

陶瓷 CBN 砂轮的修形及磨削性能

TG743.05

郭隐彪¹, 杨继东¹, 梁锡昌¹, 庄司克雄²

(1 重庆大学 机械传动国家重点实验室, 重庆 400044; 2 日本东北大学 工学部, 仙台 日本 980-8579)

摘要: 研究杯状砂轮修整器对 CBN 砂轮的修形原理, 及修形后砂轮磨削特殊钢的加工特性。分析实验结果得出: 磨削高速钢时砂轮磨粒磨损和切屑附着, 磨削软钢时砂轮表面的切屑熔着是影响 CBN 砂轮寿命的主要原因。

关键词: 杯状砂轮修整器; 陶瓷 CBN 砂轮; 砂轮修形; 磨削 磨削

中图分类号: TG 701

文献标识码: A

1 杯状砂轮修形原理

CBN 砂轮的修形一般采用金刚石工具。例如, 单结晶金刚石修整器^[1]和金刚石滚轮修整器^[2]。由于, 上两种修整器修形中金刚石对所修形 CBN 砂轮磨粒形成切削状态, 因此修形后 CBN 砂轮表面磨粒的刃部平坦化, 砂轮的磨削力较大^[3]。本文提出采用杯状砂轮对 CBN 砂轮进行修形的方法, 并通过陶瓷结合剂 CBN 砂轮的修形取得良好的效果

1.1 轴向修形

杯状砂轮的轴向修形是指砂轮的修形送进方向平行于砂轮主轴的修形方法。修形 n 次后, 得到 CBN 砂轮的去量(切深)可以用下面方程式表达^[4]

$$y_n = \gamma \cdot \left(\frac{b}{B} \cdot \frac{D_1}{D} \right) \cdot \Delta_1 \quad (1)$$

式中: γ —修形比系数; b —修形砂轮宽度; B —CBN 砂轮宽度; D_1 —CBN 砂轮直径; D —修形砂轮直径; Δ_1 —修形砂轮每次进给切深。

通常修形中 $y_n < 1$, 即加 J_n / Δ_1 很小。因此, 被修形 CBN 砂轮的横断面形成近似等倾角的斜面。从式(1)可以得出: 要增大对 CBN 砂轮的修形量, 必须使砂轮的宽度尽量小。当砂轮的宽度小到极限时, 即形成径向切入式修形。

1.2 径向切入式修形

径向切入式修形原理如图 1 所示。图中: V_t 为修形砂

轮的平均速度; v_t 为修形送进速度 当 $V_t = v_t$ 时, 修形砂轮的修形宽度

$$b_t = \sqrt{D \cdot \Delta_1} + \frac{B^2}{4D_1} \quad (2)$$

修形中修形砂轮对 CBN 砂轮的修形平均切削面积和修形比系数 γ 成正比)

$$a_t = \frac{\pi D_1 v_t}{J B (\sqrt{V_t^2 + V_c^2})} \sqrt{\frac{\Delta_1}{D_1}} \quad (3)$$

从式中可以得出: 要提高修形效率必须减小 CBN 砂轮速度 V , 提高修形切深 Δ_1 和修形送进速度 v_t 。

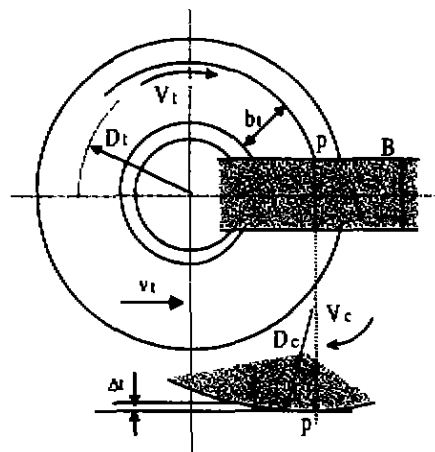


图 1 径向切入式修形

收稿日期: 1999-12-24

基金项目: 1999 年机械传动国家重点实验室青年基金资助项目(990125)

