

陶瓷 CBN 砂轮修锐效果的砂轮地貌评价

陈 锋 刘 佳 陈五一

(北京航空航天大学机械工程及自动化学院, 北京 100191)



摘要: 对磨削性能下降的陶瓷 CBN 砂轮进行不同程度的修锐, 用激光三角法的砂轮地貌测量系统对各状态下砂轮地貌进行测量。得到了砂轮地貌的三维形貌和磨粒出刃高度、磨粒刃密度的变化特点, 以此评价修锐效果。结果表明, 陶瓷 CBN 砂轮的修锐对砂轮磨粒的出刃性、等高性和均匀性有很大改善。

关键词: 陶瓷 CBN 砂轮; 修锐; 砂轮地貌; 磨粒

Evaluation of the Dressing Effect for Vitrified CBN Grinding Wheel with the Wheel Topography

Chen Feng Liu Jia Chen Wuyi

(School of Mechanical Engineering and Automation, Beihang University, Beijing 100191)

Abstract: Different degrees of dressing were conducted for vitrified CBN grinding wheel with performance degradation. Topographies of the vitrified CBN grinding wheel were measured using the measuring system based on the Laser Triangulation in the dressing process. 3D surface of the topographies as well as height and density of the grit protrusion were obtained, which were used to evaluate effect of the dressing. The results show the wheel grit protrusions after dressing have the features of baring, height-similar and well-distributed.

Key words: vitrified CBN grinding wheel; dressing; wheel topography; grinding grit

1 引言

陶瓷CBN砂轮以其良好的磨削性能被广泛应用于航空发动机叶片磨削加工中。砂轮使用一段时间后, 由于自身磨损和工件材料对砂轮表面磨粒间容屑空间的堵塞等因素影响, 磨削性能会降低。这会导致磨削力和磨削温度大幅增加, 使加工工件表面粗糙度增大, 甚至引起磨削烧伤和磨削裂纹等^[1], 需要对砂轮进行修锐处理才能恢复砂轮的磨削性能。修锐是通过去除砂轮表面磨粒间的结合剂或堵塞的工件材料, 使磨粒凸出结合剂表面, 形成必要的容屑空间, 使其具有最佳磨削能力^[2]。研究陶瓷CBN砂轮地貌在修锐后的变化对于修锐条件的选择和评价修锐效果非常必要。

常用的陶瓷CBN砂轮修锐方法有自由磨粒修锐法和固结修锐工具修锐法等。自由磨粒修锐法的修锐效率很低, 应用较少。

油石修锐是应用较广泛的一种固结修锐工具修锐法, 它主要通过接触区破碎磨粒的挤研作用去除CBN砂轮表面的结合剂或堵塞的工件材料, 使砂轮表面的磨粒重新出刃。研究表明, 就算是采用单颗粒金刚石笔或金刚石滚轮修整陶瓷结合剂CBN砂轮后, 由于容屑空间较小, 切削刃较宽, 磨削刃不锋利, 修出的砂轮磨削工件容易出现烧伤或振纹, 所以必须用油石对修整后的砂轮表面进行合理修锐^[3, 4]。

本文修锐的是不锈钢磨削中的砂轮, 还未发生过度的磨损或形状的改变, 因此, 选择用油石修锐法对磨削性能下降的CBN砂轮进行修锐。

2 陶瓷CBN砂轮的修锐方法

3 陶瓷CBN砂轮修锐效果的评价

作者简介: 陈锋 (1984-), 硕士, 机械工程专业; 研究方向: 机械工程及自动化。

收稿日期: 2011-05-10

对陶瓷CBN砂轮修锐效果进行评价可以指导修锐工艺的设计与修锐参数的选择。通过对文献的研究, 本文认为常用的评价方法分为两大类: 一类是间接评价法, 另一类是直接评价法。间接评价法是通过砂轮的磨削效果来评价修锐的好坏, 直接评价法则是直接观察砂轮地貌在修锐前后的变化来评价修锐效果。

