

Wolframhartmetall

Umfassende Untersuchung physikalischer und chemischer Eigenschaften, Prozesse und Anwendungen (XI)

中钨智造科技有限公司

CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

Weltweit führend in der intelligenten Fertigung für die Wolfram-, Molybdän- und
Seltenerdindustrie

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

EINFÜHRUNG IN DIE CTIA GROUP

CTIA GROUP LTD, eine hundertprozentige Tochtergesellschaft mit unabhängiger Rechtspersönlichkeit, die von CHINATUNGSTEN ONLINE gegründet wurde, widmet sich der Förderung der intelligenten, integrierten und flexiblen Entwicklung und Herstellung von Wolfram- und Molybdänmaterialien im Zeitalter des industriellen Internets. CHINATUNGSTEN ONLINE, gegründet 1997 mit www.chinatungsten.com als Ausgangspunkt – Chinas erster erstklassiger Website für Wolframprodukte – ist das bahnbrechende E-Commerce-Unternehmen des Landes mit Fokus auf die Wolfram-, Molybdän- und Seltene Erden-Industrien. CTIA GROUP nutzt fast drei Jahrzehnte umfassende Erfahrung in den Bereichen Wolfram und Molybdän, erbt die außergewöhnlichen Entwicklungs- und Fertigungskapazitäten, die erstklassigen Dienstleistungen und den weltweiten Ruf ihres Mutterunternehmens und wird so zu einem umfassenden Anbieter von Anwendungslösungen in den Bereichen Wolframchemikalien, Wolframmetalle, Hartmetalle, hochdichte Legierungen, Molybdän und Molybdänlegierungen.

In den vergangenen 30 Jahren hat CHINATUNGSTEN ONLINE über 200 mehrsprachige professionelle Websites zu den Themen Wolfram und Molybdän in mehr als 20 Sprachen erstellt, die über eine Million Seiten mit Nachrichten, Preisen und Marktanalysen zu Wolfram, Molybdän und Seltenen Erden enthalten. Seit 2013 wurden auf dem offiziellen WeChat-Konto „CHINATUNGSTEN ONLINE“ über 40.000 Informationen veröffentlicht, die fast 100.000 Follower erreichen und täglich Hunderttausenden von Branchenexperten weltweit kostenlose Informationen bieten. Mit Milliarden von Besuchen auf seinem Website-Cluster und seinem offiziellen Konto hat sich das Unternehmen zu einer anerkannten globalen und maßgeblichen Informationsdrehscheibe für die Wolfram-, Molybdän- und Seltene Erden-Branche entwickelt, die rund um die Uhr mehrsprachige Nachrichten, Informationen zu Produktleistung, Marktpreisen und Markttrends bietet.

Aufbauend auf der Technologie und Erfahrung von CHINATUNGSTEN ONLINE konzentriert sich die CTIA GROUP darauf, die individuellen Bedürfnisse ihrer Kunden zu erfüllen. Mithilfe von KI-Technologie entwickelt und produziert sie gemeinsam mit ihren Kunden Wolfram- und Molybdänprodukte mit spezifischen chemischen Zusammensetzungen und physikalischen Eigenschaften (wie Partikelgröße, Dichte, Härte, Festigkeit, Abmessungen und Toleranzen). Das Angebot umfasst integrierte Dienstleistungen für den gesamten Prozess, vom Formenöffnen und der Probeproduktion bis hin zur Veredelung, Verpackung und Logistik. In den letzten 30 Jahren hat CHINATUNGSTEN ONLINE weltweit über 130.000 Kunden in Forschung und Entwicklung, Design und Produktion von über 500.000 Arten von Wolfram- und Molybdänprodukten unterstützt und so den Grundstein für eine maßgeschneiderte, flexible und intelligente Fertigung gelegt. Auf dieser Grundlage vertieft die CTIA GROUP die intelligente Fertigung und integrierte Innovation von Wolfram- und Molybdänmaterialien im Zeitalter des industriellen Internets weiter.

Dr. Hanns und sein Team bei der CTIA GROUP haben auf der Grundlage ihrer über 30-jährigen Branchenerfahrung auch Fachwissen, Technologien, Wolframpreise und Markttrendanalysen in Bezug auf Wolfram, Molybdän und Seltene Erden verfasst und veröffentlicht und geben diese kostenlos an die Wolframbranche weiter. Dr. Han, mit über 30 Jahren Erfahrung seit den 1990er Jahren im E-Commerce und internationalen Handel mit Wolfram- und Molybdänprodukten sowie in der Entwicklung und Herstellung von Hartmetallen und hochdichten Legierungen, ist im In- und Ausland ein renommierter Experte für Wolfram- und Molybdänprodukte. Getreu dem Grundsatz, der Branche professionelle und qualitativ hochwertige Informationen zu liefern, verfasst das Team der CTIA GROUP kontinuierlich technische Forschungsarbeiten, Artikel und Branchenberichte auf Grundlage der Produktionspraxis und der Kundenbedürfnisse und findet dafür breite Anerkennung in der Branche. Diese Erfolge stellen eine solide Unterstützung für die technologische Innovation, die Produktförderung und den Branchenaustausch der CTIA GROUP dar und verhelfen ihr zu einem führenden Unternehmen in der globalen Herstellung von Wolfram- und Molybdänprodukten sowie bei Informationsdienstleistungen.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI, ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Teil 4: Klassifizierung und Anwendungsgebiete von Hartmetall

Kapitel 11 Hartmetall-Schneidwerkzeuge und -Verarbeitung

11.0 Hartmetall-Schneidwerkzeuge und -Verarbeitung

11.0.1 Was ist Schneiden?

Schneiden ist ein zentraler Prozess der spanenden Bearbeitung. Dabei werden überschüssige Teile mithilfe von Werkzeugen vom Werkstückmaterial entfernt, um die gewünschte Form, Größe und Oberflächenqualität zu erzielen. Das Schneiden basiert auf der Schärfe des Werkzeugs und der plastischen oder spröden Verformung des Materials. Durch Scher-, Extrusions- und Reibungskräfte wird die Materialschicht schrittweise abgetragen. Der Schneidprozess umfasst üblicherweise eine schnelle Rotations- oder Vorschubbewegung, die Späne erzeugt und beim Schneiden von Metallen (z. B. Stahl, Gusseisen) oder Nichtmetallen (z. B. Verbundwerkstoffen) unterschiedliche physikalische Eigenschaften aufweist. Effizienz und Qualität des Schneidens werden direkt vom Werkzeugmaterial, den geometrischen Parametern, den Schnittparametern (wie Geschwindigkeit, Vorschub, Schnitttiefe) sowie der Härte und Zähigkeit des Werkstückmaterials beeinflusst. Als Schlüsselwerkzeug in der spanenden Bearbeitung haben Hartmetall-Schneidwerkzeuge dank ihrer hervorragenden Leistung die Schnittgenauigkeit, Effizienz und Standzeit deutlich verbessert und sind aus der modernen Fertigung nicht mehr wegzudenken.

1.0.2 Was sind Hartmetall-Schneidwerkzeuge?

Hartmetall-Schneidwerkzeuge bestehen aus Hartmetall als Grundmaterial. Sie werden häufig in der Metallzerspanung, der Nichtmetallverarbeitung und der Verbundwerkstoffverarbeitung eingesetzt. Dank ihrer hervorragenden mechanischen Eigenschaften und ihrer Langlebigkeit sind sie zu einem unverzichtbaren Kernwerkzeug in der modernen Fertigung geworden. Hartmetall ist ein Verbundwerkstoff aus Hartmetall (z. B. Wolframkarbid WC, Titankarbid TiC, Tantalkarbid TaC) als Hartphase und Metall (z. B. Kobalt Co, Nickel Ni) als Bindephase. Der Herstellungsprozess umfasst die präzise Dosierung hochreiner Rohstoffe, Hochtemperaturesintern (1400–1600 °C) unter Vakuum oder Schutzgasatmosphäre sowie Präzisionsbearbeitung oder Beschichtung, um Materialgleichmäßigkeit und Leistungsstabilität zu gewährleisten. Seine hervorragende Leistung spiegelt sich hauptsächlich in den folgenden Schlüsselaspekten wider:

Hervorragende Leistung von Hartmetall-Schneidwerkzeugen - hohe Härte

Der Härtebereich liegt bei HV 1600–2500 (± 30) und ist damit deutlich höher als bei herkömmlichem Schnellarbeitsstahl (HV 800–900) oder Werkzeugstahl (HV 600–700). Diese Funktion ermöglicht das effektive Schneiden einer Vielzahl von Materialien mit hoher Härte, darunter Stähle (wie Kohlenstoffstahl Q235 HV 150–250 ± 10 , legierter Stahl 40Cr HV 200–400 ± 10), Gusseisen (wie Grauguss HT200 HV 150–220 ± 10 , Sphäroguss QT500 HV 200–250 ± 10) sowie schwer zu bearbeitende Materialien (wie Titanlegierung TC4 HV 300–400 ± 10 , Nickelbasislegierung Inconel

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

718 HV 400–500±10) und superharte Materialien (wie polykristalliner Diamant PCD HV >5000±50). Diese hohe Härte sorgt für die Stabilität der Schneidkante beim Hochgeschwindigkeitsschneiden, verhindert geometrische Fehlausrichtungen durch Verschleiß und verlängert die Lebensdauer des Werkzeugs erheblich (bis zu Hunderten von Stunden unter geeigneten Arbeitsbedingungen), sodass es sich besonders für hochpräzise und kontinuierliche Schneidaufgaben eignet.

Hervorragende Leistung von Hartmetall-Schneidwerkzeugen – hervorragende Zähigkeit

Die Bruchzähigkeit (K_{Ic}) beträgt $10 - 20 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ($\pm 0,5$) und ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Härte und Zähigkeit wird durch Anpassung des Kobaltgehalts der Bindephase (normalerweise 6 - 20 %) oder Zugabe von Spuren seltener Erden (wie Ce, La) erreicht. Diese Zähigkeitseigenschaft ermöglicht es dem Material, hochfrequenten Stößen, Vibrationen und thermischen Belastungen während des Schneidprozesses standzuhalten, insbesondere beim intermittierenden Schneiden (wie der Bearbeitung von Gusseisen oder Werkstücken mit Lücken), der Schwerlastbearbeitung (wie Tieflochbohren) oder bei intermittierenden Belastungsbedingungen. Durch Optimierung der Korngröße ($0,5 - 2 \mu\text{m}$) oder Einführung von Nanokarbidern wird die Beständigkeit des Materials gegen Rissausbreitung zusätzlich verbessert, wodurch die strukturelle Integrität des Werkzeugs unter komplexen Arbeitsbedingungen sichergestellt wird.

Hervorragende Leistung von Hartmetall-Schneidwerkzeugen - Verschleißfestigkeit

Die Verschleißrate liegt unter $0,05 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ ($\pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$). Dank der hohen Härte des Hartmetalls und der Schmierung durch die Bindephase behält das Werkzeug auch nach längerem Schneiden seine Schneidleistung (Lebensdauer > 10 Stunden $\pm$ 1 Stunde, je nach Arbeitsbedingungen bis zu 50–100 Stunden). Insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten (1000–2000 m/min $\pm$ 10 m/min) oder bei Einwirkung harter Partikel (wie Schleifmittel, Keramikpulver) weisen Hartmetallwerkzeuge eine ausgezeichnete Verschleißfestigkeit auf. Diese Verschleißfestigkeit beruht auf dem synergetischen Effekt der dichten Struktur im Material (Dichte > 98 % des theoretischen Werts) und der Oberflächenbeschichtung (wie TiN, Al_2O_3 , TiAlN, Dicke 5–25 μm) und wird häufig in Hochlastverarbeitungsszenarien wie Hochgeschwindigkeitsfräsen, -bohren und -drehen verwendet.

Hervorragende Leistung von Hartmetall-Schneidwerkzeugen – weitere Leistungsvorteile

Neben den oben genannten Kerneigenschaften zeichnen sich Hartmetall-Schneidwerkzeuge auch durch eine hervorragende Oxidationsbeständigkeit bei hohen Temperaturen (800–1000 °C), einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten (ca. $4,5\text{--}6,0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) und eine gute chemische Stabilität (Säure- und Laugenkorrosionsbeständigkeit) aus. Diese Eigenschaften ermöglichen die Anpassung an verschiedene Verarbeitungsumgebungen von Raumtemperatur bis hin zu hohen Temperaturen (300–800 °C) und eignen sich besonders für die Luft- und Raumfahrt (z. B. die Verarbeitung von Titanlegierungen), die Energiewirtschaft (z. B. für Klingen aus Hochtemperaturlegierungen) und die Elektronikindustrie (z. B. für die hochpräzise Mikrobearbeitung). Darüber hinaus werden durch moderne Fertigungstechnologien (z. B. heißisostatisches Pressen (HIP) und Laser-Oberflächenbehandlung) innere Defekte des Werkzeugs

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(wie Poren und Risse) effektiv reduziert, was seine Lebensdauer und Zuverlässigkeit weiter verbessert.

Anwendung und Entwicklung von Hartmetall-Schneidwerkzeugen

Das Anwendungsspektrum von Hartmetall-Schneidwerkzeugen umfasst eine Vielzahl von Werkstücken wie Stahl, Gusseisen, schwer zu bearbeitende Werkstoffe, Nichtisenmetalle, Verbundwerkstoffe und superharte Werkstoffe. Sie finden breite Anwendung im Automobilbau (z. B. für Motorteile), in der Luft- und Raumfahrt (z. B. für Turbinenscheiben), im Formenbau (z. B. für Stanzwerkzeuge) und in der Elektronikindustrie (z. B. für das Bohren von Leiterplatten). Mit dem Voranschreiten von Industrie 4.0 und intelligenter Fertigung entwickeln sich Hartmetallwerkzeuge zu Hochleistungswerkzeugen (z. B. Nanobeschichtungen, Gradientenwerkstoffe) und intelligenten Werkzeugen, z. B. durch integrierte Sensoren zur Überwachung des Verschleißzustands oder zur Optimierung der Schnittparameter durch KI, um höhere Effizienz und komplexere Anforderungen zu erfüllen.

11.0.3 Was sind Schneidwerkzeuge aus Hartmetall?

Hartmetall-Schneidwerkzeuge bestehen aus Hartmetall als Grundmaterial. Dank ihrer hervorragenden Härte, Verschleißfestigkeit und Zähigkeit finden sie breite Anwendung in der Metallzerspanung und Nichtmetallverarbeitung. Durch präzises Design, fortschrittliche Oberflächenbehandlungsverfahren und geometrische Optimierung erfüllen diese Werkzeuge die vielfältigen Anforderungen von der allgemeinen Bearbeitung bis hin zu hochpräzisen und komplexen Arbeitsbedingungen. Im Folgenden werden die wichtigsten Arten von Hartmetall-Schneidwerkzeugen sowie ihre Eigenschaften, Anwendungsszenarien und Optimierungstechnologien umfassend und detailliert erläutert, unter Berücksichtigung von Branchenpraktiken und den neuesten technologischen Entwicklungen.

(1) Hartmetall-Drehwerkzeuge

sind die Kernwerkzeuge der Drehbearbeitung. Durch die Rotation des Werkstücks und die axiale oder radiale Zustellung des Werkzeugs werden Außenkreise, Innenbohrungen, Stirnflächen, Stufen, Gewinde und komplexe Konturen gefertigt. Hartmetall-Drehwerkzeuge werden üblicherweise aus hochharten Werkstoffen (z. B. YG6, YG8, YT15, YT30) hergestellt. Der Werkzeugkörper besteht aus Vollhartmetall, geschweißten Hartmetallklingen oder austauschbaren Klingenstrukturen, um unterschiedlichen Bearbeitungsanforderungen gerecht zu werden. Der Spanwinkel (5° – $15^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$) und der Rückwinkel (6° – 12°) sind geometrisch präzise optimiert, um Schnittkraft und Spanwiderstand zu reduzieren und die Schneidleistung zu verbessern. Der sekundäre Rückwinkel (1° – 3°) und die Schneidkantenfase (0,1–0,2 mm) erhöhen die Spanfestigkeit zusätzlich. Oberflächenbeschichtungstechnologien werden häufig eingesetzt, wie beispielsweise PVD-Beschichtungen (TiN, TiCN, Dicke 2–5 μm) und CVD-Beschichtungen (Al_2O_3 , TiAlN, Dicke 5–25 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) verbessert die Hitzebeständigkeit (bis 1000 $^{\circ}\text{C}$), Verschleißfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit deutlich. Während des Schneidvorgangs muss das Drehwerkzeug der stabilen Belastung durch kontinuierliches Schneiden oder den Stößen durch intermittierendes

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Schneiden standhalten. Die Lebensdauer beträgt in der Regel 10–20 Stunden (± 1 Stunde), und die Genauigkeit kann $<0,01$ mm ($\pm 0,001$ mm) erreichen, was für die Bearbeitung hochpräziser Teile geeignet ist. Zu den technischen Daten gehören eine Schnittgeschwindigkeit von 100–500 m/min (± 10 m/min), eine Härte von HV 1800–2200, eine Bruchzähigkeit von $12\text{--}18 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ und eine Verschleißrate von $<0,05 \text{ mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$. Es wird häufig in der Automobilindustrie zur Bearbeitung von Kurbelwellen, Nockenwellen und Pleuelstangen, zur Herstellung von Präzisionsdrehformen und Stanzwerkzeugen sowie zur Bearbeitung von Außenkreisen aus Titanlegierungen und Teilen aus Aluminiumlegierungen für die Luftfahrt eingesetzt.

(2) Hartmetallfräser: Fräser werden für die Hochgeschwindigkeitszerspanung mit mehreren Schneiden auf Fräsmaschinen eingesetzt. Sie eignen sich für die Bearbeitung von Flächen, Nuten, Stufen, Kanten und komplexen gekrümmten Oberflächen. Sie sind die Kernwerkzeuge mehrachsiger Bearbeitungszentren. Zu den Hartmetallfräsern gehören Schaftfräser, Planfräser, Kugelpopfräser und Profilfräser. Gängige Sorten sind YG10 (hohe Zähigkeit, geeignet für intermittierendes Schneiden), YT30 (hohe Hitzebeständigkeit, geeignet für hohe Temperaturen) und YW2 (hervorragende Gesamtleistung). Schaftfräser bestehen meist aus Vollhartmetall mit 2–4 Schneiden und einem Durchmesser von 3–20 mm. Sie eignen sich für Bohrungen und Nuten mit kleinem Durchmesser sowie für die Feinbearbeitung. Planfräser haben größere Durchmesser (50–200 mm) und verwenden austauschbare Schneiden oder sind integral ausgeführt. Sie verfügen über 4–12 Schneiden und eignen sich für die Bearbeitung großer Flächen. Kugelpopfräser und Profilfräser werden für komplexe gekrümmte Oberflächen und die Formenbearbeitung eingesetzt. Die geometrische Optimierung umfasst einen Spiralwinkel ($30^\circ\text{--}45^\circ\pm 1^\circ$) zur Verbesserung der Spanabfuhr, einen positiven Spanwinkel ($5^\circ\text{--}10^\circ$) zur Reduzierung der Schnittkraft und einen R-Winkel ($0,5\text{--}2$ mm) zur Verbesserung der Kantenfestigkeit. CVD-Beschichtung (wie TiAlN , Al_2O_3 , Dicke $10\text{--}25 \mu\text{m}$) oder PVD - Beschichtung (wie CrN , Dicke $2\text{--}5 \mu\text{m}$) bietet Temperaturbeständigkeit (bis 1100°C) und Verschleißschutz. Schnittgeschwindigkeit 200–1000 m/min, Lebensdauer 5–15 Stunden, Genauigkeit $<0,02$ mm, seine technischen Eigenschaften sind Härte HV 1700–2100, Bruchzähigkeit $14\text{--}20 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, hohe Schlagzähigkeit, die wichtigsten Anwendungsszenarien umfassen die Luft- und Raumfahrtverarbeitung von Aluminiumlegierungshäuten und Titanlegierungskomponenten, das Fräsen komplexer Oberflächen und Stanzwerkzeuge im Formenbau sowie die Bearbeitung von Schlitzteilen und Zahnradprofilen.

(3) Hartmetallbohrer.

Hartmetallbohrer ersetzen herkömmliche Schnellarbeitsstahlbohrer und eignen sich zum Bohren von tiefen Löchern, kleinen Löchern und mehrschichtigen Materialien. Spiralbohrer sind universell einsetzbar und bestehen aus YG6X (nanokristalline Struktur, Härte HV 1900–2000), haben einen Spiralwinkel von $25\text{--}35\pm 1^\circ$ und können Löcher mit einem Durchmesser von 5–50 mm bohren. Sie eignen sich für allgemeine Bohrungen. Tieflochbohrer (z. B. Einlippenbohrer) bestehen aus YW1 mit einem Längen-Durchmesser-Verhältnis von bis zu 100:1. Sie verfügen über interne Kühlkanäle zur Reduzierung von Wärmestau und Spanabfuhr und eignen sich für die Bearbeitung von tiefen Löchern (z. B. >100 mm). Stufenbohrer verwenden ein mehrschichtiges Klingendesign, mit dem Stufenlöcher mit unterschiedlichen Durchmessern gleichzeitig bearbeitet werden können. Sie

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

werden häufig in Formen und mechanischen Teilen eingesetzt. PVD-Beschichtungen (z. B. TiN , TiCN , Dicke 10–15 μm) oder CVD-Beschichtung (Diamant, Dicke 5–10 μm) verbessert die Verschleißfestigkeit und Hochtemperaturbeständigkeit, Schnittgeschwindigkeit 50–300 m/min, Lebensdauer 10–30 Stunden, Präzision <0,01 mm. Zu den technischen Eigenschaften gehören Härte HV 1800–2200, Verschleißfestigkeit <0,03 $\text{mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$, gute Hochtemperaturbeständigkeit (bis zu 900 °C), breite Anwendung beim Bohren von Autoteilen (wie Zylinderblöcken, Pleuelstangen), der Bearbeitung von Leiterplatten elektronischer Komponenten und Tieflochbohren von Strukturteilen der Luftfahrt (wie Flügelgelenken). Der Schlüssel zur Optimierung liegt in der Zugabe einer selbstschmierenden Beschichtung (wie MoS_2) , um die Reibung zu verringern und das Spanleitstufendesign zu optimieren, um ein Verstopfen zu verhindern.

(4) Hartmetall-Bohrwerkzeuge.

Bohrwerkzeuge dienen zum Erweitern oder Feinabstimmen vorhandener Bohrungsdurchmesser. Hartmetall-Bohrwerkzeuge sind meist verstellbar, integriert oder austauschbar. Schruppbohrwerkzeuge bestehen aus YG8 (hohe Zähigkeit, HV 1700–1900), mit einer Schnitttiefe von 1–5 mm, geeignet für schnelles Schruppen, und einem Werkzeugdurchmesserbereich von 20–150 mm; Feinbohrwerkzeuge bestehen aus YT5 (Härte HV 1750–1850), mit einer Schnitttiefe von 0,1–0,5 mm und einer Genauigkeit von <0,005 mm, geeignet für hochpräzise Bohrungsbearbeitung. Die Werkzeuggeometrie umfasst einen Spanwinkel von 5°–10° (negativer Spanwinkel kann zum Schruppen verwendet werden), einen sekundären Rückwinkel von 2°–5° und einen Schneidkanten-Entspannungswinkel (0,2°–0,5°). CVD-Beschichtungen (z. B. Al_2O_3 , Dicke 10–20 μm) oder PVD - Beschichtungen (z. B. TiAlN) verbessern die Hitzebeständigkeit und die Oberflächengüte. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100–400 m/min, die Lebensdauer 15–25 Stunden, und die technischen Eigenschaften sind eine Bruchzähigkeit von 12–16 $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ und eine Oberflächenrauheit R_a <0,4 μm . Zu den wichtigsten Anwendungsgebieten zählen das Feinbohren von Motorzylinderblöcken (Zylinderdurchmessergenauigkeit <0,01 mm), die Bearbeitung von Innenbohrungen in Hydraulikteilen (z. B. Pumpengehäuse) und das Feinbohren von Formen (z. B. Stanzformen).

(5) Hartmetallreibahlen (Reibahlen)

Reibahlen werden zum Schlichten des Bohrungsdurchmessers verwendet, um Rundheit, Toleranz und Oberflächengüte zu verbessern, und eignen sich für die Massenproduktion und hohe Präzisionsanforderungen. Maschinenreibahlen bestehen aus YG6 (Härte HV 1800–2000) mit einem Durchmesserbereich von 5–50 mm, 4–8 Schneiden und einer Schneidenlänge vom 1,5- bis 2-fachen des Durchmessers; verstellbare Reibahlen bestehen aus YT 15 mit einem Verstellbereich von $\pm 0,02$ mm, der sich für die Feinabstimmung des Bohrungsdurchmessers und die Verarbeitung mehrerer Spezifikationen eignet. Das geometrische Design umfasst gerade oder spiralförmige Schneiden (Spiralwinkel 5–10°), Spanwinkel 5–8°, PVD-Beschichtung (z. B. TiCN , Dicke 10–15 μm) oder CVD-Beschichtung (z. B. Al_2O_3) zur Verbesserung der Verschleißfestigkeit und Antihaftwirkung. Schnittgeschwindigkeit 20–100 m/min, Lebensdauer 20–40 Stunden, Genauigkeit <0,002 mm, seine technischen Eigenschaften umfassen Härte HV 1800–2100, Verschleißfestigkeit <0,02 $\text{mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$, breite Anwendung bei der Endbearbeitung von Lagerlöchern (Rundheit <0,005 mm),

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Löchern in Autogetriebewellen und Präzisionsinstrumententeilen (wie etwa Löchern für Messwerkzeuge).

(6) Hartmetall- Räumnadeln:

Räumnadeln werden zum Räumen verwendet und eignen sich für die Massenproduktion von Passfedernuten, Zahnformen, Zahnstangen und komplexen Konturen. Rundräumnadeln bestehen aus YW2 (stark hitzebeständig, HV 1750–2000), haben einen Durchmesser von 10–100 mm, 10–20 Zähne und eine progressive Zahnhöhe (0,1–0,5 mm/Zahn); Flachräumnadeln bestehen aus YG10, haben eine Breite von 20–100 mm und 15–30 Zähne und eignen sich zum Planräumen. Die geometrische Optimierung umfasst einen Spanwinkel von 5° – 10° , eine Spanleittiefe von 2–5 mm und eine CVD-Beschichtung (z. B. TiAlN, Dicke 15–20 μm) oder PVD-Beschichtung (z. B. CrN) zur Verbesserung der Schlagfestigkeit und Hitzebeständigkeit. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 10–50 m/min, die Lebensdauer 10–20 Stunden und die Genauigkeit $<0,01$ mm. Seine technischen Eigenschaften sind eine Bruchzähigkeit von 14–18 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ und eine ausgezeichnete Schlagfestigkeit. Zu den wichtigsten Anwendungsszenarien zählen das Räumen von Zahnradkeilnuten (Modul 1–5), das Ziehen von Zähnen an Strukturteilen der Luftfahrt (wie etwa Rumpfverbinder) und das Formenziehen (wie etwa Stanzwerkzeuge).

(7) Hartmetall-Umformwerkzeuge:

Umformwerkzeuge dienen der Bearbeitung spezifischer Formen wie Zahnprofilen, gekrümmten Oberflächen oder speziellen Konturen und finden breite Anwendung in der mehrachsigen CNC-Bearbeitung. Der Zahnprofilfräser besteht aus YT30 (hohe Hitzebeständigkeit, HV 1600–1800) und bearbeitet Zahnräder mit einem Modul von 1–10. Der Werkzeugdurchmesser beträgt 50–200 mm. Der Kurvenfräser besteht aus YW1A. Für die komplexe Bearbeitung gekrümmter Oberflächen ist eine 5-Achs-Anlenkung erforderlich. Der Werkzeugradius beträgt 5–50 mm. Die geometrische Gestaltung umfasst Formschneiden (R 0,1–2 mm), Entspannungswinkel ($0,1^{\circ}$ – $0,5^{\circ}$) und Mehrschneidenstrukturen (3–6 Schneiden). PVD-Beschichtungen (z. B. CrN, Dicke 15–25 μm) oder CVD-Beschichtungen (z. B. TiAlN) bieten Verschleißfestigkeit und Schutz vor hohen Temperaturen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 50–200 m/min, die Lebensdauer 5–15 Stunden, die Präzision $<0,02$ mm, seine technischen Eigenschaften umfassen Härte HV 1700–2000, Verschleißfestigkeit $<0,04$ $\text{mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$, breite Anwendung bei der Zahnradformung in der Automobilindustrie (Modul 2–8), der Oberflächenbearbeitung von Präzisionsteilen (wie etwa Handygehäusen) und der Herstellung von Rotorblättern für die Luftfahrt (wie etwa Turbinenschaufeln).

(8) Spezialwerkzeuge aus Hartmetall.

Spezialwerkzeuge aus Hartmetall sind für spezielle Arbeitsbedingungen konzipiert und umfassen Verbundwerkzeuge, Werkzeuge aus superharten Werkstoffen und Mikrowerkzeuge. Verbundwerkzeuge bestehen aus YG6X (nanokristallin, HV 1900–2100). Für die Bearbeitung von CFK ist eine niedrige Wärmeentwicklung erforderlich. Der Werkzeugdurchmesser beträgt 6–20 mm, die Anzahl der Schneiden 2–4. Werkzeuge aus superharten Werkstoffen schneiden PCD. Sie verwenden eine CVD-Beschichtung (z. B. Diamant, Dicke 5–10 μm). Der Werkzeugdurchmesser

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

beträgt 3–15 mm. Der Mikrowerkzeugdurchmesser beträgt <1 mm. Es wird Nanokarbid (Korn <0,5 μm) verwendet. Die Genauigkeit beträgt <0,005 mm. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100–500 m/min, die Lebensdauer 5–10 Stunden, seine technischen Eigenschaften umfassen eine Härte von HV 1800–2200, ausgezeichnete Hochtemperaturbeständigkeit (bis zu 1000 °C), Verschleißfestigkeit <0,03 $\text{mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$ und es wird häufig bei der Verarbeitung von Verbundwerkstoffen in der Luftfahrt (wie etwa Flügelhäuten), elektronischen Mikroschaltkreisplatten (wie etwa Chipsubstraten) und beim Mikrolochbohren in medizinischen Geräten (wie etwa orthopädischen Implantaten) verwendet.

(8.1) Nanokarbid-Schneidwerkzeuge

Nanokarbid-Schneidwerkzeuge verwenden Nanokarbid (z. B. YG6X, YW1) mit einer Korngröße von weniger als 0,5 μm und nutzen die Nanopulver-Sintertechnologie zur Verbesserung der Materialdichte und -härte. Die Werkzeuggeometrie umfasst einen Spanwinkel von 5°–10° und einen Drallwinkel von 30°–40°. Die PVD-Beschichtung (z. B. TiN, TiAlN (Dicke 5–10 μm)) erhöht die Verschleißfestigkeit und die Temperaturbeständigkeit. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 200–600 m/min, die Lebensdauer 8–15 Stunden und die Genauigkeit <0,01 mm. Zu den technischen Eigenschaften gehören eine Härte von HV 2000–2300, eine Bruchzähigkeit von 15–20 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ und eine Verschleißfestigkeit <0,02 $\text{mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$. Es wird häufig in der hochpräzisen Formenbearbeitung, der Endbearbeitung von Automobilteilen und der Feinabstimmung von Strukturteilen in der Luftfahrt eingesetzt.

(8.2) Hartmetallverbundwerkzeuge

Hartmetallverbundwerkzeuge sind für die Bearbeitung von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK, HV 200–300) und glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) vorgesehen. Sie bestehen aus YG6X (nanokristalline Struktur, HV 1900–2100) oder mit SiC-Partikeln dotierten Verbundwerkstoffen. Der Werkzeugdurchmesser beträgt 6–20 mm und die Anzahl der Schneiden 2–4. Die geometrische Optimierung umfasst einen negativen Spanwinkel (-5° bis 0°) und eine gezackte Schneide. Eine CVD-Beschichtung (z. B. Diamant, Dicke 5–15 μm) bietet Schneidfähigkeit bei geringer Hitze, Schnittgeschwindigkeiten von 100–300 m/min, Lebensdauer von 5–10 Stunden und Genauigkeit <0,02 mm. Zu den technischen Eigenschaften gehören eine ausgezeichnete Hochtemperaturbeständigkeit (bis zu 900°C) und eine Verschleißfestigkeit <0,03 $\text{mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$. Es wird häufig bei der Verarbeitung von Verbundwerkstoffen in der Luftfahrt (z. B. Tragflächenbeplankung), bei der Herstellung von Rotorblättern für Windturbinen und bei der Formgebung von Sportgeräten verwendet.

(8.3) Werkzeuge aus Hartmetall Superhartmetall

Werkzeuge aus Hartmetall Superhartmetall sind zum Schneiden von polykristallinem Diamant (PKD, HV >5000) und kubischem Bornitrid (CBN, HV 4000–5000) bestimmt. Sie verwenden YG6X als Substrat mit CVD-Beschichtung (z. B. Diamant, Dicke 5–10 μm) oder CBN-Partikeln zur Verbesserung der Schneidkante. Der Werkzeugdurchmesser beträgt 3–15 mm, die Anzahl der Schneiden 1–3. Das geometrische Design umfasst einen Spanwinkel von 0°–5° und einen Entspannungswinkel von 0,1°–0,3°, eine Schnittgeschwindigkeit von 50–200 m/min, eine

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Lebensdauer von 5-12 Stunden und eine Genauigkeit von $<0,005$ mm. Zu seinen technischen Eigenschaften zählen eine Härte von HV 2200–2500, eine Verschleißfestigkeit von $<0,01$ mm³/N·m und eine hohe Temperaturbeständigkeit (bis 1100 °C). Es wird häufig zur Endbearbeitung von Hartmetallformen, zum Schneiden von Keramikprodukten und zur Edelsteinbearbeitung verwendet.

(8.4) Hartmetall-Mikrowerkzeuge Hartmetall

- Mikrowerkzeuge eignen sich für die Bearbeitung im Mikrometerbereich. Sie bestehen aus Nanokarbid (Korngröße $<0,5$ μm), haben einen Werkzeugdurchmesser <1 mm, eine Schneidenlänge von 1-5 mm und 1-2 Schneiden. Die geometrische Optimierung umfasst einen Spanwinkel von 5°-15° und einen Mikrospiralwinkel (20°-30°). Eine PVD-Beschichtung (z. B. CrN, Dicke 2-5 μm) verbessert die Verschleißfestigkeit und die Antihafteffekte. Schnittgeschwindigkeit 100-500 m/min, Lebensdauer 5-10 Stunden, Genauigkeit $<0,005$ mm. Zu den technischen Daten gehören eine Härte von HV 2000-2300, eine Bruchzähigkeit von 12-15 MPa·m^{1/2} und eine Verschleißfestigkeit $<0,02$ mm³/N·m. Es wird häufig bei der Verarbeitung elektronischer Mikroschaltkreise (z. B. Chipsubstrate), beim Mikrolochbohren in medizinischen Geräten (z. B. orthopädischen Implantaten) und bei der Herstellung mikroelektromechanischer Systeme (MEMS) verwendet.

(8.5) PCD-Schneiden mit Werkzeugen aus superhartem Material

PCD-Schneiden mit Werkzeugen aus superhartem Material ist eine spezielle Anwendung von Werkzeugen aus superhartem Hartmetall. Es verwendet ein YG6X-Substrat und eine CVD-Diamantbeschichtung (Dicke 5 – 10 μm), einen Werkzeugdurchmesser von 3 – 12 mm und 1 – 2 Schneiden. Das geometrische Design umfasst einen Spanwinkel von 0° und eine polierte Schneide, Schnittgeschwindigkeit von 50 – 150 m/min, Lebensdauer von 5 – 10 Stunden und Genauigkeit von $<0,005$ mm. Zu den technischen Daten gehören Härte HV 2200 – 2500, Verschleißfestigkeit $<0,01$ mm³/N·m und ausgezeichnete Hochtemperaturbeständigkeit (bis zu 1200°C). Es wird häufig zum Nachschleifen von PCD-Werkzeugen, zum Abrichten von Hartmetallformen und zur Herstellung hochpräziser Schneidwerkzeuge verwendet.

(8.6) Hartmetallbeschichtete Schneidwerkzeuge Hartmetallbeschichtete Schneidwerkzeuge

werden mit verschiedenen Beschichtungen (wie TiN, TiCN, Al₂O₃, TiAlN (Dicke 5–25 μm)) mittels PVD- oder CVD-Technologie hergestellt. Sie eignen sich für die Bearbeitung einer Vielzahl von Werkstoffen. Zu den Werkzeugtypen gehören Drehwerkzeuge, Fräser und Bohrer. Die Beschichtungsauswahl richtet sich nach dem Werkstückmaterial. Beispielsweise TiAlN eignet sich für hochwarmfeste Stähle, Al₂O₃ für Gusseisen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100–800 m/min, die Lebensdauer 10–30 Stunden und die Genauigkeit $<0,01$ mm. Zu den technischen Eigenschaften zählen eine Härte von HV 1800–2300, eine Verschleißfestigkeit $<0,03$ mm³/N₂ und eine Oxidationsbeständigkeit bis 1000 °C. TiAlN wird häufig in der Massenfertigung von Automobilteilen, beim Schneiden von Titanlegierungen in der Luftfahrt und in der Formenbearbeitung eingesetzt.

(8.7) Hartmetall-Schneidwerkzeuge zum Bearbeiten von Verbundwerkstoffen für die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Luftfahrt (wie etwa Tragflächenhäute)

Dieses Werkzeug ist speziell für Verbundwerkstoffe für die Luftfahrt (wie etwa CFRP, HV 200–300) konzipiert. Es verwendet eine mit Diamantpartikeln dotierte YG6X-Matrix, einen Werkzeugdurchmesser von 6–15 mm und 2–4 Schneiden. Das geometrische Design umfasst gezackte Kanten und negative Spanwinkel (-5° bis 0°), eine CVD-Diamantbeschichtung (Dicke 10–15 μm) zur Verringerung thermischer Schäden, Schnittgeschwindigkeit 100–300 m/min, Lebensdauer 5–10 Stunden und Genauigkeit $<0,02\text{ mm}$. Zu seinen technischen Eigenschaften gehören eine hohe Temperaturbeständigkeit (bis zu 900°C) und eine Verschleißfestigkeit $<0,03\text{ mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$. Es wird häufig zum Präzisionsschneiden von Tragflächenhäuten, Rumpflatten und Strukturteilen in der Luftfahrt verwendet.

(8.8) Schneidwerkzeug für elektronische Mikroschaltkreisplatten (z. B. Chipsubstrate) aus Hartmetall.

Dieses Mikroschneidwerkzeug besteht aus Nanohartmetall, mit einem Werkzeugdurchmesser von 0,2 – 1 mm, einer Schneidenlänge von 1 – 3 mm und 1 – 2 Schneiden. Das geometrische Design umfasst einen Spanwinkel von 5° – 10° und einen Mikrospiralwinkel (20° – 30°). Die PVD-Beschichtung (z. B. CrN, Dicke 2 – 5 μm) verbessert die Verschleißfestigkeit. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 – 400 m/min, die Lebensdauer 5 – 10 Stunden und die Genauigkeit $<0,005\text{ mm}$. Zu den technischen Daten gehören eine Härte von HV 2000 – 2300 und eine Verschleißfestigkeit $<0,02\text{ mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$. Es wird häufig zur Mikrolochbearbeitung von Chipsubstraten, zum Bohren von Leiterplatten und in der Feinfertigung von elektronischen Komponenten verwendet.

(8.9) Werkzeuge zum Mikrobohren von medizinischen Geräten (z. B. orthopädischen Implantaten)

Dieses Werkzeug besteht aus Nanokarbid, mit einem Werkzeugdurchmesser von 0,5 – 2 mm, einer Schneidenlänge von 2 – 5 mm und 1 – 2 Schneiden. Das geometrische Design umfasst einen Spanwinkel von 10° – 15° und eine polierte Kante. Die PVD-Beschichtung (z. B. TiN, Dicke 2 – 5 μm) gewährleistet Biokompatibilität, eine Schnittgeschwindigkeit von 50 – 200 m/min, eine Lebensdauer von 5 – 15 Stunden und eine Genauigkeit von $<0,005\text{ mm}$. Seine technischen Eigenschaften umfassen eine Härte von HV 2000 – 2200, eine Bruchzähigkeit von 12 – 15 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ und eine Verschleißfestigkeit von $<0,02\text{ mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$. Es wird häufig zum Mikrobohren von orthopädischen Implantaten, zur Bearbeitung von Dentalwerkzeugen und zur Endbearbeitung medizinischer Geräte verwendet.

(8.10) Medizinisch-chirurgische Instrumente aus Hartmetall

Medizinisch-chirurgische Instrumente aus Hartmetall bestehen aus ultrafeinem Nanokarbid (z. B. YG6X), haben eine Instrumentenlänge von 30–50 mm, eine Klingendicke von 0,1–0,3 mm und eine Klinge. Das geometrische Design umfasst eine ultradünne Klingenkante ($R < 0,01\text{ mm}$) und einen Spanwinkel von 15° – 20° . Die PVD-Beschichtung (z. B. TiN, Dicke 1–3 μm) sorgt für Korrosionsbeständigkeit und Biokompatibilität. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 10–50 m/min (manuell oder mechanisch bei niedriger Geschwindigkeit), die Lebensdauer 20–50 Operationen und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

die Genauigkeit beträgt $<0,01$ mm. Zu den technischen Daten gehören eine Härte von HV 2000–2300 und eine Verschleißfestigkeit $<0,01$ mm³/N·m. Es wird häufig beim Schneiden von Weichgewebe, in der Knochenplastik und bei der Herstellung minimalinvasiver chirurgischer Instrumente verwendet.

Hartmetall-Schneidwerkzeuge finden aufgrund ihrer Vielseitigkeit und hohen Leistung breite Anwendung im Automobilbau, der Luft- und Raumfahrt, der Formenbau- und Elektronikindustrie. Je nach Werkstückmaterial (z. B. Stahl, Gusseisen, Titanlegierung) und Bearbeitungsanforderungen (z. B. Präzision, Geschwindigkeit) werden unterschiedliche Werkzeugtypen mit den entsprechenden Sorten (z. B. YG-, YT-, YW-Serie) ausgewählt. Die Lebensdauer wird durch Beschichtungen (z. B. TiN, Al₂O₃), geometrische Optimierung (z. B. Spiralwinkel, Spanwinkel) und Kühltechnologien (z. B. interne Kühlkanäle) verlängert.

Tabelle der Hartmetall-Schneidwerkzeuge

Messer Typ	Typische Noten	Härte (HV)	Bruchzähigkeit (MPa·m ^{1/2})	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Genauigkeit (mm)	Leben (Stunde)	Hauptanwendungsszenarien
Drehwerkzeug	YG6, YT15	1800-2200	12-18	100-500	$<0,01$	10-20	Automobilwellen, Formbearbeitung
Fräser	YG10, YT30	1700-2100	14-20	200-1000	$<0,02$	5-15	Luft- und Raumfahrthaut, Formoberfläche
bohren	YG6X, YW1	1800-2200	12-16	50-300	$<0,01$	10-30	in der Automobilindustrie, Leiterplattenbohren
Bohrwerkzeug	YG8, YT5	1700–1850	12-16	100-400	$<0,005$	15-25	Zylinderbohrung, Bearbeitung von Hydraulikteilen
Reibahle	YG6, YT15	1800-2100	12-16	20-100	$<0,002$	20-40	Lagerbohrung, Getriebewellenbearbeitung
Brosche	YW2, YG10	1750–2000	14-18	10-50	$<0,01$	10-20	Zahnrad-Passfedernut, Luftfahrtgetriebe
Umformwerkzeuge	YT30, YW1A	1600-2000	14-18	50-200	$<0,02$	5-15	Automobilzahnräder, Flugzeugblätter
Spezialwerkzeuge	YG6X	1900-2100	12-16	100-500	$<0,005$	5-10	Verbundwerkstoffe, Mikrobearbeitung

11.0.4 Welche Bearbeitungsobjekte eignen sich für Hartmetall-Schneidwerkzeuge?

Dank ihrer hervorragenden Härte, Verschleißfestigkeit und Zähigkeit eignen sich Hartmetall-Schneidwerkzeuge für die effiziente Bearbeitung verschiedenster Werkstücke aus Metall und Nichtmetallen. Sie bieten insbesondere bei hoher Härte, anspruchsvoller Bearbeitung und hochpräziser Bearbeitung erhebliche Vorteile. Diese Werkzeuge sind vielseitig einsetzbar und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

flexibel einsetzbar und erfüllen die Anforderungen an die Bearbeitung von einfachen Materialien bis hin zu extremen Bedingungen. Im Folgenden finden Sie eine detaillierte Beschreibung der für Hartmetall-Schneidwerkzeuge geeigneten Werkstücke. Dabei werden die physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe, die spezifischen Bearbeitungsanforderungen und die tatsächlichen Anwendungsszenarien in verschiedenen Branchen umfassend erläutert.

(1) Stähle

Stahl ist das am häufigsten verwendete Bearbeitungsmaterial für Hartmetall-Schneidwerkzeuge, darunter Kohlenstoffstahl, legierter Stahl und Edelstahl. Kohlenstoffstahl (z. B. Q235, Härte HV 150–250) lässt sich gut zerspanen und eignet sich für allgemeine Schrapp- und Schlichtbearbeitung. Legierter Stahl (z. B. 40Cr, Härte HV 200–300) enthält Legierungselemente wie Chrom und Nickel, weist eine höhere Härte auf und erfordert beim Schneiden eine höhere Hitzebeständigkeit. Edelstahl (z. B. 304, Härte HV 150–250) neigt aufgrund seiner hohen Zähigkeit und Viskosität zur Spananhaftung, was das Schneiden erschwert. Aus diesem Grund wird üblicherweise mit einer Schnittgeschwindigkeit von 100–400 m/min, einem Vorschub von 0,1–0,3 mm/U und einer Schnitttiefe von 1–5 mm gearbeitet. Antihalt- und hitzebeständige Beschichtungen (z. B. TiAlN) reduzieren die Anhaftung und Wärmestauung. Die Sorten YT15 und YT30 sind aufgrund ihrer hervorragenden Hitze- und Oxidationsbeständigkeit die ideale Wahl. Sie werden in der Automobilindustrie häufig zur Bearbeitung von Kurbelwellen und Zahnrädern, Wellenkomponenten im Maschinenbau und Stahlkonstruktionen im Bauwesen eingesetzt. Beim Zerspanen kommt es jedoch häufig zu Aufbauschneidenbildung und Wärmestau. Diesen Herausforderungen muss durch optimierten Kühlmitelesatz und angepasste Werkzeuggeometrie begegnet werden.

(2) Gusseisen

Gusseisen ist ein weiteres wichtiges Bearbeitungsobjekt, darunter Grauguss (z. B. HT200, Härte HV 150–220), Sphäroguss (z. B. QT500, Härte HV 200–250) und Temperguss. Diese Materialien sind für ihre spröde Beschaffenheit bekannt, und beim Schneiden brechen leicht Späne. Dank ihrer hohen Härte können Hartmetallwerkzeuge die Anforderungen der Bearbeitung von Oberflächenrauheiten und inneren Defekten (wie Sandlöchern oder Poren) in Gusseisen effektiv bewältigen. Üblicherweise werden folgende Parameter verwendet: Schnittgeschwindigkeit 150–500 m/min, Vorschub 0,2–0,5 mm/U und Schnitttiefe 2–6 mm. Insbesondere beim intermittierenden Schneiden ist eine hohe Zähigkeit des Werkzeugs erforderlich. Die Sorten YG6 und YG8 werden aufgrund ihres ausgewogenen Verhältnisses zwischen Zähigkeit und Härte sowie ihrer hervorragenden Schlagzähigkeit bevorzugt. Sie werden häufig bei der Bearbeitung und Herstellung von Motorzylinderblöcken, Bremsscheiben und Pumpengehäusen eingesetzt. Sandlöcher und harte Stellen in Gussteilen können jedoch zu Werkzeugkantenbrüchen führen, die durch die Anpassung der Schnittparameter und die Optimierung der Bearbeitungsstrategien reduziert werden müssen.

(3) Schwer zu bearbeitende Werkstoffe

Zu den schwer zu bearbeitenden Werkstoffen zählen vor allem Titanlegierungen (z. B. TC4, Härte HV 300–400), Nickelbasislegierungen (z. B. Inconel 718, Härte HV 400–500) und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Hochtemperaturlegierungen. Diese Werkstoffe werden häufig in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt. Aufgrund ihrer hohen Festigkeit, Zähigkeit und geringen Wärmeleitfähigkeit entstehen beim Schneiden leicht hohe Temperaturen, die zur Anhaftung an der Werkstückoberfläche führen und so die Bearbeitung erschweren. Aus diesem Grund werden bei der Bearbeitung üblicherweise folgende Parameter angewendet: Schnittgeschwindigkeit 20–100 m/min, Vorschub 0,05–0,2 mm/U und Schnitttiefe 0,5–2 mm. Ein effizientes Kühlsystem ist erforderlich, und es müssen niedrige Geschwindigkeiten und hohe Drehmomente beim Schneiden gewählt werden. Die Sorten YW1 und YW2 verfügen durch das Vorhandensein von Tantalcarbid (TaC) über eine verbesserte Hitzebeständigkeit. In Kombination mit PVD-Beschichtungen (z. B. TiN) wird die Leistung weiter verbessert. Sie werden häufig bei der Präzisionsbearbeitung von Flugzeugtriebwerksschaufeln, Turbinenscheiben und Strukturteilen für die Luft- und Raumfahrt eingesetzt. Allerdings kann die Wärmekonzentration beim Schneiden zu einer Verformung des Werkstücks führen. Um die Qualität zu gewährleisten, sind Spezialwerkzeuge und eine optimierte Verarbeitungstechnologie erforderlich.

(4) Nichteisenmetalle

Zu den Nichteisenmetallen zählen Aluminiumlegierungen (z. B. 6061, Härte HV 80–120), Kupferlegierungen (z. B. H62, Härte HV 100–150) und Magnesiumlegierungen. Diese Werkstoffe sind weich und neigen beim Schneiden zum Anhaften des Werkzeugs, weisen jedoch eine gute Wärmeleitfähigkeit auf. Bei der Bearbeitung dieser Werkstoffe mit Hartmetallwerkzeugen ist besonders darauf zu achten, dass Aufbauschneidenbildung vermieden wird und die Werkstückoberfläche nach der Bearbeitung glatt bleibt. Die Schnittgeschwindigkeit liegt üblicherweise bei 300–1000 m/min, der Vorschub bei 0,1–0,4 mm/U und die Schnitttiefe bei 1–4 mm. Um den Schnittwiderstand zu reduzieren, werden Werkzeuge mit hohem Spanwinkel gewählt. YG6X (ultrafeine Kornstruktur, hohe Härte) und YG10 (gute Zähigkeit) sind ideale Werkstoffe und werden häufig bei der Bearbeitung von Gehäusen für elektronische Geräte, leichten Automobilteilen und dekorativen Teilen eingesetzt. Werkzeughaftung und Oberflächenkratzer sind jedoch die Hauptprobleme, die durch Polieren und eine reibungsarme Beschichtung behoben werden können.

(5) Verbundwerkstoffe

Zu den Verbundwerkstoffen gehören kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK, Härte HV 200–300) und glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK). Diese Materialien sind anisotrop, haben eine hohe Härte und eine geringe Zähigkeit. Sie neigen beim Schneiden zu Delamination oder Rissen und erfordern vom Werkzeug eine hohe Verschleißfestigkeit und Schnittstabilität. Aus diesem Grund werden bei der Bearbeitung üblicherweise folgende Parameter verwendet: Schnittgeschwindigkeit 100–300 m/min, Vorschub 0,05–0,15 mm/U und Schnitttiefe 0,2–1 mm. Zur Reduzierung thermischer Schäden ist eine wärmearme Konstruktion erforderlich. YG6X (nanokristalline Struktur) und Werkzeuge mit PCD-Beschichtung sind die erste Wahl und werden häufig bei der Herstellung von Strukturteilen für die Luftfahrt, Rotorblättern von Windkraftanlagen und Sportgeräten eingesetzt. Faserauszug und thermische Schäden sind jedoch Hauptprobleme, die durch die oszillierende Schneidtechnologie wirksam gemildert werden können.

(6) Ultraharte Materialien

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Zu den superharten Werkstoffen zählen polykristalliner Diamant (PKD, Härte HV >5000) und kubisches Bornitrid (CBN, Härte HV 4000–5000), die hauptsächlich für die Bearbeitung hochpräziser und superharter Werkstücke verwendet werden. Die extrem hohe Härte dieser Werkstoffe erfordert für eine effektive Schneidleistung Hartmetallwerkzeuge mit Diamant- oder CBN-Beschichtung. Die Bearbeitung erfolgt üblicherweise mit Schnittgeschwindigkeiten von 50–200 m/min, Vorschubgeschwindigkeiten von 0,01–0,1 mm/U und Schnitttiefen von 0,1–0,5 mm. Um die Prozessstabilität zu gewährleisten, sind hochsteife Werkzeugmaschinen erforderlich. YG6X wird als Substratträger verwendet, kombiniert mit einer CVD-Diamantbeschichtung zur Verbesserung der Schneidleistung. Dies wird häufig bei Hartmetallformen, Keramikprodukten und dem Präzisionsschleif von Edelsteinen eingesetzt. Das Werkzeug verschleißt jedoch schnell und die Lebensdauer der Beschichtung ist begrenzt, sodass es regelmäßig ausgetauscht oder die Schneidstrategie optimiert werden muss.

(7) Wärmebehandelte Werkstoffe

Zu den wärmebehandelten Werkstoffen zählen gehärteter Stahl (z. B. HRC 50–60, Härte HV 500–700) und einsatzgeharteter Stahl. Diese Werkstoffe weisen eine hohe Oberflächenhärte auf, behalten im Inneren jedoch eine gewisse Zähigkeit. Beim Schneiden muss besonders darauf geachtet werden, den Widerstand der gehärteten Schicht zu überwinden. Aus diesem Grund werden für die Bearbeitung üblicherweise folgende Parameter verwendet: Schnittgeschwindigkeit 50–200 m/min, Vorschub 0,05–0,2 mm/U und Schnitttiefe 0,5–2 mm. Um den hohen Temperaturen standzuhalten, ist eine hitzebeständige Beschichtung erforderlich. Die Güten YT5 und YW1 eignen sich aufgrund ihrer Hitzebeständigkeit und Härte für die Bearbeitung derartiger Werkstoffe. Sie werden häufig für Lagerringe, Getriebewellen und die Endbearbeitung von Werkzeugen nach der Wärmebehandlung verwendet. Die gehärtete Schicht stellt jedoch hohe Anforderungen an die Schnittkraft, was eine hochpräzise Steuerung erfordert, um einen vorzeitigen Werkzeugausfall zu vermeiden.

Anwendungszusammenfassung

Hartmetall-Schneidwerkzeuge eignen sich für Stahl, Gusseisen, schwer zerspanbare Werkstoffe, Nichteisenmetalle, Verbundwerkstoffe, superharte Werkstoffe und wärmebehandelte Materialien und decken ein breites Spektrum von der Schrapp- bis zur Schlichtbearbeitung ab. Durch die Auswahl der passenden Sorte (z. B. YG-, YT-, YW-Serie) entsprechend den Eigenschaften des Werkstückmaterials und die Optimierung der Schnittparameter (wie Drehzahl, Vorschub und Schnitttiefe) lässt sich das Werkzeug effektiv an verschiedene Materialien mit Härten von HV 80 bis 5000+ anpassen. Darüber hinaus werden durch fortschrittliches geometrisches Design und Beschichtungstechnologie die Leistung und Lebensdauer des Werkzeugs in verschiedenen Bearbeitungsobjekten weiter verbessert.

Listenzusammenfassungsvergleich

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Verarbeitungsobjekt	Härtebereich (HV)	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschubgeschwindigkeit (mm/U)	Schnitttiefe (mm)	Anwendungsbereiche Klassen	Hauptanwendungsszenarien	Herausforderungen
Stahl	150-700	100-400	0,1-0,3	1-5	YT15, YT30	Autoteile, Mechanische Wellen	Aufbauschneiden, Wärmestau
Gusseisen	150-250	150-500	0,2-0,5	2-6	YG6, YG8	Motorblock, Bremsscheibe	Sandloch, Chipping
Schwer zu verarbeitende Materialien	300-500	20-100	0,05-0,2	0,5-2	YW1, YW2	Flugzeugschaufeln, Turbinenscheiben	Wärmekonzentration, Deformation
Nichteisenmetalle	80-150	300-1000	0,1-0,4	1-4	YG6X, YG10	Elektronikgehäuse, Automotive Leichtbau	Klebriges Messer, Kratzer
Verbundwerkstoffe	200-300	100-300	0,05-0,15	0,2-1	YG6X, PCD	Strukturteile für die Luftfahrt, Rotorblätter für Windturbinen	Delamination, thermische Schäden
Superharte Materialien	4000-5000+	50-200	0,01-0,1	0,1-0,5	YG6X, CVD	Hartmetallformen, Keramik	Schneller Verschleiß, Lebensdauer der Beschichtung
Wärmebehandlungsmaterialien	500-700	50-200	0,05-0,2	0,5-2	YT5, YW1	Lagerring, Getriebewelle	Gehärtete Schicht mit hoher Schnittkraft

In diesem Kapitel werden vier Aspekte betrachtet: Schneidleistung, Verarbeitungsobjekte, Fehleranalyse und Verbesserung von Hartmetallwerkzeugen. Außerdem werden ihre Anwendungseigenschaften, technischen Vorteile und Optimierungsrichtungen bei der Schneidverarbeitung systematisch analysiert, um theoretische Anleitungen und praktische Referenzen für die industrielle Produktion bereitzustellen.

11.1 Geometrische Parameter von Hartmetallwerkzeugen

Hartmetallwerkzeuge erreichen effiziente Schnitte (Geschwindigkeit $>1000 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$) und eine lange Lebensdauer ($>10 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$) durch die Optimierung geometrischer Parameter (Vorder- Winkel , Rückwinkel, Schneidkantenneigung) und Beschichtungen (TiAlN , Al_2O_3). Zusammensetzung ($\text{WC} > 80 \% \pm 1 \%$, $\text{Co} 6 \% 12 \% \pm 1 \%$), Korngröße ($0,52 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$) und Verfahren (Sintern $1450^\circ \text{C} \pm 10^\circ \text{C}$) wirken sich direkt auf die Leistung aus (Härte $\text{HV } 1600 - 2200 \pm 30$). Dieser Abschnitt beginnt mit der Leistung der geometrischen Parameter und der

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Schneidkantenoptimierung sowie beschichteter Werkzeuge.

11.1.1 Geometrische Parameter und Schneidkantenoptimierung

Grundlagen und technischer Überblick

Zu den Werkzeuggeometrieparametern zählen Spanwinkel ($5^{\circ}15' \pm 0,5^{\circ}$), Rückwinkel ($6^{\circ}12' \pm 0,5^{\circ}$), Neigungswinkel ($5^{\circ}5' \pm 0,5^{\circ}$), Schneidkantenradius ($10 - 50 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$) und Schneidkantenbreite ($0,1 - 0,5 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$), wodurch die Leistung durch Reduzierung der Schnittkräfte ($<1000 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$) und Verbesserung der Oberflächenqualität ($R_a < 0,2 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$) optimiert wird. Die Schneidkantenoptimierung wird durch Schleifen (Schleifscheibenkörnung $<10 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$) oder Laserbehandlung (Leistung $100 - 200 \text{ W} \pm 10 \text{ W}$) erreicht.

Die Tests umfassen Schnittkraft (Dynamometer, Genauigkeit $\pm 1 \text{ N}$), Oberflächenrauheit (Profilometer, Genauigkeit $\pm 0,01 \mu\text{m}$) und Schneidkantenmorphologie (SEM, Auflösung $<0,1 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$). Beispielsweise hat ein P10-Werkzeug (Frontwinkel $10^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$) eine Schnittkraft von $800 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$ und $R_a 0,15 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$.

Mechanismus- und Leistungsanalyse:

Der Spanwinkel ($5^{\circ} - 15^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$) reduziert den Schnittwiderstand (Reibungskoeffizient $<0,3 \pm 0,05$), und der Rückenwinkel ($6^{\circ} - 12^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$) reduziert den Verschleiß des Rückenwerkzeugs (Verschleißbandbreite $<0,1 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$). Der Schneidkantenradius ($1050 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$) sorgt für ein ausgewogenes Verhältnis von Schärfe und Festigkeit, und der Radius $<20 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$ eignet sich für die Endbearbeitung ($R_a < 0,1 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$). Die SEM-Aufnahmen zeigen, dass die optimierte Schneide keine Mikrorisse aufweist ($<0,01 \text{ mm} \pm 0,001 \text{ mm}$), und die EDS-Aufnahmen bestätigen die gleichmäßige WC/Co-Verteilung (Abweichung $<0,1 \% \pm 0,02 \%$). Schneidtests zeigen, dass die Schnittkraft des Werkzeugs mit einem Spanwinkel von $10^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ im Vergleich zu $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ um $15\% \pm 2\%$ reduziert ist und die Lebensdauer um $20\% \pm 3\%$ erhöht ist.

Analyse der Einflussfaktoren

Spanwinkel: $10^{\circ}15' \pm 0,5^{\circ}$, Schnittkraft nimmt um $15 \% \pm 2 \%$ ab; $<5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$, Verschleiß nimmt um $10 \% \pm 2 \%$ zu.

Rückenwinkel: $6^{\circ}12' \pm 0,5^{\circ}$, Verschleißbandbreite $<0,1 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$; $>15^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$, Festigkeitsreduzierung um $10 \% \pm 2 \%$.

Schneidkantenradius: $1020 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$, hervorragende Endbearbeitung; $>50 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$, Schnittkraft um $10 \% \pm 2 \%$ erhöht.

Materialhärte: $\text{HV } 1800 \pm 200$, hohe Kantenstabilität; $<1600 \pm 30$, Kantenabsplitterungsrate erhöht sich um $10 \% \pm 2 \%$.

Verarbeitungsgeschwindigkeit: $1000 - 1500 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$, ausgewogene Leistung; $> 2000 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$, thermischer Verschleiß erhöht sich um $15 \% \pm 3 \%$.

Beispielsweise erhöht sich die Verschleißbandbreite eines Werkzeugs mit einem Spanwinkel von $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ (Geschwindigkeit $1500 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$) auf $0,15 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Die Optimierungsstrategie

besteht darin, eine Schnittkraft $<1000 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$ und $R_a < 0,2 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$ zu erreichen. Folgendes wird empfohlen:

Geometrische Optimierung: Spanwinkel $10^\circ 15' \pm 0,5^\circ$, Rückwinkel $6^\circ 12' \pm 0,5^\circ$, Schneidenradius $1020 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$.

Kantenbehandlung: Laserschleifen (Leistung $150 \text{ W} \pm 10 \text{ W}$), Mikrorisse $< 0,01 \text{ mm} \pm 0,001 \text{ mm}$.

Materialauswahl: WC-Korn $0,51 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, Co $6\% \pm 1\%$.

Prüfspezifikationen: ISO 1832 (geometrische Parameter), ASTM G99 (Reibungskoeffizient).

Überprüfung und Optimierung: SEM und Dynamometer bestätigen Kantenqualität und Schnittkräfte.

Beispielsweise hat das Werkzeug P10 (Spanwinkel $10^\circ \pm 0,5^\circ$, Schneidenradius $15 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$) eine Schnittkraft von $800 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$ und $R_a 0,15 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$.

11.1.2 Leistungsfähigkeit beschichteter Werkzeuge (PVD, CVD)

Grundprinzipien und Technologieübersicht

Die Beschichtung der Werkzeuge erfolgt durch physikalische Gasphasenabscheidung (PVD, TiAlN, $23 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) oder chemische Gasphasenabscheidung (CVD, Al_2O_3 , $35 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$), um Härte (HV 2500–3500 ± 50), Verschleißfestigkeit (Verschleißrate $< 0,03 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$) und Hochtemperaturbeständigkeit ($> 1000^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$) zu verbessern. PVD eignet sich zum Hochgeschwindigkeitsschneiden ($> 1000 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$), CVD zum Schneiden mit hoher Last (Last $> 1000 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$).

Geprüft werden unter anderem die Beschichtungshärte (Nanoindentierung, Genauigkeit $\pm 50 \text{ HV}$), der Verschleiß (ASTM G99, Genauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$) und die Standzeit (ISO 3685, Genauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}$). Beispielsweise hat ein PVDTiAlN-Werkzeug eine Härte von HV 3000 ± 50 und eine Standzeit von 12 Stunden ± 1 Stunde.

Mechanismus- und Leistungsanalyse

PVDTiAlN (Al 50 % 70 % $\pm 1\%$) bildet eine Nano-Mehrschichtstruktur (Schichtdicke $510 \text{ nm} \pm 1 \text{ nm}$), verbessert die Härte (HV 3000 ± 50) und Oxidationsbeständigkeit (Oxidationstemperatur $> 1000^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$). CVD Al_2O_3 (Korngröße $0,10,5 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$) bietet eine Wärmebarriere (Wärmeleitfähigkeit $< 10 \text{ W/m} \cdot \text{K} \pm 0,5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) und reduziert Kolkverschleiß (Tiefe $< 0,05 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$). SEM zeigt, dass die PVD-Beschichtung dicht ist (Porosität $< 0,1\% \pm 0,01\%$) und die CVD-Beschichtung regelmäßige Körner aufweist (Abweichung $< 0,1\% \pm 0,02\%$). XPS bestätigt die AlN-Bindung in TiAlN (Al 2p~74 eV $\pm 0,1 \text{ eV}$).

Lebensdauertests zeigen, dass die Lebensdauer von PVDTiAlN-Werkzeugen ($1000 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$) 12 Stunden ± 1 Stunde beträgt und die Lebensdauer von CVD Al_2O_3 ($500 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$) 15 Stunden ± 1 Stunde beträgt.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Analyse der Einflussfaktoren

Beschichtungsdicke: $25\text{ }\mu\text{m} \pm 0,1\text{ }\mu\text{m}$, Lebensdauer erhöht sich um $30\% \pm 5\%$; $> 10\text{ }\mu\text{m} \pm 0,1\text{ }\mu\text{m}$, Ablöserate erhöht sich um $15\% \pm 3\%$.

Abscheidungstemperatur: PVD ($400\text{--}600\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), geringe Restspannung; CVD ($800\text{--}1000\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), Haftung um $10\% \pm 2\%$ erhöht.

Korngröße: $0,10,5\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$, hohe Härte; $> 1\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$, Verschleißfestigkeit nimmt um $10\% \pm 2\%$ ab .

Schnittgeschwindigkeit: $>1000\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$, PVD ist ausgezeichnet; $<500\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$, CVD ist anwendbar.

Härte des Substrats: HV 18002000 ± 30 , ausgezeichnete Beschichtungshaftung; $<1600 \pm 30$, Ablöserate erhöht sich um $10\% \pm 2\%$.

Beispielsweise erhöhte sich die Ablöserate einer TiAlN- Beschichtung (Dicke $10\text{ }\mu\text{m} \pm 0,1\text{ }\mu\text{m}$) auf $20\% \pm 3\%$.

Die Optimierungsstrategie

besteht darin, eine Härte von HV 2500–3500 ± 50 und eine Lebensdauer von $>10\text{ Stunden} \pm 1\text{ Stunde}$ zu erreichen. Empfohlen:

Beschichtungsmöglichkeiten: PVDTiAlN (Hochgeschwindigkeitsschneiden), CVDAl₂O₃ (Hochlastschneiden).

Dickenoptimierung: $25\text{ }\mu\text{m} \pm 0,1\text{ }\mu\text{m}$, Porosität $<0,1\% \pm 0,01\%$.

Matrixoptimierung: WC-Korn $0,51\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$, Co $6\% \pm 1\%$.

Abscheidungsoptimierung: PVD ($500\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), CVD ($900\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Prüfspezifikationen: ASTM E384 (Nanoindentierung), ISO 3685 (Lebensdauer).

Beispielsweise hat ein PVDTiAlN- Werkzeug ($2\text{ }\mu\text{m} \pm 0,1\text{ }\mu\text{m}$) eine Härte von HV 3000 ± 50 und eine Lebensdauer von 12 Stunden $\pm 1\text{ Stunde}$.

11.2 Schneidleistung

Die Schneidleistung von Hartmetallwerkzeugen zeichnet sich durch hohe Schnittgeschwindigkeiten ($> 1000\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$) und hohe Verschleißfestigkeit (Verschleißrate $< 0,05\text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01\text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$) aus . Sie erfüllen die Anforderungen an hohe Effizienz (Bearbeitungszeit $< 1\text{ min/Stück} \pm 0,1\text{ min}$) und lange Lebensdauer ($> 10\text{ Stunden} \pm 1\text{ Stunde}$). Die Leistung hängt eng mit dem Material (WCCoTiC), der Beschichtung (TiAlN , Al₂O₃) und den Arbeitsbedingungen (Geschwindigkeit, Vorschub) zusammen.

Dieser Abschnitt beginnt mit Hochgeschwindigkeitsschneiden, Verschleißfestigkeit und Werkzeuglebensdauer.

11.2.1 Hochgeschwindigkeitsschneiden ($>1000\text{ m/min}$)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Grundlagen und technischer Überblick

Für das Hochgeschwindigkeitsschneiden ($1000\text{--}2000\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$) sind Werkzeuge mit hoher Härte ($\text{HV } 1800\text{--}2200 \pm 30$), geringer Reibung (Koeffizient $< 0,3 \pm 0,05$) und hoher Temperaturbeständigkeit ($> 1000\text{ }^\circ\text{C} \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$) erforderlich. P10/YT15-Werkzeuge ($\text{TiC } 10\% \text{--}15\% \pm 1\%$) in Kombination mit einer PVDTiAlN - Beschichtung ($23\text{ }\mu\text{m} \pm 0,1\text{ }\mu\text{m}$) eignen sich für Stahl ($\text{HV } 200\text{--}400 \pm 10$) und Aluminiumlegierungen ($> 2000\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$).

werden Schnitttemperatur (Infrarot-Temperaturmessung, Genauigkeit $\pm 5^\circ\text{C}$), Oberflächengüte ($\text{Ra} < 0,2\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$) und Standzeit (ISO 3685, Genauigkeit $\pm 0,01\text{ mm}$). Beispielsweise weist das Werkzeug YT15 ($1500\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$) eine Schnitttemperatur von $800^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ und $\text{Ra } 0,1\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$ auf.

Mechanismus- und Leistungsanalyse:

Hochgeschwindigkeitsschneiden erzeugt hohe Scherspannungen ($> 1000\text{ MPa} \pm 10\text{ MPa}$) und Wärmebelastungen ($> 800\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$). TiC- ($10\% \text{--}15\% \pm 1\%$) und TiAlN- Beschichtungen verringern die Haftung (Reibungskoeffizient $< 0,3 \pm 0,05$). Eine Körnung von $0,51\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$ verbessert die Wärmerissbeständigkeit (Riss $< 0,01\text{ mm} \pm 0,001\text{ mm}$). SEM zeigt, dass sich das YT15-Werkzeug gleichmäßig abnutzt (Tiefe $< 0,05\text{ mm} \pm 0,01\text{ mm}$), und EDS bestätigt die TiC-Verteilung (Abweichung $< 0,1\% \pm 0,02\%$). Schneidtests zeigen, dass die Lebensdauer von YT15 ($1500\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$) 12 Stunden ± 1 Stunde beträgt, was besser ist als bei YG6 (10 Stunden ± 1 Stunde).

Analyse der Einflussfaktoren

Schnittgeschwindigkeit: $1000\text{--}1500\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$, Lebensdauer > 10 Stunden ± 1 Stunde; $> 2000\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$, thermischer Verschleiß erhöht sich um $15\% \pm 3\%$.

Beschichtung: TiAlN ($2\text{ }\mu\text{m} \pm 0,1\text{ }\mu\text{m}$), Lebensdauer um $30\% \pm 5\%$ erhöht; ohne Beschichtung, Verschleißrate um $20\% \pm 3\%$ erhöht.

Korngröße: $0,51\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$, ausgezeichnete Beständigkeit gegen thermische Rissbildung; $> 2\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$, Rissrate erhöht sich um $10\% \pm 2\%$.

Kühlmittel: Auf Ölbasis, Temperatur sinkt um $10\% \pm 2\%$; auf Wasserbasis, Verschleißrate steigt um $10\% \pm 2\%$.

Werkstückhärte: $\text{HV } 200400 \pm 10$, ausgewogene Leistung; $> 600 \pm 10$, Verschleißzunahme von $15\% \pm 3\%$.

Beispielsweise reduziert sich die Lebensdauer eines YG6-Werkzeugs ($2000\text{ m/min} \pm 10\text{ m/min}$) auf 8 Stunden ± 1 Stunde.

Die Optimierungsstrategie

besteht darin, eine Lebensdauer von > 10 Stunden ± 1 Stunde und $\text{Ra} < 0,2\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$ zu erreichen.

Folgendes wird empfohlen:

Werkzeugauswahl: YT15/P10, $\text{TiC } 10\% \text{--}15\% \pm 1\%$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Beschichtungsoptimierung: PVDTiAlN ($23 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$), Verschleißfestigkeit um $30 \% \pm 5 \%$ erhöht.

Kornoptimierung: $0,51 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, VC hinzugefügt ($0,2 \% \pm 0,01 \%$).

Kühloptimierung: Kühlmittel auf Ölbasis, Temperatur $< 800^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

Prüfvorschriften: ISO 3685 (Lebensdauer), ISO 1832 (Oberflächenqualität).

Beispielsweise hat YT15 (TiAlN, $1500 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$) eine Lebensdauer von $12 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$ und $Ra 0,1 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$.

11.2.2 Verschleißfestigkeit und Standzeit (>10 Stunden)

Grundlagen und technischer Überblick Die Verschleißfestigkeit

zeigt sich in der niedrigen Verschleißrate ($< 0,05 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$) und der langen Lebensdauer ($> 10 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$), abhängig von der Härte (HV 1800 $\pm 200 \pm 30$), der Beschichtung (TiAlN, Al_2O_3) und den Arbeitsbedingungen (Vorschub $0,10,5 \text{ mm/U} \pm 0,01 \text{ mm/U}$). YG8-Werkzeuge ($\text{Co } 8 \% \pm 1 \%$) eignen sich für mittlere Schnittgeschwindigkeiten ($500\text{--}1000 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$), CVD Al_2O_3 -Werkzeuge eignen sich für hohe Belastungen (Belastung $> 1000 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$).

Die Tests umfassen Verschleißrate (ASTM G99, Genauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$), Werkzeuglebensdauer (ISO 3685, Genauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}$) und Verschleißmorphologie (SEM, Auflösung $< 0,1 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$). Beispielsweise beträgt die Verschleißrate des YG8-Werkzeugs $0,04 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ und die Werkzeuglebensdauer $15 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$.

Mechanismus- und Leistungsanalyse

Hoher WC-Gehalt ($> 90 \% \pm 1 \%$) sorgt für Härte (HV 1800 ± 30), Co ($6 \% \text{--} 12 \% \pm 1 \%$) verbessert die Zähigkeit ($K_{1c} 14 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2} \pm 0,5$) und die Beschichtung verringert die Reibung (Koeffizient $< 0,3 \pm 0,05$). Al_2O_3 -Beschichtung ($35 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) hemmt abrasiven Verschleiß (Verschleißbandbreite $< 0,1 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$). SEM zeigt, dass die YG8-Verschleißoberfläche glatt ist ($Ra < 0,2 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$) und das CVD Al_2O_3 -Werkzeug keine Ablösung aufweist (Abweichung $< 0,1 \% \pm 0,02 \%$). Lebensdauertests zeigen, dass das CVD Al_2O_3 -Werkzeug ($500 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$) eine Lebensdauer von $15 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$ hat, was besser ist als PVDTiAlN ($12 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$).

Analyse der Einflussfaktoren

Beschichtungstyp: Al_2O_3 , Verschleißfestigkeit um $30 \% \pm 5 \%$ erhöht; TiAlN, hervorragend für Hochgeschwindigkeitsschneiden.

Co-Gehalt: $6 \% \text{--} 12 \% \pm 1 \%$, hohe Zähigkeit; $< 6 \% \pm 1 \%$, Absplitterungsrate erhöht sich um $10 \% \pm 2 \%$.

Schnittgeschwindigkeit: $500\text{--}1000 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$, Lebensdauer $> 10 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$; $> 1500 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$, Verschleißerhöhung um $15 \% \pm 3 \%$.

Vorschubgeschwindigkeit: $0,10,5 \text{ mm/U} \pm 0,01 \text{ mm/U}$, ausgewogene Leistung; $> 1 \text{ mm/U} \pm 0,01$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mm/U, Verschleißrate erhöht sich um $10\% \pm 2\%$.

Arbeitsbedingungen: Trockenschneiden, Verschleißrate erhöht sich um $10\% \pm 2\%$; Nassschneiden, Lebensdauer erhöht sich um $20\% \pm 3\%$.

Beispielsweise erhöht sich die Verschleißrate von YG8 (unbeschichtet) auf $0,06 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$.

Die Optimierungsstrategie

zielt darauf ab, eine Verschleißrate von $<0,05 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ und eine Lebensdauer von $>10 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$ zu erreichen. Folgende Maßnahmen werden empfohlen:

Werkzeugauswahl: YG8 (mittlere Geschwindigkeit), CVDAl₂O₃ (hohe Belastung).

Beschichtungsoptimierung: Al₂O₃ ($35 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$), Verschleißfestigkeit um $30\% \pm 5\%$ erhöht.

Optimierung der Zusammensetzung: Co $8\% \pm 1\%$, WC-Korn $0,52 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$.

Optimierung der Arbeitsbedingungen: Nassschneiden, Vorschubgeschwindigkeit $0,10,5 \text{ mm/U} \pm 0,01 \text{ mm/U}$.

Prüfspezifikationen: ASTM G99 (Verschleißrate), ISO 3685 (Lebensdauer).

Beispielsweise beträgt die Verschleißrate eines CVDAl₂O₃ - Werkzeugs (YG8-Substrat) $0,03 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ und die Lebensdauer $15 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$.

11.3 Verarbeitungsobjekt

Hartmetallwerkzeuge werden für die Bearbeitung unterschiedlicher Objekte (Stahl, Gusseisen, Titanlegierungen, Verbundwerkstoffe, superharte Werkstoffe) optimiert, um die Anforderungen an Genauigkeit ($<0,01 \text{ mm} \pm 0,001 \text{ mm}$) und Lebensdauer ($>10 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$) zu erfüllen. Die Werkzeugauswahl richtet sich nach der Härte des Werkstücks (HV 150–5000 ± 10), der Schnittgeschwindigkeit (500–2000 m/min $\pm 10 \text{ m/min}$) und der Beschichtung (TiAlN, Al₂O₃). Dieser Abschnitt beginnt mit Stahl, Gusseisen und schwer zerspanbaren Werkstoffen sowie Verbundwerkstoffen und superharten Werkstoffen.

11.3.1 Stahl, Gusseisen und schwer zu verarbeitende Werkstoffe (Ti-Legierungen)

Grundlagen und technischer Überblick

Stahl (HV 200400 ± 10) erfordert Werkzeuge vom Typ P (P10, TiC $10\% \pm 1\%$), Gusseisen (HV 150250 ± 10) erfordert Werkzeuge vom Typ K (K20, WC $>90\% \pm 1\%$) und Ti-Legierung (HV 300400 ± 10) erfordert Werkzeuge mit hoher Zähigkeit (YG8, Co $8\% \pm 1\%$). Eine PVDTiAlN-Beschichtung ($23 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) eignet sich für Stahl und Ti-Legierung, und CVDAl₂O₃ ($35 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) eignet sich für Gusseisen.

Geprüft werden Oberflächengüte ($R_a < 0,2 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$), Schnittkraft ($<1000 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$) und Standzeit (ISO 3685, Genauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}$). Beispielsweise hat ein P10-Werkzeug (Stahl) $R_a 0,15 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$ und eine Standzeit von $12 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Analyse von Mechanismus und Leistung

: Bei der Stahlverarbeitung verringern P10-Werkzeuge (TiC 10 %-15 % $\pm$ 1 %) die Haftung (Reibungskoeffizient $< 0,3 \pm 0,05$), und K20-Werkzeuge (WC > 90 % $\pm$ 1 %) widerstehen dem abrasiven Verschleiß von Gusseisen (Verschleißrate $< 0,05 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$). Ti-Legierungen erzeugen aufgrund ihrer geringen Wärmeleitfähigkeit ($< 10 \text{ W/m} \cdot \text{K} \pm 0,5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) hohe Temperaturen ($> 800 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$), und YG8-Werkzeuge ($K_{\text{IC}} \approx 14 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2} \pm 0,5$) sind splitterfest. Die Rasterelektronenmikroskopie zeigt, dass P10 gleichmäßig verschleißt (Tiefe $< 0,05 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$) und K20 eine glatte Oberfläche aufweist. Schneidtests zeigen, dass die Lebensdauer von P10 (Stahl, 1500 m/min $\pm$ 10 m/min) 12 Stunden $\pm$ 1 Stunde und die Lebensdauer von K20 (Gusseisen, 800 m/min $\pm$ 10 m/min) 15 Stunden $\pm$ 1 Stunde beträgt.

Analyse der Einflussfaktoren

Härte des Werkstücks: HV 200400 $\pm$ 10, P10 ausgezeichnet; HV 150250 $\pm$ 10, K20 anwendbar.

Schnittgeschwindigkeit: 1000–1500 m/min $\pm$ 10 m/min (Stahl), 800–1200 m/min $\pm$ 10 m/min (Gusseisen).

Beschichtung: TiAlN (Stahl, Ti-Legierung), Al₂O₃ (Gusseisen), Lebensdauererhöhung um 30 % $\pm$ 5 %.

Werkzeugmaterial: TiC (Stahl), WC (Gusseisen), Co 8 % 12 % $\pm$ 1 % (Ti-Legierung).

Kühlmittel: Auf Ölbasis, Verschleißrate um 10 % $\pm$ 2 % reduziert; Trockenschneiden, Verschleiß um 15 % $\pm$ 3 % erhöht.

Beispielsweise reduziert sich die Lebensdauer von P10 (Ti-Legierung, 2000 m/min $\pm$ 10 m/min) auf 8 Stunden $\pm$ 1 Stunde.

Die Optimierungsstrategie

besteht darin, eine Lebensdauer von > 10 Stunden $\pm$ 1 Stunde und Ra $< 0,2 \text{ } \mu\text{m} \pm 0,01 \text{ } \mu\text{m}$ zu erreichen.

Folgendes wird empfohlen:

Werkzeugauswahl: P10 (Stahl), K20 (Gusseisen), YG8 (Ti-Legierung).

Beschichtungsoptimierung: TiAlN ($23 \text{ } \mu\text{m} \pm 0,1 \text{ } \mu\text{m}$, Stahl/Ti-Legierung), Al₂O₃ ($35 \text{ } \mu\text{m} \pm 0,1 \text{ } \mu\text{m}$, Gusseisen).

Optimierte Arbeitsbedingungen: Kühlmittel auf Ölbasis, Geschwindigkeit 800–1500 m/min $\pm$ 10 m/min.

Kornoptimierung: $0,52 \text{ } \mu\text{m} \pm 0,01 \text{ } \mu\text{m}$, ausgewogene Zähigkeit und Härte.

Prüfvorschriften: ISO 3685 (Lebensdauer), ISO 1832 (Oberflächenqualität).

Beispielsweise hat K20 (Al₂O₃, Gusseisen) eine Lebensdauer von 15 Stunden $\pm$ 1 Stunde und Ra $0,15 \text{ } \mu\text{m} \pm 0,01 \text{ } \mu\text{m}$.

11.3.2 Verbundwerkstoffe und superharte Werkstoffe

Grundlagen und Technologieübersicht

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Verbundwerkstoffe (CFK, GFK, Festigkeit $> 1000 \text{ MPa} \pm 10 \text{ MPa}$) und superharte Werkstoffe (PKD, $\text{HV} > 5000 \pm 50$) erfordern Werkzeuge mit hoher Härte ($\text{HV} 2000\text{--}3000 \pm 50$) und spezielle Beschichtungen ($\text{DLC}, 12 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$). N10-Werkzeuge ($\text{Co} < 6 \% \pm 1 \%$) eignen sich für Verbundwerkstoffe, und PCBN-Werkzeuge ($\text{CBN} > 80 \% \pm 1 \%$) eignen sich für superharte Werkstoffe.

Zu den Tests gehören Verschleißrate (ASTM G99, Genauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$), Genauigkeit ($< 0,01 \text{ mm} \pm 0,001 \text{ mm}$) und Lebensdauer (ISO 3685, Genauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}$).

Beispielsweise beträgt die Verschleißrate des N10-Werkzeugs (CFK) $0,02 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ und die Lebensdauer 10 Stunden ± 1 Stunde.

Mechanismus- und Leistungsanalyse:

Bei der Verarbeitung von Verbundwerkstoffen widerstehen N10-Werkzeuge ($\text{WC} > 94 \% \pm 1 \%$) Faserrissen (Verschleißbandbreite $< 0,05 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$), und DLC-Beschichtungen (Reibungskoeffizient $< 0,2 \pm 0,05$) reduzieren die Haftung. Bei der Verarbeitung von superharten Materialien weisen PCBN-Werkzeuge (CBN-Körner $0,51 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$) eine ausgezeichnete Verschleißfestigkeit auf (Verschleißrate $< 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$). Die Rasterelektronenmikroskopie zeigt, dass auf der N10-Verschleißoberfläche keine Delamination (Abweichung $< 0,1 \% \pm 0,02 \%$) und auf dem PCBN-Werkzeug keine Mikrorisse ($< 0,01 \text{ mm} \pm 0,001 \text{ mm}$) auftreten.

Schneidtests zeigen, dass die Lebensdauer von N10 (CFRP, $1000 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$) 10 Stunden ± 1 Stunde beträgt und die Lebensdauer von PCBN (PCD, $500 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$) 8 Stunden ± 1 Stunde beträgt.

Analyse der Einflussfaktoren

Werkstückeigenschaften: CFK (Faservolumenanteil $> 50 \% \pm 2 \%$), N10 ausgezeichnet; PCD ($\text{HV} > 5000 \pm 50$), PCBN anwendbar.

Schnittgeschwindigkeit: $500\text{--}1000 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$, Lebensdauer > 8 Stunden ± 1 Stunde; $> 1500 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$, Verschleißzunahme von $15 \% \pm 3 \%$.

Beschichtung: DLC (Verbundwerkstoff), TiAlN (superharter Werkstoff), Lebensdauer um $20 \% \pm 3 \%$ erhöht.

Werkzeugmaterial: WC (Verbundwerkstoff), CBN (superharter Werkstoff).

Vorschubgeschwindigkeit: $0,050,2 \text{ mm/U} \pm 0,01 \text{ mm/U}$, hohe Präzision; $> 0,5 \text{ mm/U} \pm 0,01 \text{ mm/U}$, Verschleißzunahme von $10 \% \pm 2 \%$.

Beispielsweise reduziert sich die Lebensdauer von N10 (CFK, $1500 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$) auf 6 Stunden ± 1 Stunde.

Die Optimierungsstrategie

zielt darauf ab, eine Verschleißrate von $< 0,05 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ und eine Genauigkeit von $< 0,01 \text{ mm} \pm 0,001 \text{ mm}$ zu erreichen. Folgende Maßnahmen werden empfohlen:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Werkzeugauswahl: N10 (Verbundwerkstoff), PCBN (superharter Werkstoff).

Beschichtungsoptimierung: DLC ($12 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$, Verbundwerkstoff), TiAlN ($23 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$, superhartes Material).

Optimierung der Arbeitsbedingungen: Geschwindigkeit $500\text{--}1000 \text{ m/min} \pm 10 \text{ m/min}$, Vorschubgeschwindigkeit $0,05\text{--}0,2 \text{ mm/U} \pm 0,01 \text{ mm/U}$.

Kornoptimierung: $0,51 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$ (N10), $0,52 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$ (PCBN).

Prüfspezifikationen: ASTM G99 (Verschleißrate), ISO 1832 (Präzision).

Beispielsweise beträgt die Verschleißrate von N10 (DLC, CFRP) $0,02 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ und die Genauigkeit liegt bei $<0,01 \pm 0,001 \text{ mm}$.

11.4 Fehleranalyse und Verbesserung

Die wichtigsten Erscheinungsformen des Versagens von Hartmetallwerkzeugen sind Verschleiß (Krater, Freiflächenverschleiß), Absplitterungen (Risse $<0,1 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$) und Abplatzungen (Beschichtungsverlust $<0,1 \text{ mm}^2 \pm 0,01 \text{ mm}^2$). Durch Fehleranalyse (SEM, EDS) und Optimierung (Körner, Beschichtungen) können die Werkzeuglebensdauer verlängert ($> 10 \text{ Stunden} \pm 1 \text{ Stunde}$) und die Verschleißrate reduziert ($<0,05 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$) werden.

Dieser Abschnitt beginnt mit Werkzeugverschleiß und Optimierungsstrategien.

11.4.1 Werkzeugverschleiß (Kollision, Freiflächenverschleiß)

Grundlagen und Technischer Überblick

Der Werkzeugverschleiß umfasst Kolkverschleiß (Front- Stirnfläche, Tiefe $<0,05 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$) und Freiflächenverschleiß (Verschleißbandbreite $<0,1 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$), der durch abrasiven Verschleiß (Verschleißrate $<0,05 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$), adhäsiven Verschleiß (Reibungskoeffizient $>0,3 \pm 0,05$) und thermischen Verschleiß ($>800^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$) verursacht wird. P10/YT15-Werkzeuge weisen häufig Kolkverschleiß auf, während K20/YG8-Werkzeuge häufig Freiflächenverschleiß aufweisen.

Die Tests umfassen Verschleißmorphologie (SEM, Auflösung $<0,1 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$), Verschleißvolumen (Profilometer, Genauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}$) und Zusammensetzungsänderung (EDS, Genauigkeit $\pm 0,1\%$). Beispielsweise beträgt die Kratertiefe eines P10-Werkzeugs (Stahl) $0,04 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$ und die Verschleißrate $0,03 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$.

Mechanismus- und Leistungsanalyse:

Kolkverschleiß wird durch hohe Temperaturen ($> 800^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$) und Scherspannungen ($> 1000 \text{ MPa} \pm 10 \text{ MPa}$) ausgelöst, TiC ($10\% \text{--} 15\% \pm 1\%$) und eine TiAlN-Beschichtung ($23 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) verlangsamen den Verschleiß (Tiefe $< 0,05 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$). Der Flankenverschleiß wird hauptsächlich durch abrasive Wirkung verursacht (Partikelgröße $< 10 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$), und WC ($> 90\% \pm 1\%$) verbessert die Verschleißfestigkeit. SEM zeigt, dass die Oberfläche des P10-Kraters glatt ist ($R_a < 0,2 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$), und die K20-Flanke Kratzer aufweist (Breite $< 0,01 \text{ mm} \pm 0,001 \text{ mm}$).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

EDS bestätigt Fe-Übertragung in der P10-Verschleißzone ($< 0,1 \% \pm 0,02 \%$).

Die Kratertiefe von P10 (1500 m/min $\pm$ 10 m/min) beträgt 0,04 mm $\pm$ 0,01 mm und die Verschleißbandbreite der Flanke von K20 (800 m/min $\pm$ 10 m/min) beträgt 0,08 mm $\pm$ 0,01 mm.

Analyse der Einflussfaktoren

Schnittgeschwindigkeit: >1000 m/min $\pm$ 10 m/min, der Krater nimmt um 15 % $\pm$ 3 % zu; <800 m/min $\pm$ 10 m/min, der Flankenverschleiß ist das Hauptproblem.

Beschichtung: TiAlN, Kratertiefe um 20 % $\pm$ 3 % verringert; ohne Beschichtung erhöhte sich die Verschleißrate um 15 % $\pm$ 3 %.

Werkstückhärte: HV 200400 $\pm$ 10, ausgeglichener Verschleiß; $>600 \pm 10$, erhöhter Verschleiß 10% $\pm$ 2%.

Korngröße: 0,51 $\mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit; $> 2 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, Verschleißrate erhöht sich um 10 % $\pm$ 2 %.

Kühlmittel: Auf Ölbasis, Verschleißrate um 10 % $\pm$ 2 % reduziert; Trockenschneiden, thermischer Verschleiß um 15 % $\pm$ 3 % erhöht.

Beispielsweise erhöht sich bei P10 (unbeschichtet, 1500 m/min $\pm$ 10 m/min) die Kratertiefe auf 0,06 mm $\pm$ 0,01 mm.

Die Optimierungsstrategie

besteht darin, eine Verschleißtiefe von $<0,05$ mm $\pm$ 0,01 mm und eine Verschleißrate von $<0,05$ mm³/N $\cdot$ m $\pm$ 0,01 mm³/N $\cdot$ m zu erreichen. Folgende Maßnahmen werden empfohlen:

Werkzeugauswahl: P10/YT15 (Cresset), K20/YG8 (Flanke).

Beschichtungsoptimierung: TiAlN (23 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$, hohe Geschwindigkeit), Al₂O₃ (35 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$, mittlere Geschwindigkeit).

Kornoptimierung: 0,51 $\mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, VC hinzugefügt (0,2 % $\pm$ 0,01 %).

Optimierte Arbeitsbedingungen: Kühlmittel auf Ölbasis, Geschwindigkeit 800–1500 m/min $\pm$ 10 m/min.

Prüfspezifikationen: ASTM G99 (Verschleißrate), SEM (Verschleißmorphologie).

Die Kratertiefe von P10 (TiAlN, 1000 m/min $\pm$ 10 m/min) beträgt 0,03 $\pm$ 0,01 mm und die Verschleißrate beträgt 0,02 mm³/N $\cdot$ m $\pm$ 0,01 mm³/N $\cdot$ m.

11.4.2 Optimierungsstrategie (Korngröße, Schichtdicke)

Grundlegende Prinzipien und Technologieübersicht

Die Werkzeugausfalloptimierung verringert Verschleiß ($<0,05$ mm³/N $\cdot$ m $\pm$ 0,01 mm³/N $\cdot$ m) und Absplitterungen (Risse $<0,1$ mm $\pm$ 0,01 mm) durch Kontrolle der Korngröße (0,52 $\mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$), der Beschichtungsdicke (25 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) und der Zusammensetzung (Co 6 % $\pm$ 12 % $\pm$ 1 %). Der Schlüssel liegt dabei in der SPS-Sinterung (1400 °C $\pm$ 10 °C, 50 MPa $\pm$ 1 MPa) und der PVD/CVD-Beschichtungstechnologie.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Geprüft werden unter anderem Härte (ASTM E92, Genauigkeit ± 30 HV), Zähigkeit (ISO 28079, Genauigkeit $\pm 0,5$ MPa $\cdot$ m^{1/2}) und Standzeit (ISO 3685, Genauigkeit $\pm 0,01$ mm). Beispielsweise kann ein YT15-Werkzeug (Korn $0,5 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, TiAlN $2 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) hat eine Standzeit von 12 Stunden ± 1 Stunde.

Die Mechanismusanalyse zeigt

, dass feine Körner ($0,51 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$) die Härte (HV 2000 $\pm$ 30) durch den Hall-Petch- Effekt erhöhen und Co (6%12% $\pm$ 1%) die Zähigkeit (K_{IC} 14 MPa $\cdot$ m^{1/2} $\pm$ 0,5) verbessert. Eine TiAlN - Beschichtung ($23 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) verringert die Reibung (Koeffizient $< 0,3 \pm 0,05$) und eine Al₂O₃ - Beschichtung ($35 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) widersteht hohen Temperaturen ($> 1000^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$). Mittels SEM lässt sich feststellen, dass sich das Werkzeug mit Körnern von $0,5 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$ gleichmäßig abnutzt (Tiefe $< 0,05 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$) und die Beschichtung nicht abblättert (Abweichung $< 0,1 \% \pm 0,02 \%$).

Lebensdauertests zeigen, dass die Lebensdauer von YT15 (Korn $0,5 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, TiAlN $2 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) beträgt 12 Stunden ± 1 Stunde, was besser ist als YG6 (Korn $2 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, 10 Stunden ± 1 Stunde).

Analyse der Einflussfaktoren

Korngröße: $0,51 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, Härte um $20 \% \pm 3 \%$ erhöht; $> 2 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, Zähigkeit um $10 \% \pm 2 \%$ erhöht.

Beschichtungsdicke: $25 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$, Lebensdauer erhöht sich um $30 \% \pm 5 \%$; $> 10 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$, Ablöserate erhöht sich um $15 \% \pm 3 \%$.

Co-Gehalt: $6 \% - 12 \% \pm 1 \%$, ausgezeichnete Absplitterungsbeständigkeit; $< 6 \% \pm 1 \%$, Absplitterungsrate erhöht sich um $10 \% \pm 2 \%$.

Sinterverfahren: SPS ($1400^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$), Porosität $< 0,1 \% \pm 0,01 \%$; konventionelles Sintern, Porosität um $10 \% \pm 2 \%$ erhöht.

Arbeitsbedingungen: Nassschneiden, Verschleißrate verringert sich um $10 \% \pm 2 \%$; Trockenschneiden, Verschleiß erhöht sich um $15 \% \pm 3 \%$.

Beispielsweise reduziert sich die Lebensdauer von YT15 (Korn $2 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, Beschichtung $10 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$) auf 8 Stunden ± 1 Stunde.

Die Optimierungsstrategie

besteht darin, eine Lebensdauer von > 10 Stunden ± 1 Stunde und eine Verschleißrate von $< 0,05 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m} \pm 0,01 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ zu erreichen. Empfohlen:

Kornoptimierung: $0,51 \mu\text{m} \pm 0,01 \mu\text{m}$, VC hinzugefügt ($0,2 \% \pm 0,01 \%$).

Beschichtungsoptimierung: TiAlN ($23 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$, hohe Geschwindigkeit), Al₂O₃ ($35 \mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$, hohe Belastung).

Optimierung der Zusammensetzung: Co $6 \% - 12 \% \pm 1 \%$, WC $> 90 \% \pm 1 \%$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Prozessoptimierung: SPS ($1400\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $50\text{ MPa} \pm 1\text{ MPa}$), Porosität $<0,1\text{ \%} \pm 0,01\text{ \%}$.

Prüfspezifikationen: ASTM E92 (Härte), ISO 3685 (Lebensdauer).

Beispielsweise YT15 (Korngröße $0,5\text{ }\mu\text{m} \pm 0,01\text{ }\mu\text{m}$, $\text{TiAlN } 2\text{ }\mu\text{m} \pm 0,1\text{ }\mu\text{m}$) hat eine Lebensdauer von $12\text{ Stunden} \pm 1\text{ Stunde}$ und eine Verschleißrate von $0,02\text{ mm}^3/\text{N}\cdot\text{m} \pm 0,01\text{ mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$.

Verweise

Zhang Hua, Wang Qiang, Li Ming. Studie zu geometrischen Parametern und Schneidleistung von Hartmetallwerkzeugen[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2022, 58(4): 123132

Chen Xiaodong, Zhao Gang, Liu Wei. Herstellung und Leistungsoptimierung von beschichteten Hartmetallwerkzeugen[J]. Materials Science and Technology, 2023, 41(2): 8998

Wang Li, Zhang Zhiqiang, Chen Feng. Leistungsanalyse von Hartmetallwerkzeugen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden [J]. Fertigungstechnologie und Werkzeugmaschinen, 2021, 39(6): 6776.

Yang Tao, Liu Yang, Xu Jie. Prüfverfahren für Verschleißfestigkeit und Lebensdauer von Hartmetallwerkzeugen[J]. Materials Testing, 2022, 38(5): 145153

Zhang Yong, Wang Xiaoming, Li Qiang. Anwendungsstudie von Hartmetallwerkzeugen bei der Bearbeitung von Stahl und Gusseisen[J]. Werkstoffe des Maschinenbaus, 2023, 39(3): 7886

Chen Lihua, Zhao Ming, Liu Fang. Hartmetallwerkzeuge zum Schneiden von Verbundwerkstoffen und superharten Werkstoffen[J]. Advanced Materials Research, 2024, 42(1): 5665

Wang Tao, Zhang Li, Chen Yu. Verschleißmechanismen und Fehleranalyse von Hartmetallwerkzeugen[J]. Werkstofftechnik, 2022, 46(6): 134142

Li Na, Wang Qiang, Zhang Hua. Optimierungsstrategien und Leistungssteigerung von Hartmetallwerkzeugen[J]. Manufacturing Technology Research, 2023, 35(4): 101109

Smith J, Brown T, Johnson R. Hochgeschwindigkeitsbearbeitung mit beschichteten Hartmetallwerkzeugen[J]. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 2021, 143(5): 345354.

Smith J, Brown T, Johnson R. Hochgeschwindigkeitsbearbeitung mit beschichteten Hartmetallwerkzeugen[J]. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 2021, 143(5): 345354.

Tanaka H, Yamada K.

Verschleißanalyse von Hartmetallwerkzeugen bei der Bearbeitung von Titanlegierungen[J]. Journal of the Japan Society for Precision Engineering, 2023, 89(3): 156163.

Kim S, Park J, Lee H. Schneidleistung von Hartmetallwerkzeugen für Verbundwerkstoffe[J]. Korean Journal of Materials Research, 2022, 32(4): 234242.

ISO 1832:2017. Wendeschneidplatten für Zerspanungswerkzeuge – Bezeichnung[S]. Peking: China Standards Press,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

2017.

ISO 1832:2017. Wendeschneidplatten für Zerspanungswerkzeuge – Bezeichnung[S]. Peking: China Standards Press, 2017.

ASTM E38417. Standardprüfverfahren für die Mikroindruckhärte von Materialien[S]. Peking: China Standards Press, 2017.

ASTM E38417. Standardprüfverfahren für die Mikroindruckhärte von Materialien[S]. Peking: China Standards Press, 2017.

ASTM G9917. Standardprüfverfahren für Verschleißprüfungen mit einem Pin-Disk -Gerät[S]. Peking: China Standards Press, 2017.

ASTM G9917. Stift-Scheibe-Verschleißprüfverfahren[S]. Peking: China Standards Press, 2017.

ISO 3685:1993. Standzeitprüfung mit Einpunkt- Drehwerkzeugen [S]. Beijing: China Standards Press, 1993.

ISO 3685:1993. Standzeitprüfung mit Einpunkt -Drehwerkzeugen[S]. Beijing: China Standards Press, 1993.

ISO 28079:2009. Hartmetalle – Palmqvist-Zähigkeitsprüfung[S]. Peking: China Standards Press, 2009.

ISO 28079:2009. Hartmetalle – Palmqvist-Zähigkeitsprüfung[S]. Peking: China Standards Press, 2009.

ASTM G6516. Standardprüfverfahren zur Messung des Abriebs mit

einem Gerät aus trockenem Sand und Gummirädern[S]. Peking: China Standards Press, 2016. ASTM G6516.

Standardprüfverfahren zur Messung des Abriebs mit einem Gerät aus trockenem Sand und Gummirädern[S]. Peking: China Standards Press, 2016.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Kurze Einführung in den Hartmetall-Werkzeugbeschichtungsprozess

Hartmetall-Schneidwerkzeuge scheiden durch Beschichtungsverfahren (wie PVD und CVD) dünne Schichten auf der Oberfläche des Substrats ab, was die Verschleißfestigkeit, die Temperaturbeständigkeit und die Lebensdauer deutlich verbessert. Sie finden breite Anwendung in der mechanischen Bearbeitung, der Luft- und Raumfahrt, dem Automobilbau und anderen Bereichen. Dieser Artikel erläutert den Beschichtungsprozess von Hartmetall-Schneidwerkzeugen, einschließlich Prozessprinzipien, Hauptschritten, gängigen Beschichtungsmaterialien, Prozessvergleichen und Entwicklungstrends, und bietet technische Referenzen für die Werkzeugherstellung.

1. Überblick über den Beschichtungsprozess

Hartmetallbeschichtungen für Werkzeuge werden hauptsächlich durch physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) und chemische Gasphasenabscheidung (CVD) hergestellt, gelegentlich in Kombination mit anderen Technologien (wie plasmaunterstützter CVD). Die Beschichtung bildet einen 120 µm dicken Film auf dem Hartmetallsubstrat (hauptsächlich Wolframkarbid WC und Kobalt Co), um die Werkzeugleistung zu verbessern. Die Prinzipien der beiden Hauptverfahren sind:

Technologie	Prinzip	Typische Bedingungen
PVD	Das Zielmaterial wird durch physikalische Methoden (wie Verdampfen und Sputtern) verdampft und in einer Vakuumumgebung auf der Substratoberfläche abgeschieden.	Temperatur 150–500 °C, Vakuum 10 ⁻² bis 10 ⁻⁴ Pa.
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	Der Gasvorläufer wird bei hohen Temperaturen durch eine chemische Reaktion zersetzt, um die Beschichtung auf der Substratoberfläche abzuscheiden.	Temperatur 600–1100 °C, Niederdruck oder Normaldruck.

2. Prozessschritte der Hartmetallwerkzeugbeschichtung

Der Beschichtungsprozess umfasst mehrere wichtige Schritte, um eine gleichmäßige Beschichtung, starke Haftung und hervorragende Leistung zu gewährleisten. Im Folgenden sehen Sie einen typischen Prozess für die PVD- und CVD-Beschichtung:

2.1 Vorverarbeitung

Zweck

Reinigen Sie die Substratoberfläche, um Öl, Oxide und Partikel zu entfernen und so die Haftung der Beschichtung sicherzustellen.

Schritt

Ultraschallreinigung: Reinigen Sie das Werkzeug 5–15 Minuten lang mit organischen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Lösungsmitteln (wie Ethanol, Aceton).

Saure oder alkalische Reinigung: Entfernen der oberflächlichen Oxidschicht (z. B. durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure).

Trocknen: Staubsaugen oder Heißlufttrocknen, um sicherzustellen, dass sich keine Feuchtigkeit auf der Oberfläche befindet.

Plasmareinigung (PVD-spezifisch): Beschuss mit Argonplasma in einer Vakuumkammer zur Entfernung mikroskopischer Verunreinigungen.

2.2 Matrixvorbehandlung

Zweck

Optimieren Sie die Oberflächenbeschaffenheit des Untergrundes und verbessern Sie die Haftung der Beschichtung.

Schritt

Kantenhonen : Verwenden Sie eine Diamantschleifscheibe oder Laserhonen, um den Kantenradius (0,0050,1 mm) anzupassen und die Kantenstabilität zu verbessern.

Oberflächenpolieren: Erreichen Sie eine Oberflächenrauheit von $Ra\ 0,050,2\ \mu m$, um Beschichtungsdefekte zu reduzieren.

Ionenätzen (PVD -spezifisch): Das Substrat wird mit energiereichen Ionen bombardiert, um die Oberfläche zu aktivieren und die Haftung zu verbessern (die Haftung kann 3070 N erreichen).

2.3 Beschichtungsabscheidung

PVD-Abscheidung:

Ausrüstung

Vakuumkammer mit Targetmaterial (z. B. Ti, Al, Cr) und Stromquelle (Magnetronspütern oder Lichtbogenentladung).

Verfahren

Auf 10^{-2} bis 10^{-4} Pa evakuieren und auf 150–500 °C erhitzen.

Argon (Ar) wird eingeführt, um Plasma zu erzeugen und das Zielmaterial (z. B. eine TiAl-Legierung) zu zerstäuben.

Reaktionsgase (wie N_2 , CH_4) werden eingeführt, um TiN zu bilden , TiAlN , DLC und andere Beschichtungen.

Die Abscheidungszeit betrug 14 h und die Beschichtungsstärke betrug 15 μm .

Merkmale: Niedertemperaturprozess, unveränderte Substratleistung, gleichmäßige Beschichtung, scharfe Schneide.

CVD-Abscheidung:

Ausrüstung

Reaktor, ausgestattet mit gasförmigen Vorläufern (wie $TiCl_4$, CH_4 , $AlCl_3$).

Verfahren

Erhitzen auf 600–1100 °C, Niederdruck- oder Normaldruckumgebung.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Das Vorläufergas (wie etwa $\text{TiCl}_4 + \text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{TiN}$) wird eingeführt, reagiert und lagert sich auf der Substratoberfläche ab.

Die Abscheidungszeit betrug 28 Stunden und die Beschichtungsdicke betrug 520 μm .

Mehrlagenbeschichtungen (wie z. B. TiN / Al_2O_3 / TiC) abgeschieden werden.

Eigenschaften: Hochtemperaturverfahren, dicke Beschichtung, starke Haftung (50–100 N), kann jedoch die Zähigkeit des Substrats verringern.

2.4 Nachbearbeitung

Zweck

Optimieren Sie die Oberflächenqualität der Beschichtung, beseitigen Sie Spannungen und verbessern Sie die Leistung.

Schritt

Polieren: Verwenden Sie Diamantpaste oder Laserpolieren, um die Oberflächenrauheit auf $\text{Ra } 0,050,2 \mu\text{m}$ (PVD) oder $\text{Ra } 0,10,4 \mu\text{m}$ (CVD) zu reduzieren.

Glühen (CVD-spezifisch): Glühen bei 300–500 $^{\circ}\text{C}$, um thermische Spannungen abzubauen und Risse in der Beschichtung zu verhindern.

Qualitätsprüfung: Kratzprüfung (Haftung), mikroskopische Prüfung (Homogenität), Härteprüfung (HV 1800–3500).

3. Gängige Beschichtungsmaterialien

Beschichtungsmaterialien	Technologie	Härte (HV)	Temperaturbeständigkeit ($^{\circ}\text{C}$)	Reibungskoeffizient	Typische Anwendungen
Zinn	PVD/CVD	20002300	600800	0,40,6	Stahl- und Edelstahlverarbeitung, allgemeines Schneiden.
TiAlN	PVD	28003300	800900	0,30,5	Hochgeschwindigkeits-Trockenschneiden von Titanlegierungen und Edelstahl.
Al ₂ O ₃	Herz-Kreislauf-Erkrankungen	18002000	10001100	0,30,5	Hochleistungsschneiden, Gusseisen, gehärteter Stahl.
Zusatzinhalt	PVD	20003000	400600	0,080,15	Aluminiumlegierung, Verbundwerkstoffe, feine Verarbeitung.
TiCN	PVD/CVD	25003000	600800	0,30,4	Matrizenstahl, unterbrochener Schnitt.
AlCrN	PVD	3000350	9001100	0,30,5	Hochtemperaturlegierung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

		0			en	und
					Hartstoffverarbeitung.	

4. Vergleich von PVD- und CVD- Beschichtungsverfahren

Merkmal	PVD-Beschichtung	CVD-Beschichtung
Temperatur	150–500 °C, niedrige Temperatur, die Matriceigenschaften bleiben unverändert.	600–1100 °C, hohe Temperatur, kann die Zähigkeit der Matrix verringern.
Schichtdicke	15 µ m , dünn und scharf, geeignet für die Feinbearbeitung.	520 µ m , dick und langlebig, für die grobe Verarbeitung geeignet.
Haftung	3070 N, geeignet für niedrige bis mittlere Belastungsverhältnisse.	50100 N, geeignet für hohe Stoß- und Schwerlastbedingungen.
Oberflächenqualität	Ra 0,050,2 µ m , scharfe Schneide, hervorragende Verarbeitung.	Ra 0,10,4 µ m , Schneide leicht stumpf, hervorragendes Schruppen.
Anwendungsszenario	Hochgeschwindigkeits-Trockenschneiden (Titanlegierung für die Luftfahrt, elektronische Komponenten), die Lebensdauer wird um das 25-fache verlängert.	Schweres Nassschneiden (Gusseisen, gehärteter Stahl), 37-mal längere Lebensdauer.
Typische Beschichtung	TiAlN , DLC, AlCrN , geeignet für Edelstahl und Aluminiumlegierungen.	TiC , Al2O3, TiN /Al2O3-Verbundwerkstoff, geeignet für Gusseisen und Stahl.

5. Entwicklungstrend von PVD- und CVD-Beschichtungen

Trend	PVD-Beschichtung	CVD-Beschichtung
Technologische Innovation	Nano-Mehrschichtbeschichtung (z. B. TiAlN / AlCrN) , Härte HV 4000, Lebensdauer um 30 % erhöht. Niedertemperatur-PVD (<100 °C), geeignet für PCD/CBN-Substrate. Selbstschmierende Beschichtung (z. B. DLC/ Graphen) , Reibungskoeffizient auf 0,05 reduziert.	Niedertemperatur-CVD (400–600 °C) reduziert Substratschäden. Mikrometergenaue Mehrschichtverbunde (z. B. TiN /Al2O3/ TiC) sind temperaturbeständig bis 1200 °C. Umweltfreundliche CVD, ungiftige Vorläufer, reduziert die Umweltverschmutzung.
Anwendungserweiterungen	Super-Finishing, Trockenschneiden, Mikrowerkzeuge (z. B. Elektronik, Medizin).	Schwerlastschneiden, Hochtemperaturverarbeitung, große Formen (z. B. für die Automobil- und Luftfahrtindustrie).
Intelligent	KI optimiert die Beschichtungsdicke (Fehler < 0,1 µ m) und die Abscheidungsparameter und erhöht so die Effizienz um 15 %.	Durch die Echtzeitüberwachung der Ablagerungsreaktionen wird die Gleichmäßigkeit der Beschichtung um 20 % verbessert.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6. Fazit

Der Beschichtungsprozess von Hartmetallwerkzeugen durch PVD- und CVD-Technologie verbessert die Leistung deutlich. PVD eignet sich für die Hochgeschwindigkeits-Trockenbearbeitung (z. B. von Titan- und Aluminiumlegierungen) bei niedrigen Temperaturen (150–500 °C), dünner Beschichtung (15 µm) und scharfen Schneidkanten (Ra 0,05–0,2 µm); CVD eignet sich für die Schruppbearbeitung unter hoher Belastung (z. B. von Gusseisen und gehärtetem Stahl) bei hohen Temperaturen (600–1100 °C), dicker Beschichtung (520 µm) und hoher Haftung (50–100 N). Der Prozessablauf umfasst Vorbehandlung, Substratvorbehandlung, Beschichtungsabscheidung und Nachbehandlung. Gängige Beschichtungsmaterialien wie TiN, TiAlN, Al₂O₃, DLC usw. erfüllen unterschiedliche Arbeitsbedingungen. Nano-Mehrschichtbeschichtungen, Niedertemperaturprozesse und intelligente Technologien werden in Zukunft die Effizienz, Lebensdauer und den Umweltschutz beschichteter Werkzeuge weiter verbessern und eine zuverlässige Unterstützung für hochpräzise und hochbelastete Verarbeitung bieten.

Anhang:

Vergleich der PVD- und CVD-beschichteten Werkzeugtechnologie

Beschichtete Werkzeuge scheiden mittels physikalischer Gasphasenabscheidung (PVD) oder chemischer Gasphasenabscheidung (CVD) dünne Schichten auf Hartmetall- oder superharten Werkstoffsubstraten ab. Dies verbessert die Verschleißfestigkeit, die Temperaturbeständigkeit und die Werkzeuglebensdauer erheblich. Sie finden breite Anwendung in der mechanischen Bearbeitung, der Luft- und Raumfahrt, dem Automobilbau, der Formenherstellung und anderen Bereichen. Dieser Artikel vergleicht systematisch PVD- und CVD-beschichtete Werkzeuge hinsichtlich der Prinzipien der Beschichtungstechnologie, der Leistungsmerkmale, des Einflusses geometrischer Parameter, der Anwendungsszenarien, der Vor- und Nachteile sowie der Entwicklungstrends und bietet eine Referenz für die Werkzeugauswahl.

1. Grundlagen und Besonderheiten der Beschichtungstechnik

Kategorie	PVD-beschichtete Werkzeuge	CVD-beschichtete Werkzeuge
Vollständiger Name	Physikalische Gasphasenabscheidung	Chemische Gasphasenabscheidung
Prinzip	Das Zielmaterial wird durch physikalische Methoden (wie Verdampfung und Sputtern) verdampft, um einen dünnen Film auf der Oberfläche des Substrats abzuscheiden.	Der Gasvorläufer wird bei hohen Temperaturen durch eine chemische Reaktion zersetzt und die Beschichtung wird auf der Oberfläche des Substrats abgeschieden.
Prozessbedingungen	Temperatur: 150–500 °C. Vakuumumgebung: 10 ⁻² bis 10 ⁻⁴ Pa. Typische Prozesse: Magnetron Sputtern, Lichtbogenentladung	Temperatur: 600–1100 °C. Atmosphäre: Niederdruck oder Normaldruck . Typische Verfahren: thermische CVD, plasmaunterstützte CVD
Beschichtungsmaterialien	Zinn , TiAlN , CrN , DLC (diamantähnlicher Kohlenstoff), AlCrN , TiCN usw.	TiC , TiN , Al ₂ O ₃ , TiCN , mehrschichtige Verbundbeschichtungen (wie TiN /Al ₂ O ₃ / TiC).
Schichtdicke	15 μm , dünn und gleichmäßig, geeignet für Präzisionsverarbeitung.	520 μm , dicke Beschichtung, geeignet für schwere Schnitte.

2. Leistungsmerkmale

Leistung	PVD-beschichtete Werkzeuge	CVD-beschichtete Werkzeuge
Härte	HV 2000–3500 (TiAlN erreicht HV 3300), die Verschleißfestigkeit ist 25-mal besser als das Substrat.	HV 1800–2500 (Al ₂ O ₃ entspricht etwa HV 2000), die Verschleißfestigkeit ist 37-mal besser als das Substrat.
Reibung Koeffizient	0,080,3 (DLC mindestens 0,080,15), Chiphaftung reduzieren.	0,20,5, etwas höher als PVD, geeignet für Hochlastschneiden.
Temperaturbeständigkeit	600–900 °C (TiAlN kann 900 °C erreichen), geeignet für Hochgeschwindigkeits-Trockenschnitt.	800–1100 °C (Al ₂ O ₃ kann 1100 °C erreichen), geeignet für das Schneiden bei hohen Temperaturen und hoher Belastung.
Haftung	Mittel (3070 N, Kratztest), geeignet für geringe	Hoch (50100 N), geeignet für hohe Stoß- und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

	Belastungsbedingungen.	Schwerlastbedingungen.
Oberfläche Qualität	Oberflächenrauheit Ra 0,050,2 μ m , scharfe Schneide, zum Schlichten geeignet.	Die Oberflächenrauheit beträgt Ra 0,10,4 μ m , die Beschichtung ist dicker, geeignet für die Grobbearbeitung.
Matrix Beeinflussen	Niedertemperaturprozess, die Substrateigenschaften bleiben unverändert, geeignet für Hartmetall-, CBN-, PCD-Substrate.	Der Hochtemperaturprozess kann zu einer Verringerung der Matrixzähigkeit führen und ist für Hartmetallsubstrate geeignet.

3. Einfluss geometrischer Parameter

Die Beschichtung hat einen erheblichen Einfluss auf die Leistung der geometrischen Parameter des Werkzeugs (wie Spanwinkel, Rückwinkel und Schneidkantenradius) und muss entsprechend den Prozesseigenschaften optimiert werden.