作者简介: 郭隐彪(1963-), 男, 福建人, 重庆大学机械传动重点实验室副教授、工学博士 主要从事机械传动的理论和应用研究。

2 杯状砂轮修整器结构

图 2 实验用 3 轴圆弧杯状砂轮修整器。修整器由杯状砂轮、转角控制(W 坐标)、进给控制(Y 坐标)和修形送进控制(Z 坐标)组成。3 轴的控制由步进电机实现,杯状砂轮由无级调速直流电机驱动。控制系统由工控微机、接口电路、步进电机驱动器、直流电机调速器及限位开关组成。

图 3 为修形系统的控制软件框图。修形过程:1)调整修形初始位置,确定修整器的摆动中心 X_0 ; 设定修

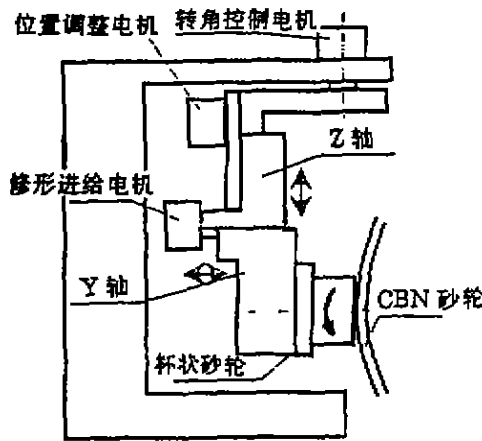


图 2 圆弧杯状砂轮修整器

形送进零点 Z_0 ; 调整修形进给零点 Y_0 ; 输入修形控制参数(修形进给量 Δ , 修形砂轮速度 V_f , 送进速度 v_f , 送进量 Z), 修形数据(W_f, Y_f), 修形补偿数据($W_c, \Delta Y_c$)。

3 CBN 砂轮磨粒状态

实验系统由平面磨床、杯状砂轮修整器、带可分离的 CBN 砂轮、砂测力仪、真空度膜装置、扫描电子显微镜(SEM)组成。实验条件如表 1 所示

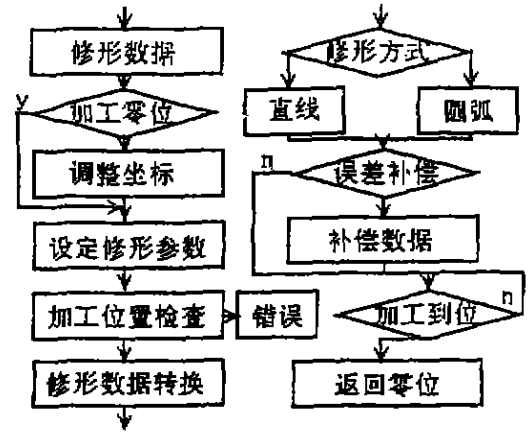


图 3 修整器控制软件框图

表 1 实验条件

加工机床	CBN 砂轮	磨削工件	修形条件	磨削条件
平面磨床 SG 52A	BN170D100V	软钢 SS400(Hv258) 高速钢 SKH57(Hv1190)	杯状修形砂轮: WA120H7V CBN 砂轮速度: $V_s = 300$ 米/分 砂轮速度: $V_f = 150$ 米/分 进给量: $\Delta = 10$ 微米/次 送进速度: $v_f = 0.2$ 米/分	CBN 砂轮速度 $V_s = 2300, 1800, 1300$ 米/分 送进速度: $v_f = 2.5$ 米/分 进给量: $\Delta = 40, 10, 2.5$ 微米/次

