

# 텅스텐 카바이드 밀링 커터 란 무엇입니까 ?

中钨智造科技有限公司

CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

텅스텐, 몰리브덴 및 희토류 산업을 위한 지능형 제조 분야의 글로벌 리더

## COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## CTIA 그룹 소개

CTIA GROUP LTD는 CHINATUNGSTEN ONLINE이 설립한 완전 자회사로, 독립적인 법인격을 갖추고 있습니다. 산업 인터넷 시대에 텅스텐 및 몰리브덴 소재의 지능적이고 통합적이며 유연한 설계 및 제조를 촉진하는 데 전념하고 있습니다. 1997년 [www.chinatungsten.com](http://www.chinatungsten.com)을 시작점으로 설립된 CHINATUNGSTEN ONLINE은 중국 최초의 최고급 텅스텐 제품 웹사이트로, 텅스텐, 몰리브덴, 희토류 산업에 중점을 둔 중국을 선도하는 전자상거래 기업입니다. CTIA 그룹은 텅스텐과 몰리브덴 분야에서 30년 가까이 쌓아온 심층적인 경험을 활용하여 모회사의 탁월한 설계 및 제조 역량, 우수한 서비스, 글로벌 비즈니스 명성을 계승하여 텅스텐 화학물질, 텅스텐 금속, 시멘트 카바이드, 고밀도 합금, 몰리브덴 및 몰리브덴 합금 분야에서 포괄적인 애플리케이션 솔루션 제공업체가 되었습니다.

지난 30년 동안 CHINATUNGSTEN ONLINE은 20개 이상의 다국어 텅스텐 및 몰리브덴 전문 웹사이트를 구축하여 20개 이상의 언어를 지원하고 있으며, 텅스텐, 몰리브덴, 희토류 관련 뉴스, 가격, 시장 분석 자료를 백만 페이지 이상 보유하고 있습니다. 2013년부터 위챗 공식 계정인 "CHINATUNGSTEN ONLINE"은 4만 건 이상의 정보를 게시하여 약 10만 명의 팔로워를 확보하고 전 세계 수십만 명의 업계 전문가에게 매일 무료 정보를 제공하고 있습니다. 웹사이트 클러스터와 공식 계정 누적 방문자 수가 수십억 회를 기록하며, CHINATUNGSTEN ONLINE은 텅스텐, 몰리브덴, 희토류 산업 분야에서 세계적으로 인정받는 권위 있는 정보 허브로 자리매김했습니다. 24시간 다국어 뉴스, 제품 성능, 시장 가격, 시장 동향 서비스를 제공합니다.

CTIA 그룹은 CHINATUNGSTEN ONLINE의 기술과 경험을 바탕으로 고객 맞춤형 니즈 충족에 집중합니다. AI 기술을 활용하여 특정 화학 조성 및 물리적 특성(입자 크기, 밀도, 경도, 강도, 치수 및 공차 등)을 가진 텅스텐 및 몰리브덴 제품을 고객과 공동으로 설계 및 생산합니다. 금형 개발, 시제품 제작, 마무리, 포장 및 물류에 이르는 전 공정 통합 서비스를 제공합니다. 지난 30년 동안 CHINATUNGSTEN ONLINE은 전 세계 13만 명 이상의 고객에게 50만 종 이상의 텅스텐 및 몰리브덴 제품에 대한 R&D, 설계 및 생산 서비스를 제공하여 맞춤형, 유연하고 지능적인 제조의 기반을 마련했습니다. CTIA 그룹은 이러한 기반을 바탕으로 산업 인터넷 시대에 텅스텐 및 몰리브덴 소재의 지능형 제조 및 통합 혁신을 더욱 심화하고 있습니다.

CTIA GROUP의 한스 박사와 그의 팀은 30년 이상의 업계 경험을 바탕으로 텅스텐, 몰리브덴, 희토류 관련 지식, 기술, 텅스텐 가격 및 시장 동향 분석을 작성하여 공개하고 텅스텐 업계와 자유롭게 공유해 왔습니다. 1990년대부터 텅스텐 및 몰리브덴 제품의 전자상거래 및 국제 무역, 그리고 초경합금 및 고밀도 합금의 설계 및 제조 분야에서 30년 이상의 경력을 쌓아 온 한 박사는 국내외 텅스텐 및 몰리브덴 제품 분야의 저명한 전문가입니다. CTIA GROUP 팀은 업계에 전문적이고 고품질의 정보를 제공한다는 원칙을 고수하며, 생산 관행 및 시장 고객 요구에 기반한 기술 연구 논문, 기사 및 산업 보고서를 지속적으로 작성하여 업계에서 폭넓은 호평을 받고 있습니다. 이러한 성과는 CTIA 그룹의 기술 혁신, 제품 홍보, 업계 교류에 대한 탄탄한 지원을 제공하며, 이를 통해 회사가 글로벌 텅스텐 및 몰리브덴 제품 제조와 정보 서비스 분야에서 선두주자로 발돋움하는 데 기여할 것입니다.



### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**Tel :** +86 592 5129696

**Official website :** [www.ctia.com.cn](http://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](http://www.ctia.com.cn)

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

## 1. 서론

### 1.1 배경

현대 제조업에서 절삭 공구는 효율적이고 정밀한 가공의 핵심 요소입니다. 산업 기술의 지속적인 발전으로 가공 효율, 가공물 품질, 공구 수명에 대한 요구가 증가하고 있습니다. 기존 소재로 제작된 공구는 더 이상 복잡한 작업 조건의 요구를 충족할 수 없습니다. 이러한 맥락에서, 고성능 소재인 초경합금은 뛰어난 경도, 내마모성, 내열성을 갖춰 고급 절삭 공구 제조에 점차 주류로 자리 잡고 있습니다. 특히 금속 절삭, 금형 제작, 항공우주 등 분야에서 초경합금 공구는 탁월한 성능으로 필수적인 가공 공구로 자리 잡았습니다. 2025년에는 지능형 제조 및 자동화 기술의 심층적인 발전으로 초경합금 밀링 커터에 대한 수요가 지속적으로 증가하고 있으며, 정밀 가공 분야에서의 적용 분야 또한 확대될 것입니다.

### 1.2 테마 개요

초경 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 회전 절삭 공구로, 다양한 소재의 밀링에 널리 사용됩니다. 핵심 특징은 텅스텐 카바이드(WC)를 기반으로 코발트(Co)와 기타 바인더로 구성된 합금 소재로 제작되어 높은 경도와 내구성을 제공한다는 것입니다. 본 논문에서는 초경 밀링 커터의 정의를 종합적으로 살펴보고, 물리적 특성, 기하학적 특징, 표면 처리 기술을 자세히 소개합니다. 또한 구조, 용도, 코팅 유형을 포함한 분류 방법을 분석하고, 제조 공정, 응용 분야, 사용상의 장점 및 한계를 설명하며, 안전하고 효율적인 사용을 위한 사용상의 주의사항을 제시합니다. 본 장과 이후 내용을 통해 독자는 초경 밀링 커터의 특성과 용도를 깊이 있게 이해하여 실제 생산에 더욱 효과적으로 적용할 수 있을 것입니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT





## 2. 초경 밀링 커터의 정의

### 2.1 초경 밀링 커터의 기본 정의

초경합금 밀링 커터는 고성능 회전 절삭 공구입니다. 커터 본체와 절삭부는 초경합금 소재로 제작되어 금속, 합금 및 일부 비금속 재료의 정밀 가공에 널리 사용됩니다. 초경합금은 주로 경질상인 텅스텐 카바이드(WC)에 코발트(Co), 니켈(Ni), 크롬(Cr)과 같은 금속을 결합상으로 첨가한 복합 소재로, 첨단 분말 야금 공정을 통해 고압(150~200MPa)과 고온(1350~1450°C)에서 소결됩니다. 이 소재는 밀링 커터에 초고경도(일반적으로 HV 1300~1800에 도달)를 부여하여 기존 고속도강(HSS)보다 훨씬 우수하고, 내마모성, 고온 산화 저항성(800~1000°C 이상에서 안정적으로 작동 가능), 기계적 응력에 대한 저항성이 뛰어나 고속 절삭, 건식 절삭 및 복잡한 형상의 가공 요구 사항을 충족할 수 있습니다. 초경 밀링 커터의 일반적인 구조는 절삭날, 생크, 전이부, 그리고 선택 사양인 냉각 구멍 설계로 구성됩니다. 절삭날은 다양한 소재와 가공 정확도에 맞춰 가공 요구 사항에 따라 직선형, 나선형(각도 범위 15°~45°), 튼니형 또는 주름형으로 설계할 수 있습니다. 작동 원리는 고속 회전(직경 및 절삭 속도에 따라 최대 10,000~50,000rpm 까지 가능)을 통해 날당 0.05~0.3mm의 이송 속도( $f_n$ )로 소재를 제거하는 것입니다. 자동차 제조, 항공우주, 금형 가공, 전자 산업 등 고정밀 분야에서 널리 사용되고 있습니다. 2025년에는 5G 기술로 인한 미세 가공 수요 증가에 따라 미세 가공 분야에서 소직경 모델(직경 0.5~2mm)의 초경 밀링 커터 적용이 크게 증가할 것으로 예상됩니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 2.2 카바이드 밀링 커터와 다른 밀링 커터의 차이점

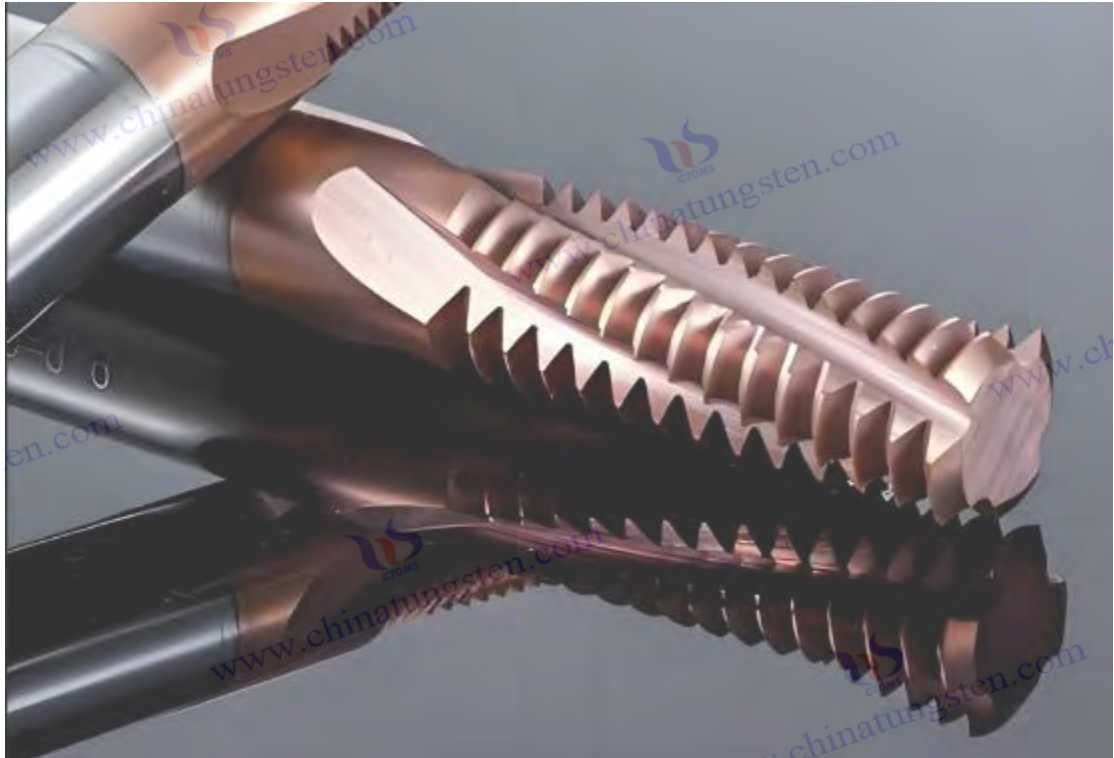
초경 밀링 커터는 소재 구성, 가공 성능 및 적용 시나리오 측면에서 다른 유형의 밀링 커터와 상당한 차이를 보이며, 현대 제조 분야에서 독보적인 위치를 차지할 수 있는 기반을 마련합니다. 무엇보다도, 기존 고속도강(HSS) 밀링 커터와 비교할 때 초경 밀링 커터는 경도, 내열성 및 수명 측면에서 압도적인 이점을 제공합니다. HSS 밀링 커터의 경도는 일반적으로 HRC 62-66(약 HV 700-800)이며, 내열성은 약 600° C로 제한됩니다. 장기간 고온에서 사용하면 어닐링 연화가 발생하지만, 초경 밀링 커터의 내열성은 1000° C 이상에 도달할 수 있으며, 특히 TiAlN 코팅을 적용하면 내열성이 1100° C까지 향상되어 고속 절삭( $V_c$  50-200m/min) 또는 건식 절삭 조건에서 우수한 성능을 발휘합니다. 또한, 초경 밀링 커터의 수명은 일반적으로 HSS 밀링 커터의 5~10 배로, 교체 빈도와 생산 중단 시간을 크게 줄여줍니다. 그러나 HSS 밀링 커터는 제조 비용이 저렴(초경합금의 약 1/3~1/5 수준)하고 인성이 우수하여 저속 가공( $V_c < 30$ m/min), 단속 절삭 또는 소량 생산 분야에서 여전히 일정 수준의 시장 점유율을 차지하고 있으며, 개발도상국의 중소기업에서 널리 사용되고 있습니다.

반면, 세라믹이나 다이아몬드 코팅 공구와 비교했을 때, 초경 밀링 커터는 성능과 적용성 면에서 장단점을 가지고 있습니다. 세라믹 밀링 커터(알루미나 또는 질화규소 기반 등)는 경도(HV 1800-2200)와 내마모성이 높아 초고속 절삭( $V_c > 300$  m/min) 및 고경도 재료(예: 경화강 HRC 60+) 가공에 적합하지만, 비교적 취성이 강하고(파괴 인성  $K_{1c}$  가 약 3-5  $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ), 단속 절삭이나 충격 하중에서 칩핑이 발생하기 쉬우며, 제조 비용이 비싸(초경의 약 2-3 배) 사용이 제한적입니다. 다이아몬드 코팅 공구(예: CVD 다이아몬드)는 비철 금속(예: 알루미늄 합금 및 탄소 함유 복합재) 가공에 우수한 성능을 보이며, 내마모성은 카바이드의 10~20 배에 달하지만 철 기반 재료에 대한 화학적 친화성으로 인해 마모가 빠르고 코팅이 벗겨질 위험이 높으며 비용이 카바이드보다 훨씬 높습니다(약 5~10 배). 반면, 카바이드 밀링 커터는 충격 저항에 더 적합한 파괴 인성( $K_{1c}$  10-15  $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ )을 가지고 있으며, 제조 비용이 비교적 낮고(크기 및 코팅에 따라 커터당 약 50~100 달러) PVD 또는 CVD 코팅 기술(예: TiN, AlCrN)을 통해 내구성이 크게 향상되어 중간에서 높은 수요의 가공 작업에 이상적인 선택입니다.

역사적 관점에서 초경 밀링 커터의 개발은 20 세기 초에 시작되었습니다. 독일 학자 슈로터(Schroter)는 1923 년에 초경합금을 최초로 합성했습니다. 거의 100 년에 걸친 기술적 발전 끝에 초경 공구는 2008 년 GB/T 14301 과 같은 표준 제정을 통해 점차 업계의 기준이 되었습니다. 2025 년에는 인공지능을 활용하여 절삭 매개변수를 최적화하고 복잡한 공구 제조를 위한 3D 프린팅 기술을 활용함으로써 초경 밀링 커터의 맞춤형 제작이 더욱 발전할 것입니다. 예를 들어, 특정 가공물에 맞춰 설계된 다기능 복합 공구(밀링과 드릴링 통합)는 지능형 제조에 있어 뛰어난 적응성을 보여줍니다. ISO 6987(경질 소재 인서트) 및 DIN 844(밀링 커터의 일반 기술 조건)와 같은 국제 표준도 시멘트 카바이드 밀링 커터의 글로벌 적용에 대한 기술 벤치마크를 제공하며, 특히 EU 와 북미 시장에서 그 수요가 2024 년에서 2025 년 사이에 약 8%

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

증가하여 관련 R&D 투자가 촉진될 것으로 예상됩니다.



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](http://www.ctia.com.cn)

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



### 3. 초경 밀링 커터의 특성

#### 3.1 초경 밀링 커터의 물리적 특성

초경 밀링 커터는 뛰어난 물리적 특성으로 절삭 공구에서 중요한 위치를 차지하며, 고강도, 고속 및 복잡한 작업 조건과 같은 가공 요건에 적응할 수 있습니다. 무엇보다도, 높은 경도는 핵심 장점으로, 일반적으로 HV 1200-1800(비커스 경도)에 도달하여 기존 고속도강(HSS)의 HV 700-800을 훨씬 능가합니다. 이 경도는 비커스 경도 시험기(하중 30kg)로 테스트되며, 이는 고경도 재료(예: HRC 50+ 경화강)를 절삭할 때 밀링 커터의 안정성을 보장합니다. 또한, 초경 밀링 커터는 뛰어난 내마모성을 가지고 있습니다. 이는 텅스텐 카바이드(WC) 입자의 높은 내마모성과 코발트(Co) 결합제의 향상된 인성이 결합되어 공구 수명을 크게 연장하기 때문입니다. 내구성 시험(ISO 8688-1 표준 등) 결과, 강재(HB 200) 절삭 시 마모 밴드 폭(VB)을 0.3mm 이내로 제어할 수 있으며, 절삭 조건 및 피삭재 재질에 따라 연속 사용 시간은 30~50 시간에 달할 수 있습니다. 셋째, 내열성은 초경 밀링 커터의 또 다른 강점으로, 800~1000° C에서 안정적으로 작동하며 TiAlN 코팅을 적용하면 최대 1100° C의 고온 환경에서도 견딜 수 있습니다. 이러한 성능은 건식 절삭이나 고속 가공( $V_c$  100-200m/min)에 적합하며, 냉각수 사용의 필요성을 줄여 2025년 녹색 제조 추세에 부합합니다. 또한, 초경합금은 열팽창 계수가 낮고(약  $4.5-6.0 \times 10^{-6}/^{\circ}C$ ) 고온에서도 기하학적 정확도를 유지할 수 있어 특히 항공우주 분야의 고정밀 부품 수요에 적합합니다.

#### 초경 밀링 커터의 경도 특성

범위: HV 1200-1800

시험방법: 비커스 경도계(하중 30kg)

적용 이점: 경화강(HRC 50+) 절단에 적합

#### 시멘트 카바이드 밀링 커터의 내마모성

기본 소재: 텅스텐 카바이드(WC) + 코발트(Co)

내구성 지수: 마모대폭(VB)  $\leq 0.3\text{mm}$

사용 수명: 30~50 시간(작업 조건에 따라 다름)

#### 초경 밀링 커터의 내열성

작동 온도: 800-1000° C, TiAlN 코팅 최대 1100° C

적용 시나리오: 건식 절단, 고속 가공( $V_c$  100-200m/min)

환경적 이점: 냉각수 요구량 감소

#### 시멘트 카바이드 밀링 커터의 열 안정성

열팽창계수:  $4.5-6.0 \times 10^{-6}/^{\circ}C$

산업 응용 분야: 항공우주 고정밀 부품

#### 3.2 초경 밀링 커터의 기하학적 특성

초경 밀링 커터의 기하학적 특성은 다재다능함과 고정밀 가공의 기반을 제공합니다. 절삭날 디자인은 직선 날, 나선형 날, 톱니 모양 등 다양하며, 각각 특정 가공 작업에 최적화되어 있습니다. 직선 날 디자인(나선각 0°)은 저속 황삭 가공에

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

적합하며 절삭 안정성은 높지만 진동이 큼니다. 나선형 날 디자인(나선각  $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ )은 점진적 절삭을 통해 충격력을 줄여 고속 정삭 및 복잡한 표면 가공에 적합하며, 특히 금형 가공에 널리 사용됩니다. 톱니 모양 또는 주름진 절삭날은 홈 가공 및 박육 가공에 사용되어 칩 제어 성능을 향상시킵니다. 2025년에는 5축 CNC 공작 기계의 보급으로 맞춤형 헬릭스 각도 디자인(예:  $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ )을 통해 칩 배출 및 표면 조도를 더욱 최적화할 수 있습니다. 또한, 정밀성은 초경 밀링 커터의 또 다른 강점입니다. 공차 수준은 일반적으로 h6(직경 3-10mm) 또는 h7(직경 12-25mm)입니다. 3차원 좌표 측정기(CMM) 검사를 통해 동축 오차  $\leq 0.01\text{mm}$ , 진원도 오차  $\leq 0.005\text{mm}$ 를 보장합니다. 이러한 고정밀 특성 덕분에 미세 가공(예: 전자 부품 핀홀)에 탁월하며, 스마트 기기 제조 시 엄격한 공차 관리 요건을 충족합니다.

### 초경 밀링 커터의 날 디자인

#### 끝은 치아

나선 각도  $0^{\circ}$ , 저속 거친 가공에 적합

#### 나선형 이빨

나선형 각도  $15^{\circ} - 45^{\circ}$ , 고속 마무리에 적합

#### 톱니 모양/골판지 모양

최적화된 홈 가공 및 박육 절단

#### 초경 밀링 커터의 맞춤형 추세

나선 각도 범위:  $30^{\circ} - 40^{\circ}$  (5축 기계에 최적화됨)

적용 시나리오: 복잡한 표면, 금형 제조

#### 초경 밀링 커터의 정밀 표준

허용오차 등급: h6(3-10mm), h7(12-25mm)

검사 도구: 좌표 측정기(CMM)

정확도 지수: 동축도  $\leq 0.01\text{ mm}$ , 진원도  $\leq 0.005\text{ mm}$

#### 초경 밀링 커터의 미세 가공 응용 분야

직경 범위: 0.5-2mm

산업 수요: 5G 전자부품 핀홀

### 3.3 초경 밀링 커터의 표면 처리

표면 처리 기술은 초경 밀링 커터의 성능과 적용성을 크게 개선했습니다. 코팅 기술이 핵심입니다. 일반적인 코팅에는 질화 티타늄(TiN), 질화 티타늄 알루미늄(TiAlN) 또는 질화 알루미늄 크롬(AlCrN)이 포함되며  $450-500^{\circ}\text{C}$ 에서 물리 기상 증착(PVD) 공정으로 적용되며 코팅 두께는 일반적으로  $1-3\mu\text{m}$ 입니다. TiN 코팅은 일반적인 강철 가공에 적합한 기본적인 내마모성과 윤활성을 제공합니다. TiAlN 코팅은 높은 내열성과 내산화성(최대  $900^{\circ}\text{C}$ )으로 인해 고속 절삭 및 건식 절삭에 대한 첫 번째 선택입니다. AlCrN 코팅은 더 나은 내식성과 인성으로 스테인리스 스틸 또는 티타늄 합금 가공에서 좋은 성능을 발휘하며 접합 강도는 일반적으로 70MPa 이상입니다(스크래치 테스트로 검증). 또한 표면 거칠기는 품질 관리의 중요한 지표입니다. 절삭부의 Ra는 일반적으로  $\leq 1.6\mu\text{m}$ 로 제어되며, CNC 연삭 및 연마를 통해 달성됩니다. 생크의 Ra는 공작 기계 스피들과의 완벽한 매칭을 위해  $\leq$

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



0.8  $\mu\text{m}$  까지 도달할 수 있습니다. 2025년에는 나노 코팅(예: 나노 다층 TiAlN) 및 자가 윤활 코팅(예: MoS<sub>2</sub> 복합 코팅)의 개발로 초경 밀링 커터의 마찰 계수를 0.2 미만으로 낮춰 절삭 효율과 공구 수명을 더욱 향상시킬 수 있습니다. 특히 항공우주 분야에서 고성능 코팅에 대한 수요가 크게 증가했습니다.

#### 4. 초경 밀링 커터의 분류

##### 4.1 초경 밀링 커터의 분류 - 구조에 따른 분류

초경 밀링 커터는 구조 설계에 따라 일체형, 인덱서블, 인서트 톱니형으로 구분할 수 있습니다. 각 유형은 제조 공정, 강성, 적용 시나리오 및 성능 측면에서 고유한 장점을 가지고 있습니다. 일체형 밀링 커터는 분말 야금 공정을 통해 전체가 소결되어 최고의 강성과 정밀도를 자랑하며, 특히 고속 절삭( $V_c$  100–200m/min)에서 항공우주 부품 및 마이크로 전자 부품과 같은 고정밀 가공에 적합합니다. 인덱서블 밀링 커터는 교체 가능한 인서트 설계를 채택하여 유지 보수가 용이하고 자동차 금형 제조와 같은 복잡한 형상 가공에도 적합합니다. 인서트 톱니형 밀링 커터는 경도와 인성을 고려하여 초경 톱니와 강철 커터 바디를 결합하여 조선 산업의 후판 가공과 같은 고하중 황삭 가공에 적합합니다. 2025년에는 3D 프린팅 기술을 통해 인서트 톱니형 밀링 커터의 맞춤형 톱니 형상 설계가 촉진될 것입니다.

| 분류               | 구조적 특징                | 응용 프로그램 시나리오          | 성능 이점              |
|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| 단단히 짜여 하나로 되어 있는 | 일체형 소결 탄화물            | 고정밀 가공(항공우주, 마이크로전자)  | 강성이 높고, 파괴 저항성이 강함 |
| 인덱싱 가능           | 강철/초경 바디 + 교체 가능한 인서트 | 대량 생산, 복잡한 윤곽(자동차 금형) | 교체가 쉽고 적응성이 뛰어납니다. |
| 이빨이 있는           | 초경 이빨이 박힌 강철/주철 커터 본체 | 고강도 러핑(두꺼운 판재 선적)     | 경도와 인성의 균형         |

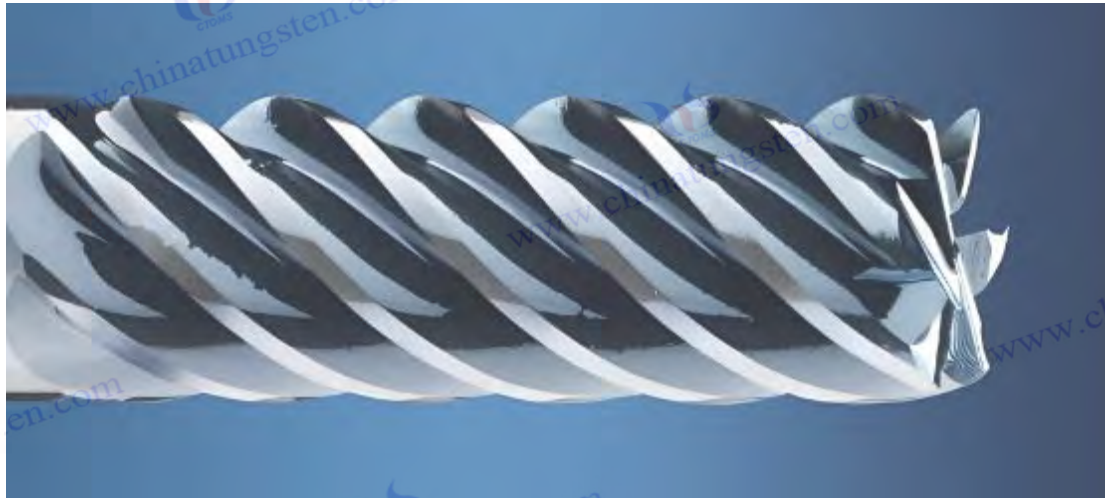
##### 4.2 초경 밀링 커터의 분류 - 용도별 분류

초경 밀링 커터는 가공 목적에 따라 필렛 밀링 커터, 키웨이 밀링 커터, 톱날 밀링 커터, 몰드 밀링 커터로 구분되며, 각 유형은 특정 가공물 및 공정에 최적화되어 있습니다. 필렛 밀링 커터는 몰드 트리밍 및 장식 가공 시 표면 조도를 확보하기 위한 모서리 필렛 또는 챔퍼링에 사용됩니다. 키웨이 밀링 커터는 기계식 변속기 샤프트의 반원형 또는 직사각형 키웨이 가공을 위해 특별히 설계되었으며 관련 표준을 충족합니다. 톱날 밀링 커터는 다중 날 설계를 통한 홈 가공 및 슬리팅에 적합하며 알루미늄 합금 판 및 복합 소재에 널리 사용됩니다. 몰드 밀링 커터는 복잡한 형상의 정밀 금형 가공을 지원합니다. 2025년에는 전기 자동차 배터리 하우징 수요 증가로 초박형 톱날 등 맞춤형 모델이 주목을 받고 있습니다.

| 분류        | 사용              | 기술적 매개변수                | 응용 프로그램 시나리오   | 표준/기능                     |
|-----------|-----------------|-------------------------|----------------|---------------------------|
| 코너 밀링 커터  | 모서리 필렛/챔퍼링      | 허용 오차 h6                | 금형 트리밍 및 장식 가공 | 표면 품질 $Ra \leq 1.2 \mu m$ |
| 키웨이 밀링 커터 | 반원형/직사각형 키웨이 가공 | 폭 1–8mm                 | 기계식 전달축        | GB/T 1127–2023            |
| 톱날 밀링 커터  | 홈 가공, 절단, 슬리팅   | 이빨 수: 4–20, 두께: 0.5–3mm | 알루미늄 합금판, 복합소재 | GB/T 14301–2008           |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

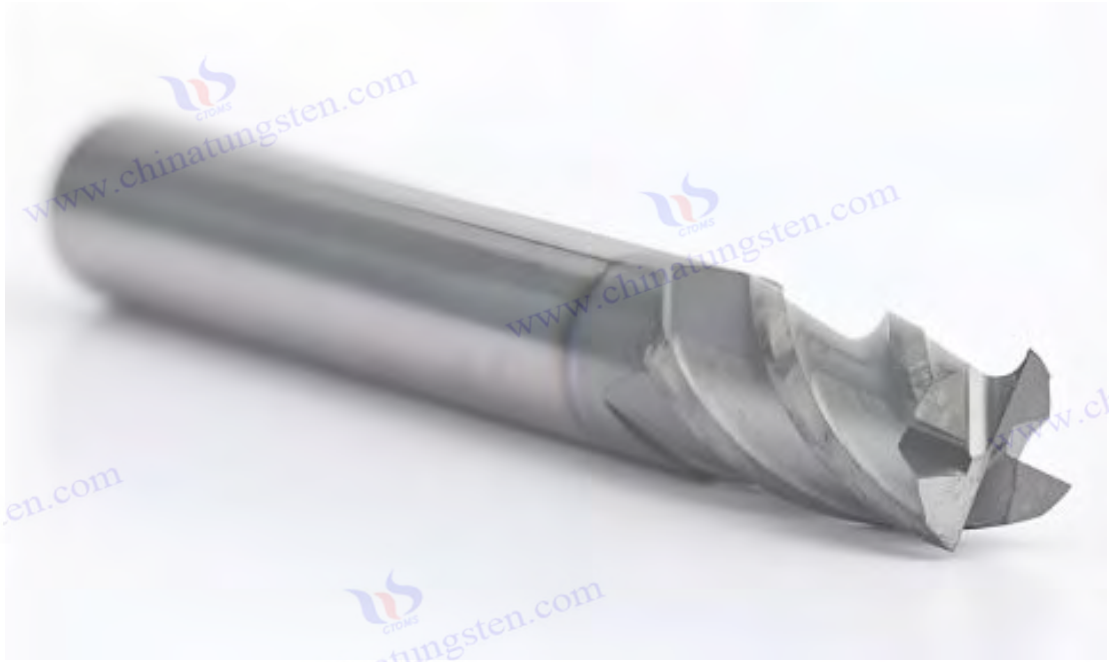
|             |             |                  |                   |                 |
|-------------|-------------|------------------|-------------------|-----------------|
| 물드 밀링<br>커터 | 정밀 금형/다이 가공 | 복잡한 기하학(계단 모양 등) | 자동차 스탬핑 금형, 사출 금형 | GB/T 20773-2006 |
|-------------|-------------|------------------|-------------------|-----------------|



#### 4.3 초경 밀링 커터의 분류 - 코팅에 따른 분류

코팅 기술은 초경 밀링 커터의 성능에 큰 영향을 미치며, 코팅 유형에 따라 비코팅, TiN 코팅, TiAlN 코팅, AlCrN 코팅으로 구분됩니다. 비코팅 밀링 커터는 저속 절삭이나 비철 금속 가공에 적합하지만 내마모성이 제한적입니다. TiN 코팅은 기본적인 내마모성과 윤활성을 제공하여 일반 강 가공에 적합합니다. TiAlN 코팅은 높은 내열성으로 고속 절삭에 적합하며, AlCrN 코팅은 내식성이 뛰어납니다. 2025년에는 나노 코팅과 친환경 코팅(CrN 등)의 연구 개발이 특히 항공우주 및 의료기기 제조 분야에서 수명과 효율성을 향상시켰습니다. 수요가 증가함에 따라 ISO 13399 표준은 글로벌 디지털 관리를 지원합니다.

| 분류       | 기술적 매개변수             | 성능 특성                             | 응용 프로그램 시나리오                          | 기술      |
|----------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------|
| 코팅 없음    | -                    | 제한된 내마모성                          | 저속 절단( $V_c < 50\text{m/min}$ ), 비철금속 | -       |
| TiN 코팅   | 두께 1-2 $\mu\text{m}$ | 기본 내마모성, 윤활성                      | 일반강, 주철                               | PVD     |
| TiAlN 코팅 | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 고내열성( $900^\circ\text{C}$ ), 항산화성 | 고속 절단, 건식 절단                          | PVD/CVD |
| AlCrN 코팅 | 두께 2-4 $\mu\text{m}$ | 내식성, 인성                           | 스테인리스 스틸, 티타늄 합금                      | PVD     |



## 5. 초경 밀링 커터의 제조 공정

### 5.1 시멘트 카바이드 밀링 커터의 재료 준비

시멘트 카바이드 밀링 커터의 제조 공정은 고정밀 재료 준비로 시작하여 고급 분말 야금 기술을 사용하여 재료의 균일성과 성능 안정성을 보장합니다. 핵심 원료는 텅스텐 카바이드(WC) 분말로, 입자 크기 범위가  $0.5\text{--}2\text{ }\mu\text{m}$ 에서 정밀하게 제어되고 순도는 최대 99.8%입니다. 레이저 입자 크기 분석기로 검출하여 균일한 입자 분포(D50은 약  $1.2\text{ }\mu\text{m}$ )를 보장하여 높은 경도와 우수한 내마모성을 달성합니다. 결합 단계에서는 주로 코발트(Co) 분말을 사용하고, 함량은 일반적으로 6%~12%(중량 백분율)이며, 입자 크기는  $1\text{--}1.5\text{ }\mu\text{m}$ 에서 제어됩니다. 첨가된 코발트의 양은 경도와 인성의 균형을 맞추기 위해 X선 형광 분광법(XRF) 분석으로 정밀하게 조정됩니다. 또한, 탄화티타늄(TiC, 0.5%~2%) 및 탄탈륨 탄화물(TaC, 0.3%~1%)과 같은 미량 강화상을 특정 적용 요건에 따라 추가할 수 있습니다. 이러한 첨가제는 고온 성능과 접착 방식을 최적화하기 위해 매트릭스에서 분산되어 있는지 주사 전자 현미경(SEM)으로 관찰합니다. 혼합 공정은 볼 대 재료 비율이 10:1인 고에너지 행성 볼 밀을 사용하고, 탄화물 볼 밀링 미디어를 사용하고, 200~300rpm의 속도로 작동하며, 24~48시간 동안 지속됩니다. 이 기간 동안 샘플을 정기적으로 채취하여 분말의 균일성(표준 편차 < 5%)을 테스트하여 GB/T 5244-2018 표준을 준수하는지 확인합니다. 프레스 성형은 단축 유압 프레스 또는 냉간 등방 프레스(CIP)를 사용하여 150~200MPa의 압력과 10~20초의 프레스 시간을 적용합니다. 블랭크의 밀도는 이론 밀도(약  $12\text{--}14\text{ g/cm}^3$ )의 60%~70%에 도달하며, 밀도 편차는 아르키메데스법을 통해  $\pm 0.2\text{ g/cm}^3$  이내로 제어됩니다. 2025년에는 나노스케일 WC 분말(입자 크기 <  $0.2\text{ }\mu\text{m}$ )과 AI 기반 비율 최적화(예: 머신 러닝 기반 최적 Co 함량 예측)를 통해 재료 특성이 크게 개선되었으며, 특히 마이크로 밀링 커터(직경 0.5~2

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



mm) 제조에서 결정립 미세화 효과로 경도가 HV 1800 이상으로 향상되었습니다.

## 원자재

주성분 : 텅스텐 카바이드(WC), 입자 크기  $0.5-2\ \mu\text{m}$ , 순도 99.8%, D50  $1.2\ \mu\text{m}$   
바인더상 : 코발트(Co), 입자크기  $1-1.5\ \mu\text{m}$ , 함량 6%-12%  
첨가제: TiC(0.5%-2%), TaC(0.3%-1%), SEM 을 통한 분산

## 혼합 과정

장비: 고에너지 행성 볼 밀, 볼 대 재료 비율 10:1, 속도 200-300 rpm  
시간: 24-48 시간, 균일성 표준 편차 < 5%  
표준: GB/T 5244-2018

## 누르기

압력 :  $150\sim 200\text{MPa}$ , 시간  $10\sim 20$  초  
밀도: 이론 밀도의 60%-70% ( $12-14\ \text{g/cm}^3$ ), 편차  $\pm 0.2\ \text{g/cm}^3$   
기술 동향: 나노스케일 WC 분말, AI 최적화 비율

## 5.2 초경 밀링 커터의 가공 흐름

가공 공정은 블랭크를 황삭 및 정삭의 두 단계로 완성된 밀링 커터로 변환하여 기하학적 정확도와 표면 품질을 보장합니다. 황삭은 초경 공구 또는 다결정 다이아몬드(PCD) 공구를 사용하여 선삭 또는 밀링하여 과도한 재료를 제거합니다. 절삭 속도( $V_c$ )는  $50-100\text{m/min}$ , 이송 속도( $f_n$ )는  $0.1-0.2\text{mm/rev}$ , 절삭 깊이( $a_p$ )는  $1-3\text{mm}$ , 가공 여유는  $0.5-1\text{mm}$ 로 제어됩니다. 장비는 스피indle 속도가  $1000-3000\text{rpm}$  인 CNC 선반 또는 4 축 머시닝 센터를 사용합니다. 절삭력 모니터링 시스템은 블랭크의 균열을 방지하기 위해 절삭력이  $500\text{N}$  을 초과하지 않도록 보장합니다. 마무리는 고정밀 CNC 연삭 기술을 사용하고, 래진 본드 다이아몬드 연삭 휠(입자 크기 #400-#600)을 사용하며, 연삭 속도는  $20-30\text{m/s}$ , 이송 속도는  $0.02-0.05\text{mm/pass}$ , 가공 후 표면 거칠기  $R_a$  는  $\leq 0.8\ \mu\text{m}$  로 제어되고, 공차 등급은 h6-h7(직경  $3-25\text{mm}$ )에 이릅니다. 동축 오차는 레이저 간섭계로 검출하여  $0.01\text{mm}$  이내로 제어하고, 진원도 오차는  $\leq 0.005\text{mm}$  입니다. 절삭 날은 전기 스파크 가공(EDM, 펄스 에너지  $0.1-0.5\text{J}$ ) 또는 레이저 가공(전력  $50-100\text{W}$ , 파장  $1064\text{nm}$ )으로 트리밍하여 직선 이빨(나선 각도  $0^\circ$ ), 나선형 이빨(나선 각도  $15^\circ-45^\circ$ ) 또는 톱니 모양의 절삭 날을 형성하고, 절삭 날 모따기 각도는 절삭 응력을 줄이기 위해  $0.1^\circ-0.3^\circ$  입니다. 2025년에는 선택적 레이저 용융(SLM)과 같은 적층 제조 기술이  $200\sim 400\text{W}$ 의 레이저 출력과  $20\sim 50\ \mu\text{m}$ 의 층 두께를 갖춘 복잡한 공구 본체 설계를 도입하여 처리 주기를  $4\sim 6$  시간으로 단축하고 기하학적 유연성을 개선하여 특히 다기능 복합 공구에 적합하게 될 것입니다.

## 거친 작업

방법: 선삭 또는 밀링  
도구: 초경/PCD 공구

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

매개변수:  $V_c$  50-100m/min,  $f_n$  0.1-0.2mm/rev,  $a_p$  1-3mm, 절삭력 < 500N

장비: CNC 선반/4 축 가공 센터, 1000-3000 rpm

#### 마무리 손질

방법: CNC 연삭

도구: 레진본딩 다이아몬드 연삭 휠(#400-#600)

정확도: h6-h7,  $R_a \leq 0.8 \mu m$ , 동축도  $\leq 0.01 mm$ , 진원도  $\leq 0.005 mm$

매개변수: 속도 20-30m/s,  $f_n$  0.02-0.05mm/패스

엣지 드레싱

기술: EDM(0.1-0.5J) / 레이저 가공(50-100W, 1064nm)

블레이드 유형: 직선형( $0^\circ$ ), 나선형형( $15^\circ$ - $45^\circ$ ), 톱니형

모따기:  $0.1^\circ$ - $0.3^\circ$

추세: SLM(200-400W, 층 두께 20-50  $\mu m$ , 4-6 시간)

### 5.3 초경 밀링 커터의 열처리

#### 소결 공정

소결 공정은 초경 밀링 커터 제조의 핵심 과정으로, 프레스된 블랭크를 고밀도, 고성능 초경 재료로 변환합니다. 텅스텐 카바이드(WC), 코발트(Co) 및 첨가제(TiC, TaC)의 원료 특성을 기반으로, 소결은 진공 소결 및 열간 등방성 가압(HIP)을 결합한 기술 방식을 채택합니다. 소결 공정은 진공로에서 수행되며, 진공도는  $10^{-3} Pa$  로 제어되고, 온도는  $1350 \sim 1450^\circ C$  로 정밀하게 설정되며, 균일한 입자 성장을 보장하기 위해 가열 속도는  $5 \sim 10^\circ C/min$  으로 유지됩니다. 유지 시간은 1~2 시간이며, 이 시간 동안 열간 등방성 가압 성형을 통해 5~10MPa의 압력을 가하여 블랭크의 치밀화를 촉진합니다. 밀도는 이론 밀도(약  $14.5 \sim 15 g/cm^3$ )의 98%~99%에 도달하며, 아르키메데스법을 이용하여 밀도 편차를  $\pm 0.1 g/cm^3$  이내로 제어합니다. 첨가제 TiC와 TaC는 소결 과정에서 고온 경도와 점착 방지 효과를 향상시키며, 전자 후방 산란 회절(EBSD) 분석을 통해 입자 크기를  $0.5 \sim 1.5 \mu m$  로 제어합니다. 2025년에는 현장 지원 소결 기술(SPS)이 펄스 전류(1000~2000A, 전압 5~10V)를 도입하여 소결 시간을 30~60 분으로 단축하고, 입자 크기를  $0.2 \sim 0.5 \mu m$  로 미세화했는데, 이는 특히 마이크로 밀링 커터의 고성능 요구 사항에 적합합니다.

#### 소결 환경

조건: 진공로, 진공도  $10^{-3} Pa$

목적: 산화 방지

#### 온도와 시간

범위:  $1350 \sim 1450^\circ C$ , 가열 속도  $5 \sim 10^\circ C/분$

따뜻하게 유지하세요: 1-2 시간

#### 압력

방법: 열간 등방압 가압(HIP), 5-10MPa

밀도: 이론 밀도의 98%-99%( $14.5 \sim 15 g/cm^3$ ), 편차  $\pm 0.1 g/cm^3$

#### 곡물 관리

도구: EBSD, 크기  $0.5 \sim 1.5 \mu m$

첨가제: TiC(0.5%-2%), TaC(0.3%-1%)

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 기술 동향

방법: 현장 지원 소결 (SPS, 1000-2000 A, 5-10 V)

시간: 30-60 분

입자 : 0.2-0.5  $\mu\text{m}$

응용 분야: 마이크로 밀링 커터

## 5.4 초경 밀링 커터의 코팅 적용

코팅 적용은 초경 밀링 커터의 성능을 개선하기 위한 마지막 단계이며, 첨단 표면 처리 기술을 통해 내마모성과 내열성이 크게 향상됩니다. 물리적 기상 증착 (PVD) 이 주요 공정으로, 450-500° C에서 음극 아크 이온 플레이팅이나 마그네트론 스퍼터링을 사용합니다. 기관 전처리에는 초음파 세척(주파수 40kHz, 10 분)과 플라즈마 에칭(전력 200-300W, 10-15 분)이 포함되어 표면 산화층을 제거하고 접착력을 향상시킵니다. 코팅 유형에는 질화티타늄 (TiN), 질화티타늄 알루미늄 (TiAlN) 및 질화알루미늄 크롬 (AlCrN)이 있습니다. 두께는 1-4  $\mu\text{m}$ 로 정밀하게 제어됩니다. 두께 균일성 (편차  $\pm 0.1 \mu\text{m}$ )은 광학 현미경과 X 선 회절 (XRD) 분석으로 보장됩니다. 접착 강도는 스크래치 테스트로 검증되며 70MPa (임계 하중 Lc2)를 초과해야 합니다. TiN 코팅 증착 속도는 0.5~1  $\mu\text{m}/\text{h}$ 이며, TiAlN 코팅의 내열성은 900° C에 도달하고, AlCrN 코팅의 내식성은 염수 분무 시험 (ASTM B117)을 통해 검증되었으며, 내구성은 30% 향상되었습니다. 2025년에는 다중 타겟 마그네트론 스퍼터링을 통해 나노 다층 코팅 (예: TiAlN/AlCrN)이 구현될 것으로 예상되며, 증착 속도는 1~2  $\mu\text{m}/\text{h}$ , 두께 균일도는  $\pm 0.05 \mu\text{m}$ , 마찰 계수는 0.2 미만으로 낮아지고 접합 강도는 80MPa에 달하여 공구 수명이 크게 연장될 것으로 예상됩니다. 특히 항공우주 (티타늄 합금 가공) 및 의료 분야 (스테인리스강 임플란트)에서 그 효과가 기대됩니다.

## 코팅 유형

재료: TiN, TiAlN, AlCrN

두께 : 1-4  $\mu\text{m}$ , 현미경/XRD를 통한 편차  $\pm 0.1 \mu\text{m}$

접합 강도: > 70 MPa (Lc2)

## PVD 공정

온도: 450-500° C

방법: 음극 아크 이온 플레이팅/마그네트론 스퍼터링, 속도 0.5-2  $\mu\text{m}/\text{h}$

전처리 : 초음파 세척 (40kHz, 10 분), 플라즈마 에칭 (200-300W, 10-15 분)

## 기술 개발

혁신: 나노 다층 코팅 (TiAlN/AlCrN), 속도 1-2  $\mu\text{m}/\text{h}$

정확도: 두께 균일도  $\pm 0.05 \mu\text{m}$ , 접합 강도 80 MPa

적용 분야: 항공우주 (티타늄 합금), 의료 (스테인리스 스틸)

## COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 6. 초경 밀링 커터의 적용 분야

### 6.1 초경 밀링 커터의 적용 - 제조

제조업은 초경 밀링 커터가 가장 널리 사용되는 분야이며, 고성능 특성으로 다양한 복잡한 작업 조건의 요구를 충족합니다. 자동차 산업은 엔진 실린더, 크랭크샤프트, 변속기 기어, 브레이크 디스크 가공에 초경 밀링 커터를 사용합니다. 절삭 속도( $V_c$ )는 150~200m/min, 이송 속도( $f_n$ )는 0.1~0.2mm/tooth, 절삭 깊이( $a_p$ )는 0.5~2mm, 표면 조도( $R_a$ )는  $\leq 0.4\mu m$ 로 소형 전기 자동차 및 고성능 내연기관 부품의 정밀도와 내구성을 보장합니다. 항공우주 분야에서는 티타늄 합금, 니켈계 고온 합금(예: 인코넬 718) 및 알루미늄-리튬 합금을 가공하여 복잡한 블레이드, 케이싱 및 스킨을 제조하며, 절삭 속도( $V_c$ )는 100~150m/min 이고, 내열 코팅(예: TiAlN)은 건식 절삭을 지원하며, 가공 정확도는 IT6-IT7 수준에 도달하고 절삭 깊이( $a_p$ )는 0.5~1mm 입니다. 중장비 제조에서는 초경 밀링 커터를 사용하여 대형 기어 및 베어링 시트와 같은 강철 주물 및 단조품을 가공하며, 절삭 속도( $V_c$ )는 60~100m/min 이고 이송 속도( $f_n$ )는 0.15~0.25mm/tooth 로 고부하 가공에 적합합니다. 2025년에는 신에너지 자동차, 드론, 수소에너지 장비 등에 대한 수요가 증가함에 따라, 소구경 초경 밀링 커터(직경 1~3mm)가 경량 부품 및 탄소섬유 강화 복합재(CFRP) 적층 절삭에 점점 더 많이 사용되고, 절삭 속도가 250m/min 으로 증가하여 적층 결함률이 90% 이상 감소할 것입니다.

#### 자동차 산업

적용 분야: 엔진 블록, 크랭크 샤프트, 변속 기어, 브레이크 디스크

매개변수:  $V_c$  150~200m/min,  $f_n$  0.1~0.2mm/tooth,  $a_p$  0.5~2mm,  $R_a \leq 0.4\mu m$

트렌드: 전기 자동차, 경량 부품

#### 항공우주

적용 분야: 티타늄 합금, 인코넬 718 블레이드, 케이싱, 알루미늄-리튬 합금 스킨

매개변수:  $V_c$  100~150m/min,  $a_p$  0.5~1mm, 정확도 IT6-IT7

트렌드: 건식절단, CFRP 가공

#### 중장비

적용 분야: 강철 주물, 단조품, 대형 기어, 베어링 시트

매개변수:  $V_c$  60~100m/min,  $f_n$  0.15~0.25mm/tooth

추세: 높은 하중 내구성

### 6.2 초경 밀링 커터의 적용 - 금형 제조

금형 제조 산업은 복잡한 형상의 가공 요건을 충족하기 위해 초경 밀링 커터의 높은 정밀도와 내마모성을 활용합니다. 스탬핑 및 다이캐스팅 금형의 복잡한 형상은 헬리컬 톱니 밀링 커터(나선각  $30^\circ$  ~  $40^\circ$ )를 사용하여 가공됩니다. 절삭 속도( $V_c$ )는 80~120m/min, 이송 속도( $f_n$ )는 0.05~0.15mm/tooth, 절삭 깊이( $a_p$ )는 0.3~0.8mm, 표면 조도( $R_a$ )는  $0.6\mu m$  이내로 제어되어 금형 수명이 100 만 회 이상의 스탬핑을 보장합니다. 플라스틱 사출 금형의 전극 가공은 가공 정확도가  $\pm 0.005mm$  이고 절삭

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



속도( $V_c$ )가 50-80m/min 인 미세 모서리 카바이드 밀링 커터(직경 0.5-2mm)를 사용하는데, 이는 고광택 표면( $R_a \leq 0.2 \mu m$ )과 복잡한 캐비티에 적합합니다. 유리 금형 가공에서는 카바이드 밀링 커터를 사용하여 절삭 속도( $V_c$ )가 40-70m/min 이고 300 시간 이상의 연속 가공을 지원하는 내구성을 갖춘 내열성 유리 금형을 가공합니다. 2025 년에는 지능형 제조가 발전함에 따라 금형 밀링 커터가 Industry 4.0 기술과 통합되어 절삭 매개변수를 실시간으로 모니터링(예: 절삭력 < 300N, 온도 < 600° C)하여 자동차 하우징, 가전제품 하우징, 의료기기 금형의 가공 효율을 최적화합니다.

#### 스탬핑/다이캐스팅 금형

적용 분야: 복잡한 윤곽 가공

매개변수:  $V_c$  80-120m/min,  $f_n$  0.05-0.15mm/tooth,  $a_p$  0.3-0.8mm,  $R_a \leq 0.6 \mu m$

특징: 수명 > 100 만회 스탬핑

#### 플라스틱 사출 금형

응용분야 : 전극 가공, 복잡한 캐비티

매개변수: 직경 0.5-2mm,  $V_c$  50-80m/min, 정확도  $\pm 0.005mm$ ,  $R_a \leq 0.2 \mu m$

트렌드: 고광택, 산업 4.0 통합

#### 유리틀

용도 : 내열 유리 금형

매개변수:  $V_c$  40-70m/min, 내구성 > 300h

추세: 내열성 최적화

### 6.3 초경 밀링 커터의 적용 - 에너지 산업

에너지 산업은 특히 재생 에너지 및 기존 에너지 장비 제조에서 카바이드 밀링 커터의 새로운 적용 분야입니다. 풍력 산업은 카바이드 밀링 커터를 사용하여 풍력 터빈 블레이드의 메인 샤프트와 타워 연결부를 가공하며, 절삭 속도( $V_c$ )는 60-90m/min, 절삭 깊이( $a_p$ )는 0.5-1.5mm 입니다. 내구성이 뛰어나 400 시간 이상의 연속 가공이 가능합니다. 태양광 산업에서 카바이드 밀링 커터는 실리콘 웨이퍼 프레임과 브래킷을 가공하는 데 사용되며, 절삭 속도( $V_c$ )는 80-120m/min, 정확도는  $\pm 0.01mm$  로 구성 요소의 구조적 안정성을 보장합니다. 석유 및 가스 산업은 드릴 비트 구성 요소와 밸브 본체를 가공하는 데 사용되며, 절삭 속도( $V_c$ )는 50-80m/min 입니다. 내식성 코팅(예: AlCrN)은 산성 환경에서의 수명을 늘립니다. 2025 년에는 해상풍력 및 수소에너지 장비의 증가로 해양환경에서 내식성 가공이 가능한 초경 밀링 커터에 대한 수요가 증가하고, 절삭속도는 150m/min 으로 높아질 것입니다.

#### 풍력 발전

적용 분야: 풍력 터빈 블레이드, 메인 샤프트, 타워 연결부

매개변수:  $V_c$  60-90m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm, 내구성 > 400h

트렌드: 해상풍력 발전

#### 태양열

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

응용분야: 실리콘 웨이퍼 프레임, 브라켓  
매개변수:  $V_c$  80-120m/min, 정확도  $\pm 0.01\text{mm}$   
추세: 구성 요소 안정성  
석유 및 가스  
적용 분야: 드릴 비트 어셈블리, 밸브 바디  
매개변수:  $V_c$  50-80m/min  
트렌드: 내식성, 수소에너지 장비

#### 6.4 카바이드 밀링 커터의 적용 - 의료 기기

의료 기기 제조에는 초경 밀링 커터의 높은 정밀도와 생체 적합성이 필요합니다. 정형외과 임플란트(예: 고관절 및 무릎 관절)는 인체와의 생체 적합성을 보장하기 위해 절삭 속도( $V_c$ )가 30-50m/min, 정확도가  $\pm 0.001\text{mm}$ , 표면 거칠기  $R_a \leq 0.1\mu\text{m}$  인 마이크로 초경 밀링 커터(직경 0.1-0.3mm)를 사용하여 가공합니다. 치과 기구 몰드 가공은 절삭 속도( $V_c$ )가 40-60m/min, 절삭 깊이( $a_p$ )가 0.1-0.3mm 인 나선형 치아 밀링 커터를 사용하여 고정밀 구조의 요구를 충족합니다. 2025년에는 개인 맞춤형 의학이 발전함에 따라 3D 프린팅 의료 모델과 맞춤형 임플란트 가공에서 초경 밀링 커터의 적용이 증가하고 절삭 속도는 200m/min으로 높아질 것입니다.

##### 정형외과 임플란트

적용 부위 : 고관절, 무릎관절  
매개변수: 직경 0.1-0.3mm,  $V_c$  30-50m/min, 정확도  $\pm 0.001\text{mm}$ ,  $R_a \leq 0.1\mu\text{m}$   
트렌드: 3D 프린팅, 개인맞춤형 의료

##### 치과 기구

적용분야 : 금형가공  
매개변수:  $V_c$  40-60m/min,  $a_p$  0.1-0.3mm  
트렌드: 고정밀 구조

#### 6.5 초경 밀링 커터의 응용 - 전자 산업

스마트폰 및 5G 기기의 홀 가공에는 직경 0.1~0.5mm, 절삭 속도( $V_c$ ) 200~300m/min, 가공 정확도  $\pm 0.002\text{mm}$ 의 마이크로 밀링 커터가 사용되어 고밀도 회로 기판 제조에 적합합니다. 반도체 패키징 금형은 절삭 속도( $V_c$ ) 100~150m/min, 표면 거칠기  $R_a \leq 0.3\mu\text{m}$ 의 고정밀 밀링 커터를 사용하여 가공합니다. 2025년에는 웨어러블 기기와 사물 인터넷의 대중화로 플렉시블 회로 기판 및 마이크로 센서 가공 수요가 급증하여 절삭 속도가 350m/min으로 증가할 것으로 예상됩니다.

##### 스마트폰/5G

적용분야 : 마이크로 핀홀  
매개변수: 직경 0.1-0.5mm,  $V_c$  200-300m/min, 정확도  $\pm 0.002\text{mm}$   
트렌드: 유연 회로 기판

##### 반도체 패키징

적용분야 : 금형가공  
매개변수:  $V_c$  100-150 m/min,  $R_a \leq 0.3\mu\text{m}$

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

트렌드: 마이크로 센서

## 6.6 초경 밀링 커터의 적용 - 건축 자재 가공

건축 자재 가공 시, 초경 밀링 커터는 석재, 세라믹, 시멘트 제품 가공에 사용됩니다. 석재 조각에는 절삭 속도( $V_c$ )가 30~50m/min, 절삭 깊이(ap)가 1~2mm 이며, 200 시간 이상의 연속 가공을 지원하는 내구성을 갖춘 톱니형 밀링 커터가 사용됩니다. 미세 밀링 커터는 절삭 속도( $V_c$ )가 20~40m/min, 정확도가  $\pm 0.01$ mm 인 세라믹 타일 마감에 사용됩니다. 2025년에는 재활용 콘크리트와 같은 친환경 건축 자재 가공 수요가 증가하여 절삭 속도가 80m/min 으로 향상될 것으로 예상됩니다.

### 돌 조각

응용 분야: 석재, 세라믹

매개변수:  $V_c$  30~50m/min, ap 1~2mm, 내구성 > 200h

트렌드: 재활용 콘크리트

### 세라믹 타일

응용 프로그램: 마무리

매개변수:  $V_c$  20~40m/min, 정확도  $\pm 0.01$ mm

트렌드: 친환경 건물

## 6.7 초경 밀링 커터의 적용 - 조선

조선에서는 선체 강판과 프로펠러 블레이드 가공에 초경 밀링 커터를 사용합니다. 강판의 황삭 가공에는 절삭 속도( $V_c$ )가 50~80m/min 이고 절삭 깊이(ap)가 2~4mm 인 톱니 밀링 커터를 사용합니다. 프로펠러 블레이드의 정삭 가공에는 절삭 속도( $V_c$ )가 60~100m/min 이고 정확도가  $\pm 0.02$ mm 인 나선형 톱니 밀링 커터를 사용합니다. 2025년에는 해양 엔지니어링 장비의 내식성 가공 수요가 증가할 것으로 예상됩니다.

### 선체 강판

적용분야: 거친 가공

매개변수:  $V_c$  50~80m/min, ap 2~4mm

추세: 내식성

### 프로펠러 블레이드

응용 프로그램: 마무리

매개변수:  $V_c$  60~100m/min, 정확도  $\pm 0.02$ mm

트렌드: 해양 엔지니어링

## 6.8 초경 밀링 커터의 적용 - 철도 운송

철도 운송 분야에서는 초경 밀링 커터를 사용하여 차륜 및 궤도 부품을 가공합니다. 차륜 가공에는 절삭 속도( $V_c$ )가 40~70m/min 이고 절삭 깊이(ap)가 1~3mm 인 둥근 모서리 밀링 커터가 사용됩니다. 궤도 부품의 정삭에는 절삭 속도( $V_c$ )가 50~80m/min 이고 정확도가  $\pm 0.01$ mm 인 고정밀 밀링 커터가 사용됩니다. 2025년에는 고속철도 및 자기부상열차 부품 가공 수요가 증가할 것으로 예상됩니다.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 바퀴

신청 : 처리 중

매개변수:  $V_c$  40~70m/min,  $ap$  1~3mm

추세: 고속철도 부품

## 트랙 구성 요소

응용 프로그램: 마무리

매개변수:  $V_c$  50~80m/min, 정확도  $\pm 0.01\text{mm}$

트렌드: 자기부상열차

## 6.9 초경 밀링 커터의 적용 - 농업 기계

농기계 제조에서는 초경 밀링 커터를 사용하여 쟁기와 수확기 부품을 가공합니다. 쟁기는 톱날 밀링 커터를 사용하여 가공하며, 절삭 속도( $V_c$ )는 40~60m/min, 절삭 깊이( $ap$ )는 1~2mm 입니다. 수확기 부품의 마무리 작업에는 절삭 속도( $V_c$ )가 50~70m/min, 정확도는  $\pm 0.01\text{mm}$  인 나선형 톱니 밀링 커터를 사용합니다. 2025년에는 스마트 농업 장비에 대한 가공 수요가 증가할 것으로 예상됩니다.

## 쟁기질

신청 : 처리 중

매개변수:  $V_c$  40~60m/min,  $ap$  1~2mm

트렌드: 스마트 농업

## 수확기 부품

응용 프로그램: 마무리

매개변수:  $V_c$  50~70m/min, 정확도  $\pm 0.01\text{mm}$

트렌드: 자동화 장비

## 6.10 초경 밀링 커터의 응용 - 기타 신흥 분야

기타 신흥 분야로는 보석 가공, 우주선 부품, 스포츠 장비 제조 등이 있습니다. 보석 가공에는 초경 밀링 커터(직경 0.05~0.2mm)를 사용하며, 절삭 속도( $V_c$ )는 20~40m/min, 정확도는  $\pm 0.001\text{mm}$  입니다. 우주선 부품은 고내열 밀링 커터를 사용하여 절삭 속도( $V_c$ )는 100~150m/min 입니다. 스포츠 장비(예: 골프 클럽 헤드)는 반경 밀링 커터를 사용하여 절삭 속도( $V_c$ )는 50~80m/min 입니다. 2025년에는 이러한 분야의 맞춤형 가공 수요가 계속해서 증가할 것으로 예상됩니다.

## 보석 제작

응용 분야: 정밀 조각

매개변수: 직경 0.05~0.2mm,  $V_c$  20~40m/min, 정확도  $\pm 0.001\text{mm}$

트렌드: 맞춤형

## 우주선 구성 요소

용도 : 고내열 가공

매개변수:  $V_c$  100~150m/min

트렌드: 심우주 탐사

## 스포츠 장비

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



응용 분야: 골프 클럽 헤드

매개변수:  $V_c$  50-80m/min

트렌드: 가벼운 디자인



## 7. 초경 밀링 커터의 유지관리 및 관리

### 7.1 카바이드 밀링 커터의 일일 청소

초경 밀링 커터를 매일 청소하는 것은 커터의 수명을 연장하고 절삭 성능을 유지하는 데 중요한 단계입니다. 사용 후에는 압축 공기(압력 0.2~0.4 MPa)를 사용하여 칩을 즉시 제거하여 금속 입자가 절삭날에 박혀 마모를 유발하는 것을 방지해야 합니다. 세척 시에는 무수 에탄올이나 특수 절삭유 희석제(pH 6.5~7.5)를 사용하고, 초음파 세척기(주파수 40 kHz, 출력 100~200 W, 세척 시간 5~10 분)를 사용하여 오일 및 잔류물을 제거합니다. 세척 후에는 먼지가 없는 천으로 물기를 닦아 잔류 수분으로 인한 부식을 방지하십시오. 절삭날과 코팅 표면은 돋보기(배율 10~20 배)를 사용하여 눈에 띄는 긁힘이나 벗겨짐이 없는지 확인해야 합니다. 2025년에는 AI 이미지 인식 기능을 탑재한 자동 세척 시스템 등 지능형 세척 장비가 도입되어 실시간으로 절삭날 상태를 감지하고 세척 매개변수를 조정할 수 있게 되어 세척 효율이 크게 향상될 것이며, 특히 고가 밀링 커터의 경우 더욱 그렇습니다.

#### 칩 제거

방법: 압축 공기, 압력 0.2-0.4 MPa

목적: 입자 매립 방지

#### 오일 세척

도구: 초음파 세척기(40kHz, 100-200W), 무수 에탄올

시간 : 5-10 분, pH 6.5-7.5

건조: 먼지 없는 천으로 닦아 말리세요

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 조사하다

도구: 돋보기 (10 배~20 배)

트렌드: AI 이미지 인식 청소 시스템

## 7.2 시멘트 카바이드 밀링 커터의 엿지 드레싱

엿지 드레싱은 초경 밀링 커터의 절삭 성능을 복원하는 중요한 유지 관리 단계입니다. 약간 마모된 엿지는 수동 다이아몬드 연삭 휠(그릿 #600-#800)로 드레싱할 수 있으며 드레싱 각도는 원래 엿지 각도(일반적으로  $5^{\circ}$  - $10^{\circ}$ )와 일치해야 합니다. 각 면의 드레싱 양은 0.01-0.02mm로 제어하고 냉각수(유량 5-10L/min)를 사용하여 열 효과를 줄입니다. 심하게 마모되거나 손상된 엿지에는 전기 스파크 드레싱(EDM, 펄스 에너지 0.1-0.3J, 전압 50-80V)이 필요합니다. 드레싱 후 엿지 거칠기 Ra는  $\leq 0.2 \mu\text{m}$ 로 제어해야 하며 레이저 간섭계(편차  $\pm 0.005\text{mm}$ )로 정확도를 검증합니다. 잔류 응력을 제거하기 위해 드레싱 후 응력 제거 어닐링(온도 400-500°C, 시간 1-2 시간)이 필요합니다. 2025년에는 비접촉 가공과 마이크로 수준의 정확도( $\pm 0.002\text{mm}$ ) 덕분에 레이저 트리밍 기술(전력 20~50W, 파장 1064nm)이 마이크로 밀링 커터 유지관리에 점차 대중화될 것입니다.

## 수동 트리밍

도구: 다이아몬드 연삭 휠 (#600-#800)

매개변수: 블레이드 각도  $5^{\circ}$  - $10^{\circ}$ , 드레싱 양 0.01-0.02mm, 냉각수 5-10L/min

목적: 사소한 마모 및 파손 수리

## EDM 드레싱

도구: EDM, 펄스 에너지 0.1-0.3 J, 전압 50-80 V

정확도: Ra  $\leq 0.2 \mu\text{m}$ , 편차  $\pm 0.005 \text{ mm}$

후처리: 400-500°C에서 1-2 시간 어닐링

## 기술 동향

방법: 레이저 트리밍 (20-50 W, 1064 nm)

정확도:  $\pm 0.002\text{mm}$

응용 분야: 마이크로 밀링 커터

## 7.3 초경 밀링 커터의 보관 및 부식 방지

적절한 보관은 카바이드 밀링 커터의 부식 및 성능 저하를 방지하는 핵심입니다. 보관 환경은 일정한 온도(20~25°C)와 낮은 습도(상대 습도  $< 40\%$ )를 유지해야 하며, 산화를 방지하기 위해 방습 캐비닛이나 진공 밀봉 백을 사용하여 보관해야 합니다. 코팅된 밀링 커터(예: TiN, TiAlN)는 추가로 방청유(두께 0.005~0.01mm)를 도포해야 하며, 3~6개월마다 표면 상태를 점검해야 합니다. 사용하지 않을 때는 밀링 커터를 수직으로 걸어두거나 전용 공구 랙에 평평하게 놓아 절삭 날이 손상될 수 있는 충격을 방지해야 합니다. 2025년에는 지능형 창고 시스템이 RFID 태그와 온도 및 습도 센서를 통해 보관 조건을 실시간으로 모니터링하고 환경 매개변수를 자동으로 조정하게 되는데, 이는 특히 항공우주 및 의료 산업의 고부가가치 공구에 적합합니다.

## 환경 제어

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

조건: 20-25° C, 습도 < 40%  
도구: 방습 캐비닛, 진공 밀봉 백  
방청처리  
방법 : 방청유, 두께 0.005-0.01mm  
빈도 : 3~6 개월마다  
저장  
방법: 수직 매달기 또는 평평한 배치, 전용 도구 홀더  
트렌드: RFID 스마트 창고

#### 7.4 카바이드 밀링 커터의 정기 점검 및 교체

정기적인 검사는 초경 밀링 커터의 안전한 사용을 보장하기 위한 필수적인 조치입니다. 공구 현미경(배율 50~100 배)이나 3 차원 좌표 측정기(CMM)를 사용하여 날 마모 정도를 확인하십시오. 마모 밴드 폭이 0.3mm 를 초과하거나 눈에 띄는 틈이 나타나면 교체해야 합니다. 절삭력 모니터링 시스템은 절삭 공정 중 최대 절삭력(상한 600N)을 실시간으로 기록하고 임계값을 초과하면 경보를 울립니다. 코팅 벗겨짐이나 균열은 초음파 탐상기로 감지할 수 있습니다. 벗겨짐 면적이 10%를 초과하면 교체하는 것이 좋습니다. 2025년에는 사물 인터넷 기반 예측 유지보수 기술이 센서 데이터를 통해 공구 수명을 분석하고 24~48 시간 전에 교체 시기를 경고하여 가동 중단 손실을 줄일 것입니다. 이 기술은 특히 자동화된 생산 라인에서 널리 사용됩니다.

##### 마모 검사

도구: 현미경 (50x-100x), CMM  
표준: 마모 영역 > 0.3mm 또는 노치 교체  
절삭력 모니터링  
도구: 절삭력 모니터링 시스템, 최대값 < 600N

##### 기능: 실시간 알림

코팅 검사  
도구: 초음파 탐상기  
표준: 벗겨진 면적이 10% 이상일 경우 교체  
트렌드: IoT 예측 유지 관리, 24~48 시간 조기 경고

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

## 8. 초경 밀링 커터의 미래 개발 동향

### 8.1 초경 밀링 커터용 재료 및 코팅의 혁신

초경 밀링 커터의 미래 개발은 신소재 및 코팅 기술의 혁신에 집중될 것입니다. 나노스케일 텅스텐 카바이드(WC) 분말(입자 크기  $< 0.2 \mu\text{m}$ )을 새로운 바인더 상(나노 코발트 또는 니켈 기반 합금 등)과 결합하면 경도를 HV 2000 이상으로 높이고 내마모성을 30~40% 향상시킬 수 있으며, 이는 특히 초정밀 가공에 적합합니다. 코팅 기술은 TiAlN/AlCrN 나노 다층 코팅과 같은 다층 및 경사 구조로 발전하고 있으며, 다중 타겟 마그네트론 스퍼터링을 통해  $\pm 0.05 \mu\text{m}$ 의 두께 균일도,  $1000^\circ\text{C}$ 의 내열성, 0.15의 마찰 계수 감소, 공구 수명 25~35% 연장을 달성합니다. 2025년에는 환경부하가 낮고 재활용성이 뛰어난 친환경 코팅(CrN, ZrN 등)이 주목을 받으며, 친환경 제조 분야에서 중요한 위치를 차지할 것으로 예상됩니다.

#### 나노소재

특징 : WC 입자 크기  $< 0.2 \mu\text{m}$ , 결합상(나노 코발트/니켈)

성능 : 경도 HV 2000, 내마모성 30~40% 증가

적용분야 : 초정밀 가공

#### 다층 코팅

기술 : TiAlN / AlCrN, 두께 균일도  $\pm 0.05 \mu\text{m}$

성능 : 내열성  $1000^\circ\text{C}$ , 마찰계수 0.15, 수명 25~35% 증가

트렌드 : 다중 타겟 마그네트론 스퍼터링

#### 녹색 코팅

재료 : CrN, ZrN

장점 : 환경 영향이 적고 재활용이 가능

트렌드 : 친환경 제조

### 8.2 초경 밀링 커터의 지능화 및 디지털화

초경 밀링 커터 개발의 핵심 방향은 지능화와 디지털화입니다. 사물 인터넷(IoT) 기반 공구 관리 시스템은 내장 센서를 통해 절삭 조건(예: 절삭력  $< 600\text{N}$ , 온도  $< 700^\circ\text{C}$ )을 실시간으로 모니터링하고, AI 알고리즘을 결합하여 공구 마모를 예측하며, 48~72 시간 전에 교체 경고를 발송하여 가동 중단 시간을 15~20% 단축합니다. CNC 공작기계 및 공구의 디지털 트윈 기술은 가상 시뮬레이션을 구현하고, 절삭 경로와 조건을 최적화하며, 절삭 효율을 10~15% 향상시킵니다. 2025년에는 5G 기술을 활용한 원격 진단 및 공구 상태 모니터링이 특히 항공우주 및 자동차 제조 분야의 자동화 생산 라인에서 주류가 될 것입니다.

