

¿Qué es una fresa de carburo de tungsteno ?

中钨智造科技有限公司

CTIA GROUP LTD



INTRODUCCIÓN A CTIA GROUP

CTIA GROUP LTD, una subsidiaria de propiedad absoluta con personalidad jurídica independiente establecida por CHINATUNGSTEN ONLINE, se dedica a promover el diseño y la fabricación inteligentes, integrados y flexibles de materiales de tungsteno y molibdeno en la era de Internet industrial. CHINATUNGSTEN ONLINE, fundada en 1997 con www.chinatungsten.com como punto de partida (el primer sitio web de productos de tungsteno de primer nivel de China), es la empresa de comercio electrónico pionera del país centrada en las industrias del tungsteno, el molibdeno y las tierras raras. Aprovechando casi tres décadas de profunda experiencia en los campos del tungsteno y el molibdeno, CTIA GROUP hereda las excepcionales capacidades de diseño y fabricación, los servicios superiores y la reputación comercial global de su empresa matriz, convirtiéndose en un proveedor integral de soluciones de aplicación en los campos de productos químicos de tungsteno, metales de tungsteno, carburos cementados, aleaciones de alta densidad, molibdeno y aleaciones de molibdeno.

En los últimos 30 años, CHINATUNGSTEN ONLINE ha creado más de 200 sitios web profesionales multilingües sobre tungsteno y molibdeno, disponibles en más de 20 idiomas, con más de un millón de páginas de noticias, precios y análisis de mercado relacionados con el tungsteno, el molibdeno y las tierras raras. Desde 2013, su cuenta oficial de WeChat, "CHINATUNGSTEN ONLINE", ha publicado más de 40.000 artículos, atendiendo a casi 100.000 seguidores y proporcionando información gratuita a diario a cientos de miles de profesionales del sector en todo el mundo. Con miles de millones de visitas acumuladas a su sitio web y cuenta oficial, se ha convertido en un centro de información global y de referencia para las industrias del tungsteno, el molibdeno y las tierras raras, ofreciendo noticias multilingües, rendimiento de productos, precios de mercado y servicios de tendencias del mercado 24/7.

Basándose en la tecnología y la experiencia de CHINATUNGSTEN ONLINE, CTIA GROUP se centra en satisfacer las necesidades personalizadas de los clientes. Utilizando tecnología de IA, diseña y produce en colaboración con los clientes productos de tungsteno y molibdeno con composiciones químicas y propiedades físicas específicas (como tamaño de partícula, densidad, dureza, resistencia, dimensiones y tolerancias). Ofrece servicios integrales de proceso completo que abarcan desde la apertura del molde y la producción de prueba hasta el acabado, el embalaje y la logística. Durante los últimos 30 años, CHINATUNGSTEN ONLINE ha proporcionado servicios de I+D, diseño y producción para más de 500.000 tipos de productos de tungsteno y molibdeno a más de 130.000 clientes en todo el mundo, sentando las bases para una fabricación personalizada, flexible e inteligente. Con esta base, CTIA GROUP profundiza aún más en la fabricación inteligente y la innovación integrada de materiales de tungsteno y molibdeno en la era del Internet Industrial.

El Dr. Hanns y su equipo en CTIA GROUP, con más de 30 años de experiencia en la industria, han escrito y publicado análisis de conocimiento, tecnología, precios del tungsteno y tendencias del mercado relacionados con el tungsteno, el molibdeno y las tierras raras, compartiéndolos libremente con la industria del tungsteno. El Dr. Han, con más de 30 años de experiencia desde la década de 1990 en el comercio electrónico y el comercio internacional de productos de tungsteno y molibdeno, así como en el diseño y la fabricación de carburos cementados y aleaciones de alta densidad, es un reconocido experto en productos de tungsteno y molibdeno tanto a nivel nacional como internacional. Fiel al principio de proporcionar información profesional y de alta calidad a la industria, el equipo de CTIA GROUP escribe continuamente documentos de investigación técnica, artículos e informes de la industria basados en las prácticas de producción y las necesidades de los clientes del mercado, obteniendo amplios elogios en la industria. Estos logros brindan un sólido respaldo a la innovación tecnológica, la promoción de productos y los intercambios industriales de CTIA GROUP, impulsándolo a convertirse en un líder en la fabricación de productos de tungsteno y molibdeno y en servicios de información a nivel mundial.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

1. Introducción

1.1 Antecedentes

En la fabricación moderna, las herramientas de corte son el componente fundamental para un mecanizado eficiente y preciso. Con el continuo avance de la tecnología industrial, aumentan los requisitos de eficiencia de mecanizado, calidad de la pieza y vida útil de la herramienta. Las herramientas fabricadas con materiales tradicionales ya no satisfacen las necesidades de las complejas condiciones de trabajo. En este contexto, el carburo cementado, como material de alto rendimiento, se ha convertido gradualmente en la opción preferida para la fabricación de herramientas de corte de alta gama gracias a su excelente dureza, resistencia al desgaste y resistencia al calor. Especialmente en los campos del corte de metales, la fabricación de moldes y la industria aeroespacial, las herramientas de carburo cementado se han convertido en una herramienta de mecanizado indispensable gracias a su excelente rendimiento. En 2025, con el profundo desarrollo de la tecnología de fabricación inteligente y automatización, la demanda de fresas de carburo cementado seguirá creciendo, al igual que sus aplicaciones en el mecanizado de precisión.

1.2 Descripción general del tema

La fresa de carburo es una herramienta de corte rotativa de carburo, ampliamente utilizada en el fresado de diversos materiales. Su principal característica es su fabricación con carburo de tungsteno (WC) como base y una aleación de cobalto (Co) y otros aglutinantes, lo que le confiere una alta dureza y durabilidad. Este artículo explorará a fondo la definición de fresa de carburo, presentará sus propiedades físicas, características geométricas y tecnología de tratamiento superficial en detalle; analizará su método de clasificación, incluyendo su estructura, uso y tipo de recubrimiento; explicará el proceso de fabricación, el campo de aplicación, las ventajas y limitaciones de su uso; y proporcionará precauciones de uso para garantizar su uso seguro y eficiente. A través de este capítulo y del contenido posterior, los lectores comprenderán a fondo las características y aplicaciones de las fresas de carburo, para integrarlas mejor en la producción práctica.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



2. Definición de fresa de carburo

2.1 Definición básica de fresa de carburo cementado

La fresa de carburo cementado es una herramienta de corte rotativa de alto rendimiento. Su cuerpo y pieza de corte están fabricados con carburo cementado. Se utiliza ampliamente en el mecanizado de precisión de metales, aleaciones y algunos materiales no metálicos. El carburo cementado es un material compuesto, compuesto principalmente por carburo de tungsteno (WC) como fase dura, complementado con metales como cobalto (Co), níquel (Ni) o cromo (Cr) como fase aglutinante, y sinterizado a alta presión (150-200 MPa) y alta temperatura (1350-1450 °C) mediante un proceso avanzado de pulvimetalurgia. Este material proporciona a la fresa una dureza ultraalta (que suele alcanzar HV 1300-1800), significativamente mejor que la del acero de alta velocidad (HSS) tradicional, y tiene una excelente resistencia al desgaste, resistencia a la oxidación a alta temperatura (puede trabajar de forma estable a 800-1000 °C o incluso más), y una excelente resistencia a la tensión mecánica, lo que le permite hacer frente a las necesidades de procesamiento de corte a alta velocidad, corte en seco y formas geométricas complejas. La estructura típica de una fresa de carburo incluye un filo de corte, un vástago, una sección de transición y un diseño de orificio de refrigeración opcional. El filo de corte puede diseñarse como un diente recto, un diente en espiral (rango de ángulo de 15°-45°), una forma dentada o corrugada según los requisitos de procesamiento para adaptarse a diferentes materiales de la pieza de trabajo y precisión de procesamiento. Su principio de funcionamiento consiste en remover material con una velocidad de avance (fn) de 0,05-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,3 mm/diente mediante rotación a alta velocidad (la velocidad puede alcanzar de 10 000 a 50 000 rpm, dependiendo del diámetro y la velocidad de corte). Se utiliza ampliamente en sectores de alta precisión como la fabricación de automóviles, la industria aeroespacial, el procesamiento de moldes y la industria electrónica. En 2025, con el aumento de la demanda de procesamiento miniaturizado impulsado por la tecnología 5G, la aplicación de modelos de fresas de carburo de diámetro pequeño (0,5-2 mm) en el campo del micromecanizado aumentará significativamente.

2.2 Diferencias entre las fresas de carburo y otras fresas

Las fresas de carburo presentan diferencias significativas con respecto a otros tipos de fresas en cuanto a composición del material, rendimiento de procesamiento y escenarios de aplicación, lo que sienta las bases para su posicionamiento único en la fabricación moderna. En primer lugar, en comparación con las fresas tradicionales de acero de alta velocidad (HSS), las fresas de carburo ofrecen ventajas abrumadoras en dureza, resistencia al calor y vida útil. La dureza de las fresas HSS es generalmente HRC 62-66 (aproximadamente HV 700-800), y la resistencia al calor está limitada a aproximadamente 600 °C. El uso prolongado a alta temperatura causará ablandamiento por recocido, mientras que la resistencia al calor de las fresas de carburo puede alcanzar más de 1000 °C, especialmente después de estar equipadas con un recubrimiento de TiAlN. La resistencia al calor se mejora aún más hasta los 1100 °C, lo que las hace funcionar bien en condiciones de corte a alta velocidad (V_c 50-200 m/min) o corte en seco. Además, la vida útil de las fresas de carburo suele ser de 5 a 10 veces mayor que la de las fresas de acero rápido (HSS), lo que reduce significativamente la frecuencia de reemplazo y el tiempo de inactividad de la producción. Sin embargo, las fresas de HSS aún ocupan una cierta cuota de mercado en el mecanizado a baja velocidad ($V_c < 30$ m/min), el corte intermitente o la producción de lotes pequeños debido a su menor coste de fabricación (aproximadamente 1/3-1/5 del de las fresas de carburo cementado) y su mayor tenacidad, y se utilizan ampliamente en pequeñas y medianas empresas de países en desarrollo.

Por otro lado, en comparación con las herramientas cerámicas o recubiertas de diamante, las fresas de carburo presentan ventajas y desventajas en cuanto a rendimiento y aplicabilidad. Las fresas cerámicas (como las basadas en alúmina o nitruro de silicio) presentan mayor dureza (HV 1800-2200) y resistencia al desgaste, y son adecuadas para cortes a velocidades ultrarrápidas ($V_c > 300$ m/min) y para procesar materiales de alta dureza (como acero endurecido HRC 60+), pero son relativamente frágiles (la tenacidad a la fractura K_{Ic} es de aproximadamente 3-5 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$), propensas a astillarse bajo cargas de corte o impacto intermitentes, y su fabricación es costosa (aproximadamente 2-3 veces superior a la del carburo), lo que limita su popularidad. Las herramientas recubiertas de diamante (como el diamante CVD) funcionan bien en el procesamiento de metales no ferrosos (como aleaciones de aluminio y compuestos de fibra de carbono), con una resistencia al desgaste de hasta 10 a 20 veces la del carburo, pero su afinidad química por los materiales a base de hierro conduce a un desgaste rápido, y el riesgo de pelado del recubrimiento es alto, y el costo es mucho más alto que el del carburo (aproximadamente 5-10 veces). Por el contrario, las fresas de carburo tienen una tenacidad a la fractura (K_{Ic} 10-15 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$) que es más adecuada para la resistencia al impacto, tienen costos de fabricación relativamente bajos (aproximadamente

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

US\$50-100 por fresa, dependiendo del tamaño y el recubrimiento), y han mejorado significativamente la durabilidad a través de la tecnología de recubrimiento PVD o CVD (como TiN, AlCrN), lo que las convierte en una opción ideal para tareas de mecanizado de demanda media a alta.

Desde una perspectiva histórica, el desarrollo de las fresas de carburo cementado comenzó a principios del siglo XX. El erudito alemán Schröter sintetizó el carburo cementado por primera vez en 1923. Tras casi cien años de iteración tecnológica, las herramientas de carburo cementado se convirtieron gradualmente en la referencia de la industria con la formulación de normas como la GB/T 14301 en 2008. En 2025, con el uso de inteligencia artificial para optimizar los parámetros de corte y la tecnología de impresión 3D para la fabricación de herramientas complejas, la personalización de las fresas de carburo cementado se verá mejorada. Por ejemplo, las herramientas compuestas multifuncionales diseñadas para piezas específicas (que integran fresado y taladrado) demuestran su adaptabilidad en la fabricación inteligente. Las normas internacionales como ISO 6987 (insertos de material duro) y DIN 844 (condiciones técnicas generales para fresas) también proporcionan puntos de referencia técnicos para la aplicación global de fresas de carburo cementado, especialmente en los mercados de la UE y América del Norte, donde la demanda del mercado aumentará aproximadamente un 8% entre 2024 y 2025, impulsando la inversión en I+D relacionada.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3. Características de las fresas de carburo

3.1 Propiedades físicas de las fresas de carburo cementado

Las fresas de carburo ocupan un lugar destacado en las herramientas de corte gracias a sus excelentes propiedades físicas, que les permiten adaptarse a los requisitos de procesamiento de alta resistencia, alta velocidad y condiciones de trabajo complejas. En primer lugar, su alta dureza es su principal ventaja, alcanzando habitualmente HV 1200-1800 (dureza Vickers), superando ampliamente los HV 700-800 del acero rápido tradicional (HSS). Este nivel de dureza se comprueba con un durómetro Vickers (carga de 30 kg), lo que garantiza la estabilidad de la fresa al cortar materiales de alta dureza (como acero endurecido HRC 50+). Además, las fresas de carburo presentan una excelente resistencia al desgaste. Esta característica se debe a la alta resistencia al desgaste de las partículas de carburo de tungsteno (WC), combinada con la tenacidad mejorada de la fase aglutinante de cobalto (Co), que prolonga significativamente la vida útil de la herramienta. Las pruebas de durabilidad (como la norma ISO 8688-1) demuestran que, al cortar acero (HB 200), el ancho de banda de desgaste (VB) se puede controlar con una precisión de 0,3 mm, y el tiempo de uso continuo puede alcanzar de 30 a 50 horas, dependiendo de los parámetros de corte y el material de la pieza. En tercer lugar, la resistencia al calor es otra característica destacada de las fresas de carburo cementado, que pueden funcionar de forma estable a 800-1000 °C e incluso soportar entornos de alta temperatura de hasta 1100 °C gracias a su recubrimiento de TiAlN. Este rendimiento lo hace adecuado para corte en seco o procesamiento de alta velocidad (Vc 100-200 m/min), lo que reduce la necesidad de uso de refrigerante, lo que está en línea con la tendencia de fabricación ecológica en 2025. Además, el carburo cementado tiene un coeficiente de expansión térmica bajo (aproximadamente $4,5-6,0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) y aún puede mantener la precisión geométrica a altas temperaturas, lo que es particularmente adecuado para la demanda de piezas de alta precisión en el campo aeroespacial.

Características de dureza de las fresas de carburo cementado

Rango: HV 1200-1800

Método de prueba: Durómetro Vickers (carga 30 kg)

Ventajas de la aplicación: Adecuado para cortar acero endurecido (HRC 50+)

Resistencia al desgaste de las fresas de carburo cementado

Material base: carburo de tungsteno (WC) + cobalto (Co)

Índice de durabilidad: ancho de banda de desgaste (VB) $\leq 0,3$ mm

Vida útil: 30-50 horas (dependiendo de las condiciones de trabajo)

Resistencia al calor de las fresas de carburo cementado

Temperatura de trabajo: 800-1000°C, recubrimiento TiAlN hasta 1100°C

Escenarios de aplicación: corte en seco, mecanizado de alta velocidad (Vc 100-200 m/min)

Beneficio ambiental: menores requisitos de refrigerante

Estabilidad térmica de las fresas de carburo cementado

Coefficiente de expansión térmica: $4,5-6,0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Aplicación industrial: piezas aeroespaciales de alta precisión

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.2 Características geométricas de las fresas de carburo cementado

Las características geométricas de las fresas de carburo son la base de su versatilidad y mecanizado de alta precisión. Los diseños de filos de corte son diversos, incluyendo dientes rectos, helicoidales o dentados, cada uno optimizado para tareas de mecanizado específicas. El diseño de diente recto (ángulo de hélice de 0°) es adecuado para el mecanizado de desbaste a baja velocidad, con alta estabilidad de corte, pero alta vibración; el diseño de diente helicoidal (ángulo de hélice de 15° a 45°) reduce la fuerza de impacto mediante un corte gradual, adecuado para el acabado a alta velocidad y el mecanizado de superficies complejas, especialmente utilizado en la fabricación de moldes. Los filos dentados o corrugados se utilizan para el mecanizado de ranuras y el corte de piezas de pared delgada para mejorar las capacidades de control de viruta. En 2025, con la popularización de las máquinas herramienta CNC de 5 ejes, los diseños de ángulo de hélice personalizables (como 30° a 40°) optimizan aún más la descarga de viruta y el acabado superficial. Además, los requisitos de precisión son otro punto a destacar de las fresas de carburo. El nivel de tolerancia suele ser h6 (diámetro de 3 a 10 mm) o h7 (diámetro de 12 a 25 mm). Mediante la inspección con una máquina de medición por coordenadas tridimensional (MMC), se garantiza que el error de coaxialidad sea $\leq 0,01$ mm y el de redondez $\leq 0,005$ mm. Esta alta precisión lo hace excelente para el micromecanizado (como la fabricación de orificios para componentes electrónicos), cumpliendo con los estrictos requisitos de control de tolerancia en la fabricación de dispositivos inteligentes.

Diseño de filo de fresa de carburo

Dientes rectos

Ángulo de hélice de 0°, adecuado para mecanizado de desbaste a baja velocidad.

dientes helicoidales

Ángulo de hélice de 15° a 45°, adecuado para acabados de alta velocidad.

Dentado/corrugado

Ranurado optimizado y corte de paredes delgadas

Tendencia de personalización de fresas de carburo

Rango de ángulo de hélice: 30°-40° (optimizado para máquinas de 5 ejes)

Escenarios de aplicación: superficies complejas, fabricación de moldes.

Estándares de precisión para fresas de carburo

Grado de tolerancia: h6 (3-10 mm), h7 (12-25 mm)

Herramienta de inspección: Máquina de medición de coordenadas (CMM)

Índice de precisión: coaxialidad $\leq 0,01$ mm, redondez $\leq 0,005$ mm

Aplicaciones de micromecanizado de fresas de carburo

Rango de diámetro: 0,5-2 mm

Demanda de la industria: orificios para componentes electrónicos 5G

3.3 Tratamiento superficial de fresas de carburo cementado

La tecnología de tratamiento de superficies ha mejorado significativamente el rendimiento y la

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

aplicabilidad de las fresas de carburo. La tecnología de recubrimiento es la clave. Los recubrimientos comunes incluyen nitruro de titanio (TiN), nitruro de titanio y aluminio (TiAlN) o nitruro de aluminio y cromo (AlCrN), que se aplican a 450-500 °C mediante un proceso de deposición física de vapor (PVD), y el espesor del recubrimiento es generalmente de 1-3 μm. El recubrimiento de TiN proporciona resistencia al desgaste básica y lubricidad, adecuado para el procesamiento general del acero; el recubrimiento de TiAlN es la primera opción para el corte a alta velocidad y el corte en seco debido a su alta resistencia al calor y a la oxidación (hasta 900 °C); el recubrimiento de AlCrN tiene un buen rendimiento en el procesamiento de acero inoxidable o aleaciones de titanio, con mejor resistencia a la corrosión y tenacidad, y la fuerza de unión suele ser superior a 70 MPa (verificada mediante prueba de rayado). Además, la rugosidad de la superficie es un indicador importante del control de calidad. El Ra de la pieza de corte se controla generalmente a $\leq 1,6 \mu\text{m}$, lo cual se logra mediante rectificado y pulido CNC, mientras que el Ra del vástago puede alcanzar $\leq 0,8 \mu\text{m}$ para garantizar una adaptación perfecta al husillo de la máquina herramienta. En 2025, con el desarrollo de nanorrecubrimientos (como el nanorrecubrimiento multicapa TiAlN) y recubrimientos autolubricantes (como los recubrimientos compuestos de MoS_2), el coeficiente de fricción de las fresas de carburo cementado se podrá reducir por debajo de 0,2, mejorando aún más la eficiencia de corte y la vida útil de la herramienta. En particular, la demanda de recubrimientos de alto rendimiento en el sector aeroespacial ha aumentado drásticamente.

4. Clasificación de las fresas de carburo

4.1 Clasificación de las fresas de carburo: clasificación por estructura

Según su diseño estructural, las fresas de carburo se dividen en integrales, indexables y dentadas de inserción. Cada tipo ofrece ventajas en cuanto a proceso de fabricación, rigidez, aplicaciones y rendimiento. La fresa integral se sinteriza mediante pulvimetalurgia, con la máxima rigidez y precisión, ideal para mecanizados de alta precisión como piezas aeroespaciales y componentes microelectrónicos, especialmente en cortes a alta velocidad (V_c 100-200 m/min). La fresa indexable incorpora un diseño de inserto reemplazable, fácil de mantener y adaptable al mecanizado de contornos complejos, como la fabricación de moldes para automóviles. La fresa dentada de inserción combina dientes de carburo y un cuerpo de acero, considerando la dureza y la tenacidad, y es adecuada para el mecanizado de desbaste con cargas pesadas, como el mecanizado de placas gruesas en la industria naval. En 2025, la tecnología de impresión 3D impulsará el diseño personalizado de la forma de los dientes de las fresas dentadas de inserción.

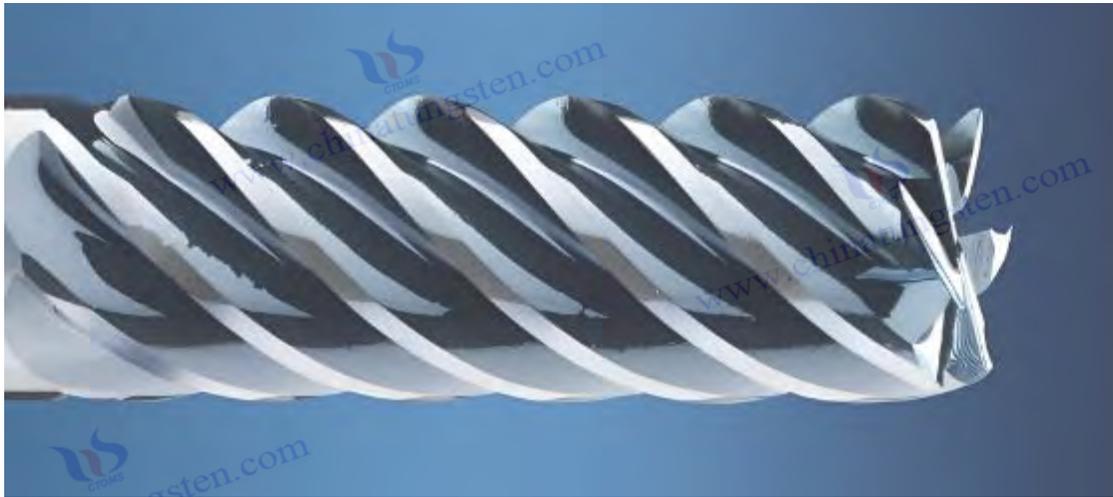
Clasificación	Características estructurales	Escenario de aplicación	Ventajas de rendimiento
Monolítico	Carburo sinterizado integralmente	Mecanizado de alta precisión (aeroespacial, microelectrónica)	Alta rigidez, fuerte resistencia a la fractura.
Indexable	Cuerpo de acero/carburo + insertos reemplazables	Producción de gran volumen, contornos complejos (moldes para automóviles)	Fácil de reemplazar y altamente adaptable.
Dentado	Cuerpo de corte de acero/hierro fundido con incrustaciones de dientes de carburo	Desbaste de alta resistencia (placas gruesas para barcos)	Equilibrar dureza y tenacidad

4.2 Clasificación de las fresas de carburo: clasificación por aplicación

Según el propósito del procesamiento, las fresas de carburo se dividen en fresas de filete, fresas de chavetero, fresas de hoja de sierra y fresas de molde, y cada tipo está optimizado para piezas de trabajo y procesos específicos. Las fresas de filete se utilizan para filetear o biselar bordes para garantizar el acabado superficial del recorte de moldes y el procesamiento decorativo. Las fresas de chavetero están especialmente diseñadas para chaveteros semicirculares o rectangulares de ejes de transmisión mecánica y cumplen con las normas pertinentes. Las fresas de hoja de sierra son adecuadas para el procesamiento de ranuras y el corte longitudinal con diseño de dientes múltiples y se utilizan ampliamente en placas de aleación de aluminio y materiales compuestos. Las fresas de molde admiten el procesamiento de moldes de precisión con geometrías complejas. En 2025, sus modelos personalizados (como hojas de sierra ultrafinas) han atraído la atención debido a la demanda de carcasas de baterías de vehículos eléctricos.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Clasificación	usar	Parámetros técnicos	Escenario de aplicación	Estándares/Características
Fresa de esquina	Fileteado/biselado de bordes	Tolerancia h6	Recorte de moldes y procesamiento decorativo	Calidad de la superficie Ra ≤ 1,2 μm
Fresa de chavetero	Procesamiento de chaveteros semicirculares/rectangulares	Ancho 1-8 mm	Eje de transmisión mecánica	GB/T 1127-2023
Fresa de hoja de sierra	Ranurado, corte, hendidura	Número de dientes: 4-20, grosor: 0,5-3 mm	Placa de aleación de aluminio, material compuesto.	GB/T 14301-2008
Fresa de molde	Procesamiento de moldes/matrices de precisión	Geometría compleja (como formas escalonadas)	Molde de estampación de automóviles, molde de inyección	GB/T 20773-2006



4.3 Clasificación de las fresas de carburo: clasificación por recubrimiento

La tecnología de recubrimiento afecta significativamente el rendimiento de las fresas de carburo, que se dividen en sin recubrimiento, con recubrimiento de TiN, con recubrimiento de TiAlN y con recubrimiento de AlCrN según el tipo de recubrimiento. Las fresas sin recubrimiento son adecuadas para el corte a baja velocidad o el procesamiento de metales no ferrosos, pero tienen una resistencia al desgaste limitada. El recubrimiento de TiN proporciona resistencia al desgaste básica y lubricidad, adecuado para el procesamiento general de acero. El recubrimiento de TiAlN es la primera opción para el corte a alta velocidad debido a su alta resistencia al calor, mientras que el recubrimiento de AlCrN destaca por su resistencia a la corrosión. En 2025, la investigación y el desarrollo de nano recubrimientos y recubrimientos ecológicos (como CrN) han mejorado la vida útil y la eficiencia, especialmente en la fabricación de dispositivos aeroespaciales y médicos. La demanda ha aumentado, y la norma ISO 13399 respalda la gestión digital global.

Clasificación	Parámetros técnicos	Características de rendimiento	Escenario de aplicación	Tecnología
---------------	---------------------	--------------------------------	-------------------------	------------

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Sin recubrimiento	-	Resistencia al desgaste limitada	Corte a baja velocidad ($V_c < 50$ m/min), metales no ferrosos	-
Recubrimiento de TiN	Espesor 1-2 μm	Resistencia básica al desgaste, lubricidad.	Acero en general, hierro fundido	Degradación fotovoltaica
Recubrimiento de TiAlN	Espesor 2-3 μm	Alta resistencia al calor (900°C), antioxidación.	Corte de alta velocidad, corte en seco	Degradación por vapor/degradación por vapor
Recubrimiento de AlCrN	Espesor 2-4 μm	Resistencia a la corrosión, tenacidad.	Acero inoxidable, aleación de titanio.	Degradación fotovoltaica



5. Proceso de fabricación de fresas de carburo cementado

5.1 Preparación del material de la fresa de carburo cementado

El proceso de fabricación de fresas de carburo cementado comienza con la preparación de material de alta precisión y utiliza tecnología avanzada de pulvimetalurgia para garantizar la uniformidad y estabilidad de rendimiento del material. La materia prima principal es polvo de carburo de tungsteno (WC), cuyo rango de tamaño de partícula se controla con precisión a $0,5\text{-}2\ \mu\text{m}$ y la pureza es tan alta como 99.8%. Se detecta mediante un analizador de tamaño de partícula láser para asegurar una distribución uniforme de partículas (D50 es de aproximadamente $1,2\ \mu\text{m}$) para lograr alta dureza y excelente resistencia al desgaste. La fase de unión utiliza principalmente polvo de cobalto (Co), el contenido es generalmente del 6%-12% (porcentaje en peso), y el tamaño de partícula se controla a $1\text{-}1,5\ \mu\text{m}$. La cantidad de cobalto añadido se ajusta con precisión mediante análisis de espectroscopia de fluorescencia de rayos X (XRF) para equilibrar la dureza y la tenacidad. Además, se pueden añadir fases de refuerzo traza como carburo de titanio (TiC , 0,5%-2%) y carburo de tántalo (TaC ,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,3%-1%) según los requisitos específicos de la aplicación. Estos aditivos se observan mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) para su dispersión en la matriz para optimizar el rendimiento a alta temperatura y la antiadhesión. El proceso de mezcla utiliza un molino de bolas planetario de alta energía con una relación bola-material de 10:1, utilizando medios de molienda de bolas de carburo, funcionando a una velocidad de 200-300 rpm y con una duración de 24-48 horas. Durante este período, se toman muestras regularmente para probar la uniformidad del polvo (desviación estándar <5%) para garantizar el cumplimiento de la norma GB/T 5244-2018. El moldeo por prensado utiliza una prensa hidráulica uniaxial o una prensa isostática en frío (CIP), aplicando una presión de 150-200 MPa y un tiempo de prensado de 10-20 segundos. La densidad de la pieza en bruto alcanza el 60%-70% de la densidad teórica (aproximadamente 12-14 g/cm³), y la desviación de la densidad se controla dentro de ±0,2 g/cm³ mediante el método de Arquímedes. En 2025, el polvo de WC a nanoescala (tamaño de partícula < 0,2 μm) y la optimización de la relación impulsada por IA (como la predicción del contenido óptimo de Co mediante aprendizaje automático) mejoraron significativamente las propiedades del material, especialmente en la fabricación de microfresas (diámetro de 0,5-2 mm), donde el efecto de refinamiento del grano aumentó la dureza por encima de HV 1800.

materias primas

Componente principal: carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,5-2 μm, pureza 99,8%, D50 1,2 μm

Fase aglutinante: cobalto (Co), tamaño de partícula 1-1,5 μm, contenido 6%-12%

Aditivos: TiC (0,5%-2%), TaC (0,3%-1%), dispersión mediante SEM

Proceso de mezcla

Equipo: Molino de bolas planetario de alta energía, relación bola-material 10:1, velocidad 200-300 rpm

Tiempo: 24-48 horas, desviación estándar de uniformidad < 5%

Estándar: GB/T 5244-2018

Prensado

Presión: 150-200 MPa, tiempo 10-20 segundos

Densidad: 60%-70% densidad teórica (12-14 g/cm³), desviación ±0,2 g/cm³

Tendencias tecnológicas: Polvo de WC a escala nanométrica, proporción optimizada por IA

5.2 Flujo de procesamiento de la fresa de carburo cementado

El proceso de mecanizado transforma la pieza bruta en una fresa terminada en dos etapas: desbaste y acabado, lo que garantiza la precisión geométrica y la calidad superficial. El desbaste elimina el exceso de material mediante torneado o fresado, utilizando herramientas de carburo o de diamante policristalino (PCD), con una velocidad de corte (Vc) controlada de 50-100 m/min, un avance (fn) de 0,1-0,2 mm/rev, una profundidad de corte (ap) de 1-3 mm y una tolerancia de mecanizado de 0,5-1 mm. El equipo utiliza un torno CNC o un centro de mecanizado de cuatro ejes con una velocidad

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

de husillo de 1000-3000 rpm. El sistema de monitorización de la fuerza de corte garantiza que no supere los 500 N para evitar el agrietamiento de la pieza bruta. El acabado utiliza tecnología de rectificado CNC de alta precisión, con muelas de diamante con aglomerante de resina (tamaño de grano 400-600). La velocidad de rectificado es de 20-30 m/s, el avance es de 0,02-0,05 mm/pasada, la rugosidad superficial Ra tras el procesamiento se controla a $\leq 0,8 \mu\text{m}$ y el grado de tolerancia es h6-h7 (diámetro de 3-25 mm). El error de coaxialidad se detecta mediante interferómetro láser y se controla con una precisión de 0,01 mm, y el error de redondez es $\leq 0,005 \text{ mm}$. El filo se recorta mediante mecanizado por electrochispa (EDM, energía de pulso 0,1-0,5 J) o mecanizado láser (potencia 50-100 W, longitud de onda 1064 nm) para formar dientes rectos (ángulo de hélice 0°), dientes espirales (ángulo de hélice 15° - 45°) o filos dentados, y el ángulo de chaflán del filo es de $0,1^\circ$ - $0,3^\circ$ para reducir la tensión de corte. En 2025, las tecnologías de fabricación aditiva (como la fusión selectiva por láser, SLM) introducirán diseños complejos de cuerpos de herramientas, con potencias láser de 200-400 W y espesores de capa de 20-50 μm , acortando el ciclo de procesamiento a 4-6 horas y mejorando la flexibilidad geométrica, lo que las hace especialmente adecuadas para herramientas compuestas multifuncionales.

desbaste

Método: Torneado o fresado

Herramientas: Herramientas de carburo/PCD

Parámetros: Vc 50-100 m/min, fn 0,1-0,2 mm/rev, ap 1-3 mm, fuerza de corte < 500 N

Equipo: Torno CNC/centro de mecanizado de cuatro ejes, 1000-3000 rpm

refinamiento

Método: Rectificado CNC

Herramienta: Muela de diamante aglomerada con resina (n.º 400-n.º 600)

Precisión: h6-h7, Ra $\leq 0,8 \mu\text{m}$, coaxialidad $\leq 0,01 \text{ mm}$, redondez $\leq 0,005 \text{ mm}$

Parámetros: velocidad 20-30 m/s, fn 0,02-0,05 mm/paso

Acondicionamiento de bordes

Tecnología: EDM (0,1-0,5 J) / Procesamiento láser (50-100 W, 1064 nm)

Tipo de hoja: dientes rectos (0°), dientes espirales (15° - 45°), dentados

Chaflán: $0,1^\circ$ - $0,3^\circ$

Tendencia: SLM (200-400 W, espesor de capa 20-50 μm , 4-6 h)

5.3 Tratamiento térmico de fresas de carburo cementado

Proceso de sinterización

El proceso de sinterización es el elemento clave en la fabricación de fresas de carburo cementado, que convierte la pieza prensada en un material de carburo cementado de alta densidad y alto rendimiento. Basándose en las características de las materias primas, como el carburo de tungsteno (WC), el cobalto (Co) y los aditivos (TiC, TaC), la sinterización adopta una técnica que combina la sinterización al vacío y el prensado isostático en caliente (HIP). El proceso de sinterización se lleva a cabo en un horno de vacío, con un grado de vacío controlado a 10^{-3} Pa , una temperatura ajustada con precisión a 1350-1450 $^\circ\text{C}$ y una velocidad de calentamiento a 5-10 $^\circ\text{C}/\text{min}$ para garantizar un

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

crecimiento uniforme del grano. El tiempo de retención es de 1 a 2 horas, durante las cuales se aplica una presión de 5 a 10 MPa mediante prensado isostático en caliente para promover la densificación de la pieza bruta. La densidad alcanza el 98 %-99 % de la densidad teórica (aproximadamente 14,5-15 g/cm³). La desviación de la densidad se controla dentro de $\pm 0,1$ g/cm³ mediante el método de Arquímedes. Los aditivos TiC y TaC mejoran la dureza a alta temperatura y la antiadherencia durante el proceso de sinterización, y el tamaño de grano se controla entre 0,5 y 1,5 μm mediante análisis de difracción de retrodispersión de electrones (EBSD). En 2025, la tecnología de sinterización asistida por campo (SPS) introdujo la corriente pulsada (1000-2000 A, voltaje 5-10 V), el tiempo de sinterización se acortó a 30-60 minutos y el tamaño de grano se refinó a 0,2-0,5 μm , lo que es particularmente adecuado para los requisitos de alto rendimiento de las microfresas.

Entorno de sinterización

Condiciones: horno de vacío, grado de vacío 10^{-3} Pa

Propósito: Prevenir la oxidación.

Temperatura y tiempo

Rango: 1350-1450 °C, velocidad de calentamiento 5-10 °C/min

Mantener caliente: 1-2 horas

presión

Método: Prensado isostático en caliente (HIP), 5-10 MPa

Densidad: 98%-99% densidad teórica (14,5-15 g/cm³), desviación $\pm 0,1$ g/cm³

Control de granos

Herramienta: EBSD, tamaño 0,5-1,5 μm

Aditivos: TiC (0,5%-2%), TaC (0,3%-1%)

Tendencias tecnológicas

Método: Sinterización asistida por campo (SPS, 1000-2000 A, 5-10 V)

Tiempo: 30-60 minutos

Grano: 0,2-0,5 μm

Aplicación: Microfresa

5.4 Aplicación de recubrimiento en fresas de carburo cementado

La aplicación del recubrimiento es el paso final para mejorar el rendimiento de las fresas de carburo cementado, y la resistencia al desgaste y al calor se mejoran significativamente mediante una tecnología avanzada de tratamiento de superficies. La deposición física de vapor (PVD) es el proceso principal, que utiliza recubrimiento iónico de arco catódico o pulverización catódica por magnetron a 450-500 °C. El pretratamiento del sustrato incluye limpieza ultrasónica (frecuencia de 40 kHz, 10 min) y grabado de plasma (potencia de 200-300 W, 10-15 min) para eliminar la capa de óxido superficial y mejorar la adhesión. Los tipos de recubrimiento incluyen nitruro de titanio (TiN), nitruro de titanio y aluminio (TiAlN) y nitruro de aluminio y cromo (AlCrN). El espesor se controla con precisión a 1-4 μm . La uniformidad del espesor (desviación $\pm 0,1$ μm) se garantiza mediante microscopía óptica y análisis de difracción de rayos X (XRD). La resistencia de la unión se verifica mediante una prueba de rayado y debe superar los 70 MPa (carga crítica Lc2). La tasa de deposición del recubrimiento de TiN es de 0,5-1 $\mu\text{m}/\text{h}$, la resistencia térmica del recubrimiento de TiAlN

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

alcanza los 900 °C, la resistencia a la corrosión del recubrimiento de AlCrN se verifica mediante una prueba de niebla salina (ASTM B117) y la durabilidad aumenta en un 30 %. En 2025, los recubrimientos nano multicapa (como TiAlN/AlCrN) se realizan mediante pulverización catódica con magnetrón multiobjetivo, con una tasa de deposición de 1-2 $\mu\text{m}/\text{h}$, una uniformidad de espesor de $\pm 0,05 \mu\text{m}$, un coeficiente de fricción reducido por debajo de 0,2 y una resistencia de la unión de 80 MPa, lo que prolonga significativamente la vida útil de la herramienta, especialmente en los campos aeroespacial (procesamiento de aleaciones de titanio) y médico (implantes de acero inoxidable).

Tipo de recubrimiento

Materiales: TiN, TiAlN, AlCrN

Espesor: 1-4 μm , desviación $\pm 0,1 \mu\text{m}$ mediante microscopio/XRD

Resistencia de unión: > 70 MPa (Lc2)

Proceso PVD

Temperatura: 450-500°C

Método: recubrimiento iónico por arco catódico/pulverización catódica con magnetrón, velocidad 0,5-2 $\mu\text{m}/\text{h}$

Pretratamiento: limpieza ultrasónica (40 kHz, 10 min), grabado de plasma (200-300 W, 10-15 min)

Desarrollo tecnológico

Innovación: Recubrimiento multicapa nano (TiAlN / AlCrN), velocidad 1-2 $\mu\text{m}/\text{h}$

Precisión: Uniformidad de espesor $\pm 0,05 \mu\text{m}$, resistencia de unión 80 MPa

Aplicaciones: Aeroespacial (aleación de titanio), médica (acero inoxidable)

6. Campos de aplicación de las fresas de carburo cementado

6.1 Aplicación de fresas de carburo - Fabricación

La fabricación es el campo más utilizado para las fresas de carburo, y sus características de alto rendimiento satisfacen las necesidades de diversas condiciones de trabajo complejas. La industria automotriz utiliza fresas de carburo para procesar cilindros de motor, cigüeñales, engranajes de transmisión y discos de freno, con una velocidad de corte (V_c) de 150-200 m/min, una velocidad de avance (f_n) de 0,1-0,2 mm/diente, una profundidad de corte (a_p) de 0,5-2 mm y una rugosidad superficial R_a de $\leq 0,4 \mu\text{m}$, lo que garantiza la precisión y durabilidad de vehículos eléctricos compactos y componentes de motores de combustión interna de alto rendimiento. El campo aeroespacial fabrica cuchillas complejas, carcasas y revestimientos mediante el procesamiento de aleaciones de titanio, aleaciones de alta temperatura a base de níquel (como Inconel 718) y aleaciones de aluminio-litio, con una velocidad de corte (V_c) de 100-150 m/min, recubrimientos resistentes al calor (como TiAlN) admiten corte en seco, y la precisión de procesamiento alcanza el nivel IT6-IT7, con una profundidad de corte (a_p) de 0,5-1 mm. En la fabricación de maquinaria pesada, se utilizan fresas de carburo para procesar fundiciones y forjados de acero, como engranajes grandes y asientos de cojinetes, con una velocidad de corte (V_c) de 60-100 m/min y una velocidad de avance (f_n) de 0,15-0,25 mm/diente, que es adecuada para el procesamiento de alta carga. En 2025, con la creciente demanda de vehículos de nueva energía, drones y equipos de energía de hidrógeno, las fresas de carburo de diámetro pequeño (diámetro de 1 a 3 mm) se utilizarán cada vez más en piezas ligeras y en el corte en capas de compuestos reforzados con fibra de carbono (CFRP), con velocidades de corte aumentadas a 250 m/min, lo que reduce la tasa de defectos en capas en más del 90%.

industria automotriz

Aplicaciones: Bloques de motor, cigüeñales, engranajes de transmisión, discos de freno.

Parámetros: V_c 150-200 m/min, f_n 0,1-0,2 mm/diente, a_p 0,5-2 mm, $R_a \leq 0,4 \mu\text{m}$

Tendencias: Vehículos eléctricos, componentes ligeros

Aeroespacial

Aplicación: Aleación de titanio, hojas de Inconel 718, carcasa, revestimiento de aleación de aluminio y litio.

Parámetros: V_c 100-150 m/min, a_p 0,5-1 mm, precisión IT6-IT7

Tendencias: Corte en seco, procesamiento de CFRP

Maquinaria pesada

Aplicaciones: Fundiciones de acero, piezas forjadas, engranajes grandes, asientos de cojinetes.

Parámetros: V_c 60-100 m/min, f_n 0,15-0,25 mm/diente

Tendencia: Alta durabilidad de la carga

6.2 Aplicación de la fresa de carburo - Fabricación de moldes

La industria de fabricación de moldes depende de la alta precisión y resistencia al desgaste de las

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

fresas de carburo para satisfacer los requisitos de procesamiento de geometrías complejas. Los contornos complejos de los moldes de estampación y fundición a presión se procesan con fresas de dientes helicoidales (ángulo de hélice de 30° a 40°), con una velocidad de corte (V_c) de 80 a 120 m/min, una velocidad de avance (f_n) de 0,05 a 0,15 mm/diente, una profundidad de corte (ap) de 0,3 a 0,8 mm y una rugosidad superficial R_a controlada dentro de $0,6 \mu\text{m}$, lo que garantiza una vida útil del molde superior a un millón de estampaciones. El procesamiento de electrodos de moldes de inyección de plástico utiliza una fresa de carburo de borde fino (diámetro de 0,5-2 mm), con una precisión de procesamiento de $\pm 0,005$ mm y una velocidad de corte (V_c) de 50-80 m/min, que es adecuada para superficies de alto brillo ($R_a \leq 0,2 \mu\text{m}$) y cavidades complejas. En el procesamiento de moldes de vidrio, las fresas de carburo se utilizan para procesar moldes de vidrio resistentes al calor con una velocidad de corte (V_c) de 40-70 m/min y una durabilidad que admite el procesamiento continuo durante más de 300 horas. En 2025, con el avance de la fabricación inteligente, las fresas de moldes se integrarán con la tecnología de la Industria 4.0 para monitorear los parámetros de corte en tiempo real (como la fuerza de corte < 300 N, la temperatura < 600 °C) para optimizar la eficiencia de procesamiento de carcasas de automóviles, carcasas de electrónica de consumo y moldes de dispositivos médicos.

Moldes de estampación/fundición a presión

Aplicación: Mecanizado de contornos complejos

Parámetros: V_c 80-120 m/min, f_n 0,05-0,15 mm/diente, ap 0,3-0,8 mm, $R_a \leq 0,6 \mu\text{m}$

Características: Vida útil > 1 millón de estampados

Molde de inyección de plástico

Aplicación: procesamiento de electrodos, cavidad compleja.

Parámetros: diámetro 0,5-2 mm, V_c 50-80 m/min, precisión $\pm 0,005$ mm, $R_a \leq 0,2 \mu\text{m}$

Tendencias: Alto brillo, integración de la Industria 4.0

Molde de vidrio

Aplicación: Molde de vidrio resistente al calor.

Parámetros: V_c 40-70 m/min, durabilidad > 300 h

Tendencia: Optimización de la resistencia al calor

6.3 Aplicación de fresas de carburo - Industria energética

La industria energética es un área de aplicación emergente para las fresas de carburo, especialmente en la fabricación de equipos de energía renovable y energía tradicional. La industria de la energía eólica utiliza fresas de carburo para procesar las conexiones del eje principal y la torre de las palas de las turbinas eólicas, con una velocidad de corte (V_c) de 60-90 m/min y una profundidad de corte (ap) de 0,5-1,5 mm. La durabilidad admite el procesamiento continuo durante más de 400 horas. En la industria solar, las fresas de carburo se utilizan para procesar marcos y soportes de obleas de silicio, con una velocidad de corte (V_c) de 80-120 m/min y una precisión de $\pm 0,01$ mm para garantizar la estabilidad estructural de los componentes. La industria del petróleo y el gas lo utiliza para procesar componentes de brocas y cuerpos de válvulas, con una velocidad de corte (V_c) de 50-80 m/min. Los recubrimientos resistentes a la corrosión (como AlCrN) aumentan la vida útil en

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

entornos ácidos. En 2025, con el auge de la energía eólica marina y los equipos de energía de hidrógeno, aumentará la demanda de procesamiento resistente a la corrosión de fresas de carburo en entornos marinos y la velocidad de corte se incrementará a 150 m/min.

energía eólica

Aplicación: Palas de turbinas eólicas, ejes principales, conexiones de torres.

Parámetros: Vc 60-90 m/min, ap 0,5-1,5 mm, durabilidad > 400 h

Tendencia: energía eólica marina

Solar

Aplicación: Marco de oblea de silicio, soporte

Parámetros: Vc 80-120 m/min, precisión $\pm 0,01$ mm

Tendencia: Estabilidad de los componentes

Petróleo y gas

Aplicación: Conjunto de broca, cuerpo de válvula

Parámetros: Vc 50-80 m/min

Tendencia: Resistencia a la corrosión, equipos de energía de hidrógeno

6.4 Aplicación de fresas de carburo - Dispositivos médicos

La fabricación de dispositivos médicos requiere alta precisión y biocompatibilidad de las fresas de carburo. Los implantes ortopédicos (como las articulaciones de cadera y rodilla) se procesan utilizando fresas de microcarburo (diámetro de 0,1-0,3 mm), con una velocidad de corte (Vc) de 30-50 m/min, una precisión de $\pm 0,001$ mm y una rugosidad superficial $Ra \leq 0,1 \mu m$ para garantizar la biocompatibilidad con el cuerpo humano. El procesamiento de moldes de instrumentos dentales utiliza fresas de dientes en espiral con una velocidad de corte (Vc) de 40-60 m/min y una profundidad de corte (ap) de 0,1-0,3 mm para satisfacer las necesidades de fundición de alta precisión. En 2025, con el desarrollo de la medicina personalizada, aumentará la aplicación de fresas de carburo en modelos médicos impresos en 3D y el procesamiento de implantes personalizados, y la velocidad de corte se incrementará a 200 m/min.

Implantes ortopédicos

Aplicación: Articulación de la cadera, articulación de la rodilla.

Parámetros: diámetro 0,1-0,3 mm, Vc 30-50 m/min, precisión $\pm 0,001$ mm, $Ra \leq 0,1 \mu m$

Tendencias: impresión 3D, medicina personalizada

Instrumentos dentales

Aplicación: Procesamiento de moldes

Parámetros: Vc 40-60 m/min, ap 0,1-0,3 mm

Tendencia: Fundición de alta precisión

6.5 Aplicación de la fresa de carburo en la industria electrónica

El procesamiento de orificios en teléfonos inteligentes y dispositivos 5G utiliza microfresas con un diámetro de 0,1-0,5 mm, una velocidad de corte (Vc) de 200-300 m/min y una precisión de

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

procesamiento de $\pm 0,002$ mm, lo que es adecuado para la fabricación de placas de circuito de alta densidad. Los moldes de empaquetado de semiconductores se procesan utilizando fresas de alta precisión con una velocidad de corte (V_c) de 100-150 m/min y una rugosidad superficial $R_a \leq 0,3$ μm . En 2025, con la popularización de los dispositivos portátiles y el Internet de las cosas, la demanda de procesamiento de placas de circuito flexibles y microsensores aumentará, y la velocidad de corte aumentará a 350 m/min.

Teléfono inteligente/5G

Aplicación: Micro orificio de pasador

Parámetros: diámetro 0,1-0,5 mm, V_c 200-300 m/min, precisión $\pm 0,002$ mm

Tendencia: Placas de circuitos flexibles

Encapsulado de semiconductores

Aplicación: Procesamiento de moldes

Parámetros: V_c 100-150 m/min, $R_a \leq 0,3$ μm

Tendencia: Microsensores

6.6 Aplicación de la fresa de carburo - Procesamiento de materiales de construcción

En el procesamiento de materiales de construcción, se utilizan fresas de carburo para procesar piedra, cerámica y productos de cemento. En el tallado de piedra, se utilizan fresas dentadas con una velocidad de corte (V_c) de 30-50 m/min, una profundidad de corte (ap) de 1-2 mm y una durabilidad que permite un procesamiento continuo de más de 200 horas. Para el acabado de baldosas cerámicas, se utilizan fresas finas con una velocidad de corte (V_c) de 20-40 m/min y una precisión de $\pm 0,01$ mm. En 2025, aumentará la demanda de materiales de construcción ecológicos (como el hormigón reciclado), y la velocidad de corte se incrementará a 80 m/min.

Talla de piedra

Aplicación: Piedra, Cerámica

Parámetros: V_c 30-50 m/min, ap 1-2 mm, durabilidad > 200 h

Tendencia: Hormigón reciclado

Azulejos de cerámica

Aplicación: Acabado

Parámetros: V_c 20-40 m/min, precisión $\pm 0,01$ mm

Tendencia: Edificios ecológicos

6.7 Aplicación de la fresa de carburo - Construcción naval

En la construcción naval, se utilizan fresas de carburo para procesar placas de acero del casco y palas de hélice. El mecanizado de desbaste de placas de acero utiliza una fresa dentada con una velocidad de corte (V_c) de 50-80 m/min y una profundidad de corte (ap) de 2-4 mm. El mecanizado de precisión de palas de hélice utiliza una fresa dentada espiral con una velocidad de corte (V_c) de 60-100 m/min y una precisión de $\pm 0,02$ mm. En 2025, aumentará la demanda de procesamiento resistente a la corrosión en equipos de ingeniería naval.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Placa de acero del casco

Aplicación: Mecanizado de desbaste

Parámetros: Vc 50-80 m/min, ap 2-4 mm

Tendencia: Resistencia a la corrosión

Palas de hélice

Aplicación: Acabado

Parámetros: Vc 60-100 m/min, precisión $\pm 0,02$ mm

Tendencia: Ingeniería offshore

6.8 Aplicación de la fresa de carburo - Transporte ferroviario

En el sector del transporte ferroviario, se utilizan fresas de carburo para procesar ruedas y componentes de vía. El procesamiento de ruedas utiliza fresas de esquinas redondeadas con una velocidad de corte (Vc) de 40-70 m/min y una profundidad de corte (ap) de 1-3 mm. Para el acabado de componentes de vía, se utilizan fresas de alta precisión con una velocidad de corte (Vc) de 50-80 m/min y una precisión de $\pm 0,01$ mm. En 2025, aumentará la demanda de procesamiento de componentes de trenes de alta velocidad y de levitación magnética.

rueda

Aplicación: Procesamiento

Parámetros: Vc 40-70 m/min, ap 1-3 mm

Tendencia: Componentes ferroviarios de alta velocidad

Componentes de la pista

Aplicación: Acabado

Parámetros: Vc 50-80 m/min, precisión $\pm 0,01$ mm

Tendencia: Tren de levitación magnética

6.9 Aplicación de la fresa de carburo - Maquinaria agrícola

En la fabricación de maquinaria agrícola, se utilizan fresas de carburo para procesar rejas de arado y piezas de cosechadoras. Las rejas de arado se procesan con fresas de hoja de sierra, con una velocidad de corte (Vc) de 40-60 m/min y una profundidad de corte (ap) de 1-2 mm. El acabado de las piezas de cosechadoras utiliza fresas de dientes espirales con una velocidad de corte (Vc) de 50-70 m/min y una precisión de $\pm 0,01$ mm. En 2025, la demanda de procesamiento de equipos agrícolas inteligentes aumentará.

Reja del arado

Aplicación: Procesamiento

Parámetros: Vc 40-60 m/min, ap 1-2 mm

Tendencia: Agricultura inteligente

Piezas de la cosechadora

Aplicación: Acabado

Parámetros: Vc 50-70 m/min, precisión $\pm 0,01$ mm

Tendencia: Equipos de automatización

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.10 Aplicación de fresas de carburo - Otros campos emergentes

Otros campos emergentes incluyen el procesamiento de joyería, los componentes de naves espaciales y la fabricación de equipo deportivo. El procesamiento de joyería utiliza fresas de microcarburo (diámetro de 0,05-0,2 mm), con una velocidad de corte (V_c) de 20-40 m/min y una precisión de $\pm 0,001$ mm. Los componentes de naves espaciales se procesan con fresas de alta resistencia térmica a una velocidad de corte (V_c) de 100-150 m/min. El equipo deportivo (como las cabezas de palos de golf) se procesa con fresas de radio a una velocidad de corte (V_c) de 50-80 m/min. En 2025, la demanda de procesamiento personalizado en estos campos seguirá creciendo.

Elaboración de joyas

Aplicación: Grabado fino

Parámetros: diámetro 0,05-0,2 mm, V_c 20-40 m/min, precisión $\pm 0,001$ mm

Tendencia: Personalización

Componentes de naves espaciales

Aplicación: Procesamiento resistente a altas temperaturas.

Parámetros: V_c 100-150 m/min

Tendencia: Exploración del espacio profundo

Equipo deportivo

Aplicación: Cabezas de palos de golf

Parámetros: V_c 50-80 m/min

Tendencia: Diseño ligero



7. Mantenimiento y cuidado de las fresas de carburo

7.1 Limpieza diaria de las fresas de carburo

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

La limpieza diaria de las fresas de carburo es fundamental para prolongar su vida útil y mantener un rendimiento de corte óptimo. Tras su uso, se deben eliminar inmediatamente las virutas con aire comprimido (presión de 0,2-0,4 MPa) para evitar que las partículas metálicas se incrusten en el filo y provoquen desgaste. El proceso de limpieza requiere el uso de etanol anhidro o un diluyente especial para fluidos de corte (pH 6,5-7,5) y un limpiador ultrasónico (frecuencia de 40 kHz, potencia de 100-200 W, tiempo de limpieza de 5-10 minutos) para eliminar el aceite y los residuos. Tras la limpieza, seque con un paño limpio para evitar la corrosión causada por la humedad residual. El filo y la superficie del revestimiento deben revisarse con una lupa (aumento de 10x-20x) para comprobar que no presenten arañazos ni desprendimientos visibles. En 2025, con la introducción de equipos de limpieza inteligentes, como los sistemas de limpieza automáticos equipados con reconocimiento de imágenes de IA, la capacidad de detectar el estado del borde en tiempo real y ajustar los parámetros de limpieza mejora significativamente la eficiencia de la limpieza, especialmente para fresas de alto valor.

Eliminación de virutas

Método: Aire comprimido, presión 0,2-0,4 MPa

Propósito: Evitar la incrustación de partículas

Limpieza de aceite

Herramientas: Máquina de limpieza ultrasónica (40 kHz, 100-200 W), etanol anhidro

Tiempo: 5-10 minutos, pH 6,5-7,5

Secado: Secar con un paño sin polvo.

examinar

Herramientas: Lupa (10x-20x)

Tendencia: Sistema de limpieza con reconocimiento de imágenes de IA

7.2 Reavivado de cantos de fresas de carburo cementado

El repasado de cantos es un paso de mantenimiento importante para restaurar el rendimiento de corte de las fresas de carburo. Los cantos ligeramente desgastados se pueden repasar con una muela de diamante manual (grano #600-#800), y el ángulo de repasado debe mantenerse consistente con el ángulo original del canto (normalmente 5°-10°). La cantidad de repasado en cada lado se controla a 0,01-0,02 mm, y se utiliza refrigerante (caudal de 5-10 L/min) para reducir los efectos térmicos. Los cantos muy desgastados o dañados requieren repasado por electrochispa (EDM, energía de pulso 0,1-0,3 J, voltaje 50-80 V). Después del repasado, la rugosidad del canto Ra debe controlarse a $\leq 0,2 \mu\text{m}$, y la precisión se verifica mediante interferómetro láser (desviación $\pm 0,005 \text{ mm}$). Se requiere un recocido de alivio de tensión (temperatura 400-500 °C, tiempo 1-2 horas) después del repasado para eliminar la tensión residual. En 2025, la tecnología de corte láser (potencia 20-50 W, longitud de onda 1064 nm) se volverá gradualmente popular en el mantenimiento de microfresas debido a su procesamiento sin contacto y precisión a nivel de micrones ($\pm 0,002 \text{ mm}$).

Recorte manual

Herramientas: Muela de diamante (#600-#800)

Parámetros: ángulo de la cuchilla 5°-10°, cantidad de acondicionamiento 0,01-0,02 mm, refrigerante 5-10 L/min

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Propósito: Reparación de desgaste menor

Aderezo EDM

Herramienta: EDM, energía de pulso 0,1-0,3 J, voltaje 50-80 V

Precisión: $Ra \leq 0,2 \mu\text{m}$, desviación $\pm 0,005 \text{ mm}$

Postratamiento: recocido a 400-500°C, 1-2 h

Tendencias tecnológicas

Método: Recorte láser (20-50 W, 1064 nm)

Precisión: $\pm 0,002 \text{ mm}$

Aplicación: Microfresa

7.3 Almacenamiento y protección contra la corrosión de las fresas de carburo

El almacenamiento adecuado es la clave para prevenir la corrosión y la degradación del rendimiento de las fresas de carburo. El entorno de almacenamiento debe mantener una temperatura constante (20-25 °C) y baja humedad (humedad relativa < 40 %), y utilizar un armario a prueba de humedad o una bolsa sellada al vacío para almacenar para evitar la oxidación. Las fresas recubiertas (como TiN, TiAlN) deben recubrirse adicionalmente con aceite antioxidante (espesor 0,005-0,01 mm) y el estado de la superficie debe comprobarse cada 3-6 meses. Cuando no esté en uso, la fresa debe colgarse verticalmente o colocarse plana en un estante de herramientas dedicado para evitar colisiones que puedan dañar el filo. En 2025, el sistema de almacenamiento inteligente supervisará las condiciones de almacenamiento en tiempo real a través de etiquetas RFID y sensores de temperatura y humedad, y ajustará automáticamente los parámetros ambientales, lo que es particularmente adecuado para herramientas de alto valor en las industrias aeroespacial y médica.

Control ambiental

Condiciones: 20-25°C, humedad < 40%

Herramientas: armario a prueba de humedad, bolsa de sellado al vacío

Tratamiento antioxidante

Método: Aceite antioxidante, espesor 0,005-0,01 mm

Frecuencia: Cada 3-6 meses

Almacenamiento

Método: colgado vertical o colocación plana, portaherramientas dedicado

Tendencia: Almacenamiento inteligente RFID

7.4 Inspección periódica y sustitución de fresas de carburo

La inspección regular es una medida necesaria para garantizar el uso seguro de las fresas de carburo. Utilice un microscopio de herramientas (aumento de 50x-100x) o una máquina de medición de coordenadas tridimensional (MMC) para comprobar el grado de desgaste del filo. Cuando el ancho de la banda de desgaste supere los 0,3 mm o aparezcan huecos evidentes, es necesario sustituirla. El sistema de monitorización de la fuerza de corte puede registrar la fuerza máxima (límite superior de 600 N) durante el proceso de corte en tiempo real y emitir una alarma cuando se supera el umbral. El desprendimiento o las grietas del revestimiento se pueden detectar mediante un detector de defectos ultrasónico. Se recomienda sustituirla cuando el área de desprendimiento supere el 10 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

En 2025, la tecnología de mantenimiento predictivo basada en el Internet de las Cosas analizará la vida útil de la herramienta mediante datos de sensores, avisará del momento de sustitución con 24-48 horas de antelación y reducirá las pérdidas por tiempo de inactividad. Se utiliza especialmente en líneas de producción automatizadas.

Inspección de desgaste

Herramientas: Microscopio (50x-100x), CMM

Estándar: Zona de desgaste > 0,3 mm o muesca Reemplazar

Monitoreo de la fuerza de corte

Herramienta: Sistema de monitorización de fuerza de corte, valor pico < 600 N

Función: Alerta en tiempo real

Inspección del revestimiento

Herramienta: Detector de fallas ultrasónico

Estándar: Reemplazar si el área de desprendimiento es > 10 %

Tendencia: Mantenimiento predictivo de IoT, alerta temprana de 24 a 48 horas

8. Tendencia de desarrollo futuro de las fresas de carburo cementado

8.1 Innovación de materiales y recubrimientos para fresas de carburo

El desarrollo futuro de las fresas de carburo cementado se centrará en avances en nuevos materiales y tecnologías de recubrimiento. El polvo de carburo de tungsteno (WC) a nanoescala (tamaño de partícula $< 0,2 \mu\text{m}$) combinado con una nueva fase aglutinante (como una aleación a base de nanocobalto o níquel) puede aumentar la dureza por encima de HV 2000 y mejorar la resistencia al desgaste en un 30%-40%, lo que es particularmente adecuado para el mecanizado de ultraprecisión. La tecnología de recubrimiento está evolucionando hacia estructuras multicapa y en gradiente, como los recubrimientos nano-multicapa TiAlN / AlCrN, que logran una uniformidad de espesor de $\pm 0,05 \mu\text{m}$ mediante pulverización catódica con magnetron multiobjetivo, resistencia térmica de 1000 °C, coeficiente de fricción reducido a 0,15 y vida útil de la herramienta extendida en un 25%-35%. En 2025, los recubrimientos respetuosos con el medio ambiente (como CrN y ZrN) atraerán la atención debido a su baja carga ambiental y reciclabilidad, y se espera que ocupen una posición importante en la fabricación ecológica.

