

Wolframhartmetall

Umfassende Untersuchung physikalischer und chemischer Eigenschaften, Prozesse und Anwendungen

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.

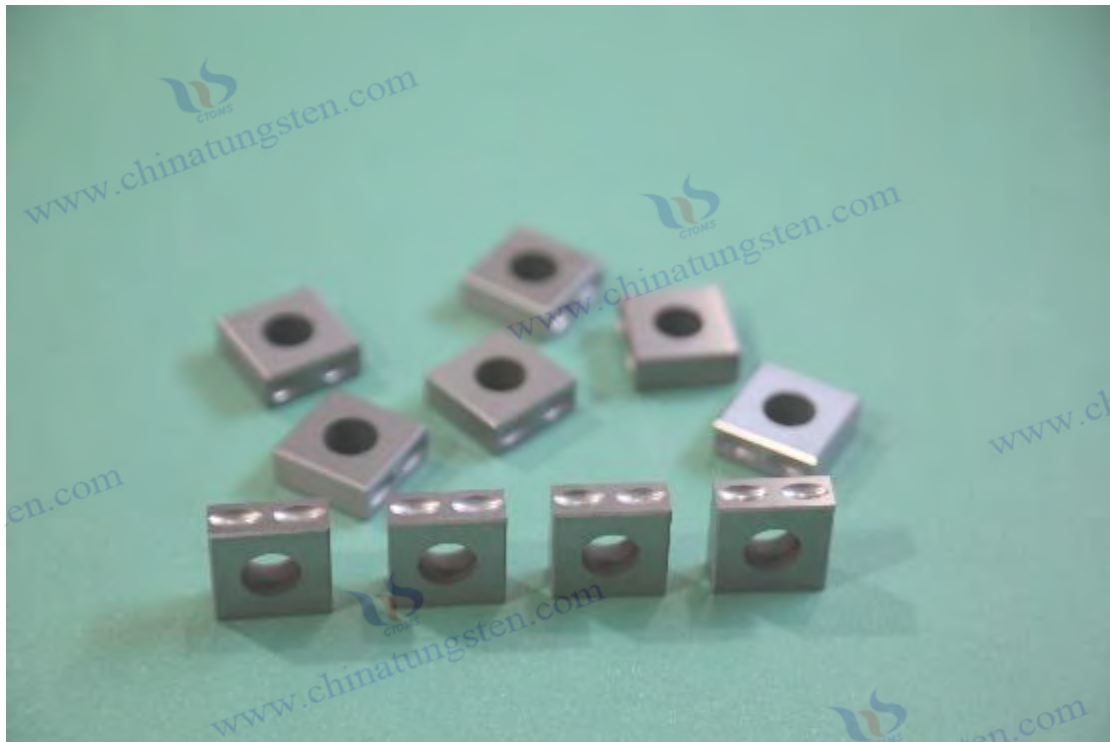
Dr. Hanns und sein Team bei der CTIA GROUP haben auf der Grundlage ihrer über 30-jährigen Branchenerfahrung auch Fachwissen, Technologien, Wolframpreise und Markttrendanalysen in Bezug auf Wolfram, Molybdän und Seltene Erden verfasst und veröffentlicht und geben diese kostenlos an die Wolframbranche 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



Sequenz

KI-gesteuerte Hochentropie von Hartmetall Und der Entwicklungstrend der Chargennummer von Hartmetallsorten Der Evolutionstrend der KI-gesteuerten Hochentropisches Hartmetall (HECC) und Chargenspezifische Hartmetallsorte (BSCCG)

1. Einleitung

Hartmetall besteht hauptsächlich aus Wolframkarbid (WC), kombiniert mit Kobalt (Kobalt), Nickel (Ni) und anderen Bindungsphasen. Aufgrund seiner hervorragenden mechanischen Eigenschaften (Härte 1500–2200 HV, Verschleißfestigkeit $<0,05 \text{ mm}^3/\text{h}$) und chemischen Stabilität (Korrosionsbeständigkeit $<0,02 \text{ mm/Jahr}$, pH 2–12) findet es breite Anwendung in der Luft- und Raumfahrt, der Präzisionsfertigung, der erneuerbaren Energie und der Spitzentechnologie. Die rasante Entwicklung von Künstlicher Intelligenz (KI), industriellem Internet, 5G/6G-Hochgeschwindigkeitsdatenübertragung sowie Big Data und Cloud Computing hat der Entwicklung und Klassifizierung von Hartmetallsorten neue Impulse verliehen und insbesondere die Entwicklung von „**Hochentropie-** Hartmetall (HE CC) “ und „Chargenspezifischen Hartmetallsorten (BS CC G)“ vorangetrieben. Diese Konzepte wurden erstmals von der CTIA GROUP LTD vorgeschlagen. Hochentropie durchbricht die Leistungsgrenze durch die Konstruktion von Mehrkomponentenlegierungen, und Chargenfertigung ermöglicht durch dynamische Optimierung eine individuelle Anpassung. Dieser Artikel wurde von einem Expertenteam von China Tungsten Online verfasst, das seit 30 Jahren intensiv in der Wolfram-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

basierten Werkstoffindustrie tätig ist und sich auf kundenspezifisches Design und Produktion konzentriert. Der Artikel konzentriert sich auf den Entwicklungstrend von Hochentropie und Chargenfertigung von Hartmetall mithilfe von KI, analysiert dessen technische Mechanismen und Eigenschaften und kombiniert elektrische Steckverbinder aus der Luft- und Raumfahrt, die Bearbeitung von Mikrobohrungen in Präzisionsformen, Bipolarplatten für Brennstoffzellen und zukünftige Spitzenanwendungen aus Wissenschaft und Technologie, um Leistungsanpassung und Anwendung zu untersuchen. Perspektiven und bewerten Sie die damit verbundenen Herausforderungen und Innovationspfade.

Die Hartmetallindustrie steht derzeit vor der Herausforderung komplexer Güteklassensysteme. Verschiedene Hartmetallhersteller verfügen über eigene Güteklassensysteme. Gleichzeitig gibt es international anerkannte Güteklassenstandards (wie die ISO 513-Klassifizierung). Auch europäische, amerikanische, japanische und koreanische Länder haben eigene Güteklassenspezifikationen entwickelt, wie beispielsweise ANSI in den USA, JIS in Japan und DIN in Deutschland. Diese Vielfalt ist zwar auf technische Vertraulichkeit und individuelle Bedürfnisse zurückzuführen, bringt aber Probleme für Markt und Kunden mit sich. Güteklassenunterschiede erschweren die Bedarfsdeckung und die optimale Abstimmung von Leistung und Produktionskapazität, was die Entwicklung maßgeschneiderter Hartmetalle einschränkt. Die hohe Entropie von Hartmetall bildet die technische Grundlage für die Güteklassendosierung durch Verbesserung der Leistungsgrenze. Gleichzeitig passt die Dosierung die Formel dynamisch an die sich in Echtzeit ändernden Anforderungen und das Feedback der Anwendungsdaten im KI-Ökosystem an und ermöglicht so die vollständige Anpassung von Inhaltsstoffen, Prozessparametern sowie Verpackung und Transport am Produktionsende. Die beiden sind eng miteinander verbunden und fördern gemeinsam den Übergang der Hartmetallindustrie in Richtung Intelligenz und Anpassung.

2. Technischer Hintergrund

2.1 Anwendung künstlicher Intelligenz im Materialdesign

unterstützt Hochentropie- und Batch-Design von Hartmetall durch maschinelles Lernen (ML), Deep Learning (DL) und generative Modelle (wie Generative Adversarial Networks, GAN). KI verarbeitet mehrdimensionale Datensätze (wie Korngröße $0,1\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$, Bindungsphasenverhältnis $6\text{--}20\text{ }\%$, Arbeitsparameter) und prognostiziert Leistungsindikatoren (wie Härtefehler $< 5\text{ }\%$, Zähigkeit $1020\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, Korrosionsbeständigkeit $< 0,02\text{ mm/Jahr}$). Beispielsweise wird die WC-Co-Formel auf Grundlage von Convolutional Neural Networks optimiert und der F&E-Zyklus um $60\text{ }\%$ verkürzt. Generative KI generiert Hochentropie-Legierungsformeln aus historischen Daten (wie WCCo- und WCNi- Bibliotheken) und optimiert die Hochtemperatur-Verschleißfestigkeit um $15\text{ }\%$. Der Wissensgraph integriert Daten der Industriekette (wie etwa die Reinheit von Wolframpulver von $99,9\text{ }\%$ bis $99,95\text{ }\%$, Prozessparameter), um eine geschlossene Kreislaufoptimierung zu erreichen, die Effizienz zu verbessern und die Grundlage für hohe Entropie und Batch- Design zu legen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2.2 Industrielles Internet und Echtzeit-Dateninteraktion

baut ein datengesteuertes Ökosystem durch Sensoren des Internets der Dinge (IoT), Edge Computing und Cloud Computing auf. Sensoren erfassen Parameter (wie Sintertemperatur $1350\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, Druck $100 - 150\text{ MPa}$), Edge Computing verarbeitet Hochfrequenzdaten (Korngröße $0,1 - 0,5\text{ }\mu\text{m}$, 1 Hz) und Cloud Computing unterstützt umfangreiche Analysen. Diese Echtzeit-Interaktion macht die Produktion transparent und unterstützt dynamische Anpassungen (wie H_2 -Atmosphäre $5 - 10\%$, Taupunkt usw.). In der Zusammenarbeit der industriellen Kette liefern Lieferanten Wolframpulverpartikelgrößen (wie $D50\ 0,1 - 0,3\text{ }\mu\text{m}$), Hersteller optimieren Prozesse und Benutzer geben Feedback zu den Arbeitsbedingungen (wie Schnittgeschwindigkeit 200 m/min), wodurch die Reaktionszeit der Lieferkette um 20% verkürzt wird.

2.3 Gemeinsame Stärkung von 5G/6G-Netzwerken

5G-Netzwerke (Latenz $<1\text{ ms}$, Bandbreite $>10\text{ Gbit/s}$) und 6G-Netzwerke (Latenz $<0,1\text{ ms}$, Bandbreite $>100\text{ Gbit/s}$), die 2030 kommerzialisiert werden sollen, bieten eine effiziente Kommunikation. 5G/6G unterstützt den Datenaustausch in der Industriekette, etwa wenn Lieferanten Chargendaten hochladen, Hersteller Sinterkurven ($1400\text{ }^{\circ}\text{C}$, 10^{-3} Pa , Sinterzeit usw.) zurückmelden und Benutzer Arbeitsbedingungen ($50 - 800\text{ }^{\circ}\text{C}$, 100 MPa) bereitstellen. Diese Kommunikation mit geringer Latenz ermöglicht es KI, Hochentropie-Legierungsformeln (wie $\text{WC-}10\%\text{ Co} + 0,2\%\text{ TaC}$) oder Chargenanpassungen rasch zu optimieren, und die regionsübergreifende Zusammenarbeit beim Design verkürzt die Lieferzyklen um $25 - 30\%$, wodurch die Effizienz der Hochentropie- und Chargenimplementierung verbessert wird.

Rechenunterstützung für Big Data und Cloud Computing

Big Data integriert interne Daten (Produktionsprotokolle, Testergebnisse) und externe Daten (Markttrends, ISO 45001-Standards), um Materialien für das KI-Training bereitzustellen. Cloud Computing unterstützt hochparalleles Computing, wie etwa das Hochdurchsatz-Screening von Rezepturen ($>10^3$ Kombinationen/Tag) oder die Mehrzieloptimierung (Härte, Verschleißfestigkeit, Kosten). Im Jahr 2025 wird der chinesische Big Data-Markt voraussichtlich 540 Milliarden Yuan erreichen und die Materialforschung und -entwicklung unterstützen. Cloud Computing ermöglicht Simulationen, wie etwa die Vorhersage der Oxidationsbeständigkeit von WC-Legierungen ($<0,02\text{ mg/cm}^2$, $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, Fehler $<5\%$), und liefert damit eine theoretische Grundlage für das Design von Hochentropielegierungen und die hochpräzise Dosierung.

3. Entwicklungstrend und Eigenschaften von Hartmetall

Die Synergie von KI, industriellem Internet, 5G/6G und Big Data/Cloud Computing hat die Entwicklung der Hochentropie- und Serienproduktion von Hartmetall maßgeblich geprägt. Als Expertenteam, das sich seit 30 Jahren auf die kundenspezifische Produktion von Wolfram-basierten Werkstoffen konzentriert, haben wir den Wandel vom traditionellen Formeldesign hin zu KI-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

getriebener Innovation miterlebt. Diese Trends verbessern nicht nur die Materialleistung, sondern bieten auch maßgeschneiderte Lösungen für die High-End- Fertigung. Nachfolgend eine detaillierte Analyse:

3.1 Intelligent Design: Revolutionärer Fortschritt durch Daten

das Hochentropielegierungen und Chargenformulierungen durch Datenanalyse aus mehreren Quellen optimiert . KI-Modelle wie Random Forests oder Support Vector Machines integrieren Kristallphasenstruktur , Wärmebehandlungsparameter und Arbeitsbedingungsdaten, um Leistungsindikatoren vorherzusagen. Beispielsweise kann das anhand historischer Daten trainierte Modell den Vorhersagefehler der Härte von WC-Co-Legierungen auf ± 50 HV begrenzen, wodurch der Konstruktionszyklus im Vergleich zu herkömmlichen Methoden um etwa 50 % verkürzt wird. Generative KI durchbricht die Routine noch weiter und wählt durch generative kontradiktorische Netzwerke (GAN) Hochentropielegierungsformulierungen aus Tausenden von Formulierungen aus. Beispielsweise werden zu Legierungen auf WCNi- Basis 0,1–0,3 Gew.- % NbC hinzugefügt , wodurch die Korrosionsbeständigkeit um 10 % verbessert wird, was sich besonders für neue Energieanlagen in säurehaltigen Umgebungen eignet. Außerdem gleicht die Wissensgraphentechnologie Benutzeranforderungen (wie hohe Leitfähigkeit von Luftfahrtsteckern >90 % IACS) mit Materialeigenschaften ab, empfiehlt die optimale Formulierung und verkürzt die Reaktionszeit um 40 %. Dieses intelligente Design beschleunigt nicht nur Forschung und Entwicklung, sondern bietet auch theoretische Unterstützung für hohe Entropie, und die Serienproduktion profitiert davon, wodurch ein nahtloser Übergang von der Standardisierung zur Personalisierung erreicht wird. Der Kern des intelligenten Designs besteht darin, die Beschränkungen des traditionellen Markensystems zu durchbrechen, durch KI-Technologie eine präzise Abstimmung von Leistung und Nachfrage zu erreichen und eine Datenbasis für die Umsetzung hoher Entropie und Serienproduktion bereitzustellen .

3.2 Flexible Fertigung: Prozessinnovation zur Erfüllung vielfältiger Anforderungen

Flexible Fertigung basiert auf dem industriellen Internet und 5G/6G-Technologie, um eine hochgradig kundenspezifische Produktion in kleinen Chargen zu erreichen und so den vielfältigen Anforderungen von Hartmetall im High-End-Markt gerecht zu werden. Prozessüberwachung in Echtzeit ist der Schlüssel zur flexiblen Fertigung. IoT-Sensoren erfassen präzise Sintertemperatur ($1350\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), Druck (100–150 MPa) und Atmosphärenparameter (wie z. B. H_2 -Gehalt 5–10 %). KI-Algorithmen passen Prozessparameter dynamisch an, um die Konsistenz der Korngröße (0,1–0,5 μm) aufrechtzuerhalten und die Fehlerrate um 15 % zu reduzieren. Rapid-Prototyping-Technologie durchbricht außerdem traditionelle Beschränkungen. Beispielsweise können komplexe geometrische Strukturen von Strömungskanälen für Bipolarplatten von Brennstoffzellen (Toleranz $<\pm 0,004\text{ mm}$) innerhalb weniger Tage fertiggestellt werden, wodurch der Lieferzyklus um 30 % verkürzt und Notfallprojekte stark unterstützt werden. Gleichzeitig ermöglichen 5G/6G-Netzwerke die vor- und nachgelagerte Zusammenarbeit der industriellen Kette. Lieferanten optimieren die Partikelgröße des Wolframpulvers (D50 0,1 μm) , um den Anforderungen der Weiterverarbeitung

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

gerecht zu werden. Hersteller passen die Formel basierend auf Kundenfeedback an (z. B. Schnittgeschwindigkeit 200 m/min), wodurch die Effizienz der Lieferkette um 20 % verbessert wird. Flexible Fertigung bietet eine solide Grundlage für die Probeproduktion kleiner Chargen und die schnelle Iteration von Chargenprodukten aus Hochentropielegierungen. Insbesondere im Kontext diversifizierter Güten können so die Marktanpassungsschwierigkeiten, die durch die Gütesysteme verschiedener Länder und Unternehmen entstehen, effektiv bewältigt werden.

3.3 Hohe Entropie von Hartmetall: ein Durchbruch bei den Leistungsgrenzen

„High -**Entropy** Cemented Carbide“ (HE CC) ist ein innovatives Konzept, das erstmals von der CTIA GROUP LTD vorgeschlagen wurde und darauf abzielt, den Leistungsengpass von herkömmlichem Hartmetall durch die Konstruktion einer mehrkomponentigen Hochentropielegierung zu überwinden.

Hochentropielegierungen (HEA) bestehen aus mehreren Hauptelementen (üblicherweise fünf oder mehr), wobei der Anteil jedes Elements nahe dem äquiatomaren Verhältnis liegt (üblicherweise 5–35 %). Die Gitterverzerrung und -stabilität werden durch eine hohe Mischungsentropie (Entropiewert $> 1,5R$) verbessert. Im Vergleich zu herkömmlichen Legierungen zeichnen sich Hochentropielegierungen durch hervorragende Eigenschaften wie hohe Härte, hohe Zähigkeit, hohe Temperaturbeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit aus und werden häufig in extremen Umgebungen wie der Luft- und Raumfahrt, Tiefseeausrüstung und im Energiebereich eingesetzt. Bei ihrer Entwicklung werden häufig KI und Dichtefunktionaltheorie eingesetzt, um die Leistungsgrenzen herkömmlicher Materialien zu durchbrechen.

Hochentropie nutzt die Durchsatz-Rechenleistung von KI, beispielsweise der Dichtefunktionaltheorie (DFT), um komplexe Formeln wie $WCTiCNbCCo$ (Entropiewert $> 1,5R$) mit Härten bis zu 1800–2200 HV und Zähigkeiten bis zu $15\text{--}20\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ zu entwerfen. Dieses Mehrkomponentendesign verstärkt die Gitterverzerrung durch den Entropiesteigerungseffekt und verbessert so die Hochtemperaturstabilität ($> 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) und Korrosionsbeständigkeit (pH 2–3, $< 0,005\text{ mm/Jahr}$) deutlich. KI-optimierte Funktionsbeschichtungen wie TiN oder NiP reduzieren die Verschleißfestigkeit auf $< 0,015\text{ mm}^3/\text{h}$, die Korrosionsbeständigkeit auf $< 0,005\text{ mm/Jahr}$ und verbessern die Oberflächenleistung um 20 %. In der Praxis zeigen Hochentropielegierungen eine hervorragende Anpassungsfähigkeit. Beispielsweise müssen Bohrkronen für die Tiefseeentwicklung einem Druck von 300 MPa und Seewasserkorrosion (pH 8) standhalten. Die Hochentropieformel weist eine Härte von $> 2200\text{ HV}$ und eine mehr als dreimal längere Lebensdauer auf. Die Hochentropietechnologie fördert nicht nur Spitzenforschung in der Materialwissenschaft, sondern bietet auch zuverlässige Lösungen für extreme Arbeitsbedingungen, beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt oder im Energiesektor. Der Kern der Hochentropietechnologie besteht darin, die Einschränkungen des traditionellen Gütesystems durch Leistungsdurchbrüche zu überwinden, technische Impulse für die Serienproduktion zu liefern und die Anpassung von Hartmetall an ein breiteres Spektrum von Arbeitsbedingungen zu ermöglichen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Es ist zu beachten, dass „**Hartmetall mit hoher Entropie**“ auch als „Hartmetall mit hoher Entropie“ verstanden werden kann, ein Konzept, das mehrstufige Konnotationen und einen dynamischen Entwicklungsprozess enthält. Einerseits zeigt es, dass Hartmetall das traditionelle Formelsystem auf Basis von Wolframnickel (WC-Ni) und Wolframkobalt (WC-Co) durchbrochen und entsprechend den vielfältigen Leistungsanforderungen des Marktes (wie höhere Härte, Verschleißfestigkeit, Korrosionsbeständigkeit oder Hochtemperaturstabilität) schrittweise zusätzliche Elemente wie Tantal (Ta), Niob (Nb), Titan (Ti) oder Chrom (Cr) eingeführt hat, sodass sich seine Zusammensetzung vom traditionellen binären oder ternären System zu einer komplexen Formel mit fünf oder mehr Elementen erweitert hat. Obwohl der Gehalt dieser neu hinzugefügten Elemente möglicherweise nicht das streng definierte äquiomolare Verhältnis (normalerweise 5 % - 35 %) oder die hohe Mischungsentropie (Entropiewert $> 1,5 R$) von Hochentropielegierungen erreicht hat und daher im eigentlichen Sinne nicht vollständig mit Hochentropielegierungen gleichwertig ist, hat dieser Trend der Elementdiversifizierung zweifellos den Grundstein für Leistungsverbesserungen gelegt und das Potenzial von Hartmetall aufgezeigt, sich zu einem Zustand höherer Entropie zu entwickeln.

Andererseits deutet die „**hohe Entropie von Hartmetall**“ auch auf einen allmählichen Transformationsprozess hin, d. h. Hartmetall entwickelt sich allmählich zu einer Legierung mit hoher Entropie. Dieser Prozess umfasst nicht nur die Optimierung der Formel, sondern auch den Produktionsprozess, die Mikrostrukturgestaltung und die Erweiterung der Anwendungsszenarien. Bei diesem Übergang spielen KI-Technologien (wie maschinelles Lernen und Hochdurchsatzrechnen) eine Schlüsselrolle, indem sie die Anpassung der Legierungsformeln durch Simulation und Vorhersage von Wechselwirkungen mehrerer Elemente steuern. Beispielsweise kann die Zugabe von Spurenelementen (wie 0,2 %–0,4 % TaC oder ZrC) die Gitterverzerrung deutlich erhöhen und die Hochtemperaturbeständigkeit oder Oxidationsbeständigkeit verbessern, während die Verarbeitungseigenschaften und die Wirtschaftlichkeit von Hartmetall erhalten bleiben. Diese allmähliche Hochentropie ermöglicht es dem Hartmetall, nach und nach die Eigenschaften von Hochentropielegierungen anzunehmen, wie etwa eine höhere Zähigkeit ($> 15 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$) und eine breitere Anwendbarkeit (etwa in der Tiefsee oder im Weltraum), während gleichzeitig seine ursprünglichen Vorteile (wie etwa eine hohe Härtestabilität im Bereich von 1500–2000 HV) erhalten bleiben.

Dieser Wandel wird zudem durch Marktnachfrage und Technologie vorangetrieben. Beispielsweise müssen elektrische Steckverbinder in der Luft- und Raumfahrt eine hohe Leitfähigkeit ($> 90 \%$ IACS) und Korrosionsbeständigkeit ($< 0,01 \text{ mm/Jahr}$) aufweisen, während Bipolarplatten für Brennstoffzellen hohe Präzision (Toleranz $< \pm 0,004 \text{ mm}$) und Säurebeständigkeit (pH-3-Umgebung) erfordern. Diese Anforderungen haben dazu geführt, dass Hartmetall durch Hochentropietechnologie neue Elemente einführt, um extremen Arbeitsbedingungen gerecht zu werden. Dieser Prozess könnte sich in Zukunft noch weiter beschleunigen. Mit der Weiterentwicklung von 6G-Netzen und Quantencomputing wird KI das Mehrelementverhältnis präziser optimieren und schrittweise den umfassenden Übergang von „Hochentropie-Hartmetall“ zu echten Hochentropie-Legierungen realisieren, wodurch ein qualitativer Sprung in Leistung und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Anwendungsbereich erreicht wird.

3.4 Chargenentwicklung von Hartmetallsorten: Die Zukunft der kundenspezifischen Produktion

Die Hartmetallsorte ist ein standardisiertes Nummerierungssystem zur Identifizierung von Typ und Leistungsfähigkeit von Hartmetallwerkstoffen. Es wird üblicherweise von Unternehmen oder internationalen Normen (wie ISO 513) festgelegt. Es spiegelt die Zusammensetzung der Legierung (wie das WC-Co-Verhältnis), die Leistungsfähigkeit (wie Härte, Verschleißfestigkeit) und Verwendung (wie Schneiden, Formen) wider. Beispielsweise kennzeichnet ISO K10 eine Sorte, die für die Bearbeitung von Gusseisen geeignet ist. Verschiedene Länder und Unternehmen haben eigene Systeme, wie beispielsweise ANSI in den USA und JIS in Japan. Die Sortenvielfalt erleichtert die genaue Materialauswahl, kann aber aufgrund unterschiedlicher Normen auch zu einer komplexen Marktanpassung führen.

„Chargenspezifische Hartmetallsorte (BS CC G)“ wird auch als **Batching von Hartmetallsorten bezeichnet**. Es handelt sich um ein innovatives Konzept, das erstmals von der CTIA GROUP LTD vorgeschlagen wurde und auf langjähriger praktischer Erfahrung und eingehender Beobachtung basiert. Der Schwerpunkt liegt auf der dynamischen Anpassung der Formel an die Eigenschaften verschiedener Rohstoffchargen und die Bedürfnisse des Benutzers, um eine hochpräzise kundenspezifische Produktion zu erreichen. Unterschiede zwischen den Rohstoffchargen (wie z. B. die Reinheit von Wolframpulver 99,9 %–99,95 %, Co-Gehalt 6–20 %) wirken sich erheblich auf die Leistung aus. KI-Technologie löst dieses Problem effektiv durch Big-Data-Analyse. Beispielsweise werden in der Luft- und Raumfahrt hohe Anforderungen an die Härte gestellt (> 2000 HV). KI kann das WC-Co-Verhältnis für bestimmte Chargen optimieren, während bei Formanwendungen die Verbesserung der Zähigkeit ($> 15 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$) im Vordergrund steht. Dadurch kann die Leistungsdifferenzierung 10–15 % erreichen. Die Vorteile des Batchings werden auch durch die Optimierung der Kleinchargenproduktion deutlich. Beispielsweise wurde die Produktion von Tiefseebohrern (Härte > 2200 HV) von den üblichen 1000 Stück/Monat auf 100–200 Stück/Monat angepasst. Die Kosten liegen bei ± 5 %, um den Anforderungen des High-End-Marktes gerecht zu werden. Industrielles Internet und 5G/6G-Netzwerke ermöglichen die vollständige Nachverfolgung von Chargendaten (wie Sintertemperatur und Korngröße) über den gesamten Lebenszyklus und optimieren Prozesse durch Cloud-Computing-Analysen. Dadurch sinken die Fehlerraten um 10 % und die Qualität bleibt konstant. Darüber hinaus prognostiziert KI Markttrends, wie beispielsweise das jährliche Nachfragewachstum von 20 % bei Batterien für neue Energien, und kann die Formel schnell anpassen (z. B. durch Zugabe von 0,2–0,4 Gew.-% TaC zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit). Dadurch verkürzt sich der Reaktionszyklus um 15–20 Tage. Die Batchproduktion umfasst auch die individuelle Gestaltung von Verpackung und Transport, beispielsweise die Verwendung von korrosionsbeständiger Verpackung für Tiefseeausrüstung, sowie die Überwachung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit während des Transports (10°C – 30°C , Luftfeuchtigkeit < 60 %), um eine stabile Produktleistung zu gewährleisten. Batching löst die Marktprobleme, die durch die Diversifizierung traditioneller Gütesysteme entstehen, durch umfassende Anpassung. Dadurch kann sich Hartmetall in Echtzeit an

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

die sich ändernden Anforderungen und die Feedback-Steuerung von Anwendungsdaten im KI-Technologie-Ökosystem anpassen. Die enge Beziehung zwischen hoher Entropie und Batching besteht darin, dass ersteres technischen Support durch Leistungsdurchbrüche bietet, während letzteres durch dynamische Anpassungen eine präzise Abstimmung auf die Marktnachfrage erreicht. Gemeinsam fördern beide Ansätze die Entwicklung der Hartmetallindustrie hin zu Intelligenz und Anpassung.

4. Herausforderungen der hochentropischen und qualitativ hochwertigen Dosierung von Hartmetall für Unternehmen

4.1 Herausforderungen für die traditionelle Hartmetall-Industriekette

Die hohe Entropie der Hartmetallleistung und die Batchverarbeitung von Güteklassen sind unvermeidliche Trends der Diversifizierung und der High-End-Nachfrage auf der Anwendungsseite und die revolutionären Veränderungen im Zeitalter der künstlichen Intelligenz haben die gesamte Hartmetall-Industriekette vor beispiellose Herausforderungen gestellt. Diese Veränderung betrifft nicht nur die Kernglieder der Hartmetallproduktions- und -vertriebsunternehmen, sondern hat auch tiefgreifende Auswirkungen auf das vordere Ende der Lieferkette, einschließlich der vorgelagerten Ausrüstungslieferanten und Rohstofflieferanten. Die traditionelle Industriekette basiert hauptsächlich auf einem statischen und standardisierten Produktionsmodell, das sich nur schwer an die Leistungskomplexität anpassen lässt, die durch die hohe Entropie und die für die Batchverarbeitung erforderlichen dynamischen Anpassungsmöglichkeiten entsteht. KI-gesteuerte Intelligenz erfordert von den Lieferanten eine höhere Präzision und Konsistenz der Rohstoffe (beispielsweise muss die Partikelgröße von Wolframpulver auf D50 0,1–0,3 μm genau sein) und die Ausrüstung muss über flexible Produktionsfähigkeiten verfügen (beispielsweise Unterstützung einer Echtzeitanpassung der Sintertemperatur $1350\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Darüber hinaus muss die Industriekette ein Datenverbindingssystem aufbauen, um Transparenz und Koordination des gesamten Prozesses von der Rohstoffbeschaffung bis zur Produktlieferung zu erreichen und so den neuen Anforderungen an Echtzeitreaktionen und effiziente Zusammenarbeit im KI-Ökosystem gerecht zu werden.

4.2 Herausforderungen für Hartmetallunternehmen und deren Management

Das Management traditioneller Hartmetallunternehmen konzentriert sich häufig auf die Verteilung personeller, finanzieller und materieller Ressourcen sowie das Prozessmanagement. Große Unternehmen neigen besonders zu aufwendigen Meetings und Berichtswesen und ignorieren den rasanten Wandel bei technologischen Innovationen und der Marktnachfrage. Im KI-Ökosystem muss das Unternehmensmanagement jedoch umdenken, das Anwendungspotenzial der KI-Technologie gründlich verstehen, die für Hartmetallunternehmen tatsächlich benötigte KI-Architekturtechnologie klären und blinde Investitionen in einmalige, ineffiziente KI-Tools oder -Frameworks vermeiden. Das Management muss den tatsächlichen Anwendungswert ergebnisorientierter KI genau verstehen und hohe Investitionen in Software- und Hardware

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

vermeiden, die nur der Aufzeichnung und nicht der Optimierung dienen. Stattdessen sollte es sich auf die technischen Datenschnittstellen der Front- und Backend-Produktion von Hartmetall, die Mensch-Computer-Interaktion sowie die effiziente Zusammenarbeit und den sicheren Betrieb der vor- und nachgelagerten Produktionskette konzentrieren. Darüber hinaus muss das Management Talente identifizieren und fördern, die sich an das KI-Ökosystem anpassen. Es muss klären, welche Talente das Unternehmen benötigt, welche KI-Managementprozesse, Compliance-Anforderungen und Anwendungsszenarien KI-Agenten erfüllen. Beispielsweise kann die Einführung von KI-Marketing-Agenten (Softwareprogramme, die mithilfe künstlicher Intelligenz Marketingaufgaben autonom ausführen, Kundendaten analysieren, Inhalte personalisieren, Werbekampagnen optimieren, Veröffentlichungen planen, mit potenziellen Kunden interagieren und die Marketingeffektivität messen) die Marktnachfrage in Echtzeit analysieren und Produktwerbestrategien optimieren. Man kann sagen, dass dieser Managementwandel einen Wendepunkt im zukünftigen Wettbewerb von Hartmetallunternehmen darstellen und sogar zum Überlebensschlüssel werden wird.

4.3 Herausforderungen für Praktiker in der traditionellen Hartmetall-Industriekette

Mitarbeiter traditioneller Hartmetall-Produktions- und Vertriebsunternehmen, insbesondere die Mitarbeiter an der Basis, müssen sich an die neue Arbeitsweise durch KI-Technologie anpassen. Sie müssen das technische Denken von KI verstehen, die Bedienung von Anlagen mit KI und Power Dual Drive beherrschen, intelligente Management-Tools beherrschen und mit der KI-basierten Mensch-Computer-Interaktionsschnittstelle vertraut sein. Bediener müssen beispielsweise Arbeitsparameter (wie Schnittgeschwindigkeit 200 m/min) schnell über die KI-Schnittstelle eingeben und Optimierungsvorschläge erhalten. Darüber hinaus müssen Praktiker KI-Produktions- und Anwendungstools beherrschen, die Ergebnisse verschiedener professioneller KI-Agenten analysieren und bewerten, deren Vor- und Nachteile beurteilen und Verbesserungsvorschläge machen. Dies erfordert ein ausgeprägteres Optimierungsdenken und mehrdimensionale Analysefähigkeiten sowie die Fähigkeit, in sich kreuzenden Daten wichtige Verbesserungspunkte zu finden, um so die Leistung von Hochentropielegierungen oder die Genauigkeit der Serienproduktion zu verbessern. Nur durch kontinuierliches Lernen und Kapazitätserweiterung können Mitarbeiter an der Basis den Rollenwandel vom traditionellen Bediener zum intelligenten Produktionsteilnehmer im KI-Ökosystem meistern.

4.4 Herausforderungen und Chancen für kleine und mittlere Hartmetallunternehmen

KI-Agenten (Künstliche Intelligenz, Künstliche Intelligenz) sind intelligente Einheiten, die mithilfe künstlicher Intelligenz ihre Umgebung wahrnehmen, autonome Entscheidungen treffen und Aufgaben ausführen können. Sie erfassen Informationen über Sensoren oder Dateneingaben, analysieren und entwickeln mithilfe von Algorithmen Handlungsstrategien und ergreifen anschließend Maßnahmen, um vorgegebene Ziele zu erreichen. KI-Agenten verfügen über ein gewisses Maß an Autonomie und werden häufig in intelligenten Assistenten, autonomem Fahren, Chatbots und anderen Bereichen eingesetzt. Ihre Funktionen hängen von Design und Trainingsdaten

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ab.

Wir glauben, dass in der Hartmetallindustrie in naher Zukunft KI-Agenten auf den Markt kommen werden, die von verschiedenen Unternehmen selbst trainiert werden.

Im KI-Ökosystem stehen KMU der Hartmetallindustrie vor großen Herausforderungen. Ob sie sich schnell an den Wandel des Denkens von hoher Entropie hin zu gradueller Batchverarbeitung anpassen können, hängt von der Geschwindigkeit technologischer Upgrades, der Investitionsbereitschaft und ihrer Lernfähigkeit ab. Dieser Transformationsdruck könnte in der Branche zum Darwin-Phänomen „Kein Gras wächst unter dem großen Baum“ führen, und einige KMU werden ausscheiden, weil sie mit der KI-Technologie nicht Schritt halten können. Das KI-Zeitalter bietet KMU jedoch auch Chancen zum Gegenangriff. Chinas Hartmetall-Industriekette könnte Ein-Personen-Unicorns hervorbringen, die auf professionellen KI-Agenten basieren. Mit sehr geringem Personalbedarf bauen solche Unternehmen mithilfe von KI-Agenten effiziente Produktions- und Vertriebszentren auf, die rund um die Uhr, 7 Tage die Woche, ohne Konferenzräume und fehlerfrei arbeiten können. Sie beherrschen verschiedene Datentypen im Ökosystem in Echtzeit und verbessern sich durch iterative Optimierung kontinuierlich. Solche Unternehmen können zu Datenkanälen im KI-Ökosystem werden und den gesamten Prozess von Konstruktionszeichnungen, Vertragsbestätigungen, Zuweisung von Produktionsaufgaben, Personaleinsatz, Formulierung technischer Anforderungen, Materialvorbereitung, Erstellung von Einkaufslisten, Freigabe von Outsourcing-Anweisungen, Bearbeitung von Sonderangelegenheiten, Online-Datenaustausch, Inspektion und Prüfung, Gestaltung von Verpackungskennzeichnungen, Generierung von Chargennummern und Logistikvereinbarungen automatisch abwickeln.

Im Gegensatz dazu verfügen große Hartmetallunternehmen zwar über absolute Vorteile hinsichtlich Kapital, Technologie und Talent, doch ihre internen Eigeninteressen und ihre starre Organisationsstruktur können zum größten Hindernis für Innovationen werden. Beschließt die Geschäftsleitung beispielsweise, KI-Konferenzleiter einzusetzen, könnte diese als erstes ersetzt werden. Im Gegenteil: Aufgrund ihrer geringen Größe und kurzen Entscheidungswege können kleine und mittlere Unternehmen KI-Technologie flexibler nutzen, ihr Management von unzureichender Personalkapazität entlasten und die Nachteile für einen Gegenangriff nutzen. Durch die Einführung eines KI-Mikro-Ökosystems können kleine und mittlere Unternehmen beispielsweise wichtige Knotenpunkte in der industriellen Kette besetzen, rasch auf die Marktnachfrage reagieren und sogar Branchenveränderungen anführen. Diese Situation, in der Chancen und Herausforderungen nebeneinander bestehen, unterstreicht die tiefgreifende Umgestaltung des Entwicklungsmodells von Hartmetallunternehmen im KI-Zeitalter.