#### 사물인터넷 모니터링

매개변수 : 절삭력  $< 600\text{N}$ , 온도  $< 700^\circ\text{C}$

기능 : AI 예측, 48~72 시간 조기 경고

이점 : 가동 중지 시간을 15~20% 단축

#### 디지털 트윈

기술 : 가상 시뮬레이션, 최적화된 절단 경로

이점 : 효율성이 10~15% 증가했습니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



응용 분야: CNC 공작 기계

### 5G 애플리케이션

기능 : 원격 진단, 상태 모니터링

트렌드: 자동화된 생산 라인

## 8.3 초경 밀링 커터의 지속 가능성 및 환경 보호

지속 가능한 개발과 환경 보호에 대한 요구는 초경 밀링 커터가 저에너지 소비 및 재활용성을 지향하도록 이끌고 있습니다. 건식 절삭 기술의 보급으로 냉각수 사용량이 감소하고 있습니다. 고효율 코팅(예: AlCrN)과 함께 사용하면 절삭 에너지 소비가 20~30% 감소하고 가공 폐기물은 15% 감소합니다. 재활용 및 재사용 기술은 화학적 침출 및 분말 재생 성형을 통해 폐 밀링 커터의 WC-Co 회수율을 90% 이상으로 높여 원자재 채굴 수요를 감소시킵니다. 2025 년 탄소 중립 목표 달성을 위해 제조업체들은 태양광 기반 공구 생산 공정을 도입했으며, 이를 통해 특히 유럽 및 북미 시장에서 탄소 발자국을 25% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

### 건식 절삭

기술 : 고효율 코팅 (AlCrN)

효과 : 에너지 소비량 20~30% 감소, 폐기물 15% 감소

적용 분야: 냉각수 감소

### 재료 회수

기술: 화학적 침출, 분말 재생

회수율: 90%

추세: 원자재 추출 감소

### 탄소 중립

기술: 태양열 생산

이점: 탄소 발자국을 25% 감소시킵니다.

시장: 유럽, 북미

## 8.4 초경 밀링 커터의 소형화 및 다기능화

초경 밀링 커터는 소형화 및 다기능화 방향으로 발전하고 있습니다. 마이크로 밀링 커터(직경 0.05~0.5mm)는 레이저 가공 및 나노 코팅 기술을 통해  $\pm 0.001\text{mm}$ 의 가공 정확도를 자랑하며, 마이크로 전자 및 의료용 임플란트 제조에 널리 사용됩니다. 다기능 복합 밀링 커터는 드릴링, 밀링, 챔퍼링 기능을 통합하고 절삭 속도( $V_c$ )가 150~250m/min 으로 공구 교체 시간을 30~40% 단축하며, 복잡한 공작물의 일회성 성형에 적합합니다. 2025년에는 3D 프린팅과 적층 제조 기술이 통합되어 맞춤형 마이크로 밀링 커터의 생산 주기가 2~3 일로 단축되어 소량 생산 및 높은 맞춤 제작 요구를 충족할 수 있을 것입니다.

### 마이크로 밀링 커터

매개변수: 직경 0.05-0.5mm, 정확도  $\pm 0.001\text{mm}$

기술: 레이저 가공, 나노 코팅

응용 분야: 마이크로 전자공학, 의료용 임플란트

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 다기능 복합 칼

기능: 드릴링, 밀링, 챔퍼링

매개변수:  $V_c$  150-250m/min

이점: 도구 교체 횟수를 30~40% 감소시킵니다.

## 맞춤형 생산

기술: 3D 프린팅 + 적층 제조

기간: 2-3 일

트렌드: 소량 생산, 높은 맞춤형 제작

## 9. 초경 밀링 커터의 장점과 한계

### 9.1 카바이드 밀링 커터의 성능 이점

초경 밀링 커터는 탁월한 성능으로 절삭 공정에서 압도적인 우위를 점하고 있습니다. 높은 효율이 핵심 특징이며, 고속 절삭에 적합합니다. 절삭 속도( $V_c$ )는 분당 150~200m에 달할 수 있습니다. 특히 강철 및 티타늄 합금 가공 시 효율이 20~30% 향상되어 가공 주기를 크게 단축합니다. 장기적인 안정성 또한 주요 장점입니다. 나노 크기의 텅스텐 카바이드(WC) 소재를 사용하여 내마모성과 내파괴성을 향상시켜 교체 빈도를 줄이고 평균 수명을 500~800 시간으로 연장합니다. 특히 항공우주 부품 가공에 탁월한 성능을 발휘합니다.

#### 고효율

특징 : 고속 절단에 적합,  $V_c$  150-200m/min

이점: 효율성이 20%-30% 증가했습니다.

적용 분야: 강철, 티타늄 합금

#### 장기 안정성

특징 : 내마모성, 내파괴성

수명: 500-800 시간

응용 분야: 항공 우주 부품

### 9.2 경제적 이익

초경 밀링 커터의 경제적 이점은 내구성 향상으로 인한 비용 절감에 반영됩니다. 기존 고속도강 공구와 비교했을 때, 사용 수명이 3~5 배 연장되어 공구 교체 및 가동 중단 시간이 줄어들고 전체 가공 비용이 15~25% 절감됩니다. 2025년에는 재활용 기술의 발전으로 폐 밀링 커터의 재료 회수율이 90%까지 증가하여 특히 대량 생산 시 원자재 조달 비용이 더욱 절감될 것으로 예상됩니다.

처리 비용 절감

특징 : 내구성이 3~5 배 증가

이점: 15%-25% 비용 절감

추세: 재료 재활용률 90%

### 9.3 초경 밀링 커터의 가공 품질

초경 밀링 커터는 높은 정밀도와 매끄러운 표면을 제공하여 고급 제조 요구를 충족합니다. 가공 정밀도는 IT6-IT7 수준에 도달할 수 있으며, 표면 조도( $R_a$ )는 0.2-0.4  $\mu m$ 로 제어되어 금형 및 의료용 임플란트의 마무리 작업에 특히 적합합니다. 나노 코팅(예: TiAlN)은 절삭 표면 품질을 더욱 최적화하고 2차 가공의 필요성을 줄입니다. 2025년에는 3D 프린팅 후가공 분야에서의 적용이 더욱 확대될 것으로 예상됩니다.

높은 정밀도

특징: IT6-IT7 레벨

응용분야: 금형, 의료용 임플란트

매끄러운 표면

특징:  $R_a$  0.2-0.4  $\mu m$

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

트렌드: TiAlN 코팅, 3D 프린팅 후처리

#### 9.4 초경 밀링 커터의 한계

##### 비용 제한

초경 밀링 커터의 제조 비용은 상대적으로 높는데, 이는 주로 텅스텐 카바이드(WC)와 코발트(Co) 등 원자재 가격이 높고, 분말 야금 및 코팅 공정이 복잡하기 때문입니다. 2025년에는 고성능 밀링 커터 1 개의 제조 비용이 약 50~200 달러로, 고속도강 공구보다 5~10 배 높아 중소기업, 특히 저수익 가공 분야에서의 활용도가 제한될 것으로 예상됩니다.

##### 비용 제한

이유: WC 와 Co 는 비용이 많이 들고, 공정이 복잡하고, 비용이 많이 들며, 중소기업이 대중화하기 어렵습니다.

##### 적용 제한 사항

초경 밀링 커터는 순수 알루미늄이나 특정 폴리머 소재와 같이 인성이 높거나 점착성이 높은 소재의 가공에는 적합하지 않습니다. 높은 경도로 인해 소재의 융착 및 공구 과열이 쉽게 발생할 수 있기 때문입니다. 절삭 속도( $V_c$ )는 50~100m/min 이내로 엄격하게 제어해야 합니다. 이 범위를 초과하면 가공 결함이 쉽게 발생할 수 있습니다. 복합 소재 가공에서의 적용성은 2025년까지 더욱 최적화되어야 합니다.

##### 적용 제한 사항

소재 : 순수 알루미늄, 폴리머 소재

문제: 스티킹, 과열

매개변수:  $V_c$  50-100m/min

##### 취성 문제

초경 밀링 커터는 높은 경도로 인해 취성이 강하고, 특히 단속 절삭이나 고부하 가공(예: 주철 황삭) 시 충격 하중으로 인해 칩핑이 발생하기 쉽습니다. 칩핑률은 5~10%에 달할 수 있습니다. 2025년에는 인성 향상 재료(예: TaC)를 추가하거나 형상 설계를 최적화하여 칩핑 문제를 완화했지만, 여전히 주의해서 사용해야 합니다.

이유: 경도가 높기 때문

시나리오: 간헐적 절단, 무거운 부하

칩핑율 : 5%-10%

추세: TaC 향상, 기하 최적화.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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





## 10. 초경 밀링 커터 사용 시 주의사항

### 10.1 설치 및 작동

올바른 설치 및 작동은 초경 밀링 커터의 안전한 사용을 위한 초석입니다. 설치 시에는 클램핑력이  $\geq 10 \text{ kN}$ , 설치 동축도가  $\leq 0.01 \text{ mm}$  인지 확인하고, 진동을 줄이기 위해 정밀 공구 홀더(예: HSK 타입)를 사용하십시오. 작업자는 칩 비산이나 우발적인 손상을 방지하기 위해 보안경과 내마모성 장갑을 착용해야 합니다. 2025년에는 지능형 클램핑 장비가 동축도를 자동으로 보정하여 설치 효율을 향상시킬 수 있을 것입니다.

#### 설치 요구 사항

클램핑 힘:  $\geq 10 \text{ kN}$

동축성:  $\leq 0.01 \text{ mm}$

도구 : HSK 형 핸들

안전 보호

장비: 보호 안경, 내마모성 장갑

트렌드: 지능형 클램핑 장비

### 10.2 절단 매개변수 제어

절삭 매개변수의 합리적인 선택은 가공 품질과 공구 수명에 직접적인 영향을 미칩니다. 절삭 속도( $V_c$ )는  $50 \sim 150 \text{ m/min}$ 으로 제어하는 것이 권장되며, 소재에 따라 조정됩니다. 이송 속도( $f_n$ )는  $0.05 \sim 0.2 \text{ mm/tooth}$ , 절삭 깊이( $a_p$ )는  $0.2 \sim 1 \text{ mm}$ 입니다. 2025년에는 AI 기반 절삭 최적화 시스템이 소재에 따라 실시간으로 매개변수를 조정하여 정확도를 10% 향상시킬 수 있을 것입니다.

#### 절삭 속도

범위:  $50 \sim 150 \text{ m/min}$

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

조정: 재료별

공급 속도

범위: 0.05-0.2 mm/치아

**절삭 깊이**

범위: 0.2-1mm

트렌드: AI 최적화

### 10.3 유지관리 및 관리

정기적인 유지보수는 조정 밀링 커터의 수명 연장에 필수적입니다. 마모 밴드 폭(VB)이 0.3mm 이하인지 확인하고, 공구 현미경(50~100 배)을 사용하여 마모 밴드 폭을 측정하여 기준을 초과하는 경우 수리 또는 교체해야 합니다. 절삭유 사용량은 냉각 및 윤활 유지를 위해 분당 10L 이상이어야 합니다. 2025년에는 지능형 모니터링 시스템이 마모 데이터를 자동으로 기록하여 수동 개입을 줄일 수 있을 것입니다.

**마모 검사**

표준:  $VB \leq 0.3 \text{ mm}$

도구: 현미경(50 배~100 배)

**절삭유**

유량:  $\geq 10 \text{ L/min}$

목적: 냉각, 윤활

트렌드: 지능형 모니터링

### 10.4 안전 예방 조치

안전 예방 조치는 운영 위험을 효과적으로 줄일 수 있습니다. 과부하 절단을 피하십시오. 절삭력은 칩핑을 방지하기 위해 500~600N 미만으로 제어해야 합니다. 칩과 파편이 튀는 것을 방지하기 위해 보호 덮개를 설치하십시오. 2025년에는 센서가 장착된 절단 보호 시스템이 과부하 상태를 실시간으로 경고할 수 있습니다.

**과부하 방지**

표준: 절삭력  $< 500-600 \text{ N}$

목적: 깨짐 방지

**보호 조치**

장비: 보호 방패

트렌드: 센서 조기 경고



## 11. 부록

### 초경 밀링 커터의 기술 매개변수 표

| 직경 (mm) | 이빨의 수 | 절삭 속도 (Vc, m/min) | 이송 속도 (fn, mm/이) | 절삭 깊이 (ap, mm) |
|---------|-------|-------------------|------------------|----------------|
| 2-5     | 2-4   | 50-100            | 0.05-0.1         | 0.2-0.5        |
| 6-10    | 4-6   | 100-150           | 0.1-0.15         | 0.5-1          |
| 10-20   | 6-8   | 150-200           | 0.15-0.2         | 1-2            |

목적: 매개변수 선택을 위한 참조 데이터

## 12. 자주 묻는 질문

질문: 초경 밀링 커터의 칩핑을 어떻게 처리합니까?

답변: 절단 매개변수를 확인하고, 절단 힘을 500N 이하로 줄이고, 절단 모서리를 다듬습니다.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

질문: 표면 거칠기가 좋지 않으면 어떻게 해야 하나요?

답변: 이송 속도를 0.05~0.1mm/치아로 조정하고 새로 코팅된 공구를 사용하세요.

질문: 공구 수명이 단축되나요?

답변: 절삭유 유량을 10L/min 으로 늘리고  $VB \leq 0.3\text{mm}$  인지 정기적으로 확인하세요.

응용 프로그램: 일반적인 사용 문제 해결

트렌드: AI 지원 진단



## 카바이드 T형 밀링 커터란 무엇입니까?

### CTIA GROUP LTD 카바이드 T형 밀링 커터 소개

CTIA GROUP LTD(CTIA)의 주요 제품 중 하나인 초경 T형 밀링 커터는 탁월한 성능과 혁신적인 디자인으로 금속 가공 분야에서 두각을 나타냅니다. CTIA GROUP은 첨단 제조 기술과 풍부한 업계 경험을 바탕으로 고객에게 고정밀 및 고내구성 절삭 공구를 제공하기 위해 최선을 다하고 있습니다. T형 밀링 커터는 초경 소재(텅스텐강, WC-Co 시스템 등)로 제작되었으며 T 슬롯, T자형 볼트 구멍 또는 이와 유사한 구조의 가공물을 가공하도록 설계되었습니다. 핵심 장점은 높은 경도, 내마모성, 내충격성으로 고속 및 고부하 조건에서 정밀 절삭을 보장합니다. CTIA GROUP의 핵심 제품인 T형 밀링 커터는 기계 가공, 금형 제작, 항공우주 산업에서 널리 사용되고 있으며, 특히 강, 주철 및 고강도 합금 가공에 적합합니다. 2025년 산업기술진보 및

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



관련정보에 따라, 다음 내용은 T 형 밀링커터의 특성, 기술적 세부 사항 및 응용분야를 자세히 소개합니다.

## 1. 초경 T 형 밀링커터의 구조 및 재료

T 형 밀링 커터는 일반적으로 고유한 T 자형 단면과 다날 설계를 가지며, 공작 기계 스핀들에 장착됩니다. 본체는 고강도 합금강(예: HSS 또는 40CrMo, 담금질 경도 HRC 40-50)으로 제작되며, 절삭부는 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC, 함량  $>90\% \pm 1\%$ ), 결합상으로 코발트(Co,  $6\%-12\% \pm 1\%$ )를 사용하고, 성능 최적화를 위해 미량 첨가제(예:  $Cr_3$   $C_2$   $0.5\%-2\%$ , TaC  $1\%-3\%$ )를 첨가합니다. 제조 공정에는 분말 야금(SPS 또는 HIP 등)을 사용하여 재료 밀도를  $99.9\% \pm 0.1\%$ 로 유지하고, 입자 크기를  $0.5-2 \mu m$ (바람직하게는  $0.8-1.2 \mu m$ )로 제어하며, 경도를 HV 1800-2200 $\pm 30$ 으로 유지하고, 국부적으로는 2400-2600 $\pm 50$  까지 도달할 수 있도록 합니다. 블레이드는 TiAlN 또는 AlCrN(두께  $0.5-2 \mu m$ )으로 코팅할 수 있으며, 마찰 계수는  $<0.25 \pm 0.05$  로 감소시키고 내열성은  $>800^\circ C$  까지 향상시킵니다. 공구 본체 직경은 5-50mm 이며, 블레이드 길이는 공작물 홈 깊이에 따라 맞춤 제작됩니다.

## 2. 초경 T 형 밀링 커터의 작동 원리

T 형 밀링 커터는 공작 기계 스핀들(속도 500-3000 rpm, 출력 5-50 kW)을 회전시켜 작동하며, 절삭 날은 공작물 표면을 따라 측면 및 축 방향으로 절삭하여 T 자형 홈을 생성합니다. 절삭 공정은 압출과 전단을 결합하며, 압출 압력은 200-500 MPa 에 이르고 전단 강도는 50-100 MPa 로 경도가 20-60 HRC 인 재료에 적합합니다. 공구의 T 자형 설계 덕분에 홈 바닥과 측면 벽의 절삭을 단일 작업으로 완료할 수 있으며, 특히 고정밀 T 자형 구조가 필요한 공작물에 적합합니다. 회전 공정 중 절삭 날이 공작물에 닿아 고열(표면 온도 300-600 $^\circ C$ )이 발생합니다. 동시에 절삭 각도를 최적화하고 냉각수를 보조하여 효율적인 재료 제거가 달성됩니다.

## 3. 초경 T 형 밀링 커터의 특성

T 형 밀링 커터는 절삭 각도를 최적화하여 주 레이크 각도를  $10^\circ -20^\circ \pm 5^\circ$  , 부 레이크 각도를  $5^\circ -10^\circ \pm 2^\circ$  로 설계하여 가공 중 진동을 효과적으로 줄이고(가속도  $<5 m/s^2$ ) 공작물의 표면 조도를 개선합니다( $Ra < 1.6 \mu m$ ). 공구 끝의 높은 내열성과 매트릭스의 구조적 지지(인장 강도  $>1200 MPa$ )는 고하중에서 안정성을 보장하고 피로 저항성(피로 수명  $>10^5$  배)은 장기간 연속 가공을 견딜 수 있게 합니다. 고강도 합금강 매트릭스와 초경 절삭부의 시너지 효과와 결합된 T 형 밀링 커터는 복잡한 작업 조건에서도 탁월한 절삭 성능을 유지합니다.

## 4. 초경 T 형 밀링커터 성능 및 영향 요인

CTIA GROUP Technology Co., Ltd.의 주요 제품인 초경 T 형 밀링 커터는 높은 경도,

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

내마모성, 내충격성이 뛰어나며, 이는 주로 소재 구성 및 가공 기술에서 비롯됩니다. 경질상인 텅스텐 카바이드(WC)는 매우 높은 경도(HV 1800-2200±30)를 제공하고, 결합상인 코발트(Co)는 소재의 인성을 향상시켜(과괴 인성  $K_{1c}$  12-16 MPa·m<sup>1/2</sup>) 고하중 조건에서도 공구의 안정성을 유지합니다. 마모율은 0.05 mm<sup>3</sup>/N·m 미만이며, 내식성도 우수합니다(부식율 <0.01 mm/년). 이는 Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 및 TaC와 같은 첨가제의 상승 효과 덕분이며, 고온(>800° C) 환경에서 공구의 내산화성(>95%)을 향상시킵니다. TiAlN 또는 AlCrN 과 같은 코팅 기술은 마찰 계수를 <0.25±0.05 로 더욱 낮춰 내열성과 사용 수명을 크게 향상시킵니다.

**초경 T형 밀링 커터의 성능**은 여러 요인의 영향을 받습니다. 첫째, 기하학적 설계가 핵심입니다. T형 블레이드의 폭과 깊이는 가공물에 따라 맞춤 제작해야 합니다. 적절한 절삭 각도(주 경사각 10° -20° ±5°)와 블레이드 형상은 절삭 효율(에너지 소비량 <8 kWh/m<sup>3</sup>)과 표면 품질(Ra <1.6 μm)에 직접적인 영향을 미칩니다. 둘째, 속도, 이송 속도, 절삭 깊이와 같은 작업 변수는 수명에 상당한 영향을 미칩니다. 과도한 변수는 블레이드 마모와 열 손상을 가속화하여 수명을 15%±2% 단축시킬 수 있습니다. 환경 요인도 무시할 수 없습니다. 고온(>600° C)이나 냉각수 부족은 마모를 5%±1% 증가시킵니다. 고경도 소재(예: 60 HRC 강)를 가공할 때는 열 응력을 줄이기 위해 냉각 및 윤활 전략을 최적화해야 합니다. 또한, 초경 블랭크 생산 공정의 다양한 요인 또한 성능에 큰 영향을 미칩니다. 분말 입자 크기 분포와 순도가 기본입니다. 입자 크기가 너무 크거나 불순물 함량이 높으면(예: 산소 함량 >0.2%) 입자가 거칠어지고 경도와 강도가 감소합니다. 혼합 균일성은 볼 밀링 공정(볼 밀링 시간 12-24 시간, 매체 비율 1:2)으로 제어하여 WC와 Co의 균일한 분산을 보장하고, 이는 최종 재료의 밀도(>99.9%±0.1%)에 영향을 미칩니다. 가압 압력(100-200 MPa)은 블랭크의 초기 밀도를 직접 결정합니다. 압력이 부족하면 기공이 증가하고 이후 소결 효과에 영향을 미칠 수 있습니다. 소결 공정(예: HIP 또는 SPS, 온도 1400-1500° C, 유지 시간 0.5-2 시간)은 입자 크기(0.5-2 μm)와 상 구조에 중요합니다. 소결 온도가 너무 높거나 유지 시간이 부족하면 입자 성장이나 상 변형이 발생하여 인성이 감소할 수 있습니다. 열응력 균열을 방지하기 위해 냉각 속도(5~10° C/분)도 엄격하게 제어해야 합니다. 이러한 블랭크 제조 요소의 최적화를 통해 CTIA GROUP에서 제작한 T형 밀링 커터는 실제 적용 분야에서 일관된 고성능을 보장합니다.

#### 4.1 시멘트 카바이드 T형 밀링 커터의 성능에 영향을 미치는 요인 표

| 영향 요인    | 설명하다                                                        |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| 기하학적 디자인 | T자형 블레이드의 깊이는 맞춤화되어 있으며, 절단 각도는 최적화되어 효율성과 표면 품질에 영향을 미칩니다. |
| 작업 매개변수  | 속도, 이송 속도, 절삭 깊이는 수명에 영향을 미칩니다. 매개변수가 지나치게                  |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

| 영향 요인          | 설명하다                                                                 |
|----------------|----------------------------------------------------------------------|
|                | 높으면 수명이 15%±2% 단축될 수 있습니다.                                           |
| 환경적 요인         | 고온(>600° C), 냉각 부족 또는 경도가 높은 재료는 마모를 5%±1% 증가시키므로 냉각을 최적화해야 합니다.     |
| 분말 입자 크기<br>순도 | 입자 크기가 너무 크거나 불순물(산소 함량 > 0.2%)이 있으면 입자가 거칠어지고 경도와 강도가 감소합니다.        |
| 혼합 균일성         | 볼 밀링 공정(12~24 시간, 중간 비율 1:2)은 WC와 Co의 균일한 분산을 보장하며, 이는 밀도에 영향을 미칩니다. |
| 억제 압력          | 100~200 MPa의 압력이 초기 밀도를 결정합니다. 압력이 부족하면 기공률이 증가하고 소결 효과에 영향을 미칩니다.   |
| 소결 공정          | HIP/SPS(1400~1500° C, 0.5~2 시간)는 결정립 크기(0.5~2 μm)와 상 구조를 제어합니다.      |
| 냉각 속도          | 열 응력 균열을 방지하고 재료 안정성을 보장하려면 5~10° C/분으로 가열하세요.                       |

## 5. 초경 T형 밀링커터 성능 생산 공정

CTIA GROUP LTD는 시멘트 카바이드 T형 밀링 커터 생산 공정에서 고급적이고 엄격한 공정을 채택하여 제품의 높은 품질과 일관성을 보장합니다. 생산 공정은 고순도 원료의 선택으로 시작됩니다. CTIA GROUP은 일반적으로 YG10, YG10X 및 YG12 등급을 사용합니다. 그 중 YG10(WC 90%, Co 10%)은 높은 내마모성에 적합하고, YG10X(WC 90%, Co 10% + 미량 첨가제)는 인성을 향상시키고, YG12(WC 88%, Co 12%)는 높은 충격 조건에 적합합니다. 원료는 텅스텐 분말, 텅스텐 카바이드 분말(WC, 순도>99.8%) 및 코발트 분말(Co, 순도>99.5%)이며, 혼합 분말은 정밀한 비율로 준비됩니다. 다음으로, 분말은 카바이드 볼을 분쇄 매체로 사용하여 습식 볼 밀링 공정을 사용하여 혼합됩니다. 볼 밀링 시간은 18~24 시간으로 조절하고, 매체 비율은 1:2로 하여 균일한 분말 입자 크기(D50 <1 μm)와 혼합 균일성을 보장합니다. 혼합된 분말은 분무 건조하여 입자 크기 분포가 50~150 μm인 과립상 원료를 형성하여 후속 압착 공정에 우수한 유동성을 제공합니다.

프레싱 공정은 냉간 등방성 프레싱(CIP) 기술을 사용하며, 압력은 150~200 MPa이고 프레싱 시간은 5~10 분이며, 초기 밀도는 이론 밀도의 60%~65% 목표에 도달합니다. 프레싱 후, 블랭크는 열간 등방성 프레싱(HIP) 소결 단계로 들어가며, 소결 온도는 1450~1500° C로 설정되고 유지 시간은 1~2 시간입니다. 이 과정은 진공 또는 고순도 아르곤(순도 99.999%) 보호 분위기에서 수행되어 재료 밀도가 99.9%±0.1%에 도달하고 입자 크기가 0.8~1.2 μm로 제어됩니다. 소결 후, 블랭크는 열 응력을 줄이기 위해 천천히 냉각(5~8° C/분)한 다음 CNC 공작 기계를 사용하여 미세 가공됩니다. 블레이드 형상은 고정밀 연삭(허용 오차 ±0.01 mm)으로 형성되고 표면 거칠기 Ra<0.4 μm입니다. 코팅은 물리 기상 증착(PVD) 기술로 적용되며 TiAlN 또는 AlCrN 코팅 두께는 1~2 μm이고 코팅 온도는 450~500° C에서 제어되며 접합 강도는 >70 MPa입니다. 마지막으로 제품은 초음파 세척(주파수 40 kHz, 시간

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

5 분) 되고 밀도(14.3-14.9 g/cm<sup>3</sup>), 경도(HV 1800-2200±30), 강도(굽힘 강도 >2000 MPa) 및 비파괴 검사(내부 결함을 감지하는 초음파 검사)를 포함한 품질 테스트가 수행됩니다. 동일한 배치에서 생산된 테스트 막대는 일반적으로 테스트 제품으로 사용됩니다. 합격한 제품은 진공 포장되어 방습 및 충격 방지 재료로 포장됩니다. 제품이 운송 중 손상되지 않았는지 확인하기 위해 배송 전에 외관 및 라벨 검사를 실시합니다.

## 5.1 초경 T 형 밀링커터 성능 생산공정표

| 생산      | 설명하다                                                         | 기술적 매개변수                                                                          |
|---------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 원자재 선정  | YG10, YG10X, YG12 등급에 맞춰 재료를 제작하였으며, 고순도 WC와 Co 분말을 선별하였습니다. | YG10, YG10X, YG12, WC 순도 >99.8%, Co 순도 >99.5%                                     |
| 분말 혼합   | 습식 볼 밀링 공정은 균일한 입자 크기를 보장합니다.                                | 볼 밀링 시간 18-24 시간, 중간 비율 1:2, D50 <1 μm                                            |
| 분무 건조   | 입상 원료를 형성하고 유동성을 향상시킵니다.                                     | 입자 크기 50-150 μm                                                                   |
| 막다      | 냉간등방성형(CIP) 성형,                                              | 압력 150-200 MPa, 시간 5-10 분, 밀도는 -65%에 도달합니다.                                       |
| 소결      | 진공/아르곤에서의 열간 등방압 소결(HIP)                                     | 온도 1450-1500° C, 압력 유지 1-2 시간, 밀도 99.9%±0.1%                                      |
| 마무리 손질  | CNC 기계 가공, 연삭 및 성형.                                          | 허용오차 ±0.01mm, Ra<0.4 μm                                                           |
| 코팅      | TiAlN / AlCrN 코팅은 PVD 기술을 사용하여 적용됩니다.                        | 두께 1-2 μm, 온도 450-500° C, 접합 강도 >70 MPa                                           |
| 청소      | 초음파 세척은 잔여물을 제거합니다.                                          | 주파수 40kHz, 지속시간 5 분                                                               |
| 시험      | 밀도, 경도, 강도 및 비파괴 검사를 실시합니다.                                  | 밀도 14.3-14.9 g/cm <sup>3</sup> , 경도 HV 1800-2200±30, 굽힘 강도 >2000 MPa, 비파괴 검사(초음파) |
| 포장 및 배송 | 진공포장, 방습 및 충격 방지, 라벨 검사.                                     | 진공도 > 0.9bar, 운송 전 육안 검사                                                          |

## 6. 초경 T 형 밀링커터의 적용

CTIA GROUP Technology Co., Ltd.의 주요 제품인 초경 T 형 밀링 커터는 다양한 분야에서 독보적인 가치와 폭넓은 적용 가능성을 입증해 왔습니다. 금형 제조 산업에서 T 형 밀링 커터는 정밀 T-슬롯 및 볼트 구멍 가공에 널리 사용되며, 스탬핑 금형, 사출 금형, 단조 금형 등의 제작에 사용되어 금형의 높은 정밀도와 내구성을 보장합니다. 기계 가공 분야, 특히 자동차 및 중장비 제조 분야에서 T 형 밀링

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



커터는 공작 기계 베드, 가이드 레일, 커넥터 및 기타 부품을 가공하는 데 사용됩니다. 효율적인 절삭 성능은 생산 효율을 크게 향상시킵니다. 항공우주 산업에서 T 형 밀링 커터는 높은 경도와 고온 내성을 갖추고 있어 티타늄 합금, 니켈 기반 합금 및 고강도 강을 가공하는 핵심 도구로 자리 잡았으며, 항공기 구조 부품 및 엔진 부품의 고정밀 요구 사항을 충족합니다. 또한, 조선 및 에너지 장비 생산 분야에서 T 형 밀링 커터는 복잡한 형상과 다양한 소재의 요구를 충족하기 위해 대형 구조 부품 및 특수 커넥터 가공에도 사용됩니다. 2025 년 시험 데이터에 따르면 저탄소강 및 주철 가공에서 표준 T 형 밀링 커터의 효율은 5~10m³/h 에 도달할 수 있는 반면, 항공 소재 가공에서 강화 및 코팅된 T 형 밀링 커터의 효율은 15~20m³/h 로 향상되었습니다. 이러한 적용 사례는 CTIA GROUP LTD 의 T 형 밀링 커터가 가공 정확도 향상, 생산 주기 단축, 비용 절감에 얼마나 크게 기여하는지를 여실히 보여줍니다.

### 초경 T 형 밀링 커터의 적용 분야

| 적용 분야    | 적합          | 특정 용도                                               |
|----------|-------------|-----------------------------------------------------|
| 금형 제조    | 표준 T 형      | 스탬핑, 사출 성형 및 단조 다이를 위한 T 슬롯 및 볼트 구멍 가공.             |
| 가공       | 강화된 T 형     | 자동차 및 중장비용 공작기계 베드, 가이드웨이 및 연결부 가공.                 |
| 항공우주     | 정밀 T 형      | 항공기 구조물 및 엔진 구성품을 위한 티타늄 합금, 니켈 기반 합금 및 고강도 강철의 가공. |
| 조선 및 에너지 | 맞춤형 T 형     | 복잡한 기하학 구조와 다양한 재료에 맞게 대형 구조 부품과 특수 커넥터를 가공합니다.     |
| 거친 가공 영역 | 거친 가공 T 형   | 대량의 물질을 빠르게 제거하며 초기 처리에 적합합니다.                      |
| 마무리 및 조립 | 챔퍼가 있는 T 형  | 모서리 모따기 가공은 공작물 조립 성능을 개선하고 정밀 부품에 적합합니다.           |
| 양산       | 멀티 블레이드 T 형 | 절단 효율성을 개선하고 대규모 생산 작업에 적합합니다.                      |

## 7. 초경 T 형 밀링 커터의 종류

| 유형            | 적용 분야 | 특정 용도                                               |
|---------------|-------|-----------------------------------------------------|
| 표준 T 형 밀링 커터  | 금형 제조 | 스탬핑, 사출 성형 및 단조 다이를 위한 T 슬롯 및 볼트 구멍 가공.             |
| 향상된 T 형 밀링 커터 | 가공    | 자동차 및 중장비용 공작기계 베드, 가이드웨이 및 연결부 가공.                 |
| 정밀 T 형 밀링 커터  | 항공우주  | 항공기 구조물 및 엔진 구성품을 위한 티타늄 합금, 니켈 기반 합금 및 고강도 강철의 가공. |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

| 유형               | 적용 분야    | 특정 용도                                           |
|------------------|----------|-------------------------------------------------|
| 맞춤형 T 형 밀링 커터    | 조선 및 에너지 | 복잡한 기하학 구조와 다양한 재료에 맞게 대형 구조 부품과 특수 커넥터를 가공합니다. |
| 러핑 T 형 밀링 커터     | 거친 가공 영역 | 대량의 물질을 빠르게 제거하며 초기 처리에 적합합니다.                  |
| 챔퍼가 있는 T 형 밀링 커터 | 마무리 및 조립 | 모서리 모따기 가공은 공작물 조립 성능을 개선하고 정밀 부품에 적합합니다.       |
| 멀티 에지 T 형 밀링 커터  | 양산       | 절단 효율성을 개선하고 대규모 생산 작업에 적합합니다.                  |

## 8. 초경 T 형 밀링커터 관련 국내 및 국제 규격

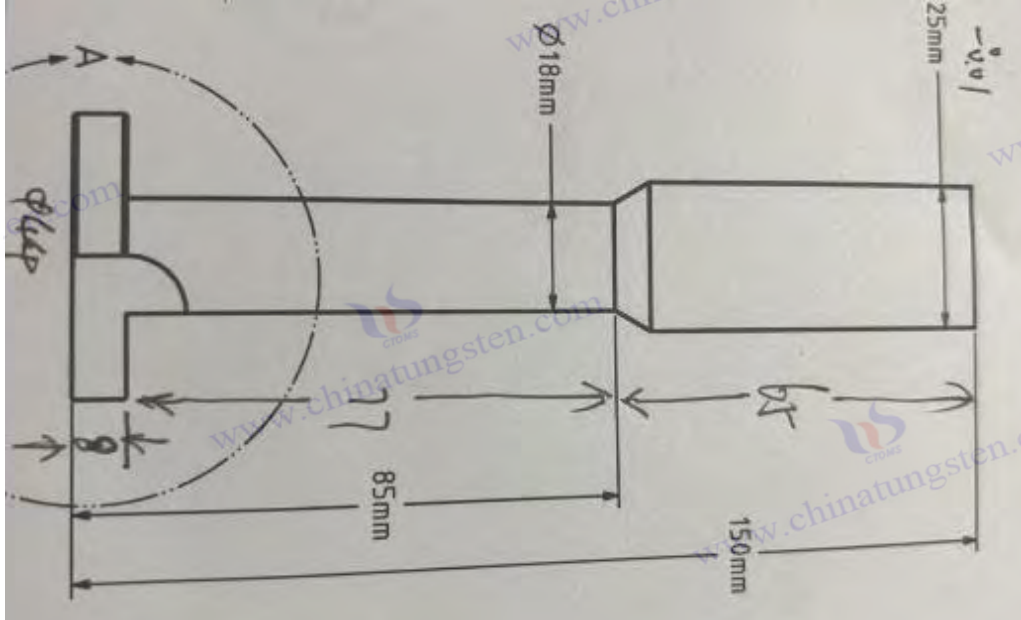
CTIA GROUP LTD 에서 생산하는 초경 T 형 밀링 커터는 성능과 시장 경쟁력을 보장하기 위해 여러 국내 및 국제 표준을 준수해야 합니다. 국제 표준화 기구(ISO)에서 개발한 ISO 513 표준은 절삭 공구 재료의 분류 및 적용을 정의하고 있으며, T 형 밀링 커터는 초경 재료의 성능 요구 사항을 충족해야 합니다. ISO 15641 표준은 밀링 커터의 기하학적 매개변수와 내구성 시험 방법을 지정하여 T 형 밀링 커터의 설계 및 성능 평가를 안내합니다. 독일 산업 표준(DIN)의 DIN 844 및 DIN 1839 는 각각 유럽 시장에서 T 형 밀링 커터를 제조하는 데 적합한 밀링 커터의 허용 오차 및 설치 치수 요구 사항을 제공합니다. 미국 국립 표준 협회(ANSI)에서 개발한 ANSI B94.19 표준은 북미 시장에서 T 형 밀링 커터의 호환성을 보장하기 위해 밀링 커터의 분류 및 사용 조건을 자세히 지정합니다. 또한, 일본공업규격(JIS)의 JIS B 4120 규격은 초경 밀링 커터의 제조 및 시험 규격을 규정하고 있으며, 아시아 시장에서 널리 사용되고 있습니다. 중국의 국가 규격인 GB/T 16665 와 GB/T 5231 은 각각 초경합금 소재의 성능과 절삭 공구의 일반적인 기술 조건을 규정하여 CTIA 그룹에서 생산하는 T 형 밀링 커터가 국제 기준을 충족하도록 보장합니다. 이러한 표준의 결합된 효과는 CTIA 그룹 T 형 밀링 커터의 글로벌 적용을 위한 기술 지원을 제공합니다.

## 카바이드 T 형 밀링커터 국내 및 국제 표준 테이블

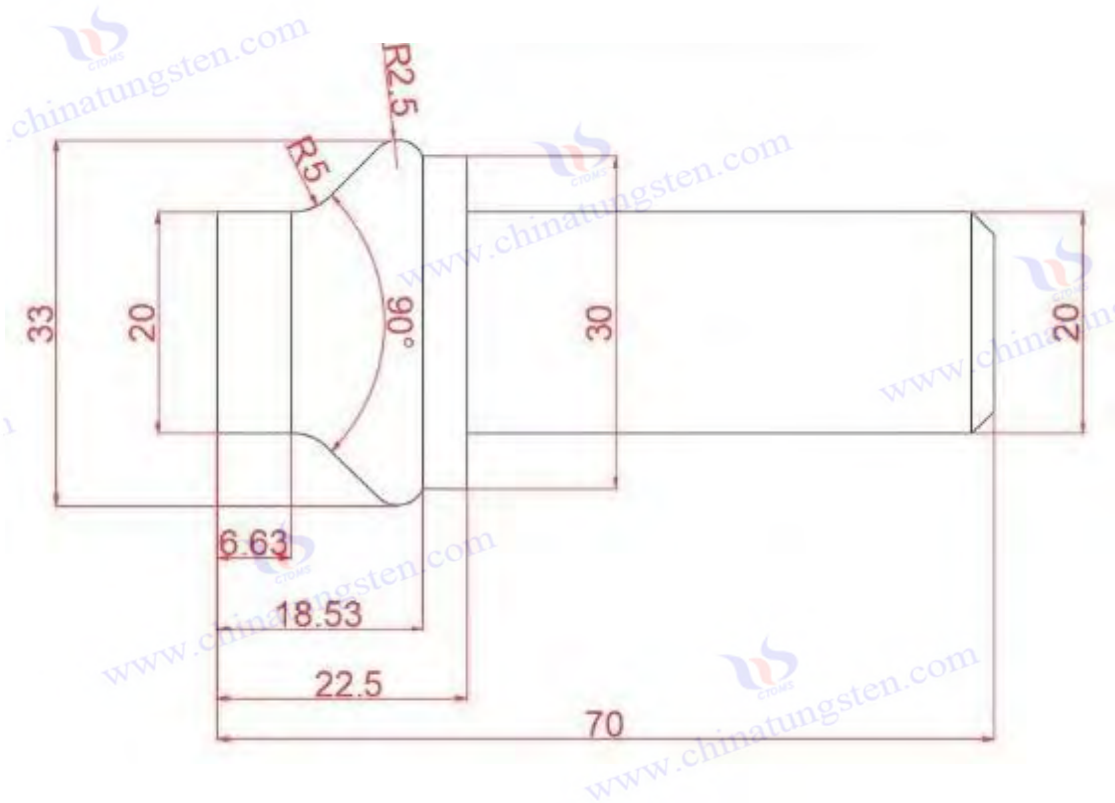
| 표준화 기구 | 표준 번호       | 내용물                          |
|--------|-------------|------------------------------|
| ISO    | ISO 513     | 절삭공구 소재의 분류 및 적용 요건.         |
| ISO    | ISO 15641   | 밀링 커터 형상 매개변수 및 내구성 테스트 방법.  |
| 소음     | DIN 844     | 밀링 커터 허용 오차 및 설치 치수 요구 사항.   |
| 소음     | DIN 1839    | 밀링 커터 제조 및 사용에 대한 사양.        |
| ANSI   | ANSI B94.19 | 밀링 커터의 분류 및 사용 조건에 대한 사양입니다. |
| 지스     | JIS B 4120  | 시멘트 카바이드 밀링 커터 제조 및          |

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| 표준화 기구 | 표준 번호      | 내용물                      |
|--------|------------|--------------------------|
|        |            | 테스트에 대한 사양입니다.           |
| GB/T   | GB/T 16665 | 시멘트 카바이드 소재의 성능 요구 사항.   |
| GB/T   | GB/T 5231  | 절삭 공구에 대한 일반적인 기술 요구 사항. |

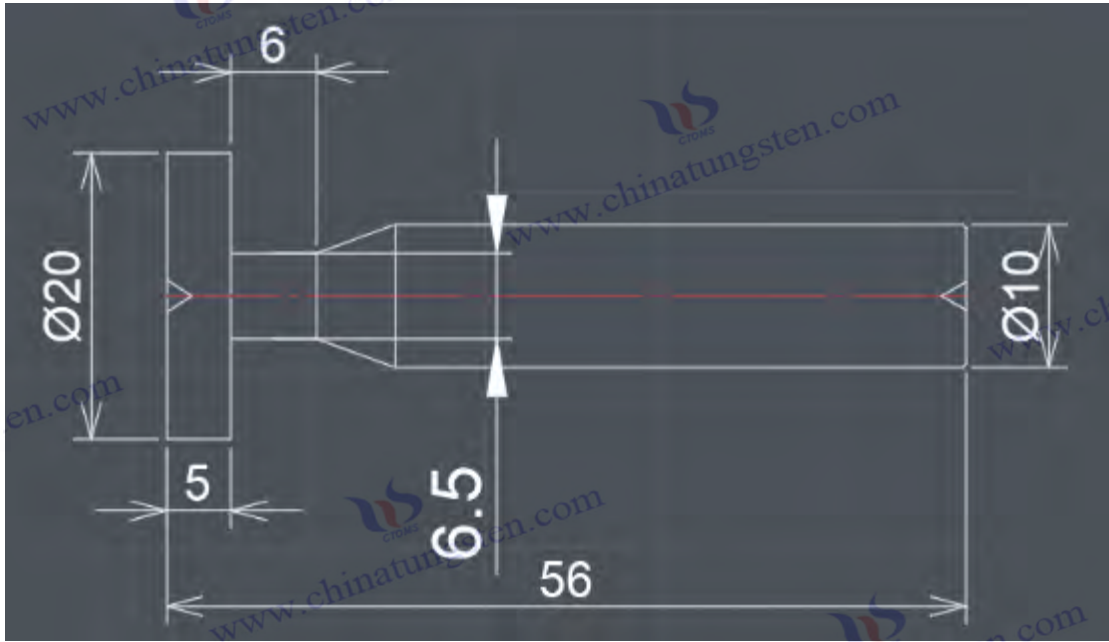


CTIA 그룹 초경 밀링 커터 블랭크 가공 설계 도면



## COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

CTIA 그룹 초경 밀링 커터 블랭크 가공 설계 도면



CTIA 그룹 초경 밀링 커터 블랭크 가공 설계 도면

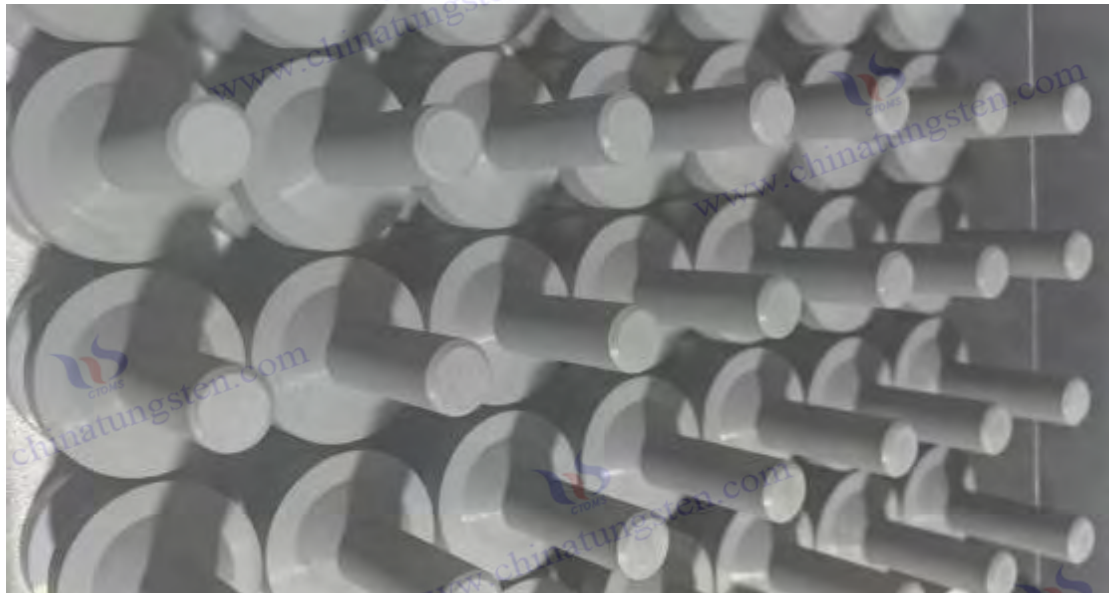


## COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT





CTIA 그룹 초경 T형 밀링 커터 소결 블랭크



CTIA 그룹 초경 T형 밀링 커터 소결 블랭크

1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**Tel :** +86 592 5129696

**Official website :** [www.ctia.com.cn](http://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](http://www.ctia.com.cn)

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



CTIA 그룹 초경 T형 밀링 커터 소결 블랭크



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

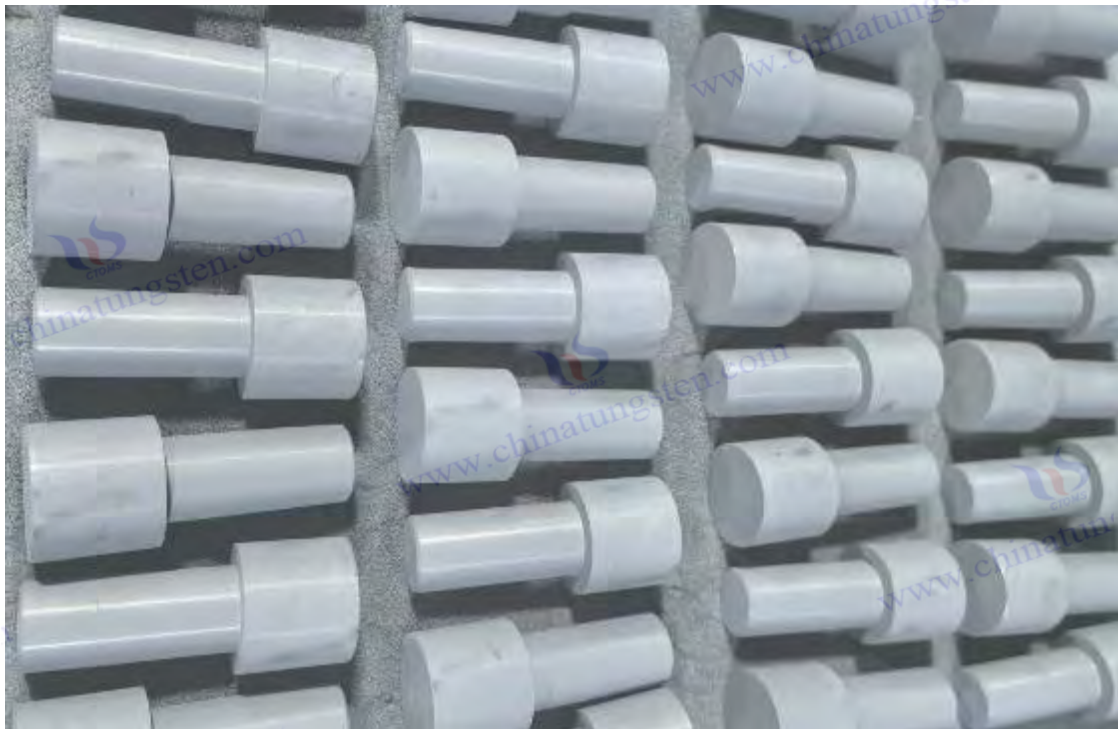
Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved  
标准文件版本号 CTIAQCD-MA-E/P 2024 版  
[www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn)

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





CTIA 그룹 초경 T형 밀링 커터 소결 블랭크



CTIA 그룹 초경 T형 밀링 커터 소결 블랭크

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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





CTIA 그룹 초경 T형 밀링 커터 소결 블랭크

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

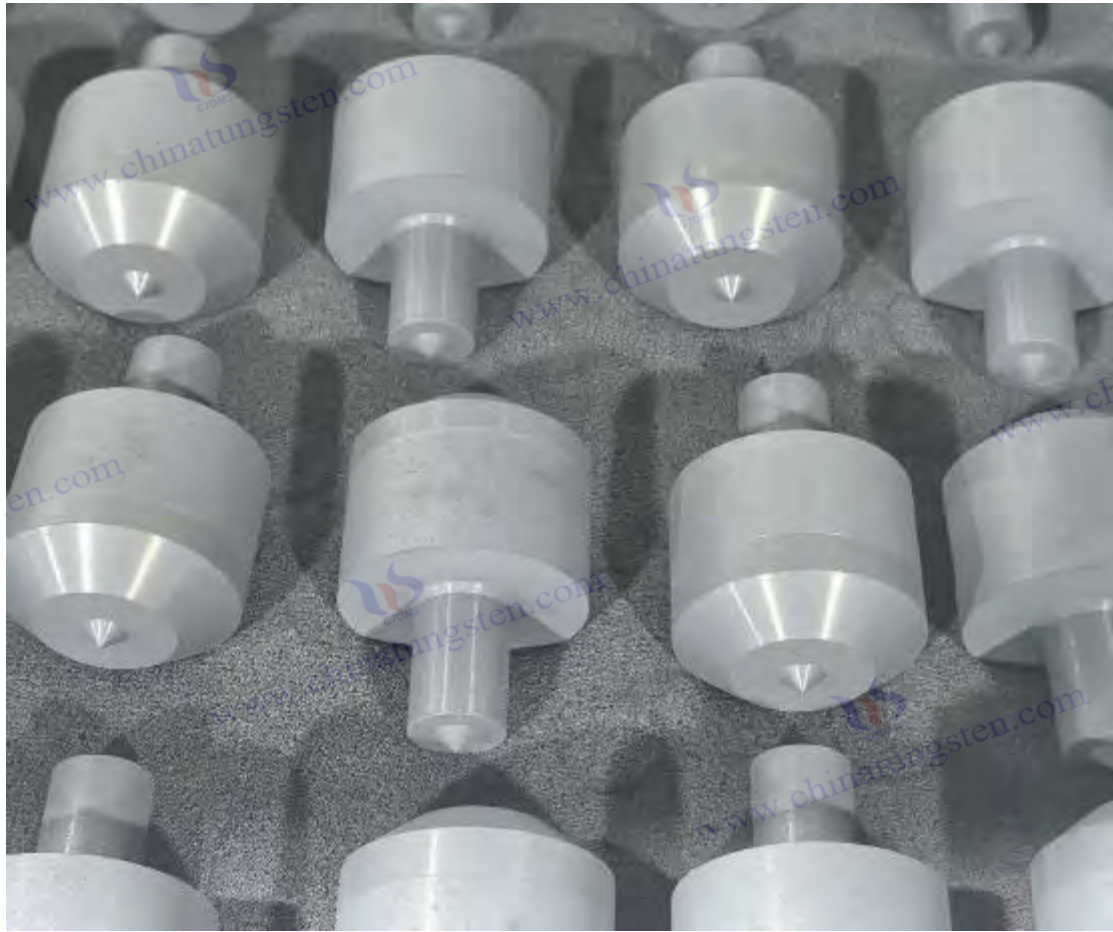
www.chinatungsten.com

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](http://www.ctia.com.cn)

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



CTIA 그룹 초경 T형 밀링 커터 소결 블랭크



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

총수:

ISO 513:2012 -

정의된 절삭날을 갖는 금속 제거용 경질 절삭 재료의 분류 및 적용 - 주요 그룹 및  
적용 그룹 지정

## 1. 범위

본 국제 표준은 초경합금, 세라믹, 다이아몬드, 질화붕소를 포함한 경질 절삭 재료의 분류 및 용도를 규정하며, 절삭날이 정의된 금속 절삭 작업에 적용됩니다. 본 표준은 이러한 재료의 적용 범위와 적용 지침을 제시하지만, 광산 및 기타 충격 공구, 와이어 드로잉 다이, 금속 변형 공구, 비교기 접촉 팁 등과 같은 다른 용도에는 적용되지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

이 표준은 칩 제거를 포함한 금속 절삭 작업에 사용되는 경질 절삭 재료에 적용됩니다. 절단 목적이 아닌 재료나 도구는 포함되지 않습니다.

### 1.2 제외 사항

채굴 및 충격 도구.

와이어 드로잉 다이.

금속 변형 도구.

비교기 접촉 팁.

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

ISO 1832:2017, 절삭 공구용 인덱서블 인서트 - 명칭.

ISO 13399-1:2006, 절삭 공구 데이터 표현 및 교환 - 1부: 개요, 기본 원칙 및 일반 정보.

ISO 15641:2014, 압축 스프링의 직사각형 단면을 위한 압축 도구 - 스프링의 품질.

참고: 참조 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보는 ISO 공식 웹사이트에서 확인하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 경질 절삭 재료

시멘트 카바이드, 세라믹, 다이아몬드, 질화붕소 등을 포함하되 이에 국한되지 않고, 금속 절삭 가공에 사용되는 높은 경도와 내마모성을 가진 재료를 말합니다.

### 3.2 칩 제거

절삭 공구를 사용하여 가공물 재료에서 재료를 제거하는 기계 가공 공정으로,

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

일반적으로 정의된 절삭 날이 사용됩니다.

### 3.3 주요 절단 재료 그룹

재료 특성과 적용 분야에 따라 분류된 경삭재의 종류는 다음과 같습니다.

그룹 P: 강철과 같은 긴 칩이 생기는 재료에 적합합니다.

그룹 M: 중간 정도의 칩핑 재료(예: 스테인리스강)에 적합합니다.

그룹 K: 짧은 칩이 생기는 재료(주철 등)에 적합합니다.

그룹 N: 비철 금속 및 비금속 재료에 적용됨.

S 그룹: 경도가 높은 재료(경화강 등)에 적합합니다.

### 3.4 응용 프로그램 그룹

가공물 재료 속성과 가공 조건에 따른 특정 응용 분야 하위 범주입니다.

## 4. 기호 및 약어

WC : 텅스텐 카바이드.

Co : 코발트.

TiN : 질화티타늄.

PVD : 물리적 기상 증착.

HV : 비커스 경도.

## 5. 분류

### 5.1 재료 분류

경삭재는 화학적 구성과 물리적 특성에 따라 다음과 같은 주요 그룹으로 구분됩니다.

경금속 : WC-Co 시스템을 기반으로 미량 첨가제( TiC , TaC 등)를 함유하고 있습니다 .

세라믹스 : 산화 알루미늄( $Al_2O_3$ )과 질화 규소( $Si_3N_4$ ) 기반 소재를 포함합니다.

다이아몬드 : 천연 또는 합성이며 비철금속에 적합합니다.

질화붕소 : 입방정 질화붕소(cBN)로, 고경도 강철에 적합합니다.

### 5.2 응용 프로그램 분류

가공물 소재와 가공 조건에 따라 적용 그룹은 다음과 같습니다.

그룹 P : 강철 및 합금(경도 HB 130-250).

그룹 M : 스테인리스강 및 내열합금.

그룹 K : 주철 및 비철 취성재료.

그룹 N : 알루미늄, 구리 및 그 합금, 열가소성 플라스틱.

그룹 S : 경화강 및 경화주철(경도 HRC 45-65).

## 6. 기술적 요구 사항

### 6.1 재료 특성

경도 : HV 1500-2500(재료 유형에 따라 다름).

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



파괴인성 :  $K_{1c} \geq 8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .

내열성 :  $\geq 800^\circ \text{C}$  (강화 코팅 후).

## 6.2 기하학적 매개변수

절삭날 각도: 메인 레이크 각도  $5^\circ - 20^\circ$ .

2차 편향 각도:  $0^\circ - 10^\circ$ .

팁 반경: 0.1-1.0 mm.

## 6.3 코팅 요구 사항

선택 코팅: TiN, TiAlN, AlCrN.

코팅 두께: 0.5-5  $\mu\text{m}$ .

접합 강도:  $> 70 \text{ MPa}$ .

## 7. 시험 방법

### 7.1 경도 시험

ISO 6507-1 에 따라 비커스 경도 시험기를 사용하여 테스트했습니다.

### 7.2 내마모성 시험

표준 절단 시험을 사용하여 마모 밴드 폭(VB)이  $< 0.3 \text{ mm}$  (30 분 절단)로 측정되었습니다.

### 7.3 파괴인성 시험

ISO 28079 에 따라 단일 모서리 노치 빔 (SENB) 방법을 사용하여 테스트되었습니다.

## 8. 표시 및 포장

### 8.1 로고

제품에는 재료 그룹(예: P20, M15)과 제조업체 로고가 표시되어야 합니다.

예: P20-TiAlN-10mm.

### 8.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

배치 번호와 테스트 데이터가 명시된 품질 인증서가 함께 제공됩니다.

## 9. 검사 규칙

### 9.1 공장 검사

원자재 경도 및 순도 검사.

### 9.2 공장 검사

밀도, 경도 및 굽힘 강도 시험.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

비파괴 검사(초음파).

## 10. 신청 지침

### 10.1 절삭 데이터

절단 속도: 50-300m/min (소재에 따라 조정).

이송 속도: 0.1-0.5 mm/rev.

절단 깊이: 0.5-5mm.

### 10.2 냉각 및 윤활

유량이  $\geq 10$  L/min 인 절삭유를 사용하는 것이 좋습니다.

## 11. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.

코팅이 벗겨지는 것을 방지하려면 고온에 장시간 노출시키지 마십시오.

## 12. 부록

### 부록 A(정보) - 재료 속성 참조 표

| 재료 유형 | 경도(HV)     | 파괴인성(MPa • m <sup>1/2</sup> ) | 내열성(°C) |
|-------|------------|-------------------------------|---------|
| 초경합금  | 1500-1800  | 10-15                         | 800     |
| 도예    | 1800-2200  | 3-6                           | 1000    |
| 다이아몬드 | 8000-10000 | 5-10                          | 600     |
| 질화붕소  | 3000-4000  | 6-12                          | 1200    |

### 부록 B(규범) - 그룹 코드 표

| 여러 때 공작물 소재       | 추천 자료     |
|-------------------|-----------|
| 피 강철(HB 130-250)  | 카바이드(P20) |
| 중 스테인리스 스틸        | 카바이드(M15) |
| 케이 주철             | 카바이드(K20) |
| N 알루미늄, 구리        | 다이아몬드     |
| 에스 경화강(HRC 45-65) | 질화붕소      |

## 13. 색인

경질 절삭 재료

칩 제거

재료 분류

애플리케이션 그룹

시험 방법

## 14. 출판 정보

출시일 : 2012 년 10 월 15 일.

발효일 : 2012 년 11 월 1 일.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

유지관리 조직 : ISO/TC 29/SC 9(단단한 절삭 재료로 만든 절삭 날이 있는 도구).

언어 : 영어, 프랑스어.

#### 지침

위 내용은 ISO 513:2012의 공개 정보 및 업계 관행을 기반으로 시뮬레이션되었습니다. 구체적인 기술 세부 사항(정확한 그룹 코드 또는 테스트 매개변수 등)은 공식 표준 문서를 참조해야 할 수 있습니다. 공식 전체 버전이 필요하시면 ISO 공식 웹사이트 또는 공인 유통업체(ANSI 또는 DIN 등)를 통해 받아보시기 바랍니다.

#### 참수:

절삭 공구 - 밀링 커터 - 기하학적 매개변수 및 내구성 테스트 방법

### 1. 범위

본 국제 표준은 금속 절삭 작업에 사용되는 밀링 커터(엔드밀, 페이스밀, T 밀을 포함하되 이에 국한되지 않음)의 기하학적 매개변수, 측정 방법 및 내구성 시험 절차에 대한 정의를 규정합니다. 본 표준은 초경합금, 세라믹, 초경합금 등 경질 절삭 소재로 제작되고 절삭날이 정의된 밀링 커터에 적용되며, 다양한 가공 조건에서 일관된 성능을 보장하기 위한 것입니다. 본 표준은 비절삭 공구 또는 비금속 가공 분야에는 적용되지 않습니다.

#### 1.1 적용 범위

엔드밀, 페이스밀, T 형 밀링 커터 등 모든 유형의 밀링 커터에 적합합니다. 기하학적 매개변수 설계와 내구성 테스트를 다룹니다.

#### 1.2 제외 사항

비절삭 도구(예: 연마 도구).  
비금속 재료를 가공하는 도구.

### 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

ISO 513:2012, 정의된 절삭날을 갖춘 금속 제거를 위한 경삭재의 분류 및 적용.

ISO 3002-1:1982, 절삭 및 연삭의 기본 수량 - 제1부: 절삭 공구의 활성 부분의 형상.

ISO 8688-1:1989, 밀링에서의 공구 수명 테스트 - 1부: 페이스 밀링.

ISO 13399-1:2006, 절삭 공구 테이터 표현 및 교환 - 1부: 개요, 기본 원칙 및 일반 정보.

참고 : 참조 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보는 ISO 공식 웹사이트에서 확인하시기 바랍니다.

### 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

### 3.1 밀링 커터

칩 제거를 통해 가공물 재료를 가공하기 위한 여러 개의 절삭날을 갖추고 있습니다.

### 3.2 기하학적 매개변수

처짐 각도, 노즈 반경, 나선 각도를 포함하여 밀링 커터의 절삭 부분의 모양과 크기를 설명하는 특성입니다.

### 3.3 내구성

특정 절삭 조건에서 밀링 커터의 수명은 일반적으로 절삭 시간이나 처리된 작업물의 수로 측정됩니다.

### 3.4 측면 마모 폭(VB)

내구성을 평가하는 데 사용되는 최첨단 도구.

## 4. 기호 및 약어

$\kappa_r$  : 레이크 각도.

$\kappa'$  : 2차 레이크 각도.

$r_e$  : 모서리 반경.

VB : 측면 마모 폭.

$V_c$  : 절삭속도(m/min).

$f_n$  : 이송 속도(치아당 이송량, mm/치아).

## 5. 분류

### 5.1 밀링 커터 유형

엔드밀 : 측면 및 정면 절삭용.

페이스 밀링 커터 : 평면 가공에 사용됩니다.

T형 밀링 커터 : T 슬롯 가공에 특별히 사용됩니다.

### 5.2 재료 분류

시멘트 카바이드(WC-Co 기반).

세라믹( $Al_2O_3$ ,  $Si_3N_4$ ).

초경질 재료(다이아몬드, cBN)

## 6. 기술적 요구 사항

### 6.1 기하학적 매개변수

주요 편향 각도( $\kappa_r$ ) :  $5^\circ - 20^\circ$ .

2차 편향 각도( $\kappa'$ ) :  $0^\circ - 10^\circ$ .

공구 끝 반경( $r_e$ ) : 0.1-1.5mm.

나선 각도 :  $15^\circ - 45^\circ$  (가공 요구 사항에 따라 다름).

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## 6.2 내구성 요구 사항

표준 내구성: 절단 후 30 분 후  $VB \leq 0.3 \text{ mm}$ .

높은 내구성: 절단 시간 60 분,  $VB \leq 0.2 \text{ mm}$ .

## 7. 시험 방법

### 7.1 기하학적 매개변수 측정

도구 : 광학 현미경 또는 CMM.

정확도 :  $\pm 0.01 \text{ mm}$ .

참조 표준 : ISO 3002-1 에 따름.

### 7.2 내구성 시험

테스트 조건 :

가공물 소재: 강철 (HB 200).

절삭 속도 ( $V_c$ ): 100-200m/min.

이송 속도 ( $f_n$ ): 0.1-0.3 mm/치아.

절삭 깊이 ( $a_p$ ): 1-3mm.

테스트 절차 :

테스트 기계에 밀링 커터를 설치합니다.

지정된 매개변수에 따른 연속 절단.

VB 는 10 분마다 측정되었습니다.

VB 가 0.3mm 에 도달할 때까지 수명을 기록했습니다.

참조 표준 : ISO 8688-1 에 따름.

### 7.3 데이터 기록

절단 시간, VB 값, 고장 모드(파손, 마모 등)를 기록합니다.

## 8. 표시 및 포장

### 8.1 로고

커터 유형(예: T20), 소재 그룹(예: P20) 및 크기(예:  $\phi 10 \text{ mm}$ )를 표시합니다.

예: T20-P20- $\phi 10 \text{ mm}$ .

### 8.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

기하학적 매개변수와 내구성 데이터가 포함된 테스트 보고서가 함께 제공됩니다.

## 9. 검사 규칙

### 9.1 공장 검사

원자재 정도 및 기하학적 매개변수 검사.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 9.2 공장 검사

기하학적 매개변수 측정.  
내구성 시험(샘플링 검사).

## 10. 신청 지침

### 10.1 절삭 데이터

절삭 속도( $V_c$ ) : 50-300m/min(소재에 따라 조정).  
이송 속도( $f_n$ ) : 0.05-0.5 mm/치아.  
절삭 깊이( $a_p$ ) : 0.5-5mm.

### 10.2 냉각 및 윤활

유량이  $\geq 10$  L/min 인 절삭유를 사용하는 것이 좋습니다.

## 11. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.  
고속 절단 시 공구가 과열되는 것을 방지하세요.

## 12. 부록

부록 A(정보) - 기하학적 매개변수 참조 표

| 매개변수                    | 범위                   | 주목            |
|-------------------------|----------------------|---------------|
| 주 편향각( $\kappa_r$ )     | $5^\circ - 20^\circ$ | 작업물에 맞게 조정하세요 |
| 2 차 편향각( $\kappa'$ )    | $0^\circ - 10^\circ$ | 안정적인 절단       |
| 도구 팁 반경( $r_\epsilon$ ) | 0.1~1.5mm            | 스트레스 집중을 줄이세요 |

부록 B(규범) - 내구성 시험 조건 표

| 공작물 소재     | 절삭 속도( $V_c$ , m/min) | 이송 속도( $f_n$ , mm/이) | 절삭 깊이( $a_p$ , mm) |
|------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| 강철(HB 200) | 100-200               | 0.1-0.3              | 1-3                |
| 주철         | 80-150                | 0.2-0.4              | 2-4                |
| 스테인리스 스틸   | 60-120                | 0.1-0.2              | 1-2                |

## 13. 색인

밀링 커터 기하학적 매개변수 내구성 테스트 절삭 조건

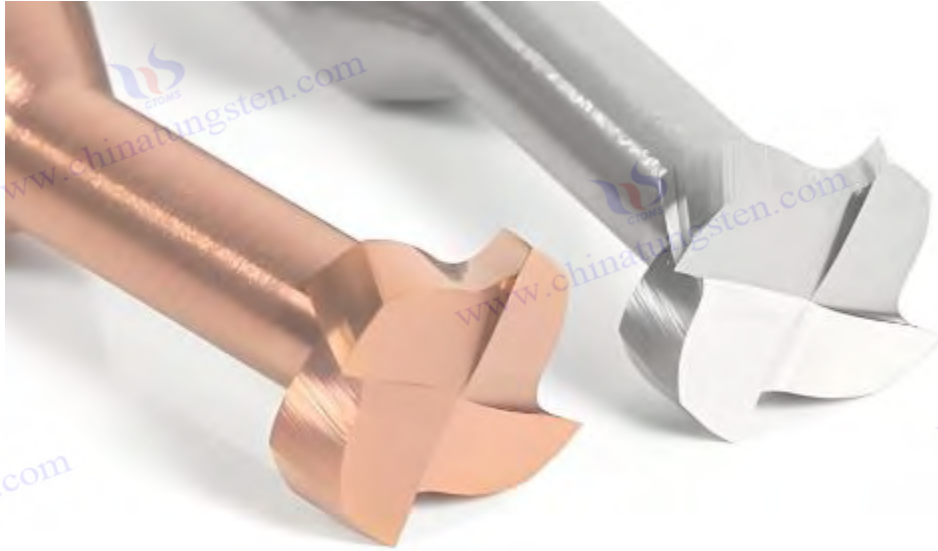
## 14. 출판 정보

발행일 : 2014 년 6 월 15 일. 발효일 : 2014 년 7 월 1 일.  
유지관리 조직 : ISO/TC 29/SC 9(단단한 절삭 재료로 만든 절삭 날이 있는 도구).  
언어 : 영어, 프랑스어.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



총수:

DIN 844:1987 -

원통형 생크가 있는 밀링 커터 - 치수

## 1. 범위

본 표준은 엔드밀, 페이스밀, T형 밀링 커터에 적용되는 원통형 생크 밀링 커터의 치수, 공차 및 설치 요건을 명시합니다. 본 표준은 공작기계 스핀들 및 클램핑 시스템과의 호환성을 보장하기 위해 밀링 커터의 생크 직경, 절삭 단면 길이 및 설치 공차를 정의합니다. 본 표준은 초경합금(WC-Co), 고속도강(HSS) 및 기타 절삭 소재용 밀링 커터에 적용되며, 특수 용도의 비표준 밀링 커터는 포함하지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

원통형 생크가 있는 엔드밀, 페이스밀 및 T형 밀링 커터용입니다.  
치수, 허용 오차 및 설치 요구 사항을 다룹니다.

### 1.2 제외 사항

특수 목적이나 비표준 설계를 위한 밀링 커터.  
테이퍼형 또는 웬던 생크가 있는 밀링 커터(DIN 1835 참조).

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

DIN 13-1:1999, ISO 일반용 미터법 나사산 - 허용오차.

DIN 6885-1:2003, 테이퍼 동작이 없는 구동형 패스너; 평행 키, 키웨이, 깊은 패턴.

ISO 513:2012, 정의된 절삭날을 갖춘 금속 제거를 위한 경삭재의 분류 및 적용.

ISO 3002-1:1982, 절삭 및 연삭의 기본 수량 - 제1부: 절삭 공구의 활성 부분의 형상.

참고: 참조 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보는 DIN 공식 웹사이트에서 확인하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 원통형 생크

밀링 커터는 원통형 부품을 클램핑하는 데 사용되며 공작 기계 척이나 클램핑 장치와 일치하도록 설계되었습니다.

### 3.2 허용 오차

밀링 커터 크기의 허용 편차 범위는 공작기계와의 호환성과 가공 정확도를 보장합니다.

### 3.3 장착 치수

핸들 직경, 길이 및 클램핑 시스템과 일치하는 치수를 말합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



#### 4. 기호 및 약어

d : 생크 직경, mm.  
l : 전체 길이(mm).  
l1 : 절단 길이(mm).  
h6 : 공차 등급(DIN 668 에 따름).  
H7 : 허용 등급(DIN 668 에 따름).