Nanomateriales

Características: Tamaño de partícula de WC $< 0,2 \mu\text{m}$, fase de enlace (nano cobalto/níquel)

Rendimiento: Dureza HV 2000, resistencia al desgaste aumentada entre un 30% y un 40%.

Aplicación: Mecanizado de ultraprecisión

Recubrimiento multicapa

Tecnología: TiAlN / AlCrN, uniformidad de espesor $\pm 0,05 \mu\text{m}$

Rendimiento: resistencia al calor 1000 °C, coeficiente de fricción 0,15, esperanza de vida aumentada entre un 25 % y un 35 %.

Tendencia: pulverización catódica con magnetron multiobjetivo

Recubrimiento verde

Material: CrN, ZrN

Ventajas: Bajo impacto ambiental, reciclable.

Tendencia: Fabricación ecológica

8.2 Inteligenteización y digitalización de fresas de carburo

La inteligencia y la digitalización son las líneas maestras del desarrollo de las fresas de carburo cementado. El sistema de gestión de herramientas, basado en el Internet de las Cosas (IoT), monitoriza los parámetros de corte en tiempo real (como fuerza de corte $< 600 \text{ N}$, temperatura $< 700 \text{ °C}$) mediante sensores integrados, combina algoritmos de IA para predecir el desgaste de las herramientas y emite avisos de reemplazo con 48-72 horas de antelación, lo que reduce el tiempo de inactividad entre un 15 % y un 20 %. La tecnología de gemelo digital de las máquinas herramienta CNC y las herramientas permite la simulación virtual, optimiza las trayectorias y los parámetros de corte, y mejora la eficiencia de corte entre un 10 % y un 15 %. En 2025, el diagnóstico remoto y la monitorización del estado de las herramientas, con tecnología 5G, se generalizarán, especialmente en las líneas de producción automatizadas de los sectores aeroespacial y automotriz.

Monitoreo de IoT

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Parámetros: fuerza de corte < 600 N, temperatura < 700°C

Función: Predicción de IA, alerta temprana 48-72 horas

Beneficio: Reducir el tiempo de inactividad entre un 15% y un 20%

Gemelo digital

Tecnología: Simulación virtual, trayectorias de corte optimizadas

Beneficio: Aumento de la eficiencia entre un 10% y un 15%

Aplicación: máquinas herramienta CNC

Aplicaciones 5G

Función: Diagnóstico remoto, monitoreo de estado.

Tendencia: Líneas de producción automatizadas

8.3 Sostenibilidad y protección ambiental de las fresas de carburo

Los requisitos de desarrollo sostenible y protección ambiental impulsan a las fresas de carburo a evolucionar hacia un bajo consumo de energía y reciclabilidad. La popularidad de la tecnología de corte en seco reduce el uso de refrigerante. Combinado con recubrimientos de alta eficiencia (como AlCrN), el consumo de energía de corte se reduce en un 20%-30% y los desechos de procesamiento se reducen en un 15%. La tecnología de reciclaje y reutilización aumenta la tasa de recuperación de material WC-Co de las fresas de desecho a más del 90% a través de la lixiviación química y el moldeo de regeneración de polvo, lo que reduce la demanda de minería de materia prima. En 2025, el objetivo de neutralidad de carbono impulsó a los fabricantes a adoptar procesos de producción de herramientas impulsados por energía solar, lo que se espera que reduzca la huella de carbono en un 25%, especialmente en los mercados europeo y norteamericano.

Corte en seco

Tecnología: Recubrimiento de alta eficiencia (AlCrN)

Beneficios: Consumo de energía reducido entre un 20% y un 30%, residuos reducidos en un 15%.

Aplicación: Reducción de refrigerante

Recuperación de materiales

Tecnología: Lixiviación química, regeneración de polvo.

Tasa de recuperación: 90%

Tendencia: Reducir la extracción de materias primas

Neutral en carbono

Tecnología: Producción con energía solar

Beneficio: Reducir la huella de carbono en un 25%

Mercado: Europa, América del Norte

8.4 Miniaturización y multifuncionalidad de las fresas de carburo

Las fresas de carburo se están desarrollando hacia la miniaturización y la multifuncionalidad. Las microfresas (diámetro de 0,05-0,5 mm) tienen una precisión de procesamiento de $\pm 0,001$ mm mediante procesamiento láser y tecnología de nanorrecubrimiento, y se utilizan ampliamente en microelectrónica y fabricación de implantes médicos. Las fresas compuestas multifuncionales

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

integran funciones de taladrado, fresado y biselado, con una velocidad de corte (Vc) de 150-250 m/min, lo que reduce el tiempo de cambio de herramienta entre un 30 % y un 40 %, y son adecuadas para el moldeo único de piezas complejas. En 2025, con la integración de la impresión 3D y la fabricación aditiva, el ciclo de producción de microfresas personalizadas se acortará a 2-3 días para satisfacer las necesidades de lotes pequeños y alta personalización.

Microfresa

Parámetros: diámetro 0,05-0,5 mm, precisión $\pm 0,001$ mm

Tecnología: Procesamiento láser, nano-recubrimiento.

Aplicaciones: Microelectrónica, implantes médicos

Cuchillo compuesto multifuncional

Función: taladrar, fresar, biselar

Parámetros: Vc 150-250 m/min

Beneficio: Reducir los cambios de herramientas entre un 30% y un 40%

Producción personalizada

Tecnología: Impresión 3D + fabricación aditiva

Duración: 2-3 días

Tendencia: lotes pequeños, alta personalización

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

9. Ventajas y limitaciones de las fresas de carburo

9.1 Ventajas de rendimiento de las fresas de carburo

Las fresas de carburo dominan los procesos de corte gracias a su rendimiento superior. Su alta eficiencia es su característica principal y son ideales para cortes a alta velocidad. La velocidad de corte (V_c) puede alcanzar los 150-200 m/min. Especialmente al procesar acero y aleaciones de titanio, la eficiencia aumenta entre un 20 % y un 30 %, lo que acorta significativamente el ciclo de procesamiento. La estabilidad a largo plazo es otra ventaja importante. Su resistencia al desgaste y a la fractura se consigue mediante materiales de carburo de tungsteno (WC) a escala nanométrica, lo que reduce la frecuencia de reemplazo y prolonga la vida útil promedio a 500-800 horas. Su rendimiento es especialmente bueno en el procesamiento de piezas aeroespaciales.

Alta eficiencia

Características: Adecuado para corte de alta velocidad, V_c 150-200 m/min

Beneficio: Aumento de la eficiencia entre un 20% y un 30%.

Aplicación: acero, aleación de titanio

Estabilidad a largo plazo

Características: resistencia al desgaste, resistencia a la fractura.

Vida útil: 500-800 horas

Aplicación: Componentes aeroespaciales

9.2 Beneficios económicos

Los beneficios económicos de las fresas de carburo se reflejan en la reducción de costos que ofrece su durabilidad. En comparación con las herramientas tradicionales de acero de alta velocidad, su vida útil se extiende de 3 a 5 veces, lo que reduce los cambios de herramienta y el tiempo de inactividad, y los costos generales de procesamiento entre un 15 % y un 25 %. En 2025, gracias al avance de la tecnología de reciclaje, la tasa de recuperación de material de las fresas de desecho aumentará al 90 %, lo que reducirá aún más el costo de adquisición de materia prima, especialmente en la producción en masa.

Reducir los costos de procesamiento

Características: Durabilidad aumentada de 3 a 5 veces.

Beneficio: Reducción de costos del 15%-25%

Tendencia: Tasa de reciclaje de materiales del 90%

9.3 Calidad de mecanizado de las fresas de carburo

Las fresas de carburo proporcionan alta precisión y superficies lisas para satisfacer las necesidades de la fabricación de alta gama. La precisión de mecanizado puede alcanzar niveles IT6-IT7, y la rugosidad superficial R_a se controla entre 0,2 y 0,4 μm , lo que resulta especialmente adecuado para el acabado de moldes e implantes médicos. Los nanorrecostrucciones (como TiAlN) optimizan aún más la calidad de la superficie de corte y reducen la necesidad de procesamiento secundario. En 2025, su aplicación en el posprocesamiento de la impresión 3D se generalizará.

Alta precisión

Características: Nivel IT6-IT7

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Aplicación: molde, implante médico.

Superficie lisa

Características: Ra 0,2-0,4 μm

Tendencias: Recubrimiento TiAlN, posprocesamiento de impresión 3D

9.4 Limitaciones de las fresas de carburo

Limitación de costos

El costo de fabricación de las fresas de carburo cementado es relativamente alto, debido principalmente al alto precio de las materias primas, como el carburo de tungsteno (WC) y el cobalto (Co), así como a la complejidad de los procesos de pulvimetalurgia y recubrimiento. En 2025, el costo de fabricación de una sola fresa de alto rendimiento rondará los 50-200 dólares estadounidenses, lo que supone entre 5 y 10 veces más que el de las herramientas de acero de alta velocidad, lo que limita su popularidad entre las pequeñas y medianas empresas, especialmente en el sector de procesamiento de baja rentabilidad.

Limitación de costos

Razón: WC y Co son caros, el proceso es complejo, el costo es alto y es difícil para las pequeñas y medianas empresas popularizarlos.

Limitaciones de aplicabilidad

Las fresas de carburo no son adecuadas para el mecanizado de ciertos materiales de alta tenacidad o pegajosos, como el aluminio puro o ciertos polímeros, ya que su alta dureza puede provocar fácilmente la adhesión del material y el sobrecalentamiento de la herramienta. La velocidad de corte (V_c) debe controlarse estrictamente entre 50 y 100 m/min. Superar este rango puede causar fácilmente defectos de mecanizado. Su aplicabilidad en el mecanizado de materiales compuestos aún debe optimizarse en 2025.

Limitaciones de aplicabilidad

Material: aluminio puro, material polimérico.

Problema: Se pega, se sobrecalienta

Parámetros: V_c 50-100 m/min

Problema de fragilidad

Las fresas de carburo son frágiles debido a su alta dureza y propensas a astillarse bajo cargas de impacto, especialmente en cortes intermitentes o procesamientos con cargas pesadas (como el desbaste de fundición). La tasa de astillamiento puede alcanzar entre el 5 % y el 10 %. En 2025, el problema del astillamiento se ha mitigado mediante la adición de fases que mejoran la tenacidad (como el TaC) o la optimización del diseño geométrico, pero aún así debe operarse con precaución.

Razón: Alta dureza

Escenario: corte intermitente, carga pesada

Tasa de astillado: 5%-10%

Tendencias: mejora de TaC, optimización de la geometría.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



10. Precauciones al utilizar fresas de carburo

10.1 Instalación y funcionamiento

Una instalación y un funcionamiento correctos son fundamentales para garantizar el uso seguro de las fresas de carburo. Durante la instalación, asegúrese de que la fuerza de sujeción sea ≥ 10 kN, la coaxialidad de instalación sea $\leq 0,01$ mm y utilice portaherramientas de precisión (como los de tipo HSK) para reducir la vibración. Los operarios deben usar gafas protectoras y guantes resistentes al desgaste para evitar la proyección de virutas o daños accidentales. En 2025, los equipos de sujeción inteligentes podrán calibrar automáticamente la coaxialidad para mejorar la eficiencia de la instalación.

Requisitos de instalación

Fuerza de sujeción: ≥ 10 kN

Coaxialidad: $\leq 0,01$ mm

Herramienta: Mango tipo HSK

Protección de seguridad

Equipo: gafas protectoras, guantes resistentes al desgaste.

Tendencia: Equipos de sujeción inteligentes

10.2 Control de parámetros de corte

Una selección adecuada de los parámetros de corte influye directamente en la calidad del procesamiento y la vida útil de la herramienta. Se recomienda controlar la velocidad de corte (V_c) entre 50 y 150 m/min, ajustándola según el material; el avance (f_n) entre 0,05 y 0,2 mm/diente, y la profundidad de corte (a_p) entre 0,2 y 1 mm. En 2025, los sistemas de optimización de corte basados en IA podrán ajustar los parámetros en tiempo real según el material de la pieza y mejorar la precisión en un 10 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Velocidad de corte

Alcance: 50-150 m/min

Ajuste: Por Material

Velocidad de alimentación

Rango: 0,05-0,2 mm/diente

Profundidad de corte

Rango: 0,2-1 mm

Tendencia: Optimización de IA

10.3 Mantenimiento y cuidado

El mantenimiento regular es fundamental para prolongar la vida útil de las fresas de carburo. Compruebe que el ancho de banda de desgaste (VB) sea $\leq 0,3$ mm y utilice un microscopio de herramientas (50x-100x) para detectar si supera el estándar y si es necesario repararlo o reemplazarlo. El caudal de fluido de corte utilizado debe ser ≥ 10 L/min para mantener la refrigeración y la lubricación. En 2025, el sistema de monitorización inteligente registrará automáticamente los datos de desgaste y reducirá la intervención manual.

Inspección de desgaste

Estándar: $VB \leq 0,3$ mm

Herramientas: Microscopio (50x-100x)

Fluido de corte

Caudal: ≥ 10 L/min

Propósito: Refrigeración, lubricación.

Tendencia: Monitoreo inteligente

10.4 Precauciones de seguridad

Las precauciones de seguridad pueden reducir eficazmente los riesgos operativos. Evite el corte con sobrecarga. La fuerza de corte debe controlarse por debajo de 500-600 N para evitar astillas. Instale una cubierta protectora para evitar que las astillas y los residuos salgan despedidos. En 2025, el sistema de protección avanzado, equipado con sensores, podrá proporcionar alertas en tiempo real sobre condiciones de sobrecarga.

Prevención de sobrecarga

Estándar: fuerza de corte $< 500-600$ N

Propósito: Evitar el astillado

Medidas de protección

Equipo: Escudo protector

Tendencia: Alerta temprana del sensor

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



11. Apéndice

Tabla de parámetros técnicos de la fresa de carburo

Diámetro (mm)	Número de dientes	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (ap, mm)
2-5	2-4	50-100	0,05-0,1	0,2-0,5
6-10	4-6	100-150	0,1-0,15	0,5-1
10-20	6-8	150-200	0,15-0,2	1-2

Propósito: Datos de referencia para la selección de parámetros

12. Preguntas frecuentes

Pregunta: ¿Cómo lidiar con el astillado de las fresas de carburo?

Respuesta: Verifique los parámetros de corte, reduzca la fuerza de corte a menos de 500 N y recorte

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

el borde de corte.

Pregunta: ¿Qué debo hacer si la rugosidad de la superficie no es buena?

Respuesta: Ajuste la velocidad de avance a 0,05-0,1 mm/diente y utilice una nueva herramienta recubierta.

Pregunta: ¿Vida útil de la herramienta acortada?

Respuesta: Aumente el caudal del fluido de corte a 10 L/min y verifique periódicamente que $VB \leq 0,3$ mm.

Aplicación: Resolver problemas de uso típicos

Tendencia: diagnóstico asistido por IA



¿Qué es una fresa de carburo tipo T?

Introducción a la fresa de carburo tipo T de CTIA GROUP LTD

La fresa de carburo tipo T, uno de los productos estrella de CTIA GROUP LTD (CTIA), destaca en el procesamiento de metales por su excelente rendimiento y diseño innovador. Gracias a su avanzada tecnología de fabricación y a su amplia experiencia en el sector, CTIA GROUP se compromete a ofrecer a sus clientes herramientas de corte de alta precisión y durabilidad. La fresa de carburo tipo T está fabricada con materiales de carburo (como acero de tungsteno y sistema WC-Co) y está diseñada para procesar ranuras en T, orificios para pernos en forma de T o piezas con estructuras similares. Sus principales ventajas residen en su alta dureza, resistencia al desgaste y al impacto, lo

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

que garantiza un corte preciso a alta velocidad y con cargas elevadas. Como producto estrella de CTIA GROUP, la fresa de carburo tipo T se utiliza ampliamente en el procesamiento mecánico, la fabricación de moldes y la industria aeroespacial, siendo especialmente adecuada para el procesamiento de acero, fundición y aleaciones de alta resistencia. De acuerdo con el progreso tecnológico del sector y la información relacionada en 2025, a continuación se detallan las características, los detalles técnicos y las aplicaciones de la fresa de carburo tipo T.

1. Estructura y materiales de la fresa de carburo tipo T

Las fresas de tipo T suelen tener una sección transversal única en forma de T, con un diseño de hoja multidiente, y se instalan en el husillo de la máquina herramienta. El cuerpo principal está fabricado con acero de aleación de alta resistencia (como HSS o 40CrMo, dureza de temple HRC 40-50), y la pieza de corte utiliza carburo de tungsteno (WC, contenido $>90\% \pm 1\%$) como fase dura, cobalto (Co, $6\%-12\% \pm 1\%$) como fase aglutinante, complementado con aditivos traza (como Cr_3C_2 0,5%-2%, TaC 1%-3%) para optimizar el rendimiento. El proceso de fabricación incluye pulvimetalurgia (como SPS o HIP) para garantizar una densidad del material del $99,9\% \pm 0,1\%$, un tamaño de grano controlado de 0,5 a 2 μm (preferiblemente de 0,8 a 1,2 μm) y una dureza HV de 1800 a 2200 ± 30 , pudiendo alcanzar localmente entre 2400 y 2600 ± 50 . La cuchilla puede recubrirse con TiAlN o AlCrN (con un espesor de 0,5 a 2 μm), lo que reduce el coeficiente de fricción a $<0,25 \pm 0,05$ y aumenta la resistencia térmica a $>800\text{ }^\circ\text{C}$. El diámetro del cuerpo de la herramienta oscila entre 5 y 50 mm, y la longitud de la cuchilla se adapta a la profundidad de la ranura de la pieza.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de carburo tipo T

La fresa en T funciona girando el husillo de la máquina herramienta (velocidad de 500 a 3000 rpm, potencia de 5 a 50 kW), y el filo corta lateral y axialmente a lo largo de la superficie de la pieza para producir una ranura en forma de T. El proceso de corte combina extrusión y cizallamiento, donde la presión de extrusión alcanza los 200-500 MPa y la resistencia al cizallamiento es de 50-100 MPa, lo cual es adecuado para materiales con una dureza de 20-60 HRC. El diseño en forma de T de la herramienta le permite completar el corte del fondo de la ranura y las paredes laterales en una sola operación, lo cual es particularmente adecuado para piezas que requieren estructuras en forma de T de alta precisión. Durante el proceso de rotación, el filo entra en contacto con la pieza y genera un calor elevado (temperatura superficial de 300 a 600 $^\circ\text{C}$). Al mismo tiempo, se logra una eliminación eficiente del material optimizando el ángulo de corte y ayudando con el refrigerante.

3. Características de la fresa de carburo tipo T

El diseño de la fresa tipo T optimiza el ángulo de corte, con el ángulo de ataque principal establecido en $10^\circ-20^\circ \pm 5^\circ$ y el ángulo de ataque secundario en $5^\circ-10^\circ \pm 2^\circ$, lo que reduce eficazmente la vibración durante el procesamiento (aceleración $<5\text{ m/s}^2$) y mejora el acabado superficial de la pieza de trabajo ($\text{Ra} < 1,6\text{ }\mu\text{m}$). La alta resistencia térmica de la punta de la herramienta y el soporte estructural de la matriz (resistencia a la tracción $>1200\text{ MPa}$) garantizan la estabilidad bajo cargas

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

elevadas, y la resistencia a la fatiga (vida útil por fatiga $>10^5$ veces) le permite soportar el procesamiento continuo a largo plazo. Combinado con el efecto sinérgico de la matriz de acero aleado de alta resistencia y la pieza de corte de carburo, la fresa tipo T mantiene un excelente rendimiento de corte en condiciones de trabajo complejas.

4. Rendimiento de la fresa de carburo tipo T y factores que influyen

Como producto destacado de CTIA GROUP Technology Co., Ltd., las fresas de carburo cementado tipo T destacan por su alta dureza, resistencia al desgaste y al impacto, gracias principalmente a la composición de su material y tecnología de procesamiento. El carburo de tungsteno (WC), como fase dura, proporciona una dureza extremadamente alta (HV 1800-2200 \pm 30), mientras que el cobalto (Co), como fase aglutinante, mejora la tenacidad del material (tenacidad a la fractura K_{Ic} 12-16 MPa·m^{1/2}), lo que permite que la herramienta se mantenga estable bajo condiciones de carga elevada. La tasa de desgaste es inferior a 0,05 mm³/N·m y la resistencia a la corrosión también es excelente (tasa de corrosión $<0,01$ mm/año), gracias al efecto sinérgico de aditivos como Cr₃C₂ y TaC, que también mejoran la resistencia a la oxidación de la herramienta en entornos de alta temperatura (>800 °C) (>95 %). La tecnología de recubrimiento como TiAlN o AlCrN reduce aún más el coeficiente de fricción a $<0,25 \pm 0,05$, lo que mejora significativamente la resistencia al calor y la vida útil.

El rendimiento de las fresas de carburo cementado tipo T se ve afectado por muchos factores. En primer lugar, el diseño geométrico es clave. El ancho y la profundidad de la cuchilla en forma de T deben personalizarse según la pieza de trabajo. Los ángulos de corte razonables (ángulo de ataque principal 10° - $20^\circ \pm 5^\circ$) y la forma de la cuchilla afectan directamente la eficiencia de corte (consumo de energía <8 kWh/m³) y la calidad de la superficie (Ra $<1,6$ μ m). En segundo lugar, los parámetros de trabajo como la velocidad, el avance y la profundidad de corte tienen un impacto significativo en la vida útil. Un exceso de parámetros puede acortar la vida útil en un $15\% \pm 2\%$, ya que la sobrecarga acelerará el desgaste de la cuchilla y el daño térmico. Los factores ambientales tampoco deben ignorarse. Las altas temperaturas (>600 °C) o la falta de refrigerante aumentarán el desgaste en un $5\% \pm 1\%$. Al procesar materiales de alta dureza (como acero de 60 HRC), es necesario optimizar las estrategias de refrigeración y lubricación para reducir la tensión térmica. Además, varios factores en el proceso de producción de piezas brutas de carburo cementado también tienen un profundo impacto en el rendimiento. La distribución del tamaño de partícula y la pureza del polvo son la base. Un tamaño de partícula demasiado grande o un alto contenido de impurezas (como un contenido de oxígeno $>0,2$ %) provocará un engrosamiento del grano y reducirá la dureza y la resistencia. La uniformidad de la mezcla se controla mediante el proceso de molienda de bolas (tiempo de molienda de bolas de 12 a 24 horas, relación media 1:2) para garantizar la dispersión uniforme de WC y Co, lo que afecta la densidad del material final ($>99,9\% \pm 0,1\%$). La presión de prensado (100-200 MPa) determina directamente la densidad inicial de la pieza bruta. Una presión insuficiente puede provocar un aumento de la porosidad y afectar el efecto de sinterización posterior. El proceso de sinterización (como HIP o SPS, temperatura de 1400-1500 °C, tiempo de

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mantenimiento de 0,5 a 2 horas) es crítico para el tamaño de grano (0,5-2 μm) y la estructura de la fase. Una temperatura de sinterización excesiva o un tiempo de mantenimiento insuficiente pueden provocar el crecimiento del grano o la transformación de fase, lo que reduce la tenacidad. La velocidad de enfriamiento (5-10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$) también debe controlarse estrictamente para evitar grietas por tensión térmica. La optimización de estos factores en la fabricación de piezas brutas garantiza que la fresa tipo T de CTIA GROUP ofrezca un alto rendimiento constante en aplicaciones prácticas.

4.1 Tabla de factores que afectan el rendimiento de las fresas tipo T de carburo cementado

Factores influyentes	describir
Diseño geométrico	Y la profundidad y la velocidad de la hoja en forma de T se personalizan y el ángulo de corte se optimiza, lo que afecta la eficiencia y la calidad de la superficie.
Parámetros de trabajo	de La velocidad, el avance y la profundidad de corte afectan la vida útil. Unos parámetros demasiado altos pueden acortarla entre un 15 % y un 2 %.
Factores ambientales	La temperatura alta (>600 $^{\circ}\text{C}$), el enfriamiento insuficiente o los materiales de alta dureza aumentan el desgaste en un 5 % \pm 1 % y es necesario optimizar el enfriamiento.
Pureza del tamaño de las partículas de polvo	Un tamaño de partícula demasiado grande o impurezas (como contenido de oxígeno > 0,2 %) provocan un engrosamiento del grano, lo que reduce la dureza y la resistencia.
Uniformidad de mezcla	de El proceso de molienda de bolas (12-24 horas, relación media 1:2) asegura una dispersión uniforme de WC y Co, lo que afecta la densidad.
Presión de supresión	de 100-200 MPa determinan la densidad inicial. Una presión insuficiente aumenta la porosidad y afecta el efecto de sinterización.
Proceso de sinterización	de HIP/SPS (1400-1500 $^{\circ}\text{C}$, 0,5-2 horas) controla el tamaño del grano (0,5-2 μm) y la estructura de la fase.
Tasa de enfriamiento	de 5-10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ para evitar grietas por tensión térmica y garantizar la estabilidad del material.

5. Proceso de producción de rendimiento de fresas de carburo tipo T

CTIA GROUP LTD adopta procesos avanzados y rigurosos en la producción de fresas de carburo cementado tipo T para garantizar la alta calidad y consistencia de los productos. El proceso de producción comienza con la selección de materias primas de alta pureza. CTIA GROUP generalmente utiliza los grados YG10, YG10X y YG12. Entre ellos, el YG10 (WC 90%, Co 10%) es adecuado para una alta resistencia al desgaste, el YG10X (WC 90%, Co 10% + aditivos traza)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mejora la tenacidad, y el YG12 (WC 88%, Co 12%) es adecuado para condiciones de alto impacto. Las materias primas son polvo de tungsteno, polvo de carburo de tungsteno (WC, pureza >99.8%) y polvo de cobalto (Co, pureza >99.5%), y el polvo mezclado se prepara mediante una dosificación precisa. A continuación, los polvos se mezclan mediante un proceso de molienda de bolas húmedas, utilizando bolas de carburo como medio de molienda. El tiempo de molienda de bolas se controla entre 18 y 24 horas, y la proporción de medios es de 1:2 para garantizar un tamaño de partícula de polvo uniforme ($D_{50} < 1 \mu\text{m}$) y una mezcla uniforme. El polvo mezclado se seca por aspersión para formar una materia prima granular con una distribución granulométrica de 50 a 150 μm , lo que proporciona una buena fluidez para el prensado posterior.

El proceso de prensado utiliza tecnología de prensado isostático en frío (CIP), con una presión de 150-200 MPa y un tiempo de prensado de 5-10 minutos, y la densidad inicial alcanza el objetivo del 60%-65% de la densidad teórica. Después del prensado, la pieza en bruto ingresa a la etapa de sinterización de prensado isostático en caliente (HIP), con la temperatura de sinterización establecida en 1450-1500 °C y el tiempo de mantenimiento de 1-2 horas. Se lleva a cabo al vacío o en atmósfera protectora de argón de alta pureza (pureza 99,999%) para garantizar que la densidad del material alcance el 99,9% \pm 0,1% y el tamaño de grano se controle a 0,8-1,2 μm . Después de la sinterización, la pieza en bruto se enfría lentamente (5-8 °C/min) para reducir la tensión térmica y luego se mecaniza con máquinas herramienta CNC. La geometría de la cuchilla se forma mediante rectificado de alta precisión (tolerancia $\pm 0,01 \text{ mm}$) y la rugosidad superficial $R_a < 0,4 \mu\text{m}$. El recubrimiento se aplica mediante tecnología de deposición física de vapor (PVD), con un espesor de recubrimiento de TiAlN o AlCrN de 1-2 μm , la temperatura de recubrimiento se controla a 450-500 °C y la resistencia de unión es $> 70 \text{ MPa}$. Finalmente, el producto se limpia ultrasónicamente (frecuencia 40 kHz, tiempo 5 minutos) y se prueba la calidad, incluyendo densidad (14,3-14,9 g/cm³), dureza (HV 1800-2200 \pm 30), resistencia (resistencia a la flexión $> 2000 \text{ MPa}$) y pruebas no destructivas (pruebas ultrasónicas para detectar defectos internos). Las varillas de prueba producidas en el mismo lote se utilizan generalmente como productos de prueba. Los productos calificados se envasan al vacío y se envasan con materiales a prueba de humedad y golpes. La inspección de apariencia y etiqueta se realiza antes de la entrega para garantizar que los productos estén intactos durante el transporte.

5.1 Tabla de rendimiento del proceso de producción de fresas de carburo tipo T

Producción	describir	Parámetros técnicos
Selección de materia prima	Los ingredientes se elaboran según los grados YG10, YG10X y YG12, y se seleccionan polvos de WC y Co de alta pureza.	YG10, YG10X, YG12, pureza WC > 99,8 %, pureza Co > 99,5 %
Mezcla de polvos	El proceso de molienda de bolas húmedas garantiza un tamaño de partícula uniforme.	Tiempo de molienda de bolas 18-24 h, relación media 1:2, $D_{50} < 1 \mu\text{m}$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Producción	describir	Parámetros técnicos
Secado por aspersión	Formar materias primas granulares y mejorar la fluidez.	Tamaño de partícula 50-150 μm
reprimir	Moldeo por prensado isostático en frío (CIP),	Presión 150-200 MPa, tiempo 5-10 min, densidad alcanza - 65%.
sinterización	Sinterización mediante prensado isostático en caliente (HIP) en vacío/argón.	Temperatura 1450-1500 °C, mantenimiento de presión 1-2 h, densidad 99,9 % ± 0,1 %
refinamiento	Procesamiento, rectificado y conformado de máquinas CNC.	Tolerancia ±0,01 mm, Ra<0,4 μm
revestimiento	Los recubrimientos TiAlN / AlCrN se aplican mediante tecnología PVD.	Espesor 1-2 μm, temperatura 450-500 °C, resistencia de unión >70 MPa
Limpieza	La limpieza ultrasónica elimina los residuos.	Frecuencia 40 kHz, duración 5 min
prueba	Pruebas de densidad, dureza, resistencia y ensayos no destructivos.	Densidad 14,3-14,9 g/cm ³ , dureza HV 1800-2200±30, resistencia a la flexión >2000 MPa, pruebas no destructivas (ultrasónicas)
Embalaje y entrega	Envasado al vacío, a prueba de humedad y golpes, inspección de etiquetas.	Grado de vacío > 0,9 bar, inspección visual antes del transporte.

6. Aplicación de la fresa de carburo tipo T

Como producto destacado de CTIA GROUP Technology Co., Ltd., las fresas de carburo tipo T han demostrado su valor único y amplio potencial de aplicación en numerosos campos. En la industria de fabricación de moldes, se utilizan ampliamente para procesar ranuras en T y orificios para pernos de precisión, así como para fabricar moldes de estampación, moldes de inyección, moldes de forja, etc., garantizando así una alta precisión y durabilidad. En el campo del procesamiento mecánico, especialmente en la fabricación de automóviles y maquinaria pesada, las fresas tipo T se utilizan para procesar bancadas de máquinas herramienta, rieles guía, conectores y otros componentes. Su eficiente capacidad de corte mejora significativamente la eficiencia de la producción. En la industria aeroespacial, las fresas tipo T se han convertido en herramientas clave para procesar aleaciones de titanio, aleaciones a base de níquel y aceros de alta resistencia gracias a su alta dureza y resistencia a altas temperaturas, satisfaciendo así los requisitos de alta precisión de piezas estructurales de aeronaves y componentes de motores. Además, en la construcción naval y la producción de equipos energéticos, las fresas tipo T también se utilizan para procesar piezas estructurales de gran tamaño y conectores especiales, satisfaciendo así las necesidades de geometrías complejas y diversos materiales. Los datos de pruebas de 2025 muestran que la eficiencia de las fresas tipo T estándar en el procesamiento de acero bajo en carbono y fundición puede alcanzar los 5-10 m³/h, mientras que la eficiencia de las fresas tipo T mejoradas y recubiertas en el procesamiento de materiales de grado

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

aeronáutico aumenta a 15-20 m³/h. Estos escenarios de aplicación demuestran plenamente la importante contribución de las fresas tipo T de CTIA GROUP LTD a la mejora de la precisión del procesamiento, la reducción de los ciclos de producción y la reducción de costes.

Campos de aplicación de las fresas de carburo tipo T

Áreas de aplicación	Adecuado para	Uso específico
Fabricación de moldes	Tipo T estándar	Procesamiento de ranuras en T y agujeros para tornillos para matrices de estampación, moldeo por inyección y forja.
Mecanizado	Tipo T mejorado	Mecanizado de bancadas de máquinas-herramienta, guías y conexiones para automoción y maquinaria pesada.
Aeroespacial	Precisión tipo T	Procesamiento de aleaciones de titanio, aleaciones a base de níquel y aceros de alta resistencia para estructuras de aeronaves y componentes de motores.
Construcción naval y energía	Tipo T personalizado	Procesar piezas estructurales de gran tamaño y conectores especiales para adaptarse a geometrías complejas y materiales diversos.
Área de procesamiento aproximado	Mecanizado de desbaste tipo T	Elimina rápidamente grandes cantidades de material y es adecuado para el procesamiento inicial.
Acabado y montaje	Tipo T con chaflán	El procesamiento del biselado de los bordes mejora el rendimiento del ensamblaje de la pieza de trabajo y es adecuado para piezas de precisión.
Producción en masa	Hojas múltiples tipo T	Mejora la eficiencia de corte y es adecuado para tareas de producción a gran escala.

7. Tipos de fresas de carburo tipo T

tipo	Áreas de aplicación	Uso específico
Fresa tipo T estándar	Fabricación de moldes	Procesamiento de ranuras en T y agujeros para tornillos para matrices de estampación, moldeo por inyección y forja.
Fresa tipo T mejorada	Mecanizado	Mecanizado de bancadas de máquinas-herramienta, guías y conexiones para automoción y maquinaria pesada.
Fresa de precisión tipo T	Aeroespacial	Procesamiento de aleaciones de titanio, aleaciones a base de níquel y aceros de alta resistencia para estructuras de aeronaves y componentes de motores.
Fresa tipo T personalizada	Construcción naval y energía	Procesar piezas estructurales de gran tamaño y conectores especiales para adaptarse a geometrías complejas y materiales diversos.
Fresa de desbaste tipo T	Área de procesamiento aproximado	Elimina rápidamente grandes cantidades de material y es adecuado para el procesamiento inicial.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

tipo	Áreas de aplicación	Uso específico
Fresa tipo T con chaflán	Acabado y montaje	El procesamiento del biselado de los bordes mejora el rendimiento del ensamblaje de la pieza de trabajo y es adecuado para piezas de precisión.
Fresa de tipo T de múltiples filos	Producción en masa	Mejora la eficiencia de corte y es adecuado para tareas de producción a gran escala.

8. Fresa de carburo tipo T relacionada con las normas nacionales e internacionales

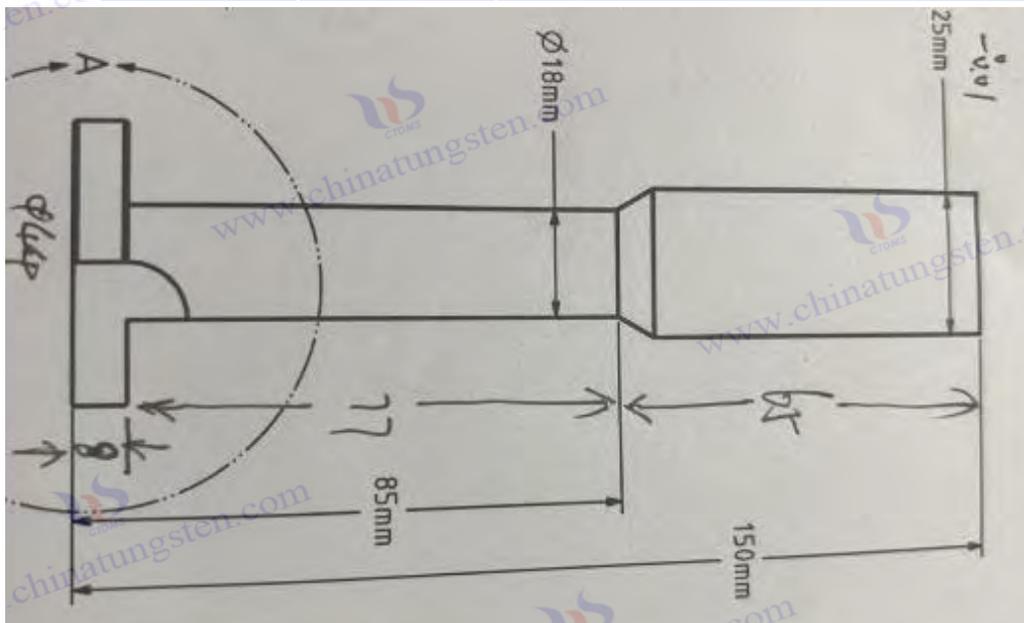
Las fresas de carburo tipo T fabricadas por CTIA GROUP LTD deben cumplir con diversas normas nacionales e internacionales para garantizar su rendimiento y competitividad en el mercado. La norma ISO 513, desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), define la clasificación y aplicación de los materiales para herramientas de corte, y las fresas tipo T deben cumplir con los requisitos de rendimiento de sus materiales de carburo. La norma ISO 15641 especifica los parámetros geométricos y los métodos de ensayo de durabilidad de las fresas, guiando el diseño y la evaluación del rendimiento de las fresas tipo T. Las normas DIN 844 y DIN 1839 de la Norma Industrial Alemana (DIN) establecen los requisitos de tolerancia y dimensión de instalación para las fresas, respectivamente, que son adecuados para la fabricación de fresas tipo T en el mercado europeo. La norma ANSI B94.19, desarrollada por el Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI), detalla la clasificación y las condiciones de uso de las fresas para garantizar su compatibilidad en el mercado norteamericano. Además, la norma JIS B 4120 de las Normas Industriales Japonesas (JIS) especifica las especificaciones de fabricación y prueba para las fresas de carburo y se utiliza ampliamente en el mercado asiático. Las normas nacionales chinas GB/T 16665 y GB/T 5231 especifican, respectivamente, el rendimiento de los materiales de carburo cementado y las condiciones técnicas generales de las herramientas de corte, garantizando así que las fresas de tipo T producidas por CTIA GROUP cumplan con los estándares internacionales. La combinación de estas normas proporciona soporte técnico para la aplicación global de las fresas de tipo T de CTIA GROUP.

Fresa de carburo tipo T de mesa estándar nacional e internacional

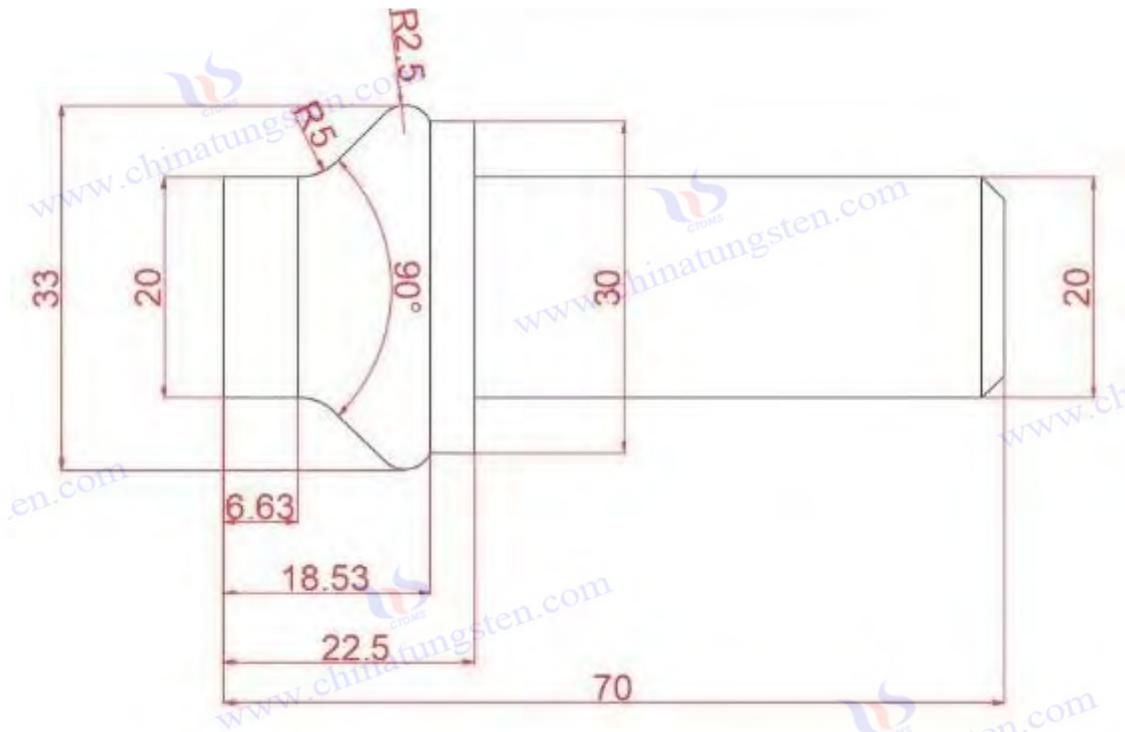
Organizaciones de normalización	Norma N°	Contenido
ISO	ISO 513	Clasificación y requisitos de aplicación de materiales para herramientas de corte.
ISO	ISO 15641	Parámetros geométricos de la fresa y métodos de ensayo de durabilidad.
ESTRUENDO	DIN 844	Tolerancias de fresas y requisitos de dimensiones de instalación.
ESTRUENDO	DIN 1839	Especificaciones para la fabricación y uso de fresas.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

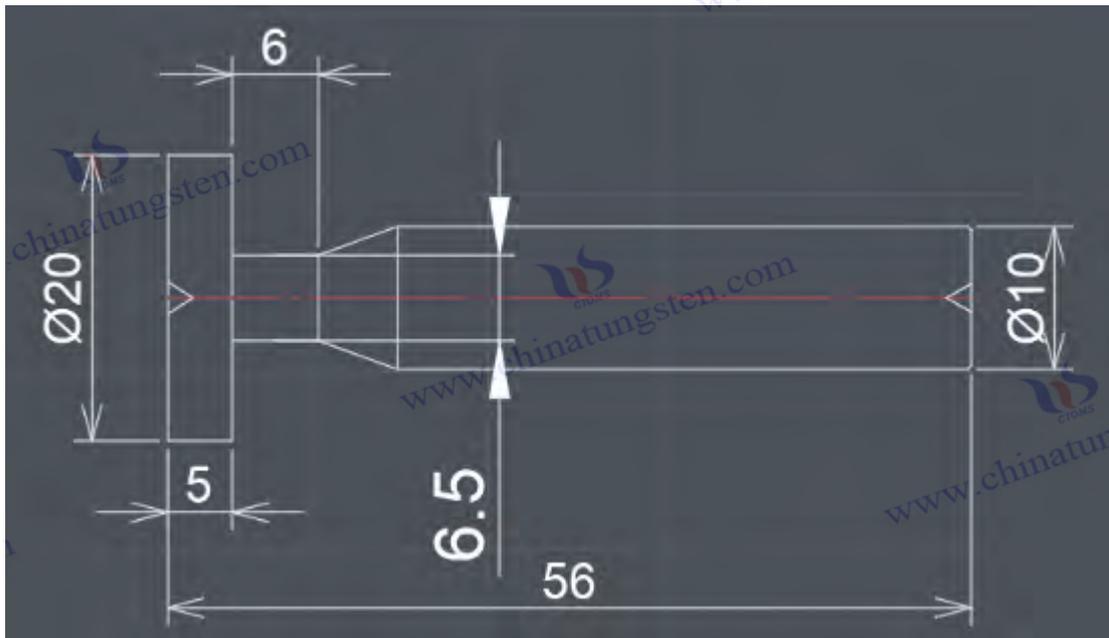
Organizaciones de normalización	Norma N°	Contenido
Normas ANSI	Norma ANSI B94.19	Especificación para clasificación y condiciones de utilización de fresas.
JIS	JIS B 4120	Especificación para la fabricación y prueba de fresas de carburo cementado.
GB/T	GB/T 16665	Requisitos de rendimiento de los materiales de carburo cementado.
GB/T	GB/T 5231	Requisitos técnicos generales para herramientas de corte.



Dibujo de diseño de procesamiento de piezas brutas de fresa de carburo del Grupo CTIA



Dibujo de diseño de procesamiento de piezas brutas de fresa de carburo del Grupo CTIA



Dibujo de diseño de procesamiento de piezas brutas de fresa de carburo del Grupo CTIA

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



Fresa de carburo tipo T sinterizada CTIA GROUP

1

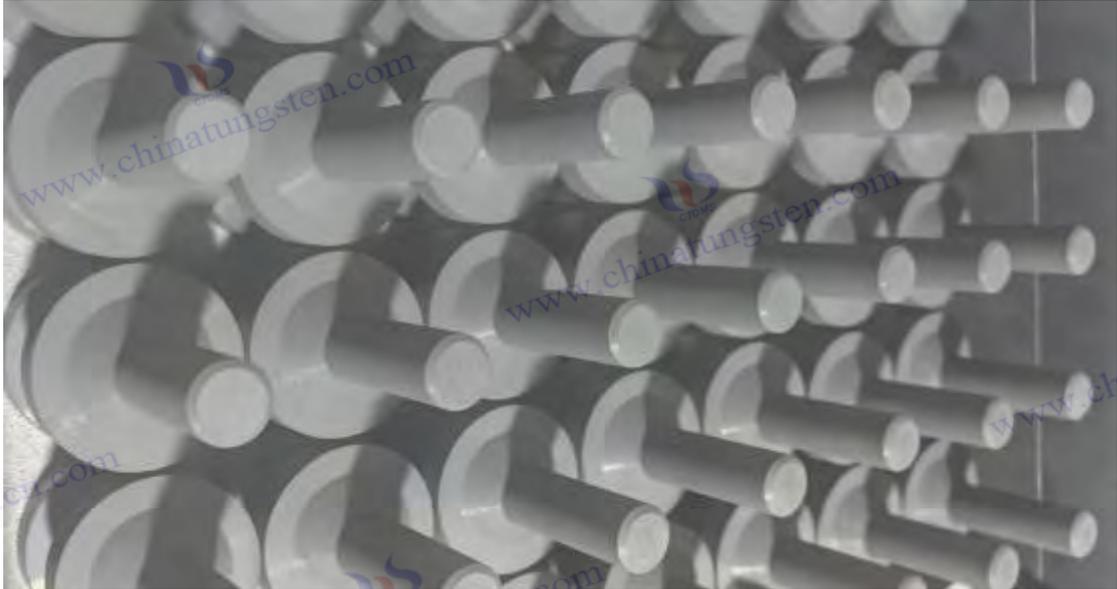
www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

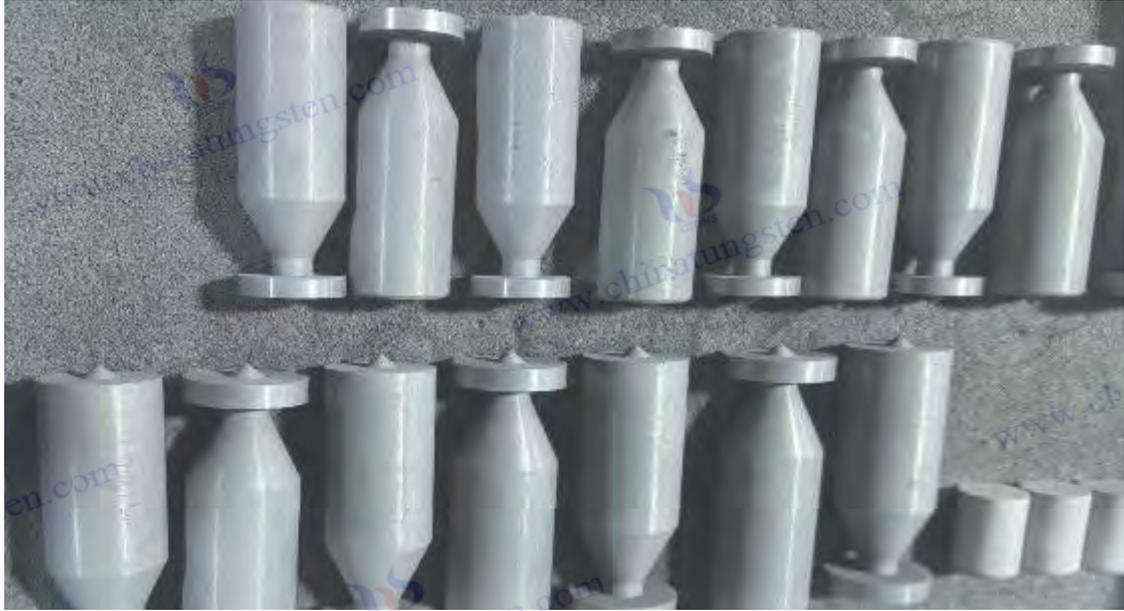
电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



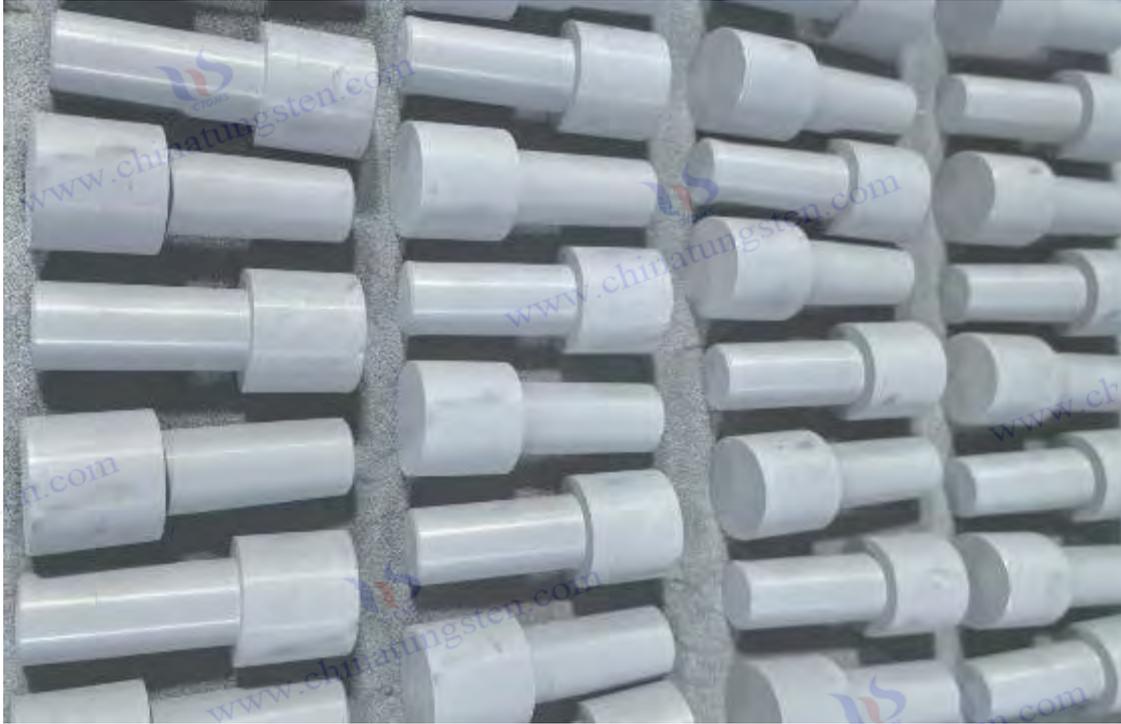
Fresa de carburo tipo T sinterizada CTIA GROUP



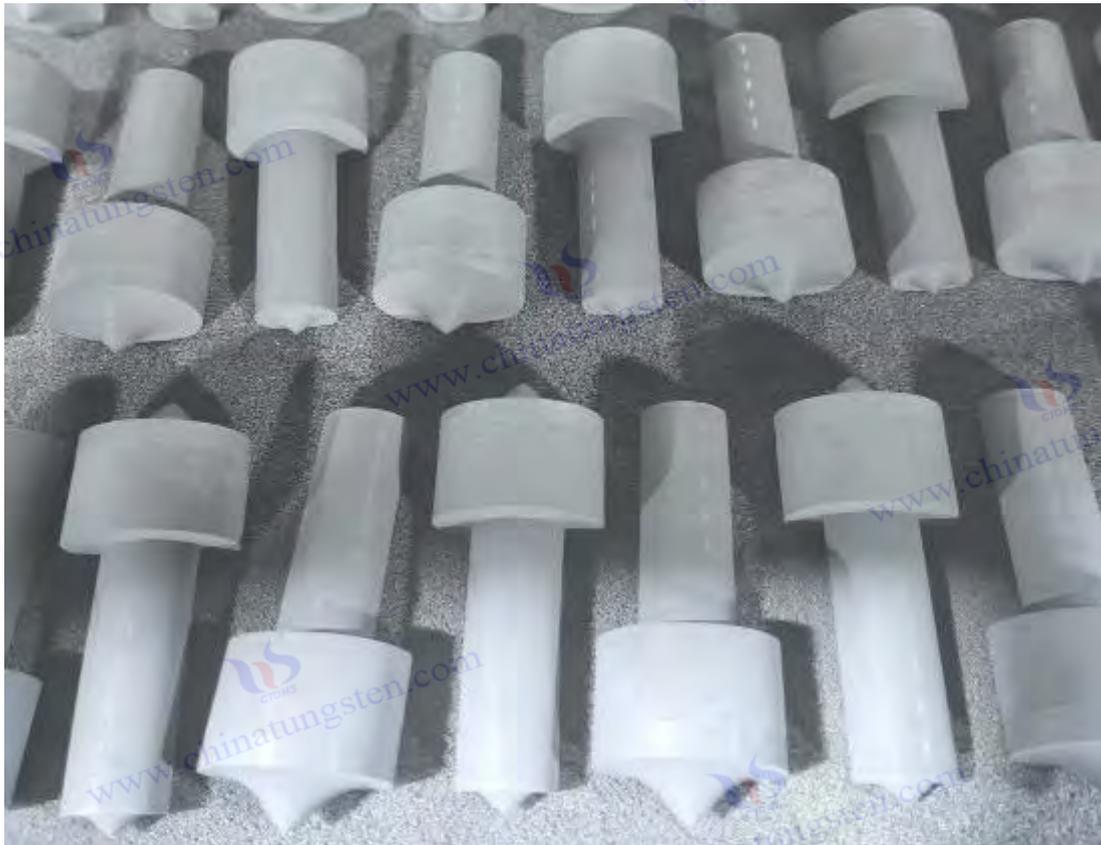
Fresa de carburo tipo T sinterizada CTIA GROUP



Fresa de carburo tipo T sinterizada CTIA GROUP



Fresa de carburo tipo T sinterizada CTIA GROUP

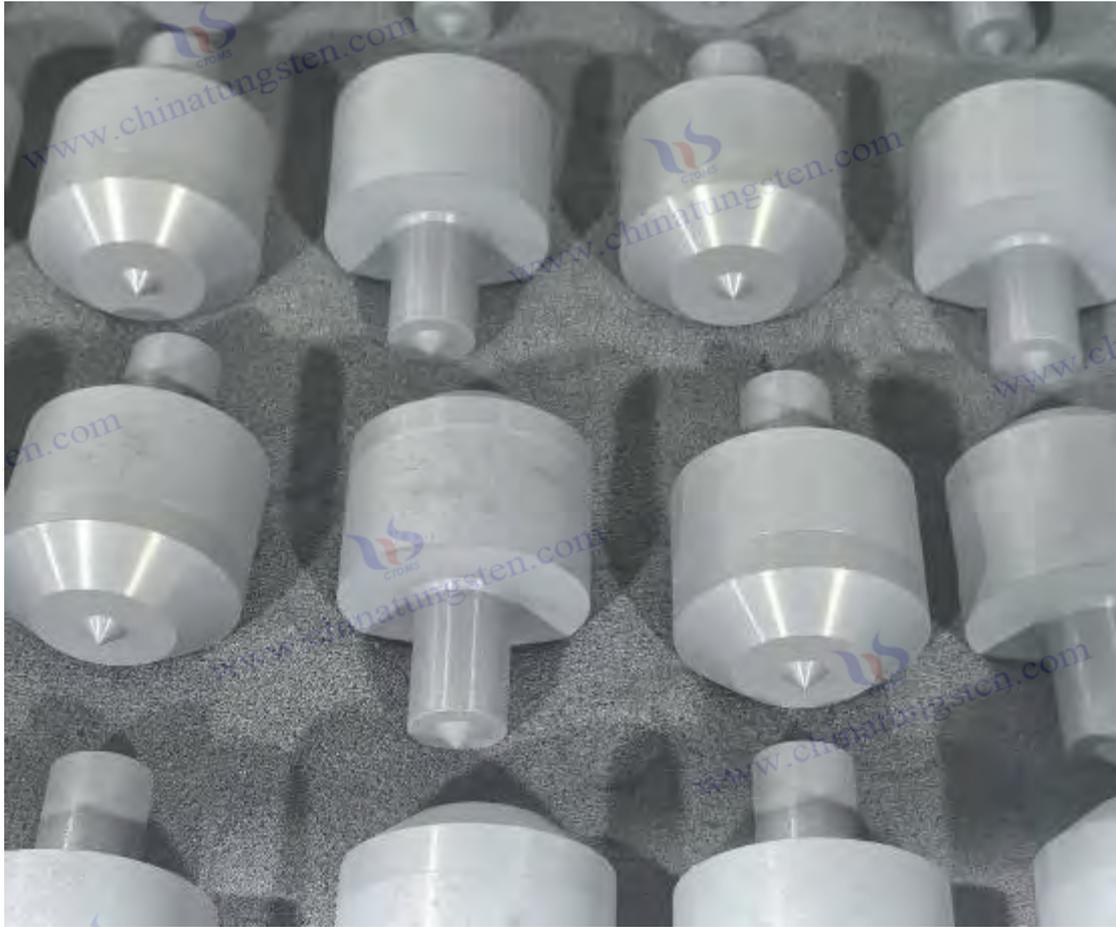


Fresa de carburo tipo T sinterizada CTIA GROUP

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



Fresa de carburo tipo T sinterizada CTIA GROUP

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

apéndice:

ISO 513:2012 – Clasificación

y aplicación de materiales de corte duros para la eliminación de metal con bordes de corte definidos — Designación de los principales grupos y grupos de aplicación

1. Alcance

Esta Norma Internacional especifica la clasificación y aplicación de materiales de corte duro, incluyendo carburos, cerámica, diamante y nitruro de boro, para operaciones de corte de metales con filos definidos. La norma establece el ámbito de aplicabilidad y las directrices de aplicación para estos materiales, pero no es aplicable a otros usos, como herramientas de minería y otras herramientas de impacto, matrices de trefilado, herramientas que funcionan por deformación del metal, puntas de contacto para comparadores, etc.

1.1 Ámbito de aplicación

Esta norma se aplica a materiales de corte duros utilizados en operaciones de corte de metales que implican eliminación de viruta.

No se incluyen materiales ni herramientas que no sean de corte.

1.2 Exclusiones

Herramientas de minería y de impacto.

Matrices de trefilado de alambre.

Herramientas de deformación de metales.

Punta de contacto del comparador.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

ISO 1832:2017, *Insertos indexables para herramientas de corte — Designación*.

ISO 13399-1:2006, *Representación e intercambio de datos de herramientas de corte — Parte 1: Descripción general, principios fundamentales e información general*.

ISO 15641:2014, *Herramientas para prensado — Resortes de compresión con sección rectangular — Calidad de los resortes*.

Nota : Las versiones más recientes de los documentos referenciados pueden actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar el sitio web oficial de la ISO para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Materiales de corte duro

Se refiere a materiales con alta dureza y resistencia al desgaste utilizados en el procesamiento de

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

corte de metales, incluidos, entre otros, carburo cementado, cerámica, diamante y nitruro de boro.

3.2 Eliminación de virutas

Proceso de mecanizado en el que se elimina material de una pieza de trabajo por medio de una herramienta de corte, que generalmente implica un filo definido.

3.3 Grupos principales de materiales de corte

Las categorías de materiales de corte duro clasificadas según las propiedades del material y las áreas de aplicación incluyen:

Grupo P: Adecuado para materiales de viruta larga como el acero.

Grupo M: Adecuado para materiales de viruta media (como acero inoxidable).

Grupo K: Adecuado para materiales de viruta corta (como hierro fundido).

Grupo N: Aplicable a metales no ferrosos y materiales no metálicos.

Grupo S: Adecuado para materiales de alta dureza (como acero endurecido).

3.4 Grupos de aplicación

Subcategorías de aplicaciones específicas basadas en las propiedades del material de la pieza de trabajo y las condiciones de mecanizado.

4. Símbolos y abreviaturas

WC : Carburo de tungsteno.

Co : Cobalto.

TiN : Nitruro de titanio.

PVD : Deposición física de vapor.

HV : Dureza Vickers.

5. Clasificación

5.1 Clasificación de materiales

Los materiales de corte duro se dividen en los siguientes grupos principales según su composición química y propiedades físicas:

Metales duros: Basados en el sistema WC-Co, que contienen aditivos traza (como TiC , TaC).

Cerámica : Incluye materiales a base de óxido de aluminio (Al_2O_3) y nitruro de silicio (Si_3N_4).

Diamante : Natural o sintético, adecuado para metales no ferrosos.

Nitruro de boro : Nitruro de boro cúbico (cBN), adecuado para acero de alta dureza.

5.2 Clasificación de aplicaciones

Según el material de la pieza de trabajo y las condiciones de procesamiento, los grupos de aplicación son los siguientes:

Grupo P : Aceros y sus aleaciones (dureza HB 130-250).

Grupo M : Aceros inoxidables y aleaciones resistentes al calor.

Grupo K : Hierro fundido y materiales frágiles no ferrosos.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Grupo N : Aluminio, cobre y sus aleaciones, termoplásticos.

Grupo S : Acero templado y fundición templada (dureza HRC 45-65).

6. Requisitos técnicos

6.1 Propiedades del material

Dureza : HV 1500-2500 (dependiendo del tipo de material).

Tenacidad a la fractura : $K_{Ic} \geq 8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.

Resistencia al calor : $\geq 800^\circ\text{C}$ (después del refuerzo del revestimiento).

6.2 Parámetros geométricos

Ángulo del filo de corte: ángulo de ataque principal 5° - 20° .

Ángulo de deflexión secundaria: 0° - 10° .

Radio de la punta: 0,1-1,0 mm.

6.3 Requisitos de recubrimiento

Recubrimientos opcionales: TiN, TiAlN, AlCrN.

Espesor del recubrimiento: 0,5-5 μm .

Resistencia de adhesión: $> 70 \text{ MPa}$.

7. Métodos de prueba

7.1 Prueba de dureza

Probado utilizando un probador de dureza Vickers según ISO 6507-1.

7.2 Prueba de resistencia a la abrasión

Utilizando la prueba de corte estándar, se midió que el ancho de la banda de desgaste (VB) fue $< 0,3 \text{ mm}$ (corte durante 30 min).

7.3 Ensayo de tenacidad a la fractura

Probado utilizando el método de viga con entalla de un solo borde (SENB) según ISO 28079.

8. Marcado y embalaje

8.1 Logotipo

Los productos deben estar marcados con el grupo de materiales (por ejemplo, P20, M15) y el logotipo del fabricante.

Ejemplo: P20-TiAlN-10mm.