4.5 Training, Anwendung und iterative Optimierung des Enterprise-KI-Agenten aus Hartmetall

In der Hartmetallindustrie ermöglicht der Einsatz des industriellen Internets der Dinge (IIoT), der 5G/6G-Kommunikationstechnologie und der Nutzung von Echtzeitdaten durch Kunden zum Lernen,

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

Trainieren, Aktualisieren und Anwenden von KI-Agenten sowie zur Optimierung des Produktionsprozesses durch Backtracking und automatische Anpassung eine synchrone Koordination und einen Maschinendialog zwischen Produktion und Anwendung. Konkrete Implementierungsmethoden sind:

Das Training des Carbide AI Agent

nutzt ein IIoT- Sensornetzwerk, um Produktionsdaten in Echtzeit zu erfassen (z. B. Sintertemperatur und -druck gemäß GB/T 26048-2010, Pulverpartikelgrößenverteilung gemäß GB/T 34505-2017) und diese per 5G/6G-Hochgeschwindigkeitsübertragung in die Cloud zu übertragen. Kombiniert mit dem ursprünglichen Datensatz (Mikrostruktur gemäß GB/T 18376-2014, chemische Zusammensetzung gemäß GB/T 5314-2011) wird ein verteiltes maschinelles Lerntrainingsmodell verwendet, um Leistungsindikatoren vorherzusagen (z. B. YG6-Härte 91,5 HRA, Porosität <0,05 %).

Der Carbide AI Agent wird ständig aktualisiert, um Kundennutzungsszenarien

über IIoT (z. B. Verschleißfestigkeit gemäß GB/T 12444-2006, Korrosionsbeständigkeit gemäß GB/T 4334-2020) und Echtzeit-Datenübertragung über 5G/6G zu überwachen. Durch Online-Lernen oder föderiertes Lernen wird das Modell dynamisch aktualisiert, um es an neue Prozesse (z. B. neue Güteklassen gemäß GB/T 5243-2008) oder Änderungen der Kundennachfrage anzupassen und die Vorhersagegenauigkeit (Abweichung $\leq \pm 0,5$ HRA) zu verbessern.

Echtzeit-Rückverfolgung von Kundendaten und Optimierung des

Hartmetall-AI-Agenten. Kundennutzungsdaten (wie Standzeit und Verschleißrate von Schneidwerkzeugen) werden über 5G/6G in Echtzeit an die Produktion zurückgemeldet. Der AI-Agent analysiert die Daten und verfolgt den Produktionsprozess zurück (z. B. hohe Sintertemperaturen führen zu Porosität > 0,1 %). Der AI-Agent passt Prozessparameter automatisch an (z. B. Temperaturreduzierung von 1450 °C auf 1440 °C), optimiert technische Daten in Echtzeit und stellt die Produktleistung sicher (z. B. Härtestabilisierung bei $91,5 \pm 0,5$ HRA). Dieser Prozess ermöglicht die synchrone Koordination zwischen Produktion und Anwendung und ermöglicht einen Dialog zwischen Maschinen (z. B. Dateninteraktion zwischen Produktions- und Kundenanlagen).

Anwendung des Carbide AI-Agenten

AI Agent integriert Produktionsanlagen über IIoT , passt Parameter in Echtzeit an (z. B. Druck 50 MPa, Haltezeit 60 Minuten), prognostiziert und korrigiert Defekte. 5G/6G gewährleistet eine effiziente Kommunikation, sammelt Anwendungsdaten (z. B. Schnittlebensdauer > 5 Stunden), unterstützt Ferndiagnose und personalisierte Anpassung und verbessert die Produktionseffizienz und Produktkonsistenz.

Mit der Unterstützung von IIoT und 5G/6G, kombiniert mit Echtzeit-Kundendatenrückverfolgung und automatischer Optimierung, erreicht AI Agent eine geschlossene Koordination zwischen Produktion und Anwendung. Dies gewährleistet die optimale Leistung von Hartmetallprodukten und verbessert gleichzeitig die Effizienz und Kundenzufriedenheit. Die von der Hartmetallindustrie

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

entwickelte, dedizierte AI Agent-Anwendung kann die kontinuierliche Weiterentwicklung von Hartmetall mit hoher Entropie und Markenchargendesign und -optimierung sowie iterative Upgrades vorantreiben und die Entwicklung der Branche in Richtung Intelligenz, Anpassung und hohe Leistung fördern.

5. KI-gesteuertes Batch-Design mit hoher Entropie und Güte von Hartmetall und Anwendungsfallanalyse

China Tungsten Online, ein Expertenteam, das sich seit 30 Jahren auf die kundenspezifische Produktion von Wolfram-basierten Werkstoffen konzentriert, hat die praktischen Anwendungen der KI-gesteuerten Hartmetall-Hochentropie- und -Qualitätsdosierung in verschiedenen Bereichen anhand der folgenden Fallbeispiele detailliert analysiert. Diese Fallbeispiele veranschaulichen nicht nur die technischen Vorteile, sondern spiegeln auch die weitreichenden Auswirkungen auf die Entwicklung der Branche wider.

5.1 Elektrische Steckverbinder für die Luft- und Raumfahrt: die perfekte Kombination aus hoher Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit

Elektrische Steckverbinder für die Luft- und Raumfahrt müssen eine hohe Leitfähigkeit ($> 90\%$ IACS), Korrosionsbeständigkeit ($< 0,01$ mm/Jahr, 1000 Stunden Salzsprühtest) und Vibrationsfestigkeit (10 g, 10^6 Zyklen) aufweisen. AI hat eine Hochentropielegierung der Güteklasse WCTiCNi entwickelt (20 – 25 Atomprozent jeder Komponente, Entropiewert $> 1,5 R$) und 0,2 Gewichtsprozent TaC hinzugefügt, um die Verschleißfestigkeit um 5 %, die Härte auf 1900 HV, die Leitfähigkeit auf über 90 % IACS, den Kontaktwiderstand auf unter $10\ \mu\Omega$ und die Korrosionsbeständigkeit auf $< 0,01$ mm/Jahr in einem 1000-stündigen Salzsprühtest zu erhöhen. Diese Formel nutzt Hochentropietechnologie zur Verbesserung der Gitterstabilität, unterstützt Hochgeschwindigkeitssignalübertragung (50 A/cm^2) und bietet gute Leistung in Umgebungen mit Temperaturen von 50–200 °C und 10 g Vibration. KI optimiert die Formel durch Analyse von Arbeitsbedingungen (wie Salzsprühkonzentration und Stromdichte), wobei die Fehlerquote auf maximal 3 % begrenzt ist. Das 5G-Netz ermöglicht Echtzeit-Dateninteraktion, und das industrielle Internet integriert Benutzerfeedback. Die Ausbeute erreicht 98 %, und die Lebensdauer erreicht das Zweifache von 10^6 und ist damit dreimal höher als bei herkömmlichen kupferbasierten Materialien. Die Chargenproduktion passt die Formel an die Bedürfnisse der Luft- und Raumfahrtkunden an, um sicherzustellen, dass jede Charge die spezifischen Standards für Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit erfüllt.

5.2 Präzisionsform-Mikrolochverarbeitung: technische Verkörperung von ultrahoher Härte und Verschleißfestigkeit

Die Herstellung von Mikrolöchern in Präzisionsformen erfordert eine hohe Härte (> 1800 HV), Verschleißfestigkeit ($< 0,02$ mm³/h) und Präzision (Toleranz $< \pm 0,003$ mm). AI entwickelte eine WCTiCCo- Legierung mit hoher Entropie (20–25 Atomprozent jeder Komponente, Entropiewert $>$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

1,5 R) und fügte 0,3 Gewichtsprozent ZrC hinzu, um die Antihafteigenschaft um 10 % zu verbessern. Die Härte erreichte 2000 HV, die Zähigkeit betrug $15 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ und die Verschleißfestigkeit wurde auf $< 0,015 \text{ mm}^3/\text{h}$ reduziert. Diese Formel weist einen geringen Verlust ($< 0,3 \%$) bei der Hochfrequenz- Elektrofunkkenbearbeitung (Pulsbreite 30–50 μs , Stromstärke 10 A) auf, und die Antihafteigenschaft verringert Bearbeitungsrückstände, sodass sie sich besonders für die Mikrolochbearbeitung (Lochdurchmesser $\varnothing 0,5 \text{ mm}$) von schwer zu bearbeitenden Materialien wie Titanlegierungen eignet. KI kombiniert Arbeitsbedingungsdaten (wie Elektrodenverschleißrate und Verarbeitungstemperatur), um die Formel zu optimieren, das industrielle Internet bietet Echtzeit-Feedback zu den Verarbeitungsparametern und das 5G-Netzwerk überträgt Daten der Industriekette. Die Ausbeute erreicht 97 % und die Verschleißfestigkeit ist viermal länger als die von herkömmlichen Kupferelektroden. Bei der Chargenproduktion wird die zugegebene ZrC - Menge je nach Verwendung der Form angepasst, um sicherzustellen, dass jede Charge bestimmte Anforderungen an Präzision und Verschleißfestigkeit erfüllt.

5.3 Brennstoffzellen-Bipolarplatten: Doppelte Optimierung von Leitfähigkeit und Säurebeständigkeit

Bipolarplatten für Brennstoffzellen erfordern eine hohe Leitfähigkeit ($> 85 \%$ IACS), Säurebeständigkeit ($< 0,01 \text{ mm/Jahr}$, pH 3) und hohe Präzision (Toleranz $< \pm 0,004 \text{ mm}$). AI entwickelte eine hochentropische WCTiCnBCCo- Legierung (15–20 Atomprozent jeder Komponente, Entropiewert $> 1,5 \text{ R}$), fügte 0,2 Gewichtsprozent TaC hinzu, um die Korrosionsbeständigkeit um 10 % zu verbessern, die Härte beträgt 1900 HV, die Leitfähigkeit $> 85 \%$ IACS und die Korrosionsbeständigkeit $< 0,005 \text{ mm/Jahr}$ in einer Umgebung mit pH 3. Die hohe Leitfähigkeit unterstützt eine effiziente Stromübertragung (100 A/cm^2), die Säurebeständigkeit gewährleistet eine langfristige Stabilität in einem 80°C heißen sauren Elektrolyten und die hohe Härte erhält die Genauigkeit der Strömungskanalgeometrie (Breite 0,5 mm). KI optimiert die Formel durch Analyse der Elektrolytzusammensetzung (pH-Wert 3, Temperatur 80°C), Cloud Computing überprüft die Leistung (Fehler $< 4 \%$) und das 5G-Netzwerk unterstützt die Zusammenarbeit in der Industriekette. Die Ausbeute liegt bei 98 % und die Lebensdauer beträgt das 1,2- fache von 10^7 , also viermal länger als bei Edelstahl. Die Chargenproduktion passt die Formel an die verschiedenen Brennstoffzellenspezifikationen an, um sicherzustellen, dass jede Charge den spezifischen Anforderungen an Leitfähigkeit und Säurebeständigkeit entspricht.

5.4 Schutzpanzerung: Strategische Anwendung von ultrahoher Härte und geringem Gewicht

Schutzpanzerungen müssen eine ultrahohe Härte ($> 2000 \text{ HV}$), Schlagzähigkeit ($> 15 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$) und ein geringes Gewicht (Dichte $< 15 \text{ g/cm}^3$) aufweisen. AI hat eine Hochentropielegierung WCTiCTaCCo entwickelt (20–25 Atomprozent jeder Komponente, Entropiewert $> 1,6\text{R}$), der 0,3 Gewichtsprozent NbC hinzugefügt wurden, um die Schlagzähigkeit um 8 % zu erhöhen, die Härte auf 2100 HV, die Zähigkeit auf $16 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ und die Dichte auf $14,5 \text{ g/cm}^3$ zu erhöhen. Diese Formel nutzt Hochentropietechnologie, um Stößen bei hoher Geschwindigkeit ($> 1000 \text{ m/s}$) standzuhalten, das Leichtbaudesign ist für mobile Plattformen wie Panzer und gepanzerte Fahrzeuge

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

geeignet und die hohe Temperaturbeständigkeit (600 °C) bewältigt Umgebungen mit explosiven Stößen. KI optimiert die Formel basierend auf Daten der Einsatzbedingungen auf dem Schlachtfeld (wie Aufprallgeschwindigkeit und Temperatur von 40 °C bis 600 °C) mit einer Fehlerquote von <3 %. 5G/6G-Netze unterstützen Echtzeit-Interaktion, und das industrielle Internet integriert Feedback. Die Ausbeute beträgt 96 %, die Aufpralllebensdauer 10⁵-mal länger und ist damit 2,5-mal höher als bei herkömmlichem Panzerstahl. Die Chargenproduktion passt die zugesetzte NbC -Menge an die jeweilige Panzerungsanwendung an, um sicherzustellen, dass jede Charge die spezifischen Anforderungen an Schlagfestigkeit und geringes Gewicht erfüllt.

5.5 UAV-Rotorteile: Synergetische Optimierung von hoher Festigkeit und Verschleißfestigkeit

UAV-Rotorteile müssen eine hohe Festigkeit (> 2 GPa), Verschleißfestigkeit (< 0,015 mm³/h) und ein geringes Gewicht (Dichte < 14 g/cm³) aufweisen. KI hat eine hochentropische WCTiCNi-Legierung (20–25 Atomprozent jeder Komponente, Entropiewert > 1,5 R) entwickelt und 0,2 Gewichtsprozent ZrC hinzugefügt, um die Verschleißfestigkeit um 7 % zu erhöhen. Die Härte beträgt 1950 HV, die Biegefestigkeit 2,2 GPa und die Dichte 13,8 g/cm³. Hohe Festigkeit und Verschleißfestigkeit gewährleisten strukturelle Stabilität bei hoher Geschwindigkeit (> 10⁴ U/min), das geringe Gewicht verbessert die Ausdauer und die Umweltbeständigkeit (20–200 °C) passt sich verschiedenen Flugmissionen an. KI optimiert die Formel anhand von Flugzustandsdaten (wie Geschwindigkeit und Temperatur), das industrielle Internet analysiert das Leistungsfeedback und das 5G-Netzwerk überträgt Daten zur Industriekette. Die Ausbeute beträgt 97 %, und die Verschleißlebensdauer beträgt 5 × 10⁵ Stunden, was dreimal höher ist als bei Titanlegierungen. Bei der Chargenproduktion wird die hinzugefügte ZrC-Menge je nach Einsatzszenario angepasst, um sicherzustellen, dass jede Charge die spezifischen Anforderungen an Festigkeit und Verschleißfestigkeit erfüllt.

5.6 Druckkörper eines unbemannten Tauchboots: die ultimative Herausforderung der Tiefseeumgebung

Der Druckkörper eines unbemannten Tauchboots muss eine hohe Druckfestigkeit (> 500 MPa), Seewasserkorrosionsbeständigkeit (< 0,005 mm/Jahr, pH 8) und hohe Zähigkeit (> 12 MPa·m^{1/2}) aufweisen. AI hat die Hochentropielegierung WCTiCNbCCo (15–20 Atomprozent jeder Komponente, Entropiewert > 1,5R) entwickelt und 0,3 Gewichtsprozent TaC hinzugefügt, um die Korrosionsbeständigkeit um 12 % zu erhöhen, die Härte auf 1900 HV, die Druckfestigkeit auf 550 MPa und die Korrosionsbeständigkeit auf < 0,004 mm/Jahr zu erhöhen. Die hohe Druckfestigkeit und Zähigkeit können dem hohen Druck in der Tiefsee (> 500 MPa) standhalten, die ausgezeichnete Seewasserkorrosionsbeständigkeit gewährleistet langfristige Stabilität in einer Meeresumgebung von 0–10 °C und die hohe Härte erhält die geometrische Integrität des Rumpfes. KI optimiert die Formel anhand von Daten zu Tiefsee-Arbeitsbedingungen (wie Druck und Temperatur), Cloud Computing überprüft die Leistung (Fehler < 3 %), das 5G/6G-Netzwerk unterstützt die industrielle Kettenzusammenarbeit, 98 % Ausbeute, Lebensdauer von 10⁷ Stunden, viermal höher als bei Edelstahl. Die Chargenproduktion passt die hinzugefügte TaC -Menge an unterschiedliche

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Tauchtiefen an, um sicherzustellen, dass jede Charge an die spezifischen Anforderungen an Druckfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit angepasst ist.

5.7 Tiefsee-Entwicklungsbohrer: eine perfekte Balance aus extremer Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit

Tiefseebohrer erfordern eine extrem hohe Härte (> 2200 HV), Verschleißfestigkeit ($< 0,01$ mm³/h) und Korrosionsbeständigkeit ($< 0,005$ mm/Jahr, pH 8). AI entwickelte die hochentropische Legierung WCTiCTaCNi (20–25 Atomprozent jeder Komponente, Entropiewert $> 1,6R$) und fügte 0,4 Gewichtsprozent Cr₃C₂ hinzu, um die Verschleißfestigkeit um 10 % zu verbessern. Die Härte beträgt 2250 HV, die Verschleißfestigkeit $< 0,008$ mm³/h und die Korrosionsbeständigkeit $< 0,004$ mm/Jahr. Die extrem hohe Härte und Verschleißfestigkeit eignen sich für Tiefseebohrungen in hartem Gestein (Druck > 300 MPa). Die Korrosionsbeständigkeit gewährleistet Stabilität in 0–20 °C warmem Meerwasser und die hohe Festigkeit erhält die strukturelle Integrität des Bohrers. KI nutzt Tiefsee-Arbeitsdaten (wie Gesteinhärte und -temperatur), um die Formel zu optimieren. Das industrielle Internet analysiert das Feedback und das 5G-Netz überträgt die Daten. Die Ausbeute beträgt 96 %, die Lebensdauer 2×10^4 Stunden und ist damit dreimal höher als bei herkömmlichen Bohrern. Die Chargenproduktion passt die Menge an zugesetztem Cr₃C₂ an die unterschiedlichen geologischen Bedingungen an, um sicherzustellen, dass jede Charge die spezifischen Anforderungen an Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit erfüllt.

5.8 Hitzebeständige Schutzplatte für die Raumfahrtentwicklung: Der Gipfel der Hochtemperatur-Oxidationsbeständigkeit und des geringen Gewichts

Hitzebeständige Schutzplatten für die Weltraumentwicklung müssen hochtemperaturoxidationsbeständig ($< 0,01$ mg/cm², 1500 °C), hochfest (> 2 GPa) und leicht (Dichte < 14 g/cm³) sein. AI hat die Hochentropielegierung WCTiCNbCCo (20–25 Atomprozent jeder Komponente, Entropiewert $> 1,5R$) entwickelt und 0,2 Gewichtsprozent ZrC hinzugefügt, um die Oxidationsbeständigkeit um 8 %, die Härte auf 2000 HV, die Biegefestigkeit auf 2,3 GPa und die Dichte auf 13,5 g/cm³ zu erhöhen. Oxidationsbeständigkeit und hohe Festigkeit eignen sich für die Hochtemperaturumgebung von Raumfahrzeugen beim Wiedereintritt in die Atmosphäre (1500 °C), das geringe Gewicht senkt die Startkosten und die Vakuumbeständigkeit (10^{-6} Pa) entspricht den Weltraumbedingungen. KI optimiert die Formel anhand von Daten zu Weltraumbedingungen (wie Temperatur und Druck), Cloud Computing überprüft die Leistung (Fehler < 3 %) und das 5G/6G-Netzwerk unterstützt die Zusammenarbeit. Die Ausbeute beträgt 97 %, die Antioxidationsbeständigkeit 10^4 Stunden und ist damit 2,5-mal höher als bei keramikbasierten Materialien. Die Chargenproduktion passt die zugesetzte ZrC -Menge an die jeweilige Weltraummission an, um sicherzustellen, dass jede Charge die spezifischen Anforderungen an Antioxidation und geringes Gewicht erfüllt.

5.9 Gelenkkomponenten humanoider Roboter: Dynamisches Gleichgewicht zwischen Verschleißfestigkeit und Zähigkeit

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Gelenkteile humanoider Roboter müssen eine hohe Verschleißfestigkeit ($<0,015 \text{ mm}^3/\text{h}$), hohe Zähigkeit ($>15 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$) und ein geringes Gewicht (Dichte $<14 \text{ g/cm}^3$) aufweisen. AI hat eine hochentropische WCTiCNi - Legierung (20–25 Atomprozent jeder Komponente, Entropiewert $>1,5R$) entwickelt und 0,3 Gewichtsprozent TaC hinzugefügt, um die Verschleißfestigkeit um 7 % zu verbessern. Die Härte beträgt 1950 HV, die Zähigkeit $16 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ und die Dichte $13,7 \text{ g/cm}^3$. Hohe Verschleißfestigkeit und Zähigkeit sorgen für geringe Verluste bei hochfrequenten Bewegungen (zyklische Spannung $>100 \text{ MPa}$), ein geringes Gewicht zur Verbesserung der Roboterflexibilität und Umweltbeständigkeit ($10\text{--}100 \text{ }^\circ\text{C}$) zur Anpassung an verschiedene Einsatzszenarien. KI nutzt Bewegungszustandsdaten (wie Belastung, Temperatur), um die Formel zu optimieren, Feedback zur industriellen Internetanalyse, 5G-Netzwerkübertragungsdaten, 98 % Ausbeute, 5×10^6 -fache Verschleißlebensdauer, dreimal höher als bei Titanlegierungen. Die Chargenproduktion passt die hinzugefügte TaC -Menge an verschiedene Robotermodelle an, um sicherzustellen, dass jede Charge die spezifischen Anforderungen an Verschleißfestigkeit und Zähigkeit erfüllt.

5.10 AI Precision Matching Design: ein technisches Paradigma für umfassende Optimierung

Die KI-basierte Präzisionsdesigntechnologie bietet umfassende Optimierungslösungen für Hartmetallwerkzeuge, Formen und Schneidwerkzeuge und schafft ein Gleichgewicht zwischen Aussehen, Verarbeitungstechnologie, Lebensdauer, Kosten und Aktualität. Die intelligente Formoptimierung nutzt KI-Modellierung und Finite-Elemente-Analyse (z. B. Schnittkraft 500 N), um den Werkzeugspanwinkel (10°) anzupassen, die Verarbeitungsgenauigkeit auf $\pm 0,001 \text{ mm}$ zu verbessern und den Materialabfall um 5 % zu senken. Die Beurteilung des Verarbeitungsschwierigkeitsgrads analysiert die Machbarkeit von CNC, Laserschneiden und Wärmebehandlung, prognostiziert eine Fehlerrate von $<2 \%$ und senkt die Kosten um 10 %. Die Lebensdauervorhersage empfiehlt eine Oberflächenbeschichtung (z. B. TiN) auf Grundlage von Verschleißdaten ($<0,01 \text{ mm}^3/\text{h}$), wodurch die Lebensdauer um 20 % verlängert wird. Die umfassende Optimierung von Kosten und Aktualität nutzt einen mehrkriteriellen Algorithmus, um die Kosten um $\pm 5 \%$ zu kontrollieren und den Zyklus um 15 Tage zu verkürzen. Durch dynamisches Matching und kontinuierliche Iteration werden die Arbeitsbedingungen über die Datenbank aktualisiert (z. B. Schnittgeschwindigkeit 200 m/min), die iterative KI-Optimierung wird an die Batching-Anforderungen von Legierungen mit hoher Entropie angepasst und die Wettbewerbsfähigkeit des Produkts um 20 % verbessert.

VI. Probleme und Herausforderungen

6.1 Datenqualität und -konsistenz

KI ist auf Datenqualität angewiesen. Daten in der Industriekette enthalten aufgrund unterschiedlicher Messmethoden Störungen, die die Genauigkeit von Vorhersagen beeinträchtigen können. Der unternehmensübergreifende Datenaustausch unterliegt Datenschutzbeschränkungen,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

und einheitliche Standards (wie ISO 8000) müssen etabliert werden, um Datenzuverlässigkeit und Interoperabilität zu gewährleisten. Zudem können Datenformate und Erfassungsmethoden aus unterschiedlichen Quellen zu inkonsistenten Informationen führen und so die Datenbereinigung und -integration komplexer machen. Die Etablierung branchenweiter Datenstandards und Austauschmechanismen wird ein wichtiger Schritt in der zukünftigen Entwicklung sein, um die Stabilität und die Vorhersagefähigkeiten von KI-Modellen zu unterstützen.

6.2 Rechenressourcen und -kosten

High-Throughput-Computing erfordert High-Performance-Computing-Cluster (HPC), die kostspielig sind und eine erhebliche Belastung für kleine und mittlere Unternehmen darstellen. Obwohl Cloud Computing Skalierbarkeit bietet, können anfängliche Investitions- und Betriebskosten seine Popularität einschränken. Kleine und mittlere Unternehmen müssen kostengünstige Edge-Computing-Alternativen erkunden, die Abhängigkeit von Cloud-Diensten durch lokale Verarbeitung reduzieren und die Ressourcenzuweisung optimieren, um die Gesamtkosten zu senken. Darüber hinaus müssen Energieverbrauch und Hardwarewartung berücksichtigt werden, um ein Gleichgewicht zwischen wirtschaftlichem Nutzen und technischer Leistung zu erreichen.

6.3 Prozesskomplexität und Steuerbarkeit

Hochentropielegierungen stellen hohe Anforderungen an die Produktionsparameter, und Parameterabweichungen können zu Leistungsschwankungen führen. Beispielsweise können geringfügige Änderungen der Sintertemperatur und der Atmosphärenkontrolle die Materialeigenschaften beeinträchtigen und die Unsicherheit im Produktionsprozess erhöhen. Automatisierte Steuerungssysteme und standardisierte Prozesse sind dringend erforderlich, um die Wiederholbarkeit und Stabilität des Prozesses zu verbessern. Komplexe Prozesse erfordern zudem möglicherweise fortschrittlichere Ausrüstung und professionellen technischen Support, und Unternehmen stehen unter großem Druck, Technologie-Upgrades und Personalschulungen durchzuführen.

6.4 Engpässe bei der Industrialisierung und Skalierung

Die Produktion kleiner Chargen funktioniert gut, die Produktion im großen Maßstab steht jedoch vor vielen Herausforderungen, darunter die Schwierigkeit, die Leistungskonsistenz zwischen Chargen sicherzustellen, und die hohen Produktionskosten. Auch die Effizienz der Lieferkettenkoordination und die Stabilität der Rohstoffversorgung können zu Engpässen führen. Es ist notwendig, das Lieferkettenmanagement zu optimieren, die Produktionskosten von Hochentropielegierungen durch enge Zusammenarbeit mit Lieferanten und Kunden zu senken und die Wirtschaftlichkeit der Großserienproduktion zu verbessern. Gleichzeitig kann die Erforschung modularer Produktionsmodelle dazu beitragen, Skalenziele zu erreichen und gleichzeitig die Flexibilität zu wahren.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.5 3D-Druck und 2D-Materialtechnologie

3D-Druck-Strukturoptimierung

Die Herstellung komplexer Komponenten, die Verkürzung der Zyklen und die Verbesserung der Designflexibilität bieten einen neuen Ansatz für die schnelle Probeproduktion von Hochentropielegierungen.

2D-Materialverbesserungen

Eine Graphenbeschichtung verbessert die Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit, verbessert die Oberflächeneigenschaften und dürfte den Anwendungsbereich von Hochentropielegierungen weiter optimieren.

Multifunktionale Verbundwerkstoffe

Das Einbetten von 2D-Materialien zur Bildung hochfester Verbundwerkstoffe verlängert die Lebensdauer, reduziert Abfall und fördert die nachhaltige Entwicklung des Materialdesigns.

Nachhaltigkeit

Die Reduzierung des Energieverbrauchs, die Verringerung des CO₂-Fußabdrucks und die Bewältigung von Ressourcenproblemen stehen im Einklang mit dem KI-gesteuerten Trend zur umweltfreundlichen Fertigung.

Darüber hinaus müssen Genauigkeit und Materialverträglichkeit der 3D-Drucktechnologie noch verbessert werden, und auch die Massenproduktion und Kostenkontrolle von 2D-Materialien bedarf weiterer Durchbrüche. Die Entwicklung dieser Technologien wird die industriellen Anwendungsmöglichkeiten von Hochentropie und Batchverarbeitung erweitern, allerdings ist es auch notwendig, technologische Innovationen mit der Machbarkeit der tatsächlichen Produktion in Einklang zu bringen.

VII. Fazit

Angetrieben durch KI verbessern Hochentropie und Gütegrad-Chargen von Hartmetall die Leistung (2,5- bis 4-fache Lebensdauer) und die Anpassungsmöglichkeiten deutlich und eignen sich für die Luft- und Raumfahrt, neue Energien und Spitzentechnologie. Fallstudien haben das Anwendungspotenzial unter extremen Arbeitsbedingungen bestätigt. Herausforderungen sind Datenqualität, Kosten und Industrialisierung. Zukünftig werden die kommerzielle Nutzung von 6G und Quanten-KI das Wachstum um 35 % steigern (2025–2030). Interessierte Branchenkenner können sich für Austausch, Diskussionen und Kooperationen an China Tungsten Online Technology Co., Ltd. wenden.

Verweise

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

Chinawolfram Online, „Marktnotierung für Wolframprodukte am 16. Mai 2025“.

Offizieller WeChat- Account von China Tungsten Online, „Marktnotierungen für Wolframprodukte am 16. Mai 2025“, China Tungsten Online, 2025.

USGS, „Tungsten-Datenblatt 2025“, United States Geological Survey, 2025.

United States Geological Survey, „Tungsten 2025 Datenblatt“, United States Geological Survey, 2025.

ITIA, „Jahresbericht 2025 der International Tungsten Industry Association“, ITIA, 2025.

Tungsten Industry Association, „Jahresbericht 2025 der Tungsten Industry Association“, Tungsten Industry Association, 2025.

Journal of Materials Science, „Hochentropielegierungen für extreme Umgebungen“, Band 60, Nr. 12, S. 1234–1250, 2025.

Journal of Materials Science, „Hochentropielegierungen in extremen Umgebungen“, Band 60, Nr. 12, S. 1234–1250, 2025.



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

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

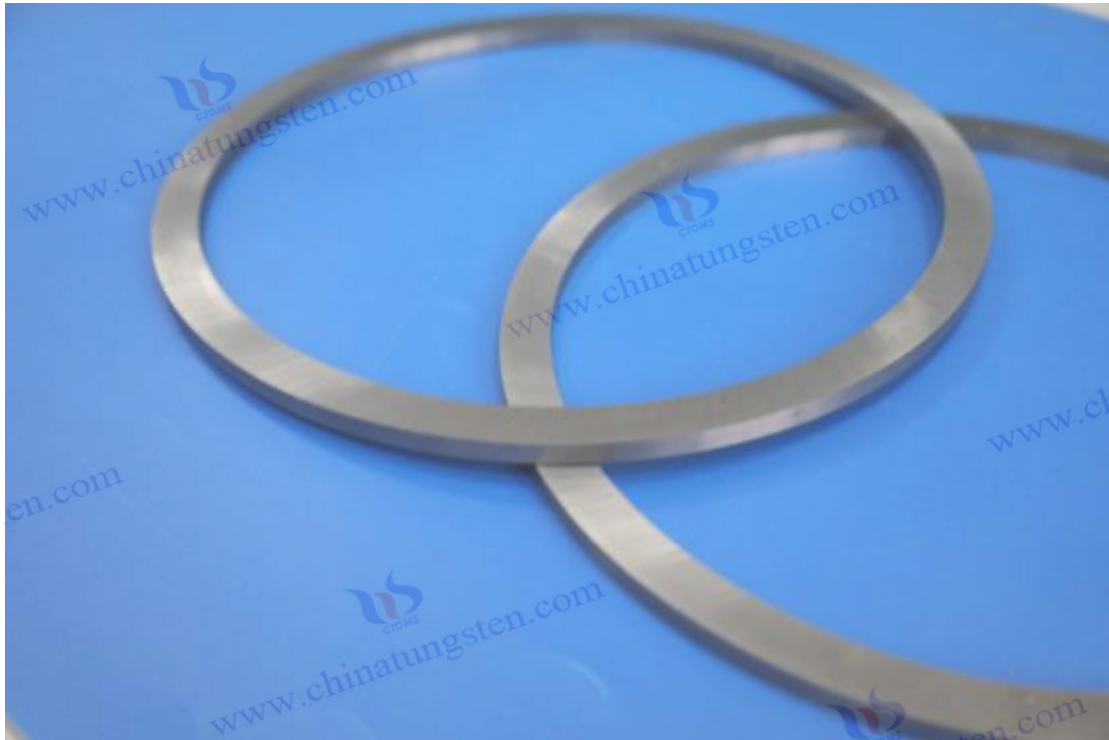
WeChat : Follow "China Tungsten Online"



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



Vorwort

Wolframhartmetall, ein Verbundwerkstoff mit Wolframkarbid als Matrix und Kobalt oder Nickel als Bindephase, hat sich aufgrund seiner hervorragenden Härte (HV 1500–2500), Verschleißfestigkeit (Verschleißrate unter 0,06 Kubikmillimeter pro Newtonmeter), Zähigkeit (Bruchzähigkeit 820 MPa pro Quadratmeter Wurzel) und hohen Temperaturbeständigkeit (über 1000 Grad Celsius) zu einem unverzichtbaren Schlüsselwerkstoff in der modernen Industrie entwickelt. Seit seiner Einführung im frühen 20. Jahrhundert wird Hartmetall aufgrund seiner hervorragenden Leistungsfähigkeit häufig in Schneidwerkzeugen, verschleißfesten Teilen, der Luft- und Raumfahrt, der Energietechnik sowie in aufstrebenden Bereichen wie der Biomedizin und der Energiespeicherung eingesetzt. Mit der weltweit wachsenden Nachfrage nach Ressourcennachhaltigkeit und umweltfreundlicher Produktion stehen die Herstellung, Optimierung, Klassifizierung, Anwendung und Recyclingtechnologie von Hartmetall jedoch vor neuen Herausforderungen und Chancen. Die Frage, wie eine geringe Karbonisierung, Recycling und interdisziplinäre Innovation bei gleichzeitig hoher Leistung erreicht werden können, ist in Wissenschaft und Industrie in den Mittelpunkt des gemeinsamen Interesses gerückt.

Das Buch „Hartmetall: Eine umfassende Untersuchung physikalischer und chemischer Eigenschaften, Prozesse und Anwendungen“ bietet einen systematischen, detaillierten und praktischen wissenschaftlichen Leitfaden für dieses komplexe und dynamische Gebiet. Ziel ist es, die neuesten Erkenntnisse aus Materialwissenschaft, Chemie, Physik, Ingenieurtechnik und Umweltwissenschaften zu integrieren, um die physikalischen und chemischen Eigenschaften, den Prozessablauf, die Leistungsregulierung, das Klassifizierungssystem, die Anwendungsszenarien

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

und die neuesten Trends von Hartmetall umfassend aufzuzeigen. Dieses Buch untersucht nicht nur die Mikrostruktur von Hartmetall (Korngröße 0,110 Mikrometer), die chemischen Reaktionsmechanismen (wie Flüssigphasensintern, elektronische Struktur der Wolframkarbid-Kobalt-Grenzfläche), sondern analysiert auch sorgfältig den Herstellungsprozess (Vakuumsintern, Hochgeschwindigkeits-Sauerstoff-Brennstoff-Sprühbeschichtung), die Strategie zur Leistungsoptimierung (Hall-Petch-Beziehung, Chromkarbid-Zugabe) und die Recyclingtechnologie (Rückgewinnungsrate beim Zinkschmelzverfahren über 95 %). Durch theoretische Analysen, experimentelle Daten und Fallstudien (wie z. B. eine um 30 % erhöhte Werkzeuglebensdauer und eine Haltbarkeit von Luftfahrtkomponenten von über 5.000 Stunden) versucht dieses Buch, den Lesern einen Wissensrahmen von den Grundlagen bis hin zu den neuesten Entwicklungen zu bieten.

Das Buch ist in fünf Teile gegliedert und zeichnet sich durch eine klare Struktur und einen aufeinander aufbauenden Schwierigkeitsgrad aus. Der erste Teil, „Grundlagen des Hartmetalls“, legt die theoretischen Grundlagen von Definition und Geschichte bis hin zu Mikrostruktur und physikochemischen Eigenschaften. Der zweite Teil, „Herstellungsprozess von Hartmetall“, beschreibt detailliert die Rohstoffsynthese, das Formsintern und die Beschichtungstechnologie und beleuchtet Prozessinnovationen. Der dritte Teil, „Leistungsoptimierung von Hartmetall“, konzentriert sich auf Mechanik, Korrosionsbeständigkeit und Multifunktionalität und zeigt den Mechanismus zur Leistungsverbesserung auf. Der vierte Teil, „Klassifizierung und Anwendungsgebiete von Hartmetall“, klassifiziert systematisch (nach Zusammensetzung, Körnung, Funktion, Verfahren, Form) und diskutiert Schneide-, Bergbau-, Luft- und Raumfahrtanwendungen sowie neue Anwendungen. Der fünfte Teil, „Spitzenentwicklung von Hartmetall“, blickt auf Nanomaterialien, umweltfreundliche Fertigung und interdisziplinäre Integration und skizziert den Plan für die Zukunft. Der Anhang bietet darüber hinaus Normen, Datentabellen, Begriffe und Referenzen für eine vertiefte Recherche.

Dieses Buch richtet sich an ein breites Publikum, darunter Wissenschaftler und Doktoranden der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Ingenieure im Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrt, der Energiewirtschaft und anderen Branchen sowie technische Entscheidungsträger mit Fokus auf nachhaltige Entwicklung. Ob Sie die kristallographischen Eigenschaften von Hartmetall erforschen, die Leistung von Schneidwerkzeugen optimieren oder sich als Umweltexperte für das Recycling von Wolframressourcen engagieren – dieses Buch bietet Ihnen umfassendes Wissen und praktische Inspiration. Wir hoffen, unsere Leser durch fundierte wissenschaftliche Darstellung, detaillierte Daten (wie z. B. Härte des recycelten Pulvers HV 1400–2000, Beschichtungshaftfestigkeit 5080 MPa) und modernste Fallanalysen zum Nachdenken und zu Innovationen im Bereich Hartmetall zu inspirieren.

Während die globale Fertigungsindustrie immer intelligenter und umweltfreundlicher wird, ist Hartmetall nicht nur ein technologischer Eckpfeiler, sondern auch der Schlüssel zu nachhaltiger Entwicklung. Dieses Buch schlägt mit einer umfassenden Perspektive, systematischer Logik und modernsten Erkenntnissen eine Brücke zwischen akademischer Forschung und industrieller

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

Anwendung im Bereich Hartmetall. Wir hoffen, dass die Lektüre die Leser inspiriert und gemeinsam die Wiedergeburt dieses klassischen Werkstoffs in der neuen Ära fördert.