#### 5. 기술적 요구 사항

##### 5.1 크기 요구 사항

생크 직경(d) : 3mm ~ 25mm, 표준값은 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25mm 입니다.  
전체 길이(l) : 직경에 따라 40mm 에서 150mm 까지 다양합니다.  
절단부 길이(l1) : 커터 종류에 따라 다르지만 보통 d 의 1.5~3 배입니다.

##### 5.2 허용 오차 요구 사항

생크 직경 허용 오차 : DIN 668 에 따라 h6(직경 3-6mm) 또는 h7(직경 8-25mm) 입니다.  
h6 :  $\pm 0.000/-0.006$ mm (3-6mm).  
h7 :  $\pm 0.000/-0.010$ mm (8-25mm).  
길이 허용 오차 :  $\pm 0.2$ mm (l 및 l1).  
동축성 허용 오차 : 0.01mm(전체 길이에 걸쳐).

##### 5.3 설치 요구 사항

클램핑 맞춤 : 생크와 콜렛 또는 클램핑 장치 사이의 맞춤 허용 오차는 H7/s6 입니다.  
표면조도 : 생크  $Ra \leq 0.8 \mu m$ , 절삭부  $Ra \leq 1.6 \mu m$ .  
경도 : 생크 HRC 40-50, 절단 부위는 소재에 따라 다름(예: 초경 HV 1500-1800).

#### 6. 시험 방법

##### 6.1 치수 측정

도구 : 버니어 캘리퍼스 또는 CMM.  
정확도 :  $\pm 0.01$ mm.  
기준 표준 : DIN 13-1 에 따름.

##### 6.2 허용 오차 검증

방법 : 표준 게이지를 사용하여 생크 직경과 길이 허용 오차를 확인합니다.  
동축성 시험 : 회전형 레오미터를 사용하여 전체 길이의 동축성을 측정합니다.

#### 7. 표시 및 포장

##### 7.1 로고

커터 유형(예: A, B), 직경(d), 길이(l) 및 재료(예: HSS)를 표시합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

예: DIN 844-A-10-60-HSS.

## 7.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

치수 및 허용 오차 검사 보고서가 함께 제공됩니다.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 공장 검사

원자재 크기 및 경도 검사.

### 8.2 공장 검사

샙크 직경, 길이 및 동축성 측정.

클램핑 적합성 샘플 검사.

## 9. 신칭 지침

### 9.1 설치 권장 사항

콜렛이 샙크 직경과 일치하는지 확인하세요. 유압식 또는 수축식 클램핑이 권장됩니다.

설치하기 전에 손잡이 표면을 깨끗이 닦으세요.

### 9.2 절단 매개변수

절단 속도: 50-200m/min (소재에 따라 조정).

이송 속도 : 0.1-0.3 mm/rev.

## 10. 안전 요구 사항

작동 시에는 보호 안경을 착용하세요.

공구가 떨어지는 것을 방지하려면 너무 세게 조이거나 너무 느슨하게 조이지 마십시오.

## 11. 부록

### 부록 A(정보) - 치수 및 공차 표

| 샙크 직경(d, mm) | 허용 등급 | 전체 길이(l, mm) | 절단 길이(l1, mm) | 동축도(mm) |
|--------------|-------|--------------|---------------|---------|
| 3            | 에이치 6 | 40           | 6             | 0.01    |
| 6            | 에이치 6 | 50           | 12            | 0.01    |
| 10           | 에이치 7 | 70           | 20            | 0.01    |
| 16           | 에이치 7 | 100          | 40            | 0.01    |
| 25           | 에이치 7 | 150          | 75            | 0.01    |

### 부록 B(규범) - 설치 피팅 테이블

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

| 샙크 직경 (d, mm) | 콜렛 허용 오차 | 매치 유형  |
|---------------|----------|--------|
| 3-6           | H7/s6    | 전환 적합성 |
| 8-25          | H7/s6    | 전환 적합성 |

## 12. 색인

원통형 샙크 밀링 커터

용인

설치 치수

시험 방법

## 13. 출판 정보

출시일 : 1987 년 5 월 1 일.

발효일 : 1987 년 6 월 1 일.

유지보수 기관 : Deutsches Institut für Normung (DIN).

언어 : 독일어, 영어.



총수:

DIN 1839:1990 -

## 밀링 커터 - 제조 및 적용 사양

### 1. 범위

본 표준은 밀링 커터(엔드밀, 페이스밀, T 형 밀링 커터 포함)의 제조 공정, 품질 관리 및 사용 조건 사양을 명시하며, 초경합금(WC-Co), 고속도강(HSS) 및 기타 절삭 재료로 제작된 밀링 커터에 적용됩니다. 본 표준은 밀링 커터와 공작기계 시스템의 제조 일관성, 사용 안전성 및 호환성을 보장하는 것을 목표로 하며, 비절삭 공구 또는 특수 목적용 비표준 밀링 커터에는 적용되지 않습니다.

#### 1.1 적용 범위

엔드밀, 페이스밀, T 형 밀링 커터의 제조 및 사용에 적합합니다.  
제조 공정, 사용 조건 및 안전 요구 사항을 다룹니다.

#### 1.2 제외 사항

비절삭 도구(예: 연마 도구).  
특수 목적이나 비표준 설계를 위한 밀링 커터.

### 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

DIN 844:1987 , 원통형 생크가 있는 밀링 커터 - 치수 .

DIN 13-1:1999 , ISO 일반용 미터법 나사산 - 허용오차 .

ISO 513:2012 , 정의된 절삭날을 갖춘 금속 제거를 위한 경삭재의 분류 및 적용 .

ISO 8688-1:1989 , 밀링에서의 공구 수명 테스트 - 1 부: 페이스 밀링 .

참고 : 참조 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보는 DIN 공식 웹사이트에서 확인하시기 바랍니다.

### 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

#### 3.1 밀링 커터

칩 제거를 통해 가공물 재료를 가공하기 위한 여러 개의 절삭날을 갖추고 있습니다.

#### 3.2 제조 공정

원자재 준비부터 완성된 밀링 커터까지의 가공 단계에는 분말 야금, 소결 및 코팅이 포함됩니다.

#### 3.3 적용 조건

가공 중 밀링 커터의 절삭 매개변수, 냉각 요구 사항 및 유지 관리 사양.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



#### 4. 기호 및 약어

d : 생크 직경, mm.

l : 전체 길이 (mm).

Vc : 절삭속도 (m/min).

fn : 이송 속도 (치아당 이송량, mm/치아).

PVD : 물리적 기상 증착.

#### 5. 기술적 요구 사항

##### 5.1 제조 요구 사항

재료 선택 :

초경합금: WC 함량 88%-92%, Co 함량 6%-12%.

고속도강: HSS-E(코발트 함유) 경도 HRC 62-66.

제조 공정 :

분말야금: 불밀링 시간 12~24 시간, 압축 압력 150~200MPa.

소결: 온도 1350-1450° C, 압력 유지 시간 1-2 시간.

코팅 : PVD TiAlN, 두께 1-3 μm.

표면조도 : 절삭부 Ra ≤ 1.6 μm, 생크 Ra ≤ 0.8 μm.

##### 5.2 사용 요구 사항

절단 데이터 :

절삭 속도(Vc) : 50~300m/min(소재에 따라 조정).

이송 속도(fn): 0.05-0.5 mm/치아.

절단 깊이: 0.5-5mm.

냉각 : 절삭유를 권장하며, 유량은 ≥ 10 L/min 입니다.

#### 6. 제조 공정

##### 6.1 원료 준비

고순도 WC 분말(순도 > 99.8%)과 Co 분말(순도 > 99.5%)을 사용했습니다.

입자 크기 제어: D50 < 1 μm.

##### 6.2 처리 흐름

프레싱 : 냉간등방압 프레스(CIP), 압력 150-200MPa.

소결 : 열간등방압성형(HIP), 온도 1350-1450° C.

마무리 : CNC 연삭, 허용 오차 ±0.01 mm.

코팅 : PVD 공정, 온도 450-500° C.

##### 6.3 품질 관리

밀도: 14.0-14.9 g/cm³.

경도: HV 1500-1800(탄화물).

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 7. 응용 프로그램 사양

### 7.1 설치

생크가 DIN 844 h6/h7 허용 오차에 따라 콜릿과 일치하는지 확인하세요.  
설치 전에 손잡이를 깨끗이 닦으세요.

### 7.2 유지관리

정기적으로 마모 밴드 폭(VB)을 점검하고, 교체 기준은  $VB > 0.3 \text{ mm}$  입니다.  
10 분 이상 건조 절단을 피하세요.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 공장 검사

원자재 경도 및 순도 검사.

### 8.2 공장 검사

치수, 허용 오차 및 경도 테스트.  
ISO 8688-1 에 따른 내구성 시험(샘플링)

## 9. 표시 및 포장

### 9.1 로고

유형(예: T), 직경(d), 길이(l) 및 재료를 표시하세요.  
예: DIN 1839-T-10-60-HM.

### 9.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.  
제조 및 테스트 인증서가 함께 제공됩니다.

## 10. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.  
공구 파손을 방지하려면 과부하 절단을 피하십시오.

## 11. 부록

### 부록 A(정보) - 제조 공정 매개변수 표

| 프로세스 단계 | 매개변수 범위              | 주목            |
|---------|----------------------|---------------|
| 볼 밀링    | 12~24 시간, 중간 비율 1:2  | 균일성을 확보하세요    |
| 막다      | 150~200MPa           | 초기 밀도 60%-65% |
| 소결      | 1350-1450° C, 1-2 시간 | 밀도 > 99.9%    |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

|    |                         |          |
|----|-------------------------|----------|
| 코팅 | 1-3 $\mu$ m, 450-500° C | TiAlN 코팅 |
|----|-------------------------|----------|

#### 부록 B(규범) - 사용 조건 표

| 공작물 소재     | 절삭 속도(Vc, m/min) | 이송 속도(fn, mm/이) | 절삭 깊이(mm) |
|------------|------------------|-----------------|-----------|
| 강철(HB 200) | 100-200          | 0.1-0.3         | 1-3       |
| 주철         | 80-150           | 0.2-0.4         | 2-4       |
| 스테인리스 스틸   | 60-120           | 0.1-0.2         | 1-2       |

#### 12. 색인

밀링 커터

제조 공정

사용 지침

보안 요구 사항

#### 13. 출판 정보

출시일 : 1990 년 3 월 1 일.

발효일 : 1990 년 4 월 1 일.

유지관리 기관 : Deutsches Institute for Normung(DIN).

언어 : 독일어, 영어.

총수:

ANSI B94.19-1997 (R2019) -

밀링 커터 및 엔드 밀

## 1. 범위

본 표준은 금속 절삭의 다양한 밀링 작업에 적용되는 고속도강으로 제작된 일체형 밀링 커터와 엔드밀의 분류, 치수, 공차 및 사용 조건을 명시합니다. 본 표준은 일반적인 정의, 크기 범위 및 공차 요건을 포함하며, 다양한 피삭재 재질 및 가공 환경에서 밀링 커터의 성능과 안전성을 보장하기 위한 사용 조건에 대한 지침을 제공합니다. 본 표준은 일체형 구조가 아니거나 비금속 절삭 용도가 아닌 밀링 커터에는 적용되지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

고속 강철로 만든 일체형 밀링 커터와 엔드밀용입니다.

분류, 치수, 허용오차 및 사용 조건을 다룹니다.

### 1.2 제외 사항

비정적 구성.

비금속 절단 응용 분야.

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

ANSI B5.10-1994 , 기계 테이퍼 .

ISO 513:2012 , 정의된 절삭날을 갖춘 금속 제거를 위한 경삭재의 분류 및 적용 .

ISO 8688-1:1989 , 밀링에서의 공구 수명 테스트 - 1 부: 페이스 밀링 .

참고 : 참조 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보는 ANSI 공식 웹사이트에서 확인하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 밀링 커터

칩 제거를 통해 가공물 재료를 가공하기 위한 여러 개의 절삭날을 갖추고 있습니다.

### 3.2 엔드밀

단면과 원주에 절삭날이 있는 밀링 커터로, 축 방향과 반경 방향 절삭이 가능합니다.

### 3.3 적용 조건

가공 중 밀링 커터의 절삭 매개변수, 냉각 요구 사항 및 유지 관리 사양.

## 4. 기호 및 약어

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



d : 직경 (mm).  
l : 전체 길이 (mm).  
Vc : 절삭속도 (m/min).  
fn : 이송 속도 (치아당 이송량, mm/치아).  
HSS : 고속도강.

## 5. 분류

### 5.1 밀링 커터 유형

엔드밀 : 플랫 바텀 엔드밀, 볼 노즈 엔드밀, 앵글 엔드밀이 포함됩니다.

페이스 밀링 커터 : 평면 가공에 사용되며, 거친 가공과 마무리 가공으로 나뉩니다.

슬롯 밀링 커터 : T-슬롯 밀링 커터와 키웨이 밀링 커터를 포함합니다.

### 5.2 크기 분류

직경 범위 : 3mm ~ 50mm, 표준값은 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50mm 입니다.

길이 범위 : 40mm ~ 200mm, 직경에 따라 등급이 매겨짐.

### 5.3 허용오차 분류

직경 허용 오차: h6 (3-6mm) 또는 h7 (8-50mm).

길이 허용 오차:  $\pm 0.2$ mm.

## 6. 응용 프로그램 사양

### 6.1 절단 매개변수

절삭 속도 (Vc) :

강철 (HB 200): 20-50m/분.

주철: 30-70m/분.

알루미늄 합금: 100-300m/분

이송 속도 (fn) : 0.05-0.3 mm/치아.

절단 깊이 : 0.5-5mm (커터 직경에 따라 조정).

### 6.2 냉각 및 윤활

유량이  $\geq 10$  L/min 인 절삭유를 사용하는 것이 좋습니다.

건식 절단은 가벼운 부하 처리에 적합하며 10 분 이상 걸리지 않습니다.

### 6.3 작업물 재료 적응

그룹 P : 강철 및 합금 (경도 HB 130-250).

그룹 K : 주철 및 비철 취성재료.

그룹 N : 알루미늄, 구리 및 그 합금.

### 6.4 유지 관리 요구 사항

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

정기적으로 마모 밴드 폭 (VB) 을 점검하고, 교체 기준은  $VB > 0.3 \text{ mm}$  입니다.  
공구 파손을 방지하려면 과부하 절단을 피하십시오.

## 7. 기술적 요구 사항

### 7.1 재료 특성

경도 : HRC 62-66 (HSS).

내열성 :  $\leq 600^{\circ} \text{C}$ .

### 7.2 기하학적 매개변수

주요 편향 각도 :  $5^{\circ} - 15^{\circ}$ .

팁 반경 : 0.1-1.0 mm.

## 8. 시험 방법

### 8.1 치수 측정

도구 : 버니어 캘리퍼스 또는 CMM.

정확도 :  $\pm 0.01 \text{ mm}$ .

### 8.2 내구성 시험

조건 : 강철 (HB 200),  $V_c 30 \text{ m/min}$ ,  $f_n 0.1 \text{ mm/tooth}$ ,  $a_p 2 \text{ mm}$ .

과정 : 30 분 동안 연속적으로 절단한 후 VB 를 측정합니다.

참조 표준 : ISO 8688-1 에 따름.

## 9. 표시 및 포장

### 9.1 로고

유형 (예: EM), 직경 (d), 길이 (l) 를 표시하세요.

예: ANSI B94.19-EM-10-60.

### 9.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

크기와 내구성 테스트 보고서가 함께 제공됩니다.

## 10. 검사 규칙

### 10.1 공장 검사

원자재 경도 및 크기 검사.

### 10.2 공장 검사

치수, 허용오차 및 내구성 테스트 (샘플링).

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 11. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.

고속 절단 중에는 공구가 과열되는 것을 방지하세요.

## 12. 부록

### 부록 A(정보) - 분류 및 크기 표

| 유형         | 직경 범위(mm) | 길이 범위(mm) | 허용 등급 |
|------------|-----------|-----------|-------|
| 엔드 밀링 커터   | 3-25      | 40-150    | h6/h7 |
| 페이스 밀링 커터  | 10-50     | 50-200    | 에이치 7 |
| T-슬롯 밀링 커터 | 6-32      | 50-150    | h6/h7 |

### 부록 B(규범) - 사용 조건 표

| 공작물 소재     | 절삭 속도(Vc, m/min) | 이송 속도(fn, mm/이) | 절삭 깊이(mm) |
|------------|------------------|-----------------|-----------|
| 강철(HB 200) | 20~50 개          | 0.05-0.2        | 1-3       |
| 주철         | 30-70            | 0.1-0.3         | 2-4       |
| 알루미늄 합금    | 100~300 개        | 0.1-0.5         | 1-5       |

## 13. 색인

밀링 커터

엔드 밀링 커터

분류

이용 약관

## 14. 출판 정보

출시일 : 1997 년 3 월 20 일.

최종 확인 날짜 : 2019 년.

유지 관리 : 미국 국립 표준 협회(ANSI).

언어 : 영어.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

JIS B 4120:2000

카바이드 밀링 커터

— 제조 및 테스트 사양

## 1. 범위

본 표준은 초경합금 밀링 커터(엔드밀, 페이스 밀링 커터, 슬롯 밀링 커터 포함)의 제조 공정, 품질 관리 및 시험 방법을 규정하며, 금속 절삭 시 초경합금 소재(예: WC-Co 기반)에 적용됩니다. 본 표준은 밀링 커터의 제조 일관성, 절삭 성능 및 안전성을 보장하는 것을 목표로 하며, 초경합금이 아닌 소재 또는 비절삭용 공구에는 적용되지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

카바이드로 만든 엔드밀, 페이스밀, 슬롯밀에 적합합니다.

제조 공정, 품질 관리 및 테스트 요구 사항을 다룹니다.

### 1.2 제외 사항

비탄화물 소재로 만든 밀링 커터.

절단 목적이 아닌 도구.

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

JIS B 4104:1995 , 초경 텡 공구 - 일반 규칙 .

ISO 513:2012 , 정의된 절삭날을 갖춘 금속 제거를 위한 경삭재의 분류 및 적용 .

ISO 8688-1:1989 , 밀링에서의 공구 수명 테스트 - 1 부: 페이스 밀링 .

참고 : 참고 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보는 JIS 공식 웹사이트에서 확인하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 카바이드 밀링 커터

텡스텐 카바이드(WC) 기반 시멘트 카바이드로 만든 밀링 커터는 고경도 작업물을 절단하는 데 적합합니다.

### 3.2 제조 공정

원자재 준비부터 완성된 밀링 커터까지의 가공 단계에는 분말 야금, 소결 및 코팅이 포함됩니다.

### 3.3 테스트 방법

밀링 커터의 성능과 내구성을 평가하기 위한 표준화된 실험 절차입니다.

## 4. 기호 및 약어

d : 직경 (mm).

l : 전체 길이 (mm).

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



Vc : 절삭속도(m/min).

VB : 측면 마모 폭(mm).

WC : 텅스텐 카바이드.

## 5. 기술적 요구 사항

### 5.1 재료 특성

경도 : HV 1500-1800.

파괴인성 :  $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .

밀도 : 14.0-14.9 g/cm<sup>3</sup>.

### 5.2 기하학적 매개변수

주요 편향 각도 : 5° -20° .

팁 반경 : 0.1-1.0 mm.

나선 각도 : 15° -45° (적용에 따라 조정).

### 5.3 코팅 요구 사항

선택 코팅: TiN, TiAlN, 두께 1-3 μm.

접합 강도: > 70 MPa.

## 6. 제조 공정

### 6.1 원료 준비

고순도 WC 분말(순도 > 99.8%)과 Co 분말(순도 > 99.5%)을 사용했습니다.

입자 크기 제어: D50 < 1 μm.

### 6.2 처리 흐름

프레싱 : 냉간등방압 프레스(CIP), 압력 150-200MPa.

소결 : 열간 등방성형(HIP), 온도 1350~1450° C, 유지 압력 1~2 시간.

마무리 : CNC 연삭, 허용 오차 ±0.01 mm.

코팅 : PVD 공정, 온도 450-500° C.

### 6.3 품질 관리

밀도 시험: 14.0-14.9 g/cm<sup>3</sup>.

경도 시험: HV 1500-1800.

## 7. 테스트 방법

### 7.1 치수 및 공차

도구 : 좌표 측정기.

정확도 : ±0.01mm.

참고 표준 : JIS B 4104 에 따름.

### 7.2 내구성 시험

테스트 조건 :

가공물 소재 : JIS S45C 강(HB 200).

절삭 속도(Vc): 100-150m/min.

이송 속도(fn): 0.1-0.2 mm/치아.

절단 깊이: 1-3mm.

프로그램 :

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

테스트 기계에 밀링 커터를 설치합니다.  
지정된 매개변수에 따라 30 분 동안 계속해서 절단합니다.  
마모대역폭(VB)을 측정하였다.

판단 기준 :  $VB \leq 0.3 \text{ mm}$ .

참조 표준 : ISO 8688-1 에 따름.

### 7.3 데이터 기록

절단 시간, VB 값 및 실패 모드가 기록되었습니다.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 공장 검사

원자재 경도 및 순도 검사.

### 8.2 공장 검사

치수, 허용오차, 경도 시험.

내구성 시험(샘플링).

## 9. 표시 및 포장

### 9.1 로고

유형(예: EM), 직경(d), 길이(l) 및 재료를 표시하세요.

예: JIS B 4120-EM-10-60-WC.

### 9.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

제조 및 테스트 인증서가 함께 제공됩니다.

## 10. 응용 프로그램 사양

### 10.1 절삭 데이터

절삭 속도( $V_c$ ) : 50-300m/min(작업물에 따라 조정).

이송 속도( $f_n$ ) : 0.05-0.5 mm/치아.

절단 깊이 : 0.5-5 mm.

### 10.2 냉각 요구 사항

추천 절삭유, 유량  $\geq 10 \text{ L/min}$ .

건식 절단은 가벼운 하중에만 적용되며, 작업 시간은  $\leq 10$  분입니다.

## 11. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.

공구 파손을 방지하려면 과부하 절단을 피하십시오.

## 12. 부록

### 부록 A(정보) - 제조 공정 매개변수 표

| 프로세스 단계 매개변수 범위 | 주목                             |
|-----------------|--------------------------------|
| 볼 밀링            | 12~24 시간, 중간 비율 1:2 균일성을 확보하세요 |
| 막다              | 150~200MPa 초기 밀도 60%-65%       |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

소결 1350-1450° C, 1-2 시간 밀도> 99.9%

코팅 1-3 μm, 450-500° C TiAlN 코팅

#### 부록 B(규범) - 테스트 조건 표

공작물 소재 절삭 속도(Vc, m/min) 이송 속도(fn, mm/이) 절삭 깊이(mm)

JIS S45C 100-150 0.1-0.2 1-3

주철 80-120 0.2-0.3 2-4

스테인리스 스틸 60-100 0.1-0.2 1-2

#### 13. 색인

카바이드 밀링 커터

제조 공정

시험 방법

사용 지침

#### 14. 출판 정보

출시일 : 2000 년 6 월 20 일.

시행일 : 2000 년 7 월 1 일.

유지기관 : 일본공업표준위원회 (JISC)

언어 : 일본어, 영어.



#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

GB/T 16665-2017

## 경금속 - 기술 요구 사항 및 테스트 방법

### 1. 범위

본 표준은 금속 절삭 공구, 금형 및 내마모성 부품 제조에 적용되는 초경합금(텅스텐 카바이드 WC를 주요 경질상으로 하고 코발트 Co 또는 니켈 Ni를 결합상으로 함)의 기술적 요건 및 성능 시험 방법을 규정합니다. 본 표준은 재료의 물리적 특성, 화학적 조성 및 기계적 특성 요건과 그에 따른 시험 방법을 포함하며, 비초경합금 재료 또는 특수 용도 복합 재료에는 적용되지 않습니다.

#### 1.1 적용 범위

WC-Co 또는 WC-Ni 기반 초경합금에 적용 가능합니다.

성능 요구 사항과 테스트 방법을 다룹니다.

#### 1.2 제외 사항

비탄화물 재료.

특수 용도에 사용되는 복합 재료.

### 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

GB/T 3850-2015, 경금속의 특성을 시험하는 방법.

GB/T 5244-2015, 경금속 - 코발트, 티타늄, 탄탈륨, 니오븀 및 바나듐 함량 측정.

ISO 513:2012, 정의된 절삭날을 갖춘 금속 제거를 위한 경삭재의 분류 및 적용.

참고 : 본 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보를 확인하려면 국가표준정보공공서비스플랫폼을 참조하시기 바랍니다.

### 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

#### 3.1 하드메탈

텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로 하고, 코발트(Co) 또는 니켈(Ni)을 결합상으로 하여 소결한 소재로, 경도가 높고 내마모성이 우수합니다.

#### 3.2 경도

재료가 국부적인 소성 변형이나 압입에 저항하는 능력으로, 일반적으로 비커스 경도(HV)로 표현됩니다.

#### 3.3 파괴인성

균열 성장에 저항하기 위해 일반적으로 임계 응력 강도 계수( $K_{1c}$ )로 표현됩니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



#### 4. 기호 및 약어

HV : 비커스 경도.

$K_{1c}$  : 파괴인성 ( $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ).

$\rho$  : 밀도 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

WC : 텅스텐 카바이드.

Co : 코발트.

#### 5. 기술적 요구 사항

##### 5.1 화학적 조성

WC 함량 : 85%-94% (질량 분율).

Co 함량 : 6%-12% (질량 분율),  $\text{Ni} \leq 2\%$  (선택 사항).

불순물 함량 : 산소  $\leq 0.2\%$ , 기타 불순물  $\leq 0.5\%$ .

##### 5.2 물리적 특성

밀도( $\rho$ ) : 14.0-15.0  $\text{g}/\text{cm}^3$  (Co 함량에 따라 조정됨).

다공성 : A02-B00-C00 (GB/T 3850 등급에 따름).

##### 5.3 기계적 성질

경도(HV30) : 1200-1800 (등급에 따라 다름).

파괴인성( $K_{1c}$ ) : 8-15  $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .

굽힘강도 : 1800-2500 MPa.

##### 5.4 내열성

작동 온도:  $\leq 800^\circ \text{C}$  (코팅되지 않음).

산화 저항성: 중량 감소율  $\leq 0.1\%/h$  ( $800^\circ \text{C}$ , 1h).

#### 6. 시험 방법

##### 6.1 화학성분 분석

방법 : 분광 분석 또는 습식 화학 방법.

정확도 :  $\pm 0.1\%$  (질량 분율).

참고 표준 : GB/T 5244 에 따름.

##### 6.2 밀도 측정

도구 : 아르키메데스 방법 또는 수은 침투 방법.

정확도 :  $\pm 0.05 \text{ g}/\text{cm}^3$ .

참고 표준 : GB/T 3850 에 따름.

##### 6.3 경도 시험

도구 : 비커스 경도계, 하중 30kg.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

정확도 :  $\pm 20$  HV.

참고 표준 : GB/T 3850 에 따름.

#### 6.4 파괴인성 시험

방법 : 단일 모서리 노치 빔 방법 (SENB).

정확도 :  $\pm 0.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .

참고 표준 : GB/T 3850 에 따름.

#### 6.5 굽힘 강도 시험

방법 : 3 점 굽힘 시험.

표본 크기 :  $20\text{mm} \times 6.5\text{mm} \times 5.25\text{mm}$ .

정확도 :  $\pm 50 \text{ MPa}$ .

참고 표준 : GB/T 3850 에 따름.

### 7. 검사 규칙

#### 7.1 공장 검사

원자재의 화학적 구성 및 입자 크기 검사.

#### 7.2 공장 검사

밀도, 경도, 파괴인성 및 굽힘강도 시험.

다공성 및 미세구조 분석.

### 8. 표시 및 포장

#### 8.1 로고

브랜드 번호(예: YG6, YG8)와 배치 번호를 표시하세요.

예: GB/T 16665-YG6-20250601.

#### 8.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

성능 테스트 보고서가 함께 제공됩니다.

### 9. 신청 지침

#### 9.1 적용 분야

금속 절삭 공구(밀링 커터, 선삭 공구).

내마모성 부품(다이, 펀치).

#### 9.2 사용 권장 사항

$800^{\circ}\text{C}$  이상의 온도에서 장시간 사용하지 마십시오.

정기적으로 표면의 마모 여부를 점검하세요.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 10. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.

먼지 흡입을 피하고 통풍이 잘 되는 곳에서 취급하세요.

## 11. 부록

### 부록 A(정보) - 성능 참조 표

| 상표   | WC 함량(%) | Co 함량(%) | 경도(HV30)  | 파괴인성 ( $K_{1c}$ , $MPa \cdot m^{1/2}$ ) | 굽힘강도(MPa) |
|------|----------|----------|-----------|-----------------------------------------|-----------|
| YG6  | 94       | 6        | 1500-1600 | 10-12                                   | 1800-2000 |
| YG8  | 92       | 8        | 1400-1500 | 12-14                                   | 2000-2200 |
| YG12 | 88       | 12       | 1300-1400 | 14-15                                   | 2200-2500 |

### 부록 B(규범) - 테스트 조건 표

| 성과 지표 | 시험 방법      | 샘플 수 | 허용 편차                      |
|-------|------------|------|----------------------------|
| 밀도    | 아르키메데스 방법  | 3    | $\pm 0.05g/cm^3$           |
| 경도    | 비커스 경도 시험기 | 5    | $\pm 20HV$                 |
| 파괴인성  | 센트         | 5    | $\pm 0.5MPa \cdot m^{1/2}$ |
| 굽힘 강도 | 3 점 굽힘     | 5    | $\pm 50MPa$                |

## 12. 색인

초경합금

성능 요구 사항

시험 방법

기술적 요구 사항

## 13. 출판 정보

출시일 : 2017 년 6 월 30 일.

시행일 : 2017 년 12 월 1 일.

관리 주체 : 중국 표준화 관리 위원회(SAC).

언어 : 중국어, 영어.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

GB/T 5231-2019

- 절삭 공구  
- 일반 기술 조건

1. 범위

본 표준은 절삭 공구(선삭 공구, 밀링 커터, 드릴, 보링 공구 등 포함)에 대한 일반적인 기술 조건을 규정하며, 재료 선정, 제조 공정, 치수 공차, 성능 요건, 검사 및 사용 사양 등을 포함합니다. 본 표준은 금속 절삭 가공을 위한 다양한 재질(고속강, 초경합금 등)의 절삭 공구에 적용되며, 비절삭 공구 또는 비금속 가공 목적에는 적용되지 않습니다.

1.1 적용 범위

고속강, 초경합금 등으로 만든 절삭 공구에 적합합니다.  
제조, 검사 및 사용 요구 사항을 다룹니다.

1.2 제외 사항

비절삭 도구(예: 연마 도구).  
비금속 가공 응용 분야.

2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

GB/T 16665-2017, 경금속 - 기술 요구 사항 및 테스트 방법.

GB/T 3850-2015, 경금속의 특성을 시험하는 방법.

ISO 513:2012, 정의된 절삭날을 갖춘 금속 제거를 위한 경삭재의 분류 및 적용.

ISO 8688-1:1989, 밀링에서의 공구 수명 테스트 - 1부: 페이스 밀링.

참고 : 본 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보를 확인하려면 국가표준정보공공서비스플랫폼을 참조하시기 바랍니다.

3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

3.1 절삭 공구

칩 제거를 통해 가공물 소재를 가공하는 도구는 일반적으로 정의된 절삭날을 갖고 있습니다.

3.2 허용 오차

절삭공구 크기의 허용 편차 범위는 가공 정확도와 호환성을 보장합니다.

3.3 적용 조건

가공 중 절삭 공구의 절삭 매개변수와 환경 요구 사항.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



#### 4. 기호 및 약어

d : 직경 (mm).

L : 전체 길이 (mm).

Vc : 절삭속도 (m/min).

VB : 측면 마모 폭 (mm).

HSS : 고속도강.

#### 5. 기술적 요구 사항

##### 5.1 재료 요구 사항

고속도강(HSS) : 경도 HRC 62-66, 내열성  $\leq 600^{\circ}\text{C}$ .

초경합금 : 경도 HV 1200-1800, 파괴인성  $K_{1c} \geq 8\text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .

코팅 : TiN 또는 TiAlN, 두께 1-3  $\mu\text{m}$ .

##### 5.2 기하학적 매개변수

선도 각도 :  $5^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  (공구 유형에 따라 조정됨).

팁 반경 : 0.1-1.0 mm.

표면 거칠기 :  $Ra \leq 1.6\text{ }\mu\text{m}$ (절삭부),  $Ra \leq 0.8\text{ }\mu\text{m}$ (샙크).

##### 5.3 치수 허용차

직경 허용 오차 : h6(3-6mm) 또는 h7(8-25mm).

길이 허용 오차 :  $\pm 0.2\text{ mm}$ .

동축성 허용 오차 : 0.01mm(전체 길이에 걸쳐).

#### 6. 제조 공정

##### 6.1 재료 준비

고속도강: 단조 또는 압연, 풀림 처리.

초경합금: 분말야금, 압축압력 150-200 MPa.

##### 6.2 처리 흐름

거친 가공 : 선삭 또는 밀링.

마무리 : CNC 연삭, 허용 오차  $\pm 0.01\text{ mm}$ .

열처리 : 담금질(HSS), 소결(탄화물), 온도 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$ .

##### 6.3 코팅

PVD 공정, 온도 450-500 $^{\circ}\text{C}$ , 접합 강도  $> 70\text{ MPa}$ .

#### 7. 시험 방법

##### 7.1 치수 및 공차

도구 : CMM 또는 버니어 캘리퍼스.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

정확도 :  $\pm 0.01\text{mm}$ .

참고 표준 : GB/T 3850 에 따름.

## 7.2 경도 시험

도구 : 비커스 경도계, 하중 30kg.

정확도 :  $\pm 20\text{HV}$ .

참고 표준 : GB/T 3850 에 따름.

## 7.3 내구성 시험

조건 : 강철(HB 200),  $V_c$  50-100 m/min,  $f_n$  0.1 mm/tooth,  $a_p$  2 mm.

과정 : 30 분 동안 연속적으로 절단한 후  $VB$  를 측정합니다.

판단 기준 :  $VB \leq 0.3\text{ mm}$ .

참조 표준 : ISO 8688-1 에 따름.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 공장 검사

원자재 경도 및 화학성분 검사.

### 8.2 공장 검사

치수, 허용오차, 경도 시험.

내구성 시험(샘플링).

## 9. 표시 및 포장

### 9.1 로고

유형(예: M), 직경(d), 길이(l) 및 재료를 표시하세요.

예: GB/T 5231-M-10-60-HSS.

### 9.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

제조 및 테스트 인증서가 함께 제공됩니다.

## 10. 응용 프로그램 사양

### 10.1 절삭 데이터

절삭 속도( $V_c$ ) : 20~300m/min(소재에 따라 조정).

이송 속도( $f_n$ ) : 0.05-0.5 mm/치아.

절단 깊이 : 0.5-5 mm.

### 10.2 냉각 요구 사항

추천 절삭유, 유량  $\geq 10\text{ L/min}$ .

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

건식 절단은 가벼운 하중에만 적용되며, 작업 시간은  $\leq 10$  분입니다.

### 11. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.

공구 파손을 방지하려면 과부하 절단을 피하십시오.

### 12. 부록

#### 부록 A(정보) - 기술 매개변수 참조 표

| 재료 유형 | 경도(HV/HRC)   | 절삭 속도( $V_c$ , m/min) | 허용 등급 | 표면 거칠기( $R_a$ , $\mu m$ ) |
|-------|--------------|-----------------------|-------|---------------------------|
| HSS   | HRC 62-66    | 20~50 개               | h6/h7 | $\leq 1.6$                |
| 초경합금  | HV 1200-1800 | 50-300                | h6/h7 | $\leq 1.6$                |

#### 부록 B(규범) - 사용 조건 표

| 공작물 소재      | 절삭 속도( $V_c$ , m/min) | 이송 속도( $f_n$ , mm/이) | 절삭 깊이(mm) |
|-------------|-----------------------|----------------------|-----------|
| 강철 (HB 200) | 50-100                | 0.1-0.2              | 1-3       |
| 주철          | 70-120                | 0.2-0.3              | 2-4       |
| 알루미늄 합금     | 100~300 개             | 0.1-0.5              | 1-5       |

### 13. 색인

절삭 공구

기술적 요구 사항

시험 방법

사용 지침

### 14. 출판 정보

출시일 : 2019 년 6 월 4 일.

시행일 : 2020 년 1 월 1 일.

관리 주체 : 중국 표준화 관리 위원회(SAC).

언어 : 중국어, 영어.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**Tel :** +86 592 5129696

**Official website :** [www.ctia.com.cn](http://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](http://www.ctia.com.cn)

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



GB/T 20323-2020

밀링 커터 코드(일체형/치형/인덱싱 가능)

— 솔리드/치아 삽입 가능/인덱싱 가능 유형에 대한 지정 시스템

## 1. 범위

본 표준은 밀링 커터(일체형, 인서트형, 인덱서블형 포함)의 종류, 구조, 크기, 재질 및 기타 기술적 특성을 식별하기 위한 코드 체계를 규정합니다. 본 표준은 금속 절삭 가공에 사용되는 다양한 밀링 커터에 적용되며, 일관된 제품 식별 및 국제 상호 운용성을 달성하는 것을 목표로 합니다. 비절삭 공구 또는 비표준 설계의 특수 밀링 커터에는 적용되지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

솔리드, 인서트 및 인덱서블 밀링 커터에 적합합니다.

코드 규칙과 식별 방법을 다룹니다.

### 1.2 제외 사항

비절삭 도구.

비표준 디자인의 특수 밀링 커터.

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

GB/T 5231-2019, 절삭 공구 - 일반 기술 조건.

GB/T 16665-2017, 경금속 - 기술 요구 사항 및 테스트 방법.

ISO 5608:2012, 밀링 커터 - 명칭.

참고: 본 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보를 확인하려면 국가표준정보공공서비스플랫폼을 참조하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 솔리드 밀링 커터

단일 소재로 만들어진 밀링 커터로, 절삭 부분과 생크가 하나의 조각으로 되어 있습니다.

### 3.2 치아 삽입 가능 밀링 커터

절삭날이 밀링 커터 본체에 상감 방식으로 고정된 밀링 커터입니다.

### 3.3 인덱서블 밀링 커터

회전하거나 뒤집어서 새로운 절삭 날을 사용할 수 있는 교체 가능한 절삭 인서트를 사용하는 밀링 커터입니다.

### 3.4 지정

밀링 커터의 특성을 식별하는 데 사용되는 표준화된 코드 조합입니다.

## 4. 기호 및 약어

d: 직경(mm).

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

1 : 전체 길이(mm).

HSS : 고속도강.

WC : 텅스텐 카바이드.

## 5. 명칭 체계

### 5.1 코드 구성

밀링 커터 코드는 다음 부분으로 구성되며 순서대로 정렬되어 있습니다.

**유형 코드** : 밀링 커터의 구조 유형을 식별합니다.

**사이즈 코드** : 직경과 길이를 나타냅니다.

**재료 코드** : 재료의 유형을 식별합니다.

**추가 코드** : 선택 사항으로 특수 용도나 코팅에 적합합니다.

### 5.2 유형 코드

S : 견고함.

T : 치아 삽입 가능.

I : 인텍싱 가능.

### 5.3 사이즈 코드

형식: [직경]×[길이].

예: 10×60 은 직경이 10mm 이고 길이가 60mm 임을 의미합니다.

허용 오차는 GB/T 5231 에 따릅니다.

### 5.4 재료 코드

HSS : 고속도강.

WC : 경질 합금.

HSS-Co : 코발트를 함유한 고속도강.

TiN : 질화티타늄 코팅(추가).

### 5.5 추가 코드

R : 러핑(Roughing).

F : 마무리.

H : 경도가 높은 작업물에 적합합니다.

## 6. 지정의 예

### 6.1 일체형 밀링 커터

S-10×60-HSS : 직경 10mm, 길이 60mm, 고속강 솔리드 밀링 커터.

S-20×100-WC-TiN : 직경 20mm, 길이 100mm, TiN 코팅이 된 초경 솔리드 밀링 커터입니다.

### 6.2 톱니 밀링 커터 삽입

T-12×80-HSS-Co : 직경 12mm, 길이 80mm, 코발트 함유 고속강 인서트 밀링 커터.

T-25×150-WC-R : 직경 25mm, 길이 150mm, 초경 인서트 밀링 커터, 거친 가공에 적합.

### 6.3 인텍서블 밀링 커터

I-16×90-WC-F : 직경 16mm, 길이 90mm, 카바이드 인텍서블 밀링 커터, 마무리에 적합.

I-30×120-WC-H : 직경 30mm, 길이 120mm, 초경 인텍스 밀링 커터, 고경도 작업물에 적합.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

## 7. 채점 요건

코드는 밀링 커터 본체나 포장에 명확하게 표시되어야 합니다.

글꼴 높이:  $\geq 2$  mm.

표시 방법: 레이저 조각 또는 잉크젯 인쇄.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 코드 일관성 검사

검증 코드는 실제 기술적 매개변수와 일치합니다.

샘플링 비율: 5% (최소 1 개).

### 8.2 치수 및 재료 검증

치수 및 재료 검사는 GB/T 5231 에 따라 실시해야 합니다.

## 9. 포장 및 보관

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

보관 환경: 온도  $5-30^{\circ}\text{C}$ , 습도  $\leq 60\%$ .

## 10. 신청 지침

일체형은 소직경 및 고정밀 가공에 적합합니다.

인서트 타입은 중간 하중 절단에 적합합니다.

인텍싱 가능 유형은 대구경이나 고효율 가공에 적합합니다.

## 11. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.

잘못된 코드명으로 인한 오용을 방지하세요.

## 12. 부록

### 부록 A(정보) - 코드 참조 표

| 유형 코드 | 구조 유형            | 재료 예       | 추가 코드 예제 |
|-------|------------------|------------|----------|
| 에스    | 단단히 짜여 하나로 되어 있는 | HSS, 화장실   | TiN, R   |
| 티     | 이빨이 있는           | HSS-Co, WC | F, H     |
| 나     | 인텍싱 가능           | 화장실        | F, H     |

### 부록 B(규범) - 크기 범위

| 직경 범위(mm) | 길이 범위(mm) | 허용 등급 |
|-----------|-----------|-------|
| 3-10      | 40-100    | 에이치 6 |
| 12-25     | 80-200    | 에이치 7 |
| 30~50 개   | 100~300 개 | 에이치 7 |

## 13. 색인

밀링커터 코드 시스템 모노리식 인서트 치아 유형 인텍서블

## 14. 출판 정보

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

출시일 : 2020 년 6 월 15 일.

시행일 : 2021 년 1 월 1 일.

관리 주체 : 중국 표준화 관리 위원회 (SAC).

언어 : 중국어, 영어.



GB/T 25664-2010

- 고속 밀링 커터  
- 안전 요구 사항

## 1. 범위

본 표준은 고속 절삭 밀링 커터(절삭 속도가 50m/s 를 초과하는 밀링 커터에 적용)의 안전 요건을 명시하며, 설계, 제조, 설치, 사용 및 유지보수에 대한 안전 성능 사양을 포함합니다. 본 표준은 고속도강(HSS) 또는 초경합금(WC) 재료의 솔리드, 인서트 톱니 또는 인덱서블 밀링 커터에 적용되며, 작동 중 사고 위험을 줄이기 위한 것입니다. 고속 절삭이 아닌 용도나 비절삭 공구에는 적용되지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

절삭 속도가 50m/s 이상인 고속 절삭 밀링 커터입니다.  
설계, 제조, 설치, 사용 및 유지관리에 대한 안전 요구 사항을 다룹니다.

### 1.2 제외 사항

절삭 속도가  $\leq 50\text{m/s}$  인 기존 밀링 커터.  
비절삭 도구.

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

GB/T 5231-2019 , 절삭 공구 - 일반 기술 조건 .

GB/T 16665-2017 , 경금속 - 기술 요구 사항 및 테스트 방법 .

ISO 15641:2001 , 고속 가공을 위한 밀링 커터 - 안전 요구 사항 .

참고 : 본 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보를 확인하려면 국가표준정보공공서비스플랫폼을 참조하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 고속 밀링 커터

일반적으로 절삭 속도가 50m/s 를 초과하는 밀링 커터는 효율적인 금속 절삭 작업에 사용됩니다.

### 3.2 안전 성능

작업 중 개인 부상이나 장비 손상을 방지하는 능력.

### 3.3 파괴인성

균열 성장에 저항하는 것으로, 일반적으로  $K_{1c}$  로 표현됩니다.

## 4. 기호 및 약어

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

Vc : 절삭속도 (m/s).  
d : 직경 (mm).  
HSS : 고속도강.  
WC : 텅스텐 카바이드.  
 $K_{1c}$  : 파괴인성 ( $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ).

## 5. 기술적 요구 사항

### 5.1 재료 요구 사항

경도 : HSS HRC 62-66, WC HV 1200-1800.  
파괴인성 :  $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$  (WC),  $K_{1c} \geq 8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$  (HSS).  
피로 저항성 : 피로 한계  $\geq 800 \text{ MPa}$ .

### 5.2 설계 요구 사항

균형 등급 : G2.5 (ISO 1940-1 에 따름).  
최대 속도 : 직경을 기준으로 계산,  $V_c \leq 100 \text{ m/s}$ .  
블레이드 강도 : 인장 강도  $\geq 1000 \text{ MPa}$ .

### 5.3 제조 요구 사항

표면 거칠기 :  $R_a \leq 1.2 \mu\text{m}$  (절삭부),  $R_a \leq 0.6 \mu\text{m}$  (생크).  
열처리 : 담금질 (HSS) 또는 소결 (WC), 잔류응력  $\leq 200 \text{ MPa}$ .

## 6. 안전 요구 사항

### 6.1 설계 안전성

칩핑 방지 설계 : 블레이드 끝 반경 0.2-1.0mm.  
과속 보호 : 속도가 설계값을 20% 초과하면 자동으로 전원을 차단합니다.  
균형 테스트 : 동적 균형 오차  $\leq 2 \text{ g} \cdot \text{mm} / \text{kg}$ .

### 6.2 설치 안전

클램핑력 : 최소 클램핑력  $\geq 10 \text{ kN}$  (직경에 따라 조정).  
동축성 : 설치 후 동축성 오차는  $\leq 0.01 \text{ mm}$  입니다.  
폴립 방지 설계 : 잠금 너트나 키웨이를 사용하세요.

### 6.3 사용의 안전성

작업자 보호 : 보호 안경, 절단 방지 장갑, 귀마개를 착용하세요.  
절삭 매개변수 제한 :  $V_c \leq 100 \text{ m/s}$ , 이송 속도  $\leq 0.5 \text{ mm/tooth}$ .  
환경 요구 사항 : 절삭유 유량  $\geq 15 \text{ L/min}$ , 온도  $\leq 50^\circ \text{ C}$ .

### 6.4 보안 유지

정기 점검 : 마모 밴드 폭 (VB) 이  $\leq 0.3 \text{ mm}$  인지 매달 점검합니다.  
교체 기준 :  $VB > 0.3 \text{ mm}$  또는 커터 본체에 균열이 생긴 경우 교체하세요.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

폐기 : 파편으로 인한 부상을 방지하기 위해 안전하게 재활용하거나 파기하세요.

## 7. 시험 방법

### 7.1 균형 테스트

도구 : 동적 밸런싱 머신.

표준 : ISO 1940-1 에 따르면 G2.5 등급입니다.

정확도 :  $\leq 2 \text{ g} \cdot \text{mm} / \text{kg}$ .

### 7.2 파괴인성 시험

방법 : 단일 모서리 노치 빔 방법 (SENB).

정확도 :  $\pm 0.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .

참조 표준 : GB/T 16665.

### 7.3 내구성 시험

조건 : 강철 (HB 200),  $V_c$  80 m/s,  $f_n$  0.2 mm/tooth,  $a_p$  2 mm.

과정 : 20 분간 연속 절단 후 VB 를 측정합니다.

판단 기준 : 깨짐 없음,  $VB \leq 0.3 \text{ mm}$ .

참조 표준 : ISO 15641 에 따름.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 공장 검사

원자재 경도 및 화학성분 검사.

### 8.2 공장 검사

균형 등급, 파괴 인성 및 내구성 시험 (샘플링 속도 5%).

## 9. 표시 및 포장

### 9.1 로고

표시 코드 (HS-10×60-WC 등) 및 안전 경고.

예: GB/T 25664-HS-10×60-WC (최대  $V_c$ : 100 m/s).

### 9.2 패키징

충격 및 습기 방지 포장재를 사용하고, 안전 지침도 함께 제공하세요.

## 10. 신청 지침

공작기계 스핀들 강성이  $\geq 50 \text{ N} / \mu\text{m}$  인지 확인하세요.

밸런싱 및 속도 모니터링 장비를 정기적으로 교정합니다.

## 11. 안전사고 예방

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

파편이 날아가는 것을 막기 위해 보호 커버를 설치하세요.  
운전자가 과속이나 과열의 징후를 인식하도록 훈련합니다.

## 12. 부록

### 부록 A(정보) - 안전 매개변수 참조 표

| 직경(mm) | 최대 속도(rpm) | 균형 수준 | 클램핑력(kN) |
|--------|------------|-------|----------|
| 10     | 30000      | G2.5  | 10       |
| 20     | 15000      | G2.5  | 15       |
| 40     | 7500       | G2.5  | 25       |

### 부록 B(규범) - 사용 조건 표

| 공작물 소재     | 절삭 속도(Vc, m/s) | 이송 속도(fn, mm/이) | 절삭 깊이(mm) |
|------------|----------------|-----------------|-----------|
| 강철(HB 200) | 50-80          | 0.1-0.3         | 1-3       |
| 알루미늄 합금    | 80-100         | 0.2-0.5         | 1-5       |
| 스테인리스 스틸   | 50~70 세        | 0.1-0.2         | 1-2       |

## 13. 색인

고속 절삭 밀링 커터  
보안 요구 사항  
안전성을 위한 설계  
안전하게 사용할 수 있습니다

## 14. 출판 정보

출시일 : 2010 년 6 월 1 일.  
시행일 : 2011 년 1 월 1 일.  
관리 주체 : 중국 표준화 관리 위원회(SAC).  
언어 : 중국어, 영어.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



코너 라운딩 밀링 커터

## 1. 범위

본 표준은 원형 코너 밀링 커터(공작물 모서리의 원형 코너 가공에 사용되는 밀링 커터)의 크기, 형상, 제조 요건, 성능 사양 및 사용 조건을 규정합니다. 본 표준은 금속 절삭 가공에 널리 사용되는 고속도강(HSS) 또는 초경합금(WC) 재료의 일체형 또는 인서트 튜브형 원형 코너 밀링 커터에 적용되며, 비절삭 공구 또는 원형이 아닌 가공 목적에는 적합하지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

고속강이나 초경으로 만든 코너 반경 밀링 커터에 적합합니다.  
치수, 제조 및 사용 요구 사항을 다룹니다.

### 1.2 제외 사항

비절삭 도구.  
모서리가 둥글지 않은 작업에 적합한 밀링 커터입니다.

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

GB/T 5231-2019, 절삭 공구 - 일반 기술 조건.

GB/T 16665-2017, 경금속 - 기술 요구 사항 및 테스트 방법.

ISO 5609:1999, 자동 공구 교환을 위한 7/24 테이퍼가 있는 공구 생크.

참고 : 본 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보를 확인하려면 국가표준정보공공서비스플랫폼을 참조하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 코너 라운딩 밀링 커터

공작물의 모서리를 둥글게 하거나 모따기하는 데 사용되는 특정 모서리 반경을 가진 밀링 커터입니다.

### 3.2 모서리 반경

밀링 커터 절단 부분의 모서리의 호 반경(mm)입니다.

### 3.3 적용 조건

가공 공정 중 코너 밀링 커터의 절삭 매개변수와 환경 요구 사항.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

#### 4. 기호 및 약어

R : 모서리 반경 (mm).

d : 직경 (mm).

l : 전체 길이 (mm).

HSS : 고속도강.

WC : 텅스텐 카바이드.

#### 5. 기술적 요구 사항

##### 5.1 치수 및 공차

직경 범위 : 6mm ~ 40mm.

모서리 반경(R) : 1mm ~ 10mm (표준값: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10mm).

길이 범위 : 50mm ~ 150mm.

허용오차 : 직경 h6(6-10mm) 또는 h7(12-40mm), 길이  $\pm 0.2$ mm.

##### 5.2 재료 요구 사항

고속도강(HSS) : 경도 HRC 62-66, 내열성  $\leq 600^{\circ}\text{C}$ .

초경합금(WC) : 경도 HV 1200-1800, 파괴인성  $K_{1c} \geq 10\text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .

코팅 : TiN 또는 TiAlN, 두께 1-3  $\mu\text{m}$ .

##### 5.3 기하학적 매개변수

주요 편향 각도 :  $5^{\circ}$  -  $15^{\circ}$ .

나선 각도 :  $15^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  (직경에 따라 조정).

표면 거칠기 :  $R_a \leq 1.6\text{ }\mu\text{m}$ (절삭부),  $R_a \leq 0.8\text{ }\mu\text{m}$ (샐크).

#### 6. 제조 공정

##### 6.1 재료 준비

고속도강: 단조 또는 압연, 풀림 처리.

초경합금: 분말야금, 압축압력 150-200 MPa.

##### 6.2 처리 흐름

거친 가공 : 선삭 또는 밀링.

마무리 : CNC 연삭, 모서리 반경 허용 오차  $\pm 0.05$ mm.

열처리 : 담금질(HSS) 또는 소결(WC), 온도 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$ .

##### 6.3 코팅

PVD 공정, 온도 450-500 $^{\circ}\text{C}$ , 접합 강도  $> 70\text{ MPa}$ .

#### 7. 시험 방법

##### 7.1 치수 및 공차

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

도구 : 좌표 측정기.

정확도 :  $\pm 0.01\text{mm}$ .

참고 표준 : GB/T 5231 에 따름.

## 7.2 경도 시험

도구 : 비커스 경도계, 하중 30kg.

정확도 :  $\pm 20\text{HV}$ .

참고 표준 : GB/T 16665 에 따름.

## 7.3 내구성 시험

조건 : 강철(HB 200),  $V_c$  50m/min,  $f_n$  0.1mm/tooth,  $a_p$  1mm.

절차 : 30 분 동안 연속적으로 절단하고 마모 밴드 폭(VB)을 측정합니다.

판단 기준 :  $VB \leq 0.3\text{ mm}$ .

참조 표준 : ISO 8688-1 에 따름.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 공장 검사

원자재 경도 및 화학성분 검사.

### 8.2 공장 검사

치수, 허용오차, 경도 시험.

내구성 시험(샘플링 속도 5%).

## 9. 표시 및 포장

### 9.1 로고

코드(CR-10-R2-HSS 등)와 필렛 반경을 표시하세요.

예: GB/T 6122-CR-10-R2-HSS.

### 9.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

제조 및 테스트 인증서가 함께 제공됩니다.

## 10. 응용 프로그램 사양

### 10.1 절삭 데이터

절삭 속도( $V_c$ ) : 20-100m/min(소재에 따라 조정).

이송 속도( $f_n$ ) : 0.05-0.3 mm/치아.

절단 깊이 : 0.5-2 mm.

### 10.2 냉각 요구 사항

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

추천 절삭유, 유량  $\geq 10$  L/min.

건식 절단은 가벼운 하중에만 적용되며, 작업 시간은  $\leq 10$  분입니다.

### 11. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.

공구 파손을 방지하려면 과부하 절단을 피하십시오.

### 12. 부록

#### 부록 A(정보) - 치수 참조 표

| 직경(mm) | 모서리 반경(R, mm) | 길이(mm)  | 허용 등급 |
|--------|---------------|---------|-------|
| 6      | 1-2           | 50-80   | 에이치 6 |
| 12     | 2-4           | 80-120  | 에이치 7 |
| 25     | 4-10          | 100-150 | 에이치 7 |

#### 부록 B(규범) - 사용 조건 표

| 공작물 소재     | 절삭 속도( $V_c$ , m/min) | 이송 속도( $f_n$ , mm/이) | 절삭 깊이(mm) |
|------------|-----------------------|----------------------|-----------|
| 강철(HB 200) | 50-80                 | 0.1-0.2              | 0.5-1.5   |
| 알루미늄 합금    | 80-100                | 0.2-0.3              | 0.5-2     |
| 주철         | 60-90                 | 0.1-0.25             | 0.5-1.5   |

### 13. 색인

코너 밀링 커터

기술적 요구 사항

사용 지침

치수 허용차

### 14. 출판 정보

출시일 : 2017 년 6 월 30 일.

시행일 : 2018 년 1 월 1 일.

관리 주체 : 중국 표준화 관리 위원회(SAC).

언어 : 중국어, 영어.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

반원형 키웨이 밀링 커터

## 1. 범위

본 표준은 반원형 키웨이 밀링 커터(반원형 키웨이 가공에 사용되는 특수 밀링 커터)의 크기, 형상, 제조 요건, 성능 사양 및 사용 조건을 규정합니다. 본 표준은 고속도강(HSS) 또는 초경합금(WC) 소재의 반원형 키웨이 밀링 커터에 적용되며, 주로 기계식 변속기 부품(예: 샤프트 및 허브)의 키웨이 가공에 사용되며, 비절삭 공구 또는 비반원형 키웨이 가공에는 적합하지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

고속강이나 초경으로 만든 반원형 키웨이 밀링 커터용입니다.  
치수, 제조 및 사용 요구 사항을 다룹니다.

### 1.2 제외 사항

비절삭 도구.  
비반원형 키웨이 가공을 위한 밀링 커터입니다.

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

GB/T 5231-2019 , 절삭 공구 - 일반 기술 조건 .

GB/T 16665-2017 , 경금속 - 기술 요구 사항 및 테스트 방법 .

ISO 3338-1:2012 , 키웨이 밀링 커터 - 제1부: 일반 치수 .

참고 : 본 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보를 확인하려면 국가표준정보공공서비스플랫폼을 참조하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 반원형 키웨이 밀링 커터

반원형 키를 수용하기 위해 반원형 키웨이를 가공하는 데 사용되는 반원형 절삭 날이 있습니다.

### 3.2 키웨이 폭

반원형 키웨이 밀링 커터의 절단 부분 너비는 키웨이의 실제 크기와 일치합니다.

### 3.3 적용 조건

반원형 키웨이 밀링 커터의 가공 시 절삭 매개변수와 환경 요구 사항.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



#### 4. 기호 및 약어

W : 키웨이 폭 (mm).

d : 직경 (mm).

l : 전체 길이 (mm).

HSS : 고속도강.

WC : 텅스텐 카바이드.

#### 5. 기술적 요구 사항

##### 5.1 치수 및 공차

직경 범위 : 4mm ~ 25mm.

키웨이 폭(W) : 1mm ~ 8mm (표준값: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8mm).

길이 범위 : 40mm ~ 120mm.

허용오차 : 직경 h6(4-10mm) 또는 h7(12-25mm), 너비  $\pm 0.02$ mm.

##### 5.2 재료 요구 사항

고속도강(HSS) : 경도 HRC 62-66, 내열성  $\leq 600^{\circ}\text{C}$ .

초경합금(WC) : 경도 HV 1200-1800, 파괴인성  $K_{1c} \geq 10\text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .

코팅 : TiN 또는 AlTiN, 두께 1-3  $\mu\text{m}$ .

##### 5.3 기하학적 매개변수

절삭날 반경 : 키웨이 폭과 일치, 허용 오차  $\pm 0.01$ mm.

나선 각도 :  $10^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  (직경에 따라 조정).

표면 거칠기 :  $R_a \leq 1.6\text{ }\mu\text{m}$ (절삭부),  $R_a \leq 0.8\text{ }\mu\text{m}$ (샙크).

#### 6. 제조 공정

##### 6.1 재료 준비

고속도강: 단조 또는 압연, 풀림 처리.

초경합금: 분말야금, 압축압력 150-200 MPa.

##### 6.2 처리 흐름

거친 가공 : 선삭 또는 밀링.

마무리 : CNC 연삭, 키웨이 너비 허용 오차  $\pm 0.02$ mm.

열처리 : 담금질(HSS) 또는 소결(WC), 온도 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$ .

##### 6.3 코팅

PVD 공정, 온도 450-500 $^{\circ}\text{C}$ , 접합 강도  $> 70\text{ MPa}$ .

#### 7. 시험 방법

##### 7.1 치수 및 공차

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

도구 : 좌표 측정기.

정확도 :  $\pm 0.01\text{mm}$ .

참고 표준 : GB/T 5231 에 따름.

## 7.2 경도 시험

도구 : 비커스 경도계, 하중 30kg.

정확도 :  $\pm 20\text{HV}$ .

참고 표준 : GB/T 16665 에 따름.

## 7.3 내구성 시험

조건 : 강철(HB 200),  $V_c$  40m/min,  $f_n$  0.1mm/tooth,  $a_p$  1mm.

절차 : 30 분 동안 연속적으로 절단하고 마모 밴드 폭(VB)을 측정합니다.

판단 기준 :  $VB \leq 0.3\text{ mm}$ .

참조 표준 : ISO 8688-1 에 따름.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 공장 검사

원자재 경도 및 화학성분 검사.

### 8.2 공장 검사

치수, 허용오차, 경도 시험.

내구성 시험(샘플링 속도 5%).

## 9. 표시 및 포장

### 9.1 로고

코드(예: HK-6-W2-HSS)와 키웨이 너비를 표시하세요.

예: GB/T 1127-HK-6-W2-HSS.

### 9.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

제조 및 테스트 인증서가 함께 제공됩니다.

## 10. 응용 프로그램 사양

### 10.1 절삭 데이터

절삭 속도( $V_c$ ) : 20-80m/min(소재에 따라 조정).

이송 속도( $f_n$ ) : 0.05-0.2 mm/치아.

절단 깊이 : 0.5-1.5 mm.

### 10.2 냉각 요구 사항

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

추천 절삭유, 유량  $\geq 10$  L/min.

건식 절단은 가벼운 하중에만 적용되며, 작업 시간은  $\leq 10$  분입니다.

### 11. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.

공구 파손을 방지하려면 과부하 절단을 피하십시오.

### 12. 부록

#### 부록 A(정보) - 치수 참조 표

| 직경(mm) | 키웨이 폭(W, mm) | 길이(mm)  | 허용 등급 |
|--------|--------------|---------|-------|
| 4      | 1-2          | 40~60 세 | 에이치 6 |
| 10     | 2-4          | 60-90   | 에이치 6 |
| 20     | 4-8          | 90-120  | 에이치 7 |

#### 부록 B(규범) - 사용 조건 표

| 공작물 소재     | 절삭 속도(Vc, m/min) | 이송 속도(fn, mm/이) | 절삭 깊이(mm) |
|------------|------------------|-----------------|-----------|
| 강철(HB 200) | 40~60 세          | 0.05-0.15       | 0.5-1     |
| 알루미늄 합금    | 60-80            | 0.1-0.2         | 0.5-1.5   |
| 주철         | 50~70 세          | 0.05-0.15       | 0.5-1     |

### 13. 색인

반원형 키웨이 밀링 커터

기술적 요구 사항

사용 지침

치수 허용차

### 14. 출판 정보

출시일 : 2023 년 6 월 15 일.

시행일 : 2024 년 1 월 1 일.

관리 주체 : 중국 표준화 관리 위원회(SAC).

언어 : 중국어, 영어.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

GB/T 20773-2006

다이 및 폴드용 밀링 커터

## 1. 범위

본 표준은 금형 밀링 커터(금형 및 다이 가공에 특별히 사용되는 밀링 커터)의 크기, 형상, 제조 요건, 성능 사양 및 사용 조건을 규정합니다. 본 표준은 고속도강(HSS) 또는 초경합금(WC) 재료의 일체형 또는 인덱서블 금형 밀링 커터에 적용되며, 주로 정밀 금형 제작 및 마무리 작업에 사용되며, 비절삭 공구 또는 비금형 가공 용도에는 적합하지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

고속강이나 초경으로 만든 금형 밀링 커터에 적합합니다.  
치수, 제조 및 사용 요구 사항을 다룹니다.

### 1.2 제외 사항

비절삭 도구.  
금형 가공에 적합하지 않은 밀링 커터입니다.

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

GB/T 5231-2019, 절삭 공구 - 일반 기술 조건.

GB/T 16665-2017, 경금속 - 기술 요구 사항 및 테스트 방법.

ISO 5609:1999, 자동 공구 교환을 위한 7/24 테이퍼가 있는 공구 생크.

참고: 본 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보를 확인하려면 국가표준정보공공서비스플랫폼을 참조하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 다이 및 폴드용 밀링 커터

고정밀성과 복잡한 형상의 금형 및 다이 가공을 위해 설계된 밀링 커터입니다.

### 3.2 치아 수

금형 밀링 커터의 모서리는 가공 효율성과 표면 품질에 영향을 미칩니다.

### 3.3 적용 조건

가공 중 금형 밀링 커터의 절단 매개변수 및 환경 요구 사항.

## 4. 기호 및 약어

d: 직경(mm).

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

1 : 전체 길이(mm).  
Z : 이빨의 개수.  
HSS : 고속도강.  
WC : 텅스텐 카바이드.

## 5. 기술적 요구 사항

### 5.1 치수 및 공차

직경 범위 : 3mm ~ 20mm.  
길이 범위 : 50mm ~ 150mm.  
허용오차 : 직경 h6(3-10mm) 또는 h7(12-20mm), 길이  $\pm 0.2$ mm.  
블레이드(Z) : 2-6(직경에 따라 조정).

### 5.2 재료 요구 사항

고속도강(HSS) : 경도 HRC 62-66, 내열성  $\leq 600^{\circ}\text{C}$ .  
초경합금(WC) : 경도 HV 1300-1800, 파괴인성  $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .  
코팅 : TiN, TiAlN 또는 AlCrN, 두께 1-3  $\mu\text{m}$ .

### 5.3 기하학적 매개변수

주요 편향 각도 :  $5^{\circ}$  -  $15^{\circ}$ .  
나선 각도 :  $20^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  (가공된 소재에 따라 조정됨).  
표면 거칠기 :  $R_a \leq 1.6 \mu\text{m}$ (절삭부),  $R_a \leq 0.8 \mu\text{m}$ (생크).

## 6. 제조 공정

### 6.1 재료 준비

고속도강: 단조 또는 압연, 풀림 처리.  
초경합금: 분말야금, 압축압력 150-200 MPa.

### 6.2 처리 흐름

거친 가공 : 선삭 또는 밀링.  
마무리 : CNC 연삭, 허용 오차  $\pm 0.01 \text{ mm}$ .  
열처리 : 담금질(HSS) 또는 소결(WC), 온도 1200-1450 $^{\circ}\text{C}$ .

### 6.3 코팅

PVD 공정, 온도 450-500 $^{\circ}\text{C}$ , 접합 강도  $> 70 \text{ MPa}$ .

## 7. 시험 방법

### 7.1 치수 및 공차

도구 : 좌표 측정기.  
정확도 :  $\pm 0.01 \text{ mm}$ .

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



참고 표준 : GB/T 5231 에 따름.

## 7.2 경도 시험

도구 : 비커스 경도계, 하중 30kg.

정확도 :  $\pm 20$  HV.

참고 표준 : GB/T 16665 에 따름.

## 7.3 내구성 시험

조건 : 강철(HB 200),  $V_c$  60m/min,  $f_n$  0.1mm/tooth,  $a_p$  0.5mm.

절차 : 30 분 동안 연속적으로 절단하고 마모 밴드 폭(VB)을 측정합니다.

판단 기준 :  $VB \leq 0.3$  mm.

참조 표준 : ISO 8688-1 에 따름.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 공장 검사

원자재 경도 및 화학성분 검사.

### 8.2 공장 검사

치수, 허용오차, 경도 시험.

내구성 시험(샘플링 속도 5%).

## 9. 표시 및 포장

### 9.1 로고

코드(예: MD-6-Z4-WC)와 블레이드 개수를 표시하세요.

예: GB/T 20773-MD-6-Z4-WC.

### 9.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

제조 및 테스트 인증서가 함께 제공됩니다.

## 10. 응용 프로그램 사양

### 10.1 절삭 데이터

절삭 속도( $V_c$ ) : 30-120m/min(소재에 따라 조정).

이송 속도( $f_n$ ) : 0.05-0.2 mm/치아.

절단 깊이 : 0.2-1 mm.

### 10.2 냉각 요구 사항

추천 절삭유, 유량  $\geq 10$  L/min.

건식 절단은 가벼운 하중에만 적용되며, 작업 시간은  $\leq 10$  분입니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 11. 안전 요구 사항

취급 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.  
공구 파손을 방지하려면 과부하 절단을 피하십시오.

## 12. 부록

### 부록 A(정보) - 치수 참조 표

| 직경 (mm) | 길이 (mm) | 블레이드 (Z) | 허용 등급 |
|---------|---------|----------|-------|
| 3       | 50-80   | 2-3      | 에이치 6 |
| 10      | 80-120  | 3-4      | 에이치 6 |
| 20      | 100-150 | 4-6      | 에이치 7 |

### 부록 B(규범) - 사용 조건 표

| 공작물 소재      | 절삭 속도 (Vc, m/min) | 이송 속도 (fn, mm/이) | 절삭 깊이 (mm) |
|-------------|-------------------|------------------|------------|
| 강철 (HB 200) | 60-80             | 0.05-0.15        | 0.2-0.5    |
| 알루미늄 합금     | 80-120            | 0.1-0.2          | 0.2-1      |
| 금형강         | 50~70 세           | 0.05-0.1         | 0.2-0.5    |

## 13. 색인

몰드 밀링 커터  
기술적 요구 사항  
사용 지침  
치수 허용차

## 14. 출판 정보

발행일 : 2006 년 6 월 1 일. 발효일 : 2007 년 1 월 1 일.  
관리 주체 : 중국 표준화 관리 위원회 (SAC).  
언어 : 중국어, 영어.



### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

  
www.chinatungsten.com

  
www.chinatungsten.com

en.com

www.ch

  
www.chinatungsten.com

  
www.chinatungsten.com

  
www.chinatungsten.com

  
www.chinatungsten.com

  
www.chinatun

1

  
www.chinatungsten.com

  
www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

GB/T 14301-2008

- 솔리드 카바이드

톱 블레이드 밀링 커터

## 1. 범위

본 표준은 솔리드 카바이드 톱날 밀링 커터(톱니 모양의 절삭날을 가진 솔리드 카바이드 소재의 밀링 커터)의 크기, 형상, 제조 요건, 성능 사양 및 사용 조건을 규정합니다. 본 표준은 솔리드 카바이드 소재로 제작된 톱날 밀링 커터에 적용되며, 주로 금속 및 비금속 재료의 홈 가공, 절삭 및 트리밍에 사용되며, 비절삭 공구 또는 솔리드 카바이드가 아닌 구조물에는 적용되지 않습니다.

### 1.1 적용 범위

견고한 초경으로 만든 톱날 밀링 커터에 적합합니다.

치수, 제조 및 사용 요구 사항을 다룹니다.

### 1.2 제외 사항

비절삭 도구.

비고체 카바이드 구조.

## 2. 규범적 참조

아래 나열된 문서는 본 표준에서 참조됨으로써 본 표준의 필수적인 부분이 됩니다. 본 표준에는 특정 날짜의 버전만 적용됩니다. 별도의 명시가 없는 한, 이후의 개정 또는 수정 사항은 본 표준에 적용되지 않습니다.

GB/T 5231-2019, 절삭 공구 - 일반 기술 조건.

GB/T 16665-2017, 경금속 - 기술 요구 사항 및 테스트 방법.

ISO 6987:2012, 둥근 모서리가 있는 인텍싱 가능한 경질 소재 인서트.

참고: 본 문서의 최신 버전은 발행 후 업데이트될 수 있습니다. 최신 정보를 확인하려면 국가표준정보공공서비스플랫폼을 참조하시기 바랍니다.

## 3. 용어 및 정의

본 표준의 목적을 위해 다음 용어와 정의가 적용됩니다.

### 3.1 솔리드 카바이드 톱 블레이드 밀링 커터

홈을 파고 재고를 제거하기 위한 톱니 모양의 절삭 날이 달린 카바이드로만 만들어진 밀링 커터입니다.

### 3.2 치아 수

톱날 밀링 커터의 절삭 이빨 수는 가공 효율성과 표면 품질에 영향을 미칩니다.

