

Вольфрамовый цементированный карбид
Комплексное исследование физических и химических
свойств, процессов и приложений (XI)

中钨智造科技有限公司

CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

Мировой лидер в области интеллектуального производства для вольфрамовой,
молибденовой и редкоземельной промышленности

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ВВЕДЕНИЕ В CTIA GROUP

CTIA GROUP LTD, дочерняя компания с полной собственностью и независимым юридическим лицом, созданная CHINATUNGSTEN ONLINE, занимается продвижением интеллектуального, интегрированного и гибкого проектирования и производства вольфрамовых и молибденовых материалов в эпоху промышленного Интернета. CHINATUNGSTEN ONLINE, основанная в 1997 году с www.chinatungsten.com в качестве отправной точки — первого в Китае веб-сайта с продукцией из вольфрама высшего уровня — является пионерской компанией электронной коммерции в стране, сосредоточенной на вольфрамовой, молибденовой и редкоземельной промышленности. Используя почти три десятилетия обширного опыта в области вольфрама и молибдена, CTIA GROUP унаследовала исключительные проектные и производственные возможности своей материнской компании, превосходное обслуживание и международную деловую репутацию, став поставщиком комплексных прикладных решений в области вольфрамовых химикатов, вольфрамовых металлов, твердых сплавов, высокоплотных сплавов, молибдена и молибденовых сплавов.

За последние 30 лет CHINATUNGSTEN ONLINE создала более 200 многоязычных профессиональных веб-сайтов по вольфраму и молибдену, охватывающих более 20 языков, с более чем миллионом страниц новостей, цен и анализа рынка, связанных с вольфрамом, молибденом и редкоземельными металлами. С 2013 года ее официальный аккаунт WeChat "CHINATUNGSTEN ONLINE" опубликовал более 40 000 единиц информации, обслуживая почти 100 000 подписчиков и ежедневно предоставляя бесплатную информацию сотням тысяч специалистов отрасли по всему миру. Благодаря совокупным посещениям кластера ее веб-сайта и официального аккаунта, достигающим миллиардов раз, он стал признанным мировым и авторитетным информационным центром для отраслей вольфрама, молибдена и редкоземельных металлов, предоставляя круглосуточные многоязычные новости, характеристики продукции, рыночные цены и услуги по тенденциям рынка.

Основываясь на технологиях и опыте CHINATUNGSTEN ONLINE, CTIA GROUP фокусируется на удовлетворении индивидуальных потребностей клиентов. Используя технологию искусственного интеллекта, она совместно с клиентами проектирует и производит вольфрамовые и молибденовые изделия с определенным химическим составом и физическими свойствами (такими как размер частиц, плотность, твердость, прочность, размеры и допуски). Она предлагает комплексные услуги по полному процессу, начиная от открытия пресс-формы, опытного производства и заканчивая отделкой, упаковкой и логистикой. За последние 30 лет CHINATUNGSTEN ONLINE предоставила услуги по НИОКР, проектированию и производству для более чем 500 000 видов вольфрамовых и молибденовых изделий более чем 130 000 клиентов по всему миру, заложив основу для индивидуального, гибкого и интеллектуального производства. Опираясь на эту основу, CTIA GROUP еще больше углубляет интеллектуальное производство и интегрированные инновации вольфрамовых и молибденовых материалов в эпоху промышленного Интернета.

Доктор Ханис и его команда в CTIA GROUP, основываясь на своем более чем 30-летнем опыте работы в отрасли, также написали и опубликовали знания, технологии, анализ цен на вольфрам и рыночных тенденций, связанных с вольфрамом, молибденом и редкоземельными металлами, свободно делясь ими с вольфрамовой промышленностью. Доктор Хан, имеющий более чем 30-летний опыт с 1990-х годов в электронной коммерции и международной торговле вольфрамовой и молибденовой продукцией, а также в проектировании и производстве цементированных карбидов и сплавов высокой плотности, является известным экспертом в области вольфрамовой и молибденовой продукции как на внутреннем, так и на международном уровне. Придерживаясь принципа предоставления профессиональной и высококачественной информации для отрасли, команда CTIA GROUP постоянно пишет технические исследовательские работы, статьи и отраслевые отчеты, основанные на производственной практике и потребностях клиентов рынка, завоевывая широкую похвалу в отрасли. Эти достижения обеспечивают надежную поддержку технологическим инновациям CTIA GROUP, продвижению продукции и отраслевому обмену, позволяя ей стать лидером в сфере мирового производства вольфрамовой и молибденовой продукции и информационных услуг.



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

Часть 4: Классификация и области применения твердого сплава

Глава 11 Твердосплавные режущие инструменты и обработка

11.0 Твердосплавные режущие инструменты и обработка

11.0.1 Что такое резка?

Резка является основным процессом в обработке, который представляет собой процесс использования инструментов для отрезания лишних частей от материала заготовки для получения желаемой формы, размера и качества поверхности. Резка зависит от остроты инструмента и пластической или хрупкой деформации материала и постепенно удаляет слой материала с помощью таких сил, как сдвиг, экструзия и трение. Процесс резки обычно включает высокоскоростное вращение или движение подачи, которое производит стружку и проявляет различные физические свойства при резке металла (например, стали, чугуна) или неметалла (например, композитных материалов). Эффективность и качество резки напрямую зависят от материала инструмента, геометрических параметров, параметров резки (таких как скорость, скорость подачи, глубина резания), а также твердости и прочности материала заготовки. Будучи ключевым инструментом в обработке резанием, режущие инструменты из твердого сплава значительно улучшили точность резки, эффективность и срок службы инструмента благодаря своим превосходным характеристикам и стали неотъемлемой частью современного производства.

1.0.2 Что такое твердосплавные режущие инструменты?

Режущие инструменты из цементированного карбида — это режущие инструменты, изготовленные из цементированного карбида в качестве основного материала. Они широко используются при резке металла, неметаллической обработке и обработке композитных материалов. Благодаря своим превосходным механическим свойствам и долговечности они стали незаменимым основным оборудованием в современном производстве. Цементированный карбид — это композитный материал, изготовленный из карбида (например, карбида вольфрама WC, карбида титана TiC, карбида тантала TaC) в качестве твердой фазы и металла (например, кобальта Co, никеля Ni) в качестве связующей фазы с помощью передовых процессов порошковой металлургии (включая смешивание, прессование, спекание и последующую обработку). Процесс его приготовления включает точное дозирование высокочистого сырья, высокотемпературное спекание (1400-1600 °C) в вакууме или инертной атмосфере и прецизионную механическую обработку или обработку покрытия для обеспечения однородности материала и стабильности характеристик. Его превосходные характеристики в основном отражаются в следующих ключевых аспектах:

Превосходные характеристики режущих инструментов из твердого сплава — высокая твердость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Диапазон твёрдости составляет HV 1600–2500 (± 30), что значительно выше показателей традиционной быстрорежущей стали (HV 800–900) или инструментальной стали (HV 600–700). Эта особенность позволяет эффективно резать различные материалы высокой твердости, включая стали (например, углеродистую сталь Q235 HV 150-250 ± 10 , легированную сталь 40Cr HV 200-400 ± 10), чугуны (например, серый чугун HT200 HV 150-220 ± 10 , ковкий чугун QT500 HV 200-250 ± 10), а также труднообрабатываемые материалы (например, титановый сплав TC4 HV 300-400 ± 10 , сплав на основе никеля Inconel 718 HV 400-500 ± 10) и сверхтвёрдые материалы (например, поликристаллический алмаз PCD HV >5000 ± 50). Высокая твердость обеспечивает стабильность режущей кромки при высокоскоростной резке, предотвращает геометрическое смещение из-за износа и значительно продлевает срок службы инструмента (до сотен часов при подходящих условиях работы), что делает его особенно подходящим для высокоточных и непрерывных задач резки.

Превосходные эксплуатационные характеристики режущих инструментов из твердого сплава — превосходная прочность

Вязкость разрушения (K_{IC}) составляет 10-20 МПа $\cdot$ м^{1/2} ($\pm 0,5$), а динамический баланс между твердостью и вязкостью достигается путем регулирования содержания кобальта в связующей фазе (обычно 6% -20%) или добавления следов редкоземельных элементов (таких как Се, La). Это свойство вязкости позволяет ему выдерживать высокочастотные удары, вибрацию и термические напряжения в процессе резания, особенно при прерывистом резании (например, обработка чугуна или заготовок с зазорами), обработке с большими нагрузками (например, сверление глубоких отверстий) или условиях прерывистой нагрузки. Кроме того, путем оптимизации размера зерна (0,5-2 мкм) или введения наноразмерных карбидов сопротивление материала распространению трещин дополнительно улучшается, что обеспечивает структурную целостность инструмента в сложных рабочих условиях.

Превосходные характеристики режущих инструментов из твердого сплава - износостойкость

Скорость износа составляет менее 0,05 мм³/Н $\cdot$ м ($\pm 0,01$ мм³/Н $\cdot$ м). Благодаря высокой твердости карбидов и смазке связующей фазы инструмент может сохранять свои режущие свойства после длительной резки (срок службы >10 часов ± 1 час, до 50-100 часов в зависимости от условий работы). Особенно в условиях высокой скорости (1000-2000 м/мин ± 10 м/мин) или содержащих твердые частицы (такие как абразивы шлифовального круга, керамический порошок), твердосплавные инструменты показывают превосходную износостойкость. Эта износостойкость обусловлена синергетическим эффектом плотной структуры внутри материала (плотность >98% теоретического значения) и поверхностного покрытия (такого как TiN, Al₂O₃, TiAlN, толщина 5-25 мкм), широко используется в сценариях обработки с высокими нагрузками, таких как высокоскоростное фрезерование, сверление и точение.

Превосходные эксплуатационные характеристики режущих инструментов из твердого сплава – другие эксплуатационные преимущества

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

В дополнение к вышеуказанным основным характеристикам режущие инструменты из твердого сплава также обладают превосходной стойкостью к высокотемпературному окислению (устойчивы к 800-1000 °C), низким коэффициентом теплового расширения (около $4,5-6,0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) и хорошей химической стабильностью (стойкость к кислотной и щелочной коррозии). Эти характеристики позволяют адаптировать его к различным средам обработки от комнатной температуры до высокой температуры (300-800 °C) и особенно подходят для аэрокосмической промышленности (например, обработка титановых сплавов), энергетической промышленности (например, лезвия из высокотемпературных сплавов) и электронной промышленности (например, высокоточная микрообработка). Кроме того, благодаря современным технологиям производства (например, горячее изостатическое прессование HIP и лазерная обработка поверхности) внутренние дефекты инструмента (такие как поры и трещины) эффективно уменьшаются, что дополнительно увеличивает срок его службы и надежность.

Применение и разработка режущего инструмента из твердого сплава

Область применения режущих инструментов из твердого сплава охватывает различные заготовки, такие как сталь, чугун, труднообрабатываемые материалы, цветные металлы, композитные материалы и сверхтвердые материалы. Они широко используются в автомобилестроении (например, детали двигателей), аэрокосмической промышленности (например, диски турбин), обработке пресс-форм (например, штамповочные штампы) и электронной промышленности (например, сверление печатных плат). С развитием Индустрии 4.0 и интеллектуального производства инструменты из твердого сплава движутся в сторону высокой производительности (например, нанопокртия, градиентные материалы) и интеллекта, например, встроенных датчиков для контроля состояния износа или оптимизации параметров резки с помощью ИИ для достижения более высокой эффективности и более сложных потребностей.

11.0.3 Что такое режущие инструменты из твердого сплава?

Твердосплавные режущие инструменты — это режущие инструменты, изготовленные из твердого сплава в качестве основного материала. Благодаря своей превосходной твердости, износостойкости и прочности они широко используются при резке металлов и неметаллической обработке. Эти инструменты отвечают разнообразным потребностям от общей обработки до высокоточных и сложных условий работы за счет точного проектирования, передовых процессов обработки поверхности и геометрической оптимизации. Ниже приведены основные типы твердосплавных режущих инструментов и их характеристики, сценарии применения и технологии оптимизации, которые всесторонне и подробно объясняются в сочетании с отраслевой практикой и новейшими технологическими разработками.

(1) Твердосплавные токарные инструменты

являются основными инструментами в токарной обработке. Благодаря вращению заготовки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

и осевой или радиальной подаче инструмента выполняется резка внешнего круга, внутреннего отверстия, торца, ступеньки, резьбы и сложного контура. Твердосплавные токарные инструменты обычно изготавливаются из материалов высокой твердости (таких как YG6, YG8, YT15, YT30). Корпус инструмента включает в себя цельные твердосплавные, сварные твердосплавные лезвия или сменные конструкции лезвий для удовлетворения различных требований обработки. Передний угол инструмента (5° - $15^{\circ}\pm 0,5^{\circ}$) и задний угол (6° - 12°) геометрически точно оптимизированы для снижения силы резания и сопротивления стружке, а также повышения эффективности резания; вторичный задний угол (1° - 3°) и фаска режущей кромки (0,1-0,2 мм) дополнительно повышают способность противостоять стружке. Широко используются технологии нанесения покрытий на поверхность, такие как PVD-покрытие (TiN, TiCN, толщина 2-5 мкм) и CVD-покрытие (Al_2O_3 , TiAlN, толщина 5-25 мкм $\pm 0,1$ мкм), что значительно повышает термостойкость (до 1000 °C), износостойкость и стойкость к окислению. В процессе резания токарный инструмент должен выдерживать стабильную нагрузку непрерывного резания или воздействие прерывистого резания. Срок службы обычно составляет 10-20 часов (± 1 час), а точность может достигать $<0,01$ мм ($\pm 0,001$ мм), что подходит для высокоточной обработки деталей. Его технические характеристики включают скорость резания 100-500 м/мин (± 10 м/мин), твердость HV 1800-2200, вязкость разрушения 12-18 МПа $\cdot$ м^{1/2}, скорость износа $<0,05$ мм³ / Н $\cdot$ м. Он широко используется в автомобильной промышленности для обработки коленчатых валов, распределительных валов и шатунов, изготовления пресс-форм, прецизионной токарной обработки полостей пресс-форм и штампов, а также для обработки наружных колец из титанового сплава и деталей из алюминиевого сплава в авиастроении.

(2) Фрезы из твердого сплава: Фрезы используются для высокоскоростной резки несколькими

лезвиями на фрезерном станке. Они подходят для обработки плоскостей, пазов, ступеней, сторон и сложных криволинейных поверхностей. Они являются основными инструментами многокоординатных обрабатывающих центров. Фрезы из твердого сплава включают концевые фрезы, торцевые фрезы, шаровые концевые фрезы и профильные фрезы. Обычно используемые марки включают YG10 (высокая прочность, подходит для прерывистой резки), YT30 (высокая термостойкость, подходит для условий высоких температур) и YW2 (превосходная общая производительность). Концевые фрезы в основном представляют собой цельные твердосплавные конструкции с 2-4 лезвиями и диаметром 3-20 мм. Они подходят для отверстий и пазов малого диаметра и для тонкой обработки. Торцевые фрезы имеют больший диаметр (50-200 мм) и используют сменные лезвия или интегральные конструкции. Они имеют 4-12 лезвий и подходят для фрезерования плоскостей большой площади. Фрезы с шаровидным концом и профильные фрезы используются для обработки сложных криволинейных поверхностей и пресс-форм. Геометрическая оптимизация включает угол наклона спирали (30° - $45^{\circ}\pm 1^{\circ}$) для улучшения отвода стружки, положительный передний угол (5° - 10°) для снижения силы резания и угол R (0,5-2 мм) для повышения прочности кромки. Покрытие CVD (например, TiAlN, Al_2O_3 , толщина 10-25 мкм) или PVD покрытие (например, CrN, толщина 2-5 мкм) обеспечивает термостойкость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(до 1100 °C) и защиту от износа. Скорость резки 200-1000 м/мин, срок службы 5-15 часов, точность <0,02 мм, его технические характеристики - твердость HV 1700-2100, вязкость разрушения 14-20 МПа·м^{1/2}, высокая ударопрочность, основные сценарии применения включают аэрокосмическую обработку обшивок из алюминиевого сплава и компонентов из титанового сплава, фрезерование сложных поверхностей и штампов в литейной промышленности, а также обработку пазовых деталей и профилей зубчатых колес.

(3) Твердосплавные сверла

Твердосплавные сверла используются для сверления, заменяя традиционные сверла из быстрорежущей стали, и подходят для сверления глубоких отверстий, отверстий малого диаметра и многослойных материалов. Спиральные сверла являются универсальными, используют YG6X (нанокристаллическая структура, твердость HV 1900-2000), с углом наклона спирали 25°-35°±1°, и могут сверлить отверстия диаметром 5-50 мм, подходят для универсального сверления; сверла для глубоких отверстий (например, ружейные сверла) используют YW1, с соотношением длины к диаметру до 100:1, оснащены внутренними охлаждающими каналами для уменьшения накопления тепла и удаления стружки, подходят для обработки глубоких отверстий (например, >100 мм); ступенчатые сверла используют многослойную конструкцию лезвия, которая может обрабатывать ступенчатые отверстия разных диаметров одновременно, и широко используются в пресс-формах и механических деталях. Покрытие PVD (например, TiN, TiCN, толщина 10-15 мкм) или CVD покрытие (алмаз, толщина 5-10 мкм) повышает износостойкость и устойчивость к высоким температурам, скорость резания 50-300 м/мин, срок службы 10-30 часов, точность <0,01 мм. Его технические характеристики включают твердость HV 1800-2200, износостойкость <0,03 мм³ / Н·м, хорошую устойчивость к высоким температурам (до 900 °C), широко используется при сверлении автомобильных деталей (например, блоков цилиндров, шатунов), обработке электронных компонентов печатных плат и глубоком сверлении авиационных структурных деталей (например, шарниров крыльев). Ключом к оптимизации является добавление самосмазывающегося покрытия (например, MoS₂) для снижения трения и оптимизации конструкции канавки для стружки для предотвращения засорения.

(4) Твердосплавные расточные инструменты

Расточные инструменты используются для расширения или точной настройки существующих диаметров отверстий. Твердосплавные расточные инструменты в основном являются регулируемыми, встроенными или сменными. Черновые расточные инструменты используют YG8 (высокая прочность, HV 1700-1900) с глубиной резания 1-5 мм, подходят для быстрой черновой обработки, и диапазон диаметров инструмента 20-150 мм; чистовые расточные инструменты используют YT5 (твердость HV 1750-1850) с глубиной резания 0,1-0,5 мм и точностью <0,005 мм, подходят для высокоточной обработки отверстий. Геометрия инструмента включает передний угол 5°-10° (отрицательный передний угол может использоваться для черновой расточки), вторичный задний угол 2°-5° и угол релаксации режущей кромки (0,2°-0,5°). Покрытие CVD (например, Al₂O₃, толщина 10-20 мкм) или покрытие PVD (например, TiAlN) повышает термостойкость и качество поверхности.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Скорость резки составляет 100-400 м/мин, срок службы составляет 15-25 часов, а технические характеристики - вязкость разрушения $12-16 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ и шероховатость поверхности $Ra < 0,4 \text{ мкм}$. Основные сценарии применения включают чистовую расточку блока цилиндров двигателя (точность диаметра цилиндра $< 0,01 \text{ мм}$), обработку внутренних отверстий гидравлических деталей (например, корпус насоса) и прецизионную расточку пресс - форм (например, штамповочных штампов).

(5) Твердосплавные развертки (развертки)

Развертки используются для финишной обработки диаметра отверстия, улучшения округлости, допуска и отделки поверхности, и подходят для массового производства и требований высокой точности. Машинные развертки используют YG6 (твердость HV 1800-2000) с диапазоном диаметров 5-50 мм, 4-8 лезвий и длиной лезвия в 1,5-2 раза больше диаметра; регулируемые развертки используют YT 15 с диапазоном регулировки $\pm 0,02 \text{ мм}$, что подходит для точной настройки диаметра отверстия и многоспециализированной обработки. Геометрическая конструкция включает прямые или спиральные лезвия (угол наклона спирали $5^\circ-10^\circ$), передний угол $5^\circ-8^\circ$, покрытие PVD (например, TiCN, толщина 10-15 мкм) или покрытие CVD (например, Al_2O_3) для повышения износостойкости и предотвращения прилипания. Скорость резания 20-100 м/мин, срок службы 20-40 часов, точность $< 0,002 \text{ мм}$, его технические характеристики включают твердость HV 1800-2100, износостойкость $< 0,02 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$, широко используется для чистовой обработки отверстий подшипников (круглость $< 0,005 \text{ мм}$), отверстий валов трансмиссии автомобилей и деталей точных приборов (например, отверстий измерительных инструментов).

(6) Твердосплавные протяжки:

Протяжки используются для протяжки и подходят для массового производства шпоночных пазов, зубчатых форм, реек и сложных контуров. Круглые протяжки используют YW2 (высокая термостойкость, HV 1750-2000), диаметром 10-100 мм, 10-20 зубьев и прогрессивной высотой зубьев (0,1-0,5 мм/зуб); плоские протяжки используют YG10, шириной 20-100 мм и 15-30 зубьев, подходят для плоской протяжки. Геометрическая оптимизация включает передний угол $5^\circ-10^\circ$, глубину стружечной канавки 2-5 мм, покрытие CVD (например, TiAlN, толщиной 15-20 мкм) или покрытие PVD (например, CrN) для повышения ударопрочности и термостойкости. Скорость резки составляет 10-50 м/мин, срок службы составляет 10-20 часов, а точность $< 0,01 \text{ мм}$. Его технические характеристики - вязкость разрушения $14-18 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ и отличная ударопрочность. Основные сценарии применения включают протяжку шпоночных пазов шестерен (модуль 1-5), вытяжку зубьев авиационных конструкционных деталей (например, соединителей фюзеляжа) и вытяжку пресс-форм (например, штамповочных штампов).

(7) Инструменты для формовки из карбида:

Инструменты для формовки используются для обработки определенных форм, таких как профили зубьев, криволинейные поверхности или специальные контуры, и широко используются в многоосевой обработке с ЧПУ. Фреза для профиля зубьев использует YT30

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(хорошая термостойкость, HV 1600-1800), которая обрабатывает шестерни с модулем 1-10, а диаметр инструмента составляет 50-200 мм; фреза для криволинейной поверхности использует YW1A, а сложная обработка криволинейной поверхности требует 5-осевой связи, а радиус инструмента составляет 5-50 мм. Геометрическая конструкция включает формовочные лезвия (R 0,1-2 мм), углы релаксации (0,1°-0,5°) и многолезвийные структуры (3-6 лезвий). Покрyтия PVD (например, CrN, толщина 15-25 мкм) или покрyтия CVD (например, TiAlN) обеспечивают износостойкость и защиту от высоких температур. Скорость резания составляет 50-200 м/мин, срок службы составляет 5-15 часов, точность <0,02 мм, его технические характеристики включают твердость HV 1700-2000, износостойкость <0,04 мм³/Н·м, широко используется в автомобильной зубчатой формовке (модуль 2-8), прецизионной обработке поверхностей деталей (например, корпусов мобильных телефонов) и производстве авиационных лопаток (например, лопаток турбин).

(8) Специальные твердосплавные режущие инструменты

Специальные твердосплавные режущие инструменты предназначены для особых условий работы, включая композитные инструменты, инструменты из сверхтвердых материалов и микроинструменты. Композитные инструменты используют YG6X (нанокристаллический, HV 1900-2100), для обработки CFRP требуется конструкция с низким нагревом, диаметр инструмента 6-20 мм, количество лезвий 2-4; инструменты из сверхтвердых материалов режут PCD, используют CVD-покрытие (например, алмазное, толщина 5-10 мкм), диаметр инструмента 3-15 мм; диаметр микроинструмента <1 мм, используется нанокристалл (зерно <0,5 мкм), точность <0,005 мм. Скорость резки составляет 100-500 м/мин, срок службы — 5-10 часов, его технические характеристики включают твердость HV 1800-2200, отличную стойкость к высоким температурам (до 1000 °C), износостойкость <0,03 мм³/Н·м, и он широко используется при обработке авиационных композитных материалов (например, обшивки крыльев), электронных микросхемных плат (например, подложек чипов) и сверлении микроотверстий в медицинских приборах (например, ортопедических имплантатах).

(8.1) Нанокристаллические режущие инструменты

Нанокристаллические режущие инструменты используют нанокристалл (такой как YG6X, YW1) с размером зерна менее 0,5 мкм и используют технологию спекания нанопорошка для улучшения плотности материала и твердости. Конструкция геометрии инструмента включает передний угол 5°-10° и угол наклона спирали 30°-40°. Покрyтие PVD (такое как TiN, TiAlN, толщина 5-10 мкм) повышает износостойкость и устойчивость к высоким температурам. Скорость резки составляет 200-600 м/мин, срок службы составляет 8-15 часов, а точность <0,01 мм. Его технические характеристики включают твердость HV 2000-2300, вязкость разрушения 15-20 МПа·м^{1/2} и износостойкость <0,02 мм³/Н·м. Он широко используется при высокоточной обработке пресс-форм, отделке автомобильных деталей и тонкой настройке авиационных конструкционных деталей.

(8.2) Твердосплавные композитные инструменты

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Твердосплавные композитные инструменты предназначены для обработки пластиков, армированных углеродным волокном (CFRP, HV 200-300) и пластиков, армированных стекловолокном (GFRP). Они изготовлены из YG6X (нанокристаллическая структура, HV 1900-2100) или композитных материалов, легированных частицами SiC. Диаметр инструмента составляет 6-20 мм, а количество лезвий - 2-4. Геометрическая оптимизация включает отрицательный передний угол (-5° до 0°) и зубчатую режущую кромку. Покрытие CVD (например, алмазное, толщина 5-15 мкм) обеспечивает возможность резки при низких температурах, скорость резки 100-300 м/мин, срок службы 5-10 часов и точность $<0,02$ мм. Его технические характеристики включают отличную стойкость к высоким температурам (до 900°C) и износостойкость $<0,03 \text{ мм}^3 / \text{Н} \cdot \text{м}$. Он широко используется при обработке авиационных композитных материалов (например, обшивки крыльев), производстве лопастей ветряных турбин и формировании спортивного инвентаря.

(8.3) Инструменты из сверхтвердого материала из цементированного карбида

Инструменты из сверхтвердого материала из цементированного карбида предназначены для резки поликристаллического алмаза (PCD, HV >5000) и кубического нитрида бора (CBN, HV 4000-5000). Они используют YG6X в качестве подложки с покрытием CVD (например, алмазным, толщина 5-10 мкм) или частицами CBN для улучшения режущей кромки. Диаметр инструмента составляет 3-15 мм, а количество лезвий - 1-3. Геометрическая конструкция включает передний угол 0° - 5° и угол релаксации ($0,1^{\circ}$ - $0,3^{\circ}$), скорость резания 50-200 м/мин, срок службы 5-12 часов и точность $<0,005$ мм. Его технические характеристики включают твердость HV 2200-2500, износостойкость $<0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$ и высокую термостойкость (до 1100°C). Он широко используется при отделке форм из твердого сплава, резке керамических изделий и обработке драгоценных камней.

(8.4) Твердосплавные микроинструменты

Твердосплавные микроинструменты подходят для обработки на микронном уровне. Они изготовлены из нанокарбида (зерно $<0,5 \text{ мкм}$), с диаметром инструмента <1 мм, длиной лезвия 1-5 мм и 1-2 лезвиями. Геометрическая оптимизация включает передний угол 5° - 15° и микроугол винтовой линии (20° - 30°). Покрытие PVD (например, CrN, толщина 2-5 мкм) улучшает износостойкость и антиадгезию. Скорость резания 100-500 м/мин, срок службы 5-10 часов, точность $<0,005$ мм. Его технические характеристики включают твердость HV 2000-2300, вязкость разрушения $12-15 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$, износостойкость $<0,02 \text{ мм}^3 / \text{Н} \cdot \text{м}$. Он широко используется при обработке электронных микросхем (например, подложек чипов), сверлении микроотверстий в медицинских приборах (например, ортопедических имплантатах) и производстве микроэлектромеханических систем (МЭМС).

(8.5) Резка PCD инструментами из сверхтвердого материала

Резка PCD инструментами из сверхтвердого материала является специальным применением инструментов из твердого сплава. Он использует подложку YG6X и наносит алмазное покрытие CVD (толщина 5-10 мкм), диаметр инструмента 3-12 мм и 1-2 лезвия. Геометрическая конструкция включает нулевой передний угол (0°) и полированную

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

режущую кромку, скорость резки 50-150 м/мин, срок службы 5-10 часов и точность <0,005 мм. Его технические характеристики включают твердость HV 2200-2500, износостойкость <0,01 мм³ / Н · м и отличную стойкость к высоким температурам (до 1200 °C). Он широко используется при переточке инструментов из PCD, правке форм из твердого сплава и производстве высокоточных режущих инструментов.

(8.6) Режущие инструменты с твердосплавным покрытием Режущие инструменты с твердосплавным покрытием

покрываются различными покрытиями (такими как TiN , TiCN , Al₂O₃ , TiAlN , толщина 5-25 мкм) с помощью технологии PVD или CVD . Они подходят для обработки различных материалов. Типы инструментов включают токарные резцы, фрезы и сверла. Выбор покрытия регулируется в соответствии с материалом заготовки. Например , TiAlN подходит для жаропрочной стали, Al₂O₃ подходит для чугуна, скорость резания составляет 100-800 м/мин, срок службы составляет 10-30 часов, а точность <0,01 мм. Его технические характеристики включают твердость HV 1800-2300, износостойкость <0,03 мм³/Н · м и температуру стойкости к окислению до 1000°C. Он широко используется при массовой обработке автомобильных деталей, резке авиационных титановых сплавов и отделке пресс-форм.

(8.7) Твердосплавные режущие инструменты для обработки авиационных композитных материалов (таких как обшивка крыла)

Этот инструмент разработан специально для авиационных композитных материалов (таких как углепластик, HV 200-300). Он использует матрицу YG6X, легированную алмазными частицами, диаметр инструмента 6-15 мм и 2-4 лезвия. Геометрическая конструкция включает зубчатые кромки и отрицательные передние углы (-5° до 0°), CVD алмазное покрытие (толщина 10-15 мкм) для уменьшения термического повреждения, скорость резки 100-300 м/мин, срок службы 5-10 часов и точность <0,02 мм. Его технические характеристики включают высокую термостойкость (до 900 °C) и износостойкость <0,03 мм³ / Н · м. Он широко используется для точной резки обшивки крыла, панелей фюзеляжа и авиационных структурных деталей.

(8.8) Инструмент для резки электронных микросхем из цементированного карбида (например, подложки чипа)

Этот инструмент для микрорезки изготовлен из наноцементированного карбида с диаметром инструмента 0,2-1 мм, длиной лезвия 1-3 мм и 1-2 лезвиями. Геометрическая конструкция включает передний угол 5°-10° и угол микроспираль (20°-30°). Покрытие PVD (например, CrN , толщина 2-5 мкм) повышает износостойкость. Скорость резки составляет 100-400 м/мин, срок службы составляет 5-10 часов, а точность составляет <0,005 мм. Его технические характеристики включают твердость HV 2000-2300 и износостойкость <0,02 мм³ / Н · м . Он широко используется при обработке микроотверстий подложки чипа, сверлении печатных плат и тонком производстве электронных компонентов.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(8.9) Инструменты для сверления микроотверстий медицинских устройств (например, ортопедических имплантатов)

Этот инструмент изготовлен из нанокарбида, с диаметром инструмента 0,5-2 мм, длиной лезвия 2-5 мм и 1-2 лезвиями. Геометрическая конструкция включает передний угол 10°-15° и полированную кромку. Покрытие PVD (например, TiN , толщина 2-5 мкм) обеспечивает биосовместимость, скорость резания 50-200 м/мин, срок службы 5-15 часов и точность <0,005 мм. Его технические характеристики включают твердость HV 2000-2200, вязкость разрушения 12-15 МПа·м^{1/2} и износостойкость <0,02 мм³ / Н·м. Он широко используется для сверления микроотверстий ортопедических имплантатов, обработки стоматологических инструментов и финишной обработки медицинских устройств.

(8.10) Твердосплавные медицинские хирургические инструменты

Твердосплавные медицинские хирургические инструменты изготавливаются из сверхтонкого нанокарбида (например, YG6X), с длиной инструмента 30-50 мм, толщиной лезвия 0,1-0,3 мм и одним лезвием. Геометрическая конструкция включает сверхтонкую кромку лезвия (R <0,01 мм) и передний угол 15°-20°. Покрытие PVD (например, TiN , толщина 1-3 мкм) обеспечивает коррозионную стойкость и биосовместимость. Скорость резки составляет 10-50 м/мин (ручная или низкоскоростная механическая), срок службы составляет 20-50 операций, а точность <0,01 мм. Его технические характеристики включают твердость HV 2000-2300 и износостойкость <0,01 мм³ / Н·м. Он широко используется при резке мягких тканей, костной пластике и производстве малоинвазивных хирургических инструментов.

Твердосплавные режущие инструменты широко используются в автомобильной, аэрокосмической, пресс-форменной и электронной промышленности благодаря их разнообразию и высокой производительности. Различные типы инструментов выбираются в соответствии с материалом заготовки (например, сталь, чугун, титановый сплав) и требованиями к обработке (например, точность, скорость) с соответствующими классами (например, серии YG, YT, YW), а срок службы продлевается за счет покрытий (например , TiN , Al₂O₃), геометрической оптимизации (например, угол наклона спирали, передний угол) и технологии охлаждения (например, внутренние каналы охлаждения).

таблица твердосплавных режущих инструментов

Ножи тип	Типичные оценки	Твёрдость (HV)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1/2})	Скорость резки (м/мин)	Точность (мм)	жизнь (Час)	Основные сценарии применения
токарный инструмент	YG6, YT15	1800-2200	12-18	100-500	<0,01	10-20	Автомобильные валы, отделка пресс-форм
Фреза	YG10, YT30	1700-2100	14-20	200-1000	<0,02	5-15	Аэрокосмическая обшивка, поверхность формы
сверлить	YG6X, YW1	1800-2200	12-16	50-300	<0,01	10-30	Обработка автомобильных отверстий , сверление

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

Ножи тип	Типичные оценки	Твёрдость (HV)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1/2})	Скорость резки (м/мин)	Точность (мм)	жизнь (Час)	Основные сценарии применения
							печатных плат
Сверлильный инструмент	YG8, YT5	1700-1850	12-16	100-400	<0,005	15-25	цилиндров, обработка гидравлических деталей
Развертка	YG6, YT15	1800-2100	12-16	20-100	<0,002	20-40	Обработка отверстия подшипника, трансмиссионного вала
Брошь	YW2, YG10	1750-2000	14-18	10-50	<0,01	10-20	Шпоночный паз шестерни, авиационная шестерня
Формовочные инструменты	YT30, YW1A	1600-2000	14-18	50-200	<0,02	5-15	Автомобильные шестерни, авиационные лопасти
Специальные инструменты	YG6X	1900-2100	12-16	100-500	<0,005	5-10	Композитные материалы, Микрообработка

11.0.4 Какие объекты обработки подходят для режущих инструментов из твердого сплава?

Благодаря своей превосходной твердости, износостойкости и прочности режущие инструменты из твердого сплава могут эффективно обрабатывать различные объекты обработки, охватывающие металлические и неметаллические материалы, особенно демонстрируя значительные преимущества в областях высокой твердости, сложной обработки и сверхточной обработки. Эти инструменты имеют широкий спектр применения и сильную адаптивность и могут удовлетворять требованиям обработки от обычных материалов до экстремальных условий. Ниже приводится подробное описание объектов обработки, подходящих для режущих инструментов из твердого сплава, которое всесторонне объясняется в сочетании с физическими свойствами материалов, конкретными требованиями к обработке и фактическими сценариями применения в различных отраслях промышленности.

(1) Стали

Сталь является наиболее распространенным объектом обработки твердосплавными режущими инструментами, включая углеродистую сталь, легированную сталь и нержавеющую сталь. Углеродистая сталь (например, Q235, твердость HV 150-250) имеет хорошую обрабатываемость и подходит для общей черновой обработки и отделки; легированная сталь (например, 40Cr, твердость HV 200-300) содержит легирующие элементы, такие как хром и никель, имеет более высокую твердость и требует более высокой термостойкости при резке; нержавеющая сталь (например, 304, твердость HV 150-250) склонна к налипанию стружки из-за своей высокой прочности и вязкости, что увеличивает

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

сложность резки. По этой причине при обработке обычно применяется скорость резания 100-400 м/мин, скорость подачи 0,1-0,3 мм/об и глубина резания 1-5 мм, а антиадгезионные и термостойкие покрытия (например, TiAlN) используются для уменьшения адгезии и накопления тепла. Марки YT15 и YT30 являются идеальным выбором благодаря своей превосходной термостойкости и стойкости к окислению. Они широко используются в автомобильной промышленности для обработки коленчатых валов и шестерен, компонентов валов в машиностроении и стальных конструкций в строительной сфере. Однако в процессе резки часто возникают наросты на кромке и накопление тепла, и эти проблемы необходимо эффективно решать путем оптимизации использования охлаждающей жидкости и корректировки геометрии инструмента.

(2) Чугуны

Чугун является еще одним важным объектом обработки, включая серый чугун (например, HT200, твердость HV 150-220), ковкий чугун (например, QT500, твердость HV 200-250) и ковкий чугун. Эти материалы известны своими хрупкими характеристиками, и стружка легко ломается во время резки. Благодаря своей высокой твердости твердосплавные инструменты могут эффективно справляться с потребностями обработки шероховатости поверхности чугуна и внутренних дефектов (таких как песчаные раковины или поры). Обычно используются параметры скорости резания 150-500 м/мин, подачи 0,2-0,5 мм/об и глубины резания 2-6 мм. Особенно при прерывистой резке необходимо гарантировать, что инструмент имеет высокую прочность. Марки YG6 и YG8 предпочтительны из-за хорошего баланса прочности и твердости и превосходной ударопрочности. Они широко используются при обработке и производстве блоков цилиндров двигателей, тормозных дисков и отливок корпусов насосов. Однако песчаные раковины и твердые пятна в отливках могут привести к поломке кромки инструмента, которую необходимо уменьшить путем регулировки параметров резания и оптимизации стратегий обработки.

(3) Материалы, трудно поддающиеся машинной обработке

К труднообрабатываемым материалам в основном относятся титановые сплавы (например, TC4, твердость HV 300-400), сплавы на основе никеля (например, Inconel 718, твердость HV 400-500) и жаропрочные сплавы. Эти материалы широко используются в аэрокосмической отрасли. Их высокая прочность, высокая вязкость и низкая теплопроводность позволяют легко создавать высокие температуры во время резки и вызывать адгезию на поверхности заготовки, что увеличивает сложность обработки. По этой причине обработка обычно принимает параметры скорости резания 20-100 м/мин, скорости подачи 0,05-0,2 мм/об и глубины резания 0,5-2 мм. Необходимо быть оснащенным эффективной системой охлаждения и выбирать низкоскоростные и высококрутящие режимы резания. Марки YW1 и YW2 обладают повышенной термостойкостью из-за наличия карбида тантала (TaC). В сочетании с покрытиями PVD (например, TiN) производительность еще больше улучшается. Они широко используются при точной обработке лопаток авиационных двигателей, дисков турбин и деталей аэрокосмической конструкции. Однако концентрация тепла во время резки может привести к деформации заготовки, и для обеспечения качества требуются

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

специальные инструменты и оптимизированная технология обработки.

(4) Цветные металлы

К цветным металлам относятся алюминиевые сплавы (например, 6061, твердость HV 80-120), медные сплавы (например, H62, твердость HV 100-150) и магниевые сплавы. Эти материалы являются мягкими материалами и склонны к налипанию инструмента во время резки, но обладают хорошей теплопроводностью. При обработке этих материалов твердосплавным инструментом особое внимание следует уделять предотвращению образования нароста и обеспечению гладкости поверхности заготовки после обработки. Обычно используются параметры скорости резания 300-1000 м/мин, подачи 0,1-0,4 мм/об и глубины резания 1-4 мм. Для снижения сопротивления резанию выбираются инструменты с большим передним углом. YG6X (сверхмелкозернистая структура, высокая твердость) и YG10 (хорошая прочность) являются идеальным выбором и широко используются при обработке корпусов электронного оборудования, легких автомобильных деталей и декоративных деталей. Однако основными проблемами являются прилипание инструмента и царапины на поверхности, которые можно устранить с помощью полировки и нанесения покрытия с низким коэффициентом трения.

(5) Композитные материалы

Композитные материалы включают в себя армированный углеродным волокном пластик (CFRP, твердость HV 200-300) и армированный стекловолокном пластик (GFRP). Эти материалы анизотропны, обладают высокой твердостью и низкой прочностью. Они склонны к расслоению или разрыву во время резки и требуют высокой износостойкости и стабильности резки инструмента. По этой причине обработка обычно принимает параметры скорости резания 100-300 м/мин, скорости подачи 0,05-0,15 мм/об и глубины резания 0,2-1 мм. Для уменьшения термического повреждения требуется конструкция с низким тепловыделением. YG6X (нанокристаллическая структура) и инструменты с покрытием PCD являются первым выбором и широко используются при производстве авиационных конструкционных деталей, лопастей ветряных турбин и спортивного инвентаря. Однако вытягивание волокна и термическое повреждение являются ключевыми проблемами, которые можно эффективно устранить с помощью технологии колебательной резки.

(6) Сверхтвердые материалы

Сверхтвердые материалы включают поликристаллический алмаз (PCD, твердость HV >5000) и кубический нитрид бора (CBN, твердость HV 4000-5000), которые в основном используются для обработки высокоточных и сверхтвердых заготовок. Чрезвычайно высокая твердость этих материалов требует использования твердосплавных инструментов с алмазным или CBN покрытием для достижения эффективной резки. Обработка обычно использует скорости резания 50-200 м/мин, скорости подачи 0,01-0,1 мм/об и глубину резания 0,1-0,5 мм. Для обеспечения стабильности обработки требуются высокожесткие станки. YG6X используется в качестве подложки-подложки в сочетании с CVD алмазным покрытием для улучшения режущей способности, что обычно используется в твердосплавных формах, керамических изделиях и прецизионной резке драгоценных камней. Однако инструмент

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

быстро изнашивается, а срок службы покрытия ограничен, поэтому его необходимо регулярно заменять или оптимизировать стратегию резки.

(7) Термообработанные материалы

К термообработанным материалам относятся закаленная сталь (например, HRC 50-60, твердость HV 500-700) и цементированная сталь. Эти материалы имеют высокую поверхностную твердость, но сохраняют определенную прочность внутри. При резке особое внимание следует уделять преодолению сопротивления закаленного слоя. По этой причине обработка обычно принимает параметры скорости резания 50-200 м/мин, подачи 0,05-0,2 мм/об и глубины резания 0,5-2 мм. Для работы с высокой температурой требуется термостойкое покрытие. Марки YT5 и YW1 подходят для обработки таких материалов из-за их характеристик как термостойкости, так и твердости. Они широко используются в кольцах подшипников, валах шестерен и для отделки после термообработки инструментов. Однако закаленный слой предъявляет высокие требования к силе резания, что требует высокоточного контроля, чтобы избежать преждевременного выхода инструмента из строя.

Резюме заявки

Твердосплавные режущие инструменты подходят для стали, чугуна, труднообрабатываемых материалов, цветных металлов, композитных материалов, сверхтвердых материалов и термообработанных материалов, охватывая широкий спектр потребностей от черновой обработки до финишной. Выбирая соответствующую марку (например, серии YG, YT, YW) в соответствии с характеристиками материала заготовки и оптимизируя параметры резания (например, скорость, подача и глубина резания), инструмент может эффективно адаптироваться к различным материалам с твердостью от HV 80 до 5000+. Кроме того, в сочетании с передовой геометрической конструкцией и технологией покрытия производительность и срок службы инструмента на различных объектах обработки еще больше улучшаются.

Сравнение сводки списка

Обработка объекта	Диапазон твердости (HV)	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/об)	Глубина реза (мм)	Применимые классы	Основные сценарии применения	испытание
Сталь	150-700	100-400	0,1-0,3	1-5	YT15, YT30	Автозапчасти, Механические валы	Нарост на кромке, накопление тепла
чугун	150-250	150-500	0,2-0,5	2-6	YG6, YG8	Блок двигателя, Тормозной диск	Песчаная яма, щебень
Труднообрабатываемые материалы	300-500	20-100	0,05-0,2	0,5-2	YW1, YW2	Лопатки самолетов, диски турбин	Концентрация тепла, деформация

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка объекта	Диапазон твердости (HV)	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/об)	Глубина реза (мм)	Применимые классы	Основные сценарии применения	испытание
Цветные металлы	80-150	300-1000	0,1-0,4	1-4	YG6X, YG10	Корпус электронного оборудования, легкий автомобильный	Липкий нож, царапина
Композитные Материалы	200-300	100-300	0,05-0,15	0,2-1	YG6X, PCD	Авиационные конструкционные детали, лопасти ветровых турбин	Расслоение, термическое повреждение
Сверхтвердые материалы	4000-5000+	50-200	0,01-0,1	0,1-0,5	YG6X, CVD	Формы из карбида, керамика	Быстрый износ, срок службы покрытия
Термическая обработка материалов	500-700	50-200	0,05-0,2	0,5-2	YT5, YW1	Кольцо подшипника, вал шестерни	Закаленный слой с высокой силой резания

В этой главе мы рассмотрим четыре аспекта: производительность резания, объекты обработки, анализ отказов и усовершенствование твердосплавных инструментов, а также систематически проанализируем характеристики их применения, технические преимущества и направления оптимизации при обработке резанием с целью предоставления теоретических рекомендаций и практических рекомендаций для промышленного производства.

11.1 Геометрические параметры твердосплавного инструмента

Инструменты из твердого сплава обеспечивают эффективную резку (скорость >1000 м/мин ± 10 м/мин) и длительный срок службы (>10 часов ± 1 час) за счет оптимизации геометрических параметров (передняя часть) угол, задний угол, наклон режущей кромки) и покрытия (TiAlN , Al_2O_3). Состав ($\text{WC} > 80\% \pm 1\%$, $\text{Co} 6\% \pm 1\%$), зерно ($0,52 \mu\text{м} \pm 0,01 \mu\text{м}$) и процесс (спекание $1450^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$) напрямую влияют на производительность (твердость HV 1600 - 2200 ± 30). Этот раздел начинается с производительности геометрических параметров и оптимизации режущей кромки и инструментов с покрытием.

11.1.1 Геометрические параметры и оптимизация передовых технологий

Основные принципы и технический обзор

Параметры геометрии инструмента включают передний угол ($5^\circ 15' \pm 0,5^\circ$), задний угол ($6^\circ 12' \pm 0,5^\circ$), угол наклона ($5^\circ 5' \pm 0,5^\circ$), радиус режущей кромки ($10 - 50 \mu\text{м} \pm 1 \mu\text{м}$) и ширину режущей кромки ($0,1 - 0,5 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$), что оптимизирует производительность за счет снижения сил резания ($<1000 \text{ Н} \pm 10 \text{ Н}$) и улучшения качества поверхности ($\text{Ra} < 0,2 \mu\text{м} \pm 0,01 \mu\text{м}$). Оптимизация режущей кромки достигается шлифованием (зернистость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

шлифовального круга $<10 \text{ мкм} \pm 1 \text{ мкм}$) или лазерной обработкой (мощность $100 - 200 \text{ Вт} \pm 10 \text{ Вт}$).

Тесты включают силу резания (динамометр, точность $\pm 1 \text{ Н}$), шероховатость поверхности (профилометр, точность $\pm 0,01 \text{ мкм}$) и морфологию режущей кромки (СЭМ, разрешение $<0,1 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$) . Например, инструмент P10 (передний угол $10^\circ \pm 0,5^\circ$) имеет силу резания $800 \text{ Н} \pm 10 \text{ Н}$ и $Ra 0,15 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$.

Анализ механизма и производительности:

Передний угол ($5^\circ 15' \pm 0,5^\circ$) снижает сопротивление резанию (коэффициент трения $<0,3 \pm 0,05$), а задний угол ($6^\circ 12' \pm 0,5^\circ$) снижает износ заднего инструмента (ширина износа $<0,1 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$). Радиус режущей кромки ($1050 \text{ мкм} \pm 1 \text{ мкм}$) обеспечивает баланс между остротой и прочностью, а радиус $<20 \text{ мкм} \pm 1 \text{ мкм}$ подходит для чистовой обработки ($Ra < 0,1 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$) . СЭМ показывает , что оптимизированная режущая кромка не имеет микротрещин ($<0,01 \text{ мм} \pm 0,001 \text{ мм}$), а ЭДС подтверждает, что распределение WC/Co равномерное (отклонение $<0,1\% \pm 0,02\%$). Испытания на резку показывают, что сила резания инструмента с передним углом $10^\circ \pm 0,5^\circ$ снижается на $15\% \pm 2\%$ по сравнению с $5^\circ \pm 0,5^\circ$, а срок службы увеличивается на $20\% \pm 3\%$.

Анализ влияющих факторов

Передний угол: $10^\circ 15' \pm 0,5^\circ$, сила резания уменьшается на $15\% \pm 2\%$; $<5^\circ \pm 0,5^\circ$, износ увеличивается на $10\% \pm 2\%$.

Задний угол: $6^\circ 12' \pm 0,5^\circ$, ширина полосы износа $<0,1 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$; $>15^\circ \pm 0,5^\circ$, снижение прочности на $10\% \pm 2\%$.

Радиус режущей кромки: $1020 \text{ мкм} \pm 1 \text{ мкм}$, превосходная отделка; $>50 \text{ мкм} \pm 1 \text{ мкм}$, сила резания увеличена на $10\% \pm 2\%$.

Твердость материала: $HV 1800 \pm 2000 \pm 30$, высокая устойчивость кромки; $<1600 \pm 30$, скорость скалывания кромки увеличивается на $10\% \pm 2\%$.

Скорость обработки: $1000 \pm 1500 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$, сбалансированная производительность; $>2000 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$, термический износ увеличивается на $15\% \pm 3\%$.

Например, ширина полосы износа инструмента с передним углом $5^\circ \pm 0,5^\circ$ (скорость $1500 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$) увеличивается до $0,15 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$.

Стратегия оптимизации

заключается в достижении силы резания $<1000 \text{ Н} \pm 10 \text{ Н}$, $Ra < 0,2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$.
Рекомендуется следующее:

Геометрическая оптимизация: передний угол $10^\circ 15' \pm 0,5^\circ$, задний угол $6^\circ 12' \pm 0,5^\circ$, радиус режущей кромки $1020 \text{ мкм} \pm 1 \text{ мкм}$.

Обработка кромок: лазерная шлифовка (мощность $150 \text{ Вт} \pm 10 \text{ Вт}$), микротрещины $< 0,01 \text{ мм} \pm 0,001 \text{ мм}$.

Выбор материала: зерно WC $0,51 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, Co $6\% \pm 1\%$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Технические условия испытаний: ISO 1832 (геометрические параметры), ASTM G99 (коэффициент трения).

Проверка и оптимизация: СЭМ и динамометр подтверждают качество кромки и силы резания.

Например, инструмент P10 (передний угол $10^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$, радиус режущей кромки $15 \text{ мкм} \pm 1 \text{ мкм}$) имеет силу резания $800 \text{ Н} \pm 10 \text{ Н}$ и $Ra \text{ } 0,15 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$.

11.1.2 Эксплуатационные характеристики инструментов с покрытием (PVD, CVD)

Основные принципы и обзор технологии

Инструменты с покрытием наносятся методом физического осаждения из паровой фазы (PVD, TiAlN , $23 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) или химического осаждения из паровой фазы (CVD, Al_2O_3 , $35 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) для повышения твердости ($\text{HV } 2500 \pm 500 \pm 50$), износостойкости (скорость износа $< 0,03 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$) и высокой термостойкости ($> 1000^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$). PVD подходит для высокоскоростной резки ($> 1000 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$), а CVD подходит для резки с большой нагрузкой (нагрузка $> 1000 \text{ Н} \pm 10 \text{ Н}$).

Испытания включают твердость покрытия (наноиндентирование, точность $\pm 50 \text{ HV}$), износ (ASTM G99, точность $\pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$) и срок службы инструмента (ISO 3685, точность $\pm 0,01 \text{ мм}$). Например, инструмент PVDTiAlN имеет твердость $\text{HV } 3000 \pm 50$ и срок службы инструмента $12 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$.

Анализ механизма и производительности

PVDTiAlN ($\text{Al } 50\%70\% \pm 1\%$) образует наномногослойную структуру (толщина слоя $510 \text{ нм} \pm 1 \text{ нм}$), улучшает твердость ($\text{HV } 3000 \pm 50$) и стойкость к окислению (температура окисления $> 1000^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$). CVDAI_2O_3 (размер зерна $0,10,5 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$) обеспечивает тепловой барьер (теплопроводность $< 10 \text{ Вт/м} \cdot \text{К} \pm 0,5 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$) и снижает износ кратеров (глубина $< 0,05 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$). СЭМ показывает, что покрытие PVD плотное (пористость $< 0,1\% \pm 0,01\%$), а покрытие CVD имеет регулярные зерна (отклонение $< 0,1\% \pm 0,02\%$). XPS подтверждает связь AlN в TiAlN ($\text{Al } 2p \sim 74 \text{ эВ} \pm 0,1 \text{ эВ}$).

Испытания на долговечность показывают, что срок службы инструментов PVDTiAlN ($1000 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$) составляет $12 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$, а срок службы CVDAI_2O_3 ($500 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$) составляет $15 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$.

Анализ влияющих факторов

Толщина покрытия: $25 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$, срок службы увеличивается на $30\% \pm 5\%$; $> 10 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$, скорость отслаивания увеличивается на $15\% \pm 3\%$.

Температура осаждения: PVD ($400\text{-}600^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$), низкое остаточное напряжение; CVD ($800\text{-}1000^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$), адгезия увеличивается на $10\% \pm 2\%$.

Размер зерна: $0,10,5 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, высокая твердость; $> 1 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, износостойкость снижается на $10\% \pm 2\%$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Скорость резки: >1000 м/мин ± 10 м/мин, PVD превосходное; <500 м/мин ± 10 м/мин, применимо CVD.

Твердость основания: HV 1800 ± 30 , отличное сцепление покрытия; $<1600 \pm 30$, скорость отслаивания увеличивается на $10\% \pm 2\%$.

Например, скорость отслаивания покрытия TiAlN (толщина $10 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) увеличилась до $20\% \pm 3\%$.

Стратегия оптимизации

заключается в достижении твердости HV 2500 ± 50 и срока службы >10 часов ± 1 час. Рекомендуется:

Варианты покрытия: PVDTiAlN (высокоскоростная резка), CVDAI₂O₃ (резка в тяжелых условиях).

толщины : $25 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$, пористость $<0,1\% \pm 0,01\%$.

Оптимизация матрицы: зерно WC $0,51 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, Co $6\% \pm 1\%$.

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

Технические характеристики испытаний: ASTM E384 (наноиндентирование), ISO 3685 (срок службы).

Например, инструмент PVDTiAlN ($2 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) имеет твердость HV 3000 ± 50 и срок службы 12 часов ± 1 час.

11.2 Производительность резки

Режущая способность твердосплавных инструментов отражается в высокой скорости резания (>1000 м/мин ± 10 м/мин) и износостойкости (скорость износа $<0,05 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$) , отвечая требованиям высокой эффективности (время обработки <1 мин/деталь $\pm 0,1$ мин) и длительного срока службы (>10 часов ± 1 час). Производительность тесно связана с материалом (WCCoTiC), покрытием (TiAlN , Al₂O₃) и условиями работы (скорость, скорость подачи).

Этот раздел начинается с высокоскоростной резки, износостойкости и срока службы инструмента.

11.2.1 Высокоскоростная резка (>1000 м/мин)

Основные принципы и технический обзор

Высокоскоростная резка ($1000-2000$ м/мин ± 10 м/мин) требует инструментов с высокой твердостью (HV $1800-2200 \pm 30$), низким трением (коэффициент $<0,3 \pm 0,05$) и высокой термостойкостью ($>1000^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$). Инструменты P10/YT15 (TiC $10\% \pm 1\%$) в сочетании с покрытием PVDTiAlN ($23 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) подходят для стали (HV $200-400 \pm 10$) и алюминиевых сплавов (>2000 м/мин ± 10 м/мин) .

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Тесты включают температуру резки (инфракрасное измерение температуры, точность $\pm 5^{\circ}\text{C}$), качество поверхности ($Ra < 0,2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$) и срок службы (ISO 3685, точность $\pm 0,01 \text{ мм}$). Например, инструмент YT15 (1500 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$) имеет температуру резки $800^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ и $Ra 0,1 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$.

Анализ механизма и производительности

Высокоскоростная резка создает высокое напряжение сдвига ($>1000 \text{ МПа} \pm 10 \text{ МПа}$) и тепловую нагрузку ($>800^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$), а покрытия TiC ($10\%15\% \pm 1\%$) и TiAlN снижают адгезию (коэффициент трения $<0,3 \pm 0,05$). Зерно $0,51 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$ повышает стойкость к термическому растрескиванию (трещина $<0,01 \text{ мм} \pm 0,001 \text{ мм}$). СЭМ показывает, что инструмент YT15 изнашивается равномерно (глубина $<0,05 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$), а ЭДС подтверждает распределение TiC (отклонение $<0,1\% \pm 0,02\%$). Испытания на резку показывают, что срок службы YT15 (1500 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$) составляет 12 часов $\pm 1 \text{ час}$, что лучше, чем у YG6 (10 часов $\pm 1 \text{ час}$).

Анализ влияющих факторов

Скорость резания: 10001500 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$, срок службы $>10 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$; $>2000 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$, термический износ увеличивается на $15\% \pm 3\%$.

Покрытие: TiAlN ($2 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$), срок службы увеличился на $30\% \pm 5\%$; без покрытия скорость износа увеличилась на $20\% \pm 3\%$.

Размер зерна: $0,51 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, отличная стойкость к термическому растрескиванию; $> 2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, скорость растрескивания увеличивается на $10\% \pm 2\%$.

Охлаждающая жидкость: на масляной основе, температура снижается на $10\% \pm 2\%$; на водной основе, скорость износа увеличивается на $10\% \pm 2\%$.

Твердость заготовки: HV 200400 ± 10 , сбалансированная производительность; $>600 \pm 10$, увеличение износа на $15\% \pm 3\%$.

Например, срок службы инструмента YG6 (2000 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$) сокращается до 8 часов $\pm 1 \text{ часа}$.

Стратегия оптимизации

заключается в достижении срока службы $>10 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$ и $Ra < 0,2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$.

Рекомендуется следующее:

Выбор инструмента: YT15/P10, TiC $10\%15\% \pm 1\%$.

покрытия: PVDTiAlN ($23 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$), износостойкость увеличена на $30\% \pm 5\%$.

Оптимизация зерна: $0,51 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, добавлен VC ($0,2\% \pm 0,01\%$).

Оптимизация охлаждения: охлаждающая жидкость на масляной основе, температура $<800^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Спецификации испытаний: ISO 3685 (срок службы), ISO 1832 (качество поверхности).

Например, YT15 (TiAlN, 1500 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$) имеет срок службы 12 часов $\pm 1 \text{ час}$ и Ra

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,1 мкм ± 0,01 мкм .

11.2.2 Износостойкость и срок службы инструмента (>10 часов)

Основные принципы и технический обзор Износостойкость

отражается в низкой скорости износа ($< 0,05 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$) и длительном сроке службы ($>10 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$), в зависимости от твердости (HV 1800-2200 ± 30), покрытия (TiAlN, Al₂O₃) и условий работы (скорость подачи 0,1-0,5 мм/об $\pm 0,01 \text{ мм/об}$). Инструменты YG8 (Co 8% $\pm 1\%$) подходят для резания со средней скоростью (500-1000 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$), инструменты CVDA₂O₃ подходят для больших нагрузок (нагрузка $>1000 \text{ Н} \pm 10 \text{ Н}$).

Тесты включают скорость износа (ASTM G99, точность $\pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$), срок службы инструмента (ISO 3685, точность $\pm 0,01 \text{ мм}$) и морфологию износа (SEM, разрешение $<0,1 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$). Например, скорость износа инструмента YG8 составляет $0,04 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$, а срок службы инструмента составляет 15 часов $\pm 1 \text{ час}$.

Анализ механизма и производительности

Высокое содержание WC ($>90\% \pm 1\%$) обеспечивает твердость (HV 1800 ± 30), Co (6% $\pm 1\%$) повышает ударную вязкость ($K_{IC} 14 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2} \pm 0,5$), а покрытие снижает трение (коэффициент $<0,3 \pm 0,05$). Покрытие Al₂O₃ (35 мкм $\pm 0,1 \text{ мкм}$) препятствует абразивному износу (ширина полосы износа $<0,1 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$). СЭМ показывает, что поверхность износа YG8 гладкая (Ra $<0,2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$), а инструмент CVDA₂O₃ не имеет отслаивания (отклонение $<0,1\% \pm 0,02\%$). Испытание на долговечность показывает, что инструмент CVDA₂O₃ (500 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$) имеет срок службы 15 часов $\pm 1 \text{ час}$, что лучше, чем у PVDTiAlN. (12 часов $\pm 1 \text{ час}$).

Анализ влияющих факторов

Тип покрытия: Al₂O₃, износостойкость увеличена на 30% $\pm 5\%$; TiAlN, отлично подходит для высокоскоростной резки.

Содержание Co: 6% $\pm 1\%$, высокая прочность; $<6\% \pm 1\%$, скорость скалывания увеличивается на 10% $\pm 2\%$.

Скорость резания: 500-1000 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$, срок службы $>10 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$; $>1500 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$, износ увеличивается на 15% $\pm 3\%$.

Скорость подачи: 0,1-0,5 мм/об $\pm 0,01 \text{ мм/об}$, сбалансированная производительность; $>1 \text{ мм/об} \pm 0,01 \text{ мм/об}$, скорость износа увеличивается на 10% $\pm 2\%$.

Условия работы: Сухая резка, износ увеличивается на 10% $\pm 2\%$; мокрая резка, срок службы увеличивается на 20% $\pm 3\%$.

Например, скорость износа YG8 (без покрытия) увеличивается до $0,06 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$.

Стратегия оптимизации

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

заключается в достижении скорости износа $<0,05 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$ и срока службы >10 часов ± 1 час. Рекомендуется следующее:

Выбор инструмента: YG8 (средняя скорость), CVDAI₂O₃ (большая нагрузка).

Оптимизация покрытия: Al₂O₃ (35 мкм $\pm$ 0,1 мкм), износостойкость увеличена на 30% $\pm$ 5%.

Оптимизация состава: Co 8%12% $\pm$ 1%, зерно WC 0,52 мкм $\pm$ 0,01 мкм.

Оптимизация условий работы: резка с охлаждением, скорость подачи 0,10,5 мм/об $\pm$ 0,01 мм/об.

Технические характеристики испытаний: ASTM G99 (скорость износа), ISO 3685 (срок службы).

Например, скорость износа инструмента CVDAI₂O₃ (подложка YG8) составляет 0,03 мм³/Н·м $\pm$ 0,01 мм³/Н·м, а срок службы — 15 часов $\pm$ 1 час.

11.3 Обработка объекта

Твердосплавные инструменты оптимизированы для различных обрабатываемых объектов (сталь, чугун, титановый сплав, композитные материалы, сверхтвердые материалы) для удовлетворения требований точности ($<0,01 \text{ мм} \pm 0,001 \text{ мм}$) и срока службы (>10 часов ± 1 час). Выбор инструмента основан на твердости заготовки (HV 1505000 ± 10), скорости резания (5002000 м/мин ± 10 м/мин) и покрытия (TiAlN, Al₂O₃).

Этот раздел начинается со стали, чугуна и труднообрабатываемых материалов, а также композитных материалов и сверхтвердых материалов.

11.3.1 Сталь, чугун и труднообрабатываемые материалы (титановые сплавы)

Основные принципы и технический обзор

Для стали (HV 200400 $\pm$ 10) требуются инструменты типа P (P10, TiC 10%15% $\pm$ 1%), для чугуна (HV 150250 $\pm$ 10) требуются инструменты типа K (K20, WC $>$ 90% $\pm$ 1%), а для титанового сплава (HV 300400 $\pm$ 10) требуются высокопрочные инструменты (YG8, Co 8% $\pm$ 1%). Покрытие PVDTiAlN (23 мкм $\pm$ 0,1 мкм) подходит для стали и титанового сплава, а CVDAI₂O₃ (35 мкм $\pm$ 0,1 мкм) подходит для чугуна.

Испытания включают качество поверхности (Ra $<0,2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$), силу резания ($<1000 \text{ Н} \pm 10 \text{ Н}$) и срок службы инструмента (ISO 3685, точность $\pm 0,01 \text{ мм}$). Например, инструмент P10 (сталь) имеет Ra 0,15 мкм $\pm 0,01 \text{ мкм}$ и срок службы инструмента 12 часов ± 1 час.

Анализ механизмов и производительности

При обработке стали инструменты P10 (TiC 10%15% $\pm$ 1%) снижают адгезию (коэффициент трения $<0,3 \pm 0,05$), а инструменты K20 (WC $>$ 90% $\pm$ 1%) противостоят абразивному износу чугуна (скорость износа $<0,05 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$). Сплавы Ti генерируют высокие температуры ($>800^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$) из-за низкой теплопроводности ($<10 \text{ Вт/м} \cdot \text{K} \pm 0,5 \text{ Вт/м} \cdot \text{K}$), а

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

инструменты YG8 ($K_{1c} < 14 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2} \pm 0,5$) противостоят скалыванию. СЭМ показывает, что P10 изнашивается равномерно (глубина $< 0,05 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$), а K20 имеет гладкую поверхность ($Ra < 0,2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$). Испытания на резку показывают, что срок службы P10 (сталь, 1500 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$) составляет 12 часов $\pm 1 \text{ час}$, а срок службы K20 (чугун, 800 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$) составляет 15 часов $\pm 1 \text{ час}$.

Анализ влияющих факторов

Твердость заготовки: HV 200400 ± 10 , P10 отлично; HV 150250 ± 10 , K20 применимо.
Скорость резания: 1000-1500 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$ (сталь), 800-1200 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$ (чугун).
Покрытие: TiAlN (сталь, сплав Ti), Al₂O₃ (чугун), срок службы увеличен на 30% $\pm 5\%$.
Материал инструмента: TiC (сталь), WC (чугун), Co 8%12% $\pm 1\%$ (титановый сплав).
Охлаждающая жидкость: на масляной основе, износ снижен на 10% $\pm 2\%$; при сухой резке износ увеличен на 15% $\pm 3\%$.

Например, срок службы P10 (титановый сплав, 2000 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$) сокращается до 8 часов $\pm 1 \text{ часа}$.

Стратегия оптимизации

заключается в достижении срока службы $> 10 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$ и $Ra < 0,2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$.
Рекомендуется следующее:
Выбор инструмента: P10 (сталь), K20 (чугун), YG8 (титановый сплав).
Оптимизация покрытия: TiAlN (23 мкм $\pm 0,1 \text{ мкм}$, сплав сталь/титан), Al₂O₃ (35 мкм $\pm 0,1 \text{ мкм}$, чугун).
Оптимизированные условия работы: СОЖ на масляной основе, скорость 800-1500 м/мин $\pm 10 \text{ м/мин}$.
Оптимизация зерна: 0,52 мкм $\pm 0,01 \text{ мкм}$, сбалансированная прочность и твердость.
Спецификации испытаний: ISO 3685 (срок службы), ISO 1832 (качество поверхности).

Например, K20 (Al₂O₃, чугун) имеет срок службы 15 часов $\pm 1 \text{ час}$ и $Ra 0,15 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$.

11.3.2 Композиционные материалы и сверхтвердые материалы

Обзор основных принципов и технологий

Композитные материалы (CFRP, GFRP, прочность $> 1000 \text{ МПа} \pm 10 \text{ МПа}$) и сверхтвердые материалы (PCD, HV $> 5000 \pm 50$) требуют инструментов высокой твердости (HV 20003000 ± 50) и специальных покрытий (DLC, 12 мкм $\pm 0,1 \text{ мкм}$). Инструменты N10 (Co $< 6\% \pm 1\%$) подходят для композитных материалов, а инструменты PCBN (CBN $> 80\% \pm 1\%$) подходят для сверхтвердых материалов.

Испытания включают скорость износа (ASTM G99, точность $\pm 0,01 \text{ мм}^3 / \text{Н} \cdot \text{м}$), точность ($< 0,01 \text{ мм} \pm 0,001 \text{ мм}$) и срок службы (ISO 3685, точность $\pm 0,01 \text{ мм}$).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Например, скорость износа инструмента N10 (углепластик) составляет $0,02 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$, а срок службы — $10 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$.

Анализ механизмов и производительности

При обработке композитных материалов инструменты N10 ($\text{WC} > 94\% \pm 1\%$) устойчивы к разрыву волокон (ширина износа $< 0,05 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$), а покрытия DLC (коэффициент трения $< 0,2 \pm 0,05$) снижают адгезию. При обработке сверхтвердых материалов инструменты PCBN (зерна CBN $0,51 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$) обладают превосходной износостойкостью (скорость износа $< 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$). СЭМ показывает, что на поверхности износа N10 нет расслоения (отклонение $< 0,1\% \pm 0,02\%$), а на инструменте PCBN нет микротрещин ($< 0,01 \text{ мм} \pm 0,001 \text{ мм}$).

Испытания на резку показывают, что срок службы N10 (CFRP, $1000 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$) составляет $10 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$, а срок службы PCBN (PCD, $500 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$) составляет $8 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$.

Анализ влияющих факторов

Характеристики заготовки: CFRP (объемная доля волокна $> 50\% \pm 2\%$), N10 отлично; PCD ($\text{HV} > 5000 \pm 50$), применим PCBN.

Скорость резания: $500-1000 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$, срок службы $> 8 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$; $> 1500 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$, увеличение износа $15\% \pm 3\%$.

Покрытие: DLC (композитный материал), TiAlN (сверхтвердый материал), срок службы увеличен на $20\% \pm 3\%$.

Материал инструмента: WC (композитный материал), CBN (сверхтвердый материал).

Скорость подачи: $0,05 \pm 0,2 \text{ мм/об} \pm 0,01 \text{ мм/об}$, высокая точность; $> 0,5 \text{ мм/об} \pm 0,01 \text{ мм/об}$, увеличение износа на $10\% \pm 2\%$.

Например, срок службы N10 (углепластик, $1500 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$) сокращается до $6 \text{ часов} \pm 1 \text{ часа}$.

Стратегия оптимизации

заключается в достижении скорости износа $< 0,05 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$ и точности $< 0,01 \text{ мм} \pm 0,001 \text{ мм}$. Рекомендуется следующее:

Выбор инструмента: N10 (композитный материал), PCBN (сверхтвердый материал).

Оптимизация покрытия: DLC ($12 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$, композитный материал), TiAlN ($23 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$, сверхтвердый материал).

Оптимизация рабочих условий: скорость $500-1000 \text{ м/мин} \pm 10 \text{ м/мин}$, подача $0,05-0,2 \text{ мм/об} \pm 0,01 \text{ мм/об}$.

Оптимизация зерна: $0,51 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$ (N10), $0,52 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$ (PCBN).

Спецификации испытаний: ASTM G99 (скорость износа), ISO 1832 (точность).

Например, скорость износа N10 (DLC, CFRP) составляет $0,02 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$, а

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

точность составляет $<0,01 \pm 0,001$ мм.

11.4 Анализ отказов и улучшение

Основными проявлениями отказа твердосплавного инструмента являются износ (кратеры, износ по задней поверхности), выкрашивание (трещины $<0,1$ мм $\pm 0,01$ мм) и скалывание (потеря покрытия $<0,1$ мм² $\pm 0,01$ мм²). Анализ отказов (SEM, EDS) и оптимизация (зерна, покрытия) могут быть использованы для продления срока службы инструмента (> 10 часов ± 1 час) и снижения скорости износа ($<0,05$ мм³/Н·м $\pm 0,01$ мм³/Н·м).

Этот раздел начинается с изучения износа инструмента и стратегий оптимизации.

11.4.1 Износ инструмента (кратер, износ по задней поверхности)

Основные принципы и технический обзор

Износ инструмента включает в себя кратерный износ (передняя часть) торцевой, глубина $<0,05$ мм $\pm 0,01$ мм) и износ задней поверхности (ширина износа $<0,1$ мм $\pm 0,01$ мм), который вызван абразивным износом (скорость износа $<0,05$ мм³/Н·м $\pm 0,01$ мм³/Н·м), адгезионным износом (коэффициент трения $>0,3 \pm 0,05$) и термическим износом ($>800^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$). Инструменты P10/YT15 часто показывают кратерный износ, в то время как инструменты K20/YG8 часто показывают износ задней поверхности.

Тесты включают морфологию износа (СЭМ, разрешение $<0,1$ мкм $\pm 0,01$ мкм), объем износа (профилометр, точность $\pm 0,01$ мм) и изменение состава (EDS, точность $\pm 0,1\%$). Например, глубина кратера инструмента P10 (сталь) составляет $0,04$ мм $\pm 0,01$ мм, а скорость износа составляет $0,03$ мм³/Н·м $\pm 0,01$ мм³/Н·м.

Анализ механизма и производительности:

Износ кратера инициируется высокой температурой ($>800^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) и напряжением сдвига (>1000 МПа ± 10 МПа), покрытие TiC ($10\%15\% \pm 1\%$) и TiAlN (23 мкм $\pm 0,1$ мкм) замедляет износ (глубина $<0,05$ мм $\pm 0,01$ мм). Износ задней поверхности обусловлен абразивным воздействием (размер частиц <10 мкм ± 1 мкм), а WC ($>90\% \pm 1\%$) повышает износостойкость. СЭМ показывает, что поверхность кратера P10 гладкая ($Ra < 0,2$ мкм $\pm 0,01$ мкм), а задняя поверхность K20 имеет царапины (ширина $<0,01$ мм $\pm 0,001$ мм). EDS подтверждает перенос Fe в зоне износа P10 ($<0,1\% \pm 0,02\%$).

Глубина кратера P10 (1500 м/мин ± 10 м/мин) составляет $0,04$ мм $\pm 0,01$ мм, а ширина полосы износа задней поверхности K20 (800 м/мин ± 10 м/мин) составляет $0,08$ мм $\pm 0,01$ мм.

Анализ влияющих факторов

Скорость резания: >1000 м/мин ± 10 м/мин, лункообразование увеличивается на $15\% \pm 3\%$; <800 м/мин ± 10 м/мин, основной проблемой является износ задней поверхности.

Покрытие: TiAlN, глубина кратера уменьшилась на $20\% \pm 3\%$; без покрытия скорость износа

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

увеличилась на $15\% \pm 3\%$.

Твердость заготовки: HV 200400 ± 10 , равномерный износ; >600 ± 10 , повышенный износ 10% $\pm 2\%$.

Размер зерна: 0,51 мкм $\pm 0,01$ мкм, отличная износостойкость; > 2 мкм $\pm 0,01$ мкм, скорость износа увеличивается на 10% $\pm 2\%$.

Охлаждающая жидкость: на масляной основе, износ снижен на 10% $\pm 2\%$; при сухой резке термический износ увеличен на 15% $\pm 3\%$.

Например, для P10 (без покрытия, 1500 м/мин ± 10 м/мин) глубина кратера увеличивается до 0,06 мм $\pm 0,01$ мм.

Стратегия оптимизации

заключается в достижении глубины износа <0,05 мм $\pm 0,01$ мм и скорости износа <0,05 мм³/Н·м $\pm 0,01$ мм³/Н·м. Рекомендуется следующее:

Выбор инструмента: P10/YT15 (крестообразный), K20/YG8 (боковой).

Оптимизация покрытия: TiAlN (23 мкм $\pm 0,1$ мкм, высокая скорость), Al₂O₃ (35 мкм $\pm 0,1$ мкм, средняя скорость).

Оптимизация зерна: 0,51 мкм $\pm 0,01$ мкм, добавлен VC (0,2% $\pm 0,01\%$).

Оптимизированные условия работы: СОЖ на масляной основе, скорость 800-1500 м/мин ± 10 м/мин.

Технические характеристики испытаний: ASTM G99 (скорость износа), SEM (морфология износа).

Глубина кратера P10 (TiAlN, 1000 м/мин ± 10 м/мин) составляет 0,03 $\pm 0,01$ мм, а скорость износа составляет 0,02 мм³/Н·м $\pm 0,01$ мм³/Н·м.

11.4.2 Стратегия оптимизации (размер зерна, толщина покрытия)

Обзор основных принципов и технологий. Оптимизация отказа инструмента снижает износ

(<0,05 мм³/Н·м $\pm 0,01$ мм³/Н·м) и скалывание (трещины <0,1 мм $\pm 0,01$ мм) за счет контроля размера зерна (0,52 мкм $\pm 0,01$ мкм), толщины покрытия (25 мкм $\pm 0,1$ мкм) и состава (Co 6%12% $\pm 1\%$). Ключевыми являются спекание SPS (1400°C $\pm 10^\circ\text{C}$, 50 МПа ± 1 МПа) и технология покрытия PVD/CVD.

Испытания включают твердость (ASTM E92, точность ± 30 HV), прочность (ISO 28079, точность $\pm 0,5$ МПа·м^{1/2}) и срок службы инструмента (ISO 3685, точность $\pm 0,01$ мм). Например, инструмент YT15 (зернистость 0,5 мкм $\pm 0,01$ мкм, TiAlN 2 мкм $\pm 0,1$ мкм) имеет срок службы инструмента 12 часов ± 1 час.

Анализ механизма показывает

, что мелкие зерна (0,51 мкм $\pm 0,01$ мкм) увеличивают твердость (HV 2000 ± 30) за счет

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

эффекта Холла-Петча, а Co ($6\%12\% \pm 1\%$) повышает ударную вязкость ($K_{IC} 14 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2} \pm 0,5$). Покрытие $TiAlN$ ($23 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) снижает трение (коэффициент $< 0,3 \pm 0,05$), а покрытие Al_2O_3 ($35 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) устойчиво к высоким температурам ($> 1000^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$). СЭМ показывает, что инструмент с зернистостью $0,5 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$ изнашивается равномерно (глубина $< 0,05 \text{ мм} \pm 0,01 \text{ мм}$), а покрытие не отслаивается (отклонение $< 0,1\% \pm 0,02\%$).

, что долговечность YT15 (зерно $0,5 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, $TiAlN$ ($2 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) составляет $12 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$, что лучше, чем у YG6 (зерно $2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, $10 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$).

Анализ влияющих факторов

Размер зерна: $0,51 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, твердость увеличивается на $20\% \pm 3\%$; $> 2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, прочность увеличивается на $10\% \pm 2\%$.

Толщина покрытия: $25 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$, срок службы увеличивается на $30\% \pm 5\%$; $> 10 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$, скорость отслаивания увеличивается на $15\% \pm 3\%$.

Содержание Co : $6\%12\% \pm 1\%$, отличная стойкость к скалыванию; $< 6\% \pm 1\%$, скорость скалывания увеличивается на $10\% \pm 2\%$.

Процесс спекания: SPS ($1400^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$), пористость $< 0,1\% \pm 0,01\%$; обычное спекание, пористость увеличивается на $10\% \pm 2\%$.

Условия работы: мокрая резка, износ уменьшается на $10\% \pm 2\%$; сухая резка, износ увеличивается на $15\% \pm 3\%$.

Например, срок службы YT15 (зерно $2 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, покрытие $10 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) сокращается до $8 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$.

Стратегия оптимизации

заключается в достижении срока службы $> 10 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$ и скорости износа $< 0,05 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$. Рекомендуется:

Оптимизация зерна: $0,51 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, добавлен VC ($0,2\% \pm 0,01\%$).

Оптимизация покрытия: $TiAlN$ ($23 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$, высокая скорость), Al_2O_3 ($35 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$, высокая нагрузка).

Оптимизация состава: Co $6\%12\% \pm 1\%$, $WC > 90\% \pm 1\%$.

Оптимизация процесса: SPS ($1400^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$, $50 \text{ МПа} \pm 1 \text{ МПа}$), пористость $< 0,1\% \pm 0,01\%$.

Спецификации испытаний: ASTM E92 (твердость), ISO 3685 (срок службы).

Например, YT15 (размер зерна $0,5 \text{ мкм} \pm 0,01 \text{ мкм}$, $TiAlN$ $2 \text{ мкм} \pm 0,1 \text{ мкм}$) имеет срок службы $12 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$ и скорость износа $0,02 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м} \pm 0,01 \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$.

Ссылки

Чжан Хуа, Ван Цян, Ли Мин. Исследование геометрических параметров и режущих характеристик твердосплавных инструментов [J]. Журнал машиностроения, 2022, 58(4): 123132

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

Чэнь Сяодун, Чжао Ган, Лю Вэй. Подготовка и оптимизация производительности инструментов из твердого сплава с покрытием [J]. Материаловедение и технологии, 2023, 41(2): 8998

Ван Ли, Чжан Чжицян, Чэнь Фэн. Анализ производительности твердосплавных инструментов при высокоскоростной резке [J]. Производственные технологии и станки, 2021, 39(6): 6776.

Ян Тао, Лю Ян, Сюй Цзе. Методы испытаний на износостойкость и срок службы твердосплавных инструментов [J]. Испытание материалов, 2022, 38(5): 145-153

Чжан Юн, Ван Сяомин, Ли Цян. Исследование применения твердосплавных инструментов при обработке стали и чугуна [J]. Материалы для машиностроения, 2023, 39(3): 7886

Чэнь Лихуа, Чжао Мин, Лю Фан. Инструменты из твердого сплава для резки композитных и сверхтвердых материалов [J]. Advanced Materials Research, 2024, 42(1): 5665

Ван Тао, Чжан Ли, Чэнь Юй. Механизмы износа и анализ отказов инструментов из цементированного карбида [J]. Materials Engineering, 2022, 46(6): 134-142

Ли На, Ван Цян, Чжан Хуа. Стратегии оптимизации и повышение производительности твердосплавных инструментов [J]. Исследования производственных технологий, 2023, 35(4): 101109

Смит Дж., Браун Т., Джонсон Р. Высокоскоростная обработка инструментами из твердого сплава с покрытием [J]. Журнал по производственной науке и технике, 2021, 143(5): 345354.

Смит Дж., Браун Т., Джонсон Р. Высокоскоростная обработка инструментами из твердого сплава с покрытием [J]. Журнал по производственной науке и технике, 2021, 143(5): 345354.

Танака Х., Ямада К.

Анализ износа твердосплавных инструментов при обработке титановых сплавов [J]. Журнал Японского общества точного машиностроения, 2023, 89(3): 156-163.

Ким С., Пак Дж., Ли Х. Режущие характеристики твердосплавных инструментов для композитных материалов [J]. Корейский журнал исследований материалов, 2022, 32(4): 234242.

ISO 1832:2017. Сменные пластины для режущих инструментов. Обозначение [S]. Пекин: China Standards Press, 2017.

ISO 1832:2017. Сменные пластины для режущих инструментов. Обозначение [S]. Пекин: China Standards Press, 2017.

ASTM E38417. Стандартный метод испытаний на микроиндентирование твердости материалов [S]. Пекин: China Standards Press, 2017.

ASTM E38417. Стандартный метод испытаний на микроиндентирование твердости материалов [S]. Пекин: China Standards Press, 2017.

ASTM G9917. Стандартный метод испытаний на износ с использованием прибора PinonDisk [S]. Пекин: China Standards Press, 2017.

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

ASTM G9917. Метод испытаний на износ Pin-Disk [S]. Пекин: China Standards Press, 2017.

ISO 3685:1993. Испытание стойкости инструмента с односточечными токарными инструментами [S]. Пекин: China Standards Press, 1993.

ISO 3685:1993. Испытание стойкости инструмента с односточечными токарными инструментами [S]. Пекин: China Standards Press, 1993.

ISO 28079:2009. Твердые сплавы — испытание на прочность по Палмквисту [S]. Пекин: China Standards Press, 2009.

ISO 28079:2009. Твердые сплавы — испытание на прочность по Палмквисту [S]. Пекин: China Standards Press, 2009.

ASTM G6516. Стандартный метод испытаний для измерения абразивного износа с использованием сухого песка/резинового круга [S]. Пекин: China Standards Press, 2016. ASTM G6516. Стандартный метод испытаний для измерения абразивного износа с использованием сухого песка/резинового круга [S]. Пекин: China Standards Press, 2016.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Краткое введение в процесс нанесения покрытия на твердосплавный инструмент

Твердосплавные режущие инструменты наносят тонкие пленки на поверхность подложки с помощью технологии покрытия (например, PVD и CVD), что значительно повышает износостойкость, устойчивость к высоким температурам и срок службы. Они широко используются в механической обработке, аэрокосмической промышленности, автомобилестроении и других областях. В этой статье подробно рассматривается процесс покрытия твердосплавных режущих инструментов, включая принципы процесса, основные этапы, распространенные материалы покрытия, сравнение процессов и тенденции развития, а также предоставляется техническая справка для производства инструментов.

1. Обзор процесса нанесения покрытия

Покрытия для твердосплавных инструментов в основном достигаются путем физического осаждения из паровой фазы (PVD) и химического осаждения из паровой фазы (CVD), иногда в сочетании с другими технологиями (такими как плазменное усиленное CVD). Покрытие образует пленку толщиной 120 мкм на цементированной твердосплавной подложке (в основном карбид вольфрама WC и кобальт Co) для улучшения производительности инструмента. Ниже приведены принципы двух основных процессов:

Технологии	принцип	Типичные условия
ПВД	Материал мишени испаряется физическими методами (такими как испарение и распыление) и осаждается на поверхность подложки в вакуумной среде.	Температура 150-500°C, вакуум 10 ⁻² - 10 ⁻⁴ Па.
ССЗ	Газовый прекурсор разлагается при высокой температуре в результате химической реакции, в результате чего покрытие наносится на поверхность подложки.	Температура 600-1100°C, низкое или нормальное давление.

2. Этапы процесса нанесения покрытия на твердосплавный инструмент

Процесс покрытия включает несколько ключевых шагов для обеспечения равномерного покрытия, прочной адгезии и превосходной производительности. Ниже приведен типичный процесс для покрытия PVD и CVD:

2.1 Предварительная обработка

Цель

Очистите поверхность подложки от масла, окислов и частиц, чтобы обеспечить адгезию покрытия.

шаг

Ультразвуковая очистка: используйте органические растворители (например, этанол, ацетон)

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

для очистки инструмента в течение 5–15 минут.

Кислотная или щелочная очистка: удалите поверхностный оксидный слой (например, обработав разбавленной соляной кислотой).

Сушка: сушка вакуумом или горячим воздухом, чтобы убедиться в отсутствии влаги на поверхности.

Плазменная очистка (специфическая для PVD): бомбардировка аргонной плазмой в вакуумной камере для удаления микроскопических загрязнений.

2.2 Предварительная обработка матрицы

Цель

Оптимизируют состояние поверхности подложки и улучшают адгезию покрытия.

шаг

кромки : используйте алмазный шлифовальный круг или лазерное хонингование для регулировки радиуса кромки (0,005-0,1 мм) и повышения ее устойчивости.

Полировка поверхности: достижение шероховатости поверхности Ra 0,05-0,2 мкм для уменьшения дефектов покрытия.

Ионное травление (специфическое для PVD): бомбардировка подложки высокоэнергетическими ионами для активации поверхности и улучшения адгезии (адгезия может достигать 3070 Н).

2.3 Нанесение покрытия

PVD-осаждение:

оборудование

Вакуумная камера с материалом мишени (например, Ti, Al, Cr) и источником питания (магнетронное распыление или дуговой разряд).

процесс

Откачайте до 10^{-2} – 10^{-4} Па и нагрейте до 150–500 °C.

Аргон (Ar) вводится для создания плазмы и распыления целевого материала (например, сплава TiAl).

Реакционные газы (такие как N₂, CH₄) вводятся для образования TiN , TiAlN , DLC и другие покрытия.

Время осаждения составило 14 ч, толщина покрытия — 15 мкм .

Особенности: низкотемпературный процесс, неизменные характеристики подложки, равномерное покрытие, острая режущая кромка.

CVD-осаждение:

оборудование

Реактор, оснащенный газообразными прекурсорами (такими как TiCl₄, CH₄, AlCl₃).

процесс

Нагрев до 600-1100°C, среда низкого или нормального давления.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Газ-предшественник (например, $\text{TiCl}_4 + \text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{TiN}$) вводится, реагирует и осаждается на поверхности подложки.

Время осаждения составило 28 часов, толщина покрытия — 520 мкм .

Возможно нанесение многослойных покрытий (например, TiN / Al_2O_3 / TiC) .

Характеристики: Высокотемпературный процесс, толстое покрытие, сильная адгезия (50-100 Н), но может снизить прочность основания.

2.4 Постобработка

Цель

Оптимизируйте качество поверхности покрытия, устраните напряжения и улучшите производительность.

шаг

Полировка: используйте алмазную пасту или лазерную полировку, чтобы уменьшить шероховатость поверхности до $R_a\ 0,050,2\ \mu\text{m}$ (PVD) или $R_a\ 0,10,4\ \mu\text{m}$ (CVD).

Отжиг (специальный для CVD): отжиг при температуре 300–500 °C для снятия термического напряжения и предотвращения растрескивания покрытия.

Контроль качества: царапание (адгезия), микроскопический контроль (однородность), испытание на твердость (HV 18003500).

3. Распространенные материалы покрытия

Лакокрасочные материалы	Технологии	Твёрдость (HV)	Температурная стойкость (°C)	Коэффициент трения	Типичные применения
Тин	PVD/CVD	20002300	600800	0.40.6	стали, нержавеющей стали , общая резка.
TiAlN	ПВД	28003300	800900	0.30.5	Высокоскоростная сухая резка титанового сплава и нержавеющей стали.
Al2O3	CC3	18002000	10001100	0.30.5	Тяжелая резка, чугун, закаленная сталь.
DLC	ПВД	20003000	400600	0.080.15	Алюминиевый сплав, композитные материалы, тонкая обработка.
TiCN	PVD/CVD	25003000	600800	0.30.4	Штампованная сталь, прерывистая резка.
AlCrN	ПВД	30003500	9001100	0.30.5	Обработка высокотемпературных сплавов и твердых материалов.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Сравнение процессов нанесения покрытий методом PVD и методом CVD

характеристика	PVD-покрытие	CVD-покрытие
температура	150-500°C, низкая температура, свойства матрицы остаются неизменными.	600-1100°C, высокая температура, может снизить прочность матрицы.
Толщина покрытия	15 мкм , тонкие и острые, подходят для тонкой обработки.	520 мкм , толстый и прочный, подходит для грубой обработки.
Адгезия	3070 Н, подходит для условий низкой и средней нагрузки.	50100 Н, подходит для условий высоких ударных нагрузок и больших нагрузок.
Качество поверхности	Ra 0,05-0,2 мкм , острая режущая кромка, отличная отделка.	Ra 0,10,4 мкм , режущая кромка слегка затуплена, отличная черновая обработка.
Сценарий применения	Высокоскоростная сухая резка (авиационный титановый сплав, электронные компоненты), срок службы увеличивается в 25 раз.	Тяжелая мокрая резка (чугун, закаленная сталь), срок службы в 37 раз больше.
Типичное покрытие	TiAlN , DLC, AlCrN , подходит для нержавеющей стали и алюминиевых сплавов.	TiC , Al2O3, TiN /Al2O3, подходит для чугуна и стали.

5. Тенденции развития покрытий PVD и CVD

тенденция	PVD-покрытие	CVD-покрытие
Технологические инновации	Нано многослойное покрытие (например, TiAlN / AlCrN) , твердость HV 4000, срок службы увеличен на 30%. Низкотемпературное PVD (<100°C), подходит для подложки PCD/CBN. Самосмазывающееся покрытие (например, DLC/графен) , коэффициент трения снижен до 0,05.	Низкотемпературное CVD (400-600°C) снижает повреждение подложки. Многослойный композит на микронном уровне (например, TiN /Al2O3/ TiC) , термостойкость 1200°C. Экологически чистый CVD, нетоксичные прекурсоры, снижающие загрязнение.
Расширения приложений	Суперфинишная обработка, сухая резка, микроинструменты (например, электронные, медицинские).	Тяжелая резка, высокотемпературная обработка, крупные формы (например, для автомобилей и авиации).
Разумный	ИИ оптимизирует толщину покрытия (погрешность < 0,1 мкм) и параметры осаждения, повышая эффективность на 15%.	Мониторинг реакций осаждения в режиме реального времени улучшает однородность покрытия на 20%.

6. Заключение

Процесс покрытия твердосплавных инструментов значительно повышает производительность благодаря технологиям PVD и CVD. PVD подходит для высокоскоростной сухой чистовой обработки (например, титановых сплавов и алюминиевых сплавов) с низкой температурой (150-500 °C), тонким покрытием (15 мкм) и острой режущей кромкой (Ra 0,05-0,2 мкм) ; CVD подходит для черновой обработки с большими

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

нагрузками (например, чугуна и закаленной стали) с высокой температурой (600-1100 °C), толстым покрытием (520 мкм) и высокой адгезией (50-100 Н). Технологический процесс включает предварительную обработку, предварительную обработку подложки, нанесение покрытия и последующую обработку. Распространенные материалы покрытия, такие как TiN, TiAlN, Al₂O₃, DLC и т. д. соответствуют различным условиям работы. В будущем наномногослойные покрытия, низкотемпературные процессы и интеллектуальные технологии еще больше повысят эффективность, срок службы и защиту окружающей среды покрытых инструментов, а также обеспечат надежную поддержку высокоточной и высоконагруженной обработки.

приложение:

Сравнение технологий покрытия инструментов PVD и CVD

Инструменты с покрытием наносят тонкие пленки на подложки из цементированного карбида или сверхтвердого материала с помощью технологии физического осаждения из паровой фазы (PVD) или химического осаждения из паровой фазы (CVD), что значительно повышает износостойкость, устойчивость к высоким температурам и срок службы инструмента. Они широко используются в механической обработке, аэрокосмической промышленности, автомобилестроении, обработке пресс-форм и других областях. В этой статье систематически сравниваются инструменты с покрытием PVD и CVD с точки зрения принципов технологии покрытия, эксплуатационных характеристик, влияния геометрических параметров, сценариев применения, преимуществ и недостатков и тенденций развития, а также дается справочная информация для выбора инструмента.

1. Принципы и особенности технологии нанесения покрытий

категория	Инструменты с покрытием PVD	Инструменты с покрытием CVD
Полное имя	Физическое осаждение паров	Химическое осаждение из паровой фазы
принцип	Материал мишени испаряется физическими методами (такими как испарение и распыление), в результате чего на поверхности подложки образуется тонкая пленка.	Газовый прекурсор разлагается при высокой температуре в результате химической реакции, и покрытие осаждается на поверхности подложки.
Условия процесса	Температура: 150-500° С. Вакуумная среда: от 10 ⁻² до 10 ⁻⁴ Па. Типичные процессы: магнетронное распыление, дуговой разряд.	Температура: 600-1100° С. Атмосфера: низкое или нормальное давление. Типичные процессы: термическое CVD, плазменное CVD
Лакокрасочные материалы	Тин , TiAlN , CrN , DLC (алмазоподобный углерод), AlCrN, TiCN и т.д.	TiC , TiN , Al2O3, TiCN , многослойные композитные покрытия (такие как TiN /Al2O3/ TiC).
Толщина покрытия	15 мкм , тонкий и однородный, подходит для прецизионной обработки.	520 мкм , толстое покрытие, подходит для интенсивной резки.

2. Эксплуатационные характеристики

производительность	Инструменты с покрытием PVD	Инструменты с покрытием CVD
твердость	HV 2000-3500 (TiAlN достигает HV 3300), износостойкость в 25 раз лучше, чем у подложки.	HV 1800-2500 (Al2O3 около HV 2000), износостойкость в 37 раз лучше, чем у подложки.
трение коэффициент	0,080,3 (DLC минимум 0,080,15), уменьшает прилипание стружки.	0,2-0,5, что немного выше, чем PVD, подходит для высоконагруженной резки.
Температурная стойкость	600-900°C (TiAlN может достигать 900°C), подходит для высокоскоростной сухой резки.	800-1100°C (Al2O3 может достигать 1100°C), подходит для резки при высоких температурах и больших нагрузках.
Адгезия	Средний (3070 Н, царапающий тест), подходит для	Высокая (50100 Н), подходит для условий сильных

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

	условий низкой нагрузки.	ударов и больших нагрузок.
поверхность качество	Шероховатость поверхности Ra 0,050,2 мкм , острая режущая кромка, пригодна для чистовой обработки.	Шероховатость поверхности Ra 0,10,4 мкм , покрытие более толстое, пригодное для черновой обработки.
Матрица Влияние	Низкотемпературный процесс, свойства подложки остаются неизменными, подходит для подложек из цементированного карбида, CBN, PCD.	Высокотемпературный процесс может привести к снижению прочности матрицы и подходит для твердосплавных подложек.

3. Влияние геометрических параметров

Покрытие оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики геометрических параметров инструмента (такие как передний угол, задний угол и радиус режущей кромки) и должно быть оптимизировано в соответствии с характеристиками процесса.

Геометрические параметры	Инструменты с покрытием PVD	Инструменты с покрытием CVD
Передний угол	5°20°, тонкое покрытие сохраняет остроту режущей кромки, положительный передний угол (10°20°) подходит для мягких материалов (например, алюминиевого сплава).	0°15 °, толстое покрытие слегка притупляет режущую кромку, небольшой передний угол (0°10°) подходит для твердых материалов (например, закаленной стали).
Задний угол	5°15°, покрытие с низким коэффициентом трения (например, DLC) обеспечивает большой угол наклона (10°15°), снижая теплоту трения.	5°12°, меньший задний угол (5°8°) увеличивает прочность кромки и подходит для резки с большими нагрузками.
Радиус режущей кромки	0,005-0,05 мм, тонкое покрытие подходит для суперфинишной обработки (0,005-0,01 мм).	0,02-0,1 мм, толстое покрытие подходит для черновой обработки (0,05-0,1 мм).
Угол наклона спирали	30°45°, подходит для высокоскоростной обработки, хорошая равномерность покрытия.	25°40°, толстые покрытия требуют оптимизированной режущей кромки для обеспечения отвода стружки.
Радиус вершины инструмента	0,10,8 мм, малый радиус для чистовой обработки (0,10,2 мм), отличное качество поверхности.	0,21,2 мм, большой радиус для черновой обработки (0,81,2 мм), высокая прочность.
Наклон режущей кромки	5° на 5°, тонкое покрытие допускает положительный наклон (3°5°), подходит для тонкостенных деталей.	0°3°, толстые покрытия предпочитают небольшие углы наклона для защиты режущей кромки.

4. Сценарии применения

категория	Инструменты с покрытием PVD	Инструменты с покрытием CVD
Типичные применения	Фреза и сверло: высокоскоростная обработка нержавеющей стали, титанового сплава и алюминиевого сплава.	Токарные инструменты и фрезы: тяжелая резка чугуна, стали и закаленной стали.
	Микроинструмент: финишная обработка электронных компонентов и медицинских приборов. Покрытие инструмента PCD/CBN: обработка композитных материалов и	Обработка пресс-форм : грубая обработка штамповочных и вытяжных пресс-форм . Тяжелые инструменты: обработка

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

	закаленной стали.	коленчатых валов и шестерен автомобилей.
Преимущества применения	с шероховатостью поверхности Ra 0,050,2 мкм , подходит для финишной обработки. Низкотемпературный процесс, стабильная производительность матрицы. Низкое трение, подходит для сухой резки, эффективность увеличена на 2030%.	Толстое покрытие, устойчивое к высоким температурам и ударам, подходит для резки с большой нагрузкой. Высокая адгезия, срок службы в 37 раз больше, чем у подложки. Подходит для влажной резки, эффективность увеличена на 1525%.
Случаи применения	Фрезерование авиационного титанового сплава: покрытие TiAlN , срок службы увеличен в 3 раза, качество поверхности Ra 0,1 мкм . Электронная обработка чипов: покрытие DLC увеличивает срок службы инструмента в 4 раза.	Токарная обработка автомобильного чугуна: покрытие Al2O3/ TiC , срок службы увеличен в 5 раз, скорость резания увеличена на 20%. Обработка закаленной стали: покрытие TiN /Al2O3, термостойкость до 1100°C.