Kapitel 1: Definition und Geschichte von Hartmetall

Wolframcarbid (WC-Co) ist aufgrund seiner hervorragenden Härte, Verschleißfestigkeit und Zähigkeit zu einem unverzichtbaren Werkstoff in der modernen Industrie geworden. Als Verbundwerkstoff mit Wolframcarbid (WC) als Haupthartphase und Kobalt (Co) oder Nickel (Ni) als Bindephase wird es pulvermetallurgisch hergestellt und in einer Vielzahl von Hochleistungsanwendungen eingesetzt. Dieses Kapitel definiert systematisch die chemische Zusammensetzung und Mikrostruktur von Hartmetall und zeichnet seine Entwicklung von der chemischen Exploration im 19. Jahrhundert bis zur umweltfreundlichen und intelligenten Fertigung im 21. Jahrhundert nach. Dabei wird insbesondere der Aufstieg der chinesischen Hartmetallindustrie beleuchtet und die Materialeigenschaften und Leistungsvorteile mit herkömmlichen Werkstoffen und Wolframstahl verglichen.

1. Was ist Hartmetall ?

Hartmetall ist ein Verbundwerkstoff aus hochharten, feuerfesten Metallecarbiden (z. B. Wolframcarbid WC, Titancarbid TiC) sowie Kobalt, Nickel und anderen Bindungsphasen, der durch Pulvermetallurgie hergestellt wird. Das Designkonzept besteht darin, die ultrahohe Härte von Carbiden mit der Zähigkeit metallischer Bindungsphasen zu kombinieren, um den Anforderungen extremer Arbeitsbedingungen wie hohen Temperaturen, hohem Druck und Korrosion gerecht zu werden.

1.1 Chemische Zusammensetzung und Struktur von Hartmetall

Die Leistungsfähigkeit von Hartmetall beruht auf seiner einzigartigen chemischen Zusammensetzung und Mikrostruktur. Die Hartmetallmatrix sorgt für Härte, die Bindungsphase erhöht die Zähigkeit. Dieser Abschnitt beginnt mit den kristallographischen Eigenschaften und kombiniert die Forschungsergebnisse aus dem Jahr 2025, um den Zusammenhang zwischen Struktur und Leistung zu untersuchen.

Kristallographische Eigenschaften der Hartmetallmatrix (WC, TiC usw.)

Wolframcarbid (WC) bildet den Kern von Hartmetall und hat ein hexagonales System (Raumgruppe P6m2), Gitterkonstanten $a = 2,906 \text{ \AA}$, $c = 2,837 \text{ \AA}$, eine Härte von HV 2.200–2.800 und einen Schmelzpunkt von ca. 2.870 °C. Die starke kovalente Bindung zwischen Wolfram und Kohlenstoff bildet ein stabiles Skelett mit einer Mohshärte von ca. 9, und seine Verschleißfestigkeit wird nur von Diamant übertroffen. Titancarbid (TiC) ist ein kubisches System (Raumgruppe Fm3m) mit einer Härte von HV 1.800–2.200 und einer Dichte von $4,93 \text{ g/cm}^3$, geeignet für Leichtbauanwendungen. Tantalcarbid (TaC) und Niobcarbid (NbC) sind beständig gegen Hochtemperaturoxidation ($> 1.000 \text{ }^\circ\text{C}$). Laut einem Bericht im Journal of Materials Science aus dem Jahr 2025 erhöht die Zugabe von 3 % TaC die Oxidationsbeständigkeit bei 1200 °C um 40 %. Die Korngröße wird auf 0,1–10 Mikrometer kontrolliert, die ultrafeinen Körner ($<1 \text{ Mikrometer}$) haben eine Härte von HV 2400–2600 und eine Bruchzähigkeit von $8\text{--}10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Die kristallographischen Eigenschaften werden durch Röntgenbeugung (XRD) und Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) charakterisiert. Der (001)-Kristallebenen-Beugungspeak von WC spiegelt die Kornorientierung wider, und die geringe Defektdichte von TiC ($<10^9 \text{ cm}^{-2}$) gewährleistet Stabilität. Im Jahr 2025 nutzte die Chinesische Akademie der Wissenschaften Synchrotronstrahlungs-XRD, um die Korngrenzenenergie von WC (ca. 1 J/m^2) zu optimieren und die Härte um 10 % zu erhöhen.

1.1.2 Funktion und Auswahl der Hartmetall-Bindungsphase (Co, Ni usw.)

Kobalt (Co) ist die hauptsächliche Bindungsphase mit einem Massenanteil von 6–20 %, einer kubisch-flächenzentrierten Struktur (FCC), einem Schmelzpunkt von 1495°C und ausgezeichneter Benetzbarkeit (Kontaktwinkel ca. 5°). Beim Flüssigphasensintern (1320°C) füllt Co die Lücken zwischen den WC-Partikeln mit einer Dichte von $>99\%$. Die Härte von Hartmetall mit 6 % Co beträgt HV 1800; die Zähigkeit von Hartmetall mit 12 % Co erreicht $K_{IC} \approx 15 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$. Nickel (Ni) ist stark korrosionsbeständig (Gewichtsverlust im Salzsprühtest $< 0,1 \text{ mg/cm}^2$), die Biegefestigkeit beträgt jedoch ca. 3000 MPa (niedriger als die 4000 MPa von Co). Im Jahr 2025 berichtete das Journal of Alloys and Compounds, dass die Korrosionsbeständigkeit der Co-Ni-Cr-Bindungsphase um 50 % verbessert wurde. Die Verteilung der Bindungsphase wurde mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) und energiedispersiver Spektroskopie (EDS) optimiert, wobei die Co-Segregation $<5\%$ und die Grenzflächenfestigkeit $>50 \text{ MPa}$ betrug.

1.2 Entwicklungsgeschichte von Hartmetall

Die jahrhundertelange Entwicklung von Hartmetall umfasst wissenschaftliche Entdeckungen, technologische Durchbrüche und industrielle Innovationen – von der chemischen Forschung im 19. Jahrhundert bis hin zur umweltfreundlichen und intelligenten Fertigung im 21. Jahrhundert. Dieser Abschnitt kombiniert englische, chinesische und deutsche Literatur, um die Ursprünge, die Industrialisierung, die Globalisierung und den Aufstieg Chinas zu untersuchen und Schlüsselfiguren, Prozessparameter und Marktveränderungen hervorzuheben.

1.2.1 Mitte des 19. Jahrhunderts bis 1900 : Chemische Erforschung und erste Versuche mit Wolframcarbid

1890er Jahre: Erste Synthese von Wolframcarbid

In den 1890er Jahren machte die Entwicklung von Hartmetall einen wichtigen Schritt nach vorne. Der französische Chemiker Henri Moissan verwendete einen selbstgebauten Lichtbogenofen, um erstmals Wolframcarbid (WC) zu synthetisieren, indem er bei hohen Temperaturen Kohlenstoff mit Wolframpulver reagieren ließ. Moissans Experiment wurde in Paris durchgeführt. Er nutzte die im Lichtbogenofen erzeugte hohe Temperatur (nahe 3000°C), um Wolfram mit Kohlenstoff reagieren zu lassen und so hexagonale WC-Kristalle zu erzeugen. Diese Entdeckung legte den Grundstein für die Erforschung von Materialien mit hoher Härte, und WC erregte große Aufmerksamkeit, weil es

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

eine Härte aufwies, die der von Diamant nahekam. Da es damals jedoch noch keine geeignete Industrialisierungstechnologie gab, blieben Moissans Ergebnisse überwiegend im Laborstadium und fanden keinen Eingang in die praktische Anwendung.

1896: Erste industrielle Versuche bei WC

Im Jahr 1896 versuchte William D. Coolidge, ein Chemiker bei General Electric (GE) in den USA, Wolframkarbid industriell einzusetzen. Er schlug vor, WC als Alternative zu Diamantformen zu verwenden, und entwarf eine Stanzform mit WC, um es für die Metallverarbeitung einzusetzen. Coolidges Experimente wurden im Labor von General Electric in New York durchgeführt. Er hoffte, die hohe Härte von WC nutzen zu können, um die Verschleißfestigkeit der Form zu verbessern. Aufgrund des Fehlens einer geeigneten Klebetechnologie zeigten WC-Formen im praktischen Einsatz jedoch eine geringe Zähigkeit, hielten hohem Druck nicht stand und konnten nicht in großem Maßstab eingesetzt werden. Obwohl dieser Versuch erfolglos blieb, zeigte er das industrielle Potenzial von WC und die entscheidende Bedeutung der Klebstoffauswahl und gab damit die Richtung für nachfolgende Forschungen vor.

1923: Durchbruch bei WC-Co-Hartmetall

Im Jahr 1923 gelang Karl Schröter, einem Ingenieur bei Krupp in Deutschland, ein wichtiger Durchbruch in der Forschung und Entwicklung von Hartmetall. Schröter untersuchte systematisch das Verbundsystem aus WC und Bindemitteln im Krupp-Labor in Essen und fand heraus, dass Kobalt (Co) als Bindemittel die Leistung des Materials deutlich verbessern kann. Er entwickelte erfolgreich WC-Co-Hartmetall und erhielt ein deutsches Patent (DRP 420689). Diese Formel verwendet ein Flüssigphasensinterverfahren, um WC-Partikel mit Kobalt zu verbinden und so ein Material mit hoher Härte und einer gewissen Zähigkeit herzustellen. Schröters Durchbruch beendete die Situation, in der Hartmetall lange Zeit im Labor verbracht worden war, legte einen technischen Grundstein für die industrielle Produktion und markierte zugleich den Wendepunkt für Hartmetall, um von der theoretischen Forschung zur praktischen Anwendung überzugehen.

1925: Einführung der Marke WIDIA

Basierend auf Schröters Erfolgen brachte der deutsche Krupp-Konzern 1925 die Hartmetallmarke „WIDIA“ (Wie Diamant) offiziell auf den Markt. WIDIA ist das weltweit erste kommerzielle Hartmetallprodukt. Die Produktionsstätte befindet sich in Essen und wird hauptsächlich zur Herstellung von Schneidwerkzeugen verwendet. Die Schneidleistung von WIDIA-Werkzeugen übertrifft die von Schnellarbeitsstahlwerkzeugen dieser Zeit bei weitem. Die Schnittgeschwindigkeit stieg von 30 m/min auf 80 m/min, und die Effizienz der Stahlbearbeitung erhöhte sich um etwa das Dreifache. Der Herstellungsprozess von WIDIA umfasst Schritte wie Kugelmahlen, Pressen und Flüssigphasensintern. Dieses Verfahren hat sich zum Standardverfahren für die Industrialisierung von Hartmetall entwickelt. Die Einführung von WIDIA förderte nicht nur die Entwicklung der deutschen Maschinenbauindustrie, sondern eröffnete auch einen Markt für die

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

globale Hartmetallindustrie.

1927: WIDIA-Messer debütieren auf der internationalen Bühne

1927 präsentierte Krupp WIDIA-Werkzeuge auf der Leipziger Maschinenausstellung. Dies war der erste internationale Auftritt von WIDIA, und seine hervorragende Schneidleistung erregte die Aufmerksamkeit von Herstellern aus Schweden, den USA und anderen Ländern. Während der Ausstellung demonstrierten WIDIA-Werkzeuge ihre herausragende Leistung bei der Bearbeitung von Stahl und Gusseisen, wobei die Schneidleistung und Standzeit deutlich besser waren als bei herkömmlichen Werkstoffen. Viele Hersteller zeigten großes Interesse an WIDIA und verhandelten eine Kooperation mit Krupp. Der Erfolg der Leipziger Maschinenausstellung machte WIDIA zu einem Maßstab im Bereich Hartmetall und förderte die weltweite Verbreitung der Hartmetalltechnologie.

1928: WIDIA-Technologie nach Großbritannien exportiert

1928 schlossen das britische Unternehmen Mond Nickel und Krupp eine Technologielizenzvereinbarung und erwarben die Produktionstechnologie von WIDIA. Mond Nickel errichtete eine Fabrik in Großbritannien und begann mit der Produktion von kobalthaltigen Hartmetall-Bergbauwerkzeugen, hauptsächlich für den Goldabbau in Südafrika. Die Gesteinsschichten südafrikanischer Goldminen sind hart, und herkömmliche Werkzeuge verschleißten sehr schnell. WIDIA-Werkzeuge hingegen verbesserten die Abbaueffizienz dank ihrer hohen Härte und Verschleißfestigkeit deutlich. Diese Kooperation markierte den Beginn der Hartmetalltechnologie, die über Deutschland hinaus auf den internationalen Markt gelangte, und verließ der Entwicklung der britischen Bergbauindustrie neue Impulse.

1929: Die USA führen die WIDIA-Technologie ein

1929 führte General Electric (GE) in den USA in Zusammenarbeit mit Krupp die WIDIA-Produktionstechnologie ein. Das GE-Werk in New York begann mit der Produktion von Hartmetallprodukten, die hauptsächlich die amerikanische Automobilindustrie für die Bearbeitung von Motor- und Karosserieteilen belieferten. Die Nachfrage nach hocheffizienten Schneidwerkzeugen in der Automobilindustrie förderte die schnelle Anwendung von Hartmetall, und die Einführung von GE verhalf der WIDIA-Technologie in den USA zum Durchbruch. In dieser Zeit erreichte Hartmetall die erste Industrialisierungsphase, und ein weltweites Netzwerk für die Produktion und Anwendung von Hartmetall begann sich zu bilden.

1932: Das schwedische Unternehmen Sandvik steigt in den Hartmetallbereich ein

Das schwedische Unternehmen Sandvik entwickelte 1932 Hartmetallprodukte auf Basis der WC-Co-Formel mit Schwerpunkt auf der Edelstahlverarbeitung. Das Sandvik-Werk im schwedischen Sandviken nutzte seine Expertise in der Metallurgie zur Herstellung von Hochleistungs-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Hartmetallwerkzeugen, die in der mechanischen Fertigung weit verbreitet sind. Der Markteintritt von Sandvik erweiterte die Anwendung von Hartmetall im Schneidbereich, und die Produkte des Unternehmens erfreuen sich aufgrund ihrer hohen Verschleißfestigkeit und Stabilität großer Beliebtheit. Der Markteintritt von Sandvik verschärfte zudem den Wettbewerb in der Hartmetallindustrie und förderte die kontinuierliche Weiterentwicklung der Technologie.

1935: De Beers in Großbritannien probiert WC-Messer aus

1935 versuchte das britische Unternehmen De Beers, Nichteisenmetalle wie Kupfer und Aluminium mit Hartmetallwerkzeugen auf WC-Basis zu zerspanen. De Beers führte in seinem südafrikanischen Werk Experimente durch und stellte fest, dass WC-Werkzeuge bei der Bearbeitung von Nichteisenmetallen effizienter waren und eine höhere Schnittgeschwindigkeit und Standzeit als herkömmliche Werkzeuge aufwiesen. Bei der Stahlbearbeitung zeigten WC-Werkzeuge jedoch aufgrund chemischer Verschleißprobleme eine schlechte Leistung und konnten Schnellarbeitsstahlwerkzeuge nicht vollständig ersetzen. Der Versuch von De Beers verdeutlichte die unterschiedliche Anwendbarkeit von Hartmetall bei der Bearbeitung verschiedener Materialien und lieferte zugleich eine Richtung für spätere Materialverbesserungen.

1936: Die Vereinigten Staaten entwickelten TiC -basiertes Hartmetall

1936 entwickelte die US-amerikanische Carborundum Corporation ein Hartmetall auf Titancarbidbasis (TiC). Im Vergleich zu WC-basierten Werkstoffen weist TiC -basiertes Hartmetall eine geringere Dichte und eine bessere Oxidationsbeständigkeit auf und eignet sich für die Bearbeitung von Hochtemperaturlegierungen. Das Carborundum-Werk in Pennsylvania produzierte die ersten TiC -basierten Schneidwerkzeuge, die hauptsächlich an die Luftfahrtindustrie zur Bearbeitung von Hochtemperaturlegierungsteilen geliefert wurden. Das Aufkommen von TiC -basiertem Hartmetall hat die Hartmetallarten erweitert und seine Anwendungsgebiete in Hochtemperaturumgebungen erweitert.

1938: Japan optimiert TiC -WC-Verbundsystem

1938 optimierte die japanische Sumitomo Electric Corporation das TiC -WC-Verbundsystem weiter und entwickelte ein Hartmetall mit ausgewogenerer Leistung. Das Forschungs- und Entwicklungszentrum von Sumitomo Electric in Osaka produzierte Hartmetallwerkzeuge für die Stahlzerspanung durch Anpassung des TiC -WC-Verhältnisses. Im Vergleich zu reinen WC-basierten Werkstoffen erzielte das TiC -WC-Verbundsystem ein besseres Gleichgewicht zwischen Härte und Verschleißfestigkeit und machte es so im Bereich der mechanischen Bearbeitung wettbewerbsfähiger. Die Forschung und Entwicklung von Sumitomo Electric prägte den Aufstieg der japanischen Hartmetalltechnologie und unterstützte gleichzeitig die Entwicklung der japanischen Fertigungsindustrie.

1940-1945: Der Zweite Weltkrieg katalysiert die Nachfrage nach Hartmetall

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Von 1940 bis 1945, während des Zweiten Weltkriegs, stieg die Nachfrage nach Hartmetall rasant an. Das Essener Krupp-Werk produzierte WC-Co-Hartmetall in Massenproduktion für die Herstellung von Granatkernen, die die Panzerungsfestigkeit deutlich verbesserten und unter anderem im Tiger-Panzer zum Einsatz kamen. General Electric (USA) lieferte den Alliierten Hartmetallwerkzeuge, hauptsächlich zur Bearbeitung von Flugzeugtriebwerksteilen, um den Bedarf der Krieglufthfahrtindustrie zu decken. Die hohe Nachfrage während des Krieges förderte die Weiterentwicklung der Hartmetall-Produktionstechnologie und das schnelle Produktionswachstum und beschleunigte die Entwicklung von Hartmetall vom Labor zur großindustriellen Anwendung.

1947: Sumitomo Electric aus Japan entwickelt TiC-TaC -Hartmetall

1947 entwickelte die japanische Sumitomo Electric Corporation TiC-TaC -Hartmetall und verbesserte damit die Leistungsfähigkeit des Materials. Das Werk von Sumitomo Electric in Osaka produzierte durch Zugabe von Tantalcarbid (TaC) Hartmetallwerkzeuge für die Automobilindustrie , die hauptsächlich zur Bearbeitung hochpräziser Teile wie Kurbelwellen eingesetzt wurden. TiC-TaC -Hartmetall zeichnet sich durch hohe Temperaturbeständigkeit und Verschleißfestigkeit aus und erfüllte die Anforderungen der rasanten Entwicklung der japanischen Automobilindustrie nach dem Krieg. Mit seiner Innovation festigte Sumitomo Electric seine Position im Hartmetallbereich.

1949: Das schwedische Unternehmen Seco Tools bringt Bergbauwerkzeuge auf den Markt

1949 brachte das schwedische Unternehmen Seco Tools Hartmetallwerkzeuge speziell für den Bergbau auf den Markt. Seco Tools produzierte die ersten Produkte in seinem Werk im schwedischen Fagersta und exportierte sie in australische Eisenerzminen. Die australischen Eisenerzschichten sind hart und herkömmliche Werkzeuge schwierig zu handhaben. Die Hartmetallwerkzeuge von Seco Tools verbesserten jedoch dank ihrer hohen Schlagfestigkeit und Verschleißfestigkeit die Effizienz im Bergbau deutlich. Diese Exportkooperation erweiterte die Anwendung von Hartmetall im Bergbau und erschloss Seco Tools internationale Märkte.

1950: Technologielizenzen fördern die globale Verbreitung

1950 unterzeichneten General Electric (USA) und Sandvik (Schweden) einen Technologielizenzvertrag, der die weltweite Verbreitung der Hartmetalltechnologie förderte. General Electric teilte seine optimierte Produktionstechnologie in den USA mit Sandvik, und Sandvik gab seine Erfahrungen in Europa an General Electric weiter. Diese Zusammenarbeit beschleunigte die Verbreitung der Hartmetalltechnologie, ermöglichte weiteren Ländern die Einführung fortschrittlicher Produktionsverfahren und förderte die industrielle Anwendung von Hartmetall weltweit.

1953: Einführung der heißisostatischen Presstechnologie

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

1953 führte Kennametal die Heißisostatische Presstechnologie (HIP) zur Hartmetallherstellung ein. Das Kennametal-Werk in Pennsylvania nutzt HIP-Anlagen, um Poren während des Sinterns durch hohe Temperaturen und hohen Druck (Argonschutz) zu beseitigen und so die Dichte und Leistung des Hartmetalls zu verbessern. Der Einsatz der HIP-Technologie verbessert die Verschleißfestigkeit und Festigkeit von Hartmetallwerkzeugen deutlich, verlängert die Werkzeuglebensdauer und ermöglicht bessere Werkzeuge für die hochpräzise Bearbeitung.

1965: Durchbruch in der CVD-Beschichtungstechnologie

1965 entwickelte das schwedische Unternehmen Seco Tools die CVD- Beschichtungstechnologie (Chemical Vapor Deposition) mit Titannitrid (TiN). Das Forschungs- und Entwicklungszentrum von Seco Tools in Fagersta lagerte mittels CVD-Verfahren TiN auf der Oberfläche von Hartmetallwerkzeugen ab und verbesserte so deren Verschleißfestigkeit und Schnittgeschwindigkeit deutlich. Diese Technologie ermöglicht den Einsatz von Hartmetallwerkzeugen bei höheren Temperaturen und Geschwindigkeiten und erfüllt damit die Anforderungen der modernen Fertigung an effiziente Schneidwerkzeuge. Sie markiert einen revolutionären Durchbruch in der Beschichtungstechnologie im Bereich Hartmetall.

1968: Einführung der Aluminiumoxidbeschichtung

1968 führte die US-amerikanische Carbide Corporation die CVD-Beschichtungstechnologie mit Aluminiumoxid (Al_2O_3) ein . Das Carbide-Werk in Pennsylvania beschichtete Hartmetallwerkzeuge mittels CVD-Verfahren mit Aluminiumoxid und verbesserte so deren Haltbarkeit in Hochtemperaturumgebungen. Aluminiumoxidbeschichtungen eignen sich besonders für die Verarbeitung von Hochtemperaturlegierungen, beispielsweise zur Herstellung von Flugzeugtriebwerksteilen. Dank ihrer hervorragenden Temperaturbeständigkeit und chemischen Verschleißfestigkeit verlängert sich die Werkzeuglebensdauer deutlich.

1970: Einführung der Norm ISO 513

1970 entwickelte die Internationale Organisation für Normung (ISO) die Werkzeugklassifizierungsnorm ISO 513. Diese Norm vereinheitlichte die Spezifikationen und Klassifizierung von Hartmetallwerkzeugen und förderte die Standardisierung des Welthandels. Die Einführung der ISO 513 ermöglichte es Werkzeugherstellern in verschiedenen Ländern, Produkte nach einheitlichen Standards zu produzieren und zu verkaufen. Dies reduzierte Handelshemmnisse und förderte die Expansion des internationalen Marktes für Hartmetallwerkzeuge.

1975: Der Aufstieg der PVD-Beschichtungstechnologie

1975 entwickelte die japanische Mitsubishi Metal Corporation die PVD-Technologie (Physical Vapor Deposition) zur TiN- Beschichtung. Das Forschungs- und Entwicklungszentrum von Mitsubishi Metal in Tokio beschichtete Hartmetallwerkzeuge mit TiN im PVD-Verfahren. Dieses

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Verfahren erfreute sich großer Beliebtheit, da es sich für Trockenschnitte eignet. Im Vergleich zum CVD-Verfahren weist die PVD-Technologie eine niedrigere Beschichtungstemperatur auf, was die Leistung des Substrats reduziert und das Anwendungsspektrum von Hartmetallwerkzeugen erweitert.

1978: TiAlN -Beschichtung verbessert die Hochtemperaturleistung

1978 führte das schwedische Unternehmen Sandvik die PVD- TiAlN- Beschichtungstechnologie ein. Sandvik entwickelte diese aluminiumhaltige TiN- Beschichtung in seinem Forschungs- und Entwicklungszentrum in Sandviken . Aufgrund ihrer hervorragenden Hochtemperaturbeständigkeit wird sie häufig in der Hochtemperaturlegierungsverarbeitung eingesetzt, beispielsweise beim Schneiden von Nickellegierungen in der Luft- und Raumfahrt. Die Einführung der TiAlN-Beschichtung ermöglicht Hartmetallwerkzeugen, ihre Stabilität und Verschleißfestigkeit auch bei höheren Temperaturen zu bewahren, was die Entwicklung von Hochleistungsschneidwerkzeugen fördert.

1980: Japanische Exporte wachsen

1980 entwickelte sich Japan zu einem bedeutenden Hartmetallproduzenten, dessen Produkte in großen Mengen in die US-Automobilindustrie exportiert wurden. Japanische Unternehmen wie Mitsubishi Metal und Sumitomo Electric verfügten über technische Vorteile bei der Herstellung von Hartmetallwerkzeugen, und ihre Werkzeuge erfreuten sich aufgrund ihrer hohen Präzision und Langlebigkeit großer Beliebtheit auf dem US-Markt. In dieser Zeit wuchs Japans Hartmetallindustrie durch Exporte rasant, was die weltweite Anwendung von Hartmetall weiter förderte.

1983: Optimierung von PVD -TiAlN- Beschichtungen

1983 optimierte das deutsche Unternehmen Plansee die PVD- TiAlN- Beschichtungstechnologie. Das Plansee -Werk im österreichischen Reutte verbesserte das PVD-Verfahren, um die Temperaturbeständigkeit und Härte der TiAlN- Beschichtung zu verbessern und so die Leistung des Werkzeugs während des Schneidprozesses zu stabilisieren. Diese Verbesserung ermöglicht es Hartmetallwerkzeugen, höhere Geschwindigkeiten und anspruchsvollere Schneidbedingungen zu bewältigen und so den wachsenden Anforderungen der Industrie gerecht zu werden.

1985: Einführung der CVD -TiC - Al₂O₃ -Verbundbeschichtung

1985 führte Kennametal die CVD -TiC - Al₂O₃ -Verbundbeschichtungstechnologie ein. Das Kennametal-Werk in Pennsylvania brachte im CVD-Verfahren TiC- und Al₂O₃ - Verbundbeschichtungen auf der Oberfläche von Hartmetallwerkzeugen auf und verbesserte so deren Beständigkeit gegen chemischen Verschleiß. Diese Beschichtung eignet sich besonders für die Edelstahlverarbeitung, da ihre Beständigkeit gegenüber hohen Temperaturen und chemischer

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Korrosion die Werkzeuglebensdauer zusätzlich verlängert.

1990: Förderung der Zinkschmelzrückgewinnungstechnologie

1990 förderte das schwedische Unternehmen Sandvik die Zinkschmelz-Recyclingtechnologie zur Wiederverwendung von Hartmetallabfällen. Das Sandvik-Werk in Sandviken nutzte das Zinkschmelzverfahren, um WC und Kobalt in Hartmetallabfällen zu trennen und zu recyceln, wodurch die Ressourcenauslastung deutlich verbessert wurde. Die Förderung dieser Technologie verringerte die Abhängigkeit der Hartmetallproduktion von primären Wolframressourcen und förderte die nachhaltige Entwicklung der Branche.

1995: ISO 9001 wird populär

1995 wurde die International Tungsten Association (ITIA) gegründet, um den Austausch und die Zusammenarbeit in der globalen Wolfram- und Hartmetallindustrie zu fördern. Die Gründung der ITIA stärkte die Forschung und Förderung von Recyclingtechnologien und förderte die umweltfreundliche Entwicklung der Hartmetallindustrie. Im selben Jahr setzte sich die ISO 9001-Qualitätszertifizierung in der Hartmetallindustrie durch. Viele Unternehmen verbesserten durch die Zertifizierung ihre Produktqualität und ihre Marktwettbewerbsfähigkeit, was das Exportwachstum von Hartmetallwerkzeugen förderte.

2003: Entwicklung von Nano-Hartmetall

Im Jahr 2003 entwickelte das schwedische Unternehmen Sandvik nanoskaliges WC-Co-Hartmetall. Sandviks Forschungs- und Entwicklungszentrum in Sandviken verbesserte die Härte und Zähigkeit des Materials durch die Kontrolle der WC-Korngröße im Nanobereich. Nanoskaliges Hartmetall wird aufgrund seiner hervorragenden Gesamtleistung häufig in der Präzisionsbearbeitung, beispielsweise bei der Herstellung elektronischer Komponenten, eingesetzt und fördert die Weiterentwicklung der Hartmetalltechnologie.

2005: Optimierung der CVD- TiAlN- Beschichtung

Im Jahr 2005 optimierte Kennametal die CVD- TiAlN- Beschichtungstechnologie. Das Kennametal-Werk in Pennsylvania verbesserte die Hochtemperaturbeständigkeit der TiAlN-Beschichtung durch die Verbesserung des CVD-Prozesses, wodurch die Werkzeugstabilität auch bei höheren Temperaturen erhalten blieb. Diese Technologie eignet sich besonders für die Verarbeitung von Hochtemperaturlegierungen in der Luft- und Raumfahrt und erweitert das Anwendungsspektrum von Hartmetall.

2010: Fortschritte in der Recyclingtechnologie

Im Jahr 2010 stieg das weltweite Recyclingvolumen von Hartmetall schrittweise an, und Länder

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

wie Schweden übernahmen die Führung in der Recyclingtechnologie. Unternehmen wie Sandvik steigerten die Recyclingeffizienz von Hartmetallabfällen durch die Verbesserung des Zinkschmelzverfahrens und anderer Recyclingprozesse und reduzierten so den Energieverbrauch und die Ressourcenverschwendung im Produktionsprozess. Dieser Trend förderte den umweltfreundlichen Herstellungsprozess der Hartmetallindustrie.

2012: Anwendung der additiven Fertigungstechnologie

Im Jahr 2012 nutzte das deutsche Unternehmen EOS die Laser-Pulverbettsschmelztechnologie zur Herstellung poröser WC-Co-Formen. Das EOS-Werk in München nutzte additive Fertigungstechnologie zur Herstellung poröser Formen mit komplexen Strukturen, wodurch der Produktionszyklus deutlich verkürzt und der Materialverbrauch reduziert wurde. Die Einführung der additiven Fertigungstechnologie eröffnete neue Möglichkeiten für die Hartmetallproduktion und förderte die Entwicklung einer maßgeschneiderten und effizienten Produktion.

2018: Einführung von Werkzeugen für die additive Fertigung

Das schwedische Unternehmen Sandvik brachte 2018 Hartmetallwerkzeuge auf den Markt, die mittels additiver Fertigung hergestellt werden. Das Sandvik-Werk in Sandviken nutzt 3D-Drucktechnologie zur Herstellung von Werkzeugen mit komplexen Geometrien, was die Schneidleistung und die Produktionsflexibilität verbessert. Die Einführung additiver Fertigungswerkzeuge stellt eine weitere Innovation in der Hartmetall-Fertigungstechnologie dar und steigert die Effizienz im industriellen Bereich.

2020: Vertiefung der grünen Fertigung

Im Jahr 2020 hat sich der Trend zur grünen Fertigung in der Hartmetallindustrie weiter verstärkt. Recyclingtechnologien wurden weltweit optimiert, die Recyclingquoten stiegen weiter an und der Energieverbrauch konnte deutlich gesenkt werden. Unternehmen in Ländern wie Schweden und Deutschland sind weiterhin führend im Recycling und in der Wiederverwendung, reduzieren ihre Abhängigkeit von primären Wolframressourcen durch technologische Innovationen und fördern die nachhaltige Entwicklung der Hartmetallindustrie.

2023: Anwendung intelligenter Technologie

Im Jahr 2023 entwickelte die japanische Mitsubishi Metal Corporation eine KI-basierte Technologie zur Optimierung des Sinterprozesses. Das Forschungs- und Entwicklungszentrum von Mitsubishi Metal in Tokio nutzte Algorithmen der künstlichen Intelligenz, um die Sintertemperatur und -zeit von Hartmetall zu optimieren und so die Produktionseffizienz und die Werkzeugleistung zu verbessern. Der Einsatz intelligenter Technologie macht die Hartmetallproduktion präziser und effizienter und verleiht der Branche neuen Schwung.

Die Entwicklung von Hartmetall begann mit Henri Moissans erster Synthese von Wolframkarbid

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

im späten 19. Jahrhundert und erlebte industrielle Durchbrüche im frühen 20. Jahrhundert, ein rasantes Wachstum während des Zweiten Weltkriegs, revolutionäre Fortschritte in der Beschichtungstechnologie und die Nanotechnologie, additive Fertigung und grüne Intelligenz des 21. Jahrhunderts. Durch technologische Innovation und globale Zusammenarbeit ist Hartmetall zu einem unverzichtbaren Werkstoff für die moderne Industrie geworden und treibt den Fortschritt der Fertigungsindustrie kontinuierlich voran.

1.2.7 Entwicklungsgeschichte von Hartmetall in China

Chinas Hartmetallindustrie hat sich nach schwierigen Anfängen in den 1950er Jahren zu einem weltweit führenden Unternehmen entwickelt. Dank reichlich vorhandener Wolframressourcen (1,9 Millionen Tonnen Reserven, was 57 % der Weltproduktion entspricht, USGS 2025), politischer Unterstützung (z. B. „Made in China 2025“) und regionaler Industriecluster wird die Produktion im Jahr 2024 58.000 Tonnen erreichen und damit 58 % der Weltproduktion ausmachen (China Tungsten Industry Association 2024). Zhuzhou (die Hartmetallhauptstadt), Ganzhou (Chinas Wolframhauptstadt) und Xiamen (Werkzeugexportzentrum) haben ein koordiniertes Entwicklungsmuster entwickelt. Dieser Abschnitt basiert auf den vier Phasen: detaillierte Technologieeinführung, unabhängige Innovation, globale Expansion und grüne Intelligenz und untersucht eingehend den Beitrag von Unternehmen, technologische Durchbrüche, regionale Besonderheiten und politische Treiber.

1.2.7.1 1950er – 1980er Jahre: Technologieeinführung und Industriegründung

Dalian Iron and Steel Works (jetzt Dalian Special Steel Co., Ltd. der Northeast Special Steel Group) ist ein Pionier auf dem Gebiet der Spezialstähle in China; seine Geschichte reicht bis ins Jahr 1905 zurück. In den frühen Tagen der Gründung des Neuen China erzielte Dalian Iron and Steel Works bemerkenswerte Ergebnisse bei der experimentellen Herstellung von Hartmetall, was zu einem wichtigen Meilenstein in der chinesischen Metallurgieindustrie wurde.

Historischen Daten zufolge konzentrierte sich das Stahlwerk Dalian zwischen 1947 und 1951 nicht nur auf die Produktion von Spezialstählen, sondern betrieb auch eine experimentelle Produktion im Bereich Hartmetall. Insbesondere schmolz das Werk erfolgreich Aluminium-Chrom-Legierungen, Nickel-Kupfer-Legierungen und Hartmetall und füllte damit eine Lücke in der damaligen metallurgischen Geschichte Chinas. Diese experimentell hergestellten Hartmetalle wurden hauptsächlich für militärische Produkte verwendet, beispielsweise für die Herstellung von Artilleriesprengköpfen und Federn für die „92 Infanteriekanonen“, und leisteten so wichtige Unterstützung im Nationalen Befreiungskrieg. Während dieser Zeit schmolz das Stahlwerk Dalian insgesamt 28.736 Tonnen Stahl, der zum Schmieden und Walzen verwendet wurde und so direkt oder indirekt Experimente mit Hartmetall unterstützte.

Darüber hinaus transportierte Dalian Iron and Steel Works im November 1950 im Auftrag des Zentralministeriums für Schwerindustrie 1.600 Tonnen Ausrüstung, darunter auch

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Hartmetallausrüstung, zum Daye Steel Works in der Stadt Huangshi in der Provinz Hubei, um den Aufbau der Central China Iron and Steel Company zu unterstützen. Zu dieser Ausrüstungslieferung gehörte auch Spezialausrüstung für die experimentelle Herstellung von Hartmetall, was darauf hindeutet, dass Dalian Iron and Steel Works über eine gewisse Technologie für die experimentelle Herstellung von Hartmetall verfügte.

Obwohl diese experimentellen Produktionen damals noch keine groß angelegte Industrialisierung darstellten, legten sie den Grundstein für die spätere Entwicklung der chinesischen Hartmetallindustrie. Die Gründung des Hartmetallwerks Zhuzhou im Jahr 1954 markierte den Beginn der industrialisierten Hartmetallproduktion Chinas, und die frühen Experimente des Stahlwerks Dalian waren zweifellos ein wichtiger Auftakt zu diesem Prozess.

1954: Der Beginn der chinesischen Hartmetallindustrie

1954 wurde in Zhuzhou, Hunan, die Zhuzhou Cemented Carbide Factory (heute Zhuzhou Cemented Carbide Group Co., Ltd., Tochtergesellschaft von China Tungsten High-Tech) offiziell gegründet. Dieses Ereignis markierte den Beginn der chinesischen Hartmetallindustrie und einen wichtigen Meilenstein in der Industrialisierung des neuen Chinas. Als eines der 156 Schlüsselprojekte des ersten Fünfjahresplans (1953–1957) verkörperte die Gründung der Zhuzhou Cemented Carbide Factory die hohen Erwartungen des Landes an die Entwicklung der Grundstoffindustrie und der strategischen Rohstoffe.