崔恒泰等^[4]设计正交试验采用油石对CBN砂轮修锐, 研究修锐对磨削效果的影响, 考察的指标为: 磨削力法向力 F_n 、磨削表面粗糙度 R_a 、磨削比 G 和磨削表面质量(裂纹和烧伤情况), 结果表明, 油石修锐开刃可获得较锋利的磨削效果和较好的工件表面光洁度。黄云龙等^[5]通过用表面粗糙度仪测量砂轮表面轮廓曲线数据, 并分析其频谱变化来研究修整对砂轮轮廓特征的影响。这种方法中砂轮表面轮廓数据的测量误差较大, 且未对砂轮地貌的特征参数进行直接研究。史建茹等^[6]采用滚动复印法对砂轮表面每一等份上的磨粒数进行统计分析, 以此研究修锐效果的地貌评价方法。这种方法砂轮地貌的测量手段过于简单, 不能得到砂轮地貌的三维信息, 而且大量数据的统计分析使得该评价方法效率很低。

综上所述, 对砂轮地貌进行直接测量和评价是考察修锐效果最可靠的方法。

4 实验与分析

设计本实验的目的是为了从CBN砂轮地貌角度考察修锐对砂轮地貌的影响和修锐效果的评价。

4.1 实验条件

在数控磨床上设计CBN砂轮的修锐实验, 对不锈钢磨削中磨削性能下降的陶瓷结合剂CBN杯形砂轮进行修锐, 并对它的地貌进行测量。修锐用到的设备及实验参数如表1所示。修锐实验设备安装如图1所示。