Geometrische Parameter	PVD-beschichtete Werkzeuge	CVD-beschichtete Werkzeuge
Vorderer Winkel	5°20°, dünne Beschichtung hält die Schneide scharf, positiver Spanwinkel (10°20°) eignet sich für weiche Materialien (wie Aluminiumlegierungen).	0°15°, dicke Beschichtung stumpft die Schneide leicht ab, kleiner Spanwinkel (0°10°) eignet sich für harte Materialien (wie gehärteten Stahl).
Rückwinkel	5°15°, reibungsarme Beschichtung (wie DLC) unterstützt großen Freiwinkel (10°15°) und reduziert Reibungswärme.	5°12°, kleinerer Rückwinkel (5°8°) verbessert die Kantenfestigkeit und eignet sich zum Schneiden schwerer Lasten.
Schneidenradius	0,0050,05 mm, dünne Beschichtung eignet sich für Superfinish (0,0050,01 mm).	0,020,1 mm, dicke Beschichtung ist für die Grobbearbeitung geeignet (0,050,1 mm).
Spiralwinkel	30°45°, geeignet für Hochgeschwindigkeitsverarbeitung, gute Beschichtungsgleichmäßigkeit.	25°40°, dicke Beschichtungen erfordern eine optimierte Schneidkante, um die Spanabfuhr aufrechtzuerhalten.
Werkzeugschneidenradius	0,10,8 mm, kleiner Radius zum Schlichten (0,10,2 mm), hervorragende Oberflächenqualität.	0,21,2 mm, großer Radius zum Schruppen (0,81,2 mm), hohe Haltbarkeit.
Schneidkantenneigung	5° bis 5°, dünne Beschichtung unterstützt positive Neigung (3°5°), geeignet für dünnwandige Teile.	0°3°, dicke Beschichtungen bevorzugen kleine Neigungswinkel zum Schutz der Schneide.

4. Anwendungsszenarien

Kategorie	PVD-beschichtete Werkzeuge	CVD-beschichtete Werkzeuge
Typische Anwendungen	Fräser und Bohrer: Hochgeschwindigkeitsbearbeitung von Edelstahl, Titanlegierungen und Aluminiumlegierungen. Mikrowerkzeuge: Endbearbeitung von elektronischen Komponenten und medizinischen Geräten. PCD/CBN-Werkzeugbeschichtung: Bearbeitung von Verbundwerkstoffen und gehärtetem Stahl.	Drehwerkzeuge und Fräser: Hochleistungszerspanung von Gusseisen, Stahl und gehärtetem Stahl. Formenbearbeitung : Grobbearbeitung von Stanz- und Ziehformen . Hochleistungswerkzeuge : Bearbeitung von Kurbelwellen und Zahnradern

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

		für Kraftfahrzeuge.
Anwendungsvorteile	Die Schneide ist scharf und hat eine Oberflächenrauheit von Ra 0,050,2 µm , die sich für die Endbearbeitung eignet. Niedertemperaturprozess, stabile Matrixleistung. Geringe Reibung, geeignet für Trockenschnitt, Effizienzsteigerung um 20–30 %.	Dicke Beschichtung, beständig gegen hohe Temperaturen und Stöße, geeignet für das Schneiden schwerer Lasten. Hohe Haftung, 37-fache Lebensdauer des Substrats. Geeignet für Nassschnitt, Effizienzsteigerung um 1525 %.
Anwendungsfälle	Fräsen von Titanlegierungen für die Luftfahrt: TiAlN-Beschichtung, 3-fach verlängerte Lebensdauer, Oberflächengüte Ra 0,1 µm . Verarbeitung elektronischer Chips: DLC-Beschichtung erhöht die Werkzeuglebensdauer um das 4-fache.	Drehen von Gusseisen für die Automobilindustrie: Al2O3/ TiC -Beschichtung, 5-fach längere Lebensdauer, 20 % höhere Schnittgeschwindigkeit. Bearbeitung von gehärtetem Stahl: TiN /Al2O3-Beschichtung, temperaturbeständig bis 1100 °C.

5. Vergleich der Vor- und Nachteile

Kategorie	PVD-beschichtete Werkzeuge	CVD-beschichtete Werkzeuge
Vorteil	Dünne Beschichtung, scharfe Schneidkante, geeignet für Feinstbearbeitung. Niedertemperaturverfahren, geeignet für eine Vielzahl von Substraten (Hartmetall, CBN, PKD). Niedriger Reibungskoeffizient (DLC 0,080,15), reduziert die Haftung, geeignet für Hochgeschwindigkeits-Trockenschnitt.	Dicke Beschichtung, hohe Temperatur- und Schlagfestigkeit, geeignet für die Grobbearbeitung mit hoher Belastung. Hohe Haftung (50–100 N) und starke Ablösefestigkeit. Mehrschichtige Verbundbeschichtungen (z. B. TiN /Al2O3) weisen eine ausgezeichnete Temperaturbeständigkeit (1100 °C) auf.
Mangel	Die Beschichtung ist dünner (15 µm) und ihre Verschleißfestigkeit ist etwas geringer als die von CVD, sodass sie für niedrige bis mittlere Belastungsbedingungen geeignet ist. Die Haftung ist gering (3070 N) und kann sich bei starker Stoßeinwirkung ablösen .	Die Hochtemperaturverarbeitung (600–1100 °C) kann die Matrixzähigkeit verringern. Die Beschichtung ist dicker und die Schneide leicht stumpf, was für die Feinbearbeitung ungeeignet ist. Die Oberflächenrauheit ist relativ hoch (Ra 0,10,4 µm).

6. Entwicklungstrends

Kategorie	PVD-beschichtete Werkzeuge	CVD-beschichtete Werkzeuge
Technologietrends	Nano-Mehrschichtbeschichtung: TiAlN / AlCrN abwechselnd, Härte HV 4000, Lebensdauer um 30 % erhöht. Niedertemperatur-PVD-Verfahren: Temperatur auf 100 °C reduziert, für mehr Substrate geeignet. Selbstschmierende Beschichtung: DLC/Graphen- Verbundwerkstoff, Reibungskoeffizient auf 0,05 reduziert.	Mehrschichtverbundwerkstoff auf Mikrometerebene: Optimierung der TiN /Al2O3/ TiC -Dicke, Temperaturbeständigkeit bis 1200 °C, Lebensdauer um 20 % verlängert. Niedertemperatur-CVD: Die Temperatur sinkt auf 400–600 °C, wodurch Substratschäden reduziert werden. Umweltfreundliche CVD: ungiftiger Vorläufer, reduziert die Umweltverschmutzung.
Marktrichtung	Bereiche der Hochgeschwindigkeits-, Trocken- und Feinbearbeitung (wie etwa in der Luftfahrt und	In stark beanspruchten, nassen und rauen Verarbeitungsbereichen (wie etwa Automobilen und Formen)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Elektronik) treiben die Entwicklung reibungsarmer und ultradünner Beschichtungen voran.	liegt der Schwerpunkt auf dicken Beschichtungen und einer Leistungsoptimierung bei hohen Temperaturen.

7. Fazit

PVD- und CVD-beschichtete Werkzeuge verbessern durch verschiedene Beschichtungstechnologien die Leistung von Werkzeugen aus Hartmetall oder superharten Materialien erheblich. PVD-Beschichtungen eignen sich für die Hochgeschwindigkeits-Trockenschlichtbearbeitung (z. B. von Titanlegierungen in der Luftfahrt und elektronischen Komponenten) mit dünnen und scharfen Beschichtungen (15 μm), niedrigen Reibungskoeffizienten (0,080,3) und Niedrigtemperaturprozessen; CVD-Beschichtungen eignen sich für die Hochleistungs-Schruppbearbeitung (z. B. von Gusseisen und gehärtetem Stahl für die Automobilindustrie) mit dicken Beschichtungen (520 μm), hoher Haftung (50100 N) und ausgezeichneter Temperaturbeständigkeit (1100 °C). Was die geometrischen Parameter angeht, unterstützt PVD schärfere Schneidkanten (Radius 0,005–0,05 mm), während CVD für haltbarere Schneidkanten geeignet ist (Radius 0,020,1 mm). In Zukunft werden Nano-Mehrschichtbeschichtungen, Niedertemperaturprozesse und umweltfreundliche Technologien Durchbrüche in puncto Effizienz, Lebensdauer und umweltfreundlicher Fertigung ermöglichen und vielfältige Lösungen für die hochpräzise und hochbelastbare Verarbeitung bieten.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Hartmetall- und Superhartstofftechnologie

Aufgrund ihrer hohen Härte, Verschleißfestigkeit und Temperaturbeständigkeit finden Hartmetall und superharte Werkstoffe wichtige Anwendungsmöglichkeiten in der industriellen Fertigung, beim Schneiden, im Bergbau und in der Präzisionsbearbeitung. Dieser Artikel vergleicht Hartmetall und superharte Werkstoffe systematisch hinsichtlich Definition und Zusammensetzung, Leistungsmerkmalen, geometrischen Parametern, Anwendungsszenarien sowie Vor- und Nachteilen und bietet eine Referenz für die Materialauswahl.

1. Definition und Zusammensetzung von Hartmetall und superharten Werkstoffen

Kategorie	Hartmetall	Superharte Materialien
Definition	Ein pulvermetallurgisch hergestellter Verbundwerkstoff mit Carbid (z. B. Wolframcarbid) als Hartphase und Metall (z. B. Kobalt, Nickel) als Bindephase.	Extrem harte Materialien, hauptsächlich Diamant (natürlich oder synthetisch) und kubisches Bornitrid (CBN), die in ein- oder polykristalliner Form verwendet werden.
Element	Hartphase: Wolframcarbid (WC, 8595 Gew.-%), kann Titankarbid (TiC) oder Tantalcarbid (TaC) enthalten. Bindephase: Kobalt (Co, 512 Gew.-%) oder Nickel (Ni, 510 Gew.-%). Zusätze: Chrom (Cr), Vanadium (V), Molybdän (Mo).	Diamant: Kovalente Netzwerkstruktur aus Kohlenstoffatomen, einkristallin oder polykristallin (z. B. PCD). CBN: Diamantähnliche Struktur aus Bor-Stickstoffatomen, einkristallin oder polykristallin (z. B. PCBN). Matrix: Matrix aus Kobalt, Nickel, Keramik oder Hartmetall.
Vorbereitung	Pulvermetallurgie (Mischen, Pressen, Sintern), Heißisostatisches Pressen (HIP) zur Verbesserung der Dichte.	Hochdruck- und Hochtemperaturverfahren (HPHT), chemische Gasphasenabscheidung (CVD) oder Sinterverfahren.

2. Leistungsmerkmale von Hartmetall und superharten Werkstoffen

Leistung	Hartmetall	Superharte Materialien
Härte	HRA 8892 (HV 1400–1800), höher als gewöhnlicher Stahl (HRC 2040).	Diamant: HV 8000–10000; CBN: HV 4000–5000
Zähigkeit	Die Bruchzähigkeit beträgt 6,09,0 MPa·m ^{1/2} und es weist eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Risswachstum auf.	Bruchzähigkeit 4,07,0 MPa·m ^{1/2} (PCD ist niedriger, PCBN ist etwas höher), relativ spröde.
Verschleißfestigkeit	Verschleißrate: 0,0080,015 mm ³ / N·m (ASTM G65), Lebensdauer 515-mal höher als bei gewöhnlichen Materialien.	Die Verschleißrate beträgt 0,0010,005 mm ³ / N· m und ist damit 210-mal höher als bei Hartmetall.
Temperaturbeständigkeit	Betriebstemperaturbereich 20 °C bis 800 °C, Beschichtungsformulierungen (wie TiAlN) können 1000 °C standhalten.	Diamant: Oxidationstemperatur liegt bei etwa 700 °C; CBN: beständig bis 1200–1400 °C, geeignet zum Schneiden bei hohen Temperaturen.
Korrosionsbeständigkeit	Neutral oder schwach sauer (pH 49) Korrosionsrate <0,05 mm/Jahr, Formel auf	Diamant: beständig bis pH 114; CBN: etwas weniger säurebeständig, aber besser als Hartmetall.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

	Nickelbasis ist beständig bis pH 210.	
Dichte	14,015,0 g/cm ³ , schwerer, geeignet für Anwendungen mit hoher Steifigkeit.	Diamant: 3,5 g/cm ³ ; CBN: 3,4–3,5 g/cm ³ , leicht, geeignet für Hochgeschwindigkeitsbearbeitung.

3. Geometrische Parameter von Hartmetall und superharten Werkstoffen (am Beispiel von Schneidwerkzeugen)

Die geometrischen Parameter von Hartmetall und superharten Materialien sind für die Werkzeugkonstruktion von entscheidender Bedeutung und müssen entsprechend den zu verarbeitenden Materialien und Arbeitsbedingungen optimiert werden.

Geometrische Parameter	Hartmetallwerkzeuge	Werkzeuge aus superharten Werkstoffen (PKD/PCBN)
Vorderer Winkel	0°20° (15°20° für weiche Materialien, 0°5° oder negativer Spanwinkel für harte Materialien).	PCD: 5°10° (Nichteisenmetall); PCBN: 5° bis 0° (Hartstahl).
Rückwinkel	5°15° (10°15° zum Schlichten, 5°8° zum Schrappen).	5°10°, kleinerer Rückwinkel verbessert die Schneidkantenstärke.
Schneidenradius	0,010,1 mm (0,010,03 mm zum Schlichten, 0,050,1 mm zum Schrappen).	0,0050,05 mm (Superfinish 0,0050,01 mm).
Spiralwinkel	30°45° (Hochgeschwindigkeitsbearbeitung 40°45°).	25°35°, Priorität liegt auf der Werkzeugsteifigkeit.
Werkzeugschneidenradius	0,21,2 mm (0,20,4 mm zum Schlichten, 0,81,2 mm zum Schrappen).	0,10,8 mm (0,10,2 mm zum Schlichten).
Schneidkantenneigung	5° bis 5° (3° bis 5° bei dünnwandigen Teilen).	0°3°, kleiner Neigungswinkel zum Schutz der Schneide.

4. Anwendungsszenarien von Hartmetall und superharten Materialien

Kategorie	Hartmetall	Superharte Materialien
Typische Anwendungen	Werkzeuge: Fräser, Drehwerkzeuge, Bohrer (Stahl-, Edelstahl-, Gusseisenverarbeitung). Matrizen: Stanzwerkzeuge, Ziehwerkzeuge (Autoteile). Kugelhähne: Pickzähne, Tunnelzähne (Minen, Tunnel). Düsen: Sandstrahlen, Sprühen.	PKD-Werkzeuge: Aluminiumlegierungen, Verbundwerkstoffe, Holzverarbeitung. PCBN-Werkzeuge: gehärteter Stahl, Gusseisenverarbeitung. Diamantschleifscheiben: Keramik, Siliziumwafer-Schleifen. Bohrer: geologische Erkundung, Meeresbodenbergbau.
Anwendungsvorteile	Hohe Zähigkeit, Schlagfestigkeit, moderate Kosten, geeignet für allgemeine Verarbeitungs- und Schlagbedingungen.	- Finish, hervorragende Oberflächenqualität (Ra 0,050,2 μm) , lange Lebensdauer.
Anwendungsfälle	Kurbelwellendrehung für Kraftfahrzeuge: Lebensdauer 300–1.500 Stunden, Effizienzsteigerung um 20 %. Spitzhacke für den Kohlebergbau: Lebensdauer 500–2.000 Stunden.	Fräsen von Verbundwerkstoffen für die Luftfahrt: Oberflächenrauheit Ra 0,1 μm . Verarbeitung von Zahnrädern aus gehärtetem Stahl: 510 - fach verlängerte Lebensdauer.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5. Vergleich der Vor- und Nachteile von Hartmetall und superharten Werkstoffen

Kategorie	Hartmetall	Superharte Materialien
Vorteil	Hohe Zähigkeit (Bruchzähigkeit 6,0–9,0 MPa·m ²), hohe Schlagzähigkeit. Preisgünstig, geeignet für die Massenproduktion. Beschichtungen (z. B. TiN , DLC) können die Verschleißfestigkeit und Temperaturbeständigkeit verbessern.	Extrem hohe Härte (HV 4000–10000), geeignet für die Bearbeitung superharter Werkstoffe. Hervorragende Verschleißfestigkeit, die Lebensdauer ist 210-mal höher als bei Hartmetall. CBN ist hochtemperaturbeständig (1200–1400 °C) und eignet sich für die Trockenbearbeitung.
Mangel	Die Härte ist geringer als bei superharten Werkstoffen und eignet sich nicht für die Verarbeitung superharter Werkstoffe. Die Bindungsphase erweicht bei hohen Temperaturen und weist eine begrenzte Temperaturbeständigkeit (800–1000 °C) auf.	Geringe Zähigkeit, leichtes Brechen, erfordert Werkzeugmaschinen mit hoher Steifigkeit. Hohe Kosten (520-mal so hoch wie bei Hartmetall). Diamant ist nicht für die Bearbeitung von Werkstoffen auf Eisenbasis geeignet (leichte Aufkohlung).

6. Entwicklungstrend von Hartmetall und superharten Materialien

Kategorie	Hartmetall	Superharte Materialien
Technologietrends	Nanokristalline Technologie: Korngröße 0,10,2 µm , Härte HRA 9294, Zähigkeit um 20 % erhöht. Kobaltfreies Hartmetall: Umweltfreundlich, Kostensenkung um 1015 %. KI-optimierte geometrische Parameter: Fehler < 5 %, Effizienz um 15 % erhöht .	Verbundwerkstoffe: PCD/PCBN und Keramikverbundwerkstoff, Zähigkeit um 40 % erhöht. Nano-CVD-Beschichtung: Dicke 0,52 µm , Kosten um 20 % reduziert. 3D-Druck: komplexe geometrische Genauigkeit ±0,001 mm, Zyklus um 30 % verkürzt.
Marktrichtung	Angesichts der anhaltenden Dominanz allgemeiner Verarbeitungs- und Arbeitsbelastungen (wie Bergbau und Schimmelpilze) fördert die grüne Fertigung die Forschung und Entwicklung ungiftiger Bindungsphasen.	Ultrapräzisionsbearbeitung und Verarbeitung hochharter Materialien (z. B. in der Luftfahrt und Elektronik) sowie Kostenoptimierung werden den Anwendungsbereich erweitern.

Hartmetall und superharte Werkstoffe ergänzen sich in industriellen Anwendungen hervorragend. Hartmetall eignet sich aufgrund seiner hohen Zähigkeit und Wirtschaftlichkeit für allgemeine Schneidarbeiten, den Formenbau und für Schlagzähigkeit. Superharte Werkstoffe eignen sich aufgrund ihrer extrem hohen Härte und Verschleißfestigkeit für die Feinbearbeitung und das Schneiden hochharter Materialien. Hinsichtlich der geometrischen Parameter legen Hartmetallwerkzeuge (z. B. Spanwinkel 0°–20°) Wert auf die Balance zwischen Zähigkeit und Effizienz, während Werkzeuge aus superharten Werkstoffen (z. B. Schneidkantenradius 0,005–0,05 mm) Präzision und Langlebigkeit betonen. Nanotechnologie, Verbundwerkstoffe und intelligentes Design werden künftig zu Durchbrüchen bei Effizienz, Lebensdauer und Umweltverträglichkeit führen und so eine hochpräzise und hocheffiziente Fertigung ermöglichen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Anhang:

Geometrische Parameter und Optimierung von Hartmetallwerkzeugen

Hartmetall-Schneidwerkzeuge werden aufgrund ihrer hohen Härte, Verschleißfestigkeit und hohen Temperaturbeständigkeit häufig in der Zerspaltung, der Luft- und Raumfahrt, dem Automobilbau, der Formenbearbeitung und anderen Bereichen eingesetzt. Die geometrischen Parameter von Schneidwerkzeugen wirken sich direkt auf Schneidleistung, Oberflächenqualität und Lebensdauer aus. Dieser Artikel stellt die wichtigsten geometrischen Parameter von Hartmetall-Schneidwerkzeugen und ihre Optimierungsstrategien zur Verbesserung der Bearbeitungseffizienz und Werkzeughaltbarkeit detailliert vor.

1. Wichtigste geometrische Parameter von Hartmetallwerkzeugen

Die geometrischen Parameter von Hartmetallwerkzeugen umfassen die folgenden Schlüsselemente, von denen jedes entsprechend dem Verarbeitungsmaterial, den Schnittbedingungen und den Anwendungsszenarien präzise ausgelegt werden muss.

Spanwinkel

Definition: Der Winkel zwischen Spanfläche und Grundfläche des Werkzeugs, der die Schnittkraft und den Spanfluss beeinflusst.

Typischer Bereich: 0° bis 20° (positiver Spanwinkel für weiche Materialien, negativer Spanwinkel für harte Materialien).

Funktion: Ein positiver Spanwinkel verringert die Schnittkraft und eignet sich für weiche Materialien wie Aluminiumlegierungen und Kupfer; ein negativer Spanwinkel erhöht die Werkzeugfestigkeit und eignet sich für harte Materialien wie Stahl und Edelstahl.

Freiwinkel

Definition: Der Winkel zwischen der Rückseite und der Schnittebene, der die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück verringert.

Typischer Bereich: 5° bis 15° .

Funktion: Ein geeigneter Rückwinkel verringert die Reibungswärme und verbessert die Oberflächenbeschaffenheit; ein zu großer Rückwinkel kann die Festigkeit der Klinge schwächen.

Schneidkantenradius

Definition: Der Bogenradius der Schneide beeinflusst die Festigkeit und Oberflächenqualität des Werkzeugs.

Typischer Bereich: 0,01–0,1 mm (kleiner Radius für Präzisionsbearbeitung, großer Radius für Grobbearbeitung).

Funktion: Ein kleiner Radius verbessert die Schnittschärfe und eignet sich zum Schlichten; ein großer Radius erhöht die Widerstandsfähigkeit des Werkzeugs gegen Absplittern und eignet sich zum Schneiden schwerer Lasten.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Spiralwinkel

Definition: Der spiralförmige Neigungswinkel der Schneide eines Fräasers oder Bohrers entlang der Achse, der die Spanabfuhr beeinflusst.

Typischer Bereich: 30° bis 45° (große Spiralwinkel für Hochgeschwindigkeitsbearbeitung).

Funktion: Ein großer Spiralwinkel verbessert die Spanabfuhr und eignet sich für Edelstahl und Titanlegierungen; ein kleiner Spiralwinkel erhöht die Werkzeugsteifigkeit und eignet sich für die Hartmetallverarbeitung.

Nasenradius

Definition: Der Radius der Spitze eines Dreh- oder Fräasers, der sich auf die Oberflächengüte und die Standzeit des Werkzeugs auswirkt.

Typischer Bereich: 0,2–1,2 mm (kleiner Radius zum Schlichten, großer Radius zum Schrappen).

Funktion: Ein kleiner Radius verbessert die Oberflächengüte; ein großer Radius erhöht die Werkzeughaltbarkeit und eignet sich für das Schneiden mit hohem Vorschub.

Schneidkanten-Neigungswinkel

Definition: Der Neigungswinkel zwischen Schneide und Werkstückoberfläche beeinflusst die Spanflussrichtung und die Schnittkrafttrichtung.

Typischer Bereich: 5° bis 5°.

Funktion: Positive Neigung leitet Späne vom Werkstück weg und eignet sich für die Bearbeitung dünnwandiger Teile; negative Neigung erhöht die Stabilität der Klinge und eignet sich für harte Materialien.

2. Optimierungsstrategie für die Geometrieparameter von Hartmetallwerkzeugen

Die Optimierung geometrischer Parameter erfordert eine umfassende Berücksichtigung von Bearbeitungsmaterialien, Schnittgeschwindigkeit, Vorschub und Werkzeugmaschinenleistung, um effizientes Schneiden, hervorragende Oberflächenqualität und lange Lebensdauer zu erreichen. Die folgenden Optimierungsstrategien sind wichtig:

Optimieren Sie Span- und Freiwinkel entsprechend dem zu bearbeitenden Material

Weiche Materialien (wie Aluminiumlegierungen)

Verwenden Sie einen großen positiven Spanwinkel (15°–20°) und einen großen Freiwinkel (10°–15°), um die Schnittkraft zu verringern, den Spanfluss zu verbessern und die Aufbauschneidenbildung zu verringern.

Harte Materialien (wie gehärteter Stahl)

Verwenden Sie einen kleinen Spanwinkel (0°–5° oder negativer Spanwinkel) und einen kleinen Freiwinkel (5°–8°), um die Blattfestigkeit zu verbessern und ein Absplittern der Kanten zu verhindern.

Optimierungsfall

Bei der Bearbeitung von Titanlegierungen kann ein Spanwinkel von 8°–12° in Kombination mit einem Rückwinkel von 10° ein Gleichgewicht zwischen Schnittkraft und Werkzeuglebensdauer herstellen und so die Effizienz um 15–20 % steigern.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Passen Sie den Kantenradius an, um Schärfe und Stärke auszugleichen

Veredelung

Der Schneidkantenradius beträgt 0,010,03 mm, wodurch eine Oberflächenrauheit Ra 0,10,4 μm gewährleistet wird, die für die Bearbeitung von Luftfahrtteilen geeignet ist.

Schruppen

Der Schneidkantenradius beträgt 0,050,1 mm, was die Schlagfestigkeit erhöht und für die Hochleistungsformverarbeitung geeignet ist.

Optimierungsfall

Bei der Bearbeitung elektronischer Bauteile kann ein Schneidenradius von 0,02 mm die Oberflächenqualität um 30 % verbessern und die Standzeit des Werkzeugs um 10 % verlängern.

Optimierter Drallwinkel für eine verbesserte Spanabfuhr

Hochgeschwindigkeitsbearbeitung

Der Spiralwinkel beträgt 40°–45°, was die Spanansammlung reduziert und für Edelstahl und Nickellegierungen geeignet ist.

Verarbeitung mit hoher Steifigkeit

Der Spiralwinkel beträgt 25°–30°, was die Werkzeugfestigkeit erhöht und für Hartmetall- oder Keramikmaterialien geeignet ist.

Optimierungsfall

Beim Fräsen von Titanlegierungen kann ein Spiralwinkel von 42° die Spanhaftung verringern und die Bearbeitungseffizienz um 25 % steigern.

Wählen Sie den richtigen Werkzeugradius

Veredelung

Der Bogenradius beträgt 0,20,4 mm, was die Oberflächenrauheit reduziert und zum Polieren der Oberfläche der Form geeignet ist.

Schruppen

Der Bogenradius beträgt 0,81,2 mm, was die Haltbarkeit des Werkzeugs verbessert und es für die Bearbeitung von Kurbelwellen in Kraftfahrzeugen geeignet macht.

Optimierungsfall

Beim Drehen von Edelstahl kann ein Bogenradius von 0,4 mm die Oberflächenrauheit um 20 % reduzieren und die Standzeit des Werkzeugs um 15 % verlängern.

Optimieren Sie die Schneidkantenneigung entsprechend den Schnittbedingungen

Bearbeitung dünnwandiger Teile

Ein positiver Neigungswinkel von 3° bis 5° leitet die Späne vom Werkstück weg und reduziert so Vibrationen und Verformungen.

Hartstoffbearbeitung

Negativer Spanwinkel 3° bis 0°, erhöht die Kantenstabilität, geeignet für gehärteten Stahl.

Optimierungsfall

Bei der Verarbeitung dünnwandiger Teile aus Aluminiumlegierungen für die Luftfahrt kann ein

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

positiver Neigungswinkel von 4° die Werkstückverformung um 30 % reduzieren und die Verarbeitungsgenauigkeit verbessern.

Anwendung fortschrittlicher Beschichtungen und Optimierung der Mikrogeometrie

Beschichtung (wie TiN , TiAlN , DLC)

Verbesserte Verschleißfestigkeit und Hitzebeständigkeit, die Temperaturbeständigkeit kann 1000–1200 °C erreichen und die Lebensdauer wird um das 23-fache verlängert.

Mikrogeometrieoptimierung

Durch Laserhonen wird die Mikroabsplitterung verringert, wodurch es für die ultrapräzise Bearbeitung geeignet ist.

Optimierungsfall

Die TiAlN- Beschichtung in Kombination mit einer 0,008 mm Mikrobogen-Schneide erhöht die Standzeit des Werkzeugs bei der Bearbeitung von Hochtemperaturlegierungen um 40 %.

3. Anwendungsszenarien der geometrischen Parameter von Hartmetallwerkzeugen

Werkzeugtyp	Typische geometrische Parameter	Anwendungsszenario	Optimierungseffekt
Fräser	Spanwinkel 10°15°, Rückwinkel 10°, Spiralwinkel 40°, Schneidenradius 0,02 mm	Fräsen von Aluminiumlegierungen für die Luftfahrt	Effizienzsteigerung um 20 %, Oberflächenrauheit Ra 0,2 µm
Drehwerkzeug	Spanwinkel 5°10°, Rückwinkel 8°, Spitzenradius 0,4 mm, Neigungswinkel 0°	Drehen von rostfreiem Stahl für die Automobilindustrie	Die Standzeit des Werkzeugs wurde um 25 % erhöht und die Schnittkräfte um 15 % reduziert.
bohren	Spanwinkel 8°, Rückwinkel 12°, Spiralwinkel 35°, Schneidenradius 0,03 mm	Bohren von Löchern in elektronischen Leiterplatten	Lochgenauigkeit ±0,005 mm, Lebensdauer um 30 % erhöht
Präzisionswerkzeuge	Spanwinkel 12°, Rückwinkel 10°, Spitzenradius 0,2 mm, Schneidenradius 0,01 mm	Verarbeitung medizinischer Implantate	Oberflächenqualität um 40 % verbessert und Verarbeitungsstabilität verbessert

4. Fazit

Die geometrischen Parameter von Hartmetallwerkzeugen (wie Spanwinkel, Rückwinkel, Schneidenradius, Spiralwinkel, Werkzeugspitzenradius, Schneidenneigungswinkel) sind die Hauptfaktoren, die die Schneidleistung und die Werkzeuglebensdauer bestimmen. Durch die Optimierung der geometrischen Parameter für Verarbeitungsmaterialien und Arbeitsbedingungen, kombiniert mit fortschrittlichen Beschichtungen und mikrogeometrischem Design, können die Verarbeitungseffizienz (2050 %), die Oberflächenqualität (Ra 0,10,4 µm) und die Werkzeuglebensdauer (515-fach) deutlich verbessert werden.

Durch den Einsatz von KI zur Simulation des Schneidprozesses und adaptiver geometrischer

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Gestaltung werden Hartmetallwerkzeuge künftig noch besser den Anforderungen an eine hochpräzise und hocheffiziente Bearbeitung gerecht und bieten eine zuverlässige Unterstützung für die industrielle Fertigung.

Anhang:

Hartmetall-Drehwerkzeuge

Hartmetall-Drehwerkzeuge sind die grundlegendsten und am weitesten verbreiteten Schneidwerkzeuge in der mechanischen Bearbeitung. Dank ihrer hervorragenden Härte, Verschleißfestigkeit und Zähigkeit spielen sie eine zentrale Rolle in der Drehbearbeitung. Diese Werkzeuge erfüllen verschiedene Bearbeitungsaufgaben wie Außenkreise, Innenbohrungen, Stirnflächen, Stufen, Gewinde und komplexe Konturen durch Hochgeschwindigkeitsrotation des Werkstücks und axiale oder radiale Vorschubbewegung des Werkzeugs. Sie sind Schlüsselwerkzeuge für eine hochpräzise und hocheffiziente Fertigung. Hartmetall-Drehwerkzeuge basieren auf Wolframkarbid (WC) mit Kobalt (Co) als Bindephase und werden pulvermetallurgisch gesintert. Gängige Sorten sind YG6 (mit 94 % Wolfram und Kobalt, mittlere Härte und hohe Zähigkeit), YG8 (mit 92 % Wolfram und Kobalt, höhere Zähigkeit), YT15 (mit Titankarbid, hohe Hitzebeständigkeit) und YT30 (hohe Hitzebeständigkeit und Verschleißfestigkeit). Diese Materialkombinationen ermöglichen die Anpassung an vielfältige Anforderungen von der Grob- bis zur Feinbearbeitung. Die Werkzeuge sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich, darunter mit integrierter Hartmetallstruktur, geschweißten Hartmetallklingen oder austauschbaren Klingen. Der Werkzeugkörper besteht üblicherweise aus hochfestem Stahl oder Hartmetall, um Steifigkeit und Stabilität zu gewährleisten.

1. Geometriedesign und -optimierung

Die geometrischen Parameter von Hartmetall-Drehwerkzeugen sind entscheidend für ihre Leistungsoptimierung. Der Spanwinkel (5° – $15^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$) beeinflusst direkt die Schnittkraft und die Spanbildung. 8° – 10° werden üblicherweise bei der Stahl- und Gusseisenbearbeitung verwendet, um Festigkeit und Schnittleistung optimal auszubalancieren, während 12° – 15° bei Nichteisenmetallen und Verbundwerkstoffen zur Reduzierung des Schnittwiderstands eingesetzt werden. Der Rückwinkel (6° – 12°) steuert den Kontakt zwischen der hinteren Werkzeugfläche und dem Werkstück. 6° – 8° eignen sich für harte Werkstoffe (z. B. gehärteten Stahl), 10° – 12° für weiche Werkstoffe (z. B. Aluminiumlegierungen). Der sekundäre Rückwinkel (1° – 3°) und die Fase der Schneide (0,1–0,2 mm) verbessern die Widerstandsfähigkeit gegen Absplitterungen und Stöße deutlich, indem sie Spannungskonzentrationen reduzieren, insbesondere bei unterbrochenem Schnitt. Die Konstruktion des Werkzeugschafts konzentriert sich auf Steifigkeit und Schwingungsdämpfung. Üblicherweise werden rechteckige oder runde Querschnitte verwendet. Einige hochwertige Drehwerkzeuge verfügen über Vibrationsdämpfungsnuten oder Dämpfungsmaterialien, um Resonanzen zu reduzieren. Für die Bearbeitung von Tiefbohrungen oder Langachsen sind einige Drehwerkzeuge mit einem Spiralwinkel (30° – 45°) ausgestattet, um die Spanabfuhr zu verbessern. Die Geometrieoptimierung wird häufig mit Finite-Elemente-Analyse (FEA) und Simulationstechnologie kombiniert, um die Stabilität des Werkzeugs unter verschiedenen Arbeitsbedingungen zu gewährleisten. Darüber hinaus optimiert die Gestaltung der Spanabfuhrnut (Tiefe 1–3 mm) den Spanfluss und verhindert Verstopfungen, insbesondere bei hohen Vorschubgeschwindigkeiten.

2. Beschichtung und Oberflächenbehandlung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Die Beschichtungstechnologie ist ein Schlüsselfaktor bei der Leistungssteigerung von Hartmetall-Drehwerkzeugen. PVD-Beschichtungen (Physical Vapor Deposition, physikalische Gasphasenabscheidung), wie TiN (goldgelb, Dicke 2–5 μm) und TiCN (grauschwarz, Dicke 3–6 μm), bieten primäre Verschleißfestigkeit und Antihafteffekte und eignen sich für langsames Schneiden und die Bearbeitung weicher Materialien. CVD-Beschichtungen (Chemical Vapor Deposition, chemische Gasphasenabscheidung), wie Al_2O_3 (weiß, Dicke 5–15 μm) und TiAlN (violett-schwarz, Dicke 10–25 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$), sind temperaturbeständig bis 1000 °C und stark oxidationsbeständig und eignen sich besonders für Hochgeschwindigkeitsschneiden und die Bearbeitung hoher Temperaturen (z. B. bei Stahl und Titanlegierungen). Mehrschichtige Beschichtungsstrukturen (wie TiN+ Al_2O_3 + TiCN) kombinieren die Vorteile verschiedener Beschichtungen, um Verschleißfestigkeit, Hitzebeständigkeit und Antihafteffekte weiter zu verbessern. Die Oberflächenbehandlung umfasst mechanisches Polieren ($R_a < 0,2 \mu\text{m}$) zur Reduzierung der Spanhaftung, elektrolytisches Polieren oder Laser-Mikrotexturierung zur Bildung einer Mikroschmierstruktur und Reduzierung des Reibungskoeffizienten. Darüber hinaus verwenden einige Drehwerkzeuge Nanobeschichtungen (wie Nano-TiAlN, Körnung $< 50 \text{ nm}$) oder Gradientenbeschichtungen (die Härte ändert sich allmählich von der Oberfläche nach innen), um die lokale Verschleißfestigkeit und Zähigkeit zu verbessern, was sich besonders für die Ultrapräzisionsbearbeitung eignet. Haftungstests der Beschichtung (wie Kratztest, kritische Last $> 70 \text{ N}$) gewährleisten die Langzeitstabilität.

3. Technische Eigenschaften und Leistung

Schnittgeschwindigkeit

100–500 m/min ($\pm 10 \text{ m/min}$), Stahl- und Gusseisenverarbeitungsbereich liegt bei 100–300 m/min, Nichteisenmetalle und Aluminiumlegierungen können 300–500 m/min erreichen. Die spezifischen Parameter müssen entsprechend der Materialhärte und der Leistung der Werkzeugmaschine angepasst werden.

Härte

HV 1800–2200, die YT-Serie (wie YT15, YT30) kann aufgrund des Titankarbidgehalts HV 2200–2300 erreichen, was für Werkstücke mit hoher Härte geeignet ist (wie gehärteter Stahl HV 500–700).

Bruchzähigkeit

12–18 $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$, die YG-Serie (wie YG6, YG8) hat aufgrund ihres höheren Kobaltgehalts (6–8 %) eine bessere Zähigkeit und eignet sich für intermittierende Schnitt- oder Stoßbelastungen.

Verschleißfestigkeit

$< 0,05 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$, was im unbeschichteten Zustand eine gute Leistung bringt. Nach der Beschichtung kann es auf $< 0,03 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ reduziert werden, was die Lebensdauer deutlich verlängert.

Hitzebeständigkeit

Bis zu 1000 °C (durch CVD-Beschichtung verbessert), geeignet für Hochtemperatur-Schneidumgebungen wie Titanlegierungen und Nickelbasislegierungen.

Genauigkeit

$< 0,01 \text{ mm}$ ($\pm 0,001 \text{ mm}$), erfüllt die hohen Präzisionsanforderungen von Präzisionsteilen und der

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Formenverarbeitung (wie Lagerringe, Getriebewellen).

4. Verarbeitungsvoraussetzungen und Anwendungen

Schnittdaten

Die Schnittgeschwindigkeit für die Stahlverarbeitung beträgt 200–400 m/min, die Vorschubgeschwindigkeit 0,1–0,3 mm/U und die Schnitttiefe 1–5 mm; die Schnittgeschwindigkeit für die Titanlegierungsverarbeitung beträgt 50–150 m/min, die Vorschubgeschwindigkeit 0,05–0,2 mm/U und die Schnitttiefe 0,5–2 mm; die Schnittgeschwindigkeit für die Aluminiumlegierungsverarbeitung beträgt 300–500 m/min, die Vorschubgeschwindigkeit 0,2–0,4 mm/U und die Schnitttiefe 1–4 mm.

Kühlmethode

Trockenschneiden eignet sich für Gusseisen, wodurch die Kühlmittelkosten gesenkt werden. Nassschneiden (Emulsion oder Kühlmittel auf Ölbasis) eignet sich für Stahl- und Titanlegierungen, um thermische Schäden zu reduzieren. Die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (z. B. von Aluminiumlegierungen) erfordert eine Hochdruckkühlung (10–20 bar), um die Spanabfuhereffizienz zu verbessern.

Anwendungsszenarien :

Automobilindustrie

Die Bearbeitung von Kurbelwellen, Nockenwellen, Pleuelstangen und Getriebewellen erfordert hohe Präzision ($<0,01$ mm) und lange Lebensdauer (>15 Stunden). Häufig werden YT15- und TiAlN-Beschichtungen verwendet.

Formenbau

Für das Präzisionsdrehen von Formkavitäten, Stanzformen und Kunststoffformen sind eine hohe Oberflächengüte ($R_a < 0,4 \mu\text{m}$) und eine komplexe Konturbearbeitung erforderlich. Als Beschichtungen werden YG8 und Al_2O_3 gewählt.

Luftfahrtteile

Die Verarbeitung von Außenkreisen aus Titanlegierungen, Teilen aus Aluminiumlegierungen und Komponenten aus Magnesiumlegierungen erfordert eine hohe Temperaturbeständigkeit (800°C) und Antihafteffekte unter Verwendung von YW1 und einer Mehrschichtbeschichtung.

Allgemeine Maschinen

Zur Bearbeitung von Wellen, Hülsen und Flanschen, geeignet für die allgemeine Sorte YG6.

Energieausrüstung

Für die Bearbeitung von Turbinenwellen und Kompressorteilen, die eine hohe Temperaturbeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit erfordern, werden YT30- und CrN-Beschichtungen ausgewählt.

5. Herausforderungen und Lösungen

Aufbauschneide

Beim Schneiden von Stahl und Edelstahl kommt es häufig zu Schnittverletzungen. Lösungen hierfür sind ein hoher Spanwinkel ($>10^\circ$), reibungsarme Beschichtungen (z. B. MoS_2) oder intermittierendes Schneiden.

Hitzestau

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Das Schneiden von Titanlegierungen und Hochtemperaturlegierungen ist üblich und erfordert eine effiziente Kühlung (z. B. Strahlkühlung) oder eine Reduzierung der Schnittgeschwindigkeit sowie die Verwendung hitzebeständiger Beschichtungen (z. B. TiAlN) .

Abplatzkante

Nadellöchern in Gusseisen) liegt , werden zur Verbesserung der Haltbarkeit hochfeste Güten (wie etwa YG8) und eine Kantenpassivierung (R 0,1–0,15 mm) verwendet.

Oberflächenqualität

Beim Schlichten kommt es häufig zu Rattermarken, daher ist es notwendig, den Vorschub (<0,1 mm/U) zu optimieren und einen Werkzeughalter mit hoher Steifigkeit zu verwenden.

Werkzeugverschleiß

Werkstücke mit hoher Härte (wie gehärteter Stahl) verschleifen schneller und erfordern ein regelmäßiges Schärfen oder die Verwendung hochverschleißfester Beschichtungen (wie Diamantbeschichtungen).

6. Optimierungs- und Entwicklungstrends

Strukturoptimierung

Integrierte interne Kühlmittelkanäle verringern die Wärmeentwicklung, Wendeschneidplatten sind für einen einfachen Austausch und eine Kostenkontrolle ausgelegt und Dämpfungsschäfte (mit Dämpfungsmaterial) verringern Vibrationen.

Materialinnovation

Nanokarbid (Korngröße <0,5 μm) verbessert Härte und Zähigkeit, und die Gradientenmaterialkonstruktion (hohe Oberflächenhärte und starke innere Zähigkeit) verbessert die Kantenfestigkeit.

Intelligent

Eingebettete Sensoren überwachen Verschleiß, Temperatur und Vibration und optimieren in Kombination mit KI-Algorithmen die Schnittparameter in Echtzeit, beispielsweise durch die dynamische Anpassung der Vorschubgeschwindigkeit und Schnitttiefe.

Fertigungstechnologie

Durch 3D-Druck (Selective Laser Melting SLM) werden komplexe Werkzeugkörperstrukturen (wie beispielsweise integrierte Kühlkanäle) realisiert, um den individuellen Anforderungen der Luftfahrt und Medizin gerecht zu werden; die Laserauftragstechnologie repariert verschlissene Werkzeuge.

Umwelttrends

Entwickeln Sie Trockenschneidbeschichtungen (wie etwa Graphen-Verbundbeschichtungen), um den Kühlmittelverbrauch zu senken, und recycelbare Werkzeugmaterialien, um die Umweltbelastung zu verringern.

Zusammengesetzte Funktion

Einige Drehwerkzeuge verfügen über eine Ultraschall-Vibrationsschneidfunktion zur Reduzierung von Schnittkraft und Hitze, was sich besonders für schwer zu schneidende Materialien eignet.

7. Lebensdauer und Wartung

Die Werkzeugstandzeit wird durch Schnittparameter, Werkstückmaterial und Einsatzbedingungen beeinflusst. Die durchschnittliche Standzeit beträgt 10–20 Stunden (± 1 Stunde), bei

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Stahlbearbeitung etwa 15 Stunden und bei Titanlegierungen etwa 10 Stunden. Die Wartung umfasst regelmäßiges Schärfen (mit Diamantschleifscheiben, Winkelfehler $<0,5^\circ$), Beschichtungsreparatur (PVD-Beschichtung) und Werkzeugvoreinstellung (Lasermessung, Fehler $<0,005$ mm), um die Langzeitstabilität zu gewährleisten. Am Ende seiner Lebensdauer kann das Werkzeug recycelt und wiederverwendet werden. Die Wolfram- und Kobaltmaterialien werden im Ofen zurückgeschmolzen, um den Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung gerecht zu werden.

8. Industriestandards und Zertifizierung

Hartmetall-Drehwerkzeuge müssen ISO-Normen (wie der ISO 513-Klassifizierung) und nationalen Normen (wie GB/T 2073-2013) entsprechen. Zu den Zertifizierungen gehören die CE-Sicherheitszertifizierung und die RoHS-Umweltzertifizierung. Bei Bedarf können den Herstellern CTIA GROUP (CTIA), Sandvik, Kennametal und Mitsubishi detaillierte technische Handbücher zur Auswahl und Verwendung zur Verfügung gestellt werden.

9. Detaillierte Klassifizierung

Hartmetall-Drehwerkzeuge lassen sich je nach Bearbeitungsart, Werkstückmaterial und Einsatzszenario in folgende Kategorien einteilen. Jeder Werkzeugtyp weist seine eigenen Merkmale in Design und Anwendung auf:

Außendrehwerkzeug

Wird hauptsächlich zur Bearbeitung der Außenflächen von Werkstücken wie Wellen und zylindrischen Teilen verwendet. Die Werkzeugklinge ist ein- oder zweischneidig, mit einem Spanwinkel von 8° – 12° und einem Rückwinkel von 6° – 10° . Es werden die Sorten YG6 und YT15 ausgewählt, und die Kantenfase beträgt 0,1–0,15 mm zur Verbesserung der Schlagfestigkeit. Eine PVD-Beschichtung (z. B. TiN, Dicke 3–5 μm) verbessert die Verschleißfestigkeit. Schnittgeschwindigkeit 150–400 m/min, Vorschub 0,1–0,3 mm/U, Schnitttiefe 1–5 mm, Lebensdauer 12–20 Stunden, Genauigkeit $<0,01$ mm, häufig verwendet in Automobilkurbelwellen, Werkzeugmaschinen-spindeln und Getriebewellen.

Innendrehmeißel

Das Werkzeug ist für die Bearbeitung von Innenflächen und Öffnungen konzipiert und verfügt über einen schlanken Schaft (5–20 mm Durchmesser, 50–200 mm Länge), einen Spanwinkel von 10° – 15° zur Reduzierung des Schnittwiderstands sowie einen Hinterwinkel von 8° – 12° . Es werden die Sorten YG8 und YT30 verwendet. Eine CVD-Beschichtung (z. B. Al_2O_3 , Dicke 10–20 μm) verbessert die Hitzebeständigkeit. Schnittgeschwindigkeit 100–300 m/min, Vorschub 0,05–0,2 mm/U, Schnitttiefe 0,5–2 mm, Lebensdauer 10–18 Stunden, Genauigkeit $<0,005$ mm, geeignet für die Bearbeitung von Innenlöchern in Hydraulikzylindern, Lagerinnenringen und Präzisionshülsen.

Stirndrehmeißel

Wird zur Bearbeitung von Werkstückstirnflächen und -stufen verwendet. Klingenbreite 10–50 mm, vorderer Winkel 5° – 10° zur Gewährleistung der Festigkeit, hinterer Winkel 6° – 8° , YG6- und Al_2O_3 -Beschichtung, Kantenpassivierung (R 0,1 mm) zur Verbesserung der Haltbarkeit. Schnittgeschwindigkeit 200–500 m/min, Vorschub 0,2–0,4 mm/U, Schnitttiefe 1–6 mm, Lebensdauer 15–25 Stunden, Genauigkeit $<0,01$ mm, häufig verwendet für die Bearbeitung von Flanschen, Scheibenteilen und Pumpenkörperstirnflächen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Gewindedrehwerkzeug

Das Sägeblatt ist für die Bearbeitung von Innen- und Außengewinden konzipiert und verfügt über eine dreieckige oder trapezförmige Schneide, einen Spanwinkel von 5–8° zur Reduzierung der Schnittkraft und einen Rückwinkel von 6–10°. Es kommen YT15- und TiCN- Beschichtungen zum Einsatz. Die Sägeblattgeometrie wird entsprechend der Steigung (0,5–5 mm) angepasst. Schnittgeschwindigkeit: 50–200 m/min, Vorschub: 0,05–0,15 mm/U, Schnitttiefe: 0,5–2 mm, Lebensdauer: 10–15 Stunden, Genauigkeit: <0,01 mm. Weit verbreitet bei der Herstellung von Muttern, Schrauben und Rohrverbindungen.

Schneidwerkzeug

Zum Schneiden von Werkstücken oder zur Segmentbearbeitung. Die Klinge ist schmal (Breite 2–5 mm), der vordere Winkel beträgt 0–5° zur Erhöhung der Festigkeit, der hintere Winkel 6–10°. Es wurden YG8- und TiN- Beschichtungen gewählt und die Klinge ist mit einer seitlichen Stützstruktur ausgestattet. Schnittgeschwindigkeit 100–300 m/min, Vorschub 0,1–0,2 mm/U, Schnitttiefe 2–5 mm, Lebensdauer 8–12 Stunden, Genauigkeit <0,02 mm, geeignet zum Stangenschneiden, Rohrsegmentieren und Plattenschneiden.

Formdrehwerkzeug

Bei der Bearbeitung komplexer Konturen und nicht kreisförmiger Oberflächen wird die Klinge entsprechend der Form des Werkstücks (z. B. Ellipse, Nocke) angepasst, der vordere Winkel beträgt 5°–15°, der hintere Winkel beträgt 6°–12°, YW1 und eine Mehrschichtbeschichtung (z. B. TiN+Al₂O₃) werden ausgewählt und die Klinge wird poliert (Ra <0,1 µm), um die Oberflächenqualität zu verbessern. Schnittgeschwindigkeit 100–400 m/min, Vorschub 0,05–0,2 mm/U, Schnitttiefe 0,5–3 mm, Lebensdauer 10–18 Stunden, Genauigkeit <0,01 mm, häufig verwendet bei Nockenwellen, gekrümmten Formen und Teilen mit nicht kreisförmigem Querschnitt.

Schruppdrehmeißel

Der Schwerpunkt liegt auf der Entfernung von Überschuss und der Verbesserung der Effizienz, starke Klinge, Spanwinkel 5°–8°, Rückwinkel 6°–8°, ausgewählt werden YG8 und YT30, Klingenverdickung (2–3 mm) zur Verbesserung der Schlagfestigkeit, CVD-Beschichtung (wie TiAlN, Dicke 15–25 µm) zur Verbesserung der Verschleißfestigkeit. Schnittgeschwindigkeit 100–250 m/min, Vorschub 0,3–0,6 mm/U, Schnitttiefe 2–10 mm, Lebensdauer 10–15 Stunden, geeignet für die Grobbearbeitung von Gusseisenknüppeln und Stahl.

Feindrehmeißel

Fokus auf Oberflächenqualität und Maßgenauigkeit, scharfe Klinge, Spanwinkel 10°–15°, Rückwinkel 8°–12°, Verwendung von YT15 und TiAlN- Beschichtung, leicht passivierte Klingenkante (R 0,05–0,1 mm) zur Reduzierung von Rattermarken. Schnittgeschwindigkeit 200–500 m/min, Vorschub 0,05–0,1 mm/U, Schnitttiefe 0,1–1 mm, Lebensdauer 15–25 Stunden, Genauigkeit <0,005 mm, weit verbreitet bei der Endbearbeitung von Lagerringen, Getriebewellen und Präzisionswellen.

10. Auswahl und Zuordnung

Drehwerkzeuge sollten das Werkstückmaterial, die Bearbeitungsart und die Leistungsfähigkeit der Werkzeugmaschine berücksichtigen. Wählen Sie beispielsweise für die Schruppbearbeitung von Stahl YG8-Schruppdrehwerkzeuge und für die Feinbearbeitung YT15-Feindrehwerkzeuge. Für die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Bearbeitung von Titanlegierungen wählen Sie außenzyklische Drehwerkzeuge YW1 mit TiAlN-Beschichtung. Für die Bearbeitung von Aluminiumlegierungen wählen Sie formende Drehwerkzeuge YG6, um das Feststecken des Werkzeugs zu reduzieren. Die Steifigkeit der Werkzeugspindel ($> 500 \text{ Nm}$) und die Genauigkeit des Vorschubsystems ($< 0,01 \text{ mm/U}$) wirken sich direkt auf die Leistung des Werkzeugs aus und müssen auf den jeweiligen Einsatzzweck abgestimmt werden.

Hartmetall-Drehwerkzeuge spielen aufgrund ihrer Vielseitigkeit und hohen Leistung eine wichtige Rolle in der modernen Fertigung. Ihre Konstruktion und Anwendung müssen entsprechend dem Werkstückmaterial (z. B. Stahl, Gusseisen, Titanlegierung) und den Bearbeitungsanforderungen (z. B. Präzision und Geschwindigkeit) ausgewählt und mit Beschichtung, Geometrieoptimierung und Kühltechnologie kombiniert werden, um die Lebensdauer zu verlängern und die Effizienz zu verbessern.

Zusammenfassung der Hartmetall-Drehwerkzeugtypen

Werkzeugtyp	Spanwinkel (°)	Freiwinkel (°)	Anwendbar Marke	Beschichtungstyp	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschubgeschwindigkeit (mm/U)	Schnitttiefe (mm)	Lebensdauer (Stunden)	Genauigkeit (mm)	Typische Anwendung
Außendrehwerkzeug	8-12	6-10	YG6, YT15	Zinn ($3-5 \mu\text{m}$)	150-400	0,1-0,3	1-5	12-20	$<0,01$	Kurbelwelle, Hauptwelle, Antriebswelle
Innendrehmeißel	10-15	8-12	YG8, YT30	Al_2O_3 ($10-20 \mu\text{m}$)	100-300	0,05-0,2	0,5-2	10-18	$<0,005$	Hydraulikzylinder, Lagerinnenring
Stirndrehmeißel	5-10	6-8	YG6	Al_2O_3	200-500	0,2-0,4	1-6	15-25	$<0,01$	Flansch, Scheibenteile, Pumpenkörper
Gewindedrehwerkzeug	5-8	6-10	YT15	TiCN	50-200	0,05-0,15	0,5-2	10-15	$<0,01$	Muttern, Schrauben, Rohrverbindungen
Schneidwerkzeug	0-5	6-10	YG8	Zinn	100-300	0,1-0,2	2-5	8-12	$<0,02$	Stangenschnitten, Rohrsegmentieren, Plattenschneiden

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkzeugtyp	Spanwinkel (°)	Freiwinkel (°)	Anwendbar Marke	Beschichtungstyp	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschubgeschwindigkeit (mm/U)	Schnitttiefe (mm)	Lebensdauer (Stunde)	Genauigkeit (mm)	Typische Anwendungen
										den
Formdrehwerkzeug	5-15	6-12	YW1	TiN + Al ₂ O ₃	100-400	0,05-0,2	0,5-3	10-18	<0,01	Nockenwellen, gekrümmte Formen, unrunde Teile
Schruppdrehmeißel	5-8	6-8	YG8, YT30	TiAlN (15-25 µm)	100-250	0,3-0,6	2-10	10-15	-	Gusseisenknüppel, Stahlvorbereitung
Feindrehmeißel	10-15	8-12	YT15	TiAlN	200-500	0,05-0,1	0,1-1	15-25	<0,005	Lagerringe, Getriebewellen, Präzisionswellen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Anhang:

ISO 513:2012

Klassifizierung und Anwendung von Hartstoff- und Hartbeschichtungswerkzeugen Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe für die spanende Bearbeitung mit definierten Schneiden — Bezeichnung der Hauptgruppen und Anwendungsgebiete

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Internationale Norm legt die Klassifizierung und Anwendung harter Schneidstoffe, einschließlich Carbide, Keramik, Diamant und Bornitrid, für die spanende Bearbeitung von Metallen mit definierten Schneidkanten fest

und legt ihre Anwendungsbereiche fest. 1.2 Diese Norm gilt für die spanende Bearbeitung und ist nicht für andere Anwendungen vorgesehen, wie beispielsweise Bergbau- und andere Schlagwerkzeuge, Drahtziehsteine, Werkzeuge zur Metallverformung und Vergleichskontaktspitzen.

1.3 Diese Norm soll dem Anwender eine Anleitung zur Auswahl harter Schneidstoffe geben und deren Hauptkategorien und Anwendungsgruppen je nach Werkstückstoff und Bearbeitungsbedingungen festlegen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden in dieser Norm referenziert und sind daher normative Referenzen. Ihre späteren Überarbeitungen oder Änderungen gelten nicht für diese Norm, sofern nicht anders angegeben. Es wird empfohlen, die neuesten Versionen dieser Dokumente von der offiziellen ISO-Website herunterzuladen.

ISO 3002-1:1984, Grundgrößen beim Trennen und Schleifen – Teil 1: Geometrie des aktiven Teils von Schneidwerkzeugen – Allgemeine Begriffe, Bezugssysteme, Werkzeug- und Arbeitswinkel, Spanleitstufen

ISO 1832:2017, Wendeschneidplatten für Zerspanungswerkzeuge – Bezeichnung

ISO 23601:2009, Sicherheitskennzeichnung – Flucht- und Evakuierungsplanschilder

3 Begriffe und Definitionen

Für das Verständnis dieser Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Harte Schneidstoffe

sind Werkstoffe mit hoher Härte (üblicherweise über HV 1500) und Verschleißfestigkeit, die für die spanende Metallbearbeitung verwendet werden, darunter Hartmetall, Keramik, Diamant und kubisches Bornitrid (cBN).

3.2 Spanabfuhr Die

Vorgang des Entfernens von Material von der Oberfläche eines Werkstücks durch die Wechselwirkung des Schneidwerkzeugs mit dem Werkstück, normalerweise unter Verwendung einer definierten Schneidkante .

3.3 Hauptgruppen

Kategorien harter Schneidstoffe auf Grundlage der Materialzusammensetzung und der Leistungseigenschaften, wie etwa P (Stahl), M (Edelstahl), K (Gusseisen) usw. 3.4

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anwendungsgruppen

Untergruppen harter Schneidstoffe für bestimmte Werkstückmaterialien und Verarbeitungsbedingungen, die als Orientierungshilfe bei der Werkzeugauswahl dienen.

4 Symbole und Abkürzungen

P : Stahl und Stahlguss

M : Edelstahl und hitzebeständige Legierungen

K : Gusseisen

N : Nichteisenmetall

S : Schwer zu verarbeitende Werkstoffe (z. B. Titanlegierungen, Hochtemperaturlegierungen)

H : Gehärteter Stahl (Härte > 50 HRC)

cBN : Kubisches Bornitrid

PVD : Physikalische Gasphasenabscheidung

CVD : Chemische Gasphasenabscheidung

5 Einteilung der harten Schneidstoffe

5.1 Hauptkategorien

Harte Schneidstoffe werden je nach Zusammensetzung und Eignung in folgende Hauptkategorien eingeteilt:

Hartmetalle : Basierend auf Wolframkarbid (WC) wird Kobalt (Co) als Bindemittel hinzugefügt, und zur Leistungssteigerung können Karbide wie TiC und TaC **hinzugefügt werden** .

Keramik : einschließlich Aluminiumoxid (Al_2O_3) und Siliziumnitrid (Si_3N_4) , geeignet für das Hochgeschwindigkeitsschneiden .

Diamant : Natürlich oder künstlich, geeignet für Nichteisenmetalle und Verbundwerkstoffe.

Kubisches Bornitrid (cBN) : Geeignet für hochharten Stahl und schwer zu verarbeitende Materialien.

5.2 Anwendungsgruppen

Abhängig vom Werkstückwerkstoff und den Bearbeitungsbedingungen ergeben sich folgende Anwendungsgruppen für harte Schneidstoffe:

P- Gruppe : Geeignet für Stahl und Stahlguss, Schnittgeschwindigkeit 100–400 m/min.

M- Gruppe : Geeignet für Edelstahl und hitzebeständige Legierungen, Schnittgeschwindigkeit 50–200 m/min.

K -Gruppe : Geeignet für Gusseisen, Schnittgeschwindigkeit 150–500 m/min.

N- Gruppe : Geeignet für Aluminium, Kupfer und deren Legierungen, Schnittgeschwindigkeit 200–1000 m/min.

S -Gruppe : Geeignet für Titanlegierungen und Hochtemperaturlegierungen, Schnittgeschwindigkeit 20–100 m/min.

Gruppe H : Geeignet für gehärteten Stahl (Härte > 50 HRC), Schnittgeschwindigkeit 50–150 m/min.

5.3 Beschichtungsklassifizierung

PVD -Beschichtung : einschließlich TiN , TiCN , AlTiN , mit einer Dicke von 2–10 μm , geeignet zum allgemeinen Schneiden.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CVD- Beschichtung : enthält TiN + Al₂O₃ + TiCN , Dicke 5–20 µm , geeignet für Hochtemperaturbedingungen.

6 Anwendungsleitfaden

6.1 Auswahlgrundsätze

Wählen Sie je nach Werkstückmaterial die entsprechende Anwendungsgruppe aus, beispielsweise ist Gruppe P für Stahl und Gruppe N für Aluminiumlegierungen geeignet.

Die Beschichtung und die Geometrie werden je nach Bearbeitungsart (Schruppen, Schlichten) ausgewählt.

wird zur Verlängerung der Werkzeuglebensdauer Nassschneiden oder Hochdruckkühlung empfohlen.

6.2 Empfehlungen zu Verarbeitungsparametern

Schnittgeschwindigkeit : Je nach Material und Werkzeugtyp angepasst, im Bereich von 20–1000 m/min .

Vorschubgeschwindigkeit : 0,05–0,5 mm /U, angepasst an Lochdurchmesser oder Oberflächenanforderungen.

Schnitttiefe : 0,1–5 mm, abhängig von der Bearbeitungsgenauigkeit und Werkzeugstärke.

6.3 Einschränkungen

Vermeiden Sie die Verwendung der in dieser Norm angegebenen Materialien bei Anwendungen ohne Spanabnahme.

Bei hohen Stoßbelastungen werden hochfeste Werkstoffe (wie etwa YG10) empfohlen.

7 Kennzeichnung und Identifizierung

7.1 Die Kennzeichnung harter Schneidstoffe muss die Werkstoffkategorie, die Anwendungsgruppe und die Beschichtungsart umfassen, beispielsweise:

P30 TiAlN : zeigt P-Gruppe, YT-Serie, TiAlN- Beschichtung an.

K20 CVD : Zeigt die K-Gruppe, YG-Serie, CVD-Beschichtung an.

7.2 Das Logo sollte gemäß ISO 1832-Standard deutlich auf die Werkzeugoberfläche oder Verpackung gedruckt sein.

8 Anhang (Informativ)

Anhang A: Vergleich der Eigenschaften harter Schneidstoffe

Materialtyp	Härte (HV)	Bruchzähigkeit (MPa·m ^{1/2})	Hitzebeständigkeit (°C)	Typische Anwendungen
Hartmetall	1500-2000	10-20	800-1000	Allgemeines Schneiden
Keramik	1800-2500	3-8	1200	Hochgeschwindigkeitsschneiden
Diamant	8000-10000	5-10	600	Nichteisenmetalle
BnB	4000-5000	6-12	1200	Gehärteter Stahl

Anhang B: Zuordnungstabelle Anwendungsgruppe und Werkstückmaterial

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anwendungsgruppe	Werkstückstoffbeispiele	Empfohlene Schnittgeschwindigkeit (m/min)
P	Kohlenstoffstahl, legierter Stahl	100-400
M	Edelstahl, hitzebeständiger Stahl	50-200
K	Grauguss, Sphäroguss	150-500
N	Aluminium, Kupfer, Messing	200-1000
S	Titanlegierung, Nickelbasislegierung	20-100
H	Gehärteter Stahl (50-65 HRC)	50-150

9 Impressum

Veröffentlichungsdatum : 2012-11-05

Bestätigungsdatum : 15.01.2018 (aktuelle Version gültig)

Internationale Standardnummer : ISO 513:2012

Technisches Komitee : ISO/TC 29/SC 9 - Werkzeuge mit definierten Schneiden

ICS -Code : 25.100.01 (Schneidwerkzeuge im Allgemeinen)

veranschaulichen

Die obige Version basiert auf der Struktur von ISO 513:2012 und den in den Suchergebnissen genannten Schlüsselinformationen (wie Klassifizierung, Anwendungsgruppe, Beschichtungstyp usw.). Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, habe ich einige technische Details (wie Härtebereich, Schnittparameter) angenommen und mich auf die Branchenpraxis für Hartmetallwerkzeuge bezogen. Diese Annahmen dienen der Wahrung der Rationalität und Konsistenz des Inhalts. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von ISO 513:2012 zu beziehen, um Vollständigkeit und Genauigkeit zu gewährleisten.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 2073-2013

Hartmetall-Drehwerkzeuge Hartmetall-Drehwerkzeuge

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Leitlinien für die Normung Teil 1: Struktur und Entwurfsregeln für Normen“ erstellt. Sie ersetzt GB/T 2073-1998 „Hartmetall-Drehwerkzeuge“. Im Vergleich zu GB/T 2073-1998 ergeben sich folgende wesentliche technische Änderungen:

Aktualisierte Materialklassifizierung und Leistungsanforderungen für Drehwerkzeuge aus Hartmetall;

Erhöhte Anforderungen an die Beschichtungstechnologie;

Angepasste Maßtoleranzen und Oberflächenqualitätsstandards;

Die relevanten Inhalte zu Umweltschutz und Recycling werden ergänzt.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für die Normung von Schneidwerkzeugen (SAC/TC 207). Die Erarbeitungsstellen dieser Norm sind: China Machine Tool Industry Association, Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. und Chengdu Tool Research Institute. Die Hauptautoren dieser Norm sind:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt die Klassifizierung, Werkstoffanforderungen, technischen Bedingungen, Prüfverfahren, Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von Drehwerkzeugen aus Hartmetall fest.

1.2 Diese Norm gilt für Drehwerkzeuge aus Hartmetall wie Außendrehwerkzeuge, Innenlochdrehwerkzeuge, Abstechdrehwerkzeuge und Gewindedrehwerkzeuge, die zur Metallzerspanung verwendet werden. 1.3 Diese Norm gilt nicht für Drehwerkzeuge für besondere Zwecke (wie Drehwerkzeuge für nichtmetallische Werkstoffe) oder Drehwerkzeuge, die nicht aus Hartmetall bestehen.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 191-2008, Bildliche Kennzeichnung für Verpackung, Lagerung und Transport

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 5319-2017, Geometrische Parameter und Winkel von Drehwerkzeugen

ISO 513:2012, Klassifizierung und Anwendung von Hartstoffen und hartbeschichteten Schneidwerkzeugen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Drehwerkzeuge aus Hartmetall

bestehen aus Wolframkarbid (WC) als Basis, mit Kobalt (Co) oder anderen Karbiden (wie TiC , TaC) hinzugefügt und gesintert und werden zum Drehen verwendet.

3.2 Beschichtete Drehwerkzeuge sind Drehwerkzeuge mit PVD- oder CVD-Beschichtungen (wie

TiN , TiAlN) wird auf das Hartmetallsubstrat aufgetragen, um die Verschleißfestigkeit und Hitzebeständigkeit zu verbessern.

3.3 Zu den geometrischen Parametern

gehören Spanwinkel, Rückwinkel, Kantenneigungswinkel usw., die die Schneidleistung und Oberflächenqualität beeinflussen.

4 Kategorien

4.1 Klassifizierung nach Zweck:

Außendrehwerkzeug : wird zum Bearbeiten äußerer zylindrischer Oberflächen verwendet .

Innendrehwerkzeug : Wird zum Bearbeiten der Innenfläche von Bohrungen verwendet .

Trennwerkzeug : dient zum Schneiden oder Trennen von Werkstücken .

Gewindedrehwerkzeug : Wird zum Bearbeiten von Gewindeoberflächen verwendet.

4.2 Klassifizierung nach Struktur:

Integraltyp : Der Schneidkopf und der Schneidkörper bestehen aus einem Stück .

Schweißart : Der Messerkopf und der Messerkörper werden durch Schweißen verbunden .

Indexierbarer Typ : Es wird eine Struktur mit austauschbaren Klingen verwendet.

5 Technische Anforderungen

5.1 Materialanforderungen

Die Hartmetallsorten müssen den Bestimmungen von GB/T 2072-2006 entsprechen. Häufig verwendete Sorten sind YG6 (Härte HV 1800–1900), YT15 (Härte HV 1900–2000) und YW2 (Härte HV 1800–2100).

Kobaltgehaltsbereich: 4 % – 12 %, je nach Verwendung angepasst.

5.2 Geometrische Parameter

Spanwinkel: 0° bis 15° (je nach Werkstückmaterial einstellbar).

Freiwinkel: 6° bis 12°.

Blattneigungswinkel: -5° bis 5°.

Spezifische Parameter finden Sie in GB/T 5319-2017.

5.3 Anforderungen an die Beschichtung

Beschichtungstyp: PVD (TiN , TiCN , AlTiN , Dicke 2-10 μm) oder CVD (TiN + Al₂O₃ , Dicke 5-20 μm) .

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung $\geq 70\text{ N}$.

Oberflächenrauheit: Ra $\leq 0,2\text{ }\mu\text{m}$.

5.4 Maße und Toleranzen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Toleranz der Fräserlänge: $\pm 0,5$ mm.
Toleranz der Klingenbreite: $\pm 0,2$ mm.
Es entspricht dem IT6-Genauigkeitsstandard von GB/T 1800.1-2009.

5.5 Leistungsanforderungen

Schnittgeschwindigkeit: 50-400 m/min (je nach Material).
Verschleißfestigkeit: $< 0,03 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$.
Hitzebeständigkeit: bis 1000°C (Beschichtung verstärkt).

6 Prüfmethoden

6.1 Die Härteprüfung wird

gemäß Anhang A von GB/T 2072-2006 mit einem Vickers-Härteprüfgerät an mindestens 3 Prüfpunkten durchgeführt und der Durchschnittswert ermittelt.

6.2 Die Beschichtungshaftungsprüfung wird

gemäß Anhang B von GB/T 5319-2017 mit einem Kratzprüfgerät durchgeführt und die kritische Belastung aufgezeichnet.

6.3 Die Schneidleistungsprüfung wird an

einem Standardprüfstück (45 # Stahl) durchgeführt und die Schnittlebensdauer (≥ 15 h) aufgezeichnet.

7 Inspektionsregeln

7.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.
7.2 Zu den Prüfpunkten gehören Größe, Härte, Beschichtungshaftung und Schneidleistung.
7.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

8 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

8.1 Logo

Die Marke (z. B. YG6), Größe und Produktionsdatum sollten auf der Oberfläche des Werkzeugs markiert sein, zum Beispiel: YG6-20 $\times$ 150-20230619.

Auf dem Verpackungskarton sollten Lager- und Transportdiagramme gemäß GB/T 191-2008 angebracht sein.

8.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl und einen Plastikbeutel zum Verschließen und legen Sie das Produkt in eine Holzkiste oder einen Karton.

8.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen ($> 50^\circ\text{C}$) und Feuchtigkeit.
Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre, nach Ablauf ist eine erneute Prüfung erforderlich.

9 Anhang (informativ)

Anhang A: Leistungsvergleich von Hartmetall-Drehwerkzeugen

Marke	Härte (HV)	Bruchzähigkeit ($\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$)	Hitzebeständigkeit ($^\circ\text{C}$)	Typische Anwendungen
YG6	1800-	15-18	800	Aluminiumlegierung,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Marke	Härte (HV)	Bruchzähigkeit ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$)	Hitzebeständigkeit ($^{\circ}\text{C}$)	Typische Anwendungen
	1900			Gusseisen
YT15	1900–2000	12-15	1000	Stahl
YW2	1800-2100	14-17	900	Titanlegierung, Stahl

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschubgeschwindigkeit (mm/U)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-200	0,1-0,3	1-3
Aluminiumlegierung	200-400	0,2-0,5	2-5
Gusseisen	150-300	0,1-0,4	1-4

10. Impressum

Veröffentlichungsdatum : 2013-06-19

Datum des Inkrafttretens : 01.01.2014

Nationale Standardnummer : GB /T 2073-2013

Technisches Komitee : SAC/TC 207 – Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

ICS -Code : 25.100.10 (Drehwerkzeuge)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine Simulationsversion, die auf der Struktur von GB/T 2073-2013 und der Branchenpraxis für Hartmetall-Drehwerkzeuge basiert. Einige technische Details (wie Härtebereich, Schnittparameter) werden vorausgesetzt, und es wird auf ähnliche nationale Normen (wie GB/T 2072-2006) und ISO 513: 2012 verwiesen, um die Rationalität und Konsistenz des Inhalts zu wahren. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von GB/T 2073-2013 zu beziehen, um Vollständigkeit und Richtigkeit sicherzustellen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 1800.1-2009

Toleranzen und Passungen Teil 1:

Grundlagen und zugehörige Begriffe zu Toleranzzonen

Toleranzen und Passungen

— Teil 1: Grundsätze der Toleranzzonen und verwandte Begriffe

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Leitlinien für die Normung, Teil 1: Struktur und Entwurfsregeln für Normen“ erstellt. Sie ersetzt GB/T 1800.1-1998 „Grundprinzipien und zugehörige Begriffe für Toleranzen und Passungstoleranzzonen“. Im Vergleich zu GB/T 1800.1-1998 ergeben sich folgende wesentliche technische Änderungen:

Aktualisierung der Klassifizierung und Berechnungsmethode der Toleranzzonen;

Ergänzt die Anwendungshinweise zu Toleranzfeldern in der modernen Fertigungstechnik;

Die Begriffsdefinitionen wurden an internationale Normen (wie ISO 286-1) angepasst.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Maschinenbaunormung (SAC/TC 5). Die Erarbeitungsstellen dieser Norm sind: China Machinery Industry Federation, School of Mechanical Engineering, Tsinghua University und Beijing Machine Tool Research Institute. Die Hauptautoren dieser Norm sind:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt die Grundprinzipien von Toleranzfeldern in Toleranzen und Passungen fest, einschließlich der Definition, Klassifizierung, Kennzeichnung und verwandter Begriffe von Toleranzfeldern.

1.2 Diese Norm gilt für die Formulierung und Anwendung von Maßtoleranzen im Maschinenbau und umfasst die Toleranzfelder von Längen- und Winkelmaßen. 1.3 Diese Norm gilt nicht für die spezifischen Anforderungen an Oberflächenrauheit, Formtoleranz oder Lagetoleranz. Relevante Inhalte finden Sie in GB/T 1182 und GB/T 131.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, Richtlinien für die Standardisierung Teil 1: Struktur und Redaktionsregeln für Standards

GB/T 1182-2008, Toleranzmarkierungsverfahren für Form- und Lagetoleranzen

GB/T 131-2006, Grundbegriffe, Typen und Toleranzklassen für Grenzen und Passungen

ISO 286-1:2010, Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Geometrische Tolerierung – Toleranzen der Form, Orientierung, Lage und des Rundlaufs – Teil 1: Allgemeines, Definitionen,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Symbole, Angaben auf Zeichnungen

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Toleranz

Der Bereich der zulässigen Maßabweichung, d. h. die Differenz zwischen dem maximalen Grenzmaß und dem minimalen Grenzmaß.

3.2 Toleranzzone Der

geometrische Bereich innerhalb eines gegebenen Toleranzbereichs, in dem Maßabweichungen zulässig sind, definiert durch den Toleranzgrad und die Grundabweichung.

3.3 Grundabweichung

Die Abweichung nahe der Mittellinie der Toleranzzone, die die Richtung und Amplitude der Abweichung der Toleranzzone bestimmt.

3.4 Toleranzgrad

Gibt die Stufe der Toleranzgröße an, von IT01 (extrem hohe Präzision) bis IT18 (niedrige Präzision), insgesamt 18 Stufen.

3.5 Passung

Die Beziehung zwischen den Toleranzzonen zweier zusammenpassender Teile, einschließlich Spielpassung, Übergangspassung und Presspassung.

4 Symbole und Abkürzungen

IT : Internationaler Toleranzgrad

h : Lochreferenzabweichung (unterhalb der Nulllinie)

js : Keine Abweichungstoleranzzone

g : Spaltseitenabweichung

k : Störseitige Abweichung

H : Obergrenze der Lochtoleranzzone

P : Obergrenze der Wellentoleranzzone

5 Grundprinzipien der Toleranzzone

5.1 Definition der Toleranzzone

Die Toleranzzone ist ein geometrischer Bereich, der durch Grundmaß, Grundabweichung und Toleranzgrad bestimmt wird und zur Kontrolle der Bearbeitungsgenauigkeit von Teilen verwendet wird.

5.2 Klassifizierung von Toleranzzonen

Lochtoleranzzone : Basierend auf der Nenngröße des Lochs, gekennzeichnet als H , Js usw.

Wellentoleranzfeld : Basierend auf der Nenngröße der Welle, gekennzeichnet als h, k usw.

Die Toleranzzone ist entsprechend der Grundabweichung in 28 Typen (von A bis ZC) unterteilt. Einzelheiten finden Sie in Anhang A.

5.3 Toleranzklasse

Es ist in IT01, IT0, IT1 bis IT18 unterteilt und die Werte sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Die Beziehung zwischen IT-Klasse und Toleranzwert lautet: Toleranzwert = IT-Klassenkoeffizient × Funktion der Basisgröße.

5.4 Markierungsmethode

Die Toleranzzone wird durch den Grundabweichungsbuchstaben plus der Toleranzklassennummer angegeben, beispielsweise 20H7, 25g6.

Die Markierung sollte gemäß GB/T 1182-2008 neben der Maßmarkierung angebracht werden.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6 Technische Anforderungen

6.1 Berechnung des Toleranzwertes

Der Toleranzwert wird anhand des Grundmaßes und der Toleranzklasse ermittelt. Die Formel lautet: IT-Wert = $a \times D^b$ (wobei D die Grunddimension ist, a und b empirische Koeffizienten sind, siehe Tabelle 1).

6.2 Grundabweichung

Die Grundabweichung des Lochs ist Null oder negativ (H, Js) .

Die Grundabweichung der Welle kann positiv oder negativ sein (h, k, g).

7 Anhang (normativ)

Anhang A: Toleranzgrad und Toleranzwert

Toleranzklasse	Grundgrößenbereich (mm)	Toleranzwert (μm)
IT6	18-30	16
IT7	18-30	25
IT8	18-30	40
IT9	18-30	63

Anhang B: Grundlegende Abweichungstabelle

Abweichungssymbol	Grundabweichung (μm)	Geltungsbereich
H	0	Lochtoleranzbereich
H	0	Wellentoleranzzone
G	+9 (18-30 mm)	Spielpassung
k	-10 (18-30 mm)	Presspassung

8 Inspektionsregeln

8.1 Die Prüfung der Maßtoleranzen erfolgt gemäß GB/T 1182-2008 mit einem Messschieber oder Mikrometer.

8.2 Der Messfehler der Toleranzonenabweichung darf 10 % nicht überschreiten.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Toleranzoneninformationen sollten gemäß GB/T 191-2008 auf der Produktverpackung angegeben werden, z. B. 20H7.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie eine feuchtigkeitsdichte Verpackung und legen Sie die Produkte in Kartons oder Holzkisten.

9.3 Transport und Lagerung

Direkte Sonneneinstrahlung und Feuchtigkeit vermeiden, Lagertemperatur 0-40°C.

10. Impressum

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Veröffentlichungsdatum : 15.12.2009

Datum des Inkrafttretens : 01.07.2010

Nationale Standardnummer : GB /T 1800.1-2009

Technisches Komitee : SAC/TC 5 - Nationales Technisches Komitee für Maschinenbau-Normung

ICS -Code : 17.040.10 (Grenzen und Passungen)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine simulierte Version, die auf der Branchenpraxis hinsichtlich Struktur, Toleranz und Passung von GB/T 1800.1-2009 basiert. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, gehen wir von einigen technischen Details (wie Toleranzwerten, Abweichungstabellen) aus und verweisen auf die relevanten Inhalte der Normen ISO 286-1:2010 und der GB/T-Reihe. Diese Annahmen dienen der Wahrung der Rationalität und Konsistenz des Inhalts. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von GB/T 1800.1-2009 zu beziehen, um Vollständigkeit und Richtigkeit sicherzustellen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 2072-2006

Spezifikationen für Hartmetall

Technische Bedingungen für Hartlegierungen

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Leitlinien für die Normung Teil 1: Struktur und Entwurfsregeln für Normen“ erstellt. Diese Norm ersetzt GB/T 2072-1994 „Technische Bedingungen für Hartmetall“. Im Vergleich zu GB/T 2072-1994 ergeben sich folgende wesentliche technische Änderungen:

Aktualisierung der Klassifizierungs- und Leistungsanforderungen für Hartmetall;

Erhöhte Anforderungen an die Beschichtungstechnologie;

Die Erkennungsmethoden und Inspektionsregeln wurden angepasst;

Die relevanten Inhalte zu Umweltschutz und Recycling werden ergänzt.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Die Erarbeitungsstellen dieser Norm sind: China Machine Tool Industry Association, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd. und Xi'an Institute of Metals. Die Hauptautoren dieser Norm sind:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt die Klassifizierung, Materialanforderungen, technischen Bedingungen, Prüfmethoden, Inspektionsregeln, Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von Hartmetall fest.

1.2 Diese Norm gilt für Hartmetallprodukte, die für Schneidwerkzeuge, Formen und verschleißfeste Teile verwendet werden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Materialien für Drehwerkzeuge, Fräser und Räumnadeln.

1.3 Diese Norm gilt nicht für Hartmetall für nicht-schneidende Zwecke (wie etwa Bergbauwerkzeuge) oder für Materialien, die durch nicht standardmäßige Sinterverfahren hergestellt werden.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, Richtlinien für die Standardisierung Teil 1: Struktur und Redaktionsregeln für Standards

GB/T 2073-2013, Hartmetall-Drehwerkzeuge

GB/T 5319-2017, Geometrische Parameter und Winkel von Drehwerkzeugen

ISO 513:2012, Klassifizierung und Anwendung von Hartstoffen und hartbeschichteten

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Schneidwerkzeugen

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Hartmetall

ist ein mehrphasiger Werkstoff, der durch Sintern von Wolframkarbid (WC) mit Kobalt (Co) oder anderen Karbiden (wie

TiC , TaC) durch Pulvermetallurgie. 3.2 **Beschichtetes Hartmetall ist ein Material mit PVD- oder CVD-Beschichtung (wie**

TiN , TiAlN) wird auf das Hartmetallsubstrat aufgetragen, um die Verschleißfestigkeit und Hitzebeständigkeit zu verbessern.

3.3 Die Sinterdichte ist die Masse

pro Volumeneinheit des Hartmetalls nach dem Sintern und spiegelt seine Dichte wider.

4 Kategorien

4.1 Klassifizierung nach Materialzusammensetzung:

YG- Serie : Wolfram-Kobalt-Typ (WC-Co), geeignet für die Verarbeitung von Gusseisen und Nichteisenmetallen.

YT- Serie : Wolfram-Titan-Kobalt (WC- TiC -Co), geeignet für die Stahlverarbeitung.

YW -Serie : Wolfram-Titan-Tantal (Niob)-Kobalt (WC -TiC-TaC / NbC -Co), geeignet für komplexe Arbeitsbedingungen.

4.2 Klassifizierung nach Verwendung:

Hartmetall für Schneidwerkzeuge.

Hartmetall für Formen und verschleißfeste Teile.

5 Technische Anforderungen

5.1 Chemische Zusammensetzung

Wolframkarbidgehalt (WC): 85 % – 95 %.

Kobaltgehalt (Co): 4 % – 12 %, je nach Sorte angepasst.

Optionale Zugabe von TiC , TaC , NbC -Gehalt: 0 % – 10 %.

5.2 Physikalische Eigenschaften

Härte : HV 1500–2200 (je nach Sorte).

Dichte : 12,5-15,0 g/cm³ .

Bruchzähigkeit : 10-20 MPa·m^{1/2} .

5.3 Anforderungen an die Beschichtung

Beschichtungsart: PVD (TiN , TiCN , Dicke 2-10 μ m) oder CVD (TiN + Al₂O₃ , Dicke 5-20 μ m) .

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

Oberflächenrauheit: Ra ≤ 0,2 μ m .

5.4 Maßtoleranzen

Dickentoleranz: ±0,1 mm.

Breitentoleranz: ±0,2 mm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Es entspricht dem IT7-Genauigkeitsstandard von GB/T 1800.1-2009.

6 Prüfmethoden

6.1 Die Härteprüfung wird

gemäß GB/T 4340.1 mit einem Vickers-Härteprüfgerät mit mindestens 5 Prüfpunkten durchgeführt und der Durchschnittswert ermittelt. 6.2 Die **Dichteprüfung wird**

gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit der Archimedes-Methode durchgeführt.

6.3 Die Prüfung der Beschichtungshaftung wird gemäß Anhang B von GB/T 5319-2017 mit einem Kratzprüfgerät und Aufzeichnung der kritischen Last **durchgeführt**.

7 Inspektionsregeln

7.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

7.2 Zu den Prüfpunkten gehören chemische Zusammensetzung, Härte, Dichte und Beschichtungshaftung. 7.3 Die Ausfallrate muss $\leq 2\%$ betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

8 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

8.1 Logo

Die Markennummer (z. B. YG6), Größe und Produktionsdatum sollten auf der Produktoberfläche markiert sein, z. B.: YG6-10×50-20250619.

Auf dem Verpackungskarton sollten Lager- und Transportdiagramme gemäß GB/T 191-2008 angebracht sein.

8.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl und einen Plastikbeutel zum Verschließen und legen Sie das Produkt in eine Holzkiste oder einen Karton.

8.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen ($>50^{\circ}\text{C}$) und Feuchtigkeit.

Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre, nach Ablauf ist eine erneute Prüfung erforderlich.

9 Anhang (informativ)

Anhang A: Leistungsvergleich von Hartmetallsorten

Marke	Härte (HV)	Dichte (g/cm ³)	Bruchzähigkeit (MPa·m ^{1/2})	Typische Anwendungen
YG6	1800-1900	14,8-15,0	15-18	Gusseisen, Nichteisenmetalle
YT15	1900-2000	11,5-12,0	12-15	Stahl
YW2	1800-2100	12,0-13,0	14-17	Titanlegierung, Stahl

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschubgeschwindigkeit (mm/U)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-200	0,1-0,3	1-3
Gusseisen	150-300	0,1-0,4	1-4
Aluminiumlegierung	200-400	0,2-0,5	2-5

10. Impressum

Veröffentlichungsdatum : 2006-12-30

Datum der Umsetzung : 01.07.2007

Nationale Standardnummer : GB /T 2072-2006

Technisches Komitee : SAC/TC 207 – Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

ICS -Code : 25.100.01 (Schneidwerkzeuge im Allgemeinen)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine simulierte Version, die auf der Struktur von GB/T 2072-2006 und der Branchenpraxis für Hartmetall basiert. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, werden hier einige technische Details (wie Härtebereich, Schnittparameter) angenommen und auf ähnliche nationale Normen (wie GB/T 2073-2013) und ISO 513:2012 verwiesen. Diese Annahmen sollen die Rationalität und Konsistenz des Inhalts gewährleisten. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von GB/T 2072-2006 zu beziehen, um Vollständigkeit und Richtigkeit sicherzustellen.

Anhang:

GB/T 5319-2017

**Geometrieparameter und Winkel des Drehwerkzeugs
Geometrische Parameter und Winkel von Drehwerkzeugen**

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Leitlinien für die Normung Teil 1: Struktur und Entwurfsregeln für Normen“ erstellt. Sie ersetzt GB/T 5319-1998 „Geometrische Parameter und Winkel von Drehwerkzeugen“. Im Vergleich zu GB/T 5319-1998 ergeben sich folgende wesentliche technische Änderungen:

Die Klassifizierung und die empfohlenen Werte der geometrischen Parameter von Drehwerkzeugen wurden aktualisiert.

Hinzugefügte Anleitung zur Winkeleinstellung bei modernen Schneidetechniken;

Die Messmethoden und Inspektionsregeln wurden angepasst.

Die speziellen Anforderungen an Hartmetall-Drehwerkzeuge werden ergänzt.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Die Erarbeitungsstellen dieser Norm sind: China Machinery Industry Federation, Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. und Chengdu Tool Research Institute. Die Hauptautoren dieser Norm sind:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt die Definition, Klassifizierung, empfohlenen Werte, Messverfahren und Prüfregeln für geometrische Parameter und Winkel von Drehwerkzeugen fest.

1.2 Diese Norm gilt für Hartmetall-Drehwerkzeuge wie Außendrehwerkzeuge, Innendrehwerkzeuge, Abstechdrehwerkzeuge und Gewindedrehwerkzeuge und behandelt deren wichtigste geometrische Parameter und Winkel. 1.3 Diese Norm gilt nicht für die geometrischen Parameter von spanlosen Werkzeugen oder Spezialdrehwerkzeugen.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, Richtlinien für die Standardisierung Teil 1: Struktur und Redaktionsregeln für Standards

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 2073-2013, Hartmetall-Drehwerkzeuge

ISO 3002-1:1984, Grundgrößen beim Trennen und Schleifen – Teil 1: Geometrie des aktiven Teils von Schneidwerkzeugen – Allgemeine Begriffe, Bezugssysteme, Werkzeug- und Arbeitswinkel, Spanleitstufen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Werkzeuggeometrie

bezeichnet die Form- und Größenmerkmale des Schneidteils des Werkzeugs, darunter Spanwinkel, Freiwinkel, Schneidkanten-Neigungswinkel usw.

3.2 Spanwinkel

Der Winkel zwischen der Vorderseite der Schneide und der Ebene senkrecht zur Schnittgeschwindigkeitsrichtung, der sich auf die Schnittkraft und Spanbildung auswirkt.

3.3 Freiwinkel Der Winkel zwischen der Rückseite

der Schneide und der Werkstückoberfläche, der sich auf die Werkzeughaltbarkeit und Oberflächenqualität auswirkt.

4 Symbole und Abkürzungen

γ : Spanwinkel

α : Freiwinkel

λ : Neigungswinkel

κr : Anfahrwinkel

WC : Wolframkarbid

5. Geometrieparameter und Winkel des Drehwerkzeugs

5.1 Wichtigste geometrische Parameter

Spanwinkel (γ) : Bereich 0° bis 20° , angepasst an das Werkstückmaterial.

Freiwinkel (α) : Liegt zwischen 6° und 15° , um ein gleichmäßiges Schneiden zu gewährleisten.

Spanwinkel (λ) : Liegt zwischen -5° und 5° und beeinflusst den Spanfluss.

Hauptspanwinkel (κr) : reicht von 45° bis 90° und bestimmt die Schnittbreite.

5.2 Empfohlene Werte

Stahlverarbeitung : $\gamma = 5^\circ$ - 10° , $\alpha = 6^\circ$ - 10° , $\lambda = 0^\circ$, $\kappa r = 75^\circ$ - 90° .

Gusseisenbearbeitung : $\gamma = 0^\circ$ - 5° , $\alpha = 8^\circ$ - 12° , $\lambda = -5^\circ$, $\kappa r = 60^\circ$ - 75° .

Verarbeitung von Aluminiumlegierungen : $\gamma = 15^\circ$ - 20° , $\alpha = 10^\circ$ - 15° , $\lambda = 5^\circ$, $\kappa r = 45^\circ$ - 60° .

5.3 Besondere Anforderungen

Der Frontwinkel von Hartmetall-Drehmeißeln kann je nach Beschichtungsleistung angepasst werden. Der empfohlene γ -Winkel für beschichtete Drehmeißel wird um 2° - 5° erhöht.

Die abgeschrägte Kante (0,1–0,3 mm) eignet sich für unterbrochenes Schneiden und erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Absplittern.

6 Messmethoden

6.1 Winkelmessung

Verwenden Sie gemäß Anhang B von GB/T 2073-2013 ein Winkelmessgerät mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5^\circ$.

6.2 Kantenfasenmessung

Verwenden Sie gemäß ISO 3002-1 ein Mikroskop mit einem Fehler von $\pm 0,05$ mm.

6.3 Prüfung geometrischer Parameter

Führen Sie Schneidtests an Standardteststücken durch und zeichnen Sie die Spanmorphologie und Oberflächenrauheit auf.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7 Inspektionsregeln

7.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

7.2 Zu den Prüfpunkten gehören Spanwinkel, Rückwinkel, Neigungswinkel der Schneide und Hauptablenkwinkel. 7.3 Winkelabweichung $\leq 1^\circ$, andernfalls erfolgt die Verschrottung.

8 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

8.1 Logo

Die geometrischen Parameter (wie z. B. $\gamma 10^\circ \alpha 8^\circ$) sollten gemäß GB/T 191-2008 auf der Produktoberfläche markiert werden.

Der Verpackungskarton sollte mit Lager- und Transportsymbolen gekennzeichnet sein.

8.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl und einen Plastikbeutel zum Verschließen und legen Sie das Produkt in eine Holzkiste oder einen Karton.

8.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen ($>50^\circ\text{C}$) und Feuchtigkeit.

Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre, nach Ablauf ist eine erneute Prüfung erforderlich.

9 Anhang (informativ)

Anhang A: Tabelle der geometrischen Parameter und der Werkstückmaterialien

Werkstückstoff	Spanwinkel (γ)	Freiwinkel (α)	Blattneigungswinkel (λ)	Hauptablenkwinkel (κ)
Stahl	$5^\circ-10^\circ$	$6^\circ-10^\circ$	0°	$75^\circ-90^\circ$
Gusseisen	$0^\circ-5^\circ$	$8^\circ-12^\circ$	-5°	$60^\circ-75^\circ$
Aluminiumlegierung	$15^\circ-20^\circ$	$10^\circ-15^\circ$	5°	$45^\circ-60^\circ$

Anhang B: Schneidtestbedingungen

Material des Prüfstücks: 45# Stahl

Schnittgeschwindigkeit: 150 m/min

Vorschub: 0,2 mm/U

Schnitttiefe: 2 mm

10. Impressum

Veröffentlichungsdatum : 2017-12-29

Datum des Inkrafttretens : 01.07.2018

Nationale Standardnummer : GB /T 5319-2017

Technisches Komitee : SAC/TC 207 – Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

ICS -Code : 25.100.10 (Drehwerkzeuge)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine simulierte Version, die auf der Branchenpraxis der Struktur und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

geometrischen Parameter von Drehwerkzeugen gemäß GB/T 5319-2017 basiert. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, geht dieser Artikel von einigen technischen Details (wie Winkelbereich, Schnittparametern) aus und verweist auf ähnliche nationale Normen (wie GB/T 2073-2013) und ISO 3002-1:1984. Diese Annahmen sollen die Rationalität und Konsistenz des Inhalts gewährleisten. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von GB/T 5319-2017 zu beziehen, um Vollständigkeit und Genauigkeit zu gewährleisten.

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI, ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang

ISO 513:2012

Klassifizierung und Anwendung von Hartstoff- und Hartstoffbeschichtungswerkzeugen Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe zur Metallzerspanung mit definierten Schneidkanten

— Bezeichnung der Hauptgruppen und Anwendungsbereiche

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Internationale Norm legt die Klassifizierung und Anwendung harter Schneidstoffe, einschließlich Carbide, Keramik, Diamant und kubisches Bornitrid (cBN), für die spanende Bearbeitung von Metallen mit definierten Schneidkanten fest und legt Verfahren zur Bezeichnung ihrer Hauptkategorien und Anwendungsgruppen fest.

1.2 Diese Norm gilt für die spanende Bearbeitung und ist nicht für andere Anwendungen wie Bergbauwerkzeuge, Drahtziehwerkzeuge oder Werkzeuge zur Metallverformung vorgesehen. 1.3 Diese Norm soll dem Anwender eine Anleitung zur Auswahl harter Schneidstoffe bieten und je nach Werkstückmaterial und Bearbeitungsbedingungen geeignete Werkzeugmaterialien und Beschichtungen empfehlen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden in dieser Norm referenziert und sind daher normative Referenzen. Ihre späteren Überarbeitungen oder Änderungen gelten nicht für diese Norm, sofern nicht anders angegeben. Es wird empfohlen, die neuesten Versionen dieser Dokumente von der offiziellen ISO-Website herunterzuladen.

ISO 3002-1:1984, Grundgrößen beim Trennen und Schleifen – Teil 1: Geometrie des aktiven Teils von Schneidwerkzeugen – Allgemeine Begriffe, Bezugssysteme, Werkzeug- und Arbeitswinkel, Spanleitstufen

ISO 1832:2017, Wendschneidplatten für Zerspanungswerkzeuge – Bezeichnung

ISO 15641:2001, Werkzeuge zum Pressen – Hartmetallmatrizen und Matrizenkomponenten

3 Begriffe und Definitionen

Für das Verständnis dieser Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Harte Schneidstoffe

sind Werkstoffe mit hoher Härte (üblicherweise über HV 1500) und Verschleißfestigkeit, die für die spanende Metallbearbeitung verwendet werden, darunter Hartmetall, Keramik, Diamant und kubisches Bornitrid (cBN).

3.2 Spanabfuhr Die

Vorgang des Materialabtragens von der Werkstückoberfläche durch Wechselwirkung des Schneidwerkzeugs mit dem Werkstück, in der Regel mit einer definierten Schneidkante .

3.3 Hauptkategorie

Klassifizierung harter Schneidstoffe nach Materialzusammensetzung und Leistungsmerkmalen, z. B. P (Stahl), M (Edelstahl), K (Gusseisen) usw. 3.4 **Anwendungsgruppe**

Untergruppierung harter Schneidstoffe für bestimmte Werkstückmaterialien und Verarbeitungsbedingungen, die als Orientierungshilfe bei der Werkzeugauswahl dient.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

4 Symbole und Abkürzungen

P : Stahl und Stahlguss

M : Edelstahl und hitzebeständige Legierungen

K : Gusseisen

N : Nichteisenmetall

S : Schwer zu verarbeitende Werkstoffe (z. B. Titanlegierungen, Hochtemperaturlegierungen)

H : Gehärteter Stahl (Härte > 50 HRC)

cBN : Kubisches Bornitrid

PVD : Physikalische Gasphasenabscheidung

CVD : Chemische Gasphasenabscheidung

5 Einteilung der harten Schneidstoffe

5.1 Hauptkategorien

Harte Schneidstoffe werden je nach Zusammensetzung und Eignung in folgende Hauptkategorien eingeteilt:

Hartmetalle : Basierend auf Wolframkarbid (WC) wird Kobalt (Co) als Bindemittel hinzugefügt, und zur Leistungssteigerung können Karbide wie TiC und TaC **hinzugefügt werden**.

Keramik : einschließlich Aluminiumoxid (Al_2O_3) und Siliziumnitrid (Si_3N_4), geeignet für das Hochgeschwindigkeitsschneiden.

Diamant : Natürlich oder künstlich, geeignet für Nichteisenmetalle und Verbundwerkstoffe.

Kubisches Bornitrid (cBN) : Geeignet für hochharten Stahl und schwer zu verarbeitende Materialien.

5.2 Anwendungsgruppen

Abhängig vom Werkstückwerkstoff und den Bearbeitungsbedingungen ergeben sich folgende Anwendungsgruppen für harte Schneidstoffe:

P- Gruppe : Geeignet für Stahl und Stahlguss, empfohlene Schnittgeschwindigkeit 100–400 m/min.

M- Gruppe : Geeignet für Edelstahl und hitzebeständige Legierungen, empfohlene Schnittgeschwindigkeit 50–200 m/min.

K -Gruppe : Geeignet für Gusseisen, empfohlene Schnittgeschwindigkeit 150–500 m/min.

N- Gruppe : Geeignet für Aluminium, Kupfer und deren Legierungen, empfohlene Schnittgeschwindigkeit 200–1000 m/min.

S- Gruppe : Geeignet für Titanlegierungen und Hochtemperaturlegierungen, empfohlene Schnittgeschwindigkeit 20–100 m/min.

Gruppe H : Geeignet für gehärteten Stahl (Härte > 50 HRC), empfohlene Schnittgeschwindigkeit 50–150 m/min.

5.3 Beschichtungsklassifizierung

PVD -Beschichtung : einschließlich TiN , TiCN , AlTiN , mit einer Dicke von 2–10 μm , geeignet zum allgemeinen Schneiden.

CVD- Beschichtung : enthält TiN + Al_2O_3 + TiCN , Dicke 5–20 μm , geeignet für Hochtemperaturbedingungen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6 Anwendungsleitfaden

6.1 Auswahlgrundsätze

Wählen Sie je nach Werkstückmaterial die entsprechende Anwendungsgruppe aus, beispielsweise ist Gruppe P für Stahl und Gruppe N für Aluminiumlegierungen geeignet.

Die Beschichtung und die Geometrie werden je nach Bearbeitungsart (Schruppen, Schlichten) ausgewählt.

wird zur Verlängerung der Werkzeuglebensdauer Nassschneiden oder Hochdruckkühlung empfohlen.

6.2 Empfehlungen zu Verarbeitungsparametern

Schnittgeschwindigkeit : Je nach Material und Werkzeugtyp angepasst, im Bereich von 20–1000 m/min .

Vorschubgeschwindigkeit : 0,05–0,5 mm /U, angepasst an Lochdurchmesser oder Oberflächenanforderungen.

Schnitttiefe : 0,1–5 mm, abhängig von der Bearbeitungsgenauigkeit und Werkzeugstärke.

6.3 Einschränkungen

Vermeiden Sie die Verwendung der in dieser Norm angegebenen Materialien bei Anwendungen ohne Spanabnahme.

Bei hohen Stoßbelastungen werden hochfeste Werkstoffe (wie etwa YG10) empfohlen.

7 Kennzeichnung und Identifizierung

7.1 Die Kennzeichnung harter Schneidstoffe muss die Werkstoffkategorie, die Anwendungsgruppe und die Beschichtungsart umfassen, beispielsweise:

P30 TiAlN : zeigt P-Gruppe, YT-Serie, TiAlN- Beschichtung an.

K20 CVD : Zeigt die K-Gruppe, YG-Serie, CVD-Beschichtung an.

7.2 Das Logo sollte gemäß ISO 1832:2017 deutlich auf der Werkzeugoberfläche oder Verpackung aufgedruckt sein.

8 Anhang (Informativ)

Anhang A: Vergleich der Eigenschaften harter Schneidstoffe

Materialtyp	Härte (HV)	Bruchzähigkeit (MPa·m ^{1/2})	Hitzebeständigkeit (°C)	Typische Anwendungen
Hartmetall	1500-2000	10-20	800-1000	Allgemeines Schneiden
Keramik	1800-2500	3-8	1200	Hochgeschwindigkeitsschneiden
Diamant	8000-10000	5-10	600	Nichteisenmetalle
BnB	4000-5000	6-12	1200	Gehärteter Stahl

Anhang B: Zuordnungstabelle Anwendungsgruppe und Werkstückmaterial

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anwendungsgruppe	Werkstückstoffbeispiele	Empfohlene Schnittgeschwindigkeit (m/min)
P	Kohlenstoffstahl, legierter Stahl	100-400
M	Edelstahl, hitzebeständiger Stahl	50-200
K	Grauguss, Sphäroguss	150-500
N	Aluminium, Kupfer, Messing	200-1000
S	Titanlegierung, Nickelbasislegierung	20-100
H	Gehärteter Stahl (50-65 HRC)	50-150

9 Impressum

Veröffentlichungsdatum : 2012-11-05

Bestätigungsdatum : 15.01.2018 (aktuelle Version gültig)

Internationale Standardnummer : ISO 513:2012

Technisches Komitee : ISO/TC 29/SC 9 - Werkzeuge mit definierten Schneiden

ICS -Code : 25.100.01 (Schneidwerkzeuge im Allgemeinen)

veranschaulichen

Die obige Version basiert auf der Struktur von ISO 513:2012 und den in den Suchergebnissen genannten Schlüsselinformationen (wie Klassifizierung, Anwendungsgruppe, Beschichtungstyp usw.). Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, werden in diesem Text einige technische Details (wie Härtebereich, Schnittparameter) vorausgesetzt und die Branchenpraxis für Hartmetallwerkzeuge berücksichtigt. Diese Annahmen dienen der Wahrung der Rationalität und Konsistenz des Inhalts. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von ISO 513:2012 zu verwenden, um Vollständigkeit und Genauigkeit sicherzustellen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang

Hartmetallfräser

Hartmetallfräser spielen in der mechanischen Bearbeitung eine unverzichtbare Rolle. Dank ihrer hervorragenden Härte, Verschleißfestigkeit und Schlagzähigkeit sind sie zu unersetzlichen Werkzeugen in der Fräsbearbeitung geworden. Diese Fräser können durch Hochgeschwindigkeitsrotation flexibel die Bearbeitung von Ebenen, Nuten, Stufen, Kanten und komplex gekrümmten Oberflächen erledigen und leisten so einen wichtigen Beitrag zur effizienten Produktion in der modernen Fertigung. Hartmetallfräser verwenden Wolframkarbid (WC) als Hauptbestandteil, ergänzt durch Kobalt (Co) als Bindemittel. Manchmal wird Titankarbid (TiC) oder Tantalkarbid (TaC) zur weiteren Leistungssteigerung hinzugefügt. Sie werden in einem präzisen pulvermetallurgischen Verfahren gesintert. Gängige Materialsorten wie YG10 eignen sich aufgrund ihrer hervorragenden Zähigkeit besonders für intermittierendes Schneiden; YT30 eignet sich aufgrund seiner hervorragenden Hitzebeständigkeit gut für Hochtemperaturbedingungen; und YW2 ist aufgrund seiner umfassenden Ausgewogenheit die ideale Wahl für eine Vielzahl von Bearbeitungsszenarien. Der konstruktive Aufbau des Fräasers ist vielfältig und umfasst sowohl einen einzelnen Fräserkörper aus Hartmetall als auch eine flexible Ausführung mit austauschbaren Klingen. Der Fräserkörper besteht üblicherweise aus hochfestem Stahl oder Hartmetall, um ausreichende Steifigkeit und Stabilität bei Hochgeschwindigkeitsrotation zu gewährleisten.

1. Geometriedesign und -optimierung

Die geometrische Gestaltung von Hartmetallfräsern ist die Grundlage für deren effizientes Arbeiten. Konstrukteure optimieren verschiedene Parameter sorgfältig, um die Schnittleistung und die Bearbeitungsqualität zu verbessern. Der Drallwinkel liegt üblicherweise zwischen 30° und 45° . Diese Konstruktion trägt nicht nur zu einem gleichmäßigen Spanabfluss bei, sondern reduziert auch den Schneidwiderstand. Der positive Spanwinkel liegt üblicherweise zwischen 5° und 10° . Diese Winkelwahl reduziert die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück und sorgt so für einen gleichmäßigeren Schnitt. Der R-Winkel (0,5–2 mm) der Schneide erhöht zudem die Kantenfestigkeit des Werkzeugs und verlängert dessen Lebensdauer. Schafffräser sind üblicherweise mit 2 bis 4 Schneiden und einem Durchmesser von 3 bis 20 mm ausgestattet und eignen sich besonders für die Bearbeitung kleiner Bohrungen oder die Feinbearbeitung. Planfräser hingegen sind größer, haben einen Durchmesser von 50 bis 200 mm und eine Schneidenanzahl von 4 bis 12. Mehrschneidenausführungen verbessern die Effizienz beim Fräsen großer Flächen. Das Design des Werkzeuggriffs ist auf Steifigkeit und Vibrationsfestigkeit ausgerichtet und meist zylindrisch oder konisch. Einige High-End-Modelle verfügen sogar über vibrationsdämpfende Nuten oder eine dynamische Auswuchttechnologie, um Stabilität bei hohen Drehzahlen von bis zu 20.000 U/min zu gewährleisten. Die Tiefe der Spanleitstufe wird den Bearbeitungsanforderungen angepasst und liegt üblicherweise zwischen 2 und 5 mm. Dieses Design verhindert effektiv Spanstau, was besonders bei tiefen Bearbeitungsaufgaben wichtig ist.

2. Beschichtung und Oberflächenbehandlung

Die Beschichtungstechnologie hat Hartmetallfräsern neue Vitalität verliehen und ermöglicht ihnen, auch unter unterschiedlichsten harten Bedingungen gute Leistung zu erbringen. PVD-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Beschichtungen (Physical Vapor Deposition, physikalische Gasphasenabscheidung) wie TiN, die ein attraktives Goldgelb aufweisen und in der Regel 2 bis 5 Mikrometer dick sind, bieten anfänglichen Verschleißschutz und eignen sich besonders, um Adhäsion bei der Bearbeitung von Aluminiumlegierungen zu vermeiden; CVD-Beschichtungen (Chemical Vapor Deposition, chemische Gasphasenabscheidung) wie TiAlN mit ihrem purpurschwarzen Aussehen und ihrer Temperaturbeständigkeit bis 1100 °C sind zur ersten Wahl für die Hochtemperaturzerspanung von Stahl und Titanlegierungen geworden und ihre Dicke beträgt üblicherweise zwischen 10 und 25 Mikrometer. Mehrlagige Beschichtungsstrukturen, wie TiN kombiniert mit Al₂O₃ und TiCN, vereinen mehrere Leistungsvorteile und sind bis zu 15 bis 30 Mikrometer dick, was die Verschleißfestigkeit und Hitzebeständigkeit weiter verbessert. Was die Oberflächenbehandlung betrifft, kann durch den Polierprozess die Oberflächenrauheit auf Ra <0,2 Mikrometer gesteuert und so die Spanhaftung wirksam reduziert werden; Die Laser-Mikrotexturierungstechnologie ritzt winzige Schmierrillen in die Oberfläche, um die Reibung zu reduzieren. Einige moderne Fräser verwenden sogar Nanobeschichtungen wie Nano-TiAlN (Körner kleiner als 50 Nanometer), das sich besonders für Bearbeitungsaufgaben eignet, die höchste Präzision erfordern. Die Haftung der Beschichtung wird durch einen Kratztest geprüft, bei dem eine kritische Belastung von über 80 Newton erforderlich ist, um sicherzustellen, dass sich die Beschichtung beim Hochgeschwindigkeitsschneiden nicht ablöst.

3. Technische Eigenschaften und Leistung

Hartmetallfräser verfügen über hervorragende technische Eigenschaften und bieten eine zuverlässige Garantie für verschiedene Verarbeitungsaufgaben. Ihre Schnittgeschwindigkeit liegt je nach Werkstückmaterial zwischen 200 und 1000 Metern pro Minute. Stahl beispielsweise erreicht üblicherweise 200 bis 400 Meter pro Minute, während Aluminiumlegierungen 500 bis 1000 Meter pro Minute erreichen können. Die Verarbeitungsparameter müssen je nach Materialeigenschaften und Leistung der Werkzeugmaschine flexibel angepasst werden. Die Härte des Fräasers liegt üblicherweise zwischen 1700 und 2100 HV. Die Produkte der YT-Serie können aufgrund von Titankarbid sogar 2100 bis 2200 HV erreichen, was für die Bearbeitung von Werkstücken mit hoher Härte ausreicht. Die Bruchzähigkeit beträgt 14 bis 20 MPa·m^{1/2}. Die YG-Serie, z. B. YG10, verfügt aufgrund des hohen Kobaltgehalts über eine höhere Zähigkeit, was sie besonders für Szenen geeignet macht, die intermittierenden Schnittstößen standhalten müssen. Die Verschleißfestigkeit liegt unter 0,04 Kubikmillimeter pro Newtonmeter und kann nach der Beschichtung weiter auf 0,02 Kubikmillimeter pro Newtonmeter reduziert werden, was die Lebensdauer des Werkzeugs deutlich verlängert. Die Hitzebeständigkeit erreicht dank der verbesserten CVD-Beschichtung bis zu 1100 °C und bleibt so auch bei hohen Temperaturen stabil. Die Bearbeitungsgenauigkeit liegt bei 0,02 mm und erfüllt damit die Anforderungen komplexer Oberflächen und Präzisionsteile.

4. Verarbeitungsvoraussetzungen und Anwendungen

Die Bearbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien von Hartmetallfräsern spiegeln ihre multifunktionalen Eigenschaften wider. Die Schnittparameter variieren je nach Material. Beispielsweise beträgt die Schnittgeschwindigkeit von Stahl üblicherweise 200 bis 400 m/min, der Vorschub 0,1 bis 0,3 mm pro Zahn und die Schnitttiefe 1 bis 5 mm. Aluminiumlegierungen erfordern

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

hingegen höhere Schnittgeschwindigkeiten von 500 bis 1000 m/min, der Vorschub 0,2 bis 0,5 mm pro Zahn und die Schnitttiefe kann 2 bis 8 mm erreichen. Auch die Wahl der Kühlmethode ist entscheidend. Trockenschneiden eignet sich für die Bearbeitung von Aluminiumlegierungen und kann die Kühlmittelkosten senken. Nassschneiden mit Emulsion eignet sich besser für Stahl und kann thermische Schäden wirksam reduzieren. Bei schwer zu bearbeitenden Materialien wie Titanlegierungen kann Hochdruckkühlung (15–25 bar) die Spanabnahme und die Standzeit deutlich verbessern. In der Praxis werden Fräser häufig in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt, um Außenhäute aus Aluminiumlegierungen und Komponenten aus Titanlegierungen zu bearbeiten, die eine hohe Präzision und Hitzebeständigkeit erfordern. Im Formenbau werden sie zum Fräsen komplexer Oberflächen und Stanzwerkzeuge verwendet, wobei der Schwerpunkt auf der Feinheit der Oberflächenqualität liegt. In der mechanischen Bearbeitung werden sie häufig zur Bearbeitung von Nutteilen und Zahnradkonturen verwendet, was ihre Vielseitigkeit beweist.

5. Herausforderungen und Lösungen

Beim Einsatz von Hartmetallfräsern treten zwangsläufig einige Herausforderungen auf, die sich jedoch durch wissenschaftlich fundierte Lösungen effektiv lösen lassen. Vibrationen sind ein großes Problem beim Hochgeschwindigkeitsschneiden und können durch einen vibrationsdämpfenden Griff und die Optimierung des Spiralwinkels reduziert werden. Hitzestau bei der Bearbeitung von Titanlegierungen ist ein häufiges Problem, das durch ein effizientes Kühlsystem und eine hitzebeständige Beschichtung (z. B. TiAlN) wirksam gemindert werden kann. Intermittierendes Schneiden kann leicht zu Absplitterungen führen. Die Verwendung von hochfesten Werkstoffen wie YG10 und eine Kantenpassivierung können die Haltbarkeit deutlich verbessern. Ist die Oberflächenrauheit beim Schlichten nicht optimal, kann das Ergebnis durch eine Reduzierung des Vorschubs und eine Polierbeschichtung optimiert werden. Zusammen gewährleisten diese Lösungen die zuverlässige Leistung des Fräasers unter komplexen Arbeitsbedingungen.

6. Optimierungs- und Entwicklungstrends

Die Optimierung und Entwicklung von Hartmetallfräsern spiegelt das Streben der Branche nach Effizienz und Intelligenz wider. Strukturell optimiert, reduziert der integrierte interne Kühlkanal effektiv die Wärmeentwicklung, das austauschbare Klingendesign ermöglicht einen einfachen Austausch und reduziert Kosten, und die dynamische Auswuchttechnologie verbessert die Stabilität im Hochgeschwindigkeitsbetrieb. Nanohartmetall verbessert dank seiner feinen Körnung (unter 0,5 Mikrometer) Härte und Zähigkeit, und das Gradienten-Materialdesign ermöglicht hohe Härte und Zähigkeit. Der Trend zur Intelligenz ermöglicht die Integration von Sensoren in Fräser, um Verschleiß, Temperatur und Vibration in Echtzeit zu überwachen und die Schnittparameter in Kombination mit Algorithmen der künstlichen Intelligenz dynamisch anzupassen. Fertigungstechnisch ermöglichen 3D-Druckverfahren wie das selektive Laserschmelzen (SLM) komplexe Werkzeugkörperstrukturen, wie beispielsweise integrierte Kühlkanäle, zu erzeugen, während die Laserauftragsschweißtechnologie die Reparatur verschlissener Werkzeuge ermöglicht. Der Trend zum Umweltschutz hat die Entwicklung von Beschichtungen für das Trockenschneiden (wie etwa Graphen-Verbundbeschichtungen) gefördert, wodurch die Abhängigkeit von Kühlmitteln verringert wird. Gleichzeitig verringert die Verwendung von recycelbaren Materialien auch die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Umweltbelastung.

7. Lebensdauer und Wartung

Die Lebensdauer von Hartmetallfräsern variiert je nach Werkstückmaterial und Verarbeitungsbedingungen und beträgt in der Regel zwischen 5 und 15 Stunden, beispielsweise etwa 10 Stunden bei der Stahlverarbeitung und bis zu 15 Stunden bei der Aluminiumlegierungsverarbeitung. Zu den Wartungsarbeiten gehören regelmäßiges Schärfen, der Einsatz von Diamantschleifscheiben zur Sicherstellung eines Winkelfehlers von weniger als 0,5°, die Reparatur der Beschichtung mittels PVD-Technologie zur Wiederherstellung der Leistung und die Laservoreinstellung zur Sicherstellung eines Fehlers von weniger als 0,005 mm. Diese Maßnahmen können die Lebensdauer des Werkzeugs effektiv verlängern. Nach der Verschrottung des Werkzeugs können die enthaltenen Wolfram- und Kobaltmaterialien recycelt und durch Einschmelzen und Rückführung in den Ofen wiederverwendet werden, was dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung entspricht.

8. Industriestandards und Zertifizierung

Die Herstellung und Verwendung von Hartmetallfräsern muss internationalen und nationalen Normen entsprechen, wie beispielsweise der ISO 15641 der ISO-Norm und der chinesischen nationalen Normreihe GB/T, um Qualität und Sicherheit zu gewährleisten. Für die Zertifizierung sind die CE-Sicherheitszertifizierung und die RoHS-Umweltzertifizierung unerlässlich. International renommierte Hersteller wie Sandvik, Kennametal und Mitsubishi stellen detaillierte technische Handbücher zur Verfügung, um Anwendern professionelle Unterstützung bei Auswahl und Bedienung zu bieten.

9. Klassifizierung von Hartmetallfräsern

Hartmetallfräser können je nach Verarbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien in mehrere Kategorien unterteilt werden. Jeder Typ hat sein eigenes einzigartiges Design und seinen eigenen Zweck:

Schaftfräser

Dieser Fräser besteht aus Vollhartmetall, ist mit zwei bis vier Schneiden ausgestattet und hat einen Durchmesser von 3 bis 20 mm. Der Spanwinkel beträgt 5° bis 10°, der Rückwinkel 6° bis 12°. Die verwendete Sorte YG10 wurde gewählt, und eine TiN-Schicht (Dicke 2–5 Mikrometer) erhöht die Verschleißfestigkeit. Die Schnittgeschwindigkeit liegt zwischen 200 und 600 Metern pro Minute, und die Bearbeitungsgenauigkeit liegt unter 0,02 mm. Damit eignet er sich hervorragend für Bohrungen mit kleinem Durchmesser und Feinbearbeitungsaufgaben.

Planfräser

Der Planfräser verfügt über ein austauschbares Wendeplattendesign mit einer Schneidenanzahl von 4 bis 12 und einem Durchmesserbereich von 50 bis 200 mm und eignet sich für das Fräsen großer Flächen. Der Spanwinkel beträgt 5° bis 8°, der Rückwinkel 6° bis 10°. Die gewählte Sorte YT30. Die TiAlN-Beschichtung (Dicke 10–25 µm) sorgt für hohe Hitzebeständigkeit. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 300 bis 1000 Meter pro Minute, die Genauigkeit weniger als 0,02 mm. Er wird häufig im Planfräsen und in der Formenbearbeitung eingesetzt.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Kugelfräser

Kugelpkopffräser zeichnen sich durch ihre kugelförmigen Schneidkanten aus. Sie sind in Durchmessern von 6 bis 30 mm, Spanwinkeln von 10° bis 15° und Rückwinkeln von 8° bis 12° erhältlich und haben die Güteklasse YW2. Sie sind mehrschichtig beschichtet, um Verschleißfestigkeit und Hitzebeständigkeit zu gewährleisten. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 200 bis 500 m/min, die Genauigkeit liegt unter 0,01 mm. Dadurch eignen sie sich besonders für die komplexe Bearbeitung gekrümmter Oberflächen von Flugzeugteilen.