5. Сравнение преимуществ и недостатков

категория	Инструменты с покрытием PVD	Инструменты с покрытием CVD
преимущество	Тонкое покрытие, острая режущая кромка, подходит для суперфинишной обработки. Низкотемпературный процесс, подходит для различных субстратов (карбид, CBN, PCD). Низкий коэффициент трения (DLC 0,080,15), снижает адгезию, подходит для высокоскоростной сухой резки.	Толстое покрытие, высокая термостойкость и ударопрочность, подходит для черновой обработки с большими нагрузками. Высокая адгезия (50100 Н) и сильные противоотслаивающие свойства. Многослойные композитные покрытия (например, TiN /Al2O3) обладают превосходной термостойкостью (1100°C).
недостаток	Покрытие тоньше (15 мкм) , а его износостойкость немного ниже, чем у CVD, что делает его пригодным для условий низкой и средней нагрузки. Адгезия низкая (3070 Н) и может отслаиваться при сильном ударе.	Высокотемпературная обработка (600-1100°C) может снизить прочность матрицы. Покрытие толще, а режущая кромка слегка тупая, что не подходит для суперфинишной обработки. Шероховатость поверхности относительно высокая (Ra 0,10,4 мкм).

6. Тенденции развития

категория	Инструменты с покрытием PVD	Инструменты с покрытием CVD
Тенденции развития технологий	Многослойное нанопокртытие: чередование TiAlN / AlCrN , твердость HV 4000, срок службы увеличен на 30%. Низкотемпературный процесс PVD: температура снижена до 100°C, подходит для большего количества подложек. Самосмазывающееся покрытие: композит DLC/графен, коэффициент трения снижен до 0,05.	Многослойный композит на микронном уровне: оптимизация толщины TiN /Al2O3/ TiC , термостойкость 1200°C, срок службы увеличен на 20%. Низкотемпературное CVD: температура падает до 400-600°C, что снижает повреждение подложки. Экологически чистое CVD: нетоксичный прекурсор, снижает загрязнение.
Направление	Области высокоскоростной, сухой и точной обработки	В областях тяжелой, влажной и грубой обработки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

рынка	(например, авиация и электроника) стимулируют разработку покрытий с низким коэффициентом трения и сверхтонких покрытий.	(например, в автомобилестроении и производстве пресс-форм) основное внимание уделяется толстым покрытиям и оптимизации характеристик при высоких температурах.

7. Заключение

Инструменты с покрытиями PVD и CVD значительно улучшают производительность инструментов из твердого сплава или сверхтвердого материала за счет различных технологий осаждения. Покрытия PVD подходят для высокоскоростной сухой отделки (например, авиационных титановых сплавов и электронных компонентов) с тонкими и острыми покрытиями (15 мкм) , низкими коэффициентами трения (0,08-0,3) и низкотемпературными процессами; покрытия CVD подходят для тяжелой черновой обработки (например, автомобильного чугуна и закаленной стали) с толстыми покрытиями (520 мкм) , высокой адгезией (50-100 Н) и превосходной термостойкостью (1100 °C). С точки зрения геометрических параметров , PVD поддерживает более острые режущие кромки (радиус 0,005-0,05 мм), в то время как CVD подходит для более прочных режущих кромок (радиус 0,02-0,1 мм). В будущем наномногослойные покрытия, низкотемпературные процессы и экологически чистые технологии будут способствовать прорыву в эффективности, долговечности и экологичности производства в обоих направлениях, предоставляя разнообразные решения для высокоточной и высоконагруженной обработки.

приложение:

Технология цементированного карбида и сверхтвердых материалов

Благодаря высокой твердости, износостойкости и стойкости к высоким температурам, твердые сплавы и сверхтвердые материалы имеют важные применения в промышленном производстве, резке, горнодобывающей промышленности и точной обработке. В этой статье систематически сравниваются твердые сплавы и сверхтвердые материалы с точки зрения определения и состава, эксплуатационных характеристик, геометрических параметров, сценариев применения, а также преимуществ и недостатков, что дает справочную информацию для выбора материала.

1. Определение и состав твердых сплавов и сверхтвердых материалов

категория	Твердый сплав	Сверхтвердые материалы
определение	Композитный материал с карбидом (например, карбидом вольфрама) в качестве твердой фазы и металлом (например, кобальтом, никелем) в качестве связующей фазы, полученный методом порошковой металлургии.	Чрезвычайно твердые материалы, в первую очередь алмаз (природный или синтетический) и кубический нитрид бора (КНБ), используемые в моно- или поликристаллической форме.
Элемент	Твердая фаза: карбид вольфрама (WC, 85% мас. %), может содержать карбид титана (TiC), карбид тантала (TaC). Связующая фаза: кобальт (Co, 5-12 мас. %) или никель (Ni, 5-10 мас. %). Добавки: хром (Cr), ванадий (V), молибден (Mo).	Алмаз: Структура ковалентной сети атомов углерода, монокристаллическая или поликристаллическая (например, PCD). CBN: Алмазоподобная структура атомов бора и азота, монокристаллическая или поликристаллическая (например, PCBN). Матрица: Кобальтовая, никель, керамическая или карбидная матрица.
подготовка	Порошковая металлургия (смешивание, прессование, спекание), горячее изостатическое прессование (ГИП) для повышения плотности.	Процессы высокого давления и высокой температуры (HPHT), химического осаждения из паровой фазы (CVD) или спекания.

2. Эксплуатационные характеристики твердых сплавов и сверхтвердых материалов

производительность	Твердый сплав	Сверхтвердые материалы
твердость	HRA 8892 (HV 1400-1800), выше обычной стали (HRC 2040).	Бриллиант: HV 800010000; КНБ: HV 40005000
прочность	Вязкость разрушения составляет 6,09,0 МПа·м ^{1/2} , и он обладает высокой устойчивостью к росту трещин.	Вязкость разрушения 4,07,0 МПа·м ^{1/2} (PCD ниже, PCBN немного выше), относительно хрупкий.
Износостойкость	Скорость износа: 0,0080,015 мм ³ / Н·м (ASTM G65), срок службы в 515 раз превышает срок службы обычных материалов.	Скорость износа составляет 0,0010,005 мм ³ / Н·м , что в 210 раз больше, чем у твердого сплава.
Температурная стойкость	Диапазон рабочих температур от 20°C до 800°C, составы покрытий (например, TiAlN) к	Алмаз: температура окисления около 700°C; КНБ: устойчив к воздействию 1200-1400°C, пригоден для

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

	выдерживают 1000°C.	высокотемпературной резки.
Коррозионная стойкость	Нейтральная или слабокислая (pH 49) скорость коррозии <0,05 мм/год, формула на основе никеля устойчива к pH 210.	Алмаз: устойчив к pH 114; CBN: немного менее устойчив к кислотам, но лучше, чем цементированный карбид.
плотность	14,015,0 г/см^3, тяжелее, подходит для применений с высокой жесткостью.	Алмаз: 3,5 г/см^3; КНБ: 3,4-3,5 г/см^3, легкий, подходит для высокоскоростной обработки.

3. Геометрические параметры твердых сплавов и сверхтвердых материалов (на примере режущего инструмента)

Геометрические параметры твердого сплава и сверхтвердых материалов имеют решающее значение при проектировании инструмента и должны быть оптимизированы в соответствии с обрабатываемыми материалами и условиями работы.

Геометрические параметры	Твердосплавные инструменты	Инструменты из сверхтвердых материалов (PCD/PCBN)
Передний угол	0°20° (15°20° для мягких материалов, 0°5° или отрицательный передний угол для твердых материалов).	PCD: 5°10° (цветной металл); PCBN: от 5° до 0° (твердая сталь).
Задний угол	5°15° (10°15° для чистовой обработки, 5°8° для черновой обработки).	5°10°, меньший задний угол увеличивает прочность режущей кромки.
Радиус режущей кромки	0,010,1 мм (0,010,03 мм для чистовой обработки, 0,050,1 мм для черновой обработки).	0,005-0,05 мм (суперфинишная обработка 0,005-0,01 мм).
Угол наклона спирали	30°45° (высокоскоростная обработка 40°45°).	25°35°, приоритет отдается жесткости инструмента.
Радиус вершины инструмента	0,21,2 мм (0,20,4 мм для чистовой обработки, 0,81,2 мм для черновой обработки).	0,10,8 мм (0,10,2 мм для чистовой обработки).
Наклон режущей кромки	5° на 5° (3° на 5° для тонкостенных деталей).	0°3°, небольшой угол наклона для защиты режущей кромки.

4. Сферы применения твердых сплавов и сверхтвердых материалов

категория	Твердый сплав	Сверхтвердые материалы
Типичные применения	Инструменты: фрезы, токарные резцы, сверла (обработка стали, нержавеющей стали, чугуна). Штампы: штамповочные, волочильные (автозапчасти). Шаровидные зубья: зубья-ковырялки, проходческие зубья (шахты, тоннели). Насадки: пескоструйные, распылительные.	Инструменты PCD: алюминиевый сплав, композитные материалы, обработка древесины. Инструменты PCBN: закаленная сталь, обработка чугуна. Алмазные шлифовальные круги: керамика, шлифование кремниевых пластин. Буровые коронки: геологоразведка, разработка морского дна.
Преимущества применения	Высокая прочность, ударопрочность, умеренная стоимость, подходит для общих условий обработки и ударных нагрузок.	Чрезвычайно высокая твердость, суперфинишная обработка, превосходное качество поверхности (Ra 0,050,2 мкм) , длительный срок службы.
Случаи	Проточка коленчатого вала автомобиля: срок службы	Фрезерование авиационных композитных материалов:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

применения	300-1500 часов, повышение эффективности на 20%. Резец для добычи угля: срок службы 500-2000 часов.	шероховатость поверхности Ra 0,1 мкм . Обработка зубчатых колес из закаленной стали: срок службы увеличен в 510 раз .

5. Сравнение преимуществ и недостатков твердого сплава и сверхтвердых материалов

категория	Твердый сплав	Сверхтвердые материалы
преимущество	Высокая прочность (стойкость к разрушению 6,09,0 МПа·м ^{1/2}), сильная ударопрочность. Умеренная стоимость, подходит для массового производства. Покрытие (например, TiN , DLC) может улучшить износостойкость и термостойкость.	Чрезвычайно высокая твердость (HV 4000-10000), подходит для обработки сверхтвердых материалов. Отличная износостойкость, срок службы в 210 раз больше, чем у твердого сплава. CBN устойчив к высоким температурам (1200-1400°C), подходит для сухой резки.
недостаток	Твердость ниже, чем у сверхтвердых материалов, и не подходит для обработки сверхтвердых материалов. Связующая фаза размягчается при высоких температурах и имеет ограниченную термостойкость (800-1000°C).	Низкая прочность, легко ломается, требует станков с высокой жесткостью. Высокая стоимость (в 520 раз выше, чем у твердого сплава). Алмаз не подходит для обработки материалов на основе железа (легко науглероживается).

6. Тенденции развития твердых сплавов и сверхтвердых материалов

категория	Твердый сплав	Сверхтвердые материалы
Тенденции развития технологий	Нанокристаллическая технология: размер зерна 0,10,2 мкм , твердость HRA 9294, прочность увеличена на 20%. Твердый сплав без кобальта: экологичность, снижение себестоимости на 1015%. Оптимизированные с помощью ИИ геометрические параметры: погрешность <5%, эффективность увеличена на 15% .	Композитные материалы: PCD/PCBN и керамический композит, прочность увеличена на 40%. Нано-CVD покрытие: толщина 0,52 мкм , стоимость снижена на 20%. 3D-печать: сложная геометрическая точность ±0,001 мм, цикл сокращен на 30%.
Направление рынка	В условиях сохраняющегося доминирования общих технологических процессов и ударных условий труда (например, горнодобывающая промышленность и изготовление пресс-форм) экологичное производство стимулирует исследования и разработки нетоксичных связующих фаз.	Сверхточная обработка и обработка материалов высокой твердости (например, в авиации и электронике), а также оптимизация затрат расширят сферу применения.

Твердый сплав и сверхтвердые материалы хорошо дополняют друг друга в промышленных применениях. Твердый сплав подходит для общей резки, изготовления пресс-форм и ударных условий благодаря своей высокой прочности и экономической эффективности; сверхтвердые материалы подходят для ультрафинишной обработки и резки материалов высокой твердости благодаря своей чрезвычайно высокой твердости и износостойкости. С точки зрения геометрических параметров инструменты из твердого сплава (например, передний угол 0°20°) фокусируются на балансе между прочностью и эффективностью, в то время как инструменты из сверхтвердых материалов (например, радиус режущей кромки

0,0050,05 мм) подчеркивают точность и долговечность. В будущем нанотехнологии, композитные материалы и интеллектуальный дизайн будут способствовать прорывам в эффективности, сроке службы и экологических характеристиках обоих, обеспечивая поддержку высокоточного и высокоэффективного производства.

приложение:

Геометрические параметры и оптимизация твердосплавного инструмента

Твердосплавные режущие инструменты широко используются в машиностроении, аэрокосмической промышленности, автомобилестроении, обработке пресс-форм и других областях благодаря своей высокой твердости, износостойкости и высокой термостойкости. Геометрические параметры режущих инструментов напрямую влияют на производительность резки, качество поверхности и срок службы. В этой статье подробно рассматриваются основные геометрические параметры твердосплавных режущих инструментов и стратегии их оптимизации для повышения эффективности обработки и долговечности инструмента.

1. Основные геометрические параметры твердосплавного инструмента

Геометрические параметры твердосплавных инструментов включают следующие ключевые элементы, каждый из которых должен быть точно спроектирован в соответствии с обрабатываемым материалом, условиями резания и сценариями применения.

Угол наклона

Определение: Угол между передней поверхностью и базовой поверхностью инструмента, который влияет на силу резания и сход стружки.

Типичный диапазон: от 0° до 20° (положительный передний угол для мягких материалов, отрицательный передний угол для твердых материалов).

Функция: Положительный передний угол снижает усилие резания и подходит для мягких материалов, таких как алюминиевый сплав и медь; отрицательный передний угол повышает прочность инструмента и подходит для твердых материалов, таких как сталь и нержавеющей сталь.

Угол наклона

Определение: Угол между задней поверхностью и плоскостью резания, который уменьшает трение между инструментом и заготовкой.

Типичный диапазон: от 5° до 15° .

Функция: Соответствующий задний угол снижает тепло, выделяемое при трении, и улучшает качество поверхности; слишком большой задний угол может ослабить прочность лезвия.

Радиус режущей кромки

Определение: Радиус дуги режущей кромки влияет на прочность и качество поверхности инструмента.

Типичный диапазон: 0,01–0,1 мм (малый радиус для точной обработки, большой радиус для черновой обработки).

Функция: Малый радиус улучшает остроту реза и подходит для чистовой обработки; большой радиус повышает устойчивость инструмента к сколам и подходит для резки с

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

большими нагрузками.

Угол наклона спирали

Определение: Угол наклона винтовой линии режущей кромки фрезы или сверла вдоль оси, влияющий на отвод стружки.

Типичный диапазон: от 30° до 45° (большие углы наклона винтовой линии для высокоскоростной обработки).

Функция: Большой угол наклона спирали улучшает отвод стружки и подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов; малый угол наклона спирали увеличивает жесткость инструмента и подходит для обработки твердого сплава.

Радиус носа

Определение: Радиус вершины токарного или фрезерного резца, влияющий на качество поверхности и срок службы инструмента.

Типичный диапазон: 0,2–1,2 мм (малый радиус для чистовой обработки, большой радиус для черновой обработки).

Функция: Малый радиус улучшает качество обработки поверхности; большой радиус увеличивает срок службы инструмента и подходит для резки с высокой подачей.

Угол наклона режущей кромки

Определение: Угол наклона между режущей кромкой и поверхностью заготовки влияет на направление схода стружки и направление силы резания.

Типичный диапазон: от 5° до 5°.

Функция: Положительный наклон отводит стружку от заготовки и подходит для обработки тонкостенных деталей; отрицательный наклон повышает устойчивость лезвия и подходит для твердых материалов.

2. Стратегия оптимизации параметров геометрии твердосплавного инструмента

Оптимизация геометрических параметров требует комплексного рассмотрения обрабатываемых материалов, скорости резания, скорости подачи и производительности станка для достижения эффективной резки, превосходного качества поверхности и длительного срока службы. Ниже приведены ключевые стратегии оптимизации:

Оптимизируйте углы наклона и зазора в зависимости от обрабатываемого материала.

Мягкие материалы (например, алюминиевые сплавы)

Большой положительный передний угол (15°-20°) и большой задний угол (10°-15°) снижают силу резания, улучшают отвод стружки и уменьшают наростообразование на режущей кромке.

Твердые материалы (например, закаленная сталь)

Используйте небольшой передний угол (0°-5° или отрицательный передний угол) и небольшой задний угол (5°-8°) для повышения прочности лезвия и предотвращения сколов

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

кромки.

Оптимизационный кейс

При обработке титанового сплава передний угол $8^{\circ}12'$ в сочетании с задним углом 10° позволяет сбалансировать силу резания и срок службы инструмента, увеличивая эффективность на 15–20%.

Отрегулируйте радиус кромки, чтобы сбалансировать остроту и прочность.

отделка

Радиус режущей кромки составляет 0,010,03 мм, что обеспечивает шероховатость поверхности Ra 0,10,4 мкм, что подходит для обработки авиационных деталей.

черновая обработка

Радиус режущей кромки составляет 0,050,1 мм, что повышает ударопрочность и подходит для обработки пресс-форм в тяжелых условиях.

Оптимизационный кейс

При обработке электронных компонентов радиус режущей кромки 0,02 мм позволяет улучшить качество поверхности на 30% и продлить срок службы инструмента на 10%.

Оптимизированный угол наклона спирали для улучшенного отвода стружки

Высокоскоростная обработка

Угол наклона спирали составляет $40^{\circ}45'$, что снижает скопление стружки и подходит для обработки нержавеющей стали и сплавов на основе никеля.

Обработка высокой жесткости

Угол наклона винтовой линии составляет $25^{\circ}30'$, что увеличивает прочность инструмента и подходит для обработки твердосплавных или керамических материалов.

Оптимизационный кейс

При фрезеровании титанового сплава угол наклона спирали 42° позволяет снизить налипание стружки и повысить эффективность обработки на 25%.

Выберите правильный радиус вершины инструмента

отделка

Радиус дуги составляет 0,20,4 мм, что снижает шероховатость поверхности и подходит для полировки поверхности формы.

черновая обработка

Радиус дуги составляет 0,81,2 мм, что повышает долговечность инструмента и подходит для обработки коленчатых валов автомобилей.

Оптимизационный кейс

При точении нержавеющей стали радиус дуги 0,4 мм позволяет снизить шероховатость поверхности на 20% и продлить срок службы инструмента на 15%.

Оптимизируйте наклон режущей кромки в соответствии с условиями резания

Обработка тонкостенных деталей

Положительный угол наклона $3^{\circ}5'$ отводит стружку от заготовки, снижая вибрацию и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка твердых материалов

Оптимизационный кейс

Применение современных покрытий и оптимизация микрогеометрии

Повышенная износостойкость и термостойкость, термостойкость может достигать 1000-1200°C, а срок службы увеличивается в 23 раза.

посредством лазерной обработки для уменьшения образования микросколов, что делает его пригодным для сверхточной обработки.

TiAlN в сочетании с микродуговой режущей кромкой толщиной 0,008 мм увеличивает срок службы инструмента на 40% при обработке жаропрочных сплавов.

Тип инструмента	Типичные геометрические параметры	Сценарий применения	Эффект оптимизации
Фреза	Передний угол 10°15°, задний угол 10°, угол наклона винтовой линии 40°, радиус режущей кромки 0,02 мм	Фрезерование авиационного алюминиевого сплава	Эффективность увеличена на 20%, шероховатость поверхности Ra 0,2 мкм
токарный инструмент	Передний угол 5°10°, задний угол 8°, радиус вершины 0,4 мм, угол наклона 0°	Токарная обработка нержавеющей стали для автомобилей	Срок службы инструмента увеличился на 25%, а силы резания снизились на 15%
сверлить	Передний угол 8°, задний угол 12°, угол наклона винтовой линии 35°, радиус режущей кромки 0,03 мм	Сверление отверстий в электронных платах	Точность отверстий $\pm 0,005$ мм, срок службы увеличен на 30%
Точные инструменты	Передний угол 12°, задний угол 10°, радиус вершины 0,2 мм, радиус режущей кромки 0,01 мм	Обработка медицинских имплантатов	Качество поверхности улучшилось на 40%, а стабильность обработки повысилась

Геометрические параметры твердосплавных инструментов (такие как передний угол, задний угол, радиус режущей кромки, угол наклона винтовой линии, радиус вершины инструмента,

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

第 48 页 共 392 页

угол наклона режущей кромки) являются основными факторами, определяющими производительность резания и срок службы инструмента. Оптимизируя геометрические параметры для обработки материалов и условий работы в сочетании с усовершенствованными покрытиями и микрогеометрией, можно значительно улучшить эффективность обработки (2050%), качество поверхности (Ra 0,10,4 мкм) и срок службы инструмента (515 раз) .

В будущем, благодаря использованию искусственного интеллекта для моделирования процесса резания и адаптивного геометрического проектирования, твердосплавные инструменты будут и дальше соответствовать требованиям высокоточной и высокоэффективной обработки и обеспечивать надежную поддержку промышленного производства.

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

приложение:

Твердосплавные токарные инструменты

Твердосплавные токарные инструменты являются наиболее основными и широко используемыми режущими инструментами в области механической обработки. Благодаря своей превосходной твердости, износостойкости и прочности они играют ключевую роль в токарной обработке. Эти инструменты выполняют различные задачи обработки, такие как внешние окружности, внутренние отверстия, торцевые поверхности, ступени, резьбы и сложные контуры посредством высокоскоростного вращения заготовки и осевого или радиального движения подачи инструмента. Они являются ключевым оборудованием для достижения высокоточного и высокоэффективного производства. Твердосплавные токарные инструменты основаны на карбиде вольфрама (WC) с добавлением кобальта (Co) в качестве связующей фазы и спечены посредством порошковой металлургии. Распространенные марки включают YG6 (содержащий 94% вольфрама и кобальта, умеренная твердость и высокая прочность), YG8 (содержащий 92% вольфрама и кобальта, более высокая прочность), YT15 (содержащий карбид титана, высокая термостойкость) и YT30 (высокая термостойкость и износостойкость). Эти комбинации материалов позволяют им адаптироваться к различным потребностям от грубой обработки до тонкой обработки. Инструменты имеют различные формы, включая интегральную структуру карбида, сварные лезвия из карбида или конструкции со сменными лезвиями. Корпус инструмента обычно изготавливается из высокопрочной стали или карбида для обеспечения жесткости и устойчивости.

1. Проектирование и оптимизация геометрии

Геометрические параметры твердосплавных токарных инструментов являются основой оптимизации их производительности. Передний угол (5° - $15^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$) напрямую влияет на силу резания и образование стружки. 8° - 10° обычно используется для обработки стали и чугуна для баланса прочности и эффективности резания, в то время как 12° - 15° используется для цветных металлов и композитных материалов для снижения сопротивления резанию; задний угол (6° - 12°) контролирует контакт между задней поверхностью инструмента и заготовкой. 6° - 8° подходит для твердых материалов (например, закаленной стали), а 10° - 12° подходит для мягких материалов (например, алюминиевого сплава); вторичный задний угол (1° - 3°) и фаска режущей кромки (0,1-0,2 мм) значительно улучшают способность противостоять скалыванию и ударам за счет уменьшения точек концентрации напряжений, особенно при прерывистой резке. Конструкция хвостовика инструмента ориентирована на жесткость и подавление вибрации, и обычно используются прямоугольные или круглые поперечные сечения. Некоторые высококласные токарные инструменты интегрируют канавки для снижения вибрации или демпфирующие материалы для снижения влияния резонанса. Для обработки глубоких отверстий или длинной оси некоторые токарные инструменты имеют конструкцию с углом наклона спирали (30° - 45°) для повышения эффективности отвода стружки. Процесс оптимизации геометрии часто сочетается с конечно-элементным анализом (FEA) и технологией моделирования для обеспечения стабильности инструмента в различных рабочих условиях. Кроме того, конструкция канавки для отвода стружки инструмента (глубина 1-3 мм) оптимизирует поток стружки и предотвращает засорение,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

особенно при обработке с высокой скоростью подачи.

2. Покрытие и обработка поверхности

Технология нанесения покрытий является ключевым звеном в повышении производительности токарных инструментов из твердого сплава. Покрытия PVD (физическое осаждение из паровой фазы), такие как TiN (золотисто-желтый, толщина 2-5 мкм) и TiCN (серо-черный, толщина 3-6 мкм), обеспечивают первичную износостойкость и антиадгезию, подходят для низкоскоростной резки и обработки мягких материалов; покрытия CVD (химическое осаждение из паровой фазы), такие как Al₂O₃ (белый, толщина 5-15 мкм) и TiAlN (фиолетово-черный, толщина 10-25 мкм ± 0,1 мкм), обладают термостойкостью до 1000 °C и высокой стойкостью к окислению и особенно подходят для высокоскоростной резки и высокотемпературных условий работы (например, стали и титанового сплава). Многослойные структуры покрытия (например, TiN + Al₂O₃ + TiCN) объединяют преимущества различных покрытий для дальнейшего улучшения износостойкости, термостойкости и антиадгезионных характеристик. Обработка поверхности включает механическую полировку (Ra < 0,2 мкм) для уменьшения адгезии стружки, электролитическую полировку или лазерное микротекстурирование для формирования микросмазочной структуры и снижения коэффициента трения. Кроме того, некоторые токарные инструменты используют нанопокртия (например, нано TiAlN, зерна < 50 нм) или градиентные покрытия (твердость постепенно изменяется от поверхности к внутренней части) для повышения локальной износостойкости и прочности, что особенно подходит для сверхточной обработки. Испытание адгезии покрытия (например, испытание на царапины, критическая нагрузка > 70 Н) обеспечивает долговременную стабильность.

3. Технические характеристики и производительность

Скорость резки

100-500 м/мин (±10 м/мин), диапазон обработки стали и чугуна составляет 100-300 м/мин, цветные металлы и алюминиевые сплавы могут достигать 300-500 м/мин. Конкретные параметры необходимо корректировать в зависимости от твердости материала и производительности станка.

Твердость

HV 1800-2200, серия YT (например, YT15, YT30) может достигать HV 2200-2300 благодаря содержанию карбида титана, что подходит для деталей высокой твердости (например, закаленная сталь HV 500-700).

Вязкость разрушения

12–18 МПа·м^{1/2}, серия YG (например, YG6, YG8) имеет более высокую прочность благодаря более высокому содержанию кобальта (6–8 %) и подходит для прерывистых режущих или ударных нагрузок.

Износостойкость

< 0,05 мм³/Н·м, что хорошо работает в непокрытом состоянии. После покрытия его можно снизить до < 0,03 мм³/Н·м, что значительно продлевает срок службы.

Теплостойкость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

До 1000°C (улучшенное покрытие CVD), подходит для высокотемпературной резки, например, титановых сплавов и сплавов на основе никеля.

Точность

<0,01 мм ($\pm 0,001$ мм), что соответствует высоким требованиям точности обработки прецизионных деталей и пресс-форм (например, колец подшипников, валов-шестерен).

4. Требования к обработке и заявки

Данные по резке

Скорость резания при обработке стали составляет 200-400 м/мин, подача 0,1-0,3 мм/об, глубина резания 1-5 мм; скорость резания при обработке титановых сплавов составляет 50-150 м/мин, подача 0,05-0,2 мм/об, глубина резания 0,5-2 мм; скорость резания при обработке алюминиевых сплавов составляет 300-500 м/мин, подача 0,2-0,4 мм/об, глубина резания 1-4 мм.

Метод охлаждения

Сухая резка подходит для чугуна, что снижает затраты на охлаждающую жидкость; мокрая резка (с использованием охлаждающей жидкости на основе эмульсии или масла) подходит для стали и титановых сплавов, уменьшая термическое повреждение; высокоскоростная обработка (например, алюминиевых сплавов) требует охлаждения под высоким давлением (10–20 бар) для повышения эффективности удаления стружки.

Сценарии применения :

Автомобильная промышленность

Обработка коленчатых валов, распределительных валов, шатунов и трансмиссионных валов требует высокой точности (<0,01 мм) и длительного срока службы (>15 часов), поэтому обычно используются покрытия YT15 и TiAlN.

Изготовление пресс-форм

Для прецизионной токарной обработки полостей пресс-форм, штамповочных форм и пластиковых форм требуется высокое качество поверхности ($R_a < 0,4$ мкм) и сложная обработка контуров. Выбраны покрытия YG8 и Al_2O_3 .

Авиационные детали

Обработка внешнего кольца из титанового сплава, деталей из алюминиевого сплава и компонентов из магниевого сплава требует высокой термостойкости (800°C) и антиадгезионных свойств, для чего используется покрытие YW1 и многослойное покрытие.

Общее машиностроение

Для обработки валов, втулок и фланцев, подходит для общего класса YG6.

Энергетическое оборудование

Для обработки валов турбин и деталей компрессоров, требующих высокой термостойкости и коррозионной стойкости, выбирают покрытия YT30 и CrN.

5. Проблемы и решения

Нарезанный край

Резка стали и нержавеющей стали может произойти. Решения включают конструкцию с большим передним углом ($>10^\circ$), покрытия с низким коэффициентом трения (например, MoS

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2) или прерывистую резку.

Накопление тепла

Резка титановых сплавов и жаропрочных сплавов является обычным делом, требующим эффективного охлаждения (например, струйного охлаждения) или снижения скорости резки, а также использования жаропрочных покрытий (например, TiAlN).

скол края

Если причиной является прерывистая резка или твердая заготовка (например, отверстия в чугуне), для повышения долговечности используются высокопрочные марки (например, YG8) и пассивация кромок (R 0,1–0,15 мм).

Качество поверхности

В процессе чистовой обработки часто возникают следы вибрации, поэтому необходимо оптимизировать скорость подачи (<0,1 мм/об) и использовать держатель инструмента высокой жесткости.

Износ инструмента

Детали высокой твердости (например, закаленная сталь) изнашиваются быстрее и требуют регулярной заточки или использования износостойких покрытий (например, алмазных).

6. Оптимизация и тенденции развития

Структурная оптимизация

Интегрированные внутренние каналы для подачи СОЖ снижают накопление тепла, индексированные пластины обеспечивают легкую замену и контроль затрат, а демпфирующие хвостовики (с демпфирующим материалом) снижают вибрацию.

Инновации в области материалов

Нанокарбид (размер зерна <0,5 мкм) повышает твердость и прочность, а градиентная конструкция материала (высокая твердость поверхности и высокая внутренняя прочность) улучшает прочность кромки.

Разумный

Встроенные датчики отслеживают износ, температуру и вибрацию, а алгоритмы искусственного интеллекта позволяют оптимизировать параметры резки в режиме реального времени, например, динамически регулировать скорость подачи и глубину резки.

Технология производства

3D-печать (селективное лазерное плавление SLM) позволяет создавать сложные конструкции корпусов инструментов (например, встроенные каналы охлаждения) для удовлетворения индивидуальных потребностей в авиационной и медицинской областях; технология лазерного напыления позволяет ремонтировать изношенные инструменты.

Экологические тенденции

Разработать покрытия для сухой резки (например, покрытия на основе графенового композита) для сокращения расхода охлаждающей жидкости, а также пригодные для вторичной переработки инструментальные материалы для снижения воздействия на окружающую среду.

Составная функция

Некоторые токарные инструменты оснащены функцией ультразвуковой вибрации для

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

снижения силы резания и нагрева, что особенно подходит для труднообрабатываемых материалов.

7. Срок службы и обслуживание

Срок службы инструмента зависит от параметров резки, материала заготовки и условий использования, средний срок службы составляет 10-20 часов (± 1 час), около 15 часов для обработки стали и около 10 часов для титанового сплава. Техническое обслуживание включает регулярную заточку (с использованием алмазных шлифовальных кругов, погрешность угла $<0,5^\circ$), ремонт покрытия (повторное покрытие PVD) и предварительную настройку инструмента (лазерное измерение, погрешность $<0,005$ мм) для обеспечения долгосрочной стабильности. По окончании срока службы инструмент может быть переработан и использован повторно, а вольфрамовые и кобальтовые материалы переплавляются обратно в печь, что соответствует требованиям устойчивого развития.

8. Отраслевые стандарты и сертификация

Твердосплавные токарные инструменты должны соответствовать стандартам ISO (например, классификации ISO 513) и национальным стандартам (например, GB/T 2073-2013), а сертификация включает сертификацию безопасности CE и экологическую сертификацию RoHS. При необходимости, подробные технические руководства могут быть предоставлены производителям CTIA GROUP (CTIA), Sandvik, Kennametal и Mitsubishi для руководства по выбору и использованию.

9. Подробная классификация

Твердосплавные токарные инструменты можно разделить на следующие категории в зависимости от типа обработки, материала заготовки и сценария использования. Каждый тип инструмента имеет свои особенности в конструкции и применении:

Внешний токарный инструмент

В основном используется для обработки наружной поверхности заготовок, таких как валы и цилиндрические детали. Лезвие инструмента спроектировано как однолезвийное или двухлезвийное, с передним углом 8° - 12° и задним углом 6° - 10° . Выбраны марки YG6 и YT15, а фаска кромки составляет 0,1-0,15 мм для повышения ударопрочности. Покрытие PVD (например, TiN, толщина 3-5 мкм) улучшает износостойкость. Скорость резания 150-400 м/мин, скорость подачи 0,1-0,3 мм/об, глубина резания 1-5 мм, срок службы 12-20 часов, точность $<0,01$ мм, широко используется в автомобильных коленчатых валах, шпинделях станков и трансмиссионных валах.

Внутренний токарный инструмент

Инструмент предназначен для обработки внутренних поверхностей и отверстий, имеет тонкий хвостовик (диаметром 5-20 мм, длиной 50-200 мм), передний угол 10° - 15° для снижения сопротивления резанию, задний угол 8° - 12° и использует марки YG8 и YT30. Покрытие CVD (например, Al₂O₃, толщина 10-20 мкм) повышает термостойкость. Скорость резания 100-300 м/мин, скорость подачи 0,05-0,2 мм/об, глубина резания 0,5-2 мм, срок службы 10-18 часов, точность $<0,005$ мм, подходит для обработки внутренних отверстий

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

гидроцилиндров, внутренних колец подшипников и прецизионных втулок.

Концевой токарный инструмент

Используется для обработки торцов и ступеней заготовок, ширина лезвия 10-50 мм, передний угол 5° - 10° для обеспечения прочности, задний угол 6° - 8° , покрытие YG6 и Al_2O_3 , пассивация кромок (R 0,1 мм) для повышения долговечности. Скорость резания 200-500 м/мин, скорость подачи 0,2-0,4 мм/об, глубина резания 1-6 мм, срок службы 15-25 часов, точность < 0,01 мм, обычно используется при обработке торцов фланцев, дисковых деталей и корпусов насосов.

Инструмент для нарезания резьбы

Предназначен для обработки внутренних и внешних резьб, лезвие имеет треугольную или трапециевидную режущую кромку, передний угол 5° - 8° для снижения силы резания, задний угол 6° - 10° , используются покрытия YT15 и TiCN. Геометрия лезвия подбирается в соответствии с шагом (0,5-5 мм). Скорость резания 50-200 м/мин, скорость подачи 0,05-0,15 мм/об, глубина резания 0,5-2 мм, срок службы 10-15 часов, точность < 0,01 мм, широко используется при изготовлении гаек, винтов и трубных соединений.

Режущий инструмент

Используется для резки заготовок или обработки сегментов, лезвие спроектировано как узкое лезвие (ширина 2-5 мм), передний угол составляет 0° - 5° для повышения прочности, задний угол составляет 6° - 10° , выбраны покрытия YG8 и TiN, а лезвие оснащено боковой опорной конструкцией. Скорость резки 100-300 м/мин, скорость подачи 0,1-0,2 мм/об, глубина резки 2-5 мм, срок службы 8-12 часов, точность < 0,02 мм, подходит для резки прутков, сегментации труб и резки пластин.

Формовочный токарный инструмент

Обработка сложных контуров и некруглых поверхностей, лезвие настраивается в соответствии с формой заготовки (например, эллипс, кулачок), передний угол составляет 5° - 15° , задний угол составляет 6° - 12° , выбираются YW1 и многослойное покрытие (например, $TiN+Al_2O_3$), а лезвие полируется (Ra < 0,1 мкм) для улучшения качества поверхности. Скорость резания 100-400 м/мин, скорость подачи 0,05-0,2 мм/об, глубина резания 0,5-3 мм, срок службы 10-18 часов, точность < 0,01 мм, обычно используется в кулачковых валах, изогнутых формах и деталях некруглого поперечного сечения.

Инструмент для черновой токарной обработки

Упор на удаление излишков и повышение эффективности, прочное лезвие, передний угол 5° - 8° , задний угол 6° - 8° , выбраны YG8 и YT30, утолщение лезвия (2-3 мм) для повышения ударопрочности, покрытие CVD (например, TiAlN, толщина 15-25 мкм) для повышения износостойкости. Скорость резания 100-250 м/мин, скорость подачи 0,3-0,6 мм/об, глубина резания 2-10 мм, срок службы 10-15 часов, подходит для грубой обработки чугунных заготовок и стали.

Инструмент для точной токарной обработки

Фокус на качестве поверхности и точности размеров, острое лезвие, передний угол 10° - 15° , задний угол 8° - 12° , использование покрытия YT15 и TiAlN, слегка пассивированная кромка лезвия (R 0,05-0,1 мм) для уменьшения следов вибрации. Скорость резания 200-500 м/мин, скорость подачи 0,05-0,1 мм/об, глубина резания 0,1-1 мм, срок службы 15-25 часов, точность

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

<0,005 мм, широко используется для отделки колец подшипников, валов шестерен и прецизионных валов.

10. Отбор и сопоставление

Токарные инструменты должны учитывать материал заготовки, тип обработки и возможности станка. Например, для черновой обработки стали выбирайте черновые токарные инструменты YG8, а для чистовой обработки выбирайте чистовые токарные инструменты YT15; для обработки титанового сплава выбирайте внешние цилиндрические токарные инструменты YW1 с покрытием TiAlN ; для обработки алюминиевого сплава выбирайте формовочные токарные инструменты YG6, чтобы уменьшить застревание инструмента. Жесткость шпинделя станка (>500 Нм) и точность системы подачи (<0,01 мм/об) напрямую влияют на производительность инструмента и должны быть согласованы для использования.

Твердосплавные токарные инструменты играют важную роль в современном производстве благодаря своей универсальности и высокой производительности. Их конструкция и применение должны выбираться в соответствии с материалом заготовки (например, сталь, чугун, титановый сплав) и требованиями к обработке (например, точность и скорость), в сочетании с покрытием, оптимизацией геометрии и технологией охлаждения для продления срока службы и повышения эффективности.

Обзор типов твердосплавных токарных инструментов

Тип инструмента	Угол наклон а (°)	Угол наклон а (°)	Применимы й Бренд	Тип покрыти я	Скорост ь резки (м/мин)	Скорост ь подачи (мм/об)	Глубин а реза а (мм)	жизн ь Час	Точност ь (мм)	Типичные применения
Внешний токарный инструмент	8-12	6-10	YG6, YT15	Тин (3-5 мкм)	150-400	0,1-0,3	1-5	12-20	<0,01	Коленчатый вал, Главный вал , Приводной вал
Внутренний токарный инструмент	10-15	8-12	YG8, YT30	Al ₂ O ₃ (10-20 мкм)	100-300	0,05-0,2	0,5-2	10-18	<0,005	Гидравлический цилиндр, внутреннее кольцо подшипника
Концевой токарный инструмент	5-10	6-8	YG6	Al ₂ O ₃	200-500	0,2-0,4	1-6	15-25	<0,01	Фланец, детали диска, корпус насоса
Инструмент для нарезания резьбы	5-8	6-10	YT15	TiCN	50-200	0,05-0,15	0,5-2	10-15	<0,01	Гайки, винты, фитинги для труб
Режущий инструмент	0-5	6-10	YG8	Тин	100-300	0,1-0,2	2-5	8-12	<0,02	Резка прутков, сегментация труб,

Тип инструмента	Угол наклона (°)	Угол наклона (°)	Применимый Бренд	Тип покрытия	Скорость резки (м/мин)	Скорость подачи (мм/об)	Глубина резки (мм)	жизнь Час	Точность (мм)	Типичные применения
										резка пластин
Формовочный токарный инструмент	5-15	6-12	YW1	TiN + Al ₂ O ₃	100-400	0,05-0,2	0,5-3	10-18	<0,01	Распределительные валы, изогнутые формы, некруглые детали
Инструмент для черновой токарной обработки	5-8	6-8	YG8, YT30	TiAlN (15-25 мкм)	100-250	0,3-0,6	2-10	10-15	-	Чугунные заготовки, стальная черновая обработка
Инструмент для точной токарной обработки	10-15	8-12	YT15	TiAlN	200-500	0,05-0,1	0,1-1	15-25	<0,005	Кольца подшипников, валы-шестерни, прецизионные валы

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение:

ИСО 513:2012

Классификация и применение инструментов из твердых материалов и с твердым покрытием

Классификация и применение твердых режущих материалов для обработки металлов резанием с определенными режущими кромками — Обозначение основных групп и групп применения

1 Область применения

1.1 Настоящий международный стандарт устанавливает классификацию и применение твердых режущих материалов, включая карбиды, керамику, алмаз и нитрид бора, для обработки металлов с определенными режущими

кромками, а также устанавливает области их применения. 1.2 Настоящий стандарт распространяется на обработку путем удаления стружки и не предназначен для других применений, таких как горнодобывающие и другие ударные инструменты, волочильные матрицы, инструменты, работающие путем деформации металла, и контактные наконечники компараторов.

1.3 Настоящий стандарт предназначен для предоставления пользователю руководства по выбору твердых режущих материалов и для указания их основных категорий и групп применения в соответствии с материалами заготовки и условиями обработки.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы упоминаются в настоящем стандарте и, следовательно, являются нормативными ссылками. Их последующие редакции или поправки не применимы к настоящему стандарту, если не указано иное. Рекомендуется получать последние версии этих документов с официального сайта ISO.

ISO 3002-1:1984, Основные величины при резании и шлифовании. Часть 1. Геометрия активной части режущих инструментов. Общие термины, системы отсчета, углы инструмента и рабочие углы, стружколомы

ISO 1832:2017, Сменные пластины для режущих инструментов. Обозначение

ISO 23601:2009, Идентификация безопасности. Знаки плана эвакуации и выхода из него

3 Термины и определения

Для понимания настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Твердые режущие материалы

относятся к материалам с высокой твердостью (обычно превышающей HV 1500) и износостойкостью, используемым для операций по резанию металлов, включая твердый сплав, керамику, алмаз и кубический нитрид бора (cBN).

3.2 Удаление стружки

процесс удаления материала с поверхности заготовки посредством взаимодействия режущего инструмента с заготовкой, обычно с участием определенной режущей кромки.

3.3 Основные группы

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

Категории твердых режущих материалов на основе состава материала и эксплуатационных характеристик, например, P (сталь), M (нержавеющая сталь), K (чугун) и т. д. 3.4 **Группы применения**

Подгруппы твердых режущих материалов для определенных материалов заготовки и условий обработки, используемые для выбора инструмента.

4 Символы и сокращения

P : Сталь и ее литая сталь

M : Нержавеющая сталь и жаропрочные сплавы

K : Чугун

N : Цветной металл

S : Труднообрабатываемые материалы (например, титановые сплавы, жаропрочные сплавы)

H : Закаленная сталь (твердость > 50 HRC)

cBN : Кубический нитрид бора

PVD : физическое осаждение из паровой фазы

CVD : химическое осаждение из паровой фазы

5 Классификация твёрдых режущих материалов

5.1 Основные категории

Твердые режущие материалы классифицируются по следующим основным категориям в зависимости от их состава и пригодности:

Твердые сплавы : На основе карбида вольфрама (WC) в качестве связующего вещества добавляется кобальт (Co), а для повышения производительности могут добавляться **карбиды, такие как TiC и TaC** .

Керамика : в том числе оксид алюминия (Al_2O_3) и нитрид кремния (Si_3N_4) , подходит для высокоскоростной резки.

Алмаз : натуральный или искусственный, подходит для цветных металлов и композитных материалов.

Кубический нитрид бора (cBN) : Подходит для стали высокой твердости и труднообрабатываемых материалов.

5.2 Группы применения

В зависимости от материала заготовки и условий обработки группы применения твердых режущих материалов следующие:

Группа P : Подходит для стали и ее литья, скорость резки 100-400 м/мин.

Группа M : Подходит для нержавеющей стали и жаропрочных сплавов, скорость резки 50-200 м/мин.

Группа K : Подходит для чугуна, скорость резания 150-500 м/мин.

Группа N : Подходит для алюминия, меди и их сплавов, скорость резки 200-1000 м/мин.

Группа S : Подходит для титановых сплавов и жаропрочных сплавов, скорость резания 20-100 м/мин.

Группа H : Подходит для закаленной стали (твердость > 50 HRC), скорость резания 50-150 м/мин.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.3 Классификация покрытий

Покрытие PVD : включая TiN , TiCN , AlTiN толщиной 2–10 мкм подходит для общей резки.

Покрытие CVD : включает TiN + Al₂O₃ + TiCN , толщина 5-20 мкм , подходит для условий высоких температур.

6 Руководство по применению

6.1 Принципы отбора

Выберите соответствующую группу применения в зависимости от материала заготовки, например, группа P подходит для стали, а группа N — для алюминиевого сплава.

Покрытие и геометрия выбираются в зависимости от вида обработки (черновая, чистовая).

Учитывая производительность станка и условия охлаждения, для продления срока службы инструмента рекомендуется использовать мокрую резку или охлаждение под высоким давлением .

6.2 Рекомендации по параметрам обработки

Скорость резки : регулируется в зависимости от материала и типа инструмента, в диапазоне от 20 до 1000 м/мин.

Скорость подачи : 0,05-0,5 мм/об, регулируется в зависимости от диаметра отверстия или требований к поверхности.

Глубина резания : 0,1-5 мм, в зависимости от точности обработки и прочности инструмента.

6.3 Ограничения

Избегайте использования материалов, указанных в настоящем стандарте, в операциях, не связанных с удалением стружки.

Для высоких ударных нагрузок рекомендуются марки с высокой прочностью (например, YG10).

7 Маркировка и идентификация

7.1 Идентификация твердых режущих материалов должна включать категорию материала, группу применения и тип покрытия, например:

P30 TiAlN : обозначает группу P, серию YT, покрытие TiAlN .

K20 CVD : обозначает группу K, серию YG, покрытие CVD.

7.2 Логотип должен быть четко напечатан на поверхности инструмента или упаковке в соответствии со стандартами ISO 1832.

8 Приложение (информационное)

Приложение А: Сравнение свойств твердых режущих материалов

Тип материала	Твёрдость (HV)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1/2})	Теплостойкость (°C)	Типичные применения
Твердый сплав	1500-2000	10-20	800-1000	Общая резка
керамика	1800-2500	3-8	1200	Высокоскоростная резка

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

Тип материала	Твёрдость (HV)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1/2})	Теплостойкость (°C)	Типичные применения
Алмазный	8000-10000	5-10	600	Цветные металлы
БнБ	4000-5000	6-12	1200	Закаленная сталь

Приложение В: Таблица соответствия групп применения и материалов заготовок

Группа приложений	Примеры материалов обрабатываемых деталей	Рекомендуемая скорость резания (м/мин)
П	Углеродистая сталь, легированная сталь	100-400
М	Нержавеющая сталь, жаропрочная сталь	50-200
К	Серый чугун, ковкий чугун	150-500
Н	Алюминий, медь, латунь	200-1000
С	Титановый сплав, сплав на основе никеля	20-100
ЧАС	Закаленная сталь (50-65 HRC)	50-150

9 Информация о публикации

Дата выпуска : 2012-11-05

Дата подтверждения : 2018-01-15 (текущая версия действительна)

Номер международного стандарта : ISO 513:2012

Технический комитет : ISO/TC 29/SC 9 — Инструменты с определенными режущими кромками

Код ICS : 25.100.01 (Режущие инструменты в целом)

проиллюстрировать

Вышеприведенная версия является смоделированной версией, основанной на структуре ISO 513:2012 и ключевой информации, упомянутой в результатах поиска (такой как классификация, группа применения, тип покрытия и т. д.). Поскольку официальный полный текст недоступен, я предположил некоторые технические детали (такие как диапазон твердости, параметры резания) и сослался на отраслевую практику инструментов из твердого сплава. Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст ISO 513:2012, чтобы обеспечить полноту и точность.

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

приложение:

ГБ/Т 2073-2013

Твердосплавные токарные инструменты Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 "Руководящие принципы стандартизации. Часть 1: Структура и правила составления стандартов". Настоящий стандарт заменяет GB/T 2073-1998 "Твердосплавные токарные инструменты". По сравнению с GB/T 2073-1998 основные технические изменения заключаются в следующем:

Обновлена классификация материалов и требования к эксплуатационным характеристикам твердосплавных токарных инструментов;

Повышенные требования к технологии нанесения покрытий;

Скорректированные допуски размеров и стандарты качества поверхности;

Соответствующее содержание защиты окружающей среды и переработки дополнено.

Этот стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации режущих инструментов (SAC/TC 207). Разработчиками этого стандарта являются: Китайская ассоциация станкостроительной промышленности, Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. и Chengdu Tool Research Institute. Основными разработчиками этого стандарта являются:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает классификацию, требования к материалам, технические условия, методы испытаний, маркировку, упаковку, транспортировку и хранение токарных инструментов из твердого сплава.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на токарные инструменты из твердого сплава, такие как инструменты для наружной токарной обработки, инструменты для токарной обработки внутренних отверстий, отрезные токарные инструменты и инструменты для токарной обработки резьбы, которые используются для резки металла. 1.3 Настоящий стандарт не распространяется на токарные инструменты специального назначения (например, токарные инструменты для неметаллических материалов) или токарные инструменты, изготовленные не из твердого сплава.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 191-2008, Графическая маркировка для упаковки, хранения и транспортировки GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

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 5319-2017, Геометрические параметры и углы токарных инструментов
ISO 513:2012, Классификация и применение твердых материалов и режущих инструментов
с твердым покрытием

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Твердосплавные токарные инструменты

изготавливаются из карбида вольфрама (WC) в качестве основы с кобальтом (Co) или другими карбидами (такими как TiC, TaC) добавляются и спекаются, и используются для токарной обработки.

3.2 Покрытые токарные инструменты - это токарные инструменты с покрытиями PVD или CVD (например, TiN, TiAlN), нанесенный на основу из твердого сплава, для повышения износостойкости и термостойкости.

3.3 Геометрические параметры

включают передний угол, задний угол, угол наклона кромки и т. д., которые влияют на производительность резания и качество поверхности.

4 категории

4.1 Классификация по назначению:

Наружный токарный инструмент : используется для обработки наружных цилиндрических поверхностей.

Внутренний токарный инструмент : используется для обработки внутренней поверхности отверстия.

Отрезной инструмент : используется для резки или разделения заготовок.

Резьбонарезной инструмент : используется для обработки резьбовой поверхности.

4.2 Классификация по структуре:

Интегральный тип : режущая головка и корпус режущего инструмента выполнены как единое целое.

Тип сварки : режущая головка и корпус режущего инструмента соединены сваркой.

Сменный тип : имеет конструкцию со сменными лезвиями.

5 Технические требования

5.1 Требования к материалам

Марки твердого сплава должны соответствовать положениям GB/T 2072-2006. Обычно используются марки YG6 (твердость HV 1800-1900), YT15 (твердость HV 1900-2000) и YW2 (твердость HV 1800-2100).

Диапазон содержания кобальта: 4%-12%, регулируется в зависимости от использования.

5.2 Геометрические параметры

Передний угол: от 0° до 15° (регулируется в зависимости от материала заготовки).

Угол наклона: от 6° до 12°.

Угол наклона лезвия: от -5° до 5°.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Конкретные параметры см. в GB/T 5319-2017.

5.3 Требования к покрытию

Тип покрытия: PVD (TiN , TiCN , AlTiN , толщина 2-10 мкм) или CVD (TiN + Al₂O₃ , толщина 5-20 мкм) .

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.
поверхности : Ra $\leq 0,2$ мкм .

5.4 Размеры и допуски

Допуск длины резака: $\pm 0,5$ мм.

Допуск ширины лезвия: $\pm 0,2$ мм.

Соответствует стандарту точности IT6 GB/T 1800.1-2009.

5.5 Требования к производительности

Скорость резки: 50-400 м/мин (в зависимости от материала) .

Износостойкость: $< 0,03$ мм³/Н· м.

Термостойкость: до 1000°C (усиленное покрытие).

6 Методы испытаний

6.1 Испытание на твердость проводят

в соответствии с Приложением А GB/T 2072-2006 с использованием твердомера по Виккерсу не менее чем с тремя контрольными точками, и берут среднее значение.

6.2 Испытание на адгезию покрытия проводят

в соответствии с Приложением В GB/T 5319-2017 с использованием царапающего прибора и регистрируют критическую нагрузку. 6.3 Испытание на режущую способность проводят на

стандартном образце (сталь 45 #), и регистрируют срок службы резания (≥ 15 ч).

7 правил осмотра

7.1 5% каждой партии продукции должны быть отобраны (не менее 3 штук).

7.2 Элементы контроля включают размер, твердость, адгезию покрытия и производительность резки. 7.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия должна быть отбракована.

8 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

8.1 Логотип

На поверхности инструмента должна быть указана марка (например, YG6), размер и дата производства, например: YG6-20×150-20230619.

На упаковочной коробке должны быть прикреплены схемы хранения и транспортировки в соответствии с GB/T 191-2008.

8.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, поместите в деревянный ящик или картон.

8.3 Транспортировка и хранение

Избегайте высоких температур ($> 50^{\circ}\text{C}$) и влажности.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Срок хранения — 2 года, по истечении срока требуется повторная проверка.

9 Приложение (информационное)

Приложение А: Сравнение характеристик твердосплавного токарного инструмента

Бренд	Твёрдость (HV)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1/2})	Теплостойкость (°C)	Типичные применения
YG6	1800-1900	15-18	800	Алюминиевый сплав, чугун
YT15	1900-2000	12-15	1000	Сталь
YW2	1800-2100	14-17	900	Титановый сплав, сталь

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/об)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-200	0,1-0,3	1-3
Алюминиевый сплав	200-400	0,2-0,5	2-5
чугун	150-300	0,1-0,4	1-4

10. Информация о публикации

Дата выпуска : 2013-06-19

Дата вступления в силу : 2014-01-01

Национальный стандарт № : GB/T 2073-2013

Технический комитет : SAC/TC 207 - Национальный технический комитет по стандартизации инструментов

Код ICS : 25.100.10 (Токарные инструменты)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является версией моделирования, основанной на структуре GB/T 2073-2013 и отраслевой практике токарных инструментов из цементированного карбида. Некоторые технические детали (такие как диапазон твердости, параметры резания) предполагаются, и делается ссылка на аналогичные национальные стандарты (такие как GB/T 2072-2006) и ISO 513: 2012, с целью поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст GB/T 2073-2013 для обеспечения полноты и точности.

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

приложение:

GB/T 1800.1-2009

Допуски и посадки Часть 1:

Основные принципы и связанные с ними термины зон толерантности

Допуски и посадки

— Часть 1: Принципы зон допусков и связанные с ними термины

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 "Руководящие принципы по стандартизации. Часть 1: Структура и правила составления стандартов". Настоящий стандарт заменяет GB/T 1800.1-1998 "Основные принципы и связанные с ними термины допусков и зон допусков посадки". По сравнению с GB/T 1800.1-1998 основные технические изменения заключаются в следующем:

Обновлена классификация и методика расчета полей допусков;

Дополнено руководство по применению полей допусков в современных производственных технологиях;

Определения терминов были скорректированы для соответствия международным стандартам (таким как ISO 286-1).

Этот стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации машиностроения (SAC/TC 5). Разработчиками этого стандарта являются: Китайская федерация машиностроительной промышленности, Школа машиностроения, Университет Цинхуа и Пекинский научно-исследовательский институт станкостроения. Основными разработчиками этого стандарта являются:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает основные принципы полей допусков в допусках и посадках, включая определение, классификацию, метод маркировки и связанные с ними термины полей допусков.

1.2 Настоящий стандарт применяется к формулированию и применению размерных допусков в машиностроении, охватывая поля допусков линейных и угловых размеров. 1.3 Настоящий стандарт не применяется к конкретным требованиям шероховатости поверхности, допуска формы или допуска положения. Соответствующее содержание см. в GB/T 1182 и GB/T 131.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 1.1-2009, Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов

GB/T 1182-2008, Метод маркировки допусков формы и положения

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 131-2006, Основные термины, типы и классы допусков для пределов и посадок
ISO 286-1:2010, Геометрические характеристики изделий (GPS) — Геометрические допуски
— Допуски формы, ориентации, расположения и биения — Часть 1: Общие положения, определения, символы, указания на чертежах

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Допуск

Диапазон допустимых отклонений размеров, то есть разница между максимальным предельным размером и минимальным предельным размером. 3.2 **Зона допуска**

Геометрическая область в пределах заданного диапазона допуска, где допускается изменение размеров, определяемая классом допуска и основным отклонением. 3.3 **Основное отклонение**

Отклонение, близкое к центральной линии зоны допуска, которое определяет направление и амплитуду отклонения зоны допуска. 3.4 **Класс допуска**

Указывает уровень размера допуска, от IT01 (чрезвычайно высокая точность) до IT18 (низкая точность), всего 18 уровней. 3.5 **Посадка**

Соотношение между зонами допуска двух сопряженных деталей, включая посадку с зазором, переходную посадку и посадку с натягом.

4 Символы и сокращения

IT : Международная степень допуска

h : Отклонение опорной точки отверстия (ниже нулевой линии)

js : Зона допуска отклонений отсутствует

g : Отклонение стороны зазора

k : Отклонение стороны помехи

H : Верхний предел зоны допуска отверстия

P : Верхний предел зоны допуска вала

5 основных принципов зоны толерантности

5.1 Определение поля допуска

Поле допуска — геометрическая область, определяемая основным размером, основным отклонением и классом допуска, которая используется для контроля точности обработки деталей. 5.2 **Классификация полей допуска**

Зона допуска отверстия : основана на номинальном размере отверстия , обозначена как H, Js и т. д.

Зона допуска вала : основана на номинальном размере вала , обозначается как h, k и т. д.

Поле допуска разделено на 28 типов (от A до ZC) в соответствии с основным отклонением. Подробности см. в Приложении A.

5.3 Класс допуска

Он разделен на IT01, IT0, IT1 – IT18, а значения показаны в таблице 1.

Связь между классом IT и значением допуска следующая: значение допуска = коэффициент

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

класса IT × функция базового размера.

5.4 Метод маркировки

Поле допуска обозначается буквой основного отклонения и номером класса допуска, например, 20H7, 25g6.

Знак должен быть размещен рядом с размерной маркировкой в соответствии с GB/T 1182-2008.

6 Технические требования

6.1 Расчет величины допуска

Величина допуска определяется на основе основного размера и класса допуска. Формула имеет вид:

Значение IT = $a \times D^b$ (где D — базовая размерность, а и b — эмпирические коэффициенты, см. Таблицу 1).

6.2 Базовое отклонение

Основное отклонение отверстия равно нулю или отрицательно (H, Js).

Основное отклонение вала может быть положительным или отрицательным (h, k, g).

7 Приложение (Нормативное)

Приложение А: Класс допуска и значение допуска

Степень допуска	Основной размерный ряд (мм)	Значение допуска (мкм)
IT6	18-30	16
IT7	18-30	25
IT8	18-30	40
IT9	18-30	63

Приложение В: Основная таблица отклонений

Символ отклонения	Основное отклонение (мкм)	Область применения
ЧАС	0	Область допуска отверстия
час	0	Зона допуска вала
г	+9 (18-30 мм)	Зазор подходит
к	-10 (18-30 мм)	Посадка с натягом

8 правил осмотра

8.1 Контроль допусков размеров должен проводиться в соответствии с GB/T 1182-2008 с использованием штангенциркуля или микрометра.

8.2 Погрешность измерения отклонения поля допуска не должна превышать 10%.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Информация о зоне допуска должна быть указана на упаковке продукта, например, 20H7, в соответствии с GB/T 191-2008.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую упаковку и помещайте в картонные коробки или деревянные ящики.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать попадания прямых солнечных лучей и влаги, хранить при температуре 0-40°C.

10. Информация о публикации

Дата выпуска : 2009-12-15

Дата вступления в силу : 2010-07-01

Национальный стандарт № : GB/T 1800.1-2009

Технический комитет : SAC/TC 5 — Национальный технический комитет по стандартизации машиностроения

Код ICS : 17.040.10 (Пределы и посадки)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является смоделированной версией, основанной на отраслевой практике структуры, допуска и соответствия GB/T 1800.1-2009. Поскольку официальный полный текст недоступен, мы предполагаем некоторые технические детали (такие как значения допусков, таблицы отклонений) и ссылаемся на соответствующее содержание стандартов серии ISO 286-1:2010 и GB/T. Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст GB/T 1800.1-2009 для обеспечения полноты и точности.

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

приложение:

ГБ/Т 2072-2006

Технические характеристики твердого сплава

Технические условия на твердые сплавы

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 "Руководящие принципы стандартизации. Часть 1: Структура и правила составления стандартов". Настоящий стандарт заменяет GB/T 2072-1994 "Технические условия для твердого сплава". По сравнению с GB/T 2072-1994 основные технические изменения заключаются в следующем:

Обновлены классификация и требования к эксплуатационным характеристикам твердого сплава;

Повышенны требования к технологии нанесения покрытий;

Скорректированы методы обнаружения и правила проверки;

Соответствующее содержание защиты окружающей среды и переработки дополнено.

Этот стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Разработчиками этого стандарта являются: Китайская ассоциация станкостроительной промышленности, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd. и Сианьский институт металлов. Основными разработчиками этого стандарта являются:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает классификацию, требования к материалам, технические условия, методы испытаний, правила контроля, маркировку, упаковку, транспортирование и хранение твердого сплава.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на изделия из твердого сплава, используемые для режущих инструментов, форм и износостойких деталей, включая, но не ограничиваясь материалами для токарных инструментов, фрез и протяжек.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на твердый сплав, не предназначенный для режущих целей (например, горнодобывающий инструмент), или материалы, полученные нестандартными процессами спекания.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 1.1-2009, Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов

GB/T 2073-2013, Твердосплавные токарные инструменты

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 5319-2017, Геометрические параметры и углы токарных инструментов
ISO 513:2012, Классификация и применение твердых материалов и режущих инструментов
с твердым покрытием

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Твердый сплав

— многофазный материал, полученный путем спекания карбида вольфрама (WC) с кобальтом (Co) или другими карбидами (например,

TiC , TaC) с помощью порошковой металлургии. 3.2 Покрытый твердый сплав представляет собой материал с покрытием PVD или CVD (например,

TiN , TiAlN), нанесенный на подложку из твердого сплава для повышения износостойкости и термостойкости.

3.3 Плотность после спекания — это масса

на единицу объема твердого сплава после спекания, отражающая его плотность.

4 категории

4.1 Классификация по составу материала:

Серия YG : вольфрамово-кобальтовый тип (WC-Co), подходит для обработки чугуна и цветных металлов.

Серия YT : вольфрам-титан-кобальт (WC- TiC -Co), подходит для обработки стали.

Серия YW : вольфрам-титан-тантал (ниобий)-кобальт (WC- TiC-TaC / NbC -Co), подходит для сложных условий работы.

4.2 Классификация по применению:

Твердый сплав для режущих инструментов.

Твердый сплав для форм и износостойких деталей.

5 Технические требования

5.1 Химический состав

Содержание карбида вольфрама (WC): 85%-95%.

Содержание кобальта (Co): 4%-12%, регулируется в зависимости от марки.

Дополнительное добавление TiC , TaC , Содержание NbC : 0%-10%.

5.2 Физические свойства

Твердость : HV 1500-2200 (в зависимости от марки).

Плотность : 12,5-15,0 г/см³ .

Вязкость разрушения : 10-20 МПа·м^{1/2} .

5.3 Требования к покрытию

Тип покрытия: PVD (TiN , TiCN , толщина 2-10 мкм) или CVD (TiN + Al₂O₃ , толщина 5-20 мкм) .

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

поверхности : Ra $\leq 0,2$ мкм .

5.4 Допуски размеров

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

Допуск по толщине: $\pm 0,1$ мм.
Допуск по ширине: $\pm 0,2$ мм.
Соответствует стандарту точности IT7 GB/T 1800.1-2009.

6 Методы испытаний

6.1 Испытание на твердость

проводят в соответствии с GB/T 4340.1 с использованием твердомера по Виккерсу не менее чем с 5 контрольными точками и берут среднее значение.

6.2 Испытание на плотность

проводят в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием метода Архимеда.

6.3 Испытание на адгезию покрытия проводят

в соответствии с Приложением В GB/T 5319-2017 с использованием царапающего прибора и регистрацией критической нагрузки.

7 правил осмотра

7.1 От каждой партии продукции отбирают 5% образцов (не менее 3 штук).

7.2 Элементами контроля являются химический состав, твердость, плотность и адгезия покрытия. 7.3 Уровень брака должен быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

8 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

8.1 Логотип

На поверхности изделия должны быть указаны номер марки (например, YG6), размер и дата производства, например: YG6-10×50-20250619.

На упаковочной коробке должны быть прикреплены схемы хранения и транспортировки в соответствии с GB/T 191-2008.

8.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, поместите в деревянный ящик или картон.

8.3 Транспортировка и хранение

Избегайте высоких температур ($>50^{\circ}\text{C}$) и влажности.

Срок хранения — 2 года, по истечении срока требуется повторная проверка.

9 Приложение (информационное)

Приложение А: Сравнение характеристик марок твердого сплава

Бренд	Твёрдость (HV)	Плотность (г/см ³)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1/2})	Типичные применения
YG6	1800-1900	14,8-15,0	15-18	Чугун, цветные металлы
YT15	1900-2000	11,5-12,0	12-15	Сталь
YW2	1800-2100	12.0-13.0	14-17	Титановый сплав,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Бренд	Твёрдость (HV)	Плотность (г/см³)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1/2})	Типичные применения
				сталь

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/об)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-200	0,1-0,3	1-3
чугун	150-300	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-400	0,2-0,5	2-5

10. Информация о публикации

Дата выпуска : 2006-12-30
Дата реализации : 2007-07-01
Национальный стандарт № : GB/T 2072-2006
Технический комитет : SAC/TC 207 - Национальный технический комитет по стандартизации инструментов
Код ICS : 25.100.01 (Режущие инструменты в целом)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является смоделированной версией, основанной на структуре GB/T 2072-2006 и отраслевой практике твердого сплава. Поскольку официальный полный текст недоступен, некоторые технические детали (такие как диапазон твердости, параметры резания) здесь предполагаются, и делается ссылка на аналогичные национальные стандарты (такие как GB/T 2073-2013) и ISO 513:2012. Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст GB/T 2072-2006, чтобы гарантировать полноту и точность.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение:

ГБ/Т 5319-2017

Параметры геометрии и углы токарного инструмента

Геометрические параметры и углы токарных резцов

Предисловие

Настоящий стандарт разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 «Руководящие принципы стандартизации. Часть 1: Структура и правила составления стандартов». Настоящий стандарт заменяет GB/T 5319-1998 «Геометрические параметры и углы токарных резцов». По сравнению с GB/T 5319-1998 основные технические изменения заключаются в следующем:

Актуализирована классификация и рекомендуемые значения геометрических параметров токарного инструмента;

Добавлены рекомендации по регулировке угла в современных методах резки;

Скорректированы методы измерений и правила контроля;

Дополняются специальные требования к твердосплавным токарным инструментам.

Этот стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Разработчиками этого стандарта являются: Китайская федерация машиностроения, Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. и Chengdu Tool Research Institute. Основными разработчиками этого стандарта являются:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает определение, классификацию, рекомендуемые значения, методы измерения и правила проверки геометрических параметров и углов токарных инструментов.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на твердосплавные токарные инструменты, такие как наружные токарные инструменты, внутренние токарные инструменты, отрезные токарные инструменты и резбotoкарные инструменты, охватывая их основные геометрические параметры и углы. 1.3 Настоящий стандарт не распространяется на геометрические параметры нережущих инструментов или токарных инструментов специального назначения.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 1.1-2009, Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

GB/T 2073-2013, Твердосплавные токарные инструменты

ISO 3002-1:1984, Основные величины при резании и шлифовании. Часть 1. Геометрия

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

активной части режущих инструментов. Общие термины, системы отсчета, углы инструмента и рабочие углы, стружколомы

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Геометрия инструмента

относится к характеристикам формы и размера режущей части инструмента, включая передний угол, задний угол, угол наклона режущей кромки и т. д.

3.2 Передний угол

Угол между передней поверхностью режущей кромки и плоскостью, перпендикулярной направлению скорости резания, который влияет на силу резания и образование стружки.

3.3 Задний угол

Угол между задней поверхностью режущей кромки и поверхностью заготовки, который влияет на долговечность инструмента и качество поверхности.

4 Символы и сокращения

γ : Угол наклона

α : Угол наклона

λ : Угол наклона

κ_r : Угол въезда

WC : Карбид вольфрама

5. Параметры геометрии токарного инструмента и углы

5.1 Основные геометрические параметры

Передний угол (γ) : от 0° до 20° , регулируется в зависимости от материала заготовки.

Угол наклона (α) : от 6° до 15° для обеспечения плавной резки.

Передний угол (λ) : от -5° до 5° , влияет на сход стружки.

Главный передний угол (κ_r) : варьируется от 45° до 90° и определяет ширину реза.

5.2 Рекомендуемые значения

Обработка стали : $\gamma = 5^\circ-10^\circ$, $\alpha = 6^\circ-10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $\kappa_r = 75^\circ-90^\circ$.

Обработка чугуна : $\gamma = 0^\circ-5^\circ$, $\alpha = 8^\circ-12^\circ$, $\lambda = -5^\circ$, $\kappa_r = 60^\circ-75^\circ$.

Обработка алюминиевых сплавов : $\gamma = 15^\circ-20^\circ$, $\alpha = 10^\circ-15^\circ$, $\lambda = 5^\circ$, $\kappa_r = 45^\circ-60^\circ$.

5.3 Особые требования

Передний угол твердосплавных токарных инструментов можно регулировать в зависимости от характеристик покрытия. Рекомендуемый γ для токарных инструментов с покрытием увеличивается на $2^\circ-5^\circ$.

Скошенная кромка (0,1–0,3 мм) подходит для прерывистой резки и повышает устойчивость к сколам.

6 Методы измерения

6.1 Измерение угла

В соответствии с Приложением В GB/T 2073-2013 используйте инструмент для измерения угла с точностью $\pm 0,5^\circ$.

6.2 Измерение фаски кромки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

В соответствии с ISO 3002-1 используйте микроскоп с погрешностью $\pm 0,05$ мм. 6.3

Проверка геометрических параметров

Проведите испытания на резку на стандартных образцах и запишите морфологию стружки и шероховатость поверхности.

7 правил осмотра

7.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

7.2 Элементы контроля включают передний угол, задний угол, угол наклона режущей кромки и главный угол отклонения. 7.3 Отклонение угла $\leq 1^\circ$, в противном случае изделие отбраковывается.

8 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

8.1 Логотип

Геометрические параметры (например, $\gamma 10^\circ \alpha 8^\circ$) должны быть обозначены на поверхности изделия в соответствии с GB/T 191-2008.

Упаковочная коробка должна быть промаркирована значками хранения и транспортировки.

8.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, поместите в деревянный ящик или картон.

8.3 Транспортировка и хранение

Избегайте высоких температур ($>50^\circ\text{C}$) и влажности.

Срок хранения — 2 года, по истечении срока требуется повторная проверка.

9 Приложение (информационное)

Приложение А: Таблица соответствия геометрических параметров и материалов заготовки

Материал заготовки	Угол наклона (γ)	Угол наклона (α)	Угол наклона лезвия (λ)	Главный угол отклонения (κ)
Сталь	$5^\circ-10^\circ$	$6^\circ-10^\circ$	0°	$75^\circ-90^\circ$
чугун	$0^\circ-5^\circ$	$8^\circ-12^\circ$	-5°	$60^\circ-75^\circ$
Алюминиевый сплав	$15^\circ-20^\circ$	$10^\circ-15^\circ$	5°	$45^\circ-60^\circ$

Приложение В: Условия испытания на резку

Материал образца: сталь 45#

Скорость резки: 150 м/мин

Скорость подачи: 0,2 мм/об

Глубина реза: 2 мм

10. Информация о публикации

Дата выпуска : 29.12.2017

Дата вступления в силу : 2018-07-01

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

Национальный стандарт № : GB/T 5319-2017

Технический комитет : SAC/TC 207 - Национальный технический комитет по стандартизации инструментов

Код ICS : 25.100.10 (Токарные инструменты)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является смоделированной версией, основанной на отраслевой практике структуры и геометрических параметров токарных инструментов GB/T 5319-2017. Поскольку официальный полный текст недоступен, в этой статье предполагаются некоторые технические детали (такие как диапазон углов, параметры резания) и ссылаются на аналогичные национальные стандарты (такие как GB/T 2073-2013) и ISO 3002-1:1984. Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст GB/T 5319-2017 для обеспечения полноты и точности.

приложение

ISO 513:2012

Классификация и применение инструментов из твердых материалов и с твердым покрытием

Классификация и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками

— Обозначение основных групп и групп применения

1 Область применения

1.1 Настоящий международный стандарт определяет классификацию и применение твердых режущих материалов, включая карбиды, керамику, алмаз и кубический нитрид бора (сBN), для обработки металлов с определенными режущими кромками, а также устанавливает методы обозначения их основных категорий и групп применения.

1.2 Настоящий стандарт применяется к обработке путем удаления стружки и не предназначен для других применений, таких как горнодобывающие инструменты, волочильные волокна или инструменты, работающие путем деформации металла. 1.3 Настоящий стандарт предназначен для предоставления пользователю руководства по выбору твердых режущих материалов, рекомендуя соответствующие инструментальные материалы и покрытия в зависимости от материала заготовки и условий обработки.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы упоминаются в настоящем стандарте и, следовательно, являются нормативными ссылками. Их последующие редакции или поправки не применимы к настоящему стандарту, если не указано иное. Рекомендуется получать последние версии этих документов с официального сайта ISO.

ISO 3002-1:1984, Основные величины при резании и шлифовании. Часть 1. Геометрия активной части режущих инструментов. Общие термины, системы отсчета, углы инструмента и рабочие углы, стружколомы

ISO 1832:2017, Сменные пластины для режущих инструментов. Обозначение

ISO 15641:2001, Инструменты для прессования. Твердосплавные штампы и их компоненты

3 Термины и определения

Для понимания настоящего стандарта применяются следующие термины и определения:

3.1 Твердые режущие материалы

— это материалы с высокой твердостью (обычно превышающей HV 1500) и износостойкостью, используемые для операций резки металлов, включая твердый сплав, керамику, алмаз и кубический нитрид бора (сBN).

3.2 Удаление стружки

процесс удаления материала с поверхности заготовки посредством взаимодействия режущего инструмента с заготовкой, обычно с участием определенной режущей кромки.

3.3 Основная категория

Классификация твердых режущих материалов на основе состава материала и эксплуатационных характеристик, например, P (сталь), M (нержавеющая сталь), K (чугун) и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

т. д. 3.4 Группа применения

Подгруппа твердых режущих материалов для определенных материалов заготовки и условий обработки, используемая для выбора инструмента.

4 Символы и сокращения

P : Сталь и ее литая сталь

M : Нержавеющая сталь и жаропрочные сплавы

K : Чугун

N : Цветной металл

S : Труднообрабатываемые материалы (например, титановые сплавы, жаропрочные сплавы)

H : Закаленная сталь (твердость > 50 HRC)

cBN : Кубический нитрид бора

PVD : физическое осаждение из паровой фазы

CVD : химическое осаждение из паровой фазы

5 Классификация твёрдых режущих материалов

5.1 Основные категории

Твердые режущие материалы классифицируются по следующим основным категориям в зависимости от их состава и пригодности:

Твердые сплавы : На основе карбида вольфрама (WC) в качестве связующего вещества добавляется кобальт (Co), а для повышения производительности могут добавляться карбиды, такие как TiC и TaC .

Керамика : в том числе оксид алюминия (Al_2O_3) и нитрид кремния (Si_3N_4) , подходит для высокоскоростной резки.

Алмаз : натуральный или искусственный, подходит для цветных металлов и композитных материалов.

Кубический нитрид бора (cBN) : Подходит для стали высокой твердости и труднообрабатываемых материалов.

5.2 Группы применения

В зависимости от материала заготовки и условий обработки группы применения твёрдых режущих материалов следующие:

Группа P : Подходит для стали и ее литья, рекомендуемая скорость резки 100-400 м/мин.

Группа M : Подходит для нержавеющей стали и жаропрочных сплавов, рекомендуемая скорость резки 50-200 м/мин.

Группа K : Подходит для чугуна, рекомендуемая скорость резания 150-500 м/мин.

Группа N : Подходит для алюминия, меди и их сплавов, рекомендуемая скорость резки 200-1000 м/мин.

Группа S : Подходит для титановых сплавов и жаропрочных сплавов, рекомендуемая скорость резания 20-100 м/мин.

Группа H : Подходит для закаленной стали (твердость > 50 HRC), рекомендуемая скорость резания 50-150 м/мин.

5.3 Классификация покрытий

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Покрытие PVD : включая TiN , TiCN , AlTiN толщиной 2–10 мкм подходит для общей резки.

Покрытие CVD : включает TiN + Al₂O₃ + TiCN , толщина 5-20 мкм , подходит для условий высоких температур.

6 Руководство по применению

6.1 Принципы отбора

Выберите соответствующую группу применения в зависимости от материала заготовки, например, группа P подходит для стали, а группа N — для алюминиевого сплава.

Покрытие и геометрия выбираются в зависимости от вида обработки (черновая, чистовая).

Учитывая производительность станка и условия охлаждения, для продления срока службы инструмента рекомендуется использовать мокрую резку или охлаждение под высоким давлением .

6.2 Рекомендации по параметрам обработки

Скорость резки : регулируется в зависимости от материала и типа инструмента, в диапазоне от 20 до 1000 м/мин.

Скорость подачи : 0,05-0,5 мм/об, регулируется в зависимости от диаметра отверстия или требований к поверхности.

Глубина резания : 0,1-5 мм, в зависимости от точности обработки и прочности инструмента.

6.3 Ограничения

Избегайте использования материалов, указанных в настоящем стандарте, в операциях, не связанных с удалением стружки.

Для высоких ударных нагрузок рекомендуются марки с высокой прочностью (например, YG10).

7 Маркировка и идентификация

7.1 Идентификация твердых режущих материалов должна включать категорию материала, группу применения и тип покрытия, например:

P30 TiAlN : обозначает группу P, серию YT, покрытие TiAlN .

K20 CVD : обозначает группу K, серию YG, покрытие CVD.

7.2 Логотип должен быть четко напечатан на поверхности инструмента или упаковке в соответствии с ISO 1832:2017.

8 Приложение (информационное)

Приложение А: Сравнение свойств твердых режущих материалов

Тип материала	Твёрдость (HV)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1/2})	Теплостойкость (°C)	Типичные применения
Твердый сплав	1500-2000	10-20	800-1000	Общая резка
керамика	1800-2500	3-8	1200	Высокоскоростная резка

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

Тип материала	Твёрдость (HV)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1 / 2})	Теплостойкость (°C)	Типичные применения
Алмазный	8000-10000	5-10	600	Цветные металлы
БнБ	4000-5000	6-12	1200	Закаленная сталь

Группа приложений	Примеры материалов обрабатываемых деталей	Рекомендуемая скорость резания (м/мин)
П	Углеродистая сталь, легированная сталь	100-400
М	Нержавеющая сталь, жаропрочная сталь	50-200
К	Серый чугун, ковкий чугун	150-500
Н	Алюминий, медь, латунь	200-1000
С	Титановый сплав, сплав на основе никеля	20-100
ЧАС	Закаленная сталь (50-65 HRC)	50-150

9 Информация о публикации
Дата выпуска : 2012-11-05
Дата подтверждения : 2018-01-15 (текущая версия действительна)
Номер международного стандарта : ISO 513:2012
Технический комитет : ISO/TC 29/SC 9 — Инструменты с определенными режущими кромками
Код ICS : 25.100.01 (Режущие инструменты в целом)

проиллюстрировать
Вышеприведенная версия является смоделированной версией, основанной на структуре ISO 513:2012 и ключевой информации, упомянутой в результатах поиска (такой как классификация, группа применения, тип покрытия и т. д.). Поскольку официальный полный текст недоступен, этот текст предполагает некоторые технические детали (такие как диапазон твердости, параметры резания) и ссылается на отраслевую практику инструментов из твердого сплава. Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст ISO 513:2012, чтобы обеспечить полноту и точность.

приложение

Фрезы из твердого сплава

Твердосплавные фрезы играют незаменимую роль в области механической обработки. Благодаря своей превосходной твердости, износостойкости и ударопрочности они стали незаменимыми инструментами при обработке фрезерным станком. Эти фрезы могут гибко выполнять задачи обработки плоскостей, пазов, ступеней, сторон и сложных криволинейных поверхностей посредством высокоскоростного вращения, обеспечивая надежную поддержку для эффективного производства современного производства. Твердосплавные фрезы используют карбид вольфрама (WC) в качестве основного компонента, дополненного кобальтом (Co) в качестве связующего вещества, а иногда добавляют карбид титана (TiC) или карбид тантала (TaC) для дальнейшего улучшения производительности. Они спекаются с использованием процесса прецизионной порошковой металлургии. Распространенные марки материалов, такие как YG10, особенно подходят для прерывистой резки из-за их превосходной прочности; YT30 хорошо работает в условиях высоких температур из-за своей превосходной термостойкости; а YW2 является идеальным выбором для различных сценариев обработки из-за его баланса всесторонней производительности. Конструктивное исполнение фрезы разнообразно, как с цельным корпусом фрезы из цельного карбида, так и с гибкой конструкцией со сменными лезвиями. Корпус фрезы обычно изготавливается из высокопрочной стали или карбида, чтобы обеспечить достаточную жесткость и устойчивость при высокоскоростном вращении.

1. Проектирование и оптимизация геометрии

Геометрическая конструкция твердосплавных фрез является основой их эффективной работы. Конструкторы тщательно настраивают различные параметры для улучшения режущих эффектов и качества обработки. Угол наклона спирали обычно устанавливается в диапазоне от 30° до 45°. Такая конструкция не только способствует плавному отводу стружки, но и эффективно снижает сопротивление во время резки. Положительный передний угол обычно контролируется в диапазоне от 5° до 10°. Такой выбор угла может уменьшить трение между инструментом и заготовкой, делая резку более плавной. Кроме того, конструкция лезвия с углом R (0,5-2 мм) повышает прочность кромки инструмента и продлевает срок его службы. Концевые фрезы обычно оснащены 2-4 режущими кромками с диапазоном диаметров от 3 до 20 мм, что особенно подходит для обработки отверстий малого диаметра или тонкой обработки; в то время как торцевые фрезы больше, с диаметром от 50 до 200 мм, а количество лезвий варьируется от 4 до 12. Многолезвийная компоновка используется для повышения эффективности фрезерования больших площадей. Конструкция рукоятки инструмента ориентирована на жесткость и устойчивость к вибрации, и в основном имеет цилиндрическую или коническую форму. Некоторые высококлассные модели даже включают в себя канавки для гашения вибрации или технологию динамической балансировки для обеспечения стабильности на высоких скоростях до 20 000 об/мин. Глубина канавки для стружки регулируется в соответствии с требованиями обработки, обычно от 2 до 5 мм. Такая конструкция эффективно предотвращает засорение стружки, что особенно важно при выполнении задач глубокой обработки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2. Покрытие и обработка поверхности

Технология нанесения покрытий вдохнула новую жизнь в твердосплавные фрезы, позволив им хорошо работать в различных жестких условиях. Покрытия PVD (физическое осаждение из паровой фазы), такие как TiN, которые имеют привлекательный золотисто-желтый цвет и обычно имеют толщину от 2 до 5 микрон, обеспечивают первоначальную защиту от износа и особенно подходят для предотвращения адгезии при обработке алюминиевых сплавов; покрытия CVD (химическое осаждение из паровой фазы), такие как TiAlN, с их фиолетово-черным внешним видом и термостойкостью до 1100 °C, стали первым выбором для высокотемпературной резки стали и титановых сплавов, а их толщина обычно составляет от 10 до 25 микрон. Многослойные структуры покрытий, такие как TiN в сочетании с Al₂O₃ и TiCN, сочетают в себе множество преимуществ производительности, с толщиной до 15-30 микрон, дополнительно улучшая износостойкость и термостойкость. С точки зрения обработки поверхности, процесс полировки может контролировать шероховатость поверхности до Ra <0,2 микрон, эффективно уменьшая адгезию стружки; Технология лазерного микротекстурирования вырезает крошечные канавки для смазки на поверхности для уменьшения трения; некоторые передовые фрезы даже используют нанопокртия, такие как нано- TiAlN (зерна менее 50 нанометров), которые особенно подходят для задач обработки, требующих сверхвысокой точности. Испытание адгезии покрытия проводится с помощью царапающего теста, требующего критической нагрузки более 80 Ньютонов, чтобы гарантировать, что покрытие не отслоится во время высокоскоростной резки.

3. Технические характеристики и производительность

Твердосплавные фрезы обладают превосходными техническими характеристиками и обеспечивают надежную гарантию для различных задач обработки. Скорость резания составляет от 200 до 1000 метров в минуту в зависимости от материала заготовки. Например, сталь обычно составляет от 200 до 400 метров в минуту, а алюминиевый сплав может достигать 500-1000 метров в минуту. Параметры обработки необходимо гибко настраивать в соответствии со свойствами материала и производительностью станка. Что касается твердости, твердость фрезы обычно составляет от HV 1700 до 2100. Изделия серии YT могут достигать даже HV 2100-2200 за счет карбида титана, что достаточно для обработки заготовок высокой твердости. Вязкость разрушения составляет от 14 до 20 МПа·м^{1/2}. Серия YG, такая как YG10, обладает более высокой прочностью из-за высокого содержания кобальта, что особенно подходит для сцен, где необходимо выдерживать прерывистое режущее воздействие. Износостойкость составляет менее 0,04 кубических миллиметров на ньютон-метр и может быть дополнительно снижена до 0,02 кубических миллиметров на ньютон-метр после нанесения покрытия, что значительно продлевает срок службы инструмента. Что касается термостойкости, она может достигать 1100 °C (благодаря улучшению покрытия CVD), что позволяет ей оставаться стабильной в условиях высоких температур. Точность обработки контролируется в пределах 0,02 мм, что достаточно для удовлетворения требований сложных поверхностей и прецизионных деталей.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Требования к обработке и заявки

Требования к обработке и сценарии применения твердосплавных фрез отражают их многофункциональные характеристики. Параметры резки различаются в зависимости от материала. Например, скорость резания стали обычно составляет от 200 до 400 метров в минуту, скорость подачи составляет от 0,1 до 0,3 мм на зуб, а глубина резания составляет от 1 до 5 мм; в то время как алюминиевые сплавы требуют более высоких скоростей резания, от 500 до 1000 метров в минуту, скорость подачи составляет от 0,2 до 0,5 мм на зуб, а глубина резания может достигать 2–8 мм. Выбор метода охлаждения также имеет решающее значение. Сухая резка подходит для обработки алюминиевых сплавов и может снизить стоимость использования охлаждающей жидкости; мокрая резка с использованием эмульсии больше подходит для стали и может эффективно снизить термические повреждения; а для труднообрабатываемых материалов, таких как титановые сплавы, охлаждение под высоким давлением (15–25 бар) может значительно повысить эффективность удаления стружки и срок службы инструмента. На практике фрезы часто используются в аэрокосмической отрасли для обработки обшивок из алюминиевых сплавов и компонентов из титановых сплавов, требующих высокой точности и термостойкости; в литейной промышленности они применяются для фрезерования сложных поверхностей и штамповочных штампов, при этом особое внимание уделяется тонкости качества поверхности; а в механической обработке они широко используются при обработке рифленых деталей и контуров зубчатых колес, что демонстрирует их универсальность.

5. Проблемы и решения

Неизбежно сталкиваться с некоторыми проблемами при использовании твердосплавных фрез, но эти проблемы можно эффективно решить с помощью научных решений. Вибрация является заметной проблемой при высокоскоростной резке, которую можно уменьшить, используя виброгасящую рукоятку и оптимизируя угол наклона винтовой линии; накопление тепла при обработке титанового сплава является распространенной проблемой, которую можно эффективно устранить, оснастив его эффективной системой охлаждения и термостойким покрытием (например, TiAlN); прерывистая резка может легко привести к сколам, а использование высокопрочных марок, таких как YG10, и пассивация кромок могут значительно повысить долговечность; если шероховатость поверхности не идеальна во время чистовой обработки, результат можно оптимизировать, уменьшив скорость подачи и используя полирующее покрытие. Вместе эти решения обеспечивают надежную работу фрезы в сложных рабочих условиях.

6. Оптимизация и тенденции развития

Направление оптимизации и разработки фрез из цементированного карбида отражает стремление отрасли к эффективности и интеллектуальности. С точки зрения структурной оптимизации, встроенный внутренний охлаждающий канал может эффективно снижать накопление тепла, конструкция сменного лезвия удобна для замены и снижает затраты, а технология динамической балансировки улучшает стабильность высокоскоростной работы. С точки зрения инноваций в материалах, наноцементированный карбид повышает твердость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

и прочность благодаря своим мелким зернам (менее 0,5 микрон), а конструкция градиентного материала позволяет лезвию иметь как высокую твердость, так и высокую прочность. Тенденция к интеллекту позволяет встраивать фрезу с датчиками для мониторинга износа, температуры и вибрации в режиме реального времени и динамически регулировать параметры резания в сочетании с алгоритмами искусственного интеллекта. С точки зрения технологии производства, технологии 3D-печати, такие как селективное лазерное плавление (SLM), могут создавать сложные структуры корпуса инструмента, такие как встроенные каналы охлаждения, в то время как технология лазерного напыления обеспечивает возможность ремонта изношенных инструментов. Тенденция к защите окружающей среды способствовала разработке покрытий для сухой резки (например, покрытий на основе графенового композита), что снижает зависимость от охлаждающих жидкостей, а использование перерабатываемых материалов также снижает воздействие на окружающую среду.

7. Срок службы и обслуживание

Срок службы твердосплавных фрез варьируется в зависимости от материала заготовки и условий обработки и обычно составляет от 5 до 15 часов, например, около 10 часов для обработки стали и до 15 часов для обработки алюминиевого сплава. Работы по техническому обслуживанию включают регулярную заточку, использование алмазных шлифовальных кругов для обеспечения того, чтобы погрешность угла была менее 0,5°, ремонт покрытия с помощью технологии PVD для восстановления производительности и предварительную лазерную настройку для обеспечения того, чтобы погрешность была менее 0,005 мм. Эти меры могут эффективно продлить срок службы инструмента. После того, как инструмент будет списан, вольфрамовые и кобальтовые материалы в нем могут быть переработаны и повторно использованы путем плавки и возврата в печь, что отражает концепцию устойчивого развития.

8. Отраслевые стандарты и сертификация

Производство и использование твердосплавных фрез должно соответствовать международным и внутренним стандартам, таким как ISO 15641 в стандарте ISO и китайскому национальному стандарту серии GB/T, для обеспечения качества и безопасности. С точки зрения сертификации, сертификация безопасности CE и экологическая сертификация RoHS являются существенными. Такие всемирно известные производители, как Sandvik, Kennametal и Mitsubishi, предоставляют подробные технические руководства, чтобы предоставить пользователям профессиональное руководство по выбору и эксплуатации.

9. Классификация твердосплавных фрез

Твердосплавные фрезы можно разделить на несколько категорий в зависимости от требований к обработке и вариантов применения, каждый тип имеет свою уникальную конструкцию и назначение:

Концевая фреза

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Эта фреза изготовлена из цельного карбида, оснащена 2–4 режущими кромками и имеет диаметр от 3 до 20 мм. Передний угол установлен в диапазоне от 5° до 10°, задний угол — от 6° до 12°, выбран класс YG10, а для повышения износостойкости нанесен слой TiN (толщиной 2–5 микрон). Скорость резания составляет от 200 до 600 метров в минуту, а точность обработки составляет менее 0,02 мм, что очень подходит для отверстий малого диаметра и задач тонкой обработки.

Торцевая фреза

Торцевая фреза имеет сменную конструкцию пластины с числом лезвий от 4 до 12 и диапазоном диаметров от 50 до 200 мм, подходит для фрезерования больших площадей. Передний угол составляет от 5° до 8°, задний угол — от 6° до 10°, выбран класс YT30. Покрытие TiAlN (толщина 10–25 микрон) обеспечивает высокую термостойкость. Скорость резания составляет от 300 до 1000 метров в минуту, а точность составляет менее 0,02 мм. Широко используется при фрезеровании плоскости и обработке пресс-форм.

Шариковые концевые фрезы

Шариковые концевые фрезы известны своими сферическими режущими кромками, диаметрами от 6 до 30 мм, передними углами от 10° до 15°, задними углами от 8° до 12° и сортами YW2. Они покрыты несколькими слоями для износостойкости и термостойкости. Скорость резания составляет от 200 до 500 м/мин, а точность менее 0,01 мм, что делает их особенно подходящими для обработки сложных криволинейных поверхностей авиационных деталей.

Формовочная фреза

Режущая кромка этой фрезы настраивается в соответствии с конкретной формой заготовки, с диаметром от 10 до 50 мм, передним углом от 5° до 15°, задним углом от 6° до 12° и классом YG10. Покрытие CrN обеспечивает дополнительную коррозионную стойкость. Скорость резки составляет от 100 до 400 метров в минуту, а точность составляет менее 0,02 мм. Он широко используется в производстве специальных контуров и пресс-форм.

Черновая фреза

Черновые фрезы известны своей прочной конструкцией лезвий, с 4–8 лезвиями, диаметрами от 20 до 100 мм, передними углами от 5° до 8°, задними углами от 6° до 8°, классом YG8 и покрытием TiAlN (толщина 15–25 мкм) для повышения износостойкости. Скорость резания составляет от 200 до 400 м/мин, глубина резания от 2 до 10 мм, и они подходят для черновой обработки чугуна и стали.

Фреза для чистовой обработки

Фреза для тонкой обработки имеет острые кромки, от 2 до 6 кромок, диаметр от 5 до 30 мм, передний угол от 10° до 15°, задний угол от 8° до 12° и использует класс YT15. Покрытие TiCN обеспечивает высокоточную защиту. Скорость резания составляет от 300 до 800 метров в минуту, глубина резания составляет от 0,1 до 2 мм, а точность составляет менее 0,01 мм. Широко используется при отделке зубчатых передач и прецизионных деталей.

10. Отбор и сопоставление

Выбор правильной твердосплавной фрезы требует всестороннего рассмотрения материала заготовки и типа обработки. Например, при обработке стали идеальным выбором будет

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

торцевая фреза YT30; для алюминиевых сплавов концевая фреза YG10 может эффективно избегать застревания; а для обработки титанового сплава больше подойдет шаровая концевая фреза YW2 с термостойким покрытием. Производительность станка также имеет решающее значение, мощность шпинделя должна превышать 5 киловатт, а скорость должна достигать более 10 000 оборотов в минуту, чтобы полностью раскрыть потенциал фрезы.

11. Обзор типов твердосплавных фрез

Ножи тип	Количество лопастей	диаметр (мм)	Передний угол (°)	Задний угол (°)	Применимый Бренд	Тип покрытия	Скорость резки (м/мин)	Глубина реза (мм)	Точность (мм)	Типичные применения
Концевая фреза	2-4	3-20	5-10	6-12	YG10	TiN (2-5 мкм)	200-600	1-5	<0,02	Обработка отверстий и пазов
Торцевая фреза	4-12	50-200	5-8	6-10	YT30	TiAlN (10-25 мкм)	300-1000	2-8	<0,02	Фрезерование поверхности, пресс-форма
Шариковые концевые фрезы	-	6-30	10-15	8-12	YW2	Многослойное покрытие	200-500	0,5-3	<0,01	Сложные поверхности, авиационные детали
Формовочная фреза	-	10-50	5-15	6-12	YG10	KrN	100-400	1-4	<0,02	Специальные профили, формы
Черновая фреза	4-8	20-100	5-8	6-8	YG8	TiAlN (15-25 мкм)	200-400	2-10	-	Черновая обработка, Чугун
Фреза для чистовой обработки	2-6	5-30	10-15	8-12	YT15	TiCN	300-800	0,1-2	<0,01	Отделка, Шестерни

За 30 лет производства твердосплавных изделий компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных фрезах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



приложение:

Что такое твердосплавные концевые фрезы?

(1) Обзор твердосплавных концевых фрез

Концевые фрезы из твердого сплава являются режущими инструментами с превосходной производительностью, широко используемыми в металлообработке, производстве пресс-форм и других промышленных областях, где требуется высокая точность и эффективность производства. Этот инструмент известен своей превосходной износостойкостью, высокой твердостью и превосходной режущей способностью. Это универсальный вращающийся режущий инструмент, который может выполнять сложные задачи резки в различных условиях обработки. Конструкция концевых фрез из твердого сплава позволяет использовать режущие кромки конца и периферии для осевой и радиальной обработки одновременно, что делает их особенно подходящими для обработки канавок, сторон, контуров и сложных трехмерных поверхностей. Их широкое применение обусловлено особыми свойствами карбидных материалов, которые могут выдерживать высокие нагрузки и высокотемпературные среды, тем самым хорошо работая при обработке высокопрочных материалов, таких как нержавеющая сталь, титановые сплавы и закаленная сталь. Кроме того, концевые фрезы из твердого сплава часто используются в сочетании с современными станками с ЧПУ и обрабатывающими центрами для полной реализации их потенциала для эффективной резки, особенно в сценариях, где требуется высокая точность и сложная геометрическая обработка. Будь то ручная обработка небольших заготовок или массовое производство крупных деталей, твердосплавные концевые фрезы могут обеспечить надежные решения для обработки и стать незаменимым основным инструментом в современном производстве. Их гибкость также заключается в том, что их можно настраивать в соответствии с различными материалами заготовок и требованиями к обработке, что в дальнейшем отвечает разнообразным промышленным потребностям.

(2) Материалы и производство твердосплавных концевых фрез

Материал изготовления концевых фрез из цементированного карбида является ключевой основой их производительности. Обычно они изготавливаются из карбида вольфрама (WC) в качестве основного компонента, дополненного кобальтом (Co) в качестве связующего вещества, и спекаются с использованием передовой технологии порошковой металлургии. Этот композитный материал достигает баланса между высокой твердостью и определенной прочностью за счет точной формулы и контроля процесса, гарантируя, что инструмент может оставаться острым во время процесса резки, одновременно противостоя риску поломки. Выбор конкретной марки цементированного карбида зависит от характеристик обрабатываемого материала. Обычные марки включают:

YG6: Содержание кобальта около 6%, диапазон твердости составляет от HV 1800 до 1900, предел прочности на изгиб около 1800-2000 МПа, он имеет хорошую износостойкость и ударопрочность и особенно подходит для обработки чугуна, цветных металлов (таких как

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

алюминий, медь) и некоторых материалов средней твердости. Он широко используется в общих сценариях резки.

YT15: Содержит карбид титана и карбид вольфрама, с диапазоном твердости HV 1900-2000 и прочностью на изгиб около 1600-1800 МПа. Подходит для обработки стали и легированной стали. Благодаря высокой стабильности при высоких температурах особенно подходит для непрерывной резки.

карбид ниобия добавлено, с диапазоном твердости HV 1800-2100 и прочностью на изгиб около 1700-1900 МПа. Он особенно подходит для обработки труднообрабатываемых материалов, таких как титановые сплавы, сплавы на основе никеля и нержавеющей сталь, и подходит для аэрокосмической отрасли.

Процесс производства начинается с точного смешивания высокочистого сырья для обеспечения равномерного распределения ингредиентов, за которым следует прессование под высоким давлением и длительное спекание (обычно 6-12 часов) в высокотемпературной печи для спекания при температуре 1400°C-1500°C для обеспечения плотности и однородности материала. Спеченная заготовка проходит несколько процессов прецизионной шлифовки и полировки, а острота лезвия тонко полируется до микронной точности (шероховатость поверхности $Ra \leq 0,1$ мкм) для обеспечения качества резки. Кроме того, для дальнейшего повышения производительности многие современные твердосплавные концевые фрезы наносят на поверхность покрытия методом физического осаждения из паровой фазы (PVD) или химического осаждения из паровой фазы (CVD). Обычные покрытия включают:

TiN (нитрид титана): Он желтого цвета, толщиной 2-5 микрон, с твердостью около 2000-2500 HV. Он значительно улучшает износостойкость и стойкость к окислению и подходит для общей обработки стали.

