

航空航天最新难加工材料 加工刀具

New Cutting Tool for Difficult-to-Cut Material in Aviation Industry

日本黛杰工业株式会社上海代表处 高永明



高永明

日本黛杰工业株式会社上海代表处首席代表。1987年,由北京航空航天大学和中国航空航天工业部联合公派至日本,主攻新材料、难加工材料的加工技术(精密制造学),1988年获得北京航空航天大学制造工程系、机械制造专业硕士学位;1992年获得日本广岛大学学院工学研究部设计工学专业博士学位;1992年起在日本黛杰工业株式会社任职至今。曾在《航空制造技术》、《机械技术》、《机械工具》等杂志发表多篇论文。

随着航空器的起飞重量和续航里程要求的不断提高,对结构材料的高强度、低比重化的要求不断加强,CFRP(碳纤维增强塑料)、KFRP(纤

黛杰公司继2002年在全球推出第一个“比梦”系列整体烧结金刚石钻头之后,又陆续推出和扩展了“比梦”端铣刀、球头铣刀和镗刀等系列。作为加工上述超难材料的最佳刀具材料供应商,公司在刀具的几何构造、运用领域及其使用寿命方面取得了突破性的进展。

维强化塑料)、MMC(金属基复合材料)的运用日益广泛。对于航空航天飞行器而言,超耐磨、耐高温是其结构材料的最基本要求,而碳陶瓷材料可以很好地满足要求。但上述这些新材料的切削加工一直以来是困扰制造现场的一大难题。

黛杰公司继2002年在全球推出第一个“比梦”系列整体烧结金刚石钻头之后,又陆续推出和扩展了“比梦”端铣刀、球头铣刀和镗刀等系列。作为加工上述超难材料的最佳刀具材料供应商,公司在刀具的几何构造、运用领域及其使用寿命方面取得了突破性的进展。以下结合部分加工实例进行介绍。

整体烧结金刚石刀具“比梦”系列的性能及其制造方法

金刚石是自然界存在的物质中硬度最高的。天然金刚石一般在非

铁金属和非金属的加工中显示出极优的性能。但因其资源稀少而昂贵,加之单结晶性能的异向性,它作为切削工具很难得到普及。针对这些缺点,用人造金刚石颗粒通过添加Co、硬质合金、Ni-Cr、Si-SiC以及陶瓷结合剂在高温(1200℃以上)高压(3.5~5GPa)下烧结成形的PCD工具,使其得到广泛的使用。

金刚石刀具与铁系金属有极强的亲和力,在切削中其碳元素极易发生扩散而导致刀具磨损。但它与其他材料的亲和力很低,切削中不易产生粘刀现象,切削刃口可以磨得非常锋利。所以在铁系金属以外的切削中,能得到高精度、高光亮的加工面,特别是PCD刀具消除了金刚石的性能异向性,使其在高精加工领域中得以广泛普及。

然而,传统的加工工艺只能生产平板PCD基材,在制作刀具时,将

PCD 平板基材用线切割切成小片之后,依靠焊接将烧结金刚石(PCD)放置于刃口部位。而“比梦”系列作为当今世界上最先进的刀具,在其制造工艺有非常独到和新奇之处。

用“比梦”钻进行加工,由于金刚石与基体硬质合金的结合强度极高,因此不存在脱焊的问题;可制作小直径刀具;刃口锋利,螺旋角 30°;重磨后,刃口几何形状不会发生改变,加工性能理论上不会发生变化。而传统的焊接型 PCD 产品由于通过焊接,因此金刚石结合强度低,有可能出现脱焊现象;无法制作小直径刀具;端刃焊缝上粘附材料(焊接);中心刃部磨损快(中心部无法做成 PCD);金刚石刃口较钝,无法形成螺旋形。

“比梦”钻特点及加工实例

整体烧结金刚石钻头直径从 $\phi 0.4$ 起,螺旋角 30°,金刚石螺旋刃,这种钻头与焊接金刚石钻头不可同日而语,是高速加工当之无愧的首选,是真正适用于加工玻璃、陶瓷(器)的“金刚钻”。“比梦”钻具有如下特点:

- (1) 与传统的金刚石钻头相比,因为整体烧结成形,所以可进行理想的高速加工;
- (2) 刃部强度极高,不会产生金刚石脱落现象;
- (3) 加工面精度高,粗糙度佳;
- (4) 切屑排出极其顺畅;
- (5) 金刚石刃部呈螺旋状,故重磨后刃部几何形状无变化,刀具寿命、切削性能理论上与新品相同。

“比梦”钻可用于加工铝合金、镁合金、MMC(金属基复合材料)、金属分子复合材料、CFRP(碳纤维强化树脂)、石墨、碳材、粉末冶金成形材、铂、单晶硅、石英等材料,并可进行烧结陶