### 3.3 적용 조건

가공 중 톱날 밀링 커터의 절단 매개변수 및 환경 요구 사항.

## 4. 기호 및 약어

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

d : 직경 (mm).  
l : 전체 길이 (mm).  
Z : 이빨의 개수.  
WC : 텅스텐 카바이드.

## 5. 기술적 요구 사항

### 5.1 치수 및 공차

직경 범위 : 2mm ~ 25mm.  
두께 범위 : 0.5mm ~ 3mm.  
길이 범위 : 40mm ~ 120mm.  
허용오차 : 직경 h6(2-10mm) 또는 h7(12-25mm), 두께  $\pm 0.02$ mm.  
이빨 수(Z) : 4-20(직경에 따라 조정).

### 5.2 재료 요구 사항

초경합금(WC) : 경도 HV 1300-1800, 파괴인성  $K_{1c} \geq 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ .  
코팅 : TiN, TiAlN 또는 AlCrN, 두께 1-3  $\mu\text{m}$ .

### 5.3 기하학적 매개변수

톱니 각도 :  $5^\circ - 15^\circ$  (가공 소재에 따라 조정).  
나선형 각도 :  $0^\circ - 30^\circ$  (직선 이빨 또는 나선형 이빨 사용 가능).  
표면 거칠기 :  $R_a \leq 1.6 \mu\text{m}$ (절삭부),  $R_a \leq 0.8 \mu\text{m}$ (생크).

## 6. 제조 공정

### 6.1 재료 준비

초경합금: 분말야금, 압축압력 150-200 MPa.

### 6.2 처리 흐름

거친 가공 : 선삭 또는 밀링.  
마무리 : CNC 연삭, 치아 모양 허용 오차  $\pm 0.01$ mm.  
열처리 : 소결, 온도 1350-1450° C.

### 6.3 코팅

PVD 공정, 온도 450-500° C, 접합 강도  $> 70 \text{ MPa}$ .

## 7. 시험 방법

### 7.1 치수 및 공차

도구 : 좌표 측정기.  
정확도 :  $\pm 0.01$ mm.  
참고 표준 : GB/T 5231 에 따름.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## 7.2 경도 시험

도구 : 비커스 경도계, 하중 30kg.

정확도 :  $\pm 20$  HV.

참고 표준 : GB/T 16665 에 따름.

## 7.3 내구성 시험

조건 : 강철(HB 200), Vc 80m/min, fn 0.1mm/tooth, ap 0.5mm.

절차 : 30 분 동안 연속적으로 절단하고 마모 밴드 폭 (VB) 을 측정합니다.

판단기준 :  $VB \leq 0.3$  mm.

참조 표준 : ISO 8688-1 에 따름.

## 8. 검사 규칙

### 8.1 공장 검사

원자재 경도 및 화학성분 검사.

### 8.2 공장 검사

치수, 허용오차, 경도 시험.

내구성 시험(샘플링 속도 5%).

## 9. 표시 및 포장

### 9.1 로고

코드 (예: SC-10-Z10-WC) 와 이빨 개수를 표시하세요.

예: GB/T 14301-SC-10-Z10-WC.

### 9.2 패키징

방습 및 충격 방지 포장재를 사용하세요.

제조 및 테스트 인증서가 함께 제공됩니다.

## 10. 응용 프로그램 사양

### 10.1 절삭 데이터

절삭 속도(Vc) : 50-150m/min(소재에 따라 조정).

이송 속도(fn) : 0.05-0.2 mm/치아.

절단 깊이 : 0.2-1 mm.

### 10.2 냉각 요구 사항

추천 절삭유, 유량  $\geq 10$  L/min.

건식 절단은 가벼운 하중에만 적용되며, 작업 시간은  $\leq 10$  분입니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 11. 안전 요구 사항

작업 시에는 보호 안경과 장갑을 착용하세요.  
공구 파손을 방지하려면 과부하 및 절단을 피하십시오.

## 12. 부록

### 부록 A(정보) - 치수 참조 표

| 직경(mm) | 두께(mm) | 길이(mm)  | 이빨의 개수(Z) | 허용 등급 |
|--------|--------|---------|-----------|-------|
| 2      | 0.5-1  | 40~60 세 | 4-6       | 에이치 6 |
| 10     | 1-2    | 60-90   | 8-12      | 에이치 6 |
| 25     | 2-3    | 90-120  | 12-20     | 에이치 7 |

### 부록 B(규범) - 사용 조건 표

| 공작물 소재     | 절삭 속도(Vc, m/min) | 이송 속도(fn, mm/이) | 절삭 깊이(mm) |
|------------|------------------|-----------------|-----------|
| 강철(HB 200) | 80-120           | 0.05-0.15       | 0.2-0.5   |
| 알루미늄 합금    | 100-150          | 0.1-0.2         | 0.2-1     |
| 목재 재료      | 50-80            | 0.05-0.1        | 0.2-0.5   |

## 13. 색인

솔리드 카바이드 톱 블레이드 밀링 커터 기술 요구 사항 사용 지침 치수 허용 오차

## 14. 출판 정보

출시일 : 2008 년 6 월 1 일. 시행일 : 2009 년 1 월 1 일.

관리 주체 : 중국 표준화 관리 위원회(SAC).

언어 : 중국어, 영어.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## GB/T 5231-2018

### 초경합금 소재

#### 머리말

본 표준은 GB/T 1.1-2009 "표준화 지침 제1부: 표준의 구조 및 작성 규칙"의 규정에 따라 작성되었습니다. 본 표준은 GB/T 5231-2008 "초경합금 재료"를 대체합니다. GB/T 5231-2008 과 비교하여 주요 기술적 변경 사항은 다음과 같습니다. 텅스텐 카바이드(WC) 분말의 입자 크기 범위 및 순도 요건이 업데이트되었습니다(4.1 참조, 2008 년 버전의  $0.8-3\mu\text{m}$  는  $0.5-2\mu\text{m}$  로 조정되었으며, 순도는 99.5%에서 99.8%로 향상되었습니다).

코발트(Co) 함량 범위 및 입자 크기 요구 사항 추가(4.2 참조, 새로 추가된 6%-12%, 입자 크기  $1-1.5\mu\text{m}$ )

TiC, TaC 첨가제의 적용범위 및 분산 시험방법을 보완하였다(4.3 참조);

소결 밀도 요구 사항이 수정되었고 열간 등방성 압축(HIP) 공정 매개변수가 추가되었습니다(6.3 참조).

현장 지원 소결(SPS) 기술의 기술 동향에 대한 설명을 추가했습니다(부록 A 참조).

이 표준은 중국기계산업연합회에서 제안하고 조정합니다.

이 표준은 중국과학원 금속연구소, 베이징과학기술대학, xAI 기술연구개발센터가 공동으로 작성했습니다.

이 표준의 주요 초안 작성자는 장산, 이사, 왕우입니다.

이 표준은 2019 년 1 월 1 일부터 시행됩니다.

#### 1 범위

이 표준은 시멘트 카바이드 재료의 분류 및 코드, 요구 사항, 시험 방법, 검사 규칙, 표시, 포장, 운송 및 보관에 대한 내용을 규정합니다.

본 규격은 텅스텐 카바이드(WC)를 주성분으로 하고, 코발트(Co)를 결합제로 사용하며, TiC 및 TaC 와 같은 강화제를 첨가한 초경합금 소재에 적용됩니다. 절삭 공구, 금형 및 내마모성 부품 제조에 널리 사용됩니다.

#### 2 규범적 참조

다음 문서는 이 표준을 적용하는 데 필수적입니다. 날짜가 표시된 참조 문서의 경우, 날짜가 표시된 버전만 이 표준에 적용됩니다. 날짜가 표시된 참조 문서의 경우, 최신 버전(모든 개정 내용 포함)이 이 표준에 적용됩니다.

GB/T 5244-2018 "초경합금 분말의 혼합 균일성 측정"

GB/T 8170-2008 "값 반올림 및 한계값 표현 및 판단에 대한 규칙"

GB/T 229-2007 "금속 재료 샤르피 진자 충격 시험 방법"

GB/T 228.1-2010 "금속 재료의 인장 시험 - 제1부: 실온에서의 시험 방법"

GB/T 2975-2018 "강철 및 철강 제품의 기계적 특성 시험을 위한 시험편의 위치 및 준비"

#### 3 용어 및 정의

다음은 이 표준에 적용되는 용어와 정의입니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

### 3.1

#### 초경합금은

분말야금 공정을 통해 제조된 텅스텐 카바이드(WC)를 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 하는 복합재료로, 경도가 높고 내마모성이 우수합니다.

### 3.2

#### 소결 밀도

소결 후 시멘트 카바이드 재료의 밀도는 아르키메데스 방법으로  $\text{g/cm}^3$  단위로 측정됩니다.

### 3.3

#### 마모 밴드 폭(VB)

절삭 공구 사용 중 절삭 날 마모 영역의 최대 폭(mm)입니다.

## 4 분류 및 코드

### 4.1

#### 주요 성분

텅스텐 카바이드(WC): 입자 크기  $0.5\text{--}2\ \mu\text{m}$ , D50 은  $1.2\ \mu\text{m}$ , 순도  $\geq 99.8\%$ .

### 4.2

#### 접착 단계

코발트(Co): 입자 크기  $1\text{--}1.5\ \mu\text{m}$ , 함량 6%~12%(질량 분율).

### 4.3

#### 첨가제

탄화티타늄(TiC) : 함량 0.5%~2%;

탄탈륨 카바이드(TaC): 함량 0.3%~1%;

분산성: 주사 전자 현미경(SEM)으로 검출, 표준 편차  $< 5\%$ .

### 4.4

#### 코드

초경합금 소재의 코드는 "YG"로 시작하고, 그 뒤에 결합재 함량(%)과 주요 용도 코드가 표시됩니다. 예:

YG6: Co 함량 6%, 일반 절단;

YG8: Co 함량 8%, 내마모성 금형;

YG12 : Co 함량 12%, 중량 가공용.

## 5 가지 요구 사항

### 5.1

#### 화학적 조성

시멘트 카바이드 재료의 화학적 조성은 표 1의 요구 사항을 준수해야 합니다.

| 요소    | 함량 범위(질량 분율, %) | 입자 크기( $\mu\text{m}$ ) | 청정(%)       |
|-------|-----------------|------------------------|-------------|
| 화장실   | 88~93.7         | 0.5~2                  | $\geq 99.8$ |
| 주식회사  | 6~12            | 1~1.5                  | $\geq 99.5$ |
| 안면 경련 | 0.5~2           | —                      | $\geq 99.0$ |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



| 요소 | 함량 범위(질량 분율, %) | 입자 크기( $\mu\text{m}$ ) | 청정(%)       |
|----|-----------------|------------------------|-------------|
| 티씨 | 0.3-1           | -                      | $\geq 99.0$ |

## 5.2

### 물리적 특성

경도: HV 1500-2000 (Co 함량에 따라 다름)

굽힘 강도:  $\geq 2000$  MPa;

밀도: 14.5-15 g/cm<sup>3</sup> (소결 후).

## 5.3

### 미세구조

입자 크기: 0.5-1.5  $\mu\text{m}$

다공성: A02B00C00 (GB/T 5244-2018 표준에 따름).

## 6. 시험 방법

### 6.1

#### 화학성분 분석은

GB/T 223 시리즈 표준에 따라 X 선 형광 분광법 또는 유도 결합 플라즈마 방출 분광법을 사용하여 수행해야 합니다.

### 6.2

#### 물리적 특성 시험

경도: GB/T 228.1-2010 에 따라 비커스 경도계를 사용하여 측정함

굽힘 강도: GB/T 229-2007 에 따라 샤르피 충격 시험기를 사용하여 측정함.

밀도: 아르키메데스 방법으로 측정, 편차  $\pm 0.1$  g/cm<sup>3</sup>.

### 6.3

#### 미세구조 관찰

입자 크기와 기공률은 주사전자현미경 (SEM) 이나 전자 후방산란 회절 (EBSD) 을 사용하여 분석했습니다.

## 7 검사 규칙

### 7.1

#### 공장 검사

각 배치의 제품은 화학 성분, 밀도, 경도 및 굽힘 강도에 대해 검사를 받아야 합니다. 샘플링 수량은 GB/T 2975-2018 에 따라야 합니다.

### 7.2

#### 형식검사

형식검사는 제품 설계가 변경될 때 또는 2 년마다 실시하며, 검사 항목에는 요구되는 모든 항목이 포함되어 있습니다.

### 7.3

#### 판정 규칙

시험 결과 중 하나가 불합격으로 판정될 경우, 두 배의 샘플을 재시험해야 합니다. 재시험 결과가 여전히 불합격으로 판정될 경우, 해당 배치의 제품은 불합격으로 판정됩니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 8 표시, 포장, 운송 및 보관

### 8.1

#### 표시

제품에는 "YG6-20250625"와 같이 코드, 생산 배치 번호 및 제조 날짜를 표시해야 합니다.

### 8.2

#### 포장은

방습 포장이어야 하며, 녹슬지 않는 종이로 안감을 대고, 외부는 나무 또는 플라스틱 상자에 넣어야 하며, 순중량은 50kg 을 초과해서는 안 됩니다.

### 8.3

#### 운송 운송 중에는 충격을 피하고

, 건조하게 보관하며, 부식성 물질과 함께 포장하지 마십시오.

### 8.4

#### 보관

보관 환경은 온도 20~25° C, 상대 습도 <40%이며, 방습 캐비닛에 보관해야 합니다. 보관 기간은 2 년입니다.

## 부록 A

(규범 부록)

### A.1 현장 지원 소결 (SPS) 매개변수

현장 지원 소결 (SPS) 은 다음 매개변수를 사용하여 소결 공정을 보완하는 데 사용될 수 있습니다.

펄스 전류: 1000-2000 A;

전압: 5-10V;

소결시간 : 30-60 분

입자 크기: 0.2-0.5  $\mu\text{m}$ .

### A.2 적용 범위

고성능 마이크로 카바이드 밀링 커터(직경  $\leq 0.5\text{ mm}$ ) 제조용입니다.

## 부록 B

(정보 부록)

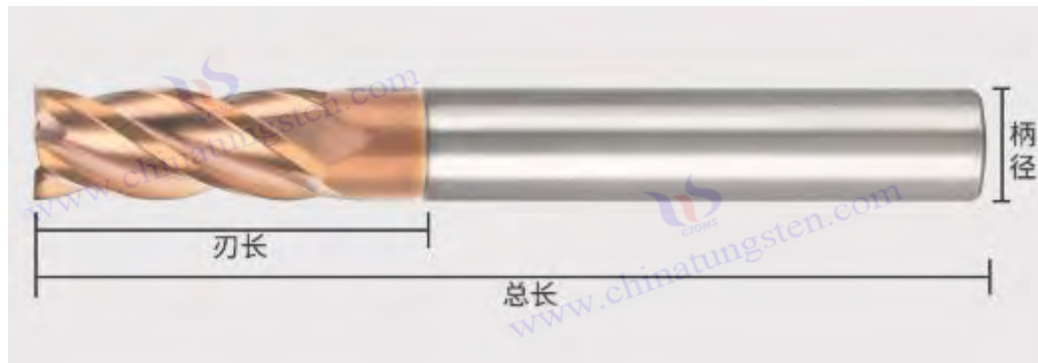
### B.1 기술 매개변수 예

| 암호   | Co 함량 (%) | 경도 (HV) | 굽힘강도 (MPa) | 밀도 ( $\text{g/cm}^3$ ) |
|------|-----------|---------|------------|------------------------|
| YG6  | 6         | 1800    | 2200       | 14.8                   |
| YG8  | 8         | 1700    | 2100       | 14.7                   |
| YG12 | 12        | 1500    | 2000       | 14.6                   |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

电话/TEL: 0086 592 512 9696  
CTIAQCD-MA-E/P 2018-2024V  
[sales@chinatungsten.com](mailto:sales@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](http://www.ctia.com.cn)

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

## GB/T 16665-2017

### 절삭 공구 분류

#### 머리말

본 표준은 GB/T 1.1-2009 “표준화 지침 제 1 부: 표준의 구성 및 작성 규칙”의 규정에 따라 작성되었습니다. 본 표준은 GB/T 16665-2006 “절삭 공구 분류”를 대체합니다. GB/T 16665-2006 과 비교하여 주요 기술적 변경 사항은 다음과 같습니다.

절삭 공구의 분류 체계가 업데이트되었고, 마이크로 절삭 공구의 범주가 추가되었습니다(5.1 참조).

ISO 13399 데이터 교환 형식에 따른 디지털 분류 요구 사항을 보완했습니다(5.3 참조).

시멘트 카바이드 절삭 공구의 성능 지표는 내열성 및 접착 방지에 대한 요구 사항을 추가하도록 수정되었습니다(7.2 참조).

지능형 분류 및 관리를 위한 기술 동향에 대한 설명이 추가되었습니다(부록 A 참조).

이 표준은 중국기계산업연합회에서 제안하고 조정합니다.

이 표준은 중국과학원 금속연구소, 베이징항공우주대학, xAI 기술연구개발센터가 공동으로 작성했습니다.

이 표준의 주요 초안 작성자.

이 표준은 2018 년 1 월 1 일부터 시행됩니다.

#### 1 범위

이 표준은 절삭 공구의 분류 및 코드, 요구 사항, 시험 방법, 검사 규칙, 표시, 포장, 운송 및 보관에 대한 내용을 규정합니다.

이 표준은 선삭 공구, 밀링 공구, 드릴링 공구 및 특수 공구, 특히 시멘트 카바이드 소재로 만든 절삭 공구를 포함하되 이에 국한되지 않고 금속 절삭 가공에 사용되는 다양한 절삭 공구에 적용됩니다.

#### 2 규범적 참조

다음 문서는 이 표준을 적용하는 데 필수적입니다. 날짜가 표시된 참조 문서의 경우, 날짜가 표시된 버전만 이 표준에 적용됩니다. 날짜가 표시된 참조 문서의 경우, 최신 버전(모든 개정 내용 포함)이 이 표준에 적용됩니다.

GB/T 5244-2018 “초경합금 분말의 혼합 균일성 측정”

GB/T 8170-2008 “값 반올림 및 한계값 표현 및 판단에 대한 규칙”

GB/T 228.1-2010 “금속 재료의 인장 시험 - 제 1 부: 실온에서의 시험 방법”

ISO 13399-2018 절삭 공구 데이터 표현 및 교환

GB/T 2975-2018 “강철 및 철강 제품의 기계적 특성 시험을 위한 시험편의 위치 및 준비”

#### 3 용어 및 정의

다음은 이 표준에 적용되는 용어와 정의입니다.

##### 3.1

##### 절삭 공구

절삭 작용을 통해 작업물에서 재료를 제거하는 도구로, 단일 절삭 공구, 다중 절삭 공구 및 복합 절삭 공구가 있습니다.

##### 3.2

#### 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](http://www.ctia.com.cn)

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

## 초경 절삭공구

는 텅스텐 카바이드(WC)를 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 하여 제작된 절삭공구로서, 높은 경도와 내마모성을 가지고 있다.

### 3.3

## 디지털 분류

ISO 13399 표준을 기반으로 절삭 공구의 기하학적 매개변수, 성능 속성 및 3D 모델의 분류 방법은 데이터 형식을 통해 정의됩니다.

## 4 분류 및 코드

### 4.1

## 분류 기준

절삭 공구는 용도, 구조, 재료에 따라 다음과 같은 범주로 분류됩니다.

**용도별** : 선삭 공구, 밀링 공구, 드릴링 공구, 보링 공구, 특수 공구

**구조별 구분** : 단일점 절삭 공구, 다중점 절삭 공구, 복합 절삭 공구;

**재료별** : 고속도강(HSS), 초경합금, 세라믹, 입방정질화붕소(CBN), 다이아몬드.

### 4.2

## 마이크로 절삭 공구

직경  $\leq 0.5\text{mm}$ 의 마이크로 절삭 공구는 마이크로전자 및 의료용 임플란트 가공에 적합합니다. 새로운 범주 "MC"가 추가되었습니다.

### 4.3

## 코드 표현

절삭 공구 코드는 재료 코드, 응용 프로그램 코드 및 크기 코드로 구성됩니다. 예:

YG6-M: 시멘트 초경(YG), 밀링 공구(M), Co 함량 6%;

HS-T-10: 고속도강(HS), 선삭공구(T), 직경 10mm;

MC-D-0.2: 마이크로 절삭 공구(MC), 드릴링 공구(D), 직경 0.2mm.

## 5 가지 요구 사항

### 5.1

## 기하학적 매개변수

절단 각도:  $5^{\circ}$  -  $15^{\circ}$  (적용 분야에 따라 다름)

공구 직경 허용 오차:  $\pm 0.01\text{mm}$ (마이크로 공구) 또는  $\pm 0.05\text{mm}$ (기존 공구).

### 5.2

## 성능 요구 사항

경도: HV 1500-2000(초경 공구);

내열성:  $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ (코팅된 도구);

접착 방지: 마찰 계수  $\leq 0.2$ .

### 5.3

## 디지털화 요구 사항

3D 모델, 2D 도면 및 속성 데이터를 포함하여 ISO 13399 형식을 준수합니다.

데이터 업데이트 빈도: 최소 1년에 한 번 또는 필요에 따라.

## 6. 시험 방법

### 6.1

## 기하학적 매개변수 측정

공구 직경과 각도는  $\pm 0.001\text{ mm}$ 의 정확도를 가진 좌표 측정기(CMM)를 사용하여

## COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



측정되었습니다.

## 6.2

### 성능 테스트

경도: GB/T 228.1-2010 에 따라 비커스 경도계를 사용하여 측정함

내열성: 고온 오븐 테스트, 온도 1000° C, 지속 시간 1 시간;

접착 방지: 마찰 시험, 하중 50N, 마찰 계수 결정.

## 6.3

### 디지털 검증

ISO 13399 데이터 호환성은 CAD 소프트웨어로 검증되었으며 모델 오차는  $\leq 0.01\text{mm}$  로 확인되었습니다.

## 7 검사 규칙

### 7.1

#### 공장 검사

각 제품 배치는 기하학적 특성, 경도 및 내열성에 대해 검사를 받아야 합니다. 샘플링 수량은 GB/T 2975-2018 을 준수해야 합니다.

### 7.2

#### 형식검사

형식검사는 제품 설계가 변경될 때 또는 2 년마다 실시하며, 검사 항목에는 요구되는 모든 항목이 포함되어 있습니다.

### 7.3

#### 판정 규칙

시험 결과 중 하나가 불합격으로 판정될 경우, 두 배의 샘플을 재시험해야 합니다. 재시험 결과가 여전히 불합격으로 판정될 경우, 해당 배치의 제품은 불합격으로 판정됩니다.

## 8 표시, 포장, 운송 및 보관

### 8.1

#### 표시

제품에는 "YG6-M-20250625"와 같이 코드, 생산 배치 번호 및 제조 날짜를 표시해야 합니다.

### 8.2

#### 포장은

방습 포장이어야 하며, 녹슬지 않는 종이로 안감을 대고, 외부는 나무 또는 플라스틱 상자에 넣어야 하며, 순중량은 50kg 을 초과해서는 안 됩니다.

### 8.3

#### 운송 운송 중에는 충격을 피하고

, 건조하게 보관하며, 부식성 물질과 함께 포장하지 마십시오.

### 8.4

#### 보관

보관 환경은 온도 20~25° C, 상대 습도 <40%이며, 방습 캐비닛에 보관해야 합니다. 보관 기간은 2 년입니다.

## 부록 A

(규범 부록)

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

### A.1 지능형 분류 및 관리

기술적 요구 사항 : 사물 인터넷(IoT) 센서를 기반으로 한 절단 매개변수(절단력 < 600N, 온도 < 700° C)의 실시간 모니터링

데이터 관리 : 5G 네트워크를 통한 원격 분류 업데이트, 응답 시간 ≤ 5 초;

적용 범위 : 자동화된 생산 라인 및 지능형 제조 공장.

### 부록 B

(정보 부록)

### B.1 절삭 공구 분류의 예

| 암호       | 재료      | 사용 직경(mm) | 경도(HV) |
|----------|---------|-----------|--------|
| YG6-M    | 초경합금    | 갈기 10     | 1800   |
| HS-T-8   | 고속도강    | 선회 8      | 800    |
| MC-D-0.2 | 마이크로 도구 | 교련 0.2    | 1900   |

ISO 6987-2020: CNC 공작 기계의 절삭 매개변수

ISO 6987-2020

기계의 수치 제어 - 절단 매개변수

## 머리말

ISO(국제표준화기구)는 국가 표준 기구(ISO 회원 기구)의 전 세계 연합입니다. 국제 표준 제정 작업은 일반적으로 ISO 기술 위원회를 통해 진행됩니다. 이번 제 3 판은 기술적으로 개정된 제 2 판(ISO 6987-2010)을 폐지하고 대체합니다.

이전 버전과 비교한 주요 변경 사항은 다음과 같습니다.

경질 합금 공구 소재의 발전을 반영하여 절삭 속도와 이송 속도 범위가 업데이트되었습니다(조항 5.2 참조).

실시간 매개변수 최적화를 위한 통합 적응 제어 기술(조항 5.3 참조)

5G 지원 원격 매개변수 조정에 대한 요구 사항 추가(조항 5.4 참조)

매개변수 선택을 위한 지속 가능성 측정 항목이 포함되었습니다(부록 A 참조).

이 국제 표준은 ISO/TC 39 기술 위원회, 공작기계에서 개발되었습니다.

## 소개

이 국제 표준은 수치 제어(NC) 공작 기계에서 절삭 매개변수를 정의하고 적용하여 금속 절삭 공정의 일관성, 효율성 및 안전성을 보장하기 위한 프레임워크를 제공합니다. 고속 가공, 미세 가공, 지속 가능한 생산 방식 등 현대 제조업의 변화하는 요구를 충족합니다.

## 1 범위

이 국제 규격은 수치 제어 공작 기계의 절삭 매개변수에 대한 분류, 요구 사항, 시험 방법, 검사 규칙, 표시, 포장, 운송 및 보관에 관한 내용을 규정합니다.

이 표준은 밀링 커터, 터닝 공구, 드릴링 공구와 같은 경질 합금 절삭 공구를 중심으로, 냉간 금속 및 불연성 재료의 절삭에 사용되는 NC 기계에 적용됩니다. 이 표준은 화염 절단기나 조선용 제도 기계와 같은 특수 용도에는 적용되지 않습니다.

## 2 규범적 참조

다음 문서는 본문에서 일부 또는 전체 내용이 본 문서의 요건을 충족하도록 참조됩니다. 날짜가 표시된 참고문헌은 인용된 판본만 적용됩니다. 날짜가 표시되지 않은 참고문헌은 참조된 문서의 최신 판본(모든 수정 사항 포함)을 적용합니다.

ISO 230-1:2012, 공작기계용 테스트 코드 - 제1부: 무부하 또는 마무리 조건에서 작동하는 기계의 기하학적 정확도

ISO 13399-2018, 절삭 공구 데이터 표현 및 교환

ISO 6983-1:2009, 자동화 시스템 및 통합 - 기계의 수치 제어 - 프로그램 형식 및 주소 단어 정의 - 제1부: 위치 지정, 라인 모션 및 윤곽 제어 시스템을 위한 데이터 형식

ISO 16090-1:2017, 공작기계 안전 - 가공 센터, 밀링 머신, 이송 머신 - 제1부: 안전 요구 사항

## 3 용어 및 정의

본 문서의 목적상 다음의 용어와 정의가 적용됩니다.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

### 3.1

#### 절삭 속도( $V_c$ )

분당 미터(m/min)로 표현되는 작업물에 대한 절삭 공구의 주변 속도입니다.

### 3.2

#### 이송 속도( $f_n$ )

공구가 이빨당 또는 회전당 이동하는 거리로, 이빨당 밀리미터(mm/tooth) 또는 분당 밀리미터(mm/min)로 표현됩니다.

### 3.3

#### 절삭 깊이( $a_p$ )

가공물의 원래 표면과 완성된 표면 사이의 수직 거리이며, 밀리미터(mm) 단위로 표현됩니다.

## 4 분류

### 4.1

#### 프로세스별

선회

갈기

교련

지루한

특수 절단(예: 미세 가공)

### 4.2

#### 도구 재료별

경질 합금(예: 코발트 바인더가 포함된 텅스텐 카바이드)

고속도강(HSS)

세라믹

입방정 질화붕소(CBN)

다이아몬드

### 4.3

#### 매개변수 범주

기본 매개변수:  $V_c$ ,  $f_n$ ,  $a_p$

고급 매개변수: 냉각수 압력, 스핀들 속도(RPM)

## 5 가지 요구 사항

### 5.1

#### 일반 요구 사항

절삭 매개변수는 공구 재료, 공작물 재료 및 기계 성능에 따라 선택되어야 하며, 안전 및 정확도 표준을 준수해야 합니다.

### 5.2

#### 매개변수 범위

절삭 속도( $V_c$ ) : 50-250m/min(경합금 공구), 20-100m/min(HSS 공구)

이송 속도( $f_n$ ) : 0.05-0.2mm/치아(밀링), 0.1-0.5mm/회전(선삭)

절삭 깊이( $a_p$ ) : 0.2-2mm(일반), 0.05-0.5mm(미세 가공)

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

### 5.3

#### 적용 제어

센서 피드백을 사용하여  $V_c$  및  $f_n$ 을 실시간으로 조정합니다(예: 절삭력  $< 600N$ , 온도  $< 700^\circ C$ ). 최적화 알고리즘을 통해 에너지를 10%-15%까지 줄입니다.

### 5.4

#### 원격 조정

5G 지원 시스템은 자동 생산 라인에 적용 가능한  $\leq 5ms$ 의 지연 시간으로 매개변수 업데이트를 지원해야 합니다.

### 5.5

#### 지속 가능성

매개변수는 냉각수 사용을 최소화(유량  $\leq 10 L/min$ )하고 공구 수명을 최적화(마모 밴드 폭  $VB \leq 0.3 mm$ )해야 합니다.

## 6 가지 테스트 방법

### 6.1

#### 절단 속도 측정

정확도가  $\pm 1m/min$ 인 타코미터 또는 레이저 도플러 속도계를 사용하여  $V_c$ 를 측정합니다.

### 6.2

#### 이송 속도 및 절삭 깊이 검증

디지털 캘리퍼 또는 좌표 측정기(CMM)를 사용하여 허용 오차가  $\pm 0.01mm$ 인  $f_n$  및  $a_p$ 를 검증합니다.

### 6.3

#### 적용 제어 테스트

통제된 환경에서 테스트를 수행하고, 센서를 사용하여 힘과 온도를 모니터링하고, 전력계를 사용하여 에너지 절감을 검증합니다.

## 7 검사 규칙

### 7.1

#### 공장 검사

각 배치는 ISO 230-1:2012에 따라 결정된 샘플 크기에 따라  $V_c$ ,  $f_n$  및  $a_p$ 에 대해 검사를 받아야 합니다.

### 7.2

#### 유형 검사

매년 또는 설계 변경 후에 모든 요구 사항을 포괄하여 수행합니다.

### 7.3

#### 판단 기준

매개변수 중 하나라도 실패하면 재검사를 위해 샘플 크기를 두 배로 늘립니다. 재검사에서 실패하면 배치가 규정을 준수하지 않는 것으로 간주됩니다.

## 8 표시, 포장, 운송 및 보관

### 8.1

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## 표시

도구에는 매개변수 코드(예: "Vc150-fn0.1-ap0.5")와 배치 번호가 표시되어야 합니다.

### 8.2

## 포장

방습 포장재와 방청 안감을 사용하고, 단위당 순중량은  $\leq 50\text{kg}$  이어야 합니다.

### 8.3

## 운송

충격을 피하고, 건조하게 유지하며, 부식성 물질과 함께 운송하지 마십시오.

### 8.4

## 보관

온도  $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ , 상대 습도  $< 40\%$ , 제습 캐비닛에 보관하며 유통기한은 2 년입니다.

## 부록 A

(규범적)

### A.1 지속 가능성 지표

에너지 소비량: 작동 시간당  $\leq 5\text{kWh}$

냉각수 감소: 2010 년 기준 대비  $\geq 20\%$

공구 수명 연장: 최적화된 매개변수를 통해  $\geq 25\%$

## 부록 B

(유익한)

### B.1 예제 매개변수 집합

프로세스 공구 재료 Vc(m/분) fn(mm/치수) ap(mm)

|    |       |         |          |         |
|----|-------|---------|----------|---------|
| 갈기 | 경질 합금 | 150-200 | 0.1-0.15 | 0.5-1   |
| 선회 | HSS   | 50-80   | 0.2-0.3  | 1-2     |
| 교련 | 경질 합금 | 60-100  | 0.05-0.1 | 0.2-0.5 |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

ISO 13399-2022 : 도구 데이터 표현

ISO 13399-2022

절삭 공구 데이터 표현

## 머리말

ISO(국제표준화기구)는 국가 표준 기구(ISO 회원 기구)의 전 세계 연합입니다. 국제 표준 제정 작업은 일반적으로 ISO 기술 위원회를 통해 진행됩니다. 이번 제 4 판은 기술적으로 개정된 제 3 판(ISO 13399-2018)을 폐지하고 대체합니다.

이전 버전과 비교한 주요 변경 사항은 다음과 같습니다.

5G 지원 데이터 교환 기능을 포함하도록 참조 사건을 업데이트했습니다(조항 5.3 참조).

증강 현실(AR) 시각화를 지원하기 위한 확장된 3D 모델 요구 사항(조항 5.4 참조)

데이터 표현을 위한 지속 가능성 기준 추가(부록 A 참조)

ISO/TC 29 WG34 유지 관리 기관의 실시간 데이터 업데이트에 대한 피드백을 통합했습니다(조항 6.3 참조).

이 국제 표준은 기술 위원회 ISO/TC 29, 소형 공구, 작업 그룹 WG34 에서 개발되었습니다.

## 소개

이 국제 표준은 절삭 공구 데이터의 컴퓨터 해석 가능 표현 및 교환을 위한 표준화된 프레임워크를 제공하여 CAD, CAM, CAE, PDM 및 ERP 시스템 간의 원활한 통합을 촉진합니다. 2022 년판은 상호운용성, 실시간 데이터 교환 및 지속 가능한 관행을 강조하며 디지털 제조의 발전을 반영합니다.

## 1 범위

이 국제 표준은 절삭 공구 데이터 표현의 분류, 요구 사항, 시험 방법, 검사 규칙, 표시, 포장, 운송 및 보관을 규정합니다.

이 표준은 금속 절삭 공정에 사용되는 절삭 공구 및 툴 홀더의 기하학적 매개변수, 재료 특성, 3D 모델을 포함한 디지털 표현에 적용됩니다. 이 표준은 수치 제어 기계를 사용하는 제조 산업에서 사용하도록 설계되었으며, 비절삭 공구 또는 수동 작업과 관련된 데이터는 제외됩니다.

## 2 규범적 참조

다음 문서는 본문에서 일부 또는 전체 내용이 본 문서의 요건을 충족하도록 참조됩니다. 날짜가 표시된 참고문헌은 인용된 판본만 적용됩니다. 날짜가 표시되지 않은 참고문헌은 참조된 문서의 최신 판본(모든 수정 사항 포함)을 적용합니다.

ISO 10303-21:2016, 산업 자동화 시스템 및 통합 - 제품 데이터 표현 및 교환 - 파트 21: 구현 방법: 교환 구조의 일반 텍스트 인코딩

ISO 13584-1:2001, 산업 자동화 시스템 및 통합 - 부품 라이브러리 - 파트 1: 개요 및 기본 원칙

ISO 6983-1:2009, 자동화 시스템 및 통합 - 기계의 수치 제어 - 프로그램 형식 및 주소 단어 정의 - 제 1 부: 위치 지정, 라인 모션 및 윤곽 제어 시스템을 위한 데이터 형식

ISO 230-1:2012, 공작기계용 테스트 코드 - 제 1 부: 무부하 또는 마무리 조건에서

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 작동하는 기계의 기하학적 정확도

### 3 용어 및 정의

본 문서의 목적상 다음의 용어와 정의가 적용됩니다.

#### 3.1

##### 절삭 공구 데이터

디지털 정보는 제조 시스템 간 교환에 적합한 절삭 공구 및 공구 홀더의 기하학적, 재료 및 성능 특성을 나타냅니다.

#### 3.2

##### 3D 모델

절삭 공구의 치수와 특징을 포함한 컴퓨터 생성 표현으로, STEP AP 214 또는 DXF 형식으로 내보낼 수 있습니다.

#### 3.3

##### 데이터 교환 지연

시간 데이터 전송과 수신 사이의 시간 지연으로 밀리초(ms) 단위로 표현됩니다.

### 4 분류

#### 4.1

##### 데이터 유형별

기하학적 데이터(예: 절단 직경, 길이)

재료 데이터(예: 경도, 코팅 유형)

성능 데이터(예: 절삭 속도, 이송 속도)

#### 4.2

##### 표현 형식별

2D 도면(DXF)

3D 모델(STEP AP 214)

메타데이터(ISO 13399 호환 사전)

#### 4.3

##### 응용 프로그램별

CAD/CAM 통합

도구 관리 시스템

AR 기반 도구 시각화

### 5 가지 요구 사항

#### 5.1

##### 일반 요구 사항

절삭 공구 데이터는 독점 시스템과 무관한 중립적 형식으로 표현되어야 하며 ISO 10303-21 인코딩을 준수해야 합니다.

#### 5.2

##### 기하학적 데이터

절단 직경 허용 오차:  $\pm 0.01\text{mm}$

길이 허용 오차:  $\pm 0.05\text{mm}$

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

3D 모델 정확도:  $\leq 0.01$  mm 편차

5.3

#### 데이터 교환

5G 지원 지연 시간:  $\leq 5$ ms

업데이트 빈도: 애플리케이션에 따라 실시간 또는 매일

호환성: ISO 13399-1 ~ ISO/TS 13399-5 사전

5.4

#### 3D 모델 요구 사항

해상도  $\geq 1080p$  의 AR 시각화 지원

파일 크기: STEP 파일의 경우  $\leq 10$ MB

정기 업데이트: 분기별 또는 주문형

5.5

#### 지속 가능성

데이터는 공구 수명을 최적화해야 합니다( $VB \leq 0.3$ mm)

2018 년 기준 대비 디지털 저장 공간 20% 최소화

### 6 가지 테스트 방법

6.1

#### 기하학적 데이터 검증

좌표 측정기(CMM)를 사용하여  $\pm 0.001$ mm 의 정확도로 치수를 검증합니다.

6.2

#### 데이터 교환 테스트

네트워크 분석기를 사용하여 지연 시간을 측정하고, 통제된 환경에서 5G 전송을 시뮬레이션합니다.

6.3

#### 3D 모델 검증

AR 오버레이를 사용하여 물리적 도구와 비교하여 모델 정확도를 확인하고 STEP 파일을 CAD 소프트웨어로 가져옵니다.

### 7 검사 규칙

7.1

#### 공장 검사

각 데이터 배치는 ISO 230-1:2012 에 따라 샘플 크기로 기하학적 정확도와 교환 호환성을 위해 검사되어야 합니다.

7.2

#### 유형 검사

모든 요구 사항을 포괄하여 매년 또는 표준 업데이트 후에 수행합니다.

7.3

#### 판단 기준

매개변수 중 하나라도 실패하면 재검사를 위해 샘플 크기를 두 배로 늘립니다. 재검사에서 실패하면 배치가 규정을 준수하지 않는 것으로 간주됩니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 8 표시, 포장, 운송 및 보관

### 8.1

#### 표시

데이터 파일에는 고유 식별자(예: "ISO13399-2022-YG6-M-20250625")와 버전 번호가 포함되어야 합니다.

### 8.2

#### 패키징

암호화된 USB 드라이브나 클라우드 서버에 데이터를 저장하며, 패키지당 최대 파일 크기는 50MB로 제한됩니다.

### 8.3

#### 운송

공개 Wi-Fi를 피하고 중단 간 암호화를 적용하여 안전한 5G 네트워크를 통해 전송합니다.

### 8.4

#### 보관

온도 20-25° C, 습도 < 40%, 보관 기간 5년의 안전한 서버에 보관하세요.

## 부록 A

(규범적)

### A.1 지속 가능성 지표

공구 수명 최적화:  $\geq 25\%$  개선

디지털 저장 공간 감소:  $\geq 20\%$

데이터 처리를 위한 에너지 소비량: 업데이트당  $\leq 1\text{kWh}$

## 부록 B

(유익한)

### B.1 예제 데이터 표현

| 도구 유형 | 직경(mm)          | 길이(mm)        | Vc(m/분) | 체재        |
|-------|-----------------|---------------|---------|-----------|
| 갈기    | 10 $\pm$ 0.01   | 50 $\pm$ 0.05 | 150-200 | 단계 AP 214 |
| 선회    | 8 $\pm$ 0.01    | 40 $\pm$ 0.05 | 50-80   | DXF       |
| 교련    | 0.2 $\pm$ 0.005 | 20 $\pm$ 0.02 | 60-100  | 단계 AP 214 |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**Tel :** +86 592 5129696

**Official website :** [www.ctia.com.cn](http://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](http://www.ctia.com.cn)

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

## 밀링 커터란 무엇인가요?

밀링 머신이나 머시닝 센터의 스피들에 장착되는 날 공구로, 가공물을 밀링하는 데 사용됩니다. 금속 절삭 분야에서 가장 널리 사용되고 강력한 공구 중 하나로, 여러 개의 날을 사용하여 연속 절삭을 통해 재료를 효율적으로 제거하여 다양한 기하학적 형상의 표면을 가공합니다.

### 1. 핵심 기능

#### 여러 개의 절단날(이빨)

밀링 커터는 일반적으로 여러 개의 절삭날(일반적으로 2~8 개의 이빨, 대형 페이스 밀링 커터는 수십 개의 이빨을 가질 수 있음)을 가지고 있어 연속 회전을 통해 효율적인 절삭을 달성하고, 절삭력을 공유하며, 방열성이 좋고, 가공 효율이 높고, 표면 품질이 안정적입니다.

#### 회전 운동은 주요 절단 운동입니다

밀링 커터는 공작 기계 스피들에 의해 구동되어 고속으로 회전하고, 작업물은 필요에 따라 X/Y/Z 축을 따라 공급되고 이동하며, 이 둘이 함께 작동하여 가공을 완료합니다. 다재  
평면, 계단, 홈, 구멍, 곡면, 나사산, 기어 등 복잡한 기하학적 형상을 처리할 수 있습니다.

### 2. 밀링의 기본 원리

#### 절단 과정:

밀링 커터가 회전하면서 각 이빨이 주기적으로 작업물을 절단하여 재료를 제거하여 칩을 형성합니다.

하향 밀링: 커터 날의 절삭 방향이 공작물 이송 방향과 동일합니다(표면 품질이 우수하고 공구 수명이 길다).

상향 밀링: 커터 날의 절삭 방향이 공작물 이송 방향과 반대입니다(진동 감소, 경질 공작물에 적합).

#### 스포츠 조합:

주요 동작: 밀링 커터의 고속 회전.

이송 동작: 작업물이나 공구의 선형/곡선적 이동(예: 앞뒤, 좌우, 위아래, 원호 보간).

### 3. 밀링커터의 주요 구조

| 구조적 요소 | 구성 | 기능 설명                                                      |
|--------|----|------------------------------------------------------------|
| 최첨단    |    | 절삭에 직접 관여하는 날카로운 절단면은 종종 카바이드, 고속도강, CBN 또는 다이아몬드로 만들어집니다. |
| 몸      |    | 절단부를 지지하는 받침대는 높은 강성과 정밀성을 가져야 합니다(소재: 합금강/스테인리스강).        |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

| 구조적 구성 요소 | 기능 설명                                                  |
|-----------|--------------------------------------------------------|
| 칩 그루브     | 마힘과 과열을 방지하기 위해 칩을 원활하게 배출하는 나선형 또는 직선형 플루트 디자인입니다.    |
| 장착 인터페이스  | 생크(직선/테이퍼형) 또는 중앙 구멍(셸 밀링 커터)은 기계 스핀들과의 안전한 연결을 보장합니다. |

#### 4. 밀링커터의 핵심기능

##### 표면 처리

페이스 밀링 커터: 대구경 커터 디스크로 넓은 평평한 표면(부품 베이스 표면 등)을 효율적으로 밀링합니다.

엔드밀: 작은 평면이나 계단형 표면의 측면 밀링.

##### 윤곽 및 캐비티 가공

볼 엔드 밀링 커터: 3차원 표면(금형, 복잡한 모양) 가공.

라운드 노즈 밀링 커터: 평평한 표면과 곡면을 모두 가공할 수 있는 둥근 모서리를 가진 엔드 밀입니다.

T-슬롯/더브테일 슬롯 밀링 커터: 특수 기능 슬롯을 가공하는 데 사용됩니다.

##### 구멍 및 나사 가공

키웨이 밀링 커터: 끝단 절삭 날이 중앙을 통과하여 키웨이를 축 방향으로 직접 공급할 수 있습니다.

스레드 밀링 커터: 나선형 보간 동작을 통해 고정밀 스레드를 생산합니다.

##### 절단 및 홈 가공

톱날 밀링 커터: 재료를 절단하거나 좁은 홈을 파는 데 사용되는 얇고 원반 모양의 도구입니다.

#### 5. 밀링 커터와 다른 도구 간의 일반적인 차이점

| 도구 유형 | 스포츠 특징         | 처리방법         | 일반적인 용도            |
|-------|----------------|--------------|--------------------|
| 밀링 커터 | 공구 회전 + 공작물 이송 | 다중 이빨 간헐적 절단 | 평면, 홈, 표면, 윤곽      |
| 송곳    | 공구 회전 + 축 이송   | 단일 지점 연속 절단  | 교련                 |
| 선삭 공구 | 공작물 회전 + 공구 이송 | 단일 지점 연속 절단  | 원통형 표면, 단면, 나사산 가공 |

#### 6. 밀링커터 선정의 핵심 요소

가공물 소재: 알루미늄 합금, 강철, 티타늄 합금 등은 공구 코팅과 기질을 결정합니다(예: 경화강 가공에는 CBN 블레이드가 필요합니다).

가공 유형: 거친 가공의 경우 대피치 밀링 커터(큰 칩 공간)를 선택하고, 정밀 가공의 경우 다중 이빨 밀링 커터(높은 표면 조도)를 선택하세요.

공작기계 성능: 고속 공작기계에는 동적 밸런싱 설계를 갖춘 견고한 초경 밀링

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

커터가 필요합니다.

비용 효율성: 대량 생산의 경우 단위 비용을 줄이기 위해 인덱스 가능 인서트 밀링 커터가 선호됩니다.

### 요약하다

밀링 커터 = 회전하는 다날 공구 + 다차원 이송 동작 → 복잡한 기하학적 형상의 효율적인 가공.

항공기 외피부터 휴대폰 케이스, 자동차 엔진부터 의료 기기에 이르기까지 현대 제조업의 "만능 도구"이며, 거의 모든 곳에 사용됩니다. 밀링 커터의 특성을 숙달하는 것은 정밀 제조 역량을 향상시키는 핵심 단계입니다.



### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## 밀링 커터에는 어떤 유형이 있나요?

밀링 커터에는 여러 종류가 있으며, 이를 분류하는 방법도 다양합니다. 다음은 몇 가지 주요 분류 방법과 그에 해당하는 일반적인 유형입니다.

### 1. 구조적 형태에 따른 분류

#### 일체형 밀링 커터

밀링 커터의 절삭부와 커터 본체는 전체적으로 동일한 재질(예: 솔리드 카바이드)로 제작되어 강성이 우수하고 정밀도가 높으며 적용 범위가 넓습니다.

#### 용접 밀링 커터

초경 인서트는 용접을 통해 커터 본체에 고정됩니다. 비용은 비교적 낮지만, 용접 응력이 성능에 영향을 미칠 수 있습니다.

#### 머신 클램프(인덱서블) 밀링 커터

##### 인덱서블 인서트 밀링 커터

커터 바디에는 여러 개의 인덱서블 초경(또는 세라믹, CBN 등) 인서트가 장착되어 있습니다. 인서트의 절삭날 하나가 부동태화 처리된 후, 다른 절삭날을 사용하도록 인덱싱할 수 있습니다. 모든 절삭날이 무너지면 새 인서트로 교체할 수 있습니다. 이 커터는 가장 널리 사용되고 효율적인 밀링 커터 유형으로, 비용 효율적이며 공구 교체 시간이 짧습니다.

##### 교체 가능한 헤드 밀링 커터

절단 헤드(종종 여러 개의 날이 들어 있음)는 공구 홀더나 공구 본체에 기계적으로 연결되어 있어 마모 후 전체 절단 헤드를 빠르게 교체할 수 있습니다.

##### 톱니 밀링 커터 삽입

초경 또는 기타 소재의 톱니는 커터 본체에 기계적으로 매립됩니다(예: 압입, 나사 체결). 마모된 톱니는 개별적으로 교체할 수 있습니다. 일반적으로 대형 밀링 커터(예: 페이스 밀링 커터 디스크)에 사용됩니다.

#### 복합 밀링 커터

다양한 모양이나 기능을 가진 밀링 커터를 툴 홀더에 설치하여 한 번의 패스로 여러 공정을 완료합니다(예: 평면 밀링과 모따기를 동시에 진행).

### 2. 클램핑 방식에 따른 분류

#### 생크 밀링 커터

원통형 직선형 생크 또는 테이퍼형 생크를 갖추고 있으며, 스프링 척, 드릴 척 또는

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



밀링 커터 생크를 통해 밀링 머신 스피들 또는 머시닝 센터 생크에 설치됩니다.  
직선형 생크: 일반적으로 직경이 작고 가벼운 기계 가공에 사용됩니다.  
모스 테이퍼 생크: 자체 잠금식이며 소형 및 중형 밀링 커터에 사용됩니다.  
7:24 테이퍼 생크(BT, CAT, DIN, ISO 등): 가공 센터에서 가장 일반적으로 사용되는 표준 테이퍼 생크입니다.  
HSK 툴홀더: 양면 접촉, 강성이 좋고, 정밀도가 높으며, 특히 고속 가공에 적합합니다.  
열수축 공구 홀더: 열팽창 및 수축 원리를 활용해 공구를 고정하며, 매우 높은 강성과 런아웃 정확도를 제공합니다.  
유압 공구 홀더: 유압 팽창 원리를 활용해 공구를 고정하여 진동 감소 효과가 우수합니다.  
셸 밀링 커터: 중앙에 구멍이 있으며 스피들 또는 특수 공구대에 장착해야 합니다. 일반적으로 직경이 더 큼니다(예: 페이스 밀링 커터 디스크).

### 3. 기능/목적/기하학적 분류(가장 일반적으로 사용되는 분류 방법입니다)

#### 원통형 밀링 커터:

용도: 주로 수평 밀링 머신에서 더 넓은 평면을 가공하는 데 사용됩니다.  
특징: 절삭날은 원주 방향으로 분포되어 있으며, 대부분 나선형 톱니가 있어 절삭 진동을 줄입니다. 거친 톱니(고이송)와 미세 톱니(정밀 가공)가 있습니다.

#### 페이스 밀링 커터:

용도: 주로 수직 밀링 머신이나 고효율 가공 센터에서 평면(특히 대형 평면)을 가공하는 데 사용됩니다.  
특징: 절삭날은 원주와 단면에 분포되어 있습니다(주 절삭날은 원주에, 부 절삭날은 단면에 위치). 직경이 크고 날 수가 많습니다(대부분 인덱서블 인서트). 강성이 우수하고 절삭량이 많아 고출력 가공에 적합합니다.

#### 엔드밀:

용도: 가장 널리 사용되고 유연한 유형 중 하나입니다. 평면(측면, 계단면), 홈(직선 홈, T-슬롯, 도브테일 홈), 윤곽(2D/3D 곡면), 캐비티 등 가공에 사용됩니다.  
특징: 절삭날은 원주와 단면에 분포되어 있습니다. 단면 중앙에는 일반적으로 절삭날이 없습니다(드릴링 시 축방향으로 직접 이송할 수 없음). 2 날(칩 제거력 우수, 홈 가공에 사용), 3 날(다재다능함, 강성 균형), 4 날 이상(강성 우수, 표면 품질 우수, 정삭에 사용) 등이 있습니다. 다음과 같은 다양한 유형이 있습니다.  
일반 엔드밀: 일반적인 용도의 유형입니다.  
롱에지 엔드밀: 블레이드가 더 길어서 깊은 홈이나 깊은 캐비티 가공에 사용됩니다.  
볼 노즈 엔드 밀: 끝부분이 반구형이며 3차원 표면, 금형 캐비티, 루트 세척 등을 가공하는 데 사용됩니다.  
라운드 노즈 밀링 커터(볼 노즈 밀링 커터): 끝부분의 모서리가 둥글게(R 각) 가공되어 평저 커터의 강성과 볼 엔드 커터의 표면 가공 성능을 모두 갖추고 있습니다. 평면 정삭, 둥근 모서리가 있는 캐비티, 황삭 가공 등에 사용됩니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

챔퍼 밀링 커터: 특히 챔퍼링에 사용됩니다.

테이퍼 밀링 커터: 테이퍼가 있으며 원뿔형 표면이나 금형 드래프트 각도를 가공하는 데 사용됩니다.

T-슬롯 밀링 커터: T-슬롯 가공에 특별히 사용됩니다.

더브테일 슬롯 밀링 커터: 특히 더브테일 슬롯을 가공하는 데 사용됩니다.

#### 키웨이 밀링 커터:

용도: 특히 키웨이 가공에 사용됩니다.

특징: 엔드밀과 외형은 비슷하지만, 일반적으로 나선형 날이 두 개만 있고 끝 절삭날이 중앙까지 뻗어 있어 드릴처럼 축 방향으로 공작물을 절삭할 수 있습니다(직접 절삭). 높은 직경 정밀도가 요구됩니다.

#### 디스크 밀링 커터:

용도: 주로 홈 가공(직선 홈, 계단면), 절단 등에 사용

특징: 원반 모양이며, 절삭날은 원둘레에 분포되어 있으며, 양쪽에 보조 절삭날이 있을 수 있습니다(홈 벽 마감용). 얇은 제품에는 톱날 밀링 커터가 있습니다(좁은 홈을 자르거나 깎는 데 사용).

#### 각도 밀링 커터:

용도: 다양한 각도의 홈(예: V형 홈, 톱니형 홈)이나 베벨을 가공하는 데 사용됩니다.

특징: 단일 각도 밀링 커터(한쪽 원뿔 표면에 톱니가 있음)와 이중 각도 밀링 커터(두 개의 원뿔 표면에 톱니가 있으며 대칭 또는 비대칭)로 구분됩니다.

#### 폼 밀링 커터:

용도: 특정 모양(볼록/오목 호, 기어 이빨 모양, 스프로킷 이빨 모양, 특정 윤곽 등)의 성형 표면을 처리하는 데 사용됩니다.

특징: 절삭날의 형상이 가공물 표면의 윤곽과 완벽하게 일치하거나 서로 결합되어 있습니다. 가공 효율이 높고 정밀도 일관성이 우수하지만, 제조 비용이 높고 다용성이 부족합니다.

#### 스레드 밀링 커터:

용도: 머시닝 센터에서 암나사 및 수나사 밀링 가공에 사용됩니다. 탭핑과 비교했을 때, 특히 굵은 나사, 깊은 나사, 가공이 어려운 소재의 나사, 막힌 구멍 바닥 가까이의 나사 가공에 적합합니다.

특징: 통합형과 인덱싱 가능형이 있습니다. 일반적인 유형은 다음과 같습니다.

원통형 나사 밀링 커터: 나선형 홈이 있는 엔드 밀과 유사하게 나선형 보간 동작을 통해 나사산을 가공합니다.

빗살 모양의 나사 밀링 커터: 여러 줄의 환형 이빨이 있으며, 각 이빨 줄은 나사산 한 원을 가공하고, 완전한 나사산을 한 번의 축 방향 이송으로 가공할 수 있어 효율성이 높습니다.

#### 드릴링 및 밀링 커터:

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

용도: 드릴링과 밀링 기능(확장, 카운터싱크, 밀링 평면/윤곽)을 통합합니다. 일반적으로 드릴링 직후 소량의 밀링이 필요하여 공구 교체 시간을 단축하는 데 사용됩니다.

특징: 끝부분에 드릴 팁이 있고(축 방향 이송 드릴링 가능) 원주에는 밀링 모서리가 있습니다.

#### 4. 치아 수(치아 밀도)에 따른 분류

##### 거친 이빨 밀링 커터

이 공구는 적은 수의 날, 넓은 칩 배출 공간, 높은 날 강도를 가지고 있습니다. 황삭 가공(큰 여유, 큰 이송) 및 연질 및 플라스틱 소재 가공에 적합합니다.

##### 미세 이빨 밀링 커터

동시에 여러 개의 톱니와 작업 톱니를 갖추고 있어 매끄러운 절삭과 우수한 표면 품질을 보장합니다. 단단하고 취성이 있는 소재의 정삭, 가공, 단속 표면 가공에 적합합니다.

#### 5. 절단재료에 따른 분류

##### 고속강 밀링 커터

인성이 우수하고 복잡한 형상으로 가공할 수 있으며 가격도 저렴하지만, 경도, 내마모성, 내열성이 초경합금만큼 좋지 않습니다. 일반 밀링 머신, 소량 생산, 또는 가공이 어려운 소재(예: 스테인리스강)에 자주 사용됩니다.

##### 카바이드 밀링 커터

##### 솔리드 카바이드 밀링 커터

우수한 강성, 고정밀성, 내마모성 및 내열성을 갖추고 있어 머시닝 센터에서 고속 및 고효율 가공에 널리 사용됩니다. 특히 강철, 주철, 비철 금속 등의 가공에 적합합니다.

##### 인덱서블 카바이드 인서트 밀링 커터

주요 처리 방법으로 비용 효율적이며 적용 범위가 넓습니다.

##### 세라믹 밀링 커터

매우 높은 경도, 내마모성, 내열성을 가지고 있어 경화강, 주철, 고온합금 등의 고속정삭에 적합합니다. 그러나 취성이 있고 충격에 약합니다.

##### 입방정 질화붕소 밀링 커터

경도는 다이아몬드에 이어 두 번째로 높으며, 내마모성, 내열성, 화학적 안정성이 우수합니다. 주로 고경도(HRC50 이상) 철금속(경화강, 냉간 주철, 분말 야금 부품 등) 가공에 사용됩니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

## 다이아몬드 밀링 커터

### 다결정 다이아몬드 밀링 커터

주로 비철금속(알루미늄, 구리 및 그 합금), 비금속재료(흑연, 세라믹, 복합재료) 등의 고속 마무리 가공에 사용되며, 매우 높은 표면 품질을 얻을 수 있습니다.

### 단결정 다이아몬드 밀링 커터

주로 초정밀 가공에 사용됩니다.

밀링 커터를 선택할 때 고려해야 할 핵심 요소

가공대상(공작물 소재) : 경도, 강도, 인성, 열전도도 등

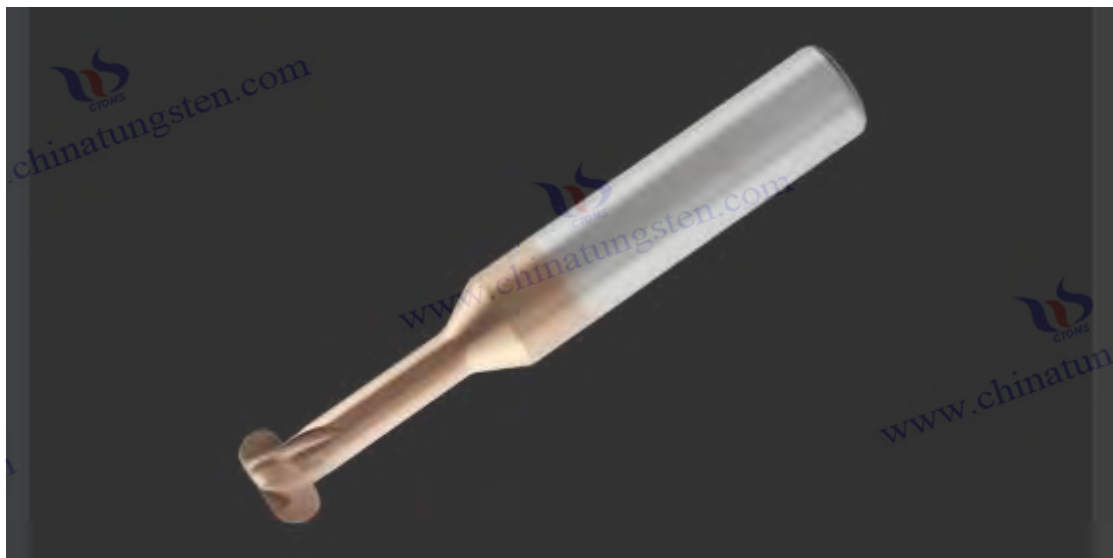
가공 요구사항: 가공 유형(평면, 홈, 프로파일, 나사산 등), 치수 정확도, 표면 거칠기, 가공 허용오차.

공작기계 조건: 공작기계 동력, 강성, 스핀들 유형(테이퍼), 속도 범위, 냉각수가 있는지 여부.

가공 효율성 및 경제성: 도구 비용, 수명, 교체 용이성(인덱서블 인서트는 확실한 장점이 있음).

절삭 매개변수: 절삭 속도, 이송 속도, 절삭 깊이, 냉각 방법.

밀링 커터의 종류와 적용 사례를 이해하는 것은 절삭 공구를 올바르게 선택하고, 합리적인 가공 기술을 개발하며, 가공 효율과 품질을 향상시키는 데 매우 중요합니다. 실제 적용 분야에서는 인덱서블 초경 절삭 공구가 대부분의 밀링 작업을 지배합니다.



## 카바이드 원통형 생크 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 원통형 생크 밀링 커터는 현대 제조 분야에서 널리 사용되는 고급 절삭 공구입니다. 뛰어난 경도, 내마모성, 효율적인 절삭 성능으로 금속 가공의 핵심적인 위치를 차지합니다. 텅스텐 카바이드(WC)를 주경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



사용하며, TiC, TaC 와 같은 미량 강화제를 첨가하여 첨단 분말 야금 기술을 사용하여 성형됩니다. 원통형 생크 설계는 CNC 공작 기계, 머시닝 센터 또는 수동 밀링 머신의 클램핑 시스템에 완벽하게 맞으며 정밀 가공, 황삭 가공 및 복잡한 표면 가공에 널리 사용됩니다. 다음 내용은 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 응용 분야 및 유형 등 다양한 측면에서 자세히 설명하여 포괄적이고 전문적인 기술 분석을 제공합니다.

## 초경 원통형 생크 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 원통형 생크 밀링 커터는 크게 생크 부분과 절삭 부분, 두 부분으로 나뉩니다. 생크는 원통형이며, 일반적으로 고강도 공구강(예: H13 또는 40CrMo) 또는 초경 재질로 제작됩니다. 직경은 2mm 에서 20mm 사이이며, 길이는 공작 기계 클램핑 시스템의 요구 사항에 따라 40~100mm 로 설계되어 스핀들과의 견고한 결합 및 안정적인 전달을 보장합니다. 절삭 부분에는 여러 개의 톱니 홈과 절삭날이 있습니다. 톱니 수는 가공 유형에 따라 2 개에서 8 개까지 다양합니다. 블레이드 형상(예: 나선각 30~45°, 정면각 5~15°, 후면각 10~20°)은 정밀 연삭 공정을 통해 최적화되어 다양한 소재 및 절삭 조건에 맞춰 가공합니다. TiN(질화티타늄), TiAlN(질화티타늄알루미늄), AlCrN(질화알루미늄크롬)과 같은 나노 스케일 코팅이 블레이드 표면에 자주 적용됩니다. 코팅 두께는 2~5 μm 로 조절되며, 이를 통해 1000° C 까지의 내열성이 크게 향상되고 마찰 계수는 0.15 로 감소합니다.

## 재료 구성:

### 하드 페이즈

텅스텐 카바이드(WC), 입자 크기 분포 0.5-2 μm, D50 값 1.2 μm, 순도 최대 99.8%로 높은 경도와 내마모성을 보장합니다.

### 접착 단계

코발트(Co) 함량 범위는 6%~12%(질량 분율), 입자 크기는 1~1.5 μm입니다. Co 함량을 조절하면 경도와 인성의 균형을 맞출 수 있습니다. 6%는 고정밀도에 중점을 두고, 12%는 고하중 절삭에 적합합니다.

### 첨가물

티타늄 카바이드(TiC) 함량은 0.5%~2%, 탄탈륨 카바이드(TaC) 함량은 0.3%~1%입니다. 분산도는 주사전자현미경(SEM)으로 측정하며, 표준편차는 5% 이내로 제어되어 고온 경도 및 내소착성이 향상됩니다.

## 구조적 특징:

### 핸들 디자인

원통형, 표면 거칠기  $Ra \leq 0.4 \mu m$ , HSK 또는 BT 톨 홀더 포함, 설치 동축도  $\leq 0.01 mm$ .

## COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



## 최첨단 최적화

5 축 CNC 연삭기로 절삭 날 모따기를 0.01-0.02mm 로 하여 절삭 시 충격력을 감소시켰습니다.

## 코팅 기술

2025년에는 두께 균일도 편차가  $<0.5\mu\text{m}$  이고 내식성이 30% 증가하는 새로운 다층 그라데이션트 코팅(TiAlN/AlCrN 등)이 추가될 예정입니다.

## 초경 원통형 생크 밀링 커터의 작동 원리

초경 원통형 생크 밀링 커터는 고속 회전으로 공작물 표면을 절삭하고, 간헐 절삭으로 공작물에서 잉여 소재를 제거하여 평면, 곡면 또는 복잡한 형상의 가공을 수행합니다. 이 커터의 작동 원리는 절삭날과 공작물 소재의 고속 상대 이동에 기반합니다. 절삭력은 주 절삭력과 이송력으로 구성됩니다. 절삭날은 원형 경로를 따라 공작물을 절삭하고, 칩은 치 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 공정은 공구 형상(정면각, 후면각, 나선각)과 절삭 매개변수(예: 절삭 속도  $V_c$  50~250m/min, 이송 속도  $f_n$  0.05~0.2mm/치, 절삭 깊이  $a_p$  0.2~2mm)의 영향을 받습니다. 냉각수(예: 수성 절삭유, 유량  $\geq 10\text{L/min}$ ) 또는 건식 절삭 기술을 사용하여 절삭 구역 온도를 제어하여 공구 과열(최대 온도는  $700^\circ\text{C}$  미만으로 제어)이나 공작물의 열 변형을 방지합니다. 2025년에는 5G 네트워크와 사물 인터넷(IoT) 센서를 활용하여 지능형 CNC 시스템이 절삭력( $< 600\text{N}$ ), 온도 및 진동을 실시간으로 모니터링하고, 파라미터를 동적으로 조정하며, 절삭 효율을 15~20% 향상시키고, 가공 정확도를 IT6 수준으로 향상시킬 수 있을 것입니다.

## 초경 원통형 생크 밀링 커터의 특성

초경 원통형 생크 밀링 커터는 고유한 소재와 구조적 설계로 인해 다음과 같은 뛰어난 특성을 가지고 있습니다.

### 높은 경도

비커스 경도 HV 1500-2000 은 고속도강(HV 600-800)을 훨씬 능가하며, 최대 HRC 60 의 경도를 가진 경화강이나 티타늄 합금을 가공할 수 있습니다.

### 내마모성

500~800 시간 연속 절삭 후에도 마모 영역 폭(VB)은 여전히  $\leq 0.3\text{mm}$  로, 특히 주철과 스테인리스강을 가공할 때 기존 공구의 수명보다 3~5 배 더 깁니다.

### 내열성

코팅된 공구는 최대  $1000^\circ\text{C}$  의 내열성을 갖추고 있으며 고속 절단( $V_c > 200\text{m/min}$ )에 적합하여 열 균열 위험을 줄여줍니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

## 충격 저항성

TaC 를 첨가하고 입자 크기를 최적화(0.5~1.5 μm)함으로써 굽힘 강도가 ≥ 2000MPa 이고 충격 하중 저항성이 15% 증가하여 간헐 절삭 조건에 적합합니다.

## 높은 정밀도

가공 정밀도는 IT6-IT7 수준에 도달하고 표면 거칠기는 Ra 0.2-0.4 μm 로 항공우주 및 의료 산업의 초정밀 가공 요구 사항을 충족합니다.

## 환경 보호

고효율 코팅과 결합된 건식 절단 기술은 지속 가능한 제조 추세에 맞춰 냉각수 사용량을 20~30%까지 줄일 수 있습니다.

## 4. 초경 원통형 생크 밀링 커터의 성능 및 영향 요인

초경 원통형 생크 밀링 커터의 성능은 소재 구성, 가공 매개변수, 사용 환경 등 여러 요인의 영향을 받습니다. 다음은 이에 대한 자세한 분석 및 최적화 전략입니다.

### 4.1 시멘트 카바이드 원통형 생크 밀링 커터의 성능에 영향을 미치는 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                                         | 영향도 | 최적화 제안                           | 데이터 지원                                  |
|------------|----------------------------------------------|-----|----------------------------------|-----------------------------------------|
| 코발트 함량     | 6%-12%, 낮은 함량은 경도를 향상시키고, 높은 함량은 인성을 증가시킵니다. | 높은  | 고정밀 가공의 경우 6%, 고하중의 경우 12%       | 6% Co 경도 HV 1800, 12% Co 굽힘 강도 2200 MPa |
| 절삭 속도 (Vc) | 50-250m/min, 너무 높으면 과열이나 깨짐이 발생합니다.          | 가운데 | 경질재료는 Ti 합금 Vc 120m/min 등 20% 감소 | Vc 가 너무 높음 (300m/min) 모서리 파손율 5%-10%    |
| 공급 속도 (각주) | 0.05-0.2mm/치아, 너무 높으면 절삭력이 증가합니다.            | 높은  | 0.05mm/치아까지의 미세 가공               | fn 0.25 mm/tooth 절삭력 30% 증가             |
| 절삭 깊이 (AP) | 0.2~2mm, 너무 깊으면 진동이 발생할 수 있습니다.              | 가운데 | 복잡한 작업물 층별 절단, ap 0.5 mm/층       | ap 2.5 mm 진동 진폭이 15% 증가했습니다.            |
| 냉각수 흐름     | ≥ 10 L/min, 방열효과가 수명에 영향을 미칩니다.              | 가운데 | TiAlN 코팅을 사용한 건식 절단              | 유량 5L/min 수명 20% 단축                     |
| 공작물 소재     | 강철(HRC 40), Ti 합금, Al 합금                     | 높은  | 점성 물질은 Vc 를 30%-40% 감소시킵니다.      | Al 합금 Vc 200m/min, Ti 합금 100m/min       |

## 5. 초경 원통형 생크 밀링 커터의 성능 및 생산 공정

초경 원통형 생크 밀링 커터는 원자재 준비부터 최종 가공까지 체계적인 생산 공정을 통해 생산됩니다. 자세한 공정 흐름과 기술 사양은 다음과 같습니다.

### 5.1 초경 원통형 생크 밀링 커터의 성능 및 생산 공정표

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

| 프로세스 단계        | 장비/매개변수                                  | 시간/조건                                 | 목표/결과                             | 기술 지표                    |
|----------------|------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 원료 혼합          | 고에너지 행성 볼 밀, 볼 대 재료 비율 10:1, 200-300 rpm | 24-48 시간, 표준 편차 < 5%                  | GB/T 5244-2018 을 준수하는 균일한 분산      | 입자 크기 균일성 CV < 3%        |
| 누르기            | 압력 150~200MPa, 시간 10~20 초                | 밀도 60%-70% (12-14 g/cm <sup>3</sup> ) | 블랭크 성형, 편차 ±0.2 g/cm <sup>3</sup> | 녹색 강도 10-15 MPa          |
| 소결             | 진공로 1350-1450° C, HIP 5-10 MPa           | 1-2 시간, 밀도 98%-99%                    | 입자 크기 0.5-1.5 μm, 치밀화             | 다공성 A02B00C00            |
| 현장 지원 소결 (SPS) | 펄스 전류 1000-2000 A, 전압 5-10 V             | 30~60 분                               | 입자 크기 0.2-0.5 μm, 마이크로 도구 최적화     | 에너지 효율이 20% 증가했습니다       |
| 엣지 드레싱         | 다이아몬드 연삭 휠 #600-#800, EDM 0.1-0.3 J      | 트리밍 양 0.01-0.02 mm                    | 거칠기 Ra ≤ 0.2 μm, 정확도 ±0.005 mm    | 절삭 날의 날카로움 < 0.01 mm     |
| 코팅             | 다중 타겟 마그네트론 스퍼터링, TiAlN / AlCrN          | 두께 2-5 μm                             | 내열성 1000° C, 마찰계수 0.15            | 접착력 > 60 N, 균일도 < 0.5 μm |

## 초경 원통형 생크 밀링 커터의 적용

카바이드 원통형 생크 밀링 커터는 다재다능하고 성능이 뛰어나 많은 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

## 항공우주

티타늄 합금(예: Ti-6Al-4V) 및 고온 합금(예: Inconel 718) 가공 시 요구되는 정밀도는 IT6 수준, 표면 조도 Ra 0.2 μm, 절삭 속도 Vc 100-150m/min, 절삭 깊이 ap 0.5-1mm 입니다. 2025년에는 5G 모니터링 시스템이 가공 시간을 10-15% 단축할 것으로 예상됩니다.