Formfräser

Die Schneide dieses Fräasers wird individuell an die jeweilige Werkstückform angepasst. Der Durchmesser liegt zwischen 10 und 50 mm, der Spanwinkel zwischen 5° und 15°, der Rückwinkel zwischen 6° und 12° und die Güte YG10 sind maßgefertigt. Die CrN- Beschichtung sorgt für zusätzliche Korrosionsbeständigkeit. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 bis 400 Meter pro Minute, die Genauigkeit weniger als 0,02 mm. Der Fräser wird häufig im Sonderkonturen- und Formenbau eingesetzt.

Schrupfräser

Schrupfräser zeichnen sich durch ihre robuste Schneidenkonstruktion mit 4 bis 8 Schneiden, Durchmessern von 20 bis 100 mm, Spanwinkeln von 5° bis 8° und Rückwinkeln von 6° bis 8°, der Güte YG8 und einer TiAlN- Beschichtung (Dicke 15–25 µm) zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit aus. Die Schnittgeschwindigkeiten liegen zwischen 200 und 400 m/min, die Schnitttiefen zwischen 2 und 10 mm. Sie eignen sich für die Schruppbearbeitung von Gusseisen und Stahl.

Schlichtfräser

Der Feinfräser hat scharfe Kanten, 2 bis 6 Schneiden, einen Durchmesser von 5 bis 30 mm, einen vorderen Winkel von 10° bis 15° und einen hinteren Winkel von 8° bis 12° und ist in der Güteklasse YT15 ausgeführt. Die TiCN- Beschichtung bietet hochpräzisen Schutz. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 300 bis 800 Meter pro Minute, die Schnitttiefe 0,1 bis 2 mm und die Genauigkeit weniger als 0,01 mm. Er wird häufig zur Endbearbeitung von Zahnrädern und Präzisionsteilen eingesetzt.

10. Auswahl und Zuordnung

Die Wahl des richtigen Hartmetallfräasers erfordert eine umfassende Berücksichtigung des Werkstückmaterials und der Bearbeitungsart. Beispielsweise ist für die Stahlbearbeitung der Planfräser YT30 ideal; für Aluminiumlegierungen verhindert der Schaftfräser YG10 effektiv das Festkleben; und für die Bearbeitung von Titanlegierungen eignet sich der Kugelpkopffräser YW2 mit hitzebeständiger Beschichtung besser. Auch die Leistung der Werkzeugmaschine ist entscheidend: Die Spindelleistung muss über 5 Kilowatt liegen und die Drehzahl muss über 10.000 Umdrehungen pro Minute erreichen, um das volle Potenzial des Fräasers auszuschöpfen.

11. Übersicht der Hartmetallfräsertypen

Messer Typ	Anzahl der Klingen	Durchmesser (mm)	Vorderer Winkel (°)	Rückwinkel (°)	Anwendbar Marke	Beschichtungstyp	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Schnitttiefe (mm)	Genauigkeit (mm)	Typische Anwendu
Schaftfräser	2-4	3-20	5-10	6-12	YG10	TiN (2-5 µm)	200-600	1-5	<0,02	Loch-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Messer Typ	Anzahl der Klingen	Durchmesser (mm)	Vorderer Winkel (°)	Rückwinkel (°)	Anwendbar Marke	Beschichtungstyp	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Schnitttiefe (mm)	Genauigkeit (mm)	Typische Anwendung
Planfräser	4-12	50-200	5-8	6-10	YT30	TiAlN (10-25 μm)	300-1000	2-8	<0,02	Schlitzbearbeitung, Flächenfräsen, Formenbau
Kugelfräser	-	6-30	10-15	8-12	YW2	Mehrschichtbeschichtung	200-500	0,5-3	<0,01	Komplexe Oberflächenbearbeitung, Luftfahrtteile
Formfräser	-	10-50	5-15	6-12	YG10	CrN	100-400	1-4	<0,02	Spezialprofilfräsen, Formenbau
Schrupfräser	4-8	20-100	5-8	6-8	YG8	TiAlN (15-25 μm)	200-400	2-10	-	Schruppbearbeitung, Gusseisen
Schlichtfräser	2-6	5-30	10-15	8-12	YT15	TiCN	300-800	0,1-2	<0,01	Endbearbeitung, Zahnräder

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Hartmetallfräser benötigen, bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „Chinatungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was sind Hartmetall-Schaftfräser?

(1) Übersicht über Hartmetall-Schaftfräser

Hartmetall-Schaftfräser sind Schneidwerkzeuge mit hervorragender Leistung und finden breite Anwendung in der Metallverarbeitung, im Formenbau und anderen Industriebereichen, die hohe Präzision und effiziente Produktion erfordern. Sie zeichnen sich durch hervorragende Verschleißfestigkeit, hohe Härte und hervorragende Schnittigkeit aus. Als vielseitiges Rotationsschneidwerkzeug eignet sie sich für komplexe Schneidaufgaben unter unterschiedlichen Bearbeitungsbedingungen. Die Konstruktion von Hartmetall-Schaftfräsern ermöglicht die gleichzeitige Nutzung der Schneidkanten an Stirnseite und Umfang für die axiale und radiale Bearbeitung. Dadurch eignen sie sich besonders für die Bearbeitung von Nuten, Flanken, Konturen und komplexen dreidimensionalen Oberflächen. Ihre breite Anwendung verdanken sie den besonderen Eigenschaften von Hartmetall, das hohen Belastungen und hohen Temperaturen standhält und sich daher gut für die Bearbeitung hochfester Werkstoffe wie Edelstahl, Titanlegierungen und gehärtetem Stahl eignet. Hartmetall-Schaftfräser werden häufig in Verbindung mit modernen CNC-Werkzeugmaschinen und Bearbeitungszentren eingesetzt, um ihr Potenzial für effizientes Schneiden voll auszuschöpfen, insbesondere bei Anforderungen an hohe Präzision und komplexe Geometrien. Ob manuelle Bearbeitung kleiner Werkstücke oder Massenproduktion großer Teile – Hartmetallfräser bieten zuverlässige Bearbeitungslösungen und werden zu einem unverzichtbaren Kernwerkzeug in der modernen Fertigung. Ihre Flexibilität liegt auch darin, dass sie an unterschiedliche Werkstückmaterialien und Bearbeitungsanforderungen angepasst werden können und so den vielfältigen industriellen Anforderungen gerecht werden.

(2) Werkstoffe und Herstellung von Hartmetall-Schaftfräsern

Das Material von Hartmetall-Schaftfräsern ist entscheidend für ihre Leistung. Sie bestehen üblicherweise aus Wolframkarbid (WC) als Hauptbestandteil, ergänzt durch Kobalt (Co) als Bindemittel, und werden mittels fortschrittlicher Pulvermetallurgie gesintert. Dieser Verbundwerkstoff erreicht durch präzise Formulierung und Prozesskontrolle ein Gleichgewicht zwischen hoher Härte und Zähigkeit. Dadurch bleibt das Werkzeug während des Schneidvorgangs scharf und bruchstabil. Die Wahl der Hartmetallsorte hängt von den Eigenschaften des zu verarbeitenden Materials ab. Gängige Sorten sind:

YG6: Der Kobaltgehalt beträgt ca. 6 %, der Härtebereich liegt zwischen HV 1800–1900, die Biegefestigkeit beträgt ca. 1800–2000 MPa, es weist eine gute Verschleißfestigkeit und Schlagzähigkeit auf und eignet sich besonders für die Bearbeitung von Gusseisen, Nichteisenmetallen (wie Aluminium, Kupfer) und einigen Materialien mittlerer Härte. Es wird häufig in allgemeinen Schneidszenarien eingesetzt.

YT15: Enthält Titankarbid und Wolframkarbid, mit einem Härtebereich von HV 1900–2000 und einer Biegefestigkeit von ca. 1600–1800 MPa. Es eignet sich für die Bearbeitung von Stahl und legiertem Stahl. Aufgrund seiner hohen Stabilität bei hohen Temperaturen eignet es sich besonders

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

für kontinuierliches Schneiden.

Niobcarbid sind hinzugefügt, mit einem Härtebereich von HV 1800–2100 und einer Biegefestigkeit von etwa 1700–1900 MPa. Es eignet sich besonders für die Bearbeitung schwer zu bearbeitender Materialien wie Titanlegierungen, Nickelbasislegierungen und Edelstahl und ist für den Luft- und Raumfahrtbereich geeignet.

Der Herstellungsprozess beginnt mit der präzisen Mischung hochreiner Rohstoffe, um eine gleichmäßige Verteilung der Inhaltsstoffe zu gewährleisten. Anschließend erfolgt das Hochdruckpressen und das Langzeitsintern (in der Regel 6–12 Stunden) in einem Hochtemperatur-Sinterofen bei 1400–1500 °C, um die Dichte und Gleichmäßigkeit des Materials zu gewährleisten. Der gesinterte Rohling wird mehreren Präzisionsschleif- und Poliervorgängen unterzogen, und die Klinge wird mikrometergenau (Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,1$ Mikrometer) poliert, um die Schnittqualität zu gewährleisten. Um die Leistung weiter zu verbessern, werden viele moderne Hartmetallfräser zusätzlich mit PVD- oder CVD-Beschichtungen (Physical Vapor Deposition) auf der Oberfläche beschichtet. Gängige Beschichtungen sind:

TiN (Titannitrid): Es ist gelb, 2–5 Mikrometer dick und hat eine Härte von ca. 2000–2500 HV. Es verbessert die Verschleißfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit deutlich und eignet sich für die allgemeine Stahlverarbeitung.

TiCN (Titancarbonitrid): blau oder violett, 3–6 Mikrometer dick, Härte ca. 2500–3000 HV, verbesserte Antihaftwirkung und Schnitthaltigkeit, besonders geeignet für Aluminiumlegierungen und Edelstahl.

Al₂O₃ (Aluminiumoxid): Es ist weiß, 5–10 Mikrometer dick und hat eine Härte von etwa 3000 HV. Es eignet sich für Hochtemperatur-Schneidumgebungen, wie z. B. die Bearbeitung von gehärtetem Stahl oder Hochtemperaturlegierungen.

Diese Beschichtungen werden in einer Vakuum- oder Inertgasumgebung abgeschieden und können die Reibung wirksam verringern und die Haftung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstückmaterial verhindern, wodurch die Lebensdauer insbesondere beim Hochgeschwindigkeitsschneiden ($V_c > 300$ m/min) oder Trockenschneiden verlängert wird.

(3) Arten und Strukturen von Hartmetall-Schaftfräsern

Hartmetallfräser lassen sich je nach Verwendungszweck und Konstruktionsstruktur in viele Typen unterteilen. Jeder Typ ist für spezifische Verarbeitungsanforderungen optimiert. Nachfolgend finden Sie eine detaillierte Klassifizierung und ihre Merkmale:

Schaftfräser mit geradem Schaft

Der Schaft ist zylindrisch und hat einen Durchmesser von 3 mm bis 32 mm. Er verwendet standardisierte Spannmethode (wie Federspannfutter oder Hydrodehnspannfutter), eignet sich für allgemeine Fräsarbeiten und wird häufig in kleinen Werkzeugmaschinen und im manuellen Betrieb eingesetzt. Er ist einfach aufgebaut und leicht zu installieren. Er eignet sich für die Bearbeitung kleiner und mittelgroßer Werkstücke, insbesondere für flexible Produktionslinien mit häufigem

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Werkzeugwechsel.

Schaftfräser

Bei einem 7:24- bzw. Morsekegel-Design liegt der Durchmesser des kleinen Endes des Kegelschafts zwischen 16 mm und 50 mm. Diese Konstruktion bietet eine höhere Klemmsteifigkeit (die Drehmomentübertragungskapazität kann mehr als 500 Nm erreichen) und eignet sich für Hochleistungszerspanung und große Werkzeugmaschinen, insbesondere bei der Tieflochbearbeitung oder Grobbearbeitung, die ein hohes Drehmoment erfordert.

Kugelpkopffräser

Das Schneidende ist kugelförmig, und der Kugelpkopfradius reicht von 0,5 mm bis 10 mm. Es wird speziell für dreidimensional gekrümmte Oberflächen und die Bearbeitung komplexer Formen eingesetzt. Der gleichmäßige Schnittverlauf vermeidet Kratzer oder Stufeneffekte auf der Werkstückoberfläche. Es wird häufig in der Automobilformherstellung (z. B. Stanzformen) und der Herstellung von Flugzeugteilen (z. B. Schaufeloberflächen) eingesetzt.

Flachfräser

Die Schneide ist flach und verfügt über eine Klingenzahl von 2–8. Sie eignet sich zum Nutenfräsen, Seitenfräsen und Planfräsen. Das Design ist auf Schnittleistung und Stabilität ausgelegt. Es wird häufig in der Massenproduktion (z. B. bei der Bearbeitung von Zahnradnuten) eingesetzt, und die Schnittbreite kann mehr als 80 % des Werkzeugdurchmessers erreichen.

Wellenkanten-Schaftfräser

Die Rückseite der Klinge weist ein wellenförmiges Design mit einer Wellenformamplitude von 0,1–0,3 mm und einer Wellenlänge von 2–5 mm auf. Diese Struktur reduziert Vibrationen durch Verteilung der Schnittkraft (die Vibrationsamplitude kann um 30–50 % reduziert werden) und eignet sich für Hochgeschwindigkeitsschneiden und schwer zu bearbeitende Materialien (wie gehärteten Stahl HRC 50–60).

(4) Typische Strukturparameter von Hartmetall-Schaftfräsern sind:

Schnittdurchmesser (D)

1 mm bis 40 mm, deckt ein breites Spektrum an Anforderungen ab, von der Mikrobearbeitung (mikroelektronische Komponenten) bis zum Hochleistungsschneiden (große Gussteile).

Gesamtlänge (L)

50 mm bis 250 mm, wodurch die Anpassung an unterschiedliche Spindellängen von Werkzeugmaschinen und Werkstücktiefen gewährleistet wird, und der extralange Typ kann 300 mm erreichen.

Effektive Schnittlänge (l)

10 mm bis 100 mm, bestimmt die maximale Schnitttiefe des Werkzeugs im Werkstück, und die Bearbeitung tiefer Hohlräume kann auf 150 mm angepasst werden.

Schaftdurchmesser (d)

Passend zum Schneiddurchmesser beträgt die Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm) und gewährleistet

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

so die Spanngenaugigkeit, der maximale Durchmesser kann 40 mm erreichen.

Spiralwinkel

Der Bereich beträgt 15°–45°, der Standardwert beträgt 30°, was sich auf die Spanabfuhr-effizienz und die Schnittstabilität auswirkt. 35°–40° werden normalerweise zum Schlichten verwendet (die Spanabfuhr-rate wird um 15 % erhöht), und 15°–20° können zum Schrappen verwendet werden.

Anzahl der Klingen

2–10, angepasst an Durchmesser und Bearbeitungsmaterial. Je mehr Klingen vorhanden sind, desto höher ist die Schneidleistung (die Leistung kann um 20–40 % gesteigert werden), aber auch die Anforderungen an die Steifigkeit der Werkzeugmaschine sind höher (die Spindelsteifigkeit muss $\geq 2000 \text{ N}/\mu\text{m}$ betragen).

(5) Technische Parameter von Hartmetall-Schaftfräsern

Die Leistungsparameter von Hartmetallfräsern variieren je nach Modell und Anwendung. Im Folgenden finden Sie detaillierte typische Werte zur Benutzerreferenz und optimierten Verarbeitung:

Härte

Die Härte des Substrats liegt zwischen 1800 und 2100 HV, und die Oberflächenhärte nach der Beschichtung kann über 3000 HV erreichen, was die Härte von herkömmlichem Schnellarbeitsstahl (HSS) (800–900 HV) bei weitem übertrifft und Verschleißfestigkeit bei hoher Belastung gewährleistet (Verschleißrate um über 50 % reduziert).

Hitzebeständigkeit

Es behält seine Schneidleistung bei hohen Temperaturen von 600 °C bis 1.000 °C bei und eignet sich besonders zum Trockenschneiden oder zur Verarbeitung von Hochtemperaturlegierungen. Seine thermische Stabilität ist 2-3 mal höher als die von HSS (der Wärmeausdehnungskoeffizient beträgt nur $5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$).

Schnittgeschwindigkeit (Vc):

Stahl: 100–300 m/min, der empfohlene Wert wird entsprechend der Härte der Stahlsorte angepasst (z. B. 200 m/min für 45# -Stahl, 120 m/min für gehärteten Stahl HRC 45).

Gusseisen: 150–400 m/min, Grauguss: 250 m/min, Sphäroguss: 180 m/min, hitzebeständiges Gusseisen: 150 m/min.

Aluminiumlegierung: 200–600 m/min, reines Aluminium: 500 m/min, Aluminium-Silizium-Legierung: 300 m/min, Aluminium-Kupfer-Legierung: 400 m/min.

Vorschubgeschwindigkeit (fz)

0,05–0,5 mm/Zahn. Für weiche Materialien (z. B. Aluminium) werden 0,3–0,5 mm/Zahn empfohlen. Für harte Materialien (z. B. gehärteter Stahl) werden 0,05–0,1 mm/Zahn empfohlen. Der spezifische Wert muss entsprechend der Maschinenleistung ($\geq 2 \text{ kW}$) und der Werkstücksteifigkeit optimiert werden.

Schnitttiefe (ap): 0,5–5 mm, 0,5–2 mm für Werkzeuge mit kleinem Durchmesser ($D < 10 \text{ mm}$), 3–5 mm für Werkzeuge mit großem Durchmesser ($D > 20 \text{ mm}$), eine übermäßige Schnitttiefe ($> 1,5$ -facher Werkzeugdurchmesser) kann zu Vibrationen führen.

Toleranz: Durchmessertoleranz $\pm 0,01 \text{ mm}$ (Qualität IT6), Längentoleranz $\pm 0,3 \text{ mm}$, Kegeltoleranz $\pm 0,01 \text{ mm}/100 \text{ mm}$, wodurch die Verarbeitungsgenaugigkeit gewährleistet wird (Rundheitsfehler $< 0,005 \text{ mm}$).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Oberflächenrauheit: Ra der Werkstückoberfläche kann unter Schlichtbedingungen 0,1–0,8 Mikrometer und unter Schruppbedingungen 1,6–3,2 Mikrometer erreichen, abhängig von den Schnittparametern (Vc /fz/ap-Kombination) und dem Werkzeugzustand.

(6) Anwendungsszenarien von Hartmetall-Schaftfräsern

Hartmetallfräser überzeugen in vielen Industriebereichen durch ihre Vielseitigkeit und hohe Leistung. Zu den spezifischen Anwendungsszenarien gehören:

Formenbau

Zur Bearbeitung von Präzisionsformhohlräumen und komplexen Oberflächen, wie z. B. Automobil-Stanzformen (Tiefe 50–100 mm) und Kunststoff-Spritzgussformen (Krümmungsradius 5–20 mm). Kugelpkopffräser eignen sich besonders für die Feinbearbeitung von Oberflächenübergängen (Fehler <0,01 mm).

Luft- und Raumfahrt

sind hochhitzebeständige Beschichtungsmodelle (wie etwa Al_2O_3) erforderlich.

Bearbeitung

Für die Herstellung von Zahnrädern (Modul 1-5), Lagergehäusen (Durchmesser 50-200 mm) und Verbindungsstücken (Bohrungstiefe 20-50 mm) sind Flachfräser äußerst effizient beim Nutenfräsen und Scheibenfräsen (Effizienzsteigerung von 30 %).

Holzverarbeitung und Verbundwerkstoffe

Spezielle Beschichtungsarten (z. B. TiN) eignen sich für Holz, MDF (mitteldichte Faserplatte) und Carbonfaser (Dicke 2–10 mm) und verringern das Materialreißen (Ausreißrate < 5 %).

Am Beispiel der Bearbeitung von 45#-Stahl wird ein Schaftfräser mit 12 mm Durchmesser, 4 Schneiden und einem Spiralwinkel von 30° ausgewählt. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 200 m/min, der Vorschub 0,2 mm/Zahn und die Schnitttiefe 2 mm. Effizientes Nutenfräsen (Bearbeitungsleistung 150 cm³/min) wird erreicht, die erwartete Lebensdauer beträgt bis zu 20 Stunden, und der Ra-Wert der Werkstückoberfläche nach der Bearbeitung beträgt ca. 0,4 µm.

(7) Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Schaftfräsern

Um die Leistungsfähigkeit von Hartmetall-Schaftfräsern voll auszuschöpfen und ihre Lebensdauer zu verlängern, sollten folgende Details beachtet werden:

Maschinenauswahl

Es wird empfohlen, CNC-Werkzeugmaschinen (wie CNC-Bearbeitungszentren) oder Fräsmaschinen mit guter Steifigkeit zu verwenden, sicherzustellen, dass der Spindelrundlauf weniger als 0,01 mm beträgt, die Maschinenleistung dem Werkzeugdurchmesser und den Schnittparametern entspricht (z. B. erfordert ein Werkzeug mit 12 mm Durchmesser eine Spindelleistung $\geq 2,5$ kW und ein Drehmoment ≥ 30 Nm) und die Genauigkeit der Maschinenführung zu überprüfen (Geradheit < 0,02 mm/m).

Kühlung und Schmierung

Es wird empfohlen, Emulsion oder Schneidöl mit einem Durchfluss von 10–20 l/min zu verwenden. Bei Schnittgeschwindigkeiten über 300 m/min ist eine Hochdruckkühlung (Druck ≥ 5 bar, Durchfluss ≥ 15 l/min) erforderlich, um die Temperatur der Schneidzone (< 500 °C) zu senken und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

die thermische Verformung zu verringern.

Optimierung der Schnittparameter

Passen Sie Schnittgeschwindigkeit und Vorschub an das Werkstückmaterial an, um eine Überlastung zu vermeiden, die zu vorzeitigem Verschleiß oder Werkzeugbruch führt. Beispielsweise sollte bei der Bearbeitung von Edelstahl die Schnittgeschwindigkeit auf 120–180 m/min, der Vorschub auf 0,08–0,12 mm/Zahn und die Schnitttiefe auf 1–2 mm eingestellt werden.

Installation und Kalibrierung

Koaxialität mit einem Werkzeugmesstaster. Die Exzentrizität sollte innerhalb von 0,005 mm liegen. Die Spannkraft sollte gleichmäßig sein (Drehmoment 20–30 Nm), um Vibrationen durch Spiel zu vermeiden.

Verschleißüberwachung:

Überprüfen Sie regelmäßig den Verschleißzustand der Klinge. Wenn der Schneidkantenverschleiß VB 0,3 mm erreicht oder deutliche Kerben (Tiefe > 0,1 mm) auftreten, muss das Werkzeug ausgetauscht werden. Achten Sie gleichzeitig auf die Farbveränderung der Späne (Blau zeigt Überhitzung an, und Vc muss um 10–20 % reduziert werden).

(8) Vorteile von Hartmetall-Schaftfräsern

Hohe Härte (3-4 mal höher als Schnellarbeitsstahl), kann gehärteten Stahl über HRC 60 verarbeiten und seine Verschleißfestigkeit ist 3-5 mal höher als die von HSS.

Es weist eine hohe Verschleißfestigkeit auf und seine Lebensdauer ist 2–5 Mal länger als die von HSS, insbesondere beim Dauerschneiden (> 10 Stunden).

Geeignet für Hochgeschwindigkeitsschneiden (Vc bis zu 600 m/min), wodurch die Produktionseffizienz deutlich verbessert wird (Effizienzsteigerung um 40–60 %).

Individuelles Design, Spiralwinkel, Kantenanzahl und Beschichtung können je nach Kundenwunsch angepasst werden.

(9) Markt und Entwicklung von Hartmetall-Schaftfräsern

Der Markt für Hartmetallfräser wächst dank der Förderung von Industrie 4.0 und intelligenter Fertigung weiter. Zu den zukünftigen Entwicklungstrends gehören:

Grüne Fertigung

Einsatz von wiederverwertbaren Materialien (z. B. Kopalrückgewinnungsrate > 80 %) und Beschichtungsverfahren mit geringer Umweltbelastung (Reduktion der CO₂-Emissionen um 20 %).

Intelligent

Integrierte Sensoren überwachen den Werkzeugverschleiß (Echtzeiterkennung des VB-Werts) und optimieren die Schnittparameter durch KI (Effizienzsteigerung um 10–15 %).

Miniaturisierung

Entwickeln Sie Mikro-Schaftfräser mit einem Durchmesser von weniger als 1 mm (Genauigkeit < 0,005 mm), um den Verarbeitungsanforderungen der Mikroelektronik (Chip-Verpackung) und medizinischer Geräte (orthopädische Implantate) gerecht zu werden.

(10) Empfohlene spezifische Produktmodelle von Hartmetall-Schaftfräsern

Im Folgenden finden Sie einige empfohlene Hartmetall-Schaftfräsermodelle für unterschiedliche

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Verarbeitungsanforderungen als Referenz für den Benutzer:

Flache Schaftfräser aus Hartmetall mit geradem Schaft

Technische Daten: Durchmesser 12 mm, 4 Schneiden, 30° Spiralwinkel, Gesamtlänge 100 mm, effektive Schnittlänge 40 mm, Schaftdurchmesser 12 mm.

Material: YG6, TiN Beschichtung .

Anwendungsszenarien: Verarbeitung von 45#-Stahl, Gusseisen, Nutenfräsen und Seitenfräsen .

Empfohlene Parameter: Vc 200 m/min, fz 0,2 mm/Zahn, ap 2 mm, Lebensdauer ca. 20 Stunden.

Vorteile: Gutes Preis- Leistungs-Verhältnis, geeignet für die Produktion kleiner und mittlerer Chargen, inländische Marken sind sehr zuverlässig.

Hartmetall-Kugelpkopfräser

Spezifikationen: Durchmesser 16 mm, Kugelpkopfradius 8 mm, 4 Schneiden, 35° Spiralwinkel, Gesamtlänge 120 mm, effektive Schneidenlänge 50 mm, Kegelschaftdurchmesser 20 mm.

Werkstoff: YW2, beschichtet mit TiCN .

Anwendungsszenarien: Verarbeitung von Oberflächen aus Titanlegierungen und Luftfahrtteilen.

Empfohlene Parameter: Vc 150 m/min, fz 0,1 mm/Zahn, ap 1,5 mm, Lebensdauer ca. 25 Stunden.

Vorteile: Hohe Hitzebeständigkeit, geeignet für komplexe Oberflächenbearbeitung, internationale Markenqualitätssicherung.

Hartmetall-Wellenkantenfräser

Technische Daten: Durchmesser 10 mm, 3 Schneiden, 40° Spiralwinkel, Gesamtlänge 90 mm, effektive Schneidenlänge 30 mm, Schaftdurchmesser 10 mm.

: YT15, beschichtet mit Al₂O₃ .

Anwendungsszenarien: Bearbeitung von gehärtetem Stahl (HRC 50–60), Hochgeschwindigkeitsschneiden.

Empfohlene Parameter: Vc 120 m/min, fz 0,08 mm/Zahn, ap 1 mm, Lebensdauer ca. 15 Stunden.

Vorteile: Guter Vibrationsreduzierungseffekt, Reduzierung der Verarbeitungsvibration um 50 %, geeignet für hohe Präzisionsanforderungen.

(11) Optimierung von Hartmetall-Schaftfräser-Verarbeitungslösungen

Um die Leistung von Hartmetall-Schaftfräsern zu maximieren, gibt es die folgenden optimierten Verarbeitungslösungen für verschiedene Werkstückmaterialien:

Verarbeitung von 45#-Stahl (mittelharter Stahl, HRC 20–25) Optimierungslösung:

Schnittgeschwindigkeit: 200 m/min (Spindeldrehzahl ca. 5300 U/min, D=12 mm).

Vorschub: 0,2 mm/Zahn (Vorschubgeschwindigkeit 1200 mm/min).

Schnitttiefe: 2 mm, Quervorschub 0,5 mm/Zeit.

Kühlung: 5 % Emulsion verwenden, Durchflussrate 15 l/min.

Werkzeugmaschine: CNC-Bearbeitungszentrum, Spindelleistung 3 kW.

Ergebnisse: Bearbeitungsleistung 150 cm³/min, Oberflächen-Ra 0,4 Mikrometer,

Werkzeuglebensdauer 20 Stunden.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Optimierungsvorschläge: Überprüfen Sie den Klingenverschleiß alle 10 Stunden und reduzieren Sie die Schnitttiefe gegebenenfalls auf 1,5 mm, um die Lebensdauer zu verlängern (die Lebensdauer kann um 5 Stunden erhöht werden). Verwenden Sie die Spiralvorschubstrategie mit konstanter Höhe, um ungleichmäßige Kräfte auf das Werkzeug zu reduzieren.

Optimierungslösung für die Bearbeitung von Titanlegierungen (Ti-6Al-4V, HRC 30-35):

Schnittgeschwindigkeit: 150 m/min (Spindeldrehzahl ca. 3000 U/min, D=16 mm).

Vorschub: 0,1 mm/Zahn (Vorschubgeschwindigkeit 600 mm/min).

Schnitttiefe: 1,5 mm, Quervorschub 0,3 mm/Zeit.

Kühlung: Hochdruckkühlung (6 bar, 20 L/min) mit synthetischer Schneidflüssigkeit.

Werkzeugmaschine: Fünfachsiges Bearbeitungszentrum, Spindelleistung 5 kW.

Ergebnisse: Bearbeitungsleistung 80 cm³/min, Oberflächen-Ra 0,3 Mikrometer, Werkzeugstandzeit 25 Stunden.

Optimierungsvorschlag: Verwenden Sie eine intermittierende Schnittstrategie (heben Sie das Werkzeug alle 0,5 mm Schnitttiefe an), reduzieren Sie die Wärmestauung (Temperatur < 600 °C) und wechseln Sie das Kühlmittel alle 5 Stunden, um die Kühlwirkung aufrechtzuerhalten.

Bearbeitung von gehärtetem Stahl (HRC 50-60) Optimierungslösung:

Schnittgeschwindigkeit: 120 m/min (Spindeldrehzahl ca. 3800 U/min, D=10 mm).

Vorschub: 0,08 mm/Zahn (Vorschubgeschwindigkeit 300 mm/min).

Schnitttiefe: 1 mm, Quervorschub 0,2 mm/Zeit.

Kühlung: Trockenschneiden oder Minimalmengenschmierung (MMS, Durchflussrate 0,1 mL/min).

Werkzeugmaschine: Vertikale Fräsmaschine mit hoher Steifigkeit, Spindelleistung 2,5 kW.

Ergebnisse: Bearbeitungsleistung 50 cm³/min, Oberflächen-Ra 0,6 Mikrometer, Werkzeugstandzeit 15 Stunden.

Optimierungsvorschläge: Reduzieren Sie die Spindeldrehzahl um 10 % (Vc 108 m/min), um Vibrationen zu verringern (Vibrationsamplitude < 0,01 mm), reinigen Sie die Späne regelmäßig (alle 30 Minuten) und heizen Sie die Werkzeugmaschine vor dem Schneiden 5 Minuten lang vor, um die Steifigkeit zu stabilisieren.

Dank ihrer hervorragenden Schneidleistung, Vielseitigkeit und hohen Anpassungsfähigkeit sind Hartmetallfräser zu den wichtigsten Werkzeugen der modernen Zerspanung geworden. Ob bei der komplexen Oberflächenbearbeitung von Präzisionsformen oder der Produktion großer Mengen von Metallteilen – sie bieten effiziente und stabile Lösungen. Durch die Auswahl des richtigen Modells, die Optimierung der Schnittparameter (z. B. Vc 200 m/min, fz 0,2 mm/Zahn) und die Kombination korrekter Betriebs- und Wartungsmethoden können Anwender die Leistung maximieren und die Lebensdauer deutlich verlängern.

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Hartmetallfräser benötigen , bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „ Chinatungsten Online“



Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Planfräser?

Definition und Funktion Hartmetall-Planfräser

Der Hartmetall-Planfräser ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug für hocheffizientes Planfräsen. Er findet breite Anwendung in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Fertigung mechanischer Teile und in anderen Industriebereichen, in denen großflächige Oberflächen bearbeitet werden müssen. Als mehrschneidiges Schneidwerkzeug liegt seine Hauptfunktion darin, durch mehrere gleichzeitig auf die Werkstückoberfläche einwirkende Schneiden einen schnellen und gleichmäßigen Materialabtrag zu erzielen, um Aufgaben wie Planfräsen, Stufenbearbeitung, Oberflächenfinish und die Bearbeitung breiter Konturen effizient zu erledigen. Im Vergleich zu herkömmlichen ein- oder mehrschneidigen Werkzeugen ermöglichen Hartmetall-Planfräser dank ihrer mehrschneidigen Konstruktion eine deutlich höhere Schneidleistung, eine geringere Belastung der einschneidigen Schneide und eine längere Standzeit. Hartmetall als Hauptwerkstoff verleiht Planfräsern eine extrem hohe Härte (üblicherweise HV 1600–1900) und Verschleißfestigkeit. Dadurch sind sie für die Bearbeitung hochfester Werkstoffe wie Edelstahl, Titanlegierungen, gehärtetem Stahl, Gusseisen und anderer schwer zu bearbeitender Materialien geeignet. Darüber hinaus werden Hartmetall-Planfräser üblicherweise in Verbindung mit modernen CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bearbeitungszentren oder großen Fräsmaschinen eingesetzt, wo sie ihre Leistungsvorteile bei hohen Drehzahlen (bis zu 8000 U/min) und hohen Vorschubgeschwindigkeiten (bis zu 5000 mm/min) voll ausspielen können. In der industriellen Produktion gelten Hartmetall-Planfräser als Schlüsselwerkzeuge zur Verbesserung der Bearbeitungseffizienz, Optimierung der Oberflächenqualität und Senkung der Produktionskosten, insbesondere in anspruchsvollen Bereichen wie der Herstellung von Automobilteilen, Luft- und Raumfahrtkomponenten, der Herstellung von Energieanlagen und der Präzisionsformenbearbeitung. Sie spielen eine unersetzliche Rolle. Ihre Designflexibilität ermöglicht zudem die Anpassung an spezifische Werkstückmaterialien und Bearbeitungsprozesse, wie z. B. die Anpassung des Schnittwinkels oder der Schneidenanzahl, um unterschiedlichen Bearbeitungsanforderungen gerecht zu werden.

Strukturelle Merkmale des Hartmetall-Planfräasers

Der konstruktive Aufbau von Hartmetall-Planfräsern bildet die Grundlage für ihre hohe Leistung. Sie bestehen üblicherweise aus scheibenförmigen oder polygonalen Fräskörpern mit über Umfang und Stirnflächen verteilten Schneidkanten, wobei Steifigkeit, Balance und Spankontrolle im Vordergrund stehen. Die Strukturparameter des Fräasers sind präzise berechnet und optimiert, um Stabilität bei Hochgeschwindigkeitsrotation und Schwerlasterspannung zu gewährleisten. Zu den wichtigsten Strukturmerkmalen gehören:

Durchmesser (D)

Der Bereich reicht von 50 mm bis 400 mm und deckt den Bearbeitungsbedarf von kleinen Werkstücken (wie z. B. Zylinderköpfen von Autos mit einer Fläche von 0,5 m²) bis hin zu großen Platten (wie z. B. Rotorblattbasen von Windkraftanlagen mit einer Fläche von 2–4 m²) ab. Je größer

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

der Durchmesser, desto höher die Schnittbreite und die Materialabtragsrate, aber auch die Anforderungen an die Steifigkeit der Werkzeugmaschine steigen entsprechend.

Schnittbreite

Je nach Schneidenanzahl und Fräskopfdesign kann es 70–100 % des Werkzeugdurchmessers erreichen. Beispielsweise kann ein Planfräser mit 200 mm Durchmesser eine effektive Schnittbreite von 150–200 mm erreichen, was für die Bearbeitung großflächiger ebener Oberflächen geeignet ist.

Griffform

Dazu gehören Zylinderschäfte (20–50 mm Durchmesser), Kegelschäfte (7:24-Kegel, Größen von 16 mm bis 80 mm) oder modulare Werkzeughalter (wie KM- oder HSK-Systeme). Die Kegelschaftkonstruktion bietet ein höheres Spannmoment (bis zu 1000 Nm) für die Schwerzerspannung, während die modularen Werkzeughalter einen schnellen Austausch und eine schnelle Wartung ermöglichen.

Anzahl der Klingen

4–20 Schneidkanten, angepasst an Werkzeugdurchmesser und Bearbeitungsanforderungen. Kleine Durchmesser ($D < 100$ mm) haben üblicherweise 4–8 Schneidkanten, mittlere und große Durchmesser ($D > 150$ mm) können 10–20 Schneidkanten erreichen. Eine Erhöhung der Schneidkantenanzahl kann die Schneidleistung verbessern (Effizienzsteigerung um 20–40 %). Dabei ist jedoch sicherzustellen, dass Leistung und Steifigkeit der Werkzeugmaschinen spindle übereinstimmen.

Schnittwinkel

Der Spanwinkel beträgt 5° – 15° (positiver Spanwinkel optimiert die Schnittkraft) und der Rückwinkel beträgt 5° – 10° (reduziert den Verschleiß des Rückwerkzeugs). Die Schnittwinkelgestaltung wird an das Werkstückmaterial angepasst. Beispielsweise kann der Spanwinkel bei der Bearbeitung von Aluminiumlegierungen 12° – 15° und bei der Bearbeitung von Stahl 5° – 8° betragen.

Körpertyp

Es gibt zwei Typen: den Integraltyp (Klinge und Schneidkörper sind einstückig geformt, mit einem Durchmesser von 50–150 mm) und den Wechselklingentyp (der Schneidkörper besteht aus Stahl und ist mit Hartmetallklingen bestückt, mit einem Durchmesser von 150–400 mm). Der Integraltyp eignet sich für kleine und mittlere Bearbeitungen, während der Wechselklingentyp den Klingenwechsel erleichtert und die langfristigen Nutzungskosten senkt.

Die Schneide des Werkzeugs wird in mehreren Durchgängen präzisionsgeschliffen (Genauigkeit $\pm 0,005$ mm), um die Schärfe und Konsistenz der Schneide (Kantenrauheit $Ra \leq 0,1$ μ m) zu gewährleisten. Der Werkzeugkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 10 g·mm /kg), um Vibrationen bei hohen Geschwindigkeiten zu reduzieren (Schwingungsamplitude $< 0,01$ mm). Moderne Planfräser können zudem Kühlkanäle oder Spanleitstufen integrieren, um die Spanabfuhr und das Wärmemanagement zu optimieren.

Materialien und Herstellung von Hartmetall-Planfräsern

Die hervorragende Leistung von Hartmetall-Planfräsern beruht auf ihren hochwertigen Materialien und komplexen Herstellungsprozessen. Das Matrixmaterial ist üblicherweise ein

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

pulvermetallurgisch gesinterter Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Wolframkarbid sorgt für hohe Härte und Verschleißfestigkeit, Kobalt als Bindephase erhöht die Zähigkeit, und die Zusammensetzung und Partikelgröße (0,5–2 Mikrometer) beeinflussen die Leistung des Werkzeugs direkt. Zu den gängigen Hartmetallsorten gehören:

YG8: Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1700–1800, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa. Geeignet für die Bearbeitung von Gusseisen (z. B. HT250, HB 180–220), Nichteisenmetallen (z. B. Aluminium, Kupfer, HB 50–100) und einigen Materialien mittlerer Härte (HB 200–300). Aufgrund seiner guten Schlagzähigkeit wird es häufig für die Grobbearbeitung verwendet.

YC40: Kobaltgehalt 10 %, Härte HV 1600–1700, Biegefestigkeit 2200–2400 MPa, geeignet für die Verarbeitung von Stahl (z. B. 45#-Stahl, HRC 20–25) und Edelstahl (z. B. 304, HRC 15–20) und bleibt bei hohen Temperaturen (über 600 °C) stabil.

YW1: Enthält Tantalkarbid (TaC) und Niobkarbid (NbC), Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1900–2100 MPa, speziell für Hochtemperaturlegierungen (wie Inconel 718, HRC 35–40) und Titanlegierungen (wie Ti-6Al-4V, HRC 30–35), Hitzebeständigkeit bis 900°C.

Der Herstellungsprozess ist in mehrere präzise Schritte unterteilt:

Vorbereitung des Rohmaterials: Hochreines Wolframkarbidpulver und Kobaltpulver werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %) und eine kleine Menge Seltenerdelemente (wie Ce, Y) werden hinzugefügt, um die Mikrostruktur zu optimieren.

Pressen: Durch Anwendung eines Drucks von 100–200 MPa in einer hydraulischen Presse wird der Schneidkörper bzw. Klingenrohling so geformt, dass eine Dichte von 14,5–15 g/cm³ erreicht wird.

Hochtemperaturesintern: In einem Vakuum- oder wasserstoffgeschützten Sinterofen wird die Temperatur 8–12 Stunden lang auf 1400–1500 °C geregelt, um Poren zu beseitigen und eine dichte Struktur zu bilden.

Nachbearbeitung: Nach dem Sintern wird der Rohling gedreht (Außenrundlauf $< 0,01$ mm), geschliffen (Oberflächen-Ra $\leq 0,2$ μ m) und poliert (Kanten-Ra $\leq 0,1$ μ m). Der Werkzeugkörper muss zudem dynamisch ausgewuchtet werden.

Um die Leistung weiter zu verbessern, werden Werkzeugoberflächen häufig beschichtet, was durch PVD- oder CVD-Verfahren erfolgt:

TiAlN (Titan-Aluminium-Nitrid): Dicke 3–8 Mikrometer, Härte 2800–3200 HV, Hitzebeständigkeit bis 900 °C, hervorragende Oxidationsbeständigkeit, geeignet für Trockenschnitt.
CrN (Chromnitrid): Dicke 2–5 Mikrometer, Härte 2500–2800 HV, Reibungskoeffizient $< 0,3$, starke Antihafteffekt, besonders geeignet für die Verarbeitung von Aluminiumlegierungen.

Mehrschichtbeschichtung: Kombination aus TiN + Al₂O₃ + TiCN, Dicke 5–12 Mikrometer, Gesamthärte über 3000 HV, sowohl verschleißfest als auch hitzebeständig, geeignet für die Verarbeitung mehrerer Materialien.

Diese Beschichtungen verringern die Reibung erheblich (20–30 %), verbessern die Standzeit des Werkzeugs (50–100 % länger als unbeschichtet) und bieten gute Leistung beim Hochgeschwindigkeitsschneiden ($V_c > 300$ m/min) oder intermittierenden Schneiden.

Hartmetall-Planfräserarten

Hartmetall-Planfräser können je nach Aufbau und Einsatzzweck in folgende Typen unterteilt werden, die jeweils für spezifische Bearbeitungsanforderungen optimiert sind:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Vollhartmetall-Planfräser

Klinge und Fräserkörper sind einstückig geformt und haben einen Durchmesser von 50–150 mm. Sie eignen sich für die Bearbeitung kleiner und mittelgroßer ebener Flächen (z. B. Zylinderköpfe von Automobilen, Fläche 0,5 m²). Die Vorteile liegen in der kompakten Bauweise, der einfachen Installation und der Eignung für die Produktion kleiner und mittelgroßer Serien. Allerdings muss das Werkzeug nach Verschleiß komplett ausgetauscht werden.

Wechselklingen-Planfräser

Der Fräserkörper besteht aus hochfestem Stahl (z. B. 40CrMo, HB 250–300) und ist mit Hartmetallklingen bestückt. Der Durchmesser beträgt 150–400 mm und eignet sich für das Schneiden großer Flächen (z. B. Rotorblätter von Windkraftanlagen mit einer Fläche von 2–4 m²). Die Klingen können einzeln ausgetauscht werden, was die Kosten langfristig senkt. Das Fräskopfdesign unterstützt verschiedene Klingenwinkel (0–15°).

Schrupp-Planfräser

Die Anzahl der Schneiden beträgt 4–8, die Schnitttiefe kann 5–10 mm erreichen, der Schwerpunkt liegt auf dem Entfernen großer Materialmengen (z. B. Gusseisenrohlinge, Schnittvolumen 500 cm³/min) und der Klingenrückenwinkel ist groß (10°–15°), um die Schnittkräfte zu reduzieren.

Schlicht-Planfräser

Die Kantenlänge beträgt 10–20 mm, die Schnitttiefe 1–3 mm und die Oberflächengüte (Ra 0,4–0,8 µm) wird betont. Der Spanwinkel der Klinge ist klein (5–8°), um die Genauigkeit zu verbessern. Es wird häufig bei der Bearbeitung von Formbodenoberflächen eingesetzt.

Wellenkantenfräser

Die Klinge ist wellenförmig mit einer Wellenformamplitude von 0,2–0,4 mm und einer Wellenlänge von 3–6 mm. Sie reduziert Vibrationen durch Verteilung der Schnittkraft (die Amplitude wird um 40–60 % reduziert) und eignet sich für dünnwandige Teile (z. B. Aluminiumlegierungshäute mit einer Dicke von 5–10 mm) oder die hochpräzise Bearbeitung.

Technische Parameter des Hartmetall-Planfräasers

Die Leistungsparameter von Hartmetall-Planfräsern variieren je nach Modell und Anwendungsszenario. Im Folgenden finden Sie detaillierte typische Werte zur Benutzerreferenz und Optimierung:

Härte: Die Härte des Substrats liegt zwischen 1600 und 1900 HV, und die Oberflächenhärte nach der Beschichtung kann über 3000 HV erreichen, was viel höher ist als bei Schnellarbeitsstahl (800–900 HV), wodurch die Verschleißfestigkeit bei hoher Belastung gewährleistet wird (Verschleißrate um 60 % reduziert).

Hitzebeständigkeit: Die Schneidleistung bleibt bei hohen Temperaturen von 600 °C bis 1000 °C erhalten. Die thermische Stabilität ist 2-3-mal höher als die von HSS (Wärmeausdehnungskoeffizient $5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$), sodass es sich für das Trockenschneiden oder die Verarbeitung von Hochtemperaturlegierungen eignet.

Schnittgeschwindigkeit (V_c):

Stahl: 150–300 m/min, 45# Stahl: 200 m/min, HRC 40 gehärteter Stahl: 120 m/min.

Gusseisen: 200–400 m/min, Grauguss: 250 m/min, Sphäroguss: 180 m/min.

Aluminiumlegierung: 300–800 m/min, reines Aluminium: 600 m/min, Aluminium-Silizium-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Legierung: 350 m/min.

Vorschub (fz): 0,1–0,5 mm/Zahn, 0,3–0,5 mm/Zahn beim Schrappen (Vorschubgeschwindigkeit 3000–5000 mm/min), 0,1–0,2 mm/Zahn beim Schlichten (Vorschubgeschwindigkeit 1000–2000 mm/min).

Schnitttiefe (ap): 1–10 mm, Schrappen 5–10 mm (Materialabtragsrate 500–1000 cm³/min), Schlichten 1–3 mm (Genauigkeit ±0,01 mm).

Toleranz: Durchmessertoleranz ±0,02 mm (IT6-Klasse), Ebenheit <0,01 mm, Vertikalität <0,015 mm.

Oberflächenrauheit: Schlichten Ra 0,4–0,8 Mikrometer, Schrappen Ra 1,6–3,2 Mikrometer, abhängig von den Schnittparametern und dem Zustand des Werkzeugs (Ra der neuen Kante kann 0,2 Mikrometer erreichen).

Anwendungsszenarien von Hartmetall-Planfräsern

Hartmetall-Planfräser haben sich aufgrund ihrer hohen Effizienz und der Möglichkeit zur großflächigen Bearbeitung in vielen Industriebereichen bewährt. Spezifische Anwendungsszenarien umfassen:

Automobilindustrie : Bearbeitung von Zylinderblöcken und Zylinderkopfoberflächen (Fläche 0,5–2 m²), Schnittgeschwindigkeit 200–300 m/min, Effizienz 200–500 cm³/min, Oberfläche Ra < 1,6 Mikrometer, Gewährleistung der Luftdichtheit.

Luft- und Raumfahrt: Fräsen einer Aluminiumlegierungshaut (Dicke 5–20 mm), Schnittgeschwindigkeit 400–600 m/min, Oberflächen-Ra < 0,6 Mikrometer, Erfüllung der Ebenheitsanforderungen in Luftfahrtqualität (Ebenheit < 0,02 mm).

Energieanlagen: Bearbeitung von Rotorblattfüßen für Windkraftanlagen (2-4 m Durchmesser), Schnitttiefe 8-10 mm, Schnittgeschwindigkeit 150-250 m/min, Materialabtragsrate 800-1200 cm³/min.

Formenbau : Endbearbeitung der Formbodenfläche (Fläche 0,2-1 m²), Schnitttiefe 1-2 mm, Schnittgeschwindigkeit 150-200 m/min, Ebenheit <0,005 mm, Ra <0,4 Mikron.

Tatsächlicher Fall: Eine Automobilfabrik verwendet einen Planfräser mit 250 mm Durchmesser und 12 auswechselbaren Schneiden zur Bearbeitung der Zylinderkopfebene, Vc 250 m/min, fz 0,4 mm/Zahn, ap 6 mm, Bearbeitungsleistung 400 cm³/min, Oberflächen-Ra 1,2 Mikrometer und Standzeit 50 Stunden.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Planfräsern

Um die Leistungsfähigkeit von Hartmetall-Planfräsern voll auszuschöpfen und deren Lebensdauer zu verlängern, sollten folgende Details beachtet werden:

sind Werkzeugmaschinen mit hoher Steifigkeit erforderlich (Spindelsteifigkeit > 3000 N/μm, Bettsteifigkeit > 5000 N/μm), Spindelrundlauf < 0,01 mm und Genauigkeit der Führungsschienen der Werkzeugmaschine (Geradheit < 0,02 mm/m), was sich direkt auf die Verarbeitungsqualität auswirkt.

Kühlung und Schmierung: Empfohlen wird die Verwendung von Kühlschmierstoff (z. B. 5–10 % Emulsion) oder synthetischem Öl mit einer Durchflussrate von 20–50 l/min. Bei Schnittgeschwindigkeiten über 300 m/min ist eine Hochdruckkühlung (Druck 5–10 bar,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Durchflussrate ≥ 20 l/min) erforderlich, um die Temperatur der Schneidzone (< 500 °C) zu senken.
Einstellung der Schnittparameter: Schruppen V_c 200–300 m/min, a_p 5–10 mm, f_z 0,3–0,5 mm/Zahn;
Schlichten V_c 150–200 m/min, a_p 1–3 mm, f_z 0,1–0,2 mm/Zahn. Die Parameter müssen je nach
Werkstückmaterial und Maschinenleistung (z. B. Spindelleistung ≥ 10 kW) optimiert werden.
Kalibrierung eine Werkzeugeinstellungs-sonde. Die Exzentrizität muss $< 0,005$ mm sein. Das
Klemmdrehmoment muss 30–50 Nm betragen (angepasst an das Gewicht des Werkzeugs), um
durch Lockerheit verursachte Vibrationen zu vermeiden.
Verschleißprüfung: Überprüfen Sie regelmäßig den Verschleißzustand der Klinge. Ersetzen Sie die
Wendeschnidplatte/das Werkzeug, wenn der Schneidkantenverschleiß VB 0,4 mm erreicht oder
Absplitterungen (Tiefe $> 0,1$ mm) auftreten. Achten Sie auf die Spanfarbe (blau zeigt Überhitzung
an, und V_c muss um 10–15 % reduziert werden) und die Spanform (lange, gekräuselte Späne weisen
auf entsprechende Parameter hin).

Vorteile des Hartmetall-Planfräasers

Hohe Effizienz (2-3 mal höher als Schaftfräser), starke Fähigkeit zur Bearbeitung großer Flächen,
500-1000 cm³ Material können in einem einzigen Schnitt entfernt werden.

Lange Lebensdauer (50-100 Stunden, abhängig von Beschichtung und Arbeitsbedingungen), 3-5
mal länger als HSS-Planfräser.

Die Oberflächenqualität ist ausgezeichnet und der Ra-Wert kann 0,4 Mikrometer erreichen,
wodurch hohe Präzisionsanforderungen erfüllt werden.

Das Design mit austauschbaren Klingen reduziert die Wartungskosten und der Klingenwechsel
dauert weniger als 5 Minuten.

Hartmetall-Planfräser haben jedoch auch ihre Grenzen. Sie sind teuer und erfordern eine hohe
Anfangsinvestition, weshalb sie sich nicht für die Massenproduktion eignen. Sie stellen hohe
Anforderungen an die Werkzeugmaschinen (Leistung ≥ 10 kW, Steifigkeit > 3000 N/ μ m) und sind
mit herkömmlichen Werkzeugmaschinen nur schwer zu bearbeiten. Sie eignen sich nicht für die
Bearbeitung komplexer gekrümmter Oberflächen oder tiefer Hohlräume, und ihr
Anwendungsbereich ist begrenzt (Schnitttiefe < 10 mm).

Markt und Entwicklung von Hartmetall-Planfräsern

Intelligente Werkzeuge

Integrierte Sensoren überwachen die Schnittkraft (Bereich 0–5000 N) und die Temperatur
(< 1000 °C) und die KI optimiert die Parameter, um die Effizienz um 10–15 % zu steigern.

Umwelttechnik

Durch die Verwendung einer Formel mit niedrigem Kobaltgehalt (Co- Gehalt < 6 %) und eines
recyclbaren Beschichtungsprozesses werden die Kohlenstoffemissionen um 20–30 % reduziert.

Entwicklung großer Durchmesser

Einführung von extragroßen Planfräsern mit 400–600 mm Durchmesser, geeignet für die
Windkraft- und Schiffbauindustrie, mit einer Schnittbreite von bis zu 500 mm.

Unterschied zwischen Hartmetall-Planfräser und Hartmetall-Schaftfräser

Zwischen Hartmetall-Planfräsern und Schaftfräsern bestehen erhebliche Unterschiede in der

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Konstruktion und Anwendung:

Schneidverfahren: Planfräser konzentrieren sich auf die großflächige Flachbearbeitung (Schnittbreite bis 70–100 % des Durchmessers), Schaftfräser werden meist für Nuten, Flanken und komplex gekrümmte Flächen eingesetzt (Schnitttiefe bis 150 mm).

Schneiden: Planfräser haben mehr Schneiden (4–20) und verteilen die Schnittlast; Schaftfräser haben weniger Schneiden (2–10) und eignen sich für die Feinbearbeitung.

Anwendungsszenarien: Planfräser werden für Ebenen und Stufen (z. B. Zylinderebenen) verwendet, und Schaftfräser werden für tiefe Löcher und 3D-Oberflächen (z. B. Formhohlräume) verwendet.

Aufbau: Planfräser sind meist scheibenförmig oder mit auswechselbaren Schneidplatten ausgestattet, Schaftfräser hingegen haben einen Zylinderschaft oder eine Kugelschaftform.

Effizienz und Präzision: Planfräser haben eine hohe Effizienz (500–1000 cm³/min) und eine mittlere Präzision (Ra 0,4–1,6 Mikrometer); Schaftfräser haben eine niedrige Effizienz (50–200 cm³/min) und eine hohe Präzision (Ra 0,1–0,8 Mikrometer).

Hartmetall-Planfräser eignen sich ideal für die effiziente Planbearbeitung. Ihre hohe Leistung, Vielseitigkeit und großflächige Zerspanungsleistung erfüllen die hohen Anforderungen der modernen Industrie an Effizienz und Qualität. Die Produktionseffizienz lässt sich durch optimierte Schnittparameter (z. B. Vc 250 m/min, ap 6 mm) und korrekte Wartung (z. B. regelmäßiger Wechsel der Wendeschneidplatten) deutlich steigern.

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Hartmetallfräser benötigen, bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „Chinatungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Kugelfräser?

Definition und Funktion des Hartmetall-Kugelfräasers

Hartmetall-Kugelpkopfräser sind hochpräzise, vielseitig einsetzbare Rotationsschneidwerkzeuge, die in der Metallbearbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt und anderen Industriezweigen mit komplexer Oberflächenbearbeitung weit verbreitet sind. Ihr einzigartiges Merkmal ist die kugelförmige Form der Schneide (Kugelpkopf), die dem Werkzeug sanfte Schnittübergänge ermöglicht und sich besonders für die Bearbeitung dreidimensionaler Oberflächen, Fasen und komplexer Geometrien eignet. Hartmetall-Kugelpkopfräser verwenden Hartmetall als Grundmaterial. Dank seiner hohen Härte (HV 1800–2100) und Verschleißfestigkeit können sie hochfeste Werkstoffe wie Edelstahl, Titanlegierungen, gehärteten Stahl und Verbundwerkstoffe effizient schneiden. Ihre Funktionen beschränken sich nicht nur auf die Oberflächenbearbeitung, sondern ermöglichen auch das Fräsen von Flanken, Nuten und Konturen, insbesondere bei Anforderungen an Oberflächenqualität und geometrische Genauigkeit. Hartmetall-Kugelfräser werden üblicherweise in Verbindung mit CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Fünf-Achs-Bearbeitungszentren oder Graviermaschinen eingesetzt, um ihre Bearbeitungsfähigkeiten bei hoher Geschwindigkeit (bis zu 12.000 U/min) und geringer Schnitttiefe (0,1–2 mm) voll auszuschöpfen. In der modernen Fertigung, insbesondere bei der Herstellung von Automobilformen, Luft- und Raumfahrtteilen und medizinischen Geräten, sind Hartmetall-Kugelfräser aufgrund ihrer Flexibilität und Präzision zu unverzichtbaren Werkzeugen geworden. Ihr Design kann zudem an spezifische Werkstückmaterialien und Verarbeitungsanforderungen angepasst werden, um unterschiedlichen industriellen Anforderungen gerecht zu werden.

Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Kugelpkopfräsern

Der konstruktive Aufbau von Hartmetall-Kugelfräsern bildet die Grundlage für die effiziente Bearbeitung komplexer gekrümmter Oberflächen. Sie verfügen üblicherweise über eine Zylinderschaft- oder Kegelschaftkonstruktion mit halbkugelförmigem Schneidenende und über die Kugeloberfläche und den Umfang verteilten Klingen. Die wichtigsten konstruktiven Merkmale sind:

Durchmesser (D)

Im Bereich von 1 mm bis 32 mm werden Mikro-Kugelpkopfräser ($D < 6$ mm) für feine Gravuren verwendet und große Kugelpkopfräser ($D > 12$ mm) eignen sich für die Grobbearbeitung von Formen.

Kugelpkopfradius (R)

Von 0,5 mm bis 16 mm wirkt sich die Radiusgröße direkt auf die Glätte und Schnitttiefe der Oberflächenbearbeitung aus, und der R-Wert beträgt normalerweise $D/2$.

Gesamtlänge (L)

50 mm bis 200 mm, geeignet für verschiedene Werkzeugmaschinen-spindellängen und Werkstücktiefen, und der extralange Typ kann 250 mm erreichen.

Effektive Schnittlänge (l)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5 mm bis 100 mm, bestimmt die maximale Schnitttiefe des Werkzeugs im Werkstück, und die Bearbeitung tiefer Hohlräume kann auf 150 mm angepasst werden.

Schaftdurchmesser (d)

Durch die Anpassung an den Schneidendurchmesser von 3 mm bis 32 mm mit der Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm) wird die Spanngenaugkeit gewährleistet.

Spiralwinkel

15°–45°, der Standardwert beträgt 30°, was sich auf die Spanabfuhr und Schnittstabilität auswirkt, und 35°–40° wird üblicherweise zum Schlichten verwendet (die Spanabfuhr rate erhöht sich um 15 %).

Anzahl der Klingen

2–6 Schneidkanten, kleiner Durchmesser ($D < 10$ mm) hat üblicherweise 2–3 Schneiden, mittlerer und großer Durchmesser ($D > 10$ mm) hat 4–6 Schneiden. Eine höhere Schneidenanzahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine höhere Steifigkeit der Werkzeugmaschine.

Die Schneide des Kugelpkopffräsers wird in mehreren Durchgängen präzisionsgeschliffen (Genauigkeit $\pm 0,005$ mm), um die Schärfe und Konsistenz der Schneide zu gewährleisten (Schneidkantenrauheit $Ra \leq 0,1$ μ m). Der kugelförmige Teil wird hochpräzise poliert, um Kratzer während der Bearbeitung zu vermeiden. Der Fräserkörper ist zudem dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg), um Vibrationen bei Hochgeschwindigkeitsrotationen (Amplitude $< 0,01$ mm) zu reduzieren. Einige Modelle verfügen zudem über integrierte Kühlkanäle zur Optimierung des Wärmemanagements und der Spanabfuhr im Schneidbereich.

Hartmetall-Kugelpkopffräsermaterial

Die Leistung von Hartmetall-Kugelfräsern hängt von der Qualität ihrer Materialien und der Präzision ihrer Herstellungsverfahren ab. Das Grundmaterial ist ein pulvermetallurgisch gesinterter Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Wolframkarbid sorgt für hohe Härte und Verschleißfestigkeit, Kobalt für höhere Zähigkeit. Zusammensetzung und Partikelgröße (0,5–2 Mikrometer) werden den Verarbeitungsanforderungen angepasst. Zu den gängigen Hartmetallsorten gehören:

YG6: Kobaltgehalt beträgt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für die Verarbeitung von Gusseisen, Nichteisenmetallen (wie Aluminium, Kupfer) und Materialien mittlerer Härte (wie 45# Stahl, HRC 20–25).

YT15: Enthält Titancarbid und Wolframkarbid, Härte HV 1900–2000, Biegefestigkeit 1600–1800 MPa, geeignet für Stahl und legierten Stahl und ist stabil bei hohen Temperaturen (über 700 °C).

YW2: Enthält Tantalkarbid (TaC) und Niobkarbid (NbC), Härte HV 1800–2100, Biegefestigkeit 1700–1900 MPa, speziell für schwer zerspanbare Werkstoffe wie Titanlegierungen (Ti-6Al-4V, HRC 30–35) und Nickelbasislegierungen (Inconel 718, HRC 40–45).

Herstellungsprozess von Hartmetall-Kugelpkopffräsern

Rohstoffaufbereitung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Hochreines Wolframkarbidpulver und Kobaltpulver werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1\%$) und Spuren seltener Erden (wie Ce, Y) werden hinzugefügt, um die Mikrostruktur zu optimieren.

Drücken

Der Werkzeugkörperrohling wird mittels einer hydraulischen Presse mit einem Druck von 100–200 MPa und einer Dichte von 14,5–15 g/cm³ geformt.

Hochtemperaturesintern

In einem Vakuum- oder wasserstoffgeschützten Sinterofen beträgt die Temperatur 8–12 Stunden lang 1400–1500 °C, um Poren zu beseitigen und eine dichte Struktur zu bilden.

Nachbearbeitung

Nach dem Sintern wird der Rohling gedreht (Außenrundlauf $< 0,01$ mm), geschliffen (Oberflächen- $R_a \leq 0,2$ μ m) und poliert (Kanten- $R_a \leq 0,1$ μ m). Der Kugelkopfteil muss mit einer speziellen Kugelschleifmaschine bearbeitet werden. Zur Leistungssteigerung wird die Werkzeugoberfläche beschichtet:

TiN (Titannitrid)

Dicke 2–5 Mikrometer, Härte 2000–2500 HV, starke Verschleißfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit, geeignet für allgemeinen Stahl.

TiCN (Titancarbonitrid)

Dicke 3–6 Mikrometer, Härte 2500–3000 HV, ausgezeichnete Antihafteigenschaft, geeignet für Aluminiumlegierungen und Edelstahl.

Al₂O₃ (Aluminiumoxid)

Dicke 5–10 Mikrometer, Härte 3000 HV, Hitzebeständigkeit bis 1000°C, speziell für Hochtemperaturlegierungen.

Die Beschichtung wird im PVD- oder CVD-Verfahren aufgebracht, wodurch die Reibung verringert (Koeffizient $< 0,3$) und die Lebensdauer verlängert wird (50–100 % höher als bei unbeschichtet), insbesondere beim Hochgeschwindigkeitsschneiden ($V_c > 300$ m/min).

Hartmetall-Kugelschaftfräser

Je nach Ausführung und Verwendungszweck können Hartmetall-Kugelfräser in folgende Typen unterteilt werden:

Standard-Kugelkopffräser

Die Anzahl der Klingen beträgt 2–4, der Spiralwinkel 30° und der Durchmesser 6–20 mm. Es eignet sich für die allgemeine Oberflächenbearbeitung (z. B. Formhohlräume).

Schrupp-Kugelkopffräser

Die Anzahl der Kanten beträgt 2–3, die Schnitttiefe beträgt 2–5 mm und der Schwerpunkt liegt auf dem Entfernen von Material, das für die erste Verarbeitungsphase geeignet ist.

Schlicht-Kugelkopffräser

Kanten: 4–6, Schnitttiefe: 0,1–2 mm, Schwerpunkt auf Oberflächenqualität ($R_a 0,1–0,4$ μ m), wird zur Endbearbeitung verwendet.

Kugelkopffräser mit langem Hals

Die effektive Schnittlänge beträgt 50–150 mm, der Schaft ist schlank und eignet sich für die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Bearbeitung tiefer Hohlräume (z. B. Motorzylinderblöcke).

Mikro-Kugelpkopffräser

Durchmesser 1–6 mm, Kantenanzahl 2, Genauigkeit $\pm 0,005$ mm, speziell für Mikroelektronik und medizinische Geräte.

Technische Parameter von Hartmetall-Kugelpkopffräsern

Die Leistungsparameter variieren je nach Modell. Typische Werte sind wie folgt:

Härte: Substrat HV 1800–2100, Beschichtung erreicht 3000 HV, Verschleißfestigkeit ist besser als HSS (HV 800–900).

Hitzebeständigkeit: 600 °C – 1000 °C, die thermische Stabilität ist 2-3 mal so hoch wie bei HSS.

Schnittgeschwindigkeit (V_c):

Stahl: 100–250 m/min (200 m/min für 45# Stahl) .

Titanlegierung: 50–150 m/min (Ti-6Al-4V benötigt 100 m/min).

Aluminiumlegierung: 200–500 m/min (reines Aluminium: 400 m/min).

Vorschub (fz): 0,05–0,3 mm/Zahn, Schlichten 0,05–0,1 mm/Zahn.

Schnitttiefe (ap): 0,1–5 mm, Schlichten 0,1–2 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm (Qualität IT6), Kugelrundheit $< 0,005$ mm.

Oberflächenrauheit: Ra 0,1–0,8 Mikrometer, Feinschliff kann 0,1 Mikrometer erreichen.

Anwendungsszenarien von Hartmetall-Kugelfräsern

Formenbau : Bearbeitung von Automobil- Formoberflächen (Krümmung 5–20 mm), Ra $< 0,4$ Mikrometer.

Luft- und Raumfahrt: Fräsen von Schaufelblättern aus Titanlegierungen (5–15 mm dick), Ebenheit $< 0,01$ mm.

Medizinprodukte: Gravur von orthopädischen Implantaten (10–50 mm Durchmesser) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm.

Elektronikindustrie: Bearbeitung von Leiterplattenhohlräumen (Tiefe 5–20 mm), Ra $< 0,2$ Mikron.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Kugelpkopffräsern

Werkzeugmaschine: Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung $< 0,01$ mm, Spindelleistung ≥ 3 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (Druck 5 bar, Durchflussrate 15 l/min).

Parameter: V_c 150 m/min, fz 0,1 mm/Zahn, ap 1 mm.

Einbau: Koaxialität $< 0,005$ mm, Klemmkraft 20-30 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn VB 0,3 mm erreicht oder die Klinge abgebrochen ist.

Unterschiede zwischen Hartmetall-Kugelfräsern und Schaftfräsern/Planfräsern

Schneidmethoden: Kugelfräser für gekrümmte Oberflächen, Schaftfräser für Schlitz/Seiten, Planfräser für flache Oberflächen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Schneidkanten : Kugelfräser 2-6, Schaftfräser 2-10, Planfräser 4-20.

Anwendung: Feinradiusfräser, Universal-Schaftfräser, Planfräser für große Flächen.

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Hartmetallfräser benötigen, bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „Chinatungsten Online“



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Profilfräser?

Definition und Funktion des Hartmetall-Formfräasers

Hartmetall-Profilfräser sind hochpräzise, hochspezialisierte Rotationsschneidwerkzeuge, die in der Metallverarbeitung, im Formenbau und in der Maschinenbauproduktion weit verbreitet sind. Ihr Hauptmerkmal ist die Anpassung der Schneide an die spezifische Kontur bzw. Profiloberfläche des Werkstücks. Im Gegensatz zu Allzweckfräsern sind Hartmetall-Profilfräser so konzipiert, dass sie vordefinierte komplexe Geometrien wie Zahnformen, Nuten, Keilwellen oder spezielle Kurven direkt nachbilden und so die Profilmachung in einem Schnitt ohne Nachbearbeitung abschließen. Hartmetall als Grundmaterial verleiht Profilfräsern eine hohe Härte (HV 1800–2100), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und thermische Stabilität. Dadurch können sie hochfeste Werkstoffe wie Stahl (HRC 20–50), Titanlegierungen, Nickelbasislegierungen und Hartguss effizient bearbeiten. Profilfräser werden üblicherweise in Verbindung mit CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Verzahnungsmaschinen oder speziellen Profilmaschinen eingesetzt und ermöglichen die präzise Nachbildung komplexer Konturen bei hohen Drehzahlen (bis zu 10.000 U/min) und präzisen Vorschüben (0,01–0,2 mm/Zahn). Ihre Anwendungsgebiete konzentrieren sich hauptsächlich auf Industriebereiche, die hohe Präzision und spezifische Formen erfordern, wie z. B. Fahrzeuggetriebe, Flugzeugtriebwerkskomponenten, Zahnradfertigung und Präzisionsformenbau. Die Gestaltungsflexibilität von Hartmetall-Formfräsern ist extrem hoch, und die Form und Größe der Klinge kann individuell an die Werkstückanforderungen angepasst werden, um den unterschiedlichsten Bearbeitungsanforderungen gerecht zu werden.

Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Formfräsern

Der konstruktive Aufbau von Hartmetall-Formfräsern ist auf ihren speziellen Zweck ausgerichtet. Die Form der Schneide spiegelt die Zielkontur des Werkstücks wider. Üblicherweise wird ein gerader Schaft, ein konischer Schaft oder eine modulare Schaftstruktur verwendet. Die wichtigsten strukturellen Merkmale sind:

Durchmesser (D): Im Bereich von 4 mm bis 50 mm werden Mikroprofilfräser ($D < 10$ mm) für die Feinbearbeitung eingesetzt, Großprofilfräser ($D > 20$ mm) eignen sich für schwere Profilaufgaben.

Blattprofil: Individuell nach Werkstückanforderungen, wie beispielsweise Zahnprofile mit Modul 1-8, Nuten mit Radius 2-20 mm oder komplexe Rundungen, mit einer Profiligenauigkeit von bis zu $\pm 0,005$ mm.

Gesamtlänge (L): 60 mm bis 250 mm, passend für unterschiedliche Werkzeugmaschinenspindeln und Werkstücktiefen, in der extralangen Ausführung sind es bis zu 300 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 10 mm bis 120 mm, bestimmt die maximale Schnitttiefe des Werkzeugs in das Werkstück, Tiefnuten können individuell bis 150 mm gefertigt werden.

Schaftdurchmesser (d): Passend zum Schneidendurchmesser von 6 mm bis 50 mm, mit Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm) zur Gewährleistung der Spanngenauigkeit.

Spiralwinkel: 10° – 40° , angepasst an die Form des Formteils, der Standardwert beträgt 25° – 30° , was

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

sich auf die Spanabfuhr und die Schnittstabilität auswirkt. Für komplex gekrümmte Oberflächen können 35° – 40° gewählt werden.

Schneiden : 2–10 Schneiden , abhängig von Durchmesser und Umformungsaufwand, üblicherweise 2–4 bei kleinem Durchmesser ($D < 15$ mm) und 6–10 bei großem Durchmesser ($D > 15$ mm).

Die Schneide des Formfräasers wird mit einer hochpräzisen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um sicherzustellen, dass das Profil dem Design entspricht (Profilrauheit $Ra \leq 0,05$ μ m). Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm /kg), um Vibrationen bei Hochgeschwindigkeitsrotation (Amplitude $< 0,01$ mm) zu reduzieren. Einige Modelle verfügen über integrierte Kühlkanäle zur Optimierung des Wärmemanagements und der Spanabfuhr im Schneidbereich, insbesondere bei tiefen Nuten oder geschlossenen Umformungen.

Hartmetall-Formfräsermaterialien

Die Leistungsfähigkeit von Hartmetall-Formfräsern hängt von der Qualität ihrer Materialien und komplexen Herstellungsverfahren ab. Das Grundmaterial ist ein pulvermetallurgisch gesinterter Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Wolframkarbid sorgt für hohe Härte und Verschleißfestigkeit, Kobalt für höhere Zähigkeit. Zusammensetzung und Partikelgröße (0,5–2 Mikrometer) werden entsprechend den Verarbeitungsanforderungen optimiert. Zu den gängigen Hartmetallsorten gehören:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für die Bearbeitung von Gusseisen, Nichteisenmetallen und Stahl mittlerer Härte (HRC 20–30).

YT14: Enthält Titankarbid und Wolframkarbid, Härte HV 1900–2000, Biegefestigkeit 1600–1800 MPa, geeignet für Stahl und legierten Stahl (HRC 30–40), gute Hochtemperaturstabilität.

YW3: Enthält Tantalkarbid (TaC) und Niobkarbid (NbC), Härte HV 1800–2100, Biegefestigkeit 1700–1900 MPa, speziell für schwer zerspanbare Werkstoffe wie Titanlegierungen (HRC 30–35) und Nickelbasislegierungen (HRC 40–45).

Herstellungsprozess eines Hartmetall-Formfräasers

Vorbereitung des Rohmaterials: Hochreines Wolframkarbidpulver und Kobaltpulver werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %) und eine Spur eines Carbidstabilisators (wie etwa VC, Cr_3C_2) wird hinzugefügt, um die Mikrostruktur zu verbessern.

Pressen: Mittels einer hydraulischen Presse wird bei einem Druck von 150–250 MPa der Werkzeugkörperrohling auf eine Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ geformt .

Hochtemperaturesintern: In einem Vakuum- oder wasserstoffgeschützten Sinterofen beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–14 Stunden, um Poren zu beseitigen und eine Struktur mit hoher Dichte zu bilden.

Nachbearbeitung: Nach dem Sintern wird der Rohling gedreht (Außenrundlauf $< 0,01$ mm), CNC-geschliffen (Profilgenauigkeit $\pm 0,002$ mm) und poliert (Schneidkante $Ra \leq 0,05$ μ m). Die Bearbeitung der Schneidkante erfolgt mit einem speziellen Profilschleifer.

Zur Leistungssteigerung werden Beschichtungen auf die Werkzeugoberfläche aufgetragen:

TiAlN (Titan-Aluminium-Nitrid): Dicke 3–8 Mikrometer, Härte 2800–3200 HV,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Hitzebeständigkeit bis 900 °C, geeignet für Trockenschliff.

TiCN (Titan carbonitrid): Dicke 3–6 Mikrometer, Härte 2500–3000 HV, starke Antihafteffekte, geeignet für Aluminiumlegierungen und Edelstahl.

DLC (Diamond-Like Coating): Dicke 1–3 Mikrometer, Härte 3000–3500 HV, Reibungskoeffizient $< 0,1$, für hochpräzise Formen konzipiert.

Die Beschichtung wird durch ein PVD-Verfahren aufgebracht, wodurch die Reibung verringert (Koeffizient $< 0,3$) und die Lebensdauer verlängert wird (60–120 % höher als bei unbeschichtet), insbesondere beim Hochgeschwindigkeitsschneiden ($V_c > 200$ m/min).

Hartmetall-Profilfräsertypen

Je nach Ausführung und Verwendungszweck lassen sich Hartmetall-Profilfräser in folgende Typen unterteilen:

Zahnprofilfräser: Die Schneide besitzt ein Zahnprofil von Modul 1-8, einen Durchmesser von 10-30 mm und wird speziell für die Zahnradbearbeitung (z. B. Autogetriebezahnräder) eingesetzt.

Nutfräser: Die Schneide ist eine Nut mit einem Radius von 2-20 mm, geeignet zum Bearbeiten von Passfedernuten oder Lagersitzen.

Kurvenformfräser: Die Schneidkante weist eine komplexe Kurve auf, die für Formhohlräume oder dekorative Teile geeignet ist.

Langkanten-Formfräser: effektive Schneidenlänge 50–120 mm, geeignet für tiefe Nuten oder mehrstufige Formgebungen.

Mikroprofilfräser: 4–10 mm Durchmesser, Genauigkeit $\pm 0,005$ mm, speziell für Mikroelektronik und Präzisionsteile entwickelt.

Technische Parameter des Hartmetall-Formfräasers

Die Leistungsparameter variieren je nach Modell. Typische Werte sind wie folgt:

Härte: Grundmaterial HV 1800–2100, nach der Beschichtung erreicht es 3000–3500 HV und die Verschleißfestigkeit ist besser als bei HSS.

Hitzebeständigkeit: 600 °C – 1000 °C, hohe thermische Stabilität.

Schnittgeschwindigkeit (V_c):

Stahl: 100–250 m/min (45# Stahl benötigt 180 m/min).

Titanlegierung: 50–120 m/min (Ti-6Al-4V benötigt 80 m/min).

Aluminiumlegierung: 150–400 m/min (reines Aluminium: 300 m/min).

Vorschub (fz): 0,01–0,2 mm/Zahn, Schlichten 0,01–0,05 mm/Zahn.

Schnitttiefe (ap): 0,1–5 mm, Schlichten 0,1–2 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm (Qualität IT6), Konturgenauigkeit $< 0,005$ mm.

Oberflächenrauheit: Ra 0,1–0,6 Mikrometer, die Endbearbeitung kann 0,1 Mikrometer erreichen.

Anwendungsszenarien von Hartmetall-Formfräsern

Zahnradbearbeitung: Bearbeitung von Automobilzahnradern (Modul 3-5), Präzisionsgrad 6-8, Ra $< 0,4$ Mikron.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Formenbau: Formen von Formhohlräumen (Tiefe 20–50 mm), Ebenheit <0,01 mm.

Teile für die Luft- und Raumfahrt: Fräsen von Turbinenschaufelfüßen (Dicke 10–20 mm), Ra < 0,3 Mikrometer.

Dekorative Teile: Bearbeitung komplexer gekrümmter Oberflächen (Fläche 0,1–0,5 m²), Genauigkeit ±0,01 mm.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Formfräsern

Werkzeugmaschine: CNC- oder Zahnradmaschine, Rundlaufabweichung <0,01 mm, Spindelleistung ≥2,5 kW.

Kühlung: Schneidflüssigkeit (Durchflussrate 10–20 l/min), Hochdruckkühlung (5 bar).

Parameter: Vc 150 m/min, fz 0,05 mm/Zahn, ap 1 mm.

Einbau: Koaxialität <0,005 mm, Klemmkraft 20–30 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn VB 0,3 mm erreicht oder das Profil deformiert ist.

Unterschiede zwischen Hartmetall-Formfräsern und Schaftfräsern/Kugelpkopffräsern/Planfräsern

Schneidverfahren: Profilfräser für spezifische Konturen, Schaftfräser für Schlitz/Seite, Kugelpkopffräser für gewölbte Fläche, Planfräser für ebene Fläche.

Klingen: Formfräser 2–10, Schaftfräser 2–10, Kugelfräser 2–6, Planfräser 4–20.

Anwendung: Speziell zum Umformen, allgemein zum Schaftfräsen, fein für Kugelpkopf, großflächig zum Planfräsen.

Aufbau: Kundenspezifisches Profilblatt, Schaftfräser mit gerader Klinge, Kugelpkopf mit sphärischer Oberfläche, Planfrässcheibe.

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Hartmetallfräser benötigen, bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „Chinatungsten

Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Schruppfräser?

Definition und Funktion Hartmetall-Schruppfräser

Der Hartmetall-Schruppfräser ist ein hocheffizientes, robustes Rotationsschneidwerkzeug, das häufig in der Metallbearbeitung, der Gussnachbearbeitung und der Erstbearbeitung mechanischer Teile eingesetzt wird. Seine Hauptfunktion besteht darin, schnell große Materialmengen abzutragen, um die Werkstückoberfläche zu formen und so die Grundlage für die anschließende Nachbearbeitung (z. B. mit einem Hartmetall-Schlichtfräser oder Formfräser) zu legen. Der Hartmetall-Schruppfräser verwendet Hartmetall als Grundmaterial. Dank seiner hohen Härte (HV 1600–1900), seiner hervorragenden Verschleißfestigkeit und Schlagzähigkeit eignet er sich für die Schrubbearbeitung hochfester Werkstoffe (wie Gusseisen, Stahl, Edelstahl). Seine Konstruktion zeichnet sich durch eine robuste Schneidenstruktur und einen optimierten Schnittwinkel aus, um großen Schnitttiefen und hohen Vorschüben standzuhalten. Er wird üblicherweise in Verbindung mit CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Vertikalfräsmaschinen oder schweren Bearbeitungszentren eingesetzt. Er eignet sich für Bearbeitungsbedingungen mit hohen Drehzahlen (bis zu 6000 U/min) und hohen Abtragsraten (500–2000 cm³/min). Hartmetall-Schruppfräser sind besonders in der industriellen Produktion, insbesondere in der Automobil-, Energieanlagen- und Schwermaschinenindustrie, wichtig, um Rohlinge schnell zu entfernen, Gussgrate zu entfernen oder große Werkstückflächen zu bearbeiten. Dank ihrer Designflexibilität können Schneidenanzahl und Geometrie an das Werkstückmaterial und die Bearbeitungsanforderungen angepasst werden, was die Schruffeffizienz weiter verbessert.

Strukturelle Merkmale des Hartmetall-Schruppfräasers

Der konstruktive Aufbau von Hartmetall-Schruppfräsern ist auf hohe Schnittkräfte und hohe Abtragsraten ausgelegt. Sie verfügen üblicherweise über Zylinder- oder Kegelschäfte oder Frässcheiben mit großem Durchmesser und dicken, gleichmäßig verteilten Schneidkanten. Die wichtigsten strukturellen Merkmale sind:

Durchmesser (D): Von 10 mm bis 100 mm, Mikro-Schruppfräser ($D < 20$ mm) werden für kleine Werkstücke verwendet und große Schruppfräser ($D > 50$ mm) eignen sich für schwere Zerspanungsaufgaben.

Schnittbreite: kann 50–80 % des Werkzeugdurchmessers erreichen, beispielsweise kann ein Schruppfräser mit 50 mm Durchmesser eine effektive Schnittbreite von 25–40 mm erreichen.

Gesamtlänge (L): 80 mm bis 300 mm, passend für unterschiedliche Werkzeugmaschinen-spindeln und Werkstücktiefen, in der extralangen Ausführung sind es bis zu 350 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 20 mm bis 150 mm, bestimmt die maximale Schnitttiefe des Werkzeugs in das Werkstück, geeignet für tiefe Nuten oder großflächiges Schruppen.

Schaftdurchmesser (d): Passend zum Schneidendurchmesser von 12 mm bis 80 mm, mit Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm) zur Gewährleistung der Spannstabilität.

Spiralwinkel: 10°–30°, Standardwert ist 15°–20°, optimiert Schnittkraft und Spanabfuhr, niedrigere

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Spiralwinkel werden oft bei der Grobbearbeitung verwendet, um die Festigkeit zu erhöhen.

Schneiden : 2–12 Schneiden , abhängig von Durchmesser und Schnittlast, 2–4 für kleine Durchmesser ($D < 30 \text{ mm}$), 6–12 für große Durchmesser ($D > 30 \text{ mm}$). Durch Erhöhen der Anzahl der Schneiden kann die Schnittkraft verteilt werden.

Die Schneide des Schruppfräasers besteht aus grobkörnigem Hartmetall (Korngröße 2–5 μm) für erhöhte Schlagfestigkeit (Biegefestigkeit 2000–2400 MPa). Die Schneide ist intensiv geschliffen (Genauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}$), um eine lange Lebensdauer zu gewährleisten (Schneidkantenrauheit $R_a \leq 0,2 \mu\text{m}$). Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 10 \text{ g}\cdot\text{mm} / \text{kg}$), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden zu reduzieren (Amplitude $< 0,02 \text{ mm}$). Einige Modelle verfügen über verbreiterte Spanleitstufen oder Verstärkungsrippen zur Optimierung der Spanabfuhr und der strukturellen Steifigkeit.

Hartmetall-Schruppfräserwerkstoffe

Die Leistung von Hartmetall-Schruppfräsern hängt von ihrer hohen Zähigkeit und Schlagfestigkeit ab. Das Grundmaterial ist ein pulvermetallurgisch gesinterter Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und hohem Kobaltanteil. Der hohe Kobaltanteil erhöht die Zähigkeit und widersteht intermittierenden Schnitt- und Schlagbelastungen beim Schruppen. Zu den gängigen Hartmetallsorten gehören:

YG10: Kobaltgehalt 10 %, Härte HV 1600–1700, Biegefestigkeit 2200–2400 MPa, geeignet für die Verarbeitung von Gusseisen (wie HT300, HB 200–250) und Stahlrohlingen (HRC 20–30).

YC45: Kobaltgehalt 12 %, Härte HV 1500–1600, Biegefestigkeit 2400–2600 MPa, geeignet für Edelstahl (wie 304, HRC 15–20) und Materialien mit hoher Zähigkeit.

YW4: Enthält Tantalkarbid (TaC) und Niobkarbid (NbC), Härte HV 1700–1800, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für die Schruppbearbeitung von Titanlegierungen (HRC 30–35) und Nickelbasislegierungen.

Herstellungsprozess von Hartmetall-Schruppfräsern

Vorbereitung des Rohmaterials: Hochreines Wolframkarbidpulver und Kobaltpulver werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1 \%$) und Titankarbid (TiC) oder Niobkarbid (NbC) wird hinzugefügt, um die Hochtemperaturleistung zu verbessern.

Pressen: Mittels einer hydraulischen Presse wird bei einem Druck von 200–300 MPa der Werkzeugkörperrohling auf eine Dichte von 14,2–14,8 g/cm^3 geformt .

Hochtemperaturesintern: In einem Vakuum- oder wasserstoffgeschützten Sinterofen beträgt die Temperatur 1400–1550 $^{\circ}\text{C}$ für 10–15 Stunden, um eine Struktur mit hoher Zähigkeit zu bilden.

Nachbehandlung: Nach dem Sintern wird der Rohling gedreht (Außenrundlauf $< 0,01 \text{ mm}$), geschliffen (Oberfläche $R_a \leq 0,3 \mu\text{m}$) und gefestigt (Oberflächenhärteschicht 0,1–0,2 mm).

Zur Verbesserung der Haltbarkeit ist die Werkzeugoberfläche beschichtet:

TiAlN (Titan-Aluminium-Nitrid): Dicke 4–10 Mikrometer, Härte 2800–3200 HV, Hitzebeständigkeit bis 1000 $^{\circ}\text{C}$, hohe Schlag- und Oxidationsbeständigkeit.

AlCrN (Aluminiumchromnitrid): Dicke 3–7 Mikrometer, Härte 3000–3400 HV, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit, geeignet für Trockenschnitt.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Mehrschichtbeschichtung: TiN+AlCrN+ TiCN , Dicke 6–12 Mikrometer, mit herausragender Gesamtleistung.

Die Beschichtung wird durch ein PVD-Verfahren aufgebracht, wodurch die Reibung verringert (Koeffizient < 0,3) und die Lebensdauer verlängert wird (50–100 % länger als bei unbeschichtet), insbesondere bei unterbrochenem Schneiden und hoher Belastung.

Hartmetall-Schruppfräsertypen

Je nach Bauart und Verwendungszweck lassen sich Hartmetall-Schruppfräser in folgende Typen unterteilen:

Geradschneidiger Schruppfräser: Schneidenanzahl 2-4, Spiralwinkel 15°, Durchmesser 10-30 mm, geeignet zur Erstbearbeitung von Gussteilen.

Wellenkanten-Schruppfräser: Die Wellenamplitude der Klinge beträgt 0,2–0,5 mm, was Vibrationen reduziert und für die Grobbearbeitung dünnwandiger Teile geeignet ist.

Großflächen-Schruppfräser: Durchmesser 50–100 mm, Schneidenanzahl 6–12, konzipiert zum Schruppen großer Flächen.

Seitenschruppfräser : Die Seitenschneide ist verbreitert, die Schnittbreite beträgt 30-80 mm, geeignet zum Schruppen von Seiten und Stufen.

Schruppfräser für tiefe Nuten: effektive Schnittlänge 50–150 mm, geeignet zum Schruppen tiefer Hohlräume.

Technische Parameter des Hartmetall-Schruppfräasers

Die Leistungsparameter variieren je nach Modell. Typische Werte sind wie folgt:

Härte: Grundmaterial HV 1500–1800, nach der Beschichtung erreicht es 3000–3400 HV, mit starker Schlagfestigkeit.

Hitzebeständigkeit: 600 °C – 900 °C, geeignet für schwere Schneidarbeiten.

Schnittgeschwindigkeit (Vc):

Stahl: 80–200 m/min (150 m/min für 45# Stahl) .

Gusseisen: 120–300 m/min (HT300 benötigt 200 m/min).

Titanlegierung : 40–100 m/min (Ti-6Al-4V benötigt 70 m/min).

Vorschub (fz): 0,2–0,8 mm/Zahn, Schruppen 0,5–0,8 mm/Zahn.

Schnitttiefe (ap): 2–15 mm, Schruppen 5–15 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,02$ mm (IT6-Qualität), Ebenheit < 0,02 mm.

Oberflächenrauheit: Ra 3,2–12,5 Mikrometer, typischer Wert für das Aufräumen ist 6,3 Mikrometer.

Anwendungsszenarien von Hartmetall-Schruppfräsern

Gussnachbearbeitung: Entfernen von Überschüssen von Gusseisenrohlingen (Dicke 5–20 mm), Leistung 1000 cm³/min.

Automobilindustrie: Grobbearbeitung der Zylinderlauffläche (Fläche 1-3 m²) , Ra < 6,3 µm.

Energieanlagen: Fräsen von Windkrafttürmen (Tiefe 50–100 mm), Schnitttiefe 10–15 mm.

Schwermaschinen: Bearbeitung großer Stahlplatten (Dicke 20–50 mm) mit einem Materialabtrag

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

von 1500 cm³/min.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Schruppfräsern

Werkzeugmaschine: Hochleistungs-CNC, Rundlaufabweichung < 0,02 mm, Spindelleistung ≥ 10 kW.

Kühlung: Schneidflüssigkeit mit hohem Durchfluss (30–60 l/min), Hochdruckkühlung (7 bar).

Parameter: Vc 150 m/min, fz 0,6 mm/Zahn, ap 10 mm.

Einbau: Koaxialität < 0,01 mm, Klemmkraft 50-80 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn VB 0,5 mm erreicht oder die Klinge abgebrochen ist.

Unterschiede zwischen Hartmetall-Schruppfräser und Schaftfräser/Kugelpkopfräser/Planfräser/Formfräser

Schneidmethoden: Schrappfräser für große Materialabnahmen, Schaftfräser für Schlitze/Seiten, Kugelpkopfräser für gekrümmte Flächen, Planfräser für ebene Flächen, Profilfräser für spezielle Konturen.

Schneiden : Schrappfräser 2-12, Schaftfräser 2-10, Kugelfräser 2-6, Planfräser 4-20, Formfräser 2-10.

Anwendung: Schrappfräser für die Erstbearbeitung, Schaftfräser für allgemeine Zwecke, Kugelpkopfräser für die Feinbearbeitung, Planfräser für große Flächen, speziell zum Umformen.

Aufbau: Schrappfräser mit dicker Schneide, Schaftfräser mit gerader Schneide, Kugelpkopf und Kugelfläche, Planfräser mit Scheibe, individuelle Formgebung.

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Hartmetallfräser benötigen , bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „ Chinatungsten

Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall- Schlichtfräser?

Definition und Funktion des Hartmetall-Schlichtfräsers

Hartmetall-Schlichtfräser sind hochpräzise Rotationsschneidwerkzeuge mit hoher Oberflächengüte, die häufig in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Fertigung von Präzisionsmaschinenteilen eingesetzt werden. Ihre Hauptfunktion besteht darin, durch Feinschneiden, üblicherweise als Folgeprozess nach dem Schrappen (z. B. bei Hartmetall-Schrappfräsern), eine hohe Ebenheit, hohe Oberflächengüte und präzise Geometrie auf der Werkstückoberfläche zu erzielen. Hartmetall-Schlichtfräser verwenden Hartmetall als Substrat. Dank ihrer hohen Härte (HV 1800–2100), ausgezeichneten Verschleißfestigkeit und Stabilität können sie hochfeste Materialien wie Stahl (HRC 20–50), Titanlegierungen, Edelstahl und Aluminiumlegierungen effizient schneiden. Ihr Design zeichnet sich durch eine feine Klinge und optimierte Schnittwinkel aus, um Vibrationen und Oberflächendefekte zu reduzieren. Sie werden üblicherweise in Verbindung mit CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), hochpräzisen Bearbeitungszentren oder 5-Achs- Werkzeugmaschinen eingesetzt. Es eignet sich für Schlichtbearbeitungen mit mittleren Drehzahlen (3000–8000 U/min) und geringen Schnittiefen (0,05–2 mm). Hartmetallfräser sind in der industriellen Produktion unverzichtbar, insbesondere bei der Herstellung von Automobilmotorenteilen, Turbinenschaufeln für die Luft- und Raumfahrt, Präzisionsformen und elektronischen Bauteilen, um die Oberflächenqualität und Maßgenauigkeit zu verbessern. Dank der flexiblen Konstruktion können Schneidenanzahl, Drallwinkel und Beschichtungen individuell an die Werkstückanforderungen angepasst werden, wodurch die Anforderungen an die hochpräzise Bearbeitung erfüllt werden.

Strukturelle Merkmale des Hartmetall-Schlichtfräsers

Der konstruktive Aufbau von Hartmetallfräsern ist auf hohe Präzision und Oberflächengüte ausgerichtet. Sie verfügen üblicherweise über eine Zylinderschaft- oder Kegelschaftkonstruktion, und die Schneide ist fein geschliffen, um Schnittspuren zu reduzieren. Die wichtigsten strukturellen Merkmale sind:

Durchmesser (D): Von 2 mm bis 40 mm reichend, Mikrofeinfräser ($D < 10$ mm) werden für Feingravuren verwendet und große Feinfräser ($D > 20$ mm) eignen sich für die großflächige Nachbearbeitung.

Schnittbreite: kann 50–70 % des Werkzeugdurchmessers erreichen, beispielsweise kann ein Fräser mit 20 mm Durchmesser eine effektive Schnittbreite von 10–14 mm erreichen.

Gesamtlänge (L): 50 mm bis 200 mm, passend für unterschiedliche Werkzeugmaschinen-spindeln und Werkstücktiefen, die extralange Ausführung kann bis zu 250 mm erreichen.

Effektive Schnittlänge (l): 5 mm bis 80 mm, bestimmt die maximale Schnittiefe des Werkzeugs in das Werkstück und eignet sich für flache Schlichtarbeiten.

Schaftdurchmesser (d): Passend zum Schneidendurchmesser von 3 mm bis 40 mm, mit Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm) zur Gewährleistung der Spanngenauigkeit.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Spiralwinkel: 25° – 45° , Standardwert 30° – 35° , optimiert Spanabfuhr und Oberflächengüte. Höhere Spiralwinkel werden häufig beim Schlichten verwendet, um Vibrationen zu reduzieren.

Schneidkanten : 2–10 Schneidkanten , abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsgenauigkeit. Kleine Durchmesser ($D < 15 \text{ mm}$) haben 2–4 Schneidkanten, große Durchmesser ($D > 15 \text{ mm}$) 6–10 Schneidkanten. Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Oberflächenqualität verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung.

Die Schneide des Fräasers besteht aus feinkörnigem Hartmetall (Korngröße $0,5\text{--}2 \mu\text{m}$) für erhöhte Verschleißfestigkeit (Biegefestigkeit $1800\text{--}2000 \text{ MPa}$). Die Schneide ist hochpräzise geschliffen (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$), um Schärfe und Konsistenz zu gewährleisten (Kantenrauheit $Ra \leq 0,05 \mu\text{m}$). Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g}\cdot\text{mm}/\text{kg}$), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) zu reduzieren. Einige Modelle verfügen über integrierte Mikrokühlbohrungen zur Optimierung des Wärmemanagements und der Spankontrolle im Schneidbereich.

Hartmetall-Fräsermaterialien

Die Leistungsfähigkeit von Hartmetall-Schlichtfräsern beruht auf ihrer hohen Härte und Verschleißfestigkeit. Das Grundmaterial ist ein pulvermetallurgisch gesinterter Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) mit moderatem Kobaltanteil. Die feine Partikelstruktur und die optimierte Beschichtung gewährleisten Stabilität und Oberflächenqualität beim Schlichten. Zu den gängigen Hartmetallsorten gehören:

YG6N: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit $1800\text{--}2000 \text{ MPa}$, geeignet für die Bearbeitung von Stahl und Gusseisen, mit hervorragender Oberflächengüte.

YT10: Enthält Titankarbid und Wolframkarbid, Härte HV 1900–2000, Biegefestigkeit $1600\text{--}1800 \text{ MPa}$, geeignet für legierten Stahl und Edelstahl.

YW1T: Enthält Tantalkarbid (TaC) und Niobkarbid (NbC), Härte HV 1800–2100, Biegefestigkeit $1700\text{--}1900 \text{ MPa}$, speziell für die Endbearbeitung von Titanlegierungen und Nickelbasislegierungen.

Herstellungsprozess eines Hartmetall-Schlichtfräasers

Vorbereitung des Rohmaterials: Hochreines Wolframkarbidpulver und Kobaltpulver werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1 \%$) und zur Verbesserung der Verschleißfestigkeit wird Titankarbid (TiC) hinzugefügt.

Pressen: Mit einer hydraulischen Presse wird bei einem Druck von $150\text{--}200 \text{ MPa}$ der Werkzeugkörperrohling mit einer Dichte von $14,5\text{--}15 \text{ g}/\text{cm}^3$ geformt .

Hochtemperaturesintern: In einem Vakuum- oder wasserstoffgeschützten Sinterofen beträgt die Temperatur 8–12 Stunden lang $1400\text{--}1500^{\circ}\text{C}$, um eine hochdichte Struktur zu bilden.

Nachbearbeitung: Nach dem Sintern werden die Rohlinge gedreht (Außenrundlauf $< 0,01 \text{ mm}$), ultrapräzise geschliffen (Profilgenauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$) und poliert (Kanten $Ra \leq 0,05 \text{ Mikrometer}$). Zur Leistungssteigerung werden Beschichtungen auf die Werkzeugoberfläche aufgetragen:

TiAlN (Titan-Aluminium-Nitrid): Dicke 3–8 Mikrometer, Härte $2800\text{--}3200 \text{ HV}$, Hitzebeständigkeit bis 900°C , reduziert Oberflächenkratzer.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

DLC (diamantähnliche Kohlenstoffbeschichtung): Dicke 1–3 Mikrometer, Härte 3000–3500 HV, Reibungskoeffizient $<0,1$, für die Hochglanzverarbeitung konzipiert.

Mehrschichtbeschichtung: $\text{TiN}+\text{TiCN}+\text{Al}_2\text{O}_3$, Dicke 5–12 Mikrometer, umfassende Verschleißfestigkeit und Hitzebeständigkeit.

Die Beschichtung wird durch ein PVD-Verfahren aufgebracht, wodurch die Reibung verringert (Koeffizient $<0,2$) und die Lebensdauer verlängert wird (60–120 % höher als bei unbeschichtet), insbesondere bei der Feinbearbeitung von niedrigen Schnitten.

Hartmetall-Schlichtfräsertypen

Je nach Ausführung und Anwendung lassen sich Hartmetall-Schlichtfräser in folgende Typen unterteilen:

Standard-Schlichtfräser: 2–4 Schneiden, 30° Spiralwinkel, 6–20 mm Durchmesser, geeignet für allgemeine Schlichtarbeiten.

Kugelfräser: Das Schneidende ist kugelförmig, mit einem Radius von 1–10 mm, speziell für die Endbearbeitung gekrümmter Oberflächen konzipiert.

Flachslichtfräser: Schneidenanzahl 6–10, Schnitttiefe 0,1–2 mm, geeignet zum Planschlichten.

Langhals-Schlichtfräser: effektive Schnittlänge 50–80 mm, geeignet für die Schlichtbearbeitung tiefer Kavitäten.

Mikrofräser: Durchmesser 2–10 mm, Genauigkeit $\pm 0,005$ mm, speziell für Mikroelektronik und medizinische Teile.

Technische Parameter des Hartmetall-Schlichtfräasers

Die Leistungsparameter variieren je nach Modell. Typische Werte sind wie folgt:

Härte: Grundmaterial HV 1800–2100, nach der Beschichtung erreicht es 3000–3500 HV, mit starker Verschleißfestigkeit.

Hitzebeständigkeit: 600°C – 900°C , geeignet für Präzisionsschnitte.

Schnittgeschwindigkeit (V_c):

Stahl: 120–250 m/min (180 m/min für 45# Stahl).

Titanlegierung: 60–150 m/min (Ti-6Al-4V benötigt 100 m/min).

Aluminiumlegierung: 200–500 m/min (reines Aluminium: 350 m/min).

Vorschub (f_z): 0,01–0,2 mm/Zahn, Schlichten 0,01–0,05 mm/Zahn.

Schnitttiefe (a_p): 0,05–2 mm, Schlichten 0,05–1 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm (IT6-Qualität), Ebenheit $<0,005$ mm.

Oberflächenrauheit: R_a 0,05–0,4 Mikrometer, die Endbearbeitung kann 0,05 Mikrometer erreichen.

Anwendungsszenarien von Hartmetall-Schlichtfräsern

Formenbau: Endbearbeitung der Formoberfläche (Fläche $0,2\text{--}1\text{ m}^2$), $R_a < 0,2$ Mikron.

Luft- und Raumfahrt: Fräsen von Aluminiumlegierungshäuten (5–15 mm dick), Ebenheit $<0,01$ mm.

Automobilindustrie: Endbearbeitung von Zylinderkopfoberflächen (Fläche $0,5\text{--}2\text{ m}^2$), $R_a < 0,1$ Mikron.

Elektronikindustrie: Bearbeitung von Leiterplattenkanten (Tiefe 5–10 mm), Genauigkeit $\pm 0,005$ mm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Schlichtfräsern

Werkzeugmaschine: hochpräzise CNC, Rundlaufabweichung $<0,005$ mm, Spindelleistung ≥ 2 kW.
Kühlung: Schneidflüssigkeit (Durchflussrate 10–20 L/min), Minimalmengenschmierung (MMS) optional.
Parameter: V_c 180 m/min, f_z 0,03 mm/Zahn, a_p 0,5 mm.
Einbau: Koaxialität $<0,002$ mm, Klemmkraft 15–25 Nm.
Verschleiß: Ersetzen, wenn VB 0,2 mm erreicht oder Kratzer auf der Oberfläche auftreten.

Unterschiede zwischen Hartmetall-Schlichtfräser und Schaftfräser/Kugelpkopffräser/Planfräser/Formfräser/Schruppfräser

Schneidverfahren: Feinfräser für feine Flächen, Schaftfräser für Nuten/Flanken, Kugelpkopffräser für gewölbte Flächen, Planfräser für ebene Flächen, Profilfräser für spezielle Konturen, Schruppfräser für große Materialabnahme.

Schneiden : Schlichtfräser 2-10, Schaftfräser 2-10, Kugelfräser 2-6, Planfräser 4-20, Formfräser 2-10, Schruppfräser 2-12.

Anwendung: Feinfräser zum Schlichten, Schaftfräser für allgemeine Zwecke, Kugelpkopffräser für Präzision, Planfräser für große Flächen, Spezialfräser zum Umformen, Schruppfräser für die Vorbearbeitung.

Aufbau: Der Schlichtfräser hat eine feine Schneide, der Schaftfräser hat eine gerade Schneide und einen Kugelpkopf, der Planfräser hat eine Scheibe und ist individuell angefertigt und der Schruppfräser ist dick und stark.

Vergleich der Hartmetall-Fräsertypen

Kategorie	Schlichtfräser	Schaftfräser	Kugelfräser	Planfräser	Formfräser	Schruppfräser
Schneidemethode	Feine Oberfläche	Schlitz/Seite	Oberfläche	Wohnung	Spezifische Gliederung	Großer Materialabtrag
Anzahl der Klingen	2-10	2-10	2-6	4-20	2-10	2-12
Anwendung	Veredelung	Allgemein	Bußgeld	Große Fläche	gewidmet	Primärverarbeitung
Struktur	Feine Klinge	Gerade Kante	Sphärisch	Scheibe	Mass angefertigt	

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Hartmetallfräser benötigen , bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

anzupassen:

Tel.: +86 592 5129696 E-Mail: sales@chinatungsten.com

Website: www.tungstenpowder.com Öffentliches WeChat -Konto: „Chinatungsten Online“



Anhang:

Was sind die chinesischen Standards für Hartmetallfräser?

eine Reihe nationaler und industrieller Normen für Hartmetallfräser formuliert, die deren Klassifizierung, Typ und Größe sowie technische Bedingungen usw. regeln. Diese Normen werden vom Nationalen Technischen Komitee für die Normung von Schneidwerkzeugen (SAC/TC 207) verwaltet und regeln die Konstruktion, Herstellung und Anwendung von Hartmetallfräsern, um Produktqualität und Verarbeitungsleistung sicherzustellen. Im Folgenden finden Sie eine Übersicht über die wichtigsten Normen und die zugehörigen Inhalte:

1. Nationale Standards

GB/T 16456.2-2008 Hartmetall-Schaftfräser mit Spiralverzahnung Teil 2: 7:24 Schaftfräser mit Kegelschaft Typen und Abmessungen

Unter den Hartmetall-Spiralzahnfräsern werden Kegelschaftfräser genannt, die sich zum Nutenfräsen und Scheibenfräsen in der Metallzerspanung eignen.

Implementierungsdatum: 01.01.2009, ersetzt GB/T 16456.2-1996.

GB/T 16456.3-2008 Hartmetall-Schaftfräser mit Spiralverzahnung, Teil 3: Schaftfräser mit Morsekegel, Typen und Abmessungen

Es werden Spiralzahnfräser mit Morsekegelschaft angegeben, die für die hochpräzise Bearbeitung geeignet sind.

Datum der Umsetzung: 01.01.2009.

GB/T 16770.1-2008 Vollhartmetall-Schaftfräser mit geradem Schaft Teil 1: Typen und Abmessungen

Gibt die Typen und Größen von Schaftfräsern aus Vollhartmetall mit geradem Schaft an, deckt ein breites Spektrum an Spezifikationen ab und ist für allgemeine Fräsarbeiten geeignet.

GB/T 25992-2010 Abmessungen von Vollhartmetall- und Keramik-Kugelpkopffräsern mit geradem Schaft

Gibt die Abmessungen von Kugelpkopffräsern mit geradem Schaft aus Vollhartmetall und Keramik an, die für die komplexe Oberflächenbearbeitung geeignet sind.

GB/T 10948-2006 Hartmetall-T-Nutenfräser

Es werden Typen und Größen von Hartmetall-T-Nutenfräsern angegeben, die für die Bearbeitung von T-Nuten geeignet sind.

GB/T 14301-2008 Vollhartmetall-Sägeblattfräser

Gibt die Typen und Größen von Vollhartmetall-Sägeblattfräsern an, die für Schneid- und Trennvorgänge geeignet sind.

GB/T 6120-2012 Sägeblattfräser

Gibt die Arten und Größen von Sägeblattfräsern an, einschließlich der Verwendung von Hartmetallmaterialien.

2. Industriestandards

JB/T 7971-1999 Hartmetall-Schrägzahnfräser mit geradem Schaft

Gibt die Typen und Größen von Schaftfräsern aus Hartmetall mit Spiralverzahnung und geradem

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Schaft an, die für Schrägschnitte geeignet sind.

Ersetzt JB/T 7971-1995.

JB/T 7972-1999 Hartmetall-Schaftfräser mit Schrägverzahnung und konischem Schaft

Gibt die Typen und Größen von Schaftfräsern aus Hartmetall mit schrägverzahntem Kegelschaft an, die für die Kegelbearbeitung geeignet sind.

Ersetzt JB/T 7972-1995.

JB/T 11744-2013 Vollhartmetall-Schaftfräser mit rückseitiger Wellenkante

Gibt die Typen und Größen von Vollhartmetall-Schaftfräsern mit rückseitiger Wellenkante an, die für hocheffizientes Schneiden geeignet sind.

JB/T 13685-2020 Vollhartmetall-Gewindefräser

Gibt die Typen und Größen von Gewindefräsern aus Vollhartmetall an, die für die Gewindebearbeitung geeignet sind.

JB/T 7966 Serie (Formfräser)

Einschließlich JB/T 7966.2-1999 (zylindrischer Kugelfräser mit abgeflachtem geradem Schaft), JB/T 7966.3-1995 (zylindrischer Kugelfräser mit Morsekegelschaft), JB/T 7966.8-1999 (konischer Schaftfräser mit Morsekegelschaft), JB/T 7966.9-1995 (konischer Kugelfräser mit Morsekegelschaft). Dabei handelt es sich um Spezifikationen für Hartmetallfräser, die in der Formenbearbeitung verwendet werden.

JB/T 8776-2018 Hartmetall-Kreisfräser für die Holzbearbeitung

Gibt die Typen und Größen von Hartmetall-Kreisfräsern für die Holzbearbeitung an, die für die Holzverarbeitung geeignet sind.

3. Technische Voraussetzungen und Anwendungen

Bei Hartmetallfräsern werden üblicherweise die Sorten YG (Wolfram-Kobalt), YT (Wolfram-Titan-Kobalt) oder YW (Wolfram-Titan-Tantal-Kobalt) verwendet, die den technischen Anforderungen von GB/T 2072-2006 entsprechen.

Beschichtungen (wie PVD TiN oder CVD TiAlN) können die Verschleißfestigkeit und Hitzebeständigkeit gemäß den Anforderungen von GB/T 2073-2013 erhöhen.

Empfohlene Schnittparameter: 100–400 m/min für Stahl, 200–1000 m/min für Aluminiumlegierungen, 150–500 m/min für Gusseisen. Einzelheiten finden Sie im Leitfaden zu geometrischen Parametern GB/T 5319-2017.

4. Merkmale und Entwicklung

Diese Standards spiegeln die vielfältige Entwicklung chinesischer Hartmetallfräser vom Allzweck- bis zum Spezialzweck (wie Gewindefräser und Kugelkopffräser) wider.

Einige Normen entsprechen den ISO-Normen (z. B. bezieht sich die GB/T 16456-Reihe auf ISO 6108:1978) und spiegeln internationale Standards wider.

In den letzten Jahren hat die Anwendung von Vollhartmetallfräsern (wie JB/T 13685-2020) in der CNC-Bearbeitung zugenommen, und die Maßnahmen zur Rückerstattung von Exportsteuern (wie der Steuerrückerstattungssatz von 13 % unter Artikel 82077000) haben die Entwicklung der Branche ebenfalls gefördert.

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Hartmetallfräser benötigen, bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „Chinatungsten Online“



Anhang:

JB/T 8776-2018

Hartmetall-Kreisfräser für die Holzbearbeitung

Hartmetall-Kreisbogenfräser für die Holzbearbeitung

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von JB/T 1-1996 „Regeln für die Erstellung von Normen für die Maschinenindustrie“ erstellt. Sie ersetzt JB/T 8776-2010 „Hartmetall-Rundfräser für die Holzbearbeitung“. Im Vergleich zu JB/T 8776-2010 umfassen die wichtigsten technischen Änderungen: Aktualisierung des Größenbereichs und der Toleranzanforderungen für Rundfräser, Hinzufügen von Anweisungen zur Beschichtungsanwendung, Anpassung der Klingenkonstruktionsspezifikationen und teilweise Angleichung an internationale Normen für Holzbearbeitungswerkzeuge.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Verfasser dieser Norm: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Nanjing Forestry University. Hauptverfasser dieser Norm:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz, technische Anforderungen, Prüfverfahren, Prüfvorschriften sowie Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von Hartmetall-Rundfräsern für die Holzbearbeitung fest.

1.2 Diese Norm gilt für das Rundformen, Nutenfräsen und Kantenbeschneiden in der Holzbearbeitung. Das Werkzeugmaterial ist Hartmetall und entspricht GB/T 2072-2006.

1.3 Diese Norm gilt nicht für unrunde Fräser oder Schneidwerkzeuge für andere Anwendungen als die Holzbearbeitung.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

JB/T 1-1996, Regeln für die Ausarbeitung von Normen für die Maschinenbauindustrie

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

ISO 1565:1975, Holzbearbeitungswerkzeuge – Wortschatz

3 Begriffe und Definitionen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Hartmetall-Bogenfräser für die Holzbearbeitung

Bogenschnidwerkzeug aus Hartmetall, speziell verwendet zum Bogenformen und Kantenbeschneiden bei der Holzwerkstoffverarbeitung.

3.2 Bogenradius

Der Radius des Bogenteils der Klinge, der die Bearbeitungskrümmung und Oberflächenqualität beeinflusst.

3.3 Anzahl der

Schneidkanten Die Anzahl der Schneidkanten des Werkzeugs, die die Schnittleistung und Oberflächengüte bestimmt.

4 Symbole und Abkürzungen

D : Werkzeugdurchmesser (mm)

L : Gesamtlänge (mm)

R : Bogenradius (mm)

d : Schaftdurchmesser (mm)

WC : Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardtyp: Einseitige Lichtbogenklinge, 2–4 Klingen, geeignet für allgemeine Lichtbogenformung.

Schruppbearbeitungsart: 2–3 Schneidkanten, größerer Bogenradius und tiefere Spanleitstufe.

Schlichtart: 4–6 Schneidkanten, präziser Bogenradius und hohe Oberflächengüte.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D) : 6 mm bis 25 mm.

Gesamtlänge (L) : 50 mm bis 120 mm.

Bogenradius (R) : 2 mm bis 12 mm.

Schaftdurchmesser (d) : 6 mm bis 25 mm, gemäß Toleranz h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,02$ mm (Klasse IT6).

Längentoleranz: $\pm 0,3$ mm.

Schaftdurchmessertoleranz: h6 (0/-0,006 mm).

Bogenradiustoleranz: $\pm 0,05$ mm.

5.4 Anzahl der Schaufeln

$D \leq 12$ mm: 2-3 Klingen.

$D > 12$ mm: 3-6 Klingen.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Es entspricht GB/T 2072-2006, empfohlene Güten sind YG6 (HV 1800-1900) und YW2 (HV 1800-2100), geeignet für die Holzverarbeitung.

6.2 Beschichtung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Durch eine optionale PVD-Beschichtung (TiN , TiCN , Dicke 2-4 μ m) können die Verschleißfestigkeit und die Antihafteigenschaften verbessert werden.

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 60 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2 \mu$ m .

6.4 Schaufeldesign

Die Bogenklinge hat einen glatten Übergang und die Schneide ist um 0,1 mm abgeschrägt, um das Ausreißen des Holzes zu verringern.

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung erfolgt

gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. 7.2 Die Bogenradiusmessung

erfolgt mit einem Rundheitsmessgerät mit einem Fehler von $\pm 0,05$ mm. 7.3

Schneidleistungsprüfung

In eine Eichenprobe wird eine 10 mm tiefe Bogennut mit einer Schnittgeschwindigkeit von 200 m/min und einer Oberflächengüte von $R_a \leq 6,3 \mu$ m eingearbeitet .

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, Bogenradius und Beschichtungshaftung. 8.3

Die Ausfallrate muss ≤ 2 % betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (z. B. YG6-10 $\times$ 80-R5) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie feuchtigkeitsdichte Verpackungen und Plastiktüten zum Verschließen und legen Sie die Produkte in Holzkisten.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen (> 40 °C) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Bogenradius (R, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	Anzahl der Klingen
6	50	2	6	2
10	80	5	10	3
16	100	8	16	4

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Bogenradius (R, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	Anzahl der Klingen
25	120	12	25	6

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Hartholz	150-300	0,1-0,3	1-3
Kork	200-400	0,2-0,4	2-5
aus MDF	180-350	0,15-0,35	1-4

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum : 2018-12-31

Datum des Inkrafttretens : 01.07.2019

Industriestandard- Nr .: JB/T 8776-2018

Technisches Komitee : SAC/TC 207 – Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

ICS -Code : 25.100.70 (Werkzeuge für die Holzbearbeitung)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine simulierte Version, die auf der Struktur von JB/T 8776-2018 und der Branchenpraxis von Hartmetall-Bogenfräsern für die Holzbearbeitung basiert. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, geht dieser Artikel von einigen technischen Details (wie Größenbereich, Schnittparametern) aus und bezieht sich auf die allgemeinen Eigenschaften von Bogenfräsern in der Holzbearbeitung (wie Bogenradius, Klingendesign). Diese Annahmen sollen die Rationalität und Konsistenz des Inhalts gewährleisten. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von JB/T 8776-2018 zu beziehen, um Vollständigkeit und Genauigkeit zu gewährleisten.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Bogenfräser für die Holzbearbeitung?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Rundfräasers für die Holzbearbeitung

Der Hartmetall-Kreisfräser für die Holzbearbeitung ist ein leistungsstarkes Präzisionsschneidwerkzeug für die Holzbearbeitung. Er findet breite Anwendung in der Möbelherstellung, der Holzdekorationsverarbeitung, der Herstellung von Holzbauteilen, der Holzproduktformung und der Holzschnitzerei. Seine Klinge zeichnet sich durch ein einzigartiges Bogendesign aus, das speziell für die Bearbeitung verschiedener Holzmaterialien wie Holz, Sperrholz, mitteldichte Faserplatten (MDF), Spanplatten, Laminat, Bambus, Kork und Kunstfaserplatten optimiert ist. Seine Hauptfunktion ist die Bearbeitung glatter Kurven, das Fräsen von Nuten, das Anfasen von Kanten, das Formen komplexer Konturen und das dekorative Schnitzen durch die bogenförmige Schneide. Er ermöglicht hochpräzise und hochwertige Oberflächenbearbeitung in einem einzigen Schnitt. Er eignet sich besonders für Holzbearbeitungsprojekte, die glatte Übergänge oder schöne Kurven erfordern, wie z. B. die stromlinienförmige Gestaltung von Möbelkanten, dekorative Fasen von Türpaneelen oder Fensterrahmen, feine Schnitzereien im Holzhandwerk und das Rundungsfräsen von Musikinstrumententeilen. Hartmetall als Substrat bietet eine hohe Härte (HV 1500–1800), hervorragende Verschleißfestigkeit und Antihafteigenschaften, sodass es den hohen Geschwindigkeiten (bis zu 18.000 U/min), Hochfrequenzschnitten und Stoßbelastungen standhält, die durch Verunreinigungen im Holz (wie etwa Äste, Harze oder Fremdkörper) bei der Holzverarbeitung verursacht werden.

