

# GCr15 锭杆锭尖立方氮化硼砂轮磨削研究

陈剑飞 彭竹琴 张素香 张瑞杰 史建茹 徐战彬

(中原工学院, 郑州, 450007)

**摘要:**提出用立方氮化硼(CBN)砂轮代替传统的棕刚玉砂轮进行磨削,确定了砂轮的磨削特性,设计了CBN砂轮金刚石滚轮修整装置;并对CBN砂轮修整参数进行深入分析研究。使用情况表明:锭杆锭尖的磨削精度和表面质量明显提高,无烧伤现象;生产率比棕刚玉磨削提高20倍以上。

**关键词:**立方氮化硼砂轮 锭杆锭尖 砂轮修整 磨削

中图分类号:TS 103.811 文献标识码:A

## 1 锭子和锭杆锭尖

锭子是环锭细纱机的重要部件,锭子的转速随纺纱支数而异,高速锭子速度达8 000 ~ 2 0000 r/min,锭子的运动情况好坏直接影响细纱的产量和质量。

锭杆(见图1)是锭子的关键零件,因其高速回转,故必须十分平直、无振动、坚韧而有弹性。锭尖与锭底的球半径相互配合而形成两对摩擦副,故轴承与锭底同样要求足够的硬度以及保持高的制造精度及低的粗糙度,锭杆材料采用GCr15轴承钢。

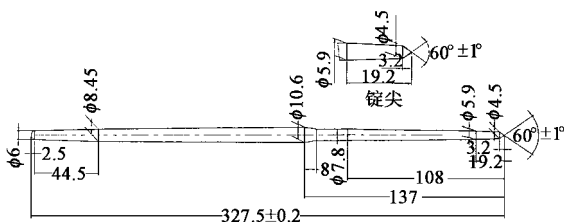


图1 细纱机锭杆

## 2 锭杆锭尖棕刚玉砂轮磨削的缺陷

锭杆属大批量生产零件,锭杆锭尖的粗糙度为Ra0.2 μm和形状精度(IT5 ~ IT6)要求很高,因此最后的加工工序一般为在锭杆锭尖专用磨床上,用100<sup>#</sup>粒度宽40 mm的棕刚玉砂轮伴随锭杆夹具作回转运动进行成型圆弧磨削加工。但是用棕刚玉砂轮磨削时有下列缺点:1)磨削时棕刚玉砂轮磨耗大,因此批量生产时工件的尺寸分散度大,使进一步提高锭杆锭尖外形精度变得非常困难。2)砂轮用量大,砂轮质量的波动对磨削效果影响程度大。3)由于砂轮磨损快,需经常修整,砂轮更换频繁,使得劳动强度加大,工具费用高,辅助工时增加,难以提高生产效率。4)棕刚玉砂轮锋利保持性差,锭杆锭尖尺寸小极易造成表面烧伤和产生变质层。5)树脂棕

刚玉在磨削过程中产生的粉尘和异味影响操作工人的身心健康。

## 3 锭杆锭尖立方氮化硼(CBN)磨削加工

CBN砂轮被世界权威机构誉为“过去半个世纪提高工业生产率的巨大贡献之一,导致磨削的革命”<sup>[1]</sup>。CBN砂轮的应用在某些工业化国家中已进入普及阶段,我国纺织机械加工中很少见到先进CBN砂轮的磨削加工。结合我国国情和工厂生产实际,在锭杆锭尖的CBN磨削中作了以下工作。

### 3.1 CBN砂轮特性的确定

**3.1.1 磨料的确定** 磨料的性质直接影响砂轮的磨削效果,国外许多公司针对各种结合剂和加工对象的不同,研制出很多不同牌号的CBN磨料。从磨料的成本低,便于推广考虑,我们选用了郑州富耐克公司生产的CBN 850型磨料。

**3.1.2 结合剂的确定** 陶瓷结合剂CBN砂轮具有下列优点:1)陶瓷结合剂砂轮带有大量气孔,这些气孔有利于排屑,从而能减少砂轮堵塞而产生磨削热,降低工件表面磨削温度,避免烧伤现象产生。2)结合剂耐热性好,磨料把持力强,所以陶瓷砂轮耐磨损,形状保持性好,有利于提高零件加工精度。3)结合剂硬而脆,容易修整。基于上列特点,采用了陶瓷材料为本砂轮的结合剂。