用激光三角法的砂轮地貌测量技术对修锐后的砂轮进行测量, 它能高效准确地得到砂轮地貌的三维数据, 测量原理如图2所示^[7]。

表1 修锐实验条件及参数

数控磨床	MK7320
砂轮	60#陶瓷CBN砂轮
修锐工具	油石
主轴转速	5000r/min
进给速度	1000mm/min
修锐 a_p	0.02mm

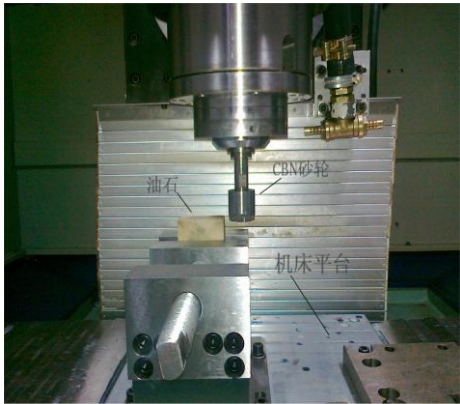


图1 修锐实验条件

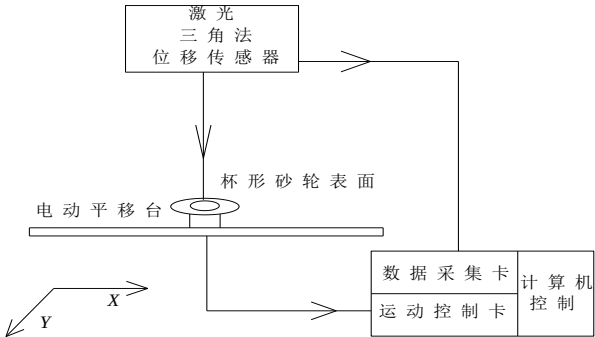


图2 激光三角法的砂轮地貌测量技术

4.2 实验流程

利用以上实验条件进行CBN砂轮的修锐, 对不同修锐深度时的砂轮地貌进行测量, 流程如图3所示。

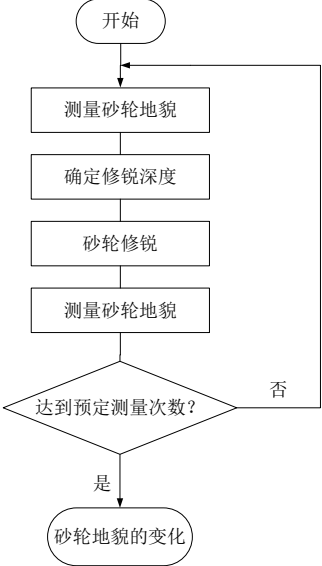


图3 实验流程

4.3 实验结果及分析

图4~6所示为CBN砂轮修锐过程中三个阶段的地貌图, 分别为修锐前、修锐深度 $h=0.2\text{mm}$ 和修锐深

度 $h=0.5\text{mm}$ 。

修锐前，各磨粒磨损较为严重，磨粒微刃少且钝，如图4中突峰（代表磨粒）所示。磨粒的磨损和工件材料的堵塞导致砂轮地貌中的容屑空间变小，在图中表现为砂轮结合剂与磨粒在高度上相差较小且在砂轮表面占比很大。图中轮廓线在高度方向的变化很小也说明了这一点。

对CBN砂轮修锐，油石修锐深度 $h=0.2\text{mm}$ 时，如图5。砂轮表面的磨粒刃密度明显变大，大部分磨粒与结合剂高度差变大即磨粒的出刃高度变大，但出刃并不均匀，表现在砂轮外侧（Y值较小的区域）出刃的高度和均匀性都比较好，内侧则不理想。磨粒的出刃使得砂轮表面的容屑空间得以恢复，表现为图中代表结合剂的青色部分在砂轮表面占比变小。图中轮廓线在高度方向的走势变得陡峭。

继续对砂轮进行修锐，当 $h=0.5\text{mm}$ 时，如图6。磨粒的密度并未继续变大，这是因为油石对CBN颗粒并不能起到切削作用，不能使砂轮低层的大量磨粒裸露。但出刃高度较图5中的变大，且出刃在整个测量区域均匀分布，具有均匀性。容屑空间得以进一步增大。图中轮廓线陡峭程度较图5中的大。