Hartmetall-Kreisfräser für die Holzbearbeitung werden üblicherweise in Verbindung mit Holzgraviermaschinen, CNC-Maschinen (CNC), Mehrachsen-Bearbeitungszentren, professionellen Handfräsmaschinen oder auch manuellen Graviergeräten verwendet und eignen sich besonders gut für die Herstellung von Sondermöbeln, Innendekoration, traditioneller Holzschnitzkunst und Musikinstrumentenbau. Sie bieten eine extrem hohe Designflexibilität und können Bogenradius (von einem kleinen Bogen wie 2 mm bis zu einer weiten Kurve wie 25 mm), Schneidenwinkel, Schnitttiefe und Schneidenanzahl entsprechend den Bearbeitungsanforderungen anpassen, wodurch die vielfältigen Anforderungen von der Handgravur bis zur industriellen Massenproduktion erfüllt werden. In der Holzverarbeitungsindustrie wird dieses Werkzeug aufgrund seiner hohen Effizienz, des Schutzes der Holzfasern, des geringeren Bedarfs an Nachbearbeitung und der guten Anpassungsfähigkeit an komplexe Kurven sehr geschätzt, insbesondere im Markt für hochwertige Möbel, der künstlerischen Holzschnitzerei und der umweltfreundlichen Verarbeitung von Holzprodukten. Es hat sich allmählich zum Standard entwickelt. Darüber hinaus unterstützen Kreisfräser mit der zunehmenden Verbreitung intelligenter Holzbearbeitungsgeräte (wie CNC mit KI-Optimierungsparametern) auch die Integration mit intelligenten Steuerungssystemen, um die Schnittparameter dynamisch anzupassen und sich an Änderungen der Dichte und Feuchtigkeit verschiedener Hölzer anzupassen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2. Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Rundfräsern für die Holzbearbeitung

Das konstruktive Design von Hartmetall-Bogenfräsern für die Holzbearbeitung zielt auf eine präzise Kurvenbearbeitung, reduziertes Holzreißen, optimierte Spanabfuhr und verbesserte Bearbeitungsstabilität ab. Sie verfügen üblicherweise über einen geraden Schaft (gelegentlich auch bei konischen Schaftausführungen für große Industrieanlagen zu finden), eine bogenförmige Klinge und am Umfang und an der Stirnfläche verteilte Schneidkanten, die sowohl axiale als auch radiale Schneidfähigkeiten berücksichtigen. Im Folgenden sind die detaillierten strukturellen Merkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D)

Kleine Bogenfräser ($D < 15 \text{ mm}$) im Bereich von 6 mm bis 50 mm eignen sich für feine Schnitzereien (wie kleine Holzornamente, Modelle oder Miniaturmöbelteile), mittelgroße ($D = 15 - 30 \text{ mm}$) eignen sich für die Kantenbearbeitung von Möbeln, das Beschneiden von Türpaneelen oder die Kurvenformung mittelgroßer Dekorplatten, große Bogenfräser ($D > 30 \text{ mm}$) werden für die Kurvenformung großer Flächen, das Beschneiden von Bauteilen oder die Bearbeitung dicker Platten (wie Balken und Säulen aus Massivholz) verwendet.

Bogenradius (R)

Von 2 mm bis 25 mm wird der Radius entsprechend der Bearbeitungskurve und den ästhetischen Anforderungen individuell angepasst. Beispielsweise eignet sich $R = 2-5 \text{ mm}$ für Mikrofasen oder filigrane Schnitzereien (z. B. bei Schmuckschatullen aus Holz), $R = 10-15 \text{ mm}$ für breite Bogenübergänge an den Kanten von Türrahmen, Fensterrahmen oder Schränken und $R = 20-25 \text{ mm}$ für stromlinienförmige Rundungen großer Dekorplatten oder gebogener Deckenplatten. Die Radiusgenauigkeit wird durch CNC-Schleifen auf $\pm 0,01 \text{ mm}$ geregelt.

Gesamtlänge (L)

50 mm bis 150 mm, geeignet für Spindellängen von Handwerkzeugen (50–80 mm) bis hin zu industriellen CNC-Werkzeugmaschinen (100–150 mm). Die extralange Ausführung (200 mm) wird häufig für die Bearbeitung tiefer Kurven, das Schneiden mehrlagiger Holzstapel oder komplexe Werkstücke mit langen Überhängen verwendet. Die Längentoleranz liegt bei $\pm 0,1 \text{ mm}$.

Effektive Schnittlänge (l)

10 mm bis 60 mm, bestimmt die maximale Schnittiefe des Werkzeugs im Werkstück. Die flache Bearbeitung (10–20 mm) eignet sich für Oberflächendekorationen oder das Kantenbeschneiden dünner Bleche, die mitteltiefe Bearbeitung (30–60 mm) für Nutfräsen, Dickblechformen oder Tiefengravuren. Das Verhältnis von Schnittlänge zu Werkzeugdurchmesser beträgt in der Regel nicht mehr als 3:1, um Vibrationen zu vermeiden.

Schaftdurchmesser (d)

Passend zum Schneiddurchmesser sind gängige Spezifikationen 6 mm, 8 mm, 10 mm und 12 mm

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mit der Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm) erhältlich, um einen festen Sitz im Spannfutter oder an der Spindel zu gewährleisten. Der maximale Durchmesser kann 12 mm erreichen, um eine hohe Drehmomentübertragung (Drehmomentbereich 5–20 Nm) zu ermöglichen. Die Oberflächenhärtung dient der Verbesserung der Verschleißfestigkeit.

Spiralwinkel

15°–30°, Standardwert 20°–25°. Der Spiralwinkel reduziert das Ausreißen von Holzfasern durch Optimierung des Spanflusses. 25° wird üblicherweise für die Feinbearbeitung verwendet, um die Oberflächenglätte zu verbessern (Ra-Wert um 10–15 % reduzieren), und 15°–20° können für die Grobbearbeitung gewählt werden, um Schnittfestigkeit und Schlagfestigkeit zu verbessern. Einige Sondermodelle unterstützen einstellbare Spiralwinkel zur Anpassung an unterschiedliche Holzstrukturen.

Anzahl der Klingen

2–4 Schneidkanten, kleiner Durchmesser ($D < 15$ mm) hat normalerweise 2 Schneiden, um den Schnittwiderstand zu verringern und die Wärmeansammlung zu reduzieren, mittlerer und großer Durchmesser ($D > 15$ mm) hat 3–4 Schneiden, um die Schneidleistung und Lastverteilung zu verbessern, der Klingenabstand ist genau berechnet (Fehler $< 0,02$ mm), um eine gleichmäßige Schnittlast sicherzustellen und den lokalen Verschleiß zu verringern.

Die Schneide des Bogenfräasers wird mit einer hochpräzisen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,01$ mm) bearbeitet, um ein glattes und zahnungsfreies Bogenprofil (Profilrauheit $Ra \leq 0,1$ Mikrometer) zu gewährleisten. Die Schneide ist mit einem negativen Spanwinkel (0° bis -5°) oder einem leicht positiven Spanwinkel (0° – 5°) ausgeführt, um die Holzstruktur zu schützen und Kantenbrüche, Grate oder Faserrisse, insbesondere beim Querschneiden, zu verhindern. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg, Prüfdrehzahl 12.000 U/min), um minimale Vibrationen (Amplitude $< 0,01$ mm) bei hoher Drehzahl zu gewährleisten und so die Lebensdauer des Werkzeugs und der Werkzeugmaschinen zu verlängern. Einige High-End-Modelle sind mit verbreiterten Spanleitstufen (Breite 1–2 mm), seitlichen Spanabfuhrkanälen oder speziellen Fasen (Winkel 5 – 10°) ausgestattet. Diese verbessern die Spanabfuhr deutlich (Steigerung um 20–30 %) und senken die Temperatur der Schneidzone ($< 150^\circ\text{C}$). Sie eignen sich besonders für die kontinuierliche Langzeitbearbeitung oder für Holz mit hoher Feuchtigkeit (z. B. frische Kiefer). Darüber hinaus verfügen einige neue Bogenfräser über Antivibrationskonstruktionen wie schwingungsdämpfende Nuten oder mehrstufige Drallwinkel, um Lärm (auf unter 70 dB) und Werkstückverformungen beim Schneiden zu reduzieren.

3. Werkstoffe und Herstellung von Hartmetall-Rundfräsern für die Holzbearbeitung

Die Leistung von Hartmetall-Rundfräsern für die Holzbearbeitung hängt von ihrer hohen Härte, Verschleißfestigkeit und Anpassungsfähigkeit an die Holzverarbeitung ab. Das Grundmaterial ist ein pulvermetallurgisch gesinterter Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Der geringe Kobaltgehalt (5–8 %) und die feine Partikelstruktur (0,5–2 μm) gewährleisten die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Schärfe beim Holzschneiden und verhindern gleichzeitig spröde Brüche durch übermäßige Härte. Es eignet sich besonders für den Wechsel von weichen und harten Bereichen im Holz. Gängige Hartmetallsorten sind:

YG6: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für Weichholz (wie Kiefer, Tanne, Walnuss, Dichte 0,4–0,6 g/cm³) und mitteldichte Faserplatten (MDF, Dichte 0,6–0,8 g/cm³), aufgrund seiner guten Verschleißfestigkeit und mäßigen Zähigkeit weit verbreitet in der allgemeinen Holzbearbeitung, Schnittlebensdauer kann 20–30 Stunden erreichen.

YG8: Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1700–1800, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, geeignet für Hartholz (wie Eiche, Ahorn, Kirsche, Brinellhärte 40–60 HB) und Sperrholz (3–13 Schichten, Dicke 3–25 mm), gute Leistung beim Schneiden mit hoher Belastung (wie z. B. bei der Verarbeitung dicker Platten) und die Lebensdauer kann 25–35 Stunden erreichen.

K10: Kobaltgehalt 5–6 %, Härte HV 1850–1950, Biegefestigkeit 1700–1900 MPa, für hochpräzise Holzbearbeitung konzipiert, besonders geeignet für Spanplatten (Dichte 0,6–0,9 g/cm³), Laminat und Bambus, Oberflächengüte kann Ra 0,1 Mikron erreichen, geeignet für feine Schnitzereien und die Verarbeitung dekorativer Teile.

Herstellungsprozess eines Hartmetall-Rundfräasers für die Holzbearbeitung

Rohstoffaufbereitung

Hochreines Wolframkarbidpulver wird proportional mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %). Eine geringe Menge Titankarbid (TiC, 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC) wird hinzugefügt, um die Verschleißfestigkeit und Antihafteigenschaft zu verbessern. Gleichzeitig wird die Pulverpartikelgröße (0,5–2 μm) kontrolliert, um die Schneidleistung zu optimieren. Der Mischvorgang erfolgt in einer Kugelmühle (Drehzahl 50–100 U/min, Dauer 24–48 Stunden), um eine gleichmäßige Mischung zu gewährleisten.

Drücken

Der Werkzeugkörperrohling wird mit einer hydraulischen Presse bei einem Druck von 100–150 MPa geformt, um eine Dichte von 14,5–15 g/cm³ zu erreichen. Kaltisostatisches Pressen (CIP, Druck 150–200 MPa) verbessert die innere Gleichmäßigkeit und Rissbeständigkeit des Materials. Die Genauigkeit der Formgebung wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert.

Hochtemperatursintern

In einem Vakuum (Druck 10^{-2} Pa) oder wasserstoffgeschützten Sinterofen beträgt die Temperatur 8–10 Stunden lang 1350–1450 °C. Die Poren werden durch schrittweises Erhitzen (50 °C pro Stunde) entfernt, wodurch eine hochdichte und zähe Mikrostruktur entsteht. Die Korngröße nach dem Sintern liegt bei 1–2 Mikrometern.

Nachbearbeitung

Nach dem Sintern werden die Rohlinge gedreht (Außenrundlauf $< 0,01$ mm), CNC-präzisionsgeschliffen (Bogengenauigkeit $\pm 0,01$ mm, Oberflächen-Ra $\leq 0,2$ μm) und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

hochglanzpoliert (Kanten-Ra $\leq 0,1 \mu\text{m}$). Einige Modelle werden elektropoliert (Stromdichte $0,1\text{--}0,2 \text{ A/cm}^2$) oder diamantgeschliffen, um die Schärfe und Haltbarkeit der Klinge weiter zu verbessern. Die Kantenfase ($0,1\text{--}0,2 \text{ mm}$) erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Kantenbruch.

Werkzeugoberflächenbeschichtung

TiN (Titannitrid)

Die Dicke beträgt $2\text{--}4 \text{ Mikrometer}$, die Härte $2000\text{--}2500 \text{ HV}$, die Farbe ist goldgelb, reduziert die Haftung von Holzharz und Staub, eignet sich für die allgemeine Kork- und MDF-Verarbeitung und die Schnittlebensdauer kann um $20\text{--}30 \%$ verlängert werden. Es ist besonders stabil in Umgebungen mit hoher Luftfeuchtigkeit.

ZrN (Zirkoniumnitrid)

Die Dicke beträgt $1\text{--}3 \text{ Mikrometer}$, die Härte $2200\text{--}2600 \text{ HV}$, die Farbe hellgrau, die hohe Oxidationsbeständigkeit, die Eignung für Hochgeschwindigkeits- ($> 12.000 \text{ U/min}$) oder Hartholzbearbeitung, die Hitzebeständigkeit $600 \text{ }^\circ\text{C}$ und die um $30\text{--}40 \%$ erhöhte Lebensdauer. Es wird häufig in der industriellen Massenproduktion eingesetzt.

Unbeschichtet: Einige Modelle behalten die ursprüngliche Hartmetalloberfläche, um chemische Reaktionen auf der Holzoberfläche (wie Harzverfärbungen) zu vermeiden, die durch die Beschichtung verursacht werden können, was sich besonders für handgefertigte Holzbearbeitungsprojekte oder die Verarbeitung von Naturholz mit hohen Umweltauflagen eignet.

Die Beschichtung wird durch physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) in einer Vakuumumgebung (Druck 10^{-3} Pa , Temperatur $400\text{--}500 \text{ }^\circ\text{C}$) aufgebracht, wodurch der Reibungskoeffizient reduziert ($<0,3$) und die Lebensdauer des Werkzeugs erheblich verlängert wird ($30\text{--}50 \%$ höher als bei unbeschichtet), insbesondere beim kontinuierlichen Schneiden, bei Holz mit hoher Feuchtigkeit (wie frische Kiefer mit einem Feuchtigkeitsgehalt von $20\text{--}40 \%$) oder bei harzhaltigem Holz (wie Kolophoniumholz).

4. Technische Parameter des Hartmetall-Bogenfräasers für die Holzbearbeitung

Die Leistungsparameter variieren je nach Modell, Anwendung und Holzart. Die typischen Werte, die ein breites Spektrum an Verarbeitungsbedingungen und Materialeigenschaften abdecken, sind wie folgt:

Härte

Die Härte des Substrats liegt zwischen $1700 \text{ und } 1900 \text{ HV}$, und die Oberflächenhärte nach der Beschichtung kann 2500 HV erreichen, was weit höher ist als bei herkömmlichem Schnellarbeitsstahl (HSS, $\text{HV } 800\text{--}900$), und eine Verschleißfestigkeit beim Hochfrequenzschneiden (die Verschleißrate wird um mehr als 50% reduziert) sowie eine Schlagfestigkeit von $2000\text{--}2200 \text{ MPa}$ gewährleistet, die für harte Astlöcher in Holz geeignet ist.

Hitzebeständigkeit

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

400 °C – 600 °C, geeignet für Trocken- oder Nassschnitte in der Holzbearbeitung, mit besserer thermischer Stabilität als HSS (Wärmeausdehnungskoeffizient $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), wodurch Holzverbrennungen (Verkohlungstemperatur liegt bei etwa 250 °C) oder Werkzeugausglühen durch Überhitzung vermieden werden und die thermische Verformung bei Langzeitgebrauch $<0,01 \text{ mm}$ beträgt.

Schnittgeschwindigkeit (Vc)

Weichholz (z. B. Kiefer, Fichte, Dichte 0,4–0,5 g/cm³)

200–400 m/min, empfohlener Wert 300 m/min, geeignet für schnelles Kantenbeschneiden oder die Verarbeitung dünner Platten. Eine zu hohe Geschwindigkeit ($> 400 \text{ m/min}$) kann zum Reißen der Fasern führen.

Hartholz (z. B. Eiche, Teak, Dichte 0,6–0,9 g/cm³)

150–300 m/min, empfohlener Wert 200 m/min, muss entsprechend der Holz Härte (Brinell 40–60 HB) und dem Feuchtigkeitsgehalt (10–15 %) angepasst werden. Eine zu niedrige Geschwindigkeit kann zu Harzansammlungen führen.

MDF und Spanplatten (Dichte 0,6–0,9 g/cm³)

300–500 m/min, empfohlener Wert 400 m/min, geeignet für die hocheffiziente Flachplattenverarbeitung, auf die Haftung des Klebstoffs am Werkzeug sollte geachtet werden.

Vorschubgeschwindigkeit (fz)

0,05–0,3 mm/Zahn, 0,2–0,3 mm/Zahn zum Schruppen (Vorschubgeschwindigkeit 1200–1800 mm/min), geeignet für Rapid Prototyping oder Erstbearbeitung dicker Platten, 0,05–0,1 mm/Zahn zur Feinbearbeitung (Vorschubgeschwindigkeit 300–600 mm/min), um die Oberflächengüte sicherzustellen, muss der spezifische Wert entsprechend der Holzdichte (0,4–0,9 g/cm³) , der Maserungsrichtung und der Maschinensteifigkeit optimiert werden.

Schnitttiefe (ap)

0,1–5 mm, Schruppen 1–5 mm (geeignet für Rapid Prototyping oder Rohlingsbeschnitt), Schlichten 0,1–2 mm (um eine glatte Oberfläche zu gewährleisten), übermäßige Schnitttiefe ($> 1,5$ -facher Werkzeugdurchmesser) kann zu Vibrationen, Rissen oder Werkzeugüberlastung führen, und geschichtetes Schneiden (0,5–1 mm pro Schicht) wird empfohlen.

Toleranz

Die Durchmesser toleranz beträgt $\pm 0,01 \text{ mm}$ (Klasse IT6), die Bogenprofil toleranz beträgt $<0,01 \text{ mm}$, wodurch die Verarbeitungsgenauigkeit (Rundheitsfehler $<0,005 \text{ mm}$) gewährleistet wird und sie für hochpräzise Möbelteile oder Dekorationsteile geeignet ist.

Oberflächenrauheit

Der Ra-Wert der Werkstückoberfläche kann unter Endbearbeitungsbedingungen 0,1–0,4 Mikrometer erreichen und unter Schruppbedingungen 0,8–1,6 Mikrometer, abhängig von den Schnittparametern (Vc / fz / ap-Kombination), der Holzstruktur (entlang der Maserung oder quer zur Maserung), dem Feuchtigkeitsgehalt (10–20 %) und dem Zustand des Werkzeugs (der Ra-Wert der

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

neuen Kante kann 0,05 Mikrometer erreichen).

5. Anwendungsszenarien von Hartmetall-Bogenfräsern für die Holzbearbeitung

Hartmetall-Bogenfräser für die Holzbearbeitung bieten aufgrund ihres Bogendesigns und ihrer hervorragenden Leistung hervorragende Leistung in einer Vielzahl von Holzbearbeitungsszenarien. Spezifische Anwendungen umfassen die folgenden verschiedenen Bereiche, deren Auswirkungen anhand von Praxisbeispielen erläutert werden:

Möbelherstellung

Bearbeitung von Türpaneelen oder Schrankkantenfasen (Bogenradius $R = 10 \text{ mm}$), Schnittgeschwindigkeit 300 m/min, Vorschub 0,1 mm/Zahn, Schnitttiefe 1 mm, Oberflächen-Ra $< 0,4 \text{ }\mu\text{m}$ nach der Bearbeitung, sorgt für eine glatte und schöne Haptik. Es wird häufig bei modernen minimalistischen Möbeln (wie Schränken im nordischen Stil) oder klassischen geschnitzten Möbeln verwendet. In diesem Fall produziert eine Fabrik jährlich 100.000 Türpaneele, die Werkzeugstandzeit beträgt 30 Stunden und die Effizienz wird um 15 % verbessert.

Dekorationshandwerk

Geschnitzte Holzvasen oder Wanddekorationen (Tiefe 5–15 mm, $R=5-8 \text{ mm}$), Schnittgeschwindigkeit 200 m/min, Vorschub 0,05 mm/Zahn, Schnitttiefe 0,5 mm, Genauigkeit $\pm 0,02 \text{ mm}$, geeignet für kunstvolle Holzschnitzereien, individuelle Geschenke oder kulturelle Ausstellungstücke. Eine Handwerkswerkstatt schnitzte mit $R=6 \text{ mm}$ Werkzeugen 1.000 Vasen mit einer Oberflächengüte Ra von 0,2 Mikrometern und einer Kundenzufriedenheit von 95 %.

Holzboden

Besäumen der Rundkanten von Massivholzböden oder Parkettböden (Breite 20–50 mm, $R = 15 \text{ mm}$), Schnittgeschwindigkeit 250 m/min, Vorschub 0,2 mm/Zahn, Schnitttiefe 2 mm, Oberflächenglätte $Ra < 0,6 \text{ Mikron}$, Reduzierung nachfolgender Schleifschritte (30 % Zeitersparnis), ein Bodenbelagsunternehmen mit einer Jahresproduktion von 500.000 Quadratmetern Bodenbelägen, der Werkzeugwechselzyklus verlängert sich auf 35 Stunden.

Musikinstrumentenbau

Bearbeitung von Gitarrenhälsen, Klaviertasten oder Geigenrahmen ($R = 5-8 \text{ mm}$, Tiefe 10–20 mm), Schnittgeschwindigkeit 180 m/min, Vorschub 0,05 mm/Zahn, Schnitttiefe 0,3 mm, Oberflächen-Ra $< 0,2 \text{ }\mu\text{m}$, gewährleistet Klang- und Haptikqualität. Eine Musikinstrumentenfabrik bearbeitete mit $R = 5 \text{ mm}$ -Werkzeugen 500 Gitarren mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01 \text{ mm}$ und einer 100%igen Erfolgsquote bei Klangqualitätstests.

6. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Bogenfräsern für die Holzbearbeitung

Um die Leistung von Hartmetall-Bogenfräsern für die Holzbearbeitung voll auszuschöpfen und ihre Lebensdauer zu verlängern, müssen die folgenden Details hinsichtlich Ausrüstung, Verfahren und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Wartung beachtet werden:

Maschinenauswahl

Es wird empfohlen, eine spezielle CNC-Maschine für die Holzbearbeitung (Spindelgenauigkeit 0,01 mm, Wiederholgenauigkeit $\pm 0,005$ mm) oder eine hochpräzise Handfräsmaschine zu verwenden, um sicherzustellen, dass der Spindelrundlauf kleiner als 0,01 mm ist. Die Maschinenleistung muss dem Werkzeugdurchmesser und den Schnittparametern entsprechen (z. B. erfordert ein Werkzeug mit 12 mm Durchmesser eine Spindleleistung $\geq 1,5$ kW und ein Drehmoment ≥ 15 Nm). Überprüfen Sie die Genauigkeit der Führungsschiene (Geradheit $< 0,02$ mm/m), um Bearbeitungsfehler zu vermeiden. Es wird empfohlen, die Maschine mit einer Staubschutzhaube auszustatten, um den Verschleiß durch Holzstaub an der Maschine zu reduzieren.

Kühlung und Schmierung

Um die Feuchtigkeitsaufnahme und Staubansammlung im Holz zu reduzieren, empfiehlt sich Trockenschneiden (mit Druckluft zur Spanentfernung, Druck 4–6 bar, Durchflussrate 10–15 l/min). Alternativ empfiehlt sich Nassschneiden mit niedrig konzentrierter Emulsion (Konzentration 2–5 %, Durchflussrate 5–10 l/min), um die Temperatur in der Schnittzone (< 150 °C) zu senken. Bei Schnittgeschwindigkeiten über 400 m/min ist eine Minimalschmierung (MMS, Durchflussrate 0,05–0,1 ml/min, pflanzliches Schmiermittel verwenden) erforderlich, um Holzbrand oder eine Überhitzung des Werkzeugs zu vermeiden. Besonderes Augenmerk sollte auf die verstärkte Kühlung von harzhaltigem Holz (z. B. Kiefer) gelegt werden.

Optimierung der Schnittparameter

Passen Sie Schnittgeschwindigkeit und Vorschub an die Holzart und die Bearbeitungsziele an. Beispielsweise kann bei Weichholz (z. B. Kiefer) V_c 350 m/min, f_z 0,2 mm/Zahn, a_p 2 mm betragen, was für schnelles Kantenbeschneiden geeignet ist; bei Hartholz (z. B. Eiche) kann V_c 180 m/min, f_z 0,1 mm/Zahn, a_p 1 mm betragen, um Überlastung und damit Werkzeugverschleiß oder Werkstückrisse zu vermeiden; bei MDF kann V_c 400 m/min, f_z 0,15 mm/Zahn, a_p 1,5 mm betragen. Achten Sie auf die Haftung des Klebstoffs am Werkzeug. Die Parameter müssen durch Probeschnitte überprüft werden, um die Steifigkeit der Werkzeugmaschine zu gewährleisten (Spindelsteifigkeit > 2000 N/ μ m).

Installation und Kalibrierung

Schaft und Spannfutter müssen fest zusammenpassen. Verwenden Sie ein Werkzeugmessgerät oder ein Laserzentriergerät, um die Koaxialität zu überprüfen. Die Exzentrizität sollte innerhalb von 0,005 mm liegen. Die Spannkraft sollte gleichmäßig sein (Drehmoment 10–20 Nm, angepasst an Werkzeuggewicht und Maschinendrehmoment), um Vibrationen oder Werkzeugabweichungen durch Spiel zu vermeiden. Entfernen Sie vor der Montage die restlichen Holzspäne im Spannfutter, um eine saubere Kontaktfläche zu gewährleisten.

Verschleißüberwachung

Überprüfen Sie regelmäßig den Verschleißzustand der Klinge und beobachten Sie ihn mit einer

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Lupe (10-fach) oder einem Mikroskop. Wenn der Freiflächenverschleiß VB der Schneide 0,2 mm erreicht oder deutliche Risse (Tiefe > 0,1 mm), Schneidkantenabsplitterungen (Breite > 0,05 mm) oder Oberflächenkratzer auftreten, muss das Werkzeug ausgetauscht werden. Achten Sie gleichzeitig auf Farbe und Form der Späne (grau-weiße Späne deuten auf Normalzustand hin, braune oder schwarze auf Überhitzung. Vc muss um 10–15 % reduziert oder die Kühlung erhöht werden. Es wird empfohlen, alle 8 Betriebsstunden eine Überprüfung durchzuführen und die Verschleißdaten zu dokumentieren, um die Lebensdauer zu optimieren.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-Bogenfräser für die Holzbearbeitung? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

Tel.: +86 592 5129696 E-Mail: sales@chinatungsten.com

Website: www.tungstenpowder.com Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI, ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang

JB/T 7966.1-2014

Formfräser - Teil 1: Allgemeines

Formfräser

— Teil 1: Allgemeine Regeln

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von JB/T 1-1996 „Regeln für die Erstellung von Normen für die Maschinenbauindustrie“ erstellt. Sie ist Teil 1 der Normenreihe JB/T 7966, die die allgemeinen Anforderungen, technischen Bedingungen und Prüfvorschriften für Formfräser festlegt und für verschiedene Fräsvorgänge in der Formenbearbeitung gilt. Die Normenreihe JB/T 7966 umfasst unter anderem Kugelpkopffräser, Flachfräser und Formfräser. Spezifische Typen und Abmessungen finden Sie in den nachfolgenden Unternormen.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Verfasser dieser Norm: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. Hauptverfasser dieser Norm:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt den allgemeinen Typ, die Größe, die Toleranz, die technischen Anforderungen, die Prüfverfahren, die Inspektionsregeln sowie die Kennzeichnung, Verpackung, den Transport und die Lagerung von Formfräsern fest.

1.2 Diese Norm gilt für das Zerspanen von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen im Formenbau, einschließlich Nutenfräsen, Scheibenfräsen, Konturfräsen und komplexer Oberflächenbearbeitung. Zu den Werkzeugmaterialien gehören Schnellarbeitsstahl (HSS) und Hartmetall.

1.3 Diese Norm ist der grundlegende Teil der Reihe JB/T 7966. Spezifische Modelle und Anwendungen finden Sie in JB/T 7966.2 und anderen nachfolgenden Normen.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

JB/T 1-1996, Regeln für die Ausarbeitung von Normen für die Maschinenbauindustrie

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

T 9943-2002, Spezifikation für Schnellarbeitsstähle

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

ISO 1641:1988, Schaftfräser und Langlochbohrer – Maße

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten folgende Begriffe:

3.1 Formfräser sind speziell für die Formenbearbeitung konzipierte Schneidwerkzeuge, die sich zum präzisen Konturfräsen und zur komplexen Oberflächenbearbeitung eignen.

3.2

Kugelpkopffräser sind Fräser mit kugelförmiger Schneide, die zur dreidimensionalen Oberflächenbearbeitung eingesetzt werden. 3.3 Formfräser sind Spezialfräser mit einer der Bearbeitungskontur angepassten Schneidenform, die für spezielle Formhohlräume eingesetzt werden.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

l: effektive Schnittlänge (mm)

d: Schaftdurchmesser (mm)

HSS: Hochgeschwindigkeitsstahl

5 Allgemeine Typen und Größen

5.1 Typ

Kugelpkopftyp: geeignet für die Bearbeitung gekrümmter Oberflächen, mit 2–6 Schneidkanten.

Flache Ausführung: geeignet zum Nutenfräsen und Seitenfräsen, mit 2–8 Kanten.

Formungsart: individuell nach Formkontur, Klingenzahl 2-10.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 2 mm bis 32 mm.

Gesamtlänge (L): 50 mm bis 200 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 10 mm bis 100 mm.

Schaftdurchmesser (d): 3 mm bis 32 mm, gemäß Toleranz h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,01$ mm (Klasse IT6).

Längentoleranz: $\pm 0,3$ mm.

Schaftdurchmessertoleranz: h6 (0/-0,006 mm).

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Schnellarbeitsstahl (HSS): Entspricht GB/T 9943-2002. Empfohlene Güten sind M2 (HV 800-850) und M35 (HV 850-900).

Hartmetall: Entspricht GB/T 2072-2006, empfohlene Sorte ist YG6 (HV 1800-1900).

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN, TiCN, Dicke 2-5 μ m) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al₂O₃, Dicke 5-10 μ m).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,2 \mu m$.

6.4 Schaufeldesign

Die Schneide sollte glatt und gratfrei sein und der Schnittwinkel dem Werkstoff angepasst sein (positiver Spanwinkel 5° - 15°).

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung muss gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm durchgeführt werden

7.2 Der Schneidleistungstest muss an 45#-Stahlproben bei einer Schnittgeschwindigkeit von 150 m/min und einer Aufzeichnungslebensdauer von ≥ 10 h durchgeführt werden.

8 Inspektionsregeln

Von jeder Produktcharge müssen 8,15 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge und Beschichtungshaftung. 8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % sein, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoüberflächenmarkierung (z. B. M2-10 $\times$ 100 oder YG6-12 $\times$ 150) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl, verschließen Sie das Gerät mit einer Plastiktüte und legen Sie es in eine Holzkiste.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen ($> 50^{\circ}C$) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Maßtabelle (Beispiel)

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (l, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	Anzahl der Klingen	Typ
2	50	10	3	2	Kugelpopf
10	100	30	10	4	Wohnung
20	150	60	20	6	Bildung
32	200	100	32	8	Kugelpopf

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-250	0,1-0,3	1-3

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Gusseisen	150-350	0,1-0,4	1-4
Aluminiumlegierung	200-500	0,2-0,5	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 31.12.2014

Datum der Umsetzung: 01.07.2015

Industriestandard-Nr.: JB/T 7966.1-2014

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine simulierte Version, die auf der Struktur der JB/T 7966-Reihe und der Branchenpraxis für Formfräser basiert. Dabei wird JB/T 7966.1-2014 als allgemeiner Teil der Reihe angenommen. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, gehen wir von einigen technischen Details (wie Größenbereich, Schnittparametern) aus und verweisen auf die allgemeinen Eigenschaften von Fräsern, die üblicherweise in der Formenbearbeitung verwendet werden (wie Kugelkopf, Formdesign). Diese Annahmen sollen die Rationalität und Konsistenz des Inhalts gewährleisten. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text der JB/T 7966-Reihe zu beziehen, um die spezifischen Inhalte und Anforderungen zu bestätigen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Gesenkfräser?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Formfräsers

Hartmetall-Gesenkfräser sind leistungsstarke Rotationsschneidwerkzeuge für den Formenbau und die Präzisionsbearbeitung. Sie finden breite Anwendung in der Bearbeitung von Metall-, Kunststoff-, Druckguss- und Stanzformen. Ihr Hauptmerkmal ist die effiziente Bearbeitung harter Materialien (wie gehärtetem Stahl, Wolframstahl und hochwarmfesten Legierungen) sowie die präzise Nachbildung komplexer Formengeometrien wie Hohlräume, Stempel, Führungsstiftlöcher und komplex gekrümmte Oberflächen. Hartmetall - Gesenkfräser verwenden Hartmetall als Trägermaterial. Dank ihrer hohen Härte (HV 1800–2200), ihrer hervorragenden Verschleißfestigkeit und thermischen Stabilität eignen sie sich für Schrapp-, Vorschlicht- und Schlichtbearbeitungen bei hohen Geschwindigkeiten (bis zu 15.000 U/min) und hoher Präzision. Gesenkfräser werden üblicherweise in Verbindung mit CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), EDM-Nachbearbeitungsgeräten oder 5-Achs-Bearbeitungszentren eingesetzt. Sie eignen sich besonders für die Herstellung von Formen für die Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie, Elektronikprodukte und Medizintechnik. Zu ihren Funktionen gehört nicht nur der Materialabtrag, sondern auch die Optimierung der Oberflächengüte (R_a 0,1–0,8 μm) und die Sicherstellung der geometrischen Genauigkeit (Toleranz $\pm 0,005$ mm). Dies ist ein Schlüsselinstrument für eine hocheffiziente und qualitativ hochwertige Produktion im Formenbau. Sie bieten hohe Designflexibilität und können Klingenform, Beschichtung und Schnittparameter je nach Formtyp (z. B. Spritzgussform, Schmiedeform) anpassen. So werden die vielfältigen Anforderungen von der Prototypenentwicklung bis zur Massenproduktion erfüllt. Mit dem Fortschritt der intelligenten Fertigung und Industrie 4.0 unterstützen Hartmetall-Formfräser zudem die Integration mit CAD/CAM-Software, um den Schnittpfad dynamisch anzupassen und so die Bearbeitungseffizienz und Werkzeugstandzeit zu optimieren.

2. Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Formfräsern

Das strukturelle Design von Hartmetall-Formfräsern zielt darauf ab, hohen Schnittbelastungen standzuhalten, komplexe Konturen präzise abzubilden und Verformungen durch die Bearbeitung zu reduzieren. Sie verfügen üblicherweise über Zylinder-, Kegel- oder Langhals-Schäfte. Die Schneiden werden je nach Formanforderungen an Kugelhöpfe, Rundköpfe, Kegel oder spezielle Konturen angepasst. Im Folgenden sind die detaillierten strukturellen Merkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D)

Mikroformfräser ($D < 6$ mm) im Größenbereich von 1 mm bis 32 mm werden für die Bearbeitung feiner Hohlräume verwendet, mittelgroße ($D = 6\text{--}20$ mm) eignen sich für die allgemeine Formbearbeitung und große Formfräser ($D > 20$ mm) werden zum Schrappen großer Formen oder

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

zum Schneiden tiefer Hohlräume verwendet.

Klingenprofil

Individuell angepasst an das Formendesign, beispielsweise Kugelkopfradius ($R = 0,5\text{--}16\text{ mm}$), Rundnasenradius ($R = 2\text{--}10\text{ mm}$), Kegelwinkel ($5^\circ\text{--}30^\circ$) oder komplexe Kurven. Die Konturgenauigkeit wird durch CNC-Schleifen auf $\pm 0,005\text{ mm}$ kontrolliert.

Gesamtlänge (L)

50 mm bis 250 mm, geeignet für Spindellängen von kleinen CNC-Maschinen (50–100 mm) bis hin zu Hochleistungs-Bearbeitungszentren (150–250 mm), und der extralange Typ (300 mm) wird für die Bearbeitung tiefer Löcher oder tiefer Hohlräume verwendet.

Effektive Schnittlänge (l)

5 mm bis 150 mm, bestimmt die maximale Schnitttiefe des Werkzeugs im Werkstück. Die flache Bearbeitung (5–20 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, die tiefe Bearbeitung (50–150 mm) für tiefe Hohlräume oder mehrstufiges Schneiden.

Schaftdurchmesser (d)

Durch die Abstimmung des Schneiddurchmessers von 3 mm bis 32 mm mit der Toleranzklasse h6 ($0/-0,006\text{ mm}$) wird ein fester Sitz mit der Spindel oder dem Spannfutter mit einem maximalen Durchmesser von 32 mm gewährleistet, um eine hohe Drehmomentübertragung zu unterstützen.

Spiralwinkel

$20^\circ\text{--}45^\circ$, der Standardwert beträgt $30^\circ\text{--}35^\circ$, wodurch die Spanabfuhr und Schnittstabilität optimiert werden. $35^\circ\text{--}40^\circ$ werden üblicherweise zum Schlichten verwendet, um Vibrationen zu reduzieren, und $20^\circ\text{--}25^\circ$ können zum Schruppen verwendet werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Anzahl der Klingen

2–8 Schneidkanten, abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsgenauigkeit. Kleine Durchmesser ($D < 10\text{ mm}$) haben 2–4 Schneidkanten, mittlere und große Durchmesser ($D > 10\text{ mm}$) 4–8 Schneidkanten. Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Effizienz steigern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung.

Die Schneide des Formfräasers wird mittels hochpräzisen CNC-Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002\text{ mm}$) bearbeitet, um glatte Konturen (Profilrauheit $R_a \leq 0,05\text{ Mikrometer}$) zu gewährleisten. Die Schneide ist mit einem positiven Spanwinkel ($5^\circ\text{--}10^\circ$) oder einem Nullspanwinkel konstruiert, um die Schnittkräfte zu optimieren, was sich besonders für harte Materialien eignet. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5\text{ g}\cdot\text{mm/kg}$, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005\text{ mm}$) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser $0,5\text{--}1\text{ mm}$, Druck $5\text{--}10\text{ bar}$) oder Antivibrationskonstruktionen (wie z. B. vibrationsdämpfenden Nuten) ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 25 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^\circ\text{C}$) deutlich verbessern und für die kontinuierliche Hochlastbearbeitung geeignet sind.

3. Werkstoffe und Herstellung von Hartmetall-Gesenkfräsern

Die Leistungsfähigkeit von Hartmetall-Formfräsern hängt von ihrer hohen Härte, Verschleißfestigkeit und Temperaturbeständigkeit ab. Das Grundmaterial ist ein pulvermetallurgisch gesinterter Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

feine Partikelstruktur (0,5–2 Mikrometer) und spezielle Additive sorgen für Stabilität beim Schneiden harter Formmaterialien. Zu den gängigen Hartmetallsorten gehören:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für die Bearbeitung von gehärtetem Stahl (HRC 40–50) und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit.

YT15: Enthält Titancarbid und Wolframcarbid, Härte HV 1900–2000, Biegefestigkeit 1600–1800 MPa, geeignet für Edelstahl und Hochtemperaturlegierungen, Hitzebeständigkeit bis 800 °C.

YW2T: Enthält Tantalcarbid (TaC) und Niobcarbid (NbC), Härte HV 1800–2200, Biegefestigkeit 1700–1900 MPa, speziell für die Formverarbeitung von Titanlegierungen und Nickellegierungen entwickelt.

Herstellungsprozess von Hartmetall - Gesenkfräsen

Rohstoffaufbereitung

Hochreines Wolframcarbidpulver wird proportional mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), Titancarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobcarbid (NbC) wird hinzugefügt, um die Verschleißfestigkeit zu verbessern, und die Partikelgröße wird kontrolliert (0,5–2 Mikrometer), um die Schneidleistung zu optimieren.

Drücken

Der Werkzeugkörperrohling wird mithilfe einer hydraulischen Presse mit einem Druck von 150–200 MPa geformt, hat eine Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ und wird durch isostatisches Pressen (CIP) zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit hergestellt.

Hochtemperatursintern

Unter Vakuum (Druck 10^{-2} Pa) oder Wasserstoffschutz wird bei einer Temperatur von 1400–1600 °C über 10–12 Stunden ein Gewebe mit hoher Dichte gebildet.

Nachbearbeitung

Nach dem Sintern wird es gedreht (Außenrundlauf $< 0,01$ mm), hochpräzise geschliffen (Konturgenauigkeit $\pm 0,002$ mm) und poliert (Schneide Ra $\leq 0,05$ Mikrometer).

Beschichtungsmöglichkeiten

TiAlN : Dicke 3–8 Mikrometer, Härte 2800–3200 HV, Hitzebeständigkeit 900 °C.

AlCrN : Dicke 3–7 Mikrometer, Härte 3000–3400 HV, hohe Korrosionsbeständigkeit.

DLC: Dicke 1–3 Mikrometer, Härte 3000–3500 HV, Reibungskoeffizient $< 0,1$.

4. Technische Parameter des Hartmetall-Stanzfräasers

Härte: Grundmaterial HV 1800–2200, nach Beschichtung bis zu 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (Vc): 50–200 m/min für Stahl, 30–120 m/min für Titanlegierungen.

Vorschub (fz): 0,01–0,2 mm/Zahn.

Schnitttiefe (ap): 0,05–5 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Konturgenauigkeit $< 0,005$ mm.

Oberflächenrauheit: Ra 0,1–0,8 Mikrometer.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

5. Anwendungsszenarien von Hartmetall-Formfräsern

Automobilform: Bearbeitung der Stanzmodellkavität (Tiefe 20–50 mm), $R_a < 0,4$ Mikron.

Luftfahrtform: Fräsen einer Rotorblattform aus Titanlegierung (Dicke 10–30 mm), Genauigkeit $\pm 0,01$ mm.

Elektronische Form: Fertige Form für Mobiltelefongehäuse (Fläche $0,1\text{--}0,5\text{ m}^2$), $R_a < 0,2$ Mikron.

Medizinische Formen: Verarbeitung von Implantatformen (Tiefe 5–15 mm), Genauigkeit $\pm 0,005$ mm.

6. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Formfräsern

Werkzeugmaschine: Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung $< 0,005$ mm, Spindelleistung ≥ 5 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 20 l/min).

Parameter: V_c 150 m/min, f_z 0,05 mm/Zahn, a_p 1 mm.

Einbau: Koaxialität $< 0,002$ mm, Klemmkraft 30–50 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn VB 0,3 mm erreicht oder die Klinge abgebrochen ist.

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Hartmetall-Formfräser benötigen, bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „Chinatungsten

Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

JB/T 13685-2020

**Vollhartmetall-Gewindefräser
Integrierte Gewindefräser aus Hartmetall**

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von JB/T 1-1996 „Regeln für die Erstellung von Normen für die Maschinenbauindustrie“ erstellt. Diese erstmals veröffentlichte Norm legt Typ, Größe, Toleranz und technische Anforderungen an Gewindefräser aus Vollhartmetall fest, die für die Präzisionsbearbeitung von Innen- und Außengewinden geeignet sind. Zu den wichtigsten technischen Merkmalen gehören die Einführung eines Mehrzahn-Designs zur Verbesserung der Bearbeitungseffizienz, die Aktualisierung der Größenreihe und die Integration in die international fortschrittliche Gewindefrästechnologie.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des National Tool Standardization Technical Committee (SAC/TC 207). Die Erarbeitungsstellen dieser Norm sind: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd. und das Xi'an Institute of Metal Research.

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz, technische Anforderungen, Prüfmethoden, Inspektionsregeln und Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von Gewindefräsern aus Vollhartmetall fest.

1.2 Diese Norm gilt für das Fräsen von Innen- und Außengewinden in der Metallzerspanung. Das Werkzeugmaterial ist Vollhartmetall und entspricht GB/T 2072-2006. 1.3 Diese Norm gilt nicht für andere Schneidwerkzeuge als Gewindefräser oder andere Werkstoffe als Vollhartmetall.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

JB/T 1-1996, Regeln für die Ausarbeitung von Normen für die Maschinenbauindustrie

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

ISO 1641:1988, Schafffräser und Langlochbohrer – Maße

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Ein Gewindefräser aus Vollhartmetall ist ein Schneidwerkzeug aus Vollhartmetall mit einer gewindeförmigen Klinge zum Bearbeiten von Innen- und Außengewinden. 3.2 Die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Gewindesteigung ist der axiale Abstand zwischen benachbarten Gewindegewinden, der die Gewindegewindgenauigkeit und die Bearbeitungseffizienz beeinflusst. 3.3 Die Werkzeugklinge mit Mehrzahn-Design verfügt über mehrere Schneidzähne und eignet sich zum effizienten Gewindefräsen

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm), L: Gesamtlänge (mm), d: Schaftdurchmesser (mm), P: Gewindesteigung (mm)

Z: Zähnezahl, WC: Hartmetall

5. Typ und Größe

5.1 Typ

Standard: Einseitiger Mehrzahn-Gewindefräser, passend für M3-M20 Gewinde, Steigung 0,5-2,5 mm.

Schruppbearbeitungsart: 3-5 Zähne, größere Teilung, geeignet für Rapid Prototyping.

Ausführungsart: 5-8 Zähne, präzise Teilung, hohe Oberflächengüte.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 4 mm bis 25 mm. Gesamtlänge (L): 60 mm bis 150 mm.

Schaftdurchmesser (d): 4 mm bis 25 mm, gemäß Toleranz h6 (GB/T 1800.1-2009).

Gewindesteigung (P): 0,5 mm bis 3,0 mm.

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,01$ mm (Qualität IT6). Längentoleranz: $\pm 0,3$ mm.

Schaftdurchmessertoleranz: h6 (0/-0,006 mm).

5.4 Zähnezahl (Z)

$D \leq 10$ mm: 3-5 Zähne. $D > 10$ mm: 5-8 Zähne.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Entspricht GB/T 2072-2006. Empfohlene Güten sind YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN, TiCN, Dicke 2-5 μm) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al_2O_3 , Dicke 5-10 μm).

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,1 \mu\text{m}$.

6.4 Gewindekantengestaltung

Die Klinge ist gewindeförmig und entspricht dem Sollgewinde mit Toleranzgrad 6H/6g.

Mehrere Zähne sind gleichmäßig verteilt und die Blattfestigkeit beträgt $\geq 1500 \text{ N/mm}^2$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung erfolgt gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm.

7.2 Die Messung der Gewindesteigung erfolgt mit einer Gewindelehre mit einem Fehler von $\pm 0,02$ mm. 7.3 Prüfung der Schneidleistung: Ein Gewinde M10×1,5 wird auf einer 45#-Stahlprobe mit einer Schnittgeschwindigkeit von 150 m/min und einer Lebensdauer von ≥ 1000 Löchern gefräst.

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, Gewindesteigung und Beschichtungshaftung.

8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (z. B. YG6-10×80-P1.5) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl und einen Plastikbeutel zum Verschließen und legen Sie das Produkt in eine Holzkiste oder einen Karton.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen (> 50 °C) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	Gewindesteigung (P, mm)	Zähnezahl (Z)
4	60	4	0,5	3
10	80	10	1,5	4
16	120	16	2,0	6
25	150	25	3,0	8

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-250	0,05-0,15	1-3
Gusseisen	150-350	0,05-0,2	1-4
Aluminiumlegierung	200-500	0,1-0,3	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 31.12.2020

Datum des Inkrafttretens: 01.07.2021

Industriestandard-Nr.: JB/T 13685-2020

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine simulierte Version, die auf der Struktur von JB/T 13685-2020 und der Branchenpraxis für Gewindefräser aus Vollhartmetall basiert. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, werden einige technische Details (wie Größenbereich, Schnittparameter) angenommen und die allgemeinen Prozessmerkmale des GewindefräSENS (wie Mehrzahn-Design, Gewindesteigung) berücksichtigt. Diese Annahmen dienen der Wahrung der Rationalität und Konsistenz des Inhalts. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von JB/T 13685-2020 zu beziehen, um Vollständigkeit und Genauigkeit zu gewährleisten.

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Gewindefräser aus Vollhartmetall benötigen, bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „Chinatungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Gewindefräser aus Vollhartmetall ?

1. Definition und Funktion des Vollhartmetall-Gewindefräasers

Der Vollhartmetall-Gewindefräser ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug für die effiziente und präzise Gewindebearbeitung. Er wird häufig in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Automobilteileproduktion, in der Luft- und Raumfahrt, im Energieanlagenbau, in der Präzisionsinstrumentenmontage und anderen Bereichen eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist die spiral- oder mehrzahnige Schneide, die durch Spiralinterpolation oder radiale Vorschubtechnologie in einem Schneidzyklus direkt Innen- oder Außengewinde erzeugen kann und so herkömmliche Gewindebohr-, Dreh- oder Walzverfahren vollständig ersetzt. Vollhartmetall-Gewindefräser bestehen aus Hartmetall als Werkstoff. Dank seiner hohen Härte (HV 1800–2200), seiner hervorragenden Verschleißfestigkeit, hohen Temperaturbeständigkeit und hervorragenden Schlagzähigkeit kann es eine Vielzahl hochfester und schwer zu bearbeitender Materialien effizient schneiden, darunter Edelstahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (z. B. Ti-6Al-4V, HRC 30–35), gehärteter Stahl (HRC 40–60), Nickellegierungen (z. B. Inconel 718, HRC 40–45) und Nichteisenmetalle (z. B. Aluminiumlegierungen, Kupferlegierungen). Das Bearbeitungsverfahren nutzt die Interpolationsfunktion von CNC-Werkzeugmaschinen oder mehrachsigen Bearbeitungszentren, um hochpräzise Gewindeformen (Toleranzklasse IT5–IT7, lokale Genauigkeit kann IT4 erreichen) zu erreichen. Dies eignet sich besonders für Gewinde mit kleinem Durchmesser (M2–M6), Tieflochgewinde (Tiefe bis zu 5D), komplexe Gewinde (z. B. Trapezgewinde, Kegelgewinde, Sondergewinde) und Sacklochbearbeitungsszenarien. Im Vergleich zu herkömmlichen Gewindebearbeitungswerkzeugen verbessern Gewindefräser aus Vollhartmetall die Bearbeitungseffizienz (Einzelschnitt, Effizienzsteigerung um 30–50 %), die Oberflächengüte (Ra 0,4–1,6 µm, Feinschliff bis 0,2 µm) und die Lebensdauer (je nach Material und Parametern 50–100 Stunden) deutlich. Sie haben sich in der modernen Fertigung zur gängigen Wahl für die Gewindebearbeitung entwickelt, insbesondere in der Massenproduktion, wo hohe Wiederholgenauigkeit und Konsistenz erforderlich sind. Die Konstruktionsflexibilität ist extrem hoch, und Schneidengeometrie, Steigungswinkel und Schnittparameter können je nach Gewindetyp (metrisches ISO, imperiales UN, ANSI, DIN-Normen, trapezförmiges Tr, konisches NPT usw.), Steigung (0,25–6 mm), Tiefe und Werkstückmaterial individuell angepasst werden. Mit der tiefgreifenden Entwicklung von Industrie 4.0 und intelligenter Fertigung unterstützen Gewindefräser auch die nahtlose Integration mit fortschrittlicher CAD/CAM-Software (wie Mastercam, Siemens NX) und passen Schnittweg, Geschwindigkeit und Vorschub durch Echtzeit-Datenfeedback und Algorithmusoptimierung dynamisch an, um sich an die mechanischen Eigenschaften und Wärmeleitfähigkeitseigenschaften verschiedener Werkstückmaterialien anzupassen und so die Verarbeitungseffizienz und Werkzeuglebensdauer zu maximieren.

2. Konstruktionsmerkmale von Vollhartmetall-Gewindefräsern

Das Design von Vollhartmetall-Gewindefräsern zielt darauf ab, effizientes Gewindeschneiden zu

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ermöglichen, Spanablagerungen zu reduzieren, Bearbeitungsgenauigkeit zu gewährleisten und sich an komplexe Arbeitsbedingungen anzupassen. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft (einige Modelle bieten Kegelschäfte oder modulare Konstruktionen zur Verbesserung der Kompatibilität) und eine spiralförmige Mehrzahnanordnung an der Schneide. Diese kombiniert radiale und axiale Schneidfähigkeiten, um multidirektionalen Bearbeitungsanforderungen gerecht zu werden. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Bearbeitungstechnologie, Funktionsoptimierung und innovatives Design abdecken:

Durchmesser (D)

Mikrogewindefräser ($D < 6$ mm) im Bereich von 2 mm bis 25 mm werden für die Bearbeitung von Innengewinden mit kleinen Löchern verwendet (z. B. M3-M6, geeignet für Mikromotoren oder medizinische Geräte), mittelgroße ($D = 6-15$ mm) eignen sich für Gewinde allgemeiner Zwecke (z. B. Anschlusslöcher für Autoteile) und mittelgroße bis große ($D > 15$ mm) werden für Außengewinde mit großem Durchmesser oder die Bearbeitung tiefer Löcher verwendet (z. B. M20-Gewinde für Hydraulikventilkörper).

Gewindeprofil

Angepasst an internationale und Industriestandards, einschließlich metrischem Gewinde (M4-M24, Steigung 0,5–3 mm), imperialem Gewinde (UNC/UNF 4–32 TPI), Trapezgewinde (Tr10-Tr50, Steigung 2–12 mm), konischem Gewinde (NPT 1/8–1 Zoll) oder Spezialgewinde (wie z. B. nicht standardmäßiges mehrgängiges Gewinde). Die Konturgenauigkeit wird durch fünfachsiges CNC-Schleifen auf $\pm 0,005$ mm kontrolliert und der lokale Konturfehler beträgt weniger als 0,002 mm, wodurch die Glätte der Gewindeseitenwand und die Eingriffsgenauigkeit sichergestellt werden.

Gesamtlänge (L)

50 mm bis 200 mm, geeignet für Spindellängen von kleinen Desktop-CNCs (50–100 mm) bis zu schweren industriellen Bearbeitungszentren (150–200 mm), der extralange Typ (250 mm) wird für die Bearbeitung von Tieflochgewinden (Tiefe bis zu 5D, wie z. B. Flugzeugtriebwerkskomponenten) verwendet und die Längstoleranz wird zur Gewährleistung der Stabilität auf $\pm 0,1$ mm kontrolliert.

Effektive Schnittlänge (l)

10 mm bis 100 mm bestimmen die maximale Gewindetiefe des Werkzeugs im Werkstück. Die flache Bearbeitung (10–30 mm) eignet sich für Oberflächengewinde oder dünnwandige Teile, die mitteltiefe Bearbeitung (50–100 mm) für Tieflochgewinde oder mehrstufiges Schneiden. Das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird üblicherweise auf 3:1–5:1 eingestellt, um Steifigkeit und Bearbeitungstiefe auszugleichen.

Schaftdurchmesser (d)

Passend zum Schnittdurchmesser von 3 mm bis 25 mm, Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm), wodurch ein fester Sitz mit dem Spannfutter oder der Spindel gewährleistet wird. Der maximale Durchmesser kann 25 mm erreichen, um eine hohe Drehmomentübertragung zu unterstützen (Drehmomentbereich 10-50 Nm), und die Schaftoberfläche ist wärmebehandelt (gehärtete Schicht 0,1-0,2 mm), um die Verschleißfestigkeit zu verbessern.

Spiralwinkel

20°–40°, Standardwert ist 25°–30°, das Spiralwinkeldesign reduziert Ansammlung und Hitze durch Optimierung des Spanflusswegs, 30°–35° wird häufig zum Schlichten verwendet, um Vibrationen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

zu verringern und die Oberflächenbeschaffenheit des Gewindes zu verbessern (Ra-Wert um 10–15 % senken), 20°–25° können zum Schrappen gewählt werden, um Schnittfestigkeit und Schlagfestigkeit zu verbessern, einige kundenspezifische Modelle unterstützen einen allmählichen Spiralwinkel (10°–35°) zur Anpassung an das Schneiden tiefer Löcher.

Anzahl der Klingen

2–6 Schneidkanten, abhängig von Durchmesser und Teilung. Kleine Durchmesser ($D < 10 \text{ mm}$) haben 2–3 Schneidkanten zur Reduzierung des Schnittwiderstands, mittlere und große Durchmesser ($D > 10 \text{ mm}$) haben 4–6 Schneidkanten zur Verbesserung der Schneidleistung und Lastverteilung. Der präzise berechnete Klingenabstand (Fehler $< 0,02 \text{ mm}$) gewährleistet eine gleichmäßige Schnittkraft und reduziert lokalen Verschleiß. High-End-Modelle bieten zudem eine einstellbare Klingenanzahl zur Anpassung an unterschiedliche Teilungen.

Die Schneide des Gewindefräasers wird mit einer hochpräzisen fünfschneidigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$) bearbeitet, um ein glattes Gewindeprofil ohne mikroskopische Defekte (Profilrauheit $Ra \leq 0,05 \mu\text{m}$) zu gewährleisten. Die Schneide ist mit einem positiven Spanwinkel (5°–10°) ausgeführt, um Schnittkraft und Spanabfuhr zu optimieren. Dies eignet sich besonders für harte Werkstoffe und hochviskose Metalle (wie Edelstahl). Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g}\cdot\text{mm} / \text{kg}$, getestet bei 12.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) zu reduzieren und die Lebensdauer von Werkzeug und Maschine zu verlängern. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–1 mm, Druck 5–10 bar) oder einem Mehrwendel-Design (Wendelsteigung 0,5–1 mm) ausgestattet, was die Spanabfuhr (Steigung um 20–30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur wird auf $< 500 \text{ }^\circ\text{C}$ geregelt) deutlich verbessert und sich für die kontinuierliche Hochlastbearbeitung oder das Schneiden von Tieflochgewinden (z. B. 100 mm tief) eignet. Darüber hinaus verfügen einige neue Gewindefräser über Antivibrationstechnologien wie vibrationsdämpfende Nuten oder Verbundschäfte, um Schnittgeräusche (bis auf 65–70 dB) zu reduzieren und Mikroverformungen des Werkstücks (Verformung $< 0,01 \text{ mm}$) zu verringern.

3. Material für Gewindefräser aus Vollhartmetall

Die Leistungsfähigkeit von Vollhartmetall-Gewindefräsern beruht auf ihrer hohen Härte, Verschleißfestigkeit und Temperaturbeständigkeit. Das Grundmaterial ist ein Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co), der pulvermetallurgisch gesintert wird. Die feine Partikelstruktur (0,5–2 μm) und spezielle Additive (wie Titankarbid TiC und Niobkarbid NbC) gewährleisten Stabilität und Langlebigkeit beim Schneiden harter und klebriger Materialien und weisen gleichzeitig eine gute Dauerfestigkeit (Dauerfestigkeit $> 1200 \text{ MPa}$) auf. Gängige Hartmetallsorten sind:

YG6 X : Kobaltgehalt beträgt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für die Bearbeitung von gehärtetem Stahl (HRC 40–50, wie 40CrMnMo) und Edelstahl (304, 316L), mit ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und einer Schnittlebensdauer von bis zu 60–70 Stunden, besonders stabil bei Materialien mittlerer Härte.

YT 15 : Enthält Titankarbid und Wolframkarbid, Härte HV 1900–2000, Biegefestigkeit 1600–1800

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

MPa, geeignet für Hochtemperaturlegierungen (wie Inconel 625) und Titanlegierungen (Ti-6Al-4V), Hitzebeständigkeit bis 800 °C, geeignet für Hochgeschwindigkeits- und Schnitttiefbearbeitung, Lebensdauer kann 50–80 Stunden erreichen.

YW2 T : Enthält Tantalkarbid (TaC) und Niobkarbid (NbC), Härte HV 1800–2200, Biegefestigkeit 1700–1900 MPa, speziell für schwer zerspanbare Werkstoffe wie Nickelbasislegierungen (Inconel 718, HRC 40–45) und Wolframstahl, mit hoher Schlagzähigkeit und Hitzebeständigkeit und einer Schnittlebensdauer von bis zu 70–100 Stunden.

Bei der Materialauswahl müssen auch die Wärmeleitfähigkeit des Werkstückmaterials (Stahl 40–50 W/ m· K, Titanlegierung 15–20 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (500–800 °C) berücksichtigt werden, um die Stabilität des Werkzeugs bei hohen Temperaturen zu gewährleisten. Einige High-End-Modelle enthalten Spuren von Seltenerdelementen (wie Ce, Y, 0,1–0,3 %), um die Mikrostruktur zu optimieren und die Oxidationsbeständigkeit sowie Risswachstumsbeständigkeit zu verbessern.

4. Herstellung von Vollhartmetall-Gewindefräsern

Der Herstellungsprozess umfasst mehrere Präzisionsschritte zur Sicherstellung der Materialeigenschaften, der geometrischen Genauigkeit und der Oberflächenqualität, die im Folgenden detailliert beschrieben werden:

Rohstoffaufbereitung

Hochreines Wolframkarbidpulver wird proportional mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %). Titankarbid (TiC, 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC) werden hinzugefügt, um die Verschleißfestigkeit und Antihafteffekte zu verbessern. Die Partikelgröße (0,5–2 μm) wird kontrolliert, um die Schneidleistung zu optimieren. Der Mischvorgang erfolgt in einer Kugelmühle (Drehzahl 50–100 U/min, Dauer 24–48 Stunden). Ethanol oder Isopropanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers (Segregation < 1 %) zu gewährleisten und lokale Härteunterschiede zu vermeiden.

Drücken

Mit einer hydraulischen Presse wird ein Werkzeugrohling mit einem Druck von 150–200 MPa geformt, der eine Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ aufweist. Kaltisostatisches Pressen (CIP, Druck 150–200 MPa, Dauer 10–15 Minuten) verbessert die innere Gleichmäßigkeit und Rissbeständigkeit. Die Genauigkeit der Formgebung wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert, und hochfeste Stahlformen (Härte HRC 50–55) gewährleisten langfristige Stabilität.

Hochtemperatursintern

In einem Vakuum (Druck 10^{-2} Pa) oder wasserstoffgeschützten Sinterofen beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden. Poren und flüchtige Bestandteile werden durch schrittweises Erhitzen (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorwärmphase) entfernt, wodurch eine hochdichte Struktur entsteht. Nach dem Sintern liegt die Korngröße bei 1–2 Mikrometern, und die Mikro Härteverteilung ist gleichmäßig (Standardabweichung < 50 HV).

Nachbearbeitung

Nach dem Sintern werden die Rohlinge gedreht (Außenrundlauf $< 0,01$ mm, mit CBN-Werkzeugen), fünfschsig hochpräzise CNC-geschliffen (Gewindegenauigkeit $\pm 0,002$ mm, Oberfläche Ra $\leq 0,2$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Mikrometer) und hochglanzpoliert (Kante $Ra \leq 0,05$ Mikrometer, mit Diamantschleifmitteln mit einer Partikelgröße von W0,5-W1,0). Bei einigen Modellen werden elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,1-0,2 \text{ A/cm}^2$, Elektrolyt-pH-Wert 2-3) oder Laser-Feineinstellungstechnologie verwendet, um Mikrograte zu entfernen und so die Schärfe und Haltbarkeit der Klinge weiter zu verbessern, und eine Kantenfase ($0,1-0,2 \text{ mm}$, Winkel $5^\circ-10^\circ$) wird verwendet, um die Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbrüche zu erhöhen.

Beschichtung

Die Beschichtung wird durch physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) in einer Vakuumumgebung (Druck 10^{-3} Pa , Temperatur $400-500^\circ\text{C}$, Abscheidungsrate $0,1-0,2 \mu\text{m/h}$) aufgetragen. Möglich sind TiAlN (Dicke 3-8 Mikrometer, Härte 2800-3200 HV), AlCrN (Dicke 3-7 Mikrometer, Härte 3000-3400 HV) oder DLC (Dicke 1-3 Mikrometer, Härte 3000-3500 HV, Reibungskoeffizient $<0,1$), wodurch der Reibungskoeffizient reduziert ($<0,3$) und die Lebensdauer deutlich verlängert wird (30-50 % höher als unbeschichtet), insbesondere beim Schneiden klebriger Materialien (wie Edelstahl) oder bei der Tieflochbearbeitung.

5. Technische Parameter des Vollhartmetall-Gewindefräasers

Härte

Die Substrathärte liegt zwischen 1800 und 2200 HV. Die Oberflächenhärte nach der Beschichtung kann bis zu 3400 HV erreichen und ist damit deutlich höher als bei Schnellarbeitsstahl (HSS, HV 800-900). Die Schlagfestigkeit erreicht 2000-2200 MPa und ist somit für intermittierendes Schneiden und harte Werkstoffe geeignet.

Hitzebeständigkeit

$600-1000^\circ\text{C}$, die thermische Stabilität ist besser als bei HSS (Wärmeausdehnungskoeffizient $5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$), wodurch Leistungseinbußen durch Glühen bei hohen Temperaturen ($> 800^\circ\text{C}$) vermieden werden und die Wärmebelastung im Schneidbereich bei $500-700^\circ\text{C}$ kontrolliert werden kann.

Schnittgeschwindigkeit (Vc)

Stahl (z. B. 45# Stahl, HRC 20-30)

$50-150 \text{ m/min}$, empfohlener Wert 100 m/min , eine zu hohe Geschwindigkeit ($> 150 \text{ m/min}$) kann zu einer Überhitzung des Werkzeugs führen.

Titanlegierungen (z. B. Ti-6Al-4V, HRC 30-35)

der Wärmestau durch die geringe Wärmeleitfähigkeit ($15-20 \text{ W/m}\cdot\text{K}$).

Edelstahl (z. B. 304, HRC 20-40)

$40-120 \text{ m/min}$, empfohlener Wert 80 m/min , die Kühlung muss optimiert werden, um die Haftung zu verringern.

Vorschubgeschwindigkeit (fz)

$0,01-0,15 \text{ mm/Zahn}$, $0,1-0,15 \text{ mm/Zahn}$ für die Grobbearbeitung (Vorschubgeschwindigkeit $600-900 \text{ mm/min}$), $0,01-0,05 \text{ mm/Zahn}$ für die Feinbearbeitung (Vorschubgeschwindigkeit $300-600 \text{ mm/min}$), der spezifische Wert muss entsprechend der Teilung und Maschinensteifigkeit angepasst werden.

Schnitttiefe (ap)

$0,05-3 \text{ mm}$, Schruppen $0,5-3 \text{ mm}$, Schlichten $0,05-1 \text{ mm}$. Eine zu hohe Schnitttiefe ($> 1,5$ -facher

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Werkzeugdurchmesser) kann zu Vibrationen oder Gewindeverformungen führen. Schichtweises Schneiden (0,2–0,5 mm pro Schicht) wird empfohlen.

Toleranz

Durchmessertoleranz $\pm 0,01$ mm (Klasse IT6), Gewindegenauigkeit $< 0,005$ mm (Klasse IT5), lokaler Gewindesteigungsfehler $< 0,002$ mm, geeignet für hochpräzise Steckverbinder.

Oberflächenrauheit

Der Ra-Wert der Werkstückoberfläche kann unter Schlichtbedingungen 0,2–0,8 Mikrometer und unter Schrubbbedingungen 1,0–1,6 Mikrometer erreichen, abhängig von den Schnittparametern, der Materialviskosität und dem Werkzeugzustand.

6. Anwendungsszenarien von Vollhartmetall-Gewindefräsern

Vollhartmetall-Gewindefräser überzeugen in zahlreichen industriellen Anwendungen durch ihre Effizienz und Präzision. Zu den spezifischen Anwendungsgebieten gehören:

Autoteile

Bearbeitung des Innengewindes eines Motorzylinderkörpers (M10, Tiefe 20 mm), Schnittgeschwindigkeit 100 m/min, Vorschub 0,05 mm/Zahn, Schnitttiefe 0,5 mm, Oberflächen-Ra $< 1,0$ μm nach der Bearbeitung, um Dichtheit und Festigkeit zu gewährleisten. Eine Automobilfabrik produziert jährlich 500.000 Zylinderkörper, die Werkzeuglebensdauer erreicht 70 Stunden und die Effizienz wird um 40 % verbessert.

Luft- und Raumfahrt

Fräsen eines Anschlussgewindes aus Titanlegierung (M8, Tiefe 15 mm), Schnittgeschwindigkeit 60 m/min, Vorschub 0,03 mm/Zahn, Schnitttiefe 0,3 mm, Genauigkeit $\pm 0,01$ mm, geeignet für Flugzeugfahrwerkskomponenten, ein Luftfahrtunternehmen bearbeitete 1.000 Teile mit einer Durchlaufquote von 99,8 %.

Formenbau

Fertigstellen der Gewindebohrung des Stanzwerkzeugs (M12, Tiefe 30 mm), Schnittgeschwindigkeit 80 m/min, Vorschub 0,04 mm/Zahn, Schnitttiefe 0,4 mm, Oberflächen-Ra $< 0,6$ Mikron, eine Formenfabrik produziert 2000 Formensätze pro Jahr und der Werkzeugwechselzyklus verlängert sich auf 80 Stunden.

Hydrauliksystem

Bearbeitung des Außengewindes eines Ventilkörpers (Tr20, Länge 40 mm), Schnittgeschwindigkeit 90 m/min, Vorschub 0,06 mm/Zahn, Schnitttiefe 0,5 mm, Präzision IT6, ein Hersteller von Hydraulikgeräten bearbeitete 5000 Ventilkörper und die Erfolgsquote beim Gewindefestigkeitstest lag bei 100 %.

7. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Gewindefräsern aus Vollhartmetall

Um die Leistung und Lebensdauer von Gewindefräsern aus Vollhartmetall zu maximieren, achten Sie auf die folgenden Details hinsichtlich Ausrüstung, Verfahren und Wartung:

Maschinenauswahl

Es wird empfohlen, eine drei- oder fünfachsigige CNC-Werkzeugmaschine zu verwenden

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(Spindelgenauigkeit 0,005 mm, Wiederholgenauigkeit $\pm 0,003$ mm), sicherzustellen, dass der Spindelrundlauf weniger als 0,005 mm beträgt, die Maschinenleistung dem Werkzeugdurchmesser und den Schnittparametern entspricht (z. B. erfordert ein Werkzeug mit 10 mm Durchmesser eine Spindelleistung $\geq 3,5$ kW und ein Drehmoment ≥ 20 Nm) und die Führungsschienensteifigkeit (> 3000 N/ μ m) zu überprüfen, um Bearbeitungsfehler zu vermeiden.

Kühlung und Schmierung

Es wird empfohlen, Hochdruck-Schneidflüssigkeit (Druck 10 bar, Durchflussrate 15–20 l/min, Kühlmittel auf synthetischer Esterbasis) zu verwenden, um die Temperatur in der Schneidzone (< 500 °C) und die Spanhaftung zu senken. Beim Schneiden tiefer Löcher oder klebriger Materialien (z. B. Edelstahl) muss die Kühlwirkung erhöht werden (Durchflussrate auf 25 l/min erhöht). Trockenschneiden eignet sich nur für langsame Bearbeitungen ($V_c < 50$ m/min) oder Szenarien mit hohen Umweltschutzanforderungen.

Optimierung der Schnittparameter

Passen Sie Schnittgeschwindigkeit und Vorschub an das Werkstückmaterial und den Gewindetyp an. Beispielsweise beträgt V_c bei der Stahlbearbeitung 100 m/min, f_z 0,05 mm/Zahn und a_p 0,5 mm; bei der Titanlegierungsbearbeitung V_c beträgt 60 m/min, f_z 0,03 mm/Zahn und a_p 0,3 mm, um Werkzeugverschleiß oder Werkstückverbrennungen durch Überlastung zu vermeiden. Die Parameter müssen durch Probeschnitte überprüft und mit einer CAM-Simulationsoptimierung kombiniert werden.

Installation und Kalibrierung

Schaft und Spannfutter müssen fest zusammenpassen. Verwenden Sie ein Laserzentriergerät oder ein Werkzeugmessgerät, um die Koaxialität zu überprüfen. Die Exzentrizität sollte innerhalb von 0,002 mm liegen. Die Spannkraft muss gleichmäßig sein (Drehmoment 20–40 Nm, angepasst an den Werkzeugdurchmesser). Reinigen Sie das Spannfutter vor der Montage von Spänen und Ölresten, um eine saubere Kontaktfläche zu gewährleisten.

Verschleißüberwachung

Überprüfen Sie regelmäßig den Verschleißzustand der Klinge. Verwenden Sie dazu eine 10-fach vergrößernde Lupe oder ein Oberflächenrauheitsmessgerät. Wenn der Flankenverschleiß VB der Schneide 0,3 mm erreicht oder eine deutliche Gewindeverformung (Steigungsfehler $> 0,005$ mm), Schneidkantenabsplittungen (Breite $> 0,05$ mm) oder Oberflächenkratzer vorliegen, muss das Werkzeug ausgetauscht werden. Achten Sie gleichzeitig auf die Spanfarbe (grauweiß ist normal, blau oder schwarz deutet auf Überhitzung hin. V_c muss um 10–15 % reduziert oder die Kühlung erhöht werden). Es wird empfohlen, alle 10 Betriebsstunden eine Überprüfung durchzuführen und die Verschleißdaten zu dokumentieren, um die Lebensdauer zu optimieren.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Gewindefräser aus Vollhartmetall? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 📧 E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



Anhang:**JB/T 11744-2013****Vollhartmetall-Schaftfräser mit rückseitiger Wellenkante**
Integrierte Hartmetall-Schaftfräser mit rückseitiger Wellenkante**Vorwort**

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von JB/T 1-1996 „Regeln für die Erstellung von Normen für die Maschinenbauindustrie“ erstellt. Diese erstmals veröffentlichte Norm legt Typ, Größe, Toleranz und technische Anforderungen von Vollhartmetall-Schaftfräsern mit rückseitiger Wellenkante fest, die sich für hocheffizientes Schneiden und die Bearbeitung komplexer Werkstücke eignen. Zu den wichtigsten technischen Merkmalen gehören die Einführung eines rückseitigen Wellenkantendesigns zur Optimierung der Spankontrolle, die Aktualisierung der Maßreihen und die Anpassung an den internationalen Technologiestandard.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Verfasser dieser Norm: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Xi'an Institute of Metal Research. Hauptautoren dieser Norm:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz, technische Anforderungen, Prüfverfahren, Prüfvorschriften sowie Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von Vollhartmetall-Schaftfräsern mit rückseitiger Wellenkante fest. 1.2 Diese Norm gilt für Nutenfräsen, Scheibenfräsen und Profilfräsen in der Metallzerspanung. Das Werkzeugmaterial ist Vollhartmetall und entspricht GB/T 2072-2006.

1.3 Diese Norm gilt nicht für Schaftfräser ohne rückseitige Wellenkante oder mit nicht geradem Schaft.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

JB/T 1-1996, Regeln für die Ausarbeitung von Normen für die Maschinenbauindustrie

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

ISO 1641:1988, Schaftfräser und Langlochbohrer – Maße

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

3.1 Vollhartmetall-Schaftfräser mit Wellenkante an der Rückseite Schaftfräser mit geradem Schaft aus Vollhartmetall mit Wellendesign an der Rückseite der Schneide zur Verbesserung der Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung.

3.2 Hintere Wellenkante

Die Rückseite der Schneide hat eine wellenförmige Struktur zur Verbesserung der Schnittstabilität und der Spanabfuhreffizienz. 3.3 Anzahl der Schneiden Die Anzahl der Schneiden eines Werkzeugs bestimmt die Schnitteffizienz und die Oberflächengüte.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

l: Effektive Schnittlänge (mm)

d: Schaftdurchmesser (mm)

WC: Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardtyp: einseitiges Heckwellenblatt , Rechtsspirale, 2–4 Blätter.

Grobbearbeitungstyp: 2–3 Schneidkanten, größere Wellenformamplitude.

Ausführungsart: 4–6 Schneidkanten, Wellenform optimiert für feines Design.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 4 mm bis 25 mm.

Gesamtlänge (L): 60 mm bis 150 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 15 mm bis 70 mm.

Schaftdurchmesser (d): 4 mm bis 25 mm, gemäß Toleranz h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,01$ mm (Klasse IT6).

Längentoleranz: $\pm 0,3$ mm.

Schaftdurchmessertoleranz: h6 (0/-0,006 mm).

5.4 Schrägungswinkel

Standardwert: 30° (Rechtsdrehung), Bereich: 15°-45°.

Empfohlen für die Endbearbeitung: 35°-40°.

5.5 Klingen

$D \leq 10$ mm: 2-3 Klingen.

$D > 10$ mm: 3-6 Klingen.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Entspricht GB/T 2072-2006. Empfohlene Güten sind YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN , TiCN , Dicke 2-5 μ m) oder CVD-Beschichtung (TiN +

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Al₂O₃ , Dicke 5-10 μ m) .

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit Ra ≤ 0,1 μ m .

6.4 Heckwellenblattdesign

Wellenformamplitude: 0,1–0,3 mm, Wellenlänge 2–5 mm, optimierte Chipsteuerung.

Wellenkante und Schneide haben einen sanften Übergang, um Vibrationen zu reduzieren.

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung erfolgt

gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von ±0,01 mm. 7.2 Die Messung des Schrägungswinkels erfolgt mit einem Winkelmessgerät mit einem Fehler von ±0,5°. 7.3 Die Schneidleistungsprüfung erfolgt an 45#-Stahlproben bei einer Schnittgeschwindigkeit von 200 m/min und einer Aufzeichnungslebensdauer von ≥ 15 h.

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, Steigungswinkel und Beschichtungshaftung.

8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (z. B. YG6-6×70-30°) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl und einen Plastikbeutel zum Verschließen und legen Sie das Produkt in eine Holzkiste oder einen Karton.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen (> 50 °C) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (l, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	Anzahl der Klingen	Spiralwinkel (°)
4	60	15	4	2	30
6	70	20	6	2	30
12	100	40	12	3	35
25	150	70	25	6	40

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-300	0,1-0,3	1-3
Gusseisen	150-400	0,1-0,4	1-4
Aluminiumlegierung	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 31.12.2013

Datum der Umsetzung: 01.07.2014

Industriestandard-Nr.: JB/T 11744-2013

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

veranschaulichen

Eine simulierte Version basierend auf der Struktur von JB/T 11744-2013 und der Branchenpraxis für Vollhartmetall-Wellenfräser. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, werden einige technische Details (wie Größenbereich, Schnittparameter) angenommen und die einzigartigen Konstruktionsmerkmale von Wellenfräsern (wie Wellenformamplitude, Schwingungsdämpfung) berücksichtigt. Diese Annahmen dienen der Wahrung der Rationalität und Konsistenz des Inhalts. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von JB/T 11744-2013 zu beziehen, um Vollständigkeit und Genauigkeit zu gewährleisten.

Anhang:

Was ist ein Vollhartmetall-Schaftfräser mit rückseitiger Wellenkante ?

Definition und Funktion des Vollhartmetall-Rückwellenkantenfräasers

Der Vollhartmetall-Wellenkantenfräser ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug für effizientes und präzises Fräsen. Er findet breite Anwendung in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Automobilteileproduktion. Sein Hauptmerkmal ist die gewellte oder gezackte Klingenrückseite. In Kombination mit der hervorragenden Leistung von Vollhartmetall kann er die Schneidleistung deutlich verbessern, Vibrationen reduzieren und die Standzeit verlängern. Der Vollhartmetall-Wellenkantenfräser basiert auf Hartmetall mit hoher Härte (HV 1800–2200), ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit und schneidet effizient hochfeste Materialien wie gehärteten Stahl (HRC 40–60), Edelstahl (HRC 20–40), Titanlegierungen und Hochtemperaturlegierungen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Schaftfräsern optimiert das Design der hinteren Wellenkante den Spanfluss und die Vibrationsreduzierung. Dadurch eignet es sich besonders für die Bearbeitung komplexer Hohlräume, tiefer Nuten und dünnwandiger Werkstücke und ermöglicht eine hochpräzise und hochwertige Oberflächenbehandlung (Ra 0,2–0,8 Mikrometer) auf CNC-Werkzeugmaschinen (CNC) oder Bearbeitungszentren. Dieses Werkzeug wird häufig in der Formhohlraumbearbeitung, beim Fräsen von Strukturteilen in der Luftfahrt und bei der Bearbeitung von Motorteilen für Kraftfahrzeuge eingesetzt. Seine hohe Effizienz (um 20–30 % gesteigerte Schnittleistung) und Stabilität machen es in der modernen Fertigung beliebt. Es bietet hohe Designflexibilität und die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Schneidengeometrie, Wellenformparameter und Beschichtungsart können je nach Werkstückmaterial und Bearbeitungsanforderungen individuell angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologien kann dieses Werkzeug auch in CAM-Software integriert werden, um die Schnittparameter dynamisch anzupassen und so die Bearbeitungsergebnisse zu optimieren.

Strukturelle Merkmale des Vollhartmetall-Schaftfräasers mit rückseitiger Wellenkante

Der Vollhartmetall-Wellenkantenfräser verbessert die Schneidleistung, reduziert Vibrationen und ermöglicht eine bessere Spanabfuhr. Er verfügt üblicherweise über einen geraden Schaft, eine zylindrische oder kugelförmige Klinge und ein einzigartiges Wellendesign auf der Rückseite. Die Mehrzahnanordnung sorgt für hohe Schnittlasten. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): Mikro-Schaftfräser ($D < 6$ mm) mit Durchmessern von 2 mm bis 32 mm werden für feine Gravuren oder Mikrohohlräume verwendet, mittlere ($D = 6-20$ mm) eignen sich für allgemeine Fräsarbeiten und große ($D > 20$ mm) werden für die Bearbeitung großer Flächen oder das Schneiden tiefer Nuten verwendet.

Klingenprofil: einschließlich flacher Unterseite, Kugelkopf oder Rundnasendesign, der Wellenspitzenabstand (0,5–2 mm) und die Wellentiefe (0,1–0,3 mm) der hinteren Wellenklinge können individuell angepasst werden und die Profilgenauigkeit wird durch CNC-Schleifen auf $\pm 0,005$ mm kontrolliert.

Gesamtlänge (L): 50 mm bis 250 mm, geeignet für kleine CNC- (50–100 mm) bis hin zu Hochleistungs-Bearbeitungszentren (150–250 mm), extralang (300 mm) für die Bearbeitung tiefer Hohlräume.

Effektive Schnittlänge (l): 5 mm bis 150 mm, die flache Bearbeitung (5–30 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, die tiefe Bearbeitung (50–150 mm) eignet sich für tiefe Hohlräume oder mehrstufiges Schneiden.

Schaftdurchmesser (d): Bereich 3 mm bis 32 mm, Toleranzklasse h6 ($0/-0,006$ mm), maximaler Durchmesser unterstützt hohe Drehmomentübertragung.

Spiralwinkel: 20° – 45° , Standardwert ist 30° – 35° , optimierte Spanabfuhr, 35° – 40° wird üblicherweise zum Schlichten verwendet.

Schneiden: 2–8 Schneiden, 2–4 für kleine Durchmesser, 4–8 für mittlere und große Durchmesser. Das Design der rückseitigen Wellenkante reduziert die Konzentration der Schnittkräfte durch die gewellte Rückseite (Kraftverteilungsrate erreicht 15–20 %). Die Klinge ist hochpräzise geschliffen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), um glatte Konturen ($R_a \leq 0,05$ μ m) zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg). High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Druck 5–10 bar) ausgestattet, um das Wärmemanagement und die Spanabfuhr zu verbessern.

3. Vollhartmetall-Schaftfräsermaterial mit hinterer Wellenkante

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Stabilität. Gängige Sorten sind:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

YG6X: Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl.
YT15: Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Hochtemperaturlegierungen.
YW2T: Härte HV 1800–2200, hohe Schlagfestigkeit, speziell für schwer zu verarbeitende Materialien.

Herstellung von Vollhartmetall-Rückwellenkantenfräsern

Der Herstellungsprozess umfasst:

des Rohmaterials : Wolframkarbidpulver und Kobaltpulver mischen (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), TiC oder NbC hinzufügen , Partikelgröße 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden in einer Kugelmühle mahlen.

Pressen: Hydraulische Presse mit 150–200 MPa, Dichte 14,5–15,2 g/cm³ , unter Verwendung der CIP-Technologie.

Hochtemperaturesintern: Vakuum oder Wasserstoffschutz, 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren (Ra $\leq 0,05$ Mikrometer).

TiAlN (3–8 Mikrometer) oder DLC (1–3 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern.

Technische Parameter des Vollhartmetall-Wellenkantenfräasers

Härte: Substrat HV 1800–2200, beschichtet HV 3400. Hitzebeständigkeit: 600 °C–1000 °C.

Schnittgeschwindigkeit (Vc): 50–200 m/min für Stahl, 30–120 m/min für Titanlegierungen.

Vorschub (fz): 0,01–0,2 mm/Zahn. Schnitttiefe (ap): 0,05–5 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Profilgenauigkeit <0,005 mm. Oberflächenrauheit: Ra 0,2–0,8 Mikrometer.

Anwendungsszenarien von Vollhartmetall-Rückwellenkantenfräsern

Formenbau : Endbearbeitung der Formhohlräume (Tiefe 20–50 mm), Ra < 0,4 Mikron.

Luft- und Raumfahrt: Fräsen von Flügelblättern aus Titanlegierung (Dicke 10–30 mm), Genauigkeit $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie: Bearbeitung von Zylinderkopfnuten (Breite 10–20 mm), Ra < 0,6 Mikrometer.

Elektronikindustrie: Bearbeitung von Gehäusehohlräumen (Tiefe 5–15 mm), Genauigkeit $\pm 0,005$ mm.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Vollhartmetall-Schaftfräsern mit rückseitiger Wellenkante

Werkzeugmaschine: Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung <0,005 mm, Spindelleistung ≥ 5 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 20 l/min).

Parameter: Vc 150 m/min, fz 0,05 mm/Zahn, ap 1 mm.

Einbau: Koaxialität <0,002 mm, Klemmkraft 30–50 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn VB 0,3 mm erreicht oder die Klinge abgebrochen ist.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert , die den hohen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Anforderungen von Zehntausenden von Kunden aus den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen gerecht werden. Benötigen Sie Vollhartmetall-Wellenfräser mit rückseitiger Schneidkante ? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



Anhang:

JB/T 7972-1999

Hartmetall-Schaftfräser mit Schrägverzahnung und konischem Schaft

Hartmetall-Schaftfräser mit spiralförmigem Kegelschaft

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von JB/T 1-1996 „Regeln für die Ausarbeitung von Normen der Maschinenbauindustrie“ erstellt. Diese Norm ersetzt JB/T 7972-1995 „Hartmetall-Schaftfräser mit spiralförmigem Kegelschaft“. Die wichtigsten technischen Änderungen gegenüber JB/T 7972-1995 umfassen: Aktualisierung des Größenbereichs und der Toleranzanforderungen für Schaftfräser mit konischem Schaft, Hinzufügen von Anweisungen zur Beschichtungsanwendung, Anpassen der Konstruktionsspezifikationen für Spiralwinkel und Schneidenanzahl sowie teilweise Angleichung an internationale Praktiken.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Verfassende Stellen für diese Norm: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd., Chengdu Tool Research Institute. Hauptverfasser dieser Norm:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz, technische Anforderungen, Prüfverfahren, Inspektionsregeln sowie Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von Schaftfräsern aus Hartmetall mit

Schrägverzahnung und Kegelschaft fest. 1.2 Diese Norm gilt für Nutenfräsen, Scheibenfräsen und Profilfräsen in der Metallbearbeitung. Das Werkzeugmaterial ist Hartmetall und entspricht GB/T 2072-2006. Der Kegelschaft entspricht der Kegelnorm 7:24.

1.3 Diese Norm gilt nicht für Schaftfräser mit nicht-schrägverzahnter Zahnstruktur oder nicht-kegelförmigem Schaft.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

JB/T 1-1996, Regeln für die Ausarbeitung von Normen für die Maschinenbauindustrie

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

ISO 6108:1978, Fräser – Austauschmaße für Fräserdorne oder Fräerspindeln mit 7:24-Kegel

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Hartmetall-Schaftfräser mit spiralförmigem Kegelschaft sind

Schaftfräser mit Kegelschaft aus Vollhartmetall mit schräger Spiralschneide, die zum Zerspanen von Metall verwendet werden.

3.2 Der Neigungswinkel der abgeschrägten Schneide zur Werkzeugachse beeinflusst die Spanabnahme und die Schnittleistung.

3.3 7:24-Spindelschaft Ein Schaft mit einer Kegelform von 7:24 (7 mm pro 100 mm Länge) dient zum Anschluss an die Spindel einer Werkzeugmaschine.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

l: effektive Schnittlänge (mm)

d: Durchmesser des kleinen Endes des Kegelschafts (mm)

WC: Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardausführung: einseitig schrägverzahnt, rechts- oder linksgängig, 2-4 Zähne.

Schruppbearbeitungsart: 2-3 Schneiden, tiefere Spanleitstufen.

Schlichtart: 4-6 Schneiden, Fasenwinkel 30°-45°.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 6 mm bis 32 mm.

Gesamtlänge (L): 80 mm bis 200 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 15 mm bis 80 mm.

Durchmesser des kleinen Kegelschaftsendes (d): 16 mm bis 32 mm, gemäß ISO 6108:1978.

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,02$ mm (Klasse IT6).

Längentoleranz: $\pm 0,5$ mm.

Kegelschafttoleranz: $\pm 0,01$ mm/100 mm.

5.4 Abschrägung

Standardwert: 30° (Rechtsdrehung), Bereich: 15°-45°.

Empfohlen für die Endbearbeitung: 35°-40°.

5.5 Klingen

$D \leq 12$ mm: 2-3 Klingen.

$D > 12$ mm: 3-6 Klingen.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Entspricht GB/T 2072-2006. Empfohlene Güten sind YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Beschichtung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Optionale PVD-Beschichtung (TiN , TiCN , Dicke 2-5 μ m) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al₂O₃ , Dicke 5-10 μ m) .

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit Ra $\leq 0,2 \mu$ m .

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung erfolgt

gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. 7.2 Die Fasenmessung erfolgt mit einem Winkelmessgerät mit einem Fehler von $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Die Schneidleistungsprüfung erfolgt an 45#-Stahlproben mit einer Schnittgeschwindigkeit von 200 m/min und einer Aufzeichnungslebensdauer von ≥ 10 Stunden.

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, Abschrägungswinkel und Beschichtungshaftung. 8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (z. B. YG6-12 $\times$ 100-30 $^\circ$) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl, verschließen Sie das Gerät mit einer Plastiktüte und legen Sie es in eine Holzkiste.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen (> 50 $^\circ$ C) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (l, mm)	Durchmesser des kleinen Endes des Kegelschafts (d, mm)	Anzahl der Klingen	Fasenwinkel ($^\circ$)
6	80	15	16	2	30
12	120	30	20	3	30
20	160	50	25	4	35
32	200	80	32	6	40

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-300	0,1-0,3	1-3
Gusseisen	150-400	0,1-0,4	1-4
Aluminiumlegierung	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 30.12.1999

Datum der Umsetzung: 01.07.2000

Industriestandard-Nr.: JB/T 7972-1999

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

veranschaulichen

eine simulierte Version basierend auf der Struktur von JB/T 7972-1999 und der Branchenpraxis für Schaftfräser mit spiralförmigem Kegelschaft aus Hartmetall. Dieser Artikel geht von einigen technischen Details (wie Größenbereich, Schnittparameter) aus und bezieht sich auf die allgemeinen Konstruktions- und Herstellungsmerkmale von Schaftfräsern mit Kegelschaft (wie 7:24-Kegel, Beschichtungsanwendung), um die Rationalität und Konsistenz des Inhalts zu wahren. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von JB/T 7972-1999 zu beziehen, um Vollständigkeit und Genauigkeit sicherzustellen.

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Schaftfräser mit spiralförmigem Kegelschaft ?

1. Definition und Funktion des Schaftfräasers mit spiralförmigem Kegelschaft aus Hartmetall

Der Hartmetall-Schaftfräser mit Schrägverzahnung und Kegelschaft ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug für effizientes und präzises Fräsen. Er wird häufig in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, im Energieanlagenbau und anderen Bereichen eingesetzt. Seine Hauptmerkmale sind die Verwendung von Schrägverzahnung (Spiralwinkeldesign) und Kegelschaftstruktur (Morsekegel oder SK-Kegel). In Kombination mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials ermöglicht er hohe Stabilität, hohe Präzision und eine hervorragende Spanabfuhr. Der Hartmetall-Schaftfräser mit Schrägverzahnung und Kegelschaft basiert auf Hartmetall mit hoher Härte (HV 1800–2200), ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit und kann hochfeste Materialien wie gehärteten Stahl (HRC 40–60), rostfreien Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen, Nickellegierungen und Nichteisenmetalle (wie Aluminiumlegierungen, Kupferlegierungen) effizient schneiden.

optimiert Schnittkraft und Vibrationsreduzierung durch die geneigte Schneide, während die konische Schaftstruktur die starre Verbindung zwischen Werkzeug und Werkzeugspindel verbessert (die Klemmkraft kann 5000–10000 N erreichen), was es besonders geeignet für die Bearbeitung komplexer Hohlräume, tiefer Nuten, seitlicher und schräger Werkstückflächen macht. Dieses

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkzeug wird oft in Verbindung mit CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bearbeitungszentren oder schweren Fräsmaschinen eingesetzt und eignet sich gut für die Formenfertigung, das Fräsen von Strukturteilen in der Luftfahrt und die Kurbelwellenbearbeitung von Kraftfahrzeugen. Seine hohe Effizienz (Schneidleistung um 15–25 % gesteigert) und Stabilität machen es zur idealen Wahl für anspruchsvolle Bearbeitungsszenarien. Es verfügt über eine hohe Designflexibilität und Spiralwinkel, Konusparameter und Schneidengeometrie können je nach Werkstückmaterial und Bearbeitungsanforderungen angepasst werden. Mit der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologien kann das Werkzeug auch in CAM-Software integriert werden, um Schnittpfade und -parameter dynamisch zu optimieren und so die Bearbeitungsgenauigkeit und Werkzeuglebensdauer zu verbessern.

Strukturelle Merkmale des Hartmetall-Schaftfräasers mit Schrägverzahnung und konischem Schaft

Hartmetall-Schaftfräser mit spiralförmigem Kegelschaft zielen auf effizientes Schneiden, Vibrationsreduzierung und eine stabile Verbindung ab. Sie verfügen üblicherweise über eine Kegelschaftkonstruktion (Morsekegel 1/10 oder SK40/50 Standard) mit spiralförmiger Mehrzahnanordnung an der Schneide. Sie kombinieren radiale und axiale Schneidfähigkeiten, um multidirektionalen Bearbeitungsanforderungen gerecht zu werden. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): Mikro-Schaftfräser ($D < 10$ mm) im Bereich von 6 mm bis 40 mm werden für die Feinbearbeitung verwendet, mittlere ($D = 10\text{--}25$ mm) eignen sich für allgemeine Fräsarbeiten und große ($D > 25$ mm) werden für schwere Schnitte oder die Bearbeitung großer Flächen verwendet.

Kegelschaftspezifikationen: Entspricht den Standards Morsekegel (MT2-MT4) oder SK-Kegel (SK40-SK50), die Kegelgenauigkeit wird auf AT3-Niveau kontrolliert (Kegelfehler $< 0,005$ mm), um einen engen Sitz mit der Spindel sicherzustellen, die Kegelschaftlänge (50-150 mm) wird entsprechend dem Werkzeugmaschinenmodell angepasst.

Gesamtlänge (L): 100 mm bis 300 mm, geeignet für schwere CNC- (100–200 mm) oder große Bearbeitungszentren (200–300 mm), extra lang (350 mm) für die Bearbeitung tiefer Hohlräume oder großer Überhänge.

Effektive Schnittlänge (l): 10 mm bis 200 mm, die flache Bearbeitung (10–50 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, die tiefe Bearbeitung (100–200 mm) eignet sich für tiefe Hohlräume oder mehrstufiges Schneiden und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 4:1–6:1 geregelt.

Schaftdurchmesser (d): Der Durchmesser des Kegelschaftes beträgt 6 mm bis 40 mm, mit einer Toleranz von h6 (0/-0,006 mm). Der Durchmesser des kleinen Schaftendes verringert sich mit der Kegelform, um eine progressive Spannkraft zu gewährleisten.

Spiralwinkel: $25^{\circ}\text{--}50^{\circ}$, Standardwert ist $30^{\circ}\text{--}40^{\circ}$, das spiralförmige Zahndesign optimiert die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, $40^{\circ}\text{--}45^{\circ}$ wird üblicherweise zum Schlichten verwendet, um

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

die Oberflächenqualität zu verbessern, und 25° – 30° können zum Schruppen gewählt werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Schneidkanten : 2–10 Schneidkanten , abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsgenauigkeit. Kleine Durchmesser ($D < 15 \text{ mm}$) haben 2–4 Schneidkanten, mittlere und große Durchmesser ($D > 15 \text{ mm}$) 6–10 Schneidkanten. Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Effizienz steigern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenlagerung.

Das schrägverzahnte Design verringert die Wirkung der Schnittkräfte (Kraftstreuungsrate von 20 % - 30 %) durch Neigen der Schneide (Winkel 5° - 10°). Die Schneide wird durch eine ultrapräzise fünfachsig CNC-Schleifmaschine bearbeitet (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$), um glatte Konturen sicherzustellen ($R_a \leq 0,05 \text{ Mikrometer}$). Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g}\cdot\text{mm} / \text{kg}$, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) zu verringern. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser $0,5 - 1,5 \text{ mm}$, Druck $5 - 15 \text{ bar}$) oder Antivibrationsnuten ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um $25 \% - 35 \%$) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern

3. Hartmetall-Schaftfräsermaterial mit schrägverzahntem Kegelschaft

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Güten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit.

YT15: Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800°C , geeignet für Edelstahl und Hochtemperaturlegierungen.

YW2T: Enthält Tantalkarbid, Härte HV 1800–2200, starke Schlagfestigkeit, speziell für Titanlegierungen und Nickelbasislegierungen.

Bei der Materialauswahl müssen die Wärmeleitfähigkeit des Werkstücks ($40\text{--}50 \text{ W/ m}\cdot\text{K}$ für Stahl, $15\text{--}20 \text{ W/ m}\cdot\text{K}$ für Titanlegierungen) und die Schnitttemperatur ($600\text{--}900^{\circ}\text{C}$) berücksichtigt werden .

Herstellung von Hartmetall-Schaftfräsern mit Schrägverzahnung und konischem Schaft

Der Herstellungsprozess umfasst:

des Rohmaterials : Wolframkarbidpulver und Kobaltpulver mischen (Genauigkeit $\pm 0,1 \%$), TiC oder NbC (Partikelgröße $0,5\text{--}2 \text{ Mikrometer}$) hinzufügen und 24–48 Stunden in einer Kugelmühle mahlen. Pressen: Hydraulische Presse mit $150\text{--}200 \text{ MPa}$, Dichte $14,5\text{--}15,2 \text{ g/cm}^3$, unter Verwendung der CIP-Technologie.

Hochtemperatursintern: Vakuum oder Wasserstoffschutz, $1400^{\circ}\text{C} - 1600^{\circ}\text{C}$, 10–12 Stunden.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf $< 0,01 \text{ mm}$), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$), Polieren ($R_a \leq 0,05 \text{ Mikrometer}$).

TiAlN ($3\text{--}8 \text{ Mikrometer}$) oder AlCrN ($3\text{--}7 \text{ Mikrometer}$) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Technische Parameter des Hartmetall-Schaftfräasers mit Schrägverzahnung und konischem Schaft

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 50–200 m/min für Stahl, 30–120 m/min für Titanlegierungen.

Vorschub (f_z): 0,01–0,2 mm/Zahn.

Schnitttiefe (a_p): 0,05–5 mm.

Toleranz: Durchmesser ±0,01 mm, Konturgenauigkeit <0,005 mm.

Oberflächenrauheit: Ra 0,2–0,8 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien von Schaftfräsern mit Schrägverzahnung aus Hartmetall mit konischem Schaft

Formenbau : Endbearbeitung der Formseite (Tiefe 20–50 mm), Ra < 0,4 Mikron.

Luft- und Raumfahrt: Fräsen von Rahmen aus Titanlegierungen (Dicke 10–30 mm) mit einer Genauigkeit von ±0,01 mm.

Automobilindustrie: Bearbeitung von Kurbelwellennuten (Breite 10–20 mm), Ra < 0,6 Mikrometer.

Energieausrüstung : Bearbeitung von Turbinenschaufelhohlräumen (Tiefe 15–40 mm), Genauigkeit ±0,005 mm.

7. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Schaftfräsern mit Spiralkegel

Werkzeugmaschine: Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung <0,005 mm, Spindelleistung ≥5 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 20 l/min).

Parameter: V_c 150 m/min, f_z 0,05 mm/Zahn, a_p 1 mm.

Einbau: Koaxialität <0,002 mm, Klemmkraft 30–50 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn VB 0,3 mm erreicht oder die Klinge abgebrochen ist.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert . Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall- Schaftfräser mit Schrägverzahnung und konischem Schaft? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

en.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatun

1



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

JB/T 7971-1999

**Hartmetall-Schrägzahnfräser mit geradem Schaft
Spiralförmige Schaftfräser aus Hartmetall mit geradem Schaft**

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von JB/T 1-1996 „Regeln für die Erstellung von Normen für die Maschinenbauindustrie“ erstellt. Sie ersetzt JB/T 7971-1995 „Hartmetall-Wendelfräser mit geradem Schaft“. Im Vergleich zu JB/T 7971-1995 umfassen die wichtigsten technischen Änderungen: Aktualisierung des Größenbereichs und der Toleranzanforderungen für Wendelfräser, Hinzufügen von Anweisungen zur Beschichtungsanwendung, Anpassung des Drallwinkels und der Schneidenanzahl sowie teilweise Anpassung an internationale Gepflogenheiten.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Verfasser dieser Norm: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd., Chengdu Tool Research Institute. Hauptautoren dieser Norm:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz, technische Anforderungen, Prüfverfahren, Prüfvorschriften sowie Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von schrägverzahnten Schaftfräsern aus Hartmetall mit geradem Schaft fest.

1.2 Diese Norm gilt für Nutenfräsen, Scheibenfräsen und Profilfräsen in der Metallbearbeitung. Das Werkzeugmaterial ist Hartmetall und entspricht GB/T 2072-2006.

1.3 Diese Norm gilt nicht für Schaftfräser mit nicht schrägverzahnter Zahnstruktur oder nicht geradem Schaft.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

JB/T 1-1996, *Regeln für die Ausarbeitung von Normen für die Maschinenbauindustrie*

GB/T 2072-2006, *Technische Anforderungen für Hartmetall*

GB/T 1800.1-2009, *Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone*

ISO 1641:1988, *Schaftfräser und Langlochbohrer – Maße*

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

3.1 Spiralförmige Schaftfräser aus Hartmetall sind Schaftfräser aus Vollhartmetall mit schräger Spiralschneide

, die zum Zerspanen von Metall verwendet werden. 3.2 Der Neigungswinkel der abgeschrägten Schneide zur Werkzeugachse beeinflusst die Spanabnahme und die Schnittleistung.

3.3 Anzahl der Schneiden Die Anzahl der Schneiden eines Werkzeugs bestimmt die Schnittleistung und die Oberflächengüte.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

l: Effektive Schnittlänge (mm)

d: Schaftdurchmesser (mm)

WC: Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardausführung: einseitig schrägverzahnt, rechts- oder linksgängig, 2-4 Zähne.

Schruppbearbeitungsart: 2-3 Schneiden, tiefere Spanleitstufen.

Schlichtart: 4-6 Schneiden, Fasenwinkel 30°-45°.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 3 mm bis 20 mm.

Gesamtlänge (L): 50 mm bis 150 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 10 mm bis 70 mm.

Schaftdurchmesser (d): 3 mm bis 20 mm, gemäß Toleranz h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,01$ mm (Klasse IT6).

Längentoleranz: $\pm 0,3$ mm.

Schaftdurchmessertoleranz: h6 (0/-0,006 mm).

5.4 Abschrägung

Standardwert: 30° (Rechtsdrehung), Bereich: 15°-45°.

Empfohlen für die Endbearbeitung: 35°-40°.

5.5 Klingen

$D \leq 10$ mm: 2-3 Klingen.

$D > 10$ mm: 3-6 Klingen.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Entspricht GB/T 2072-2006. Empfohlene Güten sind YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN , TiCN , Dicke 2-5 μ m) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al₂O₃ , Dicke 5-10 μ m) .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,1 \mu m$.

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung erfolgt

gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. 7.2 Die Fasenmessung erfolgt mit einem Winkelmessgerät mit einem Fehler von $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Die Schneidleistungsprüfung erfolgt an 45#-Stahlproben mit einer Schnittgeschwindigkeit von 200 m/min und einer Aufzeichnungslebensdauer von ≥ 15 h.

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, Abschrägungswinkel und Beschichtungshaftung. 8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (z. B. YG6-6 $\times$ 70-30 $^\circ$) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl und einen Plastikbeutel zum Verschließen und legen Sie das Produkt in eine Holzkiste oder einen Karton.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen (> 50 $^\circ C$) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (l, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	Anzahl der Klingen	Fasenwinkel ($^\circ$)
3	50	10	3	2	30
6	70	20	6	2	30
12	100	40	12	3	35
20	150	70	20	6	40

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-300	0,1-0,3	1-3
Gusseisen	150-400	0,1-0,4	1-4

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Aluminiumlegierung	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 30.12.1999

Datum der Umsetzung: 01.07.2000

Industriestandard-Nr.: JB/T 7971-1999

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine simulierte Version, die auf der Struktur von JB/T 7971-1999 und der Branchenpraxis für spiralförmige Schaftfräser aus Hartmetall basiert. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, geht dieser Artikel von einigen technischen Details (wie Größenbereich, Schnittparametern) aus und bezieht sich auf die allgemeinen Konstruktions- und Herstellungsmerkmale von spiralförmigen Schaftfräsern (wie Fasenwinkel, Beschichtungsauftrag). Diese Annahmen sollen die Rationalität und Konsistenz des Inhalts gewährleisten. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von JB/T 7971-1999 zu beziehen, um Vollständigkeit und Genauigkeit zu gewährleisten.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein spiralförmiger Hartmetall-Schaftfräser?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Spiralschaftfräasers

Der Hartmetall-Winkelschaftfräser mit geradem Schaft ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug für effizientes und präzises Fräsen. Er findet breite Anwendung in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und der Maschinenbauindustrie. Seine Hauptmerkmale sind die spiralförmige Zahnkonstruktion und die Verbindungsstruktur des geraden Schafts, kombiniert mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials. Dies ermöglicht einen gleichmäßigen Schnitt, optimierte Spanabfuhr und verbesserte Bearbeitungsgenauigkeit. Der Hartmetall-Winkelschaftfräser mit geradem Schaft basiert auf Hartmetall mit hoher Härte (HV 1800–2200), ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit und eignet sich zum Schneiden einer Vielzahl hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), Edelstahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickellegierungen und Nichteisenmetallen (wie Aluminiumlegierungen, Kupferlegierungen). Das schrägverzahnte Design verringert durch die schräge Schneide die Schnittkraft und Vibrationen (Amplitude um 20–30 % reduziert), während die gerade Schaftkonstruktion (normalerweise zylindrisch, gemäß DIN 6535 HA- oder HB-Norm) einfach zu installieren und auszutauschen ist und sich weitgehend für CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bearbeitungszentren oder manuelle Fräsmaschinen eignet. Das Werkzeug kann effizient Scheibenfräsen, Nutenfräsen, Hohlraumbearbeitung und Konturfräsen mit einer Oberflächengüte von bis zu Ra 0,2–0,8 Mikrometer und einer Toleranzgenauigkeit von IT5–IT7 durchführen. Es eignet sich besonders für die Bearbeitung mittelgroßer Werkstücke und komplexer Geometrien. Verglichen mit herkömmlichen Schaftfräsern mit geraden Zähnen weisen schrägverzahnte Schaftfräser mit geradem Schaft deutlich weniger Schnittgeräusche (bis auf 65–70 dB) und Werkzeugverschleiß (Standzeit um 15–25 % erhöht) auf und eignen sich gut für die hocheffiziente Produktion. Es bietet eine hohe Designflexibilität. Zähnezahl, Spiralwinkel und Klingengeometrie können je nach Werkstückmaterial und Bearbeitungsanforderungen individuell angepasst werden. Dank der Entwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug in CAM-Software integriert werden, um Schnittwege und -parameter dynamisch zu optimieren.

2. Strukturelle Merkmale des Hartmetall-Schaftfräasers mit Spiralzahnung und geradem Schaft

Das Design von Hartmetall-Spiralschaftfräsern mit geradem Schaft zielt darauf ab, die Schneidleistung zu verbessern, Vibrationen zu reduzieren und die Montage zu erleichtern. Sie verfügen üblicherweise über eine Zylinderschaftstruktur und eine spiralförmige Mehrzahnanordnung an der Schneide. Sie kombinieren radiale und axiale Schneidfähigkeiten, um den Anforderungen der multidirektionalen Bearbeitung gerecht zu werden. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Durchmesser (D): Mikro-Schaftfräser ($D < 6 \text{ mm}$) mit Durchmessern von 3 mm bis 32 mm werden für die Feinbearbeitung oder Mikrohohlräume verwendet, mittlere ($D = 6\text{--}20 \text{ mm}$) eignen sich für allgemeine Fräsarbeiten und große ($D > 20 \text{ mm}$) werden für die Bearbeitung großer Flächen oder das Schneiden tiefer Nuten verwendet.

Schaftspezifikationen: Gemäß den Normen DIN 6535 HA (flacher Schaft) oder HB (kein Schaft), der Schaftdurchmesser entspricht dem Schnittdurchmesser, Toleranzklasse h6 ($0/-0,006 \text{ mm}$), die Schaftlänge (40–150 mm) wird entsprechend der Bearbeitungstiefe und den Anforderungen an die Maschinenspannung angepasst.

Gesamtlänge (L): 60 mm bis 250 mm, geeignet für kleine CNC- (60–120 mm) oder mittelgroße Bearbeitungszentren (150–250 mm), extralang (300 mm) für die Bearbeitung tiefer Hohlräume oder großer Überhänge.

Effektive Schnittlänge (l): 10 mm bis 150 mm, die flache Bearbeitung (10–40 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, die tiefe Bearbeitung (80–150 mm) eignet sich für tiefe Hohlräume oder mehrstufiges Schneiden und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 3:1–5:1 geregelt.

Schaftdurchmesser (d): reicht von 3 mm bis 32 mm, passend zum Schneiddurchmesser, der größte Durchmesser unterstützt die Übertragung mittlerer Drehmomente (Drehmomentbereich 5–40 Nm), die Schaftoberfläche ist geschliffen, um die Klemmstabilität zu gewährleisten.

Spiralwinkel: 25° – 50° , Standardwert ist 30° – 40° , das spiralförmige Zahndesign optimiert die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, 40° – 45° wird üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, und 25° – 30° können zum Schrappen gewählt werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Schneidkanten : 2–10 Schneidkanten, abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsgenauigkeit. Kleine Durchmesser ($D < 10 \text{ mm}$) haben 2–4 Schneidkanten, mittlere und große Durchmesser ($D > 10 \text{ mm}$) 6–10 Schneidkanten. Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Effizienz steigern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung.

Das schrägverzahnte Design verringert die Konzentration der Schnittkräfte (Kraftstreuungsrate von 20 % - 30 %) durch Neigen der Schneide (Winkel 5° - 10°). Die Schneide wird durch eine ultrapräzise fünfachsiges CNC-Schleifmaschine bearbeitet (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$), um glatte Konturen sicherzustellen ($R_a \leq 0,05 \text{ Mikrometer}$). Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g}\cdot\text{mm} / \text{kg}$, getestet bei 12.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) zu verringern. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5 - 1 mm, Druck 5 - 10 bar) oder Antivibrationsnuten ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 20 % - 30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 500^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern

3. Hartmetall-Spiralschaftfräsermaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt beträgt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

für gehärteten Stahl (wie 40Cr) und Gusseisen, mit ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und einer Schnittlebensdauer von bis zu 50–70 Stunden.

YT15: Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Hochtemperaturlegierungen (wie Inconel 625), Lebensdauer kann 60–80 Stunden erreichen.

YW2T: Enthält Tantalkarbid (TaC), Härte HV 1800–2200, hohe Schlagfestigkeit, speziell für Titanlegierungen und Nickellegierungen entwickelt, Lebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen. Bei der Materialauswahl müssen die Wärmeleitfähigkeit des Werkstücks (40–50 W/ m·K für Stahl und 15–20 W/ m·K für Titanlegierungen) und die Schnitttemperatur (500–800 °C) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %) hinzugefügt, um die Mikrostruktur zu optimieren.

4. Herstellung von Hartmetall-Schaftfräsern mit Schrägverzahnung und geradem Schaft

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials: Wolframkarbidpulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1\%$), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen: Hydraulische Presse mit 150–200 MPa, Dichte 14,5–15,2 g/cm³, unter Verwendung der CIP-Technologie zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit.

Hochtemperaturesintern: Vakuum- oder Wasserstoffschutz, 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden, schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer).

TiAlN (3–8 Mikrometer) oder AlCrN (3–7 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern.

5. Technische Parameter des Hartmetall-Stirnradfräasers mit geradem Schaft

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (Vc): 50–200 m/min für Stahl, 30–120 m/min für Titanlegierungen.

Vorschub (fz): 0,01–0,2 mm/Zahn.

Schnitttiefe (ap): 0,05–5 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Konturgenauigkeit < 0,005 mm.

Oberflächenrauheit: R_a 0,2–0,8 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien von Hartmetall-Spiralfräsern mit geradem Schaft

Formenherstellung : Endbearbeitung der Formseite (Tiefe 20–50 mm), $R_a < 0,4$ Mikron.

Luft- und Raumfahrt: Fräsen von Rahmen aus Titanlegierungen (Dicke 10–30 mm) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie : Bearbeitung von Kurbelwellennuten (Breite 10–20 mm), $R_a < 0,6$ Mikrometer.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Mechanische Teile: Bearbeitung von Zahnradnuten (Tiefe 15–40 mm), Genauigkeit $\pm 0,005$ mm.

7. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Spiralfräsern mit geradem Schaft

Werkzeugmaschinen: Drei- oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung $< 0,005$ mm, Spindelleistung ≥ 3 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15 l/min).

Parameter: V_c 150 m/min, f_z 0,05 mm/Zahn, a_p 1 mm.

Einbau: Koaxialität $< 0,002$ mm, Klemmkraft 20–40 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn VB 0,3 mm erreicht oder die Klinge abgebrochen ist.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-Spiralfräser mit geradem Schaft? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 6120-2012
Sägeblattfräser
Schlitzsägen

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Leitlinien für die Normung, Teil 1: Struktur und Entwurfsregeln für Normen“ erstellt. Sie ersetzt GB/T 6120-1996 „Sägeblattfräser“. Im Vergleich zu GB/T 6120-1996 umfassen die wichtigsten technischen Änderungen: Aktualisierung des Größenbereichs und der Toleranzanforderungen für Sägeblattfräser, Hinzufügung von Anweisungen zur Materialvielfalt, Anpassung der Zahndesignspezifikationen und teilweise Äquivalente zu ISO 481:1990.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Verfasser dieser Norm: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. Die Hauptverfasser dieser Norm:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz, technische Anforderungen, Prüfverfahren, Prüfregeln sowie Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von Sägeblattfräsern fest.

1.2 Diese Norm gilt für das Nutenfräsen, Trennen und die Dünnwandbearbeitung in der Metallzerspanung. Zu den Werkzeugmaterialien gehören Schnellarbeitsstahl (HSS) und Hartmetall, die GB/T 2072-2006 und GB/T 9943-2002 entsprechen. 1.3 Diese Norm gilt nicht für Sägeblattfräser oder Schneidwerkzeuge für nichtmetallische Werkstoffe.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, Richtlinien für die Standardisierung Teil 1: Struktur und Redaktionsregeln für Standards

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

T 9943-2002, Spezifikation für Schnellarbeitsstähle

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

ISO 481:1990, Kreissägen mit feiner und grober Verzahnung — Maße

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

3.1 Sägeblattfräser:

dünnes, scheibenförmiges Schneidwerkzeug mit mehreren Schneidzähnen, das zum Nuten und Teilen verwendet wird und aus Schnellarbeitsstahl oder Hartmetall bestehen kann.

3.2 Zahnteilung: Der Abstand zwischen

benachbarten Schneidzähnen, der sich auf die Schneidleistung und Oberflächenqualität auswirkt.

3.3 Dicke: Die axiale Dicke des Sägeblattfräasers, die die Nutbreite bestimmt.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Außendurchmesser (mm), d: Lochdurchmesser (mm), T: Dicke (mm), Z: Anzahl der Zähne, HSS: Schnellarbeitsstahl

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardausführung: Feinzahnung oder Grob Zahnung, Zähnezahl 20-100, Dicke 0,5-8 mm.

Schruppbearbeitungsart: Zähnezahl 20-50, Dicke 2-8 mm.

Ausführungsart: Zähnezahl 50-100, Dicke 0,5-3 mm.

5.2 Größenbereich

Außendurchmesser (D): 40 mm bis 300 mm.

Blende (d): 16 mm bis 50 mm, gemäß h7-Toleranz (GB/T 1800.1-2009).

Dicke (T): 0,5 mm bis 8 mm.

5.3 Toleranz

Außendurchmessertoleranz: $\pm 0,02$ mm (Güteklasse IT6). Lochdurchmessertoleranz: h7 (0/-0,010 mm). Dickentoleranz: $\pm 0,01$ mm.

5.4 Zähnezahl (Z)

$D \leq 150$ mm: 20-70 Zähne. $D > 150$ mm: 70-100 Zähne.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Schnellarbeitsstahl (HSS): Entspricht GB/T 9943-2002. Empfohlene Güten sind M2 (HV 800-850) und M35 (HV 850-900).

Hartmetall: Entspricht GB/T 2072-2006, empfohlene Sorte ist YG6 (HV 1800-1900).

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN, TiCN, Dicke 2-5 μ m) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al₂O₃, Dicke 5-10 μ m).

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2 \mu$ m.

6.4 Zahnformgestaltung

Die Zahnform weist einen positiven Spanwinkel oder einen Nullspanwinkel auf und die Zahnsitzenfaser beträgt 0,1-0,2 mm.

Feine Zähne eignen sich zum präzisen Nuten, grobe Zähne zum schnellen Trennen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7 Prüfmethoden

7.1 Maßmessung

Verwenden Sie gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 einen Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. 7.2 Rillenprüfung Bearbeiten Sie eine 2 mm breite Rille in eine 45#-Stahlprobe und prüfen Sie die Vertikalität und Oberflächenqualität der Rillenwand.

7.3 Prüfung der Schneidleistung Schnittgeschwindigkeit 150 m/min (HSS) bzw. 200 m/min (Hartmetall), Lebensdauer ≥ 10 h.

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Außendurchmesser, Dicke, Porengröße und Beschichtungshaftung.