Hintergrund und Bedeutung des Baus des Hartmetallwerks Zhuzhou

Der erste Fünfjahresplan war der erste Fünfjahresplan, der nach der Gründung des neuen China formuliert wurde. Sein Ziel war es, die Kapazität der industriellen Basis durch die Einführung sowjetischer Technologie und Ausrüstung schnell zu verbessern. Als Standort der Zhuzhou Cemented Carbide Factory wurde Zhuzhou in Hunan gewählt, da Hunan über reiche Wolframerzvorkommen verfügt, insbesondere über Wolframvorkommen wie die polymetallische Mine Shizhuyuan, die einzigartige Rohstoffvorteile für die Hartmetallproduktion bieten. Außerdem liegt Zhuzhou am Mittellauf des Flusses Xiangjiang und ist daher bequem zu erreichen, für den Materialtransport geeignet und verfügt über eine gute Industrielage. Als harter, verschleißfester Verbundwerkstoff spielt Hartmetall eine unersetzliche Rolle in der industriellen Produktion, insbesondere im Bergbau, der mechanischen Verarbeitung und der Rüstungsindustrie. In den frühen 1950er Jahren war Chinas industrielle Basis schwach und Hartmetall war hauptsächlich auf Importe angewiesen, die teuer und deren Versorgung instabil waren. Mit der Gründung der Zhuzhou Cemented Carbide Factory wurde nicht nur die Lücke in der inländischen Hartmetallproduktion geschlossen, sondern auch der Grundstein für die weitere industrielle Entwicklung gelegt. Sie gilt als „Wiege der chinesischen Hartmetallindustrie“.

Technologieeinführung und Erstproduktion des Hartmetallwerks Zhuzhou

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Das Hartmetallwerk Zhuzhou setzte bereits in seiner Anfangszeit sowjetische Technologie ein und übernahm das damals relativ ausgereifte Verfahren der Pulvermetallurgie. Die Sowjetunion verfügte über umfangreiche Erfahrung im Bereich Hartmetall. Bereits 1929 entwickelte G. A. Meerson im Moskauer Kraftwerk das erste WC-10%Co-Hartmetall (Markenname „POBEDIT“) . Das Werk Zhuzhou nutzte diesen technischen Ansatz zur Herstellung von Hartmetall auf WC-Co-Basis (Wolframkarbid-Kobalt), das hauptsächlich für Bergbau- und Schneidwerkzeuge verwendet wird. Der Produktionsprozess umfasst Schritte wie die Aufbereitung, Mischung, Pressung und Sintern des Wolframpulvers. Die anfänglichen Produkte waren hauptsächlich einfache Sorten, die den Anforderungen des Bergbaus und der grundlegenden mechanischen Bearbeitung gerecht wurden. Beispielsweise konnten im Bergbau eingesetzte Gesteinsbohrer die Effizienz des Gesteinsabbaus deutlich steigern und den Bau wichtiger nationaler Projekte wie der Xishan- Kohlemine unterstützen. Darüber hinaus bietet der Einsatz von Hartmetall-Schneidwerkzeugen auch eine Garantie für die Anlagenverarbeitung von metallurgischen Unternehmen wie Anshan Iron and Steel.

Der historische Einfluss der Zhuzhou Cemented Carbide Factory

Die Inbetriebnahme des Hartmetallwerks Zhuzhou markierte einen Durchbruch in der Hartmetallentwicklung Chinas. Die Produktion im Jahr 1954 deckte nicht nur den Bedarf der heimischen Grundstoffindustrie, sondern legte auch den Grundstein für die spätere technologische Entwicklung und industrielle Expansion. Noch wichtiger: Dieses Projekt verkörperte die Ergebnisse der chinesisch-sowjetischen Zusammenarbeit und demonstrierte den Geist der Eigenständigkeit und Selbstverbesserung des neuen Chinas im industriellen Bereich.

1958: Entwicklung im Rahmen des ersten Fünfjahresplans

Im Jahr 1958, dem letzten Jahr des ersten Fünfjahresplans, baute die Zhuzhou Cemented Carbide Factory ihre Produktionskapazität weiter aus, um die steigende Nachfrage des Landes nach Hartmetall, insbesondere für Anwendungen in der geologischen Erkundung, noch besser zu decken.

Hintergrund und Voraussetzungen

1958 war das letzte Jahr des ersten Fünfjahresplans. Der Industrialisierungsprozess des Landes beschleunigte sich, und die Nachfrage nach geologischer Exploration und Rohstofferschließung stieg sprunghaft an. Für die geologische Exploration werden zahlreiche Hartmetallbohrer benötigt, um Gestein zu durchbohren und die Verteilung der Bodenschätze zu ermitteln. Die inländische Hartmetallproduktion war jedoch zu dieser Zeit noch begrenzt, und es war schwierig, die Nachfrage zu decken. Der Ausbau des Hartmetallwerks Zhuzhou war der Schlüssel zur Lösung dieses Engpasses.

Verbesserung der Produktionskapazität

Das Werk Zhuzhou hat durch die Erweiterung des Werks und die Optimierung des

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Produktionsprozesses die Produktion und Qualität von Hartmetall weiter verbessert. Die produzierten Hartmetallbohrer finden breite Anwendung in der geologischen Exploration und spielen beispielsweise eine wichtige Rolle bei Öl- und Mineralexplorationsprojekten in Nord- und Südwestchina. Der Einsatz dieser Bohrer verbessert nicht nur die Explorationseffizienz, sondern leistet auch einen wichtigen Beitrag zur nationalen Ressourcenstrategie.

Sozioökonomische Bedeutung

Während des ersten Fünfjahresplans trug die stetige Entwicklung der Hartmetallfabrik Zhuzhou zur Verbesserung des chinesischen Industriesystems bei. Hartmetall, das die Grundlage der Industrie bildet, beeinflusst die Effizienz von Branchen wie Bergbau, Metallurgie und mechanischer Verarbeitung direkt. Durch die unabhängige Produktion reduzierte China schrittweise seine Abhängigkeit von importiertem Hartmetall, senkte die Industriekosten und bildete eine Gruppe technischer Talente aus, die Kraft für die weitere Entwicklung bewahrten.

1960: Technische Zusammenarbeit und Anwendungserweiterung

1960 entwickelte die Zhuzhou Cemented Carbide Factory in Zusammenarbeit mit dem Beijing Nonferrous Metals Research Institute Hartmetall mit Titancarbid (TiC) und setzte es in der Ölförderung ein. Diese Zusammenarbeit markierte den Beginn der Entwicklung der chinesischen Hartmetalltechnologie von einer einheitlichen zu einer diversifizierten Entwicklung.

Hintergrund der Zusammenarbeit

Das Beijing Nonferrous Metals Research Institute (heute China Nonferrous Metals Research Institute) ist eine der wichtigsten wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen, die nach der Gründung des neuen China gegründet wurden. Der Schwerpunkt liegt auf der Erforschung und Entwicklung von Nichteisenmetallen und Legierungen. 1960, als China die Erdölindustrie kräftig ausbaute, stieg die Nachfrage nach Hartmetallbohrern für die Ölförderung sprunghaft an. Herkömmliches WC-Co-Hartmetall weist bei hohen Temperaturen und hohem Druck keine ausreichende Verschleißfestigkeit und Stabilität auf. Hartmetall mit Titancarbid (TiC) ist aufgrund seiner höheren Härte und Hitzebeständigkeit die ideale Wahl.

Technologischer Durchbruch

Das Werk Zhuzhou arbeitete mit dem Beijing Nonferrous Metals Research Institute zusammen, um die Mikrostruktur von Hartmetall durch die Zugabe von Titancarbid (TiC) anzupassen und so die Gesamtleistung des Materials zu verbessern. Die Zugabe von TiC erhöht die Härte und die Hochtemperaturbeständigkeit der Legierung und macht sie dadurch besser für den Einsatz unter komplexen geologischen Bedingungen bei der Ölförderung geeignet. Beispielsweise zeigte dieser neue Hartmetallbohrer bei Ölfeldbohrungen im Sichuan-Becken und anderen Regionen eine gute Verschleißfestigkeit und Stabilität, was die Lebensdauer des Bohrers deutlich verlängerte.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Anwendung und Auswirkungen

TiC -haltiges Hartmetall deckt nicht nur den dringenden Bedarf der Ölindustrie, sondern fördert auch die Anwendung und Erforschung von Hartmetall in anderen Bereichen. Anfang der 1960er Jahre befand sich Chinas Ölindustrie in einer Phase rasanter Entwicklung. Die unabhängig produzierten Hartmetallbohrer leisteten wichtige Unterstützung für die Ölfeldentwicklung und reduzierten die Abhängigkeit von importierten Materialien. Gleichzeitig setzte diese Kooperation auch ein Beispiel für die technische Forschung und Entwicklung der chinesischen Hartmetallindustrie und legte den Grundstein für die Integration von Industrie, Wissenschaft und Forschung.

1960er Jahre: Begrenzte technologische Entwicklung und Autarkie

den 1960er Jahren wurde die technologische Forschung und Entwicklung der Zhuzhou Cemented Carbide Factory durch die Kulturrevolution (1966-1976) in gewissem Maße behindert, doch im Geiste der Eigenständigkeit optimierte die Fabrik die Formel und erfüllte weiterhin den inländischen Bearbeitungsbedarf.

Historischer Hintergrund

Während der Kulturrevolution wurden Chinas wissenschaftliche Forschung und Industriesysteme stark beeinträchtigt, und die Produktion vieler Forschungseinrichtungen und Fabriken geriet ins Stocken. Die Arbeit von Forschungseinrichtungen wie dem Beijing Nonferrous Metals Research Institute stagnierte, und auch die technische Zusammenarbeit mit dem Werk in Zhuzhou war beeinträchtigt. Techniker und Ingenieure des Werks wurden versetzt, und einige Produktionsanlagen veralten aufgrund mangelnder Wartung.

Autarkie und Produktionserhaltung

Trotz der Schwierigkeiten konnte die Zhuzhou Cemented Carbide Factory ihre Produktion und technischen Verbesserungen eigenständig weiterführen und dabei auf vorhandene Techniker und Ausrüstung zurückgreifen. Das Werk optimierte das WC-Co-Verhältnis und passte den Sinterprozess an, um die Zähigkeit und Haltbarkeit der Werkzeuge zu verbessern. Diese Werkzeuge werden hauptsächlich in der mechanischen Bearbeitung eingesetzt, beispielsweise als Schneidwerkzeuge für Dreh- und Fräsmaschinen, und unterstützen so die Entwicklung der heimischen Grundstoffindustrie.

Historische Bedeutung

Auch bei Unterbrechungen der externen technischen Unterstützung bewies die Zhuzhou Cemented Carbide Factory Selbstständigkeit und sicherte die Kontinuität der Hartmetallproduktion. Der technische Aufbau in dieser Zeit legte den Grundstein für die Einführung neuer Technologien und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

die rasante Entwicklung nach der Reform und Öffnung . Gleichzeitig bildete die Fabrik ein Team von technischen Fachkräften aus, die auch unter schwierigen Bedingungen produzieren konnten, und sicherte sich Talente für die spätere industrielle Modernisierung.

1970: Projekt 704 und Produktionserweiterung

Im Jahr 1970 startete das Land das „704-Projekt“, die Hartmetallfabrik in Zhuzhou wurde erweitert und die Produktion gesteigert.

Technischer Hintergrund

„Projekt 704“ ist eines der wichtigsten Industrieprojekte des Staates, das Anfang der 1970er Jahre ins Leben gerufen wurde. Ziel ist es, die Produktionskapazität strategischer Materialien zur Unterstützung der Landesverteidigung und des industriellen Aufbaus zu erhöhen. Als Kernunternehmen der Hartmetallproduktion wurde die Zhuzhou Cemented Carbide Factory in dieses Projekt einbezogen und erhielt staatliche Fördermittel und politische Unterstützung.

Erweiterungsinhalt

Das Werk Zhuzhou erweiterte seine Produktionshalle, modernisierte einige Anlagen und steigerte die Hartmetallproduktion weiter. Die hergestellten Hartmetallprodukte werden hauptsächlich im Bergbau, in der mechanischen Bearbeitung und im Verteidigungsbereich eingesetzt. Beispielsweise spielen Hartmetallteile für Panzerkettenverschleißteile eine wichtige Rolle in der Rüstungsindustrie.

Historische Bedeutung

Die Umsetzung des „704-Projekts“ unterstreicht die hohe Aufmerksamkeit, die China der Hartmetallindustrie widmet. Durch die Erweiterung wurde die Produktionskapazität des Werks Zhuzhou deutlich gesteigert und damit der industrielle Grundstein für die Reform und Öffnung Ende der 1970er Jahre gelegt. Gleichzeitig spiegelt dieses Projekt die strategische Planung der industriellen Entwicklung Chinas in einer besonderen historischen Periode wider.

1978–1985: Reform und Öffnung sowie Technologieeinführung

1978 wurde die Reform- und Öffnungspolitik eingeleitet. Während des Sechsten Fünfjahresplans (1981–1985) führte die Zhuzhou Cemented Carbide Factory schwedische Sandvik-Technologie ein, um beschichtete Werkzeuge zu entwickeln und die Schneidleistung zu verbessern.

Hintergrund der Reform und Öffnung

1978 startete China seine Reform- und Öffnungspolitik und begann, ausländische Spitzentechnologien in die Industrie einzuführen, um den inländischen Technologierückstand

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

auszugleichen. Als Schlüsselwerkstoff für die High-End-Fertigung muss Hartmetall seine Leistung und Produktionseffizienz dringend verbessern. Das schwedische Unternehmen Sandvik ist ein weltweit führendes Unternehmen im Bereich Hartmetall. Seine Beschichtungstechnologie (wie die chemische Gasphasenabscheidung, CVD) bietet erhebliche Vorteile bei der Verbesserung der Werkzeugverschleißfestigkeit und der Schneidleistung.

Technologieeinführung und -anwendung

Mit Unterstützung des Sechsten Fünfjahresplans führte die Zhuzhou Cemented Carbide Factory die Beschichtungstechnologie von Sandvik ein und entwickelte mit Titannitrid (TiN) beschichtete Werkzeuge. Die TiN- Beschichtung wird mittels CVD-Verfahren auf das Hartmetallsubstrat aufgebracht, wodurch die Oberflächenhärte und Verschleißfestigkeit des Werkzeugs deutlich verbessert werden kann. Dieses beschichtete Werkzeug eignet sich hervorragend zum Schneiden, insbesondere für die Bearbeitung von Gusseisen, Stahl und anderen Werkstoffen und wird häufig im Automobilbau und in der Maschinenbauindustrie eingesetzt.

Historische Bedeutung

Die Einführung der Sandvik-Technologie markiert den Wandel der chinesischen Hartmetallindustrie vom Technologienachfolger zum Technologieakzeptanten. Die Entwicklung beschichteter Werkzeuge verbessert nicht nur die Wettbewerbsfähigkeit der Produkte, sondern fördert auch das Exportwachstum und legt damit den Grundstein für die internationale Marktposition des Werks Zhuzhou. Die Technologieeinführung in diesem Zeitraum ermöglichte zudem die Ansammlung von Erfahrungen für nachfolgende eigenständige Innovationen.

1980er-2000er Jahre: Unabhängige Innovation und Vermarktung

1980: Technische Zusammenarbeit

1980 kooperierte die Zhuzhou Cemented Carbide Factory mit der Tsinghua-Universität, um die Leistung von Hartmetall zu optimieren und den Verarbeitungsanforderungen elektronischer Bauteile gerecht zu werden. Die Fakultät für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik der Tsinghua-Universität verfügt über umfassende wissenschaftliche Forschungskapazitäten zur Optimierung von Hartmetall-Mikrostrukturen. Der Schwerpunkt dieser Kooperation liegt auf der Verbesserung der Genauigkeit und Stabilität von Hartmetall, um den Bedarf der Elektronikindustrie an hochpräzisen Formen zu decken.

1985 wurde die China Tungsten Industry Association (CTIA) gegründet

Hintergrund und Vorbereitung der Gründung der China Tungsten Industry Association

Die Gründung der China Tungsten Industry Association steht in engem Zusammenhang mit der

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Entwicklung der chinesischen Wolframindustrie. Anfang der 1980er Jahre verfügte China als weltweit größter Wolframproduzent über Wolframreserven von über 40 % der weltweiten Gesamtmenge und eine jährliche Produktion von rund 70 % . Wolframprodukte fanden breite Anwendung im Maschinenbau, im Bergbau, in der Luft- und Raumfahrt und anderen Bereichen. Die chinesische Wolframindustrie stand damals jedoch vor zahlreichen Herausforderungen: verstreute Unternehmen, uneinheitliches technisches Niveau, ungeordnete Rohstoffentwicklung, starker Exportwettbewerb und starke Preisschwankungen auf dem Weltmarkt. Um diese Probleme zu lösen, die Branchenkoordination zu stärken, den technologischen Fortschritt zu fördern und die Ressourcen effizient zu nutzen, wurde die Gründung einer nationalen Industrieorganisation zu einer vorrangigen Aufgabe.

1981 legte das Ministerium für Metallurgie (damals zuständig für die Wolframindustrie) der staatlichen Wirtschaftskommission einen „Bericht über die Gründung des Chinesischen Wolframindustrieverbandes“ vor. Der Bericht analysierte detailliert die aktuelle Lage der Wolframindustrie, wies auf die Notwendigkeit der Gründung eines Industrieverbandes hin und schlug vor, die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit zu stärken und die Wettbewerbsfähigkeit der Branche durch die Gründung eines Verbandes zu verbessern. Am 17. September 1981 genehmigte der Staatsrat diesen Vorschlag formell und beauftragte die China Nonferrous Metals Industry Corporation, gemeinsam mit dem Ministerium für Metallurgie, dem Ministerium für Maschinenbau, dem Ministerium für Außenhandel und anderen zuständigen Behörden die Vorbereitungen für die Verbandsgründung zu leiten. Während der Vorbereitungsphase organisierte die China Nonferrous Metals Industry Corporation zahlreiche Umfragen und Tagungen, lud landesweit führende Wolframbergbau- und -verarbeitungsunternehmen, wissenschaftliche Forschungsinstitute und Entwicklungsabteilungen zur Diskussion ein, formulierte einen Entwurf der Verbandssatzung und legte den organisatorischen Rahmen und die Ziele des Verbandes fest.

Gründungskonferenz der China Tungsten Industry Association

Die China Tungsten Industry Association hielt ihre Gründungskonferenz und die erste Konferenz der Mitgliedervertreter vom 20. bis 25. Dezember 1985 in Nanchang, Provinz Jiangxi, ab. Nanchang wurde als Konferenzort gewählt, da es die Hauptstadt von Jiangxi ist, einer Provinz mit reichen Wolframvorkommen in China, und in der Nähe wichtiger Wolfram-Produktionsgebiete wie Ganzhou liegt. Gastgeber der Konferenz war die China Nonferrous Metals Industry Corporation. Mehr als 120 Vertreter von Unternehmen der Wolframindustrie, wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen, Designabteilungen und relevanten Regierungsbehörden aus dem ganzen Land nahmen daran teil. Während der Konferenz überprüften und verabschiedeten die Delegierten die „Charta der China Tungsten Industry Association“ und wählten den ersten Vorstand und die erste Geschäftsführung.

Der erste Rat bestand aus 47 Mitgliedern. Zhang Jian, stellvertretender Geschäftsführer der China Nonferrous Metals Industry Corporation, wurde zum ersten Präsidenten gewählt, Vertreter der Zhuzhou Cemented Carbide Factory (Zhuzhou 601 Factory) und der Ganzhou Tungsten Mine fungierten als Vizepräsidenten. Auf der Konferenz wurde auch der Zweck des Verbandes festgelegt:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

die Förderung der gesunden Entwicklung der chinesischen Wolframindustrie, die Wahrung der legitimen Rechte und Interessen der Industrie und ihrer Mitglieder sowie die Förderung des technologischen Fortschritts, der Ressourcenschonung und der internationalen Zusammenarbeit. Während der Sitzung diskutierten die Delegierten ausführlich über Themen wie technologischen Wandel, Marktentwicklung und Ressourcenmanagement in der Wolframindustrie und erarbeiteten zahlreiche Vorschläge zur Branchenentwicklung.

Ursprüngliche Ziele und Aktivitäten der China Tungsten Industry Association

Gründung definierte der Verband der chinesischen Wolframindustrie eine Reihe von Arbeitszielen. Erstens engagiert sich der Verband für die Koordinierung der Beziehungen zwischen den Unternehmen der Branche, die Standardisierung des Wolframabbaus und der Wolframverarbeitung sowie die Reduzierung des Wettbewerbs. Zweitens fördert der Verband den technologischen Fortschritt in der Wolframindustrie durch die Organisation von technischem Austausch und Schulungen, beispielsweise durch die Förderung fortschrittlicher Mineralverarbeitungstechnologien und Hartmetall-Produktionsverfahren. Darüber hinaus beteiligt sich der Verband aktiv an der Koordinierung des internationalen Wolframmarktes, vertritt die chinesische Wolframindustrie in relevanten internationalen Wolframindustrieorganisationen und wahrt die Interessen chinesischer Unternehmen auf dem internationalen Markt.

Kurz nach seiner Gründung organisierte der Verband 1986 das erste nationale technische Austauschtreffen der Wolframindustrie. Dazu lud er technische Experten der Zhuzhou 601 Factory, der Ganzhou Tungsten Mine und anderer Unternehmen ein, um neue Technologien zur Wolframkonzentrataufbereitung und Hartmetallproduktion auszutauschen. 1987 unterstützte der Verband die Regierung bei der Ausarbeitung der „Tungsten Industry Management Measures (Trial)“, die politische Leitlinien für den Wolframabbau und -export lieferten und die Branchenordnung zunächst standardisierten.

Organisationsstruktur der China Tungsten Industry Association

Die China Tungsten Industry Association ist eine nationale, branchenbasierte, gemeinnützige Organisation, deren Mitglieder sich freiwillig aus Unternehmen, wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen, Designabteilungen und sozialen Organisationen der Wolframindustrie zusammensetzen. Die Vereinigung hat einen Vorstand als höchstes Entscheidungsgremium und ein Sekretariat für die laufenden Geschäfte eingerichtet. Das Sekretariat befand sich ursprünglich in Nanchang, wurde später jedoch entsprechend den Anforderungen des Branchenmanagements nach Peking verlegt. Die Vereinigung hat außerdem mehrere Fachausschüsse eingerichtet, darunter den Technischen Ausschuss, den Marktausschuss und den Ausschuss für Ressourcenmanagement, die jeweils für den technischen Austausch, die Marktanalyse und den Ressourcenschutz zuständig sind.

Entwicklungsstatus der China Tungsten Industry Association

Ab 2025 decken die Mitglieder der China Tungsten Industry Association die gesamte Industriekette ab, einschließlich Wolframbergbau, -verhüttung und -verarbeitung, Hartmetallproduktion sowie wissenschaftliche Forschung und Entwicklung. Zu den Mitgliedseinheiten zählen China Tungsten

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

High- Tech, einschließlich der untergeordneten Zhuzhou Cemented Carbide Group (ehemals Zhuzhou 601 Factory), Zigong Cemented Carbide Co., Ltd. (ehemals Zigong 764 Factory), Xiamen Tungsten Industry, Jiangxi Tungsten Group und ihre zahlreichen untergeordneten Einheiten sowie andere führende Unternehmen der Branche. Der Verband hat eine wichtige Rolle bei der Förderung der grünen Entwicklung und Internationalisierung der Wolframindustrie gespielt, beispielsweise indem er die Formulierung einer Reihe von Industriestandards organisiert, die Forschung und Entwicklung von Technologien zur Rückgewinnung von Wolframressourcen unterstützt und sich um das Recht bemüht, für chinesische Unternehmen auf dem internationalen Wolframmarkt zu sprechen.

Bedeutung und Auswirkungen

Die China Tungsten Industry Association ist ein wichtiger Meilenstein in der Entwicklung der chinesischen Wolframindustrie. Die Gründung des Verbandes beendete den langjährigen Mangel an einheitlicher Koordination in der Branche und bot Wolframunternehmen eine Plattform für Kommunikation und Zusammenarbeit. Dank der Bemühungen des Verbandes hat die chinesische Wolframindustrie bedeutende Fortschritte hinsichtlich ihres technischen Niveaus, ihrer Marktwettbewerbsfähigkeit und ihrer Ressourceneffizienz erzielt. Gleichzeitig stärkte der Verband seine Beziehungen zur internationalen Wolframindustrie, stärkte deren globalen Einfluss und legte den Grundstein für die nachhaltige Entwicklung der Branche.

1985: Gründung der Xiamen Tungsten Industry Co., Ltd.

Xiamen Tungsten Industry wurde 1985 in Xiamen, Fujian, gegründet. Basierend auf den Wolframvorkommen Fujians begann das Unternehmen mit der Produktion von Hartmetall. Fujian ist eine Provinz mit reichhaltigen Wolframvorkommen in China. Die Gründung von Xiamen Tungsten Industry erweiterte die regionale Hartmetallindustrie und förderte die industrielle Entwicklung der südöstlichen Küstenregionen.

1987: Export beschichteter Schneidwerkzeuge

1987 brachte die Zhuzhou Cemented Carbide Factory beschichtete Schneidwerkzeuge auf den Markt, wodurch die Exportquote stieg. Der Export beschichteter Schneidwerkzeuge erfolgte hauptsächlich nach Südostasien, was die Entwicklung der lokalen Fertigungsindustrie förderte und Devisen für die chinesische Hartmetallindustrie generierte.

1990er Jahre: Technologische Durchbrüche und industrielle Expansion

den 1990er Jahren entwickelte die Zhuzhou Cemented Carbide Factory in Zusammenarbeit mit der Central South University ultrafeinkörniges Hartmetall für Präzisionsformen. Die Central South University verfügt über einen führenden Vorsprung in der Pulvermetallurgie, und diese Kooperation förderte die Industrialisierung der Ultrafeinkörnigkeitstechnologie. 1994 führte Xiamen Tungsten Industry in Zusammenarbeit mit dem japanischen Kyocera die physikalische

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Gasphasenabscheidung (PVD) ein, um beschichtete Werkzeuge zu entwickeln und so die Hochtemperaturbeständigkeit der Produkte weiter zu verbessern.

1997: Gründung der Jiangxi Tungsten Group

1997 wurde die Jiangxi Tungsten Industry Holding Group (Jiangxi Tungsten Group) gegründet, um die Wolframerzressourcen in Ganzhou zu integrieren und Hartmetall zu produzieren. Ganzhou ist das größte Wolframerz-Produktionsgebiet Chinas. Die Gründung der Jiangxi Tungsten Group markiert die Integration und Modernisierung der Wolfram-Industriekette in Jiangxi.

1998: Entwicklung der Xiamen-Wolframtechnologie

Im Jahr 1998 entwickelte Xiamen Tungsten einen neuen Hartmetalltyp für den Einsatz im Meeresbau und deckte damit die Nachfrage nach korrosionsbeständigen Materialien im Meeresbereich.

1999: Recyclingtechnologie

Im Jahr 1999 kooperierte die Zhuzhou Cemented Carbide Factory mit dem schwedischen Unternehmen Seco Tools, um Forschungen zur Recyclingtechnologie durchzuführen, die die Recyclingrate von Wolframressourcen verbesserten .

2000: Zhuzhou Hartmetall-Industriepark

Im Jahr 2000 begann der Zhuzhou Cemented Carbide Industrial Park Gestalt anzunehmen und bildete einen Industriecluster mit der Zhuzhou Cemented Carbide Factory als Kern, der die regionale Wirtschaftsentwicklung förderte.

2000er-2020er Jahre: Globalisierung und technologische Führung

2002: Beitritt zur WTO

Im Jahr 2002 trat China der Welthandelsorganisation (WTO) bei, und die Zhuzhou Cemented Carbide Factory (China Tungsten High- Tech) verzeichnete einen Anstieg ihrer Exporte. Im selben Jahr integrierte China Tungsten High-Tech die Zhuzhou Diamond Cutting Tool Company, um die Produktionskapazität für CNC-Sägeblätter zu erhöhen und so den Bedarf in anspruchsvollen Branchen wie der Automobilherstellung zu decken.

2002: China Minmetals Group und Jiangxi Rare Earth Metals Tungsten Industry Group Corporation begannen ihre Zusammenarbeit.

Im Jahr 2002 gründete China Minmetals Nonferrous Metals Co., Ltd., eine Tochtergesellschaft von China Minmetals Group hat in Zusammenarbeit mit der Jiangxi Rare Earth Metals Tungsten Industry Group Corporation (dem Vorgänger der Jiangxi Tungsten Industry Holding Group) die Jiangxi Tungsten Industry Group Co., Ltd. gegründet. Dieses Joint Venture wird von beiden Parteien gemeinsam kontrolliert, wobei China Minmetals Nonferrous Metals 51 % und Jiangxi Rare Earth

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Metals Tungsten Industry Group Corporation 49 % halten (gemäß den Informationen auf der Website der Stadtverwaltung von Ganzhou). Das Joint Venture hat seinen Hauptsitz in Ganzhou, Jiangxi, und sein Geschäft umfasst den Abbau, die Aufbereitung, das Schmelzen, die Tiefenverarbeitung und den Handel mit Wolfram. Es integriert mehrere Wolframerzressourcen und -verarbeitungsunternehmen in der Provinz Jiangxi und bildet so eine relativ vollständige Industriekette. Diese Kooperation ist für die China Minmetals Group ein wichtiger Schritt zum Einstieg in die Wolframindustrie in Jiangxi und steht im Einklang mit der damaligen politischen Ausrichtung des Landes, die die Zusammenarbeit zwischen Zentralregierung und lokalen Behörden fördert.

2005: Xiamen Tungsten Industry erzielt technologischen Durchbruch

Im Jahr 2005 entwickelte Xiamen Tungsten Co., Ltd. Schneidwerkzeuge mit ultrafeinen Körnern für den Einsatz im Photovoltaikbereich und unterstützte damit die rasante Entwicklung der Photovoltaikindustrie.

2008: Exporte während der Finanzkrise

Vor dem Hintergrund der weltweiten Finanzkrise stiegen Chinas Hartmetallexporte im Jahr 2008 weiter an, was die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Branche widerspiegelt.

2010–2015: Technologie und Recycling

Im Jahr 2010 kooperierte China Tungsten High-Tech mit der Beijing University of Science and Technology, um nanoskaliges Hartmetall für die Präzisionsbearbeitung zu entwickeln. Xiamen Tungsten brachte PVD-beschichtete Werkzeuge auf den Markt, wodurch die Exportquote stieg. 2012 entwickelte die Jiangxi Tungsten Group ein neuartiges Hartmetall für die Luftfahrt. 2013 förderte die Jiangxi Tungsten Group das Biolaugungsverfahren zur Verbesserung der Recyclingeffizienz. 2015 baute Ganzhou eine Wolfram-Kreislaufwirtschaft auf, um das Ressourcenrecycling zu fördern.

Regionale Cluster

Im Jahr 2010 entwickelte sich der Zhuzhou Cemented Carbide Industrial Park rasant. 2015 baute Ganzhou mithilfe der Jiangxi Tungsten Group eine Produktionslinie für hochwertige Werkzeuge auf. 2016 gründete Xiamen Tungsten Industry in Südkorea eine Recyclinganlage für Sekundärrohstoffe mit einer jährlichen Produktion von 1.500 Tonnen Wolframoxid. 2018 entwickelte sich Xiamen zu einem Werkzeugexportzentrum.

2020er Jahre bis heute: Grüne Intelligenz und globale Führung

2020–2024: Grüne und intelligente Entwicklung

Im Jahr 2020 wird der „14. Fünfjahresplan“ die Entwicklung der Hartmetallindustrie unterstützen. Im Jahr 2021 entwickelte China Tungsten High-Tech eine additive Fertigungstechnologie. Im Jahr 2022 wird das Projekt zur Tiefenverarbeitung der Wolframindustriekette in Xiamen und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Jiujiang gestartet.

Im Jahr 2023 führte Xiamen Tungsten Co., Ltd. künstliche Intelligenz zur Optimierung der Produktion ein und China Tungsten High-tech entwickelte hochentropisches Hartmetall.

Im Jahr 2024 startete die Jiangxi Tungsten Group das Ganzhou-Hartmetallprojekt, dessen Produktionsaufnahme für 2025 geplant ist. Xiamen Tungsten Industry errichtete in Thailand eine Produktionsbasis für Legierungen und die intelligente Produktionslinie für ultrafeines Wolframkarbid der Zhuhai Tungsten Group nahm die Produktion auf.

Ressourcenintegration

über ihre Tochterunternehmen an der Entwicklung der Bakuta- Wolframmine in Kasachstan, und das Projekt hat 2024 bedeutende Fortschritte gemacht. Die Bakuta- Wolframmine liegt im Bezirk Yanbekshkazakh der Region Almaty in Kasachstan, etwa 150 Kilometer von der Stadt Almaty entfernt, in der Nähe des Hafens Horgos in China und ist gut angebunden. Das Abbaugelände umfasst eine Fläche von 1,16 Quadratkilometern, die maximale Abbautiefe beträgt 300 Meter. Die Abbaudauer läuft vom 2. Juni 2015 bis zum 2. Juni 2040. Zum 30. Juni 2024 betragen die Erzreserven 70,8 Millionen Tonnen mit einem durchschnittlichen Gehalt von 0,205 % WO_3 , was 145.400 Tonnen WO_3 entspricht; die gesamten Ressourcen betragen 110,4 Millionen Tonnen, davon rund 233.200 Tonnen WO_3 . Die Gesamtinvestition des Projekts beträgt rund 270 Millionen US-Dollar (ca. 1,8922 Milliarden RMB). Die Verarbeitungskapazität beträgt in der ersten Phase 10.000 Tonnen/Tag und soll in einer späteren Phase auf 15.000 Tonnen/Tag erhöht werden. Die Produktion soll im ersten Quartal 2025 beginnen. Die jährliche Produktion soll etwa 15.000 Tonnen 65-prozentiges WO_3 -Konzentrat betragen, was etwa 10 % der weltweiten Produktion entspricht. Das Projekt wird gemeinsam von der Jiangxi Copper Group, Hengzhao International, der China Railway Construction Group und der China Civil Engineering Group entwickelt. An der Kapitalstruktur hält Hengzhao 43,35 %, Jiangxi Copper Hong Kong 41,65 % und die China Railway Construction Group 15 %. Es wird erwartet, dass dadurch etwa 1.000 Arbeitsplätze geschaffen werden und der Auftragswert sich auf 1,328 Milliarden RMB beläuft.

Im Jahr 2024 wird China Tungsten High-Tech die Wolframmine Hunan Shizhuyuan mit einer Reserve von 560.000 Tonnen erwerben. Die Jiangxi Tungsten Group wird eine Mehrheitsbeteiligung an der Anyuan Coal Industry halten und Xiamen Tungsten wird mit dem japanischen Unternehmen Mitsubishi Materials zusammenarbeiten.

Regionale Zusammenarbeit

Im Jahr 2020 entwickelte sich der Zhuzhou Cemented Carbide Industrial Park weiter.

Im Jahr 2024 wird die Wolfram-Industriekette von Ganzhou integriert sein und die Werkzeugexporte von Xiamen werden weiter wachsen.

1.3 Vergleich zwischen Hartmetall und herkömmlichen Werkstoffen

Hartmetall ist herkömmlichen Werkstoffen in Bezug auf Härte, Verschleißfestigkeit, Zähigkeit und Umweltverträglichkeit deutlich überlegen und hat sich in bestimmten Bereichen gegenüber neuen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Werkstoffen einen Wettbewerbsvorteil verschafft. Dieser Abschnitt vergleicht Hartmetall mit hochfestem Stahl, Keramik, kubischem Bornitrid (CBN) und polykristallinem Diamant (PKD) anhand quantitativer Leistungsparameter, Anwendungsszenarien und einer Lebenszyklusanalyse, um seine einzigartigen Vorteile zu veranschaulichen.

1.3.1 Leistungsunterschiede bei hochfestem Stahl und Keramik

Hochfester Stahl (wie AISI 4340) hat eine Zugfestigkeit von etwa 1100–1300 MPa (ITIA-Bericht 2024), eine Härte von 400–500 HV, eine Verschleißrate von etwa $0,5 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ und einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von $12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Er ist relativ kostengünstig und für die Herstellung von Strukturteilen geeignet. Bei hohen Temperaturen nimmt seine Leistung jedoch ab, und seine Härte sinkt bei 600°C auf 200–250 HV (Journal of Materials Science 2025). Hartmetall (wie WC-6 % Co) hat eine Härte von HV 1800–2200, eine Verschleißrate von $0,06\text{--}0,08 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$, einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von $4,5\text{--}5,5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$, eine Druckfestigkeit von 3500–4000 MPa und behält bei 1000°C HV 900–1000 bei (Journal of the Chinese Society of Nonferrous Metals 2024). Der Jahresbericht 2024 von China Tungsten High-Tech zeigt beispielsweise, dass die Lebensdauer seiner WC-6 % Co-Bergbaubohrer beim Granitbohren 1800–2000 Meter beträgt, während die Lebensdauer von Bohrern aus hochfestem Stahl AISI 4340 etwa 300–400 Meter beträgt und die Lebensdauer von Hartmetall um etwa das 4- bis 5-fache erhöht ist. Der niedrige Wärmeausdehnungskoeffizient von Hartmetall verringert die Verformung durch die Verarbeitung und eignet sich für Präzisionsformen (Toleranz $<0,01 \text{ mm}$).

Keramik (wie Aluminiumoxid Al_2O_3) hat eine Härte von HV 1800–2000, eine Temperaturbeständigkeit von 1200°C und eine Wärmeleitfähigkeit von $25\text{--}30 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ und eignet sich daher zum Schneiden bei hohen Temperaturen. Allerdings liegt die Bruchzähigkeit bei $3\text{--}5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$, die Schlagzähigkeit ist gering und sie neigt zum Absplittern (ITIA 2024). Hartmetall hat eine Zähigkeit von $8\text{--}15 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$, eine Wärmeleitfähigkeit von $80\text{--}100 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ und ist widerstandsfähiger gegen Thermoschocks. So zeigt beispielsweise der Jahresbericht 2024 von Xiamen Tungsten, dass seine PVD TiAlN-beschichteten WC-Co-Werkzeuge beim Hochgeschwindigkeitsfräsen ($200 \text{ m}/\text{min}$) eine um etwa 50–60 % höhere Absplitterungsbeständigkeit aufweisen als unbeschichtete Werkzeuge.

