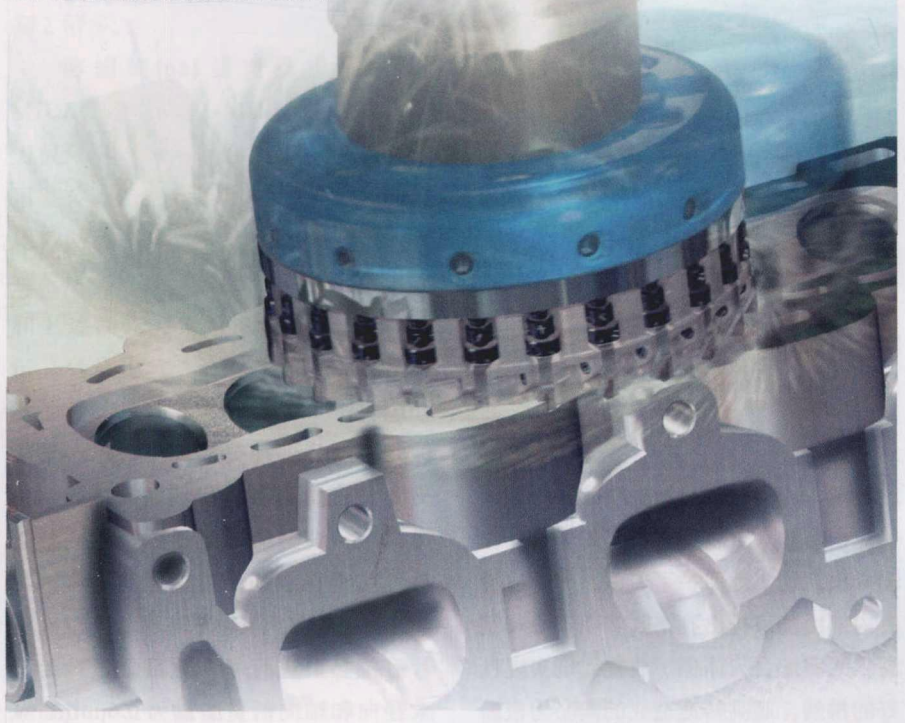


FMAX 型面铣刀及其微粒金刚石刀片



刀具

高效铝合金加工用 PCD 面铣刀

文 | 章宗城 尚亚国际贸易公司



更多精彩请扫描二维码

汽车与航空等制造业中新型的轻合金、复合材料以及非金属材料用得越来越多，对这些材料的高效加工主要依靠 PCD（聚晶金刚石）刀具，因此 PCD 刀具的重要作用也日趋明显。轻合金，特别是其中的铝硅合金，材料来源多、对环境无污染、对人体无害、重量轻、导热性好、热膨胀小、体积稳定、比强度比刚度大，综合力学性能好以及耐磨耐蚀。铝硅合金的共晶点为 12.5%，故含硅低于 12.5% 为亚共晶铝硅合金，大于 12.5% 为过共晶铝硅合金。由于组织中分散存在硬的结晶硅，含硅量越多，材料总体硬度越高，更耐

磨，但刀具磨损也增快，故又比一般铝合金难以加工。铝硅合金气缸比铸铁气缸重量轻，燃油费会相应的下降，散热效果好，工作效率高、寿命长以及节油。铸铁气缸还存在工艺复杂、生产线占地面积大和加工时对环境有污染等缺点。铝硅合金虽尚有不足，但发展的优势明显。近来，一些高效、高精度加工铝硅合金的 PCD 刀具不断地出现，并不断地得到改进和发展。本文将介绍最新推出的一些铝硅合金加工用先进的面铣刀。在介绍之前，先对面铣刀的基本设计和选用作一些分析。面铣刀的设计和选用时，一般应根据最大的切深确定

刀片的尺寸，根据工件的尺寸选择面铣刀的直径，根据工件的材料选择刀片的材料，加工铝硅合金、复合材料等制的零件应选用 PCD，这种材料是人们在高温高压下将人工合成金刚石粉末加结合剂（钴、镍等）烧结制出，硬度高达 8000 Hv 左右，远高于硬质合金，导热系数也远高于硬质合金，摩擦系数为其 1/4，热膨胀系数为其 1/5，故热变形很小，加工精度高。它对有色金属，非金属的亲合力非常小，加工中切屑不易粘结在刀片上，难以生成积屑瘤，造成刀片粘结损伤，能较好保证加工表面质量。通常为提加工效率，面铣刀刀齿数 z 可选用得较多，因为在具有一定的每齿进给量 f_z 时，每转的进给速度 $= z \times f_z$ 的乘积也增大，即进给速度就越快，如再乘上每分钟转数 n ，那么每分钟的进给速度也在增加，每转每分钟的加工效率就高。当然铣削力会增大，为此需要所选用的机床有足够的动力和刚性。一般主偏角应根据工件的刚性及是否会发生干涉等因素选择，铝合金工件刚性一般较差，特别是气缸等空心结构的零件。因此，为使工件减少变形提高加工精度，主偏角可用 90° ，如果为提高进给速度，齿数增多，虽铣削力增大，因主偏角若是 90° ，切削力主要作用在径向，没有大的背分力压向工件。工件会发生的变形很小，就不会影响加工精度。加工表面的精度和表面质量与铣刀刀齿的振摆精度也直接有关，刀片在刀体上突出高度应尽可能一致，不一致时的调节方式一般有螺钉式和楔块式。前者较简单，后者较复杂精确，应距具体情况选择。铝合金一般强度低，通常切削速度可高出钢数倍，为使面铣刀能在高速下稳定地加工。它的结构应简单重量轻、均衡、使生成的离心力尽可能小。另外，操作调节也应力求简易方便。