TiCN (карбонитрид титана): синий или фиолетовый, толщина 3-6 микрон, твердость около 2500-3000 HV, повышенная антиадгезионная способность и стойкость к резанию, особенно подходит для алюминиевых сплавов и нержавеющей стали.

Al₂O₃ (оксид алюминия): Белый, толщиной 5-10 микрон, имеет твердость около 3000 HV. Подходит для высокотемпературных сред резки, таких как обработка закаленной стали или жаропрочных сплавов.

Эти покрытия наносятся в вакууме или среде инертного газа и способны эффективно снижать трение и предотвращать адгезию между инструментом и материалом заготовки, тем самым продлевая срок службы, особенно при высокоскоростной резке ($V_c > 300$ м/мин) или в условиях сухой резки.

(3) Типы и конструкции твердосплавных концевых фрез

Концевые фрезы из карбида можно разделить на множество типов в зависимости от их использования и конструкции. Каждый тип оптимизирован для определенных потребностей обработки. Ниже приведена подробная классификация и ее характеристики:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Концевые фрезы с прямым хвостовиком

Хвостовик цилиндрический, с диапазоном диаметров от 3 мм до 32 мм. Он использует стандартизированные методы зажима (например, пружинные патроны или гидравлические патроны), подходит для общих фрезерных задач и широко используется в небольших станках и сценариях ручного управления. Он имеет простую конструкцию и легко устанавливается. Он подходит для обработки небольших и средних заготовок, особенно для гибких производственных линий, требующих частой смены инструмента.

Фреза с хвостовиком

При конструкции конуса Морзе 7:24 диаметр меньшего конца конического хвостовика составляет от 16 мм до 50 мм. Такая конструкция обеспечивает более высокую жесткость зажима (мощность передачи крутящего момента может достигать более 500 Нм), подходит для тяжелых режущих и больших станков, особенно при обработке глубоких отверстий или грубой обработке, требующей высокого крутящего момента.

Фрезы с шаровидным концом

Режущий конец сферический, а радиус шаровой головки составляет от 0,5 мм до 10 мм. Он специально используется для трехмерных криволинейных поверхностей и сложной обработки пресс-форм. Его плавный путь резки позволяет избежать царапин или ступенчатых эффектов на поверхности заготовки. Он широко используется в автомобильных пресс-формах (например, штамповочных пресс-формах) и производстве авиационных деталей (например, поверхностей лезвий).

Фрезы с плоским концом

Режущий конец плоский, с диапазоном номеров лезвий от 2 до 8, подходит для фрезерования пазов, бокового фрезерования и обработки плоскости. Его конструкция ориентирована на эффективность и стабильность резки. Он обычно используется в массовом производстве (например, обработка зубчатых канавок), а ширина реза может достигать более 80% диаметра инструмента.

Фреза с волнообразной кромкой

Задняя сторона лезвия имеет волнообразную конструкцию с амплитудой волны 0,1-0,3 мм и длиной волны 2-5 мм. Такая структура снижает вибрацию за счет рассеивания силы резания (амплитуду вибрации можно уменьшить на 30%-50%) и подходит для высокоскоростной резки и труднообрабатываемых материалов (например, закаленной стали HRC 50-60).

(4) Типичные структурные параметры твердосплавных концевых фрез включают:

Диаметр реза (D)

От 1 мм до 40 мм, охватывая широкий спектр задач: от микрообработки (микроэлектронные компоненты) до тяжелой резки (крупные отливки).

Общая длина(D)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

50–250 мм, что обеспечивает адаптацию к различным длинам шпинделей станков и глубинам заготовок, а сверхдлинный тип может достигать 300 мм.

Эффективная длина реза (l)

От 10 мм до 100 мм определяет максимальную глубину резания инструмента в заготовке, а глубокую обработку полости можно настроить до 150 мм.

Диаметр хвостовика (d)

В соответствии с диаметром резки класс допуска составляет h6 (0/-0,006 мм), что обеспечивает точность зажима, максимальный диаметр может достигать 40 мм.

Угол наклона спирали

Диапазон составляет 15°–45°, стандартное значение — 30°, что влияет на эффективность отвода стружки и стабильность резания. 35°–40° обычно используется для чистовой обработки (скорость отвода стружки увеличивается на 15%), а 15°–20° можно использовать для черновой обработки.

Количество лопастей

2-10, регулируемых в зависимости от диаметра и обрабатываемого материала, чем больше лезвий, тем выше эффективность резки (эффективность может быть увеличена на 20%-40%), но и требования к жесткости станка также выше (жесткость шпинделя должна быть ≥ 2000 Н / мкм).

(5) Технические параметры твердосплавных концевых фрез

Параметры производительности твердосплавных концевых фрез различаются в зависимости от конкретной модели и области применения. Ниже приведены подробные типичные значения для справки пользователя и оптимизированной обработки:

Твердость

Твердость подложки составляет от 1800 до 2100 HV, а твердость поверхности после нанесения покрытия может достигать более 3000 HV, что значительно превышает твердость обычной быстрорежущей стали (HSS) (800-900 HV), что обеспечивает износостойкость при высоких нагрузках (скорость износа снижается более чем на 50%).

Теплостойкость

Он может сохранять производительность резки при высоких температурах 600°C–1000°C и особенно подходит для сухой резки или обработки высокотемпературных сплавов. Его термическая стабильность в 2-3 раза выше, чем у HSS (коэффициент теплового расширения составляет всего 5×10^{-6} /°C).

Скорость резания (Vc):

Сталь: 100-300 м/мин, рекомендуемое значение регулируется в зависимости от твердости типа стали (например, 200 м/мин для стали 45#, 120 м/мин для закаленной стали HRC 45).

Чугун: 150-400 м/мин, серый чугун: 250 м/мин, ковкий чугун: 180 м/мин, жаропрочный чугун: 150 м/мин.

Алюминиевый сплав: 200-600 м/мин, чистый алюминий: 500 м/мин, алюминиево-кремниевый сплав: 300 м/мин, алюминиево-медный сплав: 400 м/мин.

Скорость подачи (fz)

0,05-0,5 мм/зуб. Для мягких материалов (например, алюминия) рекомендуется 0,3-0,5 мм/зуб.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Для твердых материалов (например, закаленной стали) рекомендуется 0,05-0,1 мм/зуб. Конкретное значение необходимо оптимизировать в соответствии с мощностью станка (≥ 2 кВт) и жесткостью заготовки.

Глубина резания (ap): 0,5–5 мм, 0,5–2 мм для инструментов малого диаметра ($D < 10$ мм), 3–5 мм для инструментов большого диаметра ($D > 20$ мм), чрезмерная глубина резания (более 1,5 диаметра инструмента) может вызвать вибрацию.

Допуск: допуск по диаметру $\pm 0,01$ мм (класс IT6), допуск по длине $\pm 0,3$ мм, допуск по конусности $\pm 0,01$ мм/100 мм, обеспечивающий точность обработки (погрешность круглости $< 0,005$ мм).

Шероховатость поверхности: Ra поверхности заготовки может достигать 0,1–0,8 мкм при чистовой обработке и 1,6–3,2 мкм при черновой обработке в зависимости от параметров резания (комбинация V_c / f_z /ap) и состояния инструмента.

(6) Сценарии применения твердосплавных концевых фрез

Концевые фрезы из карбида отлично зарекомендовали себя во многих промышленных областях благодаря своей универсальности и высокой производительности. Конкретные сценарии применения включают:

Изготовление пресс-форм

Используется для обработки прецизионных полостей пресс-форм и сложных поверхностей, таких как автомобильные штамповочные формы (глубина 50-100 мм) и формы для литья пластмасс под давлением (радиус кривизны 5-20 мм). Сферические концевые фрезы особенно подходят для точной обработки переходных зон поверхности (погрешность $< 0,01$ мм).

Аэрокосмическая промышленность

требуются покрытия с высокой жаростойкостью (например, Al_2O_3).

Обработка

При изготовлении зубчатых передач (модуль 1-5), корпусов подшипников (диаметр 50-200 мм) и разъемов (глубина отверстия 20-50 мм) плоские концевые фрезы чрезвычайно эффективны при фрезеровании пазов и боковых фрезеровании (повышение эффективности на 30%).

Деревообработка и композитные материалы

Определенные типы покрытий (например, TiN) подходят для дерева, МДФ (древесноволокнистая плита средней плотности) и углеродного волокна (толщиной 2–10 мм) и снижают разрыв материала (скорость разрыва $< 5\%$).

В качестве примера обработки стали 45# выбрана концевая фреза диаметром 12 мм, с 4 кромками и углом наклона винтовой линии 30° . Скорость резания установлена на уровне 200 м/мин, скорость подачи составляет 0,2 мм/зуб, а глубина резания составляет 2 мм. Может быть достигнуто эффективное фрезерование пазов (производительность обработки 150 см³/мин), ожидаемый срок службы может достигать 20 часов, а Ra поверхности заготовки после обработки составляет около 0,4 мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(7) Меры предосторожности при использовании твердосплавных концевых фрез

Чтобы в полной мере раскрыть потенциал твердосплавных концевых фрез и продлить срок их службы, следует учитывать следующие моменты:

Выбор машины

Рекомендуется использовать станки с ЧПУ (например, обрабатывающие центры с ЧПУ) или фрезерные станки с хорошей жесткостью, следить за тем, чтобы биение шпинделя было менее 0,01 мм, мощность станка должна соответствовать диаметру инструмента и параметрам резания (например, для инструмента диаметром 12 мм требуется мощность шпинделя $\geq 2,5$ кВт и крутящий момент ≥ 30 Нм), а также проверять точность направляющих станка (прямолинейность $< 0,02$ мм/м).

Охлаждение и смазка

Рекомендуется использовать эмульсию или смазочно-охлаждающую жидкость с расходом 10-20 л/мин. При скорости резки более 300 м/мин требуется охлаждение под высоким давлением (давление ≥ 5 бар, расход ≥ 15 л/мин) для снижения температуры зоны резания ($< 500^{\circ}\text{C}$) и уменьшения термической деформации.

Оптимизация параметров резки

Отрегулируйте скорость резания и скорость подачи в соответствии с материалом заготовки, чтобы избежать перегрузки, которая приводит к преждевременному износу или поломке инструмента. Например, при обработке нержавеющей стали скорость резания следует контролировать на уровне 120-180 м/мин, скорость подачи 0,08-0,12 мм/зуб, а глубину резания 1-2 мм.

Установка и калибровка

Хвостовик и патрон должны плотно прилегать друг к другу. После установки используйте зонд для настройки инструмента, чтобы проверить соосность. Эксцентриситет должен контролироваться в пределах 0,005 мм. Усилие зажима должно быть равномерным (крутящий момент 20-30 Нм), чтобы избежать вибрации, вызванной ослаблением.

Мониторинг износа:

Регулярно проверяйте степень износа лезвия. Когда износ задней поверхности режущей кромки VB достигает 0,3 мм или появляются явные зазубрины (глубина $> 0,1$ мм), инструмент необходимо заменить. При этом обращайте внимание на изменение цвета стружки (синий цвет указывает на перегрев, и V_c необходимо уменьшить на 10%-20%).

(8) Преимущества твердосплавных концевых фрез

Высокая твердость (в 3-4 раза выше, чем у быстрорежущей стали), позволяет обрабатывать закаленную сталь выше HRC 60, а ее износостойкость в 3-5 раз выше, чем у HSS.

Он обладает высокой износостойкостью, а его срок службы в 2-5 раз больше, чем у быстрорежущей стали, особенно при непрерывной резке (> 10 часов).

Подходит для высокоскоростной резки (V_c до 600 м/мин), значительно повышая эффективность производства (производительность увеличивается на 40%-60%).

Индивидуальный дизайн, угол наклона спирали, количество кромок и покрытие могут быть скорректированы в соответствии с потребностями заказчика.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(9) Рынок и развитие концевых фрез из твердого сплава

Рынок концевых фрез из твердого сплава продолжает расширяться благодаря продвижению Индустрии 4.0 и интеллектуального производства. Будущие тенденции развития включают: Экологичное производство

Внедрение перерабатываемых материалов (например, степень извлечения кобальта $> 80\%$) и процессов нанесения покрытий с низким воздействием на окружающую среду (выбросы углерода сокращены на 20%).

Разумный

Интегрированные датчики отслеживают износ инструмента (определение значения VB в реальном времени) и оптимизируют параметры резания с помощью ИИ (эффективность повышается на 10–15%).

Миниатюризация

Разработать концевые микрофрезы диаметром менее 1 мм (точность $< 0,005$ мм) для удовлетворения технологических потребностей микроэлектроники (корпусирование чипов) и медицинских приборов (ортопедические имплантаты).

(10) Рекомендуемые конкретные модели твердосплавных концевых фрез

В зависимости от различных требований к обработке ниже приведены несколько рекомендуемых моделей твердосплавных концевых фрез для справки пользователю:

Концевые фрезы с прямым хвостовиком из твердого сплава

Технические характеристики: диаметр 12 мм, 4 кромки, угол наклона спирали 30° , общая длина 100 мм, эффективная длина режущей кромки 40 мм, диаметр хвостовика 12 мм.

Материал: YG6, TiN покрытие.

Применимые сценарии: обработка стали 45#, чугуна, фрезерование пазов и боковых фрезерование.

Рекомендуемые параметры: V_c 200 м/мин, f_z 0,2 мм/зуб, a_p 2 мм, срок службы около 20 часов.

Преимущества: Высокая экономичность, подходит для мелко- и среднесерийного производства, отечественные бренды отличаются высокой надежностью.

Концевые фрезы со сферическим концом из карбида

Технические характеристики: диаметр 16 мм, радиус сферической головки 8 мм, 4 канавки, угол наклона винтовой линии 35° , общая длина 120 мм, эффективная длина режущей части 50 мм, диаметр конического хвостовика 20 мм.

Материал: YW2, покрытый TiCN.

Применимые сценарии: Обработка поверхностей титановых сплавов и авиационных деталей.

Рекомендуемые параметры: V_c 150 м/мин, f_z 0,1 мм/зуб, a_p 1,5 мм, срок службы около 25 часов.

Преимущества: Высокая термостойкость, подходит для сложной отделки поверхностей, гарантия качества международного бренда.

Концевые фрезы с волнообразной кромкой из карбида вольфрама

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Технические характеристики: диаметр 10 мм, 3 кромки, угол наклона спирали 40°, общая длина 90 мм, эффективная длина режущей кромки 30 мм, диаметр хвостовика 10 мм.

: YT15, покрытый Al_2O_3 .

Применимые сценарии: обработка закаленной стали (HRC 50-60), высокоскоростная резка.

Рекомендуемые параметры: V_c 120 м/мин, f_z 0,08 мм/зуб, a_p 1 мм, срок службы около 15 часов.

Преимущества: Хороший эффект снижения вибрации, снижение вибрации при обработке на 50%, подходит для случаев, когда требуются высокие требования к точности.

(11) Оптимизация решений по обработке твердосплавных концевых фрез

Для максимального повышения производительности твердосплавных концевых фрез предлагаются следующие оптимизированные решения по обработке различных материалов заготовок:

Обработка стали 45# (среднеуглеродистая сталь, HRC 20-25) Оптимизационное решение:

Скорость резания: 200 м/мин (скорость вращения шпинделя около 5300 об/мин, $D=12$ мм).

Скорость подачи: 0,2 мм/зуб (скорость подачи 1200 мм/мин).

Глубина реза: 2 мм, поперечная подача 0,5 мм/такт.

Охлаждение: используйте 5% эмульсию, расход 15 л/мин.

Станок: обрабатывающий центр с ЧПУ, мощность шпинделя 3 кВт.

Результаты: производительность обработки 150 см³/мин, шероховатость поверхности Ra 0,4 мкм, срок службы инструмента 20 часов.

Предложения по оптимизации: Проверяйте износ лезвия каждые 10 часов обработки и при необходимости уменьшите глубину резания до 1,5 мм, чтобы продлить срок службы (срок службы можно увеличить на 5 часов). Используйте стратегию спиральной подачи постоянной высоты, чтобы уменьшить неравномерное усилие на инструменте.

Оптимизационное решение для обработки титанового сплава (Ti-6Al-4V, HRC 30-35):

Скорость резания: 150 м/мин (скорость вращения шпинделя около 3000 об/мин, $D=16$ мм).

Скорость подачи: 0,1 мм/зуб (скорость подачи 600 мм/мин).

Глубина реза: 1,5 мм, поперечная подача 0,3 мм/такт.

Охлаждение: Охлаждение под высоким давлением (6 бар, 20 л/мин) с синтетической смазочно-охлаждающей жидкостью.

Станок: Пятикоординатный обрабатывающий центр, мощность шпинделя 5 кВт.

Результаты: производительность обработки 80 см³/мин, шероховатость поверхности Ra 0,3 мкм, срок службы инструмента 25 часов.

Предложение по оптимизации: используйте прерывистую стратегию резки (поднимайте инструмент каждые 0,5 мм глубины резания), уменьшите накопление тепла (температура < 600 °C) и заменяйте охлаждающую жидкость каждые 5 часов для поддержания охлаждающего эффекта.

Обработка закаленной стали (HRC 50-60) Оптимизационное решение:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Скорость резания: 120 м/мин (скорость вращения шпинделя около 3800 об/мин, D=10 мм).

Скорость подачи: 0,08 мм/зуб (скорость подачи 300 мм/мин).

Глубина реза: 1 мм, поперечная подача 0,2 мм/такт.

Охлаждение: Сухое резание или минимальное количество смазки (MQL, расход 0,1 мл/мин).

Станок: Вертикально-фрезерный станок высокой жесткости, мощность шпинделя 2,5 кВт.

Результаты: производительность обработки 50 см³/мин, шероховатость поверхности Ra 0,6 мкм, срок службы инструмента 15 часов.

Предложения по оптимизации: Уменьшите скорость вращения шпинделя на 10% (Vc 108 м/мин) для снижения вибрации (амплитуда вибрации <0,01 мм), регулярно очищайте стружку (каждые 30 минут) и предварительно прогревайте станок в течение 5 минут перед резкой для стабилизации жесткости.

Благодаря своим превосходным режущим характеристикам, универсальности и высокой адаптивности, твердосплавные концевые фрезы стали основными инструментами в современной обработке. Будь то сложная обработка поверхности прецизионных форм или производство большого количества металлических деталей, они могут обеспечить эффективные и стабильные решения. Выбрав правильную модель, оптимизировав параметры резки (например, Vc 200 м/мин, fz 0,2 мм/зуб) и сочетая правильные методы эксплуатации и обслуживания, пользователи могут максимально увеличить ее производительность и значительно продлить срок ее службы.

За 30 лет производства твердосплавных изделий компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных фрезах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: «Chinatungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавная торцевая фреза?

Определение и функция твердосплавной торцевой фрезы

Фрезерный резак с твердосплавным лезвием — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для высокоэффективной резки плоскости. Он широко используется в обработке металла, производстве пресс-форм, производстве механических деталей и других промышленных областях, где требуется обработка поверхности большой площади. Как многолезвийный режущий инструмент, его основная функция заключается в достижении быстрого и равномерного удаления материала посредством одновременного воздействия нескольких режущих кромок на поверхность заготовки, чтобы эффективно выполнять такие задачи, как фрезерование плоскости, ступенчатая обработка, отделка поверхности и обработка контура большой ширины. По сравнению с традиционными инструментами с одной или несколькими кромками, фрезерные резцы с твердосплавным лезвием могут значительно повысить эффективность резки, снизить нагрузку на одну кромку и продлить срок службы инструмента благодаря своей многолезвийной конструкции. В качестве основного материала твердый сплав придает фрезам с лезвием сверхвысокую твердость (обычно достигающую HV 1600-1900) и износостойкость, что позволяет им справляться с потребностями резки высокопрочных материалов, таких как нержавеющая сталь, титановый сплав, закаленная сталь и чугун, а также других труднообрабатываемых материалов. Кроме того, твердосплавные торцевые фрезы обычно используются в сочетании с современными станками с ЧПУ (ЧПУ), обрабатывающими центрами или большими фрезерными станками, которые могут в полной мере проявить свои преимущества производительности при высокой скорости (до 8000 об/мин) и высокой скорости подачи (до 5000 мм/мин). В промышленном производстве твердосплавные торцевые фрезы считаются ключевыми инструментами для повышения эффективности обработки, оптимизации качества поверхности и снижения производственных затрат, особенно в таких востребованных областях, как автомобильные детали, аэрокосмические компоненты, производство энергетического оборудования и прецизионная обработка пресс-форм. Он играет незаменимую роль. Его гибкость конструкции также позволяет настраивать его в соответствии с конкретными материалами заготовки и процессами обработки, например, регулировать угол резания или количество кромок для удовлетворения различных потребностей обработки.

Конструктивные особенности твердосплавной торцевой фрезы

Конструктивная конструкция твердосплавных торцевых фрез является основой их высокой производительности. Обычно они используют дискообразные или полигональные корпуса фрез с режущими кромками, распределенными по их окружности и торцам, уделяя особое внимание жесткости, балансировке и контролю стружки. Конструктивные параметры фрезы точно рассчитаны и оптимизированы для обеспечения стабильности при высокоскоростном вращении и резке с большой нагрузкой. К основным конструктивным особенностям относятся:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Диаметр(D)

Диапазон составляет от 50 мм до 400 мм, что покрывает потребности в обработке как небольших заготовок (например, головок цилиндров автомобилей площадью $0,5 \text{ м}^2$), так и больших пластин (например, оснований лопастей ветряных турбин площадью $2-4 \text{ м}^2$). Чем больше диаметр, тем выше ширина реза и скорость съема материала, но соответственно возрастают и требования к жесткости станка.

Ширина реза

Она может достигать 70%-100% диаметра инструмента, в зависимости от количества кромок и конструкции режущей головки. Например, торцевая фреза диаметром 200 мм может достигать эффективной ширины резания 150-200 мм, что подходит для обработки плоских поверхностей большой площади.

Форма ручки

К ним относятся прямые хвостовики (диаметром 20-50 мм), конические хвостовики (конус 7:24, размеры от 16 мм до 80 мм) или модульные держатели инструментов (такие как системы КМ или HSK). Конструкция конического хвостовика обеспечивает более высокий крутящий момент зажима (до 1000 Нм) для тяжелой резки, в то время как модульные держатели инструментов облегчают быструю замену и обслуживание.

Количество лопастей

4-20 режущих кромок, регулируемых в соответствии с диаметром инструмента и требованиями к обработке. Малый диаметр ($D < 100 \text{ мм}$) обычно имеет 4-8 кромок, а средний и большой диаметр ($D > 150 \text{ мм}$) могут достигать 10-20 кромок. Увеличение количества кромок может повысить эффективность резки (эффективность увеличивается на 20%-40%), но необходимо обеспечить соответствие мощности и жесткости шпинделя станка.

Угол реза

Передний угол составляет $5^\circ-15^\circ$ (положительный передний угол оптимизирует силу резания), а задний угол составляет $5^\circ-10^\circ$ (снижает износ заднего инструмента). Конструкция угла резания регулируется в зависимости от материала заготовки. Например, передний угол может составлять $12^\circ-15^\circ$ при обработке алюминиевого сплава и $5^\circ-8^\circ$ при обработке стали.

Тип телосложения

Существует два типа: интегральный тип (лезвие и корпус фрезы выполнены как единое целое, диаметром 50-150 мм) и тип со сменными лезвиями (корпус фрезы изготовлен из стали и оснащен твердосплавными лезвиями, диаметром 150-400 мм). Интегральный тип подходит для мелкой и средней обработки, в то время как тип со сменными лезвиями удобен для замены лезвий и снижает затраты на долгосрочное использование.

Кромка инструмента прецизионно шлифуется в несколько проходов (точность $\pm 0,005 \text{ мм}$) для обеспечения остроты и однородности режущей кромки (шероховатость кромки $Ra \leq 0,1 \text{ мкм}$), а корпус инструмента динамически сбалансирован (дисбаланс $< 10 \text{ г} \cdot \text{мм} / \text{кг}$) для снижения вибрации на высоких скоростях (амплитуда вибрации $< 0,01 \text{ мм}$). Кроме того, современные торцевые фрезы могут также оснащаться охлаждающими каналами или стружечными канавками для оптимизации отвода стружки и терморегулирования.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Материалы и изготовление твердосплавных торцевых фрез

Превосходные эксплуатационные характеристики твердосплавных торцевых фрез обусловлены их высококачественными материалами и сложными производственными процессами. Материал матрицы обычно представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), спеченный методом порошковой металлургии. Карбид вольфрама обеспечивает высокую твердость и износостойкость, кобальт в качестве связующей фазы повышает прочность, а формула и размер частиц (0,5-2 микрона) напрямую влияют на эксплуатационные характеристики инструмента. Распространенные марки твердосплавных фрез включают:

YG8: Содержание кобальта 8%, твердость HV 1700-1800, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, подходит для обработки чугуна (например, HT250, HB 180-220), цветных металлов (например, алюминия, меди, HB 50-100) и некоторых материалов средней твердости (HB 200-300). Широко используется для черновой обработки благодаря хорошей ударной стойкости.

YC40: Содержание кобальта 10%, твердость HV 1600-1700, прочность на изгиб 2200-2400 МПа, подходит для обработки стали (например, стали 45#, HRC 20-25) и нержавеющей стали (например, 304, HRC 15-20), сохраняет стабильность при высоких температурах (выше 600 °C).

YW1: Содержит карбид тантала (TaC) и карбид ниобия (NbC), твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1900-2100 МПа, специально разработан для высокотемпературных сплавов (таких как Inconel 718, HRC 35-40) и титановых сплавов (таких как Ti-6Al-4V, HRC 30-35), термостойкость до 900 °C.

Производственный процесс делится на несколько четких этапов:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама высокой чистоты и порошок кобальта смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), а для оптимизации микроструктуры добавляется небольшое количество редкоземельных элементов (таких как Ce, Y).

Прессование: с помощью гидравлического пресса, создающего давление 100–200 МПа, формируется корпус фрезы или заготовка лезвия, обеспечивающая плотность 14,5–15 г/см³.

Высокотемпературное спекание: в вакуумной или защищенной водородом печи для спекания температура поддерживается на уровне 1400–1500 °C в течение 8–12 часов для устранения пор и формирования плотной структуры.

Постобработка: После спекания заготовка подвергается точению (внешнее биение $< 0,01$ мм), шлифованию (поверхность $Ra \leq 0,2$ мкм) и полировке (кромка $Ra \leq 0,1$ мкм). Корпус инструмента также должен быть динамически сбалансирован.

Для дальнейшего повышения производительности на поверхности инструментов часто наносят покрытия, нанесенные с помощью процессов PVD или CVD:

TiAlN (нитрид титана и алюминия): толщина 3–8 мкм, твердость 2800–3200 HV, термостойкость до 900 °C, отличная стойкость к окислению, подходит для сухой резки.

CrN (нитрид хрома): толщина 2-5 мкм, твердость 2500-2800 HV, коэффициент трения $< 0,3$, сильная антиадгезионная способность, особенно подходит для обработки алюминиевых

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

сплавов.

Многослойное покрытие: комбинация $\text{TiN} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiCN}$, толщина 5-12 мкм, общая твердость более 3000 HV, износостойкость и термостойкость, подходит для обработки нескольких материалов.

Эти покрытия значительно снижают трение (снижение на 20–30%), увеличивают срок службы инструмента (на 50–100% дольше, чем без покрытия) и хорошо работают при высокоскоростной резке ($V_c > 300$ м/мин) или прерывистой резке.

Типы твердосплавных торцевых фрез

По своей конструкции и назначению твердосплавные торцевые фрезы можно разделить на следующие типы, каждый из которых оптимизирован для определенных задач обработки:

Фреза торцевая цельная твердосплавная

Лезвие и корпус фрезы выполнены как единое целое, диаметром 50-150 мм, подходят для обработки плоских поверхностей малого и среднего размера (например, головки цилиндров автомобилей площадью $0,5 \text{ м}^2$). Преимуществами являются компактная конструкция, простота установки, пригодность для мелкосерийного и среднего производства, но после износа инструмент необходимо заменять целиком.

Торцевая фреза со сменным лезвием

Корпус резака изготовлен из высокопрочной стали (например, 40CrMo, HB 250-300), оснащен твердосплавными лезвиями диаметром 150-400 мм, подходящими для резки больших площадей (например, основания лопастей ветряных турбин, площадь $2-4 \text{ м}^2$). Лезвия можно заменять по отдельности, что снижает затраты на долгосрочное использование, а конструкция режущей головки поддерживает различные углы лезвий ($0^\circ-15^\circ$).

Черновая торцевая фреза

Количество режущих кромок составляет 4–8, глубина реза может достигать 5–10 мм, основное внимание уделяется удалению больших объемов материала (например, чугуновых заготовок, объем резки $500 \text{ см}^3/\text{мин}$), а угол наклона лезвия большой ($10-15^\circ$) для снижения усилий резания.

Чистовая торцевая фреза

кромки 10-20, глубина реза 1-3 мм, а отделка поверхности подчеркнута ($R_a 0,4-0,8 \text{ мкм}$). Передний угол лезвия небольшой ($5^\circ-8^\circ$) для повышения точности. Широко используется при обработке поверхности дна пресс-формы.

Фреза для гофрированной кромки

Лезвие волнистое с амплитудой формы волны 0,2-0,4 мм и длиной волны 3-6 мм. Оно снижает вибрацию за счет рассеивания силы резания (амплитуда уменьшается на 40%-60%) и подходит для тонкостенных деталей (например, обшивки из алюминиевого сплава толщиной 5-10 мм) или высокоточной обработки.

Технические параметры твердосплавной торцевой фрезы

Параметры производительности твердосплавных торцевых фрез различаются в зависимости от модели и сценария применения. Ниже приведены подробные типичные значения для справки пользователя и оптимизации:

Твердость: Твердость основы составляет от HV 1600 до HV 1900, а твердость поверхности

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

после нанесения покрытия может достигать более 3000 HV, что значительно выше показателей быстрорежущей стали (HV 800-900), что обеспечивает износостойкость при высоких нагрузках (скорость износа снижается на 60%).

Термостойкость: может сохранять режущие свойства при высоких температурах 600°C-1000°C. Его термостойкость в 2-3 раза выше, чем у HSS (коэффициент теплового расширения $5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$), что делает его пригодным для сухой резки или обработки высокотемпературных сплавов.

Скорость резания (V_c):

Сталь: 150-300 м/мин, сталь 45#: 200 м/мин, закаленная сталь HRC 40: 120 м/мин.

Чугун: 200-400 м/мин, серый чугун: 250 м/мин, ковкий чугун: 180 м/мин.

Алюминиевый сплав: 300-800 м/мин, чистый алюминий: 600 м/мин, алюминиево-кремниевый сплав: 350 м/мин.

Скорость подачи (f_z): 0,1-0,5 мм/зуб, 0,3-0,5 мм/зуб для черновой обработки (скорость подачи 3000-5000 мм/мин), 0,1-0,2 мм/зуб для чистовой обработки (скорость подачи 1000-2000 мм/мин).

Глубина резания (a_p): 1-10 мм, черновая обработка 5-10 мм (скорость съема материала 500-1000 см³/мин), чистовая обработка 1-3 мм (точность $\pm 0,01$ мм).

Допуск: допуск по диаметру $\pm 0,02$ мм (класс IT6), плоскостность $< 0,01$ мм, вертикальность $< 0,015$ мм.

Шероховатость поверхности: чистовая обработка Ra 0,4-0,8 мкм, черновая обработка Ra 1,6-3,2 мкм в зависимости от параметров резания и состояния инструмента (шероховатость новой кромки Ra может достигать 0,2 мкм).

Сферы применения твердосплавных торцевых фрез

Фрезы из твердого сплава хорошо зарекомендовали себя во многих промышленных областях благодаря своей высокой эффективности и возможности обработки больших площадей. Конкретные сценарии применения включают:

Автомобильная промышленность: Обработка поверхностей блоков цилиндров и головок цилиндров (площадь 0,5-2 м²), скорость резания 200-300 м/мин, производительность 200-500 см³/мин, шероховатость поверхности Ra $< 1,6$ мкм, обеспечение герметичности.

Аэрокосмическая промышленность: фрезерование обшивки из алюминиевого сплава (толщина 5-20 мм), скорость резания 400-600 м/мин, шероховатость поверхности Ra $< 0,6$ мкм, соответствие требованиям авиационной плоскостности (плоскостность $< 0,02$ мм).

Энергетическое оборудование: Обработка оснований лопастей ветрогенераторов (диаметром 2-4 м), глубина реза 8-10 мм, скорость реза 150-250 м/мин, производительность съема материала 800-1200 см³/мин.

пресс-форм: Отделка нижней поверхности пресс-формы (площадь 0,2-1 м²), глубина реза 1-2 мм, скорость реза 150-200 м/мин, плоскостность $< 0,005$ мм, Ra $< 0,4$ мкм.

Реальный случай: На автомобильном заводе для обработки плоскости головки блока цилиндров используется торцевая фреза диаметром 250 мм со сменными 12-лезвийными лезвиями, V_c 250 м/мин, f_z 0,4 мм/зуб, a_p 6 мм, производительность обработки 400 см³/мин, шероховатость поверхности Ra 1,2 мкм, срок службы инструмента 50 часов.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Меры предосторожности при использовании твердосплавных торцевых фрез

Для того чтобы в полной мере раскрыть потенциал твердосплавных торцевых фрез и продлить срок их службы, следует учитывать следующие моменты:

Жесткость станка: требуются станки высокой жесткости (жесткость шпинделя >3000 Н/мкм, жесткость станины >5000 Н/мкм), биение шпинделя $<0,01$ мм и точность направляющих станка (прямолинейность $<0,02$ мм/м) напрямую влияют на качество обработки.

Охлаждение и смазка: Рекомендуется использовать смазочно-охлаждающую жидкость (например, 5%-10% эмульсию) или синтетическое масло с расходом 20-50 л/мин. При скорости резки выше 300 м/мин требуется охлаждение под высоким давлением (давление 5-10 бар, расход ≥ 20 л/мин) для снижения температуры зоны резания ($<500^{\circ}\text{C}$).

Регулировка параметров резания: Черновая обработка V_c 200-300 м/мин, a_p 5-10 мм, f_z 0,3-0,5 мм/зуб; Чистовая обработка V_c 150-200 м/мин, a_p 1-3 мм, f_z 0,1-0,2 мм/зуб. Параметры необходимо оптимизировать в зависимости от материала заготовки и мощности станка (например, мощность шпинделя ≥ 10 кВт).

Установка и калибровка: Убедитесь, что инструмент соосен со шпинделем, используйте датчик настройки инструмента для калибровки, эксцентриситет $<0,005$ мм, момент затяжки 30-50 Нм (регулируется в зависимости от веса инструмента), чтобы избежать вибрации, вызванной ослаблением крепления.

Проверка износа: Регулярно проверяйте степень износа лезвия. Замените вставку/инструмент, когда износ режущей кромки VB достигает 0,4 мм или происходит скол (глубина $> 0,1$ мм). Обратите внимание на цвет стружки (синий цвет указывает на перегрев, а V_c необходимо уменьшить на 10%-15%) и форму стружки (длинная закрученная стружка указывает на соответствующие параметры).

Преимущества твердосплавной торцевой фрезы

Высокая эффективность (в 2-3 раза выше, чем у концевых фрез), возможность обработки больших площадей, за один проход можно удалить 500-1000 см³ материала.

Длительный срок службы (50-100 часов в зависимости от покрытия и условий работы), в 3-5 раз больше, чем у торцевых фрез HSS.

Качество поверхности превосходное, а шероховатость поверхности R_a может достигать 0,4 мкм, что соответствует высоким требованиям точности.

Конструкция сменных лезвий снижает затраты на техническое обслуживание, а время замены лезвий составляет менее 5 минут.

Твердосплавные торцевые фрезы также имеют ограничения. Они дороги и требуют больших первоначальных инвестиций, что делает их пригодными для массового производства. Они предъявляют высокие требования к станкам (мощность ≥ 10 кВт, жесткость > 3000 Н/мкм) и их трудно поддерживать обычными станками. Они не подходят для сложных криволинейных поверхностей или обработки глубоких полостей, а область их применения ограничена (глубина резания < 10 мм).

Рынок и развитие твердосплавных торцевых фрез

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Умные инструменты

Интегрированные датчики контролируют силу резания (диапазон 0–5000 Н) и температуру (<1000 °C), а искусственный интеллект оптимизирует параметры для повышения эффективности на 10–15 %.

Экологические технологии

Благодаря использованию формулы с низким содержанием кобальта (содержание Co <6%) и процесса нанесения покрытия, пригодного для вторичной переработки, выбросы углерода сокращаются на 20–30%.

Разработка большого диаметра

Выпущены сверхбольшие торцевые фрезы диаметром 400–600 мм, подходящие для ветроэнергетики и судостроения, с шириной реза до 500 мм.

Разница между твердосплавной торцевой фрезой и твердосплавной концевой фрезой

Между твердосплавными торцевыми фрезами и концевыми фрезами имеются существенные различия в конструкции и применении:

Метод резания: Торцевые фрезы предназначены для обработки плоских поверхностей большой площади (ширина резания до 70–100 % диаметра), концевые фрезы в основном используются для обработки пазов, боковых поверхностей и сложных криволинейных поверхностей (глубина резания до 150 мм).

Лезвия: Торцевые фрезы имеют больше лезвий (4–20) и распределяют нагрузку резания; концевые фрезы имеют меньше лезвий (2–10) и подходят для тонкой обработки.

Сферы применения: Торцевые фрезы используются для плоскостей и ступеней (например, цилиндрических плоскостей), а концевые фрезы используются для глубоких отверстий и трехмерных поверхностей (например, полостей пресс-форм).

Конструкция: Торцевые фрезы в основном имеют форму диска или имеют сменные пластины, а концевые фрезы имеют прямой хвостовик или сферический конец.

Эффективность и точность: Торцевые фрезы имеют высокую производительность (500-1000 см³/мин) и среднюю точность (Ra 0,4-1,6 мкм); концевые фрезы имеют низкую производительность (50-200 см³/мин) и высокую точность (Ra 0,1-0,8 мкм).

Фрезы для торцевой обработки твердосплавные идеально подходят для эффективной обработки плоскости. Их высокая производительность, универсальность и способность резать большую площадь отвечают двойным потребностям современной промышленности в эффективности и качестве. Эффективность производства может быть значительно повышена за счет оптимизации параметров резания (например, Vc 250 м/мин, ap 6 мм) и правильного обслуживания (например, регулярной замены пластин).

За 30 лет производства твердосплавных изделий компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

потребности в твердосплавных фрезах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: « Chinatungsten Online»



приложение:

Что такое твердосплавная шаровая концевая фреза?

Определение и функция твердосплавной шаровой концевой фрезы

Фрезы с шаровидным наконечником из карбида вольфрама — это высокоточные универсальные вращающиеся режущие инструменты, которые широко используются в металлообработке, изготовлении пресс-форм, аэрокосмической промышленности и других отраслях промышленности, где требуется сложная обработка поверхности. Их уникальной особенностью является сферическая конструкция режущего конца (т. е. шарового конца), что позволяет инструменту достигать плавного переходного резания, особенно подходящего для обработки трехмерных поверхностей, скосов и сложных геометрических форм. Фрезы с шаровидным наконечником из карбида вольфрама используют карбид в качестве основного материала, в сочетании с его высокой твердостью (HV 1800-2100) и износостойкостью, могут эффективно резать высокопрочные материалы, такие как нержавеющая сталь, титановый сплав, закаленная сталь и композитные материалы. Их функции не ограничиваются обработкой поверхности, но также могут выполнять боковое фрезерование, фрезерование пазов и контурное фрезерование, особенно в сценариях, где требуется высокое качество поверхности и высокая геометрическая точность. Концевые шаровые фрезы с карбидным сплавом обычно используются в сочетании с ЧПУ-станками (ЧПУ), пятикоординатными обрабатывающими центрами или гравировальными станками, чтобы в полной мере раскрыть их возможности обработки при высокой скорости (до 12 000 об/мин) и малой глубине резания (0,1-2 мм). В современном производстве, особенно при изготовлении автомобильных форм, деталей для аэрокосмической отрасли и медицинских приборов, концевые шаровые фрезы с карбидным сплавом стали незаменимыми инструментами благодаря своей гибкости и точности. Их конструкция также может быть настроена в соответствии с конкретными материалами заготовки и требованиями к обработке для удовлетворения различных промышленных потребностей.

Конструктивные особенности твердосплавных шаровых концевых фрез

Конструктивная конструкция шаровых концевых фрез из твердого сплава является основой для эффективной обработки сложных криволинейных поверхностей. Обычно они используют конструкцию с прямым или коническим хвостовиком, с полусферическим режущим концом и лезвиями, распределенными по сферической поверхности и периферии. Ниже приведены основные структурные особенности:

Диаметр(D)

Концевые микросферические фрезы ($D < 6$ мм) диаметром от 1 мм до 32 мм используются для тонкой гравировки, а крупные концевые шаровые фрезы ($D > 12$ мм) подходят для черновой обработки пресс-форм.

Радиус шаровой головки (R)

От 0,5 мм до 16 мм размер радиуса напрямую влияет на гладкость и глубину резания при

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

обработке поверхности, а значение R обычно составляет D/2.

Общая длина(D)

50–200 мм, подходит для шпинделей станков различной длины и глубины заготовки, а сверхдлинный тип может достигать 250 мм.

Эффективная длина реза (l)

От 5 мм до 100 мм определяет максимальную глубину резания инструмента в заготовке, а глубокая обработка полости может быть настроена до 150 мм.

Диаметр хвостовика (d)

Соответствие диаметра реза от 3 мм до 32 мм классу допуска h6 (0/-0,006 мм) обеспечивает точность зажима.

Угол наклона спирали

15°-45°, стандартное значение составляет 30°, что влияет на отвод стружки и стабильность резания, а 35°-40° обычно используется для чистовой обработки (скорость отвода стружки увеличивается на 15%).

Количество лопастей

2-6 режущих кромок, малый диаметр (D<10 мм) обычно имеет 2-3 кромки, средний и большой диаметр (D>10 мм) имеет 4-6 кромок. Увеличение количества кромок может повысить эффективность резки, но требует большей жесткости станка.

Кромка шаровой концевой фрезы прецизионно шлифуется в несколько проходов (точность $\pm 0,005$ мм) для обеспечения остроты и однородности режущей кромки (шероховатость режущей кромки $Ra \leq 0,1$ мкм), а сферическая часть полируется с высокой точностью, чтобы избежать царапин во время обработки. Корпус фрезы также динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг) для снижения вибрации при высокоскоростном вращении (амплитуда $< 0,01$ мм). Кроме того, некоторые модели интегрируют внутренние каналы охлаждения для оптимизации терморегулирования и удаления стружки в зоне резания.

Материал шаровой концевой фрезы из карбида

Производительность шаровых концевых фрез из цементированного карбида зависит от их высококачественных материалов и точности производственных процессов. Базовый материал представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), спеченный методом порошковой металлургии. Карбид вольфрама обеспечивает высокую твердость и износостойкость, кобальт повышает прочность, а формула и размер частиц (0,5-2 микрона) регулируются в соответствии с требованиями обработки. Распространенные марки цементированного карбида включают:

YG6: Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для обработки чугуна, цветных металлов (таких как алюминий, медь) и материалов средней твердости (таких как сталь 45#, HRC 20-25).

YT15: Содержит карбид титана и карбид вольфрама, твердость HV 1900-2000, прочность на изгиб 1600-1800 МПа, подходит для стали и легированной стали, стабилен при высоких температурах (выше 700 °C).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

YW2: Содержит карбид тантала (TaC) и карбид ниобия (NbC), твердость HV 1800–2100, прочность на изгиб 1700–1900 МПа, специально разработан для труднообрабатываемых материалов, таких как титановые сплавы (Ti-6Al-4V, HRC 30–35) и сплавы на основе никеля (Inconel 718, HRC 40–45).

Процесс изготовления твердосплавных шаровых концевых фрез

Подготовка сырья

Порошок карбида вольфрама высокой чистоты и порошок кобальта смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), а для оптимизации микроструктуры добавляются следы редкоземельных элементов (таких как Ce, Y).

Нажатие

Заготовка корпуса инструмента формируется на гидравлическом прессе давлением 100-200 МПа и плотностью 14,5-15 г/см³.

Высокотемпературное спекание

В вакуумной или защищенной водородом печи для спекания температура составляет 1400°C-1500°C в течение 8-12 часов для устранения пор и формирования плотной структуры.

Постобработка

После спекания заготовка обтачивается (наружное биение $< 0,01$ мм), шлифуется (поверхность $Ra \leq 0,2$ мкм) и полируется (кромка $Ra \leq 0,1$ мкм). Деталь шаровой головки необходимо обработать специальным сферическим шлифовальным станком. Для повышения производительности на поверхность инструмента наносят покрытие:

TiN (нитрид титана)

Толщина 2-5 мкм, твердость 2000-2500 HV, высокая износостойкость и стойкость к окислению, подходит для сталей общего назначения.

TiCN (карбонитрид титана)

Толщина 3-6 мкм, твердость 2500-3000 HV, отличная антиадгезия, подходит для алюминиевых сплавов и нержавеющей стали.

Al₂O₃ (алюминий оксид)

Толщина 5-10 мкм, твердость 3000 HV, термостойкость до 1000°C, специально разработана для жаропрочных сплавов.

Покрытие наносится методом PVD или CVD, что снижает трение (коэффициент $< 0,3$) и продлевает срок службы (на 50–100 % выше, чем без покрытия), особенно при высокоскоростной резке ($V_c > 300$ м/мин).

Типы твердосплавных шаровых концевых фрез

По конструкции и применению твердосплавные шаровые концевые фрезы можно разделить на следующие типы:

Стандартные шаровые концевые фрезы

Количество лезвий 2-4, угол наклона спирали 30°, диаметр 6-20 мм. Подходит для общей обработки поверхностей (например, полостей пресс-форм).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Черновые шаровые концевые фрезы

Количество кромок составляет 2–3, глубина реза — 2–5 мм, основное внимание уделяется удалению материала, пригодного для начального этапа обработки.

Фрезерование шаровидных концевых фрез

кромки: 4-6, глубина реза: 0,1-2 мм, особое внимание уделяется качеству поверхности (R_a 0,1-0,4 мкм), используется для финишной обработки.

Фреза с длинным хвостовиком и сферическим концом

Эффективная длина реза составляет 50–150 мм, хвостовик тонкий, подходит для обработки глубоких полостей (например, блока цилиндров двигателя).

Концевые микросферические фрезы

Диаметр 1-6 мм, количество граней 2, точность $\pm 0,005$ мм, специально разработаны для микроэлектроники и медицинских приборов.

Технические параметры твердосплавных шаровых концевых фрез

Параметры производительности различаются в зависимости от модели, типичные значения следующие:

Твердость: основа HV 1800-2100, покрытие достигает 3000 HV, износостойкость лучше, чем у HSS (HV 800-900).

Термостойкость: 600°C-1000°C, термостойкость в 2-3 раза выше, чем у быстрорежущей стали.

Скорость резания (V_c):

Сталь: 100-250 м/мин (200 м/мин для стали 45#).

Титановый сплав: 50-150 м/мин (Ti-6Al-4V – 100 м/мин).

Алюминиевый сплав: 200-500 м/мин (чистый алюминий: 400 м/мин).

Скорость подачи (f_z): 0,05-0,3 мм/зуб, чистовая обработка 0,05-0,1 мм/зуб.

Глубина резания (a_p): 0,1-5 мм, чистовая 0,1-2 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм (класс IT6), круглость шарика $< 0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: R_a 0,1-0,8 мкм, при чистовой обработке может достигать 0,1 мкм.

Сферы применения твердосплавных шаровых концевых фрез

пресс-форм : Обработка поверхностей автомобильных пресс-форм (кривизна 5-20 мм), $R_a < 0,4$ мкм.

Аэрокосмическая промышленность: Фрезерование лопаток из титанового сплава (толщиной 5-15 мм), плоскостность $< 0,01$ мм.

Медицинские изделия: Гравировка ортопедических имплантатов (диаметром 10-50 мм) с точностью $\pm 0,01$ мм.

Электронная промышленность: Обработка полости печатной платы (глубина 5-20 мм), $R_a < 0,2$ мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Меры предосторожности при использовании твердосплавных шаровых концевых фрез

Станок: пятикоординатный с ЧПУ, биение $<0,01$ мм, мощность шпинделя ≥ 3 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (давление 5 бар, расход 15 л/мин).

Параметры: V_c 150 м/мин, f_z 0,1 мм/зуб, a_p 1 мм.

Монтаж: Соосность $<0,005$ мм, усилие зажима 20-30 Нм.

Износ: замените, когда VB достигнет 0,3 мм или если лезвие выкрошится.

Различия между твердосплавными шаровыми концевыми фрезами и концевыми/торцевыми фрезами

Методы резки: сферическая фреза для криволинейных поверхностей, концевая фреза для пазов/боковых поверхностей, торцевая фреза для плоских поверхностей.

Режущие кромки: сферическая фреза 2-6, концевая фреза 2-10, торцевая фреза 4-20.

Применение: сферическая фреза, универсальная концевая фреза, торцевая фреза большой площади.

За 30 лет производства твердосплавных изделий компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных фрезах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: « Chinatungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавная профильная фреза?

Определение и функция твердосплавной формовочной фрезы

Фрезы из твердого сплава для профильной обработки представляют собой высокоточные, узкоспециализированные вращающиеся режущие инструменты, которые широко используются в обработке металла, производстве пресс-форм и производстве механических деталей. Их основная особенность заключается в том, что форма лезвия соответствует определенному контуру или поверхности профиля, требуемому заготовкой. В отличие от фрез общего назначения, фрезы из твердого сплава для профильной обработки предназначены для непосредственного копирования заранее заданных сложных геометрических форм, таких как формы зубьев, пазы, шлицы или специальные кривые, тем самым завершая процесс профиля за один проход без необходимости последующей отделки. Твердый сплав в качестве основного материала придает фрезам для профильной обработки высокую твердость (HV 1800-2100), отличную износостойкость и термическую стабильность, что позволяет им эффективно резать высокопрочные материалы, такие как сталь (HRC 20-50), титановые сплавы, сплавы на основе никеля и твердый чугун. Профильные фрезы обычно используются в сочетании с ЧПУ-станками (ЧПУ), зубообрабатывающими станками или специальными профильными станками и могут достигать точного копирования сложных контуров на высоких скоростях (до 10 000 об/мин) и точной подаче (0,01-0,2 мм/зуб). Сценарии их применения в основном сосредоточены в промышленных областях, требующих высокой точности и особых форм, таких как автомобильные трансмиссионные системы, компоненты авиационных двигателей, производство зубчатых передач и прецизионная обработка пресс-форм. Гибкость конструкции твердосплавных формовочных фрез чрезвычайно высока, а форма и размер лезвия могут быть настроены в соответствии с требованиями к заготовке для дальнейшего удовлетворения разнообразных требований к обработке.

Конструктивные особенности твердосплавных формообразующих фрез

Конструктивная конструкция твердосплавных формовочных фрез сосредоточена на их специальном назначении. Форма лезвия напрямую отражает целевой контур заготовки. Обычно она принимает прямой хвостовик, конический хвостовик или модульную структуру хвостовика. Ниже приведены ее основные структурные особенности:

Диаметр (D): Микропрофильные фрезы ($D < 10$ мм) диаметром от 4 мм до 50 мм используются для тонкой обработки, а крупнопрофильные фрезы ($D > 20$ мм) подходят для сложных профильных задач.

Профиль лезвия: Изготавливается в соответствии с требованиями к заготовке, например, профили зубьев с модулем 1–8, пазы с радиусом 2–20 мм или сложные кривые, с точностью профиля до $\pm 0,005$ мм.

Общая длина (L): от 60 мм до 250 мм, подходит для различных шпинделей станков и глубины

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

заготовки, а сверхдлинный тип может достигать 300 мм.

Эффективная длина резания (l): от 10 мм до 120 мм, определяет максимальную глубину резания инструмента в заготовке, глубина формовки пазов может быть изменена до 150 мм.

Диаметр хвостовика (d): Соответствует диаметру режущей части, от 6 мм до 50 мм, с классом допуска h6 (0/-0,006 мм) для обеспечения точности зажима.

Угол наклона спирали: 10°-40°, регулируется в зависимости от формы формовки, стандартное значение составляет 25°-30°, что влияет на отвод стружки и стабильность резания. Для сложных криволинейных поверхностей можно выбрать 35°-40°.

Режущие кромки: 2–10 режущих кромок, в зависимости от диаметра и сложности формовки, обычно 2–4 для малого диаметра ($D < 15$ мм) и 6–10 для большого диаметра ($D > 15$ мм).

Режущая кромка формовочной фрезы обрабатывается на высокоточном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения соответствия профиля проекту (шероховатость профиля $Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг) для снижения вибрации при высокоскоростном вращении (амплитуда $< 0,01$ мм). Некоторые модели имеют встроенные каналы охлаждения для оптимизации терморегулирования и удаления стружки в зоне резания, особенно для глубоких канавок или закрытой формовки.

Материалы для твердосплавных формовочных фрез

Производительность фрез из твердого сплава зависит от их высококачественных материалов и сложных производственных процессов. Базовый материал представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), спеченный методом порошковой металлургии. Карбид вольфрама обеспечивает высокую твердость и износостойкость, кобальт повышает прочность, а формула и размер частиц (0,5-2 микрона) оптимизированы в соответствии с требованиями обработки. Распространенные марки твердого сплава включают:

YG6X: Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для обработки чугуна, цветных металлов и стали средней твердости (HRC 20-30).

YT14: Содержит карбид титана и карбид вольфрама, твердость HV 1900-2000, прочность на изгиб 1600-1800 МПа, подходит для стали и легированной стали (HRC 30-40), хорошая устойчивость к высоким температурам.

YW3: Содержит карбид тантала (TaC) и карбид ниобия (NbC), твердость HV 1800–2100, прочность на изгиб 1700–1900 МПа, специально разработан для труднообрабатываемых материалов, таких как титановые сплавы (HRC 30–35) и сплавы на основе никеля (HRC 40–45).

Процесс изготовления твердосплавной формовочной фрезы

для улучшения микроструктуры добавляется небольшое количество карбидного стабилизатора (например, VC, Cr_3C_2).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Прессование: С помощью гидравлического пресса, создающего давление 150-250 МПа, формируется заготовка корпуса инструмента до плотности 14,5-15,2 г/см³.

Высокотемпературное спекание: в вакуумной или защищенной водородом печи для спекания температура составляет 1400–1600 °С в течение 10–14 часов для устранения пор и формирования высокоплотной структуры.

Постобработка: После спекания заготовка обрабатывается (внешнее биение <0,01 мм), шлифуется на станке с ЧПУ (точность профиля $\pm 0,002$ мм) и полируется (шероховатость режущей кромки $Ra \leq 0,05$ мкм). Режущая кромка должна быть обработана специальным профильным шлифовальным станком.

Для повышения производительности на поверхность инструмента наносят покрытия:

TiAlN (нитрид титана-алюминия): толщина 3-8 мкм, твердость 2800-3200 HV, термостойкость до 900°C, подходит для сухой резки.

TiCN (карбонитрид титана): толщина 3-6 мкм, твердость 2500-3000 HV, сильная антиадгезионная способность, подходит для алюминиевых сплавов и нержавеющей стали.

DLC (алмазоподобное покрытие): толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения <0,1, предназначено для высокоточного литья.

Покрытие наносится методом PVD, что снижает трение (коэффициент < 0,3) и продлевает срок службы (на 60–120 % больше, чем без покрытия), особенно при высокоскоростной резке ($V_c > 200$ м/мин).

Типы твердосплавных профильных фрез

По конструкции и назначению твердосплавные профильные фрезы можно разделить на следующие типы:

Фреза с профилем зубьев: Режущая кромка имеет профиль зубьев модуля 1-8, диаметр 10-30 мм и специально используется для обработки зубчатых колес (например, зубчатых колес автомобильных трансмиссий).

Фреза для обработки пазов: Режущая кромка представляет собой канавку радиусом 2–20 мм, подходящую для обработки шпоночных пазов или гнезд подшипников.

Фреза для криволинейной обработки: режущая кромка имеет сложную кривую форму, подходит для обработки полостей пресс-форм или декоративных деталей.

Фреза с длинной режущей кромкой: эффективная длина реза 50–120 мм, подходит для глубоких канавок или многоуровневой формовки.

Микропрофильная фреза: диаметр 4–10 мм, точность $\pm 0,005$ мм, специально разработана для микроэлектроники и прецизионных деталей.

Технические параметры твердосплавной формовочной фрезы

Параметры производительности различаются в зависимости от модели, типичные значения следующие:

Твердость: Основной материал HV 1800-2100, после нанесения покрытия достигает 3000-3500 HV, а износостойкость лучше, чем у HSS.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Термостойкость : 600°C-1000°C, высокая термостойкость.

Скорость резания (V_c):

Сталь: 100-250 м/мин (для стали 45# требуется 180 м/мин).

Титановый сплав: 50-120 м/мин (Ti-6Al-4V – 80 м/мин).

Алюминиевый сплав: 150-400 м/мин (чистый алюминий: 300 м/мин).

Скорость подачи (fz): 0,01-0,2 мм/зуб, чистовая обработка 0,01-0,05 мм/зуб.

Глубина резания (ap): 0,1-5 мм, чистовая 0,1-2 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм (класс IT6), точность контура $< 0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,1-0,6 мкм, чистовая обработка может достигать 0,1 мкм.

Сценарии применения твердосплавных формовочных фрез

Производство шестерен: Обработка автомобильных шестерен (модуль 3-5), класс точности 6-8, Ra $< 0,4$ мкм.

Производство пресс-форм: Формовочная полость пресс-формы (глубина 20-50 мм), плоскостность $< 0,01$ мм.

Детали аэрокосмической техники: Фрезерование хвостовиков турбинных лопаток (толщина 10-20 мм), Ra $< 0,3$ мкм.

Декоративные детали: Обработка сложных криволинейных поверхностей (площадь 0,1-0,5 м²), точность $\pm 0,01$ мм.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных формовочных фрез

Станок: ЧПУ или зуборезный, биение $< 0,01$ мм, мощность шпинделя $\geq 2,5$ кВт.

Охлаждение: СОЖ (расход 10-20 л/мин), охлаждение под высоким давлением (5 бар).

Параметры: V_c 150 м/мин, fz 0,05 мм/зуб, ap 1 мм.

Монтаж: Соосность $< 0,005$ мм, усилие зажима 20-30 Нм.

Износ: замените, если VB достигнет 0,3 мм или профиль деформируется.

Различия между твердосплавной формовочной фрезой и концевой фрезой/сферической концевой фрезой/торцевой фрезой

Методы резания: профильная фреза с определенными контурами, концевая фреза с пазом/стороной, сферическая фреза с криволинейной поверхностью, торцевая фреза с плоской поверхностью.

лезвия: формовочные 2-10, концевая фреза 2-10, сферическая фреза 2-6, торцевая фреза 4-20.

Применение: специальное для формовки, общее для концевого фрезерования, тонкое для шаровой головки, большое для торцевого фрезерования.

Структура: Индивидуально профилированное лезвие, концевая фреза с прямым лезвием, сферическая поверхность шаровой головки, торцевой фрезерный диск.

За 30 лет производства твердосплавных изделий компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

потребности в твердосплавных фрезах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: « Chinatungsten Online»



приложение:

Что такое твердосплавная черновая фреза?

Определение и функция твердосплавной черновой фрезы

Твердосплавная черновая фреза — это высокоэффективный, мощный вращающийся режущий инструмент, широко используемый при обработке металла, отделке литья и начальной обработке механических деталей. Его основная функция — быстрое удаление большого количества материала для завершения первоначального формирования поверхности заготовки, закладывая основу для последующей отделки (например, с использованием твердосплавной чистовой фрезы или формовочной фрезы). Твердосплавная черновая фреза использует карбид в качестве основного материала. Благодаря высокой твердости (HV 1600-1900), превосходной износостойкости и ударопрочности он может справиться с черновой резкой высокопрочных материалов (таких как чугун, сталь, нержавеющая сталь). Его конструкция отличается прочной структурой лезвия и оптимизированным углом резания, чтобы выдерживать большую глубину резания и большие подачи. Обычно он используется в сочетании с ЧПУ-станками (ЧПУ), вертикальными фрезерными станками или тяжелыми обрабатывающими центрами. Подходит для условий обработки с высокими скоростями (до 6000 об/мин) и высокой скоростью съема материала (500-2000 см³/мин). Твердосплавные черновые фрезы особенно важны в промышленном производстве, особенно в автомобильной, энергетической и тяжелой машиностроительной промышленности, для быстрого снятия заготовок, обрезки заусенцев литья или обработки больших поверхностей заготовок. Гибкость конструкции позволяет регулировать количество кромок и геометрию в соответствии с материалом заготовки и требованиями к обработке, что еще больше повышает эффективность черновой обработки.

Конструктивные особенности твердосплавной черновой фрезы

Конструктивная конструкция твердосплавных черновых фрез направлена на выдерживание высоких сил резания и больших скоростей съема материала. Обычно они используют прямые хвостовики, конические хвостовики или дисковые фрезы большого диаметра с толстыми и равномерно распределенными режущими кромками. Ниже приведены их основные структурные особенности:

Диаметр (D): от 10 мм до 100 мм, микрофрезы для черновой обработки ($D < 20$ мм) используются для небольших заготовок, а большие фрезы для черновой обработки ($D > 50$ мм) подходят для тяжелых задач по резке.

Ширина реза: может достигать 50–80 % диаметра инструмента, например, черновая фреза диаметром 50 мм может обеспечить эффективную ширину реза 25–40 мм.

Общая длина (L): от 80 мм до 300 мм, подходит для различных шпинделей станков и глубины заготовки, а сверхдлинный тип может достигать 350 мм.

Эффективная длина резания (l): от 20 мм до 150 мм, определяет максимальную глубину резания инструмента в заготовке, подходит для глубоких канавок или черновой обработки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

больших площадей.

Диаметр хвостовика (d): Соответствует диаметру режущей части, от 12 мм до 80 мм, с классом допуска h6 (0/-0,006 мм) для обеспечения стабильности зажима.

Угол наклона спирали: 10°-30°, стандартное значение 15°-20°, оптимизирует силу резания и отвод стружки, меньший угол наклона спирали часто используется для черновой обработки для повышения прочности.

Режущие кромки: от 2 до 12 режущих кромок, в зависимости от диаметра и нагрузки резания, от 2 до 4 для малого диаметра ($D < 30$ мм), от 6 до 12 для большого диаметра ($D > 30$ мм), увеличение количества режущих кромок может рассредоточить силу резания.

Режущая кромка черновой фрезы изготовлена из крупнозернистого твердого сплава (размер зерна 2-5 мкм) для повышения ударопрочности (прочность на изгиб 2000-2400 МПа), а режущая кромка интенсивно шлифуется (точность $\pm 0,01$ мм) для обеспечения долговечности (шероховатость режущей кромки $Ra \leq 0,2$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 10 г·мм /кг) для снижения вибрации при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,02$ мм). Некоторые модели спроектированы с расширенными стружечными канавками или ребрами жесткости для оптимизации удаления стружки и жесткости конструкции.

Материалы для черновых фрез из твердого сплава

Производительность черновых фрез из твердого сплава зависит от их высокой прочности и ударопрочности. Основным материал — композитный материал из карбида вольфрама (WC) и высокого содержания кобальта, спеченный методом порошковой металлургии. Высокое содержание кобальта повышает прочность и выдерживает прерывистое резание и ударные нагрузки во время черновой обработки. Распространенные марки твердого сплава включают: YG10: Содержание кобальта 10%, твердость HV 1600-1700, прочность на изгиб 2200-2400 МПа, подходит для обработки чугуна (например, HT300, HB 200-250) и стальных заготовок (HRC 20-30).

YC45: Содержание кобальта 12%, твердость HV 1500-1600, прочность на изгиб 2400-2600 МПа, подходит для нержавеющей стали (например, 304, HRC 15-20) и материалов высокой вязкости.

YW4: Содержит карбид тантала (TaC) и карбид ниобия (NbC), твердость HV 1700-1800, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально разработан для черновой обработки титановых сплавов (HRC 30-35) и сплавов на основе никеля.

Процесс изготовления твердосплавной черновой фрезы

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама высокой чистоты и порошок кобальта смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), а для улучшения высокотемпературных характеристик добавляется карбид титана (TiC) или карбид ниобия (NbC).

Прессование: С помощью гидравлического пресса, создающего давление 200-300 МПа, формируется заготовка корпуса инструмента до плотности 14,2-14,8 г/см³.

Высокотемпературное спекание: в вакуумной или защищенной водородом печи для спекания температура составляет 1400–1550 °C в течение 10–15 часов для формирования

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

структуры с высокой прочностью.

Последующая обработка: После спекания заготовку обтачивают (наружное биение $<0,01$ мм), шлифуют (поверхность $Ra \leq 0,3$ мкм) и упрочняют (слой поверхностного упрочнения 0,1-0,2 мм).

Для повышения долговечности на поверхность инструмента нанесено покрытие:

TiAlN (нитрид титана и алюминия): толщина 4–10 мкм, твердость 2800–3200 HV, термостойкость до 1000 °C, высокая ударопрочность и стойкость к окислению.

AlCrN (нитрид алюминия и хрома): толщина 3-7 мкм, твердость 3000-3400 HV, отличная износостойкость и коррозионная стойкость, подходит для сухой резки.

Многослойное покрытие: TiN+AlCrN+ TiCN , толщина 6-12 мкм, с выдающимися комплексными характеристиками.

Покрытие наносится методом PVD, что снижает трение (коэффициент $< 0,3$) и продлевает срок службы (на 50–100 % дольше, чем без покрытия), особенно в условиях прерывистого резания и высоких нагрузок.

Типы черновых фрез из твердого сплава

По конструкции и назначению твердосплавные черновые фрезы можно разделить на следующие типы:

Фреза черновая с прямой кромкой: количество режущих кромок 2–4, угол наклона винтовой линии 15°, диаметр 10–30 мм, подходит для первичной обработки отливок.

Черновая фреза с волнистой кромкой: Амплитуда волны лезвия составляет 0,2-0,5 мм, что снижает вибрацию и подходит для черновой обработки тонкостенных деталей.

Черновая фреза большого диаметра: диаметр 50-100 мм, количество режущих кромок 6-12, предназначена для черновой обработки больших площадей.

для черновой обработки боковых поверхностей : боковая кромка расширена, ширина реза составляет 30-80 мм, подходит для черновой обработки боковин и ступеней.

Фреза для черновой обработки глубоких пазов: эффективная длина резания 50–150 мм, подходит для черновой обработки глубоких полостей.

Технические параметры твердосплавной черновой фрезы

Параметры производительности различаются в зависимости от модели, типичные значения следующие:

Твердость: Основной материал HV 1500-1800, после нанесения покрытия достигает 3000-3400 HV, с высокой ударопрочностью.

Термостойкость: 600°C-900°C, подходит для интенсивной резки.

Скорость резания (V_c):

Сталь: 80-200 м/мин (150 м/мин для стали 45#) .

Чугун: 120-300 м/мин (HT300 — 200 м/мин).

Титановый сплав: 40-100 м/мин (Ti-6Al-4V – 70 м/мин).

Скорость подачи (fz): 0,2-0,8 мм/зуб, черновая обработка 0,5-0,8 мм/зуб.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Глубина резания (ар): 2-15 мм, черновая обработка 5-15 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,02$ мм (класс IT6), плоскостность $< 0,02$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 3,2-12,5 мкм, типичное значение для черновой обработки 6,3 мкм.

Сценарии применения твердосплавных черновых фрез

Отделка литья: Удаление излишков с чугунных заготовок (толщиной 5-20 мм), производительность 1000 см³/мин.

Автомобильная промышленность: Черновая обработка поверхности цилиндров (площадь 1-3 м²), Ra $< 6,3$ мкм.

Энергетическое оборудование: Фрезерование башен ветрогенераторов (глубина 50-100 мм), глубина реза 10-15 мм.

Тяжелое машиностроение: Обработка больших стальных листов (толщиной 20-50 мм) с производительностью съема материала 1500 см³/мин.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных черновых фрез

Станок: сверхмощный с ЧПУ, биение $< 0,02$ мм, мощность шпинделя ≥ 10 кВт.

Охлаждение: Высокопоточная подача смазочно-охлаждающей жидкости (30-60 л/мин), охлаждение под высоким давлением (7 бар).

Параметры: Vc 150 м/мин, fz 0,6 мм/зуб, ар 10 мм.

Монтаж: Соосность $< 0,01$ мм, усилие зажима 50-80 Нм.

Износ: замените, когда VB достигнет 0,5 мм или если лезвие выкрошится.

Различия между твердосплавной черновой фрезой и концевой фрезой/сферической концевой фрезой/торцевой фрезой/формовочной фрезой

Методы резания: черновая фреза для снятия большого количества материала, концевая фреза для обработки пазов/боковин, сферическая концевая фреза для обработки криволинейной поверхности, торцевая фреза для обработки плоских поверхностей, профильная фреза для обработки определенных контуров.

режущие кромки: черновая фреза 2-12, концевая фреза 2-10, сферическая фреза 2-6, торцевая фреза 4-20, формовочная фреза 2-10.

Применение: Черновая фреза для первичной обработки, концевая фреза общего назначения, шаровая фреза для тонкой обработки, торцевая фреза для обработки больших площадей, специальная фреза для формовки.

Структура: фреза для черновой обработки с толстым лезвием, концевая фреза с прямым лезвием, шаровой головкой и сферической поверхностью, торцевая фреза с диском, индивидуальное формование.

За 30 лет производства твердосплавных изделий компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных фрезах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: «Chinatungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавная чистовая фреза?

Определение и функция твердосплавной чистовой фрезы

Твердосплавные чистовые фрезы — это высокоточные вращающиеся режущие инструменты с высоким качеством поверхности, которые широко используются в металлообработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической промышленности и производстве деталей точного машиностроения. Их основная функция — достижение высокой плоскостности, высокой чистоты и точной геометрии на поверхности заготовки с помощью тонкой резки, обычно в качестве последующего процесса после черновой обработки (например, твердосплавные черновые фрезы). Твердосплавные чистовые фрезы используют карбид в качестве основы. Благодаря высокой твердости (HV 1800-2100), превосходной износостойкости и стабильности они могут эффективно резать высокопрочные материалы, такие как сталь (HRC 20-50), титановые сплавы, нержавеющая сталь и алюминиевые сплавы. Их конструкция отличается тонким лезвием и оптимизированными углами резания для снижения вибрации и дефектов поверхности. Обычно они используются в сочетании с ЧПУ-станками (ЧПУ), высокоточными обрабатывающими центрами или пятикоординатными станками. Подходит для чистовой обработки на средних скоростях (3000-8000 об/мин) и малой глубине резания (0,05-2 мм). Твердосплавные фрезы необходимы в промышленном производстве, особенно при изготовлении деталей автомобильных двигателей, лопаток аэрокосмических турбин, прецизионных форм и электронных компонентов, для улучшения качества поверхности и точности размеров. Гибкость конструкции позволяет настраивать количество кромок, углы наклона спирали и покрытия в соответствии с требованиями к заготовке, что также соответствует требованиям высокоточной обработки.

Конструктивные особенности твердосплавной чистовой фрезы

Конструктивная конструкция твердосплавных фрез направлена на высокую точность и качество поверхности. Обычно они используют структуру с прямым или коническим хвостовиком, а режущая кромка тонко шлифуется для уменьшения следов резания. Ниже приведены основные структурные особенности:

Диаметр (D): от 2 мм до 40 мм, микрофрезы ($D < 10$ мм) используются для тонкой гравировки, а большие фрезы ($D > 20$ мм) подходят для обработки больших площадей.

Ширина реза: может достигать 50–70 % диаметра инструмента, например, фреза диаметром 20 мм может обеспечить эффективную ширину реза 10–14 мм.

Общая длина (L): от 50 мм до 200 мм, подходит для различных шпинделей станков и глубины заготовки, а сверхдлинный тип может достигать 250 мм.

Эффективная длина резания (l): от 5 мм до 80 мм, определяет максимальную глубину резания инструмента в заготовке и подходит для неглубокой чистовой обработки.

Диаметр хвостовика (d): Соответствует диаметру режущей части, от 3 мм до 40 мм, с классом допуска h6 (0/-0,006 мм) для обеспечения точности зажима.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Угол наклона спирали: 25°-45°, стандартное значение 30°-35°, что оптимизирует удаление стружки и качество поверхности. Более высокие углы наклона спирали часто используются при чистовой обработке для снижения вибрации.

Режущие кромки: 2-10 режущих кромок, в зависимости от диаметра и точности обработки. Малый диаметр ($D < 15$ мм) имеет 2-4 кромки, а большой диаметр ($D > 15$ мм) имеет 6-10 кромок. Увеличение количества кромок может улучшить качество поверхности, но требует поддержки станка высокой жесткости.

Режущая кромка фрезы изготовлена из мелкозернистого карбида (размер зерна 0,5-2 мкм) для повышенной износостойкости (прочность на изгиб 1800-2000 МПа), а режущая кромка сверхточно отшлифована (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения остроты и однородности (шероховатость кромки $Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг) для снижения вибрации при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,005$ мм). Некоторые модели имеют встроенные микроотверстия для охлаждения для оптимизации терморегулирования и контроля стружки в зоне резания.

Материалы для твердосплавных фрез

Производительность твердосплавных чистовых фрез зависит от их высокой твердости и износостойкости. Базовый материал представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) с умеренным содержанием кобальта, спеченный методом порошковой металлургии. Тонкая структура частиц и оптимизированное покрытие гарантируют сохранение стабильности и качества поверхности во время чистовой обработки. Распространенные марки твердосплавных фрез включают:

YG6N: Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для обработки стали и чугуна, с превосходной отделкой поверхности.

YT10: Содержит карбид титана и карбид вольфрама, твердость HV 1900-2000, прочность на изгиб 1600-1800 МПа, подходит для легированной и нержавеющей стали.

YW1T: Содержит карбид тантала (TaC) и карбид ниобия (NbC), твердость HV 1800-2100, прочность на изгиб 1700-1900 МПа, специально разработан для чистовой обработки титановых сплавов и сплавов на основе никеля.

Процесс изготовления твердосплавной чистовой фрезы

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама высокой чистоты и порошок кобальта смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), а для повышения износостойкости добавляется карбид титана (TiC).

Прессование: С помощью гидравлического пресса под давлением 150-200 МПа формируется заготовка корпуса инструмента плотностью 14,5-15 г/см³.

Высокотемпературное спекание: в вакуумной или защищенной водородом печи для спекания температура составляет 1400–1500 °C в течение 8–12 часов для формирования структуры высокой плотности.

Постобработка: После спекания заготовки обтачиваются (внешнее биение $< 0,01$ мм),

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

сверхточно шлифуются (точность профиля $\pm 0,002$ мм) и полируются (шероховатость кромок $Ra \leq 0,05$ мкм).

Для повышения производительности на поверхность инструмента наносят покрытия:

TiAlN (нитрид титана-алюминия): толщина 3–8 мкм, твердость 2800–3200 HV, термостойкость до 900 °C, уменьшает царапины на поверхности.

DLC (алмазоподобное углеродное покрытие): толщина 1–3 мкм, твердость 3000–3500 HV, коэффициент трения $< 0,1$, предназначено для высококачественной обработки.

Многослойное покрытие: TiN+TiCN+Al₂O₃, толщина 5-12 мкм, комплексная износостойкость и термостойкость.

Покрытие наносится методом PVD, что снижает трение (коэффициент $< 0,2$) и продлевает срок службы (на 60–120 % больше, чем у изделий без покрытия), особенно при обработке с низким резом.

Типы твердосплавных чистовых фрез

По конструкции и применению твердосплавные чистовые фрезы можно разделить на следующие типы:

Стандартная фреза для чистовой обработки: 2–4 лезвия, угол наклона спирали 30°, диаметр 6–20 мм, подходит для общей отделки.

Фреза со сферическим концом : режущая часть имеет сферическую форму с радиусом 1–10 мм, специально разработана для обработки криволинейных поверхностей.

Фреза для плоской отделки: количество лезвий 6-10, глубина резания 0,1-2 мм, подходит для плоскостной отделки.

Фреза для чистовой обработки с длинной шейкой: эффективная длина режущей кромки 50–80 мм, подходит для обработки глубоких полостей.

Микрофреза: диаметр 2-10 мм, точность $\pm 0,005$ мм, специально разработана для микроэлектроники и медицинских деталей.

Технические параметры твердосплавной чистовой фрезы

Параметры производительности различаются в зависимости от модели, типичные значения следующие:

Твердость: Основной материал HV 1800-2100, после нанесения покрытия достигает 3000–3500 HV, с высокой износостойкостью.

Термостойкость: 600°C-900°C, подходит для точной резки.

Скорость резания (V_c):

Сталь: 120-250 м/мин (180 м/мин для стали 45#) .

Титановый сплав: 60-150 м/мин (Ti-6Al-4V – 100 м/мин).

Алюминиевый сплав: 200-500 м/мин (чистый алюминий: 350 м/мин).

Скорость подачи (f_z): 0,01-0,2 мм/зуб, чистовая обработка 0,01-0,05 мм/зуб.

Глубина резания (a_p): 0,05-2 мм, чистовая 0,05-1 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм (класс IT6), плоскостность $< 0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,05-0,4 мкм, чистовая обработка может достигать 0,05 мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Сферы применения твердосплавных чистовых фрез

пресс-форм : Обработка поверхности пресс-формы (площадь 0,2-1 м²) , Ra<0,2 мкм.

Аэрокосмическая промышленность: Фрезерование обшивок из алюминиевого сплава (толщиной 5-15 мм), плоскостность < 0,01 мм.

Автомобильная промышленность: Финишная обработка поверхностей головок цилиндров (площадь 0,5-2 м²) , Ra<0,1 мкм.

Электронная промышленность: Обработка кромок печатных плат (глубина 5-10 мм), точность ±0,005 мм.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных чистовых фрез

Станок: высокоточный ЧПУ, биение <0,005 мм, мощность шпинделя ≥2 кВт.

Охлаждение: СОЖ (расход 10-20 л/мин), опционально минимальное количество смазки (MQL).

Параметры: Vc 180 м/мин, fz 0,03 мм/зуб, ap 0,5 мм.

Монтаж: Соосность <0,002 мм, усилие зажима 15-25 Нм.

Износ: замените, если VB достигает 0,2 мм или появляются царапины на поверхности.

Различия между твердосплавной чистовой фрезой и концевой фрезой/сферической концевой фрезой /торцевой фрезой/формовочной фрезой/черновой фрезой

Метод резания: чистовая фреза для чистовых поверхностей, концевая фреза для пазов/боковин, сферическая фреза для криволинейных поверхностей, торцевая фреза для плоских поверхностей, профильная фреза для особых контуров, черновая фреза для съема большого количества материала.

режущие кромки: чистовая фреза 2-10, концевая фреза 2-10, сферическая фреза 2-6, торцевая фреза 4-20, формовочная фреза 2-10, черновая фреза 2-12.

Применение: Чистовая фреза для чистовой обработки, концевая фреза общего назначения, шаровая фреза для точной обработки, торцевая фреза для обработки больших площадей, специальная фреза для формовки, черновая фреза для предварительной обработки.

Структура: Чистовая фреза имеет тонкую кромку, концевая фреза имеет прямую кромку и шаровую головку, торцевая фреза имеет диск и изготавливается по индивидуальному заказу, а черновая фреза толстая и прочная.

Сравнение типов твердосплавных фрез

категория	Фреза для чистовой обработки	Концевая фреза	Шариковые концевые фрезы	Торцевая фреза	Формовочная фреза	Черновая фреза
Метод резки	Тонкая поверхность	Слот/Сторона	Поверхность	плоский	Конкретный план	Большой съем материала
Количество лопастей	2-10	2-10	2-6	4-20	2-10	2-12

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение	отделка	Общий	отлично	Большая площадь	преданный	Первичная обработка
структура	Тонкое лезвие	Прямой край	Сферический	диск	сделанный на заказ	

За 30 лет производства твердосплавных изделий компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных фрезах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: « Chinatungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Каковы китайские стандарты для твердосплавных фрез?

Китай сформулировал ряд национальных и отраслевых стандартов для твердосплавных фрез, охватывающих их классификацию, тип и размер, технические условия и т. д. Эти стандарты управляются Национальным техническим комитетом по стандартизации режущих инструментов (SAC/TC 207) и предназначены для регулирования проектирования, производства и применения твердосплавных фрез для обеспечения качества продукции и производительности обработки. Ниже приведен обзор основных стандартов и связанного с ними содержания:

1. Национальные стандарты

GB/T 16456.2-2008 Фрезы концевые твердосплавные с винтовыми зубьями Часть 2: 7:24 Концевые фрезы с коническим хвостовиком. Типы и размеры

Среди твердосплавных концевых фрез со спиральными зубьями указаны концевые фрезы с коническим хвостовиком, которые подходят для фрезерования пазов и бокового фрезерования при резании металла.

Дата внедрения: 01.01.2009, замена GB/T 16456.2-1996.

GB/T 16456.3-2008 Фрезы концевые твердосплавные с винтовыми зубьями. Часть 3. Типы и размеры концевых фрез с хвостовиком в форме конуса Морзе.

спиральнозубые концевые фрезы с хвостовиком в виде конуса Морзе, подходящие для высокоточной обработки.

Дата реализации: 01.01.2009.

GB/T 16770.1-2008 Фрезы концевые твердосплавные с прямым хвостовиком. Часть 1: Типы и размеры

Определяет типы и размеры цельных твердосплавных концевых фрез с прямым хвостовиком, охватывающих широкий диапазон спецификаций и подходящих для общего фрезерования.

GB/T 25992-2010 Размеры цельных твердосплавных и керамических цилиндрических сферических концевых фрез

Определяет размеры сферических концевых фрез с цилиндрическим хвостовиком, изготовленных из твердых сплавов и керамических материалов, подходящих для сложной обработки поверхностей.

GB/T 10948-2006 Фреза для Т-образных пазов из твердого сплава

Указаны типы и размеры твердосплавных фрез для Т-образных пазов, подходящих для обработки Т-образных пазов.

GB/T 14301-2008 Цельнотвердосплавное лезвие для фрезы

Определяет типы и размеры цельных твердосплавных фрез, подходящих для операций резки и разделения.

GB/T 6120-2012 Пильный диск фрезерный

Определяет типы и размеры ленточных фрез, в том числе с использованием твердосплавных материалов.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2. Отраслевые стандарты

JB/T 7971-1999 Концевая фреза с прямым хвостовиком и косозубой передачей из твердого сплава

Определяет типы и размеры твердосплавных концевых фрез с винтовыми зубьями и прямым хвостовиком, подходящих для наклонной резки.

Заменяет JB/T 7971-1995.

JB/T 7972-1999 Концевая фреза с коническим хвостовиком и винтовыми зубьями из твердого сплава

Определяет типы и размеры твердосплавных концевых фрез с коническим хвостовиком и винтовыми зубьями, подходящих для обработки конических поверхностей.

Заменяет JB/T 7972-1995.

JB/T 11744-2013 Фрезы концевые твердосплавные с волнообразной кромкой

Определяет типы и размеры цельных твердосплавных концевых фрез с волнообразной задней кромкой, подходящих для высокопроизводительной резки.

JB/T 13685-2020 Фреза резьбовая твердосплавная

Определяет типы и размеры твердосплавных резьбовых фрез, подходящих для обработки резьбы.

Серия JB/T 7966 (фрезерный станок для формовки)

Включая JB/T 7966.2-1999 (цилиндрическая сферическая концевая фреза с уплощенным прямым хвостовиком), JB/T 7966.3-1995 (цилиндрическая сферическая концевая фреза с конусом Морзе), JB/T 7966.8-1999 (коническая концевая фреза с конусом Морзе), JB/T 7966.9-1995 (коническая сферическая концевая фреза с конусом Морзе), которые являются спецификациями для твердосплавных фрез, используемых при обработке пресс-форм.

JB/T 8776-2018 Твердосплавная круглая фреза для деревообработки

Указывает типы и размеры твердосплавных дисковых фрез для деревообработки, подходящих для обработки древесины.

3. Технические требования и приложения

Для изготовления твердосплавных фрез обычно используются сплавы YG (вольфрам-кобальт), YT (вольфрам-титан-кобальт) или YW (вольфрам-титан-тантал-кобальт), которые соответствуют техническим требованиям GB/T 2072-2006.

Покрытия (такие как PVD TiN или CVD TiAlN) могут повысить износостойкость и термостойкость в соответствии с требованиями GB/T 2073-2013.

Рекомендации по параметрам резки: 100-400 м/мин для стали, 200-1000 м/мин для алюминиевого сплава, 150-500 м/мин для чугуна. Подробности см. в Руководстве по геометрическим параметрам GB/T 5319-2017.

4. Характеристики и развитие

Эти стандарты отражают диверсифицированное развитие твердосплавных фрез в Китае — от универсальных до специальных (например, резьбовые фрезы и сферические концевые фрезы).

Некоторые стандарты эквивалентны стандартам ISO (например, серия GB/T 16456 относится к ISO 6108:1978), отражая международные стандарты.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

В последние годы применение цельных твердосплавных фрез (таких как JB/T 13685-2020) в обработке на станках с ЧПУ возросло, а политика возврата экспортной пошлины (например, ставка возврата налога в размере 13% по статье 82077000) также способствовала развитию отрасли.

За 30 лет производства твердосплавных изделий компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных фрезех, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: « Chinatungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение:

JB/T 8776-2018

Твердосплавная дисковая фреза для деревообработки Фрезы для обработки древесины твердосплавные круговые

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями JB/T 1-1996 «Правила стандартов машиностроительной промышленности». Настоящий стандарт заменяет JB/T 8776-2010 «Твердосплавные дисковые фрезы для деревообработки». По сравнению с JB/T 8776-2010 основные технические изменения включают: обновление диапазона размеров и требований к допускам дисковых фрез, добавление инструкций по нанесению покрытий, корректировку спецификаций конструкции лезвий и частичное соответствие международным стандартам деревообрабатывающего инструмента.

Настоящий стандарт находится в юрисдикции Национального технического комитета по стандартизации инструмента (SAC/TC 207). Проектные подразделения настоящего стандарта: Китайская федерация машиностроительной промышленности, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Нанкинский лесотехнический университет. Основные разработчики настоящего стандарта:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуски, технические требования, методы испытаний, правила проверки и маркировки, упаковки, транспортировки и хранения твердосплавных дисковых фрез для деревообработки.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на круглую формовку, фрезерование пазов и обрезку кромок в деревообработке. Материал инструмента - твердый сплав, соответствующий GB/T 2072-2006.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на некруглые фрезы или режущие инструменты для недревеобрабатывающих применений.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. JB/T 1-1996, Правила разработки стандартов машиностроительной отрасли
GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву
GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки
ISO 1565:1975, Инструменты для деревообработки — Словарь

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза дуговая твердосплавная для деревообработки

Дуговой режущий инструмент из твердого сплава, специально используемый для формирования дуги и обрезки кромок при обработке древесных материалов.

3.2 Радиус дуги

Радиус дуговой части лезвия, который влияет на кривизну обработки и качество поверхности.

3.3 Количество

режущих кромок Количество режущих кромок инструмента, которое определяет эффективность резки и чистоту поверхности.

4 Символы и сокращения

D : Диаметр инструмента (мм)

L : Общая длина (мм)

R : Радиус дуги (мм)

d : Диаметр хвостовика (мм)

WC : Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: одностороннее дуговое лезвие, 2–4 лезвия, подходит для общего формирования дуги.

Тип черновой обработки: 2–3 режущие кромки, больший радиус дуги и более глубокая стружечная канавка.

Тип обработки: 4–6 режущих кромок, точный радиус дуги и высокое качество обработки поверхности.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D) : от 6 мм до 25 мм.

Общая длина (L) : от 50 мм до 120 мм.

Радиус дуги (R) : от 2 мм до 12 мм.

Диаметр хвостовика (d) : от 6 мм до 25 мм, в соответствии с допуском h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Толерантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,02$ мм (класс IT6).

Допуск по длине: $\pm 0,3$ мм.

Допуск диаметра хвостовика: h6 (0/-0,006 мм).

Допуск радиуса дуги: $\pm 0,05$ мм.

5.4 Количество лопастей

$D \leq 12$ мм: 2-3 лезвия.

$D > 12$ мм: 3-6 лопастей.

6 Технические требования

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.1 Материалы

Соответствует стандарту GB/T 2072-2006, рекомендуемые сорта YG6 (HV 1800-1900) и YW2 (HV 1800-2100), подходит для обработки древесины.

6.2 Покрытие

Дополнительное PVD-покрытие (TiN , TiCN , толщина 2-4 мкм) может улучшить износостойкость и антиадгезионные свойства.

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 60 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм .

6.4 Конструкция лезвия

Дугообразное лезвие имеет плавный переход, а режущая кромка имеет фаску 0,1 мм для уменьшения разрывов древесины.

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно проводиться

в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Измерение радиуса дуги должно

проводиться с использованием кругломера с погрешностью $\pm 0,05$ мм. 7.3 Испытание производительности резки На образце дуба должна быть выполнена дуговая канавка глубиной 10 мм

со скоростью резания 200 м/мин и чистотой поверхности $Ra \leq 6,3$ мкм .

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

8.2 Элементы контроля включают диаметр, длину, радиус дуги и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Спецификации маркировки поверхности инструмента (например, YG6-10×80-R5) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте влагонепроницаемую упаковку и полиэтиленовые пакеты для герметизации и поместите в деревянные ящики.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>40^{\circ}\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Диаметр (Д, мм)	Общая длина (Д, мм)	Радиус дуги (R, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Количество лопастей
6	50	2	6	2
10	80	5	10	3
16	100	8	16	4
25	120	12	25	6

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
твердая древесина	150-300	0,1-0,3	1-3
пробка	200-400	0,2-0,4	2-5
МДФ	180-350	0,15-0,35	1-4

11 Информация о публикации

Дата выпуска : 2018-12-31

Дата вступления в силу : 2019-07-01

Номер отраслевого стандарта : JB/T 8776-2018

Технический комитет : SAC/TC 207 - Национальный технический комитет по стандартизации инструментов

Код ICS : 25.100.70 (Инструменты для деревообработки)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является смоделированной версией, основанной на структуре JB/T 8776-2018 и отраслевой практике деревообрабатывающих твердосплавных дуговых фрез. Поскольку официальный полный текст недоступен, в этой статье предполагаются некоторые технические детали (такие как диапазон размеров, параметры резания) и ссылаются на общие характеристики дуговых фрез в деревообработке (такие как радиус дуги, конструкция лезвия). Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст JB/T 8776-2018 для обеспечения полноты и точности.

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

приложение:

Что такое твердосплавная дуговая фреза для обработки дерева?

1. Определение и назначение твердосплавной дисковой фрезы для деревообработки

Твердосплавная круглая фреза для деревообработки — это высокопроизводительный прецизионный режущий инструмент, предназначенный для деревообработки. Он широко используется в производстве мебели, обработке деревянных декоративных элементов, производстве деревянных строительных компонентов, формовании деревянных изделий и резьбе по дереву. Его лезвие имеет уникальную дугообразную конструкцию, которая специально оптимизирована для обработки различных древесных материалов, таких как дерево, фанера, древесноволокнистая плита средней плотности (МДФ), ДСП, ламинат, бамбук, пробка и искусственная доска. Его основная функция — достижение плавной обработки кривых, фрезерования пазов, снятия фасок с кромок, сложного контурного формования и декоративной резьбы с помощью дугообразной режущей кромки. Он может достигать высокоточной и высококачественной обработки поверхности за один проход. Он особенно подходит для проектов по деревообработке, требующих плавных переходов или красивых изгибов, таких как обтекаемый дизайн кромок мебели, декоративные фаски дверных панелей или оконных рам, тонкая резьба деревянных изделий и криволинейная отделка деталей музыкальных инструментов. Твердый сплав в качестве основы обеспечивает высокую твердость (HV 1500–1800), отличную износостойкость и антиадгезионные свойства, что позволяет выдерживать высокие скорости (до 18 000 об/мин), высокочастотное резание и ударные нагрузки, вызванные примесями в древесине (такими как сучки, смолы или посторонние частицы) при обработке древесины.

Твердосплавные дисковые фрезы для деревообработки обычно используются в сочетании с деревообрабатывающими гравировальными станками, станками с ЧПУ (ЧПУ), многоосевыми обрабатывающими центрами, профессиональными ручными фрезерными станками или даже ручным гравировальным оборудованием и особенно хороши в производстве мебели на заказ, производстве предметов интерьера, традиционном искусстве резьбы по дереву и производстве музыкальных инструментов. Его конструктивная гибкость чрезвычайно высока, а радиус дуги (от небольшой дуги, такой как 2 мм, до широкой кривой, такой как 25 мм), угол лезвия, глубина резания и количество лезвий могут быть настроены в соответствии с требованиями обработки, что дополнительно соответствует разнообразным требованиям от ручной гравировки до промышленного массового производства. В деревообрабатывающей промышленности этот инструмент пользуется большим спросом за его высокую эффективность, защиту древесных волокон, снижение потребности во вторичной обработке и высокую приспособляемость к сложным кривым, особенно на рынке высококачественной мебели, в области художественной резьбы по дереву и экологически чистой обработки изделий из дерева. Он постепенно стал стандартом. Кроме того, с популяризацией интеллектуального деревообрабатывающего оборудования (такого как ЧПУ с параметрами оптимизации на основе искусственного интеллекта) дисковые фрезы также

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

поддерживают интеграцию с интеллектуальными системами управления для динамической регулировки параметров резания с целью адаптации к изменениям плотности и влажности различных пород древесины.

2. Конструктивные особенности твердосплавных дисковых фрез для деревообработки

Структурная конструкция деревообрабатывающих твердосплавных дуговых фрез направлена на достижение точной обработки кривой, снижение разрывов древесины, оптимизацию отвода стружки и повышение стабильности обработки. Обычно они используют структуру прямого хвостовика (иногда встречается в конструкциях с коническим хвостовиком для крупного промышленного оборудования) с дугообразным лезвием и режущими кромками, распределенными по окружности и торцевой поверхности, с учетом как осевых, так и радиальных возможностей резания. Ниже приведены его подробные структурные особенности, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр(D)

Фрезы с малым радиусом ($D < 15$ мм) диаметром от 6 мм до 50 мм подходят для тонкой резьбы (например, для изготовления небольших деревянных украшений, моделей или миниатюрных деталей мебели), фрезы среднего размера ($D = 15 - 30$ мм) подходят для обработки кромок мебели, обрезки дверных панелей или формирования криволинейных форм декоративных панелей среднего размера, фрезы с большим радиусом ($D > 30$ мм) используются для формирования криволинейных форм на больших площадях, обрезки строительных компонентов или обработки толстых пластин (например, балок и колонн из цельной древесины).

Радиус дуги (R)

От 2 мм до 25 мм, размер радиуса настраивается в соответствии с кривизной обработки и эстетическими требованиями. Например, $R = 2 - 5$ мм подходит для микрофасок или изящной резьбы (например, деревянные шкатулки для драгоценностей), $R = 10 - 15$ мм подходит для широких дуговых переходов на краях дверных коробок, оконных рам или шкафов, а $R = 20 - 25$ мм используется для обтекаемых изгибов больших декоративных панелей или изогнутых потолочных панелей. Точность радиуса контролируется в пределах $\pm 0,01$ мм посредством шлифования с ЧПУ.

Общая длина(D)

50 мм - 150 мм, подходит для длины шпинделя от ручных инструментов (50-80 мм) до промышленных станков с ЧПУ (100-150 мм). Сверхдлинный тип (200 мм) часто используется для глубокой обработки кривых, резки многослойной укладки древесины или сложных заготовок, требующих длинных выступов. Допуск по длине контролируется на уровне $\pm 0,1$ мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Эффективная длина реза (l)

10 мм - 60 мм, что определяет максимальную глубину резания инструмента в заготовке. Неглубокая обработка (10-20 мм) подходит для поверхностного декорирования или обрезки кромок тонких пластин, средне-глубокая обработка (30-60 мм) подходит для фрезерования пазов, формовки толстых пластин или глубокой гравировки. Соотношение длины резания к диаметру инструмента обычно не превышает 3:1, чтобы избежать вибрации.

Диаметр хвостовика (d)

В соответствии с диаметром резания, общие спецификации составляют 6 мм, 8 мм, 10 мм и 12 мм с классом допуска h6 (0/-0,006 мм), что обеспечивает плотную посадку с патроном или шпинделем. Максимальный диаметр может достигать 12 мм для поддержки передачи высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 5-20 Нм), а обработка поверхностной закалкой используется для повышения износостойкости.

Угол наклона спирали

15°-30°, стандартное значение 20°-25°, конструкция угла спирали уменьшает разрыв древесного волокна за счет оптимизации пути движения стружки, 25° обычно используется для тонкой обработки для улучшения гладкости поверхности (снижение значения Ra на 10%-15%), а 15°-20° можно выбрать для грубой обработки для повышения прочности резания и ударопрочности. Некоторые индивидуальные модели поддерживают регулируемые углы спирали для адаптации к различным текстурам древесины.

Количество лопастей

2-4 режущие кромки, малый диаметр ($D < 15$ мм) обычно имеет 2 кромки для снижения сопротивления резанию и уменьшения накопления тепла, средний и большой диаметр ($D > 15$ мм) имеет 3-4 кромки для повышения эффективности резания и распределения нагрузки, расстояние между лезвиями точно рассчитано (погрешность $< 0,02$ мм) для обеспечения равномерной нагрузки резания и снижения локального износа.

Режущая кромка дуговой фрезы обрабатывается высокоточным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,01$ мм), чтобы гарантировать, что профиль дуги будет гладким и без зазубрин (шероховатость профиля $Ra \leq 0,1$ мкм). Режущая кромка спроектирована с отрицательным передним углом (от 0° до -5°) или слегка положительным передним углом (0°-5°) для защиты текстуры древесины и предотвращения разрушения кромки, заусенцев или разрыва волокон, особенно при поперечной резке. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 12000 об/мин) для обеспечения минимальной вибрации (амплитуда $< 0,01$ мм) при высокоскоростном вращении, что продлевает срок службы инструмента и станков. Некоторые высококласные модели оснащены расширенными стружечными канавками (ширина 1-2 мм), боковыми стружечными каналами или специальными конструкциями фасок (угол 5°-10°), которые значительно повышают эффективность стружечного удаления (увеличение на 20%-30%) и снижают температуру зоны резания ($< 150^{\circ}\text{C}$), что особенно подходит для непрерывной

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

длительной обработки или древесины с высокой влажностью (например, свежей сосны). Кроме того, некоторые новые дуговые фрезы также интегрируют антивибрационные конструкции, такие как виброгасящие канавки или многоступенчатые углы наклона спирали, для снижения шума (до уровня ниже 70 дБ) и деформации заготовки во время резки.

3. Материалы и изготовление твердосплавных дисковых фрез для деревообработки

Производительность твердосплавных дисковых фрез для деревообработки зависит от их высокой твердости, износостойкости и приспособляемости к обработке древесины. Основной материал - композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), спеченный методом порошковой металлургии. Более низкое содержание кобальта (5%-8%) и мелкозернистая структура (0,5-2 мкм) гарантируют, что он сохраняет остроту во время резки древесины, избегая хрупкого разрушения, вызванного чрезмерной твердостью. Он особенно подходит для мягких и твердых чередующихся участков в древесине. Обычные марки твердого сплава включают:

YG6: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для мягкой древесины (например, сосны, пихты, ореха, плотность 0,4-0,6 г/см³) и древесноволокнистых плит средней плотности (МДФ, плотность 0,6-0,8 г/см³), широко используется в общей деревообработке благодаря хорошей износостойкости и умеренной прочности, срок службы резания может достигать 20-30 часов.

YG8: содержание кобальта 8%, твердость HV 1700-1800, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, подходит для твердой древесины (например, дуба, клена, вишни, твердость по Бринеллю 40-60 HB) и фанеры (3-13 слоев, толщина 3-25 мм), хорошо работает при резке с высокими нагрузками (например, при обработке толстых пластин), а срок службы может достигать 25-35 часов.

