

CBN砂轮简介及实际生产应用

■ 第一拖拉机股份有限公司锻造厂（河南洛阳 471003）魏江波 张彬彬 陈 朋

■ 采埃孚一拖（洛阳）车桥有限公司（河南 471003）朱玲敏

摘要：本文对CBN砂轮进行了简要说明，并以实例简要介绍曲轴的加工过程以及CBN砂轮的加工优势。

磨削工艺是一个高成本的工艺，一方面是磨削机床的成本，另一方面是这个工艺相对其他工艺来说有点慢。然而，在不同对手之间的竞争下，磨削工艺的成本逐渐下降，速度更快，并且其精度和表面粗糙度都变得很好。

砂轮是由磨料和结合剂在一起

制成的，有圆形、圆环等形状，通过旋转对被加工物进行磨削，这种砂轮被称作传统砂轮，传统砂轮是由氧化铝磨料与结合剂在一起制成的圆饼等形状的砂轮。

CBN是一种合成的磨削材料，硬度仅次于金刚石，这种材料可以粘合在轮子的表面，成为一种磨削的工具。与金刚石相

比，它是一种低成本的磨削方式；与传统的磨削材料性能相比，它的表现非常优异，特别是在磨削硬质合金的时候。CBN很难磨损，所以磨削的精度也非常好，其几何形状也保持得很好，需要的修整频率低，其转速也远远高于传统砂轮，所以磨削速度很快、效率更高。

3 000元，其寿命约为10 000件。故该工件磨削刀具成本为 $9\ 000 \div 8\ 000 + 3\ 000 \div 10\ 000 = 1.425$ （元）。磨床必须使用切削液，且需要手动加工，故加工成本需要包含其他辅料费用和人工成本，预计单件加工成本超过1.55元。故而硬车加工成本较低。

加工节拍：op050硬车内孔及锥面原节拍为50s，反车凸端面加工时间为10s，故采用新工艺方案后，硬车内孔及反车凸端面总节拍为60s。

op055磨削凸端面原节拍为65s，需要人工上下料。且加工5个工件需要修磨砂轮，加工效率较低。通过上述对比可知，采取

硬车方案较原磨削节拍更短，提升了生产线产能。

3. 结语

本文通过对某变速器零件的硬车加工试验，克服了反车过程中切削抗力较大和加工表面振纹等困难，最终加工零件质量满足产品工艺要求。验证了硬车工艺在汽车变速器行业的适用性，总结了硬车相较磨削而言具有低成本、高效率和高质量的优点。

在试验中，当切削参数不合理的情况下，硬车表面容易产生振纹；硬车过程中切削热排除效率不高，对零件表面硬度有一定影响。在硬车工艺应用过程中，需考虑硬车潜在的相关质量问题，通过充分

的验证以确保质量。

参考文献：

- [1] 张宝珠. 齿轮加工速查手册[M]. 北京：机械工业出版社，2010.
- [2] 谢华永，董汉杰，等. 精密硬车终加工工艺试验[J]. 轴承，2014（7）：22-24.
- [3] 黄洪根. 硬车削加工技术在实际工作中的应用研究[J]. 技术与市场，2010（9）：27-28.
- [4] 董经传. 火后硬车的特点及典型工件的加工方法[J]. 机械工程师，2014（3）：182-183.
- [5] 王晓光，魏彩乔. 硬车代磨表面粗糙度试验研究[J]. 现代制造工程，2011（7）：70-72.

MW（收稿日期：20161012）

1. 砂轮的类型

(1) 单镀层砂轮 (见图1)。这种砂轮是在钢铁的基体上电镀一层CBN材料而做成的, 钢铁因其特性比较易于电镀, 故而成为合适的基体材料, 主要应用在几何公差不是很严格的粗加工上。

这种砂轮通常在卖出时就属于“就绪可用”的状态, 并一直使用至寿命结束。但它也可以进行一次“修刮”。随着砂轮的磨损, 磨削的颗粒逐渐变平, 会使得磨削的表面粗糙度质量下降, 而磨削所需的力会增加。在砂轮寿命的末期, 所需的磨削力可能比初期增加50%。