1.3.2 Vergleich mit neuen Materialien

Kubisches Bornitrid (CBN) hat eine Härte von 4000–5000 HV und eine Wärmeleitfähigkeit von $150\text{--}200 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$. Es eignet sich zum Schneiden von Hochtemperaturlegierungen (wie Inconel 718) mit einer Schnittgeschwindigkeit von 250–300 m/min, hat aber eine Bruchzähigkeit von $4\text{--}6 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ und eine geringe Schlagzähigkeit (ITIA 2024). Polykristalliner Diamant (PKD) hat eine Härte von 7000–8000 HV und eine Verschleißrate von $0,01\text{--}0,02 \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$. Es eignet sich für die Bearbeitung von Nichteisenmetallen (wie Aluminiumlegierungen), hat aber eine geringe Temperaturbeständigkeit. Die Härte sinkt bei über 700°C um etwa 40–50 % (Journal of Materials Science 2025). Hartmetall verfügt über eine PVD- TiAlN- Beschichtung (Härte HV 2500–3000), die an die Leistung von CBN heranreicht, und eine Druckfestigkeit von 3500–4000 MPa, die besser

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ist als PCD (ca. 3000 MPa), wodurch es sich für Tiefseebohrungen (Druck > 100 MPa) eignet.

Anwendungstechnisch bieten CBN und PKD Vorteile bei der Ultrapräzisionsbearbeitung (z. B. bei optischen Linsen, Oberflächenrauheit <0,01 μm), Hartmetall hingegen ist vielseitiger einsetzbar. So zeigt beispielsweise der Jahresbericht 2024 von Jiangxi Tungsten, dass TaC-WC-Co-Hartmetalldüsen Temperaturen von 1200 °C in Flugzeuggasturbinen standhalten und eine Lebensdauer von etwa 4000–5000 Stunden haben, während die Lebensdauer von PKD-Düsen bei etwa 1500–2000 Stunden liegt. Die PVD-Beschichtungstechnologie mit Hartmetall reduziert den chemischen Verschleiß und verbessert die Stahlschneidleistung im Vergleich zu unbeschichteten Materialien um etwa 20–30 % (Journal of the Chinese Society of Nonferrous Metals 2024).

1.3.3 Vorteile in extremen Umgebungen

Hartmetall eignet sich gut für extreme Umgebungen wie hohe Temperaturen, hohen Druck und Korrosion. Bei 1000 °C hält WC-6%Co-Hartmetall einen HV-Wert von 900–1000, während dieser bei hochfestem Stahl (AISI 4340) auf 200–250 sinkt. Obwohl Keramik hochtemperaturbeständig ist, weist sie eine geringe Bruchzähigkeit ($3\text{--}5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$) auf und neigt zur Rissbildung. Hartmetall mit einer Ni-Bindungsphase (wie Co-Ni-Cr) weist in Salzsprühnebel eine Korrosionsrate von <0,1 mm/Jahr auf, und die Lebensdauer von Schiffsbauteilen (wie z. B. Ventilen der Xiamen Tungsten Industry) beträgt >5 Jahre, während die Lebensdauer von hochfestem Stahl AISI 4340 bei etwa 1–2 Jahren liegt (Jahresbericht 2024 der Xiamen Tungsten Industry). Bei Tiefseebohrungen (5000 Meter Wassertiefe, Druck von etwa 50 MPa) beträgt die Lebensdauer von Hartmetallbohrern 800–1000 Stunden, die von hochfestem Stahl etwa 150–200 Stunden (ITIA 2024).

Hartmetall bietet erhebliche Umweltvorteile. Im Jahr 2024 liegt die globale Recyclingquote für Hartmetall bei etwa 25–30 %, China erreicht 35–40 % (ITIA 2024), und China Tungsten High-Tech wird etwa 2.000–2.200 Tonnen recyceln (Jahresbericht 2024 von China Tungsten High-Tech). Die Recyclingquote für hochfesten Stahl liegt bei etwa 85–90 %, der Energieverbrauch ist jedoch hoch, die Recyclingquote für Keramik liegt unter 10 %, und das Recycling von CBN und PKD ist aufwendig. Der Lebenszyklus von Hartmetall erfüllt das „Dual Carbon“-Ziel (Journal of the Chinese Society of Nonferrous Metals 2024). Im Jahr 2025 wird China Tungsten High-Tech das Design von WC-Co-Werkzeugen durch additive Fertigung optimieren, um die Haltbarkeit zu verbessern (Jahresbericht 2024 von China Tungsten High-Tech).

1.4 Vergleich zwischen Hartmetall und Wolframstahl

zwischen Hartmetall (WC-Co-Verbundwerkstoff) und Wolframstahl (Schnellarbeitsstahl oder Werkzeugstahl mit Wolfram) hinsichtlich Materialzusammensetzung, Mikrostruktur, Leistungsparametern und Herstellungsverfahren. In diesem Abschnitt werden die Eigenschaften der beiden Werkstoffe anhand quantitativer Daten und wissenschaftlicher Analysen detailliert verglichen. Dabei werden die Vorteile von Hartmetall hinsichtlich Härte, Verschleißfestigkeit und Hochtemperaturbeständigkeit sowie die Eigenschaften von Wolframstahl hinsichtlich Zähigkeit und Verarbeitungsflexibilität hervorgehoben. Der Schwerpunkt liegt auf Materialien und Leistung, ohne auf die wirtschaftliche oder Anwendungsebene einzugehen.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

1.4.1 Werkstoffzusammensetzung und Mikrostruktur

Hartmetall besteht aus Wolframkarbid (WC, Massenanteil 70–94 %) als Hartphase und Kobalt (Co, 6–20 %) oder Nickel (Ni) als Bindephase. WC ist hexagonal (Raumgruppe $P6m2$, $a = 2,906 \text{ \AA}$, $c = 2,837 \text{ \AA}$) und hat eine Härte von 2200–2500 HV. Co hat eine kubisch-flächenzentrierte Struktur (FCC), und der Kontaktwinkel beträgt etwa $5\text{--}10^\circ$ (Journal of the Chinese Society of Nonferrous Metals 2024). Die Mikrostruktur besteht aus WC-Partikeln (Körner $0,2\text{--}5 \mu\text{m}$), die in die Co-Matrix eingebettet sind, mit einer Dichte von $>98\text{--}99 \%$. Rasterelektronenmikroskopie (REM) und Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) zeigen, dass die WC-Co-Grenzflächenfestigkeit $>40\text{--}50 \text{ MPa}$ und die Co-Segregation $<5 \%$ beträgt (Journal of Materials Science 2025). Die Zugabe von TiC oder TaC ($3\text{--}10 \%$) erhöht die Oxidationsbeständigkeit, und die Gewichtszunahme nach Oxidation bei 1200°C beträgt weniger als $0,1 \text{ mg/cm}^2$ (Jahresbericht China Tungsten High-Tech 2024). Röntgenbeugung (XRD) bestätigt, dass die WC-(001)-Kristallebenenorientierung optimiert ist und die Korngrenzenenergie etwa $0,8\text{--}1 \text{ J/m}^2$ beträgt.

Wolframstahl ist ein legierter Stahl mit Wolfram (W, $5\text{--}18 \%$), wie beispielsweise Schnellarbeitsstahl HSS M2 (mit 6% W, 5% Mo, 4% Cr) oder Werkzeugstahl. Die Matrix besteht aus einer Eisen(Fe)-Kohlenstoff(C, $0,8\text{--}1,2 \%$)-Legierung mit kubisch-raumzentrierter (BCC) oder martensitischer Struktur. Wolfram liegt in fester Lösung oder als Karbid ($\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$) mit einer Korngröße von $10\text{--}30 \mu\text{m}$ vor. Die REM-Analyse zeigt eine ungleichmäßige Karbidverteilung, eine Entmischungsrate von $5\text{--}15 \%$ und eine Grenzflächenfestigkeit von ca. $20\text{--}30 \text{ MPa}$ (Journal of Materials Science 2025). Die kovalente Bindungsstärke von Wolframstahl beträgt etwa $400\text{--}450 \text{ kJ/mol}$, was niedriger ist als bei WC ($600\text{--}700 \text{ kJ/mol}$), und die Härte beträgt HV $600\text{--}800$.

Die Verbundstruktur von Hartmetall weist einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten ($4,5\text{--}5,5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) auf, der besser ist als bei Wolframstahl ($11\text{--}12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$), wodurch die Verformung bei hohen Temperaturen verringert wird. Wolframstahl hat eine höhere Zähigkeit (K_{IC} $c 20\text{--}25 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$) als Hartmetall ($8\text{--}15 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$).

1.4.2 Vergleich der Leistungsparameter

Hartmetall (WC-6 % Co) hat eine Härte von HV $1800\text{--}2200$, eine Verschleißrate von $0,06\text{--}0,08 \text{ mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$, eine Druckfestigkeit von $3500\text{--}4000 \text{ MPa}$, eine Wärmeleitfähigkeit von $80\text{--}100 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ und einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von $4,5\text{--}5,5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Bei 1000°C beträgt der Gewichtsverlust durch Salzsprühnebel von Hartmetall mit Co-Ni-Cr-Bindungsphase $<0,1 \text{ mg/cm}^2$, während HV $900\text{--}1000$ beibehalten wird (Journal of the Chinese Society of Nonferrous Metals 2024). Wolframstahl hat eine Härte von $600\text{--}800 \text{ HV}$, eine Verschleißrate von $0,4\text{--}0,5 \text{ mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$, eine Druckfestigkeit von $1500\text{--}2000 \text{ MPa}$, eine Wärmeleitfähigkeit von $20\text{--}30 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von $11\text{--}12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$, einen Härteabfall auf $350\text{--}400 \text{ HV}$ bei 600°C und eine Korrosionsrate von etwa $0,5\text{--}1 \text{ mg/cm}^2$.

Die Verschleißfestigkeit von Hartmetall beträgt etwa das 6- bis 8-Fache von Wolframstahl und seine Druckfestigkeit ist 1,8- bis 2-Fache höher, sodass es für Hochdruckumgebungen ($> 100 \text{ MPa}$)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

geeignet ist. In Bezug auf die Wärmeleistung beträgt die Gewichtszunahme von Hartmetall nach Oxidation bei 1200 °C $<0,1 \text{ mg/cm}^2$ und es treten nach > 100 Thermoschockzyklen keine Risse auf; die Gewichtszunahme von Wolframstahl nach Oxidation bei 800 °C beträgt etwa $0,8\text{--}1 \text{ mg/cm}^2$ und Mikrorisse treten nach 50-60 Thermoschockzyklen auf. Die zyklische Dauerfestigkeit von Hartmetall ($> 1800\text{--}2000 \text{ MPa}$, 10^7 -fach) ist besser als die von Wolframstahl ($900\text{--}1000 \text{ MPa}$, 10^7 -fach) (Jahresbericht China Tungsten High-Tech 2024).

1.4.3 Merkmale des Herstellungsprozesses

Hartmetall wird durch pulvermetallurgische Verfahren hergestellt: WC- und Co-Pulver (Partikelgröße $0,5\text{--}5 \text{ }\mu\text{m}$), Kugelmahlen (24–48 Stunden), Pressen ($50\text{--}100 \text{ MPa}$), Flüssigphasensintern ($1320\text{--}1400 \text{ }^\circ\text{C}$, Vakuum 10^{-3} Pa), Dichte $>98 \%$. Heißisostatisches Pressen (HIP, $120\text{--}150 \text{ MPa}$, $1350\text{--}1400 \text{ }^\circ\text{C}$) beseitigt Poren und erhöht die Härte um $5\text{--}10 \%$ (Jahresbericht China Tungsten High-tech 2024). Der Prozess erfordert eine Kontrolle der Temperatur ($\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) und des Co-Gehalts ($\pm 0,5 \%$), um submikrone Körner ($0,2\text{--}1 \text{ }\mu\text{m}$) zu erhalten.

Wolframstahl wird durch Lichtbogenofenschmelzen ($1600\text{--}1800 \text{ }^\circ\text{C}$), Blockguss, Warmwalzen/Schmieden ($1100\text{--}1200 \text{ }^\circ\text{C}$) und Wärmebehandlung (Abschrecken $850 \text{ }^\circ\text{C}$, Anlassen $500\text{--}600 \text{ }^\circ\text{C}$) hergestellt. Die Karbide sind ungleichmäßig verteilt, die Korngröße beträgt $10\text{--}30 \text{ Mikrometer}$. Die Wärmebehandlung optimiert Härte und Zähigkeit, jedoch beeinträchtigt die Karbidseigerung ($5\text{--}15 \%$) die Konsistenz (Journal of Materials Science 2025).

1.4.4 Umweltverträglichkeit und Recyclingeigenschaften

Die Korrosionsrate von Hartmetall mit Ni-Bindungsphase (wie Co-Ni-Cr) in Salzsprühnebelumgebung beträgt $<0,1 \text{ mm/Jahr}$ und es weist bei $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ eine hohe Oxidationsbeständigkeit auf. Die Korrosionsrate von Wolframstahl beträgt etwa $0,5\text{--}1 \text{ mm/Jahr}$ und über $800 \text{ }^\circ\text{C}$ ist eine Oxidation deutlich erkennbar. Die Wärmeleitfähigkeit ($80\text{--}100 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) und der niedrige Wärmeausdehnungskoeffizient ($4,5\text{--}5,5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) von Hartmetall sorgen für Thermoschockbeständigkeit und machen es für Umgebungen mit hohen Temperaturen und hohem Druck geeignet ($>1000 \text{ }^\circ\text{C}$, $>100 \text{ MPa}$). Die Wärmeleitfähigkeit ($20\text{--}30 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) und der hohe Wärmeausdehnungskoeffizient ($11\text{--}12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) von Wolframstahl führen zu thermischer Verformung.

Die Rückgewinnungsrate von Hartmetall durch Zinkschmelzen liegt beim Recycling bei $90\text{--}95 \%$, und in China wird sie bis 2024 bei $35\text{--}40 \%$ liegen (ITIA 2024). Die Rückgewinnungsrate von Wolframstahl liegt bei etwa $85\text{--}90 \%$, der Wolframverlust beim Schmelzen und Umgießen beträgt jedoch $5\text{--}10 \%$. Das Recycling von Hartmetall ist effizienter und erfüllt das CO₂-Ziel (Jahresbericht China Tungsten High-tech 2024).

1.4.5 Umfassender Leistungsvergleich

Hartmetall ist Wolframstahl in Härte, Verschleißfestigkeit, Hochtemperaturbeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Druckfestigkeit überlegen. Die PVD- TiAlN- Beschichtung (HV

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2500–3000) verbessert die Leistung und eignet sich für extreme Arbeitsbedingungen. Wolframstahl weist eine hohe Zähigkeit (K_{IC} 20–25 MPa·m^{1/2}) und Verarbeitungsflexibilität auf und eignet sich für die Verarbeitung mit geringer Belastung. Seine Härte (HV 600–800) und Verschleißfestigkeit sind jedoch unzureichend. 2025 optimierte Nano-WC-Co (Korngröße 0,05–0,1 Mikron) von China Tungsten High-Tech die Leistung weiter (Jahresbericht 2024 von China Tungsten High-Tech).

Verweise

- Jahresbericht 2024 von China Tungsten & High-Tech Materials Co., Ltd.
- Jahresbericht 2024 von Xiamen Tungsten Co., Ltd.
- Wolfram-Markttrends im Jahr 2024. www.ctia.com.cn
- CTIA GROUP LTD. Firmenprofil und Produkteinführung im Jahr 2024. ctia.group
- der chinesischen Wolframindustrie . Bericht über die Entwicklungskonferenz der chinesischen Wolframindustrie 2024. www.ctia.net.cn
- Nationale Entwicklungs- und Reformkommission. 2021. Überblick über den 14. Fünfjahresplan. www.ndrc.gov.cn
- Staatliche Archivverwaltung. 1958. Bauarchiv der Zhuzhou-Hartmetallfabrik. Peking: Staatliche Archivverwaltung
- Chinesische Zeitschrift für Nichteisenmetalle. 1965–2024. Verschiedene Ausgaben. www.cnki.net
- Seltene Metallmaterialien und -technik. 2023–2024. Mehrere Ausgaben. www.cnki.net
- USGS. 2025. Zusammenfassungen mineralischer Rohstoffe:
- Wolfram. www.usgs.gov
- ITIA. 2024. Wolfram-Recycling-Bericht. www.itia.infoInternational
- Tungsten Association. 2024. Wolfram-Recycling-Bericht.
- Zeitschrift für Materialwissenschaft. 2024–2025. www.springer.comJournal
- of Materials Science. 2024–2025.
- Zeitschrift für Legierungen und
- Verbindungen. 2025. www.elsevier.comJournal of Alloys and Compounds. 2025.
- Protokolle der Royal Society. 1868.
- London: Royal Society.
- Annalen der Chemie . 1875. Leipzig: Wiley-VCH.
- Annalen der Chemie . 1875. Leipzig: Wiley-VCH.
- Werden Sie deutscher Staatsbürger der Chemischen Gesellschaft. 1900. Berlin: Wiley-VCH.
- Berichte der Gesellschaft Deutscher Chemiker. 1900. Berlin: Wiley-VCH.
- Osram Technischer Bericht. 1908.
- Berlin: Osram GmbH.
- Krupp-Archiv. 1912–1943. Essen: ThyssenKrupp AG.
- Krupp-Archiv. 1912–1943. Essen: ThyssenKrupp AG.
- Krupp Technisches Bulletin. 1925. Essen: Krupp AG.
- Farben Technischer Bericht. 1931. Frankfurt: IG Farben.
- Farben Technischer Bericht. 1931. Frankfurt: IG Farben.
- Sandvik Coromant Geschichte . 1932–2003. Sandviken : Sandvik AB.
- US-Patent. 1896–1936.
- Washington, DC: USPTO.
- Technischer Bericht von Kennametal. 1953. Latrobe: Kennametal Inc.

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

Technischer Bericht von Kennametal. 1953. Latrobe: Kennametal Inc.

Patent von Seco Tools. 1965. Fagersta : Seco Tools AB.

Mitsubishi Materials Report. 1975.

Tokio: Mitsubishi Materials Corp.

Plansee Technisches Bulletin. 1983. Reutte: Plansee Group.

Plansee Technisches Bulletin. 1983. Reutte: Plansee Group.

Sandvik Nachhaltigkeitsbericht. 1990. Sandviken : Sandvik AB.

für biomedizinische Materialforschung. 1985. Hoboken: Wiley.

Zeitschrift für Additive Fertigung. 2012.

Amsterdam: Elsevier.

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

WeChat : Follow "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 :

Die englische Übersetzungsmethode von Hartmetall und ihre Anwendung

Als Verbundwerkstoff aus einer Hartphase (z. B. Wolframkarbid) und einer Bindephase (z. B. Kobalt) hat Hartmetall im Englischen je nach Kontext, Industriestandards oder technischen Gepflogenheiten unterschiedliche Übersetzungen und Bezeichnungen. Im Folgenden finden Sie eine detaillierte Zusammenfassung der englischen Bezeichnungen von Hartmetall und ihrer Übersetzungen, die gängige Begriffe, Anwendungsszenarien und feine Unterschiede behandelt.

So übersetzen Sie den englischen Namen von Hartmetall

1. Der englische Name von Hartmetall - Hartmetall

Definition: Die gängigste englische Bezeichnung, die in internationalen Normen (wie ISO 513, ASTM B886) und der wissenschaftlichen Literatur weit verbreitet ist, bezieht sich auf Werkstoffe aus Hartmetallen (wie WC, TiC) und metallischen Bindemitteln (wie Kobalt, Nickel).
Anwendungsszenarien:

Industrienormen: ISO 3326 (Hartmetalle – Bestimmung der magnetischen Sättigung von Kobalt), GB/T 3849.

Akademische Forschung: In ScienceDirect-Artikeln wird häufig auf „ Hartmetalle “ verwiesen, die für Schneidwerkzeuge und Formen verwendet werden.

Merkmale: Schwerpunkt auf den Verbundeigenschaften der Materialien (Hartphase + Metallbindungsphase), große Vielseitigkeit, geeignet für die globale Hartmetallindustrie.

Beispiel: Hartmetalle werden aufgrund ihrer hohen Härte und Verschleißfestigkeit häufig in Schneidwerkzeugen verwendet.

2. Hartmetall

Definition: Eine allgemeine Übersetzung, die die Eigenschaften von Hartkarbiden (wie WC) hervorhebt, die durch Metallbindemittel (wie Kobalt) „zementiert“ werden. Sie wird häufig in der nordamerikanischen und europäischen Fachliteratur verwendet.

ASTM-Standard: ASTM B886 (Standardprüfverfahren zur Bestimmung der magnetischen Sättigung von Hartmetallen).

Branchenbegriff: Wird häufig von nordamerikanischen Werkzeugherstellern (wie Kennametal und Sandvik) verwendet.

Merkmale: Der Schwerpunkt liegt auf dem „Zementierungsprozess“, d. h. das Metallbindemittel verbindet die Hartmetallpartikel während des Sinterprozesses.

als Hardmetal , wird aber häufiger in amerikanischen Standards und in der Unternehmenswerbung verwendet.

Beispiel: Hartmetalle werden aufgrund ihrer Zähigkeit und Haltbarkeit bevorzugt für die Bearbeitung verwendet.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3. Wolframkarbid

Definition: Bezieht sich speziell auf Hartmetall mit Wolframkarbid (WC) als hauptsächlicher Hartphase. Wird häufig für nichttechnische oder vereinfachte Beschreibungen verwendet, ist aber streng genommen nicht umfassend (andere Hartmetalle oder Bindemittel werden nicht abgedeckt).

Anwendungsszenarien:

Geschäft und Markt: häufig in der Werbung für Messer, Bohrer und Schmuck (Ringe aus Wolframstahl) zu sehen.

Populärwissenschaftlicher Artikel: In Wikipedia wird Hartmetall häufig als „Wolframkarbid“ bezeichnet.

Merkmale: Es bezieht sich nur auf Hartmetall auf WC-Basis und deckt keine Legierungen ab, die andere Carbide wie TiC und TaC enthalten.

Wird im nicht-professionellen Bereich (z. B. im Verbrauchermarkt) als Synonym für Hartmetall verwendet.

Einschränkungen: Nicht sehr präzise, da Hartmetall nicht auf Wolfram basierende Carbide (wie TiC) oder verschiedene Bindemittel enthalten kann.

Beispiel: Werkzeuge aus Wolframkarbid sind für ihre extreme Härte bekannt.

4. Hartmetall

Definition: Eine vereinfachte Bezeichnung für Hartmetall im Allgemeinen. Die in der Industrie und im Sprachgebrauch häufig verwendeten Begriffe „zementiert“ und „Wolfram“ werden weggelassen.

Anwendungsszenarien:

Werkzeugindustrie: Arbeiter oder Ingenieure bezeichnen sie oft als „Hartmetallwerkzeuge“ oder „Hartmetalleinsätze“.

Technische Dokumentation: In der Produktbroschüre von Sandvik wird beispielsweise von „Hartmetallsorten“ gesprochen.

Merkmale: Prägnant, kann aber zu Mehrdeutigkeiten führen, da sich „Carbid“ auch auf andere Carbide bezieht (wie Calciumcarbid CaC_2).

um in diesem Zusammenhang eindeutig auf Hartmetall hinzuweisen.

Beispiel: Hartmetalleinsätze verbessern die Bearbeitungseffizienz bei der Stahlverarbeitung.

5. Widiamentall (weniger verbreitet)

Definition: Ein im frühen Europa (insbesondere in Deutschland) verwendeter Begriff, abgeleitet von „Widia“ (Wie Diamant), dem Handelsnamen für Hartmetall.

Historische Dokumente: Das deutsche Unternehmen Krupp brachte Hartmetall erstmals in den 1920er Jahren auf den Markt und nannte es Widia.

Teile Europas: Gelegentlich noch in alten technischen Dokumenten oder traditionellen Unternehmen zu sehen.

Merkmale: Betont die hohe Härte von Hartmetall (ähnlich wie Diamant), wird aber heute weniger verwendet und durch Hartmetall oder Hartmetall ersetzt.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Nur in bestimmten historischen oder Markenkontexten.

Beispiel: Widiamental war ein Durchbruch in der frühen Schneidwerkzeugtechnologie.

6. Gesintertes Hartmetall (weniger verbreitet)

Definition: Betont, dass Hartmetall durch pulvermetallurgisches Sinterverfahren hergestellt wird, und verdeutlicht den Herstellungsprozess. Anwendungsszenarien:

Akademische Forschung: Wird zur Beschreibung des Herstellungsprozesses von Hartmetall verwendet.

Technisches Handbuch: wie in der Anleitung zum Sinterprozess beschrieben.

Merkmale: Ähnlich wie Hartmetall, aber stärker auf den Sinterprozess ausgerichtet.

Es wird seltener verwendet als Hartmetall und Hartmetall.

Beispiel: Gesinterte Hartmetallkomponenten weisen eine hervorragende Verschleißfestigkeit auf.

7. Andere nicht standardmäßige Übersetzungen

Wolframstahl

Falsche Übersetzung, die häufig bei nicht professionellen Gelegenheiten (wie z. B. E-Commerce-Plattformen) auftritt. Hartmetall ist kein Stahl, sondern ein Hartmetall-Metall-Verbundwerkstoff.

Beispiel: Die Schmuckindustrie nennt sie fälschlicherweise „Wolframstahlringe“, obwohl es sich in Wirklichkeit um Hartmetall auf Wolframbasis handelt.

Hartlegierung

Die direkte Übersetzung aus dem Chinesischen lautet „harte Legierung“. Im Englischen wird es selten verwendet und erscheint möglicherweise in der chinesisch-englischen Literatur, ist jedoch kein Standard.

Beispiel: „Hartlegierung“ ist kein Standardbegriff in der englischsprachigen Fachliteratur.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Vergleich und Auswahlvorschläge englischer Übersetzungsmethoden von Hartmetall

englischer Name	Anwendbare Szenarien	Vorteil	Einschränkung
Hartmetall	Internationale Standards, akademische Forschung, globale Industrie	Starke Vielseitigkeit, Standardterminologie	Keine offensichtlichen Einschränkungen
Hartmetall	Nordamerikanische Normen, Schneidwerkzeugindustrie, Technische Dokumentation	Schwerpunkt auf Verbindungstechnologie, weithin anerkannt	Etwas langwierig
Wolframcarbid	Kommerzielle Förderung, Popularisierung der Wissenschaft, Verbrauchermarkt	Prägnant und für Laien leicht verständlich	Nicht umfassend genug, da andere Carbide und Bindemittel außer Acht gelassen werden
Hartmetall	Branchenumgangssprachliche Ausdrücke, Werkzeugbau	Einfach und universell in der Branche	Kann zu Unklarheiten führen (Verwechslung mit anderen Carbiden)
Widiametall	Historische Dokumente, europäische Traditionsunternehmen	Historische Bedeutung, markenspezifisch	Veraltet, wird heutzutage kaum noch verwendet
Gesintertes Hartmetall	Wissenschaftliche Forschung, Prozessbeschreibung	Highlight Sinterprozess	Geringe Nutzungshäufigkeit
Wolframstahl	Nicht spezialisierte Märkte (wie Schmuck)	Keine (falscher Begriff)	Ungenau und irreführend
Hartlegierung	Chinglish-Literatur	Keine (nicht standardmäßig)	Nicht standardisiert, nicht international anerkannt

Auswahlvorschlag:

Formelle Anlässe (Normen, Dokumente, internationaler Austausch): Verwenden Sie Hartmetall oder Hartmetall, da diese den ISO-, ASTM- und GB/T-Normen entsprechen und äußerst vielseitig sind.

Innerhalb der Branche (Messer-, Formenbau): Carbide ist prägnant und eignet sich für die Umgangssprache oder Produktbenennung, achten Sie aber darauf, dass der Kontext klar ist.

Kommerzielle Propaganda (für Verbraucher): Wolframcarbid ist für Laien leichter zu verstehen, es sollte jedoch beachtet werden, dass es sich um eine harte Legierung handelt.

Vermeiden Sie: Wolframstahl und Hartlegierungen aufgrund von Ungenauigkeiten oder Nichteinhaltung.

Daten und Support

Standardgrundlage: ISO 3326:2013 und ASTM B88624 verwenden „Hartmetall“ und „Hartmetall“ (offizielle ISO-Website, offizielle ASTM-Website).

„Hardmetal“ übersetzt wird (China National Standards Query Network).

Branchenpraxis: Globale Werkzeughersteller (wie Sandvik und Kennametal) verwenden in ihren Produktkatalogen häufig „Hartmetall“ oder „Carbide“.

Der Wikipedia-Eintrag für „Wolframcarbid“ besagt, dass es sich um eine Untergruppe von Hartmetall handelt (Wikipedia, 2005).

Wissenschaftliche Literatur: In ScienceDirect-Artikeln werden zur Beschreibung von WCCo -Legierungen häufig

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

die Begriffe „Hardenmetals“ oder „Cemented Carbides“ verwendet (ScienceDirect, 2020).

Historischer Hintergrund: „Widia“ entstand in den 1920er Jahren beim deutschen Unternehmen Krupp und wird heutzutage kaum noch verwendet.

Die englischen Bezeichnungen für Hartmetall umfassen hauptsächlich Hartmetall, Zementiertes Hartmetall, Wolframkarbid und Carbide. Hartmetall und Zementiertes Hartmetall sind die gängigsten Begriffe und werden häufig in internationalen Normen und im Branchenaustausch verwendet. Wolframkarbid eignet sich für kommerzielle Werbung, ist aber nicht umfassend genug. Carbide ist prägnant, muss aber Mehrdeutigkeiten berücksichtigen. Widiametall und Sinterhartmetall sind weniger gebräuchlich und auf bestimmte historische oder prozessbezogene Szenarien beschränkt. Wolframstahl und Hartlegierung sollten aufgrund ihrer Ungenauigkeit vermieden werden. Bei der Wahl englischer Namen sollte der am besten geeignete Begriff je nach Kontext (akademisch, industriell, kommerziell) ausgewählt werden.

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

WeChat : Follow "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 :

Kurze Einführung in die wichtigsten Hartmetallunternehmen in meinem Land in den Anfängen und ihren aktuellen Status

1. Zhuzhou 601 Fabrik (Zhuzhou Hartmetallfabrik)

Entstehung und Baugeschichte

Die Zhuzhou 601 Factory, die Zhuzhou Cemented Carbide Factory (heute Zhuzhou Cemented Carbide Group Co., Ltd., Tochtergesellschaft von China Tungsten High- tech) , wurde 1954 in Zhuzhou, Hunan, gegründet. Sie ist der Ausgangspunkt der chinesischen Hartmetallindustrie. Die Fabrik war eines der 156 Schlüsselprojekte des ersten Fünfjahresplans (1953–1957) und gilt als Wiege der chinesischen Hartmetallindustrie. Hintergrund ihrer Gründung war die schwache industrielle Basis zu Beginn der Neuen Volksrepublik China, und Hartmetall als strategischer Werkstoff war hauptsächlich auf Importe angewiesen. Um diese Situation zu ändern, entschied sich das Land für den Bau einer Fabrik in Zhuzhou, Hunan, und stützte sich dabei auf die reichen lokalen Wolframerzvorkommen (wie etwa die polymetallische Mine Shizhuyuan) und die günstigen Transportbedingungen (Zhuzhou liegt am Mittellauf des Xiangjiang-Flusses und verfügt über einen ausgebauten Schienenverkehr).

Bedeutung und Herkunft der Namenszahl

Die Zahl „601“ entstand aus den vertraulichen Namensgebungsregeln für Industrieunternehmen in den frühen Gründungstagen des neuen China. Um die Vertraulichkeit der nationalen Verteidigungsindustrie und wichtiger Projekte zu gewährleisten, verwendete der Staat damals für viele Fabriken Nummern anstelle direkter Namen. Die Zahl „601“ gehört zu den Seriennummern

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

im Zuständigkeitsbereich des Ministeriums für Metallurgie (später im Ministerium für Maschinenbau aufgegangen) und steht speziell für „Die erste Fabrik des sechsten Ministeriums für Metallurgie“. Die Zahl „6“ steht für die Metallurgieindustrie, und die Zahl „01“ zeigt an, dass es sich um das erste Schlüsselprojekt im System handelt. Dies spiegelt den besonderen Status der Hartmetallfabrik Zhuzhou als Beginn der chinesischen Hartmetallindustrie wider.

Konstruktion und Entwicklung

Das Werk Zhuzhou 601 setzte bereits in der Anfangsphase sowjetische Technologie ein und produzierte mittels Pulvermetallurgie Hartmetall, hauptsächlich aus Wolframkarbid-Kobalt (WC-Co), das vor allem für Bergbau- und Schneidwerkzeuge verwendet wurde. 1958, als der „Erste Fünfjahresplan“ auslief, erweiterte das Werk Zhuzhou seine Anlage und optimierte den Produktionsprozess. Die produzierten Hartmetallbohrer deckten allmählich den Bedarf der geologischen Exploration. 1960 arbeitete das Werk mit dem Peking Forschungsinstitut für Nichteisenmetalle zusammen, um Hartmetall mit Titankarbid (TiC) für die Ölförderung zu entwickeln. In den 1960er Jahren konnte das Werk Zhuzhou trotz der Einflüsse der Kulturrevolution seine Versorgung im Bereich der mechanischen Bearbeitung aufrechterhalten, indem es die Formel durch Autarkie optimierte. 1970 startete das Land das „Projekt 704“, und das Werk Zhuzhou expandierte weiter und seine Produktion stieg. Nach der Reform und Öffnung im Jahr 1978, während des „Sechsten Fünfjahresplans“ (1981–1985), führte das Werk Zhuzhou die schwedische Beschichtungstechnologie von Sandvik ein und entwickelte mit Titannitrid (TiN) beschichtete Werkzeuge, die die Schneidleistung deutlich verbesserten.

Hauptmerkmale

Die Fabrik Zhuzhou 601 ist die Geburtsstätte der chinesischen Hartmetallindustrie und legte den Grundstein für diese Branche. Ihre Merkmale sind:

Einführung und Innovation der Technologie : Ausgehend von der sowjetischen Technologie haben wir später mit der Tsinghua-Universität, der Central South University usw. zusammengearbeitet, um Hartmetall mit ultrafeinen Körnern und Nanoqualität für die Anwendung in der Präzisionsbearbeitung zu entwickeln.

Effekt des Industrieclusters : Im Jahr 2000 begann der Zhuzhou Cemented Carbide Industrial Park Gestalt anzunehmen. Er bildete einen Industriecluster mit der Zhuzhou Factory als Kern und förderte die regionale Wirtschaftsentwicklung.

Weit verbreitet : Die Produkte kommen in den Bereichen Bergbau, mechanische Verarbeitung, Landesverteidigung, Elektronikindustrie und anderen Bereichen zum Einsatz. Sie werden seit den 1980er Jahren nach Südostasien exportiert, und die Exporte sind nach dem Beitritt zur WTO im Jahr 2002 weiter gestiegen.

Status Quo

Das Hartmetallwerk Zhuzhou ist heute das Kernunternehmen der China Tungsten High-tech Materials Co., Ltd. und einer der größten Hartmetall-Produktionsstandorte Chinas. Im Jahr 2024 erwarb China Tungsten High-tech die Wolframmine Hunan Shizhuyuan (mit einer Reserve von 560.000 Tonnen) und stärkte damit seine Rohstoffautarkie. Das Unternehmen konzentriert sich

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

weiterhin auf die Forschung und Entwicklung von hochentropischem Hartmetall und additiver Fertigungstechnologie. Seine Produkte finden breite Anwendung in der Luft- und Raumfahrt, im Automobilbau und anderen Bereichen und fördern aktiv die umweltfreundliche und intelligente Fertigung.

2. Zigong 764 Fabrik (Zigong Hartmetallfabrik)

Entstehung und Baugeschichte

Die Zigong 764 Fabrik, genauer gesagt die Zigong Cemented Carbide Fabrik (jetzt Zigong Cemented Carbide Co., Ltd.), wurde 1965 gegründet und befindet sich in Zigong, Provinz Sichuan. Als berühmte Salzstadt Chinas blickt Zigong auf eine lange Industriegeschichte zurück, insbesondere auf die Technologie der Salzbohrungen, die die Grundlage für die Entwicklung der dortigen Hartmetallindustrie bildete. Die Gründung der Zigong 764 Fabrik fiel mit der Zeit des „Dritten Linienaufbaus“ Chinas zusammen. Ziel war es, im Südwesten eine strategische Industriebasis zu errichten, um potenziellen Bedrohungen während des Kalten Krieges zu begegnen.

Bedeutung und Herkunft der Namenszahl

Die Nummer „764“ war eine typische, vertrauliche Benennungsmethode während der „Dritten Linie“-Phase. Die „7“ steht üblicherweise für Unternehmen unter der Zuständigkeit des Ministeriums für Maschinenbau, die „6“ kann den Regionalcode der südwestlichen Region darstellen und die „4“ ist die Seriennummer der Fabrik in der Region. Diese Nummerierung soll den wahren Zweck und den geografischen Standort der Fabrik verschleiern, um die Sicherheit im Kriegsfall zu gewährleisten. Die Nummer 764 der Zigong-Fabrik spiegelt ihren Status als wichtige Hartmetall-Produktionsstätte des Ministeriums für Maschinenbau in der südwestlichen Region wider.

Beziehung zur Zhuzhou 601 Fabrik

Das Werk Zigong 764 ist indirekt mit dem Werk Zhuzhou 601 in der Hartmetall-Produktionstechnologie verbunden. Als Branchenpionier exportierte das Werk Zhuzhou 601 in den 1960er Jahren im Rahmen nationaler Technologiediffusionsprojekte Prozessstandards und Produktionserfahrung an Unternehmen der dritten Ebene, darunter auch das Werk Zigong 764. Das von dem Werk Zigong 764 in der Anfangsphase eingeführte Pulvermetallurgieverfahren entspricht dem technischen System des Werks Zhuzhou 601. Darüber hinaus ergänzen sich die beiden Werke bei der nationalen Wolfram-Ressourcenverteilung und der Branchenzusammenarbeit. Die technologische Innovation des Werks Zhuzhou 601 bildet die Entwicklungsgrundlage für das Werk Zigong 764, während das Werk Zigong 764 die industrielle Ausrichtung des Werks Zhuzhou 601 im Südwesten durch regionale Ressourcenvorteile ergänzt.

