

Qu'est-ce qu'une fraise en carbure de tungstène ?

中钨智造科技有限公司

CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

Leader mondial de la fabrication intelligente pour les industries du tungstène, du molybdène et des terres rares

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

PRÉSENTATION DU GROUPE CTIA

CTIA GROUP LTD, filiale à 100 % dotée d'une personnalité juridique indépendante et créée par CHINATUNGSTEN ONLINE, se consacre à la promotion de la conception et de la fabrication intelligentes, intégrées et flexibles de matériaux en tungstène et en molybdène à l'ère de l'Internet industriel. Fondée en 1997 avec www.chinatungsten.com comme point de départ – le premier site web chinois de produits en tungstène de premier plan – CHINATUNGSTEN ONLINE est une entreprise pionnière du e-commerce en Chine, spécialisée dans les industries du tungstène, du molybdène et des terres rares. Fort de près de trois décennies d'expérience approfondie dans les domaines du tungstène et du molybdène, CTIA GROUP hérite des capacités exceptionnelles de conception et de fabrication de sa société mère, de ses services de qualité supérieure et de sa réputation commerciale mondiale, devenant ainsi un fournisseur de solutions d'application complètes dans les domaines des produits chimiques à base de tungstène, des métaux tungstène, des carbures cémentés, des alliages haute densité, du molybdène et de ses alliages.

Au cours des 30 dernières années, CHINATUNGSTEN ONLINE a créé plus de 200 sites web professionnels multilingues sur le tungstène et le molybdène, couvrant plus de 20 langues, avec plus d'un million de pages d'actualités, de prix et d'analyses de marché liées au tungstène, au molybdène et aux terres rares. Depuis 2013, son compte officiel WeChat « CHINATUNGSTEN ONLINE » a publié plus de 40 000 informations, alimentant près de 100 000 abonnés et fournissant quotidiennement des informations gratuites à des centaines de milliers de professionnels du secteur dans le monde entier. Avec des milliards de visites cumulées sur son site web et son compte officiel, CHINATUNGSTEN ONLINE est devenu une plateforme d'information mondiale reconnue et faisant autorité pour les industries du tungstène, du molybdène et des terres rares, fournissant 24 h/24 et 7 j/7 des informations multilingues, des informations sur les performances des produits, les prix et les tendances du marché.

S'appuyant sur la technologie et l'expérience de CHINATUNGSTEN ONLINE, CTIA GROUP s'attache à répondre aux besoins personnalisés de ses clients. Grâce à l'IA, CTIA GROUP conçoit et fabrique en collaboration avec ses clients des produits en tungstène et en molybdène présentant des compositions chimiques et des propriétés physiques spécifiques (telles que la granulométrie, la densité, la dureté, la résistance, les dimensions et les tolérances). L'entreprise propose des services intégrés complets, allant de l'ouverture du moule à la production d'essai, en passant par la finition, l'emballage et la logistique. Au cours des 30 dernières années, CHINATUNGSTEN ONLINE a fourni des services de R&D, de conception et de production pour plus de 500 000 types de produits en tungstène et en molybdène à plus de 130 000 clients dans le monde, posant ainsi les bases d'une fabrication personnalisée, flexible et intelligente. Fort de ce socle, CTIA GROUP approfondit la fabrication intelligente et l'innovation intégrée des matériaux en tungstène et en molybdène à l'ère de l'Internet industriel.

Forts de plus de 30 ans d'expérience dans le secteur, le Dr Hanns et son équipe de CTIA GROUP ont également rédigé et publié des analyses de connaissances, de technologies, de prix et de tendances du marché du tungstène, du molybdène et des terres rares, qu'ils partagent librement avec l'industrie du tungstène. Fort de plus de 30 ans d'expérience depuis les années 1990 dans le commerce électronique et le commerce international de produits en tungstène et en molybdène, ainsi que dans la conception et la fabrication de carbures cémentés et d'alliages haute densité, le Dr Han est un expert reconnu des produits en tungstène et en molybdène, tant au niveau national qu'international. Fidèle à sa volonté de fournir des informations professionnelles et de qualité à l'industrie, l'équipe de CTIA GROUP rédige régulièrement des articles de recherche technique, des articles et des rapports sectoriels basés sur les pratiques de production et les besoins des clients, ce qui lui vaut une large reconnaissance au sein du secteur. Ces réalisations apportent un soutien solide à l'innovation technologique, à la promotion des produits et aux échanges industriels du CTIA GROUP, le propulsant pour devenir un leader mondial dans la fabrication de produits en tungstène et en molybdène et dans les services d'information.



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. Introduction

1.1 Contexte

Dans l'industrie manufacturière moderne, les outils de coupe sont essentiels à un usinage efficace et précis. Avec les progrès constants des technologies industrielles, les exigences en matière d'efficacité d'usinage, de qualité des pièces et de durée de vie des outils augmentent. Les outils fabriqués à partir de matériaux traditionnels ne répondent plus aux exigences des conditions de travail complexes. Dans ce contexte, le carbure cémenté, matériau hautes performances, s'est progressivement imposé comme le choix privilégié pour la fabrication d'outils de coupe haut de gamme grâce à son excellente dureté, sa résistance à l'usure et à la chaleur. En particulier dans les secteurs de l'usinage des métaux, de la fabrication de moules et de l'aéronautique, les outils en carbure cémenté sont devenus un outil d'usinage indispensable grâce à leurs excellentes performances. En 2025, grâce au développement des technologies de fabrication intelligente et d'automatisation, la demande de fraises en carbure cémenté continue de croître, et leurs applications en usinage de précision se multiplient également.

1.2 Présentation du thème

La fraise en carbure est un outil de coupe rotatif en carbure, largement utilisé pour le fraisage de divers matériaux. Sa principale caractéristique est sa composition à base de carbure de tungstène (WC) et d'un alliage de cobalt (Co) et d'autres liants, offrant ainsi une dureté et une durabilité élevées. Cet article explore en détail la définition de la fraise en carbure, présente ses propriétés physiques, ses caractéristiques géométriques et sa technologie de traitement de surface ; analyse sa méthode de classification, notamment sa structure, son utilisation et le type de revêtement ; explique le procédé de fabrication, le domaine d'application, les avantages et les limites d'utilisation ; et fournit des précautions d'emploi pour une utilisation sûre et efficace. Grâce à ce chapitre et aux contenus suivants, le lecteur acquerra une compréhension approfondie des caractéristiques et des applications des fraises en carbure, afin de mieux les intégrer à la production.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



2. Définition de la fraise en carbure

2.1 Définition de base de la fraise en carbure cémenté

La fraise en carbure cémenté est un outil de coupe rotatif haute performance. Son corps et sa partie coupante sont en carbure cémenté. Elle est largement utilisée pour l'usinage de précision des métaux, des alliages et de certains matériaux non métalliques. Le carbure cémenté est un matériau composite, principalement composé de carbure de tungstène (WC) comme phase dure, complété par des métaux tels que le cobalt (Co), le nickel (Ni) ou le chrome (Cr) comme phase de liaison, et fritté sous haute pression (150-200 MPa) et haute température (1350-1450 °C) grâce à un procédé avancé de métallurgie des poudres. Ce matériau confère à la fraise une dureté ultra-élevée (atteignant généralement HV 1300-1800), nettement supérieure à celle de l'acier rapide traditionnel (HSS). Elle présente également une excellente résistance à l'usure, à l'oxydation à haute température (fonctionnement stable à 800-1000 °C, voire plus) et aux contraintes mécaniques, lui permettant de répondre aux exigences d'usinage de la coupe à grande vitesse, de la coupe à sec et des formes géométriques complexes. La structure typique d'une fraise en carbure comprend une arête de coupe, une queue, une section de transition et un orifice de refroidissement optionnel. L'arête de coupe peut être de forme droite, hélicoïdale (plage d'angle de 15° à 45°), dentelée ou ondulée, selon les exigences d'usinage, afin de s'adapter aux différents matériaux et à la précision d'usinage. Son principe de fonctionnement consiste à enlever de la matière avec une vitesse d'avance (f_n) de 0,05 à 0,3 mm/dent par dent grâce à une rotation à grande vitesse (la vitesse peut atteindre 10 000 à

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

50 000 tr/min, selon le diamètre et la vitesse de coupe). Il est largement utilisé dans les domaines de haute précision tels que la construction automobile, l'aérospatiale, l'usinage de moules et l'industrie électronique. En 2025, avec la demande croissante d'usinage miniaturisé portée par la technologie 5G, l'application de modèles de petit diamètre (diamètre 0,5 à 2 mm) de fraises en carbure dans le domaine du micro-usinage augmentera considérablement.

2.2 Différences entre les fraises en carbure et les autres fraises

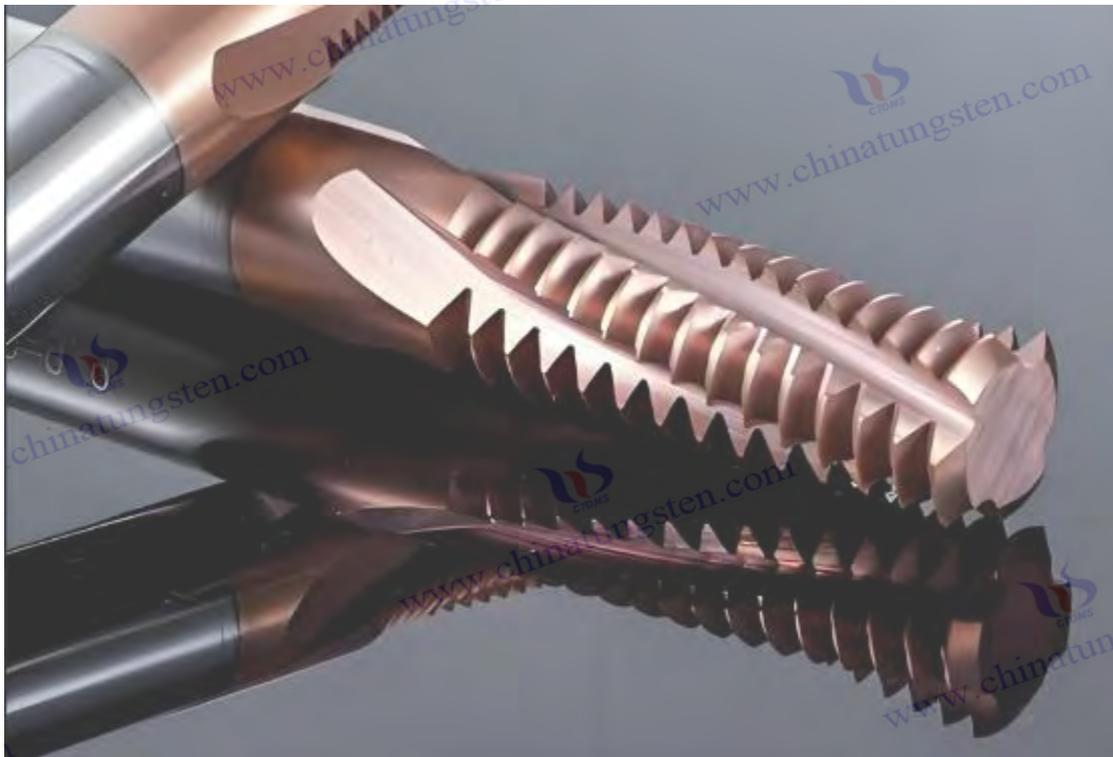
Les fraises en carbure se distinguent significativement des autres types de fraises par leur composition, leurs performances d'usinage et leurs applications, ce qui leur confère un positionnement unique dans l'industrie manufacturière moderne. Comparées aux fraises traditionnelles en acier rapide (HSS), les fraises en carbure présentent des avantages considérables en termes de dureté, de résistance à la chaleur et de durée de vie. La dureté des fraises en HSS est généralement de 62-66 HRC (environ 700-800 HV) et leur résistance à la chaleur est limitée à environ 600 °C. Une utilisation prolongée à haute température entraîne un ramollissement par recuit. La résistance à la chaleur des fraises en carbure peut dépasser 1 000 °C, notamment après revêtement TiAlN. Cette résistance est encore améliorée jusqu'à 1 100 °C, ce qui leur confère une excellente performance en coupe à grande vitesse (V_c 50-200 m/min) ou à sec. De plus, la durée de vie des fraises en carbure est généralement 5 à 10 fois supérieure à celle des fraises en acier rapide, ce qui réduit considérablement la fréquence de remplacement et les temps d'arrêt de production. Cependant, les fraises en acier rapide occupent encore une certaine part de marché dans l'usinage à basse vitesse ($V_c < 30$ m/min), la coupe intermittente ou la production en petites séries, en raison de leur coût de fabrication inférieur (environ 1/3 à 1/5 de celui du carbure cémenté) et de leur meilleure ténacité. Elles sont largement utilisées dans les PME des pays en développement.

En revanche, par rapport aux outils revêtus de céramique ou de diamant, les fraises en carbure présentent des avantages et des inconvénients en termes de performances et d'applicabilité. Les fraises en céramique (à base d'alumine ou de nitrure de silicium, par exemple) présentent une dureté (HV 1800-2200) et une résistance à l'usure supérieures, et conviennent à la coupe à très grande vitesse ($V_c > 300$ m/min) et à l'usinage de matériaux de dureté élevée (comme l'acier trempé HRC 60+). Cependant, elles sont relativement fragiles (la ténacité à la rupture K_{1c} est d'environ 3 à 5 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$), sujettes à l'écaillage sous des charges de coupe ou d'impact intermittentes, et leur coût de fabrication (environ 2 à 3 fois supérieur à celui du carbure), ce qui limite leur popularité. Les outils revêtus de diamant (tels que le diamant CVD) sont performants dans l'usinage des métaux non ferreux (tels que les alliages d'aluminium et les composites en fibre de carbone), avec une résistance à l'usure jusqu'à 10 à 20 fois supérieure à celle du carbure. Cependant, leur affinité chimique pour les matériaux à base de fer entraîne une usure rapide, un risque élevé d'écaillage du revêtement et un coût bien supérieur à celui du carbure (environ 5 à 10 fois supérieur). En revanche, les fraises en carbure ont une ténacité à la rupture (K_{1c} 10-15 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$) plus adaptée à la résistance aux chocs, ont des coûts de fabrication relativement faibles (environ 50 à 100 USD par fraise, selon la taille et le revêtement) et bénéficient d'une durabilité considérablement améliorée grâce aux technologies de revêtement PVD ou CVD (comme TiN, AlCrN), ce qui en fait un choix idéal pour

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

les tâches d'usinage moyennes à élevées.

D'un point de vue historique, le développement des fraises en carbure cémenté a débuté au début du XXe siècle. L'érudit allemand Schroter a synthétisé le carbure cémenté pour la première fois en 1923. Après près d'un siècle d'itérations technologiques, les outils en carbure cémenté sont progressivement devenus la référence du secteur avec la formulation de normes telles que la GB/T 14301 en 2008. En 2025, grâce à l'utilisation de l'intelligence artificielle pour optimiser les paramètres de coupe et à l'impression 3D pour la fabrication d'outils complexes, la personnalisation des fraises en carbure cémenté sera encore améliorée. Par exemple, les outils composites multifonctionnels conçus pour des pièces spécifiques (intégrant le fraisage et le perçage) démontrent leur adaptabilité dans la fabrication intelligente. Les normes internationales telles que ISO 6987 (plaquettes en matériaux durs) et DIN 844 (conditions techniques générales pour les fraises) fournissent également des références techniques pour l'application mondiale des fraises en carbure cémenté, en particulier sur les marchés de l'UE et d'Amérique du Nord, où la demande du marché augmentera d'environ 8 % entre 2024 et 2025, stimulant les investissements en R&D connexes.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3. Caractéristiques des fraises en carbure

3.1 Propriétés physiques des fraises en carbure cémenté

Les fraises en carbure occupent une place importante parmi les outils de coupe grâce à leurs excellentes propriétés physiques, qui leur permettent de s'adapter aux exigences d'usinage de haute résistance, de vitesse élevée et de conditions de travail complexes. Leur principal atout est leur dureté élevée, atteignant généralement HV 1200-1800 (dureté Vickers), dépassant largement les HV 700-800 de l'acier rapide traditionnel (HSS). Ce niveau de dureté est testé au duromètre Vickers (charge de 30 kg), ce qui garantit la stabilité de la fraise lors de la coupe de matériaux très durs (tels que l'acier trempé HRC 50+). De plus, les fraises en carbure présentent une excellente résistance à l'usure. Cette caractéristique provient de la résistance élevée à l'usure des particules de carbure de tungstène (WC), combinée à la ténacité accrue du liant cobalt (Co), qui prolonge considérablement la durée de vie de l'outil. Des tests de durabilité (tels que ceux de la norme ISO 8688-1) montrent que lors de la coupe de l'acier (HB 200), la largeur de bande d'usure (VB) peut être contrôlée à 0,3 mm près et que la durée d'utilisation continue peut atteindre 30 à 50 heures, selon les paramètres de coupe et le matériau de la pièce. Enfin, la résistance à la chaleur est un autre atout des fraises en carbure cémenté : elles peuvent fonctionner de manière stable entre 800 et 1 000 °C et même supporter des températures élevées jusqu'à 1 100 °C grâce à un revêtement TiAlN. Ces performances le rendent adapté à la découpe à sec ou au traitement à grande vitesse (Vc 100-200 m/min), réduisant ainsi le besoin d'utilisation de liquide de refroidissement, ce qui est conforme à la tendance de la fabrication verte en 2025. De plus, le carbure cémenté a un faible coefficient de dilatation thermique (environ $4,5-6,0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) et peut toujours maintenir une précision géométrique à des températures élevées, ce qui est particulièrement adapté à la demande de pièces de haute précision dans le domaine aérospatial.

Caractéristiques de dureté des fraises en carbure cémenté

Gamme : HV 1200-1800

Méthode d'essai : Duromètre Vickers (charge 30 kg)

Avantages de l'application : Convient pour la découpe de l'acier trempé (HRC 50+)

Résistance à l'usure des fraises en carbure cémenté

Matériau de base : carbure de tungstène (WC) + cobalt (Co)

Indice de durabilité : largeur de bande d'usure (VB) $\leq 0,3$ mm

Durée de vie : 30 à 50 heures (selon les conditions de travail)

Résistance à la chaleur des fraises en carbure cémenté

Température de fonctionnement : 800-1000°C, revêtement TiAlN jusqu'à 1100°C

Scénarios d'application : découpe à sec, usinage à grande vitesse (Vc 100-200 m/min)

Avantage environnemental : besoins réduits en liquide de refroidissement

Stabilité thermique des fraises en carbure cémenté

Coefficient de dilatation thermique : $4,5-6,0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Application industrielle : pièces de haute précision pour l'aérospatiale

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.2 Caractéristiques géométriques des fraises en carbure cémenté

Les caractéristiques géométriques des fraises en carbure garantissent leur polyvalence et leur usinage de haute précision. Les arêtes de coupe sont variées, avec des dents droites, hélicoïdales ou crénelées, chacune optimisée pour des tâches d'usinage spécifiques. La dent droite (angle d'hélice 0°) est adaptée à l'ébauche à basse vitesse, avec une grande stabilité de coupe, mais avec de fortes vibrations ; la dent hélicoïdale (angle d'hélice 15°-45°) réduit la force d'impact grâce à une coupe progressive, adaptée à la finition à grande vitesse et à l'usinage de surfaces complexes, particulièrement utilisée dans la fabrication de moules ; les arêtes de coupe crénelées ou ondulées sont utilisées pour l'usinage de rainures et l'usinage de pièces à parois minces afin d'améliorer le contrôle des copeaux. En 2025, avec la popularisation des machines-outils CNC 5 axes, des angles d'hélice personnalisables (par exemple, 30°-40°) optimiseront encore davantage l'évacuation des copeaux et l'état de surface. De plus, les exigences de précision constituent un autre point fort des fraises en carbure. Le niveau de tolérance est généralement h6 (diamètre 3-10 mm) ou h7 (diamètre 12-25 mm). L'inspection par machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) garantit une erreur de coaxialité $\leq 0,01$ mm et une erreur de circularité $\leq 0,005$ mm. Cette haute précision en fait un excellent outil pour le micro-usinage (comme les trous d'épingle de composants électroniques), répondant ainsi aux exigences strictes de contrôle des tolérances dans la fabrication d'appareils intelligents.

Conception des bords de la fraise en carbure

Dents droites

Angle d'hélice 0°, adapté à l'usinage d'ébauche à basse vitesse

Dents hélicoïdales

Angle d'hélice 15°-45°, adapté à la finition à grande vitesse

Dentelé/ondulé

Rainurage optimisé et découpe de parois minces

Tendance de personnalisation des fraises en carbure

Plage d'angle d'hélice : 30°-40° (optimisé pour les machines 5 axes)

Scénarios d'application : surfaces complexes, fabrication de moules

Normes de précision pour les fraises en carbure

Niveau de tolérance : h6 (3-10 mm), h7 (12-25 mm)

Outil d'inspection : Machine à mesurer tridimensionnelle (MMT)

Indice de précision : coaxialité $\leq 0,01$ mm, circularité $\leq 0,005$ mm

Applications de micro-usinage des fraises en carbure

Plage de diamètres : 0,5-2 mm

Demande de l'industrie : trous d'épingle pour composants électroniques 5G

3.3 Traitement de surface des fraises en carbure cémenté

La technologie de traitement de surface a considérablement amélioré les performances et l'applicabilité des fraises en carbure. La technologie de revêtement est essentielle. Les revêtements courants incluent le nitrure de titane (TiN), le nitrure de titane et d'aluminium (TiAlN) ou le nitrure

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

d'aluminium et de chrome (AlCrN), appliqués à 450-500 °C par dépôt physique en phase vapeur (PVD). L'épaisseur du revêtement est généralement de 1 à 3 µm. Le revêtement TiN offre une résistance à l'usure et un pouvoir lubrifiant de base, adaptés à l'usinage général de l'acier. Le revêtement TiAlN est le premier choix pour la coupe à grande vitesse et la coupe à sec grâce à sa résistance élevée à la chaleur et à l'oxydation (jusqu'à 900 °C). Le revêtement AlCrN est performant dans l'usinage de l'acier inoxydable ou des alliages de titane, avec une meilleure résistance à la corrosion et une meilleure ténacité, et une force de liaison généralement supérieure à 70 MPa (vérifiée par un test de rayure). De plus, la rugosité de surface est un indicateur important du contrôle qualité. Le Ra de la pièce coupante est généralement contrôlé à $\leq 1,6$ µm, obtenu par rectification et polissage CNC, tandis que le Ra de la tige peut atteindre $\leq 0,8$ µm pour assurer une adaptation parfaite à la broche de la machine-outil. En 2025, grâce au développement des nanorevêtements (tels que le TiAlN multicouche nanométrique) et des revêtements autolubrifiants (tels que les revêtements composites MoS₂), le coefficient de frottement des fraises en carbure cémenté pourra être réduit à moins de 0,2, améliorant ainsi l'efficacité de coupe et la durée de vie de l'outil. La demande de revêtements hautes performances dans le secteur aéronautique, en particulier, a considérablement augmenté.

4. Classification des fraises en carbure

4.1 Classification des fraises en carbure - Classification par structure

Selon leur conception structurelle, les fraises en carbure se divisent en deux catégories : intégrales, indexables et à plaquettes. Chaque type présente des avantages spécifiques en termes de procédé de fabrication, de rigidité, d'application et de performances. La fraise intégrale est frittée dans son intégralité par métallurgie des poudres, offrant une rigidité et une précision optimales. Elle est adaptée à l'usinage de haute précision, notamment pour les pièces aéronautiques et les composants microélectroniques, notamment pour l'usinage à grande vitesse (Vc 100-200 m/min). La fraise indexable adopte une conception de plaquette remplaçable, facile d'entretien et adaptable aux usinages de contours complexes, comme la fabrication de moules automobiles. La fraise à plaquettes combine des dents en carbure et un corps de fraise en acier, prenant en compte la dureté et la ténacité, et convient aux usinages d'ébauche sous fortes charges, comme l'usinage de tôles épaisses dans la construction navale. En 2025, la technologie d'impression 3D permettra la personnalisation des formes de dents des fraises à plaquettes.

| Classification | Caractéristiques structurelles | Scénario d'application | Avantages en termes de performances |
|----------------|---|---|---|
| Monolithique | Carbure fritté intégralement | Usinage de haute précision (aérospatiale, microélectronique) | Haute rigidité, forte résistance à la rupture |
| Indexable | Corps en acier/carbure + inserts remplaçables | Production en grande série, contours complexes (moules automobiles) | Facile à remplacer et hautement adaptable |
| Denté | Corps de fraise en acier/fonte incrusté de dents en carbure | Ébauche robuste (plaques épaisses pour navires) | Équilibrer la dureté et la ténacité |

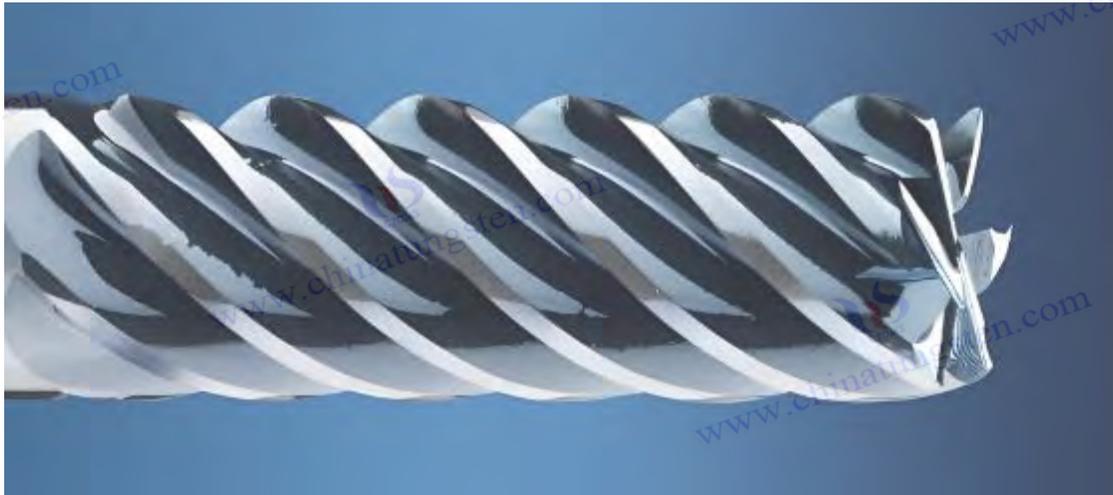
4.2 Classification des fraises en carbure - Classification par application

Selon l'usage prévu, les fraises en carbure se divisent en fraises à fileter, fraises à rainurer, fraises à lame de scie et fraises à mouler. Chaque type est optimisé pour des pièces et des procédés spécifiques. Les fraises à fileter sont utilisées pour le filetage ou le chanfreinage des bords afin d'assurer la finition de surface des moules et des usinages décoratifs. Les fraises à rainurer sont spécialement conçues pour les rainures semi-circulaires ou rectangulaires des arbres de transmission mécaniques et répondent aux normes en vigueur. Les fraises à lame de scie conviennent au rainurage et au refendage grâce à leur conception multidents et sont largement utilisées dans les plaques d'alliage d'aluminium et les matériaux composites. Les fraises à mouler permettent l'usinage de précision de moules aux géométries complexes. En 2025, ses modèles personnalisés (tels que les lames de scie ultra-fines) ont attiré l'attention en raison de la demande de boîtiers de batteries pour véhicules électriques.

| Classification | utiliser | Paramètres techniques | Scénario d'application | Normes/Caractéristiques |
|----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|
| Fraise d'angle | Filetage/chanfreinage des | Tolérance h6 | Découpe de moules et | Qualité de surface Ra ≤ 1,2 |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | | | |
|-----------------------|---|---|--|-----------------|
| | bords | | traitement décoratif | µm |
| Fraise à rainurer | Usinage de rainures de clavette semi-circulaires/rectangulaires | Largeur 1-8 mm | arbre de transmission mécanique | GB/T 1127-2023 |
| Fraise à lame de scie | Rainurage, découpe, refendage | Nombre de dents : 4-20, épaisseur : 0,5-3 mm | Plaque en alliage d'aluminium, matériau composite | GB/T 14301-2008 |
| Fraise mouler | Traitement de précision des moules et matrices | Géométrie complexe (comme les formes étagées) | Moule d'emboutissage automobile, moule d'injection | GB/T 20773-2006 |



4.3 Classification des fraises en carbure - Classification par revêtement

La technologie de revêtement influence considérablement les performances des fraises en carbure. Celles-ci sont classées selon le type de revêtement : non revêtues, revêtues de TiN, revêtues de TiAlN et revêtues d'AlCrN. Les fraises non revêtues conviennent à la coupe à basse vitesse ou à l'usinage des métaux non ferreux, mais présentent une résistance à l'usure limitée. Le revêtement TiN offre une résistance à l'usure et un pouvoir lubrifiant de base, adaptés à l'usinage général de l'acier. Le revêtement TiAlN est le premier choix pour la coupe à grande vitesse en raison de sa grande résistance à la chaleur, tandis que le revêtement AlCrN excelle en matière de résistance à la corrosion. En 2025, la recherche et le développement de nano-revêtements et de revêtements respectueux de l'environnement (tels que le CrN) ont amélioré la durée de vie et l'efficacité, notamment dans l'aérospatiale et la fabrication de dispositifs médicaux. La demande a augmenté et la norme ISO 13399 soutient la gestion numérique mondiale.

| Classification | Paramètres techniques | Caractéristiques de performance | Scénario d'application | Technologie |
|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---|-------------|
| Pas de revêtement | | Résistance à l'usure limitée | Découpe à basse vitesse ($V_c < 50$ m/min), métaux non ferreux | |
| revêtement | Épaisseur 1- | Résistance à l'usure de base, | Acier général, fonte | PVD |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | | | |
|---------------------|----------------------|--|-------------------------------------|---------|
| TiN | 2 μm | pouvoir lubrifiant | | |
| revêtement TiAlN | Épaisseur 2- 3 μm | Haute résistance à la chaleur (900°C), anti-oxydation | Coupe à grande vitesse, coupe à sec | PVD/CVD |
| Revêtement AlCrN | Épaisseur 2- 4 μm | Résistance à la corrosion, ténacité | Acier inoxydable, alliage de titane | PVD |



5. Procédé de fabrication d'une fraise en carbure cémenté

5.1 Préparation du matériau de la fraise en carbure cémenté

Le processus de fabrication des fraises en carbure cémenté commence par une préparation de haute précision du matériau et utilise une technologie avancée de métallurgie des poudres pour garantir son uniformité et sa stabilité. La matière première principale est la poudre de carbure de tungstène (WC), dont la granulométrie est contrôlée avec précision entre 0,5 et 2 μm et dont la pureté atteint 99,8 %. La détection est effectuée par un granulomètre laser afin d'assurer une répartition uniforme des particules (D50 d'environ 1,2 μm) et d'obtenir une dureté élevée et une excellente résistance à l'usure. La phase de liaison utilise principalement de la poudre de cobalt (Co), dont la teneur est généralement comprise entre 6 et 12 % (en pourcentage massique), et dont la granulométrie est contrôlée entre 1 et 1,5 μm. La quantité de cobalt ajoutée est ajustée avec précision par spectroscopie de fluorescence X (XRF) afin d'équilibrer dureté et ténacité. Français De plus, des phases de renforcement à l'état de traces telles que le carbure de titane (TiC, 0,5%-2%) et le carbure de tantale (TaC, 0,3%-1%) peuvent être ajoutées selon les exigences spécifiques de l'application. Ces additifs sont observés par microscopie électronique à balayage (MEB) pour leur dispersion dans la matrice afin d'optimiser les performances à haute température et l'anti-adhérence. Le processus de mélange utilise un broyeur à billes planétaire à haute énergie avec un rapport billes/matériau de 10:1, utilisant

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

des supports de broyage à billes en carbure, fonctionnant à une vitesse de 200-300 tr/min et pendant 24 à 48 heures. Pendant cette période, des échantillons sont prélevés régulièrement pour tester l'uniformité de la poudre (écart type < 5%) afin de garantir la conformité à la norme GB/T 5244-2018. Le moulage par pressage utilise une presse hydraulique uniaxiale ou une presse isostatique à froid (NEP), appliquant une pression de 150-200 MPa et un temps de pressage de 10 à 20 secondes. Français La densité de l'ébauche atteint 60 à 70 % de la densité théorique (environ 12 à 14 g/cm³), et l'écart de densité est contrôlé à ± 0,2 g/cm³ par la méthode d'Archimède. En 2025, la poudre de WC à l'échelle nanométrique (taille des particules < 0,2 µm) et l'optimisation des rapports pilotée par l'IA (comme la prédiction de la teneur optimale en Co basée sur l'apprentissage automatique) ont considérablement amélioré les propriétés des matériaux, en particulier dans la fabrication de micro-fraises (diamètre 0,5 à 2 mm), où l'effet de raffinement des grains a augmenté la dureté au-dessus de HV 1800.

matières premières

Composant principal : carbure de tungstène (WC), granulométrie 0,5-2 µm, pureté 99,8 %, D50 1,2 µm

Phase liante : cobalt (Co), granulométrie 1-1,5 µm, teneur 6%-12%

Additifs : TiC (0,5%-2%), TaC (0,3%-1%), dispersion via SEM

Processus de mélange

Équipement : Broyeur à boulets planétaire à haute énergie, rapport billes/matériau 10:1, vitesse 200-300 tr/min

Durée : 24 à 48 heures, écart type d'uniformité < 5 %

Norme : GB/T 5244-2018

Pressage

Pression : 150-200 MPa, temps 10-20 secondes

Densité : 60%-70% de la densité théorique (12-14 g/cm³), écart ±0,2 g/cm³

Tendances technologiques : poudre de WC à l'échelle nanométrique, ratio optimisé par l'IA

5.2 Flux de traitement de la fraise en carbure cémenté

Le processus d'usinage transforme la pièce brute en fraise finie en deux étapes : ébauche et finition, garantissant la précision géométrique et la qualité de surface. L'ébauche consiste à éliminer l'excédent de matière par tournage ou fraisage, à l'aide d'outils en carbure ou en diamant polycristallin (PCD), avec une vitesse de coupe (V_c) contrôlée entre 50 et 100 m/min, une avance (f_n) de 0,1 à 0,2 mm/tr, une profondeur de coupe (a_p) de 1 à 3 mm et une surépaisseur d'usinage de 0,5 à 1 mm. L'équipement utilise un tour CNC ou un centre d'usinage quatre axes avec une vitesse de broche de 1 000 à 3 000 tr/min. Le système de surveillance de l'effort de coupe garantit que celui-ci ne dépasse pas 500 N afin d'éviter toute fissuration de la pièce brute. La finition utilise une technologie de rectification CNC de haute précision, utilisant des meules diamantées à liant résine (granulométrie 400-600), une vitesse de rectification de 20 à 30 m/s, une avance de 0,02 à 0,05

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

mm/passe, une rugosité de surface Ra après usinage contrôlée à $\leq 0,8 \mu\text{m}$ et une tolérance h6-h7 (diamètre 3-25 mm). L'erreur de coaxialité est détectée par interféromètre laser et contrôlée à 0,01 mm près, et l'erreur de circularité est $\leq 0,005 \text{ mm}$. Français L'arête de coupe est taillée par usinage par électro-étincelage (EDM, énergie d'impulsion 0,1-0,5 J) ou usinage laser (puissance 50-100 W, longueur d'onde 1064 nm) pour former des dents droites (angle d'hélice 0°), des dents en spirale (angle d'hélice 15° - 45°) ou des arêtes de coupe dentelées, et l'angle de chanfrein de l'arête de coupe est de $0,1^\circ$ - $0,3^\circ$ pour réduire les contraintes de coupe. En 2025, les technologies de fabrication additive (telles que la fusion sélective par laser, SLM) introduiront des conceptions de corps d'outils complexes, avec des puissances laser de 200-400 W et des épaisseurs de couche de 20-50 μm , réduisant le cycle d'usinage à 4-6 heures et améliorant la flexibilité géométrique, les rendant particulièrement adaptées aux outils composites multifonctionnels.

ébauche

Méthode : Tournage ou fraisage

Outils : Outils en carbure/PCD

Paramètres : Vc 50-100 m/min, fn 0,1-0,2 mm/tr, ap 1-3 mm, force de coupe < 500 N

Équipement : tour CNC/centre d'usinage à quatre axes, 1000-3000 tr/min

finition

Méthode : Rectification CNC

Outil : Meule diamantée à liant résine (#400-#600)

Précision : h6-h7, Ra $\leq 0,8 \mu\text{m}$, coaxialité $\leq 0,01 \text{ mm}$, circularité $\leq 0,005 \text{ mm}$

Paramètres : vitesse 20-30 m/s, fn 0,02-0,05 mm/passe

Habillage des bords

Technologie : EDM (0,1-0,5 J) / Traitement laser (50-100 W, 1064 nm)

Type de lame : dents droites (0°), dents en spirale (15° - 45°), dentelée

Chanfrein : $0,1^\circ$ - $0,3^\circ$

Tendance : SLM (200-400 W, épaisseur de couche 20-50 μm , 4-6 h)

5.3 Traitement thermique des fraises en carbure cémenté

Procédé de frittage

Le frittage est au cœur de la fabrication des fraises en carbure cémenté. Il transforme l'ébauche pressée en un carbure cémenté haute densité et hautes performances. Basé sur les caractéristiques des matières premières (carbure de tungstène, cobalt et additifs TiC et TaC), le frittage adopte une technique combinant frittage sous vide et pressage isostatique à chaud (HIP). Le frittage est réalisé dans un four sous vide, le degré de vide étant contrôlé à 10^{-3} Pa , la température réglée avec précision à 1350-1450 $^\circ\text{C}$ et la vitesse de chauffe maintenue à 5-10 $^\circ\text{C}/\text{min}$ pour assurer une croissance uniforme des grains. Français Le temps de maintien est de 1 à 2 heures, pendant lequel une pression de 5 à 10 MPa est appliquée par pressage isostatique à chaud pour favoriser la densification de l'ébauche, et la densité atteint 98 % à 99 % de la densité théorique (environ 14,5 à 15 g/cm^3), et l'écart de densité est contrôlé à $\pm 0,1 \text{ g}/\text{cm}^3$ par la méthode d'Archimède. Les additifs TiC et TaC améliorent la dureté à haute température et l'anti-adhérence pendant le processus de frittage, et la

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

taille des grains est contrôlée à 0,5-1,5 μm par analyse par diffraction de rétrodiffusion d'électrons (EBSD). En 2025, la technologie de frittage assisté par champ (SPS) a introduit le courant pulsé (1000-2000 A, tension 5-10 V), le temps de frittage a été raccourci à 30-60 minutes et la granulométrie a été affinée à 0,2-0,5 μm , ce qui est particulièrement adapté aux exigences de haute performance des micro-fraises.

Environnement de frittage

Conditions : four à vide, degré de vide 10^{-3} Pa

Objectif : Prévenir l'oxydation

Température et temps

Plage : 1350-1450°C, vitesse de chauffe 5-10°C/min

Maintien au chaud : 1 à 2 heures

pression

Méthode : pressage isostatique à chaud (HIP), 5-10 MPa

Densité : 98%-99% de la densité théorique (14,5-15 g/cm³), écart $\pm 0,1$ g/cm³

Contrôle des grains

Outil : EBSD, taille 0,5-1,5 μm

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

Tendances technologiques

Méthode : Frittage assisté par champ (SPS, 1000-2000 A, 5-10 V)

Durée : 30 à 60 minutes

Grain : 0,2-0,5 μm

Application : Micro-fraise

5.4 Application du revêtement des fraises en carbure cimenté

L'application du revêtement est l'étape finale pour améliorer les performances des fraises en carbure cimenté. La résistance à l'usure et à la chaleur est considérablement améliorée grâce à une technologie de traitement de surface avancée. Le dépôt physique en phase vapeur (PVD) est le procédé principal, utilisant le placage ionique par arc cathodique ou la pulvérisation cathodique magnétron à 450-500 °C. Le prétraitement du substrat comprend un nettoyage par ultrasons (fréquence 40 kHz, 10 min) et une gravure plasma (puissance 200-300 W, 10-15 min) pour éliminer la couche d'oxyde superficielle et améliorer l'adhérence. Les types de revêtements incluent le nitrure de titane (TiN), le nitrure de titane et d'aluminium (TiAlN) et le nitrure d'aluminium et de chrome (AlCrN). L'épaisseur est contrôlée avec précision entre 1 et 4 μm . L'uniformité de l'épaisseur (écart $\pm 0,1$ μm) est assurée par microscopie optique et analyse par diffraction des rayons X (DRX). Français La force de liaison est vérifiée par un test de rayure et doit dépasser 70 MPa (charge critique Lc2). Le taux de dépôt du revêtement TiN est de 0,5 à 1 $\mu\text{m}/\text{h}$, la résistance à la chaleur du revêtement TiAlN atteint 900 °C, la résistance à la corrosion du revêtement AlCrN est vérifiée par un test au brouillard salin (ASTM B117) et la durabilité est augmentée de 30 %. En 2025, les revêtements nano multicouches (tels que TiAlN / AlCrN) seront réalisés par pulvérisation magnétron multi-cibles, avec un taux de dépôt de 1 à 2 $\mu\text{m}/\text{h}$, une uniformité d'épaisseur de $\pm 0,05$ μm , un coefficient de frottement réduit à moins de 0,2, une force de liaison de 80 MPa, prolongeant

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

considérablement la durée de vie des outils, en particulier dans les domaines aérospatial (traitement des alliages de titane) et médical (implants en acier inoxydable).

Type de revêtement

Matériaux : TiN, TiAlN, AlCrN

Épaisseur : 1-4 μm , écart $\pm 0,1$ μm via microscope/DRX

Résistance de liaison : > 70 MPa (Lc2)

Procédé PVD

Température : 450-500°C

Méthode : placage ionique à arc cathodique/pulvérisation magnétron, débit 0,5-2 $\mu\text{m}/\text{h}$

Prétraitement : nettoyage par ultrasons (40 kHz, 10 min), gravure au plasma (200-300 W, 10-15 min)

Développement technologique

Innovation : Revêtement multicouche nano (TiAlN / AlCrN), débit 1-2 $\mu\text{m}/\text{h}$

Précision : Uniformité de l'épaisseur $\pm 0,05$ μm , force de liaison 80 MPa

Applications : Aérospatiale (alliage de titane), médical (acier inoxydable)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6. Domaines d'application des fraises en carbure cémenté

6.1 Application des fraises en carbure - Fabrication

L'industrie manufacturière est le secteur le plus utilisé pour les fraises en carbure, et leurs hautes performances répondent aux exigences de conditions de travail complexes et variées. L'industrie automobile utilise des fraises en carbure pour usiner les cylindres de moteur, les vilebrequins, les engrenages de transmission et les disques de frein. Leur vitesse de coupe (V_c) est de 150 à 200 m/min, leur avance (f_n) de 0,1 à 0,2 mm/dent, leur profondeur de coupe (a_p) de 0,5 à 2 mm et leur rugosité de surface $R_a \leq 0,4 \mu\text{m}$, garantissant ainsi la précision et la durabilité des véhicules électriques compacts et des composants de moteurs à combustion interne hautes performances. L'industrie aérospatiale fabrique des pales, des carters et des revêtements complexes en usinant des alliages de titane, des alliages haute température à base de nickel (comme l'Inconel 718) et des alliages aluminium-lithium, avec une vitesse de coupe (V_c) de 100 à 150 m/min. Les revêtements résistants à la chaleur (comme le TiAlN) permettent la coupe à sec. La précision d'usinage atteint le niveau IT6-IT7, avec une profondeur de coupe (a_p) de 0,5 à 1 mm. Dans la fabrication de machines lourdes, les fraises en carbure sont utilisées pour usiner des pièces moulées et forgées en acier, telles que des engrenages de grande taille et des portées de roulements, avec une vitesse de coupe (V_c) de 60 à 100 m/min et une avance (f_n) de 0,15 à 0,25 mm/dent, ce qui est adapté à l'usinage sous forte charge. En 2025, avec la demande croissante de véhicules à énergie nouvelle, de drones et d'équipements à hydrogène, les fraises en carbure de petit diamètre (diamètre 1-3 mm) seront de plus en plus utilisées dans les pièces légères et la découpe en couches de composites renforcés de fibres de carbone (CFRP), avec des vitesses de coupe augmentées à 250 m/min, réduisant le taux de défauts en couches de plus de 90 %.

industrie automobile

Applications : Blocs moteurs, vilebrequins, engrenages de transmission, disques de frein

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

Tendances : Véhicules électriques, composants légers

Aérospatial

Application : alliage de titane, lames en Inconel 718, boîtier, revêtement en alliage aluminium-lithium

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

Tendances : Découpe à sec, transformation du PRFC

Machinerie lourde

Applications : Pièces moulées en acier, pièces forgées, grands engrenages, sièges de roulements

Paramètres : V_c 60-100 m/min, f_n 0,15-0,25 mm/dent

Tendance : durabilité à charge élevée

6.2 Application de la fraise en carbure - Fabrication de moules

L'industrie de la fabrication de moules s'appuie sur la haute précision et la résistance à l'usure des

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

fraises en carbure pour répondre aux exigences d'usinage de géométries complexes. Les contours complexes des moules d'emboutissage et de moulage sous pression sont usinés à l'aide de fraises à dents hélicoïdales (angle d'hélice de 30° à 40°), avec une vitesse de coupe (Vc) de 80 à 120 m/min, une avance (fn) de 0,05 à 0,15 mm/dent, une profondeur de coupe (ap) de 0,3 à 0,8 mm et une rugosité de surface Ra contrôlée à 0,6 µm, garantissant une durée de vie du moule supérieure à 1 million d'emboutissages. L'usinage des électrodes des moules d'injection plastique utilise une fraise en carbure à arêtes fines (diamètre 0,5-2 mm), avec une précision d'usinage de ±0,005 mm et une vitesse de coupe (Vc) de 50-80 m/min, adaptée aux surfaces très brillantes (Ra ≤ 0,2 µm) et aux cavités complexes. Dans l'usinage des moules en verre, les fraises en carbure sont utilisées pour usiner des moules en verre résistant à la chaleur, avec une vitesse de coupe (Vc) de 40-70 m/min et une durabilité permettant un usinage continu pendant plus de 300 heures. En 2025, grâce aux progrès de la fabrication intelligente, les fraises pour moules seront intégrées à la technologie Industrie 4.0 pour surveiller les paramètres de coupe en temps réel (force de coupe < 300 N, température < 600 °C) afin d'optimiser l'efficacité d'usinage des boîtiers automobiles, des boîtiers d'électronique grand public et des moules pour dispositifs médicaux.

Moules d'emboutissage/moulage sous pression

Application : Usinage de contours complexes

Paramètres : Vc 80-120 m/min, fn 0,05-0,15 mm/dent, ap 0,3-0,8 mm, Ra ≤ 0,6 µm

Caractéristiques : Durée de vie > 1 million d'estampages

Moule d'injection plastique

Application : traitement d'électrodes, cavité complexe

Paramètres : diamètre 0,5-2 mm, Vc 50-80 m/min, précision ±0,005 mm, Ra ≤ 0,2 µm

Tendances : Haute brillance, intégration Industrie 4.0

Moule en verre

Application : Moule en verre résistant à la chaleur

Paramètres : Vc 40-70 m/min, durabilité > 300 h

Tendance : Optimisation de la résistance à la chaleur

6.3 Application des fraises en carbure - Industrie de l'énergie

L'industrie énergétique est un domaine d'application émergent pour les fraises en carbure, notamment dans la fabrication d'équipements pour les énergies renouvelables et les énergies traditionnelles. L'industrie éolienne utilise des fraises en carbure pour usiner les raccords de l'arbre principal et du mât des pales d'éoliennes, avec une vitesse de coupe (Vc) de 60 à 90 m/min et une profondeur de coupe (ap) de 0,5 à 1,5 mm. Leur durabilité permet un usinage continu pendant plus de 400 heures. Dans l'industrie solaire, les fraises en carbure sont utilisées pour usiner les cadres et supports de plaquettes de silicium, avec une vitesse de coupe (Vc) de 80 à 120 m/min et une précision de ±0,01 mm afin de garantir la stabilité structurelle des composants. L'industrie pétrolière et gazière l'utilise pour usiner les composants des trépan de forage et les corps de vannes, avec une vitesse de coupe (Vc) de 50 à 80 m/min. Les revêtements anticorrosion (tels que l'AlCrN) augmentent la durée de vie en milieu acide. En 2025, avec l'essor de l'énergie éolienne offshore et

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

des équipements énergétiques à l'hydrogène, la demande de traitement résistant à la corrosion des fraises en carbure dans les environnements marins augmentera et la vitesse de coupe sera augmentée à 150 m/min.

Énergie éolienne

Application : Pales d'éoliennes, arbres principaux, connexions de tours

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

Tendance : l'éolien offshore

Solaire

Application : Cadre de plaquette de silicium, support

Paramètres : Vc 80-120 m/min, précision $\pm 0,01$ mm

Tendance : Stabilité des composants

Pétrole et gaz

Application : Assemblage de forets, corps de vanne

Paramètres : Vc 50-80 m/min

Tendance : Résistance à la corrosion, équipements énergétiques à l'hydrogène

6.4 Application des fraises en carbure - Dispositifs médicaux

La fabrication de dispositifs médicaux exige une haute précision et une biocompatibilité des fraises en carbure. Les implants orthopédiques (tels que les articulations de la hanche et du genou) sont usinés à l'aide de fraises en carbure micrométrique (diamètre 0,1-0,3 mm), avec une vitesse de coupe (Vc) de 30-50 m/min, une précision de $\pm 0,001$ mm et une rugosité de surface $Ra \leq 0,1 \mu\text{m}$ pour garantir la biocompatibilité avec le corps humain. Le moulage des instruments dentaires utilise des fraises à dents hélicoïdales avec une vitesse de coupe (Vc) de 40-60 m/min et une profondeur de coupe (ap) de 0,1-0,3 mm pour répondre aux exigences de moulage de haute précision. En 2025, avec le développement de la médecine personnalisée, l'application des fraises en carbure dans les modèles médicaux imprimés en 3D et le traitement d'implants personnalisés augmentera, la vitesse de coupe étant portée à 200 m/min.

Implants orthopédiques

Application : articulation de la hanche, articulation du genou

Paramètres : diamètre 0,1-0,3 mm, Vc 30-50 m/min, précision $\pm 0,001$ mm, $Ra \leq 0,1 \mu\text{m}$

Tendances : impression 3D, médecine personnalisée

Instruments dentaires

Application : Traitement des moules

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

Tendance : moulage de haute précision

6.5 Application de la fraise en carbure - Industrie électronique

L'usinage des trous dans les smartphones et les appareils 5G utilise des micro-fraises d'un diamètre de 0,1 à 0,5 mm, une vitesse de coupe (Vc) de 200 à 300 m/min et une précision d'usinage de \pm

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,002 mm, ce qui convient à la fabrication de circuits imprimés haute densité. Les moules d'encapsulation de semi-conducteurs sont usinés à l'aide de fraises de haute précision avec une vitesse de coupe (V_c) de 100 à 150 m/min et une rugosité de surface $R_a \leq 0,3 \mu\text{m}$. En 2025, avec la popularisation des appareils portables et de l'Internet des objets, la demande d'usinage de circuits imprimés flexibles et de microcapteurs augmentera considérablement, et la vitesse de coupe sera portée à 350 m/min.

Smartphone/5G

Application : Micro-trou d'épingle

Paramètres : diamètre 0,1-0,5 mm, V_c 200-300 m/min, précision $\pm 0,002$ mm

Tendance : circuits imprimés flexibles

Emballage de semi-conducteurs

Application : Traitement des moules

Paramètres : V_c 100-150 m/min, $R_a \leq 0,3 \mu\text{m}$

Tendance : Microcapteurs

6.6 Application de la fraise en carbure - Traitement des matériaux de construction

Dans le traitement des matériaux de construction, les fraises en carbure sont utilisées pour usiner la pierre, la céramique et les produits en ciment. La sculpture sur pierre utilise des fraises dentelées avec une vitesse de coupe (V_c) de 30 à 50 m/min, une profondeur de coupe (a_p) de 1 à 2 mm et une durabilité permettant un traitement continu pendant plus de 200 heures. Les fraises fines sont utilisées pour la finition des carreaux de céramique avec une vitesse de coupe (V_c) de 20 à 40 m/min et une précision de $\pm 0,01$ mm. En 2025, la demande pour le traitement de matériaux de construction écologiques (comme le béton recyclé) augmentera, et la vitesse de coupe sera portée à 80 m/min.

sculpture sur pierre

Application : Pierre, Céramique

Paramètres : V_c 30-50 m/min, a_p 1-2 mm, durabilité > 200 h

Tendance : le béton recyclé

Carreaux de céramique

Application : Finition

Paramètres : V_c 20-40 m/min, précision $\pm 0,01$ mm

Tendance : Bâtiments écologiques

6.7 Application de la fraise en carbure - Construction navale

Dans la construction navale, les fraises en carbure sont utilisées pour usiner les tôles d'acier de coque et les pales d'hélice. L'ébauche des tôles d'acier utilise une fraise à dents dont la vitesse de coupe (V_c) est de 50 à 80 m/min et la profondeur de coupe (a_p) de 2 à 4 mm. L'usinage fin des pales d'hélice utilise une fraise à dents hélicoïdales dont la vitesse de coupe (V_c) est de 60 à 100 m/min et la précision de $\pm 0,02$ mm. En 2025, la demande d'usinage résistant à la corrosion des équipements de construction navale augmentera.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Plaque d'acier de coque

Application : Usinage grossier

Paramètres : Vc 50-80 m/min, ap 2-4 mm

Tendance : Résistance à la corrosion

Pales d'hélice

Application : Finition

Paramètres : Vc 60-100 m/min, précision $\pm 0,02$ mm

Tendance : Ingénierie offshore

6.8 Application de la fraise en carbure - Transport ferroviaire

Dans le secteur ferroviaire, les fraises en carbure sont utilisées pour l'usinage des roues et des composants de voie. L'usinage des roues utilise des fraises à angles arrondis avec une vitesse de coupe (Vc) de 40 à 70 m/min et une profondeur de coupe (ap) de 1 à 3 mm. Des fraises de haute précision sont utilisées pour la finition des composants de voie, avec une vitesse de coupe (Vc) de 50 à 80 m/min et une précision de $\pm 0,01$ mm. En 2025, la demande d'usinage de composants de trains à grande vitesse et de trains à sustentation magnétique augmentera.

roue

Application : Traitement

Paramètres : Vc 40-70 m/min, ap 1-3 mm

Tendance : Composants ferroviaires à grande vitesse

Composants de la voie

Application : Finition

Paramètres : Vc 50-80 m/min, précision $\pm 0,01$ mm

Tendance : le train à sustentation magnétique

6.9 Application de la fraise en carbure - Machines agricoles

Dans la fabrication de machines agricoles, des fraises en carbure sont utilisées pour usiner les socs de charrue et les pièces de moissonneuses-batteuses. Les socs sont usinés avec des fraises à lame de scie, avec une vitesse de coupe (Vc) de 40 à 60 m/min et une profondeur de coupe (ap) de 1 à 2 mm. La finition des pièces de moissonneuses-batteuses utilise des fraises à dents hélicoïdales, avec une vitesse de coupe (Vc) de 50 à 70 m/min et une précision de $\pm 0,01$ mm. En 2025, la demande d'usinage d'équipements agricoles intelligents augmentera.

Soc de charrue

Application : Traitement

Paramètres : Vc 40-60 m/min, ap 1-2 mm

Tendance : l'agriculture intelligente

Pièces de moissonneuse

Application : Finition

Paramètres : Vc 50-70 m/min, précision $\pm 0,01$ mm

Tendance : Équipement d'automatisation

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.10 Application des fraises en carbure - Autres domaines émergents

D'autres domaines émergents incluent la fabrication de bijoux, de composants d'engins spatiaux et d'équipements sportifs. La fabrication de bijoux utilise des fraises en micro-carbure (diamètre 0,05-0,2 mm), avec une vitesse de coupe (V_c) de 20 à 40 m/min et une précision de $\pm 0,001$ mm. Les composants d'engins spatiaux sont usinés avec des fraises à haute résistance thermique à une vitesse de coupe (V_c) de 100 à 150 m/min. Les équipements sportifs (tels que les têtes de clubs de golf) sont usinés avec des fraises à rayon à une vitesse de coupe (V_c) de 50 à 80 m/min. En 2025, la demande d'usinage sur mesure dans ces domaines continuera de croître.

Fabrication de bijoux

Application : Gravure fine

Paramètres : diamètre 0,05-0,2 mm, V_c 20-40 m/min, précision $\pm 0,001$ mm

Tendance : Personnalisation

Composants du vaisseau spatial

Application : Traitement à haute résistance à la chaleur

Paramètres : V_c 100-150 m/min

Tendance : Exploration de l'espace lointain

Équipements sportifs

Application : Têtes de clubs de golf

Paramètres : V_c 50-80 m/min

Tendance : conception légère



7. Entretien et maintenance des fraises en carbure

7.1 Nettoyage quotidien des fraises en carbure

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Le nettoyage quotidien des fraises en carbure est essentiel pour prolonger leur durée de vie et préserver leurs performances de coupe. Après utilisation, les copeaux doivent être immédiatement éliminés à l'air comprimé (pression de 0,2 à 0,4 MPa) afin d'éviter que des particules métalliques ne s'incrustent dans l'arête de coupe et ne provoquent de l'usure. Le nettoyage nécessite l'utilisation d'éthanol anhydre ou d'un diluant spécial pour liquide de coupe (pH 6,5 à 7,5), ainsi qu'un nettoyeur à ultrasons (fréquence 40 kHz, puissance 100 à 200 W, durée de nettoyage 5 à 10 minutes) pour éliminer l'huile et les résidus. Après le nettoyage, essuyez avec un chiffon propre pour éviter la corrosion due à l'humidité résiduelle. Vérifiez l'arête de coupe et la surface du revêtement à la loupe (grossissement 10x à 20x) afin de vous assurer qu'il n'y a pas de rayures ou d'écaillés visibles. En 2025, avec l'introduction d'équipements de nettoyage intelligents, tels que les systèmes de nettoyage automatique équipés de reconnaissance d'image AI, la capacité de détecter l'état des bords en temps réel et d'ajuster les paramètres de nettoyage améliore considérablement l'efficacité du nettoyage, en particulier pour les fraises de grande valeur.

Enlèvement des copeaux

Méthode : Air comprimé, pression 0,2-0,4 MPa

Objectif : Empêcher l'incrustation de particules

Nettoyage de l'huile

Outils : Machine de nettoyage à ultrasons (40 kHz, 100-200 W), éthanol anhydre

Durée : 5 à 10 minutes, pH 6,5 à 7,5

Séchage : Essuyer avec un chiffon sans poussière

examiner

Outils : Loupe (10x-20x)

Tendance : système de nettoyage par reconnaissance d'images par IA

7.2 Dressage des bords des fraises en carbure cémenté

Le dressage des arêtes est une étape de maintenance importante pour restaurer les performances de coupe des fraises en carbure. Les arêtes légèrement usées peuvent être dressées à l'aide d'une meule diamantée manuelle (grain 600-800), et l'angle de dressage doit rester identique à l'angle d'arête d'origine (généralement 5°-10°). La quantité de dressage de chaque côté est contrôlée entre 0,01 et 0,02 mm, et un liquide de refroidissement (débit de 5 à 10 l/min) est utilisé pour réduire les effets thermiques. Les arêtes très usées ou endommagées nécessitent un dressage par électro-étincelage (EDM, énergie d'impulsion 0,1-0,3 J, tension 50-80 V). Après le dressage, la rugosité des arêtes Ra doit être contrôlée à $\leq 0,2 \mu\text{m}$, et la précision est vérifiée par interféromètre laser (écart $\pm 0,005 \text{ mm}$). Un recuit de détente (température 400-500 °C, durée 1 à 2 heures) est nécessaire après le dressage pour éliminer les contraintes résiduelles. En 2025, la technologie de découpe laser (puissance 20-50 W, longueur d'onde 1064 nm) deviendra progressivement populaire dans la maintenance des micro-fraises en raison de son traitement sans contact et de sa précision au niveau du micron ($\pm 0,002 \text{ mm}$).

Coupe manuelle

Outils : Meule diamantée (#600-#800)

Paramètres : angle de lame 5°-10°, quantité de dressage 0,01-0,02 mm, liquide de refroidissement

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5-10 L/min

Objectif : Réparation d'usure mineure

Dressage EDM

Outil : EDM, énergie d'impulsion 0,1-0,3 J, tension 50-80 V

Précision : $R_a \leq 0,2 \mu\text{m}$, écart $\pm 0,005 \text{ mm}$

Post-traitement : recuit à 400-500°C, 1-2 h

Tendances technologiques

Méthode : Découpe laser (20-50 W, 1064 nm)

Précision : $\pm 0,002 \text{ mm}$

Application : Micro-fraise

7.3 Stockage et protection contre la corrosion des fraises en carbure

Un stockage adéquat est essentiel pour prévenir la corrosion et la dégradation des performances des fraises en carbure. L'environnement de stockage doit maintenir une température constante (20-25 °C) et une faible humidité relative (humidité relative < 40 %). L'utilisation d'une armoire étanche ou d'un sac sous vide est recommandée pour éviter l'oxydation. Les fraises revêtues (comme TiN et TiAlN) doivent être enduites d'huile antirouille (épaisseur 0,005-0,01 mm) et leur état de surface doit être vérifié tous les 3 à 6 mois. Lorsqu'elles ne sont pas utilisées, les fraises doivent être suspendues verticalement ou placées à plat sur un support dédié afin d'éviter les collisions susceptibles d'endommager l'arête de coupe. En 2025, le système de stockage intelligent surveillera les conditions de stockage en temps réel grâce à des étiquettes RFID et des capteurs de température et d'humidité, et ajustera automatiquement les paramètres environnementaux, ce qui est particulièrement adapté aux outils de grande valeur dans les secteurs aérospatial et médical.

Contrôle de l'environnement

Conditions : 20-25°C, humidité < 40%

Outils : armoire étanche à l'humidité, sac sous vide

Traitement antirouille

Méthode : Huile antirouille, épaisseur 0,005-0,01 mm

Fréquence : Tous les 3 à 6 mois

Stockage

Méthode : suspension verticale ou pose à plat, porte-outil dédié

Tendance : l'entreposage intelligent RFID

7.4 Inspection et remplacement réguliers des fraises en carbure

Une inspection régulière est indispensable pour garantir l'utilisation sûre des fraises en carbure. Utilisez un microscope à outils (grossissement 50x-100x) ou une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) pour vérifier le degré d'usure des arêtes. Lorsque la largeur de la bande d'usure dépasse 0,3 mm ou que des jeux importants apparaissent, il est nécessaire de remplacer la fraise. Le système de surveillance de l'effort de coupe enregistre en temps réel la force maximale (limite supérieure à 600 N) pendant la coupe et déclenche une alarme en cas de dépassement du seuil. Un détecteur de défauts à ultrasons détecte l'écaillage ou les fissures du revêtement. Un

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

remplacement est recommandé lorsque la zone d'écaillage dépasse 10 %. En 2025, la technologie de maintenance prédictive basée sur l'Internet des objets analysera la durée de vie de l'outil grâce aux données des capteurs, avertira du moment du remplacement 24 à 48 heures à l'avance et réduira les pertes dues aux temps d'arrêt. Elle est particulièrement utilisée sur les lignes de production automatisées.

Contrôle d'usure

Outils : Microscope (50x-100x), MMT

Norme : Zone d'usure > 0,3 mm ou encoche Remplacer

Surveillance de la force de coupe

Outil : Système de surveillance de la force de coupe, valeur de crête < 600 N

Fonction : Alerte en temps réel

Inspection du revêtement

Outil : Détecteur de défauts à ultrasons

Norme : Remplacer si la zone de pelage est > 10 %

Tendance : Maintenance prédictive IoT, alerte précoce 24 à 48 heures

8. Tendances de développement futures des fraises en carbure cémenté

8.1 Innovation des matériaux et des revêtements pour les fraises en carbure

Le développement futur des fraises en carbure cémenté se concentrera sur les avancées dans les nouveaux matériaux et les technologies de revêtement. La poudre de carbure de tungstène (WC) nanométrique (granulométrie $< 0,2 \mu\text{m}$) combinée à une nouvelle phase liante (comme le nanocobalt ou un alliage à base de nickel) peut augmenter la dureté au-dessus de HV 2000 et améliorer la résistance à l'usure de 30 à 40 %, ce qui est particulièrement adapté à l'usinage de haute précision. La technologie de revêtement évolue vers des structures multicouches et à gradient, telles que les revêtements nano-multicouches TiAlN / AlCrN, qui permettent d'obtenir une uniformité d'épaisseur de $\pm 0,05 \mu\text{m}$ grâce à la pulvérisation magnétron multicible, une résistance à la chaleur de 1000 °C, un coefficient de frottement réduit à 0,15 et une durée de vie de l'outil prolongée de 25 à 35 %. En 2025, les revêtements respectueux de l'environnement (tels que le CrN et le ZrN) attireront l'attention en raison de leur faible charge environnementale et de leur recyclabilité, et devraient occuper une position importante dans la fabrication verte.