三菱公司最新推出的 FMAX 型面铣刀实现了大进给、高速和高精度对铝硅合金的加工。FMAX 设计可实现 2000 ~ 3000 m/min 左右的高切削速度

和 $F > 20 \text{ m/min}$ 的大进给速度，为此，他们开发了良好的铣削加工专用的超微粒金刚石烧结体 MD 系列作为刀片材料，这种新产品烧结后，金刚石微粒之间除结合剂使彼此结合外，金刚石微粒间也能结合，这样就可以确保刀尖和棱边的形状和尺寸稳定可靠，因为是微粒金刚石烧结体，韧性可比一般的金刚石烧结体大，即使在断续切削时，它的耐破损性能也好，寿命也长，还能抑制毛刺生成，加工表面质量高且稳定。MD 系列烧结体的金刚石，其颗粒粒度由最粗到最细依次共有 MD205、MD220、MD230 和 MD2030 四种。粗的硬度高、耐磨性好，细的韧性高、耐破损性好。气缸体中空其上下，左右，前后各面，均有孔、空穴，是断续表面，铣削时有冲击，故精加工时可选用了粒度最小耐破损性最好的 MD2030。这种材料铣削亚共晶铝硅合金切削速度可达 $2000 \sim 3000 \text{ m/min}$ ，每刀齿的进给量可达 $0.05 \sim 0.2 \text{ mm/刀齿}$ ，对过共晶铝硅合金切削速度为 $400 \sim 800 \text{ m/min}$ ，每刀齿进给量可与亚共晶相同。FMAX 面铣刀有标准型和多刃型两种，标准型直径有 80 mm、100 mm、125 mm 三种，相对刀齿数为 10、12、16。同样直径的多刃型刀齿数则增为 14、18、24。

由于 FMAX 可实现高速大进给，每分钟的排屑量大大增加，大量的切

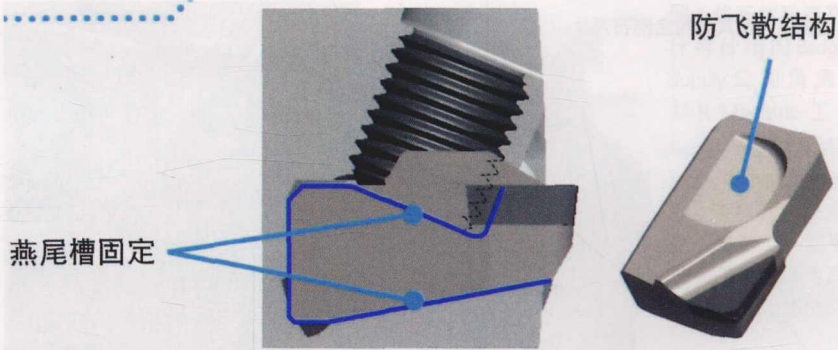


图 2 燕尾槽和防飞散结构

屑不断撞击刀体，极易使刀体损伤，FMAX 面铣刀在刀片前刀面前装有刀体保护装置，可较理想地实现切屑卷曲和排出，切实地保护了刀体。另外还设有内部冷却液排出孔，既实现了冷却润滑，又可配合刀体保护装置促进实现良好的排屑。超高速造成的离心力极易使刀片飞出，故设计成燕尾槽式固定结构，螺钉压紧处也设计成防飞散的斜面槽。为了减少总体的重量，刀体用铝合金和特殊合金钢制成，整体还保持了高刚性。为方便安装 FMAX 面铣刀，其中心孔结构，设计得可与市面上销售的标准面铣刀刀柄相结合。安装问题也简单牢固地得以解决。

FMAX 面铣刀设计使安装后刀片的轴向前角为 5° ，径向前角为 0° 。由于铝合金缸体刚性不高，为尽量要减少加工时切削背分力造成的工件变形，主偏角设计为 90° （即余偏角为

0° ）。这样即使为提高生产率，增多刀齿数，构成多刃齿型面铣刀，切削力增大，背分力还是很小，不会使工件发生变形损伤，可保证同时实现高的加工精度。为经济使用，可以在刀片磨损后，进行多次重磨，设计使最大径向和轴向的重磨量为 0.6 mm ，从而延长它总的使用寿命。但需注意，在实际使用中，同一把面铣刀应安装重磨量相同的刀片。