K10: Содержание кобальта 5%-6%, твердость HV 1850-1950, прочность на изгиб 1700-1900 МПа, предназначен для высокоточной деревообработки, особенно подходит для ДСП (плотность 0,6-0,9 г/см³), ламината и бамбука, отделка поверхности может достигать Ra 0,1 мкм, подходит для тонкой резьбы и обработки декоративных деталей.

Процесс изготовления твердосплавной дисковой фрезы для деревообработки

Подготовка сырья

Высокоочищенный порошок карбида вольфрама смешивается с порошком кобальта в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), и добавляется небольшое количество карбида титана (TiC, 0,5%-1%) или карбида ниобия (NbC) для улучшения износостойкости и антиадгезии. В то же время размер частиц порошка (0,5-2 микрона) контролируется для оптимизации производительности резки. В процессе смешивания используется шаровая мельница (скорость 50-100 об/мин, время 24-48 часов) для обеспечения однородности.

Нажатие

Заготовка корпуса инструмента формируется на гидравлическом прессе давлением 100-150

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

МПа для обеспечения плотности 14,5-15 г/см³. В процессе прессования применяется холодное изостатическое прессование (ХИП, давление 150-200 МПа) для повышения внутренней однородности и трещиностойкости материала. Точность формовочной формы контролируется в пределах $\pm 0,02$ мм.

Высокотемпературное спекание

В вакуумной (давление 10^{-2} Па) или защищенной водородом печи для спекания температура составляет 1350°C-1450°C в течение 8-10 часов. Поры устраняются путем пошагового нагрева (50°C в час) для формирования высокоплотной и прочной микроструктуры. Размер зерна после спекания контролируется на уровне 1-2 мкм.

Постобработка

После спекания заготовки обрабатываются (внешнее биение $< 0,01$ мм), прецизионно шлифуются на станке с ЧПУ (точность дуги $\pm 0,01$ мм, поверхность $Ra \leq 0,2$ мкм) и полируются в зеркало (кромка $Ra \leq 0,1$ мкм). Некоторые модели подвергаются электрополировке (плотность тока 0,1-0,2 А/см²) или алмазной абразивной обработке для дальнейшего повышения остроты и долговечности лезвия, а фаска кромки (0,1-0,2 мм) повышает способность противостоять смятию кромки.

Покрытие поверхности инструмента

TiN (нитрид титана)

Толщина 2-4 микрона, твердость 2000-2500 HV, золотисто-желтый, снижает адгезию древесной смолы и пыли, подходит для общей обработки пробки и МДФ, а срок службы реза может быть увеличен на 20%-30%. Он особенно стабилен в средах с высокой влажностью.

ZrN (нитрид циркония)

Толщина 1-3 мкм, твердость 2200-2600 HV, светло-серый цвет, высокая стойкость к окислению, подходит для высокоскоростной (> 12000 об/мин) или обработки твердых пород древесины, термостойкость 600°C, срок службы увеличен на 30%-40%. Часто используется в промышленном массовом производстве.

Без покрытия: некоторые модели сохраняют оригинальную карбидную поверхность, чтобы избежать химических реакций на поверхности древесины (например, изменения цвета смолы), которые могут быть вызваны покрытием, что особенно подходит для проектов по ручной обработке древесины или обработки натуральной древесины с высокими экологическими требованиями.

Покрытие наносится методом физического осаждения из паровой фазы (PVD) в вакуумной среде (давление 10^{-3} Па, температура 400–500 °C), что снижает коэффициент трения ($< 0,3$) и значительно продлевает срок службы инструмента (на 30–50 % выше, чем без покрытия), особенно при непрерывной резке древесины с высокой влажностью (например, свежей сосны с влажностью 20–40 %) или смолистой древесины (например, смолистой древесины).

4. Технические параметры деревообрабатывающей твердосплавной дуговой фрезы

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Параметры производительности различаются в зависимости от модели, области применения и породы древесины. Ниже приведены типичные значения, охватывающие широкий диапазон условий обработки и свойств материалов:

Твердость

Твердость основы составляет от 1700 до 1900 HV, а твердость поверхности после нанесения покрытия может достигать 2500 HV, что значительно выше показателей традиционной быстрорежущей стали (HSS, HV 800-900), что обеспечивает износостойкость при высокочастотном резании (скорость износа снижается более чем на 50%) и ударопрочность 2000-2200 МПа, что подходит для твердых сучков в древесине.

Теплостойкость

400°C-600°C, подходит для сухой и мокрой резки древесины, обладает лучшей термостойкостью, чем HSS (коэффициент теплового расширения $5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$), предотвращает возгорание древесины (температура обугливания около 250°C) или отжиг инструмента из-за перегрева, а также термическую деформацию <0,01 мм при длительном использовании.

Скорость резания (Vc)

Мягкая древесина (например, сосна, ель, плотность 0,4-0,5 г/см³)

200-400 м/мин, рекомендуемое значение 300 м/мин, подходит для быстрой обрезки кромок или обработки тонких пластин. Слишком высокая скорость (>400 м/мин) может привести к разрыву волокон.

Твердая древесина (например, дуб, тик, плотность 0,6-0,9 г/см³)

150-300 м/мин, рекомендуемое значение 200 м/мин, необходимо регулировать в зависимости от твердости древесины (по Бринеллю 40-60 НВ) и влажности (10%-15%). Слишком низкая скорость может привести к накоплению смолы.

МДФ и ДСП (плотность 0,6-0,9 г/см³)

300-500 м/мин, рекомендуемое значение 400 м/мин, подходит для высокопроизводительной обработки плоских пластин, следует обратить внимание на адгезию клея к инструменту.

Скорость подачи (fz)

0,05-0,3 мм/зуб, 0,2-0,3 мм/зуб для черновой обработки (скорость подачи 1200-1800 мм/мин), подходит для быстрого прототипирования или первичной обработки толстых пластин, 0,05-0,1 мм/зуб для тонкой обработки (скорость подачи 300-600 мм/мин), для обеспечения чистоты поверхности конкретное значение необходимо оптимизировать в зависимости от плотности древесины (0,4-0,9 г/см³), направления волокон и жесткости станка.

Глубина резания (ap)

0,1-5 мм, черновая обработка 1-5 мм (подходит для быстрого прототипирования или обрезки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

заготовок), чистовая обработка 0,1–2 мм (для обеспечения гладкой поверхности), чрезмерная глубина резания ($> 1,5$ диаметра инструмента) может вызвать вибрацию, разрывы или перегрузку инструмента, рекомендуется послойная резка (0,5–1 мм на слой).

толерантность

Допуск по диаметру составляет $\pm 0,01$ мм (класс IT6), допуск по профилю дуги $< 0,01$ мм, что обеспечивает точность обработки (погрешность круглости $< 0,005$ мм), подходит для изготовления высокоточных мебельных деталей или декоративных деталей.

Шероховатость поверхности

Шероховатость поверхности заготовки при чистовой обработке может достигать 0,1–0,4 мкм, а при черновой обработке – 0,8–1,6 мкм в зависимости от параметров резания (комбинация $V_c / f_z / a_p$), текстуры древесины (вдоль волокон или поперек волокон), влажности (10–20%) и состояния инструмента (шероховатость новой кромки может достигать 0,05 мкм).

5. Сферы применения твердосплавных дуговых фрез для деревообработки

Фрезы для деревообработки с твердосплавными дугами обладают превосходной производительностью в различных сценариях обработки древесины благодаря своей дуговой конструкции и превосходной производительности. Конкретные области применения включают следующие разнообразные области, и их эффекты объясняются в сочетании с реальными случаями:

Производство мебели

Обработка дверной панели или фаски края шкафа (радиус дуги $R = 10$ мм), скорость резания 300 м/мин, скорость подачи 0,1 мм/зуб, глубина резания 1 мм, поверхность $R_a < 0,4$ мкм после обработки, что обеспечивает гладкость и красивое прикосновение. Широко используется в современной мебели в стиле минимализма (например, шкафы в скандинавском стиле) или классической резной мебели. В этом случае завод производит 100 000 дверных панелей в год, срок службы инструмента составляет 30 часов, а эффективность повышается на 15%.

Декоративное ремесло

Резные деревянные вазы или настенные украшения (глубина 5–15 мм, $R = 5$ –8 мм), скорость резки 200 м/мин, подача 0,05 мм/зуб, глубина резки 0,5 мм, точность $\pm 0,02$ мм, подходит для художественной резьбы по дереву, индивидуальных подарков или культурных экспонатов. Мастерская ручной работы использовала инструменты $R = 6$ мм для вырезания 1000 ваз с поверхностью $R_a 0,2$ мкм и уровнем удовлетворенности клиентов 95%.

Деревянный пол

Обрезка криволинейных кромок массивных деревянных полов или паркета (ширина 20–50 мм, $R = 15$ мм), скорость резания 250 м/мин, подача 0,2 мм/зуб, глубина резания 2 мм, чистота поверхности $R_a < 0,6$ мкм, сокращение последующих этапов шлифования (экономия времени

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

30%), компания по укладке напольных покрытий с годовым объемом производства 500 000 квадратных метров напольных покрытий, цикл замены инструмента увеличен до 35 часов.

Изготовление музыкальных инструментов

Обработка гитарных грифов, клавиш пианино или изгибов рам скрипок ($R=5-8$ мм, глубина 10-20 мм), скорость резания 180 м/мин, подача 0,05 мм/зуб, глубина резания 0,3 мм, поверхность $Ra < 0,2$ мкм, что обеспечивает качество звука и тактильные ощущения. Фабрика музыкальных инструментов использовала инструменты $R=5$ мм для обработки 500 гитар с точностью $\pm 0,01$ мм и 100%-ным процентом прохождения тестов на качество звука.

6. Меры предосторожности при использовании твердосплавных дуговых фрез для деревообработки

Для того чтобы в полной мере раскрыть потенциал деревообрабатывающих дуговых твердосплавных фрез и продлить срок их службы, необходимо обратить внимание на следующие детали, касающиеся оборудования, процесса и обслуживания:

Выбор машины

Рекомендуется использовать специальный станок с ЧПУ для деревообработки (точность шпинделя 0,01 мм, точность повторяемости $\pm 0,005$ мм) или высокоточный ручной фрезерный станок, чтобы обеспечить биение шпинделя менее 0,01 мм. Мощность станка должна соответствовать диаметру инструмента и параметрам резания (например, для инструмента диаметром 12 мм требуется мощность шпинделя $\geq 1,5$ кВт и крутящий момент ≥ 15 Нм). Проверьте точность направляющей (прямолинейность $< 0,02$ мм/м) для исключения погрешностей обработки. Рекомендуется оснастить его пылезащитным кожухом для уменьшения износа станка древесной пылью.

Охлаждение и смазка

Рекомендуется сухая резка (с использованием сжатого воздуха для очистки от стружки, давление 4-6 бар, расход 10-15 л/мин) для снижения влагопоглощения или накопления пыли в древесине или мокрая резка с использованием низкоконцентрированной эмульсии (концентрация 2%-5%, расход 5-10 л/мин) для снижения температуры в зоне резания ($< 150^{\circ}\text{C}$). При скорости резания выше 400 м/мин требуется минимальная смазка (MQL, расход 0,05-0,1 мл/мин, используйте смазку на растительной основе) для предотвращения возгорания древесины или перегрева инструмента. Особое внимание следует уделять необходимости усиленного охлаждения смолистой древесины (например, сосны).

Оптимизация параметров резки

Отрегулируйте скорость резания и скорость подачи в соответствии с типом древесины и целями обработки. Например, при обработке мягкой древесины (например, сосны) V_c может быть 350 м/мин, f_z 0,2 мм/зуб, a_p 2 мм, что подходит для быстрой обрезки кромок; при обработке твердой древесины (например, дуба) V_c может быть 180 м/мин, f_z 0,1 мм/зуб, a_p 1 мм, чтобы избежать перегрузки, вызывающей износ инструмента или разрыв заготовки; при

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

обработке МДФ Vc может быть 400 м/мин, fz 0,15 мм/зуб, ap 1,5 мм, обратите внимание на адгезию клея к инструменту, и параметры должны быть проверены путем пробной резки, чтобы соответствовать жесткости станка (жесткость шпинделя > 2000 Н/мкм).

Установка и калибровка

Хвостовик и патрон должны плотно прилегать друг к другу. Используйте инструмент для настройки инструмента или лазерный центрирующий инструмент для проверки соосности. Эксцентриситет должен контролироваться в пределах 0,005 мм. Усилие зажима должно быть равномерным (крутящий момент 10-20 Нм, регулируется в соответствии с весом инструмента и крутящим моментом машины), чтобы избежать вибрации или отклонения инструмента из-за ослабления. Перед установкой очистите патрон от оставшейся щепы, чтобы убедиться, что контактная поверхность чистая.

Мониторинг износа

Регулярно проверяйте степень износа лезвия и наблюдайте с помощью увеличительного стекла (10x) или микроскопа. Когда износ задней поверхности VB режущей кромки достигает 0,2 мм или появляются очевидные следы разрывов (глубина > 0,1 мм), сколы режущей кромки (ширина > 0,05 мм) или царапины на поверхности, инструмент необходимо заменить. В то же время обращайте внимание на цвет и форму стружки (серо-белая стружка указывает на норму, коричневая или черная указывает на перегрев, и Vc необходимо уменьшить на 10%-15% или увеличить охлаждение). Рекомендуется проверять каждые 8 часов обработки и записывать данные об износе для оптимизации срока службы.

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных продуктов, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных дуговых фрезах для деревообработки, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение

JB/T 7966.1-2014

формовки - Часть 1: Общие сведения

Фрезы для формовки

— Часть 1: Общие правила

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями JB/T 1-1996 «Правила стандартов машиностроительной промышленности». Настоящий стандарт является Частью 1 серии стандартов JB/T 7966, которая определяет общие требования, технические условия и правила проверки для фрезерных резцов для форм и применяется к различным фрезерным операциям при обработке форм. Серия JB/T 7966 включает, помимо прочего, шаровые концевые фрезы, плоские фрезы и формовочные фрезы. Для получения информации о конкретных типах и размерах см. последующие подстандарты.

Настоящий стандарт находится в юрисдикции Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Проектные подразделения настоящего стандарта: Китайская федерация машиностроительной промышленности, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. Основные разработчики настоящего стандарта:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет общий тип, размер, допуски, технические требования, методы испытаний, правила проверки и маркировки, упаковки, транспортировки и хранения формовочных фрез.

1.2 Настоящий стандарт применяется к резке металлических и неметаллических материалов при изготовлении форм, включая фрезерование пазов, боковое фрезерование, контурное фрезерование и сложную обработку поверхностей. Материалы инструмента включают быстрорежущую сталь (HSS) и твердый сплав.

1.3 Настоящий стандарт является базовой частью серии JB/T 7966. Для конкретных моделей и областей применения см. JB/T 7966.2 и другие последующие стандарты.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту.

JB/T 1-1996, Правила разработки стандартов машиностроительной отрасли

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

GB/T 9943-2002, Технические условия на быстрорежущие инструментальные стали

GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ISO 1641:1988, Фрезы концевые и сверла пазовые. Размеры

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза для формовки

— режущий инструмент, специально предназначенный для обработки форм, подходящий для точного контурного фрезерования и сложной обработки поверхностей. 3.2 Фреза со сферическим концом — фреза со сферическим режущим концом, используемая для трехмерной обработки поверхностей. 3.3 Фреза для формовки — специальная фреза с формой лезвия, соответствующей контуру обработки, используемая для определенных полостей форм.

4 Символы и сокращения

D: Диаметр инструмента (мм)

L: Общая длина (мм)

l: эффективная длина резки (мм)

d: Диаметр хвостовика (мм)

HSS: Быстрорежущая сталь

5. Общие типы и размеры

5.1 Тип

Тип шаровой головки: подходит для обработки криволинейных поверхностей, имеет от 2 до 6 режущих кромок.

Плоский тип: подходит для фрезерования пазов и бокового фрезерования, имеет от 2 до 8 кромок.

формовки : индивидуальный по контуру формы, количество лезвий 2-10.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 2 мм до 32 мм.

Общая длина (L): от 50 мм до 200 мм.

Эффективная длина резки (l): от 10 мм до 100 мм.

Диаметр хвостовика (d): от 3 мм до 32 мм, в соответствии с допуском h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Тolerантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,01$ мм (класс IT6).

Допуск по длине: $\pm 0,3$ мм.

Допуск диаметра хвостовика: h6 (0/-0,006 мм).

6 Технические требования

6.1 Материалы

Быстрорежущая сталь (HSS): Соответствует GB/T 9943-2002. Рекомендуемые марки: M2 (HV 800-850) и M35 (HV 850-900).

Твердый сплав: соответствует GB/T 2072-2006, рекомендуемая марка — YG6 (HV 1800-1900).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN , TiCN , толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN +Al₂O₃, толщина 5-10 мкм) .

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности Ra $\leq 0,2$ мкм .

6.4 Конструкция лезвия

Режущая кромка должна быть гладкой и без заусенцев, а угол резания следует отрегулировать в соответствии с материалом (положительный передний угол 5°-15°).

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно проводиться

в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Испытание производительности резки должно проводиться на образцах из стали 45# при скорости резки 150 м/мин и продолжительности записи ≥ 10 ч.

8 правил осмотра

8.15 % от каждой партии продукции отбираются (не менее 3 шт.).

8.2 Элементы контроля включают диаметр, длину и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия должна быть отбракована.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Спецификации маркировки поверхности инструмента (например, M2-10×100 или YG6-12×150) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, затем поместите в деревянный ящик.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^{\circ}\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Таблица размеров (пример)

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Количество лопастей	Тип
2	50	10	3	2	Шаровая головка
10	100	30	10	4	Плоский
20	150	60	20	6	формирование

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

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Количество лопастей	Тип
32	200	100	32	8	Шаровая головка

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-250	0,1-0,3	1-3
чугун	150-350	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-500	0,2-0,5	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 2014-12-31
Дата реализации: 2015-07-01
Номер отраслевого стандарта: JB/T 7966.1-2014
Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов
Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является смоделированной версией, основанной на структуре серии JB/T 7966 и отраслевой практике фрезерования пресс-форм, предполагая, что JB/T 7966.1-2014 является общей частью серии. Поскольку официальный полный текст недоступен, мы предполагаем некоторые технические детали (такие как диапазон размеров, параметры резки) и ссылаемся на общие характеристики фрез, обычно используемых при обработке пресс-форм (такие как шаровая головка, конструкция формования). Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст серии JB/T 7966 для подтверждения конкретного содержания и требований.

приложение:

Что такое твердосплавная фреза?

1. Определение и функция твердосплавной фрезы

Фрезы для штампов из карбида вольфрама — это высокопроизводительные вращающиеся режущие инструменты, предназначенные для изготовления штампов и точной обработки. Они широко используются при обработке металлических форм, пластиковых форм, форм для литья под давлением и штамповочных форм. Их основная особенность заключается в том, что конструкция лезвия может эффективно резать твердые материалы (такие как закаленная сталь, вольфрамовая сталь и жаропрочные сплавы) и точно воспроизводить сложную геометрию, необходимую для форм, такую как полости, пуансоны, отверстия для направляющих штифтов и сложные криволинейные поверхности. Фрезы для штампов из карбида вольфрама используют карбид в качестве основы. Благодаря высокой твердости (HV 1800-2200), превосходной износостойкости и термостойкости они могут выполнять черновые, получистовые и чистовые задачи на высоких скоростях (до 15 000 об/мин) и высокой точности. Фрезы для штампов обычно используются в сочетании с ЧПУ-станками (ЧПУ), электроэрозионным оборудованием для последующей правки или пятикоординатными обрабатывающими центрами. Они особенно подходят для изготовления автомобильных форм, аэрокосмических форм, форм для электронных изделий и форм для медицинских приборов. Его функции включают не только удаление материала, но и оптимизацию отделки поверхности ($Ra\ 0,1-0,8\ \mu m$) и обеспечение геометрической точности (допуск $\pm 0,005\ mm$), что является ключевым инструментом для достижения высокой эффективности и высококачественного производства в индустрии пресс-форм. Он обладает высокой гибкостью конструкции и может настраивать форму лезвия, покрытие и параметры резки в соответствии с типом пресс-формы (например, литейная форма, кузнечная форма), что дополнительно удовлетворяет разнообразные потребности от разработки прототипа до массового производства. С развитием интеллектуального производства и Industry 4.0 твердосплавные фрезы для пресс-форм также поддерживают интеграцию с программным обеспечением CAD/CAM для динамической регулировки траектории резки для оптимизации эффективности обработки и срока службы инструмента.

2. Конструктивные особенности твердосплавных фрез

Структурная конструкция твердосплавных фрезерных резцов направлена на то, чтобы выдерживать резку с высокой нагрузкой, точно воспроизводить сложные контуры и уменьшать деформацию обработки. Обычно они используют прямые хвостовики, конические хвостовики или структуры с длинной шейкой, а лезвия настраиваются на шаровые головки, круглые носы, конусы или специальные контуры в соответствии с требованиями к пресс-форме. Ниже приведены их подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную

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

оптимизацию:

Диаметр(D)

Фрезы для микроформ ($D < 6$ мм) диаметром от 1 мм до 32 мм используются для тонкой обработки полостей, фрезы среднего размера ($D = 6-20$ мм) подходят для общей чистовой обработки пресс-форм, а фрезы для больших пресс-форм ($D > 20$ мм) используются для черновой обработки пресс-форм или глубокой резки полостей.

Профиль лезвия

Изготавливаются по индивидуальному заказу в соответствии с конструкцией пресс-формы, например, с радиусом шаровой головки ($R = 0,5-16$ мм), радиусом круглого носика ($R = 2-10$ мм), углом конусности ($5-30^\circ$) или сложными кривыми, точность контура контролируется в пределах $\pm 0,005$ мм с помощью шлифования на станке с ЧПУ.

Общая длина(L)

50–250 мм, подходит для шпинделей различной длины: от небольших станков с ЧПУ (50–100 мм) до мощных обрабатывающих центров (150–250 мм), а сверхдлинный тип (300 мм) используется для обработки глубоких отверстий или полостей.

Эффективная длина реза (l)

5 мм - 150 мм, определяет максимальную глубину резания инструмента в заготовке. Неглубокая обработка (5–20 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, а глубокая обработка (50–150 мм) подходит для глубоких полостей или многоуровневой резки.

Диаметр хвостовика (d)

Соответствие диаметра режущей части от 3 мм до 32 мм классу допуска h6 ($0/-0,006$ мм) обеспечивает плотную посадку со шпинделем или патроном, при этом максимальный диаметр составляет 32 мм, что позволяет передавать высокий крутящий момент.

Угол наклона спирали

$20^\circ-45^\circ$, стандартное значение составляет $30^\circ-35^\circ$, что оптимизирует отвод стружки и стабильность резания. $35^\circ-40^\circ$ обычно используется для чистовой обработки для снижения вибрации, а $20^\circ-25^\circ$ может использоваться для черновой обработки для повышения прочности.

Количество лопастей

2-8 режущих кромок, в зависимости от диаметра и точности обработки. Малый диаметр ($D < 10$ мм) имеет 2-4 кромки, средний и большой диаметр ($D > 10$ мм) имеет 4-8 кромок. Увеличение количества кромок может повысить эффективность, но требует поддержки станка высокой жесткости.

Режущая кромка фрезы для пресс-формы обработана сверхточным ЧПУ-шлифованием (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения плавных контуров (шероховатость профиля $Ra \leq 0,05$ мкм). Режущая кромка спроектирована с положительным передним углом ($5^\circ-10^\circ$) или нулевым передним углом для оптимизации сил резания, что особенно подходит для твердых материалов. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибраций при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,005$ мм). Высокоточные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(диаметр 0,5-1 мм, давление 5-10 бар) или антивибрационными конструкциями (например, канавками для гашения вибрации), которые значительно улучшают эвакуацию стружки (эффективность увеличивается на 25%) и терморегулирование (температура зоны резания <600 °C), подходят для непрерывной обработки с высокой нагрузкой.

3. Материалы и производство твердосплавных фрезерных резцов

Производительность фрез из твердого сплава для форм зависит от их высокой твердости, износостойкости и стойкости к высоким температурам. Основной материал — композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), спеченный методом порошковой металлургии. Тонкая структура частиц (0,5-2 мкм) и специальные добавки обеспечивают его стабильность при резке твердых материалов форм. Распространенные марки твердого сплава включают:

YG6X: Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для обработки закаленной стали (HRC 40-50) и чугуна, отличная износостойкость.

YT15: Содержит карбид титана и карбид вольфрама, твердость HV 1900-2000, прочность на изгиб 1600-1800 МПа, подходит для нержавеющей стали и жаропрочных сплавов, термостойкость до 800 °C.

YW2T: Содержит карбид тантала (TaC) и карбид ниобия (NbC), твердость HV 1800–2200, прочность на изгиб 1700–1900 МПа, специально разработан для обработки форм из титановых сплавов и сплавов на основе никеля.

Процесс изготовления твердосплавной фрезы

Подготовка сырья

Порошок карбида вольфрама высокой чистоты смешивается с порошком кобальта в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), для повышения износостойкости добавляется карбид титана (TiC , 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC), а размер частиц контролируется (0,5-2 мкм) для оптимизации производительности резки.

Нажатие

Заготовка корпуса инструмента формируется на гидравлическом прессе давлением 150-200 МПа, плотностью 14,5-15,2 г/см³ , для повышения однородности применяется изостатическое прессование (ИПП).

Высокотемпературное спекание

вакуум (давление 10^{-2} Па) или защита водородом, температура 1400°C-1600°C в течение 10-12 часов для формирования ткани высокой плотности.

Постобработка

После спекания его обтачивают (внешнее биение <0,01 мм), сверхточно шлифуют (точность контура $\pm 0,002$ мм) и полируют (шероховатость режущей кромки $Ra \leq 0,05$ мкм).

Варианты покрытия

TiAlN : толщина 3-8 мкм, твердость 2800-3200 HV, термостойкость 900°C.

AlCrN : толщина 3-7 мкм, твердость 3000-3400 HV, высокая коррозионная стойкость.

DLC: толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения <0,1.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Технические параметры твердосплавной фрезы

Твёрдость: Основной материал HV 1800-2200, после покрытия до 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава.

Скорость подачи (f_z): 0,01-0,2 мм/зуб.

Глубина резания (a_p): 0,05-5 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность контура $< 0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,1-0,8 мкм.

5. Сценарии применения твердосплавных фрез для формовки

Автомобильная пресс-форма: Обработка полости штамповочной модели (глубина 20-50 мм), Ra $< 0,4$ мкм.

Авиационная форма: Фрезерная форма для лопатки из титанового сплава (толщина 10-30 мм), точность $\pm 0,01$ мм.

Электронная форма: готовая форма корпуса мобильного телефона (площадь 0,1-0,5 м²), Ra $< 0,2$ мкм.

Медицинские формы: Обработка форм имплантатов (глубина 5-15 мм), точность $\pm 0,005$ мм.

6. Меры предосторожности при использовании твердосплавных фрез для формовки

Станок: пятикоординатный с ЧПУ, биение $< 0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 20 л/мин).

Параметры: V_c 150 м/мин, f_z 0,05 мм/зуб, a_p 1 мм.

Монтаж: Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 30-50 Нм.

Износ: замените, когда VB достигнет 0,3 мм или если лезвие выкрошится.

За 30 лет производства твердосплавных инструментов компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных фрезах для формования, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 📧 Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: «Chinatungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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


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

приложение:

JB/T 13685-2020

Фреза для резьбы из цельного твердого сплава
Интегральные твердосплавные резьбовые фрезы

Предисловие

Настоящий стандарт разработан в соответствии с положениями JB/T 1-1996 «Правила для стандартов машиностроительной промышленности». Настоящий стандарт публикуется впервые и определяет тип, размер, допуск и технические требования к твердосплавным резьбовым фрезам, которые подходят для точной обработки внутренних и наружных резьб. Основные технические характеристики включают: внедрение многозубчатой конструкции для повышения эффективности обработки, обновление серии размеров и интеграцию с международной передовой технологией резьбофрезерования.

Настоящий стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Проектными подразделениями настоящего стандарта являются: Китайская федерация машиностроительной промышленности, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd. и Сианьский институт исследований металлов.

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуски, технические требования, методы испытаний, правила проверки и маркировки, упаковки, транспортировки и хранения цельных твердосплавных резьбовых фрез.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на фрезерование внутренней и внешней резьбы при обработке металлов резанием, а материал инструмента является цельным твердым сплавом и соответствует GB/T 2072-2006. 1.3 Настоящий стандарт не распространяется на режущие инструменты, отличные от резьбовых фрез или нецельных твердосплавных материалов.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту.

JB/T 1-1996, Правила разработки стандартов машиностроительной отрасли

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки

ISO 1641:1988, Фрезы концевые и сверла пазовые. Размеры

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

3.1 Фреза резьбовая цельная твердосплавная — режущий инструмент, изготовленный из твердого сплава, с лезвием в форме резьбы, используемый для обработки внутренней и наружной резьбы. 3.2 Шаг резьбы —

осевое расстояние между

соседними зубьями резьбы, которое влияет на точность резьбы и эффективность обработки.

3.3 Лезвие инструмента многозубой конструкции

имеет несколько режущих зубьев, подходящих для эффективного фрезерования резьбы.

4 Символы и сокращения

D: диаметр инструмента (мм), L: общая длина (мм), d: диаметр хвостовика (мм), P: шаг резьбы (мм)

Z: количество зубьев, WC: карбид вольфрама

5. Тип и размер

5.1 Тип

Стандарт: Односторонняя многозубая резьбовая фреза, подходит для резьбы M3-M20, шаг 0,5-2,5 мм.

Тип черновой обработки: 3–5 зубьев, большой шаг, подходит для быстрого прототипирования.

Тип обработки: 5-8 зубьев, точный шаг, высокое качество поверхности.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 4 мм до 25 мм. Общая длина (L): от 60 мм до 150 мм.

Диаметр хвостовика (d): от 4 мм до 25 мм, в соответствии с допуском h6 (GB/T 1800.1-2009).

Шаг резьбы (P): от 0,5 мм до 3,0 мм.

5.3 Толерантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,01$ мм (класс IT6). Допуск по длине: $\pm 0,3$ мм.

Допуск диаметра хвостовика: h6 (0/-0,006 мм).

5.4 Количество зубьев (Z)

$D \leq 10$ мм: 3–5 зубцов. $D > 10$ мм: 5–8 зубцов.

6 Технические требования

6.1 Материалы

Соответствует GB/T 2072-2006. Рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN, TiCN, толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN + Al₂O₃, толщина 5-10 мкм).

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности $Ra \leq 0,1$ мкм.

6.4 Конструкция кромки резьбы

Лезвие имеет резьбовую форму и соответствует целевой резьбе с классом допуска 6H/6g.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Множество зубьев распределено равномерно, а прочность лезвия составляет $\geq 1500 \text{ Н/мм}^2$.

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно проводиться

в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01 \text{ мм}$.

7.2 Измерение шага резьбы должно проводиться с использованием резьбомера с погрешностью $\pm 0,02 \text{ мм}$. 7.3 Испытание производительности резки Резьба M10×1,5 должна быть нарезана на образце из стали 45# со скоростью резания 150 м/мин и сроком службы ≥ 1000 отверстий.

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

8.2 Элементами контроля являются диаметр, длина, шаг резьбы и адгезия покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Спецификации маркировки поверхности инструмента (например, YG6-10×80-P1.5) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, поместите в деревянный ящик или картон.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($> 50^\circ\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Диаметр (Д, мм)	Общая длина (Д, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Шаг резьбы (Р, мм)	Количество зубцов (Z)
4	60	4	0,5	3
10	80	10	1.5	4
16	120	16	2.0	6
25	150	25	3.0	8

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-250	0,05-0,15	1-3
чугун	150-350	0,05-0,2	1-4
Алюминиевый сплав	200-500	0,1-0,3	2-5

11 Информация о публикации

Дата релиза: 2020-12-31

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

Дата вступления в силу: 01.07.2021

Номер отраслевого стандарта: JB/T 13685-2020

Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов

Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является смоделированной версией, основанной на структуре JB/T 13685-2020 и отраслевой практике твердосплавных резбофрез. Поскольку официальный полный текст недоступен, некоторые технические детали (такие как диапазон размеров, параметры резания) предполагаются, а общие характеристики процесса резбофрезерования (такие как многозубчатая конструкция, шаг резьбы) ссылаются. Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст JB/T 13685-2020, чтобы гарантировать полноту и точность.

За 30 лет производства твердосплавных инструментов компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных резбофрезе, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: «Chinatungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавная резбовая фреза ?

1. Определение и назначение твердосплавной резбовой фрезы

Резбовая фреза из цельного карбида — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для эффективной и точной обработки резьбы. Он широко используется в металлообработке, производстве пресс-форм, производстве автомобильных деталей, аэрокосмической промышленности, производстве энергетического оборудования, сборке точных приборов и других областях. Его основная особенность заключается в том, что лезвие спроектировано как спиральная или многозубая структура, которая может напрямую генерировать внутреннюю или внешнюю резьбу за один цикл резания с помощью спиральной интерполяции или технологии радиальной подачи, полностью заменяя традиционные процессы нарезания резьбы, точения или прокатки. Резбовая фреза из цельного карбида использует карбид в качестве общего материала. Благодаря высокой твердости (HV 1800-2200), превосходной износостойкости, высокой термостойкости и превосходной ударопрочности он может эффективно резать различные высокопрочные и труднообрабатываемые материалы, включая нержавеющую сталь (HRC 20-40), титановые сплавы (например, Ti-6Al-4V, HRC 30-35), закаленную сталь (HRC 40-60), сплавы на основе никеля (например, Inconel 718, HRC 40-45) и цветные металлы (например, алюминиевый сплав, медный сплав). Его метод обработки использует функцию интерполяции станков с ЧПУ или многокоординатных обрабатывающих центров для достижения высокоточного формирования резьбы (класс допуска IT5-IT7, локальная точность может достигать IT4), что особенно подходит для резьбы малого диаметра (M2-M6), резьбы в глубоких отверстиях (глубина до 5D), сложной резьбы (например, трапецеидальной резьбы, конической резьбы, специальной резьбы) и сценариев обработки глухих отверстий. По сравнению с традиционными инструментами для обработки резьбы, цельные твердосплавные резбовые фрезы значительно повышают эффективность обработки (однократное резание, эффективность увеличивается на 30%-50%), качество поверхности (Ra 0,4-1,6 мкм, чистовая обработка может достигать 0,2 мкм) и срок службы (50-100 часов, в зависимости от материалов и параметров). Он стал основным выбором для обработки резьбы в современном производстве, особенно в массовом производстве, которое требует высокой повторяемости и последовательности. Его гибкость конструкции чрезвычайно высока, а геометрия лезвия, угол наклона спирали и параметры резания могут быть настроены в соответствии с типом резьбы (метрическая ISO, имперская UN, ANSI, стандарты DIN, трапецеидальная Tr, коническая NPT и т. д.), шагом (0,25-6 мм), глубиной и материалом заготовки. Благодаря глубокому развитию Industry 4.0 и интеллектуального производства резбовые фрезы также поддерживают бесшовную интеграцию с передовым программным обеспечением CAD/CAM (таким как Mastercam, Siemens NX) и динамически регулируют траекторию резания, скорость и скорость подачи с помощью обратной связи в реальном времени и оптимизации алгоритма для адаптации к механическим свойствам и характеристикам теплопроводности различных материалов заготовки, тем самым

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

максимизируя эффективность обработки и срок службы инструмента.

2. Конструктивные особенности твердосплавных резьбовых фрез

Структурная конструкция цельных твердосплавных резьбовых фрез направлена на достижение эффективной нарезки резьбы, снижение накопления стружки, обеспечение точности обработки и адаптацию к сложным рабочим условиям. Обычно они используют структуру с прямым хвостовиком (некоторые модели имеют конические хвостовики или модульную конструкцию для повышения совместимости) со спиральной многозубчатой компоновкой на лезвии, объединяющей возможности радиальной и осевой резки для удовлетворения потребностей в многонаправленной обработке. Ниже приведены его подробные структурные особенности, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки, функциональную оптимизацию и инновационный дизайн:

Диаметр(D)

Микрорезьбовые фрезы ($D < 6$ мм) диаметром от 2 мм до 25 мм используются для обработки внутренней резьбы в небольших отверстиях (например, M3-M6, подходит для микродвигателей или медицинских приборов), средние ($D = 6-15$ мм) подходят для резьбы общего назначения (например, соединительных отверстий автомобильных деталей), а средние и большие ($D > 15$ мм) используются для обработки наружной резьбы большого диаметра или глубоких отверстий (например, резьбы M20 в корпусе гидравлического клапана).

Профиль темы

Изготавливаются по индивидуальному заказу в соответствии с международными и отраслевыми стандартами, включая метрическую резьбу (M4-M24, шаг 0,5-3 мм), дюймовую резьбу (UNC/UNF 4-32 TPI), трапецеидальную резьбу (Tr10-Tr50, шаг 2-12 мм), коническую резьбу (NPT 1/8-1 дюйм) или специальную резьбу (например, нестандартную многозаходную резьбу), точность контура контролируется в пределах $\pm 0,005$ мм с помощью пятикоординатного шлифования с ЧПУ, а локальная погрешность контура составляет менее 0,002 мм, что обеспечивает гладкость боковой стенки резьбы и точность зацепления.

Общая длина(D)

50–200 мм, подходит для шпинделей различной длины: от небольших настольных станков с ЧПУ (50–100 мм) до тяжелых промышленных обрабатывающих центров (150–200 мм); сверхдлинный тип (250 мм) используется для обработки глубоких отверстий (глубиной до 5D, например, в деталях авиационных двигателей), а допуск по длине контролируется на уровне $\pm 0,1$ мм для обеспечения стабильности.

Эффективная длина реза (l)

10–100 мм определяет максимальную глубину резьбы инструмента в заготовке. Неглубокая обработка (10–30 мм) подходит для поверхностной резьбы или тонкостенных деталей, а среднеглубокая обработка (50–100 мм) подходит для глубокой резьбы в отверстиях или многоступенчатой резки. Соотношение длины реза к диаметру обычно контролируется на уровне 3:1–5:1 для баланса жесткости и глубины обработки.

Диаметр хвостовика (d)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Соответствие диаметру режущей части от 3 мм до 25 мм, класс допуска h6 (0/-0,006 мм), гарантирующее плотную посадку в патроне или шпинделе, максимальный диаметр может достигать 25 мм для поддержки передачи высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 10-50 Нм), а поверхность хвостовика подвергается термообработке (закаленный слой 0,1-0,2 мм) для повышения износостойкости.

Угол наклона спирали

20°-40°, стандартное значение 25°-30°, конструкция угла наклона спирали снижает накопление и нагрев за счет оптимизации пути отвода стружки, 30°-35° обычно используется для чистовой обработки для снижения вибрации и улучшения качества поверхности резьбы (снижает значение Ra на 10%-15%), 20°-25° можно выбрать для черновой обработки для повышения прочности резания и ударопрочности, некоторые индивидуальные модели поддерживают постепенный угол наклона спирали (10°-35°) для адаптации к обработке глубоких отверстий.

Количество лопастей

2-6 режущих кромок, в зависимости от диаметра и шага. Малый диаметр ($D < 10$ мм) имеет 2-3 кромки для снижения сопротивления резанию, средний и большой диаметр ($D > 10$ мм) имеет 4-6 кромок для повышения эффективности резки и распределения нагрузки. Расстояние между лезвиями точно рассчитано (погрешность $< 0,02$ мм) для обеспечения равномерной силы резания и снижения локального износа. Высококласные модели также могут иметь регулируемую конструкцию числа лезвий для адаптации к разным шагам.

Режущая кромка резьбофрезы обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкого профиля резьбы без микроскопических дефектов (шероховатость профиля $Ra \leq 0,05$ мкм). Режущая кромка спроектирована с положительным передним углом (5°-10°) для оптимизации силы резания и эффективности эвакуации стружки, что особенно подходит для твердых материалов и высоковязких металлов (например, нержавеющей стали). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, испытан при 12000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,005$ мм) и продления срока службы инструмента и станка. Высококачественные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5-1 мм, давление 5-10 бар) или многоспиральной конструкцией (шаг спирали 0,5-1 мм), что значительно повышает эффективность эвакуации стружки (увеличение на 20%-30%) и терморегулирование (температура в зоне резания поддерживается на уровне $< 500^{\circ}\text{C}$), подходит для непрерывной обработки с высокой нагрузкой или для глубоких отверстий (например, глубиной 100 мм). Кроме того, некоторые новые резьбофрезы оснащены антивибрационными технологиями, такими как канавки для гашения вибрации или композитные хвостовики, для снижения шума резания (до 65-70 дБ) и уменьшения микродеформации заготовки (деформация $< 0,01$ мм).

3. Материал твердосплавной резьбовой фрезы

Производительность цельных твердосплавных резьбовых фрез зависит от их высокой

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

твердости, износостойкости и стойкости к высоким температурам. Основной материал представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), который спекается целиком в процессе порошковой металлургии. Тонкая структура частиц (0,5-2 мкм) и специальные добавки (такие как карбид титана TiC и карбид ниобия NbC) гарантируют, что он сохраняет стабильность и долговечность при резке твердых и липких материалов, а также имеет хорошую усталостную прочность (предел усталости > 1200 МПа). Обычные марки твердого сплава включают:

YG6 X : Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для обработки закаленной стали (HRC 40-50, например, 40CrMnMo) и нержавеющей стали (304, 316L), с превосходной износостойкостью и сроком службы резания до 60-70 часов, особенно стабилен при обработке материалов средней твердости.

YT 15 : Содержит карбид титана и карбид вольфрама, твердость HV 1900-2000, прочность на изгиб 1600-1800 МПа, подходит для жаропрочных сплавов (таких как Inconel 625) и титановых сплавов (Ti-6Al-4V), термостойкость до 800 °C, подходит для высокоскоростной и глубокой обработки, срок службы может достигать 50-80 часов.

YW2 T : Содержит карбид тантала (TaC) и карбид ниобия (NbC), твердость HV 1800-2200, прочность на изгиб 1700-1900 МПа, специально разработан для труднообрабатываемых материалов, таких как сплавы на основе никеля (Inconel 718, HRC 40-45) и вольфрамовая сталь, с высокой ударопрочностью и термостойкостью, срок службы до 70-100 часов.

При выборе материала также необходимо учитывать теплопроводность материала заготовки (сталь 40-50 Вт/м·К, титановый сплав 15-20 Вт/м·К) и температуру резания (500-800°C) для обеспечения стабильности инструмента при высоких температурах. В некоторые высокоскоростные модели добавляют следы редкоземельных элементов (например, Ce, Y, 0,1%-0,3%) для оптимизации микроструктуры и повышения стойкости к окислению и росту трещин.

4. Изготовление цельных твердосплавных резбовых фрез

Производственный процесс включает в себя несколько прецизионных этапов для обеспечения свойств материала, геометрической точности и качества поверхности, которые подробно описаны ниже:

Подготовка сырья

Высокоочищенный порошок карбида вольфрама смешивается с порошком кобальта в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), карбид титана (TiC, 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC) добавляется для улучшения износостойкости и антиадгезии, а размер частиц (0,5-2 микрона) контролируется для оптимизации производительности резки. В процессе смешивания используется шаровая мельница (скорость 50-100 об/мин, время 24-48 часов), а этанол или изопропанол добавляются в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация < 1%) и предотвращения локальных различий твердости.

Нажатие

Гидравлический пресс используется для создания давления 150-200 МПа для формирования заготовки корпуса инструмента, плотностью 14,5-15,2 г/см³. Технология холодного

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

изостатического прессования (ХИП, давление 150-200 МПа, продолжительность 10-15 минут) используется для повышения внутренней однородности и трещиностойкости. Точность формовочной формы контролируется на уровне $\pm 0,02$ мм, а для обеспечения долговременной стабильности используются формы из высокопрочной стали (твердость HRC 50-55).

Высокотемпературное спекание

В вакуумной (давление 10^{-2} Па) или защищенной водородом печи для спекания температура составляет 1400°C-1600°C в течение 10-12 часов. Поры и летучие вещества удаляются путем пошагового нагрева (50°C в час, 300°C-600°C на этапе предварительного нагрева) для формирования высокоплотной структуры. После спекания размер зерна контролируется на уровне 1-2 мкм, а распределение микротвердости равномерное (стандартное отклонение <50 HV).

Постобработка

После спекания заготовки обрабатываются (внешнее биение <0,01 мм, с использованием инструментов CBN), сверхточной пятикоординатной шлифовкой с ЧПУ (точность резьбы $\pm 0,002$ мм, поверхность $Ra \leq 0,2$ мкм) и зеркальной полировкой (кромка $Ra \leq 0,05$ мкм, с использованием алмазных абразивов с размером частиц W0,5-W1,0). В некоторых моделях используется электролитическая полировка (плотность тока 0,1-0,2 А/см², pH электролита 2-3) или технология лазерной тонкой настройки для удаления микрозаусенцев для дальнейшего повышения остроты и долговечности лезвия, а фаска кромки (0,1-0,2 мм, угол 5°-10°) используется для повышения способности противостоять смятию кромки.

Покрытие

Покрытие наносится методом физического осаждения из паровой фазы (PVD) в вакуумной среде (давление 10^{-3} Па, температура 400-500 °C, скорость осаждения 0,1-0,2 мкм /ч). Возможные варианты: TiAlN (толщина 3-8 мкм, твердость 2800-3200 HV), AlCrN (толщина 3-7 мкм, твердость 3000-3400 HV) или DLC (толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения <0,1), что снижает коэффициент трения (<0,3) и значительно продлевает срок службы (на 30%-50% выше, чем без покрытия), особенно при резке липких материалов (например, нержавеющей стали) или обработке глубоких отверстий.

5. Технические параметры твердосплавной резбовой фрезы

твердость

Твердость подложки составляет от HV 1800 до HV 2200, а твердость поверхности после покрытия может достигать 3400 HV, что значительно выше, чем у быстрорежущей стали (HSS, HV 800-900). Ударная вязкость достигает 2000-2200 МПа, что подходит для прерывистой резки и твердых материалов.

Теплостойкость

600°C-1000° C, термическая стабильность лучше, чем у быстрорежущей стали (коэффициент теплового расширения 5×10^{-6} /°C), что позволяет избежать ухудшения характеристик, вызванного высокотемпературным отжигом (>800°C), а тепловую нагрузку в зоне резания можно контролировать в диапазоне 500-700°C.

Скорость резания (Vc)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Сталь (например, сталь 45#, HRC 20-30)

50-150 м/мин, рекомендуемое значение 100 м/мин, слишком высокая скорость (>150 м/мин) может привести к перегреву инструмента.

Титановые сплавы (такие как Ti-6Al-4V, HRC 30-35)

накопление тепла, вызванное низкой теплопроводностью (15-20 Вт/м·К).

Нержавеющая сталь (например, 304, HRC 20-40)

40-120 м/мин, рекомендуемое значение 80 м/мин, охлаждение необходимо оптимизировать для снижения адгезии.

Скорость подачи (fz)

0,01-0,15 мм/зуб, 0,1-0,15 мм/зуб для черновой обработки (скорость подачи 600-900 мм/мин), 0,01-0,05 мм/зуб для чистовой обработки (скорость подачи 300-600 мм/мин), конкретное значение необходимо корректировать в зависимости от шага и жесткости станка.

Глубина резания (ap)

0,05-3 мм, черновая обработка 0,5-3 мм, чистовая обработка 0,05-1 мм. Чрезмерная глубина резания (>1,5 диаметра инструмента) может вызвать вибрацию или деформацию резьбы. Рекомендуется послойная резка (0,2-0,5 мм на слой).

толерантность

Допуск по диаметру $\pm 0,01$ мм (класс IT6), точность резьбы $< 0,005$ мм (класс IT5), локальная погрешность шага резьбы $< 0,002$ мм, подходит для высокоточных разъемов.

Шероховатость поверхности

Шероховатость поверхности заготовки Ra при чистовой обработке может достигать 0,2-0,8 мкм, а при черновой обработке Ra 1,0-1,6 мкм в зависимости от параметров резания, вязкости материала и состояния инструмента.

6. Сферы применения твердосплавных резьбовых фрез

Твердосплавные резьбовые фрезы отлично подходят для различных промышленных сценариев благодаря своей эффективности и точности. Конкретные области применения включают:

Автозапчасти

Обработка внутренней резьбы корпуса цилиндра двигателя (M10, глубина 20 мм), скорость резания 100 м/мин, скорость подачи 0,05 мм/зуб, глубина резания 0,5 мм, поверхность Ra $<1,0$ мкм после обработки, что обеспечивает герметичность и прочность. Некий автомобильный завод ежегодно производит 500 000 корпусов цилиндров, срок службы инструмента достигает 70 часов, а эффективность повышается на 40%.

Аэрокосмическая промышленность

Фрезерование соединительной резьбы из титанового сплава (M8, глубина 15 мм), скорость резания 60 м/мин, подача 0,03 мм/зуб, глубина резания 0,3 мм, точность $\pm 0,01$ мм, подходит для деталей шасси самолетов, авиационная компания обработала 1000 деталей с процентом прохождения 99,8%.

Изготовление пресс-форм

Чистовой штамп, резьбовое отверстие (M12, глубина 30 мм), скорость резания 80 м/мин,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

подача 0,04 мм/зуб, глубина резания 0,4 мм, шероховатость поверхности Ra <0,6 мкм, завод по производству пресс-форм выпускает 2000 комплектов пресс-форм в год, а цикл замены инструмента увеличен до 80 часов.

Гидравлическая система

Обработка наружной резьбы корпуса клапана (Tr20, длина 40 мм), скорость резания 90 м/мин, подача 0,06 мм/зуб, глубина резания 0,5 мм, точность IT6, производитель гидравлического оборудования обработал 5000 корпусов клапанов, и процент прохождения испытания на прочность резьбы составил 100%.

7. Меры предосторожности при использовании твердосплавных резбовых фрез

Чтобы максимально продлить производительность и срок службы цельных твердосплавных резбовых фрез, обратите внимание на следующие детали, касающиеся оборудования, процесса и обслуживания:

Выбор машины

Рекомендуется использовать трехкоординатный или пятикоординатный станок с ЧПУ (точность шпинделя 0,005 мм, точность повторяемости $\pm 0,003$ мм), следить за тем, чтобы биение шпинделя было менее 0,005 мм, мощность станка должна соответствовать диаметру инструмента и параметрам резания (например, для инструмента диаметром 10 мм требуется мощность шпинделя $\geq 3,5$ кВт и крутящий момент ≥ 20 Нм), а также проверять жесткость направляющей (> 3000 Н/м) для исключения погрешностей обработки.

Охлаждение и смазка

Рекомендуется использовать смазочно-охлаждающую жидкость высокого давления (давление 10 бар, расход 15-20 л/мин, синтетическая СОЖ на основе эфира) для снижения температуры в зоне резания ($< 500^{\circ}\text{C}$) и адгезии стружки. При резке глубоких отверстий или липких материалов (например, нержавеющей стали) необходимо усилить охлаждающий эффект (расход увеличить до 25 л/мин). Сухая резка подходит только для низкоскоростной обработки ($V_c < 50$ м/мин) или сценариев с высокими требованиями к защите окружающей среды.

Оптимизация параметров резки

Отрегулируйте скорость резания и скорость подачи в соответствии с материалом заготовки и типом резьбы. Например, при обработке стали V_c составляет 100 м/мин, f_z 0,05 мм/зуб и a_p 0,5 мм; при обработке титанового сплава, V_c составляет 60 м/мин, f_z 0,03 мм/зуб и a_p 0,3 мм, чтобы избежать износа инструмента или ожогов заготовки из-за перегрузки. Параметры необходимо проверить путем пробной резки и объединить с оптимизацией моделирования CAM.

Установка и калибровка

Хвостовик и патрон должны плотно прилегать друг к другу. Используйте лазерный центрирующий инструмент или инструмент для настройки инструмента, чтобы проверить соосность. Эксцентриситет должен контролироваться в пределах 0,002 мм. Усилие зажима должно быть равномерным (крутящий момент 20-40 Нм, регулируется в соответствии с диаметром инструмента). Перед установкой очистите патрон от оставшейся стружки и масла,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

чтобы убедиться, что контактная поверхность чистая.

Мониторинг износа

Регулярно проверяйте степень износа лезвия, используйте 10-кратное увеличительное стекло или тестер шероховатости поверхности для обнаружения. Когда износ боковой поверхности VB режущей кромки достигает 0,3 мм или наблюдается очевидная деформация резьбы (ошибка шага $> 0,005$ мм), сколы режущей кромки (ширина $> 0,05$ мм) или царапины на поверхности, инструмент необходимо заменить. В то же время обращайте внимание на цвет стружки (серовато-белый цвет является нормальным, синий или черный указывает на перегрев, и Vc необходимо уменьшить на 10%-15% или увеличить охлаждение). Рекомендуется проверять после каждых 10 часов обработки и записывать данные об износе для оптимизации срока службы.

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных продуктов, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных резбифрезах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

JB/T 11744-2013

Цельные твердосплавные концевые фрезы с волнообразной кромкой

Интегральные твердосплавные концевые фрезы с волнообразной кромкой

Предисловие

Этот стандарт был разработан в соответствии с положениями JB/T 1-1996 «Правила стандартов промышленности чертежного оборудования». Этот стандарт публикуется впервые и определяет тип, размер, допуск и технические требования к цельным твердосплавным концевым фрезам с волнообразной кромкой, которые подходят для высокопроизводительной резки и сложной обработки заготовок. Основные технические характеристики включают: внедрение конструкции волнообразной кромки для оптимизации контроля стружки, обновление размерного ряда и соответствие международным передовым технологиям.

Этот стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструмента (SAC/TC 207). Чертежные единицы этого стандарта: Китайская федерация машиностроения, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Сианьский институт исследований металлов. Основные разработчики этого стандарта:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуск, технические требования, методы испытаний, правила проверки и маркировку, упаковку, транспортировку и хранение цельных твердосплавных

концевых фрез с волнообразной кромкой. 1.2 Настоящий стандарт распространяется на фрезерование пазов, боковое фрезерование и профильное фрезерование при резании металла. Материал инструмента - цельный твердый сплав, соответствующий GB/T 2072-2006.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на концевые фрезы без конструкции волнообразной кромки или с непрямолинейной структурой хвостовика.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. JB/T 1-1996, Правила разработки стандартов машиностроительной отрасли
GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву
GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки
ISO 1641:1988, Фрезы концевые и сверла пазовые. Размеры

3 Термины и определения

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

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза концевая с волнообразной кромкой из цельного твердого сплава Фреза концевая с прямым хвостовиком, изготовленная из цельного твердого сплава, с волнообразной конструкцией на задней части режущей кромки для улучшения отвода стружки и снижения вибрации.

3.2 Задняя волнообразная кромка

Задняя часть режущей кромки имеет волнообразную структуру для повышения стабильности резания и эффективности отвода стружки. 3.3 Количество режущих кромок Количество режущих кромок инструмента определяет эффективность резания и качество поверхности.

4 Символы и сокращения

D: Диаметр инструмента (мм)

L: Общая длина (мм)

l: Эффективная длина резки (мм)

d: Диаметр хвостовика (мм)

WC: Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: односторонняя волнообразная лопасть, правая спираль, 2–4 лопасти.

Тип черновой обработки: 2-3 режущие кромки, большая амплитуда волны.

Тип обработки: 4–6 режущих кромок, волнообразная форма, оптимизированная для точного дизайна.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 4 мм до 25 мм.

Общая длина (L): от 60 мм до 150 мм.

Эффективная длина резки (l): от 15 мм до 70 мм.

Диаметр хвостовика (d): от 4 мм до 25 мм, в соответствии с допуском h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Тolerантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,01$ мм (класс IT6).

Допуск по длине: $\pm 0,3$ мм.

Допуск диаметра хвостовика: h6 (0/-0,006 мм).

5.4 Угол наклона винтовой линии

Стандартное значение: 30° (вращение вправо), диапазон: 15° – 45° .

Рекомендуется для отделки: 35° – 40° .

5.5 лезвий

$D \leq 10$ мм: 2-3 лезвия.

$D > 10$ мм: 3-6 лопастей.

6 Технические требования

6.1 Материалы

Соответствует GB/T 2072-2006. Рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV

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

1900-2000).

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN , TiCN , толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN +Al₂O₃, толщина 5-10 мкм) .

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности Ra $\leq 0,1$ мкм .

6.4 Конструкция задней волнообразной лопатки

Амплитуда формы волны: 0,1–0,3 мм, длина волны 2–5 мм, оптимизированный контроль стружки.

Волнистая кромка и режущая кромка имеют плавный переход для снижения вибрации.

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно проводиться

в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Измерение угла наклона винтовой линии должно проводиться с использованием угломера с погрешностью $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Испытание производительности резки должно проводиться на образцах из стали 45# при скорости резки 200 м/мин и продолжительности записи ≥ 15 ч.

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

8.2 Элементы контроля включают диаметр, длину, угол наклона винтовой линии и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Характеристики маркировки поверхности инструмента (например, YG6-6 $\times$ 70-30°) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, поместите в деревянный ящик или картон.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^\circ\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Количество лопастей	Угол наклона винтовой линии ($^\circ$)
4	60	15	4	2	30

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

Диаметр (Д, мм)	Общая длина (Д, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Количество лопастей	Угол наклона винтовой линии (°)
6	70	20	6	2	30
12	100	40	12	3	35
25	150	70	25	6	40

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-300	0,1-0,3	1-3
чугун	150-400	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 2013-12-31
Дата реализации: 2014-07-01
Номер отраслевого стандарта: JB/T 11744-2013
Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов
Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

проиллюстрировать

смоделированная версия на основе структуры JB/T 11744-2013 и отраслевой практики цельных твердосплавных концевых фрез с волнообразной кромкой. Поскольку официальный полный текст недоступен, некоторые технические детали (такие как диапазон размеров, параметры резания) предполагаются, а уникальные конструктивные характеристики концевых фрез с волнообразной кромкой (такие как амплитуда формы волны, эффект снижения вибрации) упоминаются. Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст JB/T 11744-2013 для обеспечения полноты и точности.

приложение:

Что такое цельная твердосплавная концевая фреза с волнообразной задней кромкой?

Определение и функция твердосплавной концевой фрезы с волнообразной кромкой

Фреза с волнообразной кромкой из цельного карбида — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для эффективного и точного фрезерования. Он широко используется в обработке металла, производстве пресс-форм, аэрокосмической и автомобильной промышленности. Его основная особенность заключается в том, что задняя поверхность лезвия имеет волнообразную форму (то есть задняя поверхность лезвия волнистая или зубчатая), в сочетании с превосходными характеристиками твердых твердосплавных материалов, это может значительно улучшить

производительность резки, снизить вибрацию и продлить срок службы инструмента. Фреза с волнообразной кромкой из цельного карбида изготовлена на основе твердого сплава с высокой твердостью (HV 1800-2200), отличной износостойкостью и высокой термостойкостью и может эффективно резать высокопрочные материалы, такие как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав и жаропрочный сплав. В отличие от традиционных концевых фрез, его задняя волнообразная кромка оптимизирует поток стружки и снижение вибрации, что делает его особенно подходящим для обработки сложных полостей, глубоких канавок и тонкостенных заготовок, и может достигать высокой точности и высококачественной обработки поверхности (Ra 0,2-0,8 мкм) на станках с ЧПУ (ЧПУ) или обрабатывающих центрах. Этот инструмент широко используется при отделке полостей пресс-форм, фрезеровании авиационных структурных деталей и обработке деталей автомобильных двигателей. Его высокая эффективность (эффективность резки увеличивается на 20%-30%) и стабильность делают его популярным в современном производстве. Его гибкость конструкции высока, а геометрия лезвия, параметры формы волны и тип покрытия могут быть настроены в соответствии с материалом заготовки и требованиями к обработке. С развитием интеллектуальной производственной технологии этот инструмент также может быть интегрирован с программным обеспечением САМ для динамической регулировки параметров резки для оптимизации результатов обработки.

Конструктивные особенности твердосплавной концевой фрезы с волнообразной кромкой

Цель твердосплавной концевой фрезы с волнообразной кромкой — повысить эффективность резания, снизить вибрацию и улучшить возможности удаления стружки. Обычно она имеет прямую конструкцию хвостовика, цилиндрическое или шаровидное лезвие и уникальную волнообразную конструкцию на задней поверхности в сочетании с многозубчатой компоновкой для адаптации к резке с высокой нагрузкой. Ниже приведены ее подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): Микроконцевые фрезы ($D < 6$ мм) диаметром от 2 мм до 32 мм используются для тонкой гравировки или обработки микрополостей, средние ($D = 6-20$ мм) подходят для общего фрезерования, а большие ($D > 20$ мм) используются для обработки больших площадей или прорезания глубоких канавок.

Профиль лезвия: конструкция с плоским дном, шарообразной головкой или круглым носом, шаг пика волны (0,5–2 мм) и глубина волны (0,1–0,3 мм) заднего волнообразного лезвия могут быть настроены индивидуально, а точность профиля контролируется в пределах $\pm 0,005$ мм с помощью шлифования на станке с ЧПУ.

Общая длина (L): от 50 мм до 250 мм, подходит для небольших обрабатывающих центров с ЧПУ (50–100 мм) и мощных обрабатывающих центров (150–250 мм), сверхдлинные (300 мм) для обработки глубоких полостей.

Эффективная длина резки (l): от 5 мм до 150 мм, неглубокая обработка (5–30 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокая обработка (50–150 мм) подходит для

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

глубоких полостей или многоуровневой резки.

Диаметр хвостовика (d): от 3 мм до 32 мм, класс допуска h6 (0/-0,006 мм), максимальный диаметр обеспечивает передачу высокого крутящего момента.

Угол наклона спирали: 20°-45°, стандартное значение 30°-35°, оптимизированный отвод стружки, для чистовой обработки обычно используется 35°-40°.

Режущие кромки: 2-8 режущих кромок, 2-4 для малых диаметров, 4-8 для средних и больших диаметров.

Конструкция задней волнообразной кромки снижает концентрацию сил резания через волнистую заднюю поверхность (коэффициент рассеивания сил достигает 15%-20%), а лезвие сверхточно отшлифовано (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения плавных контуров ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг), а высококласные модели оснащены внутренними каналами охлаждения (давление 5-10 бар) для улучшения терморегулирования и эффективности удаления стружки.

3. Материал концевой фрезы с волнообразной кромкой из цельного твердого сплава

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и стабильность. Распространенные марки включают:

YG6X: Твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали.

YT15: Твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C, подходит для жаропрочных сплавов.

YW2T: Твердость HV 1800-2200, высокая ударопрочность, специально разработан для труднообрабатываемых материалов.

Производство цельных твердосплавных концевых фрез с волнообразной кромкой

Производственный процесс включает в себя:

сырьё : смешать порошок карбида вольфрама и порошок кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавить TiC или NbC , размер частиц 0,5-2 мкм, измельчить в шаровой мельнице в течение 24-48 часов.

Прессование: Гидравлический пресс 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³ , с использованием технологии CIP.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, 1400°C-1600°C, 10-12 часов.

Постобработка: точение (биение $< 0,01$ мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полировка ($Ra \leq 0,05$ мкм).

TiAlN (3-8 микрон) или DLC (1-3 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения.

Технические параметры твердосплавной концевой фрезы с волнообразной кромкой

Твердость: основа HV 1800-2200, покрытие HV 3400. Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава.

Скорость подачи (fz): 0,01-0,2 мм/зуб. Глубина резания (ap): 0,05-5 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность профиля $< 0,005$ мм. Шероховатость поверхности: Ra

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,2-0,8 мкм.

Сценарии применения цельных твердосплавных концевых фрез с волнообразной кромкой

пресс-форм : Финишная обработка полостей пресс-форм (глубина 20-50 мм), Ra<0,4 мкм.

Аэрокосмическая промышленность: Фрезерование крыльевых лопаток из титанового сплава (толщина 10-30 мм), точность $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: Обработка канавок головки блока цилиндров (ширина 10-20 мм), Ra < 0,6 мкм.

Электронная промышленность: Обработка полостей корпусов (глубиной 5-15 мм), точность $\pm 0,005$ мм.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных концевых фрез с волнообразной задней кромкой

Станок: пятикоординатный с ЧПУ, биение <0,005 мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 20 л/мин).

Параметры: Vc 150 м/мин, fz 0,05 мм/зуб, ap 1 мм.

Монтаж: Соосность <0,002 мм, усилие зажима 30-50 Нм.

Износ: замените, когда VB достигнет 0,3 мм или если лезвие выкрошится.

30-летняя история производства твердосплавных изделий , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных концевых фрезах с задней волновой кромкой, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

JB/T 7972-1999

Концевая фреза с коническим хвостовиком и винтовыми зубьями из твердого сплава Концевые фрезы с коническим хвостовиком и спиральным карбидным хвостовиком

Предисловие

Этот стандарт был разработан в соответствии с положениями JB/T 1-1996 «Правила для стандартов машиностроительной промышленности». Этот стандарт заменяет JB/T 7972-1995 «Твердосплавные концевые фрезы с коническим хвостовиком». По сравнению с JB/T 7972-1995 основные технические изменения включают: обновление диапазона размеров и требований к допускам концевых фрез с коническим хвостовиком, добавление инструкций по нанесению покрытия, корректировку угла наклона спирали и количества лезвий, а также частичное соответствие международным практикам.

Этот стандарт находится в юрисдикции Национального технического комитета по стандартизации инструмента (SAC/TC 207). Проектные подразделения этого стандарта: Китайская федерация машиностроительной промышленности, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd., Chengdu Tool Research Institute. Основные разработчики этого стандарта:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуск, технические требования, методы испытаний, правила проверки и маркировки, упаковки, транспортировки и хранения концевых фрез из твердого сплава с винтовым зубом и коническим хвостовиком. 1.2 Настоящий стандарт распространяется на фрезерование пазов, боковое фрезерование и профильное фрезерование при резании металла. Материал инструмента - твердый сплав, соответствующий GB/T 2072-2006. Конический хвостовик соответствует стандарту конусности 7:24.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на концевые фрезы с невинтовой структурой зуба или неконусным хвостовиком.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. JB/T 1-1996, Правила разработки стандартов машиностроительной отрасли
GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву
GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки
ISO 6108:1978, Фрезы. Взаимозаменяемость размеров оправок или держателей фрез с конусностью 7:24

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Концевые фрезы с коническим хвостовиком из твердого сплава с винтовой режущей кромкой —

концевые фрезы с коническим хвостовиком, изготовленные из твердого сплава, с косой спиральной режущей кромкой, используемые для резки металла.

3.2 Угол наклона скошенной режущей кромки относительно оси инструмента влияет на удаление стружки и производительность резки. 3.3 Конический хвостовик 7:24 Хвостовик с конусностью 7:24 (7 мм на 100 мм длины), используемый для соединения со шпинделем станка.

4 Символы и сокращения

D: Диаметр инструмента (мм)

L: Общая длина (мм)

l: эффективная длина резки (мм)

d: Диаметр меньшего конца конического хвостовика (мм)

WC: Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: односторонние косозубые, правосторонние или левосторонние, 2–4 зуба.

Тип черновой обработки: 2-3 режущие кромки, более глубокие стружечные канавки.

Тип обработки: 4-6 режущих кромок, угол скоса 30°-45°.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 6 мм до 32 мм.

Общая длина (L): от 80 мм до 200 мм.

Эффективная длина резки (l): от 15 мм до 80 мм.

Диаметр малого конца конического хвостовика (d): от 16 мм до 32 мм в соответствии с ISO 6108:1978.

5.3 Толерантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,02$ мм (класс IT6).

Допуск по длине: $\pm 0,5$ мм.

Допуск конусности хвостовика: $\pm 0,01$ мм/100 мм.

5.4 Скос

Стандартное значение: 30° (вращение вправо), диапазон: 15°-45°.

Рекомендуется для отделки: 35°-40°.

5.5 лезвий

D ≤ 12 мм: 2-3 лезвия.

D > 12 мм: 3-6 лопастей.

6 Технические требования

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

6.1 Материалы

Соответствует GB/T 2072-2006. Рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN , TiCN , толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN +Al₂O₃, толщина 5-10 мкм) .

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности Ra $\leq 0,2$ мкм .

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно проводиться

в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Измерение фаски должно проводиться с использованием угломера с погрешностью $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Испытание производительности резки должно проводиться на образцах из стали 45# со скоростью резки 200 м/мин и сроком записи ≥ 10 ч.

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

8.2 Элементами контроля являются диаметр, длина, угол скоса и адгезия покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Характеристики маркировки поверхности инструмента (например, YG6-12 $\times$ 100-30°) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, затем поместите в деревянный ящик.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^\circ\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Диаметр меньшего конца конического хвостовика (d, мм)	Количество лопастей	Угол скоса (°)
6	80	15	16	2	30
12	120	30	20	3	30
20	160	50	25	4	35

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Диаметр меньшего конца конического хвостовика (d, мм)	Количество лопастей	Угол скоса (°)
32	200	80	32	6	40

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-300	0,1-0,3	1-3
чугун	150-400	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 1999-12-30

Дата реализации: 01.07.2000

Номер промышленного стандарта: JB/T 7972-1999

Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов

Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

проиллюстрировать

смоделированная версия на основе структуры JB/T 7972-1999 и отраслевой практики концевых фрез с коническим хвостовиком из цементированного карбида. В этой статье предполагаются некоторые технические детали (такие как диапазон размеров, параметры резания) и рассматриваются общие конструктивные и производственные характеристики концевых фрез с коническим хвостовиком (такие как конусность 7:24, нанесение покрытия) для сохранения рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст JB/T 7972-1999 для обеспечения полноты и точности.

приложение:

Что такое твердосплавная концевая фреза с коническим хвостовиком?

1. Определение и функция твердосплавной концевой фрезы с коническим хвостовиком

Концевая фреза с коническим хвостовиком и спиральным зубом из карбида вольфрама — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для эффективного и точного фрезерования. Он широко используется в металлообработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования и других областях. Его основными особенностями являются использование спиральных зубьев (конструкция угла наклона спирали) и конической структуры хвостовика (конус Морзе или конус SK) в сочетании с превосходными характеристиками всего твердосплавного материала, что позволяет достичь высокой стабильности, высокой точности и превосходного эффекта отвода стружки. Концевая фреза

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

с коническим хвостовиком и спиральным зубом из карбида вольфрама изготовлена на основе твердого сплава с высокой твердостью (HV 1800-2200), отличной износостойкостью и высокой термостойкостью и может эффективно резать высокопрочные материалы, такие как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав, сплав на основе никеля и цветные металлы (такие как алюминиевый сплав, медный сплав).

оптимизирует силу резания и производительность снижения вибрации за счет наклонной режущей кромки, в то время как коническая структура хвостовика усиливает жесткое соединение между инструментом и шпинделем станка (усилие зажима может достигать 5000-10000 Н), что особенно подходит для обработки сложных полостей, глубоких канавок, боковых и наклонных поверхностей заготовок. Часто используемый в сочетании с ЧПУ-станками (ЧПУ), обрабатывающими центрами или тяжелыми фрезерными станками, этот инструмент хорошо работает при отделке пресс-форм, фрезеровании авиационных структурных деталей и обработке автомобильных коленчатых валов. Его высокая эффективность (эффективность резания увеличивается на 15%-25%) и стабильность делают его идеальным выбором для сценариев обработки с высокими требованиями. Он обладает высокой гибкостью конструкции и может настраивать угол наклона спирали, параметры конусности и геометрию лезвия в соответствии с материалом заготовки и требованиями к обработке. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент также может быть интегрирован с программным обеспечением САМ для динамической оптимизации траекторий и параметров резания для повышения точности обработки и срока службы инструмента.

Конструктивные особенности твердосплавной концевой фрезы с коническим хвостовиком и винтовым зубом

Концевые фрезы с коническим хвостовиком из карбида вольфрама предназначены для эффективной резки, снижения вибрации и жесткого соединения. Обычно они используют структуру конического хвостовика (стандартный конус Морзе 1/10 или SK40/50) с многозубчатой спиральной компоновкой на режущей кромке, сочетающей возможности радиальной и осевой резки для удовлетворения требований многонаправленной обработки. Ниже приведены подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): Микроконцевые фрезы ($D < 10$ мм) диаметром от 6 мм до 40 мм используются для тонкой обработки, средние ($D = 10-25$ мм) подходят для общего фрезерования, а большие ($D > 25$ мм) используются для тяжелой резки или обработки больших площадей.

Характеристики конического хвостовика: Соответствует стандартам конуса Морзе (MT2-MT4) или конуса SK (SK40-SK50), точность конуса контролируется на уровне AT3 (погрешность конуса $< 0,005$ мм) для обеспечения плотной посадки на шпиндель, длина конического хвостовика (50-150 мм) подбирается в соответствии с моделью станка.

Общая длина (L): от 100 мм до 300 мм, подходит для тяжелых станков с ЧПУ (100–200 мм)

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

или больших обрабатывающих центров (200–300 мм), сверхдлинная (350 мм) для обработки глубоких полостей или длинных вылетов .

Эффективная длина резки (l): от 10 мм до 200 мм, неглубокая обработка (10–50 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокая обработка (100–200 мм) подходит для глубоких полостей или многоступенчатой резки, а соотношение длины резки к диаметру обычно контролируется в диапазоне 4:1–6:1.

Диаметр хвостовика (d): Диаметр большого конца конического хвостовика составляет от 6 мм до 40 мм с допуском h6 (0/-0,006 мм). Диаметр малого конца уменьшается в соответствии с конусностью, чтобы обеспечить прогрессивное усилие зажима.

Угол наклона винтовой линии: 25°–50°, стандартное значение 30°–40°, винтовая конструкция зубьев оптимизирует отвод стружки и снижает вибрацию, угол 40°–45° обычно используется для чистовой обработки с целью улучшения качества поверхности, а угол 25°–30° можно выбрать для черновой обработки с целью повышения прочности.

Режущие кромки: 2-10 режущих кромок, в зависимости от диаметра и точности обработки. Малый диаметр ($D < 15$ мм) имеет 2-4 кромки, средний и большой диаметр ($D > 15$ мм) имеет 6-10 кромок. Увеличение количества кромок может повысить эффективность, но требует поддержки станка высокой жесткости.

Конструкция винтовых зубьев снижает воздействие сил резания (коэффициент рассеивания сил 20%-30 %) за счет наклона режущей кромки (угол 5°-10°), а режущая кромка обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения плавных контуров ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибраций при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5-1,5 мм, давление 5-15 бар) или антивибрационными канавками, что значительно улучшает эвакуацию стружки (эффективность увеличивается на 25%-35%) и терморегулирование (температура зоны резания $< 600^{\circ}\text{C}$), подходит для непрерывной обработки с высокой нагрузкой или глубокой резки.

3. Материал концевой фрезы с коническим хвостовиком и винтовым зубом из твердого сплава

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость.

YT15: Карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C, подходит для нержавеющей стали и жаропрочных сплавов.

YW2T: Содержит карбид тантала, твердость HV 1800-2200, высокая ударопрочность, специально разработан для титановых сплавов и сплавов на основе никеля.

При выборе материала необходимо учитывать теплопроводность заготовки (40–50 Вт/ м·К

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

для стали, 15–20 Вт/ м·К для титанового сплава) и температуру резания (600–900 °C).

Производство твердосплавных концевых фрез с винтовым зубом и коническим хвостовиком

Производственный процесс включает в себя:

сырья : смешать порошок карбида вольфрама и порошок кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавить TiC или NbC , размер частиц 0,5-2 мкм, и измельчить в шаровой мельнице в течение 24-48 часов.

Прессование: Гидравлический пресс 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³ , с использованием технологии CIP.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, 1400°C-1600°C, 10-12 часов.

Постобработка: точение (биение < 0,01 мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полировка ($Ra \leq 0,05$ мкм).

TiAlN (3-8 микрон) или AlCrN (3-7 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения.

Технические параметры твердосплавной концевой фрезы с коническим хвостовиком и винтовым зубом

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (Vc): 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава.

Скорость подачи (fz): 0,01-0,2 мм/зуб.

Глубина резания (ap): 0,05-5 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность контура <0,005 мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,2-0,8 мкм.

6. Сценарии применения твердосплавных концевых фрез с винтовыми зубьями и коническим хвостовиком

пресс-форм : Отделка боковой поверхности пресс-формы (глубина 20-50 мм), $Ra < 0,4$ мкм.

Аэрокосмическая промышленность: Фрезерование рам из титанового сплава (толщиной 10-30 мм) с точностью $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: Обработка канавок коленчатого вала (ширина 10-20 мм), $Ra < 0,6$ мкм.

Энергетическое оборудование: Обработка полостей лопаток турбин (глубина 15-40 мм), точность $\pm 0,005$ мм.

7. Меры предосторожности при использовании твердосплавных концевых фрез с коническим хвостовиком

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

Станок: пятикоординатный с ЧПУ, биение <0,005 мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 20 л/мин).

Параметры: V_c 150 м/мин, f_z 0,05 мм/зуб, a_p 1 мм.

Монтаж: Соосность <0,002 мм, усилие зажима 30-50 Нм.

Износ: замените, когда VB достигнет 0,3 мм или если лезвие выкрошится.

30-летняя история производства твердосплавных фрез, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных фрез, удовлетворяя строгие потребности десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных концевых фрезах с винтовым зубом и коническим хвостовиком, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



приложение:

JB/T 7971-1999

Концевая фреза с прямым хвостовиком и винтовой передачей из твердого сплава

Концевые фрезы с прямым хвостовиком и спиральным карбидным хвостовиком

Предисловие

Этот стандарт был разработан в соответствии с положениями JB/T 1-1996 «Правила стандартов машиностроительной промышленности». Этот стандарт заменяет JB/T 7971-1995 «Твердосплавные винтовые концевые фрезы с прямым хвостовиком». По сравнению с JB/T 7971-1995 основные технические изменения включают: обновление диапазона размеров и требований к допускам винтовых концевых фрез, добавление инструкций по нанесению покрытия, корректировку угла наклона спирали и количества лезвий, проектных спецификаций, а также частичное соответствие международной практике.

Этот стандарт находится в юрисдикции Национального технического комитета по стандартизации инструмента (SAC/TC 207). Проектные подразделения этого стандарта: Китайская федерация машиностроительной промышленности, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd., Chengdu Tool Research Institute. Основные разработчики этого стандарта:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуск, технические требования, методы испытаний, правила проверки и маркировки, упаковки, транспортировки и хранения концевых фрез из твердого сплава с винтовыми зубьями и прямым хвостовиком.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на фрезерование пазов, боковое фрезерование и профильное фрезерование при резании металлов. Материал инструмента - твердый сплав, соответствующий GB/T 2072-2006.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на концевые фрезы с невинтовой структурой зубьев или непрямым хвостовиком.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту.

JB/T 1-1996, *Правила разработки стандартов машиностроительной отрасли*

GB/T 2072-2006, *Технические требования к твердому сплаву*

GB/T 1800.1-2009, *Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки*

ISO 1641:1988, *Фрезы концевые и сверла пазовые. Размеры*

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

3.1 Концевые фрезы с прямым хвостовиком из твердого сплава с винтовой головкой — это концевые фрезы с прямым хвостовиком, изготовленные из твердого сплава, с косой спиральной режущей кромкой, используемые для резки металла. 3.2 Угол наклона скошенной режущей кромки относительно оси инструмента влияет на удаление стружки и производительность резки. 3.3 Количество режущих кромок Количество режущих кромок инструмента определяет эффективность резки и качество поверхности.

4 Символы и сокращения

D: Диаметр инструмента (мм)

L: Общая длина (мм)

l: Эффективная длина резки (мм)

d: Диаметр хвостовика (мм)

WC: Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: односторонние косозубые, правосторонние или левосторонние, 2–4 зуба.

Тип черновой обработки: 2-3 режущие кромки, более глубокие стружечные канавки.

Тип обработки: 4-6 режущих кромок, угол скоса 30°-45°.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 3 мм до 20 мм.

Общая длина (L): от 50 мм до 150 мм.

Эффективная длина резки (l): от 10 мм до 70 мм.

Диаметр хвостовика (d): от 3 мм до 20 мм, в соответствии с допуском h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Тolerантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,01$ мм (класс IT6).

Допуск по длине: $\pm 0,3$ мм.

Допуск диаметра хвостовика: h6 (0/-0,006 мм).

5.4 Скос

Стандартное значение: 30° (вращение вправо), диапазон: 15°-45°.

Рекомендуется для отделки: 35°-40°.

5.5 лезвий

$D \leq 10$ мм: 2-3 лезвия.

$D > 10$ мм: 3-6 лопастей.

6 Технические требования

6.1 Материалы

Соответствует GB/T 2072-2006. Рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Покрытие

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Дополнительное покрытие PVD (TiN , TiCN , толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN +Al₂O₃, толщина 5-10 мкм) .

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности Ra $\leq 0,1$ мкм .

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно проводиться

в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Измерение фаски должно проводиться с использованием угломера с погрешностью $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Испытание производительности резки должно проводиться на образцах из стали 45# со скоростью резки 200 м/мин и сроком записи ≥ 15 ч.

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

8.2 Элементами контроля являются диаметр, длина, угол скоса и адгезия покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Характеристики маркировки поверхности инструмента (например, YG6-6 $\times$ 70-30°) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, поместите в деревянный ящик или картон.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^\circ\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Диаметр (Д, мм)	Общая длина (Д, мм)	Эффективная длина реза (L, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Количество лопастей	Угол скоса ($^\circ$)
3	50	10	3	2	30
6	70	20	6	2	30
12	100	40	12	3	35
20	150	70	20	6	40

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

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

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-300	0,1-0,3	1-3
чугун	150-400	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 1999-12-30
Дата реализации: 01.07.2000
Номер промышленного стандарта: JB/T 7971-1999
Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов
Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является смоделированной версией, основанной на структуре JB/T 7971-1999 и отраслевой практике твердосплавных винтовых концевых фрез с прямым хвостовиком. Поскольку официальный полный текст недоступен, в этой статье предполагаются некоторые технические детали (такие как диапазон размеров, параметры резания) и ссылаются на общие конструктивные и производственные характеристики винтовых концевых фрез (такие как угол скоса, нанесение покрытия). Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст JB/T 7971-1999 для обеспечения полноты и точности.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение:

Что такое твердосплавная концевая фреза с винтовым прямым хвостовиком?

1. Определение и функция твердосплавной концевой фрезы с винтовым цилиндрическим хвостовиком

Концевая фреза с прямым хвостовиком из карбида вольфрама — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для эффективного и точного фрезерования. Он широко используется в металлообработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности и производстве механических деталей. Его основными характеристиками являются винтовая (спиральная) конструкция зубьев и структура соединения с прямым хвостовиком в сочетании с превосходными характеристиками всего твердосплавного материала, что позволяет добиться плавной резки, оптимизировать отвод стружки и повысить точность обработки. Концевая фреза с прямым хвостовиком из карбида вольфрама изготовлена на основе карбида, обладает высокой твердостью (HV 1800-2200), превосходной износостойкостью и высокой термостойкостью, подходит для резки различных высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплавы на основе никеля и цветные металлы (такие как алюминиевые сплавы, медные сплавы). Конструкция винтового зуба снижает удар силы резания и вибрацию (амплитуда уменьшается на 20% -30%) за счет наклонной режущей кромки, в то время как структура прямого хвостовика (обычно цилиндрическая, в соответствии со стандартами DIN 6535 HA или HB) проста в установке и замене и широко подходит для станков с ЧПУ (ЧПУ), обрабатывающих центров или ручных фрезерных станков. Инструмент может эффективно выполнять боковое фрезерование, фрезерование пазов, обработку полостей и контурное фрезерование с качеством поверхности до Ra 0,2-0,8 мкм и точностью допуска IT5-IT7. Он особенно подходит для обработки заготовок среднего размера и сложной геометрии. По сравнению с традиционными концевыми фрезами с прямыми зубьями концевые фрезы с прямыми зубьями и винтовыми зубьями значительно снижают шум резания (до 65-70 дБ) и износ инструмента (срок службы увеличивается на 15% -25%) и хорошо работают в высокопроизводительном производстве. Он обладает высокой гибкостью конструкции, а количество зубцов, угол наклона спирали и геометрия лезвия могут быть настроены в соответствии с материалом заготовки и требованиями к обработке. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением САМ для динамической оптимизации траекторий и параметров резки.

2. Конструктивные особенности твердосплавной концевой фрезы с винтовым зубом и прямым хвостовиком

Структурная конструкция твердосплавных винтовых концевых фрез с прямым хвостовиком направлена на повышение эффективности резания, снижение вибрации и облегчение

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

установки. Обычно они используют структуру прямого хвостовика (цилиндрический хвостовик) и винтовую многозубчатую компоновку на режущей кромке, сочетающую возможности радиальной и осевой резки для удовлетворения требований многонаправленной обработки. Ниже приведены ее подробные структурные особенности, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): Микроконцевые фрезы ($D < 6$ мм) диаметром от 3 мм до 32 мм используются для тонкой обработки или обработки микрополостей, средние ($D = 6-20$ мм) подходят для общего фрезерования, а большие ($D > 20$ мм) используются для обработки больших площадей или прорезания глубоких канавок.

Характеристики хвостовика: в соответствии со стандартами DIN 6535 HA (плоский хвостовик) или HB (без хвостовика), диаметр хвостовика соответствует диаметру режущей части, класс допуска h6 ($0/-0,006$ мм), длина хвостовика (40-150 мм) подбирается в зависимости от глубины обработки и требований к зажиму станка.

Общая длина (L): от 60 мм до 250 мм, подходит для небольших обрабатываемых центров с ЧПУ (60–120 мм) или средних обрабатываемых центров (150–250 мм), сверхдлинная (300 мм) для обработки глубоких полостей или длинных вылетов.

Эффективная длина резки (l): от 10 мм до 150 мм, неглубокая обработка (10–40 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокая обработка (80–150 мм) подходит для глубоких полостей или многоступенчатой резки, а соотношение длины резки к диаметру обычно контролируется в диапазоне 3:1–5:1.

Диаметр хвостовика (d): от 3 мм до 32 мм, в соответствии с диаметром режущей части, наибольший диаметр обеспечивает передачу среднего крутящего момента (диапазон крутящего момента 5–40 Нм), поверхность хвостовика отшлифована для обеспечения стабильности зажима.

Угол наклона винтовой линии: 25° – 50° , стандартное значение 30° – 40° , винтовая конструкция зубьев оптимизирует отвод стружки и снижает вибрацию, угол 40° – 45° обычно используется для чистовой обработки с целью улучшения качества поверхности, а угол 25° – 30° можно выбрать для черновой обработки с целью повышения прочности.

Режущие кромки: 2-10 режущих кромок, в зависимости от диаметра и точности обработки. Малый диаметр ($D < 10$ мм) имеет 2-4 кромки, а средний и большой диаметр ($D > 10$ мм) имеет 6-10 кромок. Увеличение количества режущих кромок может повысить эффективность, но требует поддержки станка высокой жесткости.

Конструкция винтовых зубьев снижает концентрацию сил резания (коэффициент рассеивания сил 20%-30 %) за счет наклона режущей кромки (угол 5° - 10°), а режущая кромка обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения плавных контуров ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, испытан при 12000 об/мин) для снижения вибраций при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5-1 мм, давление 5-10 бар) или антивибрационными канавками, что значительно улучшает эвакуацию стружки (эффективность увеличивается на 20%-30%) и терморегулирование (температура зоны

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

резания $<500^{\circ}\text{C}$), подходит для непрерывной обработки или глубокой резки.

3. Материал твердосплавной концевой фрезы с прямым хвостовиком

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали (например, 40Cr) и чугуна, с превосходной износостойкостью и сроком службы до 50-70 часов.

YT15: карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C , подходит для нержавеющей стали и жаропрочных сплавов (например, Inconel 625), срок службы может достигать 60-80 часов.

YW2T: Содержит карбид тантала (TaC), твердость HV 1800-2200, высокая ударопрочность, специально разработан для титановых сплавов и сплавов на основе никеля, срок службы может достигать 70-100 часов.

При выборе материала необходимо учитывать теплопроводность заготовки (40-50 Вт/м·К для стали и 15-20 Вт/м·К для титанового сплава) и температуру резки ($500-800^{\circ}\text{C}$). В некоторые модели добавляются следы редкоземельных элементов (например, Ce, 0,1%-0,3%) для оптимизации микроструктуры.

4. Изготовление твердосплавных концевых фрез с винтовыми зубьями и прямым хвостовиком

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC, размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование: Гидравлический пресс 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³, с применением технологии CIP для повышения однородности.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, $1400^{\circ}\text{C}-1600^{\circ}\text{C}$, 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Постобработка: точение (биение $< 0,01$ мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полировка ($Ra \leq 0,05$ мкм).

TiAlN (3-8 микрон) или AlCrN (3-7 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения.

5. Технические параметры твердосплавной концевой фрезы с косозубым зубом и прямым хвостовиком

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава.

Скорость подачи (fz): 0,01-0,2 мм/зуб.

Глубина резания (ap): 0,05-5 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность контура $< 0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,2-0,8 мкм.

6. Сценарии применения твердосплавных концевых фрез с винтовым прямым хвостовиком

пресс-форм : Отделка боковой поверхности пресс-формы (глубина 20-50 мм), Ra $< 0,4$ мкм.

Аэрокосмическая промышленность: Фрезерование рам из титанового сплава (толщиной 10-30 мм) с точностью $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: обработка канавок коленчатого вала (ширина 10-20 мм), Ra $< 0,6$ мкм.

Механические детали: Обработка зубчатых канавок (глубина 15-40 мм), точность $\pm 0,005$ мм.

7. Меры предосторожности при использовании твердосплавных концевых фрез с винтовым прямым хвостовиком

Станки: трехкоординатные или пятикоординатные с ЧПУ, биение $< 0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 3 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 15 л/мин).

Параметры: V_c 150 м/мин, fz 0,05 мм/зуб, ap 1 мм.

Монтаж: Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 20-40 Нм.

Износ: замените, когда VB достигнет 0,3 мм или если лезвие выкрошится.

30-летняя история производства твердосплавных изделий , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных винтовых фрезах с прямым хвостовиком, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com

en.com

www.ch


www.chinatungsten.com


www.chinatungsten.com


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

приложение:

ГБ/Т 6120-2012
Фреза с лезвием
Продольные пилы

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 «Руководство по стандартизации, часть 1: структура и правила составления стандартов». Настоящий стандарт заменяет GB/T 6120-1996 «Пильные фрезы». По сравнению с GB/T 6120-1996 основные технические изменения включают: обновление диапазона размеров и требований к допускам для пильных фрез, добавление инструкций по разнообразию материалов, корректировку спецификаций конструкции зубьев и частичную эквивалентность ISO 481:1990.

Настоящий стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Составители настоящего стандарта: Китайская федерация машиностроения, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. Основные разработчики настоящего стандарта:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуск, технические требования, методы испытаний, правила проверки и маркировку, упаковку, транспортировку и хранение фрез с пильным полотном.

1.2 Настоящий стандарт применяется к обработке канавок, разделению и тонкостенной обработке при резке металла. Материалы инструмента включают быстрорежущую сталь (HSS) и твердый сплав, которые соответствуют GB/T 2072-2006 и GB/T 9943-2002. 1.3 Настоящий стандарт не применяется к фрезам без пильного полотна или режущим инструментам для неметаллических материалов.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 1.1-2009, Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

GB/T 9943-2002, Технические условия на быстрорежущие инструментальные стали

GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки

ISO 481:1990, Продольные пилы с мелкими и крупными зубьями. Размеры

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Пильная фреза

Тонкий дисковый режущий инструмент с несколькими режущими зубьями, используемый для прорезания канавок и разделения, может быть изготовлен из быстрорежущей стали или твердого сплава.

3.2 Шаг зубьев Расстояние между

соседними режущими зубьями, влияющее на эффективность резания и качество поверхности.

3.3 Толщина Осевая толщина пильной фрезы, определяющая ширину канавки.

4 Символы и сокращения

D: наружный диаметр (мм), d: диаметр отверстия (мм), T: толщина (мм), Z: количество зубьев, HSS: быстрорежущая сталь

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: мелкие или крупные зубья, количество зубьев 20–100, толщина 0,5–8 мм.

Тип черновой обработки: количество зубьев 20–50, толщина 2–8 мм.

Тип обработки: количество зубьев 50–100, толщина 0,5–3 мм.

5.2 Диапазон размеров

Наружный диаметр (D): от 40 мм до 300 мм.

Отверстие (d): от 16 мм до 50 мм, в соответствии с допуском h7 (GB/T 1800.1-2009).

Толщина (T): от 0,5 мм до 8 мм.

5.3 Толерантность

Допуск на наружный диаметр: $\pm 0,02$ мм (класс IT6). Допуск на диаметр отверстия: h7 (0/-0,010 мм). Допуск на толщину: $\pm 0,01$ мм.

5.4 Количество зубьев (Z)

D ≤ 150 мм: 20–70 зубцов. D > 150 мм: 70–100 зубцов.

6 Технические требования

6.1 Материалы

Быстрорежущая сталь (HSS): Соответствует GB/T 9943-2002. Рекомендуемые марки: M2 (HV 800-850) и M35 (HV 850-900).

Твердый сплав: соответствует GB/T 2072-2006, рекомендуемая марка — YG6 (HV 1800-1900).

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN, TiCN, толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN + Al₂O₃, толщина 5-10 мкм).

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности Ra ≤ 0,2 мкм.

6.4 Проектирование формы зуба

Форма зуба — положительный или нулевой передний угол, фаска вершины зуба составляет

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,1–0,2 мм.

Мелкие зубья подходят для точной прорезки канавок, крупные зубья — для быстрого разделения.

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров

В соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 используйте штангенциркуль или проектор с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Испытание на проточку пазов Сделайте проточку шириной 2 мм на образце из стали 45# и проверьте вертикальность и качество поверхности стенки паза .

7.3 Испытание производительности резания Скорость резания 150 м/мин (HSS) или 200 м/мин (твердый сплав), срок службы ≥ 10 ч.

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

8.2 Элементы контроля включают наружный диаметр, толщину, размер пор и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Спецификации маркировки поверхности инструмента (например, M2-100×2×25 или YG6-150×4×32) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, затем поместите в деревянный ящик.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^{\circ}\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Наружный диаметр (D, мм)	Толщина (T, мм)	Диафрагма (d, мм)	Количество зубцов (Z)	Тип материала
40	0,5	16	20	XCC
100	2	двадцать два	40	HSS/Твердый сплав
200	4	32	70	Твердый сплав
300	8	50	100	Твердый сплав

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-250	0,05-0,2	1-3
чугун	150-350	0,05-0,3	1-4
Алюминиевый сплав	200-500	0,1-0,4	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 2012-12-31

Дата реализации: 01.07.2013

Национальный стандарт №: GB/T 6120-2012

Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов

Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

За 30 лет производства твердосплавных изделий компания CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных фрезах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Веб-сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: «Chinatungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

GB/T 14301-2008

Фреза с цельным твердосплавным лезвием

Интегральные твердосплавные прорезные пилы

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 «Руководство по стандартизации, часть 1: структура и правила составления стандартов». Настоящий стандарт заменяет GB/T 14301-1993 «Твердосплавные фрезы для пильных полотен». По сравнению с GB/T 14301-1993 основные технические изменения включают: обновление диапазона размеров и требований к допускам для пильных полотен, добавление инструкций по нанесению покрытия, корректировку спецификаций конструкции зубьев и частичную эквивалентность ISO 481:1990.

Настоящий стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Составители настоящего стандарта: Китайская федерация машиностроения, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. Основные разработчики настоящего стандарта:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуск, технические требования, методы испытаний, правила проверки и маркировки, упаковки, транспортировки и хранения фрез с цельными твердосплавными лезвиями пил.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на проточку канавок, разбиение и обработку тонких стенок при резании металла. Материал инструмента - цельный твердый сплав, соответствующий GB/T 2072-2006. 1.3 Настоящий стандарт не распространяется на фрезы без лезвийных лезвий или режущие инструменты, изготовленные из нецельных твердосплавных материалов.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 1.1-2009, Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки

ISO 481:1990, Продольные пилы с мелкими и крупными зубьями. Размеры

3 Термины и определения

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

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Фреза с цельным твердосплавным полотном — тонкий дисковый режущий инструмент, изготовленный из цельного твердого сплава и снабженный несколькими режущими зубьями для прорезания канавок и разделения.

3.2 Шаг зубьев —

расстояние между соседними режущими зубьями, которое влияет на эффективность резания и качество поверхности. 3.3 Толщина

— осевая толщина фрезы с цельным твердосплавным полотном, которая определяет ширину канавки.

4 Символы и сокращения

D: Внешний диаметр (мм)

d: Диафрагма (мм)

T: Толщина (мм)

Z: Количество зубцов

WC: Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: мелкие или крупные зубья, количество зубьев 20–80, толщина 1–6 мм.

Тип черновой обработки: количество зубьев 20–40, толщина 2–6 мм.

Тип обработки: количество зубьев 40–80, толщина 1–3 мм.

5.2 Диапазон размеров

Наружный диаметр (D): от 50 мм до 200 мм.

Отверстие (d): от 16 мм до 40 мм, в соответствии с допуском h7 (GB/T 1800.1-2009).

Толщина (T): от 1 мм до 6 мм.

5.3 Толерантность

Допуск по наружному диаметру: $\pm 0,02$ мм (класс IT6).

Допуск диаметра отверстия: h7 (0/-0,010 мм).

Допуск по толщине: $\pm 0,01$ мм.

5.4 Количество зубьев (Z)

$D \leq 100$ мм: 20–50 зубьев.

$D > 100$ мм: 50–80 зубцов.

6 Технические требования

6.1 Материалы

Соответствует GB/T 2072-2006. Рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN, TiCN, толщина 2–5 мкм) или CVD покрытие (TiN + Al₂O₃, толщина 5–10 мкм).

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

6.3 Качество поверхности

поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм .

6.4 Проектирование формы зуба

Форма зуба — положительный или нулевой передний угол, фаска вершины зуба составляет 0,1–0,2 мм.

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров

В соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 используйте штангенциркуль или проектор с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Испытание на проточку пазов Сделайте проточку шириной 2 мм на образце из стали 45# и проверьте вертикальность и качество поверхности стенки паза .

7.3 Испытание производительности резки Скорость резки 150 м/мин, срок службы ≥ 10 ч.

8 правил осмотра

8.15 % каждой партии продукции отбираются на выборку (не менее 3 шт.).

8.2 Элементы контроля включают наружный диаметр, толщину, размер пор и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия должна быть отбракована.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Спецификации маркировки поверхности инструмента (например, YG6-100×2×25) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, затем поместите в деревянный ящик.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^{\circ}\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Наружный диаметр (D, мм)	Толщина (T, мм)	Диафрагма (d, мм)	Количество зубцов (Z)
50	1	16	20
100	2	двадцать два	40
150	4	32	60
200	6	40	80

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-250	0,05-0,2	1-3
чугун	150-350	0,05-0,3	1-4
Алюминиевый сплав	200-500	0,1-0,4	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 2008-10-10

Дата реализации: 01.01.2009

Национальный стандарт №: GB/T 14301-2008

Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов

Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является смоделированной версией, основанной на структуре GB/T 14301-2008 и отраслевой практике твердосплавных фрез. Поскольку официальный полный текст недоступен, мы предполагаем некоторые технические детали (такие как диапазон размеров, параметры резки) и ссылаемся на общие конструктивные и производственные характеристики фрез (такие как форма зуба, нанесение покрытия). Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст GB/T 14301-2008 для обеспечения полноты и точности.

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

приложение:

Что такое фреза с цельным твердосплавным лезвием ?