8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeuoberflächenmarkierung (z. B. M2-100×2×25 oder YG6-150×4×32) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl, verschließen Sie das Gerät mit einer Plastiktüte und legen Sie es in eine Holzkiste.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen (> 50 °C) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Außendurchmesser (D, mm)	Dicke (T, mm)	Blende (d, mm)	Zähnezahl (Z)	Materialtyp
40	0,5	16	20	HSS
100	2	zweiundzwanzig	40	HSS/Hartlegierung
200	4	32	70	Hartmetall
300	8	50	100	Hartmetall

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-250	0,05-0,2	1-3
Gusseisen	150-350	0,05-0,3	1-4
Aluminiumlegierung	200-500	0,1-0,4	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 31.12.2012

Datum der Umsetzung: 01.07.2013

Nationale Standardnummer: GB/T 6120-2012

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

In ihrer 30-jährigen Geschichte der Hartmetallherstellung hat die CTIA GROUP eine große Anzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert und erfüllt damit die hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden in den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Wenn Sie Hartmetallfräser benötigen, bieten wir Ihnen gerne präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „Chinatungsten Online“



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 14301-2008

Vollhartmetall-Sägeblattfräser

Integral-Hartmetall-Schlitzsägen

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Leitlinien für die Normung, Teil 1: Struktur und Entwurfsregeln für Normen“ erstellt. Sie ersetzt GB/T 14301-1993 „Vollhartmetall-Sägeblattfräser“. Im Vergleich zu GB/T 14301-1993 umfassen die wichtigsten technischen Änderungen: Aktualisierung des Größenbereichs und der Toleranzanforderungen für Sägeblattfräser, Hinzufügen von Anweisungen zur Beschichtungsanwendung, Anpassung der Zahndesignspezifikationen und teilweise Äquivalente zu ISO 481:1990.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Redaktionelle Einheiten dieser Norm: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. Die Hauptautoren dieser Norm:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz, technische Anforderungen, Prüfverfahren, Prüfvorschriften sowie Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von Vollhartmetall-Sägeblattfräsern fest.

1.2 Diese Norm gilt für das Nutenfräsen, Trennen und die Dünnwandbearbeitung in der Metallzerspanung. Das Werkzeugmaterial ist Vollhartmetall und entspricht GB/T 2072-2006. 1.3 Diese Norm gilt nicht für Nicht-Sägeblattfräser oder Schneidwerkzeuge aus Nicht-Vollhartmetall.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, Richtlinien für die Standardisierung Teil 1: Struktur und Redaktionsregeln für Standards

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

ISO 481:1990, Kreissägen mit feiner und grober Verzahnung — Maße

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Ein Sägeblattfräser aus Vollhartmetall ist ein dünnes, scheibenförmiges Schneidwerkzeug aus

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Vollhartmetall, das mit mehreren Schneidzähnen zum Nuten und Teilen ausgestattet ist.

3.2 Die Zahnteilung ist

der Abstand zwischen benachbarten Schneidzähnen, der die Schnittleistung und die Oberflächenqualität beeinflusst.

3.3 Die Dicke ist die axiale Dicke des Sägeblattfräasers, die die Nutbreite bestimmt.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Außendurchmesser (mm)

d: Blendenöffnung (mm)

T: Dicke (mm)

Z: Anzahl der Zähne

WC: Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardausführung: Fein- oder Grobzahnung, Zähnezahl 20–80, Dicke 1–6 mm.

Schruppbearbeitungsart: Zähnezahl 20–40, Dicke 2–6 mm.

Bearbeitungsart: Zähnezahl 40–80, Dicke 1–3 mm.

5.2 Größenbereich

Außendurchmesser (D): 50 mm bis 200 mm.

Blende (d): 16 mm bis 40 mm, gemäß Toleranz h7 (GB/T 1800.1-2009).

Dicke (T): 1 mm bis 6 mm.

5.3 Toleranz

Toleranz des Außendurchmessers: $\pm 0,02$ mm (Klasse IT6).

Toleranz des Lochdurchmessers: h7 (0/-0,010 mm).

Dickentoleranz: $\pm 0,01$ mm.

5.4 Zähnezahl (Z)

$D \leq 100$ mm: 20–50 Zähne.

$D > 100$ mm: 50–80 Zähne.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Entspricht GB/T 2072-2006. Empfohlene Güten sind YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN, TiCN, Dicke 2-5 μm) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al_2O_3 , Dicke 5-10 μm).

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2 \mu\text{m}$.

6.4 Zahnformgestaltung

Die Zahnform weist einen positiven Spanwinkel oder einen Nullspanwinkel auf und die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Zahnsitzenfase beträgt 0,1–0,2 mm.

7 Prüfmethoden

7.1 Maßmessung

Verwenden Sie gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 einen Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. 7.2 Rillenprüfung Bearbeiten Sie eine 2 mm breite Rille in eine 45#-Stahlprobe und prüfen Sie die Vertikalität und Oberflächenqualität der Rillenwand.

7.3 Prüfung der Schneidleistung Schnittgeschwindigkeit 150 m/min, Lebensdauer ≥ 10 h.

8 Inspektionsregeln

Von jeder Produktcharge müssen 8,15 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten zählen Außendurchmesser, Dicke, Porengröße und Beschichtungshaftung.

8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % sein, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (z. B. YG6-100 $\times$ 2 $\times$ 25) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl, verschließen Sie das Gerät mit einer Plastiktüte und legen Sie es in eine Holzkiste.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen (> 50 °C) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Außendurchmesser (D, mm)	Dicke (T, mm)	Blende (d, mm)	Zähnezahl (Z)
50	1	16	20
100	2	zweiundzwanzig	40
150	4	32	60
200	6	40	80

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-250	0,05-0,2	1-3
Gusseisen	150-350	0,05-0,3	1-4
Aluminiumlegierung	200-500	0,1-0,4	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 10.10.2008

Datum der Umsetzung: 01.01.2009

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Nationale Standardnummer: GB/T 14301-2008

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für
Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine simulierte Version, die auf der Struktur von GB/T 14301-2008 und der Branchenpraxis für Vollhartmetall-Sägeblattfräser basiert. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, gehen wir von einigen technischen Details (wie Größenbereich, Schnittparametern) aus und verweisen auf die allgemeinen Konstruktions- und Herstellungsmerkmale von Sägeblattfräsern (wie Zahnform, Beschichtungsauftrag). Diese Annahmen dienen der Wahrung der Rationalität und Konsistenz des Inhalts. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von GB/T 14301-2008 zu beziehen, um Vollständigkeit und Richtigkeit sicherzustellen.

Anhang:

Was ist ein Vollhartmetall-Sägeblattfräser ?

1. Definition und Funktion des Vollhartmetall-Sägeblattfräasers

Der Vollhartmetall-Sägeblattfräser ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug für effizientes Schneiden und Nuten. Er wird häufig in der Metall-, Holz- und Verbundwerkstoffverarbeitung sowie im Formenbau eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist die Dünnblechkonstruktion mit mehreren durchgehend gezahnten Schneidkanten am Blatt. In Kombination mit der hervorragenden Leistung von Vollhartmetall ermöglicht er Hochgeschwindigkeitsschnitte, präzise Schlitzungen und hochwertige Nuten. Der Vollhartmetall-Sägeblattfräser basiert auf Hartmetall und zeichnet sich durch eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit aus. Er eignet sich zum Schneiden einer Vielzahl von Materialien, darunter Stahl (HRC 20–50), Edelstahl, Aluminiumlegierungen, Verbundwerkstoffe (wie kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff CFK), Holz und nichtmetallische Werkstoffe (wie Phenolharz). Dank seiner Mehrzahnkonstruktion und der hohen Drehzahl (bis zu 18.000 U/min) eignet sich der Sägeblattfräser für Dünnwandschnitte, die Bearbeitung schmaler Nuten und Schlitzarbeiten. Es eignet sich besonders für Anwendungen, die hochpräzise und glatte Schnitte erfordern, wie z. B. Schlitz für elektronische Bauteile, das Schlitz von Strukturteilen in der Luftfahrt und das Formennuten. Im Vergleich zu herkömmlichen Sägeblattfräsern aus Schnellarbeitsstahl verbessert dieses Werkzeug die Schnittleistung (Effizienzsteigerung um 30–40 %), die Oberflächengüte (Ra 0,4–1,2 µm) und die Lebensdauer (50–120 Stunden) deutlich und ist daher die gängige Wahl für die Schlitzbearbeitung und das Schlitz in der modernen Fertigung. Das Design ist hochflexibel: Anzahl und Form der Zähne sowie der Außendurchmesser lassen sich je nach Werkstückmaterial und Bearbeitungsanforderungen individuell anpassen. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann dieses Werkzeug in CAM-Software integriert werden, um die Schnittparameter dynamisch zu optimieren und so die Bearbeitungsgenauigkeit und Werkzeuglebensdauer zu verbessern.

2. Strukturelle Merkmale des Vollhartmetall-Sägeblattfräasers

Der konstruktive Aufbau des Vollhartmetall-Sägeblattfräasers zielt auf effizientes Schneiden, präzises Schlitz und exzellente Spanabfuhr ab. Er verfügt üblicherweise über eine dünne Scheibenform, einen geraden Schaft oder eine spezielle Klemmkonstruktion sowie eine durchgehende Sägezahn-Mehrzahnordnung am Blatt, kombiniert mit radialen Schneidfunktionen, um vielfältige Bearbeitungsanforderungen zu erfüllen. Im Folgenden sind die detaillierten strukturellen Merkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Außendurchmesser (D): von 10 mm bis 150 mm. Kleine Sägeblattfräser ($D < 30$ mm) werden für die Feinnutbearbeitung verwendet, mittelgroße ($D = 30\text{--}80$ mm) eignen sich für allgemeine Schnitte und große ($D > 80$ mm) werden für das Schlitz großer Flächen oder die Bearbeitung tiefer Nuten verwendet.

Dicke (T): 0,5 mm bis 5 mm, der dünne Typ ($T < 1$ mm) wird für Mikrorillen oder Schlitz

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

verwendet, der mittlere und dicke Typ ($T = 1-3 \text{ mm}$) eignet sich für die Standarddrillenverarbeitung und der dicke Typ ($T > 3 \text{ mm}$) wird für Hochleistungsschneiden verwendet.

Gesamtlänge (L): 40 mm bis 200 mm, geeignet für kleine CNC- (40–100 mm) oder schwere Bearbeitungszentren (150–200 mm), extra lang (250 mm) für tiefe Nuten oder Mehrlagenschnitte.

Effektive Schnittbreite (W): 0,5 mm bis 5 mm, passend zur Dicke, bestimmt die Schlitzbreite bzw. Schnittbreite. Die Mikrobearbeitung ($W < 1 \text{ mm}$) eignet sich für elektronische Präzisionsbauteile, die Grobbearbeitung ($W > 3 \text{ mm}$) für Strukturteile.

Schaftdurchmesser (d): Bereich 6 mm bis 32 mm, Toleranzklasse h6 ($0/-0,006 \text{ mm}$), gewährleistet einen festen Sitz mit dem Spannfutter oder der Spindel, der größte Durchmesser unterstützt die Übertragung mittlerer Drehmomente.

Spiralwinkel: $0^{\circ}-30^{\circ}$ (einige Modelle haben gerade Zähne, 0°), der Standardwert beträgt $10^{\circ}-20^{\circ}$, wodurch die Spanabfuhr optimiert und Vibrationen reduziert werden. $15^{\circ}-20^{\circ}$ werden üblicherweise für die Feinbearbeitung verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, und $0^{\circ}-10^{\circ}$ können für die Grobbearbeitung verwendet werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Zähnezahl: 10–100 Schneidzähne, abhängig vom Außendurchmesser und der Bearbeitungsgenauigkeit. Kleine Durchmesser ($D < 30 \text{ mm}$) haben 10–30 Zähne, mittlere und große Durchmesser ($D > 30 \text{ mm}$) 40–100 Zähne. Eine höhere Zähnezahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenhalterung.

Das Wellenschliffdesign erzielt durch durchgehende Schneidkanten (Zahnspitzenwinkel $15^{\circ}-25^{\circ}$) ein glattes Schneiden, und die Klinge wird durch hochpräzises CNC-Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$) bearbeitet, um ein glattes Zahnprofil ($Ra \leq 0,05 \text{ Mikrometer}$) sicherzustellen. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g} \cdot \text{mm} / \text{kg}$, getestet bei 15.000 U/min), um Vibrationen bei Hochgeschwindigkeitsrotation (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit seitlichen Spanleitstufen (Breite 0,5–1 mm) oder internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–1 mm, Druck 5–10 bar) ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 25–35 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 400^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern und für die kontinuierliche Hochlastverarbeitung oder das Schneiden dünner Wände geeignet sind.

3. Vollhartmetall-Sägeblattfräsermaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 60–80 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800°C , geeignet für Edelstahl und Aluminiumlegierungen, Lebensdauer bis zu 70–90 Stunden.

K20: Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1700–1800, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für Holz und Verbundwerkstoffe, starke Antihafteffekt, Lebensdauer bis zu 80–120 Stunden.

Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 20–50, Aluminiumlegierung HB 50–100) und die Wärmeleitfähigkeit (Stahl $40-50 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$, Aluminiumlegierung $200-250 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt, um die Wärmebeständigkeit zu optimieren.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Herstellung von Vollhartmetall-Sägeblättern und Fräsern

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials: Wolframkarbidpulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1\%$), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen: Hydraulische Presse wendet 150–200 MPa an, Dichte 14,5–15,2 g/cm³, CIP-Technologie wird zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit verwendet und die Formgenauigkeit wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert.

Hochtemperatursintern: Vakuum- oder Wasserstoffschutz, 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden, schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($R_a \leq 0,05 \mu\text{m}$), Nachbearbeitung der Zähne mit Diamantschleifmitteln.

TiAlN (3–8 Mikrometer) oder DLC (1–3 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern und die Lebensdauer zu verlängern.

5. Technische Parameter des Vollhartmetall-Sägeblattfräasers

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (V_c): Stahl 50–200 m/min, Aluminiumlegierung 100–300 m/min, Holz 200–400 m/min.

Vorschub (f_z): 0,01–0,3 mm/Zahn.

Schnitttiefe (a_p): 0,05–10 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Zahnformgenauigkeit < 0,005 mm.

Oberflächenrauheit: R_a 0,4–1,2 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien von Vollhartmetall-Sägeblattfräsern

Formenbau: Bearbeitung von Formschlitznuten (Breite 1–3 mm, Tiefe 20–50 mm), $R_a < 0,8$ Mikron.
Luft- und Raumfahrt: Schneiden von CFK-Platten (5–15 mm dick) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie: Bearbeitung von Kühlerrippen aus Aluminiumlegierungen (Breite 2–5 mm), $R_a < 1,0$ Mikron.

Holzbearbeitung: Zuschnitt von Hartholzplatten (Dicke 10–30 mm), glatte Oberfläche.

7. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Vollhartmetall-Sägeblattfräsern

Werkzeugmaschinen: Drei- oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung < 0,005 mm, Spindelleistung ≥ 3 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15 L/min) oder Druckluft (6 bar).

Parameter: V_c 150 m/min, f_z 0,05 mm/Zahn, a_p 2 mm.

Einbau: Koaxialität < 0,002 mm, Klemmkraft 20–40 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn der Zahnschmelzverschleiß VB 0,3 mm erreicht oder ein Zahnbruch

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

auftritt.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert, die den hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden aus den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen gerecht werden. Benötigen Sie Vollhartmetall-Sägeblätter und -Fräser? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 10948-2006

Hartmetall-T-Nutenfräser

Hartmetall-T-Nutenfräser

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Leitlinien für die Normung, Teil 1: Struktur und Entwurfsregeln für Normen“ erstellt. Sie ersetzt GB/T 10948-1992 „Hartmetall-T-Nutenfräser“. Im Vergleich zu GB/T 10948-1992 umfassen die wichtigsten technischen Änderungen: Aktualisierung des Größenbereichs und der Toleranzanforderungen für T-Nutenfräser, Hinzufügen von Anweisungen zur Beschichtungsanwendung, Anpassung der Schneidkanten - Designspezifikationen und Angleichung an internationale Praktiken.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Redaktionsstellen dieser Norm: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. Die Hauptautoren dieser Norm:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz, technische Anforderungen, Prüfverfahren, Prüfvorschriften sowie Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung von T-Nutenfräsern aus Hartmetall fest.

1.2 Diese Norm gilt für die Bearbeitung von T-Nuten in der Metallzerspanung. Das Werkzeugmaterial ist Hartmetall und entspricht GB/T 2072-2006. 1.3 Diese Norm gilt nicht für Nicht-T-Nutenfräser oder Schneidwerkzeuge aus Nicht-Hartmetall.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, *Leitfaden für die Normungsarbeit Teil 1: Aufbau und Gestaltungsregeln von Normen*

GB/T 2072-2006, *Technische Anforderungen für Hartmetall*

GB/T 1800.1-2009, *Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone*

ISO 3338-1:1986, *T-Nutenfräser – Teil 1: Maße und Bezeichnung*

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Hartmetall-T-Nutenfräser Ein rotierendes Schneidwerkzeug aus Hartmetall zum Bearbeiten von

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

T-Nuten mit Seiten- und Planschneidefunktionen.

3.2 T-Nut

Ein Schlitz mit T-förmigem Querschnitt zum Einsetzen von T-Bolzen oder zum Befestigen von Werkstücken. 3.3 Seitenschneide Ein Werkzeug mit einer umlaufenden Schneide zum Bearbeiten der Seitenwände einer T-Nut.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

d: Schaftdurchmesser (mm)

H: T-Nutenhöhe (mm)

WC: Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standard: Einseitiger T-Nutenfräser mit 4-8 Schneiden und versetzten Seitenschneiden.

Schruppbearbeitungsart: 4-6 Schneiden, tiefere Schnittnut.

Art der Endbearbeitung: 6-8 Kanten, glatte Seitenkanten.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 8 mm bis 40 mm.

Gesamtlänge (L): 80 mm bis 200 mm.

Schaftdurchmesser (d): 10 mm bis 32 mm, gemäß Toleranz h6 (GB/T 1800.1-2009).

T-Nutenhöhe (H): 5 mm bis 20 mm.

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,02$ mm (Klasse IT6).

Längentoleranz: $\pm 0,5$ mm.

Schaftdurchmessertoleranz: h6 (0/-0,006 mm).

T-Nuthöhentoleranz: $\pm 0,1$ mm.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Entspricht GB/T 2072-2006. Empfohlene Güten sind YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN , TiCN , Dicke 2-5 μ m) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al₂O₃ , Dicke 5-10 μ m) .

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit Ra $\leq 0,2$ μ m .

6.4 Schneidkantendesign

Die seitlichen Schneidklingen sind versetzt angeordnet und die Anzahl der Klingen wird dem Durchmesser angepasst.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Planschnittfähigkeit: sorgt für einen glatten Anschnitt.

7 Prüfmethoden

7.1 Maßmessung

Verwenden Sie gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 einen Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. 7.2 T-Nut-Bearbeitungstest Bearbeiten einer 20 mm tiefen T-Nut auf einer 45#-Stahlprobe, um die Nutgenauigkeit und Oberflächenqualität zu überprüfen. 7.3 Schneidleistungstest Schnittgeschwindigkeit 150 m/min, Lebensdauer ≥ 10 h.

8 Inspektionsregeln

8,15 % jeder Produktcharge müssen beprobt werden (mindestens 3 Stück).

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, T-Nuthöhe und Beschichtungshaftung. 8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % sein, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeuoberflächenmarkierung (z. B. YG6-12 $\times$ 100-H10) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl, verschließen Sie das Gerät mit einer Plastiktüte und legen Sie es in eine Holzkiste.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen (> 50 °C) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	T-Nutenhöhe (H, mm)	Anzahl der Klingen
8	80	10	5	4
12	120	12	8	5
20	160	20	12	6
40	200	32	20	8

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-250	0,1-0,3	1-3
Gusseisen	150-350	0,1-0,4	1-4
Aluminiumlegierung	200-500	0,2-0,5	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 30.12.2006

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Datum der Umsetzung: 01.07.2007

Nationale Standardnummer: GB/T 10948-2006

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für
Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI, ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-T-Nutenfräser?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-T-Nutenfräasers

Der Hartmetall-T-Nutenfräser ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug zum Bearbeiten von T-Nuten oder Schwalbenschwanznuten. Er wird häufig in der Zerspanung, im Formenbau, in der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt und der Produktion von Schwermaschinenteilen eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist die T-förmige oder Schwalbenschwanzstruktur der Klinge. In Kombination mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials kann er effizient eine Nut mit Widerhaken oder tragender Struktur schneiden und formen. Er eignet sich besonders für Werkstücke, die hochfeste Verbindungs- oder Führungsfunktionen erfordern. Der Hartmetall-T-Nutenfräser verwendet Hartmetall als Basis, hat eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit und eignet sich zum Schneiden hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Der T-Nutenfräser ermöglicht durch seine einzigartige Schneidengeometrie die Herstellung von T-Nuten, Schwalbenschwanznuten oder ähnlichen Strukturen in einem Durchgang auf CNC-Maschinen (CNC) oder speziellen Fräsmaschinen. Die Bearbeitungsgenauigkeit kann IT5-IT7-Niveau erreichen und die Oberflächengüte Ra 0,4–1,0 Mikrometer. Er wird häufig zur Herstellung von T-Nuten, Führungsnuten und Formpositionierungsnuten auf Werkzeugmaschinenwerkbänken verwendet. Im Vergleich zur herkömmlichen Bearbeitung mit mehreren Werkzeugen oder der schrittweisen Bearbeitung verbessert dieses Werkzeug die Bearbeitungseffizienz (Effizienzsteigerung um 25–35 %) und die Nutkonsistenz (Fehler <0,01 mm) erheblich und eignet sich gut für Szenarien, die hohe Präzision und Haltbarkeit erfordern. Es bietet eine hohe Designflexibilität und Schneidengröße und -winkel können je nach Nutbreite, -tiefe und Werkstückmaterial angepasst werden. Mit der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologien kann dieses Werkzeug in CAM-Software integriert werden, um Schnittpfade und -parameter dynamisch zu optimieren.

2. Strukturelle Merkmale des Hartmetall-T-Nutenfräasers

Das konstruktive Design von Hartmetall-T-Nutenfräsern zielt auf präzise T-Nutenformung, Vibrationsreduzierung und effiziente Spanabfuhr ab. Sie verfügen üblicherweise über eine Zylinderschaft- oder Kegelschaftkonstruktion mit T-förmiger oder schwalbenschwanzförmiger Mehrzahnanordnung an der Schneide und kombinieren radiale und axiale Schneidfähigkeiten, um sich an komplexe Nutbearbeitungen anzupassen. Im Folgenden sind die detaillierten strukturellen Merkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): Von 8 mm bis 50 mm. Kleine T-Nutenfräser ($D < 15$ mm) werden zum Mikronutenfräsen verwendet, mittelgroße ($D = 15\text{--}30$ mm) eignen sich für allgemeine T-Nuten und große ($D > 30$ mm) werden für schwere Werkzeugmaschinen-nuten oder zum Fräsen tiefer Nuten verwendet.

Nutbreite (W): 2 mm bis 20 mm, passend zur T-förmigen Breite der Klinge, Mikroverarbeitung (W

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

< 5 mm) eignet sich für Präzisionsteile, mittel ($W = 5 - 12$ mm) wird für Standardnuten von Werkzeugmaschinen verwendet und groß ($W > 12$ mm) eignet sich für Schwerlaststrukturen.

Gesamtlänge (L): 60 mm bis 300 mm, geeignet für kleine CNC- (60–150 mm) oder schwere Bearbeitungszentren (200–300 mm), extra lang (350 mm) für tiefe Nuten oder Mehrlagenschnitte.

Effektive Schnittlänge (l): 15 mm bis 200 mm, die flache Bearbeitung (15–50 mm) eignet sich für Oberflächenrillen, die tiefe Bearbeitung (100–200 mm) eignet sich für tiefe T-Nuten oder mehrstufiges Schneiden und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 4:1–6:1 geregelt.

Schaftdurchmesser (d): Bereich 6 mm bis 32 mm, Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm), gewährleistet einen festen Sitz mit dem Spannfutter oder der Spindel, maximaler Durchmesser unterstützt hohe Drehmomentübertragung.

Spiralwinkel: 20° – 40° , Standardwert ist 25° – 35° , wodurch die Spanabfuhr optimiert und Vibrationen reduziert werden. 35° – 40° wird üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, und 20° – 25° können zum Schruppen verwendet werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Schneidkanten : 2–8 Schneidkanten , abhängig von Durchmesser und Nutbreite, 2–4 für kleine Durchmesser ($D < 15$ mm), 6–8 für mittlere und große Durchmesser ($D > 15$ mm). Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Effizienz steigern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung.

Das T-förmige Klingendesign bildet durch eine Widerhakenstruktur (Winkel 15° – 30°) eine tragende Nut. Die Klinge wird mit einer hochpräzisen fünfschigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um ein glattes Nutprofil ($Ra \leq 0,05$ Mikrometer) sicherzustellen. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm /kg, Prüfdrehzahl 12.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005$ mm) zu verringern. High-End-Modelle sind mit seitlichen Spanleitstufen (Breite 0,5–1 mm) oder internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–1,5 mm, Druck 5–15 bar) ausgestattet , die den Spanabtransport (Effizienzsteigerung um 20–30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern und für die kontinuierliche Hochlastverarbeitung oder das Schneiden tiefer Nuten geeignet sind.

3. Hartmetall-T-Nutenfräsermaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Güten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 60–80 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800°C , geeignet für Edelstahl und Aluminiumlegierungen, Lebensdauer bis zu 70–90 Stunden.

YW2T: Enthält Tantalkarbid (TaC), Härte HV 1800–2200, hohe Schlagfestigkeit, speziell für Titanlegierungen und Nickellegierungen entwickelt, Lebensdauer kann 80–120 Stunden erreichen.

Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

HB 50–100) und die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) berücksichtigt werden . Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobcarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt, um die Wärmebeständigkeit zu optimieren.

4. Herstellung von Hartmetall-T-Nutenfräsern

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials: Wolframkarbidpulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen: Hydraulische Presse wendet 150–200 MPa an, Dichte 14,5–15,2 g/cm³ , CIP-Technologie wird zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit verwendet und die Formgenauigkeit wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert.

Hochtemperatursintern: Vakuum- oder Wasserstoffschutz, 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden, schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer), Finishen der T-förmigen Kante mit Diamantschleifmittel.

TiAlN (3–8 Mikrometer) oder AlCrN (3–7 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern und die Lebensdauer zu verlängern.

5. Technische Parameter des Hartmetall-T-Nutenfräasers

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (Vc): 50–150 m/min für Stahl, 100–250 m/min für Aluminiumlegierungen, 60–180 m/min für Gusseisen.

Vorschub (fz): 0,01–0,2 mm/Zahn.

Schnitttiefe (ap): 0,05–10 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Schlitzbreitengenauigkeit < 0,005 mm.

Oberflächenrauheit: R_a 0,4–1,0 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien von Hartmetall-T-Nutenfräsern

Werkzeugmaschinenbau: Bearbeitung von T-Nuten für Arbeitstische (Breite 10–15 mm, Tiefe 30–50 mm), $R_a < 0,8$ Mikrometer.

Formenherstellung : Schneiden von Formpositionierungsnuten (Breite 5–10 mm), Genauigkeit $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie: Bearbeitung von T-Nuten an Motorlagern (Tiefe 20–40 mm), $R_a < 0,6$ μ m.

Luft- und Raumfahrt: Bearbeitung von Führungsnuten (Breite 8–12 mm) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,005$ mm.

7. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-T-Nutenfräsern

Werkzeugmaschinen: Drei- oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung < 0,005 mm, Spindelleistung ≥ 5 kW.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15–20 l/min).

Parameter: Vc 120 m/min, fz 0,05 mm/Zahn, ap 2 mm.

Einbau: Koaxialität <0,002 mm, Klemmkraft 30-50 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn der Klingenverschleiß VB 0,3 mm erreicht oder die Nut verformt ist.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-T-Nutenfräser? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 25992-2010

Abmessungen von Vollhartmetall- und Keramik-Kugelpkopffräsern mit geradem Schaft

Abmessungen von Integralkarbid und Keramik

Kugelpkopffräser mit geradem Schaft

Vorwort

Dieser Standard wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Richtlinien für die Standardisierung, Teil 1: Struktur und Redaktionsregeln für Standards“ erstellt. Dieser Standard wird zum ersten Mal veröffentlicht und legt die Abmessungen, Toleranzen und Kennzeichnungsmethoden von Vollhartmetall- und Keramik-Kugelpkopffräsern mit Zylinderschaft fest, die für komplex gekrümmte Oberflächen und die Bearbeitung dreidimensionaler Konturen geeignet sind. Die wichtigsten technischen Merkmale sind: einheitliche Maßreihen für Kugelpkopffräser mit Zylinderschaft, erweiterte Anwendbarkeit von Keramikmaterialien und teilweise Gleichwertigkeit mit ISO 1641:1988.

Dieser Standard unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugstandardisierung (SAC/TC 207). Die Redaktionsstellen dieses Standards sind: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd. und Xi'an Institute of Metal Research. Die Hauptverfasser dieses Standards sind:.

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt die Maße, Toleranzen, Typen und Kennzeichnungsmethoden von Vollhartmetall- und Keramik-Kugelpkopffräsern mit Zylinderschaft fest.

1.2 Diese Norm gilt für das dreidimensionale Konturfräsen und die komplexe Oberflächenbearbeitung bei der Zerspanung von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen. Zu den Werkzeugmaterialien gehören Hartmetall und Keramik. 1.3 Diese Norm gilt nicht für Fräser ohne Kugelpkopf oder Werkzeuge mit nicht-zylindrischem Schaft.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, Richtlinien für die Standardisierung Teil 1: Struktur und Redaktionsregeln für Standards

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

ISO 1641:1988, Schaftfräser und Langlochbohrer – Maße

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Vollhartmetall-Kugelpkopfräser mit geradem Schaft

Ein Schaftfräser mit geradem Schaft aus gesintertem Vollhartmetall mit einer kugelförmigen Spitze am Schneidende, der für die dreidimensionale Konturbearbeitung verwendet wird.

3.2 Keramik-Kugelpkopfräser mit geradem Schaft Ein Schaftfräser mit geradem Schaft aus Keramikmaterial (wie Al_2O_3 oder Si_3N_4) mit einer kugelförmigen Spitze am Schneidende, der für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung geeignet ist.

3.3 Kugelpkopfradius Der Radius des kugelförmigen Teils

des Schneidendes, der die Genauigkeit der Oberflächenbearbeitung beeinflusst.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

l: Effektive Schnittlänge (mm)

d: Schaftdurchmesser (mm)

R: Kugelpkopfradius (mm)

WC: Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardtyp: einseitiger Kugelkopf, Rechtsspirale, 2-4 Klingen.

Schruppbearbeitungsart: 2-3 Schneiden, tiefere Spanleitstufen.

Schlichtart: Schneidenanzahl 4-6, Spiralwinkel 30° - 45° .

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 1 mm bis 20 mm.

Gesamtlänge (L): 50 mm bis 150 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 10 mm bis 60 mm.

Schaftdurchmesser (d): 3 mm bis 20 mm, gemäß Toleranz h6 (GB/T 1800.1-2009).

Nasenradius (R): 0,5 mm bis 10 mm.

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,01$ mm (Klasse IT6).

Längentoleranz: $\pm 0,3$ mm.

Schaftdurchmessertoleranz: h6 (0/-0,006 mm).

Toleranz des Kugelpkopfradius: $\pm 0,005$ mm.

5.4 Schrägungswinkel

Standardwert: 30° (Rechtsdrehung), Bereich: 15° - 45° .

Empfohlen für die Endbearbeitung: 35° - 40° .

5,5 Klingen

$D \leq 8$ mm: 2-3 Klingen.

$D > 8$ mm: 3-6 Klingen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Hartmetall: Entspricht GB/T 2072-2006. Empfohlene Güten sind YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-2000).

Keramik: Aluminiumoxid (Al_2O_3 , HV 2000–2500) oder Siliziumnitrid (Si_3N_4 , HV 1800–2200).

6.2 Beschichtung

PVD (TiN , TiCN , Dicke 2-5 μm) oder CVD ($\text{TiN} + \text{Al}_2\text{O}_3$, Dicke 5-10 μm).

Keramikwerkzeuge benötigen keine Beschichtung.

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung $\geq 70\text{ N}$.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,1\ \mu\text{m}$.

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung muss

gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01\text{ mm}$ durchgeführt werden. 7.2 Der Kugelradius muss mit einem Rundheitsprüfgerät mit einem Fehler von $\pm 0,005\text{ mm}$ gemessen werden. 7.3 Der Schneidleistungstest muss an 45#-Stahlproben (für Hartmetall) oder SiC- Keramikproben (für Keramik) bei einer Schnittgeschwindigkeit von 200 m/min (für Hartmetall) oder 500 m/min (für Keramik) mit einer Lebensdauer von $\geq 10\text{ h}$ durchgeführt werden.

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, Kugelradius und Beschichtungshaftung. 8.3 Die Ausfallrate muss $\leq 2\%$ betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (wie z. B. YG6-6×70-R3-30° oder $\text{Al}_2\text{O}_3 - 10 \times 100\text{-R } 5$) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl und versiegeln Sie die Plastiktüte (Hartmetall). Keramikwerkzeuge werden durch Schaumstoff geschützt und in Holzkisten oder Kartons aufbewahrt.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen ($> 50\text{ }^\circ\text{C}$) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (l, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	Nasenradius (R, mm)	Anzahl der Klingen	Spiralwinkel ($^\circ$)
1	50	10	3	0,5	2	30

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (l, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	Nasenradius (R, mm)	Anzahl der Klingen	Spiralwinkel (°)
6	70	20	6	3	2	30
12	100	40	12	6	3	35
20	150	60	20	10	6	40

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)	Anwendbare Materialien
Stahl	100-300	0,1-0,3	1-3	Hartmetall
Gusseisen	150-400	0,1-0,4	1-4	Hartmetall
Aluminiumlegierung	200-600	0,2-0,5	2-5	Hartmetall
Keramiksubstrat	300-800	0,05-0,2	0,5-2	Keramik

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 01.12.2010 Gültig ab: 01.07.2011

Nationale Standardnummer: GB/T 25992-2010 ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Vollhartmetall-Kugelpkopfräser mit geradem Schaft?

1. Definition und Funktion des Vollhartmetall-Kugelpkopfräfers mit Zylinderschaft

Der Vollhartmetall-Kugelpkopfräser mit Zylinderschaft ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug für die präzise dreidimensionale Oberflächenbearbeitung und das Fräsen komplexer Hohlräume. Er wird häufig im Formenbau, der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Medizingeräteproduktion und der Präzisionsbearbeitung eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist die kugelpkopfförmige Schneide. In Kombination mit der Zylinderschaftverbindungsstruktur und der hervorragenden Leistung von Vollhartmetallwerkstoffen ermöglicht er eine glatte Oberflächenbearbeitung, hochpräzise Konturformung und hervorragende Oberflächenqualität. Der Vollhartmetall-Kugelpkopfräser mit Zylinderschaft basiert auf Hartmetall, weist eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit auf und eignet sich zum Schneiden hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickelbasislegierungen und Aluminiumlegierungen. Durch das Kugelpkopfdesign eignet es sich besonders für die Bearbeitung von Freiformflächen, Formhohlräumen, Flugzeugschaufeln und komplexen geometrischen Formen auf CNC-Werkzeugmaschinen (CNC) oder mehrachsigen Bearbeitungszentren. Die Bearbeitungsgenauigkeit kann das Niveau IT5–IT7 erreichen und die Oberflächenrauheit kann bis zu Ra 0,1–0,6 Mikrometer betragen. Verglichen mit herkömmlichen Flachbodenfräsern bietet dieses Werkzeug eine höhere Flexibilität (keine Winkelmarkierungen) und eine bessere Schnittstabilität (um 15–25 % reduzierte Vibrationen) bei der dreidimensionalen Bearbeitung und eignet sich gut für die Endbearbeitung und die Formendbearbeitung. Sein Design ist hochflexibel und Kugelpkopfradius, Zähnezahzahl und Spiralwinkel können je nach Werkstückmaterial und Bearbeitungsanforderungen individuell angepasst werden. Mit der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologien kann das Werkzeug in CAM-Software (wie PowerMill, Fusion 360) integriert werden, um Schnittpfade und Parameter dynamisch zu optimieren und so die Bearbeitungseffizienz und Werkzeuglebensdauer zu verbessern.

2. Strukturelle Merkmale des Vollhartmetall-Kugelpkopfräfers mit geradem Schaft

Der konstruktive Aufbau von Vollhartmetall-Kugelpkopfräsern mit geradem Schaft zielt auf präzise Oberflächenbearbeitung, Vibrationsreduzierung und effiziente Spanabfuhr ab. Sie verfügen üblicherweise über einen geraden Schaft (Zylinderschaft, gemäß DIN 6535 HA oder HB), eine Kugelpkopfform der Klinge und eine spiralförmige Mehrzahnanzordnung für komplexe dreidimensionale Bearbeitungen. Im Folgenden sind die detaillierten strukturellen Merkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): Mikro-Kugelpkopfräser ($D < 6$ mm) reichen von 2 mm bis 32 mm und werden für feine Gravuren oder Mikrohohlräume verwendet, mittlere ($D = 6–20$ mm) eignen sich für die allgemeine Oberflächenbearbeitung und große ($D > 20$ mm) werden für das Schneiden großer Flächen oder tiefer Hohlräume verwendet.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Kugelpkopfradius (R): 1 mm bis 16 mm, passend zum Durchmesser, Mikroverarbeitung ($R < 3$ mm) eignet sich für die Feinbearbeitung, mittel ($R = 3-10$ mm) wird für Formhohlräume verwendet, groß ($R > 10$ mm) wird für Luftfahrtteile verwendet und die Radiusgenauigkeit wird auf $\pm 0,005$ mm kontrolliert.

Gesamtlänge (L): 50 mm bis 250 mm, geeignet für kleine CNC- (50–120 mm) oder mittelgroße Bearbeitungszentren (150–250 mm), extralang (300 mm) für die Bearbeitung tiefer Hohlräume oder großer Überhänge.

Effektive Schnittlänge (l): 5 mm bis 150 mm, die flache Bearbeitung (5–30 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, die tiefe Bearbeitung (80–150 mm) eignet sich für tiefe Hohlräume oder mehrstufiges Schneiden und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 3:1–5:1 geregelt.

Schaftdurchmesser (d): Bereich von 3 mm bis 32 mm, Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm), gewährleistet einen festen Sitz mit dem Spannfutter oder der Spindel, der größte Durchmesser ermöglicht die Übertragung mittlerer Drehmomente (Drehmomentbereich 5-40 Nm).

Spiralwinkel: 25° – 50° , Standardwert ist 30° – 40° , das spiralförmige Zahndesign optimiert die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, 40° – 45° wird üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, und 25° – 30° können zum Schruppen gewählt werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Schneidkanten : 2–8 Schneidkanten, abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsgenauigkeit. Kleine Durchmesser ($D < 10$ mm) haben 2–4 Schneidkanten, mittlere und große Durchmesser ($D > 10$ mm) 6–8 Schneidkanten. Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenhalterung.

Die kugelförmige Schneide hat eine kugelförmige Stirnfläche (Radiusfehler $< 0,002$ mm) und wird mit einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um ein glattes Oberflächenprofil ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer) zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg, Prüfdrehzahl 12.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–1 mm, Druck 5–10 bar) oder Antivibrationsnuten ausgestattet, die den Spanabtransport (Effizienzsteigerung um 20–30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 500^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern und für die kontinuierliche Bearbeitung oder das Schneiden tiefer Hohlräume geeignet sind.

3. Vollhartmetall-Kugelpkopfräser mit geradem Schaft

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl (wie 40CrMnMo) und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 50–70 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titancarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800°C , geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer bis zu 60–80 Stunden.

YW2T: Enthält Tantalcarbid (TaC), Härte HV 1800–2200, hohe Schlagfestigkeit, speziell für

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Nickelbasislegierungen und schwer zu verarbeitende Materialien entwickelt, Lebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen.

Bei der Materialauswahl müssen die Wärmeleitfähigkeit des Werkstücks (40–50 W/ m·K für Stahl und 15–20 W/ m·K für Titanlegierungen) und die Schnitttemperatur (500–800 °C) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %) hinzugefügt, um die Mikrostruktur zu optimieren.

4. Herstellung von Vollhartmetall-Kugelpkopfräsern mit Zylinderschaft

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials: Wolframkarbidpulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen: Hydraulische Presse wendet 150–200 MPa an, Dichte 14,5–15,2 g/cm³, CIP-Technologie wird zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit verwendet und die Formgenauigkeit wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert.

Hochtemperaturesintern: Vakuum- oder Wasserstoffschutz, 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden, schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer) und Endbearbeitung des Kugelpkopfes mit Diamantschleifmittel.

TiAlN (3–8 Mikrometer) oder DLC (1–3 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern und die Lebensdauer zu verlängern.

5. Technische Parameter des Vollhartmetall-Kugelpkopfräfers mit geradem Schaft

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 50–150 m/min für Stahl, 30–120 m/min für Titanlegierung, 100–250 m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (f_z): 0,01–0,2 mm/Zahn.

Schnitttiefe (a_p): 0,05–5 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Kugelpkopfgenaugigkeit < 0,005 mm.

Oberflächenrauheit: R_a 0,1–0,6 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien von Vollhartmetall-Kugelpkopfräsern mit geradem Schaft

Formenbau : Endbearbeitung der Formoberflächen (Tiefe 20–50 mm), $R_a < 0,4$ Mikron.

Luft- und Raumfahrt: Fräsen von Schaufelblättern aus Titanlegierungen (Dicke 10–30 mm) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie: Bearbeitung der Zylinderkopfoberfläche (Fläche 0,1–0,5 m²), $R_a < 0,3$ Mikron.

Medizinprodukte: Bearbeitung von Implantatkavitäten (Tiefe 5–15 mm) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,005$ mm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Vollhartmetall-Kugelpkopffräsern mit geradem Schaft

Werkzeugmaschinen: Drei- oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung $<0,005$ mm, Spindelleistung ≥ 3 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15 l/min).

Parameter: V_c 120 m/min, f_z 0,05 mm/Zahn, a_p 1 mm.

Einbau: Koaxialität $<0,002$ mm, Klemmkraft 20-40 Nm.

Verschleiß: Ersetzen Sie den Kugelkopf, wenn der VB-Verschleiß 0,3 mm erreicht oder die Oberfläche zerkratzt ist.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Vollhartmetall-Kugelpkopffräser mit Zylinderschaft? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 16770.1-2008

Vollhartmetall-Schaftfräser mit geradem Schaft

Teil 1: Typen und Abmessungen

Integral-Hartmetall-Schaftfräser mit geradem Schaft

— Teil 1: Typen und Abmessungen

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Leitlinien für die Normung, Teil 1: Aufbau und Redaktionsregeln von Normen“ erstellt. Sie ersetzt GB/T 16770.1-1997 „Vollhartmetall-Schaftfräser, Teil 1: Typen und Abmessungen“. Im Vergleich zu GB/T 16770.1-1997 umfassen die wichtigsten technischen Änderungen: Aktualisierung des Größenbereichs und der Toleranzanforderungen für Schaftfräser mit Zylinderschaft, Hinzufügen von Anweisungen zur Beschichtungsanwendung, Anpassung des Spiralwinkels und der Schneidenanzahl sowie Äquivalent zu ISO 1641.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugnormung (SAC/TC 207). Redaktionsstellen dieser Norm: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd., Chengdu Tool Research Institute. Hauptautoren dieser Norm:

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz und Kennzeichnung von Vollhartmetall-Schaftfräsern mit Zylinderschaft fest.

1.2 Diese Norm gilt für Nutenfräsen, Scheibenfräsen und Konturfräsen in der Metallzerspanung. Das Werkzeugmaterial ist Vollhartmetall und entspricht GB/T 2072-2006.

1.3 Diese Norm gilt nicht für Schaftfräser ohne Zylinderschaft oder Vollhartmetall.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, *Leitfaden für die Normungsarbeit Teil 1: Aufbau und Gestaltungsregeln von Normen*

GB/T 2072-2006, *Technische Anforderungen für Hartmetall*

GB/T 1800.1-2009, *Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone*

ISO 1641:1988, *Schaftfräser und Langlochbohrer – Maße*

3 Begriffe und Definitionen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Für diese Norm gelten folgende Begriffe:

3.1 Vollhartmetall-Schaftfräser

sind Schaftfräser aus Vollhartmetall mit geradem Schaft, bei denen Schneidteil und Schaft eine Einheit bilden und die zum Zerspanen von Metall verwendet werden. 3.2 Drallwinkel Der Winkel der Schneide zur Werkzeugachse beeinflusst die Spanabfuhr und die Schnittleistung. 3.3 Schneidenanzahl Die Anzahl der Schneiden eines Werkzeugs bestimmt Schnittleistung und Oberflächengüte.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

l: effektive Schnittlänge (mm)

d: Schaftdurchmesser (mm)

WC: Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardausführung: einseitig schrägverzahnt, rechts- oder linksgängig, 2-4 Zähne.

Schruppbearbeitungsart: Erhöhen Sie die Tiefe der Spanrinne und die Anzahl der Kanten beträgt 2–3.

Schlichtart: Schneidenanzahl 4-6, Spiralwinkel 30°-45°.

Kugelkopftyp: Wird für die komplexe Oberflächenbearbeitung verwendet, mit 2–4 Schneidkanten.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 1 mm bis 25 mm.

Gesamtlänge (L): 50 mm bis 150 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 10 mm bis 70 mm.

Schaftdurchmesser (d): 3 mm bis 25 mm, gemäß Toleranz h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,01$ mm (Klasse IT6).

Längentoleranz: $\pm 0,3$ mm.

Schaftdurchmessertoleranz: h6 (0/-0,006 mm).

5.4 Schrägungswinkel

Standardwert: 30° (Rechtsdrehung), Bereich: 15°-45°.

Empfohlen für die Endbearbeitung: 35°-40°.

5.5 Klingen

$D \leq 10$ mm: 2-3 Klingen.

$D > 10$ mm: 3-6 Klingen.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Gemäß GB/T 2072-2006 sind die empfohlenen Güten YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-2000).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN , TiCN , Dicke 2-5 μ m) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al₂O₃ , Dicke 5-10 μ m) .

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung $\geq$ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit Ra $\leq$ 0,1 μ m .

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung erfolgt

gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. 7.2 Die Messung des Schrägungswinkels erfolgt mit einem Winkelmessgerät mit einem Fehler von $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Die Schneidleistungsprüfung erfolgt an 45#-Stahlproben bei einer Schnittgeschwindigkeit von 200 m/min und einer Aufzeichnungslebensdauer von ≥ 15 h.

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, Steigungswinkel und Beschichtungshaftung.

8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (z. B. YG6-6 $\times$ 60-30°) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl und einen Plastikbeutel zum Verschließen und legen Sie das Produkt in eine Holzkiste oder einen Karton.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen ($> 50^\circ\text{C}$) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (l, mm)	Schaftdurchmesser (d, mm)	Anzahl der Klingen	Spiralwinkel ($^\circ$)
1	50	10	3	2	30
6	70	20	6	2	30
12	100	40	12	3	35
25	150	70	25	6	40

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-300	0,1-0,3	1-3
Gusseisen	150-400	0,1-0,4	1-4
Aluminiumlegierung	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 10.10.2008

Datum der Umsetzung: 01.01.2009

Nationale Standardnummer: GB/T 16770.1-2008

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für
Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Vollhartmetall-Schaftfräser mit Zylinderschaft ?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Stufenbohrers

die Bearbeitung mehrstufiger Öffnungen oder gestufter Löcher entwickelt wurde. Er wird häufig in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt, im Energieanlagenbau und in der Produktion von Präzisionsmaschinenteilen eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist die gestufte bzw. mehrdurchmesserige Klinge. In Kombination mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials können Löcher oder Übergangsbereiche mit unterschiedlichen Durchmessern in einem Bohrvorgang bearbeitet werden, was den Prozess und die Bearbeitungszeit deutlich reduziert. Der Hartmetall-Stufenbohrer verwendet Hartmetall als Basis, hat eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit und eignet sich zum Bohren hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickellegierungen, Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Die einzigartige Schneidengeometrie des Stufenbohrers (üblicherweise mit 2–5 Durchmesserstufen) optimiert Schnittkraft und Spanabfuhr und eignet sich hervorragend für CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bohrmaschinen, Bearbeitungszentren oder spezielle Mehrachsenmaschinen. Stufenbohrungen, Senkbohrungen, Fasenbohrungen und Übergangsbohrungen lassen sich effizient bearbeiten – mit einer Bearbeitungsgenauigkeit von IT6–IT8 und einer Oberflächenrauheit von Ra 0,4–1,2 µm. Im Vergleich zum herkömmlichen Stufenbohren oder zur Mehrwerkzeugbearbeitung verbessern Hartmetall-Stufenbohrer die Bearbeitungseffizienz (Effizienzsteigerung um 40–60 %), die Lochdurchmesserkonsistenz (Fehler < 0,01 mm), die Standzeit (50–120 Stunden) und die Werkstückoberflächenqualität (lokal bis zu Ra 0,2 µm) deutlich. Sie eignen sich hervorragend für Anwendungen, die hochpräzise Verbindungs-, Montage- oder Funktionsbohrungen erfordern. Die Konstruktionsflexibilität ist extrem hoch, und Schneidengröße, -winkel und -kühlung können je nach Lochdurchmesserkombination, -tiefe, Werkstückmaterial und Bearbeitungsumgebung individuell angepasst werden. Mit der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologien (wie Industrie 4.0 und digitalen Werkstätten) lässt sich dieses Werkzeug nahtlos in fortschrittliche CAD/CAM-Software (wie Siemens NX, Mastercam) integrieren. Durch Echtzeit-Datenfeedback und Algorithmusoptimierung können Bohrpfad, Geschwindigkeit und Vorschub dynamisch angepasst werden, um den mechanischen Eigenschaften und Wärmeleitfähigkeitseigenschaften verschiedener Werkstückmaterialien gerecht zu werden.

2. Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Stufenbohrern

Der konstruktive Aufbau von Hartmetall-Stufenbohrern zielt auf effizientes mehrstufiges Bohren, exzellente Spanabfuhr und Vibrationsfestigkeit ab. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft (gemäß DIN 6535 HA/HB) oder einen Kegelschaft (BT40, CAT50) mit gestufter Mehrkantenanordnung an der Schneide und axialer Schneidfähigkeit für komplexe Bohrungsbearbeitungen. Im Folgenden sind die detaillierten Konstruktionsmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Durchmesser (D) : Mikrostufenbohrer ($D < 6$ mm) im Bereich von 3 mm bis 40 mm werden für die Bearbeitung von Mikrobohrungen verwendet (z. B. Löcher für elektronische Komponenten), mittelgroße ($D = 6\text{--}20$ mm) eignen sich für allgemeine Stufenlöcher (z. B. für Autoteile), große ($D > 20$ mm) werden für Hochleistungsbohrungen verwendet (z. B. für Hydraulikventilkörper) und Stufendurchmesserkombinationen können individuell angepasst werden (z. B. 3–5 mm, 10–15 mm, 20–25 mm).

Schafttyp : gerade (DIN 6535 HA Flachschaft oder HB ohne Schaft) oder konischer Schaft (BT40, CAT50), Schaftdurchmesser entspricht dem maximalen Schnittdurchmesser, Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm), Schaftlänge (40–200 mm) angepasst an Bearbeitungstiefe und Spannanforderungen der Maschine, konisches Schaftdesign verbessert die Übertragung hoher Drehmomente (Drehmomentbereich 20–80 Nm).

Gesamtlänge (L) : 60 mm bis 350 mm, geeignet für kleine CNC- (60–150 mm), mittelgroße Bearbeitungszentren (200–300 mm) oder schwere Geräte (300–350 mm), extralang (400 mm) für tiefes Stufenlochbohren (Tiefe bis zu 15D).

Effektive Schnittlänge (l) : 15 mm bis 250 mm, Flachbohren (15–60 mm) eignet sich für oberflächliche Stufenlöcher, Tiefbohren (150–250 mm) eignet sich für tiefe Stufen- oder Mehrebenenbohrungen und das Verhältnis von Schnittlänge zu maximalem Durchmesser wird normalerweise auf 3:1–10:1 geregelt.

Spiralwinkel : $20^{\circ}\text{--}40^{\circ}$, Standardwert ist $25^{\circ}\text{--}35^{\circ}$, Spiraldesign optimiert Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, $30^{\circ}\text{--}35^{\circ}$ wird häufig zum Schlichten verwendet, um die Qualität der Lochwand zu verbessern, $20^{\circ}\text{--}25^{\circ}$ können zum Schruppen gewählt werden, um die Festigkeit zu erhöhen, einige kundenspezifische Modelle unterstützen einen allmählichen Spiralwinkel ($10^{\circ}\text{--}35^{\circ}$) zur Anpassung an das Schneiden tiefer Löcher.

Anzahl der Schneiden : 2–8, abhängig von Durchmesser und Stufenanzahl. Standardmäßig ist die zweischneidige Ausföhrung (2-schneidig). Jede zusätzliche Stufe erhöht die Schneidleistung um 1–2 Schneiden. Bei mittleren und großen Durchmessern ($D > 10$ mm) können 4–8 Schneiden erreicht werden, um die Schneidleistung zu verbessern. Der Schneidenabstandsfehler $< 0,02$ mm gewährleistet eine gleichmäßige Schnittkraft.

Die gestufte Schneide weist einen mehrstufigen Durchmesserübergang auf (Durchmesserunterschied jeder Ebene beträgt 0,5–5 mm, Übergangswinkel $5^{\circ}\text{--}15^{\circ}$) und wird mit einer hochpräzisen fünfachsigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um sicherzustellen, dass die Kontur jeder Stufe glatt ($R_a \leq 0,05$ Mikron) und frei von mikroskopischen Defekten ist. Der Bohrerkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg, Prüfdrehzahl 12.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsbohren (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühllöchern (Durchmesser 0,3–1,5 mm, Druck 5–15 bar) oder seitlichen Spanleitstufen (Breite 0,5–1 mm) ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 20–30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 500^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern. Einige Modelle verfügen außerdem über eine Antivibrationstechnologie, beispielsweise vibrationsdämpfende Rillen oder Verbundschäfte, um das Schnittgeräusch (bis auf 60–65 dB) zu senken und Mikroverformungen des Werkstücks (Verformung $< 0,01$ mm) zu verringern.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3. Hartmetall-Stufenbohrermaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6 X : Kobaltgehalt beträgt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 60–80 Stunden erreichen.

YT 15 : Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen.

K 30 : Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1700–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafteffekt, Lebensdauer bis zu 80–120 Stunden.

Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (500–800 °C) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) oder Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %) hinzugefügt, um die Wärmebeständigkeit, Oxidationsbeständigkeit und Gleichmäßigkeit der Mikrostruktur zu optimieren.

4. Herstellung von Hartmetall-Stufenbohrern

Der Herstellungsprozess von Hartmetall-Stufenbohrern ist ein hochkomplexer und technologieintensiver Prozess, der mehrere wichtige Schritte von der Rohmaterialaufbereitung bis zur abschließenden Beschichtung umfasst, um die geometrische Genauigkeit, Haltbarkeit und Leistungsstabilität des Werkzeugs zu gewährleisten. Nachfolgend finden Sie einen detaillierten Herstellungsprozess mit zusätzlichen Prozessdetails, technischen Parametern und Qualitätskontrollmaßnahmen:

Rohstoffaufbereitung

Materialverhältnis

Hochreines Wolframkarbidpulver (WC) und Kobaltpulver (Co) werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), der Kobaltgehalt wird je nach Marke angepasst (6–12 %), Titankarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) wird hinzugefügt, um die Verschleißfestigkeit und Antihafteffekt zu verbessern, und die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert.

Mischprozess

Verwenden Sie zum Nassmischen eine Planetenkugelmühle (50–100 U/min, 24–48 Stunden) und geben Sie Ethanol oder Isopropanol als Dispergiermittel hinzu, um die Homogenität des Pulvers (Entmischung < 1 %) sicherzustellen und lokale Härte- oder Festigkeitsunterschiede zu vermeiden.

Qualitätsprüfung

Die Pulverpartikelgrößenverteilung wurde mit einem Laserpartikelgrößenanalysator ermittelt und die chemische Zusammensetzung mit einem Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) analysiert, wobei die Abweichung auf $\pm 0,05$ % begrenzt war.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Drücken

Prozessparameter

Der Werkzeugkörperrohling wird durch Anwenden eines Drucks von 150–200 MPa mithilfe einer hydraulischen Presse geformt und hat eine Dichte von 14,5–15,2 g/cm³. Die Technologie des kaltisostatischen Pressens (CIP, Druck 150–200 MPa, Dauer 10–15 Minuten) wird verwendet, um die innere Gleichmäßigkeit und Rissbeständigkeit zu verbessern.

Formdesign

Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Präzision von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Präzision der Stufenkantenformung.

Qualitätskontrolle

Die Dichte der Rohlinge wurde mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,1$ g/cm³), und die innere Porosität wurde durch Mikroskopie überprüft ($< 0,5\%$).

Hochtemperatursintern

Prozessbedingungen

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder in einer Wasserstoff-Schutzumgebung beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden. Durch schrittweises Erhitzen (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorheizphase) werden flüchtige Bestandteile und Poren entfernt, um eine hochdichte Struktur zu bilden.

Prozessoptimierung

Durch isothermes Sintern und heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 100–150 MPa) werden Mikrodefekte weiter beseitigt, die Korngröße auf 1–2 Mikrometer kontrolliert und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig verteilt (Standardabweichung < 50 HV).

Qualitätsprüfung

Die Mikrostruktur wurde mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert, die Härte mit einem Vickers-Härteprüfgerät (HV 1800–2200) geprüft und innere Risse mit Ultraschallwellen erkannt.

Nachbearbeitung

Drehen

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit $< 0,01$ mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2$ Mikrometer.

Schleifen

Zur Bearbeitung der Stufenkante und der Spiralnut wird eine hochpräzise Fünf-Achsen-CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) verwendet, mit einem Klingenprofilfehler von $< 0,005$ mm und einer Oberfläche $R_a \leq 0,05$ Mikrometer.

Polieren

Diamantschleifmittel mit der Körnung W0,5-W1,0 werden zum Hochglanzpolieren verwendet, mit einer Kantenschärfe $R_a \leq 0,02$ Mikrometer. Einige Modelle werden elektrolytisch poliert (Stromdichte 0,1–0,2 A/cm², pH-Wert des Elektrolyts 2–3), um mikroskopisch kleine Grate zu entfernen.

Kantenbearbeitung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Die Bohrerspitze ist abgeschrägt (0,1–0,2 mm, Winkel 5°–10°), um die Widerstandsfähigkeit gegen Kantenausbrüche zu erhöhen, und die Schneidkantengeometrie wird mit einem Laserinterferometer kalibriert.

Beschichtung

Prozesstechnologie

mittels physikalischer Gasphasenabscheidung (PVD) in einer Vakuumumgebung (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 400–500°C, Abscheidungsrate 0,1–0,2 $\mu\text{m/h}$).

Beschichtungstyp

Zu den Optionen gehören TiAlN (3–8 Mikrometer Dicke, 2800–3200 HV-Härte), AlCrN (3–7 Mikrometer Dicke, 3000–3400 HV-Härte) oder DLC (1–3 Mikrometer Dicke, 3000–3500 HV-Härte, Reibungskoeffizient $<0,1$), die den Reibungskoeffizienten reduzieren ($<0,3$) und die Lebensdauer deutlich verlängern (30–50 % höher als unbeschichtet).

Qualitätsprüfung

mit einem Rasterelektronenmikroskop (REM) und die Härte sowie Haftung mit einem Nanoindenter (>70 N) geprüft, wobei eine Schichtdickenabweichung von $<0,5$ μm sichergestellt wurde.

Endprüfung und Verpackung

Leistungstests

g·mm/kg) kam eine dynamische Auswuchtprüfmaschine zum Einsatz.

Oberflächenbehandlung

Der Fräserkörper ist mit Rostschutzöl beschichtet oder vakuumverpackt, um Oxidation während Transport und Lagerung zu verhindern.

Logo

Durchmesser, Länge, Güteklasse und Chargennummer sind per Laser eingraviert, um die Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten.

Jeder Schritt im Herstellungsprozess nutzt automatisierte Produktionslinien und Echtzeit-Überwachungssysteme (wie das industrielle Internet der Dinge, IoT). Durch Datenanalyse werden Prozessparameter optimiert, um die Ausschussrate ($<0,5$ %) zu reduzieren, die Leistungskonsistenz jedes Stufenbohrers sicherzustellen und die Anforderungen des Qualitätsmanagementsystems ISO 9001 zu erfüllen.

5. Technische Parameter des Hartmetall-Stufenbohrers

Härte : Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit : 600 °C – 1000 °C.

Schnittgeschwindigkeit (Vc) : 50–150 m/min für Stahl, 30–100 m/min für Titanlegierung, 100–250 m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (fz) : 0,01–0,15 mm/U.

Bohrtiefe (L/D) : 3:1 bis 10:1 (Standard), tiefe Stufenlöcher können 15:1 erreichen (Kühlunterstützung erforderlich).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Toleranz : Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Schrittgenauigkeit $< 0,01$ mm.

Oberflächenrauheit : Ra 0,4–1,2 Mikrometer .

6. Anwendungsszenarien von Hartmetall-Stufenbohrern

Hartmetall-Stufenbohrer werden aufgrund ihrer mehrstufigen Bohrfähigkeit und ihrer hohen Präzision in vielen Industriebereichen eingesetzt. Nachfolgend finden Sie eine detaillierte Szenariobeschreibung mit zusätzlichen spezifischen Fällen, technischen Daten und Branchenhintergrund:

Formenbau

Anwendung : Bohren von Senklöchern, Positionierlöchern und Kühllöchern in Formen. Gängige Durchmesserkombinationen sind 5–8 mm und 10–12 mm sowie Tiefen von 20–60 mm.

Fallbeispiel : Eine Präzisionsformenfabrik verwendet einen Stufenbohrer mit 6–10 mm Durchmesser, um die Positionierungslöcher von Automobil-Stanzformen zu bearbeiten. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 120 m/min, der Vorschub 0,05 mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,008$ mm, die Oberflächenrauheit Ra 0,6 μm , die Werkzeugstandzeit 80 Stunden und die jährliche Produktion von 2.000 Formensätzen. Dies entspricht einer Effizienzsteigerung von 50 %.

Technische Merkmale : Erfordert hohe Oberflächengüte und Präzision, erfordert Unterstützung durch internes Kühlsystem, geeignet für komplexe Formen mit mehreren Hohlräumen.

Automobilindustrie

Anwendung : Bearbeitung von Stufenbohrungen in Zylinderköpfen, Kurbelgehäusen und Getriebegehäusen. Gängige Durchmesserkombinationen sind 10–15 mm und 20–25 mm sowie Tiefen von 30–80 mm.

Fallbeispiel : Ein Automobilzulieferer verwendet einen Stufenbohrer mit 12–18 mm Durchmesser zum Bohren von Zylinderkopf-Kühllöchern mit einer Schnittgeschwindigkeit von 100 m/min und einem Vorschub von 0,04 mm/U. Die Stufenkoaxialität nach der Bearbeitung beträgt $< 0,01$ mm, Ra 0,8 μm und die Standzeit 70 Stunden. Die jährliche Produktion von 500.000 Zylinderblöcken reduziert die Prozesszeit um 30 %.

Branchenhintergrund : Mit der steigenden Nachfrage nach Leichtbauteilen in Fahrzeugen mit alternativer Energie ist **auch** die Nachfrage nach der Stufenlochbearbeitung von Aluminium- und Magnesiumlegierungen stark gestiegen, und Antihafbeschichtungen (wie DLC) für Stufenbohrer sind dabei von entscheidender Bedeutung.

Luft- und Raumfahrt

Anwendung : Bohren von Stufenlöchern in Rumpfteilen, Tragflächenholmen und Fahrwerken aus Titanlegierungen oder hochfestem Stahl. Gängige Durchmesserkombinationen sind 6–10 mm und 12–16 mm sowie Tiefen von 40–120 mm.

Fallbeispiel : Ein Luftfahrtunternehmen verwendete einen Stufenbohrer mit 8–12 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Fahrwerksstrebenlöchern aus Titanlegierung. Die Schnittgeschwindigkeit betrug 60 m/min, der Vorschub 0,03 mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

$\pm 0,005$ mm, der Ra-Wert $0,5 \mu\text{m}$, die Standzeit 90 Stunden und die Qualifizierungsquote 99,9 %. Damit wurde der Luftfahrtnorm AS9100 entsprochen.

Technische Merkmale : Hohe Präzision und Hitzebeständigkeit sind erforderlich, der interne Kühlsystemdruck muss über 15 bar liegen, geeignet für tiefe Stufenlöcher.

Herstellung von Energieanlagen

Anwendung : Tiefe Stufenbohrungen in Turbinenwellen, Pumpengehäusen und Ventilkörpern. Gängige Durchmesserkombinationen sind 15–20 mm und 25–30 mm sowie Tiefen von 100–300 mm.

Fall : Ein Energieausrüstungsunternehmen verwendet einen Stufenbohrer mit 20–25 mm Durchmesser zum Bohren von Löchern in Hydraulikpumpengehäuse. Dabei wird eine Schnittgeschwindigkeit von 80 m/min, ein Vorschub von 0,06 mm/U, ein Stufentieffenfehler von $<0,015$ mm nach der Bearbeitung, Ra 1,0 Mikron, eine Standzeit von 100 Stunden, eine Jahresproduktion von 5.000 Pumpengehäusen und eine Effizienzsteigerung von 40 % erreicht.

Branchenhintergrund : Mit der wachsenden Nachfrage nach Windkraft- und Kernkraftausrüstung steigen die Anforderungen an die Bearbeitungsgenauigkeit und Oberflächenqualität für tiefe Stufenlöcher, und das vibrationsfeste Design von Stufenbohrern ist besonders wichtig .

Medizinische Geräte

Anwendung : Bohren von gestuften Positionierungslöchern für orthopädische Implantate oder chirurgische Instrumente, übliche Durchmesserkombinationen sind 2–4 mm und 5–7 mm und Tiefen von 10–30 mm.

Fallbeispiel : Ein Hersteller medizinischer Geräte verwendete einen Stufenbohrer mit 3–5 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Löchern für Hüftimplantate aus Titanlegierung. Die Schnittgeschwindigkeit betrug 50 m/min, der Vorschub 0,02 mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,003$ mm, der Ra-Wert $0,4 \mu\text{m}$ und die Standzeit 60 Stunden. Dies entsprach den medizinischen FDA-Standards.

Technische Merkmale : Erfordert extrem hohe Präzision und Biokompatibilität, und zur Reduzierung der Metallverunreinigung wird häufig eine TiAlN- Beschichtung verwendet.

Elektronikindustrie

Anwendung : Herstellung von gestuften Befestigungslöchern in Elektronikgehäusen oder Kühlkörpern. Gängige Durchmesserkombinationen sind 4–6 mm und 8–10 mm sowie Tiefen von 15–40 mm.

Fall : Ein Hersteller elektronischer Geräte verwendet einen Stufenbohrer mit 5–8 mm Durchmesser zum Bearbeiten von Chassislöchern aus Aluminiumlegierungen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 150 m/min, einem Vorschub von 0,05 mm/U, einer Stufenebenheit von $<0,01$ mm nach der Bearbeitung, Ra 0,7 Mikrometer, einer Werkzeuglebensdauer von 90 Stunden, einer Jahresproduktion von 1 Million Gehäusen und einer Effizienzsteigerung von 45 %.

Branchenhintergrund : Bei 5G-Geräten und in der Unterhaltungselektronik besteht eine erhöhte Nachfrage nach Stufenbohrern aus leichter Aluminiumlegierung , und die Antihafwirkung der Stufenbohrer ist von entscheidender Bedeutung.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Diese Anwendungsszenarien zeigen die Vielseitigkeit von Hartmetall-Stufenbohrern in unterschiedlichen Branchen. Ihre individuelle Gestaltung und hohe Effizienz machen sie zu einem unverzichtbaren Werkzeug in der modernen Fertigung, insbesondere in der hochpräzisen Großserienproduktion.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Stufenbohrern

Werkzeugmaschine : Drei- oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung $<0,005$ mm, Spindelleistung ≥ 3 kW, empfohlen wird die Verwendung einer Spindel mit hoher Steifigkeit (Führungsbahnsteifigkeit >3000 N / μm) .

Kühlung : Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15–20 l/min) oder internes Kühlsystem (Druck 5–15 bar). Viskose Werkstoffe (z. B. Edelstahl) erfordern eine verstärkte Kühlung (Durchflussrate auf 25 l/min erhöht).

Parameter : Vc 120 m/min, fz 0,05 mm/U, Bohrtiefe segmentiert (5D pro Segment), Vorschub im Stufenübergangsegment halbiert, um Vibrationen zu reduzieren.

Installation : Koaxialität $<0,002$ mm, Spannkraft 20–40 Nm (Zylinderschaft) bzw. 40–60 Nm (Kegelschaft), Spannfutter vor dem Einbau von Späneresten und Öl reinigen.

Verschleiß : Ersetzen Sie die Klinge, wenn der Klingenverschleiß VB 0,3 mm erreicht, eine Stufenverformung (Fehler $>0,01$ mm) oder Kratzer an der Lochwand auftreten. Es wird empfohlen, die Klinge alle 20 Stunden zu überprüfen und die Verschleißdaten aufzuzeichnen, um die Lebensdauer zu optimieren.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert . Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-Stufenbohrer ? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 📧 E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 16456.3-2008

Hartmetall-Spiralzahnfräser

Arten und Abmessungen von Schaftfräsern mit Morsekegelschaft

Spiralschaftfräser aus Hartmetall

— Teil 3: Schaftfräser mit Morsekegel

— Typen und Abmessungen

Vorwort

Dieser Standard wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Richtlinien für die Standardisierung, Teil 1: Aufbau und Redaktionsregeln von Standards“ erstellt. Im Vergleich zu GB/T 16456.3-1996 „Hartmetall-Schaftfräser mit Schrägverzahnung, Teil 3: Arten und Abmessungen von Schaftfräsern mit Morsekegel“ umfassen die wichtigsten technischen Änderungen dieses Standards: Aktualisierung des Größenbereichs und der Toleranzanforderungen für Schaftfräser mit Morsekegel, Hinzufügen von Anweisungen zur Beschichtungsanwendung, Anpassen der Konstruktionspezifikationen für Spiralwinkel und Schneidenanzahl sowie Gleichstellung mit ISO 296:1991.

Dieser Standard unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugstandardisierung (SAC/TC 207). Die Redaktionseinheiten dieses Standards sind: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd. und Chengdu Tool Research Institute. Die Hauptverfasser dieses Standards sind: Li XX, Wang XX und Zhang XX.

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz und Kennzeichnungsmethode von schrägverzahnten Schaftfräsern aus Hartmetall mit Morsekegelschaft fest. 1.2 Diese Norm gilt für das Nutenfräsen, Scheibenfräsen und Profilfräsen in der Metallzerspanung. Das Werkzeugmaterial ist Hartmetall und entspricht GB/T 2072-2006.

1.3 Diese Norm gilt nicht für Schaftfräser ohne Schrägverzahnung oder Werkzeuge mit einem anderen Schaft als Morsekegel.

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, Richtlinien für die Standardisierung Teil 1: Struktur und Redaktionsregeln für Standards

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

ISO 296:1991, Werkzeugmaschinen – Selbsthaltende Kegel für Werkzeugschäfte

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Schaftfräser mit Morsekegel Ein Schaftfräser mit Schrägverzahnung und Morsekegel. Der Kegelschaft wird für den Anschluss an die Morsekegelbohrung der Werkzeugmaschinen spindle verwendet.

3.2 Spiralwinkel Der Winkel

der Schneide im Verhältnis zur Werkzeugachse, der die Spanabfuhr und die Schnittleistung beeinflusst. 3.3 Anzahl der Schneiden Die Anzahl der Schneiden eines Werkzeugs, die Schnittleistung und Oberflächengüte bestimmt.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

l: effektive Schnittlänge (mm)

MT: Morsekegelnummer (z. B. MT2, MT3)

WC: Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardausführung: einseitig schrägverzahnt, rechts- oder linksgängig, 2-4 Zähne.

Schruppbearbeitungsart: Erhöhen Sie die Tiefe der Spanrinne und die Anzahl der Kanten beträgt 2–3.

Schlichtart: Schneidenanzahl 4-6, Spiralwinkel 30°-45°.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 8 mm bis 40 mm.

Gesamtlänge (L): 100 mm bis 250 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 20 mm bis 100 mm.

Morsekegelnummer: MT2, MT3, MT4, MT5 (gemäß ISO 296:1991).

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,02$ mm (IT6-Klasse, GB/T 1800.1-2009).

Längentoleranz: $\pm 0,5$ mm.

Kegeltoleranz: $\pm 0,01$ mm/100 mm.

5.4 Schrägungswinkel

Standardwert: 30° (Rechtsdrehung), Bereich: 15°-45°.

Empfohlen für die Endbearbeitung: 35°-40°.

5.5 Klingen

$D \leq 16$ mm: 2-3 Klingen.

$D > 16$ mm: 3-6 Klingen.

6 Technische Anforderungen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

6.1 Materialien

Gemäß GB/T 2072-2006 sind die empfohlenen Güten YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN , TiCN , Dicke 2-5 μm) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al_2O_3 , Dicke 5-10 μm) .

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung $\geq 70\text{ N}$.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2\ \mu\text{m}$.

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung erfolgt

gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01\text{ mm}$. 7.2 Die Messung des Schrägungswinkels erfolgt mit einem Winkelmessgerät mit einem Fehler von $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Die Schneidleistungsprüfung erfolgt an 45#-Stahlproben bei einer Schnittgeschwindigkeit von 200 m/min und einer Aufzeichnungslebensdauer von ≥ 10 Stunden.

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, Steigungswinkel und Beschichtungshaftung.

8.3 Die Ausfallrate muss $\leq 2\%$ betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (z. B. YG6-16 $\times$ 150-MT3-30°) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl, verschließen Sie das Gerät mit einer Plastiktüte und legen Sie es in eine Holzkiste.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen ($> 50\text{ }^\circ\text{C}$) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (mm)	(L, Morsekegelzahl)	Anzahl der Klingen	Spiralwinkel (°)
8	100	20	MT2	2	30
16	150	40	MT3	3	30
25	200	70	MT4	4	35

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (l, mm)	Morsekegelzahl	Anzahl der Klingen	Spiralwinkel (°)
40	250	100	MT5	6	40

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-300	0,1-0,3	1-3
Gusseisen	150-400	0,1-0,4	1-4
Aluminiumlegierung	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 10.10.2008

Datum der Umsetzung: 01.01.2009

Nationale Standardnummer: GB/T 16456.3-2008

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für
Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine Simulationsversion, die auf der Struktur von GB/T 16456.3-2008 und der Branchenpraxis für Spiralzahnfräser aus Hartmetall basiert. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, geht dieser Artikel von einigen technischen Details (wie Größenbereich, Schnittparametern) aus und verweist auf den Inhalt von GB/T 16456.2-2008 und ISO 296:1991. Diese Annahmen dienen der Wahrung der Rationalität und Konsistenz des Inhalts. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von GB/T 16456.3-2008 zu beziehen, um Vollständigkeit und Richtigkeit sicherzustellen.

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Schaftfräser mit Schrägverzahnung ?

Definition und Funktion des Hartmetall-Spiralzahnfräasers

Der Hartmetall-Schrägzahnfräser ist ein leistungsstarkes rotierendes Schneidwerkzeug für effizientes und präzises Fräsen. Er wird häufig in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und der Maschinenbauproduktion eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist die Schrägverzahnung (d. h. die geneigte Schneidkante), kombiniert mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials. Dies ermöglicht einen gleichmäßigen Schnitt, optimierte Spanabfuhr und verbesserte Bearbeitungsgenauigkeit. Der Hartmetall-Schrägzahnfräser basiert auf Hartmetall mit hoher Härte (HV 1800–2200), ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit und eignet sich zum Schneiden hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickelbasislegierungen und Aluminiumlegierungen. Das schrägverzahnte Design

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

verringert durch die geneigte Schneide (normalerweise 20° – 45° Schrägungswinkel) die Schnittkraft und Vibrationen (Amplitudenreduzierung von 20–30 %) und verbessert den Spanfluss, sodass es sich gut für CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bearbeitungszentren oder manuelle Fräsmaschinen eignet. Das Werkzeug kann effizient Scheibenfräsen, Nutenfräsen, Kavitätenbearbeitung und Konturfräsen mit einer Oberflächengüte von Ra 0,2–0,8 Mikrometer und einer Toleranzgenauigkeit von IT5–IT7 durchführen. Es eignet sich besonders für die Bearbeitung mittelgroßer Werkstücke und komplexer Geometrien. Im Vergleich zu herkömmlichen Schaftfräsern mit geraden Zähnen verringern schrägverzahnte Schaftfräser den Schnittlärm (bis auf 65–70 dB), den Werkzeugverschleiß (erhöhte Lebensdauer um 15–25 %) und die Mikroverformung des Werkstücks ($<0,01$ mm) erheblich und eignen sich gut für die hocheffiziente Produktion und Endbearbeitung. Es bietet hohe Designflexibilität und kann Zähnezahl, Spiralwinkel und Klingengeometrie an das Werkstückmaterial und die Bearbeitungsanforderungen anpassen. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug in CAM-Software integriert werden, um Schnittpfade und -parameter dynamisch zu optimieren.

2. Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Spiralzahnfräsern

Hartmetall-Schräg Zahnfräser verbessern die Schneidleistung, reduzieren Vibrationen und sorgen für eine hervorragende Spanabfuhr. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft oder einen Kegelschaft mit spiralförmiger Mehrzahnordnung an der Schneide. Sie kombinieren radiale und axiale Schneidfähigkeiten, um den Anforderungen der multidirektionalen Bearbeitung gerecht zu werden. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): Mikro-Schaftfräser ($D < 6$ mm) mit Durchmessern von 3 mm bis 40 mm werden für die Feinbearbeitung oder Mikrohohlräume verwendet, mittlere ($D = 6$ –20 mm) eignen sich für allgemeine Fräsarbeiten und große ($D > 20$ mm) werden für die Bearbeitung großer Flächen oder das Schneiden tiefer Nuten verwendet.

Schafttyp: gerade (DIN 6535 HA/HB) oder konisch (Morse MK2-MT4, SK40-SK50), Schaftdurchmesser entspricht dem Schneidendurchmesser, Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm), wodurch ein fester Sitz im Spannfutter oder in der Spindel gewährleistet wird, maximaler Durchmesser unterstützt hohe Drehmomentübertragung (Drehmomentbereich 10-50 Nm).

Gesamtlänge (L): 50 mm bis 300 mm, geeignet für kleine CNC- (50–150 mm) oder Hochleistungsbearbeitungszentren (200–300 mm), extralang (350 mm) für die Bearbeitung tiefer Hohlräume oder großer Überhänge.

Effektive Schnittlänge (l): 10 mm bis 200 mm, die flache Bearbeitung (10–50 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, die tiefe Bearbeitung (100–200 mm) eignet sich für tiefe Hohlräume oder mehrstufiges Schneiden und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 3:1–5:1 geregelt.

Spiralwinkel: 20° – 50° , Standardwert 25° – 40° . Das Spiralwinkeldesign optimiert die Spanabfuhr und reduziert Vibrationen. 40° – 45° werden üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, und 20° – 25° können zum Schrappen verwendet werden, um die Festigkeit zu erhöhen. Einige Sondermodelle unterstützen einen stufenweisen Spiralwinkel (10° – 40°)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

zur Anpassung an das Tieflochschnneiden.

Schneidkanten : 2–10 Schneidkanten , abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsgenauigkeit. Kleine Durchmesser ($D < 10 \text{ mm}$) haben 2–4 Schneidkanten, mittlere und große Durchmesser ($D > 10 \text{ mm}$) 6–10 Schneidkanten. Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenhalterung.

Das spiralförmige Zahndesign verringert die Schnittkraftkonzentration (Kraftstreuungsrate von 20 % - 30 %) durch Neigung der Schneide (Winkel $5^\circ - 10^\circ$). Die Klinge wird mit einer ultrapräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine bearbeitet (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$), um ein glattes Profil ($Ra \leq 0,05 \text{ Mikrometer}$) sicherzustellen. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g} \cdot \text{mm} / \text{kg}$, getestet bei 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) zu verringern. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser $0,5 - 1,5 \text{ mm}$, Druck $5 - 15 \text{ bar}$) oder Antivibrationsnuten ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 20 % - 30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^\circ \text{C}$) deutlich verbessern

3. Hartmetall-Spiralzahn-Schaftfräsermaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt beträgt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl (wie 40Cr) und Gusseisen, mit ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und einer Schnittlebensdauer von bis zu 50–70 Stunden.

YT15: Enthält Titancarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800°C , geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer bis zu 60–80 Stunden.

YW2T: Enthält Tantalkarbid (TaC), Härte HV 1800–2200, hohe Schlagfestigkeit, speziell für Nickelbasislegierungen und schwer zu verarbeitende Materialien entwickelt, Lebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen.

Bei der Materialauswahl müssen die Wärmeleitfähigkeit des Werkstücks ($40\text{--}50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ für Stahl und $15\text{--}20 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ für Titanlegierungen) und die Schnitttemperatur ($500\text{--}800^\circ \text{C}$) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Seltenerdelementen (z. B. Ce, $0,1\text{--}0,3 \%$) hinzugefügt, um die Mikrostruktur zu optimieren.

Herstellung von Spiralzahnfräsern aus Hartmetall

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials: Wolframkarbidpulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1 \%$), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt $0,5\text{--}2 \text{ Mikrometer}$, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen: Hydraulische Presse wendet $150\text{--}200 \text{ MPa}$ an, Dichte $14,5\text{--}15,2 \text{ g/cm}^3$, CIP-Technologie wird zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit verwendet und die Formgenauigkeit wird auf $\pm 0,02 \text{ mm}$ kontrolliert.

Hochtemperatursintern: Vakuum- oder Wasserstoffschutz, $1400^\circ \text{C} - 1600^\circ \text{C}$, 10–12 Stunden,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($Ra \leq 0,05$ Mikrometer), Nachbearbeitung der Schneide mit Diamantschleifmittel.

TiAlN (3–8 Mikrometer) oder AlCrN (3–7 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern und die Lebensdauer zu verlängern.

Technische Parameter von Hartmetall-Spiralzahnfräsern

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 50–200 m/min für Stahl, 30–120 m/min für Titanlegierung, 100–300 m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (f_z): 0,01–0,2 mm/Zahn.

Schnitttiefe (a_p): 0,05–5 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Konturgenauigkeit <0,005 mm.

Oberflächenrauheit: Ra 0,2–0,8 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien von Hartmetall-Spiralzahnfräsern

Formenbau : Endbearbeitung der Formseite (Tiefe 20–50 mm), $Ra < 0,4$ Mikron.

Luft- und Raumfahrt: Fräsen von Rahmen aus Titanlegierungen (Dicke 10–30 mm) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie: Bearbeitung von Kurbelwellennuten (Breite 10–20 mm), $Ra < 0,6$ Mikrometer.

Mechanische Teile: Bearbeitung von Zahnradnuten (Tiefe 15–40 mm), Genauigkeit $\pm 0,005$ mm.

7. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Spiralzahnfräsern

Werkzeugmaschinen: Drei- oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung <0,005 mm, Spindelleistung ≥ 3 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15 l/min).

Parameter: V_c 150 m/min, f_z 0,05 mm/Zahn, a_p 1 mm.

Einbau: Koaxialität <0,002 mm, Klemmkraft 20–40 Nm.

Ersetzen Sie die Klinge, wenn der Verschleiß VB 0,3 mm erreicht oder die Klinge absplittert.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert . Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Spiralzahnfräser aus Hartmetall ? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

 Tel.: +86 592 5129696  E-Mail: sales@chinatungsten.com

 Website: www.tungstenpowder.com  Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

en.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatun

1



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Schaftfräser mit Morsekegel ?

Definition und Funktion des Schaftfräasers mit Morsekegel aus Hartmetall

Der Hartmetall-Schaftfräser mit Morsekegel ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug für effizientes und präzises Fräsen. Er findet breite Anwendung in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und der Schwermaschinenteileproduktion. Sein Kernmerkmal ist die Morsekegel-Verbindungsstruktur (MT), kombiniert mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials. Dadurch werden eine hochsteife Verbindung, gleichmäßiges Schneiden und höchste Bearbeitungsgenauigkeit erreicht. Der Hartmetall-Schaftfräser mit Morsekegel basiert auf Hartmetall, weist eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit auf und eignet sich zum Schneiden hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickellegierungen und Gusseisen. Das Morsekegelschaftdesign (normalerweise gemäß den Standards MT2, MT3 oder MT4) verbessert die Steifigkeit des Werkzeugs und der Werkzeugmaschinen spindle durch eine Kegelverbindung (1:10 oder 1:20) (die Klemmkraft kann 8000–12000 N erreichen), was besonders für das Schneiden mit schweren Lasten, die Bearbeitung tiefer Hohlräume und intermittierende Schnittbedingungen geeignet ist.

Dieses Werkzeug wird häufig auf CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bearbeitungszentren und Hochleistungsfräsmaschinen eingesetzt. Es ermöglicht effizientes Scheibenfräsen, Nutenfräsen, Kavitätenfräsen und Konturfräsen mit einer Bearbeitungsgenauigkeit von bis zu IT5-IT7 und einer Oberflächengüte von Ra 0,2–0,8 µm. Im Vergleich zu Schaftfräsern mit Zylinderschaft bieten Schaftfräser mit Morsekegelschaft eine deutlich verbesserte Schnittstabilität (Vibrationsreduzierung um 20–30 %) und Drehmomentfestigkeit (Drehmomentbereich von 20–60 Nm) und eignen sich gut für große Werkstücke und die Hochleistungsbearbeitung. Das Werkzeug bietet hohe Designflexibilität: Zähnezahl, Drallwinkel und Schneidengeometrie können je nach Werkstückmaterial und Bearbeitungsanforderungen individuell angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug in CAM-Software integriert werden, um Schnittpfade und -parameter dynamisch zu optimieren.

Strukturelle Merkmale des Schaftfräasers mit Morsekegel aus Hartmetall

Hartmetall-Schaftfräser mit Morsekegel zielen auf hohe Schnittsteifigkeit, Vibrationsreduzierung und effiziente Spanabfuhr ab. Sie verfügen üblicherweise über eine Morsekegelschaftstruktur (MT2-MT4) mit Spiral- oder Geradverzahnung und Mehrzahnanordnung an der Schneide. Kombiniert mit radialen und axialen Schneidfähigkeiten erfüllen sie komplexe Bearbeitungsanforderungen. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D) : Mikro-Schaftfräser ($D < 10$ mm) im Bereich von 6 mm bis 50 mm werden für die Feinbearbeitung verwendet, mittlere ($D = 10$ –30 mm) eignen sich für allgemeine Fräsarbeiten

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

und große ($D > 30 \text{ mm}$) werden für schwere Schnitte oder die Bearbeitung großer Flächen verwendet.

Spezifikationen für Morsekegelschäfte : in Übereinstimmung mit den Standards MT2, MT3 oder MT4, Kegelgenauigkeit auf AT3-Niveau kontrolliert (Kegelfehler $< 0,005 \text{ mm}$), große Enddurchmesser betragen 17,78 mm, 22,22 mm bzw. 31,75 mm und die Kegelschaftlänge (50–150 mm) wird je nach Werkzeugmaschinenmodell angepasst .

Gesamtlänge (L) : 100 mm bis 350 mm, geeignet für mittelgroße CNC- (100–200 mm) oder Hochleistungs-Bearbeitungszentren (250–350 mm), extralang (400 mm) für die Bearbeitung tiefer Hohlräume oder großer Überhänge.

Effektive Schnittlänge (l) : 15 mm bis 250 mm, die flache Bearbeitung (15–60 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, die tiefe Bearbeitung (150–250 mm) eignet sich für tiefe Hohlräume oder mehrstufiges Schneiden und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 4:1–6:1 geregelt.

Schaftdurchmesser (d) : Der Durchmesser des konischen Schaftes beträgt 6 mm bis 50 mm mit einer Toleranz von h6 (0/-0,006 mm). Der Durchmesser des kleinen Schaftes verringert sich entsprechend der Konizität, um eine progressive Spannkraft zu gewährleisten.

Spiralwinkel : 20° – 50° , Standardwert ist 25° – 40° , das spiralförmige Zahndesign optimiert die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, 40° – 45° wird üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, und 20° – 25° können zum Schrappen verwendet werden, um die Festigkeit zu erhöhen .

Anzahl der Schneiden : 2–12 , abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsgenauigkeit. Kleine Durchmesser ($D < 15 \text{ mm}$) haben 2–4 Schneiden, mittlere und große Durchmesser ($D > 15 \text{ mm}$) 6–12 Schneiden. Eine höhere Anzahl an Schneiden kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenhalterung.

Das schrägverzahnte Design verringert die Schnittkraftkonzentration (Kraftstreuungsrate von 20–30 %) durch Neigung der Schneide (Winkel 5° – 10°). Die Schneide wird auf einer hochpräzisen fünfschichtigen CNC-Schleifmaschine bearbeitet (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$), um eine glatte Kontur ($R_a \leq 0,05 \text{ Mikrometer}$) zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g} \cdot \text{mm} / \text{kg}$, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–1,5 mm, Druck 5–15 bar) oder Antivibrationsnuten ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 25–35 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern

3. Hartmetall-Schaftfräser mit Morsekegel

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6 X : Kobaltgehalt beträgt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 60–80 Stunden erreichen.

YT 15 : Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800°C , geeignet für

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 70–90 Stunden erreichen.

YW2 T : Enthält Tantalcarbide (TaC), Härte HV 1800-2200, hohe Schlagzähigkeit, speziell für Nickelbasislegierungen und schwer zu verarbeitende Werkstoffe, mit einer Lebensdauer von bis zu 80-120 Stunden.

Bei der Materialauswahl müssen die Wärmeleitfähigkeit des Werkstücks (Stahl 40–50 W/ m· K , Titanlegierung 15–20 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (600–900 °C) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobcarbide (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt, um die Hitzebeständigkeit zu optimieren.

Herstellung von Schaftfräsern aus Hartmetall mit Morsekegel

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials : Wolframcarbidepulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1\%$), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen : Hydraulische Presse wendet 150–200 MPa an, Dichte 14,5–15,2 g/cm³ , CIP-Technologie wird zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit verwendet und die Formgenauigkeit wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert.

Hochtemperatursintern : Vakuum- oder Wasserstoffschutz , 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden, schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung : Drehen (Rundlauf $< 0,01$ mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer), Endbearbeitung der Schneide mit Diamantschleifmittel.

Beschichtung: TiAlN (3–8 Mikrometer) oder AlCrN (3–7 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern und die Lebensdauer zu verlängern.

Technische Parameter des Schaftfräasers mit Morsekegel aus Hartmetall

Härte : Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit : 600 °C – 1000 °C.

Schnittgeschwindigkeit (Vc) : 50–200 m/min für Stahl, 30–120 m/min für Titanlegierungen, 60–180 m/min für Gusseisen.

Vorschub (fz) : 0,01–0,2 mm/Zahn.

Schnitttiefe (ap) : 0,05–10 mm.

Toleranz : Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Konturgenauigkeit $< 0,005$ mm.

Oberflächenrauheit : $R_a 0,2$ – $0,8$ Mikrometer .

Anwendungsszenarien von Schaftfräsern mit Morsekegel aus Hartmetall

Schimmel Herstellung : Endbearbeitung von Formhohlräumen (Tiefe 20–50 mm), $R_a < 0,4$ Mikron.

Luft- und Raumfahrt : Fräsen von Halterungen aus Titanlegierungen (Dicke 10–30 mm), Genauigkeit $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie : Bearbeitung von Zylinderlaufbahnen (Breite 10–20 mm), $R_a < 0,6$ Mikrometer.

Schwermaschinen : Führungsschienen für Bearbeitungsmaschinen (Tiefe 15–40 mm), Genauigkeit

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

± 0,005 mm .

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Schaftfräsern mit Morsekegel

Werkzeugmaschine : Fünfachsig CNC- oder Hochleistungsfräsmaschine, Rundlaufabweichung < 0,005 mm, Spindelleistung ≥ 5 kW .

Kühlung : Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 20 l/min).

Parameter : Vc 150 m/min, fz 0,05 mm/Zahn, ap 2 mm.

Installation : Koaxialität <0,002 mm, Klemmkraft 40–60 Nm.

Tragen : Ersetzen Sie die Klinge, wenn der Verschleiß VB 0,3 mm erreicht oder die Klinge absplittert.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert . Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Spiralzahnfräser aus Hartmetall ? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 16456.1-2008

Hartmetall-Winkelzahnfräser Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Spiralschaftfräser aus Hartmetall

— Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Vorwort

Dieser Standard wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Richtlinien für die Standardisierung, Teil 1: Aufbau und Erstellungsregeln von Standards“ erstellt. Als erster Teil der GB/T 16456-Reihe legt dieser Standard die allgemeinen Anforderungen an Hartmetall-Schaftfräser mit Schrägverzahnung fest und bildet zusammen mit GB/T 16456.2-2008 (Schaftfräser mit 7:24-Kegelschaft) und GB/T 16456.3-2008 (Schaftfräser mit Mohs-Kegelschaft) eine Normenreihe. Die wichtigsten technischen Änderungen umfassen: vereinheitlichte Anforderungen an Material und Beschichtung, aktualisierte Toleranzangaben und zusätzliche Sicherheits- und Umweltschutzrichtlinien.

Dieser Standard unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für Werkzeugstandardisierung (SAC/TC 207). Redaktionelle Einheiten: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd., Chengdu Tool Research Institute. Hauptautoren: Li XX, Wang XX, Zhang XX.

1 Geltungsbereich

- 1.1 Diese Norm legt die allgemeinen Anforderungen an Spiralzahnfräser aus Hartmetall fest, einschließlich Werkstoffe, technische Bedingungen, Prüfverfahren, Kontrollvorschriften und Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung.
- 1.2 Diese Norm gilt für alle Spiralzahnfräser der Serie GB/T 16456, einschließlich der Typen mit Zylinderschaft, 7:24-Kegelschaft und Morsekegelschaft, die zum Metallschneiden verwendet werden.
- 1.3 Diese Norm gilt nicht für bestimmte Typen und Größen, siehe GB/T 16456.2-2008 und GB/T 16456.3-2008 für Einzelheiten.

2 Normative Verweisungen

GB/T 1.1-2009, Richtlinien für die Standardisierung Teil 1: Struktur und Redaktionsregeln für Standards

GB/T 2072-2006, Technische Anforderungen für Hartmetall

GB/T 1800.1-2009, Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und Passungstoleranzzone

ISO 513:2012, Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe für die spanende Metallzerspanung mit definierten Schneiden

3 Begriffe und Definitionen

- 3.1 Hartmetall-Winkelzahnfräser
- sind rotierende Schneidwerkzeuge aus Hartmetall mit einer spiralförmigen Schneide, geeignet zum

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Nutenfräsen, Scheibenfräsen und Konturfräsen. 3.2 Spiralwinkel Der Winkel der Schneide zur Werkzeugachse beeinflusst die Spanabnahme und die Schnittleistung.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

l: effektive Schnittlänge (mm)

WC: Wolframkarbid

5 Allgemeine technische Anforderungen

5.1 Materialien

Entspricht GB/T 2072-2006. Empfohlene Güten sind YG6 (HV 1800-1900), YT15 (HV 1900-2000) und YW2 (HV 1800-2100).

Kobaltgehalt: 4 % – 12 %.

5.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN , TiCN , Dicke 2-5 μ m) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al₂O₃ , Dicke 5-10 μ m) .

Haftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,02$ mm (IT6-Klasse, GB/T 1800.1-2009).

Längentoleranz: $\pm 0,5$ mm.

5.4 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2 \mu$ m .

5.5 Spiralwinkelbereich

Standard: 15°–45°, zum Schlichten werden 35°–40° empfohlen.

6 Prüfmethoden

6.1 Härteprüfung:

Vickers-Härteprüfgerät gemäß GB/T 4340.1, Prüfpunkte ≥ 5 , Fehler ± 50 HV. 6.2

Beschichtungshaftungsprüfung: Kratzprüfgerät gemäß Anhang B von GB/T 2073-2013. 6.3

Schneidleistungsprüfung: 45# Stahl, Vc 200 m/min, Lebensdauer ≥ 10 h.

7 Inspektionsregeln

7.1 Von jeder Charge sind 5 % (mindestens 3 Stück) zu beproben.

7.2 Prüfpunkte: Härte, Beschichtungshaftung, Maßtoleranz. 7.3 Ausfallrate ≤ 2 %.

8 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

8.1 Logo

Kennzeichnungsmarke und Spezifikation (z. B. YG6-12×100) gemäß GB/T 191-2008.

8.2 Verpackung

Rostschutzöl + Plastiktüte, in einer Holzkiste verpackt.

8.3 Transport und Lagerung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

>50°C und Feuchtigkeit vermeiden. Haltbarkeit 2 Jahre.

9 Anhang (informativ)

Anhang A: Vergleich der Materialeistung

Marke	Härte (HV)	Dichte (g/cm ³)	Bruchzähigkeit (MPa·m ^{1/2})	Typische Anwendungen
YG6	1800-1900	14,8-15,0	15-18	Gusseisen
YT15	1900-2000	11,5-12,0	12-15	Stahl
YW2	1800-2100	12,0-13,0	14-17	Titanlegierung

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-300	0,1-0,3	1-3
Gusseisen	150-400	0,1-0,4	1-4
Aluminiumlegierung	200-600	0,2-0,5	2-5

10. Impressum

Veröffentlichungsdatum: 10.10.2008

Datum der Umsetzung: 01.01.2009

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

GB/T 16456.2-2008 Hartmetall-Spiralzahnfräser

Teil 2: 7:24 Arten und Abmessungen von Schaftfräsern mit konischem Schaft

Spiralschaftfräser aus Hartmetall

— Teil 2: 7:24 Kegelschaftfräser

— Typen und Abmessungen

Vorwort

Diese Norm wurde gemäß den Bestimmungen von GB/T 1.1-2009 „Leitlinien für die Normung, Teil 1: Struktur und Entwurfsregeln für Normen“ erstellt. Sie ersetzt GB/T 16456.2-1996 „Hartmetall-Spiralzahnfräser, Teil 2: 7:24-Kegelschaftfräser, Typen und Abmessungen“. Im Vergleich zu GB/T 16456.2-1996 ergeben sich folgende wesentliche technische Änderungen:
Der Größenbereich und die Toleranzanforderungen für Schaftfräser mit 7:24-Kegelschaft wurden aktualisiert.

Die Anwendungsbeschreibung beschichteter Fräser wurde hinzugefügt.

Die Konstruktionsvorgaben für den Spiralwinkel und die Schaufelzahl wurden angepasst ;

Die entsprechende Beschreibung gemäß ISO 6108:1978 wird ergänzt.

Diese Norm unterliegt der Zuständigkeit des Nationalen Technischen Komitees für die Normung von Schneidwerkzeugen (SAC/TC 207). Die Erarbeitungsstellen dieser Norm sind: China Machinery Industry Federation, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd. und Chengdu Tool Research Institute. Die Hauptautoren dieser Norm sind:

1 Geltungsbereich

- 1.1 Diese Norm legt Typ, Größe, Toleranz und Kennzeichnungsmethode von Schaftfräsern mit 7:24-Kegelschaft unter den schrägverzahnten Schaftfräsern aus Hartmetall fest .
- 1.2 Diese Norm gilt für das Nutenfräsen, Scheibenfräsen und Profilfräsen in der Metallbearbeitung . Das Werkzeugmaterial ist Hartmetall und entspricht GB/T 2072-2006.
- 1.3 Diese Norm gilt nicht für Schaftfräser ohne Schrägverzahnung oder Werkzeuge mit einer anderen Schaftstruktur als 7:24 .

2 Normative Verweisungen

Die Bestimmungen der folgenden Dokumente werden durch Verweis in dieser Norm zu Bestimmungen dieser Norm. Bei allen referenzierten Dokumenten mit Datum sind alle nachfolgenden Änderungen (ausgenommen Errata) oder Überarbeitungen auf diese Norm nicht anwendbar. Parteien, die eine Vereinbarung auf Grundlage dieser Norm treffen, werden jedoch gebeten, zu prüfen, ob die neuesten Versionen dieser Dokumente verwendet werden können. Bei allen referenzierten Dokumenten ohne Datum sind die neuesten Versionen auf diese Norm anwendbar.

GB/T 1.1-2009, *Leitfaden für die Normungsarbeit Teil 1: Aufbau und Gestaltungsregeln von Normen*

GB/T 2072-2006, *Technische Anforderungen für Hartmetall*

GB/T 1800.1-2009, *Grundprinzipien und zugehörige Begriffe der Toleranz und*

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Passungstoleranzzone

ISO 6108:1978, Fräser – Austauschmaße für Fräserdorne oder Fräterspindeln mit 7:24-Kegel

3 Begriffe und Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

3.1 Schaftfräser mit 7:24-Kegelschaft Ein Schaftfräser mit Schrägverzahnung und einem Kegel von 7:24 (7 mm pro 100 mm Länge) und einem Kegelschaft zum Anschluss an die Spindel der Werkzeugmaschine. 3.2 Spiralwinkel Der Winkel der Schneide im Verhältnis zur Werkzeugachse, der sich auf die Spanabfuhr und die Schnittleistung auswirkt. 3.3 Anzahl der Schneiden Die Anzahl der Schneiden eines Werkzeugs, die die Schnittleistung und Oberflächengüte bestimmt.

4 Symbole und Abkürzungen

D: Werkzeugdurchmesser (mm)

L: Gesamtlänge (mm)

l: effektive Schnittlänge (mm)

α : Kegelwinkel (7:24)

WC: Wolframkarbid

5 Typ und Größe

5.1 Typ

Standardausführung: einseitig schrägverzahnt, rechts- oder linksgängig, 2-4 Zähne.

Schrubbearbeitungsart: Erhöhen Sie die Tiefe der Spanrinne und die Anzahl der Kanten beträgt 2–3.

Schlichtart: Schneidenanzahl 4-6, Spiralwinkel 30°-45°.

5.2 Größenbereich

Durchmesser (D): 6 mm bis 32 mm.

Gesamtlänge (L): 80 mm bis 200 mm.

Effektive Schnittlänge (l): 15 mm bis 80 mm.

Kegelschaftlänge: Entspricht ISO 6108:1978, Kegel 7:24.

5.3 Toleranz

Durchmessertoleranz: $\pm 0,02$ mm (IT6-Klasse, GB/T 1800.1-2009).

Längentoleranz: $\pm 0,5$ mm.

Kegeltoleranz: $\pm 0,01$ mm/100 mm.

5.4 Schrägungswinkel

Standardwert: 30° (Rechtsdrehung), kann je nach Bedarf auf 15°-45° eingestellt werden.

Empfohlen für die Endbearbeitung: 35°-40°.

5.5 Klingen

$D \leq 12$ mm: 2-3 Klingen.

$D > 12$ mm: 3-6 Klingen.

6 Technische Anforderungen

6.1 Materialien

Gemäß GB/T 2072-2006 sind die empfohlenen Güten YG6 (HV 1800-1900) und YT15 (HV 1900-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

2000).

6.2 Beschichtung

Optionale PVD-Beschichtung (TiN , TiCN , Dicke 2-5 μ m) oder CVD-Beschichtung (TiN + Al₂O₃ , Dicke 5-10 μ m) .

Beschichtungshaftung: Kratztest, kritische Belastung ≥ 70 N.

6.3 Oberflächenqualität

Oberflächenrauheit Ra $\leq 0,2 \mu$ m .

7 Prüfmethoden

7.1 Die Maßmessung erfolgt

gemäß Anhang A von GB/T 2073-2013 mit einem Messschieber oder Projektor mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. 7.2 Die Messung des Schrägungswinkels erfolgt mit einem Winkelmessgerät mit einem Fehler von $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Die Schneidleistungsprüfung erfolgt an 45#-Stahlproben bei einer Schnittgeschwindigkeit von 200 m/min und einer Aufzeichnungslebensdauer von ≥ 10 Stunden.

8 Inspektionsregeln

8.1 Von jeder Produktcharge müssen 5 % (mindestens 3 Stück) beprobt werden.

8.2 Zu den Prüfpunkten gehören Durchmesser, Länge, Steigungswinkel und Beschichtungshaftung.

8.3 Die Ausfallrate muss ≤ 2 % betragen, andernfalls wird die gesamte Charge verschrottet.

9 Kennzeichnung, Verpackung, Transport und Lagerung

9.1 Logo

Die Spezifikationen für die Werkzeugoberflächenmarkierung (z. B. YG6-12 $\times$ 100-30°) entsprechen GB/T 191-2008.

9.2 Verpackung

Verwenden Sie Rostschutzöl, verschließen Sie das Gerät mit einer Plastiktüte und legen Sie es in eine Holzkiste.

9.3 Transport und Lagerung

Vermeiden Sie hohe Temperaturen ($> 50^\circ\text{C}$) und Feuchtigkeit. Die Lagerdauer beträgt 2 Jahre.

10 Anhang (informativ)

Anhang A: Abmessungen

Durchmesser (D, mm)	Gesamtlänge (L, mm)	Effektive Schnittlänge (l, mm)	Anzahl der Klingen	Spiralwinkel ($^\circ$)
6	80	15	2	30
12	120	30	3	30
20	160	50	4	35
32	200	80	6	40

Anhang B: Schnittdatenempfehlungen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	100-300	0,1-0,3	1-3
Gusseisen	150-400	0,1-0,4	1-4
Aluminiumlegierung	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 10.10.2008

Datum der Umsetzung: 01.01.2009

Nationale Standardnummer: GB/T 16456.2-2008

Technisches Komitee: SAC/TC 207 - Nationales Technisches Komitee für Werkzeugstandardisierung

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

veranschaulichen

Der obige Inhalt ist eine Simulationsversion, die auf der Struktur von GB/T 16456.2-2008 und der Branchenpraxis für Spiralzahnfräser aus Hartmetall basiert. Da der offizielle Volltext nicht verfügbar ist, geht dieser Artikel von einigen technischen Details (wie Größenbereich, Schnittparametern) aus und verweist auf den Inhalt von GB/T 16456.3-2008 und ISO 6108:1978. Diese Annahmen dienen der Wahrung der Rationalität und Konsistenz des Inhalts. Es wird jedoch empfohlen, den offiziellen Text von GB/T 16456.2-2008 zu beziehen, um Vollständigkeit und Richtigkeit sicherzustellen.

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Schaftfräser mit Spiralzahnung und konischem Schaft ?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Spiralzahn-Schaftfräasers mit konischem Schaft

Der Hartmetall-Spiralzahn-Kegelschaftfräser ist ein leistungsstarkes Rotationsschneidwerkzeug für effizientes und präzises Fräsen. Er wird häufig in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und der Schwermaschinenteileproduktion eingesetzt. Seine Hauptmerkmale sind die Spiralzahnung (geneigte Schneidkante) und die Kegelschaftverbindungsstruktur, kombiniert mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials. Dadurch werden hochsteife Schnitte, ein reibungsloser Betrieb und eine hervorragende Bearbeitungsgenauigkeit erreicht. Der Hartmetall-Spiralzahn-Kegelschaftfräser basiert auf Hartmetall mit hoher Härte (HV 1800–2200), ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit und eignet sich zum Schneiden hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickellegierungen und Gusseisen. Das schrägverzahnte Design verringert durch die geneigte Schneide (normalerweise 20–50° Spiralwinkel) Stöße und Vibrationen durch die Schnittkraft (Amplitude um 20–30 % reduziert), während die konische Schaftstruktur (normalerweise gemäß BT-, CAT- oder HSK-Standards) die starre Verbindung zwischen Werkzeug und Werkzeugmaschinen spindle verbessert (die Klemmkraft kann 8000–12000 N erreichen), was sich besonders für das Schneiden mit hohen Lasten, die Bearbeitung tiefer Hohlräume und intermittierende Schnittbedingungen eignet. Dieses Werkzeug wird häufig auf CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bearbeitungszentren oder schweren Fräsmaschinen eingesetzt und kann effizient Seitenfräsen, Nutenfräsen, Hohlräumbearbeitung und Konturfräsen mit Bearbeitungsgenauigkeiten von bis zu IT5–IT7 und Oberflächengüten von bis zu Ra 0,2–0,8 Mikrometer durchführen. Im Vergleich zu herkömmlichen Schaftfräsern mit geraden Zähnen reduzieren Schaftfräser mit spiralförmigen Zähnen und konischem Schaft Schnittgeräusche (bis zu 65–70 dB), Werkzeugverschleiß (15–25 % höhere Standzeit) und Mikroverformungen des Werkstücks (<0,01 mm) deutlich und eignen sich gut für komplexe Werkstücke und die Schwerlastbearbeitung. Sie bieten hohe Designflexibilität und können Zähnezahl, Spiralwinkel und Kegelschafttyp je nach Werkstückmaterial und Bearbeitungsanforderungen anpassen. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug in CAM-Software integriert werden, um Schnittwege und Parameter dynamisch zu optimieren.

2. Strukturelle Merkmale des Schaftfräasers mit Spiralzahnung und konischem Schaft aus Hartmetall

Hartmetall-Spiralzahn-Kegelschaftfräser zielen auf hohe Schnittsteifigkeit, Vibrationsreduzierung und effiziente Spanabfuhr ab. Sie verfügen üblicherweise über eine Kegelschaftkonstruktion (BT40, CAT50 oder HSK-A63) mit Spiralzahn-Mehrzahlanordnung an der Schneide und radialen und axialen Schneidfähigkeiten, um komplexe Bearbeitungsanforderungen zu erfüllen. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Durchmesser (D): Mikro-Schaftfräser ($D < 10$ mm) im Bereich von 6 mm bis 50 mm werden für die Feinbearbeitung verwendet, mittlere ($D = 10\text{--}30$ mm) eignen sich für allgemeine Fräsarbeiten und große ($D > 30$ mm) werden für schwere Schnitte oder die Bearbeitung großer Flächen verwendet.

Kegelschaftspezifikationen: In Übereinstimmung mit den Standards BT40, CAT50 oder HSK-A63 wird die Kegelgenauigkeit auf AT3-Niveau kontrolliert (Kegelfehler $< 0,005$ mm), die großen Enddurchmesser betragen 44,45 mm, 69,85 mm bzw. 63 mm und die Kegelschaftlänge (50–150 mm) wird je nach Werkzeugmaschinenmodell angepasst.

Gesamtlänge (L): 100 mm bis 350 mm, geeignet für mittelgroße CNC- (100–200 mm) oder Hochleistungs-Bearbeitungszentren (250–350 mm), extralang (400 mm) für die Bearbeitung tiefer Hohlräume oder großer Überhänge.

Effektive Schnittlänge (l): 15 mm bis 250 mm, die flache Bearbeitung (15–60 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, die tiefe Bearbeitung (150–250 mm) eignet sich für tiefe Hohlräume oder mehrstufiges Schneiden und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 4:1–6:1 geregelt.

Schaftdurchmesser (d): Kegelschaft mit großem Enddurchmesser von 6 mm bis 50 mm, Toleranzklasse h6 ($0/-0,006$ mm), kleiner Enddurchmesser verringert sich entsprechend dem Kegel, um eine progressive Spannkraft zu gewährleisten.

Spiralwinkel: $20^{\circ}\text{--}50^{\circ}$, Standardwert ist $25^{\circ}\text{--}40^{\circ}$, das spiralförmige Zahndesign optimiert die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, $40^{\circ}\text{--}45^{\circ}$ wird häufig zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, $20^{\circ}\text{--}25^{\circ}$ können zum Schrappen verwendet werden, um die Festigkeit zu erhöhen, einige kundenspezifische Modelle unterstützen einen allmählichen Spiralwinkel ($10^{\circ}\text{--}40^{\circ}$) zur Anpassung an das Schneiden tiefer Löcher.

Schneidkanten : 2–12 Schneidkanten , abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsgenauigkeit. Kleine Durchmesser ($D < 15$ mm) haben 2–4 Schneidkanten, mittlere und große Durchmesser ($D > 15$ mm) 6–12 Schneidkanten. Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung.

Das schrägverzahnte Design verringert die Schnittkraftkonzentration (Kraftstreuungsrate von 20–30 %) durch Neigung der Schneide (Winkel $5\text{--}10^{\circ}$). Die Schneide wird auf einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine bearbeitet (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), um eine glatte Kontur ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer) zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm /kg, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–1,5 mm, Druck 5–15 bar) oder Antivibrationsnuten ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 25–35 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern

3. Hartmetall-Schaftfräser mit Spiralzahnung und konischem Schaft

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 60–80 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 70–90 Stunden erreichen.

YW2T: Enthält Tantalkarbid (TaC), Härte HV 1800–2200, hohe Schlagfestigkeit, speziell für Nickelbasislegierungen und schwer zu verarbeitende Materialien entwickelt, Lebensdauer kann 80–120 Stunden erreichen.

Bei der Materialauswahl müssen die Wärmeleitfähigkeit des Werkstücks (Stahl 40–50 W/ m· K , Titanlegierung 15–20 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (600–900 °C) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt, um die Hitzebeständigkeit zu optimieren.

Herstellung von Hartmetall-Spiralzahn-Schaftfräsern mit konischem Schaft

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials: Wolframkarbidpulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen: Hydraulische Presse wendet 150–200 MPa an, Dichte 14,5–15,2 g/cm³ , CIP-Technologie wird zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit verwendet und die Formgenauigkeit wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert.

Hochtemperatursintern: Vakuum- oder Wasserstoffschutz, 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden, schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer), Nachbearbeitung der Schneide mit Diamantschleifmittel.

TiAlN (3–8 Mikrometer) oder AlCrN (3–7 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern und die Lebensdauer zu verlängern.

Technische Parameter des Hartmetall-Spiralzahn-Schaftfräasers mit konischem Schaft

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (Vc): 50–200 m/min für Stahl, 30–120 m/min für Titanlegierungen, 60–180 m/min für Gusseisen.

Vorschub (fz): 0,01–0,2 mm/Zahn.

Schnitttiefe (ap): 0,05–10 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Konturgenauigkeit < 0,005 mm.

Oberflächenrauheit: R_a 0,2–0,8 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien von Schaftfräsern mit Spiralzahnung und konischem Schaft aus Hartmetall

Formenbau : Endbearbeitung der Formhohlräume (Tiefe 20–50 mm), $R_a < 0,4$ Mikron.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Luft- und Raumfahrt: Fräsen von Halterungen aus Titanlegierungen (Dicke 10–30 mm), Genauigkeit $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie: Bearbeitung von Zylinderlaufbahnen (Breite 10-20 mm), $R_a < 0,6 \mu\text{m}$.

Schwermaschinen: Führungsschienen für Bearbeitungsmaschinen (Tiefe 15–40 mm), Genauigkeit $\pm 0,005$ mm.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Spiralzahn-Schaftfräsern mit konischem Schaft

Werkzeugmaschine: Fünfachsigle CNC- oder Hochleistungsfräsmaschine, Rundlaufabweichung $< 0,005$ mm, Spindelleistung ≥ 5 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 20 l/min).

Parameter: V_c 150 m/min, f_z 0,05 mm/Zahn, a_p 2 mm.

Einbau: Koaxialität $< 0,002$ mm, Klemmkraft 40-60 Nm.

Ersetzen Sie die Klinge, wenn der Verschleiß VB 0,3 mm erreicht oder die Klinge absplittert.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-Spiralzahnfräser mit konischem Schaft? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten

Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang

ISO 15641:2001

Fräswerkzeuge für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung

— Sicherheitsanforderungen

Fräser für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung

— Sicherheitsanforderungen

1 Geltungsbereich

1.1 Diese Internationale Norm legt die Sicherheitsanforderungen für Fräswerkzeuge fest, die für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (Spanabtragsvorgänge bei erhöhten Umfangsgeschwindigkeiten) verwendet werden, und ist auf Fräswerkzeuge anwendbar, die auf Metallbearbeitungsmaschinen verwendet werden, wie etwa solchen, die ISO 3855 entsprechen.

1.2 Diese Internationale Norm befasst sich mit den potenziellen Gefahren, die mit der Verwendung von Fräswerkzeugen verbunden sind, und umfasst Sicherheitsmaßnahmen während des Betriebs, der Wartung und des Austauschs. 1.3 Diese Internationale Norm gilt nicht für Sicherheitsanforderungen für nichtschneidende Werkzeuge oder für Bearbeitungsbedingungen mit niedriger Geschwindigkeit.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden in dieser Norm referenziert und sind daher normative Referenzen. Ihre späteren Überarbeitungen oder Änderungen gelten nicht für diese Norm, sofern nicht anders angegeben. Es wird empfohlen, die neuesten Versionen dieser Dokumente von der offiziellen ISO-Website herunterzuladen.

ISO 3855:1977, Fräser – Nomenklatur

ISO 23125:2015, Werkzeugmaschinen – Sicherheit – Drehmaschinen

ISO 16092-1:2017, Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Pressen – Teil 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen

3 Begriffe und Definitionen

3.1 Hochgeschwindigkeitsbearbeitung

Spanabhebende Bearbeitung mit Umfangsgeschwindigkeiten, die höher sind als herkömmliche Schnittgeschwindigkeiten (normalerweise über 500 m/min).

3.2 Fräswerkzeug Ein rotierendes Werkzeug zum Metallschneiden mit mehreren Schneidkanten, das sich zum Bearbeiten von flachen Oberflächen, Nuten oder komplexen Konturen eignet. 3.3 Sicherheitsanforderungen Konstruktion und Einsatzbedingungen sind erforderlich, um Verletzungen des Bedieners oder Geräteschäden zu vermeiden.

4 Symbole und Abkürzungen

Vc : Schnittgeschwindigkeit (m/min)

n: Spindeldrehzahl (U/min)

PVD: Physikalische Gasphasenabscheidung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

5 Sicherheitsanforderungen

5.1 Strukturelle Gestaltung

Fräswerkzeuge sollten ausreichend steif und ausgewuchtet sein, um Vibrationen bei hohen Drehzahlen ($n > 10.000$ U/min) zu vermeiden.

Das Werkzeugmaterial muss Hartmetall oder beschichtetes Hartmetall gemäß ISO 513:2012 sein.

5.2 Schutzmaßnahmen

Das Werkzeug sollte mit einem Spritzschutz ausgestattet sein, um das Herausschleudern von Spänen oder Schmutz zu verhindern.

Beim Werkzeugwechsel muss eine spezielle Spannvorrichtung verwendet werden, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

5.3 Leistungseinschränkungen

Maximale Schnittgeschwindigkeit $V_c \leq 1500$ m/min, abhängig von Werkzeugdurchmesser und Material.

Zur Reduzierung von Hitze und Verschleiß wird Kühlmittel empfohlen.

6 Prüfmethoden

6.1 Vibrationstest

Getestet auf einer Standardwerkzeugmaschine (Spindeldrehzahl 12.000 U/min), Vibrationsamplitude $\leq 0,01$ mm. 6.2 Überprüfung der Sicherheitsleistung Simulieren Sie Hochgeschwindigkeitsschneiden ($V_c = 1000$ m/min), um die Wirksamkeit des Schutzes und der Klemmvorrichtung zu überprüfen.

7 Logo und Schriftzug

7.1 Fräswerkzeuge sollten mit der maximalen Drehzahl und Schnittgeschwindigkeit gekennzeichnet sein, zum Beispiel:

V_c max: 1200 m/min, n max: 15.000 U/min.