FMAX 面铣刀为提高加工精度和加工表面质量必须控制刀齿刀尖的振摆量。它的调整机构精度高，且容易操作。具体结构是将粗调螺钉与微调螺钉结合在一起，结构简单又提高了调整精度可确保多次重磨后，控制各刀齿振摆精度在 $5 \mu\text{m}$ 以内。

铣削时切削宽度可以等于铣刀直径也可以小于铣刀直径，FMAX 作为精加工面铣刀，设计规定其最大切削深度为 3 mm ，如果切削宽度较宽，由于排屑的空间缩小了，影响散热，此时须同时控制切削深度。以释放出空间，应使切削深度不过深，一般宜选择在 2 mm 以内。另外需注意，FMAX 面铣刀最高转速高。为了减少高速下的不平衡，刀体上安装了平衡调整螺钉。但微小的不平衡还会引起的振动，使加工表面粗糙度变差。通过转速对加工表面粗糙度影响的试验曲线知。一般 8000 r/min ，加工出的表面粗糙度较好。如果应用了推荐的切削用量，则使用 FMAX 面铣刀加工铝硅合金气缸体各平面，在保证良好的加工

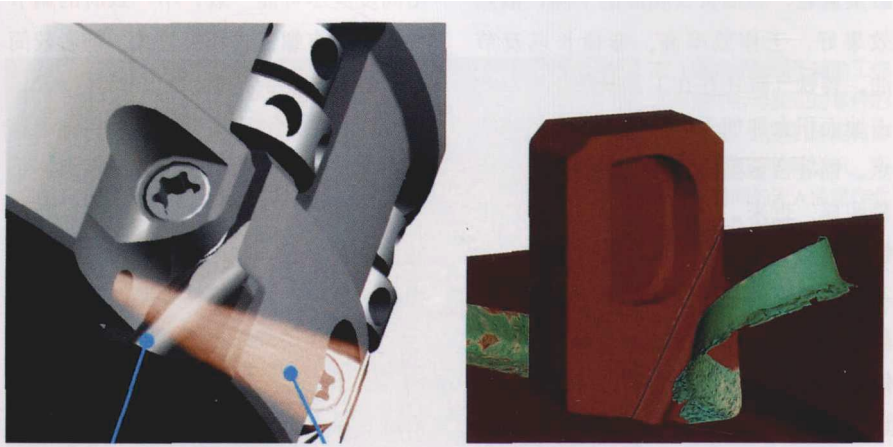


图 1 刀体保护装置和内冷却液孔

质量条件下,一般切削效率可较过去提高2倍多。

德国 Mapal 公司推出的 ECO-MILL 和 POWER-MILL 的 PCD 面铣刀很知名。他也采用 PCD 刀片,并采用整体铝合金刀体,90°主偏角,燕尾槽防飞出机构,保护刀体装置,分别采用楔块和螺钉机构调节振摆精度,和上述面铣刀设计的理念非常近似,但又各具特色。最近 Mapal 在上面两种型号的基础上又推出 EcoMill-blue 和 RapidMill-Blue 新一代 PCD 面铣刀。Mapal 改进创新出新的 PCD 铣刀刀夹能通过专门设计的排屑槽、冷却润滑液喷出系统,也能使其结构形状尺寸尽可能最大限度地清除切屑,使之离开工件表面达到无残留,这样就还可以减少了之后的工件清洗成本。在加工长切屑材料时,尤其是在干切削和油雾润滑切削时,明显地减少加工痕迹提高加工表面质量。原来的 EcoMill



图3 Mapal 的新一代 PCD 面铣刀

刀片刀夹是可更换式,在这基础上又进一步改进,使之调换操作更稳固方便。新的 RapidMill-Blue 在原 Power-Mill 基础上改进了结构,能够配置更多刀片。使直径为 125 mm 的面铣刀

刀片数达到 $z=28$,更进一步地提高了产能。和原设计相比,刀片伸出很少,又最大程度减少振动降低了噪声。它的 PCD 刀片也可以修磨多次,以提高高效益。MM

CIMES2018

地点:北京新国展

时间:2018.6.26-30.

欢迎莅临第十四届中国国际机床工具展览会

GONA 大连光洋



KEDE CNC

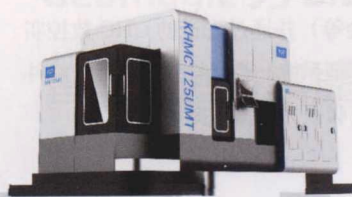
科德数控

E1-B201

大连光洋-科德数控

扫描二维码 关注更多精彩

地址:大连市经济技术开发区哈尔滨路27号
电话:0411-62783333转6009/6010/6012/6018
传真:0411-62783111



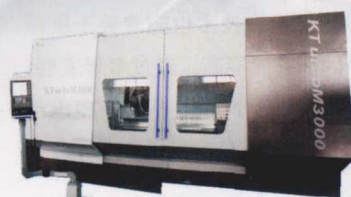
五轴卧式加工中心



五轴工具磨床



五轴铣车复合立式加工中心



五轴叶片加工中心

广告