**3.1.3 填料的确定** 砂轮的CBN层除了CBN磨料和结合剂外,还应加入一定数量的填料来保证CBN层的成型密度,提高砂轮强度,调整砂轮组织及降低砂轮成本。填料选择应考虑填料与CBN磨削热膨胀系数之差,填料和结合剂的亲和性,在烧结过程中是否变质,以及填料的强度和粒度等因素。经过对多种材料进行性能测试和不同配比的对比实验,主要加入适量的SiC和铜、铝粉,有效的提高了磨具强度及加快磨削热的传递。

3.1.4 浓度的确定 浓度是 CBN 砂轮的主要特性,综合考虑加工材料、磨料粒度、磨削方式等因素,确定采用较高的 100%浓度值,硬度为 J K(软 3 - 中软)。

3.2 CBN 砂轮形状尺寸的确定

在 M61329 高精度外圆磨床上磨削锭杆锭尖,通过工作台的纵向移动,在砂轮宽度上可连续完成数根锭尖的磨削工作,从理论上讲砂轮宽度愈大,连续加工的锭杆数愈多,但砂轮宽度的增加影响砂轮的制造难度,因此确定 CBN 砂轮宽度为 40 mm。砂轮直径同样考虑使用需要和制造难度确定为 400 mm,内孔为  $\phi 127H7$  与机床主轴相配合,CBN 砂轮形状尺寸如图 2 所示。

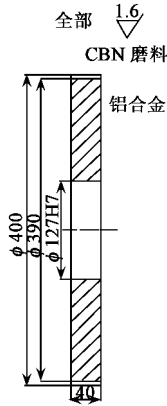


图 2 CBN 砂轮

4 CBN 砂轮修整方法研究

CBN 砂轮在磨削过程中,由于磨削力和磨削区域高温、粘结等作用,砂轮工作表面的磨粒会逐渐钝化,同时,砂轮工作表面的磨粒会因不均匀磨损而失去正确的原始几何形状;此外,由于高速磨削的磨屑非常细小,很容易堵塞砂轮工作表面间隙,为使 CBN 砂轮始终保持良好的磨削状态必须对砂轮进行修整,修整技术是 CBN 砂轮应用领域一个相当重要的研究课题。

4.1 CBN 砂轮锭杆锭尖磨削修整装置设计

本修整装置采用金刚石滚轮修整法见图 3。用电镀法将金刚石颗粒固结在铝合金基体的圆周表面上制成金刚石滚轮 1,金刚石滚轮安装在一对高精度轴承支承的轴 2 上,轴转动通过一对皮带轮 7 及同步带传动,电动机 HCL - 150 转速可达 10 000 r/min,整个修整装置通过工作板 9,中间板 10 装在 M61329 型高精度外圆磨床工作台上,金刚石滚轮跟随工作台纵向运动完成 CBN 砂轮的修整工作。

4.2 CBN 砂轮磨削修整参数研究

4.2.1 修整速比  $\phi$   $\phi = V_r / V_s$ ,  $V_r$  为金刚石滚轮线速度,  $V_s$  为 CBN 砂轮线速度。 $\phi$  对修整后 CBN 砂轮的磨削性能有重要影响。采用较大的修整速比  $\phi$  修整后的 CBN 砂轮磨削力较小,但工件表面粗糙度较大,美国磨削专家 S. MaKin 等人<sup>[2,3]</sup>认为,中速磨削的选择范围  $\phi = 0.4 \sim 0.7$ ,本修整装置确定  $\phi = 0.5$ 。

4.2.2 顺向和逆向修整 顺向修整即滚轮和被修

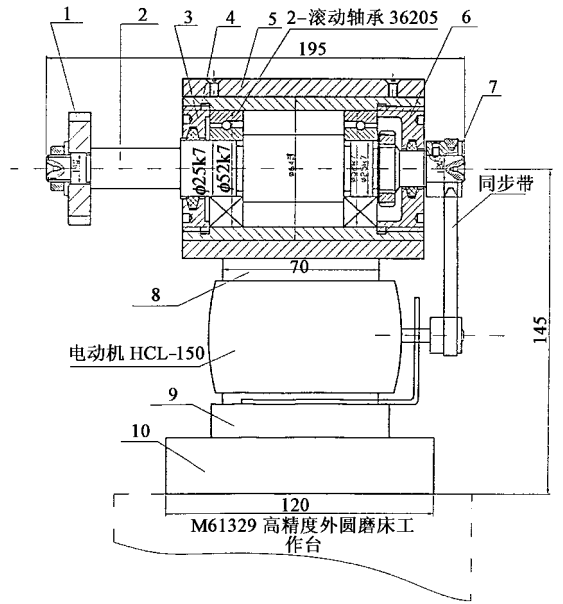


图 3 修整装置

整砂轮接触点速度方向相同,逆向修整接触点速度方向相反,根据金刚石滚形原理,分析滚轮和 CBN 砂轮之间的运动关系,可以得到修整后 CBN 砂轮表面的残留不平度  $h^{[4]}$ :