7.2 Die Kennzeichnung muss ISO 3855:1977 entsprechen und deutlich auf dem Werkzeugkörper aufgedruckt sein.

8 Anhang (Informativ)

Anhang A: Empfohlene Schnittparameter

Werkstückstoff	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Vorschub (mm/Zahn)	Schnitttiefe (mm)
Stahl	300-800	0,1-0,3	1-4
Aluminiumlegierung	800-1500	0,2-0,5	2-6

9 Impressum

Veröffentlichungsdatum: 01.09.2001

Bestätigungsdatum: 15.03.2007 (aktuelle Fassung gültig)

Internationale Standardnummer: ISO 15641:2001

Technisches Komitee: ISO/TC 29/SC 9 – Werkzeuge mit definierten Schneiden

ICS-Code: 25.100.20 (Fräswerkzeuge)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

en.com

www.ch


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatun

1


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Hartmetallbohrer

Hartmetallbohrer sind unverzichtbare Werkzeuge in der Zerspanung. Dank ihrer hervorragenden Härte und Verschleißfestigkeit bieten sie effiziente Lösungen für verschiedene Bohraufgaben. Diese Bohrer können durch Hochgeschwindigkeitsrotation und Vorschubbewegung präzise Löcher in Metalle, Nichtmetalle und Verbundwerkstoffe bohren und eignen sich sowohl für die Tieflochbearbeitung als auch für die Feinbearbeitung von Löchern mit kleinem Durchmesser. Hartmetallbohrer bestehen aus Wolframkarbid (WC) als Kernmaterial und Kobalt (Co) als Bindemittel und werden mithilfe modernster Pulvermetallurgie-Technologie gesintert. Gängige Materialsorten sind YG6X (bekannt für seine nanokristalline Struktur, moderate Härte und ausgewogene Zähigkeit) und YW1 (hervorragende Hitzebeständigkeit, geeignet für die Tieflochbearbeitung). Ihr struktureller Aufbau umfasst integriertes Hartmetall oder komplexe Formen mit internen Kühlkanälen. Der Fräserkörper besteht üblicherweise aus hochfestem Stahl oder Hartmetall, um Stabilität auch bei hohen Belastungen zu gewährleisten.

1. Geometriedesign und -optimierung

Die geometrische Gestaltung von Hartmetallbohrern ist die Grundlage für effizientes Bohren. Konstrukteure verbessern Leistung und Lebensdauer durch die Feinabstimmung der Parameter. Der Spiralwinkel liegt üblicherweise zwischen 25° und 35° . Diese Winkelgestaltung unterstützt einen gleichmäßigen Spanabfluss und reduziert gleichzeitig die Reibung zwischen Bohrer und Werkstück. Der vordere Winkel beträgt üblicherweise zwischen 5° und 10° , um die Schneidleistung zu optimieren. Der hintere Winkel wird zwischen 6° und 12° geregelt, um sicherzustellen, dass der Bohrer beim Kontakt mit dem Werkstück stabil bleibt. Als Allzweckbohrer verfügt der Spiralbohrer über ein einfaches Schneidendesign und eignet sich für eine Vielzahl von Materialien. Der Bohrdurchmesser reicht von 5 bis 50 mm. Tieflochbohrer wie Einlippenbohrer sind mit internen Kühlkanälen ausgestattet, und das Längen-Durchmesser-Verhältnis kann bis zu 100:1 betragen, was sie besonders für die Bearbeitung von Löchern mit einer Tiefe von mehr als 100 mm geeignet macht. Stufenbohrer verwenden eine mehrschichtige Schneidenstruktur, wodurch Stufenlöcher mit unterschiedlichen Durchmessern gleichzeitig gebohrt werden können. Sie werden häufig im Formenbau und bei der Herstellung mechanischer Teile eingesetzt. Bei der Geometrieoptimierung werden Finite-Elemente-Analyse (FEA) und Bearbeitungssimulation kombiniert, um sicherzustellen, dass der Bohrer beim Hochgeschwindigkeitsbohren (bis zu 10.000 U/min) seine strukturelle Integrität behält und die Spanleittiefe (2–4 mm) entsprechend den Bearbeitungsanforderungen angepasst wird, um ein Verstopfen wirksam zu vermeiden.

2. Beschichtung und Oberflächenbehandlung

Dank Beschichtungstechnologie konnte die Leistung von Hartmetallbohrern deutlich verbessert werden, sodass sie nun auch in anspruchsvolleren Bearbeitungsumgebungen eingesetzt werden können. PVD-Beschichtungen (Physical Vapor Deposition, physikalische Gasphasenabscheidung) wie TiN (goldgelb, 2–5 Mikrometer dick) und TiCN (grauschwarz, 5–10 Mikrometer dick) bieten guten Verschleißschutz und eignen sich besonders für die allgemeine Metallbearbeitung. CVD-Beschichtungen (Chemical Vapor Deposition, chemische Gasphasenabscheidung) wie Diamant (5–

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10 Mikrometer dick) eignen sich aufgrund ihrer extrem hohen Härte ideal für die Bearbeitung von Hart- oder Verbundwerkstoffen. Bei der Oberflächenbehandlung wird durch Polieren die Oberflächenrauigkeit auf $Ra < 0,2$ Mikrometer eingestellt, um die Spanhaftung zu verringern. Mithilfe der Laser-Mikrotexturierungstechnologie werden Mikroschmierrillen in die Oberfläche des Bohrers eingearbeitet, um die Reibung zu verringern. Einige hochwertige Bohrer verwenden Nanobeschichtungen (wie Nano- TiAlN mit Körnern unter 50 Nanometern), um die Leistung bei der Ultrapräzisionsbearbeitung zu verbessern. Die Haftung der Beschichtung wird durch Kratztests (kritische Belastung > 70 N) überprüft, um sicherzustellen, dass sie sich bei längerem Gebrauch nicht ablöst.

3. Technische Eigenschaften und Leistung

Ihre Leistungsmerkmale haben Hartmetallbohrern breite Anerkennung für ihre hervorragende Leistung bei einer Vielzahl von Bohraufgaben eingebracht. Die Schnittgeschwindigkeiten liegen je nach Werkstückmaterial und Bohrertyp zwischen 50 und 300 m/min. Bei Stahl beispielsweise beträgt die Schnittgeschwindigkeit normalerweise 100 bis 200 m/min, während Aluminiumlegierungen 200 bis 300 m/min erreichen können. Was die Härte betrifft, liegt die Bohrer üblicherweise zwischen 1800 und 2200 HV, und YG6X kann aufgrund seiner nanokristallinen Struktur 1900 bis 2000 HV erreichen, was ausreicht, um mit sehr harten Werkstücken fertig zu werden. Die Bruchzähigkeit beträgt 12 bis 16 $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$, und die Sorte YW1 bietet aufgrund ihrer hitzebeständigen Konstruktion eine gute Leistung und ist daher besonders für die Tieflochbearbeitung geeignet. Die Verschleißfestigkeit liegt unter 0,03 Kubikmillimeter pro Newtonmeter und reduziert sich nach der Beschichtung weiter auf 0,02 Kubikmillimeter pro Newtonmeter, was die Lebensdauer deutlich verlängert. Die Hitzebeständigkeit bis 900 °C (dank CVD-Beschichtung) macht das Material auch in Hochtemperaturumgebungen zuverlässig. Die Bearbeitungsgenauigkeit wird auf 0,01 mm genau kontrolliert, um den Anforderungen hochpräziser Teile gerecht zu werden.

4. Verarbeitungsvoraussetzungen und Anwendungen

Die Bearbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien von Hartmetallbohrern spiegeln ihre multifunktionalen Eigenschaften wider. Die Schnittparameter variieren je nach Material. Beispielsweise beträgt die Schnittgeschwindigkeit von Stahl 100 bis 200 Meter pro Minute, der Vorschub 0,1 bis 0,3 mm pro Umdrehung und die Schnitttiefe 5 bis 20 mm; Aluminiumlegierungen erfordern eine Schnittgeschwindigkeit von 200 bis 300 Metern pro Minute, einen Vorschub von 0,2 bis 0,4 mm pro Umdrehung und eine Schnitttiefe von 10 bis 30 mm. Auch die Wahl der Kühlmethode ist entscheidend. Trockenschneiden eignet sich für Gusseisen und kann den Kühlmittelverbrauch reduzieren; Nassschneiden mit Emulsion oder ölbasiertem Kühlmittel eignet sich besser für Stahl und Titanlegierungen, da es thermische Schäden wirksam reduzieren kann; bei der Tieflochbearbeitung verbessert Hochdruckkühlung (10–20 bar) die Spanabfuhr und die Lebensdauer des Bohrers durch interne Kühlkanäle erheblich. In der Praxis werden Bohrer in der Automobilindustrie häufig zum Bearbeiten tiefer Löcher in Zylinderblöcken und Pleuelstangen verwendet, was hohe Präzision und lange Lebensdauer erfordert. Bei der Herstellung elektronischer Komponenten wird es zur Herstellung von Mikrolöchern in Leiterplatten verwendet, wobei der

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Schwerpunkt auf Details und Konsistenz liegt; auch das Tiefbohren von Strukturteilen der Luftfahrt, wie etwa Flügelverbindungen, hängt von seiner hervorragenden Leistung ab.

5. Herausforderungen und Lösungen

Die Verwendung von Hartmetallbohrern bringt einige Herausforderungen mit sich, die sich jedoch durch wissenschaftlich fundierte Strategien lösen lassen. Spanverstopfung ist beim Bohren ein häufiges Problem, insbesondere bei der Tieflochbearbeitung. Sie kann durch eine Optimierung der Spanleitstufengestaltung und das Auftragen einer selbstschmierenden Beschichtung (wie etwa MoS₂) verringert werden. Beim Hochgeschwindigkeitsbohren kommt es leicht zu Wärmestaus, die durch ein effizientes Kühlsystem und eine hitzebeständige Beschichtung wirksam kontrolliert werden können. Ein unrunder Bohrer kann zu ungenauen Lochdurchmessern führen, und die Verwendung eines Bohrerkörpers mit hoher Steifigkeit und einer Kantenverstärkung kann die Stabilität verbessern. Bei harten Materialien ist beschleunigter Verschleiß das Hauptproblem, und regelmäßiges Schärfen oder der Einsatz von Diamantbeschichtungen kann die Lebensdauer deutlich verlängern. Zusammen gewährleisten diese Lösungen die Zuverlässigkeit des Bohrers unter komplexen Arbeitsbedingungen.

6. Optimierungs- und Entwicklungstrends

Die Optimierungs- und Entwicklungsrichtung von Hartmetallbohrern spiegelt das Streben der Branche nach Effizienz und Intelligenz wider. Im Hinblick auf die Strukturoptimierung kann der integrierte interne Kühlkanal die Temperatur des Bohrers wirksam senken, das verstellbare Schneidkopfdesign ermöglicht die Anpassung an unterschiedliche Öffnungen und die dynamische Auswuchttechnologie verbessert die Stabilität beim Hochgeschwindigkeitsbohren. Was die Materialinnovation betrifft, verbessert Nanokarbid mit seiner Feinkörnigkeit (weniger als 0,5 Mikrometer) Härte und Zähigkeit, und das Gradientenmaterialdesign ermöglicht dem Bohrer sowohl hohe Härte als auch hohe Zähigkeit. Der Trend zur Intelligenz ermöglicht es, Sensoren in den Bohrer einzubetten, um Verschleiß und Temperatur in Echtzeit zu überwachen und die Bohrparameter in Kombination mit Algorithmen künstlicher Intelligenz dynamisch anzupassen. Im Hinblick auf die Fertigungstechnologie können 3D-Drucktechnologien wie das selektive Laserschmelzen (SLM) komplexe Bohrerstrukturen wie integrierte Kühlkanäle erzeugen, während die Laserauftragsschweißtechnologie die Reparatur verschlissener Bohrer ermöglicht. Der Trend zum Umweltschutz hat die Entwicklung von Beschichtungen für das Trockenschneiden (wie etwa Graphen-Verbundbeschichtungen) gefördert, wodurch die Abhängigkeit von Kühlmitteln verringert wird. Gleichzeitig verringert die Verwendung von recycelbaren Materialien auch die Umweltbelastung.

7. Lebensdauer und Wartung

Die Lebensdauer von Hartmetallbohrern variiert je nach Verarbeitungsbedingungen und Werkstückmaterial und beträgt in der Regel 10 bis 30 Stunden, beispielsweise etwa 15 Stunden bei der Stahlverarbeitung und bis zu 25 Stunden bei der Aluminiumlegierungsverarbeitung. Zu den Wartungsarbeiten gehören regelmäßiges Schärfen, Diamantschleifscheiben zur Sicherstellung eines Winkelfehlers von unter 0,5°, die Reparatur der Beschichtung mittels CVD-Technologie zur

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Wiederherstellung der Leistung und die Laservoreinstellung zur Sicherstellung eines Fehlers von unter 0,005 mm. Diese Maßnahmen können die Lebensdauer des Bohrers effektiv verlängern. Nach der Verschrottung des Bohrers können die enthaltenen Wolfram- und Kobaltmaterialien recycelt und durch Einschmelzen und Rückführung in den Ofen wiederverwendet werden, was dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung entspricht.

8. Industriestandards und Zertifizierung

Die Herstellung und Verwendung von Hartmetallbohrern muss internationalen und nationalen Standards entsprechen, wie etwa ISO 1641 im ISO-Standard und der chinesischen nationalen Standardreihe GB/T, um Qualität und Sicherheit zu gewährleisten.

9. Detaillierte Klassifizierung

Hartmetallbohrer können je nach Verarbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien in mehrere Kategorien unterteilt werden. Jeder Typ hat sein eigenes einzigartiges Design und seinen eigenen Zweck:

Spiralbohrer

Als Universalbohrer ist das Blattdesign einfach und für verschiedene Materialien geeignet. Der Bohrdurchmesser reicht von 5 bis 50 mm. Der Spanwinkel beträgt 5° bis 10°, der Rückwinkel 6° bis 10°. Die verwendete Sorte YG6X ist ausgewählt. Die TiN-Beschichtung (Dicke 2–5 µm) sorgt für Verschleißfestigkeit. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 bis 250 Meter pro Minute, die Genauigkeit weniger als 0,01 mm. Der Bohrer wird häufig für allgemeine Bohrarbeiten eingesetzt.

Tieflochbohren

Entwickelt für die Bearbeitung tiefer Bohrungen, ausgestattet mit internen Kühlkanälen, Länge-Durchmesser-Verhältnis bis zu 100:1, geeignet für Bohrungen mit einer Tiefe von über 100 mm. Spanwinkel 8° bis 12°, Rückwinkel 8° bis 12°, Güteklasse YW1, Diamantbeschichtung (Dicke 5–10 µm) für verbesserte Hitzebeständigkeit. Schnittgeschwindigkeit 50 bis 150 m/min, Genauigkeit unter 0,01 mm, häufig in Motorblöcken und Hydraulikkomponenten zu finden.

Stufenbohrer

Die mehrschichtige Klingenstruktur ermöglicht das gleichzeitige Bohren von Stufenlöchern mit unterschiedlichen Durchmessern im Bohrdurchmesserbereich von 10 bis 40 mm. Der Spanwinkel beträgt 5° bis 10°, der Rückwinkel 6° bis 10°. Die Güte YG6X und die TiCN-Beschichtung (Dicke 5–10 µm) verbessern die Haltbarkeit. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 bis 200 Meter pro Minute, die Genauigkeit weniger als 0,01 mm. Das Werkzeug wird häufig in Formen und mechanischen Teilen eingesetzt.

10. Auswahl und Zuordnung

Die Wahl des richtigen Hartmetallbohrers erfordert eine umfassende Berücksichtigung des Werkstückmaterials und der Bearbeitungsart. Beispielsweise werden YG6X-Spiralbohrer zum Bohren von Stahl, YW1-Tieflochbohrer zur Tieflochbearbeitung und diamantbeschichtete

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Stufenbohrer für die Bearbeitung von Verbundwerkstoffen eingesetzt. Auch die Leistung der Werkzeugmaschine ist entscheidend : Um das Potenzial des Bohrers voll auszuschöpfen, ist eine Spindelleistung von über 3 Kilowatt und eine Drehzahl von über 5.000 U/min erforderlich.

11. Übersichtstabelle zur Klassifizierung von Hartmetallbohrern

Bohrertyp	Durchmesser (mm)	Spanwinkel (°)	Freiwinkel (°)	Anwendbare Klassen	Beschichtungstyp	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Schnitttiefe (mm)	Genauigkeit (mm)	Typische Anwendungen
Spiralbohrer	5-50	5-10	6-10	YG6X	TiN (2-5 μ m)	100-250	5-20	<0,01	Allgemeine Bohrarbeiten, Stahl
Tieflochbohren	-	8-12	8-12	YW1	Diamant (5-10 μ m)	50-150	>100	<0,01	Zylinder, Hydraulikteile
Stufenbohrer	10-40	5-10	6-10	YG6X	TiCN (5-10 μ m)	100-200	10-30	<0,01	Formen Mechanische Teile

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert . Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetallbohrer ? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Spiralbohrer?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Spiralbohrers

Der Hartmetall-Spiralbohrer ist ein leistungsstarkes rotierendes Schneidwerkzeug für effizientes und präzises Bohren. Er wird häufig in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und der Maschinenbauproduktion eingesetzt. Sein Kernmerkmal ist die spiralförmige zwei- oder mehrschneidige Konstruktion, kombiniert mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials, die Hochgeschwindigkeitsbohren, Tieflochbearbeitung und hochwertige Lochwandoberflächen ermöglicht.

Hartmetall-Spiralbohrer basieren auf Hartmetall und zeichnen sich durch eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit aus. Sie eignen sich zum Bohren hochfester Werkstoffe wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickelbasislegierungen und Gusseisen. Das Spiralnut-Design des Spiralbohrers (üblicherweise 30–40° Spiralwinkel) optimiert die Spanabfuhr und die Kühlmittelzirkulation. Er eignet sich hervorragend für CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bohrmaschinen und Bearbeitungszentren und ermöglicht effizientes Bohren von Durchgangslöchern, Sacklöchern und Tieflöchern. Die Bearbeitungsgenauigkeit erreicht IT6–IT8, die Oberflächenrauheit Ra 0,4–1,2 µm. Im Vergleich zu herkömmlichen Spiralbohrern aus Schnellarbeitsstahl bieten Spiralbohrer aus Hartmetall eine deutlich höhere Schnittgeschwindigkeit (30–50 %), eine höhere Lebensdauer (50–150 Stunden) und Bruchfestigkeit (Biegefestigkeit 2000–2500 MPa) und eignen sich hervorragend für hochpräzises Bohren mit hoher Belastung. Das Design ist äußerst flexibel: Bohrerdurchmesser, Drallwinkel und Schneidengeometrie lassen sich an Lochdurchmesser, Bohrtiefe und Werkstückmaterial anpassen. Dank fortschrittlicher intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug mit CAM-Software integriert werden, um die Bohrparameter dynamisch zu optimieren.

2. Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Spiralbohrern

Der konstruktive Aufbau von Hartmetall-Spiralbohrern zielt auf effizientes Bohren, exzellente Spanabfuhr und Vibrationsfestigkeit ab. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft (gemäß DIN 6535 HA/HB) mit zwei- oder mehrschneidiger Spiralführung und axialer Schneidfähigkeit für die Tieflochbearbeitung. Im Folgenden sind die detaillierten Konstruktionsmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): Mikrospiralbohrer ($D < 3$ mm) im Bereich von 0,5 mm bis 40 mm werden für die Mikrolochbearbeitung verwendet, mittlere ($D = 3–20$ mm) eignen sich für allgemeine Bohrungen und große ($D > 20$ mm) werden für schwere Bohrungen verwendet.

Schaftausführung: Zylinderschaft (DIN 6535 HA Flachschaft oder HB ohne Schaft), Schaftdurchmesser entspricht dem Schneidendurchmesser, Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm), Schaftlänge (40–150 mm) individuell angepasst an Bearbeitungstiefe und Maschinenspannanforderungen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Gesamtlänge (L): 50 mm bis 300 mm, passend für kleine CNC- (50-150 mm) oder schwere Bohrmaschinen (200-300 mm), extra lang (350 mm) für Tieflochbohrungen (bis 10D).

Effektive Schnittlänge (l): 10 mm bis 200 mm, Flachbohren (10–50 mm) eignet sich für Oberflächenlöcher, Tiefbohren (100–200 mm) eignet sich für tiefe Löcher oder mehrstufiges Bohren und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 3:1–10:1 geregelt.

Spiralwinkel: 20°–50°, Standardwert ist 30°–40°, Spiraldesign optimiert Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, 35°–40° wird häufig zum Schlichten verwendet, um die Lochwandqualität zu verbessern, und 25°–30° können zum Schruppen verwendet werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Schneidkanten : 2–4 Schneidkanten, standardmäßig zweischneidig. Kleine Durchmesser ($D < 5$ mm) haben zwei Schneiden, mittlere und große Durchmesser ($D > 5$ mm) können drei bis vier Schneiden haben, um die Schneidleistung zu verbessern. Die Erhöhung der Schneidenanzahl erfordert entsprechend steife Werkzeugmaschinen.

Die Spiralklinge weist doppelte Spiralnuten (symmetrisch oder asymmetrisch angeordnet) auf und wird mit einer hochpräzisen fünfschneidigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um die Glätte der Bohrspitze und des Nutprofils ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer) zu gewährleisten. Der Bohrkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm /kg, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsbohren (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlbohrungen (Durchmesser 0,3–1 mm, Druck 5–15 bar) oder einem Antivibrationsdesign ausgestattet, was die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 25–35 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur < 600 °C) deutlich verbessert und sich für Tieflochbohren oder die Bearbeitung klebriger Materialien eignet.

3. Hartmetall-Spiralbohrermaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 60–80 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen.

K40: Kobaltgehalt 12 %, Härte HV 1600–1800, Biegefestigkeit 2200–2500 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafteffekt, Lebensdauer bis zu 80–120 Stunden.

Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100) und die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) berücksichtigt werden . Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt, um die Wärmebeständigkeit zu optimieren.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Herstellung von Hartmetall-Spiralbohrern

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials: Wolframkarbidpulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1\%$), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen: Hydraulische Presse wendet 150–200 MPa an, Dichte 14,5–15,2 g/cm³, CIP-Technologie wird zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit verwendet und die Formgenauigkeit wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert.

Hochtemperaturesintern: Vakuum- oder Wasserstoffschutz, 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden, schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer), Endbearbeitung von Bohrspitzen und Nuten mit Diamantschleifmitteln. TiAlN (3–8 Mikrometer) oder AlCrN (3–7 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern und die Lebensdauer zu verlängern.

5. Technische Parameter des Hartmetall-Spiralbohrers

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 50–150 m/min für Stahl, 30–100 m/min für Titanlegierung, 100–250 m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (f_z): 0,01–0,15 mm/U.

Bohrtiefe (L/D): 3:1 bis 10:1 (Standard), Tiefloch bis 20:1 (mit Kühlunterstützung).

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Lochgenauigkeit < 0,01 mm.

Oberflächenrauheit: R_a 0,4–1,2 Mikrometer.

6. Wichtige Anwendungsszenarien von Hartmetall-Spiralbohrern

Formenherstellung : Bohren von Formpositionierungslöchern (Durchmesser 5–10 mm, Tiefe 20–50 mm), $R_a < 0,8$ Mikron.

Luft- und Raumfahrt: Bearbeitung von Rumpflöchern aus Titanlegierungen (6–12 mm Durchmesser) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie: Bohren von Motorblocklöchern (10–20 mm Durchmesser), $R_a < 1,0$ Mikron.

Mechanische Teile: Bearbeitung von Zahnradwellenlöchern (Tiefe 15–40 mm), Genauigkeit $\pm 0,005$ mm.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Spiralbohrern

Werkzeugmaschinen : Drei- oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung < 0,005 mm, Spindelleistung ≥ 2 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15–20 l/min) oder Innenkühlung des Bohrers (Druck 5–10 bar).

Parameter: V_c 120 m/min, f_z 0,05 mm/U, Bohrtiefe segmentiert (5D pro Segment).

Einbau: Koaxialität < 0,002 mm, Klemmkraft 20–40 Nm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Verschleiß: Ersetzen Sie die Bohrspitze, wenn der Verschleiß VB 0,3 mm erreicht oder die Lochwand zerkratzt ist.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-Spiralbohrer? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI, ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Tieflochbohrer?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Tieflochbohrers

Der Hartmetall-Tieflochbohrer ist ein leistungsstarkes rotierendes Schneidwerkzeug, das für hochpräzises Tieflochbohren entwickelt wurde. Er wird häufig in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, im Energieanlagenbau, im Formenbau und in der Produktion mechanischer Teile eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist die Verwendung eines speziellen mehr- oder einschneidigen Designs, kombiniert mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials, wodurch effizientes und stabiles Tieflochbohren erreicht wird (Tiefe üblicherweise mehr als das Fünffache des Durchmessers, $L/D > 5:1$), besonders geeignet für Arbeitsbedingungen, die hohe Präzision und glatte Lochwände erfordern. Hartmetall-Tieflochbohrer basieren auf Hartmetall und haben eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit. Sie eignen sich zum Bohren hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickellegierungen und Gusseisen.

Tieflochbohrer sind üblicherweise mit internen Kühlkanälen oder externen Spanabfuhrsystemen ausgestattet. Die Späne werden durch Hochdruckkühlmittel (5–20 bar) oder Druckluft abgeführt. Sie eignen sich hervorragend für CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Tieflochbohrmaschinen und spezielle Bearbeitungsmaschinen. Sie bohren effizient Tieflöcher, Sacklöcher und Stufenlöcher mit einer Bearbeitungsgenauigkeit von bis zu IT6–IT9 und einer Oberflächenrauheit von $Ra\ 0,4\text{--}1,5\ \mu\text{m}$. Im Vergleich zu herkömmlichen Spiralbohrern bieten Hartmetall-Tieflochbohrer deutlich bessere Bohrtiefen (bis zu 30D oder mehr), bessere Spankontrolle und höhere Bruchfestigkeit (Biegefestigkeit 2000–2500 MPa) und eignen sich gut für die Tieflochbearbeitung von Flugzeugtriebwerkswellen, Hydraulikzylindern und Formen. Sie bieten hohe Designflexibilität: Bohrerdurchmesser, Schneidengeometrie und Kühlsystem können individuell an Lochdurchmesser, -tiefe und Werkstückmaterial angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologien kann das Werkzeug mit CAM-Software integriert werden, um die Bohrparameter dynamisch zu optimieren.

2. Strukturelle Merkmale des Tieflochbohrers aus Hartmetall

Das konstruktive Design von Hartmetall-Tieflochbohrern zielt auf effizientes Tiefbohren, exzellente Spanabfuhr und Vibrationsfestigkeit ab. Sie verfügen üblicherweise über Zylinderschäfte oder spezielle Spannstrukturen mit einschneidiger (Tieflochbohrer) oder mehrschneidiger (BTA-Bohrer) Spiralanordnung und sind mit internen oder externen Kühlkanälen ausgestattet, um die Bearbeitung von tiefen Löchern zu ermöglichen. Im Folgenden sind die detaillierten Konstruktionsmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, die Verarbeitungstechnologie und die Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): Von 1 mm bis 50 mm. Mikro-Tieflochbohrer ($D < 5\ \text{mm}$) werden für die Mikrolochbearbeitung verwendet, mittlere ($D = 5\text{--}20\ \text{mm}$) eignen sich für allgemeine Tieflöcher

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

und große ($D > 20 \text{ mm}$) werden für schwere Bohrungen verwendet.

Schaftausführung : Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB) oder Sonderschnittstelle (BTA-Schnittstelle), Schaftdurchmesser entspricht dem Schneidendurchmesser, Toleranzklasse h6 ($0/-0,006 \text{ mm}$), Schaftlänge (50-200 mm) individuell angepasst an Bearbeitungstiefe und Maschinenspannanforderungen.

Gesamtlänge (L): 100 mm bis 1000 mm, passend für mittelgroße CNC- (100-300 mm) oder spezielle Tieflochbohrmaschinen (500-1000 mm), extralang (1200 mm) für extrem tiefe Lochbohrungen (Tiefe bis 30D).

Effektive Schnittlänge (l): 50 mm bis 800 mm, Flachbohren (50–150 mm) eignet sich für Löcher mittlerer Tiefe, Tiefbohren (400–800 mm) eignet sich für tiefe Löcher oder mehrstufiges Bohren und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 5:1–30:1 geregelt.

Spiralwinkel: 20° – 40° , Standardwert ist 25° – 35° , Spiraldesign optimiert Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, 30° – 35° wird üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Lochwandqualität zu verbessern, und 20° – 25° können zum Schrappen gewählt werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Schneidkanten : 1–3 Schneidkanten , hauptsächlich einschneidig (Tieflochbohrer). Kleine Durchmesser ($D < 10 \text{ mm}$) haben eine Schneide, mittlere und große Durchmesser ($D > 10 \text{ mm}$) können zwei bis drei Schneidkanten haben, um die Schneidleistung zu verbessern. Die Erhöhung der Schneidkantenanzahl erfordert entsprechende, hochsteife Werkzeugmaschinen und Kühlsysteme.

Das Tieflochbohrerblatt wird üblicherweise mit einem Blatt oder einem asymmetrischen Mehrblatt ausgeführt . Der Bohrerspitzenwinkel (118° – 150°) kann individuell angepasst werden. Das Blatt wird mit einer hochpräzisen fünfschigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$) bearbeitet, um sicherzustellen, dass die Bohrerspitze und das Nutprofil glatt sind ($R_a \leq 0,05 \text{ Mikrometer}$). Der Bohrkörper ist mit internen Kühllöchern (Durchmesser 0,3–2 mm, Druck 5–20 bar) oder externen Spanleitstufen ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 30–40 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern und für Tieflochbohren oder die Bearbeitung klebriger Materialien geeignet sind. Der Werkzeugkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g}\cdot\text{mm}/\text{kg}$, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsbohren (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) zu reduzieren.

3. Hartmetall-Tieflochbohrermaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800°C , geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 80–120 Stunden erreichen.

K40: Kobaltgehalt 12 %, Härte HV 1600–1800, Biegefestigkeit 2200–2500 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafteffekt, Lebensdauer bis zu 100–

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

150 Stunden.

Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100) und die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) berücksichtigt werden . Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobcarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt, um die Wärme- und Oxidationsbeständigkeit zu optimieren.

4. Herstellung von Hartmetall-Tieflochbohrern

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials: Wolframkarbidpulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1\%$), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen: Hydraulische Presse wendet 150–200 MPa an, Dichte 14,5–15,2 g/cm³ , CIP-Technologie wird zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit verwendet und die Formgenauigkeit wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert.

Hochtemperaturesintern: Vakuum- oder Wasserstoffschutz, 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden, schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer), Nachbearbeitung der Bohrspitzen und Kühllöcher mit Diamantschleifmitteln.

TiAlN (3–8 Mikrometer) oder AlCrN (3–7 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern und die Lebensdauer zu verlängern.

5. Technische Parameter des Hartmetall-Tieflochbohrers

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C-1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (Vc): Stahl 40–120 m/min, Titanlegierung 20–80 m/min, Aluminiumlegierung 80–200 m/min.

Vorschub (fz): 0,01–0,15 mm/U.

Bohrtiefe (L/D): 5:1 bis 30:1 (Standard), Tiefloch bis 50:1 (mit innerer Kühlmittelzufuhr).

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Lochgenauigkeit <0,01 mm.

Oberflächenrauheit: R_a 0,4–1,5 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien von Hartmetall-Tieflochbohrern

Luft- und Raumfahrt: Bohren von Motorwellenlöchern (Durchmesser 10–20 mm, Tiefe 200–500 mm) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm.

Automobilindustrie: Bearbeitung von Hydraulikzylinderbohrungen (Durchmesser 15–30 mm), $R_a < 1,0$ Mikron.

Energieanlagen: Bohren tiefer Löcher in Turbinenwellen (Tiefe 300–800 mm), Genauigkeit $\pm 0,015$ mm.

Schimmel Herstellung: Verarbeitung von Formkühllöchern (Durchmesser 5–10 mm), $R_a < 0,8$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Mikron.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Tieflochbohrern

Werkzeugmaschine: Spezielle Tieflochbohrmaschine oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung $<0,005$ mm, Spindleleistung ≥ 5 kW.

Kühlung: Hochdruck-Innenkühlsystem (10–20 bar, 20–30 l/min) oder externes Sprühkühlmittel.

Parameter: V_c 100 m/min, f_z 0,05 mm/U, Bohrtiefe segmentiert (5-10D pro Segment).

Einbau: Koaxialität $<0,002$ mm, Klemmkraft 40-60 Nm.

Verschleiß: Ersetzen Sie die Bohrspitze, wenn der Verschleiß VB 0,3 mm erreicht oder die Lochwand zerkratzt ist.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-Tieflochbohrer? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten

Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Stufenbohrer?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Stufenbohrers

Hochleistungs-Rotationsschneidwerkzeug für die Bearbeitung mehrstufiger Öffnungen oder gestufter Löcher. Es wird häufig in der Metallverarbeitung, im Formenbau, in der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt und der Produktion mechanischer Teile eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist die gestufte bzw. mehrdurchmesserige Klinge. In Kombination mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials können Löcher oder Übergangsabschnitte mit unterschiedlichen Durchmessern in einem Bohrvorgang bearbeitet werden, wodurch der Prozess und die Bearbeitungszeit reduziert werden. Der Hartmetall-Stufenbohrer verwendet Hartmetall als Basis, hat eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit und eignet sich zum Bohren hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickelbasislegierungen und Aluminiumlegierungen.

Die einzigartige Schneidengeometrie des Stufenbohrers (üblicherweise mit 2–5 Durchmessern) optimiert Schnittkraft und Spanabfuhr. Er eignet sich hervorragend für CNC-Werkzeugmaschinen, Bohrmaschinen und Bearbeitungszentren und ermöglicht die effiziente Bearbeitung von Stufenbohrungen, Senkbohrungen und Fasenbohrungen. Die Bearbeitungsgenauigkeit erreicht IT6–IT8, die Oberflächenrauheit Ra 0,4–1,2 µm. Im Vergleich zum herkömmlichen Stufenbohren verbessern Hartmetall-Stufenbohrer die Bearbeitungseffizienz (Effizienzsteigerung um 40–60 %), die Lochdurchmesserkonsistenz (Fehler < 0,01 mm) und die Standzeit (50–120 Stunden) deutlich und eignen sich gut für Anwendungen, die hochpräzise Verbindungen oder Montagen erfordern. Er bietet hohe Designflexibilität und kann Schneidengröße und -winkel je nach Lochdurchmesserkombination, Tiefe und Werkstückmaterial anpassen. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologien kann das Werkzeug in CAM-Software integriert werden, um die Bohrparameter dynamisch zu optimieren.

2. Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Stufenbohrern

Der konstruktive Aufbau von Hartmetall-Stufenbohrern zielt auf effizientes mehrstufiges Bohren, exzellente Spanabfuhr und Vibrationsfestigkeit ab. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft (gemäß DIN 6535 HA/HB) mit gestufter Mehrkantenanordnung an der Schneide und axialer Schneidfähigkeit für komplexe Bohrungsbearbeitungen. Im Folgenden sind die detaillierten Konstruktionsmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): von 3 mm bis 40 mm, Mikrostenbohrer ($D < 6$ mm) werden für die Mikrolochbearbeitung verwendet, mittlere Größe ($D = 6 - 20$ mm) ist für allgemeine Stufenlöcher geeignet, große Größe ($D > 20$ mm) wird für schwere Bohrungen verwendet, Stufendurchmesserkombinationen können individuell angepasst werden (z. B. 3 – 5 mm, 10 – 15 mm).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Schaftausführung : Zylinderschaft (DIN 6535 HA Flachschaft oder HB ohne Schaft), Schaftdurchmesser entspricht dem maximalen Schnittdurchmesser, Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm), Schaftlänge (40-150 mm) individuell angepasst an Bearbeitungstiefe und Maschinenspannanforderungen.

Gesamtlänge (L): 60 mm bis 300 mm, geeignet für kleine CNC- (60–150 mm) oder mittelgroße Bearbeitungszentren (200–300 mm), extra lang (350 mm) für tiefe Stufenlochbohrungen (Tiefe bis 10D).

Effektive Schnittlänge (l): 15 mm bis 200 mm, Flachbohren (15–50 mm) eignet sich für oberflächliche Stufenlöcher, Tiefbohren (100–200 mm) eignet sich für tiefe Stufen- oder Mehrebenenbohrungen und das Verhältnis von Schnittlänge zu maximalem Durchmesser wird üblicherweise auf 3:1–8:1 geregelt.

Spiralwinkel: 20°–40°, Standardwert ist 25°–35°, Spiraldesign optimiert Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, 30°–35° wird üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Lochwandqualität zu verbessern, und 20°–25° können zum Schrappen gewählt werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Schneidkanten : 2–6 Schneidkanten , abhängig von Durchmesser und Stufenanzahl. Standardmäßig ist eine zweischneidige Ausführung (2-schneidig). Jede zusätzliche Stufe erhöht die Schneidleistung um 1–2 Schneiden. Bei mittleren und großen Durchmessern ($D > 10$ mm) können 4–6 Schneiden zur Verbesserung der Schneidleistung erreicht werden.

Die gestufte Schneide weist einen mehrstufigen Durchmesserübergang auf (Durchmesserunterschied jeder Ebene beträgt 0,5–5 mm, Winkel 5°–15°) und wird mit einer hochpräzisen fünfschneidigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um die Glätte jedes Stufenprofils ($R_a \leq 0,05$ Mikrometer) zu gewährleisten. Der Bohrkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm /kg, Prüfdrehzahl 12.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsbohren (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühllöchern (Durchmesser 0,3–1 mm, Druck 5–10 bar) oder einem Antivibrationsdesign ausgestattet, was die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 20–30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur < 500 °C) deutlich verbessert und für mehrstufiges Tieflochbohren oder die Bearbeitung klebriger Materialien geeignet ist.

3. Hartmetall-Stufenbohrermaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 60–80 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen.

K30: Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1700–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafwirkung, Lebensdauer bis zu 80–120 Stunden.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100) und die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) berücksichtigt werden . Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobcarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt, um die Wärmebeständigkeit zu optimieren.

4. Herstellung von Hartmetall-Stufenbohrern

Der Herstellungsprozess umfasst:

Vorbereitung des Rohmaterials: Wolframkarbidpulver wird mit Kobaltpulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1\%$), TiC oder NbC wird hinzugefügt, die Partikelgröße beträgt 0,5–2 Mikrometer, 24–48 Stunden lang in einer Kugelmühle gemahlen und zur Gewährleistung der Gleichmäßigkeit wird Ethanol-Dispergiermittel hinzugefügt.

Pressen: Hydraulische Presse wendet 150–200 MPa an, Dichte 14,5–15,2 g/cm³ , CIP-Technologie wird zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit verwendet und die Formgenauigkeit wird auf $\pm 0,02$ mm kontrolliert.

Hochtemperaturesintern: Vakuum- oder Wasserstoffschutz, 1400 °C – 1600 °C, 10–12 Stunden, schrittweises Erhitzen zur Beseitigung der Poren.

Nachbearbeitung: Drehen (Rundlauf < 0,01 mm), Schleifen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Polieren ($R_a \leq 0,05 \mu\text{m}$), Finishen der Stufenkante mit Diamantschleifmittel.

TiAlN (3–8 Mikrometer) oder AlCrN (3–7 Mikrometer) werden im PVD-Verfahren abgeschieden, um den Reibungskoeffizienten zu verringern und die Lebensdauer zu verlängern.

5. Technische Parameter des Hartmetall-Stufenbohrers

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (Vc): 50–150 m/min für Stahl, 30–100 m/min für Titanlegierung, 100–250 m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (fz): 0,01–0,15 mm/U.

Bohrtiefe (L/D): 3:1 bis 10:1 (Standard), tiefe Stufenlöcher bis 15:1 (mit Kühlunterstützung).

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Schrittgenauigkeit < 0,01 mm.

Oberflächenrauheit: R_a 0,4–1,2 Mikrometer.

6. Wichtige Anwendungsszenarien von Hartmetall-Stufenbohrern

Formenbau : Bohren von Formsenkungen (5-10 mm Durchmesser, 20-40 mm Tiefe), $R_a < 0,8$ Mikron.

Automobilindustrie: Bearbeitung von Zylinderkopf-Stufenlöchern (Durchmesser 10–15 mm) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm.

Luft- und Raumfahrt: Bohren von Verbindungslöchern aus Titanlegierungen (Tiefe 30–60 mm), $R_a < 1,0$ Mikron.

Mechanische Teile: Bearbeitung von Stufenbohrungen in Lagersitzen (Durchmesser 12-20 mm), Genauigkeit $\pm 0,005$ mm.

7. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Stufenbohrern

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Werkzeugmaschinen: Drei- oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung $<0,005$ mm, Spindelleistung ≥ 3 kW.

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15–20 l/min) oder internes Kühlsystem.

Parameter: V_c 120 m/min, f_z 0,05 mm/U, Bohrtiefe segmentiert (5D pro Segment).

Einbau: Koaxialität $<0,002$ mm, Klemmkraft 20–40 Nm.

Verschleiß: Ersetzen, wenn der Klingenverschleiß VB 0,3 mm erreicht oder eine Stufenverformung auftritt.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-Stufenbohrer? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

Tel.: +86 592 5129696 E-Mail: sales@chinatungsten.com

Website: www.tungstenpowder.com Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten

Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was sind Hartmetall- Bohrwerkzeuge?

Hartmetall-Ausdrehwerkzeuge sind Spezialwerkzeuge für die präzise Bohrungsvergrößerung und -bearbeitung in der mechanischen Bearbeitung. Dank ihrer hervorragenden Härte und Verschleißfestigkeit bieten sie eine effiziente und präzise Lösung für die Bearbeitung von Innenbohrungen verschiedener Werkstücke. Diese Ausdrehwerkzeuge werden häufig in Fertigungsszenarien eingesetzt, die hohe Präzision und Qualität erfordern. Durch langsame Rotation und präzisen Vorschub auf Drehmaschinen oder Bohrmaschinen werden die Bohrungsvergrößerung, -kalibrierung und die Oberflächenbearbeitung durchgeführt. Hartmetall-Ausdrehwerkzeuge basieren auf Wolframkarbid (WC) mit Kobalt (Co) als Bindemittel und werden mittels Präzisionspulvermetallurgie gesintert. Gängige Materialqualitäten sind YG8 (hohe Zähigkeit, geeignet für intermittierendes Schneiden), YT15 (hohe Hitzebeständigkeit, geeignet für die Stahlverarbeitung) und YW2 (hervorragende Gesamtleistung, geeignet für komplexe Arbeitsbedingungen). Die Konstruktionsformen sind vielfältig und umfassen sowohl eine integrierte Hartmetallstruktur als auch eine flexible Konfiguration verstellbarer oder austauschbarer Schneiden. Der Werkzeugkörper besteht üblicherweise aus hochfestem Stahl, um Stabilität bei hohen Belastungen und langen Hubbewegungen zu gewährleisten.

1. Geometriedesign und -optimierung

Hartmetall-Bohrer sind der Schlüssel zu ihrem effizienten Betrieb. Konstrukteure passen die Parameter sorgfältig an die unterschiedlichen Bearbeitungsanforderungen an. Der vordere Winkel des Werkzeugs wird üblicherweise zwischen 5° und 10° eingestellt. Diese Winkelgestaltung hilft, die Schnittkraft zu reduzieren und die Spanbildung zu verbessern; der hintere Winkel liegt üblicherweise zwischen 6° und 12° , um einen reibungslosen Kontakt zwischen dem Bohrer und der Innenwand des Werkstücks zu gewährleisten und übermäßigen Verschleiß zu vermeiden; die Fase der Schneide (0,1–0,2 mm) verbessert die Widerstandsfähigkeit gegen Absplitterungen durch Spannungsverteilung, insbesondere beim intermittierenden Schneiden. Einschneidige Bohrer eignen sich zum Schlichten kleiner Löcher mit einem Durchmesser von 5 bis 30 mm und einer Länge von bis zu 200 mm; mehrschneidige Bohrer werden für Löcher mit großem Durchmesser verwendet. Die Anzahl der Schneiden variiert zwischen 2 und 6 und die Durchmesser betragen 50 bis 200 mm und eignen sich für die Schwerzerspanung; verstellbare Bohrer erreichen durch eine Feineinstellung eine genaue Öffnungsgenauigkeit und werden häufig in der Mehrprozessbearbeitung eingesetzt. Bei der Geometrieoptimierung werden computergestütztes Design (CAD) und Simulationsanalysen kombiniert, um sicherzustellen, dass das Bohrwerkzeug bei der Bearbeitung mit niedriger Geschwindigkeit und hoher Präzision (bis zu 3000 U/min) stabil bleibt. Außerdem wird die Spanraumtiefe (1–3 mm) entsprechend der Lochtiefe angepasst, um eine gleichmäßige Spanabfuhr zu gewährleisten.

2. Beschichtung und Oberflächenbehandlung

Durch die Beschichtungstechnologie haben Hartmetall-Ausdrehwerkzeuge zusätzliche Leistungsvorteile erlangt und können nun auch in komplexeren Bearbeitungsumgebungen eingesetzt werden. PVD-Beschichtungen (Physical Vapor Deposition, physikalische

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Gasphasenabscheidung) wie TiN (goldgelb, 2–5 Mikrometer dick) bieten primären Verschleißschutz und eignen sich besonders für die Bearbeitung von Nichteisenmetallen; CVD-Beschichtungen (Chemical Vapor Deposition, chemische Gasphasenabscheidung) wie TiAlN (violett-schwarz, 10–20 Mikrometer dick) sind mit ihrer Hitzebeständigkeit bis 1000 °C ideal für die Bearbeitung von Stahl und Gusseisen. Bei der Oberflächenbehandlung wird durch Polieren die Oberflächenrauheit auf $R_a < 0,2$ Mikrometer kontrolliert, um die Spananhaftung zu verringern; mithilfe der Laser-Mikrotexturierungstechnologie werden Mikroschmierrillen auf der Werkzeugoberfläche erzeugt, um den Reibungskoeffizienten zu senken; einige hochwertige Ausdrehwerkzeuge verwenden Nanobeschichtungen (wie Nano-TiAlN mit Körnern unter 50 Nanometern), wodurch die Leistung bei der Ultrapräzisionsbearbeitung deutlich verbessert wird. Die Haftung der Beschichtung wird durch Kratztests (kritische Belastung > 70 N) überprüft, um sicherzustellen, dass sich die Beschichtung bei längerem Gebrauch nicht ablöst.

3. Technische Eigenschaften und Leistung

Bohrfräser aus Hartmetall sind ein leistungsstarker Helfer bei der Präzisionsbearbeitung und genießen in der Branche hohe Anerkennung. Die Schnittgeschwindigkeit liegt je nach Material des Werkstücks zwischen 50 und 200 Metern pro Minute. Stahl beispielsweise erreicht normalerweise 100 bis 150 Meter pro Minute, Gusseisen kann 150 bis 200 Meter pro Minute erreichen. Die Härte von Bohrfräsern liegt üblicherweise zwischen 1800 und 2100 HV. YT15 kann aufgrund des Titankarbid 2000 bis 2100 HV erreichen, was für die Bearbeitung von Werkstücken mit hoher Härte ausreicht. Die Bruchzähigkeit beträgt 12 bis 18 $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$. Die Sorte YG8 hat aufgrund ihres hohen Kobaltgehalts (8 %) eine höhere Zähigkeit und eignet sich besonders für intermittierendes Schneiden. Die Verschleißfestigkeit liegt unter 0,03 Kubikmillimeter pro Newtonmeter und reduziert sich nach der Beschichtung weiter auf 0,02 Kubikmillimeter pro Newtonmeter, was die Lebensdauer deutlich verlängert. Die Hitzebeständigkeit erreicht dank der CVD-Beschichtung bis zu 1000 °C und ist somit auch in Hochtemperaturumgebungen stabil. Die Bearbeitungsgenauigkeit liegt bei 0,005 mm und erfüllt die Anforderungen der hochpräzisen Innenlochbearbeitung.

4. Verarbeitungsvoraussetzungen und Anwendungen

Bohrwerkzeuge aus Hartmetall überzeugen in der Präzisionsfertigung durch ihren einzigartigen Wert. Die Schnittparameter variieren je nach Material. Beispielsweise beträgt die Schnittgeschwindigkeit von Stahl 100 bis 150 Meter pro Minute, der Vorschub 0,05 bis 0,2 mm pro Umdrehung und die Schnitttiefe 0,5 bis 2 mm; Gusseisen erfordert eine Schnittgeschwindigkeit von 150 bis 200 Metern pro Minute, einen Vorschub von 0,1 bis 0,3 mm pro Umdrehung und eine Schnitttiefe von 1 bis 3 mm. Auch die Wahl der Kühlmethode ist entscheidend. Trockenschneiden eignet sich für Gusseisen und kann den Kühlmittelverbrauch reduzieren; Nassschneiden mit Emulsion oder ölbasiertem Kühlmittel eignet sich besser für Stahl und Titanlegierungen, da es thermische Schäden wirksam reduzieren kann; beim Tiefbohren verbessert Hochdruckkühlung (10–15 bar) durch interne Kühlkanäle die Spanabfuhr erheblich. In der Praxis werden in der Automobilindustrie häufig Bohrwerkzeuge zum Bearbeiten der Innenlöcher von Zylinderlaufbuchsen und Kurbelwellen verwendet, die hohe Präzision und lange Lebensdauer erfordern. Bei der Herstellung von Formen wird es zur Feinabstimmung der Führungslöcher von

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Stanzwerkzeugen eingesetzt, wobei der Schwerpunkt auf der Oberflächenqualität liegt; auch in der Luftfahrtindustrie, beispielsweise bei der Erweiterung der inneren Löcher von Motorgehäusen, ist man auf seine hervorragende Leistung angewiesen.

5. Herausforderungen und Lösungen

mit Hartmetall-Ausdrehwerkzeugen, aber diese Probleme lassen sich durch wissenschaftlich fundierte Bewältigungsstrategien gut lösen. Während des Ausdrehvorgangs ist mangelhafte Spanabfuhr ein häufiges Problem bei der Tieflochbearbeitung, das durch eine Optimierung der Spanleitstufengestaltung und das Auftragen von selbstschmierenden Beschichtungen (wie etwa MoS₂) gemildert werden kann. Bei Bearbeitungen mit niedriger Geschwindigkeit und hoher Belastung kommt es leicht zu Wärmestaus, und ein effizientes Kühlsystem und eine hitzebeständige Beschichtung können die Temperatur wirksam regeln. Ein Rundlauffehler des Ausdrehwerkzeugs kann zu Öffnungsfehlern führen, und die Verwendung eines Werkzeugkörpers mit hoher Steifigkeit und einer Kantenverstärkung kann die Stabilität verbessern. Bei harten Materialien ist beschleunigter Verschleiß das Hauptproblem und regelmäßiges Schärfen oder die Verwendung von Diamantbeschichtungen kann die Lebensdauer deutlich verlängern. Zusammen gewährleisten diese Lösungen die Zuverlässigkeit der Ausdrehwerkzeuge unter komplexen Arbeitsbedingungen.

6. Optimierungs- und Entwicklungstrends

Hartmetall-Bohrwerkzeuge spiegeln das branchenweite Streben nach Effizienz und Intelligenz wider. Im Hinblick auf die Strukturoptimierung kann der integrierte interne Kühlkanal die Temperatur des Bohrwerkzeugs effektiv senken, das verstellbare Werkzeugkopfdesign ermöglicht die Anpassung an unterschiedliche Öffnungen und die dynamische Auswuchttechnologie verbessert die Stabilität bei der Bearbeitung mit niedriger Geschwindigkeit und hoher Präzision. Was die Materialinnovation betrifft, verbessert Nano-Hartmetall mit seiner feinen Körnung (weniger als 0,5 Mikrometer) Härte und Zähigkeit, und das Gradientenmaterialdesign ermöglicht dem Bohrwerkzeug sowohl hohe Härte als auch hohe Zähigkeit. Der Trend zur Intelligenz ermöglicht die Einbettung von Sensoren in Bohrwerkzeuge, um Verschleiß und Temperatur in Echtzeit zu überwachen und die Bohrparameter in Kombination mit Algorithmen der künstlichen Intelligenz dynamisch anzupassen. In Bezug auf die Fertigungstechnologie ermöglichen 3D-Drucktechnologien wie das selektive Laserschmelzen (SLM) komplexe Bohrwerkzeugstrukturen, wie beispielsweise integrierte Kühlkanäle, zu erzeugen, während die Laserauftragsschweißtechnologie die Reparatur verschlissener Bohrwerkzeuge ermöglicht. Der Trend zum Umweltschutz hat die Entwicklung von Beschichtungen für das Trockenschneiden (wie etwa Graphen-Verbundbeschichtungen) gefördert, wodurch die Abhängigkeit von Kühlmitteln verringert wird. Gleichzeitig verringert die Verwendung von recycelbaren Materialien auch die Umweltbelastung.

7. Lebensdauer und Wartung

Die Lebensdauer von Hartmetall-Bohrwerkzeugen variiert je nach Verarbeitungsbedingungen und Werkstückmaterial und beträgt in der Regel 15 bis 30 Stunden, beispielsweise etwa 20 Stunden bei der Stahlverarbeitung und bis zu 25 Stunden bei der Gusseisenverarbeitung. Zu den

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Wartungsarbeiten gehören regelmäßiges Schärfen, der Einsatz von Diamantschleifscheiben zur Sicherstellung eines Winkelfehlers von weniger als $0,5^\circ$, die Reparatur der Beschichtung mittels CVD-Technologie zur Wiederherstellung der Leistung und die Laservoreinstellung zur Sicherstellung eines Fehlers von weniger als $0,005\text{ mm}$. Diese Maßnahmen können die Lebensdauer von Bohrwerkzeugen effektiv verlängern. Nach der Verschrottung des Bohrwerkzeugs können die darin enthaltenen Wolfram- und Kobaltmaterialien recycelt und durch Einschmelzen und Zurückführen in den Ofen wiederverwendet werden, was dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung entspricht.

8. Industriestandards und Zertifizierung

Hartmetall-Bohrwerkzeuge müssen internationalen und nationalen Normen entsprechen, wie beispielsweise der ISO 13399 der ISO-Norm und der chinesischen GB/T-Norm, um Qualität und Sicherheit zu gewährleisten. Für die Zertifizierung sind die CE-Sicherheitszertifizierung und die RoHS-Umweltzertifizierung unerlässlich. Bei Bedarf können Sie sich an die CTIA GROUP wenden, um relevante technische Daten zu erhalten. Die CTIA GROUP bietet Anwendern professionelle Beratung bei Auswahl und Bedienung.

9. Detaillierte Klassifizierung von Hartmetall-Bohrwerkzeugen

Hartmetall-Bohrwerkzeuge können je nach Verarbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien in mehrere Kategorien unterteilt werden. Jeder Typ hat sein eigenes einzigartiges Design und seinen eigenen Zweck:

Einschneidiges Bohrwerkzeug : Geeignet für die Bearbeitung kleiner Bohrungen mit Durchmessern von 5 bis 30 mm und Längen bis zu 200 mm. Spanwinkel 5° bis 8° , Rückwinkel 6° bis 10° , YG8-Sorte, TiN-Beschichtung (Dicke $2\text{--}5\text{ }\mu\text{m}$) für höhere Verschleißfestigkeit. Schnittgeschwindigkeit 100 bis 150 m/min, Genauigkeit unter $0,005\text{ mm}$, häufig verwendet für die Bearbeitung kleiner Wellenbohrungen und Lagersitze.

Mehrschneidiges Bohrwerkzeug : Zum Schrappen und Schlichten von Bohrungen mit großem Durchmesser, mit 2 bis 6 Schneiden und einem Durchmesser von 50 bis 200 mm. Spanwinkel: 5° bis 10° , Rückwinkel: 6° bis 12° , Güte YT15, TiAlN-Beschichtung (Dicke: $10\text{--}20\text{ }\mu\text{m}$) für verbesserte Hitzebeständigkeit. Schnittgeschwindigkeit: 100 bis 200 m/min, Genauigkeit: unter $0,01\text{ mm}$. Häufig eingesetzt im Schwermaschinenbau und in Motorgehäusen.

Einstellbares Bohrwerkzeug : Eine Feineinstellungsvorrichtung sorgt für präzise Lochdurchmesser. Der Bohrdurchmesserbereich liegt zwischen 20 und 150 mm. Der vordere Winkel beträgt 5° bis 10° , der hintere Winkel 6° bis 12° . Die Sorte YW2 wird ausgewählt. Eine Mehrschichtbeschichtung (z. B. $\text{TiN}+\text{Al}_2\text{O}_3$) sorgt für umfassende Leistung. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 80 bis 150 Meter pro Minute, die Genauigkeit weniger als $0,005\text{ mm}$. Das Werkzeug wird häufig in der mehrstufigen und komplexen Innenlochbearbeitung eingesetzt.

10. Auswahl und Zuordnung

Die Wahl des richtigen Hartmetall-Bohrwerkzeugs erfordert eine umfassende Berücksichtigung des

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Werkstückmaterials und der Bearbeitungsart. Beispielsweise werden YT15-Mehrschneidbohrwerkzeuge zum Schlichten von Stahl, YG8-Einschneidbohrwerkzeuge zum Schruppen von Gusseisen und YW2-Verstellbohrwerkzeuge mit Mehrschichtbeschichtungen besser für die komplexe Innenbearbeitung von Bohrungen geeignet. Auch die Leistung der Werkzeugmaschine ist entscheidend: Um das Potenzial des Bohrwerkzeugs voll auszuschöpfen, sollte die Spindleleistung über 5 Kilowatt und die Drehzahl zwischen 1.000 und 3.000 U/min liegen.

11. Klassifizierungsübersichtstabelle

Bohrwerkzeugtyp	Anzahl der Klinge	Durchmesser (mm)	Vorderer Winkel (°)	Rückwinkel (°)	Anwendungsmark	Beschichtungstyp	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Schnitttiefe (mm)	Genauigkeit (mm)	Typische Anwendungen
Einschneidiges Ausdrehwerkzeug	1	5-30	5-8	6-10	YG8	TiN (2-5 μm)	100-150	0,5-2	<0,005	Kleine Wellenbohrung, Lagergehäuse
Mehrschneidiges Bohrwerkzeug	2-6	50-200	5-10	6-12	YT15	TiAlN (10-20 μm)	100-200	1-3	<0,01	Schwermaschinen, Gehäuse
Einstellbares Ausdrehwerkzeug	-	20-150	5-10	6-12	YW2	TiN + Al ₂ O ₃	80-150	0,5-2	<0,005	Komplexes Innenloch, mehrere Prozesse

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-Bohrwerkzeuge? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 📧 E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein einschneidiges Hartmetall- Ausdrehwerkzeug ?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Einschneidbohrwerkzeugs

Das Hartmetall-Einschneidwerkzeug ist ein Hochleistungsschneidwerkzeug für die präzise Innenlochbearbeitung und Ausdreharbeiten. Es wird häufig in der mechanischen Bearbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Energieanlagenproduktion und anderen Bereichen eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist das einschneidige Design in Kombination mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials, wodurch eine hochpräzise Innenlochbearbeitung, Lochdurchmesseranpassung und Oberflächenoptimierung erreicht werden. Das Hartmetall-Einschneidwerkzeug basiert auf Hartmetall mit hoher Härte (HV 1800–2200), ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit und eignet sich zum Ausdrehen hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickellegierungen und Gusseisen. Das einschneidige Design reduziert Schnittkraftschwankungen (Kraftstreuungsrate <10 %) durch einen einzigen Schneidpunkt und ist in Kombination mit einer einstellbaren Werkzeugleistenstruktur weitgehend kompatibel mit CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bohrwerken und Bearbeitungszentren. Es kann Locherweiterungen, Feinbohren, Anfasen und die Bearbeitung innerer Oberflächen effizient durchführen, mit einer Bearbeitungsgenauigkeit von bis zu IT5-IT7 und einer Oberflächenrauheit von Ra 0,1–0,6 Mikrometer.

Im Vergleich zu mehrschneidigen Bohrwerkzeugen bieten einschneidige Hartmetall-Bohrwerkzeuge eine höhere Flexibilität (Einstellgenauigkeit $\pm 0,005$ mm) und eine bessere Spankontrolle (um 15–25 % höhere Spanabtragsleistung bei Bohrungen mit kleinem Durchmesser (<10 mm) oder hohen Präzisionsanforderungen). Sie eignen sich besonders für Bearbeitungen, die eine Feineinstellung des Bohrungsdurchmessers oder komplexe Bohrungsinnenformen erfordern. Das Design ist hochflexibel, und Klingengröße, -winkel und -schaftlänge können je nach Bohrungsdurchmesser, -tiefe und Werkstückmaterial individuell angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug mit CAM-Software integriert werden, um die Schnittparameter dynamisch zu optimieren und so die Bearbeitungsqualität und die Standzeit zu verbessern.

2. Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Einschneidbohrern

Hartmetall-Einschneidbohrwerkzeuge zielen auf hochpräzises Bohren, exzellente Spanabfuhr und Einstellbarkeit ab. Sie verfügen üblicherweise über einen geraden oder konischen Schaft mit einer einschneidigen Schneide am Blatt und einer verstellbaren Werkzeugleiste zur Anpassung an unterschiedliche Lochdurchmesser und -tiefen. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): Mikro-Einschneidwerkzeuge ($D < 6$ mm) werden für das Feinbohren von Mikrobohrungen verwendet. Mittlere ($D = 6–20$ mm) eignen sich für die allgemeine

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Innenbearbeitung und große ($D > 20 \text{ mm}$) für das Schwerbohren. Der Schneidkantendurchmesser kann über die Werkzeugaufnahme feinjustiert werden.

Schafttyp : Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB) oder Kegelschaft (BT40, CAT50, HSK-A63), Schaftdurchmesser entspricht dem maximalen Schnittdurchmesser, Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm), Schaftlänge (50–300 mm) angepasst an Bearbeitungstiefe und Spannanforderungen der Werkzeugmaschine, Kegelschaft verbessert die Übertragung hoher Drehmomente (Drehmomentbereich 20–100 Nm).

Gesamtlänge (L): 100 mm bis 500 mm, geeignet für kleine CNC- (100–200 mm) oder schwere Bohrmaschinen (300–500 mm), extra lang (600 mm) zum Tieflochbohren (Tiefe bis zu 20D).

Effektive Schnittlänge (l): 20 mm bis 400 mm, Flachbohren (20–80 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, Tiefbohren (200–400 mm) eignet sich für tiefe Löcher oder mehrstufiges Bohren und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 5:1–15:1 geregelt.

Spiralwinkel: 0° – 30° (gerade Kante oder Mikrospirale), Standardwert ist 10° – 20° , optimiert die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, 15° – 20° wird häufig zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, und 0° – 10° können zum Schruppen verwendet werden, um die Festigkeit zu erhöhen.

Der Verstellbereich der Blende beträgt 0,01–5 mm (Feineinstellung). Die Blendenöffnung kann über das Schaftgewinde oder die Exzenterverstellung präzise gesteuert werden, die Einstellgenauigkeit beträgt $\pm 0,005 \text{ mm}$.

Die einschneidige Schneide verfügt über ein einschneidiges Design (Schneidenwinkel 90° – 120°) und wird mit einer hochpräzisen fünfschneidigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$) bearbeitet, um glatte Schneidkanten ($Ra \leq 0,02 \text{ Mikrometer}$) und geometrische Genauigkeit zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g} \cdot \text{mm} / \text{kg}$, Prüfdrehzahl 12.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsbohren (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,3–1,5 mm, Druck 5–15 bar) oder externen Spannnuten ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 20–30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 500^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern und sich für Tieflochbohren oder die Bearbeitung klebriger Materialien eignen. Einige Modelle verfügen über ein austauschbares Schneidkopfdesign, und Schneidkopf und Werkzeugleiste sind durch hochpräzise Gewinde (Toleranz 6H/6g) verbunden, was einen schnellen Austausch und ein Nachschleifen der Klinge ermöglicht.

3. Hartmetall-Einschneid-Bohrwerkzeugmaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 60–80 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800°C , geeignet für Edelstahl

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen.

K20: Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1700–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafwirkung, Lebensdauer bis zu 80–120 Stunden.

Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (500–800 °C) berücksichtigt werden. Einige Modelle enthalten Spuren von Niobcarbid (NbC , 0,5–1 %) oder Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %), um die Wärmebeständigkeit und Mikrostruktur zu optimieren.

Herstellung von einschneidigen Hartmetall-Ausdrehwerkzeugen

Der Herstellungsprozess umfasst mehrere Präzisionsschritte von der Rohmaterialaufbereitung bis zur abschließenden Beschichtung, um die geometrische Genauigkeit, Haltbarkeit und Leistungsstabilität des Werkzeugs zu gewährleisten. Im Folgenden wird der Herstellungsprozess detailliert beschrieben:

Rohstoffaufbereitung:

Materialverhältnis: Hochreines Wolframkarbidpulver (WC) und Kobaltpulver (Co) werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), der Kobaltgehalt wird je nach Marke angepasst (6–12 %), Titankarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) wird zur Leistungssteigerung hinzugefügt und die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert.

Mischvorgang: Das Nassmischen erfolgt mit einer Planetenkugelmühle (50–100 U/min, 24–48 Stunden), wobei Ethanol als Dispergiermittel hinzugefügt wird, um die Homogenität des Pulvers sicherzustellen (Entmischung < 1 %).

Qualitätsprüfung: Ein Laser-Partikelgrößenanalysator dient zur Ermittlung der Partikelgrößenverteilung, ein Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) zur Analyse der chemischen Zusammensetzung. Die Abweichung liegt innerhalb von $\pm 0,05$ %.

Formpressen:

Prozessparameter: Hydraulische Presse mit 150–200 MPa Druck zum Formen des Werkzeugkörperrohlings mit einer Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ , kaltisostatisches Pressen (CIP, 150–200 MPa, 10–15 Minuten) zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit.

Formdesign: Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Präzision von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Präzision der Klingenformung.

Qualitätskontrolle: Die Dichte der Rohlinge wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,1$ g/cm³), die innere Porosität wird durch Mikroskopie überprüft ($< 0,5$ %).

Hochtemperatursintern:

Prozessbedingungen: Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder Wasserstoffschutz, Temperatur 1400°C–1600°C, Dauer 10–12 Stunden, stufenweises Erhitzen (50°C pro Stunde, Vorheizstufe 300°C–600°C) zum Entfernen flüchtiger Bestandteile.

Prozessoptimierung : Durch die Technologie des heißisostatischen Pressens (HIP, Druck 100–150 MPa) werden Mikrodefekte beseitigt, die Korngröße auf 1–2 Mikrometer kontrolliert und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig verteilt (Standardabweichung < 50 HV).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qualitätsprüfung: Rasterelektronenmikroskop (REM) zur Analyse der Mikrostruktur, Vickers-Härteprüfgerät zur Prüfung der Härte (HV 1800-2200).

Nachbearbeitung:

Drehen: Außendrehen mit CBN-Werkzeugen, Rundlaufgenauigkeit $<0,01$ mm, Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,2$ μm .

Schleifen: Ultrapräzise fünfachsig CNC-Schleifmaschine für Schneidkanten (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Schneidkantenprofilfehler $<0,005$ mm, Oberfläche $Ra \leq 0,02$ Mikrometer.

Polieren: Diamantschleifmittel mit Körnung W0,5-W1,0, Kantenschärfe $Ra \leq 0,01$ μm , elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,1$ A/cm²) zum Entfernen mikroskopisch kleiner Grate.

Kantenbehandlung: Bohrspitzenfase ($0,1$ – $0,2$ mm, Winkel 5° – 10°) zur Verbesserung der Absplitterfestigkeit, Kantengeometrie per Laserinterferometer kalibriert.

Beschichtungsbehandlung:

Verfahrenstechnik: Die Beschichtung erfolgt im PVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 400 – 500°C , Abscheiderate $0,1$ – $0,2$ $\mu\text{m/h}$).

Beschichtungstyp: TiAlN (Dicke 3 – 8 Mikrometer, Härte 2800 – 3200 HV), AlCrN (Dicke 3 – 7 Mikrometer, Härte 3000 – 3400 HV) oder DLC (Dicke 1 – 3 Mikrometer, Härte 3000 – 3500 HV, Reibungskoeffizient $<0,1$), Reduzierung des Reibungskoeffizienten ($<0,3$), Erhöhung der Lebensdauer um 30 – 50 %.

Qualitätsprüfung: SEM zur Überprüfung der Beschichtungsgleichmäßigkeit, Nanoindenter zur Prüfung von Härte und Haftung (>70 N), Dickenabweichung $<0,5$ Mikrometer.

Endkontrolle und Verpackung:

Leistungsprüfung: Koordinatenmessgerät (KMG) prüft Durchmesser und Klingengenauigkeit ($<0,01$ mm), dynamische Auswuchtmaschine korrigiert Unwucht (<5 g·mm/kg).

Oberflächenbehandlung: Rostschutzölbeschichtung oder Vakuumverpackung zur Vermeidung von Oxidation.

Kennzeichnung: Lasergravur mit Durchmesser, Länge, Güteklasse und Chargennummer zur Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit.

5. Technische Parameter des Hartmetall-Einschneidbohrwerkzeugs

Härte: Substrat HV 1800 – 2200 , nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C – 1000°C .

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 50 – 150 m/min für Stahl, 30 – 100 m/min für Titanlegierung, 100 – 250 m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (f_z): $0,01$ – $0,15$ mm/U.

Schnitttiefe (a_p): $0,05$ – 5 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Lochgenauigkeit $<0,005$ mm.

Oberflächenrauheit: Ra $0,1$ – $0,6$ Mikrometer.

Szenarien von Hartmetall-Einschneidbohrern

Hartmetall-Einschneidbohrwerkzeuge werden aufgrund ihrer hohen Präzision und Einstellbarkeit in verschiedenen Industriebereichen eingesetzt. Nachfolgend finden Sie eine detaillierte Szenariobeschreibung mit spezifischen Fällen, technischen Daten und Branchenhintergrund:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Formenbau :

Anwendung: Feinbohren von Forminnenlöchern, Führungslöchern und Positionierlöchern, übliche Durchmesser sind 6–20 mm und Tiefen sind 20–100 mm.

Fallbeispiel: Ein Formenbauer verwendet ein einschneidiges Bohrwerkzeug mit 10 mm Durchmesser, um die Führungsbohrung des Stanzwerkzeugs fein zu bohren. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 m/min, der Vorschub 0,05 mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,003$ mm, Ra 0,2 μm , die Standzeit 80 Stunden und die jährliche Produktion von 1.500 Formensätzen. Dies entspricht einer Effizienzsteigerung von 35 %.

Technische Merkmale: Hohe Oberflächengüte und Koaxialität sind erforderlich und das interne Kühlsystem (10 bar) unterstützt die Bearbeitung tiefer Löcher.

Automobilindustrie:

Anwendung: Bearbeitung von Motorzylinderbohrungen, Pleuelbohrungen und Getriebegehäusebohrungen mit typischen Durchmessern von 15–30 mm und Tiefen von 30–150 mm.

Fallbeispiel: Ein Automobilzulieferer verwendet ein einschneidiges Bohrwerkzeug mit 20 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Zylinderbohrungen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 80 m/min und einem Vorschub von 0,04 mm/U. Die Rundheit der Bohrungen nach der Bearbeitung beträgt $< 0,005$ mm, der Ra-Wert 0,3 μm und die Standzeit 90 Stunden. Das Unternehmen produziert 600.000 Zylinder pro Jahr und reduziert so die Produktionszeiten um 20 %.

Branchenhintergrund: Mit der steigenden Nachfrage nach Motorgehäusen für Elektrofahrzeuge ist das Präzisionsbohren von Aluminium- und Magnesiumlegierungen in den Fokus gerückt, und die Nachfrage nach Antihafbeschichtungen (wie DLC) für einschneidige Bohrwerkzeuge hat zugenommen.

Luft- und Raumfahrt:

Anwendung: Bohren von Rumpfverbindungslochern und Fahrwerksstrebenlöchern aus Titanlegierung oder hochfestem Stahl, üblicher Durchmesser 10–25 mm, Tiefe 50–200 mm.

Fallbeispiel: Eine Fluggesellschaft verwendete ein einschneidiges Bohrwerkzeug mit 15 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Fahrwerksbohrungen aus Titanlegierung. Die Schnittgeschwindigkeit betrug 50 m/min, der Vorschub 0,03 mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,004$ mm, der Ra-Wert 0,2 μm , die Standzeit 100 Stunden und das Werkzeug erfüllte den AS9100-Standard.

Technische Merkmale: Erfordert Hitzebeständigkeit und hohe Präzision, und der interne Kühlruck muss über 15 Bar liegen.

Herstellung von Energieanlagen:

Anwendung: Bearbeitung von Turbinenwellenlöchern, Pumpenkörper-Innenlöchern und Ventilkörperlöchern, übliche Durchmesser sind 20–40 mm und Tiefen sind 100–300 mm.

Fallbeispiel: Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet ein einschneidiges Bohrwerkzeug mit 25 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Bohrungen in Hydraulikpumpengehäusen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 70 m/min, der Vorschub 0,06 mm/U, der Bohrungsdurchmesserfehler nach der Bearbeitung $< 0,01$ mm, Ra 0,5 μm , die Standzeit 110 Stunden und die Jahresproduktion 4.000 Pumpengehäuse. Dies entspricht einer Effizienzsteigerung von

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

30 %.

Branchenhintergrund: Da bei Windkraft- und Kernkraftanlagen höhere Anforderungen an die Genauigkeit von Tiefbohrungen gestellt werden, sind die vibrationsfeste Konstruktion und der Kühlkanal von einschneidigen Bohrfräsern von entscheidender Bedeutung.

Medizinprodukte:

Anwendung: Bohren von Innenlöchern für orthopädische Implantate oder Positionierungslöcher für chirurgische Instrumente, mit üblichen Durchmessern von 4–10 mm und Tiefen von 10–50 mm.

Fallbeispiel: Ein Medizinunternehmen verwendete ein einschneidiges Bohrwerkzeug mit 6 mm Durchmesser zur Bearbeitung der Innenbohrung eines Hüftgelenks aus Titanlegierung. Die Schnittgeschwindigkeit betrug 40 m/min, der Vorschub 0,02 mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,002$ mm, der Ra-Wert 0,1 μm , die Standzeit 60 Stunden und das Werkzeug erfüllte die FDA-Biokompatibilitätsstandards.

Technische Merkmale: Erfordert extrem hohe Präzision und Oberflächenqualität, verwendet oft eine TiAlN-Beschichtung, um Metallverunreinigungen zu reduzieren.

Mechanische Teile:

Anwendung: Bearbeitung von Lagersitzbohrungen, Getriebewellenbohrungen und Innenbohrungen von Pumpengehäusen, übliche Durchmesser sind 12–30 mm und Tiefen 50–150 mm.

Fallbeispiel: Ein Maschinenbauunternehmen verwendet ein einschneidiges Bohrwerkzeug mit einem Durchmesser von 18 mm zur Bearbeitung von Lagersitzbohrungen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 90 m/min, der Vorschub 0,05 mm/U, die Rundheit der Bohrung nach der Bearbeitung $< 0,006$ mm, der Ra-Wert 0,4 μm , die Standzeit 85 Stunden und die Jahresproduktion von 100.000 Lagersitzen ist um 25 % höher.

Branchenhintergrund: Da die Nachfrage nach der Bearbeitung von Tieflochbohrungen mit großem Durchmesser in Schwermaschinen steigt, werden die Steifigkeit und Haltbarkeit von einschneidigen Bohrwerkzeugen zu einem Wettbewerbsvorteil.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Einschneidbohrwerkzeugen

Werkzeugmaschine: Drei- oder Fünf-Achsen-CNC, Rundlaufabweichung $< 0,005$ mm, Spindelleistung ≥ 3 kW, empfohlen wird die Verwendung einer hochsteifen Bohrmaschine (Führungsbahnsteifigkeit > 3000 N / μm).

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15–20 l/min) oder Innenkühlung (Druck 5–15 bar). Viskose Werkstoffe (z. B. Edelstahl) benötigen eine verstärkte Kühlung (Durchflussrate auf 25 l/min erhöht).

Parameter: Vc 100 m/min, fz 0,05 mm/U, Schnitttiefensegment (5D pro Segment), Vorschub im Bohrübergangsegment wird zur Vibrationsreduzierung halbiert.

Installation: Koaxialität $< 0,002$ mm, Spannkraft 20–40 Nm (Zylinderschaft) bzw. 40–60 Nm (Kegelschaft), Koaxialität des Werkzeugschafts vor dem Einbau kalibrieren.

Verschleiß: Ersetzen Sie die Klinge, wenn der VB-Abrieb 0,3 mm erreicht, der Lochdurchmesser außerhalb der Toleranz liegt ($> 0,01$ mm) oder Kratzer auf der Oberfläche auftreten. Es wird empfohlen, alle 20 Stunden zu prüfen und die Verschleißdaten aufzuzeichnen, um den Nutzungszyklus zu optimieren.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie einschneidige Hartmetall- Bohrwerkzeuge? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Mehrschneiden-Bohrwerkzeug?

1. Definition und Funktion des Hartmetall-Mehrschneiden-Bohrwerkzeugs

Mehrschneiden-Bohrfräser aus Hartmetall sind Hochleistungsschneidwerkzeuge für die effiziente und präzise Innenlochbearbeitung und Ausbohrvorgänge. Sie werden häufig in der Zerspanung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Energieanlagenproduktion und im Schwermaschinenbau eingesetzt. Ihr Hauptmerkmal ist die Verwendung eines Designs mit mehreren Schneiden (normalerweise 2–6 Schneiden) in Kombination mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials, wodurch hocheffizientes Schrappen, Vorschlichten und Schlichten erreicht wird und sie besonders für die Bearbeitung von großen Durchmessern oder tiefen Löchern geeignet sind. Mehrschneiden-Bohrfräser aus Hartmetall basieren auf Hartmetall mit hoher Härte (HV 1800–2200), ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit und eignen sich zum Bohren hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickelbasislegierungen, Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Das Mehrklingendesign verteilt die Schnittkraft auf mehrere Schneidpunkte (Kraftverteilung 20–40 %) und verbessert so die Bearbeitungseffizienz und -stabilität. Es eignet sich hervorragend für CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bohrwerke, Bearbeitungszentren oder Spezialbohrmaschinen und ermöglicht die effiziente Durchführung von Locherweiterungen, Feinbohrungen, Anfasungen und Innenflächenbearbeitungen. Die Bearbeitungsgenauigkeit erreicht IT5–IT7, die Oberflächenrauheit Ra 0,2–0,8 µm.

Mehrschneidige Hartmetall-Bohrwerkzeuge bieten eine höhere Schnittgeschwindigkeit (30–50 %) und eine geringere Vibrationsfestigkeit (15–25 %) bei Bohrungen mit mittlerem bis großem Durchmesser (> 10 mm) oder hohen Zerspanungsleistungen. Sie eignen sich besonders für hohe Belastungen und Massenproduktion. Ihr Design ist äußerst flexibel: Schneidenanzahl, Schneidengeometrie und Schaftlänge lassen sich an Bohrungsdurchmesser, -tiefe und Werkstückmaterial anpassen. Dank fortschrittlicher intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug in CAM-Software (wie HyperMill und Edgecam) integriert werden, um die Schnittparameter dynamisch zu optimieren und so die Bearbeitungseffizienz und die Standzeit zu verbessern.

2. Strukturelle Merkmale von Hartmetall-Mehrschneiden-Bohrfräsern

Hartmetall-Mehrschneiden-Bohrfräser zielen auf effizientes Bohren, hohe Steifigkeit und exzellente Spanabfuhr ab. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft, einen Kegelschaft oder eine modulare Werkzeugleiste mit mehrschneidigen Spiral- oder Geradeinschnitten und kombinieren radiale und axiale Schneidfähigkeiten, um sich an komplexe Innenlochbearbeitungen anzupassen. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

Durchmesser (D): Mikro-Mehrschneidenbohrwerkzeuge ($D < 15 \text{ mm}$) mit einem Durchmesser von 10 mm bis 100 mm eignen sich zum Feinbohren kleiner Löcher, mittelgroße ($D = 15\text{--}50 \text{ mm}$) für

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

die allgemeine Innenbearbeitung und große ($D > 50 \text{ mm}$) für schwere Bohrungen oder Bohrungen mit großem Durchmesser. Der Schneidkantendurchmesser kann über die Werkzeugaufnahme feinjustiert werden.

Schafttyp : Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB), Kegelschaft (BT40, CAT50, HSK-A63) oder modularer Schaft, Schaftdurchmesser entspricht dem maximalen Schnittdurchmesser, Toleranzklasse h6 ($0/-0,006 \text{ mm}$), Schaftlänge ($100\text{--}500 \text{ mm}$) individuell angepasst an Bearbeitungstiefe und Spannanforderungen der Maschine, Kegelschaft oder modulare Bauweise unterstützt hohe Drehmomentübertragung (Drehmomentbereich $50\text{--}200 \text{ Nm}$).

Gesamtlänge (L): 150 mm bis 800 mm , geeignet für mittelgroße CNC- ($150\text{--}300 \text{ mm}$) oder Hochleistungsbohrmaschinen ($400\text{--}800 \text{ mm}$), extra lang (1000 mm) zum Tieflochbohren (Tiefe bis $25D$).

Effektive Schnittlänge (l): 30 mm bis 600 mm , Flachbohren ($30\text{--}100 \text{ mm}$) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, Tiefbohren ($300\text{--}600 \text{ mm}$) eignet sich für tiefe Löcher oder mehrstufiges Bohren und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf $5:1\text{--}20:1$ geregelt.

Spiralwinkel: $10^\circ\text{--}40^\circ$, Standardwert ist $15^\circ\text{--}30^\circ$, das Spiraldesign optimiert die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, $25^\circ\text{--}30^\circ$ werden üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, $10^\circ\text{--}20^\circ$ können zum Schrappen gewählt werden, um die Festigkeit zu erhöhen, einige kundenspezifische Modelle unterstützen einen allmählichen Spiralwinkel ($10^\circ\text{--}35^\circ$) zur Anpassung an das Schneiden tiefer Löcher.

Schneidkanten : $2\text{--}6$ Schneidkanten, abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsanforderungen. Kleine Durchmesser ($D < 20 \text{ mm}$) haben $2\text{--}3$ Schneidkanten, mittlere und große Durchmesser ($D > 20 \text{ mm}$) $4\text{--}6$ Schneidkanten. Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber hochsteife Werkzeugmaschinen und Kühlung. Der Schneidkantenabstandsfehler $< 0,02 \text{ mm}$ gewährleistet eine gleichmäßige Schnittkraft.

Der Mehrschneider verfügt über ein symmetrisches oder asymmetrisches Mehrpunkt-Schneiddesign (Schneidenwinkel $90^\circ\text{--}120^\circ$), das mit einer hochpräzisen fünfschneidigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$) bearbeitet wird, um die Glätte der Schneide ($R_a \leq 0,02 \text{ Mikrometer}$) und geometrische Genauigkeit sicherzustellen. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g}\cdot\text{mm}/\text{kg}$, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen (Amplitude $< 0,005 \text{ mm}$) beim Hochgeschwindigkeitsbohren zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser $0,5\text{--}2 \text{ mm}$, Druck $5\text{--}20 \text{ bar}$) oder externen Spanleitstufen (Breite $1\text{--}2 \text{ mm}$) ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um $25\text{--}35 \%$) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^\circ\text{C}$) deutlich verbessern und zum Tiefbohren oder der Bearbeitung klebriger Materialien geeignet sind. Einige Modelle verfügen über ein modulares Schneidkopfdesign, das durch hochpräzise Gewinde oder Bajonett (Toleranz $6H/6g$) mit dem Schneidkopf und der Werkzeugleiste verbunden ist, was einen schnellen Austausch und ein Nachschleifen der Klinge ermöglicht und die modulare Länge 500 mm erreichen kann.

3. Hartmetall-Mehrkant-Bohrwerkzeugmaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 80–120 Stunden erreichen.

K40: Kobaltgehalt 12 %, Härte HV 1600–1800, Biegefestigkeit 2200–2500 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafteffekt, Lebensdauer bis zu 100–150 Stunden.

Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (500–900 °C) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) oder Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %) hinzugefügt, um die Wärmebeständigkeit, Oxidationsbeständigkeit und Gleichmäßigkeit der Mikrostruktur zu optimieren.

4. Herstellung von Mehrschneiden-Bohrwerkzeugen aus Hartmetall

Der Herstellungsprozess umfasst mehrere Präzisionsschritte von der Rohmaterialaufbereitung bis zur abschließenden Beschichtung, um die geometrische Genauigkeit, Haltbarkeit und Leistungsstabilität des Werkzeugs zu gewährleisten. Im Folgenden wird der Herstellungsprozess detailliert beschrieben:

Rohstoffaufbereitung:

Materialverhältnis: Hochreines Wolframkarbidpulver (WC) und Kobaltpulver (Co) werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), der Kobaltgehalt wird je nach Marke angepasst (6–12 %), Titankarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) wird zur Leistungssteigerung hinzugefügt und die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert.

Mischvorgang: Das Nassmischen erfolgt mit einer Planetenkugelmühle (50–100 U/min, 24–48 Stunden), wobei Ethanol als Dispergiermittel hinzugefügt wird, um die Homogenität des Pulvers sicherzustellen (Entmischung < 1 %).

Qualitätsprüfung: Ein Laser-Partikelgrößenanalysator dient zur Ermittlung der Partikelgrößenverteilung, ein Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) zur Analyse der chemischen Zusammensetzung. Die Abweichung liegt innerhalb von $\pm 0,05$ %.

Formpressen:

Prozessparameter: Hydraulische Presse mit 150–200 MPa Druck zum Formen des Werkzeugkörperrohlings mit einer Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ , kalisostatisches Pressen (CIP, 150–200 MPa, 10–15 Minuten) zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit.

Formdesign : Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Formgenauigkeit mehrerer Klingen.

Qualitätskontrolle : Die Dichte der Rohlinge wird mit der archimedischen Methode gemessen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(Fehler $< 0,1 \text{ g/cm}^3$), die innere Porosität wird durch Mikroskopie überprüft ($< 0,5 \%$).

Hochtemperatursintern:

Prozessbedingungen: Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder Wasserstoffschutz, Temperatur 1400°C – 1600°C , Dauer 10–12 Stunden, stufenweises Erhitzen (50°C pro Stunde, Vorheizstufe 300°C – 600°C) zum Entfernen flüchtiger Bestandteile.

Prozessoptimierung: Durch die Technologie des heißisostatischen Pressens (HIP, Druck 100–150 MPa) werden Mikrodefekte eliminiert, die Korngröße auf 1–2 Mikrometer kontrolliert und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig verteilt (Standardabweichung $< 50 \text{ HV}$).

Qualitätsprüfung: Rasterelektronenmikroskop (REM) zur Analyse der Mikrostruktur, Vickers-Härteprüfgerät zur Prüfung der Härte (HV 1800–2200).

Nachbearbeitung:

Drehen: Außendrehen mit CBN-Werkzeugen, Rundlaufgenauigkeit $< 0,01 \text{ mm}$, Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2 \text{ }\mu\text{m}$.

Schleifen: Ultrapräzise fünfschneidige CNC-Schleifmaschine bearbeitet mehrere Schneidkanten (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$), Schneidkantenprofilfehler $< 0,005 \text{ mm}$, Oberfläche $R_a \leq 0,02 \text{ Mikrometer}$.

Polieren: Diamantschleifmittel mit Körnung W0,5–W1,0, Kantenschärfe $R_a \leq 0,01 \text{ }\mu\text{m}$, elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,1 \text{ A/cm}^2$) zum Entfernen mikroskopisch kleiner Grate.

Kantenbehandlung: Abgeschrägte Klingenspitze ($0,1$ – $0,2 \text{ mm}$, Winkel 5° – 10°) zur Verbesserung der Absplitterfestigkeit, Klingengeometrie per Laserinterferometer kalibriert.

Beschichtungsbehandlung:

Verfahrenstechnik: Die Beschichtung erfolgt im PVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa , Temperatur 400 – 500°C , Abscheiderate $0,1$ – $0,2 \text{ }\mu\text{m/h}$).

Beschichtungstyp: TiAlN (Dicke 3–8 Mikrometer, Härte 2800–3200 HV), AlCrN (Dicke 3–7 Mikrometer, Härte 3000–3400 HV) oder DLC (Dicke 1–3 Mikrometer, Härte 3000–3500 HV, Reibungskoeffizient $< 0,1$), Reduzierung des Reibungskoeffizienten ($< 0,3$), Erhöhung der Lebensdauer um 30–50 %.

Qualitätsprüfung: SEM zur Überprüfung der Beschichtungsgleichmäßigkeit, Nanoindenter zur Prüfung von Härte und Haftung ($> 70 \text{ N}$), Dickenabweichung $< 0,5 \text{ Mikrometer}$.

Prüfung und Verpackung:

Leistungsprüfung: Koordinatenmessgerät (KMG) prüft Durchmesser und Klingengenauigkeit ($< 0,01 \text{ mm}$), dynamische Auswuchtmaschine korrigiert Unwucht ($< 5 \text{ g}\cdot\text{mm/kg}$).

Oberflächenbehandlung: Rostschutzölbeschichtung oder Vakuumverpackung zur Vermeidung von Oxidation.

Markierung: Lasergravur mit Durchmesser, Länge, Anzahl der Nuten, Güteklasse und Chargennummer zur Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit.

5. Technische Parameter von Hartmetall-Mehrschneiden-Bohrfräsern

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C – 1000°C .

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 50 – 200 m/min für Stahl, 30 – 120 m/min für Titanlegierung, 100 – 300 m/min für Aluminiumlegierung.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Vorschub (fz): 0,02–0,25 mm/U.

Schnitttiefe (ap): 0,1–10 mm.

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,01$ mm, Lochgenauigkeit $< 0,005$ mm.

Oberflächenrauheit: Ra 0,2–0,8 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien von Hartmetall-Mehrschneiden-Bohrfräsern

Mehrschneidige Hartmetall-Bohrfräser werden aufgrund ihrer hohen Effizienz und der Eigenschaft der Mehrschneidigen Schnittkraft in vielen Industriebereichen eingesetzt. Nachfolgend finden Sie eine detaillierte Szenariobeschreibung mit spezifischen Fällen, technischen Daten und Branchenhintergrund:

Formenbau :

Anwendung: Grob- und Feinbohren von Formhohlräumen, Führungsbuchsen und Kühllöchern, typische Durchmesser sind 20–50 mm und Tiefen 50–200 mm.

Fallbeispiel: Ein Formenbauer verwendet ein vierschneidiges Bohrwerkzeug mit 30 mm Durchmesser, um den Hohlraum einer Stanzform vorzubohren. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 150 m/min, der Vorschub 0,15 mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,008$ mm, Ra 0,5 μm , die Standzeit 100 Stunden und die jährliche Produktion von 1.200 Formensätzen. Dies entspricht einer Effizienzsteigerung von 40 %.

Technische Merkmale: Hohe Zerspanungsleistung und Stabilität sind erforderlich, und das interne Kühlsystem (15 bar) unterstützt die Tieflochbearbeitung.

Automobilindustrie:

Anwendung: Bearbeitung von Motorzylinderbohrungen, Kurbelwellenspindelbohrungen und Getriebegehäusebohrungen mit typischen Durchmessern von 30–70 mm und Tiefen von 80–250 mm.

Fallbeispiel: Ein Automobilzulieferer verwendet ein 6-schneidiges Bohrwerkzeug mit 50 mm Durchmesser zum Feinbohren der Hauptwellenbohrung des Zylinderblocks. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 120 m/min, der Vorschub 0,10 mm/U, die Rundheit der Bohrung nach der Bearbeitung $< 0,006$ mm, der Ra-Wert 0,3 μm , die Standzeit 120 Stunden, die Jahresproduktion 800.000 Zylinderblöcke und die Prozesszeit wird um 25 % reduziert.

Branchenhintergrund: Die Nachfrage nach der Bearbeitung von Löchern mit großem Durchmesser in Motorgehäusen und Getriebesystemen von Elektrofahrzeugen hat zugenommen und die hohe Effizienz von Mehrkant-Bohrwerkzeugen hat sich als Vorteil erwiesen.

Luft- und Raumfahrt:

Anwendung: Bohren von Rumpfverbindungslochern und Fahrwerksstrebenlochern aus Titanlegierung oder hochfestem Stahl, üblicher Durchmesser 25–60 mm, Tiefe 100–300 mm.

Fallbeispiel: Eine Fluggesellschaft verwendete ein 4-schneidiges Bohrwerkzeug mit 40 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Fahrwerksbohrungen aus Titanlegierung. Die Schnittgeschwindigkeit betrug 80 m/min, der Vorschub 0,08 mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,005$ mm, der Ra-Wert 0,2 μm , die Standzeit 130 Stunden und das Werkzeug erfüllte den AS9100-Standard.

Technische Merkmale: Erfordert Hitzebeständigkeit und hohe Präzision, und der interne Kühlruck muss über 20 bar liegen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Herstellung von Energieanlagen:

Anwendung: Bearbeitung von Turbinenwellenlöchern, großen Pumpenkörperlöchern und Ventilkörperlöchern, übliche Durchmesser sind 40–100 mm und Tiefen sind 200–500 mm.

Fallbeispiel: Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet ein 6-schneidiges Bohrwerkzeug mit 60 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Bohrungen in Hydraulikpumpengehäusen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 m/min, der Vorschub 0,12 mm/U, der Bohrungsdurchmesserfehler nach der Bearbeitung <0,01 mm, der Ra-Wert 0,6 µm und die Standzeit 150 Stunden. Die Jahresproduktion beträgt 3.000 Pumpengehäuse, und die Effizienz wird um 35 % verbessert.

Branchenhintergrund: Windkraft- und Kernkraftanlagen stellen höhere Anforderungen an die Bearbeitungsgenauigkeit und Oberflächenqualität von tiefen Löchern mit großem Durchmesser, und die Vibrationsfestigkeit und das Kühl-Design von Mehrschneiden-Bohrfräsern sind von entscheidender Bedeutung.

Schwere Maschinen:

Anwendung: Bearbeitung von Spindellöchern in Werkzeugmaschinen, inneren Löchern in Getrieben und großen Gusslöchern, übliche Durchmesser sind 50–100 mm und Tiefen sind 200–600 mm.

Fallbeispiel: Ein Maschinenbauunternehmen verwendet ein fünfschneidiges Bohrwerkzeug mit 80 mm Durchmesser zur Bearbeitung der Spindelbohrung einer Werkzeugmaschine. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 90 m/min, der Vorschub 0,10 mm/U, die Rundheit der Bohrung nach der Bearbeitung <0,008 mm, Ra 0,5 µm und die Standzeit 140 Stunden. Die jährliche Produktion von 5.000 Werkzeugmaschinenteilen konnte um 30 % gesteigert werden.

Branchenhintergrund: Da die Nachfrage nach der Bearbeitung von Tieflochbohrungen mit großem Durchmesser in Schwermaschinen steigt, werden die Steifigkeit und Haltbarkeit von Mehrschneiden-Bohrwerkzeugen zu einem Wettbewerbsvorteil.

Schiffbau:

Anwendung: Bearbeitung von Zylinderbohrungen von Schiffsmotoren und Propellerwellenlöchern, übliche Durchmesser sind 70–120 mm und Tiefen 300–800 mm.

Fallbeispiel: Eine Werft verwendet ein sechsschneidiges Bohrwerkzeug mit 100 mm Durchmesser zur Bearbeitung der Propellerwellenbohrung. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 80 m/min, der Vorschub 0,15 mm/U, die Bohrungsdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,01$ mm, Ra 0,7 µm, die Standzeit 160 Stunden und die Jahresproduktion 200 Propeller, was die Effizienz um 40 % steigert.

Technische Merkmale: Hohe Steifigkeit und Fähigkeit zur Tieflochbearbeitung sind erforderlich, und das interne Kühlsystem erfordert eine Hochdruckunterstützung (20 bar).

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von Hartmetall-Mehrkant-Bohrwerkzeugen

Werkzeugmaschine : Fünfschneidige CNC- oder Hochleistungsbohrmaschine, Rundlaufabweichung <0,005 mm, Spindelleistung ≥ 5 kW, empfohlen wird die Verwendung einer Spindel mit hoher Steifigkeit (Führungsbahnsteifigkeit >4000 N / µm) .

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10–20 bar, 20–30 l/min) oder Innenkühlung (Druck 5–20 bar). Viskose Werkstoffe (z. B. Edelstahl) benötigen eine verstärkte Kühlung (Durchfluss auf 35

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

l/min erhöht).

Parameter: Vc 120 m/min, fz 0,10 mm/U, Schnitttiefe segmentiert (5D pro Segment), Vorschub im mehrschneidigen Übergangsegment halbiert, um Vibrationen zu reduzieren.

Einbau: Koaxialität <0,002 mm, Spannkraft 40–80 Nm (Kegelschaft oder modular), Koaxialität von Werkzeugdorn und Spindel vor Einbau kalibrieren.

Verschleiß: Ersetzen Sie die Klinge, wenn der Verschleiß VB 0,3 mm erreicht, der Lochdurchmesser außerhalb der Toleranz liegt (> 0,01 mm) oder Kratzer auf der Oberfläche auftreten. Es wird empfohlen, alle 30 Stunden zu prüfen und die Verschleißdaten aufzuzeichnen, um den Nutzungszyklus zu optimieren.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie mehrschneidige Hartmetall-Bohrwerkzeuge? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein verstellbares Hartmetall-Bohrwerkzeug?

Definition und Funktion des Hartmetall-Verstellbohrwerkzeugs

Das verstellbare Hartmetall-Ausdrehwerkzeug ist ein Hochleistungsschneidwerkzeug für die hochpräzise Innenlochbearbeitung und flexible Ausdrehvorgänge. Es wird häufig in der mechanischen Bearbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Energieanlagenproduktion und der Herstellung von Präzisionsinstrumenten eingesetzt. Sein Hauptmerkmal ist die Kombination aus verstellbarer Werkzeuggestalt und Hartmetallschneidkante. Durch den Feineinstellungsmechanismus kann der Schnittdurchmesser genau angepasst werden, um den Anforderungen verschiedener Lochdurchmesser gerecht zu werden und eine hochpräzise Bearbeitung zu erreichen. Das verstellbare Hartmetall-Ausdrehwerkzeug verwendet Hartmetall als Klingenmaterial, hat eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit und eignet sich zum Ausdrehen hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierung (HRC 30–35), Nickellegierungen, Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Das einstellbare Design ermöglicht die Durchmessereinstellung über Präzisionsgewinde, Exzenterverstellung oder Hydraulikmechanismus (Einstellbereich 0,01–10 mm, Genauigkeit $\pm 0,002$ mm). Es ist weitgehend kompatibel mit CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bohrwerken, Bearbeitungszentren und Spezialbohrgeräten. Es ermöglicht die effiziente Durchführung von Locherweiterungen, Feinbohrungen, Anfasen, Innenflächenbearbeitungen und Öffnungsreparaturen. Die Bearbeitungsgenauigkeit erreicht IT4–IT6 und die Oberflächenrauheit Ra 0,1–0,5 μm .

Hartmetall-Verstellbohrwerkzeuge bieten höhere Flexibilität (um 50–70 % höhere Anpassungsfähigkeit) und Wirtschaftlichkeit (reduzierte Werkzeugwechselhäufigkeit) in der Kleinserienfertigung, der Bearbeitung von Bohrungen mit mehreren Spezifikationen oder der Feineinstellung von Blenden. Sie eignen sich besonders für die komplexe Werkstückbearbeitung, die hohe Präzision und dynamische Anpassung erfordert. Die Konstruktionsflexibilität ist extrem hoch, und Klingengeometrie, Verstellmechanismus und Werkzeugstangenlänge können je nach Blendenbereich, Tiefe und Werkstückmaterial individuell angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug mit CAM-Software und Sensorsystemen integriert werden, um die Schnittparameter durch Echtzeit-Datenfeedback dynamisch zu optimieren.

Merkmale des verstellbaren Hartmetall-Bohrfräasers

Hartmetall-Verstellbohrwerkzeuge zielen auf hochpräzises Bohren, Einstellbarkeit und exzellente Spanabfuhr ab. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft, einen Kegelschaft oder eine modulare Werkzeuggestaltkonstruktion sowie ein- oder mehrschneidige Klingen und sind mit einem Präzisionsverstellmechanismus ausgestattet, um unterschiedlichen Lochdurchmessern gerecht zu werden. Im Folgenden sind die detaillierten Strukturmerkmale aufgeführt, die geometrische Parameter, Verarbeitungstechnologie und Funktionsoptimierung abdecken:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Durchmesser (D): von 5 mm bis 150 mm, mikroverstellbare Bohrwerkzeuge ($D < 15$ mm) werden zum Feinbohren kleiner Löcher verwendet, mittlere ($D = 15 - 50$ mm) eignen sich für die allgemeine Innenlochbearbeitung, große ($D > 50$ mm) werden für starkes Bohren oder Löcher mit großem Durchmesser verwendet, Einstellbereich 0,01 – 10 mm, Genauigkeit $\pm 0,002$ mm.

Schafttyp : Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB), Kegelschaft (BT40, CAT50, HSK-A63) oder modularer Schaft, Schaftdurchmesser entspricht dem maximalen Schnittdurchmesser, Toleranzklasse h6 (0/-0,006 mm), Schaftlänge (100-600 mm) individuell angepasst an Bearbeitungstiefe und Maschinenspannanforderungen, modulare Bauweise unterstützt hohe Drehmomentübertragung (Drehmomentbereich 50-300 Nm).

Gesamtlänge (L): 150 mm bis 1000 mm, geeignet für mittelgroße CNC- (150–300 mm) oder Hochleistungsbohrmaschinen (400–1000 mm), extralang (1200 mm) zum Tieflochbohren (Tiefe bis 30D).

Effektive Schnittlänge (l): 30 mm bis 800 mm, Flachbohren (30–100 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, Tiefbohren (400–800 mm) eignet sich für tiefe Löcher oder mehrstufiges Bohren und das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird normalerweise auf 5:1–25:1 geregelt.

Spiralwinkel: 10° – 40° , Standardwert ist 15° – 30° , das Spiraldesign optimiert die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung, 25° – 30° werden üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, 10° – 20° können zum Schrappen gewählt werden, um die Festigkeit zu erhöhen, einige kundenspezifische Modelle unterstützen einen allmählichen Spiralwinkel (10° – 35°) zur Anpassung an das Schneiden tiefer Löcher.

Schneidkanten : 1–4 Schneidkanten, abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsanforderungen. Kleine Durchmesser ($D < 20$ mm) haben 1–2 Schneidkanten, mittlere und große Durchmesser ($D > 20$ mm) 2–4 Schneidkanten. Eine höhere Schneidkantenanzahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung. Der Schneidkantenabstandsfehler beträgt $< 0,02$ mm.

Die verstellbare Klinge ist mit einer oder mehreren Klingen ausgestattet. Der Verstellmechanismus umfasst ein Präzisionsgewinde (Steigung 0,5–1 mm), eine Exzenterverstellung (Exzentrizität 0,01–5 mm) oder eine hydraulische Feineinstellung (Druck 0,1–1 bar). Die Bearbeitung erfolgt auf einer hochpräzisen fünfachsigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), um die Glätte der Schneide ($R_a \leq 0,02 \mu\text{m}$) und die geometrische Genauigkeit zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 5 \text{ g}\cdot\text{mm}/\text{kg}$, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsbohren (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–2,5 mm, Druck 5–25 bar) oder externen Spanleitstufen (Breite 1–2,5 mm) ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 25–40 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^{\circ}\text{C}$) deutlich verbessern und sich für Tieflochbohren oder die Bearbeitung klebriger Materialien eignen. Einige Modelle verfügen über einen modularen Schneidkopf. Schneidkopf und Werkzeugstange sind durch hochpräzise Gewinde oder Bajonettverbindungen (Toleranz 6H/6g) verbunden, was einen schnellen Austausch und das Nachschleifen der Klinge ermöglicht. Die modulare Länge kann bis zu 800 mm betragen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3. Hartmetall-Einstellbohrwerkzeugmaterial

Das Material besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind:

YG6X: Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 70–100 Stunden erreichen.

YT15: Enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 80–120 Stunden erreichen.

K30: Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1700–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafwirkung, Lebensdauer bis zu 100–150 Stunden.

Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (500–900 °C) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) oder Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %) hinzugefügt, um die Wärmebeständigkeit, Oxidationsbeständigkeit und Gleichmäßigkeit der Mikrostruktur zu optimieren.

4. Herstellung von verstellbaren Hartmetall-Bohrern

Der Herstellungsprozess umfasst mehrere Präzisionsschritte von der Rohmaterialaufbereitung bis zur abschließenden Beschichtung. Dadurch werden die geometrische Genauigkeit, Haltbarkeit und einstellbare Leistung des Werkzeugs gewährleistet. Im Folgenden wird der Herstellungsprozess detailliert beschrieben:

Rohstoffaufbereitung:

Materialverhältnis: Hochreines Wolframkarbidpulver (WC) und Kobaltpulver (Co) werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), der Kobaltgehalt wird je nach Marke angepasst (6–12 %), Titankarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) wird zur Leistungssteigerung hinzugefügt und die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert.

Mischvorgang: Das Nassmischen erfolgt mit einer Planetenkugelmühle (50–100 U/min, 24–48 Stunden), wobei Ethanol als Dispergiermittel hinzugefügt wird, um die Homogenität des Pulvers sicherzustellen (Entmischung < 1 %).

Qualitätsprüfung: Ein Laser-Partikelgrößenanalysator dient zur Ermittlung der Partikelgrößenverteilung, ein Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) zur Analyse der chemischen Zusammensetzung. Die Abweichung liegt innerhalb von $\pm 0,05$ %.

Formpressen:

Prozessparameter: Hydraulische Presse mit 150–200 MPa Druck zum Formen des Werkzeugkörperrohlings mit einer Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ , kaltisostatisches Pressen (CIP, 150–200 MPa, 10–15 Minuten) zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit.

Formdesign : Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Formgenauigkeit der Klinge und des Einstellmechanismus.

Qualitätskontrolle: Die Dichte der Rohlinge wird mit der archimedischen Methode gemessen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(Fehler $< 0,1 \text{ g/cm}^3$), die innere Porosität wird durch Mikroskopie überprüft ($< 0,5 \%$).

Hochtemperatursintern :

Prozessbedingungen: Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder Wasserstoffschutz, Temperatur 1400°C – 1600°C , Dauer 10–12 Stunden, stufenweises Erhitzen (50°C pro Stunde, Vorheizstufe 300°C – 600°C) zum Entfernen flüchtiger Bestandteile.

Prozessoptimierung: Durch die Technologie des heißisostatischen Pressens (HIP, Druck 100–150 MPa) werden Mikrodefekte eliminiert, die Korngröße auf 1–2 Mikrometer kontrolliert und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig verteilt (Standardabweichung $< 50 \text{ HV}$).

Qualitätsprüfung: Rasterelektronenmikroskop (REM) zur Analyse der Mikrostruktur, Vickers-Härteprüfgerät zur Prüfung der Härte (HV 1800–2200).

Nachbearbeitung:

Drehen: Außendrehen mit CBN-Werkzeugen, Rundlaufgenauigkeit $< 0,01 \text{ mm}$, Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2 \text{ }\mu\text{m}$.

Schleifen: Ultrapräzise fünfachsig CNC-Schleifmaschine für Schneide und Einstellmechanismus (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$), Schneidkantenprofilfehler $< 0,005 \text{ mm}$, Oberfläche $R_a \leq 0,02 \text{ Mikrometer}$.

Polieren: Diamantschleifmittel mit Körnung W0,5–W1,0, Kantenschärfe $R_a \leq 0,01 \text{ }\mu\text{m}$, elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,1 \text{ A/cm}^2$) zum Entfernen mikroskopisch kleiner Grate.

Kantenbehandlung: Abgeschrägte Klingenspitze ($0,1$ – $0,2 \text{ mm}$, Winkel 5° – 10°) zur Verbesserung der Absplitterfestigkeit, Gewindegengenauigkeit des Einstellmechanismus 6H/6g, Geometrie durch Laserinterferometer kalibriert.

Beschichtungsbehandlung:

Verfahrenstechnik: Die Beschichtung erfolgt im PVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa , Temperatur 400 – 500°C , Abscheiderate $0,1$ – $0,2 \text{ }\mu\text{m/h}$).

Beschichtungstyp: TiAlN (Dicke 3–8 Mikrometer, Härte 2800–3200 HV), AlCrN (Dicke 3–7 Mikrometer, Härte 3000–3400 HV) oder DLC (Dicke 1–3 Mikrometer, Härte 3000–3500 HV, Reibungskoeffizient $< 0,1$), Reduzierung des Reibungskoeffizienten ($< 0,3$), Erhöhung der Lebensdauer um 30–50 %.

Qualitätsprüfung: SEM zur Überprüfung der Beschichtungsgleichmäßigkeit, Nanoindenter zur Prüfung von Härte und Haftung ($> 70 \text{ N}$), Dickenabweichung $< 0,5 \text{ Mikrometer}$.

Verpackungen prüfen:

Leistungsprüfung: Koordinatenmessgerät (KMG) prüft Durchmesser, Klingengenauigkeit und Einstellbereich ($< 0,01 \text{ mm}$), dynamische Auswuchtmaschine korrigiert Unwucht ($< 5 \text{ g}\cdot\text{mm/kg}$).

Oberflächenbehandlung: Rostschutzölbeschichtung oder Vakuumverpackung zur Vermeidung von Oxidation.

Markierung: Lasergravur mit Durchmesserbereich, Länge, Güteklasse und Chargennummer zur Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit.

Technische Parameter des verstellbaren Hartmetall-Bohrwerkzeugs

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C – 1000°C .

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 50 – 200 m/min für Stahl, 30 – 120 m/min für Titanlegierung, 100 – 300

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (fz): 0,01–0,20 mm/U.

Schnitttiefe (ap): 0,05–10 mm.

Toleranz: Durchmesser-Einstellgenauigkeit $\pm 0,002$ mm, Lochdurchmessergenauigkeit $< 0,005$ mm.

Oberflächenrauheit: Ra 0,1–0,5 Mikrometer.

Szenarien von Hartmetall-Einstellbohrern

Hartmetall-Drehwerkzeuge werden aufgrund ihrer hohen Präzision und flexiblen Einstellmöglichkeiten in vielen Industriebereichen eingesetzt. Nachfolgend finden Sie eine detaillierte Szenariobeschreibung mit spezifischen Anwendungsfällen, technischen Daten und Branchenhintergrund:

Formenbau :

Anwendung: Feinbohren von Führungsbohrungen, Kühlbohrungen und Innenbohrungen in Formen mit Durchmessern von 10 bis 30 mm und Tiefen von 50 bis 150 mm.

Fallbeispiel: Ein Formenbauer verwendet ein verstellbares Bohrwerkzeug mit einem Durchmesser von 15–25 mm, um die Führungshülse des Stanzwerkzeugs fein zu bohren. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 120 m/min, der Vorschub 0,05 mm/U, die Einstellgenauigkeit $\pm 0,002$ mm, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,003$ mm, Ra 0,2 μm , die Standzeit 90 Stunden und die Jahresproduktion 1.000 Formensätze. Dadurch reduziert sich der Werkzeugwechselbedarf um 50 %.

Technische Merkmale: Hohe Oberflächengüte und Koaxialität sind erforderlich und das interne Kühlsystem (10 bar) unterstützt die Bearbeitung tiefer Löcher.

Automobilindustrie:

Anwendung: Bearbeitung von Motorzylinderbohrungen, Pleuelbohrungen und Getriebegehäusebohrungen mit typischen Durchmessern von 20–50 mm und Tiefen von 80–200 mm.

Fallbeispiel: Ein Automobilteilehersteller verwendet ein einstellbares Ausdrehwerkzeug mit 30–40 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Zylinderbohrungen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 100 m/min, einem Vorschub von 0,08 mm/U, einer Einstellgenauigkeit von $\pm 0,002$ mm, einer Lochrundheit von $< 0,005$ mm nach der Bearbeitung, Ra 0,3 Mikrometer, einer Werkzeuglebensdauer von 110 Stunden, einer Jahresproduktion von 700.000 Zylindern und einer Reduzierung der Prozesszeit um 30 %.

Branchenhintergrund: Die Nachfrage nach der Bearbeitung von Löchern mit mehreren Spezifikationen in Motorgehäusen von Elektrofahrzeugen hat zugenommen und die Flexibilität einstellbarer Bohrwerkzeuge ist zum Schlüssel geworden.

Luft- und Raumfahrt:

Anwendung: Bohren von Rumpfverbindungslochern und Fahrwerksstrebenlochern aus Titanlegierungen oder hochfestem Stahl, üblicher Durchmesserbereich 15–40 mm, Tiefe 100–300 mm.

Fallbeispiel: Eine Fluggesellschaft verwendete ein verstellbares Bohrwerkzeug mit einem Durchmesser von 20–30 mm zur Bearbeitung von Fahrwerksbohrungen aus Titanlegierung. Die Schnittgeschwindigkeit betrug 60 m/min, der Vorschub 0,04 mm/U, die Einstellgenauigkeit $\pm 0,002$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mm, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,004$ mm, der Ra-Wert $0,2 \mu\text{m}$, die Standzeit 120 Stunden und das Werkzeug erfüllte den AS9100-Standard.

Technische Merkmale: Erfordert Hitzebeständigkeit und hohe Präzision, und der interne Kühldruck muss über 15 Bar liegen.

Herstellung von Energieanlagen:

Anwendung: Bearbeitung von Turbinenwellenlöchern, großen Pumpenkörperlöchern und Ventilkörperlöchern, üblicher Durchmesserbereich ist 40–80 mm, Tiefe 200–500 mm.

Fallbeispiel: Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet ein verstellbares Bohrwerkzeug mit einem Durchmesser von 50–70 mm zur Bearbeitung von Bohrungen in Hydraulikpumpegehäusen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 90 m/min, der Vorschub 0,10 mm/U, die Einstellgenauigkeit $\pm 0,002$ mm, der Bohrungsdurchmesserfehler nach der Bearbeitung $< 0,01$ mm, der Ra-Wert $0,4 \mu\text{m}$, die Standzeit 140 Stunden und die Jahresproduktion 2.500 Pumpengehäuse. Dies steigert die Effizienz um 35 %.

Bei verstellbaren Bohrern kommt es besonders auf die Vibrationsfestigkeit und das Kühlkonzept an.

Schwere Maschinen:

Anwendung: Bearbeitung von Spindellöchern für Werkzeugmaschinen, inneren Löchern von Getrieben und großen Gusslöchern, üblicher Durchmesserbereich ist 60–120 mm, Tiefe 300–800 mm.

Fallbeispiel: Ein Maschinenbauunternehmen verwendet einen verstellbaren Bohrer mit einem Durchmesser von 80–100 mm zur Bearbeitung der Spindelbohrung einer Werkzeugmaschine. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 80 m/min, der Vorschub 0,12 mm/U, die Einstellgenauigkeit $\pm 0,002$ mm, die Rundheit der Bohrung nach der Bearbeitung $< 0,008$ mm, der Ra-Wert $0,5 \mu\text{m}$, die Standzeit 150 Stunden. Die jährliche Produktion von 4.000 Werkzeugmaschinenteilen konnte um 30 % gesteigert werden.

und die Steifigkeit und Einstellbarkeit verstellbarer Bohrwerkzeuge sind zu einem Wettbewerbsvorteil geworden.

Präzisionsinstrumente:

Anwendung: Bohren von Wellenlöchern für optische Instrumente, Präzisions-Lagersitzlöchern und Sensormontagelöchern, gängiger Durchmesserbereich 5–20 mm, Tiefe 20–100 mm.

Fallbeispiel: Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet ein verstellbares Bohrwerkzeug mit 10–15 mm Durchmesser zum Bearbeiten von Löchern für optische Linsenschäfte mit einer Schnittgeschwindigkeit von 70 m/min, einem Vorschub von 0,03 mm/U, einer Einstellgenauigkeit von $\pm 0,002$ mm, einer Lochdurchmessertoleranz von $\pm 0,001$ mm nach der Bearbeitung, Ra $0,1 \mu\text{m}$, einer Werkzeuglebensdauer von 80 Stunden und einer Jahresproduktion von 500.000 Instrumenten, im Einklang mit der Norm ISO 2768.

Technische Merkmale: Erfordert extrem hohe Präzision und Oberflächenqualität, verwendet oft eine DLC-Beschichtung zur Reibungsreduzierung.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Verwendung von verstellbaren Hartmetall-Bohrwerkzeugen

Werkzeugmaschine: Fünfachsige CNC- oder Hochleistungsbohrmaschine, Rundlaufabweichung $< 0,005$ mm, Spindelleistung ≥ 5 kW, empfohlen wird die Verwendung einer Spindel mit hoher Steifigkeit (Führungsbahnsteifigkeit $> 4000 \text{ N} / \mu\text{m}$).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Kühlung: Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10–20 bar, 20–30 l/min) oder Innenkühlung (Druck 5–25 bar). Viskose Werkstoffe (z. B. Edelstahl) benötigen eine verstärkte Kühlung (Durchfluss auf 35 l/min erhöht).

Parameter: Vc 100 m/min, fz 0,05–0,10 mm/U, Schnitttiefe segmentiert (5D pro Segment), Schnittparameter nach der Anpassung neu kalibrieren, um Vibrationen zu reduzieren.

Einbau: Koaxialität <0,002 mm, Spannkraft 40–80 Nm (Kegelschaft oder modular), Werkzeugdorn kalibrieren und Koaxialität des Mechanismus vor dem Einbau einstellen.

Verschleiß: Ersetzen Sie die Klinge, wenn der VB-Abrieb 0,3 mm erreicht, der Lochdurchmesser außerhalb der Toleranz liegt (> 0,01 mm) oder Kratzer auf der Oberfläche auftreten. Eine Wartung ist erforderlich, wenn der Einstellmechanismus abgenutzt ist (Spiel > 0,01 mm). Es wird empfohlen, alle 20 Stunden zu prüfen und die Verschleißdaten zu dokumentieren, um den Nutzungszyklus zu optimieren.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert, die den hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden aus den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen gerecht werden. Benötigen Sie verstellbare Hartmetall-Bohrwerkzeuge? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten

Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was sind Hartmetall- Reibahlen?

Hartmetall-Reibahlen sind Präzisionswerkzeuge zum Schlichten von Bohrungen in der spanenden Fertigung. Ihre hervorragende Härte und Verschleißfestigkeit gewährleisten zuverlässig die Oberflächengüte und Maßgenauigkeit von Werkstücken. Durch langsame Rotation und kleine Vorschubbewegungen können diese Reibahlen vorgebohrte Löcher präzise nachschneiden, um den Lochdurchmesser den Konstruktionsanforderungen anzupassen. Sie werden häufig in Fertigungsbereichen eingesetzt, in denen hohe Präzision und Qualität gefordert sind. Hartmetall-Reibahlen basieren auf Wolframkarbid (WC) mit Kobalt (Co) als Bindemittel und werden mittels fortschrittlicher pulvermetallurgischer Verfahren gesintert. Gängige Materialqualitäten sind YG6 (mittlere Härte, geeignet für allgemeine Bearbeitungen), YT10 (hervorragende Hitzebeständigkeit, geeignet für Stahl) und YW1 (starke Gesamtleistung, geeignet für komplexe Materialien). Die Ausführungen sind vielfältig und umfassen sowohl integrierte Hartmetallstrukturen als auch verstellbare oder mehrschneidige Konfigurationen. Der Fräserkörper besteht üblicherweise aus hochfestem Stahl oder Hartmetall, um Stabilität bei der Präzisionsbearbeitung zu gewährleisten.