Nanomatériaux

Caractéristiques : Taille des particules de WC $< 0,2 \mu\text{m}$, phase de liaison (nano cobalt/nickel)

Performances : Dureté HV 2000, résistance à l'usure augmentée de 30 à 40 %

Application : Usinage de très haute précision

Revêtement multicouche

Technologie : TiAlN / AlCrN, uniformité d'épaisseur $\pm 0,05 \mu\text{m}$

Performances : résistance à la chaleur 1000°C, coefficient de frottement 0,15, durée de vie augmentée de 25% à 35%

Tendance : pulvérisation magnétron multi-cibles

Revêtement vert

Matériau : CrN, ZrN

Avantages : Faible impact environnemental, recyclable

Tendance : fabrication verte

8.2 Intelligence et numérisation des fraises en carbure

L'intelligence et la numérisation sont au cœur du développement des fraises en carbure cémenté. Le système de gestion d'outils basé sur l'Internet des objets (IoT) surveille les paramètres de coupe en temps réel (force de coupe $< 600 \text{ N}$, température $< 700 \text{ °C}$) grâce à des capteurs intégrés, combine des algorithmes d'IA pour prédire l'usure des outils et émet des avertissements de remplacement 48 à 72 heures à l'avance, réduisant ainsi les temps d'arrêt de 15 à 20 %. La technologie de jumeau numérique des machines-outils et outils CNC réalise la simulation virtuelle, optimise les trajectoires et les paramètres de coupe et améliore l'efficacité de coupe de 10 à 15 %. En 2025, le diagnostic à distance et la surveillance de l'état des outils, soutenus par la technologie 5G, deviendront monnaie courante, notamment sur les lignes de production automatisées des secteurs aéronautique et automobile.

Surveillance de l'IoT

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Paramètres : force de coupe < 600 N, température < 700°C

Fonction : Prédiction IA, alerte précoce 48 à 72 heures

Avantage : Réduisez les temps d'arrêt de 15 à 20 %

jumeau numérique

Technologie : Simulation virtuelle, trajectoires de coupe optimisées

Avantage : Efficacité augmentée de 10 à 15 %

Application : machines-outils CNC

Applications 5G

Fonction : Diagnostic à distance, surveillance de l'état

Tendance : Lignes de production automatisées

8.3 Durabilité et protection de l'environnement des fraises en carbure

Les exigences de développement durable et de protection de l'environnement poussent les fraises en carbure à évoluer vers une faible consommation d'énergie et une meilleure recyclabilité. La popularité de la technologie de coupe à sec réduit l'utilisation de liquide de refroidissement. Associée à des revêtements à haute efficacité (tels que l'AlCrN), la consommation d'énergie de coupe est réduite de 20 à 30 % et les déchets de traitement de 15 %. La technologie de recyclage et de réutilisation augmente le taux de récupération de WC-Co des fraises usagées à plus de 90 % grâce à la lixiviation chimique et au moulage par régénération de poudre, réduisant ainsi la demande d'extraction de matières premières. En 2025, l'objectif de neutralité carbone a incité les fabricants à adopter des procédés de production d'outils alimentés par l'énergie solaire, ce qui devrait réduire l'empreinte carbone de 25 %, notamment sur les marchés européen et nord-américain.

Coupe à sec

Technologie : Revêtement à haute efficacité (AlCrN)

Avantages : Consommation d'énergie réduite de 20 à 30 %, déchets réduits de 15 %

Application : Réduction du liquide de refroidissement

Récupération de matériaux

Technologie : Lixiviation chimique, régénération de poudre

Taux de récupération : 90 %

Tendance : Réduire l'extraction des matières premières

Neutre en carbone

Technologie : Production à énergie solaire

Avantage : Réduire l'empreinte carbone de 25 %

Marché : Europe, Amérique du Nord

8.4 Miniaturisation et multifonctionnalité des fraises en carbure

Les fraises en carbure évoluent vers la miniaturisation et la multifonctionnalité. Les micro-fraises (diamètre 0,05-0,5 mm) offrent une précision d'usinage de $\pm 0,001$ mm grâce au traitement laser et à la technologie de nano-revêtement. Elles sont largement utilisées en microélectronique et dans la fabrication d'implants médicaux. Les fraises composites multifonctions intègrent les fonctions de

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

perçage, de fraisage et de chanfreinage, avec une vitesse de coupe (Vc) de 150-250 m/min, réduisant le temps de changement d'outil de 30 à 40 % et convenant au moulage unique de pièces complexes. En 2025, grâce à l'intégration de l'impression 3D et de la fabrication additive, le cycle de production des micro-fraises personnalisées sera réduit à 2-3 jours pour répondre aux besoins de production en petites séries et de personnalisation élevée.

Micro-fraise

Paramètres : diamètre 0,05-0,5 mm, précision $\pm 0,001$ mm

Technologie : Traitement au laser, nano-revêtement

Applications : Microélectronique, Implants médicaux

Couteau composé multifonctionnel

Fonction : perçage, fraisage, chanfreinage

Paramètres : Vc 150-250 m/min

Avantage : Réduire les changements d'outils de 30 à 40 %

Production sur mesure

Technologie : impression 3D + fabrication additive

Durée : 2-3 jours

Tendance : petits lots, haute personnalisation

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. Avantages et limites des fraises en carbure

9.1 Avantages des fraises en carbure en termes de performances

Les fraises en carbure dominent les processus de coupe grâce à leurs performances supérieures. Leur rendement élevé est leur principale caractéristique et elles conviennent à la coupe à grande vitesse. La vitesse de coupe (V_c) peut atteindre 150-200 m/min. Notamment pour l'usinage de l'acier et des alliages de titane, le rendement est augmenté de 20 à 30 %, ce qui raccourcit considérablement le cycle d'usinage. Leur stabilité à long terme est un autre avantage majeur. Leur résistance à l'usure et à la rupture est assurée par des matériaux en carbure de tungstène (WC) nanométrique, ce qui réduit la fréquence de remplacement et prolonge la durée de vie moyenne à 500-800 heures. Elles sont particulièrement performantes pour l'usinage de pièces aéronautiques.

Haute efficacité

Caractéristiques : Convient pour la découpe à grande vitesse, V_c 150-200 m/min

Avantage : Efficacité augmentée de 20 à 30 %

Application : Acier, alliage de titane

Stabilité à long terme

Caractéristiques : résistance à l'usure, résistance à la fracture

Durée de vie : 500 à 800 heures

Application : Composants aérospatiaux

9.2 Avantages économiques

Les avantages économiques des fraises en carbure se reflètent dans la réduction des coûts induite par leur durabilité. Comparée aux outils traditionnels en acier rapide, leur durée de vie est multipliée par 3 à 5, ce qui réduit les changements d'outils et les temps d'arrêt, et les coûts globaux de traitement de 15 à 25 %. En 2025, grâce aux progrès des technologies de recyclage, le taux de valorisation des fraises usagées atteindra 90 %, réduisant ainsi encore le coût d'approvisionnement en matières premières, notamment pour la production de masse.

Réduire les coûts de traitement

Caractéristiques : Durabilité augmentée de 3 à 5 fois

Avantage : Réduction des coûts de 15 à 25 %

Tendance : Taux de recyclage des matériaux 90 %

9.3 Qualité d'usinage des fraises en carbure

Les fraises en carbure offrent une haute précision et des surfaces lisses pour répondre aux exigences de la fabrication haut de gamme. La précision d'usinage peut atteindre les niveaux IT6-IT7, et la rugosité de surface R_a est contrôlée entre 0,2 et 0,4 μm , ce qui est particulièrement adapté à la finition des moules et des implants médicaux. Les nanorevêtements (tels que le TiAlN) optimisent encore la qualité de la surface de coupe et réduisent le recours aux usinages secondaires. En 2025, leur application au post-traitement de l'impression 3D se généralisera.

Haute précision

Caractéristiques : Niveau IT6-IT7

Application : moule, implant médical

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Surface lisse

Caractéristiques : Ra 0,2-0,4 μm

Tendances : revêtement TiAlN, post-traitement de l'impression 3D

9.4 Limitations des fraises en carbure

Limitation des coûts

Le coût de fabrication des fraises en carbure cémenté est relativement élevé, principalement en raison du prix élevé des matières premières (carbure de tungstène et cobalt), ainsi que de la complexité des procédés de métallurgie des poudres et de revêtement. En 2025, le coût de fabrication d'une seule fraise haute performance sera d'environ 50 à 200 dollars américains, soit 5 à 10 fois supérieur à celui des outils en acier rapide, ce qui limite sa popularité auprès des PME, notamment dans les secteurs à faible rentabilité.

Limitation des coûts

Raison : les WC et Cie sont chers, le processus est complexe, le coût est élevé et il est difficile pour les petites et moyennes entreprises de les populariser.

Limites d'applicabilité

Les fraises en carbure ne conviennent pas à l'usinage de certains matériaux très résistants ou collants, tels que l'aluminium pur ou certains polymères, car leur dureté élevée peut facilement entraîner une adhérence du matériau et une surchauffe de l'outil. La vitesse de coupe (V_c) doit être strictement contrôlée entre 50 et 100 m/min. Un dépassement de cette plage peut facilement entraîner des défauts d'usinage. Son applicabilité à l'usinage des matériaux composites doit encore être optimisée d'ici 2025.

Limites d'applicabilité

Matériau : aluminium pur, matériau polymère

Problème : collage, surchauffe

Paramètres : V_c 50-100 m/min

Problème de fragilité

Les fraises en carbure sont fragiles en raison de leur dureté élevée et sujettes à l'écaillage sous l'effet des chocs, notamment lors de coupes intermittentes ou d'usinages sous fortes charges (comme l'ébauche de la fonte). Le taux d'écaillage peut atteindre 5 à 10 %. En 2025, le problème d'écaillage a été atténué par l'ajout de phases améliorant la ténacité (comme le TaC) ou l'optimisation de la conception géométrique, mais il convient néanmoins d'utiliser ces fraises avec précaution.

Raison : Dureté élevée

Scénario : coupe intermittente, charge lourde

Taux d'écaillage : 5%-10%

Tendances : amélioration du TaC, optimisation de la géométrie.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



10. Précautions d'emploi des fraises en carbure

10.1 Installation et fonctionnement

Une installation et un fonctionnement corrects sont essentiels pour garantir une utilisation sûre des fraises en carbure. Lors de l'installation, assurez-vous que la force de serrage est ≥ 10 kN, que la coaxialité est $\leq 0,01$ mm et utilisez des porte-outils de précision (type HSK) pour réduire les vibrations. Les opérateurs doivent porter des lunettes de protection et des gants résistants à l'usure pour éviter les projections de copeaux et les dommages accidentels. En 2025, des équipements de serrage intelligents pourront calibrer automatiquement la coaxialité afin d'améliorer l'efficacité de l'installation.

Exigences d'installation

Force de serrage : ≥ 10 kN

Coaxialité : $\leq 0,01$ mm

Outil : manche de type HSK

Protection de sécurité

Équipement : lunettes de protection, gants résistants à l'usure

Tendance : Équipement de serrage intelligent

10.2 Contrôle des paramètres de coupe

Un choix judicieux des paramètres de coupe influence directement la qualité de l'usinage et la durée de vie de l'outil. Il est recommandé de contrôler la vitesse de coupe (V_c) entre 50 et 150 m/min, en fonction du matériau ; l'avance (f_n) est de 0,05 à 0,2 mm/dent et la profondeur de coupe (a_p) de 0,2 à 1 mm. En 2025, les systèmes d'optimisation de coupe pilotés par l'IA pourront ajuster les paramètres en temps réel en fonction du matériau de la pièce et améliorer la précision de 10 %.

Vitesse de coupe

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Plage : 50-150 m/min

Ajustement : par matériau

Taux d'alimentation

Plage : 0,05-0,2 mm/dent

Profondeur de coupe

Plage : 0,2-1 mm

Tendance : Optimisation de l'IA

10.3 Maintenance et entretien

Un entretien régulier est essentiel pour prolonger la durée de vie des fraises en carbure. Vérifiez que la largeur de la bande d'usure (VB) doit être $\leq 0,3$ mm. Utilisez un microscope à outils (50x-100x) pour détecter un dépassement de la norme. Si la largeur dépasse la norme, la fraise doit être réparée ou remplacée. La quantité de liquide de coupe utilisée doit être ≥ 10 l/min pour assurer le refroidissement et la lubrification. En 2025, le système de surveillance intelligent pourra enregistrer automatiquement les données d'usure et réduire les interventions manuelles.

Contrôle d'usure

Norme : $VB \leq 0,3$ mm

Outils : Microscope (50x-100x)

fluide de coupe

Débit : ≥ 10 L/min

Objectif : Refroidissement, lubrification

Tendance : Surveillance intelligente

10.4 Précautions de sécurité

Des mesures de sécurité peuvent réduire efficacement les risques opérationnels. Évitez les surcharges de coupe. La force de coupe doit être maintenue à moins de 500-600 N pour éviter l'écaillage. Installez un capot de protection pour empêcher la projection de copeaux et de débris. En 2025, le système de protection avancé équipé de capteurs pourra avertir en temps réel des surcharges.

Prévention des surcharges

Norme : force de coupe $< 500-600$ N

Objectif : éviter l'écaillage

Mesures de protection

Équipement : Bouclier de protection

Tendance : Alerte précoce du capteur

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



11. Annexe

Tableau des paramètres techniques de la fraise en carbure

| Diamètre (mm) | Nombre de dents | Vitesse de coupe (Vc, m/min) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (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 |

Objectif : Données de référence pour la sélection des paramètres

12. FAQ

Question : Comment traiter l'écaillage des fraises en carbure ?

Réponse : Vérifiez les paramètres de coupe, réduisez la force de coupe à moins de 500 N et coupez

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

le bord de coupe.

Question : Que dois-je faire si la rugosité de la surface n'est pas bonne ?

Réponse : Réglez la vitesse d'avance à 0,05-0,1 mm/dent et utilisez un nouvel outil revêtu.

Question : Durée de vie de l'outil réduite ?

Réponse : Augmentez le débit du fluide de coupe à 10 L/min et vérifiez régulièrement que $VB \leq 0,3$ mm.

Application : Résoudre les problèmes d'utilisation typiques

Tendance : Diagnostic assisté par l'IA



Qu'est-ce qu'une fraise en carbure de type T ?

Présentation de la fraise en carbure de type T de CTIA GROUP LTD

Produit phare de CTIA GROUP LTD (CTIA), la fraise en carbure de type T se distingue dans le domaine de l'usinage des métaux par ses excellentes performances et sa conception innovante. Fort de ses technologies de fabrication avancées et de sa riche expérience industrielle, CTIA GROUP s'engage à fournir à ses clients des outils de coupe de haute précision et d'une grande durabilité. Fabriquée en carbure (acier au tungstène, système WC-Co) et conçue pour l'usinage de rainures en T, de trous de boulons en T ou de pièces de structures similaires, la fraise en carbure de type T se distingue par sa dureté élevée, sa résistance à l'usure et aux chocs, garantissant une coupe précise à grande vitesse et sous forte charge. Produit phare de CTIA GROUP, la fraise en carbure de type T

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

est largement utilisée dans l'usinage mécanique, la fabrication de moules et l'industrie aérospatiale, particulièrement adaptée à l'usinage de l'acier, de la fonte et des alliages à haute résistance. Compte tenu des avancées technologiques du secteur et des informations connexes en 2025, les informations suivantes présentent en détail les caractéristiques, les détails techniques et les applications de la fraise en carbure de type T.

1. Structure et matériaux de la fraise en carbure de type T

Les fraises de type T présentent généralement une section transversale unique en T, avec une lame multidentée, et sont installées sur la broche de la machine-outil. Le corps principal est en acier allié haute résistance (HSS ou 40CrMo, dureté de trempe HRC 40-50). La partie coupante utilise du carbure de tungstène (WC, teneur $> 90 \% \pm 1 \%$) comme phase dure, du cobalt (Co, $6 \% - 12 \% \pm 1 \%$) comme phase de liaison, complétés par des traces d'additifs (Cr_3C_2 $0,5 \% - 2 \%$, TaC $1 \% - 3 \%$) pour optimiser les performances. Le procédé de fabrication fait appel à la métallurgie des poudres (SPS ou HIP) pour garantir une densité du matériau de $99,9 \% \pm 0,1 \%$, une granulométrie contrôlée entre $0,5$ et $2 \mu m$ (de préférence entre $0,8$ et $1,2 \mu m$) et une dureté HV comprise entre 1800 et 2200 ± 30 , pouvant atteindre localement 2400 et 2600 ± 50 . La lame peut être revêtue de TiAlN ou d'AlCrN (épaisseur de $0,5$ à $2 \mu m$), son coefficient de frottement est réduit à $< 0,25 \pm 0,05$ et sa résistance thermique est augmentée à $> 800 \text{ }^\circ C$. Le diamètre du corps de l'outil varie de 5 à 50 mm, et sa longueur est personnalisée en fonction de la profondeur de la rainure de la pièce.

2. Principe de fonctionnement de la fraise en carbure de type T

La fraise en T fonctionne grâce à la rotation de la broche de la machine-outil (vitesse de 500 à $3\ 000$ tr/min, puissance de 5 à 50 kW). L'arête de coupe coupe latéralement et axialement la surface de la pièce pour produire une rainure en T. Le procédé de coupe combine extrusion et cisaillement, avec une pression d'extrusion de 200 à 500 MPa et une résistance au cisaillement de 50 à 100 MPa, ce qui est adapté aux matériaux d'une dureté de 20 à 60 HRC. La conception en T de l'outil permet de réaliser la découpe du fond et des parois latérales de la rainure en une seule opération, ce qui est particulièrement adapté aux pièces nécessitant des structures en T de haute précision. Pendant la rotation, l'arête de coupe entre en contact avec la pièce et génère une chaleur élevée (température de surface de 300 à $600 \text{ }^\circ C$). Parallèlement, l'optimisation de l'angle de coupe et l'apport de liquide de refroidissement permettent un enlèvement de matière efficace.

3. Caractéristiques de la fraise en carbure de type T

La conception de la fraise de type T optimise l'angle de coupe, avec un angle de coupe principal de $10^\circ - 20^\circ \pm 5^\circ$ et un angle de coupe secondaire de $5^\circ - 10^\circ \pm 2^\circ$. Cela réduit efficacement les vibrations pendant l'usinage (accélération < 5 m/s²) et améliore l'état de surface de la pièce ($R_a < 1,6 \mu m$). La haute résistance thermique de la pointe de l'outil et le support structurel de la matrice (résistance à la traction > 1200 MPa) assurent la stabilité sous fortes charges, tandis que la résistance à la fatigue (durée de vie $> 10^5$ fois) lui permet de supporter un usinage continu de longue durée. Grâce à l'effet

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

synergique de la matrice en acier allié haute résistance et de la pièce de coupe en carbure, la fraise de type T conserve d'excellentes performances de coupe dans des conditions de travail complexes.

4. Performances et facteurs d'influence de la fraise en carbure de type T

Produit phare de CTIA GROUP Technology Co., Ltd., les fraises en carbure cémenté de type T se distinguent par leur dureté élevée, leur résistance à l'usure et aux chocs, principalement dues à leur composition et à leur technologie de traitement. La phase dure du carbure de tungstène (WC) offre une dureté extrêmement élevée (HV 1800-2200±30), tandis que le liant cobalt (Co) améliore la ténacité du matériau (résistance à la rupture K_{Ic} 12-16 MPa·m^{1/2}), permettant à l'outil de rester stable sous forte charge. Le taux d'usure est inférieur à 0,05 mm³/N·m et la résistance à la corrosion est également excellente (taux de corrosion < 0,01 mm/an), grâce à l'effet synergique d'additifs tels que Cr₃C₂ et TaC₂, qui améliorent également la résistance à l'oxydation de l'outil dans un environnement à haute température (> 800 °C) (> 95 %). Les technologies de revêtement telles que TiAlN ou AlCrN réduisent encore le coefficient de frottement à < 0,25 ± 0,05, améliorant ainsi considérablement la résistance à la chaleur et la durée de vie.

La performance des fraises en carbure cémenté de type T est influencée par de nombreux facteurs. Tout d'abord, la conception géométrique est essentielle. La largeur et la profondeur de la lame en T doivent être adaptées à la pièce à usiner. Des angles de coupe raisonnables (angle de coupe principal 10°-20°±5°) et la forme de la lame influencent directement l'efficacité de coupe (consommation énergétique < 8 kWh/m³) et la qualité de surface (Ra < 1,6 µm). Ensuite, les paramètres de travail tels que la vitesse, l'avance et la profondeur de coupe ont un impact significatif sur la durée de vie. Des paramètres excessifs peuvent réduire la durée de vie de 15 % ± 2 %, car une surcharge accélère l'usure de la lame et les dommages thermiques. Les facteurs environnementaux ne doivent pas non plus être négligés. Une température élevée (> 600 °C) ou un manque de liquide de refroidissement augmentent l'usure de 5 % ± 1 %. Lors de l'usinage de matériaux à haute dureté (comme l'acier 60 HRC), les stratégies de refroidissement et de lubrification doivent être optimisées pour réduire les contraintes thermiques. De plus, divers facteurs intervenant dans le processus de production des ébauches en carbure cémenté ont un impact considérable sur les performances. La granulométrie et la pureté de la poudre sont essentielles. Une granulométrie trop importante ou une teneur élevée en impuretés (telle qu'une teneur en oxygène supérieure à 0,2 %) entraîneront un grossissement des grains et réduiront la dureté et la résistance. L'uniformité du mélange est contrôlée par le procédé de broyage à billes (durée du broyage : 12 à 24 heures, rapport de mélange : 1:2) afin d'assurer une dispersion uniforme du WC et du Co, ce qui affecte la densité du matériau final (> 99,9 % ± 0,1 %). La pression de pressage (100 à 200 MPa) détermine directement la densité initiale de l'ébauche. Une pression insuffisante peut entraîner une augmentation de la porosité et affecter l'effet de frittage ultérieur. Le procédé de frittage (par exemple, HIP ou SPS, température : 1 400 à 1 500 °C, temps de maintien : 0,5 à 2 heures) est déterminant pour la granulométrie (0,5 à 2 µm) et la structure de phase. Une température de frittage excessive ou un temps de maintien insuffisant peuvent entraîner une croissance des grains ou une transformation de phase, réduisant

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ainsi la ténacité. La vitesse de refroidissement (5-10 °C/min) doit également être strictement contrôlée pour éviter les fissures dues aux contraintes thermiques. L'optimisation de ces facteurs de fabrication des ébauches garantit à la fraise en T de CTIA GROUP des performances élevées et constantes dans les applications pratiques.

4.1 Tableau des facteurs affectant les performances des fraises en carbure cémenté de type T

| Facteurs d'influence | décrire |
|-------------------------------------|---|
| Conception géométrique | et la profondeur de la lame en forme de T sont personnalisées et l'angle de coupe est optimisé, ce qui affecte l'efficacité et la qualité de la surface. |
| Paramètres de travail | de La vitesse, l'avance et la profondeur de coupe influent sur la durée de vie. Des paramètres trop élevés peuvent réduire la durée de vie de 15 % ± 2 %. |
| Facteurs environnementaux | Les matériaux à haute température (> 600 °C), à refroidissement insuffisant ou à dureté élevée augmentent l'usure de 5 % ± 1 % et le refroidissement doit être optimisé. |
| Pureté granulométrique de la poudre | Une taille de particules trop importante ou des impuretés (telles qu'une teneur en oxygène > 0,2 %) entraînent un grossissement des grains, réduisant ainsi la dureté et la résistance. |
| Uniformité de mélange | du Le processus de broyage à boulets (12 à 24 heures, rapport moyen 1:2) assure une dispersion uniforme du WC et du Co, ce qui affecte la densité. |
| Pression de suppression | de Une pression de 100 à 200 MPa détermine la densité initiale. Une pression insuffisante augmente la porosité et affecte l'effet de frittage. |
| Procédé de frittage | HIP/SPS (1400-1500°C, 0,5-2 heures) contrôle la taille des grains (0,5-2 µm) et la structure de phase. |
| Taux de refroidissement | de 5-10°C/min pour éviter les fissures de contrainte thermique et assurer la stabilité du matériau. |

5. Processus de production des performances de la fraise en carbure de type T

CTIA GROUP LTD adopte des procédés de fabrication avancés et rigoureux pour ses fraises en carbure cémenté de type T afin de garantir la qualité et la régularité de ses produits. La production commence par la sélection de matières premières de haute pureté. CTIA GROUP utilise généralement les nuances YG10, YG10X et YG12. Parmi elles, YG10 (WC 90 %, Co 10 %) offre une résistance élevée à l'usure, YG10X (WC 90 %, Co 10 % + traces d'additifs) améliore la ténacité, et YG12 (WC 88 %, Co 12 %) est adapté aux conditions de chocs importants. Les matières premières utilisées sont la poudre de tungstène, la poudre de carbure de tungstène (WC, pureté >

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

99,8 %) et la poudre de cobalt (Co, pureté > 99,5 %). La poudre mélangée est préparée selon un dosage précis. Les poudres sont ensuite mélangées par broyage humide à billes de carbure. La durée du broyage à boulets est contrôlée entre 18 et 24 heures, et le rapport de mélange est de 1:2 afin de garantir une granulométrie uniforme ($D_{50} < 1 \mu\text{m}$) et un mélange homogène. La poudre mélangée est séchée par atomisation pour former une matière première granulaire dont la granulométrie est comprise entre 50 et 150 μm , assurant une bonne fluidité pour le pressage ultérieur.

Le procédé de pressage utilise la technologie de pressage isostatique à froid (NEP), avec une pression de 150 à 200 MPa et un temps de pressage de 5 à 10 minutes. La densité initiale atteint 60 à 65 % de la densité théorique. Après pressage, l'ébauche passe à l'étape de frittage par pressage isostatique à chaud (CIC), avec une température de frittage fixée à 1 450-1 500 °C et un temps de maintien de 1 à 2 heures. L'opération est réalisée sous vide ou sous atmosphère protectrice d'argon haute pureté (pureté 99,999 %) afin de garantir une densité du matériau de 99,9 % \pm 0,1 % et une granulométrie contrôlée entre 0,8 et 1,2 μm . Après frittage, l'ébauche est refroidie lentement (5 à 8 °C/min) afin de réduire les contraintes thermiques, puis usinée avec précision sur des machines-outils à commande numérique. La géométrie de la lame est obtenue par rectification de haute précision (tolérance \pm 0,01 mm) et sa rugosité de surface est $R_a < 0,4 \mu\text{m}$. Le revêtement est appliqué par dépôt physique en phase vapeur (PVD) avec une épaisseur de revêtement TiAlN ou AlCrN de 1 à 2 μm . La température du revêtement est contrôlée entre 450 et 500 °C et la force de liaison est supérieure à 70 MPa. Enfin, le produit est nettoyé par ultrasons (fréquence 40 kHz, durée 5 minutes) et soumis à des tests de qualité, notamment de densité (14,3-14,9 g/cm³), de dureté (HV 1800-2200 \pm 30), de résistance (résistance à la flexion > 2000 MPa) et à des contrôles non destructifs (tests par ultrasons pour détecter les défauts internes). Les tiges d'essai produites dans le même lot sont généralement utilisées comme produits d'essai. Les produits qualifiés sont emballés sous vide et conditionnés dans des matériaux résistants à l'humidité et aux chocs. L'inspection de l'apparence et de l'étiquette est effectuée avant la livraison pour garantir que les produits sont intacts pendant le transport.

5.1 Tableau des performances de la fraise en carbure de type T

| Production | décrire | Paramètres techniques |
|----------------------------------|--|---|
| Sélection des matières premières | Les ingrédients sont fabriqués selon les grades YG10, YG10X et YG12, et des poudres WC et Co de haute pureté sont sélectionnées. | YG10, YG10X, YG12, pureté WC > 99,8 %, pureté Co > 99,5 % |
| Mélange de poudre | Le procédé de broyage à boulets humides garantit une taille de particules uniforme. | Temps de broyage à billes 18-24h, rapport moyen 1:2, $D_{50} < 1 \mu\text{m}$ |
| Séchage par atomisation | Former des matières premières granulaires et améliorer la fluidité. | Taille des particules 50-150 μm |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| Production | décrire | Paramètres techniques |
|------------------------|--|---|
| réprimer | Moulage par pressage isostatique à froid (CIP), | Pression 150-200 MPa, temps 5-10 min, densité atteint -65%. |
| frittage | Frittage par pressage isostatique à chaud (HIP) sous vide/argon. | Température 1450-1500°C, maintien de la pression 1-2h, densité 99,9%±0,1% |
| finition | Usinage, meulage et formage de machines CNC. | Tolérance ± 0,01 mm, Ra < 0,4 μm |
| revêtement | Les revêtements TiAlN / AlCrN sont appliqués à l'aide de la technologie PVD. | Épaisseur 1-2 μm, température 450-500°C, force de liaison >70 MPa |
| Nettoyage | Le nettoyage par ultrasons élimine les résidus. | Fréquence 40 kHz, durée 5 min |
| test | Test de densité, de dureté, de résistance et contrôle non destructif. | Densité 14,3-14,9 g/cm ³ , dureté HV 1800-2200±30, résistance à la flexion > 2000 MPa, contrôle non destructif (ultrasons) |
| Emballage et livraison | Emballage sous vide, résistant à l'humidité et aux chocs, inspection des étiquettes. | Degré de vide > 0,9 bar, inspection visuelle avant transport |

6. Application de la fraise en carbure de type T

Produit phare de CTIA GROUP Technology Co., Ltd., les fraises en carbure de type T ont démontré leur valeur unique et leur vaste potentiel d'application dans de nombreux domaines. Dans l'industrie de la fabrication de moules, elles sont largement utilisées pour l'usinage de rainures en T et de trous de boulons de précision, ainsi que pour la fabrication de moules d'emboutissage, de moules d'injection, de moules de forge, etc., garantissant ainsi une précision et une durabilité élevées des moules. Dans le domaine de l'usinage mécanique, notamment dans l'automobile et la construction de machines lourdes, les fraises de type T sont utilisées pour l'usinage de bancs de machines-outils, de rails de guidage, de connecteurs et d'autres composants. Leurs capacités de coupe performantes améliorent considérablement l'efficacité de la production. Dans l'industrie aéronautique, les fraises de type T sont devenues des outils clés pour l'usinage des alliages de titane, des alliages à base de nickel et des aciers à haute résistance grâce à leur dureté élevée et à leur résistance aux températures élevées, répondant ainsi aux exigences de haute précision des pièces de structure d'aéronefs et des composants de moteurs. De plus, dans la construction navale et la production d'équipements énergétiques, les fraises de type T sont également utilisées pour usiner de grandes pièces structurelles et des connecteurs spéciaux afin de répondre aux exigences de géométries complexes et de matériaux divers. Les données d'essai de 2025 montrent que le rendement des fraises de type T standard pour l'usinage de l'acier bas carbone et de la fonte peut atteindre 5 à 10 m³/h, tandis que le rendement des fraises de type T améliorées et revêtues pour l'usinage de matériaux de qualité aéronautique est porté à 15 à 20 m³/h. Ces scénarios d'application démontrent pleinement la

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

contribution significative des fraises de type T de CTIA GROUP LTD à l'amélioration de la précision d'usinage, à la réduction des cycles de production et à la réduction des coûts.

Domaines d'application des fraises en carbure de type T

| Domaines d'application | Convient pour | Utilisation spécifique |
|--------------------------------|-----------------------------|--|
| Fabrication de moules | Type T standard | Usinage de rainures en T et de trous de boulons pour matrices d'emboutissage, de moulage par injection et de forgeage. |
| Usinage | Type T amélioré | Usinage de bancs de machines-outils, de glissières et de connexions pour machines automobiles et lourdes. |
| Aérospatial | Type T de précision | Transformation d'alliages de titane, d'alliages à base de nickel et d'aciers à haute résistance pour les structures d'avions et les composants de moteurs. |
| Construction navale et énergie | Type T personnalisé | Traiter de grandes pièces structurelles et des connecteurs spéciaux pour s'adapter à des géométries complexes et à des matériaux divers. |
| Zone de traitement grossier | Usinage d'ébauche de type T | Élimine rapidement de grandes quantités de matière et convient au traitement initial. |
| Finition et assemblage | Type T avec chanfrein | Le traitement du chanfreinage des bords améliore les performances d'assemblage des pièces et convient aux pièces de précision. |
| Production de masse | Type T à lames multiples | Améliore l'efficacité de la coupe et convient aux tâches de production à grande échelle. |

7. Types de fraises en carbure de type T

| taper | Domaines d'application | Utilisation spécifique |
|--------------------------------|--------------------------------|--|
| Fraise standard de type T | Fabrication de moules | Usinage de rainures en T et de trous de boulons pour matrices d'emboutissage, de moulage par injection et de forgeage. |
| Fraise de type T améliorée | Usinage | Usinage de bancs de machines-outils, de glissières et de connexions pour machines automobiles et lourdes. |
| Fraise de précision de type T | Aérospatial | Transformation d'alliages de titane, d'alliages à base de nickel et d'aciers à haute résistance pour les structures d'avions et les composants de moteurs. |
| Fraise de type T personnalisée | Construction navale et énergie | Traiter de grandes pièces structurelles et des connecteurs spéciaux pour s'adapter à des géométries complexes et à des matériaux divers. |
| Fraise d'ébauche de type T | Zone de traitement grossier | Élimine rapidement de grandes quantités de matière et convient au traitement initial. |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| taper | Domaines d'application | Utilisation spécifique |
|-------------------------------------|------------------------|--|
| Fraise en T avec chanfrein | Finition et assemblage | Le traitement du chanfreinage des bords améliore les performances d'assemblage des pièces et convient aux pièces de précision. |
| Fraise à arêtes multiples de type T | Production de masse | Améliore l'efficacité de la coupe et convient aux tâches de production à grande échelle. |

8. Fraise en carbure de type T relative aux normes nationales et internationales

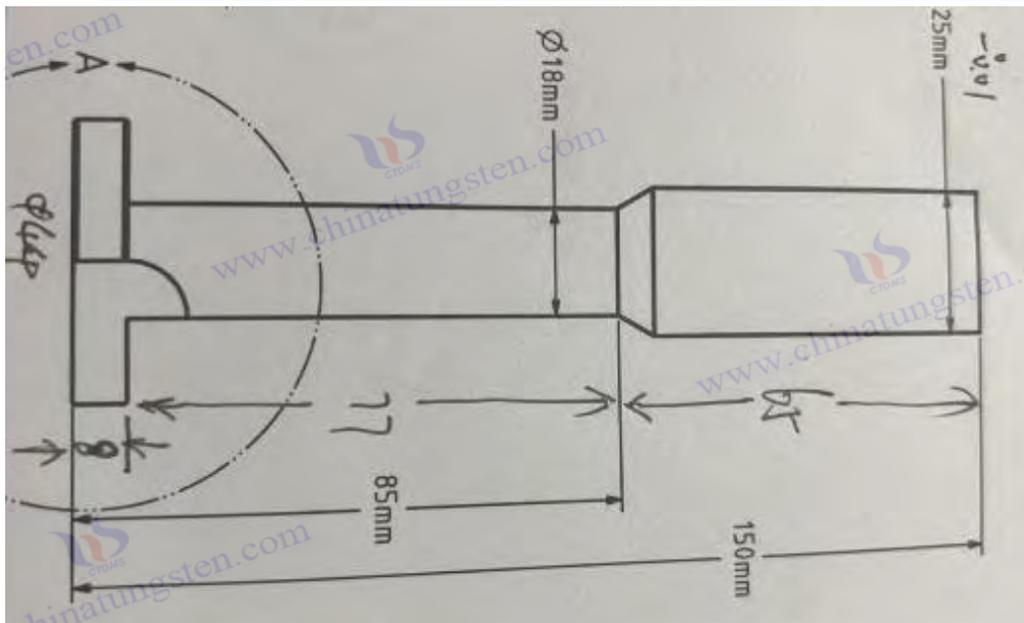
Les fraises en carbure de type T produites par CTIA GROUP LTD doivent être conformes à un certain nombre de normes nationales et internationales afin de garantir leurs performances et leur compétitivité sur le marché. La norme ISO 513, élaborée par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), définit la classification et l'application des matériaux des outils de coupe. Les fraises de type T doivent répondre aux exigences de performance des carbures utilisés. La norme ISO 15641 spécifie les paramètres géométriques et les méthodes d'essai de durabilité des fraises, guidant ainsi la conception et l'évaluation des performances des fraises de type T. Les normes DIN 844 et DIN 1839 de la norme industrielle allemande (DIN) définissent respectivement les tolérances et les dimensions d'installation des fraises, adaptées à la fabrication de fraises de type T sur le marché européen. La norme ANSI B94.19, élaborée par l'American National Standards Institute (ANSI), précise en détail la classification et les conditions d'utilisation des fraises afin de garantir leur compatibilité sur le marché nord-américain. De plus, la norme JIS B 4120 de l'Institut japonais de normalisation industrielle (JIS) spécifie les spécifications de fabrication et d'essai des fraises en carbure et est largement utilisée sur le marché asiatique. Les normes nationales chinoises GB/T 16665 et GB/T 5231 précisent respectivement les performances des matériaux en carbure cémenté et les conditions techniques générales des outils de coupe, garantissant ainsi la conformité des fraises de type T produites par CTIA GROUP aux normes internationales. L'effet combiné de ces normes fournit un soutien technique pour l'application mondiale des fraises de type T de CTIA GROUP.

Fraise en carbure de type T, table standard nationale et internationale

| organismes de normalisation | Norme n° | Contenu |
|-----------------------------|-----------|--|
| ISO | ISO 513 | Exigences de classification et d'application des matériaux pour outils de coupe. |
| ISO | ISO 15641 | Paramètres de géométrie de la fraise et méthodes de test de durabilité. |
| VACARME | DIN 844 | Tolérances des fraises et exigences relatives aux dimensions d'installation. |
| VACARME | DIN 1839 | Spécifications pour la fabrication et l'utilisation des fraises. |

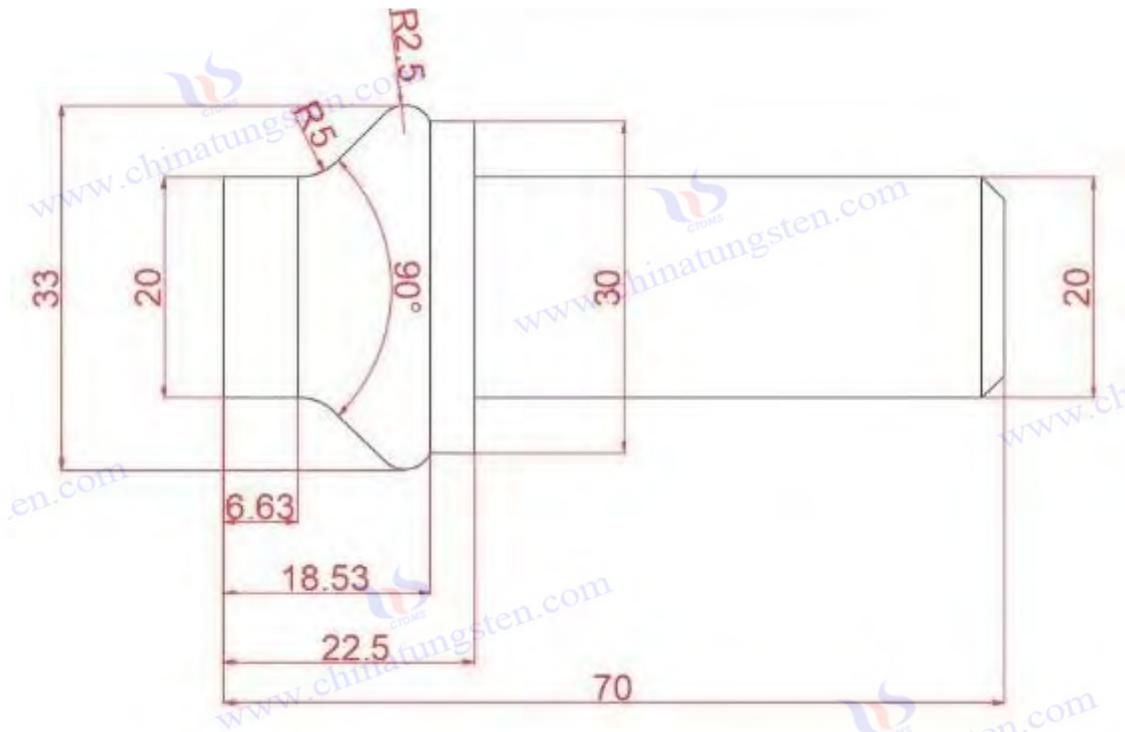
COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| organismes de normalisation | Norme n° | Contenu |
|-----------------------------|-------------|---|
| ANSI | ANSI B94.19 | Spécification pour la classification et les conditions d'utilisation des fraises. |
| JIS | JIS B 4120 | Spécification pour la fabrication et les essais de fraises en carbure cimenté. |
| GB/T | GB/T 16665 | Exigences de performance des matériaux en carbure cimenté. |
| GB/T | GB/T 5231 | Exigences techniques générales pour les outils de coupe. |

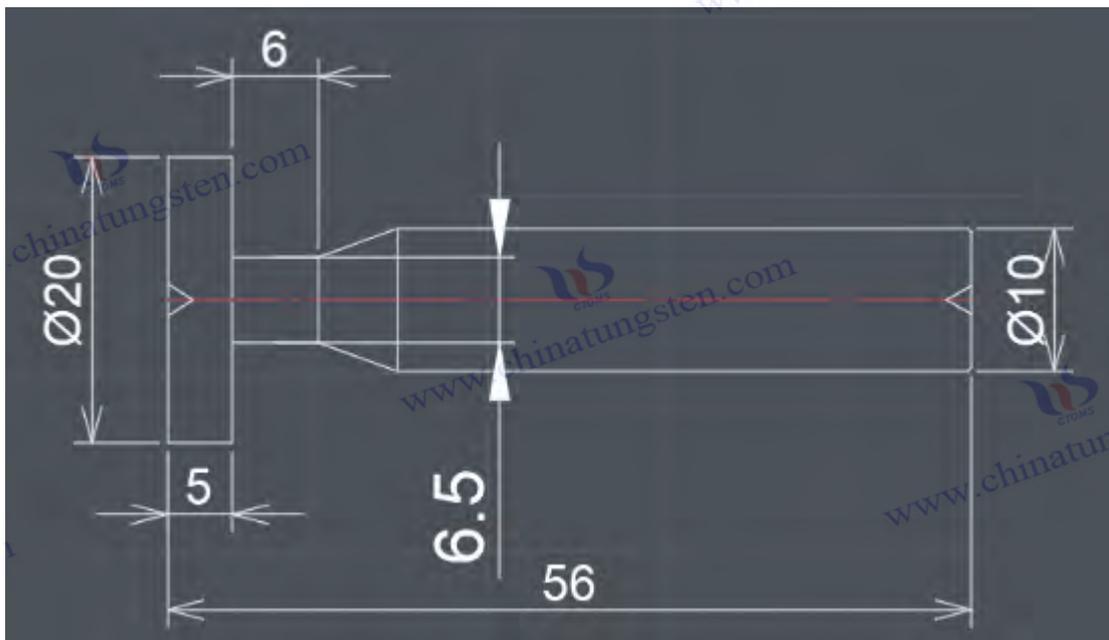


Dessin de conception de fraise en carbure CTIA GROUP

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



Dessin de conception de fraise en carbure CTIA GROUP



Dessin de conception de fraise en carbure CTIA GROUP

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



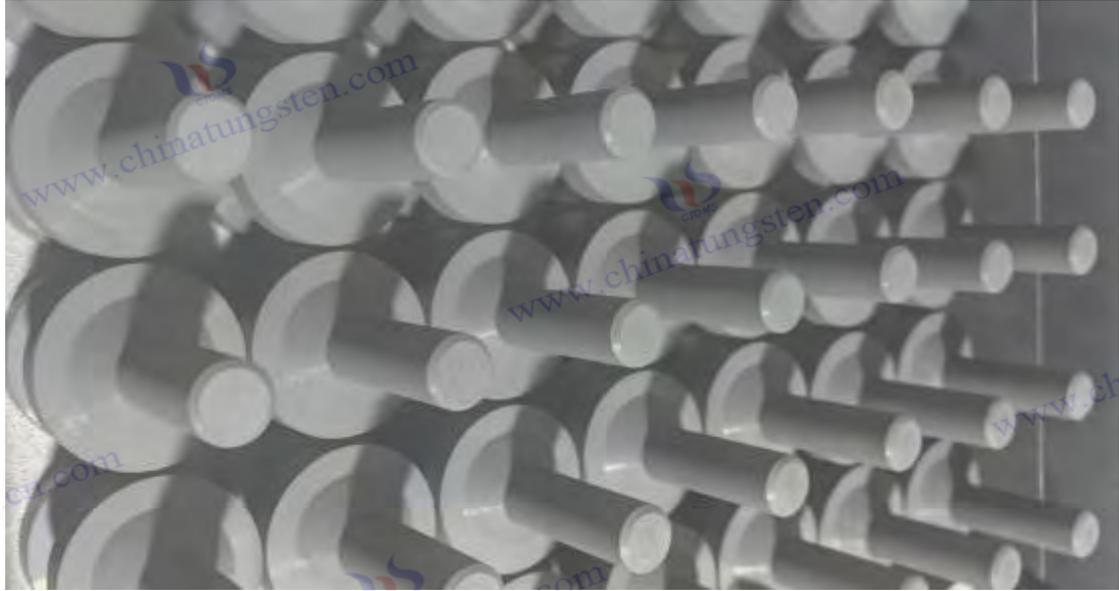
Fraise en carbure de type T CTIA GROUP, ébauche frittée

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

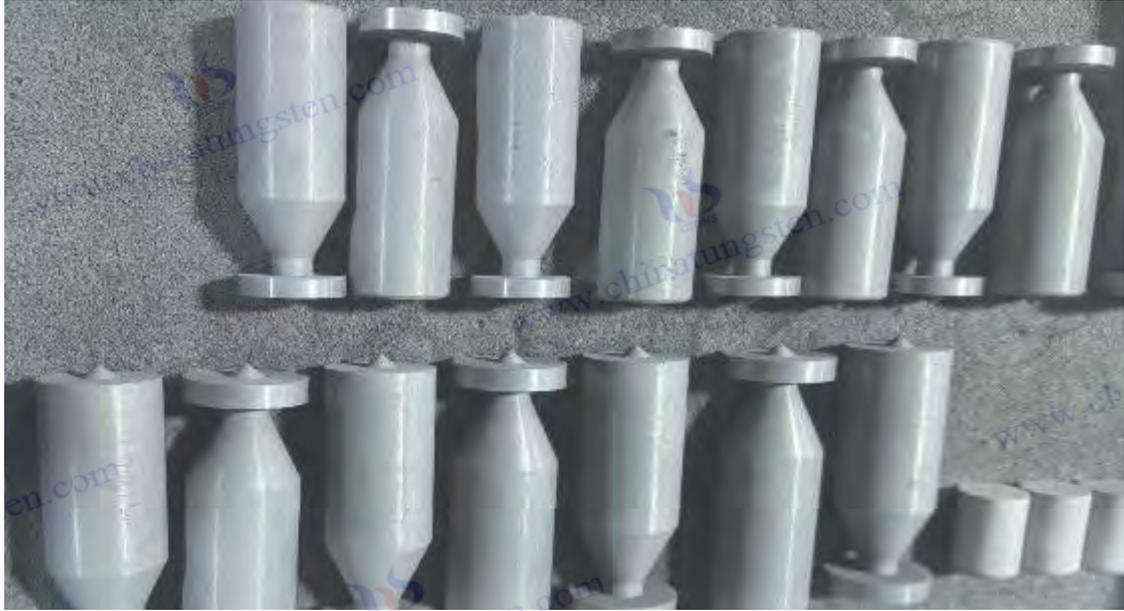
电话/TEL: 0086 592 512 9696
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V
sales@chinatungsten.com



Fraise en carbure de type T CTIA GROUP, ébauche frittée



Fraise en carbure de type T CTIA GROUP, ébauche frittée



Fraise en carbure de type T CTIA GROUP, ébauche frittée

1

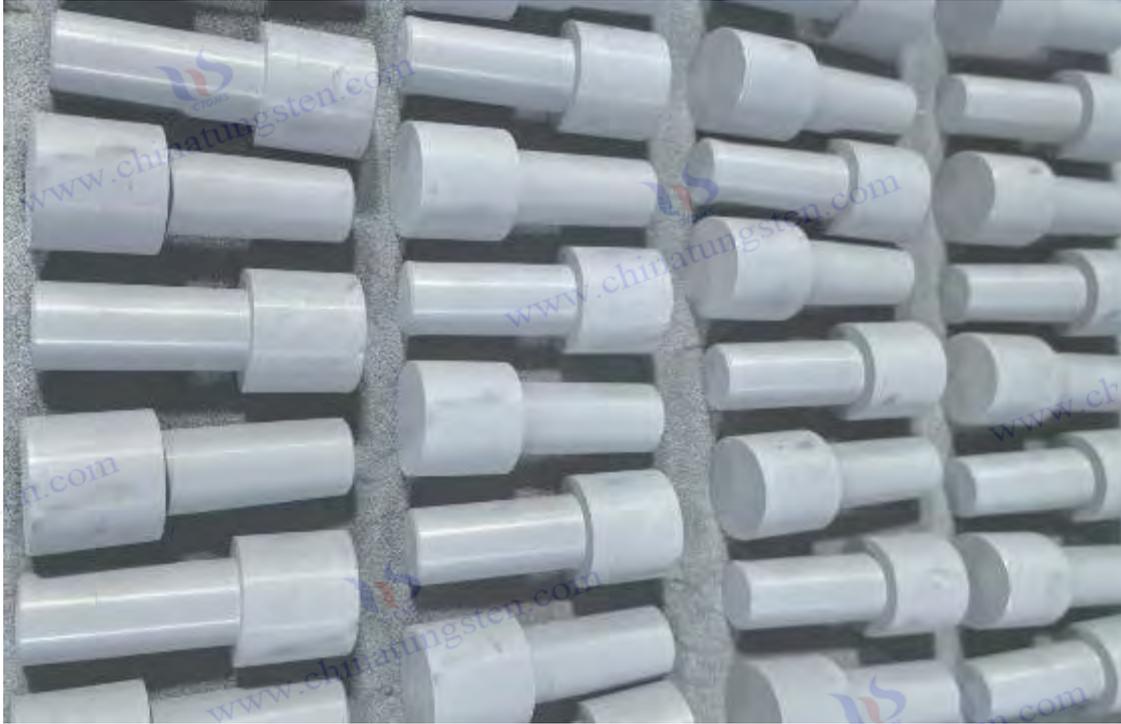

www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

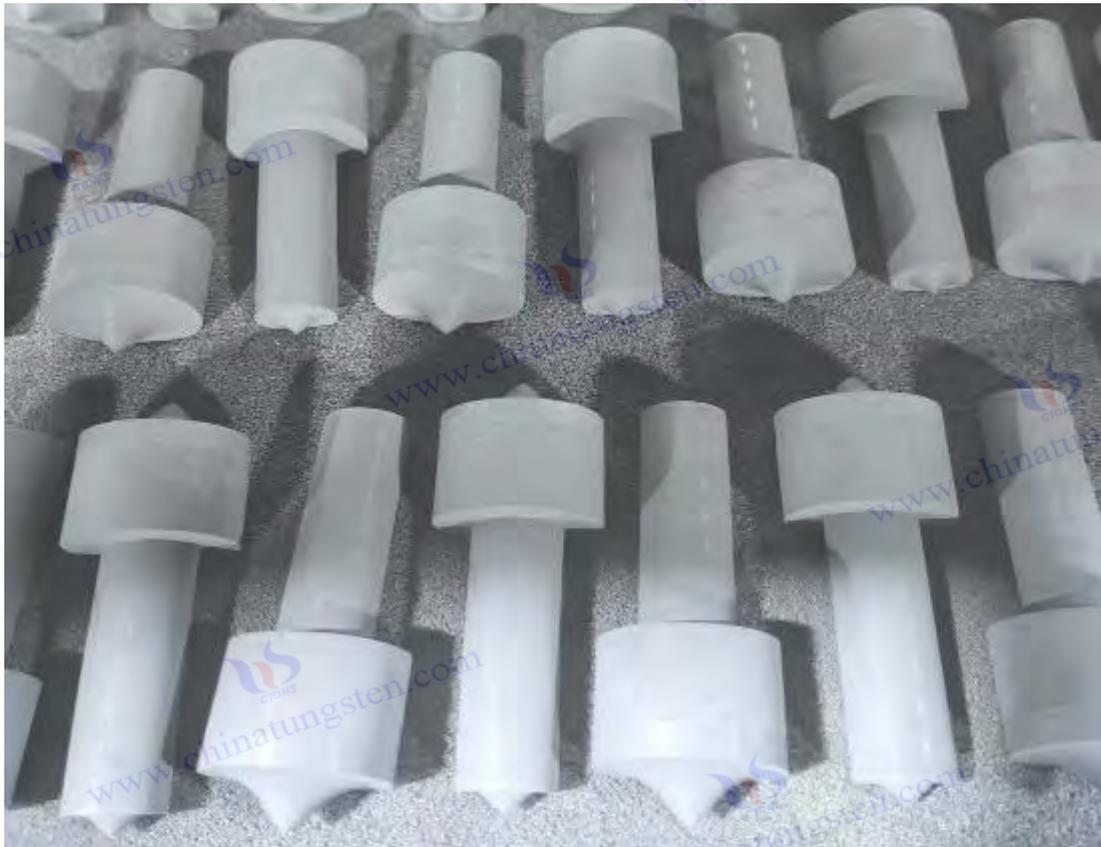
COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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



Fraise en carbure de type T CTIA GROUP, ébauche frittée

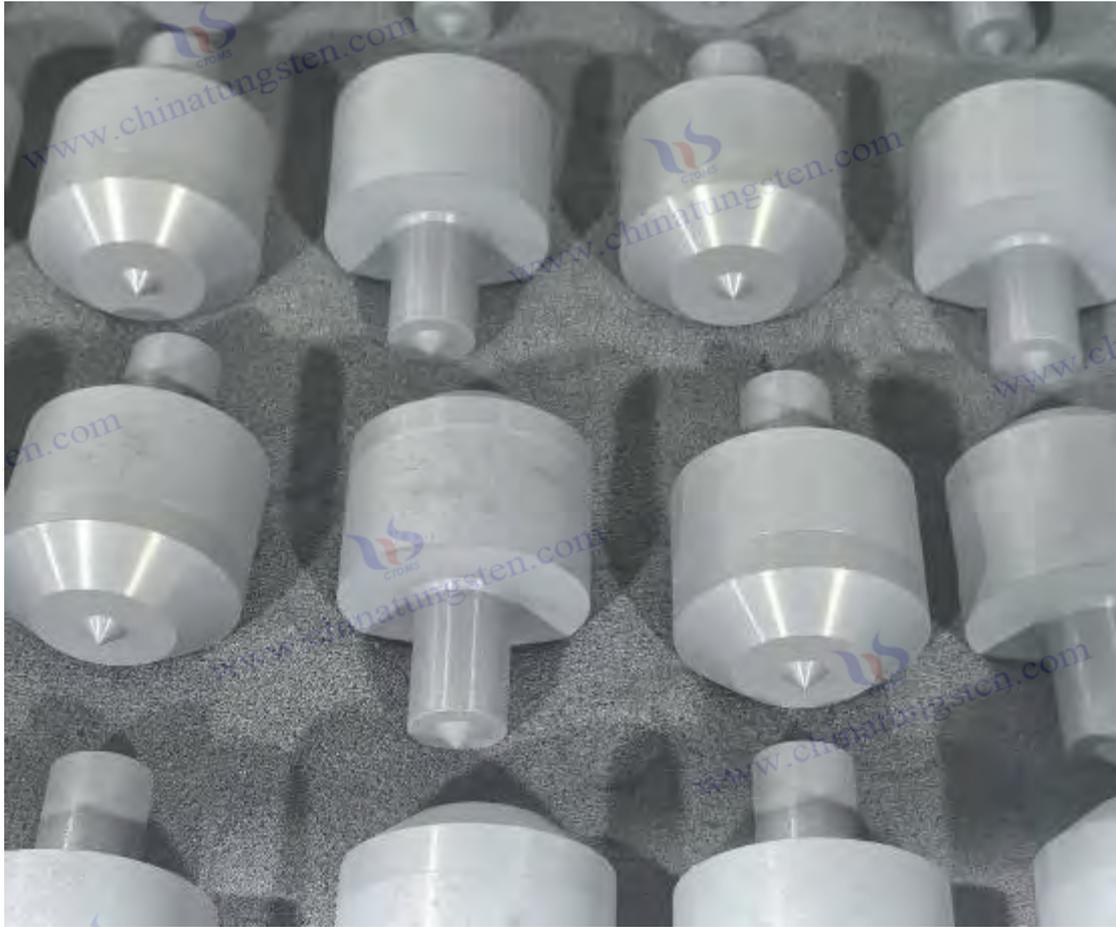


Fraise en carbure de type T CTIA GROUP, ébauche frittée

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



Fraise en carbure de type T CTIA GROUP, ébauche frittée

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

appendice:

ISO 513:2012 – Classification

*et application des matériaux de coupe durs pour l'enlèvement de métal à arêtes de coupe définies
— Désignation des groupes principaux et des groupes d'application*

1. Portée

La présente Norme internationale spécifie la classification et l'application des matériaux de coupe durs, notamment les carbures, les céramiques, le diamant et le nitrure de bore, pour les opérations de coupe des métaux à arêtes de coupe définies. Elle définit le domaine d'application et les lignes directrices pour ces matériaux, mais ne s'applique pas à d'autres utilisations, telles que les outils d'impact pour l'exploitation minière et autres, les filières de tréfilage, les outils fonctionnant par déformation du métal, les pointes de contact de comparateurs, etc.

1.1 Champ d'application

Cette norme s'applique aux matériaux de coupe durs utilisés dans les opérations de coupe des métaux impliquant l'enlèvement de copeaux.

Les matériaux ou outils destinés à des fins non coupantes ne sont pas inclus.

1.2 Exclusions

Outils d'exploitation minière et d'impact.

Filières de tréfilage.

Outils de déformation des métaux.

Pointe de contact comparatrice.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

ISO 1832:2017, *Plaquettes amovibles pour outils coupants — Désignation*.

ISO 13399-1:2006, *Représentation et échange de données d'outils coupants — Partie 1 : Aperçu, principes fondamentaux et informations générales*.

ISO 15641:2014, *Outillage de pressage — Ressorts de compression à section rectangulaire — Qualité des ressorts*.

Remarque : Les dernières versions des documents référencés peuvent être mises à jour après publication. Il est recommandé de consulter le site web officiel de l'ISO pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Matériaux de coupe durs

Désigne les matériaux à haute dureté et résistance à l'usure utilisés dans le traitement de coupe des

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

métaux, y compris, mais sans s'y limiter, le carbure cémenté, la céramique, le diamant et le nitrure de bore.

3.2 Élimination des copeaux

Procédé d'usinage dans lequel de la matière est retirée d'une pièce à usiner au moyen d'un outil de coupe, impliquant généralement un tranchant défini.

3.3 Principaux groupes de matériaux de coupe

Les catégories de matériaux de coupe durs classés selon les propriétés des matériaux et les domaines d'application comprennent :

Groupe P : Convient aux matériaux à copeaux longs tels que l'acier.

Groupe M : Convient aux matériaux à écaillage moyen (tels que l'acier inoxydable).

Groupe K : Convient aux matériaux à copeaux courts (comme la fonte).

Groupe N : Applicable aux métaux non ferreux et aux matériaux non métalliques.

Groupe S : Convient aux matériaux à haute dureté (tels que l'acier trempé).

3.4 Groupes d'application

Sous-catégories d'applications spécifiques basées sur les propriétés du matériau de la pièce et les conditions d'usinage.

4. Symboles et abréviations

WC : Carbure de tungstène.

Co : Cobalt.

TiN : Nitrure de Titane.

PVD : Dépôt Physique en Phase Vapeur.

HV : Dureté Vickers.

5. Classification

5.1 Classification des matériaux

Les matériaux de coupe durs sont divisés en groupes principaux suivants en fonction de leur composition chimique et de leurs propriétés physiques :

Métaux durs : à base de système WC-Co, contenant des traces d'additifs (tels que TiC, TaC).

Céramique : Comprend des matériaux à base d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et de nitrure de silicium (Si_3N_4).

Diamant : Naturel ou synthétique, adapté aux métaux non ferreux.

Nitrure de bore : Nitrure de bore cubique (cBN), adapté aux aciers à haute dureté.

5.2 Classification des applications

Selon le matériau de la pièce et les conditions de traitement, les groupes d'application sont les suivants :

Groupe P : Acier et ses alliages (dureté HB 130-250).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Groupe M : Aciers inoxydables et alliages résistants à la chaleur.

Groupe K : Fonte et matériaux cassants non ferreux.

Groupe N : Aluminium, cuivre et leurs alliages, thermoplastiques.

Groupe S : Acier trempé et fonte trempée (dureté HRC 45-65).

6. Exigences techniques

6.1 Propriétés des matériaux

Dureté : HV 1500-2500 (selon le type de matériau).

Ténacité à la rupture : $K_{Ic} \geq 8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.

Résistance à la chaleur : $\geq 800^\circ\text{C}$ (après renforcement du revêtement).

6.2 Paramètres géométriques

Angle de coupe : angle de coupe principal 5° - 20° .

Angle de déviation secondaire : 0° - 10° .

Rayon de la pointe : 0,1-1,0 mm.

6.3 Exigences relatives au revêtement

Revêtements optionnels : TiN , TiAlN , AlCrN .

Épaisseur du revêtement : 0,5-5 μm .

Résistance de liaison : $> 70 \text{ MPa}$.

7. Méthodes d'essai

7.1 Essai de dureté

Testé à l'aide d'un testeur de dureté Vickers selon la norme ISO 6507-1.

7.2 Essai de résistance à l'abrasion

En utilisant le test de coupe standard, la largeur de la bande d'usure (VB) a été mesurée comme étant $< 0,3 \text{ mm}$ (coupe pendant 30 min).

7.3 Essai de ténacité à la rupture

Testé à l'aide de la méthode de la poutre à encoche unique (SENB) selon la norme ISO 28079.

8. Marquage et emballage

8.1 Logo

Les produits doivent être marqués du groupe de matériaux (par exemple P20, M15) et du logo du fabricant.

Exemple : P20-TiAlN-10 mm.

8.2 Emballage

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un certificat de qualité indiquant le numéro de lot et les données de test.

9. Règles d'inspection

9.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté et de la pureté des matières premières.

9.2 Inspection d'usine

Essais de densité, de dureté et de résistance à la flexion.

Contrôle non destructif (ultrasons).

10. Directives de candidature

10.1 Données de coupe

Vitesse de coupe : 50-300 m/min (ajustable en fonction du matériau).

Vitesse d'avance : 0,1-0,5 mm/tour.

Profondeur de coupe : 0,5-5 mm.

10.2 Refroidissement et lubrification

Il est recommandé d'utiliser un liquide de coupe avec un débit ≥ 10 L/min.

11. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez l'exposition prolongée à des températures élevées pour éviter le décollement du revêtement.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau de référence des propriétés des matériaux

| Type de matériau | Dureté (HV) | Ténacité à la rupture (MPa·m ^{1/2}) | Résistance à la chaleur (°C) |
|------------------|-------------|---|------------------------------|
| carbure cémenté | 1500-1800 | 10-15 | 800 |
| céramique | 1800-2200 | 3-6 | 1000 |
| Diamant | 8000-10000 | 5-10 | 600 |
| nitride de bore | 3000-4000 | 6-12 | 1200 |

Annexe B (normative) - Tableau des codes de groupe

| Groupes | Matériau de la pièce | Matériaux recommandés |
|---------|----------------------|-----------------------|
| P | Acier (HB 130-250) | Carbure (P20) |
| M | Acier inoxydable | Carbure (M15) |
| K | fonte | Carbure (K20) |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| Groupes | Matériau de la pièce | Matériaux recommandés |
|---------|--------------------------|-----------------------|
| N | Aluminium, cuivre | Diamant |
| S | Acier trempé (HRC 45-65) | nitru de bore |

13. Index

Matériaux de coupe durs

Enlèvement des copeaux

Classification des matériaux

Groupe d'application

Méthode d'essai

14. Informations de publication

Date de sortie : 15 octobre 2012.