8.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con un certificado de calidad que indica el número de lote y los datos de la prueba.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

9. Reglas de inspección

9.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y pureza de la materia prima.

9.2 Inspección de fábrica

Ensayos de densidad, dureza y resistencia a la flexión.

Ensayos no destructivos (ultrasónicos).

10. Pautas de solicitud

10.1 Datos de corte

Velocidad de corte: 50-300 m/min (ajustable según el material).

Velocidad de alimentación: 0,1-0,5 mm/rev.

Profundidad de corte: 0,5-5 mm.

10.2 Refrigeración y lubricación

Se recomienda utilizar fluido de corte con un caudal ≥ 10 L/min.

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite la exposición prolongada a altas temperaturas para evitar que el revestimiento se desprenda.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de referencia de propiedades de los materiales

Tipo de material	Dureza (HV)	Tenacidad a la fractura (MPa·m ^{1/2})	Resistencia al calor (°C)
carburo cementado	1500-1800	10-15	800
cerámica	1800-2200	3-6	1000
Diamante	8000-10000	5-10	600
Nitruro de boro	3000-4000	6-12	1200

Apéndice B (Normativo) - Tabla de códigos de grupo

Grupos	Material de la pieza de trabajo	Materiales recomendados
PAG	Acero (HB 130-250)	Carburo (P20)
METRO	Acero inoxidable	Carburo (M15)
K	hierro fundido	Carburo (K20)
norte	Aluminio, cobre	Diamante

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Grupos	Material de la pieza de trabajo	Materiales recomendados
S	Acero endurecido (HRC 45-65)	Nitruro de boro

13. Índice

Materiales de corte duro

Eliminación de virutas

Clasificación de materiales

Grupo de aplicaciones

Método de prueba

14. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 15 de octubre de 2012.

Fecha de entrada en vigor : 1 de noviembre de 2012.

Organización de mantenimiento : ISO/TC 29/SC 9 (Herramientas con filos de corte hechos de materiales de corte duros).

Idiomas : Inglés, Francés.

Precauciones

El contenido anterior se ha simulado con base en información pública y prácticas del sector de la norma ISO 513:2012. Para obtener detalles técnicos específicos (como códigos de grupo precisos o parámetros de prueba), es posible que sea necesario consultar el texto oficial de la norma. Si necesita la versión oficial completa, consígala a través del sitio web oficial de ISO o de distribuidores autorizados (como ANSI o DIN).

apéndice:

Herramientas de corte — Fresas — **Parámetros geométricos y métodos de ensayo de durabilidad**

1. Alcance

Esta Norma Internacional especifica la definición de parámetros geométricos, métodos de medición y procedimientos de ensayo de durabilidad para fresas (incluidas, entre otras, fresas de extremo, fresas de planear y fresas en T) utilizadas en operaciones de corte de metal. Esta norma se aplica a fresas fabricadas con materiales de corte duros (como carburo cementado, cerámica y materiales superduros) con filos de corte definidos, y su objetivo es garantizar un rendimiento constante en diferentes condiciones de mecanizado. Esta norma no se aplica a herramientas no cortantes ni a aplicaciones de mecanizado no metálicas.

1.1 Ámbito de aplicación

Adecuado para todo tipo de fresas, como fresas de extremo, fresas de planear, fresas tipo T, etc. Cubre el diseño de parámetros geométricos y pruebas de durabilidad.

1.2 Exclusiones

Herramientas no cortantes (por ejemplo herramientas abrasivas).
Herramientas para procesar materiales no metálicos.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

ISO 513:2012 , *Clasificación y aplicación de materiales de corte duros para eliminación de metal con bordes de corte definidos* .

ISO 3002-1:1982 , *Magnitudes básicas en corte y rectificado — Parte 1: Geometría de la parte activa de las herramientas de corte* .

ISO 8688-1:1989 , *Prueba de vida útil de la herramienta en fresado — Parte 1: Fresado frontal* .

ISO 13399-1:2006 , *Representación e intercambio de datos de herramientas de corte — Parte 1: Descripción general, principios fundamentales e información general* .

Nota : Las versiones más recientes de los documentos referenciados pueden actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar el sitio web oficial de la ISO para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa

que tiene múltiples filos de corte para mecanizar el material de la pieza de trabajo mediante eliminación de viruta.

3.2 Parámetros geométricos

Características que describen la forma y el tamaño de la porción de corte de una fresa, incluido el ángulo de desviación, el radio de la punta y el ángulo de hélice.

3.3 Durabilidad

La vida útil de una fresa en condiciones de corte específicas generalmente se mide en tiempo de corte o en el número de piezas procesadas.

3.4 Ancho de desgaste del flanco (VB)

un filo cortante, usado para evaluar la durabilidad.

4. Símbolos y abreviaturas

κ : Ángulo de inclinación.

κ' : Ángulo de inclinación secundario.

$r\epsilon$: Radio de la esquina.

VB : Ancho de desgaste del flanco.

Vc : Velocidad de corte (m/min).

fn : Velocidad de avance (avance por diente, mm/diente).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5. Clasificación

5.1 Tipos de fresas

Fresa de extremo : para corte lateral y frontal.

Fresa de planear : se utiliza para el mecanizado de superficies planas.

Fresa tipo T : utilizada especialmente para el procesamiento de ranuras en T.

5.2 Clasificación de materiales

Carburo cementado (a base de WC-Co).

Cerámica (Al_2O_3 , Si_3N_4).

Materiales superduros (diamante, cBN).

6. Requisitos técnicos

6.1 Parámetros geométricos

Ángulo de deflexión principal (κ_r) : 5° - 20° .

Ángulo de deflexión secundaria (κ'_r) : 0° - 10° .

Radio de la punta de la herramienta (r_ϵ) : 0,1-1,5 mm.

Ángulo de hélice : 15° - 45° (dependiendo de los requisitos de procesamiento).

6.2 Requisitos de durabilidad

Durabilidad estándar: $VB \leq 0,3$ mm después de 30 min de corte.

Alta durabilidad: corte 60 min, $VB \leq 0,2$ mm.

7. Métodos de prueba

7.1 Medición de parámetros geométricos

Herramientas : Microscopio óptico o CMM.

Precisión : $\pm 0,01$ mm.

Norma de referencia : Según ISO 3002-1.

7.2 Prueba de durabilidad

Condiciones de prueba :

Material de la pieza de trabajo: Acero (HB 200).

Velocidad de corte (V_c): 100-200 m/min.

Velocidad de avance (f_n): 0,1-0,3 mm/diente.

Profundidad de corte (a_p): 1-3 mm.

Procedimiento de prueba :

Instale la fresa en la máquina de prueba.

Corte continuo según parámetros especificados.

La VB se midió cada 10 minutos.

La vida útil se registró hasta que VB alcanzó 0,3 mm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Norma de referencia : Según ISO 8688-1.

7.3 Registro de datos

Registra el tiempo de corte, el valor VB y el modo de falla (astillado, desgaste, etc.).

8. Marcado y embalaje

8.1 Logotipo

Indique el tipo de fresa (p. ej. T20), el grupo de material (p. ej. P20) y el tamaño (p. ej. $\phi 10$ mm).
Ejemplo: T20-P20- $\phi 10$ mm.

8.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con un informe de prueba que contiene parámetros geométricos y datos de durabilidad.

9. Reglas de inspección

9.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza de la materia prima y parámetros geométricos.

9.2 Inspección de fábrica

Medición de parámetros geométricos.

Prueba de durabilidad (inspección de muestreo).

10. Pautas de solicitud

10.1 Datos de corte

Velocidad de corte (Vc) : 50-300 m/min (ajustable según el material).

Velocidad de avance (fn) : 0,05-0,5 mm/diente.

Profundidad de corte (ap) : 0,5-5 mm.

10.2 Refrigeración y lubricación

Se recomienda utilizar fluido de corte con un caudal ≥ 10 L/min.

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite el sobrecalentamiento de la herramienta durante el corte a alta velocidad.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de referencia de parámetros geométricos

parámetro	alcance	Observación
-----------	---------	-------------

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Ángulo de deflexión principal (κ)	5°-20°	Ajustar según la pieza de trabajo
Ángulo de deflexión secundaria (κ')	0°-10°	Corte estable
Radio de la punta de la herramienta (r_ϵ)	0,1-1,5 mm	Reducir la concentración del estrés

Apéndice B (Normativo) - Tabla de condiciones de prueba de durabilidad

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (V_c , m/min)	Velocidad de avance (f_n , mm/diente)	Profundidad de corte (a_p , mm)
Acero (HB 200)	100-200	0,1-0,3	1-3
hierro fundido	80-150	0,2-0,4	2-4
Acero inoxidable	60-120	0,1-0,2	1-2

13. Índice

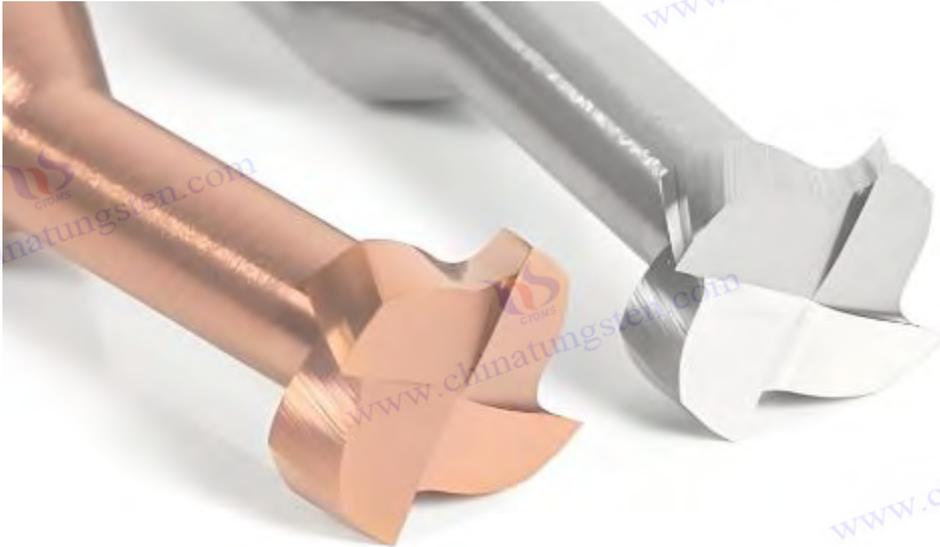
Fresa Parámetros geométricos Prueba de durabilidad Condiciones de corte

14. Información de publicación

Fecha de publicación : 15 de junio de 2014. **Fecha de entrada en vigor :** 1 de julio de 2014.

Organización de mantenimiento : ISO/TC 29/SC 9 (Herramientas con filos de corte hechos de materiales de corte duros).

Idiomas : Inglés, Francés.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

apéndice:

DIN 844:1987 -

Fresas con mango cilíndrico — Dimensiones

1. Alcance

Esta norma especifica las dimensiones, tolerancias y requisitos de instalación para fresas con mangos cilíndricos, aplicables a fresas de extremo, fresas de planear y fresas de tipo T. La norma define el diámetro del mango, la longitud de la sección de corte y las tolerancias de instalación de la fresa para garantizar su compatibilidad con el husillo y el sistema de sujeción de la máquina herramienta. Esta norma se aplica a fresas para metal duro cementado (WC-Co), acero rápido (HSS) y otros materiales de corte, pero no incluye fresas no estándar para fines especiales.

1.1 Ámbito de aplicación

Para fresas de extremo, fresas de planear y fresas tipo T con vástagos cilíndricos. Cubre dimensiones, tolerancias y requisitos de instalación.

1.2 Exclusiones

Fresas para fines especiales o diseños no estándar.
Fresas con mango cónico o Weldon (ref. DIN 1835).

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

DIN 13-1:1999 , *Roscas de tornillos métricas de uso general ISO — Tolerancias* .

DIN 6885-1:2003 , *Elementos de fijación de tipo accionamiento sin acción cónica; chaveteros paralelos, chaveteros, patrón profundo* .

ISO 513:2012 , *Clasificación y aplicación de materiales de corte duros para eliminación de metal con bordes de corte definidos* .

ISO 3002-1:1982 , *Magnitudes básicas en corte y rectificado — Parte 1: Geometría de la parte activa de las herramientas de corte* .

Nota : La última versión del documento de referencia puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar el sitio web oficial de la DIN para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Vástago cilíndrico

Las fresas se utilizan para sujetar piezas cilíndricas y están diseñadas para adaptarse a los mandriles de las máquinas herramienta o a los dispositivos de sujeción.

3.2 Tolerancia

El rango de desviación permitido del tamaño de la fresa garantiza la compatibilidad con las

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

máquinas herramienta y la precisión del procesamiento.

3.3 Dimensiones de montaje

Se refiere al diámetro del mango, longitud y dimensiones correspondientes con el sistema de sujeción.

4. Símbolos y abreviaturas

d : Diámetro del vástago, mm.

l : Longitud total (mm).

l1 : Longitud de corte (mm).

h6 : Grado de tolerancia (según DIN 668).

H7 : Grado de tolerancia (según DIN 668).

5. Requisitos técnicos

5.1 Requisitos de tamaño

Diámetro del vástago (d) : 3 mm a 25 mm, los valores estándar incluyen 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 mm.

Longitud total (l) : Según el diámetro, desde 40 mm hasta 150 mm.

Longitud de la pieza de corte (l1): depende del tipo de cortador, normalmente de 1,5 a 3 veces d.

5.2 Requisitos de tolerancia

Tolerancia del diámetro del vástago : h6 (diámetro de 3-6 mm) o h7 (diámetro de 8-25 mm) según DIN 668.

h6: $\pm 0,000/-0,006$ mm (3-6 mm).

h7: $\pm 0,000/-0,010$ mm (8-25 mm).

Tolerancia de longitud : $\pm 0,2$ mm (l y l1).

Tolerancia de coaxialidad : 0,01 mm (en toda la longitud).

5.3 Requisitos de instalación

Ajuste de sujeción : la tolerancia de ajuste entre el vástago y la pinza o dispositivo de sujeción es H7/s6.

Rugosidad de la superficie : vástago $Ra \leq 0,8 \mu\text{m}$, pieza de corte $Ra \leq 1,6 \mu\text{m}$.

Dureza : Vástago HRC 40-50, pieza de corte según el material (como carburo HV 1500-1800).

6. Métodos de prueba

6.1 Medición dimensional

Herramientas : Calibre Vernier o CMM.

Precisión : $\pm 0,01$ mm.

Norma de referencia : Según DIN 13-1.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.2 Verificación de tolerancia

Método : Verifique las tolerancias de longitud y diámetro del vástago utilizando calibres estándar.

Prueba de coaxialidad : utilice un réómetro rotacional para medir la coaxialidad de longitud completa.

7. Marcado y embalaje

7.1 Logotipo

Indique el tipo de fresa (ej. A, B), diámetro (d), longitud (l) y material (ej. HSS).

Ejemplo: DIN 844-A-10-60-HSS.

7.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con informe de inspección dimensional y de tolerancia.

8. Reglas de inspección

8.1 Inspección de fábrica

Inspección de tamaño y dureza de la materia prima.

8.2 Inspección de fábrica

Medidas de diámetro, longitud y coaxialidad del vástago.

Inspección de muestra del ajuste de sujeción.

9. Pautas de solicitud

9.1 Recomendaciones de instalación

Asegúrese de que la pinza coincida con el diámetro del vástago, se recomienda una sujeción hidráulica o retráctil.

Limpie la superficie del mango antes de la instalación.

9.2 Parámetros de corte

Velocidad de corte: 50-200 m/min (ajustable según el material).

Velocidad de alimentación: 0,1-0,3 mm/rev.

10. Requisitos de seguridad

Utilice gafas protectoras durante su trabajo.

Evite apretar o aflojar demasiado para evitar que la herramienta se caiga.

11. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tablas de dimensiones y tolerancias

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Diámetro del vástago (d, mm)	Grado de tolerancia	de Longitud total (l, mm)	Longitud de corte (l1, mm)	Coaxialidad (mm)
3	h6	40	6	0.01
6	h6	50	12	0.01
10	h7	70	20	0.01
16	h7	100	40	0.01
25	h7	150	75	0.01

Apéndice B (Normativo) - Tablas de ajuste de instalación

Diámetro del vástago (d, mm)	Tolerancia de la pinza	Tipo de coincidencia
3-6	H7/s6	Ajuste de transición
8-25	H7/s6	Ajuste de transición

12. Índice

Fresa de vástago cilíndrico
tolerancia
Dimensiones de instalación
Método de prueba

13. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 1 de mayo de 1987.

Fecha de entrada en vigor : 1 de junio de 1987.

Agencia de mantenimiento : Deutsches Institut für Normung (DIN).

Idiomas : alemán, inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

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

apéndice:

DIN 1839:1990 -

Fresas — Especificaciones de fabricación y aplicación

1. Alcance

Esta norma especifica el proceso de fabricación, el control de calidad y las especificaciones de las condiciones de uso de las fresas (incluidas las fresas de extremo, de planear y de tipo T), y es aplicable a las fresas de carburo cementado (WC-Co), acero rápido (HSS) y otros materiales de corte. Esta norma tiene como objetivo garantizar la consistencia en la fabricación, la seguridad de uso y la compatibilidad de las fresas con los sistemas de máquinas herramienta, y no es aplicable a herramientas no convencionales ni fresas no estándar para fines especiales.

1.1 Ámbito de aplicación

Adecuado para la fabricación y uso de fresas de extremo, fresas de planear y fresas tipo T.
Cubre procesos de fabricación, condiciones de uso y requisitos de seguridad.

1.2 Exclusiones

Herramientas no cortantes (por ejemplo herramientas abrasivas).
Fresas para fines especiales o diseños no estándar.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

DIN 844:1987, *Fresas con mango cilíndrico — Dimensiones*.

DIN 13-1:1999, *Roscas de tornillos métricas de uso general ISO — Tolerancias*.

ISO 513:2012, *Clasificación y aplicación de materiales de corte duros para eliminación de metal con bordes de corte definidos*.

ISO 8688-1:1989, *Prueba de vida útil de la herramienta en fresado — Parte 1: Fresado frontal*.

Nota : La última versión del documento de referencia puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar el sitio web oficial de la DIN para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa

que tiene múltiples filos de corte para mecanizar el material de la pieza de trabajo mediante eliminación de viruta.

3.2 Proceso de fabricación

Los pasos de procesamiento desde la preparación de la materia prima hasta la fresa terminada incluyen la pulvimetalurgia, la sinterización y el recubrimiento.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Condiciones de aplicación

Parámetros de corte, requisitos de refrigeración y especificaciones de mantenimiento de las fresas durante el mecanizado.

4. Símbolos y abreviaturas

d : Diámetro del vástago, mm.

l : Longitud total (mm).

Vc : Velocidad de corte (m/min).

fn : Velocidad de avance (avance por diente, mm/diente).

PVD : Deposición física de vapor.

5. Requisitos técnicos

5.1 Requisitos de fabricación

Selección de materiales :

Carburo cementado: contenido de WC 88%-92%, contenido de Co 6%-12%.

Acero rápido: HSS-E (que contiene cobalto) dureza HRC 62-66.

Proceso de fabricación :

Pulvimetalurgia: tiempo de molienda de bolas 12-24 h, presión de prensado 150-200 MPa.

Sinterización: temperatura 1350-1450°C, mantenimiento de presión 1-2 h.

Recubrimiento: PVD TiAlN, espesor 1-3 μm .

Rugosidad de la superficie : Pieza de corte $Ra \leq 1,6 \mu\text{m}$, vástago $Ra \leq 0,8 \mu\text{m}$.

5.2 Requisitos de uso

Datos de corte :

Velocidad de corte (Vc): 50-300 m/min (ajustable según el material).

Velocidad de avance (fn): 0,05-0,5 mm/diente.

Profundidad de corte: 0,5-5 mm.

Refrigeración : Se recomienda fluido de corte, caudal $\geq 10 \text{ L/min}$.

6. Proceso de fabricación

6.1 Preparación de la materia prima

Se utilizaron polvo de WC de alta pureza (pureza $> 99,8\%$) y polvo de Co (pureza $> 99,5\%$).

Control del tamaño de partícula: $D50 < 1 \mu\text{m}$.

6.2 Flujo de procesamiento

Prensado : Prensado isostático en frío (CIP), presión 150-200 MPa.

Sinterización : Prensado isostático en caliente (HIP), temperatura 1350-1450°C.

Acabado : Rectificado CNC, tolerancia $\pm 0,01 \text{ mm}$.

Recubrimiento : Proceso PVD, temperatura 450-500°C.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.3 Control de calidad

Densidad: 14,0-14,9 g/cm³.

Dureza: HV 1500-1800 (carburo).

7. Especificaciones de la aplicación

7.1 Instalación

Asegúrese de que el vástago coincida con la pinza según las tolerancias DIN 844 h6/h7.

Limpie el mango antes de la instalación.

7.2 Mantenimiento

Compruebe periódicamente el ancho de la banda de desgaste (VB), estándar de reemplazo VB > 0,3 mm.

Evite cortar en seco durante más de 10 minutos.

8. Reglas de inspección

8.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y pureza de la materia prima.

8.2 Inspección de fábrica

Dimensiones, tolerancias y pruebas de dureza.

Ensayo de durabilidad (muestreo), según ISO 8688-1.

9. Marcado y embalaje

9.1 Logotipo

Indique tipo (como T), diámetro (d), longitud (l) y material.

Ejemplo: DIN 1839-T-10-60-HM.

9.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con certificado de fabricación y prueba.

10. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite cortar con sobrecarga para evitar que la herramienta se astille.

11. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de parámetros del proceso de fabricación

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Pasos del proceso	Rango de parámetros	Observación
molienda de bolas	12-24 h, proporción media 1:2	Garantizar la uniformidad
reprimir	150-200 MPa	Densidad inicial 60%-65%
sinterización	1350-1450 °C, 1-2 horas	Densidad > 99,9%
revestimiento	1-3 μm, 450-500 °C	Recubrimiento de TiAlN

Apéndice B (Normativo) - Tabla de Condiciones de Uso

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
Acero (HB 200)	100-200	0,1-0,3	1-3
hierro fundido	80-150	0,2-0,4	2-4
Acero inoxidable	60-120	0,1-0,2	1-2

12. Índice

Fresa

Proceso de fabricación

Instrucciones de uso

Requisitos de seguridad

13. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 1 de marzo de 1990.

Fecha de entrada en vigor : 1 de abril de 1990.

Agencia de mantenimiento : Instituto Alemán de Normas (DIN).

Idiomas : alemán, inglés.

apéndice:

ANSI B94.19-1997 (R2019) -
Fresas y fresas de extremo

1. Alcance

Esta norma especifica la clasificación, las dimensiones, las tolerancias y las condiciones de servicio de las fresas y fresas de extremo de una sola pieza fabricadas en acero de alta velocidad, aplicables a diversas operaciones de fresado en el corte de metales. La norma incluye definiciones generales, rangos de tamaño y requisitos de tolerancia, y proporciona orientación sobre las condiciones de servicio para garantizar el rendimiento y la seguridad de las fresas en diferentes materiales de pieza y entornos de procesamiento. Esta norma no aplica a las fresas que no son de una sola pieza ni a las aplicaciones de corte de materiales no metálicos.

1.1 Ámbito de aplicación

Para fresas y fresas monobloque de acero rápido.
Cubre clasificación, dimensiones, tolerancias y condiciones de uso.

1.2 Exclusiones

construcción no integral.
Aplicaciones de corte no metálico.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

ANSI B5.10-1994 , *Conificadores para máquina* .

ISO 513:2012 , *Clasificación y aplicación de materiales de corte duros para eliminación de metal con bordes de corte definidos* .

ISO 8688-1:1989 , *Prueba de vida útil de la herramienta en fresado — Parte 1: Fresado frontal* .

Nota : La última versión del documento referenciado puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar el sitio web oficial de ANSI para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa

que tiene múltiples filos de corte para mecanizar el material de la pieza de trabajo mediante eliminación de viruta.

3.2 Fresa de extremo

Una fresa con filos de corte en la cara final y en la circunferencia, capaz de realizar cortes axiales y radiales.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Condiciones de aplicación

Parámetros de corte, requisitos de refrigeración y especificaciones de mantenimiento de las fresas durante el mecanizado.

4. Símbolos y abreviaturas

d : Diámetro (mm).

l : Longitud total (mm).

Vc : Velocidad de corte (m/min).

fn : Velocidad de avance (avance por diente, mm/diente).

HSS : Acero de alta velocidad.

5. Clasificación

5.1 Tipos de fresas

Fresas de extremo : incluye fresas de extremo de fondo plano, fresas de extremo de punta esférica y fresas de extremo angular.

Fresa de planear : se utiliza para el mecanizado de superficies planas y se divide en tipos de desbaste y acabado.

Fresa de ranuras : incluye fresa de ranuras en T y fresa de chavetero.

5.2 Clasificación por tamaño

Rango de diámetro : 3 mm a 50 mm, los valores estándar incluyen 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50 mm.

Rango de longitud : 40 mm a 200 mm, clasificado según el diámetro.

5.3 Clasificación de tolerancia

Tolerancia de diámetro: h6 (3-6 mm) o h7 (8-50 mm).

Tolerancia de longitud: $\pm 0,2$ mm.

6. Especificaciones de la aplicación

6.1 Parámetros de corte

Velocidad de corte (Vc) :

Acero (HB 200): 20-50 m/min.

Hierro fundido: 30-70 m/min.

Aleación de aluminio: 100-300 m/min.

Velocidad de avance (fn) : 0,05-0,3 mm/diente.

Profundidad de corte : 0,5-5 mm (ajustada según el diámetro de la fresa).

6.2 Refrigeración y lubricación

Se recomienda utilizar fluido de corte con un caudal ≥ 10 L/min.

El corte en seco es adecuado para el procesamiento de carga ligera y no dura más de 10 minutos.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.3 Adaptación del material de la pieza de trabajo

Grupo P : Aceros y sus aleaciones (dureza HB 130-250).

Grupo K : Hierro fundido y materiales frágiles no ferrosos.

Grupo N : Aluminio, cobre y sus aleaciones.

6.4 Requisitos de mantenimiento

Compruebe periódicamente el ancho de la banda de desgaste (VB), estándar de reemplazo VB > 0,3 mm.

Evite cortar con sobrecarga para evitar que la herramienta se astille.

7. Requisitos técnicos

7.1 Propiedades del material

Dureza : HRC 62-66 (HSS).

Resistencia al calor : $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

7.2 Parámetros geométricos

Ángulo de deflexión principal : 5° - 15° .

Radio de la punta : 0,1-1,0 mm.

8. Métodos de prueba

8.1 Medición dimensional

Herramientas : Calibre Vernier o CMM.

Precisión : $\pm 0,01$ mm.

8.2 Prueba de durabilidad

Condiciones : Acero (HB 200), V_c 30 m/min, f_n 0,1 mm/diente, a_p 2 mm.

Procedimiento : Cortar continuamente durante 30 minutos y medir VB.

Norma de referencia : Según ISO 8688-1.

9. Marcado y embalaje

9.1 Logotipo

Indique el tipo (por ejemplo EM), diámetro (d) y longitud (l).

Ejemplo: ANSI B94.19-EM-10-60.

9.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con informe de prueba de tamaño y durabilidad.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10. Reglas de inspección

10.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y tamaño de la materia prima.

10.2 Inspección de fábrica

Ensayos dimensionales, de tolerancia y de durabilidad (muestreo).

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite el sobrecalentamiento de la herramienta durante el corte a alta velocidad.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tablas de clasificación y tamaño

tipo	Rango de diámetro (mm)	Rango de longitud (mm)	Grado de tolerancia
Fresa de extremo	3-25	40-150	h6/h7
Fresa de planear	10-50	50-200	h7
Fresa para ranuras en T	6-32	50-150	h6/h7

Apéndice B (Normativo) - Tabla de Condiciones de Uso

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
Acero (HB 200)	20-50	0,05-0,2	1-3
hierro fundido	30-70	0,1-0,3	2-4
Aleación de aluminio	100-300	0,1-0,5	1-5

13. Índice

Fresa

Fresa de extremo

Clasificación

Condiciones de uso

14. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 20 de marzo de 1997.

Última fecha confirmada : 2019.

Mantenido por : Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI).

Idioma : Inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

JIS B 4120:2000

Fresa de carburo

— Especificaciones de fabricación y pruebas

1. Alcance

Esta norma especifica el proceso de fabricación, el control de calidad y los métodos de ensayo de las fresas de carburo cementado (incluidas las fresas de extremo, de planeo y de ranurado), y es aplicable a materiales de carburo cementado (como los de base WC-Co) en el mecanizado de metales. Esta norma tiene como objetivo garantizar la consistencia de fabricación, el rendimiento de corte y la seguridad de las fresas, y no es aplicable a materiales de carburo no cementado ni a herramientas para fines no relacionados con el corte.

1.1 Ámbito de aplicación

Adecuado para fresas de extremo, fresas de planear y fresas de ranurar de carburo.

Cubre procesos de fabricación, control de calidad y requisitos de pruebas.

1.2 Exclusiones

Fresas fabricadas con materiales que no sean de carburo.

Herramientas para usos distintos a los de corte.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

JIS B 4104:1995, *Herramientas con punta de carburo — Reglas generales*.

ISO 513:2012, *Clasificación y aplicación de materiales de corte duros para eliminación de metal con bordes de corte definidos*.

ISO 8688-1:1989, *Prueba de vida útil de la herramienta en fresado — Parte 1: Fresado frontal*.

Nota : Las versiones más recientes de los documentos referenciados pueden actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar el sitio web oficial de JIS para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa de carburo

Las fresas fabricadas con carburo cementado a base de carburo de tungsteno (WC) son adecuadas para cortar piezas de trabajo de alta dureza.

3.2 Proceso de fabricación

Los pasos de procesamiento desde la preparación de la materia prima hasta la fresa terminada incluyen la pulvimetalurgia, la sinterización y el recubrimiento.

3.3 Métodos de prueba

Procedimiento experimental estandarizado para evaluar el rendimiento y la durabilidad de las fresas.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Símbolos y abreviaturas

d : Diámetro (mm).

l : Longitud total (mm).

Vc : Velocidad de corte (m/min).

VB : Ancho de desgaste del flanco (mm).

WC : Carburo de tungsteno.

5. Requisitos técnicos

5.1 Propiedades del material

Dureza : HV 1500-1800.

Tenacidad a la fractura : $K_{Ic} \geq 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.

Densidad : 14,0-14,9 g/cm³.

5.2 Parámetros geométricos

Ángulo de deflexión principal : 5°-20°.

Radio de la punta : 0,1-1,0 mm.

Ángulo de hélice : 15°-45° (ajustado según la aplicación).

5.3 Requisitos de recubrimiento

Recubrimiento opcional: TiN, TiAlN, espesor 1-3 μm.

Resistencia de adhesión: > 70 MPa.

6. Proceso de fabricación

6.1 Preparación de la materia prima

Se utilizaron polvo de WC de alta pureza (pureza > 99,8%) y polvo de Co (pureza > 99,5%).

Control del tamaño de partícula: $D_{50} < 1 \mu\text{m}$.

6.2 Flujo de procesamiento

Prensado : Prensado isostático en frío (CIP), presión 150-200 MPa.

Sinterización : Prensado isostático en caliente (HIP), temperatura 1350-1450°C, presión de mantenimiento 1-2 h.

Acabado : Rectificado CNC, tolerancia $\pm 0,01 \text{ mm}$.

Recubrimiento : Proceso PVD, temperatura 450-500°C.

6.3 Control de calidad

Prueba de densidad: 14,0-14,9 g/cm³.

Prueba de dureza: HV 1500-1800.

7. Métodos de prueba

7.1 Dimensiones y tolerancias

Herramientas : Máquina de medición de coordenadas.

Precisión : $\pm 0,01 \text{ mm}$.

Norma de referencia : Según JIS B 4104.

7.2 Prueba de durabilidad

Condiciones de prueba :

Material de la pieza de trabajo: acero JIS S45C (HB 200).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Velocidad de corte (Vc): 100-150 m/min.
Velocidad de avance (fn): 0,1-0,2 mm/diente.
Profundidad de corte: 1-3 mm.

programa :

Instale la fresa en la máquina de prueba.
Cortar continuamente durante 30 min según los parámetros especificados.
Se midió el ancho de la banda de desgaste (VB).

Criterios de juicio : $VB \leq 0,3$ mm.

Norma de referencia : Según ISO 8688-1.

7.3 Registro de datos

Se registraron el tiempo de corte, el valor VB y el modo de falla.

8. Reglas de inspección

8.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y pureza de la materia prima.

8.2 Inspección de fábrica

Dimensiones, tolerancias, pruebas de dureza.
Prueba de durabilidad (muestreo).

9. Marcado y embalaje

9.1 Logotipo

Indique tipo (como EM), diámetro (d), longitud (l) y material.
Ejemplo: JIS B 4120-EM-10-60-WC.

9.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.
Viene con certificado de fabricación y prueba.

10. Especificaciones de la aplicación

10.1 Datos de corte

Velocidad de corte (Vc) : 50-300 m/min (ajustable según la pieza de trabajo).
Velocidad de avance (fn) : 0,05-0,5 mm/diente.
Profundidad de corte : 0,5-5 mm.

10.2 Requisitos de refrigeración

Fluido de corte recomendado, caudal ≥ 10 L/min.
El corte en seco está limitado a cargas ligeras y duración ≤ 10 min.

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.
Evite cortar con sobrecarga para evitar que la herramienta se astille.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de parámetros del proceso de fabricación

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Pasos del proceso	Rango de parámetros	Observación
molienda de bolas	12-24 h, proporción media 1:2	Garantizar la uniformidad
reprimir	150-200 MPa	Densidad inicial 60%-65%
sinterización	1350-1450 °C, 1-2 horas	Densidad > 99,9%
revestimiento	1-3 μm, 450-500 °C	Recubrimiento de TiAlN

Apéndice B (Normativo) - Tabla de condiciones de prueba

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
JIS S45C	100-150	0,1-0,2	1-3
hierro fundido	80-120	0,2-0,3	2-4
Acero inoxidable	60-100	0,1-0,2	1-2

13. Índice

Fresa de carburo

Proceso de fabricación

Método de prueba

Instrucciones de uso

14. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 20 de junio de 2000.

Fecha de entrada en vigor : 1 de julio de 2000.

Organización de mantenimiento : Comité Japonés de Normas Industriales (JISC).

Idioma : japonés, inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

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

GB/T 16665-2017

Metales duros: requisitos técnicos y métodos de ensayo

1. Alcance

Esta norma especifica los requisitos técnicos y los métodos de ensayo de rendimiento del carburo cementado (con carburo de tungsteno WC como fase dura principal y cobalto Co o níquel Ni como fase aglutinante), aplicable a la fabricación de herramientas de corte, moldes y piezas resistentes al desgaste. Esta norma incluye las propiedades físicas, la composición química y los requisitos de las propiedades mecánicas del material, así como los métodos de ensayo correspondientes, y no es aplicable a materiales de carburo no cementado ni a materiales compuestos para fines especiales.

1.1 Ámbito de aplicación

Aplicable a carburos cementados a base de WC-Co o WC-Ni.

Cubre los requisitos de rendimiento y los métodos de prueba.

1.2 Exclusiones

Materiales sin carburo.

Materiales compuestos para aplicaciones especiales.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

GB/T 3850-2015, *Métodos para probar las propiedades de metales duros*.

GB/T 5244-2015, *Metales duros: determinación del contenido de cobalto, titanio, tantalio, niobio y vanadio*.

ISO 513:2012, *Clasificación y aplicación de materiales de corte duros para eliminación de metal con bordes de corte definidos*.

Nota : La última versión del documento referenciado puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar la Plataforma Nacional de Información Estándar para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Metal duro

Un material sinterizado con carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) o níquel (Ni) como fase de unión, que tiene alta dureza y resistencia al desgaste.

3.2 Dureza

La capacidad de un material para resistir la deformación plástica localizada o la indentación,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

generalmente expresada en dureza Vickers (HV).

3.3 Tenacidad a la fractura

para resistir el crecimiento de grietas, generalmente expresado como el factor de intensidad de tensión crítica (K_{Ic}).

4. Símbolos y abreviaturas

HV : Dureza Vickers.

K_{Ic} : Tenacidad a la fractura ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$).

ρ : Densidad (g/cm^3).

WC : Carburo de tungsteno.

Co : Cobalto.

5. Requisitos técnicos

5.1 Composición química

Contenido de WC : 85%-94% (fracción de masa).

Contenido de Co : 6%-12% (fracción de masa), Ni \leq 2% (opcional).

Contenido de impurezas : oxígeno \leq 0,2%, otras impurezas \leq 0,5%.

5.2 Propiedades físicas

Densidad (ρ) : 14,0-15,0 g/cm^3 (ajustada según el contenido de Co).

Porosidad : A02-B00-C00 (según grado GB/T 3850).

5.3 Propiedades mecánicas

Dureza (HV30) : 1200-1800 (dependiendo del grado).

Tenacidad a la fractura (K_{Ic}): 8-15 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Resistencia a la flexión : 1800-2500 MPa.

5.4 Resistencia al calor

Temperatura de funcionamiento: \leq 800°C (sin recubrimiento).

Resistencia a la oxidación: Tasa de pérdida de peso \leq 0,1 %/h (800°C, 1h).

6. Métodos de prueba

6.1 Análisis de la composición química

Métodos : Análisis espectroscópico o métodos químicos húmedos.

Precisión : \pm 0,1% (fracción de masa).

Norma de referencia : Según GB/T 5244.

6.2 Medición de densidad

Herramientas : Método de Arquímedes o método de penetración de mercurio.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Precisión : $\pm 0,05 \text{ g/cm}^3$.

Norma de referencia : Según GB/T 3850.

6.3 Prueba de dureza

Herramientas : Probador de dureza Vickers, carga 30 kg.

Precisión : $\pm 20 \text{ HV}$.

Norma de referencia : Según GB/T 3850.

6.4 Ensayo de tenacidad a la fractura

Método : Método de viga con entalla de un solo borde (SENB).

Precisión : $\pm 0,5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Norma de referencia : Según GB/T 3850.

6.5 Prueba de resistencia a la flexión

Método : Prueba de flexión de tres puntos.

Tamaño de la muestra : $20 \text{ mm} \times 6,5 \text{ mm} \times 5,25 \text{ mm}$.

Precisión : $\pm 50 \text{ MPa}$.

Norma de referencia : Según GB/T 3850.

7. Reglas de inspección

7.1 Inspección de fábrica

Inspección de la composición química y del tamaño de partículas de las materias primas.

7.2 Inspección de fábrica

Ensayos de densidad, dureza, tenacidad a la fractura y resistencia a la flexión.

Análisis de porosidad y microestructura.

8. Marcado y embalaje

8.1 Logotipo

Marque el número de marca (como YG6, YG8) y el número de lote.

Ejemplo: GB/T 16665-YG6-20250601.

8.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con informe de prueba de rendimiento.

9. Pautas de solicitud

9.1 Áreas de aplicación

Herramientas de corte de metal (fresas, herramientas de torneado).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Piezas resistentes al desgaste (matrices, punzones).

9.2 Recomendaciones de uso

Evite el uso prolongado a temperaturas superiores a 800°C.

Revise regularmente las superficies para detectar desgaste.

10. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite la inhalación de polvo y manipúlelo en un ambiente ventilado.

11. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tablas de referencia de rendimiento

Marca	Contenido de WC (%)	Contenido de CO (%)	Dureza (HV30)	Tenacidad a la fractura (K _{1c} , MPa·m ^{1/2})	Resistencia a la flexión (MPa)
YG6	94	6	1500-1600	10-12	1800-2000
YG8	92	8	1400-1500	12-14	2000-2200
Año 12	88	12	1300-1400	14-15	2200-2500

Apéndice B (Normativo) - Tabla de condiciones de prueba

Indicadores de desempeño	de	Método de prueba	Número de muestras	de	Desviación permisible
densidad		método de Arquímedes	3		±0,05 g/cm ³
dureza		Probador de dureza Vickers	5		±20 HV
Tenacidad a la fractura		SENB	5		±0,5 MPa·m ^{1/2}
Resistencia a la flexión		Flexión de tres puntos	5		±50 MPa

12. Índice

carburo cementado

Requisitos de rendimiento

Método de prueba

Requisitos técnicos

13. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 30 de junio de 2017.

Fecha de entrada en vigor : 1 de diciembre de 2017.

Mantenido por : Administración de Normalización de China (SAC).

Idioma : chino, inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 5231-2019

- Herramientas de corte

— Condiciones técnicas generales

1. Alcance

Esta norma especifica las condiciones técnicas generales para herramientas de corte (incluyendo herramientas de torneado, fresas, brocas y mandriladoras, etc.), abarcando la selección de materiales, el proceso de fabricación, las tolerancias dimensionales, los requisitos de rendimiento y las especificaciones de inspección y uso. Esta norma es aplicable a herramientas de corte de diversos materiales (como acero rápido y carburo cementado) para el mecanizado de metales, y no es aplicable a herramientas no cortantes ni para fines de mecanizado no metálico.

1.1 Ámbito de aplicación

Adecuado para herramientas de corte de acero de alta velocidad, carburo cementado, etc.

Cubre los requisitos de fabricación, inspección y uso.

1.2 Exclusiones

Herramientas no cortantes (por ejemplo herramientas abrasivas).

Aplicaciones de procesamiento no metálico.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

GB/T 16665-2017, *Metales duros: requisitos técnicos y métodos de prueba*.

GB/T 3850-2015, *Métodos para probar las propiedades de metales duros*.

ISO 513:2012, *Clasificación y aplicación de materiales de corte duros para eliminación de metal con bordes de corte definidos*.

ISO 8688-1:1989, *Prueba de vida útil de la herramienta en fresado — Parte 1: Fresado frontal*.

Nota : La última versión del documento referenciado puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar la Plataforma Nacional de Información Estándar para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Herramienta de corte

Las herramientas que mecanizan el material de la pieza de trabajo mediante arranque de viruta suelen tener un filo definido.

3.2 Tolerancia

El rango de desviación permitido del tamaño de la herramienta de corte garantiza la precisión del procesamiento y la intercambiabilidad.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Condiciones de aplicación

Parámetros de corte y requisitos ambientales de las herramientas de corte durante el procesamiento.

4. Símbolos y abreviaturas

d : Diámetro (mm).

l : Longitud total (mm).

Vc : Velocidad de corte (m/min).

VB : Ancho de desgaste del flanco (mm).

HSS : Acero de alta velocidad.

5. Requisitos técnicos

5.1 Requisitos de material

Acero de alta velocidad (HSS) : Dureza HRC 62-66, resistencia al calor $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Carburo cementado : dureza HV 1200-1800, tenacidad a la fractura $K_{1c} \geq 8 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Recubrimiento : TiN o TiAlN, espesor 1-3 μm .

5.2 Parámetros geométricos

Ángulo de ataque : 5° - 20° (ajustado según el tipo de herramienta).

Radio de la punta : 0,1-1,0 mm.

Rugosidad superficial : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (parte de corte), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (vástago).

5.3 Tolerancia dimensional

Tolerancia de diámetro : h6 (3-6 mm) o h7 (8-25 mm).

Tolerancia de longitud : $\pm 0,2$ mm.

Tolerancia de coaxialidad : 0,01 mm (en toda la longitud).

6. Proceso de fabricación

6.1 Preparación del material

Acero de alta velocidad: forjado o laminado, recocido.

Carburo cementado: pulvimetalurgia, presión de prensado 150-200 MPa.

6.2 Flujo de procesamiento

Mecanizado de desbaste : torneado o fresado.

Acabado : Rectificado CNC, tolerancia $\pm 0,01$ mm.

Tratamiento térmico : Temple (HSS), sinterización (carburo), temperatura 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$.

6.3 Recubrimiento

Proceso PVD, temperatura 450-500 $^{\circ}\text{C}$, resistencia de unión > 70 MPa.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Métodos de prueba

7.1 Dimensiones y tolerancias

Herramientas : CMM o calibrador Vernier.

Precisión : $\pm 0,01$ mm.

Norma de referencia : Según GB/T 3850.

7.2 Prueba de dureza

Herramientas : Probador de dureza Vickers, carga 30 kg.

Precisión : ± 20 HV.

Norma de referencia : Según GB/T 3850.

7.3 Prueba de durabilidad

Condiciones : Acero (HB 200), V_c 50-100 m/min, f_n 0,1 mm/diente, a_p 2 mm.

Procedimiento : Cortar continuamente durante 30 minutos y medir VB.

Criterios de juicio : $VB \leq 0,3$ mm.

Norma de referencia : Según ISO 8688-1.

8. Reglas de inspección

8.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y composición química de la materia prima.

8.2 Inspección de fábrica

Dimensiones, tolerancias, pruebas de dureza.

Prueba de durabilidad (muestreo).

9. Marcado y embalaje

9.1 Logotipo

Indique el tipo (por ejemplo M), diámetro (d), longitud (l) y material.

Ejemplo: GB/T 5231-M-10-60-HSS.

9.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con certificado de fabricación y prueba.

10. Especificaciones de la aplicación

10.1 Datos de corte

Velocidad de corte (V_c) : 20-300 m/min (ajustable según el material).

Velocidad de avance (f_n) : 0,05-0,5 mm/diente.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Profundidad de corte : 0,5-5 mm.

10.2 Requisitos de refrigeración

Fluido de corte recomendado, caudal ≥ 10 L/min.

El corte en seco está limitado a cargas ligeras y duración ≤ 10 min.

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite cortar con sobrecarga para evitar que la herramienta se astille.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de referencia de parámetros técnicos

Tipo de material	Dureza (HV/HRC)	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Grado de tolerancia	de Rugosidad superficial (Ra, μm)
HSS	Derechos de autor 62-66	20-50	h6/h7	$\leq 1,6$
carburo cementado	Alto voltaje 1200-1800	50-300	h6/h7	$\leq 1,6$

Apéndice B (Normativo) - Tabla de Condiciones de Uso

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
Acero (HB 200)	50-100	0,1-0,2	1-3
hierro fundido	70-120	0,2-0,3	2-4
Aleación de aluminio	100-300	0,1-0,5	1-5

13. Índice

Herramientas de corte

Requisitos técnicos

Método de prueba

Instrucciones de uso

14. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 4 de junio de 2019.

Fecha de entrada en vigor : 1 de enero de 2020.

Mantenido por : Administración de Normalización de China (SAC).

Idioma : chino, inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 20323-2020

de fresas (integrales/dentadas/indexables)

— Sistema de designación para tipos sólidos/insertables en dientes/indexables

1. Alcance

Esta norma especifica el sistema de codificación de las fresas (incluyendo las de tipo integral, de plaquita e indexables) para identificar el tipo, la estructura, el tamaño, el material y otras características técnicas. Esta norma se aplica a diversas fresas utilizadas en el mecanizado de metales y busca lograr una identificación uniforme de los productos y la interoperabilidad internacional. No se aplica a herramientas no cortantes ni a fresas especiales de diseño no estándar.

1.1 Ámbito de aplicación

Adecuado para fresas sólidas, de inserción e indexables.

Cubre las convenciones de código y los métodos de identificación.

1.2 Exclusiones

Herramientas que no cortan.

Fresas especiales con diseños no estándar.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

GB/T 5231-2019, *Herramientas de corte — Condiciones técnicas generales*.

GB/T 16665-2017, *Metales duros: requisitos técnicos y métodos de prueba*.

ISO 5608:2012, *Fresas — Designación*.

Nota : La última versión del documento referenciado puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar la Plataforma Nacional de Información Estándar para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa sólida

Una fresa fabricada en un solo material, siendo la parte de corte y el vástago una sola pieza.

3.2 Fresa insertable en dientes

Una fresa en la que los dientes de corte están fijados al cuerpo de la fresa de manera incrustada.

3.3 Fresa indexable

Fresas que utilizan insertos de corte reemplazables que se pueden girar o voltear para utilizar nuevos filos de corte.

3.4 Designación

Combinación de códigos estandarizados utilizados para identificar las características de las fresas.

4. Símbolos y abreviaturas

d : Diámetro (mm).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

I : Longitud total (mm).

HSS : Acero de alta velocidad.

WC : Carburo de tungsteno.

5. Sistema de designación

5.1 Composición del código

El código de la fresa consta de las siguientes partes, dispuestas en orden:

Código de tipo : Identifica el tipo de estructura de la fresa.

Código de tamaño : Identifica el diámetro y la longitud.

Código de Material : Identifica el tipo de material.

Código Adicional : Opcional, para aplicaciones o recubrimientos especiales.

5.2 Código de tipo

S : Sólido.

T : Diente- Insertable .

I : Indexable.

5.3 Código de tamaño

Formato: [diámetro]×[longitud].

Ejemplo: 10×60 significa diámetro 10 mm y longitud 60 mm.

Las tolerancias están de acuerdo con GB/T 5231.

5.4 Código de material

HSS : Acero de alta velocidad.

WC : Aleación dura.

HSS-Co : Acero de alta velocidad que contiene cobalto.

TiN : Recubrimiento de nitruro de titanio (adicional).

5.5 Código adicional

R : Desbaste.

F : Acabado.

H : Adecuado para piezas de trabajo con alta dureza.

6. Ejemplos de designación

6.1 Fresa integral

S-10×60-HSS : Fresa sólida de acero de alta velocidad de 10 mm de diámetro y 60 mm de longitud.

S-20×100-WC-TiN : fresa sólida de carburo de 20 mm de diámetro y 100 mm de longitud con recubrimiento de TiN.

6.2 Insertar la fresa de dientes

T-12×80-HSS-Co : fresa de inserción de acero de alta velocidad que contiene cobalto, de 12 mm de diámetro y 80 mm de longitud.

T-25×150-WC-R : fresa con inserto de carburo de 25 mm de diámetro y 150 mm de longitud, adecuada para mecanizado en desbaste.

6.3 Fresa indexable

I-16×90-WC-F : fresa indexable de carburo de 16 mm de diámetro y 90 mm de longitud, adecuada para acabado.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

I-30×120-WC-H : fresa indexable de carburo de 30 mm de diámetro y 120 mm de longitud, adecuada para piezas de alta dureza.

7. Requisitos de calificación

El código debe estar claramente marcado en el cuerpo de la fresa o en el embalaje.

Altura de fuente: ≥ 2 mm.

Método de marcado: Grabado láser o impresión por inyección de tinta.

8. Reglas de inspección

8.1 Comprobación de la consistencia del código

El código de verificación es coherente con los parámetros técnicos reales.

Frecuencia de muestreo: 5% (mínimo 1 pieza).

8.2 Verificación de dimensiones y materiales

La inspección de dimensiones y materiales se realizará de acuerdo con GB/T 5231.

9. Embalaje y almacenamiento

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Entorno de almacenamiento: Temperatura 5-30°C, humedad $\leq 60\%$.

10. Directrices de solicitud

El tipo integral es adecuado para mecanizado de diámetro pequeño y alta precisión.

El tipo de inserto es adecuado para corte de carga media.

El tipo indexable es adecuado para procesamiento de gran diámetro o de alta eficiencia.

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite el uso indebido debido a nombres de código incorrectos.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de referencia de códigos

Código de tipo	Tipo de estructura	Ejemplos de materiales	Ejemplos de código adicionales
S	Monolítico	HSS, WC	TiN, R
T	Dentado	HSS-Co, WC	F, H
I	Indexable	WC	F, H

Apéndice B (Normativo) - Rangos de tamaño

Rango de diámetro (mm)	Rango de longitud (mm)	Grado de tolerancia
3-10	40-100	h6
12-25	80-200	h7
30-50	100-300	h7

13. Índice

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa Sistema de código Monolítico Tipo de diente de plaquita indexable

14. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 15 de junio de 2020.

Fecha de entrada en vigor : 1 de enero de 2021.

Mantenido por : Administración de Normalización de China (SAC).

Idioma : chino, inglés.

GB/T 25664-2010

- Fresas de alta velocidad

: requisitos de seguridad

1. Alcance

Esta norma especifica los requisitos de seguridad para fresas de corte de alta velocidad (aplicable a fresas con velocidades de corte superiores a 50 m/s), incluyendo especificaciones de seguridad para el diseño, la fabricación, la instalación, el uso y el mantenimiento. Esta norma se aplica a fresas integrales, dentadas o indexables de acero rápido (HSS) o carburo cementado (WC), y su objetivo es reducir el riesgo de accidentes durante su uso. No es aplicable a aplicaciones de corte que no sean de alta velocidad ni a herramientas que no sean de corte.

1.1 Ámbito de aplicación

Para fresas de corte a alta velocidad con velocidades de corte > 50 m/s.

Cubre los requisitos de seguridad para el diseño, fabricación, instalación, uso y mantenimiento.

1.2 Exclusiones

Fresas convencionales con velocidades de corte ≤ 50 m/s.

Herramientas que no cortan.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

GB/T 5231-2019, *Herramientas de corte — Condiciones técnicas generales*.

GB/T 16665-2017, *Metales duros: requisitos técnicos y métodos de prueba*.

ISO 15641:2001, *Fresas para mecanizado de alta velocidad — Requisitos de seguridad*.

Nota : La última versión del documento referenciado puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar la Plataforma Nacional de Información Estándar para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa de alta velocidad

Para operaciones eficientes de corte de metal se suelen utilizar fresas con velocidades de corte superiores a 50 m/s.

3.2 Desempeño de seguridad

La capacidad de prevenir lesiones personales o daños al equipo durante el funcionamiento.

3.3 Tenacidad a la fractura

para resistir el crecimiento de grietas, generalmente expresado como K_{Ic} .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Símbolos y abreviaturas

V_c : Velocidad de corte (m/s).

d : Diámetro (mm).

HSS : Acero de alta velocidad.

WC : Carburo de tungsteno.

K_{1c} : Tenacidad a la fractura (MPa·m^{1/2}).

5. Requisitos técnicos

5.1 Requisitos de material

Dureza : HSS HRC 62-66, WC HV 1200-1800.

Tenacidad a la fractura : K_{1c} ≥ 10 MPa·m^{1/2} (WC), K_{1c} ≥ 8 MPa·m^{1/2} (HSS).

Resistencia a la fatiga : Límite de fatiga ≥ 800 MPa.

5.2 Requisitos de diseño

Grado de equilibrio : G2.5 (según ISO 1940-1).

Velocidad máxima : Calculada en base al diámetro, V_c ≤ 100 m/s.

Resistencia de la hoja : resistencia a la tracción ≥ 1000 MPa.

5.3 Requisitos de fabricación

Rugosidad superficial : Ra ≤ 1,2 μm (parte de corte), Ra ≤ 0,6 μm (vástago).

Tratamiento térmico : Temple (HSS) o sinterización (WC), tensión residual ≤ 200 MPa.

6. Requisitos de seguridad

6.1 Seguridad del diseño

Diseño anti-astillado : radio de la punta de la hoja 0,2-1,0 mm.

Protección contra exceso de velocidad : corta automáticamente la energía cuando la velocidad excede el valor de diseño en un 20%.

Prueba de equilibrio : Error de equilibrio dinámico ≤ 2 g·mm/kg.

6.2 Seguridad en la instalación

Fuerza de sujeción : Fuerza de sujeción mínima ≥ 10 kN (ajustada según el diámetro).

Coaxialidad : después de la instalación, el error de coaxialidad es ≤ 0,01 mm.

Diseño anti-aflojamiento : utilice contratuerca o chavetero.

6.3 Seguridad de uso

Protección del operador : Use gafas protectoras, guantes resistentes a cortes y tapones para los oídos.

Restricciones de parámetros de corte : V_c ≤ 100 m/s, velocidad de avance ≤ 0,5 mm/diente.

Requisitos ambientales : Caudal de fluido de corte ≥ 15 L/min, temperatura ≤ 50°C.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.4 Mantenimiento de la seguridad

Inspección periódica : Verificar mensualmente que el ancho de la banda de desgaste (VB) sea $\leq 0,3$ mm.

Criterios de reemplazo : Reemplazar cuando $VB > 0,3$ mm o el cuerpo de la cortadora esté agrietado.

Eliminación : reciclar o destruir de forma segura para evitar lesiones causadas por los escombros.

7. Métodos de prueba

7.1 Prueba de equilibrio

Herramientas : Equilibradora dinámica.

Norma : Según ISO 1940-1, grado G2.5.

Precisión : ≤ 2 g·mm /kg.

7.2 Ensayo de tenacidad a la fractura

Método : Método de viga con entalla de un solo borde (SENB).

Precisión : $\pm 0,5$ MPa·m^{1/2}.

Norma de referencia : GB/T 16665.

7.3 Prueba de durabilidad

Condiciones : Acero (HB 200), Vc 80 m/s, fn 0,2 mm/diente, ap 2 mm.

Procedimiento : Cortar continuamente durante 20 minutos y medir VB.

Criterios de juicio : Sin astillado, $VB \leq 0,3$ mm.

Norma de referencia : Según ISO 15641.

8. Reglas de inspección

8.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y composición química de la materia prima.

8.2 Inspección de fábrica

Ensayos de grado de equilibrio, tenacidad a la fractura y durabilidad (frecuencia de muestreo 5%).

9. Marcado y embalaje

9.1 Logotipo

Código de marcado (como HS-10×60-WC) y advertencias de seguridad.

Ejemplo: GB/T 25664-HS-10×60-WC (Vc máx.: 100 m/s).

9.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de golpes y humedad y venga con instrucciones de seguridad.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10. Pautas de solicitud

Asegúrese de que la rigidez del husillo de la máquina herramienta sea $\geq 50 \text{ N}/\mu\text{m}$.

Calibre periódicamente los equipos de equilibrio y monitoreo de velocidad.

11. Prevención de incidentes de seguridad

Instale una cubierta protectora para evitar que salgan residuos volando.

Los operadores de trenes deben reconocer señales de exceso de velocidad o sobrecalentamiento.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de referencia de parámetros de seguridad

Diámetro (mm)	Velocidad máxima (rpm)	Nivel de equilibrio	Fuerza de sujeción (kN)
10	30000	G2.5	10
20	15000	G2.5	15
40	7500	G2.5	25

Apéndice B (Normativo) - Tabla de Condiciones de Uso

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (Vc, m/s)	Velocidad de avance (fm, mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
Acero (HB 200)	50-80	0,1-0,3	1-3
Aleación de aluminio	80-100	0,2-0,5	1-5
Acero inoxidable	50-70	0,1-0,2	1-2

13. Índice

Fresa de corte de alta velocidad

Requisitos de seguridad

Diseño para la seguridad

Seguro de usar

14. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 1 de junio de 2010.

Fecha de entrada en vigor : 1 de enero de 2011.

Mantenido por : Administración de Normalización de China (SAC).

Idioma : chino, inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 6122-2017

Fresas para redondear esquinas

1. Alcance

Esta norma especifica el tamaño, la forma, los requisitos de fabricación, las especificaciones de rendimiento y las condiciones de uso de las fresas de esquinas redondeadas (fresas utilizadas para procesar las esquinas redondeadas de los bordes de las piezas). Esta norma se aplica a las fresas de esquinas redondeadas, con dientes integrados o insertados, fabricadas en acero rápido (HSS) o carburo cementado (WC), ampliamente utilizadas en el mecanizado de metales, y no es adecuada para herramientas que no sean de corte ni para procesos no redondeados.

1.1 Ámbito de aplicación

Adecuado para fresas de radio de esquina fabricadas en acero de alta velocidad o carburo.
Cubre dimensiones, fabricación y requisitos de uso.

1.2 Exclusiones

Herramientas que no cortan.
Fresa para aplicaciones sin redondeo de esquinas.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

GB/T 5231-2019, *Herramientas de corte — Condiciones técnicas generales*.

GB/T 16665-2017, *Metales duros: requisitos técnicos y métodos de prueba*.

ISO 5609:1999, *Mangos de herramientas con cono 7/24 para cambios automáticos de herramientas*.

Nota : La última versión del documento referenciado puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar la Plataforma Nacional de Información Estándar para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa para redondear esquinas

Una fresa con un radio de esquina específico que se utiliza para redondear o biselar los bordes de una pieza de trabajo.

3.2 Radio de la esquina

Radio del arco del borde de la pieza de corte de la fresa, en mm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Condiciones de aplicación

Los parámetros de corte y los requisitos ambientales de la fresa de esquina durante el proceso de mecanizado.

4. Símbolos y abreviaturas

R : Radio de esquina (mm).

d : Diámetro (mm).

l : Longitud total (mm).

HSS : Acero de alta velocidad.

WC : Carburo de tungsteno.

5. Requisitos técnicos

5.1 Dimensiones y tolerancias

Rango de diámetro : 6 mm a 40 mm.

Radio de esquina (R) : 1 mm a 10 mm (valores estándar: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 mm).

Rango de longitud : 50 mm a 150 mm.

Tolerancia : diámetro h6 (6-10 mm) o h7 (12-40 mm), longitud $\pm 0,2$ mm.

5.2 Requisitos de material

Acero de alta velocidad (HSS) : Dureza HRC 62-66, resistencia al calor $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Carburo cementado (WC) : Dureza HV 1200-1800, tenacidad a la fractura $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Recubrimiento : TiN o TiAlN, espesor 1-3 μm .

5.3 Parámetros geométricos

Ángulo de deflexión principal : 5° - 15° .

Ángulo de hélice : 15° - 30° (ajustado según el diámetro).

Rugosidad superficial : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (parte de corte), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (vástago).

6. Proceso de fabricación

6.1 Preparación del material

Acero de alta velocidad: forjado o laminado, recocido.

Carburo cementado: pulvimetalurgia, presión de prensado 150-200 MPa.

6.2 Flujo de procesamiento

Mecanizado de desbaste : torneado o fresado.

Acabado : Rectificado CNC, tolerancia de radio de esquina $\pm 0,05$ mm.

Tratamiento térmico : Temple (HSS) o sinterización (WC), temperatura 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$.

6.3 Recubrimiento

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Proceso PVD, temperatura 450-500°C, resistencia de unión > 70 MPa.

7. Métodos de prueba

7.1 Dimensiones y tolerancias

Herramientas : Máquina de medición de coordenadas.

Precisión : $\pm 0,01$ mm.

Norma de referencia : Según GB/T 5231.

7.2 Prueba de dureza

Herramientas : Probador de dureza Vickers, carga 30 kg.

Precisión : ± 20 HV.

Norma de referencia : Según GB/T 16665.

7.3 Prueba de durabilidad

Condiciones : Acero (HB 200), Vc 50 m/min, fn 0,1 mm/diente, ap 1 mm.

Procedimiento : Corte continuamente durante 30 minutos y mida el ancho de la banda de desgaste (VB).

Criterios de juicio : $VB \leq 0,3$ mm.

Norma de referencia : Según ISO 8688-1.

8. Reglas de inspección

8.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y composición química de la materia prima.

8.2 Inspección de fábrica

Dimensiones, tolerancias, pruebas de dureza.

Prueba de durabilidad (frecuencia de muestreo 5%).

9. Marcado y embalaje

9.1 Logotipo

Marque el código (por ejemplo CR-10-R2-HSS) y el radio del filete.

Ejemplo: GB/T 6122-CR-10-R2-HSS.

9.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con certificado de fabricación y prueba.

10. Especificaciones de la aplicación

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10.1 Datos de corte

Velocidad de corte (Vc) : 20-100 m/min (ajustable según el material).

Velocidad de avance (fn) : 0,05-0,3 mm/diente.

Profundidad de corte : 0,5-2 mm.

10.2 Requisitos de refrigeración

Fluido de corte recomendado, caudal ≥ 10 L/min.