1. Определение и функция твердосплавной фрезы

Фреза с цельным твердосплавным лезвием — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для эффективной резки и прорезки канавок. Он широко используется в металлообработке, деревообработке, обработке композитных материалов и производстве пресс-форм. Его основной особенностью является тонколистовая конструкция с несколькими непрерывными зубчатыми режущими кромками на лезвии. В сочетании с превосходной производительностью цельных твердосплавных материалов он может достигать высокоскоростной резки, точной резки и высококачественной прорезки канавок. Фреза с цельным твердосплавным лезвием пила основана на карбиде и имеет высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость. Он подходит для резки различных материалов, включая сталь (HRC 20-50), нержавеющую сталь, алюминиевый сплав, композитные материалы (такие как армированный углеродным волокном пластик CFRP), древесину и неметаллические материалы (такие как фенольная смола). Фрезерный резак с пильным полотном выполняет тонкостенную резку, обработку узких пазов и прорезку благодаря своей многозубой конструкции и высокоскоростному вращению (до 18000 об/мин). Он особенно подходит для сценариев, требующих высокой точности и плавной резки, таких как прорезка электронных компонентов, прорезка авиационных структурных деталей и прорезка пресс-форм. По сравнению с традиционными фрезерными резцами с пильным полотном из быстрорежущей стали этот инструмент значительно повышает эффективность резки (эффективность увеличивается на 30% -40%), качество поверхности (Ra 0,4-1,2 мкм) и срок службы (50-120 часов), становясь основным выбором для обработки пазов и прорезки в современном производстве. Его конструкция очень гибкая, а количество зубьев, форма зуба и наружный диаметр могут быть настроены в соответствии с материалом заготовки и требованиями к обработке. Благодаря развитию интеллектуальной производственной технологии этот инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением САМ для динамической оптимизации параметров резки с целью повышения точности обработки и долговечности инструмента.

2. Конструктивные особенности твердосплавной фрезы

Структурная конструкция твердосплавного лезвия фрезы направлена на достижение эффективной резки, точной резки и превосходного удаления стружки. Обычно она имеет конструкцию тонкого диска, прямой хвостовик или специальную зажимную конструкцию и непрерывную пилообразную многозубчатую компоновку на лезвии в сочетании с возможностями радиальной резки для удовлетворения различных потребностей обработки. Ниже приведены ее подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Наружный диаметр (D): от 10 мм до 150 мм, малые пильные фрезы (D<30 мм) используются

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

для обработки мелких пазов, средние ($D=30-80$ мм) подходят для общей резки, а большие ($D>80$ мм) используются для резки больших площадей или обработки глубоких пазов.

Толщина (T): от 0,5 мм до 5 мм, тонкий тип ($T<1$ мм) используется для микроканавки или продольной резки, средний и толстый тип ($T=1-3$ мм) подходит для стандартной обработки канавок, а толстый тип ($T>3$ мм) используется для тяжелой резки.

Общая длина (L): от 40 мм до 200 мм, подходит для небольших обрабатывающих центров с ЧПУ (40–100 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (150–200 мм), сверхдлинная (250 мм) для глубоких канавок или многослойной резки.

Эффективная ширина реза (W): от 0,5 мм до 5 мм, в соответствии с толщиной, определяет ширину паза или ширину реза. Микрообработка ($W<1$ мм) подходит для прецизионных электронных компонентов, а крупномасштабная обработка ($W>3$ мм) подходит для структурных деталей.

Диаметр хвостовика (d): от 6 мм до 32 мм, класс допуска h6 ($0/-0,006$ мм), обеспечивающий плотную посадку в патроне или шпинделе, наибольший диаметр обеспечивает передачу среднего крутящего момента.

Угол наклона винтовой линии: $0^{\circ}-30^{\circ}$ (некоторые модели имеют прямые зубья, 0°), стандартное значение составляет $10^{\circ}-20^{\circ}$, что оптимизирует отвод стружки и снижение вибрации. $15^{\circ}-20^{\circ}$ обычно используется для тонкой обработки с целью улучшения качества поверхности, а $0^{\circ}-10^{\circ}$ можно использовать для грубой обработки с целью повышения прочности.

Количество зубьев: 10-100 режущих зубьев в зависимости от наружного диаметра и точности обработки. Малый диаметр ($D<30$ мм) имеет 10-30 зубьев, а средний и большой диаметр ($D>30$ мм) имеет 40-100 зубьев. Увеличение количества зубьев может повысить эффективность резки, но требует высокой жесткости поддержки станка.

Конструкция зубцов обеспечивает плавную резку через непрерывные режущие кромки (угол вершины зуба $15^{\circ}-25^{\circ}$), а лезвие обработано сверхточным шлифованием с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения плавного профиля зуба ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс <5 г·мм /кг, испытан при 15 000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростном вращении (амплитуда $<0,005$ мм). Высококласные модели оснащены боковыми канавками для стружки (ширина 0,5-1 мм) или внутренними каналами охлаждения (диаметр 0,5-1 мм, давление 5-10 бар), что значительно улучшает эвакуацию стружки (эффективность увеличивается на 25%-35%) и терморегулирование (температура зоны резания $<400^{\circ}\text{C}$), подходит для непрерывной обработки с высокой нагрузкой или резки тонких стенок.

3. Материал фрезы из цельного твердосплавного лезвия

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 60-80 часов.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C, подходит для нержавеющей стали и алюминиевых сплавов, срок службы до 70-90 часов.

K20: Содержание кобальта 8%, твердость HV 1700-1800, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально разработан для древесины и композитных материалов, сильная антиадгезионная защита, срок службы до 80-120 часов.

При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 20-50, алюминиевый сплав HB 50-100) и теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) для оптимизации термостойкости.

4. Изготовление цельных твердосплавных пил и фрез

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC, размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование: гидравлический пресс обеспечивает давление 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³, для повышения однородности используется технология CIP, точность пресс-формы контролируется в пределах $\pm 0,02$ мм.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, 1400°C-1600°C, 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Постобработка: точение (биение < 0,01 мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полирование ($Ra \leq 0,05$ мкм), финишная обработка зубьев алмазными абразивами.

Покрытие TiAlN (3-8 микрон) или DLC (1-3 микрона), нанесенное методом PVD, для снижения коэффициента трения и продления срока службы.

5. Технические параметры твердосплавной фрезы

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): сталь 50-200 м/мин, алюминиевый сплав 100-300 м/мин, древесина 200-400 м/мин.

Скорость подачи (f_z): 0,01-0,3 мм/зуб.

Глубина реза (a_p): 0,05-10 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность формы зуба < 0,005 мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,4-1,2 мкм.

6. Сценарии применения твердосплавных фрез

пресс-форм: Обработка прорезных канавок пресс-форм (ширина 1-3 мм, глубина 20-50 мм), $Ra < 0,8$ мкм.

Аэрокосмическая промышленность: резка панелей из углепластика (толщиной 5-15 мм) с точностью $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: Обработка канавок радиаторов из алюминиевого сплава

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(ширина 2-5 мм), Ra < 1,0 мкм.

Деревообработка: резка досок из твердых пород древесины (толщиной 10-30 мм), гладкая поверхность.

7. Меры предосторожности при использовании твердосплавных фрез

Станки : трехкоординатные или пятикоординатные с ЧПУ, биение <0,005 мм, мощность шпинделя ≥3 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 15 л/мин) или сжатый воздух (6 бар).

Параметры: Vc 150 м/мин, fz 0,05 мм/зуб, ap 2 мм.

Монтаж: Соосность <0,002 мм, усилие зажима 20-40 Нм.

Износ: замените, если износ вершины зуба VB достигнет 0,3 мм или произойдет поломка зуба.

30-летняя история производства твердосплавных изделий , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных пильных полотнах и фрезах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

GB/T 10948-2006

Фреза для Т-образных пазов из твердого сплава
Твердосплавные фрезы для Т-образных пазов

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 «Руководство по стандартизации, часть 1: структура и правила составления стандартов». Настоящий стандарт заменяет GB/T 10948-1992 «Твердосплавные фрезы для Т-образных пазов». По сравнению с GB/T 10948-1992 основные технические изменения включают: обновление диапазона размеров и требований к допускам для фрез для Т-образных пазов, добавление инструкций по нанесению покрытий, корректировку спецификаций конструкции режущей кромки и приведение в соответствие с международной практикой.

Настоящий стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Составители настоящего стандарта: Китайская федерация машиностроения, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Harbin Measuring Tools and Cutting Tools Group Co., Ltd. Основные разработчики настоящего стандарта:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуски, технические требования, методы испытаний, правила проверки и маркировки, упаковки, транспортировки и хранения фрез для Т-образных пазов из твердого сплава.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на обработку Т-образных пазов при резании металла. Материал инструмента - твердый сплав, соответствующий GB/T 2072-2006. 1.3 Настоящий стандарт не распространяется на фрезы для Т-образных пазов или режущие инструменты, изготовленные из материалов из твердого сплава.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 1.1-2009, *Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов*

GB/T 2072-2006, *Технические требования к твердому сплаву*

GB/T 1800.1-2009, *Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки*

ISO 3338-1:1986, *Фрезы для Т-образных пазов. Часть 1. Размеры и обозначение*

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

3.1 Фреза для Т-образных пазов из твердого сплава Вращающийся режущий инструмент из твердого сплава, используемый для обработки Т-образных пазов, с возможностью боковой и торцевой резки.

3.2 Т-образный паз

Паз с Т-образным поперечным сечением, используемый для установки Т-образных болтов или фиксации заготовок. 3.3 Боковая режущая кромка Инструмент с круговой режущей кромкой, используемый для обработки боковых стенок Т-образного паза.

4 Символы и сокращения

D: Диаметр инструмента (мм)

L: Общая длина (мм)

d: Диаметр хвостовика (мм)

H: Высота Т-образного паза (мм)

WC: Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандарт: односторонняя фреза для Т-образных пазов с 4–8 режущими кромками и разнесенными боковыми режущими кромками.

Тип черновой обработки: 4-6 режущих кромок, более глубокая режущая канавка.

Тип отделки: 6-8 кромок, гладкие боковые кромки.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 8 мм до 40 мм.

Общая длина (L): от 80 мм до 200 мм.

Диаметр хвостовика (d): от 10 мм до 32 мм, в соответствии с допуском h6 (GB/T 1800.1-2009).

Высота Т-образного паза (H): от 5 мм до 20 мм.

5.3 Тolerантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,02$ мм (класс IT6).

Допуск по длине: $\pm 0,5$ мм.

Допуск диаметра хвостовика: h6 (0/-0,006 мм).

Допуск высоты Т-образного паза: $\pm 0,1$ мм.

6 Технические требования

6.1 Материалы

Соответствует GB/T 2072-2006. Рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN, TiCN, толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN + Al₂O₃, толщина 5-10 мкм).

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности Ra $\leq 0,2$ мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6.4 Современный дизайн

Боковые режущие лезвия расположены в шахматном порядке, а количество лезвий регулируется в зависимости от диаметра.

Возможность торцевой резки: обеспечивает плавный начальный рез.

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров

В соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 используйте штангенциркуль или проектор с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Испытание на обработку Т-образного паза Обработка Т-образного паза глубиной 20 мм на образце из стали 45# для проверки точности паза и качества поверхности. 7.3 Испытание на производительность резки Скорость резки 150 м/мин, срок службы ≥ 10 ч.

8 правил осмотра

8.15 % каждой партии продукции отбираются на выборку (не менее 3 шт.).

8.2 Элементы контроля включают диаметр, длину, высоту Т-образного паза и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия должна быть отбракована.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Спецификации маркировки поверхности инструмента (например, YG6-12 $\times$ 100-H10) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, затем поместите в деревянный ящик.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^{\circ}\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Высота Т-образного паза (H, мм)	Количество лопастей
8	80	10	5	4
12	120	12	8	5
20	160	20	12	6
40	200	32	20	8

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-250	0,1-0,3	1-3
чугун	150-350	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-500	0,2-0,5	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 2006-12-30
Дата реализации: 01.07.2007
Национальный стандарт №: GB/T 10948-2006
Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов
Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

приложение:

Что такое твердосплавная фреза для Т-образных пазов?

1. Определение и функция твердосплавной фрезы для Т-образных пазов

Фреза для Т-образных пазов из карбида вольфрама — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для обработки Т-образных пазов или пазов типа «ласточкин хвост». Он широко используется в машиностроении, производстве пресс-форм, автомобильной промышленности, аэрокосмической промышленности и производстве деталей тяжелого машиностроения. Его основной особенностью является то, что лезвие имеет Т-образную или ласточкину хвостовую структуру. В сочетании с превосходными характеристиками всего твердосплавного материала он может эффективно резать и формировать канавку с зазубриной или несущей конструкцией. Он особенно подходит для заготовок, требующих высокопрочного соединения или направляющих функций. Фреза для Т-образных пазов из карбида вольфрама использует в качестве основы карбид вольфрама, имеет высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость и подходит для резки высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), чугун и алюминиевый сплав. Фреза для Т-образных пазов может достигать единичного формирования Т-образных пазов, пазов типа «ласточкин хвост» или аналогичных структур на станках с ЧПУ (ЧПУ) или специальных фрезерных станках благодаря своей уникальной геометрии лезвия. Точность обработки может достигать уровня IT5-IT7, а качество поверхности может достигать Ra 0,4-1,0 мкм. Она широко используется при изготовлении Т-образных пазов, направляющих пазов и пазов для позиционирования пресс-форм на верстаках станков. По сравнению с традиционной многоинструментальной или пошаговой обработкой этот инструмент значительно повышает эффективность обработки (эффективность увеличивается на 25%-35%) и последовательность пазов (погрешность <0,01 мм) и хорошо работает в сценариях, требующих высокой точности и долговечности. Он обладает высокой гибкостью конструкции и может настраивать размер и угол лезвия в соответствии с шириной паза, глубиной и материалом заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной производственной технологии этот инструмент можно интегрировать с программным обеспечением САМ для динамической оптимизации траекторий и параметров резки.

2. Конструктивные особенности твердосплавной фрезы для Т-образных пазов

Структурная конструкция твердосплавных фрез для Т-образных пазов направлена на достижение точного формирования Т-образных пазов, снижение вибрации и эффективное удаление стружки. Обычно они используют структуру с прямым или коническим хвостовиком, с Т-образной или ласточкин хвостовой многозубой компоновкой на лезвии и объединяют возможности радиальной и осевой резки для адаптации к сложной обработке канавок. Ниже приведены их подробные структурные особенности, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): от 8 мм до 50 мм, малые фрезы для Т-образных пазов (D<15 мм) используются

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

для микропрорезки, средние ($D=15-30$ мм) подходят для обычных Т-образных пазов, а большие ($D>30$ мм) используются для прорезки пазов на тяжелых станках или для прорезания глубоких канавок.

Ширина паза (Ш): от 2 мм до 20 мм, что соответствует Т-образной ширине лезвия, микрообработка ($Ш<5$ мм) подходит для прецизионных деталей, средняя ($Ш=5-12$ мм) используется для стандартных пазов станка, а большая ($Ш>12$ мм) подходит для конструкций с большой нагрузкой.

Общая длина (L): от 60 мм до 300 мм, подходит для небольших станков с ЧПУ (60–150 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (200–300 мм), сверхдлинная (350 мм) для резки глубоких канавок или многослойной резки.

Эффективная длина резки (l): от 15 мм до 200 мм, неглубокая обработка (15–50 мм) подходит для поверхностных канавок, глубокая обработка (100–200 мм) подходит для глубоких Т-образных пазов или многоступенчатой резки, а соотношение длины резки к диаметру обычно контролируется в диапазоне 4:1–6:1.

Диаметр хвостовика (d): от 6 мм до 32 мм, класс допуска h6 (0/-0,006 мм), обеспечивающий плотную посадку в патроне или шпинделе, максимальный диаметр обеспечивает передачу высокого крутящего момента.

Угол наклона винтовой линии: 20°-40°, стандартное значение 25°-35°, что оптимизирует отвод стружки и снижение вибрации. Угол 35°-40° обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества поверхности, а угол 20°-25° можно использовать для черновой обработки для повышения прочности.

Режущие кромки: 2-8 режущих кромок, в зависимости от диаметра и ширины канавки, 2-4 для малого диаметра ($D<15$ мм), 6-8 для среднего и большого диаметра ($D>15$ мм). Увеличение количества режущих кромок может повысить эффективность, но требует поддержки станка высокой жесткости.

Т-образная конструкция лезвия образует несущую канавку через структуру зазубрин (угол 15°-30°), а лезвие обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкого профиля канавки ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс <5 г·мм/кг, скорость испытания 12000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростной резке (амплитуда $<0,005$ мм). Высококласные модели оснащены боковыми канавками для стружки (ширина 0,5-1 мм) или внутренними каналами охлаждения (диаметр 0,5-1,5 мм, давление 5-15 бар), которые значительно улучшают удаление стружки (эффективность увеличивается на 20%-30%) и терморегулирование (температура зоны резания <600 °C), подходят для непрерывной обработки с высокой нагрузкой или глубокой резки.

3. Материал фрезы для Т-образных пазов из твердого сплава

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 60-80 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C, подходит для нержавеющей стали и алюминиевых сплавов, срок службы до 70-90 часов.

YW2T: Содержит карбид тантала (TaC), твердость HV 1800-2200, высокая ударопрочность, специально разработан для титановых сплавов и сплавов на основе никеля, срок службы может достигать 80-120 часов.

При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100) и теплопроводность (сталь 40-50 Вт/ м· К , алюминиевый сплав 200-250 Вт/ м· К) . В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC , 0,5%-1%) для оптимизации термостойкости.

4. Изготовление твердосплавных фрез для Т-образных пазов

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC , размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование: гидравлический пресс обеспечивает давление 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³ , для повышения однородности используется технология CIP, точность пресс-формы контролируется в пределах $\pm 0,02$ мм.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, 1400°C-1600°C, 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Постобработка: точение (биение < 0,01 мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полирование ($Ra \leq 0,05$ мкм), финишная обработка Т-образной кромки алмазным абразивом.

TiAlN (3-8 микрон) или AlCrN (3-7 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения и продления срока службы.

5. Технические параметры твердосплавной фрезы для Т-образных пазов

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (Vc): 50-150 м/мин для стали, 100-250 м/мин для алюминиевого сплава, 60-180 м/мин для чугуна.

Скорость подачи (fz): 0,01-0,2 мм/зуб.

Глубина реза (ap): 0,05-10 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность ширины паза < 0,005 мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,4-1,0 мкм.

6. Сферы применения твердосплавных фрез для обработки Т-образных пазов

Станкостроение: обработка Т-образных пазов рабочих столов (ширина 10-15 мм, глубина 30-50 мм), $Ra < 0,8$ мкм.

пресс-форм : Вырезание канавок позиционирования пресс-форм (ширина 5-10 мм), точность

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

$\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: Обработка Т-образных пазов на опорах двигателя (глубина 20-40 мм), Ra < 0,6 мкм.

Аэрокосмическая промышленность: Обработка канавок направляющих (ширина 8-12 мм) с точностью $\pm 0,005$ мм.

7. Меры предосторожности при использовании твердосплавных фрез для Т-образных пазов

Станки: трехкоординатные или пятикоординатные с ЧПУ, биение <0,005 мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт.

Охлаждение: СОЖ под высоким давлением (10 бар, 15-20 л/мин).

Параметры: Vc 120 м/мин, fz 0,05 мм/зуб, ap 2 мм.

Монтаж: Соосность <0,002 мм, усилие зажима 30-50 Нм.

Износ: Замените, если износ лезвия VB достигнет 0,3 мм или канавка деформируется.

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных продуктов, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных фрезах для Т-образных пазов, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

GB/T 25992-2010

**Размеры цельной твердосплавной и керамической цилиндрической сферической
концевой фрезы**

Размеры интегральных карбидов и керамики

Концевые фрезы с прямым хвостовиком и сферическим концом

Предисловие

Настоящий стандарт разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 «Руководящие принципы по стандартизации, часть 1: структура и правила составления стандартов». Настоящий стандарт публикуется впервые и определяет размеры, допуски и методы маркировки цельных твердосплавных и керамических цилиндрических шаровых концевых фрез, которые подходят для сложных криволинейных поверхностей и трехмерной контурной обработки. Основные технические характеристики включают: унифицированный размерный ряд цилиндрических шаровых концевых фрез, повышенную применимость керамических материалов и частичную эквивалентность ISO 1641:1988.

Настоящий стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструмента (SAC/TC 207). Разработчиками настоящего стандарта являются: Китайская федерация машиностроения, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd. и Сианьский институт исследований металлов. Основными разработчиками настоящего стандарта являются:.

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает размеры, допуски, типы и методы маркировки цельных твердосплавных и керамических сферических концевых фрез с прямым хвостовиком.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на трехмерное контурное фрезерование и сложную обработку поверхностей при резании металлических и неметаллических материалов. Материалы инструмента включают твердый сплав и керамику. 1.3 Настоящий стандарт не распространяется на концевые фрезы без шарового конца или инструменты с непрямолинейными структурами хвостовика.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 1.1-2009, Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков

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

посадки

ISO 1641:1988, Фрезы концевые и сверла пазовые. Размеры

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

- 3.1 Фреза сферическая с прямым хвостовиком из цельного твердого сплава Фреза с прямым хвостовиком, изготовленная методом спекания из цельного твердого сплава, со сферическим носом на режущей части, используемая для трехмерной контурной обработки.
- 3.2 Фреза сферическая с прямым хвостовиком из керамики Фреза с прямым хвостовиком, изготовленная из керамического материала (например, Al_2O_3 или Si_3N_4), со сферическим носом на режущей части, пригодная для высокоскоростной резки.
- 3.3 Радиус сферического носа Радиус сферической части режущей части, который влияет на точность обработки поверхности.

4 Символы и сокращения

- D: Диаметр инструмента (мм)
L: Общая длина (мм)
l: Эффективная длина резки (мм)
d: Диаметр хвостовика (мм)
R: Радиус сферической головки (мм)
WC: Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: односторонняя шаровая головка, правая спираль, 2–4 лопасти.
Тип черновой обработки: 2–3 режущие кромки, более глубокие стружечные канавки.
Тип отделки: количество кромок 4–6, угол наклона спирали 30° – 45° .

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 1 мм до 20 мм.
Общая длина (L): от 50 мм до 150 мм.
Эффективная длина резки (l): от 10 мм до 60 мм.
Диаметр хвостовика (d): от 3 мм до 20 мм, в соответствии с допуском h6 (GB/T 1800.1-2009).
Радиус носика (R): от 0,5 мм до 10 мм.

5.3 Толерантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,01$ мм (класс IT6).
Допуск по длине: $\pm 0,3$ мм.
Допуск диаметра хвостовика: h6 (0/-0,006 мм).
Допуск радиуса сферической головки: $\pm 0,005$ мм.

5.4 Угол наклона винтовой линии

Стандартное значение: 30° (вращение вправо), диапазон: 15° – 45° .
Рекомендуется для отделки: 35° – 40° .

5.5 лезвий

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

$D \leq 8$ мм: 2-3 лезвия.

$D > 8$ мм: 3-6 лопастей.

6 Технические требования

6.1 Материалы

Твердый сплав: Соответствует GB/T 2072-2006. Рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV 1900-2000).

Керамика: оксид алюминия (Al_2O_3 , HV 2000-2500) или нитрид кремния (Si_3N_4 , HV 1800-2200).

6.2 Покрытие

PVD (TiN , $TiCN$, толщина 2-5 мкм) или CVD ($TiN + Al_2O_3$, толщина 5-10 мкм).

Керамические инструменты не требуют покрытия.

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности $Ra \leq 0,1$ мкм.

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно

проводиться в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Радиус сферического наконечника должен измеряться с использованием кругломера с погрешностью $\pm 0,005$ мм. 7.3 Испытание производительности резки должно проводиться на образцах из стали 45# (для твердого сплава) или керамических образцов SiC (для керамики) при скорости резания 200 м/мин (для твердого сплава) или 500 м/мин (для керамики) со сроком службы ≥ 10 ч.

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 штук).

8.2 Элементы контроля включают диаметр, длину, радиус сферического наконечника и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Спецификации маркировки поверхности инструмента (например, YG6-6×70-R3-30° или $Al_2O_3 - 10 \times 100-R 5$) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и герметичный пластиковый пакет (твердый сплав), керамические инструменты защищаются пеной и помещаются в деревянные ящики или картонные коробки.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^\circ C$) и влажности. Срок хранения 2 года.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Радиус носа (R, мм)	Количество лопастей	Угол наклона винтовой линии (°)
1	50	10	3	0,5	2	30
6	70	20	6	3	2	30
12	100	40	12	6	3	35
20	150	60	20	10	6	40

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)	Применимые материалы
Сталь	100-300	0,1-0,3	1-3	Твердый сплав
чугун	150-400	0,1-0,4	1-4	Твердый сплав
Алюминиевый сплав	200-600	0,2-0,5	2-5	Твердый сплав
Керамическая подложка	300-800	0,05-0,2	0,5-2	керамика

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 2010-12-01 Дата вступления в силу: 2011-07-01
Национальный стандарт №: GB/T 25992-2010 Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)
Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов

приложение:

**Что представляет собой цельная твердосплавная цилиндрическая сферическая
концевая фреза?**

**1. Определение и функция цельной твердосплавной цилиндрической сферической
концевой фрезы**

Цельнотвердосплавная шаровая концевая фреза с прямым хвостовиком — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для точной трехмерной обработки поверхности и сложного фрезерования полостей. Он широко используется в производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве медицинских приборов и точной обработке. Его основная особенность заключается в том, что режущая кромка имеет форму шаровой головки, в сочетании с конструкцией соединения прямого хвостовика и превосходной производительностью твердых твердосплавных материалов он может обеспечить гладкую обработку поверхности, высокоточное контурное формирование и превосходное качество поверхности. Цельнотвердосплавная шаровая концевая фреза с прямым хвостовиком использует карбид в качестве основы, имеет высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость и подходит для резки высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплав на основе никеля и алюминиевый сплав. Конструкция шаровой головки делает ее особенно подходящей для обработки поверхностей свободной формы, полостей пресс-форм, авиационных лопастей и сложных геометрических форм на станках с ЧПУ (ЧПУ) или многоосевых обрабатывающих центрах. Точность обработки может достигать уровня IT5-IT7, а шероховатость поверхности может быть всего лишь Ra 0,1-0,6 мкм. По сравнению с традиционными концевыми фрезами с плоским дном этот инструмент обладает большей гибкостью (отсутствием угловых следов) и лучшей стабильностью резания (вибрация снижена на 15%-25%) при трехмерной обработке и хорошо работает при чистовой обработке и отделке пресс-форм. Его конструкция очень гибкая, а радиус шаровой головки, количество зубьев и угол спирали можно настраивать в соответствии с материалом заготовки и требованиями к обработке. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент можно интегрировать с программным обеспечением CAM (таким как PowerMill, Fusion 360) для динамической оптимизации траекторий и параметров резания с целью повышения эффективности обработки и срока службы инструмента.

**2. Конструктивные особенности цельной твердосплавной цилиндрической
сферической концевой фрезы**

Структурная конструкция цельных твердосплавных цилиндрических сферических концевых фрез направлена на достижение точной обработки поверхности, снижение вибрации и эффективное удаление стружки. Обычно они используют структуру цилиндрического хвостовика (цилиндрический хвостовик в соответствии со стандартами DIN 6535 HA или HB), форму шаровой головки лезвия и винтовую многозубчатую компоновку для адаптации

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

к сложной трехмерной обработке. Ниже приведены ее подробные структурные особенности, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): от 2 мм до 32 мм, микросферические концевые фрезы ($D < 6$ мм) используются для тонкой гравировки или обработки микрополостей, средние ($D = 6-20$ мм) подходят для общей обработки поверхностей, а большие ($D > 20$ мм) используются для резки больших поверхностей или глубоких полостей.

Радиус шаровой головки (R): от 1 мм до 16 мм, соответствующий диаметру, микрообработка ($R < 3$ мм) подходит для тонкой отделки, средняя ($R = 3-10$ мм) используется для полостей пресс-форм, большая ($R > 10$ мм) используется для авиационных деталей, точность радиуса контролируется на уровне $\pm 0,005$ мм.

Общая длина (L): от 50 мм до 250 мм, подходит для небольших обрабатывающих центров с ЧПУ (50–120 мм) или средних обрабатывающих центров (150–250 мм), сверхдлинная (300 мм) для обработки глубоких полостей или длинных вылетов.

Эффективная длина резки (l): от 5 мм до 150 мм, неглубокая обработка (5–30 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокая обработка (80–150 мм) подходит для глубоких полостей или многоуровневой резки, а соотношение длины резки к диаметру обычно контролируется в диапазоне 3:1–5:1.

Диаметр хвостовика (d): от 3 мм до 32 мм, класс допуска h6 ($0/-0,006$ мм), обеспечивающий плотное прилегание к патрону или шпинделю, наибольший диаметр обеспечивает передачу среднего крутящего момента (диапазон крутящего момента 5–40 Нм).

Угол наклона винтовой линии: 25° – 50° , стандартное значение 30° – 40° , винтовая конструкция зубьев оптимизирует отвод стружки и снижает вибрацию, угол 40° – 45° обычно используется для чистовой обработки с целью улучшения качества поверхности, а угол 25° – 30° можно выбрать для черновой обработки с целью повышения прочности.

Режущие кромки: 2-8 режущих кромок, в зависимости от диаметра и точности обработки. Малый диаметр ($D < 10$ мм) имеет 2-4 кромки, а средний и большой диаметр ($D > 10$ мм) имеет 6-8 кромок. Увеличение количества режущих кромок может повысить эффективность резки, но требует поддержки станка высокой жесткости.

Режущая кромка с шаровидным концом имеет сферическую торцевую поверхность (погрешность радиуса $< 0,002$ мм) и обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкого профиля поверхности ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм/кг, скорость испытания 12000 об/мин) для снижения вибрации во время высокоскоростной резки (амплитуда $< 0,005$ мм). Высокоточные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5-1 мм, давление 5-10 бар) или антивибрационными канавками, которые значительно улучшают удаление стружки (эффективность увеличивается на 20%-30%) и терморегулирование (температура зоны резания $< 500^{\circ}\text{C}$), подходят для непрерывной обработки или глубокой резки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

3. Материал твердосплавной цилиндрической шаровой концевой фрезы

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали (например, 40CrMnMo) и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 50-70 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C, подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы до 60-80 часов.

YW2T: Содержит карбид тантала (TaC), твердость HV 1800-2200, высокая ударопрочность, специально разработан для сплавов на основе никеля и труднообрабатываемых материалов, срок службы может достигать 70-100 часов.

При выборе материала необходимо учитывать теплопроводность заготовки (40-50 Вт/м·К для стали и 15-20 Вт/м·К для титанового сплава) и температуру резки (500-800°C). В некоторые модели добавляются следы редкоземельных элементов (например, Ce, 0,1%-0,3%) для оптимизации микроструктуры.

4. Производство цельных твердосплавных сферических фрез с прямым хвостовиком

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC, размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование: гидравлический пресс обеспечивает давление 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³, для повышения однородности используется технология CIP, точность пресс-формы контролируется в пределах $\pm 0,02$ мм.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, 1400°C-1600°C, 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Постобработка: точение (биение $< 0,01$ мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полирование ($Ra \leq 0,05$ мкм), финишная обработка шаровой головки алмазным абразивом.

Покрытие TiAlN (3-8 микрон) или DLC (1-3 микрона), нанесенное методом PVD, для снижения коэффициента трения и продления срока службы.

5. Технические параметры цельной твердосплавной цилиндрической сферической концевой фрезы

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): 50-150 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава, 100-250 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (fz): 0,01-0,2 мм/зуб.

Глубина резания (ap): 0,05-5 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность шаровой головки $< 0,005$ мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Шероховатость поверхности: Ra 0,1-0,6 мкм.

6. Сценарии применения цельных твердосплавных цилиндрических сферических концевых фрез

пресс-форм : Отделка поверхностей пресс-форм (глубина 20-50 мм), Ra<0,4 мкм.

Аэрокосмическая промышленность: Фрезерование лопаток из титанового сплава (толщина 10-30 мм) с точностью $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: Обработка поверхности головки блока цилиндров (площадь 0,1-0,5 м²), Ra<0,3 мкм.

Медицинские изделия: Обработка полостей имплантатов (глубиной 5-15 мм) с точностью $\pm 0,005$ мм.

7. Меры предосторожности при использовании цельных твердосплавных цилиндрических сферических концевых фрез

Станки: трехкоординатные или пятикоординатные с ЧПУ, биение <0,005 мм, мощность шпинделя ≥ 3 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 15 л/мин).

Параметры: Vc 120 м/мин, fz 0,05 мм/зуб, ap 1 мм.

Монтаж: Соосность <0,002 мм, усилие зажима 20-40 Нм.

Износ: замените шаровую головку, если износ VB достигнет 0,3 мм или на поверхности появятся царапины.

30-летняя история производства твердосплавных фрез, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных фрез, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных цилиндрических шаровых концевых фрезах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 🗣 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

GB/T 16770.1-2008

Цельные твердосплавные концевые фрезы с прямым хвостовиком

Часть 1: Типы и размеры

Концевые фрезы с цельным твердосплавным прямым хвостовиком

— Часть 1: Типы и размеры

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 «Руководящие принципы стандартизации. Часть 1: Структура и правила составления стандартов». Настоящий стандарт заменяет GB/T 16770.1-1997 «Цельные твердосплавные концевые фрезы с прямым хвостовиком. Часть 1: Типы и размеры». По сравнению с GB/T 16770.1-1997 основные технические изменения включают: обновление диапазона размеров и требований к допускам концевых фрез с прямым хвостовиком, добавление инструкций по нанесению покрытия, корректировку угла наклона винтовой линии и количества кромок, а также соответствие стандарту ISO 1641.

Настоящий стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Проектные подразделения настоящего стандарта: Китайская федерация машиностроительной промышленности, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd., Chengdu Tool Research Institute. Основные разработчики настоящего стандарта:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуск и метод маркировки цельных твердосплавных концевых фрез с прямым хвостовиком.

1.2 Настоящий стандарт применяется к фрезерованию пазов, боковому фрезерованию и контурному фрезерованию при резании металла. Материал инструмента - цельный твердый сплав, соответствующий GB/T 2072-2006.

1.3 Настоящий стандарт не применяется к концевым фрезам, которые не имеют прямого хвостовика или не изготовлены из цельных твердосплавных материалов.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 1.1-2009, *Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов*

GB/T 2072-2006, *Технические требования к твердому сплаву*

GB/T 1800.1-2009, *Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки*

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 1641:1988, Фрезы концевые и сверла пазовые. Размеры

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Концевые фрезы с прямым хвостовиком из цельного твердого сплава

— это концевые фрезы с прямым хвостовиком, изготовленные из цельного твердого сплава, в которых режущая часть и хвостовик представляют собой единое целое, используемые для резки металла.

3.2 Угол наклона винтовой линии Угол наклона

режущей кромки относительно оси инструмента влияет на отвод стружки и производительность резки.

3.3 Количество режущих кромок Количество режущих кромок инструмента определяет эффективность резки и качество поверхности.

4 Символы и сокращения

D: Диаметр инструмента (мм)

L: Общая длина (мм)

l: эффективная длина резки (мм)

d: Диаметр хвостовика (мм)

WC: Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: односторонние косозубые, правосторонние или левосторонние, 2–4 зуба. Черновой тип обработки: увеличить глубину стружкоотводящей канавки и количество кромок до 2-3.

Тип отделки: количество кромок 4-6, угол наклона спирали 30°-45°.

Тип головки шаровидной формы: применяется для сложной обработки поверхностей, имеет 2–4 режущие кромки.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 1 мм до 25 мм.

Общая длина (L): от 50 мм до 150 мм.

Эффективная длина резки (l): от 10 мм до 70 мм.

Диаметр хвостовика (d): от 3 мм до 25 мм, в соответствии с допуском h6 (GB/T 1800.1-2009).

5.3 Тolerантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,01$ мм (класс IT6).

Допуск по длине: $\pm 0,3$ мм.

Допуск диаметра хвостовика: h6 (0/-0,006 мм).

5.4 Угол наклона винтовой линии

Стандартное значение: 30° (вращение вправо), диапазон: 15°-45°.

Рекомендуется для отделки: 35°-40°.

5.5 лезвий

$D \leq 10$ мм: 2-3 лезвия.

$D > 10$ мм: 3-6 лопастей.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

6 Технические требования

6.1 Материалы

В соответствии с GB/T 2072-2006 рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN , TiCN , толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN +Al₂O₃, толщина 5-10 мкм) .

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности Ra $\leq 0,1$ мкм .

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно проводиться

в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Измерение угла наклона винтовой линии должно проводиться с использованием угломера с погрешностью $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Испытание производительности резки должно проводиться на образцах из стали 45# при скорости резки 200 м/мин и продолжительности записи ≥ 15 ч.

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

8.2 Элементы контроля включают диаметр, длину, угол наклона винтовой линии и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Характеристики маркировки поверхности инструмента (например, YG6-6 $\times$ 60-30 $^\circ$) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, поместите в деревянный ящик или картон.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^\circ\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Количество лопастей	Угол наклона винтовой линии ($^\circ$)
1	50	10	3	2	30

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

Диаметр (Д, мм)	Общая длина (Д, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Диаметр хвостовика (d, мм)	Количество лопастей	Угол наклона винтовой линии (°)
6	70	20	6	2	30
12	100	40	12	3	35
25	150	70	25	6	40

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-300	0,1-0,3	1-3
чугун	150-400	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 2008-10-10
Дата реализации: 01.01.2009
Национальный стандарт №: GB/T 16770.1-2008
Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов
Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

приложение:

Что такое цельная твердосплавная концевая фреза с прямым хвостовиком?

1. Определение и функция твердосплавного ступенчатого сверла

Ступенчатое сверло из карбида вольфрама представляет собой высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для обработки многоуровневых отверстий или ступенчатых отверстий. Он широко используется в металлообработке, производстве пресс-форм, автомобильной промышленности, аэрокосмической промышленности, производстве энергетического оборудования и производстве деталей точного машиностроения. Его основная особенность заключается в том, что лезвие имеет ступенчатую или многодиаметральную конструкцию. В сочетании с превосходными характеристиками всего твердосплавного материала оно может выполнять обработку отверстий или переходных секций различных диаметров за одно сверление, что значительно сокращает процесс и время обработки. Ступенчатое сверло из карбида вольфрама использует карбид в качестве основы, имеет высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость и подходит для сверления высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплав на основе никеля, чугун и алюминиевый сплав. Уникальная геометрия лезвия ступенчатого сверла (обычно включающая 2-5 уровней диаметра) оптимизирует силу резания и удаление стружки и широко подходит для станков с ЧПУ (ЧПУ), сверлильных станков, обрабатывающих центров или специального многоосевого оборудования. Он может эффективно выполнять обработку ступенчатых отверстий, потайных отверстий, фасованных отверстий и переходных отверстий с точностью обработки IT6-IT8 и шероховатостью поверхности Ra 0,4-1,2 мкм. По сравнению с традиционным ступенчатым сверлением или многоинструментальной обработкой твердосплавные ступенчатые сверла значительно повышают эффективность обработки (эффективность увеличивается на 40%-60%), постоянство диаметра отверстия (погрешность <0,01 мм), срок службы инструмента (50-120 часов) и качество поверхности заготовки (локально до Ra 0,2 мкм) и хорошо работают в сценариях, требующих высокоточного соединения, сборки или функциональных отверстий. Его конструктивная гибкость чрезвычайно высока, а размер лезвия, угол и схема охлаждения могут быть настроены в соответствии с комбинацией диаметра отверстия, глубиной, материалом заготовки и средой обработки. Благодаря развитию интеллектуальных производственных технологий (таких как Industry 4.0 и цифровые мастерские) этот инструмент может быть легко интегрирован с передовым программным обеспечением CAD/CAM (таким как Siemens NX, Mastercam). Благодаря обратной связи в реальном времени и оптимизации алгоритмов траектория сверления, скорость и скорость подачи могут динамически регулироваться для адаптации к механическим свойствам и характеристикам теплопроводности различных материалов заготовки.

2. Конструктивные особенности твердосплавных ступенчатых сверл

Структурная конструкция твердосплавных ступенчатых сверл направлена на достижение

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

эффективного многоступенчатого сверления, превосходного удаления стружки и устойчивости к вибрации. Обычно они имеют структуру прямого хвостовика (в соответствии со стандартом DIN 6535 HA/HB) или коническую структуру хвостовика (BT40, CAT50) со ступенчатой многокромочной компоновкой на лезвии в сочетании с осевой режущей способностью для адаптации к сложной обработке отверстий. Ниже приведены его подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D) : от 3 мм до 40 мм, микроступенчатые сверла ($D < 6$ мм) используются для обработки микроотверстий (например, отверстий для электронных компонентов), средние ($D = 6-20$ мм) подходят для обычных ступенчатых отверстий (например, для автомобильных деталей), большие ($D > 20$ мм) используются для сверления тяжелых материалов (например, корпусов гидравлических клапанов), а комбинации диаметров ступеней могут быть настроены индивидуально (например, 3-5 мм, 10-15 мм, 20-25 мм).

Тип хвостовика : прямой (плоский хвостовик DIN 6535 HA или HB без хвостовика) или конический хвостовик (BT40, CAT50), диаметр хвостовика соответствует максимальному диаметру резания, класс допуска h6 ($0/-0,006$ мм), длина хвостовика (40–200 мм) подбирается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка, конструкция конического хвостовика улучшает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 20–80 Нм).

Общая длина (L) : от 60 мм до 350 мм, подходит для небольших станков с ЧПУ (60–150 мм), средних обрабатывающих центров (200–300 мм) или тяжелого оборудования (300–350 мм), сверхдлинные (400 мм) для глубокого ступенчатого сверления отверстий (глубиной до 15D).

Эффективная длина реза (l) : от 15 мм до 250 мм, мелкое сверление (15–60 мм) подходит для ступенчатых отверстий на поверхности, глубокое сверление (150–250 мм) подходит для глубокого ступенчатого или многоуровневого сверления, а соотношение длины реза к максимальному диаметру обычно контролируется в диапазоне 3:1–10:1.

Угол наклона спирали : 20° – 40° , стандартное значение 25° – 35° , спиральная конструкция оптимизирует отвод стружки и снижает вибрацию, 30° – 35° обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества стенок отверстий, 20° – 25° можно выбрать для черновой обработки для повышения прочности, некоторые индивидуальные модели поддерживают постепенный угол наклона спирали (10° – 35°) для адаптации к обработке глубоких отверстий.

Количество режущих кромок : 2-8 режущих кромок, в зависимости от диаметра и количества шагов. Стандартная конструкция - двухлезвийная (2-лезвийная). Каждая дополнительная ступень может увеличивать 1-2 кромки. Для средних и больших диаметров ($D > 10$ мм) может достигать 4-8 кромок для повышения эффективности резки. Погрешность расстояния между кромками $< 0,02$ мм обеспечивает равномерное усилие резки.

Ступенчатая режущая кромка принимает многоуровневый переход диаметра (разница диаметра каждого уровня составляет 0,5-5 мм, угол перехода составляет 5° – 15°) и обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм), чтобы гарантировать, что контур каждой ступени будет гладким ($Ra \leq 0,05$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

микрон) и без микроскопических дефектов. Корпус сверла динамически сбалансирован (дисбаланс $<5 \text{ г} \cdot \text{мм} / \text{кг}$, скорость испытания 12000 об/мин) для снижения вибрации во время высокоскоростного сверления (амплитуда $<0,005 \text{ мм}$). Высококачественные модели оснащены внутренними охлаждающими отверстиями (диаметр 0,3-1,5 мм, давление 5-15 бар) или боковыми стружечными канавками (ширина 0,5-1 мм), что значительно улучшает удаление стружки (эффективность увеличивается на 20%-30%) и терморегулирование (температура в зоне резания $<500^\circ\text{C}$), подходит для многоуровневого глубокого сверления или обработки липких материалов. В некоторых моделях также реализована антивибрационная технология, такая как виброгасящие канавки или композитные хвостовики, для снижения шума при резании (до 60-65 дБ) и уменьшения микродеформации заготовки (деформация $<0,01 \text{ мм}$).

3. Материал сверла ступенчатый твердосплавный

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6 X : Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 60-80 часов.

YT 15 : Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C , подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 70-100 часов.

K 30 : Содержание кобальта 8%, твердость HV 1700-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально разработан для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезионная способность, срок службы до 80-120 часов.

При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К) и температуру резки ($500-800^\circ\text{C}$). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) или редкоземельных элементов (например, Ce, 0,1%-0,3%) для оптимизации термостойкости, стойкости к окислению и однородности микроструктуры.

4. Производство твердосплавных ступенчатых сверл

Процесс производства твердосплавных ступенчатых сверл является весьма сложным и технологически емким процессом, включающим несколько ключевых этапов от подготовки сырья до окончательной обработки покрытия для обеспечения геометрической точности, долговечности и стабильности производительности инструмента. Ниже приведен подробный процесс производства с дополнительными подробностями процесса, техническими параметрами и мерами контроля качества:

Подготовка сырья

Соотношение материалов

Порошок карбида вольфрама (WC) высокой чистоты и порошок кобальта (Co) смешиваются

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), содержание кобальта регулируется в зависимости от марки (6%-12%), для повышения износостойкости и антиадгезионных свойств добавляется карбид титана (TiC, 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC, 0,5%-1%), а размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 мкм.

Процесс смешивания

Используйте планетарную шаровую мельницу (50–100 об/мин, 24–48 часов) для влажного смешивания, добавляя этанол или изопропанол в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация $<1\%$) и избежания локальных различий в твердости или прочности.

Проверка качества

Распределение размеров частиц порошка определялось с помощью лазерного анализатора размера частиц, а химический состав анализировался с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра (РФС), при этом отклонение контролировалось в пределах $\pm 0,05\%$.

Нажатие

Параметры процесса

Заготовка корпуса инструмента формируется путем приложения давления 150-200 МПа с помощью гидравлического пресса, плотностью 14,5-15,2 г/см³. Для повышения внутренней однородности и трещиностойкости применяется технология холодного изостатического прессования (ХИП, давление 150-200 МПа, продолжительность 10-15 минут).

Проектирование пресс-формы

Форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 50-55), точность контролируется на уровне $\pm 0,02$ мм. Для обеспечения точности формовки кромки ступени используется лазерная резка и электроискровая обработка.

Контроль качества

Плотность заготовок измеряли архимедовым методом (погрешность $<0,1$ г/см³), а внутреннюю пористость проверяли микроскопически ($<0,5\%$).

Высокотемпературное спекание

Условия процесса

В вакуумной печи (давление 10^{-2} Па) или в среде водородной защиты температура составляет 1400°C-1600°C в течение 10-12 часов. Поэтапным нагревом (50°C в час, 300°C-600°C на этапе предварительного нагрева) удаляются летучие вещества и поры, что приводит к образованию высокоплотной структуры.

Оптимизация процесса

Для дальнейшего устранения микродефектов, контроля размера зерна до 1-2 мкм и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение <50 HV) используются технологии изотермического спекания и горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100-150 МПа).

Проверка качества

Микроструктуру анализировали с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), твердость проверяли на твердомере Виккерса (HV 1800-2200), а внутренние трещины

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

обнаруживали с помощью ультразвуковой волны.

Постобработка

Поворот

Наружное точение выполняется инструментами из КНБ с точностью биения $<0,01$ мм и шероховатостью поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм.

Шлифовка

Для обработки ступенчатой кромки и спиральной канавки используется сверхточный пятикоординатный шлифовальный станок с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм), при этом погрешность профиля лезвия составляет $<0,005$ мм, а поверхность $Ra \leq 0,05$ мкм.

полировка

Для зеркальной полировки используется алмазный абразив зернистостью W0,5-W1,0 с кромкой $Ra \leq 0,02$ мкм. Некоторые модели подвергаются электролитической полировке (плотность тока $0,1-0,2$ А/см², pH электролита 2-3) для удаления микроскопических заусенцев.

Обработка кромок

Кончик сверла имеет фаску ($0,1-0,2$ мм, угол $5^{\circ}-10^{\circ}$) для повышения устойчивости к скалыванию кромки, а геометрия режущей кромки калибруется с помощью лазерного интерферометра.

Покрытие

Технология процесса

с использованием процесса физического осаждения из паровой фазы (PVD) в вакуумной среде (давление 10^{-3} Па, температура $400-500^{\circ}\text{C}$, скорость осаждения $0,1-0,2$ мкм/ч).

Тип покрытия

Варианты включают TiAlN (толщина 3–8 микрон, твердость 2800–3200 HV), AlCrN (толщина 3–7 микрон, твердость 3000–3400 HV) или DLC (толщина 1–3 микрон, твердость 3000–3500 HV, коэффициент трения $<0,1$), которые снижают коэффициент трения ($<0,3$) и значительно продлевают срок службы (на 30–50 % больше, чем без покрытия).

Проверка качества

с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ), а твердость и адгезию проверяли с помощью наноиндентора (>70 Н), гарантируя, что отклонение толщины покрытия составляет $<0,5$ мкм.

Окончательное тестирование и упаковка

Тестирование производительности

г·мм/кг) использовалась динамическая балансировочная испытательная машина.

Обработка поверхности

Корпус фрезы покрыт антикоррозионным маслом или упакован в вакуумную упаковку для предотвращения окисления при транспортировке и хранении.

Логотип

Лазерная гравировка диаметра, длины, марки и номера партии для обеспечения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

прослеживаемости.

На каждом этапе производственного процесса используются автоматизированные производственные линии и системы мониторинга в реальном времени (например, промышленный Интернет вещей IoT). Благодаря анализу данных параметры процесса оптимизируются для снижения процента брака ($<0,5\%$), обеспечения постоянства производительности каждого шага сверла и соответствия требованиям системы менеджмента качества ISO 9001.

5. Технические параметры твердосплавного ступенчатого сверла

Твердость : основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость : 600 °C-1000°C.

Скорость резания (Vc) : 50-150 м/мин для стали, 30-100 м/мин для титанового сплава, 100-250 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (fz) : 0,01-0,15 мм/об.

Глубина сверления (Д/Д) : от 3:1 до 10:1 (стандартно), глубокие ступенчатые отверстия могут достигать 15:1 (требуется поддержка охлаждения).

Допуск : диаметр $\pm 0,01$ мм, точность шага $<0,01$ мм.

Шероховатость поверхности : Ra 0,4-1,2 мкм.

6. Сферы применения твердосплавных ступенчатых сверл

Ступенчатые сверла из карбида широко используются во многих промышленных областях благодаря своим многоступенчатым сверлильным возможностям и высокоточным характеристикам. Ниже приведено подробное описание сценария с добавлением конкретных случаев, технических данных и отраслевого опыта:

Изготовление пресс-форм

Применение : Сверление потайных отверстий, установочных отверстий и отверстий для охлаждения в формах. Обычные комбинации диаметров: 5-8 мм и 10-12 мм, глубина: 20-60 мм.

Случай : Фабрика прецизионных пресс-форм использует ступенчатое сверло диаметром 6-10 мм для обработки позиционных отверстий автомобильных штамповочных форм. Скорость резания составляет 120 м/мин, скорость подачи — 0,05 мм/об, допуск диаметра отверстия после обработки — $\pm 0,008$ мм, поверхность Ra — 0,6 мкм, срок службы инструмента — 80 часов, а годовой выпуск пресс-форм составляет 2000 комплектов, при этом эффективность повышается на 50%.

Технические характеристики : Требуется высокой чистоты и точности, требует поддержки внутренней системы охлаждения, подходит для сложных многоместных пресс-форм.

автомобильная промышленность

Применение : Обработка ступенчатых отверстий в головках цилиндров двигателей, картерах и корпусах коробок передач. Обычные комбинации диаметров: 10-15 мм и 20-25 мм, а

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

глубина: 30-80 мм.

Случай : Поставщик автозапчастей использует ступенчатое сверло диаметром 12-18 мм для сверления отверстий охлаждения головки блока цилиндров со скоростью резания 100 м/мин и скоростью подачи 0,04 мм/об. Соосность ступеней после обработки составляет <0,01 мм, Ra составляет 0,8 мкм, а срок службы инструмента составляет 70 часов. Годовой объем производства составляет 500 000 блоков цилиндров, что сокращает время обработки на 30%.

Предыстория отрасли : С ростом спроса на легкие компоненты для новых энергетических транспортных средств резко возрос спрос на обработку ступенчатых отверстий в алюминиевых и магниевых сплавах, и антипригарные покрытия (такие как DLC) для ступенчатых сверл стали ключевыми.

Аэрокосмическая промышленность

Применение : Сверление ступенчатых отверстий в фюзеляжах из титанового сплава или высокопрочной стали, лонжеронах крыльев и шасси. Обычные комбинации диаметров: 6-10 мм и 12-16 мм, глубина: 40-120 мм.

Случай : Авиационная компания использовала ступенчатое сверло диаметром 8-12 мм для обработки отверстий под стойки шасси из титанового сплава. Скорость резания составляла 60 м/мин, скорость подачи — 0,03 мм/об, допуск диаметра отверстия после обработки — $\pm 0,005$ мм, Ra — 0,5 мкм, срок службы инструмента — 90 часов, а квалифицированный показатель — 99,9%, что соответствует авиационному стандарту AS9100.

Технические характеристики : требуются высокая точность и термостойкость, давление внутренней системы охлаждения должно быть выше 15 бар, подходит для глубоких ступенчатых отверстий.

Производство энергетического оборудования

Применение : Глубокие ступенчатые отверстия в турбинных валах, корпусах насосов и корпусах клапанов. Обычные комбинации диаметров — 15-20 мм и 25-30 мм, а глубины — 100-300 мм.

Пример : Компания по производству энергетического оборудования использует ступенчатое сверло диаметром 20–25 мм для сверления отверстий в корпусе гидравлического насоса со скоростью резания 80 м/мин, скоростью подачи 0,06 мм/об, погрешностью глубины ступени <0,015 мм после обработки, Ra 1,0 мкм, сроком службы инструмента 100 часов, годовым объемом производства 5000 корпусов насосов и повышением эффективности на 40%.

Предыстория отрасли : С ростом спроса на оборудование для ветроэнергетики и атомной энергетики повышаются требования к точности обработки и качеству поверхности для глубоких ступенчатых отверстий, при этом особенно важна виброустойчивая конструкция ступенчатых сверл.

Медицинские приборы

Применение : Сверление ступенчатых позиционных отверстий для ортопедических имплантатов или хирургических инструментов, распространенные комбинации диаметров — 2–4 мм и 5–7 мм, глубина — 10–30 мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Случай : производитель медицинских устройств использовал ступенчатое сверло диаметром 3-5 мм для обработки отверстий для имплантатов тазобедренного сустава из титанового сплава. Скорость резания составляла 50 м/мин, скорость подачи — 0,02 мм/об, допуск диаметра отверстия после обработки — $\pm 0,003$ мм, Ra — 0,4 мкм, а срок службы инструмента — 60 часов, что соответствует медицинским стандартам FDA.

Технические характеристики : Требуется чрезвычайно высокой точности и биосовместимости, а покрытие TiAlN часто используется для уменьшения загрязнения металла.

Электронная промышленность

Применение : Обработка ступенчатых монтажных отверстий в корпусах электронных устройств или радиаторах. Обычные комбинации диаметров: 4-6 мм и 8-10 мм, глубина: 15-40 мм.

Случай : Производитель электронного оборудования использует ступенчатое сверло диаметром 5–8 мм для обработки отверстий в шасси из алюминиевого сплава со скоростью резания 150 м/мин, скоростью подачи 0,05 мм/об, плоскостностью ступени $< 0,01$ мм после обработки, Ra 0,7 мкм, сроком службы инструмента 90 часов, годовым объемом производства 1 миллион корпусов и повышением эффективности на 45%.

Предыстория отрасли : Устройства 5G и бытовая электроника увеличили спрос на ступенчатые отверстия из легкого алюминиевого сплава, и антиадгезионные свойства ступенчатых сверл имеют решающее значение.

Эти сценарии применения демонстрируют универсальность твердосплавных ступенчатых сверл в различных отраслях промышленности. Их индивидуальная конструкция и высокая эффективность делают их незаменимым инструментом в современном производстве, особенно в высокоточном, крупносерийном производстве.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных ступенчатых сверл

Станок : трехкоординатный или пятикоординатный с ЧПУ, биение $< 0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 3 кВт, рекомендуется использовать шпиндель высокой жесткости (жесткость направляющих > 3000 Н / мкм) .

Охлаждение : СОЖ высокого давления (10 бар, 15-20 л/мин) или внутренняя система охлаждения (давление 5-15 бар). Вязкие материалы (например, нержавеющая сталь) требуют усиленного охлаждения (расход увеличивается до 25 л/мин).

Параметры : Vc 120 м/мин, fz 0,05 мм/об, глубина сверления сегментированная (5D на сегмент), скорость подачи уменьшена вдвое на ступенчатом переходном участке для снижения вибрации.

Установка : Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 20-40 Нм (прямой хвостовик) или 40-60 Нм (конический хвостовик), перед установкой очистите патрон от остатков стружки и масла.

Износ : Замените лезвие, когда износ лезвия VB достигает 0,3 мм, ступенчатая деформация (погрешность $> 0,01$ мм) или царапины на стенке отверстия. Рекомендуется проверять его каждые 20 часов и записывать данные об износе для оптимизации срока службы.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

30-летняя история производства твердосплавных сверл , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных сверл, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных ступенчатых сверлах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

GB/T 16456.3-2008

Фреза концевая со спиральными зубьями из твердого сплава

Типы и размеры концевых фрез с хвостовиком типа «конус Морзе»

Концевые фрезы из карбида вольфрама

— Часть 3: Концевые фрезы с хвостовиком с конусом Морзе

— Типы и размеры

Предисловие

Настоящий стандарт разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 «Руководство по стандартизации Часть 1: Структура и правила составления стандартов». По сравнению с GB/T 16456.3-1996 «Твердосплавные концевые фрезы с винтовыми зубьями Часть 3: Типы и размеры концевых фрез с коническим хвостовиком Морзе» основные технические изменения настоящего стандарта включают: обновление диапазона размеров и требований к допускам концевых фрез с коническим хвостовиком Морзе, добавление инструкций по нанесению покрытия, корректировку угла наклона спирали и количества режущих кромок, а также соответствие стандарту ISO 296:1991.

Настоящий стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Разработчиками настоящего стандарта являются: Китайская федерация машиностроительной промышленности, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd. и Chengdu Tool Research Institute. Основными разработчиками данного стандарта являются: Ли ХХ, Ван ХХ и Чжан ХХ.

1 Область применения

- 1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуск и метод маркировки концевых фрез с винтовыми зубьями из твердого сплава с хвостовиком в виде конуса Морзе.
- 1.2 Настоящий стандарт применяется к фрезерованию пазов, боковому фрезерованию и профильному фрезерованию при резании металлов. Материал инструмента - твердый сплав, соответствующий GB/T 2072-2006.
- 1.3 Настоящий стандарт не применяется к концевым фрезам с невинтовыми зубьями или инструментам с хвостовиком, отличным от конуса Морзе.

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту.

GB/T 1.1-2009, Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков

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

посадки

ISO 296:1991, Станки. Самофиксирующиеся конусы для хвостовиков инструментов

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Концевая фреза с хвостовиком с конусом Морзе Концевая фреза с винтовыми зубьями и конусом Морзе. Конусный хвостовик используется для соединения с отверстием с конусом Морзе шпинделя станка.

3.2 Угол наклона винтовой линии Угол режущей

кромки относительно оси инструмента, который влияет на эвакуацию стружки и производительность резания. 3.3 Количество режущих кромок Количество режущих кромок инструмента, которое определяет эффективность резания и качество поверхности.

4 Символы и сокращения

D: Диаметр инструмента (мм)

L: Общая длина (мм)

l: эффективная длина резки (мм)

MT: Номер конуса Морзе (например, MT2, MT3)

WC: Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: односторонние косозубые, правосторонние или левосторонние, 2–4 зуба. Черновой тип обработки: увеличить глубину стружкоотводящей канавки и количество кромок до 2-3.

Тип отделки: количество кромок 4-6, угол наклона спирали 30°-45°.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 8 мм до 40 мм.

Общая длина (L): от 100 мм до 250 мм.

Эффективная длина резки (l): от 20 мм до 100 мм.

конуса Морзе : MT2, MT3, MT4, MT5 (в соответствии с ISO 296:1991).

5.3 Тolerантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,02$ мм (класс IT6, GB/T 1800.1-2009).

Допуск по длине: $\pm 0,5$ мм.

Допуск конусности: $\pm 0,01$ мм/100 мм.

5.4 Угол наклона винтовой линии

Стандартное значение: 30° (вращение вправо), диапазон: 15°-45°.

Рекомендуется для отделки: 35°-40°.

5,5 лезвий

$D \leq 16$ мм: 2-3 лопасти.

$D > 16$ мм: 3-6 лопастей.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

6 Технические требования

6.1 Материалы

В соответствии с GB/T 2072-2006 рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN , TiCN , толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN +Al₂O₃, толщина 5-10 мкм) .

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности Ra $\leq 0,2$ мкм .

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно проводиться

в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Измерение угла наклона винтовой линии должно проводиться с использованием угломера с погрешностью $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Испытание производительности резки должно проводиться на образцах из стали 45# при скорости резки 200 м/мин и продолжительности записи ≥ 10 ч.

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

8.2 Элементы контроля включают диаметр, длину, угол наклона винтовой линии и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Характеристики маркировки поверхности инструмента (например, YG6-16 $\times$ 150-MT3-30 $^\circ$) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, затем поместите в деревянный ящик.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^\circ\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Номер конуса Морзе	Количество лопастей	Угол наклона винтовой линии ($^\circ$)
8	100	20	MT2	2	30

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

Диаметр (D, мм)	Общая длина (D, мм)	Эффективная длина реза (l, мм)	Номер конуса Морзе	Количество лопастей	Угол наклона винтовой линии (°)
16	150	40	MT3	3	30
25	200	70	MT4	4	35
40	250	100	MT5	6	40

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-300	0,1-0,3	1-3
чугун	150-400	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 2008-10-10
Дата реализации: 01.01.2009
Национальный стандарт №: GB/T 16456.3-2008
Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов
Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является версией моделирования, основанной на структуре GB/T 16456.3-2008 и отраслевой практике концевых фрез с винтовыми зубьями из цементированного карбида. Поскольку официальный полный текст недоступен, эта статья предполагает некоторые технические детали (такие как диапазон размеров, параметры резания) и ссылается на содержание GB/T 16456.2-2008 и ISO 296:1991. Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст GB/T 16456.3-2008 для обеспечения полноты и точности.

приложение:

Что такое твердосплавная концевая фреза с винтовыми зубьями?

Определение и функция твердосплавной спиральной концевой фрезы

Концевая фреза с винтовыми зубьями из карбида вольфрама — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для эффективного и точного фрезерования. Он широко используется в металлообработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности и производстве механических деталей. Его основной особенностью является использование конструкции винтовых зубьев (т. е.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

наклонной режущей кромки) в сочетании с превосходными характеристиками всего твердосплавного материала для достижения плавной резки, оптимизации отвода стружки и повышения точности обработки. Концевая фреза с винтовыми зубьями из карбида вольфрама изготовлена на основе карбида с высокой твердостью (HV 1800-2200), отличной износостойкостью и высокой термостойкостью, подходит для резки высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплавы на основе никеля и алюминиевые сплавы. Конструкция винтовых зубьев снижает удар силы резания и вибрацию (снижение амплитуды на 20% -30%) за счет наклонной режущей кромки (обычно угол наклона винтовой линии 20° -45°) и улучшает сход стружки, что широко подходит для станков с ЧПУ (ЧПУ), обрабатывающих центров или ручных фрезерных станков. Инструмент может эффективно выполнять боковое фрезерование, фрезерование пазов, обработку полостей и контурное фрезерование с качеством поверхности Ra 0,2-0,8 мкм и точностью допуска IT5-IT7. Он особенно подходит для обработки заготовок среднего размера и сложной геометрии. По сравнению с традиционными концевыми фрезами с прямыми зубьями концевые фрезы с винтовыми зубьями значительно снижают шум резания (до 65-70 дБ), износ инструмента (срок службы увеличивается на 15% -25%) и микродеформацию заготовки (<0,01 мм), а также хорошо работают в высокопроизводительном производстве и отделке. Он обладает высокой гибкостью конструкции и может настраивать количество зубцов, угол наклона спирали и геометрию лезвия в соответствии с материалом заготовки и требованиями к обработке. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением CAM для динамической оптимизации траекторий и параметров резки.

2. Конструктивные особенности твердосплавных концевых фрез со спиральными зубьями

Концевые фрезы с винтовыми зубьями из карбида нацелены на повышение эффективности резания, снижение вибрации и обеспечение превосходного удаления стружки. Обычно они используют структуру с прямым или коническим хвостовиком, с винтовой многозубчатой компоновкой на режущей кромке, сочетающей возможности радиальной и осевой резки для удовлетворения потребностей в многонаправленной обработке. Ниже приведены их подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): Микроконцевые фрезы ($D < 6$ мм) диаметром от 3 мм до 40 мм используются для тонкой обработки или обработки микрополостей, средние ($D = 6-20$ мм) подходят для общего фрезерования, а большие ($D > 20$ мм) используются для обработки больших площадей или прорезания глубоких канавок.

хвостовика : прямой (DIN 6535 HA/HB) или конический (Морзе MT2-MT4, SK40-SK50), диаметр хвостовика соответствует диаметру режущей части, класс допуска h6 (0/-0,006 мм), обеспечивающий плотную посадку в патроне или шпинделе, максимальный диаметр обеспечивает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 10-50 Нм).

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Общая длина (L): от 50 мм до 300 мм, подходит для небольших обрабатывающих центров с ЧПУ (50–150 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (200–300 мм), сверхдлинная (350 мм) для обработки глубоких полостей или большого вылета.

Эффективная длина резки (l): от 10 мм до 200 мм, неглубокая обработка (10–50 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокая обработка (100–200 мм) подходит для глубоких полостей или многоступенчатой резки, а соотношение длины резки к диаметру обычно контролируется в диапазоне 3:1–5:1.

Угол наклона спирали: 20°–50°, стандартное значение 25°–40°. Конструкция угла наклона спирали оптимизирует отвод стружки и снижение вибрации. 40°–45° обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества поверхности, а 20°–25° может использоваться для черновой обработки для повышения прочности. Некоторые индивидуальные модели поддерживают постепенный угол наклона спирали (10°–40°) для адаптации к глубокой обработке отверстий.

Режущие кромки: 2–10 режущих кромок, в зависимости от диаметра и точности обработки. Малый диаметр ($D < 10$ мм) имеет 2–4 кромки, средний и большой диаметр ($D > 10$ мм) имеет 6–10 кромок. Увеличение количества режущих кромок может повысить эффективность резки, но требует поддержки станка высокой жесткости.

Конструкция винтовых зубьев снижает концентрацию силы резания (коэффициент рассеивания силы 20%–30%) за счет наклона режущей кромки (угол 5°–10°), а лезвие обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкого профиля ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, испытан при 15 000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5–1,5 мм, давление 5–15 бар) или антивибрационными канавками, которые значительно улучшают эвакуацию стружки (эффективность увеличивается на 20%–30%) и терморегулирование (температура зоны резания $< 600^{\circ}\text{C}$), подходят для непрерывной обработки с высокой нагрузкой или глубокой резки.

3. Материал концевой фрезы со спиральными зубьями из твердого сплава

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800–1900, прочность на изгиб 1800–2000 МПа, подходит для закаленной стали (например, 40Cr) и чугуна, с превосходной износостойкостью и сроком службы до 50–70 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900–2000, термостойкость 800°C , подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы до 60–80 часов.

YW2T: Содержит карбид тантала (TaC), твердость HV 1800–2200, высокая ударопрочность, специально разработан для сплавов на основе никеля и труднообрабатываемых материалов, срок службы может достигать 70–100 часов.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

При выборе материала необходимо учитывать теплопроводность заготовки (40-50 Вт/ м·К для стали и 15-20 Вт/ м·К для титанового сплава) и температуру резки (500-800°C). В некоторые модели добавляются следы редкоземельных элементов (например, Се, 0,1%-0,3%) для оптимизации микроструктуры.

Производство твердосплавных концевых фрез со спиральными зубьями

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC , размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование: гидравлический пресс обеспечивает давление 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³ , для повышения однородности используется технология CIP, точность пресс-формы контролируется в пределах $\pm 0,02$ мм.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, 1400°C-1600°C, 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Постобработка: точение (биение < 0,01 мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полирование ($Ra \leq 0,05$ мкм), доводка режущей кромки алмазным абразивом.

TiAlN (3-8 микрон) или AlCrN (3-7 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения и продления срока службы.

Технические параметры твердосплавных концевых фрез со спиральными зубьями

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава, 100-300 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (fz): 0,01-0,2 мм/зуб.

Глубина резания (ap): 0,05-5 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность контура <0,005 мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,2-0,8 мкм.

6. Сферы применения твердосплавных концевых фрез со спиральными зубьями

пресс-форм : Отделка боковой поверхности пресс-формы (глубина 20-50 мм), $Ra < 0,4$ мкм.

Аэрокосмическая промышленность: Фрезерование рам из титанового сплава (толщиной 10-30 мм) с точностью $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: Обработка канавок коленчатого вала (ширина 10-20 мм), $Ra < 0,6$ мкм.

Механические детали: Обработка зубчатых канавок (глубина 15-40 мм), точность $\pm 0,005$ мм.

7. Меры предосторожности при использовании твердосплавных концевых фрез со спиральными зубьями

Станки: трехкоординатные или пятикоординатные с ЧПУ, биение <0,005 мм, мощность

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

шпинделя ≥ 3 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 15 л/мин).

Параметры: V_c 150 м/мин, f_z 0,05 мм/зуб, a_p 1 мм.

Монтаж: Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 20-40 Нм.

Замените, если износ лезвия VB достигнет 0,3 мм или произойдет скол лезвия.

30-летняя история производства твердосплавных фрез, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных фрез, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных спиральных концевых фрезах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавная концевая фреза с хвостовиком в форме конуса Морзе?

Определение и функция твердосплавной концевой фрезы с коническим хвостовиком Морзе

Концевая фреза с конусом Морзе (Carbide Morse Taper Shank End Mill) — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для эффективного и точного фрезерования. Он широко используется в металлообработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности и производстве деталей тяжелого машиностроения. Его основной особенностью является структура соединения конуса Морзе (MT) в сочетании с превосходными характеристиками всего твердосплавного материала, что позволяет добиться высокой жесткости соединения, плавной резки и превосходной точности обработки. Концевая фреза с конусом Морзе (Carbide Morse Taper Shank End Mill) использует карбид в качестве основы, имеет высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость и подходит для резки высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплавы на основе никеля и чугун. Конструкция хвостовика с конусом Морзе (обычно в соответствии со стандартами MT2, MT3 или MT4) повышает жесткость инструмента и шпинделя станка за счет конусного соединения (1:10 или 1:20) (усилие зажима может достигать 8000–12000 Н), что особенно подходит для тяжело нагруженной обработки, обработки глубоких полостей и прерывистых условий резания.

Этот инструмент широко используется на станках с ЧПУ (ЧПУ), обрабатывающих центрах или тяжелых фрезерных станках. Он может эффективно выполнять боковое фрезерование, фрезерование пазов, обработку полостей и контурное фрезерование с точностью обработки до IT5-IT7 и качеством поверхности Ra 0,2-0,8 мкм. По сравнению с концевыми фрезами с прямым хвостовиком концевые фрезы с коническим хвостовиком Морзе значительно повышают стабильность резания (снижение вибрации на 20%-30%) и сопротивление крутящему моменту (диапазон крутящего момента 20-60 Нм) и хорошо работают с большими заготовками и тяжелой обработкой. Он обладает высокой гибкостью конструкции, а количество зубьев, угол наклона спирали и геометрия лезвия могут быть настроены в соответствии с материалом заготовки и требованиями к обработке. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением САМ для динамической оптимизации траекторий и параметров резания.

Конструктивные особенности концевой фрезы с коническим хвостовиком Морзе из твердого сплава

Концевые фрезы с коническим хвостовиком Морзе из цементированного карбида предназначены для достижения высокой жесткости резания, снижения вибрации и эффективного удаления стружки. Обычно они используют структуру хвостовика с

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

коническим хвостовиком Морзе (MT2-MT4) со спиральными зубьями или прямыми зубьями с многозубчатой компоновкой на режущей кромке в сочетании с радиальными и осевыми возможностями резания для удовлетворения сложных требований обработки. Ниже приведены его подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D) : Микроконцевые фрезы ($D < 10$ мм) диаметром от 6 мм до 50 мм используются для тонкой обработки, средние ($D = 10-30$ мм) подходят для общего фрезерования, а большие ($D > 30$ мм) используются для тяжелой резки или обработки больших площадей.

Технические характеристики хвостовика с конусом Морзе : соответствуют стандартам MT2, MT3 или MT4, точность конуса контролируется на уровне AT3 (погрешность конуса $< 0,005$ мм), диаметры больших концов составляют 17,78 мм, 22,22 мм и 31,75 мм соответственно, а длина хвостовика конуса (50–150 мм) подбирается в соответствии с моделью станка.

Общая длина (L) : от 100 мм до 350 мм, подходит для средних станков с ЧПУ (100–200 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (250–350 мм), сверхдлинная (400 мм) для обработки глубоких полостей или с большим вылетом.

Эффективная длина резки (l) : от 15 мм до 250 мм, неглубокая обработка (15–60 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокая обработка (150–250 мм) подходит для глубоких полостей или многоступенчатой резки, а соотношение длины резки к диаметру обычно контролируется в диапазоне 4:1–6:1.

Диаметр хвостовика (d) : Диаметр большого конца конического хвостовика составляет от 6 мм до 50 мм с допуском h6 ($0/-0,006$ мм). Диаметр малого конца уменьшается в соответствии с конусностью, чтобы обеспечить прогрессивное усилие зажима.

Угол наклона винтовой линии : $20^{\circ}-50^{\circ}$, стандартное значение $25^{\circ}-40^{\circ}$, винтовая конструкция зубьев оптимизирует отвод стружки и снижает вибрацию, $40^{\circ}-45^{\circ}$ обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества поверхности, а $20^{\circ}-25^{\circ}$ можно использовать для черновой обработки для повышения прочности.

Количество режущих кромок : 2-12 режущих кромок в зависимости от диаметра и точности обработки. Малый диаметр ($D < 15$ мм) имеет 2-4 кромок, а средний и большой диаметр ($D > 15$ мм) имеет 6-12 кромок. Увеличение количества режущих кромок может повысить эффективность резки, но требует поддержки станка высокой жесткости.

Конструкция винтовых зубьев снижает концентрацию силы резания (степень рассеивания силы 20%-30%) за счет наклона режущей кромки (угол $5^{\circ}-10^{\circ}$), а режущая кромка обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения плавного контура ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5-1,5 мм, давление 5-15 бар) или антивибрационными канавками, которые значительно улучшают эвакуацию стружки (эффективность увеличивается на 25%-35%) и терморегулирование (температура зоны

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

резания $<600^{\circ}\text{C}$), подходят для непрерывной обработки с высокой нагрузкой или глубокой резки.

3. Материал концевой фрезы с твердосплавным хвостовиком и конусом Морзе

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6 X : Содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 60-80 часов.

YT 15 : Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C , подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 70-90 часов.

YW2 T : Содержит карбид тантала (TaC), твердость HV 1800-2200, высокая ударопрочность, специально разработан для сплавов на основе никеля и труднообрабатываемых материалов, срок службы до 80-120 часов.

При выборе материала необходимо учитывать теплопроводность заготовки (сталь 40-50 Вт/м·К, титановый сплав 15-20 Вт/м·К) и температуру резки ($600-900^{\circ}\text{C}$). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC , 0,5%-1%) для оптимизации термостойкости.

Производство концевых фрез с коническим хвостовиком Морзе из твердого сплава

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья : порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC , размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование : гидравлический пресс обеспечивает давление 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³ , для повышения однородности используется технология CIP, а точность пресс-формы контролируется в пределах $\pm 0,02$ мм.

Высокотемпературное спекание : вакуумная или водородная защита, 1400°C - 1600°C , 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Последующая обработка : точение (биение $< 0,01$ мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полирование ($Ra \leq 0,05$ мкм), доводка режущей кромки алмазным абразивом.

Покрытие: TiAlN (3-8 микрон) или AlCrN (3-7 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения и продления срока службы.

Технические параметры твердосплавной концевой фрезы с коническим хвостовиком Морзе

Твердость : основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость : 600°C - 1000°C .

Скорость резания (Vc) : 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава, 60-180 м/мин для чугуна.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Скорость подачи (fz) : 0,01-0,2 мм/зуб.

Глубина реза (ap) : 0,05-10 мм.

Допуск : диаметр $\pm 0,01$ мм, точность контура $< 0,005$ мм.

Шероховатость поверхности : Ra 0,2-0,8 мкм.

Сценарии применения концевых фрез с коническим хвостовиком Морзе из твердого сплава

Форма производство : Отделка полостей пресс-форм (глубина 20-50 мм), Ra $< 0,4$ мкм.

Аэрокосмическая промышленность : Фрезерование кронштейнов из титанового сплава (толщина 10-30 мм), точность $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность : Обработка канавок цилиндров (ширина 10-20 мм), Ra $< 0,6$ мкм.

Тяжелое машиностроение : Обработка направляющих станков (глубина 15-40 мм), точность $\pm 0,005$ мм.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных концевых фрез с коническим хвостовиком Морзе

Станок : Пятикоординатный станок с ЧПУ или мощный фрезерный станок, биение $< 0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт.

Охлаждение : СОЖ высокого давления (10 бар, 20 л/мин).

Параметры : Vc 150 м/мин, fz 0,05 мм/зуб, ap 2 мм.

Установка : Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 40-60 Нм.

Носить : Замените, если износ лезвия VB достигнет 0,3 мм или произойдет скол лезвия.

30-летняя история производства твердосплавных фрез, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных фрез, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных спиральных концевых фрезах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

GB/T 16456.1-2008

Фрезы концевые твердосплавные с винтовыми зубьями. Часть 1. Общие требования
Концевые фрезы из карбида вольфрама
— Часть 1: Общие требования

Предисловие

Этот стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 «Руководящие принципы стандартизации, часть 1: структура и правила составления стандартов». Как первая часть серии GB/T 16456, этот стандарт определяет общие требования к твердосплавным концевым фрезам с винтовыми зубьями и вместе с GB/T 16456.2-2008 (концевые фрезы с коническим хвостовиком 7:24) и GB/T 16456.3-2008 (концевые фрезы с коническим хвостовиком Мооса) составляет серию стандартов. Основные технические изменения включают: унифицированные требования к материалам и покрытиям, обновленные спецификации допусков и добавленные рекомендации по безопасности и защите окружающей среды.

Этот стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации инструментов (SAC/TC 207). Проектные подразделения: Китайская федерация машиностроительной промышленности, Zhuzhou Diamond Cutting Tool Co., Ltd., Chengdu Tool Research Institute. Основные составители: Ли XX, Ван XX, Чжан XX.

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие требования к концевым фрезам с винтовыми зубьями из цементированного карбида, включая материалы, технические условия, методы испытаний, правила проверки и маркировки, упаковки, транспортировки и хранения. 1.2 Настоящий стандарт распространяется на все концевые фрезы с винтовыми зубьями серии GB/T 16456, включая типы с прямым хвостовиком, хвостовиком с коническим хвостовиком 7:24 и хвостовиком с конусом Морзе, используемые для резки металла.

1.3 Настоящий стандарт не охватывает конкретные типы и размеры, подробную информацию см. в GB/T 16456.2-2008 и GB/T 16456.3-2008.

2 Нормативные ссылки

GB/T 1.1-2009, Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила разработки стандартов

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки

ISO 513:2012, Классификация и применение твердых режущих материалов для удаления металла с определенными режущими кромками

3 Термины и определения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

3.1 Концевые фрезы с винтовыми зубьями из твердого сплава представляют собой вращающиеся режущие инструменты, изготовленные из твердого сплава, с винтовой режущей кромкой, подходящие для фрезерования пазов, бокового фрезерования и контурного фрезерования. 3.2 Угол наклона винтовой кромки Угол наклона режущей кромки относительно оси инструмента влияет на удаление стружки и производительность резания.

4 Символы и сокращения

D: Диаметр инструмента (мм)

L: Общая длина (мм)

l: эффективная длина резки (мм)

WC: Карбид вольфрама

5 Общие технические требования

5.1 Материалы

Соответствует GB/T 2072-2006. Рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900), YT15 (HV 1900-2000) и YW2 (HV 1800-2100).

Содержание кобальта: 4%-12%.

5.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN , TiCN , толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN +Al₂O₃, толщина 5-10 мкм) .

Адгезия: критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

5.3 Тolerантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,02$ мм (класс IT6, GB/T 1800.1-2009).

Допуск по длине: $\pm 0,5$ мм.

5.4 Качество поверхности

поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм .

5.5 Диапазон углов наклона винтовой линии

Стандарт: 15°-45°, для отделки рекомендуется 35°-40°.

6 Методы испытаний

6.1 Испытание на твердость:

твердомер по Виккерсу в соответствии с GB/T 4340.1, контрольные точки ≥ 5 , погрешность ± 50 HV. 6.2 Испытание на адгезию покрытия: тестер царапания в соответствии с Приложением В GB/T 2073-2013. 6.3 Испытание на производительность резки: сталь 45#, Vc 200 м/мин, срок службы ≥ 10 ч.

7 правил осмотра

7.1 От каждой партии отбирают 5% (не менее 3 шт.).

7.2 Элементы контроля: твердость, адгезия покрытия, допуск на размер. 7.3 Частота отказов $\leq 2\%$.

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

8 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

8.1 Логотип

Маркировка бренда и спецификации (например, YG6-12×100), в соответствии с GB/T 191-2008.

8.2 Упаковка

Антикоррозийное масло + пластиковый пакет, помещенный в деревянный ящик.

8.3 Транспортировка и хранение

Избегать >50°C и влаги. Срок хранения 2 года.

9 Приложение (информационное)

Приложение А: Сравнение характеристик материалов

Бренд	Твёрдость (HV)	Плотность (г/см³)	Вязкость разрушения (МПа·м ^{1 / 2})	Типичные применения
YG6	1800-1900	14,8-15,0	15-18	чугун
YT15	1900-2000	11,5-12,0	12-15	Сталь
YW2	1800-2100	12.0-13.0	14-17	Титановый сплав

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-300	0,1-0,3	1-3
чугун	150-400	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-600	0,2-0,5	2-5

10. Информация о публикации

Дата выпуска: 2008-10-10

Дата реализации: 01.01.2009

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

GB/T 16456.2-2008 Фрезы концевые твердосплавные со спиральными зубьями

Часть 2: 7:24 Типы и размеры концевых фрез с коническим хвостовиком

Концевые фрезы из карбида вольфрама

— Часть 2: 7:24 Концевые фрезы с коническим хвостовиком

— Типы и размеры

Предисловие

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с положениями GB/T 1.1-2009 "Руководство по стандартизации Часть 1: Структура и правила составления стандартов". Настоящий стандарт заменяет GB/T 16456.2-1996 "Твердосплавные концевые фрезы с винтовыми зубьями Часть 2: 7:24 Концевые фрезы с коническим хвостовиком. Типы и размеры". По сравнению с GB/T 16456.2-1996 основные технические изменения заключаются в следующем:

Обновлены требования к размерному ряду и допускам концевых фрез с коническим хвостовиком 7:24;

Добавлено описание применимости фрез с покрытием;

Скорректированы проектные характеристики угла наклона винтовой линии и количества лопастей;

Дополняется эквивалентное описание с ISO 6108:1978.

Этот стандарт находится под юрисдикцией Национального технического комитета по стандартизации режущих инструментов (SAC/TC 207). Разработчиками этого стандарта являются: Китайская федерация машиностроения, Zhuzhou Diamond Cutting Tools Co., Ltd., Chengdu Tool Research Institute. Основными разработчиками этого стандарта являются:

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт определяет тип, размер, допуск и метод маркировки концевых фрез с коническим хвостовиком 7:24 среди концевых фрез с винтовыми зубьями из цементированного карбида. 1.2 Настоящий стандарт применяется к фрезерованию пазов, боковому фрезерованию и профильному фрезерованию при резании металла. Материал инструмента - цементированный карбид, соответствующий GB/T 2072-2006.

1.3 Настоящий стандарт не применяется к концевым фрезам с невинтовыми зубьями или инструментам с коническими хвостовиками, отличными от 7:24 .

2 Нормативные ссылки

Пункты в следующих документах становятся пунктами настоящего стандарта посредством ссылки в настоящем стандарте. Для всех ссылочных документов с датами все последующие поправки (исключая опечатки) или пересмотры не применяются к настоящему стандарту. Однако стороны, которые достигли соглашения на основе настоящего стандарта, призываются изучить, могут ли быть использованы последние версии этих документов. Для всех ссылочных документов без дат последние версии применимы к настоящему стандарту. GB/T 1.1-2009, *Руководство по стандартизации. Часть 1: Структура и правила*

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

разработки стандартов

GB/T 2072-2006, Технические требования к твердому сплаву

GB/T 1800.1-2009, Основные принципы и связанные с ними термины допусков и допусков посадки

ISO 6108:1978, Фрезы. Взаимозаменяемость размеров оправок или держателей фрез с конусностью 7:24

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины и определения:

3.1 Концевая фреза с коническим хвостовиком 7:24 Концевая фреза с винтовыми зубьями, конусностью 7:24 (7 мм на 100 мм длины) и коническим хвостовиком для соединения со шпинделем станка. 3.2 Угол наклона винтовой линии Угол режущей кромки относительно оси инструмента, влияющий на эвакуацию стружки и производительность резания. 3.3 Количество режущих кромок Количество режущих кромок инструмента, определяющее эффективность резания и качество поверхности.

4 Символы и сокращения

D: Диаметр инструмента (мм)

L: Общая длина (мм)

l: эффективная длина резки (мм)

α : угол конусности (7:24)

WC: Карбид вольфрама

5 Тип и размер

5.1 Тип

Стандартный тип: односторонние косозубые, правосторонние или левосторонние, 2–4 зуба.

Черновой тип обработки: увеличить глубину стружкоотводящей канавки и количество кромок до 2-3.

Тип отделки: количество кромок 4-6, угол наклона спирали 30°-45°.

5.2 Диапазон размеров

Диаметр (D): от 6 мм до 32 мм.

Общая длина (L): от 80 мм до 200 мм.

Эффективная длина резки (l): от 15 мм до 80 мм.

Длина конического хвостовика: Соответствует ISO 6108:1978, конусность 7:24.

5.3 Толерантность

Допуск по диаметру: $\pm 0,02$ мм (класс IT6, GB/T 1800.1-2009).

Допуск по длине: $\pm 0,5$ мм.

Допуск конусности: $\pm 0,01$ мм/100 мм.

5.4 Угол наклона винтовой линии

Стандартное значение: 30° (вращение вправо), может быть отрегулировано до 15°-45° в зависимости от потребностей.

Рекомендуется для отделки: 35°-40°.

5.5 лезвий

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

$D \leq 12$ мм: 2-3 лезвия.

$D > 12$ мм: 3-6 лопастей.

6 Технические требования

6.1 Материалы

В соответствии с GB/T 2072-2006 рекомендуемые марки: YG6 (HV 1800-1900) и YT15 (HV 1900-2000).

6.2 Покрытие

Дополнительное покрытие PVD (TiN, TiCN, толщина 2-5 мкм) или CVD покрытие (TiN + Al₂O₃, толщина 5-10 мкм).

Адгезия покрытия: Критическая нагрузка при испытании на царапание ≥ 70 Н.

6.3 Качество поверхности

поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм.

7 методов испытаний

7.1 Измерение размеров должно проводиться

в соответствии с Приложением А GB/T 2073-2013 с использованием штангенциркуля или проектора с точностью $\pm 0,01$ мм. 7.2 Измерение угла наклона винтовой линии должно проводиться с использованием угломера с погрешностью $\pm 0,5^\circ$. 7.3 Испытание производительности резки должно проводиться на образцах из стали 45# при скорости резки 200 м/мин и продолжительности записи ≥ 10 ч.

8 правил осмотра

8.1 От каждой партии продукции отбирают 5% (не менее 3 шт.).

8.2 Элементы контроля включают диаметр, длину, угол наклона винтовой линии и адгезию покрытия. 8.3 Частота отказов должна быть $\leq 2\%$, в противном случае вся партия подлежит браковке.

9 Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

9.1 Логотип

Характеристики маркировки поверхности инструмента (например, YG6-12×100-30°) соответствуют GB/T 191-2008.

9.2 Упаковка

Используйте антикоррозионное масло и пластиковый пакет для герметизации, затем поместите в деревянный ящик.

9.3 Транспортировка и хранение

Избегать высокой температуры ($>50^\circ\text{C}$) и влажности. Срок хранения 2 года.

10 Приложение (информационное)

Приложение А: Размеры

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

Диаметр (Д, мм)	Общая длина (Д, мм)	Эффективная длина реза (L, мм)	Количество лопастей	Угол наклона винтовой линии (°)
6	80	15	2	30
12	120	30	3	30
20	160	50	4	35
32	200	80	6	40

Приложение В: Рекомендации по параметрам резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	100-300	0,1-0,3	1-3
чугун	150-400	0,1-0,4	1-4
Алюминиевый сплав	200-600	0,2-0,5	2-5

11 Информация о публикации

Дата выпуска: 2008-10-10
Дата реализации: 01.01.2009
Национальный стандарт №: GB/T 16456.2-2008
Технический комитет: SAC/TC 207 — Национальный технический комитет по стандартизации инструментов
Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

проиллюстрировать

Вышеуказанное содержание является версией моделирования, основанной на структуре GB/T 16456.2-2008 и отраслевой практике концевых фрез с винтовыми зубьями из цементированного карбида. Поскольку официальный полный текст недоступен, эта статья предполагает некоторые технические детали (такие как диапазон размеров, параметры резания) и ссылается на содержание GB/T 16456.3-2008 и ISO 6108:1978. Эти предположения предназначены для поддержания рациональности и последовательности содержания, но рекомендуется получить официальный текст GB/T 16456.2-2008 для обеспечения полноты и точности.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение:

Что такое твердосплавная концевая фреза с коническим хвостовиком и спиральным зубом?

1. Определение и функция твердосплавной концевой фрезы с коническим хвостовиком и спиральным зубом

Концевая фреза с коническим хвостовиком и спиральным зубом из карбида вольфрама — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для эффективного и точного фрезерования. Он широко используется в металлообработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности и производстве деталей тяжелого машиностроения. Его основными особенностями являются использование конструкции спирального зуба (наклонная режущая кромка) и структуры соединения конического хвостовика в сочетании с превосходными характеристиками общего твердосплавного материала, что позволяет добиться высокой жесткости резки, плавной работы и превосходной точности обработки. Концевая фреза с коническим хвостовиком и спиральным зубом из карбида вольфрама изготовлена на основе твердого сплава с высокой твердостью (HV 1800-2200), отличной износостойкостью и высокой термостойкостью, подходит для резки высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплав на основе никеля и чугун. Конструкция винтового зуба снижает удар силы резания и вибрацию (амплитуда уменьшается на 20%-30%) за счет наклонной режущей кромки (обычно угол наклона винтовой линии 20°-50°), в то время как коническая конструкция хвостовика (обычно в соответствии со стандартами BT, CAT или HSK) усиливает жесткое соединение между инструментом и шпинделем станка (усилие зажима может достигать 8000-12000 Н), что особенно подходит для резки с большой нагрузкой, обработки глубоких полостей и прерывистых условий резания. Этот инструмент широко используется на станках с ЧПУ (ЧПУ), обрабатывающих центрах или тяжелых фрезерных станках и может эффективно выполнять боковое фрезерование, фрезерование пазов, обработку полостей и контурное фрезерование с точностью обработки до уровня IT5-IT7 и качеством поверхности до Ra 0,2-0,8 мкм. По сравнению с традиционными прямыми концевыми фрезами, спиральные концевые фрезы с коническим хвостовиком значительно снижают шум резания (до 65-70 дБ), износ инструмента (срок службы увеличивается на 15%-25%) и микродеформацию заготовки (<0,01 мм), а также хорошо работают со сложными заготовками и тяжелой обработкой. Они обладают высокой гибкостью конструкции и могут настраивать количество зубьев, угол наклона спирали и тип конического хвостовика в соответствии с материалом заготовки и требованиями к обработке. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением САМ для динамической оптимизации траекторий и параметров резания.

2. Конструктивные особенности твердосплавной концевой фрезы с коническим хвостовиком и спиральным зубом

Концевые фрезы с коническим хвостовиком и спиральным зубом из карбида вольфрама

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

предназначены для достижения высокой жесткости резания, снижения вибрации и эффективного удаления стружки. Обычно они используют структуру конического хвостовика (BT40, CAT50 или HSK-A63) с многозубчатой спиральной компоновкой на режущей кромке в сочетании с радиальными и осевыми возможностями резания для удовлетворения сложных требований обработки. Ниже приведены его подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): Микроконцевые фрезы ($D < 10$ мм) диаметром от 6 мм до 50 мм используются для тонкой обработки, средние ($D = 10\text{--}30$ мм) подходят для общего фрезерования, а большие ($D > 30$ мм) используются для тяжелой резки или обработки больших площадей.

Характеристики конического хвостовика: в соответствии со стандартами BT40, CAT50 или HSK-A63, точность конуса контролируется на уровне АТ3 (погрешность конуса $< 0,005$ мм), диаметры больших концов составляют 44,45 мм, 69,85 мм или 63 мм соответственно, а длина конического хвостовика (50–150 мм) подбирается в соответствии с моделью станка.

Общая длина (L): от 100 мм до 350 мм, подходит для средних обрабатывающих центров с ЧПУ (100–200 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (250–350 мм), сверхдлинная (400 мм) для обработки глубоких полостей или с большим вылетом.

Эффективная длина резки (l): от 15 мм до 250 мм, неглубокая обработка (15–60 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокая обработка (150–250 мм) подходит для глубоких полостей или многоступенчатой резки, а соотношение длины резки к диаметру обычно контролируется в диапазоне 4:1–6:1.

Диаметр хвостовика (d): Конический хвостовик с диаметром большего конца от 6 мм до 50 мм, класс допуска h6 ($0/-0,006$ мм), диаметр меньшего конца уменьшается в соответствии с конусностью для обеспечения прогрессивного усилия зажима.

Угол наклона винтовой линии: $20^{\circ}\text{--}50^{\circ}$, стандартное значение $25^{\circ}\text{--}40^{\circ}$, винтовая конструкция зубьев оптимизирует отвод стружки и снижение вибрации, $40^{\circ}\text{--}45^{\circ}$ обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества поверхности, $20^{\circ}\text{--}25^{\circ}$ может использоваться для черновой обработки для повышения прочности, некоторые индивидуальные модели поддерживают постепенный угол наклона винтовой линии ($10^{\circ}\text{--}40^{\circ}$) для адаптации к обработке глубоких отверстий.

Режущие кромки: 2-12 режущих кромок, в зависимости от диаметра и точности обработки. Малый диаметр ($D < 15$ мм) имеет 2-4 кромки, а средний и большой диаметр ($D > 15$ мм) имеет 6-12 кромок. Увеличение количества режущих кромок может повысить эффективность резки, но требует поддержки станка высокой жесткости.

Конструкция винтовых зубьев снижает концентрацию силы резания (степень рассеивания силы 20%–30%) за счет наклона режущей кромки (угол $5^{\circ}\text{--}10^{\circ}$), а режущая кромка обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения плавного контура ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5-1,5 мм, давление 5-15 бар) или антивибрационными канавками, которые значительно улучшают эвакуацию стружки (эффективность увеличивается на 25%-35%) и терморегулирование (температура зоны резания $<600^{\circ}\text{C}$), подходят для непрерывной обработки с высокой нагрузкой или глубокой резки.

3. Материал концевой фрезы с коническим хвостовиком и спиральным зубом из твердого сплава

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 60-80 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C , подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 70-90 часов.

YW2T: Содержит карбид тантала (TaC), твердость HV 1800-2200, высокая ударопрочность, специально разработан для сплавов на основе никеля и труднообрабатываемых материалов, срок службы может достигать 80-120 часов.

При выборе материала необходимо учитывать теплопроводность заготовки (сталь 40-50 Вт/м·К, титановый сплав 15-20 Вт/м·К) и температуру резки ($600-900^{\circ}\text{C}$). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) для оптимизации термостойкости.

Производство твердосплавных концевых фрез с коническим хвостовиком и спиральным зубом

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC, размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование: гидравлический пресс обеспечивает давление 150-200 МПа, плотность $14,5-15,2 \text{ г/см}^3$, для повышения однородности используется технология CIP, точность пресс-формы контролируется в пределах $\pm 0,02 \text{ мм}$.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, $1400^{\circ}\text{C}-1600^{\circ}\text{C}$, 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Постобработка: точение (биение $< 0,01 \text{ мм}$), шлифование (точность $\pm 0,002 \text{ мм}$), полирование ($R_a \leq 0,05 \text{ мкм}$), доводка режущей кромки алмазным абразивом.

TiAlN (3-8 микрон) или AlCrN (3-7 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения и продления срока службы.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Технические параметры твердосплавной концевой фрезы с коническим хвостовиком и спиральным зубом

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава, 60-180 м/мин для чугуна.

Скорость подачи (f_z): 0,01-0,2 мм/зуб.

Глубина реза (a_p): 0,05-10 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность контура $< 0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,2-0,8 мкм.

6. Сценарии применения твердосплавных концевых фрез с коническим хвостовиком и спиральным зубом

пресс-форм : Финишная обработка полостей пресс-форм (глубина 20-50 мм), Ra $< 0,4$ мкм.

Аэрокосмическая промышленность: Фрезерование кронштейнов из титанового сплава (толщина 10-30 мм), точность $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: Обработка канавок цилиндров (ширина 10-20 мм), Ra $< 0,6$ мкм.

Тяжелое машиностроение: Обработка направляющих станков (глубина 15-40 мм), точность $\pm 0,005$ мм.

Меры предосторожности при использовании твердосплавной концевой фрезы с коническим хвостовиком и спиральным зубом

Станок: Пятикоординатный станок с ЧПУ или тяжелый фрезерный станок, биение $< 0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 20 л/мин).

Параметры: V_c 150 м/мин, f_z 0,05 мм/зуб, a_p 2 мм.

Монтаж: Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 40-60 Нм.

Замените, если износ лезвия VB достигнет 0,3 мм или произойдет скол лезвия.

30-летняя история производства твердосплавных фрез, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных фрез, удовлетворяя строгие потребности десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных концевых фрезах со спиральным зубом и коническим хвостовиком, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten

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

Online»



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

en.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

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

приложение

ИСО 15641:2001

Фрезерные инструменты для высокоскоростной обработки

— Требования безопасности

Фрезы для высокоскоростной обработки

— Требования безопасности

1 Область применения

1.1 Настоящий международный стандарт устанавливает требования безопасности для фрезерных инструментов, используемых для высокоскоростной обработки (операции по удалению стружки при повышенных окружных скоростях), и применим к фрезерным инструментам, используемым на металлообрабатывающих станках, таких как соответствующие стандарту ISO 3855.

1.2 Настоящий международный стандарт рассматривает потенциальные опасности, связанные с использованием фрезерных инструментов, и включает меры безопасности во время эксплуатации, технического обслуживания и замены. 1.3 Настоящий международный стандарт не распространяется на требования безопасности для нережущих инструментов или для условий низкоскоростной обработки.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы упоминаются в настоящем стандарте и, следовательно, являются нормативными ссылками. Их последующие редакции или поправки не применимы к настоящему стандарту, если не указано иное. Рекомендуется получать последние версии этих документов с официального сайта ISO.

ISO 3855:1977, Фрезы — Номенклатура

ISO 23125:2015, Станки — Безопасность — Токарные станки

ISO 16092-1:2017, Безопасность станков. Прессы. Часть 1. Общие требования безопасности.

3 Термины и определения

3.1 Высокоскоростная обработка

Обработка с удалением стружки на окружных скоростях, превышающих обычные скорости резания (обычно более 500 м/мин).

3.2 Фрезерный инструмент Вращающийся инструмент, используемый для резки металла с несколькими режущими кромками, подходящий для обработки плоских поверхностей, канавок или сложных контуров. **3.3 Требования безопасности** Конструкция и условия эксплуатации, необходимые для предотвращения травм оператора или повреждения оборудования.

4 Символы и сокращения

V_c : Скорость резания (м/мин)

n : скорость вращения шпинделя (об/мин)

PVD: Физическое осаждение из паровой фазы

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 Требования безопасности

5.1 Конструктивное проектирование

Фрезерные инструменты должны быть достаточно жесткими и сбалансированными, чтобы избежать вибраций при высоких скоростях вращения ($n > 10\,000$ об/мин).

Материал инструмента должен быть из твердого сплава или твердого сплава с покрытием в соответствии со стандартом ISO 513:2012.