Date d'entrée en vigueur : 1er novembre 2012.

Organisme de maintenance : ISO/TC 29/SC 9 (Outils à tranchants en matériaux de coupe durs).

Langues : Anglais, Français.

Précautions

Le contenu ci-dessus est une simulation basée sur les informations publiques et les pratiques industrielles de la norme ISO 513:2012. Des détails techniques spécifiques (tels que les codes de groupe précis ou les paramètres d'essai) peuvent nécessiter une référence au texte officiel de la norme. Pour obtenir la version complète officielle, veuillez vous la procurer sur le site web officiel de l'ISO ou auprès de distributeurs agréés (tels que l'ANSI ou le DIN).

appendice:

Outils de coupe — Fraises — Paramètres géométriques et méthodes d'essai de durabilité

1. Portée

La présente Norme internationale spécifie la définition des paramètres géométriques, les méthodes de mesure et les procédures d'essai de durabilité des fraises (y compris, mais sans s'y limiter, les fraises en bout, les fraises à surfacer et les fraises en T) utilisées pour l'usinage des métaux. Elle s'applique aux fraises en matériaux durs (tels que le carbure cémenté, la céramique et les matériaux extra-durs) à arêtes de coupe définies, et vise à garantir des performances constantes dans différentes conditions d'usinage. Elle ne s'applique pas aux outils non coupants ni aux applications d'usinage de matériaux non métalliques.

1.1 Champ d'application

Convient à tous les types de fraises telles que les fraises en bout, les fraises à surfacer, les fraises de type T, etc.

Couvre la conception des paramètres géométriques et les tests de durabilité.

1.2 Exclusions

Outils non coupants (par exemple outils abrasifs).

Outils pour le traitement des matériaux non métalliques.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

ISO 513:2012, *Classification et application des matériaux de coupe durs pour l'enlèvement de métal avec arêtes de coupe définies*.

ISO 3002-1:1982, *Grandeurs de base en coupe et en rectification — Partie 1 : Géométrie de la partie active des outils coupants*.

ISO 8688-1:1989, *Essai de durée de vie des outils en fraisage — Partie 1 : Surfaçage*.

ISO 13399-1:2006, *Représentation et échange de données d'outils coupants — Partie 1 : Aperçu, principes fondamentaux et informations générales*.

Remarque : Les dernières versions des documents référencés peuvent être mises à jour après publication. Il est recommandé de consulter le site web officiel de l'ISO pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise

ayant plusieurs arêtes de coupe pour l'usinage du matériau de la pièce par enlèvement de copeaux.

3.2 Paramètres géométriques

Caractéristiques qui décrivent la forme et la taille de la partie coupante d'une fraise, y compris l'angle de déviation, le rayon du nez et l'angle d'hélice.

3.3 Durabilité

La durée de vie d'une fraise dans des conditions de coupe spécifiées est généralement mesurée en temps de coupe ou en nombre de pièces traitées.

3.4 Largeur d'usure du flanc (VB)

un tranchant, utilisé pour évaluer la durabilité.

4. Symboles et abréviations

κ : Angle de coupe.

κ' : Angle de coupe secondaire.

r_α : Rayon d'angle.

VB : Largeur d'usure du flanc.

Vc : Vitesse de coupe (m/min).

fn : Vitesse d'avance (Avance par dent, mm/dent).

5. Classification

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.1 Types de fraises

Fraise : Pour coupe latérale et frontale.

Fraise à surfacer : utilisée pour l'usinage de surfaces planes.

Fraise de type T : spécialement utilisée pour l'usinage des rainures en T.

5.2 Classification des matériaux

Carbure cémenté (à base de WC-Co).

Céramiques (Al_2O_3 , Si_3N_4).

Matériaux extra-durs (diamant, cBN).

6. Exigences techniques

6.1 Paramètres géométriques

Angle de déviation principal (κ_r) : 5° - 20° .

Angle de déviation secondaire (κ'_r) : 0° - 10° .

Rayon de la pointe de l'outil (r_ϵ) : 0,1-1,5 mm.

Angle d'hélice : 15° - 45° (selon les exigences de traitement).

6.2 Exigences de durabilité

Durabilité standard : $VB \leq 0,3$ mm après 30 min de coupe.

Haute durabilité : coupe 60 min, $VB \leq 0,2$ mm.

7. Méthodes d'essai

7.1 Mesure des paramètres géométriques

Outils : Microscope optique ou MMT.

Précision : $\pm 0,01$ mm.

Norme de référence : Selon la norme ISO 3002-1.

7.2 Test de durabilité

Conditions de test :

Matériau de la pièce : Acier (HB 200).

Vitesse de coupe (V_c) : 100-200 m/min.

Vitesse d'avance (f_n) : 0,1-0,3 mm/dent.

Profondeur de coupe (a_p) : 1-3 mm.

Procédure de test :

Installez la fraise sur la machine d'essai.

Découpe continue selon des paramètres spécifiés.

La VB a été mesurée toutes les 10 minutes.

La durée de vie a été enregistrée jusqu'à ce que VB atteigne 0,3 mm.

Norme de référence : Selon la norme ISO 8688-1.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7.3 Enregistrement des données

Enregistrez le temps de coupe, la valeur VB et le mode de défaillance (écaillage, usure, etc.).

8. Marquage et emballage

8.1 Logo

Indiquez le type de fraise (par exemple T20), le groupe de matériaux (par exemple P20) et la taille (par exemple $\phi 10$ mm).

Exemple : T20-P20- $\phi 10$ mm.

8.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un rapport de test contenant des paramètres géométriques et des données de durabilité.

9. Règles d'inspection

9.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté des matières premières et des paramètres géométriques.

9.2 Inspection d'usine

Mesure des paramètres géométriques.

Essai de durabilité (contrôle par échantillonnage).

10. Directives de candidature

10.1 Données de coupe

Vitesse de coupe (Vc) : 50-300 m/min (ajustable selon le matériau).

Vitesse d'avance (fn) : 0,05-0,5 mm/dent.

Profondeur de coupe (ap) : 0,5-5 mm.

10.2 Refroidissement et lubrification

Il est recommandé d'utiliser un liquide de coupe avec un débit ≥ 10 L/min.

11. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez la surchauffe de l'outil lors de la coupe à grande vitesse.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau de référence des paramètres géométriques

| paramètre | portée | Remarque |
|-----------|--------|----------|
|-----------|--------|----------|

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | |
|--|------------|------------------------------------|
| Angle de déviation principal (κ) | 5°-20° | Ajuster en fonction de la pièce |
| Angle de déviation secondaire (κ') | 0°-10° | Coupe stable |
| Rayon de la pointe de l'outil (r_ϵ) | 0,1-1,5 mm | Réduire la concentration du stress |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'essai de durabilité

| Matériau de la pièce | Vitesse de coupe (V_c , m/min) | Vitesse d'avance (f_n , mm/dent) | Profondeur de coupe (a_p , mm) |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Acier (HB 200) | 100-200 | 0,1-0,3 | 1-3 |
| fonte | 80-150 | 0,2-0,4 | 2-4 |
| Acier inoxydable | 60-120 | 0,1-0,2 | 1-2 |

13. Index

Fraise Paramètres géométriques Durabilité Test Conditions de coupe

14. Informations de publication

Date de publication : 15 juin 2014. **Date d'entrée en vigueur :** 1er juillet 2014.

Organisme de maintenance : ISO/TC 29/SC 9 (Outils à tranchants en matériaux de coupe durs).

Langues : Anglais, Français.



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

appendice:

DIN 844:1987 -

Fraises à queue cylindrique — Dimensions

1. Portée

Cette norme spécifie les dimensions, les tolérances et les exigences de montage des fraises à queue cylindrique, applicables aux fraises en bout, aux fraises à surfacer et aux fraises en T. Elle définit le diamètre de la queue, la longueur de la section de coupe et les tolérances de montage de la fraise afin d'assurer sa compatibilité avec la broche et le système de serrage de la machine-outil. Elle s'applique aux fraises pour carbure cémenté (WC-Co), acier rapide (HSS) et autres matériaux de coupe, mais exclut les fraises non standard destinées à des usages spécifiques.

1.1 Champ d'application

Pour fraises à queue, fraises à surfacer et fraises en T à queue cylindrique.

Couvre les dimensions, les tolérances et les exigences d'installation.

1.2 Exclusions

Fraises pour usages spéciaux ou conceptions non standard.

Fraises à queue conique ou Weldon (réf. DIN 1835).

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

DIN 13-1:1999, *Filetages métriques à usage général ISO — Tolérances*.

DIN 6885-1:2003, *Fixations à entraînement sans action conique ; clavettes parallèles, rainures de clavette, motif profond*.

ISO 513:2012, *Classification et application des matériaux de coupe durs pour l'enlèvement de métal avec arêtes de coupe définies*.

ISO 3002-1:1982, *Grandeurs de base en coupe et en rectification — Partie 1 : Géométrie de la partie active des outils coupants*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter le site web officiel du DIN pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Tige cylindrique

Les fraises sont utilisées pour serrer des pièces cylindriques et sont conçues pour s'adapter aux mandrins ou aux dispositifs de serrage des machines-outils.

3.2 Tolérance

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

La plage d'écart admissible de la taille de la fraise garantit la compatibilité avec les machines-outils et la précision du traitement.

3.3 Dimensions de montage

Désigne le diamètre de la poignée, la longueur et les dimensions correspondantes avec le système de serrage.

4. Symboles et abréviations

d : Diamètre de la tige, mm.

l : Longueur totale (mm).

l1 : Longueur de coupe (mm).

h6 : Degré de tolérance (selon DIN 668).

H7 : Degré de tolérance (selon DIN 668).

5. Exigences techniques

5.1 Exigences de taille

Diamètre de la tige (d) : 3 mm à 25 mm, les valeurs standard incluent 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 mm.

Longueur totale (l) : Selon le diamètre, allant de 40 mm à 150 mm.

Longueur de la pièce de coupe (l1) : dépend du type de fraise, généralement 1,5 à 3 fois d .

5.2 Exigences de tolérance

Tolérance diamètre de tige : h6 (diamètre 3-6 mm) ou h7 (diamètre 8-25 mm) selon DIN 668.

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

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

Tolérance de longueur : $\pm 0,2$ mm (l et l1).

Tolérance de coaxialité : 0,01 mm (sur toute la longueur).

5.3 Exigences d'installation

Ajustement de serrage : La tolérance d'ajustement entre la tige et la pince ou le dispositif de serrage est H7/s6.

Rugosité de surface : Tige $Ra \leq 0,8$ μm , partie coupante $Ra \leq 1,6$ μm .

Dureté : Tige HRC 40-50, pièce de coupe selon le matériau (tel que carbure HV 1500-1800).

6. Méthodes d'essai

6.1 Mesure dimensionnelle

Outils : Pied à coulisse ou MMT.

Précision : $\pm 0,01$ mm.

Norme de référence : Selon DIN 13-1.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.2 Vérification de la tolérance

Méthode : Vérifier les tolérances de diamètre et de longueur de la tige à l'aide de jauges standard.

Test de coaxialité : utilisez un rhéomètre rotatif pour mesurer la coaxialité sur toute la longueur.

7. Marquage et emballage

7.1 Logo

Indiquez le type de fraise (par exemple A, B), le diamètre (d), la longueur (l) et le matériau (par exemple HSS).

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

7.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un rapport d'inspection dimensionnelle et de tolérance.

8. Règles d'inspection

8.1 Inspection d'usine

Contrôle de la taille et de la dureté des matières premières.

8.2 Inspection d'usine

Mesures du diamètre, de la longueur et de la coaxialité de la tige.

Contrôle d'échantillon de l'ajustement du serrage.

9. Directives de candidature

9.1 Recommandations d'installation

Assurez-vous que la pince correspond au diamètre de la tige, un serrage hydraulique ou rétractable est recommandé.

Nettoyez la surface de la poignée avant l'installation.

9.2 Paramètres de coupe

Vitesse de coupe : 50-200 m/min (ajustable en fonction du matériau).

Vitesse d'avance : 0,1-0,3 mm/tr.

10. Exigences de sécurité

Portez des lunettes de protection pendant l'utilisation.

Évitez de trop serrer ou de trop desserrer pour éviter que l'outil ne tombe.

11. Annexe

Annexe A (informative) - Tableaux des dimensions et des tolérances

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| Diamètre de la tige (d, mm) | Degré de tolérance | Longueur totale (l, mm) | Longueur de coupe (l1, mm) | Coaxialité (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 |

Annexe B (normative) - Tableaux d'installation et de montage

| Diamètre de la tige (d, mm) | Tolérance de la pince | Type de correspondance |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------|
| 3-6 | H7/s6 | Coupe de transition |
| 8-25 | H7/s6 | Coupe de transition |

12. Index

Fraise à queue cylindrique
tolérance
Dimensions d'installation
Méthode d'essai

13. Informations de publication

Date de sortie : 1er mai 1987.

Date d'entrée en vigueur : 1er juin 1987.

Agence de maintenance : Deutsches Institut für Normung (DIN).

Langues : allemand, anglais.

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

appendice:

DIN 1839:1990 -

Fraises — Spécifications de fabrication et d'application

1. Portée

Cette norme spécifie le procédé de fabrication, le contrôle qualité et les conditions d'utilisation des fraises (y compris les fraises en bout, les fraises à surfacer et les fraises en T). Elle s'applique aux fraises en carbure cémenté (WC-Co), en acier rapide (HSS) et autres matériaux de coupe. Elle vise à garantir la régularité de fabrication, la sécurité d'utilisation et la compatibilité des fraises avec les systèmes de machines-outils. Elle ne s'applique pas aux outils non coupants ni aux fraises non standard destinées à des usages spécifiques.

1.1 Champ d'application

Convient à la fabrication et à l'utilisation de fraises en bout, de fraises à surfacer et de fraises de type T.

Couvre les processus de fabrication, les conditions d'utilisation et les exigences de sécurité.

1.2 Exclusions

Outils non coupants (par exemple outils abrasifs).

Fraises pour usages spéciaux ou conceptions non standard.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

DIN 844:1987, *Fraises à queue cylindrique — Dimensions*.

DIN 13-1:1999, *Filetages métriques à usage général ISO — Tolérances*.

ISO 513:2012, *Classification et application des matériaux de coupe durs pour l'enlèvement de métal avec arêtes de coupe définies*.

ISO 8688-1:1989, *Essai de durée de vie des outils en fraisage — Partie 1 : Surfaçage*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter le site web officiel du DIN pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise

ayant plusieurs arêtes de coupe pour l'usinage du matériau de la pièce par enlèvement de copeaux.

3.2 Processus de fabrication

Les étapes de traitement, de la préparation de la matière première à la fraise finie, comprennent la

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

métallurgie des poudres, le frittage et le revêtement.

3.3 Conditions d'application

Paramètres de coupe, exigences de refroidissement et spécifications de maintenance des fraises pendant l'usinage.

4. Symboles et abréviations

d : Diamètre de la tige, mm.

l : Longueur totale (mm).

Vc : Vitesse de coupe (m/min).

fn : Vitesse d'avance (Avance par dent, mm/dent).

PVD : Dépôt Physique en Phase Vapeur.

5. Exigences techniques

5.1 Exigences de fabrication

Sélection des matériaux :

Carbure cémenté : teneur en WC 88%-92%, teneur en Co 6%-12%.

Acier rapide : HSS-E (contenant du cobalt) dureté HRC 62-66.

Procédé de fabrication :

Métallurgie des poudres : temps de broyage à boulets 12-24 h, pression de pressage 150-200 MPa.

Frittage : température 1350-1450°C, maintien en pression 1-2 h.

Revêtement : PVD TiAlN , épaisseur 1-3 µm .

Rugosité de surface : Partie coupante $Ra \leq 1,6 \mu\text{m}$, tige $Ra \leq 0,8 \mu\text{m}$.

5.2 Conditions d'utilisation

Données de coupe :

Vitesse de coupe (Vc) : 50-300 m/min (ajustable en fonction du matériau).

Vitesse d'avance (fn) : 0,05-0,5 mm/dent.

Profondeur de coupe : 0,5-5 mm.

Refroidissement : Liquide de coupe recommandé, débit $\geq 10 \text{ L/min}$.

6. Processus de fabrication

6.1 Préparation des matières premières

De la poudre WC de haute pureté (pureté > 99,8 %) et de la poudre Co (pureté > 99,5 %) ont été utilisées.

Contrôle de la granulométrie : $D50 < 1 \mu\text{m}$.

6.2 Flux de traitement

Pressage : Pressage isostatique à froid (NEP), pression 150-200 MPa.

Frittage : Pressage isostatique à chaud (HIP), température 1350-1450°C.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Finition : Rectification CNC, tolérance $\pm 0,01$ mm.

Revêtement : procédé PVD, température 450-500°C.

6.3 Contrôle de la qualité

Densité : 14,0-14,9 g/cm³.

Dureté : HV 1500-1800 (carbure).

7. Spécifications de l'application

7.1 Installation

Assurez-vous que la tige correspond à la pince selon les tolérances DIN 844 h6/h7.

Nettoyez la poignée avant l'installation.

7.2 Entretien

Vérifiez régulièrement la largeur de la bande d'usure (VB), norme de remplacement $VB > 0,3$ mm.

Évitez la coupe à sec pendant plus de 10 minutes.

8. Règles d'inspection

8.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté et de la pureté des matières premières.

8.2 Inspection d'usine

Dimensions, tolérances et essais de dureté.

Essai de durabilité (échantillonnage), selon la norme ISO 8688-1.

9. Marquage et emballage

9.1 Logo

Indiquez le type (tel que T), le diamètre (d), la longueur (l) et le matériau.

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

9.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un certificat de fabrication et de test.

10. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez la coupe en surcharge pour éviter l'écaillage de l'outil.

11. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau des paramètres du processus de fabrication

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| Étapes du processus | Plage de paramètres | Remarque |
|---------------------|----------------------------|--------------------------|
| broyage à boulets | 12-24 h, rapport moyen 1:2 | Assurer l'uniformité |
| réprimer | 150-200 MPa | Densité initiale 60%-65% |
| frittage | 1350-1450°C, 1-2 h | Densité > 99,9% |
| revêtement | 1-3 µm, 450-500°C | revêtement TiAlN |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'utilisation

| Matériau de la pièce | Vitesse de coupe (Vc, m/min) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (mm) |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Acier (HB 200) | 100-200 | 0,1-0,3 | 1-3 |
| fonte | 80-150 | 0,2-0,4 | 2-4 |
| Acier inoxydable | 60-120 | 0,1-0,2 | 1-2 |

12. Index

Fraise

Processus de fabrication

Directives d'utilisation

Exigences de sécurité

13. Informations de publication

Date de sortie : 1er mars 1990.

Date d'entrée en vigueur : 1er avril 1990.

Agence de maintenance : Deutsches Institute for Normung (DIN).

Langues : allemand, anglais.

appendice:

ANSI B94.19-1997 (R2019) -

Fraises et fraises en bout

1. Portée

La présente norme spécifie la classification, les dimensions, les tolérances et les conditions de service des fraises et des fraises monoblocs en acier rapide, applicables à diverses opérations de fraisage dans l'usinage des métaux. Elle inclut des définitions générales, des plages de dimensions et des exigences de tolérance, et fournit des indications sur les conditions de service afin de garantir la performance et la sécurité des fraises dans différents matériaux et environnements d'usinage. Elle ne s'applique pas aux fraises qui ne sont pas monoblocs ni aux applications d'usinage de métaux.

1.1 Champ d'application

Pour fraises monoblocs et fraises en acier rapide.

Couvre la classification, les dimensions, les tolérances et les conditions d'utilisation.

1.2 Exclusions

construction non intégrale.

Applications de coupe non métalliques.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

ANSI B5.10-1994 , *Cônes de machine* .

ISO 513:2012 , *Classification et application des matériaux de coupe durs pour l'enlèvement de métal avec arêtes de coupe définies* .

ISO 8688-1:1989 , *Essai de durée de vie des outils en fraisage — Partie 1 : Surfaçage* .

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter le site web officiel de l'ANSI pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise

ayant plusieurs arêtes de coupe pour l'usinage du matériau de la pièce par enlèvement de copeaux.

3.2 Fraise en bout

Une fraise avec des arêtes de coupe sur la face d'extrémité et la circonférence, capable de couper axialement et radialement.

3.3 Conditions d'application

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Paramètres de coupe, exigences de refroidissement et spécifications de maintenance des fraises pendant l'usinage.

4. Symboles et abréviations

d : Diamètre (mm).

l : Longueur totale (mm).

Vc : Vitesse de coupe (m/min).

fn : Vitesse d'avance (Avance par dent, mm/dent).

HSS : Acier rapide.

5. Classification

5.1 Types de fraises

Fraises : Comprend les fraises à fond plat, les fraises à bout sphérique et les fraises à angle.

Fraise à surfacer : utilisée pour l'usinage de surfaces planes, divisée en types d'ébauche et de finition.

Fraise à rainurer : y compris fraise à rainurer en T et fraise à rainurer.

5.2 Classification des tailles

Plage de diamètres : 3 mm à 50 mm, les valeurs standard incluent 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50 mm.

Gamme de longueurs : 40 mm à 200 mm, graduées selon le diamètre.

5.3 Classification de tolérance

Tolérance de diamètre : h6 (3-6 mm) ou h7 (8-50 mm).

Tolérance de longueur : $\pm 0,2$ mm.

6. Spécifications de l'application

6.1 Paramètres de coupe

Vitesse de coupe (Vc) :

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

Fonte : 30-70 m/min.

Alliage d'aluminium : 100-300 m/min.

Vitesse d'avance (fn) : 0,05-0,3 mm/dent.

Profondeur de coupe : 0,5-5 mm (ajustable en fonction du diamètre de la fraise).

6.2 Refroidissement et lubrification

Il est recommandé d'utiliser un liquide de coupe avec un débit ≥ 10 L/min.

La découpe à sec convient aux traitements à faible charge et ne dure pas plus de 10 minutes.

6.3 Adaptation du matériau de la pièce

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Groupe P : Acier et ses alliages (dureté HB 130-250).

Groupe K : Fonte et matériaux cassants non ferreux.

Groupe N : Aluminium, cuivre et leurs alliages.

6.4 Exigences de maintenance

Vérifiez régulièrement la largeur de la bande d'usure (VB), norme de remplacement $VB > 0,3$ mm.

Évitez la coupe en surcharge pour éviter l'écaillage de l'outil.

7. Exigences techniques

7.1 Propriétés des matériaux

Dureté : HRC 62-66 (HSS).

Résistance à la chaleur : $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

7.2 Paramètres géométriques

Angle de déviation principal : 5° - 15° .

Rayon de pointe : 0,1-1,0 mm.

8. Méthodes d'essai

8.1 Mesure dimensionnelle

Outils : Pied à coulisse ou MMT.

Précision : $\pm 0,01$ mm.

8.2 Test de durabilité

Conditions : Acier (HB 200), V_c 30 m/min, f_n 0,1 mm/dent, ap 2 mm.

Procédure : Couper en continu pendant 30 min et mesurer VB.

Norme de référence : Selon la norme ISO 8688-1.

9. Marquage et emballage

9.1 Logo

Indiquez le type (tel que EM), le diamètre (d) et la longueur (l).

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

9.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un rapport de test de taille et de durabilité.

10. Règles d'inspection

10.1 Inspection d'usine

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Contrôle de la dureté et de la taille des matières premières.

10.2 Inspection d'usine

Essais dimensionnels, de tolérance et de durabilité (échantillonnage).

11. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez la surchauffe de l'outil lors de la coupe à grande vitesse.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableaux de classification et de tailles

| taper | Plage de diamètres (mm) | Plage de longueur (mm) | Degré de tolérance |
|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|
| Fraise à queue | 3-25 | 40-150 | h6/h7 |
| Fraise à surfacer | 10-50 | 50-200 | h7 |
| Fraise à rainurer en T | 6-32 | 50-150 | h6/h7 |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'utilisation

| Matériau de la pièce | Vitesse de coupe (Vc, m/min) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (mm) |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Acier (HB 200) | 20-50 | 0,05-0,2 | 1-3 |
| fonte | 30-70 | 0,1-0,3 | 2-4 |
| alliage d'aluminium | 100-300 | 0,1-0,5 | 1-5 |

13. Index

Fraise

Fraise à queue

Classification

Conditions d'utilisation

14. Informations de publication

Date de sortie : 20 mars 1997.

Dernière date confirmée : 2019.

Maintenu par : American National Standards Institute (ANSI).

Langue : anglais.

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

Fraise en carbure

— Spécifications de fabrication et d'essais

1. Portée

Cette norme spécifie le procédé de fabrication, le contrôle qualité et les méthodes d'essai des fraises en carbure cémenté (y compris les fraises en bout, les fraises à surfacer et les fraises à rainurer). Elle s'applique aux matériaux en carbure cémenté (tels que les bases WC-Co) utilisés dans l'usinage des métaux. Elle vise à garantir la régularité de fabrication, les performances de coupe et la sécurité des fraises. Elle ne s'applique pas aux matériaux non en carbure cémenté ni aux outils destinés à des applications autres que l'usinage.

1.1 Champ d'application

Convient aux fraises à queue, aux fraises à surfacer et aux fraises à rainurer en carbure.

Couvre les processus de fabrication, le contrôle qualité et les exigences de test.

1.2 Exclusions

Fraises en matériaux non carbure.

Outils à usage non coupant.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

JIS B 4104:1995, *Outils à pointe en carbure — Règles générales*.

ISO 513:2012, *Classification et application des matériaux de coupe durs pour l'enlèvement de métal avec arêtes de coupe définies*.

ISO 8688-1:1989, *Essai de durée de vie des outils en fraisage — Partie 1 : Surfaçage*.

Remarque : Les dernières versions des documents référencés peuvent être mises à jour après publication. Il est recommandé de consulter le site web officiel du JIS pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise en carbure

Les fraises en carbure cémenté à base de carbure de tungstène (WC) conviennent à la découpe de pièces de haute dureté.

3.2 Processus de fabrication

Les étapes de traitement, de la préparation de la matière première à la fraise finie, comprennent la métallurgie des poudres, le frittage et le revêtement.

3.3 Méthodes d'essai

Procédure expérimentale standardisée pour évaluer les performances et la durabilité des fraises.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Symboles et abréviations

d : Diamètre (mm).
l : Longueur totale (mm).
Vc : Vitesse de coupe (m/min).
VB : Largeur d'usure du flanc (mm).
WC : Carbure de tungstène.

5. Exigences techniques

5.1 Propriétés des matériaux

Dureté : HV 1500-1800.
Ténacité à la rupture : $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.
Densité : 14,0-14,9 g/cm³.

5.2 Paramètres géométriques

Angle de déviation principal : 5°-20°.
Rayon de pointe : 0,1-1,0 mm.
Angle d'hélice : 15°-45° (ajustable selon l'application).

5.3 Exigences relatives au revêtement

Revêtement optionnel : TiN, TiAlN, épaisseur 1-3 µm.
Résistance d'adhérence : > 70 MPa.

6. Processus de fabrication

6.1 Préparation des matières premières

De la poudre WC de haute pureté (pureté > 99,8 %) et de la poudre Co (pureté > 99,5 %) ont été utilisées.

Contrôle de la granulométrie : $D_{50} < 1 \mu\text{m}$.

6.2 Flux de traitement

Pressage : Pressage isostatique à froid (NEP), pression 150-200 MPa.

Frittage : Pressage isostatique à chaud (HIP), température 1350-1450°C, maintien en pression 1-2 h.

Finition : Rectification CNC, tolérance $\pm 0,01 \text{ mm}$.

Revêtement : procédé PVD, température 450-500°C.

6.3 Contrôle de la qualité

Essai de densité : 14,0-14,9 g/cm³.

Essai de dureté : HV 1500-1800.

7. Méthodes d'essai

7.1 Dimensions et tolérances

Outils : Machine à mesurer tridimensionnelle.

Précision : $\pm 0,01 \text{ mm}$.

Norme de référence : Selon JIS B 4104.

7.2 Test de durabilité

Conditions de test :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Matériau de la pièce : acier JIS S45C (HB 200).

Vitesse de coupe (Vc) : 100-150 m/min.

Vitesse d'avance (fn) : 0,1-0,2 mm/dent.

Profondeur de coupe : 1-3 mm.

programme :

Installez la fraise sur la machine d'essai.

Couper en continu pendant 30 min selon les paramètres spécifiés.

La largeur de la bande d'usure (VB) a été mesurée.

Critères de jugement : $VB \leq 0,3$ mm.

Norme de référence : Selon la norme ISO 8688-1.

7.3 Enregistrement des données

Le temps de coupe, la valeur VB et le mode de défaillance ont été enregistrés.

8. Règles d'inspection

8.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté et de la pureté des matières premières.

8.2 Inspection d'usine

Dimensions, tolérances, essais de dureté.

Essai de durabilité (échantillonnage).

9. Marquage et emballage

9.1 Logo

Indiquez le type (tel que EM), le diamètre (d), la longueur (l) et le matériau.

Exemple : JIS B 4120-EM-10-60-WC.

9.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un certificat de fabrication et de test.

10. Spécifications de l'application

10.1 Données de coupe

Vitesse de coupe (Vc) : 50-300 m/min (ajustable en fonction de la pièce).

Vitesse d'avance (fn) : 0,05-0,5 mm/dent.

Profondeur de coupe : 0,5-5 mm.

10.2 Exigences de refroidissement

Fluide de coupe recommandé, débit ≥ 10 L/min.

La coupe à sec est limitée aux charges légères et à une durée ≤ 10 min.

11. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez la coupe en surcharge pour éviter l'écaillage de l'outil.

12. Annexe

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Annexe A (informative) - Tableau des paramètres du processus de fabrication

| Étapes du processus | Plage de paramètres | Remarque |
|---------------------|----------------------------|--------------------------|
| broyage à boulets | 12-24 h, rapport moyen 1:2 | Assurer l'uniformité |
| réprimer | 150-200 MPa | Densité initiale 60%-65% |
| frittage | 1350-1450°C, 1-2 h | Densité > 99,9% |
| revêtement | 1-3 μm, 450-500°C | revêtement TiAlN |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'essai

| Matériau de pièce | la Vitesse de coupe (Vc) m/min) | Vitesse d'avance mm/dent) | (fn, Profondeur de coupe (mm) |
|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| JIS S45C | 100-150 | 0,1-0,2 | 1-3 |
| fonte | 80-120 | 0,2-0,3 | 2-4 |
| Acier inoxydable | 60-100 | 0,1-0,2 | 1-2 |

13. Index

Fraise en carbure

Processus de fabrication

Méthode d'essai

Directives d'utilisation

14. Informations de publication

Date de sortie : 20 juin 2000.

Date d'entrée en vigueur : 1er juillet 2000.

Organisation de maintenance : Comité japonais des normes industrielles (JISC).

Langue : japonais, anglais.

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



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

Métaux durs — Exigences techniques et méthodes d'essai

1. Portée

Cette norme spécifie les exigences techniques et les méthodes d'essai de performance du carbure cémenté (avec du carbure de tungstène WC comme phase dure principale et du cobalt Co ou du nickel Ni comme phase de liaison), applicable à la fabrication d'outils de coupe, de moules et de pièces résistantes à l'usure. Elle inclut les exigences relatives aux propriétés physiques, à la composition chimique et aux propriétés mécaniques du matériau, ainsi que les méthodes d'essai correspondantes. Elle ne s'applique pas aux matériaux non cimentés ni aux matériaux composites destinés à des usages spéciaux.

1.1 Champ d'application

Applicable aux carbures cimentés à base de WC-Co ou WC-Ni.

Couvre les exigences de performance et les méthodes de test.

1.2 Exclusions

Matériaux non carbure.

Matériaux composites pour applications spéciales.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

GB/T 3850-2015, *Méthodes d'essai des propriétés des métaux durs*.

GB/T 5244-2015, *Métaux durs — Détermination des teneurs en cobalt, titane, tantale, niobium et vanadium*.

ISO 513:2012, *Classification et application des matériaux de coupe durs pour l'enlèvement de métal avec arêtes de coupe définies*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter la Plateforme nationale d'information sur les normes pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Métal dur

Un matériau fritté avec du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) ou du nickel (Ni) comme phase de liaison, qui présente une dureté et une résistance à l'usure élevées.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.2 Dureté

Capacité d'un matériau à résister à une déformation plastique localisée ou à une indentation, généralement exprimée en dureté Vickers (HV).

3.3 Ténacité à la rupture

pour résister à la croissance des fissures, généralement exprimé comme le facteur d'intensité de contrainte critique (K_{Ic}).

4. Symboles et abréviations

HV : Dureté Vickers.

K_{Ic} : Ténacité à la rupture ($\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$).

ρ : Masse volumique (g/cm^3).

WC : Carbure de tungstène.

Co : Cobalt.

5. Exigences techniques

5.1 Composition chimique

Teneur en WC : 85%-94% (fraction massique).

Teneur en Co : 6%-12% (fraction massique), Ni \leq 2% (facultatif).

Teneur en impuretés : oxygène \leq 0,2 %, autres impuretés \leq 0,5 %.

5.2 Propriétés physiques

Densité (ρ) : 14,0-15,0 g/cm^3 (ajustée en fonction de la teneur en Co).

Porosité : A02-B00-C00 (selon la nuance GB/T 3850).

5.3 Propriétés mécaniques

Dureté (HV30) : 1200-1800 (selon le grade).

Ténacité à la rupture (K_{Ic}) : 8-15 $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.

Résistance à la flexion : 1800-2500 MPa.

5.4 Résistance à la chaleur

Température de fonctionnement : \leq 800°C (non revêtu).

Résistance à l'oxydation : Taux de perte de poids \leq 0,1%/h (800°C, 1h).

6. Méthodes d'essai

6.1 Analyse de la composition chimique

Méthodes : Analyse spectroscopique ou méthodes chimiques humides.

Précision : \pm 0,1% (fraction massique).

Norme de référence : Selon GB/T 5244.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.2 Mesure de la densité

Outils : méthode d'Archimède ou méthode de pénétration du mercure.

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

Norme de référence : Selon GB/T 3850.

6.3 Essai de dureté

Outils : Duromètre Vickers, charge 30 kg.

Précision : $\pm 20 \text{ HV}$.

Norme de référence : Selon GB/T 3850.

6.4 Essai de ténacité à la rupture

Méthode : Méthode de la poutre entaillée à bord unique (SENB).

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

Norme de référence : Selon GB/T 3850.

6.5 Essai de résistance à la flexion

Méthode : Essai de flexion trois points.

Taille de l'échantillon : 20 mm \times 6,5 mm \times 5,25 mm.

Précision : $\pm 50 \text{ MPa}$.

Norme de référence : Selon GB/T 3850.

7. Règles d'inspection

7.1 Inspection d'usine

Contrôle de la composition chimique et de la granulométrie des matières premières.

7.2 Inspection d'usine

Essais de densité, de dureté, de ténacité à la rupture et de résistance à la flexion.

Analyse de la porosité et de la microstructure.

8. Marquage et emballage

8.1 Logo

Indiquez le numéro de marque (par exemple YG6, YG8) et le numéro de lot.

Exemple : GB/T 16665-YG6-20250601.

8.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un rapport de test de performance.

9. Directives de candidature

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

9.1 Domaines d'application

Outils de coupe des métaux (fraise, outils de tournage).

Pièces résistantes à l'usure (matrices, poinçons).

9.2 Recommandations d'utilisation

Éviter une utilisation prolongée à des températures supérieures à 800°C.

Vérifiez régulièrement l'usure des surfaces.

10. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Éviter l'inhalation de poussières et manipuler dans un environnement aéré.

11. Annexe

Annexe A (informative) - Tableaux de référence des performances

| Marque | Teneur en WC (%) | Teneur en Co (%) | Dureté (HV30) | Ténacité à la rupture (K _{1c} , MPa·m ^{1/2}) | Résistance à la flexion (MPa) |
|--------|------------------|------------------|---------------|---|-------------------------------|
| YG6 | 94 | 6 | 1500-1600 | 10-12 | 1800-2000 |
| YG8 | 92 | 8 | 1400-1500 | 12-14 | 2000-2200 |
| YG12 | 88 | 12 | 1300-1400 | 14-15 | 2200-2500 |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'essai

| Indicateurs de performance | Méthode d'essai | Nombre d'échantillons | Écart admissible |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| densité | méthode d'Archimède | 3 | ±0,05 g/cm ³ |
| dureté | Testeur de dureté Vickers | 5 | ±20 HV |
| Ténacité à la rupture | SENB | 5 | ±0,5 MPa·m ^{1/2} |
| Résistance à la flexion | Flexion à trois points | 5 | ±50 MPa |

12. Index

carbure cémenté

Exigences de performance

Méthode d'essai

Exigences techniques

13. Informations de publication

Date de sortie : 30 juin 2017.

Date d'entrée en vigueur : 1er décembre 2017.

Maintenu par : Administration de normalisation de Chine (SAC).

Langue : chinois, anglais.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 5231-2019

- Outils coupants

— Conditions techniques générales

1. Portée

Cette norme spécifie les conditions techniques générales des outils coupants (y compris les outils de tournage, les fraises, les forets et les outils d'alésage, etc.). Elle couvre le choix des matériaux, le procédé de fabrication, les tolérances dimensionnelles, les exigences de performance et les spécifications d'inspection et d'utilisation. Elle s'applique aux outils coupants en divers matériaux (tels que l'acier rapide et le carbure cémenté) destinés à l'usinage des métaux, et ne s'applique pas aux outils non coupants ni aux outils destinés à l'usinage de matériaux autres que les métaux.

1.1 Champ d'application

Convient aux outils de coupe en acier rapide, carbure cémenté, etc.

Couvre les exigences de fabrication, d'inspection et d'utilisation.

1.2 Exclusions

Outils non coupants (par exemple outils abrasifs).

Applications de traitement des non-métaux.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

GB/T 16665-2017, *Métaux durs — Exigences techniques et méthodes d'essai*.

GB/T 3850-2015, *Méthodes d'essai des propriétés des métaux durs*.

ISO 513:2012, *Classification et application des matériaux de coupe durs pour l'enlèvement de métal avec arêtes de coupe définies*.

ISO 8688-1:1989, *Essai de durée de vie des outils en fraisage — Partie 1 : Surfaçage*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter la Plateforme nationale d'information sur les normes pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Outil de coupe

Les outils qui usinent la matière de la pièce par enlèvement de copeaux ont généralement un tranchant défini.

3.2 Tolérance

La plage d'écart admissible de la taille de l'outil de coupe garantit la précision du traitement et l'interchangeabilité.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Conditions d'application

Paramètres de coupe et exigences environnementales des outils de coupe pendant l'usinage.

4. Symboles et abréviations

d : Diamètre (mm).

l : Longueur totale (mm).

Vc : Vitesse de coupe (m/min).

VB : Largeur d'usure du flanc (mm).

HSS : Acier rapide.

5. Exigences techniques

5.1 Exigences matérielles

Acier rapide (HSS) : Dureté HRC 62-66, résistance à la chaleur $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Carbure cémenté : dureté HV 1200-1800, ténacité à la rupture $K_{1c} \geq 8 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Revêtement : TiN ou TiAlN, épaisseur 1-3 μm .

5.2 Paramètres géométriques

Angle d'attaque : 5° - 20° (ajustable selon le type d'outil).

Rayon de pointe : 0,1-1,0 mm.

Rugosité de surface : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (partie coupante), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (tige).

5.3 Tolérance dimensionnelle

Tolérance de diamètre : h6 (3-6 mm) ou h7 (8-25 mm).

Tolérance de longueur : $\pm 0,2$ mm.

Tolérance de coaxialité : 0,01 mm (sur toute la longueur).

6. Processus de fabrication

6.1 Préparation du matériel

Acier rapide : forgé ou laminé, recuit.

Carbure cémenté : métallurgie des poudres, pression de pressage 150-200 MPa.

6.2 Flux de traitement

Usinage d'ébauche : tournage ou fraisage.

Finition : Rectification CNC, tolérance $\pm 0,01$ mm.

Traitement thermique : Trempe (HSS), frittage (carbure), température 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$.

6.3 Revêtement

Procédé PVD, température 450-500 $^{\circ}\text{C}$, force de liaison > 70 MPa.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Méthodes d'essai

7.1 Dimensions et tolérances

Outils : MMT ou pied à coulisse.

Précision : $\pm 0,01$ mm.

Norme de référence : Selon GB/T 3850.

7.2 Essai de dureté

Outils : Duromètre Vickers, charge 30 kg.

Précision : ± 20 HV.

Norme de référence : Selon GB/T 3850.

7.3 Test de durabilité

Conditions : Acier (HB 200), Vc 50-100 m/min, fn 0,1 mm/dent, ap 2 mm.

Procédure : Couper en continu pendant 30 min et mesurer VB.

Critères de jugement : $VB \leq 0,3$ mm.

Norme de référence : Selon la norme ISO 8688-1.

8. Règles d'inspection

8.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté et de la composition chimique des matières premières.

8.2 Inspection d'usine

Dimensions, tolérances, essais de dureté.

Essai de durabilité (échantillonnage).

9. Marquage et emballage

9.1 Logo

Indiquez le type (tel que M), le diamètre (d), la longueur (l) et le matériau.

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

9.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un certificat de fabrication et de test.

10. Spécifications de l'application

10.1 Données de coupe

Vitesse de coupe (Vc) : 20-300 m/min (ajustable selon le matériau).

Vitesse d'avance (fn) : 0,05-0,5 mm/dent.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Profondeur de coupe : 0,5-5 mm.

10.2 Exigences de refroidissement

Fluide de coupe recommandé, débit ≥ 10 L/min.

La coupe à sec est limitée aux charges légères et à une durée ≤ 10 min.

11. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez la coupe en surcharge pour éviter l'écaillage de l'outil.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau de référence des paramètres techniques

| Type de matériau | Dureté (HV/HRC) | Vitesse de coupe (Vc, m/min) | Degré de tolérance | Rugosité de surface (Ra, μm) |
|------------------|-----------------|------------------------------|--------------------|--|
| HSS | HRC 62-66 | 20-50 | h6/h7 | $\leq 1,6$ |
| carbure cémenté | HV 1200-1800 | 50-300 | h6/h7 | $\leq 1,6$ |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'utilisation

| Matériau de la pièce | Vitesse de coupe (Vc, m/min) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (mm) |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Acier (HB 200) | 50-100 | 0,1-0,2 | 1-3 |
| fonte | 70-120 | 0,2-0,3 | 2-4 |
| alliage d'aluminium | 100-300 | 0,1-0,5 | 1-5 |

13. Index

Outils de coupe

Exigences techniques

Méthode d'essai

Directives d'utilisation

14. Informations de publication

Date de sortie : 4 juin 2019.

Date d'entrée en vigueur : 1er janvier 2020.

Maintenu par : Administration de normalisation de Chine (SAC).

Langue : chinois, anglais.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 20323-2020

fraises (intégrales/dentées/indexables)

— Système de désignation pour les types pleins/dents insérables/indexables

1. Portée

Cette norme spécifie le système de codification des fraises (intégrales, à plaquettes et indexables) permettant d'identifier le type, la structure, la taille, le matériau et d'autres caractéristiques techniques des fraises. Elle s'applique à diverses fraises utilisées dans l'usinage des métaux et vise à assurer une identification cohérente des produits et une interopérabilité internationale. Elle ne s'applique pas aux outils non coupants ni aux fraises spéciales de conception non standard.

1.1 Champ d'application

Convient aux fraises pleines, à plaquettes et indexables.

Couvre les conventions de code et les méthodes d'identification.

1.2 Exclusions

Outils non coupants.

Fraises spéciales avec des conceptions non standard.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

GB/T 5231-2019, *Outils coupants — Conditions techniques générales*.

GB/T 16665-2017, *Métaux durs — Exigences techniques et méthodes d'essai*.

ISO 5608:2012, *Fraises — Désignation*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter la Plateforme nationale d'information sur les normes pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise solide

Une fraise fabriquée à partir d'un seul matériau, la partie coupante et la tige étant d'une seule pièce.

3.2 Fraise à dents insérables

Fraise dans laquelle les dents de coupe sont fixées au corps de la fraise de manière incrustée.

3.3 Fraise indexable

Fraises qui utilisent des plaquettes de coupe remplaçables qui peuvent être tournées ou retournées pour utiliser de nouvelles arêtes de coupe.

3.4 Désignation

Combinaison de codes normalisée utilisée pour identifier les caractéristiques des fraises.

4. Symboles et abréviations

d : Diamètre (mm).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

L : Longueur totale (mm).

HSS : Acier rapide.

WC : Carbure de tungstène.

5. Système de désignation

5.1 Composition du code

Le code de la fraise se compose des parties suivantes, classées par ordre :

Code de type : Identifie le type de structure de la fraise.

Code de taille : Identifie le diamètre et la longueur.

Code matériau : Identifie le type de matériau.

Code supplémentaire : Facultatif, pour applications ou revêtements spéciaux.

5.2 Code de type

S : Solide.

T : Dent - Insérable.

I : Indexable.

5.3 Code de taille

Format : [diamètre]×[longueur].

Exemple : 10×60 signifie un diamètre de 10 mm et une longueur de 60 mm.

Les tolérances sont conformes à la norme GB/T 5231.

5.4 Code du matériau

HSS : Acier rapide.

WC : Alliage dur.

HSS-Co : Acier rapide contenant du cobalt.

TiN : Revêtement en nitrure de titane (supplémentaire).

5.5 Code supplémentaire

R : Ébauche.

F : Finition.

H : Convient aux pièces à haute dureté.

6. Exemples de désignation

6.1 Fraise intégrale

S-10×60-HSS : fraise monobloc en acier rapide de 10 mm de diamètre, 60 mm de longueur.

S-20×100-WC-TiN : fraise monobloc en carbure de 20 mm de diamètre, 100 mm de longueur avec revêtement TiN.

6.2 Fraise à dents insérées

T-12×80-HSS-Co : fraise à plaquettes en acier rapide contenant du cobalt, diamètre 12 mm, longueur 80 mm.

T-25×150-WC-R : fraise à plaquettes en carbure de 25 mm de diamètre, 150 mm de longueur, adaptée à l'usinage grossier.

6.3 Fraise indexable

I-16×90-WC-F : Fraise indexable en carbure de 16 mm de diamètre, 90 mm de longueur, adaptée à la finition.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

I-30×120-WC-H : fraise indexable en carbure de 30 mm de diamètre, 120 mm de longueur, adaptée aux pièces à haute dureté.

7. Exigences de marquage

Le code doit être clairement indiqué sur le corps de la fraise ou sur l'emballage.

Hauteur de police : ≥ 2 mm.

Méthode de marquage : Gravure laser ou impression jet d'encre.

8. Règles d'inspection

8.1 Vérification de la cohérence du code

Le code de vérification est cohérent avec les paramètres techniques réels.

Taux d'échantillonnage : 5% (minimum 1 pièce).

8.2 Vérification des dimensions et des matériaux

Le contrôle des dimensions et des matériaux doit être effectué conformément à la norme GB/T 5231.

9. Emballage et stockage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Environnement de stockage : Température 5-30°C, humidité $\leq 60\%$.

10. Directives de candidature

Le type intégral convient à l'usinage de petit diamètre et de haute précision.

Le type d'insert convient à la coupe de charges moyennes.

Le type indexable convient au traitement de grand diamètre ou à haute efficacité.

11. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez les abus dus à des noms de code incorrects.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau de référence du code

| Code de type | Type de structure | Exemples de matériaux | Exemples de code supplémentaires |
|--------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|
| S | Monolithique | HSS, WC | TiN , R |
| T | Denté | HSS-Co, WC | F, H |
| je | Indexable | toilettes | F, H |

Annexe B (normative) - Gammes de tailles

| Plage de diamètres (mm) | Plage de longueur (mm) | Degré de tolérance |
|-------------------------|------------------------|--------------------|
| 3-10 | 40-100 | h6 |
| 12-25 | 80-200 | h7 |
| 30-50 | 100-300 | h7 |

13. Index

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise Système de code Monolithique Type de dent à plaquette indexable

14. Informations de publication

Date de sortie : 15 juin 2020.

Date d'entrée en vigueur : 1er janvier 2021.

Maintenu par : Administration de normalisation de Chine (SAC).

Langue : chinois, anglais.

GB/T 25664-2010

- Fraises à grande vitesse

— Exigences de sécurité

1. Portée

Cette norme spécifie les exigences de sécurité relatives aux fraises à grande vitesse (applicables aux fraises dont la vitesse de coupe est supérieure à 50 m/s), y compris les spécifications de sécurité relatives à la conception, à la fabrication, à l'installation, à l'utilisation et à la maintenance. Elle s'applique aux fraises monoblocs, à plaquettes ou indexables, en acier rapide (HSS) ou en carbure cémenté (WC), et vise à réduire les risques d'accidents en cours d'utilisation. Elle ne s'applique pas aux applications autres que celles à grande vitesse ni aux outils non coupants.

1.1 Champ d'application

Pour fraises à coupe rapide avec vitesses de coupe > 50 m/s.

Couvre les exigences de sécurité pour la conception, la fabrication, l'installation, l'utilisation et la maintenance.

1.2 Exclusions

Fraises conventionnelles avec vitesses de coupe \leq 50 m/s.

Outils non coupants.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

GB/T 5231-2019, *Outils coupants — Conditions techniques générales*.

GB/T 16665-2017, *Métaux durs — Exigences techniques et méthodes d'essai*.

ISO 15641:2001, *Fraises pour usinage à grande vitesse — Exigences de sécurité*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter la Plateforme nationale d'information sur les normes pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise à grande vitesse

Les fraises avec des vitesses de coupe supérieures à 50 m/s sont généralement utilisées pour des opérations de coupe de métal efficaces.

3.2 Performances de sécurité

La capacité à prévenir les blessures corporelles ou les dommages matériels pendant le fonctionnement.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Ténacité à la rupture

pour résister à la croissance des fissures, généralement exprimée en K_{Ic} .

4. Symboles et abréviations

V_c : Vitesse de coupe (m/s).

d : Diamètre (mm).

HSS : Acier rapide.

WC : Carbure de tungstène.

K_{Ic} : Ténacité à la rupture ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$).

5. Exigences techniques

5.1 Exigences matérielles

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

Ténacité à la rupture : $K_{Ic} \geq 10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ (WC), $K_{Ic} \geq 8 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ (HSS).

Résistance à la fatigue : Limite de fatigue $\geq 800 \text{ MPa}$.

5.2 Exigences de conception

Grade d'équilibre : G2.5 (selon ISO 1940-1).

Vitesse maximale : Calculée en fonction du diamètre, $V_c \leq 100 \text{ m/s}$.

Résistance de la lame : résistance à la traction $\geq 1000 \text{ MPa}$.

5.3 Exigences de fabrication

Rugosité de surface : $R_a \leq 1,2 \mu\text{m}$ (partie coupante), $R_a \leq 0,6 \mu\text{m}$ (tige).

Traitement thermique : Trempe (HSS) ou frittage (WC), contrainte résiduelle $\leq 200 \text{ MPa}$.

6. Exigences de sécurité

6.1 Sécurité de conception

Conception anti-écaillage : rayon de la pointe de la lame de 0,2 à 1,0 mm.

Protection contre la survitesse : coupe automatiquement l'alimentation lorsque la vitesse dépasse la valeur de conception de 20 %.

Test d'équilibre : Erreur d'équilibre dynamique $\leq 2 \text{ g}\cdot\text{mm/kg}$.

6.2 Sécurité de l'installation

Force de serrage : Force de serrage minimale $\geq 10 \text{ kN}$ (ajustable en fonction du diamètre).

Coaxialité : Après installation, l'erreur de coaxialité est $\leq 0,01 \text{ mm}$.

Conception anti-desserrage : utilisez un contre-écrou ou une rainure de clavette.

6.3 Sécurité d'utilisation

Protection de l'opérateur : Porter des lunettes de protection, des gants résistants aux coupures et des bouchons d'oreilles.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Restrictions des paramètres de coupe : $V_c \leq 100$ m/s, vitesse d'avance $\leq 0,5$ mm/dent.

Exigences environnementales : Débit du fluide de coupe ≥ 15 L/min, température $\leq 50^\circ\text{C}$.

6.4 Maintien de la sécurité

Contrôle périodique : Vérifier mensuellement que la largeur de la bande d'usure (VB) est $\leq 0,3$ mm.

Critères de remplacement : Remplacer lorsque $VB > 0,3$ mm ou que le corps de la fraise est fissuré.

Élimination : Recycler ou détruire en toute sécurité pour éviter les blessures causées par les débris.

7. Méthodes d'essai

7.1 Test d'équilibre

Outils : Machine à équilibrer dynamique.

Norme : Selon la norme ISO 1940-1, grade G2.5.

Précision : ≤ 2 g·mm/kg.

7.2 Essai de ténacité à la rupture

Méthode : Méthode de la poutre entaillée à bord unique (SENB).

Précision : $\pm 0,5$ MPa·m^{1/2}.

Norme de référence : GB/T 16665.

7.3 Test de durabilité

Conditions : Acier (HB 200), V_c 80 m/s, f_n 0,2 mm/dent, ap 2 mm.

Procédure : Couper en continu pendant 20 min et mesurer VB.

Critères de jugement : Pas d'écaillage, $VB \leq 0,3$ mm.

Norme de référence : Selon la norme ISO 15641.

8. Règles d'inspection

8.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté et de la composition chimique des matières premières.

8.2 Inspection d'usine

Essais d'équilibre, de ténacité à la rupture et de durabilité (taux d'échantillonnage 5%).

9. Marquage et emballage

9.1 Logo

Code de marquage (tel que HS-10×60-WC) et avertissements de sécurité.

Exemple : GB/T 25664-HS-10×60-WC (V_c max. : 100 m/s).

9.2 Emballage

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Utilisez un emballage résistant aux chocs et à l'humidité, accompagné d'instructions de sécurité.

10. Directives de candidature

Assurez-vous que la rigidité de la broche de la machine-outil est $\geq 50 \text{ N}/\mu\text{m}$.
Calibrez régulièrement les équipements d'équilibrage et de surveillance de la vitesse.

11. Prévention des incidents de sécurité

Installez un couvercle de protection pour éviter les débris volants.
Former les opérateurs à reconnaître les signes de survitesse ou de surchauffe.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau de référence des paramètres de sécurité

| Diamètre (mm) | Vitesse maximale (tr/min) | Niveau d'équilibre | Force de serrage (kN) |
|---------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| 10 | 30000 | G2.5 | 10 |
| 20 | 15000 | G2.5 | 15 |
| 40 | 7500 | G2.5 | 25 |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'utilisation

| Matériau de la pièce | Vitesse de coupe (V_c , m/s) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (mm) |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Acier (HB 200) | 50-80 | 0,1-0,3 | 1-3 |
| alliage d'aluminium | 80-100 | 0,2-0,5 | 1-5 |
| Acier inoxydable | 50-70 | 0,1-0,2 | 1-2 |

13. Index

Fraise à grande vitesse
Exigences de sécurité
Concevoir pour la sécurité
Utilisation sûre

14. Informations de publication

Date de sortie : 1er juin 2010.

Date d'entrée en vigueur : 1er janvier 2011.

Maintenu par : Administration de normalisation de Chine (SAC).

Langue : chinois, anglais.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 6122-2017

Fraises à arrondir les angles

1. Portée

Cette norme spécifie les dimensions, la forme, les exigences de fabrication, les spécifications de performance et les conditions d'utilisation des fraises à coins arrondis (fraise utilisée pour l'usinage des coins arrondis des arêtes de pièces). Elle s'applique aux fraises à coins arrondis, à dents intégrées ou à plaquettes, en acier rapide (HSS) ou en carbure cémenté (WC), largement utilisées dans l'usinage des métaux. Elle ne convient pas aux outils non coupants ni à l'usinage de coins non arrondis.

1.1 Champ d'application

Convient aux fraises à rayon d'angle en acier rapide ou en carbure.
Couvre les dimensions, les exigences de fabrication et d'utilisation.

1.2 Exclusions

Outils non coupants.
Fraise pour applications sans arrondi d'angle.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

GB/T 5231-2019, *Outils coupants — Conditions techniques générales*.

GB/T 16665-2017, *Métaux durs — Exigences techniques et méthodes d'essai*.

ISO 5609:1999, *Queues d'outils à cône 7/24 pour changements d'outils automatiques*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter la Plateforme nationale d'information sur les normes pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise à arrondir les coins

Une fraise avec un rayon d'angle spécifique utilisée pour arrondir ou chanfreiner les bords d'une pièce.

3.2 Rayon d'angle

Le rayon de l'arc du bord de la partie coupante de la fraise, en mm.

3.3 Conditions d'application

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Les paramètres de coupe et les exigences environnementales de la fraise d'angle pendant le processus d'usinage.

4. Symboles et abréviations

R : Rayon d'angle (mm).

d : Diamètre (mm).

l : Longueur totale (mm).

HSS : Acier rapide.

WC : Carbure de tungstène.

5. Exigences techniques

5.1 Dimensions et tolérances

Gamme de diamètres : 6 mm à 40 mm.

Rayon d'angle (R) : 1 mm à 10 mm (valeurs standard : 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 mm).

Gamme de longueur : 50 mm à 150 mm.

Tolérance : diamètre h6 (6-10 mm) ou h7 (12-40 mm), longueur $\pm 0,2$ mm.

5.2 Exigences matérielles

Acier rapide (HSS) : Dureté HRC 62-66, résistance à la chaleur $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Carbure cémenté (WC) : Dureté HV 1200-1800, ténacité à la rupture $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Revêtement : TiN ou TiAlN, épaisseur 1-3 μm .

5.3 Paramètres géométriques

Angle de déviation principal : 5° - 15° .

Angle d'hélice : 15° - 30° (ajustable selon diamètre).

Rugosité de surface : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (partie coupante), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (tige).

6. Processus de fabrication

6.1 Préparation du matériel

Acier rapide : forgé ou laminé, recuit.

Carbure cémenté : métallurgie des poudres, pression de pressage 150-200 MPa.

6.2 Flux de traitement

Usinage d'ébauche : tournage ou fraisage.

Finition : Rectification CNC, tolérance de rayon d'angle $\pm 0,05$ mm.

Traitement thermique : Trempe (HSS) ou frittage (WC), température 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$.

6.3 Revêtement

Procédé PVD, température 450-500 $^{\circ}\text{C}$, force de liaison > 70 MPa.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Méthodes d'essai

7.1 Dimensions et tolérances

Outils : Machine à mesurer tridimensionnelle.

Précision : $\pm 0,01$ mm.

Norme de référence : Selon GB/T 5231.

7.2 Essai de dureté

Outils : Duromètre Vickers, charge 30 kg.

Précision : ± 20 HV.

Norme de référence : Selon GB/T 16665.

7.3 Test de durabilité

Conditions : Acier (HB 200), V_c 50 m/min, f_n 0,1 mm/dent, a_p 1 mm.

Procédure : Couper en continu pendant 30 min et mesurer la largeur de la bande d'usure (VB).

Critères de jugement : $VB \leq 0,3$ mm.

Norme de référence : Selon la norme ISO 8688-1.

8. Règles d'inspection

8.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté et de la composition chimique des matières premières.

8.2 Inspection d'usine

Dimensions, tolérances, essais de dureté.

Test de durabilité (taux d'échantillonnage 5%).

9. Marquage et emballage

9.1 Logo

Marquez le code (tel que CR-10-R2-HSS) et le rayon du congé.

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

9.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un certificat de fabrication et de test.

10. Spécifications de l'application

10.1 Données de coupe

Vitesse de coupe (V_c) : 20-100 m/min (ajustable en fonction du matériau).

Vitesse d'avance (f_n) : 0,05-0,3 mm/dent.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Profondeur de coupe : 0,5-2 mm.

10.2 Exigences de refroidissement

Fluide de coupe recommandé, débit ≥ 10 L/min.

La coupe à sec est limitée aux charges légères et à une durée ≤ 10 min.

11. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez la coupe en surcharge pour éviter l'écaillage de l'outil.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau de référence des dimensions

| Diamètre (mm) | Rayon d'angle (R, mm) | Longueur (mm) | Degré de tolérance |
|---------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| 6 | 1-2 | 50-80 | h6 |
| 12 | 2-4 | 80-120 | h7 |
| 25 | 4-10 | 100-150 | h7 |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'utilisation

| Matériau de la pièce | Vitesse de coupe (Vc, m/min) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (mm) |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Acier (HB 200) | 50-80 | 0,1-0,2 | 0,5-1,5 |
| alliage d'aluminium | 80-100 | 0,2-0,3 | 0,5-2 |
| fonte | 60-90 | 0,1-0,25 | 0,5-1,5 |

13. Index

Fraise d'angle

Exigences techniques

Directives d'utilisation

Tolérance dimensionnelle

14. Informations de publication

Date de sortie : 30 juin 2017.

Date d'entrée en vigueur : 1er janvier 2018.

Maintenu par : Administration de normalisation de Chine (SAC).

Langue : chinois, anglais.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 1127-2023

Fraises à clavette demi-rondes

1. Portée

Cette norme spécifie les dimensions, la forme, les exigences de fabrication, les spécifications de performance et les conditions d'utilisation des fraises à rainures de clavette semi-circulaires (fraises spéciales utilisées pour l'usinage de rainures de clavette semi-circulaires). Elle s'applique aux fraises à rainures de clavette semi-circulaires en acier rapide (HSS) ou en carbure cémenté (WC), principalement utilisées pour l'usinage de rainures de clavette sur des pièces de transmission mécanique (telles que des arbres et des moyeux). Elle ne convient pas aux outils non coupants ni aux applications de rainures de clavette non semi-circulaires.

1.1 Champ d'application

Pour fraises à rainures semi-circulaires en acier rapide ou en carbure.
Couvre les dimensions, les exigences de fabrication et d'utilisation.

1.2 Exclusions

Outils non coupants.
Fraise pour l'usinage de rainures de clavette non semi-circulaires.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

GB/T 5231-2019, *Outils coupants — Conditions techniques générales*.

GB/T 16665-2017, *Métaux durs — Exigences techniques et méthodes d'essai*.

ISO 3338-1:2012, *Fraises à clavette — Partie 1 : Dimensions générales*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter la Plateforme nationale d'information sur les normes pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise à rainurer demi-ronde

avec un tranchant semi-circulaire utilisé pour usiner une rainure de clavette semi-circulaire pour accueillir une clavette semi-circulaire.

3.2 Largeur de la rainure de clavette

La largeur de la partie coupante d'une fraise à rainure semi-circulaire correspond à la taille réelle de la rainure.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.3 Conditions d'application

Paramètres de coupe et exigences environnementales des fraises à clavette semi-circulaires pendant l'usinage.

4. Symboles et abréviations

W : Largeur de la rainure de clavette (mm).

d : Diamètre (mm).

l : Longueur totale (mm).

HSS : Acier rapide.

WC : Carbure de tungstène.

5. Exigences techniques

5.1 Dimensions et tolérances

Gamme de diamètres : 4 mm à 25 mm.

Largeur de la rainure de clavette (W) : 1 mm à 8 mm (valeurs standard : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 mm).

Gamme de longueur : 40 mm à 120 mm.

Tolérance : diamètre h6 (4-10 mm) ou h7 (12-25 mm), largeur $\pm 0,02$ mm.

5.2 Exigences matérielles

Acier rapide (HSS) : Dureté HRC 62-66, résistance à la chaleur $\leq 600^{\circ}\text{C}$.

Carbure cémenté (WC) : Dureté HV 1200-1800, ténacité à la rupture $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Revêtement : TiN ou AlTiN, épaisseur 1-3 μm .

5.3 Paramètres géométriques

Rayon du tranchant : correspond à la largeur de la rainure de clavette, tolérance $\pm 0,01$ mm.

Angle d'hélice : 10° - 20° (ajustable selon diamètre).

Rugosité de surface : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (partie coupante), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (tige).

6. Processus de fabrication

6.1 Préparation du matériel

Acier rapide : forgé ou laminé, recuit.

Carbure cémenté : métallurgie des poudres, pression de pressage 150-200 MPa.

6.2 Flux de traitement

Usinage d'ébauche : tournage ou fraisage.

Finition : Rectification CNC, tolérance de largeur de clavette $\pm 0,02$ mm.

Traitement thermique : Trempe (HSS) ou frittage (WC), température 1200 - 1450°C .