“比梦”球头铣刀和万砍端铣刀

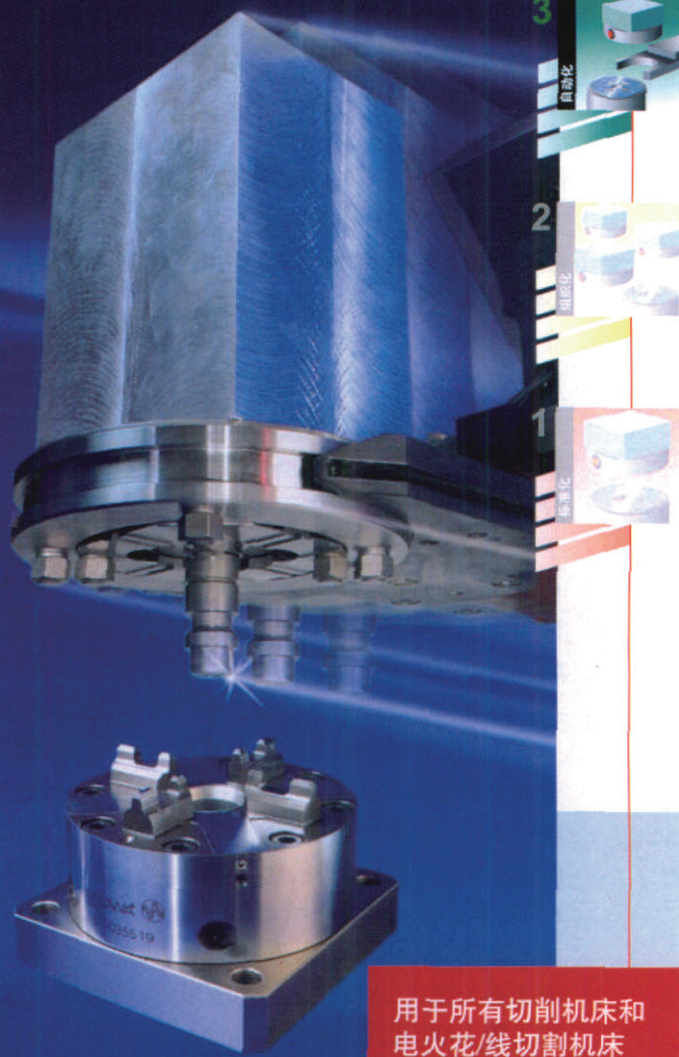
瓷,陶瓷的压粉体,硬质合金的压粉体,半烧结体等的孔加工。

从以下的加工事例中可以看出“比梦”钻在难加工材料加工中有无与伦比的优势与性能。

(1) 加工 MMC 复合材料。

用“比梦”VN-DTD-103 刀具在试验板材上加工螺纹底孔。切削条件为:主轴转速 1200r/min,切削速度 38m/min,进给速度 0.1mm/r,加工深度 25mm,孔状态为通孔,冷却液状态为湿式、水溶性。切削结果为:加工数 100 孔,切削长 2500mm,孔精度为良,刃口状态为可继续加工,刀具的钻头肩

搬运!



用于所有切削机床和电火花/线切割机床

EROWA搬运装置可移动任何工件。其可与一台或两台机床相配,在周末仍不停工作。当然,同时还兼备安全性和精确性!

生产时间
可提高160%*!

* 与不带EROWA系统的机床相比较

爱路华机电技术(上海)有限公司
上海桂菁路69号24号厂房第一、二层
邮编: 200233
电话: 021 6485 5028
传真: 021 6485 0119
电子信箱: info@erowa.cn
网址: www.erowa.cn



EROWA®
系统的解答来自唯一的源泉

广告索引号 08-081

部有磨损,孔出口有毛刺。通过加工可得出,“比梦”钻加工此类材质是一般硬质合金钻头的50倍,相当于金刚石涂层寿命的3倍以上。

(2) 加工 CFRP 材料。

用“比梦”VN-DRD-022 刀具加工 CFRP 材质的飞机蒙皮。切削条件: 主轴转速 1200r/min, 切削速度 48m/min, 进给速度 0.1mm/r, 加工深度 8mm, 冷却液状态为干式, 并使用立式加工中心机床。切削结果为: 加工数 13000 孔, 切削长 104mm, 孔精度为良, 刃口有一定磨损, 孔内壁分层, 孔口起毛。在加工中发现, 由于涂层脱落, 金刚石涂层钻的使用寿命缩短, 但使用“比梦”钻, 在同等条件下刀具寿命是金刚石涂层刀具的6倍。

(3) 加工陶瓷材质材料。

用“比梦”VN-DRD-020 刀具来加工陶瓷材质的某航天产品零件。切削条件: 主轴转速 3000r/min, 切削速度 19m/min, 进给速度 5mm/r (分步进给, 每步进给 0.05mm), 加工深度 3mm, 孔状态为通孔, 冷却液状态为湿式、水溶性。切削结果为: 加工数 1000 孔, 切削长 3000mm, 孔精度为良, 刃口状态为后刀面磨损。通过加工可得出, 虽然“比梦”钻悬长大, 刚性较弱, 但是与电镀磨棒相