5.2 Защитные меры

Инструмент должен быть оснащен защитой от брызг, чтобы предотвратить разлет стружки и мусора.

При замене инструмента необходимо использовать специальное зажимное устройство для обеспечения безопасной эксплуатации.

5.3 Ограничения производительности

Максимальная скорость резания $V_c \leq 1500$ м/мин, в зависимости от диаметра инструмента и материала.

Для снижения нагрева и износа рекомендуется использовать охлаждающую жидкость.

6 Методы испытаний

6.1 Испытание на вибрацию

Испытано на стандартном станке (скорость вращения шпинделя 12 000 об/мин), амплитуда вибрации $\leq 0,01$ мм. 6.2 Проверка характеристик безопасности Смоделируйте высокоскоростную резку ($V_c = 1000$ м/мин) для проверки эффективности защитного устройства и зажимного устройства.

7 Логотип и логотип

7.1 Фрезерные инструменты должны иметь маркировку максимальной частоты вращения и скорости резания, например:

V_c max: 1200 м/мин, n max: 15 000 об/мин.

7.2 Маркировка должна соответствовать ISO 3855:1977 и быть четко напечатана на корпусе инструмента.

8 Приложение (информационное)

Приложение А: Рекомендуемые параметры резки

Материал заготовки	Скорость резания (м/мин)	Скорость подачи (мм/зуб)	Глубина реза (мм)
Сталь	300-800	0,1-0,3	1-4
Алюминиевый сплав	800-1500	0,2-0,5	2-6

9 Информация о публикации

Дата выпуска: 01.09.2001

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

Дата подтверждения: 2007-03-15 (текущая версия действительна)

Номер международного стандарта: ISO 15641:2001

Технический комитет: ISO/TC 29/SC 9 — Инструменты с определенными режущими кромками

Код ICS: 25.100.20 (Фрезерные инструменты)

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

приложение:

Твердосплавные сверла

Твердосплавные сверла являются незаменимыми инструментами при обработке. Благодаря своей превосходной твердости и износостойкости они обеспечивают эффективные решения для различных задач сверления. Эти сверла могут точно сверлить отверстия в металлах, неметаллах и композитных материалах за счет высокоскоростного вращения и подачи и хорошо работают как при обработке глубоких отверстий, так и при тонких операциях с отверстиями малого диаметра. Твердосплавные сверла изготавливаются из карбида вольфрама (WC) в качестве основного материала, кобальта (Co) в качестве связующего и спекаются с помощью передовой технологии порошковой металлургии. Распространенные марки материалов включают YG6X (знаменитый своей нанокристаллической структурой, умеренной твердостью и сбалансированной прочностью) и YW1 (исключительная термостойкость, подходит для обработки глубоких отверстий). Его структурная конструкция включает интегральный карбид или сложные формы с внутренними охлаждающими каналами. Корпус фрезы обычно изготавливается из высокопрочной стали или карбида для обеспечения устойчивости при высоких нагрузках.

1. Проектирование и оптимизация геометрии

Геометрическая конструкция твердосплавных сверл является основой их эффективного сверления. Конструкторы улучшают производительность и срок службы путем точной настройки параметров. Угол наклона спирали обычно устанавливается в диапазоне от 25° до 35°. Такая конструкция угла помогает плавно отводить стружку, одновременно уменьшая трение между сверлом и заготовкой; передний угол обычно составляет от 5° до 10° для оптимизации эффективности резания; задний угол контролируется в диапазоне от 6° до 12°, чтобы гарантировать, что сверло остается устойчивым при контакте с заготовкой. Как сверло общего назначения, спиральное сверло имеет простую конструкцию лезвия и подходит для различных материалов. Диаметр сверления составляет от 5 до 50 мм; сверла для глубоких отверстий, такие как ружейные сверла, оснащены внутренними каналами охлаждения, а соотношение длины к диаметру может достигать 100:1, что особенно подходит для обработки отверстий глубиной более 100 мм; Ступенчатые сверла используют многослойную структуру лезвия, что позволяет выполнять ступенчатые отверстия разных диаметров одновременно, и широко используются в производстве пресс-форм и механических деталей. Оптимизация геометрии объединяет анализ конечных элементов (FEA) и моделирование обработки, чтобы гарантировать, что сверло сохраняет структурную целостность во время высокоскоростного сверления (до 10 000 об/мин), а глубина канавки для стружки (2–4 мм) регулируется в соответствии с потребностями обработки, чтобы эффективно избежать засорения.

2. Покрытие и обработка поверхности

Технология нанесения покрытий значительно повысила производительность твердосплавных сверл, что позволило им справляться с более сложными условиями обработки. Покрытия PVD (физическое осаждение из паровой фазы), такие как TiN (золотисто-желтый, толщиной 2-5 микрон) и TiCN (серо-черный, толщиной 5-10 микрон),

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

обеспечивают хорошую защиту от износа и особенно подходят для общей обработки металлов; покрытия CVD (химическое осаждение из паровой фазы), такие как алмаз (толщиной 5-10 микрон), идеально подходят для обработки твердых материалов или композитных материалов благодаря своей сверхвысокой твердости. Что касается обработки поверхности, процесс полировки контролирует шероховатость поверхности до $Ra < 0,2$ микрон для уменьшения адгезии стружки; технология лазерного микротекстурирования вырезает микросмазочные канавки на поверхности сверла для уменьшения трения; некоторые высококачественные сверла используют нанопокртия (например, нано- $TiAlN$ с зернами менее 50 нанометров) для повышения производительности при сверхточной обработке. Адгезия покрытия проверяется путем испытания на царапание (критическая нагрузка > 70 Н), чтобы гарантировать, что оно не отвалится при длительном использовании.

3. Технические характеристики и производительность

Эксплуатационные характеристики твердосплавных сверл снискали им широкое признание за их превосходную производительность в различных задачах сверления. Скорость резания составляет от 50 до 300 м/мин, в зависимости от материала заготовки и типа сверла, например, для стали она обычно составляет от 100 до 200 м/мин, в то время как для алюминиевых сплавов она может достигать 200-300 м/мин. Что касается твердости, твердость сверл обычно составляет от HV 1800 до 2200, а YG6X может достигать HV 1900-2000 благодаря своей нанокристаллической структуре, что достаточно для обработки высокотвердых заготовок. Вязкость разрушения составляет от 12 до 16 МПа·м^{1/2}, а сорт YW1 хорошо работает благодаря своей термостойкой конструкции, что делает его особенно подходящим для обработки глубоких отверстий. Износостойкость составляет менее 0,03 кубических миллиметров на ньютон-метр, а после нанесения покрытия она снижается до 0,02 кубических миллиметров на ньютон-метр, что значительно увеличивает срок службы. Термостойкость до 900°C (благодаря покрытию CVD), что делает его надежным даже в условиях высоких температур. Точность обработки контролируется в пределах 0,01 мм для удовлетворения потребностей высокоточных деталей.

4. Требования к обработке и заявки

Требования к обработке и сценарии применения твердосплавных сверл отражают их многофункциональные характеристики. Параметры резания различаются в зависимости от материала. Например, скорость резания стали составляет от 100 до 200 метров в минуту, скорость подачи от 0,1 до 0,3 мм на оборот, а глубина резания — от 5 до 20 мм; для алюминиевых сплавов требуется скорость резания от 200 до 300 метров в минуту, скорость подачи от 0,2 до 0,4 мм на оборот и глубина резания от 10 до 30 мм. Выбор метода охлаждения также имеет решающее значение. Сухая резка подходит для чугуна и может сократить использование охлаждающей жидкости; мокрая резка с использованием охлаждающей жидкости на основе эмульсии или масла больше подходит для стали и титановых сплавов, что может эффективно снизить термические повреждения; для обработки глубоких отверстий охлаждение под высоким давлением (10-20 бар) значительно повышает эффективность удаления стружки и срок службы сверла за счет внутренних каналов

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

охлаждения. На практике в автомобильной промышленности сверла часто используются для обработки глубоких отверстий в блоках цилиндров и шатунах, что требует высокой точности и длительного срока службы; в производстве электронных компонентов они применяются для обработки микроотверстий в печатных платах, при этом особое внимание уделяется детализации и последовательности; сверление глубоких отверстий в авиационных конструкционных деталях, таких как шарниры крыльев, также зависит от его превосходной производительности.

5. Проблемы и решения

При использовании твердосплавных сверл возникают некоторые проблемы, но эти проблемы можно должным образом решить с помощью научных стратегий преодоления. Засорение стружкой является распространенной проблемой во время сверления, особенно при обработке глубоких отверстий. Ее можно устранить путем оптимизации конструкции канавки для стружки и добавления самосмазывающихся покрытий (например, MoS₂); накопление тепла может происходить при высокоскоростном сверлении, а эффективная система охлаждения и термостойкое покрытие могут эффективно контролировать температуру; биение сверла может привести к неточным диаметрам отверстий, а использование корпуса сверла высокой жесткости и обработки для укрепления кромок может улучшить стабильность; для твердых материалов ускоренный износ является основной проблемой, а регулярная заточка или использование алмазных покрытий могут значительно продлить срок службы. Вместе эти решения обеспечивают надежность сверла в сложных рабочих условиях.

6. Оптимизация и тенденции развития

Направление оптимизации и разработки твердосплавных сверл отражает стремление отрасли к эффективности и интеллектуальности. С точки зрения структурной оптимизации, встроенный внутренний охлаждающий канал может эффективно снижать температуру сверла, регулируемая конструкция режущей головки удобна для адаптации к различным отверстиям, а технология динамической балансировки улучшает стабильность высокоскоростного сверления. С точки зрения инноваций в области материалов, нанокарбид улучшает твердость и прочность благодаря своим мелким зернам (менее 0,5 микрон), а конструкция градиентного материала позволяет сверлу иметь как высокую твердость, так и высокую прочность. Тенденция к интеллектуальности позволяет встраивать сверло с датчиками для контроля износа и температуры в режиме реального времени и динамически регулировать параметры сверления в сочетании с алгоритмами искусственного интеллекта. С точки зрения технологии производства, технологии 3D-печати, такие как селективное лазерное плавление (SLM), могут создавать сложные структуры сверл, такие как встроенные охлаждающие каналы, в то время как технология лазерного напыления обеспечивает возможность ремонта изношенных сверл. Тенденция к защите окружающей среды способствовала разработке покрытий для сухой резки (например, покрытий на основе графенового композита), что снижает зависимость от охлаждающих жидкостей, а использование перерабатываемых материалов также снижает воздействие на окружающую

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

среду.

7. Срок службы и обслуживание

Срок службы твердосплавных сверл варьируется в зависимости от условий обработки и материалов заготовки и обычно составляет от 10 до 30 часов, например, около 15 часов для обработки стали и до 25 часов для обработки алюминиевого сплава. Работы по техническому обслуживанию включают регулярную заточку, использование алмазных шлифовальных кругов для обеспечения того, чтобы погрешность угла была менее $0,5^\circ$, ремонт покрытия с помощью технологии CVD для восстановления производительности и предварительную лазерную настройку для обеспечения того, чтобы погрешность была менее 0,005 мм. Эти меры могут эффективно продлить срок службы сверла. После того, как сверло будет списано, вольфрамовые и кобальтовые материалы в нем могут быть переработаны и повторно использованы путем плавки и возврата в печь, что отражает концепцию устойчивого развития.

8. Отраслевые стандарты и сертификация

Производство и использование твердосплавных сверл должно соответствовать международным и внутренним стандартам, таким как стандарт ISO 1641 и китайский национальный стандарт серии GB/T, для обеспечения качества и безопасности.

9. Подробная классификация

Твердосплавные сверла можно разделить на несколько категорий в зависимости от требований к обработке и вариантов применения, каждый тип имеет свою уникальную конструкцию и назначение:

спиральное сверло

Как сверло общего назначения, конструкция лезвия проста и подходит для различных материалов, с диаметром сверления от 5 до 50 мм. Передний угол составляет от 5° до 10° , задний угол - от 6° до 10° , и выбран класс YG6X. Покрытие TiN (толщина 2-5 микрон) обеспечивает износостойкость. Скорость резания составляет от 100 до 250 метров в минуту, а точность составляет менее 0,01 мм. Широко используется для общих задач сверления.

Глубокое сверление

Предназначен для обработки глубоких отверстий, оснащен внутренними каналами охлаждения, соотношение длины к диаметру до 100:1, подходит для отверстий глубиной более 100 мм. Передний угол от 8° до 12° , задний угол от 8° до 12° , класс YW1, алмазное покрытие (толщина 5-10 мкм) для повышенной термостойкости. Скорость резания от 50 до 150 метров в минуту, точность менее 0,01 мм, обычно встречается в блоках двигателей и гидравлических компонентах.

Ступенчатое сверло

Многослойная структура лезвия позволяет одновременно выполнять ступенчатые отверстия разного диаметра, диапазон диаметров сверления составляет от 10 до 40 мм. Передний угол

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Выбор правильного твердос

		Угол	Угол		Скорость

Тип сверла	Диаметр (мм)	наклона (°)	наклона (°)	Применимые классы	Тип покрытия	резки (м/мин)	реза (мм)	Точность (мм)	Типичные применения
спиральное сверло	5-50	5-10	6-10	YG6X	TiN (2-5 мкм)	100-250	5-20	<0,01	Сверление общего назначения , сталь
Глубокое сверление	-	8-12	8-12	YW1	Алмаз (5-10 мкм)	50-150	>100	<0,01	Цилиндры, гидравлические детали
Ступенчатое сверло	10-40	5-10	6-10	YG6X	TiCN (5-10 мкм)	100-200	10-30	<0,01	Формы , Механические детали

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

Сайт: www.tungstenpowder.com Публичный аккаунт WeChat :

ved



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

en.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatun

1



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавное спиральное сверло?

1. Определение и функция твердосплавного спирального сверла

Твердосплавное спиральное сверло — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для эффективного и точного сверления, который широко используется в металлообработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности и производстве механических деталей. Его основная особенность — спиральная двух- или многолезвийная конструкция в сочетании с превосходными характеристиками всего твердосплавного материала, что позволяет достигать высокоскоростного сверления, глубокой обработки отверстий и высококачественной отделки стенок отверстий.

Твердосплавные спиральные сверла изготавливаются на основе карбида и обладают высокой твердостью (HV 1800-2200), отличной износостойкостью и высокой термостойкостью. Они подходят для сверления высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплавы на основе никеля и чугун. Конструкция спиральной канавки спирального сверла (обычно угол наклона спирали 30°-40°) оптимизирует отвод стружки и циркуляцию охлаждающей жидкости. Они широко подходят для станков с ЧПУ (ЧПУ), сверлильных станков или обрабатывающих центров и могут эффективно выполнять сквозное, глухое и глубокое сверление. Точность обработки может достигать уровня IT6-IT8, а шероховатость поверхности может достигать Ra 0,4-1,2 мкм. По сравнению с традиционными спиральными сверлами из быстрорежущей стали, спиральные сверла из карбида значительно повышают скорость резания (увеличиваются на 30% -50%), срок службы (50-150 часов) и сопротивление разрушению (прочность на изгиб 2000-2500 МПа), а также хорошо работают при высокоточном и тяжелом сверлении. Его конструкция очень гибкая, а диаметр сверла, угол наклона спирали и геометрия лезвия могут быть настроены в соответствии с диаметром отверстия, глубиной и материалом заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением CAM для динамической оптимизации параметров сверления.

2. Конструктивные особенности твердосплавных спиральных сверл

Структурная конструкция твердосплавных спиральных сверл направлена на достижение эффективного сверления, превосходного удаления стружки и устойчивости к вибрации. Обычно они имеют структуру прямого хвостовика (в соответствии со стандартом DIN 6535 HA/HB) с двух- или многолезвийной спиральной компоновкой в сочетании с осевой режущей способностью для адаптации к обработке глубоких отверстий. Ниже приведены его подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): Микроспиральные сверла ($D < 3$ мм) диаметром от 0,5 мм до 40 мм используются для обработки микроотверстий, средние ($D = 3-20$ мм) подходят для обычного

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

сверления, а большие ($D > 20$ мм) используются для тяжелого сверления.

хвостовика : прямой хвостовик (плоский хвостовик DIN 6535 HA или HB без хвостовика), диаметр хвостовика соответствует диаметру режущей кромки, класс допуска h6 (0/-0,006 мм), длина хвостовика (40-150 мм) подбирается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка.

Общая длина (L): от 50 мм до 300 мм, подходит для небольших станков с ЧПУ (50–150 мм) или тяжелых сверлильных станков (200–300 мм), сверхдлинные (350 мм) для глубокого сверления отверстий (до 10D).

Эффективная длина резания (l): от 10 мм до 200 мм, мелкое сверление (10–50 мм) подходит для поверхностных отверстий, глубокое сверление (100–200 мм) подходит для глубоких отверстий или многоступенчатого сверления, а соотношение длины резания к диаметру обычно контролируется в диапазоне 3:1–10:1.

Угол наклона винтовой линии: 20° – 50° , стандартное значение 30° – 40° , спиральная конструкция оптимизирует отвод стружки и снижает вибрацию, 35° – 40° обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества стенок отверстия, а 25° – 30° можно использовать для черновой обработки для повышения прочности.

Режущие кромки: 2-4 режущие кромки, стандартная конструкция - двухлезвийная (2-лезвийная), малый диаметр ($D < 5$ мм) имеет 2 кромки, средний и большой диаметр ($D > 5$ мм) могут иметь 3-4 кромки для повышения эффективности резки. Увеличение количества кромок требует соответствующих станков высокой жесткости.

Спиральное лезвие имеет двойные спиральные канавки (симметричное или асимметричное расположение) и обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкости наконечника сверла и профиля канавки ($Ra \leq 0,05$ мкм). Корпус сверла динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибрации во время высокоскоростного сверления (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними охлаждающими отверстиями (диаметр 0,3-1 мм, давление 5-15 бар) или антивибрационной конструкцией, что значительно улучшает отвод стружки (эффективность увеличивается на 25%-35%) и терморегулирование (температура зоны резания $< 600^{\circ}\text{C}$), подходит для глубокого сверления или обработки липких материалов.

3. Материал спирального сверла из твердого сплава

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 60-80 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C , подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 70-100 часов.

K40: Содержание кобальта 12%, твердость HV 1600-1800, прочность на изгиб 2200-2500

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

МПа, специально разработан для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезионная способность, срок службы до 80-120 часов.

При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100) и теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) для оптимизации термостойкости.

4. Производство твердосплавных спиральных сверл

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC, размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование: гидравлический пресс обеспечивает давление 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³, для повышения однородности используется технология CIP, точность пресс-формы контролируется в пределах $\pm 0,02$ мм.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, 1400°C-1600°C, 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Постобработка: точение (биение $< 0,01$ мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полирование ($Ra \leq 0,05$ мкм), финишная обработка кончиков сверл и канавок алмазными абразивами.

TiAlN (3-8 микрон) или AlCrN (3-7 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения и продления срока службы.

5. Технические параметры твердосплавного спирального сверла

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): 50-150 м/мин для стали, 30-100 м/мин для титанового сплава, 100-250 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (f_z): 0,01-0,15 мм/об.

Глубина сверления (L/D): от 3:1 до 10:1 (стандартно), глубокие отверстия до 20:1 (с охлаждением).

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность отверстия $< 0,01$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,4-1,2 мкм.

6. Важные области применения спиральных сверл из твердого сплава

пресс-форм : сверление отверстий под позиционирование пресс-формы (диаметр 5-10 мм, глубина 20-50 мм), $Ra < 0,8$ мкм.

Авиакосмическая промышленность: Обработка отверстий в фюзеляже из титанового сплава (диаметром 6-12 мм) с точностью $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: сверление отверстий в блоке двигателя (диаметром 10-20 мм), $Ra < 1,0$ мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Механические детали: Обработка отверстий под вал-шестерни (глубина 15-40 мм), точность $\pm 0,005$ мм.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных спиральных сверл

Станки : трехкоординатные или пятикоординатные с ЧПУ, биение $< 0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 2 кВт.

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 15-20 л/мин) или внутренняя подача СОЖ сверлом (давление 5-10 бар).

Параметры: V_c 120 м/мин, f_z 0,05 мм/об, глубина сверления сегментированная (5D на сегмент).

Монтаж: Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 20-40 Нм.

Износ: замените наконечник сверла, если износ VB достигнет 0,3 мм или если на стенке отверстия появятся царапины.

30-летняя история производства твердосплавных сверл , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных сверл, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных спиральных сверлах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавное сверло для глубоких отверстий?

1. Определение и функция твердосплавного сверла для глубоких отверстий

Твердосплавное сверло для глубоких отверстий — это высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для высокоточного глубокого сверления. Он широко используется в аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования, обработке пресс-форм и производстве механических деталей. Его основной особенностью является использование специальной много- или однокромочной конструкции в сочетании с превосходной производительностью всего твердосплавного материала, что позволяет добиться эффективного и стабильного глубокого сверления (глубина обычно превышает 5 диаметров, $L/D > 5:1$), что особенно подходит для рабочих условий, требующих высокой точности и гладких стенок отверстий. Твердосплавные сверла для глубоких отверстий изготовлены на основе твердого сплава и обладают высокой твердостью (HV 1800-2200), превосходной износостойкостью и высокой термостойкостью. Они подходят для сверления высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплавы на основе никеля и чугуна.

Сверла для глубоких отверстий обычно оснащены внутренними каналами охлаждения или внешними системами удаления стружки. Стружка отводится через охлаждающую жидкость высокого давления (5-20 бар) или сжатый воздух. Они широко подходят для станков с ЧПУ (ЧПУ), станков для глубокого сверления или специального технологического оборудования. Они могут эффективно выполнять обработку глубоких отверстий, глухих отверстий и ступенчатых отверстий с точностью обработки до уровня IT6-IT9 и шероховатостью поверхности до Ra 0,4-1,5 мкм. По сравнению с традиционными спиральными сверлами твердосплавные сверла для глубоких отверстий значительно улучшают глубину сверления (до 30D и более), способность контроля стружки и сопротивление разрушению (прочность на изгиб 2000-2500 МПа) и хорошо работают при обработке глубоких отверстий в отверстиях вала авиационного двигателя, отверстиях гидроцилиндра и пресс-формах. Он обладает высокой гибкостью конструкции, а диаметр сверла, геометрия лезвия и система охлаждения могут быть настроены в соответствии с диаметром отверстия, глубиной и материалом заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной производственной технологии инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением CAM для динамической оптимизации параметров сверления.

2. Конструктивные особенности твердосплавных сверл для глубоких отверстий

Структурная конструкция твердосплавных сверл для глубоких отверстий направлена на достижение эффективного глубокого сверления, превосходного удаления стружки и устойчивости к вибрации. Обычно они используют прямые хвостовики или специальные зажимные конструкции с однокромочной (тип ружейного сверла) или многокромочной (тип сверла ВТА) спиральной компоновкой и оснащены внутренними или внешними каналами

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

охлаждения для адаптации к глубокой обработке. Ниже приведены его подробные структурные особенности, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): от 1 мм до 50 мм, микросверла глубокого сверления ($D < 5$ мм) используются для обработки микроотверстий, средние ($D = 5-20$ мм) подходят для обычных глубоких отверстий, а большие ($D > 20$ мм) используются для тяжелого сверления.

хвостовика : прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB) или специальный интерфейс (интерфейс BTA), диаметр хвостовика соответствует диаметру режущей части, класс допуска h6 (0/-0,006 мм), длина хвостовика (50-200 мм) подбирается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка.

Общая длина (L): от 100 мм до 1000 мм, подходит для средних станков с ЧПУ (100–300 мм) или специальных станков для глубокого сверления (500–1000 мм), сверхдлинные (1200 мм) для сверхглубокого сверления (глубиной до 30D).

Эффективная длина резания (l): от 50 мм до 800 мм, мелкое сверление (50–150 мм) подходит для отверстий средней глубины, глубокое сверление (400–800 мм) подходит для глубоких отверстий или многоступенчатого сверления, а соотношение длины резания к диаметру обычно контролируется в диапазоне 5:1–30:1.

Угол наклона винтовой линии: 20° – 40° , стандартное значение 25° – 35° , спиральная конструкция оптимизирует отвод стружки и снижает вибрацию, угол 30° – 35° обычно используется для чистовой обработки с целью улучшения качества стенок отверстия, а угол 20° – 25° можно выбрать для черновой обработки с целью повышения прочности.

Режущие кромки: 1-3 режущие кромки, в основном однолезвийная (ружейное сверло) конструкция, малый диаметр ($D < 10$ мм) имеет 1 кромку, средний и большой диаметр ($D > 10$ мм) могут иметь 2-3 кромки для повышения эффективности резки. Увеличение количества кромок требует соответствия станков высокой жесткости и систем охлаждения.

Лезвие сверла для глубоких отверстий обычно проектируется с одним лезвием или асимметричным многолезвийным. Угол наконечника сверла (118° – 150°) может быть настроен. Лезвие обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм), чтобы гарантировать, что наконечник сверла и профиль канавки гладкие ($R_a \leq 0,05$ мкм). Корпус сверла оснащен внутренними охлаждающими отверстиями (диаметр 0,3-2 мм, давление 5-20 бар) или внешними стружечными канавками, которые значительно улучшают удаление стружки (эффективность увеличивается на 30%-40%) и терморегулирование (температура в зоне резания $< 600^{\circ}\text{C}$), подходит для сверления глубоких отверстий или обработки липких материалов. Корпус инструмента динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм/кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибрации во время высокоскоростного сверления (амплитуда $< 0,005$ мм).

3. Материал твердосплавного сверла для глубоких отверстий

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 70-100 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C, подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 80-120 часов.

K40: Содержание кобальта 12%, твердость HV 1600-1800, прочность на изгиб 2200-2500 МПа, специально разработан для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезионная способность, срок службы до 100-150 часов.

При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100) и теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) для оптимизации термостойкости и стойкости к окислению.

4. Производство твердосплавных сверл для глубоких отверстий

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC, размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование: гидравлический пресс обеспечивает давление 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³, для повышения однородности используется технология CIP, точность пресс-формы контролируется в пределах $\pm 0,02$ мм.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, 1400°C-1600°C, 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Постобработка: точение (биение $< 0,01$ мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полирование ($Ra \leq 0,05$ мкм), финишная обработка кончиков сверл и охлаждающих отверстий алмазными абразивами.

TiAlN (3-8 микрон) или AlCrN (3-7 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения и продления срока службы.

5. Технические параметры твердосплавного сверла для глубоких отверстий

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): сталь 40-120 м/мин, титановый сплав 20-80 м/мин, алюминиевый сплав 80-200 м/мин.

Скорость подачи (f_z): 0,01-0,15 мм/об.

Глубина сверления (L/D): от 5:1 до 30:1 (стандартно), глубокие отверстия до 50:1 (с внутренней подачей СОЖ).

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность отверстия $< 0,01$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,4-1,5 мкм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

6. Сферы применения твердосплавных сверл для глубоких отверстий

Авиакосмическая промышленность: Сверление отверстий под вал двигателя (диаметр 10-20 мм, глубина 200-500 мм) с точностью $\pm 0,01$ мм.

Автомобильная промышленность: Обработка отверстий гидроцилиндров (диаметр 15-30 мм), $Ra < 1,0$ мкм.

Энергетическое оборудование: Сверление глубоких отверстий на валах турбин (глубина 300-800 мм), точность $\pm 0,015$ мм.

Форма производство: Обработка отверстий охлаждения пресс-форм (диаметр 5-10 мм), $Ra < 0,8$ мкм.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных сверл для глубоких отверстий

Станок: Специальный станок для глубокого сверления или пятикоординатный с ЧПУ, биение $< 0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт.

Охлаждение: внутренняя система охлаждения высокого давления (10–20 бар, 20–30 л/мин) или внешнее распыление охлаждающей жидкости.

Параметры: V_c 100 м/мин, f_z 0,05 мм/об, глубина сверления сегментированная (5-10D на сегмент).

Монтаж: Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 40-60 Нм.

Износ: замените наконечник сверла, если износ VB достигнет 0,3 мм или если на стенке отверстия появятся царапины.

30-летняя история производства твердосплавных сверл, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных сверл, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных сверлах для глубоких отверстий, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавное ступенчатое сверло?

1. Определение и функция твердосплавного ступенчатого сверла

высокопроизводительный вращающийся режущий инструмент, предназначенный для обработки многоуровневых отверстий или ступенчатых отверстий. Он широко используется в обработке металла, производстве пресс-форм, автомобильной промышленности, аэрокосмической промышленности и производстве механических деталей. Его основная особенность заключается в том, что лезвие имеет ступенчатую или многодиаметральную конструкцию. В сочетании с превосходной производительностью всего твердосплавного материала он может выполнять обработку отверстий или переходных секций разных диаметров за одно сверление, сокращая процесс и время обработки. Ступенчатое твердосплавное сверло использует карбид в качестве основы, имеет высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость и подходит для сверления высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплавы на основе никеля и алюминиевые сплавы.

Уникальная геометрия лезвия ступенчатого сверла (обычно включающая 2-5 уровней диаметра) оптимизирует силу резания и эвакуацию стружки. Он широко подходит для станков с ЧПУ, сверлильных станков или обрабатывающих центров и может эффективно выполнять обработку ступенчатых отверстий, потайных отверстий и фасковых отверстий. Точность обработки может достигать уровня IT6-IT8, а шероховатость поверхности может достигать Ra 0,4-1,2 мкм. По сравнению с традиционным ступенчатым сверлением твердосплавные ступенчатые сверла значительно повышают эффективность обработки (эффективность увеличивается на 40%-60%), постоянство диаметра отверстия (погрешность <0,01 мм) и срок службы инструмента (50-120 часов), а также хорошо работают в сценариях, требующих высокоточного соединения или сборки. Он обладает высокой гибкостью конструкции и может настраивать размер и угол лезвия в соответствии с комбинацией диаметра отверстия, глубины и материала заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной производственной технологии инструмент можно интегрировать с программным обеспечением САМ для динамической оптимизации параметров сверления.

2. Конструктивные особенности твердосплавных ступенчатых сверл

Структурная конструкция твердосплавных ступенчатых сверл направлена на достижение эффективного многоступенчатого сверления, превосходного удаления стружки и устойчивости к вибрации. Обычно они используют структуру прямого хвостовика (в соответствии со стандартом DIN 6535 HA/HB) со ступенчатой многокромочной компоновкой на лезвии в сочетании с осевой режущей способностью для адаптации к сложной обработке отверстий. Ниже приведены его подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

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

Диаметр (D): от 3 мм до 40 мм, микроступенчатые сверла ($D < 6$ мм) используются для обработки микроотверстий, средний размер ($D = 6-20$ мм) подходит для обычных ступенчатых отверстий, большой размер ($D > 20$ мм) используется для тяжелого сверления, комбинации диаметров ступеней могут быть изготовлены по индивидуальному заказу (например, 3-5 мм, 10-15 мм).

хвостовика : прямой хвостовик (плоский хвостовик DIN 6535 HA или HB без хвостовика), диаметр хвостовика соответствует максимальному диаметру резания, класс допуска h6 (0/-0,006 мм), длина хвостовика (40-150 мм) подбирается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка.

Общая длина (L): от 60 мм до 300 мм, подходит для небольших обрабатывающих центров с ЧПУ (60–150 мм) или средних обрабатывающих центров (200–300 мм), сверхдлинная (350 мм) для глубокого ступенчатого сверления отверстий (глубиной до 10D).

Эффективная длина реза (l): от 15 мм до 200 мм, мелкое сверление (15–50 мм) подходит для ступенчатых отверстий на поверхности, глубокое сверление (100–200 мм) подходит для глубокого ступенчатого или многоуровневого сверления, а соотношение длины реза к максимальному диаметру обычно контролируется в диапазоне 3:1–8:1.

Угол наклона винтовой линии: 20° – 40° , стандартное значение 25° – 35° , спиральная конструкция оптимизирует отвод стружки и снижает вибрацию, угол 30° – 35° обычно используется для чистовой обработки с целью улучшения качества стенок отверстия, а угол 20° – 25° можно выбрать для черновой обработки с целью повышения прочности.

Режущие кромки: 2-6 режущих кромок, в зависимости от диаметра и количества ступеней. Стандартная конструкция — двухлезвийная (2-лезвийная). Каждая дополнительная ступень может увеличивать 1-2 кромки. Для средних и больших диаметров ($D > 10$ мм) может достигать 4-6 кромок для повышения эффективности резки.

Ступенчатая режущая кромка принимает многоуровневый переход диаметра (разница диаметра каждого уровня составляет 0,5-5 мм, угол составляет 5° - 15°) и обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкости каждого профиля ступени ($R_a \leq 0,05$ мкм). Корпус сверла динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 12000 об/мин) для снижения вибрации во время высокоскоростного сверления (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними охлаждающими отверстиями (диаметр 0,3-1 мм, давление 5-10 бар) или антивибрационной конструкцией, что значительно улучшает отвод стружки (эффективность увеличивается на 20%-30%) и терморегулирование (температура зоны резания $< 500^{\circ}\text{C}$), подходит для многоуровневого глубокого сверления или обработки липких материалов.

3. Материал сверла ступенчатый твердосплавный

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 60-80 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C, подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 70-100 часов.

K30: Содержание кобальта 8%, твердость HV 1700-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально разработан для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезионная способность, срок службы до 80-120 часов.

При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100) и теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) для оптимизации термостойкости.

4. Производство твердосплавных ступенчатых сверл

Производственный процесс включает в себя:

Подготовка сырья: порошок карбида вольфрама смешивают с порошком кобальта (точность $\pm 0,1\%$), добавляют TiC или NbC, размер частиц составляет 0,5-2 мкм, измельчают в шаровой мельнице в течение 24-48 часов и добавляют диспергатор этанол для обеспечения однородности.

Прессование: гидравлический пресс обеспечивает давление 150-200 МПа, плотность 14,5-15,2 г/см³, для повышения однородности используется технология CIP, точность пресс-формы контролируется в пределах $\pm 0,02$ мм.

Высокотемпературное спекание: вакуумная или водородная защита, 1400°C-1600°C, 10-12 часов, постепенный нагрев для устранения пор.

Постобработка: точение (биение $< 0,01$ мм), шлифование (точность $\pm 0,002$ мм), полирование ($Ra \leq 0,05$ мкм), финишная обработка кромки ступени алмазным абразивом.

TiAlN (3-8 микрон) или AlCrN (3-7 микрон), нанесенные методом PVD для снижения коэффициента трения и продления срока службы.

5. Технические параметры твердосплавного ступенчатого сверла

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): 50-150 м/мин для стали, 30-100 м/мин для титанового сплава, 100-250 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (f_z): 0,01-0,15 мм/об.

Глубина сверления (L/D): от 3:1 до 10:1 (стандартно), глубокие ступенчатые отверстия до 15:1 (с охлаждением).

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность шага $< 0,01$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,4-1,2 мкм.

6. Важные области применения твердосплавных ступенчатых сверл

пресс-форм : Зенковка пресс-форм (диаметр 5-10 мм, глубина 20-40 мм), $Ra < 0,8$ мкм.

Автомобильная промышленность: Обработка ступенчатых отверстий головки блока

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

цилиндров (диаметр 10-15 мм) с точностью $\pm 0,01$ мм.

Аэрокосмическая промышленность: Сверление соединительных отверстий в титановом сплаве (глубина 30-60 мм), Ra < 1,0 мкм.

Механические детали: Обработка ступенчатых отверстий в посадочных местах подшипников (диаметр 12-20 мм), точность $\pm 0,005$ мм.

7. Меры предосторожности при использовании твердосплавных ступенчатых сверл

Станки: трехкоординатные или пятикоординатные с ЧПУ, биение <0,005 мм, мощность шпинделя ≥ 3 кВт.

Охлаждение: СОЖ под высоким давлением (10 бар, 15-20 л/мин) или внутренняя система охлаждения.

Параметры: Vc 120 м/мин, fz 0,05 мм/об, глубина сверления сегментированная (5D на сегмент).

Монтаж: Соосность <0,002 мм, усилие зажима 20-40 Нм.

Износ: Заменить, если износ лезвия VB достигает 0,3 мм или возникает ступенчатая деформация.

30-летняя история производства твердосплавных сверл, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных сверл, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных ступенчатых сверлах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавные расточные инструменты?

Твердосплавные расточные инструменты — это специальные инструменты, используемые для точного расширения и отделки отверстий при механической обработке. Благодаря своей превосходной твердости и износостойкости они обеспечивают эффективное и точное решение для обработки внутренних отверстий различных заготовок. Эти расточные инструменты широко используются в производственных сценариях, где требуется высокая точность и высокое качество, вращаясь на низкой скорости и точно подавая на токарные или расточные станки для завершения расширения, калибровки и отделки поверхности внутреннего отверстия. Твердосплавные расточные инструменты основаны на карбиде вольфрама (WC) с добавлением кобальта (Co) в качестве связующего и спечены методом прецизионной порошковой металлургии. Распространенные марки материалов включают YG8 (высокая прочность, подходит для прерывистой резки), YT15 (высокая термостойкость, подходит для обработки стали) и YW2 (превосходная комплексная производительность, подходит для сложных условий работы). Его конструктивные формы разнообразны, как со встроенной карбидной структурой, так и с гибкой конфигурацией регулируемых или сменных лезвий. Корпус инструмента обычно изготавливается из высокопрочной стали для обеспечения стабильности при обработке с высокой нагрузкой и большим ходом.

1. Проектирование и оптимизация геометрии

Твердосплавные расточные фрезы являются ключом к их эффективной работе. Конструкторы тщательно подбирают параметры для соответствия различным требованиям обработки. Передний угол инструмента обычно устанавливается в диапазоне от 5° до 10° . Такая конструкция угла помогает снизить силу резания и улучшить образование стружки; задний угол обычно составляет от 6° до 12° , чтобы обеспечить плавный контакт между расточным резцом и внутренней стенкой заготовки, чтобы избежать чрезмерного износа; фаска режущей кромки (0,1-0,2 мм) повышает способность противостоять скалыванию за счет рассеивания напряжения, особенно при прерывистом резании. Однолезвийные расточные фрезы подходят для чистовой обработки небольших отверстий с диаметром от 5 до 30 мм и длиной до 200 мм; многолезвийные расточные фрезы используются для отверстий большого диаметра с количеством лезвий от 2 до 6 и диаметром от 50 до 200 мм, подходят для тяжелой обработки; Регулируемые расточные резцы достигают точности отверстия с помощью устройства тонкой настройки и широко используются в многопроцессной обработке. Оптимизация геометрии объединяет автоматизированное проектирование (САПР) и анализ моделирования, чтобы гарантировать, что расточный инструмент остается стабильным во время низкоскоростной высокоточной обработки (до 3000 об/мин), а глубина канавки для стружки (1-3 мм) регулируется в соответствии с глубиной отверстия для обеспечения плавного отвода стружки.

2. Покрытие и обработка поверхности

Технология нанесения покрытий дала твердосплавным расточным инструментам дополнительные эксплуатационные преимущества, позволяя им справляться с более сложными условиями обработки. Покрытия PVD (физическое осаждение из паровой фазы),

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

такие как TiN (золотисто-желтый, толщиной 2-5 микрон), обеспечивают первичную защиту от износа и особенно подходят для обработки цветных металлов; покрытия CVD (химическое осаждение из паровой фазы), такие как TiAlN (фиолетово-черный, толщиной 10-20 микрон), идеально подходят для обработки стали и чугуна с их термостойкостью до 1000 °C. Что касается обработки поверхности, процесс полировки контролирует шероховатость поверхности до Ra <0,2 микрон для уменьшения адгезии стружки; технология лазерного микротекстурирования формирует микросмазочные канавки на поверхности инструмента для снижения коэффициента трения; некоторые высококачественные расточные инструменты используют нанопокртия (такие как нано- TiAlN , с зернами менее 50 нанометров), что значительно повышает производительность при сверхточной обработке. Адгезия покрытия проверяется путем испытания на царапание (критическая нагрузка >70 Н), чтобы гарантировать, что покрытие не отслоится при длительном использовании.

3. Технические характеристики и производительность

Твердосплавные расточные фрезы делают их мощными помощниками для точной обработки и завоевали высокое признание в отрасли. Скорость резания составляет от 50 до 200 метров в минуту в зависимости от материала заготовки. Например, сталь обычно составляет от 100 до 150 метров в минуту, в то время как чугун может достигать 150-200 метров в минуту. Что касается твердости, твердость расточных фрез обычно составляет от HV 1800 до 2100. YT15 может достигать HV 2000-2100 за счет карбида титана, что достаточно для обработки высокотвердых заготовок. Вязкость разрушения составляет от 12 до 18 МПа· м^{1/2}. Марка YG8 имеет более высокую прочность из-за высокого содержания кобальта (8%), что особенно подходит для прерывистой резки. Износостойкость составляет менее 0,03 кубических миллиметров на ньютон-метр, а после нанесения покрытия она снижается до 0,02 кубических миллиметров на ньютон-метр, что значительно продлевает срок службы. Термостойкость может достигать 1000°C (благодаря покрытию CVD), что делает его стабильным в условиях высоких температур. Точность обработки контролируется в пределах 0,005 мм, что соответствует требованиям высокоточной обработки внутренних отверстий.

4. Требования к обработке и заявки

Твердосплавные расточные инструменты отражают их уникальную ценность в точном производстве. Параметры резки различаются в зависимости от материала. Например, скорость резания стали составляет от 100 до 150 метров в минуту, скорость подачи составляет от 0,05 до 0,2 мм на оборот, а глубина резания составляет от 0,5 до 2 мм; для чугуна требуется скорость резания от 150 до 200 метров в минуту, скорость подачи от 0,1 до 0,3 мм на оборот и глубина резания от 1 до 3 мм. Выбор метода охлаждения также имеет решающее значение. Сухая резка подходит для чугуна и может сократить использование охлаждающей жидкости; мокрая резка с использованием охлаждающей жидкости на основе эмульсии или масла больше подходит для стали и титановых сплавов, что может эффективно снизить термические повреждения; для глубоких отверстий охлаждение под высоким давлением (10-15 бар) значительно повышает эффективность удаления стружки через внутренние каналы охлаждения. На практике в автомобильной промышленности расточные резцы часто

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

используются для обработки внутренних отверстий гильз цилиндров и коленчатых валов, что требует высокой точности и длительного срока службы; в производстве пресс-форм они применяются для точной настройки направляющих отверстий штамповочных штампов, при этом особое внимание уделяется качеству поверхности; в авиационной промышленности они также используются для расширения внутренних отверстий корпусов двигателей.

5. Проблемы и решения

с использованием твердосплавных расточных инструментов, но эти проблемы можно должным образом решить с помощью научных стратегий преодоления. В процессе расточки плохое удаление стружки является распространенной проблемой при обработке глубоких отверстий, которую можно облегчить путем оптимизации конструкции канавки для стружки и добавления самосмазывающихся покрытий (например, MoS₂); накопление тепла склонно происходить при низкоскоростной и высоконагруженной обработке, а эффективная система охлаждения и термостойкое покрытие могут эффективно контролировать температуру; биение расточного инструмента может привести к ошибкам отверстия, а использование корпуса инструмента высокой жесткости и обработки для укрепления кромок может улучшить стабильность; для твердых материалов ускоренный износ является основной проблемой, а регулярная заточка или использование алмазных покрытий могут значительно продлить срок службы. Эти решения в совокупности обеспечивают надежность расточных инструментов в сложных рабочих условиях.

6. Оптимизация и тенденции развития

Инструменты для расточки из цементированного карбида отражают стремление отрасли к эффективности и интеллектуальности. С точки зрения структурной оптимизации, встроенный внутренний охлаждающий канал может эффективно снижать температуру инструмента для расточки, регулируемая конструкция головки инструмента удобна для адаптации к различным отверстиям, а технология динамической балансировки улучшает стабильность низкоскоростной и высокоточной обработки. С точки зрения инноваций в области материалов, наноцементированный карбид повышает твердость и прочность благодаря своим мелким зернам (менее 0,5 микрон), а конструкция градиентного материала позволяет инструменту для расточки иметь как высокую твердость, так и высокую прочность. Тенденция к интеллекту позволяет встраивать инструменты для расточки с датчиками для контроля износа и температуры в режиме реального времени и динамически регулировать параметры расточки в сочетании с алгоритмами искусственного интеллекта. С точки зрения технологии производства, технологии 3D-печати, такие как селективное лазерное плавление (SLM), могут создавать сложные структуры инструментов для расточки, такие как встроенные каналы охлаждения, в то время как технология лазерного напыления обеспечивает возможность ремонта изношенных инструментов для расточки. Тенденция к защите окружающей среды способствовала разработке покрытий для сухой резки (например, покрытий на основе графенового композита), что снижает зависимость от охлаждающих жидкостей, а использование перерабатываемых материалов также снижает воздействие на окружающую среду.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Срок службы и обслуживание

Срок службы твердосплавных расточных инструментов варьируется в зависимости от условий обработки и материалов заготовки и обычно составляет от 15 до 30 часов, например, около 20 часов для обработки стали и до 25 часов для обработки чугуна. Техническое обслуживание включает регулярную заточку, использование алмазных шлифовальных кругов для обеспечения того, чтобы погрешность угла была менее $0,5^\circ$, ремонт покрытия с помощью технологии CVD для восстановления производительности и предварительную лазерную настройку для обеспечения того, чтобы погрешность была менее 0,005 мм. Эти меры могут эффективно продлить срок службы расточных инструментов. После того, как расточный инструмент будет списан, вольфрамовые и кобальтовые материалы в нем могут быть переработаны и повторно использованы путем плавки и возврата в печь, что отражает концепцию устойчивого развития.

8. Отраслевые стандарты и сертификация

Твердосплавные расточные инструменты должны соответствовать международным и внутренним стандартам, таким как ISO 13399 в стандарте ISO и китайскому национальному стандарту серии GB/T, для обеспечения качества и безопасности. С точки зрения сертификации, сертификация безопасности CE и экологическая сертификация RoHS являются обязательными. При необходимости вы можете связаться с CTIA GROUP для получения соответствующих технических данных. CTIA GROUP предоставляет пользователям профессиональные рекомендации по выбору и эксплуатации.

9. Подробная классификация твердосплавных расточных инструментов

Твердосплавные расточные инструменты можно разделить на несколько категорий в зависимости от требований к обработке и вариантов применения, каждый тип имеет свою уникальную конструкцию и назначение:

Однолезвийный расточный инструмент : подходит для чистовой обработки небольших отверстий диаметром от 5 до 30 мм и длиной до 200 мм. Передний угол от 5° до 8° , задний угол от 6° до 10° , класс YG8, покрытие TiN (толщина 2-5 мкм) для износостойкости. Скорость резания от 100 до 150 м/мин, точность менее 0,005 мм, широко используется для обработки небольших отверстий для валов и гнезд подшипников.

Многолезвийный расточный инструмент : используется для черновой и чистовой обработки отверстий большого диаметра, с 2–6 кромками и диаметрами от 50 до 200 мм. Передний угол от 5° до 10° , задний угол от 6° до 12° , класс YT15, покрытие TiAlN (толщина 10–20 мкм) для повышенной термостойкости. Скорость резания от 100 до 200 м/мин, точность менее 0,01 мм, обычно используется в тяжелой технике и корпусах двигателей.

Регулируемый расточной инструмент : для достижения точности диаметра отверстия используется устройство точной настройки, а диапазон диаметров сверления составляет от 20 до 150 мм. Передний угол составляет от 5° до 10° , задний угол — от 6° до 12° , и выбран класс YW2. Многослойное покрытие (например, $\text{TiN} + \text{Al}_2\text{O}_3$) обеспечивает комплексную

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

производительность. Скорость резания составляет от 80 до 150 метров в минуту, а точность составляет менее 0,005 мм. Он широко используется в многопроцессной и сложной внутренней обработке отверстий.

10. Отбор и сопоставление

Выбор правильного твердосплавного расточного инструмента требует всестороннего рассмотрения материала заготовки и типа обработки. Например, многолезвийные расточные инструменты YT15 используются для чистовой обработки стали, однолезвийные расточные инструменты YG8 используются для черновой обработки чугуна, а регулируемые расточные инструменты YW2 с многослойным покрытием больше подходят для сложной обработки внутренних отверстий. Производительность станка также имеет решающее значение, при мощности шпинделя более 5 киловатт и скорости от 1000 до 3000 об/мин для полного использования потенциала расточного инструмента.

11. Сводная таблица классификации

Тип расточного инструмента	Количество лопастей	Диаметр (мм)	Передний угол (°)	Задний угол (°)	Применимый Бренд	Тип покрытия	Скорость резки (м/мин)	Глубина резки (мм)	Точность(мм)	Типичные применения
Однолезвийный расточный инструмент	1	5-30	5-8	6-10	YG8	TiN (2-5 мкм)	100-150	0,5-2	<0,005	Малое отверстие вала, корпус подшипника
Многолезвийный расточный инструмент	2-6	50-200	5-10	6-12	YT15	TiAlN (10-20 мкм)	100-200	1-3	<0,01	Тяжелая техника, жилье
Регулируемый расточный инструмент	-	20-150	5-10	6-12	YW2	TiN + Al ₂ O ₃	80-150	0,5-2	<0,005	Сложное внутреннее отверстие, множественные процессы

30-летняя история производства твердосплавных инструментов , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных расточных инструментах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



en.com

chinatungsten.com

1

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

приложение:

Что такое твердосплавный однолезвийный расточный инструмент ?

1. Определение и функция твердосплавного однолезвийного расточного инструмента

Твердосплавный однолезвийный расточной инструмент - это высокопроизводительный режущий инструмент, предназначенный для точной обработки внутренних отверстий и расточных операций. Он широко используется в механической обработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования и других областях. Его основной особенностью является конструкция с одной режущей кромкой в сочетании с превосходной производительностью всего твердосплавного материала, что позволяет достигать высокоточной отделки внутренних отверстий, регулировки диаметра отверстия и оптимизации отделки поверхности. Твердосплавный однолезвийный расточный инструмент основан на твердом сплаве с высокой твердостью (HV 1800-2200), отличной износостойкостью и высокой термостойкостью, подходит для расточки высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплав на основе никеля и чугуна. Конструкция с одной кромкой снижает колебания силы резания (коэффициент рассеивания силы <10%) за счет одной точки резания, а в сочетании с регулируемой структурой инструментальной планки она широко совместима со станками с ЧПУ (ЧПУ), расточными станками или обрабатывающими центрами. Она может эффективно выполнять расширение отверстий, чистовую расточку, снятие фасок и обработку внутренних поверхностей с точностью обработки до уровня IT5-IT7 и шероховатостью поверхности Ra 0,1-0,6 мкм.

По сравнению с многолезвийными расточными инструментами, твердосплавные однолезвийные расточные инструменты обладают большей гибкостью (точность регулировки $\pm 0,005$ мм) и лучшим контролем стружки (эффективность удаления стружки увеличивается на 15% -25%) в отверстиях малого диаметра (<10 мм) или с высокими требованиями к точности, и особенно подходят для обработки, требующей точной регулировки диаметра отверстия или сложной внутренней формы отверстия. Его конструкция очень гибкая, а размер лезвия, угол и длина хвостовика могут быть настроены в соответствии с диаметром отверстия, глубиной и материалом заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной производственной технологии инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением САМ для динамической оптимизации параметров резания с целью повышения качества обработки и срока службы инструмента.

2. Конструктивные особенности твердосплавных однолезвийных расточных фрез

Твердосплавные однолезвийные расточные инструменты нацелены на достижение высокоточной расточки, превосходного удаления стружки и регулируемости. Обычно они используют структуру прямого хвостовика или конического хвостовика с одной режущей кромкой на лезвии в сочетании с регулируемой инструментальной планкой для адаптации к различным диаметрам и глубинам отверстий. Ниже приведены его подробные структурные

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): от 2 мм до 50 мм, микроинструменты для расточки с одной режущей кромкой ($D < 6$ мм) используются для точной расточки микроотверстий, средние ($D = 6-20$ мм) подходят для общей обработки внутренних отверстий, а большие ($D > 20$ мм) используются для тяжелой расточки. Диаметр режущей кромки можно точно настроить с помощью оправки инструмента.

хвостовика : прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB) или конический хвостовик (BT40, CAT50, HSK-A63), диаметр хвостовика соответствует максимальному диаметру резания, класс допуска h6 ($0/-0,006$ мм), длина хвостовика (50-300 мм) подбирается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка, конический хвостовик улучшает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 20-100 Нм).

Общая длина (L): от 100 мм до 500 мм, подходит для небольших станков с ЧПУ (100–200 мм) или тяжелых расточных станков (300–500 мм), сверхдлинная (600 мм) для глубоких отверстий (глубиной до 20D).

Эффективная длина резания (l): от 20 мм до 400 мм, неглубокое растачивание (20–80 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокое растачивание (200–400 мм) подходит для глубоких отверстий или многоступенчатого растачивания, а соотношение длины резания к диаметру обычно контролируется в диапазоне 5:1–15:1.

Угол наклона винтовой линии: 0° – 30° (прямая кромка или микроспираль), стандартное значение 10° – 20° , оптимизирует удаление стружки и снижает вибрацию, 15° – 20° обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества поверхности, а 0° – 10° можно использовать для черновой обработки для повышения прочности.

Диапазон регулировки лезвия составляет 0,01-5 мм (тонкая регулировка). Апертуру можно точно контролировать с помощью резьбы хвостовика или эксцентрикового регулировочного механизма, точность регулировки составляет $\pm 0,005$ мм.

Однолезвийный резец имеет одноточечную конструкцию (угол кромки 90° – 120°) и обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладких режущих кромок ($Ra \leq 0,02$ мкм) и геометрической точности. Корпус резца динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 12000 об/мин) для снижения вибрации во время высокоскоростного растачивания (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,3-1,5 мм, давление 5-15 бар) или внешними стружечными канавками, которые значительно улучшают удаление стружки (эффективность увеличивается на 20%-30%) и терморегулирование (температура зоны резания $< 500^{\circ}\text{C}$), подходит для глубоких отверстий или обработки липких материалов. В некоторых моделях реализована конструкция сменной режущей головки, а режущая головка и инструментальная планка соединены высокоточной резьбой (допуск 6H/6g), что удобно для быстрой замены и переточки лезвий.

3. Материал твердосплавного однолезвийного расточного инструмента

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 60-80 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C, подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 70-100 часов.

K20: Содержание кобальта 8%, твердость HV 1700-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально разработан для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезионная защита, срок службы до 80-120 часов.

При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К) и температуру резки (500-800°C). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) или редкоземельных элементов (например, Ce, 0,1%-0,3%) для оптимизации термостойкости и микроструктуры.

Производство твердосплавных однолезвийных расточных инструментов

Процесс производства включает в себя несколько этапов точности от подготовки сырья до окончательной обработки покрытия, чтобы обеспечить геометрическую точность, долговечность и стабильность работы инструмента. Ниже приводится подробный процесс производства:

Подготовка сырья:

Соотношение материалов: порошок карбида вольфрама (WC) высокой чистоты и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), содержание кобальта регулируется в зависимости от марки (6%-12%), для повышения производительности добавляется карбид титана (TiC, 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC, 0,5%-1%), а размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 мкм.

Процесс смешивания: Мокрое смешивание осуществляется с использованием планетарной шаровой мельницы (50–100 об/мин, 24–48 часов) с добавлением этанола в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация $<1\%$).

Контроль качества: Для определения распределения размеров частиц используется лазерный анализатор размера частиц, а для анализа химического состава используется рентгенофлуоресцентный спектрометр (РФС). Отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

Компрессионное формование:

Параметры процесса: Гидравлический пресс с давлением 150-200 МПа для формирования заготовки корпуса инструмента плотностью 14,5-15,2 г/см³, холодное изостатическое прессование (ХИП, 150-200 МПа, 10-15 минут) для повышения однородности.

Конструкция пресс-формы: Пресс-форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

HRC 50-55), с точностью $\pm 0,02$ мм. Для обеспечения точности формовки лезвия используется лазерная резка и электроэрозионная обработка.

Контроль качества: Плотность заготовок измеряется архимедовым методом (погрешность $< 0,1 \text{ г/см}^3$), внутренняя пористость проверяется микроскопически ($< 0,5\%$).

Высокотемпературное спекание:

Условия процесса: вакуумная печь (давление 10^{-2} Па) или защита водородом, температура 1400°C - 1600°C , продолжительность 10-12 часов, ступенчатый нагрев (50°C в час, стадия предварительного нагрева 300°C - 600°C) для удаления летучих веществ.

Оптимизация процесса: используется технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100-150 МПа) для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 1-2 мкм и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение $< 50 \text{ HV}$).

Контроль качества: сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) для анализа микроструктуры, твердомер по Виккерсу для проверки твердости (HV 1800-2200).

Постобработка:

Точение: Наружное точение инструментами из КНБ, точность биения $< 0,01$ мм, шероховатость поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм.

Шлифовка: сверхточный пятикоординатный шлифовальный станок с ЧПУ для режущей кромки (точность $\pm 0,002$ мм), погрешность профиля режущей кромки $< 0,005$ мм, поверхность $Ra \leq 0,02$ мкм.

Полировка: Алмазный абразив с зернистостью W0,5-W1,0, шероховатость кромки $Ra \leq 0,01$ мкм, электролитическая полировка (плотность тока $0,1 \text{ А/см}^2$) для удаления микроскопических заусенцев.

Обработка кромок: фаска на кончике сверла (0,1–0,2 мм, угол 5° – 10°) для повышения устойчивости к сколам, геометрия кромок откалибрована лазерным интерферометром.

Обработка покрытия:

Технология процесса: Покрытие наносится методом PVD (давление 10^{-3} Па, температура 400 – 500°C , скорость осаждения 0,1-0,2 мкм/ч).

Тип покрытия: TiAlN (толщина 3-8 мкм, твердость 2800-3200 HV), AlCrN (толщина 3-7 мкм, твердость 3000-3400 HV) или DLC (толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения $< 0,1$), снижают коэффициент трения ($< 0,3$), увеличивают срок службы на 30%-50%.

Контроль качества: СЭМ для проверки равномерности покрытия, наноиндентор для проверки твердости и адгезии ($> 70 \text{ Н}$), отклонение толщины $< 0,5$ мкм.

Окончательная проверка и упаковка:

Тестирование производительности: координатно-измерительная машина (КИМ) проверяет диаметр и точность лезвия ($< 0,01$ мм), динамическая балансировочная машина корректирует дисбаланс ($< 5 \text{ г} \cdot \text{мм} / \text{кг}$).

Обработка поверхности: Покрытие антикоррозийным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления.

Маркировка: лазерная гравировка диаметра, длины, марки и номера партии для обеспечения прослеживаемости.

5. Технические параметры твердосплавного однолезвийного расточного инструмента

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): 50-150 м/мин для стали, 30-100 м/мин для титанового сплава, 100-250 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (f_z): 0,01-0,15 мм/об.

Глубина резания (a_p): 0,05-5 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность отверстия $< 0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,1-0,6 мкм.

сценарии применения твердосплавных однолезвийных расточных фрез

Твердосплавные однолезвийные расточные инструменты широко используются в различных промышленных областях благодаря своей высокой точности и регулируемости. Ниже приведено подробное описание сценария, охватывающее конкретные случаи, технические данные и отраслевой фон:

пресс-форм :

Применение: Чистовая расточка внутренних отверстий пресс-форм, направляющих отверстий и позиционирующих отверстий, обычные диаметры составляют 6–20 мм, а глубина — 20–100 мм.

Случай: Фабрика по производству пресс-форм использует однолезвийный расточный инструмент диаметром 10 мм для точной расточки отверстия направляющей стойки штампа. Скорость резки составляет 100 м/мин, скорость подачи составляет 0,05 мм/об, допуск диаметра отверстия после обработки составляет $\pm 0,003$ мм, Ra составляет 0,2 мкм, срок службы инструмента составляет 80 часов, а годовой объем производства составляет 1500 комплектов пресс-форм с повышением эффективности на 35%.

Технические характеристики: требуются высокая чистота обработки и соосность, а внутренняя система охлаждения (10 бар) поддерживает обработку глубоких отверстий.

автомобильная промышленность:

Применение: Обработка отверстий цилиндров двигателей, шатунов и корпусов коробок передач с типичными диаметрами 15–30 мм и глубиной 30–150 мм.

Случай: Компания по производству автозапчастей использует однолезвийный расточный инструмент диаметром 20 мм для обработки отверстий цилиндров со скоростью резания 80 м/мин и скоростью подачи 0,04 мм/об. Круглость отверстия после обработки составляет $< 0,005$ мм, Ra составляет 0,3 мкм, а срок службы инструмента составляет 90 часов. Она производит 600 000 цилиндров в год, сокращая процессы на 20%.

Предыстория отрасли: В связи с ростом спроса на корпуса двигателей электромобилей особое внимание уделяется точной расточке алюминиевых и магниевых сплавов, а также возрос спрос на антиадгезионные покрытия (например, DLC) для однолезвийных расточных инструментов.

Аэрокосмическая промышленность:

Применение: расточка соединительных отверстий фюзеляжа и стоек шасси из титанового сплава или высокопрочной стали, общий диаметр 10-25 мм, глубина 50-200 мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Случай: Авиакомпания использовала однолезвийный расточный инструмент диаметром 15 мм для обработки отверстий шасси из титанового сплава. Скорость резания составляла 50 м/мин, скорость подачи — 0,03 мм/об, допуск диаметра отверстия после обработки — $\pm 0,004$ мм, Ra — 0,2 мкм, срок службы инструмента — 100 часов, и он соответствовал стандарту AS9100.

Технические характеристики: Требуются термостойкость и высокая точность, а внутреннее давление охлаждения должно быть выше 15 бар.

Производство энергетического оборудования:

Применение: Обработка отверстий вала турбины, внутренних отверстий корпуса насоса и отверстий корпуса клапана, обычные диаметры составляют 20-40 мм, глубина — 100-300 мм.

Случай: Производитель энергетического оборудования использует однолезвийный расточный инструмент диаметром 25 мм для обработки отверстий корпуса гидравлического насоса. Скорость резания составляет 70 м/мин, скорость подачи — 0,06 мм/об, погрешность диаметра отверстия после обработки составляет $< 0,01$ мм, Ra — 0,5 мкм, срок службы инструмента — 110 часов, а годовой объем производства составляет 4000 корпусов насосов, при этом эффективность повышается на 30%.

Предыстория отрасли: Поскольку ветроэнергетическое и атомное энергетическое оборудование предъявляет более высокие требования к точности глубоких отверстий, виброустойчивая конструкция и охлаждающий канал однолезвийных расточных резцов стали ключевыми.

Медицинские приборы:

Применение: Расточка внутренних отверстий ортопедических имплантатов или установочных отверстий хирургических инструментов, с обычным диаметром 4–10 мм и глубиной 10–50 мм.

Случай: Медицинская компания использовала однолезвийный расточный инструмент диаметром 6 мм для обработки внутреннего отверстия тазобедренного сустава из титанового сплава. Скорость резания составляла 40 м/мин, скорость подачи — 0,02 мм/об, допуск диаметра отверстия после обработки — $\pm 0,002$ мм, Ra — 0,1 мкм, срок службы инструмента — 60 часов, и он соответствовал стандартам биосовместимости FDA.

Технические характеристики: Требует чрезвычайно высокой точности и качества поверхности, часто использует покрытие TiAlN для уменьшения загрязнения металла.

Механические части:

Применение: Обработка отверстий под подшипники, отверстий под валы шестерен и внутренних отверстий корпусов насосов, обычные диаметры составляют 12–30 мм, глубина — 50–150 мм.

Случай: Машиностроительная компания использует однолезвийный расточный инструмент диаметром 18 мм для обработки отверстий под подшипники. Скорость резания составляет 90 м/мин, скорость подачи — 0,05 мм/об, круглость отверстия после обработки составляет $< 0,006$ мм, Ra — 0,4 мкм, срок службы инструмента — 85 часов, а годовой объем производства составляет 100 000 гнезд подшипников, что на 25% выше.

Предыстория отрасли: Поскольку спрос на обработку глубоких отверстий большого диаметра в тяжелом машиностроении растет, жесткость и долговечность однолезвийных

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

расточных инструментов становятся конкурентным преимуществом.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных однолезвийных расточных инструментов

Станок: трехкоординатный или пятикоординатный с ЧПУ, биение $<0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 3 кВт, рекомендуется использовать расточный станок высокой жесткости (жесткость направляющих >3000 Н / мкм) .

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10 бар, 15-20 л/мин) или внутренняя система охлаждения (давление 5-15 бар). Вязкие материалы (например, нержавеющая сталь) требуют усиленного охлаждения (расход увеличивается до 25 л/мин).

Параметры: V_c 100 м/мин, f_z 0,05 мм/об, глубина резания сегментная (5D на сегмент), подача в переходном сегменте расточки уменьшена вдвое для снижения вибрации.

Установка: Соосность $<0,002$ мм, усилие зажима 20-40 Нм (прямой хвостовик) или 40-60 Нм (конический хвостовик), перед установкой откалибруйте соосность хвостовика инструмента.

Износ: Замените, когда износ лезвия VB достигает 0,3 мм, диаметр отверстия выходит за пределы допуска ($>0,01$ мм) или появляются царапины на поверхности. Рекомендуется проверять каждые 20 часов и записывать данные об износе для оптимизации цикла использования.

30-летняя история производства твердосплавных инструментов , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных однолезвийных расточных инструментах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 📧 Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавный многолезвийный расточный инструмент?

1. Определение и функция твердосплавного многолезвийного расточного инструмента

Твердосплавные многолезвийные расточные фрезы представляют собой высокопроизводительные режущие инструменты, предназначенные для эффективной и точной обработки внутренних отверстий и операций расточки. Они широко используются в обработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования и производстве тяжелого машиностроения. Их основной особенностью является использование конструкции с несколькими режущими кромками (обычно 2-6 кромок) в сочетании с превосходной производительностью всего твердосплавного материала, что позволяет достигать высокоэффективной черновой расточки, полустойковой расточки и чистовой расточки, особенно подходит для обработки отверстий большого диаметра или глубоких отверстий. Твердосплавные многолезвийные расточные фрезы основаны на твердом сплаве с высокой твердостью (HV 1800-2200), превосходной износостойкостью и высокой термостойкостью, подходят для расточки высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплавы на основе никеля, чугуна и алюминиевые сплавы. Конструкция с несколькими лезвиями распределяет силу резания через несколько точек резания (коэффициент рассеивания силы 20%-40%), повышая эффективность и стабильность обработки. Она широко подходит для станков с ЧПУ (ЧПУ), расточных станков, обрабатывающих центров или специального расточного оборудования и может эффективно выполнять расширение отверстий, чистовую расточку, снятие фасок и обработку внутренних поверхностей. Точность обработки может достигать уровня IT5-IT7, а шероховатость поверхности может достигать Ra 0,2-0,8 мкм.

Твердосплавные многолезвийные расточные инструменты имеют более высокую скорость резания (увеличенную на 30–50%) и вибростойкость (уменьшенную на 15–25%) в отверстиях среднего и большого диаметра (>10 мм) или в сценариях с высокой скоростью съема металла и особенно подходят для тяжелых нагрузок и сред массового производства. Его конструкция очень гибкая, а количество кромок, геометрия кромок и длина хвостовика могут быть настроены в соответствии с диаметром отверстия, глубиной и материалом заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной производственной технологии инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением CAM (таким как HyperMill и Edgcam) для динамической оптимизации параметров резания с целью повышения эффективности обработки и срока службы инструмента.

2. Конструктивные особенности твердосплавных многолезвийных расточных фрез

Твердосплавные многолезвийные расточные фрезы направлены на достижение эффективного растачивания, высокой жесткости и превосходного удаления стружки. Они обычно используют структуру прямого хвостовика, конического хвостовика или модульной инструментальной планки с многолезвийной спиральной или прямой компоновкой кромок,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

сочетая возможности радиальной и осевой резки для адаптации к сложной обработке внутренних отверстий. Ниже приведены его подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): от 10 мм до 100 мм, микромноголезвийные расточные инструменты ($D < 15$ мм) используются для тонкой расточки небольших отверстий, средние ($D = 15-50$ мм) подходят для общей обработки внутренних отверстий, а большие ($D > 50$ мм) используются для тяжелой расточки или отверстий большого диаметра. Диаметр режущей кромки можно точно настроить с помощью оправки инструмента.

хвостовика : прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB), конический хвостовик (BT40, CAT50, HSK-A63) или модульный хвостовик, диаметр хвостовика соответствует максимальному диаметру резания, класс допуска h6 ($0/-0,006$ мм), длина хвостовика (100–500 мм) подбирается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка, конический хвостовик или модульная конструкция обеспечивают передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 50–200 Нм).

Общая длина (L): от 150 мм до 800 мм, подходит для средних станков с ЧПУ (150–300 мм) или тяжелых расточных станков (400–800 мм), сверхдлинные (1000 мм) для глубоких отверстий (глубиной до 25D).

Эффективная длина резания (l): от 30 мм до 600 мм, неглубокое растачивание (30–100 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокое растачивание (300–600 мм) подходит для глубоких отверстий или многоступенчатого растачивания, а соотношение длины резания к диаметру обычно контролируется в диапазоне 5:1–20:1.

Угол наклона спирали: 10° – 40° , стандартное значение 15° – 30° , спиральная конструкция оптимизирует отвод стружки и снижение вибрации, 25° – 30° обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества поверхности, 10° – 20° можно выбрать для черновой обработки для повышения прочности, некоторые индивидуальные модели поддерживают постепенный угол наклона спирали (10° – 35°) для адаптации к обработке глубоких отверстий.

Режущие кромки: 2-6 режущих кромок, в зависимости от диаметра и требований к обработке. Малый диаметр ($D < 20$ мм) имеет 2-3 кромки, средний и большой диаметр ($D > 20$ мм) имеет 4-6 кромок. Увеличение количества кромок может повысить эффективность резки, но требует станков высокой жесткости и охлаждающей поддержки. Погрешность расстояния между кромками $< 0,02$ мм обеспечивает равномерную силу резания.

Многолезвийный резец имеет симметричную или асимметричную конструкцию многоточечного резания (угол кромки 90° – 120°), которая обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкости режущей кромки ($R_a \leq 0,02$ мкм) и геометрической точности. Корпус резца динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибрации (амплитуда $< 0,005$ мм) при высокоскоростном растачивании. Высокоточные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5-2

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

мм, давление 5-20 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 1-2 мм), которые значительно улучшают удаление стружки (эффективность увеличивается на 25%-35%) и терморегулирование (температура зоны резания <600°C), подходит для глубоких отверстий или обработки липких материалов. В некоторых моделях реализована модульная конструкция режущей головки, которая соединяется с режущей головкой и инструментальной рамой посредством высокоточной резьбы или байонета (допуск 6H/6g), что удобно для быстрой замены и переточки лезвий, а модульная длина может достигать 500 мм.

3. Материал твердосплавного многолезвийного расточного инструмента

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 70-100 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C, подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 80-120 часов.

K40: Содержание кобальта 12%, твердость HV 1600-1800, прочность на изгиб 2200-2500 МПа, специально разработан для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезионная способность, срок службы до 100-150 часов.

При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К) и температуру резки (500-900°C). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) или редкоземельных элементов (например, Се, 0,1%-0,3%) для оптимизации термостойкости, стойкости к окислению и однородности микроструктуры.

4. Изготовление твердосплавных многолезвийных расточных инструментов

Процесс производства включает в себя несколько этапов точности от подготовки сырья до окончательной обработки покрытия, чтобы обеспечить геометрическую точность, долговечность и стабильность работы инструмента. Ниже приводится подробный процесс производства:

Подготовка сырья:

Соотношение материалов: порошок карбида вольфрама (WC) высокой чистоты и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), содержание кобальта регулируется в зависимости от марки (6%-12%), для повышения производительности добавляется карбид титана (TiC, 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC, 0,5%-1%), а размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 мкм.

Процесс смешивания: Мокрое смешивание осуществляется с использованием планетарной

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

шаровой мельницы (50–100 об/мин, 24–48 часов) с добавлением этанола в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация <1%).

Контроль качества: Для определения распределения размеров частиц используется лазерный анализатор размера частиц, а для анализа химического состава используется рентгенофлуоресцентный спектрометр (РФС). Отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

Компрессионное формование:

Параметры процесса: Гидравлический пресс с давлением 150–200 МПа для формирования заготовки корпуса инструмента плотностью 14,5–15,2 г/см³, холодное изостатическое прессование (ХИП, 150–200 МПа, 10–15 минут) для повышения однородности.

пресс-формы: Пресс-форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 50–55) с точностью $\pm 0,02$ мм. Для обеспечения точности формовки нескольких лопаток используется лазерная резка и электроэрозионная обработка.

Контроль качества: Плотность заготовок измеряется архимедовым методом (погрешность < 0,1 г/см³), внутренняя пористость проверяется микроскопически (< 0,5%).

Высокотемпературное спекание:

Условия процесса: вакуумная печь (давление 10^{-2} Па) или защита водородом, температура 1400°C–1600°C, продолжительность 10–12 часов, ступенчатый нагрев (50°C в час, стадия предварительного нагрева 300°C–600°C) для удаления летучих веществ.

Оптимизация процесса: Для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 1–2 мкм и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение <50 HV) используется технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100–150 МПа).

Контроль качества: сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) для анализа микроструктуры, твердомер по Виккерсу для проверки твердости (HV 1800–2200).

Постобработка:

Точение: Наружное точение инструментами из КНБ, точность биения <0,01 мм, шероховатость поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм.

Шлифовка: сверхточный пятикоординатный шлифовальный станок с ЧПУ обрабатывает несколько режущих кромок (точность $\pm 0,002$ мм), погрешность профиля режущей кромки <0,005 мм, поверхность $Ra \leq 0,02$ мкм.

Полировка: Алмазный абразив с зернистостью W0,5–W1,0, шероховатость кромки $Ra \leq 0,01$ мкм, электролитическая полировка (плотность тока 0,1 А/см²) для удаления микроскопических заусенцев.

Обработка кромки: скошенный кончик лезвия (0,1–0,2 мм, угол 5°–10°) для повышения устойчивости к сколам, геометрия лезвия откалибрована лазерным интерферометром.

Обработка покрытия:

Технология процесса: Покрытие наносится методом PVD (давление 10^{-3} Па, температура 400–500°C, скорость осаждения 0,1–0,2 мкм/ч).

Тип покрытия: TiAlN (толщина 3–8 мкм, твердость 2800–3200 HV), AlCrN (толщина 3–7 мкм, твердость 3000–3400 HV) или DLC (толщина 1–3 мкм, твердость 3000–3500 HV, коэффициент трения <0,1), снижают коэффициент трения (<0,3), увеличивают срок службы на 30%–50%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Контроль качества: СЭМ для проверки равномерности покрытия, наноиндентор для проверки твердости и адгезии (>70 Н), отклонение толщины $<0,5$ мкм.

Тестирование и упаковка:

Тестирование производительности: координатно-измерительная машина (КИМ) проверяет диаметр и точность лезвия ($<0,01$ мм), динамическая балансировочная машина корректирует дисбаланс (<5 г·мм /кг).

Обработка поверхности: Покрытие антикоррозийным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления.

Маркировка: лазерная гравировка диаметра, длины, количества канавок, марки и номера партии для обеспечения прослеживаемости.

5. Технические параметры твердосплавных многолезвийных расточных фрез

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C - 1000°C .

Скорость резания (V_c): 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава, 100-300 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (fz): 0,02-0,25 мм/об.

Глубина реза (ap): 0,1-10 мм.

Допуск: диаметр $\pm 0,01$ мм, точность отверстия $<0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,2-0,8 мкм.

6. Сценарии применения твердосплавных многолезвийных расточных фрез

Твердосплавные многолезвийные расточные фрезы широко используются во многих промышленных областях благодаря своей высокой эффективности и характеристикам многолезвийного совместного использования силы резания. Ниже приводится подробное описание сценария, охватывающее конкретные случаи, технические данные и отраслевой фон:

пресс-форм :

Применение: Черновая и чистовая расточка полостей пресс-форм, направляющих втулок и отверстий охлаждения, типичные диаметры составляют 20–50 мм, а глубина — 50–200 мм.

Случай: Фабрика пресс-форм использует 30-миллиметровый 4-гранный расточный инструмент для черновой расточки внутренней полости штамповочной формы. Скорость резания составляет 150 м/мин, скорость подачи — 0,15 мм/об, допуск диаметра отверстия после обработки — $\pm 0,008$ мм, Ra — 0,5 мкм, срок службы инструмента — 100 часов, а годовой объем производства — 1200 комплектов пресс-форм с повышением эффективности на 40%.

Технические характеристики: требуются высокая скорость съема металла и стабильность, а внутренняя система охлаждения (15 бар) поддерживает обработку глубоких отверстий.

автомобильная промышленность:

Применение: Обработка отверстий цилиндров двигателей, отверстий шпинделей коленчатых валов и отверстий корпусов коробок передач с типичными диаметрами 30–70 мм и глубиной 80–250 мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Случай: Компания по производству автомобильных деталей использует 6-гранный расточный инструмент диаметром 50 мм для чистовой расточки отверстия главного вала блока цилиндров. Скорость резания составляет 120 м/мин, скорость подачи — 0,10 мм/об, круглость отверстия после обработки составляет <0,006 мм, Ra — 0,3 мкм, срок службы инструмента — 120 часов, а годовой объем производства составляет 800 000 блоков цилиндров, а время обработки сокращается на 25%.

Предыстория отрасли: Спрос на обработку отверстий большого диаметра в корпусах двигателей и трансмиссионных системах электромобилей возрос, и высокая эффективность многолезвийных расточных инструментов стала преимуществом.

Аэрокосмическая промышленность:

Применение: расточка соединительных отверстий фюзеляжа и стоек шасси из титанового сплава или высокопрочной стали, общий диаметр 25-60 мм, глубина 100-300 мм.

Случай: Авиакомпания использовала 4-гранный расточный инструмент диаметром 40 мм для обработки отверстий шасси из титанового сплава. Скорость резания составляла 80 м/мин, скорость подачи — 0,08 мм/об, допуск диаметра отверстия после обработки — $\pm 0,005$ мм, Ra — 0,2 мкм, срок службы инструмента — 130 часов, и он соответствовал стандарту AS9100.

Технические характеристики: Требуются термостойкость и высокая точность, а внутреннее давление охлаждения должно быть выше 20 бар.

Производство энергетического оборудования:

Применение: Обработка отверстий в валах турбин, больших отверстий в корпусах насосов и отверстий в корпусах клапанов, обычные диаметры составляют 40–100 мм, глубина — 200–500 мм.

Случай: Производитель энергетического оборудования использует 6-гранный расточный инструмент диаметром 60 мм для обработки отверстий корпуса гидравлического насоса. Скорость резания составляет 100 м/мин, скорость подачи — 0,12 мм/об, погрешность диаметра отверстия после обработки составляет <0,01 мм, Ra — 0,6 мкм, а срок службы инструмента — 150 часов. Годовой объем производства составляет 3000 корпусов насосов, а эффективность повышается на 35%.

Предыстория отрасли: Оборудование для ветроэнергетики и атомной энергетики предъявляет более высокие требования к точности обработки и качеству поверхности глубоких отверстий большого диаметра, а устойчивость к вибрации и конструкция охлаждения многолезвийных расточных фрез имеют решающее значение.

Тяжелая техника:

Применение: Обработка отверстий шпинделя станка, внутренних отверстий коробки передач и больших литых отверстий, обычные диаметры составляют 50-100 мм, а глубины — 200-600 мм.

Случай: Машиностроительная компания использует 80 -мм 5-гранный расточный инструмент для обработки отверстия шпинделя станка. Скорость резания составляет 90 м/мин, скорость подачи — 0,10 мм/об, а круглость отверстия после обработки составляет <0,008 мм, Ra 0,5 мкм, а срок службы инструмента — 140 часов. Годовой выпуск 5000 деталей станка увеличил эффективность на 30%.

Предыстория отрасли: Поскольку спрос на обработку глубоких отверстий большого

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

диаметра в тяжелом машиностроении растет, жесткость и долговечность многолезвийных расточных инструментов становятся конкурентным преимуществом.

Судостроение:

Применение: Обработка отверстий цилиндров судовых двигателей и отверстий гребных валов, обычные диаметры 70-120 мм и глубины 300-800 мм.

Случай: Судостроительный завод использует 6-гранный расточный инструмент диаметром 100 мм для обработки отверстия вала подруливающего устройства. Скорость резания составляет 80 м/мин, скорость подачи — 0,15 мм/об, допуск диаметра отверстия после обработки — $\pm 0,01$ мм, Ra — 0,7 мкм, срок службы инструмента — 160 часов, а годовой объем производства — 200 подруливающих устройств, что повышает эффективность на 40%.

Технические характеристики: требуются высокая жесткость и возможность обработки глубоких отверстий, а внутренняя система охлаждения требует поддержки высокого давления (20 бар).

Меры предосторожности при использовании твердосплавных многолезвийных расточных инструментов

Станок : пятикоординатный ЧПУ или сверхмощный расточной станок, биение $< 0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт, рекомендуется использовать шпиндель высокой жесткости (жесткость направляющих > 4000 Н / мкм).

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10-20 бар, 20-30 л/мин) или внутренняя система охлаждения (давление 5-20 бар). Вязкие материалы (например, нержавеющая сталь) требуют усиленного охлаждения (расход увеличивается до 35 л/мин).

Параметры: Vc 120 м/мин, fz 0,10 мм/об, сегментированная глубина резания (5D на сегмент), подача уменьшена вдвое в многокромочном переходном сегменте для снижения вибрации.

Монтаж: Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 40-80 Нм (конический хвостовик или модульный), перед установкой откалибруйте соосность оправки инструмента и шпинделя.

Износ: Заменить, когда износ лезвия VB достигает 0,3 мм, диаметр отверстия выходит за пределы допуска ($> 0,01$ мм) или появляются царапины на поверхности. Рекомендуется проверять каждые 30 часов и записывать данные об износе для оптимизации цикла использования.

30-летняя история производства твердосплавных инструментов , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных многолезвийных расточных инструментах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten

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

Online»



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

en.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

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

приложение:

Что такое твердосплавный регулируемый расточный инструмент?

Определение и функция твердосплавного регулируемого расточного инструмента

Твердосплавный регулируемый расточной инструмент - это высокопроизводительный режущий инструмент, предназначенный для высокоточной обработки внутренних отверстий и гибких операций расточки. Он широко используется в механической обработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования и производстве точных приборов. Его основной особенностью является комбинированная конструкция регулируемого инструментального стержня и твердосплавной режущей кромки. Он может точно регулировать диаметр резания с помощью механизма тонкой настройки для удовлетворения потребностей различных диаметров отверстий и достижения высокоточной обработки. Твердосплавный регулируемый расточной инструмент использует карбид в качестве материала лезвия, имеет высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость и подходит для расточки высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплав на основе никеля, чугуна и алюминиевый сплав. Регулируемая конструкция обеспечивает регулировку диаметра с помощью прецизионной резьбы, эксцентриковой регулировки или гидравлического механизма (диапазон регулировки 0,01-10 мм, точность $\pm 0,002$ мм). Он широко совместим со станками с ЧПУ (ЧПУ), расточными станками, обрабатывающими центрами или специальным расточным оборудованием. Он может эффективно выполнять расширение отверстий, чистовую расточку, снятие фасок, обработку внутренних поверхностей и ремонт отверстий. Точность обработки может достигать уровня IT4-IT6, а шероховатость поверхности может достигать Ra 0,1-0,5 мкм.

Твердосплавные регулируемые расточные инструменты обладают большей гибкостью (адаптируемость увеличивается на 50%-70%) и экономичностью (снижение частоты замены инструмента) в мелкосерийном производстве, многоспециализированной обработке отверстий или сценариях точной настройки отверстий и особенно подходят для сложной обработки заготовок, требующей высокой точности и динамической регулировки. Гибкость конструкции чрезвычайно высока, а геометрия лезвия, механизм регулировки и длина стержня инструмента могут быть настроены в соответствии с диапазоном отверстий, глубиной и материалом заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной производственной технологии инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением САМ и сенсорными системами для динамической оптимизации параметров резки посредством обратной связи в реальном времени.

особенности твердосплавной регулируемой расточной фрезы

Регулируемые твердосплавные расточные инструменты направлены на достижение высокоточной расточки, регулируемости и превосходного удаления стружки. Обычно они используют структуру с прямым хвостовиком, коническим хвостовиком или модульной

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

рамой, одно- или многолезвийную компоновку лезвия и оснащены механизмом точной регулировки для соответствия различным требованиям к диаметру отверстия. Ниже приведены его подробные структурные характеристики, охватывающие геометрические параметры, технологию обработки и функциональную оптимизацию:

Диаметр (D): от 5 мм до 150 мм, микрорегулируемые расточные инструменты ($D < 15$ мм) используются для точной расточки небольших отверстий, средние ($D = 15-50$ мм) подходят для общей обработки внутренних отверстий, большие ($D > 50$ мм) используются для тяжелой расточки или отверстий большого диаметра, диапазон регулировки 0,01-10 мм, точность $\pm 0,002$ мм.

хвостовика : прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB), конический хвостовик (BT40, CAT50, HSK-A63) или модульный хвостовик, диаметр хвостовика соответствует максимальному диаметру резания, класс допуска h6 (0/-0,006 мм), длина хвостовика (100-600 мм) настраивается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка, модульная конструкция обеспечивает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 50-300 Нм).

Общая длина (L): от 150 мм до 1000 мм, подходит для средних станков с ЧПУ (150–300 мм) или тяжелых расточных станков (400–1000 мм), сверхдлинные (1200 мм) для глубоких отверстий (глубиной до 30D).

Эффективная длина резания (l): от 30 мм до 800 мм, неглубокое растачивание (30–100 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, глубокое растачивание (400–800 мм) подходит для глубоких отверстий или многоступенчатого растачивания, а соотношение длины резания к диаметру обычно контролируется в диапазоне 5:1–25:1.

Угол наклона спирали: 10° - 40° , стандартное значение 15° - 30° , спиральная конструкция оптимизирует отвод стружки и снижение вибрации, 25° - 30° обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества поверхности, 10° - 20° можно выбрать для черновой обработки для повышения прочности, некоторые индивидуальные модели поддерживают постепенный угол наклона спирали (10° - 35°) для адаптации к обработке глубоких отверстий.

Режущие кромки: 1-4 режущие кромки, в зависимости от диаметра и требований к обработке. Малый диаметр ($D < 20$ мм) имеет 1-2 кромки, средний и большой диаметр ($D > 20$ мм) имеет 2-4 кромки. Увеличение количества кромок может повысить эффективность резки, но требует поддержки станка высокой жесткости. Погрешность расстояния между кромками составляет $< 0,02$ мм.

Регулируемое лезвие спроектировано с одним или несколькими лезвиями. Механизм регулировки включает в себя прецизионную резьбу (шаг 0,5-1 мм), эксцентриковую регулировку (эксцентриситет 0,01-5 мм) или гидравлическую тонкую регулировку (давление 0,1-1 бар). Он обработан сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкости режущей кромки ($Ra \leq 0,02$ мкм) и геометрической точности. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм/кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростном

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

растачивании (амплитуда $<0,005$ мм). Высококачественные модели оснащены внутренними каналами охлаждения (диаметр 0,5-2,5 мм, давление 5-25 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 1-2,5 мм), что значительно улучшает удаление стружки (эффективность увеличивается на 25%-40%) и терморегулирование (температура в зоне резания $<600^{\circ}\text{C}$), подходит для глубоких отверстий или обработки липких материалов. Некоторые модели представляют модульную конструкцию режущей головки. Режущая головка и стержень инструмента соединены высокоточной резьбой или байонетными соединениями (допуск 6H/6g), что обеспечивает быструю замену и переточку лезвий. Модульная длина может достигать 800 мм.

3. Материал твердосплавного регулируемого расточного инструмента

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают:

YG6X: содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы резания может достигать 70-100 часов.

YT15: Содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C , подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 80-120 часов.

K30: Содержание кобальта 8%, твердость HV 1700-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально разработан для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезионная способность, срок службы до 100-150 часов.

При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К) и температуру резки ($500-900^{\circ}\text{C}$). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) или редкоземельных элементов (например, Се, 0,1%-0,3%) для оптимизации термостойкости, стойкости к окислению и однородности микроструктуры.

4. Изготовление твердосплавных регулируемых расточных резцов

Процесс производства включает в себя несколько этапов точности от подготовки сырья до окончательной обработки покрытия, что обеспечивает геометрическую точность, долговечность и регулируемую производительность инструмента. Ниже приводится подробный процесс производства:

Подготовка сырья:

Соотношение материалов: порошок карбида вольфрама (WC) высокой чистоты и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), содержание кобальта регулируется в зависимости от марки (6%-12%), для повышения производительности добавляется карбид титана (TiC, 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC, 0,5%-1%), а размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 мкм.

Процесс смешивания: Мокрое смешивание осуществляется с использованием планетарной шаровой мельницы (50-100 об/мин, 24-48 часов) с добавлением этанола в качестве

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация $<1\%$).

Контроль качества: Для определения распределения размеров частиц используется лазерный анализатор размера частиц, а для анализа химического состава используется рентгенофлуоресцентный спектрометр (РФС). Отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

Компрессионное формование:

Параметры процесса: Гидравлический пресс с давлением 150-200 МПа для формирования заготовки корпуса инструмента плотностью 14,5-15,2 г/см³, холодное изостатическое прессование (ХИП, 150-200 МПа, 10-15 минут) для повышения однородности.

пресс-формы: Пресс-форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 50-55), с точностью $\pm 0,02$ мм. Для обеспечения точности формовки лезвия и регулировочного механизма используется лазерная резка и электроэрозионная обработка.

Контроль качества: Плотность заготовок измеряется архимедовым методом (погрешность $< 0,1$ г/см³), внутренняя пористость проверяется микроскопически ($< 0,5\%$).

Высокотемпературное спекание:

Условия процесса: вакуумная печь (давление 10^{-2} Па) или защита водородом, температура 1400°C-1600°C, продолжительность 10-12 часов, ступенчатый нагрев (50°C в час, стадия предварительного нагрева 300°C-600°C) для удаления летучих веществ.

Оптимизация процесса: Для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 1-2 мкм и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение < 50 HV) используется технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100-150 МПа).

Контроль качества: сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) для анализа микроструктуры, твердомер по Виккерсу для проверки твердости (HV 1800-2200).

Постобработка:

Точение: Наружное точение инструментами из КНБ, точность биения $< 0,01$ мм, шероховатость поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм.

Шлифовка: сверхточный пятикоординатный шлифовальный станок с ЧПУ для режущей кромки и регулировочного механизма (точность $\pm 0,002$ мм), погрешность профиля режущей кромки $< 0,005$ мм, поверхность $Ra \leq 0,02$ мкм.

Полировка: Алмазный абразив с зернистостью W0,5-W1,0, шероховатость кромки $Ra \leq 0,01$ мкм, электролитическая полировка (плотность тока 0,1 А/см²) для удаления микроскопических заусенцев.

Обработка кромки: скошенный кончик лезвия (0,1–0,2 мм, угол 5°–10°) для повышения устойчивости к скалыванию, точность резьбы регулировочного механизма 6H/6g, геометрия откалибрована лазерным интерферометром.

Обработка покрытия:

Технология процесса: Покрытие наносится методом PVD (давление 10^{-3} Па, температура 400-500°C, скорость осаждения 0,1-0,2 мкм/ч).

Тип покрытия: TiAlN (толщина 3-8 мкм, твердость 2800-3200 HV), AlCrN (толщина 3-7 мкм, твердость 3000-3400 HV) или DLC (толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения $< 0,1$), снижают коэффициент трения ($< 0,3$), увеличивают срок службы на 30%-50%.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Контроль качества: СЭМ для проверки равномерности покрытия, наноиндентор для проверки твердости и адгезии (>70 Н), отклонение толщины $<0,5$ мкм.

Тестирование упаковки:

Тестирование производительности: координатно-измерительная машина (КИМ) проверяет диаметр, точность лезвия и диапазон регулировки ($<0,01$ мм), динамическая балансировочная машина корректирует дисбаланс (<5 г·мм /кг).

Обработка поверхности: Покрытие антикоррозийным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления.

Маркировка: лазерная гравировка диапазона диаметров, длины, марки и номера партии для обеспечения прослеживаемости.

Технические параметры твердосплавного регулируемого расточного инструмента

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: 600°C - 1000°C .

Скорость резания (V_c): 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава, 100-300 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (fz): 0,01-0,20 мм/об.

Глубина реза (ap): 0,05-10 мм.

Допуск: точность регулировки диаметра $\pm 0,002$ мм, точность диаметра отверстия $<0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,1-0,5 мкм.

сценарии применения твердосплавных регулируемых расточных фрез

Регулируемые расточные инструменты из карбида широко используются во многих промышленных областях благодаря своей высокой точности и гибким регулируемым характеристикам. Ниже приведено подробное описание сценария, охватывающее конкретные случаи, технические данные и отраслевой фон:

пресс-форм :

Применение: Чистовая расточка направляющих отверстий, отверстий охлаждения и внутренних отверстий в формах диаметром от 10 до 30 мм и глубиной от 50 до 150 мм.

Случай: Фабрика по производству пресс-форм использует регулируемый расточный инструмент диаметром 15-25 мм для точной расточки отверстия направляющей втулки штампа . Скорость резания составляет 120 м/мин, скорость подачи составляет 0,05 мм/об, точность регулировки составляет $\pm 0,002$ мм, допуск диаметра отверстия после обработки составляет $\pm 0,003$ мм, Ra составляет 0,2 мкм, срок службы инструмента составляет 90 часов, а годовой объем производства составляет 1000 комплектов пресс-форм, что сокращает замену инструмента на 50%.

Технические характеристики: требуются высокая чистота обработки и соосность , а внутренняя система охлаждения (10 бар) поддерживает обработку глубоких отверстий.

автомобильная промышленность:

Применение: Обработка отверстий цилиндров двигателей, шатунов и корпусов коробок передач с типичным диаметром 20–50 мм и глубиной 80–200 мм.

Пример: Компания по производству автозапчастей использует регулируемый расточный

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

инструмент диаметром 30–40 мм для обработки отверстий цилиндров со скоростью резания 100 м/мин, скоростью подачи 0,08 мм/об, точностью регулировки $\pm 0,002$ мм, круглостью отверстия $< 0,005$ мм после обработки, Ra 0,3 мкм, сроком службы инструмента 110 часов, годовой производительностью 700 000 цилиндров и сокращением времени процесса на 30%. Предыстория отрасли: Спрос на обработку многопрофильных отверстий в корпусах двигателей электромобилей возрос, и гибкость регулируемых расточных инструментов стала ключевым фактором.

Аэрокосмическая промышленность:

Применение: расточка соединительных отверстий фюзеляжа и стоек шасси из титанового сплава или высокопрочной стали, общий диапазон диаметров 15-40 мм, глубина 100-300 мм. Случай: Авиакомпания использовала регулируемый расточный инструмент диаметром 20-30 мм для обработки отверстий шасси из титанового сплава. Скорость резания составляла 60 м/мин, скорость подачи — 0,04 мм/об, точность регулировки — $\pm 0,002$ мм, допуск диаметра отверстия после обработки — $\pm 0,004$ мм, Ra — 0,2 мкм, срок службы инструмента — 120 часов, и он соответствовал стандарту AS9100.

Технические характеристики: Требуются термостойкость и высокая точность, а внутреннее давление охлаждения должно быть выше 15 бар.

Производство энергетического оборудования:

Применение: Обработка отверстий вала турбины, больших отверстий корпуса насоса и отверстий корпуса клапана, общий диапазон диаметров составляет 40-80 мм, глубина 200-500 мм.

Случай: Производитель энергетического оборудования использует регулируемый расточный инструмент диаметром 50-70 мм для обработки отверстий корпуса гидронасоса. Скорость резания составляет 90 м/мин, скорость подачи — 0,10 мм/об, точность регулировки — $\pm 0,002$ мм, погрешность диаметра отверстия после обработки $< 0,01$ мм, Ra — 0,4 мкм, срок службы инструмента — 140 часов, а годовой объем производства — 2500 корпусов насосов, что повышает эффективность на 35%.

Особое значение имеют вибростойкость и конструкция охлаждения регулируемых расточных резцов.

Тяжелая техника:

Применение: Обработка отверстий шпинделя станка, внутренних отверстий коробок передач и больших литых отверстий, общий диапазон диаметров составляет 60-120 мм, глубина 300-800 мм.

Пример: Машиностроительная компания использует регулируемый расточный резец диаметром 80-100 мм для обработки отверстия шпинделя станка. Скорость резания составляет 80 м/мин, скорость подачи составляет 0,12 мм/об, точность регулировки составляет $\pm 0,002$ мм, круглость отверстия после обработки составляет $< 0,008$ мм, Ra составляет 0,5 мкм, срок службы инструмента составляет 150 часов, а годовой объем производства составляет 4000 деталей станка, что позволило повысить эффективность на 30%.

а жесткость и регулируемость регулируемых расточных инструментов стали конкурентным преимуществом.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Точные приборы:

Применение: расточка отверстий для валов оптических приборов, отверстий под прецизионные подшипники и отверстий для крепления датчиков, общий диапазон диаметров 5-20 мм, глубина 20-100 мм.

Пример: Производитель точных приборов использует регулируемый расточный инструмент диаметром 10–15 мм для обработки отверстий под ось оптической линзы со скоростью резания 70 м/мин, скоростью подачи 0,03 мм/об, точностью регулировки $\pm 0,002$ мм, допуском на диаметр отверстия $\pm 0,001$ мм после обработки, Ra 0,1 мкм, сроком службы инструмента 80 часов и годовым объемом производства 500 000 инструментов в соответствии со стандартами ISO 2768.

Технические характеристики: Требуется чрезвычайно высокой точности и качества поверхности, часто использует покрытие DLC для снижения трения.

Меры предосторожности при использовании твердосплавных регулируемых расточных инструментов

станок, биение $< 0,005$ мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт, рекомендуется использовать шпиндель повышенной жесткости (жесткость направляющих > 4000 Н/мкм).

Охлаждение: СОЖ высокого давления (10-20 бар, 20-30 л/мин) или внутренняя система охлаждения (давление 5-25 бар). Вязкие материалы (например, нержавеющая сталь) требуют усиленного охлаждения (расход увеличивается до 35 л/мин).

Параметры: V_c 100 м/мин, f_z 0,05-0,10 мм/об, сегментированная глубина резания (5D на сегмент), после регулировки перекалибруйте параметры резания для снижения вибрации.

Монтаж: Соосность $< 0,002$ мм, усилие зажима 40-80 Нм (конический хвостовик или модульный), перед установкой откалибруйте оправку инструмента и отрегулируйте соосность механизма.

Износ: Замените, когда износ лезвия VB достигает 0,3 мм, диаметр отверстия выходит за пределы допуска ($> 0,01$ мм) или появляются царапины на поверхности. Техническое обслуживание требуется, когда изнашивается механизм регулировки (зазор $> 0,01$ мм). Рекомендуется проверять каждые 20 часов и записывать данные об износе для оптимизации цикла использования.

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных регулируемых расточных инструментах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten

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

Online»



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

en.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com



www.chinatungsten.com

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

приложение:

Что такое твердосплавные развертки?

Твердосплавные развертки являются прецизионными инструментами, используемыми для чистовой обработки отверстий при обработке. Благодаря своей превосходной твердости и износостойкости они обеспечивают надежные гарантии чистоты поверхности и точности размеров заготовок. Эти развертки могут аккуратно обрезать предварительно просверленные отверстия посредством медленного вращения и небольших движений подачи, чтобы диаметр отверстия соответствовал требованиям конструкции. Они широко используются в производственных областях, где требуется высокая точность и высокое качество. Твердосплавные развертки основаны на карбиде вольфрама (WC) с добавлением кобальта (Co) в качестве связующего вещества и спечены с помощью передовых процессов порошковой металлургии. Распространенные марки материалов включают YG6 (умеренная твердость, подходит для общей обработки), YT10 (превосходная термостойкость, подходит для стали) и YW1 (высокая комплексная производительность, подходит для сложных материалов). Его конструктивные формы разнообразны, как со встроенными карбидными структурами, так и с регулируемыми или многолезвийными конфигурациями. Корпус фрезы обычно изготавливается из высокопрочной стали или карбида для обеспечения стабильности во время точной обработки.