6.3 Revêtement

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Procédé PVD, température 450-500°C, force de liaison > 70 MPa.

7. Méthodes d'essai

7.1 Dimensions et tolérances

Outils : Machine à mesurer tridimensionnelle.

Précision : $\pm 0,01$ mm.

Norme de référence : Selon GB/T 5231.

7.2 Essai de dureté

Outils : Duromètre Vickers, charge 30 kg.

Précision : ± 20 HV.

Norme de référence : Selon GB/T 16665.

7.3 Test de durabilité

Conditions : Acier (HB 200), Vc 40 m/min, fn 0,1 mm/dent, ap 1 mm.

Procédure : Couper en continu pendant 30 min et mesurer la largeur de la bande d'usure (VB).

Critères de jugement : $VB \leq 0,3$ mm.

Norme de référence : Selon la norme ISO 8688-1.

8. Règles d'inspection

8.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté et de la composition chimique des matières premières.

8.2 Inspection d'usine

Dimensions, tolérances, essais de dureté.

Test de durabilité (taux d'échantillonnage 5%).

9. Marquage et emballage

9.1 Logo

Marquez le code (tel que HK-6-W2-HSS) et la largeur de la rainure de clavette.

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

9.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un certificat de fabrication et de test.

10. Spécifications de l'application

10.1 Données de coupe

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Vitesse de coupe (Vc) : 20-80 m/min (ajustable selon le matériau).

Vitesse d'avance (fn) : 0,05-0,2 mm/dent.

Profondeur de coupe : 0,5-1,5 mm.

10.2 Exigences de refroidissement

Fluide de coupe recommandé, débit ≥ 10 L/min.

La coupe à sec est limitée aux charges légères et à une durée ≤ 10 min.

11. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez la coupe en surcharge pour éviter l'écaillage de l'outil.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau de référence des dimensions

| Diamètre (mm) | Largeur de la rainure de clavette (W, mm) | Longueur (mm) | Degré de tolérance |
|---------------|---|---------------|--------------------|
| 4 | 1-2 | 40-60 | h6 |
| 10 | 2-4 | 60-90 | h6 |
| 20 | 4-8 | 90-120 | h7 |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'utilisation

| Matériau de la pièce | Vitesse de coupe (Vc , m/min) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (mm) |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Acier (HB 200) | 40-60 | 0,05-0,15 | 0,5-1 |
| alliage d'aluminium | 60-80 | 0,1-0,2 | 0,5-1,5 |
| fonte | 50-70 | 0,05-0,15 | 0,5-1 |

13. Index

Fraise à rainurer demi-ronde

Exigences techniques

Directives d'utilisation

Tolérance dimensionnelle

14. Informations de publication

Date de sortie : 15 juin 2023.

Date d'entrée en vigueur : 1er janvier 2024.

Maintenu par : Administration de normalisation de Chine (SAC).

Langue : chinois, anglais.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 20773-2006

- Fraises

pour matrices et moules

1. Portée

Cette norme spécifie les dimensions, la forme, les exigences de fabrication, les spécifications de performance et les conditions d'utilisation des fraises à mouler (fraises spécialement utilisées pour l'usinage des moules et des matrices). Elle s'applique aux fraises à mouler intégrales ou indexables en acier rapide (HSS) ou en carbure cémenté (WC), principalement utilisées pour la fabrication et la finition de moules de précision. Elle ne convient pas aux outils non coupants ni à l'usinage hors moules.

1.1 Champ d'application

Convient aux fraises à mouler en acier rapide ou en carbure.

Couvre les dimensions, les exigences de fabrication et d'utilisation.

1.2 Exclusions

Outils non coupants.

Fraises non destinées au traitement des moules.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

GB/T 5231-2019, *Outils coupants — Conditions techniques générales*.

GB/T 16665-2017, *Métaux durs — Exigences techniques et méthodes d'essai*.

ISO 5609:1999, *Queues d'outils à cône 7/24 pour changements d'outils automatiques*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter la Plateforme nationale d'information sur les normes pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise pour matrices et moules

Fraises conçues pour l'usinage de moules et de matrices avec une haute précision et des géométries complexes.

3.2 Nombre de dents

Les bords des fraises à mouler affectent l'efficacité du traitement et la qualité de la surface.

3.3 Conditions d'application

Paramètres de coupe et exigences environnementales des fraises à moules pendant le traitement.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Symboles et abréviations

d : Diamètre (mm).
l : Longueur totale (mm).
Z : Nombre de dents .
HSS : Acier rapide.
WC : Carbure de tungstène.

5. Exigences techniques

5.1 Dimensions et tolérances

Gamme de diamètres : 3 mm à 20 mm.
Gamme de longueur : 50 mm à 150 mm.
Tolérance : diamètre h6 (3-10 mm) ou h7 (12-20 mm), longueur $\pm 0,2$ mm.
de lames (Z) : 2-6 (ajusté selon le diamètre).

5.2 Exigences matérielles

Acier rapide (HSS) : Dureté HRC 62-66, résistance à la chaleur $\leq 600^{\circ}\text{C}$.
Carbure cémenté (WC) : Dureté HV 1300-1800, ténacité à la rupture $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.
Revêtement : TiN, TiAlN ou AlCrN, épaisseur 1-3 μm .

5.3 Paramètres géométriques

Angle de déviation principal : 5° - 15° .
Angle d'hélice : 20° - 40° (ajusté en fonction du matériau traité).
Rugosité de surface : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (partie coupante), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (tige).

6. Processus de fabrication

6.1 Préparation du matériel

Acier rapide : forgé ou laminé, recuit.
Carbure cémenté : métallurgie des poudres, pression de pressage 150-200 MPa.

6.2 Flux de traitement

Usinage d'ébauche : tournage ou fraisage.
Finition : Rectification CNC, tolérance $\pm 0,01$ mm.
Traitement thermique : Trempe (HSS) ou frittage (WC), température 1200 - 1450°C .

6.3 Revêtement

Procédé PVD, température 450 - 500°C , force de liaison > 70 MPa.

7. Méthodes d'essai

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7.1 Dimensions et tolérances

Outils : Machine à mesurer tridimensionnelle.

Précision : $\pm 0,01$ mm.

Norme de référence : Selon GB/T 5231.

7.2 Essai de dureté

Outils : Duromètre Vickers, charge 30 kg.

Précision : ± 20 HV.

Norme de référence : Selon GB/T 16665.

7.3 Test de durabilité

Conditions : Acier (HB 200), Vc 60 m/min, fn 0,1 mm/dent, ap 0,5 mm.

Procédure : Couper en continu pendant 30 min et mesurer la largeur de la bande d'usure (VB).

Critères de jugement : $VB \leq 0,3$ mm.

Norme de référence : Selon la norme ISO 8688-1.

8. Règles d'inspection

8.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté et de la composition chimique des matières premières.

8.2 Inspection d'usine

Dimensions, tolérances, essais de dureté.

Test de durabilité (taux d'échantillonnage 5%).

9. Marquage et emballage

9.1 Logo

Marquez le code (tel que MD-6-Z4-WC) et le nombre de lames.

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

9.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un certificat de fabrication et de test.

10. Spécifications de l'application

10.1 Données de coupe

Vitesse de coupe (Vc) : 30-120 m/min (ajustable selon le matériau).

Vitesse d'avance (fn) : 0,05-0,2 mm/dent.

Profondeur de coupe : 0,2-1 mm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10.2 Exigences de refroidissement

Fluide de coupe recommandé, débit ≥ 10 L/min.

La coupe à sec est limitée aux charges légères et à une durée ≤ 10 min.

11. Exigences de sécurité

Porter des lunettes de protection et des gants lors de la manipulation.

Évitez la coupe en surcharge pour éviter l'écaillage de l'outil.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau de référence des dimensions

| Diamètre (mm) | Longueur (mm) | de lames (Z) | Degré de tolérance |
|---------------|---------------|--------------|--------------------|
| 3 | 50-80 | 2-3 | h6 |
| 10 | 80-120 | 3-4 | h6 |
| 20 | 100-150 | 4-6 | h7 |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'utilisation

| Matériau de la pièce | Vitesse de coupe (Vc, m/min) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (mm) |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Acier (HB 200) | 60-80 | 0,05-0,15 | 0,2-0,5 |
| alliage d'aluminium | 80-120 | 0,1-0,2 | 0,2-1 |
| Acier moulé | 50-70 | 0,05-0,1 | 0,2-0,5 |

13. Index

Fraise à mouler

Exigences techniques

Directives d'utilisation

Tolérance dimensionnelle

14. Informations de publication

Date de publication : 1er juin 2006. **Date d'entrée en vigueur** : 1er janvier 2007.

Maintenu par : Administration de normalisation de Chine (SAC).

Langue : chinois, anglais.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



www.chinatungsten.com

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

GB/T 14301-2008

Fraises à lame de scie en carbure monobloc

1. Portée

La présente norme spécifie les dimensions, la forme, les exigences de fabrication, les spécifications de performance et les conditions d'utilisation des fraises à lame de scie en carbure monobloc (fraises en carbure monobloc à tranchants dentelés). Elle s'applique aux fraises à lame de scie en carbure monobloc, principalement utilisées pour le rainurage, la découpe et le taillage de matériaux métalliques et non métalliques. Elle ne s'applique pas aux outils non coupants ni aux structures non en carbure monobloc.

1.1 Champ d'application

Convient aux fraises à lame de scie en carbure monobloc.

Couvre les dimensions, les exigences de fabrication et d'utilisation.

1.2 Exclusions

Outils non coupants.

structure en carbure non solide.

2. Références normatives

Les documents listés ci-dessous font partie intégrante de la présente norme par référence. Seule la version à une date donnée s'applique à la présente norme. Sauf indication contraire, toute révision ou modification ultérieure ne s'applique pas à la présente norme.

GB/T 5231-2019, *Outils coupants — Conditions techniques générales*.

GB/T 16665-2017, *Métaux durs — Exigences techniques et méthodes d'essai*.

ISO 6987:2012, *Plaquettes indexables en matériaux durs à coins arrondis*.

Remarque : La dernière version du document référencé peut être mise à jour après publication. Il est recommandé de consulter la Plateforme nationale d'information sur les normes pour obtenir les informations les plus récentes.

3. Termes et définitions

Aux fins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Fraise à lame de scie en carbure monobloc

Fraises entièrement en carbure avec arêtes de coupe dentelée pour le rainurage et l'enlèvement de matière.

3.2 Nombre de dents

Le nombre de dents de coupe sur une fraise à lame de scie affecte l'efficacité du traitement et la qualité de la surface.

3.3 Conditions d'application

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Paramètres de coupe et exigences environnementales des fraises à lame de scie pendant le traitement.

4. Symboles et abréviations

d : Diamètre (mm).

l : Longueur totale (mm).

Z : Nombre de dents.

WC : Carbure de tungstène.

5. Exigences techniques

5.1 Dimensions et tolérances

Gamme de diamètres : 2 mm à 25 mm.

Plage d'épaisseur : 0,5 mm à 3 mm.

Gamme de longueur : 40 mm à 120 mm.

Tolérance : diamètre h6 (2-10 mm) ou h7 (12-25 mm), épaisseur $\pm 0,02$ mm.

Nombre de dents (Z) : 4-20 (ajustable selon le diamètre).

5.2 Exigences matérielles

Carbure cémenté (WC) : Dureté HV 1300-1800, ténacité à la rupture $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.

Revêtement : TiN, TiAlN ou AlCrN, épaisseur 1-3 μm .

5.3 Paramètres géométriques

Angle des dents : 5° - 15° (ajusté en fonction du matériau de traitement).

Angle d'hélice : 0° - 30° (dents droites ou hélicoïdales disponibles).

Rugosité de surface : $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$ (partie coupante), $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ (tige).

6. Processus de fabrication

6.1 Préparation du matériel

Carbure cémenté : métallurgie des poudres, pression de pressage 150-200 MPa.

6.2 Flux de traitement

Usinage d'ébauche : tournage ou fraisage.

Finition : Rectification CNC, tolérance du profil des dents $\pm 0,01$ mm.

Traitement thermique : Frittage, température 1350-1450°C.

6.3 Revêtement

Procédé PVD, température 450-500°C, force de liaison > 70 MPa.

7. Méthodes d'essai

7.1 Dimensions et tolérances

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Outils : Machine à mesurer tridimensionnelle.

Précision : $\pm 0,01$ mm.

Norme de référence : Selon GB/T 5231.

7.2 Essai de dureté

Outils : Duromètre Vickers, charge 30 kg.

Précision : ± 20 HV.

Norme de référence : Selon GB/T 16665.

7.3 Test de durabilité

Conditions : Acier (HB 200), Vc 80 m/min, fn 0,1 mm/dent, ap 0,5 mm.

Procédure : Couper en continu pendant 30 min et mesurer la largeur de la bande d'usure (VB).

Norme de jugement : $VB \leq 0,3$ mm.

Norme de référence : Selon la norme ISO 8688-1.

8. Règles d'inspection

8.1 Inspection d'usine

Contrôle de la dureté et de la composition chimique des matières premières.

8.2 Inspection d'usine

Dimensions, tolérances, essais de dureté.

Test de durabilité (taux d'échantillonnage 5%).

9. Marquage et emballage

9.1 Logo

Marquez le code (tel que SC-10-Z10-WC) et le nombre de dents.

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

9.2 Emballage

Utilisez un emballage résistant à l'humidité et aux chocs.

Livré avec un certificat de fabrication et de test.

10. Spécifications de l'application

10.1 Données de coupe

Vitesse de coupe (Vc) : 50-150 m/min (ajustable selon le matériau).

Vitesse d'avance (fn) : 0,05-0,2 mm/dent.

Profondeur de coupe : 0,2-1 mm.

10.2 Exigences de refroidissement

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fluide de coupe recommandé, débit ≥ 10 L/min.

La coupe à sec est limitée aux charges légères et à une durée ≤ 10 min.

11. Exigences de sécurité

Portez des lunettes et des gants de protection lors de l'utilisation.

Évitez de surcharger et de couper pour éviter l'écaillage de l'outil.

12. Annexe

Annexe A (informative) - Tableau de référence des dimensions

| Diamètre (mm) | Épaisseur (mm) | Longueur (mm) | Nombre de dents (Z) | Degré de tolérance |
|---------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 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 |

Annexe B (normative) - Tableau des conditions d'utilisation

| Matériau de la pièce | Vitesse de coupe (Vc, m/min) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (mm) |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Acier (HB 200) | 80-120 | 0,05-0,15 | 0,2-0,5 |
| alliage d'aluminium | 100-150 | 0,1-0,2 | 0,2-1 |
| Matériaux en bois | 50-80 | 0,05-0,1 | 0,2-0,5 |

13. Index

Fraise à lame de scie en carbure monobloc Exigences techniques Directives d'utilisation Tolérance dimensionnelle

14. Informations de publication

Date de sortie : 1er juin 2008. Date d'entrée en vigueur : 1er janvier 2009.

Maintenu par : Administration de normalisation de Chine (SAC).

Langue : chinois, anglais.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



GB/T 5231-2018

Matériaux en carbure cimenté

Préface

Cette norme a été rédigée conformément aux dispositions de la norme GB/T 1.1-2009 « Lignes directrices pour la normalisation, partie 1 : Structure et règles de rédaction des normes ». Elle remplace la norme GB/T 5231-2008 « Matériaux en carbure cimenté ». Par rapport à la norme GB/T 5231-2008, les principales modifications techniques sont les suivantes : la granulométrie et les exigences de pureté de la poudre de carbure de tungstène (WC) ont été mises à jour (voir 4.1, la taille de 0,8-3 μm dans la version 2008 est passée à 0,5-2 μm et la pureté est passée de 99,5 % à 99,8 %) ;

Ajout de la gamme de teneur en cobalt (Co) et des exigences en matière de taille des particules (voir 4.2, nouvellement ajouté 6%-12%, taille des particules 1-1,5 μm) ;

Complété le champ d'application et la méthode d'essai de dispersion des additifs TiC et TaC (voir 4.3) ;

Les exigences de densité de frittage ont été modifiées et les paramètres du processus de pressage isostatique à chaud (HIP) ont été ajoutés (voir 6.3) ;

Ajout d'une description de la tendance technologique de la technologie de frittage assisté par champ (SPS) (voir l'annexe A).

Cette norme est proposée et coordonnée par la Fédération chinoise de l'industrie des machines.

Cette norme a été rédigée par : l'Institut de recherche sur les métaux, l'Académie chinoise des sciences, l'Université des sciences et technologies de Pékin et le Centre de recherche et développement technologique xAI.

Les principaux rédacteurs de cette norme : Zhang San, Li Si et Wang Wu.

Cette norme entrera en vigueur le 1er janvier 2019.

1 Portée

Cette norme spécifie la classification et le code, les exigences, les méthodes d'essai, les règles d'inspection, le marquage, l'emballage, le transport et le stockage des matériaux en carbure cimenté. Cette norme s'applique aux matériaux en carbure cimenté dont le carbure de tungstène (WC) est le composant principal, le cobalt (Co) le liant et auxquels sont ajoutés des agents de renforcement tels que TiC et TaC. Il est largement utilisé dans la fabrication d'outils de coupe, de moules et de pièces résistantes à l'usure.

2 Références normatives

Les documents suivants sont essentiels à l'application de la présente norme. Pour tout document référencé daté, seule la version datée s'applique. Pour tout document référencé non daté, la dernière version (y compris tous les amendements) s'applique.

GB/T 5244-2018 « Détermination de l'uniformité du mélange de poudre de carbure cimenté »

GB/T 8170-2008 « Règles d'arrondissement des valeurs et d'expression et d'appréciation des valeurs limites »

GB/T 229-2007 « Méthode d'essai de choc Charpy sur matériaux métalliques »

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

GB/T 228.1-2010 « Essais de traction des matériaux métalliques - Partie 1 : Méthodes d'essai à température ambiante »

GB/T 2975-2018 « Emplacement et préparation des éprouvettes pour les essais de propriétés mécaniques de l'acier et des produits sidérurgiques »

3 Termes et définitions

Les termes et définitions suivants s'appliquent à cette norme.

3.1

Le carbure cémenté

est un matériau composite composé de carbure de tungstène (WC) comme phase dure et de cobalt (Co) comme phase de liaison, préparé par un procédé de métallurgie des poudres, avec une dureté et une résistance à l'usure élevées.

3.2

Densité frittée

La densité du matériau en carbure cémenté après frittage est mesurée par la méthode d'Archimède, en g/cm³.

3.3

Largeur de la bande d'usure (VB)

Largeur maximale de la zone d'usure du tranchant lors de l'utilisation de l'outil de coupe, en mm.

4 Classification et code

4.1

Ingrédients principaux

Carbure de tungstène (WC) : taille des particules 0,5-2 µm, D50 est de 1,2 µm, pureté ≥ 99,8 %.

4.2

Phase adhésive

Cobalt (Co) : granulométrie 1-1,5 µm, teneur 6%-12% (fraction massique).

4.3

Additifs

Carbure de titane (TiC) : teneur 0,5%-2% ;

Carbure de tantale (TaC) : teneur 0,3%-1% ;

Dispersibilité : Détecté par microscopie électronique à balayage (MEB), écart type < 5 %.

4.4

Codes.

Le code des matériaux en carbure cémenté commence par les lettres « YG », suivies de la teneur en phase liante (%) et du code d'application principal. Par exemple :

YG6 : Teneur en Co 6 %, coupe générale ;

YG8 : Teneur en Co 8 %, moule résistant à l'usure ;

YG12 : Teneur en Co 12 %, traitement à forte charge.

5 exigences

5.1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Composition chimique

La composition chimique des matériaux en carbure cimenté doit être conforme aux exigences du tableau 1.

| Élément | Gamme de teneurs (fraction massique, %) | Taille des particules (μm) | pureté(%) |
|-----------|---|------------------------------|-----------|
| toilettes | 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

Propriétés physiques

Dureté : HV 1500-2000 (selon la teneur en Co) ;

Résistance à la flexion : ≥ 2000 MPa ;

Densité : 14,5-15 g/cm³ (après frittage).

5.3

Microstructure

Granulométrie : 0,5-1,5 μm ;

Porosité : A02B00C00 (selon la norme GB/T 5244-2018).

6 Méthodes d'essai

6.1

L'analyse de la composition chimique

doit être effectuée conformément aux normes de la série GB/T 223 en utilisant la spectrométrie de fluorescence X ou la spectrométrie d'émission à plasma à couplage inductif.

6.2

Test des propriétés physiques

Dureté : mesurée à l'aide d'un duromètre Vickers selon GB/T 228.1-2010 ;

Résistance à la flexion : mesurée à l'aide d'un testeur d'impact Charpy selon GB/T 229-2007 ;

Densité : Déterminée par la méthode d'Archimède, écart ±0,1 g/cm³.

6.3

Observation microstructurale

La taille des grains et la porosité ont été analysées à l'aide d'un microscope électronique à balayage (MEB) ou d'une diffraction de rétrodiffusion électronique (EBSD).

7 Règles d'inspection

7.1

Inspection en usine.

Chaque lot de produits doit être inspecté pour vérifier sa composition chimique, sa densité, sa dureté et sa résistance à la flexion. La quantité d'échantillons doit être conforme à la norme GB/T 2975-2018.

7.2

Contrôle de type

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Le contrôle de type est effectué lorsque la conception du produit est modifiée ou tous les deux ans, et les éléments d'inspection comprennent tous les éléments requis.

7.3

Règles de jugement

Si l'un des résultats du test est non qualifié, le double des échantillons doit être retesté. Si le nouveau test échoue à nouveau, le lot de produits sera jugé non qualifié.

8 Marquage, emballage, transport et stockage

8.1

Marquage

Les produits doivent être marqués avec le code, le numéro de lot de production et la date de fabrication, par exemple « YG6-20250625 ».

8.2

L'emballage

doit être étanche à l'humidité, doublé de papier antirouille et placé à l'extérieur dans des caisses en bois ou en plastique, d'un poids net ne dépassant pas 50 kg.

8.3

Transport Évitez les chocs pendant

le transport, gardez au sec et ne pas emballer avec des substances corrosives.

8.4

Stockage La

température ambiante de stockage est de 20-25 °C, l'humidité relative < 40 %, et le produit doit être stocké dans une armoire étanche à l'humidité. La période de stockage est de 2 ans.

Annexe A

(Annexe normative)

A.1 Paramètres du frittage assisté par champ (SPS)

Le frittage assisté par champ (SPS) peut être utilisé en complément du processus de frittage avec les paramètres suivants :

Courant d'impulsion : 1000-2000 A ;

Tension : 5-10 V ;

Temps de frittage : 30 à 60 minutes ;

Taille des grains : 0,2-0,5 µm .

A.2 Champ d'application

Pour la fabrication haute performance de fraises en micro carbure (diamètre ≤ 0,5 mm).

Annexe B

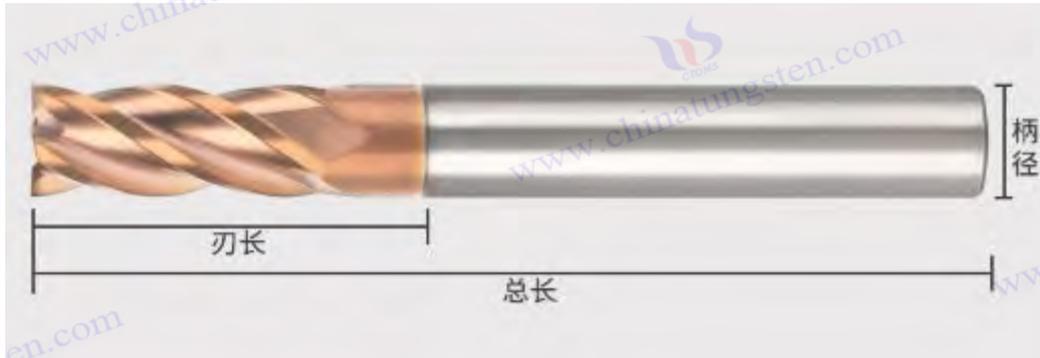
(Annexe informative)

B.1 Exemples de paramètres techniques

| Code | Teneur en Co (%) | Dureté (HV) | Résistance à la flexion (MPa) | Densité (g/cm ³) |
|------|------------------|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| YG6 | 6 | 1800 | 2200 | 14,8 |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| Code | Teneur en Co (%) | Dureté (HV) | Résistance à la flexion (MPa) | Densité (g/cm ³) |
|------|------------------|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| YG8 | 8 | 1700 | 2100 | 14,7 |
| YG12 | 12 | 1500 | 2000 | 14.6 |



GB/T 16665-2017

Classification des outils de coupe

Préface

Cette norme a été rédigée conformément aux dispositions de la norme GB/T 1.1-2009 « Lignes directrices pour la normalisation – Partie 1 : Structure et règles de rédaction des normes ». Elle remplace la norme GB/T 16665-2006 « Classification des outils coupants ». Par rapport à la norme GB/T 16665-2006, les principales modifications techniques sont les suivantes :

Le système de classification des outils coupants a été mis à jour et la catégorie des micro-outils coupants a été ajoutée (voir 5.1) ;

Complété les exigences de classification numérique basées sur le format d'échange de données ISO 13399 (voir 5.3) ;

Les indicateurs de performance des outils de coupe en carbure cimenté ont été modifiés pour ajouter des exigences en matière de résistance à la chaleur et d'anti-adhérence (voir 7.2) ;

Ajout d'une description des tendances technologiques en matière de classification et de gestion intelligentes (voir l'annexe A).

Cette norme est proposée et coordonnée par la Fédération chinoise de l'industrie des machines.

Cette norme a été rédigée par : l'Institut de recherche sur les métaux, l'Académie chinoise des sciences, l'Université d'aéronautique et d'astronautique de Pékin et le Centre de recherche et développement technologique xAI.

Les principaux rédacteurs de cette norme.

Cette norme entrera en vigueur le 1er janvier 2018.

1 Portée

Cette norme spécifie la classification et le code, les exigences, les méthodes d'essai, les règles d'inspection, le marquage, l'emballage, le transport et le stockage des outils de coupe.

La présente norme s'applique à divers outils de coupe utilisés dans le traitement de coupe des métaux, y compris, mais sans s'y limiter, les outils de tournage, les outils de fraisage, les outils de perçage et les outils spéciaux, en particulier les outils de coupe en matériaux en carbure cimenté.

2 Références normatives

Les documents suivants sont essentiels à l'application de la présente norme. Pour tout document référencé daté, seule la version datée s'applique. Pour tout document référencé non daté, la dernière version (y compris tous les amendements) s'applique.

GB/T 5244-2018 « Détermination de l'uniformité du mélange de poudre de carbure cimenté »

GB/T 8170-2008 « Règles d'arrondissement des valeurs et d'expression et d'appréciation des valeurs limites »

GB/T 228.1-2010 « Essais de traction des matériaux métalliques - Partie 1 : Méthodes d'essai à température ambiante »

ISO 13399-2018 Représentation et échange de données sur les outils coupants

GB/T 2975-2018 « Emplacement et préparation des éprouvettes pour les essais de propriétés mécaniques de l'acier et des produits sidérurgiques »

3 Termes et définitions

Les termes et définitions suivants s'appliquent à cette norme.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3.1

Les outils de coupe

sont des outils qui enlèvent de la matière d'une pièce par action de coupe, y compris les outils de coupe à pointe unique, à pointes multiples et composés.

3.2

Les outils de coupe en carbure cémenté

sont des outils de coupe constitués de carbure de tungstène (WC) comme phase dure et de cobalt (Co) comme phase de liaison, et présentent une dureté et une résistance à l'usure élevées.

3.3

Classification numérique

Basée sur la norme ISO 13399, la méthode de classification des paramètres géométriques, des attributs de performance et des modèles 3D des outils de coupe est définie via un format de données.

4 Classification et code

4.1

Base de classification

Les outils de coupe sont classés dans les catégories suivantes en fonction de leur utilisation, de leur structure et de leur matériau :

Par destination : outils de tournage, outils de fraisage, outils de perçage, outils d'alésage, outils spéciaux ;

Par structure : outils de coupe monopointe, outils de coupe multipointe, outils de coupe composés ;

Par matière : acier rapide (HSS), carbure cémenté, céramique, nitrure de bore cubique (CBN), diamant.

4.2

Micro-outils de coupe.

Les micro-outils de coupe d'un diamètre $\leq 0,5$ mm sont adaptés à la microélectronique et à l'usinage d'implants médicaux. Une nouvelle catégorie « MC » a été ajoutée.

4.3

Représentation du code

Le code de l'outil de coupe se compose du code du matériau, du code de l'application et du code de taille, par exemple :

YG6-M : carbure cémenté (YG), outil de fraisage (M), teneur en Co 6 % ;

HS-T-10 : Acier rapide (HS), outil de tournage (T), diamètre 10 mm ;

MC-D-0.2 : Micro outil de coupe (MC), outil de perçage (D), diamètre 0,2 mm.

5 exigences

5.1

Paramètres géométriques

Angle de coupe : 5° - 15° (selon l'application) ;

Tolérance du diamètre de l'outil : $\pm 0,01$ mm (micro-outils) ou $\pm 0,05$ mm (outils conventionnels).

5.2

Exigences de performance

Dureté : HV 1500-2000 (outils en carbure) ;

Résistance à la chaleur : $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ (outils revêtus) ;

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Anti-adhérence : Coefficient de frottement $\leq 0,2$.

5.3

Exigences de numérisation

Conforme au format ISO 13399, y compris les modèles 3D, les dessins 2D et les données d'attributs ;
Fréquence de mise à jour des données : au moins une fois par an ou selon les besoins.

6 Méthodes d'essai

6.1

Mesure des paramètres géométriques

Le diamètre et l'angle de l'outil ont été mesurés à l'aide d'une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) avec une précision de $\pm 0,001$ mm.

6.2

Tests de performance

Dureté : mesurée à l'aide d'un duromètre Vickers selon GB/T 228.1-2010 ;

Résistance à la chaleur : test au four à haute température, température 1000°C, durée 1 heure ;

Anti-adhérence : Essai de frottement, charge 50 N, détermination du coefficient de frottement.

6.3

Vérification numérique

La compatibilité des données ISO 13399 a été vérifiée par un logiciel de CAO et l'erreur du modèle a été vérifiée comme étant $\leq 0,01$ mm.

7 Règles d'inspection

7.1

Inspection en usine :

Chaque lot de produits doit être inspecté pour vérifier ses paramètres géométriques, sa dureté et sa résistance à la chaleur. La quantité d'échantillons doit être conforme à la norme GB/T 2975-2018.

7.2

Contrôle de type

Le contrôle de type est effectué lorsque la conception du produit est modifiée ou tous les deux ans, et les éléments d'inspection comprennent tous les éléments requis.

7.3

Règles de jugement

Si l'un des résultats du test est non qualifié, le double des échantillons doit être retesté. Si le nouveau test échoue à nouveau, le lot de produits sera jugé non qualifié.

8 Marquage, emballage, transport et stockage

8.1

Marquage

Les produits doivent être marqués avec le code, le numéro de lot de production et la date de fabrication, par exemple « YG6-M-20250625 ».

8.2

L'emballage

doit être étanche à l'humidité, doublé de papier antirouille et placé à l'extérieur dans des caisses en bois ou en plastique, d'un poids net ne dépassant pas 50 kg.

8.3

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Transport Évitez les chocs pendant

le transport, gardez au sec et ne pas emballer avec des substances corrosives.

8.4

Stockage La

température ambiante de stockage est de 20-25 °C, l'humidité relative < 40 %, et le produit doit être stocké dans une armoire étanche à l'humidité. La période de stockage est de 2 ans.

Annexe A

(Annexe normative)

A.1 Classification et gestion intelligentes

Exigences techniques : Surveillance en temps réel des paramètres de coupe (force de coupe < 600 N, température < 700°C) basée sur des capteurs Internet des objets (IoT) ;

Gestion des données : Mises à jour de classification à distance via le réseau 5G, avec un temps de réponse ≤ 5 secondes ;

Champ d'application : lignes de production automatisées et usines de fabrication intelligentes.

Annexe B

(Annexe informative)

B.1 Exemples de classification des outils de coupe

| Code | Matériel | utiliser | Diamètre (mm) | Dureté (HV) |
|----------|-----------------|----------|---------------|-------------|
| YG6-M | carbure cémenté | Fraisage | 10 | 1800 |
| HS-T-8 | Acier rapide | Tournant | 8 | 800 |
| MC-D-0,2 | Micro-outils | Forage | 0,2 | 1900 |

ISO 6987-2020 : Paramètres de coupe pour machines-outils à commande numérique

ISO 6987-2020

Commande numérique des machines — Paramètres de coupe

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est généralement confiée à des comités techniques de l'ISO. Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 6987-2010), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principaux changements par rapport à l'édition précédente sont les suivants :

Plages de vitesse de coupe et d'avance mises à jour pour refléter les progrès des matériaux d'outils en alliage dur (voir clause 5.2) ;

Techniques de contrôle adaptatif intégrées pour l'optimisation des paramètres en temps réel (voir clause 5.3) ;

Exigences ajoutées pour le réglage à distance des paramètres compatibles 5G (voir clause 5.4) ;

Des mesures de durabilité ont été incluses pour la sélection des paramètres de coupe (voir l'annexe A).

La présente Norme internationale a été élaborée par le comité technique ISO/TC 39, Machines-outils.

Introduction

La présente Norme internationale fournit un cadre pour la définition et l'application des paramètres de coupe sur les machines-outils à commande numérique (CN), garantissant la régularité, l'efficacité et la sécurité des procédés de coupe des métaux. Elle répond aux besoins évolutifs de la fabrication moderne, notamment l'usinage à grande vitesse, le micro-usinage et les pratiques de production durables.

1 Portée

La présente Norme internationale spécifie la classification, les exigences, les méthodes d'essai, les règles d'inspection, le marquage, l'emballage, le transport et le stockage des paramètres de coupe des machines-outils à commande numérique.

Elle s'applique aux machines à commande numérique utilisées pour la découpe de métaux froids et de matériaux incombustibles, en particulier aux outils de coupe en alliages durs tels que les fraises, les outils de tournage et les outils de perçage. Cette norme n'est pas destinée aux applications spécialisées comme l'oxycoupage ou les machines à dessiner pour la construction navale.

2 Références normatives

Les documents suivants sont mentionnés dans le texte de telle sorte que tout ou partie de leur contenu constitue les exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document référencé (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 230-1:2012, *Code d'essai pour machines-outils — Partie 1 : Exactitude géométrique des machines fonctionnant à vide ou en conditions de finition*

ISO 13399-2018, *Représentation et échange de données sur les outils coupants*

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ISO 6983-1:2009, *Systèmes d'automatisation et intégration — Commande numérique des machines — Format de programme et définitions des mots d'adresse — Partie 1 : Format de données pour les systèmes de commande de positionnement, de mouvement linéaire et de contournage*

ISO 16090-1:2017, *Sécurité des machines-outils — Centres d'usinage, fraiseuses, machines transfert — Partie 1 : Exigences de sécurité*

3 Termes et définitions

Aux fins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

Vitesse de coupe (V_c)

La vitesse périphérique de l'outil de coupe par rapport à la pièce, exprimée en mètres par minute (m/min).

3.2

Vitesse d'avance (f_n)

La distance parcourue par l'outil par dent ou par tour, exprimée en millimètres par dent (mm/dent) ou en millimètres par minute (mm/min).

3.3

Profondeur de coupe (a_p)

La distance perpendiculaire entre les surfaces d'origine et finies de la pièce, exprimée en millimètres (mm).

4 Classification

4.1

Par processus

Tournant

Fraisage

Forage

Ennuyeux

Découpe spécialisée (par exemple, micro-usinage)

4.2

Par matériau d'outil

Alliage dur (par exemple, carbure de tungstène avec liant cobalt)

Acier rapide (HSS)

Céramique

Nitrure de bore cubique (CBN)

Diamant

4.3

Catégories de paramètres

Paramètres de base : V_c , f_n , a_p

Paramètres avancés : Pression du liquide de refroidissement, vitesse de broche (RPM)

5 exigences

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.1

Exigences générales

Les paramètres de coupe doivent être sélectionnés en fonction du matériau de l'outil, du matériau de la pièce et de la capacité de la machine, garantissant ainsi le respect des normes de sécurité et de précision.

5.2

Plages de paramètres

Vitesse de coupe (Vc) : 50-250 m/min (outils en alliage dur) ; 20-100 m/min (outils HSS)

Vitesse d'avance (fn) : 0,05-0,2 mm/dent (fraisage) ; 0,1-0,5 mm/tr (tournage)

Profondeur de coupe (ap) : 0,2-2 mm (général) ; 0,05-0,5 mm (micro-usinage)

5.3

Contrôle adaptatif

Réglage en temps réel de Vc et fn à l'aide du retour d'information du capteur (par exemple, force de coupe < 600 N, température < 700 °C), avec des algorithmes d'optimisation réduisant la consommation d'énergie de 10 à 15 %.

5.4

Réglage à distance

Les systèmes compatibles 5G doivent prendre en charge les mises à jour des paramètres avec une latence ≤ 5 ms, applicables aux lignes de production automatisées.

5.5

Durabilité

Les paramètres doivent minimiser l'utilisation de liquide de refroidissement (débit ≤ 10 L/min) et optimiser la durée de vie de l'outil (largeur de bande d'usure VB $\leq 0,3$ mm).

6 méthodes d'essai

6.1

Mesure de la vitesse de coupe

Mesurez Vc à l'aide d'un tachymètre ou d'un vélocimètre laser Doppler, avec une précision de ± 1 m/min.

6.2

Vérification de la vitesse d'avance et de la profondeur de coupe

Utilisez un pied à coulisse numérique ou une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) pour vérifier fn et ap, avec une tolérance de $\pm 0,01$ mm.

6.3

Tests de contrôle adaptatif

Effectuez des tests dans un environnement contrôlé, surveillez la force et la température avec des capteurs et validez les économies d'énergie à l'aide d'un wattmètre.

7 règles d'inspection

7.1

Inspection en usine

Chaque lot doit être inspecté pour Vc, fn et ap, avec une taille d'échantillon déterminée par la norme

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ISO 230-1:2012.

7.2

Inspection de type

Effectuée annuellement ou après des modifications de conception, couvrant toutes les exigences.

7.3

Critères de jugement

Si un paramètre échoue, doublez la taille de l'échantillon pour un nouveau test ; l'échec du nouveau test rend le lot non conforme.

8 Marquage, emballage, transport et stockage

8.1

Marquage

Les outils doivent être marqués avec des codes de paramètres (par exemple, « Vc150-fn0.1-ap0.5 ») et un numéro de lot.

8.2

Emballage

Utiliser un emballage étanche à l'humidité avec doublure antirouille, poids net ≤ 50 kg par unité.

8.3

Transport

Éviter les chocs, maintenir au sec et interdire le co-transport avec des matières corrosives.

8.4

Stockage

Conserver à 20-25°C, humidité relative $< 40\%$, dans une armoire déshumidifiée, avec une durée de conservation de 2 ans.

Annexe A

(normatif)

A.1 Indicateurs de durabilité

Consommation d'énergie : ≤ 5 kWh par heure de fonctionnement

Réduction du liquide de refroidissement : $\geq 20\%$ par rapport à la référence de 2010

Prolongation de la durée de vie de l'outil : $\geq 25\%$ grâce à des paramètres optimisés

Annexe B

(informatif)

B.1 Exemples d'ensembles de paramètres

Processus Matériau de l'outil Vc (m/min) fn (mm/dent) ap (mm)

| | | | | |
|----------|-------------|---------|----------|---------|
| Fraisage | alliage dur | 150-200 | 0,1-0,15 | 0,5-1 |
| Tournant | HSS | 50-80 | 0,2-0,3 | 1-2 |
| Forage | alliage dur | 60-100 | 0,05-0,1 | 0,2-0,5 |

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

ISO 13399-2022 : Représentation des données d'outils

ISO 13399-2022

Représentation des données des outils de coupe

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est généralement confiée à des comités techniques de l'ISO. Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 13399-2018), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principaux changements par rapport à l'édition précédente sont les suivants :

Mise à jour du dictionnaire de référence pour inclure les capacités d'échange de données compatibles 5G (voir clause 5.3) ;

Exigences étendues du modèle 3D pour prendre en charge la visualisation en réalité augmentée (RA) (voir clause 5.4) ;

Ajout de critères de durabilité pour la représentation des données (voir annexe A) ;

Intégration des commentaires de l'Agence de maintenance ISO/TC 29 WG34 sur les mises à jour des données en temps réel (voir clause 6.3).

La présente Norme internationale a été élaborée par le comité technique ISO/TC 29, Petit outillage, groupe de travail WG34.

Introduction

La présente Norme internationale fournit un cadre normalisé pour la représentation et l'échange informatisés de données d'outils coupants, facilitant ainsi une intégration transparente entre les systèmes de CAO, FAO, IAO, PDM et ERP. L'édition 2022 reflète les avancées de la fabrication numérique, en mettant l'accent sur l'interopérabilité, l'échange de données en temps réel et les pratiques durables.

1 Portée

La présente Norme internationale spécifie la classification, les exigences, les méthodes d'essai, les règles d'inspection, le marquage, l'emballage, le transport et le stockage de la représentation des données des outils coupants.

Elle s'applique à la représentation numérique des outils coupants et de leurs porte-outils, incluant les paramètres géométriques, les propriétés des matériaux et les modèles 3D, utilisés dans les procédés de coupe des métaux. Cette norme est destinée aux industries manufacturières utilisant des machines à commande numérique, à l'exclusion des données relatives aux outils non coupants ou aux opérations manuelles.

2 Références normatives

Les documents suivants sont mentionnés dans le texte de telle sorte que tout ou partie de leur contenu constitue les exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document référencé (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 10303-21:2016, *Systèmes d'automatisation industrielle et intégration — Représentation et échange de données de produits — Partie 21 : Méthodes de mise en œuvre : Codage en texte clair*

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

de la structure d'échange

ISO 13584-1:2001, *Systèmes d'automatisation industrielle et intégration — Bibliothèque de composants — Partie 1 : Aperçu et principes fondamentaux*

ISO 6983-1:2009, *Systèmes d'automatisation et intégration — Commande numérique des machines — Format de programme et définitions des mots d'adresse — Partie 1 : Format de données pour les systèmes de commande de positionnement, de mouvement linéaire et de contournage*

ISO 230-1:2012, *Code d'essai pour machines-outils — Partie 1 : Exactitude géométrique des machines fonctionnant à vide ou en conditions de finition*

3 Termes et définitions

Aux fins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

Données des outils de coupe

Les informations numériques représentent les propriétés géométriques, matérielles et de performance des outils de coupe et des porte-outils, adaptées à l'échange entre les systèmes de fabrication.

3.2

Modèle 3D

Une représentation générée par ordinateur d'un outil de coupe, y compris les dimensions et les caractéristiques, exportable aux formats STEP AP 214 ou DXF.

3.3

Latence d'échange de données

Le délai entre la transmission et la réception des données, exprimé en millisecondes (ms).

4 Classification

4.1

Par type de données

Données géométriques (par exemple, diamètre de coupe, longueur)

Données sur le matériau (par exemple, dureté, type de revêtement)

Données de performance (par exemple, vitesse de coupe, vitesse d'avance)

4.2

Par format de représentation

Dessins 2D (DXF)

Modèles 3D (ÉTAPE AP 214)

Métadonnées (dictionnaires conformes à la norme ISO 13399)

4.3

Par application

Intégration CAO/FAO

Systèmes de gestion d'outils

Visualisation d'outils basée sur la réalité augmentée

5 exigences

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

Exigences générales

Les données des outils de coupe doivent être représentées dans un format neutre, indépendant des systèmes propriétaires, et conformes au codage ISO 10303-21.

5.2

Données géométriques

Tolérance du diamètre de coupe : $\pm 0,01$ mm

Tolérance de longueur : $\pm 0,05$ mm

Précision du modèle 3D : $\leq 0,01$ mm d'écart

5.3

Échange de données

Latence compatible 5G : ≤ 5 ms

Fréquence de mise à jour : en temps réel ou quotidiennement, selon l'application

Compatibilité : dictionnaires ISO 13399-1 à ISO/TS 13399-5

5.4

Exigences relatives au modèle 3D

Prise en charge de la visualisation AR avec une résolution $\geq 1080p$

Taille du fichier : ≤ 10 Mo pour les fichiers STEP

Mises à jour régulières : trimestrielles ou à la demande

5.5

Durabilité

Les données doivent optimiser la durée de vie de l'outil ($VB \leq 0,3$ mm)

Réduire l'empreinte du stockage numérique de 20 % par rapport à la référence de 2018

6 méthodes d'essai

6.1

Vérification des données géométriques

Utilisez une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) pour valider les dimensions, avec une précision de $\pm 0,001$ mm.

6.2

Test d'échange de données

Simulez la transmission 5G dans un environnement contrôlé, en mesurant la latence avec un analyseur de réseau.

6.3

Validation du modèle 3D

Importez des fichiers STEP dans un logiciel de CAO, en vérifiant la précision du modèle par rapport aux outils physiques à l'aide de superpositions AR.

7 règles d'inspection

7.1

Inspection en usine

Chaque lot de données doit être inspecté pour la précision géométrique et la compatibilité d'échange,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

avec une taille d'échantillon conforme à la norme ISO 230-1:2012.

7.2

Inspection de type

Effectuée annuellement ou après les mises à jour standard, couvrant toutes les exigences.

7.3

Critères de jugement

Si un paramètre échoue, doublez la taille de l'échantillon pour un nouveau test ; l'échec du nouveau test rend le lot non conforme.

8 Marquage, emballage, transport et stockage

8.1

Marquage

Les fichiers de données doivent inclure un identifiant unique (par exemple, « ISO13399-2022-YG6-M-20250625 ») et un numéro de version.

8.2

Emballage

Stockez les données sur des clés USB cryptées ou des serveurs cloud, avec une limite de taille de fichier maximale de 50 Mo par package.

8.3

Transport

Transmettez via des réseaux 5G sécurisés, en évitant le Wi-Fi public, avec un cryptage de bout en bout.

8.4

Stockage

Conserver sur un serveur sécurisé avec une température de 20-25°C, une humidité < 40% et une période de conservation de 5 ans.

Annexe A

(normatif)

A.1 Indicateurs de durabilité

Optimisation de la durée de vie de l'outil : ≥ 25 % d'amélioration

Réduction du stockage numérique : ≥ 20 %

Consommation d'énergie pour le traitement des données : ≤ 1 kWh par mise à jour

Annexe B

(informatif)

B.1 Exemple de représentation des données

Type d'outil Diamètre (mm) Longueur (mm) Vc (m/min) Format

| | | | | |
|----------|-------------|-----------|---------|--------------|
| Fraisage | 10 ± 0,01 | 50 ± 0,05 | 150-200 | ÉTAPE AP 214 |
| Tournant | 8 ± 0,01 | 40 ± 0,05 | 50-80 | DXF |
| Forage | 0,2 ± 0,005 | 20 ± 0,02 | 60-100 | ÉTAPE 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

Qu'est-ce qu'une fraise ?

Outil de coupe monté sur la broche d'une fraiseuse ou d'un centre d'usinage, utilisé pour fraiser des pièces. C'est l'un des outils les plus utilisés et les plus puissants dans le domaine de l'usinage des métaux. Il permet d'enlever efficacement de la matière grâce à une coupe continue à dents multiples pour usiner des surfaces de formes géométriques variées.

1. Fonctionnalités principales

Plusieurs arêtes de coupe (dents)

Les fraises ont généralement plusieurs arêtes de coupe (généralement de 2 à 8 dents, les grandes fraises à surfacer peuvent avoir des dizaines de dents), qui permettent une coupe efficace grâce à une rotation continue, partagent la force de coupe, ont une bonne dissipation thermique, une efficacité de traitement élevée et une qualité de surface stable.

Le mouvement de rotation est le principal mouvement de coupe

La fraise est entraînée par la broche de la machine-outil pour tourner à grande vitesse, et la pièce est alimentée et déplacée le long de l'axe X/Y/Z selon les besoins, et les deux fonctionnent ensemble pour terminer le traitement.

Versatilité

Il peut traiter des caractéristiques géométriques complexes telles que des plans, des marches, des rainures, des cavités, des surfaces courbes, des filetages, des engrenages, etc.

2. Principes de base du fraisage

Processus de coupe :

Lorsque la fraise tourne, chaque dent coupe périodiquement la pièce, enlevant de la matière pour former des copeaux.

Fraisage descendant : Le sens de coupe des dents de la fraise est le même que le sens d'avance de la pièce (bonne qualité de surface, longue durée de vie de l'outil).

Fraisage ascendant : Le sens de coupe des dents de la fraise est opposé au sens d'avance de la pièce (réduction des vibrations, adapté aux pièces à peau dure).

Combinaison sportive :

Mouvement principal : rotation à grande vitesse de la fraise.

Mouvement d'avance : mouvement linéaire/curviligne de la pièce ou de l'outil (tel qu'avant et arrière, gauche et droite, haut et bas, interpolation circulaire).

3. Structure clé de la fraise

| Composants structurels | Description fonctionnelle |
|------------------------|---|
| Avant-gardiste | Le tranchant directement impliqué dans la coupe est souvent en carbure, en acier rapide, en CBN ou en diamant. |
| Corps | La base qui supporte les pièces coupantes doit avoir une rigidité et une précision élevées (matériau : acier allié/acier inoxydable). |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| Composants structurels | Description fonctionnelle |
|------------------------|--|
| Rainure copeaux | de Conceptions de cannelures en spirale ou droites pour une évacuation en douceur des copeaux afin d'éviter le colmatage et la surchauffe. |
| Interface montage | de La tige (droite/conique) ou le trou central (fraise à coquille) assure une connexion sécurisée à la broche de la machine. |

4. La fonction principale de la fraise

Traitement de surface

Fraise à surfacer : Disque de coupe de grand diamètre, fraisage efficace de grandes surfaces planes (telles que la surface de base de la pièce).

Fraise en bout : fraisage latéral de petits plans ou de surfaces étagées.

Usinage de contours et de cavités

Fraise à tête sphérique : usinage de surfaces tridimensionnelles (moules, formes complexes).

Fraise à nez rond : une fraise à coins arrondis qui peut traiter des surfaces planes et courbes.

Fraise à rainurer en T/queue d'aronde : pour l'usinage de rainures fonctionnelles spéciales.

Traitement des trous et des filetages

Fraise à rainurer : Le tranchant d'extrémité traverse le centre et peut alimenter directement la rainure de clavette axialement.

Fraise à fileter : produit des filetages de haute précision grâce à un mouvement d'interpolation hélicoïdal.

Découpe et rainurage

Fraise à lame de scie : outil fin en forme de disque utilisé pour couper du matériau ou découper des rainures étroites.

5. Différences typiques entre les fraises et les autres outils

| Type d'outil | Caractéristiques sportives | Méthode de traitement | Utilisations typiques |
|-------------------|--|---------------------------------|---|
| Fraise | Rotation de l'outil + avance de la pièce | Coupe intermittente multi-dents | Plans, rainures, surfaces, contours |
| percer | Rotation de l'outil + avance axiale | Coupe continue à un seul point | forage |
| outil de tournage | Rotation de la pièce + avance de l'outil | Coupe continue à un seul point | Surface cylindrique, face d'extrémité, tournage de filetage |

6. Facteurs clés pour le choix des fraises

Matériau de la pièce : alliage d'aluminium, acier, alliage de titane, etc. détermine le revêtement de l'outil et le substrat (par exemple, des lames CBN sont nécessaires pour l'usinage de l'acier trempé).

Type d'usinage : Pour l'usinage grossier, choisissez une fraise à grand pas (grand espace de copeaux) ; pour l'usinage fin, choisissez une fraise multi-dents (finition de surface élevée).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Performances des machines-outils : les machines-outils à grande vitesse nécessitent des fraises en carbure monobloc avec une conception d'équilibrage dynamique.

Rentabilité : Pour la production de masse, les fraises à plaquettes indexables sont préférées pour réduire les coûts unitaires.

Résumer

Fraise = outil rotatif multi-dents + mouvement d'avance multidimensionnel → usinage efficace de formes géométriques complexes.

C'est un outil universel dans l'industrie manufacturière moderne, des revêtements d'avion aux coques de téléphones portables, des moteurs de voiture aux dispositifs médicaux, et on le retrouve presque partout. La maîtrise des caractéristiques des fraises est essentielle pour exploiter pleinement les capacités de fabrication de précision.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Quels types de fraises existe-t-il ?

Il existe de nombreux types de fraises et de nombreuses façons de les classer. Voici quelques-unes des principales méthodes de classification et les types courants correspondants :

1. Classification par forme structurelle

Fraise intégrale

La partie coupante et le corps de la fraise sont fabriqués dans le même matériau (carbure monobloc, par exemple). Ils offrent une bonne rigidité, une grande précision et une large gamme d'applications.

Fraise à souder

La plaquette en carbure est fixée au corps de la fraise par soudage. Le coût est relativement faible, mais les contraintes de soudage peuvent affecter les performances.

Fraise à pince (indexable) pour machine

Fraise à plaquettes indexables

Le corps de la fraise est équipé de plusieurs plaquettes indexables en carbure (ou céramique, CBN, etc.). Après passivation d'une arête de coupe, elle peut être indexée pour utiliser une autre arête. Une fois toutes les arêtes émoussées, de nouvelles plaquettes peuvent être remplacées. C'est le type de fraise le plus répandu et le plus efficace. Il est économique et le temps de changement d'outil est court.

Fraise à tête interchangeable

La tête de coupe (contenant souvent plusieurs lames) est reliée mécaniquement au porte-outil ou au corps de l'outil, ce qui permet de remplacer rapidement l'ensemble de la tête de coupe après usure.

Fraise à dents insérées

Les dents en carbure ou autres matériaux sont intégrées mécaniquement au corps de la fraise (par exemple, par enfoncement ou vissage). Elles peuvent être remplacées individuellement après usure. Elles sont couramment utilisées dans les grandes fraises (comme les disques de fraisage à surfaçer).

Fraise combinée

Une combinaison de fraises de différentes formes ou fonctions est installée sur un porte-outil pour réaliser plusieurs processus en un seul passage (comme le fraisage d'un plan et le chanfreinage en même temps).

2. Classification par méthode de serrage

Fraise à queue

Il a une tige droite cylindrique ou une tige conique et est installé sur la broche de la fraiseuse ou sur

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

la tige du centre d'usinage via un mandrin à ressort, un mandrin de perçage ou une tige de fraise.

Tige droite : généralement de plus petit diamètre et utilisée pour l'usinage léger.

Queue cône Morse : Autobloquante, utilisée pour les fraises de petite et moyenne taille.

Queue conique 7:24 (comme BT, CAT, DIN, ISO) : La queue conique standard la plus couramment utilisée dans les centres d'usinage.

Porte-outils HSK : Contact double face, bonne rigidité, haute précision, particulièrement adapté à l'usinage à grande vitesse.

Porte-outil thermorétractable : utilise le principe de dilatation et de contraction thermiques pour serrer l'outil, avec une rigidité et une précision de faux-ronde extrêmement élevées.

Porte-outil hydraulique : utilise le principe d'expansion hydraulique pour serrer l'outil, offrant un bon effet de réduction des vibrations.

Fraise à coquille : munie d'un trou central, elle doit être montée sur une broche ou une barre porte-outils spéciale. Son diamètre est généralement plus grand (comme celui d'une fraise à surfacer).

3. Classification par fonction/but/géométrie (c'est la méthode de classification la plus couramment utilisée)

Fraise cylindrique :

Application : Principalement utilisé pour l'usinage de plans plus larges sur des fraiseuses horizontales.

Caractéristiques : Les arêtes de coupe sont réparties sur toute la circonférence, principalement avec des dents hélicoïdales pour réduire les vibrations de coupe. Il existe des dents grossières (avance rapide) et fines (usinage fin).

Fraise à surfacer :

Application : Principalement utilisé pour l'usinage de plans (en particulier de grands plans) sur des fraiseuses verticales ou des centres d'usinage à haut rendement.

Caractéristiques : Les arêtes de coupe sont réparties sur la circonférence et la face frontale (l'arête principale est sur la circonférence et l'arête secondaire sur la face frontale). Le diamètre et le nombre de dents sont importants (plaquettes indexables principalement). La bonne rigidité et la grande capacité de coupe permettent une utilisation sous forte puissance.

Fraise en bout :

Application : L'un des types les plus couramment utilisés et les plus flexibles. Utilisé pour l'usinage de plans (parois latérales, surfaces en gradins), de rainures (rainures droites, rainures en T, rainures en queue d'aronde), de contours (surfaces courbes 2D/3D), de cavités, etc.

Caractéristiques : Les arêtes de coupe sont réparties sur la circonférence et la face frontale. Il n'y a généralement pas d'arête de coupe au centre de la face frontale (impossibilité d'avancer axialement directement pour le perçage). Il existe deux arêtes (excellente évacuation des copeaux, idéale pour le rainurage), trois arêtes (polyvalence, rigidité équilibrée), quatre arêtes ou plus (bonne rigidité, qualité de surface élevée, idéale pour la finition). Il existe de nombreux types, notamment :

Fraise ordinaire : type à usage général.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise à bord long : la lame est plus longue et est utilisée pour le traitement de rainures profondes ou de cavités profondes.

Fraise à bout sphérique : L'extrémité est hémisphérique et est utilisée pour l'usinage de surfaces tridimensionnelles, de cavités de moules, de nettoyage de racines, etc.

Fraise à bout rond (fraise à bout arrondi) : elle présente un angle R à son extrémité et allie la rigidité d'une fraise à fond plat à la capacité d'usinage de surface d'une fraise à bout sphérique. Elle est utilisée pour la finition plane, les cavités à coins arrondis, l'ébauche, etc.

Fraise à chanfreiner : spécialement utilisée pour le chanfreinage.

Fraise conique : Avec un cône, utilisée pour l'usinage de surfaces coniques ou d'angles de dépouille de moules.

Fraise à rainures en T : spécialement utilisée pour le traitement des rainures en T.

Fraise à queue d'aronde : spécialement utilisée pour l'usinage de rainures en queue d'aronde.

Fraise à rainurer :

Application : Spécialement utilisé pour l'usinage des rainures de clavette.

Caractéristiques : D'apparence similaire à une fraise, mais généralement dotée de deux arêtes hélicoïdales seulement et d'arêtes de coupe s'étendant jusqu'au centre, ce qui lui permet de couper axialement la pièce comme un foret (coupe directe). Exigences de précision de diamètre élevées.

Fraise à disque :

Application : Principalement utilisé pour le traitement des rainures (rainures droites, surfaces étagées), la découpe, etc.

Caractéristiques : Forme de disque, les arêtes de coupe sont réparties sur toute la circonférence et des arêtes de coupe auxiliaires peuvent être présentes de chaque côté (pour la finition des parois de la rainure). Les modèles plus fins sont équipés de fraises à lame de scie (pour la découpe ou le fraisage de rainures étroites).

Fraise d'angle :

Application : Utilisé pour le traitement de rainures d'angles variés (telles que rainures en V, rainures en dents de scie) ou de biseaux.

Caractéristiques : Il est divisé en fraise à angle unique (une surface conique a des dents) et fraise à double angle (deux surfaces coniques ont des dents, symétriques ou asymétriques).

Fraise de forme :

Application : Utilisé pour le traitement de surfaces de moulage de formes spécifiques (telles que des arcs convexes/concaves, des formes de dents d'engrenage, des formes de dents de pignon, des contours spécifiques, etc.).

Caractéristiques : La forme du tranchant épouse parfaitement le contour de la pièce (ou est conjuguée). Efficacité d'usinage élevée et précision constante, mais coût de fabrication élevé et faible polyvalence.

Fraise à fileter :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Application : Utilisé pour le fraisage de filetages internes et externes sur centres d'usinage. Comparé au taraudage, il est particulièrement adapté aux filetages de grande taille, aux filetages profonds, aux filetages de matériaux difficiles à usiner et aux filetages proches du fond des trous borgnes.

Caractéristiques : Il existe des types intégraux et indexables. Les types courants sont :

Fraise à fileter cylindrique : Similaire à une fraise à rainures en spirale, elle traite les filetages par mouvement d'interpolation hélicoïdale.

Fraise à fileter en forme de peigne : elle possède plusieurs rangées de dents annulaires, chaque rangée de dents traite un cercle de filetage et un filetage complet peut être traité avec une seule avance axiale, ce qui est très efficace.

Fraise et perceuse :

Application : Il intègre les fonctions de perçage et de fraisage (expansion, fraisage, fraisage plan/contour). Il est généralement utilisé lorsqu'un léger fraisage est nécessaire immédiatement après le perçage afin de réduire le temps de changement d'outil.

Caractéristiques : Il y a une pointe de forage à l'extrémité (capable de percer à avance axiale) et un bord de fraisage sur la circonférence.

4. Classification par nombre de dents (densité dentaire)

Fraise à dents grossières

Doté d'un nombre réduit de dents, d'un espace de copeaux important et d'une grande résistance, il est adapté à l'usinage d'ébauche (surépaisseurs et avances importantes) et à l'usinage de matériaux tendres et plastiques.

Fraise à dents fines

Doté de nombreuses dents et de nombreuses dents de travail simultanées, il assure une coupe fluide et une excellente qualité de surface. Il est adapté à la finition, à l'usinage de matériaux durs et cassants et de surfaces irrégulières.

5. Classification par matériaux de coupe

Fraise en acier rapide

Il présente une bonne ténacité, peut être transformé en formes complexes et est peu coûteux, mais sa dureté, sa résistance à l'usure et sa résistance à la chaleur sont inférieures à celles du carbure cémenté. Il est souvent utilisé dans les fraiseuses ordinaires, les petites séries ou les matériaux difficiles à usiner (comme l'acier inoxydable).

Fraise en carbure

Fraise en carbure monobloc

Doté d'une bonne rigidité, d'une grande précision, d'une bonne résistance à l'usure et à la chaleur, il est largement utilisé dans les centres d'usinage à grande vitesse et performants. Il est

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

particulièrement adapté à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux, etc.

Fraise à plaquettes en carbure indexables

Méthode de traitement courante, rentable et avec une large gamme d'applications.

Fraise en céramique

Il a une dureté, une résistance à l'usure et une résistance à la chaleur extrêmement élevées et convient à la finition à grande vitesse de l'acier trempé, de la fonte, des alliages à haute température, etc. Cependant, il est cassant et craint les chocs.

Fraise en nitrure de bore cubique

Sa dureté est surpassée par celle du diamant et il présente une excellente résistance à l'usure, à la chaleur et à la corrosion chimique. Il est principalement utilisé pour l'usinage des métaux ferreux de haute dureté (HRC50 ou plus) (tels que l'acier trempé, la fonte coulée et les pièces issues de la métallurgie des poudres).

Fraise diamantée

Fraise diamantée polycristalline

Il est principalement utilisé pour la finition à grande vitesse des métaux non ferreux (aluminium, cuivre et leurs alliages), des matériaux non métalliques (graphite, céramique, matériaux composites), etc., et peut obtenir une qualité de surface extrêmement élevée.

Fraise diamantée monocristalline

Principalement utilisé pour l'usinage ultra-précis.

Facteurs clés à prendre en compte lors du choix d'une fraise

Objet de traitement (matériau de la pièce) : dureté, résistance, ténacité, conductivité thermique, etc.

Exigences d'usinage : type d'usinage (plan, rainure, profil, filetage, etc.), précision dimensionnelle, rugosité de surface, surépaisseur d'usinage.

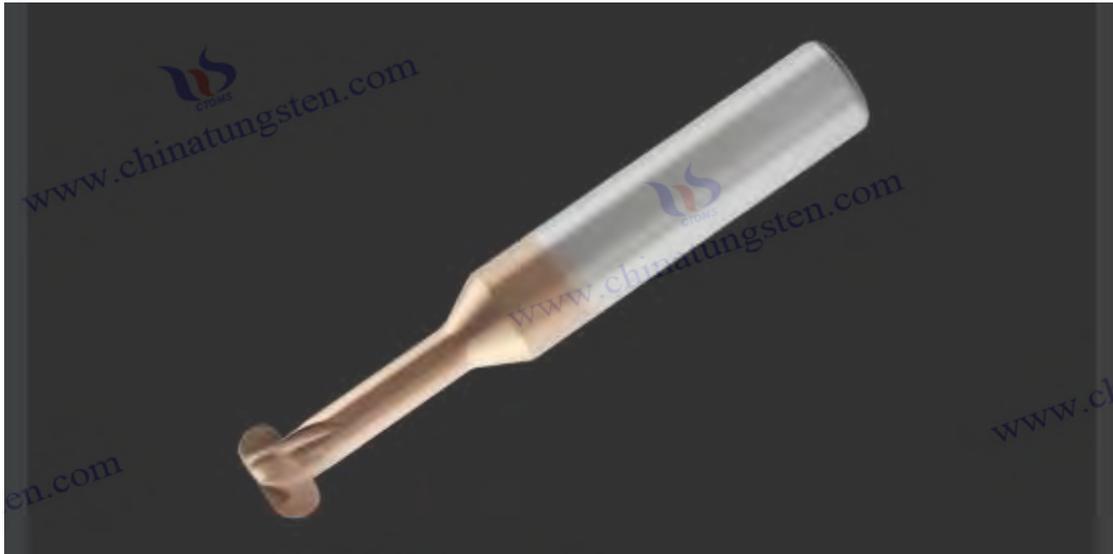
Conditions de la machine-outil : puissance de la machine-outil, rigidité, type de broche (cône), plage de vitesse et présence ou non de liquide de refroidissement.