它的优点有以下几个方面:

① 初始成本比多层CBN砂轮低 (虽然最终是多层砂轮的平成本要低)。② 机床可以设计的简单一些, 不需要修整器、平衡器, 也不需要提供不同砂轮转速的驱动。③ 有些上道工序的粗加工可以省略不做, 直接可以砂轮磨削。④ 因其砂轮转速很高, 故其磨削速度要比传统砂轮效率高。⑤ 砂轮的基体可以重复使用多次, 从而降低了成本。

但其也有一些不足的地方:

① 寿命比多次CBN砂轮短很多, 不能进行修整, 其理想的磨削条件是使用油来冷却, 这点很多客户不太愿意接受, 因为存在健康

的风险。② 单块砂轮的投入成本很高, 如果损坏的话得不偿失。

③ 机床一开始使用的时候可能需要客户更小心调整, 以获得好的磨削效果。

(2) 多层砂轮 (见图2)。

由铁和铝合金做成基体, 上面镶有多层CBN材料, 通常CBN层有5mm厚, 主要应用在高精度的磨削工艺上。

它的优点有以下几个方面:

① 不需要提供不同砂轮转速的驱动。② 更长的使用寿命, 可以进行修整, 故能保持磨削质量的稳定。③ 能提高几何精度、表面粗糙度质量和表面轮廓度。④ 虽然单个砂轮的初始成本很高, 但因其磨削的工件数量多, 所以平均成本比单层砂轮和传统砂轮低。⑤ 磨削效率高。

缺点也有以下几个方面:

① 砂轮选型比较困难, 故机床前期调试耗费的时间很长。② 机床更复杂, 特别坚固, 需要修整器和平衡仪。③ 其理想的磨削条件是使用油来冷却, 因为存在健康的风险, 故而不太容易被客户接受。④ 在单块砂轮上的高投入意味着高的损坏风险。⑤ 机床一开始使用的时候可能需要客户更小心地调整, 以便获得好的磨削效果。

2. 砂轮的成分

CBN砂轮由三种基本成分组

成: 颗粒、粘合剂和基体。

(1) 颗粒。磨削颗粒是由立方氮化硼组成的, 并由颗粒的大小分类。类似于传统砂轮, 磨削的速度和表面粗糙度是决定颗粒大小的关键因素。

(2) 粘合剂。类似于传统砂轮, 粘合剂通过其硬度来分级, 目前有4种等级类型: 合成树脂、金属粘合剂、玻璃化及电镀型。

(3) 基体。基体是砂轮的身体部分, 是影响砂轮的静态和动态强度的重要部位。在高速旋转的情况下, 基体应该以匀速的方式拉伸, 因为高速的情况下离心力很大, 容易产生破坏, 下面是4种类型基体的介绍: ① 铝基体抗振效果差, 具有非常好的散热性能和机械强度。② 铝合金基体具有中等的抗振性能, 散热性能较好, 机械强度较好。③ 合成树脂基体抗振性能好, 散热性能差, 机械强度较好。④ 钢基体抗振效果差, 具有非常好的散热性能和机械强度。

3. 砂轮的修整

(1) 单层砂轮。这类砂轮在购买时就已经是可正常使用的状态了, 其颗粒大约会露30%或50%在粘合剂在外。因为只有单层的CBN材料, 所以是不能进行修整的, 但是我们还是能对它进行刮磨, 把高的颗粒磨低一些, 以获得更好的表面粗糙度质量。但这并没有使颗粒变得更锋利, 反而增加了磨削所需的力, 做完一次后, 砂轮就再也不能进行任何措施了, 直到用完为止。