## 자동차

엔진 블록, 크랭크샤프트, 기어박스 부품의 밀링, 가공물 소재는 주철(HRC 30-40) 또는 알루미늄 합금, Vc 150-200m/min, fn 0.1-0.15mm/tooth, ap 1-2mm, 효율이 20% 증가했습니다.

## 금형 제조

복잡한 금형(예: 자동차 스탬핑 금형)의 마무리 작업에는 건식 절단 기술을 사용하여 냉각수 사용량을 20~30%, Vc 200~250m/min, Ra 0.2 μm 까지 줄일 수 있습니다.

## 의료 산업

마이크로 밀링 커터(직경 0.05-0.5mm)는 고관절 임플란트나 마이크로 기어를 가공하는 데 사용되며, 정확도는 ±0.001mm, Vc 는 60-100m/min, ap 는 0.05-0.2mm 이고 수명은 300-500 시간입니다.

## 새로운 에너지

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

AI 와 결합하여 절단 매개변수를 최적화하는 풍력 터빈 블레이드 몰드 또는 태양광 모듈 프레임 가공하면  $V_c$  150-200m/min, 효율성이 15% 증가하고 탄소 발자국이 10% 감소합니다.

## 7. 초경 원통형 생크 밀링 커터의 종류

초경 원통형 생크 밀링 커터는 용도와 설계에 따라 여러 유형으로 구분되며, 각 유형은 특정 가공 요구 사항에 맞게 최적화되어 있습니다.

### 러핑 밀링 커터

이빨 수 2-4, 절삭 깊이  $ap$  1-2mm, 절삭 속도  $V_c$  100-150m/min, 소재(주철 소재 등)의 빠른 제거에 적합, 절삭력 400-500N, 수명 400-600 시간.

### 마무리 밀링 커터

이빨 수: 6-8, 절삭 깊이  $ap$  0.2-0.5mm, 절삭 속도  $V_c$  150-250m/min, 표면 거칠기  $Ra$  0.2  $\mu m$ , 정밀도 IT7, 금형 및 항공 부품에 적합합니다.

### 마이크로 밀링 커터

직경 0.05-0.5mm, 절삭 깊이  $ap$  0.05-0.2mm, 절삭 속도  $V_c$  60-120m/min, 마이크로 전자 회로 기판이나 의료용 임플란트 가공, 정확도  $\pm 0.001mm$ .

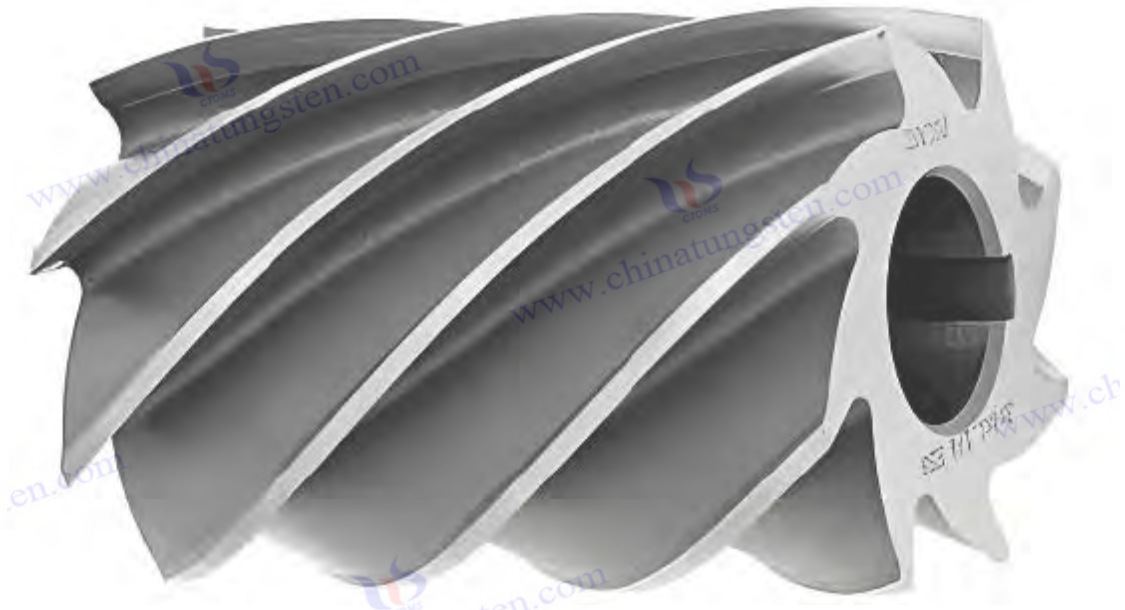
### 코팅 밀링 커터

TiN, TiAlN 또는 AlCrN 코팅을 적용합니다. 내열성은 800-1000° C, 마찰 계수는 0.15, 코팅하지 않은 경우와 비교하여 수명은 25%-35% 연장됩니다.  $V_c$  는 200-250m/min 입니다.

### 다기능 밀링 커터

밀링, 드릴링, 챔퍼링 기능을 통합하고 절삭 속도  $V_c$  150-200m/min 으로 공구 교체 시간을 30-40% 단축하며 다중 공정 복합 가공 센터에 적합합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com





## 카바이드 엔드밀이란?

초경 엔드밀은 금속 및 비금속 재료 가공에 널리 사용되는 고정밀 고효율 절삭 공구입니다. 뛰어난 경도, 내마모성 및 다용도로 현대 제조 산업에서 중요한 위치를 차지합니다. 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC), 결합상으로 코발트(Co)로 만들어지며, 미량 강화제(예: TiC 및 TaC)를 첨가하여 첨단 분말 야금으로 형성됩니다. 엔드밀의 고유한 설계로 공작물의 끝과 측면을 절삭할 수 있어 CNC 공작 기계, 머시닝 센터 및 복잡한 표면 가공에 특히 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재료, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 응용 분야와 같은 여러 측면에서 자세히 설명합니다.

### 1. 초경 엔드밀의 구조 및 재료

#### 2.

초경 엔드밀의 구조는 주로 샙크와 절삭 부분으로 구성됩니다. 샙크는 원통형 또는 원뿔형이며, 일반적으로 고강도 공구강(예: 42CrMo 또는 HSS) 또는 초경으로 만들어지며, 직경은 3mm~25mm, 길이는 50~120mm 로, 스핀들과 안정적인 연결을 보장하기 위해 공작 기계 클램핑 시스템에 따라 설계되었습니다. 절삭 부분은 끝 이빨과 주변 이빨로 구성됩니다. 끝 이빨은 축 절삭을 위해 공구 바닥에 위치하고 주변 이빨은 측면 절삭을 위해 원주를 따라 분포됩니다. 이빨의 수는 일반적으로 가공 요구 사항에 따라 2~10 개입니다. 블레이드의 기하학적 매개변수(예: 나선 각도 30°~50°, 정면 각도 5°~15°, 후면 각도 10°~25°)는 정밀 연삭으로 최적화되며 TiN, TiAlN 또는 AlCrN 과 같은 나노 스케일 코팅이 표면에 자주 적용됩니다. 코팅 두께는 2~6 μm 로 제어되며, 이를 통해 1100° C 까지의 내열성이 크게 향상되고 마찰 계수는 0.12 로 감소합니다.

### 재료 구성:

하드 페이즈

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

텅스텐 카바이드(WC), 입자 크기 분포 0.4-1.8  $\mu\text{m}$ , D50 값 1.0  $\mu\text{m}$ , 순도  $\geq 99.9\%$ , 초고경도 및 내마모성을 보장합니다.

접착 단계

코발트(Co), 함량 범위 5%-15%(질량 분율), 입자 크기 0.8-1.2  $\mu\text{m}$ , 5%는 고정밀에 중점을 두고 15%는 중량 절단에 적합합니다.

첨가물

티타늄 카바이드(TiC) 함량은 0.4%~2.5%이고, 탄탈륨 카바이드(TaC) 함량은 0.2%~1.2%입니다. 분산도는 주사전자현미경(SEM)으로 측정하였으며, 표준편차는 4% 미만으로 고온 경도와 내소착성이 향상되었습니다.

## 구조적 특징:

핸들 디자인

원통형 또는 원뿔형, 표면 거칠기  $Ra \leq 0.3 \mu\text{m}$ , CAT 또는 HSK 유형 툴 홀더 사용, 설치 동축도  $\leq 0.008 \text{ mm}$ .

최첨단 최적화

6축 CNC 연삭기는 절삭날 모따기 각도가 0.008-0.015mm로 절삭 충격력을 줄이고 절삭날 강도를 향상시킵니다.

코팅 기술

2025년에는 두께 균일도 편차가  $<0.4 \mu\text{m}$  이고 내식성이 35% 향상된 다층 나노코팅(TiAlN/DLC 등)이 도입되어 건식 절삭 환경에 적합해질 예정입니다.

## 2. 초경 엔드밀의 작동 원리

초경 엔드밀은 고속 회전을 통해 단면 및 측면 절삭을 수행하고, 단속 절삭과 연속 절삭을 결합하여 공작물에서 재료를 제거합니다. 엔드밀의 작동 원리는 단면 날과 주변 날의 고속 상대 운동에 의존합니다. 단면 날은 공작물을 축 방향으로 절삭하여 단면 가공을 완료하고, 주변 날은 반경 방향으로 절삭하여 측면을 형성합니다. 칩은 치형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 공정은 공구 형상 매개변수(예: 칩 평활도에 영향을 미치는 헬릭스각, 절삭력에 영향을 미치는 레이크각)와 절삭 매개변수(예: 절삭 속도  $V_c$  60~300m/min, 이송 속도  $f_n$  0.04~0.25mm/tooth, 절삭 깊이  $a_p$  0.15~2.5mm)의 영향을 받습니다. 절삭유(유성 절삭유 등, 유량 12L/min 이상) 또는 건식 절삭 기술을 사용하여 절삭 구역 온도를 제어하여 공구 과열(최대 온도는 750°C 미만으로 제어)이나 공작물의 열 변형을 방지합니다. 2025년에는 5G 네트워크와 AI 알고리즘을 결합한 지능형 CNC 시스템이 절삭력( $<700\text{N}$ ), 온도 및 진동을 실시간으로 모니터링하고, 파라미터를 동적으로 조정하며, 절삭 효율을 18~22% 향상시키고, IT5~IT6 수준의 가공 정밀도를 달성할 수 있을 것입니다.

## 3. 초경 엔드밀의 특성

첨단 소재와 정밀한 설계를 통해 카바이드 엔드밀은 다음과 같은 뛰어난 특성을 보입니다.

초고경도

비커스 경도 HV 1600-2100 으로 고속도강(HV 650-850)을 능가하며, 최대 HRC 65

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

경도의 경화강이나 고강도 합금을 가공할 수 있습니다.

우수한 내마모성

600~900 시간 연속 절삭 후에도 마모 영역 폭(VB)은 여전히  $\leq 0.25\text{mm}$  로, 특히 스테인리스강과 티타늄 합금을 가공할 때 기존 공구의 수명보다 4~6 배 더 깁니다.

우수한 내열성

코팅된 공구는 최대  $1100^{\circ}\text{C}$  의 내열성을 갖추고 있으며 초고속 절삭( $V_c > 250\text{m/min}$ )에 적합하여 열 피로 및 균열 위험을 줄여줍니다.

강한 충격 저항성

TiC 를 첨가하고 입자 크기를 최적화( $0.4\sim 1.2\mu\text{m}$ )함으로써 굽힘 강도가  $\geq 2200\text{MPa}$  이고 충격 하중 저항성이 20% 증가하여 간헐 절삭 및 고하중 조건에 적합합니다.

높은 정밀도

가공 정밀도는 IT5-IT6 수준에 도달하고 표면 거칠기는  $R_a 0.15\sim 0.3\mu\text{m}$  로 항공우주 및 의료 산업의 초정밀 가공 요구 사항을 충족합니다.

지속 가능성

고효율 코팅과 결합된 건식 절단 기술은 냉각수 사용량을 25~35% 줄이고, 친환경 제조 기준을 충족하며, 탄소 배출량을 15% 줄입니다.

#### 4. 초경 엔드밀 성능 및 영향 요인

초경 엔드밀의 성능은 재료 구성, 가공 매개변수, 사용 환경 등 여러 요인의 영향을 받습니다. 다음은 이에 대한 자세한 분석 및 최적화 전략입니다.

##### 4.1 시멘트 카바이드 엔드밀의 성능에 영향을 미치는 요인 표

| 영향 요인          | 설명하다                                         | 영향  | 최적화 제안                                   | 데이터 지원                                       |
|----------------|----------------------------------------------|-----|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 코발트 함량         | 5%-15%, 낮은 함량은 경도를 향상시키고, 높은 함량은 인성을 증가시킵니다. | 높은  | 고정밀의 경우 5%, 무거운 하중의 경우 15%               | 5% Co 경도 HV 1900, 15% Co 굽힘 강도 2300 MPa      |
| 절삭 속도( $V_c$ ) | 60-300m/min, 너무 높으면 과열이나 깨짐이 발생합니다.          | 가운데 | 인코넬 $V_c 150\text{m/min}$ 등 경질재료는 25% 감소 | $V_c$ 가 너무 높음 (350m/분) 모서리 파손율 6%-12%        |
| 이송 속도( $f_n$ ) | 0.04-0.25mm/치아, 너무 높으면 절삭력이 증가합니다.           | 높은  | 0.04mm/치아까지의 미세 가공                       | $f_n 0.3\text{ mm/tooth}$ 절삭력 35% 증가         |
| 절삭 깊이(ap)      | 0.15~2.5mm, 너무 깊으면 진동이 쉽게 발생합니다.             | 가운데 | 복잡한 작업물 층별 절단, ap 0.4mm/층                | ap 3 mm 진동 진폭이 18% 증가했습니다.                   |
| 냉각수 흐름         | $\geq 12\text{ L/min}$ , 열 방출은 수명에 영향을 미칩니다. | 가운데 | DLC 코팅을 이용한 건식 절단                        | 유량 6L/min 수명 25% 단축                          |
| 공작물 소재         | 강철(HRC 50), Ti 합금, Ni 기반 합금                  | 높은  | 점성 물질은 $V_c$ 를 35%-45% 감소시킵니다.           | Ni 합금 $V_c 120\text{m/min}$ , Al 합금 250m/min |

#### 5. 초경 엔드밀 성능 생산 공정

##### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

초경 엔드밀의 탁월한 성능은 원자재 준비부터 최종 가공까지 체계적인 생산 공정에서 비롯됩니다. 자세한 공정 흐름과 기술 사양은 다음과 같습니다.

초경 엔드밀 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계        | 장비/매개변수                                  | 시간/조건                                  | 목표/결과                               | 기술 지표                    |
|----------------|------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 원료 혼합          | 고에너지 행성 볼 밀, 볼 대 재료 비율 12:1, 250-350 rpm | 30-50 시간, 표준편차 < 4%                    | ISO 13399 에 따른 균일한 분산               | 입자 크기 균일성 CV < 2.5%      |
| 누르기            | 압력 180~220MPa, 시간 15~25 초                | 밀도 65%-75% (13-15 g/ cm <sup>3</sup> ) | 블랭크 성형, 편차 ±0.15 g/ cm <sup>3</sup> | 녹색 강도 12-18 MPa          |
| 소결             | 진공로 1400-1500° C, HIP 6-12 MPa           | 1.5~2.5 시간, 밀도 98.5%~99.5%             | 입자 크기 0.4-1.2 μm, 고밀도화              | 다공성 A01B00C00            |
| 현장 지원 소결 (SPS) | 펄스 전류 1200-2200 A, 전압 6-12 V             | 40~70 분                                | 입자 크기 0.15-0.4 μm, 마이크로 도구 최적화      | 에너지 효율이 25% 증가했습니다       |
| 엣지 드레싱         | 다이아몬드 연삭 휠 #800-#1000, EDM 0.05-0.25 J   | 트리밍 양 0.008-0.015 mm                   | 거칠기 Ra ≤ 0.15 μm, 정확도 ±0.004 mm     | 절삭 날의 날카로움 < 0.008mm     |
| 코팅             | 다중 타겟 마그네트론 스퍼터링, TiAlN/DLC              | 두께 2-6 μm                              | 내열성 1100° C, 마찰계수 0.12              | 접착력 > 65 N, 균일도 < 0.4 μm |

## 6. 초경 엔드밀의 종류

초경 엔드밀은 용도와 설계에 따라 여러 유형으로 분류되며, 각각은 특정 가공 요구 사항에 맞게 최적화되어 있습니다.

### 러핑 엔드밀

이빨 수 2-5, 절삭 깊이 ap 1.5-2.5mm, 절삭 속도 Vc 120-180m/min, 소재(강철 피철 등)의 빠른 제거에 적합, 절삭력 450-600N, 수명 450-650 시간.

### 마무리 엔드밀

이빨 수: 8-10, 절삭 깊이 ap 0.15-0.4mm, 절삭 속도 Vc 200-300m/min, 표면 거칠기 Ra 0.15 μm, 정밀도 IT6, 금형 및 항공 부품에 적합합니다.

### 마이크로 엔드밀

직경 0.03-0.6mm, 절삭 깊이 ap 0.03-0.15mm, 절삭 속도 Vc 50-120m/min, 마이크로 전자 부품이나 의료용 임플란트 가공, 정확도 ± 0.0008mm.

### 코팅 엔드밀

TiN, TiAlN 또는 DLC 코팅을 적용합니다. 내열성은 900-1100° C, 마찰 계수는 0.12, 코팅하지 않은 경우보다 수명이 30-40% 연장됩니다. Vc 는 250-300m/min 입니다.

### 다기능 엔드밀

엔드 밀링, 사이드 밀링, 슬롯 밀링 기능을 통합하고 절삭 속도 Vc 180-250m/min 으로 공구 교체 시간을 35%-45% 단축하여 다중 공정 복합 가공 센터에 적합합니다.

## 7. 초경 엔드밀의 적용

카바이드 엔드밀은 다재다능하고 성능이 뛰어나 많은 산업 분야에서 널리 사용됩니다.  
항공우주

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



티타늄 합금(예: Ti-6Al-4V) 및 니켈 기반 합금(예: Inconel 718) 가공 시 요구되는 정밀도는 IT5, 표면 조도(Ra)는  $0.15\mu\text{m}$ , 절삭 속도( $V_c$ )는  $120\sim 180\text{m/min}$ , 절삭 깊이(ap)는  $0.4\sim 0.8\text{mm}$ 입니다. 2025년에는 5G 모니터링 시스템이 가공 시간을 12~18% 단축할 것으로 예상됩니다.

#### 자동차

실린더 헤드, 커넥팅 로드 및 기어박스 부품의 밀링, 가공물 소재는 주철(HRC 35-45) 또는 알루미늄 합금,  $V_c$   $180\sim 250\text{m/min}$ ,  $f_n$   $0.08\sim 0.12\text{mm/tooth}$ ,  $ap$   $0.8\sim 1.5\text{mm}$ , 효율이 22% 증가했습니다.

#### 금형 제조

건식 절단 기술을 사용하여 사출 금형 및 스탬핑 금형을 마무리하고 냉각수 사용량을 25%-35% 절감하고  $V_c$   $220\sim 300\text{m/min}$ ,  $Ra$   $0.15\mu\text{m}$ .

#### 의료 산업

마이크로 엔드밀(직경  $0.03\sim 0.6\text{mm}$ )은 정형외과 임플란트나 마이크로 기어를 가공하는데 사용되며, 정확도는  $\pm 0.0008\text{mm}$ ,  $V_c$ 는  $50\sim 90\text{m/min}$ ,  $ap$ 는  $0.03\sim 0.15\text{mm}$ 이고 수명은 350-550 시간입니다.

#### 새로운 에너지

풍력 터빈 로터나 태양광 프레임을 가공할 때 AI를 사용하여 절단 매개변수를 최적화합니다.  $V_c$ 는  $160\sim 220\text{m/min}$ 이며, 이를 통해 효율성이 18% 증가하고 탄소 발자국은 12% 감소합니다.



## 솔리드 카바이드 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 솔리드 밀링 커터는 금속 및 비금속 재료의 정밀 가공 분야에서 널리 사용되는 고성능 절삭 공구입니다. 우수한 경도, 내마모성 및 다용도로 제조 산업에서 중요한 역할을 합니다. 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용하고, 미량 강화제(예: TiC 및 TaC)를 첨가하여 제조되며, 첨단 분말 야금 기술을 사용하여 일체형으로 성형됩니다. 다른 유형의 밀링 커터와 달리 초경 솔리드 밀링 커터의 생크와 절삭부는 단일 초경 재료로 제작되어 더 높은 강성과 내구성을 보장하며, 특히 CNC 공작 기계, 머시닝 센터 및 복잡한 기하학적 형상에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재료, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 응용 분야와 같은 여러 측면에서 자세히 설명합니다.

### 1. 초경 솔리드 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 일체형 밀링 커터의 구조는 일체형 생크와 절삭 부분으로 구성됩니다. 생크는 원통형 또는 원뿔형이며, 직경은 2mm에서 25mm 사이이고 길이는 공작 기계 클램핑 시스템의 설계에 따라 40-150mm입니다. 스핀들과의 견고한 연결을 보장하기 위해 고강도 초경으로 만들어졌습니다. 절삭 부분에는 끝 이빨과 주변 이빨이 포함됩니다. 끝 이빨은 축 방향 절삭에 사용되고 주변 이빨은 측면 절삭을 위해 원주를 따라 분포됩니다. 이빨의 수는 일반적으로 가공 요구 사항에 따라 2-12 개입니다. 블레이드의 기하학적 매개변수(예: 나선 각도  $35^{\circ}$  - $55^{\circ}$ , 전면 각도  $3^{\circ}$  - $12^{\circ}$ , 후면 각도  $8^{\circ}$  - $20^{\circ}$ )는 고정밀 연삭으로 최적화됩니다. TiN, TiAlN 또는 AlTiN과 같은 나노 스케일 코팅이 종종 표면에 적용됩니다. 코팅 두께는  $2\sim 7\mu\text{m}$ 로 제어되며, 이를 통해  $1150^{\circ}\text{C}$ 까지의 내열성이 크게 향상되고 마찰 계수는 0.10으로 감소합니다.

#### 재료 구성:

경질상: 텅스텐 카바이드(WC), 입자 크기 분포  $0.3\sim 1.6\mu\text{m}$ , D50 값  $0.9\mu\text{m}$ , 순도  $\geq 99.95\%$ 로 매우 높은 경도와 내마모성을 제공합니다.

바인더상 : 코발트(Co), 함량범위 4%-14%(질량분율), 입자크기  $0.7\sim 1.0\mu\text{m}$ , 4%는 고정밀도에 중점, 14%는 중량절삭에 적합함.

첨가제 : 탄화티타늄(TiC) 함량 0.3%-2.0%, 탄탈륨탄화물(TaC) 함량 0.1%-1.0%, SEM으로 확인된 분산도, 표준편차  $< 3\%$ , 고온경도 및 내접착성 향상.

#### 구조적 특징:

생크 디자인: 원통형 또는 원뿔형, 표면 거칠기  $Ra \leq 0.25\mu\text{m}$ , HSK 또는 ISO 유형 툴 홀더와 일치, 설치 동축도  $\leq 0.006\text{mm}$ .

절삭날 최적화: 7축 CNC 연삭기로 가공하여 절삭날 모따기를  $0.005\sim 0.012\text{mm}$ 로 하여 절삭 충격력을 줄이고 절삭날의 내구성을 향상시킵니다.

코팅 기술: 2025년에는 두께 균일도 편차가  $< 0.3\mu\text{m}$ 이고 내식성이 40% 향상된 다층 그라데이션 코팅(AlTiN/DLC 등)이 도입되어 극한 절삭 환경에 적합하게 될 것입니다.

### 2. 초경 솔리드 밀링 커터의 작동 원리

솔리드 초경 밀링 커터는 고속 회전을 통해 단면 및 측면 절삭을 수행하고, 단속

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

절삭과 연속 절삭을 결합하여 공작물에서 소재를 제거합니다. 이 커터의 작동 원리는 단면 날과 외면 날의 고속 상대 운동에 기반합니다. 단면 날은 공작물을 축 방향으로 절삭하여 단면 가공을 완료하고, 외면 날은 반경 방향으로 절삭하여 측면 형상을 형성합니다. 칩은 최적화된 치형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 공정은 공구 형상 변수(예: 칩 배출 효율에 영향을 미치는 헬릭스각, 절삭력에 영향을 미치는 레이크각)와 절삭 변수(예: 절삭 속도  $V_c$  70~350m/min, 이송 속도  $f_n$  0.03~0.3mm/tooth, 절삭 깊이  $a_p$  0.1~3mm)의 영향을 받습니다. 절삭유(예: 합성 절삭유, 유량  $\geq 15\text{L/min}$ ) 또는 건식 절삭 기술을 사용하여 절삭 영역의 온도를 제어하여 공구 과열(최대 온도는  $800^\circ\text{C}$  미만으로 제어)이나 공작물의 열 변형을 방지합니다. 2025년에는 5G 네트워크 및 머신 러닝 알고리즘과 결합된 지능형 CNC 시스템이 절삭력( $< 800\text{N}$ ), 온도 및 진동을 실시간으로 모니터링하고, 파라미터를 동적으로 조정하며, 절삭 효율을 20~25% 향상시키고, IT4~IT5 수준의 가공 정밀도를 달성할 수 있을 것입니다.

### 3. 초경 솔리드 밀링 커터의 특성

솔리드 카바이드 밀링 커터는 일체형 설계와 고급 소재로 인해 다음과 같은 뛰어난 특성을 가지고 있습니다.

#### 매우 높은 경도

비커스 경도 HV 1700-2200은 고속도강(HV 700-900)을 훨씬 능가하며, 최대 HRC 68의 경도를 가진 초경질 재료를 가공할 수 있습니다.

#### 우수한 내마모성

700~1000 시간 연속 절삭 후에도 마모 영역 폭(VB)은 여전히  $\leq 0.2\text{mm}$ 로, 특히 고온 합금을 가공할 때 기존 공구의 수명보다 5~7배 더 깁니다.

#### 우수한 내열성

코팅된 공구는 최대  $1150^\circ\text{C}$ 의 내열성을 갖추고 있으며 초고속 절삭( $V_c > 300\text{m/min}$ )에 적합하여 열 균열 및 마모 위험을 줄여줍니다.

#### 강한 충격 저항성

TiC를 첨가하고 입자 크기를 최적화( $0.3\text{--}1.0\mu\text{m}$ )함으로써 굽힘 강도가  $\geq 2400\text{MPa}$ 이고 충격 하중 저항성이 25% 증가하여 간헐 절삭 및 고하중 조건에 적합합니다.

#### 초고정밀도

가공 정밀도는 IT4-IT5 수준에 도달하고 표면 거칠기는  $R_a\ 0.1\text{--}0.25\mu\text{m}$ 로 항공우주 및 마이크로 전자 산업의 초정밀 가공 요구 사항을 충족합니다.

### 4. 초경 솔리드 밀링 커터의 성능 및 영향 요인

초경 솔리드 밀링 커터의 성능은 소재 구성, 가공 매개변수, 사용 환경 등 여러 요인의 영향을 받습니다. 다음은 이에 대한 자세한 분석 및 최적화 전략입니다.

#### 4.1 시멘트 카바이드 솔리드 밀링 커터의 성능에 영향을 미치는 요인 표

| 영향 요인 | 설명하다                  | 영향              | 최적화 제안                   | 데이터 지원 |
|-------|-----------------------|-----------------|--------------------------|--------|
| 코발트   | 4%-14%, 낮은 함량은 경도를 높은 | 고정밀의 경우 4%, 무거운 | 4% Co 경도 HV 2000, 14% Co |        |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

|           |                                     |     |                                |                                      |
|-----------|-------------------------------------|-----|--------------------------------|--------------------------------------|
| 합량        | 향상시키고, 높은 합량은 인성을 증가시킵니다.           |     | 하중의 경우 14%                     | 굽힘 강도 2500 MPa                       |
| 절삭 속도(Vc) | 70-350m/min, 너무 높으면 과열이나 깨짐이 발생합니다. | 가운데 | 인코넬 Vc 180m/min 등 경질재료는 30% 감소 | Vc 가 너무 높음 (400m/분) 모서리 파손율 7%-15%   |
| 이송 속도(fn) | 0.03-0.3mm/치아, 너무 높으면 절삭력이 증가합니다.   | 높은  | 0.03mm/치아까지의 미세 가공             | fn 0.35 mm/tooth 절삭력 40% 증가          |
| 절삭 깊이(ap) | 0.1~3mm, 너무 깊으면 진동이 쉽게 발생합니다.       | 가운데 | 복잡한 작업물 층별 절단, ap 0.3 mm/층     | ap 3.5 mm 진동 진폭 20% 증가               |
| 냉각수 흐름    | ≥ 15 L/min, 방열효과가 수명에 영향을 미칩니다.     | 가운데 | AlTiN 코팅을 이용한 건식 절단            | 유량 7L/min 수명 30% 단축                  |
| 공작물 소재    | 강철(HRC 55), Ti 합금, Co-Cr 합금         | 높은  | 점성 물질은 Vc 를 40%-50% 감소시킵니다.    | Co-Cr 합금 Vc 140m/min, Al 합금 300m/min |

## 5. 초경 일체형 밀링 커터의 성능 및 생산 공정표

| 프로세스 단계        | 장비/매개변수                                  | 시간/조건                                  | 목표/결과                              | 기술 지표                    |
|----------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 원료 혼합          | 고에너지 행성 볼 밀, 볼 대 재료 비율 15:1, 300-400 rpm | 36-60 시간, 표준편차 < 3%                    | ISO 513 에 따른 균일한 분산                | 입자 크기 균일성 CV < 2%        |
| 누르기            | 압력 200~250MPa, 시간 20~30 초                | 밀도 70%-80% (14-16 g/ cm <sup>3</sup> ) | 블랭크 성형, 편차 ±0.1 g/ cm <sup>3</sup> | 녹색 강도 15-20 MPa          |
| 소결             | 진공로 1450-1550° C, HIP 8-15 MPa           | 2~3 시간, 밀도 99%-99.8%                   | 입자 크기 0.3-1.0 μm, 치밀화              | 다공성 A00B00C00            |
| 현장 지원 소결 (SPS) | 펄스 전류 1500-2500 A, 전압 8-15 V             | 50~80 분                                | 입자 크기 0.1-0.3 μm, 마이크로 도구 최적화      | 에너지 효율이 30% 증가했습니다       |
| 엠티 드레싱         | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200, EDM 0.03-0.2 J   | 트리밍 양 0.005-0.012 mm                   | 거칠기 Ra ≤ 0.1 μm, 정확도 ±0.003 mm     | 절삭 날의 날카로움 < 0.005mm     |
| 코팅             | 다중 타겟 마그네트론 스퍼터링, AlTiN/DLC              | 두께 2-7 μm                              | 내열성 1150° C, 마찰계수 0.10             | 접착력 > 70 N, 균일도 < 0.3 μm |

## 6. 초경 솔리드 밀링 커터의 종류

솔리드 카바이드 밀링 커터는 용도와 설계에 따라 여러 유형으로 구분되며, 각 유형은 특정 가공 요구 사항에 맞게 최적화되어 있습니다.

### 러핑 솔리드 밀링 커터

이빨 수 2-6, 절삭 깊이 ap 2-3mm, 절삭 속도 Vc 100-200m/min, 소재(강철 피칠 등)의 빠른 제거에 적합, 절삭력 500-700N, 수명 500-700 시간.

### 솔리드 밀링 커터 마무리

이빨 수: 10-12, 절삭 깊이 ap 0.1-0.3 mm, 절삭 속도 Vc 250-350 m/min, 표면 거칠기 Ra 0.1 μm, 정밀도 IT5, 금형 및 항공 부품에 적합합니다.

### 마이크로 솔리드 밀링 커터

직경 0.02-0.5mm, 절삭 깊이 ap 0.02-0.1mm, 절삭 속도 Vc 50-150m/min, 마이크로

## COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

전자 부품이나 의료용 임플란트 가공, 정확도  $\pm 0.0005\text{mm}$ .

#### 코팅된 솔리드 밀링 커터

AlTiN, TiAlN 또는 DLC 코팅을 적용합니다. 내열성은  $1000\text{--}1150^\circ\text{C}$ , 마찰 계수는 0.10이며, 코팅하지 않은 경우와 비교하여 수명은 35%~45% 연장됩니다.  $V_c$ 는 300~350m/min입니다.

#### 다기능 일체형 밀링 커터

엔드 밀링, 사이드 밀링, 슬롯 밀링 기능을 통합하고 절삭 속도  $V_c$  200~300m/min으로 공구 교환 시간을 40%~50% 단축하며 다중 공정 복합 가공 센터에 적합합니다.

### 7. 초경 일체형 밀링 커터의 적용

솔리드 카바이드 밀링 커터는 일체형 설계와 고성능으로 인해 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

#### 항공우주

티타늄 합금(Ti-6Al-4V 등)과 코발트-크롬 합금을 가공할 경우, 정밀도는 IT4, 표면 거칠기  $R_a 0.1\mu\text{m}$ , 절삭 속도  $V_c$  150~220m/min, 절삭 깊이  $a_p 0.3\text{--}0.6\text{mm}$ 가 요구되며, 5G 모니터링 시스템을 도입하면 2025년까지 가공 시간이 15~20% 단축될 것으로 예상됩니다.

#### 자동차

엔진 블록, 캠 샤프트 및 기어 부품의 밀링, 가공물 소재는 주철(HRC 40~50) 또는 알루미늄 합금,  $V_c$  200~300 m/min,  $f_n 0.05\text{--}0.1\text{ mm/tooth}$ ,  $a_p 0.6\text{--}1.2\text{ mm}$ , 효율이 25% 증가했습니다.

#### 금형 제조

정밀 금형(자동차 패널 금형 등)의 마무리 가공은 건식 절단 기술을 사용하여 냉각수 사용량을 30~40% 절감하고,  $V_c$  250~350m/min,  $R_a 0.1\mu\text{m}$ 을 달성합니다.

#### 의료 산업

정형외과 임플란트나 마이크로 기어를 가공하기 위한 마이크로 솔리드 밀링 커터(직경 0.02~0.5mm), 정확도  $\pm 0.0005\text{mm}$ ,  $V_c$  40~80m/min,  $a_p 0.02\text{--}0.1\text{mm}$ , 수명 400~600 시간.

#### 새로운 에너지

AI와 결합하여 절단 매개변수를 최적화하는 풍력 터빈 블레이드 몰드 또는 배터리 하우징을 가공하면  $V_c$  180~250m/min, 효율성이 20% 증가하고 탄소 발자국이 15% 감소합니다.

#### 전자 산업

마이크로 회로 기관 및 반도체 하우징의 가공에 사용되며, 가공물 소재는 유리 섬유 강화 수지 또는 세라믹,  $V_c$  100~200 m/min,  $a_p 0.05\text{--}0.2\text{ mm}$ , 정확도  $\pm 0.001\text{ mm}$ 로 고밀도 전자 부품의 가공 요구 사항을 충족합니다.

#### 조선

선박용 프로펠러와 밸브 바디의 밀링, 가공물 소재는 청동 또는 스테인리스 스틸,  $V_c$  150~250m/min,  $a_p 0.5\text{--}1.5\text{mm}$ , 내식성 코팅으로 공구 수명이 30~40% 연장됩니다.

#### 건축 자재

석고보드 틀과 세라믹 타일 가공,  $V_c$  80~150 m/min,  $a_p 0.2\text{--}0.8\text{ mm}$ , 먼지 배출량 20% 감소, 친환경 건축 자재 생산에 적합합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



### 보석 제작

마이크로 솔리드 밀링 커터는 귀금속(금, 백금 등)과 보석 인레이의 정밀 조각에 사용되며,  $V_c$  50-120m/min,  $ap$  0.01-0.05mm, 정확도  $\pm 0.0002$ mm 로 고급 맞춤형 요구 사항을 충족합니다.

### 방위산업

탱크 장갑판 및 미사일 포탄을 가공할 때, 가공물 소재는 고강도 강철 또는 복합재료이며,  $V_c$  120-180 m/min,  $ap$  0.4-1 mm, 내마모성이 뛰어나 가공 효율이 15%-20% 향상됩니다.

### 광학 기기

렌즈 금형 및 프리즘 부품을 가공하며, 가공물 소재는 광학 유리 또는 폴리머이고,  $V_c$  60-120 m/min,  $ap$  0.03-0.15 mm, 정확도는  $\pm 0.0003$  mm 로 고정밀 광학 부품 제조에 적합합니다.

### 가전제품

휴대전화 하우징 및 정밀 커넥터 가공, 가공물 소재는 마그네슘 합금 또는 복합 소재,  $V_c$  200-300m/min,  $ap$  0.1-0.4mm, 효율이 22% 증가하여 경량 설계 요구 사항을 충족합니다.

### 철도 운송

밀링 기차 바퀴와 궤도 고정 장치, 공작물 소재는 고탄소강,  $V_c$  150-220m/min,  $ap$  0.5-1.2mm, 내마모성이 뛰어나 서비스 수명이 25-30% 연장됩니다.

### 석유화학 산업

파이프라인 밸브와 펌프 본체를 가공하는데, 가공물 소재는 스테인리스 스틸 또는 티타늄 합금이며,  $V_c$  140-200 m/min,  $ap$  0.4-1 mm, 내식성이 35% 증가하여 극한 작업 환경에 적합합니다.



## 카바이드 용접 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 용접 밀링 커터는 초경 커터 헤드를 강철 커터 바디에 용접하여 제작되는 고성능 절삭 공구입니다. 금속 및 비금속 재료 가공에 널리 사용됩니다. 초경의 높은 경도와 내마모성을 강철 바디의 높은 인성과 결합시켜 중절삭 및 대량 생산과 같이 높은 효율과 경제성이 요구되는 가공 시나리오에 특히 적합합니다. 초경 용접 밀링 커터는 주로 경질상인 텅스텐 카바이드(WC)와 결합상인 코발트(Co)로 구성됩니다. 커터 헤드는 분말 야금으로 제작되고 고주파 용접 또는 진공 브레이징 기술을 사용하여 강철 바디에 접합됩니다. 전통적인 공작 기계 및 CNC 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도 등 다양한 측면에서 자세히 설명합니다.

### 1. 초경용접 밀링커터의 구조 및 재료

초경 용접 밀링 커터의 구조는 강철 커터 본체와 용접 초경 커터 헤드로 구성됩니다. 커터 본체는 일반적으로 고인성 공구강(예: 40CrMo 또는 18CrNiMo)으로 만들어지며 직경은 10mm 에서 100mm 사이이고 길이는 가공 요구 사항에 따라 50-300mm 로 설계되어 공작 기계 스피들과 안정적으로 연결됩니다. 커터 헤드는 초경으로 만들어지며 끝 이빨과 주변 이빨이 포함되어 있습니다. 이빨의 수는 일반적으로 절삭 직경과 목적에 따라 4-20 개입니다. 블레이드의 기하학적 매개변수(예: 나선 각도  $30^{\circ}$  - $45^{\circ}$ , 전면 각도  $5^{\circ}$  - $10^{\circ}$ , 후면 각도  $10^{\circ}$  - $15^{\circ}$ )는 정밀 연삭을 통해 최적화됩니다. TiN 또는 TiAlN 코팅을 커터 헤드 표면에  $2-5\mu\text{m}$  로 제어된 두께로 적용할 수 있으며 내열성은  $1000^{\circ}\text{C}$  로 향상됩니다.

#### 재료 구성:

경질상: 텅스텐 카바이드(WC), 입자 크기 분포  $0.5-2.0\mu\text{m}$ , D50 값  $1.2\mu\text{m}$ , 순도  $\geq 99.9\%$ , 높은 경도와 내마모성을 제공합니다.

바인더상: 코발트(Co), 함량범위 6%-12%(질량분율), 입자크기  $1.0-1.5\mu\text{m}$ , 6%는 고경도에 중점, 12%는 중량절삭에 적합함.

첨가제: 탄화티타늄(TiC) 함량 0.5%-1.5%, 탄화니오븀(NbC) 함량 0.2%-0.8%, SEM 으로 확인된 분산도, 표준편차  $< 5\%$ , 고온성능 향상.

#### 구조적 특징:

커터 본체 설계: 강철 본체 표면 경화 처리, 경도 HRC 35-45, 표면 거칠기  $Ra \leq 0.4\mu\text{m}$ , 범용 툴 홀더 포함, 설치 동축도  $\leq 0.01\text{mm}$ .

커터 헤드 용접: 진공 브레이징을 사용하고, 용접 온도는  $1000-1100^{\circ}\text{C}$  이며, 용접 강도는  $\geq 200\text{MPa}$  로 커터 헤드와 커터 본체가 단단히 연결되도록 보장합니다.

코팅 기술: 2025년에는 두께 균일도 편차  $< 0.5\mu\text{m}$ , 내식성이 30% 향상된 다층 TiAlN 코팅이 도입되어 건식 또는 습식 절삭에 적합하게 됩니다.

### 2. 초경용접 밀링 커터의 작동 원리

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

초경 용접 밀링 커터는 고속 회전을 통해 단면 및 측면 절삭을 수행하고, 주로 단속 절삭을 통해 공작물에서 소재를 제거합니다. 작동 원리는 초경 커터 헤드의 고속 상대 운동에 의존합니다. 단면 날은 공작물을 축 방향으로 절삭하여 단면 가공을 완료하고, 외측 날은 반경 방향으로 절삭하여 측면 형상을 형성합니다. 칩은 치 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 공정은 공구 형상 변수(예: 칩 흐름에 영향을 미치는 헬릭스각, 절삭력에 영향을 미치는 레이크각)와 절삭 변수(예: 절삭 속도  $V_c$  50~250m/min, 이송 속도  $f_n$  0.05~0.2mm/tooth, 절삭 깊이  $a_p$  0.2~4mm)의 영향을 받습니다. 냉각수(예: 수성 절삭유, 유량  $\geq 10\text{L/min}$ )를 사용하여 절삭 구역 온도를 제어하여 커터 헤드 과열(최대 온도는  $700^\circ\text{C}$  미만으로 제어)이나 공작물의 열 변형을 방지합니다. 2025년에는 IoT 센서와 AI 알고리즘을 결합한 지능형 모니터링 시스템이 절삭력( $< 600\text{N}$ )과 온도를 실시간으로 모니터링하고, 파라미터를 동적으로 조정하며, 절삭 효율을 15~20% 향상시키고, IT6~IT7 수준의 가공 정밀도를 달성할 수 있을 것입니다.

### 3. 초경용접 밀링커터의 특성

카바이드 용접 밀링 커터는 용접 구조와 재료 특성으로 인해 다음과 같은 뛰어난 특성을 가지고 있습니다.

높은 경도: 커터 헤드의 비커스 경도는 HV 1500-2000 으로, HRC 60 이하의 경도를 가진 재료를 가공하는 데 적합합니다.

우수한 내마모성: 500~800 시간 연속 절삭 후 내마모 벨트 폭(VB)은  $\leq 0.3\text{mm}$ 이며, 사용 수명은 기존 고속도강 공구보다 3~5 배 더 깁니다.

중간 내열성: 코팅된 커터 헤드는 최대  $1000^\circ\text{C}$ 의 내열성을 가지고 있어 중·고속 절단( $V_c$  150-250m/min)에 적합하며 열 피로 위험을 줄여줍니다.

높은 인성: 강철 본체는 충격 저항성을 제공하며 굽힘 강도는  $\geq 1800\text{MPa}$ 로 간헐적 절단 및 중량 조건에 적합합니다.

실용적 정밀도: 가공 정밀도는 IT6-IT7 수준에 도달하고 표면 거칠기  $R_a$ 는 0.2-0.4  $\mu\text{m}$ 로 일반 산업 가공 요구를 충족합니다.

경제성: 용접 설계로 제조 비용이 절감되고 대량 생산에 적합합니다. 2025년까지 건식 절단 기술로 냉각수 사용량을 20~30% 절감할 수 있을 것으로 예상됩니다.

### 4. 초경용접 밀링커터의 성능 및 영향인자 표

| 영향 요인          | 설명하다                                         | 영향  | 최적화 제안                           | 데이터 지원                                  |
|----------------|----------------------------------------------|-----|----------------------------------|-----------------------------------------|
| 코발트 함량         | 6%-12%, 낮은 함량은 경도를 향상시키고, 높은 함량은 인성을 증가시킵니다. | 높은  | 고경도의 경우 6%, 고하중의 경우 12%          | 6% Co 경도 HV 1800, 12% Co 굽힘 강도 1900 MPa |
| 절삭 속도( $V_c$ ) | 50-250m/min, 너무 높으면 커터 헤드가 마모됩니다.            | 가운데 | 강철 등 경질재료는 20% 감소 $V_c$ 150m/min | $V_c$ 가 너무 높음(300m/min) 마모율 8%-12%      |
| 이송 속도( $f_n$ ) | 0.05-0.2mm/치아, 너무 높으면 절삭력이 증가합니다.            | 높은  | 0.05mm/치아까지의 강력한 절단              | $f_n$ 0.25 mm/tooth 절삭력 30% 증가          |
| 절삭 깊이( $a_p$ ) | 0.2~4mm, 너무 깊으면 진동이 발생할 수 있습니다.              | 가운데 | 복잡한 작업물 층별 절단, $a_p$ 0.5 mm/층    | $a_p$ 5 mm 진동 진폭이 15% 증가했습니다.           |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

|        |                                 |     |                      |                        |
|--------|---------------------------------|-----|----------------------|------------------------|
| 냉각수 흐름 | ≥ 10 L/min, 방열효과가 수명에 영향을 미칩니다. | 가운데 | TiAlN 코팅을 사용한 건식 절단  | 유량 5L/min 수명 20% 단축    |
| 용접 품질  | 용접강도 ≥ 200MPa, 탈락위험             | 높은  | 최적화된 브레이징 온도 1050° C | 용접강도 < 150 MPa, 탈락을 5% |

## 5. 초경 용접 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계   | 장비/매개변수                              | 시간/조건                                  | 목표/결과                                   | 기술 지표                    |
|-----------|--------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| 원료 혼합     | 고에너지 볼밀, 볼 대 재료 비율 10:1, 200-300 rpm | 24-40 시간, 표준 편차 < 5%                   | ISO 513 에 따른 균일한 분산                     | 입자 크기 균일성 CV < 3%        |
| 누르기       | 압력 150~200MPa, 시간 10~20 초            | 밀도 60%-70% (12-14 g/ cm <sup>3</sup> ) | 툴 헤드 블랭크 성형, 편차 ±0.2 g/ cm <sup>3</sup> | 녹색 강도 10-15 MPa          |
| 소결        | 진공로 1350-1450° C, HIP 5-10 MPa       | 1-2 시간, 밀도 98%-99%                     | 입자 크기 0.5-1.5 μm, 치밀화                   | 다공성 A02B00C00            |
| 커팅 헤드 드레싱 | 다이아몬드 연삭 휠 #600-#800, EDM 0.1-0.3 J  | 트리밍 양 0.01-0.02 mm                     | 거칠기 Ra ≤ 0.2 μm, 정확도 ±0.005 mm          | 절삭 날의 날카로움 < 0.01 mm     |
| 용접        | 진공 브레이징, 온도 1000-1100° C, 압력 0.5 MPa | 5~10 분                                 | 커터 헤드는 커터 본체에 단단히 연결되어 있습니다.            | 용접 강도 ≥ 200 MPa          |
| 코팅        | 마그네트론 스퍼터링, TiAlN                    | 두께 2-5 μm                              | 내열성 1000° C, 마찰계수 0.15                  | 접착력 > 50 N, 균일도 < 0.5 μm |

## 6. 카바이드 용접 밀링 커터의 종류

초경 브레이징 밀링 커터는 용도와 구조에 따라 여러 유형으로 구분되며 각 유형은 특정 가공 요구 사항에 맞게 최적화되어 있습니다.

거친 가공 용접 밀링 커터: 이빨 수 4-8, 절삭 깊이 ap 2-4mm, 절삭 속도 Vc 80-150m/min, 소재(주철 등)의 빠른 제거에 적합, 절삭력 400-600N, 수명 400-600 시간.

마무리용접 밀링 커터: 이빨 수 12-20, 절삭 깊이 ap 0.2-0.5mm, 절삭 속도 Vc 150-250m/min, 표면 거칠기 Ra 0.2 μm, 정밀도 IT7 레벨, 금형 가공에 적합합니다.

페이스 밀링 커터: 직경 50-100mm, 이빨 수 10-16, 절삭 깊이 ap 1-3mm, Vc 100-200m/min, 평면 가공 및 대면적 절삭에 적합합니다.

코팅 용접 밀링 커터: TiN 또는 TiAlN 코팅을 적용, 내열성 900-1000° C, 마찰 계수 0.15, 수명이 코팅되지 않은 밀링 커터보다 25%-35% 더 길며, Vc 200-250m/min.

슬롯 밀링 커터: 좁은 슬롯과 키웨이 가공을 위해 특별히 설계되었으며, 이빨 수는 6-12 개, 절삭 깊이 ap는 0.5-2mm, Vc는 80-180m/min, 진동 감소율은 15%-20%입니다.

## 7. 초경용접 밀링커터의 적용

카바이드 용접 밀링 커터는 경제성과 적용성으로 인해 많은 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

자동차 제조: 엔진 실린더 블록과 크랭크샤프트를 가공하는데, 가공물 소재는 주철(HRC 30-40) 또는 알루미늄 합금이며, Vc 120-200 m/min, ap 1-2 mm 로, 효율이

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

20% 증가했습니다.

금형 제작: 스탬핑 다이와 단조 다이의 대략적인 가공, Vc 80-150 m/min, ap 2-4 mm, 가공 시간을 15%-25% 단축.

철강 산업: 강철 잉곳과 롤의 밀링, 가공물 소재는 탄소강(HRC 50), Vc 100-180 m/min, ap 1.5-3 mm, 내마모성으로 수명이 30% 연장됩니다.

에너지 장비: 가스터빈 블레이드와 밸브 바디를 가공하는데, 가공물 소재는 니켈 기반 합금, Vc 80-140 m/min, ap 0.5-1.5 mm로 고온 환경의 요구 사항을 충족합니다.

중장비: 대형 기어와 베어링 시트를 가공하는데, 가공물 소재는 고강도 강철, Vc 90-160m/min, ap 2-3.5mm, 절삭력 500-700N입니다.

철도 운송: 기차 바퀴와 침목을 밀링합니다. 가공물 소재는 연성 주철이고, Vc 100-180m/min, ap 1-2.5mm를 사용하며, 충격 저항성이 20% 증가합니다.

건설 엔지니어링: 콘크리트 거푸집 및 철근 연결부 가공, Vc 70-130m/min, ap 1-3mm, 먼지 배출 15% 감소.

조선업 : 선체판 및 프로펠러 밀링, 가공물 소재는 선박용 강재, Vc 90-150m/min, ap 1.5-2.5mm, 내식성 25% 증가.

광산 장비: 분쇄기 라이너와 드릴 비트 구성 요소를 가공하는데, 가공물 소재는 고망간강, Vc 80-140m/min, ap 1-3mm를 사용하며, 사용 수명이 35%-40% 연장됩니다.



## 카바이드 인서트 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 인서트 밀링 커터는 교체 가능한 초경 날을 강철 커터 본체에 삽입하여 제작되는 고성능 절삭 공구입니다. 금속 및 비금속 재료 가공에 널리 사용됩니다. 초경 날의 높은 경도와 내마모성을 강철 본체의 높은 인성과 결합한 설계로, 특히 중절삭 및 다공정 가공과 같이 빈번한 날 교체나 복잡한 가공이 필요한 경우에 적합합니다. 초경 인서트 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 날은 분말 야금으로 제작되며 기계적 체결 또는 클램핑을 통해 커터 본체에 장착됩니다. CNC 공작 기계 및 대형 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도 등 다양한 측면에서 자세히 설명합니다.

### 초경 인서트 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 인서트 밀링 커터는 강철 커터 본체와 교체 가능한 초경 날로 구성됩니다. 커터 본체는 고인성 공구강(예: 42CrMo 또는 18CrNiMo7)으로 제작되며, 직경 범위는 20mm~200mm, 길이는 100~500mm로 가공 요구 사항에 따라 설계되어 공작 기계 스핀들과 안정적으로 연결됩니다. 날은 초경으로 제작되어 커터 본체 홈에 설치됩니다. 날의 개수는 절삭 직경과 용도에 따라 일반적으로 6~30 개입니다. 블레이드의 기하학적 매개변수(예: 나선각 25~40°, 정면각 3~8°, 후면각 8~12°)는 정밀 연삭을 통해 최적화됩니다. AlTiN 또는 CrN 코팅을 3~6 μm 두께로 톱니 표면에 도포할 수 있으며, 내열성은 1050°C 까지 향상됩니다.

#### 재료 구성:

경질상: 텅스텐 카바이드(WC), 입자 크기 분포 0.4~1.8 μm, D50 값 1.0 μm, 순도 ≥ 99.95%, 높은 경도와 내마모성을 제공합니다.

바인더상: 코발트(Co), 함량범위 5%~10%(질량분율), 입자크기 0.8~1.2 μm, 5%는 고정밀도에 중점, 10%는 중량절삭에 적합.

첨가제: 탄탈륨 카바이드(TaC) 함량 0.3%~1.0%, 니오븀 카바이드(NbC) 함량 0.2%~0.6%, SEM으로 확인된 분산도, 표준편차 < 4%, 고온 산화 저항성 향상.

#### 구조적 특징:

커터 본체 설계: 강철 본체 표면 열처리, 경도 HRC 40~50, 표면 거칠기 Ra ≤ 0.3 μm, HSK 또는 BT 유형 핸들, 설치 동축도 ≤ 0.008 mm.

치아 설치: 기계적 클램핑 또는 볼트 고정을 채택하고 치아 교체 정확도는 ±0.005mm로 안정성과 반복성을 보장합니다.

코팅 기술: 2025년에는 두께 균일도 편차 < 0.4 μm, 내식성이 35% 향상된 경사 AlTiN 코팅이 도입되어 건식 절단 및 고온 환경에 적합하게 됩니다.

## 2. 초경 인서트 밀링 커터의 작동 원리

초경 인서트 밀링 커터는 고속 회전을 통해 단면 및 측면 절삭을 수행하며, 주로 단속 절삭을 통해 공작물에서 소재를 제거합니다. 이 커터의 작동 원리는 초경 날의 고속 상대 운동에 의존합니다. 단면 날은 공작물을 축 방향으로 절삭하여 단면 가공을 완료하고, 외측 날은 반경 방향으로 절삭하여 측면 형상을 형성합니다. 칩은

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



최적화된 치형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 공정은 공구 형상 매개변수(예: 칩 배출에 영향을 미치는 헬릭스각, 절삭력에 영향을 미치는 레이크각)와 절삭 매개변수(예: 절삭 속도  $V_c$  60~300m/min, 이송 속도  $f_n$  0.04~0.25mm/tooth, 절삭 깊이  $a_p$  0.3~5mm)의 영향을 받습니다. 절삭유(유량 15L/min 이상인 유성 절삭유 등) 또는 건식 절삭 기술을 사용하여 절삭 영역의 온도를 제어하여 커터 날의 과열(최대 온도는 750° C 미만으로 제어)이나 공작물의 열 변형을 방지합니다. 2025년에는 5G 네트워크 및 AI 최적화 알고리즘과 결합된 지능형 모니터링 시스템이 절삭력(<800N)과 진동을 실시간으로 모니터링하고, 파라미터를 동적으로 조정하며, 절삭 효율을 18~22% 향상시키고, IT5~IT6 수준의 가공 정밀도를 달성할 수 있을 것입니다.

### 3. 초경 인서트 밀링 커터의 특성

교체 가능한 이빨과 고급 소재를 갖춘 카바이드 인서트 밀링 커터는 다음과 같은 주요 특징을 제공합니다.

초고경도

블레이드 이빨의 비커스 경도는 HV 1600-2100 으로, HRC 65 이하의 경도를 가진 재료를 가공하는 데 적합합니다.

우수한 내마모성

600~900 시간 연속 절삭 후 마모 영역 폭(VB)은  $\leq 0.25\text{mm}$ 이며, 기존 공구에 비해 수명이 4~6 배 연장됩니다.

우수한 내열성

코팅된 이빨은 최대 1050° C의 내열성을 갖추고 있어 고속 절단( $V_c > 200\text{m/min}$ )에 적합하며 열 균열 위험을 줄여줍니다.

강한 충격 저항성

치아 형상과 강철 지지대를 최적화함으로써 굽힘 강도가  $\geq 2200\text{ MPa}$  이고 충격 하중 저항성이 20% 증가하여 중량 하중 조건에 적합합니다.

높은 유연성

교체 가능한 치아 디자인으로 유지 관리 비용을 절감하고 다양한 가공 요건에 맞춰 사용할 수 있습니다. 치아 교체 시간은 5 분 미만입니다.

### 초경 인서트 밀링 커터 성능 및 영향 요인 표

| 영향 요인          | 설명하다                                         | 영향  | 최적화 제안                              | 데이터 지원                                  |
|----------------|----------------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 코발트 함량         | 5%-10%, 낮은 함량은 경도를 향상시키고, 높은 함량은 인성을 증가시킵니다. | 높은  | 고정밀의 경우 5%, 무거운 하중의 경우 10%          | 5% Co 경도 HV 1900, 10% Co 굽힘 강도 2300 MPa |
| 절삭 속도( $V_c$ ) | 60-300m/min, 너무 높으면 커터 이빨이 마모됩니다.            | 가운데 | 경질재료는 Ti 합금 $V_c$ 150m/min 등 25% 감소 | $V_c$ 가 너무 높음(350m/min) 마모율 6%-10%      |
| 이송 속도( $f_n$ ) | 0.04-0.25mm/치아, 너무 높으면 절삭력이 증가합니다.           | 높은  | 0.04mm/치아까지의 미세 가공                  | $f_n$ 0.3 mm/tooth 절삭력 35% 증가           |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

|                 |                                       |     |                               |                               |
|-----------------|---------------------------------------|-----|-------------------------------|-------------------------------|
| 절삭<br>깊이 (ap)   | 0.3~5mm, 너무 깊으면<br>진동이 발생할 수<br>있습니다. | 가운데 | 복잡한 작업물 층별 절단, ap<br>0.6mm/층  | ap 6 mm 진동 진폭이 18%<br>증가했습니다. |
| 냉각수 흐름          | ≥ 15 L/min, 방열효과가<br>수명에 영향을 미칩니다.    | 가운데 | AlTiN 코팅을 이용한 건식 절단           | 유량 7L/min 수명 25% 단축           |
| 치아<br>설치<br>정확도 | 클램핑력 ≥ 300N, 풀림<br>위험                 | 높은  | 최적 클램핑력 350N, 정기적으로<br>점검하세요. | 클램핑력 < 250 N 느슨함 4%           |

## 5. 초경 인서트 밀링 커터 성능 생산 공정

초경 인서트 밀링 커터는 정교한 치형 가공 및 장착 공정 설계를 통해 탄생합니다.  
자세한 공정 흐름과 기술 매개변수는 다음과 같습니다.

### 초경 인서트 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스<br>단계 | 장비/매개변수                                     | 시간/조건                         | 목표/결과                                   | 기술 지표                       |
|------------|---------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| 원료<br>혼합   | 고에너지 행성 볼 밀, 볼 대<br>재료 비율 12:1, 250-350 rpm | 30-50 시간, 표준편차 <<br>4%        | ISO 13399 에 따른 균일한<br>분산                | 입자 크기 균일성 CV <<br>2.5%      |
| 누르기        | 압력 180~220MPa, 시간<br>15~25 초                | 밀도 65%-75% (13-15 g/<br>cm³)  | 치아 블랭크는 ±0.15 g/<br>cm³ 의 편차로 형성됩니다.    | 녹색 강도 12-18 MPa             |
| 소결         | 진공로 1400-1500° C, HIP 6-<br>12 MPa          | 1.5~2.5 시간, 밀도<br>98.5%~99.5% | 입자 크기 0.4-1.2 μm,<br>고밀도화               | 다공성 A01B00C00               |
| 치아<br>드레싱  | 다이아몬드 연삭 휠 #800-<br>#1000, EDM 0.05-0.25 J  | 트리밍 양 0.008-0.015 mm          | 거칠기 Ra ≤ 0.15 μm,<br>정확도 ±0.004 mm      | 절삭 날의 날카로움 <<br>0.008mm     |
| 치아<br>설치   | 기계적 클램핑, 클램핑력<br>300-400 N                  | 2~5 분                         | 치아는 ±0.005mm 의<br>반복성으로 단단히<br>설치되었습니다. | 클램핑력 균일도 < 5%               |
| 코팅         | 다중 타겟 마그네트론<br>스퍼터링, AlTiN                  | 두께 3-6 μm                     | 내열성 1050° C, 마찰계수<br>0.12               | 접착력 > 60 N, 균일도<br>< 0.4 μm |

## 6. 카바이드 인서트 밀링 커터의 종류

카바이드 인서트 밀링 커터는 용도와 구조에 따라 여러 유형으로 분류되며, 각  
유형은 특정 가공 요구 사항에 맞게 최적화됩니다.

러핑 인서트 밀링 커터: 이빨 수 6-12, 절삭 깊이 ap 3-5mm, 절삭 속도 Vc 80-  
180m/min, 소재(강철 피철 등)의 빠른 제거에 적합, 절삭력 600-800N, 수명 500-  
700 시간.

마무리 인서트 밀링 커터: 이빨 수 20-30, 절삭 깊이 ap 0.3-0.8mm, 절삭 속도 Vc  
200-300m/min, 표면 거칠기 Ra 0.15 μm, 정밀도 IT6 레벨, 금형 및 항공 부품에  
적합함.

페이스 밀링 커터: 직경 80-200mm, 이빨 수 12-24, 절삭 깊이 ap 2-4mm, Vc 100-  
250m/min, 대형 평면 가공에 적합합니다.

코팅 인서트 밀링 커터: AlTiN 또는 CrN 코팅을 적용, 내열성 1000-1050° C, 마찰

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

계수 0.12, 수명은 코팅되지 않은 경우보다 30%-40% 더 길며,  $V_c$  250-300m/min.  
슬롯 밀링 커터: 깊은 홈과 계단을 가공하기 위해 특별히 설계되었으며, 8~16 개의  
이빨, 절삭 깊이  $a_p$  1~3mm,  $V_c$  90~200m/min, 진동 감소율이 20~25%입니다.

## 7. 초경 인서트 밀링 커터의 적용

카바이드 인서트 밀링 커터는 교체 가능한 치아 디자인과 다용성으로 인해 많은 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

항공우주: 티타늄 합금(Ti-6Al-4V 등) 및 알루미늄 합금 부품을 가공하고,  $V_c$  150-250m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm, 정밀 IT5 레벨, 5G 모니터링을 통해 2025 년까지 처리 시간이 12-18% 단축될 것으로 예상됩니다.

자동차 제조: 실린더 헤드와 기어박스 하우징을 가공하는데, 가공물 소재는 주철(HRC 35-45),  $V_c$  120-200 m/min,  $a_p$  1-3 mm이며, 효율이 22% 증가합니다.

금형 제작: 사출 금형 마무리 및 스탬핑 금형,  $V_c$  180-300m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $R_a$  0.15  $\mu$ m, 공구 교체 시간 30% 단축.

에너지 장비: 풍력 터빈 로터 및 터빈 블레이드 가공, 가공물 소재는 강철 또는 복합 소재,  $V_c$  100-180 m/min,  $a_p$  1-2.5 mm, 내열성이 20% 증가.

중장비: 대형 기어와 공작기계 베드를 가공하는데, 가공물 소재는 고강도 강철,  $V_c$  90-160 m/min,  $a_p$  2-4 mm, 절삭력 700-900 N입니다.

철도 운송: 레일 패스너와 휠 차축의 밀링, 가공물 소재는 연성 주철,  $V_c$  110-190 m/min,  $a_p$  1.5-3 mm, 충격 저항성이 25% 증가했습니다.

조선산업 : 선박용 강판 및 프로펠러 가공,  $V_c$  100-180 m/min,  $a_p$  2-4 mm, 내식성 코팅으로 수명을 30-35% 연장합니다.

광산 장비: 분쇄 해머와 스크린 플레이트를 가공하는데, 가공물 소재는 고망간강,  $V_c$  80-150m/min,  $a_p$  2-3.5mm 를 사용하며, 사용 수명이 40% 연장됩니다.

건축자재 : 프리캐스트 콘크리트 구성 요소를 가공,  $V_c$  70-130 m/min,  $a_p$  1-3 mm, 먼지 배출량 20% 감소, 친환경 건설에 적합.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

## 카바이드 인서트 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 인서트 밀링 커터는 교체 가능한 초경 날을 강철 커터 본체에 삽입하여 제작된 고성능 절삭 공구입니다. 금속 및 비금속 재료 가공에 널리 사용됩니다. 초경 날의 높은 경도와 내마모성을 강철 본체의 높은 인성과 결합한 설계로, 중절삭 및 다공정 가공과 같이 빈번한 날 교체나 복잡한 가공 작업이 필요한 경우에 특히 적합합니다. 초경 인서트 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 날은 분말 야금으로 제작되며 기계적 체결 또는 클램핑을 통해 커터 본체에 장착됩니다. CNC 공작 기계 및 대형 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용에서는 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 설명합니다.

### 1. 초경 인서트 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 인서트 밀링 커터는 강철 커터 본체와 교체 가능한 초경 커터 날로 구성됩니다. 커터 본체는 고인성 공구강(예: 42CrMo)으로 제작되었으며, 직경 20~200mm, 길이 100~500mm로 공작 기계 스피들과 안정적으로 연결됩니다. 커터 날은 6~30 개의 날을 가진 초경으로 제작되었으며, 절삭날 형상 매개변수(예: 나선각 25~40°, 경사각 3~8°)는 정밀 연삭을 통해 최적화되었습니다. 표면에는 최대 1050°C의 내열성을 가진 AlTiN 코팅(두께 3~6 μm)을 적용할 수 있습니다.

소재 구성 : 텅스텐 카바이드(WC)를 경질상이고, 코발트(Co) 함량은 5%~10%이며, 성능 향상을 위해 TaC와 NbC를 첨가하였습니다.

구조적 특징: 커터 본체 경도 HRC 40~50, 커터 이빨 클램핑 정확도  $\pm 0.005\text{mm}$ , 설치 동축도  $\leq 0.008\text{mm}$ .

### 2. 초경 인서트 밀링 커터의 작동 원리

고속 회전을 통해 커터 날은 공작물을 축 방향과 반경 방향으로 절삭하고, 끝날은 단면 가공을 담당하며, 주변날은 측면 가공을 완료하고 칩은 치형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  60~300m/min,  $f_n$  0.04~0.25mm/tooth,  $a_p$  0.3~5mm입니다. 냉각수(유량  $\geq 15\text{L/min}$ ) 또는 건식 절삭으로 온도를 제어합니다. 2025년에는 5G+AI 모니터링을 통해 효율이 18~22% 향상되고 정확도는 IT5~IT6 수준에 도달할 것으로 예상됩니다.

### 3. 초경 인서트 밀링 커터의 특성

높은 경도: 치아 HV 1600~2100, HRC 65 이하의 소재에 적합합니다.

내마모성:  $VB \leq 0.25\text{ mm}$ (600~900 시간), 사용 수명이 4~6 배 연장되었습니다.

내열성: 코팅은 1050°C 까지 내열성이 있으며 고속 절단에 적합합니다.

충격 저항성: 굽힘 강도  $\geq 2200\text{ MPa}$ , 무거운 하중에 적합합니다.

유연성: 5 분 이내에 블레이드를 교체할 수 있어 유지 관리 비용이 절감됩니다.

지속 가능성: 건식 절단은 냉각수를 25~35% 절감합니다.

### 4. 초경 인서트 밀링 커터 성능 및 영향 요인 표

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



| 영향 요인      | 설명하다               | 영향  | 최적화 제안            | 데이터 지원                  |
|------------|--------------------|-----|-------------------|-------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-10%, 경도와 인성의 균형 | 높은  | 정확도 5%, 내구성 10%   | 5% 코 HV 1900            |
| 절삭 속도 (Vc) | 60-300m/분, 과도한 마모  | 가운데 | 경질재료 25% 감소       | Vc 350m/min 마모 6%-10%   |
| 이송 속도 (fn) | 0.04-0.25mm/치아     | 높은  | 마이크로머시닝 0.04mm/치아 | fn 0.3 절삭력이 35% 증가했습니다. |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.3-5mm, 진동이 너무 깊음 | 가운데 | 0.6mm/층 적층        | ap 6mm 진동이 18% 증가했습니다.  |
| 설치 정확도     | 클램핑 힘 $\geq 300$ N | 높은  | 클램핑력 350N 확인      | < 250 N 느슨함 4%          |

## 5. 초경 인서트 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계 | 장비/매개변수               | 시간/조건             | 목표/결과    | 기술 지표                      |
|---------|-----------------------|-------------------|----------|----------------------------|
| 원료 혼합   | 볼밀 250-350 rpm        | 30~50 시간          | 균일하게 분산됨 | CV < 2.5%                  |
| 누르기     | 180~220MPa            | 15~25 초           | 블랭크 성형   | 밀도 13-15 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결      | 1400-1500° C, HIP     | 1.5~2.5 시간        | 고밀화      | 밀도 98.5%-99.5%             |
| 치아 드레싱  | 다이아몬드 연삭 휠 #800-#1000 | 0.008-0.015mm 트리밍 | 정확도 최적화  | 라 $\leq 0.15$ $\mu$ m      |
| 치아 설치   | 클램핑력 300-400N         | 2~5 분             | 안전한 설치   | 정확도 $\pm 0.005$ mm         |
| 코팅      | 마그네트론 스퍼터링 AlTiN      | 두께 3-6 $\mu$ m    | 내열성 향상   | 접착력 > 60N                  |

## 6. 초경 인서트 밀링 커터의 종류

거친 밀링 커터: 이빨 수 6-12, ap 3-5 mm, Vc 80-180 m/min, 강철 빌렛에 적합합니다.  
 마무리 밀링 커터: 이빨 수 20-30, ap 0.3-0.8 mm, Vc 200-300 m/min, 정확도 IT6.  
 페이스 밀링 커터: 직경 80-200mm, ap 2-4mm, Vc 100-250m/min, 평면 가공.  
 코팅된 밀링 커터: AlTiN 코팅, 내열성 1000-1050° C, 수명 30-40% 연장.  
 슬롯 밀링 커터: 이빨 수 8-16, ap 1-3mm, Vc 90-200m/min, 진동 감소 20%-25%.

## 7. 초경 인서트 밀링 커터의 적용

항공우주: Ti-6Al-4V, Vc 150-250 m/min, 정밀 IT5 가공.  
 자동차 제조: 실린더 헤드 가공, Vc 120-200m/min, 효율성 22% 증가.  
 금형 제작: 정밀 사출 금형, Vc 180-300 m/min, Ra 0.15  $\mu$ m.  
 에너지 장비: 터빈 블레이드 가공, Vc 100-180m/min, 내열성이 20% 증가했습니다.  
 중장비: 기어 가공, Vc 90-160 m/min, 절삭력 700-900 N.  
 철도 운송: 밀링 휠 축, Vc 110-190 m/min, 충격 저항성 25%.  
 조선산업: 강판 가공, Vc 100-180m/min, 수명 30-35% 연장.  
 광산 장비: 가공 해머 헤드, Vc 80-150m/min, 수명 40% 연장.  
 건축자재: 콘크리트 부품 가공, Vc 70-130 m/min, 먼지 감소율 20%.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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





1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**Tel :** +86 592 5129696

**Official website :** [www.ctia.com.cn](http://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](http://www.ctia.com.cn)

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

## 카바이드 인덱서블 인서트 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 인덱서블 인서트 밀링 커터는 강철 커터 바디에 교체 가능한 초경 인덱서블 인서트를 장착하여 제작된 고효율 절삭 공구입니다. 금속 및 비금속 소재의 정밀 가공에 널리 사용됩니다. 초경 인서트의 뛰어난 경도 및 내마모성과 커터 바디의 유연성을 결합한 설계로, 특히 항공우주 및 자동차 제조와 같이 빈번한 블레이드 교체나 다양한 피삭재 가공이 필요한 경우에 적합합니다. 초경 인덱서블 인서는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금법으로 제조되며 기계적 클램핑을 통해 커터 바디에 고정됩니다. CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다.