Konstruktion und Entwicklung

Anfangs produzierte das Werk Zigong 764 hauptsächlich Hartmetallwerkzeuge für den Bergbau und die geologische Erkundung und nutzte dafür die reichhaltigen Erdgasvorkommen Zigongs (als Sinterbrennstoff) und die Wolframvorkommen Sichuans. In den 1970er Jahren, als die Nachfrage

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

des Landes nach Hartmetall stieg, erweiterte das Werk Zigong sein Produktangebot schrittweise um Schneidwerkzeuge und verschleißfeste Teile. In den 1980er Jahren, nach der Reform und Öffnung, begann das Werk Zigong mit ausländischen Unternehmen zu kooperieren, führte moderne Ausrüstung und Technologien ein und verbesserte die Produktqualität.

Hauptmerkmale

Die Zigong 764 Factory ist für ihre Hartmetallprodukte im Bereich Bergbau und geologische Erkundung bekannt und weist die folgenden Merkmale auf:

Ressourcenvorteile : Die Erdgasvorkommen in der Region Zigong liefern günstige Energie für das Sintern von Hartmetall und senken so die Produktionskosten .

Regionaler Einfluss : Als wichtiger Produktionsstandort für Hartmetall im Südwesten werden die Produkte der Zigong-Fabrik häufig bei der Bergbauentwicklung in Sichuan, Yunnan und anderen Orten eingesetzt.

Technologischer Fortschritt : In den 1990er Jahren entwickelte das Werk Zigong Hochleistungs-Hartmetallstangen und -platten, um den Anforderungen nicht standardmäßiger Schneidwerkzeuge gerecht zu werden.

Status Quo

Zigong Cemented Carbide Co., Ltd. hat sich zu einem bedeutenden Unternehmen der chinesischen Hartmetallindustrie entwickelt und ist Teil der China Minmetals Corporation. Das Unternehmen konzentriert sich auf die Herstellung von Hartmetallstäben, -platten und -schneidwerkzeugen. Seine Produkte finden Anwendung im Bergbau, bei der Ölförderung und in der mechanischen Bearbeitung. Zigong City hat sich zudem zu einem wichtigen Standort der chinesischen Hartmetallindustrie entwickelt und setzt deren industrielle Tradition im Südwesten fort.

Analyse der Beziehung zwischen der Fabrik Zhuzhou 601 und der Fabrik Zigong 764

Historischer Hintergrund und Branchenpositionierung

Die Zhuzhou 601 Fabrik (Zhuzhou Hartmetallfabrik) wurde 1954 gegründet. Sie ist der Ausgangspunkt der chinesischen Hartmetallindustrie und gilt als deren „Wiege“. Als Schlüsselprojekt des chinesischen „Ersten Fünfjahresplans“ nimmt die Zhuzhou 601 Fabrik eine führende Position in der Hartmetalltechnologie ein, beherrscht das aus der Sowjetunion eingeführte Pulvermetallurgieverfahren und entwickelt sich durch die Zusammenarbeit mit chinesischen Forschungseinrichtungen kontinuierlich weiter. Die Zigong 764 Fabrik (Zigong Hartmetallfabrik) wurde 1965 während des „Dritten Linienbaus“ gegründet und ist ein wichtiger Hartmetall-Produktionsstandort im Südwesten Chinas. Basierend auf den Wolframerzvorkommen und Erdgasvorkommen Sichuans konzentriert sich die Zigong 764 Fabrik auf die Herstellung von Hartmetallwerkzeugen für den Bergbau und die geologische Erkundung.

Technologie- und Ressourcenkontakt

Als Branchenpionier verfügt das Werk Zhuzhou 601 über umfassende Erfahrung in der Hartmetall-Produktionstechnologie, in Prozessstandards sowie in der Geräteforschung und -entwicklung. In

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

den 1960er Jahren, mit der Weiterentwicklung des „Dritten Linienbaus“, ermutigte der Staat wichtige Unternehmen, Technologie ins Landesinnere zu exportieren, um den Aufbau neuer Fabriken zu unterstützen. Das Werk Zigong 764 profitierte bereits in der Anfangszeit stark von der Technologieverbreitung des Werks Zhuzhou 601. So hat sich beispielsweise das vom Werk Zhuzhou 601 entwickelte Wolframkarbid-Kobalt-Hartmetall-Herstellungsverfahren (WC-Co) zum Industriestandard entwickelt, und das Werk Zigong 764 verwendet ein ähnliches pulvermetallurgisches Verfahren zur Herstellung von Bergbauwerkzeugen. Dies zeigt, dass die beiden Werke technologisch eng miteinander verbunden sind.

3. Nanchang 603 Fabrik (Nanchang Hartmetallfabrik)

Entstehung und Baugeschichte

Die Nanchang 603 Fabrik, genauer gesagt die Nanchang Cemented Carbide Fabrik (jetzt Nanchang Cemented Carbide Co., Ltd.), wurde 1966 in Nanchang, Provinz Jiangxi, gegründet. Sie ist ein weiterer wichtiger Produktionsstandort für Hartmetall, der während der „Dritten Linie“-Phase gegründet wurde. Die Provinz Jiangxi ist eine der Provinzen mit den reichsten Wolframvorkommen Chinas und verfügt über hochwertige Wolframerze in Ganzhou und anderen Orten. Die Gründung der Nanchang 603 Fabrik zielt darauf ab, diesen Ressourcenvorteil zu nutzen und Hartmetallmaterialien für die nationale Industrie und den nationalen Verteidigungsbau bereitzustellen.

Bedeutung und Herkunft der Namenszahl

Die Nummer „603“ folgt ebenfalls den vertraulichen Namensgebungsregeln während der „Dritten Linie“-Phase. Die „6“ könnte eine Fortsetzung der Nummerierungssequenz des Ministeriums für Metallurgie darstellen (die „6“ in der Fabrik Zhuzhou 601 bedeutet dies), während die „03“ darauf hinweist, dass es sich um das dritte Schlüsselprojekt im System handelt. Die Nummerierung der Fabrik Nanchang 603 spiegelt ihre wichtige Stellung im System der Metallurgie wider und spiegelt zugleich die strategische Ausrichtung der Binnenprovinz Jiangxi während der „Dritten Linie“-Phase wider.

Konstruktion und Entwicklung

Anfangs produzierte das Nanchang-Werk 603 hauptsächlich Hartmetallwerkzeuge für den Bergbau, wie beispielsweise Gesteinsbohrer und Tunnelbohrwerkzeuge, um die Entwicklung der Bergwerke in Jiangxi und Umgebung zu unterstützen. In den 1970er Jahren begann das Werk mit der Entwicklung von Schneidwerkzeugen für die Zerspanungsindustrie. In den 1980er Jahren, im Zuge der Reformen und der Öffnung, führte das Nanchang-Werk ausländische Ausrüstung ein und entwickelte Hochleistungsprodukte aus Hartmetall.

Hauptmerkmale

Die Fabrik Nanchang 603 ist für ihre Anwendungen im Bergbau und in der Bearbeitung bekannt und bietet unter anderem folgende Funktionen:

Ressourcenunterstützung : Die Wolframerzressourcen von Jiangxi gewährleisten eine stabile

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Rohstoffversorgung des Werks Nanchang und senken so die Produktionskosten .

Produktvielfalt : Von Bergbauwerkzeugen bis hin zu Schneidwerkzeugen hat das Werk Nanchang seine Produktlinie schrittweise erweitert, um eine Vielzahl industrieller Anforderungen zu erfüllen .

Technische Zusammenarbeit : In den 1990er Jahren arbeitete das Werk Nanchang mit einheimischen Universitäten zusammen, um korrosionsbeständiges Hartmetall für den Einsatz im Bereich chemischer Geräte zu entwickeln.

Status Quo

Nanchang Cemented Carbide Co., Ltd. ist mittlerweile Teil der China Minmetals Corporation und ein bedeutender Hartmetallproduzent in der Provinz Jiangxi. Das Unternehmen konzentriert sich weiterhin auf die Herstellung von Bergbau- und Schneidwerkzeugen und entwickelt gleichzeitig neue Hartmetallwerkstoffe für die Luft- und Raumfahrt sowie die chemische Industrie. Das Werk Nanchang spielt eine wichtige Rolle in der Wolfram-Industriekette in Jiangxi.

4. Mudanjiang 212 Fabrik (Mudanjiang Hartmetallfabrik)

Entstehung und Baugeschichte

Das Mudanjiang-Werk 212 oder Mudanjiang-Hartmetallwerk wurde 1969 gegründet und befindet sich in Mudanjiang, Provinz Heilongjiang. Es ist einer der Hartmetall-Produktionsstandorte, die während des „Aufbaus der dritten Linie“ im Nordosten Chinas errichtet wurden. Die Gründung des Mudanjiang-Werks 212 zielt darauf ab, die Wiederbelebung der alten Industriestandorte im Nordosten Chinas zu unterstützen und gleichzeitig die Rüstungsindustrie mit Hartmetallmaterialien zu versorgen. Mudanjiang liegt im Nordosten, nahe der chinesisch-sowjetischen Grenze (rund 248 Kilometer von Wladiwostok entfernt) und ist aufgrund seiner strategischen Lage ein wichtiger Standort beim „Aufbau der dritten Linie“. Mitte der 1960er Jahre, als sich die chinesisch-sowjetischen Beziehungen verschlechterten und die Spannungen des Kalten Krieges zunahmen, begann China mit dem „Aufbau der dritten Linie“, um Industriestandorte ins Landesinnere und in entlegene Gebiete zu verlagern. Mudanjiang wurde aufgrund seines Eisenbahnnetzes und seiner Bergbauressourcen für den Bau eines Hartmetallwerks ausgewählt.

Bedeutung und Herkunft der Namenszahl

Die Nummer „212“ ist eine typische Benennungsmethode für die Region Nordosten während des Baus der Dritten Linie. Die „2“ steht möglicherweise für den Regionalcode der Region Nordosten, die „12“ für die Seriennummer der Fabrik in der Region. Diese Nummerierung soll den wahren Zweck der Fabrik verschleiern und die Sicherheit der nationalen Verteidigungsindustrie gewährleisten. Die Nummer 212 des Mudanjiang-Werks weist darauf hin, dass es einen wichtigen Teil der Hartmetallproduktion im Nordosten darstellt und damit seiner Mission, die nationale Verteidigungsindustrie zu unterstützen, entspricht.

Konstruktion und Entwicklung

Anfangs produzierte das Mudanjiang-Werk 212 hauptsächlich Hartmetallwerkzeuge für den Bergbau und die geologische Erkundung und unterstützte damit die Bergbauentwicklung in

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Heilongjiang und Jilin. In den 1970er Jahren begann das Werk mit der Entwicklung militärischer Hartmetallteile, wie beispielsweise Verschleißteile für Panzerketten und Sprengkopfmateriale, zur Unterstützung des Aufbaus der Landesverteidigung. In den 1980er Jahren, mit fortschreitender Reform und Öffnung, wandte sich das Mudanjiang-Werk allmählich dem zivilen Markt zu, entwickelte Schneidwerkzeuge und verschleißfeste Teile und baute seine Produktlinie weiter aus.

Hauptmerkmale

Die Fabrik Mudanjiang 212 ist für ihre Anwendungen in den Bereichen Verteidigung und Bergbau bekannt und bietet unter anderem folgende Funktionen:

Beitrag zur Landesverteidigung : In den 1970er Jahren wurden die von der Mudanjiang-Fabrik hergestellten Hartmetallteile häufig in Militärprodukten verwendet und unterstützten den Aufbau der Landesverteidigung.

Geografische Vorteile : Mudanjiang liegt im Nordosten, nahe der russischen Grenze, was den technischen Austausch mit der Sowjetunion und später mit Russland erleichtert.

Kältebeständigkeit des Produkts : Angesichts des kalten Klimas im Nordosten Chinas verfügen die von der Mudanjiang Factory entwickelten Hartmetallwerkzeuge über eine hohe Kältezähigkeit und können sich an extreme Umgebungen anpassen.

Status Quo

Die Mudanjiang Hartmetallfabrik wurde in die China North Industries Group Corporation integriert und ist zu einer ihrer Tochtergesellschaften geworden. Das Unternehmen produziert weiterhin Bergbauwerkzeuge und militärische Hartmetallteile und entwickelt gleichzeitig neue verschleißfeste Werkstoffe für den Energie- und Maschinenbau. Die Mudanjiang Fabrik hat nach wie vor einen gewissen Einfluss auf die Hartmetallindustrie im Nordosten Chinas.

5. Pekinger Hartmetallfabrik

Entstehung und Baugeschichte

Die Beijing Cemented Carbide Factory wurde 1970 in Peking gegründet. Das Unternehmen produziert Hartmetall, um den industriellen und wissenschaftlichen Forschungsbedarf der Hauptstadt zu decken. Als politisches und technologisches Zentrum Chinas verfügt Peking über zahlreiche wissenschaftliche Forschungsinstitute (wie das Beijing Nonferrous Metals Research Institute) und eine hochwertige Fertigungsindustrie. Ziel der Gründung der Beijing Cemented Carbide Factory ist die Bereitstellung von Hochleistungs-Hartmetallwerkstoffen für diese Bereiche.

Konstruktion und Entwicklung

Anfangs produzierte die Pekinger Hartmetallfabrik hauptsächlich Schneidwerkzeuge und Präzisionsformen für die Maschinenbau- und Elektronikindustrie in Peking und Umgebung. In den 1970er Jahren arbeitete die Fabrik mit dem Pekinger Forschungsinstitut für Nichteisenmetalle zusammen, um hochpräzise Hartmetallformen für die Herstellung elektronischer Bauteile zu entwickeln. In den 1980er Jahren, nach der Reform und Öffnung, führte die Pekinger Fabrik ausländische Technologien ein und entwickelte beschichtete Hartmetallwerkzeuge.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Hauptmerkmale

Die Beijing Cemented Carbide Factory ist berühmt für ihre Anwendungen in der Präzisionsbearbeitung, darunter:

Technologie-F&E : Zusammenarbeit mit dem Beijing Nonferrous Metals Research Institute und anderen Institutionen, um sich auf die Entwicklung hochpräziser Hartmetallmaterialien zu konzentrieren.

Anwendungsbereiche : Die Produkte werden hauptsächlich in High-End-Fertigungsbereichen wie der Elektronikindustrie und der Luft- und Raumfahrt eingesetzt und decken den Hightech-Bedarf in Peking.

Geografische Vorteile : Durch die Lage in der Hauptstadt ist es einfach, politische Unterstützung und technische Ressourcen zu erhalten.

Status Quo

Die Beijing Cemented Carbide Factory wurde in das China Nonferrous Metals Research Institute integriert und konzentriert sich auf die Forschung, Entwicklung und Produktion hochwertiger Hartmetallwerkstoffe. Die Produkte des Unternehmens finden vor allem in der Luft- und Raumfahrt, der Elektronikindustrie und der Präzisionsfertigung Anwendung. Darüber hinaus beteiligt sich das Unternehmen an wichtigen nationalen Forschungsprojekten, beispielsweise zu Hochentropielegierungen und Nanomaterialien.

6. Hubei Jiangzuan (Hubei Jiangnan Petroleum Drill Bit Co., Ltd.)

Entstehung und Baugeschichte

Hubei Jiangzuan, oder Hubei Jiangnan Oil Drill Bit Co., Ltd., wurde 1973 gegründet und befindet sich in Jingzhou, Provinz Hubei. Es handelt sich um ein bedeutendes Hartmetall-Produktionsunternehmen, das während der „Dritten Linie“-Bauphase gegründet wurde, um die Entwicklung der Ölindustrie zu unterstützen. Jingzhou liegt in der Jiangnan-Ebene, in der Nähe von Chinas bedeutendem Ölfeld, dem Jiangnan-Ölfeld, und ist dank seiner hervorragenden geografischen Lage ideal für die Ölindustrie. Hintergrund der Gründung von Hubei Jiangzuan war die rasante Entwicklung der chinesischen Ölindustrie in den 1970er Jahren, insbesondere die Entwicklung der Daqing-Ölfelder und des Jiangnan-Ölfeldes, die zu einem starken Anstieg der Nachfrage nach Hochleistungsbohrern aus Hartmetall führte.

Konstruktion und Entwicklung

Hubei Jiangzuan konzentrierte sich zunächst auf die Herstellung von Hartmetallbohrern und -werkzeugen für die Ölförderung. Ausgehend vom tatsächlichen Bedarf des Jiangnan-Ölfeldes entwickelte das Unternehmen eine Vielzahl verschleißfester, hochfester Hartmetallprodukte. Ende der 1970er Jahre kooperierte das Werk mit inländischen Forschungseinrichtungen, um Hartmetallbohrer für komplexe geologische Bedingungen zu entwickeln. In den 1980er Jahren, nach der Reform und Öffnung, führte Hubei Jiangzuan fortschrittliche ausländische Technologien ein und entwickelte Diamantverbundbohrer (PDC), wodurch die Bohrleistung weiter verbessert wurde.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Hauptmerkmale

Hubei Jiangzuan ist für seine professionelle Produktion im Bereich der Ölförderung bekannt und zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

Branchenschwerpunkt : Der Schwerpunkt liegt auf Hartmetallwerkzeugen für die Ölförderung. Die Produkte werden direkt großen inländischen Ölfeldern wie dem Jianghan- Ölfeld und dem Daqing-Ölfeld zugeführt.

Technologische Innovation : Die Diamantverbundwerkstofftechnologie wurde in den 1980er Jahren eingeführt und die entwickelten PDC-Bohrer haben sich beim Bohren in Tiefbrunnen und harten Formationen bewährt.

Geografische Vorteile : Nähe zum Ölfeld Jianghan , praktisch für die Zusammenarbeit mit Ölfeldunternehmen und schnelle Reaktion auf die Marktnachfrage.

Status Quo

Hubei Jiangzuan ist heute ein bedeutendes Unternehmen der China Petrochemical Corporation (Sinopec) und zählt zu den führenden chinesischen Herstellern von Ölbohrkronen und Hartmetallwerkzeugen. Die Produkte des Unternehmens decken die Bereiche Öl- und Gasförderung ab und werden in den Nahen Osten, nach Nordamerika und in andere Regionen exportiert. Hubei Jiangzuan fördert weiterhin intelligente Fertigung und entwickelt Hochleistungsbohrkronen für die Anforderungen der Tiefseebohrungen und der Erschließung unkonventioneller Öl- und Gasvorkommen.

7. Chengdu Hartmetallfabrik (Chengdu Werkzeugforschungsinstitut)

Entstehung und Baugeschichte

Die Chengdu Cemented Carbide Factory, die dem Chengdu Tool Research Institute angehört, wurde 1965 gegründet und befindet sich in Chengdu, Provinz Sichuan. Sie war ein weiterer wichtiger Produktionsstandort für Hartmetall im Südwesten der Region während der „Dritten Linie“-Bauphase. Das Chengdu Tool Research Institute wurde vom Ministerium für Maschinenbauindustrie gegründet, um Hochleistungsschneidwerkzeuge und Hartmetallmaterialien zu entwickeln. Die Chengdu Cemented Carbide Factory ist ihre Produktionsbasis.

Konstruktion und Entwicklung

Anfangs produzierte das Chengdu Cemented Carbide Factory hauptsächlich Schneidwerkzeuge und Formen für den Maschinenbau und die Luftfahrtindustrie im Südwesten. In den 1970er Jahren entwickelte das Werk hochpräzise Hartmetallwerkzeuge für die Bearbeitung von Flugzeugtriebwerken. In den 1980er Jahren, nach der Reform und Öffnung , kooperierte das Chengdu Factory mit ausländischen Unternehmen, führte Beschichtungstechnologien ein und entwickelte beschichtete Hochleistungswerkzeuge.

Hauptmerkmale

Die Chengdu Cemented Carbide Factory ist bekannt für ihre technologische Forschung und Entwicklung im Bereich Schneidwerkzeuge mit den folgenden Merkmalen:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Unterstützung der wissenschaftlichen Forschung : Dank des Chengdu Tool Research Institute verfügt das Unternehmen über umfassende technische Forschungs- und Entwicklungskapazitäten.

Anwendung in der Luftfahrt : Die Produkte werden in der Luftfahrtindustrie häufig verwendet, beispielsweise bei der Bearbeitung von Flugzeugtriebwerksschaufeln.

Technische Zusammenarbeit : Seit den 1980er Jahren arbeiten wir mit ausländischen Unternehmen zusammen, um beschichtete Werkzeuge zu entwickeln, die die Schneidleistung verbessern.

Status Quo

Das Chengdu Tool Research Institute ist mittlerweile eine Tochtergesellschaft der China National Machinery Industry Corporation und sein Hartmetallproduktionsgeschäft wurde in die Chengdu Tool Co., Ltd. integriert. Das Unternehmen konzentriert sich auf die Forschung, Entwicklung und Produktion von Hochleistungsschneidwerkzeugen und Hartmetallformen und seine Produkte werden in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilherstellung usw. eingesetzt. Das Chengdu Tool Research Institute ist nach wie vor eines der F&E-Zentren der heimischen Werkzeugindustrie.

8. Shanghai Hartmetallfabrik

Entstehung und Baugeschichte

Die Shanghai Cemented Carbide Factory wurde 1958 in Shanghai gegründet. Sie zählt zu den ersten Hartmetall-Produktionsbetrieben nach der Gründung des neuen China. Als Industriezentrum Chinas hat sich Shanghai im Maschinenbau und in der Elektronikindustrie etabliert. Ziel der Gründung der Shanghai Cemented Carbide Factory ist es, die Nachfrage nach Hartmetallwerkstoffen in Ostchina zu decken.

Konstruktion und Entwicklung

Anfangs produzierte die Shanghai Cemented Carbide Factory hauptsächlich Schneidwerkzeuge und verschleißfeste Teile für die spanende Industrie in Shanghai und Umgebung. In den 1960er Jahren arbeitete die Fabrik mit der Shanghai Jiaotong University zusammen, um hochpräzise Hartmetallformen für die Elektronikindustrie zu entwickeln. In den 1970er Jahren begann die Fabrik mit der Produktion von Bergbauwerkzeugen, um die Bergbauentwicklung in Ostchina zu unterstützen. In den 1980er Jahren, nach der Reform und Öffnung, führte die Shanghai Fabrik ausländische Technologien ein und entwickelte beschichtete Hartmetallwerkzeuge.

Hauptmerkmale

Die Shanghai Cemented Carbide Factory ist bekannt für ihre Anwendungen in der Schneidwerkzeug- und Elektronikindustrie und weist die folgenden Merkmale auf:

Industrielle Basis : Dank der industriellen Basis Shanghais werden unsere Produkte häufig im Maschinenbau und in der Elektronikindustrie eingesetzt.

Technische Zusammenarbeit : Zusammenarbeit mit der Shanghai Jiaotong University und anderen Universitäten zur Entwicklung hochpräziser Hartmetallformen.

Exportfähigkeit : Seit den 1980er Jahren werden die Produkte der Fabrik in Shanghai nach

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Südostasien exportiert, was ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit stärkt.

Status Quo

Die Shanghai Cemented Carbide Factory wurde in die Shanghai Tool Factory Co., Ltd. integriert, die wiederum zur Shanghai Electric Group gehört. Das Unternehmen konzentriert sich auf die Herstellung von Schneidwerkzeugen und Hartmetallformen. Seine Produkte werden unter anderem im Automobilbau, der Elektronikindustrie und anderen Branchen eingesetzt. Die Shanghai Tool Factory spielt weiterhin eine wichtige Rolle in der Hartmetallindustrie Ostchinas und fördert die intelligente Produktion.

9. Xi'an Hartmetallfabrik

Entstehung und Baugeschichte

Die Xi'an Hartmetallfabrik wurde 1969 in Xi'an, Provinz Shaanxi, gegründet. Sie ist ein Produktionsstandort für Hartmetall, der während der Bauphase der Dritten Linie im Nordwesten der Stadt angelegt wurde. Als bedeutende Industriestadt im Nordwesten verfügt Xi'an über eine entwickelte Luftfahrtindustrie und einen entwickelten Maschinenbau. Die Gründung der Xi'an Hartmetallfabrik soll die industrielle Entwicklung der Region Nordwesten fördern.

Konstruktion und Entwicklung

Die Xi'an Cemented Carbide Factory produzierte zunächst Bergbauwerkzeuge und Schneidwerkzeuge für die Bergbau- und Maschinenbauindustrie in Shaanxi und Umgebung. In den 1970er Jahren entwickelte die Fabrik Hartmetallwerkzeuge für die Luftfahrtindustrie.

Hauptmerkmale

Regionale Dienstleistungen : Die Produkte werden hauptsächlich der Bergbau- und Luftfahrtindustrie im Nordwesten der Region zugeführt.

Technologieakkumulation : Zusammenarbeit mit der Xi'an Jiaotong University und anderen Universitäten zur Entwicklung leistungsstarker Hartmetallwerkzeuge.

Status Quo

Die Xi'an Cemented Carbide Factory wurde inzwischen in eine Tochtergesellschaft der China Aviation Industry Corporation integriert und konzentriert sich auf die Produktion von Hartmetallwerkzeugen für die Luftfahrt.

10. Changsha Hartmetallfabrik

Entstehung und Baugeschichte

Die Changsha Hartmetallfabrik wurde in den 1960er Jahren gegründet und befindet sich in Changsha, Provinz Hunan. Sie nutzt die Wolframerzvorkommen Hunans und ist nach der Zhuzhou 601 Fabrik eine weitere Hartmetallproduktionsstätte in Hunan.

Konstruktion und Entwicklung

Die Changsha Cemented Carbide Factory produzierte zunächst Bergbauwerkzeuge und

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

verschleißfeste Teile zur Unterstützung der Bergbauindustrie in Hunan und Umgebung. In den 1980er Jahren entwickelte das Werk Schneidwerkzeuge für den Maschinenbau.

Hauptmerkmale

Ressourcenunterstützung : gemeinsame Nutzung der Wolframzressourcen von Hunan mit der Fabrik Zhuzhou 601 .

Regionale Zusammenarbeit : Ergänzung des Werks Zhuzhou und Unterstützung der Entwicklung der Hartmetallindustrie in Hunan.

Status Quo

Die Changsha Cemented Carbide Factory wurde inzwischen in die Zhuzhou Cemented Carbide Group integriert und ist zu einem ihrer untergeordneten Produktionsstandorte geworden, der sich auf die Herstellung von Bergbauwerkzeugen konzentriert.

Die Fabriken Zhuzhou 601, Zigong 764, Nanchang 603, Mudanjiang 212, Beijing Cemented Carbide Factory, Hubei Jiangzuan , Chengdu Cemented Carbide Factory, Shanghai Cemented Carbide Factory, Xi'an Cemented Carbide Factory und Changsha Cemented Carbide Factory sind wichtige Vertreter in der Entwicklung der chinesischen Hartmetallindustrie und haben in verschiedenen historischen Perioden und regionalen Hintergründen zur Entwicklung der Industrie beigetragen. Die Fabriken Zhuzhou 601 und Zigong 764 sind indirekt durch Technologieerbe und Branchenzusammenarbeit verbunden und haben gemeinsam die Entwicklung der chinesischen Hartmetallindustrie gefördert. Die Fabriken Zhuzhou 601 haben den Grundstein für die Branche gelegt. Die Fabriken Zigong 764, Nanchang 603, Hubei Jiangzuan und Chengdu nutzen Ressourcen und regionale Vorteile, um den Südwesten und die Ölindustrie zu bedienen. Die Fabriken Beijing und Shanghai konzentrieren sich auf High-End-Anwendungen. Die Fabriken Mudanjiang 212 unterstützen die Industrie im Nordosten und den Aufbau der Landesverteidigung. Die Fabriken Xi'an und Changsha beliefern den Nordwesten und die Regionen Hunan. Der Bau und die Entwicklung dieser Fabriken spiegeln Chinas Weg von der Technologieeinführung zur unabhängigen Innovation wider und sie spielen auch weiterhin eine wichtige Rolle in der umweltfreundlichen intelligenten Fertigung und im globalen Wettbewerb.

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

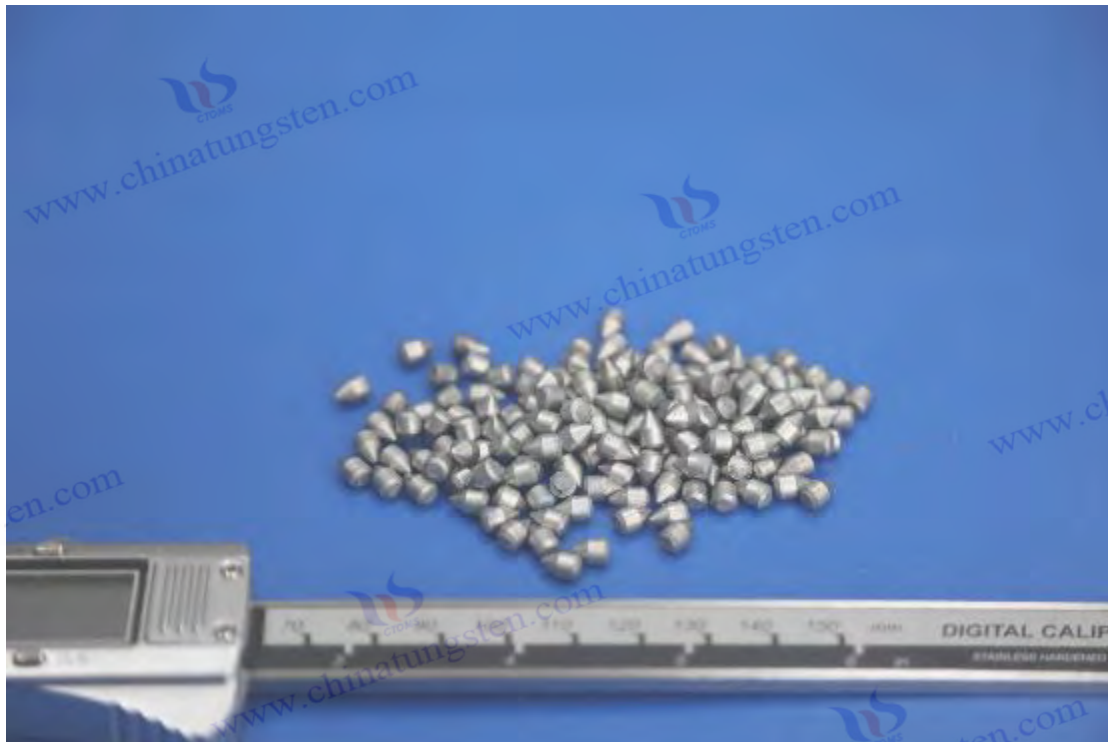
WeChat : Follow "China Tungsten Online"



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 :

die Entwicklung der Wolfram- und Hartmetallindustrie in China

1. Hintergrund und Gründungsprozess

Die Gründung der China Nonferrous Metals Industry Corporation (nachfolgend „Nonferrous Metals Corporation“ genannt) war ein wichtiger Schritt in der Transformation der chinesischen Nichteisenmetallindustrie von einer Planwirtschaft zu einer Marktwirtschaft. Nach der Gründung der Volksrepublik China im Jahr 1949 wurde die Nichteisenmetallindustrie zentral vom Staat verwaltet, und Wolframvorkommen galten als strategische Mineralien als hochgeschätzt. Nach der Reform und Öffnung im Jahr 1978 passte der Staat sein Wirtschaftsmanagementsystem schrittweise an und führte den Übergang von einer Planwirtschaft zu einer Marktwirtschaft durch. Im Oktober 1981 gründete die Staatliche Wirtschaftskommission gemäß den Anweisungen des Staatsrats die Staatliche Verwaltung für Nichteisenmetalle, die für die Koordinierung der Entwicklung der nationalen Nichteisenmetallindustrie verantwortlich war (gemäß den „Ausgewählten Wirtschaftsarchiven der Volksrepublik China · 1981“). Am 25. September 1982 erließ der Staatsrat den „Beschluss zur Anpassung des Nichteisenmetall-Verwaltungssystems“ (Guofa [1982] Nr. 169). Darin wurde die staatliche Verwaltung für Nichteisenmetalle in eine juristische Person umgewandelt und die China Nonferrous Metals Industry Corporation gegründet. Am 15. April 1983 genehmigte der Staatsrat offiziell den „Bericht der staatlichen Wirtschaftskommission über die Gründung der China Nonferrous Metals Industry Corporation“ (Guo Jing [1983] Nr. 45). Damit wurde die Nonferrous Metals Corporation offiziell gegründet und direkt der Kommission für die Überwachung und Verwaltung staatlicher Vermögenswerte des Staatsrats (SASAC) unterstellt. Als zentrales Unternehmen ist sie für die Produktion, den Handel und die internationale Zusammenarbeit im

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

Bereich Nichteisenmetalle verantwortlich.

Die Gründung der Nonferrous Metals Company ist eng mit der Erschließung der chinesischen Wolframvorkommen und der Internationalisierung der Hartmetallindustrie verbunden. Im Februar 1983 erließ der Staatsrat die „Verschiedenen Bestimmungen zur Ausweitung des wirtschaftlichen und technologischen Austauschs im Ausland“ (Guofa [1983] Nr. 28). Diese verpflichteten die Nonferrous Metals Company, Pilotprojekte in Sonderwirtschaftszonen wie Shenzhen, Zhuhai, Shantou und Xiamen durchzuführen und lokalen und unternehmerischen Unternehmen Autonomie beim Import und Export zu gewähren. Zu diesem Zweck gründete die Nonferrous Metals Company im Juni 1983 ihre erste Auslandsniederlassung in Hongkong und eröffnete anschließend Niederlassungen in Shenzhen, Zhuhai und Xiamen sowie Repräsentanzen in Japan, den USA, Südkorea, Australien und anderen Ländern. So baute sie ein Handelsnetzwerk auf, das die Internationalisierung von Wolfram- und Hartmetallprodukten unterstützt.

2. Organisationsstruktur

Die Organisationsstruktur des Nichteisenmetallunternehmens ist auf die Managementanforderungen der Wolfram- und Hartmetallindustrie ausgerichtet. Sie ist in eine Zentrale und untergeordnete Einheiten unterteilt, die Produktion, Handel sowie technologische Forschung und Entwicklung abdecken (gemäß dem „China Nonferrous Metals Industry Yearbook 1985“):

Der Hauptsitz

befindet sich in Peking und besteht aus:

Abteilung Produktionsmanagement: verantwortlich für den Wolframbergbau und die Produktionsplanung von Hartmetall sowie für die Verwaltung wichtiger Wolframbergbauprojekte im ganzen Land.

Abteilung für Import- und Exporthandel: Verantwortlich für die Zuteilung von Exportquoten und die internationale Marktentwicklung von Wolframprodukten und Hartmetall.

Abteilung für Technologieforschung und -entwicklung: Koordinierung der Einführung und Entwicklung von Wolfram- und Hartmetalltechnologien.

Finanzabteilung: Verwaltet Gelder und Kosten.

Personalabteilung: verantwortlich für das Personalmanagement.

in Wolfram und Hartmetall enthaltenen **Einheiten gehören:**

Zhuzhou Hartmetallfabrik

Die Fabrik wurde 1954 gegründet und ist der Nonferrous Metals Company angeschlossen. Sie ist die größte Hartmetall-Produktionsstätte in meinem Land und produziert WC-Co-Schneidwerkzeuge und verschleißfeste Materialien.

Nanchang Hartmetallfabrik

Die Fabrik wurde 1965 zur Herstellung von Wolframkarbidpulver und Hartmetallprodukten gegründet.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Chinesische Nationale Nichteisenmetall-Import- und Exportgesellschaft

Gegründet 1983, verantwortlich für den Export von Wolfram und Hartmetall sowie den Import von Rohstoffen.

Forschungs- und Entwicklungszentrum für Wolframindustrietechnologie

Es wurde 1988 in Zusammenarbeit mit dem Institut für Metallforschung der Chinesischen Akademie der Wissenschaften gegründet, um hochtemperaturbeständige Legierungen auf Wolframbasis zu entwickeln.

Niederlassungen im Ausland

Die Niederlassung in Hongkong (gegründet im Juni 1983) ist das wichtigste Anlaufstelle für Wolfram- und Hartmetallexporte, und Repräsentanzen in Japan, den USA, Südkorea und Australien unterstützen den internationalen Handel.

3. Entwicklung der Wolframressourcen und der Hartmetallindustrie

Nichteisenmetallunternehmen dominieren die Entwicklung der Wolframressourcen und die Hartmetallindustrie Chinas und stützen sich dabei auf reichlich vorhandene Wolframreserven und fortschrittliche Technologie.

Entwicklung der Wolframressourcen:

Chinas Wolframreserven betragen etwa 2 Millionen Tonnen Wolframtrioxidäquivalent und machen damit 47 % der weltweiten Vorkommen aus (Daten von ITIA 2023), wobei auf Jiangxi mehr als 60 % des Landes entfallen. In den 1980er Jahren integrierte das Nichteisenmetallunternehmen die Wolframmine Xihuashan in Jiangxi (entdeckt 1907, mit einer Reserve von 200.000 Tonnen), die Wolframmine Dajishan in Ganzhou (erschlossen 1958, mit einer Reserve von 150.000 Tonnen) und die polymetallische Wolframmine Shizhuyuan in Hunan (erschlossen in den 1980er Jahren). Im „Sechsten Fünfjahresplan für die Nichteisenmetallindustrie“ (1981–1985) von 1984 wurde vorgeschlagen, die jährliche Fördermenge für Wolframerz auf 35.000 Tonnen zu begrenzen, um die Ressourcen nachhaltig zu nutzen. 1990 betrug die jährliche Produktion von Wolframkonzentrat durch die Tochtergesellschaften des Nichteisenmetallunternehmens etwa 30.000 Tonnen, was 70 % der Landesproduktion entspricht (Nationales Statistikamt, Jahrbuch für Industriestatistik 1990).