$$h = A \cdot \{ (K+1) / [(1 \pm \phi)^2] + \phi^2 \}$$

式中,  $V_d$  为滚轮速度;  $V_w$  为 CBN 砂轮速度;  $r_w$  为 CBN 砂轮半径;  $r_d$  为滚轮半径;  $\phi$  为修整速比;  $\Gamma$  为磨粒突出高度;  $K = r_w / r_d$ ;  $A = \Gamma^2 / (8 r_w)$ ;  $\phi = V_w / V_d$ 。

由上式得出:表面的残留不平度  $h$  是一条双峰曲线,顺向修整中  $h$  随  $\phi$  增大而下降,在  $\phi > 0.4$  时,又回升直至极限值,当  $\phi > 1$  时,  $h$  又下降,逆向修整中  $h$  随  $\phi$  增大而下降,稳定性好,砂轮修整后表面精度高,本 CBN 砂轮采用逆向修整。

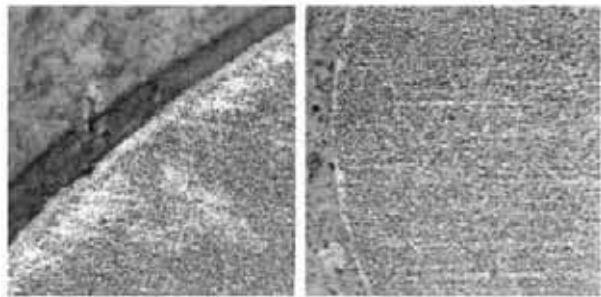
4.2.3 组合比参数  $u_d$   $u_d$  为金刚石滚轮和 CBN 砂轮的接触宽度,  $u_d$  增大,CBN 砂轮磨粒破碎加快,修整时间下降,但同时产生很大的修整力,影响 CBN 砂轮修整质量,本装置经过实验研究采用金刚石滚轮宽度为 10 mm。

5 结论

本研究课题在河南省第二纺机股份有限公司完成,经过生产实践证明磨削效果十分明显。

1. CBN 砂轮硬度高,磨粒锋利,磨削力小,磨削温度低,使得磨削表面变质层很小,大约为 0.035 mm,如图 4 所示,这说明经 CBN 砂轮磨削后表面质量得到明显提高。

2. CBN 磨粒锋利、气孔大,克服了过去锭尖磨削严重烧伤现象。砂轮无粘屑,锭尖精度由 IT8 稳定提



(a) 棕刚玉砂轮磨削

(b) CBN 砂轮磨削

图 4 磨削后刃尖表层金相组织

高到 IT6 范围内,粗糙度由  $Ra0.4$  降低至  $Ra0.2$ 。

3. CBN 砂轮耐磨性好,修整砂轮次数大大减少,生产效率提高 20 倍以上。

4. 经 CBN 砂轮磨削后,工件表面经检测产生压应力,提高了零件疲劳强度。

## 参 考 文 献

- 1 严文浩.高效磨削工艺发展方向.磨削技术.西北工大出版社,1994.
- 2 S. MalKin et al. Mechanics of Rotary Dressing of Grinding Wheel. Transaction of the ASME Journal of Engineering for Industry,1978 (100):95~102.
- 3 T Murray et al. Effects of Rotary Dressing on Grinding Wheel Performanca. Transaction of the ASME Journal of Engineering for Industry,1978(100):297~302.
- 4 SyojiK,Zhou L.Studies on Truing and Dressing of Diamand Wheel(1<sup>st</sup> report).JSPE,1990(2):124.
- 5 郭隐彪等.金刚石滚轮对树脂 CBN 砂轮修形特形研究.重庆大学学报,1998(3):50~54.
- 6 陈剑飞.磨削加工学.郑州:河南科技出版社,1994:168~184.
- 7 吴希让编译.陶瓷磨削中砂轮修整的试验研究.精密制造及自动化,1998:26~31.
- 8 冯宝富等.CBN 砂轮的修整方法及其应用.工具技术,2001:8~11.