### 1. 초경 인덱서블 인서트 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 인덱서블 인서트 밀링 커터는 강철 커터 본체와 교체형 인서트로 구성됩니다. 커터 본체는 고인성 공구강(예: 40CrNiMo)으로 제작되었으며, 직경 25~250mm, 길이 120~600mm로 공작 기계 스핀들과 안정적으로 연결됩니다. 인서는 초경 합금으로 제작되었으며, 절삭 직경에 따라 4~40 개의 인서가 커터 본체 슬롯에 장착됩니다. 절삭날 형상(예: 나선각 20~45°, 경사각 0~10°)은 정밀 연삭을 통해 최적화되었으며, 인서트 표면은 최대 1100°C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN(두께 2~5 μm)으로 코팅될 수 있습니다.

소재 구성 : 텅스텐 카바이드(WC)를 경질상이고, 코발트(Co) 함량은 4%-12%이며, 성능 향상을 위해 TiC, TaC를 첨가하였습니다.

구조적 특징: 커터 본체 경도 HRC 40-50, 블레이드 클램핑 정확도  $\pm 0.003\text{mm}$ , 설치 동축도  $\leq 0.005\text{mm}$ .

### 2. 초경 인덱서블 인서트 밀링 커터의 작동 원리

고속 회전을 통해 블레이드는 공작물을 축 방향 및 반경 방향으로 절삭합니다. 엔드 에지는 단면 가공을 담당하고, 외측 에지는 측면 성형을 완료하며, 칩은 톱니 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  80-400m/min,  $f_n$  0.06-0.3mm/tooth,  $a_p$  0.5-6mm입니다. 냉각수(유량  $\geq 20\text{L/min}$ ) 또는 건식 절삭으로 온도를 제어합니다. 2025년에는 5G+AI 모니터링을 통해 효율이 20-25% 향상되고 정확도는 IT4-IT6 수준에 도달할 것으로 예상됩니다.

### 3. 초경 인덱서블 인서트 밀링 커터의 특성

초고경도: 블레이드 HV 1700-2300, HRC 70 이하의 소재에 적합.

우수한 내마모성:  $VB \leq 0.2\text{ mm}$  (800-1200 시간), 수명 5-8 배 연장.

뛰어난 내열성: 코팅은 1100°C의 내열성을 가지고 있어 초고속 절단에 적합합니다.

높은 유연성: 인덱싱 가능한 디자인으로 여러 개의 블레이드 사용 가능, 블레이드 교체 시간 3 분 미만.

안정성이 우수합니다. 굽힘 강도가  $\geq 2500\text{ MPa}$ 로 무거운 하중과 간헐적 절단에 적합합니다.

환경 보호: 건식 절단은 냉각수를 30~40%, 탄소 배출량을 20% 줄입니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

#### 4. 초경 인텍서블 인서트 밀링 커터 성능 및 영향 요인 표

| 영향 요인     | 설명하다                | 영향  | 최적화 제안          | 데이터 지원               |
|-----------|---------------------|-----|-----------------|----------------------|
| 코발트 함량    | 4%-12%, 경도와 인성의 균형  | 높은  | 정확도 4%, 내구성 12% | 4% 코 HV 2000         |
| 절삭 속도(Vc) | 80-400m/min, 과도한 마모 | 가운데 | 경질재료 20% 감소     | Vc 450m/min 마모 5%-8% |
| 이송 속도(fn) | 0.06-0.3mm/치아       | 높은  | 마무리 0.06mm/치아   | fn 0.35 절삭력 40% 증가   |
| 절삭 깊이(ap) | 0.5~6mm, 진동이 너무 깊음  | 가운데 | 레이어링: 0.8mm/레이어 | ap 7mm 진동 증가 15%     |
| 클램핑력      | ≥ 400N, 풀림 위험       | 높은  | 클램핑력 450N 확인    | < 350 N 느슨함 3%       |

#### 5. 초경 인텍서블 인서트 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건            | 목표/결과    | 기술 지표                      |
|----------|------------------------|------------------|----------|----------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간         | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                    |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초          | 블랭크 성형   | 밀도 14-16 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간           | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%               |
| 블레이드 드레싱 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.005-0.01mm 트리밍 | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.1 μm                 |
| 블레이드 설치  | 클램핑력 400-500N          | 1~3 분            | 안전한 설치   | 정확도 ±0.003mm               |
| 코팅       | 마그네트론 스퍼터링 AlTiN       | 두께 2-5 μm        | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                  |

#### 6. 초경 인텍서블 인서트 밀링 커터의 종류

거친 밀링 커터: 6-12 개 블레이드, ap 3-6mm, Vc 100-200m/min, 강철 빌렛에 적합.  
 마무리 밀링 커터: 20-40 개 블레이드, ap 0.5-1.5mm, Vc 250-400m/min, 정확도 IT5.  
 페이스 밀링 커터: 직경 100-250mm, ap 2-5mm, Vc 120-300m/min, 평면 가공.  
 코팅된 밀링 커터: AlTiN 코팅, 내열성 1000-1100° C, 수명 35-45% 연장.  
 슬롯 밀링 커터: 8~16 개 블레이드, ap 1~3mm, Vc 100~250m/min, 진동 감소 15%~20%.

#### 7. 초경 인텍서블 인서트 밀링 커터의 적용

항공우주:

티타늄 합금(예: Ti-6Al-4V) 및 고온 합금(예: Inconel 718) 가공에 사용되며, 절삭 속도 Vc 150-300m/min, 절삭 깊이 ap 0.5-1.5mm, 이송 속도 fn 0.06-0.15mm/tooth입니다. 항공기 날개 리브, 엔진 블레이드 및 구조 부품에 적합하며, 가공 정밀도는 IT4, 표면 조도 Ra 0.05-0.1 μm입니다. 2025년에는 5G 실시간 모니터링 및 AI 최적화와 결합되어 가공 시간이 15-20% 단축되어 복잡한 표면 가공의 효율성이 크게 향상될 것입니다.

자동차 제조:

엔진 실린더, 크랭크샤프트, 기어박스 하우징 가공. 가공 소재는 주철(HRC 30-45) 및 알루미늄 합금을 사용하며, 절삭속도(Vc)는 120-250m/min, 절삭깊이(ap)는 1-3mm, 절삭날(fn)은 0.1-0.2mm/tooth입니다. 대량 생산에 적합하며, 효율은 25% 향상되었고, 표면 조도는 Ra 0.1-0.2 μm입니다. 건식 절삭 기술은 자동차 산업의 경량화 추세에 맞춰 냉각수 사용량을 30% 절감합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



#### 금형 제작:

사출 금형, 스탬핑 금형, 단조 금형의 마무리 작업. 가공물은 공구강(HRC 50-60) 또는 프리하든강을 사용하며, 절삭속도(Vc)는 200-400m/min, 절삭깊이(ap)는 0.5-1.5mm, 절삭날(fn)은 0.06-0.12mm/tooth 입니다. 가공 정밀도는 IT5 수준이며, 표면 조도(Ra)는 0.05-0.1  $\mu\text{m}$ 로 공구 교체 시간을 30-40% 단축하여 생산 비용을 크게 절감합니다.

#### 에너지 장비:

가스터빈 블레이드, 풍력 터빈 로터 허브, 원자력 밸브 바디 가공. 가공 소재는 니켈 기반 합금 및 스테인리스강이며, Vc 100-200m/min, ap 1-2.5mm, fn 0.08-0.15mm/tooth 입니다. 고온 고압 환경의 요구를 충족하기 위해 내열성이 25% 향상되었습니다. 2025년에는 AI 최적화 절삭 매개변수를 통해 불량률을 10-15% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

#### 중장비:

가공 공작 기계 베드, 대형 기어 및 베어링 시트, 가공물 소재는 고강도 강철(HRC 40-55), Vc 90-180m/min, ap 2-5mm, fn 0.12-0.25mm/tooth, 절삭력 800-1000N 입니다. 공구 수명이 35%-45% 연장되어 고하중 및 간헐적 절삭 조건에 적합합니다.

#### 철도 운송:

열차 바퀴, 침목, 레일 패스너의 밀링 가공. 가공 소재는 연성 주철과 탄소강이며, Vc 120-200m/min, ap 1.5-3mm, fn 0.1-0.2mm/tooth 입니다. 내충격성이 20% 향상되고 가공 효율이 18% 향상되어 높은 내마모성과 높은 신뢰성 요건을 충족합니다.

#### 조선 산업:

선체 강판, 프로펠러, 밸브 바디 가공. 가공 소재는 선박용 강재 및 청동이며, Vc 100-180m/min, ap 2-4mm, fn 0.1-0.2mm/tooth 입니다. 내식성 코팅은 서비스 수명을 35% 연장하고, 건식 절삭 시 절삭유 사용량을 25-30% 절감하며, 해양 환경에 적합합니다.

#### 전자 산업:

알루미늄 합금 휴대폰 하우징, 회로 기판 브래킷 및 반도체 하우징 가공, Vc 200-350m/min, ap 0.5-1.5mm, fn 0.06-0.12mm/tooth, 가공 정확도  $\pm 0.001\text{mm}$ , 표면 조도 Ra 0.05  $\mu\text{m}$ . 경량화 및 박형화, 고밀도 전자 부품의 요구 충족.

#### 석유화학 산업:

파이프라인 밸브, 펌프 본체 및 압축기 하우징 가공. 가공물 재질은 스테인리스강 및 티타늄 합금이며, Vc 80-150m/min, ap 1-2.5mm, fn 0.08-0.15mm/tooth 입니다. 내식성이 30% 향상되었습니다. 2025년까지 지능형 모니터링을 통해 가공 결함이 10-15% 감소할 것으로 예상됩니다.

#### 방위 산업:

전차 장갑판, 미사일 포탄, 포신 가공. 가공 소재는 고강도 강철 및 복합 소재이며, Vc 100-200m/min, ap 1-3mm, fn 0.1-0.2mm/tooth 입니다. 내마모성은 가공 효율을 20-25% 향상시켜 높은 안전성 및 고정밀도 요건을 충족합니다.

#### 신에너지 산업:

풍력 터빈 블레이드 금형 및 태양광 브래킷 가공. 가공 소재는 유리 섬유 강화 복합재 또는 알루미늄 합금이며, Vc 120-250m/min, ap 1-3mm, fn 0.08-0.15mm/tooth 를 사용합니다. 효율은 15-20% 향상되고 탄소 발자국은 10% 감소하여 친환경 에너지

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



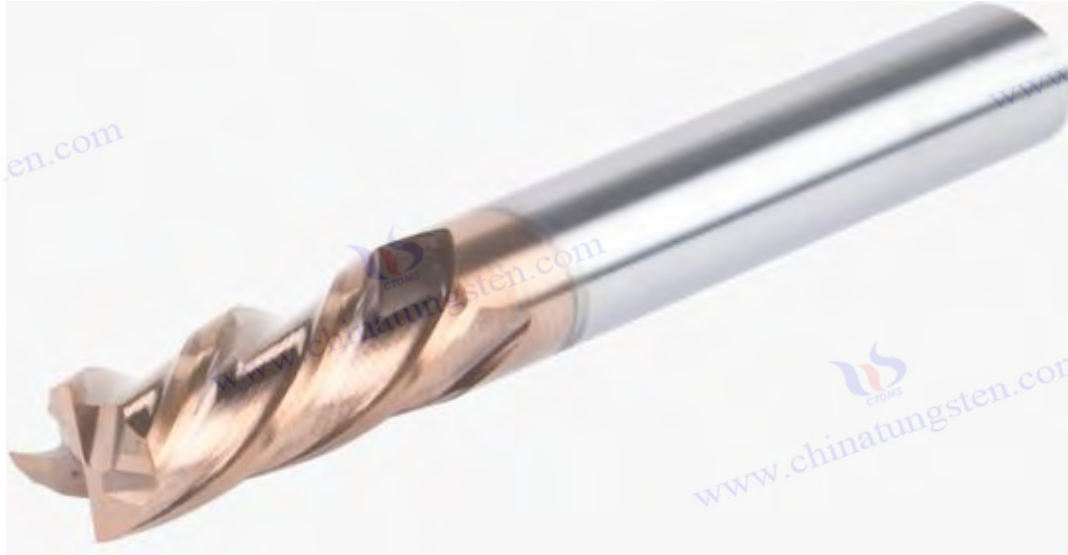
개발을 지원합니다.

의료 장비:

정형외과 임플란트(예: 고관절) 및 마이크로 장치를 가공하는 경우, 가공물 소재는 티타늄 합금 또는 Co-Cr 합금,  $V_c$  80-150m/min,  $a_p$  0.3-0.8mm,  $f_n$  0.04-0.1mm/tooth, 정확도  $\pm 0.0005$ mm, 표면 거칠기  $R_a$  0.03  $\mu$ m, 생체 적합성 요구 사항 충족.

보석 가공:

귀금속(금, 백금 등) 및 보석 인레이 가공,  $V_c$  50-120m/min,  $a_p$  0.1-0.5mm,  $f_n$  0.03-0.08mm/tooth, 정확도  $\pm 0.0002$ mm, 고급 맞춤형 및 정밀 조각에 적합합니다.



## 초경 고속 절삭 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 고속 절삭 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 고성능 절삭 공구로, 고속 가공용으로 설계되었으며, 높은 절삭 속도에서 효율적으로 소재를 제거할 수 있어 금속 및 비금속 소재의 정밀 가공에 널리 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내열성, 내마모성을 결합하여 고효율 및 고품질 표면 처리가 요구되는 항공우주 및 자동차 제조와 같은 분야에 적합합니다. 초경 고속 절삭 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 가공 공정을 통해 제작되며, 성능 향상을 위해 코팅 처리가 적용된 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 고속 머시닝 센터에 적합합니다.

### 1. 초경 고속 절삭 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 고속 절삭 밀링 커터는 일반적으로 솔리드 초경으로 제작되거나, 초경 커터 헤드가 장착된 강철 본체에 용접/매립되어 있으며, 고속 스핀들과의 호환성을 위해 직경 6~100mm, 길이 50~300mm의 초경 커터 헤드가 사용됩니다. 공구 블레이드는 다날 구조(2~20 날)로 설계되었으며, 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각 35~50°, 경사각 5~15°)는 고속 절삭에 최적화되어 있습니다. 표면에는 최대 1150°C의 내열성을 가진 TiAlN 또는 AlCrN 코팅(두께 2~4  $\mu$ m)이 주로 적용됩니다.

소재 구성 : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.3~1.5  $\mu$ m, 코발트(Co) 함량 6%~10%, 내열성을 향상시키기 위해 TiC 및 VC를 첨가했습니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

구조적 특징: 견고한 초경 공구 경도 HV 1800-2200, 강철 본체 지지 설계 경도 HRC 40-45, 공구 동축도  $\leq 0.005\text{mm}$ .

## 2. 초경 고속 절삭 밀링 커터의 작동 원리

초고속 회전(절삭 속도  $V_c$  200~1000m/min)을 통해 공구는 빠르게 공작물을 절삭하고, 끝날과 주변날이 함께 작용하여 끝단 및 측면 가공을 완료하며, 칩은 고온 고압 환경에서 최적화된 치형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  200~1000m/min,  $f_n$  0.05~0.2mm/tooth,  $a_p$  0.2~4mm입니다. 고효율 절삭유(유성 또는 합성 절삭유, 유량  $\geq 25\text{L/min}$ ) 또는 고압 공랭을 사용하여 온도( $< 800^\circ\text{C}$ )를 제어하고, IoT 및 AI 기술과 결합하여 2025 년까지 실시간 모니터링을 실현하여 절삭 효율을 25~30% 향상시키고 정밀도를 IT5~IT7 수준으로 높일 것입니다.

## 3. 초경 고속 절삭 밀링 커터의 특성

초고경도: HV 1800-2200, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

뛰어난 내열성: 코팅의 내열성은  $1150^\circ\text{C}$ 이며 초고속 절단에 적합합니다.

우수한 내마모성:  $VB \leq 0.15\text{ mm}$ (500-1000 시간), 수명이 6-10 배 연장되었습니다.

높은 효율성: 절단 속도는 최대 1000m/min이며, 가공 효율성이 30%-50% 증가합니다.

안정성: 굽힘 강도  $\geq 2400\text{ MPa}$ , 고속 간헐 절단에 적합합니다.

환경 보호: 건식 절단이나 최소한의 윤활을 통해 냉각수 사용량을 40~50%까지 줄일 수 있습니다.

## 4. 초경 고속 절삭 밀링 커터의 성능 및 영향 요인 표

| 영향 요인           | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                   | 데이터 지원                                   |
|-----------------|--------------------------------|-----|--------------------------|------------------------------------------|
| 코발트 함량          | 6%-10%, 경도와 인성의 균형             | 높은  | 정확도 6%, 내구성 10%          | 6% 코 HV 1900                             |
| 절삭 속도 ( $V_c$ ) | 200-1000m/min, 과도한 마모          | 높은  | 경질재료 15% 감소              | $V_c$ 1100m/min 마모 8%                    |
| 이송 속도 ( $f_n$ ) | 0.05-0.2mm/치아                  | 가운데 | 고속감속 0.05mm/치아           | $f_n$ 0.25 절삭력이 35% 증가했습니다.              |
| 절삭 깊이 ( $a_p$ ) | 0.2-4mm, 진동이 너무 깊음             | 가운데 | 0.5mm/층씩 적층              | $a_p$ 5mm 진동 증가 20%                      |
| 코팅 두께           | 2-4 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 높은  | 최적화된 2.5-3 $\mu\text{m}$ | $< 2\text{ }\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

## 5. 초경 고속 절삭 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계 | 장비/매개변수        | 시간/조건    | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|---------|----------------|----------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합   | 불밀 350-450 rpm | 50~70 시간 | 균일하게 분산됨 | $CV < 1.5\%$                 |
| 누르기     | 220~280MPa     | 25~35 초  | 블랭크 성형   | 밀도 14.5-16 g/cm <sup>3</sup> |

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

|             |                            |                      |         |                |
|-------------|----------------------------|----------------------|---------|----------------|
| 소결          | 1450-1600° C, HIP          | 2.5~3.5 시간           | 고밀화     | 밀도 99.2%-99.9% |
| 블레이드<br>트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1200-<br>#1500 | 0.003-0.008mm<br>트리밍 | 정확도 최적화 | 라 ≤ 0.08 μm    |
| 코팅          | TiAlN 의 PVD 증착             | 두께 2-4 μm            | 내열성 향상  | 접착력 > 80N      |

## 6. 초경 고속 절삭 밀링 커터의 종류

통합 고속 밀링 커터: 직경 6-20mm, Vc 400-1000m/min, 소구경 정밀 가공에 적합합니다.

인덱서블 고속 밀링 커터: 4~16 개 블레이드, Vc 300~800m/min, 대면적 절단에 적합.

코팅된 고속 밀링 커터: TiAlN 코팅, Vc 500-1000m/min, 수명 40%-60% 연장.

볼엔드 고속 밀링 커터: 직경 10-50mm, Vc 200-600m/min, 복잡한 표면 가공에 적합합니다.

슬롯 밀링 커터: 이빨 수 4-10, Vc 300-700m/min, 진동 감소 15%-25%.

## 7. 초경 고속 절삭 밀링 커터의 적용

초경 고속 절삭 밀링 커터는 다음과 같이 높은 효율성과 적응성으로 인해 다양한 산업에서 널리 사용됩니다.

항공우주:

티타늄 합금(예: Ti-6Al-4V) 및 알루미늄 합금 동체 부품 가공, Vc 400-800m/min, ap 0.5-2mm, fn 0.05-0.15mm/tooth. 날개 리브 및 엔진 케이싱에 적합, 가공 정확도 IT5 수준, 표면 조도 Ra 0.05-0.1 μm. 2025년에는 AI 최적화를 통해 경량화 요건 충족을 위해 가공 시간이 20-30% 단축될 것으로 예상됩니다.

자동차 제조:

알루미늄 합금 실린더 헤드, 마그네슘 합금 휠, 강철 크랭크샤프트 가공, Vc 300-600m/min, ap 1-3mm, fn 0.1-0.2mm/tooth. 효율 40% 향상, 표면 조도 Ra 0.1-0.15 μm, 건식 절삭으로 냉각수 사용량 50% 절감, 높은 생산 라인 요구 사항 충족.

금형 제작:

플라스틱 금형 마무리 및 스탬핑 금형. 가공물 재질은 P20 강 또는 H13 강이며, Vc 500-1000m/min, ap 0.3-1.5mm, fn 0.05-0.12mm/tooth 입니다. 정밀도는 IT6 수준이며, Ra 0.04-0.08 μm 입니다. 공구 교환 시간은 35% 단축되고 금형 수명은 증가합니다.

에너지 장비:

풍력 터빈 블레이드 금형 및 가스터빈 블레이드 가공. 가공물 소재는 복합재 또는 인코넬이며, Vc 200-500m/min, ap 1-2.5mm, fn 0.08-0.15mm/tooth 입니다. 내열성이 30% 향상되고, IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 15% 줄이고 친환경 에너지를 지원할 것입니다.

전자 산업:

알루미늄 합금 휴대폰 하우징 및 PCB 브래킷 가공, Vc 600-1000m/min, ap 0.2-1mm, fn 0.04-0.1mm/tooth. 정확도 ±0.001mm, Ra 0.03-0.05 μm로 고정밀 전자 부품 요구 사항 충족.

중장비:

대형 기어 및 공작기계 가이드 레일을 가공합니다. 가공물 소재는 42CrMo 강, Vc 200-

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

400m/min,  $a_p$  2-4mm,  $f_n$  0.12-0.2mm/tooth, 절삭력 600-800N 입니다. 수명이 50% 연장되어 고부하 가공에 적합합니다.

의료 장비:

티타늄 합금 정형외과 임플란트 가공,  $V_c$  300-500 m/min,  $a_p$  0.3-0.8 mm,  $f_n$  0.04-0.1 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0005$  mm, Ra 0.02-0.04  $\mu$ m, 생체 적합성 요건 충족.

철도 운송:

고속철도 차륜 및 침목 가공. 가공물 소재는 연성 주철이며,  $V_c$  는 300-600m/min,  $a_p$  는 1.5-3mm,  $f_n$  은 0.1-0.18mm/tooth 입니다. 내마모성은 25% 향상되고 효율은 20% 향상되었습니다.

조선 산업:

선박 강판 및 프로펠러 가공,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  2-4mm,  $f_n$  0.1-0.2mm/tooth. 내식성 코팅은 서비스 수명을 40% 연장하고, 건식 절단은 환경에 미치는 영향을 30% 감소시킵니다.

방위 산업:

장갑관 및 미사일 부품 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로  $V_c$  250-500m/min,  $a_p$  1-3mm,  $f_n$  0.08-0.15mm/tooth 를 사용합니다. 내마모성이 30% 향상되어 고강도 요건을 충족합니다.

석유화학 산업:

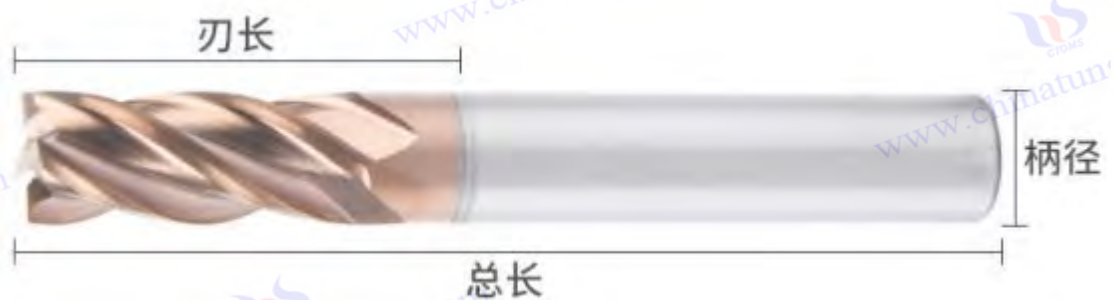
밸브 본체 및 파이프 조인트 가공 시, 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  1-2.5mm,  $f_n$  0.08-0.15mm/tooth 입니다. 내식성이 25% 향상되고 가공 결함이 10% 감소했습니다.

신에너지 산업:

태양광 프레임 및 배터리 하우징 가공. 가공물 소재는 알루미늄 합금이며,  $V_c$  400-800m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.06-0.12mm/tooth 입니다. 효율은 25% 향상되었고, 탄소 배출량은 15% 감소했습니다.

보석 가공:

귀금속 보석 가공,  $V_c$  200-400m/분,  $a_p$  0.1-0.5mm,  $f_n$  0.03-0.08mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0001$ mm, 정밀 조각에 적합.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## 카바이드 코너 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 필렛 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 고성능 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 둥근 모서리(즉, 볼 헤드 또는 볼 엔드) 설계를 갖추고 있으며, 금속 및 비금속 재료의 복잡한 곡면 가공에 널리 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 우수한 절삭 성능을 결합하여 항공우주 및 금형 제조와 같이 고정밀 및 매끄러운 표면 처리가 필요한 분야에 특히 적합합니다. 초경 필렛 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정을 통해 제작되며, 내열성과 수명을 향상시키기 위해 코팅 처리되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용에서는 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 설명합니다.

### 1. 초경 코너 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 라운딩 코너 밀링 커터는 일반적으로 직경 1~25mm, 길이 50~150mm의 솔리드 초경 구조입니다. 커터 헤드는 구형 또는 원형이며, 직경 및 용도에 따라 2~6개의 날을 가집니다. 절삭날 형상(예: 나선각 30~45°, 경사각 2~10°)은 정밀 연삭을 통해 최적화되며, 공구 표면에는 최대 1100°C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)이 적용되는 경우가 많습니다.

소재 구성 : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.2~1.2 μm, 코발트(Co) 함량 5%~8%, 인성과 내열성을 높이기 위해 TaC와 NbC를 첨가했습니다.

구조적 특징: 전체 초경 경도 HV 1700~2000, 공구 동축성 ≤ 0.003mm, 모서리 반경 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 필렛 밀링 커터의 작동 원리

회전을 통해 원형 커터 헤드는 복잡한 곡선 궤적을 따라 공작물을 절삭하고, 구형 끝단은 3차원 윤곽 가공을 실현하며, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100~600m/min,  $f_n$  0.02~0.1mm/tooth,  $a_p$  0.1~2mm입니다. 절삭유(예: 수성 절삭유, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700°C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하여 절삭 효율을 15%~20% 향상시키고 정밀도를 IT6~IT8 수준으로 높일 것입니다.

### 3. 초경 코너 밀링 커터의 특성

높은 경도: HV 1700~2000, HRC 55 이하의 소재에 적합합니다.

우수한 내마모성:  $VB \leq 0.2$  mm(400~800 시간), 수명 4~6 배 연장.

뛰어난 내열성: 코팅은 1100°C의 내열성을 가지고 있으며 중·고속 절단에 적합합니다.

높은 정밀도: 둥근 모서리 디자인으로 원활한 전환이 보장되고 표면 거칠기  $R_a$ 는 0.02~0.1 μm입니다.

유연성: 다양한 복잡한 형상에 적응 가능하며 다축 가공에 적합합니다.

환경 보호: 건식 절단은 냉각수를 20~30% 절감합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



#### 4. 초경 코너 밀링 커터 성능 및 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                      |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-8%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 8%             | 5% 코 HV 1800                |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-600m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 650m/min 마모 6%           |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.1mm/치아                  | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.12 절삭력이 30% 증가했습니다.    |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1-2mm, 진동이 너무 깊음             | 높은  | 0.3mm/층씩 적층                | ap 2.5mm 진동 증가 15%          |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성 8% 감소 |

#### 5. 초경 코너 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                      |
|----------|------------------------|----------------------|----------|----------------------------|
| 원료 혼합    | 볼 밀 300-400 rpm        | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                    |
| 누르기      | 180~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1400-1500° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 98.5%-99.5%             |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.06 $\mu\text{m}$     |
| 코팅       | AlTiN 의 PVD 증착         | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 60N                  |

#### 6. 카바이드 코너 밀링 커터의 종류

짧은 모서리 둥근 모서리 밀링 커터: 직경 1-10mm, Vc 200-400m/min, 얇은 마무리에 적합.

긴 모서리 반경 밀링 커터: 직경 10-25mm, Vc 100-300m/min, 깊은 공동 가공에 적합합니다.

코팅된 코너 밀링 커터: AlTiN 코팅, Vc 300-600m/min, 수명 30%-40% 연장.

마이크로 코너 밀링 커터: 직경 0.1-2mm, Vc 100-200m/min, 마이크로 부품에 적합합니다.

거친 반경 밀링 커터: 이빨 수 4-6, Vc 150-350m/min, 빠른 소재 제거에 적합합니다.

#### 7. 초경 필렛 밀링 커터의 적용

초경 코너 밀링 커터는 다음과 같이 코너 반경 설계와 정밀 가공 기능 덕분에 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

항공우주:

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

티타늄 합금(예: Ti-6Al-4V) 및 알루미늄 합금의 복잡한 곡면(예: 날개 외피 및 블레이드 루트) 가공, Vc 200-400m/min, ap 0.1-1mm, fn 0.02-0.08mm/tooth. 정확도 IT6 수준, Ra 0.02-0.05  $\mu$ m, 2025 년 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15-20% 단축하여 고강도 및 경량화 요건을 충족할 것입니다.

#### 금형 제작:

사출 금형 및 다이캐스팅 금형의 복잡한 형상을 가공합니다. 가공물 재질은 P20 강 또는 H13 강이며, Vc 는 300-500m/min, ap 는 0.2-1.5mm, fn 은 0.03-0.1mm/tooth 입니다. 정확도는 IT7 수준이며, Ra 는 0.02-0.04  $\mu$ m 로 공구 교체 횟수를 30% 줄이고 금형 표면 품질을 향상시킵니다.

#### 자동차 제조:

실린더 헤드와 터보차저 임펠러의 곡선 형상 가공. 가공 소재는 알루미늄 합금 또는 주철이며, Vc 200-350m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.04-0.1mm/tooth 입니다. 효율 20% 증가, Ra 0.03-0.06  $\mu$ m, 건식 절삭으로 냉각수 사용량 25% 감소.

#### 에너지 장비:

풍력 터빈 블레이드 금형 및 터빈 블레이드의 곡면 구조 가공. 가공 소재는 복합재 또는 스테인리스강이며, Vc 150-300m/min, ap 0.5-2mm, fn 0.05-0.1mm/tooth 입니다. 내열성이 20% 향상되었으며, IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

#### 전자 산업:

휴대폰 중간 프레임 및 회로 기판 브래킷의 3D 곡선 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며, Vc 300-600m/min, ap 0.1-0.8mm, fn 0.02-0.06mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001$ mm, Ra 0.01-0.03  $\mu$ m 로 높은 정밀도 요건을 충족합니다.

#### 의료 장비:

티타늄 합금 인공 관절 및 치과 임플란트의 복잡한 표면 가공, Vc 100-250 m/min, ap 0.1-0.5 mm, fn 0.02-0.05 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm, Ra 0.01-0.02  $\mu$ m, 생체 적합성 기준 준수.

#### 방위 산업:

미사일 포탄 및 레이더 커버의 곡면 형상 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로 Vc 200-400m/min, ap 0.3-1.5mm, fn 0.03-0.08mm/tooth 를 사용합니다. 내마모성이 25% 향상되어 높은 신뢰성 요건을 충족합니다.

#### 조선 산업:

프로펠러 블레이드 및 선체 표면 가공 시, 가공 소재는 청동 또는 스테인리스강이며, Vc 150-300m/분, ap 0.5-2mm, fn 0.04-0.1mm/tooth 입니다. 내식성 코팅은 서비스 수명을 30% 연장하고 가공 변형을 15% 감소시킵니다.

#### 보석 가공:

귀금속(금, 백금 등)의 정밀 조각 및 상감 가공, Vc 100-200m/분, ap 0.05-0.3mm, fn 0.01-0.04mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0001$ mm, 고급 맞춤 제작에 적합.

#### 신에너지 산업:

태양광 패널 프레임의 곡선 연결부 가공, 가공물 소재는 알루미늄 합금, Vc 200-400m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.03-0.08mm/tooth. 효율 15% 향상, 탄소 발자국 10% 감소.

#### 중장비:

대형 기어의 천이면 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강, Vc 150-300m/min, ap 0.5-2mm,

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

$f_n$  0.05-0.1mm/tooth 입니다. 수명이 35% 연장되고 응력 집중이 감소합니다.

석유화학 산업:

밸브 본체 및 파이프 조인트의 곡면 형상 가공 시, 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1.5mm,  $f_n$  0.04-0.08mm/tooth 를 사용합니다. 내식성이 20% 향상되고 가공 결함이 10% 감소합니다.

가구 제조:

목재 또는 합성 가구의 장식 곡선 가공,  $V_c$  200-400m/분,  $a_p$  0.2-1mm,  $f_n$  0.03-0.07mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.02-0.05  $\mu m$ , 효율 20% 증가.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 카바이드 라운드 키웨이 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 반원형 키웨이 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 반원형 또는 카펜터 그루브 형태로 설계되었습니다. 키웨이, 그루브 및 반원형 그루브 가공에 널리 사용됩니다. 특히 기계 제조 분야에서 높은 정밀도와 매끄러운 내면이 요구되는 분야에 적합합니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 내충격성을 결합하여 강, 주철 및 비철 금속 가공에 적합합니다. 초경 반원형 키웨이 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정을 통해 제작됩니다. 성능 향상을 위해 TiN 또는 AlTiN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 기존 밀링 머신에 적합합니다. 다음 내용에서는 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 설명합니다.

### 1. 초경 반원형 키웨이 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 반원형 키웨이 밀링 커터는 일반적으로 솔리드 초경 구조이거나 강철 생크에 용접된 초경 커터 헤드로, 직경은 3~50mm, 길이는 50~200mm입니다. 커터 헤드의 반원형 직경은 커터 본체 직경과 일치하며, 날 수는 2~4 개입니다. 블레이드의 기하학적 특성(예: 나선각 20~35°, 경사각 0~5°)은 슬롯 가공에 최적화되어 있으며, 표면에는 최대 1000°C의 내열성을 가진 TiN 또는 AlTiN 코팅(두께 1.5~3 μm)을 적용할 수 있습니다.

소재 구성 : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.5~1.5 μm, 코발트(Co) 함량 6%~10%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

구조적 특징: 전체 탄화물 경도 HV 1600~1900, 강철 손잡이 경도 HRC 40~45, 공구 동축도 ≤ 0.005mm.

### 2. 초경 반원형 키웨이 밀링 커터의 작동 원리

반원형 커터 헤드는 회전을 통해 공작물의 축 방향 또는 반경 방향을 따라 절삭하여 반원형 홈 또는 키웨이를 형성하고, 칩은 치간을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  50~300m/min,  $f_n$  0.03~0.15mm/tooth,  $a_p$  0.5~5mm입니다. 절삭유(유성 절삭유 등, 유량 ≥ 10L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 600°C)를 2025년까지 센서 모니터링과 결합하여 적용하면 절삭 효율이 10~15% 향상되고 정밀도는 IT7~IT9 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 하프 라운드 키웨이 밀링 커터의 특성

높은 경도: HV 1600~1900, HRC 50 이하의 소재에 적합합니다.

우수한 내마모성:  $VB \leq 0.25$  mm(300~600 시간), 서비스 수명이 3~5 배 연장되었습니다.

중간 내열성: 코팅은 1000°C의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

고정밀도: 반원형 홈 평활도  $Ra$  0.2~0.4 μm, 치수 허용차 ±0.01 mm.

충격 저항성: 굽힘 강도 ≥ 2000 MPa, 간헐적 절단에 적합합니다.

경제적: 전반적인 설계로 인해 교체 빈도가 줄어들고 비용이 절감됩니다.

### 4. 초경 반원형 키웨이 밀링 커터의 성능 및 영향 요인 표

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



| 영향 요인      | 설명하다                 | 영향  | 최적화 제안          | 데이터 지원                   |
|------------|----------------------|-----|-----------------|--------------------------|
| 코발트 함량     | 6%-10%, 경도와 인성의 균형   | 높은  | 정확도 6%, 견고성 10% | 6% 코발트 HV 1700           |
| 절삭 속도 (Vc) | 50-300m/분, 과도한 마모    | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%   | Vc 350m/min 마모 5%        |
| 이송 속도 (fn) | 0.03-0.15mm/치아       | 가운데 | 마무리 0.03mm/치아   | fn 0.18 절삭력이 25% 증가했습니다. |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.5~5mm, 진동이 너무 깊음   | 높은  | 1mm/층씩 적층       | ap 6mm 진동이 20% 증가했습니다.   |
| 코팅 두께      | 1.5~3 μm, 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2-2.5 μm   | < 1.5 μm 내열성이 10% 감소합니다. |

## 5. 초경 반원형 키웨이 밀링 커터의 성능 및 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수               | 시간/조건            | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|-----------------------|------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 250-350 rpm        | 40~50 시간         | 균일하게 분산됨 | CV < 2.5%                    |
| 누르기      | 180~220MPa            | 15~25 초          | 블랭크 성형   | 밀도 13.5-15 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1400-1450° C, HIP     | 1.5~2.5 시간       | 고밀화      | 밀도 98%-99%                   |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #800-#1000 | 0.005-0.01mm 트리밍 | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.1 μm                   |
| 코팅       | TiN 의 PVD 증착          | 두께 1.5-3 μm      | 내열성 향상   | 접착력 > 50N                    |

## 6. 초경 반원형 키웨이 밀링 커터의 종류

표준 반원형 키웨이 밀링 커터: 직경 3-20mm, Vc 100-250m/min, 일반 키웨이 가공에 적합합니다.

긴 날 반원형 키웨이 밀링 커터: 직경 20-50mm, Vc 50-150m/min, 깊은 홈 가공에 적합합니다.

코팅된 반원형 키웨이 밀링 커터: TiN 코팅, Vc 150-300m/min, 수명 25%-35% 연장.

마이크로 반원형 키웨이 밀링 커터: 직경 1-5mm, Vc 50-100m/min, 소형 부품 가공에 적합합니다.

거친 반원형 키웨이 밀링 커터: 3-4 개 이빨, Vc 80-200m/min, 빠른 소재 제거에 적합합니다.

## 7. 초경 반원형 키웨이 밀링 커터의 적용

초경 반원형 키웨이 밀링 커터는 반원형 설계와 특수성으로 인해 다음과 같이 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

기계 제조:

사프트 부품의 키웨이 및 동기 폴리 홈 가공. 가공물 재질은 45# 강 또는 40Cr 이며,

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



Vc 100-200m/min, ap 1-3mm, fn 0.05-0.1mm/tooth 입니다. 정확도는 IT7 수준, Ra 0.2-0.3  $\mu\text{m}$  이며, 2025 년까지 센서를 최적화하여 가공 오차를 10% 감소시킬 예정입니다.

자동차 제조:

기어박스 샤프트의 키웨이와 커플링 홈 가공. 가공물 재질은 주철 또는 알루미늄 합금이며, Vc 는 150-250m/min, ap 는 0.5-2mm, fn 은 0.04-0.08mm/tooth 입니다. 효율은 15% 향상되었고, Ra 는 0.2-0.25  $\mu\text{m}$  이며, 건식 절삭으로 냉각수 사용량이 20% 감소했습니다.

금형 제작:

금형 내 가이드 핀 홈 및 위치 결정 홈 가공. 가공물 재질은 Cr12MoV 강이며, Vc 80-150 m/min, ap 1-3 mm, fn 0.03-0.07 mm/tooth 입니다. 정밀도는 IT8, Ra 0.25-0.4  $\mu\text{m}$  이며, 수명은 20% 연장되었습니다.

에너지 장비:

풍력 터빈 기어 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 소재는 42CrMo 강, Vc 100-200m/min, ap 1.5-4mm, fn 0.06-0.12mm/tooth 입니다. 내마모성은 15% 향상되었고, IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물이 8% 감소했습니다.

철도 운송:

차축의 키홈 및 연결 홈 가공, 가공물 소재는 구상흑연주철, Vc 80-150m/min, ap 1-3mm, fn 0.05-0.1mm/tooth 입니다. 내충격성이 20% 향상되고 효율이 12% 향상되었습니다.

조선 산업:

프로펠러 샤프트 키웨이 가공, 가공물 재질은 스테인리스강, Vc 50-100m/min, ap 1-2.5mm, fn 0.04-0.08mm/tooth. 내식성 코팅은 서비스 수명을 25% 연장하고 가공 변형을 10% 감소시킵니다.

중장비:

대형 기어 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 재질은 고강도강, Vc 80-150m/min, ap 2-5mm, fn 0.06-0.12mm/tooth. 절삭력 500-700N, 수명 30% 연장.

석유화학 산업:

펌프 본체 및 밸브 스템의 키웨이 가공, 가공물 재질은 스테인리스강, Vc 50-120m/min, ap 1-3mm, fn 0.04-0.08mm/tooth. 내식성이 15% 향상되고 가공 결함이 5% 감소했습니다.

방위 산업:

탱크 변속기 샤프트의 키웨이 가공. 가공물 소재는 고강도강이며, Vc 100-200m/min, ap 1-3mm, fn 0.05-0.1mm/tooth 를 사용합니다. 내마모성이 20% 향상되어 높은 신뢰성 요건을 충족합니다.

농업기계:

트랙터 샤프트 키웨이 가공, 가공물 재질은 35CrMo 강, Vc 80-150m/min, ap 1-2.5mm, fn 0.04-0.08mm/tooth. 효율 10% 증가, Ra 0.3-0.35  $\mu\text{m}$ .

전자 산업:

모터 샤프트의 마이크로 키웨이 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며, Vc 100-200 m/min, ap 0.5-1.5 mm, fn 0.03-0.06 mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.01$  mm, Ra 0.2  $\mu\text{m}$  입니다.

가구 제조:

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

목재 기계 부품의 장식 홈 가공, 가공물 재질은 경재,  $V_c$  50-100m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.03-0.07mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.25  $\mu m$ , 효율 15% 증가.

건설기계:

굴삭기 샤프트 키웨이 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강,  $V_c$  80-150m/min,  $a_p$  1.5-4mm,  $f_n$  0.05-0.1mm/tooth 입니다. 수명 25% 연장, 응력 집중 10% 감소.



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](http://www.ctia.com.cn)

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

## 카바이드 다이 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 다이 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 고성능 절삭 공구로, 금형 제조 산업을 위해 설계되었으며 복잡한 금형 캐비티, 윤곽 및 미세 구조물 가공에 적합합니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합하여 고정도강, 프리하든강, 그리고 항공우주 및 자동차 금형과 같은 난삭재 가공에 특히 적합합니다. 초경 다이 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정을 통해 제작되며, 내열성과 수명을 향상시키기 위해 AlTiN 또는 TiSiN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 고속 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용에서는 구조 및 재료, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 설명합니다.

### 1. 초경 다이 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 금형 밀링 커터는 일반적으로 직경 1~20mm, 길이 50~150mm 의 솔리드 초경 구조입니다. 커터 헤드는 가공 요구 사항에 따라 볼 헤드, 둥근 모서리 또는 평평한 바닥으로 설계되며, 날은 2~6 개입니다. 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각 30~45°, 경사각 2~10°)는 금형의 복잡한 형상에 맞춰 최적화됩니다. 표면에는 최대 1100°C 의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiSiN 코팅(두께 2~4 μm)을 적용할 수 있습니다.

소재 구성 : 텅스텐 카바이드 입자 크기 0.2-1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%-9%, 인성과 내열성을 높이기 위해 TiC 및 NbC 가 첨가되었습니다.

구조적 특징: 전체 초경 경도 HV 1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 다이 밀링 커터의 작동 원리

회전을 통해 커터 헤드는 금형 캐비티 또는 윤곽 궤적을 따라 절삭하고, 볼 헤드 또는 필렛 설계는 3 차원 표면 가공을 실현하며, 칩은 최적화된 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  150~800m/min,  $f_n$  0.02~0.1mm/tooth,  $a_p$  0.1~3mm 입니다. 냉각수(예: 합성 절삭유, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 800°C)를 2025 년까지 AI 최적화 및 실시간 모니터링과 결합하여 절삭 효율을 20~25% 향상시키고 정확도를 IT5~IT7 수준으로 높일 것입니다.

### 3. 초경 다이 밀링 커터의 특성

초고경도: HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

우수한 내마모성:  $VB \leq 0.15$  mm(500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

뛰어난 내열성: 코팅은 1100°C 의 내열성을 가지고 있으며 고속 절단에 적합합니다.

고정밀도: 표면 거칠기  $Ra$  0.02-0.08 μm, 정밀 금형에 적합합니다.

다용성: 높은 유연성으로 복잡한 표면 및 깊은 캐비티 가공에 적합합니다.

환경 보호: 건식 절단은 냉각수를 30~40% 절감합니다.

### 4. 초경 다이 밀링 커터 성능 및 영향 요인 표

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| 영향 요인         | 설명하다                              | 영향  | 최적화 제안                   | 데이터 지원                               |
|---------------|-----------------------------------|-----|--------------------------|--------------------------------------|
| 코발트 함량        | 5%-9%, 경도와 인성의<br>균형              | 높은  | 정확도 5%, 건고성<br>9%        | 5% 코 HV 1900                         |
| 절삭<br>속도 (Vc) | 150-800m/min, 과도한<br>마모           | 가운데 | 경질재료 15% 감소              | Vc 900m/min 마모 7%                    |
| 이송<br>속도 (fn) | 0.02-0.1mm/치아                     | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아            | fn 0.12 절삭력이 30%<br>증가했습니다.          |
| 절삭<br>깊이 (ap) | 0.1~3mm, 진동이 너무<br>깊음             | 높은  | 0.5mm/층씩 적층              | ap 4mm 진동이 18%<br>증가했습니다.            |
| 코팅 두께         | 2-4 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고<br>벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.5-3 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10%<br>감소합니다. |

## 5. 초경 다이 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계     | 장비/매개변수                    | 시간/조건                | 목표/결과       | 기술 지표                            |
|-------------|----------------------------|----------------------|-------------|----------------------------------|
| 원료 혼합       | 볼밀 300-400 rpm             | 40~60 시간             | 균일하게<br>분산됨 | CV < 2%                          |
| 누르기         | 200~250MPa                 | 20~30 초              | 블랭크 성형      | 밀도 14-15.5 g/<br>cm <sup>3</sup> |
| 소결          | 1450-1550° C, HIP          | 2~3 시간               | 고밀화         | 밀도 99%-99.8%                     |
| 블레이드<br>트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-<br>#1200 | 0.002-0.005mm<br>트리밍 | 정확도 최적화     | 라 $\leq$ 0.05 $\mu\text{m}$      |
| 코팅          | AlTiN 의 PVD 증착             | 두께 2-4 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상      | 접착력 > 70N                        |

## 6. 카바이드 다이 밀링 커터의 종류

볼 헤드 몰드 밀링 커터: 직경 1-15mm, Vc 200-600m/min, 복잡한 곡면에 적합합니다.  
코너 다이 밀링 커터: 직경 3-20mm, Vc 150-500m/min, 전이 표면에 적합.  
평저 금형 밀링 커터: 직경 5-20mm, Vc 300-800m/min, 평면 가공에 적합합니다.  
코팅된 몰드 밀링 커터: AlTiN 코팅, Vc 400-800m/min, 수명 40%-50% 연장.  
긴 모서리 몰드 밀링 커터: 길이 100-150mm, Vc 150-400m/min, 깊은 구멍에  
적합합니다.

## 7. 초경 몰드 밀링 커터의 적용

카바이드 다이 밀링 커터는 높은 정밀도와 다용성으로 인해 다이 제조 분야에서 널리  
사용됩니다. 그 이유는 다음과 같습니다.

자동차 금형 제조:

스탬핑 금형 및 사출 금형의 캐비티 가공. 가공물 소재는 P20 강 또는 H13 강이며,  
Vc 300-600m/min, ap 0.2-1.5mm, fn 0.03-0.08mm/tooth 입니다. 정확도는 IT6 수준,  
Ra 0.02-0.05  $\mu\text{m}$  이며, 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 20% 단축할  
계획입니다.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



항공우주 금형:

날개 성형 금형 등 티타늄 합금 및 알루미늄 합금 금형 캐비티 가공,  $V_c$  200-400m/min,  $ap$  0.1-1mm,  $fn$  0.02-0.06mm/tooth. 정확도 IT5 수준,  $Ra$  0.01-0.03  $\mu m$ , 고강도 요건 충족.

전자 금형 제작:

휴대폰 하우징 및 커넥터 금형 가공. 가공물 소재는 프리하든강이며,  $V_c$  400-800m/min,  $ap$  0.1-0.8mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $Ra$  0.01-0.02  $\mu m$  입니다.

플라스틱 금형 제작:

사출 금형의 복잡한 형상 가공, 가공물 재질은 718 강,  $V_c$  300-500m/min,  $ap$  0.3-1.5mm,  $fn$  0.03-0.07mm/tooth. 효율 25% 증가,  $Ra$  0.02-0.04  $\mu m$ .

다이캐스팅 금형 제작:

다이캐스팅 금형의 깊은 캐비티와 측벽 가공. 가공물 재질은 H11 강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-2mm,  $fn$  0.04-0.1mm/tooth. 내열성이 20% 향상되고 수명이 30% 연장됩니다.

에너지 장비 금형:

풍력 터빈 블레이드 금형 가공 시, 가공 소재는 복합 소재 또는 프리하든강이며,  $V_c$  200-400m/min,  $ap$  0.5-2mm,  $fn$  0.03-0.08mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

의료용 금형 제작:

주사기 금형과 같은 의료기기 금형을 가공합니다. 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.2-1mm,  $fn$  0.02-0.06mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.0005mm$ ,  $Ra$  0.01  $\mu m$  입니다.

방위산업 금형:

미사일 포탄 금형 가공 시, 가공물은 고강도강으로 제작되며,  $V_c$  200-400m/min,  $ap$  0.3-1.5mm,  $fn$  0.03-0.07mm/tooth 를 사용합니다. 내마모성이 25% 향상되어 높은 신뢰성을 충족합니다.

가전제품 금형 제작:

TV 쉘 금형 가공, 가공물 재질은 ABS 플라스틱 강철 금형,  $V_c$  300-600m/min,  $ap$  0.2-1mm,  $fn$  0.03-0.08mm/tooth. 효율 20% 증가,  $Ra$  0.03  $\mu m$ .

조선 산업 금형:

선체 부품 금형 가공 시, 가공 소재는 내식성 강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-2mm,  $fn$  0.04-0.1mm/tooth 입니다. 내식성 코팅은 제품 수명을 30% 연장합니다.

중장비 금형:

기어 금형 캐비티 가공 시, 공작물 재질은 40CrNiMo 강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  1-3mm,  $fn$  0.05-0.1mm/tooth 입니다. 사용 수명이 35% 연장되고 응력 집중이 감소합니다.

신에너지 금형:

태양광 패널 금형 가공 시, 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  200-500m/min,  $ap$  0.3-1.5mm,  $fn$  0.03-0.07mm/tooth 를 사용합니다. 효율은 15% 향상되었고 탄소 발자국은 10% 감소했습니다.

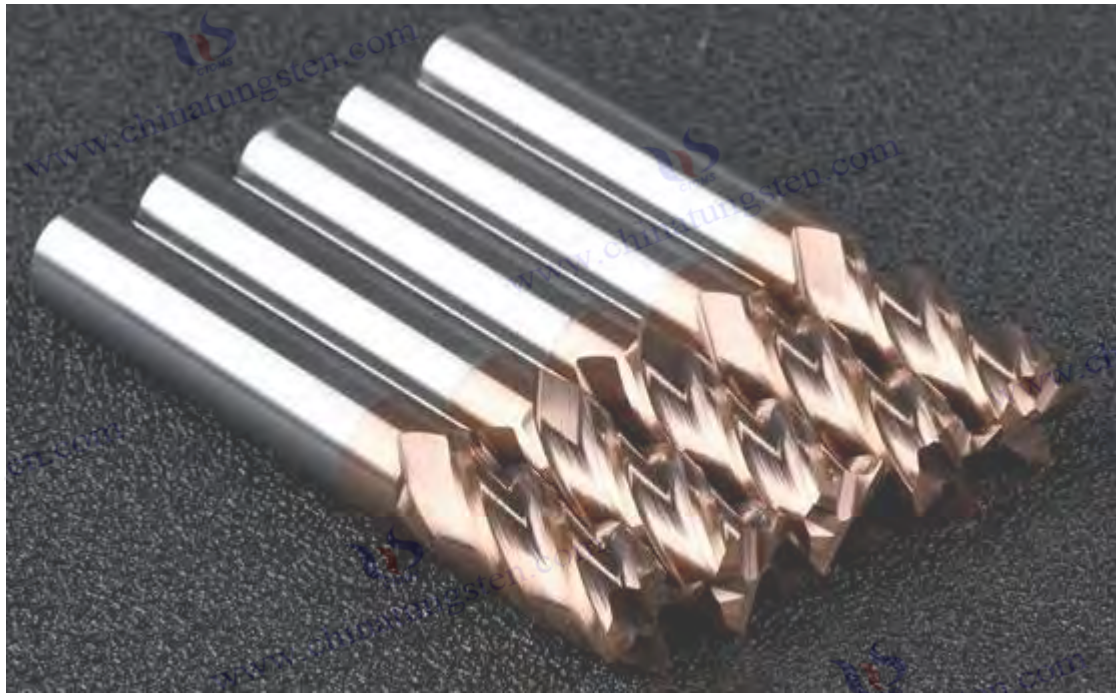
보석 금형 제작:

귀금속 금형의 미세 구조를 가공합니다. 가공물 소재는 초경합금이며,  $V_c$  100-200m/min,  $ap$  0.1-0.5mm,  $fn$  0.01-0.04mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.0001mm$  로 고급

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



맞춤형 제작에 적합합니다.



1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 카바이드 톱 블레이드 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 톱날 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 고효율 절삭 공구입니다. 커터 본체는 얇은 디스크 형태로, 주변에 여러 개의 톱니가 있습니다. 금속 및 비금속 재료의 홈 가공, 슬리팅 및 절삭 작업에 널리 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 우수한 절삭 성능을 결합하여 자동차 부품 및 전자 부품 가공과 같이 고속 절삭 및 정밀 분리가 필요한 작업에 특히 적합합니다. 초경 톱날 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정을 통해 제작됩니다. 내열성과 수명 향상을 위해 TiAlN 또는 CrN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 특수 절삭 장비에 적합합니다. 다음 내용에서는 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 설명합니다.

### 1. 초경 톱날 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 톱날 밀링 커터는 일반적으로 강철 모체에 용접된 솔리드 초경 또는 초경 톱니로, 직경 범위는 50~300mm, 두께는 0.5~5mm이며, 톱니 수는 직경 및 절삭 요구 사항에 따라 20~100 개입니다. 톱니 각도 5~15°, 경사각 0~5° 와 같은 톱니 형상 매개변수는 박막 절삭에 최적화되어 있으며, 표면에는 최대 1050° C 의 내열성을 가진 TiAlN 또는 CrN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있습니다.

소재 구성 : 텅스텐 카바이드 입자 크기 0.5-1.5 μm, 코발트(Co) 함량 6%-10%, 내마모성 향상을 위해 VC 첨가.

구조적 특징: 전체 탄화물 경도 HV 1700-2000, 강재 기질 경도 HRC 40-45, 공구 동축도 ≤ 0.005 mm.

### 2. 초경 톱날 밀링 커터의 작동 원리

고속 회전을 통해 톱니가 공작물 표면을 절삭하여 홈 절삭, 슬리팅 또는 절삭을 완료하고, 칩은 톱니 사이의 틈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  200-800m/min,  $f_n$  0.02-0.1mm/tooth,  $a_p$  0.1-2mm(절삭 깊이)입니다. 절삭유(유성 절삭유 등, 유량 20L/min 이상) 또는 건식 절삭 제어 온도(700° C 미만)를 2025 년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하면 절삭 효율이 15-20% 향상되고 정확도는 IT6-IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 톱날 밀링 커터의 특성

높은 경도: HV 1700-2000, HRC 55 이하의 소재에 적합합니다.

우수한 내마모성:  $VB \leq 0.2$  mm(400-800 시간), 수명이 4-6 배 연장되었습니다.

우수한 내열성: 코팅은 1050° C 의 내열성을 가지고 있으며 고속 절단에 적합합니다.

높은 효율성: 최대 800m/min 의 절단 속도로 얇은 벽과 고정밀 슬리팅에 적합합니다.

안정성: 굽힘 강도  $\geq 2200$  MPa, 간헐적 절단에 적합합니다.

경제적: 다시 분쇄하여 재사용할 수 있어 장기적으로 비용이 절감됩니다.

### 4. 초경 톱날 밀링 커터 성능 및 영향 요인 표

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| 영향 요인         | 설명하다                              | 영향  | 최적화 제안                        | 데이터 지원                      |
|---------------|-----------------------------------|-----|-------------------------------|-----------------------------|
| 코발트 함량        | 6%-10%, 경도와 인성의<br>균형             | 높은  | 정확도 6%, 견고성<br>10%            | 6% 코발트 HV 1800              |
| 절삭<br>속도 (Vc) | 200-800m/min, 과도한<br>마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스<br>10%              | Vc 900m/min 마모 6%           |
| 이송<br>속도 (fn) | 0.02-0.1mm/치아                     | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아                 | fn 0.12 절삭력이 25%<br>증가했습니다. |
| 절삭<br>깊이 (ap) | 0.1-2mm, 진동이 너무<br>깊음             | 높은  | 0.5mm/층씩 적층                   | ap 2.5mm 진동 증가 15%          |
| 코팅 두께         | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고<br>벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5<br>$\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성 8% 감소 |

## 5. 초경 톱날 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스<br>단계 | 장비/매개변수                    | 시간/조건                | 목표/결과       | 기술 지표                          |
|------------|----------------------------|----------------------|-------------|--------------------------------|
| 원료 혼합      | 볼밀 300-400 rpm             | 40~60 시간             | 균일하게<br>분산됨 | CV < 2%                        |
| 누르기        | 200~250MPa                 | 20~30 초              | 블랭크 성형      | 밀도 14-15 g/<br>cm <sup>3</sup> |
| 소결         | 1400-1500° C, HIP          | 2~3 시간               | 고밀화         | 밀도 98.5%-<br>99.5%             |
| 치아 다듬기     | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-<br>#1200 | 0.005-0.01mm<br>트리밍  | 정확도 최적화     | 라 ≤ 0.1 $\mu\text{m}$          |
| 코팅         | TiAlN 의 PVD 증착             | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상      | 접착력 > 60N                      |

## 6. 카바이드 톱 블레이드 밀링 커터의 종류

표준 톱날 밀링 커터: 직경 50-150mm, Vc 300-600m/min, 일반 절단에 적합합니다.  
얇은 톱날 밀링 커터: 두께 0.5-2mm, Vc 400-800m/min, 정밀 슬리팅에 적합합니다.  
코팅된 톱날 밀링 커터: TiAlN 코팅, Vc 500-800m/min, 수명 35-45% 연장.  
대구경 톱날 밀링 커터: 직경 150-300mm, Vc 200-400m/min, 중절삭에 적합합니다.  
마이크로 톱 블레이드 밀링 커터: 직경 20-50mm, Vc 200-500m/min, 소형 부품 가공에  
적합합니다.

## 7. 카바이드 톱날 밀링 커터의 적용

카바이드 톱날 밀링 커터는 얇은 벽 설계와 높은 효율성으로 인해 다음과 같이  
다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

자동차 제조:

알루미늄 합금 휠 및 스틸 브레이크 디스크 홈 슬리팅 가공, Vc 400-600m/min, ap  
0.1-1mm, fn 0.02-0.06mm/tooth. 정확도 IT7, Ra 0.2-0.3  $\mu\text{m}$ , 2025 년까지 AI 최적화를

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

통해 가공 시간 15% 단축.

전자 산업:

PCB 기판 및 알루미늄 하우징 절단,  $V_c$  500-800m/min,  $a_p$  0.1-0.5mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth. 정확도  $\pm 0.01$ mm,  $R_a$  0.15-0.25  $\mu$ m, 효율 20% 향상.

항공우주:

티타늄 합금 및 알루미늄 합금 박벽 부품의 슬리팅,  $V_c$  300-500 m/min,  $a_p$  0.1-1 mm,  $f_n$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도 IT6 수준,  $R_a$  0.1-0.2  $\mu$ m, 경량화 요건 충족.

금형 제작:

금형 분리 홈 가공, 가공물 재질은 P20 강,  $V_c$  300-500m/min,  $a_p$  0.2-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.07mm/tooth 입니다. 수명은 30% 연장되고,  $R_a$  는 0.2  $\mu$ m 입니다.

에너지 장비:

풍력 터빈 블레이드 금형의 분리 홈 절삭, 가공물 소재는 복합재,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

조선 산업:

강판 및 알루미늄 판재 절단,  $V_c$  200-400m/분,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.04-0.08mm/tooth. 부식 방지 코팅은 서비스 수명을 25% 연장하고 효율을 15% 향상시킵니다.

중장비:

기어 및 샤프트용 슬롯 가공, 가공물 재질은 42CrMo 강,  $V_c$  200-300m/min,  $a_p$  1-2mm,  $f_n$  0.05-0.1mm/tooth. 절삭력 400-600N, 수명 35% 연장.

철도 운송:

레일 패스너 및 휠 홈 절삭, 가공물 재질은 구상흑연주철,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.04-0.08mm/tooth. 내마모성 20% 향상.

방위 산업:

장갑판 절단, 가공물 소재는 고강도강,  $V_c$  250-500m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. 내마모성이 25% 향상되어 고강도 요건을 충족합니다.

석유화학 산업:

파이프 및 밸브 바디 홈 절단. 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.04-0.07mm/tooth 입니다. 내식성이 15% 향상되고 가공 결함이 5% 감소합니다.

가구 제조:

목재 패널 슬로팅 가공,  $V_c$  300-600m/분,  $a_p$  0.2-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.2  $\mu$ m, 효율 15% 증가.

신에너지 산업:

태양광 패널용 분리 홈 절삭, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  400-700m/min,  $a_p$  0.1-1mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth. 효율 20% 증가, 탄소 발자국 10% 감소.

건축 자재:

시멘트 보드 및 석고 보드 절단,  $V_c$  200-400m/분,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.04-0.08mm/tooth. 방진성 15% 증가, 마모 10% 감소.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT





www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## 카바이드 원통 밀링 커터란 무엇입니까 ?

초경 원통 밀링 커터는 초경 재질로 제작된 범용 절삭 공구입니다. 커터 본체는 원통형이며, 직선 또는 나선형 톱니가 있습니다. 평면 가공, 홈 절삭, 측면 밀링에 널리 사용됩니다. 초경합금의 높은 경도, 내마모성, 우수한 절삭 성능을 결합하여 강, 주철, 비철 금속 등의 가공에 적합합니다. 특히 기계 제조 및 금형 가공에 적합합니다. 초경 원통 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정을 통해 제작됩니다. 내열성과 수명을 향상시키기 위해 TiN 또는 AlTiN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 기존 밀링 머신에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도를 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 원통 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 원통형 밀링 커터는 일반적으로 직경 5~50mm, 길이 50~200mm, 날 개수 4~20 개를 갖는 솔리드 초경 구조로, 직경 및 용도에 따라 달라집니다. 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각  $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ , 경사각  $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ )는 평면 및 홈 가공에 최적화되어 있으며, 표면에는 최대  $1000^{\circ}\text{C}$ 의 내열성을 가진 TiN 또는 AlTiN 코팅(두께  $2 \sim 3 \mu\text{m}$ )을 적용할 수 있습니다.

소재 구성 : 텅스텐 카바이드 입자 크기  $0.5 \sim 1.5 \mu\text{m}$ , 코발트(Co) 함량 6%~10%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

구조적 특징: 전체 초경 경도 HV 1700~2000, 공구 동축도  $\leq 0.005$ , 블레이드 정확도  $\pm 0.005\text{mm}$ .

### 2. 초경 원통 밀링 커터의 작동 원리

회전을 통해 원통형 커터 본체가 공작물 표면을 따라 절삭하고, 톱니는 평면 또는 홈 가공을 완료하며, 칩은 톱니 사이의 틈새를 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100~500m/min,  $f_n$  0.05~0.2mm/tooth,  $a_p$  0.5~5mm입니다. 절삭유(예: 수성 절삭유, 유량  $\geq 15\text{L/min}$ ) 또는 건식 절삭 제어 온도( $< 600^{\circ}\text{C}$ )를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하여 적용하면 절삭 효율이 15~20% 향상되고 정밀도는 IT6~IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 원통 밀링 커터의 특성

높은 경도: HV 1700~2000, HRC 55 이하의 소재에 적합합니다.

우수한 내마모성:  $VB \leq 0.2 \text{ mm}$ (400~800 시간), 수명 4~6 배 연장.

중간 내열성: 코팅은  $1000^{\circ}\text{C}$ 의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

높은 효율성: 최대 500m/min의 절단 속도로 넓은 면적의 평면 가공에 적합합니다.

안정성: 굽힘 강도  $\geq 2100 \text{ MPa}$ , 간헐적 절단에 적합합니다.

경제적: 다시 분쇄하여 재사용할 수 있어 비용 절감이 가능합니다.

### 4. 초경 원통 밀링 커터 성능 및 영향 요인 표

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                      |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------|
| 코발트 함량     | 6%-10%, 경도와 인성의 균형             | 높은  | 정확도 6%, 견고성 10%            | 6% 코발트 HV 1800              |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-500m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 550m/min 마모 5%           |
| 이송 속도 (fn) | 0.05-0.2mm/치아                  | 가운데 | 마무리 0.05 mm/치아             | fn 0.25 절삭력 30% 증가          |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.5~5mm, 진동이 너무 깊음             | 높은  | 1mm/층씩 적층                  | ap 6mm 진동 증가 15%            |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성 8% 감소 |

## 5. 초경 원통 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                      |
|----------|------------------------|----------------------|----------|----------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                    |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1400-1500° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 98.5%-99.5%             |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.005-0.01mm 트리밍     | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.1 $\mu\text{m}$      |
| 코팅       | TiN의 PVD 증착            | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 60N                  |

## 6. 초경 원통 밀링 커터의 종류

스퍼 이빨 원통형 밀링 커터: 직경 5-30mm, Vc 100-300m/min, 평면 가공에 적합합니다.

나선형 이빨 원통형 밀링 커터: 직경 10-50mm, Vc 200-500m/min, 홈 절삭에 적합합니다.

거친 이빨 원통 밀링 커터: 이빨 수 4-8, Vc 150-400m/min, 거친 가공에 적합합니다.

미세날 원통 밀링 커터: 이빨 수 10-20, Vc 200-500m/min, 마무리에 적합합니다.

코팅된 원통형 밀링 커터: AlTiN 코팅, Vc 300-500m/min, 수명 30-40% 연장.

## 7. 초경 원통 밀링 커터의 적용

카바이드 원통형 밀링 커터는 다재다능하고 효율적이어서 다음과 같은 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

기계 제조:

가공 공작기계 베드 및 가이드 레일 평면, 가공물 재질은 45# 강, Vc 200-400m/min, ap 1-3mm, fn 0.1-0.2mm/tooth 입니다. 정확도는 IT7 수준, Ra 0.2-0.3  $\mu\text{m}$  이며,

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

2025년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 계획입니다.

자동차 제조:

실린더 블록과 크랭크샤프트의 홈 표면 가공. 가공물 재질은 주철이며,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  0.5-2 mm,  $f_n$  0.08-0.15 mm/tooth 입니다. 효율 20% 증가,  $R_a$  0.25  $\mu m$ .

금형 제작:

금형 바닥면과 측면 홈 가공. 가공물 재질은 P20 강이며,  $V_c$  200-500m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.05-0.1mm/tooth 입니다. 정밀도는 IT6 수준이며,  $R_a$  는 0.15-0.2  $\mu m$  입니다.

항공우주:

알루미늄 합금 동체 패널 가공,  $V_c$  300-500m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.06-0.12mm/tooth. 정확도 IT6 수준,  $R_a$  0.1-0.15  $\mu m$ , 경량화 요건 충족.

에너지 장비:

풍력 터빈 로터 허브 표면 가공 시, 가공 소재는 42CrMo 강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  1-3mm,  $f_n$  0.08-0.15mm/tooth 를 사용합니다. 수명은 30% 연장되고, IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

철도 운송:

휠 및 침목 표면 가공, 가공물 재질은 연성 주철,  $V_c$  150-300m/분,  $a_p$  1-2.5mm,  $f_n$  0.1-0.2mm/tooth. 내마모성 20% 향상.

조선 산업:

선체 강판의 홈 표면 가공,  $V_c$  100-250m/min,  $a_p$  1-3mm,  $f_n$  0.08-0.15mm/tooth. 내식성 코팅은 서비스 수명을 25% 연장하고 효율을 15% 향상시킵니다.

중장비:

대형 기어 표면 가공, 피삭재는 40CrNiMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  2-4mm,  $f_n$  0.1-0.2mm/tooth. 절삭력 600-800N, 수명 35% 연장.

전자 산업:

알루미늄 합금 하우징 평면 가공,  $V_c$  300-500 m/min,  $a_p$  0.5-1.5 mm,  $f_n$  0.05-0.1 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.01$  mm,  $R_a$  0.15  $\mu m$ .

석유화학 산업:

밸브 본체 및 파이프라인의 홈 표면 가공 시, 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  100-250m/min,  $a_p$  1-2.5mm,  $f_n$  0.06-0.12mm/tooth 입니다. 내식성이 15% 향상되고 가공 결함이 5% 감소했습니다.

방위 산업:

장갑판 표면 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로  $V_c$  150~300m/min,  $a_p$  1~3mm,  $f_n$  0.08~0.15mm/tooth 를 사용합니다. 내마모성이 25% 향상되어 고강도 요건을 충족합니다.

가구 제조:

목재 판재 평면 가공,  $V_c$  200-400m/분,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.08-0.15mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.2  $\mu m$ , 효율 15% 증가.

신에너지 산업:

태양광 브래킷 평면 가공, 가공물 소재는 알루미늄 합금,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.06-0.12mm/tooth. 효율 20% 향상, 탄소 발자국 10% 감소.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## 카바이드 페이스밀이란 ?

카바이드 페이스밀이란?

초경 페이스 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 고효율 절삭 공구입니다. 커터 본체는 디스크 형태로 설계되었으며, 단면에 여러 개의 절삭날이 있습니다. 대면적 평면 가공 및 황삭 및 정삭 가공에 널리 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강, 주철, 비철 금속 및 가공이 어려운 소재, 특히 기계 및 금형 산업에 적합합니다. 초경 페이스 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작되며, 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 페이스 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 페이스 밀링 커터는 일반적으로 솔리드 초경 또는 초경 인서트에 용접/인텍싱 가능한 설계를 적용하며, 직경 범위는 25~315mm, 길이는 30~150mm, 날 수는 4~20 개입니다. 날의 형상(예: 나선각 10~45°, 경사각 5~15°)은 평면 절삭에 최적화되어 있으며, 표면에는 최대 1100° C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~4 μm)을 적용할 수 있습니다.

소재 구성 : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.5~1.5 μm, 코발트(Co) 함량 6%~12%, 내열성을 강화하기 위해 TiC 첨가.

구조적 특징: 전체 초경 경도 HV 1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.005mm, 블레이드 클램핑 정확도 ±0.01mm.

### 2. 초경 페이스 밀링 커터의 작동 원리

회전을 통해 페이스 티스가 공작물 표면을 따라 절삭하여 대면적 평면 또는 스텝 가공을 완료하고, 칩은 티스 사이의 틈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  150~600m/min,  $f_n$  0.1~0.3mm/tooth,  $a_p$  0.5~10mm입니다. 절삭유(유성 절삭유 등, 유량 ≥ 20L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 800° C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하면 절삭 효율이 20~25% 향상되고 정확도는 IT6~IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 페이스 밀링 커터의 특성

초고경도: HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

우수한 내마모성:  $VB \leq 0.15$  mm(500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

뛰어난 내열성: 코팅은 1100° C의 내열성을 가지고 있으며 고속 절단에 적합합니다.