Efficacité et économie de traitement : coût de l'outil, durée de vie et facilité de remplacement (les plaquettes indexables présentent des avantages évidents).

Paramètres de coupe : vitesse de coupe, vitesse d'avance, profondeur de coupe, méthode de refroidissement.

Comprendre les différents types de fraises et leurs applications est essentiel pour sélectionner correctement les outils de coupe, élaborer une technologie d'usinage adaptée et améliorer l'efficacité et la qualité de l'usinage. En pratique, les outils de coupe en carbure indexables dominent la plupart des opérations de fraisage.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



Qu'est-ce qu'une fraise à queue cylindrique en carbure ?

La fraise à queue cylindrique en carbure est un outil de coupe haut de gamme largement utilisé dans l'industrie manufacturière moderne. Grâce à son excellente dureté, sa résistance à l'usure et ses performances de coupe performantes, elle occupe une place centrale dans l'usinage des métaux. Elle utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par ajout d'agents de renforcement à l'état de traces (tels que TiC et TaC) et est formée grâce à une technologie avancée de métallurgie des poudres. Sa conception à queue cylindrique lui permet de s'adapter parfaitement au système de serrage des machines-outils CNC, des centres d'usinage ou des fraiseuses manuelles. Elle est largement utilisée pour l'usinage de précision, l'ébauche et l'usinage de surfaces complexes. Ce document détaille de nombreux aspects tels que la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les applications et les types, offrant ainsi une analyse technique complète et professionnelle.

Structure et matériaux de la fraise à queue cylindrique en carbure

La fraise à queue cylindrique en carbure se compose principalement de deux parties : la queue et la partie coupante. La queue est cylindrique, généralement en acier à outils haute résistance (tel que H13 ou 40CrMo) ou en carbure. Son diamètre varie de 2 à 20 mm et sa longueur est comprise entre 40 et 100 mm, selon les exigences du système de serrage de la machine-outil, afin d'assurer une liaison rigide avec la broche et une transmission stable. La partie coupante comporte plusieurs rainures et arêtes de coupe. Le nombre de dents varie de 2 à 8 selon le type d'usinage. La géométrie de la lame (angle d'hélice de 30 à 45 °, angle avant de 5 à 15 °, angle arrière de 10 à 20 °) est optimisée par un procédé de rectification de précision pour s'adapter aux différents matériaux et conditions de coupe. Des revêtements nanométriques tels que TiN (nitrure de titane), TiAlN (nitrure de titane et d'aluminium) ou AlCrN (nitrure d'aluminium et de chrome) sont souvent appliqués sur la surface des pales. L'épaisseur du revêtement est contrôlée entre 2 et 5 µm, ce qui améliore

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

considérablement la résistance à la chaleur jusqu'à 1 000 °C et réduit le coefficient de frottement à 0,15.

Composition du matériau :

Phase difficile

Carbure de tungstène (WC), distribution granulométrique 0,5-2 µm, valeur D50 1,2 µm, pureté jusqu'à 99,8%, garantissant une dureté et une résistance à l'usure élevées.

Phase adhésive

Cobalt (Co), teneur comprise entre 6 % et 12 % (fraction massique), granulométrie comprise entre 1 et 1,5 µm. L'ajustement de la teneur en Co permet d'équilibrer dureté et ténacité. 6 % est destiné à la haute précision, tandis que 12 % est adapté à la découpe sous fortes charges.

additif

La teneur en carbure de titane (TiC) est de 0,5 à 2 % et celle en carbure de tantale (TaC) de 0,3 à 1 %. La dispersion est détectée par microscopie électronique à balayage (MEB) et l'écart type est contrôlé à 5 %, ce qui améliore la dureté à haute température et l'antiadhérence.

Caractéristiques structurelles :

Conception de la poignée

Cylindrique, rugosité de surface $Ra \leq 0,4 \mu\text{m}$, avec porte-outil HSK ou BT, coaxialité d'installation $\leq 0,01 \text{ mm}$.

Optimisation de pointe

par une rectifieuse CNC à cinq axes, avec un chanfrein de tranchant de 0,01 à 0,02 mm pour réduire la force d'impact de la coupe.

Technologie de revêtement

En 2025, un nouveau revêtement multicouche à gradient (tel que TiAlN / AlCrN) sera ajouté, avec un écart d'uniformité d'épaisseur $< 0,5 \mu\text{m}$ et une augmentation de 30 % de la résistance à la corrosion.

Principe de fonctionnement de la fraise à queue cylindrique en carbure

Les fraises à queue cylindrique en carbure fraisent la surface de la pièce par rotation à grande vitesse et éliminent l'excédent de matière par coupe intermittente pour l'usinage de surfaces planes, courbes ou de contours complexes. Leur principe de fonctionnement repose sur le mouvement relatif à grande vitesse de l'arête de coupe par rapport à la matière. La force de coupe se compose de la force de coupe principale et de la force d'avance. L'arête de coupe pénètre dans la pièce selon une trajectoire circulaire, et les copeaux sont évacués par la rainure de la dent. Le processus de coupe

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

dépend de la géométrie de l'outil (angle avant, angle arrière, angle d'hélice) et des paramètres de coupe (vitesse de coupe V_c de 50 à 250 m/min, avance fin de 0,05 à 0,2 mm/dent, profondeur de coupe a_p de 0,2 à 2 mm). Un liquide de coupe (par exemple, un fluide de coupe à base d'eau, débit ≥ 10 L/min) ou une technologie de coupe à sec permettent de contrôler la température de la zone de coupe afin d'éviter la surchauffe de l'outil (température maximale contrôlée inférieure à 700 °C) ou la déformation thermique de la pièce. En 2025, grâce aux réseaux 5G et aux capteurs de l'Internet des objets (IoT), les systèmes CNC intelligents pourront surveiller en temps réel la force de coupe (< 600 N), la température et les vibrations, ajuster dynamiquement les paramètres, améliorer l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et porter la précision d'usinage au niveau IT6.

Caractéristiques de la fraise à queue cylindrique en carbure

La fraise à queue cylindrique en carbure présente les caractéristiques remarquables suivantes en raison de son matériau unique et de sa conception structurelle :

Dureté élevée

Dureté Vickers HV 1500-2000, dépassant de loin l'acier rapide (HV 600-800), capable de traiter l'acier trempé ou l'alliage de titane avec une dureté jusqu'à HRC 60.

Résistance à l'usure

La largeur de la zone d'usure (VB) est toujours $\leq 0,3$ mm après 500 à 800 heures de coupe continue, ce qui est 3 à 5 fois plus long que la durée de vie des outils traditionnels, en particulier lors de l'usinage de la fonte et de l'acier inoxydable.

Résistance à la chaleur

Les outils revêtus ont une résistance à la chaleur jusqu'à 1000°C et conviennent à la coupe à grande vitesse ($V_c > 200$ m/min), réduisant ainsi le risque de fissures thermiques.

Résistance aux chocs

En ajoutant du TaC et en optimisant la granulométrie (0,5-1,5 μm), la résistance à la flexion est ≥ 2000 MPa et la résistance aux charges d'impact est augmentée de 15 %, ce qui le rend adapté aux conditions de coupe intermittentes.

Haute précision

La précision d'usinage atteint le niveau IT6-IT7 et la rugosité de surface est de Ra 0,2-0,4 μm , répondant aux exigences d'usinage ultra-précises des industries aérospatiales et médicales.

Protection de l'environnement

La technologie de découpe à sec combinée à des revêtements à haute efficacité peut réduire la consommation de liquide de refroidissement de 20 à 30 %, conformément à la tendance de la fabrication durable.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Performances et facteurs d'influence des fraises à queue cylindrique en carbure cémenté

Les performances des fraises à queue cylindrique en carbure dépendent de multiples facteurs, tels que la composition du matériau, les paramètres d'usinage et l'environnement d'utilisation. Voici une analyse détaillée et une stratégie d'optimisation.

4.1 Tableau des facteurs affectant les performances des fraises à queue cylindrique en carbure cémenté

| Facteurs d'influence | décrire | Influence degré | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|-------------------------------------|--|-----------------|---|---|
| Teneur en cobalt | 6%-12%, une faible teneur améliore la dureté, une teneur élevée augmente la ténacité | haut | 6 % pour l'usinage de haute précision, 12 % pour les charges lourdes | 6% Co dureté HV 1800, 12% Co résistance à la flexion 2200 MPa |
| Vitesse de coupe (Vc) | 50-250 m/min, une vitesse trop élevée entraînera une surchauffe ou un écaillage | milieu | Les matériaux durs réduisent de 20 %, comme l'alliage Ti Vc 120 m/min | Vc trop élevé (300 m/min) Taux de rupture des bords 5%-10% |
| Taux d'alimentation (fn) | 0,05-0,2 mm/dent, une valeur trop élevée augmentera la force de coupe | haut | Micro-usinage jusqu'à 0,05 mm/dent | fn 0,25 mm/dent Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,2-2 mm, trop profond peut provoquer des vibrations | milieu | Découpe multicouche de pièces complexes, ap 0,5 mm/couche | amplitude de vibration de 2,5 mm augmentée de 15 % |
| Débit du liquide de refroidissement | ≥ 10 L/min, l'effet de dissipation thermique affecte la durée de vie | milieu | Découpe à sec avec revêtement TiAlN | Débit 5 L/min Durée de vie réduite de 20% |
| Matériau de la pièce | Acier (HRC 40), alliage de titane, alliage d'aluminium | haut | Les matériaux visqueux réduisent le Vc de 30 à 40 % | Alliage d'aluminium Vc 200 m/min, alliage de titane 100 m/min |

5. Performances et processus de production de la fraise à queue cylindrique en carbure cémenté

Les fraises à queue cylindrique en carbure sont issues d'un processus de production systématique, de la préparation des matières premières à l'usinage final. Voici le détail du processus et des paramètres techniques.

5.1 Tableau des performances et du processus de production de la fraise à queue cylindrique en carbure cémenté

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|---------------------|--|----------------------------------|---|---|
| Mélange de matières | Broyeur à boulets planétaire à haute énergie, rapport billes/matériau 10:1 | 24 à 48 heures, écart type < 5 % | Dispersion uniforme, conforme à la norme GB/T | Uniformité de la taille des particules CV < |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | | | |
|----------------------------------|---|--|--|---|
| premières | 200-300 tr/min | | 5244-2018 | 3 % |
| Pressage | Pression 150-200 MPa, temps 10-20 secondes | Densité 60%-70% (12-14 g/cm ³) | Formage de flans, écart ±0,2 g/cm ³ | Résistance à l'état vert 10-15 MPa |
| frittage | Four sous vide 1350-1450°C, HIP 5-10 MPa | 1 à 2 heures, densité 98 à 99 % | Granulométrie 0,5-1,5 µm, densification | Porosité A02B00C00 |
| Frittage assisté par champ (SPS) | Courant d'impulsion 1000-2000 A, tension 5-10 V | 30 à 60 minutes | Taille de grain 0,2-0,5 µm, optimisation des micro-outils | L'efficacité énergétique a augmenté de 20 % |
| Habillage des bords | Meule diamantée n° 600-n° 800, EDM 0,1-0,3 J | Quantité de coupe 0,01-0,02 mm | Rugosité Ra ≤ 0,2 µm, précision ± 0,005 mm | Tranchant du tranchant < 0,01 mm |
| Revêtement | Pulvérisation magnétron multicible, TiAlN / AlCrN | Épaisseur 2-5 µm | Résistance à la chaleur 1000°C, coefficient de frottement 0,15 | Force d'adhérence > 60 N, uniformité < 0,5 µm |

Application de la fraise à queue cylindrique en carbure

Les fraises à queue cylindrique en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur polyvalence et de leurs hautes performances :

Aérospatial

Pour l'usinage des alliages de titane (comme le Ti-6Al-4V) et des alliages haute température (comme l'Inconel 718), la précision requise est de niveau IT6, la rugosité de surface Ra est de 0,2 µm, la vitesse de coupe Vc est de 100 à 150 m/min et la profondeur de coupe AP est de 0,5 à 1 mm. En 2025, le système de surveillance 5G permettra de réduire le temps d'usinage de 10 à 15 %.

Automobile

Fraisage de blocs moteurs, vilebrequins et pièces de boîte de vitesses, les matériaux des pièces sont en fonte (HRC 30-40) ou en alliage d'aluminium, Vc 150-200 m/min, fn 0,1-0,15 mm/dent, ap 1-2 mm, efficacité augmentée de 20%.

Fabrication de moules

Pour la finition de moules complexes (tels que les moules d'emboutissage automobile), la technologie de découpe à sec est utilisée pour réduire l'utilisation de liquide de refroidissement de 20 à 30 %, Vc 200 à 250 m/min, Ra 0,2 µm.

Industrie médicale

Les micro-fraises (diamètre 0,05-0,5 mm) sont utilisées pour l'usinage d'implants de hanche ou de micro-engrenages, avec une précision de ±0,001 mm, Vc 60-100 m/min, ap 0,05-0,2 mm et une durée de vie de 300-500 heures.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Nouvelle énergie

Traitement de moules de pales d'éoliennes ou de cadres de modules photovoltaïques, combiné à l'IA pour optimiser les paramètres de coupe, Vc 150-200 m/min, efficacité augmentée de 15% et empreinte carbone réduite de 10%.

7. Types de fraises à queue cylindrique en carbure

Les fraises à queue cylindrique en carbure sont divisées en plusieurs types en fonction de l'utilisation et de la conception, chaque type est optimisé pour des besoins d'usinage spécifiques :

Fraise d'ébauche

Nombre de dents 2-4, profondeur de coupe ap 1-2 mm, vitesse de coupe Vc 100-150 m/min, adapté à l'enlèvement rapide de matière (comme les ébauches en fonte), force de coupe 400-500 N, durée de vie 400-600 heures.

Fraise de finition

Nombre de dents : 6-8, profondeur de coupe ap 0,2-0,5 mm, vitesse de coupe Vc 150-250 m/min, rugosité de surface Ra 0,2 μ m, précision IT7, convient aux moules et aux pièces aéronautiques.

Micro-fraise

Diamètre 0,05-0,5 mm, profondeur de coupe ap 0,05-0,2 mm, vitesse de coupe Vc 60-120 m/min, traitement de cartes de circuits microélectroniques ou d'implants médicaux, précision \pm 0,001 mm.

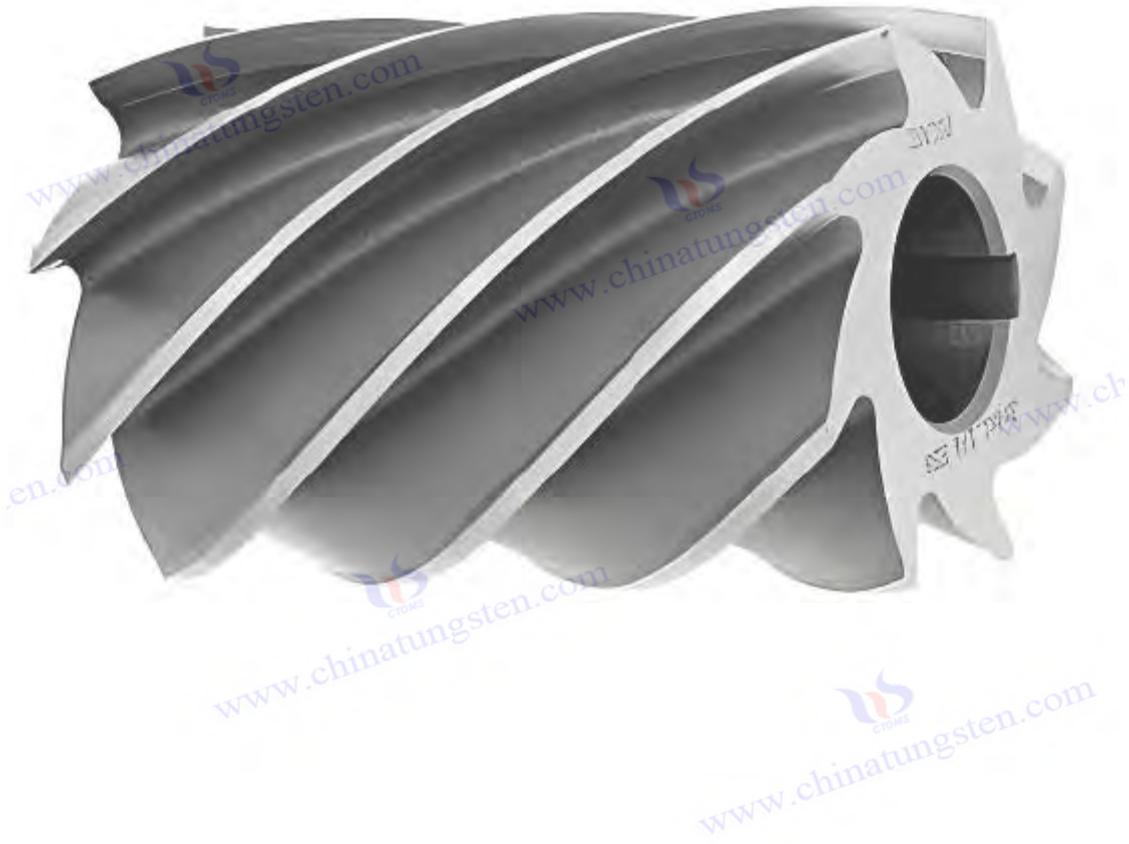
Fraise revêtue

Appliquer un revêtement TiN, TiAlN ou AlCrN, résistance à la chaleur 800-1000°C, coefficient de frottement 0,15, durée de vie prolongée de 25%-35% par rapport au non revêtu, Vc 200-250 m/min.

Fraise multifonctionnelle

Intègre les fonctions de fraisage, de perçage et de chanfreinage, avec une vitesse de coupe de Vc 150-200 m/min, réduisant le temps de changement d'outil de 30 à 40 %, et convient aux centres d'usinage composites multi-processus.

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



Que sont les fraises en carbure ?

La fraise en carbure est un outil de coupe de haute précision et performant, largement utilisé dans l'usinage des métaux et des matériaux non métalliques. Grâce à son excellente dureté, sa résistance à l'usure et sa polyvalence, elle occupe une place importante dans l'industrie manufacturière moderne. Composée de carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et de cobalt (Co) comme phase de liaison, elle est obtenue par ajout d'agents de renforcement à l'état de traces (tels que TiC et TaC) et est obtenue par métallurgie des poudres avancée. Sa conception unique lui permet de couper l'extrémité et les côtés de la pièce, ce qui la rend particulièrement adaptée aux machines-outils CNC, aux centres d'usinage et aux usinages de surface complexes. Le contenu suivant sera détaillé sous divers aspects, tels que la structure et le matériau, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux des fraises en carbure cémenté

2.

La structure des fraises en carbure comprend principalement une queue et une partie coupante. La queue est cylindrique ou conique, généralement en acier à outils haute résistance (tel que le 42CrMo ou le HSS) ou en carbure. Son diamètre varie de 3 à 25 mm et sa longueur de 50 à 120 mm est conçue en fonction du système de serrage de la machine-outil pour assurer une liaison stable avec la broche. La partie coupante est composée de dents d'extrémité et de dents périphériques. Les dents d'extrémité sont situées à la base de l'outil pour la coupe axiale, tandis que les dents périphériques sont réparties sur la circonférence pour la coupe latérale. Le nombre de dents est généralement compris entre 2 et 10, selon les exigences d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (angle d'hélice de 30° à 50°, angle avant de 5° à 15°, angle arrière de 10° à 25°) sont optimisés par une rectification de précision, et des revêtements nanométriques tels que TiN, TiAlN ou AlCrN sont souvent appliqués en surface. L'épaisseur du revêtement est contrôlée à 2-6 µm, ce qui améliore considérablement la résistance à la chaleur jusqu'à 1100°C et réduit le coefficient de frottement à 0,12.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Composition du matériau :

Phase difficile

Carbure de tungstène (WC), distribution granulométrique 0,4-1,8 μm , valeur D50 1,0 μm , pureté $\geq 99,9\%$, garantissant une dureté et une résistance à l'usure ultra-élevées.

Phase adhésive

Cobalt (Co), plage de teneur de 5 à 15 % (fraction massique), granulométrie de 0,8 à 1,2 μm , 5 % se concentrent sur la haute précision, 15 % conviennent à la découpe à forte charge.

additif

La teneur en carbure de titane (TiC) est de 0,4 à 2,5 % et celle en carbure de tantale (TaC) de 0,2 à 1,2 %. La dispersion est détectée par microscopie électronique à balayage (MEB) et l'écart type est inférieur à 4 %, ce qui améliore la dureté à haute température et l'antiadhérence.

Caractéristiques structurales :

Conception de la poignée

Cylindrique ou conique, rugosité de surface $R_a \leq 0,3 \mu\text{m}$, avec porte-outil de type CAT ou HSK, coaxialité d'installation $\leq 0,008 \text{ mm}$.

Optimisation de pointe

Rectifieuse CNC à six axes, avec un chanfrein de tranchant de 0,008 à 0,015 mm, ce qui réduit la force d'impact de coupe et améliore la résistance du tranchant.

Technologie de revêtement

En 2025, des nano-revêtements multicouches (tels que TiAlN / DLC) seront introduits avec un écart d'uniformité d'épaisseur $< 0,4 \mu\text{m}$ et une résistance à la corrosion améliorée de 35 %, ce qui les rendra adaptés aux environnements de coupe à sec.

2. Principe de fonctionnement de la fraise en carbure

Les fraises en carbure réalisent des coupes en bout et latérales grâce à une rotation à grande vitesse et enlèvent de la matière de la pièce en combinant coupes intermittentes et continues. Leur principe de fonctionnement repose sur le mouvement relatif à grande vitesse des dents d'extrémité et des dents périphériques. Les dents d'extrémité fraisent axialement la pièce pour réaliser l'usinage de la face frontale, tandis que les dents périphériques fraisent radialement pour former les côtés. Les copeaux sont évacués par les rainures des dents. Le processus de coupe dépend des paramètres géométriques de l'outil (tels que l'angle d'hélice affectant le lissé des copeaux, l'angle de coupe affectant l'effort de coupe) et des paramètres de coupe (tels que la vitesse de coupe V_c de 60 à 300 m/min, l'avance f_n de 0,04 à 0,25 mm/dent, la profondeur de coupe a_p de 0,15 à 2,5 mm). Un liquide de coupe (par exemple, un fluide de coupe à base d'huile, débit $\geq 12 \text{ L/min}$) ou une technologie de coupe à sec permettent de contrôler la température de la zone de coupe afin d'éviter la surchauffe de l'outil (température maximale contrôlée inférieure à 750 °C) ou la déformation thermique de la pièce. En 2025, grâce aux réseaux 5G et aux algorithmes d'IA, les systèmes CNC intelligents pourront surveiller en temps réel l'effort de coupe ($< 700 \text{ N}$), la température et les vibrations, ajuster dynamiquement les paramètres, améliorer l'efficacité de coupe de 18 à 22 % et atteindre une

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

précision d'usinage de niveau IT5-IT6.

3. Caractéristiques des fraises en carbure

Grâce à leurs matériaux avancés et à leur conception de précision, les fraises en carbure présentent les caractéristiques remarquables suivantes :

Dureté ultra élevée

Dureté Vickers HV 1600-2100, dépassant l'acier rapide (HV 650-850), capable de traiter l'acier trempé ou les alliages à haute résistance avec une dureté jusqu'à HRC 65.

Excellente résistance à l'usure

La largeur de la zone d'usure (VB) est toujours $\leq 0,25$ mm après 600 à 900 heures de coupe continue, ce qui est 4 à 6 fois plus long que la durée de vie des outils traditionnels, en particulier lors du traitement de l'acier inoxydable et des alliages de titane.

Excellente résistance à la chaleur

Les outils revêtus ont une résistance à la chaleur jusqu'à 1100°C et conviennent à la coupe à très grande vitesse ($V_c > 250$ m/min), réduisant ainsi le risque de fatigue thermique et de fissures.

Forte résistance aux chocs

En ajoutant du TiC et en optimisant la granulométrie (0,4-1,2 μ m), la résistance à la flexion est ≥ 2200 MPa et la résistance aux charges d'impact est augmentée de 20 %, ce qui le rend adapté aux conditions de coupe intermittente et de charge lourde.

Haute précision

La précision d'usinage atteint le niveau IT5-IT6 et la rugosité de surface est de Ra 0,15-0,3 μ m, répondant aux exigences d'usinage ultra-précises des industries aérospatiales et médicales.

Durabilité

La technologie de découpe à sec combinée à un revêtement à haute efficacité réduit la consommation de liquide de refroidissement de 25 à 35 %, répond aux normes de fabrication écologiques et réduit les émissions de carbone de 15 %.

4. Performances des fraises en carbure et facteurs d'influence

Les performances des fraises en carbure cémenté dépendent de multiples facteurs, tels que la composition du matériau, les paramètres d'usinage et l'environnement d'utilisation. Voici une analyse détaillée et une stratégie d'optimisation.

4.1 Tableau des facteurs affectant les performances des fraises en carbure cémenté

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|----------------------------|--|--------|--|---|
| Teneur en cobalt | 5%-15%, une faible teneur améliore la dureté, une teneur élevée augmente la ténacité | haut | 5% pour la haute précision, 15% pour les charges lourdes | 5% Co dureté HV 1900, 15% Co résistance à la flexion 2300 MPa |
| Vitesse de coupe (V_c) | 60-300 m/min, une vitesse trop élevée entraînera une surchauffe ou un écaillage | milieu | Les matériaux durs sont réduits de 25 %, comme l'Inconel V_c 150 m/min | V_c trop élevé (350 m/min) Taux de rupture des bords 6%-12% |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | | | |
|-------------------------------------|--|--------|---|--|
| Vitesse d'avance (fn) | 0,04-0,25 mm/dent, une valeur trop élevée augmentera la force de coupe | haut | Micro-usinage jusqu'à 0,04 mm/dent | fn 0,3 mm/dent Force de coupe augmentée de 35 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,15-2,5 mm, trop profond provoquera facilement des vibrations | milieu | Découpe multicouche de pièces complexes, ap 0,4 mm/couche | amplitude de vibration de 3 mm augmentée de 18 % |
| Débit du liquide de refroidissement | ≥ 12 L/min, la dissipation de chaleur affecte la durée de vie | milieu | Coupe à sec avec revêtement DLC | Débit 6 L/min Durée de vie réduite de 25% |
| Matériau de la pièce | Acier (HRC 50), alliage de titane, alliage à base de nickel | haut | Les matériaux visqueux réduisent le Vc de 35 à 45 % | Alliage Ni Vc 120 m/min, alliage Al 250 m/min |

5. Processus de production des fraises en carbure

Les excellentes performances des fraises en carbure cémenté sont le fruit d'un processus de production rigoureux, de la préparation des matières premières à l'usinage final. Voici le détail du processus et des paramètres techniques.

Tableau des performances des fraises en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|----------------------------------|--|--|--|---|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets planétaire à haute énergie, rapport billes/matériau 12:1, 250-350 tr/min | 30 à 50 heures, écart type < 4 % | Dispersion uniforme, conformément à la norme ISO 13399 | Uniformité de la taille des particules CV < 2,5 % |
| Pressage | Pression 180-220 MPa, temps 15-25 secondes | Densité 65%-75% (13-15 g/cm ³) | Formage de flans, écart ±0,15 g/cm ³ | Résistance à l'état vert 12-18 MPa |
| frittage | Four sous vide 1400-1500°C, HIP 6-12 MPa | 1,5 à 2,5 heures, densité 98,5 % à 99,5 % | Granulométrie 0,4-1,2 µm, densifiée | Porosité A01B00C00 |
| Frittage assisté par champ (SPS) | Courant d'impulsion 1200-2200 A, tension 6-12 V | 40 à 70 minutes | Taille de grain 0,15-0,4 µm, optimisation des micro-outils | L'efficacité énergétique a augmenté de 25 % |
| Habillage des bords | Meule diamantée n° 800-n° 1000, EDM 0,05-0,25 J | Quantité de coupe 0,008-0,015 mm | Rugosité Ra ≤ 0,15 µm, précision ± 0,004 mm | Tranchant du tranchant < 0,008 mm |
| Revêtement | Pulvérisation magnétron multicible, TiAlN /DLC | Épaisseur 2-6 µm | Résistance à la chaleur 1100°C, coefficient de frottement 0,12 | Force d'adhérence > 65 N, uniformité < 0,4 µm |

6. Types de fraises en carbure

Les fraises en carbure sont classées en plusieurs types en fonction de leur objectif et de leur conception, chacune optimisée pour des besoins d'usinage spécifiques :

Fraises d'ébauche

Nombre de dents 2-5, profondeur de coupe ap 1,5-2,5 mm, vitesse de coupe Vc 120-180 m/min, adapté à l'enlèvement rapide de matière (comme les billettes d'acier), force de coupe 450-600 N,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

durée de vie 450-650 heures.

Fraises de finition

Nombre de dents : 8-10, profondeur de coupe ap 0,15-0,4 mm, vitesse de coupe Vc 200-300 m/min, rugosité de surface Ra 0,15 µm, précision IT6, convient aux moules et aux pièces aéronautiques.

Micro-fraises

Diamètre 0,03-0,6 mm, profondeur de coupe ap 0,03-0,15 mm, vitesse de coupe Vc 50-120 m/min, traitement de composants microélectroniques ou d'implants médicaux, précision ± 0,0008 mm.

Fraises revêtues

Appliquer un revêtement TiN, TiAlN ou DLC, résistance à la chaleur 900-1100°C, coefficient de frottement 0,12, durée de vie prolongée de 30% à 40% par rapport au non revêtu, Vc 250-300 m/min.

Fraise multifonctionnelle

Intègre les fonctions de fraisage en bout, de fraisage latéral et de fraisage de rainures, avec une vitesse de coupe de Vc 180-250 m/min, réduisant le temps de changement d'outil de 35% à 45%, le rendant adapté aux centres d'usinage composites multi-processus.

7. Application des fraises en carbure

Les fraises en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur polyvalence et de leurs performances :

Aérospatial

Pour l'usinage des alliages de titane (comme le Ti-6Al-4V) et des alliages à base de nickel (comme l'Inconel 718), la précision requise est IT5, la rugosité de surface Ra est de 0,15 µm, la vitesse de coupe Vc est de 120 à 180 m/min et la profondeur de coupe ap est de 0,4 à 0,8 mm. En 2025, le système de surveillance 5G réduira le temps d'usinage de 12 à 18 %.

Automobile

Fraisage de culasses, bielles et pièces de boîte de vitesses, les matériaux des pièces sont en fonte (HRC 35-45) ou en alliage d'aluminium, Vc 180-250 m/min, fn 0,08-0,12 mm/dent, ap 0,8-1,5 mm, efficacité augmentée de 22%.

Fabrication de moules

Finition de moules d'injection et de moules d'emboutissage, utilisant la technologie de découpe à sec, réduisant l'utilisation de liquide de refroidissement de 25% à 35%, Vc 220-300 m/min, Ra 0,15 µm.

Industrie médicale

Les micro-fraises (diamètre 0,03-0,6 mm) sont utilisées pour traiter des implants orthopédiques ou des micro-engrenages, avec une précision de ± 0,0008 mm, Vc 50-90 m/min, ap 0,03-0,15 mm et une durée de vie de 350-550 heures.

Nouvelle énergie

Lors de l'usinage de rotors d'éoliennes ou de cadres solaires, l'IA est utilisée pour optimiser les paramètres de coupe, avec un Vc de 160-220 m/min, ce qui augmente l'efficacité de 18 % et réduit l'empreinte carbone de 12 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise en carbure monobloc ?

La fraise monobloc en carbure est un outil de coupe haute performance, largement utilisé dans l'usinage de précision des matériaux métalliques et non métalliques. Son excellente dureté, sa résistance à l'usure et sa polyvalence en font un outil essentiel dans l'industrie manufacturière. Elle utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par ajout d'agents de renforcement à l'état de traces (tels que TiC et TaC) et est intégralement formée grâce à une technologie avancée de métallurgie des poudres. Contrairement aux autres types de fraises, la queue et la partie coupante de la fraise monobloc en carbure sont fabriquées dans un seul carbure pour garantir une rigidité et une durabilité accrues. Elle est particulièrement adaptée aux machines-outils CNC, aux centres d'usinage et aux formes géométriques complexes. Ce qui suit sera détaillé sous plusieurs aspects, tels que la structure et le matériau, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise monobloc en carbure cémenté

La fraise intégrale en carbure se compose d'une queue intégrée et d'une partie coupante. La queue est cylindrique ou conique, avec un diamètre compris entre 2 et 25 mm et une longueur comprise entre 40 et 150 mm, selon la conception du système de serrage de la machine-outil. Elle est fabriquée en carbure haute résistance pour assurer une liaison rigide avec la broche. La partie coupante comprend des dents d'extrémité et des dents périphériques. Les dents d'extrémité servent à la coupe axiale, tandis que les dents périphériques sont réparties sur la circonférence pour la coupe latérale. Le nombre de dents est généralement compris entre 2 et 12, selon les exigences d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (angle d'hélice de 35° à 55°, angle avant de 3° à 12°, angle arrière de 8° à 20°) sont optimisés par une rectification de haute précision. Des revêtements nanométriques tels que TiN, TiAlN ou AlTiN sont souvent appliqués en surface. L'épaisseur du revêtement est contrôlée à 2-7 µm, ce qui améliore considérablement la résistance à la chaleur jusqu'à 1150°C et réduit le coefficient de frottement à 0,10.

Composition du matériau :

Phase dure : carbure de tungstène (WC), distribution granulométrique 0,3-1,6 µm, valeur D50 0,9 µm, pureté ≥ 99,95 %, offrant une dureté et une résistance à l'usure extrêmement élevées.

Phase liante : Cobalt (Co), plage de teneur de 4 % à 14 % (fraction massique), granulométrie de 0,7 à 1,0 µm, 4 % se concentrent sur la haute précision, 14 % conviennent à la découpe à forte charge.

Additifs : Teneur en carbure de titane (TiC) 0,3%-2,0%, teneur en carbure de tantale (TaC) 0,1%-1,0%, dispersion détectée par SEM, écart type < 3%, améliore la dureté à haute température et l'anti-adhérence.

Caractéristiques structurelles :

Conception de la tige : cylindrique ou conique, rugosité de surface $Ra \leq 0,25 \mu\text{m}$, adaptée au porte-outil de type HSK ou ISO, coaxialité d'installation $\leq 0,006 \text{ mm}$.

Optimisation du tranchant : traité par une rectifieuse CNC à sept axes, le chanfrein du tranchant est de 0,005 à 0,012 mm, ce qui réduit la force d'impact de coupe et améliore la durabilité du tranchant.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Technologie de revêtement : En 2025, des revêtements à gradient multicouches (tels que AlTiN / DLC) seront introduits avec un écart d'uniformité d'épaisseur $< 0,3 \mu\text{m}$ et une résistance à la corrosion améliorée de 40 %, adaptés aux environnements de coupe extrêmes.

2. Principe de fonctionnement de la fraise monobloc en carbure

Les fraises en carbure monobloc réalisent des coupes frontales et latérales grâce à une rotation à grande vitesse et enlèvent de la matière de la pièce en combinant coupes intermittentes et continues. Leur principe de fonctionnement repose sur le mouvement relatif à grande vitesse des dents frontales et périphériques. Les dents frontales pénètrent axialement dans la pièce pour réaliser l'usinage de la face frontale, tandis que les dents périphériques creusent radialement pour le façonnage latéral. Les copeaux sont évacués par des rainures de dents optimisées. Le processus de coupe est influencé par les paramètres de géométrie de l'outil (tels que l'angle d'hélice affectant l'efficacité d'évacuation des copeaux, l'angle de coupe affectant l'effort de coupe) et les paramètres de coupe (tels que la vitesse de coupe V_c de 70 à 350 m/min, l'avance f_n de 0,03 à 0,3 mm/dent, la profondeur de coupe a_p de 0,1 à 3 mm). Un liquide de coupe (tel qu'un liquide de coupe synthétique, débit $\geq 15 \text{ l/min}$) ou une technique de coupe à sec permet de contrôler la température de la zone de coupe afin d'éviter la surchauffe de l'outil (température maximale contrôlée inférieure à $800 \text{ }^\circ\text{C}$) ou la déformation thermique de la pièce. En 2025, combinés aux réseaux 5G et aux algorithmes d'apprentissage automatique, les systèmes CNC intelligents peuvent surveiller la force de coupe ($< 800 \text{ N}$), la température et les vibrations en temps réel, ajuster dynamiquement les paramètres, améliorer l'efficacité de coupe de 20 à 25 % et atteindre une précision d'usinage de niveau IT4-IT5.

3. Caractéristiques de la fraise monobloc en carbure

Les fraises en carbure monobloc présentent les caractéristiques remarquables suivantes en raison de leur conception monobloc et de leurs matériaux avancés :

Dureté extrêmement élevée

Dureté Vickers HV 1700-2200, dépassant de loin l'acier rapide (HV 700-900), capable de traiter des matériaux ultra-durs avec une dureté allant jusqu'à HRC 68.

Excellente résistance à l'usure

La largeur de la zone d'usure (VB) est toujours $\leq 0,2 \text{ mm}$ après 700 à 1 000 heures de coupe continue, ce qui est 5 à 7 fois plus long que la durée de vie des outils traditionnels, en particulier lors du traitement d'alliages à haute température.

Excellente résistance à la chaleur

Les outils revêtus résistent à la chaleur jusqu'à 1150°C et conviennent à la coupe à très grande vitesse ($V_c > 300 \text{ m/min}$), réduisant ainsi le risque de fissures thermiques et d'usure.

Forte résistance aux chocs

En ajoutant du TiC et en optimisant la granulométrie ($0,3\text{-}1,0 \mu\text{m}$), la résistance à la flexion est $\geq 2400 \text{ MPa}$ et la résistance aux charges d'impact est augmentée de 25 %, ce qui le rend adapté aux conditions de coupe intermittente et de charge lourde.

Ultra-haute précision

La précision d'usinage atteint le niveau IT4-IT5 et la rugosité de surface est de $R_a 0,1\text{-}0,25 \mu\text{m}$, répondant aux exigences d'usinage ultra-précises des industries aérospatiales et microélectroniques.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Performances et facteurs d'influence des fraises monoblocs en carbure cémenté

Les performances des fraises monoblocs en carbure dépendent de multiples facteurs, tels que la composition du matériau, les paramètres d'usinage et l'environnement d'utilisation. Voici une analyse détaillée et une stratégie d'optimisation.

4.1 Tableau des facteurs affectant les performances des fraises monoblocs en carbure cémenté

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|-------------------------------------|--|--------|---|---|
| Teneur en cobalt | 4%-14%, une faible teneur améliore la dureté, une teneur élevée augmente la ténacité | haut | 4 % pour la haute précision, 14 % pour les charges lourdes | 4% Co dureté HV 2000, 14% Co résistance à la flexion 2500 MPa |
| Vitesse de coupe (Vc) | 70-350 m/min, une valeur trop élevée entraînera une surchauffe ou un écaillage | milieu | Les matériaux durs sont réduits de 30 %, comme l'Inconel Vc 180 m/min | Vc trop élevé (400 m/min) Taux de rupture des bords 7%-15% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,03-0,3 mm/dent, une valeur élevée augmentera la force de coupe | haut | Micro-usinage jusqu'à 0,03 mm/dent | fn 0,35 mm/dent Force de coupe augmentée de 40 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,1 à 3 mm, trop profond provoquera facilement des vibrations | milieu | Découpe multicouche de pièces complexes, ap 0,3 mm/couche | ap 3,5 mm Amplitude de vibration augmentée de 20 % |
| Débit du liquide de refroidissement | ≥ 15 L/min, l'effet de dissipation thermique affecte la durée de vie | milieu | Découpe à sec avec revêtement AlTiN | Débit 7 L/min Durée de vie réduite de 30% |
| Matériau de la pièce | Acier (HRC 55), alliage de titane, alliage Co-Cr | haut | Les matériaux visqueux réduisent le Vc de 40 à 50 % | Alliage Co-Cr Vc 140 m/min, alliage Al 300 m/min |

5. Tableau des performances et du processus de production de la fraise intégrale en carbure cémenté

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|----------------------------------|--|--|---|---|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets planétaire à haute énergie, rapport billes/matériau 15:1, 300-400 tr/min | 36 à 60 heures, écart type < 3 % | Dispersion uniforme, conformément à la norme ISO 513 | Uniformité de la taille des particules CV < 2 % |
| Pressage | Pression 200-250 MPa, temps 20-30 secondes | Densité 70%-80% (14-16 g/cm ³) | Formage de flans, écart ±0,1 g/cm ³ | Résistance à l'état vert 15-20 MPa |
| frittage | Four sous vide 1450-1550°C, HIP 8-15 MPa | 2-3 heures, densité 99%-99,8% | Granulométrie 0,3-1,0 µm, densification | Porosité A00B00C00 |
| Frittage assisté par champ (SPS) | Courant d'impulsion 1500-2500 A, tension 8-15 V | 50 à 80 minutes | Taille de grain 0,1-0,3 µm, optimisation des micro-outils | L'efficacité énergétique a augmenté de 30 % |
| Habillage des bords | Meule diamantée n° 1000-n° 1200, EDM 0,03-0,2 J | Quantité de coupe 0,005-0,012 mm | Rugosité Ra ≤ 0,1 µm, précision ± 0,003 mm | Tranchant du tranchant < 0,005 mm |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | | | |
|------------|---|------------------|---|--|
| Revêtement | Pulvérisation magnétron multicible, AlTiN /DLC | Épaisseur 2-7 µm | Résistance à la chaleur 1150°C, coefficient de frottement 0,10 | Force d'adhérence > 70 N, uniformité < 0,3 µm |
|------------|---|------------------|---|--|

6. Types de fraises monoblocs en carbure

Les fraises en carbure monobloc sont divisées en plusieurs types selon leur utilisation et leur conception, chaque type est optimisé pour des besoins d'usinage spécifiques :

Fraise monobloc d'ébauche

Nombre de dents 2-6, profondeur de coupe ap 2-3 mm, vitesse de coupe Vc 100-200 m/min, adapté à l'enlèvement rapide de matière (comme les billettes d'acier), force de coupe 500-700 N, durée de vie 500-700 heures.

Fraise de finition monobloc

Nombre de dents : 10-12, profondeur de coupe ap 0,1-0,3 mm, vitesse de coupe Vc 250-350 m/min, rugosité de surface Ra 0,1 µm, précision IT5, convient aux moules et aux pièces d'aviation.

Fraise micro-solide

Diamètre 0,02-0,5 mm, profondeur de coupe ap 0,02-0,1 mm, vitesse de coupe Vc 50-150 m/min, traitement de composants microélectroniques ou d'implants médicaux, précision ± 0,0005 mm.

Fraise monobloc revêtue

Appliquer un revêtement AlTiN, TiAlN ou DLC, résistance à la chaleur 1000-1150°C, coefficient de frottement 0,10, durée de vie prolongée de 35%-45% par rapport au non revêtu, Vc 300-350 m/min.

Fraise intégrale multifonctionnelle

Intègre les fonctions de fraisage en bout, de fraisage latéral et de fraisage de rainures, avec une vitesse de coupe de Vc 200-300 m/min, réduisant le temps de changement d'outil de 40 à 50 %, et convient aux centres d'usinage composites multi-processus.

7. Application de la fraise intégrale en carbure

Les fraises en carbure monobloc sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur conception monobloc et de leurs hautes performances :

Aérospatial

Pour le traitement des alliages de titane (tels que Ti-6Al-4V) et des alliages cobalt-chrome, l'exigence de précision est IT4, la rugosité de surface Ra 0,1 µm, la vitesse de coupe Vc 150-220 m/min, la profondeur de coupe ap 0,3-0,6 mm, et le système de surveillance 5G réduira le temps de traitement de 15 à 20 % en 2025.

Automobile

Fraisage de blocs moteurs, d'arbres à cames et de pièces d'engrenages, les matériaux des pièces sont en fonte (HRC 40-50) ou en alliage d'aluminium, Vc 200-300 m/min, fn 0,05-0,1 mm/dent, ap 0,6-1,2 mm, efficacité augmentée de 25 %.

Fabrication de moules

La finition des moules de précision (tels que les moules de panneaux automobiles) utilise la technologie de découpe à sec pour réduire l'utilisation de liquide de refroidissement de 30 à 40 %,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Vc 250 à 350 m/min, Ra 0,1 µm.

Industrie médicale

Fraise micro solide (diamètre 0,02-0,5 mm) pour l'usinage d'implants orthopédiques ou de micro engrenages, précision $\pm 0,0005$ mm, Vc 40-80 m/min, ap 0,02-0,1 mm, durée de vie 400-600 heures.

Nouvelle énergie

Traitement de moules de pales d'éoliennes ou de boîtiers de batteries, combiné à l'IA pour optimiser les paramètres de coupe, Vc 180-250 m/min, efficacité augmentée de 20 % et empreinte carbone réduite de 15 %.

Industrie électronique

Traitement de micro-circuits imprimés et de boîtiers semi-conducteurs, les matériaux des pièces sont en résine renforcée de fibre de verre ou en céramique, Vc 100-200 m/min, ap 0,05-0,2 mm, précision $\pm 0,001$ mm, répondant aux besoins de traitement des composants électroniques haute densité.

Construction navale

Fraisage d'hélices marines et de corps de vannes, les matériaux des pièces sont en bronze ou en acier inoxydable, Vc 150-250 m/min, ap 0,5-1,5 mm, le revêtement résistant à la corrosion prolonge la durée de vie de l'outil de 30 à 40 %.

Matériaux de construction

Traitement de moules en plaques de plâtre et de carreaux de céramique, Vc 80-150 m/min, ap 0,2-0,8 mm, réduisant les émissions de poussière de 20 %, adapté à la production de matériaux de construction écologiques.

Fabrication de bijoux

La fraise micro solide est utilisée pour la gravure fine de métaux précieux (tels que l'or, le platine) et les incrustations de pierres précieuses, avec Vc 50-120 m/min, ap 0,01-0,05 mm, précision $\pm 0,0002$ mm, répondant aux besoins de personnalisation haut de gamme.

Industrie de la défense

Traitement des plaques de blindage des chars et des obus de missiles, le matériau de la pièce est en acier à haute résistance ou en matériaux composites, Vc 120-180 m/min, ap 0,4-1 mm, la résistance à l'usure améliore l'efficacité du traitement de 15% à 20%.

Instruments optiques

Traitement des moules de lentilles et des composants de prisme, le matériau de la pièce est du verre optique ou du polymère, Vc 60-120 m/min, ap 0,03-0,15 mm, précision $\pm 0,0003$ mm, pour répondre à la fabrication de composants optiques de haute précision.

Électronique grand public

Traitement des boîtiers de téléphones portables et des connecteurs de précision, les matériaux des pièces sont en alliage de magnésium ou en matériaux composites, Vc 200-300 m/min, ap 0,1-0,4 mm, efficacité augmentée de 22 %, répondant aux exigences de conception légère.

Transport ferroviaire

Fraisage des roues de train et des fixations de voie, le matériau de la pièce est en acier à haute teneur en carbone, Vc 150-220 m/min, ap 0,5-1,2 mm, la résistance à l'usure prolonge la durée de vie de 25% à 30%.

Industrie pétrochimique

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Traitement des vannes de canalisation et des corps de pompe, le matériau de la pièce est en acier inoxydable ou en alliage de titane, Vc 140-200 m/min, ap 0,4-1 mm, résistance à la corrosion augmentée de 35 %, adapté aux environnements de travail extrêmes.



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

Qu'est-ce qu'une fraise soudée au carbure ?

La fraise soudée au carbure est un outil de coupe haute performance fabriqué par soudage d'une tête de coupe en carbure sur un corps de fraise en acier. Elle est largement utilisée dans l'usinage des matériaux métalliques et non métalliques. Elle allie la dureté et la résistance à l'usure élevées du carbure à la ténacité élevée du corps en acier. Elle est particulièrement adaptée aux applications exigeant une efficacité et une rentabilité élevées, telles que l'usinage intensif et la production à grande échelle. La fraise soudée au carbure est principalement composée de carbure de tungstène (WC) comme phase dure et de cobalt (Co) comme phase de liaison. La tête de coupe est préparée par métallurgie des poudres et assemblée au corps en acier par soudage haute fréquence ou brasage sous vide. Elle est adaptée aux machines-outils traditionnelles et aux centres d'usinage CNC. Ce document détaille divers aspects, tels que la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise soudée au carbure

La structure d'une fraise carbure soudée comprend un corps en acier et une tête de fraise en carbure soudée. Le corps de fraise est généralement en acier à outils haute ténacité (tel que 40CrMo ou 18CrNiMo), avec un diamètre compris entre 10 et 100 mm et une longueur comprise entre 50 et 300 mm selon les exigences d'usinage, afin d'assurer une connexion stable avec la broche de la machine-outil. La tête de fraise est en carbure et comporte des dents d'extrémité et des dents périphériques. Le nombre de dents est généralement compris entre 4 et 20, selon le diamètre de coupe et l'usage prévu. Les paramètres géométriques de la lame (angle d'hélice de 30° à 45°, angle avant de 5° à 10° et angle arrière de 10° à 15°) sont optimisés par une rectification de précision. Un revêtement TiN ou TiAlN peut être appliqué sur la surface de la tête de fraise, avec une épaisseur contrôlée de 2 à 5 µm, et sa résistance thermique est portée à 1000 °C.

Composition du matériau :

Phase dure : carbure de tungstène (WC), distribution granulométrique 0,5-2,0 µm, valeur D50 1,2 µm, pureté ≥ 99,9 %, offrant une dureté et une résistance à l'usure élevées.

Phase liante : Cobalt (Co), plage de teneur de 6 % à 12 % (fraction massique), granulométrie de 1,0 à 1,5 µm, 6 % se concentrent sur une dureté élevée, 12 % conviennent à la découpe à forte charge.

Additifs : Teneur en carbure de titane (TiC) 0,5%-1,5%, teneur en carbure de niobium (NbC) 0,2%-0,8%, dispersion détectée par SEM, écart type < 5%, performances à haute température améliorées.

Caractéristiques structurelles :

Conception du corps de la fraise : Traitement de durcissement de surface du corps en acier, dureté HRC 35-45, rugosité de surface $Ra \leq 0,4 \mu\text{m}$, avec porte-outil universel, coaxialité d'installation $\leq 0,01 \text{ mm}$.

Soudage de la tête de coupe : le brasage sous vide est utilisé, la température de soudage est de 1000 à 1100 °C et la résistance de soudage est $\geq 200 \text{ MPa}$ pour garantir que la tête de coupe et le corps de coupe sont fermement connectés.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Technologie de revêtement : En 2025, un revêtement multicouche TiAlN sera introduit avec un écart d'uniformité d'épaisseur $< 0,5 \mu\text{m}$ et une résistance à la corrosion améliorée de 30 %, adapté à la découpe à sec ou humide.

2. Principe de fonctionnement de la fraise soudée au carbure

Les fraises soudées au carbure réalisent des coupes latérales et frontales grâce à une rotation à grande vitesse et enlèvent de la matière de la pièce principalement par enlèvement de matière intermittent. Leur principe de fonctionnement repose sur le mouvement relatif à grande vitesse de la tête de coupe en carbure. Les dents d'extrémité pénètrent axialement dans la pièce pour réaliser l'usinage de la face frontale, tandis que les dents périphériques creusent radialement pour le façonnage latéral. Les copeaux sont évacués par les rainures des dents. Le processus de coupe est influencé par les paramètres de géométrie de l'outil (tels que l'angle d'hélice affectant le flux de copeaux, l'angle de coupe affectant l'effort de coupe) et les paramètres de coupe (tels que la vitesse de coupe V_c de 50 à 250 m/min, l'avance f_n de 0,05 à 0,2 mm/dent, la profondeur de coupe a_p de 0,2 à 4 mm). Un liquide de coupe (par exemple, un liquide de coupe à base d'eau, débit ≥ 10 l/min) est utilisé pour contrôler la température de la zone de coupe afin d'éviter la surchauffe de la tête de coupe (température maximale contrôlée inférieure à 700 °C) ou la déformation thermique de la pièce. En 2025, combiné à des capteurs IoT et à des algorithmes d'IA, le système de surveillance intelligent peut surveiller la force de coupe (< 600 N) et la température en temps réel, ajuster dynamiquement les paramètres, améliorer l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et atteindre une précision d'usinage de niveau IT6-IT7.

3. Caractéristiques de la fraise soudée au carbure

Les fraises soudées en carbure présentent les caractéristiques remarquables suivantes en raison de leur structure soudée et des propriétés du matériau :

Dureté élevée : la dureté Vickers de la tête de coupe est HV 1500-2000, adaptée au traitement de matériaux d'une dureté inférieure à HRC 60.

Bonne résistance à l'usure : la largeur de la bande résistante à l'usure (VB) est $\leq 0,3$ mm après 500 à 800 heures de coupe continue, et la durée de vie est 3 à 5 fois plus longue que celle des outils traditionnels en acier rapide.

Résistance à la chaleur modérée : la tête de coupe revêtue a une résistance à la chaleur jusqu'à 1000°C, adaptée à la coupe à vitesse moyenne et élevée (V_c 150-250 m/min), réduisant le risque de fatigue thermique.

Haute ténacité : le corps en acier offre une résistance aux chocs, avec une résistance à la flexion ≥ 1800 MPa, adaptée aux conditions de coupe intermittente et de charge lourde.

Précision pratique : la précision de traitement atteint le niveau IT6-IT7 et la rugosité de surface R_a 0,2-0,4 μm , ce qui répond aux besoins généraux de traitement industriel.

Économique : La conception soudée réduit les coûts de fabrication et convient à la production à grande échelle. D'ici 2025, la technologie de découpe à sec permettra de réduire l'utilisation de liquide de refroidissement de 20 à 30 %.

4. Tableau des performances et des facteurs d'influence des fraises soudées en carbure cémenté

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|-------------------------------------|--|--------|--|---|
| Teneur en cobalt | 6%-12%, une faible teneur améliore la dureté, une teneur élevée augmente la ténacité | haut | 6% pour une dureté élevée, 12% pour des charges lourdes | 6% Co dureté HV 1800, 12% Co résistance à la flexion 1900 MPa |
| Vitesse de coupe (Vc) | 50-250 m/min, une vitesse trop élevée entraînera l'usure de la tête de coupe | milieu | Les matériaux durs réduisent de 20 %, comme l'acier Vc 150 m/min | Taux d'usure Vc trop élevé (300 m/min) 8%-12% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,05-0,2 mm/dent, une valeur trop élevée augmentera la force de coupe | haut | Coupe lourde jusqu'à 0,05 mm/dent | fn 0,25 mm/dent Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,2 à 4 mm, trop profond peut provoquer des vibrations | milieu | Découpe multicouche de pièces complexes, ap 0,5 mm/couche | amplitude de vibration de 5 mm augmentée de 15 % |
| Débit du liquide de refroidissement | ≥ 10 L/min, l'effet de dissipation thermique affecte la durée de vie | milieu | Découpe à sec avec revêtement TiAlN | Débit 5 L/min Durée de vie réduite de 20% |
| Qualité de soudage | Résistance de la soudure ≥ 200 MPa, risque de chute | haut | Température de brasage optimisée 1050°C | Résistance de soudage < 150 MPa, taux de déléstage 5 % |

5. Tableau des performances des fraises soudées en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|---|--|--|---|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets haute énergie, rapport billes/matériau 10:1, 200-300 tr/min | 24 à 40 heures, écart type < 5 % | Dispersion uniforme, conformément à la norme ISO 513 | Uniformité de la taille des particules CV < 3 % |
| Pressage | Pression 150-200 MPa, temps secondes | Densité 60%-70% (12-14 g/cm ³) | Formage de l'ébauche de la tête d'outil, écart ± 0,2 g/cm ³ | Résistance à l'état vert 10-15 MPa |
| frittage | Four sous vide 1350-1450°C, HIP 5-10 MPa | 1 à 2 heures, densité 98 à 99 % | Granulométrie 0,5-1,5 µm, densification | Porosité A02B00C00 |
| Coupe de la tête | Meule diamantée n° 600-n° 800, EDM 0,1-0,3 J | Quantité de coupe 0,01-0,02 mm | Rugosité Ra ≤ 0,2 µm, précision ± 0,005 mm | Tranchant du tranchant < 0,01 mm |
| soudage | Brasage sous vide, température 1000-1100°C, pression 0,5 MPa | 5 à 10 minutes | La tête de coupe est fermement reliée au corps de la fraise | Résistance de soudage ≥ 200 MPa |
| Revêtement | Pulvérisation magnétron, TiAlN | Épaisseur 2-5 µm | Résistance à la chaleur 1000°C, coefficient de frottement 0,15 | Force d'adhérence > 50 N, uniformité < 0,5 µm |

6. Types de fraises soudées au carbure

Les fraises brasées au carbure sont divisées en plusieurs types selon leur utilisation et leur structure, chaque type est optimisé pour des besoins de traitement spécifiques :

Fraise soudée pour usinage grossier : nombre de dents 4-8, profondeur de coupe ap 2-4 mm, vitesse

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

de coupe V_c 80-150 m/min, adaptée à l'enlèvement rapide de matière (comme la fonte), force de coupe 400-600 N, durée de vie 400-600 heures.

Fraise soudée de finition : nombre de dents 12-20, profondeur de coupe ap 0,2-0,5 mm, vitesse de coupe V_c 150-250 m/min, rugosité de surface R_a 0,2 μm , niveau de précision IT7, adaptée au traitement des moules.

Fraise à surfacer : diamètre 50-100 mm, nombre de dents 10-16, profondeur de coupe ap 1-3 mm, V_c 100-200 m/min, adaptée au traitement plan et à la découpe de grandes surfaces.

Fraise soudée revêtue : revêtement TiN ou TiAlN appliqué, résistance à la chaleur 900-1000°C, coefficient de frottement 0,15, durée de vie 25%-35% plus longue que celle de la fraise non revêtue, V_c 200-250 m/min.

Fraise à rainurer : spécialement conçue pour l'usinage de rainures et de rainures étroites, nombre de dents 6-12, profondeur de coupe ap 0,5-2 mm, V_c 80-180 m/min, réduction des vibrations 15%-20%.

7. Application de la fraise soudée au carbure

Les fraises soudées au carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur économie et de leur applicabilité :

Fabrication automobile : Usinage des blocs-cylindres et des vilebrequins de moteurs, le matériau de la pièce est en fonte (HRC 30-40) ou en alliage d'aluminium, V_c 120-200 m/min, ap 1-2 mm, efficacité augmentée de 20 %.

Fabrication de matrices : Usinage grossier de matrices d'emboutissage et de matrices de forgeage, V_c 80-150 m/min, ap 2-4 mm, réduisant le temps de traitement de 15%-25%.

Industrie sidérurgique : Fraisage de lingots et de rouleaux d'acier, le matériau de la pièce est en acier au carbone (HRC 50), V_c 100-180 m/min, ap 1,5-3 mm, la résistance à l'usure prolonge la durée de vie de 30 %.

Équipement énergétique : Traitement des aubes de turbine à gaz et des corps de vannes, le matériau de la pièce est un alliage à base de nickel, V_c 80-140 m/min, ap 0,5-1,5 mm, pour répondre aux besoins d'un environnement à haute température.

Machines lourdes : traitement de gros engrenages et de sièges de roulements, le matériau de la pièce est en acier à haute résistance, V_c 90-160 m/min, ap 2-3,5 mm, force de coupe 500-700 N.

Transport ferroviaire : Fraisage de roues et de traverses de train, le matériau de la pièce est en fonte ductile, V_c 100-180 m/min, ap 1-2,5 mm, et la résistance aux chocs est augmentée de 20 %.

Ingénierie de la construction : usinage de coffrages en béton et de connecteurs de barres en acier, V_c 70-130 m/min, ap 1-3 mm, réduisant les émissions de poussières de 15 %.

Industrie de la construction navale : Fraisage de plaques de coque et d'hélices, le matériau de la pièce est en acier naval, V_c 90-150 m/min, ap 1,5-2,5 mm, résistance à la corrosion augmentée de 25 %.

Équipement minier : Traitement des chemises de concasseur et des composants de foret, le matériau de la pièce est en acier à haute teneur en manganèse, V_c 80-140 m/min, ap 1-3 mm, la durée de vie est prolongée de 35% à 40%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à plaquettes en carbure ?

La fraise à plaquettes carbure est un outil de coupe haute performance fabriqué par l'insertion de dents en carbure remplaçables dans un corps de fraise en acier. Elle est largement utilisée dans l'usinage des matériaux métalliques et non métalliques. Sa conception allie la dureté et la résistance à l'usure élevées des dents en carbure à la ténacité élevée du corps en acier. Elle est particulièrement adaptée aux situations nécessitant des remplacements de dents fréquents ou des usinages complexes, tels que les coupes lourdes et les usinages multi-processus. La fraise à plaquettes carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Les dents sont préparées par métallurgie des poudres et fixées sur le corps de fraise par fixation mécanique ou serrage. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux grands centres d'usinage. Le contenu suivant sera détaillé sous divers aspects, tels que la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le procédé de fabrication, les types et les applications.

Structure et matériaux de la fraise à plaquettes en carbure

Les fraises à plaquettes carbure sont constituées d'un corps en acier et de dents en carbure remplaçables. Le corps de la fraise est fabriqué en acier à outils haute ténacité (tel que 42CrMo ou 18CrNiMo7), avec un diamètre compris entre 20 et 200 mm et une longueur comprise entre 100 et 500 mm, conçu selon les exigences d'usinage pour assurer une liaison stable avec la broche de la machine-outil. Les dents sont en carbure et installées dans la rainure du corps de la fraise. Leur nombre est généralement compris entre 6 et 30, selon le diamètre de coupe et l'utilisation prévue. Les paramètres géométriques de la lame (angle d'hélice de 25° à 40°, angle avant de 3° à 8° et angle arrière de 8° à 12°) sont optimisés par une rectification de précision. Un revêtement AlTiN ou CrN peut être appliqué sur la surface des dents sur une épaisseur de 3 à 6 µm, et la résistance thermique est portée à 1050 °C.

Composition du matériau :

Phase dure : carbure de tungstène (WC), distribution granulométrique 0,4-1,8 µm, valeur D50 1,0 µm, pureté ≥ 99,95 %, offrant une dureté et une résistance à l'usure élevées.

Phase liante : Cobalt (Co), plage de teneur de 5 à 10 % (fraction massique), granulométrie de 0,8 à 1,2 µm, 5 % se concentrent sur la haute précision, 10 % conviennent à la découpe à forte charge.

Additifs : Teneur en carbure de tantale (TaC) 0,3%-1,0%, teneur en carbure de niobium (NbC) 0,2%-0,6%, dispersion détectée par SEM, écart type < 4%, résistance améliorée à l'oxydation à haute température.

Caractéristiques structurelles :

Conception du corps de coupe : traitement thermique de la surface du corps en acier, dureté HRC 40-50, rugosité de surface $R_a \leq 0,3 \mu\text{m}$, avec poignée de type HSK ou BT, coaxialité d'installation $\leq 0,008 \text{ mm}$.

Installation des dents : un serrage mécanique ou une fixation par boulon est adopté, et la précision de remplacement des dents est de $\pm 0,005 \text{ mm}$ pour assurer la stabilité et la répétabilité.