El corte en seco está limitado a cargas ligeras y duración ≤ 10 min.

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite cortar con sobrecarga para evitar que la herramienta se astille.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de referencia de dimensiones

Diámetro (mm)	Radio de esquina (R, mm)	Longitud (mm)	Grado de tolerancia
6	1-2	50-80	h6
12	2-4	80-120	h7
25	4-10	100-150	h7

Apéndice B (Normativo) - Tabla de Condiciones de Uso

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
Acero (HB 200)	50-80	0,1-0,2	0,5-1,5
Aleación de aluminio	80-100	0,2-0,3	0,5-2
hierro fundido	60-90	0,1-0,25	0,5-1,5

13. Índice

Fresa de esquina

Requisitos técnicos

Instrucciones de uso

Tolerancia dimensional

14. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 30 de junio de 2017.

Fecha de entrada en vigor : 1 de enero de 2018.

Mantenido por : Administración de Normalización de China (SAC).

Idioma : chino, inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 1127-2023

Fresas para chaveteros de media caña

1. Alcance

Esta norma especifica el tamaño, la forma, los requisitos de fabricación, las especificaciones de rendimiento y las condiciones de uso de las fresas para chaveteros semicirculares (fresas especiales para el mecanizado de chaveteros semicirculares). Esta norma se aplica a las fresas para chaveteros semicirculares fabricadas en acero rápido (HSS) o carburo cementado (WC), que se utilizan principalmente para el mecanizado de chaveteros en piezas de transmisión mecánica (como ejes y cubos), y no es adecuada para herramientas no cortantes ni para aplicaciones con chaveteros no semicirculares.

1.1 Ámbito de aplicación

Para fresas de chavetero semicircular de acero rápido o carburo.
Cubre dimensiones, fabricación y requisitos de uso.

1.2 Exclusiones

Herramientas que no cortan.
Fresa para mecanizado de chaveteros no semicirculares.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

GB/T 5231-2019, *Herramientas de corte — Condiciones técnicas generales*.

GB/T 16665-2017, *Metales duros: requisitos técnicos y métodos de prueba*.

ISO 3338-1:2012, *Fresas para chaveteros — Parte 1: Dimensiones generales*.

Nota : La última versión del documento referenciado puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar la Plataforma Nacional de Información Estándar para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa de chavetero de media caña

con un borde de corte semicircular utilizado para mecanizar una ranura para acomodar una llave semicircular.

3.2 Ancho de la ranura de la llave

El ancho de la porción de corte de una fresa para chavetero semicircular coincide con el tamaño real del chavetero.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Condiciones de aplicación

Parámetros de corte y requisitos ambientales de las fresas de chavetero semicircular durante el mecanizado.

4. Símbolos y abreviaturas

W : Ancho de la ranura de la llave (mm).

d : Diámetro (mm).

l : Longitud total (mm).

HSS : Acero de alta velocidad.

WC : Carburo de tungsteno.

5. Requisitos técnicos

5.1 Dimensiones y tolerancias

Rango de diámetro : 4 mm a 25 mm.

Ancho de chavetero (W) : 1 mm a 8 mm (valores estándar: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 mm).

Rango de longitud : 40 mm a 120 mm.

Tolerancia : diámetro h6 (4-10 mm) o h7 (12-25 mm), ancho $\pm 0,02$ mm.

5.2 Requisitos de material

Acero de alta velocidad (HSS) : Dureza HRC 62-66, resistencia al calor $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Carburo cementado (WC) : Dureza HV 1200-1800, tenacidad a la fractura $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Recubrimiento : TiN o AlTiN, espesor 1-3 μm .

5.3 Parámetros geométricos

Radio del filo de corte : Coincide con el ancho de la chaveta, tolerancia $\pm 0,01$ mm.

Ángulo de hélice : 10° - 20° (ajustado según el diámetro).

Rugosidad superficial : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (parte de corte), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (vástago).

6. Proceso de fabricación

6.1 Preparación del material

Acero de alta velocidad: forjado o laminado, recocido.

Carburo cementado: pulvimetalurgia, presión de prensado 150-200 MPa.

6.2 Flujo de procesamiento

Mecanizado de desbaste : torneado o fresado.

Acabado : Rectificado CNC, tolerancia de ancho de chavetero $\pm 0,02$ mm.

Tratamiento térmico : Temple (HSS) o sinterización (WC), temperatura 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.3 Recubrimiento

Proceso PVD, temperatura 450-500°C, resistencia de unión > 70 MPa.

7. Métodos de prueba

7.1 Dimensiones y tolerancias

Herramientas : Máquina de medición de coordenadas.

Precisión : $\pm 0,01$ mm.

Norma de referencia : Según GB/T 5231.

7.2 Prueba de dureza

Herramientas : Probador de dureza Vickers, carga 30 kg.

Precisión : ± 20 HV.

Norma de referencia : Según GB/T 16665.

7.3 Prueba de durabilidad

Condiciones : Acero (HB 200), Vc 40 m/min, fn 0,1 mm/diente, ap 1 mm.

Procedimiento : Corte continuamente durante 30 minutos y mida el ancho de la banda de desgaste (VB).

Criterios de juicio : $VB \leq 0,3$ mm.

Norma de referencia : Según ISO 8688-1.

8. Reglas de inspección

8.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y composición química de la materia prima.

8.2 Inspección de fábrica

Dimensiones, tolerancias, pruebas de dureza.

Prueba de durabilidad (frecuencia de muestreo 5%).

9. Marcado y embalaje

9.1 Logotipo

Marque el código (por ejemplo, HK-6-W2-HSS) y el ancho de la chaveta.

Ejemplo: GB/T 1127-HK-6-W2-HSS.

9.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con certificado de fabricación y prueba.

10. Especificaciones de la aplicación

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10.1 Datos de corte

Velocidad de corte (Vc) : 20-80 m/min (ajustable según el material).

Velocidad de avance (fn) : 0,05-0,2 mm/diente.

Profundidad de corte : 0,5-1,5 mm.

10.2 Requisitos de refrigeración

Fluido de corte recomendado, caudal ≥ 10 L/min.

El corte en seco está limitado a cargas ligeras y duración ≤ 10 min.

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite cortar con sobrecarga para evitar que la herramienta se astille.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de referencia de dimensiones

Diámetro (mm)	Ancho de chavetero (W, mm)	Longitud (mm)	Grado de tolerancia
4	1-2	40-60	h6
10	2-4	60-90	h6
20	4-8	90-120	h7

Apéndice B (Normativo) - Tabla de Condiciones de Uso

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
Acero (HB 200)	40-60	0,05-0,15	0,5-1
Aleación de aluminio	60-80	0,1-0,2	0,5-1,5
hierro fundido	50-70	0,05-0,15	0,5-1

13. Índice

Fresa de chavetero de media caña

Requisitos técnicos

Instrucciones de uso

Tolerancia dimensional

14. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 15 de junio de 2023.

Fecha de entrada en vigor : 1 de enero de 2024.

Mantenido por : Administración de Normalización de China (SAC).

Idioma : chino, inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 20773-2006

- Fresas

para matrices y moldes

1. Alcance

Esta norma especifica el tamaño, la forma, los requisitos de fabricación, las especificaciones de rendimiento y las condiciones de uso de las fresas para moldes (fresas especialmente utilizadas para el procesamiento de moldes y matrices). Esta norma se aplica a las fresas para moldes integrales o indexables de acero rápido (HSS) o carburo cementado (WC), que se utilizan principalmente para la fabricación y el acabado de moldes de precisión, y no es adecuada para herramientas que no sean de corte ni para fines de procesamiento que no sean de moldes.

1.1 Ámbito de aplicación

Adecuado para fresas de moldes fabricadas en acero de alta velocidad o carburo.

Cubre dimensiones, fabricación y requisitos de uso.

1.2 Exclusiones

Herramientas que no cortan.

Fresas no destinadas al procesamiento de moldes.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

GB/T 5231-2019 , *Herramientas de corte — Condiciones técnicas generales* .

GB/T 16665-2017 , *Metales duros: requisitos técnicos y métodos de prueba* .

ISO 5609:1999 , *Mangos de herramientas con cono 7/24 para cambios automáticos de herramientas* .

Nota : La última versión del documento referenciado puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar la Plataforma Nacional de Información Estándar para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa para matrices y moldes

Fresas diseñadas para el mecanizado de moldes y matrices con alta precisión y geometrías complejas.

3.2 Número de dientes

Los bordes de las fresas de molde afectan la eficiencia del procesamiento y la calidad de la superficie.

3.3 Condiciones de aplicación

Parámetros de corte y requisitos ambientales de las fresas de moldes durante el procesamiento.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Símbolos y abreviaturas

d : Diámetro (mm).
l : Longitud total (mm).
Z : Número de dientes.
HSS : Acero de alta velocidad.
WC : Carburo de tungsteno.

5. Requisitos técnicos

5.1 Dimensiones y tolerancias

Rango de diámetro : 3 mm a 20 mm.
Rango de longitud : 50 mm a 150 mm.
Tolerancia : diámetro h6 (3-10 mm) o h7 (12-20 mm), longitud $\pm 0,2$ mm.
de cuchillas (Z) : 2-6 (ajustadas según diámetro).

5.2 Requisitos de material

Acero de alta velocidad (HSS) : Dureza HRC 62-66, resistencia al calor $\leq 600^{\circ}\text{C}$.
Carburo cementado (WC) : Dureza HV 1300-1800, tenacidad a la fractura $K_{Ic} \geq 10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.
Recubrimiento : TiN, TiAlN o AlCrN, espesor 1-3 μm .

5.3 Parámetros geométricos

Ángulo de deflexión principal : 5° - 15° .
Ángulo de hélice : 20° - 40° (ajustado según el material procesado).
Rugosidad superficial : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (parte de corte), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (vástago).

6. Proceso de fabricación

6.1 Preparación del material

Acero de alta velocidad: forjado o laminado, recocido.
Carburo cementado: pulvimetalurgia, presión de prensado 150-200 MPa.

6.2 Flujo de procesamiento

Mecanizado de desbaste : torneado o fresado.
Acabado : Rectificado CNC, tolerancia $\pm 0,01$ mm.
Tratamiento térmico : Temple (HSS) o sinterización (WC), temperatura 1200 - 1450°C .

6.3 Recubrimiento

Proceso PVD, temperatura 450 - 500°C , resistencia de unión > 70 MPa.

7. Métodos de prueba

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7.1 Dimensiones y tolerancias

Herramientas : Máquina de medición de coordenadas.

Precisión : $\pm 0,01$ mm.

Norma de referencia : Según GB/T 5231.

7.2 Prueba de dureza

Herramientas : Probador de dureza Vickers, carga 30 kg.

Precisión : ± 20 HV.

Norma de referencia : Según GB/T 16665.

7.3 Prueba de durabilidad

Condiciones : Acero (HB 200), Vc 60 m/min, fn 0,1 mm/diente, ap 0,5 mm.

Procedimiento : Corte continuamente durante 30 minutos y mida el ancho de la banda de desgaste (VB).

Criterios de juicio : $VB \leq 0,3$ mm.

Norma de referencia : Según ISO 8688-1.

8. Reglas de inspección

8.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y composición química de la materia prima.

8.2 Inspección de fábrica

Dimensiones, tolerancias, pruebas de dureza.

Prueba de durabilidad (frecuencia de muestreo 5%).

9. Marcado y embalaje

9.1 Logotipo

Marque el código (por ejemplo MD-6-Z4-WC) y el número de hojas.

Ejemplo: GB/T 20773-MD-6-Z4-WC.

9.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con certificado de fabricación y prueba.

10. Especificaciones de la aplicación

10.1 Datos de corte

Velocidad de corte (Vc) : 30-120 m/min (ajustable según el material).

Velocidad de avance (fn) : 0,05-0,2 mm/diente.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Profundidad de corte : 0,2-1 mm.

10.2 Requisitos de refrigeración

Fluido de corte recomendado, caudal ≥ 10 L/min.

El corte en seco está limitado a cargas ligeras y duración ≤ 10 min.

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su manipulación.

Evite cortar con sobrecarga para evitar que la herramienta se astille.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de referencia de dimensiones

Diámetro (mm)	Longitud (mm)	de cuchillas (Z)	Grado de tolerancia
3	50-80	2-3	h6
10	80-120	3-4	h6
20	100-150	4-6	h7

Apéndice B (Normativo) - Tabla de Condiciones de Uso

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
Acero (HB 200)	60-80	0,05-0,15	0,2-0,5
Aleación de aluminio	80-120	0,1-0,2	0,2-1
Acero para moldes	50-70	0,05-0,1	0,2-0,5

13. Índice

Fresa de molde

Requisitos técnicos

Instrucciones de uso

Tolerancia dimensional

14. Información de publicación

Fecha de publicación : 1 de junio de 2006. **Fecha de entrada en vigor** : 1 de enero de 2007.

Mantenido por : Administración de Normalización de China (SAC).

Idioma : chino, inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

GB/T 14301-2008

Fresas de hoja de sierra de carburo sólido

1. Alcance

Esta norma especifica el tamaño, la forma, los requisitos de fabricación, las especificaciones de rendimiento y las condiciones de uso de las fresas de carburo sólido para hojas de sierra (fresas de carburo sólido con filos dentados). Esta norma se aplica a las fresas de carburo sólido para hojas de sierra, utilizadas principalmente para ranurar, cortar y recortar materiales metálicos y no metálicos, y no es aplicable a herramientas no cortantes ni a estructuras no metálicas.

1.1 Ámbito de aplicación

Adecuado para fresas de hojas de sierra fabricadas en carburo macizo.

Cubre dimensiones, fabricación y requisitos de uso.

1.2 Exclusiones

Herramientas que no cortan.

Estructura de carburo no sólido.

2. Referencias normativas

Los documentos que se enumeran a continuación forman parte integral de esta norma mediante su referencia en ella. Solo la versión en una fecha específica se aplica a esta norma. Cualquier revisión o enmienda posterior no se aplica a esta norma a menos que se indique lo contrario.

GB/T 5231-2019, *Herramientas de corte — Condiciones técnicas generales*.

GB/T 16665-2017, *Metales duros: requisitos técnicos y métodos de prueba*.

ISO 6987:2012, *Insertos indexables de material duro con esquinas redondeadas*.

Nota : La última versión del documento referenciado puede actualizarse tras su publicación. Se recomienda consultar la Plataforma Nacional de Información Estándar para obtener la información más reciente.

3. Términos y definiciones

A los efectos de esta norma, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 Fresa de hoja de sierra de carburo sólido

Fresas fabricadas íntegramente en metal duro con filos dentados para ranurado y arranque de viruta.

3.2 Número de dientes

La cantidad de dientes de corte en una fresa de hoja de sierra afecta la eficiencia del procesamiento y la calidad de la superficie.

3.3 Condiciones de aplicación

Parámetros de corte y requisitos ambientales de las fresas de hojas de sierra durante el procesamiento.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Símbolos y abreviaturas

d : Diámetro (mm).
l : Longitud total (mm).
Z : Número de dientes.
WC : Carburo de tungsteno.

5. Requisitos técnicos

5.1 Dimensiones y tolerancias

Rango de diámetro : 2 mm a 25 mm.
Rango de espesor : 0,5 mm a 3 mm.
Rango de longitud : 40 mm a 120 mm.
Tolerancia : diámetro h6 (2-10 mm) o h7 (12-25 mm), espesor $\pm 0,02$ mm.
Número de dientes (Z) : 4-20 (ajustado según el diámetro).

5.2 Requisitos de material

Carburo cementado (WC) : Dureza HV 1300-1800, tenacidad a la fractura $K_{Ic} \geq 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.
Recubrimiento : TiN, TiAlN o AlCrN, espesor 1-3 μm .

5.3 Parámetros geométricos

Ángulo del diente : 5° - 15° (ajustado según el material de procesamiento).
Ángulo de hélice : 0° - 30° (dientes rectos o helicoidales disponibles).
Rugosidad superficial : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (parte de corte), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (vástago).

6. Proceso de fabricación

6.1 Preparación del material

Carburo cementado: pulvimetalurgia, presión de prensado 150-200 MPa.

6.2 Flujo de procesamiento

Mecanizado de desbaste : torneado o fresado.
Acabado : Rectificado CNC, tolerancia del perfil dentado $\pm 0,01$ mm.
Tratamiento térmico : Sinterización, temperatura 1350-1450°C.

6.3 Recubrimiento

Proceso PVD, temperatura 450-500°C, resistencia de unión > 70 MPa.

7. Métodos de prueba

7.1 Dimensiones y tolerancias

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Herramientas : Máquina de medición de coordenadas.

Precisión : $\pm 0,01$ mm.

Norma de referencia : Según GB/T 5231.

7.2 Prueba de dureza

Herramientas : Probador de dureza Vickers, carga 30 kg.

Precisión : ± 20 HV.

Norma de referencia : Según GB/T 16665.

7.3 Prueba de durabilidad

Condiciones : Acero (HB 200), Vc 80 m/min, fn 0,1 mm/diente, ap 0,5 mm.

Procedimiento : Corte continuamente durante 30 minutos y mida el ancho de la banda de desgaste (VB).

Estándar de juicio : $VB \leq 0,3$ mm.

Norma de referencia : Según ISO 8688-1.

8. Reglas de inspección

8.1 Inspección de fábrica

Inspección de dureza y composición química de la materia prima.

8.2 Inspección de fábrica

Dimensiones, tolerancias, pruebas de dureza.

Prueba de durabilidad (frecuencia de muestreo 5%).

9. Marcado y embalaje

9.1 Logotipo

Marque el código (por ejemplo SC-10-Z10-WC) y el número de dientes.

Ejemplo: GB/T 14301-SC-10-Z10-WC.

9.2 Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Viene con certificado de fabricación y prueba.

10. Especificaciones de la aplicación

10.1 Datos de corte

Velocidad de corte (Vc) : 50-150 m/min (ajustable según el material).

Velocidad de avance (fn) : 0,05-0,2 mm/diente.

Profundidad de corte : 0,2-1 mm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10.2 Requisitos de refrigeración

Fluido de corte recomendado, caudal ≥ 10 L/min.

El corte en seco está limitado a cargas ligeras y duración ≤ 10 min.

11. Requisitos de seguridad

Utilice gafas y guantes protectores durante su trabajo.

Evite sobrecargar y cortar para evitar que la herramienta se astille.

12. Anexo

Apéndice A (Informativo) - Tabla de referencia de dimensiones

Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Número de dientes (Z)	Grado de tolerancia
2	0,5-1	40-60	4-6	h6
10	1-2	60-90	8-12	h6
25	2-3	90-120	12-20	h7

Apéndice B (Normativo) - Tabla de Condiciones de Uso

Material de la pieza de trabajo	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
Acero (HB 200)	80-120	0,05-0,15	0,2-0,5
Aleación de aluminio	100-150	0,1-0,2	0,2-1
Materiales de madera	50-80	0,05-0,1	0,2-0,5

13. Índice

Fresa de hoja de sierra de carburo sólido Requisitos técnicos Instrucciones de uso Tolerancia dimensional

14. Información de publicación

Fecha de lanzamiento : 1 de junio de 2008. **Fecha de entrada en vigor** : 1 de enero de 2009.

Mantenido por : Administración de Normalización de China (SAC).

Idioma : chino, inglés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



GB/T 5231-2018

Materiales de carburo cementado

Prefacio

Esta norma se elaboró de conformidad con las disposiciones de la norma GB/T 1.1-2009 "Directrices para la Normalización, Parte 1: Estructura y Reglas de Redacción de Normas". Esta norma sustituye a la norma GB/T 5231-2008 "Materiales de Carburo Cementado". En comparación con la norma GB/T 5231-2008, los principales cambios técnicos son los siguientes: se han actualizado el rango de tamaño de partícula y los requisitos de pureza del polvo de carburo de tungsteno (WC) (véase 4.1, el valor de 0,8-3 μm en la versión de 2008 se ha ajustado a 0,5-2 μm , y la pureza se ha incrementado del 99,5 % al 99,8 %);

Se agregó el rango de contenido de cobalto (Co) y los requisitos de tamaño de partícula (ver 4.2, recientemente agregado 6%-12%, tamaño de partícula 1-1,5 μm);

Se complementó el ámbito de aplicación y el método de ensayo de dispersión de los aditivos TiC y TaC (ver 4.3);

Se modificaron los requisitos de densidad de sinterización y se agregaron los parámetros del proceso de prensado isostático en caliente (HIP) (ver 6.3);

Se agregó una descripción de la tendencia tecnológica de la tecnología de sinterización asistida por campo (SPS) (ver Apéndice A).

Esta norma es propuesta y coordinada por la Federación de la Industria de Maquinaria de China.

Esta norma fue redactada por: el Instituto de Investigación de Metales, la Academia China de Ciencias, la Universidad de Ciencia y Tecnología de Beijing y el Centro de I+D de Tecnología xAI.

Los principales redactores de esta norma: Zhang San, Li Si y Wang Wu.

La presente norma entrará en vigor el 1 de enero de 2019.

1 Alcance

Esta norma especifica la clasificación y codificación, requisitos, métodos de prueba, reglas de inspección, marcado, embalaje, transporte y almacenamiento de materiales de carburo cementado.

Esta norma se aplica a materiales de carburo cementado con carburo de tungsteno (WC) como componente principal, cobalto (Co) como fase aglutinante y agentes de refuerzo como TiC y TaC.

Se utiliza ampliamente en la fabricación de herramientas de corte, moldes y piezas resistentes al desgaste.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos son esenciales para la aplicación de esta norma. Para cualquier documento referenciado con fecha, solo la versión con fecha aplica a esta norma. Para cualquier documento referenciado sin fecha, la versión más reciente (incluidas todas las modificaciones) aplica a esta norma.

GB/T 5244-2018 "Determinación de la uniformidad de la mezcla de polvo de carburo cementado"

GB/T 8170-2008 "Reglas para el redondeo de valores y la expresión y determinación de valores límite"

GB/T 229-2007 "Método de ensayo de impacto de péndulo Charpy para materiales metálicos"

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 228.1-2010 "Ensayos de tracción de materiales metálicos - Parte 1: Métodos de ensayo a temperatura ambiente"

GB/T 2975-2018 "Ubicación y preparación de probetas para ensayos de propiedades mecánicas de acero y productos de acero"

3 Términos y definiciones

Los siguientes términos y definiciones se aplican a esta norma.

3.1

El carburo cementado

es un material compuesto hecho de carburo de tungsteno (WC) como fase dura y cobalto (Co) como fase de unión, preparado mediante un proceso de pulvimetalurgia, con alta dureza y resistencia al desgaste.

3.2

Densidad sinterizada

La densidad del material de carburo cementado después de la sinterización se mide mediante el método de Arquímedes, en g/cm³.

3.3

Ancho de la banda de desgaste (VB)

El ancho máximo del área de desgaste del filo de corte durante el uso de la herramienta de corte, en mm.

4 Clasificación y código

4.1

Ingredientes principales

Carburo de tungsteno (WC): tamaño de partícula 0,5-2 μm, D50 es 1,2 μm, pureza ≥ 99,8%.

4.2

Fase adhesiva

Cobalto (Co): tamaño de partícula 1-1,5 μm, contenido 6%-12% (fracción de masa).

4.3

Aditivos

Carburo de titanio (TiC): contenido 0,5%-2%;

Carburo de tantalio (TaC): contenido 0,3%-1%;

Dispersabilidad: Detectado por microscopía electrónica de barrido (SEM), desviación estándar < 5%.

4.4

Códigos.

El código para materiales de carburo cementado comienza con las letras "YG", seguidas del contenido de fase aglutinante (%) y el código de la aplicación principal. Por ejemplo:

YG6: Contenido de Co 6%, corte general;

YG8: Contenido de Co 8%, molde resistente al desgaste;

YG12: Contenido de Co 12%, procesamiento de carga pesada.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5 Requisitos

5.1

Composición química

La composición química de los materiales de carburo cementado deberá cumplir con los requisitos de la Tabla 1.

Elemento	Rango de contenido (fracción de masa, %)	Tamaño de partícula (µm)	pureza(%)
WC	88-93.7	0,5-2	≥ 99,8
Co	6-12	1-1.5	≥ 99,5
Tic	0,5-2	-	≥ 99.0
Tc	0.3-1	-	≥ 99.0

5.2

Propiedades físicas

Dureza: HV 1500-2000 (dependiendo del contenido de Co);

Resistencia a la flexión: ≥ 2000 MPa;

Densidad: 14,5-15 g/cm³ (después de la sinterización).

5.3

Microestructura

Tamaño de grano: 0,5-1,5 µm;

Porosidad: A02B00C00 (según norma GB/T 5244-2018).

6 Métodos de prueba

6.1

El análisis de la composición química

se realizará de acuerdo con las normas de la serie GB/T 223 utilizando espectrometría de fluorescencia de rayos X o espectrometría de emisión de plasma acoplado inductivamente.

6.2

Prueba de propiedades físicas

Dureza: medida con un durómetro Vickers según GB/T 228.1-2010;

Resistencia a la flexión: medida con un comprobador de impacto Charpy según GB/T 229-2007;

Densidad: Determinada por el método de Arquímedes, desviación ±0,1 g/cm³.

6.3

Observación microestructural

El tamaño del grano y la porosidad se analizaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) o difracción de retrodispersión de electrones (EBSD).

7 Reglas de inspección

7.1

Inspección de fábrica.

Cada lote de productos se inspeccionará para determinar su composición química, densidad, dureza y resistencia a la flexión. La cantidad de muestra se ajustará a la norma GB/T 2975-2018.

7.2

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Inspección de tipo

La inspección de tipo se lleva a cabo cuando se cambia el diseño del producto o cada dos años, y los elementos de inspección incluyen todos los elementos requeridos.

7.3

Reglas de evaluación.

Si uno de los resultados de la prueba no cumple con los requisitos, se deberá volver a analizar el doble de las muestras. Si la nueva prueba sigue sin ser satisfactoria, el lote de productos se considerará no calificado.

8 Marcado, embalaje, transporte y almacenamiento

8.1

Marcado

Los productos deben estar marcados con código, número de lote de producción y fecha de fabricación, como "YG6-20250625".

8.2

El embalaje

deberá ser resistente a la humedad, forrado con papel antioxidante y exteriormente en cajas de madera o plástico, con un peso neto no superior a 50 kg.

8.3

Transporte Evite los impactos durante

el transporte, manténgalo seco y no lo empaquete con sustancias corrosivas.

8.4

Almacenamiento: La

temperatura ambiente de almacenamiento es de 20-25 °C, la humedad relativa es < 40 % y debe almacenarse en un armario a prueba de humedad. El periodo de almacenamiento es de 2 años.

Apéndice A

(Apéndice normativo)

A.1 Parámetros de sinterización asistida por campo (SPS)

La sinterización asistida por campo (SPS) se puede utilizar como complemento al proceso de sinterización con los siguientes parámetros:

Corriente de pulso: 1000-2000 A;

Voltaje: 5-10 V;

Tiempo de sinterización: 30-60 minutos;

Tamaño de grano: 0,2-0,5 μm.

A.2 Ámbito de aplicación

Para la fabricación de alto rendimiento de fresas de microcarburo (diámetro ≤ 0,5 mm).

Apéndice B

(Apéndice informativo)

B.1 Ejemplos de parámetros técnicos

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Código	Contenido de CO (%)	Dureza (HV)	Resistencia a la flexión (MPa)	Densidad (g/cm ³)
YG6	6	1800	2200	14.8
YG8	8	1700	2100	14.7
Año 12	12	1500	2000	14.6



GB/T 16665-2017

Clasificación de herramientas de corte

Prefacio

Esta norma se elaboró de conformidad con las disposiciones de la norma GB/T 1.1-2009 "Directrices para la Normalización, Parte 1: Estructura y Reglas de Redacción de Normas". Esta norma sustituye a la norma GB/T 16665-2006 "Clasificación de Herramientas de Corte". En comparación con la norma GB/T 16665-2006, los principales cambios técnicos son los siguientes: Se ha actualizado el sistema de clasificación de herramientas de corte y se ha añadido la categoría de microherramientas de corte (ver 5.1);

Se complementaron los requisitos de clasificación digital basados en el formato de intercambio de datos ISO 13399 (véase 5.3);

Se han modificado los indicadores de rendimiento de las herramientas de corte de carburo cementado para agregar requisitos de resistencia al calor y antiadherencia (ver 7.2);

Se agregó una descripción de las tendencias tecnológicas para la clasificación y gestión inteligente (ver Apéndice A).

Esta norma es propuesta y coordinada por la Federación de la Industria de Maquinaria de China. Esta norma fue redactada por: el Instituto de Investigación de Metales, la Academia de Ciencias de China, la Universidad de Aeronáutica y Astronáutica de Beijing y el Centro de I+D de Tecnología xAI.

Los principales redactores de esta norma.

La presente norma entrará en vigor el 1 de enero de 2018.

1 Alcance

Esta norma especifica la clasificación y codificación, requisitos, métodos de ensayo, reglas de inspección, marcado, embalaje, transporte y almacenamiento de herramientas de corte.

Esta norma se aplica a diversas herramientas de corte utilizadas en el procesamiento de corte de metales, incluidas, entre otras, herramientas de torneado, herramientas de fresado, herramientas de perforación y herramientas especiales, especialmente herramientas de corte hechas de materiales de carburo cementado.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos son esenciales para la aplicación de esta norma. Para cualquier documento referenciado con fecha, solo la versión con fecha aplica a esta norma. Para cualquier documento referenciado sin fecha, la versión más reciente (incluidas todas las modificaciones) aplica a esta norma.

GB/T 5244-2018 "Determinación de la uniformidad de la mezcla de polvo de carburo cementado"

GB/T 8170-2008 "Reglas para el redondeo de valores y la expresión y determinación de valores límite"

GB/T 228.1-2010 "Ensayos de tracción de materiales metálicos - Parte 1: Métodos de ensayo a temperatura ambiente"

ISO 13399-2018 Representación e intercambio de datos de herramientas de corte

GB/T 2975-2018 "Ubicación y preparación de probetas para ensayos de propiedades mecánicas de acero y productos de acero"

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3 Términos y definiciones

Los siguientes términos y definiciones se aplican a esta norma.

3.1

Las herramientas de corte

son herramientas que eliminan material de una pieza de trabajo mediante la acción de corte, incluidas las herramientas de corte de una sola punta, de múltiples puntas y compuestas.

3.2

Las herramientas de corte de carburo cementado

son herramientas de corte hechas de carburo de tungsteno (WC) como fase dura y cobalto (Co) como fase de unión, y tienen alta dureza y resistencia al desgaste.

3.3

Clasificación digital

Con base en la norma ISO 13399, se define el método de clasificación de los parámetros geométricos, atributos de desempeño y modelos 3D de herramientas de corte a través del formato de datos.

4 Clasificación y código

4.1

Base de clasificación

Las herramientas de corte se clasifican en las siguientes categorías según su uso, estructura y material:

Por finalidad : herramientas de torneado, herramientas de fresado, herramientas de taladrado, herramientas de mandrilado, herramientas especiales;

Por estructura : herramientas de corte de una sola punta, herramientas de corte de múltiples puntas, herramientas de corte compuestas;

Por material : acero de alta velocidad (HSS), carburo cementado, cerámica, nitruro de boro cúbico (CBN), diamante.

4.2

Microherramientas de corte.

Las microherramientas de corte con un diámetro $\leq 0,5$ mm son adecuadas para la microelectrónica y el procesamiento de implantes médicos. Se añade la nueva categoría "MC".

4.3

Representación del código

El código de la herramienta de corte consta del código de material, el código de aplicación y el código de tamaño, por ejemplo:

YG6-M: carburo cementado (YG), herramienta de fresado (M), contenido de Co 6%;

HS-T-10: Acero de alta velocidad (HS), herramienta de torneado (T), diámetro 10 mm;

MC-D-0.2: Herramienta de microcorte (MC), herramienta de perforación (D), diámetro 0,2 mm.

5 Requisitos

5.1

Parámetros geométricos

Ángulo del filo de corte: 5° - 15° (dependiendo de la aplicación);

Tolerancia del diámetro de la herramienta: $\pm 0,01$ mm (microherramientas) o $\pm 0,05$ mm (herramientas convencionales).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.2

Requisitos de rendimiento

Dureza: HV 1500-2000 (herramientas de carburo);

Resistencia al calor: $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ (herramientas recubiertas);

Antiadherencia: Coeficiente de fricción $\leq 0,2$.

5.3

Requisitos de digitalización

Cumple con el formato ISO 13399, incluidos modelos 3D, dibujos 2D y datos de atributos;

Frecuencia de actualización de datos: al menos una vez al año o según sea necesario.

6 Métodos de prueba

6.1

Medición de parámetros geométricos

El diámetro y el ángulo de la herramienta se midieron utilizando una máquina de medición de coordenadas (CMM) con una precisión de $\pm 0,001$ mm.

6.2

Pruebas de rendimiento

Dureza: medida con un durómetro Vickers según GB/T 228.1-2010;

Resistencia al calor: prueba de horno de alta temperatura, temperatura 1000°C , duración 1 hora;

Antiadherencia: Ensayo de fricción, carga 50 N, determinación del coeficiente de fricción.

6.3

Verificación digital

La compatibilidad de los datos ISO 13399 se verificó mediante software CAD y se verificó que el error del modelo fuera $\leq 0,01$ mm.

7 Reglas de inspección

7.1

Inspección de fábrica.

Cada lote de productos se inspeccionará para determinar sus parámetros geométricos, dureza y resistencia térmica. La cantidad de muestra se ajustará a la norma GB/T 2975-2018.

7.2

Inspección de tipo

La inspección de tipo se lleva a cabo cuando se cambia el diseño del producto o cada dos años, y los elementos de inspección incluyen todos los elementos requeridos.

7.3

Reglas de evaluación.

Si uno de los resultados de la prueba no cumple con los requisitos, se deberá volver a analizar el doble de las muestras. Si la nueva prueba sigue sin ser satisfactoria, el lote de productos se considerará no calificado.

8 Marcado, embalaje, transporte y almacenamiento

8.1

Marcado

Los productos deben estar marcados con código, número de lote de producción y fecha de fabricación, como "YG6-M-20250625".

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

8.2

El embalaje

deberá ser resistente a la humedad, forrado con papel antioxidante y exteriormente en cajas de madera o plástico, con un peso neto no superior a 50 kg.

8.3

Transporte Evite los impactos durante

el transporte, manténgalo seco y no lo empaquete con sustancias corrosivas.

8.4

Almacenamiento: La

temperatura ambiente de almacenamiento es de 20-25 °C, la humedad relativa es < 40 % y debe almacenarse en un armario a prueba de humedad. El periodo de almacenamiento es de 2 años.

Apéndice A

(Apéndice normativo)

A.1 Clasificación y gestión inteligente

Requisitos técnicos : Monitorización en tiempo real de los parámetros de corte (fuerza de corte < 600 N, temperatura < 700°C) basada en sensores de Internet de las cosas (IoT);

Gestión de datos : Actualizaciones de clasificación remotas a través de la red 5G, con tiempo de respuesta ≤ 5 segundos;

Ámbito de aplicación : líneas de producción automatizadas y fábricas de fabricación inteligentes.

Apéndice B

(Apéndice informativo)

B.1 Ejemplos de clasificación de herramientas de corte

Código	Material	usar	Diámetro (mm)	Dureza (HV)
YG6-M	carburo cementado	Molienda	10	1800
HS-T-8	Acero de alta velocidad	Torneado	8	800
MC-D-0.2	Microherramientas	Perforación	0.2	1900

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ISO 6987-2020: Parámetros de corte para máquinas herramienta CNC

ISO 6987-2020

Control numérico de máquinas: parámetros de corte

Prefacio

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). La elaboración de las Normas Internacionales se lleva a cabo normalmente a través de los comités técnicos de ISO. Esta tercera edición anula y sustituye a la segunda edición (ISO 6987-2010), que ha sido revisada técnicamente.

Los principales cambios respecto a la edición anterior son los siguientes:

Se actualizaron los rangos de velocidad de corte y de avance para reflejar los avances en materiales de herramientas de aleación dura (consulte la Cláusula 5.2);

Técnicas de control adaptativo incorporadas para la optimización de parámetros en tiempo real (véase Cláusula 5.3);

Se agregaron requisitos para el ajuste remoto de parámetros habilitados para 5G (ver Cláusula 5.4);

Se incluyeron métricas de sostenibilidad para la selección de parámetros de corte (ver Anexo A).

Esta Norma Internacional fue desarrollada por el Comité Técnico ISO/TC 39, Máquinas herramientas.

Introducción

Esta Norma Internacional proporciona un marco para definir y aplicar parámetros de corte en máquinas herramienta de control numérico (CN), garantizando la consistencia, la eficiencia y la seguridad en los procesos de corte de metales. Aborda las necesidades cambiantes de la fabricación moderna, incluyendo el mecanizado de alta velocidad, el micromecanizado y las prácticas de producción sostenibles.

1 Alcance

Esta Norma Internacional especifica la clasificación, requisitos, métodos de ensayo, reglas de inspección, marcado, embalaje, transporte y almacenamiento de parámetros de corte para máquinas herramienta controladas numéricamente.

Se aplica a máquinas de control numérico (CN) utilizadas para cortar metales fríos y materiales no combustibles, con especial atención a herramientas de corte de aleaciones duras, como fresas, torneados y taladradoras. Esta norma no está destinada a aplicaciones especializadas como el oxicorte o las máquinas de dibujo para la construcción naval.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos se mencionan en el texto de tal manera que parte o la totalidad de su contenido constituye requisitos de este documento. Para las referencias fechadas, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento referenciado (incluidas las modificaciones).

ISO 230-1:2012, *Código de ensayo para máquinas herramienta — Parte 1: Precisión geométrica de máquinas que funcionan en vacío o en condiciones de acabado*

ISO 13399-2018, *Representación e intercambio de datos de herramientas de corte*

ISO 6983-1:2009, *Sistemas de automatización e integración — Control numérico de máquinas —*

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Formato de programa y definiciones de palabras de dirección — Parte 1: Formato de datos para sistemas de control de posicionamiento, movimiento de línea y contorneado
ISO 16090-1:2017, Seguridad de las máquinas herramienta — Centros de mecanizado, fresadoras, máquinas transfer — Parte 1: Requisitos de seguridad

3 Términos y definiciones

A los efectos de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones.

3.1

Velocidad de corte (Vc)

La velocidad periférica de la herramienta de corte con respecto a la pieza de trabajo, expresada en metros por minuto (m/min).

3.2

Velocidad de avance (fn)

La distancia que avanza la herramienta por diente o por revolución, expresada en milímetros por diente (mm/diente) o milímetros por minuto (mm/min).

3.3

Profundidad de corte (ap)

La distancia perpendicular entre las superficies original y terminada de la pieza de trabajo, expresada en milímetros (mm).

4 Clasificación

4.1

Por proceso

Torneado

Molienda

Perforación

Aburrado

Corte especializado (por ejemplo, micromecanizado)

4.2

Por material de la herramienta

Aleación dura (por ejemplo, carburo de tungsteno con aglutinante de cobalto)

Acero de alta velocidad (HSS)

Cerámico

Nítruro de boro cúbico (CBN)

Diamante

4.3

Categorías de parámetros

Parámetros básicos: Vc, fn, ap

Parámetros avanzados: Presión del refrigerante, velocidad del husillo (RPM)

5 Requisitos

5.1

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

Requisitos generales

Los parámetros de corte se seleccionarán en función del material de la herramienta, el material de la pieza de trabajo y la capacidad de la máquina, garantizando el cumplimiento de los estándares de seguridad y precisión.

5.2

Rangos de parámetros

Velocidad de corte (Vc) : 50-250 m/min (herramientas de aleación dura); 20-100 m/min (herramientas HSS)

Velocidad de avance (fn) : 0,05-0,2 mm/diente (fresado); 0,1-0,5 mm/rev (torneado)

Profundidad de corte (ap) : 0,2-2 mm (general); 0,05-0,5 mm (micromecanizado)

5.3

Control adaptativo

Ajuste en tiempo real de Vc y fn utilizando la retroalimentación del sensor (por ejemplo, fuerza de corte < 600 N, temperatura < 700 °C), con algoritmos de optimización que reducen el consumo de energía en un 10%-15%.

5.4

Ajuste remoto

Los sistemas habilitados para 5G deberán admitir actualizaciones de parámetros con una latencia de ≤ 5 ms, aplicable a líneas de producción automatizadas.

5.5 Los parámetros

de sostenibilidad

deberán minimizar el uso de refrigerante (caudal ≤ 10 L/min) y optimizar la vida útil de la herramienta (ancho de banda de desgaste VB $\leq 0,3$ mm).

6 métodos de prueba

6.1

Medición de la velocidad de corte

Mida Vc utilizando un tacómetro o un velocímetro láser Doppler, con una precisión de ± 1 m/min.

6.2

Verificación de la velocidad de avance y la profundidad de corte

Utilice un calibrador digital o una máquina de medición de coordenadas (CMM) para verificar fn y ap, con una tolerancia de $\pm 0,01$ mm.

6.3

Pruebas de control adaptativo

Realice pruebas en un entorno controlado, monitoree la fuerza y la temperatura con sensores y valide el ahorro de energía utilizando un medidor de potencia.

7 Reglas de inspección

7.1

Inspección de fábrica

Cada lote será inspeccionado para determinar Vc, fn y ap, con un tamaño de muestra determinado por ISO 230-1:2012.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7.2

Inspección de tipo

Se realiza anualmente o después de cambios de diseño, cubriendo todos los requisitos.

7.3

Criterios de evaluación

Si algún parámetro falla, duplique el tamaño de la muestra para volver a realizar la prueba; si falla en la nueva prueba, el lote se considera no conforme.

8 Marcado, embalaje, transporte y almacenamiento

8.1 Las herramientas

de marcado

deberán estar marcadas con códigos de parámetros (por ejemplo, “Vc150-fn0.1-ap0.5”) y número de lote.

8.2

Embalaje

Utilice un embalaje a prueba de humedad con revestimiento antioxidante, peso neto ≤ 50 kg por unidad.

8.3

Transporte

Evitar el impacto, mantener la sequedad y prohibir el cotransporte con materiales corrosivos.

8.4

Almacenamiento

Conservar a 20-25°C, humedad relativa $< 40\%$, en armario deshumidificado, con una vida útil de 2 años.

Anexo A

(normativo)

A.1 Métricas de sostenibilidad

Consumo de energía: ≤ 5 kWh por hora de funcionamiento

Reducción del refrigerante: $\geq 20\%$ en comparación con el valor base de 2010

Prolongación de la vida útil de la herramienta: $\geq 25\%$ mediante parámetros optimizados

Anexo B

(informativo)

B.1 Conjuntos de parámetros de ejemplo

Proceso	Material de la herramienta	Vc (m/min)	fn (mm/diente)	ap (mm)
Molienda	Aleación dura	150-200	0,1-0,15	0,5-1
Torneado	HSS	50-80	0,2-0,3	1-2
Perforación	Aleación dura	60-100	0,05-0,1	0,2-0,5

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Representación de datos de herramientas de corte

Prefacio

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). La elaboración de las Normas Internacionales se lleva a cabo normalmente a través de los comités técnicos de ISO. Esta cuarta edición anula y sustituye a la tercera edición (ISO 13399-2018), que ha sido revisada técnicamente.

Los principales cambios respecto a la edición anterior son los siguientes:

Se actualizó el diccionario de referencia para incluir capacidades de intercambio de datos habilitadas para 5G (ver Cláusula 5.3);

Requisitos ampliados del modelo 3D para soportar la visualización de realidad aumentada (RA) (ver Cláusula 5.4);

Se agregaron criterios de sostenibilidad para la representación de datos (véase el Anexo A);

Se incorporaron los comentarios de la Agencia de Mantenimiento ISO/TC 29 WG34 sobre las actualizaciones de datos en tiempo real (ver Cláusula 6.3).

Esta Norma Internacional fue desarrollada por el Comité Técnico ISO/TC 29, Herramientas pequeñas, Grupo de trabajo WG34.

Introducción

Esta Norma Internacional proporciona un marco estandarizado para la representación y el intercambio de datos de herramientas de corte, interpretables por computadora, lo que facilita una integración fluida entre sistemas CAD, CAM, CAE, PDM y ERP. La edición de 2022 refleja los avances en la fabricación digital, priorizando la interoperabilidad, el intercambio de datos en tiempo real y las prácticas sostenibles.

1 Alcance

Esta Norma Internacional especifica la clasificación, los requisitos, los métodos de ensayo, las reglas de inspección, el marcado, el embalaje, el transporte y el almacenamiento de la representación de datos de herramientas de corte.

Se aplica a la representación digital de herramientas de corte y portaherramientas, incluyendo parámetros geométricos, propiedades de materiales y modelos 3D, utilizados en procesos de corte de metales. Esta norma está destinada a su uso en industrias manufactureras que emplean máquinas de control numérico, excluyendo los datos relacionados con herramientas no cortantes u operaciones manuales.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos se mencionan en el texto de tal manera que parte o la totalidad de su contenido constituye requisitos de este documento. Para las referencias fechadas, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento referenciado (incluidas las modificaciones).

ISO 10303-21:2016, *Sistemas de automatización industrial e integración — Representación e intercambio de datos de productos — Parte 21: Métodos de implementación: Codificación de texto*

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

claro de la estructura de intercambio

ISO 13584-1:2001, *Sistemas de automatización industrial e integración — Biblioteca de componentes — Parte 1: Descripción general y principios fundamentales*

ISO 6983-1:2009, *Sistemas de automatización e integración — Control numérico de máquinas — Formato de programa y definiciones de palabras de dirección — Parte 1: Formato de datos para sistemas de control de posicionamiento, movimiento de línea y contorneado*

ISO 230-1:2012, *Código de ensayo para máquinas herramienta — Parte 1: Precisión geométrica de máquinas que funcionan en vacío o en condiciones de acabado*

3 Términos y definiciones

A los efectos de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones.

3.1

Datos de herramientas de corte

La información digital representa las propiedades geométricas, materiales y de rendimiento de las herramientas de corte y portaherramientas, adecuadas para el intercambio entre sistemas de fabricación.

3.2

Modelo 3D

Una representación generada por computadora de una herramienta de corte, incluidas dimensiones y características, exportable en formatos STEP AP 214 o DXF.

3.3

Latencia de intercambio de datos

El retraso de tiempo entre la transmisión y la recepción de datos, expresado en milisegundos (ms).

4 Clasificación

4.1

Por tipo de datos

Datos geométricos (por ejemplo, diámetro de corte, longitud)

Datos del material (por ejemplo, dureza, tipo de recubrimiento)

Datos de rendimiento (por ejemplo, velocidad de corte, velocidad de avance)

4.2

Por formato de representación

Dibujos 2D (DXF)

Modelos 3D (STEP AP 214)

Metadatos (diccionarios que cumplen con la norma ISO 13399)

4.3

Por aplicación

Integración CAD/CAM

Sistemas de gestión de herramientas

Visualización de herramientas basada en RA

5 Requisitos

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

5.1

Requisitos generales

Los datos de las herramientas de corte se representarán en un formato neutral, independiente de los sistemas propietarios, y cumplirán con la codificación ISO 10303-21.

5.2

Datos geométricos

Tolerancia del diámetro de corte: $\pm 0,01$ mm

Tolerancia de longitud: $\pm 0,05$ mm

Precisión del modelo 3D: $\leq 0,01$ mm de desviación

5.3

Intercambio de datos

Latencia habilitada para 5G: ≤ 5 ms

Frecuencia de actualización: en tiempo real o diaria, según la aplicación.

Compatibilidad: diccionarios ISO 13399-1 a ISO/TS 13399-5

5.4

Requisitos del modelo 3D

Soporte para visualización de RA con resolución $\geq 1080p$

Tamaño del archivo: ≤ 10 MB para archivos STEP

Actualizaciones periódicas: trimestrales o a demanda

5.5

Sostenibilidad

Los datos deben optimizar la vida útil de la herramienta ($VB \leq 0,3$ mm)

Minimizar la huella de almacenamiento digital en un 20 % en comparación con el valor de referencia de 2018

6 métodos de prueba

6.1

Verificación de datos geométricos

Utilice una máquina de medición de coordenadas (CMM) para validar las dimensiones, con una precisión de $\pm 0,001$ mm.

6.2

Pruebas de intercambio de datos

Simule la transmisión 5G en un entorno controlado, midiendo la latencia con un analizador de red.

6.3

Validación del modelo 3D

Importe archivos STEP al software CAD y verifique la precisión del modelo frente a herramientas físicas mediante superposiciones de AR.

7 Reglas de inspección

7.1

Inspección de fábrica

Cada lote de datos deberá ser inspeccionado para verificar la precisión geométrica y la

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

compatibilidad de intercambio, con un tamaño de muestra según ISO 230-1:2012.

7.2

Inspección de tipo

Se realiza anualmente o después de actualizaciones estándar, cubriendo todos los requisitos.

7.3

Criterios de evaluación

Si algún parámetro falla, duplique el tamaño de la muestra para volver a realizar la prueba; si falla en la nueva prueba, el lote se considera no conforme.

8 Marcado, embalaje, transporte y almacenamiento

8.1

Marcado

Los archivos de datos deberán incluir un identificador único (por ejemplo, “ISO13399-2022-YG6-M-20250625”) y un número de versión.

8.2

Empaquetado

Almacene los datos en unidades USB cifradas o servidores en la nube, con un límite máximo de tamaño de archivo de 50 MB por paquete.

8.3

Transporte

Transmitir a través de redes 5G seguras, evitando Wi-Fi públicas, con cifrado de extremo a extremo.

8.4

Almacenamiento

Mantener en un servidor seguro con temperatura de 20-25°C, humedad < 40% y un período de retención de 5 años.

Anexo A

(normativo)

A.1 Métricas de sostenibilidad

Optimización de la vida útil de la herramienta: $\geq 25\%$ de mejora

Reducción del almacenamiento digital: $\geq 20\%$

Consumo de energía para el procesamiento de datos: ≤ 1 kWh por actualización

Anexo B

(informativo)

B.1 Ejemplo de representación de datos

Tipo de herramienta Diámetro (mm) Longitud (mm) Vc (m/min) Formato

Molienda	$10 \pm 0,01$	$50 \pm 0,05$	150-200	PASO AP 214
Torneado	$8 \pm 0,01$	$40 \pm 0,05$	50-80	DXF
Perforación	$0,2 \pm 0,005$	$20 \pm 0,02$	60-100	PASO AP 214

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

en.com

www.ch


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

1


www.chinatun


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

¿Qué es una fresa?

Herramienta de filo montada en el husillo de una fresadora o centro de mecanizado, utilizada para fresar piezas. Es una de las herramientas más utilizadas y potentes en el corte de metales, eliminando materiales eficientemente mediante corte continuo con múltiples dientes para mecanizar superficies de diversas formas geométricas.

1. Características principales

Múltiples filos de corte (dientes)

Las fresas suelen tener múltiples filos de corte (comúnmente de 2 a 8 dientes, las fresas de cara grande pueden tener docenas de dientes), que logran un corte eficiente a través de una rotación continua, comparten la fuerza de corte, tienen buena disipación de calor, alta eficiencia de procesamiento y calidad de superficie estable.

El movimiento de rotación es el principal movimiento de corte.

La fresa es impulsada por el husillo de la máquina herramienta para girar a alta velocidad, y la pieza de trabajo se alimenta y se mueve a lo largo del eje X/Y/Z según sea necesario, y los dos trabajan juntos para completar el procesamiento.

Versatilidad

Puede procesar características geométricas complejas como planos, escalones, ranuras, cavidades, superficies curvas, roscas, engranajes, etc.

2. Principios básicos del fresado

Proceso de corte:

A medida que la fresa gira, cada diente corta periódicamente la pieza de trabajo, quitando material para formar virutas.

Fresado descendente: La dirección de corte de los dientes de la fresa coincide con la dirección de avance de la pieza (buena calidad superficial, larga vida útil).

Fresado ascendente: La dirección de corte de los dientes de la fresa es opuesta a la dirección de avance de la pieza (reduce la vibración, ideal para piezas de superficie dura).

Combinación deportiva:

Movimiento principal: rotación de alta velocidad de la fresa.

Movimiento de avance: movimiento lineal/curvilíneo de la pieza de trabajo o herramienta (como adelante y atrás, izquierda y derecha, arriba y abajo, interpolación circular).

3. Estructura clave de la fresa

Componentes estructurales	Descripción funcional
Innovador	El filo afilado que interviene directamente en el corte suele estar hecho de carburo, acero de alta velocidad, CBN o diamante.
Cuerpo	La base que soporta las piezas de corte debe tener alta rigidez y precisión (material: acero aleado/acero inoxidable).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Componentes estructurales	Descripción funcional
Ranura de viruta	Diseños de flautas espirales o rectas para una evacuación suave de la viruta para evitar obstrucciones y sobrecalentamiento.
Interfaz de montaje	El vástago (recto/cónico) o el orificio central (fresa de concha) garantiza una conexión segura al husillo de la máquina.

4. La función principal de la fresa

Procesamiento de superficies

Fresa de planear: Disco de corte de gran diámetro, fresado eficiente de superficies planas grandes (como la superficie de la base de la pieza).

Fresa de extremo: fresado lateral de planos pequeños o superficies escalonadas.

Mecanizado de contornos y cavidades

Fresa de punta esférica: procesamiento de superficies tridimensionales (moldes, formas complejas).

Fresa de punta redonda: una fresa con esquinas redondeadas que puede procesar tanto superficies planas como curvas.

Fresa para ranuras en T/de cola de milano: para procesar ranuras funcionales especiales.

Procesamiento de agujeros y roscas

Fresa de chavetero: el filo de corte del extremo pasa por el centro y puede alimentar directamente el chavetero de manera axial.

Fresa de roscar: produce roscas de alta precisión mediante movimiento de interpolación helicoidal.

Corte y ranurado

Fresa de hoja de sierra: herramienta delgada, en forma de disco, que se utiliza para cortar material o realizar ranuras estrechas.

5. Diferencias típicas entre fresas y otras herramientas

Tipo de herramienta	de Características deportivas	Método de procesamiento	de Usos típicos
Fresa	Rotación de herramienta + avance de pieza	Corte intermitente de dientes múltiples	Planos, ranuras, superficies, contornos
perforar	Rotación de herramienta + avance axial	Corte continuo de un solo punto	perforación
herramienta de torneado	Rotación de la pieza de trabajo + avance de la herramienta	Corte continuo de un solo punto	Superficie cilíndrica, cara final, torneado de roscas

6. Factores clave para la selección de fresas

Material de la pieza de trabajo: aleación de aluminio, acero, aleación de titanio, etc. determina el recubrimiento de la herramienta y el sustrato (por ejemplo, se requieren hojas CBN para mecanizar acero endurecido).

Tipo de procesamiento: Para un mecanizado basto, elija una fresa de paso grande (gran espacio de

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

viruta); para un mecanizado fino, elija una fresa de dientes múltiples (alto acabado superficial).

Rendimiento de las máquinas herramienta: Las máquinas herramienta de alta velocidad requieren fresas de carburo sólido con diseño de equilibrio dinámico.

Rentabilidad: para la producción en masa, se prefieren las fresas de insertos indexables para reducir los costos unitarios.

Resumir

Fresa = herramienta rotatoria multidentada + avance multidimensional → procesamiento eficiente de formas geométricas complejas.

Es una herramienta universal en la fabricación moderna, desde revestimientos de aeronaves hasta carcasas de teléfonos móviles, desde motores de automóviles hasta dispositivos médicos, y se encuentra prácticamente en todas partes. Dominar las características de las fresas es clave para desarrollar capacidades de fabricación de precisión.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué tipos de fresas existen?

Existen muchos tipos de fresas y diversas maneras de clasificarlas. A continuación, se presentan varios métodos de clasificación principales y sus tipos comunes correspondientes:

1. Clasificación por forma estructural

Fresa integral

La parte de corte de la fresa y el cuerpo de la fresa están fabricados con el mismo material (como carburo sólido). Ofrece buena rigidez, alta precisión y una amplia gama de aplicaciones.

Fresa de soldadura

El inserto de carburo se fija al cuerpo de la fresa mediante soldadura. El costo es relativamente bajo, pero la tensión de la soldadura puede afectar el rendimiento.

Fresa de sujeción de máquina (indexable)

Fresa de plaquitas indexables

El cuerpo de la fresa está equipado con múltiples plaquitas indexables de carburo (o cerámica, CBN, etc.). Tras pasivar un filo de la plaquita, se puede indexar para usar otro filo. Una vez que todos los filos de corte están romos, se pueden sustituir las plaquitas. Este es el tipo de fresa más utilizado y eficiente. Es rentable y el tiempo de cambio de herramienta es corto.

Fresa de cabezal intercambiable

El cabezal de corte (que a menudo contiene varias cuchillas) está conectado mecánicamente al portaherramientas o al cuerpo de la herramienta, lo que permite reemplazar rápidamente todo el cabezal de corte después del desgaste.

Fresa de inserción de dientes

Los dientes de carburo u otros materiales se integran mecánicamente en el cuerpo de la fresa (por ejemplo, mediante presión o atornillado). Los dientes pueden reemplazarse individualmente tras su desgaste. Se utilizan comúnmente en fresas grandes (como discos de fresado frontal).

Fresa combinada

Se instala una combinación de fresas de diferentes formas o funciones en un portaherramientas para completar múltiples procesos en una sola pasada (como fresar un plano y achaflanar al mismo tiempo).

2. Clasificación por método de sujeción

Fresa de vástago

Tiene un vástago recto cilíndrico o un vástago cónico y se instala en el husillo de la fresadora o en

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

el vástago del centro de mecanizado a través de un mandril de resorte, un mandril de taladro o un vástago de fresa.

Vástago recto: generalmente de diámetro más pequeño y se utiliza para mecanizado de trabajo liviano.

Vástago cono Morse: Autoblocante, utilizado para fresas pequeñas y medianas.

Vástago cónico 7:24 (como BT, CAT, DIN, ISO): el vástago cónico estándar más utilizado en los centros de mecanizado.

Portaherramientas HSK: Contacto de doble cara, buena rigidez, alta precisión, especialmente adecuado para mecanizado de alta velocidad.

Portaherramientas termorretráctil: utiliza el principio de expansión y contracción térmica para sujetar la herramienta, con una rigidez y precisión de descentramiento extremadamente altas.

Portaherramientas hidráulico: utiliza el principio de expansión hidráulica para sujetar la herramienta, lo que proporciona un buen efecto de reducción de vibraciones.

Fresa de concha: Tiene un orificio en el centro y debe montarse en un husillo o una barra portaherramientas especial. Suele tener un diámetro mayor (como un disco de fresado frontal).

3. Clasificación por función/propósito/geometría (este es el método de clasificación más utilizado)

Fresa cilíndrica:

Aplicación: Se utiliza principalmente para mecanizar planos más anchos en fresadoras horizontales.

Características: Los filos de corte se distribuyen en la circunferencia, principalmente con dientes helicoidales para reducir la vibración de corte. Hay dientes gruesos (alto avance) y dientes finos (procesamiento fino).

Fresa de planear:

Aplicación: Se utiliza principalmente para mecanizar planos (especialmente planos grandes) en fresadoras verticales o centros de mecanizado con alta eficiencia.

Características: Los filos de corte se distribuyen en la circunferencia y la cara frontal (el filo principal se encuentra en la circunferencia y el secundario en la cara frontal). El diámetro y el número de dientes son grandes (principalmente plaquitas indexables). Buena rigidez y gran capacidad de corte, lo que permite utilizarla con alta potencia.

Fresa de extremo:

Aplicación: Uno de los tipos más comunes y flexibles. Se utiliza para procesar planos (paredes laterales, superficies de escalones), ranuras (ranuras rectas, ranuras en T, ranuras de cola de milano), contornos (superficies curvas 2D/3D), cavidades, etc.

Características: Los filos de corte se distribuyen en la circunferencia y la cara frontal. Generalmente no hay filo en el centro de la cara frontal (no se puede alimentar axialmente para taladrar). Hay 2 filos (buena evacuación de viruta, para ranurado), 3 filos (versatilidad, equilibrio de rigidez) y 4 filos o más (buena rigidez, alta calidad superficial, para acabado). Existen muchos tipos, entre ellos:
Fresa de extremo ordinaria: tipo de uso general.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa de filo largo: la hoja es más larga y se utiliza para procesar ranuras o cavidades profundas.

Fresa de punta esférica: El extremo es hemisférico y se utiliza para mecanizar superficies tridimensionales, cavidades de moldes, limpieza de raíces, etc.

Fresa de punta redonda (fresa de punta redondeada): Tiene una esquina redondeada (ángulo R) en el extremo y posee la rigidez de una fresa de fondo plano y la capacidad de procesamiento superficial de una fresa de punta esférica. Se utiliza para acabado plano, cavidades con esquinas redondeadas, mecanizado de desbaste, etc.

Fresa de chaflán: especialmente utilizada para realizar chaflanes.

Fresa cónica: Con cono, se utiliza para mecanizar superficies cónicas o ángulos de inclinación del molde.

Fresa para ranuras en T: especialmente utilizada para procesar ranuras en T.

Fresa para ranuras de cola de milano: especialmente utilizada para mecanizar ranuras de cola de milano.

Fresa para chaveteros:

Aplicación: Se utiliza especialmente para el mecanizado de chaveteros.

Características: Similar en apariencia a una fresa de extremo, pero generalmente con solo dos filos espirales y los filos de corte del extremo extendiéndose hacia el centro, lo que permite cortar la pieza axialmente como un taladro (corte directo). Requisitos de alta precisión de diámetro.

Fresa de disco:

Aplicación: Se utiliza principalmente para procesar ranuras (ranuras rectas, superficies escalonadas), corte, etc.

Características: Tienen forma de disco, los filos de corte se distribuyen en la circunferencia y pueden incluir filos auxiliares en ambos lados (para el acabado de la pared de la ranura). Las más delgadas incorporan fresas de hoja de sierra (para cortar o recortar ranuras estrechas).

Fresa angular:

Aplicación: Se utiliza para procesar ranuras de varios ángulos (como ranuras en V, ranuras de dientes de sierra) o biseles.

Características: Se divide en fresa de un solo ángulo (una superficie cónica tiene dientes) y fresa de doble ángulo (dos superficies cónicas tienen dientes, simétricos o asimétricos).

Fresa de forma:

Aplicación: Se utiliza para procesar superficies de moldeo de formas específicas (como arcos cóncavos/convexos, formas de dientes de engranajes, formas de dientes de ruedas dentadas, contornos específicos, etc.).

Características: La forma del filo de corte es completamente consistente con el contorno de la superficie de la pieza (o conjugada). Alta eficiencia de procesamiento y buena precisión, pero alto costo de fabricación y poca versatilidad.

Fresa de roscar:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Aplicación: Se utiliza para fresar roscas internas y externas en centros de mecanizado. En comparación con el roscado con macho, es especialmente adecuado para roscas grandes, roscas profundas, roscas de materiales difíciles de mecanizar y roscas cercanas al fondo de agujeros ciegos.

Características: Existen tipos integrales e indexables. Los tipos comunes son:

Fresa de roscar cilíndrica: Similar a una fresa con ranuras en espiral, procesa roscas a través de un movimiento de interpolación helicoidal.

Fresa de roscar en forma de peine: tiene múltiples filas de dientes anulares, cada fila de dientes procesa un círculo de rosca y se puede procesar una rosca completa con una alimentación axial, lo que es altamente eficiente.