3.1 磨削高速钢后磨粒状态

按表 1 修形及磨削条件,使用杯状砂轮修整器对 CBN 砂轮进行修形。磨削高速钢到累计切削长 $L_c = 4.6$ m 时,使用扫描电子显微镜观察 CBN 砂轮表面磨粒的立体照片如图 4 所示。通过分析后发现: CBN 砂轮表面磨粒变化分为两类,一类在磨削过程中发生大的破碎后脱落,另一类在磨削过程中磨粒切削刃发生磨损,且磨粒表面发生切屑附着。CBN 砂轮表面磨粒的磨损和切屑附着是主要原因。

3.2 磨削软钢后磨粒状态

图 5 为按表 1 条件对 CBN 砂轮修形后,磨削软钢到累计切削长 $L_c = 1$ m 时,使用扫描电子显微镜观察 CBN 砂轮表面磨粒的立体照片。通过分析后发现:

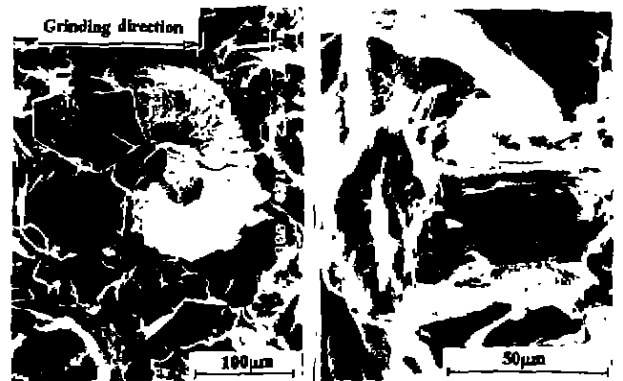


图 4 磨削高速钢后砂轮表面磨粒

CBN 砂轮表面磨粒是随堆积熔化物一起脱落的,磨削软钢时磨粒表面切屑附着及堆积熔化物对 CBN 砂轮

陶瓷结合剂的侵蚀作用,是砂轮磨损急剧增加的主要原因

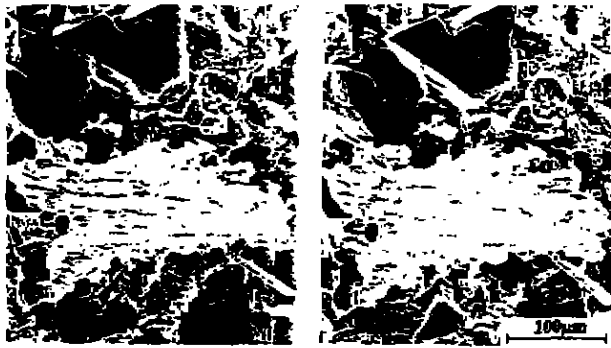


图5 磨削软钢后砂轮表面磨粒

4 CBN 砂轮磨削特性

CBN 砂轮磨粒参加磨削的主要参数为磨粒的当量切深 g_m 和磨粒切削长 l_c

$$g_m = \frac{v}{V} \sqrt{\frac{\Delta}{D}} \quad (4)$$

$$l_c = \sqrt{\Delta D} \quad (5)$$

式中: v —磨削进给速度; V —CBN 砂轮速度; D —CBN 砂轮直径; Δ —磨削进给深度

为了得到修形后 CBN 砂轮的磨削特性,以当量切深 g_m 和磨粒切削长 l_c 为条件进行磨削实验。

4.1 设定 g_m 为定值

图6为使用杯状砂轮修整器对 CBN 砂轮进行修形后,按表1中的三种条件对高速钢和软钢进行磨削后得到的法向磨削力 F_n 和累计切削长 L_c 的关系曲线 (CBN 砂轮的磨削速度 $V_s = 2300$ 米/分。从图中可以得出:陶瓷 CBN 砂轮对于高速钢的磨削力较大,而且随着磨削次数的增加而增大。磨削过程中 CBN 磨粒磨损较多,而发生脱落的较少。磨削软钢时磨削力较小,而且随磨削次数的增加而逐渐减小。这个现象说明 CBN 砂轮磨粒在磨削过程中,发生脱落的较多,砂轮表面磨粒密度下降。