Technologie de revêtement : En 2025, un revêtement AlTiN à gradient sera introduit avec un écart d'uniformité d'épaisseur < 0,4 µm et une résistance à la corrosion améliorée de 35 %, adapté à la

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

coupe à sec et aux environnements à haute température.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à plaquettes en carbure

Les fraises à plaquettes carbure réalisent des coupes latérales et frontales grâce à une rotation à grande vitesse, et utilisent principalement la coupe intermittente pour enlever de la matière de la pièce. Leur principe de fonctionnement repose sur le mouvement relatif à grande vitesse des dents carbure. Les dents frontales pénètrent axialement dans la pièce pour réaliser l'usinage de la face frontale, tandis que les dents périphériques creusent radialement pour réaliser le façonnage latéral. Les copeaux sont évacués par des rainures optimisées. Le processus de coupe est influencé par les paramètres de géométrie de l'outil (tels que l'angle d'hélice affectant l'évacuation des copeaux, l'angle de coupe affectant l'effort de coupe) et les paramètres de coupe (tels que la vitesse de coupe V_c de 60 à 300 m/min, l'avance fin de 0,04 à 0,25 mm/dent, la profondeur de coupe a_p de 0,3 à 5 mm). Un liquide de coupe (par exemple, un liquide de coupe à base d'huile, débit ≥ 15 l/min) ou une technique de coupe à sec est utilisé pour contrôler la température de la zone de coupe afin d'éviter la surchauffe des dents de la fraise (température maximale contrôlée inférieure à 750 °C) ou la déformation thermique de la pièce. En 2025, combiné aux réseaux 5G et aux algorithmes d'optimisation de l'IA, le système de surveillance intelligent peut surveiller la force de coupe (< 800 N) et les vibrations en temps réel, ajuster dynamiquement les paramètres, améliorer l'efficacité de coupe de 18 à 22 % et atteindre une précision d'usinage de niveau IT5-IT6.

3. Caractéristiques de la fraise à plaquettes en carbure

Les fraises à plaquettes en carbure, avec leurs dents remplaçables et leurs matériaux avancés, offrent les caractéristiques notables suivantes :

Dureté ultra élevée

La dureté Vickers des dents de la lame est HV 1600-2100, ce qui convient au traitement de matériaux d'une dureté inférieure à HRC 65.

Excellente résistance à l'usure

La largeur de la zone d'usure (VB) est $\leq 0,25$ mm après 600 à 900 heures de coupe continue et la durée de vie est prolongée de 4 à 6 fois par rapport aux outils traditionnels.

Excellente résistance à la chaleur

Les dents revêtues ont une résistance à la chaleur jusqu'à 1050°C, ce qui les rend adaptées à la coupe à grande vitesse ($V_c > 200$ m/min) et réduit le risque de fissures thermiques.

Forte résistance aux chocs

En optimisant la géométrie des dents et le support en acier, la résistance à la flexion est ≥ 2200 MPa et la résistance aux charges d'impact est augmentée de 20 %, ce qui le rend adapté aux conditions de charges lourdes.

Grande flexibilité

La conception des dents remplaçables réduit les coûts de maintenance et s'adapte aux différentes exigences de traitement. Le remplacement des dents prend moins de 5 minutes.

Tableau des performances des fraises à plaquettes en carbure et des facteurs d'influence

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|---------------------------------------|--|--------|---|---|
| Teneur en cobalt | 5%-10%, une faible teneur améliore la dureté, une teneur élevée augmente la ténacité | haut | 5% pour la haute précision, 10% pour les charges lourdes | 5% Co dureté HV 1900, 10% Co résistance à la flexion 2300 MPa |
| Vitesse de coupe (Vc) | 60-300 m/min, une vitesse trop élevée entraînera l'usure des dents de la fraise | milieu | Les matériaux durs réduisent de 25 %, comme l'alliage Ti Vc 150 m/min | Taux d'usure Vc trop élevé (350 m/min) 6%-10% |
| Vitesse d'avance (fn) de coupe | 0,04-0,25 mm/dent, une valeur trop élevée augmentera la force de coupe | haut | Micro-usinage jusqu'à 0,04 mm/dent | fn 0,3 mm/dent Force de coupe augmentée de 35 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,3 à 5 mm, trop profond peut provoquer des vibrations | milieu | Découpe multicouche de pièces complexes, ap 0,6 mm/couche | amplitude de vibration de 6 mm augmentée de 18 % |
| Débit liquide de refroidissement | ≥ 15 L/min, l'effet de dissipation thermique affecte la durée de vie | milieu | Découpe à sec avec revêtement AlTiN | Débit 7 L/min Durée de vie réduite de 25% |
| Précision de l'installation des dents | Force de serrage ≥ 300 N, risque de desserrage | haut | Force de serrage optimale 350 N, vérifier régulièrement | Force de serrage < 250 N Desserrage 4 % |

5. Processus de production des performances des fraises à plaquettes en carbure

Les fraises à plaquettes carbure sont le fruit d'une conception raffinée du processus de préparation et d'installation des dents. Voici le déroulement détaillé du processus et les paramètres techniques.

Tableau des performances de la fraise à plaquettes en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|--|--|---|---|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets planétaire à haute énergie, rapport billes/matériau 12:1, 250-350 tr/min | 30 à 50 heures, écart type < 4 % | Dispersion uniforme, conformément à la norme ISO 13399 | Uniformité de la taille des particules CV < 2,5 % |
| Pressage | Pression 180-220 MPa, temps 15-25 secondes | Densité 65%-75% (13-15 g/cm ³) | L'ébauche de dent est formée avec un écart de ± 0,15 g/cm ³ | Résistance à l'état vert 12-18 MPa |
| frittage | Four sous vide 1400-1500°C, HIP 6-12 MPa | 1,5 à 2,5 heures, densité 98,5 % à 99,5 % | Granulométrie 0,4-1,2 μm, densifiée | Porosité A01B00C00 |
| Pansement dentaire | Meule diamantée n° 800-n° 1000, EDM 0,05-0,25 J | Quantité de coupe 0,008-0,015 mm | Rugosité Ra ≤ 0,15 μm, précision ± 0,004 mm | Tranchant du tranchant < 0,008 mm |
| Pose de dents | Serrage mécanique, force de serrage 300-400 N | 2 à 5 minutes | Les dents sont solidement installées, avec une répétabilité de ± 0,005 mm | Uniformité de la force de serrage < 5 % |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | | | | |
|------------|------------------------------------|-----------|------------------|---|--|
| Revêtement | Pulvérisation multicible, AlTiN | magnétron | Épaisseur 3-6 µm | Résistance à la chaleur 1050°C, coefficient de frottement 0,12 | Force d'adhérence > 60 N, uniformité < 0,4 µm |
|------------|------------------------------------|-----------|------------------|---|--|

6. Types de fraises à plaquettes en carbure

Les fraises à plaquettes en carbure sont classées en plusieurs types en fonction de leur utilisation et de leur structure, chaque type étant optimisé pour des besoins d'usinage spécifiques :

Fraise à plaquettes d'ébauche : nombre de dents 6-12, profondeur de coupe ap 3-5 mm, vitesse de coupe Vc 80-180 m/min, adaptée à l'enlèvement rapide de matière (comme les billettes d'acier), force de coupe 600-800 N, durée de vie 500-700 heures.

Fraise à plaquettes de finition : nombre de dents 20-30, profondeur de coupe ap 0,3-0,8 mm, vitesse de coupe Vc 200-300 m/min, rugosité de surface Ra 0,15 µm, niveau de précision IT6, adaptée aux moules et aux pièces d'aviation.

Fraise à surfacer : diamètre 80-200 mm, nombre de dents 12-24, profondeur de coupe ap 2-4 mm, Vc 100-250 m/min, adaptée au traitement de grands plans.

Fraise à plaquettes revêtues : revêtement AlTiN ou CrN appliqué, résistance à la chaleur 1000-1050°C, coefficient de frottement 0,12, durée de vie 30%-40% plus longue que celle non revêtue, Vc 250-300 m/min.

Fraise à rainurer : spécialement conçue pour le traitement de rainures et de marches profondes, avec 8 à 16 dents, profondeur de coupe ap 1 à 3 mm, Vc 90 à 200 m/min et réduction des vibrations de 20 à 25 %.

7. Application de la fraise à plaquettes en carbure

Les fraises à plaquettes en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur conception de dents remplaçables et de leur polyvalence :

Aérospatiale : Traitement des alliages de titane (tels que Ti-6Al-4V) et des composants en alliage d'aluminium, Vc 150-250 m/min, ap 0,5-1,5 mm, niveau de précision IT5, la surveillance 5G réduira le temps de traitement de 12 à 18 % en 2025.

Fabrication automobile : Traitement des culasses et des carters de boîte de vitesses, le matériau de la pièce est en fonte (HRC 35-45), Vc 120-200 m/min, ap 1-3 mm, et l'efficacité est augmentée de 22 %.

Fabrication de moules : finition de moules d'injection et de moules d'emboutissage, Vc 180-300 m/min, ap 0,3-1 mm, Ra 0,15 µm, réduisant le temps de changement d'outil de 30%.

Equipements énergétiques : Traitement des rotors et des pales d'éoliennes, les matériaux des pièces sont en acier ou en matériaux composites, Vc 100-180 m/min, ap 1-2,5 mm, résistance à la chaleur augmentée de 20 %.

Machines lourdes : traitement de gros engrenages et de bancs de machines-outils, le matériau de la pièce est en acier à haute résistance, Vc 90-160 m/min, ap 2-4 mm, force de coupe 700-900 N.

Transport ferroviaire : Fraisage de fixations de rails et d'axes de roues, le matériau de la pièce est en fonte ductile, Vc 110-190 m/min, ap 1,5-3 mm, résistance aux chocs augmentée de 25 %.

Industrie de la construction navale : Traitement de plaques d'acier et d'hélices de navires, Vc 100-180 m/min, ap 2-4 mm, le revêtement résistant à la corrosion prolonge la durée de vie de 30 à 35 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Équipement minier : Traitement des marteaux concasseurs et des plaques de criblage, le matériau de la pièce est en acier à haute teneur en manganèse, Vc 80-150 m/min, ap 2-3,5 mm, la durée de vie est prolongée de 40 %.

Matériaux de construction : Traitement d'éléments préfabriqués en béton, Vc 70-130 m/min, ap 1-3 mm, réduisant les émissions de poussières de 20 %, adapté à la construction verte.

Qu'est-ce qu'une fraise à plaquettes en carbure ?

La fraise à plaquettes carbure est un outil de coupe haute performance fabriqué par l'insertion de dents en carbure remplaçables dans un corps de fraise en acier. Elle est largement utilisée dans l'usinage des matériaux métalliques et non métalliques. Sa conception allie la dureté et la résistance à l'usure élevées des dents en carbure à la ténacité élevée du corps en acier. Elle est particulièrement adaptée aux situations nécessitant des remplacements de dents fréquents ou des usinages complexes, tels que les coupes lourdes et les usinages multi-processus. La fraise à plaquettes carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Les dents sont préparées par métallurgie des poudres et fixées sur le corps de fraise par fixation mécanique ou serrage. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux grands centres d'usinage. Ce document présente brièvement la structure et les matériaux, les principes de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, les procédés de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à plaquettes en carbure

La fraise à plaquettes carbure est composée d'un corps en acier et de dents en carbure remplaçables. Le corps de la fraise est en acier à outils haute ténacité (tel que le 42CrMo), d'un diamètre de 20 à 200 mm et d'une longueur de 100 à 500 mm, assurant une liaison stable avec la broche de la machine-outil. Les dents de la fraise sont en carbure, avec un nombre de 6 à 30 dents, et les paramètres géométriques de l'arête de coupe (tels que l'angle d'hélice de 25° à 40°, l'angle de coupe de 3° à 8°) sont optimisés par une rectification de précision. Un revêtement AlTiN (épaisseur de 3 à 6 μm) peut être appliqué sur la surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1050 °C.

Composition du matériau : Le carbure de tungstène (WC) est la phase dure, la teneur en cobalt (Co) est de 5 à 10 % et du TaC et du NbC sont ajoutés pour améliorer les performances.

Caractéristiques structurelles : dureté du corps de la fraise HRC 40-50, précision de serrage des dents de la fraise $\pm 0,005$ mm, coaxialité d'installation $\leq 0,008$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à plaquettes en carbure

Grâce à une rotation à grande vitesse, les dents de la fraise coupent la pièce axialement et radialement. Les dents d'extrémité assurent l'usinage des surfaces d'extrémité, les dents périphériques complètent le formage latéral et les copeaux sont évacués par la rainure. Les paramètres de coupe incluent une vitesse de coupe de 60 à 300 m/min, une vitesse de coupe de 0,04 à 0,25 mm/dent et une vitesse de coupe de 0,3 à 5 mm. La température est contrôlée par un liquide de refroidissement (débit ≥ 15 l/min) ou une coupe à sec. En 2025, la surveillance 5G+IA augmentera l'efficacité de 18 à 22 %, et la précision atteindra le niveau IT5-IT6.

3. Caractéristiques de la fraise à plaquettes en carbure

Dureté élevée : dent HV 1600-2100, adaptée aux matériaux inférieurs à HRC 65.

Résistance à l'usure : $VB \leq 0,25$ mm (600-900 heures), durée de vie prolongée de 4 à 6 fois.

Résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1050°C et convient à la découpe à grande vitesse.

Résistance aux chocs : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, convient aux charges lourdes.

Flexibilité : remplacement de la lame en < 5 minutes, réduisant les coûts de maintenance.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Durabilité : la découpe à sec réduit le liquide de refroidissement de 25 à 35 %.

4. Tableau des performances des fraises à plaquettes en carbure et des facteurs d'influence

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|-----------------------------|--|--------|--------------------------------------|---|
| Teneur en cobalt | 5%-10%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5 % de précision, 10 % de robustesse | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 60-300 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs réduits de 25 % | Vc 350 m/min Usure 6%-10% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,04-0,25 mm/dent | haut | Micro-usinage 0,04 mm/dent | fn 0,3 Force de coupe augmentée de 35 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,3-5 mm, vibration trop profonde | milieu | Superposition de 0,6 mm/couche | vibrations de 6 mm augmentées de 18 % |
| Précision de l'installation | Force de serrage \geq 300 N | haut | Force de serrage 350 N Vérifier | < 250 N desserrage 4% |

5. Tableau des performances de la fraise à plaquettes en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 250-350 tr/min | 30 à 50 heures | Réparti uniformément | CV < 2,5% |
| Pressage | 180-220 MPa | 15 à 25 secondes | formage de flans | Densité 13-15 g/cm ³ |
| frittage | 1400-1500°C, HIP | 1,5 à 2,5 heures | Densification | Densité 98,5%-99,5% |
| Pansement dentaire | Meule diamantée #800-#1000 | Découpe 0,008-0,015 mm | Optimisation de la précision | Ra \leq 0,15 μ m |
| Pose de dents | Force de serrage 300-400 N | 2 à 5 minutes | Installation sécurisée | Précision \pm 0,005 mm |
| Revêtement | Pulvérisation magnétron AlTiN | Épaisseur 3-6 μ m | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 60 N |

6. Types de fraises à plaquettes en carbure

Fraise d'ébauche : nombre de dents 6-12, ap 3-5 mm, Vc 80-180 m/min, adaptée aux billettes d'acier.

Fraise de finition : nombre de dents 20-30, ap 0,3-0,8 mm, Vc 200-300 m/min, précision IT6.

Fraise à surfacer : diamètre 80-200 mm, ap 2-4 mm, Vc 100-250 m/min, usinage de surface plane.

Fraise revêtue : revêtement AlTiN, résistant à la chaleur jusqu'à 1000-1050°C, durée de vie prolongée de 30%-40%.

Fraise à rainurer : nombre de dents 8-16, ap 1-3 mm, Vc 90-200 m/min, réduction des vibrations 20%-25%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Application de la fraise à plaquettes en carbure

Aéronautique : Usinage Ti-6Al-4V, Vc 150-250 m/min, précision IT5.

Fabrication automobile : Usinage des culasses, Vc 120-200 m/min, efficacité augmentée de 22%.

Fabrication de moules : moule d'injection de précision, Vc 180-300 m/min, Ra 0,15 µm.

Equipements énergétiques : Traitement des aubes de turbine, Vc 100-180 m/min, résistance thermique augmentée de 20%.

Machines lourdes : usinage d'engrenages, Vc 90-160 m/min, force de coupe 700-900 N.

Transport ferroviaire : Essieux de roues de fraisage, Vc 110-190 m/min, résistance aux chocs 25%.

Industrie de la construction navale : Traitement de plaques d'acier, Vc 100-180 m/min, durée de vie prolongée de 30%-35%.

Equipement minier : Tête de marteau de traitement, Vc 80-150 m/min, durée de vie prolongée de 40 %.

Matériaux de construction : Traitement d'éléments en béton, Vc 70-130 m/min, réduction de poussière 20%.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Que sont les fraises à plaquettes indexables en carbure ?

La fraise à plaquettes indexables en carbure est un outil de coupe à haut rendement, fabriqué à partir de plaquettes indexables en carbure remplaçables sur un corps de fraise en acier. Elle est largement utilisée pour l'usinage de précision des matériaux métalliques et non métalliques. Sa conception allie l'excellente dureté et la résistance à l'usure des plaquettes en carbure à la flexibilité du corps de fraise. Elle est particulièrement adaptée aux applications nécessitant des changements de lame fréquents ou l'usinage de pièces multi-matières, comme dans l'aéronautique et l'automobile. Les plaquettes indexables en carbure utilisent du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase liante. Elles sont préparées par métallurgie des poudres et fixées au corps de fraise par serrage mécanique. Elles conviennent aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multi-axes.

1. Structure et matériaux de la fraise à plaquettes indexables en carbure

Les fraises à plaquettes indexables en carbure sont constituées d'un corps de fraise en acier et de plaquettes remplaçables. Le corps de fraise est en acier à outils haute ténacité (tel que le 40CrNiMo), d'un diamètre de 25 à 250 mm et d'une longueur de 120 à 600 mm, assurant une liaison stable avec la broche de la machine-outil. Les plaquettes sont en carbure cémenté et installées dans les rainures du corps de fraise, au nombre de 4 à 40, selon le diamètre de coupe. La géométrie de l'arête de coupe (angle d'hélice de 20° à 45°, angle de coupe de 0° à 10°) est optimisée par rectification de précision. La surface de la plaquette peut être revêtue d'AlTiN ou de TiCN (épaisseur de 2 à 5 µm), avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : Le carbure de tungstène (WC) est la phase dure, la teneur en cobalt (Co) est de 4 à 12 %, et du TiC et du TaC sont ajoutés pour améliorer les performances.

Caractéristiques structurelles : Dureté du corps de coupe HRC 40-50, précision de serrage de la lame $\pm 0,003$ mm, coaxialité d'installation $\leq 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à plaquettes indexables en carbure

Grâce à une rotation à grande vitesse, la lame coupe la pièce axialement et radialement. Le bord d'extrémité assure l'usinage de la surface finale, le bord périphérique complète le formage latéral et les copeaux sont évacués par la rainure de la dent. Les paramètres de coupe incluent V_c 80-400 m/min, f_n 0,06-0,3 mm/dent, a_p 0,5-6 mm. La température est contrôlée par un liquide de refroidissement (débit ≥ 20 l/min) ou par coupe à sec. En 2025, la surveillance 5G+IA augmentera l'efficacité de 20 à 25 %, et la précision atteindra le niveau IT4-IT6.

3. Caractéristiques de la fraise à plaquettes indexables en carbure

Dureté ultra élevée : lame HV 1700-2300, adaptée aux matériaux inférieurs à HRC 70.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,2$ mm (800-1200 heures), durée de vie prolongée de 5 à 8 fois.

Excellente résistance à la chaleur : le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la découpe à très grande vitesse.

Haute flexibilité : la conception indexable prend en charge l'utilisation de plusieurs lames,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

remplacement de lame < 3 minutes.

Forte stabilité : résistance à la flexion ≥ 2500 MPa, convient aux charges lourdes et aux coupes intermittentes.

Protection de l'environnement : la découpe à sec réduit le liquide de refroidissement de 30 à 40 % et les émissions de carbone de 20 %.

4. Tableau des performances des fraises à plaquettes indexables en carbure et des facteurs d'influence

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|--|--------|--------------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 4%-12%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 4 % de précision, 12 % de robustesse | 4% Co HV 2000 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 80-400 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs réduits de 20 % | Vc 450 m/min usure 5%-8% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,06-0,3 mm/dent | haut | Finition 0,06 mm/dent | fn 0,35 Force de coupe augmentée de 40 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,5-6 mm, vibrations trop profondes | milieu | Superposition : 0,8 mm/couche | augmentation des vibrations de 7 mm environ 15 % |
| Force de serrage | ≥ 400 N, risque de desserrage | haut | Force de serrage 450 N Vérifier | < 350 N desserrage 3% |

5. Tableau des performances de la fraise à plaquettes indexables en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-16 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Dressage de la lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,005-0,01 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,1$ μ m |
| Installation de la lame | Force de serrage 400-500 N | 1 à 3 minutes | Installation sécurisée | Précision $\pm 0,003$ mm |
| Revêtement | Pulvérisation magnétron AlTiN | Épaisseur 2-5 μ m | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

6. Types de fraises à plaquettes indexables en carbure

Fraise d'ébauche : 6-12 lames, ap 3-6 mm, Vc 100-200 m/min, adaptée aux billettes d'acier.

Fraise de finition : 20-40 lames, ap 0,5-1,5 mm, Vc 250-400 m/min, précision IT5.

Fraise à surfacer : diamètre 100-250 mm, ap 2-5 mm, Vc 120-300 m/min, usinage de surface plane.

Fraise revêtue : revêtement AlTiN, résistant à la chaleur jusqu'à 1000-1100°C, durée de vie prolongée de 35%-45%.

Fraise à rainurer : 8-16 lames, ap 1-3 mm, Vc 100-250 m/min, réduction des vibrations 15%-20%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Application des fraises à plaquettes indexables en carbure

Aérospatiale :

utilisé pour l'usinage des alliages de titane (comme le Ti-6Al-4V) et des alliages haute température (comme l'Inconel 718), vitesse de coupe V_c de 150 à 300 m/min, profondeur de coupe a_p de 0,5 à 1,5 mm, avance f_n de 0,06 à 0,15 mm/dent. Convient aux nervures d'ailes d'avion, aux aubes de moteur et aux pièces de structure, avec une précision d'usinage IT4 et une rugosité de surface R_a de 0,05 à 0,1 μm . En 2025, grâce à la surveillance en temps réel 5G et à l'optimisation par IA, le temps d'usinage sera réduit de 15 à 20 %, améliorant considérablement l'efficacité de l'usinage de surfaces complexes.

Construction automobile :

Usinage de cylindres de moteur, de vilebrequins et de carters de boîte de vitesses. Les matériaux utilisés incluent la fonte (HRC 30-45) et les alliages d'aluminium, V_c 120-250 m/min, a_p 1-3 mm, f_n 0,1-0,2 mm/dent. Adapté à la production en série, rendement accru de 25 %, rugosité de surface R_a 0,1-0,2 μm . La technologie de coupe à sec réduit la consommation de liquide de refroidissement de 30 %, conformément à la tendance à l'allègement de l'industrie automobile.

Fabrication de moules :

finition de moules d'injection, d'emboutissage et de forgeage. La pièce est en acier à outils (HRC 50-60) ou en acier pré-trempe. Vitesse de rotation : 200-400 m/min, a_p : 0,5-1,5 mm, f_n : 0,06-0,12 mm/dent. Précision d'usinage : niveau IT5, rugosité de surface : R_a : 0,05-0,1 μm . Le temps de changement d'outil est réduit de 30 à 40 %, ce qui diminue considérablement les coûts de production.

Équipements énergétiques :

Usinage d'aubes de turbines à gaz, de moyeux de rotors d'éoliennes et de corps de vannes pour centrales nucléaires. Les matériaux utilisés sont des alliages à base de nickel et de l'acier inoxydable, V_c 100-200 m/min, a_p 1-2,5 mm, f_n 0,08-0,15 mm/dent. La résistance à la chaleur est augmentée de 25 % pour répondre aux exigences des environnements à haute température et haute pression. En 2025, les paramètres de coupe optimisés par l'IA réduiront le taux de rebut de 10 à 15 %.

Machines lourdes :

bancs de machines-outils de traitement, grands engrenages et sièges de roulements, les matériaux des pièces sont en acier à haute résistance (HRC 40-55), V_c 90-180 m/min, a_p 2-5 mm, f_n 0,12-0,25 mm/dent, force de coupe 800-1000 N. La durée de vie de l'outil est prolongée de 35 à 45 %, adaptée aux charges lourdes et aux conditions de coupe intermittentes.

Transport ferroviaire :

Fraisage de roues, de traverses et de fixations de rails. Les pièces sont en fonte ductile et en acier au carbone. Vitesse de rotation : 120-200 m/min, pas de 1,5-3 mm, pas de 0,1-0,2 mm/dent. La résistance aux chocs est améliorée de 20 % et l'efficacité d'usinage de 18 %, ce qui répond aux exigences de haute résistance à l'usure et de fiabilité.

Construction navale :

usinage de tôles d'acier de coque, d'hélices et de corps de vannes. Les pièces sont en acier naval et en bronze. Vitesse de rotation : 100-180 m/min, pas de 2-4 mm, pas de 0,1-0,2 mm/dent. Revêtement anticorrosion prolongeant la durée de vie de 35 %. La coupe à sec réduit la consommation de liquide de refroidissement de 25-30 %. Convient aux environnements marins.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Industrie électronique :

Traitement de boîtiers de téléphones portables en alliage d'aluminium, de supports de circuits imprimés et de boîtiers de semi-conducteurs, Vc 200-350 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,06-0,12 mm/dent, précision d'usinage $\pm 0,001$ mm, rugosité de surface Ra 0,05 μm . Répond aux besoins de composants électroniques haute densité, légers et fins.

Industrie pétrochimique :

Traitement de vannes de pipeline, de corps de pompe et de carters de compresseur. Les pièces sont en acier inoxydable et en alliages de titane, vitesse de rotation : 80-150 m/min, ap : 1-2,5 mm, fn : 0,08-0,15 mm/dent. La résistance à la corrosion est améliorée de 30 %. D'ici 2025, une surveillance intelligente permettra de réduire les défauts de traitement de 10 à 15 %.

Industrie de la défense :

Usinage de plaques de blindage de chars, d'obus de missiles et de canons. Les pièces sont fabriquées en acier haute résistance et en matériaux composites, vitesse de rotation (Vc) : 100-200 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,1-0,2 mm/dent. La résistance à l'usure améliore l'efficacité d'usinage de 20 % à 25 %, répondant ainsi aux exigences élevées de sécurité et de précision.

Nouvelle industrie des énergies :

Usinage de moules pour pales d'éoliennes et de supports solaires. Les pièces sont fabriquées en composite renforcé de fibres de verre ou en alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 120-250 m/min, pas de 1 à 3 mm, pas de 0,08 à 0,15 mm/dent. Rendement : 15 à 20 %, empreinte carbone réduite de 10 %, favorisant ainsi le développement des énergies vertes.

Équipement médical :

Traitement d'implants orthopédiques (tels que les articulations de la hanche) et de micro-dispositifs, le matériau de la pièce est un alliage de titane ou un alliage Co-Cr, Vc 80-150 m/min, ap 0,3-0,8 mm, fn 0,04-0,1 mm/dent, précision $\pm 0,0005$ mm, rugosité de surface Ra 0,03 μm , répondant aux exigences de biocompatibilité.

Traitement de bijoux :

traitement de métaux précieux (tels que l'or, le platine) et d'incrustations de pierres précieuses, Vc 50-120 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/dent, précision $\pm 0,0002$ mm, adapté à la personnalisation haut de gamme et à la gravure fine.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



Qu'est-ce qu'une fraise à coupe rapide en carbure ?

La fraise carbure haute vitesse est un outil de coupe haute performance en carbure, conçu pour l'usinage à grande vitesse. Elle permet d'enlever efficacement de la matière à des vitesses de coupe élevées et est largement utilisée pour l'usinage de précision des métaux et des matériaux non métalliques. Elle allie la dureté élevée, la résistance à la chaleur et à l'usure du carbure cémenté et convient à des applications telles que l'aéronautique et l'automobile, qui exigent une grande efficacité et un traitement de surface de haute qualité. La fraise carbure haute vitesse utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Fabriquée par métallurgie des poudres et usinage de précision, elle est souvent dotée de revêtements pour améliorer ses performances. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage à grande vitesse.

1. Structure et matériaux des fraises à grande vitesse en carbure cémenté

Les fraises carbure haute vitesse sont généralement fabriquées en carbure monobloc ou soudées/intégrées dans un corps en acier avec une tête de coupe en carbure. Leur diamètre varie de 6 à 100 mm et leur longueur de 50 à 300 mm afin de garantir leur compatibilité avec les broches à grande vitesse. La lame est conçue avec une structure multidentée (2 à 20 dents) et ses paramètres géométriques (angle d'hélice de 35° à 50°, angle de coupe de 5° à 15°) sont optimisés pour une coupe à grande vitesse. Un revêtement TiAlN ou AlCrN (épaisseur de 2 à 4 µm) est souvent appliqué en surface, offrant une résistance thermique jusqu'à 1150 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,3-1,5 µm, teneur en cobalt (Co) 6%-10%, TiC et VC sont ajoutés pour améliorer la résistance à la chaleur.

Caractéristiques structurelles : Dureté de l'outil en carbure monobloc HV 1800-2200, dureté de conception du support du corps en acier HRC 40-45, coaxialité de l'outil $\leq 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à grande vitesse en carbure cémenté

Grâce à une rotation à très grande vitesse (vitesse de coupe V_c 200-1000 m/min), l'outil pénètre rapidement dans la pièce. Les dents d'extrémité et les dents périphériques travaillent ensemble pour

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

réaliser l'usinage des extrémités et des côtés, et les copeaux sont évacués par des rainures de dents optimisées sous haute température et pression. Les paramètres de coupe incluent Vc 200-1000 m/min, fn 0,05-0,2 mm/dent, ap 0,2-4 mm. Un liquide de refroidissement à haute efficacité (tel qu'un liquide de coupe à base d'huile ou synthétique, débit ≥ 25 L/min) ou un refroidissement par air haute pression pour contrôler la température (< 800 °C), combiné à la technologie IoT et IA pour réaliser une surveillance en temps réel en 2025, l'efficacité de coupe sera augmentée de 25 à 30 % et la précision atteindra le niveau IT5-IT7.

3. Caractéristiques de la fraise à grande vitesse en carbure cémenté

Dureté ultra élevée : HV 1800-2200, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à la chaleur : le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1150°C et convient à la découpe à très grande vitesse.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 6 à 10 fois.

Haute efficacité : vitesse de coupe jusqu'à 1000 m/min, efficacité de traitement augmentée de 30 à 50 %.

Stabilité : résistance à la flexion ≥ 2400 MPa, convient à la coupe intermittente à grande vitesse.

Protection de l'environnement : la coupe à sec ou la lubrification minimale réduit la consommation de liquide de refroidissement de 40 à 50 %.

4. Tableau des performances et des facteurs d'influence des fraises à grande vitesse en carbure cémenté

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|--|--------|---|--|
| Teneur en cobalt | 6%-10%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 6 % de précision, 10 % de robustesse | 6% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 200-1000 m/min, usure excessive | haut | Matériaux durs réduits de 15 % | Vc 1100 m/min Usure 8% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,05-0,2 mm/dent | milieu | Réduction à grande vitesse 0,05 mm/dent | fn 0,25 Force de coupe augmentée de 35 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,2-4 mm, vibration trop profonde | milieu | Superposition de 0,5 mm/couche | augmentation des vibrations de 5 mm environ 20 % |
| Épaisseur de revêtement | du 2-4 μ m, trop épais et qui pèle | haut | Optimisé 2,5-3 μ m | < 2 μ m La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Tableau des performances de la fraise à grande vitesse en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------|------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 350-450 tr/min | 50 à 70 heures | Réparti uniformément | CV $< 1,5\%$ |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | | | |
|---------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Pressage | 220-280 MPa | 25 à 35 secondes | formage de flans | Densité 14,5-16 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1600°C, HIP | 2,5 à 3,5 heures | Densification | Densité 99,2%-99,9% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1200- n° 1500 | Découpe 0,003-0,008 mm | Optimisation de la précision | Ra ≤ 0,08 μm |
| Revêtement | Dépôt PVD de TiAlN | Épaisseur 2-4 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 80 N |

6. Types de fraises à grande vitesse en carbure

Fraise intégrale à grande vitesse : diamètre 6-20 mm, Vc 400-1000 m/min, adaptée à l'usinage de précision de petit diamètre.

Fraise indexable à grande vitesse : 4 à 16 lames, Vc 300 à 800 m/min, adaptée à la découpe de grandes surfaces.

Fraise à grande vitesse revêtue : revêtement TiAlN, Vc 500-1000 m/min, durée de vie prolongée de 40% à 60%.

Fraise à grande vitesse à tête sphérique : diamètre 10-50 mm, Vc 200-600 m/min, adaptée au traitement de surface complexe.

Fraise à rainurer : nombre de dents 4-10, Vc 300-700 m/min, réduction des vibrations 15%-25%.

7. Application de la fraise à grande vitesse en carbure cémenté

Les fraises à grande vitesse en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur grande efficacité et de leur adaptabilité, comme suit :

Aéronautique :

Usinage d'alliages de titane (comme le Ti-6Al-4V) et de pièces de fuselage en alliage d'aluminium, Vc 400-800 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,05-0,15 mm/dent. Convient aux nervures d'ailes et aux carters de moteur, précision d'usinage IT5, rugosité de surface Ra 0,05-0,1 μm. En 2025, l'optimisation de l'IA réduira le temps d'usinage de 20 à 30 % afin de répondre aux exigences de légèreté.

Fabrication automobile :

Usinage de culasses en alliage d'aluminium, de jantes en alliage de magnésium et de vilebrequins en acier, vitesse de rotation (Vc) : 300-600 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,1-0,2 mm/dent. Rendement : 40 % accru, rugosité de surface : Ra : 0,1-0,15 μm. La découpe à sec réduit la consommation de liquide de refroidissement de 50 %, répondant aux exigences élevées des lignes de production.

Fabrication de moules :

finition de moules en plastique et d'emboutissage. Pièces en acier P20 ou H13. Vitesse de rotation : 500-1 000 m/min. Vitesse de rotation : 0,3-1,5 mm. Fn : 0,05-0,12 mm/dent. Précision : niveau IT6. Ra : 0,04-0,08 μm. Le temps de changement d'outil est réduit de 35 % et la durée de vie du moule est prolongée.

Équipements énergétiques :

Usinage de moules pour pales d'éoliennes et de turbines à gaz. La pièce est fabriquée en composite

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ou en Inconel, vitesse de rotation (Vc) : 200-500 m/min, ap : 1-2,5 mm, fn : 0,08-0,15 mm/dent. La résistance à la chaleur est améliorée de 30 %. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 15 % d'ici 2025 et favorisera l'énergie verte.

Industrie électronique :

Traitement de boîtiers de téléphones portables et de supports de circuits imprimés en alliage d'aluminium, vitesse de rotation 600-1000 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,04-0,1 mm/dent. Précision $\pm 0,001$ mm, Ra 0,03-0,05 μm , pour répondre aux besoins de composants électroniques de haute précision.

Machines lourdes :

Traitement de gros engrenages et de rails de guidage de machines-outils, le matériau de la pièce est en acier 42CrMo, Vc 200-400 m/min, ap 2-4 mm, fn 0,12-0,2 mm/dent, force de coupe 600-800 N. La durée de vie est prolongée de 50 %, adaptée au traitement à forte charge.

Équipement médical :

Traitement d'implants orthopédiques en alliage de titane, Vc 300-500 m/min, ap 0,3-0,8 mm, fn 0,04-0,1 mm/dent. Précision $\pm 0,0005$ mm, Ra 0,02-0,04 μm , répondant aux exigences de biocompatibilité.

Transport ferroviaire :

Usinage de roues et de traverses de trains à grande vitesse. La pièce est en fonte ductile, Vc 300-600 m/min, ap 1,5-3 mm, fn 0,1-0,18 mm/dent. La résistance à l'usure est améliorée de 25 % et le rendement est augmenté de 20 %.

Construction navale :

Usinage de tôles et d'hélices en acier pour navires, vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 2-4 mm, fn : 0,1-0,2 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 40 % et la découpe à sec réduit l'impact environnemental de 30 %.

Industrie de la défense :

Usinage de plaques de blindage et de composants de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation : 250-500 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,08-0,15 mm/dent. La résistance à l'usure est améliorée de 30 %, répondant aux exigences de haute résistance.

Industrie pétrochimique :

Traitement des corps de vannes et des joints de tuyauterie. Pièces en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 200-400 m/min, pas de 1 à 2,5 mm, pas de 0,08 à 0,15 mm/dent. La résistance à la corrosion est améliorée de 25 % et les défauts d'usinage sont réduits de 10 %.

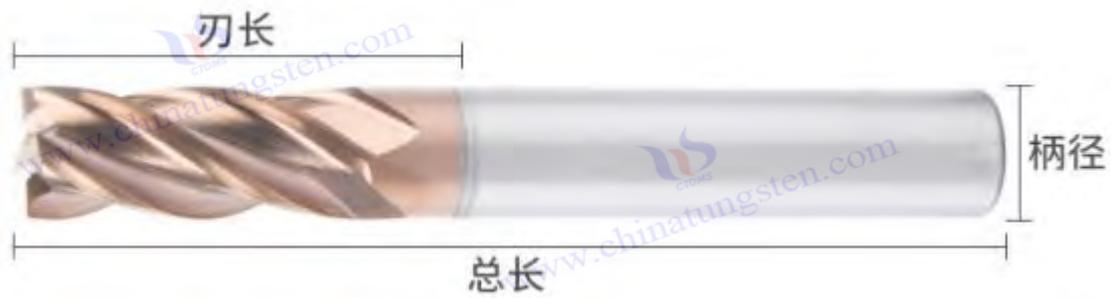
Nouvelle industrie énergétique :

Usinage de cadres solaires et de boîtiers de batteries. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 400-800 m/min, pas de 0,5-2 mm, pas de 0,06-0,12 mm/dent. Rendement : 25 % accru, émissions de carbone réduites de 15 %.

Usinage de bijoux :

Usinage de bijoux en métaux précieux, vitesse de rotation 200-400 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/dent. Précision $\pm 0,0001$ mm, convient à la sculpture fine.

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

Qu'est-ce qu'une fraise d'angle en carbure ?

La fraise à fileter en carbure est un outil de coupe haute performance en carbure. Sa tête de coupe à angles arrondis (tête sphérique ou bout sphérique) est largement utilisée pour l'usinage de surfaces courbes complexes, métalliques et non métalliques. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle est particulièrement adaptée aux applications exigeant une grande précision et un traitement de surface lisse, comme l'aéronautique et la fabrication de moules. La fraise à fileter en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multiaxes. Ce qui suit présente brièvement la structure et les matériaux, les principes de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, les procédés de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux des fraises d'angle en carbure

Les fraises à coins arrondis en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc dont le diamètre varie de 1 à 25 mm et la longueur de 50 à 150 mm. La tête de coupe est sphérique ou arrondie, avec 2 à 6 dents, selon le diamètre et l'application. La géométrie de l'arête de coupe (angle d'hélice de 30° à 45°, angle de coupe de 2° à 10°) est optimisée par rectification de précision. Un revêtement AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 μm) est souvent appliqué à la surface de l'outil, offrant une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,2-1,2 μm , teneur en cobalt (Co) 5%-8%, TaC et NbC sont ajoutés pour améliorer la ténacité et la résistance à la chaleur. Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1700-2000, coaxialité de l'outil $\leq 0,003$ mm, précision du rayon d'angle $\pm 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à fileter en carbure

Grâce à la rotation, la tête de coupe arrondie coupe la pièce selon une trajectoire courbe complexe. L'extrémité sphérique réalise un usinage tridimensionnel et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-600 m/min, f_n 0,02-0,1 mm/dent, a_p 0,1-2 mm. Le contrôle de la température de coupe par liquide de coupe (par exemple, à base d'eau, débit ≥ 15 l/min) ou par coupe à sec (< 700 °C), combiné à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et d'atteindre le niveau IT6-IT8 en 2025.

3. Caractéristiques de la fraise d'angle en carbure

Dureté élevée : HV 1700-2000, convient aux matériaux inférieurs à HRC 55.

Bonne résistance à l'usure : $VB \leq 0,2$ mm (400-800 heures), durée de vie prolongée de 4 à 6 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la coupe à vitesse moyenne et élevée.

Haute précision : la conception des coins arrondis assure une transition en douceur, rugosité de surface R_a 0,02-0,1 μm .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Flexibilité : adaptable à une variété de géométries complexes et adapté à l'usinage multi-axes.

Protection de l'environnement : la découpe à sec réduit le liquide de refroidissement de 20 à 30 %.

4. Tableau des performances des fraises d'angle en carbure et des facteurs d'influence

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-8%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 8% de ténacité | 5% Co HV 1800 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-600 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 650 m/min Usure 6 % |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,1 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,12 Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-2 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,3 mm/couche | augmentation des vibrations de 2,5 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 µm, trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 µm | < 2 µm La résistance à la chaleur diminue de 8 % |

5. Tableau des performances de la fraise d'angle en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 180-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15 g/cm ³ |
| frittage | 1400-1500°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 98,5%-99,5% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000- n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra ≤ 0,06 µm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 µm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 60 N |

6. Types de fraises d'angle en carbure

Fraise à angle arrondi à bord court : diamètre 1-10 mm, Vc 200-400 m/min, adaptée à la finition peu profonde.

Fraise à rayon long : diamètre 10-25 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée à l'usinage de cavités profondes.

Fraise d'angle revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-600 m/min, durée de vie prolongée de 30%-40%.

Micro fraise d'angle : diamètre 0,1-2 mm, Vc 100-200 m/min, adaptée aux micro pièces.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise à rayon d'ébauche : nombre de dents 4-6, Vc 150-350 m/min, adaptée à l'enlèvement rapide de matière.

7. Application de la fraise à fileter en carbure

Les fraises d'angle en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur conception à rayon d'angle et de leurs capacités d'usinage de précision, comme suit :

Aérospatiale :

Traitement des surfaces courbes complexes en alliages de titane (comme le Ti-6Al-4V) et en alliages d'aluminium, comme les revêtements d'ailes et les emplantures de pales. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,08 mm/dent. Précision de niveau IT6, Ra 0,02-0,05 μm . L'optimisation de l'IA en 2025 réduira le temps de traitement de 15 % à 20 %, répondant ainsi aux exigences de haute résistance et de légèreté.

Fabrication de moules :

Finition des contours complexes des moules d'injection et de moulage sous pression. La pièce est en acier P20 ou H13, vitesse de rotation (Vc) : 300-500 m/min, ap : 0,2-1,5 mm, fn : 0,03-0,1 mm/dent. Précision : niveau IT7, Ra : 0,02-0,04 μm , réduisant les changements d'outils de 30 % et améliorant la qualité de surface du moule.

Fabrication automobile :

Traitement des courbes des culasses et des turbines de turbocompresseurs. Les pièces sont en alliage d'aluminium ou en fonte. Vitesse de rotation : 200-350 m/min. Vitesse de rotation : 0,3-1 mm. Fn : 0,04-0,1 mm/dent. Rendement : 20 %, Ra : 0,03-0,06 μm . La coupe à sec réduit la consommation de liquide de refroidissement de 25 %.

Équipements énergétiques :

Usinage de structures courbes de moules et de pales d'éoliennes. Les pièces sont fabriquées en matériaux composites ou en acier inoxydable, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, pas de coupe (ap) : 0,5-2 mm, pas de coupe (fn) : 0,05-0,1 mm/dent. La résistance à la chaleur est améliorée de 20 % et la surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Traitement de courbes 3D de cadres centraux de téléphones portables et de supports de circuits imprimés. La pièce est en alliage d'aluminium, vitesse de rotation (Vc) : 300-600 m/min, ap : 0,1-0,8 mm, fn : 0,02-0,06 mm/dent. Précision : $\pm 0,001$ mm, Ra : 0,01-0,03 μm , répondant aux exigences de haute précision.

Équipement médical :

Traitement de surfaces complexes d'articulations artificielles et d'implants dentaires en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm , conformément aux normes de biocompatibilité.

Industrie de la défense :

Usinage des courbes des obus de missiles et des capots de radar. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 0,3-1,5 mm, fn : 0,03-0,08 mm/dent. La résistance à l'usure est améliorée de 25 %, répondant ainsi aux exigences de fiabilité élevées.

Construction navale :

Usinage des pales d'hélices et des surfaces de coque. Les pièces sont en bronze ou en acier

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

inoxydable. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, pas de 0,5-2 mm, pas de 0,04-0,1 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 % et réduit la déformation d'usinage de 15 %.

Usinage de bijoux :

usinage de sculptures fines et d'incrustations de métaux précieux (tels que l'or et le platine), vitesse de rotation : 100-200 m/min, ap : 0,05-0,3 mm, fn : 0,01-0,04 mm/dent. Précision : $\pm 0,0001$ mm, convient à la personnalisation haut de gamme.

Nouvelle industrie énergétique :

Usinage de raccords courbes de cadres de panneaux solaires. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 200-400 m/min, pas de 0,3-1 mm, pas de 0,03-0,08 mm/dent. Rendement : 15 % accru et empreinte carbone réduite de 10 %.

Machines lourdes :

Usinage des surfaces de transition des grands engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,05-0,1 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 % et concentration de contraintes réduite.

Industrie pétrochimique :

Usinage des surfaces courbes des corps de vannes et des joints de tuyauterie. La pièce est en acier inoxydable, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,3-1,5 mm, fn : 0,04-0,08 mm/dent. La résistance à la corrosion est améliorée de 20 % et les défauts d'usinage sont réduits de 10 %.

Fabrication de meubles :

Usinage de courbes décoratives de meubles en bois ou composites, Vc 200-400 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,07 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,05 μm , rendement augmenté de 20 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à rainure ronde en carbure ?

La fraise à rainurer semi-circulaire en carbure est un outil de coupe spécial en carbure. Sa tête de coupe est conçue en forme de rainure semi-circulaire ou de charpentier. Elle est largement utilisée pour l'usinage de rainures, de rainures et de rainures semi-circulaires. Elle est particulièrement adaptée aux applications exigeant une grande précision et des surfaces intérieures lisses en fabrication mécanique. Elle allie la dureté, la résistance à l'usure et aux chocs élevées du carbure cémenté et convient à l'usinage de l'acier, de la fonte et des métaux non ferreux. La fraise à rainurer semi-circulaire en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement TiN ou AlTiN pour améliorer ses performances. Elle convient aux machines-outils CNC et aux fraiseuses traditionnelles. Ce qui suit présente brièvement la structure et les matériaux, les principes de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, les procédés de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à rainurer semi-circulaire en carbure

Les fraises à rainurer semi-circulaires en carbure sont généralement constituées de structures en carbure monobloc ou de têtes de fraisage en carbure soudées à des queues en acier, avec des diamètres compris entre 3 et 50 mm et des longueurs comprises entre 50 et 200 mm. Le diamètre semi-circulaire de la tête de fraisage correspond au diamètre du corps de fraise et comporte entre 2 et 4 dents. Les paramètres géométriques de la lame (angle d'hélice de 20° à 35°, angle de coupe de 0° à 5°) sont optimisés pour l'usinage de rainures. Des revêtements TiN ou AlTiN (épaisseur de 1,5 à 3 µm) peuvent être appliqués en surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1000 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,5-1,5 µm, teneur en cobalt (Co) 6%-10%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1600-1900, dureté du manche en acier HRC 40-45, coaxialité de l'outil $\leq 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à rainure semi-circulaire en carbure

Par rotation, la tête de coupe semi-circulaire coupe axialement ou radialement la pièce pour former une rainure ou une clavette semi-circulaire, et les copeaux sont évacués par l'espace entre les dents. Les paramètres de coupe incluent V_c 50-300 m/min, f_n 0,03-0,15 mm/dent, a_p 0,5-5 mm. L'utilisation d'un liquide de coupe (par exemple, un liquide de coupe à base d'huile, débit ≥ 10 l/min) ou d'une température de contrôle de coupe à sec (< 600 °C), combinée à la surveillance par capteurs, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 10 à 15 % en 2025 et d'atteindre une précision de niveau IT7-IT9.

3. Caractéristiques de la fraise à rainurer demi-ronde en carbure

Dureté élevée : HV 1600-1900, convient aux matériaux inférieurs à HRC 50.

Bonne résistance à l'usure : $VB \leq 0,25$ mm (300-600 heures), durée de vie prolongée de 3 à 5 fois.

Résistance à la chaleur modérée : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1000°C et convient à la coupe à vitesse moyenne.

Haute précision : douceur des rainures semi-circulaires Ra 0,2-0,4 µm, tolérance dimensionnelle

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

±0,01 mm.

Résistance aux chocs : résistance à la flexion ≥ 2000 MPa, convient à la coupe intermittente.

Economique : La conception globale réduit la fréquence de remplacement et réduit les coûts.

4. Tableau des performances et des facteurs d'influence de la fraise à rainurer semi-circulaire en carbure cémenté

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|--|--------|----------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 6%-10%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 6% de précision, 10% de ténacité | 6% Co HV 1700 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 50-300 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 350 m/min Usure 5% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,03-0,15 mm/dent | milieu | Finition 0,03 mm/dent | fn 0,18 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,5-5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 1 mm/couche | vibrations de 6 mm augmentées de 20 % |
| Épaisseur du revêtement | 1,5-3 μ m, trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2-2,5 μ m | < 1,5 μ m La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Tableau des performances et du processus de production de la fraise à rainurer semi-circulaire en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 250-350 tr/min | 40 à 50 heures | Réparti uniformément | CV < 2,5% |
| Pressage | 180-220 MPa | 15 à 25 secondes | formage de flans | Densité 13,5-15 g/cm ³ |
| frittage | 1400-1450°C, HIP | 1,5 à 2,5 heures | Densification | Densité 98%-99% |
| Coupe de lame | Meule diamantée #800-#1000 | Découpe 0,005-0,01 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,1 \mu$ m |
| Revêtement | Dépôt PVD de TiN | Épaisseur 1,5-3 μ m | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 50 N |

6. Types de fraises à rainurer demi-rondes en carbure

Fraise à rainurer semi-circulaire standard : diamètre 3-20 mm, Vc 100-250 m/min, adaptée à l'usinage général des rainures.

Fraise à rainurer semi-circulaire à bord long : diamètre 20-50 mm, Vc 50-150 m/min, adaptée à l'usinage de rainures profondes.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise à rainurer semi-circulaire revêtue : revêtement TiN, Vc 150-300 m/min, durée de vie prolongée de 25%-35%.

Fraise à rainurer micro semi-circulaire : diamètre 1-5 mm, Vc 50-100 m/min, adaptée au traitement de petites pièces.

Fraise à rainurer semi-circulaire d'ébauche : 3-4 dents, Vc 80-200 m/min, adaptée à l'enlèvement rapide de matière.

7. Application de la fraise à rainurer semi-circulaire en carbure

Les fraises à rainurer semi-circulaires en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur conception semi-circulaire et de leur spécialisation, comme suit :

Fabrication mécanique :

Usinage de rainures de clavette et de poulies synchrones sur des pièces d'arbre. La pièce est en acier 45# ou 40Cr, Vc 100-200 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,05-0,1 mm/dent. Précision IT7, Ra 0,2-0,3 μm . Optimisation du capteur prévue en 2025 pour réduire l'erreur d'usinage de 10 %.

Fabrication automobile :

usinage de la rainure de clavette et de la gorge d'accouplement de l'arbre de boîte de vitesses. La pièce est en fonte ou en alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 150-250 m/min. Vitesse de rotation : 0,5-2 mm. Vitesse de rotation : 0,04-0,08 mm/dent. Rendement : 15 %, Ra : 0,2-0,25 μm . La coupe à sec réduit la consommation de liquide de refroidissement de 20 %.

Fabrication de moules :

Usinage des rainures de guidage et de positionnement des moules. La pièce est en acier Cr12MoV, Vc 80-150 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,03-0,07 mm/dent. Précision IT8, Ra 0,25-0,4 μm , durée de vie prolongée de 20 %.

Équipements énergétiques :

Usinage des rainures de clavette des arbres d'engrenages d'éoliennes. La pièce est en acier 42CrMo, vitesse de rotation : 100-200 m/min, ap : 1,5-4 mm, fn : 0,06-0,12 mm/dent. La résistance à l'usure a augmenté de 15 %, et la surveillance IoT a permis de réduire les déchets de 8 % en 2025.

Transport ferroviaire :

Usinage des rainures de clavette et des rainures de raccordement des axes de roue. La pièce est en fonte ductile, vitesse de rotation : 80-150 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,05-0,1 mm/dent. La résistance aux chocs est améliorée de 20 % et le rendement de 12 %.

Construction navale :

usinage de rainures de clavette d'arbres d'hélices. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 50-100 m/min. Diamètre de la dent : 1-2,5 mm. Fn : 0,04-0,08 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 25 % et réduit la déformation d'usinage de 10 %.

Machines lourdes :

usinage de rainures de clavette pour grands arbres de transmission, pièce en acier haute résistance, vitesse de rotation : 80-150 m/min, ap : 2-5 mm, fn : 0,06-0,12 mm/dent. Force de coupe : 500-700 N, durée de vie prolongée de 30 %.

Industrie pétrochimique :

Usinage des rainures de clavette des corps de pompe et des tiges de soupape. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 50-120 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,04-0,08 mm/dent. La résistance

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

à la corrosion est améliorée de 15 % et les défauts d'usinage sont réduits de 5 %.

Industrie de la défense :

Usinage de rainures de clavette pour arbres de transmission de chars. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation : 100-200 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,05-0,1 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 20 %, ce qui répond aux exigences de fiabilité élevées.

Machines agricoles :

Usinage des rainures de clavette des arbres de tracteurs. Acier 35CrMo, vitesse de rotation : 80-150 m/min, ap : 1-2,5 mm, fn : 0,04-0,08 mm/dent. Rendement : 10 %, Ra : 0,3-0,35 µm.

Industrie électronique :

Usinage de micro-rainures de clavettes d'arbres de moteurs, alliage d'aluminium, Vc 100-200 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Précision ± 0,01 mm, Ra 0,2 µm.

Fabrication de meubles :

Usinage de rainures décoratives sur pièces mécaniques en bois dur, vitesse de rotation : 50-100 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,07 mm/dent. Lissé de surface : Ra : 0,25 µm, rendement : 15 %.

Engins de chantier :

Usinage de rainures de clavette d'arbres d'excavatrices, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation : 80-150 m/min, ap : 1,5-4 mm, fn : 0,05-0,1 mm/dent. Durée de vie prolongée de 25 %, concentration de contraintes réduite de 10 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à matrice en carbure ?

La fraise à empreinte en carbure est un outil de coupe haute performance en carbure, conçu pour l'industrie de la fabrication de moules et adapté à l'usinage de cavités, de contours et de structures fines complexes. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cimenté. Elle est particulièrement adaptée à l'usinage des aciers haute dureté, des aciers pré-trempés et des matériaux difficiles à usiner, tels que les moules pour l'aéronautique et l'automobile. La fraise à empreinte en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiSiN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage à grande vitesse. Ce qui suit présente brièvement la structure et les matériaux, les principes de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, les procédés de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux des fraises à matrice en carbure cimenté

Les fraises en carbure pour moules sont généralement des structures en carbure monobloc de diamètres compris entre 1 et 20 mm et de longueurs comprises entre 50 et 150 mm. La tête de coupe est conçue avec une tête sphérique, des angles arrondis ou un fond plat, et comporte de 2 à 6 dents, selon les exigences d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (angle d'hélice de 30° à 45°, angle de coupe de 2° à 10°) sont optimisés pour s'adapter à la géométrie complexe du moule. Des revêtements AlTiN ou TiSiN (épaisseur de 2 à 4 µm) peuvent être appliqués sur la surface, avec une résistance thermique allant jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : taille des particules de carbure de tungstène 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TiC et NbC sont ajoutés pour améliorer la ténacité et la résistance à la chaleur.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ± 0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à matrice en carbure

Grâce à la rotation, la tête de coupe coupe le long de la cavité du moule ou de la trajectoire du contour. La conception de la tête sphérique ou du congé permet un usinage de surface tridimensionnel, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale optimisée. Les paramètres de coupe incluent une vitesse de rotation de 150 à 800 m/min, une vitesse de rotation de 0,02 à 0,1 mm/dent et une vitesse de rotation de 0,1 à 3 mm. Le contrôle de la température de coupe par liquide de coupe (par exemple, un liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou par coupe à sec (< 800 °C), combiné à l'optimisation de l'IA et à la surveillance en temps réel, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 20 à 25 % en 2025 et d'atteindre le niveau de précision IT5-IT7.

3. Caractéristiques des fraises à matrice en carbure cimenté

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Excellente résistance à la chaleur : le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la découpe à grande vitesse.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,08 µm, adaptée aux moules fins.

Polyvalence : Convient au traitement de surfaces complexes et de cavités profondes, avec une grande flexibilité.

Protection de l'environnement : la découpe à sec réduit le liquide de refroidissement de 30 à 40 %.

4. Tableau des performances des fraises à matrice en carbure et des facteurs d'influence

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|---|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 150-800 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs réduits de 15 % | Vc 900 m/min Usure 7 % |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,1 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,12 Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-3 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | vibrations de 4 mm augmentées de 18 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-4 µm, trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,5-3 µm | < 2 µm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Tableau des performances de la fraise à matrice en carbure

| Étapes du processus | du Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000- n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra ≤ 0,05 µm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-4 µm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

6. Types de fraises à matrice en carbure

Fraise à tête sphérique : diamètre 1-15 mm, Vc 200-600 m/min, adaptée aux surfaces courbes complexes.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise d'angle : diamètre 3-20 mm, Vc 150-500 m/min, adaptée aux surfaces de transition.

Fraise à moule à fond plat : diamètre 5-20 mm, Vc 300-800 m/min, adaptée au traitement de surfaces planes.

Fraise à moule revêtue : revêtement AlTiN, Vc 400-800 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à moule à bord long : longueur 100-150 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée aux cavités profondes.

7. Application de la fraise à moule en carbure

Les fraises à matrice en carbure sont largement utilisées dans le domaine de la fabrication de matrices en raison de leur haute précision et de leur polyvalence, comme suit :

Fabrication de moules automobiles :

Usinage des empreintes des moules d'emboutissage et d'injection. La pièce est en acier P20 ou H13, Vc 300-600 m/min, ap 0,2-1,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,02-0,05 μm . Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps de traitement de 20 %.

Moules aérospatiaux :

Traitement des empreintes de moules en alliage de titane et d'aluminium, tels que les moules de forme d'ailes, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,06 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 μm , répondant aux exigences de résistance élevées.

Fabrication de moules électroniques :

Traitement des moules pour boîtiers et connecteurs de téléphones portables. La pièce est en acier pré-trempé. Vitesse de rotation : 400-800 m/min. Vitesse de rotation : 0,1-0,8 mm. Fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : $\pm 0,001$ mm. Ra : 0,01-0,02 μm .

Fabrication de moules en plastique :

Traitement des contours complexes des moules d'injection, pièce en acier 718, vitesse de rotation (Vc) : 300-500 m/min, ap : 0,3-1,5 mm, fn : 0,03-0,07 mm/dent. Rendement : 25 %, Ra : 0,02-0,04 μm .

Fabrication de moules de moulage sous pression :

Usinage des cavités profondes et des parois latérales de moules de moulage sous pression. La pièce est en acier H11, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,04-0,1 mm/dent. La résistance à la chaleur est améliorée de 20 % et la durée de vie est prolongée de 30 %.

Moules pour équipements énergétiques :

Usinage de moules pour pales d'éoliennes. Les pièces sont fabriquées en matériaux composites ou en acier pré-trempé. Vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,08 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Fabrication de moules médicaux :

Usinage de moules pour dispositifs médicaux, tels que des moules pour seringues. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 150-300 m/min. Vitesse de rotation : 0,2-1 mm. Fn : 0,02-0,06 mm/dent. Précision : $\pm 0,0005$ mm. Ra : 0,01 μm .

Moule pour l'industrie de la défense :

Moule pour coque de missile usiné en acier haute résistance, vitesse de rotation : 200-400 m/min, pas de 0,3-1,5 mm, pas de 0,03-0,07 mm/dent. La résistance à l'usure est améliorée de 25 %,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

garantissant une fiabilité élevée.

Fabrication de moules pour appareils électroménagers :

Usinage d'un moule de coque de téléviseur, pièce en acier ABS, vitesse de rotation : 300-600 m/min, pas de 0,2-1 mm, pas de 0,03-0,08 mm/dent. Rendement : 20 %, Ra : 0,03 μm .

Moule pour l'industrie navale :

Usinage de moules pour pièces de coque. La pièce est en acier résistant à la corrosion, vitesse de rotation : 150-300 m/min, pas de 0,5-2 mm, pas de 0,04-0,1 mm/dent. Le revêtement résistant à la corrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Moule pour machines lourdes :

Usinage de la cavité du moule d'engrenage, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,05-0,1 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 % et concentration de contraintes réduite.

Moule pour nouveaux équipements énergétiques :

Usinage de moules pour panneaux solaires. La pièce est en alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 200-500 m/min, pas de 0,3-1,5 mm, pas de 0,03-0,07 mm/dent. L'efficacité a été augmentée de 15 % et l'empreinte carbone a été réduite de 10 %.

Fabrication de moules pour bijoux :

Traitement de la structure fine des moules en métaux précieux. La pièce est en carbure cémenté. Vitesse de rotation : 100-200 m/min, ap : 0,1-0,5 mm, fn : 0,01-0,04 mm/dent. Précision : $\pm 0,0001$ mm, convient à la personnalisation haut de gamme.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à lame de scie en carbure ?

La fraise à lame de scie en carbure est un outil de coupe à haut rendement fabriqué en carbure. Son corps se présente sous la forme d'un disque fin entouré de multiples dents de scie. Elle est largement utilisée pour le rainurage, le refendage et la découpe de matériaux métalliques et non métalliques. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les bonnes performances de coupe du carbure cémenté. Elle est particulièrement adaptée aux applications nécessitant une coupe à grande vitesse et une séparation précise, comme l'usinage de pièces automobiles et de composants électroniques. La fraise à lame de scie en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement TiAlN ou CrN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux équipements de découpe spéciaux. Ce qui suit présente brièvement la structure et les matériaux, les principes de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, les procédés de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à lame de scie en carbure

Les fraises à lame de scie carbure sont généralement constituées de dents en carbure monobloc ou en carbure soudées sur un substrat en acier. Leur diamètre varie de 50 à 300 mm, leur épaisseur de 0,5 à 5 mm et leur nombre de dents de 20 à 100, selon le diamètre et les exigences de coupe. Les paramètres géométriques de la lame (angle de denture : 5° - 15° , angle de coupe : 0° - 5°) sont optimisés pour la coupe de parois minces. Un revêtement TiAlN ou CrN (épaisseur : 2-3 μm) peut être appliqué en surface, avec une résistance thermique allant jusqu'à 1 050 °C.

Composition du matériau : granulométrie de carbure de tungstène 0,5-1,5 μm , teneur en cobalt (Co) 6%-10%, VC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1700-2000, dureté de la matrice en acier HRC 40-45, coaxialité de l'outil $\leq 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à lame de scie en carbure

Grâce à une rotation à grande vitesse, les dents de scie pénètrent la surface de la pièce pour réaliser des rainures, des refendages ou des découpes, et les copeaux sont évacués par l'espace entre les dents. Les paramètres de coupe incluent V_c 200-800 m/min, f_n 0,02-0,1 mm/dent, a_p 0,1-2 mm (profondeur de coupe). L'utilisation d'un liquide de coupe (par exemple, un liquide de coupe à base d'huile, débit ≥ 20 l/min) ou d'une température de contrôle de coupe à sec (< 700 °C), combinée à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs en 2025, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et d'atteindre les niveaux de précision IT6-IT8.

3. Caractéristiques de la fraise à lame de scie en carbure

Dureté élevée : HV 1700-2000, convient aux matériaux inférieurs à HRC 55.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,2$ mm (400-800 heures), durée de vie prolongée de 4 à 6 fois.

Bonne résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1050°C et convient à la découpe à grande vitesse.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Haute efficacité : convient pour le refendage à parois minces et de haute précision, avec une vitesse de coupe allant jusqu'à 800 m/min.

Stabilité : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, convient à la coupe intermittente.

Économique : peut être broyé et réutilisé, réduisant ainsi les coûts à long terme.

4. Tableau des performances et des facteurs d'influence des fraises à lame de scie en carbure

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|----------------------------------|---|
| Teneur en cobalt | 6%-10%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 6% de précision, 10% de ténacité | 6% Co HV 1800 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 200-800 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 900 m/min Usure 6 % |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,1 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,12 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-2 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | augmentation des vibrations de 2,5 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 8 % |

5. Tableau des performances de la fraise à lame de scie en carbure

| Étapes du processus | du Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15 g/cm ³ |
| frittage | 1400-1500°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 98,5%-99,5% |
| Taille des dents | Meule diamantée n° 1000- n° 1200 | Découpe 0,005-0,01 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,1 \mu\text{m}$ |
| Revêtement | Dépôt PVD de TiAlN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 60 N |

6. Types de fraises à lame de scie en carbure

Fraise à lame de scie standard : diamètre 50-150 mm, Vc 300-600 m/min, adaptée à la coupe générale.