Produktion von Hartmetall

Nichteisenmetallunternehmen fördern die Entwicklung der Hartmetallindustrie. 1985 führte die Hartmetallfabrik Zhuzhou sowjetische Pulvermetallurgietechnologie ein, und die Schnittlebensdauer der hergestellten Hartmetallwerkzeuge aus WC-6%Co war dreimal höher als die von Schnellarbeitsstahl (Technisches Archiv der chinesischen Vereinigung der Nichteisenmetallindustrie). 1987 baute die Hartmetallfabrik Nanchang eine Produktionslinie mit einer jährlichen Produktion von 500 Tonnen Wolframkarbidpulver auf, mit einem jährlichen Produktionswert von etwa 80 Millionen Yuan (Industriestatistik des Nationalen Statistikamts von 1987). 1990 lag die nationale Hartmetallproduktion bei etwa 15.000 Tonnen, wozu die Tochtergesellschaften der Nonferrous Metals Company etwa 60 % beitrugen (Daten des Nationalen Statistikamts von 1990). Im Jahr 1988 entwickelte das Technology Research and Development Center Hochtemperaturlegierungen auf Wolframbasis für den Einsatz in Trägerraketentriebwerken.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Import- und Exportmanagement Die

Nonferrous Metals Company ist der wichtigste Vertriebskanal für den Import und Export von Wolfram und Hartmetall. Im Juni 1983 erließ der Staatsrat die „Mitteilung zur Anpassung der Vorschriften für die Exportverwaltung von Nichteisenmetallen“ (Guofa [1983] Nr. 87), in der die Nonferrous Metals Company mit der Quotenverwaltung beauftragt wurde. 1985 wurden rund 15.000 Tonnen Wolframprodukte (Hartlegierungen und Wolframdrähte) exportiert, was 85 % des Landes entspricht (Statistik der Allgemeinen Zollverwaltung 1985). Die wichtigsten Märkte waren Japan (Mitsui & Co.), die USA (General Electric) und Kanada (Noranda). 1986 registrierte sich die Hongkonger Niederlassung an der London Metal Exchange, notierte Wolframprodukte und beteiligte sich an den Verhandlungen zum Internationalen Wolfram-Abkommen. Anfang der 1990er Jahre wurden jährlich etwa 500 Tonnen hochreiner Wolfram-Rohstoffe importiert, um die Produktion hochwertiger Hartmetalle zu unterstützen (Daten des Handelsministeriums aus dem Jahr 1992).

Politische und technische Unterstützung

1988 entwickelte das Zentrum für Technologieforschung und -entwicklung wolframbasierte Hochtemperaturlegierungen für die Luft- und Raumfahrtindustrie. 1992 wurden mit den „Maßnahmen zur Verwaltung der Wolframindustrie“ (Staatliches Wirtschafts- und Handelsgesetzbuch [1992] Nr. 123) der Abbau und Export reguliert und der wahllose Abbau in kleinen Minen eingeschränkt.

4. Auflösung und Erbschaft

Am 16. April 1997 ordnete der Staatsrat mit seinem „Beschluss zur Vertiefung der Reform staatlicher Unternehmen“ (Guofa [1997] Nr. 5) die Reorganisation der Nonferrous Metals Company an. Die hochwertigen Vermögenswerte wurden veräußert, um die China Nonferrous Metals Construction (NFC) zu gründen. Am 20. November 1997 wurde die China Nonferrous Metals Construction an die Börse gebracht (Börsenkürzel: 000758) und übernahm das Maschinenbaugeschäft (offizielle Website der China Nonferrous Metals Construction: www.nfc.com.cn). Im Oktober 2003 genehmigte der Staatsrat in seinen „Leitlinien zur Umstrukturierung staatlicher Unternehmen“ (Guofa [2003] Nr. 96) die Auflösung der Nonferrous Metals Company. Das Wolfram- und Hartmetallgeschäft wurde an Jiangxi Tungsten Industry und China Minmetals Group übertragen und die Import- und Exportverwaltungsrechte wurden an das Handelsministerium zurückgegeben.

5. Bedeutung und Auswirkungen

Nichteisenmetallunternehmen haben die Transformation der chinesischen Wolfram- und Hartmetallindustrie von der Planwirtschaft zur Marktwirtschaft vorangetrieben. Ihre Internationalisierungsstrategie hat dazu geführt, dass die Wolframexporte 50 % der weltweiten Gesamtexporte ausmachen (ITIA-Bericht 1990). Im Jahr 2023 wird die Produktion von Wolframkonzentrat 114.000 Tonnen betragen, und der Anteil der Hartmetall-Tiefverarbeitung wird 40 % erreichen (Daten des Nationalen Statistikamts aus dem Jahr 2023). Dies spiegelt die von ihnen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

gelegte industrielle Grundlage wider.

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

WeChat : Follow "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 513:2012 Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe,
Schneiden für die Metallzerspanung - Bezeichnung der Hauptkategorien und
Anwendungskategorien**

Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe für die spanende Metallzerspanung mit
definierten Schneiden — Bezeichnung der Hauptgruppen und Anwendungsgebiete

Chinesische Version der internationalen Norm „ISO 513:2012“

Standard Nr.

ISO 513:2012

Standardname (Chinesisch)

Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe, Werkstoffe mit definierter Schneidkante für die
spanende Metallbearbeitung - Bezeichnung der Hauptklassen und Anwendungsklassen

Standardname (Original Englisch)

Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe für die spanende Metallzerspanung mit definierten
Schneiden — Bezeichnung der Hauptgruppen und Anwendungsgebiete

Verlagsagentur

Internationale Organisation für Normung (ISO)

Technischer Ausschuss

ISO/TC 29/SC 9 (Technischer Ausschuss für Kleinwerkzeuge/Unterausschuss für harte
Schneidstoffe)

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

Erstes Veröffentlichungsdatum

5. November 2012

Aktueller Versionsstand

Datum der Veröffentlichung: 5. November 2012

Zuletzt überprüft und bestätigt: 2018

Aktueller Status : Derzeit gültig (Stand: 20. Mai 2025)

Sprachen

Amtssprachen: Englisch, Französisch

Chinesische Übersetzung: Inoffizielle Sprachversion (dieses Dokument wurde aus dem Chinesischen übersetzt)

Geltungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Klassifizierung und Anwendung harter Schneidstoffe für die spanabhebende Metallbearbeitung fest, einschließlich Werkstoffen wie Hartmetall, Keramik, Diamant und kubisches Bornitrid, und nennt ihre Hauptkategorien und Anwendungsbereiche. Diese Norm gilt für Werkzeuge mit definierten Schneidkanten für die spanabhebende Bearbeitung metallischer Werkstoffe.

Nicht anwendbarer Geltungsbereich:

Bergbau- und andere Schlagwerkzeuge;

Drahtziehsteine;

Werkzeuge zur Metallverformung;

Komparatorkontakt und andere Anwendungen.

Klassifizierungssystem

Diese Norm unterteilt harte Schneidstoffe in Hauptkategorien und Anwendungskategorien, die wie folgt lauten:

Hauptkategorien nach Materialart:

Hartmetall (Hartmetall, Code: H): basierend auf Wolframkarbid (WC) oder Titankarbid (TiC), kombiniert mit Bindemitteln wie Kobalt (Co) oder Nickel (Ni).

) : einschließlich Aluminiumoxid (Al_2O_3), Siliziumnitrid (Si_3N_4) usw.

Diamant (Code: D): umfasst Naturdiamanten und synthetischen polykristallinen Diamanten (PCD).

Kubisches Bornitrid (Code: B): umfasst einkristallines kubisches Bornitrid (CBN) und polykristallines kubisches Bornitrid (PCBN).

Anwendungskategorien (nach Verarbeitungszweck):

Kategorie P (geeignet für die Stahlverarbeitung): wie beispielsweise normaler Stahl, Edelstahl 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

legierter Stahl.

Klasse M (geeignet für die Bearbeitung von Edelstahl und hitzebeständigen Legierungen): wie zum Beispiel austenitischer Edelstahl und Nickelbasislegierungen.

Klasse K (geeignet zur Bearbeitung von Gusseisen): wie Grauguss und Sphäroguss.

Kategorie N (geeignet zur Bearbeitung von Nichteisenmetallen): wie Aluminium, Kupfer und deren Legierungen.

Kategorie S (geeignet für die Verarbeitung von Hochtemperaturlegierungen): wie Titanlegierungen und Hochtemperaturlegierungen auf Nickelbasis.

Klasse H (geeignet zur Bearbeitung harter Werkstoffe): wie gehärteter Stahl (Härte > 45 HRC) und hartes Gusseisen.

So legen Sie die Anwendungskategorie fest

Codestruktur: Jede Anwendungskategorie wird durch eine Kombination aus Buchstaben und Zahlen dargestellt.

Der Buchstabe gibt die Art des zu verarbeitenden Materials an (P, M, K, N, S, H).

Die Zahl gibt den Grad der Schnittbedingungen bzw. Materialeigenschaften an (normalerweise 01 bis 50, wobei eine höhere Zahl bedeutet, dass die Schnittbedingungen schwieriger sind bzw. das Material härter ist).

Beispiel: P10 bedeutet leichtes Schneiden, geeignet für die Stahlverarbeitung; K20 bedeutet mittleres Schneiden, geeignet für die Gusseisenverarbeitung.

Kombinationsbeispiel:

Hartmetallwerkzeuge, Codename „HM P20“: bezeichnet Hartmetall (HM)-Material, geeignet für die mittelschwere Zerspanung (20) der Stahlverarbeitung (P).

Werkzeug aus kubischem Bornitrid, Codename „BN H05“: bezeichnet Material aus kubischem Bornitrid (BN), geeignet für leichtes Schneiden (05) bei der Bearbeitung von Hartmaterialien (H).

Zweck des Standards

Einheitliche Klassifizierung: Bereitstellung eines weltweit einheitlichen Klassifizierungssystems für harte Schneidmaterialien, das Herstellern und Benutzern die Auswahl geeigneter Schneidmaterialien erleichtert.

Anwendungshinweise: Durch die Angabe der Hauptkategorien und Anwendungskategorien können Benutzer je nach Verarbeitungsmaterial und Schnittbedingungen die am besten geeigneten Hartschneidmaterialien auswählen.

Förderung des Handels: Standardisieren Sie Codes und Klassifizierungen, um den internationalen Handel und den technischen Austausch von Hartschneidmaterialien zu fördern.

Verwandte Normen

ISO 1832: Ein Bezeichnungssystem für Schneidwerkzeuge zur Angabe der Werkzeuggeometrie und des Werkzeugmaterials.

ISO 5608: Bezeichnungssystem für Dreh- und Fräswerkzeuge.

ISO 9001: Norm für Qualitätsmanagementsysteme (in Bezug auf die Herstellung harter Schneidstoffe).

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

Anwendungsszenarien

Dieser Standard wird in der Maschinenindustrie häufig verwendet, unter anderem für:

Automobilbau: Bearbeitung von Motorteilen, Kurbelwellen, Zahnrädern etc.

Luft- und Raumfahrt: Verarbeitung von Teilen aus Hochtemperaturlegierungen und Titanlegierungen.

Formenbau : Bearbeitung von Formen aus gehärtetem Stahl .

Allgemeiner Maschinenbau: Verarbeitung von Gusseisen- und Nichteisenmetallteilen.

So erhalten Sie es

Offizielle Quelle: [PDF- oder Papierversionen sind in Englisch oder Französisch auf der offiziellen ISO-Website \(www.iso.org\) zum Kauf erhältlich.](#)

Andere Kanäle: Bezug über autorisierte Händler wie ANSI (American National Standards Institute), BSI (British Standards Institution) usw.

Hinweis: Einige Länder und Regionen stellen möglicherweise übersetzte Versionen zur Verfügung, die Genauigkeit der übersetzten Versionen muss jedoch gewährleistet sein.

Geschichte

ISO 513:2004: Vorherige Version, veröffentlicht im Jahr 2004 und ersetzt durch die aktuelle Version im Jahr 2012.

ISO 513:1991: Eine frühere Version, die 1991 veröffentlicht und 2004 ersetzt wurde.

Zusätzliche Hinweise

Diese Norm berücksichtigt nicht die spezifischen Leistungsparameter harter Schneidstoffe (wie Härte, Biegefestigkeit usw.). Benutzer müssen ihre Entscheidungen auf Grundlage der vom Materiallieferanten bereitgestellten Daten treffen.

Der Anwendungskategoriecode dieser Norm muss in Verbindung mit den Schnittbedingungen (wie Schnittgeschwindigkeit, Vorschubgeschwindigkeit, Kühlmethode) verwendet werden, um die besten Bearbeitungsergebnisse zu erzielen.

abschließend

ISO 513:2012 bietet eine weltweit einheitliche Spezifikation für die Klassifizierung und Anwendung harter Schneidstoffe. Sie deckt eine Vielzahl von Materialien wie Hartmetall, Keramik, Diamant und kubisches Bornitrid ab und eignet sich für vielfältige Zerspanungsanwendungen. Dank eines übersichtlichen Codesystems können Anwender schnell geeignete Schneidstoffe auswählen, um die Bearbeitungseffizienz und die Werkzeugstandzeit zu verbessern. Diese Norm ist in der Zerspanungsindustrie von großer Bedeutung und fördert die Standardisierung und internationale Anwendung harter Schneidstoffe.

Zusätzliche Hinweise

Der obige Inhalt basiert auf Informationen von der offiziellen ISO-Website und anderen Standarddatenbanken, um Genauigkeit und Autorität 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

Die chinesischen Namen und einige Beschreibungen sind übersetzt und bearbeitet, stellen nicht die offizielle chinesische ISO-Version dar und dienen nur als Referenz.

Wenn Sie den Originaltext der Norm oder ausführlichere Informationen benötigen, empfehlen wir Ihnen, die offizielle ISO-Website zu besuchen oder sich an einen autorisierten Händler zu wenden.



Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe für die spanende Bearbeitung mit definierten
Schneiden — Bezeichnung der Hauptgruppen und Anwendungsgebiete
Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe, Werkstoffe mit definierter Schneidkante für die
Metallzerspanung
- Bezeichnung der Hauptkategorien und Anwendungskategorien

Internationale Norm ISO 513:2012 (Englische Version)

Standardnummer
ISO 513:2012

Standardtitel (Englisch)

Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe für die spanende Metallzerspanung mit definierten
Schneiden — Bezeichnung der Hauptgruppen und Anwendungsgebiete

Standardtitel (zur Referenz ins Chinesische übersetzt)

Einteilung und Anwendung harter Schneidstoffe, Werkstoffe mit definierter Schneidkante für die
spanende Metallbearbeitung - Bezeichnung der Hauptklassen und Anwendungsklassen

Verlagsorganisation

Internationale Organisation für Normung (ISO)

Technischer Ausschuss

ISO/TC 29/SC 9 (Technisches Komitee für Kleinwerkzeuge / Unterkomitee für harte Schneidstoffe)

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 Erstveröffentlichung

5. November 2012

Aktueller Versionsstand

Veröffentlichungsdatum: 5. November 2012

Zuletzt überprüft und bestätigt: 2018

Aktueller Status: Aktiv (Stand: 20. Mai 2025)

Sprachversionen

Amtssprachen: Englisch, Französisch

Andere Sprachen: In bestimmten Regionen sind möglicherweise nicht offizielle Übersetzungen verfügbar (z. B. Chinesisch, wie oben erwähnt).

Umfang

Diese Internationale Norm legt die Klassifizierung und Anwendung harter Schneidstoffe mit definierten Schneidkanten für die spanende Metallbearbeitung fest. Dazu gehören Hartmetalle (Karbide), Keramik, Diamant und kubisches Bornitrid. Sie bezeichnet die Hauptgruppen und Anwendungsgebiete dieser Werkstoffe. Die Norm gilt für Werkzeuge mit definierten Schneidkanten zum Zerspanen metallischer Werkstoffe.

Ausschlüsse:

Werkzeuge für den Bergbau oder andere Schlaganwendungen;

Drahtziehsteine;

Werkzeuge zur Metallumformung durch Deformation;

Anwendungen wie Komparator-Kontaktspitzen oder andere nicht schneidende Anwendungen.

Klassifizierungssystem

Die Norm unterteilt harte Schneidstoffe in Hauptgruppen und Anwendungsgruppen wie folgt:

Hauptgruppen (basierend auf dem Materialtyp):

Hartmetalle (Code: H): Basierend auf Wolframkarbid (WC) oder Titankarbid (TiC) mit Kobalt (Co) oder Nickel (Ni) als Bindemittel.

Keramik (Code: C): Enthält Aluminium (Al_2O_3), Siliziumnitrid (Si_3N_4) usw.

Diamant (Code: D): Umfasst Naturdiamanten und polykristallinen Diamanten (PCD).

Kubisches Bornitrid (Code: B): Umfasst einkristallines kubisches Bornitrid (CBN) und polykristallines kubisches Bornitrid (PCBN).

Anwendungsgruppen (nach Bearbeitungsverwendung):

P-Gruppe (für die Bearbeitung von Stahl): Umfasst unlegierten Stahl, rostfreien Stahl und legierten Stahl.

M-Gruppe (Zur Bearbeitung von rostfreiem Stahl und hitzebeständigen Legierungen): Umfasst austenitischen rostfreien Stahl und Legierungen auf Nickelbasis.

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

K-Gruppe (Zur Bearbeitung von Gusseisen): Umfasst Grauguss und Sphäroguss.

N-Gruppe (Zur Bearbeitung von Nichteisenmetallen): Umfasst Aluminium, Kupfer und deren Legierungen.

S-Gruppe (Zur Bearbeitung von Hochtemperaturlegierungen): Umfasst Titanlegierungen und Superlegierungen auf Nickelbasis.

H-Gruppe (Zur Bearbeitung harter Materialien): Umfasst gehärteten Stahl (>45 HRC), hartes Gusseisen.

Bezeichnungsverfahren für Anwendungsgruppen

Codestruktur: Jede Anwendungsgruppe wird durch eine Buchstaben- und Zahlenkombination dargestellt.

Der Buchstabe gibt die Art des zu bearbeitenden Materials an (P, M, K, N, S, H).

Die Zahl gibt die Schnittbedingungen bzw. die Leistungsstufe des Materials an (normalerweise von 01 bis 50; höhere Zahlen weisen auf anspruchsvollere Bedingungen oder härtere Materialien hin).

Beispiel: P10 zeigt die Eignung für das Schneiden von Stahl mit geringer Belastung an; K20 zeigt die Eignung für das Schneiden von Gusseisen mit mittlerer Belastung an.

Kombinationsbeispiele:

Hartmetallwerkzeug , Code „HM P20“: Bezeichnet ein Hartmetallmaterial (HM), das für die mittelschwere Zerspanung (20) von Stahl (P) geeignet ist.

Werkzeug aus kubischem Bornitrid, Code „BN H05“: Bezeichnet ein Material aus kubischem Bornitrid (BN), das für die leichte Zerspanung (05) von harten Werkstoffen (H) geeignet ist.

Zweck des Standards

Einheitliche Klassifizierung: Bietet ein weltweit anerkanntes Klassifizierungssystem für harte Schneidmaterialien und erleichtert Herstellern und Benutzern die Auswahl.

Anwendungshinweise: Hilft dem Benutzer, das am besten geeignete Schneidmaterial basierend auf dem zu bearbeitenden Material und den Schnittbedingungen auszuwählen.

Handelserleichterung: Standardisierung von Codes und Klassifizierungen zur Förderung des internationalen Handels und des technischen Austauschs von Hartschneidmaterialien.

Zugehörige Normen

ISO 1832: Bezeichnungssystem für Schneidwerkzeuge mit Angabe der Werkzeuggeometrie und des Werkzeugmaterials.

ISO 5608: Bezeichnungssystem für Dreh- und Fräswerkzeuge.

ISO 9001: Standard für Qualitätsmanagementsysteme (relevant für die Herstellung harter Schneidstoffe).

Anwendungsszenarien

Dieser Standard wird in der Zerspanungsindustrie weithin angewendet, unter anderem in:

Automobilherstellung: Bearbeitung von Motorkomponenten, Kurbelwellen, Zahnrädern usw.

Luft- und Raumfahrt: Bearbeitung von Hochtemperaturlegierungen und Titanlegierungen.

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

Formenbau: Bearbeitung von Formen aus gehärtetem Stahl.

Allgemeiner Maschinenbau: Bearbeitung von Gusseisen- und Nichteisenmetallkomponenten.

Verfügbarkeit

Offizielle Quelle: Zum Kauf im PDF- oder Papierformat auf der offiziellen ISO-Website (www.iso.org) verfügbar.

Andere Kanäle: Erhältlich über autorisierte Händler wie ANSI (American National Standards Institute), BSI (British Standards Institution) usw.

Hinweis: In einigen Regionen sind möglicherweise übersetzte Versionen verfügbar. Die Richtigkeit sollte jedoch anhand der offiziellen englischen oder französischen Version überprüft werden.

Historische Versionen

ISO 513:2004: Vorherige Version, veröffentlicht 2004, ersetzt durch die Version 2012.

ISO 513:1991: Frühere Version, veröffentlicht 1991, ersetzt durch die Version von 2004.

Zusätzliche Hinweise

Diese Norm legt keine Leistungsparameter für harte Schneidstoffe (z. B. Härte, Biegefestigkeit) fest. Detaillierte Spezifikationen finden Sie in den Daten der Werkstofflieferanten.

Anwendungsgruppencodes sollten in Verbindung mit Schnittbedingungen (z. B. Schnittgeschwindigkeit, Vorschubgeschwindigkeit, Kühlmethode) verwendet werden, um eine optimale Bearbeitungsleistung sicherzustellen.

Abschluss

ISO 513:2012 bietet einen weltweit standardisierten Rahmen für die Klassifizierung und Anwendung harter Schneidstoffe und umfasst Hartmetalle, Keramik, Diamant und kubisches Bornitrid. Sie ist für eine Vielzahl von Metallzerspanungsanwendungen anwendbar. Durch ein klares Bezeichnungssystem ermöglicht die Norm Anwendern die effiziente Auswahl geeigneter Schneidstoffe und verbessert so die Bearbeitungseffizienz und Werkzeugstandzeit. Diese Norm spielt eine wichtige Rolle in der Zerspanungsindustrie und fördert die Standardisierung und internationale Anwendung harter Schneidstoffe.

Ergänzende Hinweise

Der Inhalt wird auf Grundlage von Informationen von der offiziellen ISO-Website und Standarddatenbanken zusammengestellt, um Genauigkeit und Authentizität zu gewährleisten.

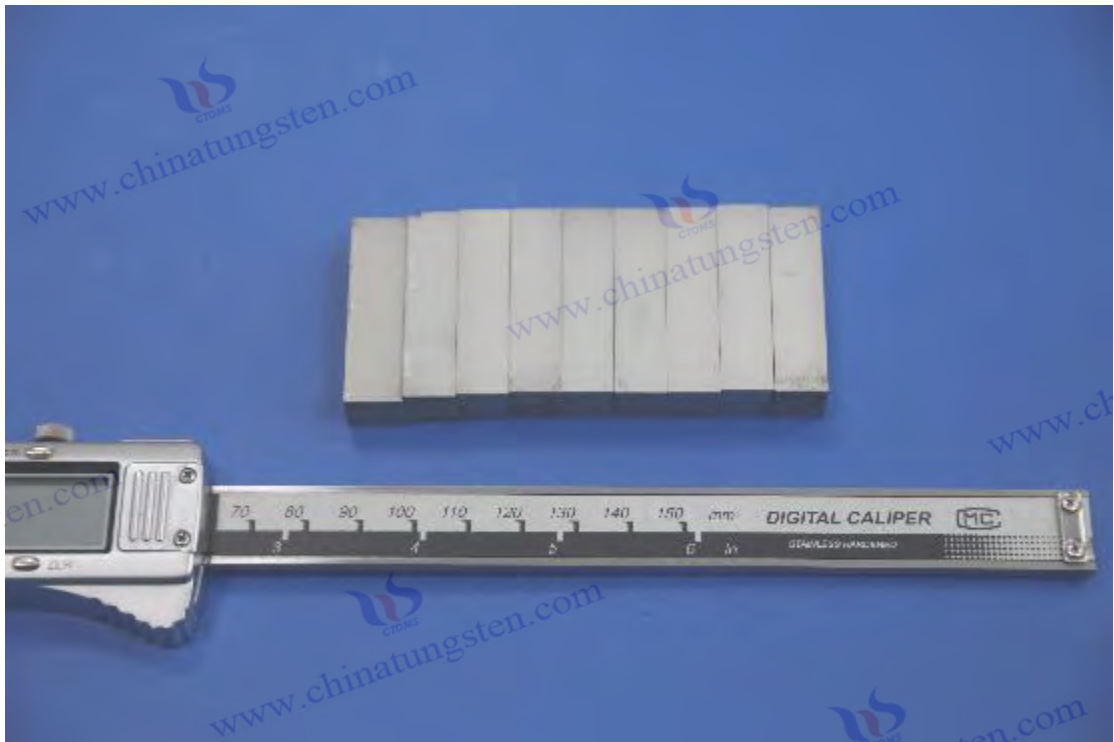
Die zuvor bereitgestellte chinesische Übersetzung dient nur als Referenz und ist keine offizielle ISO-Version.

Um den Originaltext der Norm oder weitere Einzelheiten zu erfahren, wird empfohlen, die offizielle ISO-Website zu besuchen oder sich an einen autorisierten Händler zu wenden.

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 :

Vergleich von Hartmetall, Schnellarbeitsstahl und superharten Werkstoffen

1. Definition und Zusammensetzung

Materialtyp	Definition	Hauptzutaten
Hartmetall Hartmetall /Hartmetall	Ein aus harten Karbidpartikeln und Metallbinder gesinterter Verbundwerkstoff mit hoher Härte und starker Verschleißfestigkeit.	Hartphase: Wolframkarbid (WC, 7095 %), Titankarbid (TiC), Tantalkarbid (TaC). < br >Bindephase: Kobalt (Co, 515 %), Nickel (Ni).
Schnellarbeitsstahl Schnellarbeitsstahl , HSS	Hochlegierter Werkzeugstahl mit Kohlenstoff und verschiedenen Legierungselementen, geeignet für Hochgeschwindigkeitsschnitte und mit guter Zähigkeit.	Eisenbasierte Legierung: Kohlenstoff (C, 0,71,5 %), Wolfram (W, 618 %), Molybdän (Mo, 510 %), Chrom (Cr, 4 %), Vanadium (V, 15 %) und Kobalt (Co, 0,8 %).
Superharte Materialien Superharte Materialien	Für hochpräzise oder extreme Bearbeitungen werden Materialien mit einer Härte verwendet, die der von natürlichem Diamant nahe kommt oder diese übertrifft.	Naturdiamant, synthetischer Diamant (PKD), kubisches Bornitrid (CBN), Keramik (wie Si3N4, Al2O3).

Datenunterstützung:

Hartmetall: WC-Härte ~1600–2200 HV, Kobaltgehalt beeinflusst die Zähigkeit (ScienceDirect, 2020).

Schnellarbeitsstahl: Typische Güten sind M2 (W6Mo5Cr4V2), Härte ~6065 HRC (ASTM A600).

Superharte Materialien: Diamanthärte ~8000–10000 HV, CBN ~4500 HV (Wikipedia, 2024).

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. Leistungsvergleich

Leistung	Hartmetall	Schnellarbeitsstahl	Superharte Materialien
Härte	Hoch (1400–2200 HV), nur superharten Materialien unterlegen, mit ausgezeichneter Verschleißfestigkeit.	Mittel (6065 HRC, etwa 700–850 HV), niedriger als Hartmetall.	Sehr hoch (4000–10000 HV), höchste Verschleißfestigkeit, geeignet für extreme Bedingungen.
Zähigkeit	Mittlerer bis hoher Kobaltgehalt (z. B. 1015 %) weist eine gute Zähigkeit auf, neigt jedoch zum Absplittern.	Hohe, starke Schlagfestigkeit, geeignet für komplexe Schnitte.	Niedrig, wird leicht spröde und erfordert Matrixunterstützung (wie z. B. an Hartmetall befestigtes PCD).
Hitzebeständigkeit	Gut (800–1000 °C), geeignet zum Schneiden bei hohen Temperaturen.	Mittel (500–600 °C), die Härte nimmt bei hohen Temperaturen ab.	Hervorragend (Diamant ~700°C, CBN ~1400°C), CBN hat eine besonders gute Hitzebeständigkeit.
Korrosionsbeständigkeit	Besser noch, die Kobaltphase ist korrosionsbeständig sowie säure- und alkalibeständig.	Im Allgemeinen oxidiert es leicht und benötigt einen Beschichtungsschutz.	Hervorragende, hohe chemische Stabilität von Diamant/CBN.
Schnittgeschwindigkeit	Hoch (100–500 m/min), geeignet für eine effiziente Verarbeitung.	Mittel (30100 m/min), niedriger als Hartmetall.	Sehr hoch (500–2000 m/min), geeignet für die Ultrahochgeschwindigkeitsbearbeitung .

Datenunterstützung:

Hartmetall: Die Schnittgeschwindigkeit ist 35-mal höher als bei Schnellarbeitsstahl (Sandvik, 2023).

Schnellarbeitsstahl: Nach der Wärmebehandlung kann die Härte 65 HRC erreichen, erweicht jedoch über 600 °C (ScienceDirect, 2020).

Superharte Materialien: Die CBN-Schneidgeschwindigkeit von Hochtemperaturlegierungen kann 1000 m/min erreichen (Wikipedia, 2024).

3. Herstellungsprozess

Materialtyp	Herstellungsprozess	Merkmale
Hartmetall	Pulvermetallurgie: Mischen von Hartmetallpulver (WC, TiC) und Kobaltpulver , Pressformen und Sintern bei hoher Temperatur (1350–1450 °C).	Das Verfahren ist ausgereift, die Korngröße ist steuerbar (0,52 µm) und über den Kobaltgehalt lässt sich die Leistung anpassen .
Schnellarbeitsstahl	Schmelzen, Gießen, Wärmebehandlung (Abschrecken + Anlassen) und kann durch Schmieden und Walzen geformt werden.	Erfordert eine präzise Wärmebehandlung (z. B. Abschrecken bei 1200 °C) und kann wiederholt geschliffen werden.
Superharte Materialien	Hochdruck- und Hochtemperatursynthese (HPHT, 5000 °C, 5 GPa , z. B. PCD, CBN), chemische Gasphasenabscheidung (CVD,	Der Prozess ist komplex, die Kosten hoch und er erfordert die Unterstützung durch ein Substrat

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Materialtyp	Herstellungsprozess	Merkmale
	Diamantbeschichtung).	(wie etwa Hartmetall).

Datenunterstützung:

Hartmetall: Die Sinterzeit beträgt 12 Stunden, die Korngröße beeinflusst die Koerzitivfeldstärke (ISO 3326:2013).

Schnellarbeitsstahl: Der Wärmebehandlungsprozess ist wiederholbar und verbessert die Lebensdauer des Werkzeugs (ASTM A600).

Superharte Materialien: Die HPHT-Synthese verbraucht viel Energie und die CVD-Beschichtungsdicke beträgt 520 µm (ScienceDirect, 2020).

4. Anwendungsgebiete

Materialtyp	Hauptanwendungen	Typische Szenarien
Hartmetall	Schneidwerkzeuge (Drehwerkzeuge, Fräser), Matrizen, Bohrer, Bergbauwerkzeuge.	Bearbeitung von Stahl, Gusseisen, Edelstahl; wie z. B. YG8-Werkzeuge für die Grobbearbeitung.
Schnellarbeitsstahl	Bohrer, Fräser, Gewindebohrer, Sägeblätter und Werkzeuge für komplexe Formen.	Langsames Schneiden, Bearbeiten weicher Materialien (wie Aluminium, Kupfer); wie M2-Bohrer.
Superharte Materialien	Präzisionsbearbeitungswerkzeuge, Schleifwerkzeuge, Drahtziehsteine, verschleißfeste Beschichtungen.	Verarbeitung von Hochtemperaturlegierungen, Keramiken und Verbundwerkstoffen; beispielsweise die Verwendung von CBN-Werkzeugen zur Verarbeitung von Flugzeugteilen.

Datenunterstützung:

Hartmetall: macht ca. 50 % des weltweiten Werkzeugmarktes aus.

Schnellarbeitsstahl: niedrige Kosten, macht ca. 30 % des Marktes für Werkzeuge der unteren Preisklasse aus.

Superharte Materialien: High-End-Markt, PCD/CBN-Werkzeuge werden in der Luft- und Raumfahrt verwendet .

5. Vergleich der Vor- und Nachteile

Materialtyp	Vorteil	Mangel
Hartmetall	Hohe Härte, starke Verschleißfestigkeit. Gute Hitzebeständigkeit, geeignet für Hochgeschwindigkeitsschneiden. Einstellbare Leistung (Kobaltgehalt, Korngröße).	Die Zähigkeit ist geringer als bei Schnellarbeitsstahl, und die Schneide bricht leicht . Die Kosten sind höher als bei Schnellarbeitsstahl. Er ist nicht für die Verarbeitung mit niedriger Geschwindigkeit und hoher Schlagzähigkeit geeignet.
Schnellarbeitsstahl	Hohe Zähigkeit, starke Schlagfestigkeit. Wiederholbares Schleifen, niedrige Kosten. Einfache Bearbeitung komplexer Formwerkzeuge.	Geringe Härte und Hitzebeständigkeit. Langsame Schnittgeschwindigkeit und geringe Effizienz. Leichter Verschleiß und häufiger Austausch erforderlich.
Superharte Materialien	Extrem hohe Härte und lange Lebensdauer. Geeignet für Ultrahochgeschwindigkeits- und Präzisionsbearbeitung. Hohe chemische Stabilität und Korrosionsbeständigkeit.	Sehr spröde und anfällig für Absplitterungen. Sehr teuer in der Herstellung. Nicht geeignet für die Bearbeitung von Eisenmetallen (Diamant).

Datenunterstützung:

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

Hartmetall: Die Werkzeuglebensdauer ist 510-mal länger als bei Schnellarbeitsstahl (Sandvik, 2023).

Schnellarbeitsstahl: Die Kosten betragen nur 20–30 % der Kosten von Hartmetall ().

Superharte Materialien: Die Standzeit von CBN-Werkzeugen kann das 1050-fache der Standzeit von Hartmetall erreichen (Wikipedia, 2024).

6. Kosten und Wirtschaftlichkeit

Materialtyp	kosten	Wirtschaftlich
Hartmetall	Mittel (50.100 USD pro kg).	Gutes Preis- Leistungs-Verhältnis, geeignet für die Verarbeitung im mittleren bis oberen Preissegment, lange Lebensdauer und geringere Austauschhäufigkeit.
Schnellarbeitsstahl	Niedrig (520 \$ pro kg).	Geeignet für die kostengünstige Verarbeitung kleiner Chargen, jedoch mit hohen Wartungskosten (Schleifen erforderlich).
Superharte Materialien	Hoch (1.000–5.000 USD pro kg).	Geeignet für High-End-Präzisionsbearbeitung, mit hohen Anschaffungskosten, aber extrem langer Lebensdauer.

7. Vorschläge auswählen

Hartmetall: geeignet für mittlere und hohe Schnittgeschwindigkeiten , allgemeine Verarbeitung (Stahl, Gusseisen, Edelstahl), ausgewogene Härte und Zähigkeit, breite Anwendung in der industriellen Produktion.

Schnellarbeitsstahl: Geeignet für langsames Schneiden, die Bearbeitung weicher Materialien (Aluminium, Kupfer) oder komplexe Werkzeuge (Gewindebohrer, Umformwerkzeuge) und wird bevorzugt, wenn das Budget begrenzt ist.

Superharte Materialien: geeignet für die Bearbeitung mit ultrahoher Geschwindigkeit und Präzision (Hochtemperaturlegierungen, Keramik, Verbundwerkstoffe), wie z. B. Luft- und Raumfahrt- und Automobilteile, die hohe Präzision und lange Lebensdauer erfordern.

Beispiel:

Bearbeitung von Gusseisen: Hartmetallwerkzeug (YG6), Geschwindigkeit 150 m/min, Lebensdauer 23 Stunden.

Verarbeitung von Aluminiumlegierungen: Bohrer aus Schnellarbeitsstahl (M2), Geschwindigkeit 50 m/min, niedrige Kosten.

Verarbeitung von Titanlegierungen: CBN-Klinge, Geschwindigkeit 800 m/min, Lebensdauer 10 Stunden.

Abschließend

Hartmetall, Schnellarbeitsstahl und superharte Werkstoffe haben jeweils ihre eigenen Vorteile und eignen sich für unterschiedliche Verarbeitungsszenarien:

Hartmetall /Hartmetall: Hohe Härte, Verschleißfestigkeit, geeignet für mittlere und hohe Schnittgeschwindigkeiten , gutes Preis- Leistungs-Verhältnis und die tragende Säule der Branche.

Schnellarbeitsstahl (HSS): hohe Zähigkeit, niedrige Kosten, geeignet für die Bearbeitung mit niedriger Geschwindigkeit und komplexe Werkzeuge, aber geringe Hitzebeständigkeit.

Superharte Werkstoffe (PKD/CBN): extrem hohe Härte und Lebensdauer, geeignet für Präzisions-

und Hochgeschwindigkeitsbearbeitung, aber hohe Kosten und hohe Sprödigkeit.

Die Auswahl sollte sich nach dem zu bearbeitenden Material (Stahl, Aluminium, Keramik), der Schnittgeschwindigkeit, den Präzisionsanforderungen und dem Budget richten. Hartmetall ist eine allgemeine Wahl, Schnellarbeitsstahl eignet sich für kostengünstige Anwendungen und superharte Materialien für anspruchsvolle Anwendungen.

Referenzdaten:

Härte: Hartmetall 1400–2200 HV, Schnellarbeitsstahl 700–850 HV, superharte Werkstoffe 4000–10000 HV (ScienceDirect, 2020).

Standard: ISO 3326, ASTM B886, GB/T 3849 (Test der magnetischen Sättigung von Hartlegierungen).

Markt: Hartmetall macht ca. 50 % des Werkzeugmarktes aus, superharte Materialien ca. 10 % (Sandvik, 2023).

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

WeChat : Follow "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 Wolframkarbid ?

1. Was ist Wolframstahl?

Wolframstahl ist ein hochlegierter Stahl mit Wolfram (W) als Hauptlegierungselement. Der Wolframgehalt beträgt üblicherweise 3–18 % (Massenanteil), ergänzt durch Kohlenstoff (C, 0,5–1,5 %), Chrom (Cr, 1–5 %), Molybdän (Mo, 0,5–5 %), Vanadium (V, 0,5–2 %) und weitere Elemente. Es handelt sich um eine Metalllegierung, die durch Schmelzen, Schmieden, Walzen und Wärmebehandlung hergestellt wird. Er ist bekannt für seine hohe Härte (HV 600–1000), ausgezeichnete Verschleißfestigkeit, gute Warmhärte (beibehalten der Härte bei hohen Temperaturen $\leq 700\text{ °C}$) und hohe Zähigkeit ($K_{IC} 20\text{--}50\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$) und wird häufig in Schneidwerkzeugen, Formen, Messern, verschleißfesten Teilen und im militärischen Bereich verwendet.