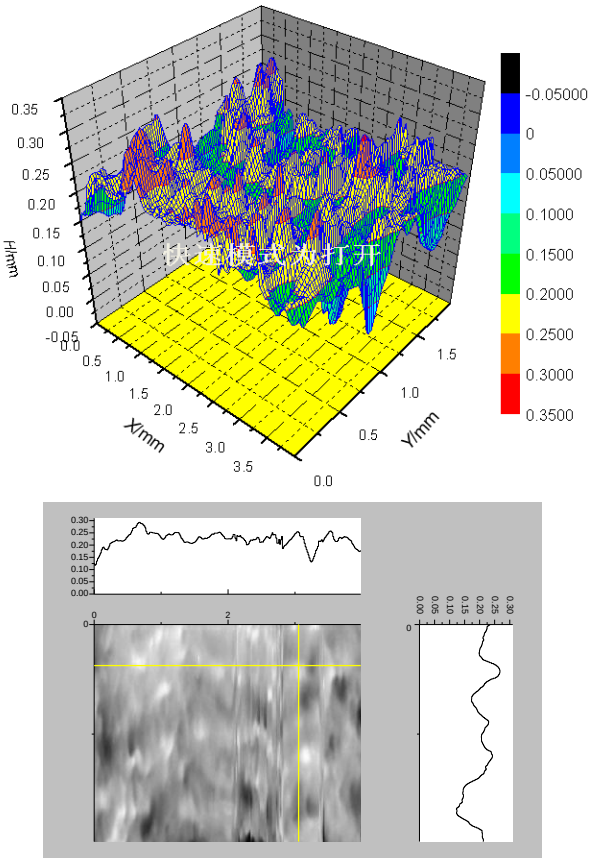


图 5 修锐深度 $h=0.2\text{mm}$ 时砂轮的地貌

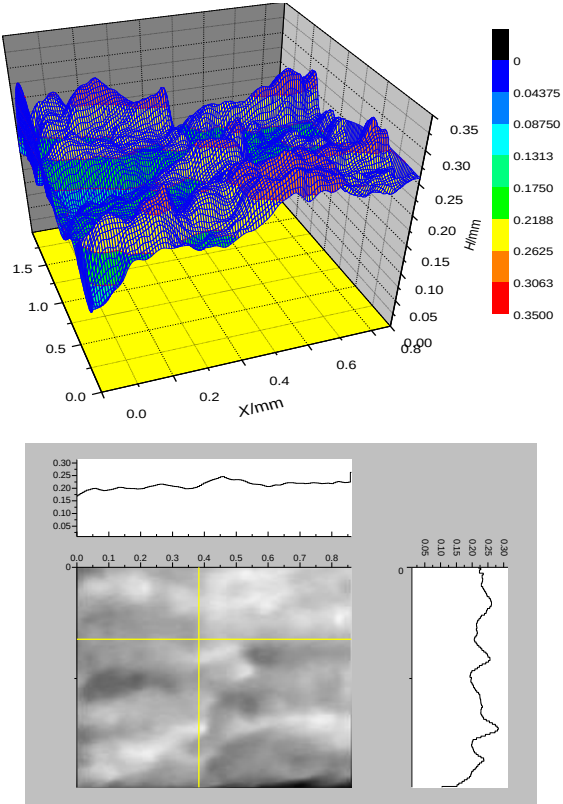


图 4 修锐前磨钝的砂轮地貌

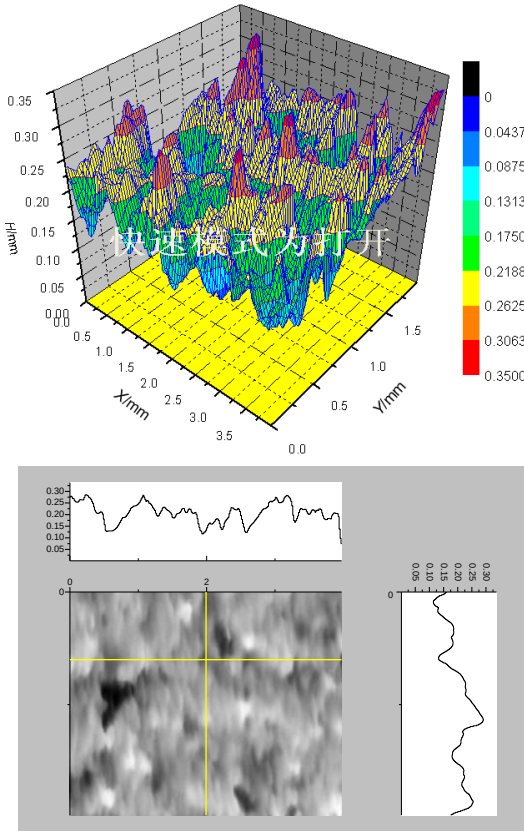


图 6 修锐深度 $h=0.5\text{mm}$ 时砂轮的地貌

图7所示为砂轮地貌中磨粒出刃高度随修锐量的变化情况,可以看出由于油石的修锐作用去除了砂轮表面的结合剂和堵塞的工件材料,使出刃高度得到了很大的增加,甚至超过砂轮磨削前的出刃高度。出刃高度 $38\sim 76\mu\text{m}$ 变化的主要原因是经过继续修锐,砂轮的出刃具有了较好的均匀性,使得出刃高度的平均值变大,达到磨粒磨粒尺寸 $1/3$ 的理想高度^[8]。

图8所示为出刃密度随修锐量的变化情况,可以看出,通过修锐,砂轮表面的出刃密度有了很大程度的增加,由最初的9个/ mm^2 增加到16.8个/ mm^2 ,随后的继续修锐对该数值并没有太多改变,这是由于油石的修锐机理是去除砂轮表面的陶瓷结合剂和堵塞的工件材料,使得磨粒出刃,不能使表层的CBN颗粒脱离结合剂基体,让低层更多的磨粒裸露。