높은 효율성: 최대 600m/min의 절단 속도로 넓은 면적의 평면 가공에 적합합니다.

안정성: 굽힘 강도 ≥ 2300 MPa, 중량 절단에 적합합니다.

다재다능함: 거친 작업과 마무리 작업이 모두 가능하며 적응성이 매우 뛰어납니다.

### 4. 초경 페이스 밀링 커터 성능 및 영향 요인 표

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                   | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|--------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 6%-12%, 경도와 인성의 균형             | 높은  | 정확도 6%, 견고성 12%          | 6% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 150-600m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%            | Vc 650m/min 마모 6%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.1-0.3mm/치아                   | 가운데 | 마무리 0.1 mm/치아            | fn 0.35 절삭력이 25% 증가했습니다.          |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.5~10mm, 진동이 너무 깊음            | 높은  | 2mm/층씩 겹쳐 쌓기             | ap 12mm 진동이 20% 증가했습니다.           |
| 코팅 두께      | 2-4 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.5-3 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

## 5. 초경 페이스 밀링 커터 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 350-450 rpm         | 50~70 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 1.5%                    |
| 누르기      | 220~280MPa             | 25~35 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14.5-16 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1600° C, HIP      | 2.5~3.5 시간           | 고밀화      | 밀도 99%-99.9%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1200-#1500 | 0.003-0.008mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.08 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-4 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 80N                    |

## 7. 초경 페이스 밀링 커터의 종류

거친 이빨 페이스 밀링 커터: 이빨 수 4-8, Vc 150-400m/min, 거친 가공에 적합합니다.

미세날 페이스 밀링 커터: 이빨 수 10-20, Vc 300-600m/min, 마무리에 적합합니다.

인텍서블 페이스 밀링 커터: 직경 50-315mm, Vc 200-500m/min, 대형 영역 가공에 적합합니다.

코팅된 페이스 밀링 커터: AlTiN 코팅, Vc 400-600m/min, 수명 40%-50% 연장.

소구경 페이스 밀링 커터: 직경 25-80mm, Vc 300-500m/min, 소형 작업물에 적합합니다.

## 6. 초경 페이스 밀링 커터의 적용

카바이드 페이스 밀링 커터는 높은 효율성과 대면적 가공 능력으로 인해 다음과 같이 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

기계 제조:

가공 공작기계 베드 및 가이드 레일 평면, 가공물 재질은 45# 강, Vc 200-400m/min, ap 2-5mm, fn 0.15-0.25mm/tooth 입니다. 정확도는 IT7 수준, Ra 0.2-0.3  $\mu\text{m}$ 이며,

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

2025년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 20% 단축할 계획입니다.

자동차 제조:

실린더 블록 및 프레임 평면 가공, 가공물 재질은 주철, Vc 150-300 m/min, ap 1-4 mm, fn 0.1-0.2 mm/tooth. 효율 25% 증가, Ra 0.25  $\mu$ m.

금형 제작:

금형 바닥면 및 대형 캐비티 가공, 가공물 재질은 P20 강, Vc 300-500m/min, ap 1-3mm, fn 0.1-0.2mm/tooth. 정밀도 IT6 수준, Ra 0.15-0.2  $\mu$ m.

항공우주:

알루미늄 합금 동체 패널 가공, Vc 400-600m/분, ap 0.5-2mm, fn 0.1-0.2mm/tooth. 정확도 IT6 수준, Ra 0.1-0.15  $\mu$ m, 경량화 요건 충족.

에너지 장비:

풍력 터빈 로터 허브 표면 가공 시, 가공 소재는 42CrMo 강이며, Vc 150-300m/min, ap 2-6mm, fn 0.15-0.3mm/tooth 입니다. 사용 수명이 30% 연장되고, IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

철도 운송:

차체 및 침목 표면 가공, 가공물 재질은 구상흑연주철, Vc 200-400m/분, ap 2-5mm, fn 0.15-0.25mm/tooth. 내마모성 20% 향상.

조선 산업:

평선강판 가공, Vc 150-300m/분, ap 2-6mm, fn 0.15-0.25mm/tooth. 부식 방지 코팅은 서비스 수명을 25% 연장하고 효율을 15% 향상시킵니다.

중장비:

대형 기어 및 프레임 평면 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강, Vc 150-300m/min, ap 3-10mm, fn 0.2-0.3mm/tooth. 절삭력 800-1000N, 수명 35% 연장.

전자 산업:

알루미늄 합금 하우징 표면 가공, Vc 300-500 m/min, ap 0.5-2 mm, fn 0.1-0.2 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.01$  mm, Ra 0.15  $\mu$ m.

석유화학 산업:

밸브 본체 및 파이프라인 플랜지 표면 가공 시, 가공물 재질은 스테인리스강이며, Vc 150-300m/min, ap 1-4mm, fn 0.1-0.2mm/tooth 를 사용합니다. 내식성이 15% 향상되고 가공 결함이 5% 감소합니다.

방위 산업:

장갑판 표면 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로 Vc 200-400m/min, ap 2-5mm, fn 0.15-0.25mm/tooth 를 사용합니다. 내마모성이 25% 향상되어 고강도 요건을 충족합니다.

신에너지 산업:

태양광 브래킷 평면 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금, Vc 200-400m/min, ap 1-3mm, fn 0.1-0.2mm/tooth. 효율 20% 향상, 탄소 발자국 10% 감소.

건설기계:

굴삭기 암 플레이트 평면 가공 시, 가공물 재질은 35CrMo 강, Vc 150-300m/min, ap 2-5mm, fn 0.15-0.25mm/tooth 입니다. 사용 수명이 30% 연장되고 응력 집중이 10% 감소합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## 카바이드 엔드밀 이란 ?

초경 엔드밀은 초경으로 제작된 고정밀 절삭 공구입니다. 커터 본체는 수직으로 설계되었으며, 끝단과 외주에 절삭날이 있습니다. 복잡한 곡면, 슬롯, 구멍 및 윤곽 가공에 널리 사용됩니다. 초경 엔드밀은 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합하여 강철, 주철, 비철 금속 및 가공이 어려운 소재, 특히 금형 제작 및 항공우주 산업에 적합합니다. 초경 엔드밀은 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 초경 엔드밀은 분말 야금 및 정밀 연삭 공정을 통해 제작됩니다. 내열성과 수명을 향상시키기 위해 AlTiN 또는 TiSiN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. 초경 엔드밀은 CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용에서는 구조 및 재료, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 설명합니다.

### 1. 초경 엔드밀의 구조 및 재료

초경 엔드밀은 일반적으로 직경 1~25mm, 길이 50~150mm, 날 수 2~6 개를 갖는 솔리드 초경 구조로, 직경 및 가공 요건에 따라 달라집니다. 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각 30~45°, 경사각 2~10°)는 3 차원 가공에 최적화되어 있으며, 표면에는 최대 1100°C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiSiN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있습니다.

#### 재료 구성

텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기는 0.2~1.0 μm 이고, 코발트(Co) 함량은 5~9%이며, 인성과 내열성을 강화하기 위해 NbC 를 첨가했습니다.

#### 구조적 특징

단단한 초경 경도 HV 1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 절삭날 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 엔드밀의 작동 원리

회전을 통해 끝단과 외측 톱니는 가공물 궤적을 따라 절삭하여 복잡한 표면, 홈 또는 구멍 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100-600m/min,  $f_n$  0.02-0.1mm/tooth,  $a_p$  0.1-2mm 입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700°C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하면 절삭 효율이 15%-20% 향상되고 정확도는 IT5-IT7 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 엔드밀의 특성

초고경도: HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

우수한 내마모성:  $VB \leq 0.15$  mm(500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

뛰어난 내열성: 코팅은 1100°C의 내열성을 가지고 있으며 고속 절단에 적합합니다.

고정밀도: 표면 거칠기  $R_a$  0.02-0.08 μm, 정밀 가공에 적합합니다.

다재다능함: 복잡한 기하학적 형상에 적응 가능하며 다축 가공에 적합합니다.

환경 보호: 건식 절단은 냉각수를 30~40% 절감합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



#### 4. 초경 엔드밀 성능 및 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%             | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-600m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 650m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.1mm/치아                  | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.12 절삭력이 30% 증가했습니다.          |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1-2mm, 진동이 너무 깊음             | 높은  | 0.5mm/층씩 적층                | ap 2.5 mm 진동이 18% 증가했습니다.         |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

#### 5. 초경 엔드밀 성능 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

#### 7. 초경 엔드밀의 종류

평저 엔드밀: 직경 1-15mm, Vc 200-500m/min, 평면 및 홈 가공에 적합합니다.  
 볼 노즈 엔드 밀: 직경 1-20mm, Vc 150-400m/min, 복잡한 곡면에 적합합니다.  
 반경 엔드밀: 직경 3-25mm, Vc 200-600m/min, 전이 표면에 적합.  
 코팅 엔드밀: AlTiN 코팅, Vc 300-600m/min, 수명 40%-50% 연장.  
 롱에지 엔드밀: 길이 100-150mm, Vc 100-300m/min, 깊은 공동 가공에 적합합니다.

#### 6. 초경 엔드밀의 적용

카바이드 엔드밀은 높은 정밀도와 다용성으로 인해 다음과 같이 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

금형 제작:

사출 금형 및 다이캐스팅 금형의 복잡한 형상 가공. 가공물 재질은 H13 강, Vc 300-500m/min, ap 0.2-1.5mm, fn 0.03-0.08mm/tooth. 정확도는 IT7 수준, Ra 0.02-0.04  $\mu\text{m}$ , 2025년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간 15% 단축.

항공우주:

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

날개 외피 등 티타늄 합금 및 알루미늄 합금 부품의 곡면 가공,  $V_c$  200-400 m/min,  $a_p$  0.1-1 mm,  $f_n$  0.02-0.06 mm/tooth. 정확도 IT5 수준,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$ .

자동차 제조:

실린더 헤드 및 터보차저 임펠러 홈 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  300-500 m/min,  $a_p$  0.3-1.5 mm,  $f_n$  0.04-0.1 mm/tooth. 효율 20% 증가,  $R_a$  0.03-0.06  $\mu m$ .

에너지 장비:

풍력 터빈 블레이드 금형의 곡면 구조 가공, 가공물 소재는 복합재,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.05-0.1mm/tooth. IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

전자 산업:

휴대폰 중간 프레임 및 회로 기판 브래킷의 3D 곡선 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  400-600m/min,  $a_p$  0.1-0.8mm,  $f_n$  0.02-0.06mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$  입니다.

의료 장비:

티타늄 합금 인공관절의 복잡한 표면 가공,  $V_c$  100-250 m/min,  $a_p$  0.1-0.5 mm,  $f_n$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $R_a$  0.01-0.02  $\mu m$ .

방위 산업:

미사일 포탄 및 레이더 커버의 곡면 형상 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.3-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.08mm/tooth 를 적용했습니다. 내마모성이 25% 향상되었습니다.

조선 산업:

프로펠러 블레이드의 곡면 가공 시, 가공물 재질은 청동이며,  $V_c$  는 150-300m/min,  $a_p$  는 0.5-2mm,  $f_n$  은 0.04-0.1mm/tooth 입니다. 내식성 코팅은 사용 수명을 30% 연장합니다.

중장비:

대형 기어의 전이면 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.05-0.1mm/tooth. 수명 35% 연장.

석유화학 산업:

밸브 본체 및 파이프 조인트의 곡면 가공 시, 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  는 150~300m/min,  $a_p$  는 0.3~1.5mm,  $f_n$  은 0.04~0.08mm/tooth 입니다. 내식성이 20% 향상되었습니다.

신에너지 산업:

태양광 패널 프레임의 곡선 연결부 가공, 가공물 소재는 알루미늄 합금,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.08mm/tooth. 효율 15% 향상.

보석 가공:

귀금속의 미세 조각 가공. 가공물 재질은 금이며,  $V_c$  100-200m/min,  $a_p$  0.05-0.3mm,  $f_n$  0.01-0.04mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.0001mm$  입니다.

가구 제조:

목재 또는 복합 소재의 장식용 곡선 가공,  $V_c$  200-400 m/min,  $a_p$  0.2-1 mm,  $f_n$  0.03-0.07 mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.02-0.05  $\mu m$ .

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**Tel :** +86 592 5129696

**Official website :** [www.ctia.com.cn](http://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](http://www.ctia.com.cn)

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



## 카바이드 롱에지 엔드밀이란?

초경 롱 에지 엔드밀은 초경 소재로 제작된 고정밀 절삭 공구입니다. 커터 본체는 수직 스타일로 설계되었으며, 확장된 블레이드와 주변 절삭 이빨을 갖추고 있습니다. 깊은 캐비티, 깊은 구멍 및 깊은 홈을 위해 설계되었습니다. 초경의 높은 경도, 내마모성 및 뛰어난 절삭 성능을 결합하여 강철, 주철, 비철 금속 및 가공하기 어려운 재료의 가공에 적합합니다. 금형 제조, 항공우주 및 에너지 장비 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 롱 에지 엔드밀은 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정을 통해 제조됩니다. 내열성과 서비스 수명을 향상시키기 위해 AlTiN 또는 TiAlN 코팅이 종종 장착됩니다. CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용에서는 구조와 재료, 작동 원리, 특성, 성능에 영향을 미치는 요인, 생산 공정, 유형 및 응용 분야에 대해 간략하게 설명합니다.

### 1. 초경 롱에지 엔드밀의 구조 및 재료

초경 롱에지 엔드밀은 일반적으로 직경 1~20mm, 블레이드 길이 50~150mm(총 길이 최대 200mm), 그리고 직경 및 가공 깊이에 따라 2~6 개의 날을 가진 솔리드 초경 구조입니다. 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각 30~45°, 경사각 2~10°)는 심절삭에 최적화되어 있으며, 표면에는 최대 1100° C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiAlN 코팅(두께 2~4 μm)을 적용할 수 있습니다.

#### 재료 구성

텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기는 0.2~1.0 μm 이고, 코발트(Co) 함량은 5~9%이며, 인성과 진동 저항성을 강화하기 위해 NbC 를 첨가했습니다.

#### 구조적 특징

단단한 초경 경도 HV 1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 절삭날 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 롱에지 엔드밀의 작동 원리

회전을 통해 연장된 블레이드는 공작물의 깊은 캐비티 또는 깊은 구멍 궤적을 따라 절삭하며, 끝단과 외측 톱니는 깊은 홈 또는 깊은 캐비티 가공을 완료하고, 칩은 최적화된 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100-500m/min,  $f_n$  0.02-0.08mm/tooth,  $a_p$  0.1-10mm(깊은 절삭 중 레이어링)입니다. 냉각수(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 20L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700° C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하면 절삭 효율이 15%-20% 향상되고 정확도는 IT6-IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 롱에지 엔드밀의 특성

**초고경도** : HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

**뛰어난 내열성** : 코팅은 1100° C의 내열성을 가지고 있으며 깊은 절단 열을 견딜 수 있습니다.

**높은 깊이 가공 능력** : 블레이드 길이는 최대 150mm 로 깊은 캐비티 가공에 적합합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

진동 저항성 : 굽힘 강도  $\geq 2200$  MPa, 깊은 절단 진동을 줄여줍니다.

다용성 : 깊은 구멍, 깊은 홈 및 복잡한 깊은 캐비티 가공에 적합합니다.

#### 4. 초경 통에지 엔드밀의 성능 및 영향 요인

성능은 재료 혼합, 모서리 길이 설계 및 절단 매개변수의 영향을 받습니다.

##### 4.1 성과 영향 요인 표

| 영향 요인     | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                   | 데이터 지원                            |
|-----------|--------------------------------|-----|--------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량    | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%           | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도(Vc) | 100-500m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 딥컷 마이너스 10%              | Vc 550m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도(fn) | 0.02-0.08mm/치아                 | 가운데 | 깊이 0.02mm/치아             | fn 0.1 절삭력이 30% 증가했습니다.           |
| 절삭 깊이(ap) | 0.1~10mm, 진동이 너무 깊음            | 높은  | 2mm/층씩 겹쳐 쌓기             | ap 12mm 진동이 20% 증가했습니다.           |
| 코팅 두께     | 2-4 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.5-3 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

#### 5. 초경 통에지 엔드밀 성능 생산 공정

##### 5.1 생산공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 $\leq 0.05 \mu\text{m}$    |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-4 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

#### 카바이드 통에지 엔드밀의 종류

평평한 바닥 긴 모서리 엔드 밀 : 직경 1-15mm, Vc 200-400m/min, 깊은 홈과 깊은 구멍에 적합합니다.

볼 노즈 통 에지 엔드 밀 : 직경 1-20mm, Vc 150-300m/min, 깊은 캐비티 표면에 적합.

반경 긴 모서리 엔드밀 : 직경 3-20mm, Vc 200-500m/min, 깊은 전환 표면에 적합.

코팅된 통에지 엔드밀 : AlTiN 코팅, Vc 300-500m/min, 수명 40%-50% 연장.

매우 긴 날 엔드밀 : 날 길이 100-150mm, Vc 100-250m/min, 매우 깊은 가공에 적합합니다.

#### 초경 통에지 엔드밀의 적용

초경 통에지 엔드밀은 깊은 절삭 능력과 높은 정밀도로 인해 다음과 같이 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

##### 금형 제작 :

깊은 캐비티 사출 금형 및 다이캐스팅 금형 가공. 가공물 소재는 H13 강이며, Vc 200-400m/min, ap 2-10mm, fn 0.02-0.06mm/tooth 입니다. 정확도는 IT7 수준, Ra 0.02-

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

0.04  $\mu\text{m}$ 이며, 2025년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 계획입니다.

#### 항공우주 :

엔진 부품 등 티타늄 합금의 깊은 구멍 및 홈 가공,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  1-5 mm,  $f_n$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT6,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu\text{m}$ .

#### 자동차 제조 :

실린더 블록의 깊은 홈과 크랭크샤프트의 깊은 캐비티 가공. 가공물 소재는 주철이며,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  2-8mm,  $f_n$  0.03-0.08mm/tooth입니다. 효율 20% 증가,  $R_a$  0.03-0.06  $\mu\text{m}$ .

#### 에너지 장비 :

풍력 터빈 블레이드 금형의 심층 구조 가공, 가공물 소재는 복합 소재,  $V_c$  100-250m/min,  $a_p$  3-10mm,  $f_n$  0.03-0.07mm/tooth. IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

#### 전자 산업 :

휴대폰 프레임의 깊은 홈 및 3D 깊은 캐비티 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  300-500m/min,  $a_p$  1-5mm,  $f_n$  0.02-0.06mm/tooth입니다. 정확도는  $\pm 0.001\text{mm}$ ,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu\text{m}$ 입니다.

#### 의료 장비 :

티타늄 합금 인공관절의 심부 형상 가공,  $V_c$  100-200 m/min,  $a_p$  1-3 mm,  $f_n$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $R_a$  0.01-0.02  $\mu\text{m}$ .

#### 방위 산업 :

미사일 케이스의 깊은 홈 가공, 가공물 소재는 고강도강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  2-6mm,  $f_n$  0.03-0.07mm/tooth를 사용. 내마모성 25% 향상.

#### 조선 산업 :

프로펠러 샤프트에 깊은 홈을 가공합니다. 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  2-8mm,  $f_n$  0.03-0.08mm/tooth입니다. 부식 방지 코팅으로 수명이 30% 연장됩니다.

#### 중장비 :

대형 기어의 깊은 홈 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강,  $V_c$  100-250m/min,  $a_p$  3-10mm,  $f_n$  0.04-0.08mm/tooth. 수명 35% 연장.

#### 석유화학 산업 :

깊은 밸브 바디 캐비티 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  2-6mm,  $f_n$  0.03-0.07mm/tooth. 내식성 20% 향상.

#### 신에너지 산업 :

태양광 브래킷의 깊은 접합 홈 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  2-5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 효율 15% 향상.

#### 가구 제조 :

목재 패널에 깊은 장식 홈 가공,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  2-5 mm,  $f_n$  0.03-0.07 mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.02-0.05  $\mu\text{m}$ .

#### 건설기계 :

굴삭기 암의 깊은 홈 가공, 가공물 재질은 35CrMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  2-8mm,  $f_n$  0.03-0.08mm/tooth. 수명 30% 연장.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

## 카바이드 볼 노즈 엔드밀이란?

초경 볼 엔드밀은 초경 소재로 제작된 고정밀 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 구형으로 설계되었으며, 끝부분과 외주에 절삭날이 있습니다. 복잡한 3차원 표면, 금형 캐비티 및 윤곽 가공에 적합합니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 그리고 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강철, 주철, 비철 금속 및 가공이 어려운 소재의 가공에 적합합니다. 금형 제작, 항공우주 및 자동차 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 볼 엔드밀은 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정을 통해 제작됩니다. 내열성과 수명을 향상시키기 위해 AlTiN 또는 TiSiN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도를 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 볼 엔드밀의 구조 및 재료

초경 볼 노즈 엔드밀은 일반적으로 직경 1~20mm, 길이 50~150mm, 날 수 2~6 개를 갖는 솔리드 초경 구조로, 직경 및 가공 요건에 따라 달라집니다. 볼 노즈 설계는 부드러운 절삭 전환을 보장하며, 블레이드 형상(예: 30~45°의 나선각, 2~10°의 경사각)은 곡면 가공에 최적화되어 있습니다. 표면에는 최대 1100° C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiSiN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있습니다.

#### 재료 구성

텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기는 0.2~1.0 μm 이고, 코발트(Co) 함량은 5~9%이며, 인성과 내마모성을 강화하기 위해 NbC 를 첨가했습니다.

#### 구조적 특징

단단한 초경 경도 HV 1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 절삭날 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 볼 엔드밀의 작동 원리

구형 커터 헤드는 회전하면서 가공물 표면 궤적을 따라 절삭하여 3차원 표면, 캐비티 또는 윤곽 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은 Vc 100-500m/min, fn 0.02-0.08mm/tooth, ap 0.1-2mm 입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700° C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하여 사용할 경우 절삭 효율이 15%-20% 향상되고 정확도는 IT5-IT7 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 볼 엔드밀의 특성

**초고경도** : HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** : VB ≤ 0.15 mm (500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100° C의 내열성을 가지고 있으며 고속 곡면 절단에 적합합니다.

**고정밀** : 표면 거칠기 Ra 0.02-0.06 μm, 미세 곡면에 적합합니다.

**다재다능함** : 복잡한 3D 형상에 적응 가능하며 다축 가공에 적합합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



환경 보호 : 건식 절단으로 냉각수가 30~40% 절감됩니다.

#### 4. 카바이드 볼노즈 엔드밀 성능 및 영향 요인

성능은 재료 혼합, 볼 노즈 형상 및 절삭 매개변수의 영향을 받습니다.

##### 4.1 성과 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                 | 영향  | 최적화 제안          | 데이터 지원                    |
|------------|----------------------|-----|-----------------|---------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형    | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%  | 5% 코 HV 1900              |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-500m/min, 과도한 마모 | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%   | Vc 550m/min 마모 7%         |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.08mm/치아       | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아   | fn 0.1 절삭력이 30% 증가했습니다.   |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1-2mm, 진동이 너무 깊음   | 높은  | 0.5mm/층씩 적층     | ap 2.5 mm 진동이 18% 증가했습니다. |
| 코팅 두께      | 2-3 μm, 너무 두껍고 벗겨짐   | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 μm | < 2 μm 내열성이 10% 감소합니다.    |

#### 5. 초경 볼노즈 엔드밀 성능 생산 공정

##### 5.1 생산공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건             | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|-------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간          | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초           | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간            | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍 | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 μm                  |
| 코팅       | AlTiN 의 PVD 증착         | 두께 2-3 μm         | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

#### 7. 카바이드 볼 엔드밀의 종류

표준 볼 노즈 엔드 밀 : 직경 1-15mm, Vc 150-400m/min, 일반 표면 가공에 적합합니다.

미세날 볼 노즈 엔드밀 : 4-6 개 이빨, Vc 200-500m/min, 정밀 가공에 적합합니다.

코팅 볼 노즈 엔드밀 : AlTiN 코팅, Vc 300-500m/min, 수명 40%-50% 연장.

롱 에지 볼 노즈 엔드 밀 : 날 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 캐비티 표면에 적합합니다.

마이크로 볼 노즈 엔드 밀 : 직경 1-6mm, Vc 100-300m/min, 마이크로 가공에

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

적합합니다.

## 6. 카바이드 볼 엔드밀의 적용

카바이드 볼 노즈 엔드밀은 곡면 가공 기능과 높은 정밀도로 인해 다음과 같이 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

### 금형 제작 :

사출 금형 및 다이캐스팅 금형의 복잡한 곡면 가공. 가공물 재질은 P20 강이며,  $V_c$  300-500m/min,  $a_p$  0.1-1.5mm,  $f_n$  0.02-0.06mm/tooth 입니다. 정확도는 IT6 수준,  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$  이며, 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 계획입니다.

### 항공우주 :

날개 외피와 같은 티타늄 합금 및 알루미늄 합금 곡면 가공,  $V_c$  200-400 m/min,  $a_p$  0.1-1 mm,  $f_n$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5 수준,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$ .

### 자동차 제조 :

실린더 헤드와 터빈 블레이드의 곡면 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  는 300-500m/min,  $a_p$  는 0.2-1mm,  $f_n$  은 0.03-0.07mm/tooth 입니다. 효율은 20% 향상되었고,  $R_a$  는 0.02-0.05  $\mu m$  입니다.

### 에너지 장비 :

풍력 터빈 블레이드 금형의 곡면 구조 가공, 가공물 소재는 복합재,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

### 전자 산업 :

휴대폰 하우징 및 회로 기판 브래킷의 3D 곡면 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  400-600m/min,  $a_p$  0.1-0.8mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$  입니다.

### 의료기기 :

티타늄 합금 인공관절의 곡면 형상 가공,  $V_c$  100-250 m/min,  $a_p$  0.1-0.5 mm,  $f_n$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $R_a$  0.01-0.02  $\mu m$ .

### 방위 산업 :

미사일 포탄의 곡면 구조 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.3-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 를 적용했습니다. 내마모성이 25% 향상되었습니다.

### 조선 산업 :

프로펠러 블레이드의 곡면 가공 시, 가공물 재질은 청동이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.03-0.07mm/tooth 입니다. 내식성 코팅은 제품 수명을 30% 연장합니다.

### 중장비 :

대형 기어의 곡면 가공을 위한 가공물 재질은 40CrNiMo 강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.04-0.08mm/tooth 입니다. 가공 수명이 35% 향상되었습니다.

### 석유화학 산업 :

밸브 바디 곡면 가공, 가공물 재질 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 20% 향상.

### 신에너지 산업 :

태양광 패널 프레임의 곡선 접합부 가공, 가공물 소재는 알루미늄 합금,  $V_c$  200-

## COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

400m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.03-0.06mm/tooth. 효율 15% 향상.

**보석 가공 :**

귀금속의 곡면 조각 가공, 가공물 재질은 금, Vc 100-200 m/min, ap 0.05-0.3 mm, fn 0.01-0.03 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0001$  mm.

**가구 제조 :**

목재 또는 복합 소재의 곡면 장식 가공, Vc 200-400 m/min, ap 0.2-1 mm, fn 0.03-0.06 mm/tooth. 표면 평활도 Ra 0.02-0.04  $\mu$ m.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 카바이드 라운드 노즈 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 라운드 노즈 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 고정밀 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 둥근 모서리 또는 호로 설계되었으며, 끝부분과 외주에 절삭날이 있습니다. 매끄러운 천이면, 홈 및 윤곽 가공에 적합합니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강, 주철, 비철 금속 및 가공이 어려운 소재 가공에 적합합니다. 금형 제작, 자동차 및 항공우주 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 라운드 노즈 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작됩니다. 내열성과 서비스 수명을 향상시키기 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재료, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도를 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 원형 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 라운드 노즈 밀링 커터는 일반적으로 직경 2~25mm, 길이 50~150mm, 날 수 2~6 개의 솔리드 초경 구조로, 직경 및 가공 요건에 따라 달라집니다. 둥근 모서리 디자인(반경 0.1~10mm)은 천이면 가공을 최적화하며, 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각 30~45°, 경사각 2~10°)는 매끄러운 절삭에 적합합니다. 표면에는 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있으며, 내열성은 1100° C에 이릅니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.2-1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%-9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 원형 밀링 커터의 작동 원리

원형 커터 헤드가 회전하면서 가공물 궤적을 따라 절삭하여 천이면, 홈 또는 윤곽 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100-500m/min,  $f_n$  0.02-0.08mm/tooth,  $a_p$  0.1-2mm 입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700° C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하여 적용하면 절삭 효율이 15%-20% 향상되고 정확도는 IT5-IT7 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 라운드 노즈 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100° C의 내열성을 가지고 있으며 고속 절단에 적합합니다.

**고정밀도** : 표면 거칠기  $R_a$  0.02-0.06 μm, 원활한 전환에 적합함.

**다용성** : 둥근 모서리 변환 및 복잡한 윤곽 처리에 적합합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경 라운드 노즈 밀링 커터 성능 및 영향 요인

성능은 재료 혼합, 모서리 반경 설계 및 절단 매개변수의 영향을 받습니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



#### 4.1 성과 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%             | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-500m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 550m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.08mm/치아                 | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.1 절삭력이 30% 증가했습니다.           |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1-2mm, 진동이 너무 깊음             | 높은  | 0.5mm/층씩 적층                | ap 2.5 mm 진동이 18% 증가했습니다.         |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

#### 5. 초경 라운드 노즈 밀링 커터 성능 생산 공정

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 불밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN 의 PVD 증착         | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

#### 7. 초경 라운드 노즈 밀링 커터의 종류

**표준 원형 밀링 커터** : 직경 2-15mm, Vc 150-400m/min, 일반적인 전환 가공에 적합합니다.

**미세날 라운드 노즈 밀링 커터** : 이빨 수 4-6, Vc 200-500m/min, 정밀 가공에 적합합니다.

**코팅된 라운드 노즈 밀링 커터** : AlTiN 코팅, Vc 300-500m/min, 수명 40%-50% 연장.

**긴 모서리 라운드 노즈 밀링 커터** : 모서리 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 홈 표면에 적합합니다.

**대반경 라운드 노즈 밀링 커터** : 모서리 반경 5-10mm, Vc 100-400m/min, 대형 전환 표면에 적합.

#### 6. 초경 라운드 노즈 밀링 커터의 적용

카바이드 라운드 노즈 밀링 커터는 다음과 같이 모서리를 둥글게 가공하고 정밀도가 높기 때문에 다양한 산업에서 널리 사용됩니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**금형 제작 :**

사출 금형 및 다이캐스팅 금형의 반경 전이 가공. 가공물 소재는 P20 강이며,  $V_c$  300-500m/min,  $ap$  0.1-1.5mm,  $fn$  0.02-0.06mm/tooth 입니다. 정확도는 IT6 수준,  $Ra$  0.02-0.04  $\mu m$  이며, 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 계획입니다.

**항공우주 :**

날개 외피와 같은 티타늄 및 알루미늄 합금의 필렛 형상 가공,  $V_c$  200-400 m/min,  $ap$  0.1-1 mm,  $fn$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5 수준,  $Ra$  0.01-0.03  $\mu m$ .

**자동차 제조 :**

실린더 헤드 및 변속기 부품의 필렛 홈 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  300-500m/min,  $ap$  0.2-1mm,  $fn$  0.03-0.07mm/tooth 입니다. 효율 20% 향상,  $Ra$  0.02-0.05  $\mu m$ .

**에너지 장비 :**

풍력 터빈 블레이드 금형의 필렛 구조 가공, 가공물 소재는 복합재이며,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-2mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

**전자 산업 :**

휴대폰 쉘의 둥근 모서리 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  400-600m/min,  $ap$  0.1-0.8mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $Ra$  0.01-0.03  $\mu m$  입니다.

**의료기기 :**

티타늄 합금 인공관절의 필렛 형상 가공,  $V_c$  100-250 m/min,  $ap$  0.1-0.5 mm,  $fn$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $Ra$  0.01-0.02  $\mu m$ .

**방위 산업 :**

미사일 케이스의 둥근 모서리 구조 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로  $V_c$  200-400m/min,  $ap$  0.3-1.5mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth 를 적용하여 내마모성을 25% 향상시켰습니다.

**조선 산업 :**

프로펠러 블레이드의 필렛 전이 가공 시, 가공물 재질은 청동이며,  $V_c$  150-300m/분,  $ap$  0.5-2mm,  $fn$  0.03-0.07mm/tooth 입니다. 내식성 코팅은 서비스 수명을 30% 연장합니다.

**중장비 :**

대형 기어의 필렛 전이 가공 시, 가공물 재질은 40CrNiMo 강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-2mm,  $fn$  0.04-0.08mm/tooth 를 사용합니다. 가공 수명이 35% 향상됩니다.

**석유화학 산업 :**

밸브 바디 필렛 형상 가공, 가공물 재질 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.3-1.5mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 20% 향상.

**신에너지 산업 :**

태양광 패널 프레임의 필렛 접합 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  200-400m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. 효율이 15% 향상되었습니다.

**가구 제조 :**

목재 또는 복합 소재의 둥근 모서리 가공,  $V_c$  200-400m/min,  $ap$  0.2-1mm,  $fn$  0.03-

**COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT**

0.06mm/tooth. 표면 평활도 Ra 0.02-0.04  $\mu$ m.

건설기계 :

굴삭기 암의 원형 가공을 위한 가공물 재질은 35CrMo 강이며, Vc 150-300m/min, ap 0.5-2mm, fn 0.03-0.07mm/tooth 입니다. 사용 수명이 30% 연장되었습니다.



1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 카바이드 불노즈 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 불노즈 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 호형 또는 불노즈형으로 설계되었으며, 끝단과 외주에 절삭날이 있습니다. 주로 홈, 호형 홈, 챔퍼 등의 가공에 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합하여 강, 주철, 비철금속 및 난삭재 가공에 적합합니다. 금형 제작, 기계 가공 및 자동차 산업에 널리 사용됩니다. 초경 불노즈 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작되며, 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조와 재료, 작동 원리, 특성, 성능에 영향을 미치는 요인, 생산 공정, 유형 및 응용 분야를 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 불노즈 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 불노즈 밀링 커터는 일반적으로 직경 4~32mm, 길이 50~150mm, 날 수 2~6 개의 솔리드 초경 구조로, 직경 및 가공 요건에 따라 달라집니다. 불노즈 형상의 커터 헤드(아크 반경 0.5~15mm)는 모따기 및 홈 가공을 최적화하며, 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각 30~45°, 경사각 2~10°)는 아크 절삭에 적합합니다. 표면에는 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있으며, 내열성은 1100°C에 이릅니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.2-1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%-9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 불노즈 밀링 커터의 작동 원리

회전하는 노즈형 공구 헤드는 가공물 궤적을 따라 절삭하여 아크 그루브, 챔퍼 또는 그루브 가공을 완료하고, 칩은 나선형 그루브를 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100-400m/min,  $f_n$  0.02-0.08mm/tooth,  $a_p$  0.1-2mm입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700°C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하면 절삭 효율이 15%-20% 향상되고 정확도는 IT6-IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 불노즈 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100°C의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

**고정밀** : 표면 거칠기  $Ra$  0.02-0.06 μm, 아크 가공에 적합합니다.

**다재다능함** : 모따기 및 홈 가공 요구 사항에 맞게 조정 가능합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 시멘트 카바이드 불노즈 밀링 커터의 성능 및 영향 요인

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



성능은 재료 혼합, 커터 헤드 형상 및 절단 매개변수의 영향을 받습니다.

#### 4.1 성과 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%             | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-400m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 450m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.08mm/치아                 | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.1 절삭력이 30% 증가했습니다.           |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1-2mm, 진동이 너무 깊음             | 높은  | 0.5mm/층씩 적층                | ap 2.5 mm 진동이 18% 증가했습니다.         |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

### 5. 초경 불노즈 밀링 커터 성능 생산 공정

#### 5.1 생산공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 불밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN 의 PVD 증착         | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

### 6. 카바이드 불노즈 밀링 커터의 종류

**표준형 불노즈 밀링 커터** : 직경 4-20mm, Vc 150-400m/min, 일반 아크 홈 가공에 적합합니다.

**미세날 불노즈 밀링 커터** : 이빨 수 4-6 개, Vc 200-400m/min, 미세 챔퍼링에 적합.

**코팅된 불노즈 밀링 커터** : AlTiN 코팅, Vc 300-400m/min, 수명 40%-50% 연장.

**긴 모서리 불노즈 밀링 커터** : 모서리 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 아크 홈에 적합합니다.

**대형 아크 불노즈 밀링 커터** : 아크 반경 5-15mm, Vc 100-350m/min, 대형 모따기에 적합.

### 7. 초경 노즈 밀링 커터의 적용

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

카바이드 노즈 밀링 커터는 다음과 같이 아크 및 챔퍼링 가공 기능 덕분에 다양한 산업에서 널리 사용됩니다.

**금형 제작 :**

사출 금형 및 다이캐스팅 금형용 아크 홈 및 챔퍼 가공. 가공물 재질은 P20 강이며,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.1-1.5mm,  $f_n$  0.02-0.06mm/tooth입니다. 정확도는 IT6 수준이며,  $R_a$ 는 0.02-0.04  $\mu m$ 입니다. AI 최적화를 통해 2025년까지 가공 시간을 15% 단축할 예정입니다.

**자동차 제조 :**

실린더 블록 및 기어의 아크 그루브 가공, 가공물 재질은 주철,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  0.2-1 mm,  $f_n$  0.03-0.07 mm/tooth. 효율 20% 증가,  $R_a$  0.02-0.05  $\mu m$ .

**항공우주 :**

티타늄 및 알루미늄 합금의 챔퍼링된 형상(예: 날개 모서리) 가공,  $V_c$  200-400 m/min,  $a_p$  0.1-1 mm,  $f_n$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5 수준,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$ .

**에너지 장비 :**

풍력 터빈 블레이드 금형의 아크 구조 가공, 가공물 소재는 복합 소재,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

**전자 산업 :**

휴대폰 케이스의 아크 챔퍼 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  300-500m/min,  $a_p$  0.1-0.8mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth. 정확도  $\pm 0.001mm$ ,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$ .

**의료기기 :**

티타늄 합금 인공관절의 가공 아크 특성,  $V_c$  100-250 m/min,  $a_p$  0.1-0.5 mm,  $f_n$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $R_a$  0.01-0.02  $\mu m$ .

**방위 산업 :**

미사일 케이스의 아크 홈 가공, 가공물 소재는 고강도강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내마모성 25% 향상.

**조선 산업 :**

프로펠러 샤프트의 아크 챔퍼 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.03-0.07mm/tooth. 부식 방지 코팅으로 수명이 30% 연장됩니다.

**중장비 :**

대형 기어의 가공 아크 전이, 가공물 재질은 40CrNiMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.04-0.08mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

밸브 본체에 아크 홈 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 20% 향상.

**신에너지 산업 :**

태양광 브래킷 아크 접합 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 효율 15% 향상.

**가구 제조 :**

목재 판재의 가공 아크 장식,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  0.2-1 mm,  $f_n$  0.03-0.06 mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$ .

**건설기계 :**

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

굴삭기 암의 아크 챔퍼 가공, 가공물 재질은 35CrMo 강, Vc 150-300m/min, ap 0.5-2mm, fn 0.03-0.07mm/tooth. 수명 30% 연장.



1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 카바이드 챔퍼 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 챔퍼 밀링 커터는 초경합금 소재로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 챔퍼링 또는 베벨링 가공이 가능하도록 설계되었으며, 끝단과 외주에 절삭날이 있습니다. 주로 가공물 가장자리의 챔퍼링, 베벨링 또는 디버링에 사용됩니다. 초경합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강철, 주철, 비철금속 및 가공이 어려운 소재의 가공에 적합합니다. 기계 가공, 자동차 제조 및 금형 산업에서 널리 사용됩니다. 초경합금 챔퍼 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작되며, 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조와 재료, 작동 원리, 특성, 성능에 영향을 미치는 요인, 생산 공정, 유형 및 응용 분야를 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 챔퍼 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 챔퍼 밀링 커터는 일반적으로 직경 3~25mm, 길이 50~150mm, 날 수 2~4 개의 솔리드 초경 구조로, 직경 및 챔퍼링 요구 사항에 따라 달라집니다. 커터 헤드의 챔퍼 각도(일반적으로 30°, 45°, 60°)는 경사면 가공을 최적화하며, 블레이드의 기하학적 매개변수(예: 나선각 30°~40°, 경사각 0°~5°)는 챔퍼링 절삭에 적합합니다. 표면에는 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있으며, 내열성은 1100° C에 이릅니다.

**소재 구성 :** 텅스텐 카바이드 입자 크기 0.2-1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%-9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징 :** 전체 초경 경도 HV 1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 챔퍼 밀링 커터의 작동 원리

챔퍼링 헤드는 회전하면서 가공물의 모서리 또는 표면 궤적을 따라 절삭하여 챔퍼링, 베벨링 또는 디버링을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100-400m/min,  $f_n$  0.02-0.06mm/tooth,  $a_p$  0.1-1mm입니다. 냉각수(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700° C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하면 절삭 효율이 15%-20% 향상되고 정확도는 IT6-IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 챔퍼 밀링 커터의 특성

**초고경도 :** HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성 :**  $VB \leq 0.15$  mm (500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

**우수한 내열성 :** 코팅은 1100° C의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

**고정밀 :** 표면 거칠기  $Ra$  0.02-0.05 μm, 정밀 모따기에 적합합니다.

**다용성 :** 다양한 모따기 각도와 버 제거 요구 사항에 맞게 조정 가능합니다.

**진동 저항성 :** 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



#### 4. 초경 챔퍼링 커터 성능 및 영향 요인

성능은 재료 혼합, 모따기 각도 및 절단 매개변수의 영향을 받습니다.

##### 4.1 성과 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                 | 영향  | 최적화 제안          | 데이터 지원                   |
|------------|----------------------|-----|-----------------|--------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형    | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%  | 5% 코 HV 1900             |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-400m/min, 과도한 마모 | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%   | Vc 450m/min 마모 7%        |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.06mm/치아       | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아   | fn 0.08 절삭력이 25% 증가했습니다. |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1-1mm, 진동이 너무 깊음   | 높은  | 0.3mm/층씩 적층     | ap 1.5mm 진동 증가 15%       |
| 코팅 두께      | 2-3 μm, 너무 두껍고 벗겨짐   | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 μm | < 2 μm 내열성이 10% 감소합니다.   |

#### 5. 초경 챔퍼링 커터 성능 및 생산 공정

##### 5.1 생산공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건             | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|-------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간          | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초           | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간            | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍 | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 μm                  |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-3 μm         | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

#### 7. 초경 챔퍼링 커터의 종류

표준 챔퍼링 커터 : 직경 3-20mm, Vc 150-400m/min, 일반 챔퍼링에 적합합니다.

45° 챔퍼 밀링 커터 : 직경 4-25mm, Vc 200-400m/min, 표준 챔퍼링에 적합.

코팅된 챔퍼 밀링 커터 : AlTiN 코팅, Vc 300-400m/min, 수명 40%-50% 연장.

긴 모서리 챔퍼링 커터 : 모서리 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 챔퍼링에 적합.

다중 각도 챔퍼링 커터 : 각도 30° -60° , Vc 100-350 m/min, 맞춤형 가공에 적합합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 6. 초경 챔퍼 밀링 커터의 적용

카바이드 챔퍼 밀링 커터는 다음과 같이 챔퍼링 및 디버링 기능 덕분에 여러 산업에서 널리 사용됩니다.

### 금형 제작 :

사출 금형 및 다이캐스팅 금형의 모서리 모따기 가공. 가공물 재질은 P20 강이며,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.1-1mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는 IT6 수준,  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$  이며, 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 예정입니다.

### 자동차 제조 :

실린더 블록 및 기어 모서리 모따기. 가공물 재질은 주철이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.2-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. 효율 20% 증가,  $R_a$  0.02-0.05  $\mu m$ .

### 항공우주 :

티타늄 및 알루미늄 합금의 챔퍼 가공(예: 날개 모서리)  $V_c$  200-400 m/min,  $a_p$  0.1-1 mm,  $f_n$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$ .

### 에너지 장비 :

풍력 터빈 블레이드 금형의 모서리 모따기 가공 시, 가공물은 복합 소재이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

### 전자 산업 :

휴대폰 케이스의 모서리 모따기 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  300-500m/min,  $a_p$  0.1-0.8mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$  입니다.

### 의료기기 :

티타늄 합금 인공관절의 모따기 가공,  $V_c$  100-250 m/min,  $a_p$  0.1-0.5 mm,  $f_n$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $R_a$  0.01-0.02  $\mu m$ .

### 방위 산업 :

미사일 케이스의 모서리 모따기 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 를 적용했습니다. 내마모성이 25% 향상되었습니다.

### 조선 산업 :

프로펠러 샤프트의 챔퍼 형상 가공. 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. 내식성 코팅으로 수명을 30% 연장합니다.

### 중장비 :

대형 기어의 모서리 모따기 가공 시, 가공물 재질은 40CrNiMo 강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1mm,  $f_n$  0.04-0.07mm/tooth 를 사용합니다. 사용 수명이 35% 향상됩니다.

### 석유화학 산업 :

밸브 바디 모서리 모따기 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 20% 향상.

### 신에너지 산업 :

태양광 브래킷의 모서리 모따기 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. 효율이 15% 향상되었습니다.

## COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

가구 제조 :

목재 판재 모서리 모따기,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  0.2-1 mm,  $f_n$  0.03-0.06 mm/tooth.  
표면 평활도  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$ .

건설기계 :

굴삭기 암의 모서리 모따기 가공. 가공물 재질은 35CrMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 수명 30% 연장.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 카바이드 테이퍼 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 테이퍼 밀링 커터는 초경 재질로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 원뿔형으로 설계되었으며, 끝부분과 외주에 절삭날이 있습니다. 주로 테이퍼 표면, 베벨 또는 테이퍼 형상 가공에 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 그리고 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강, 주철, 비철 금속 및 난삭재 가공에 적합합니다. 금형 제작, 항공우주 및 기계 가공 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 테이퍼 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작되며, 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 테이퍼 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 테이퍼 밀링 커터는 일반적으로 직경 3~20mm, 길이 50~150mm, 날 수 2~4개, 테이퍼 각도(일반적으로 5~15°)를 가공 요건에 따라 맞춤 제작하는 솔리드 초경 구조입니다. 블레이드의 기하학적 특성(예: 나선각 30~40°, 경사각 0~5°)은 테이퍼 절삭을 최적화하며, 표면에는 최대 1100°C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있습니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.2-1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%-9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV 1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 테이퍼 밀링 커터의 작동 원리

회전을 통해 원뿔형 공구 헤드는 가공물 궤적을 따라 절삭하여 원뿔형 표면, 베벨 또는 테이퍼 형상의 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100-400m/min,  $f_n$  0.02-0.06mm/tooth,  $a_p$  0.1-1.5mm입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700°C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하면 절삭 효율이 15%-20% 향상되고 정확도는 IT6-IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 테이퍼 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100°C의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

**고정밀** : 표면 거칠기  $Ra$  0.02-0.06 μm, 테이퍼 가공에 적합.

**다용성** : 다양한 테이퍼 각도 및 베벨 요구 사항에 맞게 조정 가능합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경 테이퍼 밀링 커터 성능 및 영향 요인

성능은 재료 혼합, 테이퍼 각도 및 절단 매개변수의 영향을 받습니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



#### 4.1 성과 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                 | 영향  | 최적화 제안          | 데이터 지원                   |
|------------|----------------------|-----|-----------------|--------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형    | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%  | 5% 코 HV 1900             |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-400m/min, 과도한 마모 | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%   | Vc 450m/min 마모 7%        |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.06mm/치아       | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아   | fn 0.08 절삭력이 25% 증가했습니다. |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1~1.5mm, 진동이 너무 깊음 | 높은  | 0.5mm/층씩 적층     | ap 2mm 진동 증가 15%         |
| 코팅 두께      | 2-3 μm, 너무 두껍고 벗겨짐   | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 μm | < 2 μm 내열성이 10% 감소합니다.   |

#### 5. 초경 테이퍼 밀링 커터 성능 생산 공정

##### 5.1 생산공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건             | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|-------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 불밀 300-400 rpm         | 40~60 시간          | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초           | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간            | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍 | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 μm                  |
| 코팅       | AlTiN 의 PVD 증착         | 두께 2-3 μm         | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

#### 7. 초경 테이퍼 밀링 커터의 종류

**표준 테이퍼 밀링 커터** : 직경 3-15mm, Vc 150-400m/min, 일반 테이퍼 가공에 적합합니다.

**5° 테이퍼 밀링 커터** : 직경 4-20mm, Vc 200-400m/min, 작은 테이퍼 각도 가공에 적합합니다.

**코팅 테이퍼 밀링 커터** : AlTiN 코팅, Vc 300-400m/min, 수명 40%-50% 연장.

**롱 에지 테이퍼 밀링 커터** : 날 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 테이퍼 가공에 적합합니다.

**조절 가능한 테이퍼 밀링 커터** : 각도 5° -15° 조절 가능, Vc 100-350m/min, 맞춤형 요구 사항에 적합합니다.

#### 6. 초경 테이퍼 밀링 커터의 적용

##### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

카바이드 테이퍼 밀링 커터는 다음과 같이 테이퍼 가공 기능 덕분에 다양한 산업에서 널리 사용됩니다.

**금형 제작 :**

사출 금형 및 다이캐스팅 금형의 테이퍼 형상 가공. 가공물 소재는 P20 강,  $V_c$  200–400m/min,  $a_p$  0.1–1.5mm,  $f_n$  0.02–0.05mm/tooth. 정확도는 IT6 수준,  $R_a$  0.02–0.04  $\mu m$ , 2025년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간 15% 단축.

**자동차 제조 :**

실린더 블록과 기어의 원뿔 베벨 가공. 가공물 재질은 주철이며,  $V_c$  150–300m/min,  $a_p$  0.2–1mm,  $f_n$  0.03–0.06mm/tooth 입니다. 효율 20% 증가,  $R_a$  0.02–0.05  $\mu m$ .

**항공우주 :**

날개 커넥터와 같은 티타늄 및 알루미늄 합금의 원뿔형 형상 가공,  $V_c$  200–400 m/min,  $a_p$  0.1–1 mm,  $f_n$  0.02–0.05 mm/tooth. 정확도 IT5,  $R_a$  0.01–0.03  $\mu m$ .

**에너지 장비 :**

풍력 터빈 블레이드 금형의 원뿔형 구조를 가공합니다. 가공물은 복합 소재이며,  $V_c$  는 150–300m/min,  $a_p$  는 0.5–1.5mm,  $f_n$  은 0.03–0.06mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

**전자 산업 :**

휴대폰 케이스의 원뿔형 전이 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  300–500m/min,  $a_p$  0.1–0.8mm,  $f_n$  0.02–0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $R_a$  0.01–0.03  $\mu m$  입니다.

**의료기기 :**

티타늄 합금 인공관절의 원뿔 형상 가공,  $V_c$  100–250 m/min,  $a_p$  0.1–0.5 mm,  $f_n$  0.02–0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $R_a$  0.01–0.02  $\mu m$ .

**방위 산업 :**

미사일 케이싱의 원뿔형 구조를 가공하는 경우, 가공 소재는 고강도강으로  $V_c$  150–300m/min,  $a_p$  0.3–1mm,  $f_n$  0.03–0.06mm/tooth 를 사용합니다. 내마모성이 25% 향상되었습니다.

**조선 산업 :**

프로펠러 샤프트의 원뿔형 모따기 가공. 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  150–300m/min,  $a_p$  0.5–1.5mm,  $f_n$  0.03–0.06mm/tooth 입니다. 부식 방지 코팅으로 수명이 30% 연장됩니다.

**중장비 :**

대형 기어의 원뿔형 변위 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강,  $V_c$  150–300m/min,  $a_p$  0.5–1mm,  $f_n$  0.04–0.07mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

밸브 몸체를 원뿔형으로 가공하고, 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  150–300m/min,  $a_p$  0.3–1mm,  $f_n$  0.03–0.06mm/tooth 를 적용했습니다. 내식성이 20% 향상되었습니다.

**신에너지 산업 :**

태양광 브래킷의 원뿔형 연결부 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  200–400m/min,  $a_p$  0.3–1mm,  $f_n$  0.03–0.06mm/tooth. 효율 15% 향상.

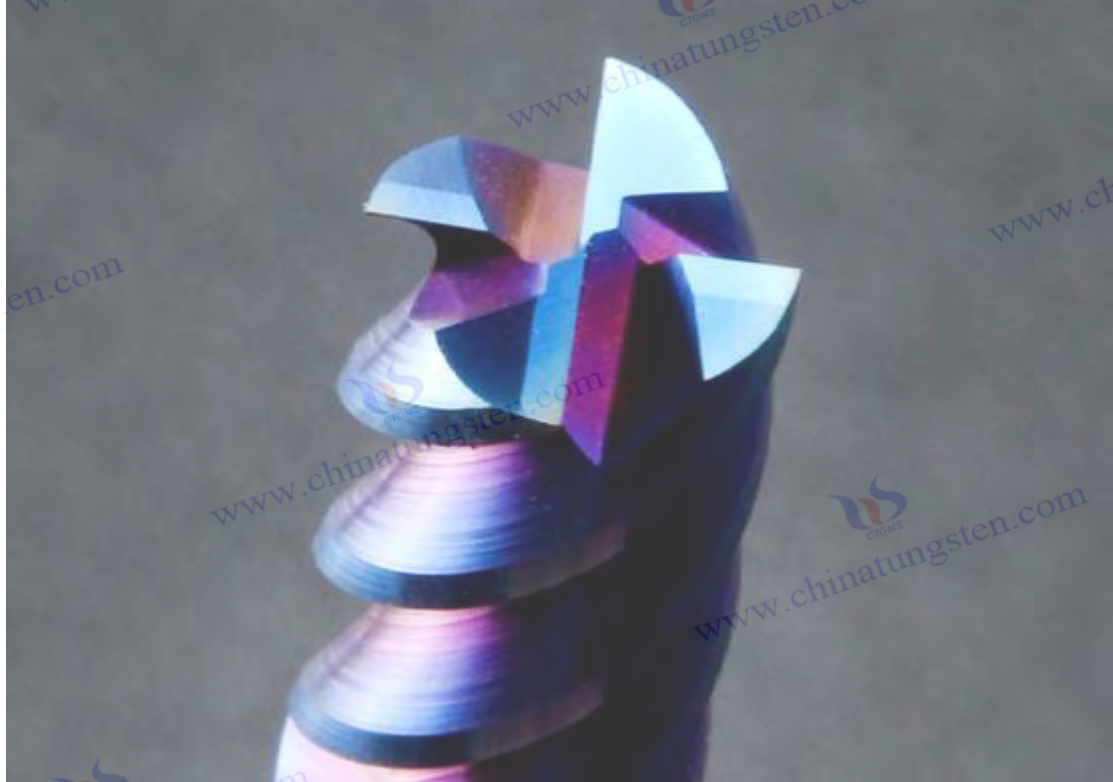
**가구 제조 :**

**COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT**

목재 패널의 원뿔형 장식 가공,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  0.2-1 mm,  $f_n$  0.03-0.06 mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$ .

건설기계 :

굴삭기 암의 테이퍼 형상 가공, 가공물 재질은 35CrMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 수명 30% 연장.



COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 카바이드 도브테일 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 도브테일 밀링 커터는 초경합금 소재로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 도브테일 또는 사다리꼴 구조로 설계되었으며, 끝부분과 주변에 절삭날이 있습니다. 주로 도브테일 슬롯, T-슬롯, 사다리꼴 슬롯과 같은 특수 형상 가공에 사용됩니다. 초경합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합하여 강, 주철, 비철금속 및 난삭재 가공에 적합합니다. 금형 제작, 기계 가공 및 항공우주 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 도브테일 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작되며, 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조와 재료, 작동 원리, 특성, 성능에 영향을 미치는 요인, 생산 공정, 유형 및 응용 분야를 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 도브테일 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 도브테일 밀링 커터는 일반적으로 직경 6~25mm, 길이 50~150mm, 날수 2~4 개, 도브테일 각도(일반적으로 30°, 45°, 60°)를 가진 초경 솔리드 구조로, 홈 요구 사항에 따라 맞춤 제작됩니다. 블레이드의 기하학적 특성(예: 나선각 30°~40°, 경사각 0°~5°)은 사다리꼴 절삭에 최적화되어 있으며, 표면에는 최대 1100° C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있습니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드 입자 크기 0.2~1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%~9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV 1800~2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 도브테일 밀링 커터의 작동 원리

회전을 통해 도브테일 커터 헤드는 공작물 궤적을 따라 절삭하여 도브테일 홈, T-슬롯 또는 사다리꼴 홈 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100~350m/min,  $f_n$  0.02~0.06mm/tooth,  $a_p$  0.1~1.5mm입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700° C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하여 사용할 경우 절삭 효율이 15%~20% 향상되고 정확도는 IT6~IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 도브테일 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800~2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500~1000 시간), 수명 5~7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100° C의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

**고정밀** : 표면 거칠기  $R_a$  0.02~0.06 μm, 특수 홈 가공에 적합합니다.

**다용성** : 다양한 도브테일 각도와 홈 요구 사항에 맞게 조정 가능합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 시멘트 카바이드 도브테일 밀링 커터의 성능 및 영향 요인

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



성능은 재료 비율, 도브테일 각도 및 절단 매개변수의 영향을 받습니다.

#### 4.1 성과 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                 | 영향  | 최적화 제안          | 데이터 지원                   |
|------------|----------------------|-----|-----------------|--------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형    | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%  | 5% 코 HV 1900             |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-350m/분, 과도한 마모   | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%   | Vc 400m/min 마모 7%        |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.06mm/치아       | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아   | fn 0.08 절삭력이 25% 증가했습니다. |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1~1.5mm, 진동이 너무 깊음 | 높은  | 0.5mm/층씩 적층     | ap 2mm 진동 증가 15%         |
| 코팅 두께      | 2-3 μm, 너무 두껍고 벗겨짐   | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 μm | < 2 μm 내열성이 10% 감소합니다.   |

### 5. 초경 도브테일 밀링 커터 성능 생산 공정

#### 5.1 생산공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건             | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|-------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 불밀 300-400 rpm         | 40~60 시간          | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초           | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간            | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍 | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 μm                  |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-3 μm         | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

### 7. 카바이드 도브테일 밀링 커터의 종류

**표준 도브테일 슬롯 밀링 커터** : 직경 6-15mm, Vc 150-350m/min, 일반적인 도브테일 슬롯 가공에 적합합니다.

**45° 도브테일 밀링 커터** : 직경 8-20mm, Vc 200-350m/min, 표준 사다리꼴 홈에 적합.

**코팅된 도브테일 밀링 커터** : AlTiN 코팅, Vc 250-350m/min, 수명 40%-50% 연장.

**긴 모서리 도브테일 슬롯 밀링 커터** : 모서리 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 슬롯 가공에 적합합니다.

**조절 가능한 도브테일 밀링 커터** : 각도 30° -60° 조절 가능, Vc 100-300m/min, 맞춤형 요구 사항에 적합합니다.

### 6. 카바이드 도브테일 밀링 커터의 적용

카바이드 도브테일 밀링 커터는 다음과 같은 특수 슬롯 가공 기능으로 인해 다양한

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

산업에서 널리 사용됩니다.

**금형 제작 :**

사출 금형 및 다이캐스팅 금형의 도브테일 홈 가공. 가공물 재질은 P20 강이며,  $V_c$  200-350m/min,  $ap$  0.1-1.5mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는 IT6 수준,  $Ra$  0.02-0.04  $\mu m$  이며, 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 계획입니다.

**자동차 제조 :**

실린더 블록 및 기어의 T-슬롯 가공, 가공물 재질은 주철,  $V_c$  150-300 m/min,  $ap$  0.2-1 mm,  $fn$  0.03-0.06 mm/tooth. 효율 20% 증가,  $Ra$  0.02-0.05  $\mu m$ .

**항공우주 :**

터빈 블레이드 연결부 등 티타늄 합금 및 알루미늄 합금의 도브테일 홈 가공,  $V_c$  200-350 m/min,  $ap$  0.1-1 mm,  $fn$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5 수준,  $Ra$  0.01-0.03  $\mu m$ .

**에너지 장비 :**

풍력 터빈 블레이드 금형의 사다리꼴 홈 가공, 가공물 소재는 복합재,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-1.5mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

**전자 산업 :**

휴대폰 케이스의 도브테일 연결 홈 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  250-400m/min,  $ap$  0.1-0.8mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $Ra$  0.01-0.03  $\mu m$  입니다.

**의료기기 :**

티타늄 합금 인공관절의 도브테일 형상 가공,  $V_c$  100-250 m/min,  $ap$  0.1-0.5 mm,  $fn$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $Ra$  0.01-0.02  $\mu m$ .

**방위 산업 :**

미사일 케이스의 도브테일 홈 가공, 가공물 소재는 고강도강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. 내마모성 25% 향상.

**조선 산업 :**

프로펠러 샤프트의 사다리꼴 홈 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-1.5mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. 부식 방지 코팅으로 수명이 30% 연장됩니다.

**중장비 :**

대형 기어의 도브테일 전이 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-1mm,  $fn$  0.04-0.07mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

밸브 바디 도브테일 그루브 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth 가공. 내식성 20% 향상.

**신에너지 산업 :**

태양광 브래킷 도브테일 접합 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  200-350m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. 효율 15% 향상.

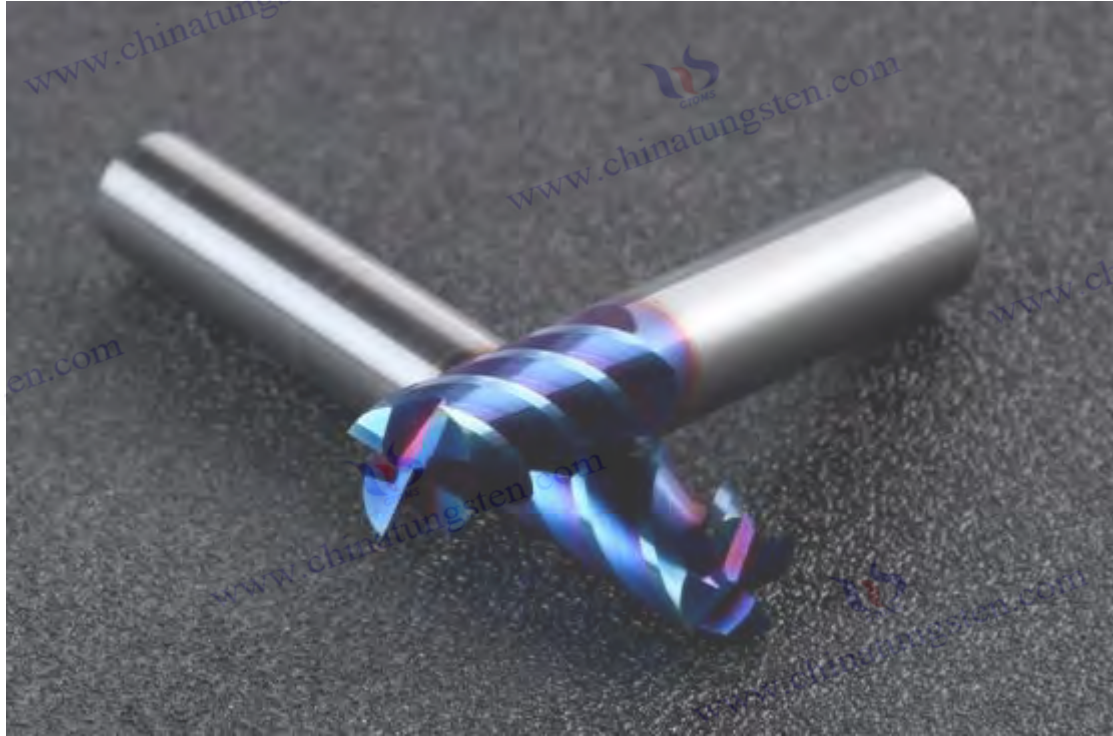
**가구 제조 :**

목재판의 도브테일 홈 가공,  $V_c$  150-300 m/min,  $ap$  0.2-1 mm,  $fn$  0.03-0.06 mm/tooth. 표면 평활도  $Ra$  0.02-0.04  $\mu m$ .

**COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT**

건설기계 :

굴삭기 암의 도브테일 홈 가공, 가공물 재질은 35CrMo 강, Vc 150-300m/min, ap 0.5-1.5mm, fn 0.03-0.06mm/tooth. 수명 30% 연장.



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](http://www.ctia.com.cn)

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

## 카바이드 키웨이 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 키웨이 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 직선형 또는 홈 구조로 설계되었으며, 끝단과 외주에 절삭날이 있습니다. 주로 키웨이, 플랫 홈 또는 키 형상 가공에 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 그리고 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강철, 주철, 비철 금속 및 난삭재 가공에 적합합니다. 기계 가공, 자동차 제조 및 산업 장비 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 키웨이 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작되며, 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 머시닝 센터에 적합합니다.

### 1. 초경 키웨이 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 키웨이 밀링 커터는 일반적으로 직경 3~20mm, 길이 50~150mm, 날수 2~4개, 헤드 폭(일반적으로 2~12mm)을 갖는 초경 솔리드 구조로, 키웨이 치수에 따라 맞춤 제작됩니다. 블레이드 형상(예: 나선각 30~40°, 경사각 0~5°)은 직선 홈 절삭에 최적화되어 있으며, 표면에는 최대 1100°C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3μm)을 적용할 수 있습니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드 입자 크기 0.2~1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%~9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV 1800~2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 키웨이 밀링 커터의 작동 원리

커터 헤드는 회전하면서 가공물 궤적을 따라 절삭하여 키홈, 플랫 홈 또는 키 형상 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100~400m/min,  $f_n$  0.02~0.06mm/tooth,  $a_p$  0.1~1.5mm입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700°C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하면 절삭 효율이 15%~20% 향상되고 정확도는 IT6~IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 키웨이 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800~2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500~1000 시간), 수명 5~7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100°C의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

**고정밀** : 표면 거칠기  $Ra$  0.02~0.06 μm, 키웨이 가공에 적합합니다.

**다용성** : 다양한 키웨이 너비와 깊이에 적응합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경 키웨이 밀링 커터 성능 및 영향 요인

| 영향 요인 | 설명하다 | 영향 | 최적화 제안 | 데이터 지원 |
|-------|------|----|--------|--------|
|-------|------|----|--------|--------|

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



|            |                      |     |                 |                          |
|------------|----------------------|-----|-----------------|--------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형    | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%  | 5% 코 HV 1900             |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-400m/min, 과도한 마모 | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%   | Vc 450m/min 마모 7%        |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.06mm/치아       | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아   | fn 0.08 절삭력이 25% 증가했습니다. |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1~1.5mm, 진동이 너무 깊음 | 높은  | 0.5mm/층씩 적층     | ap 2mm 진동 증가 15%         |
| 코팅 두께      | 2-3 μm, 너무 두껍고 벗겨짐   | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 μm | < 2 μm 내열성이 10% 감소합니다.   |

## 5. 초경 키웨이 밀링 커터 성능 생산 공정

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건             | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|-------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 불밀 300-400 rpm         | 40~60 시간          | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초           | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간            | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍 | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 μm                  |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-3 μm         | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

## 7. 초경 키웨이 밀링 커터의 종류

**표준 키웨이 밀링 커터** : 직경 3-15mm, Vc 150-400m/min, 일반 키웨이 가공에 적합합니다.

**넓은 슬롯 키웨이 밀링 커터** : 폭 6-12mm, Vc 200-400m/min, 대형 키웨이에 적합.

**코팅 키웨이 밀링 커터** : AlTiN 코팅, Vc 300-400m/min, 수명 40%-50% 연장.

**긴 날 키웨이 밀링 커터** : 날 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 홈 가공에 적합합니다.

**폭 조절이 가능한 키웨이 밀링 커터** : 폭 2-10mm 조절 가능, Vc 100-350m/min, 맞춤형 요구 사항에 적합합니다.

## 6. 초경 키웨이 밀링 커터의 적용

카바이드 키웨이 밀링 커터는 다음과 같이 키웨이 가공 기능 덕분에 다양한 산업에서 널리 사용됩니다.

**가공 :**

샤프트 및 기어의 키웨이 가공. 가공물 재질은 40Cr 강이며, Vc 200-400m/min, ap 0.1-1.5mm, fn 0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정밀도는 IT6, Ra 0.02-0.04 μm 이며, 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 예정입니다.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**자동차 제조 :**

변속기 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 재질은 주철,  $V_c$  150-300 m/min,  $ap$  0.2-1 mm,  $fn$  0.03-0.06 mm/tooth. 효율 20% 증가,  $Ra$  0.02-0.05  $\mu m$ .

**항공우주 :**

엔진 부품 등 알루미늄 합금 및 티타늄 합금의 키 그루브 가공,  $V_c$  200-400 m/min,  $ap$  0.1-1 mm,  $fn$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5 수준,  $Ra$  0.01-0.03  $\mu m$ .

**에너지 장비 :**

풍력 터빈 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 소재는 42CrMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-1.5mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

**전자 산업 :**

모터 축 키웨이 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  250-400m/min,  $ap$  0.1-0.8mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $Ra$  0.01-0.03  $\mu m$  입니다.

**의료 장비 :**

티타늄 합금 장비의 키웨이 형상 가공,  $V_c$  100-250 m/min,  $ap$  0.1-0.5 mm,  $fn$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $Ra$  0.01-0.02  $\mu m$ .

**방위 산업 :**

미사일 부품의 키웨이 가공, 가공물 소재는 고강도강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. 내마모성 25% 향상.

**조선 산업 :**

프로펠러 샤프트 키웨이 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-1.5mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 코팅으로 수명을 30% 연장합니다.

**중장비 :**

대형 기어 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-1mm,  $fn$  0.04-0.07mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

펌프 샤프트 키웨이 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 20% 향상.

**신에너지 산업 :**

풍력 터빈 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  200-350m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. 효율 15% 향상.

**가구 제조 :**

목재 샤프트의 키웨이 장식,  $V_c$  150-300 m/min,  $ap$  0.2-1 mm,  $fn$  0.03-0.06 mm/tooth. 표면 평활도  $Ra$  0.02-0.04  $\mu m$ .

**건설기계 :**

굴삭기 샤프트 키웨이 가공, 가공물 소재는 35CrMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $ap$  0.5-1.5mm,  $fn$  0.03-0.06mm/tooth. 수명 30% 연장.

**COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT**



www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

www.chinatungsten.com

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 카바이드 키웨이 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 키웨이 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 직선형 또는 홈 구조로 설계되었으며, 끝단과 외주에 절삭날이 있습니다. 주로 키웨이, 평홈 또는 키 형상 가공에 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 그리고 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강, 주철, 비철금속 및 난삭재 가공에 적합합니다. 기계 가공, 자동차 제조 및 산업 장비 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 키웨이 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작됩니다. 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재료, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 키웨이 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 키웨이 밀링 커터는 일반적으로 직경 3~20mm, 길이 50~150mm, 날수 2~4개, 헤드 폭(일반적으로 2~12mm)을 갖는 초경 솔리드 구조로, 키웨이 치수에 따라 맞춤 제작됩니다. 블레이드 형상(예: 나선각 30~40°, 경사각 0~5°)은 직선 홈 절삭에 최적화되어 있으며, 표면에는 최대 1100°C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3μm)을 적용할 수 있습니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드 입자 크기 0.2~1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%~9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV 1800~2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 키웨이 밀링 커터의 작동 원리

커터 헤드는 회전하면서 가공물 궤적을 따라 절삭하여 키홈, 플랫 홈 또는 키 형상 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100~400m/min,  $f_n$  0.02~0.06mm/tooth,  $a_p$  0.1~1.5mm입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭 제어 온도(< 700°C)를 2025년까지 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하면 절삭 효율이 15%~20% 향상되고 정확도는 IT6~IT8 수준에 도달할 것입니다.

### 3. 초경 키웨이 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800~2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500~1000 시간), 수명 5~7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100°C의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

**고정밀** : 표면 거칠기  $Ra$  0.02~0.06 μm, 키웨이 가공에 적합합니다.

**다용성** : 다양한 키웨이 너비와 깊이에 적응합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경 키웨이 밀링 커터 성능 및 영향 요인

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



성능은 재료 비율, 홈 폭 및 절단 매개변수의 영향을 받습니다.