Wolframstahl und Hartmetall

Hartmetall ist ein Verbundwerkstoff aus Carbiden wie Wolframcarbid (WC) als Matrix, der durch ein pulvermetallurgisches Verfahren mit Kobalt (Co) oder Nickel (Ni) verbunden wird. Es weist eine höhere Härte (HV 1000–1800), aber eine geringere Zähigkeit auf. Wolframstahl ist eine homogene Metalllegierung. Wolfram liegt in der Eisenmatrix (Fe) als Mischkristall oder als Carbid (z. B. WC, W₂C) vor. Es weist eine bessere Zähigkeit und Bearbeitbarkeit auf und kostet etwa ein Drittel der Kosten von Hartmetall. Wolframstahl wird oft auch als Unterkategorie von Schnellarbeitsstahl (HSS) angesehen, weist jedoch einen höheren Wolframgehalt und eine höhere Leistung auf.

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

Laut Marktprognoze für 2025 wird der Wolframstahlmarkt einen Wert von rund 22 Milliarden RMB erreichen und damit 16 % des Marktes für legierten Stahl ausmachen. Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate (CAGR) liegt bei etwa 5,2 %. Zu den wichtigsten Wachstumsfaktoren zählen die steigende Nachfrage nach Industrieprodukten, Automobilformen, neuen Energieanlagen und medizinischen Messern.

2. Arten und Eigenschaften von Wolframstahl

Wolframstahl lässt sich je nach Wolframgehalt, Legierungselementen und Anwendung in verschiedene Typen unterteilen. Jeder Typ ist für eine bestimmte Leistung optimiert. Im Folgenden sind die wichtigsten Typen und ihre Eigenschaften aufgeführt, zur übersichtlichen Darstellung in einer Tabelle zusammengefasst:

Wolframstahltyp	Typische Noten	Hauptzutaten	Härte (HV)	Zähigkeit (K _{1c} , MPa · m ^{1/2})	Rothärte (°C)	Abriebfestigkeit (ASTM G65, mm ³)	Typische Anwendungen
Hochgeschwindigkeits-Wolframstahl	T1, M2, M35	W 6–12 %, Cr 3–5 %, V 1–2 %, Mo 0,5–5 %, C 0,7–1,2 %	800–900	25–40	≤650	20–40	Schneidwerkzeuge (z. B. Fräser, Bohrer)
Form Wolframstahl	D2, A2, H13	W 5–10 %, Cr 4–6 %, Mo 1–3 %, C 1–1,5 %	700–850	30–50	≤600	30–50	Kaltstanzwerkzeug, Warmschmiedewerkzeug
Superharter Wolframstahl	PM-M4, ASP23	W 9–18 %, Cr 3–5 %, V 1–3 %, C 0,8–1,3 %	900–1000	20–30	≤700	<30	Hochpräzise Werkzeuge, komplexe Formen
Korrosionsbeständiger Wolframstahl	440C, medizinischer Wolframstahl	W 5–10 %, Cr 10–15 %, Ni 1–3 %, C 0,5–1 %	700–850	25–40	≤600	30–50	Medizinische Messer, chemische Geräte
Militärischer Wolframstahl	Panzerbrechende Kernlegierung	W 10–18 %, Cr 3–5 %, Mo 1–5 %, C 0,8–1,2 %	800–950	20–35	≤650	20–40	Panzerbrechende Kerne, Panzerungsteile
Pulvermetallurgie Wolframstahl	ASP60, Vanadis 4 Extra	W 6–12 %, Cr 3–5 %, V 1–3 %, C 0,7–1,2 %	900–1000	25–35	≤700	<30	Hochwertige Schneidwerkzeuge, Präzisionsformen

veranschaulichen:

Hauptbestandteile: Listen Sie den Gehaltsbereich von Wolfram (W) und anderen wichtigen Legierungselementen (Cr, Mo, V, C) auf.

Leistungsparameter: Härte (Vickershärte HV), Zähigkeit (Bruchzähigkeit K_{1c}), Warmhärte

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(Hochtemperaturhärte bei Haltetemperatur), Verschleißfestigkeit (ASTM G65-Verschleißvolumen).
Typische Anwendungen: Schneidwerkzeuge, Formen, Messer, verschleißfeste Teile und Rüstungsindustrie. Es werden nur chinesische Beschreibungen beibehalten.

3. Chemische Zusammensetzung und Mikrostruktur von Wolframstahl

3.1 Chemische Zusammensetzung

Typische Zusammensetzungen von Wolframstahl sind:

Wolfram (W): 3–18 %, liegt in Form einer festen Lösung oder eines Karbids (z. B. WC, W₂C) vor, verbessert die Härte und Warmhärte.

Kohlenstoff (C): 0,5–1,5 %, bildet Carbide (WC, Cr₃C₂) und erhöht die Verschleißfestigkeit.

Chrom (Cr): 1–15 %, verbessert die Korrosionsbeständigkeit und Oxidationsbeständigkeit.

Molybdän (Mo): 0,5–5 %, verbessert die Hochtemperaturfestigkeit.

Vanadium (V): 0,5–2 %, verfeinert die Körner (Größe 5–20 µm) und verbessert die Zähigkeit.

Eisen (Fe): Matrix, 60–80 %, sorgt für Zähigkeit und Bearbeitbarkeit.

Sonstiges: Co, Ni (in medizinischem Wolframstahl) verbessern die Zähigkeit und Korrosionsbeständigkeit.

3.2 Mikrostruktur

Matrix: Nach dem Abschrecken handelt es sich um Martensit (Härte HV400-600), und nach dem Anlassen handelt es sich um angelassenen Martensit + Restaustenit, und die Zähigkeit wird um 10-20 % erhöht.

Karbidphase: WC-, W₂C-, Cr₃C₂-Partikel (1–10 µm), Härte HV1500–2000, Volumenanteil 5–15 %.

Kristallstruktur: Martensit hat ein kubisch-raumzentriertes (BCC) und Carbid ein hexagonales (WC) oder orthorhombisches (Cr₃C₂) Kristallsystem.

Charakterisierung: Röntgenbeugung (XRD) zeigte die (111)- und (200)-Kristallebenen von WC, und Rasterelektronenmikroskopie (SEM) beobachtete die Gleichmäßigkeit der Carbidverteilung (Segregation <5 %).

Durch Wärmebehandlung wird die Mikrostruktur optimiert: Durch Abschrecken (850–950 °C) entsteht harter Martensit, durch Anlassen (200–600 °C) werden Spannungen abgebaut und durch Karbidausscheidung wird die Matrix gestärkt.

4. Entwicklungsgeschichte von Wolframstahl

Die Entwicklung von Wolframstahl ist eng mit der industriellen Revolution und der modernen Fertigung verbunden. Die folgenden Meilensteine sind wichtige Meilensteine:

Spätes 19. Jahrhundert (1860er–1890er Jahre)

Hintergrund: Die industrielle Revolution erforderte hochverschleißfeste Werkzeugmaterialien, aber

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

die frühen Werkzeugstähle waren nicht hart genug (HV200–300).

Durchbruch: 1868 fügte der britische Metallurge Robert Mushet erstmals Wolfram zu Stahl hinzu und entwickelte für den Einsatz in Drehwerkzeugen einen „selbsthärtenden Stahl“ (Mushet-Stahl) mit 2–3 % Wolfram, einer Härte von HV400 und einer doppelt so hohen Verschleißfestigkeit.

Einschränkungen: Niedriger Wolframgehalt, unzureichende Warmhärte (<400°C).

Anfang des 20. Jahrhunderts (1900er–1920er Jahre)

Die Geburt des Schnellarbeitsstahls: Im Jahr 1900 entwickelten Taylor und White in den USA einen Schnellarbeitsstahl (T1) mit 7 % Wolfram, einer Härte von HV600–700, einer Warmhärte von ≤ 600 °C und einer dreimal höheren Schnittgeschwindigkeit und legten damit den Grundstein für Wolframstahl.

Industrielle Anwendung: In den 1910er Jahren wurden Schneidwerkzeuge aus Wolframstahl häufig in der Automobilherstellung eingesetzt (z. B. in der Produktionslinie des Ford Modell T), wodurch die Effizienz um 50 % gesteigert wurde.

Wichtige Ereignisse: 1914–1918, der Erste Weltkrieg treibt die Nachfrage nach Wolfram (China, Portugal) an, der Wolframpreis steigt auf 10 USD/kg.

Mitte des 20. Jahrhunderts (1930er–1960er Jahre)

Legierungsoptimierung: In den 1930er Jahren wurden Cr, Mo und V hinzugefügt, um Güten wie M2 (6 % W) und D2 (8 % W) mit einer Härte von HV700–850 und einer um 20 % erhöhten Zähigkeit zu entwickeln.

Wärmebehandlungstechnologie: In den 1940er Jahren war das Verfahren aus Abschrecken und mehrstufigem Anlassen ausgereift, wodurch die innere Spannung um 30 % reduziert und die Lebensdauer der Form um das Zweifache verlängert wurde.

Militärische Anwendung: Während des Zweiten Weltkriegs wurde Wolframstahl in panzerbrechenden Geschosskernen (mit 12 % Wolfram) verwendet, wodurch die Durchschlagskraft um 30 % erhöht wurde.

Pulvermetallurgie: In den 1960er Jahren wurde die Korngröße von pulvermetallurgischem Wolframstahl (wie PM-M4) auf <10 μm verfeinert, die Härte betrug HV900 und die Verschleißfestigkeit wurde um 40 % erhöht.

Ende des 20. Jahrhunderts (1970er–1990er Jahre)

Beschichtungstechnologie: In den 1980er Jahren reduzierten PVD/CVD-abgeschiedene TiN- und TiAlN-Beschichtungen (Dicke 2–5 μm) den Reibungskoeffizienten auf $<0,4$ und verlängerten die Werkzeuglebensdauer um das 3- bis 5-fache.

Superharter Wolframstahl: 1990er Jahre, ASP23, ASP60 und andere Sorten mit einer Härte von HV950–1000, die den unteren Markt für Hartmetall herausfordern.

Medizinischer Bereich: Medizinischer Wolframstahl mit 6–8 % Wolfram wird in chirurgischen Messern verwendet und seine Korrosionsbeständigkeit ist um 50 % erhöht.

21. Jahrhundert (2000er–2025)

Nanoverstärkung: In den 2010er Jahren erreichte mit Nanokarbid ($<0,5$ μm) verstärkter

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Wolframstahl eine Härte nahe HV1000 und eine um 30 % erhöhte Verschleißfestigkeit.

Grüne Fertigung: In den 2020er Jahren wird das Recycling von Wolframstahl (Recyclingrate > 85 %) die Kosten um 20 % und den CO2-Fußabdruck um 30 % senken.

Neue Anwendungen: Bis 2025 wird die Nachfrage nach Wolframstahl in Formen für Fahrzeuge mit alternativer Energie (Lebensdauer um 40 % verlängert), in Windkraftgetrieben (Verschleißfestigkeit um das Zweifache erhöht) und bei Geothermiebohrungen (hohe Temperaturbeständigkeit > 600 °C) stark ansteigen.

Intelligenz: KI optimiert die Wärmebehandlungsparameter (Fehler < 3 %) und steigert so die Produktionseffizienz um 25 %.

5. Verwendung von Wolframstahl

Wolframstahl wird aufgrund seiner hohen Härte, Warmhärte und Zähigkeit häufig in folgenden Bereichen eingesetzt. Die spezifischen Anwendungen und Anwendungsfälle sind in der Tabelle dargestellt:

verwenden	Typische Produkte	Marke	Härte (HV)	Schlüsselleistung	Typische Anwendungen	Fall
Schneidwerkzeuge	Fräser, Bohrer	M2	850	Warmhärte $\leq 650^{\circ}\text{C}$, Verschleißvolumen 20–40 mm^3	Verarbeitung von Stahl und Aluminiumlegierungen	Sandvik M2-Fräser, Verarbeitung von Luftfahrt- Aluminiumlegierung en, Effizienzsteigerung um 25 %, die Kosten betragen 40 % von Hartmetall
Formenbau	Kaltstanzwerkzeug, Warm Schmiedewerkzeug	D2	800	Lebensdauer 1,5 Millionen Mal tragen	Stanzen von Autoteilen	Zhuzhou Diamond D2 Stempel, Stanzstahlplatte, Lebensdauer 1,5 Millionen Mal
Messer und Schneidwerkzeuge	Skalpell, Schere	440C	900	Korrosionsbeständigkeit (Gewichtsverlust $< 0,2$ mg/cm^2)	Orthopädische Chirurgie, industrieller Zuschnitt	Skalpell aus Aichi- Stahl, Schnittgenauigkeit $\pm 0,005$ mm, Korrosionsbeständig keit um 50 % erhöht
Verschleißfeste Teile	Pumpenwelle, Lagerhülse	Legierung mit 8 % W	750	Verschleiß < 50 mm^3	Schiffstechnik, chemische	Die Lebensdauer der Pumpenwelle von

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

					Ausrüstung	China First Heavy Industries hat sich im Bereich Verschleißfestigkeit verdoppelt
Militär	Panzerbrechender Kern	Legierung mit 15 % W	900	Durchschlagskraft: 600 mm Panzerung	Panzerbrechende Geschosse, Panzerungsteile	US-Kern M829A4, Durchschlagskraft um 20 % erhöht
Neue Energie	Geothermie-Bohrkronen, Windkraftgetriebe	Legierung mit 8 % W	850	Hohe Temperaturbeständigkeit >60 0°C	Geothermiebohrungen, Windkraftanlagen	Geothermie-Bohrer von Epiroc: 15 % effizienter
Medizin- und Präzisionsfertigung	Dentalbohrer, Mikrofräser	Enthält 6 % W medizinischen Wolframstahl	850 – 900	Genauigkeit ±0,01 mm, korrosionsbeständig	Zahnchirurgie, Präzisionsbearbeitung	Diamant-Zahnbohrer aus Zhuzhou, Verschleißfestigkeit um das Dreifache erhöht, Exporte in die EU im Jahr 2024 um 25 % gestiegen

veranschaulichen:

Anwendung: Umfasst Schneidwerkzeuge, Formen, Schneidwerkzeuge, verschleißfeste Teile, Militärindustrie, neue Energie, medizinische Behandlung und Extraktion quantitativer Daten.

Fall: Jede Verwendung entspricht einem bestimmten Fall, wobei Daten wie Leistungsverbesserung und Kostenvergleich aufgelistet werden und nur chinesische Beschreibungen beibehalten werden.

6. Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Wolframstahl und Schnellarbeitsstahl

Wolframstahl und Schnellarbeitsstahl haben ähnliche Zusammensetzungen und Anwendungsmöglichkeiten, es gibt jedoch erhebliche Unterschiede. Die folgende Tabelle vergleicht ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede:

Merkmal	Wolframstahl	Schnellarbeitsstahl (HSS)
Definition	Eine breite Palette hochlegierter Stähle mit 3–18 % Wolfram für ein breites Anwendungsspektrum	Eine Unterkategorie von Wolframstahl mit 6–12 % Wolfram, entwickelt für das Hochgeschwindigkeitsschneiden
Typische Noten	D2, H13, 440C, PM-M4	T1, M2, M35, M42
Hauptzutaten	W 3–18 %, Cr 1–15 %, Mo 0,5–5 %, V 0,5–2 %, C 0,5–1,5 %	W 6–12 %, Cr 3–5 %, Mo 0,5–5 %, V 1–2 %, C 0,7–1,2 %
Härte (HV)	600–1000	800–900
Zähigkeit (K _{IC} , MPa · m ^{1/2})	20–50	25–40

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Rothärte (°C)	≤700	≤650
Korrosionsbeständigkeit	Einige Güten sind ausgezeichnet (z. B. 440C, Gewichtsverlust durch Salzsprühnebel <0,2 mg/cm²)	Allgemein (niedriger Cr-Gehalt)
Herstellungsprozess	Schmelzen, Schmieden, Wärmebehandlung; einige Verfahren der Pulvermetallurgie	Schmelzen, Schmieden, Wärmebehandlung
Kosten (USD/kg)	10–50	15–30
Typische Anwendungen	Schneidwerkzeuge, Formen, verschleißfeste Teile, Militärindustrie, Medizin	Schneidwerkzeuge (z. B. Bohrer, Fräser)

veranschaulichen:

Gemeinsamkeiten: Beides sind hochlegierte Stähle mit Wolfram, Cr, Mo, V etc., die durch Schmelz- und Wärmebehandlungsverfahren hergestellt werden und sich zum Schneiden und Formen eignen.

Unterschiede: Wolframstahl hat ein breiteres Spektrum (einschließlich Schnellarbeitsstahl, Matrizenstahl usw.) und vielfältigere Anwendungen; Schnellarbeitsstahl ist für das Hochgeschwindigkeitsschneiden optimiert und seine Rothärte und Korrosionsbeständigkeit sind etwas geringer.

Fallvergleich:

Schnellarbeitsstahl: M2-Bohrer (6 % W), Härte HV850, zur Bearbeitung von kohlenstoffarmem Stahl, mit einer 5-fachen Lebensdauer im Vergleich zu gewöhnlichem Stahl.

Wolframstahl: D2-Matrize (8 % W), Härte HV800, Stanzung aus rostfreiem Stahl, Lebensdauer bis zu 1 Million Mal.

7. Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Wolframstahl und Hartmetall

Sowohl Wolframstahl als auch Hartmetall verwenden Wolfram als Hauptelement, ihre Materialeigenschaften und Anwendungen unterscheiden sich jedoch erheblich. Die folgende Tabelle vergleicht ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede:

Merkmal	Wolframstahl	Hartmetall
Definition	Hochlegierter Stahl, enthält 3–18 % Wolfram, homogene Metalllegierung	Verbundwerkstoffe auf Karbidbasis, enthaltend 70–94 % WC usw. + Co/Ni
Hauptzutaten	W 3–18 %, Cr 1–15 %, Mo 0,5–5 %, V 0,5–2 %, C 0,5–1,5 %, Fe-Basis	WC, TiC, TaC (70–94 %), Co/Ni (6–20 %)
Struktur	Martensit + Karbidpartikel (WC, Cr ₃ C ₂)	Karbidpartikel + Bindephase
Härte (HV)	600–1000	1000–1800
Zähigkeit (K _{IC} , MPa · m ^{1/2})	20–50	8–20
Rothärte (°C)	≤700	≤1000
Korrosionsbeständigkeit	Einige Güten sind ausgezeichnet (z. B. 440C, Gewichtsverlust durch Salzsprühnebel <0,2 mg/cm²)	Ni-basiert (z. B. YN8, Gewichtsverlust <0,1 mg/cm²)
Dichte (g/cm³)	7,8–8,5	12–15,6
Herstellungsprozess	Schmelzen, Schmieden, Wärmebehandlung; einige	Pulvermetallurgie (Mischen, Pressen, Sintern)

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

	Verfahren der Pulvermetallurgie	
Kosten (USD/kg)	10–50	50–150
Typische Anwendungen	Schneidwerkzeuge, Formen, Militär, Medizin, Windkraftgetriebe	Hochpräzise Werkzeuge, Bergbaupickel, Spritzmaterialien

veranschaulichen:

Ähnlichkeiten: Beide enthalten Wolfram und haben eine bessere Härte und Verschleißfestigkeit als gewöhnlicher Stahl, wodurch sie sich für Messer und verschleißfeste Teile eignen.

Unterschiede: Wolframstahl ist eine Metalllegierung mit hoher Zähigkeit und niedrigen Kosten; Hartmetall ist ein Verbundwerkstoff mit hoher Härte, aber auch hoher Sprödigkeit.

Fallvergleich:

Wolframstahl: M2-Fräser (6 % W), Härte HV850, Verarbeitung einer Aluminiumlegierung, die Kosten betragen 40 % von Hartmetall.

Hartmetall: YG6-Klinge (WC-Basis, 6 % Co), Härte HV1500, Verarbeitung von rostfreiem Stahl, Lebensdauer dreimal so hoch wie bei Wolframstahl.

8. Herstellungsprozess von Wolframstahl

Wolframstahl wird durch ein traditionelles metallurgisches Verfahren hergestellt. Der Prozessablauf ist wie folgt:

Rohstoffaufbereitung:

Wolfram: Zugabe in Form von Ferrowolfram (FeW, enthält 70–80 % W) oder Wolframpulver, mit einer Reinheit von >99,5 %.

Weitere Elemente: Cr, Mo, V in Form einer Ferrolegierung, C hinzugefügt in Form von Graphit.

Mischen: Vakuumschmelzofen gewährleistet Homogenität der Zusammensetzung (Abweichung < 0,5 %).

Schmelzen:

Ausrüstung: Lichtbogenofen oder Mittelfrequenz-Induktionsofen, Schmelztemperatur 1500–1600°C.

Verfahren: Desoxidation und Entschwefelung, Kontrolle des Sauerstoffgehalts auf <50 ppm und des Schwefelgehalts auf <0,02 %.

Gießen und Formen:

Strangguss: Formen von Barren mit Maßabweichungen <1 %.

Warmschmieden/Walzen: 1000–1200°C, Kornverfeinerung auf 5–20µm, Festigkeitssteigerung um 15%.

Wärmebehandlung:

Abschrecken: 850–950 °C, Wasser-/Ölkühlung, Martensitbildung, Härte HV800–1000.

Anlassen: 200–600°C, mehrstufiges Anlassen, Zähigkeitssteigerung um 20 %, Eigenspannungen

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

um 30 % reduziert.

Glühen: 700–800 °C (bei Gesenkstahl) zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit.

Oberflächenbehandlung:

Aufkohlen/Nitrieren: Die Oberflächenhärte wird auf HV1000 erhöht und die Verschleißfestigkeit um 30 % gesteigert.

PVD/CVD-Beschichtung: TiN , TiAlN , CrN (Dicke 2–5 µm), Reibungskoeffizient <0,4, Lebensdauer um das Dreifache verlängert.

Pulvermetallurgie Wolframstahl

Verfahren: Rohpulver (Partikelgröße 1–10 µm) → Pressen → Sintern (1400–1500 °C) → Heißisostatisches Pressen (HIP).

Vorteile: Gleichmäßige Korngröße (<10 µm), Härte HV900–1000 und um 40 % erhöhte Verschleißfestigkeit.

9. Wolframstahlstandards in China, den Vereinigten Staaten, international und weltweit

Als hochlegierter Stahl unterliegen Leistung und Anwendung von Wolframstahl strengen Normen verschiedener Länder und internationaler Normungsorganisationen. Diese Normen legen die chemische Zusammensetzung, die mechanischen Eigenschaften, den Wärmebehandlungsprozess und die Prüfmethoden von Wolframstahl fest, um die Produktqualität und -konsistenz im grenzüberschreitenden Handel sicherzustellen. Im Folgenden werden die relevanten Normen für Wolframstahl aus der Sicht Chinas, der USA, der internationalen (ISO) und anderer Länder (Japan, Europäische Union, Australien usw.) detailliert beschrieben und die wichtigsten Normen tabellarisch verglichen.

9.1 Chinesische Normen

Die chinesischen Normen für Wolframstahl werden von der National Standardization Administration (SAC) und dem China National Standardization System (GB/T) festgelegt und umfassen Schnellarbeitsstahl, Matrizenstahl und Speziallegierungsstahl. Da China der weltweit größte Wolframproduzent ist (67.000 Tonnen Metall im Jahr 2024, was 83 % der Weltproduktion entspricht), haben seine Normen einen erheblichen Einfluss auf den globalen Wolframstahlmarkt.

Hauptnormen für Wolframstahl in China:

GB/T 9943-2008: Schnellarbeitsstahl

Die chemische Zusammensetzung (z. B. W 6–18 %), die Härte (HV800–900) und das Wärmebehandlungsverfahren von Güten wie T1 (W18Cr4V) und M2 (W6Mo5Cr4V2) werden angegeben.

GB/T 1299-2014: Legierter Werkzeugstahl

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

Umfasst Gesenkstähle wie D2 (Cr12Mo1V1, enthält 8 % W) mit spezifizierter Zugfestigkeit ($> 1500 \text{ MPa}$) und Verschleißfestigkeit (ASTM G65-Verschleißvolumen $< 50 \text{ mm}^3$).

GB/T 20878-2007: Edelstahl und hitzebeständiger Stahl

Standardmäßiger medizinischer Wolframstahl (wie etwa 440C, mit 5–10 % Wolfram) muss korrosionsbeständig sein (Gewichtsverlust durch Salzsprühnebel $< 0,2 \text{ mg/cm}^2$).

Merkmale: Schwerpunkt auf hoher Härte und Verschleißfestigkeit, angepasst an die Anforderungen der chinesischen Fertigungsindustrie (z. B. Automobilformen, Geothermiebohrungen).

Integrieren Sie ISO-Normen (wie etwa ISO 4957), um die Konformität von Exportprodukten sicherzustellen.

Wolframressourcen durch Wolfram-Förderquoten (13.582 Tonnen Exportquote im Jahr 2024) und Exportzölle (10 % Zoll auf die Vereinigten Staaten im Februar 2025), was sich auf die globale Lieferkette auswirkt.

9.2 Amerikanische Standards

Die US-amerikanischen Normen für Wolframstahl werden hauptsächlich von ASTM International und AISI (American Iron and Steel Institute) entwickelt und finden in Nordamerika und auf dem Weltmarkt breite Anwendung. ASTM-Normen sind für ihre Genauigkeit und Internationalisierung bekannt (12.575 Normen, die von über 140 Ländern übernommen wurden).

Hauptnormen der amerikanischen Wolframstahlnormen:

ASTM A600-92a (2021): Schnellarbeitsstahl

Standardisieren Sie Güten wie T1 und M2, geben Sie den W-Gehalt (6–18 %), die Härte (HV800–900) und die Warmhärte ($\leq 650 \text{ }^\circ\text{C}$) an.

ASTM A681-08 (2022): Legierter Werkzeugstahl

Umfasst Formstähle wie D2 und H13, die eine Zähigkeit ($K_{IC} \geq 30\text{--}50 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$) erfordern und Verschleißfestigkeit (Verschleißverlust $< 50 \text{ mm}^3$).

ASTM A276/A276M-23: Stangen und Profile aus rostfreiem Stahl

Spezifikation für medizinischen Wolframstahl mit W (z. B. 440C), der Korrosionsbeständigkeit und Genauigkeit ($\pm 0,01 \text{ mm}$) erfordert.

Merkmale: Schwerpunkt auf mechanischen Leistungstests (wie Zugfestigkeit nach ASTM E8, Abriebfestigkeit nach ASTM G65), um die Produktkonsistenz sicherzustellen.

Es wird häufig in US-Bundesvorschriften (wie dem National Technology Transfer and Promotion Act von 1995) zitiert und wird zu einem verbindlichen Standard.

Anwendung: ASTM-Standards werden häufig in der US-amerikanischen Militärindustrie (z. B. panzerbrechender Projektilkern M829A4) und im Flugzeugbau (Fräser Sandvik M2) verwendet.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

9.3 Internationale Normen (ISO)

Die Internationale Organisation für Normung (ISO) entwickelt globale Normen für Wolframstahl, koordiniert nationale Normen und fördert den Handel und den technischen Austausch. China, die USA, Japan usw. sind alle Mitglieder der ISO, und China beteiligt sich seit 1947 an den Aktivitäten der ISO.

Hauptkriterien:

ISO 4957:2018: Werkzeugstähle, Spezifikation für Schnellarbeitsstähle (wie T1, M2) und Gesenkstähle (wie D2)

Dabei werden W-Gehalt (3–18 %), Härte (HV600–1000) und Wärmebehandlungsverfahren angegeben.

ISO 683-17:2023: Wärmebehandelter Stahl, legierter Stahl und rostfreier Stahl

Umfasst medizinische Wolframstähle mit W (z. B. 440C), bei denen Korrosionsbeständigkeit und Biokompatibilität erforderlich sind (gemäß ISO 10993).

ISO 513:2012: Klassifizierung von Schneidwerkzeugen aus Hartmetall und Schnellarbeitsstahl

Definieren Sie die Eigenschaften von Schneidwerkzeugen aus Wolframstahl (z. B. Warmhärte ≤ 700 °C).

Funktionen: Bietet einen gemeinsamen Rahmen, der es Ländern ermöglicht, lokale Standards innerhalb des ISO-Bereichs zu entwickeln (wie z. B. GB/T in Bezug auf ISO 4957).

Unter Betonung der grenzüberschreitenden gegenseitigen Anerkennung erneuerten ISO und das Europäische Komitee für Normung (CEN) im Jahr 2022 ihre Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit, um die Anwendung von Wolframkarbid-Normen auszuweiten.

Anwendung: ISO-Normen werden weltweit häufig bei der Herstellung von Schneidwerkzeugen (Kennametal M2-Schneidwerkzeuge), Formen und Geräten für neue Energien verwendet.

9.4 Andere Standards in der Welt

Die Wolframstahlnormen in anderen Ländern (wie Japan, der Europäischen Union, Australien und Afrika) weisen ihre eigenen Merkmale auf, die regionale Bedürfnisse und industrielle Hintergründe widerspiegeln:

Japan (JIS)

JIS G 4403:2021: Schnellarbeitsstahl

Die Spezifikationen für SKH2 (T1) und SKH51 (M2) erfordern W 6–18 % und eine Härte von HV800–900, die für Schneidwerkzeuge in erdbebengefährdeten Gebieten geeignet sind.

Merkmale: Fokus auf Stoßfestigkeit und hoher Präzision. Im Jahr 2025 plant JIS, G4403 zu aktualisieren und medizinische Wolframstahlstandards hinzuzufügen.

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

Anwendung: Chirurgisches Messer aus Aichi-Stahl, entspricht JIS G4404 (Edelstahl).

Europäische Union (EN):

EN ISO 4957:2018: Synchronisiert mit ISO

Spezifikationen 1.2080 (D2), 1.2379 (einschließlich W-Gesenkstahl), Anforderungen an die Verschleißfestigkeit (Verschleiß <50 mm³) und CE-Zertifizierung.

Merkmale: Schwerpunkt auf Umweltschutz und Korrosionsbeständigkeit. Im Jahr 2025 plant die EU, die EN 10083 zu überarbeiten und eine neue Norm für Militärstahl mit W hinzuzufügen.

Anwendung: Böhler ASP60-Werkzeug gemäß EN ISO 4957.

Australien (AS/NZS):

AS 1444:2007: Legierter Stahl

Die Spezifikation spezifiziert W-haltigen Werkzeugstahl mit einer Härte von HV600–900, geeignet für Bergbaumaschinen.

Merkmale: Unter Bezugnahme auf ISO und ASTM ist eine Aktualisierung von AS 1444 im Jahr 2025 geplant, um Wolframstahlstandards für neue Energiegetriebe hinzuzufügen.

Afrika:

SANS 50025 (Südafrika) und ISO 10721

Spezifikation für Bau- und Werkzeugstähle, einschließlich W-haltiger Stähle für den Einsatz im Bergbau und bei Geothermiebohrungen.

Merkmale: Aufgrund fehlender einheitlicher Standards übernimmt Afrika größtenteils die ISO. Im Jahr 2025 plant die Afrikanische Union die Einführung regionaler Wolframstahlstandards.

9.5 Standardvergleich

In der folgenden Tabelle werden die Wolframstahlnormen Chinas, der USA, der ISO und wichtiger Länder verglichen und die Unterschiede hinsichtlich Güte, Zusammensetzung und Anwendung hervorgehoben:

Normungsorganisationen	Repräsentativer Standard	Typische Noten	Wolframgehalt (%)	Härte (HV)	Wichtige Anforderungen	Typische Anwendungen
China GB/T	GB/T 9943-2008	T1 (W18Cr4V), M2 (W6Mo5Cr4V2)	6–18	800–900	Warmhärte ≤650°C, Verschleißvolumen <40 mm³	Schneidwerkzeuge, Formen
ASTM	ASTM A600-92a	T1, M2, D2	6–18	800–900	Zähigkeit K _{IC} 25–50 MPa·m ^{1/2} , ASTM E8 Zugfestigkeit	Messer, Militär
Internationale ISO	ISO 4957:2018	T1, M2, D2	3–18	600–1000	Wärmebehandlungsprozess, Korrosionsbeständigkeit	Globale Schneidwerkzeuge und Formen
Japan JIS	JIS G4403:2021	SKH2 (T1),	6–18	800–	Stoßfestigkeit, Genauigkeit	Medizinische

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

		SKH51 (M2)		900	±0,01 mm	Messer und Schneidwerkzeuge
EU EN	EN ISO 4957:2018	1.2080 (D2), 1.2379	5–10	700–850	CE-zertifiziert, Abriebfestigkeit <50 mm ³	Formen und Schneidwerkzeuge
Australien AS/NZS	AS 1444:2007	W-haltiger Werkzeugstahl	3–10	600–900	Verschleißfestigkeit im Bergbau	Bergbauausrüstung, Geothermie-Bohrer

Standardbereich: China GB/T und US ASTM legen Wert auf Härte und Verschleißfestigkeit, ISO bietet einen allgemeinen Rahmen, Japan JIS konzentriert sich auf Stoßfestigkeit und Präzision und EU EN erfordert eine Umweltzertifizierung.

Gegenseitige Anerkennung: ISO 4957 ist der globale Maßstab. GB/T 9943, ASTM A600 und JIS G4403 beziehen sich alle auf ISO, um Konsistenz im grenzüberschreitenden Handel zu gewährleisten.

9.6 Standardanwendung und Herausforderungen

Anwendung:

China: GB/T 9943 regelt Zhuzhou Diamond M2-Schneidwerkzeuge und Exporte in die EU müssen ISO 4957 entsprechen.

USA: ASTM A600 gewährleistet die Qualität der Sandvik M2-Fräser und Militärstandards (wie MIL-STD) erfordern eine höhere Durchdringung.

International: ISO 4957 harmonisiert die globale Werkzeugproduktion von Kennametal und reduziert Handelsbarrieren.

Herausforderung:

Standardunterschiede: Der Zusammensetzungsbereich (z. B. C 0,5–1,5 %) und die Testmethoden (ASTM E8 vs. ISO 6892) verschiedener Länder sind nicht vollständig konsistent, was die Kosten der grenzüberschreitenden Zertifizierung erhöht.

Aktualisierungsverzögerung: Die Entwicklung von Standards für neue Materialien wie pulvermetallurgischen Wolframstahl (PM-M4) verläuft langsam, und die Überarbeitungen im Jahr 2025 müssen beschleunigt werden.

10. Zukünftige Trends bei Wolframkarbid

Superharter Wolframstahl: enthält 12–18 % Wolfram, hat eine Härte von HV950–1000, ersetzt billiges Hartmetall und sein Marktanteil wird voraussichtlich auf 20 % steigen.

Beschichtungstechnologie: Nanokompositbeschichtung (wie TiSiN) hat einen Reibungskoeffizienten von <0,3 und verlängert die Werkzeuglebensdauer um das 5-fache.

Umweltfreundliche Herstellung: Recyclingrate > 90 %, CO₂-Fußabdruck auf 15 kg CO₂/ kg reduziert, Kosten um 25 % gesenkt.

Intelligenz: KI optimiert Wärmebehandlungs- und Beschichtungsprozesse mit einem Parameterfehler von weniger als 2 % und einer um 30 % gesteigerten Effizienz.

Neue Anwendungen:

Neue Energie: Windkraftgetriebe (Verschleißfestigkeit um das Zweifache erhöht), Formen für Elektrofahrzeuge (Lebensdauer um 40 % verlängert).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Medizin: Mikro-Schneidwerkzeuge aus Wolframstahl, Genauigkeit $\pm 0,005$ mm, Nachfragewachstum 15 %/Jahr.

Geothermie/Tiefsee: Hochtemperatur- und korrosionsbeständiger Bohrer aus Wolframstahl, Effizienz um 20 % gesteigert.

11. Einschränkungen und Herausforderungen von Wolframkarbid

Härtegrenze: HV600–1000, niedriger als Hartmetall (HV1000–1800), nicht für extrem hohen Belastungsverschleiß geeignet.

Korrosionsbeständigkeit: Der Cr-Gehalt ist begrenzt und die Säurebeständigkeit ($\text{pH} < 4$) ist nicht so gut wie bei Ni-basiertem Hartmetall (YN8).

Hochtemperaturleistung: Warmhärte $\leq 700^\circ\text{C}$, niedriger als Hartmetall ($\leq 1000^\circ\text{C}$), wodurch das Schneiden bei hohen Temperaturen eingeschränkt wird.

Ressourcenabhängigkeit: Preisschwankungen bei Wolfram (weltweite Reserven von 3,4 Millionen Tonnen, 70 % in China) (20–30 USD/kg) wirken sich auf die Kosten aus.

Verarbeitungsschwierigkeiten: Nach dem Abschrecken ist die Härte hoch und ein Diamantschleifen ist erforderlich. Die Verarbeitungskosten betragen 20–30 %.

12. Fazit

Als hochlegierter Stahl spielt Wolframstahl aufgrund seiner hohen Härte, Verschleißfestigkeit, Warmhärte und Zähigkeit eine wichtige Rolle bei Schneidwerkzeugen, Formen, verschleißfesten Teilen, in der Rüstungsindustrie und in der erneuerbaren Energie. Es gibt ihn in verschiedenen Ausführungen (Schnellarbeitsstahl, Formstahl, superharter Wolframstahl usw.) und seine Leistung wird durch Wärmebehandlung, Beschichtung und Pulvermetallurgie kontinuierlich optimiert. Wolframstahl wird häufiger verwendet als Schnellarbeitsstahl. Im Vergleich zu Hartmetall ist Wolframstahl hochzäh und kostengünstig, weist jedoch etwas geringere Härte und Temperaturbeständigkeit auf. China, die USA, ISO und andere nationale Normen (wie GB/T, ASTM, ISO 4957) regeln die Wolframstahlproduktion, um Qualität und Handelskonsistenz zu gewährleisten. Superharter Wolframstahl, umweltfreundliche Fertigung und intelligente Prozesse werden seine Anwendung in der Hochpräzisionsfertigung und einer nachhaltigen Industrie zukünftig fördern. Trotz der Herausforderungen durch Ressourcenabhängigkeit, Verarbeitungsschwierigkeiten und Standardunterschiede wird Wolframstahl auch im Zeitalter von Industrie 4.0 und neuer Energie ein Schlüsselmateriale bleiben.

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

WeChat : Follow "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