Taladro y fresadora:

Aplicación: Integra funciones de taladrado y fresado (expansión, avellanado, fresado de planos/contornos). Se utiliza generalmente cuando se requiere un pequeño fresado inmediatamente después del taladrado para reducir el tiempo de cambio de herramienta.

Características: Hay una punta de broca en el extremo (capaz de perforación con avance axial) y un borde de fresado en la circunferencia.

4. Clasificación por número de dientes (densidad dental)

Fresa de dientes gruesos

Presenta un número reducido de dientes, un amplio espacio de viruta y una alta resistencia dentada. Es adecuada para el mecanizado de desbaste (gran tolerancia y gran avance) y el mecanizado de materiales blandos y plásticos.

Fresa de dientes finos

Posee numerosos dientes y numerosos dientes de trabajo a la vez, lo que garantiza un corte suave y una buena calidad superficial. Es ideal para el acabado, el mecanizado de materiales duros y frágiles, y superficies discontinuas.

5. Clasificación por materiales de corte

Fresa de acero de alta velocidad

Tiene buena tenacidad, se puede fabricar en formas complejas y es económico, pero su dureza, resistencia al desgaste y resistencia al calor no son tan buenas como las del carburo cementado. Se utiliza a menudo en fresadoras comunes, lotes pequeños o materiales difíciles de procesar (como el acero inoxidable).

Fresa de carburo

Fresa de carburo sólido

Con buena rigidez, alta precisión, buena resistencia al desgaste y al calor, se utiliza ampliamente en procesos de alta velocidad y eficiencia en centros de mecanizado. Es especialmente adecuado para

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

el procesamiento de acero, fundición, metales no ferrosos, etc.

Fresa de inserto de carburo indexable

Método de procesamiento convencional, rentable y con una amplia gama de aplicaciones.

Fresa de cerámica

Tiene una dureza extremadamente alta, resistencia al desgaste y resistencia al calor, y es adecuado para el acabado de alta velocidad de acero endurecido, hierro fundido, aleaciones de alta temperatura, etc. Sin embargo, es frágil y teme al impacto.

Fresa de nitruro de boro cúbico

Su dureza es solo superada por la del diamante y posee excelente resistencia al desgaste, resistencia al calor y estabilidad química. Se utiliza principalmente para procesar metales ferrosos de alta dureza (HRC50 o superior) (como acero templado, fundición en frío y piezas de pulvimetalurgia).

Fresa de diamante

Fresa de diamante policristalino

Se utiliza principalmente para el acabado de alta velocidad de metales no ferrosos (aluminio, cobre y sus aleaciones), materiales no metálicos (grafito, cerámica, materiales compuestos), etc., pudiendo obtener una calidad de superficie extremadamente alta.

Fresa de diamante monocristalino

Se utiliza principalmente para mecanizado de ultraprecisión.

Factores clave a tener en cuenta al seleccionar una fresa

Objeto a procesar (material de la pieza de trabajo): dureza, resistencia, tenacidad, conductividad térmica, etc.

Requisitos de procesamiento: tipo de procesamiento (plano, ranura, perfil, rosca, etc.), precisión dimensional, rugosidad de la superficie, tolerancia de procesamiento.

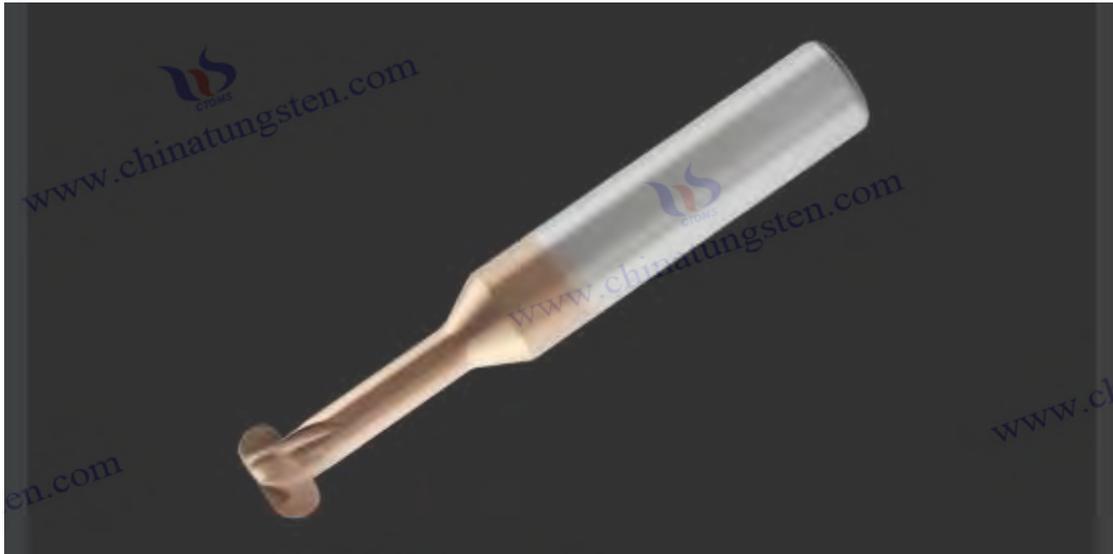
Condiciones de la máquina herramienta: potencia de la máquina herramienta, rigidez, tipo de husillo (cono), rango de velocidad y si tiene refrigerante.

Eficiencia y economía de procesamiento: costo de la herramienta, vida útil y facilidad de reemplazo (los insertos indexables tienen ventajas obvias).

Parámetros de corte: velocidad de corte, velocidad de avance, profundidad de corte, método de enfriamiento.

Comprender los tipos de fresas y sus aplicaciones es crucial para seleccionar correctamente las herramientas de corte, desarrollar una tecnología de procesamiento adecuada y mejorar la eficiencia y la calidad del proceso. En la práctica, las herramientas de corte de carburo indexable predominan en la mayoría de las operaciones de fresado.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



¿Qué es una fresa de vástago cilíndrico de carburo?

La fresa de mango cilíndrico de carburo es una herramienta de corte de alta gama ampliamente utilizada en la fabricación moderna. Ocupa un lugar central en el procesamiento de metales gracias a su excelente dureza, resistencia al desgaste y eficiente rendimiento de corte. Utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica añadiendo agentes de refuerzo traza (como TiC y TaC) y se forma mediante tecnología pulvimetalúrgica avanzada. El diseño de mango cilíndrico le permite adaptarse perfectamente al sistema de sujeción de máquinas herramienta CNC, centros de mecanizado o fresadoras manuales, y se utiliza ampliamente en mecanizado de precisión, desbaste y mecanizado de superficies complejas. A continuación, se detallarán diversos aspectos, como la estructura y el material, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, la aplicación y los tipos, ofreciendo un análisis técnico completo y profesional.

Estructura y materiales de la fresa de vástago cilíndrico de carburo

La fresa de mango cilíndrico de carburo se divide principalmente en dos partes: mango y pieza de corte. El mango es cilíndrico, generalmente de acero para herramientas de alta resistencia (como H13 o 40CrMo) o carburo, con un diámetro de entre 2 mm y 20 mm y una longitud de entre 40 y 100 mm, según los requisitos del sistema de sujeción de la máquina herramienta, para garantizar una conexión rígida con el husillo y una transmisión estable. La pieza de corte incluye múltiples ranuras y filos de corte. El número de dientes varía de 2 a 8, según el tipo de mecanizado. La geometría de la cuchilla (como ángulo de hélice de 30° a 45°, ángulo frontal de 5° a 15°, ángulo posterior de 10° a 20°) se optimiza mediante un proceso de rectificado de precisión para adaptarse a diferentes materiales de la pieza y condiciones de corte. Se suelen aplicar recubrimientos nanométricos como TiN (nitruro de titanio), TiAlN (nitruro de titanio y aluminio) o AlCrN (nitruro de aluminio y cromo) a la superficie de la pala. El espesor del recubrimiento se controla entre 2 y 5

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

μm , lo que mejora significativamente la resistencia térmica hasta $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ y reduce el coeficiente de fricción a 0,15.

Composición del material:

Fase dura

Carburo de tungsteno (WC), distribución de tamaño de partícula $0,5\text{-}2\text{ }\mu\text{m}$, valor D50 $1,2\text{ }\mu\text{m}$, pureza hasta 99,8%, lo que garantiza alta dureza y resistencia al desgaste.

Fase adhesiva

Cobalto (Co), rango de contenido: 6%-12% (fracción másica), tamaño de partícula: $1\text{-}1,5\text{ }\mu\text{m}$. Ajustar el contenido de Co permite equilibrar la dureza y la tenacidad. El 6% se centra en la alta precisión y el 12% es adecuado para cortes con cargas pesadas.

aditivo

El contenido de carburo de titanio (TiC) es de entre el 0,5 % y el 2 %, y el de carburo de tantalio (TaC), de entre el 0,3 % y el 1 %. La dispersión se detecta mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), y la desviación estándar se controla dentro del 5 %, lo que mejora la dureza a alta temperatura y la antiadherencia.

Características estructurales:

Diseño del mango

Cilíndrico, rugosidad superficial $R_a \leq 0,4\text{ }\mu\text{m}$, con portaherramientas HSK o BT, coaxialidad de instalación $\leq 0,01\text{ mm}$.

Optimización de vanguardia

mediante una rectificadora CNC de cinco ejes, con un chafán de filo de corte de $0,01\text{-}0,02\text{ mm}$ para reducir la fuerza de impacto del corte.

Tecnología de recubrimiento

En 2025, se añadirá un nuevo recubrimiento de gradiente multicapa (como TiAlN / AlCrN), con una desviación de uniformidad de espesor de $< 0,5\text{ }\mu\text{m}$ y un aumento del 30 % en la resistencia a la corrosión.

Principio de funcionamiento de la fresa de vástago cilíndrico de carburo

Las fresas de mango cilíndrico de carburo cortan la superficie de la pieza mediante rotación a alta velocidad y eliminan el exceso de material mediante corte intermitente para lograr el procesamiento de superficies planas, curvas o contornos complejos. Su principio de funcionamiento se basa en el movimiento relativo a alta velocidad del filo de corte y el material de la pieza. La fuerza de corte se compone de la fuerza de corte principal y la fuerza de avance. El filo de corte corta la pieza de

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

trabajo a lo largo de una trayectoria circular y las virutas se descargan a través de la ranura del diente. El proceso de corte se ve afectado por la geometría de la herramienta (ángulo frontal, ángulo posterior, ángulo de hélice) y los parámetros de corte (como velocidad de corte V_c 50-250 m/min, velocidad de avance f_n 0,05-0,2 mm/diente, profundidad de corte a_p 0,2-2 mm). Se utiliza refrigerante (como fluido de corte a base de agua, con un caudal ≥ 10 L/min) o tecnología de corte en seco para controlar la temperatura de la zona de corte y evitar el sobrecalentamiento de la herramienta (temperatura máxima controlada por debajo de 700°C) o la deformación térmica de la pieza. En 2025, gracias a las redes 5G y los sensores del Internet de las Cosas (IoT), los sistemas CNC inteligentes podrán monitorizar la fuerza de corte (< 600 N), la temperatura y la vibración en tiempo real, ajustar dinámicamente los parámetros, mejorar la eficiencia de corte entre un 15 % y un 20 % y alcanzar la precisión de procesamiento IT6.

Características de la fresa de vástago cilíndrico de carburo

La fresa de vástago cilíndrico de carburo tiene las siguientes características notables debido a su material único y diseño estructural:

Alta dureza

Dureza Vickers HV 1500-2000, muy superior al acero de alta velocidad (HV 600-800), capaz de procesar acero endurecido o aleación de titanio con una dureza de hasta HRC 60.

Resistencia al desgaste

El ancho de la zona de desgaste (VB) sigue siendo $\leq 0,3$ mm después de 500-800 horas de corte continuo, lo que es de 3 a 5 veces más largo que la vida útil de las herramientas tradicionales, especialmente al mecanizar hierro fundido y acero inoxidable.

Resistencia al calor

Las herramientas recubiertas tienen una resistencia térmica de hasta 1000°C y son adecuadas para cortes a alta velocidad ($V_c > 200$ m/min), reduciendo el riesgo de grietas térmicas.

Resistencia al impacto

Al agregar TaC y optimizar el tamaño de grano ($0,5-1,5 \mu\text{m}$), la resistencia a la flexión es ≥ 2000 MPa y la resistencia a la carga de impacto aumenta en un 15%, lo que lo hace adecuado para condiciones de corte intermitente.

Alta precisión

La precisión de mecanizado alcanza el nivel IT6-IT7 y la rugosidad de la superficie es R_a 0,2-0,4 μm , lo que cumple con los requisitos de mecanizado de ultraprecisión de las industrias aeroespacial y médica.

Protección ambiental

La tecnología de corte en seco combinada con recubrimientos de alta eficiencia puede reducir el uso

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

de refrigerante entre un 20% y un 30%, en línea con la tendencia de fabricación sustentable.

4. Rendimiento y factores de influencia de las fresas de vástago cilíndrico de carburo cementado

El rendimiento de las fresas de mango cilíndrico de carburo se ve afectado por diversos factores, como la composición del material, los parámetros de procesamiento y el entorno de uso. A continuación, se presenta un análisis detallado y una estrategia de optimización.

4.1 Tabla de factores que afectan el rendimiento de las fresas de vástago cilíndrico de carburo cementado

Factores influyentes	describir	Influencia grado	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	6%-12%, un contenido bajo mejora la dureza, un contenido alto aumenta la tenacidad	alto	6% para mecanizado de alta precisión, 12% para cargas pesadas	Dureza 6% Co HV 1800, resistencia a la flexión 12% Co 2200 MPa
Velocidad de corte (Vc)	50-250 m/min, demasiado alto provocará sobrecalentamiento o astillamiento	medio	Los materiales duros se reducen en un 20%, como la aleación de Ti Vc 120 m/min	Vc demasiado alto (300 m/min) Tasa de rotura del borde 5%-10%
Velocidad de alimentación (nota)	0,05-0,2 mm/diente, demasiado alto aumentará la fuerza de corte	alto	Micromecanizado hasta 0,05 mm/diente	fn 0,25 mm/diente Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	0,2-2 mm, demasiado profundo puede causar vibración	medio	Corte por capas de piezas complejas, ap 0,5 mm/capa	La amplitud de vibración de ap 2,5 mm aumentó en un 15 %
Flujo de refrigerante	≥ 10 L/min, el efecto de disipación de calor afecta la vida útil.	medio	Corte en seco con recubrimiento de TiAlN	Caudal 5 L/min Vida útil reducida en un 20%
Material de pieza de trabajo	Acero (HRC 40), aleación de Ti, aleación de Al	alto	Los materiales viscosos reducen el Vc entre un 30% y un 40%.	Aleación de aluminio Vc 200 m/min, aleación de titanio 100 m/min

5. Rendimiento y proceso de producción de fresas de vástago cilíndrico de carburo cementado

Las fresas de carburo con mango cilíndrico se fabrican mediante un proceso de producción sistemático, desde la preparación de la materia prima hasta el procesamiento final. A continuación, se detalla el flujo del proceso y los parámetros técnicos.

5.1 Tabla de rendimiento y proceso de producción de fresas de vástago cilíndrico de carburo cementado

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	----------------------

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Mezcla de materias primas	Molino de bolas planetario de alta energía, relación bola-material 10:1, 200-300 rpm	24-48 horas, desviación estándar < 5%	Dispersión uniforme, de conformidad con GB/T 5244-2018	Uniformidad del tamaño de partícula CV < 3%
Prensado	Presión 150-200 MPa, tiempo 10-20 segundos	Densidad 60%-70% (12-14 g/cm ³)	Conformación de piezas en bruto, desviación ±0,2 g/cm ³	Resistencia en verde 10-15 MPa
sinterización	Horno de vacío 1350-1450 °C, HIP 5-10 MPa	1-2 horas, densidad 98%-99%	Tamaño de grano 0,5-1,5 μm, densificación	Porosidad A02B00C00
Sinterización asistida por campo (SPS)	Corriente de pulso 1000-2000 A, voltaje 5-10 V	30-60 minutos	Tamaño de grano 0,2-0,5 μm, optimización de microherramientas	La eficiencia energética aumentó un 20%
Acondicionamiento de bordes	Muela de diamante #600-#800, EDM 0,1-0,3 J	Cantidad de recorte 0,01-0,02 mm	Rugosidad Ra ≤ 0,2 μm, precisión ±0,005 mm	Afilado del filo de corte < 0,01 mm
Revestimiento	Pulverización catódica con magnetrón multiobjetivo, TiAlN/AlCrN	Espesor 2-5 μm	Resistencia al calor 1000°C, coeficiente de fricción 0,15	Fuerza de adhesión > 60 N, uniformidad < 0,5 μm

Aplicación de la fresa de vástago cilíndrico de carburo

Las fresas de vástago cilíndrico de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su versatilidad y alto rendimiento:

Aeroespacial

Para el procesamiento de aleaciones de titanio (como Ti-6Al-4V) y aleaciones de alta temperatura (como Inconel 718), se requiere un nivel de precisión IT6, una rugosidad superficial Ra de 0,2 μm, una velocidad de corte Vc de 100-150 m/min y una profundidad de corte ap de 0,5-1 mm. En 2025, el sistema de monitorización 5G reducirá el tiempo de procesamiento entre un 10 % y un 15 %.

Automotor

Fresado de bloques de motor, cigüeñales y piezas de caja de cambios, los materiales de la pieza de trabajo son fundición (HRC 30-40) o aleación de aluminio, Vc 150-200 m/min, fn 0,1-0,15 mm/diente, ap 1-2 mm, la eficiencia aumenta en un 20%.

Fabricación de moldes

Para el acabado de moldes complejos (como moldes de estampación de automóviles), se utiliza tecnología de corte en seco para reducir el uso de refrigerante en un 20%-30%, Vc 200-250 m/min, Ra 0,2 μm.

Industria médica

Las microfresas (diámetro 0,05-0,5 mm) se utilizan para mecanizar implantes de cadera o microengranajes, con una precisión de ±0,001 mm, Vc 60-100 m/min, ap 0,05-0,2 mm y una vida

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

útil de 300-500 horas.

Nueva Energía

Procesamiento de moldes de palas de turbinas eólicas o marcos de módulos fotovoltaicos, combinado con IA para optimizar los parámetros de corte, Vc 150-200 m/min, eficiencia aumentada en un 15% y huella de carbono reducida en un 10%.

7. Tipos de fresas de vástago cilíndrico de carburo

Las fresas de vástago cilíndrico de carburo se dividen en varios tipos según el uso y el diseño, cada tipo está optimizado para necesidades de mecanizado específicas:

Fresa de desbaste

Número de dientes 2-4, profundidad de corte ap 1-2 mm, velocidad de corte Vc 100-150 m/min, adecuado para la eliminación rápida de material (como piezas en bruto de fundición), fuerza de corte 400-500 N, vida útil 400-600 horas.

Fresa de acabado

Número de dientes: 6-8, profundidad de corte ap 0,2-0,5 mm, velocidad de corte Vc 150-250 m/min, rugosidad superficial Ra 0,2 μm , precisión IT7, adecuado para moldes y piezas de aviación.

Microfresa

Diámetro 0,05-0,5 mm, profundidad de corte ap 0,05-0,2 mm, velocidad de corte Vc 60-120 m/min, procesamiento de placas de circuitos microelectrónicos o implantes médicos, precisión $\pm 0,001$ mm.

Fresa revestida

Aplicar recubrimiento de TiN, TiAlN o AlCrN, resistencia al calor 800-1000°C, coeficiente de fricción 0,15, vida útil prolongada 25%-35% en comparación con sin recubrimiento, Vc 200-250 m/min.

Fresa multifuncional

Integra funciones de fresado, taladrado y achaflanado, con una velocidad de corte de Vc 150-200 m/min, reduciendo el tiempo de cambio de herramienta en un 30%-40%, y es adecuado para centros de mecanizado de compuestos multiproceso.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



¿Qué son las fresas de carburo?

La fresa de carburo es una herramienta de corte de alta precisión y eficiencia, ampliamente utilizada en el procesamiento de materiales metálicos y no metálicos. Ocupa un lugar destacado en la industria manufacturera moderna gracias a su excelente dureza, resistencia al desgaste y versatilidad. Está fabricada con carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante, y se fabrica añadiendo agentes de refuerzo de trazas (como TiC y TaC), mediante pulvimetalurgia avanzada. Su diseño único le permite cortar el extremo y el lateral de la pieza, lo que la hace especialmente adecuada para máquinas herramienta CNC, centros de mecanizado y procesamiento de superficies complejas. A continuación, se detallarán diversos aspectos, como la estructura y el material, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

1. Estructura y materiales de las fresas de carburo cementado

2.

La estructura de las fresas de carburo incluye principalmente un vástago y una pieza de corte. El vástago es cilíndrico o cónico, generalmente de acero para herramientas de alta resistencia (como 42CrMo o HSS) o carburo, con un diámetro de entre 3 mm y 25 mm y una longitud de entre 50 y 120 mm, diseñado según el sistema de sujeción de la máquina herramienta para garantizar una conexión estable con el husillo. La pieza de corte consta de dientes extremos y dientes periféricos. Los dientes extremos se ubican en la parte inferior de la herramienta para el corte axial, y los dientes periféricos se distribuyen a lo largo de la circunferencia para el corte lateral. El número de dientes suele ser de 2 a 10, según los requisitos de procesamiento. Los parámetros geométricos de la cuchilla (como ángulo de hélice de 30° a 50°, ángulo frontal de 5° a 15° y ángulo posterior de 10° a 25°) se optimizan mediante rectificado de precisión, y a menudo se aplican recubrimientos nanométricos como TiN, TiAlN o AlCrN a la superficie. El espesor del recubrimiento se controla entre 2 y 6 μm, lo que mejora significativamente la resistencia al calor hasta 1100 °C y reduce el coeficiente de fricción a 0,12.

Composición del material:

Fase dura

Carburo de tungsteno (WC), distribución de tamaño de partícula 0,4-1,8 μm, valor D50 1,0 μm, pureza ≥ 99,9%, lo que garantiza una dureza ultra alta y resistencia al desgaste.

Fase adhesiva

Cobalto (Co), rango de contenido 5%-15% (fracción de masa), tamaño de partícula 0,8-1,2 μm, el 5% se enfoca en alta precisión, el 15% es adecuado para corte de carga pesada.

aditivo

El contenido de carburo de titanio (TiC) es de entre el 0,4 % y el 2,5 %, y el de carburo de tantalio (TaC), de entre el 0,2 % y el 1,2 %. La dispersión se detecta mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), con una desviación estándar <4 %, lo que mejora la dureza a alta temperatura y la antiadherencia.

Características estructurales:

Diseño del mango

Cilíndrica o cónica, rugosidad superficial $Ra \leq 0,3 \mu\text{m}$, con portaherramientas tipo CAT o HSK, coaxialidad de instalación $\leq 0,008 \text{ mm}$.

Optimización de vanguardia

Rectificadora CNC de seis ejes, con un chaflán de filo de corte de 0,008-0,015 mm, que reduce la fuerza de impacto de corte y mejora la resistencia del filo de corte.

Tecnología de recubrimiento

En 2025, se introducirán nanorrecubrimientos multicapa (como TiAlN/DLC) con una desviación de uniformidad de espesor < 0,4 μm y una resistencia a la corrosión mejorada en un 35 %, lo que los hace adecuados para entornos de corte en seco.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de carburo

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Las fresas de carburo realizan cortes frontales y laterales mediante rotación a alta velocidad y eliminan material de la pieza combinando corte intermitente y continuo. Su principio de funcionamiento se basa en el movimiento relativo a alta velocidad de los dientes frontales y periféricos. Los dientes frontales cortan axialmente la pieza para completar el mecanizado de la cara frontal, mientras que los periféricos cortan radialmente para formar el lateral. La viruta se descarga a través de las ranuras de los dientes. El proceso de corte se ve afectado por los parámetros geométricos de la herramienta (como el ángulo de hélice que afecta la suavidad de la viruta, el ángulo de ataque que afecta la fuerza de corte) y los parámetros de corte (como la velocidad de corte V_c 60-300 m/min, la velocidad de avance f_n 0,04-0,25 mm/diente, la profundidad de corte a_p 0,15-2,5 mm). Se utiliza refrigerante (como fluido de corte a base de aceite, con un caudal ≥ 12 L/min) o tecnología de corte en seco para controlar la temperatura de la zona de corte y evitar el sobrecalentamiento de la herramienta (temperatura máxima controlada por debajo de 750 °C) o la deformación térmica de la pieza. En 2025, gracias a las redes 5G y los algoritmos de IA, los sistemas CNC inteligentes podrán monitorizar la fuerza de corte (< 700 N), la temperatura y la vibración en tiempo real, ajustar dinámicamente los parámetros, mejorar la eficiencia de corte entre un 18 % y un 22 % y alcanzar una precisión de mecanizado de nivel IT5-IT6.

3. Características de las fresas de carburo

Con sus materiales avanzados y diseño de precisión, las fresas de carburo exhiben las siguientes características notables:

Dureza ultraalta

Dureza Vickers HV 1600-2100, superior al acero de alta velocidad (HV 650-850), capaz de procesar acero endurecido o aleaciones de alta resistencia con una dureza de hasta HRC 65.

Excelente resistencia al desgaste

El ancho de la zona de desgaste (VB) sigue siendo $\leq 0,25$ mm después de 600-900 horas de corte continuo, lo que es de 4 a 6 veces más largo que la vida útil de las herramientas tradicionales, especialmente al procesar acero inoxidable y aleaciones de titanio.

Excelente resistencia al calor

Las herramientas recubiertas tienen una resistencia térmica de hasta 1100 °C y son adecuadas para cortes a velocidad ultra alta ($V_c > 250$ m/min), lo que reduce el riesgo de fatiga térmica y grietas.

Fuerte resistencia al impacto

Al agregar TiC y optimizar el tamaño de grano (0,4-1,2 μm), la resistencia a la flexión es ≥ 2200 MPa y la resistencia a la carga de impacto aumenta en un 20%, lo que lo hace adecuado para condiciones de corte intermitente y carga pesada.

Alta precisión

La precisión de mecanizado alcanza el nivel IT5-IT6 y la rugosidad de la superficie es Ra 0,15-0,3 μm , lo que cumple con los requisitos de mecanizado de ultraprecisión de las industrias aeroespacial y médica.

Sostenibilidad

La tecnología de corte en seco combinada con un recubrimiento de alta eficiencia reduce el uso de refrigerante entre un 25% y un 35%, cumple con los estándares de fabricación ecológica y reduce

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

las emisiones de carbono en un 15%.

4. Rendimiento de las fresas de carburo y factores que influyen

El rendimiento de las fresas de carburo cementado se ve afectado por múltiples factores, como la composición del material, los parámetros de procesamiento y el entorno de uso. A continuación, se presenta un análisis detallado y una estrategia de optimización.

4.1 Tabla de factores que afectan el rendimiento de las fresas de carburo cementado

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	5%-15%, un contenido bajo mejora la dureza, un contenido alto aumenta la tenacidad	alto	5% para alta precisión, 15% para cargas pesadas	Dureza 5% Co HV 1900, resistencia a la flexión 15% Co 2300 MPa
Velocidad de corte (Vc)	60-300 m/min, demasiado alto provocará sobrecalentamiento o astillamiento	alto o medio	Los materiales duros se reducen en un 25%, como por ejemplo Inconel Vc 150 m/min	Vc demasiado alto (350 m/min) Tasa de rotura del borde 6%-12%
Velocidad de avance (fn)	0,04-0,25 mm/diente, demasiado alto aumentará la fuerza de corte	alto	Micromecanizado hasta 0,04 mm/diente	fn 0,3 mm/diente Fuerza de corte aumentada en un 35%
Profundidad de corte (ap)	0,15-2,5 mm, demasiado profundo provocará vibraciones fácilmente	medio	Corte por capas de piezas complejas, ap 0,4 mm/capa	La amplitud de vibración de ap 3 mm aumentó en un 18%
Flujo refrigerante	de ≥ 12 L/min, la disipación de calor afecta la vida útil	medio	Corte en seco con recubrimiento DLC	Caudal 6 L/min Vida útil reducida en un 25%
Material de pieza de trabajo	de la Acero (HRC 50), aleación de Ti, aleación a base de Ni	alto	Los materiales viscosos reducen el Vc entre un 35% y un 45%.	Aleación de Ni Vc 120 m/min, aleación de Al 250 m/min

5. Proceso de producción de fresas de carburo de alto rendimiento

El excelente rendimiento de las fresas de carburo cementado se debe a un proceso de producción sistemático, desde la preparación de la materia prima hasta el procesamiento final. A continuación, se detalla el flujo del proceso y los parámetros técnicos.

Tabla del proceso de producción de rendimiento de fresas de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas planetario de alta energía, relación bola-material 12:1, 250-350 rpm	30-50 horas, desviación estándar < 4%	Dispersión uniforme, de acuerdo con la norma ISO 13399	Uniformidad del tamaño de partícula CV < 2,5%
Prensado	Presión 180-220 MPa, tiempo 15-25 segundos	Densidad 65%-75% (13-15 g/cm ³)	Conformación de piezas en bruto, desviación $\pm 0,15$ g/cm ³	Resistencia en verde 12-18 MPa

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

sinterización	Horno de vacío 1400-1500 °C, HIP 6-12 MPa	1,5-2,5 horas, densidad 98,5%-99,5%	Tamaño de grano 0,4-1,2 μm, densificado	Porosidad A01B00C00
Sinterización asistida por campo (SPS)	Corriente de pulso 1200-2200 A, voltaje 6-12 V	40-70 minutos	Tamaño de grano 0,15-0,4 μm, optimización de microherramientas	La eficiencia energética aumentó un 25%
Acondicionamiento de bordes	Muela de diamante #800-#1000, EDM 0,05-0,25 J	Cantidad de recorte 0,008-0,015 mm	Rugosidad Ra ≤ 0,15 μm, precisión ±0,004 mm	Afilado del filo de corte < 0,008 mm
Revestimiento	Pulverización catódica con magnetrón multiobjetivo, TiAlN/DLC	Espesor 2-6 μm	Resistencia al calor 1100°C, coeficiente de fricción 0,12	Fuerza de adhesión > 65 N, uniformidad < 0,4 μm

6. Tipos de fresas de carburo

Las fresas de carburo se clasifican en varios tipos según el propósito y el diseño, cada uno optimizado para necesidades de mecanizado específicas:

Fresas de desbaste

Número de dientes 2-5, profundidad de corte ap 1,5-2,5 mm, velocidad de corte Vc 120-180 m/min, adecuado para la eliminación rápida de material (como tochos de acero), fuerza de corte 450-600 N, vida útil 450-650 horas.

Fresas de acabado

Número de dientes: 8-10, profundidad de corte ap 0,15-0,4 mm, velocidad de corte Vc 200-300 m/min, rugosidad superficial Ra 0,15 μm, precisión IT6, adecuado para moldes y piezas de aviación.

Microfresas de extremo

Diámetro 0,03-0,6 mm, profundidad de corte ap 0,03-0,15 mm, velocidad de corte Vc 50-120 m/min, procesamiento de componentes microelectrónicos o implantes médicos, precisión ± 0,0008 mm.

Fresas de extremo revestidas

Aplicar recubrimiento de TiN, TiAlN o DLC, resistencia al calor 900-1100 °C, coeficiente de fricción 0,12, vida útil prolongada 30%-40% en comparación con sin recubrimiento, Vc 250-300 m/min.

Fresa multifuncional

Integra funciones de fresado de extremos, fresado lateral y fresado de ranuras, con una velocidad de corte de Vc 180-250 m/min, reduciendo el tiempo de cambio de herramienta entre un 35%-45%, lo que lo hace adecuado para centros de mecanizado de compuestos multiproceso.

7. Aplicación de fresas de carburo

Las fresas de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su versatilidad y rendimiento:

Aeroespacial

Para el procesamiento de aleaciones de titanio (como Ti-6Al-4V) y aleaciones a base de níquel (como Inconel 718), el requisito de precisión es IT5, la rugosidad superficial Ra es de 0,15 μm, la velocidad de corte Vc es de 120-180 m/min y la profundidad de corte ap es de 0,4-0,8 mm. En 2025,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

el sistema de monitorización 5G reducirá el tiempo de procesamiento entre un 12 % y un 18 %.

Automotor

Fresado de culatas, bielas y piezas de caja de cambios, materiales de la pieza de trabajo: fundición de hierro (HRC 35-45) o aleación de aluminio, Vc 180-250 m/min, fn 0,08-0,12 mm/diente, ap 0,8-1,5 mm, eficiencia aumentada en un 22%.

Fabricación de moldes

Acabado de moldes de inyección y moldes de estampación, mediante tecnología de corte en seco, reduciendo el uso de refrigerante en un 25%-35%, Vc 220-300 m/min, Ra 0,15 μ m.

Industria médica

Las microfresas (diámetro 0,03-0,6 mm) se utilizan para procesar implantes ortopédicos o microengranajes, con una precisión de $\pm 0,0008$ mm, Vc 50-90 m/min, ap 0,03-0,15 mm y una vida útil de 350-550 horas.

Nueva Energía

Al mecanizar rotores de turbinas eólicas o marcos solares, se utiliza IA para optimizar los parámetros de corte, con un Vc de 160-220 m/min, lo que aumenta la eficiencia en un 18% y reduce la huella de carbono en un 12%.

¿Qué es una fresa de carburo sólido?

La fresa integral de carburo es una herramienta de corte de alto rendimiento ampliamente utilizada en el mecanizado de precisión de materiales metálicos y no metálicos. Desempeña un papel importante en la industria manufacturera gracias a su excelente dureza, resistencia al desgaste y versatilidad. Utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como aglutinante. Se fabrica añadiendo agentes de refuerzo (como TiC y TaC) y se fabrica integralmente mediante tecnología avanzada de pulvimetalurgia. A diferencia de otros tipos de fresas, el vástago y la parte de corte de la fresa integral de carburo están fabricados con un solo carburo para garantizar una mayor rigidez y durabilidad, y son especialmente adecuadas para máquinas herramienta CNC, centros de mecanizado y formas geométricas complejas. A continuación, se detallarán diversos aspectos, como la estructura y el material, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa sólida de carburo cementado

La estructura de la fresa integral de carburo consta de un vástago integrado y una pieza de corte. El vástago es cilíndrico o cónico, con un diámetro que varía de 2 mm a 25 mm y una longitud de 40 a 150 mm, según el diseño del sistema de sujeción de la máquina herramienta. Está fabricado con carburo de alta resistencia para garantizar una conexión rígida con el husillo. La pieza de corte incluye dientes extremos y dientes periféricos. Los dientes extremos se utilizan para el corte axial, y los dientes periféricos se distribuyen a lo largo de la circunferencia para el corte lateral. El número de dientes suele ser de 2 a 12, según los requisitos de procesamiento. Los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 35° a 55°, el ángulo frontal de 3° a 12° y el ángulo posterior de 8° a 20°) se optimizan mediante un rectificado de alta precisión. A menudo se aplican recubrimientos a escala nanométrica como TiN, TiAlN o AlTiN a la superficie. El espesor del recubrimiento se controla entre 2 y 7 μm , lo que mejora significativamente la resistencia al calor hasta 1150 °C y reduce el coeficiente de fricción a 0,10.

Composición del material:

Fase dura: carburo de tungsteno (WC), distribución del tamaño de partícula 0,3-1,6 μm , valor D50 0,9 μm , pureza $\geq 99,95\%$, proporcionando una dureza y resistencia al desgaste extremadamente altas.

Fase aglutinante: cobalto (Co), rango de contenido 4%-14% (fracción de masa), tamaño de partícula 0,7-1,0 μm , el 4% se enfoca en alta precisión, el 14% es adecuado para corte de carga pesada.

Aditivos: Contenido de carburo de titanio (TiC) 0,3%-2,0%, contenido de carburo de tantalio (TaC) 0,1%-1,0%, dispersión detectada por SEM, desviación estándar $<3\%$, mejora la dureza a alta temperatura y la antiadherencia.

Características estructurales:

Diseño de vástago: cilíndrico o cónico, rugosidad superficial $R_a \leq 0,25 \mu\text{m}$, compatible con portaherramientas tipo HSK o ISO, coaxialidad de instalación $\leq 0,006 \text{ mm}$.

Optimización del filo de corte: procesado por una rectificadora CNC de siete ejes, el chaflán del filo de corte es de 0,005 a 0,012 mm, lo que reduce la fuerza de impacto de corte y mejora la durabilidad

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

del filo de corte.

Tecnología de recubrimiento: en 2025, se introducirán recubrimientos de gradiente multicapa (como AlTiN/DLC) con una desviación de uniformidad de espesor $< 0,3 \mu\text{m}$ y una resistencia a la corrosión mejorada en un 40 %, adecuados para entornos de corte extremos.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de carburo sólido

Las fresas de carburo sólido realizan cortes frontales y laterales mediante rotación a alta velocidad y eliminan material de la pieza combinando corte intermitente y continuo. Su principio de funcionamiento se basa en el movimiento relativo a alta velocidad de los dientes frontales y periféricos. Los dientes frontales cortan axialmente la pieza para completar el mecanizado de la cara frontal, mientras que los periféricos cortan radialmente para lograr el perfilado lateral. La viruta se descarga a través de las ranuras optimizadas de los dientes. El proceso de corte se ve afectado por los parámetros geométricos de la herramienta (como el ángulo de hélice que afecta la eficiencia de descarga de la viruta, el ángulo de ataque que afecta la fuerza de corte) y los parámetros de corte (como la velocidad de corte V_c 70-350 m/min, la velocidad de avance f_n 0,03-0,3 mm/diente, la profundidad de corte a_p 0,1-3 mm). Se utiliza refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal $\geq 15 \text{ L/min}$) o tecnología de corte en seco para controlar la temperatura de la zona de corte y evitar el sobrecalentamiento de la herramienta (temperatura máxima controlada por debajo de $800 \text{ }^\circ\text{C}$) o la deformación térmica de la pieza. En 2025, gracias a las redes 5G y los algoritmos de aprendizaje automático, los sistemas CNC inteligentes podrán monitorizar la fuerza de corte ($< 800 \text{ N}$), la temperatura y la vibración en tiempo real, ajustar dinámicamente los parámetros, mejorar la eficiencia de corte entre un 20 % y un 25 % y alcanzar una precisión de mecanizado de nivel IT4-IT5.

3. Características de la fresa de carburo sólido

Las fresas de carburo sólido tienen las siguientes características notables debido a su diseño de una sola pieza y materiales avanzados:

Dureza extremadamente alta

Dureza Vickers HV 1700-2200, muy superior al acero de alta velocidad (HV 700-900), capaz de procesar materiales superduros con una dureza de hasta HRC 68.

Excelente resistencia al desgaste

El ancho de la zona de desgaste (VB) sigue siendo $\leq 0,2 \text{ mm}$ después de 700-1000 horas de corte continuo, lo que es 5-7 veces más largo que la vida útil de las herramientas tradicionales, especialmente al procesar aleaciones de alta temperatura.

Excelente resistencia al calor

Las herramientas recubiertas son resistentes al calor hasta $1150 \text{ }^\circ\text{C}$ y son adecuadas para cortes a velocidad ultra alta ($V_c > 300 \text{ m/min}$), lo que reduce el riesgo de grietas térmicas y desgaste.

Fuerte resistencia al impacto

Al agregar TiC y optimizar el tamaño de grano ($0,3-1,0 \mu\text{m}$), la resistencia a la flexión es $\geq 2400 \text{ MPa}$ y la resistencia a la carga de impacto aumenta en un 25%, lo que lo hace adecuado para condiciones de corte intermitente y carga pesada.

Precisión ultraalta

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

La precisión de mecanizado alcanza el nivel IT4-IT5 y la rugosidad de la superficie es Ra 0,1-0,25 μm , lo que cumple con los requisitos de mecanizado de ultraprecisión de las industrias aeroespacial y microelectrónica.

4. Rendimiento y factores de influencia de las fresas sólidas de carburo cementado

El rendimiento de las fresas integrales de carburo se ve afectado por diversos factores, como la composición del material, los parámetros de procesamiento y el entorno de uso. A continuación, se presenta un análisis detallado y una estrategia de optimización.

4.1 Tabla de factores que afectan el rendimiento de las fresas sólidas de carburo cementado

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	4%-14%, el contenido bajo mejora la dureza, el contenido alto aumenta la tenacidad	alto	4% para alta precisión, 14% para cargas pesadas	Dureza 4% Co HV 2000, resistencia a la flexión 14% Co 2500 MPa
Velocidad de corte (Vc)	70-350 m/min, demasiado alto provocará sobrecalentamiento o astillamiento	alto o medio	Los materiales duros se reducen en un 30%, como el Inconel Vc 180 m/min	Vc demasiado alto (400 m/min) Tasa de rotura del borde 7%-15%
Velocidad de avance (fn)	de 0,03-0,3 mm/diente, demasiado alto aumentará la fuerza de corte	alto	Micromecanizado hasta 0,03 mm/diente	fn 0,35 mm/diente Fuerza de corte aumentada en un 40%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-3 mm, demasiado profundo provocará fácilmente vibraciones	medio	Corte por capas de piezas complejas, ap 0,3 mm/capa	ap 3,5 mm Amplitud de vibración aumentada en un 20%
Flujo de refrigerante	de ≥ 15 L/min, el efecto de disipación de calor afecta la vida útil.	medio	Corte en seco con recubrimiento de AlTiN	Caudal 7 L/min Vida útil reducida en un 30%
Material de pieza de trabajo	de la Acero (HRC 55), aleación de Ti, aleación de Co-Cr	alto	Los materiales viscosos reducen el Vc en un 40%-50%	Aleación de Co-Cr Vc 140 m/min, aleación de Al 300 m/min

5. Tabla de rendimiento y proceso de producción de la fresa integral de carburo cementado

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas planetario de alta energía, relación bola-material 15:1, 300-400 rpm	36-60 horas, desviación estándar < 3%	Dispersión uniforme, de acuerdo con la norma ISO 513	Uniformidad del tamaño de partícula CV < 2%
Prensado	Presión 200-250 MPa, tiempo 20-30 segundos	Densidad 70%-80% (14-16 g/cm ³)	Conformación de piezas en bruto, desviación $\pm 0,1$ g/cm ³	Resistencia en verde 15-20 MPa
sinterización	Horno de vacío 1450-1550 °C, HIP 8-15 MPa	2-3 horas, densidad 99%-99,8%	Tamaño de grano 0,3-1,0 μm , densificación	Porosidad A00B00C00
Sinterización asistida	Corriente de pulso 1500-2500 A,	50-80 minutos	Tamaño de grano 0,1-0,3 μm ,	La eficiencia

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

por campo (SPS)	voltaje 8-15 V		optimización de microherramientas	energética aumentó un 30%
Acondicionamiento de bordes	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200, EDM 0,03-0,2 J	Cantidad de recorte 0,005-0,012 mm	Rugosidad Ra ≤ 0,1 μm, precisión ±0,003 mm	Afilado del filo de corte < 0,005 mm
Revestimiento	Pulverización catódica con magnetrón multiobjetivo, AITiN/DLC	Espesor 2-7 μm	Resistencia al calor 1150°C, coeficiente de fricción 0,10	Fuerza de adhesión > 70 N, uniformidad < 0,3 μm

6. Tipos de fresas integrales de carburo

Las fresas de carburo sólido se dividen en varios tipos según su uso y diseño, cada tipo está optimizado para necesidades de mecanizado específicas:

Fresa sólida de desbaste

Número de dientes 2-6, profundidad de corte ap 2-3 mm, velocidad de corte Vc 100-200 m/min, adecuado para la eliminación rápida de material (como tochos de acero), fuerza de corte 500-700 N, vida útil 500-700 horas.

Fresa sólida de acabado

Número de dientes: 10-12, profundidad de corte ap 0,1-0,3 mm, velocidad de corte Vc 250-350 m/min, rugosidad superficial Ra 0,1 μm, precisión IT5, adecuado para moldes y piezas de aviación.

Fresa micro sólida

Diámetro 0,02-0,5 mm, profundidad de corte ap 0,02-0,1 mm, velocidad de corte Vc 50-150 m/min, procesamiento de componentes microelectrónicos o implantes médicos, precisión ± 0,0005 mm.

Fresa sólida revestida

Aplicar recubrimiento AlTiN, TiAlN o DLC, resistencia al calor 1000-1150 °C, coeficiente de fricción 0,10, vida útil prolongada 35%-45% en comparación con sin recubrimiento, Vc 300-350 m/min.

Fresa integral multifuncional

Integra funciones de fresado de extremos, fresado lateral y fresado de ranuras, con una velocidad de corte de Vc 200-300 m/min, reduciendo el tiempo de cambio de herramienta en un 40%-50%, y es adecuado para centros de mecanizado de compuestos multiproceso.

7. Aplicación de la fresa integral de carburo

Las fresas de carburo sólido se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su diseño de una sola pieza y su alto rendimiento:

Aeroespacial

Para procesar aleaciones de titanio (como Ti-6Al-4V) y aleaciones de cobalto-cromo, el requisito de precisión es IT4, la rugosidad de la superficie Ra 0,1 μm, la velocidad de corte Vc 150-220 m/min, la profundidad de corte ap 0,3-0,6 mm y el sistema de monitoreo 5G reducirá el tiempo de procesamiento en un 15%-20% en 2025.

Automotor

Fresado de bloques de motor, árboles de levas y piezas de engranajes, los materiales de la pieza de trabajo son fundición (HRC 40-50) o aleación de aluminio, Vc 200-300 m/min, fn 0,05-0,1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mm/diente, ap 0,6-1,2 mm, la eficiencia aumentada en un 25%.

Fabricación de moldes

El acabado de moldes de precisión (como moldes de paneles de automóviles) utiliza tecnología de corte en seco para reducir el uso de refrigerante en un 30%-40%, Vc 250-350 m/min, Ra 0,1 μm .

Industria médica

Fresa micro sólida (diámetro 0,02-0,5 mm) para mecanizar implantes ortopédicos o micro engranajes, precisión $\pm 0,0005$ mm, Vc 40-80 m/min, ap 0,02-0,1 mm, vida útil 400-600 horas.

Nueva Energía

Procesamiento de moldes de palas de turbinas eólicas o carcasas de baterías, combinado con IA para optimizar los parámetros de corte, Vc 180-250 m/min, eficiencia aumentada en un 20% y huella de carbono reducida en un 15%.

Industria electrónica

Procesamiento de placas de microcircuitos y carcasas de semiconductores, los materiales de la pieza de trabajo son resina reforzada con fibra de vidrio o cerámica, Vc 100-200 m/min, ap 0,05-0,2 mm, precisión $\pm 0,001$ mm, satisfaciendo las necesidades de procesamiento de componentes electrónicos de alta densidad.

Construcción naval

Fresado de hélices marinas y cuerpos de válvulas, los materiales de la pieza de trabajo son bronce o acero inoxidable, Vc 150-250 m/min, ap 0,5-1,5 mm, el revestimiento resistente a la corrosión extiende la vida útil de la herramienta en un 30%-40%.

Materiales de construcción

Procesamiento de moldes de placas de yeso y baldosas cerámicas, Vc 80-150 m/min, ap 0,2-0,8 mm, reduciendo las emisiones de polvo en un 20%, adecuado para la producción de materiales de construcción ecológicos.

Elaboración de joyas

La fresa micro sólida se utiliza para el grabado fino de metales preciosos (como oro, platino) e incrustaciones de piedras preciosas, con Vc 50-120 m/min, ap 0,01-0,05 mm, precisión $\pm 0,0002$ mm, satisfaciendo las necesidades de personalización de alta gama.

Industria de defensa

Al procesar placas de blindaje de tanques y proyectiles de misiles, el material de la pieza de trabajo es acero de alta resistencia o materiales compuestos, Vc 120-180 m/min, ap 0,4-1 mm, la resistencia al desgaste mejora la eficiencia del procesamiento en un 15%-20%.

Instrumentos ópticos

Procesamiento de moldes de lentes y componentes de prisma, el material de la pieza de trabajo es vidrio óptico o polímero, Vc 60-120 m/min, ap 0,03-0,15 mm, precisión $\pm 0,0003$ mm, para cumplir con la fabricación de componentes ópticos de alta precisión.

Electrónica de consumo

Procesamiento de carcasas de teléfonos móviles y conectores de precisión, los materiales de la pieza de trabajo son de aleación de magnesio o materiales compuestos, Vc 200-300 m/min, ap 0,1-0,4 mm, la eficiencia aumenta en un 22%, cumpliendo con los requisitos de diseño liviano.

Transporte ferroviario

Fresado de ruedas de tren y accesorios de vía, el material de la pieza de trabajo es acero con alto

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

contenido de carbono, Vc 150-220 m/min, ap 0,5-1,2 mm, la resistencia al desgaste extiende la vida útil en un 25%-30%.

Industria petroquímica

Procesamiento de válvulas de tuberías y cuerpos de bombas, el material de la pieza de trabajo es acero inoxidable o aleación de titanio, Vc 140-200 m/min, ap 0,4-1 mm, resistencia a la corrosión aumentada en un 35%, adecuado para entornos de trabajo extremos.

¿Qué es una fresa soldada de carburo?

La fresa soldada de carburo es una herramienta de corte de alto rendimiento que se fabrica soldando un cabezal de carburo a un cuerpo de acero. Se utiliza ampliamente en el procesamiento de materiales metálicos y no metálicos. Combina la alta dureza y resistencia al desgaste del carburo con la alta tenacidad del cuerpo de acero, siendo especialmente adecuada para entornos de procesamiento que requieren alta eficiencia y rentabilidad, como cortes pesados y producción a gran escala. La fresa soldada de carburo se compone principalmente de carburo de tungsteno (WC) como fase dura y cobalto (Co) como fase de unión. El cabezal se prepara mediante pulvimetalurgia y se conecta al cuerpo de acero mediante soldadura de alta frecuencia o soldadura fuerte al vacío. Es adecuada para máquinas herramienta tradicionales y centros de mecanizado CNC. A continuación, se detallarán diversos aspectos, como la estructura y el material, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa soldada de carburo.

La estructura de la fresa soldada de carburo incluye un cuerpo de acero y un cabezal de carburo soldado. El cuerpo de la fresa suele estar hecho de acero para herramientas de alta tenacidad (como 40CrMo o 18CrNiMo), con un diámetro que varía de 10 mm a 100 mm y una longitud diseñada para ser de 50-300 mm según los requisitos de procesamiento para garantizar una conexión estable con el husillo de la máquina herramienta. El cabezal de la fresa está hecho de carburo y contiene dientes finales y dientes periféricos. El número de dientes suele ser de 4 a 20 dientes, dependiendo del diámetro de corte y el propósito. Los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 30°-45°, el ángulo frontal de 5°-10°, el ángulo posterior de 10°-15°) se optimizan mediante rectificado de precisión. Se puede aplicar un recubrimiento de TiN o TiAlN a la superficie del cabezal de la fresa con un espesor controlado de 2-5 μm , y la resistencia térmica se mejora a 1000 °C.

Composición del material:

Fase dura: carburo de tungsteno (WC), distribución del tamaño de partícula 0,5-2,0 μm , valor D50 1,2 μm , pureza $\geq 99,9\%$, proporcionando alta dureza y resistencia al desgaste.

Fase aglutinante: cobalto (Co), rango de contenido 6%-12% (fracción de masa), tamaño de partícula 1,0-1,5 μm , el 6% se centra en una alta dureza, el 12% es adecuado para el corte de carga pesada.

Aditivos: Contenido de carburo de titanio (TiC) 0,5%-1,5%, contenido de carburo de niobio (NbC) 0,2%-0,8%, dispersión detectada por SEM, desviación estándar $< 5\%$, rendimiento mejorado a alta temperatura.

Características estructurales:

Diseño del cuerpo de la cortadora: Tratamiento de endurecimiento de la superficie del cuerpo de acero, dureza HRC 35-45, rugosidad de la superficie $Ra \leq 0,4 \mu\text{m}$, con portaherramientas universal, coaxialidad de instalación $\leq 0,01 \text{ mm}$.

Soldadura del cabezal de corte: se utiliza soldadura fuerte al vacío, la temperatura de soldadura es

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

de 1000 a 1100 °C y la resistencia de la soldadura es ≥ 200 MPa para garantizar que el cabezal de corte y el cuerpo del cortador estén firmemente conectados.

Tecnología de recubrimiento: En 2025, se introducirá un recubrimiento TiAlN multicapa con una desviación de uniformidad de espesor $< 0,5 \mu\text{m}$ y una resistencia a la corrosión mejorada en un 30 %, adecuado para corte en seco o húmedo.

2. Principio de funcionamiento de la fresa soldada de carburo

Las fresas soldadas de carburo realizan cortes frontales y laterales mediante rotación a alta velocidad y eliminan material de la pieza principalmente mediante cortes intermitentes. Su principio de funcionamiento se basa en el movimiento relativo a alta velocidad del cabezal de corte de carburo. Los dientes frontales cortan axialmente la pieza para completar el mecanizado de la cara frontal, y los dientes periféricos cortan radialmente para lograr el conformado lateral. La viruta se descarga a través de las ranuras de los dientes. El proceso de corte se ve afectado por los parámetros geométricos de la herramienta (como el ángulo de hélice que afecta el flujo de viruta y el ángulo de ataque que afecta la fuerza de corte) y los parámetros de corte (como la velocidad de corte V_c 50-250 m/min, el avance f_n 0,05-0,2 mm/diente y la profundidad de corte a_p 0,2-4 mm). Se utiliza refrigerante (como fluido de corte a base de agua, con un caudal ≥ 10 L/min) para controlar la temperatura de la zona de corte y evitar el sobrecalentamiento del cabezal (temperatura máxima controlada por debajo de 700 °C) o la deformación térmica de la pieza. En 2025, combinado con sensores de IoT y algoritmos de IA, el sistema de monitoreo inteligente puede monitorear la fuerza de corte (< 600 N) y la temperatura en tiempo real, ajustar dinámicamente los parámetros, mejorar la eficiencia de corte en un 15%-20% y lograr una precisión de mecanizado de nivel IT6-IT7.

3. Características de la fresa soldada de carburo

Las fresas soldadas de carburo tienen las siguientes características notables debido a su estructura soldada y propiedades del material:

Alta dureza: La dureza Vickers del cabezal de corte es HV 1500-2000, adecuada para procesar materiales con dureza inferior a HRC 60.

Buena resistencia al desgaste: el ancho de la correa resistente al desgaste (VB) es $\leq 0,3$ mm después de 500 a 800 horas de corte continuo y la vida útil es de 3 a 5 veces más larga que la de las herramientas de acero de alta velocidad tradicionales.

Resistencia al calor moderada: El cabezal de corte recubierto tiene una resistencia al calor de hasta 1000 °C, adecuado para cortes de velocidad media y alta (V_c 150-250 m/min), lo que reduce el riesgo de fatiga térmica.

Alta tenacidad: El cuerpo de acero proporciona resistencia al impacto, con una resistencia a la flexión de ≥ 1800 MPa, adecuado para cortes intermitentes y condiciones de carga pesada.

Precisión práctica: La precisión de procesamiento alcanza el nivel IT6-IT7 y la rugosidad de la superficie R_a 0,2-0,4 μm , lo que satisface las necesidades generales de procesamiento industrial.

Económico: El diseño soldado reduce los costos de fabricación y es adecuado para la producción a gran escala. Para 2025, la tecnología de corte en seco reducirá el uso de refrigerante entre un 20 % y un 30 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Tabla de rendimiento y factores de influencia de las fresas soldadas de carburo cementado

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	6%-12%, un contenido bajo mejora la dureza, un contenido alto aumenta la tenacidad	alto	6% para alta dureza, 12% para cargas pesadas	Dureza 6% Co HV 1800, resistencia a la flexión 12% Co 1900 MPa
Velocidad de corte (Vc)	50-250 m/min, demasiado alto provocará el desgaste del cabezal de corte	medio	Los materiales duros se reducen en un 20%, como el acero Vc 150 m/min	Tasa de desgaste Vc (300 m/min) demasiado alta 8%-12%
Velocidad de avance (fn)	de 0,05-0,2 mm/diente, demasiado alto aumentará la fuerza de corte	alto	Corte pesado hasta 0,05 mm/diente	fn 0,25 mm/diente Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	de 0,2-4 mm, demasiado profundo puede causar vibración	medio	Corte por capas de piezas complejas, ap 0,5 mm/capa	La amplitud de vibración de ap 5 mm aumentó en un 15%
Flujo de refrigerante	de ≥ 10 L/min, el efecto de disipación de calor afecta la vida útil.	medio	Corte en seco con recubrimiento de TiAlN	Caudal 5 L/min Vida útil reducida en un 20%
Calidad de la soldadura	Resistencia de soldadura ≥ 200 MPa, riesgo de caída	alto	Temperatura de soldadura optimizada 1050°C	Resistencia de soldadura < 150 MPa, tasa de desprendimiento 5%

5. Tabla de rendimiento del proceso de producción de fresas soldadas de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas de alta energía, relación bola-material 10:1, 200-300 rpm	24-40 horas, desviación estándar $< 5\%$	Dispersión uniforme, de acuerdo con la norma ISO 513	Uniformidad del tamaño de partícula CV $< 3\%$
Prensado	Presión 150-200 MPa, tiempo 10-20 segundos	Densidad 60%-70% (12-14 g/cm ³)	Conformación de piezas brutas del cabezal de la herramienta, desviación $\pm 0,2$ g/cm ³	Resistencia en verde 10-15 MPa
sinterización	Horno de vacío 1350-1450 °C, HIP 5-10 MPa	1-2 horas, densidad 98%-99%	Tamaño de grano 0,5-1,5 μm , densificación	Porosidad A02B00C00
Corte de cabeza	Muela de diamante #600-#800, EDM 0,1-0,3 J	Cantidad de recorte 0,01-0,02 mm	Rugosidad Ra $\leq 0,2$ μm , precisión $\pm 0,005$ mm	Afilado del filo de corte $< 0,01$ mm
soldadura	Soldadura fuerte al vacío, temperatura 1000-1100 °C, presión 0,5 MPa	5-10 minutos	El cabezal de corte está firmemente conectado al cuerpo del cortador.	Resistencia de soldadura ≥ 200 MPa
Revestimiento	Pulverización catódica con magnetrón, TiAlN	Espesor 2-5 μm	Resistencia al calor 1000°C, coeficiente de fricción 0,15	Fuerza de adhesión > 50 N, uniformidad $< 0,5$ μm

6. Tipos de fresas soldadas de carburo

Las fresas soldadas de carburo se dividen en varios tipos según su uso y estructura, cada tipo está

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

optimizado para necesidades de procesamiento específicas:

Fresa soldada para mecanizado de desbaste: número de dientes 4-8, profundidad de corte ap 2-4 mm, velocidad de corte Vc 80-150 m/min, adecuada para la eliminación rápida de material (como fundición), fuerza de corte 400-600 N, vida útil 400-600 horas.

Fresa soldada de acabado: número de dientes 12-20, profundidad de corte ap 0,2-0,5 mm, velocidad de corte Vc 150-250 m/min, rugosidad superficial Ra 0,2 μm , nivel de precisión IT7, adecuada para procesamiento de moldes.

Fresa de planear: diámetro 50-100 mm, número de dientes 10-16, profundidad de corte ap 1-3 mm, Vc 100-200 m/min, adecuada para procesamiento plano y corte de áreas grandes.

Fresa soldada revestida: se aplica un revestimiento de TiN o TiAlN, resistencia al calor 900-1000 $^{\circ}\text{C}$, coeficiente de fricción 0,15, la vida útil es un 25%-35% más larga que la de la fresa sin revestimiento, Vc 200-250 m/min.

Fresa de ranuras: especialmente diseñada para mecanizar ranuras estrechas y chaveteros, número de dientes 6-12, profundidad de corte ap 0,5-2 mm, Vc 80-180 m/min, reducción de vibraciones 15%-20%.

7. Aplicación de la fresa soldada de carburo

Las fresas soldadas de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su economía y aplicabilidad:

Fabricación de automóviles: Procesamiento de bloques de cilindros de motor y cigüeñales, el material de la pieza de trabajo es hierro fundido (HRC 30-40) o aleación de aluminio, Vc 120-200 m/min, ap 1-2 mm, eficiencia aumentada en un 20%.

Fabricación de matrices: Procesamiento basto de matrices de estampación y matrices de forja, Vc 80-150 m/min, ap 2-4 mm, reduciendo el tiempo de procesamiento en un 15%-25%.

Industria del acero: Fresado de lingotes y rollos de acero, el material de la pieza de trabajo es acero al carbono (HRC 50), Vc 100-180 m/min, ap 1,5-3 mm, la resistencia al desgaste extiende la vida útil en un 30%.

Equipos de energía: Procesamiento de álabes de turbinas de gas y cuerpos de válvulas, el material de la pieza de trabajo es una aleación a base de níquel, Vc 80-140 m/min, ap 0,5-1,5 mm, para satisfacer las necesidades del entorno de alta temperatura.

Maquinaria pesada: procesamiento de engranajes grandes y asientos de cojinetes, el material de la pieza de trabajo es acero de alta resistencia, Vc 90-160 m/min, ap 2-3,5 mm, fuerza de corte 500-700 N.

Transporte ferroviario: Fresado de ruedas y traviesas de trenes, el material de la pieza es hierro dúctil, Vc 100-180 m/min, ap 1-2,5 mm y la resistencia al impacto aumenta en un 20%.

Ingeniería de construcción: procesamiento de encofrados de hormigón y conectores de barras de acero, Vc 70-130 m/min, ap 1-3 mm, reduciendo las emisiones de polvo en un 15%.

Industria de construcción naval: Fresado de placas de casco y hélices, el material de la pieza de trabajo es acero para barcos, Vc 90-150 m/min, ap 1,5-2,5 mm, resistencia a la corrosión aumentada en un 25%.

Equipo de minería: Procesamiento de revestimientos de trituradoras y componentes de brocas, el material de la pieza de trabajo es acero con alto contenido de manganeso, Vc 80-140 m/min, ap 1-3

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mm, la vida útil se extiende entre un 35% y un 40%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de inserción de carburo?

La fresa de inserción de carburo es una herramienta de corte de alto rendimiento que se fabrica insertando dientes de carburo reemplazables en un cuerpo de acero. Se utiliza ampliamente en el procesamiento de materiales metálicos y no metálicos. Su diseño combina la alta dureza y resistencia al desgaste de los dientes de carburo con la alta tenacidad del cuerpo de acero. Es especialmente adecuada para situaciones donde se requiere el reemplazo frecuente de dientes o tareas de procesamiento complejas, como corte pesado y procesamiento multiproceso. La fresa de inserción de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase de unión. Los dientes se preparan mediante pulvimetalurgia y se instalan en el cuerpo de la fresa mediante fijación mecánica. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y grandes centros de mecanizado. A continuación, se detallarán diversos aspectos, como la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

Estructura y materiales de la fresa de inserción de carburo

Las fresas de inserción de carburo constan de un cuerpo de acero y dientes de carburo reemplazables. El cuerpo de la fresa está hecho de acero para herramientas de alta tenacidad (como 42CrMo o 18CrNiMo7), con un rango de diámetro de 20 mm a 200 mm y una longitud de 100-500 mm, diseñado según los requisitos de procesamiento para garantizar una conexión estable con el husillo de la máquina herramienta. Los dientes son de carburo y se instalan en la ranura del cuerpo de la fresa. El número de dientes suele ser de 6 a 30, dependiendo del diámetro de corte y el propósito. Los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 25° a 40°, el ángulo frontal de 3° a 8° y el ángulo posterior de 8° a 12°) se optimizan mediante rectificado de precisión. Se puede aplicar un recubrimiento de AlTiN o CrN a la superficie del diente con un espesor de 3-6 μm, y la resistencia térmica se incrementa a 1050 °C.