比, 孔径稳定得多, 并且出口处的裂纹也要少很多。

“比梦”铣刀特点及加工实例

继“比梦”钻风靡世界后, 公司又推出整体烧结金刚石端铣刀——“比梦”铣刀。凭借数以万计“比梦”钻的生产经验, 结合金刚石整体烧结技术的完善, 经济性极佳的 30° 螺旋整体金刚石端铣刀“比梦”铣, 以前所未有的商业化批量生产进入了市场。现已有 $\phi 3 \sim \phi 12$ 通用型标准库存, 铝合金、陶瓷、石英等专用型也已陆续登场。

“比梦”铣刀具有以下特点:

(1) 烧结金刚石螺旋刃, 与传统的直刃焊接型相比, 切削力大幅降低;

(2) 螺旋金刚石刃, 与直刃相比, 加工中产生振动的可能性大大降低, 表面粗糙度超群;

(3) 整体烧结金刚石刃, 不存在脱焊问题, 超高速切削无所畏惧;

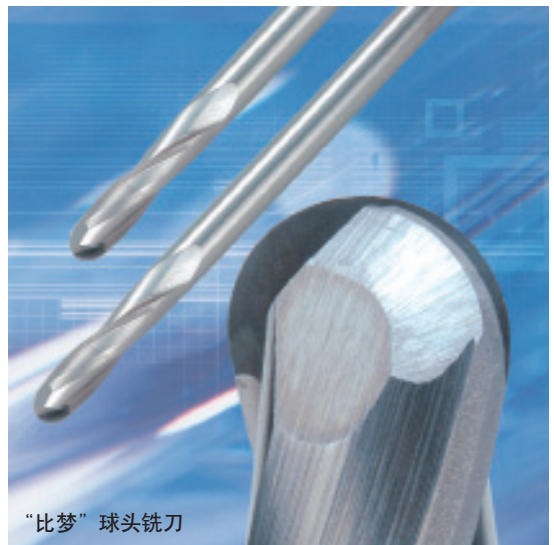
(4) 整体金刚石烧结刃, 可以达到硬质合金及金刚石涂层的数十倍使用寿命, 可以稳定长寿命加工硬质合金压粉体、CFRP (碳纤维复合材料)、MMC (金属复合材料)、石墨、石英玻璃、陶瓷等难加工材料。

以“比梦”VN-SPES2-60 端铣刀加工材质为可切削陶瓷的半导体钻模作为加工实例来说明。切削条件为: 主轴转速 370r/min, 切削速度 7m/min, 进给速度 15mm/r (分步进给, 每步进给 0.05mm), 轴向切深 5mm, 纵向

切深 0.5mm, 冷却液状态为湿式, 刃口状态为磨损。通过加工可得出, 在同样的加工条件下, 用“比梦”端铣刀与金刚石涂层铣刀相比, 寿命可提高 20 倍。

“比梦”球头铣刀及加工实例

“比梦”球头铣刀是世界上首例金刚石与硬质合金整体同时烧结的



“比梦”球头铣刀

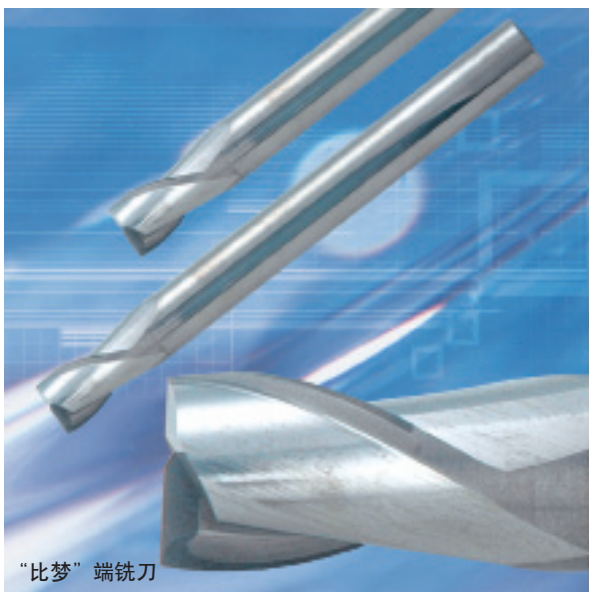
金刚石球头铣刀, 具有如下的特点:

(1) S 刃形金刚石铣刀, 可实现光滑加工的效果;

(2) R 部采用正 / 负前角各种刃形, 或注重刀尖强度, 或增加刃口的锋利度来满足各种材料、各种加工用途的需求;

(3) 采用整体烧结, 即使高速加工, 也不会发生脱焊现象。

以“比梦”VN-DBS2-D60 球头铣刀加工碳化硅材质作为加工实例来说明。切削条件为: 主轴转速 1000r/min, 切削速度 20m/min, 进给速度 96mm/min, 加工深度 0.2mm, 轴向切深 0 ~ 2mm, 径向切深 0.1mm, 冷却液状态为湿式, 面精度良好, 刃口状态为后刀面磨损。通过加工可得出, 一般金刚石涂层球刀片一接触零件就会发生崩刃, 根本无法使用。而“比梦”球头铣刀与金刚石涂层球头铣刀相比, 效果极其明显。 (责编 微凉)



“比梦”端铣刀