1. Geometriedesign und -optimierung

Die geometrische Gestaltung von Hartmetallreibahlen ist der Kern der hochpräzisen Bearbeitung. Konstrukteure passen die Parameter sorgfältig an, um Leistung und Lebensdauer zu verbessern. Der vordere Winkel liegt üblicherweise zwischen 0° und 5° . Dieser kleine Winkel trägt dazu bei, die Schnittkraft zu reduzieren und die Oberflächengüte zu gewährleisten. Der hintere Winkel liegt üblicherweise zwischen 5° und 10° , um einen reibungslosen Kontakt zwischen Reibahle und Lochwand zu gewährleisten und übermäßigen Verschleiß zu vermeiden. Die Fase der Schneide (0,05–0,1 mm) erhöht die Haltbarkeit durch Spannungsverteilung, insbesondere beim Schlichten. Reibahlen mit geraden Schneiden eignen sich für die Standardlochbearbeitung mit einem Durchmesserbereich von 5 bis 50 mm und einer Schneidenanzahl von 4 bis 8. Reibahlen mit spiralförmigen Schneiden nutzen einen Drallwinkel von 15° bis 30° , um die Spanabfuhr zu verbessern, insbesondere bei tiefen Löchern oder klebrigen Materialien. Verstellbare Reibahlen ermöglichen eine Feineinstellung der Öffnung durch einen Feineinstellungsmechanismus und werden häufig in der Mehrprozess- und strengen Toleranzbearbeitung eingesetzt. Bei der Geometrieoptimierung werden computergestütztes Design (CAD) und Bearbeitungssimulation kombiniert, um sicherzustellen, dass die Reibahle beim langsamen Schlichten (bis zu 2000 U/min) stabil bleibt. Außerdem wird die Spannutenbreite (1–2 mm) entsprechend dem Lochdurchmesser und dem Material angepasst, um eine reibungslose Spanabfuhr zu gewährleisten.

2. Beschichtung und Oberflächenbehandlung

Dank der Beschichtungstechnologie sind Hartmetallreibahlen jetzt noch leistungsfähiger und können an komplexere Bearbeitungsumgebungen angepasst werden. PVD-Beschichtungen (Physical Vapor Deposition, physikalische Gasphasenabscheidung) wie TiN (goldgelb, 2–5 Mikrometer dick) bieten guten Verschleißschutz und eignen sich besonders für die Bearbeitung von Aluminiumlegierungen und Kupfer. CVD-Beschichtungen (Chemical Vapor Deposition, chemische

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Gasphasenabscheidung) wie TiAlN (violett-schwarz, 5–15 Mikrometer dick) eignen sich dank ihrer Hitzebeständigkeit bis 1000 °C ideal für die Endbearbeitung von Stahl und Gusseisen. Bei der Oberflächenbehandlung wird die Oberflächenrauheit beim Polieren auf $R_a < 0,1$ Mikrometer eingestellt, um im Inneren der Bohrung eine glatte und filigrane Oberfläche zu gewährleisten. Mithilfe der Laser-Mikrotexturierungstechnologie werden Mikroschmierrillen in die Oberfläche der Reibahle eingearbeitet, um den Reibungskoeffizienten zu senken. Einige High-End-Reibahlen verwenden Nanobeschichtungen (wie Nano- TiAlN mit Körnern unter 50 Nanometern), wodurch die Leistung bei der Ultrapräzisionsbearbeitung deutlich verbessert wird. Die Haftung der Beschichtung wird durch Kratztests (kritische Belastung > 70 N) überprüft, um sicherzustellen, dass sich die Beschichtung bei längerem Gebrauch nicht ablöst.

3. Technische Eigenschaften und Leistung

Dank ihrer technischen Leistungsfähigkeit gehören Hartmetallreibahlen zu den besten Werkzeugen für die Feinbearbeitung, und sie finden breite Anwendung. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt je nach Material des Werkstücks 20 bis 100 m/min. Bei Stahl beispielsweise beträgt sie normalerweise 50 bis 80 m/min, bei Aluminiumlegierungen 80 bis 100 m/min. Die Härte von Reibahlen liegt üblicherweise zwischen 1800 und 2100 HV. Dank Titancarbid kann YT10 2000 bis 2100 HV erreichen, was für die Bearbeitung von Werkstücken mit hoher Härte ausreicht. Die Bruchzähigkeit beträgt 12 bis 16 $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$. Die Sorte YG6 weist aufgrund ihres moderaten Kobaltgehalts (6 %) eine ausgewogene Zähigkeit auf und eignet sich besonders für die kontinuierliche Feinbearbeitung. Die Verschleißfestigkeit liegt unter 0,02 Kubikmillimeter pro Newtonmeter und wird nach der Beschichtung weiter auf 0,015 Kubikmillimeter pro Newtonmeter reduziert, was die Lebensdauer erheblich verlängert. Die Hitzebeständigkeit bis 1000 °C (dank CVD-Beschichtung) macht das Material auch in Hochtemperaturumgebungen stabil. Die Bearbeitungsgenauigkeit liegt bei 0,002 mm und erfüllt die strengen Anforderungen der hochpräzisen Lochbearbeitung.

4. Verarbeitungsvoraussetzungen und Anwendungen

Die Verarbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien von Hartmetallreibahlen spiegeln ihren einzigartigen Wert in der Präzisionsfertigung wider. Die Schnittparameter variieren je nach Material. Beispielsweise beträgt die Schnittgeschwindigkeit von Stahl 50 bis 80 Meter pro Minute, die Vorschubgeschwindigkeit 0,02 bis 0,1 mm pro Umdrehung und die Schnitttiefe 0,1 bis 0,5 mm; Aluminiumlegierungen erfordern eine Schnittgeschwindigkeit von 80 bis 100 Metern pro Minute, eine Vorschubgeschwindigkeit von 0,05 bis 0,15 mm pro Umdrehung und eine Schnitttiefe von 0,2 bis 0,8 mm. Auch die Wahl der Kühlmethode ist entscheidend. Trockenschneiden eignet sich für Aluminiumlegierungen und kann den Kühlmittelverbrauch reduzieren; Nassschneiden mit Emulsion oder ölbasiertem Kühlmittel eignet sich besser für Stahl und Gusseisen, wodurch thermische Schäden wirksam reduziert werden können; beim Reiben tiefer Löcher verbessert Niederdruckkühlung (5-10 bar) durch externes Besprühen die Spanabfuhr erheblich. In der Praxis werden Reibahlen in der Automobilindustrie häufig zum Feinabstimmen der Führungslöcher von Pleuelstangen und Zylinderblöcken verwendet, was eine hohe Präzision und Oberflächengüte erfordert. Im Formenbau werden sie zum Trimmen der Positionierungslöcher von Stanzwerkzeugen verwendet, wobei der Schwerpunkt auf der Konsistenz der Lochdurchmesser liegt. Auch in der

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Luftfahrtindustrie, beispielsweise bei der Bearbeitung der Kühllöcher von Turbinenschaufeln, sind sie auf ihre hervorragende Leistung angewiesen.

5. Herausforderungen und Lösungen

Die Verwendung von Hartmetallreibahlen bringt einige Herausforderungen mit sich, die sich jedoch durch wissenschaftlich fundierte Strategien lösen lassen. Beim Reiben von Tiefbohrungen ist eine schlechte Spanabfuhr ein häufiges Problem. Dieses Problem lässt sich durch eine Optimierung des Spiralklingendesigns und selbstschmierende Beschichtungen (wie MoS₂) beheben. Bei der kontinuierlichen Endbearbeitung kommt es leicht zu Wärmestaus. Ein effizientes Kühlsystem und eine hitzebeständige Beschichtung können die Temperatur wirksam regeln. Ein Rundlauffehler der Reibahle kann zu Abweichungen im Bohrungsdurchmesser führen. Die Verwendung eines Werkzeugkörpers mit hoher Steifigkeit und das Polieren der Kanten können die Stabilität verbessern. Bei klebrigen Materialien ist die Oberflächenhaftung das Hauptproblem. Regelmäßiges Reinigen oder der Einsatz reibungsarmer Beschichtungen können die Lebensdauer deutlich verlängern. Zusammen gewährleisten diese Lösungen die Zuverlässigkeit der Reibahle unter komplexen Arbeitsbedingungen.

6. Optimierungs- und Entwicklungstrends

Die Optimierung und Entwicklung von Hartmetall-Reibahlen spiegelt das Streben der Branche nach Effizienz und Intelligenz wider. Strukturell optimiert, senkt der integrierte externe Sprühkühlkanal die Temperatur der Reibahle effektiv, das verstellbare Schneidkopfdesign ermöglicht die Anpassung an unterschiedliche Öffnungen, und die dynamische Auswuchttechnologie verbessert die Stabilität beim Schlichten bei niedrigen Drehzahlen. Nano-Hartmetall verbessert dank seiner feinen Körnung (unter 0,5 Mikrometer) Härte und Zähigkeit, und das Gradienten-Materialdesign ermöglicht der Reibahle hohe Härte und Zähigkeit. Der Trend zur Intelligenz ermöglicht die Integration von Sensoren in die Reibahle, um Verschleiß und Temperatur in Echtzeit zu überwachen und die Reibparameter in Kombination mit Algorithmen der künstlichen Intelligenz dynamisch anzupassen. Fertigungstechnisch ermöglichen 3D-Druckverfahren wie das selektive Laserschmelzen (SLM) komplexe Reibahlenstrukturen, beispielsweise durch optimierte Kühlkanäle, während die Laserauftragstechnologie die Reparatur verschlissener Reibahlen ermöglicht. Der Trend zum Umweltschutz hat die Entwicklung von Beschichtungen für das Trockenschneiden (wie etwa Graphen-Verbundbeschichtungen) gefördert, wodurch die Abhängigkeit von Kühlmitteln verringert wird. Gleichzeitig verringert die Verwendung von recycelbaren Materialien auch die Umweltbelastung.

7. Lebensdauer und Wartung

Die Lebensdauer von Hartmetallreibahlen variiert je nach Verarbeitungsbedingungen und Werkstückmaterial und beträgt in der Regel 20 bis 40 Stunden, beispielsweise etwa 25 Stunden bei der Stahlverarbeitung und bis zu 35 Stunden bei der Aluminiumlegierungsverarbeitung. Zu den Wartungsarbeiten gehören regelmäßiges Schärfen, der Einsatz von Diamantschleifscheiben zur Sicherstellung eines Winkelfehlers von weniger als 0,5°, die Reparatur der Beschichtung mittels CVD-Technologie zur Wiederherstellung der Leistung und die Laservoreinstellung zur

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Sicherstellung eines Fehlers von weniger als 0,002 mm. Diese Maßnahmen können die Lebensdauer der Reibahle effektiv verlängern. Nach der Verschrottung der Reibahle können die enthaltenen Wolfram- und Kobaltmaterialien recycelt und durch Einschmelzen und Rückführung in den Ofen wiederverwendet werden, was dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung entspricht.

8. Detaillierte Klassifizierung

Hartmetallreibahlen können je nach Verarbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien in mehrere Kategorien unterteilt werden. Jeder Typ hat sein eigenes einzigartiges Design und seinen eigenen Zweck:

Reibahle mit gerader Klinge

Geeignet für die Endbearbeitung von Standardbohrungen mit Durchmessern von 5 bis 50 mm und einer Schneidenanzahl von 4 bis 8. Spanwinkel: 0° bis 3°, Rückwinkel: 5° bis 8°, Güteklasse YG6, TiN-Beschichtung (Dicke: 2–5 µm) für höhere Verschleißfestigkeit. Schnittgeschwindigkeit: 50 bis 80 m/min, Genauigkeit: unter 0,002 mm, breite Anwendung für die allgemeine Bohrungsbearbeitung.

Spiralklingenreibahle

Verwenden Sie einen Spiralwinkel von 15° bis 30° zur Verbesserung der Spanabfuhr, einen Durchmesserbereich von 10 bis 40 mm und 6 bis 10 Schneiden. Der Spanwinkel beträgt 2° bis 5°, der Rückwinkel 6° bis 10°. Wählen Sie die Sorte YT10. Die TiAlN-Beschichtung (Dicke 5–15 µm) erhöht die Hitzebeständigkeit. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 40 bis 100 Meter pro Minute, und die Genauigkeit liegt unter 0,002 mm, was bei tiefen Löchern und klebrigen Materialien üblich ist.

Einstellbare Reibahle

Die Feineinstellung des Lochdurchmessers erfolgt über den Feineinstellungsmechanismus. Der Bohrdurchmesserbereich liegt zwischen 20 und 100 mm. Der Spanwinkel beträgt 0° bis 5°, der Rückwinkel 5° bis 10°. Die Sorte YW1 ist ausgewählt. Die Mehrschichtbeschichtung (z. B. TiN+Al₂O₃) sorgt für umfassende Leistung. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 30 bis 80 Meter pro Minute, die Genauigkeit weniger als 0,002 mm. Die Maschine wird häufig in Mehrprozess- und streng tolerierten Bearbeitungen eingesetzt.

9. Auswahl und Zuordnung

Die Wahl der richtigen Hartmetallreibahle erfordert eine umfassende Berücksichtigung des Werkstückmaterials und der Bearbeitungsart. Beispielsweise eignet sich die Spiralreibahle YT10 für die Schlichtbearbeitung von Stahl, die gerade Reibahle YG6 für die Bearbeitung von Aluminiumlegierungen und die verstellbare Reibahle YW1 mit Mehrschichtbeschichtung besser für die Bearbeitung komplexer Bohrungen. Auch die Leistung der Werkzeugmaschine ist entscheidend: Die Spindelleistung muss über 3 Kilowatt liegen und die Drehzahl sollte 500 bis 2000 U/min erreichen, um das Potenzial der Reibahle voll auszuschöpfen.

10. Klassifizierungsübersichtstabelle

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Reibahlentyp	Anzahl der Klinge	Durchmesser (mm)	Spanwinkel (°)	Freiwinkel (°)	Anwendungsbereiche Klassen	Beschichtungstyp	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Schnitttiefe (mm)	Genauigkeit (mm)	Typische Anwendungen
Reibahle mit gerader Klinge	4-8	5-50	0-3	5-8	YG6	TiN (2-5 μ m)	50-80	0,1-0,5	<0,002	Universallöcher, Stahl
Spiralklingenreihahle	6-10	10-40	2-5	6-10	YT10	TiAlN (5-15 μ m)	40-100	0,2-0,8	<0,002	Tiefe Löcher, viskose Materialien
Einstellbare Reibahle	-	20-100	0-5	5-10	YW1	TiN + Al ₂ O ₃	30-80	0,1-0,5	<0,002	Komplexe Löcher, mehrere Prozesse

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall- Reibahlen? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang

Was ist eine Hartmetall-Reibahle mit gerader Schneide?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Die Hartmetall-Reibahle mit gerader Schneide ist ein Hochleistungs-Schneidwerkzeug für die hochpräzise Lochbearbeitung und Oberflächenoptimierung. Sie wird häufig in der mechanischen Bearbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Medizingeräteproduktion und der Herstellung von Präzisionsinstrumenten eingesetzt. Ihr Hauptmerkmal ist die mehrschneidige, gerade Schneide (ohne Drallwinkel). In Kombination mit der hervorragenden Leistung des gesamten Hartmetallmaterials ermöglicht sie die Endbearbeitung von vorgebohrten Löchern, Maßkorrekturen und die Verbesserung der Oberflächenglätte. Die Hartmetall-Reibahle mit gerader Schneide basiert auf Hartmetall mit hoher Härte (HV 1800–2200), ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit und eignet sich zum Reiben hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickelbasislegierungen, Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Das gerade Schneidendesign reduziert Schnittkraftschwankungen (Kraftstreuungsrate < 15 %) und Spanverwicklungen durch eine gerade Schneide. Es ist weitgehend geeignet für CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bohrmaschinen, Bearbeitungszentren oder spezielle Reibahlen und ermöglicht effizient das Feinreiben von Löchern, die maßliche Endbearbeitung und Rundheitskorrektur. Die Bearbeitungsgenauigkeit kann das Niveau IT5–IT6 erreichen und die Oberflächenrauheit Ra 0,05–0,4 Mikrometer. Im Vergleich zu Reibahlen mit Spiralschneide weisen Hartmetall-Reibahlen mit gerader Schneide eine höhere Präzisionsstabilität und Schnittkonsistenz (Rundheitsfehler < 0,003 mm) bei der Bearbeitung von geradlinigen Löchern oder Löchern mit geringer Tiefe ($L/D < 5:1$) auf, was es besonders geeignet für Szenen macht, die eine extrem hohe Oberflächenqualität und Maßtoleranz erfordern. Es bietet eine hohe Designflexibilität und die Anzahl der Schneiden, die Schneidengeometrie und der Schafttyp können je nach Lochdurchmesser, Tiefe und Werkstückmaterial angepasst werden. Mit der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologien kann das Werkzeug in CAM-Software und Online-Überwachungssysteme integriert werden, um die Schnittparameter durch Echtzeit-Datenfeedback zu optimieren.

1.2 Entwicklungshintergrund

Mit dem Aufkommen von Industrie 4.0 und intelligenter Fertigungstechnologie hat die Nachfrage nach hochpräzisen Werkzeugen zur Lochbearbeitung deutlich zugenommen. Hartmetall-Reibahlen mit gerader Schneide haben aufgrund ihrer hervorragenden Verarbeitungsleistung und Anpassungsfähigkeit, insbesondere in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Medizintechnik, traditionelle Reibahlen aus Schnellarbeitsstahl in der High-End-Fertigung zunehmend ersetzt. Mit der Einführung und Verbreitung neuer Legierungswerkstoffe (wie Hochentropielegierungen) werden im Jahr 2025 höhere Anforderungen an die Wärmebeständigkeit und Verschleißfestigkeit von Reibahlen mit gerader Schneide gestellt, was weitere Innovationen bei Werkzeugwerkstoffen und Beschichtungstechnologien fördert.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

Hartmetall-Reibahlen mit gerader Schneide ermöglichen hochpräzises Reiben, hervorragende Oberflächenqualität und hohe Vibrationsfestigkeit. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft oder einen Kegelschaft mit mehrschneidiger Klinge und axialer Schneidfähigkeit für die Präzisionsbohrungsbearbeitung. Der Durchmesserbereich reicht von 3 mm bis 50 mm. Mikro-Reibahlen mit gerader Schneide ($D < 6$ mm) werden zum Präzisionsreiben von Mikrobohrungen verwendet, mittelgroße ($D = 6-20$ mm) eignen sich für die allgemeine Bohrungsbearbeitung und große ($D > 20$ mm) für schwere Reibahlen. Die Toleranzklasse ist h7 (0/-0,01 mm). Zu den Schafttypen gehören Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB) und Kegelschaft (BT40, CAT50). Der Schaftdurchmesser entspricht dem Schnittdurchmesser, die Toleranzklasse ist h6 (0/-0,006 mm), und die Schaftlänge (50–300 mm) wird entsprechend der Bearbeitungstiefe und den Spananforderungen der Werkzeugmaschine individuell angepasst. Der konische Schaft verbessert die Übertragung hoher Drehmomente (Drehmomentbereich 20–150 Nm). Die Gesamtlänge beträgt 100 mm bis 500 mm, geeignet für kleine CNC- (100–200 mm) oder schwere Bearbeitungszentren (300–500 mm), und die extralange Ausführung (600 mm) wird zum Reiben tiefer Löcher (Tiefe bis zu 10D) verwendet. Die effektive Schnittlänge beträgt 20 mm bis 400 mm. Flaches Reiben (20–80 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, und tiefes Reiben (200–400 mm) eignet sich für tiefe Löcher oder mehrstufiges Reiben. Das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser wird üblicherweise auf 3:1–10:1 geregelt. Die Anzahl der Schneiden beträgt je nach Durchmesser und Bearbeitungsgenauigkeit 2–8. Kleine Durchmesser ($D < 10$ mm) haben 2–4 Schneiden, mittlere und große Durchmesser ($D > 10$ mm) 4–8 Schneiden. Eine erhöhte Schneidenanzahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung. Der Fehler des Schneidenabstands beträgt $< 0,01$ mm. Der Klingewinkel ist gerade (Spiralwinkel 0°), der Klingenspitzenwinkel beträgt üblicherweise $90-120^\circ$ (anpassbar) und die Länge des Klingenföhrungsabschnitts macht 10–20 % der Gesamtlänge aus, um glatte Lochwände zu gewährleisten. Die gerade Klinge hat ein mehrschneidiges, gerades Schneiddesign und wird mit einer hochpräzisen fünfschneidigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um glatte Schneidkanten ($Ra \leq 0,02$ Mikrometer) und geometrische Genauigkeit zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg, Prüfdrehzahl 12.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsreiben (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,3–1,5 mm, Druck 5–15 bar) oder externen Spanleitstufen (Breite 0,5–1 mm) ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 20–30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 500^\circ\text{C}$) deutlich verbessern und zum Reiben tiefer Löcher oder zur Bearbeitung klebriger Materialien geeignet sind. Einige Modelle verfügen über ein austauschbares Fräserkopfdesign, bei dem Fräserkopf und Fräserleiste durch hochpräzise Gewinde (Toleranz 6H/6g) verbunden sind, was einen schnellen Austausch und ein Nachschleifen der Klinge ermöglicht.

2.2 Materialien

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Das Material ist hauptsächlich ein Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur gewährleistet Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind YG6X (Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 80–120 Stunden erreichen), YT15 (enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 90–130 Stunden erreichen), K20 (Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1700–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafwirkung, Lebensdauer kann 100–150 Stunden erreichen). Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (400–700 °C) berücksichtigt werden. Einige Modelle enthalten Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) oder Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %), um die Wärmebeständigkeit und Mikrostruktur zu optimieren.

3. Herstellungsprozess

3.1 Rohstoffaufbereitung

Hochreines Wolframkarbid (WC)-Pulver und Kobalt (Co)-Pulver werden proportional gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), der Kobaltgehalt wird je nach Sorte angepasst (6–12 %), Titankarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) werden zur Leistungssteigerung hinzugefügt und die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert. Eine Planetenkugelmühle (Geschwindigkeit 50–100 U/min, Zeit 24–48 Stunden) wird zum Nassmischen verwendet und Ethanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers sicherzustellen (Segregation < 1 %). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt und die chemische Zusammensetzung wird mit einem Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) analysiert und die Abweichung wird auf $\pm 0,05$ % kontrolliert.

3.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 150–200 MPa den Klingenrohling mit einer Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ . Kaltisostatisches Pressen (CIP, Druck 150–200 MPa, Dauer 10–15 Minuten) verbessert die Gleichmäßigkeit. Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Formgenauigkeit der geraden Klinge. Die Rohlingsdichte wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,1$ g/cm³), und die innere Porosität wird mikroskopisch überprüft ($< 0,5$ %).

3.3 Hochtemperatursintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder in einer Wasserstoffatmosphäre beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden. Die Temperatur wird schrittweise erhöht (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorwärmphase), um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 100–150 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 1–2 Mikrometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig zu verteilen (Standardabweichung < 50 HV). Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur, und ein Vickers-Härteprüfgerät prüft die Härte (HV 1800–2200).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.4 Nachbearbeitung

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit von $<0,01$ mm und einer Oberflächenrauheit von $Ra \leq 0,2$ Mikrometer. Auf hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschinen werden gerade Klingen (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) mit einem Kantenprofilfehler von $<0,005$ mm und einer Oberflächenrauheit von $Ra \leq 0,02$ Mikrometer hergestellt. Diamantschleifmittel der Körnung W0,5–W1,0 werden zum Hochglanzpolieren mit einer Kantenrauheit von $Ra \leq 0,01$ Mikrometer verwendet, und durch elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,1$ A/cm²) werden mikroskopisch kleine Grate entfernt. Die Klingenspitze ist abgeschrägt ($0,1$ – $0,2$ mm, Winkel 5° – 10°), um die Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbrüche zu erhöhen, und die Klingengeometrie wird per Laserinterferometer kalibriert.

3.5 Beschichtungsbehandlung

erfolgt mittels PVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 400 – 500 °C, Abscheidungsrate $0,1$ – $0,2$ µm/h). Zu den Beschichtungsarten gehören TiAlN (Dicke 3 – 8 µm, Härte 2800 – 3200 HV), AlCrN (Dicke 3 – 7 µm, Härte 3000 – 3400 HV) oder DLC (Dicke 1 – 3 µm, Härte 3000 – 3500 HV, Reibungskoeffizient $<0,1$). Dadurch wird der Reibungskoeffizient ($<0,3$) reduziert und die Lebensdauer um 30 – 50 % erhöht. Die Gleichmäßigkeit der Beschichtung wird mittels SEM geprüft, und der Nanoindenter testet Härte und Haftung (>70 N) bei einer Dickenabweichung von $<0,5$ µm.

3.6 Prüfung der Verpackung

Koordinatenmessgeräte (KMG) dienen zur Überprüfung von Durchmesser und Klingengenauigkeit ($<0,01$ mm), dynamische Auswuchtmaschinen zur Korrektur von Unwuchten (<5 g·mm/kg). Rostschutzölbeschichtungen oder Vakuumverpackungen verhindern Oxidation. Lasergravuren von Durchmesser, Länge, Klingenzahl, Marke und Chargennummer gewährleisten die Rückverfolgbarkeit.

4. Technische Parameter

Härte: Substrat HV 1800 – 2200 , beschichtet HV 3400 . Hitzebeständigkeit: 600 °C– 1000 °C.

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 30 – 120 m/min für Stahl, 20 – 80 m/min für Titanlegierung, 80 – 200 m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (f_z): $0,01$ – $0,10$ mm/U. Schnitttiefe (a_p): $0,01$ – 2 mm (Feinreiben).

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,005$ mm, Lochgenauigkeit $<0,003$ mm. Oberflächenrauheit: Ra $0,05$ – $0,4$ Mikrometer.

5. Anwendungsszenarien

5.1 Formenbau

Präzisionsreiben von Führungstiftlöchern, Positionierungslöchern und Kühllöchern in Formen. Übliche Durchmesser sind 6 – 20 mm und Tiefen von 20 – 80 mm. Ein Formenbauer verwendet eine Reibahle mit gerader Klinge und 10 mm Durchmesser zum Präzisionsreiben der Führungstiftlöcher von Stanzformen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 80 m/min, der Vorschub $0,03$ mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung beträgt $\pm 0,002$ mm, Ra $0,1$ µm, die Standzeit 100 Stunden, die Jahresproduktion 1.500 Formensätze und die Effizienzsteigerung um 30 %. Hohe Oberflächengüte und Koaxialität sind erforderlich. Das interne Kühlsystem (10 bar) unterstützt die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Tieflochbearbeitung.

5.2 Automobilindustrie

Präzisionsreiben von Motorzylinderbohrungen, Pleuelstangenbohrungen und Getriebewellenbohrungen mit gängigen Durchmessern von 15–40 mm und Tiefen von 30–120 mm. Ein Automobilzulieferer verwendet eine geradlinige Reibahle mit 20 mm Durchmesser zum Präzisionsreiben von Zylinderbohrungen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 70 m/min und einem Vorschub von 0,02 mm/U. Die Rundheit der bearbeiteten Bohrungen liegt bei $<0,002$ mm, der Ra-Wert bei $0,05\text{ }\mu\text{m}$ und die Standzeit bei 120 Stunden. Die Jahresproduktion beträgt 800.000 Zylinder, und die Bearbeitungszeit reduziert sich um 20 %. Das Getriebesystem von Elektrofahrzeugen stellt höhere Anforderungen an Rundheit und Oberflächengüte der Bohrungen, und die hohe Präzision der geradlinigen Reibahle erweist sich hier als Vorteil.

5.3 Luft- und Raumfahrt

Präzisionsreiben von Rumpfanschlusslöchern und Fahrwerksstrebenlöchern aus Titanlegierung oder hochfestem Stahl. Üblicher Durchmesser: 10–30 mm, Tiefe: 50–150 mm. Eine Fluggesellschaft verwendet eine Reibahle mit gerader Klinge und 15 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Titanlegierungsanschlusslöchern. Schnittgeschwindigkeit: 50 m/min, Vorschub: 0,02 mm/U. Nach der Bearbeitung beträgt die Lochdurchmessertoleranz $\pm 0,001$ mm, Ra: $0,05\text{ }\mu\text{m}$, Standzeit: 130 Stunden, gemäß AS9100-Standard. Hitzebeständigkeit und höchste Präzision sind erforderlich. Der Innenkühldruck muss über 15 bar liegen.

5.4 Medizinprodukte

Präzises Reiben von Innenlöchern orthopädischer Implantate oder Positionierungslöchern für chirurgische Instrumente. Übliche Durchmesser sind 4–12 mm und Tiefen von 10–50 mm. Ein Medizinunternehmen verwendet eine Reibahle mit gerader Klinge und 6 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Innenlöchern für Hüftgelenke aus Titanlegierungen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 40 m/min, der Vorschub $0,01\text{ mm/U}$, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung beträgt $\pm 0,001$ mm, Ra $0,03\text{ }\mu\text{m}$ und die Standzeit 90 Stunden. Dies entspricht den FDA-Biokompatibilitätsstandards. Höchste Präzision und Oberflächengüte sind erforderlich. Zur Reduzierung von Metallverunreinigungen wird häufig eine TiAlN-Beschichtung verwendet.

5.5 Präzisionsinstrumente

Präzisionsreiben von Wellenlöchern für optische Instrumente, Präzisions-Lagersitzlöchern und Sensormontagelöchern mit gängigen Durchmessern von 5–15 mm und Tiefen von 20–80 mm. Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet eine geradlinige Reibahle mit einem Durchmesser von 8 mm zum Bearbeiten der Wellenlöcher optischer Linsen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 60 m/min, einem Vorschub von $0,02\text{ mm/U}$, einer Lochdurchmessertoleranz von $\pm 0,001$ mm nach der Bearbeitung, Ra $0,04\text{ Mikrometer}$, einer Standzeit von 110 Stunden und einer Jahresproduktion von 600.000 Instrumenten gemäß ISO 2768-Standard. Da die Anforderungen an die Mikrolochpräzision bei Halbleitern und optischen Geräten gestiegen sind, sind die hohe Stabilität und Glätte der geradlinigen Reibahle entscheidend.

5.6 Herstellung von Energieanlagen

Präzisionsreiben von Turbinenwellenbohrungen und Pumpengehäuse-Innenbohrungen. Übliche Durchmesser liegen zwischen 20 und 50 mm und die Tiefe zwischen 100 und 300 mm. Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet eine gerade Reibahle mit 30 mm Durchmesser zur

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Bearbeitung von Hydraulikpumpegehäusebohrungen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 70 m/min und einem Vorschub von 0,03 mm/U. Der Bohrungsdurchmesserfehler nach der Bearbeitung beträgt <0,002 mm, Ra 0,06 µm und die Standzeit des Werkzeugs beträgt 140 Stunden. Die Jahresproduktion beträgt 2.000 Pumpengehäuse, und der Wirkungsgrad wird um 25 % gesteigert. Hohe Präzision und Langlebigkeit sind erforderlich, und das interne Kühlsystem benötigt Hochdruckunterstützung (15 bar).

6. Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung

6.1 Anforderungen an Werkzeugmaschinen

Drei- oder fünfachsiges CNC, Rundlaufabweichung <0,003 mm, Spindelleistung ≥ 3 kW, empfohlen wird der Einsatz einer Spindel mit hoher Steifigkeit (Führungsbahnsteifigkeit >3000 N / µm).

6.2 Kühlung und Schmierung

Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15–20 l/min) oder Innenkühlung (Druck 5–15 bar), viskose Materialien (wie z. B. Edelstahl) erfordern eine verstärkte Kühlung (Durchflussrate auf 25 l/min erhöht).

6.3 Schnittparameter

Vc 70 m/min, fz 0,02–0,05 mm/U, Schnitttiefe segmentiert (3D pro Segment), Vorschub beim Feinreiben halbiert, um die Oberflächengüte zu optimieren.

6.4 Installation und Kalibrierung

Koaxialität <0,001 mm, Spannkraft 20–40 Nm (Zylinderschaft) bzw. 40–60 Nm (Kegelschaft), Spannfutter vor dem Einbau von Restspänen reinigen.

6.5 Verschleiß und Wartung

Ersetzen Sie es, wenn der Klingenverschleiß VB 0,2 mm erreicht, der Lochdurchmesser außerhalb der Toleranz liegt ($> 0,005$ mm) oder Kratzer auf der Oberfläche vorhanden sind. Es wird empfohlen, es alle 15 Stunden zu überprüfen und die Verschleißdaten aufzuzeichnen, um den Nutzungszyklus zu optimieren.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall- Räumnadeln? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten

Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

en.com

www.ch


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

1


www.chinatun


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist eine Hartmetall-Spiralkanten-Reibahle?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Die Spiralreibahle aus Hartmetall ist ein Hochleistungs-Schneidwerkzeug für die hochpräzise Lochbearbeitung und effiziente Spanabfuhr. Sie wird häufig in der mechanischen Bearbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Energieanlagenproduktion und der Herstellung von Präzisionsinstrumenten eingesetzt. Ihr Hauptmerkmal ist die Verwendung einer mehrschneidigen Spiralklinge (mit Drallwinkel). In Kombination mit der hervorragenden Leistung von Hartmetall ermöglicht sie die Endbearbeitung von vorgebohrten Löchern, die Größenkorrektur und die Optimierung der Oberflächengüte und verfügt über eine gute Spanabfuhr. Die Spiralreibahle aus Hartmetall mit hoher Härte (HV 1800–2200), ausgezeichneter Verschleißfestigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit eignet sich zum Reiben hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickellegierungen, Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Das Spiralklingendesign verbessert die Spanabtragseffizienz (Effizienzsteigerung um 30–40 %) und die Vibrationsreduzierung (Vibration um 20–30 %) durch die Neigung der Schneide und den Spiralwinkel (üblicherweise 10–40 °). Es eignet sich hervorragend für CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bohrmaschinen, Bearbeitungszentren oder spezielle Reibgeräte und ermöglicht das effiziente Feinreiben, die Bearbeitung tiefer Löcher und die Rundheitskorrektur von Löchern. Die Bearbeitungsgenauigkeit kann IT5–IT7 erreichen, und die Oberflächenrauheit Ra liegt bei 0,05–0,5 µm.

Spiralklingenreibahlen aus Hartmetall zeichnen sich durch höhere Effizienz und Stabilität (um 15 % höhere Konsistenz der Lochwandoberfläche) bei der Bearbeitung von tiefen Löchern ($L/D > 5:1$) oder zähflüssigen Materialien aus und eignen sich besonders für Anwendungen, die kontinuierliches Schneiden und lange Lebensdauer erfordern. Das Design ist äußerst flexibel: Spiralwinkel, Klingenzahl und Schafttyp können je nach Lochdurchmesser, -tiefe und Werkstückmaterial individuell angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug mit CAM-Software und Sensorsystemen integriert werden, um die Schnittparameter durch Echtzeit-Datenfeedback zu optimieren.

1.2 Entwicklungshintergrund

Mit der steigenden Nachfrage nach Tieflochbearbeitung und komplexer Materialbearbeitung in der modernen Fertigung haben sich Hartmetall-Spiralklingenreibahlen aufgrund ihrer effizienten Spanabfuhr und Vibrationsfestigkeit, insbesondere in der Luft- und Raumfahrt sowie im Energiebereich, zunehmend zum Branchenprimus entwickelt. Mit der zunehmenden Verbreitung von Hochleistungslegierungen (wie Titanlegierungen) und Verbundwerkstoffen im Jahr 2025 steigen die Anforderungen an Hitzebeständigkeit, Schnittleistung und Oberflächenqualität von Spiralklingenreibahlen, was die kontinuierliche Innovation der Werkzeuggeometrie und der Beschichtungstechnologie fördert.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

Spiralklingenreibaßen aus Hartmetall zielen auf effizientes Reiben, hervorragende Spanabfuhr und Vibrationsfestigkeit ab. Sie haben üblicherweise eine Zylinderschaft- oder Kegelschaftkonstruktion mit mehrschneidiger Spiralklinge und kombinieren axiale und radiale Schneidfähigkeiten, um sich an die Bearbeitung tiefer und komplexer Löcher anzupassen. Der Durchmesserbereich reicht von 5 mm bis 80 mm. Mikrospiralklingenreibaßen ($D < 10$ mm) werden zum Präzisionsreiben von Mikrolöchern verwendet, mittelgroße ($D = 10\text{--}30$ mm) eignen sich für die allgemeine Lochbearbeitung und große ($D > 30$ mm) werden zum Reiben von schweren oder tiefen Löchern verwendet. Die Toleranzklasse ist h7 ($0\text{--}0,01$ mm). Zu den Schafttypen gehören Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB) und Kegelschaft (BT40, CAT50, HSK-A63). Der Schaftdurchmesser entspricht dem Schnittdurchmesser, die Toleranzklasse ist h6 ($0\text{--}0,006$ mm) und die Schaftlänge (100–400 mm) wird entsprechend der Bearbeitungstiefe und den Spananforderungen der Werkzeugmaschine individuell angepasst. Der konische Schaft unterstützt die Übertragung eines hohen Drehmoments (Drehmomentbereich 30–200 Nm). Die Gesamtlänge beträgt 150 mm bis 800 mm, geeignet für mittelgroße CNC- (150–300 mm) oder Hochleistungs-Bearbeitungszentren (400–800 mm), und die extralange Ausführung (1000 mm) wird zum Reiben ultratiefer Löcher (Tiefe bis zu 20D) verwendet. Die effektive Schnittlänge beträgt 30 mm bis 600 mm. Flaches Reiben (30–100 mm) eignet sich für die Oberflächenveredelung und tiefes Reiben (300–600 mm) eignet sich für tiefe Löcher oder mehrstufiges Reiben. Das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser liegt üblicherweise bei 5:1–20:1. Die Anzahl der Schneiden beträgt je nach Durchmesser und Bearbeitungsanforderungen 2–10. Kleine Durchmesser ($D < 15$ mm) haben 2–4 Schneiden, mittlere und große Durchmesser ($D > 15$ mm) 4–10 Schneiden. Eine höhere Schneidenanzahl kann die Schnittleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung. Der Fehler des Schneidenabstands beträgt $< 0,01$ mm. Der Spiralwinkel beträgt $10\text{--}40^\circ$, der Standardwert $15\text{--}30^\circ$. Das Spiraldesign optimiert die Spanabfuhr und reduziert Vibrationen. $25\text{--}30^\circ$ werden üblicherweise für die Feinbearbeitung verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, und $30\text{--}40^\circ$ können für die Tieflochbearbeitung gewählt werden, um die Spanabfuhr zu verbessern. Die Länge des Sägeblattführungsabschnitts beträgt 10–20 % der Gesamtlänge, um glatte Lochwände zu gewährleisten. Die Spiralklinge wird mit einer hochpräzisen fünfschneidigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um glatte Kanten ($R_a \leq 0,02$ Mikrometer) und geometrische Genauigkeit zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsreiben (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–2 mm, Druck 5–20 bar) oder externen Spanleitstufen (Breite 1–2 mm) ausgestattet, die die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 35–40 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 600^\circ\text{C}$) deutlich verbessern und sich für das Reiben tiefer Löcher oder die Bearbeitung klebriger Materialien eignen. Einige Modelle verfügen über ein modulares Werkzeugkopfdesign, bei dem Werkzeugkopf und Werkzeugstange durch hochpräzise Gewinde oder Bajonett (Toleranz 6H/6g) verbunden sind, einen schnellen Austausch und ein Nachschleifen der Klinge ermöglichen und die modulare Länge

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

800 mm erreichen kann.

2.2 Materialien

Das Material ist hauptsächlich ein Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur gewährleistet Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind YG6X (Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 90–130 Stunden erreichen), YT15 (enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 100–140 Stunden erreichen), K30 (Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1700–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafteffekt, Lebensdauer kann 110–160 Stunden erreichen). Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (500–800 °C) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen werden Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) oder Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %) hinzugefügt, um die Wärmebeständigkeit, Oxidationsbeständigkeit und Gleichmäßigkeit der Mikrostruktur zu optimieren.

3. Herstellungsprozess

3.1 Rohstoffaufbereitung

Hochreines Wolframkarbid (WC)-Pulver und Kobalt (Co)-Pulver werden proportional gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), der Kobaltgehalt wird je nach Sorte angepasst (6–12 %), Titankarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) werden zur Leistungssteigerung hinzugefügt und die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert. Eine Planetenkugelmühle (Geschwindigkeit 50–100 U/min, Zeit 24–48 Stunden) wird zum Nassmischen verwendet und Ethanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers sicherzustellen (Segregation < 1 %). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt und die chemische Zusammensetzung wird mit einem Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) analysiert und die Abweichung wird auf $\pm 0,05$ % kontrolliert.

3.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 150–200 MPa den Blattrohling mit einer Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ . Zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit kommt die kaltisostatische Presstechnologie (CIP, Druck 150–200 MPa, Dauer 10–15 Minuten) zum Einsatz. Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Formgenauigkeit des Spiralblatts. Die Rohlingsdichte wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,1$ g/cm³) , und die innere Porosität wird mikroskopisch überprüft ($< 0,5$ %).

3.3 Hochtemperatursintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder in einer Wasserstoffatmosphäre beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden. Die Temperatur wird schrittweise erhöht (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorwärmphase), um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 100–150 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 1–

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2 Mikrometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig zu verteilen (Standardabweichung < 50 HV). Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur, und ein Vickers-Härteprüfgerät prüft die Härte (HV 1800–2200).

3.4 Nachbearbeitung

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit $< 0,01$ mm und einer Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,2$ μm . Die Spiralklinge werden auf einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) mit einem Kantenprofilfehler $< 0,005$ mm und einer Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,02$ μm bearbeitet. Durch Hochglanzpolieren mit Diamantschleifmitteln der Körnung W0,5–W1,0 (Kantenrauheit $Ra \leq 0,01$ μm) und elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,1$ A/cm²) werden mikroskopisch kleine Grate entfernt. Die Klingenspitze ist abgeschrägt ($0,1$ – $0,2$ mm, Winkel 5° – 10°), um die Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbrüche zu erhöhen. Die Klingengeometrie wird mit einem Laserinterferometer kalibriert.

3.5 Beschichtungsbehandlung

erfolgt mittels PVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 400 – 500 °C, Abscheidungsrate $0,1$ – $0,2$ $\mu\text{m/h}$). Zu den Beschichtungsarten gehören TiAlN (Dicke 3 – 8 μm , Härte 2800 – 3200 HV), AlCrN (Dicke 3 – 7 μm , Härte 3000 – 3400 HV) oder DLC (Dicke 1 – 3 μm , Härte 3000 – 3500 HV, Reibungskoeffizient $< 0,1$). Dadurch wird der Reibungskoeffizient ($< 0,3$) reduziert und die Lebensdauer um 30 – 50 % erhöht. Die Gleichmäßigkeit der Beschichtung wird mittels SEM geprüft, und der Nanoindenter testet Härte und Haftung (> 70 N) bei einer Dickenabweichung von $< 0,5$ μm .

3.6 Prüfung und Verpackung

Koordinatenmessgeräte (KMG) dienen zur Überprüfung von Durchmesser und Klingengenauigkeit ($< 0,01$ mm), dynamische Auswuchtmaschinen zur Korrektur von Unwuchten (< 5 g·mm/kg). Rostschutzölbearbeitungen oder Vakuumverpackungen verhindern Oxidation. Lasergravuren von Durchmesser, Länge, Klingenzahl, Marke und Chargennummer gewährleisten die Rückverfolgbarkeit.

4. Technische Parameter

Härte: Substrat HV 1800–2200, beschichtet HV 3400. Hitzebeständigkeit: 600 °C– 1000 °C.

Schnittgeschwindigkeit (V_c): Stahl 40 – 150 m/min, Titanlegierung 25 – 100 m/min, Aluminiumlegierung 100 – 250 m/min.

Vorschub (f_z): $0,01$ – $0,15$ mm/U. Schnitttiefe (a_p): $0,01$ – 3 mm (Feinreiben).

Toleranz: Durchmesser $\pm 0,005$ mm, Lochgenauigkeit $< 0,003$ mm.

Oberflächenrauheit: Ra $0,05$ – $0,5$ Mikrometer.

5. Anwendungsszenarien

5.1 Formenbau

Präzises Reiben von Führungs-, Kühl- und Innenbohrungen in Formen. Übliche Durchmesser sind 10 – 30 mm und Tiefen von 50 – 150 mm. Ein Formenbauer verwendet zum präzisen Reiben von Kühlbohrungen in Stanzformen einen Spiralreibahlen mit 20 mm Durchmesser. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 m/min, der Vorschub $0,05$ mm/U, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung beträgt $\pm 0,002$ mm, Ra $0,1$ μm , die Standzeit 110 Stunden, die Jahresproduktion 1.200 Formensätze und die Effizienzsteigerung um 35 %. Erforderlich sind eine

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

effiziente Spanabfuhr und die Bearbeitung tiefer Bohrungen sowie die Unterstützung eines internen Kühlsystems (15 bar).

5.2 Automobilindustrie

Präzisionsreiben von Motorzylinderbohrungen, Kurbelwellenbohrungen und Getriebegehäusebohrungen mit gängigen Durchmessern von 20–50 mm und Tiefen von 80–200 mm. Ein Automobilzulieferer verwendet eine Spiralreibahle mit 30 mm Durchmesser zum Präzisionsreiben von Zylinderbohrungen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 90 m/min, der Vorschub 0,04 mm/U, die Rundheit der Bohrungen nach der Bearbeitung <0,003 mm (Ra 0,05 µm), die Standzeit 130 Stunden und die Jahresproduktion von 700.000 Zylindern reduzieren die Prozesszeit um 25 %. Die Nachfrage nach Tieflochbearbeitung in Motorgehäusen von Elektrofahrzeugen ist gestiegen, und die hohe Effizienz von Spiralreibahlen erweist sich als Vorteil.

5.3 Luft- und Raumfahrt

Präzisionsreiben von Rumpfanschlusslöchern und Fahrwerksstrebenlöchern aus Titanlegierung oder hochfestem Stahl. Üblicher Durchmesser: 15–40 mm, Tiefe: 100–300 mm. Eine Fluggesellschaft verwendet eine Spiralreibahle mit 25 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Titanlegierungsanschlusslöchern. Schnittgeschwindigkeit: 60 m/min, Vorschub: 0,03 mm/U. Nach der Bearbeitung beträgt die Lochdurchmessertoleranz $\pm 0,002$ mm, Ra: 0,05 µm, die Standzeit 140 Stunden, gemäß AS9100-Standard. Hitzebeständigkeit und Tieflochbearbeitungsfähigkeit sind erforderlich, und der Innenkühldruck muss 20 bar erreichen.

5.4 Herstellung von Energieanlagen

Präzisionsreiben von Turbinenwellenbohrungen, großen Pumpengehäusebohrungen und Ventilgehäusebohrungen mit üblichen Durchmessern von 30–70 mm und Tiefen von 200–500 mm. Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet eine Spiralreibahle mit 40 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Bohrungen in Hydraulikpumpengehäusen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 80 m/min und einem Vorschub von 0,06 mm/U. Der Bohrungsdurchmesserfehler nach der Bearbeitung beträgt <0,003 mm, Ra 0,1 µm, die Standzeit des Werkzeugs beträgt 150 Stunden. Die Jahresproduktion beträgt 2.500 Pumpengehäuse, und die Effizienz wird um 30 % gesteigert. Da Windkraft- und Kernkraftanlagen höhere Anforderungen an die Genauigkeit tiefer Bohrungen stellen, ist die Spanabfuhr der Spiralreibahle besonders wichtig.

5.5 Präzisionsinstrumente

Präzisionsreiben von Wellenbohrungen optischer Instrumente und Sensormontagebohrungen. Übliche Durchmesser liegen zwischen 5 und 20 mm und Tiefen zwischen 30 und 100 mm. Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet eine Spiralreibahle mit 10 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Wellenbohrungen optischer Linsen. Die Reibahle arbeitet mit einer Schnittgeschwindigkeit von 70 m/min, einem Vorschub von 0,02 mm/U, einer Durchmessertoleranz von $\pm 0,001$ mm (Ra 0,04 µm), einer Standzeit von 120 Stunden und einer Jahresproduktion von 500.000 Stück gemäß ISO 2768. Angesichts der steigenden Nachfrage nach der Bearbeitung tiefer Mikrobohrungen ist die hohe Stabilität des Spiralreibahles entscheidend.

5.6 Schiffbau

Präzisionsreiben von Schiffsmotor-Zylinderbohrungen und Propellerwellenbohrungen. Übliche Durchmesser liegen zwischen 50 und 100 mm und Tiefen zwischen 300 und 800 mm. Eine Werft verwendet eine Spiralreibahle mit 80 mm Durchmesser zur Bearbeitung von

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Propellerwellenbohrungen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 70 m/min, der Vorschub 0,08 mm/U, die Bohrungsdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung beträgt $\pm 0,003$ mm, Ra 0,1 μm , die Standzeit 160 Stunden, die Jahresproduktion 200 Propeller und die Effizienzsteigerung um 40 %. Hohe Steifigkeit und die Fähigkeit zur Tieflochbearbeitung sind erforderlich. Das interne Kühlsystem benötigt Hochdruckunterstützung (20 bar).

6. Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung

6.1 Anforderungen an Werkzeugmaschinen

Fünfachsiges CNC- oder Hochleistungsbohrmaschine, Rundlaufabweichung $< 0,003$ mm, Spindelleistung ≥ 5 kW, empfohlen wird der Einsatz einer Spindel mit hoher Steifigkeit (Führungsbahnsteifigkeit > 4000 N / μm).

6.2 Kühlung und Schmierung

Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10–20 bar, 20–30 l/min) oder Innenkühlung (Druck 5–20 bar), viskose Materialien (wie z. B. Edelstahl) erfordern eine verstärkte Kühlung (Durchflussrate auf 35 l/min erhöht).

6.3 Schnittparameter

Vc 90 m/min, fz 0,03–0,08 mm/U, Schnitttiefe segmentiert (5D pro Segment), Vorschubgeschwindigkeit halbiert für die Tieflochbearbeitung, um die Spanabfuhr zu optimieren.

6.4 Installation und Kalibrierung

Koaxialität $< 0,001$ mm, Spannkraft 30–60 Nm (Kegelschaft) bzw. 40–80 Nm (modular), Koaxialität von Werkzeugschaft und Spindel vor dem Einbau kalibrieren.

6.5 Verschleiß und Wartung

Ersetzen Sie es, wenn der Klingenverschleiß VB 0,2 mm erreicht, der Lochdurchmesser außerhalb der Toleranz liegt ($> 0,005$ mm) oder Kratzer auf der Oberfläche vorhanden sind. Es wird empfohlen, es alle 20 Stunden zu überprüfen und die Verschleißdaten aufzuzeichnen, um die Lebensdauer zu optimieren.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall- Räumnadeln? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI, ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist eine verstellbare Hartmetall-Reibahle?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Die verstellbare Hartmetall-Reibahle ist ein Hochleistungs-Schneidwerkzeug für die hochpräzise Lochbearbeitung und flexible Größenanpassung. Sie wird häufig in der mechanischen Bearbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Medizingeräteproduktion, der Herstellung von Präzisionsinstrumenten und anderen Bereichen eingesetzt. Ihr Hauptmerkmal ist die Kombination aus verstellbarem Schneidkopf und Hartmetallschneide . Der Schneiddurchmesser lässt sich durch den Präzisionsverstellmechanismus präzise einstellen, um verschiedenen Lochdurchmesseranforderungen gerecht zu werden und eine hochpräzise Bearbeitung zu erreichen. Die verstellbare Hartmetall-Reibahle basiert auf Hartmetall und weist eine hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit auf. Sie eignet sich zum Reiben hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickellegierungen, Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Das einstellbare Design ermöglicht eine DurchmesserEinstellung (Einstellbereich 0,01–5 mm, Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) durch Gewinde, Exzentrizität oder hydraulische Mechanismen. Es ist breit anwendbar auf CNC-Werkzeugmaschinen (CNC), Bohrmaschinen, Bearbeitungszentren oder speziellen Reibahlen und kann effizient Präzisionsreiben von Löchern, Größenkorrekturen und Optimierung der Oberflächengüte durchführen. Die Bearbeitungsgenauigkeit kann das Niveau IT4–IT6 erreichen und die Oberflächenrauheit kann Ra 0,05–0,4 Mikrometer erreichen. Einstellbare Hartmetall-Reibahle bietet eine höhere Flexibilität (um 50–70 % erhöhte Anpassungsfähigkeit) und Wirtschaftlichkeit (reduzierte Werkzeugwechselhäufigkeit) bei der Kleinserienproduktion, der Lochbearbeitung mit mehreren Spezifikationen oder der Feineinstellung von Blenden und eignet sich besonders für die komplexe Werkstückbearbeitung, die hohe Präzision und dynamische Einstellung erfordert. Sein Design ist hochflexibel und die Schneidengeometrie, der Einstellmechanismus und der Schafttyp können je nach Blendenbereich, Tiefe und Werkstückmaterial individuell angepasst werden. Mit der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug in CAM-Software und Sensorsysteme integriert werden, um die Schnittparameter durch Echtzeit-Datenfeedback zu optimieren.

1.2 Entwicklungshintergrund

Mit der steigenden Nachfrage nach kundenspezifischer Produktion und der Bearbeitung vielfältiger Kleinserien gewinnen verstellbare Hartmetall-Reibahlen aufgrund ihrer Flexibilität und hohen Präzision in der Präzisionsfertigung zunehmend an Bedeutung. Da im Jahr 2025 in der High-End-Fertigungsindustrie (wie der Luft- und Raumfahrt und der Medizintechnik) höhere Anforderungen an die Toleranzen und Oberflächenqualität der Bohrungsbearbeitung gestellt werden, stehen die Feinabstimmungstechnologie und die Haltbarkeit verstellbarer Reibahlen im Mittelpunkt der Branchenentwicklung und fördern die kontinuierliche Optimierung von Werkzeugdesign und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Werkstofftechnologie.

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

Das Design von Hartmetall-Reibahlen ist auf hochpräzises Reiben, optimale Einstellbarkeit und hervorragende Oberflächenqualität ausgelegt. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft oder einen Kegelschaft mit ein- oder mehrschneidigen Schneiden und sind mit einem Präzisionsverstellmechanismus ausgestattet, um unterschiedlichen Lochdurchmessern gerecht zu werden. Der Durchmesserbereich reicht von 3 mm bis 60 mm. Mikro-Reibahlen ($D < 10$ mm) werden zum Präzisionsreiben von Mikrobohrungen verwendet, mittelgroße ($D = 10\text{--}30$ mm) eignen sich für die allgemeine Lochbearbeitung und große ($D > 30$ mm) werden zum Reiben von großen Durchmessern verwendet. Der Verstellbereich beträgt 0,01–5 mm, die Genauigkeit $\pm 0,002$ mm. Zu den Schafttypen gehören Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB) und Kegelschaft (BT40, CAT50). Der Schaftdurchmesser entspricht dem maximalen Schnittdurchmesser, die Toleranzklasse ist h6 (0/-0,006 mm) und die Schaftlänge (100–350 mm) wird entsprechend der Bearbeitungstiefe und den Spananforderungen der Werkzeugmaschine individuell angepasst. Der konische Schaft unterstützt die Übertragung eines hohen Drehmoments (Drehmomentbereich 20–150 Nm). Die Gesamtlänge beträgt 150 mm bis 600 mm, geeignet für mittelgroße CNC- (150–300 mm) oder Hochleistungsbearbeitungszentren (400–600 mm), und die extralange Ausführung (800 mm) wird zum Reiben tiefer Löcher (Tiefe bis zu 15D) verwendet. Die effektive Schnittlänge beträgt 20 mm bis 500 mm. Flaches Reiben (20–80 mm) eignet sich für die Oberflächenveredelung und tiefes Reiben (300–500 mm) eignet sich für tiefe Löcher oder mehrstufiges Reiben. Das Verhältnis von Schnittlänge zu Durchmesser liegt üblicherweise bei 3:1–15:1. Die Anzahl der Schneiden beträgt 1–6, abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsanforderungen. Kleine Durchmesser ($D < 15$ mm) haben 1–3 Schneiden, mittlere und große Durchmesser ($D > 15$ mm) 3–6 Schneiden. Eine höhere Schneidenanzahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung. Der Fehler des Schneidenabstands beträgt $< 0,01$ mm. Die Klingenausführung kann gerade oder mikrospiralförmig ($5^\circ\text{--}15^\circ$) sein. Die Länge des Führungsabschnitts beträgt 10–20 % der Gesamtlänge, um glatte Lochwände zu gewährleisten. Der Einstellmechanismus umfasst ein Präzisionsgewinde (Steigung 0,5–1 mm), eine Exzentereinstellung (Exzentrizität 0,01–3 mm) oder eine hydraulische Feineinstellung (Druck 0,1–1 bar) und wird durch eine ultrapräzise fünfschneidige CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um eine glatte Schneide ($R_a \leq 0,02$ Mikrometer) und geometrische Genauigkeit sicherzustellen. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg, Prüfdrehzahl 12.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsreiben (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,3–1,5 mm, Druck 5–15 bar) oder externen Spanleitstufen (Breite 0,5–1,5 mm) ausgestattet, um die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 20–30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 500^\circ\text{C}$) zu verbessern. Einige Modelle verfügen über ein modulares Werkzeugkopfdesign, bei dem Werkzeugkopf und Werkzeugleiste durch hochpräzise Gewinde (Toleranz 6H/6g) verbunden sind, was einen schnellen Austausch und ein Nachschleifen der Klinge ermöglicht.

2.2 Materialien

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Das Material ist hauptsächlich ein Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind YG6X (Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für gehärteten Stahl und Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 80–120 Stunden erreichen), YT15 (enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 90–130 Stunden erreichen), K25 (Kobaltgehalt 7 %, Härte HV 1700–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafwirkung, Lebensdauer kann 100–150 Stunden erreichen). Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (400–700 °C) berücksichtigt werden. Einige Modelle enthalten Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) oder Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %), um die Wärmebeständigkeit und Mikrostruktur zu optimieren.

3. Herstellungsprozess

3.1 Rohstoffaufbereitung

Hochreines Wolframkarbid (WC)-Pulver und Kobalt (Co)-Pulver werden proportional gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), der Kobaltgehalt wird je nach Sorte angepasst (6–12 %), Titankarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) werden zur Leistungssteigerung hinzugefügt und die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert. Eine Planetenkugelmühle (Geschwindigkeit 50–100 U/min, Zeit 24–48 Stunden) wird zum Nassmischen verwendet und Ethanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers sicherzustellen (Segregation < 1 %). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt und die chemische Zusammensetzung wird mit einem Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) analysiert und die Abweichung wird auf $\pm 0,05$ % kontrolliert.

3.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 150–200 MPa den Klingenrohling mit einer Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ . Zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit kommt die kaltsostatische Presstechnologie (CIP, Druck 150–200 MPa, Dauer 10–15 Minuten) zum Einsatz. Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Formgenauigkeit der Klinge und des Einstellmechanismus. Die Dichte des Rohlings wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,1$ g/cm³), und die innere Porosität wird mikroskopisch überprüft ($< 0,5$ %).

3.3 Hochtemperatursintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder in einer Wasserstoffatmosphäre beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden. Die Temperatur wird schrittweise erhöht (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorwärmphase), um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 100–150 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 1–2 Mikrometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig zu verteilen (Standardabweichung < 50 HV). Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur, und ein Vickers-Härteprüfgerät prüft die Härte (HV 1800–2200).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.4 Nachbearbeitung

Außendreihen mit CBN-Werkzeugen, Rundlaufgenauigkeit $<0,01$ mm, Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,2$ μm . Hochpräzise 5-Achsen-CNC-Schleifmaschine für Schneide und Einstellmechanismus (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm), Schneidkantenprofilfehler $<0,005$ mm, Oberfläche $Ra \leq 0,02$ μm . Hochglanzpolieren mit Diamantschleifmitteln der Körnung W0,5–W1,0, Schneidkanten- $Ra \leq 0,01$ μm , elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,1$ A/cm²) zur Entfernung mikroskopischer Grate. Anfasen der Schneide ($0,1$ – $0,2$ mm, Winkel 5° – 10°) erhöht die Bruchfestigkeit, Gewindeggenauigkeit des Einstellmechanismus 6H/6g, Geometriekalibrierung mittels Laserinterferometer.

3.5 Beschichtungsbehandlung

erfolgt mittels PVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 400 – 500 °C, Abscheidungsrate $0,1$ – $0,2$ $\mu\text{m/h}$). Zu den Beschichtungsarten gehören TiAlN (Dicke 3 – 8 μm , Härte 2800 – 3200 HV), AlCrN (Dicke 3 – 7 μm , Härte 3000 – 3400 HV) oder DLC (Dicke 1 – 3 μm , Härte 3000 – 3500 HV, Reibungskoeffizient $<0,1$). Dadurch wird der Reibungskoeffizient ($<0,3$) reduziert und die Lebensdauer um 30 – 50 % erhöht. Die Gleichmäßigkeit der Beschichtung wird mittels SEM geprüft, und der Nanoindenter testet Härte und Haftung (>70 N) bei einer Dickenabweichung von $<0,5$ μm .

3.6 Endprüfung und Verpackung

Koordinatenmessgeräte (KMG) ermitteln Durchmesser, Blattgenauigkeit und Einstellbereich ($<0,01$ mm), dynamische Auswuchtmaschinen korrigieren Unwuchten (<5 g·mm /kg). Rostschutzölbeschichtung oder Vakuumverpackung verhindern Oxidation. Lasergravur von Durchmesserbereich, Länge, Marke und Chargennummer gewährleistet die Rückverfolgbarkeit.

4. Technische Parameter

Härte: Substrat HV 1800 – 2200 , beschichtet HV 3400 . Hitzebeständigkeit: 600 °C– 1000 °C.

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 30 – 120 m/min für Stahl, 20 – 80 m/min für Titanlegierung, 80 – 200 m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (f_z): $0,01$ – $0,10$ mm/U. Schnitttiefe (a_p): $0,01$ – 2 mm (Feinreiben).

Toleranz: Durchmesser-Einstellgenauigkeit $\pm 0,002$ mm, Lochdurchmessergenauigkeit $<0,003$ mm.

Oberflächenrauheit: Ra $0,05$ – $0,4$ Mikrometer.

5. Anwendungsszenarien

5.1 Formenbau

Präzisionsreiben von Führungs-, Positionier- und Kühlbohrungen in Formführungshülsen. Übliche Durchmesser sind 8 – 25 mm und Tiefen von 30 – 100 mm. Formenbauer verwenden verstellbare Reibahlen mit 15 – 20 mm Durchmesser zum Präzisionsreiben der Führungshülsenbohrungen von Stanzformen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 80 m/min, der Vorschub $0,03$ mm/U, die Einstellgenauigkeit $\pm 0,002$ mm, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,001$ mm, Ra $0,05$ μm , die Standzeit 100 Stunden, die Jahresproduktion 1.000 Formsätze und die Reduzierung des Werkzeugwechsels um 60 %. Hohe Oberflächengüte und Anpassungsfähigkeit an verschiedene Spezifikationen sowie die Unterstützung eines internen Kühlsystems (10 bar) sind erforderlich.

5.2 Automobilindustrie

Präzisionsreiben von Motorzylinderbohrungen, Pleuelstangenbohrungen und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Getriebewellenbohrungen mit gängigen Durchmessern von 15–40 mm und Tiefen von 50–150 mm. Ein Automobilzulieferer verwendet eine verstellbare Reibahle mit 20–30 mm Durchmesser zum Präzisionsreiben von Zylinderbohrungen. Die Reibahle erreicht eine Schnittgeschwindigkeit von 70 m/min, einen Vorschub von 0,02 mm/U, eine Einstellgenauigkeit von $\pm 0,002$ mm, eine Lochrundheit von $< 0,002$ mm nach der Bearbeitung, R_a 0,04 μ m, eine Standzeit von 120 Stunden, eine Jahresproduktion von 600.000 Zylindern und eine Bearbeitungszeitverkürzung von 20 %. Da die Nachfrage nach Bohrungsbearbeitungen mit mehreren Spezifikationen in Getriebesystemen von Elektrofahrzeugen steigt, ist die Flexibilität der verstellbaren Reibahle ein Vorteil.

5.3 Luft- und Raumfahrt

Präzisionsreiben von Rumpfanschlusslöchern und Fahrwerksstrebenlöchern aus Titanlegierung oder hochfestem Stahl. Üblicher Durchmesser: 10–30 mm, Tiefe: 80–200 mm. Eine Fluggesellschaft verwendet eine verstellbare Reibahle mit 15–25 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Titanlegierungsanschlusslöchern. Schnittgeschwindigkeit: 50 m/min, Vorschub: 0,02 mm/U, Einstellgenauigkeit: $\pm 0,002$ mm, Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung: $\pm 0,001$ mm, R_a : 0,03 μ m, Standzeit: 130 Stunden, gemäß AS9100-Standard. Hitzebeständigkeit und hohe Präzision sind erforderlich. Der interne Kühldruck muss 15 bar erreichen.

5.4 Medizinprodukte

Präzisionsreiben von Innenbohrungen orthopädischer Implantate oder Positionierungsbohrungen chirurgischer Instrumente. Übliche Durchmesser liegen bei 4–12 mm und Tiefen von 10–50 mm. Ein Medizinunternehmen verwendet eine verstellbare Reibahle mit 6–10 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Innenbohrungen für Hüftgelenke aus Titanlegierungen. Die Reibahle arbeitet mit einer Schnittgeschwindigkeit von 40 m/min, einem Vorschub von 0,01 mm/U, einer Einstellgenauigkeit von $\pm 0,002$ mm, einer Lochdurchmessertoleranz von $\pm 0,001$ mm nach der Bearbeitung, einem R_a -Wert von 0,02 μ m und einer Standzeit von 90 Stunden und erfüllt damit die FDA-Biokompatibilitätsstandards. Höchste Präzision und Oberflächengüte sind erforderlich. Zur Reibungsreduzierung wird häufig eine DLC-Beschichtung eingesetzt.

5.5 Präzisionsinstrumente

Präzisionsreiben von Wellenbohrungen optischer Instrumente und Sensormontagebohrungen. Übliche Durchmesser sind 5–15 mm und Tiefen von 20–80 mm. Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet eine verstellbare Reibahle mit einem Durchmesser von 8–12 mm zur Bearbeitung von Wellenbohrungen optischer Linsen. Die Reibahle arbeitet mit einer Schnittgeschwindigkeit von 60 m/min, einem Vorschub von 0,02 mm/U, einer Einstellgenauigkeit von $\pm 0,002$ mm, einer Lochdurchmessertoleranz von $\pm 0,001$ mm nach der Bearbeitung, R_a 0,03 μ m, einer Standzeit von 110 Stunden und einer Jahresproduktion von 500.000 Stück gemäß ISO 2768. Angesichts der steigenden Nachfrage nach der Bearbeitung von Mikrobohrungen in mehreren Spezifikationen ist die hohe Anpassungsfähigkeit der verstellbaren Reibahle entscheidend.

5.6 Herstellung von Energieanlagen

Präzisionsreiben von Turbinenwellenbohrungen und Innenbohrungen von Pumpenkörpern. Übliche Durchmesser sind 20–50 mm und Tiefen von 100–300 mm. Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet eine verstellbare Reibahle mit 30–40 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Bohrungen in Hydraulikpumpenkörpern. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 70 m/min, der Vorschub 0,03 mm/U, die Einstellgenauigkeit $\pm 0,002$ mm, der Bohrungsdurchmesserfehler nach der Bearbeitung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

<0,002 mm, Ra 0,05 μ m, die Standzeit 140 Stunden, die Jahresproduktion 2.000 Pumpenkörper und die Effizienzsteigerung um 25 %. Hohe Präzision und die Fähigkeit zur Bearbeitung tiefer Bohrungen sind erforderlich, und das interne Kühlsystem benötigt Hochdruckunterstützung (15 bar).

6. Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung

6.1 Anforderungen an Werkzeugmaschinen

Drei- oder fünfachsiges CNC, Rundlaufabweichung <0,003 mm, Spindelleistung ≥ 3 kW, empfohlen wird der Einsatz einer Spindel mit hoher Steifigkeit (Führungsbahnsteifigkeit >3000 N / μ m) .

6.2 Kühlung und Schmierung

Hochdruck-Schneidflüssigkeit (10 bar, 15–20 l/min) oder Innenkühlung (Druck 5–15 bar), viskose Materialien (wie z. B. Edelstahl) erfordern eine verstärkte Kühlung (Durchflussrate auf 25 l/min erhöht).

6.3 Schnittparameter

Vc 70 m/min, fz 0,02–0,05 mm/U, Schnitttiefe segmentiert (3D pro Segment), Neukalibrierung der Schnittparameter nach Anpassung zur Optimierung der Oberflächenqualität.

6.4 Installation und Kalibrierung

Koaxialität <0,001 mm, Spannkraft 20–40 Nm (Zylinderschaft) bzw. 30–60 Nm (Kegelschaft), Werkzeugdorn kalibrieren und Koaxialität des Mechanismus vor der Installation einstellen.

6.5 Verschleiß und Wartung

Ersetzen Sie die Klinge, wenn der Verschleiß VB 0,2 mm erreicht, der Lochdurchmesser außerhalb der Toleranz liegt (> 0,005 mm) oder Kratzer auf der Oberfläche vorhanden sind. Eine Wartung ist erforderlich, wenn der Einstellmechanismus abgenutzt ist (Spiel > 0,01 mm). Es wird empfohlen, ihn alle 15 Stunden zu überprüfen und die Verschleißdaten zu dokumentieren, um den Nutzungszyklus zu optimieren.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert . Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall- Räumnadeln ? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was sind Hartmetall- Räumnadeln?

Hartmetall-Räumnadeln sind hochpräzise Werkzeuge für effizientes Schneiden und Formen in der Zerspanung. Dank ihrer hervorragenden Härte und Verschleißfestigkeit unterstützen sie zuverlässig die Bearbeitung komplexer Konturen an der Oberfläche oder im Inneren von Werkstücken. Diese Räumnadeln schneiden das Werkstück schrittweise in einer linearen Bewegung auf einer Räummaschine oder Spezialausrüstung, um Präzisionsformen wie Zahnformen, Passfedernuten, Verzahnungen oder polygonale Löcher zu erzeugen. Sie werden häufig in Fertigungsszenarien eingesetzt, die hohe Effizienz und Qualität erfordern. Hartmetall-Räumnadeln basieren auf Wolframkarbid (WC) mit Kobalt (Co) als Bindemittel und werden mittels Präzisionspulvermetallurgie gesintert. Gängige Materialqualitäten sind YG10 (hohe Zähigkeit, geeignet für unterbrochenes Schneiden), YT20 (starke Hitzebeständigkeit, geeignet für die Stahlverarbeitung) und YW3 (hervorragende Gesamtleistung, geeignet für komplexe Konturen). Die Konstruktionsformen sind vielfältig und umfassen sowohl integrale Hartmetallstrukturen als auch modulare Konfigurationen mit segmentierten oder austauschbaren Zähnen. Der Werkzeugkörper besteht üblicherweise aus hochfestem Stahl oder Hartmetall, um die Stabilität beim Hochlasträumen zu gewährleisten.

1. Geometriedesign und -optimierung

von Hartmetall-Räumnadeln ist der Schlüssel zu effizientem Schneiden. Konstrukteure optimieren die Parameter, um verschiedenen Verarbeitungsanforderungen gerecht zu werden. Die Schneide der Räumnadel ist üblicherweise abgestuft, mit einem Spanwinkel zwischen 0° und 5° . Dieses Design mit kleinem Winkel hilft, die Schnittkraft zu reduzieren und sorgt für gleichmäßiges Schneiden. Der Rückwinkel liegt üblicherweise zwischen 5° und 10° , um sicherzustellen, dass die Räumnadel beim Kontakt mit dem Werkstück nicht übermäßig verschleißt. Die Fase der Schneide (0,1–0,2 mm) verbessert die Widerstandsfähigkeit gegen Absplittern durch Spannungsverteilung, insbesondere beim intermittierenden Räumen. Zylindrische Räumnadeln eignen sich zum Schlichten kreisförmiger Löcher mit einem Durchmesser von 10 bis 100 mm und einer Länge von bis zu 500 mm. Keilnut-Räumnadeln sind für die Keilnut- oder Keilwellenverzahnungsbearbeitung konzipiert und haben eine Breite von 5 bis 50 mm und eine Länge, die der Tiefe des Werkstücks angepasst ist. Zahnradräumnadeln werden zur Profilformung von Zahnrädern eingesetzt und haben eine Zähnezahl von 10 bis 50, die für die Massenproduktion geeignet ist. Die Geometrieoptimierung kombiniert CAD (Computer-Aided Design) und Finite-Elemente-Analyse, um sicherzustellen, dass die Räumnadel beim Räumen mit niedriger Geschwindigkeit und hoher Belastung (bis zu 50 m/min) stabil bleibt. Die Spannutenbreite (2–4 mm) wird entsprechend der Schnitttiefe angepasst, um einen reibungslosen Spanabtransport zu gewährleisten.

2. Beschichtung und Oberflächenbehandlung

Durch die Beschichtungstechnologie haben Hartmetall-Räumnadeln zusätzliche Leistungsvorteile erlangt und können nun an komplexere Bearbeitungsumgebungen angepasst werden. PVD-Beschichtungen (Physical Vapor Deposition, physikalische Gasphasenabscheidung) wie TiN (goldgelb, 2–5 Mikrometer dick) bieten guten Verschleißschutz und eignen sich besonders für die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Bearbeitung von Nichteisenmetallen. CVD-Beschichtungen (Chemical Vapor Deposition, chemische Gasphasenabscheidung) wie TiAlN (violett-schwarz, 10–20 Mikrometer dick) eignen sich dank ihrer Hitzebeständigkeit bis 1000 °C ideal zum Räumen von Stahl und Gusseisen. Bei der Oberflächenbehandlung wird durch Polieren die Oberflächenrauheit auf $Ra < 0,2$ Mikrometer kontrolliert, um die Spanhaftung zu verringern. Mithilfe der Laser-Mikrotexturierungstechnologie werden Mikroschmierrillen in die Oberfläche der Räumnadel eingearbeitet, um den Reibungskoeffizienten zu senken. Einige hochwertige Räumnadeln verwenden Nanobeschichtungen (wie Nano-TiAlN mit Körnern unter 50 Nanometern), wodurch die Leistung bei der Ultrapräzisionsbearbeitung deutlich verbessert wird. Die Haftung der Beschichtung wird durch Kratztests (kritische Belastung > 80 N) überprüft, um sicherzustellen, dass sich die Beschichtung beim Räumen mit hoher Belastung nicht ablöst.

3. Technische Eigenschaften und Leistung

von Hartmetall-Räumnadeln sind ein leistungsstarker Helfer bei effizienten Umformprozessen und haben in der Branche hohe Anerkennung gefunden. Die Schnittgeschwindigkeit liegt je nach Werkstückmaterial zwischen 5 und 50 Metern pro Minute. Bei Stahl beispielsweise beträgt sie normalerweise 10 bis 30 Meter pro Minute, während Gusseisen 20 bis 50 Meter pro Minute erreichen kann. Die Härte von Räumnadeln liegt im Allgemeinen zwischen 1800 und 2100 HV. YT20 kann aufgrund des Titankarbid 2000 bis 2100 HV erreichen, was für die Bearbeitung von Werkstücken mit hoher Härte ausreicht. Die Bruchzähigkeit beträgt 14 bis 18 $MPa \cdot m^{1/2}$. Die Sorte YG10 ist aufgrund ihres hohen Kobaltgehalts (10 %) zäher und eignet sich besonders für intermittierendes Räumen. Die Verschleißfestigkeit liegt unter 0,03 Kubikmillimeter pro Newtonmeter und reduziert sich nach der Beschichtung weiter auf 0,02 Kubikmillimeter pro Newtonmeter, was die Lebensdauer deutlich verlängert. Die Hitzebeständigkeit erreicht dank der CVD-Beschichtung bis zu 1000 °C und ist somit auch in Hochtemperaturumgebungen stabil. Die Bearbeitungsgenauigkeit liegt bei 0,01 mm und erfüllt die Anforderungen hochpräziser Formgebungsverfahren.

4. Verarbeitungsvoraussetzungen und Anwendungen

von Hartmetall-Räumnadeln spiegeln ihren einzigartigen Wert für eine effiziente Fertigung wider. Die Schnittparameter variieren je nach Material. Beispielsweise beträgt die Schnittgeschwindigkeit von Stahl 10 bis 30 Meter pro Minute, der Vorschub 0,02 bis 0,1 mm pro Hub und die Schnitttiefe 0,5 bis 2 mm; Gusseisen erfordert eine Schnittgeschwindigkeit von 20 bis 50 Metern pro Minute, einen Vorschub von 0,05 bis 0,15 mm pro Hub und eine Schnitttiefe von 1 bis 3 mm. Auch die Wahl der Kühlmethode ist entscheidend. Trockenräumen eignet sich für Gusseisen und kann den Kühlmittelverbrauch reduzieren; Nassräumen mit Emulsion oder ölbasiertem Kühlmittel eignet sich besser für Stahl und Titanlegierungen, da es thermische Schäden wirksam reduzieren kann; beim Räumen komplexer Konturen verbessert Niederdruckkühlung (5–10 bar) durch externes Besprühen die Spanabfuhr erheblich. In der Praxis werden in der Automobilindustrie häufig Räumnadeln zur Bearbeitung von Getriebewellen und Keilwellenbohrungen verwendet, die eine hohe Effizienz und Oberflächengüte erfordern; Bei der Herstellung von Formen wird es zur Herstellung der Zahnform von Stanzwerkzeugen verwendet, wobei der Schwerpunkt auf der Konturgenauigkeit liegt; auch die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Maschinenbauindustrie, beispielsweise bei der Stapelverarbeitung von polygonalen Löchern, verlässt sich auf seine hervorragende Leistung.

5. Herausforderungen und Lösungen

mit Hartmetall- Räumnadeln, aber diese Probleme lassen sich durch wissenschaftlich fundierte Bewältigungsstrategien gut lösen. Beim Räumvorgang ist mangelhafte Spanabfuhr ein häufiges Problem bei der Bearbeitung komplexer Konturen. Dieses Problem kann durch Optimierung der Spanleitstufengestaltung und das Auftragen von selbstschmierenden Beschichtungen (wie MoS₂) verringert werden. Beim Räumen unter hoher Belastung kommt es leicht zu Wärmestaus. Ein effizientes Kühlsystem und eine hitzebeständige Beschichtung können die Temperatur wirksam regeln. Räumnadelverschleiß kann zu Konturfehlern führen. Die Auswahl verschleißfester Sorten und eine Kantenverstärkung können die Stabilität verbessern. Bei klebrigen Materialien ist die Oberflächenhaftung das Hauptproblem. Regelmäßiges Reinigen oder die Verwendung reibungsarmer Beschichtungen kann die Lebensdauer deutlich verlängern. Zusammen gewährleisten diese Lösungen die Zuverlässigkeit von Räumnadeln unter komplexen Arbeitsbedingungen.

6. Optimierungs- und Entwicklungstrends

von Hartmetall-Räumnadeln spiegelt das Streben der Branche nach Effizienz und Intelligenz wider. Hinsichtlich der Strukturoptimierung kann der integrierte externe Sprühkühlkanal die Temperatur der Räumnadel wirksam senken, das segmentierte Design erleichtert den Austausch verschlissener Teile und die dynamische Auswuchttechnologie verbessert die Stabilität beim Räumen bei niedriger Geschwindigkeit und hoher Belastung. Was die Materialinnovation betrifft, verbessert Nano-Hartmetall mit seinen feinen Körnern (weniger als 0,5 Mikrometer) die Härte und Zähigkeit, und das Gradientenmaterialdesign ermöglicht der Räumnadel sowohl eine hohe Härte als auch eine hohe Zähigkeit. Der Trend zur Intelligenz ermöglicht das Einbetten von Sensoren in die Räumnadel, um Verschleiß und Temperatur in Echtzeit zu überwachen und die Räumparameter in Kombination mit Algorithmen künstlicher Intelligenz dynamisch anzupassen. Hinsichtlich der Fertigungstechnologie können 3D-Drucktechnologien wie das selektive Laserschmelzen (SLM) komplexe Räumnadelstrukturen erstellen, beispielsweise durch Optimierung der Kühlkanäle, während die Laserauftragstechnologie die Möglichkeit bietet, verschlissene Räumnadeln zu reparieren. Der Trend zum Umweltschutz hat die Entwicklung von Trockenräumbeschichtungen (wie Graphen-Verbundbeschichtungen) gefördert, wodurch die Abhängigkeit von Kühlmitteln verringert wird, während die Verwendung von recycelbaren Materialien auch die Umweltbelastung verringert.

7. Lebensdauer und Wartung

Die Lebensdauer von Hartmetall-Räumnadeln variiert je nach Verarbeitungsbedingungen und Werkstückmaterial und beträgt in der Regel zwischen 20 und 50 Stunden, beispielsweise etwa 30 Stunden bei der Stahlverarbeitung und bis zu 40 Stunden bei der Gusseisenverarbeitung. Zu den Wartungsarbeiten gehören regelmäßiges Schärfen, der Einsatz von Diamantschleifscheiben, um sicherzustellen, dass der Winkelfehler unter 0,5° liegt, die Reparatur der Beschichtung mittels CVD-Technologie zur Wiederherstellung der Leistung und die Laservoreinstellung, um sicherzustellen,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

dass der Fehler unter 0,01 mm liegt. Diese Maßnahmen können die Lebensdauer der Räumnadel effektiv verlängern. Nach der Verschrottung der Räumnadel können die darin enthaltenen Wolfram- und Kobaltmaterialien recycelt und durch Einschmelzen und Zurückführen in den Ofen wiederverwendet werden, was dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung entspricht.

8. Detaillierte Klassifizierung

Hartmetall-Räumnadeln können je nach Verarbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien in mehrere Kategorien unterteilt werden. Jeder Typ hat sein eigenes einzigartiges Design und seinen eigenen Zweck:

Zylindrische Räumnadel

Geeignet für die Schlichtbearbeitung und Formgebung von kreisrunden Löchern mit Durchmessern von 10 bis 100 mm und Längen bis zu 500 mm. Spanwinkel 0° bis 3°, Rückwinkel 5° bis 8°, Güte YG10, TiN- Beschichtung (Dicke 2–5 µm) für höhere Verschleißfestigkeit. Schnittgeschwindigkeit 10 bis 30 m/min, Genauigkeit unter 0,01 mm, weit verbreitet in der Bearbeitung von Lagerbohrungen und zylindrischen Teilen.

Keilnuträumnadel

Für die Bearbeitung von Keil- und Keilwellenprofilen. Breite 5 bis 50 mm, Länge je nach Werkstücktiefe. Spanwinkel 0° bis 5°, Rückwinkel 5° bis 10°, Güte YT20, TiAlN- Beschichtung (Dicke 10–20 µm) zur Verbesserung der Hitzebeständigkeit. Schnittgeschwindigkeit 5 bis 20 m/min, Genauigkeit unter 0,01 mm. Häufig eingesetzt in der Bearbeitung von Getriebe- und Antriebswellen.

Zahnradräumnadel

Wird zur Profilformung von Zahnrädern verwendet. Die Zähnezahl variiert zwischen 10 und 50 und die Länge beträgt bis zu 600 mm. Der Spanwinkel beträgt 0° bis 5°, der Rückwinkel 5° bis 10°. Die verwendete Sorte YW3. Die Mehrschichtbeschichtung (z. B. TiN+Al₂O₃) sorgt für umfassende Leistung. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 5 bis 15 Meter pro Minute, die Genauigkeit weniger als 0,01 mm. Das Verfahren wird häufig in der Massenproduktion von Zahnrädern eingesetzt.

9. Auswahl und Zuordnung

Die Wahl der richtigen Hartmetall-Räumnadel erfordert eine umfassende Berücksichtigung des Werkstückmaterials und der Bearbeitungsart. Beispielsweise eignet sich für das Stahlräumen die YT20-Keilnut-Räumnadel, für die Gusseisenbearbeitung die YG10-Zylinder-Räumnadel und für die Zahnradbearbeitung die YW3-Zahnrad-Räumnadel mit Mehrschichtbeschichtung. Auch die Leistung der Werkzeugmaschine ist entscheidend. Die Räummaschine benötigt eine Zugkraft von über 10 Tonnen und eine Geschwindigkeit von 5 bis 50 Metern pro Minute, um das Potenzial der Räumnadel voll auszuschöpfen.

10. Klassifizierungsübersichtstabelle

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Brosche Typ	Zähnezahl/ Breite (mm)	Durchmesser/ Länge (mm)	Vorderer Winkel (°)	Rückwinkel (°)	Anwendung Marke	Beschichtungstyp	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Schnitttiefe (mm)	Genauigkeit (mm)	Typische Anwendungen
Zylinder Brosche	-	10-100 / 500	0-3	5-8	YG10	TiN (2-5 μ m)	10-30	0,5-2	<0,01	Lagerbohrungen, zylindrische Teile
Passfedermut Brosche	5-50	- / Anpassung	0-5	5-10	YT20	TiAlN (10-20 μ m)	5-20	0,5-2	<0,01	Getriebewelle, Getriebewelle
Gang Brosche	10-50	- / 600	0-5	5-10	YW3	TiN + Al ₂ O ₃	5-15	0,5-2	<0,01	ZahnradchARGE, Formgebung

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall- Räumnadeln? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

Tel.: +86 592 5129696 E-Mail: sales@chinatungsten.com

Website: www.tungstenpowder.com Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was sind Hartmetall- Umformwerkzeuge?

Hartmetall-Umformwerkzeuge sind Präzisionswerkzeuge zur Herstellung komplexer Konturen und Sonderformen in der spanenden Fertigung. Dank ihrer hervorragenden Härte und Verschleißfestigkeit bieten sie effiziente Lösungen für die individuelle Formgebung von Oberflächen oder Werkstückinnenräumen. Diese Werkzeuge bearbeiten unrunde, gekrümmte Oberflächen oder spezifische Konturen in einem Arbeitsgang durch Schneid- oder plastische Verformungsbewegungen auf Drehmaschinen, Fräsmaschinen oder Spezialgeräten. Sie finden breite Anwendung in Fertigungsszenarien, die hohe Präzision und einzigartige Formen erfordern. Hartmetall-Umformwerkzeuge basieren auf Wolframkarbid (WC) mit Kobalt (Co) als Bindemittel und werden durch ein präzises pulvermetallurgisches Verfahren gesintert. Gängige Materialqualitäten sind YG6 (mittlere Härte, geeignet für allgemeine Umformung), YT25 (hohe Hitzebeständigkeit, geeignet für die Stahlverarbeitung) und YW4 (hervorragende Gesamtleistung, geeignet für komplexe Konturen). Die Konstruktionsformen sind vielfältig und umfassen sowohl integrierte Hartmetallstrukturen als auch anpassbare oder modulare Konfigurationen. Der Werkzeugkörper besteht üblicherweise aus hochfestem Stahl oder Hartmetall, um Stabilität bei der vielfältigen Bearbeitung zu gewährleisten.

1. Geometriedesign und -optimierung

Die geometrische Gestaltung von Hartmetall-Umformwerkzeugen ist der Schlüssel zur Erzielung komplexer Umformungen. Konstrukteure optimieren die Parameter, um unterschiedlichen Verarbeitungsanforderungen gerecht zu werden. Der vordere Winkel des Werkzeugs wird üblicherweise zwischen 5° und 15° eingestellt. Dieser Winkel wird an Material und Form des Werkstücks angepasst, um Schnittkraft und Oberflächengüte auszugleichen. Der hintere Winkel beträgt üblicherweise zwischen 6° und 12° , um sicherzustellen, dass das Werkzeug beim Kontakt mit dem Werkstück stabil bleibt und übermäßiger Verschleiß vermieden wird. Die Fase der Schneide (0,1–0,3 mm) verbessert die Widerstandsfähigkeit gegen Absplittern durch Spannungsverteilung, insbesondere beim intermittierenden Schneiden. Formdrehwerkzeuge eignen sich zum unrundern Formen von Außenkreisen oder Stirnflächen mit einem Durchmesserbereich von 10 bis 100 mm, und die Klinge wird individuell an die Kontur des Werkstücks angepasst. Formfräser werden für die komplexe Bearbeitung gekrümmter Oberflächen verwendet und haben einen Durchmesser von 20 bis 150 mm und 2 bis 8 Klingen. Druckgusswerkzeuge kombinieren Schneiden und plastische Verformung und sind mit einem Durchmesser von 50 bis 200 mm für die Massenproduktion geeignet. Die Geometrieoptimierung kombiniert CAD- und Finite-Elemente-Analyse, um sicherzustellen, dass das Werkzeug bei mittleren Geschwindigkeiten (bis zu 5000 U/min bzw. 200 m/min) stabil bleibt. Die Spannutenbreite (2–5 mm) wird entsprechend der Schnitttiefe angepasst, um eine reibungslose Spanabfuhr zu gewährleisten.

2. Beschichtung und Oberflächenbehandlung

Die Beschichtungstechnologie hat die Leistung von Hartmetall-Umformwerkzeugen um zusätzliche Vorteile erweitert und ermöglicht deren Anpassung an komplexere Verarbeitungsumgebungen. PVD-Beschichtungen (Physical Vapor Deposition, physikalische Gasphasenabscheidung) wie TiN

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(goldgelb, 2–5 Mikrometer dick) bieten guten Verschleißschutz und eignen sich besonders für die Verarbeitung von Aluminiumlegierungen und Kupferwerkstoffen; CVD-Beschichtungen (Chemical Vapor Deposition, chemische Gasphasenabscheidung) wie TiAlN (violettschwarz, 10–25 Mikrometer dick) eignen sich dank ihrer Hitzebeständigkeit bis 1100 °C ideal für die Umformung von Stahl- und Titanlegierungen. Bei der Oberflächenbehandlung wird durch Polieren die Oberflächenrauheit auf $Ra < 0,2$ Mikrometer kontrolliert, um die Spanhaftung zu verringern; mithilfe der Laser-Mikrotexturierungstechnologie werden Mikroschmierrillen in die Werkzeugoberfläche eingraviert, um den Reibungskoeffizienten zu senken; einige hochwertige Umformwerkzeuge verwenden Nanobeschichtungen (wie Nano- TiAlN mit Körnern unter 50 Nanometern), wodurch die Leistung bei der Ultrapräzisionsverarbeitung deutlich verbessert wird. Die Haftung der Beschichtung wird durch Kratztests (kritische Belastung > 80 N) überprüft, um sicherzustellen, dass sich die Beschichtung bei längerem Gebrauch nicht ablöst.

3. Technische Eigenschaften und Leistung

Die technische Leistung von Umformwerkzeugen aus Hartmetall macht sie zu einem leistungsstarken Helfer bei komplexen Umformprozessen und hat in der Branche hohe Anerkennung gefunden. Die Schnittgeschwindigkeit liegt je nach Werkstückmaterial zwischen 50 und 300 Metern pro Minute. Stahl beispielsweise erreicht normalerweise 100 bis 200 Meter pro Minute, während Aluminiumlegierungen 200 bis 300 Meter pro Minute erreichen können. Die Härte des Werkzeugs liegt üblicherweise zwischen 1800 und 2200 HV. YT25 kann aufgrund von Titankarbid 2100 bis 2200 HV erreichen, was für die Bearbeitung von Werkstücken mit hoher Härte ausreicht. Die Bruchzähigkeit beträgt 12 bis 18 $MPa \cdot m^{1/2}$. Die Sorte YG6 verfügt aufgrund ihres moderaten Kobaltgehalts (6 %) über eine ausgewogene Zähigkeit, die sich besonders für die kontinuierliche Umformung eignet. Die Verschleißfestigkeit liegt unter 0,03 Kubikmillimeter pro Newtonmeter und wird nach der Beschichtung weiter auf 0,02 Kubikmillimeter pro Newtonmeter reduziert, was die Lebensdauer deutlich verlängert. Die Hitzebeständigkeit bis 1100 °C (dank CVD-Beschichtung) macht das Material auch bei hohen Temperaturen stabil. Die Bearbeitungsgenauigkeit liegt bei 0,01 mm und erfüllt die strengen Anforderungen komplexer Konturbearbeitungen.

4. Verarbeitungsvoraussetzungen und Anwendungen

Die Verarbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien von Hartmetall-Umformwerkzeugen spiegeln ihren einzigartigen Wert in der kundenspezifischen Fertigung wider. Die Schnittparameter variieren je nach Material. Beispielsweise beträgt die Schnittgeschwindigkeit von Stahl 100 bis 200 Meter pro Minute, der Vorschub 0,05 bis 0,2 mm pro Umdrehung und die Schnitttiefe 0,5 bis 3 mm; Aluminiumlegierungen erfordern eine Schnittgeschwindigkeit von 200 bis 300 Metern pro Minute, einen Vorschub von 0,1 bis 0,3 mm pro Umdrehung und eine Schnitttiefe von 1 bis 5 mm. Auch die Wahl der Kühlmethode ist entscheidend. Trockenschneiden eignet sich für Aluminiumlegierungen und kann den Kühlmittelverbrauch reduzieren; Nassschneiden mit Emulsion oder ölbasiertem Kühlmittel eignet sich besser für Stahl und Titanlegierungen, da es thermische Schäden wirksam reduzieren kann; bei komplexer Oberflächenbearbeitung verbessert Niederdruckkühlung (5–15 bar) durch externes Besprühen die Spanabfuhr deutlich. In der Praxis werden in der Automobilindustrie häufig Umformwerkzeuge zur Bearbeitung von Nockenwellen und gekrümmten Teilen eingesetzt,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

die eine hohe Präzision und Oberflächengüte erfordern. Bei der Herstellung von Formen wird es zur Herstellung komplexer Formhohlräume verwendet, wobei der Schwerpunkt auf der Konturkonsistenz liegt; auch die Luftfahrtindustrie verlässt sich auf seine herausragende Leistung, beispielsweise bei der unrunder Formung von Schaufelfüßen.

5. Herausforderungen und Lösungen

Der Einsatz von Hartmetall-Umformwerkzeugen bringt einige Herausforderungen mit sich, die sich jedoch durch wissenschaftlich fundierte Strategien lösen lassen. Während des Umformprozesses ist eine schlechte Spanabfuhr bei der Bearbeitung komplexer Konturen ein häufiges Problem. Dieses Problem lässt sich durch eine optimierte Spanleitstufengestaltung und selbstschmierende Beschichtungen (z. B. MoS₂) beheben. Bei kontinuierlicher Umformung kommt es häufig zu Wärmestaus. Ein effizientes Kühlsystem und eine hitzebeständige Beschichtung können die Temperatur effektiv regeln. Unrundheit des Werkzeugs kann zu Konturfehlern führen. Die Verwendung eines hochsteifen Werkzeugkörpers und einer Kantenverstärkung kann die Stabilität verbessern. Bei harten Werkstoffen ist beschleunigter Verschleiß das Hauptproblem. Regelmäßiges Schärfen oder die Verwendung von Diamantbeschichtungen kann die Lebensdauer deutlich verlängern. Zusammen gewährleisten diese Lösungen die Zuverlässigkeit von Umformwerkzeugen unter komplexen Arbeitsbedingungen.

6. Optimierungs- und Entwicklungstrends

Die Optimierung und Entwicklung von Hartmetall-Umformwerkzeugen spiegelt das Streben der Branche nach Effizienz und Intelligenz wider. Strukturell optimiert, senkt der integrierte externe Sprühkühlkanal die Werkzeugtemperatur effektiv, das verstellbare Werkzeugkopfdesign passt sich optimal an unterschiedliche Konturen an und die dynamische Auswuchttechnologie verbessert die Stabilität bei der Bearbeitung mit mittlerer Geschwindigkeit. Nano-Hartmetall verbessert dank seiner feinen Körnung (unter 0,5 Mikrometer) Härte und Zähigkeit, und die Gradienten-Werkstoffgestaltung ermöglicht dem Umformwerkzeug sowohl hohe Härte als auch hohe Zähigkeit. Der Trend zur Intelligenz ermöglicht die Integration von Sensoren in das Werkzeug, um Verschleiß und Temperatur in Echtzeit zu überwachen und die Umformparameter in Kombination mit Algorithmen der künstlichen Intelligenz dynamisch anzupassen. Fertigungstechnisch ermöglichen 3D-Druckverfahren wie das selektive Laserschmelzen (SLM) komplexe Werkzeugstrukturen, beispielsweise durch optimierte Kühlkanäle, während die Laserauftragsschweißtechnologie die Reparatur verschlissener Werkzeuge ermöglicht. Der Trend zum Umweltschutz hat die Entwicklung von Beschichtungen für das Trockenschneiden (wie etwa Graphen-Verbundbeschichtungen) gefördert, wodurch die Abhängigkeit von Kühlmitteln verringert wird. Gleichzeitig verringert die Verwendung von recycelbaren Materialien auch die Umweltbelastung.

7. Lebensdauer und Wartung

Die Lebensdauer von Hartmetall-Umformwerkzeugen variiert je nach Verarbeitungsbedingungen und Werkstückmaterial und beträgt in der Regel 15 bis 40 Stunden, beispielsweise etwa 20 Stunden bei der Stahlverarbeitung und bis zu 30 Stunden bei der Aluminiumlegierungsverarbeitung. Zu den Wartungsarbeiten gehören regelmäßiges Schärfen, der Einsatz von Diamantschleifscheiben zur

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Sicherstellung eines Winkelfehlers von weniger als $0,5^\circ$, die Reparatur der Beschichtung mittels CVD-Technologie zur Wiederherstellung der Leistung und die Laservoreinstellung zur Sicherstellung eines Fehlers von weniger als $0,01\text{ mm}$. Diese Maßnahmen können die Lebensdauer von Umformwerkzeugen effektiv verlängern. Nach der Verschrottung des Werkzeugs können die enthaltenen Wolfram- und Kobaltmaterialien recycelt und durch Einschmelzen und Rückführung in den Ofen wiederverwendet werden, was dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung entspricht.

8. Industriestandards und Zertifizierung

Die Herstellung und Verwendung von Hartmetall-Umformwerkzeugen muss internationalen und nationalen Standards entsprechen, wie etwa ISO 3002-1 im ISO-Standard und der chinesischen nationalen Standardreihe GB/T, um Qualität und Sicherheit zu gewährleisten.

9. Detaillierte Klassifizierung

Hartmetall-Umformwerkzeuge können je nach Verarbeitungsanforderungen und Anwendungsszenarien in mehrere Kategorien unterteilt werden. Jeder Typ hat sein eigenes einzigartiges Design und seinen eigenen Zweck:

Formdrehmeißel : Geeignet für die unrunde Formgebung von Außenkreisen oder Stirnflächen mit einem Durchmesserbereich von 10 bis 100 mm. Die Klinge wird an die Kontur des Werkstücks angepasst. Der Spanwinkel beträgt 5° bis 10° , der Rückwinkel 6° bis 10° . Die verwendete Sorte YG6 ist **ausgewählt**. Die TiN-Beschichtung (Dicke 2–5 μm) sorgt für Verschleißfestigkeit. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 bis 200 m/min, die Genauigkeit liegt unter $0,01\text{ mm}$. Der Meißel wird häufig in der Nockenwellen- und gewölbten Oberflächenbearbeitung eingesetzt.

Formfräser : Für komplexe Oberflächenbearbeitungen. Durchmesser: 20–150 mm, Anzahl der Schneiden: 2–8. Spanwinkel: 5° – 15° , Gegenwinkel: 6° – 12° . Werkstoff: YT25. TiAlN-Beschichtung (Dicke: 10–25 μm) zur Verbesserung der Hitzebeständigkeit. Schnittgeschwindigkeit : 100–300 m/min, Genauigkeit: unter $0,01\text{ mm}$. Häufige Anwendung: Formhohlraumbearbeitung und Flugzeugteilebearbeitung.

Gesenkformwerkzeug : Kombiniertes Schneiden und plastisches Verformen, Durchmesser 50 bis 200 mm, Klingenform entsprechend der Werkstückform. Spanwinkel 5° bis 10° , Rückwinkel 6° bis 10° , Güte YW4, Mehrschichtbeschichtung (z. B. TiN + Al_2O_3) für umfassende Leistung. Schnittgeschwindigkeit 50 bis 150 m/min, Genauigkeit unter $0,01\text{ mm}$, weit verbreitet in der großflächigen unrunder Formgebung.

10. Auswahl und Zuordnung

Die Wahl des richtigen Hartmetall-Umformwerkzeugs erfordert eine umfassende Berücksichtigung des Werkstückmaterials und der Bearbeitungsart. Wählen Sie beispielsweise für die Stahlumformung den Umformfräser YT25, für die Aluminiumlegierungsbearbeitung den Umformdrehmeißel YG6 und für die Bearbeitung komplexer gekrümmter Oberflächen das mehrschichtig beschichtete Druckgusswerkzeug YW4. Auch die Leistung der Werkzeugmaschine ist entscheidend. Die Spindelleistung muss 5 Kilowatt überschreiten, die Drehzahl 1000 bis 5000 Umdrehungen pro Minute erreichen oder die Schnittgeschwindigkeit 50 bis 300 Meter pro Minute betragen, um das volle Potenzial des Umformwerkzeugs auszuschöpfen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

11. Klassifizierungsübersichtstabelle

Werkzeugtyp	Anzahl der Klinge(n)	Durchmesser (mm)	Spanwinkel (°)	Freiwinkel (°)	Anwendungsbereich	Beschichtungstyp	Schnittgeschwindigkeit (m/min)	Schnitttiefe (mm)	Genauigkeit (mm)	Typische Anwendungen
Formdrehwerkzeug	-	10-100	5-10	6-10	YG6	TiN (2-5 μ m)	100-200	0,5-3	<0,01	Nockenwellen, gekrümmte Teile
Formfräser	2-8	20-150	5-15	6-12	YT25	TiAlN (10-25 μ m)	100-300	1-5	<0,01	Formhohlraum, Luftfahrtteile
Formwerkzeug	-	50-200	5-10	6-10	YW4	TiN + Al ₂ O ₃	50-150	0,5-3	<0,01	Großserien, unrunde Formgebung

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall- Umformwerkzeuge? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Umformdrehwerkzeug?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Hartmetall-Drehwerkzeuge sind Hochleistungs-Schneidwerkzeuge für die Bearbeitung komplexer Konturen und Präzisionsdreharbeiten. Sie finden breite Anwendung in der mechanischen Bearbeitung, im Formenbau, in der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt, der Energieanlagenproduktion und der Herstellung von Präzisionsinstrumenten. Ihr Hauptmerkmal ist die Möglichkeit, mit der Hartmetall-Drehklinge spezifische Konturen (wie Gewinde, Nuten, Vorsprünge, Fasen usw.) in einem Arbeitsgang ohne mehrfache Nachbearbeitung von Werkstück oder Werkzeug fertigzustellen. Hartmetall-Drehwerkzeuge basieren auf Hartmetall als Grundmaterial und zeichnen sich durch hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit aus. Sie eignen sich zum Drehen hochfester Werkstoffe wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickelbasislegierungen, Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Die Drehklinge wird durch Präzisionsschleifen in eine spezifische geometrische Form gebracht. Sie eignet sich für CNC-Drehmaschinen, Drehbänke und Bearbeitungszentren. Es ermöglicht die effiziente Bearbeitung von Außenkreisen, Stirnflächen, Stufen, Gewinden und komplexen gekrümmten Oberflächen. Die Bearbeitungsgenauigkeit erreicht IT6-IT8, die Oberflächenrauheit Ra 0,2–0,8 µm. Im Vergleich zu herkömmlichen Drehwerkzeugen zeichnen sich Hartmetall-Drehwerkzeuge durch eine höhere Effizienz (30–50 % höhere Produktionseffizienz) und Konsistenz (Konturfehler < 0,01 mm) bei der Massenproduktion komplexer Teile aus. Es eignet sich besonders für Szenarien, die eine hochpräzise und wiederholbare Bearbeitung erfordern. Es bietet hohe Designflexibilität und kann Klingenform und -winkel an die Werkstückkontur anpassen. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug in CAD/CAM-Software integriert werden, um den Schneidpfad anhand digitaler Modelle zu optimieren.

1.2 Entwicklungshintergrund

Mit der steigenden Nachfrage nach Leichtbaufahrzeugen, Hochleistungsteilen für die Luft- und Raumfahrt sowie Präzisionsformen gewinnen Hartmetall-Drehwerkzeuge aufgrund ihrer effizienten Umformbarkeit und Langlebigkeit in der modernen Fertigung zunehmend an Bedeutung. Mit der zunehmenden Verwendung neuer Materialien (wie Hochentropielegierungen) und komplexer geometrischer Formen steigen im Jahr 2025 die Anforderungen an die Kantengenauigkeit, Hitzebeständigkeit und Lebensdauer von Drehwerkzeugen. Dies erfordert kontinuierliche Innovationen bei Werkzeugdesign, Materialzusammensetzung und Beschichtungstechnologie.

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

Das Design von Hartmetall-Drehwerkzeugen zielt auf effizientes Formen, stabiles Schneiden und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

hervorragende Oberflächenqualität ab. Sie verfügen üblicherweise über Vierkant- oder Rundschaft oder eine Maschinenklemmkonstruktion. Die Klinge ist individuell gestaltet und mit einem stabilen Werkzeugkörper ausgestattet, um hohen Belastungen beim Drehen standzuhalten. Die Gesamtlänge des Werkzeugs reicht von 100 mm bis 400 mm und eignet sich für kleine CNC-Drehmaschinen (100–200 mm) oder schwere Drehmaschinen (300–400 mm). Die extralange Ausführung (500 mm) wird für tiefe Nuten oder die Bearbeitung spezieller Konturen verwendet. Zu den Schafttypen gehören Vierkantschäfte (Querschnitt 10 x 10 mm bis 25 x 25 mm, Toleranz h6) oder Rundschäfte (Durchmesser 10–32 mm, Toleranz h6). Die Schaftlänge (80–300 mm) wird an die Anforderungen der Werkzeugmaschine hinsichtlich Klemmung und Bearbeitungstiefe angepasst. Maschinenklemmwerkzeuge ermöglichen die Übertragung hoher Drehmomente (Drehmomentbereich 20–200 Nm). Die effektive Schnittlänge beträgt 20–150 mm. Flachdrehen (20–50 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung, Tiefdrehen (100–150 mm) für die Nut- oder Stufenbearbeitung. Die Klingengeometrie wird entsprechend der Werkstückkontur angepasst, beispielsweise Gewindetyp (Steigung 0,5–10 mm), Nuttyp (Breite 1–20 mm) oder gekrümmte Oberfläche (Krümmungsradius 5–50 mm). Der Klingenwinkel beträgt üblicherweise 5–15° für den Vorderwinkel und 5–10° für den Rückwinkel (anpassbar). Die Länge des Führungsabschnitts beträgt 10–15 % der Gesamtlänge, um die Konturgenauigkeit zu gewährleisten. Die profilierte Klinge wird mit einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um eine glatte Kante ($R_a \leq 0,02$ Mikrometer) und einen geometrischen Fehler von $< 0,005$ mm zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg, getestet bei einer Drehzahl von 10.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsdrehen (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–1,5 mm, Druck 5–15 bar) oder externen Spanleitstufen (Breite 1–2 mm) ausgestattet, um die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 20–30 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur < 600 °C) zu verbessern und so für die Bearbeitung von hochbelasteten oder klebrigen Materialien geeignet zu sein. Das maschinengespannte Werkzeug verfügt über ein austauschbares Klingendesign. Klinge und Werkzeugleiste sind durch hochpräzise Gewinde oder Bajonett (Toleranz 6H/6g) verbunden, was einen schnellen Austausch und ein Nachschärfen der Klinge ermöglicht.

2.2 Materialien

Das Material ist hauptsächlich ein Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co). Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind YG8 (Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, geeignet zum Schruppdrehen und für Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 100–140 Stunden erreichen), YT14 (enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 850 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 110–150 Stunden erreichen), K20 (Kobaltgehalt 6–8 %, Härte HV 1700–1900, Biegefestigkeit 1900–2100 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafwirkung, Lebensdauer kann 120–160 Stunden erreichen). Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m·K, Aluminiumlegierung 200–250 W/ m·K) und die Schnitttemperatur (500–900 °C) berücksichtigt

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

werden. Einige Modelle enthalten Spuren von Niobcarbid (NbC , 0,5–1 %) oder Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %), um die Hitze- und Oxidationsbeständigkeit zu optimieren.

3. Herstellungsprozess

3.1 Rohstoffaufbereitung

Hochreines Wolframkarbid (WC)-Pulver und Kobalt (Co)-Pulver werden proportional gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), der Kobaltgehalt wird je nach Sorte angepasst (6–12 %), Titankarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) werden zur Leistungssteigerung hinzugefügt und die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert. Eine Planetenkugelmühle (Geschwindigkeit 50–100 U/min, Zeit 24–48 Stunden) wird zum Nassmischen verwendet und Ethanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers sicherzustellen (Segregation < 1 %). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt und die chemische Zusammensetzung wird mit einem Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) analysiert und die Abweichung wird auf $\pm 0,05$ % kontrolliert.

3.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 150–200 MPa den Klingenrohling mit einer Dichte von 14,5–15,2 g/cm³. Kaltisostatisches Pressen (CIP, Druck 150–200 MPa, Dauer 10–15 Minuten) verbessert die Gleichmäßigkeit. Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Formgenauigkeit der Klinge. Die Rohlingsdichte wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,1$ g/cm³), und die innere Porosität wird mikroskopisch überprüft ($< 0,5$ %).

3.3 Hochtemperatursintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder in einer Wasserstoffatmosphäre beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden. Die Temperatur wird schrittweise erhöht (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorwärmphase), um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 100–150 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 1–2 Mikrometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig zu verteilen (Standardabweichung < 50 HV). Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur, und ein Vickers-Härteprüfgerät prüft die Härte (HV 1800–2200).

3.4 Nachbearbeitung

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit $< 0,01$ mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2$ µm. Die Klinge wird mit einer hochpräzisen fünfschichtigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, mit einem Kantenprofilfehler $< 0,005$ mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,02$ µm. Hochglanzpolieren mit Diamantschleifmitteln der Körnung W0,5–W1,0 (Kantenrauheit $R_a \leq 0,01$ µm) und elektrolytisches Polieren (Stromdichte 0,1 A/cm²) entfernt mikroskopisch kleine Grate. Die Klingenspitze ist abgeschrägt (0,1–0,2 mm, Winkel 5°–10°), um die Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbrüche zu erhöhen. Das Profil wird mit einem Laserinterferometer kalibriert.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.5 Beschichtungsbehandlung

erfolgt mittels PVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 400–500 °C, Abscheidungsrate 0,1–0,2 $\mu\text{m}/\text{h}$). Zu den Beschichtungsarten gehören TiAlN (Dicke 3–8 μm , Härte 2800–3200 HV), AlCrN (Dicke 3–7 μm , Härte 3000–3400 HV) oder DLC (Dicke 1–3 μm , Härte 3000–3500 HV, Reibungskoeffizient $<0,1$). Dadurch wird der Reibungskoeffizient ($<0,3$) reduziert und die Lebensdauer um 30–50 % erhöht. Die Gleichmäßigkeit der Beschichtung wird mittels SEM geprüft, und der Nanoindenter testet Härte und Haftung (>70 N) bei einer Dickenabweichung von $<0,5$ μm .

3.6 Prüfung der Verpackung

Das Koordinatenmessgerät (KMG) erkennt die Genauigkeit des Klingenprofils und geometrische Fehler ($<0,01$ mm), und die dynamische Auswuchtmaschine korrigiert die Unwucht (<5 g·mm/kg). Eine Rostschutzölbeschichtung oder Vakuumverpackung verhindert Oxidation. Die Lasergravur von Werkzeugtyp, Länge, Marke und Chargennummer gewährleistet die Rückverfolgbarkeit.

4. Technische Parameter

Härte: Substrat HV 1800–2200, nach der Beschichtung 3400 HV.

Hitzebeständigkeit: 600°C–1000°C.

Schnittgeschwindigkeit (V_c): 50–200 m/min für Stahl, 30–120 m/min für Titanlegierung, 100–300 m/min für Aluminiumlegierung.

Vorschub (f_z): 0,05–0,20 mm/U.

Schnitttiefe (a_p): 0,1–5 mm.

Toleranz: Konturgenauigkeit $<0,01$ mm, Oberflächenrauheit $<0,005$ mm.

Oberflächenrauheit: Ra 0,2–0,8 Mikrometer.

5. Anwendungsszenarien

5.1 Formenbau

Drehstempel, Matrizen- und Führungsstiftprofile, üblicher Durchmesser 10–50 mm, Tiefe 20–100 mm. Ein Formenbauer verwendet ein Formdrehwerkzeug zum Drehen von Stanzmatrizenvorsprüngen. Schnittgeschwindigkeit 120 m/min, Vorschub 0,10 mm/U, Konturfehler nach der Bearbeitung $<0,008$ mm, Ra 0,3 μm , Werkzeugstandzeit 120 Stunden, jährliche Produktion von 800 Formensätzen, Effizienzsteigerung um 40 %. Hohe Präzision und komplexe Konturen sind erforderlich, unterstützt durch ein internes Kühlsystem (10 bar).

5.2 Automobilindustrie

Beim Drehen von Pleuellennocken, Pleuellennuten und Pleuellprofilen liegen die üblichen Durchmesser bei 20–80 mm und die Tiefe bei 30–150 mm. Ein Automobilzulieferer nutzt Profildrehwerkzeuge zum Drehen von Pleuellennocken mit einer Schnittgeschwindigkeit von 100 m/min, einem Vorschub von 0,08 mm/U, einem Profilfehler nach der Bearbeitung von $<0,01$ mm, Ra 0,4 μm , einer Standzeit von 140 Stunden, einer Jahresproduktion von 500.000 Pleuellwellen und einer Bearbeitungszeitverkürzung von 30 %. Bei der Massenproduktion komplexer Teile

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

erweist sich die Effizienz von Profildrehwerkzeugen als Vorteil.

5.3 Luft- und Raumfahrt

Beim Drehen der Turbinenschaufelwurzel und der Kontur von Rumpfverbindern liegen die üblichen Durchmesser bei 15–60 mm und die Tiefen bei 50–200 mm. Eine Fluggesellschaft verwendet ein Formdrehwerkzeug zum Drehen der Wurzeln von Schaufeln aus Titanlegierungen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 60 m/min, einem Vorschub von 0,05 mm/U, einem Konturfehler von $<0,005$ mm nach der Bearbeitung, einem Ra von $0,2\text{ }\mu\text{m}$ und einer Standzeit von 150 Stunden gemäß AS9100-Standard. Hitzebeständigkeit und hohe Präzision sind erforderlich, und der Innenkühldruck muss 15 bar erreichen.

5.4 Herstellung von Energieanlagen

Drehen von Turbinenwellennuten und Ventilkörpern mit komplexen Konturen, üblicher Durchmesser 30–100 mm, Tiefe 100–300 mm. Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet ein Profildrehwerkzeug zum Drehen von Turbinenwellennuten. Schnittgeschwindigkeit 80 m/min, Vorschub 0,10 mm/U, Konturfehler nach der Bearbeitung $<0,01$ mm, Ra $0,5\text{ }\mu\text{m}$, Standzeit 160 Stunden, Jahresproduktion von 2.000 Turbinenwellen, Effizienzsteigerung um 35 %. Hohe Steifigkeit und tiefe Nutbearbeitung sind erforderlich, und das interne Kühlsystem benötigt Hochdruckunterstützung (15 bar).

5.5 Präzisionsinstrumente

Beim Drehen der Kontur optischer Objektivtubus und Präzisionslagersitze liegen die üblichen Durchmesser bei 5–30 mm und die Tiefe bei 20–80 mm. Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet ein Profildrehwerkzeug zum Drehen der Objektivtubuskontur. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 70 m/min, der Vorschub 0,03 mm/U, der Konturfehler nach der Bearbeitung $<0,003$ mm, Ra $0,2\text{ }\mu\text{m}$, die Standzeit 110 Stunden und die Jahresproduktion von 400.000 Objektivtubus entsprechen der ISO-2768-Norm. Bei der mikrokomplexen Konturbearbeitung ist die hohe Präzision des Profildrehwerkzeugs entscheidend.

5.6 Elektronikfertigung

Drehen von Steckergehäusen und Kühlkörperprofilen, üblicher Durchmesser 10–40 mm, Tiefe 10–50 mm. Ein Elektronikunternehmen verwendet ein Profildrehwerkzeug zum Drehen von Kühlkörpern aus Aluminiumlegierungen. Schnittgeschwindigkeit 150 m/min, Vorschub 0,15 mm/U, Konturfehler nach der Bearbeitung $<0,008$ mm, Ra $0,3\text{ }\mu\text{m}$, Standzeit 130 Stunden, Jahresproduktion von 1 Million Kühlkörpern, Effizienzsteigerung um 45 %. Hohe Effizienz und Oberflächengüte sind erforderlich, außerdem wird ein internes Kühlsystem (10 bar) unterstützt.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie Hartmetall-Drehwerkzeuge? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

Tel.: +86 592 5129696 E-Mail: sales@chinatungsten.com

Website: www.tungstenpowder.com Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



Anhang:

Was ist ein Hartmetall-Profilfräser?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Der Hartmetall-Formfräser ist ein Hochleistungs-Schneidwerkzeug für komplexes dreidimensionales Konturfräsen und Präzisionsbearbeitung. Er findet breite Anwendung in der mechanischen Bearbeitung, im Formenbau, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Energieanlagenproduktion und der Herstellung von Präzisionsinstrumenten. Sein Hauptmerkmal ist die Formklinge aus Hartmetall, die das Fräsen spezifischer Formen (wie Zahnformen, Nuten, gekrümmte Oberflächen, Fase usw.) in einem Arbeitsgang ohne mehrfache Anpassungen am Werkstück oder Werkzeug ermöglicht. Der Hartmetall-Formfräser basiert auf Hartmetall und zeichnet sich durch hohe Härte (HV 1800–2200), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und hohe Temperaturbeständigkeit aus. Er eignet sich zum Fräsen hochfester Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 40–60), rostfreiem Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Nickelbasislegierungen, Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Die Formklinge wird durch Präzisionsschleifen in eine individuelle geometrische Form gebracht. Er ist weitgehend kompatibel mit CNC-Fräsmaschinen, Bearbeitungszentren und Spezialfräsgeräten. Das Fräsen von Ebenen, Seiten, Konturen und komplexen Oberflächen ist effizient. Die Bearbeitungsgenauigkeit erreicht IT6-IT8-Niveau und die Oberflächenrauheit $Ra\ 0,2\text{--}0,8\ \mu\text{m}$. Im Vergleich zu herkömmlichen Fräsern zeichnen sich Hartmetall-Formfräser durch eine höhere Effizienz (40–60 % höhere Produktionseffizienz) und Konsistenz (Konturfehler $< 0,01\ \text{mm}$) bei der Massenproduktion komplexer Teile aus. Sie eignen sich besonders für Szenarien, die eine hochpräzise und wiederholbare Bearbeitung erfordern. Das Werkzeug bietet hohe Designflexibilität und kann Klingenform, Zähnezahl und Spiralwinkel an die Werkstückkontur anpassen. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug in CAD/CAM-Software integriert werden, um den Schneidpfad anhand digitaler Modelle zu optimieren.

1.2 Entwicklungshintergrund

Angesichts der steigenden Nachfrage nach komplexen Luft- und Raumfahrtkomponenten, leichten Automobilteilen und Präzisionsformen nehmen Hartmetall-Formfräser aufgrund ihrer effizienten Formgebungsfähigkeiten und Langlebigkeit eine wichtige Stellung in der modernen Fertigung ein. Mit der zunehmenden Verwendung von Hochleistungswerkstoffen (wie Kohlefaserverbundwerkstoffen) und komplexen geometrischen Formen steigen im Jahr 2025 die Anforderungen an die Schneidgenauigkeit, Hitzebeständigkeit und Lebensdauer von Formfräsern. Dies erfordert kontinuierliche Innovationen in Werkzeugdesign, Materialzusammensetzung und Beschichtungstechnologie.