Composición del material:

Fase dura: carburo de tungsteno (WC), distribución del tamaño de partícula 0,4-1,8 μm, valor D50 1,0 μm, pureza ≥ 99,95%, proporcionando alta dureza y resistencia al desgaste.

Fase aglutinante: cobalto (Co), rango de contenido 5%-10% (fracción de masa), tamaño de partícula 0,8-1,2 μm, el 5% se enfoca en alta precisión, el 10% es adecuado para corte de carga pesada.

Aditivos: contenido de carburo de tantalio (TaC) 0,3%-1,0%, contenido de carburo de niobio (NbC) 0,2%-0,6%, dispersión detectada por SEM, desviación estándar < 4%, resistencia mejorada a la oxidación a alta temperatura.

Características estructurales:

Diseño del cuerpo de la cortadora: Tratamiento térmico de la superficie del cuerpo de acero, dureza HRC 40-50, rugosidad de la superficie $Ra \leq 0,3 \mu m$, con mango tipo HSK o BT, coaxialidad de instalación $\leq 0,008 \text{ mm}$.

Instalación de los dientes: Se adopta sujeción mecánica o fijación con pernos, y la precisión de reemplazo de dientes es de $\pm 0,005 \text{ mm}$ para garantizar la estabilidad y la repetibilidad.

Tecnología de recubrimiento: En 2025, se introducirá un recubrimiento de AlTiN en gradiente con una desviación de uniformidad de espesor $< 0,4 \mu m$ y una resistencia a la corrosión mejorada en un

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

35 %, adecuado para corte en seco y entornos de alta temperatura.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de inserción de carburo

Las fresas de inserción de carburo logran cortes frontales y laterales mediante rotación a alta velocidad, y utilizan principalmente cortes intermitentes para remover material de la pieza. Su principio de funcionamiento se basa en el movimiento relativo a alta velocidad de los dientes de carburo. Los dientes frontales cortan la pieza axialmente para completar el procesamiento de la cara frontal, y los dientes periféricos cortan radialmente para lograr el conformado lateral. Las virutas se descargan a través de las ranuras optimizadas de los dientes. El proceso de corte se ve afectado por los parámetros geométricos de la herramienta (como el ángulo de hélice que afecta la descarga de viruta, el ángulo de ataque que afecta la fuerza de corte) y los parámetros de corte (como la velocidad de corte V_c 60-300 m/min, el avance f_n 0,04-0,25 mm/diente, la profundidad de corte a_p 0,3-5 mm). Se utiliza refrigerante (como fluido de corte a base de aceite, con un caudal ≥ 15 L/min) o tecnología de corte en seco para controlar la temperatura de la zona de corte y evitar el sobrecalentamiento de los dientes de corte (temperatura máxima controlada por debajo de 750 °C) o la deformación térmica de la pieza. En 2025, en combinación con redes 5G y algoritmos de optimización de IA, el sistema de monitoreo inteligente podrá monitorear la fuerza de corte (< 800 N) y la vibración en tiempo real, ajustar dinámicamente los parámetros, mejorar la eficiencia de corte entre un 18 % y un 22 % y alcanzar una precisión de mecanizado de nivel IT5-IT6.

3. Características de la fresa de inserción de carburo

Las fresas de inserción de carburo, con sus dientes reemplazables y materiales avanzados, ofrecen las siguientes características notables:

Dureza ultraalta

La dureza Vickers de los dientes de la hoja es HV 1600-2100, lo que es adecuado para procesar materiales con una dureza inferior a HRC 65.

Excelente resistencia al desgaste

El ancho de la zona de desgaste (VB) es $\leq 0,25$ mm después de 600 a 900 horas de corte continuo y la vida útil se extiende de 4 a 6 veces en comparación con las herramientas tradicionales.

Excelente resistencia al calor

Los dientes recubiertos tienen una resistencia térmica de hasta 1050 °C, lo que los hace adecuados para cortes de alta velocidad ($V_c > 200$ m/min) y reduce el riesgo de grietas térmicas.

Fuerte resistencia al impacto

Al optimizar la geometría del diente y el soporte de acero, la resistencia a la flexión es ≥ 2200 MPa y la resistencia a la carga de impacto aumenta en un 20%, lo que lo hace adecuado para condiciones de carga pesada.

Alta flexibilidad

El diseño de dientes reemplazables reduce los costos de mantenimiento y se adapta a diversos requisitos de procesamiento. El tiempo de reemplazo de dientes es inferior a 5 minutos.

Tabla de rendimiento de las fresas de inserción de carburo y factores que influyen

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	5%-10%, un contenido bajo mejora la dureza, un contenido alto aumenta la tenacidad	alto	5% para alta precisión, 10% para cargas pesadas	Dureza 5% Co HV 1900, resistencia a la flexión 10% Co 2300 MPa
Velocidad de corte (Vc)	60-300 m/min, demasiado alto provocará desgaste en los dientes de corte	medio	Los materiales duros se reducen en un 25%, como la aleación de Ti Vc 150 m/min	Tasa de desgaste Vc demasiado alta (350 m/min) 6%-10%
Velocidad de avance (fn)	0,04-0,25 mm/diente, demasiado alto aumentará la fuerza de corte	alto	Micromecanizado hasta 0,04 mm/diente	fn 0,3 mm/diente Fuerza de corte aumentada en un 35%
Profundidad de corte (ap)	0,3-5 mm, demasiado profundo puede causar vibración	medio	Corte por capas de piezas complejas, ap 0,6 mm/capa	La amplitud de vibración de 6 mm aumentó en un 18 %
Flujo de refrigerante	≥ 15 L/min, el efecto de disipación de calor afecta la vida útil.	medio	Corte en seco con recubrimiento de AlTiN	Caudal 7 L/min Vida útil reducida en un 25%
Precisión en la instalación de los dientes	Fuerza de sujeción ≥ 300 N, riesgo de aflojamiento	alto	Fuerza de sujeción óptima 350 N, comprobar periódicamente	Fuerza de sujeción < 250 N Holgura 4%

5. Proceso de producción de fresas de inserción de carburo de alto rendimiento

Las fresas con inserto de carburo se basan en un diseño refinado del proceso de preparación e instalación de los dientes. A continuación, se detalla el flujo del proceso y los parámetros técnicos.

Tabla del proceso de producción y rendimiento de fresas de inserción de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas planetario de alta energía, relación bola-material 12:1, 250-350 rpm	30-50 horas, desviación estándar < 4%	Dispersión uniforme, de acuerdo con la norma ISO 13399	Uniformidad del tamaño de partícula CV < 2,5%
Prensado	Presión 180-220 MPa, tiempo 15-25 segundos	Densidad 65%-75% (13-15 g/cm ³)	El diente en bruto se forma con una desviación de $\pm 0,15$ g/cm ³	Resistencia en verde 12-18 MPa
sinterización	Horno de vacío 1400-1500 °C, HIP 6-12 MPa	1,5-2,5 horas, densidad 98,5%-99,5%	Tamaño de grano 0,4-1,2 μ m, densificado	Porosidad A01B00C00
Apósito dental	Muela de diamante #800-#1000, EDM 0,05-0,25 J	Cantidad de recorte 0,008-0,015 mm	Rugosidad Ra $\leq 0,15$ μ m, precisión $\pm 0,004$ mm	Afilado del filo de corte < 0,008 mm
Instalación de dientes	Sujeción mecánica, fuerza de sujeción 300-400 N	2-5 minutos	Los dientes están firmemente instalados, con una repetibilidad de $\pm 0,005$ mm.	Uniformidad de la fuerza de sujeción < 5%
Revestimiento	Pulverización catódica con	Espesor 3-6 μ m	Resistencia al calor 1050°C,	Fuerza de adhesión > 60

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6. Tipos de fresas con insertos de carburo

Las fresas de inserción de carburo se clasifican en varios tipos según su uso y estructura, y cada tipo está optimizado para necesidades de mecanizado específicas:

Fresa de desbaste con inserto: número de dientes 6-12, profundidad de corte ap 3-5 mm, velocidad de corte Vc 80-180 m/min, adecuada para la eliminación rápida de material (como tochos de acero), fuerza de corte 600-800 N, vida útil 500-700 horas.

Fresa de inserción de acabado: número de dientes 20-30, profundidad de corte ap 0,3-0,8 mm, velocidad de corte Vc 200-300 m/min, rugosidad superficial Ra 0,15 μm, nivel de precisión IT6, adecuada para moldes y piezas de aviación.

Fresa de planear: diámetro 80-200 mm, número de dientes 12-24, profundidad de corte ap 2-4 mm, Vc 100-250 m/min, adecuada para el procesamiento de planos grandes.

Fresa de inserción recubierta: se aplica un recubrimiento de AlTiN o CrN, resistencia al calor 1000-1050 °C, coeficiente de fricción 0,12, la vida útil es entre un 30 % y un 40 % más larga que la de las fresas sin recubrimiento, Vc 250-300 m/min.

Fresa de ranuras: especialmente diseñada para procesar ranuras profundas y escalones, con 8-16 dientes, profundidad de corte ap 1-3 mm, Vc 90-200 m/min y reducción de vibraciones de 20%-25%.

7. Aplicación de la fresa de inserción de carburo

Las fresas con insertos de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su diseño de dientes reemplazables y su versatilidad:

Aeroespacial: Procesamiento de aleaciones de titanio (como Ti-6Al-4V) y componentes de aleación de aluminio, Vc 150-250 m/min, ap 0,5-1,5 mm, nivel de precisión IT5, el monitoreo 5G reducirá el tiempo de procesamiento en un 12%-18% en 2025.

Fabricación de automóviles: Procesamiento de culatas de cilindros y carcasas de cajas de cambios, el material de la pieza de trabajo es hierro fundido (HRC 35-45), Vc 120-200 m/min, ap 1-3 mm y la eficiencia aumenta en un 22%.

Fabricación de moldes: acabado de moldes de inyección y moldes de estampación, Vc 180-300 m/min, ap 0,3-1 mm, Ra 0,15 μm, reduciendo el tiempo de cambio de herramienta en un 30%.

Equipos energéticos: Procesamiento de rotores de turbinas eólicas y palas de turbinas, los materiales de las piezas de trabajo son acero o materiales compuestos, Vc 100-180 m/min, ap 1-2,5 mm, la resistencia al calor aumentó en un 20%.

Maquinaria pesada: procesamiento de engranajes grandes y bancadas de máquinas herramienta, el material de la pieza de trabajo es acero de alta resistencia, Vc 90-160 m/min, ap 2-4 mm, fuerza de corte 700-900 N.

Transporte ferroviario: Fresado de sujetadores de rieles y ejes de ruedas, el material de la pieza de trabajo es hierro dúctil, Vc 110-190 m/min, ap 1,5-3 mm, resistencia al impacto aumentada en un 25%.

Industria de construcción naval: Procesamiento de placas de acero para barcos y hélices, Vc 100-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

180 m/min, ap 2-4 mm, el revestimiento resistente a la corrosión extiende la vida útil en un 30%-35%.

Equipo de minería: Procesamiento de martillos trituradores y placas de pantalla, el material de la pieza de trabajo es acero con alto contenido de manganeso, Vc 80-150 m/min, ap 2-3,5 mm, la vida útil se extiende en un 40%.

Materiales de construcción: Procesamiento de componentes prefabricados de hormigón, Vc 70-130 m/min, ap 1-3 mm, reduciendo las emisiones de polvo en un 20%, adecuado para la construcción ecológica.

¿Qué es una fresa de inserción de carburo?

La fresa de inserción de carburo es una herramienta de corte de alto rendimiento que se fabrica insertando dientes de carburo reemplazables en un cuerpo de acero. Se utiliza ampliamente en el procesamiento de materiales metálicos y no metálicos. Su diseño combina la alta dureza y resistencia al desgaste de los dientes de carburo con la alta tenacidad del cuerpo de acero. Es especialmente adecuada para aplicaciones que requieren el reemplazo frecuente de dientes o para tareas de procesamiento complejas, como cortes pesados y multiprocesos. La fresa de inserción de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase de unión. Los dientes se preparan mediante pulvimetalurgia y se instalan en el cuerpo de la fresa mediante fijación mecánica. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y grandes centros de mecanizado. A continuación, se describe brevemente la estructura y los materiales, los principios de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, los procesos de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de inserción de carburo

La fresa de inserción de carburo consta de un cuerpo de acero y dientes de carburo reemplazables. El cuerpo de la fresa está fabricado en acero para herramientas de alta tenacidad (como 42CrMo), con un diámetro de 20-200 mm y una longitud de 100-500 mm, lo que garantiza una conexión estable con el husillo de la máquina herramienta. Los dientes de la fresa son de carburo, con 6-30 dientes, y los parámetros geométricos del filo de corte (como el ángulo de hélice de 25°-40° y el ángulo de ataque de 3°-8°) se optimizan mediante rectificado de precisión. Se puede aplicar un recubrimiento de AlTiN (espesor de 3-6 μm) a la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1050 °C.

Composición del material: El carburo de tungsteno (WC) es la fase dura, el contenido de cobalto (Co) es del 5% al 10% y se agregan TaC y NbC para mejorar el rendimiento.

Características estructurales: Dureza del cuerpo de la fresa HRC 40-50, precisión de sujeción de los dientes de la fresa $\pm 0,005$ mm, coaxialidad de instalación $\leq 0,008$ mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de inserción de carburo

Mediante rotación de alta velocidad, los dientes de corte cortan la pieza axial y radialmente. Los dientes finales se encargan del procesamiento de la superficie final, los dientes periféricos completan el conformado lateral y las virutas se descargan a través de la ranura. Los parámetros de corte incluyen V_c 60-300 m/min, f_n 0,04-0,25 mm/diente, a_p 0,3-5 mm. El refrigerante (flujo ≥ 15 L/min) o el corte en seco controlan la temperatura. En 2025, la monitorización 5G con IA aumentará la eficiencia entre un 18 % y un 22 %, y la precisión alcanzará el nivel IT5-IT6.

3. Características de la fresa de inserción de carburo

Alta dureza: diente HV 1600-2100, adecuado para materiales por debajo de HRC 65.

Resistencia al desgaste: $VB \leq 0,25$ mm (600-900 horas), vida útil prolongada de 4 a 6 veces.

Resistencia al calor: El recubrimiento es resistente al calor hasta 1050 °C y es adecuado para cortes a alta velocidad.

Resistencia al impacto: resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, adecuado para cargas pesadas.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Flexibilidad: reemplazo de cuchilla en < 5 minutos, reduciendo costos de mantenimiento.

Sostenibilidad: el corte en seco reduce el refrigerante entre un 25% y un 35%.

4. Tabla de rendimiento de las fresas de inserción de carburo y factores que influyen

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	5%-10%, equilibrio de dureza y tenacidad	alto	5% de precisión, 10% de trabajo pesado	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	60-300 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros reducidos en un 25%	Vc 350 m/min Desgaste 6%-10%
Velocidad de avance (fn)	0,04-0,25 mm/diente	alto	Micromecanizado 0,04 mm/diente	fn 0.3 Fuerza de corte aumentada en un 35%
Profundidad de corte (ap)	0,3-5 mm, vibración demasiado profunda	medio	Capas de 0,6 mm/capa	La vibración de ap 6 mm aumentó en un 18%
Precisión de instalación	Fuerza de sujeción ≥ 300 N	alto	Fuerza de sujeción 350 N Comprobar	< 250 N holgura 4%

5. Tabla del proceso de producción de rendimiento de fresas de inserto de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 250-350 rpm	30-50 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2,5%
Prensado	180-220 MPa	15-25 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 13-15 g/cm ³
sinterización	1400-1500 °C, HIP	1,5-2,5 horas	Densificación	Densidad 98,5%-99,5%
Apósito dental	Muela de diamante n.º 800-1000	Recorte 0,008-0,015 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,15$ μ m
Instalación de dientes	Fuerza de sujeción 300-400 N	2-5 minutos	Instalación segura	Precisión $\pm 0,005$ mm
Revestimiento	Pulverización catódica de AlTiN con magnetrón	Espesor 3-6 μ m	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 60 N

6. Tipos de fresas con insertos de carburo

Fresa de desbaste: número de dientes 6-12, ap 3-5 mm, Vc 80-180 m/min, adecuada para tochos de acero.

Fresa de acabado: número de dientes 20-30, ap 0,3-0,8 mm, Vc 200-300 m/min, precisión IT6.

Fresa de planear: diámetro 80-200 mm, ap 2-4 mm, Vc 100-250 m/min, mecanizado de superficies planas.

Fresa revestida: revestimiento de AlTiN, resistente al calor hasta 1000-1050°C, vida útil prolongada

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

en un 30%-40%.

Fresa de ranurar: número de dientes 8-16, ap 1-3 mm, Vc 90-200 m/min, reducción de vibraciones 20%-25%.

7. Aplicación de la fresa de inserción de carburo

Aeroespacial: Procesamiento Ti-6Al-4V, Vc 150-250 m/min, precisión IT5.

Fabricación de automóviles: Procesamiento de culatas, Vc 120-200 m/min, eficiencia aumentada en un 22%.

Fabricación de moldes: molde de inyección de precisión, Vc 180-300 m/min, Ra 0,15 μm .

Equipos energéticos: Álabes de turbina de procesamiento, Vc 100-180 m/min, resistencia térmica aumentada en un 20%.

Maquinaria pesada: procesamiento de engranajes, Vc 90-160 m/min, fuerza de corte 700-900 N.

Transporte ferroviario: Ejes de ruedas de fresado, Vc 110-190 m/min, resistencia al impacto 25%.

Industria de construcción naval: Procesamiento de placas de acero, Vc 100-180 m/min, vida útil prolongada en un 30%-35%.

Equipo de minería: Cabeza de martillo de procesamiento, Vc 80-150 m/min, vida útil extendida en un 40%.

Materiales de construcción: Procesamiento de componentes de hormigón, Vc 70-130 m/min, reducción de polvo 20%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué son las fresas con insertos indexables de carburo?

La fresa de plaquitas indexables de carburo es una herramienta de corte de alta eficiencia que se fabrica instalando plaquitas indexables de carburo reemplazables en un cuerpo de acero. Se utiliza ampliamente en el mecanizado de precisión de materiales metálicos y no metálicos. Su diseño combina la excelente dureza y resistencia al desgaste de las plaquitas de carburo con la flexibilidad del cuerpo de la fresa. Es especialmente adecuada para entornos que requieren cambios frecuentes de cuchillas o el procesamiento de múltiples materiales de pieza, como en la industria aeroespacial y automotriz. Las plaquitas indexables de carburo utilizan carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se preparan mediante pulvimetalurgia y se fijan al cuerpo de la fresa mediante sujeción mecánica. Son aptas para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje.

1. Estructura y materiales de la fresa de inserción indexable de carburo

Las fresas de plaquitas intercambiables de carburo constan de un cuerpo de acero e insertos reemplazables. El cuerpo de la fresa está fabricado en acero para herramientas de alta tenacidad (como 40CrNiMo), con un diámetro de 25-250 mm y una longitud de 120-600 mm, lo que garantiza una conexión estable con el husillo de la máquina herramienta. Los insertos, de carburo cementado, se instalan en las ranuras del cuerpo de la fresa, con un número de 4-40, según el diámetro de corte. La geometría del filo (como ángulo de hélice de 20°-45° y ángulo de ataque de 0°-10°) se optimiza mediante rectificado de precisión, y la superficie del inserto puede recubrirse con AlTiN o TiCN (espesor de 2-5 μm), con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material: El carburo de tungsteno (WC) es la fase dura, el contenido de cobalto (Co) es del 4% al 12% y se agregan TiC y TaC para mejorar el rendimiento.

Características estructurales: Dureza del cuerpo de la cuchilla HRC 40-50, precisión de sujeción de la cuchilla $\pm 0,003$ mm, coaxialidad de instalación $\leq 0,005$ mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de inserción indexable de carburo

Mediante rotación de alta velocidad, la cuchilla corta la pieza axial y radialmente. El filo final se encarga del procesamiento de la superficie final, el filo periférico completa el conformado lateral y las virutas se descargan a través de la ranura del diente. Los parámetros de corte incluyen V_c 80-400 m/min, f_n 0,06-0,3 mm/diente, a_p 0,5-6 mm. El refrigerante (caudal ≥ 20 L/min) o el corte en seco controlan la temperatura. En 2025, la monitorización 5G con IA aumentará la eficiencia entre un 20 % y un 25 %, y la precisión alcanzará los niveles IT4-IT6.

3. Características de la fresa de inserción indexable de carburo

Dureza ultra alta: hoja HV 1700-2300, adecuada para materiales por debajo de HRC 70.

Excelente resistencia al desgaste: $VB \leq 0,2$ mm (800-1200 horas), vida útil prolongada de 5 a 8 veces.

Excelente resistencia al calor: el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a velocidad ultra alta.

Alta flexibilidad: el diseño indexable admite el uso de múltiples hojas y el reemplazo de hojas

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

demora menos de 3 minutos.

Fuerte estabilidad: resistencia a la flexión ≥ 2500 MPa, adecuada para cargas pesadas y cortes intermitentes.

Protección del medio ambiente: el corte en seco reduce el refrigerante entre un 30% y un 40% y las emisiones de carbono en un 20%.

4. Tabla de rendimiento de las fresas de plaquitas indexables de carburo y factores que influyen

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	4%-12%, equilibrio de dureza y tenacidad	alto	4% de precisión, 12% de trabajo pesado	4% Co HV 2000
Velocidad de corte (Vc)	80-400 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros reducidos en un 20%	Vc 450 m/min desgaste 5%-8%
Velocidad de avance (fn)	0,06-0,3 mm/diente	alto	Acabado 0,06 mm/diente	fn 0.35 Fuerza de corte aumentada en un 40%
Profundidad de corte (ap)	0,5-6 mm, vibración demasiado profunda	medio	Capas: 0,8 mm/capa	Aumento de vibración de ap 7 mm 15%
Fuerza de sujeción	≥ 400 N, riesgo de aflojamiento	alto	Fuerza de sujeción 450 N Comprobar	< 350 N holgura 3%

5. Tabla del proceso de producción y rendimiento de fresas con inserto indexable de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-16 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Acondicionamiento de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,005-0,01 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,1 \mu\text{m}$
Instalación de la cuchilla	Fuerza de sujeción 400-500 N	1-3 minutos	Instalación segura	Precisión $\pm 0,003$ mm
Revestimiento	Pulverización catódica de AlTiN con magnetrón	Espesor 2-5 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

6. Tipos de fresas con insertos indexables de carburo

Fresa de desbaste: 6-12 cuchillas, ap 3-6 mm, Vc 100-200 m/min, adecuada para tochos de acero.

Fresa de acabado: 20-40 hojas, ap 0,5-1,5 mm, Vc 250-400 m/min, precisión IT5.

Fresa de planear: diámetro 100-250 mm, ap 2-5 mm, Vc 120-300 m/min, mecanizado de superficies

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

planas.

Fresa revestida: revestimiento de AlTiN, resistente al calor hasta 1000-1100°C, vida útil prolongada entre un 35% y un 45%.

Fresa de ranurar: 8-16 cuchillas, ap 1-3 mm, Vc 100-250 m/min, reducción de vibraciones 15%-20%.

7. Aplicación de fresas con insertos indexables de carburo

Aeroespacial:

Se utiliza para el mecanizado de aleaciones de titanio (como Ti-6Al-4V) y aleaciones de alta temperatura (como Inconel 718). Velocidad de corte Vc: 150-300 m/min, profundidad de corte ap: 0,5-1,5 mm, velocidad de avance fn: 0,06-0,15 mm/diente. Ideal para costillas de alas de aeronaves, álabes de motores y piezas estructurales, con una precisión de mecanizado IT4 y una rugosidad superficial Ra: 0,05-0,1 μm . En 2025, gracias a la monitorización en tiempo real 5G y la optimización con IA, el tiempo de mecanizado se reducirá entre un 15 % y un 20 %, lo que mejorará significativamente la eficiencia del mecanizado de superficies complejas.

Fabricación de automóviles:

Procesamiento de cilindros de motor, cigüeñales y carcasas de caja de cambios. Los materiales de las piezas incluyen fundición (HRC 30-45) y aleaciones de aluminio, Vc 120-250 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Apto para producción en masa, con un aumento de la eficiencia del 25 %, rugosidad superficial Ra 0,1-0,2 μm . La tecnología de corte en seco reduce el uso de refrigerante en un 30 %, en línea con la tendencia de aligeramiento de la industria automotriz.

Fabricación de moldes:

Acabado de moldes de inyección, estampación y forja. El material de la pieza es acero para herramientas (HRC 50-60) o acero pretemplado. Vc 200-400 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,06-0,12 mm/diente. Precisión de mecanizado IT5 y rugosidad superficial Ra 0,05-0,1 μm , lo que reduce el tiempo de cambio de herramienta entre un 30 % y un 40 %, lo que reduce significativamente los costes de producción.

Equipos de energía:

Procesamiento de álabes de turbinas de gas, bujes de rotor de turbinas eólicas y cuerpos de válvulas para energía nuclear. Los materiales de las piezas incluyen aleaciones a base de níquel y acero inoxidable, con una velocidad de corte (Vc) de 100 a 200 m/min, una velocidad de penetración (Ap) de 1 a 2,5 mm y una velocidad de penetración (Fn) de 0,08 a 0,15 mm/diente. La resistencia térmica se ha incrementado un 25 % para satisfacer las necesidades de entornos de alta temperatura y alta presión. En 2025, los parámetros de corte optimizados por IA reducirán la tasa de desperdicio entre un 10 % y un 15 %.

Maquinaria pesada:

Procesamiento de bancadas de máquinas herramienta, engranajes grandes y asientos de cojinetes, los materiales de la pieza de trabajo son acero de alta resistencia (HRC 40-55), Vc 90-180 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,12-0,25 mm/diente, fuerza de corte 800-1000 N. La vida útil de la herramienta se extiende entre un 35% y un 45%, adecuada para cargas pesadas y condiciones de corte intermitente.

Transporte ferroviario:

Fresado de ruedas de tren, traviesas y fijaciones de riel. Los materiales de las piezas son hierro dúctil

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

y acero al carbono. Vc 120-200 m/min, ap 1,5-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. La resistencia al impacto se ha mejorado en un 20 % y la eficiencia de procesamiento en un 18 %, cumpliendo así los requisitos de alta resistencia al desgaste y alta fiabilidad.

Industria de la construcción naval:

Procesamiento de placas de acero para cascos, hélices y cuerpos de válvulas. Los materiales de las piezas son acero naval y bronce. Vc 100-180 m/min, ap 2-4 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. El recubrimiento resistente a la corrosión prolonga la vida útil en un 35 %, el corte en seco reduce el consumo de refrigerante entre un 25 % y un 30 % y es apto para entornos marinos.

Industria electrónica:

Procesamiento de carcasas de teléfonos móviles de aleación de aluminio, soportes para placas de circuitos y carcasas de semiconductores. Vc 200-350 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,06-0,12 mm/diente, precisión de procesamiento $\pm 0,001$ mm, rugosidad superficial Ra 0,05 μm . Satisface las necesidades de componentes electrónicos ligeros, delgados y de alta densidad.

Industria petroquímica:

Procesamiento de válvulas de tuberías, cuerpos de bombas y carcasas de compresores. Los materiales de las piezas son acero inoxidable y aleaciones de titanio, con una velocidad de 80-150 m/min, una presión de 1-2,5 mm y un diámetro de 0,08-0,15 mm/diente. La resistencia a la corrosión se ha mejorado un 30 %. Para 2025, la monitorización inteligente reducirá los defectos de procesamiento entre un 10 % y un 15 %.

Industria de defensa:

Procesamiento de placas de blindaje de tanques, proyectiles de misiles y cañones. Los materiales de las piezas son acero de alta resistencia y materiales compuestos, con una velocidad de corte (Vc) de 100 a 200 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 1 a 3 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,1 a 0,2 mm/diente. La resistencia al desgaste mejora la eficiencia del procesamiento entre un 20 % y un 25 %, cumpliendo con los requisitos de alta seguridad y precisión.

Industria de nuevas energías:

Procesamiento de moldes para palas de aerogeneradores y soportes solares. El material de la pieza es un material compuesto reforzado con fibra de vidrio o aleación de aluminio. Vc 120-250 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,08-0,15 mm/diente. Se incrementó la eficiencia entre un 15 % y un 20 % y se redujo la huella de carbono un 10 %, lo que impulsa el desarrollo de energías renovables.

Equipo médico:

Procesamiento de implantes ortopédicos (como articulaciones de cadera) y microdispositivos, el material de la pieza de trabajo es aleación de titanio o aleación de Co-Cr, Vc 80-150 m/min, ap 0,3-0,8 mm, fn 0,04-0,1 mm/diente, precisión $\pm 0,0005$ mm, rugosidad superficial Ra 0,03 μm , cumpliendo con los requisitos de biocompatibilidad.

Procesamiento de joyas:

procesamiento de metales preciosos (como oro, platino) e incrustaciones de piedras preciosas, Vc 50-120 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente, precisión $\pm 0,0002$ mm, adecuado para personalización de alta gama y grabado fino.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



¿Qué es una fresa de carburo de corte de alta velocidad?

La fresa de carburo de alta velocidad es una herramienta de corte de alto rendimiento fabricada con carburo, diseñada para el mecanizado de alta velocidad, capaz de eliminar materiales eficientemente a altas velocidades de corte y ampliamente utilizada en el mecanizado de precisión de materiales metálicos y no metálicos. Combina la alta dureza, resistencia al calor y al desgaste del carburo cementado, y es adecuada para aplicaciones en la industria aeroespacial y automotriz, que requieren alta eficiencia y un tratamiento superficial de alta calidad. La fresa de carburo de alta velocidad utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y procesos de mecanizado de precisión, y suele estar recubierta para mejorar su rendimiento. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado de alta velocidad.

1. Estructura y materiales de las fresas de corte de alta velocidad de carburo cementado

Las fresas de carburo para corte a alta velocidad suelen estar fabricadas en carburo sólido o soldadas/incrustadas en un cuerpo de acero con un cabezal de carburo, con un rango de diámetro de 6-100 mm y una longitud de 50-300 mm para garantizar su compatibilidad con husillos de alta velocidad. La hoja de la herramienta está diseñada con una estructura multidentada (2-20 dientes) y sus parámetros geométricos (como el ángulo de hélice de 35°-50° y el ángulo de ataque de 5°-15°) están optimizados para adaptarse al corte a alta velocidad. Suele aplicarse un recubrimiento de TiAlN o AlCrN (de 2-4 μm de espesor) sobre la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1150 °C.

Composición del material: carburo de tungsteno (WC) tamaño de partícula 0,3-1,5 μm , contenido de cobalto (Co) 6%-10%, se agregan TiC y VC para mejorar la resistencia al calor.

Características estructurales: Dureza de la herramienta de carburo sólido HV 1800-2200, diseño de soporte del cuerpo de acero dureza HRC 40-45, coaxialidad de la herramienta $\leq 0,005$ mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de corte de alta velocidad de carburo cementado

Gracias a su rotación ultrarrápida (velocidad de corte V_c 200-1000 m/min), la herramienta corta

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

rápidamente la pieza. Los dientes finales y los dientes periféricos trabajan conjuntamente para completar el procesamiento de los extremos y los laterales, y las virutas se descargan a través de ranuras optimizadas bajo alta temperatura y presión. Los parámetros de corte incluyen Vc 200-1000 m/min, fn 0,05-0,2 mm/diente, ap 0,2-4 mm. El uso de refrigerante de alta eficiencia (como fluido de corte sintético o a base de aceite, caudal ≥ 25 L/min) o refrigeración por aire a alta presión para controlar la temperatura (< 800 °C), junto con tecnología IoT e IA para lograr la monitorización en tiempo real, permitirá que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 25 % y un 30 % y la precisión alcance los niveles IT5-IT7.

3. Características de la fresa de corte de alta velocidad de carburo cementado

Dureza ultra alta: HV 1800-2200, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al calor: el recubrimiento es resistente al calor hasta 1150 °C y es adecuado para cortes a velocidad ultra alta.

Excelente resistencia al desgaste: $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 6 a 10 veces.

Alta eficiencia: velocidad de corte de hasta 1000 m/min, eficiencia de procesamiento aumentada entre un 30% y un 50%.

Estabilidad: resistencia a la flexión ≥ 2400 MPa, adecuada para corte intermitente de alta velocidad.

Protección del medio ambiente: el corte en seco o la lubricación mínima reducen el uso de refrigerante entre un 40% y un 50%.

4. Tabla de rendimiento y factores de influencia de las fresas de corte de alta velocidad de carburo cementado

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 6%-10%, equilibrio de dureza y tenacidad	alto	6% de precisión, 10% de trabajo pesado	6% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	200-1000 m/min, desgaste excesivo	alto	Materiales duros reducidos en un 15%	Vc 1100 m/min Desgaste 8%
Velocidad de avance (fn)	de 0,05-0,2 mm/diente	medio	Reducción de alta velocidad 0,05 mm/diente	fn 0.25 Fuerza de corte aumentada en un 35%
Profundidad de corte (ap)	de 0,2-4 mm, vibración demasiado profunda	medio	Capas de 0,5 mm/capa	Aumento de vibración de 5 mm en un 20 %
Espesor de recubrimiento	del 2-4 μ m, demasiado grueso y se descascara	alto	Optimizado 2,5-3 μ m	< 2 μ m La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Tabla de proceso de producción de rendimiento de fresas de corte de alta velocidad de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	----------------------

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Mezcla de materias primas	Molino de bolas 350-450 rpm	50-70 horas	Distribuido uniformemente	CV < 1,5%
Prensado	220-280 MPa	25-35 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14,5-16 g/cm ³
sinterización	1450-1600 °C, HIP	2,5-3,5 horas	Densificación	Densidad 99,2%-99,9%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1200-n.º 1500	Recorte 0,003-0,008 mm	Optimización de la precisión	Ra ≤ 0,08 μm
Revestimiento	Deposición PVD de TiAlN	Espesor 2-4 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 80 N

6. Tipos de fresas de carburo de corte de alta velocidad

Fresa integral de alta velocidad: diámetro 6-20 mm, Vc 400-1000 m/min, adecuada para mecanizado de precisión de diámetro pequeño.

Fresa indexable de alta velocidad: 4-16 cuchillas, Vc 300-800 m/min, adecuada para cortes de grandes áreas.

Fresa de alta velocidad recubierta: recubrimiento TiAlN, Vc 500-1000 m/min, vida útil prolongada entre un 40% y un 60%.

Fresa de alta velocidad con punta esférica: diámetro 10-50 mm, Vc 200-600 m/min, adecuada para el procesamiento de superficies complejas.

Fresa de ranurar: número de dientes 4-10, Vc 300-700 m/min, reducción de vibraciones 15%-25%.

7. Aplicación de la fresa de corte de alta velocidad de carburo cementado

Las fresas de carburo de corte de alta velocidad se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su alta eficiencia y adaptabilidad, como se detalla a continuación:

Aeroespacial:

Procesamiento de aleaciones de titanio (como Ti-6Al-4V) y piezas de fuselaje de aleación de aluminio. Vc 400-800 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,05-0,15 mm/diente. Adecuado para costillas de ala y carcasas de motor. Precisión de procesamiento IT5 y rugosidad superficial Ra 0,05-0,1 μm. En 2025, la optimización mediante IA reducirá el tiempo de procesamiento entre un 20 % y un 30 % para cumplir con los requisitos de peso ligero.

Fabricación de automóviles:

Procesamiento de culatas de aleación de aluminio, llantas de aleación de magnesio y cigüeñales de acero. Vc 300-600 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Eficiencia aumentada en un 40 %, rugosidad superficial Ra 0,1-0,15 μm. El corte en seco reduce el refrigerante en un 50 %, lo que satisface los altos requisitos de la línea de producción.

Fabricación de moldes:

Acabado de moldes de plástico y de estampación. Los materiales de las piezas son acero P20 o H13, Vc 500-1000 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,05-0,12 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,04-0,08 μm. El tiempo de cambio de herramienta se reduce en un 35 % y la vida útil del molde aumenta.

Equipos de energía:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Procesamiento de moldes para palas de aerogeneradores y de turbinas de gas. El material de la pieza es material compuesto o Inconel, con una velocidad de rotación de 200-500 m/min, una fuerza de penetración de 1-2,5 mm y un diámetro de onda de 0,08-0,15 mm/diente. La resistencia térmica se ha mejorado en un 30 %. La monitorización por IoT reducirá los residuos en un 15 % para 2025 y fomentará la energía verde.

Industria electrónica:

Procesamiento de carcasas de teléfonos móviles y soportes de PCB de aleación de aluminio. Vc 600-1000 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,04-0,1 mm/diente. Precisión $\pm 0,001$ mm, Ra 0,03-0,05 μm , para satisfacer las necesidades de componentes electrónicos de alta precisión.

Maquinaria pesada:

Procesamiento de engranajes grandes y rieles guía de máquinas herramienta, el material de la pieza de trabajo es acero 42CrMo, Vc 200-400 m/min, ap 2-4 mm, fn 0,12-0,2 mm/diente, fuerza de corte 600-800 N. La vida útil se extiende en un 50%, adecuado para el procesamiento de alta carga.

Equipo médico:

Procesamiento de implantes ortopédicos de aleación de titanio, Vc 300-500 m/min, ap 0,3-0,8 mm, fn 0,04-0,1 mm/diente. Precisión $\pm 0,0005$ mm, Ra 0,02-0,04 μm , cumpliendo con los requisitos de biocompatibilidad.

Transporte ferroviario:

Procesamiento de ruedas y traviesas de ferrocarril de alta velocidad. El material de la pieza es hierro dúctil, con una velocidad de corte (Vc) de 300 a 600 m/min, una velocidad de penetración (Ap) de 1,5 a 3 mm y una velocidad de penetración (Fn) de 0,1 a 0,18 mm/diente. La resistencia al desgaste se mejora en un 25 % y la eficiencia se incrementa en un 20 %.

Industria de la construcción naval:

Procesamiento de placas de acero y hélices para barcos, Vc 200-400 m/min, ap 2-4 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. El recubrimiento resistente a la corrosión prolonga la vida útil en un 40 % y el corte en seco reduce el impacto ambiental en un 30 %.

Industria de defensa:

Procesamiento de placas de blindaje y componentes de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 250 a 500 m/min, una fuerza de penetración (AP) de 1 a 3 mm y una fuerza de penetración (fn) de 0,08 a 0,15 mm/diente. La resistencia al desgaste se mejora en un 30 %, cumpliendo con los requisitos de alta resistencia.

Industria petroquímica:

Procesamiento de cuerpos de válvulas y uniones de tuberías. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 200-400 m/min, ap 1-2,5 mm, fn 0,08-0,15 mm/diente. La resistencia a la corrosión se mejora en un 25 % y los defectos de procesamiento se reducen en un 10 %.

Nueva industria energética:

Procesamiento de marcos solares y carcasas de baterías. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 400-800 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,06-0,12 mm/diente. Se incrementó la eficiencia un 25 % y se redujeron las emisiones de carbono un 15 %.

Procesamiento de joyería:

Procesamiento de joyería de metales preciosos, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. Precisión $\pm 0,0001$ mm, ideal para tallado fino.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



en.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatun

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de esquina de carburo?

La fresa de filete de carburo es una herramienta de corte de alto rendimiento fabricada con carburo. Su cabezal de corte tiene un diseño de esquinas redondeadas (es decir, cabeza esférica) y se utiliza ampliamente en el procesamiento de superficies curvas complejas de materiales metálicos y no metálicos. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el buen rendimiento de corte del carburo cementado, siendo especialmente adecuada para aplicaciones que requieren alta precisión y un tratamiento superficial suave, como la industria aeroespacial y la fabricación de moldes. La fresa de filete de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y procesos de rectificado de precisión. Suele estar recubierta para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje. A continuación, se describe brevemente la estructura y los materiales, los principios de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, los procesos de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de las fresas de esquina de carburo

Las fresas de carburo con cantos redondeados suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de entre 1 y 25 mm y longitudes de entre 50 y 150 mm. El cabezal de corte es esférico o redondeado, con 2 a 6 dientes, según el diámetro y la aplicación. La geometría del filo (como un ángulo de hélice de 30° a 45° y un ángulo de ataque de 2° a 10°) se optimiza mediante rectificado de precisión, y suele aplicarse un recubrimiento de AlTiN o TiCN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie de la herramienta, con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material: carburo de tungsteno (WC) tamaño de partícula 0,2-1,2 μm , contenido de cobalto (Co) 5%-8%, se agregan TaC y NbC para mejorar la tenacidad y la resistencia al calor.

Características estructurales: Dureza total del carburo HV 1700-2000, coaxialidad de la herramienta $\leq 0,003$ mm, precisión del radio de la esquina $\pm 0,005$ mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de filete de carburo

Mediante rotación, el cabezal de corte redondeado corta la pieza a lo largo de una trayectoria curva compleja. El extremo esférico realiza un procesamiento tridimensional del contorno y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-600 m/min, f_n 0,02-0,1 mm/diente, a_p 0,1-2 mm. El refrigerante (como un fluido de corte a base de agua, con un caudal ≥ 15 L/min) o la temperatura de control de corte en seco (< 700 °C) se optimizarán con IA y se monitorizará con sensores. En 2025, la eficiencia de corte aumentará entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcanzará los niveles IT6-IT8.

3. Características de la fresa de esquina de carburo

Alta dureza: HV 1700-2000, adecuado para materiales por debajo de HRC 55.

Buena resistencia al desgaste: $VB \leq 0,2$ mm (400-800 horas), vida útil prolongada de 4 a 6 veces.

Excelente resistencia al calor: El recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a velocidad media y alta.

Alta precisión: el diseño de esquinas redondeadas garantiza una transición suave, rugosidad de la superficie R_a 0,02-0,1 μm .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Flexibilidad: adaptable a una variedad de geometrías complejas y adecuado para mecanizado de múltiples ejes.

Protección del medio ambiente: el corte en seco reduce el refrigerante entre un 20% y un 30%.

4. Tabla de rendimiento de las fresas de esquina de carburo y factores que influyen

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	5%-8%, equilibrio de dureza y tenacidad	alto	5% de precisión, 8% de dureza	5% Co HV 1800
Velocidad de corte (Vc)	100-600 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 650 m/min Desgaste 6%
Velocidad de avance (fn)	0,02-0,1 mm/diente	medio	Acabado 0,02 mm/diente	0,12 Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	0,1-2 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,3 mm/capa	Aumento de vibración de ap 2,5 mm 15%
Espesor del recubrimiento	2-3 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,2-2,5 μm	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 8%

5. Tabla de rendimiento del proceso de producción de fresas de esquina de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	180-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15 g/cm ³
sinterización	1400-1500 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 98,5%-99,5%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra \leq 0,06 μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 60 N

6. Tipos de fresas de esquina de carburo

Fresa de esquinas redondeadas de canto corto: diámetro 1-10 mm, Vc 200-400 m/min, adecuada para acabados superficiales.

Fresa de radio de filo largo: diámetro 10-25 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para el procesamiento de cavidades profundas.

Fresa de esquina revestida: recubrimiento de AlTiN, Vc 300-600 m/min, vida útil prolongada en un 30%-40%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa de micro esquinas: diámetro 0,1-2 mm, Vc 100-200 m/min, adecuada para micro piezas.

Fresa de radio de desbaste: número de dientes 4-6, Vc 150-350 m/min, adecuada para una rápida eliminación de material.

7. Aplicación de la fresa de filete de carburo

Las fresas de esquina de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su diseño de radio de esquina y capacidades de mecanizado de precisión, como se detalla a continuación:

Aeroespacial:

Procesamiento de aleaciones de titanio (como Ti-6Al-4V) y superficies curvas complejas de aleaciones de aluminio, como revestimientos de alas y raíces de palas. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,08 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,05 μm . La optimización por IA en 2025 reducirá el tiempo de procesamiento entre un 15 % y un 20 %, cumpliendo con los requisitos de alta resistencia y ligereza.

Fabricación de moldes:

Acabado de contornos complejos en moldes de inyección y fundición a presión. El material de la pieza es acero P20 o H13, Vc 300-500 m/min, ap 0,2-1,5 mm, fn 0,03-0,1 mm/diente. Precisión IT7, Ra 0,02-0,04 μm , lo que reduce los cambios de herramienta en un 30 % y mejora la calidad de la superficie del molde.

Fabricación de automóviles:

Procesamiento de las características de las curvas de culatas e impulsores de turbocompresores. Los materiales de las piezas son aleación de aluminio o fundición, Vc 200-350 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,04-0,1 mm/diente. La eficiencia se incrementó un 20 %, Ra 0,03-0,06 μm . El corte en seco reduce el refrigerante un 25 %.

Equipos de energía:

Procesamiento de estructuras curvas de moldes de palas de aerogeneradores y palas de turbina. Los materiales de las piezas son materiales compuestos o acero inoxidable, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. La resistencia térmica se ha mejorado en un 20 % y la monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica:

Procesamiento de curvas 3D de marcos centrales de teléfonos móviles y soportes de placas de circuito. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 300-600 m/min, ap 0,1-0,8 mm, fn 0,02-0,06 mm/diente. Precisión $\pm 0,001$ mm, Ra 0,01-0,03 μm , cumpliendo con los requisitos de alta precisión.

Equipo médico:

Procesamiento de superficies complejas de articulaciones artificiales e implantes dentales de aleación de titanio. Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm , conforme a los estándares de biocompatibilidad.

Industria de defensa:

Procesamiento de las características curvas de proyectiles de misiles y cubiertas de radar. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. La resistencia al desgaste se ha mejorado en un 25%, cumpliendo con los altos requisitos de fiabilidad.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Industria naval:

Procesamiento de palas de hélice y superficies de casco. Los materiales de las piezas son bronce o acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,1 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 % y reduce la deformación durante el procesamiento en un 15 %.

Procesamiento de joyería:

Procesamiento de tallado fino e incrustaciones de metales preciosos (como oro y platino), Vc 100-200 m/min, ap 0,05-0,3 mm, fn 0,01-0,04 mm/diente. Precisión $\pm 0,0001$ mm, ideal para personalización de alta gama.

Nueva industria energética:

Procesamiento de conexiones curvas de marcos de paneles solares. El material de la pieza es aleación de aluminio, Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. Se incrementó la eficiencia en un 15 % y se redujo la huella de carbono en un 10 %.

Maquinaria pesada:

Procesamiento de superficies de transición de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. Se prolonga la vida útil en un 35 % y se reduce la concentración de tensiones.

Industria petroquímica:

Procesamiento de superficies curvas de cuerpos de válvulas y uniones de tuberías. El material de la pieza es acero inoxidable, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. La resistencia a la corrosión se mejora en un 20 % y los defectos de procesamiento se reducen en un 10 %.

Fabricación de muebles:

Procesamiento de curvas decorativas en muebles de madera o composite, Vc 200-400 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,05 μm , eficiencia incrementada en un 20 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



¿Qué es una fresa de carburo para chavetas redondas?

La fresa semicircular de carburo para chaveteros es una herramienta de corte especial fabricada con carburo. Su cabezal está diseñado con forma semicircular o de ranura de carpintero. Se utiliza ampliamente para el procesamiento de chaveteros, ranuras y hendiduras semicirculares. Es especialmente adecuada para aplicaciones que requieren alta precisión y superficies internas lisas en la fabricación mecánica. Combina la alta dureza, resistencia al desgaste y al impacto del carburo cementado y es adecuada para el procesamiento de acero, fundición y metales no ferrosos. La fresa semicircular de carburo para chaveteros utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y procesos de rectificado de precisión. Suele estar recubierta de TiN o AlTiN para mejorar su rendimiento. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y fresadoras tradicionales. A continuación, se describe brevemente la estructura y los materiales, los principios de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, los procesos de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de chavetero semicircular de carburo

Las fresas de chavetero semicirculares de carburo suelen ser estructuras de carburo macizo o cabezales de carburo soldados a mangos de acero, con diámetros de entre 3 y 50 mm y longitudes de entre 50 y 200 mm. El diámetro semicircular del cabezal coincide con el diámetro del cuerpo de la fresa, y el número de dientes es de 2 a 4. Los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 20° a 35° y el ángulo de ataque de 0° a 5°) están optimizados para el mecanizado de ranuras, y se pueden aplicar recubrimientos de TiN o AlTiN (de 1,5 a 3 μm de espesor) a la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1000 °C.

Composición del material: carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,5-1,5 μm, contenido de cobalto (Co) 6%-10%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales: Dureza total del carburo HV 1600-1900, dureza del mango de acero HRC 40-45, coaxialidad de la herramienta $\leq 0,005$ mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de chavetero semicircular de carburo

Mediante rotación, el cabezal de corte semicircular corta la pieza en dirección axial o radial para formar una ranura o chavetero semicircular, y las virutas se descargan a través del hueco entre dientes. Los parámetros de corte incluyen V_c 50-300 m/min, f_n 0,03-0,15 mm/diente, a_p 0,5-5 mm. Con refrigerante (como fluido de corte a base de aceite, caudal ≥ 10 L/min) o temperatura de control de corte en seco (< 600 °C), junto con la monitorización por sensores en 2025, la eficiencia de corte aumentará entre un 10 % y un 15 % y la precisión alcanzará los niveles IT7-IT9.

3. Características de la fresa de chavetero semicircular de carburo

Alta dureza: HV 1600-1900, adecuado para materiales por debajo de HRC 50.

Buena resistencia al desgaste: $VB \leq 0,25$ mm (300-600 horas), vida útil prolongada de 3 a 5 veces.

Resistencia al calor moderada: El recubrimiento es resistente al calor hasta 1000 °C y es adecuado para cortes a velocidad media.

Alta precisión: suavidad de ranura semicircular R_a 0,2-0,4 μm, tolerancia dimensional $\pm 0,01$ mm.

Resistencia al impacto: resistencia a la flexión ≥ 2000 MPa, adecuado para corte intermitente.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Económico: el diseño general reduce la frecuencia de reemplazo y reduce los costos.

4. Tabla de rendimiento y factores de influencia de la fresa de chavetero semicircular de carburo cementado

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 6%-10%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	6% de precisión, 10% de dureza	6% Co HV 1700
Velocidad de corte (Vc)	50-300 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 350 m/min Desgaste 5%
Velocidad de avance (fn)	0,03-0,15 mm/diente	medio	Acabado 0,03 mm/diente	fn 0.18 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,5-5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 1 mm/capa	La vibración de ap 6 mm aumentó en un 20%
Espesor del recubrimiento	de 1,5-3 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2-2,5 μm	< 1,5 μm La resistencia al calor disminuye un 10 %

5. Tabla de rendimiento y proceso de producción de fresas de chavetero semicircular de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 250-350 rpm	40-50 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2,5%
Prensado	180-220 MPa	15-25 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 13,5-15 g/cm ³
sinterización	1400-1450 °C, HIP	1,5-2,5 horas	Densificación	Densidad 98%-99%
Recorte de cuchillas	de Muela de diamante n.º 800-1000	Recorte 0,005-0,01 mm	Optimización de la precisión	Ra ≤ 0,1 μm
Revestimiento	Deposición de TiN mediante PVD	Espesor 1,5-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 50 N

6. Tipos de fresas de carburo para chaveteros de media caña

Fresa de chavetero semicircular estándar: diámetro 3-20 mm, Vc 100-250 m/min, adecuada para el procesamiento general de chaveteros.

Fresa de chavetero semicircular de filo largo: diámetro 20-50 mm, Vc 50-150 m/min, adecuada para mecanizado de ranuras profundas.

Fresa de chavetero semicircular revestida: recubrimiento TiN, Vc 150-300 m/min, vida útil prolongada en un 25%-35%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa micro semicircular para chaveteros: diámetro 1-5 mm, Vc 50-100 m/min, adecuada para el procesamiento de piezas pequeñas.

Fresa de desbaste para chaveteros semicirculares: 3-4 dientes, Vc 80-200 m/min, adecuada para una rápida retirada de material.

7. Aplicación de la fresa de chavetero semicircular de carburo

Las fresas de carburo con chavetero semicircular se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su diseño semicircular y especialización, como se detalla a continuación:

Fabricación mecánica:

Procesamiento de chaveteros y ranuras de poleas síncronas en piezas de eje. El material de la pieza es acero 45# o 40Cr, Vc 100-200 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. Precisión IT7, Ra 0,2-0,3 μm . Optimización del sensor en 2025 para reducir el error de procesamiento en un 10 %.

Fabricación de automóviles:

Mecanizado de la chaveta y la ranura de acoplamiento del eje de la caja de cambios. El material de la pieza es fundición de hierro o aleación de aluminio. Vc: 150-250 m/min, ap: 0,5-2 mm, fn: 0,04-0,08 mm/diente. La eficiencia se incrementó un 15 %. Ra: 0,2-0,25 μm . El corte en seco reduce el refrigerante un 20 %.

Fabricación de moldes:

Procesamiento de ranuras para pasadores guía y ranuras de posicionamiento en moldes. El material de la pieza es acero Cr12MoV, Vc 80-150 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Precisión IT8, Ra 0,25-0,4 μm , vida útil prolongada en un 20 %.

Equipos de energía:

Procesamiento de chaveteros de ejes de engranajes de turbinas eólicas. El material de la pieza es acero 42CrMo, Vc 100-200 m/min, ap 1,5-4 mm, fn 0,06-0,12 mm/diente. La resistencia al desgaste aumentó un 15 % y la monitorización IoT redujo los residuos un 8 % en 2025.

Transporte ferroviario:

Procesamiento de chaveteros y ranuras de conexión de ejes de ruedas. El material de la pieza es hierro dúctil, Vc 80-150 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. La resistencia al impacto se mejora en un 20 % y la eficiencia en un 12 %.

Industria naval:

Mecanizado de chaveteros de ejes de hélice. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 50-100 m/min, ap: 1-2,5 mm, fn: 0,04-0,08 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 25 % y reduce la deformación por mecanizado en un 10 %.

Maquinaria pesada:

Mecanizado de chaveteros de ejes de engranajes grandes. El material de la pieza es acero de alta resistencia. Vc: 80-150 m/min, ap: 2-5 mm, fn: 0,06-0,12 mm/diente. Fuerza de corte: 500-700 N. Vida útil: 30 % más larga.

Industria petroquímica:

Procesamiento de chaveteros de cuerpos de bombas y vástagos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 50-120 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. La resistencia a la corrosión se mejora en un 15 % y los defectos de procesamiento se reducen en un 5 %.

Industria de defensa:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Procesamiento de chaveteros de ejes de transmisión de tanques. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 100-200 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementa en un 20%, cumpliendo con los altos requisitos de fiabilidad.

Maquinaria agrícola:

Procesamiento de chaveteros de ejes de tractores. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 80-150 m/min, ap 1-2,5 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. Eficiencia incrementada en un 10 %, Ra 0,3-0,35 μm .

Industria electrónica:

Procesamiento de microchavetas de ejes de motores. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 100-200 m/min, ap: 0,5-1,5 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. Precisión: $\pm 0,01$ mm, Ra: 0,2 μm .

Fabricación de muebles:

Procesamiento de ranuras decorativas en piezas mecánicas de madera. El material de la pieza es madera dura. Velocidad de corte (Vc): 50-100 m/min, área de corte (Ap): 0,5-2 mm, fn: 0,03-0,07 mm/diente. Lisura superficial: Ra: 0,25 μm . Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Maquinaria de construcción:

Procesamiento de chaveteros de ejes de excavadoras. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 80-150 m/min, ap 1,5-4 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. Vida útil prolongada en un 25 % y concentración de tensiones reducida en un 10 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

¿Qué es una fresa de carburo?

La fresa de matriz de carburo es una herramienta de corte de alto rendimiento fabricada con carburo, diseñada para la industria de fabricación de moldes y apta para procesar cavidades de molde complejas, contornos y estructuras finas. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado, y es especialmente adecuada para procesar acero de alta dureza, acero pretemplado y materiales difíciles de procesar, como moldes para la industria aeroespacial y automotriz. La fresa de matriz de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y procesos de rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiSiN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado de alta velocidad. A continuación, se describe brevemente la estructura y los materiales, los principios de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, los procesos de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de las fresas de matriz de carburo cementado

Las fresas para moldes de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de entre 1 y 20 mm y longitudes de entre 50 y 150 mm. El cabezal de corte está diseñado como cabeza esférica, con esquinas redondeadas o fondo plano, con 2 a 6 dientes, según los requisitos de procesamiento. Los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 30° a 45° y el ángulo de ataque de 2° a 10°) están optimizados para adaptarse a la compleja geometría del molde. Se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiSiN (de 2 a 4 µm de espesor) a la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material: Tamaño de partícula de carburo de tungsteno 0,2-1,0 µm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, se agregan TiC y NbC para mejorar la tenacidad y la resistencia al calor.

Características estructurales: Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta $\leq 0,003$ mm, precisión de la hoja $\pm 0,005$ mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de matriz de carburo

Mediante rotación, el cabezal de corte corta a lo largo de la cavidad del molde o la trayectoria del contorno. El diseño de cabeza esférica o filete permite un procesamiento tridimensional de la superficie, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral optimizada. Los parámetros de corte incluyen V_c 150-800 m/min, f_n 0,02-0,1 mm/diente, a_p 0,1-3 mm. Con refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de control de corte en seco (< 800 °C), combinado con optimización por IA y monitorización en tiempo real, en 2025 la eficiencia de corte aumentará entre un 20 % y un 25 % y la precisión alcanzará los niveles IT5-IT7.

3. Características de las fresas de matriz de carburo cementado

Dureza ultra alta: HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste: $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor: el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

para cortes a alta velocidad.

Alta precisión: rugosidad superficial Ra 0,02-0,08 μm , adecuada para moldes finos.

Versatilidad: Adecuado para el procesamiento de superficies complejas y cavidades profundas, con alta flexibilidad.

Protección del medio ambiente: el corte en seco reduce el refrigerante entre un 30% y un 40%.

4. Tabla de rendimiento de las fresas de carburo y factores que influyen

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	alto	5% de precisión, 9% de dureza	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	150-800 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros reducidos en un 15%	Vc 900 m/min Desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,1 mm/diente	medio	Acabado 0,02 mm/diente	fn 0.12 Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-3 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa	La vibración de ap 4 mm aumentó un 18%
Espesor de recubrimiento	del 2-4 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,5-3 μm	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Tabla de rendimiento del proceso de producción de fresas de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra \leq 0,05 μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-4 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

6. Tipos de fresas de carburo

Fresa de molde de cabeza esférica: diámetro 1-15 mm, Vc 200-600 m/min, adecuada para superficies curvas complejas.

Fresa de matriz de esquina: diámetro 3-20 mm, Vc 150-500 m/min, adecuada para superficies de transición.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa de molde de fondo plano: diámetro 5-20 mm, Vc 300-800 m/min, adecuada para el procesamiento de superficies planas.

Fresa de molde revestido: revestimiento de AlTiN, Vc 400-800 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de molde de filo largo: longitud 100-150 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para cavidades profundas.

7. Aplicación de la fresa de molde de carburo

Las fresas de carburo se utilizan ampliamente en el campo de la fabricación de matrices debido a su alta precisión y versatilidad, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes para automóviles:

Procesamiento de cavidades de moldes de estampación e inyección. El material de la pieza es acero P20 o H13, Vc 300-600 m/min, ap 0,2-1,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,05 μ m. Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 20 %.

Moldes aeroespaciales:

Procesamiento de cavidades de moldes de aleaciones de titanio y aluminio, como moldes para la formación de alas. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,06 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μ m, cumpliendo con los requisitos de alta resistencia.

Fabricación de moldes electrónicos:

Procesamiento de moldes para carcasas y conectores de teléfonos móviles. El material de la pieza es acero pretemplado. Vc: 400-800 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: \pm 0,001 mm, Ra: 0,01-0,02 μ m.

Fabricación de moldes de plástico:

Procesamiento de contornos complejos en moldes de inyección. El material de la pieza es acero 718, Vc 300-500 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Eficiencia incrementada en un 25 %, Ra 0,02-0,04 μ m.

Fabricación de moldes de fundición a presión:

Procesamiento de cavidades profundas y paredes laterales de moldes de fundición a presión. El material de la pieza es acero H11, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,1 mm/diente. La resistencia térmica se mejora en un 20 % y la vida útil se extiende en un 30 %.

Moldes para equipos de energía:

Procesamiento de moldes para palas de aerogeneradores. Los materiales de las piezas son materiales compuestos o acero preendurecido. Vc 200-400 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Fabricación de moldes médicos:

Procesamiento de moldes para dispositivos médicos, como moldes para jeringas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,2-1 mm, fn: 0,02-0,06 mm/diente. Precisión: \pm 0,0005 mm, Ra: 0,01 μ m.

Molde para la industria de defensa:

Procesamiento de moldes para proyectiles de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 200 a 400 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,3 a 1,5 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,03 a 0,07 mm/diente. La resistencia al

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

desgaste se ha mejorado en un 25 %, lo que garantiza una alta fiabilidad.

Fabricación de moldes para electrodomésticos:

Procesamiento de moldes de carcasa de TV. El material de la pieza es un molde de acero de plástico ABS. Vc 300-600 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. Eficiencia incrementada en un 20 %, Ra 0,03 μm .

Molde para la industria naval:

Procesamiento de moldes para piezas de casco. El material de la pieza es acero resistente a la corrosión, con una velocidad de 150-300 m/min, una velocidad de 0,5-2 mm y una velocidad de 0,04-0,1 mm/diente. El recubrimiento resistente a la corrosión prolonga la vida útil en un 30 %.

Molde para maquinaria pesada:

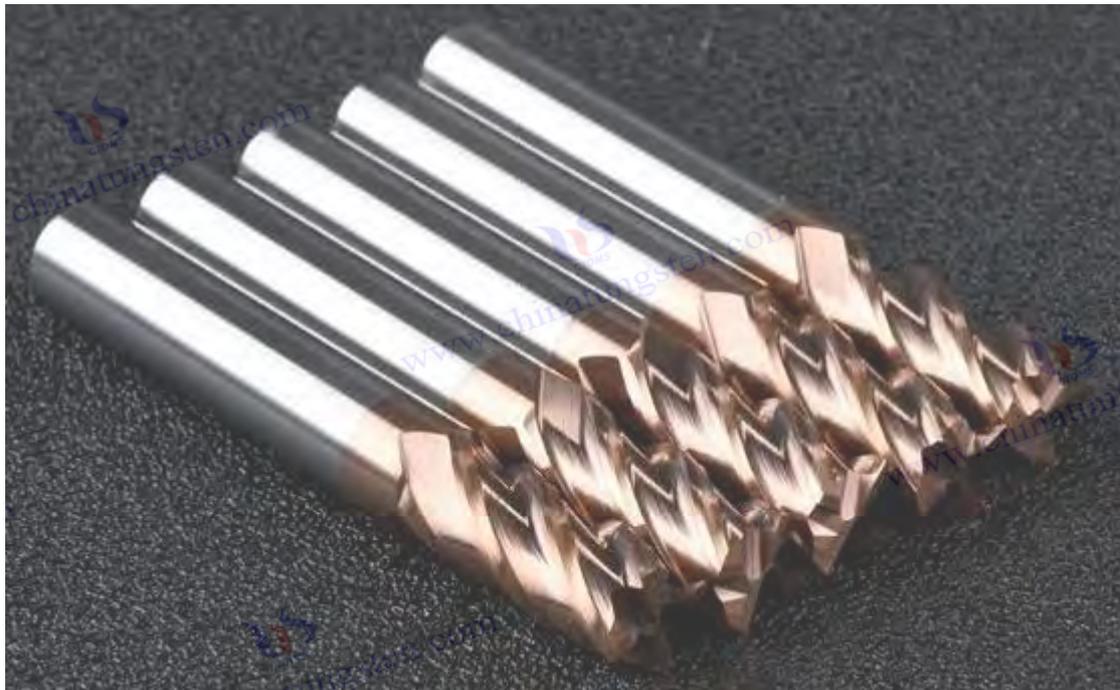
Procesamiento de la cavidad del molde de engranajes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. La vida útil se extiende un 35 % y se reduce la concentración de tensiones.