1. Проектирование и оптимизация геометрии

Геометрическая конструкция твердосплавных разверток является основой высокоточной обработки. Конструкторы тщательно подбирают параметры для улучшения производительности и срока службы. Передний угол обычно устанавливается в диапазоне от 0° до 5° . Эта конструкция с малым углом помогает снизить силу резания и обеспечить чистоту поверхности; задний угол обычно составляет от 5° до 10° , чтобы обеспечить плавный контакт между разверткой и стенкой отверстия, чтобы избежать чрезмерного износа; фаска режущей кромки (0,05-0,1 мм) повышает долговечность за счет рассеивания напряжения, особенно при чистовой обработке. Развертки с прямым лезвием подходят для стандартной обработки отверстий с диапазоном диаметров от 5 до 50 мм и количеством лезвий от 4 до 8; развертки со спиральным лезвием используют угол наклона спирали от 15° до 30° для улучшения отвода стружки, особенно для глубоких отверстий или липких материалов; регулируемые развертки обеспечивают точную регулировку отверстия с помощью механизма тонкой настройки и широко используются в многопроцессной и строгой обработке с допусками. Оптимизация геометрии объединяет в себе компьютерное проектирование (САПР) и моделирование обработки, чтобы гарантировать, что развертка остается стабильной при медленной чистовой обработке (до 2000 об/мин), а ширина стружечной канавки (1–2 мм) регулируется в зависимости от диаметра отверстия и материала, обеспечивая плавный отвод стружки.

2. Покрытие и обработка поверхности

Технология нанесения покрытий дала твердосплавным разверткам дополнительные

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

преимущества в производительности, что позволило им адаптироваться к более сложным условиям обработки. Покрытия PVD (физическое осаждение из паровой фазы), такие как TiN (золотисто-желтый, толщиной 2-5 микрон), обеспечивают хорошую защиту от износа и особенно подходят для обработки алюминиевых сплавов и меди; покрытия CVD (химическое осаждение из паровой фазы), такие как TiAlN (фиолетово-черный, толщиной 5-15 микрон), идеально подходят для чистовой обработки стали и чугуна с их термостойкостью до 1000 °C. Что касается обработки поверхности, процесс полировки контролирует шероховатость поверхности до Ra <0,1 микрон, чтобы обеспечить гладкую и деликатную поверхность внутри отверстия; технология лазерного микротекстурирования вырезает микросмазочные канавки на поверхности развертки для снижения коэффициента трения; некоторые высокоточные развертки используют нанопокрытия (например, нано- TiAlN с зернами менее 50 нанометров), что значительно повышает производительность при сверхточной обработке. Адгезия покрытия проверяется путем испытания на царапание (критическая нагрузка >70 Н), чтобы гарантировать, что покрытие не отслоится при длительном использовании.

3. Технические характеристики и производительность

Технические характеристики твердосплавных разверток делают их лучшими в области финишной обработки и завоевали широкий спектр применения. Скорость резания составляет от 20 до 100 м/мин в зависимости от материала заготовки. Например, для стали это обычно от 50 до 80 м/мин, в то время как для алюминиевых сплавов она может достигать 80-100 м/мин. Что касается твердости, то твердость разверток обычно составляет от HV 1800 до 2100. YT10 может достигать HV 2000-2100 благодаря карбиду титана, что достаточно для обработки высокотвердых заготовок. Вязкость разрушения составляет от 12 до 16 МПа·м^{1/2}. Марка YG6 имеет сбалансированную прочность благодаря умеренному содержанию кобальта (6%), что особенно подходит для непрерывной финишной обработки. Износостойкость составляет менее 0,02 кубических миллиметров на ньютон-метр, а после нанесения покрытия она снижается до 0,015 кубических миллиметров на ньютон-метр, что значительно продлевает срок службы. Термостойкость до 1000°C (благодаря покрытию CVD), что делает его стабильным в условиях высоких температур. Точность обработки контролируется в пределах 0,002 мм, что соответствует строгим требованиям высокоточной обработки отверстий.

4. Требования к обработке и заявки

Требования к обработке и сценарию применения твердосплавных разверток отражают их уникальную ценность в точном производстве. Параметры резания различаются в зависимости от материала. Например, скорость резания стали составляет от 50 до 80 метров в минуту, скорость подачи составляет от 0,02 до 0,1 мм на оборот, а глубина резания составляет от 0,1 до 0,5 мм; для алюминиевых сплавов требуется скорость резания от 80 до 100 метров в минуту, скорость подачи от 0,05 до 0,15 мм на оборот и глубина резания от 0,2 до 0,8 мм. Выбор метода охлаждения также имеет решающее значение. Сухая резка подходит для алюминиевых сплавов и может сократить использование охлаждающей жидкости;

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

мокрая резка с использованием охлаждающей жидкости на основе эмульсии или масла больше подходит для стали и чугуна, что может эффективно снизить термические повреждения; для глубоких расточек охлаждение под низким давлением (5-10 бар) значительно повышает эффективность удаления стружки за счет внешнего распыления. На практике в автомобильной промышленности развертки часто используются для точной настройки направляющих отверстий шатунов и блоков цилиндров, что требует высокой точности и качества поверхности; в производстве пресс-форм они применяются для обработки установочных отверстий штамповочных штампов, при этом особое внимание уделяется постоянству диаметров отверстий; в авиационной промышленности, например, при обработке охлаждающих отверстий лопаток турбин, также используются их превосходные характеристики.

5. Проблемы и решения

При использовании твердосплавных разверток возникают некоторые проблемы, но эти проблемы можно должным образом решить с помощью научных стратегий преодоления. В процессе развертывания плохое удаление стружки является распространенной проблемой при обработке глубоких отверстий, которую можно устранить путем оптимизации конструкции спирального лезвия и добавления самосмазывающихся покрытий (например, MoS_2); накопление тепла может происходить во время непрерывной отделки, а эффективная система охлаждения и термостойкое покрытие могут эффективно контролировать температуру; биение развертки может привести к отклонению диаметра отверстия, а использование корпуса инструмента высокой жесткости и полировки кромок может улучшить стабильность; для липких материалов основной проблемой является адгезия поверхности, а регулярная очистка или использование покрытий с низким коэффициентом трения могут значительно продлить срок службы. Эти решения в совокупности обеспечивают надежность развертки в сложных рабочих условиях.

6. Оптимизация и тенденции развития

Направление оптимизации и разработки твердосплавных разверток отражает стремление отрасли к эффективности и интеллектуальности. С точки зрения структурной оптимизации, встроенный внешний канал охлаждения распылением может эффективно снизить температуру развертки, регулируемая конструкция режущей головки удобна для адаптации к различным отверстиям, а технология динамической балансировки улучшает стабильность низкоскоростной чистовой обработки. С точки зрения инноваций в материалах, наноцементированный карбид улучшает твердость и прочность благодаря своим мелким зернам (менее 0,5 микрон), а конструкция градиентного материала позволяет развертке иметь как высокую твердость, так и высокую прочность. Тенденция к интеллекту позволяет встраивать датчики в развертку для мониторинга износа и температуры в режиме реального времени и динамически регулировать параметры развертывания в сочетании с алгоритмами искусственного интеллекта. С точки зрения технологии производства, технологии 3D-печати, такие как селективное лазерное плавление (SLM), могут создавать сложные структуры разверток, такие как оптимизация каналов охлаждения, в то время как технология лазерного

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

напыления обеспечивает возможность ремонта изношенных разверток. Тенденция к защите окружающей среды способствовала разработке покрытий для сухой резки (например, покрытий на основе графенового композита), что снижает зависимость от охлаждающих жидкостей, а использование перерабатываемых материалов также снижает воздействие на окружающую среду.

7. Срок службы и обслуживание

Срок службы твердосплавных разверток варьируется в зависимости от условий обработки и материалов заготовки и обычно составляет от 20 до 40 часов, например, около 25 часов для обработки стали и до 35 часов для обработки алюминиевого сплава. Работы по техническому обслуживанию включают регулярную заточку, использование алмазных шлифовальных кругов для обеспечения того, чтобы погрешность угла была менее 0,5°, ремонт покрытия с помощью технологии CVD для восстановления производительности и предварительную лазерную настройку для обеспечения того, чтобы погрешность была менее 0,002 мм. Эти меры могут эффективно продлить срок службы развертки. После того, как развертка будет сдана в металлолом, вольфрамовые и кобальтовые материалы в ней могут быть переработаны и повторно использованы путем плавки и возврата в печь, что отражает концепцию устойчивого развития.

8. Подробная классификация

Твердосплавные развертки можно разделить на несколько категорий в зависимости от требований к обработке и вариантов применения, каждый тип имеет свою уникальную конструкцию и назначение:

Развертка с прямым лезвием

Подходит для чистовой обработки стандартных отверстий диаметром от 5 до 50 мм и количеством лезвий от 4 до 8. Передний угол от 0° до 3°, задний угол от 5° до 8°, класс YG6, покрытие TiN (толщина 2-5 мкм) для износостойкости. Скорость резания от 50 до 80 м/мин, точность менее 0,002 мм, широко используется для общей обработки отверстий.

Развертка со спиральным лезвием

Используйте угол наклона спирали от 15° до 30° для улучшения эвакуации стружки, диапазон диаметров от 10 до 40 мм и от 6 до 10 кромок. Передний угол составляет от 2° до 5°, задний угол — от 6° до 10°, и выбран класс YT10. Покрытие TiAlN (толщина 5-15 микрон) повышает термостойкость. Скорость резания составляет от 40 до 100 метров в минуту, а точность составляет менее 0,002 мм, что обычно для глубоких отверстий и липких материалов.

Регулируемая развертка

Точная регулировка диаметра отверстия достигается с помощью механизма точной регулировки, а диапазон диаметров сверления составляет от 20 до 100 мм. Передний угол составляет от 0° до 5°, задний угол — от 5° до 10°, и выбирается класс YW1. Многослойное покрытие (например, TiN+Al₂O₃) обеспечивает комплексную производительность. Скорость резки составляет от 30 до 80 метров в минуту, а точность составляет менее 0,002 мм. Он широко используется в многопроцессной и строго допусковой обработке.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

9. Отбор и сопоставление

Выбор правильной твердосплавной развертки требует всестороннего рассмотрения материала заготовки и типа обработки. Например, спиральная развертка YT10 подходит для чистовой обработки стали, прямая развертка YG6 подходит для обработки алюминиевого сплава, а регулируемая развертка YW1 с многослойным покрытием больше подходит для обработки сложных отверстий. Производительность станка также имеет решающее значение, мощность шпинделя должна превышать 3 кВт, а скорость должна достигать 500–2000 об/мин, чтобы полностью использовать потенциал развертки.

10. Сводная таблица классификации

Тип развёртки	Количество лопастей	Диаметр (мм)	Угол наклона (°)	Угол наклона (°)	Применимые классы	Тип покрытия	Скорость резки (м/мин)	Глубина резки (мм)	Точность (мм)	Типичные применения
Развёртка с прямым лезвием	4-8	5-50	0-3	5-8	YG6	TiN (2-5 мкм)	50-80	0,1-0,5	<0,002	Универсальное отверстие, сталь
Развёртка со спиральным лезвием	6-10	10-40	2-5	6-10	YT10	TiAlN (5-15 мкм)	40-100	0,2-0,8	<0,002	Глубокие отверстия, вязкие материалы
Регулируемая развёртка	-	20-100	0-5	5-10	YW1	TiN + Al ₂ O ₃	30-80	0,1-0,5	<0,002	Сложные отверстия, множественные процессы

30-летняя история производства твердосплавных инструментов , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных продуктов, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных развертках , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

Тел.: +86 592 5129696 Электронная почта: sales@chinatingsten.com

 Сайт: www.tungstenpowder.com
 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение

Что такое твердосплавная прямая развертка?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Твердосплавная развертка с прямым лезвием — это высокопроизводительный режущий инструмент, предназначенный для высокоточной обработки отверстий и оптимизации отделки поверхности. Он широко используется в механической обработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве медицинских приборов и производстве точных инструментов. Его основной особенностью является конструкция с прямым лезвием (без угла наклона спирали) и несколькими кромками, в сочетании с превосходными характеристиками всего твердосплавного материала, он может достигать отделки предварительно просверленных отверстий, размерной коррекции и улучшения гладкости поверхности. Твердосплавная развертка с прямым лезвием основана на твердом сплаве с высокой твердостью (HV 1800-2200), отличной износостойкостью и высокой термостойкостью, подходит для развертывания высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплав на основе никеля, чугун и алюминиевый сплав. Конструкция с прямой кромкой снижает колебания силы резания (коэффициент рассеивания силы <15%) и запутывание стружки через прямую режущую кромку. Она широко подходит для станков с ЧПУ (ЧПУ), сверлильных станков, обрабатывающих центров или специального оборудования для развертывания и может эффективно выполнять тонкое развертывание отверстий, размерную отделку и коррекцию круглости. Точность обработки может достигать уровня IT5-IT6, а шероховатость поверхности может достигать Ra 0,05-0,4 мкм. По сравнению со спиральными развертками, твердосплавные развертки с прямой кромкой имеют более высокую точность, стабильность и постоянство резки (ошибка круглости <0,003 мм) при обработке отверстий с прямыми стенками или отверстий небольшой глубины ($L/D < 5:1$), что особенно подходит для сцен, требующих чрезвычайно высокого качества поверхности и размерного допуска. Она обладает высокой гибкостью конструкции и может настраивать количество лезвий, геометрию лезвия и тип хвостовика в соответствии с диаметром отверстия, глубиной и материалом заготовки. Благодаря развитию интеллектуальных производственных технологий инструмент можно интегрировать с программным обеспечением CAM и системами онлайн-мониторинга для оптимизации параметров резки посредством обратной связи по данным в реальном времени.

1.2 Предыстория разработки

С развитием Индустрии 4.0 и интеллектуальных производственных технологий спрос на высокоточные инструменты для обработки отверстий значительно возрос. Твердосплавные развертки с прямой кромкой постепенно заменили традиционные развертки из быстрорежущей стали в высокотехнологичном производстве благодаря их превосходной производительности обработки и адаптивности, особенно в областях аэрокосмической и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

медицинской техники. В 2025 году с применением и продвижением новых легированных материалов (таких как высокоэнтропийные сплавы) предъявляются более высокие требования к термостойкости и износостойкости разверток с прямой кромкой, что способствует дальнейшим инновациям в инструментальных материалах и технологиях покрытий.

2. Технические характеристики

2.1 Конструктивные характеристики

Твердосплавные прямые развертки предназначены для достижения высокоточного развертывания, превосходного качества поверхности и устойчивости к вибрации. Обычно они имеют структуру прямого или конического хвостовика с прямым многолезвийным лезвием в сочетании с осевой режущей способностью для адаптации к точной обработке отверстий. Диапазон диаметров составляет от 3 мм до 50 мм. Микропрямые развертки ($D < 6$ мм) используются для точного развертывания микроотверстий, средние ($D = 6-20$ мм) подходят для общей обработки отверстий, а большие ($D > 20$ мм) используются для тяжелого развертывания. Класс допуска составляет $h7$ ($0/-0,01$ мм). Типы хвостовиков включают прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB) или конический хвостовик (BT40, CAT50). Диаметр хвостовика соответствует диаметру резания, класс допуска составляет $h6$ ($0/-0,006$ мм), а длина хвостовика (50-300 мм) настраивается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка. Конический хвостовик улучшает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 20-150 Нм). Общая длина составляет от 100 мм до 500 мм, подходит для небольших ЧПУ (100-200 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (300-500 мм), а сверхдлинный тип (600 мм) используется для глубоких рассверливаний отверстий (глубина до $10D$). Эффективная длина резания составляет от 20 мм до 400 мм. Неглубокое рассверливание (20-80 мм) подходит для отделки поверхности, а глубокое рассверливание (200-400 мм) подходит для глубоких отверстий или многоступенчатого рассверливания. Соотношение длины реза к диаметру обычно контролируется на уровне 3:1-10:1. Количество режущих кромок составляет 2-8 режущих кромок в зависимости от диаметра и точности обработки. Малые диаметры ($D < 10$ мм) - 2-4 кромки, а средние и большие диаметры ($D > 10$ мм) - 4-8 кромок. Увеличение количества кромок может повысить эффективность резки, но требует поддержки станка высокой жесткости. Погрешность расстояния между кромками составляет $< 0,01$ мм. Угол лезвия представляет собой прямую конструкцию лезвия (угол спирали 0°), угол кончика лезвия обычно составляет $90^\circ-120^\circ$ (настраивается), а длина направляющей секции лезвия составляет 10%-20% от общей длины для обеспечения гладких стенок отверстия. Прямое лезвие имеет многолезвийную конструкцию прямой резки и обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладких режущих кромок ($Ra \leq 0,02$ мкм) и геометрической точности. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм/кг, скорость испытания 12000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростном развертывании (амплитуда $< 0,005$ мм). Высокоточные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,3-1,5

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

мм, давление 5-15 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 0,5-1 мм), что значительно улучшает удаление стружки (эффективность увеличивается на 20%-30%) и терморегулирование (температура в зоне резания <500°C), подходит для развертывания глубоких отверстий или обработки липких материалов. Некоторые модели имеют сменную конструкцию режущей головки, в которой режущая головка и режущий стержень соединены высокоточной резьбой (допуск 6H/6g), что облегчает быструю замену и переточку лезвия.

2.2 Материалы

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Обычные марки включают YG6X (содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы может достигать 80-120 часов), YT15 (содержащий карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800 °C, подходит для нержавеющей стали и титанового сплава, срок службы может достигать 90-130 часов), K20 (содержание кобальта 8%, твердость HV 1700-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезия, срок службы может достигать 100-150 часов). При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К) и температуру резки (400-700°C). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) или редкоземельных элементов (например, Ce, 0,1%-0,3%) для оптимизации термостойкости и микроструктуры.

3. Производственный процесс

3.1 Подготовка сырья

Высокоочищенный порошок карбида вольфрама (WC) и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), содержание кобальта регулируется в соответствии с маркой (6%-12%), карбид титана (TiC, 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC, 0,5%-1%) добавляются для повышения производительности, а размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 микрон. Для мокрого смешивания используется планетарная шаровая мельница (скорость 50-100 об/мин, время 24-48 часов), а этанол добавляется в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация <1%). Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а химический состав анализируется рентгенофлуоресцентным спектрометром (XRF), и отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

3.2 Прессование

Гидравлический пресс применяет давление 150-200 МПа для формирования заготовки лопатки с плотностью 14,5-15,2 г/см³. Холодное изостатическое прессование (ХИП, давление 150-200 МПа, продолжительность 10-15 минут) используется для повышения однородности. Форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 50-55) с точностью $\pm 0,02$ мм. Для обеспечения точности формования прямой лопатки используются

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

лазерная резка и электроэрозионная обработка. Плотность заготовки измеряется архимедовым методом (погрешность $<0,1 \text{ г/см}^3$), а внутренняя пористость проверяется микроскопом ($<0,5\%$).

3.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10^{-2} Па) или в атмосфере водорода температура составляет 1400°C - 1600°C в течение 10-12 часов, и температура повышается поэтапно (50°C в час, 300°C - 600°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100-150 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 1-2 микрон и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение $<50 \text{ HV}$). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру, а твердомер Виккерса проверяет твердость (HV 1800-2200).

3.4 Постобработка

Внешняя токарная обработка выполняется с использованием инструментов CBN с точностью биения $<0,01 \text{ мм}$ и шероховатостью поверхности $Ra \leq 0,2 \text{ мкм}$. Для обработки прямых лезвий используются сверхточные пятикоординатные шлифовальные станки с ЧПУ (точность $\pm 0,002 \text{ мм}$) с погрешностью профиля кромки $<0,005 \text{ мм}$ и поверхностью $Ra \leq 0,02 \text{ мкм}$. Для зеркальной полировки используются алмазные абразивы с размером зерна W0,5-W1,0 с кромкой $Ra \leq 0,01 \text{ мкм}$, а для удаления микроскопических заусенцев используется электролитическая полировка (плотность тока $0,1 \text{ А/см}^2$). Кончик лезвия имеет фаску ($0,1$ - $0,2 \text{ мм}$, угол 5° - 10°) для повышения способности противостоять смятию кромки, а геометрия лезвия калибруется лазерным интерферометром.

3.5 Обработка покрытия

методом PVD (давление 10^{-3} Па, температура 400 - 500°C , скорость осаждения $0,1$ - $0,2 \text{ мкм/ч}$). Типы покрытий включают TiAlN (толщина 3-8 мкм, твердость 2800-3200 HV), AlCrN (толщина 3-7 мкм, твердость 3000-3400 HV) или DLC (толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения $<0,1$), что снижает коэффициент трения ($<0,3$) и увеличивает срок службы на 30%-50%. СЭМ проверяет однородность покрытия, а наноиндентор проверяет твердость и адгезию ($>70 \text{ Н}$) с отклонением толщины $<0,5 \text{ мкм}$.

3.6 Тестирование упаковки

Для проверки диаметра и точности лезвий ($<0,01 \text{ мм}$) используются координатно-измерительные машины (КИМ), а для устранения дисбаланса ($<5 \text{ г}\cdot\text{мм/кг}$) — машины динамической балансировки. Для предотвращения окисления используется антикоррозионное масляное покрытие или вакуумная упаковка. Лазерная гравировка диаметра, длины, количества лезвий, марки и номера партии обеспечивает прослеживаемость.

4. Технические параметры

Твердость: основа HV 1800-2200, покрытие HV 3400. Термостойкость: 600°C - 1000°C .

Скорость резания (V_c): 30-120 м/мин для стали, 20-80 м/мин для титанового сплава, 80-200 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (fz): 0,01-0,10 мм/об. Глубина резания (ap): 0,01-2 мм (чистовое

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

развертывание).

Допуск: диаметр $\pm 0,005$ мм, точность отверстия $< 0,003$ мм. Шероховатость поверхности: Ra 0,05-0,4 мкм.

5. Сценарии применения

5.1 Изготовление пресс-форм

Прецизионная развертка отверстий под направляющие штифты пресс-форм, позиционных отверстий и отверстий для охлаждения, обычные диаметры составляют 6-20 мм, а глубина — 20-80 мм. Фабрика пресс-форм использует развертку с прямым лезвием диаметром 10 мм для точной развертки отверстий под направляющие штифты штамповочных пресс-форм со скоростью резания 80 м/мин, скоростью подачи 0,03 мм/об, допуском диаметра отверстия $\pm 0,002$ мм после обработки, Ra 0,1 мкм, сроком службы инструмента 100 часов, годовым объемом производства 1500 комплектов пресс-форм и повышением эффективности на 30%. Требуется высокая чистота и соосность, а внутренняя система охлаждения (10 бар) поддерживает обработку глубоких отверстий.

5.2 Автомобильная промышленность

Прецизионная развертка отверстий цилиндров двигателя, отверстий шатунов и отверстий валов коробки передач с общим диаметром 15-40 мм и глубиной 30-120 мм. Компания по производству автомобильных деталей использует развертку с прямой кромкой диаметром 20 мм для точной развертки отверстий цилиндров со скоростью резания 70 м/мин и скоростью подачи 0,02 мм/об. Круглость обработанных отверстий составляет $< 0,002$ мм, Ra составляет 0,05 мкм, а срок службы инструмента составляет 120 часов. Годовой объем производства составляет 800 000 цилиндров, а время процесса сокращается на 20%. Система трансмиссии электромобиля предъявляет более высокие требования к круглости и чистоте отверстий, и высокая точность развертки с прямой кромкой стала преимуществом.

5.3 Аэрокосмическая промышленность

Прецизионная развертка соединительных отверстий фюзеляжа из титанового сплава или высокопрочной стали и отверстий стоек шасси, общий диаметр 10-30 мм, глубина 50-150 мм. Авиакомпания использует прямую развертку диаметром 15 мм для обработки соединительных отверстий из титанового сплава, скорость резания 50 м/мин, скорость подачи 0,02 мм/об, после обработки допуск диаметра отверстия составляет $\pm 0,001$ мм, Ra 0,05 мкм, срок службы инструмента 130 часов, в соответствии со стандартами AS9100. Требуется термостойкость и чрезвычайно высокая точность, а внутреннее давление охлаждения должно быть выше 15 бар.

5.4 Медицинские приборы

Прецизионное развертывание внутренних отверстий ортопедических имплантатов или отверстий для позиционирования хирургических инструментов, обычные диаметры составляют 4-12 мм, а глубина — 10-50 мм. Медицинская компания использует прямую лезвийную развертку диаметром 6 мм для обработки внутренних отверстий тазобедренного сустава из титанового сплава со скоростью резания 40 м/мин, скоростью подачи 0,01 мм/об, допуском диаметра отверстия $\pm 0,001$ мм после обработки, Ra 0,03 мкм и сроком службы

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

инструмента 90 часов, что соответствует стандартам биосовместимости FDA. Требуется чрезвычайно высокая точность и качество поверхности, и покрытие TiAlN часто используется для уменьшения загрязнения металла.

5.5 Точные приборы

Прецизионная развертка отверстий для вала оптического прибора, отверстий для точного подшипника и отверстий для крепления датчика с общим диаметром 5-15 мм и глубиной 20-80 мм. Производитель точных приборов использует развертку с прямой кромкой диаметром 8 мм для обработки отверстий для вала оптических линз со скоростью резания 60 м/мин, скоростью подачи 0,02 мм/об, допуском диаметра отверстия $\pm 0,001$ мм после обработки, Ra 0,04 мкм, сроком службы инструмента 110 часов и годовым объемом производства 600 000 инструментов в соответствии со стандартами ISO 2768. Поскольку полупроводники и оптическое оборудование повысили свои требования к точности микроотверстий, высокая стабильность и гладкость развертки с прямой кромкой стали ключевыми.

5.6 Производство энергетического оборудования

Прецизионная развертка отверстий вала турбины и внутренних отверстий корпуса насоса, обычные диаметры составляют 20-50 мм, а глубина - 100-300 мм. Производитель энергетического оборудования использует развертку с прямой кромкой диаметром 30 мм для обработки отверстий корпуса гидравлического насоса со скоростью резания 70 м/мин и скоростью подачи 0,03 мм/об. Погрешность диаметра отверстия после обработки составляет $< 0,002$ мм, Ra 0,06 мкм, а срок службы инструмента - 140 часов. Годовой объем производства составляет 2000 корпусов насосов, а эффективность увеличивается на 25%. Требуется высокая точность и долговечность, а внутренняя система охлаждения нуждается в поддержке высокого давления (15 бар).

6. Меры предосторожности при использовании

6.1 Требования к станкам

Трех- или пятиосевой ЧПУ, биение $< 0,003$ мм, мощность шпинделя ≥ 3 кВт, рекомендуется использовать шпиндель повышенной жесткости (жесткость направляющих > 3000 Н / мкм).

6.2 Охлаждение и смазка

Смазочно-охлаждающая жидкость высокого давления (10 бар, 15-20 л/мин) или внутренняя система охлаждения (давление 5-15 бар), вязкие материалы (например, нержавеющая сталь) требуют усиленного охлаждения (расход увеличивается до 25 л/мин).

6.3 Параметры резки

V_c 70 м/мин, f_z 0,02–0,05 мм/об, сегментированная глубина резания (3D на сегмент), скорость подачи уменьшается вдвое при чистовой развертке для оптимизации качества поверхности.

6.4 Установка и калибровка

Соосность $< 0,001$ мм, усилие зажима 20-40 Нм (прямой хвостовик) или 40-60 Нм (конический хвостовик), перед установкой очистите патрон от остатков стружки.

6.5 Износ и обслуживание

Замените его, когда износ лезвия VB достигает 0,2 мм, диаметр отверстия выходит за

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

пределы допуска ($>0,005$ мм) или на поверхности появляются царапины. Рекомендуется проверять его каждые 15 часов и записывать данные об износе для оптимизации цикла использования.

30-летняя история производства твердосплавных изделий, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных протяжках, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавная спиральная развертка?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Развертка со спиральным лезвием из карбида вольфрама — это высокопроизводительный режущий инструмент, предназначенный для высокоточной обработки отверстий и эффективного удаления стружки. Он широко используется в механической обработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования и производстве точных приборов. Его основной особенностью является использование многолезвийной конструкции спирального лезвия (с углом наклона спирали) в сочетании с превосходными характеристиками всех твердых сплавов, он может достигать отделки предварительно просверленных отверстий, коррекции размера и оптимизации отделки поверхности, а также обладает хорошей способностью удаления стружки. Развертка со спиральным лезвием из карбида вольфрама основана на твердом сплаве с высокой твердостью (HV 1800-2200), отличной износостойкостью и высокой термостойкостью, подходит для развертывания высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплав на основе никеля, чугун и алюминиевый сплав. Конструкция спирального лезвия повышает эффективность удаления стружки (эффективность увеличивается на 30%-40%) и эффект снижения вибрации (вибрация уменьшается на 20%-30%) за счет наклона режущей кромки и угла наклона спирали (обычно 10° - 40°). Он широко подходит для станков с ЧПУ (ЧПУ), сверлильных станков, обрабатывающих центров или специального оборудования для развертывания и может эффективно выполнять тонкое развертывание, обработку глубоких отверстий и коррекцию круглости отверстий. Точность обработки может достигать уровня IT5-IT7, а шероховатость поверхности может достигать Ra 0,05-0,5 мкм.

Развертки со спиральными лезвиями из карбида вольфрама обладают более высокой эффективностью и стабильностью (постоянство отделки стенки отверстия увеличено на 15%) при обработке глубоких отверстий ($L/D > 5:1$) или вязких материалов и особенно подходят для сценариев, требующих непрерывной резки и длительного срока службы. Их конструкция очень гибкая, а угол наклона спирали, количество лезвий и тип хвостовика можно настраивать в соответствии с диаметром отверстия, глубиной и материалом заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент можно интегрировать с программным обеспечением CAM и сенсорными системами для оптимизации параметров резки посредством обратной связи по данным в реальном времени.

1.2 Предыстория разработки

С ростом спроса на обработку глубоких отверстий и сложную обработку материалов в современном производстве твердосплавные спиральные развертки постепенно стали основным направлением в отрасли благодаря эффективному удалению стружки и

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

устойчивости к вибрации, особенно в областях аэрокосмического и энергетического оборудования. В 2025 году, с широким применением высокопроизводительных сплавов (например, сплавов на основе титана) и композитных материалов, предъявляются более высокие требования к термостойкости, эффективности резания и качеству поверхности спиральных разверток, что способствует постоянному совершенствованию конструкции геометрии инструмента и технологии нанесения покрытий.

2. Технические характеристики

2.1 Конструктивные характеристики

Твердосплавные спиральные развертки предназначены для достижения эффективного развертывания, превосходного удаления стружки и устойчивости к вибрации. Обычно они имеют структуру прямого или конического хвостовика с многолезвийной компоновкой спирального лезвия, сочетающую возможности осевой и радиальной резки для адаптации к глубокой и сложной обработке отверстий. Диапазон диаметров составляет от 5 мм до 80 мм. Микроспиральные развертки ($D < 10$ мм) используются для точного развертывания микроотверстий, средние ($D = 10-30$ мм) подходят для общей обработки отверстий, а большие ($D > 30$ мм) используются для тяжелого или глубокого развертывания отверстий. Класс допуска составляет $h7$ ($0/-0,01$ мм). Типы хвостовиков включают прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB) или конический хвостовик (BT40, CAT50, HSK-A63). Диаметр хвостовика соответствует диаметру резания, класс допуска составляет $h6$ ($0/-0,006$ мм), а длина хвостовика (100-400 мм) настраивается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка. Конический хвостовик поддерживает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 30-200 Нм). Общая длина составляет от 150 мм до 800 мм, подходит для средних ЧПУ (150-300 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (400-800 мм), а сверхдлинный тип (1000 мм) используется для сверхглубокого развертывания отверстий (глубина до 20D). Эффективная длина резания составляет от 30 мм до 600 мм. Неглубокое развертывание (30-100 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, а глубокое развертывание (300-600 мм) подходит для глубоких отверстий или многоступенчатого развертывания. Соотношение длины реза к диаметру обычно контролируется на уровне 5:1-20:1. Количество режущих кромок составляет 2-10 режущих кромок в зависимости от диаметра и требований к обработке. Малые диаметры ($D < 15$ мм) - 2-4 кромок, а средние и большие диаметры ($D > 15$ мм) - 4-10 кромок. Увеличение количества кромок может повысить эффективность резки, но требует поддержки станка высокой жесткости. Погрешность расстояния между кромками составляет $< 0,01$ мм. Угол наклона спирали составляет 10° - 40° , стандартное значение - 15° - 30° , конструкция спирали оптимизирует удаление стружки и снижение вибрации, 25° - 30° обычно используется для тонкой обработки для улучшения качества поверхности, а 30° - 40° можно выбрать для обработки глубоких отверстий для улучшения удаления стружки. Длина направляющей секции лезвия составляет 10%-20% от общей длины, чтобы обеспечить гладкие стенки отверстия. Спиральное лезвие обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладких кромок ($Ra \leq$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,02 мкм) и геометрической точности. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс <5 г·мм /кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростном развертывании (амплитуда <0,005 мм). Высококласные модели оснащены внутренними каналами охлаждения (диаметр 0,5-2 мм, давление 5-20 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 1-2 мм), что значительно улучшает удаление стружки (эффективность увеличивается на 35%-40%) и терморегулирование (температура зоны резания <600°C), подходит для глубоких развертываний отверстий или обработки липких материалов. В некоторых моделях реализована модульная конструкция головки инструмента, головка инструмента и стержень инструмента соединены высокоточной резьбой или байонетом (допуск 6H/6g), поддерживаются быстрая замена и переточка лезвий, а модульная длина может достигать 800 мм.

2.2 Материалы

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают YG6X (содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы может достигать 90-130 часов), YT15 (содержащий карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800 °C, подходит для нержавеющей стали и титанового сплава, срок службы может достигать 100-140 часов), K30 (содержание кобальта 8%, твердость HV 1700-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезия, срок службы может достигать 110-160 часов). При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/ м· К , алюминиевый сплав 200-250 Вт/ м· К) и температуру резки (500-800°C). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC , 0,5%-1%) или редкоземельных элементов (например, Се, 0,1%-0,3%) для оптимизации термостойкости, стойкости к окислению и однородности микроструктуры.

3. Производственный процесс

3.1 Подготовка сырья

Высокоочищенный порошок карбида вольфрама (WC) и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), содержание кобальта регулируется в соответствии с маркой (6%-12%), карбид титана (TiC , 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC , 0,5%-1%) добавляются для повышения производительности, а размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 микрон. Для мокрого смешивания используется планетарная шаровая мельница (скорость 50-100 об/мин, время 24-48 часов), а этанол добавляется в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация <1%). Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а химический состав анализируется рентгенофлуоресцентным спектрометром (XRF), и отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

3.2 Прессование

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Гидравлический пресс применяет давление 150-200 МПа для формирования заготовки лопатки с плотностью 14,5-15,2 г/см³, а для повышения однородности используется технология холодного изостатического прессования (СИП, давление 150-200 МПа, продолжительность 10-15 минут). Форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 50-55) с точностью ±0,02 мм. Для обеспечения точности формования спиральной лопатки используются лазерная резка и электроэрозионная обработка. Плотность заготовки измеряется архимедовым методом (погрешность <0,1 г/см³), а внутренняя пористость проверяется микроскопом (<0,5%).

3.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10⁻² Па) или в атмосфере водорода температура составляет 1400°C-1600°C в течение 10-12 часов, и температура повышается поэтапно (50°C в час, 300°C-600°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100-150 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 1-2 микрон и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение <50 HV). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру, а твердомер Виккерса проверяет твердость (HV 1800-2200).

3.4 Постобработка

Внешняя токарная обработка выполняется с использованием инструментов CBN с точностью биения <0,01 мм и шероховатостью поверхности Ra ≤ 0,2 мкм. Спиральная лопатка обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность ±0,002 мм) с погрешностью профиля кромки <0,005 мм и поверхностью Ra ≤ 0,02 мкм. Зеркальная полировка алмазными абразивами с зернистостью W0,5-W1,0, кромкой Ra ≤ 0,01 мкм и электролитическая полировка (плотность тока 0,1 А/см²) удаляют микроскопические заусенцы. Кончик лопатки имеет фаску (0,1-0,2 мм, угол 5°-10°) для повышения способности противостоять смятию кромки, а геометрия лопатки калибруется лазерным интерферометром.

3.5 Обработка покрытия

методом PVD (давление 10⁻³ Па, температура 400-500 °C, скорость осаждения 0,1-0,2 мкм/ч). Типы покрытий включают TiAlN (толщина 3-8 мкм, твердость 2800-3200 HV), AlCrN (толщина 3-7 мкм, твердость 3000-3400 HV) или DLC (толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения <0,1), что снижает коэффициент трения (<0,3) и увеличивает срок службы на 30%-50%. СЭМ проверяет однородность покрытия, а наноиндентор проверяет твердость и адгезию (>70 Н) с отклонением толщины <0,5 мкм.

3.6 Тестирование и упаковка

Для проверки диаметра и точности лезвий (<0,01 мм) используются координатно-измерительные машины (КИМ), а для устранения дисбаланса (<5 г·мм/кг) — машины динамической балансировки. Для предотвращения окисления используется антикоррозионное масляное покрытие или вакуумная упаковка. Лазерная гравировка диаметра, длины, количества лезвий, марки и номера партии обеспечивает прослеживаемость.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

4. Технические параметры

Твердость: основа HV 1800-2200, покрытие HV 3400. Термостойкость: 600°C-1000°C.

Скорость резания (V_c): сталь 40-150 м/мин, титановый сплав 25-100 м/мин, алюминиевый сплав 100-250 м/мин.

Скорость подачи (f_z): 0,01-0,15 мм/об. Глубина резания (a_p): 0,01-3 мм (чистовое развертывание).

Допуск: диаметр $\pm 0,005$ мм, точность отверстия $< 0,003$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,05-0,5 мкм.

5. Сценарии применения

5.1 Изготовление пресс-форм

Прецизионная развертка направляющих отверстий пресс-формы, охлаждающих отверстий и внутренних отверстий, обычные диаметры составляют 10-30 мм, а глубина — 50-150 мм. Фабрика пресс-форм использует спиральную развертку диаметром 20 мм для точной развертки охлаждающих отверстий штамповочной пресс-формы со скоростью резания 100 м/мин, скоростью подачи 0,05 мм/об, допуском диаметра отверстия $\pm 0,002$ мм после обработки, Ra 0,1 мкм, сроком службы инструмента 110 часов, годовым объемом производства 1200 комплектов пресс-форм и повышением эффективности на 35%. Требуются эффективные возможности удаления стружки и обработки глубоких отверстий, а также поддержка внутренней системы охлаждения (15 бар).

5.2 Автомобильная промышленность

Прецизионная развертка отверстий цилиндров двигателя, отверстий коленчатого вала и отверстий корпуса коробки передач с обычными диаметрами 20-50 мм и глубиной 80-200 мм. Компания по производству автомобильных деталей использует спиральную развертку диаметром 30 мм для точной развертки отверстий цилиндров со скоростью резания 90 м/мин, скоростью подачи 0,04 мм/об и круглостью отверстия $< 0,003$ мм после обработки, Ra 0,05 мкм, сроком службы инструмента 130 часов и годовым объемом производства 700 000 цилиндров, что сокращает время процесса на 25%. Спрос на глубокую обработку отверстий в корпусах двигателей электромобилей возрос, и высокая эффективность спиральных разверток стала преимуществом.

5.3 Аэрокосмическая промышленность

Прецизионная развертка соединительных отверстий фюзеляжа из титанового сплава или высокопрочной стали и отверстий стоек шасси, общий диаметр 15-40 мм, глубина 100-300 мм. Авиакомпания использует спиральную развертку диаметром 25 мм для обработки соединительных отверстий из титанового сплава, скорость резания 60 м/мин, скорость подачи 0,03 мм/об, после обработки допуск диаметра отверстия составляет $\pm 0,002$ мм, Ra 0,05 мкм, срок службы инструмента 140 часов, в соответствии со стандартами AS9100. Требуются термостойкость и возможность обработки глубоких отверстий, а внутреннее давление охлаждения должно достигать 20 бар.

5.4 Производство энергетического оборудования

Прецизионная развертка отверстий вала турбины, больших отверстий корпуса насоса и отверстий корпуса клапана с общим диаметром 30-70 мм и глубиной 200-500 мм.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Производитель энергетического оборудования использует спиральную развертку диаметром 40 мм для обработки отверстий корпуса гидравлического насоса со скоростью резания 80 м/мин и скоростью подачи 0,06 мм/об. Погрешность диаметра отверстия после обработки составляет <0,003 мм, Ra 0,1 мкм, а срок службы инструмента 150 часов. Годовой объем производства составляет 2500 корпусов насосов, а эффективность увеличивается на 30%. Поскольку ветроэнергетическое и атомное энергетическое оборудование предъявляет более высокие требования к точности глубоких отверстий, конструкция удаления стружки спиральной разверткой особенно важна.

5.5 Точные приборы

Прецизионная развертка отверстий для вала оптического прибора и отверстий для крепления датчика, обычные диаметры составляют 5-20 мм, а глубина — 30-100 мм. Производитель точных приборов использует спиральную развертку диаметром 10 мм для обработки отверстий для вала оптической линзы со скоростью резания 70 м/мин, скоростью подачи 0,02 мм/об, допуском диаметра обработанного отверстия $\pm 0,001$ мм, Ra 0,04 мкм, сроком службы инструмента 120 часов и годовым объемом производства 500 000 инструментов в соответствии со стандартами ISO 2768. С ростом спроса на глубокую обработку микроотверстий высокая стабильность спиральной развертки стала ключевой.

5.6 Судостроение

Прецизионная развертка отверстий цилиндров морских двигателей и отверстий гребного вала, обычные диаметры составляют 50-100 мм, а глубины — 300-800 мм. На судостроительном заводе для обработки отверстий гребного вала используется спиральная развертка диаметром 80 мм со скоростью резания 70 м/мин, скоростью подачи 0,08 мм/об, допуском диаметра отверстия $\pm 0,003$ мм после обработки, Ra 0,1 мкм, сроком службы инструмента 160 часов, годовой производительностью 200 гребных винтов и повышением эффективности на 40%. Требуется высокая жесткость и возможность обработки глубоких отверстий, а внутренняя система охлаждения требует поддержки высокого давления (20 бар).

6. Меры предосторожности при использовании

6.1 Требования к станкам

Пятикоординатный ЧПУ или сверхмощный сверлильный станок, биение <0,003 мм, мощность шпинделя ≥ 5 кВт, рекомендуется использовать шпиндель повышенной жесткости (жесткость направляющих > 4000 Н / мкм).

6.2 Охлаждение и смазка

Смазочно-охлаждающая жидкость высокого давления (10–20 бар, 20–30 л/мин) или внутренняя система охлаждения (давление 5–20 бар), вязкие материалы (например, нержавеющая сталь) требуют усиленного охлаждения (расход увеличивается до 35 л/мин).

6.3 Параметры резки

Vc 90 м/мин, fz 0,03–0,08 мм/об, сегментированная глубина резания (5D на сегмент), скорость подачи уменьшена вдвое для обработки глубоких отверстий с целью оптимизации эвакуации стружки.

6.4 Установка и калибровка

Соосность <0,001 мм, усилие зажима 30-60 Нм (конический хвостовик) или 40-80 Нм

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

(модульный), перед установкой откалибруйте соосность хвостовика инструмента и шпинделя.

6.5 Износ и обслуживание

Замените его, когда износ лезвия VB достигает 0,2 мм, диаметр отверстия выходит за пределы допуска ($>0,005$ мм) или на поверхности появляются царапины. Рекомендуется проверять его каждые 20 часов и записывать данные об износе для оптимизации срока службы.

30-летняя история производства твердосплавных изделий, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных протяжках, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



приложение:

Что такое твердосплавная регулируемая развертка?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Регулируемая развертка из карбида — это высокопроизводительный режущий инструмент, предназначенный для высокоточной обработки отверстий и гибкой регулировки размера. Он широко используется в механической обработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве медицинских приборов, производстве точных инструментов и других областях. Его основной особенностью является комбинированная конструкция регулируемой режущей головки и режущей кромки из карбида. Он может точно регулировать диаметр резания с помощью механизма точной регулировки для удовлетворения различных требований к диаметру отверстия и достижения высокоточной обработки. Регулируемая развертка из карбида изготовлена на основе карбида и имеет высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость. Он подходит для развертывания высокопрочных материалов, таких как

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

закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплав на основе никеля, чугуна и алюминиевый сплав. Регулируемая конструкция обеспечивает регулировку диаметра (диапазон регулировки 0,01–5 мм, точность $\pm 0,002$ мм) с помощью резьбы, эксцентриситета или гидравлических механизмов. Она широко применяется в станках с ЧПУ (ЧПУ), сверлильных станках, обрабатывающих центрах или специальном оборудовании для развертывания и может эффективно выполнять прецизионное развертывание отверстий, коррекцию размеров и оптимизацию отделки поверхности. Точность обработки может достигать уровня IT4–IT6, а шероховатость поверхности может достигать Ra 0,05–0,4 мкм. Твердосплавная регулируемая развертка обладает большей гибкостью (адаптируемость увеличивается на 50–70%) и экономичностью (снижение частоты замены инструмента) при мелкосерийном производстве, обработке отверстий с несколькими спецификациями или тонкой настройке отверстий и особенно подходит для сложной обработки заготовок, требующей высокой точности и динамической регулировки. Ее конструкция очень гибкая, а геометрия лезвия, механизм регулировки и тип хвостовика могут быть настроены в соответствии с диапазоном отверстий, глубиной и материалом заготовки. Благодаря развитию интеллектуальных производственных технологий инструмент можно интегрировать с программным обеспечением САМ и сенсорными системами для оптимизации параметров резки посредством обратной связи по данным в реальном времени.

1.2 Предыстория разработки

С ростом спроса на индивидуальное производство и многовариантную мелкосерийную обработку твердосплавные регулируемые развертки постепенно становятся предпочтительными в области прецизионного производства благодаря своей гибкости и высокой точности. В 2025 году, поскольку высокотехнологичные производственные отрасли (такие как аэрокосмическая и медицинская промышленность) предъявляют более высокие требования к допускам обработки отверстий и качеству поверхности, технология тонкой настройки и долговечность регулируемых разверток стали центром развития отрасли, способствуя постоянной оптимизации конструкции инструмента и технологии материалов.

2. Технические характеристики

2.1 Конструктивные характеристики

Структурная конструкция твердосплавных регулируемых разверток направлена на достижение высокоточного развертывания, регулируемости и превосходного качества поверхности. Обычно они имеют структуру прямого или конического хвостовика с одно- или многолезвийной компоновкой лезвия и оснащены механизмом точной регулировки для соответствия различным требованиям к диаметру отверстия. Диапазон диаметров составляет от 3 мм до 60 мм. Микрорегулируемые развертки ($D < 10$ мм) используются для точного развертывания микроотверстий, средние ($D = 10\text{--}30$ мм) подходят для общей обработки отверстий, а большие ($D > 30$ мм) используются для тяжелого или большого диаметра развертывания. Диапазон регулировки составляет 0,01–5 мм, а точность составляет $\pm 0,002$ мм. Типы хвостовиков включают прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB) или конический хвостовик (BT40, CAT50). Диаметр хвостовика соответствует максимальному диаметру

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

резания, класс допуска составляет h6 (0/-0,006 мм), а длина хвостовика (100-350 мм) настраивается в соответствии с глубиной обработки и требованиями к зажиму станка. Конический хвостовик поддерживает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 20-150 Нм). Общая длина составляет от 150 мм до 600 мм, подходит для средних ЧПУ (150-300 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (400-600 мм), а сверхдлинный тип (800 мм) используется для глубоких рассверливаний отверстий (глубина до 15D). Эффективная длина резания составляет от 20 мм до 500 мм. Неглубокое рассверливание (20-80 мм) подходит для чистовой обработки поверхности, а глубокое рассверливание (300-500 мм) подходит для глубоких отверстий или многоступенчатого рассверливания. Соотношение длины реза к диаметру обычно контролируется на уровне 3:1-15:1. Количество режущих кромок составляет 1-6 в зависимости от диаметра и требований к обработке. Малые диаметры ($D < 15$ мм) — 1-3 кромки, а средние и большие диаметры ($D > 15$ мм) — 3-6 кромок. Увеличение количества кромок может повысить эффективность резки, но требует поддержки станка высокой жесткости. Погрешность расстояния между кромками составляет $< 0,01$ мм. Конструкция лезвия может быть прямой или микроспиральной (5° - 15°), а длина направляющей секции составляет 10%-20% от общей длины для обеспечения гладких стенок отверстия. Механизм регулировки включает в себя прецизионную резьбу (шаг 0,5-1 мм), эксцентриковую регулировку (эксцентриситет 0,01-3 мм) или гидравлическую тонкую регулировку (давление 0,1-1 бар) и обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкой режущей кромки ($Ra \leq 0,02$ мкм) и геометрической точности. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм/кг, скорость испытания 12000 об/мин) для снижения вибрации во время высокоскоростного развертывания (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококачественные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,3-1,5 мм, давление 5-15 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 0,5-1,5 мм) для улучшения удаления стружки (эффективность увеличивается на 20-30%) и терморегулирования (температура в зоне резания < 500 °C), что подходит для глубоких зенкованных отверстий или обработки липких материалов. Некоторые модели представляют модульную конструкцию головки инструмента, а головка инструмента и стержень инструмента соединены высокоточной резьбой (допуск 6H/6g), что обеспечивает быструю замену и повторную заточку лезвия.

2.2 Материалы

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают YG6X (содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для закаленной стали и чугуна, отличная износостойкость, срок службы может достигать 80-120 часов), YT15 (содержащий карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800 °C, подходит для нержавеющей стали и титанового сплава, срок службы может достигать 90-130 часов), K25 (содержание кобальта 7%, твердость HV 1700-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезия, срок службы может достигать 100-150 часов). При выборе материала необходимо учитывать

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/ м· К , алюминиевый сплав 200-250 Вт/ м· К) и температуру резки (400-700°C). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC , 0,5%-1%) или редкоземельных элементов (например, Се, 0,1%-0,3%) для оптимизации термостойкости и микроструктуры.

3. Производственный процесс

3.1 Подготовка сырья

Высокоочищенный порошок карбида вольфрама (WC) и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), содержание кобальта регулируется в соответствии с маркой (6%-12%), карбид титана (TiC , 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC , 0,5%-1%) добавляются для повышения производительности, а размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 микрон. Для мокрого смешивания используется планетарная шаровая мельница (скорость 50-100 об/мин, время 24-48 часов), а этанол добавляется в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация $< 1\%$). Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а химический состав анализируется рентгенофлуоресцентным спектрометром (XRF), и отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

3.2 Прессование

Гидравлический пресс применяет давление 150-200 МПа для формирования заготовки лопатки, плотностью 14,5-15,2 г/см³ , а для повышения однородности используется технология холодного изостатического прессования (ХИП, давление 150-200 МПа, продолжительность 10-15 минут). Форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 50-55) с точностью $\pm 0,02$ мм. Для обеспечения точности формования лопатки и регулируемого механизма используются лазерная резка и электроискровая обработка. Плотность заготовки измеряется архимедовым методом (погрешность $< 0,1$ г/см³) , а внутренняя пористость проверяется микроскопом ($< 0,5\%$).

3.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10^{-2} Па) или в атмосфере водорода температура составляет 1400°C-1600°C в течение 10-12 часов, и температура повышается поэтапно (50°C в час, 300°C-600°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100-150 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 1-2 микрон и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение < 50 HV). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру, а твердомер Виккерса проверяет твердость (HV 1800-2200).

3.4 Постобработка

Наружная токарная обработка инструментами из КНБ, точность биения $< 0,01$ мм, шероховатость поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм. Сверхточный пятикоординатный шлифовальный станок с ЧПУ для режущей кромки и механизма регулировки (точность $\pm 0,002$ мм), погрешность профиля режущей кромки $< 0,005$ мм, поверхность $Ra \leq 0,02$ мкм. Зеркальная полировка алмазными абразивами с зернистостью W0,5-W1,0, режущая кромка $Ra \leq 0,01$ мкм,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

электролитическая полировка (плотность тока $0,1 \text{ A/cm}^2$) для удаления микроскопических заусенцев. Снятие фаски режущей кромки ($0,1\text{-}0,2 \text{ мм}$, угол $5^\circ\text{-}10^\circ$) повышает противоскольную способность, точность резьбы механизма регулировки $6\text{H}/6g$, геометрия откалибрована лазерным интерферометром.

3.5 Обработка покрытия

методом PVD (давление 10^{-3} Па , температура $400\text{-}500^\circ\text{C}$, скорость осаждения $0,1\text{-}0,2 \text{ мкм/ч}$). Типы покрытий включают TiAlN (толщина $3\text{-}8 \text{ мкм}$, твердость $2800\text{-}3200 \text{ HV}$), AlCrN (толщина $3\text{-}7 \text{ мкм}$, твердость $3000\text{-}3400 \text{ HV}$) или DLC (толщина $1\text{-}3 \text{ мкм}$, твердость $3000\text{-}3500 \text{ HV}$, коэффициент трения $<0,1$), что снижает коэффициент трения ($<0,3$) и увеличивает срок службы на $30\%\text{-}50\%$. СЭМ проверяет однородность покрытия, а наноиндентор проверяет твердость и адгезию ($>70 \text{ Н}$) с отклонением толщины $<0,5 \text{ мкм}$.

3.6 Окончательное тестирование и упаковка

Координатно-измерительные машины (КИМ) определяют диаметр, точность лезвия и диапазон регулировки ($<0,01 \text{ мм}$), а динамические балансировочные машины корректируют дисбаланс ($<5 \text{ г}\cdot\text{мм/кг}$). Покрытие антикоррозийным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления. Лазерная гравировка диапазона диаметров, длины, марки и номера партии для обеспечения прослеживаемости.

4. Технические параметры

Твердость: основа HV $1800\text{-}2200$, покрытие HV 3400 . Термостойкость: $600^\circ\text{C}\text{-}1000^\circ\text{C}$.

Скорость резания (V_c): $30\text{-}120 \text{ м/мин}$ для стали, $20\text{-}80 \text{ м/мин}$ для титанового сплава, $80\text{-}200 \text{ м/мин}$ для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (f_z): $0,01\text{-}0,10 \text{ мм/об}$. Глубина резания (a_p): $0,01\text{-}2 \text{ мм}$ (чистовое разрезывание).

Допуск: Точность регулировки диаметра $\pm 0,002 \text{ мм}$, точность диаметра отверстия $<0,003 \text{ мм}$.

Шероховатость поверхности: Ra $0,05\text{-}0,4 \text{ мкм}$.

5. Сценарии применения

5.1 Изготовление пресс-форм

Прецизионная развертка отверстий направляющей втулки пресс-формы, позиционных отверстий и отверстий охлаждения, обычные диаметры составляют $8\text{-}25 \text{ мм}$, а глубина — $30\text{-}100 \text{ мм}$. Фабрика пресс-форм использует регулируемую развертку диаметром $15\text{-}20 \text{ мм}$ для точной развертки отверстий направляющей втулки штамповочных пресс-форм со скоростью резания 80 м/мин , скоростью подачи $0,03 \text{ мм/об}$, точностью регулировки $\pm 0,002 \text{ мм}$, допуском диаметра отверстия $\pm 0,001 \text{ мм}$ после обработки, Ra $0,05 \text{ мкм}$, сроком службы инструмента 100 часов, годовым объемом производства 1000 комплектов пресс-форм и сокращением замены инструмента на 60% . Требуется высокая чистота и приспособляемость к различным спецификациям, а также поддержка внутренней системы охлаждения (10 бар).

5.2 Автомобильная промышленность

Прецизионная развертка отверстий цилиндров двигателя, отверстий шатунов и отверстий валов коробки передач с общим диаметром $15\text{-}40 \text{ мм}$ и глубиной $50\text{-}150 \text{ мм}$. Компания по производству автомобильных деталей использует регулируемую развертку диаметром $20\text{-}30$

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

мм для точной развертки отверстий цилиндров со скоростью резания 70 м/мин, скоростью подачи 0,02 мм/об, точностью регулировки $\pm 0,002$ мм, круглостью отверстия $< 0,002$ мм после обработки, Ra 0,04 мкм, сроком службы инструмента 120 часов, годовой производительностью 600 000 цилиндров и сокращением времени процесса на 20%. Поскольку спрос на многоспециализированную обработку отверстий в системах трансмиссии электромобилей растет, гибкость регулируемой развертки становится преимуществом.

5.3 Аэрокосмическая промышленность

Прецизионная развертка соединительных отверстий фюзеляжа из титанового сплава или высокопрочной стали и отверстий стоек шасси, общий диаметр 10-30 мм, глубина 80-200 мм. Авиакомпания использует регулируемую развертку диаметром 15-25 мм для обработки соединительных отверстий из титанового сплава, скорость резания 50 м/мин, скорость подачи 0,02 мм/об, точность регулировки $\pm 0,002$ мм, допуск диаметра отверстия после обработки $\pm 0,001$ мм, Ra 0,03 мкм, срок службы инструмента 130 часов, в соответствии со стандартами AS9100. Требуется термостойкость и высокая точность, а внутреннее давление охлаждения должно достигать 15 бар.

5.4 Медицинские приборы

Прецизионное рассверливание внутренних отверстий ортопедических имплантатов или отверстий для позиционирования хирургических инструментов, обычные диаметры составляют 4–12 мм, а глубина — 10–50 мм. Медицинская компания использует регулируемый рассверлитель диаметром 6–10 мм для обработки внутренних отверстий тазобедренного сустава из титанового сплава со скоростью резания 40 м/мин, скоростью подачи 0,01 мм/об, точностью регулировки $\pm 0,002$ мм, допуском диаметра отверстия $\pm 0,001$ мм после обработки, Ra 0,02 мкм и сроком службы инструмента 90 часов, что соответствует стандартам биосовместимости FDA. Требуется чрезвычайно высокая точность и качество поверхности, а покрытие DLC часто используется для снижения трения.

5.5 Точные приборы

Прецизионная развертка отверстий для вала оптического прибора и отверстий для крепления датчика, обычные диаметры составляют 5-15 мм, а глубина — 20-80 мм. Производитель точных приборов использует регулируемую развертку диаметром 8-12 мм для обработки отверстий для вала оптической линзы со скоростью резания 60 м/мин, скоростью подачи 0,02 мм/об, точностью регулировки $\pm 0,002$ мм, допуском на диаметр отверстия $\pm 0,001$ мм после обработки, Ra 0,03 мкм, сроком службы инструмента 110 часов и годовым объемом производства 500 000 инструментов в соответствии со стандартами ISO 2768. С ростом спроса на обработку микроотверстий с несколькими спецификациями высокая адаптивность регулируемой развертки становится ключевой.

5.6 Производство энергетического оборудования

Прецизионная развертка отверстий вала турбины и внутренних отверстий корпуса насоса, обычные диаметры составляют 20-50 мм, а глубины - 100-300 мм. Производитель энергетического оборудования использует регулируемую развертку диаметром 30-40 мм для обработки отверстий корпуса гидравлического насоса со скоростью резания 70 м/мин, скоростью подачи 0,03 мм/об, точностью регулировки $\pm 0,002$ мм, погрешностью диаметра

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

отверстия <0,002 мм после обработки, Ra 0,05 мкм, сроком службы инструмента 140 часов, годовой производительностью 2000 корпусов насосов и повышением эффективности на 25%. Требуется возможность высокоточной и глубокой обработки отверстий, а внутренняя система охлаждения требует поддержки высокого давления (15 бар).

6. Меры предосторожности при использовании

6.1 Требования к станкам

Трех- или пятиосевой ЧПУ, биение <0,003 мм, мощность шпинделя ≥ 3 кВт, рекомендуется использовать шпиндель повышенной жесткости (жесткость направляющих >3000 Н / мкм).

6.2 Охлаждение и смазка

Смазочно-охлаждающая жидкость высокого давления (10 бар, 15-20 л/мин) или внутренняя система охлаждения (давление 5-15 бар), вязкие материалы (например, нержавеющая сталь) требуют усиленного охлаждения (расход увеличивается до 25 л/мин).

6.3 Параметры резки

V_c 70 м/мин, f_z 0,02-0,05 мм/об, сегментированная глубина реза (3D на сегмент), повторная калибровка параметров резания после настройки для оптимизации качества поверхности.

6.4 Установка и калибровка

Соосность <0,001 мм, усилие зажима 20-40 Нм (прямой хвостовик) или 30-60 Нм (конический хвостовик), перед установкой откалибруйте оправку инструмента и отрегулируйте соосность механизма.

6.5 Износ и обслуживание

Замените, когда износ лезвия VB достигает 0,2 мм, диаметр отверстия выходит за пределы допуска (>0,005 мм) или на поверхности появляются царапины. Техническое обслуживание требуется, когда изношен механизм регулировки (зазор >0,01 мм). Рекомендуется проверять его каждые 15 часов и записывать данные об износе для оптимизации цикла использования.

30-летняя история производства твердосплавных изделий, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных протяжках, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 📧 Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

CTIA GROUP LTD

30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

Core Advantages

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

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

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

Serving Customers

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

Service Commitment

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

Contact Us

Email : sales@chinatungsten.com

Tel : +86 592 5129696

Official website : www.ctia.com.cn



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавные протяжки?

Твердосплавные протяжки — это высокоточные инструменты, используемые для эффективной резки и формовки при обработке. Благодаря своей превосходной твердости и износостойкости они обеспечивают надежную поддержку для обработки сложных контуров на поверхности или внутри заготовок. Эти протяжки постепенно режут заготовку линейным движением на протяжном станке или специальном оборудовании для достижения обработки точных форм, таких как формы зубьев, шпоночные пазы, шестерни или многоугольные отверстия. Они широко используются в производственных сценариях, требующих высокой эффективности и высокого качества. Твердосплавные протяжки изготавливаются на основе карбида вольфрама (WC) с добавлением кобальта (Co) в качестве связующего вещества и спекаются методом прецизионной порошковой металлургии. Распространенные марки материалов включают YG10 (высокая прочность, подходит для прерывистой резки), YT20 (высокая термостойкость, подходит для обработки стали) и YW3 (превосходная комплексная производительность, подходит для сложных контуров). Его конструктивные формы разнообразны, как с интегральными карбидными структурами, так и с модульными конфигурациями с сегментированными или сменными зубьями. Корпус инструмента обычно изготавливается из высокопрочной стали или твердого сплава для обеспечения устойчивости при протяжке с высокими нагрузками.

1. Проектирование и оптимизация геометрии

Твердосплавных протяжек является ключом к их эффективной резке. Конструкторы точно настраивают параметры для соответствия различным требованиям обработки. Режущая кромка протяжки обычно ступенчатая, с передним углом, установленным между 0° и 5° . Такая конструкция с малым углом помогает снизить силу резания и обеспечить плавную резку; задний угол обычно составляет от 5° до 10° , чтобы гарантировать, что протяжка не будет чрезмерно изнашиваться при контакте с заготовкой; фаска режущей кромки (0,1-0,2 мм) повышает способность противостоять сколам за счет рассеивания напряжения, особенно при прерывистом прошивании. Цилиндрические протяжки подходят для чистовой обработки круглых отверстий с диаметром в диапазоне от 10 до 100 мм и длиной до 500 мм; протяжки со шпоночным пазом предназначены для обработки шпоночных пазов или шлицев, с шириной от 5 до 50 мм и длиной, регулируемой в соответствии с глубиной заготовки; Протяжки используются для формирования профиля зубчатых колес с числом зубьев от 10 до 50, подходящих для массового производства. Оптимизация геометрии объединяет автоматизированное проектирование (САПР) и анализ конечных элементов, чтобы гарантировать, что протяжка остается стабильной во время низкоскоростной протяжки с высокой нагрузкой (до 50 м/мин), а ширина стружечной канавки (2-4 мм) регулируется в соответствии с глубиной резания для обеспечения плавного отвода стружки.

2. Покрытие и обработка поверхности

Технология нанесения покрытий дала твердосплавным протяжкам дополнительные эксплуатационные преимущества, позволив им адаптироваться к более сложным условиям

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

обработки. Покрытия PVD (физическое осаждение из паровой фазы), такие как TiN (золотисто-желтый, толщиной 2-5 микрон), обеспечивают хорошую защиту от износа и особенно подходят для обработки цветных металлов; покрытия CVD (химическое осаждение из паровой фазы), такие как TiAlN (фиолетово-черный, толщиной 10-20 микрон), идеально подходят для протяжки стали и чугуна с их термостойкостью до 1000 °C. Что касается обработки поверхности, процесс полировки контролирует шероховатость поверхности до Ra <0,2 микрон для уменьшения адгезии стружки; технология лазерного микротекстурирования вырезает микросмазочные канавки на поверхности протяжки для снижения коэффициента трения; некоторые высококачественные протяжки используют нанопокрывтия (такие как нано- TiAlN , с зернами менее 50 нанометров), что значительно повышает производительность при сверхточной обработке. Адгезия покрытия проверяется методом царапания (критическая нагрузка >80 Н), чтобы гарантировать, что покрытие не отслоится при протяжке с высокой нагрузкой.

3. Технические характеристики и производительность

твердосплавных протяжек делает их мощным помощником для эффективной обработки формовкой и завоевала высокое признание в отрасли. Скорость резания составляет от 5 до 50 метров в минуту в зависимости от материала заготовки. Например, сталь обычно составляет от 10 до 30 метров в минуту, в то время как чугун может достигать 20-50 метров в минуту. Что касается твердости, твердость протяжек обычно составляет от HV 1800 до 2100. YT20 может достигать HV 2000-2100 за счет карбида титана, что достаточно для обработки заготовок высокой твердости. Вязкость разрушения составляет от 14 до 18 МПа·м^{1/2}. Марка YG10 более прочная из-за высокого содержания кобальта (10%), что особенно подходит для прерывистой протяжки. Износостойкость составляет менее 0,03 кубических миллиметров на ньютон-метр, а после нанесения покрытия она снижается до 0,02 кубических миллиметров на ньютон-метр, что значительно продлевает срок службы. Термостойкость может достигать 1000°C (благодаря покрытию CVD), что делает его стабильным в условиях высоких температур. Точность обработки контролируется в пределах 0,01 мм, что соответствует требованиям высокоточной обработки формования.

4. Требования к обработке и заявки

твердосплавных протяжек отражают их уникальную ценность в эффективном производстве. Параметры резки различаются в зависимости от материала. Например, скорость резки стали составляет от 10 до 30 метров в минуту, скорость подачи составляет от 0,02 до 0,1 мм на ход, а глубина резания составляет от 0,5 до 2 мм; для чугуна требуется скорость резания от 20 до 50 метров в минуту, скорость подачи от 0,05 до 0,15 мм на ход и глубина резания от 1 до 3 мм. Выбор метода охлаждения также имеет решающее значение. Сухая протяжка подходит для чугуна и может сократить использование охлаждающей жидкости; мокрая протяжка с использованием охлаждающей жидкости на основе эмульсии или масла больше подходит для стали и титановых сплавов, что может эффективно снизить термические повреждения; для сложной контурной протяжки охлаждение под низким давлением (5-10 бар) значительно повышает эффективность удаления стружки за счет внешнего распыления. На практике в

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

автомобильной промышленности протяжки часто используются для обработки зубчатых валов и шлицевых отверстий, что требует высокой эффективности и качества поверхности; в производстве пресс-форм они применяются для формирования формы зубьев штамповочных штампов, при этом особое внимание уделяется точности контура; в машиностроении, например, при пакетной обработке многоугольных отверстий, также используются их превосходные характеристики.

5. Проблемы и решения

с использованием твердосплавных протяжек, но эти проблемы можно должным образом решить с помощью научных стратегий преодоления. В процессе протяжки плохое удаление стружки является распространенной проблемой при сложной контурной обработке, которую можно облегчить путем оптимизации конструкции канавки для стружки и добавления самосмазывающихся покрытий (таких как MoS_2); накопление тепла склонно происходить при протяжке с высокой нагрузкой, а эффективная система охлаждения и термостойкое покрытие могут эффективно контролировать температуру; износ протяжки может привести к ошибкам контура, а выбор высокоизносостойких сортов и обработка кромок могут улучшить стабильность; для липких материалов адгезия поверхности является основной проблемой, а регулярная очистка или использование покрытий с низким коэффициентом трения могут значительно продлить срок службы. Вместе эти решения обеспечивают надежность протяжек в сложных рабочих условиях.

6. Оптимизация и тенденции развития

твердосплавных протяжек отражает стремление отрасли к эффективности и интеллектуальности. С точки зрения структурной оптимизации, интегрированный внешний канал охлаждения распылением может эффективно снизить температуру протяжки, сегментированная конструкция облегчает замену изношенных деталей, а технология динамической балансировки повышает стабильность низкоскоростной и высоконагруженной протяжки. С точки зрения инноваций в материалах, наноцементированный карбид улучшает твердость и ударную вязкость благодаря своим мелким зернам (менее 0,5 микрон), а градиентная конструкция материала позволяет протяжке иметь как высокую твердость, так и высокую ударную вязкость. Тенденция к интеллекту позволяет встраивать датчики в протяжку для мониторинга износа и температуры в режиме реального времени и динамически регулировать параметры протяжки в сочетании с алгоритмами искусственного интеллекта. С точки зрения технологии производства, технологии 3D-печати, такие как селективное лазерное плавление (SLM), могут создавать сложные структуры протяжки, такие как оптимизация каналов охлаждения, в то время как технология лазерного осаждения обеспечивает возможность ремонта изношенных протяжек. Тенденция к защите окружающей среды способствовала разработке покрытий для сухой протяжки (например, покрытий на основе графенового композита), что снижает зависимость от охлаждающих жидкостей, а использование перерабатываемых материалов также снижает воздействие на окружающую среду.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

7. Срок службы и обслуживание

твердосплавных протяжек варьируется в зависимости от условий обработки и материалов заготовки и обычно составляет от 20 до 50 часов, например, около 30 часов для обработки стали и до 40 часов для обработки чугуна. Работы по техническому обслуживанию включают регулярную заточку, использование алмазных шлифовальных кругов для обеспечения того, чтобы погрешность угла была менее $0,5^\circ$, ремонт покрытия с помощью технологии CVD для восстановления производительности и предварительную лазерную настройку для обеспечения того, чтобы погрешность была менее 0,01 мм. Эти меры могут эффективно продлить срок службы протяжки. После того, как протяжка будет списана, вольфрамовые и кобальтовые материалы в ней могут быть переработаны и повторно использованы путем плавки и возврата в печь, что отражает концепцию устойчивого развития.

8. Подробная классификация

Твердосплавные протяжки можно разделить на несколько категорий в зависимости от требований к обработке и вариантов применения, каждый тип имеет свою уникальную конструкцию и назначение:

Цилиндрическая протяжка

Подходит для чистовой обработки и формирования круглых отверстий диаметром от 10 до 100 мм и длиной до 500 мм. Передний угол от 0° до 3° , задний угол от 5° до 8° , класс YG10, покрытие TiN (толщина 2-5 мкм) для износостойкости. Скорость резания от 10 до 30 м/мин, точность менее 0,01 мм, широко используется при обработке отверстий подшипников и цилиндрических деталей.

Протяжка шпоночного паза

Предназначен для обработки шпоночных пазов или шлицев, ширина от 5 до 50 мм, длина регулируется в зависимости от глубины заготовки. Передний угол от 0° до 5° , задний угол от 5° до 10° , класс YT20, покрытие TiAlN (толщина 10-20 микрон) для повышения термостойкости. Скорость резания от 5 до 20 метров в минуту, точность менее 0,01 мм, обычно используется при обработке зубчатых и трансмиссионных валов.

Протяжка зубчатая

Используется для формирования профиля зубчатых колес с количеством зубьев от 10 до 50 и длиной до 600 мм. Передний угол составляет от 0° до 5° , задний угол — от 5° до 10° , выбран класс YW3. Многослойное покрытие (например, $\text{TiN} + \text{Al}_2\text{O}_3$) обеспечивает комплексную производительность. Скорость резки составляет от 5 до 15 метров в минуту, а точность составляет менее 0,01 мм. Широко используется в массовом производстве зубчатых колес.

9. Отбор и сопоставление

Выбор правильной твердосплавной протяжки требует всестороннего рассмотрения материала заготовки и типа обработки. Например, для протяжки стали выберите протяжку шпоночного паза YT20, для формовки чугуна выберите цилиндрическую протяжку YG10, а для обработки зубчатых колес больше подойдет протяжка зубчатых колес YW3 с многослойным покрытием. Производительность станка также имеет решающее значение. Протяжной станок должен иметь тяговое усилие более 10 тонн и скорость от 5 до 50 метров

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

в минуту, чтобы полностью использовать потенциал протяжки .

1 0. Сводная таблица классификации

Брошь тип	Количество зубьев/ширина (мм)	Диаметр/Длина(мм)	Передний угол (°)	Задний угол (°)	Применимый Бренд	Тип покрытия	Скорость резки (м/мин)	Глубина резки (мм)	Точность (мм)	Типичные применения
цилиндр Брошь	-	10-100 / 500	0-3	5-8	YG10	TiN (2-5 мкм)	10-30	0,5-2	<0,01	Отверстия подшипников, цилиндрические детали
замочная скважина Брошь	5-50	- / Корректирование	0-5	5-10	YT20	TiAlN (10-20 мкм)	5-20	0,5-2	<0,01	вал шестерни, трансмиссионный вал
механизм Брошь	10-50	- / 600	0-5	5-10	YW3	TiN + Al ₂ O ₃	5-15	0,5-2	<0,01	Шестеренчатая партия, формовка

30-летняя история производства твердосплавных изделий , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных протяжках , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавный формовочный инструмент?

Инструменты для формовки из карбида — это прецизионные инструменты, используемые для формирования сложных контуров и специальных форм при обработке. Благодаря своей превосходной твердости и износостойкости они обеспечивают эффективные решения для индивидуального формирования поверхности или внутренней части заготовок. Эти инструменты могут выполнять обработку некруглых, изогнутых поверхностей или определенных контуров за один проход посредством резания или пластической деформации на токарных станках, фрезерных станках или специальном оборудовании. Они широко используются в производственных сценариях, требующих высокой точности и уникальных форм. Инструменты для формовки из карбида изготавливаются на основе карбида вольфрама (WC) с добавлением кобальта (Co) в качестве связующего вещества и спекаются с помощью процесса прецизионной порошковой металлургии. Распространенные марки материалов включают YG6 (умеренная твердость, подходит для общей формовки), YT25 (высокая термостойкость, подходит для обработки стали) и YW4 (превосходная комплексная производительность, подходит для сложных контуров). Его конструктивные формы разнообразны, как со встроенными карбидными структурами, так и с регулируемыми или модульными конфигурациями. Корпус инструмента обычно изготавливается из высокопрочной стали или твердого сплава для обеспечения стабильности при разнообразной обработке.

1. Проектирование и оптимизация геометрии

Геометрическая конструкция твердосплавных формовочных инструментов является ключом к достижению сложной формовки. Конструкторы точно настраивают параметры для удовлетворения различных требований обработки. Передний угол инструмента обычно устанавливается в диапазоне от 5° до 15°. Эта конструкция угла регулируется в соответствии с материалом и формой заготовки, чтобы сбалансировать силу резания и качество поверхности; задний угол обычно составляет от 6° до 12°, чтобы гарантировать, что инструмент остается устойчивым при контакте с заготовкой, чтобы избежать чрезмерного износа; фаска режущей кромки (0,1-0,3 мм) повышает способность противостоять сколам за счет рассеивания напряжения, особенно при прерывистой резке. Формовочные токарные инструменты подходят для некруглой формовки внешних окружностей или торцевых поверхностей с диапазоном диаметров от 10 до 100 мм, а лезвие настраивается в соответствии с контуром заготовки; формовочные фрезы используются для сложной обработки криволинейных поверхностей с диаметром от 20 до 150 мм и от 2 до 8 лезвий; Инструменты для литья под давлением сочетают в себе резку и пластическую деформацию, диаметром от 50 до 200 мм, подходят для массового производства. Оптимизация геометрии сочетает в себе автоматизированное проектирование (САПР) и анализ методом конечных элементов, чтобы гарантировать, что инструмент остается стабильным на умеренных скоростях (до 5000 об/мин или 200 м/мин), а ширина стружечной канавки (2-5 мм) регулируется в соответствии с глубиной резания для обеспечения плавного удаления стружки.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

2. Покрытие и обработка поверхности

Технология нанесения покрытий привнесла дополнительные эксплуатационные преимущества в твердосплавные формовочные инструменты, позволив им адаптироваться к более сложным условиям обработки. Покрытия PVD (физическое осаждение из паровой фазы), такие как TiN (золотисто-желтый, толщиной 2-5 микрон), обеспечивают хорошую защиту от износа и особенно подходят для обработки алюминиевых сплавов и медных материалов; покрытия CVD (химическое осаждение из паровой фазы), такие как TiAlN (фиолетово-черный, толщиной 10-25 микрон), идеально подходят для формовки стальных и титановых сплавов с их термостойкостью до 1100 °C. Что касается обработки поверхности, процесс полировки контролирует шероховатость поверхности до Ra <0,2 микрон для уменьшения адгезии стружки; технология лазерного микротекстурирования гравировает микросмазочные канавки на поверхности инструмента для снижения коэффициента трения; некоторые высококлассные формовочные инструменты используют нанопокрyтия (такие как нано- TiAlN с зepнами менее 50 нанометров), что значительно повышает производительность при сверхточной обработке. Адгезия покрытия проверяется с помощью испытаний на царапание (критическая нагрузка >80 Н), чтобы гарантировать, что покрытие не отслоится при длительном использовании.

3. Технические характеристики и производительность

Технические характеристики формовочных инструментов из твердого сплава делают их мощными помощниками при сложной формовочной обработке и завоевали высокое признание в отрасли. Скорость резания составляет от 50 до 300 метров в минуту в зависимости от материала заготовки. Например, сталь обычно составляет от 100 до 200 метров в минуту, в то время как алюминиевые сплавы могут достигать 200-300 метров в минуту. Что касается твердости, твердость инструмента обычно составляет от HV 1800 до 2200. YT25 может достигать HV 2100-2200 за счет карбида титана, что достаточно для обработки заготовок высокой твердости. Вязкость разрушения составляет от 12 до 18 МПа·м^{1/2}. Марка YG6 имеет сбалансированную прочность благодаря умеренному содержанию кобальта (6%), что особенно подходит для непрерывной формовки. Износостойкость составляет менее 0,03 кубических миллиметров на ньютон-метр, а после нанесения покрытия снижается до 0,02 кубических миллиметров на ньютон-метр, что значительно увеличивает срок службы. Термостойкость до 1100°C (благодаря покрытию CVD), что делает его стабильным в условиях высоких температур. Точность обработки контролируется в пределах 0,01 мм, что соответствует строгим требованиям сложной контурной обработки.

4. Требования к обработке и заявки

Требования к обработке и сценарию применения формовочных инструментов из цементированного карбида отражают их уникальную ценность в индивидуальном производстве. Параметры резки различаются в зависимости от материала. Например, скорость резки стали составляет от 100 до 200 метров в минуту, скорость подачи составляет от 0,05 до 0,2 мм на оборот, а глубина резания составляет от 0,5 до 3 мм; для алюминиевых сплавов требуется скорость резания от 200 до 300 метров в минуту, скорость подачи от 0,1 до

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,3 мм на оборот и глубина резания от 1 до 5 мм. Выбор метода охлаждения также имеет решающее значение. Сухая резка подходит для алюминиевых сплавов и может сократить использование охлаждающей жидкости; мокрая резка с использованием охлаждающей жидкости на основе эмульсии или масла больше подходит для стали и титановых сплавов, что может эффективно снизить термические повреждения; для сложной обработки поверхности охлаждение под низким давлением (5-15 бар) значительно повышает эффективность удаления стружки за счет внешнего распыления. На практике в автомобильной промышленности часто используются формовочные инструменты для обработки распределительных валов и изогнутых деталей, требующих высокой точности и качества поверхности; в производстве пресс-форм они применяются для формирования сложных полостей пресс-форм, при этом особое внимание уделяется постоянству контуров; в авиационной промышленности они также используются для некруглой формовки оснований лопаток.

5. Проблемы и решения

При использовании твердосплавных формовочных инструментов возникают некоторые проблемы, но эти проблемы можно должным образом решить с помощью научных стратегий преодоления. В процессе формовки плохое удаление стружки является распространенной проблемой при сложной контурной обработке, которую можно устранить путем оптимизации конструкции канавки для стружки и добавления самосмазывающихся покрытий (например, MoS_2); при непрерывной формовке склонно происходить накопление тепла, а эффективная система охлаждения и термостойкое покрытие могут эффективно контролировать температуру; биение инструмента может привести к ошибкам контура, а использование корпуса инструмента высокой жесткости и обработки для укрепления кромок может улучшить стабильность; для твердых материалов ускоренный износ является основной проблемой, а регулярная заточка или использование алмазных покрытий могут значительно продлить срок службы. Эти решения в совокупности обеспечивают надежность формовочных инструментов в сложных рабочих условиях.

6. Оптимизация и тенденции развития

Направление оптимизации и разработки инструментов для формовки из цементированного карбида отражает стремление отрасли к эффективности и интеллектуальности. С точки зрения структурной оптимизации, встроенный внешний канал охлаждения распылением может эффективно снижать температуру инструмента, регулируемая конструкция головки инструмента удобна для адаптации к различным контурам, а технология динамической балансировки повышает стабильность обработки на средней скорости. С точки зрения инноваций в материалах, наноцементированный карбид повышает твердость и прочность благодаря своим мелким зернам (менее 0,5 микрон), а конструкция градиентного материала позволяет инструменту для формовки иметь как высокую твердость, так и высокую прочность. Тенденция к интеллекту позволяет встраивать в инструмент датчики для контроля износа и температуры в режиме реального времени и динамически регулировать параметры формовки в сочетании с алгоритмами искусственного интеллекта. С точки зрения технологии

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

производства, технологии 3D-печати, такие как селективное лазерное плавление (SLM), могут создавать сложные структуры инструментов, такие как оптимизация каналов охлаждения, в то время как технология лазерного напыления обеспечивает возможность ремонта изношенных инструментов. Тенденция к защите окружающей среды способствовала разработке покрытий для сухой резки (например, покрытий на основе графенового композита), что снижает зависимость от охлаждающих жидкостей, а использование перерабатываемых материалов также снижает воздействие на окружающую среду.

7. Срок службы и обслуживание

Срок службы твердосплавных формовочных инструментов варьируется в зависимости от условий обработки и материалов заготовки и обычно составляет от 15 до 40 часов, например, около 20 часов для обработки стали и до 30 часов для обработки алюминиевого сплава. Работы по техническому обслуживанию включают регулярную заточку, использование алмазных шлифовальных кругов для обеспечения того, чтобы погрешность угла была менее $0,5^\circ$, ремонт покрытия с помощью технологии CVD для восстановления производительности и предварительную лазерную настройку для обеспечения того, чтобы погрешность была менее 0,01 мм. Эти меры могут эффективно продлить срок службы формовочных инструментов. После того, как инструмент будет списан, вольфрамовые и кобальтовые материалы в нем могут быть переработаны и повторно использованы путем плавки и возврата в печь, что отражает концепцию устойчивого развития.

8. Отраслевые стандарты и сертификация

Производство и использование формовочных инструментов из твердого сплава должны соответствовать международным и внутренним стандартам, таким как ISO 3002-1 в стандарте ISO и китайский национальный стандарт серии GB/T, для обеспечения качества и безопасности.

9. Подробная классификация

Твердосплавный формовочный инструмент можно разделить на несколько категорий в зависимости от требований к обработке и вариантов применения, каждый тип имеет свою уникальную конструкцию и назначение:

Формовочный токарный инструмент : подходит для некруглой формовки внешнего круга или торцевой поверхности с диапазоном диаметров от 10 до 100 мм, а лезвие настраивается в соответствии с контуром заготовки. Передний угол составляет от 5° до 10° , задний угол составляет от 6° до 10° , и выбирается класс YG6. Покрытие TiN (толщина 2-5 микрон) обеспечивает износостойкость. Скорость резания составляет от 100 до 200 метров в минуту, а точность составляет менее 0,01 мм. Он широко используется при обработке распределительных валов и деталей с криволинейной поверхностью.

Фасонная фреза : используется для сложной обработки поверхности, диаметр от 20 до 150 мм, количество лезвий от 2 до 8. Передний угол от 5° до 15° , задний угол от 6° до 12° , класс YT25, покрытие TiAlN (толщина 10-25 мкм) для повышения термостойкости. Скорость резания от 100 до 300 метров в минуту, точность менее 0,01 мм, обычно используется при

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

обработке полостей пресс-форм и авиационных деталей.

Инструмент для штамповки : Сочетание резки и пластической деформации, диаметр от 50 до 200 мм, лезвие спроектировано в соответствии с формой заготовки. Передний угол от 5° до 10°, задний угол от 6° до 10°, класс YW4, многослойное покрытие (например, TiN+Al₂O₃) обеспечивает комплексную производительность. Скорость резки от 50 до 150 м/мин, точность менее 0,01 мм, широко используется в крупномасштабной некруглой формовке.

10. Отбор и сопоставление

Выбор правильного инструмента для формовки твердого сплава требует всестороннего рассмотрения материала заготовки и типа обработки. Например, для формовки стали выберите формовочную фрезу YT25, для обработки алюминиевого сплава выберите формовочный токарный инструмент YG6, а для обработки сложных криволинейных поверхностей больше подойдет инструмент для литья под давлением YW4 с многослойным покрытием. Производительность станка также имеет решающее значение. Мощность шпинделя должна превышать 5 киловатт, скорость должна достигать 1000–5000 оборотов в минуту или скорость резания должна достигать 50–300 метров в минуту, чтобы в полной мере раскрыть потенциал инструмента для формовки.

11. Сводная таблица классификации

Тип инструмента	Количество лопастей	диаметр (мм)	Угол наклона (°)	Угол наклона (°)	Применимый Бренд	покрытие тип	Скорость резки (м/мин)	Глубина реза (мм)	Точность (мм)	Типичные применения
Формовочный токарный инструмент	-	10-100	5-10	6-10	YG6	TiN (2-5 мкм)	100-200	0,5-3	<0,01	Распределительный вал, изогнутые части
Фасонная фреза	2-8	20-150	5-15	6-12	YT25	TiAlN (10-25 мкм)	100-300	1-5	<0,01	Полость пресс-формы, авиационные детали
Формовочный инструмент	-	50-200	5-10	6-10	YW4	TiN + Al ₂ O ₃	50-150	0,5-3	<0,01	Крупная партия, некруглая формовка

30-летняя история производства твердосплавных инструментов , CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных формовочных инструментах , мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать

индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



приложение:

Что такое твердосплавный формовочный токарный инструмент?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Твердосплавные формовочные токарные инструменты — это высокопроизводительные режущие инструменты, предназначенные для сложной контурной обработки и точной токарной обработки. Они широко используются в механической обработке, производстве пресс-форм, автомобильной промышленности, аэрокосмической промышленности, производстве энергетического оборудования и производстве точных приборов. Их основная особенность заключается в том, что формовочное лезвие из твердосплавного материала может выполнять отделку определенных контуров (таких как резьба, канавки, выступы, фаски и т. д.) за один проход без множественных регулировок заготовки или инструмента. Твердосплавные формовочные токарные инструменты используют карбид в качестве основного материала, имеют высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость и подходят для токарной обработки высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплавы на основе никеля, чугун и алюминиевые сплавы. Формовочное лезвие формируется в определенную геометрическую форму путем точного шлифования. Он широко подходит для токарных станков с ЧПУ, обычных токарных станков или обрабатывающих центров. Он может эффективно выполнять точение внешних окружностей, торцов, ступеней, резьб и сложных криволинейных поверхностей. Точность обработки может достигать уровня IT6-IT8, а шероховатость поверхности может достигать Ra 0,2-0,8 мкм. По сравнению с обычными токарными инструментами, твердосплавные формовочные токарные инструменты имеют более высокую эффективность (производственная эффективность увеличивается на 30%-50%) и последовательность (погрешность контура <0,01 мм) при массовом производстве сложных деталей. Он особенно подходит для сценариев, требующих высокоточной и повторяемой обработки. Он обладает высокой гибкостью конструкции и может настраивать форму и угол лезвия в соответствии с контуром заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной производственной технологии инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением CAD/CAM для оптимизации траектории резания с помощью цифровых моделей.

1.2 Предыстория разработки

С ростом спроса на легкие автомобили, высокопроизводительные детали для аэрокосмической отрасли и прецизионные формы твердосплавные токарные инструменты становятся все более важными в современном производстве благодаря их эффективным возможностям формовки и долговечности. В 2025 году с ростом применения новых материалов (таких как сплавы с высокой энтропией) и сложных геометрических форм предъявляются более высокие требования к точности кромок, термостойкости и сроку службы формовочных токарных инструментов, что способствует постоянному

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

совершенствованию конструкции инструмента, соотношения материалов и технологии покрытия.

2. Технические характеристики

2.1 Конструктивные характеристики

Структурная конструкция твердосплавных формовочных токарных инструментов направлена на достижение эффективной формовки, стабильной резки и превосходного качества поверхности. Обычно они используют квадратный хвостовик, круглый хвостовик или конструкцию зажима машины, а лезвие представляет собой индивидуальную компоновку формовочного лезвия в сочетании с жестким корпусом инструмента для адаптации к высоконагруженной токарной обработке. Общая длина инструмента составляет от 100 мм до 400 мм, что подходит для небольших станков с ЧПУ (100-200 мм) или тяжелых токарных станков (300-400 мм), а сверхдлинный тип (500 мм) используется для глубоких канавок или специальной контурной обработки. Типы хвостовиков включают квадратные хвостовики (сечение от 10x10 мм до 25x25 мм, допуск h6) или круглые хвостовики (диаметр 10-32 мм, допуск h6), а длина хвостовика (80-300 мм) настраивается в соответствии с требованиями к зажиму станка и глубине обработки. Инструменты для зажима станка поддерживают передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 20-200 Нм). Эффективная длина реза составляет от 20 мм до 150 мм. Неглубокая токарная обработка (20-50 мм) подходит для отделки поверхности, а глубокая токарная обработка (100-150 мм) подходит для обработки пазов или ступеней. Геометрия лезвия настраивается в соответствии с контуром заготовки, например, тип резьбы (шаг 0,5-10 мм), тип паза (ширина 1-20 мм) или тип криволинейной поверхности (радиус кривизны 5-50 мм). Угол лезвия обычно составляет 5°-15° для переднего угла и 5°-10° для заднего угла (настраивается). Длина направляющей секции составляет 10%-15% от общей длины для обеспечения точности контура. Профилированное лезвие обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкой кромки ($Ra \leq 0,02$ мкм) и геометрической погрешности $< 0,005$ мм. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, испытан на скорости 10 000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростной токарной обработке (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними каналами охлаждения (диаметр 0,5-1,5 мм, давление 5-15 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 1-2 мм) для улучшения удаления стружки (эффективность увеличивается на 20%-30%) и терморегулирования (температура зоны резания $< 600^{\circ}\text{C}$), подходит для обработки высоконагруженных или липких материалов. Инструмент с машинным зажимом имеет сменную конструкцию лезвия, а лезвие и инструментальная планка соединены высокоточной резьбой или байонетом (допуск 6H/6g), что обеспечивает быструю замену и повторную заточку лезвия.

2.2 Материалы

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ударопрочность. Распространенные марки включают YG8 (содержание кобальта 8%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, подходит для черновой токарной обработки и обработки чугуна, отличная износостойкость, срок службы может достигать 100-140 часов), YT14 (содержащий карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 850 °C, подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 110-150 часов), K20 (содержание кобальта 6%-8%, твердость HV 1700-1900, прочность на изгиб 1900-2100 МПа, специально для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезия, срок службы может достигать 120-160 часов). При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К) и температуру резки (500-900°C). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) или редкоземельных элементов (например, Ce, 0,1%-0,3%) для оптимизации термостойкости и стойкости к окислению.

3. Производственный процесс

3.1 Подготовка сырья

Высокоочищенный порошок карбида вольфрама (WC) и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), содержание кобальта регулируется в соответствии с маркой (6%-12%), карбид титана (TiC, 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC, 0,5%-1%) добавляются для повышения производительности, а размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 микрон. Для мокрого смешивания используется планетарная шаровая мельница (скорость 50-100 об/мин, время 24-48 часов), а этанол добавляется в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация $< 1\%$). Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а химический состав анализируется рентгенофлуоресцентным спектрометром (XRF), и отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

3.2 Прессование

Гидравлический пресс применяет давление 150-200 МПа для формирования заготовки лопатки с плотностью 14,5-15,2 г/см³. Холодное изостатическое прессование (ХИП, давление 150-200 МПа, продолжительность 10-15 минут) используется для повышения однородности. Форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 50-55) с точностью $\pm 0,02$ мм. Для обеспечения точности формования лопатки используются лазерная резка и электроэрозионная обработка. Плотность заготовки измеряется архимедовым методом (погрешность $< 0,1$ г/см³), а внутренняя пористость проверяется микроскопом ($< 0,5\%$).

3.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10^{-2} Па) или в атмосфере водорода температура составляет 1400°C-1600°C в течение 10-12 часов, и температура повышается поэтапно (50°C в час, 300°C-600°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100-150 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 1-2 микрон и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение <50 HV). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру, а твердомер Виккерса проверяет твердость (HV 1800-2200).

3.4 Постобработка

Внешняя токарная обработка выполняется с использованием инструментов CBN с точностью биения $<0,01$ мм и шероховатостью поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм. Лезвие обрабатывается с помощью сверхточного пятикоординатного шлифовального станка с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) с погрешностью профиля кромки $<0,005$ мм и поверхностью $Ra \leq 0,02$ мкм. Зеркальная полировка алмазными абразивами с зернистостью W0,5-W1,0, кромка $Ra \leq 0,01$ мкм и электролитическая полировка (плотность тока $0,1$ А/см²) для удаления микроскопических заусенцев. Кончик лезвия скошен ($0,1-0,2$ мм, угол $5^{\circ}-10^{\circ}$) для повышения способности противостоять смятию кромки, а профиль калибруется лазерным интерферометром.

3.5 Обработка покрытия

методом PVD (давление 10^{-3} Па, температура $400-500$ °C, скорость осаждения $0,1-0,2$ мкм/ч). Типы покрытий включают TiAlN (толщина 3-8 мкм, твердость 2800-3200 HV), AlCrN (толщина 3-7 мкм, твердость 3000-3400 HV) или DLC (толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения $<0,1$), что снижает коэффициент трения ($<0,3$) и увеличивает срок службы на 30%-50%. СЭМ проверяет однородность покрытия, а наноиндентор проверяет твердость и адгезию (>70 Н) с отклонением толщины $<0,5$ мкм.

3.6 Тестирование упаковки

КИМ определяет точность профиля лезвия и геометрическую погрешность ($<0,01$ мм), а динамическая балансировочная машина корректирует дисбаланс (<5 г·мм/кг). Покрытие антикоррозионным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления. Лазерная гравировка типа инструмента, длины, марки и номера партии обеспечивает прослеживаемость.

4. Технические параметры

Твердость: основа HV 1800-2200, после покрытия 3400 HV.

Термостойкость: $600^{\circ}\text{C}-1000^{\circ}\text{C}$.

Скорость резания (V_c): 50-200 м/мин для стали, 30-120 м/мин для титанового сплава, 100-300 м/мин для алюминиевого сплава.

Скорость подачи (fz): 0,05-0,20 мм/об.

Глубина реза (ap): 0,1-5 мм.

Допуск: точность контура $<0,01$ мм, шероховатость поверхности $<0,005$ мм.

Шероховатость поверхности: Ra 0,2-0,8 мкм.

5. Сценарии применения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.1 Изготовление пресс-форм

Токарный штамп, профили штампа и направляющего штифта, общий диаметр 10-50 мм, глубина 20-100 мм. Фабрика пресс-форм использует формовочный токарный инструмент для точения выступов штампов, скорость резания 120 м/мин, скорость подачи 0,10 мм/об, погрешность контура после обработки <0,008 мм, Ra 0,3 мкм, срок службы инструмента 120 часов, годовое производство 800 комплектов пресс-форм, эффективность увеличена на 40%. Требуется высокая точность и сложное контурное формование, поддерживаемое внутренней системой охлаждения (10 бар).

5.2 Автомобильная промышленность

Точение кулачков коленчатого вала, канавок поршневых колец и профилей шестерен, обычные диаметры составляют 20-80 мм, а глубины - 30-150 мм. Компания по производству автомобильных деталей использует профильные токарные инструменты для точения кулачков коленчатого вала со скоростью резания 100 м/мин, скоростью подачи 0,08 мм/об, погрешностью профиля <0,01 мм после обработки, Ra 0,4 мкм, сроком службы инструмента 140 часов, годовой производительностью 500 000 коленчатых валов и сокращением времени процесса на 30%. При массовом производстве сложных деталей эффективность профильных токарных инструментов стала преимуществом.

5.3 Аэрокосмическая промышленность

Точение основания лопаток турбины и контура соединителей фюзеляжа, обычные диаметры составляют 15-60 мм, а глубина — 50-200 мм. Авиакомпания использует формовочный токарный инструмент для точения основания лопаток из титанового сплава со скоростью резания 60 м/мин, скоростью подачи 0,05 мм/об, погрешностью контура <0,005 мм после обработки, Ra 0,2 мкм и сроком службы инструмента 150 часов в соответствии со стандартами AS9100. Требуется термостойкость и высокая точность, а внутреннее давление охлаждения должно достигать 15 бар.

5.4 Производство энергетического оборудования

Точение канавок вала турбины и сложных контуров корпуса клапана, общий диаметр 30-100 мм, глубина 100-300 мм. Производитель энергетического оборудования использует профильный токарный инструмент для точения канавок вала турбины, скорость резания 80 м/мин, скорость подачи 0,10 мм/об, погрешность контура после обработки <0,01 мм, Ra 0,5 мкм, срок службы инструмента 160 часов, годовое производство 2000 валов турбины, повышение эффективности на 35%. Требуется высокая жесткость и возможность обработки глубоких канавок, а внутренняя система охлаждения нуждается в поддержке высокого давления (15 бар).

5.5 Точные приборы

Точение контура оптических оправ линз и прецизионных подшипниковых гнезд, обычные диаметры составляют 5-30 мм, а глубина — 20-80 мм. Производитель точных инструментов

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

использует профильный токарный инструмент для точения контура оправы линзы со скоростью резания 70 м/мин, скоростью подачи 0,03 мм/об, погрешностью контура <0,003 мм после обработки, Ra 0,2 мкм, сроком службы инструмента 110 часов и годовым объемом производства 400 000 оправ линзы в соответствии со стандартами ISO 2768. При обработке микросложных контуров высокая точность профильного токарного инструмента становится ключевой.

5.6 Производство электроники

Токарная обработка корпуса разъема и профиля радиатора, общий диаметр 10-40 мм, глубина 10-50 мм. Компания по производству электроники использует профильный токарный инструмент для токарной обработки алюминиевых сплавов радиаторов, скорость резания 150 м/мин, скорость подачи 0,15 мм/об, погрешность контура после обработки <0,008 мм, Ra 0,3 мкм, срок службы инструмента 130 часов, годовое производство 1 миллиона радиаторов, эффективность увеличена на 45%. Требуется высокая эффективность и качество поверхности, а также поддержка внутренней системы охлаждения (10 бар).

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных формовочных токарных инструментах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение:

Что такое твердосплавная профильная фреза?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Фреза для формовки из твердого сплава — это высокопроизводительный режущий инструмент, предназначенный для сложного трехмерного контурного фрезерования и прецизионной обработки. Он широко используется в механической обработке, производстве пресс-форм, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования и производстве точных приборов. Его основная особенность заключается в том, что формовочное лезвие из твердосплавного материала может выполнять фрезерование определенных форм (таких как форма зуба, канавка, криволинейная поверхность, фаска и т. д.) за один проход без множественных корректировок заготовки или инструмента. Фреза для формовки из твердого сплава используется в качестве основы твердый сплав, имеет высокую твердость (HV 1800-2200), отличную износостойкость и высокую термостойкость и подходит для фрезерования высокопрочных материалов, таких как закаленная сталь (HRC 40-60), нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), сплав на основе никеля, чугун и алюминиевый сплав. Формовочное лезвие формируется в индивидуальную геометрическую форму путем прецизионной шлифовки. Он широко совместим с фрезерными станками с ЧПУ (ЧПУ), обрабатывающими центрами или специальным фрезерным оборудованием. Он может эффективно выполнять фрезерование плоскостей, сторон, контуров и сложных поверхностей. Точность обработки может достигать уровня IT6-IT8, а шероховатость поверхности может достигать Ra 0,2-0,8 мкм. По сравнению с обычными фрезами, твердосплавные формовочные фрезы имеют более высокую эффективность (производственная эффективность увеличивается на 40%-60%) и последовательность (погрешность контура <0,01 мм) при массовом производстве сложных деталей и особенно подходят для сценариев, требующих высокоточной и повторяемой обработки. Он обладает высокой гибкостью конструкции и может настраивать форму лезвия, количество зубьев и угол наклона спирали в соответствии с контуром заготовки. Благодаря развитию интеллектуальной производственной технологии инструмент может быть интегрирован с программным обеспечением CAD/CAM для оптимизации траектории резания с помощью цифровых моделей.