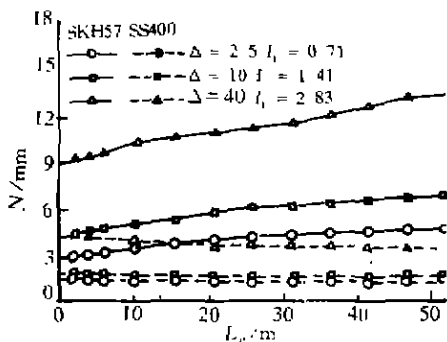


图6 磨削力 F_n 和切削长 L_c 的关系 (g_m 定值)

图7为 CBN 砂轮的磨损量 W 和累计切削长 L_c 的关系曲线。从图中可以得出:磨削高速钢时初期磨损较快,但总体呈线性变化。磨削软钢时,砂轮磨损随进给量的增大而发生急剧增大。

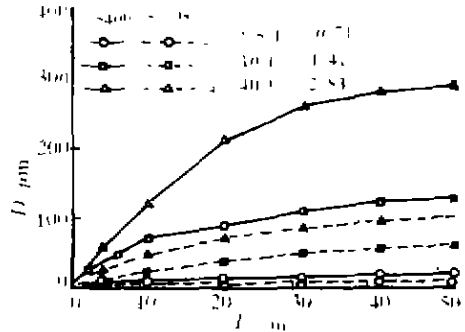


图7 磨损量 W 和切削长 L_c 的关系 (g_m 定值)

4.2 设定 l_c 为定值

从式(4)、(5)得出:当砂轮速度 V_s 改变 (Δ 和 v 不变) 时,磨粒切削长 l_c 为定值,而当量切深 g_m 和速度 V_s 成反比。实验中进给量 $\Delta = 10$ 微米/次,进给速度 $v = 5$ 米/分。

图8为磨削两种工件后得到的法向磨削力 F_n 和累计切削长 L_c 的关系曲线。图9为 CBN 砂轮的磨损量 W 和累计切削长 L_c 的关系曲线。

分析实验结果可以得出:减小砂轮的速度磨削力略有增加,对磨削工件的表面质量影响不大,但砂轮的磨削量增加较快。

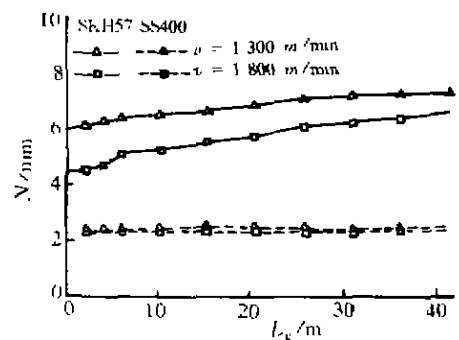


图8 磨削力 F_n 和切削长 L_c 的关系 (l_c 定值)

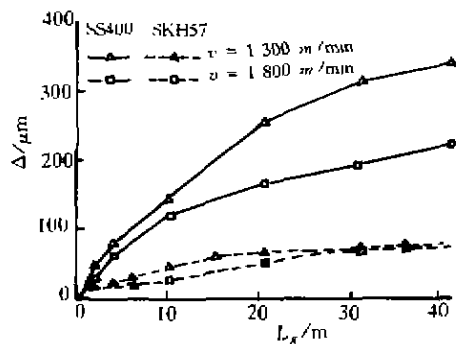


图9 磨损量 W 和切削长 L_c 的关系 (l_c 定值)

4.3 改变磨削进给量 Δ

从式(4),(5)得出:当砂轮进给量 Δ 变化(V_s 和 v 不变)时,磨粒当量切深 a_m 按开方次增长。实验中:砂轮速度 $V_s = 2300$ 米/分,进给速度 $v = 5$ 米/分。