Molde para nuevas energías:

Procesamiento de moldes para paneles solares. El material de la pieza es aleación de aluminio, con Vc 200-500 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Se incrementó la eficiencia en un 15 % y se redujo la huella de carbono en un 10 %.

Fabricación de moldes para joyería:

Procesamiento de la estructura fina de moldes de metales preciosos. El material de la pieza es carburo cementado. Vc: 100-200 m/min, ap: 0,1-0,5 mm, fn: 0,01-0,04 mm/diente. Precisión: $\pm 0,0001$ mm, ideal para personalización de alta gama.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de hoja de sierra de carburo?

La fresa de carburo para hoja de sierra es una herramienta de corte de alta eficiencia fabricada con carburo. El cuerpo de la fresa tiene forma de disco delgado con múltiples dientes de sierra a su alrededor. Se utiliza ampliamente en operaciones de ranurado, corte longitudinal y corte de materiales metálicos y no metálicos. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el buen rendimiento de corte del carburo cementado, siendo especialmente adecuada para aplicaciones que requieren corte a alta velocidad y separación precisa, como el procesamiento de piezas de automoción y componentes electrónicos. La fresa de carburo para hoja de sierra utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y procesos de rectificado de precisión. Suele estar recubierta de TiAlN o CrN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y equipos de corte especiales. A continuación, se describe brevemente la estructura y los materiales, los principios de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, los procesos de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de hoja de sierra de carburo

Las fresas de carburo para hojas de sierra suelen constar de dientes de carburo sólido o de carburo soldados a un sustrato de acero, con un diámetro de 50-300 mm, un espesor de 0,5-5 mm y un número de dientes de 20-100, según el diámetro y las necesidades de corte. Los parámetros geométricos de la hoja (como el ángulo de los dientes de 5°-15° y el ángulo de ataque de 0°-5°) están optimizados para el corte de paredes delgadas, y se puede aplicar un recubrimiento de TiAlN o CrN (espesor de 2-3 μm) a la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1050 °C.

Composición del material: tamaño de partícula de carburo de tungsteno 0,5-1,5 μm, contenido de cobalto (Co) 6%-10%, VC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales: Dureza total del carburo HV 1700-2000, dureza de la matriz de acero HRC 40-45, coaxialidad de la herramienta $\leq 0,005$ mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de hoja de sierra de carburo

Mediante rotación a alta velocidad, los dientes de la sierra cortan la superficie de la pieza para completar el corte de ranuras, ranuras o cortes, y las virutas se descargan a través del espacio entre los dientes. Los parámetros de corte incluyen Vc 200-800 m/min, fn 0,02-0,1 mm/diente, ap 0,1-2 mm (profundidad de corte). El uso de refrigerante (como fluido de corte a base de aceite, caudal ≥ 20 L/min) o temperatura de control de corte en seco (< 700 °C) combinado con la optimización por IA y la monitorización de sensores permitirá que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcance los niveles IT6-IT8.

3. Características de la fresa de hoja de sierra de carburo

Alta dureza: HV 1700-2000, adecuado para materiales por debajo de HRC 55.

Excelente resistencia al desgaste: VB $\leq 0,2$ mm (400-800 horas), vida útil prolongada de 4 a 6 veces.

Buena resistencia al calor: el recubrimiento es resistente al calor hasta 1050 °C y es adecuado para cortes a alta velocidad.

Alta eficiencia: adecuado para cortes de paredes delgadas y de alta precisión, con una velocidad de

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

corte de hasta 800 m/min.

Estabilidad: resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, adecuado para corte intermitente.

Económico: se puede moler y reutilizar, lo que reduce los costos a largo plazo.

4. Tabla de rendimiento de las fresas de hojas de sierra de carburo y factores que influyen

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 6%-10%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	6% de precisión, 10% de dureza	6% Co HV 1800
Velocidad de corte (Vc)	200-800 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 900 m/min Desgaste 6%
Velocidad de avance (fn)	0,02-0,1 mm/diente	medio	Acabado 0,02 mm/diente	0,12 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-2 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa	Aumento de vibración de ap 2,5 mm 15%
Espesor del recubrimiento	2-3 μ m, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,2-2,5 μ m	< 2 μ m La resistencia al calor disminuye un 8%

5. Tabla de rendimiento del proceso de producción de fresas de hojas de sierra de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15 g/cm ³
sinterización	1400-1500 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 98,5%-99,5%
Recorte de dientes	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,005-0,01 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,1 \mu$ m
Revestimiento	Deposición PVD de TiAlN	Espesor 2-3 μ m	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 60 N

6. Tipos de fresas de hoja de sierra de carburo

Fresa de hoja de sierra estándar: diámetro 50-150 mm, Vc 300-600 m/min, adecuada para corte general.

Fresa de hoja de sierra fina: espesor 0,5-2 mm, Vc 400-800 m/min, adecuada para cortes de precisión.

Fresa de hoja de sierra revestida: revestimiento TiAlN, Vc 500-800 m/min, vida útil prolongada entre un 35%-45%.

Fresa de hoja de sierra de gran diámetro: diámetro 150-300 mm, Vc 200-400 m/min, adecuada para

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

cortes pesados.

Fresa de hoja de sierra micro: diámetro 20-50 mm, Vc 200-500 m/min, adecuada para el procesamiento de piezas pequeñas.

7. Aplicación de la fresa de hoja de sierra de carburo

Las fresas de hojas de sierra de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su diseño de pared delgada y alta eficiencia, como se detalla a continuación:

Fabricación de automóviles:

Procesamiento de llantas de aleación de aluminio y ranurado de discos de freno de acero. Vc 400-600 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,06 mm/diente. Precisión IT7, Ra 0,2-0,3 μm . Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Industria electrónica:

corte de placas PCB y carcasas de aluminio, Vc 500-800 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión $\pm 0,01$ mm, Ra 0,15-0,25 μm , eficiencia incrementada en un 20 %.

Aeroespacial:

Corte longitudinal de piezas de aleaciones de titanio y aluminio con paredes delgadas, Vc 300-500 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,1-0,2 μm , cumpliendo con los requisitos de peso ligero.

Fabricación de moldes:

Procesamiento de la ranura de separación del molde. El material de la pieza es acero P20, Vc 300-500 m/min, ap 0,2-1,5 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. La vida útil se extiende un 30 %, Ra 0,2 μm .

Equipos de energía:

Corte de ranuras de separación en moldes de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es material compuesto. Vc 200-400 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La monitorización IoT reduce los residuos en un 10 % para 2025.

Industria naval:

Corte de placas de acero y aluminio, Vc 200-400 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil un 25 % y aumenta la eficiencia un 15 %.

Maquinaria pesada:

Mecanizado de ranuras para engranajes y ejes. Material de la pieza: acero 42CrMo, Vc 200-300 m/min, ap 1-2 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. Fuerza de corte: 400-600 N, vida útil un 35 % mayor.

Transporte ferroviario:

Corte de fijaciones de rieles y ranuras para ruedas. El material de la pieza es hierro dúctil. Vc 200-400 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. La resistencia al desgaste aumentó un 20 %.

Industria de defensa:

Corte de placas de blindaje. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 250-500 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementa en un 25%, cumpliendo con los requisitos de alta resistencia.

Industria petroquímica:

Corte de tuberías y ranuras para cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 200-400 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,04-0,07 mm/diente. La resistencia a la corrosión se mejora en un 15 % y los defectos de procesamiento se reducen en un 5 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fabricación de muebles: Procesamiento

de ranurado de paneles de madera, Vc 300-600 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,2 μm , eficiencia incrementada en un 15 %.

Nueva industria energética:

Corte de ranuras de separación para paneles solares. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 400-700 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 20 % y reducción de la huella de carbono en un 10 %.

Materiales de construcción:

Corte de placas de cemento y yeso, Vc 200-400 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. Resistencia al polvo aumentada en un 15 % y desgaste reducido en un 10 %.



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

¿Qué es una fresa cilíndrica de carburo ?

La fresa cilíndrica de carburo es una herramienta de corte de uso general fabricada con carburo. El cuerpo de la fresa es cilíndrico y presenta dientes rectos o espirales. Se utiliza ampliamente en el mecanizado de planos, ranuras y fresado lateral. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el buen rendimiento de corte del carburo cementado, y es adecuada para el procesamiento de materiales como acero, fundición y metales no ferrosos. Es especialmente adecuada para la fabricación de maquinaria y el procesamiento de moldes. La fresa cilíndrica de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de TiN o AlTiN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y fresadoras tradicionales. A continuación, se presenta un breve resumen de la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa cilíndrica de carburo cementado.

Las fresas cilíndricas de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 5 a 50 mm, longitudes de 50 a 200 mm y dientes de 4 a 20, según el diámetro y la finalidad. Los parámetros geométricos de la hoja (como el ángulo de hélice de 0° a 45° y el ángulo de ataque de 5° a 15°) están optimizados para adaptarse al mecanizado de planos y ranuras, y se pueden aplicar recubrimientos de TiN o AlTiN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1000 °C.

Composición del material: tamaño de partícula de carburo de tungsteno 0,5-1,5 μm, contenido de cobalto (Co) 6%-10%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales: Dureza total del carburo HV 1700-2000, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,005, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa cilíndrica de carburo

Mediante rotación, el cuerpo cilíndrico de la fresa corta a lo largo de la superficie de la pieza, los dientes completan el mecanizado del plano o ranura y la viruta se descarga a través del espacio entre ellos. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-500 m/min, f_n 0,05-0,2 mm/diente, a_p 0,5-5 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte a base de agua, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de corte en seco (< 600 °C) junto con la optimización por IA y la monitorización de sensores aumentarán la eficiencia de corte entre un 15 % y un 20 % en 2025, y la precisión alcanzará los niveles IT6-IT8.

3. Características de la fresa cilíndrica de carburo

Alta dureza: HV 1700-2000, adecuado para materiales por debajo de HRC 55.

Buena resistencia al desgaste: $VB \leq 0,2$ mm (400-800 horas), vida útil prolongada de 4 a 6 veces.

Resistencia al calor moderada: El recubrimiento es resistente al calor hasta 1000 °C y es adecuado para cortes a velocidad media.

Alta eficiencia: adecuado para el procesamiento de superficies planas de grandes áreas, con una velocidad de corte de hasta 500 m/min.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Estabilidad: resistencia a la flexión ≥ 2100 MPa, adecuado para corte intermitente.

Económico: se puede moler y reutilizar para reducir costos.

4. Tabla de rendimiento de las fresas cilíndricas de carburo y factores que influyen

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	6%-10%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	6% de precisión, 10% de dureza	6% Co HV 1800
Velocidad de corte (Vc)	100-500 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 550 m/min desgaste 5%
Velocidad de avance (fn)	0,05-0,2 mm/diente	medio	Acabado 0,05 mm/diente	fn 0.25 Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	de 0,5-5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 1 mm/capa	Aumento de vibración de 6 mm en un 15 %
Espesor del recubrimiento	2-3 μ m, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,2-2,5 μ m	< 2 μ m La resistencia al calor disminuye un 8%

5. Tabla de rendimiento del proceso de producción de fresas cilíndricas de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15 g/cm ³
sinterización	1400-1500 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 98,5%-99,5%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,005-0,01 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,1 \mu$ m
Revestimiento	Deposición de TiN mediante PVD	Espesor 2-3 μ m	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 60 N

6. Tipos de fresas cilíndricas de carburo

Fresa cilíndrica de dientes rectos: diámetro 5-30 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para mecanizado plano.

Fresa cilíndrica de dientes en espiral: diámetro 10-50 mm, Vc 200-500 m/min, adecuada para corte de ranuras.

Fresa cilíndrica de dientes gruesos: número de dientes 4-8, Vc 150-400 m/min, adecuada para mecanizado basto.

Fresa cilíndrica de dientes finos: número de dientes 10-20, Vc 200-500 m/min, adecuada para

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

acabado.

Fresa cilíndrica revestida: recubrimiento de AlTiN, Vc 300-500 m/min, vida útil prolongada en un 30%-40%.

7. Aplicación de la fresa cilíndrica de carburo

Las fresas cilíndricas de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su versatilidad y eficiencia, como se detalla a continuación:

Fabricación mecánica:

Procesamiento de la bancada de la máquina herramienta y plano de riel guía. El material de la pieza es acero 45#, Vc 200-400 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Precisión IT7, Ra 0,2-0,3 μm . La optimización por IA en 2025 reducirá el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Fabricación de automóviles:

Procesamiento de la superficie de la ranura del bloque de cilindros y del cigüeñal. El material de la pieza es hierro fundido. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-2 mm, fn: 0,08-0,15 mm/diente. Eficiencia aumentada en un 20 %, Ra: 0,25 μm .

Fabricación de moldes:

Procesamiento de la superficie inferior y las ranuras laterales del molde. El material de la pieza es acero P20, Vc 200-500 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,15-0,2 μm .

Aeroespacial:

Procesamiento de paneles de fuselaje de aleación de aluminio, Vc 300-500 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,06-0,12 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,1-0,15 μm , cumpliendo con los requisitos de peso ligero.

Equipos de energía:

Procesamiento de la superficie del buje del rotor de la turbina eólica. El material de la pieza es acero 42CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,08-0,15 mm/diente. La vida útil se extiende un 30 % y la monitorización IoT reducirá los residuos un 10 % para 2025.

Transporte ferroviario:

Procesamiento de superficies de ruedas y traviesas. El material de la pieza es hierro dúctil, Vc 150-300 m/min, ap 1-2,5 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. La resistencia al desgaste aumentó un 20 %.

Industria naval:

Procesamiento de la superficie de ranuras de placas de acero para cascos, Vc 100-250 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,08-0,15 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 25 % y mejora la eficiencia en un 15 %.

Maquinaria pesada:

Mecanizado de grandes superficies de engranajes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 2-4 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Fuerza de corte 600-800 N, vida útil prolongada en un 35 %.

Industria electrónica:

Procesamiento del plano de carcasas de aleación de aluminio, Vc 300-500 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. Precisión $\pm 0,01$ mm, Ra 0,15 μm .

Industria petroquímica:

Procesamiento de la superficie de ranuras de cuerpos de válvulas y tuberías. El material de la pieza

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

es acero inoxidable, V_c 100-250 m/min, ap 1-2,5 mm, fn 0,06-0,12 mm/diente. La resistencia a la corrosión se mejora en un 15 % y los defectos de procesamiento se reducen en un 5 %.

Industria de defensa:

Procesamiento de la superficie de placas de blindaje. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (V_c) de 150 a 300 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 1 a 3 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,08 a 0,15 mm/diente. La resistencia al desgaste se mejora en un 25 %, cumpliendo con los requisitos de alta resistencia.

Fabricación de muebles:

Procesamiento de tableros de madera planos, V_c 200-400 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,08-0,15 mm/diente. Lisura superficial R_a 0,2 μm , eficiencia incrementada en un 15 %.

Nueva industria energética:

Procesamiento de planos de soporte solar. El material de la pieza es aleación de aluminio. V_c 200-400 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,06-0,12 mm/diente. Se incrementó la eficiencia en un 20 % y se redujo la huella de carbono en un 10 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa frontal de carburo ?

¿Qué es una fresa frontal de carburo?

La fresa frontal de carburo es una herramienta de corte de alta eficiencia fabricada con carburo. Su cuerpo tiene forma de disco y múltiples dientes de corte en la cara final. Se utiliza ampliamente en el procesamiento plano de grandes áreas y en el procesamiento de desbaste y acabado. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para el procesamiento de acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar, especialmente en la industria de fabricación de maquinaria y moldes. La fresa frontal de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado. A continuación, se resumen brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa frontal de carburo

Las fresas de planear de carburo suelen ser de carburo sólido o insertos de carburo soldados/indexables, con un rango de diámetro de 25-315 mm, una longitud de 30-150 mm y de 4 a 20 dientes, según el diámetro y los requisitos de procesamiento. Los parámetros de geometría de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 10°-45° y el ángulo de ataque de 5°-15°) están optimizados para el corte plano, y se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (espesor de 2-4 μm) a la superficie, con resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material: carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,5-1,5 μm, contenido de cobalto (Co) 6%-12%, TiC añadido para mejorar la resistencia al calor.

Características estructurales: Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,005 mm, precisión de sujeción de la hoja ±0,01 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa frontal de carburo

Mediante la rotación, los dientes frontales cortan a lo largo de la superficie de la pieza para completar el mecanizado de superficies planas o escalonadas, y las virutas se descargan a través del espacio entre los dientes. Los parámetros de corte incluyen V_c 150-600 m/min, f_n 0,1-0,3 mm/diente, a_p 0,5-10 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte a base de aceite, caudal ≥ 20 L/min) o temperatura de corte en seco (< 800 °C) junto con la optimización por IA y la monitorización de sensores permitirán que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 20 % y un 25 % y la precisión alcance los niveles IT6-IT8.

3. Características de la fresa frontal de carburo

Dureza ultra alta: HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste: $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor: el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a alta velocidad.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Alta eficiencia: adecuado para el procesamiento de superficies planas de grandes áreas, con una velocidad de corte de hasta 600 m/min.

Estabilidad: resistencia a la flexión ≥ 2300 MPa, adecuado para cortes con cargas pesadas.

Versatilidad: capaz tanto de desbaste como de acabado, altamente adaptable.

4. Tabla de rendimiento de las fresas de planear de carburo y factores que influyen

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de	Soporte de datos
Contenido de cobalto	6%-12%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	6% de precisión, 12% de dureza		6% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	150-600 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%		Vc 650 m/min Desgaste 6%
Velocidad de avance (fn)	0,1-0,3 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,1 fn	0.35 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,5-10 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 2 mm/capa		ap 12 mm vibración aumentada en un 20%
Espesor del recubrimiento	2-4 μ m, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,5-3 μ m		< 2 μ m La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Tabla del proceso de producción y rendimiento de fresas de carburo para planear

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 350-450 rpm	50-70 horas	Distribuido uniformemente	CV < 1,5%
Prensado	220-280 MPa	25-35 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14,5-16 g/cm ³
sinterización	1450-1600 °C, HIP	2,5-3,5 horas	Densificación	Densidad 99%-99,9%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1200-n.º 1500	Recorte 0,003-0,008 mm	Optimización de la precisión	Ra \leq 0,08 μ m
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-4 μ m	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 80 N

7. Tipos de fresas de carburo para planear

Fresa de cara con dientes bastos: número de dientes 4-8, Vc 150-400 m/min, adecuada para mecanizado basto.

Fresa de planear de dientes finos: número de dientes 10-20, Vc 300-600 m/min, adecuada para acabado.

Fresa de planear indexable: diámetro 50-315 mm, Vc 200-500 m/min, adecuada para el

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

procesamiento de grandes áreas.

Fresa de planear revestida: recubrimiento de AlTiN, Vc 400-600 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de planear de diámetro pequeño: diámetro 25-80 mm, Vc 300-500 m/min, adecuada para piezas pequeñas.

6. Aplicación de la fresa frontal de carburo

Las fresas de carburo para caras se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su alta eficiencia y capacidades de procesamiento de áreas grandes, como se detalla a continuación:

Fabricación mecánica:

Procesamiento de la bancada de la máquina herramienta y plano de riel guía. El material de la pieza es acero 45#, Vc 200-400 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,15-0,25 mm/diente. Precisión IT7, Ra 0,2-0,3 µm. Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 20 %.

Fabricación de automóviles:

Procesamiento de bloques de cilindros y planos de chasis. El material de la pieza es fundición, Vc 150-300 m/min, ap 1-4 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 25 %, Ra 0,25 µm.

Fabricación de moldes:

Procesamiento de la superficie inferior del molde y cavidad grande. El material de la pieza es acero P20, Vc 300-500 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,15-0,2 µm.

Aeroespacial:

Procesamiento de paneles de fuselaje de aleación de aluminio, Vc 400-600 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,1-0,15 µm, cumpliendo con los requisitos de peso ligero.

Equipos de energía:

Procesamiento de la superficie del buje del rotor de la turbina eólica. El material de la pieza es acero 42CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 2-6 mm, fn 0,15-0,3 mm/diente. La vida útil se extiende un 30 % y la monitorización IoT reducirá los residuos un 10 % para 2025.

Transporte ferroviario:

Procesamiento de carrocerías y superficies de traviesas. El material de la pieza es hierro dúctil. Vc 200-400 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,15-0,25 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 20 %.

Industria naval:

Procesamiento de placas de acero para cascos planos, Vc 150-300 m/min, ap 2-6 mm, fn 0,15-0,25 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 25 % y mejora la eficiencia en un 15 %.

Maquinaria pesada:

Mecanizado de engranajes grandes y planos de bastidor. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 3-10 mm, fn 0,2-0,3 mm/diente. Fuerza de corte 800-1000 N, vida útil prolongada en un 35 %.

Industria electrónica:

Procesamiento de superficies de carcasas de aleación de aluminio, Vc 300-500 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Precisión $\pm 0,01$ mm, Ra 0,15 µm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Industria petroquímica:

Procesamiento de cuerpos de válvulas y superficies de bridas de tuberías. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 1-4 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. La resistencia a la corrosión se mejora en un 15 % y los defectos de procesamiento se reducen en un 5 %.

Industria de defensa:

Procesamiento de la superficie de placas de blindaje. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 200 a 400 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 2 a 5 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,15 a 0,25 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementa en un 25 %, cumpliendo con los requisitos de alta resistencia.

Nueva industria energética:

Procesamiento de planos de soporte solar. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 200-400 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Se incrementó la eficiencia en un 20 % y se redujo la huella de carbono en un 10 %.

Maquinaria de construcción:

Procesamiento del plano de la placa del brazo de la excavadora. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,15-0,25 mm/diente. La vida útil se extiende un 30 % y la concentración de tensiones se reduce un 10 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de carburo ?

Las fresas de carburo son herramientas de corte de alta precisión fabricadas en carburo. El cuerpo de la fresa está diseñado verticalmente y cuenta con dientes de corte en el extremo y la periferia. Se utilizan ampliamente en el procesamiento de superficies curvas complejas, ranuras, agujeros y contornos. Combinan la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado, y son adecuadas para el procesamiento de acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar, especialmente en la industria aeroespacial y de fabricación de moldes. Las fresas de carburo utilizan carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrican mediante pulvimetalurgia y procesos de rectificado de precisión. Suelen estar recubiertas de AlTiN o TiSiN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Son adecuadas para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje. A continuación, se describe brevemente la estructura y los materiales, los principios de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, los procesos de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de las fresas de carburo cementado

Las fresas de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 1 a 25 mm, longitudes de 50 a 150 mm y de 2 a 6 dientes, según el diámetro y los requisitos de procesamiento. Los parámetros de geometría de la hoja (como ángulo de hélice de 30° a 45° y ángulo de ataque de 2° a 10°) están optimizados para el procesamiento tridimensional, y se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiSiN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, con resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material

El tamaño de partícula de carburo de tungsteno (WC) es de 0,2 a 1,0 μm, el contenido de cobalto (Co) es del 5% al 9% y se agrega NbC para mejorar la tenacidad y la resistencia al calor.

Características estructurales

Dureza de carburo sólido HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión del filo de corte ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de carburo

Mediante la rotación, los dientes extremos y periféricos cortan a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar el procesamiento de superficies complejas, ranuras o agujeros, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen Vc 100-600 m/min, fn 0,02-0,1 mm/diente, ap 0,1-2 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de corte en seco (< 700 °C) junto con la optimización por IA y la monitorización de sensores permitirán que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcance los niveles IT5-IT7.

3. Características de las fresas de carburo

Dureza ultra alta: HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste: VB ≤ 0,15 mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

veces.

Excelente resistencia al calor: el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a alta velocidad.

Alta precisión: rugosidad superficial Ra 0,02-0,08 μm, adecuada para procesamiento fino.

Versatilidad: adaptable a geometrías complejas y adecuado para mecanizado multieje.

Protección del medio ambiente: el corte en seco reduce el refrigerante entre un 30% y un 40%.

4. Tabla de rendimiento de las fresas de carburo y factores que influyen

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-600 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 650 m/min Desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	0,02-0,1 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02 fn 0.12 Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-2 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa	ap 2,5 mm Vibración aumentada en un 18%
Espesor del recubrimiento	2-3 μm, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,2-2,5 μm	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Tabla del proceso de producción de rendimiento de fresas de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte mm	0,002-0,005	Optimización de la precisión de la Ra ≤ 0,05 μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas de carburo

Fresa de fondo plano: diámetro 1-15 mm, Vc 200-500 m/min, adecuada para procesamiento de planos y ranuras.

Fresa de punta esférica: diámetro 1-20 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para superficies curvas

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

complejas.

Fresa de radio: diámetro 3-25 mm, Vc 200-600 m/min, adecuada para superficies de transición.

Fresa de extremo revestida: recubrimiento de AlTiN, Vc 300-600 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de filo largo: longitud 100-150 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para el procesamiento de cavidades profundas.

6. Aplicación de fresas de carburo

Las fresas de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su alta precisión y versatilidad, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes:

Procesamiento de contornos complejos de moldes de inyección y fundición a presión. El material de la pieza es acero H13, Vc 300-500 m/min, ap 0,2-1,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. Precisión IT7, Ra 0,02-0,04 μm . Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Aeroespacial:

Procesamiento de superficies curvas de piezas de aleación de titanio y aluminio, como revestimientos de alas. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,06 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Fabricación de automóviles:

Procesamiento de ranuras de culatas e impulsores de turbocompresores. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 300-500 m/min, ap: 0,3-1,5 mm, fn: 0,04-0,1 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 20 %. Ra: 0,03-0,06 μm .

Equipos de energía:

Procesamiento de la estructura de superficie curva de moldes de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es un material compuesto, con una velocidad de rotación (Vc) de 150 a 300 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,5 a 2 mm y una velocidad de rotación (fn) de 0,05 a 0,1 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica:

Procesamiento de curvas 3D de marcos centrales de teléfonos móviles y soportes de placas de circuitos. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 400-600 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,06 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,03 μm .

Equipo médico:

Procesamiento de superficies complejas de articulaciones artificiales de aleación de titanio, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa:

Procesamiento de las características curvas de proyectiles de misiles y cubiertas de radar. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria naval:

Procesamiento de la superficie curva de las palas de hélice. El material de la pieza es bronce. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-2 mm, fn: 0,04-0,1 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Maquinaria pesada:

Procesamiento de superficies de transición de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,05-0,1 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica:

Procesamiento de las características curvas de cuerpos de válvulas y uniones de tuberías. El material de la pieza es acero inoxidable, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. Resistencia a la corrosión aumentada en un 20 %.

Nueva industria energética:

Procesamiento de conexiones curvas de marcos de paneles solares. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Procesamiento de joyería:

Tallado fino de metales preciosos. El material de la pieza es oro. Vc: 100-200 m/min, ap: 0,05-0,3 mm, fn: 0,01-0,04 mm/diente. Precisión: $\pm 0,0001$ mm.

Fabricación de muebles:

Procesamiento de curvas decorativas de madera o materiales compuestos, Vc 200-400 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,05 μm .



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de carburo de filo largo?

La fresa de extremo largo de carburo cementado es una herramienta de corte de alta precisión fabricada con carburo cementado. El cuerpo de la fresa tiene un diseño vertical, con una hoja extendida y dientes de corte periféricos. Está diseñada para cavidades, agujeros y ranuras profundas. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado, y es adecuada para procesar acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de moldes, la industria aeroespacial y la de equipos energéticos. La fresa de extremo largo de carburo cementado utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase de unión. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y procesos de rectificado de precisión. A menudo se equipa con un recubrimiento de AlTiN o TiAlN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje. El siguiente contenido describirá brevemente la estructura y los materiales, los principios de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, los procesos de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de las fresas de extremo largo de carburo cementado

Las fresas de carburo de filo largo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 1 a 20 mm, longitudes de hoja de 50 a 150 mm (longitud total de hasta 200 mm) y de 2 a 6 dientes, según el diámetro y la profundidad de mecanizado. Los parámetros de geometría de la hoja (como ángulo de hélice de 30° a 45° y ángulo de ataque de 2° a 10°) están optimizados para cortes profundos, y se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiAlN (espesor de 2 a 4 μm) a la superficie, con resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material

El tamaño de partícula de carburo de tungsteno (WC) es de 0,2 a 1,0 μm, el contenido de cobalto (Co) es del 5% al 9% y se agrega NbC para mejorar la tenacidad y la resistencia a las vibraciones.

Características estructurales

Dureza de carburo sólido HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión del filo de corte ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de extremo largo de carburo

Mediante rotación, la cuchilla extendida corta a lo largo de la trayectoria de la cavidad o agujero profundo de la pieza, y los dientes extremos y periféricos completan el procesamiento de la ranura o cavidad profunda, descargando las virutas a través de la ranura espiral optimizada. Los parámetros de corte incluyen Vc 100-500 m/min, fn 0,02-0,08 mm/diente, ap 0,1-10 mm (capas durante el corte profundo). El refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 20 L/min) o la temperatura de control de corte en seco (< 700 °C) combinados con la optimización por IA y la monitorización de sensores, aumentarán la eficiencia de corte entre un 15 % y un 20 % en 2025, y la precisión alcanzará los niveles IT6-IT8.

3. Características de las fresas de carburo de filo largo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

veces.

Excelente resistencia al calor : el revestimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y puede soportar calor de corte profundo.

Gran capacidad de profundidad : la longitud de la hoja es de hasta 150 mm, adecuada para el procesamiento de cavidades profundas.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración de corte profundo.

Versatilidad : Adecuado para agujeros profundos, ranuras profundas y procesamiento complejo de cavidades profundas.

4. Rendimiento y factores influyentes de las fresas de extremo largo de carburo cementado

El rendimiento se ve afectado por la combinación de materiales, el diseño de la longitud del borde y los parámetros de corte.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	alto	5% de precisión, 9% de dureza	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-500 m/min, desgaste excesivo	medio	Corte profundo menos 10%	Vc 550 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	0,02-0,08 mm/diente	medio	Profundidad 0,02 mm/diente	fn 0.1 Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	0,1-10 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 2 mm/capa	ap 12 mm vibración aumentada en un 20%
Espesor del recubrimiento	2-4 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,5-3 μm	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas de extremo largo de carburo de alto rendimiento

5.1 Tabla del proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μm

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-4 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N
---------------	----------------------------------	----------------	-------------------------------	---------------------------

Tipos de fresas de carburo de filo largo

Fresa de extremo largo de fondo plano : diámetro 1-15 mm, Vc 200-400 m/min, adecuada para ranuras profundas y agujeros profundos.

Fresa de punta esférica de borde largo : diámetro 1-20 mm, Vc 150-300 m/min, adecuada para superficies de cavidades profundas.

Fresa de extremo de radio largo : diámetro 3-20 mm, Vc 200-500 m/min, adecuada para superficies de transición profundas.

Fresas de filo largo revestidas : revestimiento de AlTiN, Vc 300-500 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de filo extra largo : longitud de filo 100-150 mm, Vc 100-250 m/min, adecuada para mecanizados extremadamente profundos.

Aplicación de fresas de carburo de filo largo

Las fresas de carburo de filo largo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de corte profundo y alta precisión, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes :

Procesamiento de moldes de inyección de cavidad profunda y moldes de fundición a presión. El material de la pieza es acero H13, Vc 200-400 m/min, ap 2-10 mm, fn 0,02-0,06 mm/diente. Precisión IT7, Ra 0,02-0,04 μm. Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Aeroespacial :

Procesamiento de agujeros y ranuras profundas en aleaciones de titanio, como piezas de motores. Vc 150-300 m/min, ap 1-5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,01-0,03 μm.

Fabricación de automóviles :

Procesamiento de ranuras profundas en bloques de cilindros y cavidades profundas en cigüeñales. El material de la pieza es fundición, Vc 200-400 m/min, ap 2-8 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. Eficiencia aumentada en un 20 %, Ra 0,03-0,06 μm.

Equipos de energía :

Procesamiento de estructuras profundas de moldes de palas de aerogeneradores. Los materiales de las piezas son materiales compuestos. Vc 100-250 m/min, ap 3-10 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de ranuras profundas y cavidades tridimensionales profundas en carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 300-500 m/min, ap: 1-5 mm, fn: 0,02-0,06 mm/diente. Precisión: ±0,001 mm, Ra: 0,01-0,03 μm.

Equipo médico :

Procesamiento de características profundas en articulaciones artificiales de aleación de titanio, Vc 100-200 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión ±0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 μm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Industria de defensa :

Procesamiento de ranuras profundas en carcasas de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 150-300 m/min, ap 2-6 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria naval :

Procesamiento de ranuras profundas en ejes de hélice. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 2-8 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Procesamiento de ranuras profundas en engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 100-250 m/min, ap 3-10 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de cavidades profundas en cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 2-6 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Resistencia a la corrosión aumentada en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de ranuras de conexión profundas para soportes solares. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 200-400 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de ranuras decorativas profundas en paneles de madera, Vc 150-300 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,05 μ m.

Maquinaria de construcción :

Procesamiento de ranuras profundas en brazos de excavadoras. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 2-8 mm, fn 0,03-0,08 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de punta esférica de carburo?

La fresa esférica de carburo es una herramienta de corte de alta precisión fabricada con carburo. Su cabezal de corte es esférico, con dientes de corte en el extremo y la periferia. Está diseñada para procesar superficies tridimensionales complejas, cavidades de moldes y contornos. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para procesar acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de moldes, la industria aeroespacial y la automotriz. Las fresas esféricas de carburo utilizan carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrican mediante pulvimetalurgia y procesos de rectificado de precisión. Suelen estar recubiertas de AlTiN o TiSiN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Son aptas para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje. A continuación, se presenta un breve resumen de la estructura y los materiales, los principios de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, los procesos de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de las fresas de punta esférica de carburo

Las fresas de punta esférica de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 1 a 20 mm, longitudes de 50 a 150 mm y de 2 a 6 dientes, según el diámetro y los requisitos de procesamiento. El diseño de punta esférica garantiza una transición suave, y la geometría de la cuchilla (como un ángulo de hélice de 30° a 45° y un ángulo de ataque de 2° a 10°) está optimizada para el procesamiento de superficies curvas. Se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiSiN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material

El tamaño de partícula de carburo de tungsteno (WC) es de 0,2 a 1,0 μm, el contenido de cobalto (Co) es del 5% al 9% y se agrega NbC para mejorar la tenacidad y la resistencia al desgaste.

Características estructurales

Dureza de carburo sólido HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión del filo de corte ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de punta esférica de carburo

Al girar, el cabezal de corte esférico corta a lo largo de la trayectoria de la superficie de la pieza para completar el procesamiento tridimensional de superficies, cavidades o contornos, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-500 m/min, f_n 0,02-0,08 mm/diente, a_p 0,1-2 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de control de corte en seco (< 700 °C) junto con la optimización por IA y la monitorización de sensores permitirán que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcance los niveles IT5-IT7.

3. Características de las fresas de punta esférica de carburo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortar superficies curvas a alta velocidad.

Alta precisión : rugosidad de la superficie Ra 0,02-0,06 μm, adecuada para superficies curvas finas.

Versatilidad : adaptable a geometrías 3D complejas y adecuado para mecanizado multieje.

Protección del medio ambiente : el corte en seco reduce el refrigerante entre un 30% y un 40%.

4. Rendimiento de las fresas de punta esférica de carburo y factores que influyen

El rendimiento se ve afectado por la mezcla de materiales, la geometría de la punta esférica y los parámetros de corte.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-500 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 550 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,08 mm/diente	medio	Acabado 0,02 mm/diente	fn 0.1 Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-2 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa	ap 2,5 mm Vibración aumentada en un 18%
Espesor del recubrimiento	del 2-3 μm, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,2-2,5 μm	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas de punta esférica de carburo de alto rendimiento

5.1 Tabla del proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra ≤ 0,05 μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor	Fuerza de

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mediante PVD

mejorada

adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas de punta esférica de carburo

Fresas de punta esférica estándar : diámetro 1-15 mm, Vc 150-400 m/min, adecuadas para mecanizado de superficies en general.

Fresa de punta esférica de dientes finos : 4-6 dientes, Vc 200-500 m/min, adecuada para mecanizado fino.

Fresa de punta esférica revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 300-500 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de punta esférica de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para superficies de cavidades profundas.

Fresas de punta esférica micro : diámetro 1-6 mm, Vc 100-300 m/min, adecuadas para micro mecanizado.

6. Aplicación de las fresas de punta esférica de carburo

Las fresas de punta esférica de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de procesamiento de superficies curvas y alta precisión, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes :

Procesamiento de superficies curvas complejas de moldes de inyección y fundición a presión. El material de la pieza es acero P20, Vc 300-500 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,06 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 μ m. Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Aeroespacial :

Procesamiento de superficies curvas de aleaciones de titanio y aluminio, como revestimientos de alas. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μ m.

Fabricación de automóviles :

Procesamiento de las características curvas de culatas y álabes de turbinas. El material de la pieza es aleación de aluminio, Vc 300-500 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Eficiencia aumentada en un 20 %, Ra 0,02-0,05 μ m.

Equipos de energía :

Procesamiento de la estructura de superficie curva de moldes de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es un material compuesto, con una velocidad de rotación (Vc) de 150 a 300 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,5 a 2 mm y una velocidad de rotación (fn) de 0,03 a 0,06 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de superficies curvas 3D de carcasas de teléfonos móviles y soportes de circuitos impresos. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 400-600 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,03 μ m.

Equipo médico :

Procesamiento de las características superficiales curvas de articulaciones artificiales de aleación de titanio. Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de la estructura de superficie curva de proyectiles de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 200 a 400 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,3 a 1,5 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,03 a 0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria naval :

Procesamiento de la superficie curva de las palas de hélice. El material de la pieza es bronce. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-2 mm, fn: 0,03-0,07 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Procesamiento de la transición curva de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. La vida útil se extiende un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de superficies curvas en cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de conexiones curvas de marcos de paneles solares. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Procesamiento de joyería :

Procesamiento de grabado de superficies curvas de metales preciosos, material de la pieza: oro, Vc 100-200 m/min, ap 0,05-0,3 mm, fn 0,01-0,03 mm/diente. Precisión $\pm 0,0001$ mm.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de la decoración de superficies curvas de madera o materiales compuestos, Vc 200-400 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μm .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



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

¿Qué es una fresa de punta redonda de carburo?

La fresa de punta redonda de carburo es una herramienta de corte de alta precisión fabricada con carburo. Su cabezal presenta esquinas o arcos redondeados y dientes de corte en el extremo y la periferia. Está diseñada para procesar superficies de transición suaves, ranuras y contornos. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para procesar acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de moldes, la industria automotriz y la aeroespacial. La fresa de punta redonda de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje. A continuación, se presenta un breve resumen de la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de punta redonda de carburo

Las fresas de punta redonda de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 2 a 25 mm, longitudes de 50 a 150 mm y de 2 a 6 dientes, según el diámetro y los requisitos de procesamiento. El diseño de esquinas redondeadas (radio de 0,1 a 10 mm) optimiza el procesamiento de la superficie de transición, y los parámetros de geometría de la cuchilla (como ángulo de hélice de 30° a 45° y ángulo de ataque de 2° a 10°) son adecuados para un corte suave. Se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (espesor de 2 a 3 μm) a la superficie, y la resistencia térmica alcanza los 1100 °C.

Composición del material : carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,2-1,0 μm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de punta redonda de carburo

Al girar, el cabezal de corte redondeado corta a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar el procesamiento de la superficie de transición, la ranura o el contorno, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-500 m/min, f_n 0,02-0,08 mm/diente, a_p 0,1-2 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de corte en seco (< 700 °C) junto con la optimización por IA y la monitorización de sensores aumentarán la eficiencia de corte entre un 15 % y un 20 % en 2025, y la precisión alcanzará los niveles IT5-IT7.

3. Características de la fresa de punta redonda de carburo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

para cortes a alta velocidad.

Alta precisión : rugosidad de la superficie Ra 0,02-0,06 μm , adecuada para una transición suave.

Versatilidad : adecuado para transiciones de esquinas redondeadas y procesamiento de contornos complejos.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento de las fresas de punta redonda de carburo y factores que influyen

El rendimiento se ve afectado por la mezcla de materiales, el diseño del radio de la esquina y los parámetros de corte.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de	Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza		5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-500 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%		Vc 550 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,08 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02	fn 0.1 Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-2 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa		ap 2,5 mm Vibración aumentada en un 18%
Espesor de recubrimiento	del 2-3 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado μm	2,2-2,5	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas de punta redonda de carburo.

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos	
Mezcla de materias primas	de Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%	
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³	
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%	
Recorte de cuchillas	de Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte mm	0,002-0,005	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N	

7. Tipos de fresas de punta redonda de carburo

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa de punta redonda estándar : diámetro 2-15 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para procesamiento de transición general.

Fresa de punta redonda de dientes finos : número de dientes 4-6, Vc 200-500 m/min, adecuada para procesamiento fino.

Fresa de punta redonda revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 300-500 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de punta redonda de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para superficies de ranuras profundas.

Fresa de punta redonda de radio grande : radio de esquina de 5-10 mm, Vc 100-400 m/min, adecuada para superficies de transición grandes.

6. Aplicación de la fresa de punta redonda de carburo

Las fresas de punta redonda de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su capacidad para redondear esquinas y alta precisión, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes :

procesamiento de la transición de radio de moldes de inyección y fundición a presión. El material de la pieza es acero P20, Vc 300-500 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,06 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 μm . La optimización por IA en 2025 reducirá el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Aeroespacial :

Procesamiento de filetes de aleaciones de titanio y aluminio, como revestimientos de alas, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Fabricación de automóviles :

Procesamiento de ranuras de filete de culatas y piezas de transmisión. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 300-500 m/min, ap: 0,2-1 mm, fn: 0,03-0,07 mm/diente. Eficiencia aumentada en un 20 %, Ra: 0,02-0,05 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento de la estructura de filete de moldes de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es material compuesto, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de la transición de esquinas redondeadas de carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 400-600 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,03 μm .

Equipo médico :

Procesamiento de las características de filete de articulaciones artificiales de aleación de titanio, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de la estructura de esquinas redondeadas de la carcasa de un misil. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 200 a 400 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,3 a 1,5 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,03 a 0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria naval :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Procesamiento de la transición de filete de las palas de hélice. El material de la pieza es bronce. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-2 mm, fn: 0,03-0,07 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Procesamiento de la transición de filete de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. La vida útil se extiende un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de las características del filete del cuerpo de la válvula. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de la conexión de filete de marcos de paneles solares. El material de la pieza es aleación de aluminio, Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Se incrementó la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de esquinas redondeadas de madera o materiales compuestos, Vc 200-400 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μ m.

Maquinaria de construcción :

Procesamiento de la transición redondeada de los brazos de excavadora. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. La vida útil se extiende un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

en.com

www.ch


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatun

1


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

¿Qué es una fresa de punta redondeada de carburo?

La fresa de punta redondeada de carburo es una herramienta de corte especial fabricada con carburo. El cabezal de corte está diseñado para ser arqueado o redondeado, y cuenta con dientes de corte en el extremo y la periferia. Se utiliza principalmente para el procesamiento de ranuras, ranuras en arco, chaflanes y otras características. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado, y es adecuada para el procesamiento de acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de moldes, el mecanizado y la industria automotriz. La fresa de punta redondeada de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado. El siguiente contenido resumirá brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de punta redondeada de carburo cementado

Las fresas de punta redondeada de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 4 a 32 mm, longitudes de 50 a 150 mm y de 2 a 6 dientes, según el diámetro y los requisitos de mecanizado. El cabezal de corte con forma redondeada (radio de arco de 0,5 a 15 mm) optimiza el biselado y el mecanizado de ranuras, y los parámetros de geometría de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 30° a 45° y el ángulo de ataque de 2° a 10°) están adaptados para el corte por arco. Se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, y la resistencia térmica alcanza los 1100 °C.

Composición del material : carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,2-1,0 μm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de punta redondeada de carburo

Al girar, el cabezal de la herramienta con forma de punta corta a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar el mecanizado de ranuras en arco, chaflanes o ranuras, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-400 m/min, f_n 0,02-0,08 mm/diente, a_p 0,1-2 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de control de corte en seco (< 700 °C), junto con la optimización por IA y la monitorización de sensores, permitirá que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcance los niveles IT6-IT8.

3. Características de la fresa de punta redondeada de carburo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

para cortes a velocidad media.

Alta precisión : rugosidad superficial Ra 0,02-0,06 μm , adecuada para procesamiento de arco.

Versatilidad : Adaptarse a las necesidades de biselado y ranurado.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento y factores que influyen en las fresas de punta redondeada de carburo cementado

El rendimiento se ve afectado por la mezcla de materiales, la geometría del cabezal de corte y los parámetros de corte.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de	Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza		5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-400 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%		Vc 450 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,08 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02 fn	0.1 Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-2 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa		ap 2,5 mm Vibración aumentada en un 18%
Espesor de recubrimiento	del 2-3 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado μm	2,2-2,5	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de rendimiento de fresas de punta redondeada de carburo

5.1 Tabla del proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	de Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte mm	0,002-0,005 Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6. Tipos de fresas de punta redondeada de carburo

Fresa de punta redondeada estándar : diámetro 4-20 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para el procesamiento general de ranuras de arco.

Fresa de punta redondeada de dientes finos : número de dientes 4-6, Vc 200-400 m/min, adecuada para biselado fino.

Fresa de punta redondeada revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 300-400 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de punta redondeada de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para ranuras de arco profundo.

Fresa de punta redondeada de arco grande : radio del arco 5-15 mm, Vc 100-350 m/min, adecuada para chaflanes grandes.

7. Aplicación de la fresa de punta de carburo

Las fresas de punta de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de procesamiento de arco y biselado, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes :

Procesamiento de ranuras de arco y chaflanes para moldes de inyección y fundición a presión. El material de la pieza es acero P20, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,06 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 μm . La optimización con IA reducirá el tiempo de procesamiento en un 15 % para 2025.

Fabricación de automóviles :

Procesamiento de ranuras de arco en bloques de cilindros y engranajes. El material de la pieza es fundición, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Aeroespacial :

Procesamiento de biselados en aleaciones de titanio y aluminio, como bordes de alas. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento de estructuras de arco de moldes de palas de aerogeneradores. Los materiales de las piezas son materiales compuestos. Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de chaflanes de arco en carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 300-500 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,03 μm .

Equipo médico :

Procesamiento de las características del arco de articulaciones artificiales de aleación de titanio, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de ranuras de arco en carcasas de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

se incrementó en un 25 %.

Industria naval :

Procesamiento de chaflanes de arco para ejes de hélice. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-2 mm, fn: 0,03-0,07 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Procesamiento de la transición de arco de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,08 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de ranuras de arco en cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un 20 %.

Nueva industria energética :

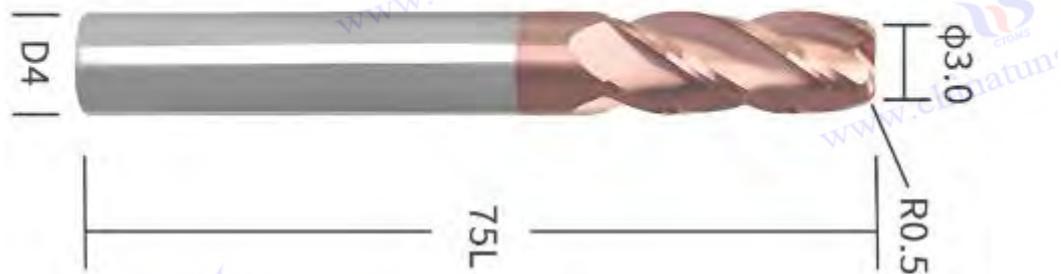
Procesamiento de conexiones de arco de soportes solares. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de la decoración por arco de tableros de madera, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μm.

Maquinaria de construcción :

Procesamiento de chaflanes de arco de brazos de excavadoras. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,03-0,07 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de chaflán de carburo?

La fresa de chaflán de carburo cementado es una herramienta de corte especial fabricada con carburo cementado. Su cabezal está diseñado para ser biselado o chaflanado, con dientes de corte en el extremo y la periferia. Se utiliza principalmente para biselar, biselar o desbarbar el borde de la pieza de trabajo. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para procesar acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en las industrias de procesamiento mecánico, fabricación de automóviles y moldes. La fresa de chaflán de carburo cementado utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado. El siguiente contenido resumirá brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de chaflán de carburo

Las fresas de carburo para chaflanado suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 3 a 25 mm, longitudes de 50 a 150 mm y de 2 a 4 dientes, según el diámetro y los requisitos de chaflán. El ángulo de chaflán del cabezal (comúnmente 30°, 45° y 60°) optimiza el procesamiento de superficies inclinadas, y los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 30° a 40° y el ángulo de ataque de 0° a 5°) se adaptan al corte de chaflanado. Se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, y la resistencia térmica alcanza los 1100 °C.

Composición del material : tamaño de partícula de carburo de tungsteno 0,2-1,0 μm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de chaflán de carburo

Al girar, el cabezal de biselado corta a lo largo del borde o la trayectoria superficial de la pieza para completar el biselado, el biselado o el desbarbado, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-400 m/min, f_n 0,02-0,06 mm/diente, a_p 0,1-1 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de control de corte en seco (< 700 °C) junto con la optimización por IA y la monitorización de sensores permitirá que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcance los niveles IT6-IT8.

3. Características de las fresas de chaflán de carburo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a velocidad media.

Alta precisión : rugosidad superficial Ra 0,02-0,05 µm, adecuada para biselado fino.

Versatilidad : adaptable a diversos ángulos de biselado y requisitos de desbarbado.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento de la fresa de biselado de carburo y factores que influyen

El rendimiento se ve afectado por la mezcla de materiales, el ángulo del chaflán y los parámetros de corte.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de	Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza		5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-400 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%		Vc 450 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,06 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02 fn	0,08 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-1 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,3 mm/capa		Aumento de vibración de 1,5 mm en un 15 %
Espesor de recubrimiento	del 2-3 µm, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado µm	2,2-2,5	< 2 µm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Rendimiento y proceso de producción de la fresa de biselado de carburo

5.1 Tabla del proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	de Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	de Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra ≤ 0,05 µm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 µm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Tipos de fresas de biselado de carburo

Fresa de biselado estándar : diámetro 3-20 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para biselado general.

Fresa de chaflán de 45° : diámetro 4-25 mm, Vc 200-400 m/min, adecuada para chaflanado estándar.

Fresa de chaflán revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 300-400 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de biselado de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para biselado profundo.

Fresa de biselado multiángulo : ángulo 30°-60°, Vc 100-350 m/min, adecuada para procesamiento personalizado.

6. Aplicación de la fresa de chaflán de carburo

Las fresas de chaflán de carburo se utilizan ampliamente en varias industrias debido a sus capacidades de biselado y desbarbado, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes :

Procesamiento de chaflanes de cantos de moldes de inyección y fundición a presión. El material de la pieza es acero P20, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 μm . Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

Biselado de bordes de bloques de cilindros y engranajes. El material de la pieza es fundición, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Aeroespacial :

Procesamiento de chaflanes de aleaciones de titanio y aluminio, como bordes de alas, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento del chaflán de borde de moldes de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es material compuesto, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % en 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento del biselado de carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 300-500 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,03 μm .

Equipo médico :

Procesamiento de biselado de articulaciones artificiales de aleación de titanio. Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento del chaflán del borde de las carcasas de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 150 a 300 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,3 a 1 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,03 a 0,06 mm/diente. La resistencia al

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria naval :

Procesamiento de chaflanes de ejes de hélice. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-1,5 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Procesamiento del biselado de bordes de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/diente. La vida útil se extiende un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de biselado de bordes de cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia a la corrosión se ha mejorado en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento del biselado de soportes solares. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La eficiencia se incrementó en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Biselado de cantos de tableros de madera, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μ m.

Maquinaria de construcción :

Procesamiento del chaflán del borde de los brazos de excavadora. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa cónica de carburo?

La fresa cónica de carburo es una herramienta de corte especial fabricada con carburo. Su cabezal es cónico y cuenta con dientes de corte en el extremo y la periferia. Se utiliza principalmente para procesar superficies cónicas, biselos o características cónicas. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para procesar acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de moldes, la industria aeroespacial y el mecanizado. La fresa cónica de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje. A continuación, se resumen brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa cónica de carburo cementado

Las fresas cónicas de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 3 a 20 mm, longitudes de 50 a 150 mm, 2 a 4 dientes y ángulos de conicidad (comúnmente de 5° a 15°) personalizados según los requisitos de procesamiento. Los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 30° a 40° y el ángulo de ataque de 0° a 5°) optimizan el corte cónico, y se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material : carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,2-1,0 μm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa cónica de carburo cementado

Mediante rotación, el cabezal cónico corta a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar el procesamiento de superficies cónicas, biselos o características cónicas, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen Vc 100-400 m/min, fn 0,02-0,06 mm/diente, ap 0,1-1,5 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de control de corte en seco (< 700 °C) combinado con la optimización por IA y la monitorización de sensores permitirá que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcance los niveles IT6-IT8.

3. Características de la fresa cónica de carburo cementado

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a velocidad media.

Alta precisión : rugosidad superficial Ra 0,02-0,06 μm, adecuada para procesamiento cónico.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Versatilidad : adaptable a distintos ángulos de conicidad y requisitos de bisel.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento de las fresas cónicas de carburo y factores que influyen

El rendimiento se ve afectado por la mezcla de materiales, el ángulo cónico y los parámetros de corte.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de	Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza	9%	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-400 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	duros	Vc 450 m/min desgaste 7%
Velocidad avance (fn)	de 0,02-0,06 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02	fn 0.08 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-1,5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa		Aumento de vibración de 2 mm en un 15 %
Espesor de recubrimiento	del 2-3 μ m, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado μ m	2,2-2,5	< 2 μ m La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas cónicas de carburo de alto rendimiento

5.1 Tabla del proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	de Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	de Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μ m
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μ m	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas cónicas de carburo

Fresa cónica estándar : diámetro 3-15 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para el procesamiento

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

cónico general.

Fresa cónica de 5° : diámetro 4-20 mm, Vc 200-400 m/min, adecuada para el procesamiento de ángulos cónicos pequeños.

Fresa cónica revestida : recubrimiento de AlTiN, Vc 300-400 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa cónica de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para procesamiento de conos profundos.

Fresa cónica ajustable : ángulo ajustable de 5° a 15°, Vc 100-350 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de la fresa cónica de carburo

Las fresas cónicas de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de procesamiento cónico, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes : Procesamiento

de características cónicas en moldes de inyección y fundición a presión. El material de la pieza es acero P20, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 µm. Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

Procesamiento del bisel cónico de bloques de cilindros y engranajes. El material de la pieza es fundición, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Eficiencia incrementada en un 20 %, Ra 0,02-0,05 µm.

Aeroespacial :

Procesamiento de características cónicas en aleaciones de titanio y aluminio, como conectores de alas. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 µm.

Equipos de energía :

Procesamiento de la estructura cónica de moldes de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es un material compuesto, con una velocidad de rotación (Vc) de 150 a 300 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,5 a 1,5 mm y una velocidad de rotación (fn) de 0,03 a 0,06 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de la transición cónica de carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 300-500 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: ±0,001 mm, Ra: 0,01-0,03 µm.

Equipo médico :

Procesamiento de características cónicas en articulaciones artificiales de aleación de titanio. Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión ±0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 µm.

Industria de defensa :

Procesamiento de la estructura cónica de las carcasas de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 150 a 300 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,3 a 1 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,03 a 0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria naval :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Procesamiento del chaflán cónico de ejes de hélice. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-1,5 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Procesamiento de la transición cónica de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de cuerpos de válvulas con características cónicas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,3-1 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de conexiones cónicas de soportes solares. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 200-400 m/min, ap: 0,3-1 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de decoración cónica de paneles de madera, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μ m.

Maquinaria de construcción :

mecanizado de las características cónicas de los brazos de excavadora. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

¿Qué es una fresa de cola de milano de carburo?

La fresa de cola de milano de carburo es una herramienta de corte especial fabricada con carburo cementado. Su cabezal tiene un diseño de cola de milano o trapezoidal, con dientes de corte en el extremo y la periferia. Se utiliza principalmente para procesar formas geométricas especiales, como ranuras de cola de milano, ranuras en T o ranuras trapezoidales. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado, y es adecuada para procesar acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de moldes, el procesamiento mecánico y la industria aeroespacial. La fresa de cola de milano de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado. El siguiente contenido resumirá brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de cola de milano de carburo cementado

Las fresas de cola de milano de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 6 a 25 mm, longitudes de 50 a 150 mm, 2 a 4 dientes y ángulos de cola de milano (comúnmente 30°, 45° y 60°) personalizados según los requisitos de la ranura. Los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 30° a 40° y el ángulo de ataque de 0° a 5°) optimizan el corte trapezoidal, y se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material : tamaño de partícula de carburo de tungsteno 0,2-1,0 μm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de cola de milano de carburo

Mediante rotación, el cabezal de corte de cola de milano corta a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar el procesamiento de ranuras de cola de milano, ranuras en T o ranuras trapezoidales, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen Vc 100-350 m/min, fn 0,02-0,06 mm/diente, ap 0,1-1,5 mm. El refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o la temperatura de control de corte en seco (< 700 °C) se combinarán con la optimización por IA y la monitorización de sensores para 2025. La eficiencia de corte aumentará entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcanzará los niveles IT6-IT8.

3. Características de la fresa de cola de milano de carburo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

para cortes a velocidad media.

Alta precisión : rugosidad de la superficie Ra 0,02-0,06 μm , adecuada para el procesamiento de ranuras especiales.

Versatilidad : se adapta a distintos ángulos de cola de milano y requisitos de ranura.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento y factores de influencia de las fresas de cola de milano de carburo cementado

El rendimiento se ve afectado por la relación del material, el ángulo de cola de milano y los parámetros de corte.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de	Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza		5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-350 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%		Vc 400 m/min Desgaste 7%
Velocidad avance (fn)	de 0,02-0,06 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02 fn	0,08 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad corte (ap)	de 0,1-1,5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa		Aumento de vibración de 2 mm en un 15 %
Espesor recubrimiento	del 2-3 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado μm	2,2-2,5	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas de cola de milano de carburo de alto rendimiento

5.1 Tabla del proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte cuchillas	de Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Tipos de fresas de cola de milano de carburo

Fresa de ranura de cola de milano estándar : diámetro 6-15 mm, Vc 150-350 m/min, adecuada para el procesamiento general de ranuras de cola de milano.

Fresa de cola de milano 45° : diámetro 8-20 mm, Vc 200-350 m/min, adecuada para ranuras trapezoidales estándar.

Fresa de cola de milano revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 250-350 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de ranuras de cola de milano de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para el procesamiento de ranuras profundas.

Fresa de cola de milano ajustable : ángulo ajustable de 30° a 60°, Vc 100-300 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de la fresa de cola de milano de carburo

Las fresas de cola de milano de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades especiales de procesamiento de ranuras, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes :

Procesamiento de ranuras de cola de milano en moldes de inyección y fundición a presión. El material de la pieza es acero P20, Vc 200-350 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 μm . La optimización por IA en 2025 reducirá el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

Procesamiento de ranuras en T de bloques de cilindros y engranajes. El material de la pieza es fundición, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Eficiencia incrementada en un 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Aeroespacial :

Procesamiento de ranuras de cola de milano en aleaciones de titanio y aluminio, como conexiones de álabes de turbinas. Vc 200-350 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento de ranuras trapezoidales para moldes de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es material compuesto. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-1,5 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de ranuras de conexión de cola de milano para carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 250-400 m/min, ap 0,1-0,8 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión $\pm 0,001$ mm, Ra 0,01-0,03 μm .

Equipo médico :

Procesamiento de las características de cola de milano de articulaciones artificiales de aleación de titanio, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de ranuras de cola de milano en carcasas de misiles. El material de la pieza es acero

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

de alta resistencia, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste aumentó un 25 %.

Industria naval :

Procesamiento de ranuras trapezoidales en ejes de hélice. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Procesamiento de la transición de cola de milano de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de ranuras de cola de milano para cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,3-1 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de la conexión de cola de milano del soporte solar. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 200-350 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

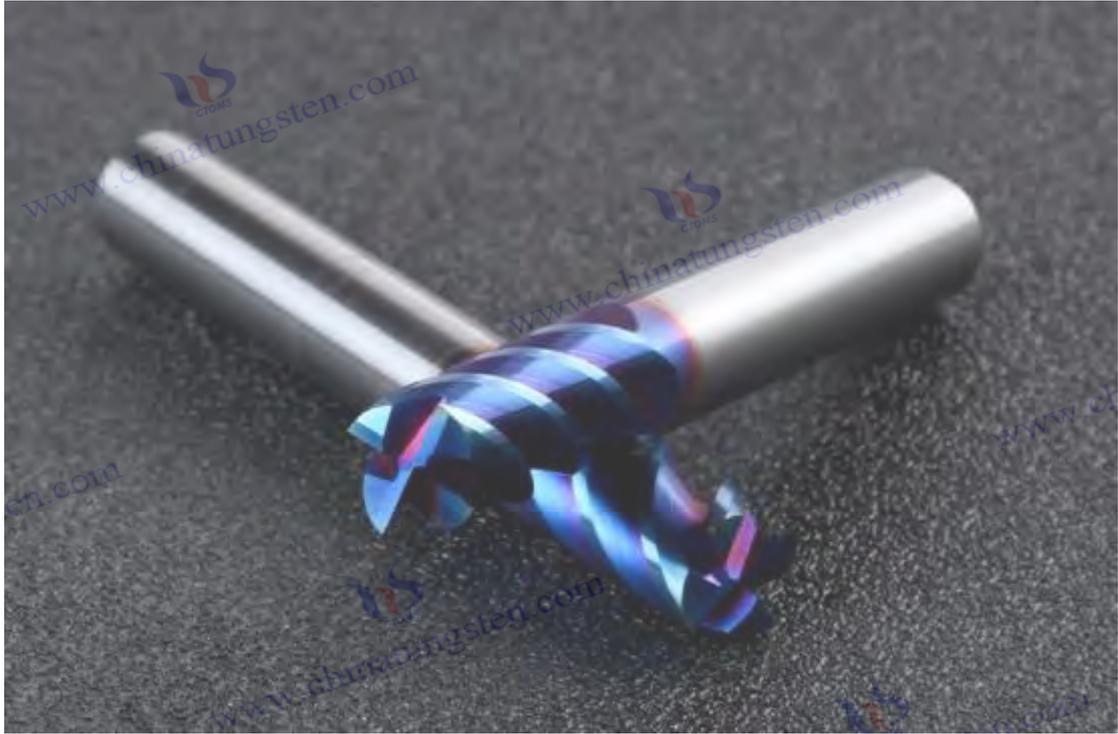
Fabricación de muebles :

Procesamiento de ranuras de cola de milano en tableros de madera, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μm .