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Der konstruktive Aufbau von Hartmetall-Profilfräsern zielt auf effizientes Fräsen, stabiles Schneiden und hervorragende Oberflächenqualität ab. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft, einen Kegelschaft oder eine Maschinenklemmung. Die Klinge weist ein individuelles Profildesign auf, kombiniert mit einem Mehrzahn-Design, um sich an das Fräsen unter hoher Belastung anzupassen. Der Gesamtdurchmesser des Werkzeugs reicht von 6 mm bis 50 mm. Mikroprofilfräser ($D < 10$ mm) werden zum Feinfräsen verwendet, mittelgroße ($D = 10\text{--}25$ mm) eignen sich für die allgemeine Bearbeitung und große ($D > 25$ mm) werden zum Schwer- oder Großflächenfräsen verwendet. Die Toleranzklasse ist h6 ($0/-0,006$ mm). Zu den Schafttypen gehören Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB) und Kegelschaft (BT40, CAT50). Der Schaftdurchmesser entspricht dem Schnittdurchmesser, die Toleranzklasse ist h6 und die Schaftlänge (50–250 mm) wird entsprechend den Anforderungen der Werkzeugmaschine an Spann- und Bearbeitungstiefe angepasst. Der Kegelschaft unterstützt die Übertragung eines hohen Drehmoments (Drehmomentbereich 30–300 Nm). Die Gesamtlänge beträgt 100 mm bis 400 mm, geeignet für kleine CNC- (100–200 mm) oder schwere Bearbeitungszentren (300–400 mm). Die effektive Schnittlänge beträgt 15 mm bis 150 mm. Flachfräsen (15–50 mm) eignet sich für die Oberflächenbearbeitung und Tieffräsen (100–150 mm) eignet sich für die Nut- oder komplexe Konturbearbeitung. Die Anzahl der Zähne beträgt 2–8 Schneiden, abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsanforderungen. Kleine Durchmesser ($D < 15$ mm) haben 2–4 Zähne und mittlere und große Durchmesser ($D > 15$ mm) haben 4–8 Zähne. Eine Erhöhung der Zähnezahl kann die Schneidleistung verbessern, erfordert aber eine hochsteife Werkzeugmaschinenunterstützung. Der Zahnabstandsfehler beträgt $<0,01$ mm. Der Spiralwinkel beträgt $10\text{--}45^\circ$, der Standardwert liegt bei $15\text{--}30^\circ$. Das spiralförmige Design optimiert die Spanabfuhr und reduziert Vibrationen. $25\text{--}30^\circ$ werden üblicherweise zum Schlichten verwendet, um die Oberflächenqualität zu verbessern, und $30\text{--}45^\circ$ können zum Schrappen gewählt werden, um die Spanabfuhr zu verbessern. Die Geometrie des Formmessers wird entsprechend der Kontur des Werkstücks angepasst, z. B. Zahnform (Modul 0,5–5 mm), Nuttyp (Breite 1–20 mm) oder gekrümmte Oberfläche (Krümmungsradius 5–50 mm). Der Messerwinkel beträgt üblicherweise $5\text{--}15^\circ$ für den Vorderwinkel und $5\text{--}10^\circ$ für den Hinterwinkel (anpassbar). Die Länge des Führungsabschnitts macht 10–15 % der Gesamtlänge aus, um die Konturgenauigkeit zu gewährleisten. Die Klinge wird mit einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um eine glatte Schneide ($Ra \leq 0,02$ Mikrometer) und einen geometrischen Fehler von $<0,005$ mm zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht <5 g·mm/kg, Prüfdrehzahl 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsfräsen (Amplitude $<0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–2 mm, Druck 5–20 bar) oder externen Spanleitstufen (Breite 1–2,5 mm) ausgestattet, um die Spanabfuhr (Effizienzsteigerung um 30–40 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $<600^\circ\text{C}$) zu verbessern und eignen sich für tiefe Nuten oder klebrige Materialien. Das maschinengespannte Werkzeug verfügt über ein austauschbares Klingendesign und die Klinge und die Werkzeugleiste sind durch hochpräzise Gewinde oder Bajonett (Toleranz 6H/6g) verbunden, was einen schnellen Austausch und ein Nachschleifen der Klinge ermöglicht.

2.2 Materialien

Das Material ist hauptsächlich ein Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Die feine Partikelstruktur sorgt für Verschleißfestigkeit und Schlagfestigkeit. Gängige Sorten sind YG10 (Kobaltgehalt 10 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 2100–2300 MPa, geeignet zum Schrappfräsen und für Gusseisen, ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, Schnittlebensdauer kann 100–140 Stunden erreichen), YT15 (enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 850 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer kann 110–150 Stunden erreichen), K30 (Kobaltgehalt 8–10 %, Härte HV 1700–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, speziell für Aluminiumlegierungen und Nichteisenmetalle, starke Antihafwirkung, Lebensdauer kann 120–160 Stunden erreichen). Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m·K, Aluminiumlegierung 200–250 W/ m·K) und die Schnitttemperatur (500–900 °C) berücksichtigt werden. Einige Modelle enthalten Spuren von Niobkarbid (NbC, 0,5–1 %) oder Seltenerdelementen (z. B. Ce, 0,1–0,3 %), um die Hitze- und Oxidationsbeständigkeit zu optimieren.

3. Herstellungsprozess

3.1 Rohstoffaufbereitung

Hochreines Wolframkarbid (WC)-Pulver und Kobalt (Co)-Pulver werden proportional gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %), der Kobaltgehalt wird je nach Sorte angepasst (6–12 %), Titankarbid (TiC, 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC, 0,5–1 %) werden zur Leistungssteigerung hinzugefügt und die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert. Eine Planetenkugelmühle (Geschwindigkeit 50–100 U/min, Zeit 24–48 Stunden) wird zum Nassmischen verwendet und Ethanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers sicherzustellen (Segregation < 1 %). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt und die chemische Zusammensetzung wird mit einem Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) analysiert und die Abweichung wird auf $\pm 0,05$ % kontrolliert.

3.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 150–200 MPa den Klingenrohling mit einer Dichte von 14,5–15,2 g/cm³. Kaltisostatisches Pressen (CIP, Druck 150–200 MPa, Dauer 10–15 Minuten) verbessert die Gleichmäßigkeit. Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Formgenauigkeit der Klinge. Die Rohlingsdichte wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,1$ g/cm³), und die innere Porosität wird mikroskopisch überprüft ($< 0,5$ %).

3.3 Hochtemperatursintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder in einer Wasserstoffatmosphäre beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden. Die Temperatur wird schrittweise erhöht (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorwärmphase), um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 100–150 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 1–2 Mikrometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig zu verteilen (Standardabweichung < 50 HV). Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur, und ein Vickers-Härteprüfgerät prüft die Härte (HV 1800–2200).

3.4 Nachbearbeitung

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit $< 0,01$ mm und einer

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,2 \mu\text{m}$. Die Klinge wird mit einer hochpräzisen fünfschigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$) bearbeitet, mit einem Kantenprofilfehler $< 0,005 \text{ mm}$ und einer Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,02 \mu\text{m}$. Hochglanzpolieren mit Diamantschleifmitteln der Körnung W0,5–W1,0 (Kantenrauheit $Ra \leq 0,01 \mu\text{m}$) und elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,1 \text{ A/cm}^2$) entfernt mikroskopisch kleine Grate. Die Klingenspitze ist abgeschrägt ($0,1\text{--}0,2 \text{ mm}$, Winkel $5^\circ\text{--}10^\circ$), um die Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbrüche zu erhöhen. Das Profil wird mit einem Laserinterferometer kalibriert.

3.5 Beschichtungsbehandlung

erfolgt mittels PVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa , Temperatur $400\text{--}500^\circ\text{C}$, Abscheidungsrate $0,1\text{--}0,2 \mu\text{m/h}$). Zu den Beschichtungsarten gehören TiAlN (Dicke $3\text{--}8 \mu\text{m}$, Härte $2800\text{--}3200 \text{ HV}$), AlCrN (Dicke $3\text{--}7 \mu\text{m}$, Härte $3000\text{--}3400 \text{ HV}$) oder DLC (Dicke $1\text{--}3 \mu\text{m}$, Härte $3000\text{--}3500 \text{ HV}$, Reibungskoeffizient $< 0,1$). Dadurch wird der Reibungskoeffizient ($< 0,3$) reduziert und die Lebensdauer um $30\text{--}50\%$ erhöht. Die Gleichmäßigkeit der Beschichtung wird mittels SEM geprüft, und der Nanoindenter testet Härte und Haftung ($> 70 \text{ N}$) bei einer Dickenabweichung von $< 0,5 \mu\text{m}$.

3.6 Endprüfung und Verpackung

Die dreidimensionale Koordinatenmessmaschine (KMG) ermittelt die Genauigkeit des Klingenprofils und geometrische Fehler ($< 0,01 \text{ mm}$), und die dynamische Auswuchtmaschine korrigiert die Unwucht ($< 5 \text{ g}\cdot\text{mm/kg}$). Rostschutzölbeseuchung oder Vakuumverpackung verhindern Oxidation. Lasergravur von Werkzeugtyp, Durchmesser, Zähnezahl, Marke und Chargennummer zur Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit.

4. Technische Parameter

Härte: Substrat HV $1800\text{--}2200$, $3000\text{--}3500 \text{ HV}$ nach Beschichtung.

Hitzebeständigkeit: $600\text{--}1100^\circ\text{C}$. Schnittgeschwindigkeit (V_c): $60\text{--}300 \text{ m/min}$ für Stahl, $40\text{--}180 \text{ m/min}$ für Titanlegierungen, $200\text{--}400 \text{ m/min}$ für Aluminiumlegierungen.

Vorschub (f_z): $0,05\text{--}0,30 \text{ mm/Zahn}$. Schnitttiefe (a_p): $0,1\text{--}12 \text{ mm}$. Toleranz: Profilgenauigkeit $\pm 0,01 \text{ mm}$, Oberflächenrauheit $\pm 0,005 \text{ mm}$. Oberflächenrauheit: $Ra \ 0,2\text{--}1,0 \mu\text{m}$.

5. Anwendungsszenarien

5.1 Formenbau

Fräsen von Formhohlräumen, Zahnnuten und komplexen gekrümmten Oberflächen. Übliche Durchmesser liegen zwischen $10\text{--}40 \text{ mm}$ und Tiefen zwischen $20\text{--}100 \text{ mm}$. Ein Formenbauer verwendet einen Formfräser mit 20 mm Durchmesser zum Fräsen von Stanzmodellhohlräumen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 150 m/min , der Vorschub $0,15 \text{ mm/Zahn}$, der Konturfehler nach der Bearbeitung $< 0,008 \text{ mm}$, der Ra -Wert $0,3 \mu\text{m}$, die Standzeit 130 Stunden , die Jahresproduktion 600 Formensätze und die Effizienzsteigerung um 50% . Hochpräzise und komplexe Konturen sind erforderlich. Ein internes Kühlsystem (15 bar) wird unterstützt.

5.2 Automobilindustrie

Fräsen von Zylinderkopfnuten, Zahnradprofilen und Oberflächen von Leichtbauteilen. Gängige Durchmesser sind $15\text{--}50 \text{ mm}$ und Tiefen von $30\text{--}150 \text{ mm}$. Ein Automobilzulieferer verwendet einen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Profilfräser mit 25 mm Durchmesser zum Fräsen von Zylinderkopfnuten. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 120 m/min, der Vorschub 0,10 mm/Zahn, der Profilfehler nach der Bearbeitung <0,01 mm, Ra 0,4 µm, die Standzeit 150 Stunden, die Jahresproduktion 400.000 Zylinderköpfe und die Prozesszeitverkürzung um 35 %. Bei der Massenproduktion komplexer Teile erweist sich die hohe Effizienz von Profilfräsern als Vorteil.

5.3 Luft- und Raumfahrt

Fräsen von Turbinenschaufeln, Rumpfverbindungen und Verbundwerkstoffprofilen. Übliche Durchmesser liegen bei 10–30 mm und Tiefen von 50–200 mm. Eine Fluggesellschaft verwendet einen Profilfräser mit 15 mm Durchmesser zum Fräsen von Schaufeln aus Titanlegierungen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 80 m/min, der Vorschub 0,08 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,005 mm, Ra 0,2 µm und die Standzeit des Werkzeugs betragen 160 Stunden gemäß AS9100-Standard. Hitzebeständigkeit und hohe Präzision sind erforderlich, und der Innenkühldruck muss 20 bar erreichen.

5.4 Herstellung von Energieanlagen

Fräsen von Turbinenschaufelschlitzern und Ventilkörpern mit komplexen gekrümmten Oberflächen, üblicher Durchmesser 20–60 mm, Tiefe 100–300 mm. Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet einen Profilfräser mit 30 mm Durchmesser zum Fräsen von Turbinenschaufelschlitzern. Schnittgeschwindigkeit 100 m/min, Vorschub 0,12 mm/Zahn, Konturfehler nach der Bearbeitung <0,01 mm, Ra 0,5 µm, Standzeit 170 Stunden, Jahresproduktion 1.500 Schaufeln, Effizienzsteigerung um 40 %. Hohe Steifigkeit und die Fähigkeit zur Bearbeitung tiefer Nuten sind erforderlich, und das interne Kühlsystem benötigt Hochdruckunterstützung (20 bar).

5.5 Präzisionsinstrumente

Fräsen von optischen Linsenformen und Mikrozahnradkonturen. Übliche Durchmesser liegen bei 5–20 mm und Tiefen bei 10–50 mm. Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet einen Formfräser mit 10 mm Durchmesser zum Fräsen von Linsenformen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 90 m/min, der Vorschub 0,05 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,003 mm, Ra 0,2 µm, die Standzeit 120 Stunden und die Jahresproduktion von 300.000 Formen entsprechen der ISO-2768-Norm. Bei der Bearbeitung komplexer Mikrokonturen ist die hohe Präzision des Formfräasers entscheidend.

5.6 Elektronikfertigung

Fräsen von Leiterplattenverbindern und Kühlkörpern mit komplexen Konturen. Übliche Durchmesser sind 10–30 mm und Tiefen 10–40 mm. Ein Elektronikunternehmen verwendet einen Formfräser mit 15 mm Durchmesser zum Fräsen von Kühlkörpern aus Aluminiumlegierungen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 200 m/min, der Vorschub 0,20 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,008 mm, der Ra-Wert 0,3 µm, die Standzeit 140 Stunden, die Jahresproduktion 800.000 Kühlkörper und die Effizienzsteigerung um 50 %. Hohe Effizienz und Oberflächengüte sowie die Unterstützung eines internen Kühlsystems (15 bar) sind erforderlich.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Hartmetall-Formfräser ? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



Anhang:

Was sind Nanokarbid-Schneidwerkzeuge?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Nanokarbid-Schneidwerkzeuge sind Hochleistungsschneidwerkzeuge aus nanokörnigem Hartmetall. Sie finden breite Anwendung in der mechanischen Bearbeitung, der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Herstellung von Energieanlagen und der Herstellung von Präzisionsinstrumenten. Ihr Hauptmerkmal ist die Verwendung einer Nanokornstruktur (Korngröße kleiner als 100 Nanometer), die Härte, Verschleißfestigkeit und Schlagzähigkeit deutlich verbessert. Sie eignen sich zur effizienten Bearbeitung hochfester und schwer zu bearbeitender Materialien wie gehärtetem Stahl (HRC 50–65), Hochtemperaturlegierungen (Inconel 718), Titanlegierungen (HRC 35–40), Verbundwerkstoffen und superharten Materialien. Nanokarbid-Schneidwerkzeuge basieren auf Wolframkarbid (WC) und fügen nanoskalige Bindephasen (wie Kobalt Co oder Nickel Ni) hinzu. Sie weisen eine ultrahohe Härte (HV 2000–2500) und eine ausgezeichnete Hochtemperaturbeständigkeit (Hitzebeständigkeit über 1000 °C) auf und eignen sich für eine Vielzahl von Bearbeitungsprozessen wie Drehen, Fräsen und Bohren. Im Vergleich zu herkömmlichen Hartmetall-Schneidwerkzeugen in Mikronqualität zeichnen sich Nano-Hartmetall-Schneidwerkzeuge durch eine um 20–40 % höhere Schnittgeschwindigkeit, eine um 50–100 % höhere Standzeit und eine höhere Oberflächengüte (Ra 0,05–0,3 µm) aus und eignen sich besonders für hochpräzise und schnelle Bearbeitungen. Sie bieten hohe Designflexibilität, und Klingengeometrie, Beschichtung und Schafttyp können an die Bearbeitungsanforderungen angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug mit einem Echtzeit-Überwachungssystem zur Optimierung der Schnittparameter ausgestattet werden.

1.2 Entwicklungshintergrund

Mit der rasanten Entwicklung von Industrie 4.0 und High-End-Fertigung ist die Nachfrage nach effizientem Schneiden schwer zu bearbeitender Materialien stark gestiegen. Nanokarbid-Schneidwerkzeuge sind aufgrund ihrer hervorragenden mechanischen Eigenschaften und Verarbeitungsmöglichkeiten ein heißes Thema in der Branche. Im Jahr 2025 wird die Anwendung der Nanotechnologie im Hartmetallbereich mit der steigenden Nachfrage nach hochpräzisen und langlebigen Werkzeugen in der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik und der neuen Energien weiter vertieft und Innovationen bei Materialverhältnissen, Sinterprozessen und Oberflächenbehandlungen gefördert.

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

Das Design von Nanokarbid-Schneidwerkzeugen zielt auf hocheffizientes Schneiden, hervorragende Haltbarkeit und Stabilität ab. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft, einen Kegelschaft oder eine Maschinenklemmkonstruktion mit mehr- oder einschneidiger

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Schneidkantenanordnung, kombiniert mit einem hochsteifen Werkzeugkörper für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung. Der Gesamtdurchmesser des Werkzeugs reicht von 3 mm bis 60 mm. Mikrowerkzeuge ($D < 10$ mm) werden für die Mikrobearbeitung verwendet, mittelgroße ($D = 10\text{--}30$ mm) für die allgemeine Zerspanung und große ($D > 30$ mm) für die Schwerzerspanung. Die Toleranzklasse ist h6 ($0/-0,006$ mm). Zu den Schafttypen gehören Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB) und Kegelschaft (BT40, CAT50). Der Schaftdurchmesser entspricht dem Schnittdurchmesser, die Toleranzklasse ist h6, und die Schaftlänge ($50\text{--}300$ mm) wird entsprechend den Anforderungen der Werkzeugmaschine an Spann- und Bearbeitungstiefe angepasst. Der Kegelschaft ermöglicht eine hohe Drehmomentübertragung (Drehmomentbereich $20\text{--}250$ Nm). Die Gesamtlänge beträgt $100\text{--}500$ mm und ist für kleine CNC-Bearbeitungszentren ($100\text{--}200$ mm) oder schwere Bearbeitungszentren ($400\text{--}500$ mm) geeignet. Die effektive Schnittlänge beträgt $15\text{--}200$ mm. Flache Schnitte ($15\text{--}50$ mm) eignen sich zum Schlichten, tiefe Schnitte ($150\text{--}200$ mm) für tiefe Löcher oder Schlitze. Die Anzahl der Schneiden beträgt je nach Durchmesser und Bearbeitungsart 2–10, 2–4 für kleine Durchmesser ($D < 15$ mm), 4–10 für mittlere und große Durchmesser ($D > 15$ mm), und der Fehler des Schneidenabstands beträgt $< 0,01$ mm. Der Spiralwinkel beträgt $10\text{--}40^\circ$ (anpassbar), der Standardwert liegt bei $15\text{--}30^\circ$, was die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung optimiert. $25\text{--}30^\circ$ werden üblicherweise für die Endbearbeitung verwendet. Die Klinge wird mit einer hochpräzisen fünfschigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um eine glatte Kante ($R_a \leq 0,02$ Mikrometer) und einen geometrischen Fehler von $< 0,005$ mm zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg, getestet bei 18.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser $0,3\text{--}2$ mm, Druck $5\text{--}25$ bar) oder externen Spanleitstufen (Breite $0,5\text{--}2,5$ mm) ausgestattet, um die Spanabfuhr ($40\text{--}50\%$) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 650^\circ\text{C}$) zu verbessern und sich somit für schwer zu bearbeitende Materialien zu eignen. Das maschinengespannte Werkzeug verfügt über ein austauschbares Klingendesign. Klinge und Werkzeugschaft sind durch hochpräzise Gewinde (Toleranz 6H/6g) verbunden, was einen schnellen Austausch und Nachschleifen der Klinge ermöglicht.

2.2 Materialien

Das Material ist hauptsächlich ein Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) im Nanomaßstab und einer Bindephase im Nanomaßstab (wie etwa Co 6–12 %, Ni 0,5–2 %) mit einer Korngröße von $20\text{--}80$ Nanometern, um eine ultrahohe Härte und Zähigkeit zu gewährleisten. Zu den gängigen Sorten gehören Nano-WC-Co10 (Kobaltgehalt 10 %, Härte HV 2200–2400, Biegefestigkeit $2300\text{--}2600$ MPa, geeignet für hochharten Stahl und Hochtemperaturlegierungen, Lebensdauer kann $150\text{--}200$ Stunden erreichen), Nano-WC-TiC-Co8 (enthält Titancarbid, Härte HV 2300–2500, Hitzebeständigkeit 1050°C , geeignet für Titanlegierungen und Verbundwerkstoffe, Lebensdauer kann $160\text{--}220$ Stunden erreichen), Nano-WC-Ni6 (Bindephase auf Nickelbasis, Härte HV 2100–2300, starke Korrosionsbeständigkeit, speziell für Nichteisenmetalle entwickelt, Lebensdauer kann $140\text{--}180$ Stunden erreichen). Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 50–65, Titanlegierung HRC 35–40), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl $40\text{--}50$ W/m·K, Titanlegierung $15\text{--}20$ W/m·K) und die Schnitttemperatur ($600\text{--}1000^\circ\text{C}$) berücksichtigt werden. Bei einigen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Modellen wird nanometergenaues Tantalcarbid (TaC , 0,5–1 %) oder Niobcarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt, um die Verschleißfestigkeit und die Wärmerissbeständigkeit zu optimieren.

3. Herstellungsprozess

3.1 Rohstoffaufbereitung

Ultrahochreines Nano-Wolframcarbid (WC)-Pulver wird proportional mit Nano-Kobalt (Co)- oder Nano-Nickel (Ni)-Pulver gemischt (Genauigkeit $\pm 0,05$ %). Die Partikelgröße wird auf 20–80 Nanometer kontrolliert und zur Leistungssteigerung wird Nano-Titancarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobcarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt. Für das Nassmischen wird eine Hochenergie-Kugelmühle (Geschwindigkeit 200–300 U/min, Zeit 36–72 Stunden) verwendet. Isopropanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers zu gewährleisten (Segregation $< 0,5$ %). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt und die Kristallphasenstruktur wird mittels Röntgenbeugung (XRD) analysiert. Die Abweichung wird auf $\pm 0,02$ % kontrolliert.

3.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 200–300 MPa den Klingenrohling mit einer Dichte von $15,0\text{--}15,5\text{ g/cm}^3$. Zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit kommt kaltsostatisches Pressen (CIP, Druck 200–250 MPa, Dauer 15–20 Minuten) zum Einsatz. Die Form besteht aus superhartem Stahl (Härte HRC 58–62) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Präzision der Klingenformung. Die Dichte des Rohlings wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,05\text{ g/cm}^3$) , und die innere Porosität wird mikroskopisch überprüft ($< 0,3$ %).

3.3 Hochtemperatursintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-3} Pa) oder in einer Argonatmosphäre beträgt die Temperatur $1450\text{--}1650\text{ }^{\circ}\text{C}$ für 12–16 Stunden und wird stufenweise ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro Stunde, $300\text{--}700\text{ }^{\circ}\text{C}$ in der Vorwärmphase) erhöht, um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißsostatisches Pressen (HIP, Druck 150–200 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 20–80 Nanometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig zu verteilen (Standardabweichung < 40 HV). Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur, und ein Nanoindentierungsgerät prüft die Härte (2000–2500 HV).

3.4 Nachbearbeitung

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit $< 0,01$ mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,1$ Mikrometer. Die Klinge wird auf einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,001$ mm) mit einem Kantenprofilfehler $< 0,003$ mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,01$ Mikrometer bearbeitet. Hochglanzpolieren erfolgt mit Diamantschleifmitteln der Körnung W0,1–W0,5 (Kantenrauheit $R_a \leq 0,005$ Mikrometer) , elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,05\text{--}0,1\text{ A/cm}^2$) zur Entfernung mikroskopisch kleiner Grate. Die Klingenspitze ist abgeschrägt ($0,05\text{--}0,15$ mm, Winkel $5^{\circ}\text{--}10^{\circ}$), um die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbrüche zu erhöhen. Die Klingengeometrie wird mit einem Laserinterferometer kalibriert.

3.5 Beschichtungsbehandlung

PVD- oder CVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 450–550 °C, Abscheidungsrate 0,1–0,3 $\mu\text{m/h}$). Mögliche Beschichtungsarten sind Nano- TiAlN (Dicke 2–6 Mikrometer, Härte 3000–3500 HV), Nano- AlCrN (Dicke 2–5 Mikrometer, Härte 3200–3600 HV) oder Nano-DLC (Dicke 1–2 Mikrometer, Härte 3200–3700 HV, Reibungskoeffizient $<0,1$). Dadurch wird der Reibungskoeffizient ($<0,2$) reduziert und die Lebensdauer um 50–70 % erhöht. Mit hochauflösendem SEM wird die Gleichmäßigkeit der Beschichtung geprüft, und mit einem Nano-Eindruckgerät werden Härte und Haftung (>80 N) bei einer Dickenabweichung von $<0,2$ Mikrometer getestet.

3.6 Prüfung und Verpackung

Die dreidimensionale Koordinatenmessmaschine (KMG) ermittelt die Genauigkeit des Klingenprofils und geometrische Fehler ($<0,005$ mm), und die dynamische Auswuchtmaschine korrigiert die Unwucht (<3 g·mm /kg). Rostschutzölbeschichtung oder Vakuumverpackung verhindern Oxidation. Lasergravur von Werkzeugtyp, Durchmesser, Zähnezahl, Marke und Chargennummer zur Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit.

4. Technische Parameter

Härte: Substrat HV 2000–2500, beschichtet 3000–3700 HV.

Hitzebeständigkeit: 800–1100 °C. Schnittgeschwindigkeit (V_c): Stahl 80–350 m/min, Titanlegierung 50–200 m/min, Aluminiumlegierung 250–450 m/min.

Vorschub (f_z): 0,03–0,35 mm/Zahn. Schnitttiefe (a_p): 0,1–15 mm. Toleranz: Profilgenauigkeit $\pm 0,005$ mm, Oberflächenrauheit $\pm 0,003$ mm. Oberflächenrauheit: Ra 0,05–0,3 μm .

5. Anwendungsszenarien

5.1 Luft- und Raumfahrt

Bei der Bearbeitung von Turbinenschaufeln, Rumpffrahmen und Titanlegierungsteilen liegen die üblichen Durchmesser bei 10–30 mm und die Tiefe bei 50–200 mm. Eine Fluggesellschaft verwendet ein Nanokarbid-Schneidwerkzeug mit 15 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Inconel 718-Schaufeln mit einer Schnittgeschwindigkeit von 120 m/min und einem Vorschub von 0,08 mm/Zahn. Der Konturfehler nach der Bearbeitung beträgt $<0,003$ mm, Ra 0,1 Mikrometer, und die Werkzeugstandzeit beträgt 180 Stunden, was dem AS9100-Standard entspricht. Das Werkzeug muss hochtemperaturbeständig und hochpräzise sein und einen internen Kühldruck von 25 bar aufweisen.

5.2 Automobilindustrie

Bei der Bearbeitung von Kurbelwellen, Zahnrädern und leichten Aluminiumlegierungsteilen liegen die üblichen Durchmesser bei 20–50 mm und die Tiefe bei 30–150 mm. Ein Automobilzulieferer verwendet ein Nanokarbid-Schneidwerkzeug mit 25 mm Durchmesser zur Bearbeitung von

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Kurbelwellen aus hochfestem Stahl. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 200 m/min, der Vorschub 0,15 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,005 mm, der Ra-Wert 0,2 μ m, die Standzeit 170 Stunden, die Jahresproduktion 500.000 Stück und die Effizienzsteigerung um 45 %. Bei der Bearbeitung von hochharten Werkstoffen ist der Standzeitvorteil erheblich.

5.3 Herstellung von Energieanlagen

Bei der Bearbeitung von Turbinenwellennuten und Hochdruckventilkörpern liegen die üblichen Durchmesser bei 30–70 mm und die Tiefe bei 100–300 mm. Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet ein Nanokarbid-Schneidwerkzeug mit 40 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Turbinenwellen aus Hochtemperaturlegierungen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 150 m/min, der Vorschub 0,12 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,005 mm, Ra 0,15 μ m, die Standzeit 200 Stunden, die Jahresproduktion 1.200 Stück und die Effizienzsteigerung um 40 %. Hohe Verschleißfestigkeit und die Fähigkeit zur Bearbeitung tiefer Nuten sind erforderlich, und das interne Kühlsystem benötigt 20 bar.

5.4 Medizinprodukte

Bearbeitung von orthopädischen Implantaten und Mikrogeräten, üblicher Durchmesser 5–15 mm, Tiefe 10–50 mm. Ein Medizinunternehmen verwendet Nanokarbid-Schneidwerkzeuge mit 8 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Hüftgelenken aus Titanlegierungen. Schnittgeschwindigkeit 80 m/min, Vorschub 0,05 mm/Zahn, Konturfehler nach der Bearbeitung <0,002 mm, Ra 0,05 μ m, Standzeit 150 Stunden, gemäß FDA-Standards. Extrem hohe Präzision und Biokompatibilität sind erforderlich, und üblicherweise wird eine DLC-Beschichtung verwendet.

5.5 Präzisionsinstrumente

Bei der Bearbeitung optischer Linsenformen und Mikrozahnräder liegen die üblichen Durchmesser bei 5–20 mm und die Tiefe bei 10–40 mm. Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet zur Bearbeitung von Linsenformen ein Nanokarbid-Schneidwerkzeug mit 10 mm Durchmesser. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 120 m/min, der Vorschub 0,06 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,002 mm, Ra 0,1 Mikrometer, die Standzeit 160 Stunden und die Jahresproduktion 250.000 Stück gemäß ISO 2768. Bei der Mikropräzisionsbearbeitung ist die Werkzeugstabilität entscheidend.

5.6 Elektronikfertigung

Zur Bearbeitung von Leiterplattenverbindern und Kühlkörpern werden üblicherweise Durchmesser von 10–30 mm und Tiefen von 10–30 mm verwendet. Ein Elektronikunternehmen verwendet ein Nanokarbid-Schneidwerkzeug mit 15 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Kühlkörpern aus Aluminiumlegierungen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 300 m/min, der Vorschub 0,20 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,005 mm, Ra 0,15 μ m, die Standzeit 180 Stunden, die Jahresproduktion 600.000 Stück und die Effizienzsteigerung um 50 %. Hohe Effizienz und Oberflächengüte sowie die Unterstützung eines internen Kühlsystems (15 bar) sind erforderlich.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert , die den hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden aus den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen gerecht werden. Benötigen Sie Schneidwerkzeuge aus Nano- Hartmetall ? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Dienstleistungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was sind Hartmetall-Verbundwerkzeuge?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Schneidwerkzeuge aus Hartmetall-Verbundwerkstoffen sind Hochleistungsschneidwerkzeuge, die aus einer Kombination von Hartmetall mit verschiedenen Verstärkungsmaterialien (wie Keramik, kubischem Bornitrid (CBN), Diamant oder Hartmetall-Verbundphasen) hergestellt werden. Sie finden breite Anwendung in der mechanischen Bearbeitung, der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Herstellung von Energieanlagen und Präzisionsinstrumenten. Ihr Hauptmerkmal ist, dass sie durch ihre Verbundwerkstoffkonstruktion die hohe Härte von Hartmetall (HV 1800–2400) mit der ultrahohen Verschleißfestigkeit bzw. Hochtemperaturbeständigkeit von Verstärkungsmaterialien kombinieren. Sie können effizient extrem schwer zu bearbeitende Materialien wie gehärteten Stahl (HRC 55–70), Hochtemperaturlegierungen (Inconel 718), Titanlegierungen (HRC 35–45), Verbundwerkstoffe und glasfaserverstärkte Kunststoffe schneiden. Schneidwerkzeuge aus Hartmetall-Verbundwerkstoffen basieren auf Wolframkarbid (WC) und werden mit Verstärkungsphasen im Nano- oder Mikronbereich kombiniert. Sie verfügen über eine ausgezeichnete Schlagzähigkeit (Biegefestigkeit 2000–2800 MPa) und Hitzebeständigkeit (über 1000 °C) und eignen sich für eine Vielzahl von Bearbeitungsprozessen wie Drehen, Fräsen, Bohren und Schleifen. Im Vergleich zu Hartmetallwerkzeugen bieten Verbundwerkzeuge deutliche Vorteile hinsichtlich Schnittgeschwindigkeit (30–50 %), Standzeit (70–120 %) und Oberflächengüte (Ra 0,05–0,25 µm) und eignen sich besonders für hochpräzise, hocheffiziente und extrem prozessintensive Anwendungen. Das Design ist äußerst flexibel, und Klingengeometrie, Verbundwerkstoffanteil und Beschichtungsart können individuell an die Bearbeitungsanforderungen angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologien kann das Werkzeug mit einem Sensorsystem integriert werden, um die Schnittparameter in Echtzeit zu optimieren.

1.2 Entwicklungshintergrund

Mit der steigenden Nachfrage nach superharten Werkstoffen und der Verarbeitung von Verbundwerkstoffen in der High-End-Fertigung sind Hartmetall-Verbundwerkzeuge aufgrund ihrer hervorragenden Gesamtleistung in den Fokus der Branche gerückt. Im Jahr 2025 wird die Anwendung der Verbundtechnologie im Werkzeugbau mit dem Streben nach langlebigen und hochpräzisen Werkzeugen in der Luft- und Raumfahrt, im Energiesektor und in der Medizin weiter ausgebaut und die innovative Entwicklung von Materialverhältnissen, Grenzflächenverbindungen und Oberflächenbehandlungen gefördert.

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

Das Design von Hartmetall-Verbundwerkzeugen zielt auf effizientes Schneiden, hervorragende Haltbarkeit und Stabilität ab. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft, einen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Kegelschaft oder eine Maschinenklemmkonstruktion mit mehr- oder einschneidiger Schneidkante, kombiniert mit einem hochsteifen Verbundwerkzeugkörper, um sich an extreme Verarbeitungsbedingungen anzupassen. Der Gesamtdurchmesser des Werkzeugs reicht von 4 mm bis 70 mm. Mikrowerkzeuge ($D < 12$ mm) werden für die Mikrozerspanung verwendet, mittelgroße ($D = 12\text{--}35$ mm) eignen sich für die allgemeine Zerspanung und große ($D > 35$ mm) für die Schwerzerspanung. Die Toleranzklasse ist h6 ($0/-0,006$ mm). Zu den Schafttypen gehören Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB) und Kegelschaft (BT40, CAT50, HSK-A63). Der Schaftdurchmesser entspricht dem Schnittdurchmesser, die Toleranzklasse ist h6, und die Schaftlänge (60–350 mm) wird entsprechend den Anforderungen der Werkzeugmaschine an Spann- und Bearbeitungstiefe angepasst. Der Kegelschaft unterstützt die Übertragung hoher Drehmomente (Drehmomentbereich 30–350 Nm). Die Gesamtlänge beträgt 120 mm bis 600 mm und ist für mittelgroße CNC- (120–300 mm) oder Hochleistungs-Bearbeitungszentren (400–600 mm) geeignet. Die effektive Schnittlänge beträgt 20 mm bis 250 mm. Flache Schnitte (20–60 mm) eignen sich zum Schlichten, tiefe Schnitte (200–250 mm) für tiefe Löcher oder Nuten. Die Anzahl der Schneiden beträgt je nach Durchmesser und Bearbeitungsart 2–12, 2–5 für kleine Durchmesser ($D < 18$ mm), 5–12 für mittlere und große Durchmesser ($D > 18$ mm), und der Kantenabstandsfehler beträgt $< 0,01$ mm. Der Spiralwinkel beträgt $10\text{--}50^\circ$ (anpassbar), der Standardwert ist $15\text{--}35^\circ$, wodurch die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung optimiert werden. $25\text{--}30^\circ$ werden häufig zum Schlichten verwendet, und für die Schwerlastbearbeitung können $35\text{--}50^\circ$ gewählt werden. Die Sägeblattgeometrie wird entsprechend den Werkstückanforderungen angepasst, beispielsweise hinsichtlich Zahnform (Modul 0,5–6 mm), Nutart (Breite 1–25 mm) oder gekrümmter Oberflächenart (Krümmungsradius 5–60 mm). Der Sägeblattwinkel beträgt normalerweise $5\text{--}15^\circ$ für den Vorderwinkel und $5\text{--}10^\circ$ für den Rückwinkel (anpassbar). Die Länge des Führungsabschnitts beträgt 10–15 % der Gesamtlänge, um die Konturgenauigkeit sicherzustellen. Das Sägeblatt wird mit einer hochpräzisen fünfschigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,001$ mm) bearbeitet, um eine glatte Kante ($Ra \leq 0,01$ Mikron) und einen geometrischen Fehler von $< 0,001$ mm zu erreichen. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 3 g·mm/kg, getestet bei 20.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,003$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–2,5 mm, Druck 5–30 bar) oder externen Spanleitstufen (Breite 0,5–3 mm) ausgestattet, die die Spanabfuhrleistung (40–60 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 700^\circ\text{C}$) verbessern und so für extreme Verarbeitungsbedingungen geeignet sind. Das maschinengespannte Werkzeug verfügt über ein austauschbares Klingendesign. Klinge und Werkzeugleiste sind durch hochpräzise Gewinde oder Bajonett (Toleranz 6H/6g) verbunden, was einen schnellen Austausch und ein schnelles Nachschärfen der Klinge ermöglicht.

2.2 Materialien

Das Material basiert auf Wolframkarbid (WC) in Nano-/Mikrongröße mit einer zusammengesetzten Verstärkungsphase (wie etwa CBN 10–30 %, Diamant 5–15 %, TiC 5–10 % oder Al_2O_3 5–10 %) und einer Bindephase aus Kobalt (Co 6–12 %) oder Nickel (Ni 1–3 %), und die Korngröße wird auf 50–150 Nanometer kontrolliert. Zu den gängigen Verbundwerkstofftypen gehören WC-Co-CBN (Härte HV 2200–2600, Biegefestigkeit 2300–2700 MPa, geeignet für hochharten Stahl,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Lebensdauer bis zu 180–250 Stunden), WC- TiC -Co (Härte HV 2300–2700, Hitzebeständigkeit 1100 °C, geeignet für Titanlegierungen, Lebensdauer bis zu 190–260 Stunden), WC-Diamant-Co (Härte HV 2500–3000, extrem hohe Verschleißfestigkeit, speziell für Verbundwerkstoffe entwickelt, Lebensdauer bis zu 200–300 Stunden). Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 55–70, Titanlegierung HRC 35–45), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/ m· K , Titanlegierung 15–20 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (600–1200 °C) berücksichtigt werden. Bei einigen Modellen wird Nano-Tantalcarbid (TaC , 0,5–1 %) oder Niobcarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt, um die Wärmerissbeständigkeit und die Festigkeit der Grenzflächenbindung zu optimieren.

3. Herstellungsprozess

3.1 Rohstoffaufbereitung

Ultrahochreines Nano-/Mikron-Wolframkarbidpulver (WC) wird mit verstärkendem Phasenpulver (z. B. CBN, Diamant) in einem bestimmten Verhältnis (Genauigkeit $\pm 0,05$ %) gemischt. Die Bindephase besteht aus nanoskaligem Kobalt oder Nickel, und die Partikelgröße liegt bei 50–150 Nanometern. Für die Nassmischung wird eine Hochenergie-Kugelmühle (Drehzahl 200–350 U/min, Laufzeit 48–72 Stunden) verwendet. Isopropanol wird als Dispergiermittel zugesetzt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers zu gewährleisten (Segregation $< 0,5$ %). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt, und die Kristallphase und die Grenzflächenbindung werden mittels Röntgenbeugung (XRD) analysiert, wobei die Abweichung auf $\pm 0,02$ % begrenzt ist.

3.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 250–350 MPa den Klingenrohling mit einer Dichte von 15,2–15,8 g/cm³ . Zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit kommt kalisostatisches Pressen (CIP, Druck 250–300 MPa, Dauer 15–20 Minuten) zum Einsatz. Die Form besteht aus superhartem Stahl (Härte HRC 60–65) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Formgenauigkeit der Klinge und der Verbundchnittstelle. Die Dichte des Rohlings wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,03$ g/cm³), und die innere Porosität wird mikroskopisch überprüft ($< 0,2$ %).

3.3 Hochtemperatursintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-3} Pa) oder in einer Argonatmosphäre beträgt die Temperatur 1500–1700 °C für 12–18 Stunden und wird stufenweise (60 °C pro Stunde, 300–700 °C in der Vorwärmphase) erhöht, um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 200–250 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 50–150 Nanometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig zu verteilen (Standardabweichung < 30 HV). Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur und Grenzflächenbindung, und ein Nanoindentierungsgerät prüft die Härte (HV 2200–3000).

3.4 Nachbearbeitung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit $<0,01$ mm und einer Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,1$ μm . Die Klinge wird auf einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,001$ mm) mit einem Kantenprofilfehler $<0,003$ mm und einer Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,01$ μm bearbeitet. Durch Hochglanzpolieren mit Diamantschleifmitteln der Körnung W0,1–W0,5 (Kantenrauheit $Ra \leq 0,005$ μm) und elektrolytisches Polieren (Stromdichte 0,05–0,1 A/cm²) werden mikroskopisch kleine Grate entfernt. Die Spitzenfase (0,05–0,15 mm, Winkel 5°–10°) erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbruch. Die Verbundschnittstelle wird zur Sicherstellung der Verbindungsfestigkeit ultraschallgeprüft, und die Geometrie wird per Laserinterferometer kalibriert.

3.5 Beschichtungsbehandlung

PVD- oder CVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 500–600 °C, Abscheidungsrate 0,1–0,3 $\mu\text{m/h}$). Mögliche Beschichtungsarten sind Nano- TiAlN (Dicke 2–6 Mikrometer, Härte 3200–3600 HV), Nano- AlCrN (Dicke 2–5 Mikrometer, Härte 3400–3800 HV) oder Nano-DLC (Dicke 1–2 Mikrometer, Härte 3400–3900 HV, Reibungskoeffizient $<0,1$). Dadurch wird der Reibungskoeffizient reduziert ($<0,2$) und die Lebensdauer um 60–80 % erhöht. Mit hochauflösendem SEM wird die Gleichmäßigkeit der Beschichtung geprüft, und mit einem Nano-Eindruckgerät werden Härte und Haftung (>90 N) bei einer Dickenabweichung von $<0,2$ Mikrometer getestet.

3.6 Prüfung der Verpackung

Das Koordinatenmessgerät (KMG) erkennt die Genauigkeit des Klingenprofils und geometrische Fehler ($<0,005$ mm), und die dynamische Auswuchtmaschine korrigiert die Unwucht (<3 g·mm/kg). Eine Rostschutzölbeschichtung oder Vakuumverpackung verhindert Oxidation. Die Lasergravur von Werkzeugtyp, Durchmesser, Zähnezahl, Verbundwerkstoff und Chargennummer gewährleistet die Rückverfolgbarkeit.

4. Technische Parameter

Härte: Substrat HV 2200–3000, beschichtet 3200–3900 HV.

Hitzebeständigkeit: 800–1200 °C. Schnittgeschwindigkeit (V_c): Stahl 100–400 m/min, Titanlegierung 60–250 m/min, Aluminiumlegierung 300–500 m/min.

Vorschub (f_z): 0,04–0,40 mm/Zahn. Schnitttiefe (a_p): 0,1–20 mm. Toleranz: Profilgenauigkeit $\pm 0,005$ mm, Oberflächenrauheit $\pm 0,003$ mm. Oberflächenrauheit: Ra 0,05–0,25 μm .

5. Anwendungsszenarien

5.1 Luft- und Raumfahrt

Bei der Bearbeitung von Turbinenschaufeln, Rumpfrahen und Teilen aus Hochtemperaturlegierungen liegen die üblichen Durchmesser bei 12–35 mm und die Tiefe bei 60–250 mm. Eine Fluggesellschaft verwendet ein Hartmetall-Verbundwerkzeug mit 20 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Inconel 718-Schaufeln mit einer Schnittgeschwindigkeit von 180 m/min und einem Vorschub von 0,10 mm/Zahn. Der Konturfehler nach der Bearbeitung beträgt

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

<0,003 mm, Ra 0,08 μm , und die Werkzeugstandzeit beträgt 220 Stunden, was dem AS9100-Standard entspricht. Hohe Temperaturbeständigkeit und Präzision sind erforderlich, und der interne Kühlruck erreicht 30 bar.

5.2 Automobilindustrie

Bei der Bearbeitung von Kurbelwellen, Zahnrädern und Teilen aus superhartem Stahl liegen die üblichen Durchmesser bei 25–60 mm und die Bearbeitungstiefe bei 40–200 mm. Ein Automobilzulieferer verwendet ein Hartmetall-Verbundwerkzeug mit 30 mm Durchmesser zur Bearbeitung von HRC 60-Stahlkurbelwellen mit einer Schnittgeschwindigkeit von 250 m/min, einem Vorschub von 0,15 mm/Zahn, einem Konturfehler von <0,005 mm nach der Bearbeitung, einem Ra-Wert von 0,15 μm , einer Standzeit von 200 Stunden, einer Jahresproduktion von 400.000 Teilen und einer Effizienzsteigerung von 50 %. Bei der Bearbeitung hochharter Werkstoffe sind die Vorteile hinsichtlich Standzeit und Effizienz erheblich.

5.3 Herstellung von Energieanlagen

Bei der Bearbeitung von Turbinenwellennuten und Hochdruckventilkörpern liegen die üblichen Durchmesser bei 35–70 mm und die Tiefe bei 120–350 mm. Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet ein Hartmetall-Verbundwerkzeug mit 45 mm Durchmesser zur Bearbeitung einer Turbinenwelle aus Hochtemperaturlegierung. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 200 m/min, der Vorschub 0,12 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,005 mm, Ra 0,10 μm , die Standzeit 250 Stunden, die Jahresproduktion 1.000 Stück und die Effizienzsteigerung um 45 %. Hohe Verschleißfestigkeit und die Fähigkeit zur Bearbeitung tiefer Nuten sind erforderlich, und das interne Kühlsystem benötigt 25 bar .

5.4 Medizinprodukte

Bei der Bearbeitung orthopädischer Implantate und Mikrogeräte liegen die üblichen Durchmesser bei 6–18 mm und die Tiefe bei 15–60 mm. Ein Medizinunternehmen verwendet ein Hartmetall-Verbundwerkzeug mit 10 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Hüftgelenken aus Titanlegierungen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 m/min, der Vorschub 0,06 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,002 mm, der Ra-Wert 0,05 μm und die Standzeit 180 Stunden entsprechen den FDA-Standards. Höchste Präzision und Biokompatibilität sind erforderlich. Häufig kommt eine DLC-Beschichtung zum Einsatz.

5.5 Präzisionsinstrumente

Bei der Bearbeitung optischer Linsenformen und Mikrozahnräder liegen die üblichen Durchmesser bei 6–25 mm und die Tiefe bei 15–50 mm. Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet zur Bearbeitung von Linsenformen ein Hartmetall-Verbundwerkzeug mit 12 mm Durchmesser. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 150 m/min, der Vorschub 0,08 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,002 mm, Ra 0,07 μm , die Standzeit 200 Stunden und die Jahresproduktion 200.000 Stück entsprechen der ISO-2768-Norm. Bei der Mikropräzisionsbearbeitung ist die Werkzeugstabilität entscheidend.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.6 Verarbeitung von Verbundwerkstoffen

Bearbeitung von kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) und Glasfaserteilen, üblicher Durchmesser 15–40 mm, Tiefe 20–100 mm. Ein Unternehmen für Verbundwerkstoffe in der Luftfahrt verwendet Hartmetall-Verbundwerkzeuge mit 20 mm Durchmesser zur Bearbeitung von CFK-Flügelteilen. Schnittgeschwindigkeit 300 m/min, Vorschub 0,20 mm/Zahn, Konturfehler nach der Bearbeitung <0,005 mm, Ra 0,10 µm, Standzeit 230 Stunden, Jahresproduktion 5000 Stück, Effizienzsteigerung 60 %. Hohe Verschleißfestigkeit und geringe Schnittkraft, Unterstützung für internes Kühlsystem (20 bar).

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert, die den hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden aus den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen gerecht werden. Benötigen Sie Hartmetall-Verbundwerkzeuge? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

🌐 Website: www.tungstenpowder.com 📱 Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was sind Hartmetall-Mikrowerkzeuge?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Hartmetall-Mikrowerkzeuge sind Präzisionsschneidwerkzeuge aus Hartmetall mit extrem kleinen Abmessungen. Sie werden hauptsächlich für die Mikrobearbeitung, das Bohren von Mikrolöchern und die Herstellung komplexer Mikrostrukturen verwendet. Sie finden breite Anwendung in der Elektronikfertigung, bei medizinischen Geräten, Präzisionsinstrumenten, in der Luft- und Raumfahrt, in mikroelektromechanischen Systemen (MEMS) und anderen Bereichen. Ihr Hauptmerkmal ist der Werkzeugdurchmesser, der üblicherweise zwischen 0,1 mm und 3 mm liegt. Kombiniert mit der hohen Härte (HV 1800–2200) und der ausgezeichneten Verschleißfestigkeit können damit Mikrowerkstücke oder hochpräzise Materialien wie Edelstahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Hartkunststoffe und glasfaserverstärkte Materialien effizient geschnitten werden. Hartmetall-Mikrowerkzeuge basieren auf Wolframkarbid (WC) und enthalten zusätzlich Kobalt (Co) als Bindephase. Sie zeichnen sich durch hohe Präzision (Toleranz $\pm 0,001$ mm) und Vibrationsfestigkeit aus und eignen sich für eine Vielzahl von Mikrobearbeitungsprozessen wie Mikrodrehen, Fräsen, Bohren und Gravieren. Im Vergleich zu herkömmlichen Werkzeugen zeichnen sich Hartmetall-Mikrowerkzeuge durch Mikroöffnungsbearbeitung (Durchmesser 0,1–1 mm), Oberflächengüte (Ra 0,02–0,1 Mikrometer) und Schnittstabilität aus und eignen sich besonders für Anwendungen, die höchste Präzision und Mikrostrukturen erfordern. Das Design ist äußerst flexibel, und Klingengeometrie, Schafttyp und Beschichtung können an die Bearbeitungsanforderungen angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung der Mikro-Nano-Bearbeitungstechnologie kann das Werkzeug in hochpräzise CNC-Anlagen und lasergestützte Systeme integriert werden, um die Mikrobearbeitungsparameter zu optimieren.

1.2 Entwicklungshintergrund

Mit der rasanten Entwicklung der Mikroelektronik, medizinischer Implantate und der Herstellung von Präzisionsinstrumenten ist die Nachfrage nach hochpräzisen und langlebigen Mikrowerkzeugen deutlich gestiegen. Im Jahr 2025 wird die Position von Hartmetall-Mikrowerkzeugen im Bereich der Mikro-Nano-Verarbeitung durch die weit verbreitete Anwendung der 5G-Technologie, Mikrosensoren und biomedizinischen Geräte weiter gestärkt und Innovationen in den Bereichen Materialveredelung, Herstellungsverfahren und Oberflächenbehandlung gefördert.

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

Das Design von Hartmetall-Mikrowerkzeugen zielt auf hochpräzise Mikrobearbeitung, exzellente Stabilität und geringe Vibrationen ab. Sie verfügen üblicherweise über einen ultrafeinen Zylinderschaft mit ein- oder mehrschneidigen Klingen, kombiniert mit einem hochsteifen Mikrowerkzeugkörper, um den Anforderungen der Mikrobearbeitung gerecht zu werden. Der

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Gesamtdurchmesser des Werkzeugs reicht von 0,1 mm bis 3 mm. Mikrobohrer ($D < 0,5$ mm) werden für die Mikrolochbearbeitung verwendet, Mikrofräser ($D = 0,5\text{--}2$ mm) eignen sich für die Mikronut- und Konturbearbeitung und Mikrodrehwerkzeuge ($D = 1\text{--}3$ mm) werden für die Mikrodrehbearbeitung mit einer Toleranz von h5 ($0/-0,004$ mm) verwendet. Der Schafttyp ist ein ultrafeiner gerader Schaft (Durchmesser 0,3–4 mm, Länge 20–50 mm) mit einer Toleranzklasse von h6 ($0/-0,006$ mm). Die Schaftlänge wird entsprechend den Einspannanforderungen der Mikrowerkzeugmaschine individuell angepasst und hat eine Gesamtlänge von 30 mm bis 80 mm, die für hochpräzise Mikro-CNC- oder spezielle Mikrobearbeitungsmaschinen geeignet ist. Die effektive Schnittlänge beträgt 5 mm bis 20 mm. Flaches Schneiden (5–10 mm) eignet sich für die Mikrooberflächenbearbeitung und tiefes Schneiden (15–20 mm) eignet sich für die Mikrotieflochbearbeitung. Die Anzahl der Schneidkanten beträgt 1–4, abhängig von Durchmesser und Bearbeitungsart, $D < 0,5$ mm bedeutet 1–2 Kanten, $D > 0,5$ mm bedeutet 2–4 Kanten und der Kantenabstandsfehler beträgt $< 0,005$ mm. Der Spiralwinkel beträgt $5\text{--}30^\circ$ (anpassbar), Mikrobohrer haben normalerweise einen Winkel von $10\text{--}15^\circ$, um die Schnittkräfte zu verringern, und Mikrofräser haben normalerweise einen Winkel von $15\text{--}30^\circ$, um die Spanabfuhr zu optimieren. Die Klingengeometrie wird entsprechend den Werkstückanforderungen angepasst, beispielsweise mit einem Spitzenwinkel des Mikrobohrers (Winkel $90\text{--}140^\circ$), einer gekrümmten Kante des Mikrofräasers (Radius 0,01–0,1 mm) oder einer geraden Kante des Mikrodrehwerkzeugs. Die Klinge wird auf einer hochpräzisen fünfschigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,001$ mm) bearbeitet, um eine glatte Schneide ($Ra \leq 0,01$ Mikron) und einen geometrischen Fehler von $< 0,002$ mm zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 2 g·mm/kg, getestet bei 25.000 U/min), um Vibrationen beim Mikro-Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,002$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit Mikro-Innenkühlkanälen (Durchmesser 0,1–0,5 mm, Druck 5–10 bar) oder externen Spanleitstufen (Breite 0,1–0,5 mm) ausgestattet, um die Spanabfuhreffizienz (30–40 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 400^\circ\text{C}$) zu verbessern und sie für die Mikro-Hochpräzisionsbearbeitung geeignet zu machen.

2.2 Materialien

Das Material besteht hauptsächlich aus ultrafeinem Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co 6–10 %) Verbundwerkstoffen mit einer Korngröße von 0,2–0,8 Mikrometern, um hohe Härte und Zähigkeit zu gewährleisten. Gängige Sorten sind YG6X (Kobaltgehalt 6 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 1800–2000 MPa, geeignet für Mikrobohrungen und harte Materialien, Lebensdauer bis zu 50–80 Stunden), YT05 (enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 800°C , geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer bis zu 60–90 Stunden), K10 (Kobaltgehalt 6–8 %, Härte HV 1700–1900, starke Antihafteffekte, speziell für Aluminiumlegierungen und Kunststoffe, Lebensdauer bis zu 70–100 Stunden). Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 20–40, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl $40\text{--}50$ W/m·K, Aluminiumlegierung $200\text{--}250$ W/m·K) und die Schnitttemperatur ($300\text{--}600^\circ\text{C}$) berücksichtigt werden. Einige Modelle enthalten Spuren von Niobkarbid (NbC, 0,5–1 %) oder Tantalkarbid (TaC, 0,5–1 %), um die Verschleißfestigkeit und die Wärmerissbeständigkeit zu optimieren.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3. Herstellungsprozess

3.1 Rohstoffaufbereitung

Ultrareines, ultrafeines Wolframkarbidpulver (WC) und Kobaltpulver (Co) werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1\%$). Die Partikelgröße wird auf 0,2–0,8 Mikrometer kontrolliert, und zur Leistungssteigerung wird Titankarbid (TiC, 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC, 0,5–1 %) hinzugefügt. Für das Nassmischen wird eine Planetenkugelmühle (Geschwindigkeit 100–150 U/min, Zeit 24–36 Stunden) verwendet, und Ethanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers zu gewährleisten (Segregation $< 0,5\%$). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt, und die chemische Zusammensetzung wird mit einem Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) analysiert, und die Abweichung wird auf $\pm 0,05\%$ kontrolliert.

3.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 200–250 MPa den Klingenrohling mit einer Dichte von 14,8–15,2 g/cm³. Zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit kommt die kaltisostatische Presstechnologie (CIP, Druck 200–250 MPa, Dauer 10–15 Minuten) zum Einsatz. Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 58–62) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Präzision der Mikroklingenformung. Die Dichte des Rohlings wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,05$ g/cm³), und die innere Porosität wird mikroskopisch überprüft ($< 0,3\%$).

3.3 Hochtemperaturesintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder in einer Wasserstoffatmosphäre beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden. Die Temperatur wird schrittweise erhöht (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorwärmphase), um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 150–200 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 0,2–0,8 Mikrometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit (Standardabweichung < 40 HV) gleichmäßig zu verteilen. Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur, und ein Vickers-Härteprüfgerät prüft die Härte (HV 1800–2000).

3.4 Nachbearbeitung

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit $< 0,005$ mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,1$ Mikrometer. Die Klinge wird auf einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,001$ mm) mit einem Kantenprofilfehler $< 0,002$ mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,01$ Mikrometer bearbeitet. Hochglanzpolieren erfolgt mit Diamantschleifmitteln der Körnung W0,1–W0,5 (Kantenrauheit $R_a \leq 0,005$ Mikrometer), elektrolytisches Polieren (Stromdichte 0,05–0,1 A/cm²) zur Entfernung mikroskopisch kleiner Grate. Die Klingenspitze ist abgeschrägt (0,02–0,1 mm, Winkel 5°–10°), um die Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbrüche zu erhöhen. Die Klingengeometrie wird mit einem Laserinterferometer kalibriert.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.5 Beschichtungsbehandlung

im PVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 400–500 °C, Abscheidungsrate 0,1–0,2 $\mu\text{m}/\text{h}$). Zu den Beschichtungsarten gehören TiAlN (Dicke 1–4 μm , Härte 2800–3200 HV), AlCrN (Dicke 1–3 μm , Härte 3000–3400 HV) oder DLC (Dicke 0,5–1 μm , Härte 3000–3500 HV, Reibungskoeffizient $<0,1$). Dadurch wird der Reibungskoeffizient ($<0,3$) reduziert und die Lebensdauer um 30–50 % erhöht. Die Gleichmäßigkeit der Beschichtung wird mittels SEM geprüft, und der Nanoindenter testet Härte und Haftung (>70 N) bei einer Dickenabweichung von $<0,2$ μm .

3.6 Prüfung der Verpackung

Die dreidimensionale Koordinatenmessmaschine (KMG) ermittelt die Genauigkeit des Klingenprofils und geometrische Fehler ($<0,002$ mm), und die dynamische Auswuchtmaschine korrigiert die Unwucht (<2 g·mm /kg). Rostschutzölbeseuchung oder Vakuumverpackung verhindern Oxidation. Lasergravur von Werkzeugtyp, Durchmesser, Klingenzahl, Marke und Chargennummer zur Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit.

4. Technische Parameter

Härte: Substrat HV 1800–2000, beschichtet 2800–3500 HV.

Hitzebeständigkeit: 500–800 °C. Schnittgeschwindigkeit (V_c): Stahl 30–150 m/min, Titanlegierung 20–100 m/min, Aluminiumlegierung 80–250 m/min.

Vorschub (f_z): 0,005–0,05 mm/Zahn. Schnitttiefe (a_p): 0,01–2 mm. Toleranz: Profilgenauigkeit $\pm 0,001$ mm, Oberflächenrauheit $\pm 0,002$ mm. Oberflächenrauheit: Ra 0,02–0,1 Mikrometer.

5. Anwendungsszenarien

5.1 Elektronikfertigung

Bearbeitung von Durchgangslöchern und Steckverbindern für Mikroleiterplatten. Üblicher Durchmesser: 0,1–1 mm, Tiefe: 0,5–5 mm. Ein Elektronikunternehmen verwendet Hartmetall-Mikrowerkzeuge mit 0,3 mm Durchmesser zum Bohren von Durchgangslöchern für Leiterplatten. Schnittgeschwindigkeit: 100 m/min, Vorschub: 0,01 mm/Zahn, Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,03 Mikrometer, Standzeit: 60 Stunden, Jahresproduktion: 5 Millionen Stück, Effizienzsteigerung: 40 %. Hohe Präzision und Mikrolochkonsistenz sind erforderlich. Ein internes Kühlsystem (5 bar) ist erforderlich.

5.2 Medizinprodukte

Bei der Bearbeitung von Mikrokathetern und Implantatlöchern liegen die üblichen Durchmesser bei 0,2–1,5 mm und die Tiefe bei 1–10 mm. Ein Medizinunternehmen verwendet ein Hartmetall-Mikrowerkzeug mit 0,5 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Katheterlöchern aus Edelstahl. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 50 m/min, der Vorschub 0,008 mm/Zahn, die Lochdurchmessertoleranz nach der Bearbeitung beträgt $\pm 0,0005$ mm, Ra 0,02 μm und die Standzeit des Werkzeugs beträgt 50 Stunden und entspricht damit den FDA-Standards. Höchste Präzision und Oberflächengüte sind erforderlich. Häufig kommt eine DLC-Beschichtung zum Einsatz.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.3 Präzisionsinstrumente

Bei der Bearbeitung von Mikrozahnradern und optischen Linsenformen liegen die üblichen Durchmesser bei 0,5–2 mm und die Tiefe bei 2–15 mm. Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet ein 1 mm großes Hartmetall-Mikrowerkzeug zum Fräsen des Zahnradprofils. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 80 m/min, der Vorschub 0,01 mm/Zahn, der Profilfehler nach der Bearbeitung <0,001 mm, der Ra-Wert 0,03 µm, die Standzeit 70 Stunden und die Jahresproduktion 300.000 Stück gemäß ISO 2768. Bei der Bearbeitung komplexer Mikrostrukturen ist die Werkzeugstabilität entscheidend.

5.4 Luft- und Raumfahrt

Bearbeitung von Mikrosensorgehäusen und Anschlussbohrungen, üblicher Durchmesser 0,3–1,2 mm, Tiefe 2–8 mm. Eine Fluggesellschaft verwendet ein 0,8 mm großes Hartmetall-Mikrowerkzeug zum Bohren von Sensorbohrungen aus Titanlegierung. Schnittgeschwindigkeit 60 m/min, Vorschub 0,007 mm/Zahn. Nach der Bearbeitung beträgt die Lochdurchmessertoleranz $\pm 0,0008$ mm, Ra 0,025 µm, die Standzeit 65 Stunden, gemäß AS9100-Standard. Hitzebeständigkeit und hohe Präzision sind erforderlich. Der interne Kühldruck erreicht 10 bar.

5.5 Mikroelektromechanische Systeme (MEMS)

Bearbeitung von Mikrokanälen und -strukturen, üblicher Durchmesser 0,1–0,8 mm, Tiefe 0,5–5 mm. Ein MEMS-Unternehmen verwendet ein 0,2 mm großes Hartmetall-Mikrowerkzeug zum Fräsen von Mikrokanälen auf Siliziumbasis. Schnittgeschwindigkeit 40 m/min, Vorschub 0,005 mm/Zahn, Kanalbreitentoleranz nach der Bearbeitung $\pm 0,0005$ mm, Ra 0,02 Mikrometer, Standzeit 45 Stunden, Jahresproduktion 100.000 Stück, Effizienzsteigerung 35 %. Erforderlich sind höchste Präzision und Mikrobearbeitungsfähigkeiten sowie die Unterstützung eines internen Kühlsystems (5 bar).

5.6 Uhrmacherei

Bearbeitung von Mikrozahnradern und Gehäusedetails, üblicher Durchmesser 0,5–2 mm, Tiefe 1–10 mm. Ein Uhrenhersteller verwendet ein Hartmetall-Mikrowerkzeug mit 0,7 mm Durchmesser zum Fräsen von Zahnradern. Schnittgeschwindigkeit 70 m/min, Vorschub 0,008 mm/Zahn, Konturfehler nach der Bearbeitung <0,001 mm, Ra 0,025 Mikrometer, Standzeit 60 Stunden, Jahresproduktion 500.000 Stück, entsprechend den Standards für hochwertige Uhren. Hohe Oberflächengüte und Mikrokomplexität sind erforderlich, unterstützt durch ein internes Kühlsystem (5 bar).

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert, die den hohen Anforderungen von Zehntausenden von Kunden aus den Bereichen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen gerecht werden. Benötigen Sie Mikrowerkzeuge aus Hartmetall? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

Tel.: +86 592 5129696 E-Mail: sales@chinatungsten.com

Website: www.tungstenpowder.com Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



Anhang:

Was sind hartmetallbeschichtete Schneidwerkzeuge?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Hartmetallbeschichtete Schneidwerkzeuge sind hocheffiziente Schneidwerkzeuge mit Hochleistungsbeschichtungen auf Hartmetallsubstraten. Sie finden breite Anwendung in der mechanischen Bearbeitung, der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, der Energieanlagenherstellung, dem Formenbau und anderen Bereichen. Ihr Hauptmerkmal ist die deutliche Verbesserung von Härte, Verschleißfestigkeit, Oxidationsbeständigkeit und thermischer Stabilität des Werkzeugs durch Beschichtungstechnologie (z. B. TiN, TiAlN, AlCrN) und kann eine Vielzahl von Materialien effizient schneiden, darunter gehärteten Stahl (HRC 40–60), rostfreien Stahl (HRC 20–40), Titanlegierungen (HRC 30–35), Gusseisen und Aluminiumlegierungen. Hartmetallbeschichtete Schneidwerkzeuge basieren auf Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co) wird als Bindephase hinzugefügt. Die Beschichtungsdicke beträgt üblicherweise 1–10 Mikrometer. Es weist eine ultrahohe Oberflächenhärte (HV 3000–4000) und einen niedrigen Reibungskoeffizienten (0,2–0,4) auf und eignet sich für eine Vielzahl von Verarbeitungsprozessen wie Drehen, Fräsen, Bohren und Reiben. Beschichtete Werkzeuge bieten im Vergleich zu unbeschichteten Werkzeugen deutliche Vorteile hinsichtlich Schnittgeschwindigkeit (30–60 %), Standzeit (50–150 %) und Oberflächengüte (Ra 0,05–0,5 µm). Sie eignen sich besonders für hocheffizientes, schnelles und trockenes Schneiden. Die Konstruktionsflexibilität ist hoch, und Klingengeometrie, Beschichtungsart und Schaftstruktur können an die Bearbeitungsanforderungen angepasst werden. Dank der Weiterentwicklung intelligenter Fertigungstechnologie kann das Werkzeug mit einem Echtzeit-Überwachungssystem zur Optimierung der Schnittparameter ausgestattet werden.

1.2 Entwicklungshintergrund

Mit den steigenden Anforderungen der Fertigungsindustrie an Produktionseffizienz und Werkzeugstandzeiten haben sich hartmetallbeschichtete Schneidwerkzeuge zu einer Schlüsseltechnologie in der modernen Zerspanung entwickelt. Mit der zunehmenden Verbreitung von Leichtbau- und Hochleistungswerkstoffen (wie Inconel und Titanlegierungen) in der Luft- und Raumfahrt sowie im Automobilbau hat die Weiterentwicklung der Beschichtungstechnologie (wie Nanobeschichtungen und Mehrschichtbeschichtungen) im Jahr 2025 die kontinuierliche Verbesserung der Werkzeugleistung gefördert und den Herausforderungen extremer Bearbeitungsbedingungen Rechnung getragen.

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

Hartmetallbeschichtete Schneidwerkzeuge sind auf effizientes Schneiden, hervorragende Haltbarkeit und Stabilität ausgelegt. Sie verfügen üblicherweise über einen Zylinderschaft, einen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Kegelschaft oder eine Maschinenklemmkonstruktion mit mehr- oder einschneidiger Schneidkante, kombiniert mit einem hochsteifen Werkzeugkörper, um sich an unterschiedliche Bearbeitungsanforderungen anzupassen. Der Gesamtdurchmesser des Werkzeugs reicht von 3 mm bis 80 mm. Mikrowerkzeuge ($D < 10$ mm) werden für die Feinbearbeitung verwendet, mittelgroße ($D = 10\text{--}40$ mm) für die allgemeine Zerspanung und große ($D > 40$ mm) für die Schwerzerspanung. Die Toleranzklasse ist h6 ($0/-0,006$ mm). Zu den Schafttypen gehören Zylinderschaft (DIN 6535 HA/HB) und Kegelschaft (BT40, CAT50, HSK-A63). Der Schaftdurchmesser entspricht dem Schnittdurchmesser, die Toleranzklasse ist h6, und die Schaftlänge (80–400 mm) wird entsprechend den Anforderungen der Werkzeugmaschine an Spann- und Bearbeitungstiefe angepasst. Der Kegelschaft unterstützt die Übertragung eines hohen Drehmoments (Drehmomentbereich 30–400 Nm). Die Gesamtlänge beträgt 150 mm bis 800 mm und ist für mittelgroße CNC- (150–400 mm) oder Hochleistungs-Bearbeitungszentren (500–800 mm) geeignet. Die effektive Schnittlänge beträgt 20 mm bis 600 mm. Flache Schnitte (20–100 mm) eignen sich für die Oberflächenbearbeitung, tiefe Schnitte (400–600 mm) für die Bearbeitung tiefer Löcher oder Nuten. Die Anzahl der Schneiden beträgt je nach Durchmesser und Bearbeitungsart 2–12. Kleine Durchmesser ($D < 15$ mm) haben 2–4 Schneiden, mittlere und große Durchmesser ($D > 15$ mm) haben 4–12 Schneiden. Der Kantenabstandsfehler beträgt $< 0,01$ mm. Der Spiralwinkel beträgt $10\text{--}45^\circ$ (anpassbar), der Standardwert liegt bei $15\text{--}30^\circ$, was die Spanabfuhr und Vibrationsreduzierung optimiert. $25\text{--}30^\circ$ werden üblicherweise für die Feinbearbeitung verwendet, $35\text{--}45^\circ$ können für die Schwerzerspanung gewählt werden. Die Schneide wird mit einer hochpräzisen 5-Achs-CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) bearbeitet, um eine glatte Schneide ($R_a \leq 0,02$ μm) und einen geometrischen Fehler von $< 0,005$ mm zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht < 5 g·mm/kg, getestet bei 15.000 U/min), um Vibrationen beim Hochgeschwindigkeitsschneiden (Amplitude $< 0,005$ mm) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit internen Kühlkanälen (Durchmesser 0,5–2,5 mm, Druck 5–30 bar) oder externen Spannuten (Breite 1–3 mm) ausgestattet, um die Spanabfuhr (30–50 %) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur < 700 °C) zu verbessern und eignen sich für Trocken- oder Hochlastschnitte. Das maschinengespannte Werkzeug verfügt über ein austauschbares Klingendesign. Klinge und Werkzeugleiste sind durch hochpräzise Gewinde oder Bajonetverbindungen (Toleranz 6H/6g) verbunden, was einen schnellen Austausch und Nachschleifen der Klinge ermöglicht.

2.2 Materialien

Das Material ist hauptsächlich ein Verbundwerkstoff aus Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co 6–12 %) mit einer Korngröße von 0,5–2 Mikrometern, um hohe Härte und Zähigkeit zu gewährleisten. Gängige Güten sind YG8 (Kobaltgehalt 8 %, Härte HV 1800–1900, Biegefestigkeit 2000–2200 MPa, geeignet für Schruppbearbeitung und Gusseisen, Lebensdauer bis zu 100–140 Stunden), YT15 (enthält Titankarbid, Härte HV 1900–2000, Hitzebeständigkeit 850 °C, geeignet für Edelstahl und Titanlegierungen, Lebensdauer bis zu 110–150 Stunden), K20 (Kobaltgehalt 6–8 %, Härte HV 1700–1900, starke Antihaftwirkung, speziell für Aluminiumlegierungen, Lebensdauer bis zu 120–160 Stunden). Bei der Materialauswahl müssen die Härte des Werkstücks (Stahl HRC 40–60, Aluminiumlegierung HB 50–100), die Wärmeleitfähigkeit (Stahl 40–50 W/m·K ,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Aluminiumlegierung 200–250 W/ m· K) und die Schnitttemperatur (500–900 °C) berücksichtigt werden. Einige Modelle enthalten Spuren von Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) oder Tantalkarbid (TaC , 0,5–1 %), um die Verschleißfestigkeit und die Wärmerissbeständigkeit zu optimieren. Zu den Beschichtungsmaterialien gehören TiN (Härte 2000–2500 HV, Hitzebeständigkeit 500 °C), TiAlN (Härte 3000–3500 HV, Hitzebeständigkeit 900 °C), AlCrN (Härte 3200–3800 HV, Hitzebeständigkeit 1100 °C) und DLC (Härte 3000–4000 HV, Reibungskoeffizient <0,1) und die Beschichtungsdicke wird je nach Anwendung angepasst.

3. Herstellungsprozess

3.1 Rohstoffaufbereitung

Hochreines Wolframkarbid (WC)-Pulver und Kobalt (Co)-Pulver werden im richtigen Verhältnis gemischt (Genauigkeit $\pm 0,1$ %). Die Partikelgröße wird auf 0,5–2 Mikrometer kontrolliert, und zur Leistungssteigerung wird Titankarbid (TiC , 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC , 0,5–1 %) hinzugefügt. Für das Nassmischen wird eine Planetenkugelmühle (Geschwindigkeit 50–100 U/min, Zeit 24–48 Stunden) verwendet, und Ethanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers zu gewährleisten (Segregation <1 %). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt, und die chemische Zusammensetzung wird mit einem Röntgenfluoreszenzspektrometer (XRF) analysiert, und die Abweichung wird auf $\pm 0,05$ % kontrolliert.

3.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 150–200 MPa den Klingenrohling mit einer Dichte von 14,5–15,2 g/cm³ . Zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit kommt die kaltisostatische Presstechnologie (CIP, Druck 150–200 MPa, Dauer 10–15 Minuten) zum Einsatz. Die Form besteht aus hochfestem Stahl (Härte HRC 50–55) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Präzision der Klingenformung. Die Dichte des Rohlings wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler <0,1 g/cm³) , und die innere Porosität wird mikroskopisch überprüft (<0,5 %).

3.3 Hochtemperatursintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-2} Pa) oder in einer Wasserstoffatmosphäre beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden. Die Temperatur wird schrittweise erhöht (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorwärmphase), um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 100–150 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 0,5–2 Mikrometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig zu verteilen (Standardabweichung < 50 HV). Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur, und ein Vickers-Härteprüfgerät prüft die Härte (HV 1800–2000).

3.4 Nachbearbeitung

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit <0,01 mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,2$ μ m. Die Klinge wird auf einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,002$ mm) mit einem Kantenprofilfehler $< 0,005$ mm und einer Oberflächenrauheit $Ra \leq 0,02$ μm bearbeitet. Durch Hochglanzpolieren mit Diamantschleifmitteln der Körnung W0,5–W1,0 (Kantenrauheit $Ra \leq 0,01$ μm) und elektrolytisches Polieren (Stromdichte $0,1$ A/cm²) werden mikroskopisch kleine Grate entfernt. Die Klingenspitze ist abgeschrägt ($0,1$ – $0,2$ mm, Winkel 5° – 10°), um die Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbrüche zu erhöhen. Die Klingengeometrie wird mit einem Laserinterferometer kalibriert.

3.5 Beschichtungsbehandlung

PVD- oder CVD-Verfahren (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 400 – 600 °C, Abscheiderate $0,1$ – $0,3$ $\mu\text{m/h}$). Zu den Beschichtungsarten gehören TiN (Dicke 2 – 5 μm), TiAlN (Dicke 3 – 8 μm), AlCrN (Dicke 3 – 7 μm) oder DLC (Dicke 1 – 3 μm), die den Reibungskoeffizienten ($< 0,4$) senken und die Lebensdauer um 50 – 150 % erhöhen. Mittels SEM wird die Gleichmäßigkeit der Beschichtung geprüft, mit dem Nanoindenter werden Härte und Haftung (> 70 N) bei einer Dickenabweichung von $< 0,5$ μm getestet. Der Beschichtungsprozess optimiert die Oxidationsbeständigkeit und die thermische Stabilität des Werkzeugs. TiAlN und AlCrN eignen sich besonders für die Trockenbearbeitung.

3.6 Prüfung und Verpackung

Das Koordinatenmessgerät (KMG) erkennt die Genauigkeit des Klingenprofils und geometrische Fehler ($< 0,01$ mm), und die dynamische Auswuchtmaschine korrigiert die Unwucht (< 5 g·mm/kg). Eine Rostschutzölbeschichtung oder Vakuumverpackung verhindert Oxidation. Die Lasergravur von Werkzeugtyp, Durchmesser, Klingenzahl, Beschichtungsart und Chargennummer gewährleistet die Rückverfolgbarkeit.

4. Technische Parameter

Härte: Substrat HV 1800 – 2000 , beschichtet 3000 – 4000 HV.

Hitzebeständigkeit: 500 – 1100 °C (je nach Beschichtungsart). Schnittgeschwindigkeit (V_c): Stahl 60 – 250 m/min, Titanlegierung 40 – 180 m/min, Aluminiumlegierung 100 – 350 m/min.

Vorschub (f_z): $0,05$ – $0,30$ mm/Zahn. Schnitttiefe (a_p): $0,1$ – 10 mm. Toleranz: Profilgenauigkeit $\pm 0,005$ mm, Oberflächenrauheit $\pm 0,003$ mm. Oberflächenrauheit: Ra $0,05$ – $0,5$ Mikrometer.

5. Anwendungsszenarien

5.1 Luft- und Raumfahrt

Bearbeitung von Rumpfteilen aus Titanlegierungen und Rotorblättern aus Hochtemperaturlegierungen. Üblicher Durchmesser: 10 – 30 mm, Tiefe: 50 – 200 mm. Eine Fluggesellschaft verwendet ein TiAlN-beschichtetes Hartmetallwerkzeug mit 20 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Verbindungsstücken aus Titanlegierungen. Schnittgeschwindigkeit: 120 m/min, Vorschub: $0,10$ mm/Zahn. Konturfehler nach der Bearbeitung: $< 0,005$ mm, Ra : $0,1$ μm , Standzeit: 150 Stunden, gemäß AS9100-Standard. Hitzebeständigkeit und hohe Präzision sind erforderlich. Der interne Kühldruck erreicht 20 bar.

5.2 Automobilindustrie

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Bei der Bearbeitung von Motorzylindern und Zahnrädern liegen die üblichen Durchmesser bei 20–50 mm und die Tiefe bei 30–150 mm. Ein Automobilzulieferer verwendet ein AlCrN- beschichtetes Hartmetallwerkzeug mit 25 mm Durchmesser zur Bearbeitung von HRC 50-Stahlzylindern mit einer Schnittgeschwindigkeit von 180 m/min, einem Vorschub von 0,15 mm/Zahn, einem Konturfehler nach der Bearbeitung von <0,005 mm, Ra 0,15 µm, einer Standzeit von 140 Stunden, einer Jahresproduktion von 600.000 Stück und einer Effizienzsteigerung von 40 %. Bei der Bearbeitung von Materialien mit hoher Härte ist der Vorteil der Beschichtungsstandzeit erheblich.

5.3 Herstellung von Energieanlagen

Zur Bearbeitung von Turbinenwellen und Ventilkörpern werden üblicherweise Durchmesser von 30–70 mm und Tiefen von 100–300 mm verwendet. Ein Hersteller von Energieanlagen verwendet ein TiAlN- beschichtetes Hartmetallwerkzeug mit 40 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Inconel-Turbinenwellen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 150 m/min, der Vorschub 0,12 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,005 mm, Ra 0,12 µm, die Standzeit 160 Stunden, die Jahresproduktion 1.000 Stück und die Effizienzsteigerung um 35 %. Hohe Verschleißfestigkeit und die Fähigkeit zur Bearbeitung tiefer Nuten sind erforderlich. Das interne Kühlsystem benötigt 25 bar .

5.4 Formenbau

Bei der Bearbeitung von Formhohlräumen und Führungshülsen liegen die üblichen Durchmesser bei 15–40 mm und die Tiefe bei 20–100 mm. Ein Formenbauer verwendet ein TiN -beschichtetes Hartmetallwerkzeug mit 20 mm Durchmesser zum Fräsen von Formhohlräumen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 200 m/min, der Vorschub 0,15 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,008 mm, Ra 0,2 µm, die Standzeit des Werkzeugs 130 Stunden, die Jahresproduktion 800 Formensätze und die Effizienzsteigerung um 45 %. Hohe Effizienz und komplexe Konturen werden gefordert, unterstützt durch ein internes Kühlsystem (15 bar).

5.5 Präzisionsinstrumente

Bei der Bearbeitung optischer Linsenformen und Mikroteile liegen die üblichen Durchmesser bei 5–20 mm und die Tiefe bei 10–50 mm. Ein Hersteller von Präzisionsinstrumenten verwendet zur Bearbeitung von Linsenformen ein DLC-beschichtetes Hartmetallwerkzeug mit 10 mm Durchmesser. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 100 m/min, der Vorschub 0,08 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,003 mm, der Ra-Wert 0,05 µm, die Standzeit 120 Stunden und die Jahresproduktion 400.000 Stück entsprechen der ISO-2768-Norm. Bei der Mikropräzisionsbearbeitung wirkt die Beschichtung deutlich vibrationsdämpfend.

5.6 Elektronikfertigung

Bei der Bearbeitung von Kühlkörpern und Steckverbindern aus Aluminiumlegierungen liegen die üblichen Durchmesser bei 10–30 mm und die Tiefe bei 10–40 mm. Ein Elektronikunternehmen verwendet zur Bearbeitung von Kühlkörpern ein AlCrN- beschichtetes Hartmetallwerkzeug mit 15 mm Durchmesser. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 250 m/min, der Vorschub 0,20 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung <0,005 mm, der Ra-Wert 0,15 µm, die Standzeit 150 Stunden, die Jahresproduktion 800.000 Stück und die Effizienzsteigerung um 50 %. Hohe Effizienz und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Oberflächengüte sind gefragt, und Trockenschneiden wird häufig eingesetzt.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie hartmetallbeschichtete Schneidwerkzeuge? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

Tel.: +86 592 5129696 E-Mail: sales@chinatungsten.com

Website: www.tungstenpowder.com Öffentliches WeChat -Konto: „China Tungsten Online“



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Anhang:

Was sind medizinische Operationsmesser aus Hartmetall?

1. Übersicht

1.1 Definition und Funktion

Chirurgische Instrumente aus Hartmetall sind hochpräzise Schneidwerkzeuge aus Hartmetall. Sie sind für die medizinische Chirurgie, die Implantatbearbeitung und das Schneiden von Biomaterialien konzipiert und finden breite Anwendung in der Orthopädie, Neurochirurgie, Zahnmedizin, minimalinvasiven Chirurgie, Augenheilkunde und anderen Bereichen. Ihr Hauptmerkmal ist die Kombination der hohen Härte (HV 1800–2200) und Biokompatibilität von Hartmetall. Sie ermöglichen das effiziente Schneiden hochfester Biomaterialien wie Knochen (Härte HRC 20–40), Titanlegierungsimplantate (HRC 30–35), Hartpolymere und Brillenglasmaterialien. Chirurgische Instrumente aus Hartmetall basieren auf Wolframkarbid (WC) mit Kobalt (Co) als Bindephase. Eine spezielle Oberflächenbehandlung gewährleistet Ungiftigkeit und Korrosionsbeständigkeit. Sie eignen sich für chirurgische Bearbeitungen wie Schneiden, Bohren, Fräsen, Schleifen und Gravieren. Im Vergleich zu herkömmlichen chirurgischen Messern aus Edelstahl zeichnen sich medizinische Messer aus Hartmetall durch Schnittgenauigkeit (Toleranz $\pm 0,005$ mm), Haltbarkeit (um 50–100 % längere Lebensdauer) und Oberflächengüte (Ra 0,02–0,1 μ m) aus und eignen sich besonders für medizinische Anwendungen, die hohe Präzision und Langzeiteinsatz erfordern. Das Design ist äußerst flexibel, und Klingenform, Griffart und Beschichtung können an die chirurgischen Anforderungen angepasst werden. Dank des Fortschritts in der Medizintechnik kann das Instrument in roboterassistierte chirurgische Systeme integriert werden, um die chirurgische Effizienz zu verbessern.

1.2 Entwicklungshintergrund

Mit der alternden Bevölkerung und der rasanten Entwicklung der Medizintechnik steigt die Nachfrage nach hochpräzisen Implantaten und minimalinvasiven chirurgischen Instrumenten sprunghaft an. Mit der zunehmenden Verbreitung von 3D-gedruckten Implantaten, personalisierter Medizin und robotergestützter Chirurgie werden chirurgische Instrumente aus Hartmetall im Jahr 2025 aufgrund ihrer hervorragenden Schneidleistung und Biosicherheit zu Schlüsselinstrumenten für die Herstellung medizinischer Geräte und fördern Innovationen in den Bereichen Materialoptimierung, Oberflächenbehandlung und aseptische Prozesstechnologie.

2. Technische Eigenschaften

2.1 Strukturelle Merkmale

Das strukturelle Design medizinisch-chirurgischer Instrumente aus Hartmetall zielt auf hochpräzises Schneiden, Sterilität und menschliche Verträglichkeit ab. Sie verfügen üblicherweise über ultrafeine gerade Griffe oder kundenspezifische Griffstrukturen mit ein- oder mehrschneidigen Klingen, kombiniert mit hochsteifen Mikromesserkörpern, um den chirurgischen Anforderungen gerecht zu werden. Der Gesamtdurchmesser des Instruments variiert zwischen 0,5 mm und 10 mm. Mikrowerkzeuge ($D < 2$ mm) werden in der Neurochirurgie und Zahnmedizin verwendet,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mittelgroße ($D = 2 - 6 \text{ mm}$) eignen sich für die Orthopädie und die Implantatverarbeitung und große ($D > 6 \text{ mm}$) werden für das Schneiden schwerer Knochen verwendet. Die Toleranzklasse ist h5 ($0/-0,004 \text{ mm}$). Der Grifftyp ist ein ultrafein gerader Griff (Durchmesser $1 - 12 \text{ mm}$, Länge $30 - 100 \text{ mm}$) oder ein medizinischer Griff gemäß ISO 13485 mit einer Toleranzklasse von h6 ($0/-0,006 \text{ mm}$). Die Griffgröße wird entsprechend den Klemmanforderungen des chirurgischen Instruments individuell angepasst. Die Gesamtlänge beträgt 50 mm bis 150 mm , geeignet für chirurgische Roboter oder manuelle Instrumente. Die effektive Schnittlänge beträgt 5 mm bis 50 mm . Flaches Schneiden ($5-20 \text{ mm}$) eignet sich für Weichgewebe oder Mikroschneiden und tiefes Schneiden ($30-50 \text{ mm}$) eignet sich für die Knochen- oder Implantatbearbeitung. Die Anzahl der Schneiden beträgt $1-6$, abhängig von Durchmesser und Art der Operation. $D < 2 \text{ mm}$ bedeutet $1-2$ Kanten, $D > 2 \text{ mm}$ bedeutet $2-6$ Kanten und der Kantenabstandsfehler beträgt $< 0,005 \text{ mm}$. Der Klingenwinkel beträgt üblicherweise $15^\circ-30^\circ$ (anpassbar), um die Schnittkraft zu optimieren und die Gewebeschädigung zu kontrollieren. Die Klinge wird mit einer ultrapräzisen fünfschichtigen CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,001 \text{ mm}$) bearbeitet, um glatte Schneidkanten ($R_a \leq 0,01 \text{ Mikrometer}$) und geometrische Fehler $< 0,002 \text{ mm}$ zu gewährleisten. Der Fräserkörper ist dynamisch ausgewuchtet (Unwucht $< 2 \text{ g}\cdot\text{mm} / \text{kg}$, Prüfdrehzahl 20.000 U/min), um Vibrationen beim Mikroschneiden (Amplitude $< 0,002 \text{ mm}$) zu reduzieren. High-End-Modelle sind mit Mikro-Innenspülkanälen (Durchmesser $0,1-0,5 \text{ mm}$, Druck $2-5 \text{ bar}$) oder einem externen Spanabfuhrsystem ausgestattet, um die Spanabfuhr zu verbessern (Effizienz $30-40 \%$) und das Wärmemanagement (Schneidzonentemperatur $< 200 \text{ }^\circ\text{C}$) zu gewährleisten und so eine sterile Operationsumgebung zu gewährleisten. Die Werkzeugoberfläche ist elektropoliert und steril beschichtet, um die Biokompatibilitätsnorm ISO 10993 zu erfüllen.

2.2 Materialien

Das Material besteht hauptsächlich aus ultrafeinem Wolframkarbid (WC) und Kobalt (Co $6\%-8\%$) Verbundwerkstoffen mit einer Korngröße von $0,2-0,8 \text{ Mikrometern}$, um eine hohe Härte und Biosicherheit zu gewährleisten. Gängige Sorten sind YG6X (Kobaltgehalt 6% , Härte HV $1800-1900$, Biegefestigkeit $1800-2000 \text{ MPa}$, geeignet für Knochen und Titanlegierungen, Lebensdauer bis zu $50-80 \text{ Stunden}$), YT05 (enthält Titankarbid, Härte HV $1900-2000$, Hitzebeständigkeit $800 \text{ }^\circ\text{C}$, geeignet für harte Polymere, Lebensdauer bis zu $60-90 \text{ Stunden}$), K10 (Kobaltgehalt 6% , Härte HV $1700-1900$, starke Korrosionsbeständigkeit, speziell für das Schneiden von Weichgewebe entwickelt, Lebensdauer bis zu $70-100 \text{ Stunden}$). Bei der Materialauswahl müssen die Härte der Biomaterialien (Knochen HRC $20-40$, Titanlegierung HRC $30-35$), die Wärmeleitfähigkeit (Knochen $0,3-0,5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, Titanlegierung $15-20 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) und die Schnitttemperatur ($100-300 \text{ }^\circ\text{C}$) berücksichtigt werden. Der Kobaltgehalt wird streng kontrolliert, um die Toxizität im Körper zu reduzieren. Einige Modelle enthalten Spuren von Niobkarbid (NbC , $0,5-1\%$), um die Verschleißfestigkeit zu optimieren. Die Oberflächenbeschichtung kann aus medizinischem TiN (Härte 2500 HV) oder ZrN (Härte 2300 HV) bestehen, um Korrosionsbeständigkeit und Biokompatibilität zu gewährleisten.

3. Typen

Medizinische chirurgische Instrumente aus Hartmetall werden je nach Art der Operation und den

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Verarbeitungsanforderungen in viele Kategorien unterteilt. Im Folgenden sind die umfassendsten Kategorien und ihre Merkmale aufgeführt, basierend auf den Informationen des gesamten Netzwerks und der Branchenpraxis:

Mikrobohrer

Der Durchmesser beträgt 0,5–2 mm, die Klinge hat eine Doppelspirale oder ein einspitziges Design und wird speziell für das Bohren des Schädels in der Neurochirurgie, die Verarbeitung von Mikroimplantaten und die Perforation der Hornhaut in der Augenheilkunde verwendet. Der Schnittwinkel beträgt 10° – 15° und ist für hochpräzise Mikrolöcher (Toleranz $\pm 0,0005$ mm) geeignet, wie etwa Löcher für Schädelfixierungsschrauben oder ophthalmische chirurgische Kanäle.

Knochensägeblatt

Die Länge beträgt 20–50 mm, die Klinge hat ein Mehrzahn-Design (6–12 Zähne), wird für orthopädische Osteotomie, plastische Chirurgie und Wirbelsäulenkorrektur verwendet, der Klingenwinkel beträgt 20° – 30° , ist zum Schneiden von hartem Knochen (HRC 20–40) geeignet und ist mit einem Spülkanal ausgestattet, um thermische Schäden zu verringern.

Dentalfräser

Der Durchmesser beträgt 1–3 mm, die Klinge hat einen Kugelkopf, ist zylindrisch oder konisch und wird speziell zum Wurzelschneiden, zur Implantatverarbeitung und zur Kronenbearbeitung verwendet. Der Schnittwinkel beträgt 15° – 25° und die Oberfläche $Ra \leq 0,02$ Mikrometer gewährleistet die Verträglichkeit mit dem Zahnfleischgewebe.

Minimalinvasives Schneidemesser

Der Durchmesser beträgt 0,5–1,5 mm, die Klinge ist ein- oder zweischneidig und eignet sich für minimalinvasives Schneiden von Weichgewebe, Mikrokanalverarbeitung und endoskopische Chirurgie. Der Klingenwinkel beträgt 10° – 20° und ist für minimalinvasive Eingriffe optimiert. Häufig wird eine ZrN-Beschichtung verwendet.

Werkzeuge zur Implantatbearbeitung

Der Durchmesser beträgt 3–8 mm, die Klinge hat eine individuelle Geometrie (z. B. eine gestufte oder gebogene Klinge) und wird speziell für die Endbearbeitung von Implantaten aus Titanlegierungen, Edelstahl oder PEEK verwendet. Der Schnittwinkel beträgt 15° – 30° und die Toleranz $\pm 0,002$ mm, um individuellen medizinischen Anforderungen gerecht zu werden.

Schleifwerkzeuge

Durchmesser 4–10 mm, mit Mehrkorn- oder Kugelklingenausführung, verwendet zum Schleifen von Knochenoberflächen, zur Orthesenbearbeitung und zur Vorbehandlung von Gelenkersatz, Schnittgeschwindigkeit 20–50 m/min, Oberfläche $Ra \leq 0,05$ Mikrometer, ausgestattet mit hochverschleißfester Beschichtung.

Ophthalmisches Skalpell

Der Durchmesser beträgt 0,1–1 mm, die Klinge hat ein ultrafeines einschneidiges oder Mikroring-Design und wird speziell zum Schneiden von Katarakten, für Hornhauttransplantationen und Glaskörperoperationen verwendet. Der Schnittwinkel beträgt 5° – 15° und der Klingen- $Ra \leq 0,005$ Mikrometer, wodurch minimale Gewebeschäden gewährleistet werden.

Gefäßschneider

Der Durchmesser beträgt 0,3–1,2 mm, die Klinge hat eine ultradünne gerade Klinge oder ein hakenförmiges Design, geeignet für Herz-Kreislauf-Chirurgie und Gefäßbypass-Transplantationen,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

der Schnittwinkel beträgt 10° – 20° , die Oberfläche ist speziell mit einer antithrombotischen Beschichtung versehen und die Toleranz beträgt $\pm 0,001$ mm.

Taschentuch-Schnitzmesser

Der Durchmesser beträgt 1–4 mm, die Klinge hat einen Kugelkopf oder eine flache Ausführung und wird speziell für die plastische Chirurgie, Weichteilformung und Tumorresektion verwendet. Der Schnittwinkel beträgt 15° – 25° , wodurch Schnittkraft und Gewebeschutz optimiert werden. Häufig wird eine TiN- Beschichtung verwendet.

Knochenschraubenbohrer

Der Durchmesser beträgt 1,5–3,5 mm, die Klinge hat ein spiralförmiges oder gestuftes Design und wird speziell zum Vorbohren orthopädischer Fixationsschrauben und zur internen Frakturfixierung verwendet. Der Schnittwinkel beträgt 15° – 20° , die Tiefe wird auf 10–30 mm begrenzt und das Gerät ist äußerst langlebig.

Arthroskopische Instrumente

Der Durchmesser beträgt 0,8–2 mm, die Klinge hat eine Mikrokugelkopf- oder Spatenform, ist für die Knie- und Schulterarthroskopie geeignet, der Schnittwinkel beträgt 10° – 20° , ist mit einem Spülkanal ausgestattet und die Toleranz beträgt $\pm 0,0005$ mm.

Wirbelsäulenskalpell

Der Durchmesser beträgt 2–6 mm und die Klinge hat ein individuelles Mehrklingen- oder gezacktes Design, das speziell für die Wirbelsäulenfusion und Diskektomie verwendet wird, mit einem Schnittwinkel von 20° – 30° , geeignet für harte Wirbelsäulenmaterialien und einer Lebensdauer von bis zu 60–90 Stunden.

4. Herstellungsprozess

4.1 Rohstoffaufbereitung

Medizinisches Wolframkarbid (WC)-Pulver mit ultrahoher Reinheit und Kobalt (Co)-Pulver werden proportional gemischt (Genauigkeit $\pm 0,05$ %), die Partikelgröße wird auf 0,2–0,8 Mikrometer kontrolliert und Titankarbid (TiC, 0,5–1 %) oder Niobkarbid (NbC, 0,5–1 %) wird zur Leistungssteigerung hinzugefügt. Eine Hochenergie-Kugelmühle (Geschwindigkeit 100–150 U/min, Zeit 24–36 Stunden) wird zum Nassmischen verwendet und medizinisches Ethanol wird als Dispergiermittel hinzugefügt, um die Gleichmäßigkeit des Pulvers zu gewährleisten (Segregation $< 0,5$ %). Die Partikelgrößenverteilung wird mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator ermittelt und der Schwermetallgehalt wird mittels induktiv gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) analysiert. Die Abweichung wird auf $\pm 0,01$ % kontrolliert, was den FDA-Standards entspricht.

4.2 Pressen

Die hydraulische Presse formt mit einem Druck von 200–250 MPa den Klingenhohlkörper mit einer Dichte von 14,8–15,2 g/cm³. Zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit wird kalisostatisches Pressen (CIP, Druck 200–250 MPa, Dauer 10–15 Minuten) eingesetzt. Die Form besteht aus medizinischem Edelstahl (Härte HRC 50–55) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm. Laserschneiden und Funkenerosion gewährleisten die Präzision der Klingengestaltung. Die Dichte des Rohlings wird mit der archimedischen Methode gemessen (Fehler $< 0,05$ g/cm³), und die innere Porosität wird

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mikroskopisch überprüft ($<0,3\%$).

4.3 Hochtemperatursintern

In einem Vakuumofen (Druck 10^{-3} Pa) oder in einer Argonatmosphäre beträgt die Temperatur 1400–1600 °C für 10–12 Stunden und wird stufenweise (50 °C pro Stunde, 300–600 °C in der Vorwärmphase) erhöht, um flüchtige Bestandteile zu entfernen. Heißisostatisches Pressen (HIP, Druck 150–200 MPa) wird eingesetzt, um Mikrodefekte zu beseitigen, die Korngröße auf 0,2–0,8 Mikrometer zu kontrollieren und die Mikrohärtigkeit gleichmäßig zu verteilen (Standardabweichung <40 HV). Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert die Mikrostruktur, und ein Vickers-Härteprüfgerät prüft die Härte (HV 1800–2000).

4.4 Nachbearbeitung

Das Außendrehen erfolgt mit CBN-Werkzeugen mit einer Rundlaufgenauigkeit $<0,005$ mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,1$ Mikrometer. Die Klinge wird auf einer hochpräzisen fünfachsigem CNC-Schleifmaschine (Genauigkeit $\pm 0,001$ mm) mit einem Kantenprofilfehler $<0,002$ mm und einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 0,01$ Mikrometer bearbeitet. Hochglanzpolieren erfolgt mit Diamantschleifmitteln der Körnung W0,1–W0,5 (Kantenrauheit $R_a \leq 0,005$ Mikrometer), elektrolytisches Polieren (Stromdichte 0,05–0,1 A/cm²) zur Entfernung mikroskopisch kleiner Grate. Die Klingenspitze ist abgeschrägt (0,02–0,1 mm, Winkel 10°–15°), um die Widerstandsfähigkeit gegen Kanteneinbrüche zu erhöhen. Die Klingengeometrie wird mit einem Laserinterferometer kalibriert.

4.5 Beschichtungsbehandlung

Die Beschichtung erfolgt mittels eines medizinisch geeigneten PVD-Verfahrens (Druck 10^{-3} Pa, Temperatur 350–450 °C, Abscheidungsrate 0,1–0,2 µm/h). Zu den Beschichtungsarten gehören TiN (Dicke 1–3 µm, Härte 2500 HV) oder ZrN (Dicke 1–2 µm, Härte 2300 HV). Diese gewährleisten Korrosionsbeständigkeit und Biokompatibilität, reduzieren den Reibungskoeffizienten ($<0,3$) und erhöhen die Lebensdauer um 30–50 %. Die Gleichmäßigkeit der Beschichtung wird mittels Rasterelektronenmikroskopie (SEM) geprüft, und Härte und Haftung (>70 N) werden mittels Nanoindentierung mit einer Dickenabweichung von $<0,2$ µm getestet. Die Beschichtung ist steril und entspricht der ISO-Norm 10993.

4.6 Prüfung und Verpackung

Die Werkzeugprofilgenauigkeit und der geometrische Fehler ($<0,002$ mm) werden mit einem Koordinatenmessgerät (KMG) überprüft, und die Unwucht (<2 g·mm/kg) wird mit einer dynamischen Auswuchtmaschine korrigiert. Es werden Sterilitätstests (SAL 10^{-6}) durchgeführt und eine Sterilisation mit Gammastrahlen oder Ethylenoxid durchgeführt. Vakuumverpackung verhindert Oxidation und Kontamination. Werkzeugtyp, Durchmesser, Anzahl der Klingen, Chargennummer und Sterilitätskennzeichnung werden zur Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit lasergraviert.

5. Technische Parameter

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Härte: Substrat HV 1800–2000, beschichtet 2300–2500 HV.

Hitzebeständigkeit: 300–800 °C. Schnittgeschwindigkeit (Vc): Knochen 20–80 m/min, Titanlegierung 30–120 m/min, Polymer 50–150 m/min.

Vorschub (fz): 0,005–0,03 mm/Zahn. Schnitttiefe (ap): 0,01–3 mm. Toleranz: Profilgenauigkeit $\pm 0,005$ mm, Oberflächenrauheit $\pm 0,002$ mm. Oberflächenrauheit: Ra 0,02–0,1 Mikrometer.

6. Anwendungsszenarien

6.1 Orthopädische Chirurgie

Bearbeitung von Hüftimplantaten und Knochenplatten, üblicher Durchmesser 2–6 mm, Tiefe 10–30 mm. Ein orthopädisches Unternehmen verwendet ein medizinisches Hartmetallwerkzeug mit 4 mm Durchmesser zum Schneiden von Hüftgelenken aus Titanlegierungen. Schnittgeschwindigkeit 60 m/min, Vorschub 0,01 mm/Zahn, Konturfehler nach der Bearbeitung $< 0,002$ mm, Ra 0,03 μm , Standzeit 70 Stunden, gemäß FDA-Standards. Hohe Präzision und Langlebigkeit sind erforderlich. Spülkanäle (3 bar) werden unterstützt.

6.2 Neurochirurgie

Schädelbohrungen und Mikroimplantate werden bearbeitet. Üblicher Durchmesser: 0,5–2 mm, Tiefe: 5–15 mm. Ein neurochirurgisches Krankenhaus verwendet ein medizinisches Hartmetallwerkzeug mit 1 mm Durchmesser zum Bohren des Schädels. Schnittgeschwindigkeit: 40 m/min, Vorschub: 0,008 mm/Zahn. Die Lochdurchmessertoleranz beträgt nach der Bearbeitung $\pm 0,0005$ mm, Ra: 0,02 μm , die Standzeit: 50 Stunden. Hohe Präzisionsanforderungen werden erfüllt. Miniaturisierung und Sterilität sind erforderlich. Üblicherweise wird eine TiN- Beschichtung verwendet.

6.3 Zahnchirurgie

Bei der Bearbeitung von Zahnwurzeln und Implantaten liegen die üblichen Durchmesser bei 1–3 mm und die Tiefe bei 5–20 mm. Eine Zahnklinik verwendet zum Schneiden von Zahnwurzeln ein medizinisches Hartmetallwerkzeug mit 2 mm Durchmesser. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 50 m/min, der Vorschub 0,01 mm/Zahn, der Konturfehler nach der Bearbeitung $< 0,001$ mm, der Ra-Wert 0,025 μm und die Standzeit des Werkzeugs betragen 60 Stunden. Die Einhaltung der Biokompatibilitätsstandards ist erforderlich. Hohe Oberflächengüte und Korrosionsbeständigkeit sind erforderlich.

6.4 Minimalinvasive Chirurgie

Bearbeitung von Weichgewebe und Mikrokanälen, üblicher Durchmesser 0,5–1,5 mm, Tiefe 2–10 mm. Ein Zentrum für minimalinvasive Chirurgie verwendet medizinische Hartmetallwerkzeuge mit 0,8 mm Durchmesser zum Schneiden von Weichgewebe. Schnittgeschwindigkeit 30 m/min, Vorschub 0,005 mm/Zahn, Schnittbreitentoleranz $\pm 0,0005$ mm nach der Bearbeitung, Ra 0,02 μm , Werkzeugstandzeit 45 Stunden, um minimale Traumata zu gewährleisten. Hohe Präzision und eine sterile Umgebung sind erforderlich.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.5 Implantatherstellung

Bearbeitung kundenspezifischer Implantate aus Titanlegierungen, üblicher Durchmesser 3–8 mm, Tiefe 15–40 mm. Ein Implantathersteller verwendet medizinische Hartmetallwerkzeuge mit 5 mm Durchmesser zur Bearbeitung von Schädelimplantaten. Schnittgeschwindigkeit 70 m/min, Vorschub 0,012 mm/Zahn, Konturfehler nach der Bearbeitung <0,002 mm, Ra 0,03 µm, Standzeit 80 Stunden, Jahresproduktion 100.000 Stück, gemäß ISO 13485. Hohe Haltbarkeit und Biosicherheit sind erforderlich.

6.6 Orthopädische Chirurgie

Bearbeitung von Knochenorthesen, üblicher Durchmesser 4–10 mm, Tiefe 20–50 mm. Ein Hersteller orthopädischer Geräte verwendet ein medizinisches Hartmetallwerkzeug mit 6 mm Durchmesser zum Schneiden von Knochenklammern. Schnittgeschwindigkeit 60 m/min, Vorschub 0,015 mm/Zahn, Konturfehler nach der Bearbeitung <0,003 mm, Ra 0,04 Mikrometer, Standzeit 75 Stunden, Jahresproduktion 50.000 Stück, Unterstützung des chirurgischen Roboterbetriebs. Hohe Stabilität und Spüldesign (5 bar) sind erforderlich.

6.7 Augenchirurgie

Bei der Bearbeitung von Brillengläsern und Hornhäuten liegen die üblichen Durchmesser bei 0,1–1 mm und die Tiefe bei 1–5 mm. Eine Augenklinik verwendet ein medizinisches Hartmetallwerkzeug mit 0,5 mm Durchmesser zum Schneiden von Katarakten. Mit einer Schnittgeschwindigkeit von 20 m/min, einem Vorschub von 0,003 mm/Zahn, einer Schnitttoleranz von ±0,0003 mm nach der Bearbeitung, einem Ra von 0,01 Mikrometer und einer Standzeit von 40 Stunden erfüllt es hohe Präzisionsanforderungen. Ultraminiaturisierung und Sterilität sind dabei Voraussetzung.

6.8 Herz-Kreislauf-Chirurgie

Bei der Bearbeitung von Gefäßstents und Bypässen liegen die üblichen Durchmesser bei 0,3–1,2 mm und die Tiefe bei 2–8 mm. Ein Herz-Kreislauf-Zentrum verwendet medizinische Hartmetallwerkzeuge mit einem Durchmesser von 0,8 mm zum Schneiden von Blutgefäßen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 30 m/min, der Vorschub 0,005 mm/Zahn, die Schnitttoleranz nach der Bearbeitung beträgt ±0,0005 mm, der Ra-Wert 0,015 Mikrometer und die Standzeit des Werkzeugs beträgt 50 Stunden, um die antithrombotischen Eigenschaften zu gewährleisten.

Die CTIA GROUP verfügt über 30 Jahre Erfahrung in der Hartmetallherstellung und hat eine Vielzahl leistungsstarker Hartmetallprodukte entwickelt und produziert. Damit erfüllen wir die hohen Anforderungen von Zehntausenden Kunden aus den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt, Energie, Bergbau, Elektronik, Automobil, Chemie, Militär und anderen Branchen. Benötigen Sie medizinisch-chirurgische Instrumente aus Hartmetall? Wir bieten Ihnen präzise, effiziente und hochwertige maßgeschneiderte Lösungen!

Kontaktieren Sie uns, um die neuesten Brancheninformationen zu erhalten und exklusive Lösungen anzupassen:

☎ Tel.: +86 592 5129696 ✉ E-Mail: sales@chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



Inhaltsverzeichnis

Teil 4: Klassifizierung und Anwendungsgebiete von Hartmetall

Kapitel 11 Hartmetall-Schneidwerkzeuge und -Verarbeitung

11.0 Hartmetall-Schneidwerkzeuge und -Verarbeitung

11.0.1 Was ist Schneiden?

11.0.2 Was sind Hartmetall-Schneidwerkzeuge?

11.0.3 Was sind Schneidwerkzeuge aus Hartmetall?

(1) Hartmetall-Drehwerkzeuge (

2) Hartmetall-Fräser (3) Hartmetall-Bohrer (4) Hartmetall-Ausdrehwerkzeuge (5) Hartmetall-Reibahlen (6) Hartmetall-Räumnadeln (7) Hartmetall-Umformwerkzeuge (8) Spezielle

Hartmetall-Schneidwerkzeuge (8.1)

Nano-Hartmetall-Schneidwerkzeuge

(8.2) Werkzeuge aus Hartmetall-Verbundwerkstoffen (8.3) Werkzeuge aus superhartem

Hartmetall (8.4) Hartmetall-Mikrowerkzeuge (8.5) Werkzeuge aus superhartem Material für PKD-Schneiden (8.6) Mit Hartmetall beschichtete Schneidwerkzeuge (8.7) Schneidwerkzeuge aus

Hartmetall für die Bearbeitung von Verbundwerkstoffen in der Luftfahrt (z. B.

Tragflächenbeplankung) (8.8) Schneidwerkzeuge aus Hartmetall für elektronische

Mikroschaltkreisplatinen (z. B. Chipsubstrate) (8.9) Werkzeuge zum Bohren von Mikrolöchern für medizinische Geräte (z. B. orthopädische Implantate) (8.10) Medizinisch-chirurgische Werkzeuge

aus Hartmetall 11.0.4 Welche Bearbeitungsobjekte eignen sich für Hartmetall-Schneidwerkzeuge?

11.1 Geometrische Parameter von Hartmetallwerkzeugen

11.1.1 Geometrische Parameter und Schneidkantenoptimierung

11.1.2 Leistungsfähigkeit beschichteter Werkzeuge (PVD, CVD)

11.2 Schneidleistung

11.2.1 Hochgeschwindigkeitsschneiden (>1000 m/min)

11.2.2 Verschleißfestigkeit und Standzeit (>10 Stunden)

11.3 Verarbeitungsobjekt

11.3.1 Stahl, Gusseisen und schwer zu verarbeitende Werkstoffe (Ti-Legierungen)

11.3.2 Verbundwerkstoffe und superharte Werkstoffe

11.4 Fehleranalyse und Verbesserung

11.4.1 Werkzeugverschleiß (Kollision, Freiflächenverschleiß)

11.4.2 Optimierungsstrategie (Korngröße, Schichtdicke)

Verweise

Anhang:

Kurze Einführung in den Hartmetall-Werkzeugbeschichtungsprozess

Vergleich der PVD- und CVD-beschichteten Werkzeugtechnologie

Vergleich der Hartmetall- und Superhartstofftechnologie

Geometrische Parameter und Optimierung von Hartmetallwerkzeugen

Hartmetall-Drehwerkzeuge

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

ISO 513:2012 Klassifizierung und Anwendung von Hartstoffen und hartstoffbeschichteten
Schneidwerkzeugen
Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe für die spanende Bearbeitung mit definierten
Schneiden — Bezeichnung der Hauptgruppen und Anwendungsgebiete
GB/T 2073-2013
Hartmetall-Drehwerkzeuge Hartmetall-Drehwerkzeuge
GB/T 1800.1-2009 Toleranzen und Passungen Teil 1: Grundlagen und zugehörige Begriffe von
Toleranzzonen
Toleranzen und Passungen
— Teil 1: Grundsätze der Toleranzzonen und verwandte Begriffe
GB/T 2072-2006 Technische Spezifikationen für Hartmetall
Technische Bedingungen für Hartlegierungen
GB/T 5319-2017 Geometrische Parameter und Winkel von Drehwerkzeugen
Geometrische Parameter und Winkel von Drehwerkzeugen
ISO 513:2012 Klassifizierung und Anwendung von Hartstoffen und hartstoffbeschichteten
Schneidwerkzeugen
Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe zur Zerspanung mit definierten Schneiden –
Bezeichnung der Hauptgruppen und Anwendungsgebiete
Hartmetallfräser
Was sind Hartmetall-Schaftfräser?
Was ist ein Hartmetall-Planfräser?
Was ist ein Hartmetall-Kugelfräser?
Was ist ein Hartmetall-Profilfräser?
Was ist ein Hartmetall-Schrupfräser?
Was ist ein Hartmetall- Schlichtfräser?
Was sind die chinesischen Standards für Hartmetallfräser?
JB/T 8776-2018 Hartmetall-Kreisfräser für die Holzbearbeitung
Hartmetall-Kreisbogenfräser für die Holzbearbeitung
Was ist ein Hartmetall-Bogenfräser für die Holzbearbeitung?
JB/T 7966.1-2014 Gesenkfräser Teil 1: Allgemeines
Formfräser – Teil 1: Allgemeine Regeln
Was ist ein Hartmetall -Gesenkfräser ?
JB/T 13685-2020 Vollhartmetall-Gewindefräser
Integrierte Gewindefräser aus Hartmetall
Was ist ein Gewindefräser aus Vollhartmetall ?
JB/T 11744-2013 Vollhartmetall-Schaftfräser mit Wellenkante an der Rückseite
Integrierte Hartmetall-Schaftfräser mit rückseitiger Wellenkante
Was ist ein Vollhartmetall-Schaftfräser mit rückseitiger Wellenkante ?
JB/T 7972-1999 Hartmetall-Schaftfräser mit Schrägverzahnung und konischem Schaft
Hartmetall-Schaftfräser mit spiralförmigem Kegelschaft
Was ist ein Hartmetall-Schaftfräser mit spiralförmigem Kegelschaft ?
JB/T 7971-1999 Hartmetall-Schrägzahnfräser mit geradem Schaft

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Spiralförmige Schaftfräser aus Hartmetall mit geradem Schaft

Was ist ein Spiral-Hartmetall-Schaftfräser mit geradem Schaft ?

GB/T 6120-2012 Sägeblattfräser

Schlitzsägen

GB/T 14301-2008 Vollhartmetall-Sägeblattfräser

Integral-Hartmetall-Schlitzsägen

Was ist ein Vollhartmetall-Sägeblattfräser ?

GB/T 10948-2006 Hartmetall-T-Nutenfräser

Hartmetall-T-Nutenfräser

Was ist ein Hartmetall-T-Nutenfräser ?

GB/T 25992-2010 Abmessungen von Vollhartmetall- und Keramik-Kugelpkopfräsern mit geradem Schaft

Abmessungen von Integralkarbid und Keramik

Kugelpkopfräser mit geradem Schaft

Was ist ein Vollhartmetall-Kugelpkopfräser mit geradem Schaft ?

GB/T 16770.1-2008 Vollhartmetall-Schaftfräser mit geradem Schaft Teil 1: Typen und Abmessungen

Integral-Hartmetall-Schaftfräser mit geradem Schaft – Teil 1: Typen und Abmessungen

Was ist ein Vollhartmetall-Schaftfräser mit Zylinderschaft?

GB/T 16456.3-2008 Hartmetall-Spiralzahnfräser Teil 3: Typen und Abmessungen von Schaftfräsern mit Morsekegel

Spiralfräser aus Hartmetall – Teil 3: Schaftfräser mit Morsekegel – Typen und Abmessungen

Was ist ein Hartmetall-Schaftfräser mit Schrägverzahnung ?

Was ist ein Hartmetall-Schaftfräser mit Morsekegel ?

GB/T 16456.1-2008 Hartmetall-Schaftfräser mit Spiralverzahnung Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Spiralschaftfräser aus Hartmetall – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

GB/T 16456.2-2008 Hartmetall-Schaftfräser mit Spiralverzahnung Teil 2: 7:24 Schaftfräser mit Kegelschaft Typen und Abmessungen

Spiralschaftfräser aus Hartmetall – Teil 2: Schaftfräser mit 7:24-Kegelschaft – Typen und Abmessungen

Was ist ein Hartmetall-Schaftfräser mit Spiralverzahnung und konischem Schaft ?

ISO 15641:2001 Fräswerkzeuge für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung – Sicherheitsanforderungen

Fräser für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung — Sicherheitsanforderungen
Hartmetallbohrer

Was ist ein Hartmetall-Spiralbohrer ?

Was ist ein Hartmetall-Tieflochbohrer ?

Was ist ein Hartmetall-Stufenbohrer ?

Was sind Hartmetall-Bohrwerkzeuge?

Was ist ein Hartmetall-Einschneidbohrwerkzeug?

Was ist ein Hartmetall-Mehrschneiden-Bohrwerkzeug?

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com

Was ist ein verstellbares Hartmetall-Bohrwerkzeug?
Was sind Hartmetall-Reibahlen?
Was ist eine Hartmetall-Reibahle mit gerader Schneide?
Was ist eine Hartmetall-Spiralkanten-Reibahle?
Was ist eine verstellbare Hartmetall-Reibahle?
Was sind Hartmetall- Räumnadeln?
Was sind Hartmetall-Umformwerkzeuge?
Was ist ein Hartmetall-Umformdrehwerkzeug?
Was ist ein Hartmetall-Profilfräser?
Was sind Nanokarbid-Schneidwerkzeuge?
Was sind Hartmetall-Verbundwerkzeuge?
Was sind Hartmetall-Mikrowerkzeuge?
Was sind hartmetallbeschichtete Schneidwerkzeuge?
Was sind medizinische Operationsmesser aus Hartmetall?

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

30 years of experience: We are well versed in cemented carbide production and processing , with mature and stable technology and continuous improvement .

Precision customization: Supports special performance and complex design , and focuses on customer + AI collaborative design .

Quality cost: Optimized molds and processing, excellent cost performance; leading equipment, RMI, ISO 9001 certification.

Serving Customers

The products cover cutting, tooling, aviation, energy, electronics and other fields, and have served more than 100,000 customers.

Service Commitment

1+ billion visits, 1+ million web pages, 100,000+ customers, and 0 complaints in 30 years!

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版
www.ctia.com.cn

电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com