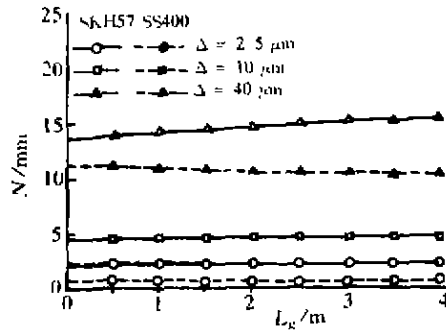


图 10 磨削力 F_n 和切削长 L_c 的关系(改变 Δ)

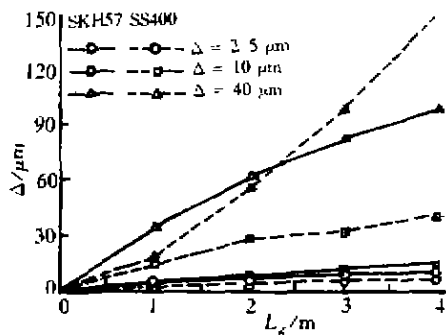


图 11 磨损量 W 和切削长 L_c 的关系(改变 Δ)

图 10 为砂轮进给量 $\Delta = 2.5, 10, 40$ 微米/次,磨削两种工件后得到的法向磨削力 F_n 和累计切削长 L_c

的关系曲线。图 11 为 CBN 砂轮的磨损量 W 和累计切削长 L_c 的关系曲线。

分析实验结果得出:改变磨削进给量 Δ , 对于磨削高速钢时砂轮磨削力增长较快,而磨削软钢时砂轮的磨损量急剧增大。

5 结论

使用杯状砂轮修整器对陶瓷结合剂 CBN 砂轮进行修形实验得出:修形后 CBN 砂轮的表面磨粒存在微小破碎,具有良好的容屑槽和尖锐的切刃。

分析磨削实验结果表明:在对高速钢的磨削中,多数磨粒切刃先端平坦化并发生新旧切屑在磨粒上的附着,磨削过程中磨削力不断增大。对软钢的磨削中,大量的切屑发生熔着和磨粒先端切屑附着,堆积熔化物对 CBN 砂轮陶瓷结合剂的侵蚀作用,是砂轮表面磨粒发生大面积脱落的主要原因。

参考文献:

- [1] MATSUI S, SYOJI K. Wear of Cutting Edge in Single Grain Cutting[J]. JSPE, 1976, 10(3):107
- [2] SALJE E, MACHENSEN H G V. Dressing of Conventional and CBN Wheels with Diamond Form Rollers[J]. CIRP, 1984, 33(1):205.
- [3] MATSUI S, SYOJI K, YAMAO M. Studies on Truing of Diamond Vitrified Wheels (1st report)[J]. JSPE, 1986, 52(2):291
- [4] MATSUI S, SYOJI K. Studied on Truing of Diamond Vitrified Wheels(2nd report)[J]. JSPE, 1987, 53(3):486

Study on Dressing and Grinding Characteristics of Vitrified Bonded CBN Wheels

GUO Yin-biao¹, YANG Ji-dong¹, LIANG Xi-chuang¹, KATUO SYOJI²

- (1) State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044, China;
- (2) Syoji Katsuo Kulyagawa Jsunemoto Johoku University, Japan)

Abstract: This paper describes the dressing principle and its grinding characteristics of vitrified bonded CBN wheels trued by cup-truer. Analyzing experiment data of grinding workpiece, the influence factor on wear of CBN wheel has been obtained, which wear of CBN abrasives and chippings adhered is the main reasons in grinding hard steel, and surface abrasives melted is the major factors in grinding soft steel.

Key words: cup-truer; vitrified bonded CBN wheel; truing and dressing; grinding

(责任编辑 成孝义)