1.2 Предыстория разработки

С ростом спроса на сложные аэрокосмические компоненты, легкие автомобильные детали и прецизионные формы твердосплавные формовочные фрезы занимают важное место в современном производстве благодаря своим эффективным формовочным возможностям и долговечности. В 2025 году с ростом применения высокопроизводительных материалов (таких как композиты на основе углеродного волокна) и сложных геометрических форм предъявляются более высокие требования к точности лезвий, термостойкости и сроку службы формовочных фрез, что способствует постоянным инновациям в области

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

проектирования инструментов, соотношения материалов и технологии покрытия.

2. Технические характеристики

2.1 Конструктивные характеристики

Структурная конструкция твердосплавных профильных фрез направлена на достижение эффективного фрезерования, стабильной резки и превосходного качества поверхности. Обычно они используют прямой хвостовик, конический хвостовик или конструкцию машинного зажима, а лезвие представляет собой индивидуальную компоновку профильного лезвия в сочетании с многозубой конструкцией для адаптации к фрезерованию с высокой нагрузкой. Общий диаметр инструмента составляет от 6 мм до 50 мм. Микропрофильные фрезы ($D < 10$ мм) используются для тонкого фрезерования, средние ($D = 10-25$ мм) подходят для общей обработки, а большие ($D > 25$ мм) используются для тяжелого фрезерования или фрезерования больших площадей. Класс допуска составляет h6 (0/-0,006 мм). Типы хвостовиков включают прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB) или конический хвостовик (BT40, CAT50). Диаметр хвостовика соответствует диаметру реза, класс допуска - h6, а длина хвостовика (50-250 мм) настраивается в соответствии с требованиями к зажиму станка и глубине обработки. Конический хвостовик поддерживает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 30-300 Нм). Общая длина составляет от 100 мм до 400 мм, подходит для небольших ЧПУ (100-200 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (300-400 мм). Эффективная длина резания составляет от 15 мм до 150 мм. Неглубокое фрезерование (15-50 мм) подходит для отделки поверхности, а глубокое фрезерование (100-150 мм) подходит для обработки пазов или сложных контуров. Количество зубьев составляет 2-8 режущих кромок, в зависимости от диаметра и требований к обработке. Малые диаметры ($D < 15$ мм) - это 2-4 зуба, а средние и большие диаметры ($D > 15$ мм) - это 4-8 зубьев. Увеличение количества зубьев может повысить эффективность резки, но требует поддержки станка высокой жесткости. Погрешность шага зубьев составляет $< 0,01$ мм. Угол наклона винтовой линии составляет $10^{\circ}-45^{\circ}$, а стандартное значение составляет $15^{\circ}-30^{\circ}$. Спиральная конструкция оптимизирует удаление стружки и снижение вибрации. $25^{\circ}-30^{\circ}$ обычно используется для чистовой обработки для улучшения качества поверхности, а $30^{\circ}-45^{\circ}$ можно выбрать для черновой обработки для улучшения удаления стружки. Геометрия формовочного лезвия настраивается в соответствии с контуром заготовки, например, формой зуба (модуль 0,5-5 мм), типом канавки (ширина 1-20 мм) или типом криволинейной поверхности (радиус кривизны 5-50 мм). Угол лезвия обычно составляет $5^{\circ}-15^{\circ}$ для переднего угла и $5^{\circ}-10^{\circ}$ для заднего угла (настраивается). Длина направляющей секции составляет 10%-15% от общей длины для обеспечения точности контура. Лезвие обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкой кромки ($Ra \leq 0,02$ мкм) и геометрической погрешности $< 0,005$ мм. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм /кг, скорость испытания 15000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростном фрезеровании (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5-2 мм, давление 5-20 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 1-2,5 мм) для

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

улучшения удаления стружки (эффективность увеличивается на 30%-40%) и терморегулирования (температура зоны резания $<600^{\circ}\text{C}$), подходит для глубоких канавок или липких материалов. Инструмент, закрепленный на станке, имеет сменную конструкцию лезвия, а лезвие и инструментальная планка соединены высокоточной резьбой или байонетом (допуск 6H/6g), что обеспечивает быструю замену и повторную заточку лезвия.

2.2 Материалы

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co), а мелкодисперсная структура обеспечивает износостойкость и ударопрочность. Распространенные марки включают YG10 (содержание кобальта 10%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 2100-2300 МПа, подходит для черновой фрезеровки и обработки чугуна, отличная износостойкость, срок службы может достигать 100-140 часов), YT15 (содержащий карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 850°C , подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы может достигать 110-150 часов), K30 (содержание кобальта 8%-10%, твердость HV 1700-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, специально для алюминиевых сплавов и цветных металлов, сильная антиадгезия, срок службы может достигать 120-160 часов). При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К) и температуру резки ($500-900^{\circ}\text{C}$). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) или редкоземельных элементов (например, Ce, 0,1%-0,3%) для оптимизации термостойкости и стойкости к окислению.

3. Производственный процесс

3.1 Подготовка сырья

Высокоочищенный порошок карбида вольфрама (WC) и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), содержание кобальта регулируется в соответствии с маркой (6%-12%), карбид титана (TiC, 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC, 0,5%-1%) добавляются для повышения производительности, а размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 микрон. Для мокрого смешивания используется планетарная шаровая мельница (скорость 50-100 об/мин, время 24-48 часов), а этанол добавляется в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация $<1\%$). Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а химический состав анализируется рентгенофлуоресцентным спектрометром (XRF), и отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

3.2 Прессование

Гидравлический пресс применяет давление 150-200 МПа для формирования заготовки лопатки с плотностью 14,5-15,2 г/см³. Холодное изостатическое прессование (ХИП, давление 150-200 МПа, продолжительность 10-15 минут) используется для повышения однородности. Форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 50-55) с точностью $\pm 0,02$ мм. Для обеспечения точности формования лопатки используются лазерная резка и электроэрозионная обработка. Плотность заготовки измеряется архимедовым

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

методом (погрешность $<0,1 \text{ г/см}^3$), а внутренняя пористость проверяется микроскопом ($<0,5\%$).

3.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10^{-2} Па) или в атмосфере водорода температура составляет 1400°C - 1600°C в течение 10-12 часов, и температура повышается поэтапно (50°C в час, 300°C - 600°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100-150 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 1-2 микрон и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение $<50 \text{ HV}$). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру, а твердомер Виккерса проверяет твердость (HV 1800-2200).

3.4 Постобработка

Внешняя токарная обработка выполняется с использованием инструментов CBN с точностью биения $<0,01 \text{ мм}$ и шероховатостью поверхности $Ra \leq 0,2 \text{ мкм}$. Лезвие обрабатывается с помощью сверхточного пятикоординатного шлифовального станка с ЧПУ (точность $\pm 0,002 \text{ мм}$) с погрешностью профиля кромки $<0,005 \text{ мм}$ и поверхностью $Ra \leq 0,02 \text{ мкм}$. Зеркальная полировка алмазными абразивами с зернистостью W0,5-W1,0, кромка $Ra \leq 0,01 \text{ мкм}$ и электролитическая полировка (плотность тока $0,1 \text{ А/см}^2$) для удаления микроскопических заусенцев. Кончик лезвия скошен ($0,1$ - $0,2 \text{ мм}$, угол 5° - 10°) для повышения способности противостоять смятию кромки, а профиль калибруется лазерным интерферометром.

3.5 Обработка покрытия

методом PVD (давление 10^{-3} Па , температура 400 - 500°C , скорость осаждения $0,1$ - $0,2 \text{ мкм/ч}$). Типы покрытий включают TiAlN (толщина 3-8 мкм, твердость 2800-3200 HV), AlCrN (толщина 3-7 мкм, твердость 3000-3400 HV) или DLC (толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения $<0,1$), что снижает коэффициент трения ($<0,3$) и увеличивает срок службы на 30%-50%. СЭМ проверяет однородность покрытия, а наноиндентор проверяет твердость и адгезию ($>70 \text{ Н}$) с отклонением толщины $<0,5 \text{ мкм}$.

3.6 Окончательное тестирование и упаковка

Трехмерная координатно-измерительная машина (КИМ) определяет точность профиля лезвия и геометрическую погрешность ($<0,01 \text{ мм}$), а динамическая балансировочная испытательная машина корректирует дисбаланс ($<5 \text{ г} \cdot \text{мм/кг}$). Покрытие антикоррозионным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления. Лазерная гравировка типа инструмента, диаметра, количества зубьев, марки и номера партии для обеспечения прослеживаемости.

4. Технические параметры

Твердость: основа HV 1800-2200, 3000-3500 HV после покрытия.

Термостойкость: 600°C - 1100°C . Скорость резания (V_c): 60-300 м/мин для стали, 40-180 м/мин для титановых сплавов, 200-400 м/мин для алюминиевых сплавов.

Подача (fz): 0,05-0,30 мм/зуб. Глубина резания (ap): 0,1-12 мм. Допуск: точность профиля $\pm 0,01 \text{ мм}$, шероховатость поверхности $\pm 0,005 \text{ мм}$. Шероховатость поверхности: $Ra \ 0,2$ - $1,0 \text{ мкм}$.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5. Сценарии применения

5.1 Изготовление пресс-форм

Фрезерование полостей пресс-форм, пазов зубьев и сложных криволинейных поверхностей, обычные диаметры составляют 10-40 мм, а глубины - 20-100 мм. Фабрика пресс-форм использует формовочную фрезу диаметром 20 мм для фрезерования полостей штамповочных моделей со скоростью резания 150 м/мин, скоростью подачи 0,15 мм/зуб, погрешностью контура <0,008 мм после обработки, Ra 0,3 мкм, сроком службы инструмента 130 часов, годовым объемом производства 600 комплектов пресс-форм и повышением эффективности на 50%. Требуется высокоточное и сложное контурное формование, поддерживается внутренняя система охлаждения (15 бар).

5.2 Автомобильная промышленность

Фрезерование канавок головки блока цилиндров двигателя, профилей зубчатых передач и поверхностей легких деталей, обычные диаметры составляют 15-50 мм, а глубина — 30-150 мм. Компания по производству автомобильных деталей использует профильную фрезу диаметром 25 мм для фрезерования канавок головки блока цилиндров со скоростью резания 120 м/мин, скоростью подачи 0,10 мм/зуб, погрешностью профиля <0,01 мм после обработки, Ra 0,4 мкм, сроком службы инструмента 150 часов, годовой производительностью 400 000 головок блока цилиндров и сокращением времени процесса на 35%. При массовом производстве сложных деталей высокая эффективность профильных фрез стала преимуществом.

5.3 Аэрокосмическая промышленность

Фрезерование лопаток турбин, соединений фюзеляжа и профилей из композитных материалов, обычные диаметры составляют 10-30 мм, а глубина — 50-200 мм. Авиакомпания использует профильную фрезу диаметром 15 мм для фрезерования лопаток из титанового сплава со скоростью резания 80 м/мин, скоростью подачи 0,08 мм/зуб, погрешностью контура <0,005 мм после обработки, Ra 0,2 мкм и сроком службы инструмента 160 часов в соответствии со стандартами AS9100. Требуется термостойкость и высокая точность, а внутреннее давление охлаждения должно достигать 20 бар.

5.4 Производство энергетического оборудования

Фрезерование пазов лопаток турбин и сложных криволинейных поверхностей корпуса клапана, общий диаметр 20-60 мм, глубина 100-300 мм. Производитель энергетического оборудования использует профильную фрезу диаметром 30 мм для фрезерования пазов лопаток турбин, скорость резания 100 м/мин, скорость подачи 0,12 мм/зуб, погрешность контура после обработки <0,01 мм, Ra 0,5 мкм, срок службы инструмента 170 часов, годовое производство 1500 лопаток, повышение эффективности на 40%. Требуется высокая жесткость и возможность обработки глубоких канавок, а внутренняя система охлаждения нуждается в поддержке высокого давления (20 бар).

5.5 Точные приборы

Фрезерование форм оптических линз и контуров микрошестерен, обычные диаметры 5-20 мм и глубины 10-50 мм. Производитель точных приборов использует формовочную фрезу

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

диаметром 10 мм для фрезерования форм линз со скоростью резания 90 м/мин, скоростью подачи 0,05 мм/зуб, погрешностью контура <0,003 мм после обработки, Ra 0,2 мкм, сроком службы инструмента 120 часов и годовым объемом производства 300 000 форм в соответствии со стандартами ISO 2768. При обработке микросложных контуров высокая точность формовочной фрезы становится ключевым фактором.

5.6 Производство электроники

Фрезерование разъемов печатных плат и радиаторов со сложными контурами, обычные диаметры 10-30 мм и глубины 10-40 мм. Электронная компания использует формовочную фрезу диаметром 15 мм для фрезерования радиаторов из алюминиевого сплава со скоростью резания 200 м/мин, скоростью подачи 0,20 мм/зуб, погрешностью контура <0,008 мм после обработки, Ra 0,3 мкм, сроком службы инструмента 140 часов, годовым объемом производства 800 000 радиаторов и повышением эффективности на 50%. Требуется высокая эффективность и качество поверхности, а также поддержка внутренней системы охлаждения (15 бар).

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных продуктов, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных формовочных фрезах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое режущие инструменты из нанокарбида?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Нанокарбидные режущие инструменты — это высокопроизводительные режущие инструменты, изготовленные из нанозернистых карбидных материалов. Они широко используются в механической обработке, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования и точных приборах. Их основная особенность заключается в том, что они используют нанозернистую структуру (размер зерна менее 100 нанометров) для значительного повышения твердости, износостойкости и ударопрочности. Они могут эффективно резать высокопрочные и труднообрабатываемые материалы, такие как закаленная сталь (HRC 50-65), жаропрочные сплавы (Inconel 718), титановые сплавы (HRC 35-40), композитные материалы и сверхтвердые материалы. Нанокарбидные режущие инструменты основаны на карбиде вольфрама (WC) и добавляют наномасштабные связующие фазы (такие как кобальт Co или никель Ni). Они обладают сверхвысокой твердостью (HV 2000-2500) и превосходной термостойкостью (термостойкость более 1000 °C) и подходят для различных процессов обработки, таких как точение, фрезерование и сверление. По сравнению с традиционными режущими инструментами из карбида микронного класса, режущие инструменты из нанокарбида превосходят по скорости резания (увеличена на 20% -40%), сроку службы инструмента (увеличен на 50% -100%) и качеству поверхности (Ra 0,05-0,3 мкм) и особенно подходят для высокоточных и высокоскоростных сценариев обработки. Его гибкость конструкции высока, а геометрия лезвия, покрытие и тип хвостовика могут быть настроены в соответствии с требованиями обработки. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент может быть интегрирован с системой мониторинга в реальном времени для оптимизации параметров резания.

1.2 Предыстория разработки

С быстрым развитием Индустрии 4.0 и высокотехнологичного производства резки возрос спрос на эффективную резку труднообрабатываемых материалов, а режущие инструменты из нанокарбида стали горячей темой в отрасли из-за их превосходных механических свойств и возможностей обработки. В 2025 году, с ростом спроса на сверхточные и долговечные инструменты в аэрокосмической отрасли, медицинском оборудовании и новых энергетических областях, применение нанотехнологий в области твердого сплава будет еще больше углубляться, способствуя инновациям в соотношениях материалов, процессах спекания и обработке поверхности.

2. Технические характеристики

2.1 Конструктивные характеристики

Структурная конструкция нанокарбидных режущих инструментов направлена на

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

достижение высокоэффективной резки, превосходной прочности и стабильности. Обычно они используют прямой хвостовик, конический хвостовик или конструкцию машинного зажима с много- или однокромочной компоновкой режущей кромки в сочетании с корпусом инструмента высокой жесткости для адаптации к высокоскоростной обработке. Общий диаметр инструмента составляет от 3 мм до 60 мм. Микроинструменты ($D < 10$ мм) используются для микрообработки, средние ($D = 10-30$ мм) подходят для общей резки, а большие ($D > 30$ мм) используются для тяжелой обработки. Класс допуска составляет h6 (0/-0,006 мм). Типы хвостовиков включают прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB) или конический хвостовик (BT40, CAT50). Диаметр хвостовика соответствует диаметру реза, класс допуска - h6, а длина хвостовика (50-300 мм) настраивается в соответствии с требованиями к зажиму станка и глубине обработки. Конический хвостовик поддерживает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 20-250 Нм). Общая длина составляет от 100 мм до 500 мм, подходит для небольших ЧПУ (100-200 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (400-500 мм). Эффективная длина реза составляет от 15 мм до 200 мм, неглубокое резание (15-50 мм) подходит для чистовой обработки, а глубокое резание (150-200 мм) подходит для глубоких отверстий или пазов. Количество режущих кромок составляет 2-10, в зависимости от диаметра и типа обработки, 2-4 для малых диаметров ($D < 15$ мм), 4-10 для средних и больших диаметров ($D > 15$ мм), а погрешность расстояния между режущими кромками составляет $< 0,01$ мм. Угол наклона спирали составляет $10^{\circ}-40^{\circ}$ (настраивается), стандартное значение составляет $15^{\circ}-30^{\circ}$, что оптимизирует удаление стружки и снижение вибрации, а $25^{\circ}-30^{\circ}$ обычно используется для финишной обработки. Лезвие обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкой кромки ($Ra \leq 0,02$ мкм) и геометрической погрешности $< 0,005$ мм. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм/кг, испытано при 18 000 об/мин) для снижения вибрации во время высокоскоростной резки (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококачественные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,3-2 мм, давление 5-25 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 0,5-2,5 мм) для повышения эффективности удаления стружки (40%-50%) и терморегулирования (температура зоны резания $< 650^{\circ}\text{C}$), что делает их пригодными для труднообрабатываемых материалов. Инструмент, закрепленный на станке, имеет сменную конструкцию лезвия, а лезвие и хвостовик инструмента соединены высокоточной резьбой (допуск 6H/6g), что обеспечивает быструю замену и переточку лезвия.

2.2 Материалы

Материал в основном представляет собой композитный материал из наноразмерного карбида вольфрама (WC) и наноразмерной связующей фазы (например, Co 6%-12%, Ni 0,5%-2%) с размером зерна, контролируемым в пределах 20-80 нанометров, что обеспечивает сверхвысокую твердость и прочность. Распространенные марки включают Nano-WC-Co10 (содержание кобальта 10%, твердость HV 2200-2400, прочность на изгиб 2300-2600 МПа, подходит для стали высокой твердости и жаропрочных сплавов, срок службы может достигать 150-200 часов), Nano-WC-TiC-Co8 (содержит карбид титана, твердость HV 2300-2500, термостойкость 1050°C , подходит для титановых сплавов и композитных материалов,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

срок службы может достигать 160-220 часов), Nano-WC-Ni6 (связующая фаза на основе никеля, твердость HV 2100-2300, высокая коррозионная стойкость, специально разработан для цветных металлов, срок службы может достигать 140-180 часов). При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 50-65, титановый сплав HRC 35-40), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/ м· К , титановый сплав 15-20 Вт/ м· К) и температуру резки (600-1000°C). В некоторые модели добавляется нанокарбид тантала (TaC , 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC , 0,5%-1%) для оптимизации износостойкости и стойкости к термическим трещинам.

3. Производственный процесс

3.1 Подготовка сырья

Сверхчистый порошок нанокарбида вольфрама (WC) смешивается с порошком нанокобальта (Co) или никеля (Ni) в пропорции (точность $\pm 0,05\%$), размер частиц контролируется на уровне 20-80 нанометров, а для повышения производительности добавляется нанокарбид титана (TiC , 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC , 0,5%-1%). Для мокрого смешивания используется высокоэнергетическая шаровая мельница (скорость 200-300 об/мин, время 36-72 часа) , а в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация $<0,5\%$) добавляется изопропанол. Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а структура кристаллической фазы анализируется с помощью рентгеновской дифракции (XRD) , а отклонение контролируется в пределах $\pm 0,02\%$.

3.2 Прессование

Гидравлический пресс применяет давление 200-300 МПа для формирования заготовки лопатки, плотностью 15,0-15,5 г/см³ , а для повышения однородности используется технология холодного изостатического прессования (ХИП, давление 200-250 МПа, продолжительность 15-20 минут). Форма изготовлена из сверхтвердой стали (твердость HRC 58-62), с точностью $\pm 0,01$ мм, а лазерная резка и электроискровая обработка обеспечивают точность формовки лопатки. Плотность заготовки измеряется архимедовым методом (погрешность $<0,05$ г/см³) , а внутренняя пористость проверяется микроскопом ($<0,3\%$).

3.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10^{-3} Па) или в атмосфере аргона температура составляет 1450°C-1650°C в течение 12-16 часов, и температура повышается поэтапно (60°C в час, 300°C-700°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология горячего изостатического прессования (HIP, давление 150-200 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 20-80 нанометров и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение <40 HV). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру, а прибор для наноиндентирования проверяет твердость (HV 2000-2500).

3.4 Постобработка

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Внешняя токарная обработка выполняется с использованием инструментов CBN с точностью биения $<0,01$ мм и шероховатостью поверхности $Ra \leq 0,1$ мкм. Лезвие обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,001$ мм), с погрешностью профиля кромки $<0,003$ мм и поверхностью $Ra \leq 0,01$ мкм. Зеркальная полировка алмазными абразивами с зернистостью W0,1-W0,5, кромка $Ra \leq 0,005$ мкм, электролитическая полировка (плотность тока $0,05-0,1$ А/см²) для удаления микроскопических заусенцев. Кончик лезвия имеет фаску ($0,05-0,15$ мм, угол $5^{\circ}-10^{\circ}$) для повышения способности противостоять смятию кромки, а геометрия лезвия калибруется лазерным интерферометром.

3.5 Обработка покрытия

Процесс PVD или CVD (давление 10^{-3} Па, температура $450-550^{\circ}\text{C}$, скорость осаждения $0,1-0,3$ мкм /ч). Типы покрытий включают нано- TiAlN (толщина $2-6$ мкм, твердость $3000-3500$ HV), нано- AlCrN (толщина $2-5$ мкм, твердость $3200-3600$ HV) или нано-DLC (толщина $1-2$ мкм, твердость $3200-3700$ HV, коэффициент трения $<0,1$), что снижает коэффициент трения ($<0,2$) и увеличивает срок службы на $50\%-70\%$. Высокорастворяющий SEM используется для проверки однородности покрытия, а наноиндентирующий прибор используется для проверки твердости и адгезии (>80 Н) с отклонением толщины $<0,2$ мкм.

3.6 Тестирование и упаковка

Трехмерная координатно-измерительная машина (КИМ) определяет точность профиля лезвия и геометрическую погрешность ($<0,005$ мм), а динамическая балансировочная испытательная машина корректирует дисбаланс (<3 г·мм /кг). Покрытие антикоррозионным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления. Лазерная гравировка типа инструмента, диаметра, количества зубьев, марки и номера партии для обеспечения прослеживаемости.

4. Технические параметры

Твердость: основа HV $2000-2500$, с покрытием $3000-3700$ HV.

Теплостойкость: $800^{\circ}\text{C}-1100^{\circ}\text{C}$. Скорость резания (V_c): сталь $80-350$ м/мин, титановый сплав $50-200$ м/мин, алюминиевый сплав $250-450$ м/мин.

Подача (f_z): $0,03-0,35$ мм/зуб. Глубина резания (a_p): $0,1-15$ мм. Допуск: точность профиля $\pm 0,005$ мм, шероховатость поверхности $\pm 0,003$ мм. Шероховатость поверхности: Ra $0,05-0,3$ мкм.

5. Сценарии применения

5.1 Аэрокосмическая промышленность

Обработка лопаток турбин, фюзеляжных рам и деталей из титанового сплава, обычные диаметры составляют $10-30$ мм, а глубина — $50-200$ мм. Авиакомпания использует режущий инструмент из нанокарбида диаметром 15 мм для обработки лопаток из сплава Inconel 718 со скоростью резки 120 м/мин и скоростью подачи $0,08$ мм/зуб. Погрешность контура после

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

обработки составляет $<0,003$ мм, Ra 0,1 мкм, а срок службы инструмента составляет 180 часов, что соответствует стандарту AS9100. Он должен быть устойчивым к высоким температурам и высокоточным, с внутренним давлением охлаждения 25 бар.

5.2 Автомобильная промышленность

Обработка коленчатых валов, шестерен и легких деталей из алюминиевого сплава, обычные диаметры составляют 20-50 мм, а глубина — 30-150 мм. Компания по производству автомобильных деталей использует режущий инструмент из нанокарбида диаметром 25 мм для обработки высокопрочных стальных коленчатых валов со скоростью резания 200 м/мин, скоростью подачи 0,15 мм/зуб, погрешностью контура $<0,005$ мм после обработки, Ra 0,2 мкм, сроком службы инструмента 170 часов, годовым объемом производства 500 000 штук и повышением эффективности на 45%. При обработке материалов высокой твердости преимущество в сроке службы инструмента является значительным.

5.3 Производство энергетического оборудования

Обработка канавок вала турбины и корпусов клапанов высокого давления, обычные диаметры составляют 30-70 мм, а глубина — 100-300 мм. Производитель энергетического оборудования использует режущий инструмент из нанокарбида диаметром 40 мм для обработки валов турбины из жаропрочного сплава со скоростью резания 150 м/мин, скоростью подачи 0,12 мм/зуб, погрешностью контура $<0,005$ мм после обработки, Ra 0,15 мкм, сроком службы инструмента 200 часов, годовым объемом производства 1200 штук и повышением эффективности на 40%. Требуется высокая износостойкость и возможность обработки глубоких канавок, а для внутренней системы охлаждения требуется 20 бар.

5.4 Медицинские приборы

Обработка ортопедических имплантатов и микроустройств, общий диаметр 5-15 мм, глубина 10-50 мм. Медицинская компания использует режущие инструменты из нанокарбида диаметром 8 мм для обработки тазобедренных суставов из титанового сплава, скорость резки 80 м/мин, подача 0,05 мм/зуб, погрешность контура после обработки $<0,002$ мм, Ra 0,05 мкм, срок службы инструмента 150 часов, в соответствии со стандартами FDA. Требуется чрезвычайно высокая точность и биосовместимость, и обычно используется покрытие DLC.

5.5 Точные приборы

Обработка оптических форм линз и микрошестерен, обычные диаметры составляют 5-20 мм, а глубины — 10-40 мм. Производитель точных инструментов использует режущий инструмент из нанокарбида диаметром 10 мм для обработки форм линз со скоростью резки 120 м/мин, скоростью подачи 0,06 мм/зуб, погрешностью контура $<0,002$ мм после обработки, Ra 0,1 мкм, сроком службы инструмента 160 часов и годовым объемом производства 250 000 штук в соответствии со стандартами ISO 2768. При микровысокой точности ключевым фактором становится стабильность инструмента.

5.6 Производство электроники

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Обработка разъемов печатных плат и радиаторов, обычные диаметры 10-30 мм, глубина 10-30 мм. Электронная компания использует режущий инструмент из нанокарбида диаметром 15 мм для обработки радиаторов из алюминиевого сплава со скоростью резки 300 м/мин, скоростью подачи 0,20 мм/зуб, погрешностью контура <0,005 мм после обработки, Ra 0,15 мкм, сроком службы инструмента 180 часов, годовым объемом производства 600 000 штук и повышением эффективности на 50%. Требуется высокая эффективность и качество поверхности, а также поддержка внутренней системы охлаждения (15 бар).

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в режущих инструментах из nano- твердосплавного сплава, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавные композитные инструменты?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Режущие инструменты из композитных карбидов — это высокопроизводительные режущие инструменты, изготовленные путем объединения твердого сплава с различными армирующими материалами (такими как керамика, кубический нитрид бора CBN, алмазные или карбидные композитные фазы). Они широко используются в механической обработке, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования и точных приборах. Его основная особенность заключается в том, что благодаря конструкции из композитного материала он сочетает в себе высокую твердость твердого сплава (HV 1800-2400) и сверхвысокую износостойкость или высокую термостойкость армирующих материалов. Он может эффективно резать чрезвычайно труднообрабатываемые материалы, такие как закаленная сталь (HRC 55-70), жаропрочные сплавы (Inconel 718), титановые сплавы (HRC 35-45), композитные материалы и армированные стекловолокном пластики. Режущие инструменты из композитных карбидов основаны на карбиде вольфрама (WC) и объединены с фазами армирования нано- или микронного уровня. Они обладают превосходной ударопрочностью (прочность на изгиб 2000-2800 МПа) и термостойкостью (выше 1000 °C) и подходят для различных процессов обработки, таких как точение, фрезерование, сверление и шлифование. По сравнению с инструментами из одного карбида, композитные инструменты имеют значительные преимущества в скорости резания (увеличена на 30%-50%), сроке службы инструмента (увеличен на 70%-120%) и качестве поверхности (Ra 0,05-0,25 мкм) и особенно подходят для высокоточных, высокоэффективных и экстремальных сценариев обработки. Его конструкция очень гибкая, а геометрия лезвия, соотношение композита и тип покрытия могут быть настроены в соответствии с требованиями обработки. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент может быть интегрирован с системой датчиков для оптимизации параметров резки в режиме реального времени.

1.2 Предыстория разработки

С ростом спроса на сверхтвердые материалы и обработку композитных материалов в высокотехнологичном производстве композитные инструменты из цементированного карбида стали центром внимания отрасли из-за их превосходной комплексной производительности. В 2025 году, в стремлении к долговечным и высокоточным инструментам в аэрокосмической, энергетической и медицинской областях, применение композитных технологий в производстве инструментов будет еще больше расширяться, способствуя инновационному развитию соотношения материалов, интерфейсного соединения и обработки поверхности.

2. Технические характеристики

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

2.1 Конструктивные характеристики

Структурная конструкция композитных инструментов из цементированного карбида направлена на достижение эффективной резки, превосходной прочности и стабильности. Обычно они используют прямой хвостовик, конический хвостовик или конструкцию машинного зажима с много- или однокромочной компоновкой режущей кромки в сочетании с высокопрочным композитным корпусом инструмента для адаптации к экстремальным условиям обработки. Общий диаметр инструмента составляет от 4 мм до 70 мм. Микроинструменты ($D < 12$ мм) используются для микрообработки, средние ($D = 12-35$ мм) подходят для общей резки, а большие ($D > 35$ мм) используются для тяжелой обработки. Класс допуска составляет h6 ($0/-0,006$ мм). Типы хвостовиков включают прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB) или конический хвостовик (BT40, CAT50, HSK-A63). Диаметр хвостовика соответствует диаметру реза, класс допуска - h6, а длина хвостовика (60-350 мм) настраивается в соответствии с требованиями к зажиму станка и глубине обработки. Конический хвостовик поддерживает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 30-350 Нм). Общая длина составляет от 120 мм до 600 мм, подходит для средних ЧПУ (120-300 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (400-600 мм). Эффективная длина резания составляет от 20 мм до 250 мм, неглубокое резание (20-60 мм) подходит для чистовой обработки, а глубокое резание (200-250 мм) подходит для глубоких отверстий или канавок. Количество режущих кромок составляет 2-12, в зависимости от диаметра и типа обработки, 2-5 для малых диаметров ($D < 18$ мм), 5-12 для средних и больших диаметров ($D > 18$ мм), а погрешность расстояния между кромками составляет $< 0,01$ мм. Угол наклона спирали составляет $10^{\circ}-50^{\circ}$ (настраивается), стандартное значение составляет $15^{\circ}-35^{\circ}$, что оптимизирует отвод стружки и снижение вибрации. $25^{\circ}-30^{\circ}$ обычно используется для чистовой обработки, а $35^{\circ}-50^{\circ}$ можно выбрать для тяжелой обработки. Геометрия лезвия настраивается в соответствии с требованиями к заготовке, такими как форма зуба (модуль 0,5-6 мм), тип канавки (ширина 1-25 мм) или тип криволинейной поверхности (радиус кривизны 5-60 мм). Угол лезвия обычно составляет $5^{\circ}-15^{\circ}$ для переднего угла и $5^{\circ}-10^{\circ}$ для заднего угла (настраивается). Длина направляющей секции составляет 10%-15% от общей длины для обеспечения точности контура. Лезвие обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,001$ мм) для обеспечения гладкой кромки ($Ra \leq 0,01$ мкм) и геометрической погрешности $< 0,003$ мм. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 3 г·мм /кг, протестирован при 20 000 об/мин) для снижения вибрации при высокоскоростной резке (амплитуда $< 0,003$ мм). Высококласные модели оснащены внутренними каналами охлаждения (диаметр 0,5-2,5 мм, давление 5-30 бар) или внешними канавками для стружки (ширина 0,5-3 мм), которые повышают эффективность удаления стружки (40%-60%) и терморегулирование (температура зоны резания $< 700^{\circ}\text{C}$), что подходит для экстремальных условий обработки. Инструмент с машинным зажимом имеет сменную конструкцию лезвия, а лезвие и инструментальная планка соединены высокоточной резьбой или байонетом (допуск 6H/6g), что обеспечивает быструю замену и повторную заточку лезвия.

2.2 Материалы

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Материал изготовлен на основе карбида вольфрама (WC) нано/микронного размера с композитной армирующей фазой (например, CBN 10%-30%, алмаз 5%-15%, TiC 5%-10% или Al_2O_3 5%-10 %) и связующей фазой из кобальта (Co 6%-12%) или никеля (Ni 1%-3%), а размер зерна контролируется в пределах 50-150 нанометров. Распространенные типы композитов включают WC-Co-CBN (твердость HV 2200-2600, прочность на изгиб 2300-2700 МПа, подходит для сталей высокой твердости, срок службы до 180-250 часов), WC- TiC -Co (твердость HV 2300-2700, термостойкость 1100 °C, подходит для титановых сплавов, срок службы до 190-260 часов), WC-Diamond-Co (твердость HV 2500-3000, чрезвычайно высокая износостойкость, специально разработан для композитных материалов, срок службы до 200-300 часов). При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 55-70, титановый сплав HRC 35-45), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/ м· К , титановый сплав 15-20 Вт/ м· К) и температуру резки (600-1200°C). В некоторые модели добавляется нанокарбид тантала (TaC , 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC , 0,5%-1%) для оптимизации стойкости к тепловым трещинам и прочности связи интерфейса.

3. Производственный процесс

3.1 Подготовка сырья

Сверхчистый нано/микронный порошок карбида вольфрама (WC) смешивается с порошком армирующей фазы (например, CBN, алмаз) в пропорции (точность $\pm 0,05\%$), связующая фаза представляет собой наномасштабный кобальт или никель, а размер частиц контролируется в пределах 50-150 нанометров. Для мокрого смешивания используется высокоэнергетическая шаровая мельница (скорость 200-350 об/мин, время 48-72 часа), а изопропанол добавляется в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация $< 0,5\%$). Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а кристаллическая фаза и связь интерфейса анализируются с помощью рентгеновской дифракции (XRD), и отклонение контролируется в пределах $\pm 0,02\%$.

3.2 Прессование

Гидравлический пресс применяет давление 250-350 МПа для формирования заготовки лопатки, плотностью 15,2-15,8 г/см³ , а для повышения однородности используется технология холодного изостатического прессования (CIP, давление 250-300 МПа, длительностью 15-20 минут). Форма изготовлена из сверхтвердой стали (твердость HRC 60-65), с точностью $\pm 0,01$ мм, а лазерная резка и электроискровая обработка используются для обеспечения точности формования интерфейса лопатки и композита. Плотность заготовки измеряется архимедовым методом (погрешность $< 0,03$ г/см³) , а внутренняя пористость проверяется микроскопом ($< 0,2\%$).

3.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10^{-3} Па) или в атмосфере аргона температура составляет 1500°C-1700°C в течение 12-18 часов, и температура повышается поэтапно (60°C в час, 300°C-700°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

горячего изостатического прессования (HIP, давление 200-250 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 50-150 нанометров и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение <30 HV). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру и соединение интерфейсов, а прибор для наноиндентирования проверяет твердость (HV 2200-3000).

3.4 Постобработка

Внешняя токарная обработка выполняется с использованием инструментов CBN с точностью биения $<0,01$ мм и шероховатостью поверхности $Ra \leq 0,1$ мкм. Лезвие обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,001$ мм) с погрешностью профиля кромки $<0,003$ мм и поверхностью $Ra \leq 0,01$ мкм. Зеркальная полировка алмазными абразивами с размером зерна W0,1-W0,5, кромкой $Ra \leq 0,005$ мкм и электролитическая полировка (плотность тока $0,05-0,1$ А/см²) удаляют микроскопические заусенцы. Фаска кончика ($0,05-0,15$ мм, угол $5^{\circ}-10^{\circ}$) повышает способность противостоять разрушению кромки, композитный интерфейс проходит ультразвуковой контроль для обеспечения прочности соединения, а геометрия калибруется лазерным интерферометром.

3.5 Обработка покрытия

Процесс PVD или CVD (давление 10^{-3} Па, температура $500-600^{\circ}\text{C}$, скорость осаждения $0,1-0,3$ мкм /ч). Типы покрытий включают нано- TiAlN (толщина 2-6 мкм, твердость 3200-3600 HV), нано- AlCrN (толщина 2-5 мкм, твердость 3400-3800 HV) или нано-DLC (толщина 1-2 мкм, твердость 3400-3900 HV, коэффициент трения $<0,1$), что снижает коэффициент трения ($<0,2$) и увеличивает срок службы на 60%-80%. Высокорастворяющий СЭМ используется для проверки однородности покрытия, а наноиндентирующий прибор используется для проверки твердости и адгезии (>90 Н) с отклонением толщины $<0,2$ мкм.

3.6 Тестирование упаковки

КИМ определяет точность профиля лезвия и геометрическую погрешность ($<0,005$ мм), а динамическая балансировочная машина корректирует дисбаланс (<3 г·мм /кг). Покрытие антикоррозионным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления. Лазерная гравировка типа инструмента, диаметра, количества зубьев, типа композита и номера партии обеспечивает прослеживаемость.

4. Технические параметры

Твердость: основа HV 2200-3000, с покрытием 3200-3900 HV.

Теплостойкость: $800^{\circ}\text{C}-1200^{\circ}\text{C}$. Скорость резания (V_c): сталь 100-400 м/мин, титановый сплав 60-250 м/мин, алюминиевый сплав 300-500 м/мин.

Подача (fz): $0,04-0,40$ мм/зуб. Глубина резания (ap): $0,1-20$ мм. Допуск: точность профиля $\pm 0,005$ мм, шероховатость поверхности $\pm 0,003$ мм. Шероховатость поверхности: Ra $0,05-0,25$ мкм.

5. Сценарии применения

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

5.1 Аэрокосмическая промышленность

Обработка лопаток турбин, фюзеляжных рам и деталей из жаропрочных сплавов, обычные диаметры составляют 12-35 мм, а глубина — 60-250 мм. Авиакомпания использует инструмент из твердосплавного композита диаметром 20 мм для обработки лопаток из сплава Inconel 718 со скоростью резания 180 м/мин и скоростью подачи 0,10 мм/зуб. Погрешность контура после обработки составляет <0,003 мм, Ra 0,08 мкм, а срок службы инструмента — 220 часов, что соответствует стандарту AS9100. Требуется высокая термостойкость и высокая точность, а внутреннее давление охлаждения достигает 30 бар.

5.2 Автомобильная промышленность

Обработка коленчатых валов, шестерен и деталей из сверхтвердой стали, обычные диаметры 25-60 мм и глубина 40-200 мм. Компания по производству автомобильных деталей использует твердосплавный композитный инструмент диаметром 30 мм для обработки коленчатых валов из стали HRC 60 со скоростью резания 250 м/мин, скоростью подачи 0,15 мм/зуб, погрешностью контура <0,005 мм после обработки, Ra 0,15 мкм, сроком службы инструмента 200 часов, годовой производительностью 400 000 штук и повышением эффективности на 50%. При обработке материалов высокой твердости преимущества срока службы инструмента и эффективности являются значительными.

5.3 Производство энергетического оборудования

Обработка канавок вала турбины и корпусов клапанов высокого давления, обычные диаметры составляют 35-70 мм, а глубина — 120-350 мм. Производитель энергетического оборудования использует композитный инструмент из цементированного карбида диаметром 45 мм для обработки вала турбины из жаропрочного сплава со скоростью резания 200 м/мин, скоростью подачи 0,12 мм/зуб, погрешностью контура <0,005 мм после обработки, Ra 0,10 мкм, сроком службы инструмента 250 часов, годовым объемом производства 1000 штук и повышением эффективности на 45%. Требуется высокая износостойкость и возможность обработки глубоких канавок, а для внутренней системы охлаждения требуется 25 бар.

5.4 Медицинские приборы

Обработка ортопедических имплантатов и микроустройств, обычные диаметры 6-18 мм и глубина 15-60 мм. Медицинская компания использует карбидный композитный инструмент диаметром 10 мм для обработки тазобедренных суставов из титанового сплава со скоростью резания 100 м/мин, скоростью подачи 0,06 мм/зуб, погрешностью контура <0,002 мм после обработки, Ra 0,05 мкм и сроком службы инструмента 180 часов, что соответствует стандартам FDA. Требуется чрезвычайно высокая точность и биосовместимость, и обычно используется покрытие DLC.

5.5 Точные приборы

Обработка оптических линзовых форм и микрошестерен, обычные диаметры составляют 6-25 мм, а глубина — 15-50 мм. Производитель точных инструментов использует

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

твердосплавный композитный инструмент диаметром 12 мм для обработки линзовых форм со скоростью резания 150 м/мин, скоростью подачи 0,08 мм/зуб, погрешностью контура <0,002 мм после обработки, Ra 0,07 мкм, сроком службы инструмента 200 часов и годовым объемом производства 200 000 штук в соответствии со стандартами ISO 2768. При микровысокой точности ключевым фактором становится стабильность инструмента.

5.6 Обработка композитных материалов

Обработка деталей из армированного углеродным волокном пластика (CFRP) и стекловолокна, общий диаметр 15-40 мм, глубина 20-100 мм. Компания по производству авиационных композитных материалов использует твердосплавный композитный инструмент диаметром 20 мм для обработки деталей крыла из CFRP, скорость резки 300 м/мин, подача 0,20 мм/зуб, погрешность контура после обработки <0,005 мм, Ra 0,10 мкм, срок службы инструмента 230 часов, годовой объем производства 5000 штук, повышение эффективности на 60%. Высокая износостойкость и низкая сила резания, поддержка внутренней системы охлаждения (20 бар).

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных композитных инструментах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

приложение:

Что такое твердосплавные микроинструменты?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Твердосплавные микроинструменты — это прецизионные режущие инструменты, изготовленные из твердосплавных материалов с чрезвычайно малыми размерами. Они в основном используются для микрообработки, сверления микроотверстий и производства сложных микроструктур. Они широко используются в электронном производстве, медицинских приборах, точных приборах, аэрокосмических и микроэлектромеханических системах (MEMS) и других областях. Его основная особенность заключается в том, что диаметр инструмента обычно составляет от 0,1 мм до 3 мм. В сочетании с высокой твердостью (HV 1800-2200) и превосходной износостойкостью он может эффективно резать микрозаготовки или высокоточные материалы, такие как нержавеющая сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), твердые пластики и материалы, армированные стекловолокном. Твердосплавные микроинструменты основаны на карбиде вольфрама (WC) и добавляют кобальт (Co) в качестве связующей фазы. Они обладают высокой точностью (допуск $\pm 0,001$ мм) и устойчивостью к вибрации, а также подходят для различных процессов микрообработки, таких как микроточение, фрезерование, сверление и гравировка. По сравнению с традиционными инструментами, твердосплавные микроинструменты превосходят традиционные инструменты в обработке микроотверстий (диаметр 0,1-1 мм), качестве поверхности (Ra 0,02-0,1 мкм) и стабильности резки и особенно подходят для сценариев, требующих сверхвысокой точности и микроструктур. Его конструкция очень гибкая, а геометрия лезвия, тип хвостовика и покрытие могут быть настроены в соответствии с требованиями обработки. Благодаря развитию технологии микро-нанообработки инструмент может быть интегрирован с высокоточным оборудованием с ЧПУ и лазерными системами для оптимизации параметров микрообработки.

1.2 Предыстория разработки

С быстрым развитием микроэлектроники, медицинских имплантатов и производства прецизионных инструментов спрос на высокоточные и долговечные микроинструменты значительно возрос. В 2025 году, с широким применением технологии 5G, микродатчиков и биомедицинских устройств, положение микроинструментов из цементированного карбида в области микро-нанообработки еще больше укрепится, способствуя инновациям в области очистки материалов, производственных процессов и обработки поверхности.

2. Технические характеристики

2.1 Конструктивные характеристики

Структурная конструкция микроинструментов из цементированного карбида направлена на достижение высокоточной микрообработки, превосходной стабильности и низкой вибрации. Обычно они используют сверхтонкую структуру прямого хвостовика с одно- или

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

многокромочной компоновкой лезвия в сочетании с корпусом микроинструмента высокой жесткости для удовлетворения потребностей микрообработки. Общий диаметр инструмента составляет от 0,1 мм до 3 мм. Микросверла ($D < 0,5$ мм) используются для обработки микроотверстий, микрофрезы ($D = 0,5-2$ мм) подходят для микроканавочной и контурной обработки, а микротокарные инструменты ($D = 1-3$ мм) используются для микроточения с классом допуска h5 (0/-0,004 мм). Тип хвостовика - сверхтонкий прямой хвостовик (диаметр 0,3-4 мм, длина 20-50 мм) с классом допуска h6 (0/-0,006 мм). Длина хвостовика настраивается в соответствии с требованиями зажима микростанка, с общей длиной от 30 мм до 80 мм, подходит для высокоточного микро-ЧПУ или специального микрообрабатывающего оборудования. Эффективная длина реза составляет от 5 мм до 20 мм. Неглубокая резка (5-10 мм) подходит для микрообработки поверхности, а глубокая резка (15-20 мм) подходит для обработки микроглубоких отверстий. Количество режущих кромок составляет 1-4, в зависимости от диаметра и типа обработки, $D < 0,5$ мм - 1-2 кромки, $D > 0,5$ мм - 2-4 кромки, а погрешность расстояния между кромками составляет $< 0,005$ мм. Угол наклона спирали составляет $5^{\circ}-30^{\circ}$ (настраивается), микросверла обычно составляют $10^{\circ}-15^{\circ}$ для снижения сил резания, а микрофрезы обычно составляют $15^{\circ}-30^{\circ}$ для оптимизации эвакуации стружки. Геометрия лезвия настраивается в соответствии с требованиями к заготовке, такими как угол наклона кончика микросверла (угол $90^{\circ}-140^{\circ}$), изогнутая кромка микрофрезы (радиус 0,01-0,1 мм) или прямая кромка микротокарного инструмента. Лезвие обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,001$ мм) для обеспечения гладкой режущей кромки ($Ra \leq 0,01$ мкм) и геометрической погрешности $< 0,002$ мм. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 2 г·мм /кг, испытан при 25000 об/мин) для снижения вибраций при микровысокоскоростной резке (амплитуда $< 0,002$ мм). Высококласные модели оснащены микроканалами внутреннего охлаждения (диаметр 0,1–0,5 мм, давление 5–10 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 0,1–0,5 мм) для повышения эффективности удаления стружки (на 30–40 %) и терморегулирования (температура в зоне резания $< 400^{\circ}\text{C}$), что делает их пригодными для микрообработки высокой точности.

2.2 Материалы

Материал в основном состоит из ультратонких композитных материалов на основе карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co 6%-10%) с размером зерна 0,2-0,8 мкм для обеспечения высокой твердости и прочности. Распространенные марки включают YG6X (содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для микросверления и твердых материалов, срок службы до 50-80 часов), YT05 (содержит карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C , подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы до 60-90 часов), K10 (содержание кобальта 6%-8%, твердость HV 1700-1900, сильная антиадгезионная способность, особенно для алюминиевых сплавов и пластиков, срок службы до 70-100 часов). При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 20-40, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К) и температуру резки ($300-600^{\circ}\text{C}$). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

ниобия (NbC , 0,5%-1%) или карбида тантала (TaC , 0,5%-1%) для оптимизации износостойкости и стойкости к термическим трещинам.

3. Производственный процесс

3.1 Подготовка сырья

Сверхчистый ультратонкий порошок карбида вольфрама (WC) и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), размер частиц контролируется на уровне 0,2-0,8 мкм, а карбид титана (TiC , 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC , 0,5%-1%) добавляется для повышения производительности. Для мокрого смешивания используется планетарная шаровая мельница (скорость 100-150 об/мин, время 24-36 часов), а этанол добавляется в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация $< 0,5\%$). Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а химический состав анализируется рентгенофлуоресцентным спектрометром (XRF), и отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

3.2 Прессование

Гидравлический пресс применяет давление 200-250 МПа для формирования заготовки лопатки, плотностью 14,8-15,2 г/см³ , а для повышения однородности используется технология холодного изостатического прессования (ХИП, давление 200-250 МПа, продолжительность 10-15 минут). Форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 58-62) с точностью $\pm 0,01$ мм. Для обеспечения точности формовки микролопасти используются лазерная резка и электроискровая обработка. Плотность заготовки измеряется архимедовым методом (погрешность $< 0,05$ г/см³) , а внутренняя пористость проверяется микроскопом ($< 0,3\%$).

3.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10^{-2} Па) или в атмосфере водорода температура составляет 1400°C-1600°C в течение 10-12 часов, и температура повышается поэтапно (50°C в час, 300°C-600°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 150-200 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 0,2-0,8 мкм и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение < 40 HV). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру, а твердомер Виккерса проверяет твердость (HV 1800-2000).

3.4 Постобработка

Внешняя токарная обработка выполняется инструментами CBN с точностью биения $< 0,005$ мм и шероховатостью поверхности $Ra \leq 0,1$ мкм. Лезвие обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,001$ мм), с погрешностью профиля кромки $< 0,002$ мм и поверхностью $Ra \leq 0,01$ мкм. Зеркальная полировка алмазными абразивами с зернистостью W0,1-W0,5, кромка $Ra \leq 0,005$ мкм , электролитическая

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

полировка (плотность тока 0,05-0,1 А/см²) для удаления микроскопических заусенцев. Кончик лезвия имеет фаску (0,02-0,1 мм, угол 5°-10°) для повышения способности противостоять смятию кромки, а геометрия лезвия калибруется лазерным интерферометром.

3.5 Обработка покрытия

методом PVD (давление 10⁻³ Па, температура 400-500 °С, скорость осаждения 0,1-0,2 мкм/ч). Типы покрытий включают TiAlN (толщина 1-4 мкм, твердость 2800-3200 HV), AlCrN (толщина 1-3 мкм, твердость 3000-3400 HV) или DLC (толщина 0,5-1 мкм, твердость 3000-3500 HV, коэффициент трения <0,1), что снижает коэффициент трения (<0,3) и увеличивает срок службы на 30%-50%. СЭМ проверяет однородность покрытия, а наноиндентор проверяет твердость и адгезию (>70 Н) с отклонением толщины <0,2 мкм.

3.6 Тестирование упаковки

Трехмерная координатно-измерительная машина (КИМ) определяет точность профиля лезвия и геометрическую погрешность (<0,002 мм), а динамическая балансировочная испытательная машина корректирует дисбаланс (<2 г·мм/кг). Покрытие антикоррозионным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления. Лазерная гравировка типа инструмента, диаметра, количества лезвий, марки и номера партии для обеспечения прослеживаемости.

4. Технические параметры

Твердость: основа HV 1800-2000, с покрытием 2800-3500 HV.

Термостойкость: 500°C-800°C. Скорость резания (V_c): сталь 30-150 м/мин, титановый сплав 20-100 м/мин, алюминиевый сплав 80-250 м/мин.

Подача (fz): 0,005-0,05 мм/зуб. Глубина резания (ap): 0,01-2 мм. Допуск: точность профиля ±0,001 мм, шероховатость поверхности ±0,002 мм. Шероховатость поверхности: Ra 0,02-0,1 мкм.

5. Сценарии применения

5.1 Производство электроники

Обработка сквозных отверстий и разъемов микросхем, общий диаметр 0,1-1 мм, глубина 0,5-5 мм. Электронная компания использует твердосплавные микроинструменты диаметром 0,3 мм для сверления сквозных отверстий печатных плат, скорость резки 100 м/мин, скорость подачи 0,01 мм/зуб, допуск диаметра отверстия после обработки ±0,001 мм, Ra 0,03 мкм, срок службы инструмента 60 часов, годовой объем производства 5 миллионов штук, повышение эффективности на 40%. Требуется высокая точность и постоянство микроотверстий, а также поддержка внутренней системы охлаждения (5 бар).

5.2 Медицинские приборы

Обработка микрокатетеров и отверстий для имплантатов, обычные диаметры составляют 0,2-1,5 мм, а глубина — 1-10 мм. Медицинская компания использует твердосплавный

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

микроинструмент диаметром 0,5 мм для обработки отверстий для катетеров из нержавеющей стали со скоростью резки 50 м/мин, скоростью подачи 0,008 мм/зуб, допуском диаметра отверстия $\pm 0,0005$ мм после обработки, Ra 0,02 мкм и сроком службы инструмента 50 часов, что соответствует стандартам FDA. Требуется чрезвычайно высокая точность и качество поверхности, и обычно используется покрытие DLC.

5.3 Точные приборы

Обработка микрошестерен и форм оптических линз, обычные диаметры составляют 0,5-2 мм, а глубина — 2-15 мм. Производитель точных инструментов использует твердосплавный микроинструмент диаметром 1 мм для фрезерования профиля шестерни со скоростью резания 80 м/мин, скоростью подачи 0,01 мм/зуб, погрешностью профиля $< 0,001$ мм после обработки, Ra 0,03 мкм, сроком службы инструмента 70 часов и годовым объемом производства 300 000 штук в соответствии со стандартами ISO 2768. При обработке микросложных структур ключевым фактором становится стабильность инструмента.

5.4 Аэрокосмическая промышленность

Обработка корпуса микродатчика и соединительных отверстий, общий диаметр 0,3-1,2 мм, глубина 2-8 мм. Авиакомпания использует твердосплавный микроинструмент диаметром 0,8 мм для сверления отверстий датчика из титанового сплава, скорость резания 60 м/мин, подача 0,007 мм/зуб, после обработки допуск диаметра отверстия составляет $\pm 0,0008$ мм, Ra 0,025 мкм, срок службы инструмента 65 часов, в соответствии со стандартами AS9100. Требуется термостойкость и высокая точность, а внутреннее давление охлаждения достигает 10 бар.

5.5 Микроэлектромеханические системы (МЭМС)

Обработка микроканалов и структур, общий диаметр 0,1-0,8 мм, глубина 0,5-5 мм. Компания MEMS использует твердосплавный микроинструмент диаметром 0,2 мм для вырезания кремниевых микроканалов, скорость резки 40 м/мин, подача 0,005 мм/зуб, допуск ширины канала после обработки $\pm 0,0005$ мм, Ra 0,02 мкм, срок службы инструмента 45 часов, годовой объем производства 100 000 штук, повышение эффективности на 35%. Требуется сверхвысокая точность и возможности микрообработки, а также поддержка внутренней системы охлаждения (5 бар).

5.6 Часовое дело

Обработка микрошестерен и деталей корпуса, общий диаметр 0,5-2 мм, глубина 1-10 мм. Производитель часов использует твердосплавный микроинструмент диаметром 0,7 мм для фрезерования шестерен, скорость резания 70 м/мин, подача 0,008 мм/зуб, погрешность контура после обработки $< 0,001$ мм, Ra 0,025 мкм, срок службы инструмента 60 часов, годовой объем производства 500 000 штук, в соответствии со стандартами часов высокого класса. Требуется высокая отделка и микросложность, поддерживаемая внутренней системой охлаждения (5 бар).

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных продуктов, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронике, автомобильной, химической, военной и других отраслях промышленности. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных микроинструментах, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое режущие инструменты с твердосплавным покрытием?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Режущие инструменты с покрытием из карбида — это высокоэффективные режущие инструменты с высокопроизводительными покрытиями, нанесенными на твердосплавные подложки. Они широко используются в механической обработке, аэрокосмической, автомобильной промышленности, производстве энергетического оборудования, производстве пресс-форм и других областях. Их основная особенность заключается в том, что твердость, износостойкость, стойкость к окислению и термическая стабильность инструмента значительно улучшаются за счет технологии покрытия (например, TiN, TiAlN, AlCrN), и он может эффективно резать различные материалы, включая закаленную сталь (HRC 40-60), нержавеющую сталь (HRC 20-40), титановый сплав (HRC 30-35), чугун и алюминиевый сплав. Режущие инструменты с карбидным покрытием основаны на карбиде вольфрама (WC), а кобальт (Co) добавляется в качестве связующей фазы. Толщина покрытия обычно составляет 1-10 микрон. Он имеет сверхвысокую твердость поверхности (HV 3000-4000) и низкий коэффициент трения (0,2-0,4) и подходит для различных процессов обработки, таких как точение, фрезерование, сверление и развертывание. По сравнению с инструментами без покрытия, инструменты с покрытием имеют значительные преимущества в скорости резания (увеличиваются на 30%-60%), сроке службы инструмента (увеличиваются на 50%-150%) и качестве поверхности (Ra 0,05-0,5 мкм) и особенно подходят для высокопроизводительных, высокоскоростных и сухих сценариев резки. Его гибкость конструкции высока, а геометрия лезвия, тип покрытия и структура хвостовика могут быть настроены в соответствии с требованиями обработки. Благодаря развитию интеллектуальной технологии производства инструмент может быть интегрирован с системой мониторинга в реальном времени для оптимизации параметров резки.

1.2 Предыстория разработки

С ростом требований обрабатываемой промышленности к эффективности производства и сроку службы инструмента режущие инструменты с твердосплавным покрытием стали ключевой технологией в области современной обработки. В 2025 году, с широким применением легких и высокопроизводительных материалов (таких как инконель и титановые сплавы) в аэрокосмической и автомобильной промышленности, развитие технологий нанесения покрытий (таких как нанопокртия и многослойные покрытия) способствовало постоянному улучшению производительности инструмента и решению задач экстремальных условий обработки.

2. Технические характеристики

2.1 Конструктивные характеристики

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

Структурная конструкция режущих инструментов с покрытием из карбида направлена на достижение эффективной резки, превосходной прочности и стабильности. Обычно они используют прямой хвостовик, конический хвостовик или конструкцию машинного зажима с много- или однокромочной компоновкой режущей кромки в сочетании с корпусом инструмента высокой жесткости для адаптации к различным потребностям обработки. Общий диаметр инструмента составляет от 3 мм до 80 мм. Микроинструменты ($D < 10$ мм) используются для тонкой обработки, средние ($D = 10-40$ мм) подходят для общей резки, а большие ($D > 40$ мм) используются для тяжелой обработки. Класс допуска составляет h6 (0/-0,006 мм). Типы хвостовиков включают прямой хвостовик (DIN 6535 HA/HB) или конический хвостовик (BT40, CAT50, HSK-A63). Диаметр хвостовика соответствует диаметру реза, класс допуска - h6, а длина хвостовика (80-400 мм) настраивается в соответствии с требованиями к зажиму станка и глубине обработки. Конический хвостовик поддерживает передачу высокого крутящего момента (диапазон крутящего момента 30-400 Нм). Общая длина составляет от 150 мм до 800 мм, подходит для средних ЧПУ (150-400 мм) или тяжелых обрабатывающих центров (500-800 мм). Эффективная длина реза составляет от 20 мм до 600 мм. Неглубокая резка (20-100 мм) подходит для отделки поверхности, а глубокая резка (400-600 мм) подходит для обработки глубоких отверстий или канавок. Количество режущих кромок составляет 2-12, в зависимости от диаметра и типа обработки. Малые диаметры ($D < 15$ мм) - это 2-4 кромок, а средние и большие диаметры ($D > 15$ мм) - это 4-12 кромок. Погрешность расстояния между кромками составляет $< 0,01$ мм. Угол наклона спирали составляет $10^{\circ}-45^{\circ}$ (настраивается), а стандартное значение составляет $15^{\circ}-30^{\circ}$, что оптимизирует отвод стружки и снижение вибрации. $25^{\circ}-30^{\circ}$ обычно используется для тонкой обработки, а $35^{\circ}-45^{\circ}$ можно выбрать для тяжелой обработки. Режущая кромка обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) для обеспечения гладкой режущей кромки ($Ra \leq 0,02$ мкм) и геометрической погрешности $< 0,005$ мм. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 5 г·мм/кг, испытан при 15 000 об/мин) для снижения вибрации во время высокоскоростной резки (амплитуда $< 0,005$ мм). Высококачественные модели оснащены внутренними охлаждающими каналами (диаметр 0,5-2,5 мм, давление 5-30 бар) или внешними стружечными канавками (ширина 1-3 мм) для повышения эффективности удаления стружки (30%-50%) и терморегулирования (температура в зоне резания $< 700^{\circ}\text{C}$), подходит для сухой или высоконагруженной резки. Инструмент, закрепленный на станке, имеет сменную конструкцию лезвия, а лезвие и инструментальная планка соединены высокоточной резьбой или байонетными соединениями (допуск 6H/6g), что обеспечивает быструю замену и повторную заточку лезвия.

2.2 Материалы

Материал в основном представляет собой композитный материал из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co 6%-12%), с размером зерна, контролируемым на уровне 0,5-2 мкм, чтобы обеспечить высокую твердость и прочность. Распространенные марки включают YG8 (содержание кобальта 8%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 2000-2200 МПа, подходит для грубой обработки и чугуна, срок службы до 100-140 часов), YT15 (содержащий

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 850 °C, подходит для нержавеющей стали и титановых сплавов, срок службы до 110-150 часов), K20 (содержание кобальта 6%-8%, твердость HV 1700-1900, сильная антиадгезия, особенно для алюминиевых сплавов, срок службы до 120-160 часов). При выборе материала необходимо учитывать твердость заготовки (сталь HRC 40-60, алюминиевый сплав HB 50-100), теплопроводность (сталь 40-50 Вт/м·К, алюминиевый сплав 200-250 Вт/м·К) и температуру резки (500-900°C). В некоторые модели добавляют следовые количества карбида ниобия (NbC, 0,5%-1%) или карбида тантала (TaC, 0,5%-1%) для оптимизации износостойкости и стойкости к термическим трещинам. Материалы покрытия включают TiN (твердость 2000–2500 HV, термостойкость 500 °C), TiAlN (твердость 3000–3500 HV, термостойкость 900 °C), AlCrN (твердость 3200–3800 HV, термостойкость 1100 °C) и DLC (твердость 3000–4000 HV, коэффициент трения <0,1), а толщина покрытия регулируется в зависимости от области применения.

3. Производственный процесс

3.1 Подготовка сырья

Высокоочищенный порошок карбида вольфрама (WC) и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,1\%$), размер частиц контролируется на уровне 0,5-2 микрон, а карбид титана (TiC, 0,5%-1%) или карбид ниобия (NbC, 0,5%-1%) добавляется для повышения производительности. Для мокрого смешивания используется планетарная шаровая мельница (скорость 50-100 об/мин, время 24-48 часов), а этанол добавляется в качестве диспергатора для обеспечения однородности порошка (сегрегация <1%). Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а химический состав анализируется рентгенофлуоресцентным спектрометром (XRF), и отклонение контролируется в пределах $\pm 0,05\%$.

3.2 Прессование

Гидравлический пресс применяет давление 150-200 МПа для формирования заготовки лопатки, плотностью 14,5-15,2 г/см³, а для повышения однородности используется технология холодного изостатического прессования (ХИП, давление 150-200 МПа, продолжительность 10-15 минут). Форма изготовлена из высокопрочной стали (твердость HRC 50-55) с точностью $\pm 0,02$ мм. Для обеспечения точности формовки лопатки используются лазерная резка и электроискровая обработка. Плотность заготовки измеряется архимедовым методом (погрешность <0,1 г/см³), а внутренняя пористость проверяется микроскопом (<0,5%).

3.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10^{-2} Па) или в атмосфере водорода температура составляет 1400°C-1600°C в течение 10-12 часов, и температура повышается поэтапно (50°C в час, 300°C-600°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 100-150 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 0,5-2 мкм и равномерного

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

распределения микротвердости (стандартное отклонение <50 HV). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру, а твердомер Виккерса проверяет твердость (HV 1800-2000).

3.4 Постобработка

Внешняя токарная обработка выполняется с использованием инструментов CBN с точностью биения $<0,01$ мм и шероховатостью поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм. Лезвие обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность $\pm 0,002$ мм) с погрешностью профиля кромки $<0,005$ мм и поверхностью $Ra \leq 0,02$ мкм. Зеркальная полировка алмазными абразивами с зернистостью W0,5-W1,0, кромкой $Ra \leq 0,01$ мкм и электролитическая полировка (плотность тока $0,1$ А/см²) удаляют микроскопические заусенцы. Кончик лезвия имеет фаску ($0,1-0,2$ мм, угол $5^{\circ}-10^{\circ}$) для повышения способности противостоять смятию кромки, а геометрия лезвия калибруется лазерным интерферометром.

3.5 Обработка покрытия

Процесс PVD или CVD (давление 10^{-3} Па, температура $400-600$ °C, скорость осаждения $0,1-0,3$ мкм /ч). Типы покрытий включают TiN (толщина $2-5$ мкм), TiAlN (толщина $3-8$ мкм), AlCrN (толщина $3-7$ мкм) или DLC (толщина $1-3$ мкм), которые снижают коэффициент трения ($<0,4$) и увеличивают срок службы на $50\%-150\%$. SEM проверяет однородность покрытия, а наноиндентор проверяет твердость и адгезию (>70 Н) с отклонением толщины $<0,5$ мкм. Процесс покрытия оптимизирует стойкость к окислению и термическую стабильность инструмента. TiAlN и AlCrN особенно подходят для сухой резки.

3.6 Тестирование и упаковка

КИМ определяет точность профиля лезвия и геометрическую погрешность ($<0,01$ мм), а динамическая балансировочная машина корректирует дисбаланс (<5 г·мм /кг). Покрытие антикоррозийным маслом или вакуумная упаковка для предотвращения окисления. Лазерная гравировка типа инструмента, диаметра, количества лезвий, типа покрытия и номера партии обеспечивает прослеживаемость.

4. Технические параметры

Твердость: основа HV 1800-2000, с покрытием 3000-4000 HV.

Теплостойкость: $500^{\circ}\text{C}-1100^{\circ}\text{C}$ (в зависимости от типа покрытия). Скорость резания (V_c): сталь $60-250$ м/мин, титановый сплав $40-180$ м/мин, алюминиевый сплав $100-350$ м/мин.

Подача (fz): $0,05-0,30$ мм/зуб. Глубина резания (ap): $0,1-10$ мм. Допуск: точность профиля $\pm 0,005$ мм, шероховатость поверхности $\pm 0,003$ мм. Шероховатость поверхности: Ra $0,05-0,5$ мкм.

5. Сценарии применения

5.1 Аэрокосмическая промышленность

Обработка деталей фюзеляжа из титанового сплава и лопастей из жаропрочного сплава,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

общий диаметр 10-30 мм, глубина 50-200 мм. Авиакомпания использует твердосплавный инструмент с покрытием TiAlN диаметром 20 мм для обработки соединителей из титанового сплава, скорость резания 120 м/мин, подача 0,10 мм/зуб, погрешность контура после обработки <0,005 мм, Ra 0,1 мкм, срок службы инструмента 150 часов, в соответствии со стандартами AS9100. Требуется термостойкость и высокая точность, а внутреннее давление охлаждения достигает 20 бар.

5.2 Автомобильная промышленность

Обработка цилиндров двигателя и шестерен, обычные диаметры составляют 20-50 мм, а глубина — 30-150 мм. Компания по производству автомобильных деталей использует твердосплавный инструмент с покрытием AlCrN диаметром 25 мм для обработки стальных цилиндров HRC 50 со скоростью резания 180 м/мин, скоростью подачи 0,15 мм/зуб, погрешностью контура <0,005 мм после обработки, Ra 0,15 мкм, сроком службы инструмента 140 часов, годовой производительностью 600 000 штук и повышением эффективности на 40%. При обработке материалов высокой твердости преимущество в сроке службы покрытия является значительным.

5.3 Производство энергетического оборудования

Обработка валов турбин и корпусов клапанов, обычные диаметры 30-70 мм, глубина 100-300 мм. Производитель энергетического оборудования использует твердосплавный инструмент с покрытием TiAlN диаметром 40 мм для обработки валов турбин Inconel со скоростью резания 150 м/мин, скоростью подачи 0,12 мм/зуб, погрешностью контура <0,005 мм после обработки, Ra 0,12 мкм, сроком службы инструмента 160 часов, годовым объемом производства 1000 штук и повышением эффективности на 35%. Требуется высокая износостойкость и возможность обработки глубоких канавок, а для внутренней системы охлаждения требуется 25 бар.

5.4 Изготовление пресс-форм

Обработка полостей пресс-форм и направляющих втулок, обычные диаметры 15-40 мм, глубина 20-100 мм. Фабрика пресс-форм использует твердосплавный инструмент с покрытием TiN диаметром 20 мм для фрезерования полостей пресс-форм со скоростью резания 200 м/мин, скоростью подачи 0,15 мм/зуб, погрешностью контура <0,008 мм после обработки, Ra 0,2 мкм, сроком службы инструмента 130 часов, годовой производительностью 800 комплектов пресс-форм и повышением эффективности на 45%. Требуется высокая эффективность и сложное контурное формование, поддерживаемое внутренней системой охлаждения (15 бар).

5.5 Точные приборы

Обработка оптических линзовых форм и микродеталей, обычные диаметры составляют 5-20 мм, а глубина — 10-50 мм. Производитель точных инструментов использует твердосплавный инструмент с покрытием DLC диаметром 10 мм для обработки линзовых форм со скоростью резания 100 м/мин, скоростью подачи 0,08 мм/зуб, погрешностью контура <0,003 мм после обработки, Ra 0,05 мкм, сроком службы инструмента 120 часов и годовым объемом

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

производства 400 000 штук в соответствии со стандартами ISO 2768. При микровысокой точности покрытие оказывает значительный эффект снижения вибрации.

5.6 Производство электроники

Обработка радиаторов и разъемов из алюминиевого сплава, обычные диаметры 10-30 мм, глубина 10-40 мм. Электронная компания использует твердосплавный инструмент с покрытием AlCrN диаметром 15 мм для обработки радиаторов, со скоростью резания 250 м/мин, скоростью подачи 0,20 мм/зуб, погрешностью контура <0,005 мм после обработки, Ra 0,15 мкм, сроком службы инструмента 150 часов, годовым объемом производства 800 000 штук и повышением эффективности на 50%. Требуется высокая эффективность и качество поверхности, и широко используется сухая резка.

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в режущих инструментах с покрытием из твердого сплава, мы готовы предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!

Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat : «China Tungsten Online»



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

приложение:

Что такое твердосплавные медицинские хирургические ножи?

1. Обзор

1.1 Определение и функция

Медицинские хирургические инструменты из цементированного карбида — это высокоточные режущие инструменты, изготовленные из цементированных карбидных материалов. Они предназначены для медицинской хирургии, обработки имплантатов и резки биоматериалов и широко используются в ортопедии, нейрохирургии, стоматологии, малоинвазивной хирургии, офтальмологии и других областях. Его основная особенность заключается в том, что он сочетает в себе высокую твердость (HV 1800-2200) и биосовместимость цементированного карбида и может эффективно резать высокопрочные биоматериалы, такие как кости (твердость HRC 20-40), имплантаты из титанового сплава (HRC 30-35), твердые полимеры и материалы для офтальмологических линз. Медицинские хирургические инструменты из цементированного карбида основаны на карбиде вольфрама (WC) с добавлением кобальта (Co) в качестве связующей фазы, а специальная обработка поверхности используется для обеспечения нетоксичности и коррозионной стойкости. Они подходят для хирургической обработки, такой как резка, сверление, фрезерование, шлифование и гравировка. По сравнению с традиционными хирургическими ножами из нержавеющей стали, медицинские ножи из карбида превосходят по точности резки (допуск $\pm 0,005$ мм), долговечности (срок службы увеличен на 50%-100%) и качеству поверхности (Ra 0,02-0,1 мкм) и особенно подходят для медицинских сценариев, требующих высокой точности и длительного использования. Его конструкция очень гибкая, а форма лезвия, тип рукоятки и покрытие могут быть настроены в соответствии с хирургическими потребностями. С развитием медицинских технологий инструмент может быть интегрирован с роботизированной хирургической системой для повышения эффективности хирургии.

1.2 Предыстория разработки

В связи со старением населения и быстрым развитием медицинских технологий резко возрос спрос на высокоточные имплантаты и минимально инвазивные хирургические инструменты. В 2025 году, с популяризацией 3D-печатных имплантатов, персонализированной медицины и роботизированной хирургии, цементированные карбидные медицинские хирургические инструменты стали ключевыми инструментами для производства медицинских устройств благодаря их превосходной режущей способности и биологической безопасности, способствуя инновациям в области оптимизации материалов, обработки поверхности и технологий асептической обработки.

2. Технические характеристики

2.1 Конструктивные характеристики

Структурная конструкция медицинских хирургических инструментов из цементированного карбида направлена на достижение высокоточной резки, стерильности и совместимости с

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

человеком. Обычно они используют сверхтонкие прямые ручки или индивидуальные конструкции ручек с одно- или многолезвийными лезвиями в сочетании с корпусами микроножей высокой жесткости для удовлетворения хирургических потребностей. Общий диаметр инструмента составляет от 0,5 мм до 10 мм. Микроинструменты ($D < 2$ мм) используются в нейрохирургии и стоматологии, средние ($D = 2-6$ мм) подходят для ортопедии и обработки имплантатов, а большие ($D > 6$ мм) используются для тяжелой резки костей. Класс допуска составляет $h5$ ($0/-0,004$ мм). Тип ручки - сверхтонкая прямая ручка (диаметр 1-12 мм, длина 30-100 мм) или медицинская ручка, соответствующая стандарту ISO 13485, с классом допуска $h6$ ($0/-0,006$ мм). Длина рукоятки настраивается в соответствии с требованиями зажима хирургического инструмента. Общая длина составляет от 50 мм до 150 мм, подходит для хирургических роботов или ручных инструментов. Эффективная длина резки составляет от 5 мм до 50 мм. Неглубокая резка (5-20 мм) подходит для мягких тканей или микрорезки, а глубокая резка (30-50 мм) подходит для обработки костей или имплантатов. Количество режущих кромок составляет от 1 до 6, в зависимости от диаметра и типа операции. $D < 2$ мм - 1-2 кромки, $D > 2$ мм - 2-6 кромок, а погрешность расстояния между кромками составляет $< 0,005$ мм. Угол лезвия обычно составляет 15° - 30° (настраивается) для оптимизации силы резания и контроля повреждения тканей. Лезвие обрабатывается сверхточным пятикоординатным шлифовальным станком с ЧПУ (точность $\pm 0,001$ мм) для обеспечения гладких режущих кромок ($Ra \leq 0,01$ мкм) и геометрических погрешностей $< 0,002$ мм. Корпус фрезы динамически сбалансирован (дисбаланс < 2 г·мм/кг, скорость испытания 20000 об/мин) для снижения вибрации при микрорезке (амплитуда $< 0,002$ мм). Высококласные модели оснащены микровнутренними ирригационными каналами (диаметр 0,1-0,5 мм, давление 2-5 бар) или внешней конструкцией удаления стружки для улучшения удаления стружки (эффективность 30%-40%) и терморегулирования (температура в зоне резания $< 200^{\circ}\text{C}$) для обеспечения стерильной хирургической среды. Поверхность инструмента электрополирована и имеет стерильное покрытие для соответствия стандартам биосовместимости ISO 10993.

2.2 Материалы

Материал в основном состоит из сверхтонких композитных материалов из карбида вольфрама (WC) и кобальта (Co 6%-8%) с размером зерна, контролируемым на уровне 0,2-0,8 мкм для обеспечения высокой твердости и биологической безопасности. Распространенные марки включают YG6X (содержание кобальта 6%, твердость HV 1800-1900, прочность на изгиб 1800-2000 МПа, подходит для костей и титановых сплавов, срок службы до 50-80 часов), YT05 (содержащий карбид титана, твердость HV 1900-2000, термостойкость 800°C , подходит для твердых полимеров, срок службы до 60-90 часов), K10 (содержание кобальта 6%, твердость HV 1700-1900, высокая коррозионная стойкость, специально разработан для разрезания мягких тканей, срок службы до 70-100 часов). При выборе материала необходимо учитывать твердость биоматериалов (кость HRC 20-40, титановый сплав HRC 30-35), теплопроводность (кость 0,3-0,5 Вт/м·К, титановый сплав 15-20 Вт/м·К) и температуру резки ($100-300^{\circ}\text{C}$). Содержание кобальта строго контролируется для снижения токсичности в организме. В некоторые модели добавляют следовые количества

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

карбида ниобия (NbC , 0,5%-1%) для оптимизации износостойкости. Поверхностное покрытие может быть из медицинского TiN (твердость 2500 HV) или ZrN (твердость 2300 HV) для обеспечения коррозионной стойкости и биосовместимости.

3. Типы

Медицинские хирургические инструменты из карбида делятся на множество категорий в зависимости от типа хирургии и требований к обработке. Ниже приведены наиболее полные категории и их характеристики, основанные на информации всей сети и отраслевой практики:

Микро сверло

Диаметр составляет 0,5–2 мм, лезвие имеет двойную спираль или одноточечную конструкцию, специально используется для нейрохирургического сверления черепа, обработки микроимплантатов и офтальмологической перфорации роговицы, угол резания составляет 10–15 °, подходит для высокоточных микроотверстий (допуск $\pm 0,0005$ мм), таких как отверстия для винтов фиксации черепа или офтальмологические хирургические каналы.

Лезвие пилы для костей

Длина 20-50 мм, лезвие имеет многозубчатую конструкцию (6-12 зубцов), используется для ортопедической остеотомии, пластической хирургии и коррекции позвоночника, угол лезвия 20°-30°, подходит для резки твердых костей (HRC 20-40), оснащено промывочным каналом для уменьшения термического повреждения.

Фреза стоматологическая

Диаметр 1-3 мм, лезвие с шаровидной головкой, цилиндрическое или коническое, специально используется для обработки корней, имплантатов и финишной обработки коронок, угол резания составляет 15°-25°, а поверхность $Ra \leq 0,02$ мкм обеспечивает совместимость с тканями десны.

Минимально инвазивный режущий нож

Диаметр составляет 0,5–1,5 мм, лезвие имеет однолезвийную или двухлезвийную конструкцию, подходит для малоинвазивного разрезания мягких тканей, обработки микроканалов и эндоскопической хирургии, угол лезвия составляет 10–20°, что обеспечивает минимальную инвазивность, обычно используется покрытие ZrN .

Инструменты для обработки имплантатов

Диаметр составляет 3-8 мм, лезвие имеет индивидуальную геометрию (например, ступенчатое или изогнутое лезвие) и специально используется для отделки титанового сплава, нержавеющей стали или имплантатов ПEEK. Угол резания составляет 15°-30°, а допуск составляет $\pm 0,002$ мм для удовлетворения индивидуальных медицинских потребностей.

Шлифовальные инструменты

Диаметр 4-10 мм, с многозернистой или сферической конструкцией лезвия, используется для шлифования поверхности костей, обработки ортезов и предварительной обработки перед заменой суставов, скорость резания 20-50 м/мин, поверхность $Ra \leq 0,05$ мкм, оснащена высокоизносостойким покрытием.

Офтальмологический скальпель

Диаметр составляет 0,1–1 мм, лезвие представляет собой сверхтонкую однолезвийную или микрокольцевую конструкцию, специально используемую для удаления катаракты,

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

трансплантации роговицы и хирургии стекловидного тела, угол резания составляет 5–15°, а лезвие $Ra \leq 0,005$ мкм, что обеспечивает минимальное повреждение тканей.

Сосудистый резак

Диаметр составляет 0,3–1,2 мм, лезвие представляет собой ультратонкое прямое лезвие или крючкообразную конструкцию, подходящую для сердечно-сосудистой хирургии и трансплантации сосудистого шунтирования, угол резания составляет 10–20°, поверхность специально покрыта антитромботическим покрытием, а допуск составляет $\pm 0,001$ мм.

Нож для нарезки тканей

Диаметр составляет 1–4 мм, лезвие имеет шаровидную или плоскую головку, специально используется для пластической хирургии, формирования мягких тканей и резекции опухолей, угол резания составляет 15–25°, что оптимизирует силу резания и защиту тканей, обычно используется покрытие TiN.

Сверло для костного винта

Диаметр составляет 1,5–3,5 мм, лезвие имеет спиральную или ступенчатую конструкцию, специально используется для предварительного сверления под ортопедические фиксирующие винты и внутренней фиксации переломов, угол резания составляет 15–20°, глубина контролируется на уровне 10–30 мм, и отличается высокой прочностью.

Артроскопические инструменты

Диаметр составляет 0,8–2 мм, лезвие имеет форму микрошариковой головки или лопатки, подходит для артроскопии коленного и плечевого суставов, угол резания составляет 10–20°, оснащено промывочным каналом, допуск составляет $\pm 0,0005$ мм.

Скальпель для позвоночника

Диаметр составляет 2–6 мм, а лезвие представляет собой индивидуальную многолезвийную или зубчатую конструкцию, специально используемую для спондилодеза и дискэктомии, с углом резания 20–30°, подходящую для твердых материалов позвоночника, и сроком службы до 60–90 часов.

4. Производственный процесс

4.1 Подготовка сырья

Порошок карбида вольфрама (WC) сверхвысокой чистоты медицинского класса и порошок кобальта (Co) смешиваются в пропорции (точность $\pm 0,05\%$), размер частиц контролируется на уровне 0,2–0,8 мкм, а карбид титана (TiC, 0,5%–1%) или карбид ниобия (NbC, 0,5%–1%) добавляется для повышения производительности. Для мокрого смешивания используется высокоэнергетическая шаровая мельница (скорость 100–150 об/мин, время 24–36 часов), а в качестве диспергатора добавляется этанол медицинского класса для обеспечения однородности порошка (сегрегация $< 0,5\%$). Распределение размеров частиц определяется лазерным анализатором размера частиц, а содержание тяжелых металлов анализируется методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Отклонение контролируется в пределах $\pm 0,01\%$, что соответствует стандартам FDA.

4.2 Прессование

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Гидравлический пресс применяет давление 200-250 МПа для формирования заготовки лопатки, плотностью 14,8-15,2 г/см³. Для повышения однородности используется технология холодного изостатического прессования (СИП, давление 200-250 МПа, продолжительность 10-15 минут). Форма изготовлена из медицинской нержавеющей стали (твердость HRC 50-55) с точностью ±0,01 мм. Для обеспечения точности формовки лопатки используются лазерная резка и электроискровая обработка. Плотность заготовки измеряется архимедовым методом (погрешность <0,05 г/см³), а внутренняя пористость проверяется микроскопом (<0,3%).

4.3 Высокотемпературное спекание

В вакуумной печи (давление 10⁻³ Па) или в атмосфере аргона температура составляет 1400°C-1600°C в течение 10-12 часов, и температура повышается поэтапно (50°C в час, 300°C-600°C на этапе предварительного нагрева) для удаления летучих веществ. Технология горячего изостатического прессования (ГИП, давление 150-200 МПа) используется для устранения микродефектов, контроля размера зерна до 0,2-0,8 мкм и равномерного распределения микротвердости (стандартное отклонение <40 HV). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) анализирует микроструктуру, а твердомер Виккерса проверяет твердость (HV 1800-2000).

4.4 Постобработка

Внешняя токарная обработка выполняется с использованием инструментов CBN с точностью биения <0,005 мм и шероховатостью поверхности Ra ≤ 0,1 мкм. Лезвие обрабатывается на сверхточном пятикоординатном шлифовальном станке с ЧПУ (точность ±0,001 мм), с погрешностью профиля кромки <0,002 мм и поверхностью Ra ≤ 0,01 мкм. Зеркальная полировка алмазными абразивами с зернистостью W0,1-W0,5, кромка Ra ≤ 0,005 мкм, электролитическая полировка (плотность тока 0,05-0,1 А/см²) для удаления микроскопических заусенцев. Кончик лезвия имеет фаску (0,02-0,1 мм, угол 10°-15°) для повышения способности противостоять смятию кромки, а геометрия лезвия калибруется лазерным интерферометром.

4.5 Обработка покрытия

Покрытие достигается с помощью процесса PVD медицинского класса (давление 10⁻³ Па, температура 350-450 °C, скорость осаждения 0,1-0,2 мкм / ч). Типы покрытий включают TiN (толщина 1-3 мкм, твердость 2500 HV) или ZrN (толщина 1-2 мкм, твердость 2300 HV), что обеспечивает коррозионную стойкость и биосовместимость, снижает коэффициент трения (<0,3) и увеличивает срок службы на 30%-50%. СЭМ проверяет однородность покрытия, а наноиндентирование проверяет твердость и адгезию (>70 Н) с отклонением толщины <0,2 мкм. Покрытие стерильно и соответствует стандартам ISO 10993.

4.6 Тестирование и упаковка

Точность профиля инструмента и геометрическая погрешность (<0,002 мм) проверяются координатно-измерительной машиной (КИМ), а дисбаланс (<2 г·мм / кг) корректируется динамической балансировочной машиной. Проводится испытание на стерильность (SAL 10

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

-⁶), используется стерилизация гамма-излучением или этиленоксидом. Вакуумная упаковка предотвращает окисление и загрязнение. Тип инструмента, диаметр, количество лезвий, номер партии и знак стерильности гравированы лазером для обеспечения прослеживаемости.

5. Технические параметры

Твердость: подложка HV 1800-2000, с покрытием 2300-2500 HV.

Термостойкость: 300°C-800°C. Скорость резания (V_c): кость 20-80 м/мин, титановый сплав 30-120 м/мин, полимер 50-150 м/мин.

Подача (fz): 0,005-0,03 мм/зуб. Глубина резания (ap): 0,01-3 мм. Допуск: точность профиля $\pm 0,005$ мм, шероховатость поверхности $\pm 0,002$ мм. Шероховатость поверхности: Ra 0,02-0,1 мкм.

6. Сценарии применения

6.1 Ортопедическая хирургия

Обработка тазобедренных имплантатов и костных пластин, общий диаметр 2-6 мм, глубина 10-30 мм. Ортопедическая компания использует твердосплавный медицинский инструмент диаметром 4 мм для резки тазобедренных суставов из титанового сплава, скорость резки 60 м/мин, подача 0,01 мм/зуб, погрешность контура после обработки $< 0,002$ мм, Ra 0,03 мкм, срок службы инструмента 70 часов, в соответствии со стандартами FDA. Требуется высокая точность и долговечность, поддерживаются промывочные каналы (3 бара).

6.2 Нейрохирургия

Обработка сверления черепа и микроимплантатов, обычный диаметр 0,5-2 мм, глубина 5-15 мм. Нейрохирургическая больница использует твердосплавный медицинский инструмент диаметром 1 мм для сверления черепа, скорость резания 40 м/мин, подача 0,008 мм/зуб, допуск диаметра отверстия $\pm 0,0005$ мм после обработки, Ra 0,02 мкм, срок службы инструмента 50 часов, что соответствует высоким требованиям точности. Требуется миниатюризация и стерильность, и обычно используется покрытие TiN.

6.3 Стоматологическая хирургия

Обработка корней зубов и имплантатов, обычные диаметры 1-3 мм и глубина 5-20 мм. Стоматологическая клиника использует твердосплавный медицинский инструмент диаметром 2 мм для резки корней зубов со скоростью резания 50 м/мин, скоростью подачи 0,01 мм/зуб, погрешностью контура $< 0,001$ мм после обработки, Ra 0,025 мкм и сроком службы инструмента 60 часов, что соответствует стандартам биосовместимости. Требуется высокая отделка и коррозионная стойкость.

6.4 Малоинвазивная хирургия

Обработка мягких тканей и микроканалов, общий диаметр 0,5-1,5 мм, глубина 2-10 мм. Центр минимально инвазивной хирургии использует твердосплавные медицинские инструменты диаметром 0,8 мм для резки мягких тканей, скорость резки 30 м/мин, подача

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

0,005 мм/зуб, допуск ширины реза $\pm 0,0005$ мм после обработки, Ra 0,02 мкм, срок службы инструмента 45 часов, чтобы обеспечить минимальную травматичность. Требуется высокая точность и стерильная среда.

6.5 Производство имплантатов

Обработка индивидуальных имплантатов из титанового сплава, общий диаметр 3-8 мм, глубина 15-40 мм. Производитель имплантатов использует твердосплавные медицинские инструменты диаметром 5 мм для обработки имплантатов черепа, скорость резания 70 м/мин, подача 0,012 мм/зуб, погрешность контура после обработки $< 0,002$ мм, Ra 0,03 мкм, срок службы инструмента 80 часов, годовое производство 100 000 штук, в соответствии со стандартами ISO 13485. Требуется высокая прочность и биологическая безопасность.

6.6 Ортопедическая хирургия

Обработка костных ортезов, общий диаметр 4-10 мм, глубина 20-50 мм. Компания по производству ортопедического оборудования использует медицинский инструмент из твердого сплава диаметром 6 мм для резки костных кронштейнов, скорость резки 60 м/мин, подача 0,015 мм/зуб, погрешность контура после обработки $< 0,003$ мм, Ra 0,04 мкм, срок службы инструмента 75 часов, годовой объем производства 50 000 штук, поддержка работы хирургического робота. Требуется высокая стабильность и конструкция промывки (5 бар).

6.7 Офтальмологическая хирургия

Обработка офтальмологических линз и роговиц, обычные диаметры 0,1-1 мм и глубина 1-5 мм. Офтальмологическая больница использует медицинский инструмент из карбида диаметром 0,5 мм для удаления катаракты со скоростью резки 20 м/мин, скоростью подачи 0,003 мм/зуб, допуском на резку $\pm 0,0003$ мм после обработки, Ra 0,01 мкм и сроком службы инструмента 40 часов, что соответствует высоким требованиям точности. Требуется сверхминиатюризация и стерильность.

6.8 Сердечно-сосудистая хирургия

Обработка сосудистых стентов и шунтирующих устройств, обычные диаметры составляют 0,3-1,2 мм, а глубина — 2-8 мм. В сердечно-сосудистом центре для резки кровеносных сосудов используются твердосплавные медицинские инструменты диаметром 0,8 мм со скоростью резки 30 м/мин, скоростью подачи 0,005 мм/зуб, допуском на резку $\pm 0,0005$ мм после обработки, Ra 0,015 мкм и сроком службы инструмента 50 часов для обеспечения антитромботических свойств.

30-летняя история производства твердосплавных инструментов, CTIA GROUP разработала и произвела большое количество высокопроизводительных твердосплавных изделий, отвечающих строгим требованиям десятков тысяч клиентов в машиностроении, авиации, энергетике, горнодобывающей промышленности, электронной промышленности, автомобильной, химической, военной и других отраслях. Если у вас есть какие-либо потребности в твердосплавных медицинских хирургических инструментах, мы готовы

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

предоставить вам точные, эффективные и высококачественные индивидуальные услуги!
Свяжитесь с нами, чтобы получить самую свежую информацию в отрасли и разработать индивидуальные эксклюзивные решения:

☎ Тел.: +86 592 5129696 ✉ Электронная почта: sales@chinatungsten.com

🌐 Сайт: www.tungstenpowder.com 📱 Публичный аккаунт WeChat: «China Tungsten Online»



Оглавление

Часть 4: Классификация и области применения твердого сплава

Глава 11 Твердосплавные режущие инструменты и обработка

11.0 Твердосплавные режущие инструменты и обработка

11.0.1 Что такое резка?

11.0.2 Что такое твердосплавные режущие инструменты?

11.0.3 Что такое режущие инструменты из твердого сплава?

(1) Твердосплавные токарные инструменты (

2) Твердосплавные фрезы (3) Твердосплавные сверла (4) Твердосплавные расточные инструменты (5) Твердосплавные развертки (6) Твердосплавные протяжки (7)

Твердосплавные формовочные инструменты (8) Специальные твердосплавные режущие инструменты (8.1)

Нанотвердосплавные режущие инструменты

(8.2) Твердосплавные композитные инструменты (8.3) Твердосплавные сверхтвердые инструменты (8.4) Твердосплавные микроинструменты (8.5) Сверхтвердые инструменты для резки PCD (8.6) Твердосплавные режущие инструменты с покрытием (8.7)

Твердосплавные авиационные композитные материалы (например, обшивка крыла)

режущие инструменты (8.8) Твердосплавные электронные микросхемы (например, подложка чипа) режущие инструменты (8.9) Медицинские инструменты для сверления микроотверстий (например, ортопедические имплантаты) (8.10) Твердосплавные медицинские хирургические инструменты 11.0.4 Какие объекты обработки подходят для режущих инструментов из твердого сплава?

11.1 Геометрические параметры твердосплавного инструмента

11.1.1 Геометрические параметры и оптимизация передовых технологий

11.1.2 Эксплуатационные характеристики инструментов с покрытием (PVD, CVD)

11.2 Производительность резки

11.2.1 Высокоскоростная резка (>1000 м/мин)

11.2.2 Износостойкость и срок службы инструмента (>10 часов)

11.3 Обработка объекта

11.3.1 Сталь, чугун и труднообрабатываемые материалы (титановые сплавы)

11.3.2 Композиционные материалы и сверхтвердые материалы

11.4 Анализ отказов и улучшение

11.4.1 Износ инструмента (кратер, износ по задней поверхности)

11.4.2 Стратегия оптимизации (размер зерна, толщина покрытия)

Ссылки

приложение:

Краткое введение в процесс нанесения покрытия на твердосплавный инструмент

Сравнение технологий покрытия инструментов PVD и CVD

Сравнение технологий твердого сплава и сверхтвердых материалов

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

Геометрические параметры и оптимизация твердосплавного инструмента

Твердосплавные токарные инструменты

ISO 513:2012 Классификация и применение твердых материалов и режущих инструментов с твердым покрытием

Классификация и применение твердых режущих материалов для обработки металлов резанием с определенными режущими кромками — Обозначение основных групп и групп применения

ГБ/Т 2073-2013

Твердосплавные токарные инструменты Твердосплавные токарные инструменты

GB/T 1800.1-2009 Допуски и посадки Часть 1: Основные принципы и связанные с ними термины полей допусков

Допуски и посадки

— Часть 1: Принципы зон допусков и связанные с ними термины

GB/T 2072-2006 Технические условия на цементированный карбид

Технические условия на твердые сплавы

GB/T 5319-2017 Геометрические параметры и углы токарных инструментов

Геометрические параметры и углы токарных резцов

ISO 513:2012 Классификация и применение твердых материалов и режущих инструментов с твердым покрытием

Классификация и применение твердых режущих материалов для снятия металла с определенными режущими кромками. Обозначение основных групп и групп применения.

Фрезы из твердого сплава

Что такое твердосплавные концевые фрезы?

Что такое твердосплавная торцевая фреза?

Что такое твердосплавная шаровая концевая фреза?

Что такое твердосплавная профильная фреза?

Что такое твердосплавная черновая фреза?

Что такое твердосплавная чистовая фреза?

Каковы китайские стандарты для твердосплавных фрез?

JB/T 8776-2018 Твердосплавная круглая фреза для деревообработки

Фрезы для обработки древесины твердосплавные круговые

Что такое твердосплавная дуговая фреза для обработки дерева?

JB/T 7966.1-2014 Фреза для штамповки. Часть 1: Общие сведения

Фрезы для формовки — Часть 1: Общие правила

Что такое твердосплавная фреза ?

JB/T 13685-2020 Твердосплавная резьбофрезерная фреза

Интегральные твердосплавные резьбовые фрезы

Что такое твердосплавная резьбовая фреза ?

JB/T 11744-2013 Цельные твердосплавные концевые фрезы с волнообразной кромкой

Интегральные твердосплавные концевые фрезы с волнообразной кромкой

Что такое цельная твердосплавная концевая фреза с волнообразной задней кромкой?

JB/T 7972-1999 Концевая фреза с коническим хвостовиком и винтовыми зубьями из

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

твердого сплава

Концевые фрезы с коническим хвостовиком и спиральным карбидным хвостовиком

Что такое твердосплавная концевая фреза с коническим хвостовиком?

JB/T 7971-1999 Концевая фреза с прямым хвостовиком и косозубой передачей из твердого сплава

Концевые фрезы с прямым хвостовиком и спиральным карбидным хвостовиком

Что такое твердосплавная концевая фреза с винтовым прямым хвостовиком?

GB/T 6120-2012 Пильный диск фрезерный

Продольные пилы

GB/T 14301-2008 Цельнотвердосплавное лезвие для фрезы

Интегральные твердосплавные прорезные пилы

Что такое фреза с цельным твердосплавным лезвием ?

GB/T 10948-2006 Фреза для Т-образных пазов из твердого сплава

Твердосплавные фрезы для Т-образных пазов

Что такое твердосплавная фреза для Т-образных пазов?

GB/T 25992-2010 Размеры цельных твердосплавных и керамических цилиндрических сферических концевых фрез

Размеры интегральных карбидов и керамики

Концевые фрезы с прямым хвостовиком и сферическим концом

Что представляет собой цельная твердосплавная цилиндрическая сферическая концевая фреза?

GB/T 16770.1-2008 Фрезы концевые твердосплавные с прямым хвостовиком. Часть 1: Типы и размеры

Концевые фрезы с цельным твердосплавным прямым хвостовиком — Часть 1: Типы и размеры

Что такое цельная твердосплавная концевая фреза с прямым хвостовиком?

GB/T 16456.3-2008 Фрезы концевые твердосплавные со спиральными зубьями Часть 3:

Типы и размеры фрез концевых с конусом Морзе

Концевые фрезы с твердосплавным спиральным хвостовиком — Часть 3: Концевые фрезы с хвостовиком с конусом Морзе — Типы и размеры

Что такое твердосплавная концевая фреза с винтовыми зубьями?

Что такое твердосплавная концевая фреза с хвостовиком в форме конуса Морзе?

GB/T 16456.1-2008 Фрезы концевые твердосплавные с винтовыми зубьями. Часть 1. Общие требования

Фрезы концевые спиральные твердосплавные — Часть 1: Общие требования

GB/T 16456.2-2008 Фрезы концевые твердосплавные с винтовыми зубьями Часть 2: 7:24

Концевые фрезы с коническим хвостовиком. Типы и размеры

Концевые фрезы с твердосплавным спиральным хвостовиком — Часть 2: 7:24 Концевые фрезы с коническим хвостовиком — Типы и размеры

Что такое твердосплавная концевая фреза с коническим хвостовиком и спиральным зубом?

ISO 15641:2001 Фрезерные инструменты для высокоскоростной обработки. Требования безопасности

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

Фрезы для высокоскоростной обработки — Требования безопасности

Твердосплавные сверла

Что такое твердосплавное спиральное сверло?

Что такое твердосплавное сверло для глубоких отверстий?

Что такое твердосплавное ступенчатое сверло?

Что такое твердосплавные расточные инструменты?

Что такое твердосплавный однолезвийный расточный инструмент?

Что такое твердосплавный многолезвийный расточный инструмент?

Что такое твердосплавный регулируемый расточный инструмент?

Что такое твердосплавные развертки?

Что такое твердосплавная прямая развертка?

Что такое твердосплавная спиральная развертка?

Что такое твердосплавная регулируемая развертка?

Что такое твердосплавные протяжки?

Что такое твердосплавный формовочный инструмент?

Что такое твердосплавный формовочный токарный инструмент?

Что такое твердосплавная профильная фреза?

Что такое режущие инструменты из нанокарбида?

Что такое твердосплавные композитные инструменты?

Что такое твердосплавные микроинструменты?

Что такое режущие инструменты с твердосплавным покрытием?

Что такое твердосплавные медицинские хирургические ножи?

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