Fraise à lame de scie fine : épaisseur 0,5-2 mm, Vc 400-800 m/min, adaptée au refendage de précision.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise à lame de scie revêtue : revêtement TiAlN, Vc 500-800 m/min, durée de vie prolongée de 35%-45%.

Fraise à lame de scie grand diamètre : diamètre 150-300 mm, Vc 200-400 m/min, adaptée aux coupes lourdes.

Fraise à lame de scie micro : diamètre 20-50 mm, Vc 200-500 m/min, adaptée au traitement de petites pièces.

7. Application de la fraise à lame de scie en carbure

Les fraises à lame de scie en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur conception à paroi mince et de leur rendement élevé, comme suit :

Fabrication automobile :

Usinage de jantes en alliage d'aluminium et de rainures de disques de frein en acier, Vc 400-600 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,06 mm/dent. Précision IT7, Ra 0,2-0,3 µm, optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps de traitement de 15 %.

Industrie électronique :

découpe de circuits imprimés et de boîtiers en aluminium, Vc 500-800 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision ± 0,01 mm, Ra 0,15-0,25 µm, rendement augmenté de 20 %.

Aéronautique :

Découpe de pièces à parois minces en alliages de titane et d'aluminium, Vc 300-500 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,1-0,2 µm, répondant aux exigences de légèreté.

Fabrication de moules :

Usinage de la rainure de séparation du moule. La pièce est en acier P20, vitesse de rotation : 300-500 m/min, ap : 0,2-1,5 mm, fn : 0,03-0,07 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %, Ra : 0,2 µm.

Équipements énergétiques :

Découpe de rainures de séparation pour moules de pales d'éoliennes. Matériau de la pièce : matériau composite. Vitesse de rotation : 200-400 m/min. Diamètre de la dent : 0,5-1,5 mm. Fn : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT réduit les déchets de 10 % d'ici 2025.

Construction navale :

Découpe de tôles d'acier et d'aluminium, vitesse de rotation : 200-400 m/min, pas de coupe : 0,5-2 mm, pas de coupe : 0,04-0,08 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 25 % et augmente le rendement de 15 %.

Machines lourdes :

usinage de rainures pour engrenages et arbres, pièce en acier 42CrMo, vitesse de rotation 200-300 m/min, ap 1-2 mm, fn 0,05-0,1 mm/dent. Force de coupe 400-600 N, durée de vie prolongée de 35 %.

Transport ferroviaire :

découpe de fixations de rails et de rainures de roues. Matériau de la pièce : fonte ductile, vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,04-0,08 mm/dent. Résistance à l'usure : augmentation de 20 %.

Industrie de la défense :

découpe de plaques de blindage, pièce en acier haute résistance, vitesse de rotation : 250-500 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 25 %, répondant

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

aux exigences de haute résistance.

Industrie pétrochimique :

Découpe de tubes et de rainures de corps de vannes, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation (Vc) : 200-400 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,04-0,07 mm/dent. La résistance à la corrosion est améliorée de 15 % et les défauts d'usinage sont réduits de 5 %.

Fabrication de meubles : Usinage

de rainures sur panneaux de bois, Vc 300-600 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,2 μ m, rendement augmenté de 15 %.

Nouvelle industrie énergétique :

Découpe de rainures de séparation pour panneaux solaires. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 400-700 m/min, pas de coupe : 0,1-1 mm, pas de coupe : 0,02-0,05 mm/dent. Rendement : 20 % accru, empreinte carbone réduite de 10 %.

Matériaux de construction :

Découpe de plaques de ciment et de plâtre, vitesse de rotation 200-400 m/min, pas de coupe 0,5-2 mm, pas de coupe 0,04-0,08 mm/dent. Résistance à la poussière augmentée de 15 %, usure réduite de 10 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise cylindrique en carbure ?

La fraise cylindrique en carbure est un outil de coupe polyvalent en carbure. Son corps cylindrique est entouré de dents droites ou hélicoïdales. Elle est largement utilisée pour l'usinage plan, le rainurage et le fraisage latéral. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les bonnes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de matériaux tels que l'acier, la fonte et les métaux non ferreux. Elle est particulièrement adaptée à la fabrication de machines et de moules. La fraise cylindrique en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement TiN ou AlTiN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle convient aux machines-outils CNC et aux fraiseuses traditionnelles. Ce qui suit résume brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise cylindrique en carbure cémenté

Les fraises cylindriques en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc dont le diamètre varie de 5 à 50 mm, la longueur de 50 à 200 mm et le nombre de dents de 4 à 20, selon le diamètre et l'usage. Les paramètres géométriques de la lame (tels que l'angle d'hélice de 0° à 45° et l'angle de coupe de 5° à 15°) sont optimisés pour l'usinage de plans et de rainures. Des revêtements TiN ou AlTiN (épaisseur de 2 à 3 μm) peuvent être appliqués en surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1000 °C.

Composition du matériau : granulométrie de carbure de tungstène 0,5-1,5 μm , teneur en cobalt (Co) 6%-10%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1700-2000, coaxialité de l'outil $\leq 0,005$, précision de la lame $\pm 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise cylindrique en carbure

Grâce à la rotation, le corps de la fraise cylindrique coupe le long de la surface de la pièce. Les dents achèvent l'usinage du plan ou de la rainure, et les copeaux sont évacués par l'espace entre les dents. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-500 m/min, f_n 0,05-0,2 mm/dent, a_p 0,5-5 mm. L'utilisation d'un liquide de coupe (par exemple, un liquide de coupe à base d'eau, débit ≥ 15 l/min) ou d'une température de contrôle de coupe à sec (< 600 °C), combinée à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % en 2025 et d'atteindre le niveau de précision IT6-IT8.

3. Caractéristiques de la fraise cylindrique en carbure

Dureté élevée : HV 1700-2000, convient aux matériaux inférieurs à HRC 55.

Bonne résistance à l'usure : $VB \leq 0,2$ mm (400-800 heures), durée de vie prolongée de 4 à 6 fois.

Résistance à la chaleur modérée : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1000°C et convient à la coupe à vitesse moyenne.

Haute efficacité : convient au traitement de grandes surfaces planes, avec une vitesse de coupe allant jusqu'à 500 m/min.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Stabilité : résistance à la flexion ≥ 2100 MPa, convient à la coupe intermittente.

Économique : Peut être rebroyé et réutilisé pour réduire les coûts.

4. Tableau des performances des fraises cylindriques en carbure et des facteurs d'influence

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|----------------------------------|---|
| Teneur en cobalt | 6%-10%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 6% de précision, 10% de ténacité | 6% Co HV 1800 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-500 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 550 m/min usure 5% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,05-0,2 mm/dent | milieu | Finition 0,05 mm/dent | fn 0,25 Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,5-5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 1 mm/couche | augmentation des vibrations de 6 mm : 15 % |
| Épaisseur de revêtement | du 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 8 % |

5. Tableau des performances de la fraise cylindrique en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15 g/cm ³ |
| frittage | 1400-1500°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 98,5%-99,5% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000- n° 1200 | Découpe 0,005-0,01 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,1 \mu\text{m}$ |
| Revêtement | Dépôt PVD de TiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 60 N |

6. Types de fraises cylindriques en carbure

Fraise cylindrique à dents droites : diamètre 5-30 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée à l'usinage plan.

Fraise cylindrique à dents hélicoïdales : diamètre 10-50 mm, Vc 200-500 m/min, adaptée à la découpe de rainures.

Fraise cylindrique à dents grossières : nombre de dents 4-8, Vc 150-400 m/min, adaptée à l'usinage grossier.

Fraise cylindrique à dents fines : nombre de dents 10-20, Vc 200-500 m/min, adaptée à la finition.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise cylindrique revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-500 m/min, durée de vie prolongée de 30%-40%.

7. Application de la fraise cylindrique en carbure

Les fraises cylindriques en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur polyvalence et de leur efficacité, comme suit :

Fabrication mécanique :

Usinage du banc de la machine-outil et du plan du rail de guidage. La pièce est en acier 45#, Vc 200-400 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/dent. Précision IT7, Ra 0,2-0,3 μm . L'optimisation de l'IA en 2025 réduira le temps d'usinage de 15 %.

Fabrication automobile :

Usinage des surfaces rainurées du bloc-cylindres et du vilebrequin. La pièce est en fonte. Vitesse de rotation : 150-300 m/min. Vitesse de rotation : 0,5-2 mm. Vitesse de rotation : 0,08-0,15 mm/dent. Rendement : 20 %. Ra : 0,25 μm .

Fabrication de moules :

traitement de la surface inférieure et des rainures latérales du moule. La pièce est en acier P20, vitesse de rotation : 200-500 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,05-0,1 mm/dent. Précision : niveau IT6, Ra : 0,15-0,2 μm .

Aéronautique :

Usinage de panneaux de fuselage en alliage d'aluminium, Vc 300-500 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,06-0,12 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,1-0,15 μm , répondant aux exigences de légèreté.

Équipements énergétiques :

Usinage de la surface du moyeu du rotor d'éolienne. La pièce est en acier 42CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,08-0,15 mm/dent. La durée de vie est prolongée de 30 % et la surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Transport ferroviaire :

Usinage de surfaces de roues et de traverses, en fonte ductile, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 1-2,5 mm, fn : 0,1-0,2 mm/dent. Résistance à l'usure : augmentation de 20 %.

Construction navale :

Usinage de la surface rainurée des tôles d'acier de coque, Vc 100-250 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,08-0,15 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 25 % et améliore le rendement de 15 %.

Machines lourdes :

usinage de grandes surfaces d'engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 2-4 mm, fn : 0,1-0,2 mm/dent. Force de coupe : 600-800 N, durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie électronique :

Usinage du plan d'un boîtier en alliage d'aluminium, Vc 300-500 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,05-0,1 mm/dent. Précision $\pm 0,01$ mm, Ra 0,15 μm .

Industrie pétrochimique :

Usinage des surfaces rainurées des corps de vannes et des canalisations. La pièce est en acier inoxydable, vitesse de rotation : 100-250 m/min, vitesse de rotation : 1-2,5 mm, vitesse de rotation :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,06-0,12 mm/dent. La résistance à la corrosion est améliorée de 15 % et les défauts d'usinage sont réduits de 5 %.

Industrie de la défense :

Traitement de surface de plaques de blindage, pièce en acier haute résistance, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,08-0,15 mm/dent. La résistance à l'usure est améliorée de 25 %, répondant aux exigences de haute résistance.

Fabrication de meubles :

Usinage de planches de bois planes, Vc 200-400 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,08-0,15 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,2 μ m, rendement augmenté de 15 %.

Nouvelle industrie énergétique :

Usinage de supports solaires en alliage d'aluminium, vitesse de rotation (Vc) : 200-400 m/min, pas de dent (AP) : 0,5-2 mm, pas de dent (FN) : 0,06-0,12 mm. Rendement : 20 % accru, empreinte carbone réduite de 10 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à surfacer en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à surfacer en carbure ?

La fraise à surfacer en carbure est un outil de coupe à haut rendement fabriqué en carbure. Son corps de fraise est conçu en forme de disque et comporte plusieurs dents de coupe sur sa face frontale. Elle est largement utilisée pour l'usinage à plat de grandes surfaces, l'ébauche et la finition. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle est adaptée à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner, notamment pour la fabrication de machines et l'industrie du moulage. La fraise à surfacer en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage. Ce qui suit résume brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à surfacer en carbure

Les fraises à surfacer en carbure sont généralement des modèles à plaquettes soudées/indexables en carbure monobloc ou en carbure, avec un diamètre de 25 à 315 mm, une longueur de 30 à 150 mm et 4 à 20 dents, selon le diamètre et les exigences d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (tels que l'angle d'hélice de 10° à 45° et l'angle de coupe de 5° à 15°) sont optimisés pour la coupe plane. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 4 µm) peuvent être appliqués en surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,5-1,5 µm, teneur en cobalt (Co) 6%-12%, TiC ajouté pour améliorer la résistance à la chaleur.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,005 mm, précision de serrage de la lame ±0,01 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à surfacer en carbure

Grâce à la rotation, les dents frontales coupent le long de la surface de la pièce pour réaliser un usinage plan ou étagé de grande surface, et les copeaux sont évacués par l'espace entre les dents. Les paramètres de coupe incluent V_c 150-600 m/min, f_n 0,1-0,3 mm/dent, a_p 0,5-10 mm. L'utilisation d'un liquide de coupe (par exemple, un fluide de coupe à base d'huile, débit ≥ 20 L/min) ou d'une température de contrôle de coupe à sec (< 800 °C), combinée à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs en 2025, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 20 à 25 % et d'atteindre le niveau de précision IT6-IT8.

3. Caractéristiques de la fraise à surfacer en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la découpe à grande vitesse.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Haute efficacité : convient au traitement de grandes surfaces planes, avec une vitesse de coupe allant jusqu'à 600 m/min.

Stabilité : résistance à la flexion ≥ 2300 MPa, convient à la découpe sous forte charge.

Polyvalence : capable à la fois d'ébaucher et de finir, très adaptable.

4. Tableau des performances des fraises à surfacer en carbure et des facteurs d'influence

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|----------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 6%-12%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 6% de précision, 12% de ténacité | 6% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 150-600 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 650 m/min Usure 6 % |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,1-0,3 mm/dent | milieu | Finition 0,1 mm/dent | fn 0,35 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,5-10 mm, vibrations trop profondes | haut | Superposition de 2 mm/couche | vibrations ap 12 mm augmentées de 20 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-4 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,5-3 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Tableau des performances de la fraise à surfacer en carbure

| Étapes du processus | du Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 350-450 tr/min | 50 à 70 heures | Réparti uniformément | CV < 1,5% |
| Pressage | 220-280 MPa | 25 à 35 secondes | formage de flans | Densité 14,5-16 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1600°C, HIP | 2,5 à 3,5 heures | Densification | Densité 99%-99,9% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1200- n° 1500 | Découpe 0,003-0,008 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,08$ μm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-4 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 80 N |

7. Types de fraises à surfacer en carbure

Fraise à denture brute : nombre de dents 4-8, Vc 150-400 m/min, adaptée à l'usinage brut.

Fraise à surfacer à dents fines : nombre de dents 10-20, Vc 300-600 m/min, adaptée à la finition.

Fraise à surfacer indexable : diamètre 50-315 mm, Vc 200-500 m/min, adaptée au traitement de grandes surfaces.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise à surfacer revêtue : revêtement AlTiN, Vc 400-600 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à surfacer de petit diamètre : diamètre 25-80 mm, Vc 300-500 m/min, adaptée aux petites pièces.

6. Application de la fraise à surfacer en carbure

Les fraises à surfacer en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur efficacité élevée et de leurs capacités de traitement de grande surface, comme suit :

Fabrication mécanique :

Usinage du banc de la machine-outil et du plan du rail de guidage. La pièce est en acier 45#, Vc 200-400 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,15-0,25 mm/dent. Précision IT7, Ra 0,2-0,3 µm. Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps d'usinage de 20 %.

Construction automobile :

usinage de blocs-cylindres et de plans de châssis, pièce en fonte, vitesse de rotation : 150-300 m/min, pas de 1 à 4 mm, pas de 0,1 à 0,2 mm/dent. Rendement : 25 %, Ra : 0,25 µm.

Fabrication de moules :

Traitement de la surface inférieure du moule et de la grande cavité. Matériau de la pièce : acier P20. Vitesse de rotation : 300-500 m/min. Diamètre de la dent : 1-3 mm. Précision : IT6. Ra : 0,15-0,2 µm.

Aéronautique :

Usinage de panneaux de fuselage en alliage d'aluminium, Vc 400-600 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,1-0,2 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,1-0,15 µm, répondant aux exigences de légèreté.

Équipements énergétiques :

Usinage de la surface du moyeu du rotor d'éolienne. La pièce est en acier 42CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 2-6 mm, fn : 0,15-0,3 mm/dent. La durée de vie est prolongée de 30 % et la surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Transport ferroviaire :

Usinage de carrosseries et de traverses de wagons. La pièce est en fonte ductile, vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 2-5 mm, fn : 0,15-0,25 mm/dent. Résistance à l'usure : 20 %.

Construction navale :

Usinage de tôles plates en acier pour coque, vitesse de rotation : 150-300 m/min, épaisseur de coupe : 2-6 mm, épaisseur de coupe : 0,15-0,25 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 25 % et améliore le rendement de 15 %.

Machines lourdes :

usinage de grands engrenages et plans de châssis, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 3-10 mm, fn : 0,2-0,3 mm/dent. Force de coupe : 800-1 000 N, durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie électronique :

Traitement de surface de boîtier en alliage d'aluminium, Vc 300-500 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,1-0,2 mm/dent. Précision ± 0,01 mm, Ra 0,15 µm.

Industrie pétrochimique :

Usinage de corps de vannes et de surfaces de brides de pipelines. La pièce est en acier inoxydable.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Vitesse de rotation : 150-300 m/min, pas de 1 à 4 mm, pas de 0,1 à 0,2 mm/dent. La résistance à la corrosion est améliorée de 15 % et les défauts d'usinage sont réduits de 5 %.

Industrie de la défense :

Traitement de surface de plaques de blindage, pièce en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 200-400 m/min, ap : 2-5 mm, fn : 0,15-0,25 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 25 %, répondant aux exigences de haute résistance.

Nouvelle industrie énergétique :

Usinage de supports solaires en alliage d'aluminium, vitesse de rotation (Vc) : 200-400 m/min, pas de dent (AP) : 1-3 mm, pas de dent (FN) : 0,1-0,2 mm. Rendement : 20 % accru, empreinte carbone réduite de 10 %.

Machines de construction :

Usinage du plan de la plaque du bras d'excavatrice. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 2-5 mm, fn : 0,15-0,25 mm/dent. La durée de vie est prolongée de 30 % et la concentration de contrainte est réduite de 10 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise en carbure ?

Les fraises en carbure sont des outils de coupe de haute précision. Leur corps de fraise est conçu verticalement et des dents de coupe sont présentes à l'extrémité et à la périphérie. Elles sont largement utilisées pour l'usinage de surfaces courbes complexes, de rainures, de trous et de contours. Elles allient la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elles conviennent à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner, notamment pour la fabrication de moules et l'industrie aérospatiale. Les fraises en carbure utilisent du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elles sont fabriquées par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elles sont souvent dotées de revêtements AlTiN ou TiSiN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elles conviennent aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multi-axes. Ce qui suit présente brièvement la structure et les matériaux, les principes de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, les procédés de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux des fraises en carbure cémenté

Les fraises en carbure ont généralement des structures en carbure monobloc dont le diamètre varie de 1 à 25 mm, la longueur de 50 à 150 mm et le nombre de dents varie de 2 à 6, selon le diamètre et les exigences d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (tels que l'angle d'hélice de 30° à 45° et l'angle de coupe de 2° à 10°) sont optimisés pour l'usinage tridimensionnel. Des revêtements AlTiN ou TiSiN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués en surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau

La taille des particules de carbure de tungstène (WC) est de 0,2 à 1,0 µm, la teneur en cobalt (Co) est de 5 à 9 % et du NbC est ajouté pour améliorer la ténacité et la résistance à la chaleur.

Caractéristiques structurelles

Dureté du carbure monobloc HV 1800-2100, coaxialité de l'outil $\leq 0,003$ mm, précision du tranchant $\pm 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise en carbure

Grâce à la rotation, les dents d'extrémité et périphériques coupent le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser l'usinage de surfaces, rainures ou trous complexes, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-600 m/min, f_n 0,02-0,1 mm/dent, a_p 0,1-2 mm. Le contrôle de la température de coupe par liquide de coupe (par exemple, liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou par coupe à sec (< 700 °C), combiné à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs en 2025, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et d'atteindre le niveau de précision IT5-IT7.

3. Caractéristiques des fraises en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

fois.

Excellente résistance à la chaleur : le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la découpe à grande vitesse.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,08 µm, adaptée au traitement fin.

Polyvalence : adaptable aux géométries complexes et adapté à l'usinage multi-axes.

Protection de l'environnement : la découpe à sec réduit le liquide de refroidissement de 30 à 40 %.

4. Tableau des performances des fraises en carbure et des facteurs d'influence

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|---|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-600 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 650 m/min Usure 7 % |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,1 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,12 Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-2 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | ap 2,5 mm Vibration augmentée de 18 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 µm, trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 µm | < 2 µm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Tableau des performances des fraises en carbure

| Étapes du processus | du Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000- n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra ≤ 0,05 µm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 µm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises en carbure

Fraise à fond plat : diamètre 1-15 mm, Vc 200-500 m/min, adaptée au traitement plan et rainuré.

Fraise à bout sphérique : diamètre 1-20 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée aux surfaces courbes

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

complexes.

Fraise à rayon : diamètre 3-25 mm, Vc 200-600 m/min, adaptée aux surfaces de transition.

Fraise revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-600 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à bord long : longueur 100-150 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée à l'usinage de cavités profondes.

6. Application des fraises en carbure

Les fraises en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur haute précision et de leur polyvalence, comme suit :

Fabrication de moules :

Usinage de contours complexes de moules d'injection et de moulage sous pression. La pièce est en acier H13, Vc 300-500 m/min, ap 0,2-1,5 mm, fn 0,03-0,08 mm/dent. Précision IT7, Ra 0,02-0,04 µm. Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps d'usinage de 15 %.

Aéronautique :

Usinage de surfaces courbes de pièces en alliage de titane et d'aluminium, telles que les revêtements d'ailerons, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,06 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 µm.

Fabrication automobile :

Usinage des rainures de culasses et de turbines de turbocompresseurs. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 300-500 m/min. Diamètre de la dent : 0,3-1,5 mm. Rendement : 20 %. Ra : 0,03-0,06 µm.

Équipements énergétiques :

Traitement de la surface courbe des moules de pales d'éoliennes. Matériau composite, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,05-0,1 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Traitement de courbes 3D de cadres centraux de téléphones portables et de supports de circuits imprimés. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 400-600 m/min, ap : 0,1-0,8 mm, fn : 0,02-0,06 mm/dent. Précision : ± 0,001 mm, Ra : 0,01-0,03 µm.

Équipement médical :

Traitement de surfaces complexes d'articulations artificielles en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision ±0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 µm.

Industrie de la défense :

Usinage des courbes des obus de missiles et des capots de radar. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 0,3-1,5 mm, fn : 0,03-0,08 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 25 %.

Construction navale :

Traitement des surfaces courbes des pales d'hélice. La pièce est en bronze, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,04-0,1 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage des surfaces de transition des grands engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,05-0,1 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Industrie pétrochimique :

Usinage des courbes des corps de vannes et des joints de tuyauterie. La pièce est en acier inoxydable, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,3-1,5 mm, fn : 0,04-0,08 mm/dent. Résistance à la corrosion : augmentation de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage des assemblages courbes des cadres de panneaux solaires. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 200-400 m/min, pas de dent : 0,3-1 mm, pas de dent : 0,03-0,08 mm. Rendement : 15 %.

Usinage de bijoux :

Usinage de la sculpture fine sur métaux précieux, la pièce est en or, Vc 100-200 m/min, ap 0,05-0,3 mm, fn 0,01-0,04 mm/dent. Précision $\pm 0,0001$ mm.

Fabrication de meubles :

Usinage de courbes décoratives en bois ou matériaux composites, Vc 200-400 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,07 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,05 μm .



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à bord long en carbure ?

La fraise à arête longue en carbure cimenté est un outil de coupe de haute précision. Son corps de fraise est vertical, avec une lame allongée et des dents de coupe périphériques. Elle est conçue pour les cavités, les trous et les rainures profonds. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cimenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication de moules, l'aérospatiale et les équipements énergétiques. La fraise à arête longue en carbure cimenté utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et par rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiAlN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multi-axes. Le contenu suivant décrira brièvement la structure et les matériaux, les principes de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs influençant les performances, les processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux des fraises à arêtes longues en carbure cimenté

Les fraises carbure à arêtes longues sont généralement des structures en carbure monobloc dont le diamètre varie de 1 à 20 mm, la longueur de la lame de 50 à 150 mm (longueur totale jusqu'à 200 mm) et le nombre de dents varie de 2 à 6, selon le diamètre et la profondeur d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (tels que l'angle d'hélice de 30° à 45° et l'angle de coupe de 2° à 10°) sont optimisés pour une coupe profonde. Des revêtements AlTiN ou TiAlN (épaisseur de 2 à 4 µm) peuvent être appliqués en surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau

La taille des particules de carbure de tungstène (WC) est de 0,2 à 1,0 µm, la teneur en cobalt (Co) est de 5 à 9 % et du NbC est ajouté pour améliorer la ténacité et la résistance aux vibrations.

Caractéristiques structurelles

Dureté du carbure monobloc HV 1800-2100, coaxialité de l'outil $\leq 0,003$ mm, précision du tranchant $\pm 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à long bord en carbure

Grâce à la rotation, la lame étendue coupe le long de la trajectoire de la cavité profonde ou du trou profond de la pièce. Les dents d'extrémité et périphériques complètent l'usinage de la rainure profonde ou de la cavité profonde, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale optimisée. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-500 m/min, f_n 0,02-0,08 mm/dent, a_p 0,1-10 mm (stratification pendant la coupe profonde). L'arrosage (tel que le liquide de coupe synthétique, débit ≥ 20 L/min) ou la température de contrôle de la coupe à sec (< 700 °C), combinés à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs en 2025, l'efficacité de coupe augmentera de 15 à 20 % et la précision atteindra le niveau IT6-IT8.

3. Caractéristiques des fraises à long tranchant en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et peut supporter une chaleur de coupe profonde.

Capacité de profondeur élevée : la longueur de la lame peut atteindre 150 mm, adaptée au traitement des cavités profondes.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations de coupe profonde.

Polyvalence : Convient aux trous profonds, aux rainures profondes et au traitement complexe de cavités profondes.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises à arêtes longues en carbure cémenté

Les performances sont affectées par le mélange de matériaux, la conception de la longueur des bords et les paramètres de coupe.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|--|--------|---------------------------------|---|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-500 m/min, usure excessive | milieu | Coupe profonde moins 10 % | Vc 550 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,08 mm/dent | milieu | Profondeur 0,02 mm/dent | fn 0,1 Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,1-10 mm, vibrations trop profondes | haut | Superposition de 2 mm/couche | vibrations ap 12 mm augmentées de 20 % |
| Épaisseur du revêtement | 2-4 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,5-3 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminuée de 10 % |

5. Processus de production de fraises à bord long en carbure

5.1 Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05 \mu\text{m}$ |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-4 μm | Résistance à la chaleur | Force d'adhérence > |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Types de fraises à long bord en carbure

Fraise à fond plat et bord long : diamètre 1-15 mm, Vc 200-400 m/min, adaptée aux rainures profondes et aux trous profonds.

Fraise à bout sphérique à bord long : diamètre 1-20 mm, Vc 150-300 m/min, adaptée aux surfaces de cavités profondes.

Fraise à bord long rayon : diamètre 3-20 mm, Vc 200-500 m/min, adaptée aux surfaces de transition profondes.

Fraises à bord long revêtues : revêtement AlTiN, Vc 300-500 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à bord extra long : longueur de bord 100-150 mm, Vc 100-250 m/min, adaptée à un usinage extrêmement profond.

Application des fraises à arêtes longues en carbure

Les fraises à bord long en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de coupe profonde et de leur haute précision, comme suit :

Fabrication de moules :

Usinage de moules d'injection à cavité profonde et de moules de coulée sous pression. La pièce est en acier H13, Vc 200-400 m/min, ap 2-10 mm, fn 0,02-0,06 mm/dent. Précision IT7, Ra 0,02-0,04 µm. Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps d'usinage de 15 %.

Aéronautique :

Usinage de trous et rainures profonds dans les alliages de titane, tels que les pièces de moteur, Vc 150-300 m/min, ap 1-5 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,01-0,03 µm.

Construction automobile :

Usinage de gorges profondes de blocs-cylindres et de cavités profondes de vilebrequins. La pièce est en fonte. Vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 2-8 mm, fn : 0,03-0,08 mm/dent. Rendement : 20 %, Ra : 0,03-0,06 µm.

Équipements énergétiques :

Usinage de structures profondes de moules de pales d'éoliennes. Matériaux composites utilisés : vitesse de rotation : 100-250 m/min, vitesse de rotation : 3-10 mm, fn : 0,03-0,07 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage de rainures profondes et de cavités 3D profondes dans les cadres de téléphones portables. La pièce est en alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 300-500 m/min, ap : 1-5 mm, fn : 0,02-0,06 mm/dent. Précision : ± 0,001 mm, Ra : 0,01-0,03 µm.

Matériel médical :

Usinage des caractéristiques profondes des articulations artificielles en alliage de titane, Vc 100-200 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision ±0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 µm.

Industrie de la défense :

Usinage de rainures profondes sur des enveloppes de missiles. La pièce est en acier haute résistance,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, pas de 2 à 6 mm, pas de 0,03 à 0,07 mm/dent. Résistance à l'usure augmentée de 25 %.

Construction navale :

Usinage de rainures profondes sur arbres d'hélices. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, pas de 2-8 mm, pas de 0,03-0,08 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage de rainures profondes pour grands engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 100-250 m/min, ap 3-10 mm, fn 0,04-0,08 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Usinage de cavités profondes de corps de vannes, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-300 m/min, pas de vis 2-6 mm, pas de vis 0,03-0,07 mm/dent. Résistance à la corrosion accrue de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage de rainures de connexion profondes pour supports solaires. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 2-5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 15 % de gain.

Fabrication de meubles :

Usinage de rainures décoratives profondes dans des panneaux de bois, Vc 150-300 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,03-0,07 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,05 µm.

Engins de chantier :

Usinage de rainures profondes sur bras d'excavatrice. Acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 2-8 mm, fn : 0,03-0,08 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.

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

Qu'est-ce qu'une fraise à bout sphérique en carbure ?

La fraise boule en carbure est un outil de coupe de haute précision en carbure. Sa tête de coupe est sphérique, avec des dents de coupe à l'extrémité et à la périphérie. Elle est conçue pour l'usinage de surfaces tridimensionnelles complexes, d'empreintes de moules et de contours. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication de moules, l'aéronautique et l'automobile. Les fraises boule en carbure utilisent du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elles sont fabriquées par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elles sont souvent dotées de revêtements AlTiN ou TiSiN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elles conviennent aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multi-axes. Ce qui suit résume brièvement la structure et les matériaux, les principes de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, les procédés de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux des fraises à boulets en carbure

Les fraises hémisphériques en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc dont le diamètre varie de 1 à 20 mm, la longueur de 50 à 150 mm et le nombre de dents varie de 2 à 6, selon le diamètre et les exigences d'usinage. Leur conception à bout hémisphérique assure une transition en douceur, et la géométrie de la lame (angle d'hélice de 30° à 45°, angle de coupe de 2° à 10°) est optimisée pour l'usinage de surfaces courbes. Des revêtements AlTiN ou TiSiN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués sur la surface, avec une résistance thermique allant jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau

La taille des particules de carbure de tungstène (WC) est de 0,2 à 1,0 µm, la teneur en cobalt (Co) est de 5 à 9 % et du NbC est ajouté pour améliorer la ténacité et la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles

Dureté du carbure monobloc HV 1800-2100, coaxialité de l'outil $\leq 0,003$ mm, précision du tranchant $\pm 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à boulets en carbure

En tournant, la tête de coupe sphérique coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser un usinage tridimensionnel de surface, de cavité ou de contour, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-500 m/min, f_n 0,02-0,08 mm/dent, a_p 0,1-2 mm. Le contrôle de la température de coupe par liquide de coupe (par exemple, liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou par coupe à sec (< 700 °C), combiné à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % en 2025 et d'atteindre le niveau de précision IT5-IT7.

3. Caractéristiques des fraises à boulets en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la découpe de surfaces courbes à grande vitesse.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,06 μm , adaptée aux surfaces courbes fines.

Polyvalence : adaptable aux géométries 3D complexes et adapté à l'usinage multi-axes.

Protection de l'environnement : la coupe à sec réduit le liquide de refroidissement de 30 à 40 %.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises à bout sphérique en carbure

Les performances sont affectées par le mélange de matériaux, la géométrie du nez sphérique et les paramètres de coupe.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-500 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 550 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,08 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,1 Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-2 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | ap 2,5 mm Vibration augmentée de 18 % |
| Épaisseur du revêtement | de 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances des fraises à bout sphérique en carbure

5.1 Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° | Découpe 0,002-0,005 | Optimisation de la | Ra $\leq 0,05$ μm |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | | | |
|------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | 1200 | mm | précision | |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 µm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises à boulets en carbure

Fraises à bout sphérique standard : diamètre 1-15 mm, Vc 150-400 m/min, adaptées à l'usinage de surface général.

Fraise à bout sphérique à dents fines : 4-6 dents, Vc 200-500 m/min, adaptée à l'usinage fin.

Fraise à bout sphérique revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-500 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à bout sphérique à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée aux surfaces de cavités profondes.

Fraises à bout sphérique micro : diamètre 1-6 mm, Vc 100-300 m/min, adaptées au micro-usinage.

6. Application des fraises à boulets en carbure

Les fraises à bout sphérique en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de traitement de surface courbe et de leur haute précision, comme suit :

Fabrication de moules :

Traitement de surfaces courbes complexes de moules d'injection et de moulage sous pression. La pièce est en acier P20, Vc 300-500 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,06 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,02-0,04 µm. Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps de traitement de 15 %.

Aéronautique :

Usinage de surfaces courbes en alliage de titane et d'aluminium, telles que les revêtements d'ailes, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 µm.

Fabrication automobile :

Usinage des courbes des culasses et des aubes de turbine. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 300-500 m/min, pas de dent : 0,2-1 mm, pas de dent : 0,03-0,07 mm/dent. Rendement : 20 %, Ra : 0,02-0,05 µm.

Équipements énergétiques :

Traitement de la surface courbe des moules de pales d'éoliennes. Matériau composite, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Traitement de surfaces courbes 3D de boîtiers de téléphones portables et de supports de circuits imprimés. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 400-600 m/min. Vitesse de rotation : 0,1-0,8 mm. Fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : ± 0,001 mm. Ra : 0,01-0,03 µm.

Équipement médical :

Traitement des surfaces courbes des articulations artificielles en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision ±0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 µm.

Industrie de la défense :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Traitement de la surface courbe des obus de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 200-400 m/min, ap : 0,3-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 25 %.

Construction navale :

Usinage de la surface courbe des pales d'hélice. La pièce est en bronze, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,07 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage de la transition courbe des grands engrenages. La pièce est en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,08 mm/dent. La durée de vie est prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Traitement des surfaces courbes du corps de vanne, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,3-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à la corrosion accrue de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

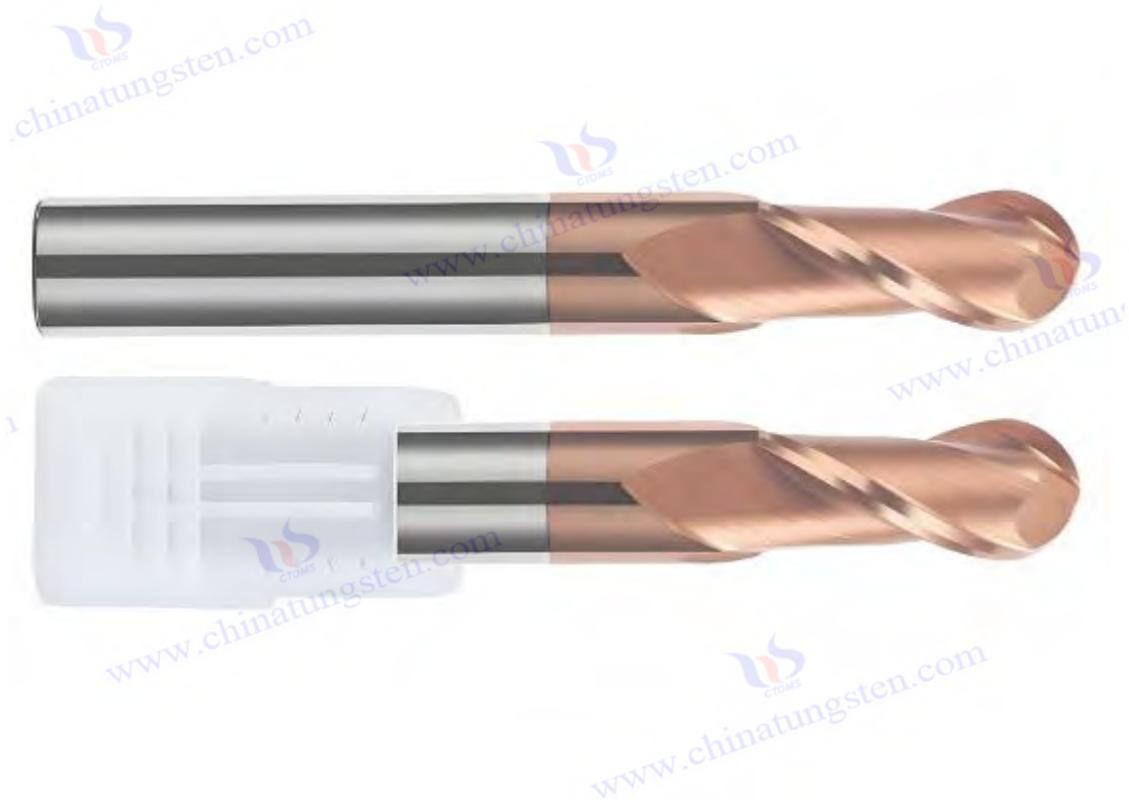
Usinage des assemblages courbes des cadres de panneaux solaires. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 200-400 m/min, pas de dent : 0,3-1 mm, pas de dent : 0,03-0,06 mm. Rendement : 15 %.

Usinage de bijoux :

Gravure de surfaces courbes en métaux précieux, pièce en or, vitesse de rotation 100-200 m/min, ap 0,05-0,3 mm, fn 0,01-0,03 mm/dent. Précision $\pm 0,0001$ mm.

Fabrication de meubles :

Usinage de surfaces courbes décoratives en bois ou matériaux composites, Vc 200-400 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 μ m.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à bout rond en carbure ?

La fraise à bout rond en carbure est un outil de coupe de haute précision en carbure. Sa tête de coupe présente des angles arrondis ou des arcs, et des dents de coupe à l'extrémité et à la périphérie. Elle est conçue pour l'usinage de surfaces de transition lisses, de rainures et de contours. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication de moules, l'automobile et l'aérospatiale. La fraise à bout rond en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multi-axes. Ce qui suit résume brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à bout rond en carbure

Les fraises à bout rond en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc dont le diamètre varie de 2 à 25 mm, la longueur de 50 à 150 mm et le nombre de dents varie de 2 à 6, selon le diamètre et les exigences d'usinage. Leur conception à coins arrondis (rayon de 0,1 à 10 mm) optimise l'usinage des surfaces de transition, et les paramètres géométriques de la lame (tels que l'angle d'hélice de 30° à 45° et l'angle de coupe de 2° à 10°) permettent une coupe lisse. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués sur la surface, et leur résistance thermique atteint 1100 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à nez rond en carbure

En tournant, la tête de coupe arrondie coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser l'usinage de la surface de transition, de la rainure ou du contour, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-500 m/min, f_n 0,02-0,08 mm/dent, a_p 0,1-2 mm. Le contrôle de la température de coupe par liquide de coupe (par exemple, liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou par coupe à sec (< 700 °C), combiné à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et d'atteindre le niveau IT5-IT7 en 2025.

3. Caractéristiques de la fraise à bout rond en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

à la découpe à grande vitesse.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,06 μm , adaptée à une transition en douceur.

Polyvalence : Convient aux transitions d'angles arrondis et au traitement de contours complexes.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises à bout rond en carbure

Les performances sont affectées par le mélange de matériaux, la conception du rayon d'angle et les paramètres de coupe.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-500 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 550 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,08 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,1 Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-2 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | ap 2,5 mm Vibration augmentée de 18 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances de la fraise à nez rond en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05$ μm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Types de fraises à bout rond en carbure

Fraise à nez rond standard : diamètre 2-15 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée au traitement de transition général.

Fraise à nez rond à dents fines : nombre de dents 4-6, Vc 200-500 m/min, adaptée au traitement fin.

Fraise à nez rond revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-500 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à nez rond à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée aux surfaces à rainures profondes.

Fraise à nez rond grand rayon : rayon d'angle 5-10 mm, Vc 100-400 m/min, adaptée aux grandes surfaces de transition.

6. Application de la fraise à bout rond en carbure

Les fraises à nez rond en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leur capacité à arrondir les coins et de leur haute précision, comme suit :

Fabrication de moules :

traitement des transitions de rayon des moules d'injection et de moulage sous pression. La pièce est en acier P20, Vc 300-500 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,06 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,02-0,04 μm . L'optimisation de l'IA en 2025 réduira le temps de traitement de 15 %.

Aéronautique :

Usinage de congés en alliages de titane et d'aluminium, tels que les revêtements d'ailes, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Fabrication automobile :

Usinage des gorges de congés de culasses et de pièces de transmission. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 300-500 m/min, ap : 0,2-1 mm, fn : 0,03-0,07 mm/dent. Rendement : 20 %, Ra : 0,02-0,05 μm .

Équipements énergétiques :

Usinage de la structure des congés des moules de pales d'éoliennes. Matériau de la pièce : matériau composite, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage des angles arrondis des coques de téléphones portables. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 400-600 m/min. Vitesse de rotation : 0,1-0,8 mm. Fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : $\pm 0,001$ mm. Ra : 0,01-0,03 μm .

Matériel médical :

Traitement des congés d'articulations artificielles en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industrie de la défense :

Usinage de la structure à angles arrondis du boîtier de missile. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 200-400 m/min, pas de 0,3-1,5 mm, pas de 0,03-0,06 mm/dent. La résistance à l'usure a été augmentée de 25 %.

Construction navale :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Usinage des raccords de congés des pales d'hélice. La pièce est en bronze, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,07 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage des transitions de congés de grands engrenages. La pièce est en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,08 mm/dent. La durée de vie est prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Traitement des caractéristiques des congés de corps de vanne. Matériau de la pièce : acier inoxydable. Vitesse de rotation : 150-300 m/min. Diamètre de la dent : 0,3-1,5 mm. Diamètre de la dent : 0,03-0,06 mm. Résistance à la corrosion : 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage des raccords filetés des cadres de panneaux solaires. La pièce est en alliage d'aluminium, vitesse de rotation (Vc) : 200-400 m/min, pas de dent (ap) : 0,3-1 mm, pas de dent (fn) : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

Usinage des angles arrondis en bois ou matériaux composites, Vc 200-400 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 µm.

Machines de construction :

Usinage de la transition arrondie des bras d'excavatrice. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,03-0,07 mm/dent. La durée de vie est prolongée de 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à bout arrondi en carbure ?

La fraise arrondie en carbure est un outil de coupe spécial en carbure. Sa tête de coupe est conçue pour être arquée ou arrondie, avec des dents de coupe à l'extrémité et à la périphérie. Elle est principalement utilisée pour l'usinage de rainures, de rainures en arc, de chanfreins et autres usinages. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication de moules, l'usinage et l'automobile. La fraise arrondie en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage. Ce qui suit résume brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise arrondie en carbure cémenté

Les fraises à bout arrondi en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc dont le diamètre varie de 4 à 32 mm, la longueur de 50 à 150 mm et le nombre de dents varie de 2 à 6, selon le diamètre et les exigences d'usinage. La tête de fraise à bout arrondi (rayon d'arc de 0,5 à 15 mm) optimise le chanfreinage et le rainurage, et les paramètres géométriques de la lame (angle d'hélice de 30° à 45°, angle de coupe de 2° à 10°) sont adaptés à l'usinage à l'arc. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués sur la surface, et la résistance thermique atteint 1100 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à bout arrondi en carbure

En tournant, la tête d'outil en forme de nez coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser des rainures en arc, des chanfreins ou des rainures, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-400 m/min, f_n 0,02-0,08 mm/dent, a_p 0,1-2 mm. L'arrosage (par exemple, liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou la température de contrôle de la coupe à sec (< 700 °C), combinés à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs en 2025, permettront d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et d'atteindre les niveaux de précision IT6-IT8.

3. Caractéristiques de la fraise à bout arrondi en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la coupe à vitesse moyenne.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,06 μm , adaptée au traitement à l'arc.

Polyvalence : S'adapte aux besoins de chanfreinage et de rainurage.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises à bout arrondi en carbure cémenté

Les performances sont affectées par le mélange de matériaux, la géométrie de la tête de coupe et les paramètres de coupe.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|--|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-400 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 450 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,08 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,1 Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-2 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | ap 2,5 mm Vibration augmentée de 18 % |
| Épaisseur du revêtement | 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Performances de la fraise à bout arrondi en carbure

5.1 Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05$ μm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6. Types de fraises à bout arrondi en carbure

Fraise à nez arrondi standard : diamètre 4-20 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée au traitement général des rainures en arc.

Fraise à chanfrein fin : nombre de dents 4-6, Vc 200-400 m/min, adaptée au chanfreinage fin.

Fraise à nez arrondi revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-400 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à bord long et arrondi : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée aux rainures en arc profond.

Fraise à grand arc à nez arrondi : rayon d'arc 5-15 mm, Vc 100-350 m/min, adaptée aux grands chanfreins.

7. Application de la fraise à nez en carbure

Les fraises à nez en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de traitement d'arc et de chanfreinage, comme suit :

Fabrication de moules :

Usinage de rainures et de chanfreins en arc pour moules d'injection et de coulée sous pression. La pièce est en acier P20, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,06 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,02-0,04 μm . L'optimisation de l'IA réduira le temps d'usinage de 15 % d'ici 2025.

Construction automobile :

Usinage des rainures en arc de cercle des blocs-cylindres et des engrenages. La pièce est en fonte. Vitesse de rotation : 150-300 m/min. Profondeur de coupe : 0,2-1 mm. Fn : 0,03-0,07 mm/dent. Rendement : 20 %. Ra : 0,02-0,05 μm .

Aéronautique :

Usinage de chanfreins en alliages de titane et d'aluminium, tels que bords d'ailes, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Équipements énergétiques :

Usinage des structures en arc des moules de pales d'éoliennes. Les matériaux utilisés sont des matériaux composites. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage des chanfreins d'arc des coques de téléphones portables, alliage d'aluminium, Vc 300-500 m/min, ap 0,1-0,8 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision $\pm 0,001$ mm, Ra 0,01-0,03 μm .

Équipement médical :

Caractéristiques de l'arc de traitement des articulations artificielles en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industrie de la défense :

Usinage de rainures en arc sur des boîtiers de missiles. La pièce est en acier haute résistance, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 25 %.

Construction navale :

Usinage des chanfreins d'arbres d'hélices. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,07 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage de transitions d'arc pour grands engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,08 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Usinage de rainures en arc sur corps de vannes, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,3-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage des connexions à l'arc des supports solaires. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 200-400 m/min. Diamètre de la dent : 0,3-1 mm. Diamètre de la dent : 0,03-0,06 mm. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

Traitement de décoration à l'arc de planches de bois, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 μ m.

Machines de construction :

Usinage des chanfreins d'arc des bras d'excavatrice. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,07 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à chanfreiner en carbure ?

La fraise à chanfreiner en carbure cémenté est un outil de coupe spécial fabriqué en carbure cémenté. Sa tête de coupe est conçue pour être chanfreinée ou biseautée, et présente des dents coupantes à l'extrémité et à la périphérie. Elle est principalement utilisée pour le chanfreinage, le biseautage ou l'ébavurage des bords des pièces. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans l'usinage mécanique, la construction automobile et l'industrie du moulage. La fraise à chanfreiner en carbure cémenté utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage. Le contenu suivant résumera brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs influençant les performances, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à chanfreiner en carbure

Les fraises à chanfreiner en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc de 3 à 25 mm de diamètre, de 50 à 150 mm de longueur et de 2 à 4 dents, selon le diamètre et les exigences de chanfreinage. L'angle de chanfrein de la tête de coupe (généralement 30°, 45°, 60°) optimise l'usinage des surfaces inclinées, et les paramètres géométriques de la lame (tels que l'angle d'hélice de 30° à 40°, l'angle de coupe de 0° à 5°) sont adaptés à la coupe en chanfrein. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués sur la surface, et la résistance thermique atteint 1100 °C.

Composition du matériau : taille des particules de carbure de tungstène 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à chanfreiner en carbure

En tournant, la tête de chanfreinage coupe le long du bord ou de la surface de la pièce pour réaliser le chanfreinage, le biseautage ou l'ébavurage, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-400 m/min, f_n 0,02-0,06 mm/dent, a_p 0,1-1 mm. L'arrosage (par exemple, liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou la température de contrôle de la coupe à sec (< 700 °C), combinés à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs en 2025, permettront d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et d'atteindre les niveaux de précision IT6-IT8.

3. Caractéristiques des fraises à chanfreiner en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la coupe à vitesse moyenne.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,05 µm, adaptée au chanfreinage fin.

Polyvalence : adaptable à différents angles de chanfreinage et exigences d'ébavurage.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances des fraises à chanfreiner en carbure et facteurs d'influence

Les performances sont affectées par le mélange de matériaux, l'angle de chanfrein et les paramètres de coupe.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-400 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 450 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,06 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,08 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-1 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,3 mm/couche | augmentation des vibrations de 1,5 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 µm, trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 µm | < 2 µm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Performances et processus de production des fraises à chanfreiner en carbure

5.1 Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05$ µm |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|---------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 µm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises à chanfreiner en carbure

Fraise à chanfreiner standard : diamètre 3-20 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée au chanfreinage général.

Fraise à chanfreiner 45° : diamètre 4-25 mm, Vc 200-400 m/min, adaptée au chanfreinage standard.

Fraise à chanfreiner revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-400 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à chanfreiner à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée au chanfreinage profond.

Fraise à chanfreiner multi-angles : angle 30°-60°, Vc 100-350 m/min, adaptée au traitement personnalisé.

6. Application de la fraise à chanfreiner en carbure

Les fraises à chanfreiner en carbure sont largement utilisées dans plusieurs industries en raison de leurs capacités de chanfreinage et d'ébavurage, comme suit :

Fabrication de moules :

Usinage des chanfreins des bords des moules d'injection et de moulage sous pression. La pièce est en acier P20, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,02-0,04 µm. Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps d'usinage de 15 %.

Fabrication automobile :

Chanfreinage des arêtes des blocs-cylindres et des engrenages. La pièce est en fonte. Vitesse de rotation : 150-300 m/min. Vitesse de rotation : 0,2-1 mm. Fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 20 %. Ra : 0,02-0,05 µm.

Aéronautique :

Usinage de chanfreins en alliages de titane et d'aluminium, tels que bords d'ailes, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 µm.

Équipements énergétiques :

Usinage du chanfrein des bords des moules de pales d'éoliennes. Matériau de la pièce : matériau composite, vitesse de rotation : 150-300 m/min, vitesse de rotation : 0,5-1,5 mm, vitesse de rotation : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage du chanfrein des bords des boîtiers de téléphones portables. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 300-500 m/min. Vitesse de rotation : 0,1-0,8 mm. Fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : ± 0,001 mm. Ra : 0,01-0,03 µm.

Matériel médical :

Traitement des chanfreins des articulations artificielles en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industrie de la défense :

Usinage du chanfrein des bords des boîtiers de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 25 %.

Construction navale :

Usinage des chanfreins des arbres d'hélice. La pièce est en acier inoxydable, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Traitement du chanfreinage des bords des grands engrenages. La pièce est en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation (Vc) de 150 à 300 m/min, ap de 0,5 à 1 mm, fn de 0,04 à 0,07 mm/dent. La durée de vie est prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Traitement du chanfreinage des bords du corps de vanne, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap (Ap) : 0,3-1 mm, fn (Fn) : 0,03-0,06 mm/dent. La résistance à la corrosion est améliorée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage du chanfrein des bords des supports solaires. La pièce est en alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

Chanfreinage des bords des planches de bois, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 μm .

Engins de chantier :

Usinage du chanfrein des bords des bras d'excavatrice. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Durée de vie prolongée de 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

Qu'est-ce qu'une fraise conique en carbure ?

La fraise conique en carbure est un outil de coupe spécial en carbure. Sa tête de coupe conique est dotée de dents coupantes à l'extrémité et à la périphérie. Elle est principalement utilisée pour l'usinage de surfaces coniques, de chanfreins ou de formes coniques. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication de moules, l'aéronautique et l'usinage. La fraise conique en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multiaxes. Ce qui suit résume brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise conique en carbure cémenté

Les fraises coniques en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc de diamètres compris entre 3 et 20 mm, de longueurs comprises entre 50 et 150 mm, dotées de 2 à 4 dents et d'angles de conicité (généralement compris entre 5° et 15°) personnalisés selon les exigences d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (tels qu'un angle d'hélice de 30° à 40° et un angle de coupe de 0° à 5°) optimisent la coupe conique. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 μm) peuvent être appliqués sur la surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,2-1,0 μm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise conique en carbure cémenté

Grâce à la rotation, la tête d'outil conique coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser l'usinage de surfaces coniques, de biseaux ou de formes coniques, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent Vc 100-400 m/min, fn 0,02-0,06 mm/dent, ap 0,1-1,5 mm. L'utilisation d'un liquide de coupe synthétique (débit ≥ 15 l/min) ou d'une température de contrôle de coupe à sec (< 700 °C), combinée à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % en 2025 et d'atteindre un niveau de précision IT6-IT8.

3. Caractéristiques de la fraise conique en carbure cémenté

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la coupe à vitesse moyenne.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,06 μm, adaptée au traitement conique.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Polyvalence : adaptable à divers angles de conicité et exigences de biseau.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises coniques en carbure

Les performances sont affectées par le mélange de matériaux, l'angle de conicité et les paramètres de coupe.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-400 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 450 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,06 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,08 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-1,5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | augmentation des vibrations de 2 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances des fraises coniques en carbure

5.1 Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05 \mu\text{m}$ |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Types de fraises coniques en carbure

Fraise conique standard : diamètre 3-15 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée au traitement conique général.

Fraise conique 5° : diamètre 4-20 mm, Vc 200-400 m/min, adaptée au traitement de petits angles coniques.

Fraise conique revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-400 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise conique à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée à l'usinage conique profond.

Fraise conique réglable : Angle 5°-15° réglable, Vc 100-350 m/min, adapté aux besoins personnalisés.

6. Application de la fraise conique en carbure

Les fraises coniques en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de traitement conique, comme suit :

Fabrication de moules : Usinage

des formes coniques des moules d'injection et de coulée sous pression. Acier P20, vitesse de rotation (Vc) : 200-400 m/min, pas de dent (ap) : 0,1-1,5 mm, pas de dent (fn) : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : niveau IT6, Ra : 0,02-0,04 µm. Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps d'usinage de 15 %.

Fabrication automobile :

Usinage des chanfreins coniques de blocs-cylindres et d'engrenages. La pièce est en fonte. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, pas de dent : 0,2-1 mm, pas de dent : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 20 %, pas de dent : 0,02-0,05 µm.

Aéronautique :

Usinage de pièces coniques en alliages de titane et d'aluminium, telles que connecteurs d'ailes, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 µm.

Équipements énergétiques :

Usinage de la structure conique des moules de pales d'éoliennes. Matériau composite, vitesse de rotation : 150-300 m/min, vitesse de rotation : 0,5-1,5 mm, vitesse de rotation : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage de la transition conique des coques de téléphones portables. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 300-500 m/min, ap : 0,1-0,8 mm, fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : ± 0,001 mm, Ra : 0,01-0,03 µm.

Matériel médical :

Usinage des caractéristiques coniques des articulations artificielles en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision ±0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 µm.

Industrie de la défense :

Usinage de la structure conique des enveloppes de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La résistance à l'usure a été augmentée de 25 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Construction navale :

Usinage du chanfrein conique des arbres d'hélice. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage de transitions coniques de grands engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Corps de vanne coniques, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage de raccords coniques de supports solaires. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

Usinage de décorations coniques sur panneaux de bois, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 μ m.

Machines de construction :

usinage des caractéristiques coniques des bras d'excavatrice. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à queue d'aronde en carbure ?

La fraise à queue d'aronde en carbure cémenté est un outil de coupe spécial fabriqué en carbure cémenté. La tête de coupe est conçue en queue d'aronde ou en forme de trapèze, avec des dents de coupe à l'extrémité et en périphérie. Elle est principalement utilisée pour l'usinage de formes géométriques spéciales telles que les rainures en queue d'aronde, en T ou en trapèze. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication de moules, l'usinage mécanique et l'aéronautique. La fraise à queue d'aronde en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage. Le contenu suivant résumera brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs influençant les performances, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à queue d'aronde en carbure cémenté

Les fraises à queue d'aronde en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc de diamètres compris entre 6 et 25 mm, de longueurs comprises entre 50 et 150 mm, comportant 2 à 4 dents et des angles de queue d'aronde (généralement 30°, 45°, 60°) personnalisés selon les exigences de la rainure. Les paramètres géométriques de la lame (tels que l'angle d'hélice de 30° à 40° et l'angle de coupe de 0° à 5°) optimisent la coupe trapézoïdale. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués en surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : taille des particules de carbure de tungstène 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à queue d'aronde en carbure

Grâce à la rotation, la tête de coupe à queue d'aronde coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser des rainures en queue d'aronde, en T ou trapézoïdales, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent Vc 100-350 m/min, fn 0,02-0,06 mm/dent, ap 0,1-1,5 mm. Le contrôle de la température de coupe par liquide de coupe (par exemple, liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou par coupe à sec (< 700 °C), combiné à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs en 2025, permettra d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et d'atteindre les niveaux de précision IT6-IT8.

3. Caractéristiques de la fraise à queue d'aronde en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

à la coupe à vitesse moyenne.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,06 μm , adaptée au traitement de rainures spéciales.

Polyvalence : s'adapte à divers angles de queue d'aronde et exigences de rainure.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises à queue d'aronde en carbure cémenté

Les performances sont affectées par le rapport des matériaux, l'angle de la queue d'aronde et les paramètres de coupe.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-350 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 400 m/min Usure 7 % |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,06 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,08 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-1,5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | augmentation des vibrations de 2 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances de la fraise à queue d'aronde en carbure

5.1 Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05$ μm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Types de fraises à queue d'aronde en carbure

Fraise à queue d'aronde standard : diamètre 6-15 mm, Vc 150-350 m/min, adaptée à l'usinage général des rainures à queue d'aronde.

Fraise à queue d'aronde 45° : diamètre 8-20 mm, Vc 200-350 m/min, adaptée aux rainures trapézoïdales standards.

Fraise à queue d'aronde revêtue : revêtement AlTiN, Vc 250-350 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à queue d'aronde à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée à l'usinage de rainures profondes.

Fraise à queue d'aronde réglable : Angle 30°-60° réglable, Vc 100-300 m/min, adaptée aux besoins personnalisés.

6. Application de la fraise à queue d'aronde en carbure

Les fraises à queue d'aronde en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités spéciales de traitement de rainures, comme suit :

Fabrication de moules :

Usinage de rainures en queue d'aronde pour moules d'injection et de moulage sous pression. La pièce est en acier P20, vitesse de rotation (Vc) : 200-350 m/min, ap : 0,1-1,5 mm, fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : niveau IT6, Ra : 0,02-0,04 µm. L'optimisation de l'IA en 2025 réduira le temps d'usinage de 15 %.

Construction automobile :

Usinage des rainures en T des blocs-cylindres et des engrenages. La pièce est en fonte. Vitesse de rotation : 150-300 m/min. Profondeur de coupe : 0,2-1 mm. Fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 20 %. Ra : 0,02-0,05 µm.

Aéronautique :

Usinage de rainures en queue d'aronde en alliages de titane et d'aluminium, notamment pour les assemblages d'aubes de turbines. Vc 200-350 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 µm.

Équipements énergétiques :

Usinage de rainures trapézoïdales de moules de pales d'éoliennes. Matériau de la pièce : matériau composite. Vitesse de rotation : 150-300 m/min. Vitesse de rotation : 0,5-1,5 mm. Fn : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage des rainures d'assemblage en queue d'aronde des coques de téléphones portables. La pièce est en alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 250-400 m/min. Vitesse de rotation : 0,1-0,8 mm. Vitesse de rotation : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : ± 0,001 mm. Ra : 0,01-0,03 µm.

Matériel médical :

Traitement des caractéristiques en queue d'aronde des articulations artificielles en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision ±0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 µm.

Industrie de la défense :

Usinage de rainures en queue d'aronde sur des boîtiers de missiles. La pièce est en acier haute

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

résistance, Vc 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. La résistance à l'usure a augmenté de 25 %.

Construction navale :

Usinage de rainures trapézoïdales sur arbres d'hélices. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, pas de dent : 0,5-1,5 mm, pas de dent : 0,03-0,06 mm. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage de transitions en queue d'aronde pour grands engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Corps de vanne usiné avec rainure en queue d'aronde, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

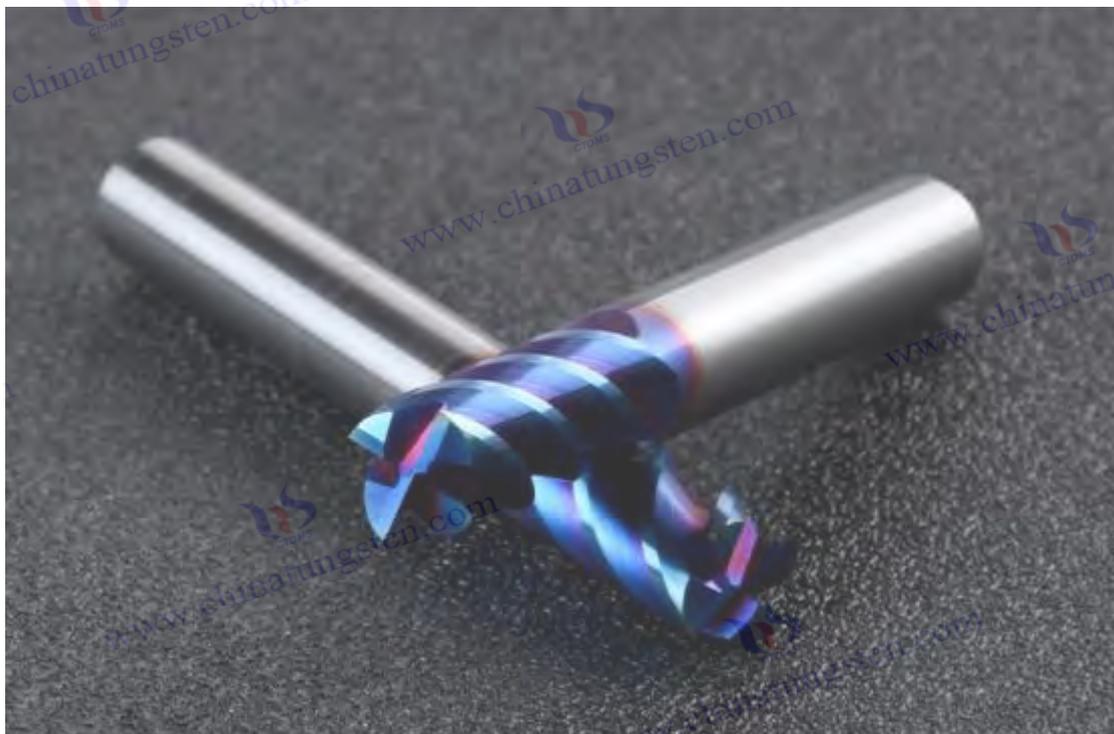
Assemblage en queue d'aronde de supports solaires, pièce en alliage d'aluminium, vitesse de rotation (Vc) : 200-350 m/min, pas de dent (AP) : 0,3-1 mm, pas de dent (FN) : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement augmenté de 15 %.

Fabrication de meubles :

Usinage de rainures en queue d'aronde sur planches de bois, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 µm.

Machines de construction :

Usinage des rainures en queue d'aronde des bras d'excavatrice. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Durée de vie prolongée de 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

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

Qu'est-ce qu'une fraise à rainurer en carbure ?

La fraise à rainurer en carbure est un outil de coupe spécial en carbure. Sa tête de coupe, de forme droite ou rainurée, est dotée de dents coupantes à l'extrémité et à la périphérie. Elle est principalement utilisée pour l'usinage de rainures de clavette, de rainures plates ou de clavetages. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans l'usinage mécanique, la construction automobile et l'équipement industriel. La fraise à rainurer en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils et centres d'usinage CNC.