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%             | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-400m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 450m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.06mm/치아                 | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.08 절삭력이 25% 증가했습니다.          |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1~1.5mm, 진동이 너무 깊음           | 높은  | 0.5mm/층씩 적층                | ap 2 mm 진동 증가 15%                 |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

## 5. 초경 키웨이 밀링 커터 성능 생산 공정

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 불밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

## 7. 초경 키웨이 밀링 커터의 종류

**표준 키웨이 밀링 커터** : 직경 3-15mm, Vc 150-400m/min, 일반 키웨이 가공에 적합합니다.

**넓은 슬롯 키웨이 밀링 커터** : 폭 6-12mm, Vc 200-400m/min, 대형 키웨이에 적합.

**코팅 키웨이 밀링 커터** : AlTiN 코팅, Vc 300-400m/min, 수명 40%-50% 연장.

**긴 날 키웨이 밀링 커터** : 날 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 홈 가공에 적합합니다.

**폭 조절이 가능한 키웨이 밀링 커터** : 폭 2-10mm 조절 가능, Vc 100-350m/min, 맞춤형 요구 사항에 적합합니다.

## 6. 초경 키웨이 밀링 커터의 적용

카바이드 키웨이 밀링 커터는 다음과 같이 키웨이 가공 기능 덕분에 다양한 산업에서 널리 사용됩니다.

**가공 :**

샤프트 및 기어의 키웨이 가공. 가공물 재질은 40Cr 강이며, Vc 200-400m/min, ap

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

0.1-1.5mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정밀도는 IT6,  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$  이며, 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 예정입니다.

**자동차 제조 :**

변속기 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 재질은 주철,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  0.2-1 mm,  $f_n$  0.03-0.06 mm/tooth. 효율 20% 증가,  $R_a$  0.02-0.05  $\mu m$ .

**항공우주 :**

엔진 부품 등 알루미늄 합금 및 티타늄 합금의 키 그루브 가공,  $V_c$  200-400 m/min,  $a_p$  0.1-1 mm,  $f_n$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5 수준,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$ .

**에너지 장비 :**

풍력 터빈 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 소재는 42CrMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

**전자 산업 :**

모터 축 키웨이 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  250-400m/min,  $a_p$  0.1-0.8mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$  입니다.

**의료 장비 :**

티타늄 합금 장비의 키웨이 형상 가공,  $V_c$  100-250 m/min,  $a_p$  0.1-0.5 mm,  $f_n$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $R_a$  0.01-0.02  $\mu m$ .

**방위 산업 :**

미사일 부품의 키웨이 가공, 가공물 소재는 고강도강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내마모성 25% 향상.

**조선 산업 :**

프로펠러 샤프트 키웨이 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 코팅으로 수명을 30% 연장합니다.

**중장비 :**

대형 기어 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1mm,  $f_n$  0.04-0.07mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

펌프 샤프트 키웨이 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 20% 향상.

**신에너지 산업 :**

풍력 터빈 샤프트의 키웨이 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  200-350m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 효율 15% 향상.

**가구 제조 :**

목재 샤프트의 키웨이 장식,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  0.2-1 mm,  $f_n$  0.03-0.06 mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$ .

**건설기계 :**

굴삭기 샤프트 키웨이 가공, 가공물 소재는 35CrMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 수명 30% 연장.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



## 카바이드 각도 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 앵글 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 특정 각도(예:  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ )로 설계되었으며, 끝부분과 원주에 절삭날이 있습니다. 주로 베벨, 원뿔 표면 또는 각진 형상 가공에 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강철, 주철, 비철 금속 및 가공이 어려운 소재 가공에 적합합니다. 금형 제작, 항공우주 및 기계 가공 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 앵글 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작됩니다. 내열성과 서비스 수명을 향상시키기 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조와 재료, 작동 원리, 특성, 성능에 영향을 미치는 요인, 생산 공정, 유형 및 응용 분야를 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 앵글 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 앵글 밀링 커터는 일반적으로 직경 4~25mm, 길이 50~150mm, 날수 2~4 개, 그리고 가공 요건에 따라 맞춤 제작된 각도(일반적으로  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ )를 갖는 솔리드 초경 구조입니다. 블레이드의 기하학적 특성(예: 나선각  $30^{\circ}$ ~ $40^{\circ}$ , 경사각  $0^{\circ}$ ~ $5^{\circ}$ )은 각도 절삭을 최적화하며, 표면에는 최대  $1100^{\circ}\text{C}$ 의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3  $\mu\text{m}$ )을 적용할 수 있습니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드 입자 크기 0.2~1.0  $\mu\text{m}$ , 코발트(Co) 함량 5%~9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV 1800~2100, 공구 동축도  $\leq 0.003\text{mm}$ , 블레이드 정확도  $\pm 0.005\text{mm}$ .

### 2. 초경 앵글 밀링 커터의 작동 원리

앵글 툴 헤드는 회전하면서 가공물 궤적을 따라 절삭하여 베벨, 원뿔형 표면 또는 앵글 형상의 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100~400m/min,  $f_n$  0.02~0.06mm/tooth,  $a_p$  0.1~1.5mm입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량  $\geq 15\text{L/min}$ ) 또는 건식 절삭을 사용하여 온도를 제어합니다( $< 700^{\circ}\text{C}$ ).

### 3. 초경 앵글 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800~2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15\text{mm}$  (500~1000 시간), 수명 5~7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은  $1100^{\circ}\text{C}$ 의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

**고정밀** : 표면 거칠기 Ra 0.02~0.06  $\mu\text{m}$ , 각도 가공에 적합합니다.

**다용성** : 다양한 각도와 경사에 적용 가능합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도  $\geq 2200\text{MPa}$ , 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경 앵글 밀링 커터 성능 및 영향 요인

재료 비율, 각도 설정 및 절단 매개변수에 따른 성능

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%             | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-400m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 450m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.06mm/치아                 | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.08 절삭력이 25% 증가했습니다.          |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1~1.5mm, 진동이 너무 깊음           | 높은  | 0.5mm/층씩 적층                | ap 2mm 진동 증가 15%                  |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

## 5. 초경 앵글 밀링 커터 성능 생산 공정

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN 의 PVD 증착         | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

## 7. 초경 앵글 밀링 커터의 종류

표준 각도 밀링 커터 : 직경 4-15mm, Vc 150-400m/min, 일반 각도 가공에 적합합니다.

45° 각도 밀링 커터 : 직경 6-20mm, Vc 200-400m/min, 표준 베벨에 적합.

코팅 각도 밀링 커터 : AlTiN 코팅, Vc 300-400m/min, 수명 40%-50% 연장.

긴 모서리 각도 밀링 커터 : 모서리 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 각도 가공에 적합합니다.

조정 가능한 각도 밀링 커터 : 각도 30° -60° 조정 가능, Vc 100-350m/min, 맞춤형 요구 사항에 적합합니다.

## 6. 초경 앵글 밀링 커터의 적용

카바이드 각도 밀링 커터는 다음과 같은 각도 가공 기능 덕분에 다양한 산업에서 널리 사용됩니다.

금형 제작 :

사출 금형의 경사면을 가공합니다. 가공물 소재는 P20 강이며, Vc 200-400m/min, ap 0.1-1.5mm, fn 0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는 IT6 수준이며, Ra 0.02-0.04  $\mu\text{m}$  입니다. 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 계획입니다.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

#### 자동차 제조 :

실린더 본체의 경사면 가공 시, 가공물 재질은 주철이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.2-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth입니다. 효율은 20% 향상되었고,  $R_a$ 는 0.02-0.05  $\mu m$ 입니다.

#### 항공우주 :

티타늄 합금 날개의 경사면 가공,  $V_c$  200-400 m/min,  $a_p$  0.1-1 mm,  $f_n$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5 수준,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$ .

#### 에너지 장비 :

풍력 터빈 블레이드 금형의 경사면 구조 가공, 가공물 소재는 복합재,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

#### 전자 산업 :

휴대폰 케이스의 베벨 가공을 위한 가공물 소재는 알루미늄 합금이며,  $V_c$  300-500m/min,  $a_p$  0.1-0.8mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth입니다. 정확도는  $\pm 0.001$ mm,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$ 입니다.

#### 의료기기 :

티타늄 합금 인공관절의 베벨 형상 가공,  $V_c$  100-250 m/min,  $a_p$  0.1-0.5 mm,  $f_n$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $R_a$  0.01-0.02  $\mu m$ .

#### 방위 산업 :

미사일 포탄의 경사면 구조 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth를 적용하여 내마모성을 25% 향상시켰습니다.

#### 조선 산업 :

선체 판재의 베벨 형상 가공. 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth입니다. 내식성 코팅으로 수명을 30% 연장합니다.

#### 중장비 :

대형 기어의 베벨 변환 가공 시, 가공물 재질은 40CrNiMo 강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1mm,  $f_n$  0.04-0.07mm/tooth입니다. 사용 수명이 35% 향상되었습니다.

#### 석유화학 산업 :

밸브 바디 베벨 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 20% 향상.

#### 신에너지 산업 :

태양광 브래킷 베벨 접합 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth입니다. 효율이 15% 향상되었습니다.

#### 가구 제조 :

목재 판재의 베벨 장식 가공,  $V_c$  150-300 m/min,  $a_p$  0.2-1 mm,  $f_n$  0.03-0.06 mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$ .

#### 건설기계 :

굴삭기 암의 베벨 형상 가공, 가공물 재질은 35CrMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 수명 30% 연장.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT



## CTIA GROUP LTD

### 30 Years of Cemented Carbide Customization Experts

#### Core Advantages

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

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

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

#### Serving Customers

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

#### Service Commitment

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

#### Contact Us

**Email :** [sales@chinatungsten.com](mailto:sales@chinatungsten.com)

**Tel :** +86 592 5129696

**Official website :** [www.ctia.com.cn](http://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](http://www.ctia.com.cn)

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



## 카바이드 폼 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 포밍 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드의 형상은 특정 형상(예: 치형, 곡선 또는 복잡한 기하학적 형상)에 따라 설계됩니다. 절삭날은 끝부분과 원주에 있습니다. 주로 포밍 표면, 치형 홈 또는 복잡한 윤곽 형상 가공에 사용됩니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강, 주철, 비철 금속 및 가공이 어려운 소재 가공에 적합합니다. 기어 제조, 금형 가공 및 정밀 기계 산업에 널리 사용됩니다. 초경 포밍 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작되며, 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조와 재료, 작동 원리, 특성, 성능에 영향을 미치는 요인, 생산 공정, 유형 및 응용 분야를 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 성형 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 성형 밀링 커터는 일반적으로 직경 5~30mm, 길이 50~150mm, 날 2~6개(윤곽 복잡성에 따라 맞춤 제작)의 솔리드 초경 구조입니다. 커터 헤드 윤곽은 가공 요구 사항(예: 인벌류트 치형 또는 복잡한 곡선)에 따라 설계되며, 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각 30~40°, 경사각 0~5°)는 성형 절삭에 최적화되어 있습니다. 표면에는 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있으며, 내열성은 1100° C에 이릅니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.2~1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%~9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV 1800~2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 성형 밀링 커터의 작동 원리

회전하는 프로파일 커터 헤드는 가공물 궤적을 따라 절삭하여 특정 윤곽, 치형 홈 또는 복잡한 표면 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100~350m/min,  $f_n$  0.02~0.06mm/tooth,  $a_p$  0.1~1.5mm입니다. 냉각수(합성 절삭유 등, 유량 15L/min 이상) 또는 건식 절삭을 사용하여 온도를 제어합니다(700° C 미만).

### 3. 초경 성형 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800~2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500~1000 시간), 수명 5~7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100° C의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

**고정밀** : 표면 거칠기  $Ra$  0.02~0.06 μm, 복잡한 윤곽 가공에 적합합니다.

**다용성** : 다양한 성형 프로파일과 이빨 모양 요구 사항에 맞게 조정 가능합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도  $\geq 2200$  MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경합금 성형 밀링 커터의 성능 및 영향 요인

성능은 재료 혼합, 윤곽 복잡성 및 절단 매개변수의 영향을 받습니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

## 성파에 영향을 미치는 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%             | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-350m/분, 마모                 | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 400m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.06mm/치아                 | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.08 절삭력이 25% 증가했습니다.          |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1~1.5mm, 진동이 너무 깊음           | 높은  | 0.5mm/층씩 적층                | ap 2mm 진동 증가 15%                  |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

## 5. 초경 성형 밀링 커터 성능 생산 공정 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN 의 PVD 증착         | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

## 7. 초경 성형 밀링 커터의 종류

**표준 프로파일 밀링 커터** : 직경 5-15mm, Vc 150-350m/min, 일반 윤곽 가공에 적합합니다.

**인벌류트 프로파일 밀링 커터** : 직경 6-20mm, Vc 200-350m/min, 특히 기어 가공에 사용됩니다.

**코팅된 프로파일 밀링 커터** : AlTiN 코팅, Vc 250-350m/min, 수명 40%-50% 연장.

**긴 날 성형 밀링 커터** : 날 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 심형 성형 가공에 적합합니다.

**맞춤형 프로파일 밀링 커터** : 복잡한 윤곽도 맞춤 제작이 가능하며, Vc 100-350m/min 으로 특수 요구 사항에 적합합니다.

## 6. 초경 성형 밀링 커터의 적용

카바이드 형상 밀링 커터는 다음과 같이 복잡한 윤곽 가공 기능 덕분에 다양한 산업에서 널리 사용됩니다.

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**기어 제조 :**

인벌류트 치형 홈 가공, 가공물 재질은 20CrMnTi 강, Vc 200-350m/min, ap 0.1-1.5mm, fn 0.02-0.05mm/tooth. 정확도는 IT6 수준, Ra 0.02-0.04  $\mu$ m, 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간 15% 단축.

**금형 제작 :**

복잡한 곡면 금형 가공, 가공물 재질은 P20 강, Vc 150-300 m/min, ap 0.2-1 mm, fn 0.03-0.06 mm/tooth. 효율 20% 증가, Ra 0.02-0.05  $\mu$ m.

**항공우주 :**

티타늄 합금 블레이드 형상 가공, Vc 200-400 m/min, ap 0.1-1 mm, fn 0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5 수준, Ra 0.01-0.03  $\mu$ m.

**에너지 장비 :**

풍력 터빈 기어 성형 특징 가공, 가공물 소재는 42CrMo 강, Vc 150-300m/min, ap 0.5-1.5mm, fn 0.03-0.06mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

**전자 산업 :**

휴대폰 케이스의 복잡한 곡선 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며, Vc 250-400m/min, ap 0.1-0.8mm, fn 0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001$ mm, Ra 0.01-0.03  $\mu$ m 입니다.

**의료기기 :**

티타늄 합금 임플란트 성형 가공, Vc 100-250 m/min, ap 0.1-0.5 mm, fn 0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm, Ra 0.01-0.02  $\mu$ m.

**방위 산업 :**

미사일 부품의 복잡한 형상을 가공합니다. 가공물은 고강도강으로 제작되었으며, Vc 150-300m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.03-0.06mm/tooth 를 사용했습니다. 내마모성이 25% 향상되었습니다.

**조선 산업 :**

프로펠러 블레이드의 성형 형상 가공 시, 가공물 재질은 스테인리스강이며, Vc 150-300m/min, ap 0.5-1.5mm, fn 0.03-0.06mm/tooth 입니다. 내식성 코팅은 제품 수명을 30% 연장합니다.

**중장비 :**

대형 기어의 프로파일 표면 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강, Vc 150-300m/min, ap 0.5-1mm, fn 0.04-0.07mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

복잡한 밸브 바디 형상 가공, 가공물 재질은 스테인리스강, Vc 150-300m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.03-0.06mm/tooth. 내식성 20% 향상.

**신에너지 산업 :**

풍력 터빈 블레이드 성형 특징 가공, 가공물 소재는 복합재, Vc 200-350m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.03-0.06mm/tooth. 효율 15% 향상.

**가구 제조 :**

물딩 장식이 있는 목재 패널 가공, Vc 150-300 m/min, ap 0.2-1 mm, fn 0.03-0.06 mm/tooth. 표면 평활도 Ra 0.02-0.04  $\mu$ m.

**건설기계 :**

**COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT**

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

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

굴삭기 암의 성형 형상 가공. 가공물 소재는 35CrMo 강, Vc 150-300m/min, ap 0.5-1.5mm, fn 0.03-0.06mm/tooth. 수명 30% 연장.



1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



## 카바이드 스톨드 밀이란?

초경 스톨드 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 특수 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 나선형 홈 또는 다날 구조로 설계되었으며, 특정 나선산 형상을 가지고 있습니다. 주로 암나사 또는 수나사 가공에 사용됩니다. 초경합금의 높은 경도, 내마모성, 그리고 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강, 주철, 비철금속 및 난삭재 가공에 적합합니다. 기계 가공, 자동차 제조 및 정밀 기기 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 스톨드 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작되며, 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재료, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 나사 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 나사 밀링 커터는 일반적으로 직경 3~20mm, 길이 50~150mm, 날 수 2~6개(나사 사양에 따라 맞춤 제작)의 솔리드 초경 구조입니다. 커터 헤드는 나선형 홈 또는 다중 날 디자인을 갖추고 있으며, 피치와 각도(예: M3~M24 미터 나사)는 가공 요구 사양에 따라 맞춤 제작됩니다. 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각 30~40°, 경사각 0~5°)는 나사 절삭을 최적화합니다. 표면에는 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)을 적용할 수 있으며, 내열성은 1100° C에 이릅니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.2-1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%-9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV 1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 나사 밀링 커터의 작동 원리

나사 커터 헤드는 회전하면서 공작물 내부 구멍 또는 외부 표면의 나선형 트랙을 따라 절삭하여 나사 가공을 완료하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100-300m/min,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth,  $a_p$  0.1-1mm입니다. 냉각수(예: 합성 절삭유, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭을 사용하여 온도를 제어합니다(< 700° C).

### 3. 초경 나사 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100° C의 내열성을 가지고 있으며 중속 절단에 적합합니다.

**고정밀도** : 나사 허용 오차 최대 6H/6g, 표면 거칠기  $R_a$  0.02-0.06 μm.

**다용성** : 다양한 나사 유형 및 사양에 적합합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경 나사 밀링 커터 성능 및 영향 요인

성능은 재료 혼합, 나선산 피치 및 절삭 매개변수의 영향을 받습니다.

**성파에 영향을 미치는 요인 표**

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%             | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-300m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 350m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.05mm/치아                 | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.06 절삭력이 25% 증가했습니다.          |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1-1mm, 진동이 너무 깊음             | 높은  | 0.5mm/층씩 적층                | ap 1.5mm 진동 증가 15%                |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

## 5. 초경 나사 밀링 커터 성능 생산 공정 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

## 7. 초경 나사 밀링 커터의 종류

**표준 나사 밀링 커터** : 직경 3-15mm, Vc 150-300m/min, 일반 나사 가공에 적합합니다.  
**내부 나사 밀링 커터** : 직경 6-20mm, Vc 200-300m/min, 특히 내부 구멍 나사에 사용됩니다.

**코팅된 스레드 밀링 커터** : AlTiN 코팅, Vc 250-300m/min, 수명 40%-50% 연장.

**긴 날 나사 밀링 커터** : 날 길이 50-100mm, Vc 100-250m/min, 깊은 나사 가공에 적합합니다.

**조절식 나사 밀링 커터** : 조절 가능한 피치, Vc 100-300m/min, 맞춤형 요구 사항에 적합합니다.

## 6. 초경 나사 밀링 커터의 적용

카바이드 나사 밀링 커터는 다음과 같은 나사 가공 기능 덕분에 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

**가공 :**

샤프트의 암나사 가공, 가공물 재질은 45# 강, Vc 200-300m/min, ap 0.1-1mm, fn

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

0.02-0.04mm/tooth 입니다. 정확도는 6H, Ra 0.02-0.04  $\mu\text{m}$ 이며, 2025년 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 예정입니다.

**자동차 제조 :**

엔진 실린더 나사산 가공, 가공물 소재는 주철, Vc 150-250 m/min, ap 0.2-0.8 mm, fn 0.03-0.05 mm/tooth. 효율 20% 증가, Ra 0.02-0.05  $\mu\text{m}$ .

**항공우주 :**

티타늄 합금 부품의 나사산 가공, Vc 200-300 m/min, ap 0.1-0.6 mm, fn 0.02-0.04 mm/tooth. 정확도 6H, Ra 0.01-0.03  $\mu\text{m}$ .

**에너지 장비 :**

풍력 발전 장비용 나사산 연결부 가공, 가공물 재질은 42CrMo 강, Vc 150-250m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.03-0.05mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

**전자 산업 :**

휴대폰 하우징의 나사산 구멍 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며, Vc 250-300m/min, ap 0.1-0.5mm, fn 0.02-0.04mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001\text{mm}$ , Ra 0.01-0.03  $\mu\text{m}$  입니다.

**의료기기 :**

티타늄 합금 임플란트의 나사산 형상 가공, Vc 100-200 m/min, ap 0.1-0.4 mm, fn 0.02-0.03 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003\text{ mm}$ , Ra 0.01-0.02  $\mu\text{m}$ .

**방위 산업 :**

미사일 부품 나사산 가공, 가공물 소재는 고강도강, Vc 150-250m/min, ap 0.2-0.8mm, fn 0.03-0.05mm/tooth. 내마모성 25% 향상.

**조선 산업 :**

선체 나사 연결부 가공, 가공물 재질은 스테인리스강, Vc 150-250m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.03-0.05mm/tooth. 내식성 코팅으로 수명이 30% 연장됩니다.

**중장비 :**

대형 기어 샤프트의 나사산 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강, Vc 150-250m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.03-0.06mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

밸브 몸체 나사산 가공, 가공물 재질은 스테인리스강, Vc 150-250m/min, ap 0.2-0.8mm, fn 0.03-0.05mm/tooth. 내식성 20% 향상.

**신에너지 산업 :**

풍력 터빈의 나사산 연결부 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금, Vc 200-300m/min, ap 0.2-0.8mm, fn 0.03-0.05mm/tooth. 효율 15% 향상.

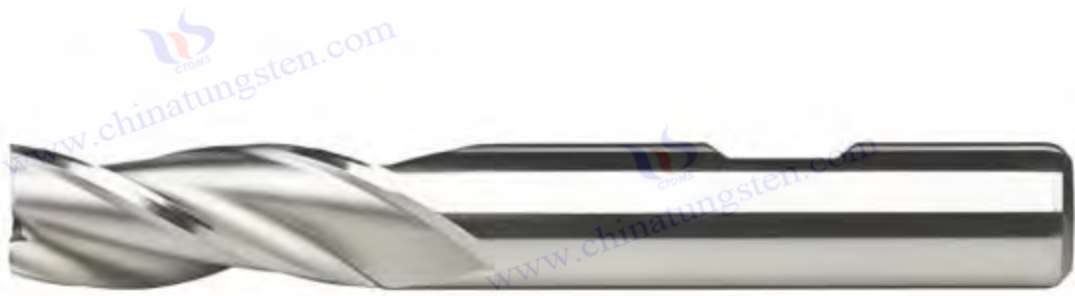
**가구 제조 :**

목재 부품의 실 장식 가공, Vc 150-250 m/min, ap 0.2-0.6 mm, fn 0.03-0.05 mm/tooth. 표면 평활도 Ra 0.02-0.04  $\mu\text{m}$ .

**건설기계 :**

굴삭기 샤프트 나사산 가공, 가공물 재질은 35CrMo 강, Vc 150-250m/min, ap 0.3-1mm, fn 0.03-0.05mm/tooth. 수명 30% 연장.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT





## 카바이드 드릴 커터란 무엇인가요?

초경 드릴 및 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 다기능 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 드릴링과 밀링 기능을 결합하고, 중앙 절삭날과 외측 절삭날을 가지며, 주로 드릴링, 밀링, 챔퍼링 또는 홈 가공에 사용됩니다. 초경합금의 높은 경도, 내마모성, 그리고 뛰어난 절삭 성능을 결합하여 강, 주철, 비철 금속 및 난삭재 가공에 적합합니다. 기계 가공, 금형 제작, 항공우주 산업 등에서 널리 사용됩니다. 초경 드릴 및 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작되며, 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 다축 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도에 대해 간략하게 요약합니다.

### 1. 시멘트 초경 드릴링 및 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 드릴 및 밀 커터는 일반적으로 직경 3~20mm, 길이 50~150mm, 날 2~4 개를 가진 솔리드 초경 구조입니다. 커터 헤드는 중앙 드릴 팁과 나선형 주변 블레이드로 구성됩니다. 블레이드 형상(예: 30~45°의 나선각, 0~5°의 경사각)은 드릴링 및 밀링 작업을 최적화합니다. 표면은 최대 1100° C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)으로 코팅할 수 있습니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.2~1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%~9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV 1800~2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 드릴링 및 밀링 커터의 작동 원리

커터 헤드는 회전을 통해 먼저 공작물에 드릴링하여 홀 가공을 완료한 후, 측면 채적을 따라 홈 또는 챔퍼를 밀링하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100~400m/min,  $f_n$  0.02~0.06mm/tooth,  $a_p$  0.1~2mm입니다. 냉각수(예: 합성 절삭유, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭을 사용하여 온도를 제어합니다(< 700° C).

### 3. 초경 드릴링 및 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800~2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500~1000 시간), 수명 5~7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100° C의 내열성을 가지고 있으며 중·고속 절단에 적합합니다.

**고정밀도** : 조리개 허용 오차 ±0.01 mm, 표면 거칠기  $R_a$  0.02~0.06 μm.

**다용성** : 드릴링과 밀링 기능을 결합하여 공구 교체를 줄입니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경 드릴링 및 밀링 커터 성능 및 영향 요인

성능은 재료 혼합, 절삭 깊이 및 매개변수의 영향을 받습니다.

#### 4.1 성과 영향 요인 표

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%             | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-400m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 450m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.06mm/치아                 | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.08 절삭력이 25% 증가했습니다.          |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1-2mm, 진동이 너무 깊음             | 높은  | 1mm/층씩 적층                  | ap 2.5mm 진동 증가 15%                |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

## 5. 초경 드릴링 및 밀링 커터 성능 생산 공정 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

## 7. 초경 드릴링 및 밀링 커터의 종류

**표준 드릴링 및 밀링 커터** : 직경 3-15mm, Vc 150-400m/min, 일반 드릴링 및 밀링에 적합합니다.

**단날 드릴 및 밀링 커터** : 직경 4-10mm, Vc 200-400m/min, 얇은 구멍 가공에 적합합니다.

**코팅된 드릴링 및 밀링 커터** : AlTiN 코팅, Vc 300-400m/min, 수명 40%-50% 연장.

**긴 날 드릴 및 밀링 커터** : 날 길이 50-100mm, Vc 100-300m/min, 깊은 구멍 드릴링 및 밀링에 적합합니다.

**조절 가능한 드릴링 및 밀링 커터** : 각도와 길이 조절 가능, Vc 100-350m/min, 맞춤형 요구 사항에 적합.

## 6. 초경 드릴링 및 밀링 커터의 적용

카바이드 드릴과 밀링 커터는 다음과 같은 다용성으로 인해 다양한 산업 분야에서 널리 사용됩니다.

**가공 :**

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

샤프트의 구멍과 슬롯 가공, 가공물 재질은 45# 강,  $V_c$  200-400m/min,  $a_p$  0.1-1.5mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는 IT6,  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$  이며, 2025 년 AI 최적화를 통해 가공 시간이 15% 단축될 예정입니다.

**자동차 제조 :**

실린더 블록 드릴링 및 챔퍼링, 가공물 재질은 주철,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.2-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 효율 20% 증가,  $R_a$  0.02-0.05  $\mu m$ .

**항공우주 :**

티타늄 합금 부품의 구멍 및 홈 가공,  $V_c$  200-400 m/min,  $a_p$  0.1-1 mm,  $f_n$  0.02-0.05 mm/tooth. 정확도 IT5,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$ .

**에너지 장비 :**

풍력 터빈 샤프트의 깊은 구멍 가공. 가공물 재질은 42CrMo 강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

**전자 산업 :**

휴대폰 하우징의 구멍과 슬롯 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  300-400m/min,  $a_p$  0.1-0.8mm,  $f_n$  0.02-0.05mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $R_a$  0.01-0.03  $\mu m$  입니다.

**의료 장비 :**

티타늄 합금 임플란트의 드릴링 및 챔퍼링,  $V_c$  100-250 m/min,  $a_p$  0.1-0.5 mm,  $f_n$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $R_a$  0.01-0.02  $\mu m$ .

**방위 산업 :**

미사일 부품의 구멍과 슬롯 가공, 가공 소재는 고강도강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내마모성 25% 향상.

**조선 산업 :**

선체 플레이트의 구멍과 홈 가공. 가공물 재질은 스테인리스강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. 내식성 코팅으로 수명을 30% 연장합니다.

**중장비 :**

대형 기어 샤프트용 홀 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-2mm,  $f_n$  0.04-0.07mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

밸브 몸체의 구멍과 홈 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.3-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 내식성 20% 향상.

**신에너지 산업 :**

풍력 터빈 블레이드 루트에 구멍을 가공합니다. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  는 200-350m/min,  $a_p$  는 0.3-1mm,  $f_n$  은 0.03-0.06mm/tooth 입니다. 효율이 15% 향상되었습니다.

**가구 제조 :**

목재판에 구멍 및 홈 가공,  $V_c$  150-300m/분,  $a_p$  0.2-1mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth. 표면 평활도  $R_a$  0.02-0.04  $\mu m$ .

**건설기계 :**

굴삭기 암에 구멍을 가공합니다. 가공물 재질은 35CrMo 강이며,  $V_c$  150-300m/min,  $a_p$  0.5-1.5mm,  $f_n$  0.03-0.06mm/tooth 입니다. 수명이 30% 연장되었습니다.

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT





## 카바이드 조날 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 러프 톱니 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 적은 수의 날(일반적으로 2~6개)과 넓은 날 간격을 가지고 있습니다. 고이송 및 황삭 가공에 적합하도록 설계되었습니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강, 주철 및 난삭재 가공에 적합합니다. 기계 가공, 중공업 및 금형 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 러프 톱니 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작됩니다. 내열성과 수명을 향상시키기 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 머시닝 센터에 적합합니다. 다음 내용은 구조 및 재질, 작동 원리, 특성, 성능 영향 요인, 생산 공정, 유형 및 용도를 간략하게 요약합니다.

### 1. 초경 조치 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 황삭 밀링 커터는 일반적으로 직경 10~50mm, 길이 50~200mm, 그리고 날 간격이 더 넓은 2~6개의 날을 가진 솔리드 초경 구조입니다. 블레이드 형상(예: 나선각 30~45°, 경사각 5~10°)은 황삭 가공에 최적화되어 있으며, 표면은 최대 1100°C의 내열성을 가진 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3μm)으로 코팅될 수 있습니다.

#### 재료 구성

텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기는 0.2~1.0 μm 이고, 코발트(Co) 함량은 6~10%이며, TaC를 첨가하여 내마모성을 향상시켰습니다.

#### 구조적 특징

단단한 초경 경도 HV 1800-2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 절삭날 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 조날 밀링 커터의 작동 원리

조대 날 커터 헤드는 회전을 통해 높은 이송 속도로 공작물을 절삭하고, 많은 양의 소재를 제거하며, 평면, 홈 또는 슬더의 황삭 가공을 완료합니다. 칩은 더 넓은 치간을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  100-300m/min,  $f_n$  0.1-0.3mm/tooth,  $a_p$  1-5mm 입니다. 절삭유(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 20L/min) 또는 건식 절삭을 사용하여 온도(< 700°C)를 제어하고, AI 최적화 및 센서 모니터링을 통해 절삭 효율이 15-20% 향상되고 정확도가 IT7-IT9 수준에 도달합니다.

### 3. 초경 조날 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800-2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500-1000 시간), 수명 5-7 배 연장.

**우수한 내열성** : 코팅은 1100°C의 내열성을 가지고 있으며 고속 절단에 적합합니다.

**높은 효율성** : 큰 이빨 간격은 거친 가공과 높은 금속 제거율에 적합합니다.

**다용성** : 다양한 거친 가공 요구 사항에 적합합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경 조치 밀링 커터의 성능 및 영향 요인

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

성능은 재료 비율, 이빨 수, 절삭 매개변수의 영향을 받습니다.

#### 4.1 성과 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 6%-10%, 경도와 인성의 균형             | 높은  | 정확도 6%, 건고성 10%            | 6% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 100-300m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 350m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.1-0.3mm/치아                   | 높은  | 거친 가공 0.2mm/치아             | fn 0.4 절삭력 30% 증가                 |
| 절삭 깊이 (ap) | 1-5mm, 진동이 너무 깊음               | 높은  | 2.5mm/층씩 적층                | ap 6mm 진동이 18% 증가했습니다.            |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

#### 5. 초경 조치 밀링 커터 성능 생산 공정

##### 생산 공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 불밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 $\leq$ 0.05 $\mu\text{m}$  |
| 코팅       | AlTiN 의 PVD 증착         | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

#### 7. 초경 조치 밀링 커터의 종류

표준 거친 이빨 밀링 커터 : 직경 10-30mm, Vc 150-300m/min, 일반적인 거친 가공에 적합합니다.

대구경 거친 이빨 밀링 커터 : 직경 30-50mm, Vc 100-250m/min, 중공업 가공에 적합합니다.

코팅된 거친 이빨 밀링 커터 : AlTiN 코팅, Vc 200-300m/min, 수명 40%-50% 연장.

긴 날의 거친 이빨 밀링 커터 : 날 길이 50-150mm, Vc 100-200m/min, 깊은 홈 거친 가공에 적합합니다.

조절 가능한 거친 이빨 밀링 커터 : 이빨 간격 조절 가능, Vc 100-300m/min, 맞춤형 요구 사항에 적합.

#### 6. 초경 조치 밀링 커터의 적용

초경 러핑 밀링 커터는 다음과 같이 고효율 러핑 기능으로 인해 다양한 산업에서

##### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

널리 사용됩니다.

**가공 :**

공작기계 베드의 황삭 가공, 가공물 재질은 HT250 주철, Vc 200-300m/min, ap 2-5mm, fn 0.1-0.2mm/tooth. 정확도 IT7, Ra 0.04-0.08  $\mu$ m, 2025 년 AI 최적화로 가공 시간 15% 단축.

**자동차 제조 :**

원통형 본체의 거친 홈 가공, 가공물 재질은 주철, Vc 150-250 m/min, ap 1-3 mm, fn 0.15-0.25 mm/tooth. 효율 20% 증가, Ra 0.04-0.07  $\mu$ m.

**항공우주 :**

티타늄 합금 블랭크 가공, Vc 200-300 m/min, ap 1-4 mm, fn 0.1-0.2 mm/tooth. 정확도 IT8, Ra 0.03-0.06  $\mu$ m.

**에너지 장비 :**

풍력 타워의 거친 표면을 가공합니다. 가공 소재는 Q345 강철이며, Vc 150-250m/min, ap 2-5mm, fn 0.15-0.3mm/tooth 입니다. IoT 모니터링을 통해 2025 년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있습니다.

**전자 산업 :**

대형 새시의 거친 홈 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금, Vc 250-300m/min, ap 1-2mm, fn 0.1-0.2mm/tooth. 정확도  $\pm 0.01$ mm, Ra 0.03-0.05  $\mu$ m.

**의료 장비 :**

스테인리스강 블랭크 가공, Vc 100-200 m/min, ap 1-3 mm, fn 0.1-0.2 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.005$  mm, Ra 0.03-0.04  $\mu$ m.

**방위 산업 :**

장갑관의 거친 표면을 가공하는 경우, 가공물은 고강도 강철을 사용하며, Vc 는 150~250m/min, ap 는 2~4mm, fn 은 0.15~0.25mm/tooth 입니다. 내마모성이 25% 향상되었습니다.

**조선 산업 :**

선체에 거친 홈을 가공합니다. 가공물 재질은 AH36 강이며, Vc 150-250m/min, ap 2-5mm, fn 0.15-0.3mm/tooth 입니다. 내식성 코팅으로 수명을 30% 연장합니다.

**중장비 :**

대형 기어의 거친 표면 가공, 가공물 재질은 40CrNiMo 강, Vc 150-250m/min, ap 2-5mm, fn 0.2-0.3mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

파이프라인 플랜지의 거친 표면을 가공합니다. 가공물 재질은 스테인리스강이며, Vc 는 150-250m/min, ap 는 2-4mm, fn 은 0.15-0.25mm/tooth 입니다. 내식성이 20% 향상되었습니다.

**신에너지 산업 :**

풍력 터빈 블레이드의 미가공 블랭크 가공. 가공물은 복합 소재이며, Vc 200-300m/min, ap 1-3mm, fn 0.1-0.2mm/tooth 입니다. 효율이 15% 향상되었습니다.

**가구 제조 :**

목재판의 거친 홈 가공, Vc 150-250m/min, ap 1-2mm, fn 0.15-0.25mm/tooth. 표면 평활도 Ra 0.04-0.06  $\mu$ m.

**건설기계 :**

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

굴삭기 암의 거친 표면을 가공합니다. 가공물 재질은 35CrMo 강이며,  $V_c$  150-250m/min,  $a_p$  2-4mm,  $f_n$  0.15-0.25mm/tooth 입니다. 수명이 30% 연장되었습니다.





## 카바이드 미세 이빨 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 미세날 밀링 커터는 초경 소재로 제작된 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 다수의 날(일반적으로 6~20 개)을 가지고 있으며, 날 간격이 좁습니다. 정삭 및 고정밀 가공에 적합하도록 설계되었습니다. 초경 합금의 높은 경도, 내마모성, 그리고 뛰어난 절삭 성능을 결합한 제품입니다. 강, 주철, 비철 금속 및 난삭재 가공에 적합합니다. 금형 제작, 항공우주 및 정밀 기계 산업에서 널리 사용됩니다. 초경 미세날 밀링 커터는 텅스텐 카바이드(WC)를 주요 경질상으로, 코발트(Co)를 결합상으로 사용합니다. 분말 야금 및 정밀 연삭 공정으로 제작됩니다. 내열성과 수명 향상을 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. CNC 공작 기계 및 머시닝 센터에 적합합니다.

### 1. 초경 미세날 밀링 커터의 구조 및 재료

초경 미세 날 밀링 커터는 일반적으로 직경 4~30mm, 길이 50~150mm, 날 수 6~20 개(날 간격은 더 좁음)의 솔리드 초경 구조입니다. 블레이드 형상(예: 나선각 30~40°, 경사각 0~5°)은 정삭 가공에 최적화되어 있으며, 표면은 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 2~3 μm)으로 코팅할 수 있으며, 최대 1100°C의 내열성을 가집니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드(WC) 입자 크기 0.2~1.0 μm, 코발트(Co) 함량 5%~9%, 내마모성을 강화하기 위해 TaC 첨가.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV 1800~2100, 공구 동축도 ≤ 0.003mm, 블레이드 정확도 ±0.005mm.

### 2. 초경 미세날 밀링 커터의 작동 원리

회전하는 미세 톱니 커터 헤드는 낮은 이송 속도로 공작물을 절삭하여 평면, 홈 또는 복잡한 형상의 정삭을 완료하고, 칩은 작은 톱니 간격을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  150~500m/min,  $f_n$  0.02~0.06mm/tooth,  $a_p$  0.1~1.5mm 입니다. 냉각수(합성 절삭유 등, 유량 ≥ 15L/min) 또는 건식 절삭을 사용하여 온도(< 700°C)를 제어합니다.

### 3. 초경 미세날 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1800~2100, HRC 60 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.15$  mm (500~1000 시간), 수명 5~7 배 연장.

**뛰어난 내열성** : 코팅은 1100°C의 내열성을 가지고 있으며 고속 정밀 절단에 적합합니다.

**고정밀** : 표면 거칠기  $Ra$  0.02~0.04 μm, 마무리에 적합합니다.

**다용성** : 다양한 마무리 요구 사항에 맞게 조정 가능합니다.

**진동 저항성** : 굽힘 강도 ≥ 2200 MPa, 진동을 감소시킵니다.

### 4. 초경합금 미세날 밀링 커터의 성능 및 영향 요인

성능은 재료 비율, 이빨 수, 절삭 매개변수의 영향을 받습니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

#### 4.1 성과 영향 요인 표

| 영향 요인      | 설명하다                           | 영향  | 최적화 제안                     | 데이터 지원                            |
|------------|--------------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|
| 코발트 함량     | 5%-9%, 경도와 인성의 균형              | 높은  | 정확도 5%, 견고성 9%             | 5% 코 HV 1900                      |
| 절삭 속도 (Vc) | 150-500m/min, 과도한 마모           | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%              | Vc 550m/min 마모 7%                 |
| 이송 속도 (fn) | 0.02-0.06mm/치아                 | 가운데 | 마무리 0.02mm/치아              | fn 0.08 절삭력이 25% 증가했습니다.          |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.1~1.5mm, 진동이 너무 깊음           | 높은  | 0.5mm/층씩 적층                | ap 2mm 진동 증가 15%                  |
| 코팅 두께      | 2-3 $\mu\text{m}$ , 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 2.2-2.5 $\mu\text{m}$ | < 2 $\mu\text{m}$ 내열성이 10% 감소합니다. |

#### 5. 초경 미세날 밀링 커터 성능 생산 공정

##### 5.1 생산공정표

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수                | 시간/조건                | 목표/결과    | 기술 지표                        |
|----------|------------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| 원료 혼합    | 불밀 300-400 rpm         | 40~60 시간             | 균일하게 분산됨 | CV < 2%                      |
| 누르기      | 200~250MPa             | 20~30 초              | 블랭크 성형   | 밀도 14-15.5 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1550° C, HIP      | 2~3 시간               | 고밀화      | 밀도 99%-99.8%                 |
| 블레이드 트리밍 | 다이아몬드 연삭 휠 #1000-#1200 | 0.002-0.005mm 트리밍    | 정확도 최적화  | 라 ≤ 0.05 $\mu\text{m}$       |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착          | 두께 2-3 $\mu\text{m}$ | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                    |

#### 7. 초경 미세날 밀링 커터의 종류

표준 미세날 밀링 커터 :  $\emptyset$  4-15 mm, Vc 200-500 m/min, 일반 마무리에 적합합니다.

소구경 미세 이빨 밀링 커터 : 직경 4-10mm, Vc 250-500m/min, 마이크로 가공에 적합합니다.

코팅된 미세날 밀링 커터 : AlTiN 코팅, Vc 300-500m/min, 수명 40%-50% 연장.

긴 날 미세 이빨 밀링 커터 : 날 길이 50-100mm, Vc 150-400m/min, 깊은 홈 마무리에 적합합니다.

조절 가능한 미세 이빨 밀링 커터 : 이빨 간격은 조절 가능하며 Vc 150-450m/min으로 사용자 정의 요구 사항에 적합합니다.

#### 6. 초경 미세날 밀링 커터의 적용

초경 미세날 밀링 커터는 다음과 같이 고정밀 마감 성능으로 인해 다양한 산업

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

분야에서 널리 사용됩니다.

**금형 제작 :**

사출 금형의 미세 표면 가공. 가공물 소재는 P20 강이며,  $V_c$  200-400m/min,  $ap$  0.1-1mm,  $fn$  0.02-0.04mm/tooth 입니다. 정확도는 IT5,  $Ra$  0.02-0.03  $\mu m$ 이며, 2025년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간을 15% 단축할 계획입니다.

**자동차 제조 :**

실린더 본체의 미세 홈 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  300-500m/min,  $ap$  0.2-0.8mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth. 효율 20% 증가,  $Ra$  0.02-0.03  $\mu m$ .

**항공우주 :**

티타늄 합금 날개 표면 가공,  $V_c$  250-400 m/min,  $ap$  0.1-0.6 mm,  $fn$  0.02-0.04 mm/tooth. 정확도 IT4,  $Ra$  0.01-0.02  $\mu m$ .

**에너지 장비 :**

풍력 터빈 블레이드 금형 표면 마감 가공, 가공물 소재는 복합 소재,  $V_c$  200-400m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth. IoT 모니터링을 통해 2025년까지 폐기물을 10% 줄일 수 있을 것으로 예상됩니다.

**전자 산업 :**

휴대폰 케이스의 정밀 홈 가공. 가공물 재질은 알루미늄 합금이며,  $V_c$  400-500m/min,  $ap$  0.1-0.5mm,  $fn$  0.02-0.04mm/tooth 입니다. 정확도는  $\pm 0.001mm$ ,  $Ra$  0.01-0.02  $\mu m$  입니다.

**의료 장비 :**

티타늄 합금 임플란트 표면 가공,  $V_c$  150-250 m/min,  $ap$  0.1-0.4 mm,  $fn$  0.02-0.03 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0003$  mm,  $Ra$  0.01-0.02  $\mu m$ .

**방위 산업 :**

미사일 부품 표면 가공 시, 가공 소재는 고강도강으로  $V_c$  200-300m/min,  $ap$  0.2-0.8mm,  $fn$  0.02-0.04mm/tooth 를 적용했습니다. 내마모성이 25% 향상되었습니다.

**조선 산업 :**

선체 홈 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  200-300m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth. 부식 방지 코팅으로 수명이 30% 연장됩니다.

**중장비 :**

대형 기어 표면 가공, 가공물 재질 40CrNiMo 강,  $V_c$  200-300m/min,  $ap$  0.3-1mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth. 수명 35% 연장.

**석유화학 산업 :**

밸브 바디 표면 가공, 가공물 재질은 스테인리스강,  $V_c$  200-300m/min,  $ap$  0.2-0.8mm,  $fn$  0.02-0.04mm/tooth 가공. 내식성 20% 향상.

**신에너지 산업 :**

풍력 터빈 블레이드 표면 마감 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  250-400m/min,  $ap$  0.2-0.8mm,  $fn$  0.02-0.05mm/tooth. 효율 15% 향상.

**가구 제조 :**

목재 패널 홈 가공,  $V_c$  200-300 m/min,  $ap$  0.2-0.6 mm,  $fn$  0.02-0.04 mm/tooth. 표면 평활도  $Ra$  0.02-0.03  $\mu m$ .

**건설기계 :**

굴삭기 암의 미세 표면 가공, 가공물 재질은 35CrMo 강,  $V_c$  200-300m/min,  $ap$  0.3-

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

1mm, fn 0.02-0.05mm/tooth. 수명 30% 연장.



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](http://www.ctia.com.cn)

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



## 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터란 무엇입니까?

테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터는 초경합금 또는 초미립 초경합금 소재로 제작된 정밀 절삭 공구입니다. 커터 헤드는 테이퍼 형상으로 설계되었으며, 직경은 매우 작습니다(일반적으로 0.1~6mm이며, 시중에서 판매되는 최소 직경은 0.08mm에 달할 수 있습니다). 주로 미세 테이퍼 표면, 챔퍼 또는 미세 윤곽 가공에 사용됩니다. 높은 경도, 내마모성, 뛰어난 절삭 성능을 갖추고 있으며, 강철, 티타늄 합금, 비철 금속 및 가공이 어려운 소재 가공에 적합합니다. 마이크로 금형 제조, 전자 부품 가공 및 의료 기기 산업에서 널리 사용됩니다. 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터는 주요 경질상으로 텅스텐 카바이드(WC)를, 결합상으로 코발트(Co)를 사용합니다. 분말 야금 및 초정밀 연삭 공정을 통해 제작됩니다. 내열성과 사용 수명을 향상시키기 위해 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 적용되는 경우가 많습니다. 고정밀 CNC 공작 기계 및 미세 가공 장비에 적합합니다.

### 1. 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터의 구조 및 재료

테이퍼형 마이크로 직경 밀링 커터는 일반적으로 직경 0.1~6mm(시중에서 판매되는 최소 직경은 0.08mm), 길이 38~100mm, 날 수 2~4 개의 솔리드 카바이드 구조로 제작됩니다. 커터 헤드는 원뿔형이며, 테이퍼 각도(일반적으로 5~30°)는 가공 요구 사항에 따라 맞춤 제작됩니다. 블레이드 형상 매개변수(예: 나선각 20~40°, 경사각 0~5°)는 마이크로 절삭을 최적화합니다. 표면에는 AlTiN 또는 TiCN 코팅(두께 1~2 μm)을 적용할 수 있으며, 내열성은 1000° C에 이릅니다.

**소재 구성** : 텅스텐 카바이드 입자 크기 0.2~0.5 μm, 코발트(Co) 함량 4%~8%, 내마모성을 높이기 위해 TaC 또는 NbC를 첨가했습니다.

**구조적 특징** : 전체 초경 경도 HV1900~2200, 공구 동축도 ≤ 0.002, 블레이드 정확도 ±0.002mm.

### 2. 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터의 작동 원리

고속 회전을 통해 원뿔형 공구 헤드는 가공물 궤적을 따라 절삭하여 미세 원뿔 표면, 챔퍼 또는 복잡한 형상을 완성하고, 칩은 나선형 홈을 통해 배출됩니다. 절삭 조건은  $V_c$  50~300m/min,  $f_n$  0.005~0.02mm/tooth,  $a_p$  0.01~0.5mm입니다. 고정밀 절삭유(예: 미세 윤활, 유량 ≤ 5L/min) 또는 건식 절삭을 사용하여 온도를 제어합니다(< 600° C). 2025년에는 AI 최적화 및 센서 모니터링과 결합하여 절삭 효율이 15~20% 향상되고 정확도는 IT4~IT6 수준에 도달할 것으로 예상됩니다.

### 3. 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터의 특성

**초고경도** : HV 1900~2200, HRC 65 이하의 소재에 적합합니다.

**우수한 내마모성** :  $VB \leq 0.1$  mm (300~800 시간), 수명 5~8 배 연장.

**뛰어난 내열성** : 코팅은 1000° C의 내열성을 가지고 있으며 고속 마이크로 절단에 적합합니다.

**고정밀도** : 표면 거칠기  $R_a$  0.01~0.03 μm, 테이퍼 허용 오차 ±0.005 mm.

**소형화** : 작은 직경은 미세 가공 요구 사항에 적합합니다.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

진동 저항성 : 굽힘 강도  $\geq 2300$  MPa, 미세 진동을 감소시킵니다.

#### 4. 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터의 성능 및 영향 요인

| 영향 요인      | 설명하다                    | 영향  | 최적화 제안               | 데이터 지원                      |
|------------|-------------------------|-----|----------------------|-----------------------------|
| 코발트 함량     | 4%-8%, 경도와 인성의 균형       | 높은  | 정확도 4%, 견고성 8%       | 4% 코 HV 2000                |
| 절삭 속도 (Vc) | 50-300m/분, 과도한 마모       | 가운데 | 경질재료 마이너스 10%        | Vc 350m/min 마모 8%           |
| 이송 속도 (fn) | 0.005-0.02mm/치아         | 가운데 | 마무리 0.005mm/치아       | fn 0.03 절삭력이 20% 증가했습니다.    |
| 절삭 깊이 (ap) | 0.01~0.5mm, 진동이 너무 깊음   | 높은  | 0.2mm/층씩 적층          | ap 0.7 mm 진동이 15% 증가했습니다.   |
| 코팅 두께      | 1-2 $\mu$ m, 너무 두껍고 벗겨짐 | 가운데 | 최적화된 1.2-1.5 $\mu$ m | < 1 $\mu$ m 내열성이 10% 감소합니다. |

#### 5. 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터의 성능 및 생산 공정 흐름도

| 프로세스 단계  | 장비/매개변수              | 시간/조건             | 목표/결과    | 기술 지표                          |
|----------|----------------------|-------------------|----------|--------------------------------|
| 원료 혼합    | 볼밀 400-500 rpm       | 50~70 시간          | 균일하게 분산됨 | CV < 1.5%                      |
| 누르기      | 250~300MPa           | 15~25 초           | 블랭크 성형   | 밀도 14.5-15.8 g/cm <sup>3</sup> |
| 소결       | 1450-1600° C, HIP    | 2~4 시간            | 고밀화      | 밀도 99.5%-99.9%                 |
| 블레이드 트리밍 | 조정밀 연삭 휠 #1500-#2000 | 0.001-0.003mm 트리밍 | 정확도 최적화  | 라 $\leq 0.02$ $\mu$ m          |
| 코팅       | AlTiN의 PVD 증착        | 두께 1-2 $\mu$ m    | 내열성 향상   | 접착력 > 70N                      |

#### 7. 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터의 유형

표준 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터 : 직경 0.1-3mm, Vc 100-300m/min, 일반 마이크로 가공에 적합합니다.

높은 테이퍼 각도의 마이크로 직경 밀링 커터 : 테이퍼 각도 20° -30° , Vc 50-200 m/min, 깊은 테이퍼 가공에 적합합니다.

코팅된 마이크로 직경 밀링 커터 : AlTiN 코팅, Vc 150-300 m/min, 수명 40%-50% 연장.

초미세 밀링 커터 : 직경 0.1-1mm, Vc 50-150m/min, 초미세 가공에 적합합니다.

조절식 테이퍼 밀링 커터 : 원뿔 각도 조절 가능, Vc 50-250m/min, 맞춤형 요구 사항에 적합합니다.

#### 6. 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터의 적용

테이퍼형 마이크로 직경 밀링 커터는 다음과 같이 소형화 및 고정밀 가공 기능으로 인해 다양한 산업에서 널리 사용됩니다.

금형 제작 :

마이크로 금형 원뿔형 홈 가공, 가공물 재질은 SKD11 강, Vc 100-200m/min, ap 0.01-0.3mm, fn 0.005-0.01mm/tooth. 정확도 IT4, Ra 0.01-0.02  $\mu$ m, 2025 년까지 AI 최적화를 통해 가공 시간 15% 단축.

전자 산업 :

휴대폰 카메라의 챔퍼 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금, Vc 200-300 m/min, ap 0.01-0.2 mm, fn 0.005-0.01 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.001$  mm, Ra 0.01-0.02  $\mu$ m.

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**항공우주 :**

티타늄 합금 미세 원뿔형 홀 가공,  $V_c$  100-200 m/min,  $a_p$  0.01-0.4 mm,  $f_n$  0.005-0.01 mm/tooth. 정확도 IT5,  $R_a$  0.01-0.02  $\mu m$ .

**의료 장비 :**

티타늄 합금 임플란트의 원뿔형 형상 가공,  $V_c$  50-150 m/min,  $a_p$  0.01-0.2 mm,  $f_n$  0.005-0.008 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0002$  mm,  $R_a$  0.01  $\mu m$ .

**방위 산업 :**

마이크로 미사일 부품의 원뿔형 홈 가공, 가공물 소재는 고강도강,  $V_c$  100-200m/min,  $a_p$  0.02-0.3mm,  $f_n$  0.005-0.01mm/tooth. 내마모성 25% 향상.

**신에너지 산업 :**

마이크로 태양전지 브래킷의 원뿔형 구멍 가공, 가공물 재질은 알루미늄 합금,  $V_c$  150-250m/min,  $a_p$  0.01-0.3mm,  $f_n$  0.005-0.01mm/tooth. 효율 15% 향상.

**정밀 기기 :**

광학 부품의 원뿔 표면 가공, 가공물 재질은 유리 세라믹,  $V_c$  50-150 m/min,  $a_p$  0.01-0.2 mm,  $f_n$  0.005-0.01 mm/tooth. 정확도  $\pm 0.0005$  mm,  $R_a$  0.01  $\mu m$ .

## 초경 밀링 커터의 특성 및 차이점

초경 성형 밀링 커터, 나사 밀링 커터, 드릴 밀링 커터, 조치 밀링 커터, 미세치 밀링 커터, 테이퍼 미세 직경 밀링 커터의 특성을 비교하고, 그 특성과 유사점 및 차이점을 나열합니다.

### 초경 밀링 커터의 특성 및 차이점

| 유형                | 주요 특징                          | 적용 가능한 처리     | 직경 범위 (mm) | 이빨의 수 | 절삭 속도 (Vc, m/min) | 이송 속도 (fn, mm/이) | 절삭 깊이 (ap, mm) | 경도 (HV)   | 내열성 (° C) | 표면 거칠기 (Ra, μm) | 주요 적용 분야      |
|-------------------|--------------------------------|---------------|------------|-------|-------------------|------------------|----------------|-----------|-----------|-----------------|---------------|
| 폼 밀링 커터           | 특정 윤곽 커터 헤드, 복잡한 표면 처리         | 성형면, 틈니 홈     | 5 시 30 분   | 2-6   | 100-350           | 0.02-0.06        | 0.1-1.5        | 1800-2100 | 1100      | 0.02-0.06       | 기어 및 금형 제조    |
| 스레드 밀링 커터         | 나선형 홈 설계, 내부/외부 나사산 가공         | 스레드 처리        | 3-20       | 2-6   | 100~300 개         | 0.02-0.05        | 0.1-1          | 1800-2100 | 1100      | 0.02-0.06       | 기계 가공, 자동차 제조 |
| 드릴링 및 밀링 커터       | 드릴링 + 밀링 기능, 센터 커팅 엣지          | 드릴링, 슬로팅, 챔퍼링 | 3-20       | 2-4   | 100-400           | 0.02-0.06        | 0.1-2          | 1800-2100 | 1100      | 0.02-0.06       | 가공, 항공우주      |
| 거친 이빨 밀링 커터       | 이빨이 적고 간격이 넓으며 이송량이 높은 러핑      | 평면 및 홈의 거친 가공 | 10-50      | 2-6   | 100~300 개         | 0.1-0.3          | 1-5            | 1800-2100 | 1100      | 0.04-0.08       | 증장비, 금형 제작    |
| 미세 이빨 밀링 커터       | 좁은 간격의 다중 이빨, 고정밀 마감           | 평면 및 홈 마무리    | 4 시 30 분   | 6-20  | 150-500           | 0.02-0.06        | 0.1-1.5        | 1800-2100 | 1100      | 0.02-0.04       | 금형 제조, 항공우주   |
| 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터 | 원뿔형 디자인, 매우 작은 직경, 마이크로 고정밀 가공 | 마이크로 테이퍼, 챔퍼  | 0.1-6      | 2-4   | 50-300            | 0.005-0.02       | 0.01-0.5       | 1900-2200 | 1000      | 0.01-0.03       | 마이크로 몰드, 의료기기 |

초경 성형 밀링 커터, 나사 밀링 커터, 드릴 밀링 커터, 조치 밀링 커터, 미세 치 밀링 커터 및 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터의 차이점과 유사점

| 범주       | 콘텐츠                                                                                                       |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 유사점                                                                                                       |
| 재료 기본 사항 | 모든 유형은 경도 범위가 1800-2200 HV 이고 내열성이 1000-1100° C 인 시멘트 카바이드 (WC+Co) 로 만들어지며 일반적으로 AlTiN 또는 TiCN 코팅이 장착됩니다. |
| 처리 성능    | 이러한 기계는 강철, 주철, 비철금속 및 가공하기 어려운 재료를 가공하는 데 적합하며 산업 제조에 널리 사용됩니다.                                          |

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



|              |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 생산 과정        | 모든 제품은 분말 야금, 정밀 연삭 및 PVD 코팅 공정을 거쳐 제작되며 정확도는 ±0.005mm 이상으로 제어됩니다.                                                                                                                                                                                     |
| 응용 프로그램 시나리오 | 주로 CNC 공작 기계와 가공 센터에서 사용되며, AI 최적화와 결합되어 2025년까지 효율성은 15~20% 향상시킬 예정입니다.                                                                                                                                                                               |
| 차이점          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 구조 설계        | - 프로파일 밀링 커터: 복잡한 표면을 위한 특정 윤곽 설계.<br>- 스레드 밀링 커터: 나선형 홈 구조로, 나사 가공을 위해 특별히 설계. - 드릴링 밀링 커터: 드릴링과 밀링 기능을 결합. - 거친 이빨 밀링 커터: 이빨이 적고 간격이 넓어 거친 가공에 적합. - 미세 이빨 밀링 커터: 이빨이 많고 간격이 작아 미세 가공에 적합. - 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터: 테이퍼 마이크로 직경으로, 미세 고정밀 가공을 위해 특별히 설계. |
| 직경 범위        | 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터는 직경이 가장 작고(0.1~6mm), 조치 밀링 커터는 직경이 가장 크고(10~50mm), 다른 유형은 3~30mm 입니다.                                                                                                                                                                |
| 이빨의 수와 간격    | 거친 이빨 밀링 커터는 이빨 수가 적고(2~6 개) 간격이 넓습니다. 미세 이빨 밀링 커터는 이빨 수가 많고(6~20 개) 간격이 좁습니다. 다른 유형의 커터는 이빨 수가 적당합니다(2~6 개).                                                                                                                                          |
| 절단 데이터       | - 거친 이빨 밀링 커터는 가장 높은 이송 속도(0.1-0.3mm/치아)와 가장 큰 절삭 깊이(1-5mm)를 갖습니다.<br>- 테이퍼 직경 밀링 커터는 가장 낮은 이송 속도(0.005-0.02mm/치아)와 가장 작은 절삭 깊이(0.01-0.5mm)를 갖습니다. - 미세 이빨 밀링 커터는 가장 높은 절삭 속도(150-500m/분)를 갖습니다.                                                       |
| 정밀도와 표면 품질   | 테이퍼형 마이크로 직경 밀링 커터는 가장 높은 정확도(Ra 0.01-0.03 μm)를 갖고, 조치 밀링 커터는 가장 낮은 정확도(Ra 0.04-0.08 μm)를 갖습니다. 미세 치 밀링 커터와 성형 밀링 커터는 고정밀 마감(IT5-IT7)에 적합합니다.                                                                                                          |
| 적용 분야        | 거친 이빨 밀링 커터는 중장비에 더 적합하고, 미세한 이빨 밀링 커터와 작은 직경의 테이퍼 밀링 커터는 정밀 산업(항공우주 및 의료 등)에 더 적합합니다.                                                                                                                                                                 |

초경 밀링 커터의 이빨 수의 차이

| 유형          | 이빨의 수 범위 | 특성 및 영향                                                                  | 적용 가능한 시나리오       |
|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 폼 밀링 커터     | 2-6      | 중간 개수의 이빨로 복잡한 윤곽 가공에 적합하며, 칩 공간을 확보하기 위해 이빨 수가 적고 정확도가 중간 수준입니다.        | 기어 및 금형 복합 표면 가공  |
| 스레드 밀링 커터   | 2-6      | 이빨의 개수는 적당하고, 나선형 디자인으로 나사산 절삭을 최적화했으며, 이빨의 개수가 적어 칩 배출이 원활합니다.          | 나사 가공, 기계 부품 제조   |
| 드릴링 및 밀링 커터 | 2-4      | 이빨의 수가 적어 드릴링과 밀링 기능을 결합하였으며, 진동을 줄이고 소구경, 고정밀 가공에 적합합니다.                | 드릴링, 슬로팅, 챔퍼링     |
| 거친 이빨 밀링 커터 | 2-6      | 이는 이빨의 수가 적고 간격이 넓어 높은 이송 속도에서 거친 가공에 적합하며, 칩 공간이 크고 효율성은 높지만 정밀도는 낮습니다. | 중장비, 표면의 거친 가공, 홈 |

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

|                   |      |                                                              |                     |
|-------------------|------|--------------------------------------------------------------|---------------------|
| 미세 이빨 밀링 커터       | 6-20 | 이빨이 많고 간격이 작아서 낮은 이송 속도의 마무리, 안정적인 절단 및 높은 표면 품질에 적합합니다.     | 금형 제작, 항공우주 마감      |
| 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터 | 2-4  | 적은 수의 날과 작은 직경 설계는 고정밀 미세 가공에 적합합니다. 날 수가 적을수록 공구 부하가 줄어듭니다. | 마이크로몰드, 의료기기 마이크로가공 |

#### 치아 수 차이의 주요 원인 및 영향

|        |                                                                                                                                                                                                                        |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 처리 유형  | 거친 가공(조악한 이빨 밀링 커터 등)에는 많은 양의 칩을 수용하기 위해 2~6 개의 이빨이 필요합니다.<br>마무리(미세 이빨 밀링 커터 등)에는 표면 마감을 개선하기 위해 6~20 개의 이빨이 필요합니다.<br>특수 가공(스레드 밀링 커터, 테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터 등)은 특정 기능을 최적화하기 위해 적당한 수의 이빨 (2~6 개)을 갖습니다.                |
| 지름     | 소구경 공구(예: 테이퍼형 마이크로 직경 밀링 커터, 0.1~6mm)는 과부하를 피하기 위해 이빨이 더 적습니다(2~4 개).<br>대구경 공구(예: 거친 이빨 밀링 커터, 10~50mm)는 더 많은 절삭량을 수용하기 위해 최대 6 개의 이빨을 가질 수 있습니다.                                                                    |
| 절단 데이터 | 이빨이 적은 공구(예: 거친 이빨 밀링 커터)는 이송 속도가 높고(0.1~0.3mm/치아) 절삭 깊이가 큼니다(1~5mm).<br>여러 개의 이빨이 있는 공구(예: 미세 이빨 밀링 커터)는 이송 속도가 낮고(0.02~0.06mm/치아) 절삭 깊이가 얕습니다(0.1~1.5mm).                                                            |
| 정확도 사항 | 미세날 밀링 커터는 정확도를 높이는 다중날 디자인을 가지고 있는 반면(Ra 0.02-0.04 $\mu\text{m}$ ), 거친날 밀링 커터는 이빨 수가 적고 정확도가 낮습니다(Ra 0.04-0.08 $\mu\text{m}$ ).<br>이빨이 적은 마이크로 공구(예: 테이퍼형 마이크로 직경 밀링 커터)는 높은 정밀도(Ra 0.01-0.03 $\mu\text{m}$ )를 보장합니다. |



#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

## 목차

1. 서론
2. 초경 밀링 커터의 정의
  - 2.1 초경 밀링 커터의 기본 정의
  - 2.2 카바이드 밀링 커터와 다른 밀링 커터의 차이점
3. 초경 밀링 커터의 특성
  - 3.1 초경 밀링 커터의 물리적 특성
  - 3.2 초경 밀링 커터의 기하학적 특성
  - 3.3 초경 밀링 커터의 표면 처리
4. 초경 밀링 커터의 분류
  - 4.1 초경 밀링 커터의 분류 - 구조별
  - 4.2 초경 밀링 커터의 분류 - 용도별 분류
  - 4.3 코팅에 따른 초경 밀링 커터의 분류
5. 초경 밀링 커터의 제조 공정
  - 5.1 시멘트 카바이드 밀링 커터의 재료 준비
  - 5.2 초경 밀링 커터의 가공 흐름
  - 5.3 초경 밀링 커터의 열처리
  - 5.4 초경 밀링 커터의 코팅 적용
6. 초경 밀링 커터의 적용 분야
  - 6.1 초경 밀링 커터의 적용 - 제조
  - 6.2 초경 밀링 커터의 적용 - 금형 제조
  - 6.3 초경 밀링 커터의 적용 - 에너지 산업
  - 6.4 카바이드 밀링 커터의 적용 - 의료 기기
  - 6.5 초경 밀링 커터의 응용 - 전자 산업
  - 6.6 초경 밀링 커터의 적용 - 건축 자재 가공
  - 6.7 초경 밀링 커터의 적용 - 조선
  - 6.8 초경 밀링 커터의 적용 - 철도 운송
  - 6.9 초경 밀링 커터의 적용 - 농업 기계
  - 6.10 초경 밀링 커터의 응용 - 기타 신흥 분야
7. 초경 밀링 커터의 유지관리 및 관리
  - 7.1 카바이드 밀링 커터의 일일 청소
  - 7.2 시멘트 카바이드 밀링 커터의 엿지 드레싱
  - 7.3 초경 밀링 커터의 보관 및 부식 방지
  - 7.4 카바이드 밀링 커터의 정기 점검 및 교체
8. 초경 밀링 커터의 미래 개발 동향
  - 8.1 초경 밀링 커터용 재료 및 코팅의 혁신
  - 8.2 초경 밀링 커터의 지능화 및 디지털화
  - 8.3 초경 밀링 커터의 지속 가능성 및 환경 보호
  - 8.4 초경 밀링 커터의 소형화 및 다기능화
9. 초경 밀링 커터의 장점과 한계

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

- 9.1 카바이드 밀링 커터의 성능 이점
- 9.2 경제적 이익
- 9.3 초경 밀링 커터의 가공 품질
- 9.4 초경 밀링 커터의 한계
- 10. 초경 밀링 커터 사용 시 주의사항
- 10.1 설치 및 작동
- 10.2 절단 매개변수 제어
- 10.3 유지관리 및 관리
- 10.4 안전 예방 조치

## 11. 부록

카바이드 T형 밀링 커터란 무엇입니까?  
CTIA GROUP LTD 카바이드 T형 밀링 커터 소개

- 초경 T형 밀링커터의 구조 및 재료
- 초경 T형 밀링 커터의 작동 원리
- 초경 T형 밀링 커터의 특성
- 초경 T형 밀링 커터의 성능 및 영향 요인
- 시멘트 카바이드 T형 밀링 커터의 성능에 영향을 미치는 요인 표
- 초경 T형 밀링커터 성능 생산 공정
- 초경 T형 밀링커터 성능 생산공정표
- 카바이드 T형 밀링 커터의 적용
- 카바이드 T형 밀링 커터의 종류
- 카바이드 T형 밀링커터 관련 국내 및 국제 규격
- 시멘트 카바이드 T형 밀링 커터의 설계 도면 및 소결 제품 및 블랭크

ISO 513:2012 -

정의된 절삭날을 갖는 금속 제거용 경질 절삭 재료의 분류 및 적용 - 주요 그룹 및 적용 그룹 지정

절삭 공구 - 밀링 커터 - 기하학적 매개변수 및 내구성 테스트 방법

DIN 844:1987 -

원통형 생크가 있는 밀링 커터 - 치수

DIN 1839:1990 -

밀링 커터 - 제조 및 적용 사양

ANSI B94.19-1997 (R2019) -

밀링 커터 및 엔드 밀

JIS B 4120:2000 초경 밀링 커터 - 제조 및 시험 사양

GB/T 16665-2017 - 경금속 - 기술 요구 사항 및 테스트 방법

### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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



GB/T 5231-2019- 절삭 공구

- 일반 기술 조건

GB/T 20323-2020- 밀링 커터 - 솔리드/치아 삽입 가능/인텍싱 가능 유형에 대한 지정 시스템

GB/T 25664-2010 - 고속 밀링 커터

- 안전 요구 사항

GB/T 6122-2017 -

코너 라운딩 밀링 커터

GB/T 1127-2023-

반원형 키웨이 밀링 커터

GB/T 20773-2006 -

다이 및 몰드용 밀링 커터

GB/T 14301-2008 - 솔리드 카바이드

톱 블레이드 밀링 커터

GB/T 5231-2018 초경합금 소재

GB/T 16665-2017 절삭 공구 분류

ISO 6987-2020: CNC 공작 기계의 절삭 매개변수

ISO 6987-2020 기계의 수치 제어 - 절단 매개변수

ISO 13399-2022: 도구 데이터 표현

ISO 13399-2022 절삭 공구 데이터 표현

밀링 커터란 무엇인가요?

밀링 커터에는 어떤 유형이 있나요?

카바이드 원통형 생크 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 엔드밀이란?

솔리드 카바이드 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 용접 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 인서트 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 인서트 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 인텍서블 인서트 밀링 커터란 무엇입니까?

초경 고속 절삭 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 코너 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 라운드 키웨이 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 다이 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 톱 블레이드 밀링 커터란 무엇입니까?

카바이드 원통 밀링 커터란 무엇입니까 ?

카바이드 페이스밀 이란 ?

카바이드 엔드밀 이란 ?

카바이드 롱에지 엔드밀이란?

카바이드 볼 노즈 엔드밀이란?

카바이드 라운드 노즈 밀링 커터란 무엇입니까?

#### COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

카바이드 불노즈 밀링 커터란 무엇입니까?  
카바이드 챔퍼 밀링 커터란 무엇입니까?  
카바이드 테이퍼 밀링 커터란 무엇입니까?  
카바이드 도브테일 밀링 커터란 무엇입니까?  
카바이드 키웨이 밀링 커터란 무엇입니까?  
카바이드 각도 밀링 커터란 무엇입니까?  
카바이드 폼 밀링 커터란 무엇입니까?  
카바이드 스레드 밀이란?  
카바이드 드릴 커터란 무엇인가요?  
카바이드 조날 밀링 커터란 무엇입니까?  
카바이드 미세 이빨 밀링 커터란 무엇입니까?  
테이퍼 마이크로 직경 밀링 커터란 무엇입니까?  
초경 밀링 커터의 특성 및 차이점



1

COPYRIGHT AND LEGAL LIABILITY STATEMENT

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

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

**Tel :** +86 592 5129696

**Official website :** [www.ctia.com.cn](http://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](http://www.ctia.com.cn)

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