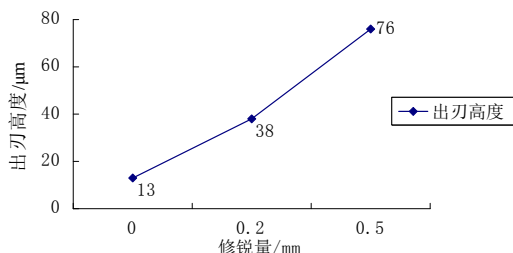


图7 出刃高度随修锐量的变化

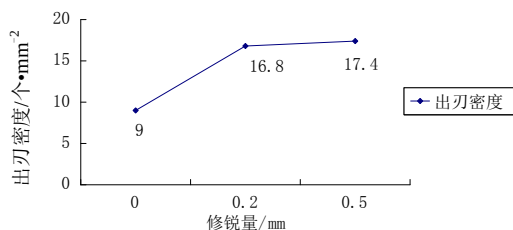


图8 出刃密度随修锐量的变化

5 结束语

通过对不同程度修锐后的陶瓷CBN砂轮地貌测量和分析,从砂轮地貌的变化上评价了修锐对砂轮磨削性能的影响。油石修锐对砂轮表面磨粒刃的出刃性、等高性和均匀性有很好的改善,这一点从砂轮地貌的三维形貌和地貌特征参数的变化中可以很明显地看出。实验中的修锐量可为以后加工生产或研究提供有价值的参考。

参考文献

- 1 刘海渔. 砂轮磨损机理分析及砂轮堵塞的实验研究[D]. 湖南: 湖南大学硕士学位论文, 2006
- 2 冯宝富, 蔡光起. CBN砂轮的修整方法及其应用[J]. 工具技术, 2001(7): 8~10
- 3 Sen P. Synthetic diamond dresser logs: serving the future needs of industry[J]. Industrial Diamond Review, 2002 (3): 194~202
- 4 崔恒泰, 夏悦, 邱丽花, 等. 陶瓷CBN砂轮的修整对磨粒分布状态和磨削效果的影响[J]. 金刚石与磨料磨具工程, 1996, 1(91): 19~22
- 5 黄云龙, 郁炜. 超细磨粒砂轮修整后表面轮廓特征实验研究[J]. 航空精密制造技术, 2009, 3(45): 5~6
- 6 史建茹, 崔江红. 砂轮修整器修整效果的地貌评价方法[J]. 工程技术, 570~574
- 7 陈锋, 陈五一, 陈志同. 基于激光三角法的杯形砂轮表面三维形貌检测[C]. 北京航空航天大学第七届研究生学术论坛论文集: 172~176
- 8 Yonekura M, Yokogawa K. Effects of "TSUKIDASHIRY" of retinoid bonded Borazon CBN wheel on grinding Performance. Bull. Japan of Proc, 1983, 2
- 10 葛新建, 孙建林, 范慧莉. 粘结固体润滑膜的摩擦学特性研究[J]. 润滑与密封, 2006(10): 234~236
- 11 冶银平, 陈建敏. 合成蜡粉改性聚四氟乙烯粘接涂层摩擦学性能的研究[J]. 摩擦学学报, 2001, 21: 201~204
- 12 Srinivasan U, Houston M R, Howe R T. A llyltriethoxysilane-based self-assembled monolayer films stiction reduction in silicon micromachines[J]. Journal of micro-electromechanical systems, 1998, 2: 252~260
- 13 Bhushan B, Israelachvili J N, Landman U. Nanotribology friction, wear and lubrication at the atomic scale[J]. Nature, 1995, 374: 607~616
- 14 江静华, 蒋建清, 马爱斌, 等. 固体润滑膜减摩效果载荷对应关系的建模分析[J]. 中国表面工程, 2008(4): 44~49

(上接第6页)

prepared by spray application of aqueous starch-oil composites[J]. Industrial Crops and Products, 2009, 29: 45~52

- 4 朱旻昊, 徐进, 周仲荣. 抗微动损伤的表面工程设计[J]. 中国表面工程, 2007(12): 5~9
- 5 周仲荣. 微动磨损[M]. 北京: 科学出版社, 2002
- 6 周仲荣, 朱旻昊. 复合微动磨损[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2004
- 7 梁佑明, 雷杰, 沈桂琴, 等. 合金的微动疲劳及防护[J]. 材料工程, 1995(1): 15~16
- 8 黎平安. 磷酸基干膜润滑涂层在钛合金构件上的应用[J]. 航空制造技术, 2000(1): 51~53
- 9 刘凤岭, 李金挂, 冯自修. 钛合金表面技术的进展[J]. 腐蚀与防护, 2001(2): 54~57