Maquinaria de construcción :

Procesamiento de ranuras de cola de milano para brazos de excavadoras. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



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

¿Qué es una fresa de carburo para chaveteros?

La fresa de carburo para chaveteros es una herramienta de corte especial fabricada con carburo. Su cabezal está diseñado como una cuchilla recta o con una estructura ranurada, con dientes de corte en el extremo y la periferia. Se utiliza principalmente para el procesamiento de chaveteros, ranuras planas o elementos de chavetero. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para el procesamiento de acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en las industrias de procesamiento mecánico, fabricación de automóviles y equipos industriales. La fresa de carburo para chaveteros utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado.

1. Estructura y materiales de la fresa de chavetero de carburo

Las fresas de carburo para chaveteros suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 3 a 20 mm, longitudes de 50 a 150 mm, 2 a 4 dientes y anchos de cabeza (comúnmente de 2 a 12 mm) personalizados según las dimensiones del chavetero. La geometría de la hoja (como un ángulo de hélice de 30° a 40° y un ángulo de ataque de 0° a 5°) optimiza el corte de ranuras rectas, y se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, con resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material : tamaño de partícula de carburo de tungsteno 0,2-1,0 μm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de chavetero de carburo

Al girar, el cabezal de corte corta a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar el mecanizado de chaveteros, ranuras planas o características de llave, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-400 m/min, f_n 0,02-0,06 mm/diente, a_p 0,1-1,5 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de control de corte en seco (< 700 °C), junto con la optimización por IA y la monitorización de sensores, permitirá que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcance los niveles IT6-IT8.

3. Características de la fresa de chavetero de carburo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a velocidad media.

Alta precisión : rugosidad superficial R_a 0,02-0,06 μm, adecuada para el procesamiento de chaveteros.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Versatilidad : Se adapta a distintos anchos y profundidades de chavetero.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento de las fresas de chavetero de carburo y factores que influyen

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-400 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 450 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,06 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02 fn 0,08 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-1,5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa	Aumento de vibración de 2 mm en un 15 %
Espesor de recubrimiento	del 2-3 μ m, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado μ m	2,2-2,5 < 2 μ m La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas de chavetero de carburo de alto rendimiento

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	de Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte mm	0,002-0,005 Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05 \mu$ m
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μ m	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas de carburo para chaveteros

Fresa de chavetero estándar : diámetro 3-15 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para el procesamiento general de chaveteros.

Fresa para chaveteros de ranura ancha : ancho 6-12 mm, Vc 200-400 m/min, adecuada para chaveteros grandes.

Fresa de chavetero revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 300-400 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de chavetero de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

procesamiento de ranuras profundas.

Fresa de chavetero de ancho ajustable : ancho ajustable de 2 a 10 mm, Vc 100-350 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de la fresa de carburo para chaveteros

Las fresas de carburo para chaveteros se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de procesamiento de chaveteros, como se detalla a continuación:

Mecanizado :

Mecanizado de chaveteros de ejes y engranajes. El material de la pieza es acero 40Cr, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 μm . Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de mecanizado en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

Procesamiento de chaveteros de ejes de transmisión. El material de la pieza es fundición, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Industria aeroespacial :

Procesamiento de ranuras de llave en aleaciones de aluminio y titanio, como piezas de motores. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento de chaveteros de ejes de aerogeneradores. El material de la pieza es acero 42CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La monitorización IoT reduce los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

mecanizado de chaveteros de ejes de motores. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 250-400 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,03 μm .

Equipos médicos :

mecanizado de chaveteros en equipos de aleación de titanio, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de chaveteros de componentes de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste aumentó un 25 %.

Industria naval :

Procesamiento de chaveteros de ejes de hélice. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-1,5 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Mecanizado de chaveteros de ejes de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de chavetero para eje de bomba. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de chaveteros de ejes de aerogeneradores. El material de la pieza es aleación de aluminio, Vc 200-350 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

decoración de chaveteros de ejes de madera, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μm .

Maquinaria de construcción :

Procesamiento de chaveteros de ejes de excavadoras. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de carburo para chaveteros?

La fresa de carburo para chaveteros es una herramienta de corte especial fabricada con carburo. Su cabezal está diseñado con una cuchilla recta o una estructura ranurada, y cuenta con dientes de corte en el extremo y la periferia. Se utiliza principalmente para el procesamiento de chaveteros, ranuras planas o elementos de chavetero. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para el procesamiento de acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en las industrias de procesamiento mecánico, fabricación de automóviles y equipos industriales. La fresa de carburo para chaveteros utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado. A continuación, se resumen brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de chavetero de carburo

Las fresas de carburo para chaveteros suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 3 a 20 mm, longitudes de 50 a 150 mm, 2 a 4 dientes y anchos de cabeza (comúnmente de 2 a 12 mm) personalizados según las dimensiones del chavetero. La geometría de la hoja (como un ángulo de hélice de 30° a 40° y un ángulo de ataque de 0° a 5°) optimiza el corte de ranuras rectas, y se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, con resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material : tamaño de partícula de carburo de tungsteno 0,2-1,0 μm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de chavetero de carburo

Al girar, el cabezal de corte corta a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar el mecanizado de chaveteros, ranuras planas o características de llave, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-400 m/min, f_n 0,02-0,06 mm/diente, a_p 0,1-1,5 mm. El uso de refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o temperatura de control de corte en seco (< 700 °C), junto con la optimización por IA y la monitorización de sensores, permitirá que en 2025 la eficiencia de corte aumente entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcance los niveles IT6-IT8.

3. Características de la fresa de chavetero de carburo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

para cortes a velocidad media.

Alta precisión : rugosidad superficial Ra 0,02-0,06 μm , adecuada para el procesamiento de chaveteros.

Versatilidad : Se adapta a distintos anchos y profundidades de chavetero.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento de las fresas de chavetero de carburo y factores que influyen

El rendimiento se ve afectado por la relación del material, el ancho de la ranura y los parámetros de corte.

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de	Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza	de	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-400 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	de	Vc 450 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,06 mm/diente	medio	Acabado 0,02 mm/diente	de	0,02 fn 0,08 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-1,5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa	de	ap 2 mm Aumento de vibración 15%
Espesor de recubrimiento	del 2-3 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,2-2,5 μm	de	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas de chavetero de carburo de alto rendimiento

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	de Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas de carburo para chaveteros

Fresa de chavetero estándar : diámetro 3-15 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para el procesamiento general de chaveteros.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa para chaveteros de ranura ancha : ancho 6-12 mm, Vc 200-400 m/min, adecuada para chaveteros grandes.

Fresa de chavetero revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 300-400 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de chavetero de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para procesamiento de ranuras profundas.

Fresa de chavetero de ancho ajustable : ancho ajustable de 2 a 10 mm, Vc 100-350 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de la fresa de carburo para chaveteros

Las fresas de carburo para chaveteros se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de procesamiento de chaveteros, como se detalla a continuación:

Mecanizado :

Mecanizado de chaveteros de ejes y engranajes. El material de la pieza es acero 40Cr, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 μ m. Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de mecanizado en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

Procesamiento de chaveteros de ejes de transmisión. El material de la pieza es fundición, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 20 %, Ra 0,02-0,05 μ m.

Industria aeroespacial :

Procesamiento de ranuras de llave en aleaciones de aluminio y titanio, como piezas de motores. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μ m.

Equipos de energía :

Procesamiento de chaveteros de ejes de aerogeneradores. El material de la pieza es acero 42CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La monitorización IoT reduce los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

mecanizado de chaveteros de ejes de motores. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 250-400 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: \pm 0,001 mm, Ra: 0,01-0,03 μ m.

Equipos médicos :

mecanizado de chaveteros en equipos de aleación de titanio, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión \pm 0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 μ m.

Industria de defensa :

Procesamiento de chaveteros de componentes de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste aumentó un 25 %.

Industria naval :

Procesamiento de chaveteros de ejes de hélice. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,5-1,5 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Mecanizado de chaveteros de ejes de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de chavetero para eje de bomba. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de chaveteros de ejes de aerogeneradores. El material de la pieza es aleación de aluminio, Vc 200-350 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

decoración de chaveteros de ejes de madera, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μm .

Maquinaria de construcción :

mecanizado de chaveteros de ejes de excavadoras. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué son las fresas angulares de carburo?

La fresa angular de carburo es una herramienta de corte especial fabricada con carburo. Su cabezal está diseñado con un ángulo específico (como 30°, 45° o 60°) y cuenta con dientes de corte en el extremo y la periferia. Se utiliza principalmente para procesar biseles, superficies cónicas o ángulos. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para procesar acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de moldes, la industria aeroespacial y el mecanizado. La fresa angular de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje. El siguiente contenido resumirá brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa angular de carburo.

Las fresas angulares de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 4 a 25 mm, longitudes de 50 a 150 mm, 2 a 4 dientes y ángulos (comúnmente 30°, 45° y 60°) que se adaptan a las necesidades de procesamiento. Los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 30° a 40° y el ángulo de ataque de 0° a 5°) optimizan el corte angular, y se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (de 2 a 3 µm de espesor) a la superficie, con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material : tamaño de partícula de carburo de tungsteno 0,2-1,0 µm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa angular de carburo

Al girar, el cabezal de la herramienta angular corta a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar el procesamiento de biseles, superficies cónicas o ángulos, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen Vc 100-400 m/min, fn 0,02-0,06 mm/diente, ap 0,1-1,5 mm. Se puede usar refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o corte en seco para controlar la temperatura (< 700 °C).

3. Características de la fresa angular de carburo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a velocidad media.

Alta precisión : rugosidad de la superficie Ra 0,02-0,06 µm, adecuada para el procesamiento de ángulos.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Versatilidad : adaptable a distintos ángulos y pendientes.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento de las fresas angulares de carburo y factores que influyen

Rendimiento por relación de material, ajuste de ángulo y parámetros de corte

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-400 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 450 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,06 mm/diente	medio	Acabado 0,02 mm/diente	fn 0,08 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-1,5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa	Aumento de vibración de 2 mm en un 15 %
Espesor de recubrimiento	del 2-3 μ m, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,2-2,5 μ m	< 2 μ m La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de rendimiento de fresas angulares de carburo

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	de Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μ m
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μ m	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas angulares de carburo

Fresa angular estándar : diámetro 4-15 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para el procesamiento de ángulos generales.

Fresa angular de 45° : diámetro 6-20 mm, Vc 200-400 m/min, adecuada para biseles estándar.

Fresa angular revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 300-400 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa angular de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

procesamiento de ángulos profundos.

Fresa de ángulo ajustable : ángulo ajustable de 30° a 60°, Vc 100-350 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de la fresa angular de carburo

Las fresas angulares de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de procesamiento de ángulos, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes :

Procesamiento de la superficie inclinada de moldes de inyección. El material de la pieza es acero P20, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 µm. La optimización por IA en 2025 reducirá el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

Procesamiento de las características superficiales inclinadas del cuerpo del cilindro. El material de la pieza es fundición, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Eficiencia incrementada en un 20 %, Ra 0,02-0,05 µm.

Aeroespacial :

Procesamiento de la superficie inclinada de alas de aleación de titanio, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 µm.

Equipos de energía :

Procesamiento de la estructura de superficie inclinada de moldes de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es un material compuesto, con una velocidad de rotación (Vc) de 150 a 300 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,5 a 1,5 mm y una velocidad de rotación (fn) de 0,03 a 0,06 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de la transición de bisel de carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 300-500 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: ±0,001 mm, Ra: 0,01-0,03 µm.

Equipo médico :

Procesamiento de bisel en articulaciones artificiales de aleación de titanio. Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión ±0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 µm.

Industria de defensa :

Procesamiento de la estructura de superficie inclinada de proyectiles de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 150 a 300 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,3 a 1 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,03 a 0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria de la construcción naval :

Procesamiento de bisel de placas de casco. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Procesamiento de la transición cónica de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/diente. La vida útil se extiende un

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de biselados de cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de la conexión biselada de soportes solares. El material de la pieza es aleación de aluminio, Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de la decoración de biselados en tableros de madera, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μ m.

Maquinaria de construcción :

mecanizado de biselados de brazos de excavadora. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

en.com

www.ch


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

1


www.chinatun


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

¿Qué es una fresa de carburo?

La fresa de conformación de carburo es una herramienta de corte especial fabricada con carburo. La forma del cabezal se diseña según un perfil específico (como la forma del diente, una curva o una forma geométrica compleja). Los dientes de corte se encuentran en el extremo y la periferia. Se utiliza principalmente para procesar superficies de conformación, ranuras de dientes o contornos complejos. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para procesar acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de engranajes, el procesamiento de moldes y la maquinaria de precisión. La fresa de conformación de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje. El siguiente contenido resumirá brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de conformación de carburo cementado

Las fresas de conformado de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 5 a 30 mm, longitudes de 50 a 150 mm y de 2 a 6 dientes (personalizables según la complejidad del contorno). El contorno del cabezal de corte se diseña según los requisitos de procesamiento (como la forma evolvente del diente o curvas complejas), y los parámetros geométricos de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 30° a 40° y el ángulo de ataque de 0° a 5°) están optimizados para el corte de conformado. Se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (de 2 a 3 μm de espesor) a la superficie, y la resistencia térmica alcanza los 1100 °C.

Composición del material : carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,2-1,0 μm , contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta $\leq 0,003$ mm, precisión de la hoja $\pm 0,005$ mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de conformación de carburo cementado

Al girar, el cabezal de corte perfilado corta a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar contornos específicos, ranuras dentadas o procesamientos superficiales complejos, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-350 m/min, f_n 0,02-0,06 mm/diente, a_p 0,1-1,5 mm. Se puede usar refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o corte en seco para controlar la temperatura (< 700 °C).

3. Características de las fresas de conformación de carburo cementado

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

para cortes a velocidad media.

Alta precisión : rugosidad de la superficie Ra 0,02-0,06 μm , adecuada para el procesamiento de contornos complejos.

Versatilidad : adaptable a diversos perfiles de conformado y requisitos de forma de diente.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento y factores que influyen en las fresas de conformación de carburo cementado

El rendimiento se ve afectado por la mezcla de materiales, la complejidad del contorno y los parámetros de corte.

Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-350 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 400 m/min Desgaste 7%
Velocidad avance (fn)	de 0,02-0,06 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02 fn 0,08 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad corte (ap)	de 0,1-1,5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa	Aumento de vibración de 2 mm en un 15 %
Espesor recubrimiento	del 2-3 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado μm	2,2-2,5 < 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas de conformado de carburo.

Tabla de proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas de conformado de carburo

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa de perfil estándar : diámetro 5-15 mm, Vc 150-350 m/min, adecuada para el procesamiento de contornos generales.

Fresa de perfil evolvente : diámetro 6-20 mm, Vc 200-350 m/min, especialmente utilizada para el mecanizado de engranajes.

Fresa de perfil revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 250-350 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de conformación de borde largo : longitud de borde 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para procesamiento de conformación profunda.

Fresa de perfil personalizado : se pueden personalizar contornos complejos, Vc 100-350 m/min, adecuado para necesidades especiales.

6. Aplicación de fresas de conformación de carburo

Las fresas de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus complejas capacidades de procesamiento de contornos, como se detalla a continuación:

Fabricación de engranajes :

Procesamiento de ranuras evolventes para dientes. El material de la pieza es acero 20CrMnTi, Vc 200-350 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 μm . Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Fabricación de moldes :

Procesamiento de moldes curvos complejos. El material de la pieza es acero P20, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Eficiencia incrementada en un 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Aeroespacial :

Procesamiento de perfil de cuchilla de aleación de titanio, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento de características de conformado de engranajes de turbinas eólicas. El material de la pieza es acero 42CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La monitorización IoT reduce los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de curvas complejas en carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 250-400 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,03 μm .

Equipo médico :

Procesamiento de características de formación de implantes de aleación de titanio, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de contornos complejos de componentes de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria naval :

Procesamiento de las características de conformado de las palas de hélice. El material de la pieza es acero inoxidable, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. El recubrimiento

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

Procesamiento de la superficie perfilada de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de contornos complejos de cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Resistencia a la corrosión aumentada en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de las características de conformado de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es material compuesto, Vc 200-350 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de paneles de madera con decoración de molduras, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μm .

Maquinaria de construcción :

Procesamiento de las características de conformado de brazos de excavadora. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué son las fresas de roscar de carburo?

La fresa de roscar de carburo es una herramienta de corte especial fabricada con carburo. Su cabezal está diseñado con ranuras en espiral o estructura multifilar y presenta un perfil de rosca específico. Se utiliza principalmente para el procesamiento de roscas internas o externas. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para el procesamiento de acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en las industrias de procesamiento mecánico, fabricación de automóviles e instrumentos de precisión. La fresa de roscar de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado. A continuación, se resumen brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de roscar de carburo

Las fresas de roscar de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 3 a 20 mm, longitudes de 50 a 150 mm y de 2 a 6 dientes (personalizables según las especificaciones de la rosca). El cabezal de corte tiene un diseño de ranura en espiral o multifilo, y el paso y el ángulo (como roscas métricas M3-M24) se personalizan según los requisitos de procesamiento. Los parámetros de geometría de la cuchilla (como ángulo de hélice de 30° a 40° y ángulo de ataque de 0° a 5°) optimizan el corte de la rosca. Se puede aplicar un recubrimiento de AlTiN o TiCN (espesor de 2-3 μm) a la superficie, y la resistencia térmica alcanza los 1100 °C.

Composición del material : carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,2-1,0 μm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de roscar de carburo

Al girar, el cabezal cortador de roscas corta a lo largo de la trayectoria espiral del orificio interior o la superficie exterior de la pieza para completar el mecanizado de la rosca, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen V_c 100-300 m/min, f_n 0,02-0,05 mm/diente, a_p 0,1-1 mm. Se puede usar refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o corte en seco para controlar la temperatura (< 700 °C).

3. Características de la fresa de roscar de carburo

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a velocidad media.

Alta precisión : tolerancia de rosca hasta 6H/6g, rugosidad superficial Ra 0,02-0,06 μm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Versatilidad : adecuado para una variedad de tipos de roscas y especificaciones.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento de las fresas de roscar de carburo y factores que influyen

El rendimiento se ve afectado por la mezcla de materiales, el paso de la rosca y los parámetros de corte.

Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de	Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	alto	5% de precisión, 9% de dureza		5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-300 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%		Vc 350 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,05 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02	fn 0.06 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-1 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa		Aumento de vibración de 1,5 mm en un 15 %
Espesor de recubrimiento	del 2-3 μ m, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado μ m	2,2-2,5	< 2 μ m La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas de roscar de carburo.

Tabla de proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μ m
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μ m	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas de roscar de carburo

Fresa de roscar estándar : diámetro 3-15 mm, Vc 150-300 m/min, adecuada para el procesamiento general de roscas.

Fresa de roscar interior : diámetro 6-20 mm, Vc 200-300 m/min, especialmente utilizada para

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

roscas de agujeros interiores.

Fresa de roscar revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 250-300 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de roscar de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 100-250 m/min, adecuada para el procesamiento de roscas profundas.

Fresa de rosca ajustable : paso ajustable, Vc 100-300 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de la fresa de roscar de carburo

Las fresas de roscar de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de procesamiento de roscas, como se detalla a continuación:

Mecanizado :

Mecanizado de roscas internas de ejes. El material de la pieza es acero 45#, Vc 200-300 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión 6H, Ra 0,02-0,04 μm . La optimización por IA en 2025 reducirá el tiempo de mecanizado en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

Procesamiento de roscas de cilindros de motor. El material de la pieza es hierro fundido. Vc: 150-250 m/min, ap: 0,2-0,8 mm, fn: 0,03-0,05 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 20 %. Ra: 0,02-0,05 μm .

Industria aeroespacial :

Procesamiento de roscas de piezas de aleación de titanio, Vc 200-300 m/min, ap 0,1-0,6 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión 6H, Ra 0,01-0,03 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento de conexiones roscadas para equipos de energía eólica. El material de la pieza es acero 42CrMo, Vc 150-250 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,05 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de orificios roscados en carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 250-300 m/min, ap: 0,1-0,5 mm, fn: 0,02-0,04 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,03 μm .

Equipo médico :

Procesamiento de las características de la rosca de implantes de aleación de titanio, Vc 100-200 m/min, ap 0,1-0,4 mm, fn 0,02-0,03 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de roscas para piezas de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 150-250 m/min, ap 0,2-0,8 mm, fn 0,03-0,05 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria de la construcción naval :

Procesamiento de conexiones roscadas de casco. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-250 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,05 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Procesamiento de roscas de ejes de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-250 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de roscas de cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 150-250 m/min, ap: 0,2-0,8 mm, fn: 0,03-0,05 mm/diente. Resistencia a la corrosión aumentada en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de conexiones roscadas de aerogeneradores. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 200-300 m/min, ap: 0,2-0,8 mm, fn: 0,03-0,05 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de la decoración de roscas en piezas de madera, Vc 150-250 m/min, ap 0,2-0,6 mm, fn 0,03-0,05 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μ m.

Maquinaria de construcción :

Procesamiento de roscas de ejes de excavadoras. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-250 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,05 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué son las brocas de carburo?

La broca y fresa de carburo es una herramienta de corte multifuncional fabricada con carburo. Su cabezal combina funciones de taladrado y fresado, con un filo central y dientes periféricos, y se utiliza principalmente para taladrar, fresar, biselar y ranurar. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado, y es adecuada para procesar acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en las industrias de procesamiento mecánico, fabricación de moldes y aeroespacial. La broca y fresa de carburo utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado multieje. A continuación, se resumen brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de las brocas y fresas de carburo cementado

Las brocas y fresas de carburo suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 3 a 20 mm, longitudes de 50 a 150 mm y de 2 a 4 dientes. El diseño del cabezal de corte incluye una punta central y una cuchilla periférica en espiral. La geometría de la cuchilla (como un ángulo de hélice de 30° a 45° y un ángulo de ataque de 0° a 5°) optimiza el taladrado y el fresado. La superficie puede recubrirse con recubrimientos de AlTiN o TiCN (espesor de 2 a 3 μm), con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material : carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,2-1,0 μm, contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión de la hoja ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la broca y fresadora de carburo

Al girar, el cabezal de corte perfora primero la pieza para completar el mecanizado del orificio y, a continuación, fresa la ranura o chaflán a lo largo de la trayectoria lateral, descargando las virutas a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen Vc 100-400 m/min, fn 0,02-0,06 mm/diente, ap 0,1-2 mm. Se puede usar refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o corte en seco para controlar la temperatura (< 700 °C).

3. Características de las brocas y fresas de carburo cementado

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes a velocidad media y alta.

Alta precisión : tolerancia de apertura ±0,01 mm, rugosidad superficial Ra 0,02-0,06 μm.

Versatilidad : Combina funciones de taladrado y fresado, reduciendo los cambios de herramientas.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Rendimiento de las fresas y taladradoras de carburo y factores que influyen

El rendimiento se ve afectado por la mezcla de materiales, la profundidad de corte y los parámetros.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-400 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 450 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,06 mm/diente	medio	Acabado mm/diente	0,02 fn 0,08 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-2 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 1 mm/capa	Aumento de vibración de ap 2,5 mm 15%
Espesor de recubrimiento	del 2-3 μm, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado μm	2,2-2,5 < 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas y taladros de carburo de alto rendimiento

Tabla de proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	de Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte mm	0,002-0,005 Optimización de la precisión	Ra ≤ 0,05 μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas y taladros de carburo

Fresas de taladrado y fresado estándar : diámetro 3-15 mm, Vc 150-400 m/min, adecuadas para taladrado y fresado en general.

Broca y fresa de filo corto : diámetro 4-10 mm, Vc 200-400 m/min, adecuada para el procesamiento de agujeros poco profundos.

Fresa y taladradora revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 300-400 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Broca y fresa de filo largo : longitud del filo 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para taladrado y fresado de agujeros profundos.

Fresa y taladro ajustable : ángulo y longitud ajustables, Vc 100-350 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de fresas y taladros de carburo

Las brocas y fresas de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a su versatilidad, como se detalla a continuación:

Mecanizado :

Mecanizado de agujeros y ranuras de ejes. El material de la pieza es acero 45#, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT6, Ra 0,02-0,04 μm . La optimización por IA en 2025 reducirá el tiempo de mecanizado en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

Taladrado y biselado de bloques de cilindros. El material de la pieza es fundición, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Eficiencia aumentada en un 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Aeroespacial :

Procesamiento de orificios y ranuras en piezas de aleación de titanio, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento de orificios profundos en ejes de aerogeneradores. El material de la pieza es acero 42CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de orificios y ranuras en carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 300-400 m/min, ap: 0,1-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,03 μm .

Equipo médico :

Perforación y biselado de implantes de aleación de titanio, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de orificios y ranuras en piezas de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. La resistencia al desgaste aumentó un 25 %.

Industria de la construcción naval :

Procesamiento de orificios y ranuras en placas de casco. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

mecanizado de agujeros para ejes de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,07 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de orificios y ranuras en cuerpos de válvulas. El material de la pieza es acero

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

inoxidable. Vc: 150-300 m/min, ap: 0,3-1 mm, fn: 0,03-0,06 mm/diente. Resistencia a la corrosión aumentada en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de orificios en la base de las palas de aerogeneradores. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 200-350 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de agujeros y ranuras en tableros de madera, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,04 μ m.

Maquinaria de construcción :

mecanizado de agujeros en brazos de excavadoras. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de carburo con dientes gruesos?

La fresa de carburo dentada de desbaste es una herramienta de corte fabricada con carburo. Su cabezal presenta un número reducido de dientes (generalmente de 2 a 6) y una gran separación entre ellos. Está diseñada para altas velocidades de avance y mecanizado de desbaste. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para el mecanizado de acero, fundición y materiales difíciles de mecanizar. Se utiliza ampliamente en las industrias del mecanizado, la fabricación pesada y el moldeo. La fresa de carburo dentada de desbaste utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado. A continuación, se resumen brevemente la estructura y los materiales, el principio de funcionamiento, las características, los factores que influyen en el rendimiento, el proceso de producción, los tipos y las aplicaciones.

1. Estructura y materiales de la fresa de dientes gruesos de carburo

Las fresas de carburo para dentado basto suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 10 a 50 mm, longitudes de 50 a 200 mm y de 2 a 6 dientes (con mayor separación entre ellos). La geometría de la hoja (como un ángulo de hélice de 30° a 45° y un ángulo de ataque de 5° a 10°) optimiza el mecanizado de desbaste, y la superficie puede recubrirse con AlTiN o TiCN (espesor de 2 a 3 μm), con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material

El tamaño de partícula de carburo de tungsteno (WC) es de 0,2 a 1,0 μm, el contenido de cobalto (Co) es del 6 % al 10 % y se agrega TaC para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales

Dureza de carburo sólido HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,003 mm, precisión del filo de corte ±0,005 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de dientes gruesos de carburo

Al girar, el cabezal de corte de dientes gruesos corta la pieza a alta velocidad de avance, elimina una gran cantidad de material y completa el mecanizado de desbaste de planos, ranuras o resaltes. Las virutas se descargan a través del espacio entre dientes más amplio. Los parámetros de corte incluyen Vc 100-300 m/min, fn 0,1-0,3 mm/diente, ap 1-5 mm. Mediante refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 20 L/min) o corte en seco para controlar la temperatura (<700 °C), con la ayuda de la optimización por IA y la monitorización de sensores, la eficiencia de corte se mejora entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcanza el nivel IT7-IT9.

3. Características de la fresa de carburo de dientes gruesos

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

para cortes de alto avance.

Alta eficiencia : el gran espaciado de los dientes es adecuado para el mecanizado en bruto y una alta tasa de eliminación de metal.

Versatilidad : adecuado para diversas necesidades de desbaste.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

4. Rendimiento y factores que influyen en las fresas de dientes gruesos de carburo cementado

El rendimiento se ve afectado por la relación del material, el número de dientes y los parámetros de corte.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 6%-10%, equilibrio de dureza y tenacidad	alto	6% de precisión, 10% de dureza	6% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	100-300 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 350 m/min desgaste 7%
Velocidad avance (fn)	de 0,1-0,3 mm/diente	alto	Mecanizado de desbaste 0,2 mm/diente	fn 0.4 Fuerza de corte aumentada en un 30%
Profundidad corte (ap)	de 1-5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 2,5 mm/capa	La vibración de ap 6 mm aumentó en un 18%
Espesor recubrimiento	del 2-3 μm , demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,2-2,5 μm	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de rendimiento de fresas de dientes gruesos de carburo

Tabla de proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra $\leq 0,05$ μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas de carburo de dientes gruesos

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa de dientes gruesos estándar : diámetro 10-30 mm, Vc 150-300 m/min, adecuada para desbaste general.

Fresa de dientes gruesos de gran diámetro : diámetro 30-50 mm, Vc 100-250 m/min, adecuada para mecanizado pesado.

Fresa de dientes gruesos revestidos : revestimiento de AlTiN, Vc 200-300 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de dientes gruesos de filo largo : longitud de filo 50-150 mm, Vc 100-200 m/min, adecuada para desbaste de ranuras profundas.

Fresa de dientes gruesos ajustable : espaciado de dientes ajustable, Vc 100-300 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de la fresa de carburo de dientes gruesos

Las fresas de desbaste de carburo se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de desbaste de alta eficiencia, como se detalla a continuación:

Mecanizado :

Mecanizado de superficies rugosas de la bancada de la máquina herramienta. El material de la pieza es fundición HT250, Vc 200-300 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Precisión IT7, Ra 0,04-0,08 μm . La optimización por IA en 2025 reduce el tiempo de mecanizado en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

mecanizado de ranuras rugosas en cuerpos de cilindros, material de la pieza: fundición de hierro, Vc 150-250 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,15-0,25 mm/diente. Eficiencia aumentada un 20 %, Ra 0,04-0,07 μm .

Aeroespacial :

Procesamiento de piezas brutas de aleación de titanio, Vc 200-300 m/min, ap 1-4 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Precisión IT8, Ra 0,03-0,06 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento de superficies rugosas de torres de energía eólica. El material de la pieza es acero Q345, Vc 150-250 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,15-0,3 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de ranuras rugosas de chasis de gran tamaño. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 250-300 m/min, ap: 1-2 mm, fn: 0,1-0,2 mm/diente. Precisión: $\pm 0,01$ mm, Ra: 0,03-0,05 μm .

Equipo médico :

Procesamiento de piezas brutas de acero inoxidable, Vc 100-200 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Precisión $\pm 0,005$ mm, Ra 0,03-0,04 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de la superficie rugosa de placas de blindaje. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 150 a 250 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 2 a 4 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,15 a 0,25 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria de la construcción naval :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Procesamiento de ranuras rugosas en cascos de barcos. El material de la pieza es acero AH36, Vc 150-250 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,15-0,3 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

mecanizado de superficies rugosas de engranajes grandes. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 150-250 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,2-0,3 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

Procesamiento de bridas de tuberías con superficie rugosa. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 150-250 m/min, ap 2-4 mm, fn 0,15-0,25 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de piezas brutas de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es material compuesto, Vc 200-300 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de ranuras rugosas en tableros de madera, Vc 150-250 m/min, ap 1-2 mm, fn 0,15-0,25 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,04-0,06 μm .

Maquinaria de construcción :

Mecanizado de la superficie rugosa de brazos de excavadora. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 150-250 m/min, ap 2-4 mm, fn 0,15-0,25 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de dientes finos de carburo?

La fresa de carburo de dientes finos es una herramienta de corte fabricada con carburo. Su cabezal presenta una gran cantidad de dientes (generalmente de 6 a 20) y una separación entre ellos reducida. Está diseñada para acabado y mecanizado de alta precisión. Combina la alta dureza, la resistencia al desgaste y el excelente rendimiento de corte del carburo cementado. Es adecuada para el mecanizado de acero, fundición, metales no ferrosos y materiales difíciles de mecanizar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de moldes, la industria aeroespacial y la maquinaria de precisión. La fresa de carburo de dientes finos utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y rectificado de precisión. Suele estar recubierta de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuada para máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado.

1. Estructura y materiales de la fresa de dientes finos de carburo

Las fresas de carburo de dientes finos suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de 4 a 30 mm, longitudes de 50 a 150 mm y dientes de 6 a 20 (con menor separación entre dientes). La geometría de la hoja (como un ángulo de hélice de 30° a 40° y un ángulo de ataque de 0° a 5°) optimiza el corte de acabado, y la superficie puede recubrirse con un recubrimiento de AlTiN o TiCN (espesor de 2 a 3 μm), con una resistencia térmica de hasta 1100 °C.

Composición del material : carburo de tungsteno (WC), tamaño de partícula 0,2-1,0 μm , contenido de cobalto (Co) 5%-9%, TaC añadido para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV 1800-2100, coaxialidad de la herramienta $\leq 0,003$ mm, precisión de la hoja $\pm 0,005$ mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa de dientes finos de carburo

Al girar, el cabezal de corte de dientes finos corta la pieza a baja velocidad de avance para completar el acabado de planos, ranuras o contornos complejos, y las virutas se descargan a través de un pequeño espacio entre dientes. Los parámetros de corte incluyen V_c 150-500 m/min, f_n 0,02-0,06 mm/diente, a_p 0,1-1,5 mm. Se puede usar refrigerante (como fluido de corte sintético, caudal ≥ 15 L/min) o corte en seco para controlar la temperatura (< 700 °C).

3. Características de las fresas de carburo de dientes finos

Dureza ultra alta : HV 1800-2100, adecuada para materiales por debajo de HRC 60.

Excelente resistencia al desgaste : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 horas), vida útil prolongada de 5 a 7 veces.

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1100 °C y es adecuado para cortes de precisión de alta velocidad.

Alta precisión : rugosidad superficial R_a 0,02-0,04 μm , adecuada para acabado.

Versatilidad : adaptable a diversas necesidades de acabado.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2200 MPa, reduciendo la vibración.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Rendimiento y factores de influencia de las fresas de dientes finos de carburo cementado

El rendimiento se ve afectado por la relación del material, el número de dientes y los parámetros de corte.

4.1 Tabla de factores que influyen en el rendimiento

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	de Soporte de datos
Contenido de cobalto	de 5%-9%, equilibrio de dureza y tenacidad	de alto	5% de precisión, 9% de dureza	5% Co HV 1900
Velocidad de corte (Vc)	150-500 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 550 m/min desgaste 7%
Velocidad de avance (fn)	de 0,02-0,06 mm/diente	medio	Acabado 0,02 mm/diente	fn 0,08 Fuerza de corte aumentada en un 25%
Profundidad de corte (ap)	de 0,1-1,5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,5 mm/capa	Aumento de vibración de 2 mm en un 15 %
Espesor de recubrimiento	del 2-3 μm, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 2,2-2,5 μm	< 2 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Proceso de producción de fresas de dientes finos de carburo de alto rendimiento

5.1 Tabla del proceso de producción

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 300-400 rpm	40-60 horas	Distribuido uniformemente	CV < 2%
Prensado	200-250 MPa	20-30 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14-15,5 g/cm ³
sinterización	1450-1550 °C, HIP	2-3 horas	Densificación	Densidad 99%-99,8%
Recorte de cuchillas	Muela de diamante n.º 1000-n.º 1200	Recorte 0,002-0,005 mm	Optimización de la precisión	Ra ≤ 0,05 μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 2-3 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas de carburo de dientes finos

Fresa de dientes finos estándar : Ø 4-15 mm, Vc 200-500 m/min, adecuada para acabados generales.

Fresa de dientes finos de diámetro pequeño : diámetro 4-10 mm, Vc 250-500 m/min, adecuada para microprocesamiento.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fresa de dientes finos revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 300-500 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa de dientes finos de filo largo : longitud de filo 50-100 mm, Vc 150-400 m/min, adecuada para acabado de ranuras profundas.

Fresa de dientes finos ajustable : el espaciado de los dientes es ajustable, Vc 150-450 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de la fresa de dientes finos de carburo

Las fresas de carburo de dientes finos se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de acabado de alta precisión, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes :

Procesamiento de la superficie fina de moldes de inyección. El material de la pieza es acero P20, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,02-0,03 μm . La optimización por IA en 2025 reducirá el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Fabricación de automóviles :

Mecanizado de la ranura fina del cuerpo del cilindro. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 300-500 m/min, ap: 0,2-0,8 mm, fn: 0,02-0,05 mm/diente. La eficiencia se incrementó un 20 %. Ra: 0,02-0,03 μm .

Aeroespacial :

Procesamiento de superficies de ala de aleación de titanio, Vc 250-400 m/min, ap 0,1-0,6 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Precisión IT4, Ra 0,01-0,02 μm .

Equipos de energía :

Procesamiento del acabado superficial de moldes de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es material compuesto, Vc 200-400 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. La monitorización IoT reducirá los residuos en un 10 % para 2025.

Industria electrónica :

Procesamiento de ranuras de precisión para carcasas de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 400-500 m/min, ap: 0,1-0,5 mm, fn: 0,02-0,04 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,02 μm .

Equipo médico :

mecanizado de la superficie de implantes de aleación de titanio, Vc 150-250 m/min, ap 0,1-0,4 mm, fn 0,02-0,03 mm/diente. Precisión $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de la superficie de piezas de misiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, con una velocidad de corte (Vc) de 200 a 300 m/min, una velocidad de penetración (AP) de 0,2 a 0,8 mm y una velocidad de penetración (fn) de 0,02 a 0,04 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Industria naval :

mecanizado de ranuras para cascos de barcos. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc 200-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. El recubrimiento anticorrosivo prolonga la vida útil en un 30 %.

Maquinaria pesada :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mecanizado de engranajes de gran superficie. El material de la pieza es acero 40CrNiMo, Vc 200-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Vida útil prolongada en un 35 %.

Industria petroquímica :

mecanizado de la superficie del cuerpo de la válvula. El material de la pieza es acero inoxidable. Vc: 200-300 m/min, ap: 0,2-0,8 mm, fn: 0,02-0,04 mm/diente. La resistencia a la corrosión se incrementó en un 20 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de acabado superficial de palas de aerogeneradores. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc 250-400 m/min, ap 0,2-0,8 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Fabricación de muebles :

Procesamiento de ranuras para paneles de madera, Vc 200-300 m/min, ap 0,2-0,6 mm, fn 0,02-0,04 mm/diente. Lisura superficial Ra 0,02-0,03 μm .

Maquinaria de construcción :

Mecanizado de superficie fina de brazo de excavadora. El material de la pieza es acero 35CrMo, Vc 200-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/diente. Vida útil prolongada en un 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

¿Qué es una fresa de microdiámetro cónico?

La fresa cónica de microdiámetro es una herramienta de corte de precisión fabricada con carburo cementado o carburo cementado de grano ultrafino. El cabezal de corte tiene un diseño cónico y un diámetro extremadamente pequeño (generalmente de 0,1 a 6 mm, y el diámetro más pequeño disponible comercialmente puede alcanzar los 0,08 mm). Se utiliza principalmente para procesar superficies microcónicas, chaflanes o contornos finos. Combina alta dureza, resistencia al desgaste y un excelente rendimiento de corte. Es adecuada para procesar acero, aleaciones de titanio, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar. Se utiliza ampliamente en la fabricación de micromoldes, el procesamiento de componentes electrónicos y las industrias de dispositivos médicos. La fresa cónica de microdiámetro utiliza carburo de tungsteno (WC) como fase dura principal y cobalto (Co) como fase aglutinante. Se fabrica mediante pulvimetalurgia y procesos de rectificado de ultraprecisión. A menudo se equipa con recubrimientos de AlTiN o TiCN para mejorar la resistencia térmica y la vida útil. Es adecuado para máquinas herramienta CNC de alta precisión y equipos de micromecanizado.

1. Estructura y materiales de la fresa cónica de microdiámetro.

Las fresas cónicas de microdiámetro suelen ser estructuras de carburo sólido con diámetros de entre 0,1 y 6 mm (el diámetro más pequeño disponible comercialmente puede alcanzar los 0,08 mm), longitudes de entre 38 y 100 mm y 2 a 4 dientes. El cabezal de la fresa es cónico y el ángulo de conicidad (comúnmente de 5° a 30°) se adapta a las necesidades de procesamiento. Los parámetros de geometría de la cuchilla (como el ángulo de hélice de 20° a 40° y el ángulo de ataque de 0° a 5°) optimizan el microcorte. Se pueden aplicar recubrimientos de AlTiN o TiCN (de 1 a 2 μm de espesor) a la superficie, y la resistencia térmica alcanza los 1000 °C.

Composición del material : tamaño de partícula de carburo de tungsteno 0,2-0,5 μm, contenido de cobalto (Co) 4%-8%, TaC o NbC agregado para mejorar la resistencia al desgaste.

Características estructurales : Dureza total del carburo HV1900-2200, coaxialidad de la herramienta ≤ 0,002, precisión de la hoja ±0,002 mm.

2. Principio de funcionamiento de la fresa cónica de microdiámetro

Mediante rotación de alta velocidad, el cabezal cónico corta a lo largo de la trayectoria de la pieza para completar superficies microcónicas, chaflanes o contornos complejos, y las virutas se descargan a través de la ranura espiral. Los parámetros de corte incluyen Vc 50-300 m/min, fn 0,005-0,02 mm/diente, ap 0,01-0,5 mm. Se utiliza refrigerante de alta precisión (como microlubricación, flujo ≤ 5 L/min) o corte en seco para controlar la temperatura (< 600 °C). En 2025, gracias a la optimización con IA y la monitorización de sensores, la eficiencia de corte aumentará entre un 15 % y un 20 % y la precisión alcanzará los niveles IT4-IT6.

3. Características de la fresa de microdiámetro cónico

Dureza ultra alta : HV 1900-2200, adecuada para materiales por debajo de HRC 65.

Excelente resistencia al desgaste : VB ≤ 0,1 mm (300-800 horas), vida útil prolongada de 5 a 8 veces.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Excelente resistencia al calor : el recubrimiento es resistente al calor hasta 1000 °C y es adecuado para microcortes de alta velocidad.

Alta precisión : rugosidad superficial Ra 0,01-0,03 μm, tolerancia de conicidad ±0,005 mm.

Miniaturización : El diámetro pequeño es adecuado para las necesidades de micromecanizado.

Resistencia a la vibración : resistencia a la flexión ≥ 2300 MPa, reduciendo la microvibración.

4. Rendimiento y factores de influencia de las fresas de microdiámetro cónico

Factores influyentes	describir	Impacto	Sugerencias de optimización	Soporte de datos
Contenido de cobalto	4%-8%, equilibrio de dureza y tenacidad	alto	4% de precisión, 8% de dureza	4% Co HV 2000
Velocidad de corte (Vc)	50-300 m/min, desgaste excesivo	medio	Materiales duros menos 10%	Vc 350 m/min desgaste 8%
Velocidad de avance (fn)	0,005-0,02 mm/diente	medio	Acabado 0,005 mm/diente	fn 0.03 Fuerza de corte aumentada en un 20%
Profundidad de corte (ap)	0,01-0,5 mm, vibración demasiado profunda	alto	Capas de 0,2 mm/capa	ap 0,7 mm Vibración aumentada en un 15%
Espesor del recubrimiento	1-2 μm, demasiado grueso y se descascara	medio	Optimizado 1,2-1,5 μm	< 1 μm La resistencia al calor disminuye un 10%

5. Diagrama de flujo del proceso de producción y rendimiento de la fresa cónica de microdiámetro

Pasos del proceso	Equipo/Parámetros	Tiempo/Condiciones	Objetivo/Resultado	Indicadores técnicos
Mezcla de materias primas	Molino de bolas 400-500 rpm	50-70 horas	Distribuido uniformemente	CV < 1,5%
Prensado	250-300 MPa	15-25 segundos	Formación de piezas en blanco	Densidad 14,5-15,8 g/cm³
sinterización	1450-1600 °C, HIP	2-4 horas	Densificación	Densidad 99,5%-99,9%
Recorte de cuchillas	Muela de rectificado de ultraprecisión n.º 1500-n.º 2000	Recorte 0,001-0,003 mm	Optimización de la precisión	Ra ≤ 0,02 μm
Revestimiento	Deposición de AlTiN mediante PVD	Espesor 1-2 μm	Resistencia al calor mejorada	Fuerza de adhesión > 70 N

7. Tipos de fresas cónicas de microdiámetro

Fresa de microdiámetro cónico estándar : diámetro 0,1-3 mm, Vc 100-300 m/min, adecuada para micromecanizado general.

Fresa de microdiámetro con ángulo cónico alto : ángulo cónico 20°-30°, Vc 50-200 m/min,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

adecuada para procesamiento de conos profundos.

Fresa de microdiámetro revestida : revestimiento de AlTiN, Vc 150-300 m/min, vida útil prolongada en un 40%-50%.

Fresa ultramicro : diámetro 0,1-1 mm, Vc 50-150 m/min, adecuada para mecanizado ultramicro.

Fresa cónica ajustable : el ángulo del cono es ajustable, Vc 50-250 m/min, adecuado para necesidades personalizadas.

6. Aplicación de la fresa cónica de microdiámetro

Las fresas cónicas de microdiámetro se utilizan ampliamente en muchas industrias debido a sus capacidades de procesamiento en miniatura y de alta precisión, como se detalla a continuación:

Fabricación de moldes :

Procesamiento de ranuras cónicas de micromolde. El material de la pieza es acero SKD11, Vc 100-200 m/min, ap 0,01-0,3 mm, fn 0,005-0,01 mm/diente. Precisión IT4, Ra 0,01-0,02 μm . Optimización por IA en 2025 para reducir el tiempo de procesamiento en un 15 %.

Industria electrónica :

Procesamiento de chaflanes de cámaras de teléfonos móviles. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 200-300 m/min, ap: 0,01-0,2 mm, fn: 0,005-0,01 mm/diente. Precisión: $\pm 0,001$ mm, Ra: 0,01-0,02 μm .

Aeroespacial :

Procesamiento de orificios microcónicos de aleación de titanio, Vc 100-200 m/min, ap 0,01-0,4 mm, fn 0,005-0,01 mm/diente. Precisión IT5, Ra 0,01-0,02 μm .

Equipo médico :

mecanizado de características cónicas de implantes de aleación de titanio, Vc 50-150 m/min, ap 0,01-0,2 mm, fn 0,005-0,008 mm/diente. Precisión $\pm 0,0002$ mm, Ra 0,01 μm .

Industria de defensa :

Procesamiento de ranuras cónicas para piezas de micromisiles. El material de la pieza es acero de alta resistencia, Vc 100-200 m/min, ap 0,02-0,3 mm, fn 0,005-0,01 mm/diente. La resistencia al desgaste se incrementó en un 25 %.

Nueva industria energética :

Procesamiento de orificios cónicos para soportes de microceldas solares. El material de la pieza es aleación de aluminio. Vc: 150-250 m/min, ap: 0,01-0,3 mm, fn: 0,005-0,01 mm/diente. Aumento de la eficiencia en un 15 %.

Instrumentos de precisión :

Procesamiento de superficies cónicas de componentes ópticos. El material de la pieza es vitrocerámica. Vc: 50-150 m/min, ap: 0,01-0,2 mm, fn: 0,005-0,01 mm/diente. Precisión: $\pm 0,0005$ mm, Ra: 0,01 μm .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Características y diferencias de las fresas de carburo cementado

Se comparan las características de las fresas de conformación de carburo, fresas de roscar, fresas de taladro, fresas de dientes gruesos, fresas de dientes finos y fresas de microdiámetro cónico, y se enumeran sus características, similitudes y diferencias.

Características y diferencias de las fresas de carburo cementado

tipo	Características principales	Tratamiento aplicable	Rango de diámetro (mm)	Número de dientes	Velocidad de corte (Vc, m/min)	Velocidad de avance (fn, mm/diente)	Profundidad de corte (ap, mm)	Dureza (HV)	Resistencia al calor (°C)	Rugosidad superficial (Ra, μm)	Principales áreas de aplicación
Fresa de forma	Cabezal de corte de contorno específico, procesamiento de superficies complejas	Superficie de moldeo, ranura del diente	5-30	2-6	100-350	0,02-0,06	0,1-1,5	1800-2100	1100	0,02-0,06	Fabricación de engranajes y moldes
Fresa de roscar	Diseño de ranura en espiral, procesamiento de roscas internas y externas	Procesamiento de subprocesos	3-20	2-6	100-300	0,02-0,05	0,1-1	1800-2100	1100	0,02-0,06	Procesamiento mecánico, fabricación de automóviles
Taladros y fresas	Función de taladrado + fresado, filo de corte central	Taladrado, ranurado, biselado	3-20	2-4	100-400	0,02-0,06	0,1-2	1800-2100	1100	0,02-0,06	Mecanizado, aeroespacial
Fresa de dientes gruesos	Pocos dientes, gran espaciado, desbaste de avance	Mecanizado de desbaste de planos y ranuras	10-50	2-6	100-300	0,1-0,3	1-5	1800-2100	1100	0,04-0,08	Maquinaria pesada, fabricación de moldes
Fresa de dientes finos	Dientes múltiples con espaciado pequeño, acabado de alta precisión.	Acabado de planos y ranuras	4-30	6-20	150-500	0,02-0,06	0,1-1,5	1800-2100	1100	0,02-0,04	Fabricación de moldes, aeroespacial
Fresa de microdiámetro	Diseño cónico, diámetro	Micro cono, chaflán	0,1-6	2-4	50-300	0,005-0,02	0,01-0,5	1900-2200	1000	0,01-0,03	Micromoldes, dispositivos

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

o cónico	extremadament e pequeño, procesamiento de microalta precisión.											médicos
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------

Diferencias y similitudes entre fresas de conformación de carburo, fresas de roscar, fresas de taladrar, fresas de dientes gruesos, fresas de dientes finos y fresas de microdiámetro cónico

categoria	contenido
Similitudes	
Conceptos básicos de los materiales	Todos los tipos están hechos de carburo cementado (WC+Co) con un rango de dureza de 1800-2200 HV y una resistencia al calor de 1000-1100°C, y generalmente están equipados con recubrimientos de AlTiN o TiCN.
Rendimiento del procesamiento	Son adecuados para procesar acero, hierro fundido, metales no ferrosos y materiales difíciles de procesar, y se utilizan ampliamente en la fabricación industrial.
Proceso de producción	Todos ellos se fabrican mediante procesos de pulvimetalurgia, rectificado de precisión y recubrimiento PVD, con una precisión controlada de $\pm 0,005$ mm o superior.
Escenario de aplicación	Se utiliza principalmente en máquinas herramienta CNC y centros de mecanizado, y se combinará con la optimización de IA para mejorar la eficiencia entre un 15% y un 20% para 2025.
Diferencias	
Diseño estructural	- Fresa de perfil: Diseño de contorno específico para superficies complejas. - Fresa de roscar: Estructura de ranura en espiral, especialmente diseñada para el procesamiento de roscar. - Fresa de taladrado: Combina funciones de taladrado y fresado. - Fresa de diente grueso: Pocos dientes y gran espaciado, adecuada para procesamiento grueso. - Fresa de diente fino: Muchos dientes y pequeño espaciado, adecuada para procesamiento fino. - Fresa de microdiámetro cónico: Microdiámetro cónico, especialmente diseñado para microprocesamiento de alta precisión.
Rango de diámetro	La fresa de microdiámetro cónico tiene el diámetro más pequeño (0,1-6 mm), la fresa de dientes gruesos tiene el diámetro más grande (10-50 mm) y los otros tipos tienen un diámetro entre 3-30 mm.
Número de dientes y espaciamiento	Las fresas de dientes gruesos tienen menos dientes (2-6) y un espaciado más amplio; las fresas de dientes finos tienen más dientes (6-20) y un espaciado más estrecho; otros tipos tienen una cantidad moderada de dientes (2-6).
Datos de corte	- Las fresas de dientes gruesos tienen la mayor velocidad de avance (0,1-0,3 mm/diente) y la mayor profundidad de corte (1-5 mm). - Las fresas de diámetro cónico tienen la menor velocidad de avance (0,005-0,02 mm/diente) y la menor profundidad de corte (0,01-0,5 mm). - Las fresas de dientes finos tienen la mayor velocidad de corte (150-500 m/min).
Precisión y calidad de superficie	Las fresas de microdiámetro cónico tienen la mayor precisión (Ra 0,01-0,03 μ m), las fresas de dientes gruesos tienen la menor precisión (Ra 0,04-0,08 μ m); las fresas de dientes finos y las fresas de conformación son adecuadas para un acabado de alta precisión (IT5-IT7).
Áreas de aplicación	Las fresas de dientes gruesos son más adecuadas para maquinaria pesada; las fresas de dientes finos y las fresas cónicas con diámetros pequeños son más adecuadas para industrias de precisión (como la aeroespacial y la médica).

Diferencias en el número de dientes de las fresas de carburo

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

tipo	Número de dientes alcance	Características e influencia	Escenarios aplicables
Fresa de forma	2-6	Número moderado de dientes, adecuado para el procesamiento de contornos complejos, menos dientes para garantizar el espacio de la viruta, precisión media.	Procesamiento complejo de superficies de engranajes y moldes
Fresa de roscar	2-6	El número de dientes es moderado, el diseño en espiral optimiza el corte de la rosca y el pequeño número de dientes asegura una evacuación suave de la viruta.	Procesamiento de roscas, fabricación de piezas mecánicas
Taladros y fresas	2-4	Con un número reducido de dientes, combina funciones de perforación y fresado, reduce la vibración y es adecuado para mecanizado de diámetro pequeño y alta precisión.	Taladrado, ranurado, biselado
Fresa de dientes gruesos	2-6	Tiene una pequeña cantidad de dientes y un gran espaciado, lo que es adecuado para el mecanizado en bruto a altas velocidades de avance, tiene un gran espacio de viruta, alta eficiencia pero baja precisión.	Maquinaria pesada, mecanizado en bruto de superficies, ranuras
Fresa de dientes finos	6-20	Tiene muchos dientes y espaciado pequeño, lo que es adecuado para acabado de baja velocidad de avance, corte estable y alta calidad de superficie.	Fabricación de moldes, acabado aeroespacial
Fresa de microdiámetro cónico	2-4	El diseño de menor número de dientes y diámetro reducido es adecuado para micromecanizado de alta precisión. Un menor número de dientes reduce la carga sobre la herramienta.	Micromoldes, microprocesamiento de dispositivos médicos

Principales causas y efectos de las diferencias en el número de dientes

Tipo de procesamiento	<p>El mecanizado basto (como las fresas de dientes gruesos) requiere menos dientes para acomodar una gran cantidad de virutas, con 2 a 6 dientes.</p> <p>El acabado (como la fresa de dientes finos) requiere más dientes para mejorar el acabado de la superficie, con 6 a 20 dientes.</p> <p>El procesamiento especial (como la fresa de roscar, la fresa de microdiámetro cónico) tiene una cantidad moderada de dientes (2-6) para optimizar funciones específicas.</p>
Diámetro	<p>Las herramientas de diámetro pequeño (como las fresas cónicas de microdiámetro, de 0,1 a 6 mm) tienen menos dientes (2-4) para evitar la sobrecarga.</p> <p>Las herramientas de gran diámetro (como las fresas de dientes gruesos, de 10 a 50 mm) pueden tener hasta 6 dientes para adaptarse a volúmenes de corte mayores.</p>
Datos de corte	<p>Las herramientas con menos dientes (como las fresas de dientes gruesos) tienen velocidades de avance elevadas (0,1-0,3 mm/diente) y grandes profundidades de corte (1-5 mm).</p> <p>Las herramientas con múltiples dientes (como las fresas de dientes finos) tienen velocidades de avance bajas (0,02-0,06 mm/diente) y profundidades de corte pequeñas (0,1-1,5 mm).</p>

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Requisitos de precisión	La fresa de dientes finos tiene un diseño de múltiples dientes que mejora la precisión (Ra 0,02-0,04 μm), mientras que la fresa de dientes gruesos tiene una pequeña cantidad de dientes y una menor precisión (Ra 0,04-0,08 μm). Las microherramientas (como las fresas cónicas de microdiámetro) con pocos dientes garantizan una alta precisión (Ra 0,01-0,03 μm).
-------------------------	--



1

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

1. Introducción
2. Definición de fresa de carburo
 - 2.1 Definición básica de fresa de carburo cementado
 - 2.2 Diferencias entre las fresas de carburo y otras fresas
3. Características de las fresas de carburo
 - 3.1 Propiedades físicas de las fresas de carburo cementado
 - 3.2 Características geométricas de las fresas de carburo cementado
 - 3.3 Tratamiento superficial de fresas de carburo cementado
4. Clasificación de las fresas de carburo
 - 4.1 Clasificación de las fresas de carburo: por estructura
 - 4.2 Clasificación de las fresas de carburo: clasificación por aplicación
 - 4.3 Clasificación de las fresas de carburo - por recubrimiento
5. Proceso de fabricación de fresas de carburo cementado
 - 5.1 Preparación del material de la fresa de carburo cementado
 - 5.2 Flujo de procesamiento de la fresa de carburo cementado
 - 5.3 Tratamiento térmico de fresas de carburo cementado
 - 5.4 Aplicación de recubrimiento en fresas de carburo cementado
6. Campos de aplicación de las fresas de carburo cementado
 - 6.1 Aplicación de fresas de carburo - Fabricación
 - 6.2 Aplicación de la fresa de carburo - Fabricación de moldes
 - 6.3 Aplicación de fresas de carburo - Industria energética
 - 6.4 Aplicación de fresas de carburo - Dispositivos médicos
 - 6.5 Aplicación de la fresa de carburo en la industria electrónica
 - 6.6 Aplicación de la fresa de carburo - Procesamiento de materiales de construcción
 - 6.7 Aplicación de la fresa de carburo - Construcción naval
 - 6.8 Aplicación de la fresa de carburo - Transporte ferroviario
 - 6.9 Aplicación de la fresa de carburo - Maquinaria agrícola
 - 6.10 Aplicación de fresas de carburo - Otros campos emergentes
7. Mantenimiento y cuidado de las fresas de carburo
 - 7.1 Limpieza diaria de las fresas de carburo
 - 7.2 Reavivado de cantos de fresas de carburo cementado
 - 7.3 Almacenamiento y protección contra la corrosión de las fresas de carburo
 - 7.4 Inspección periódica y sustitución de fresas de carburo
8. Tendencia de desarrollo futuro de las fresas de carburo cementado
 - 8.1 Innovación de materiales y recubrimientos para fresas de carburo
 - 8.2 Inteligenteización y digitalización de fresas de carburo
 - 8.3 Sostenibilidad y protección ambiental de las fresas de carburo
 - 8.4 Miniaturización y multifuncionalidad de las fresas de carburo
9. Ventajas y limitaciones de las fresas de carburo
 - 9.1 Ventajas de rendimiento de las fresas de carburo

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

- 9.2 Beneficios económicos
- 9.3 Calidad de mecanizado de las fresas de carburo
- 9.4 Limitaciones de las fresas de carburo
- 10. Precauciones al utilizar fresas de carburo
- 10.1 Instalación y funcionamiento
- 10.2 Control de parámetros de corte
- 10.3 Mantenimiento y cuidado
- 10.4 Precauciones de seguridad

11. Apéndice

¿Qué es una fresa de carburo tipo T?

Introducción a la fresa de carburo tipo T de CTIA GROUP LTD

- Estructura y materiales de la fresa tipo T de carburo cementado
- Principio de funcionamiento de la fresa de carburo tipo T
- Características de la fresa de carburo tipo T
- Rendimiento y factores de influencia de la fresa tipo T de carburo cementado
- Tabla de factores que afectan el rendimiento de la fresa tipo T de carburo cementado
- Proceso de producción de rendimiento de fresas de carburo tipo T
- Tabla de rendimiento del proceso de producción de fresas de carburo tipo T
- Aplicación de la fresa de carburo tipo T
- Tipos de fresas de carburo tipo T
- Fresa de carburo tipo T relacionada con las normas nacionales e internacionales
- Dibujos de diseño y productos sinterizados y piezas en bruto de fresas de carburo cementado tipo T

ISO 513:2012 – Clasificación

y aplicación de materiales de corte duros para la eliminación de metal con bordes de corte definidos — Designación de los principales grupos y grupos de aplicación

Herramientas de corte — Fresas — Parámetros geométricos y métodos de ensayo de durabilidad

DIN 844:1987 -

Fresas con mango cilíndrico — Dimensiones

DIN 1839:1990 -

Fresas — Especificaciones de fabricación y aplicación

ANSI B94.19-1997 (R2019) -

Fresas y fresas de extremo

JIS B 4120:2000 Fresa de carburo: Especificaciones de fabricación y prueba

GB/T 16665-2017 - Metales duros: requisitos técnicos y métodos de ensayo

GB/T 5231-2019 - Herramientas de corte

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

— Condiciones técnicas generales

GB/T 20323-2020 - Fresas: sistema de designación para tipos sólidos/insertables/indexables

GB/T 25664-2010 - Fresas de alta velocidad

: requisitos de seguridad

GB/T 6122-2017 -

Fresas para redondear esquinas

GB/T 1127-2023 -

Fresas para chaveteros de media caña

GB/T 20773-2006 -

Fresas para matrices y moldes

Fresas de hoja de sierra de carburo sólido

GB/T 5231-2018 Materiales de carburo cementado

GB/T 16665-2017 Clasificación de herramientas de corte

ISO 6987-2020: Parámetros de corte para máquinas herramienta CNC

ISO 6987-2020 Control numérico de máquinas: parámetros de corte

ISO 13399-2022: Representación de datos de herramientas

Representación de datos de herramientas de corte ISO 13399-2022

¿Qué es una fresa?

¿Qué tipos de fresas existen?

¿Qué es una fresa de vástago cilíndrico de carburo?

¿Qué son las fresas de carburo?

¿Qué es una fresa de carburo sólido?

¿Qué es una fresa soldada de carburo?

¿Qué es una fresa de inserción de carburo?

¿Qué es una fresa de inserción de carburo?

¿Qué son las fresas con insertos indexables de carburo?

¿Qué es una fresa de carburo de corte de alta velocidad?

¿Qué es una fresa de esquina de carburo?

¿Qué es una fresa de carburo para chavetas redondas?

¿Qué es una fresa de carburo?

¿Qué es una fresa de hoja de sierra de carburo?

¿Qué es una fresa cilíndrica de carburo ?

¿Qué es una fresa frontal de carburo ?

¿Qué es una fresa de carburo ?

¿Qué es una fresa de carburo de filo largo?

¿Qué es una fresa de punta esférica de carburo?

¿Qué es una fresa de punta redonda de carburo?

¿Qué es una fresa de punta redondeada de carburo?

¿Qué es una fresa de chaflán de carburo?

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

- ¿Qué es una fresa cónica de carburo?
- ¿Qué es una fresa de cola de milano de carburo?
- ¿Qué es una fresa de carburo para chaveteros?
- ¿Qué son las fresas angulares de carburo?
- ¿Qué es una fresa de carburo?
- ¿Qué son las fresas de roscar de carburo?
- ¿Qué son las brocas de carburo?
- ¿Qué es una fresa de carburo con dientes gruesos?
- ¿Qué es una fresa de dientes finos de carburo?
- ¿Qué es una fresa de microdiámetro cónico?

Características y diferencias de las fresas de carburo cementado



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA GROUP LTD 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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