(2) 多层砂轮。在砂轮制造出来后, 磨削颗粒并没有凸出来, 所以我们需对其进行一次特

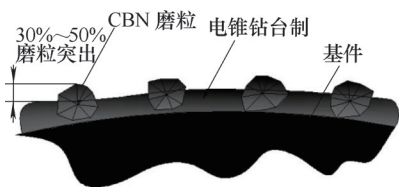


图 1

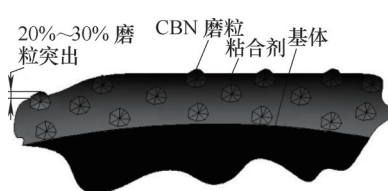


图 2

别的修整，然后才能使用它。在修整后，颗粒应该露出20%或30%。

随后的修整就是使用安装固定了的金刚滚轮来进行，并使用噪声检测传感器来控制修整的进行，以确保修整量为最小，首选的方法是将金刚滚轮以相对于砂轮0.9的倍率转动，这样金刚滚轮就会折断CBN颗粒而不是将其切断。如果是切断CBN颗粒，会使砂轮变钝，进而影响磨削的质量。因为多层砂轮可以通过修整来改善其表面状况，故其磨削质量可以维持在好的状态。

4. 粘合剂磨损和“自我锋利”效果

如果选择了正确特性的砂轮，那么磨削切屑将会以线性的速率磨损掉粘合剂。这些粘合剂不仅起着固定那些锋利颗粒的作用，还能确保钝化了的颗粒脱落，露出新的颗粒以保持砂轮的磨削能力，这就被称为自我锋利的区域。不正确的砂轮配方会使得砂轮远离自我锋利区域，而导致出现以下磨削问题：①粘合剂磨损速率过慢或者颗粒磨损过快，都会使得突出的磨削颗粒不够，从而会出现振纹、烧伤或机床过载的问题，导致砂轮被损坏。②粘合剂磨损速率过快又会使得表面粗糙度不好，表面轮廓不易保持；因砂轮很贵，过快的砂轮磨损会使成本上升，不利于生产需求。

5. 实例说明

以我厂英国LANDIS磨床（见图3）加工曲轴为例，简要说一下曲轴的加工过程以及CBN砂轮的加工优势。

在加工曲轴之前，先将曲轴放置到磨床V形架上用来支撑工件（见图4），防护门关闭，尾架向前顶紧工件中心孔，这时卡盘将工件夹紧，测量仪测量曲轴的角度位置，一切就位以后，砂轮头架切削液开启并且砂轮开始旋转加工工件，在加工过程中两片砂轮同时对曲轴的主轴颈和连杆颈进行磨削。我们采用的是矢量

磨削方法（见图5），在磨削过程中一定要确保切削液的流量控制，如果切削液不足，会造成零件加工尺寸的不合格。

与传统普通砂轮相比，磨削保证的轴向尺寸、径向尺寸以及表面粗糙度精度更高、效率更高，出现的废品率更低，单从一片砂轮的价格来说，CBN会比普通砂轮贵7~8倍，但是考虑到它



图 3

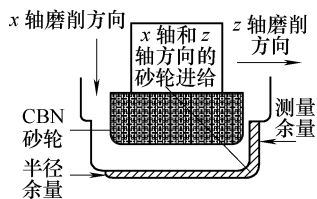


图 4

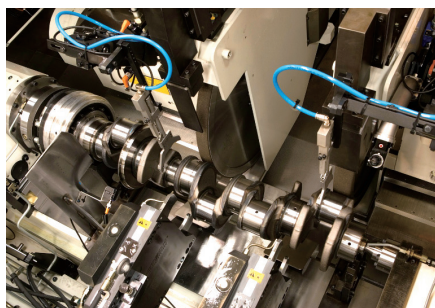


图 5

的加工效率、加工精度以及使用寿命等因素，成本反而比普通砂轮降低了不少。

6. 结语

CBN砂轮磨削能获得高的尺寸精度和好的表面粗糙度，加工表面不易产生裂纹和烧伤，残余应力小，加工表面质量高，还能提高工件疲劳强度，改善劳动条件，工作效率高，兼具综合经济效益好等优势。随着制造业的快

速发展和激烈的市场竞争，对零部件的要求也越来越高，CBN砂轮应用会越来越广，市场前景非常值得期待。

参考文献：

- [1] 屈里强，朱宁.磨削加工中的CBN砂轮[J].金刚石与磨料磨具工程，2002（4）：54-56.
- [2] 叶伟昌.CBN砂轮的进展[J].新技术新工艺，2000（11）：13-15.

MW（收稿日期：20161008）