1. Structure et matériaux de la fraise à rainurer en carbure

Les fraises à rainurer en carbure ont généralement des structures en carbure monobloc de diamètres compris entre 3 et 20 mm, de longueurs comprises entre 50 et 150 mm, comportant 2 à 4 dents et une largeur de tête (généralement comprise entre 2 et 12 mm), personnalisées en fonction des dimensions de la rainure. La géométrie de la lame (angle d'hélice de 30° à 40°, angle de coupe de 0° à 5°) optimise la coupe de rainures droites. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués en surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : taille des particules de carbure de tungstène 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à rainurer en carbure

En tournant, la tête de coupe coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser l'usinage des rainures de clavette, des rainures plates ou des clavettes, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-400 m/min, f_n 0,02-0,06 mm/dent, a_p 0,1-1,5 mm. L'arrosage (par exemple, liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou la température de contrôle de la coupe à sec (< 700 °C), combinés à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs en 2025, permettront d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et d'atteindre les niveaux de précision IT6-IT8.

3. Caractéristiques de la fraise à rainurer en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la coupe à vitesse moyenne.

Haute précision : rugosité de surface R_a 0,02-0,06 µm, adaptée au traitement des rainures de clavette.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Polyvalence : S'adapte à différentes largeurs et profondeurs de rainures de clavette.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence de la fraise à rainurer en carbure

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|--|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-400 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 450 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,06 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,08 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,1-1,5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | augmentation des vibrations de 2 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances de la fraise à rainurer en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05 \mu\text{m}$ |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises à rainurer en carbure

Fraise à rainurer standard : diamètre 3-15 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée à l'usinage général des rainures.

Fraise à rainurer large : largeur 6-12 mm, Vc 200-400 m/min, adaptée aux rainures de clavette de grandes dimensions.

Fraise à rainurer revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-400 m/min, durée de vie prolongée de 40%-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

50%.

Fraise à rainurer à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée à l'usinage de rainures profondes.

Fraise à rainurer à largeur réglable : largeur réglable de 2 à 10 mm, Vc 100 à 350 m/min, adaptée aux besoins personnalisés.

6. Application de la fraise à rainurer en carbure

Les fraises à rainures en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de traitement des rainures, comme suit :

Usinage :

usinage des rainures de clavette des arbres et des engrenages, acier 40Cr, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,02-0,04 µm. Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps d'usinage de 15 %.

Construction automobile :

Usinage des rainures de clavette des arbres de transmission, pièce en fonte, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Rendement augmenté de 20 %, Ra 0,02-0,05 µm.

Aéronautique :

Usinage de rainures de clavette en alliages d'aluminium et de titane, notamment pour pièces de moteur. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 µm.

Équipements énergétiques :

Usinage des rainures de clavette des arbres d'éoliennes. La pièce est en acier 42CrMo, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, pas de 0,5-1,5 mm, pas de 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

usinage de rainures de clavette d'arbres de moteurs, alliage d'aluminium, vitesse de rotation 250-400 m/min, ap 0,1-0,8 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision ± 0,001 mm, Ra 0,01-0,03 µm.

Équipement médical :

usinage des caractéristiques des rainures de clavette des équipements en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision ± 0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 µm.

Industrie de la défense :

Usinage de rainures de clavette pour composants de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, pas de dent (ap) : 0,3-1 mm, pas de dent (fn) : 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à l'usure : augmentation de 25 %.

Construction navale :

Usinage de rainures de clavette d'arbres d'hélices. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Revêtement anticorrosion pour une durée de vie prolongée de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage de rainures de clavette pour grands arbres de transmission. Acier 40CrNiMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1 mm, fn : 0,04-0,07 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Rainure de clavette d'arbre de pompe de traitement, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage de rainures de clavette pour arbres d'éoliennes. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 200-350 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

décoration de rainures de clavettes sur arbres en bois, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 μm .

Engins de chantier :

Usinage des rainures de clavette des arbres d'excavatrices. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à rainurer en carbure ?

La fraise à rainurer en carbure est un outil de coupe spécial en carbure. Sa tête de coupe, de forme droite ou rainurée, est dotée de dents coupantes à l'extrémité et à la périphérie. Elle est principalement utilisée pour l'usinage de rainures de clavette, de rainures plates ou de clavettes. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans l'usinage mécanique, la construction automobile et l'équipement industriel. La fraise à rainurer en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage. Ce qui suit résume brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à rainurer en carbure

Les fraises à rainurer en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc de diamètres compris entre 3 et 20 mm, de longueurs comprises entre 50 et 150 mm, comportant 2 à 4 dents et une largeur de tête (généralement comprise entre 2 et 12 mm), personnalisées en fonction des dimensions de la rainure. La géométrie de la lame (angle d'hélice de 30° à 40°, angle de coupe de 0° à 5°) optimise la coupe de rainures droites. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués en surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : taille des particules de carbure de tungstène 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à rainurer en carbure

En tournant, la tête de coupe coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser l'usinage des rainures de clavette, des rainures plates ou des clavettes, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-400 m/min, f_n 0,02-0,06 mm/dent, a_p 0,1-1,5 mm. L'arrosage (par exemple, liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou la température de contrôle de la coupe à sec (< 700 °C), combinés à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs en 2025, permettront d'augmenter l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et d'atteindre les niveaux de précision IT6-IT8.

3. Caractéristiques de la fraise à rainurer en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

à la coupe à vitesse moyenne.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,06 μm , adaptée au traitement des rainures de clavette.

Polyvalence : S'adapte à différentes largeurs et profondeurs de rainures de clavette.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence de la fraise à rainurer en carbure

Les performances sont affectées par le rapport de matériau, la largeur de la rainure et les paramètres de coupe

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-400 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 450 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,06 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,08 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-1,5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | ap 2 mm Augmentation des vibrations 15 % |
| Épaisseur de revêtement | du 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances de la fraise à rainurer en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05$ μm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises à rainurer en carbure

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise à rainurer standard : diamètre 3-15 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée à l'usinage général des rainures.

Fraise à rainurer large : largeur 6-12 mm, Vc 200-400 m/min, adaptée aux rainures de clavette de grandes dimensions.

Fraise à rainurer revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-400 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à rainurer à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée à l'usinage de rainures profondes.

Fraise à rainurer à largeur réglable : largeur réglable de 2 à 10 mm, Vc 100 à 350 m/min, adaptée aux besoins personnalisés.

6. Application de la fraise à rainurer en carbure

Les fraises à rainures en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de traitement des rainures, comme suit :

Usinage :

usinage des rainures de clavette des arbres et des engrenages, acier 40Cr, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,02-0,04 μm . Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps d'usinage de 15 %.

Construction automobile :

Usinage des rainures de clavette des arbres de transmission, pièce en fonte, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Rendement augmenté de 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Aéronautique :

Usinage de rainures de clavette en alliages d'aluminium et de titane, notamment pour pièces de moteur. Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Équipements énergétiques :

Usinage des rainures de clavette des arbres d'éoliennes. La pièce est en acier 42CrMo, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, pas de 0,5-1,5 mm, pas de 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

usinage de rainures de clavette d'arbres de moteurs, alliage d'aluminium, vitesse de rotation 250-400 m/min, ap 0,1-0,8 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision $\pm 0,001$ mm, Ra 0,01-0,03 μm .

Équipement médical :

usinage des caractéristiques des rainures de clavette des équipements en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industrie de la défense :

Usinage de rainures de clavette pour composants de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, pas de dent (ap) : 0,3-1 mm, pas de dent (fn) : 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à l'usure : augmentation de 25 %.

Construction navale :

Usinage des rainures de clavette des arbres d'hélice. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Revêtement anticorrosion pour une durée de vie prolongée de 30 %.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Machines lourdes :

Usinage de rainures de clavette pour grands arbres de transmission. Acier 40CrNiMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1 mm, fn : 0,04-0,07 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Rainure de clavette d'arbre de pompe de traitement, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage de rainures de clavette pour arbres d'éoliennes. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 200-350 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

décoration de rainures de clavettes sur arbres en bois, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 µm.

Engins de chantier :

usinage de rainures de clavette pour arbres d'excavatrices. Acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Durée de vie prolongée de 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

Que sont les fraises d'angle en carbure ?

La fraise d'angle en carbure est un outil de coupe spécial en carbure. Sa tête de coupe est conçue avec un angle spécifique (par exemple, 30°, 45°, 60°) et présente des dents de coupe à l'extrémité et à la périphérie. Elle est principalement utilisée pour l'usinage de biseaux, de surfaces coniques ou d'angles. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication de moules, l'aéronautique et l'usinage. La fraise d'angle en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multi-axes. Le contenu suivant résumera brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs influençant les performances, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise d'angle en carbure

Les fraises d'angle en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc de diamètres compris entre 4 et 25 mm, de longueurs comprises entre 50 et 150 mm, comportant 2 à 4 dents et des angles (généralement 30°, 45°, 60°) personnalisés selon les exigences d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (tels qu'un angle d'hélice de 30° à 40° et un angle de coupe de 0° à 5°) optimisent la coupe d'angle. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués sur la surface, avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : taille des particules de carbure de tungstène 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise d'angle en carbure

En tournant, la tête d'outil angulaire coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser des chanfreins, des surfaces coniques ou des angles, et les copeaux sont évacués par la rainure hélicoïdale. Les paramètres de coupe sont les suivants : Vc 100-400 m/min, fn 0,02-0,06 mm/dent, ap 0,1-1,5 mm. L'arrosage (liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou la coupe à sec permettent de contrôler la température (< 700 °C).

3. Caractéristiques de la fraise d'angle en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la coupe à vitesse moyenne.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,06 µm, adaptée au traitement d'angle.

Polyvalence : adaptable à différents angles et pentes.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises d'angle en carbure

performances par rapport au matériau, réglage de l'angle et paramètres de coupe

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-400 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 450 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,06 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,08 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-1,5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | augmentation des vibrations de 2 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Performances de la fraise d'angle en carbure

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05 \mu\text{m}$ |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises d'angle en carbure

Fraise d'angle standard : diamètre 4-15 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée au traitement d'angle général.

Fraise d'angle 45° : diamètre 6-20 mm, Vc 200-400 m/min, adaptée aux chanfreins standards.

Fraise d'angle revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-400 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise d'angle à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée au traitement d'angle profond.

Fraise à angle réglable : Angle 30°-60° réglable, Vc 100-350 m/min, adaptée aux besoins personnalisés.

6. Application de la fraise d'angle en carbure

Les fraises d'angle en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de traitement d'angle, comme suit :

Fabrication de moules :

Usinage de la surface inclinée des moules d'injection. La pièce est en acier P20, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,02-0,04 µm. L'optimisation de l'IA en 2025 réduira le temps de traitement de 15 %.

Fabrication automobile :

Usinage des surfaces inclinées du corps du cylindre. La pièce est en fonte. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,2-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 20 %, Ra : 0,02-0,05 µm.

Aéronautique :

Usinage de la surface inclinée des ailes en alliage de titane, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision niveau IT5, Ra 0,01-0,03 µm.

Équipements énergétiques :

Usinage de la structure de surface inclinée des moules de pales d'éoliennes. Matériau composite, vitesse de rotation : 150-300 m/min, vitesse de rotation : 0,5-1,5 mm, vitesse de rotation : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage du biseau des coques de téléphones portables. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 300-500 m/min. Vitesse de rotation : 0,1-0,8 mm. Fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : ± 0,001 mm. Ra : 0,01-0,03 µm.

Matériel médical :

Traitement des caractéristiques de biseau des articulations artificielles en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision ±0,0003 mm, Ra 0,01-0,02 µm.

Industrie de la défense :

Traitement de la surface inclinée des obus de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 25 %.

Construction navale :

Usinage des chanfreins des tôles de coque. La pièce est en acier inoxydable, vitesse de rotation : 150-300 m/min, pas de 0,5-1,5 mm, pas de 0,03-0,06 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage des transitions coniques de grands engrenages. La pièce est en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/dent. La durée de vie est prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Usinage du chanfrein du corps de vanne, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-300

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage des assemblages biseautés de supports solaires. Alliage d'aluminium, vitesse de rotation : 200-400 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

Usinage de la décoration en biseau des planches de bois, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 μm .

Machines de construction :

usinage des chanfreins des bras d'excavatrice. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à forme en carbure ?

La fraise de formage en carbure est un outil de coupe spécial en carbure. La forme de la tête de coupe est conçue selon un profil spécifique (forme de dent, courbe ou forme géométrique complexe). Des dents de coupe sont prévues à l'extrémité et à la périphérie. Elle est principalement utilisée pour l'usinage de surfaces de formage, de rainures de dents ou de contours complexes. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication d'engrenages, le moulage et les machines de précision. La fraise de formage en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multiaxes. Le contenu suivant résumera brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs influençant les performances, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise de formage en carbure cémenté

Les fraises de formage en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc de diamètres compris entre 5 et 30 mm, de longueurs comprises entre 50 et 150 mm et de 2 à 6 dents (personnalisées selon la complexité du contour). Le contour de la tête de coupe est conçu en fonction des exigences d'usinage (dents en développante de cercle ou courbes complexes, par exemple), et les paramètres géométriques de la lame (angle d'hélice de 30° à 40°, angle de coupe de 0° à 5°) sont optimisés pour le formage. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm) peuvent être appliqués sur la surface, et la résistance thermique atteint 1100 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil $\leq 0,003$ mm, précision de la lame $\pm 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise de formage en carbure cémenté

En tournant, la tête de coupe profilée coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser des contours spécifiques, des rainures de dents ou des usinages de surface complexes, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-350 m/min, f_n 0,02-0,06 mm/dent, a_p 0,1-1,5 mm. L'arrosage (liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou la coupe à sec permettent de contrôler la température (< 700 °C).

3. Caractéristiques des fraises de formage en carbure cémenté

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

à la coupe à vitesse moyenne.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,06 μm , adaptée au traitement de contours complexes.

Polyvalence : adaptable à divers profils de formage et exigences de forme de dents.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises de formage en carbure cémenté

Les performances sont affectées par le mélange de matériaux, la complexité des contours et les paramètres de coupe.

Tableau des facteurs influençant la performance

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-350 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 400 m/min Usure 7 % |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,06 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,08 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-1,5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | augmentation des vibrations de 2 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances des fraises à formage en carbure

Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05$ μm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Types de fraises à façonner en carbure

Fraise à profil standard : diamètre 5-15 mm, Vc 150-350 m/min, adaptée au traitement général des contours.

Fraise à profil développante : diamètre 6-20 mm, Vc 200-350 m/min, spécialement utilisée pour l'usinage des engrenages.

Fraise à profiler revêtue : revêtement AlTiN, Vc 250-350 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à former des bords longs : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée au traitement de formage en profondeur.

Fraise à profil personnalisé : les contours complexes peuvent être personnalisés, Vc 100-350 m/min, adaptée aux besoins particuliers.

6. Application des fraises de formage en carbure

Les fraises à profiler en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de traitement de contours complexes, comme suit :

Fabrication d'engrenages :

Usinage de rainures de dents à développante, pièce en acier 20CrMnTi, vitesse de rotation (Vc) : 200-350 m/min, ap : 0,1-1,5 mm, fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : niveau IT6, Ra : 0,02-0,04 μm . Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps d'usinage de 15 %.

Fabrication de moules :

Usinage de moules courbes complexes, pièce en acier P20, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Rendement augmenté de 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Aéronautique :

Usinage de profils de pales en alliage de titane, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision niveau IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Équipements énergétiques :

Traitement des caractéristiques de formage des engrenages d'éoliennes. La pièce est en acier 42CrMo, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT réduit les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Traitement de courbes complexes de coques de téléphones portables. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 250-400 m/min. Vitesse de rotation : 0,1-0,8 mm. Fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : $\pm 0,001$ mm. Ra : 0,01-0,03 μm .

Équipement médical :

Usinage des caractéristiques de formage des implants en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industrie de la défense :

Usinage de contours complexes de composants de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à l'usure : augmentation de 25 %.

Construction navale :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Traitement des caractéristiques de formage des pales d'hélice. La pièce est en acier inoxydable, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage de la surface profilée des grands engrenages. La pièce est en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-1 mm, fn 0,04-0,07 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Usinage de corps de vannes aux contours complexes, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Traitement des pales d'éoliennes, matériau composite, vitesse de rotation (Vc) : 200-350 m/min, pas de dent (AP) : 0,3-1 mm, pas de dent (FN) : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement accru de 15 %.

Fabrication de meubles :

Usinage de panneaux de bois avec décoration de moulures, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 µm.

Machines de construction :

Traitement des caractéristiques de formage des bras d'excavatrice. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Que sont les fraises à fileter en carbure ?

La fraise à fileter en carbure est un outil de coupe spécial en carbure. Sa tête de coupe est conçue avec une structure à rainures hélicoïdales ou à arêtes multiples et présente un profil de filetage spécifique. Elle est principalement utilisée pour l'usinage de filetages intérieurs et extérieurs. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans l'usinage mécanique, la construction automobile et l'instrumentation de précision. La fraise à fileter en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage. Ce qui suit résume brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à fileter en carbure

Les fraises à fileter en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc de diamètres compris entre 3 et 20 mm, de longueurs comprises entre 50 et 150 mm et de 2 à 6 dents (personnalisées selon les spécifications du filetage). La tête de coupe est à rainure hélicoïdale ou à arêtes multiples, et le pas et l'angle (par exemple, filetage métrique M3-M24) sont personnalisables selon les exigences d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (angle d'hélice de 30° à 40°, angle de coupe de 0° à 5°) optimisent le filetage. Un revêtement AlTiN ou TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm) peut être appliqué en surface, et la résistance thermique atteint 1100 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à fileter en carbure

En tournant, la tête de filetage coupe le long de la trajectoire hélicoïdale du trou intérieur ou de la surface extérieure de la pièce pour finaliser le filetage, et les copeaux sont évacués par la rainure hélicoïdale. Les paramètres de coupe sont les suivants : Vc 100-300 m/min, fn 0,02-0,05 mm/dent, ap 0,1-1 mm. La coupe peut être réalisée avec un liquide de coupe synthétique (débit ≥ 15 l/min) ou à sec pour contrôler la température (< 700 °C).

3. Caractéristiques de la fraise à fileter en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la coupe à vitesse moyenne.

Haute précision : tolérance de filetage jusqu'à 6H/6g, rugosité de surface Ra 0,02-0,06 µm.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Polyvalence : Convient à une variété de types de filetage et de spécifications.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises à fileter en carbure

Les performances sont affectées par le mélange de matériaux, le pas de filetage et les paramètres de coupe.

Tableau des facteurs influençant la performance

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-300 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 350 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,05 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,06 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-1 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | augmentation des vibrations de 1,5 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances des fraises à fileter en carbure

Tableau du processus de production

| Étapes du processus | du | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | de | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05$ μm |
| Revêtement | | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises à fileter en carbure

Fraise à fileter standard : diamètre 3-15 mm, Vc 150-300 m/min, adaptée au traitement général

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

des filetages.

Fraise à fileter intérieure : diamètre 6-20 mm, Vc 200-300 m/min, spécialement utilisée pour les filetages de trous intérieurs.

Fraise à fileter revêtue : revêtement AlTiN, Vc 250-300 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à fileter à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 100-250 m/min, adaptée au traitement de filetage profond.

Fraise à fileter réglable : pas réglable, Vc 100-300 m/min, adaptée aux besoins personnalisés.

6. Application de la fraise à fileter en carbure

Les fraises à fileter en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de traitement de filetage, comme suit :

Usinage :

usinage des filetages internes des arbres, pièce en acier 45#, Vc 200-300 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision 6H, Ra 0,02-0,04 μm . L'optimisation de l'IA en 2025 réduira le temps d'usinage de 15 %.

Fabrication automobile :

Usinage de filetages de cylindres de moteurs, pièce en fonte, vitesse de rotation 150-250 m/min, ap 0,2-0,8 mm, fn 0,03-0,05 mm/dent. Rendement augmenté de 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Aéronautique :

Usinage de filetages de pièces en alliage de titane, Vc 200-300 m/min, ap 0,1-0,6 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision 6H, Ra 0,01-0,03 μm .

Équipements énergétiques :

Usinage de raccords filetés pour équipements éoliens. La pièce est en acier 42CrMo, vitesse de rotation (Vc) : 150-250 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,05 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage de trous filetés dans des boîtiers de téléphones portables. La pièce est en alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 250-300 m/min. Profondeur de coupe : 0,1-0,5 mm. Fn : 0,02-0,04 mm/dent. Précision : $\pm 0,001$ mm. Ra : 0,01-0,03 μm .

Matériel médical :

Traitement des caractéristiques du filetage des implants en alliage de titane, Vc 100-200 m/min, ap 0,1-0,4 mm, fn 0,02-0,03 mm/dent. Précision $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industrie de la défense :

Usinage de filetages de pièces de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 150-250 m/min, pas de dent (ap) : 0,2-0,8 mm, pas de dent (fn) : 0,03-0,05 mm. Résistance à l'usure : 25 %.

Construction navale :

Usinage de raccords filetés de coque, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-250 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,05 mm/dent. Revêtement anticorrosion prolongeant la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

Usinage de filetages de grands arbres d'engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

150-250 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Traitement des filetages de corps de vannes, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-250 m/min, ap 0,2-0,8 mm, fn 0,03-0,05 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage des raccords filetés d'éoliennes. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 200-300 m/min. Diamètre de la dent : 0,2-0,8 mm. Diamètre de la dent : 0,03-0,05 mm. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

Traitement de la décoration au fil des pièces en bois, Vc 150-250 m/min, ap 0,2-0,6 mm, fn 0,03-0,05 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 µm.

Machines de construction :

Traitement des filetages d'arbres d'excavatrices, pièce en acier 35CrMo, vitesse de rotation 150-250 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,05 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.



Que sont les fraises en carbure ?

La fraise-foret carbure est un outil de coupe multifonctionnel en carbure. La tête de coupe combine les fonctions de perçage et de fraisage, possède une arête de coupe centrale et des dents de coupe périphériques, et est principalement utilisée pour le perçage, le fraisage, le chanfreinage et le rainurage. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans l'usinage mécanique, la fabrication de moules et l'aéronautique. La fraise-foret carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage multi-axes. Ce document résume brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux des fraises et forets en carbure cémenté

Les fraises et forets en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc de 3 à 20 mm de diamètre, de 50 à 150 mm de longueur et de 2 à 4 dents. La tête de coupe comprend une pointe centrale et une lame périphérique hélicoïdale. La géométrie de la lame (angle d'hélice de 30° à 45°, angle de coupe de 0° à 5°) optimise le perçage et le fraisage. La surface peut être revêtue d'AlTiN ou de TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm), avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise et du foret en carbure

En tournant, la tête de coupe perce d'abord la pièce pour terminer l'usinage du trou, puis fraise la rainure ou le chanfrein le long de la trajectoire latérale, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent Vc 100-400 m/min, fn 0,02-0,06 mm/dent, ap 0,1-2 mm. L'arrosage (par exemple, liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou la coupe à sec permettent de contrôler la température (< 700 °C).

3. Caractéristiques des fraises et des forets en carbure cémenté

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la découpe à vitesse moyenne et élevée.

Haute précision : tolérance d'ouverture ±0,01 mm, rugosité de surface Ra 0,02-0,06 µm.

Polyvalence : Combine les fonctions de perçage et de fraisage, réduisant ainsi les changements d'outils.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances des fraises et des forets en carbure et facteurs d'influence

Les performances sont affectées par le mélange de matériaux, la profondeur de coupe et les paramètres.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-400 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 450 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,06 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,08 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-2 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 1 mm/couche | augmentation des vibrations de 2,5 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances des fraises et des forets en carbure

Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05 \mu\text{m}$ |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises et de forets en carbure

Fraises de perçage et de fraisage standard : diamètre 3-15 mm, Vc 150-400 m/min, adaptées au perçage et au fraisage général.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Fraise à arêtes courtes : diamètre 4-10 mm, Vc 200-400 m/min, adaptée au traitement de trous peu profonds.

Fraise de perçage et de fraisage revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-400 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à long tranchant : longueur de tranchant 50-100 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée au perçage et au fraisage de trous profonds.

Fraise et foret réglable : angle et longueur réglables, Vc 100-350 m/min, adaptée aux besoins personnalisés.

6. Application des fraises et des forets en carbure

Les forets et fraises en carbure sont largement utilisés dans de nombreuses industries en raison de leur polyvalence, comme suit :

Usinage :

usinage de trous et de fentes d'arbres, pièce en acier 45#, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1,5 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT6, Ra 0,02-0,04 μm . L'optimisation de l'IA en 2025 réduira le temps d'usinage de 15 %.

Construction automobile :

Perçage et chanfreinage de blocs-cylindres, pièce en fonte, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Rendement augmenté de 20 %, Ra 0,02-0,05 μm .

Aéronautique :

Usinage de trous et rainures de pièces en alliage de titane, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,03 μm .

Équipements énergétiques :

Usinage de trous profonds dans les arbres d'éoliennes. La pièce est en acier 42CrMo, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,5-2 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage de trous et de fentes dans les boîtiers de téléphones portables. La pièce est en alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 300-400 m/min. Vitesse de rotation : 0,1-0,8 mm. Fn : 0,02-0,05 mm/dent. Précision : $\pm 0,001$ mm. Ra : 0,01-0,03 μm .

Matériel médical :

Forage et chanfreinage d'implants en alliage de titane, Vc 100-250 m/min, ap 0,1-0,5 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industrie de la défense :

Usinage de trous et de fentes dans des pièces de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 150-300 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à l'usure augmentée de 25 %.

Construction navale :

Usinage de trous et de rainures dans les tôles de coque. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 150-300 m/min, ap : 0,5-1,5 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Revêtement anticorrosion pour une durée de vie prolongée de 30 %.

Machines lourdes :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

usinage de trous pour grands arbres de transmission, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-2 mm, fn 0,04-0,07 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Usinage de trous et de rainures de corps de vannes, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage de trous à la base des pales d'éoliennes. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 200-350 m/min, ap : 0,3-1 mm, fn : 0,03-0,06 mm/dent. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

Usinage de trous et de rainures dans des planches de bois, Vc 150-300 m/min, ap 0,2-1 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,04 μm .

Machines de construction :

usinage de trous dans les bras d'excavatrices, pièce en acier 35CrMo, vitesse de rotation 150-300 m/min, ap 0,5-1,5 mm, fn 0,03-0,06 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à dents grossières en carbure ?

La fraise à denture brute en carbure est un outil de coupe en carbure. Sa tête de coupe comporte un nombre réduit de dents (généralement 2 à 6) et un espacement important entre elles. Elle est conçue pour les vitesses d'avance élevées et l'usinage d'ébauche. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans l'usinage, la fabrication lourde et le moulage. La fraise à denture brute en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage. Ce qui suit résume brièvement la structure et les matériaux, le principe de fonctionnement, les caractéristiques, les facteurs de performance, le processus de production, les types et les applications.

1. Structure et matériaux de la fraise à dents grossières en carbure

Les fraises à denture brute en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc de diamètres compris entre 10 et 50 mm, de longueurs comprises entre 50 et 200 mm et comportant de 2 à 6 dents (avec un espacement plus important). La géométrie de la lame (angle d'hélice de 30° à 45°, angle de coupe de 5° à 10°) optimise l'usinage d'ébauche. La surface peut être revêtue d'AlTiN ou de TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm), avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau

La taille des particules de carbure de tungstène (WC) est de 0,2 à 1,0 µm, la teneur en cobalt (Co) est de 6 à 10 % et du TaC est ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles

Dureté du carbure monobloc HV 1800-2100, coaxialité de l'outil $\leq 0,003$ mm, précision du tranchant $\pm 0,005$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à dents grossières en carbure

En tournant, la tête de coupe à grosses dents coupe la pièce à une vitesse d'avance élevée, enlève une grande quantité de matière et réalise l'ébauche des plans, rainures et épaulements. Les copeaux sont évacués par l'espacement plus large des dents. Les paramètres de coupe incluent V_c 100-300 m/min, f_n 0,1-0,3 mm/dent, a_p 1-5 mm. L'arrosage (liquide de coupe synthétique, débit ≥ 20 l/min) ou la coupe à sec pour contrôler la température (< 700 °C), assistée par l'optimisation de l'IA et la surveillance des capteurs, améliorent l'efficacité de coupe de 15 à 20 % et la précision atteint les niveaux IT7-IT9.

3. Caractéristiques de la fraise à dents grossières en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,15$ mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

à la coupe à grande avance.

Haute efficacité : le grand espacement des dents convient à l'usinage grossier et au taux d'enlèvement de métal élevé.

Polyvalence : Convient à divers besoins d'ébauche.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence de la fraise à dents grossières en carbure cémenté

Les performances sont affectées par le rapport des matériaux, le nombre de dents et les paramètres de coupe.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|----------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 6%-10%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 6% de précision, 10% de ténacité | 6% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 100-300 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 350 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,1-0,3 mm/dent | haut | Usinage d'ébauche 0,2 mm/dent | fn 0,4 Force de coupe augmentée de 30 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 1 à 5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 2,5 mm/couche | vibrations de 6 mm augmentées de 18 % |
| Épaisseur de revêtement | du 2-3 μm , trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 μm | < 2 μm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances des fraises à grosses dents en carbure

Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra $\leq 0,05 \mu\text{m}$ |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 μm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Types de fraises à grosses dents en carbure

Fraise à dents grossières standard : diamètre 10-30 mm, Vc 150-300 m/min, adaptée à l'ébauche générale.

Fraise à dents grossières de grand diamètre : diamètre 30-50 mm, Vc 100-250 m/min, adaptée à l'usinage lourd.

Fraise à dents grossières revêtues : revêtement AlTiN, Vc 200-300 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à dents grossières à bord long : longueur de bord 50-150 mm, Vc 100-200 m/min, adaptée à l'ébauche de rainures profondes.

Fraise à dents grossières réglable : espacement des dents réglable, Vc 100-300 m/min, adaptée aux besoins personnalisés.

6. Application de la fraise à dents grossières en carbure

Les fraises d'ébauche en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités d'ébauche à haute efficacité, comme suit :

Usinage :

Usinage de surface brute du banc de la machine-outil, matériau de la pièce : fonte HT250, Vc 200-300 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,1-0,2 mm/dent. Précision IT7, Ra 0,04-0,08 μm . L'optimisation de l'IA en 2025 réduit le temps d'usinage de 15 %.

Construction automobile :

usinage de rainures brutes de corps de cylindres, pièce en fonte, vitesse de rotation 150-250 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,15-0,25 mm/dent. Rendement augmenté de 20 %, Ra 0,04-0,07 μm .

Aéronautique :

Usinage d'ébauches en alliage de titane, Vc 200-300 m/min, ap 1-4 mm, fn 0,1-0,2 mm/dent. Précision IT8, Ra 0,03-0,06 μm .

Équipements énergétiques :

Traitement de la surface rugueuse d'une éolienne. La pièce est en acier Q345, vitesse de rotation : 150-250 m/min, pas de 2-5 mm, pas de 0,15-0,3 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Traitement de grandes rainures brutes de châssis, matériau de la pièce en alliage d'aluminium, Vc 250-300 m/min, ap 1-2 mm, fn 0,1-0,2 mm/dent. Précision $\pm 0,01$ mm, Ra 0,03-0,05 μm .

Matériel médical :

Usinage de flans en acier inoxydable, Vc 100-200 m/min, ap 1-3 mm, fn 0,1-0,2 mm/dent. Précision $\pm 0,005$ mm, Ra 0,03-0,04 μm .

Industrie de la défense :

Traitement de la surface rugueuse des plaques de blindage. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 150-250 m/min, ap : 2-4 mm, fn : 0,15-0,25 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 25 %.

Construction navale :

Usinage de rainures brutes sur coques de navires. La pièce est en acier AH36, vitesse de rotation

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

150-250 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,15-0,3 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

usinage de surfaces rugueuses de gros engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 150-250 m/min, ap 2-5 mm, fn 0,2-0,3 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

Traitement des surfaces rugueuses des brides de pipelines, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation 150-250 m/min, ap 2-4 mm, fn 0,15-0,25 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage d'ébauches de pales d'éoliennes en matériau composite, vitesse de rotation (Vc) : 200-300 m/min, ap : 1-3 mm, fn : 0,1-0,2 mm/dent. Rendement accru de 15 %.

Fabrication de meubles :

Usinage de rainures grossières de planches de bois, Vc 150-250 m/min, ap 1-2 mm, fn 0,15-0,25 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,04-0,06 µm.

Machines de construction :

usinage de la surface rugueuse des bras d'excavatrice. La pièce est en acier 35CrMo, vitesse de rotation : 150-250 m/min, ap : 2-4 mm, fn : 0,15-0,25 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise à dents fines en carbure ?

La fraise à denture fine en carbure est un outil de coupe en carbure. Sa tête de coupe présente un grand nombre de dents (généralement 6 à 20) et un faible espacement entre les dents. Elle est conçue pour la finition et l'usinage de haute précision. Elle allie la dureté élevée, la résistance à l'usure et les excellentes performances de coupe du carbure cémenté. Elle convient à l'usinage de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication de moules, l'aéronautique et les machines de précision. La fraise à denture fine en carbure utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et rectification de précision. Elle est souvent dotée d'un revêtement AlTiN ou TiCN pour améliorer la résistance à la chaleur et la durée de vie. Elle est adaptée aux machines-outils CNC et aux centres d'usinage.

1. Structure et matériaux de la fraise à dents fines en carbure

Les fraises à denture fine en carbure sont généralement des structures en carbure monobloc dont le diamètre varie de 4 à 30 mm, la longueur de 50 à 150 mm et le nombre de dents de 6 à 20 (avec un espacement plus réduit). La géométrie de la lame (angle d'hélice de 30° à 40°, angle de coupe de 0° à 5°) optimise la finition. La surface peut être revêtue d'AlTiN ou de TiCN (épaisseur de 2 à 3 µm), avec une résistance thermique jusqu'à 1100 °C.

Composition du matériau : carbure de tungstène (WC) taille des particules 0,2-1,0 µm, teneur en cobalt (Co) 5%-9%, TaC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV 1800-2100, coaxialité de l'outil ≤ 0,003 mm, précision de la lame ±0,005 mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise à dents fines en carbure

En tournant, la tête de coupe à denture fine usine la pièce à faible avance pour la finition de plans, de rainures ou de contours complexes. Les copeaux sont évacués par un petit espace entre les dents. Les paramètres de coupe sont les suivants : Vc 150-500 m/min, fn 0,02-0,06 mm/dent, ap 0,1-1,5 mm. L'arrosage (liquide de coupe synthétique, débit ≥ 15 l/min) ou la coupe à sec permettent de contrôler la température (< 700 °C).

3. Caractéristiques des fraises à dents fines en carbure

Dureté ultra élevée : HV 1800-2100, convient aux matériaux inférieurs à HRC 60.

Excellente résistance à l'usure : VB ≤ 0,15 mm (500-1000 heures), durée de vie prolongée de 5 à 7 fois.

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1100°C et convient à la découpe de précision à grande vitesse.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,02-0,04 µm, adaptée à la finition.

Polyvalence : adaptable à divers besoins de finition.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2200 MPa, réduisant les vibrations.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Performances et facteurs d'influence des fraises à dents fines en carbure cémenté

Les performances sont affectées par le rapport des matériaux, le nombre de dents et les paramètres de coupe.

4.1 Tableau des facteurs influençant les performances

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|---|
| Teneur en cobalt | 5%-9%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 5% de précision, 9% de ténacité | 5% Co HV 1900 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 150-500 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 550 m/min usure 7% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,02-0,06 mm/dent | milieu | Finition 0,02 mm/dent | fn 0,08 Force de coupe augmentée de 25 % |
| Profondeur de coupe (ap) | de 0,1-1,5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,5 mm/couche | augmentation des vibrations de 2 mm environ 15 % |
| Épaisseur de revêtement | de 2-3 µm, trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 2,2-2,5 µm | < 2 µm La résistance à la chaleur diminue de 10 % |

5. Processus de production des performances des fraises à dents fines en carbure

5.1 Tableau du processus de production

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 300-400 tr/min | 40 à 60 heures | Réparti uniformément | CV < 2% |
| Pressage | 200-250 MPa | 20 à 30 secondes | formage de flans | Densité 14-15,5 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1550°C, HIP | 2-3 heures | Densification | Densité 99%-99,8% |
| Coupe de lame | Meule diamantée n° 1000-n° 1200 | Découpe 0,002-0,005 mm | Optimisation de la précision | Ra ≤ 0,05 µm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 2-3 µm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises à dents fines en carbure

Fraise à dents fines standard : Ø 4-15 mm, Vc 200-500 m/min, adaptée à la finition générale.

Fraise à dents fines de petit diamètre : diamètre 4-10 mm, Vc 250-500 m/min, adaptée au micro-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

usinage.

Fraise à dents fines revêtue : revêtement AlTiN, Vc 300-500 m/min, durée de vie prolongée de 40%-50%.

Fraise à dents fines à bord long : longueur de bord 50-100 mm, Vc 150-400 m/min, adaptée à la finition de rainures profondes.

Fraise à dents fines réglable : l'espacement des dents est réglable, Vc 150-450 m/min, adapté aux besoins personnalisés.

6. Application de la fraise à dents fines en carbure

Les fraises à dents fines en carbure sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de finition de haute précision, comme suit :

Fabrication de moules :

Traitement de la surface fine des moules d'injection. La pièce est en acier P20, Vc 200-400 m/min, ap 0,1-1 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,02-0,03 μm . L'optimisation de l'IA en 2025 réduira le temps de traitement de 15 %.

Fabrication automobile :

usinage de la rainure fine du corps du cylindre. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 300-500 m/min. Vitesse de rotation : 0,2-0,8 mm. Fn : 0,02-0,05 mm/dent. Rendement : 20 %. Ra : 0,02-0,03 μm .

Aéronautique :

Traitement de surface d'aile en alliage de titane, Vc 250-400 m/min, ap 0,1-0,6 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Précision IT4, Ra 0,01-0,02 μm .

Équipements énergétiques :

Traitement de surface des moules de pales d'éoliennes, matériau composite, vitesse de rotation (Vc) : 200-400 m/min, pas de 0,3-1 mm, pas de 0,02-0,05 mm/dent. La surveillance IoT permettra de réduire les déchets de 10 % d'ici 2025.

Industrie électronique :

Usinage de rainures de précision pour coques de téléphones portables. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 400-500 m/min. Vitesse de rotation : 0,1-0,5 mm. Fn : 0,02-0,04 mm/dent. Précision : $\pm 0,001$ mm. Ra : 0,01-0,02 μm .

Matériel médical :

usinage de surface d'implants en alliage de titane, Vc 150-250 m/min, ap 0,1-0,4 mm, fn 0,02-0,03 mm/dent. Précision $\pm 0,0003$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Industrie de la défense :

Traitement de surface de pièces de missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 200-300 m/min, ap : 0,2-0,8 mm, fn : 0,02-0,04 mm/dent. La résistance à l'usure est augmentée de 25 %.

Construction navale :

usinage de rainures de coque de navire. La pièce est en acier inoxydable. Vitesse de rotation : 200-300 m/min, pas de 0,3-1 mm, pas de 0,02-0,05 mm/dent. Le revêtement anticorrosion prolonge la durée de vie de 30 %.

Machines lourdes :

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

usinage de grandes surfaces d'engrenages, pièce en acier 40CrNiMo, vitesse de rotation 200-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Durée de vie prolongée de 35 %.

Industrie pétrochimique :

usinage de la surface du corps de vanne, pièce en acier inoxydable, vitesse de rotation (Vc) 200-300 m/min, ap 0,2-0,8 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Résistance à la corrosion augmentée de 20 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Traitement de surface des pales d'éoliennes. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 250-400 m/min. Diamètre de la dent : 0,2-0,8 mm. Diamètre de la dent : 0,02-0,05 mm. Rendement : 15 %.

Fabrication de meubles :

Usinage de rainures de panneaux de bois, Vc 200-300 m/min, ap 0,2-0,6 mm, fn 0,02-0,04 mm/dent. Lissé de surface Ra 0,02-0,03 μm .

Machines de construction :

usinage de surface fine pour bras d'excavatrice, pièce en acier 35CrMo, vitesse de rotation 200-300 m/min, ap 0,3-1 mm, fn 0,02-0,05 mm/dent. Durée de vie prolongée de 30 %.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise conique à micro-diamètre ?

La fraise conique à micro-diamètre est un outil de coupe de précision en carbure cémenté ou en carbure cémenté à grains ultrafins. Sa tête de coupe conique présente un diamètre extrêmement réduit (généralement de 0,1 à 6 mm, le plus petit diamètre disponible sur le marché pouvant atteindre 0,08 mm). Elle est principalement utilisée pour l'usinage de surfaces micro-coniques, de chanfreins ou de contours fins. Elle allie dureté élevée, résistance à l'usure et excellentes performances de coupe. Elle convient à l'usinage de l'acier, des alliages de titane, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à usiner. Elle est largement utilisée dans la fabrication de micro-moules, l'usinage de composants électroniques et l'industrie des dispositifs médicaux. La fraise conique à micro-diamètre utilise du carbure de tungstène (WC) comme phase dure principale et du cobalt (Co) comme phase de liaison. Elle est fabriquée par métallurgie des poudres et par des procédés de rectification ultra-précise. Elle est souvent dotée de revêtements AlTiN ou TiCN pour améliorer sa résistance à la chaleur et sa durée de vie. Il convient aux machines-outils CNC de haute précision et aux équipements de micro-usinage.

1. Structure et matériaux de la fraise conique à micro-diamètre

Les fraises coniques à micro-diamètre sont généralement en carbure monobloc, avec des diamètres compris entre 0,1 et 6 mm (le plus petit diamètre disponible sur le marché peut atteindre 0,08 mm), des longueurs de 38 à 100 mm et 2 à 4 dents. La tête de coupe est conique et l'angle de conicité (généralement de 5° à 30°) est personnalisé en fonction des exigences d'usinage. Les paramètres géométriques de la lame (tels que l'angle d'hélice de 20° à 40° et l'angle de coupe de 0° à 5°) optimisent la micro-découpe. Des revêtements AlTiN ou TiCN (épaisseur de 1 à 2 μm) peuvent être appliqués sur la surface, et la résistance thermique atteint 1 000 °C.

Composition du matériau : granulométrie de carbure de tungstène 0,2-0,5 μm , teneur en cobalt (Co) 4%-8%, TaC ou NbC ajouté pour améliorer la résistance à l'usure.

Caractéristiques structurelles : Dureté globale du carbure HV1900-2200, coaxialité de l'outil $\leq 0,002$, précision de la lame $\pm 0,002$ mm.

2. Principe de fonctionnement de la fraise conique à micro-diamètre

Grâce à une rotation à grande vitesse, la tête d'outil conique coupe le long de la trajectoire de la pièce pour réaliser des surfaces microconiques, des chanfreins ou des contours complexes, et les copeaux sont évacués par la rainure en spirale. Les paramètres de coupe incluent V_c 50-300 m/min, f_n 0,005-0,02 mm/dent, a_p 0,01-0,5 mm. Un liquide de refroidissement de haute précision (microlubrification, débit ≤ 5 l/min) ou une coupe à sec permettent de contrôler la température (< 600 °C). En 2025, grâce à l'optimisation de l'IA et à la surveillance des capteurs, l'efficacité de coupe sera augmentée de 15 à 20 % et la précision atteindra les niveaux IT4-IT6.

3. Caractéristiques de la fraise conique à micro-diamètre

Dureté ultra élevée : HV 1900-2200, convient aux matériaux inférieurs à HRC 65.

Excellente résistance à l'usure : $VB \leq 0,1$ mm (300-800 heures), durée de vie prolongée de 5 à 8 fois.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Excellente résistance à la chaleur : Le revêtement résiste à la chaleur jusqu'à 1000°C et convient à la micro-découpe à grande vitesse.

Haute précision : rugosité de surface Ra 0,01-0,03 µm, tolérance de conicité ±0,005 mm.

Miniaturisation : Le petit diamètre est adapté aux besoins de micro-usinage.

Résistance aux vibrations : résistance à la flexion ≥ 2300 MPa, réduisant les micro-vibrations.

4. Performances et facteurs d'influence des fraises coniques à micro-diamètre

| Facteurs d'influence | décrire | Impact | Suggestions d'optimisation | Support de données |
|--------------------------|---|--------|---------------------------------|--|
| Teneur en cobalt | 4%-8%, équilibre entre dureté et ténacité | haut | 4% de précision, 8% de ténacité | 4% Co HV 2000 |
| Vitesse de coupe (Vc) | 50-300 m/min, usure excessive | milieu | Matériaux durs moins 10% | Vc 350 m/min usure 8% |
| Vitesse d'avance (fn) | 0,005-0,02 mm/dent | milieu | Finition 0,005 mm/dent | fn 0,03 Force de coupe augmentée de 20 % |
| Profondeur de coupe (ap) | 0,01-0,5 mm, vibration trop profonde | haut | Superposition de 0,2 mm/couche | ap 0,7 mm Vibration augmentée de 15 % |
| Épaisseur du revêtement | 1-2 µm, trop épais et qui pèle | milieu | Optimisé 1,2-1,5 µm | < 1 µm La résistance à la chaleur diminuée de 10 % |

5. Diagramme des performances et du processus de production de la fraise conique à micro-diamètre

| Étapes du processus | Équipement/Paramètres | Heures/Conditions | Objectif/Résultat | Indicateurs techniques |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Mélange de matières premières | Broyeur à boulets 400-500 tr/min | 50 à 70 heures | Réparti uniformément | CV < 1,5% |
| Pressage | 250-300 MPa | 15 à 25 secondes | formage de flans | Densité 14,5-15,8 g/cm ³ |
| frittage | 1450-1600°C, HIP | 2 à 4 heures | Densification | Densité 99,5%-99,9% |
| Coupe de lame | Meule ultra-précise #1500-#2000 | Découpe 0,001-0,003 mm | Optimisation de la précision | Ra ≤ 0,02 µm |
| Revêtement | Dépôt PVD d'AlTiN | Épaisseur 1-2 µm | Résistance à la chaleur améliorée | Force d'adhérence > 70 N |

7. Types de fraises coniques à micro-diamètre

Fraise conique standard à micro-diamètre : diamètre 0,1-3 mm, Vc 100-300 m/min, adaptée au micro-usinage général.

Fraise à micro-diamètre à angle de conicité élevé : angle de conicité 20°-30°, Vc 50-200 m/min, adaptée à l'usinage de conicité profonde.

Fraise micro-diamètre revêtue : revêtement AlTiN, Vc 150-300 m/min, durée de vie prolongée de

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

40%-50%.

Fraise ultra-micro : diamètre 0,1-1 mm, Vc 50-150 m/min, adaptée à l'usinage ultra-micro.

Fraise conique réglable : l'angle du cône est réglable, Vc 50-250 m/min, adapté aux besoins personnalisés.

6. Application de la fraise conique à micro-diamètre

Les fraises coniques à micro-diamètre sont largement utilisées dans de nombreuses industries en raison de leurs capacités de traitement miniatures et de haute précision, comme suit :

Fabrication de moules :

Usinage de micro-rainures coniques. La pièce est en acier SKD11. Vitesse de rotation : 100-200 m/min. Vitesse de rotation : 0,01-0,3 mm. Fn : 0,005-0,01 mm/dent. Précision : IT4. Ra : 0,01-0,02 μm . Optimisation de l'IA en 2025 pour réduire le temps de traitement de 15 %.

Industrie électronique :

Usinage des chanfreins des appareils photo de téléphones portables, alliage d'aluminium, vitesse de rotation 200-300 m/min, ap 0,01-0,2 mm, fn 0,005-0,01 mm/dent. Précision $\pm 0,001$ mm, Ra 0,01-0,02 μm .

Aéronautique :

Usinage de trous micro-coniques en alliage de titane, Vc 100-200 m/min, ap 0,01-0,4 mm, fn 0,005-0,01 mm/dent. Précision IT5, Ra 0,01-0,02 μm .

Matériel médical :

usinage de pièces coniques d'implants en alliage de titane, Vc 50-150 m/min, ap 0,01-0,2 mm, fn 0,005-0,008 mm/dent. Précision $\pm 0,0002$ mm, Ra 0,01 μm .

Industrie de la défense :

Usinage de rainures coniques pour micro-missiles. La pièce est en acier haute résistance, vitesse de rotation (Vc) : 100-200 m/min, ap (Ap) : 0,02-0,3 mm, fn (Fn) : 0,005-0,01 mm/dent. Résistance à l'usure : augmentation de 25 %.

Industrie des nouvelles énergies :

Usinage de trous coniques pour supports de microcellules solaires. Alliage d'aluminium. Vitesse de rotation : 150-250 m/min. Vitesse de rotation : 0,01-0,3 mm. Fn : 0,005-0,01 mm/dent. Rendement : 15 %.

Instruments de précision :

Usinage de surfaces coniques de composants optiques, matériau de la pièce en vitrocéramique, Vc 50-150 m/min, ap 0,01-0,2 mm, fn 0,005-0,01 mm/dent. Précision $\pm 0,0005$ mm, Ra 0,01 μm .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Caractéristiques et différences des fraises en carbure cémenté

Les caractéristiques des fraises à former en carbure, des fraises à fileter, des fraises à percer, des fraises à dents grossières, des fraises à dents fines et des fraises à micro-diamètre conique sont comparées, et leurs caractéristiques, similitudes et différences sont répertoriées.

Caractéristiques et différences des fraises en carbure cémenté

| Caractéristiques principales | Traitement applicable | Plage de diamètres (mm) | Nombre de dents | Vitesse de coupe (Vc, m/min) | Vitesse d'avance (fn, mm/dent) | Profondeur de coupe (ap, mm) | Dureté (HV) | Résistance à la chaleur (°C) | Rugosité de surface (Ra, µm) | Principaux domaines d'application | |
|---------------------------------|--|--|-----------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--|
| Fraise de forme | Tête de coupe à contour spécifique, traitement de surface complexe | Surface de moulage, de rainure de dent | 5-30 | 2-6 | 100-350 | 0,02-0,06 | 0,1-1,5 | 1800-2100 | 1100 | 0,02-0,06 | Fabrication d'engrenages et de moules |
| Fraise à fileter | Conception de rainures en spirale, traitement de filetages internes/externes | Traitement des threads | 3-20 | 2-6 | 100-300 | 0,02-0,05 | 0,1-1 | 1800-2100 | 1100 | 0,02-0,06 | Traitement mécanique, fabrication automobile |
| Fraises et forets | Fonction perçage + fraisage, tranchant central | Perçage, rainurage, chanfreinage | 3-20 | 2-4 | 100-400 | 0,02-0,06 | 0,1-2 | 1800-2100 | 1100 | 0,02-0,06 | Usinage, aérospatiale |
| Fraise à dents grossières | Peu de dents, grand espacement, ébauche à grande avance | Usinage grossier de plans et de rainures | 10-50 | 2-6 | 100-300 | 0,1-0,3 | 1-5 | 1800-2100 | 1100 | 0,04-0,08 | Machinerie lourde, fabrication de moules |
| Fraise à dents fines | Dents multiples à faible espacement, finition de haute précision | Finition des plans et des rainures | 4-30 | 6-20 | 150-500 | 0,02-0,06 | 0,1-1,5 | 1800-2100 | 1100 | 0,02-0,04 | Fabrication de moules, aérospatiale |
| Fraise conique à micro-diamètre | Conception conique, diamètre extrêmement petit, usinage de micro-haute précision | Micro cône, chanfrein | 0,1-6 | 2-4 | 50-300 | 0,005-0,02 | 0,01-0,5 | 1900-2200 | 1000 | 0,01-0,03 | Micro-moules, dispositifs médicaux |

Différences et similitudes entre les fraises à former en carbure, les fraises à fileter, les fraises à percer, les fraises à dents grossières, les fraises à dents fines et les fraises coniques à micro-diamètre

| catégorie | contenu |
|-----------|-------------|
| | Similitudes |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | |
|-----------------------------------|---|
| Notions de base sur les matériaux | Tous les types sont fabriqués en carbure cémenté (WC+Co) avec une plage de dureté de 1800-2200 HV et une résistance à la chaleur de 1000-1100°C, et sont généralement équipés de revêtements AlTiN ou TiCN. |
| Performances de traitement | Ils conviennent au traitement de l'acier, de la fonte, des métaux non ferreux et des matériaux difficiles à traiter, et sont largement utilisés dans la fabrication industrielle. |
| Processus de production | Ils sont tous fabriqués par métallurgie des poudres, meulage de précision et procédés de revêtement PVD, avec une précision contrôlée à $\pm 0,005$ mm ou plus. |
| Scénario d'application | Il est principalement utilisé dans les machines-outils CNC et les centres d'usinage, et sera combiné à l'optimisation de l'IA pour améliorer l'efficacité de 15 à 20 % d'ici 2025. |
| Différences | |
| Conception structurelle | - Fraise à profiler : Conception de contour spécifique pour les surfaces complexes. - Fraise à fileter : Structure à rainure en spirale, spécialement conçue pour l'usinage des filetages. - Fraise de perçage : Combine les fonctions de perçage et de fraisage. - Fraise à grosses dents : Peu de dents et grand espacement, adaptée à l'usinage grossier. - Fraise à dents fines : Beaucoup de dents et petit espacement, adaptée à l'usinage fin. - Fraise conique à micro-diamètre : Micro-diamètre conique, spécialement conçue pour l'usinage de micro-haute précision. |
| Gamme de diamètres | La fraise à micro-diamètre conique a le plus petit diamètre (0,1-6 mm), la fraise à dents grossières a le plus grand diamètre (10-50 mm) et les autres types sont compris entre 3 et 30 mm. |
| Nombre de dents et espacement | Les fraises à dents grossières ont moins de dents (2 à 6) et un espacement plus large ; les fraises à dents fines ont plus de dents (6 à 20) et un espacement étroit ; les autres types ont un nombre modéré de dents (2 à 6). |
| Données de coupe | - Les fraises à grosses dents ont la vitesse d'avance la plus élevée (0,1-0,3 mm/dent) et la plus grande profondeur de coupe (1-5 mm). - Les fraises à diamètre conique ont la vitesse d'avance la plus faible (0,005-0,02 mm/dent) et la plus petite profondeur de coupe (0,01-0,5 mm). - Les fraises à dents fines ont la vitesse de coupe la plus élevée (150-500 m/min). |
| Précision et qualité de surface | Les fraises coniques à micro-diamètre ont la plus grande précision (Ra 0,01-0,03 μ m), les fraises à dents grossières ont la plus faible précision (Ra 0,04-0,08 μ m) ; les fraises à dents fines et les fraises de formage conviennent à la finition de haute précision (IT5-IT7). |
| Domaines d'application | Les fraises à dents grossières sont plus adaptées aux machines lourdes ; les fraises à dents fines et les fraises coniques de petit diamètre sont plus adaptées aux industries de précision (telles que l'aérospatiale et le médical). |

Différences dans le nombre de dents des fraises en carbure

| taper | Nombre de dents portée | Caractéristiques et influence | Scénarios applicables |
|-------------------|------------------------|---|--|
| Fraise de forme | 2-6 | Nombre modéré de dents, adapté au traitement de contours complexes, moins de dents pour assurer l'espace de copeaux, précision moyenne. | Traitement de surface complexe d'engrenages et de moules |
| Fraise à fileter | 2-6 | Le nombre de dents est modéré, la conception en spirale optimise la coupe du filetage et le petit nombre de dents assure une évacuation en douceur des copeaux. | Traitement de filetage, fabrication de pièces mécaniques |
| Fraises et forets | 2-4 | Avec un petit nombre de dents, il combine les fonctions de perçage et de fraisage, réduit les vibrations et convient à | Perçage, rainurage, chanfreinage |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| | | | |
|---------------------------------|------|---|--|
| | | l'usinage de petit diamètre et de haute précision. | |
| Fraise à dents grossières | 2-6 | Il a un petit nombre de dents et un grand espacement, ce qui convient à l'usinage grossier de des vitesses d'avance élevées, a un grand espace de copeaux, une efficacité élevée mais une faible précision. | Machines lourdes, usinage grossier de surfaces, rainures |
| Fraise à dents fines | 6-20 | Il possède de nombreuses dents et un petit espacement, ce qui convient à la finition à faible vitesse d'avance, à la coupe stable et à la qualité de surface élevée. | Fabrication de moules, finition aérospatiale |
| Fraise conique à micro-diamètre | 2-4 | Le faible nombre de dents et le faible diamètre de la fraise sont adaptés au micro-usinage de haute précision. Un nombre réduit de dents réduit la charge de l'outil. | Micro-moules, micro-traitement de dispositifs médicaux |

Principales causes et effets des différences dans le nombre de dents

| | | |
|------------------------|----|---|
| Type de traitement | de | L'usinage grossier (comme les fraises à grosses dents) nécessite moins de dents pour accueillir une grande quantité de copeaux, avec 2 à 6 dents. La finition (comme la fraise à dents fines) nécessite plus de dents pour améliorer la finition de surface, avec 6 à 20 dents. Le traitement spécial (comme la fraise à fileter, la fraise à micro-diamètre conique) possède un nombre modéré de dents (2 à 6) pour optimiser des fonctions spécifiques. |
| Diamètre | | Les outils de petit diamètre (tels que les fraises coniques à micro-diamètre, 0,1-6 mm) ont moins de dents (2-4) pour éviter la surcharge. Les outils de grand diamètre (tels que les fraises à dents grossières, 10-50 mm) peuvent avoir jusqu'à 6 dents pour s'adapter à des volumes de coupe plus importants. |
| Données de coupe | de | Les outils avec moins de dents (comme les fraises à dents grossières) ont des vitesses d'avance élevées (0,1-0,3 mm/dent) et de grandes profondeurs de coupe (1-5 mm). Les outils à dents multiples (tels que les fraises à dents fines) ont de faibles vitesses d'avance (0,02-0,06 mm/dent) et de faibles profondeurs de coupe (0,1-1,5 mm). |
| Exigences de précision | de | La fraise à dents fines a une conception multi-dents qui améliore la précision (Ra 0,02-0,04 μm), tandis que la fraise à dents grossières a un petit nombre de dents et une précision inférieure (Ra 0,04-0,08 μm). Les micro-outils (tels que les fraises coniques à micro-diamètre) avec peu de dents garantissent une haute précision (Ra 0,01-0,03 μm). |



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

1. Introduction
2. Définition de la fraise en carbure
 - 2.1 Définition de base de la fraise en carbure cémenté
 - 2.2 Différences entre les fraises en carbure et les autres fraises
3. Caractéristiques des fraises en carbure
 - 3.1 Propriétés physiques des fraises en carbure cémenté
 - 3.2 Caractéristiques géométriques des fraises en carbure cémenté
 - 3.3 Traitement de surface des fraises en carbure cémenté
4. Classification des fraises en carbure
 - 4.1 Classification des fraises en carbure - par structure
 - 4.2 Classification des fraises en carbure - Classification par application
 - 4.3 Classification des fraises en carbure - par revêtement
5. Procédé de fabrication d'une fraise en carbure cémenté
 - 5.1 Préparation du matériau de la fraise en carbure cémenté
 - 5.2 Flux de traitement de la fraise en carbure cémenté
 - 5.3 Traitement thermique des fraises en carbure cémenté
 - 5.4 Application du revêtement des fraises en carbure cémenté
6. Domaines d'application des fraises en carbure cémenté
 - 6.1 Application des fraises en carbure - Fabrication
 - 6.2 Application de la fraise en carbure - Fabrication de moules
 - 6.3 Application des fraises en carbure - Industrie de l'énergie
 - 6.4 Application des fraises en carbure - Dispositifs médicaux
 - 6.5 Application de la fraise en carbure - Industrie électronique
 - 6.6 Application de la fraise en carbure - Traitement des matériaux de construction
 - 6.7 Application de la fraise en carbure - Construction navale
 - 6.8 Application de la fraise en carbure - Transport ferroviaire
 - 6.9 Application de la fraise en carbure - Machines agricoles
 - 6.10 Application des fraises en carbure - Autres domaines émergents
7. Entretien et maintenance des fraises en carbure
 - 7.1 Nettoyage quotidien des fraises en carbure
 - 7.2 Dressage des bords des fraises en carbure cémenté
 - 7.3 Stockage et protection contre la corrosion des fraises en carbure
 - 7.4 Inspection et remplacement réguliers des fraises en carbure
8. Tendances de développement futures des fraises en carbure cémenté
 - 8.1 Innovation des matériaux et des revêtements pour les fraises en carbure
 - 8.2 Intelligence et numérisation des fraises en carbure
 - 8.3 Durabilité et protection de l'environnement des fraises en carbure
 - 8.4 Miniaturisation et multifonctionnalité des fraises en carbure
9. Avantages et limites des fraises en carbure
 - 9.1 Avantages des fraises en carbure en termes de performances

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

- 9.2 Avantages économiques
- 9.3 Qualité d'usinage des fraises en carbure
- 9.4 Limitations des fraises en carbure
- 10. Précautions d'emploi des fraises en carbure
- 10.1 Installation et fonctionnement
- 10.2 Contrôle des paramètres de coupe
- 10.3 Maintenance et entretien
- 10.4 Précautions de sécurité

11. Annexe

Qu'est-ce qu'une fraise en carbure de type T ?

Présentation de la fraise en carbure de type T de CTIA GROUP LTD

- Structure et matériaux de la fraise en carbure cémenté de type T
- Principe de fonctionnement de la fraise en carbure de type T
- Caractéristiques de la fraise en carbure de type T
- Performances et facteurs d'influence de la fraise en carbure cémenté de type T
- Tableau des facteurs affectant les performances de la fraise en carbure cémenté de type T
- Processus de production des performances des fraises en carbure de type T
- Tableau des performances de la fraise en carbure de type T
- Application de la fraise en carbure de type T
- Types de fraises en carbure de type T
- Fraise en carbure de type T relative aux normes nationales et internationales
- Dessins de conception et produits frittés et ébauches de fraises en carbure cémenté de type T

ISO 513:2012 – Classification

et application des matériaux de coupe durs pour l'enlèvement de métal à arêtes de coupe définies

— Désignation des groupes principaux et des groupes d'application

Outils de coupe — Fraises — Paramètres géométriques et méthodes d'essai de durabilité

DIN 844:1987 -

Fraises à queue cylindrique — Dimensions

DIN 1839:1990 -

Fraises — Spécifications de fabrication et d'application

ANSI B94.19-1997 (R2019) -

Fraises et fraises en bout

JIS B 4120:2000 Fraise en carbure — Spécifications de fabrication et d'essai

GB/T 16665-2017 - Métaux durs — Exigences techniques et méthodes d'essai

GB/T 5231-2019- Outils coupants

— Conditions techniques générales

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 20323-2020 - Fraises — Système de désignation pour les types pleins/à dents insérables/à indexation

GB/T 25664-2010 - Fraises à grande vitesse

— Exigences de sécurité

GB/T 6122-2017 -

Fraises à arrondir les angles

GB/T 1127-2023 -

Fraises à rainurer demi-rondes

GB/T 20773-2006 -

Fraises pour matrices et moules

GB/T 14301-2008 -

Fraises à lame de scie en carbure monobloc

GB/T 5231-2018 Matériaux en carbure cémenté

GB/T 16665-2017 Classification des outils coupants

ISO 6987-2020 : Paramètres de coupe pour machines-outils à commande numérique

ISO 6987-2020 Commande numérique des machines — Paramètres de coupe

ISO 13399-2022 : Représentation des données d'outils

ISO 13399-2022 Représentation des données des outils coupants

Qu'est-ce qu'une fraise ?

Quels types de fraises existe-t-il ?

Qu'est-ce qu'une fraise à queue cylindrique en carbure ?

Que sont les fraises en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise en carbure monobloc ?

Qu'est-ce qu'une fraise soudée au carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à plaquettes en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à plaquettes en carbure ?

Que sont les fraises à plaquettes indexables en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à coupe rapide en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise d'angle en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à rainure ronde en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à matrice en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à lame de scie en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise cylindrique en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à surfacer en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à bord long en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à bout sphérique en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à bout rond en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à bout arrondi en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à chanfreiner en carbure ?

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Qu'est-ce qu'une fraise conique en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à queue d'aronde en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à rainurer en carbure ?

Que sont les fraises d'angle en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à forme en carbure ?

Que sont les fraises à fileter en carbure ?

Que sont les fraises en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à dents grossières en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise à dents fines en carbure ?

Qu'est-ce qu'une fraise conique à micro-diamètre ?

Caractéristiques et différences des fraises en carbure cémenté



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