

硬质合金立铣刀刃口钝化参数对钝圆半径的影响

赵雪峰,何林

贵州大学

摘要: 通过立式旋转钝化机对硬质合金立铣刀进行刃口钝化,研究了钝化速度、钝化时间、磨粒粒度、磨粒类型等钝化参数对钝圆半径的影响规律,采用数学回归方法建立钝圆半径的数学模型,并通过方差分析验证了该预测模型的正确性,为刀具钝化刃口优化和实现高速高效切削加工奠定基础。

关键词: 刃口钝化;钝化参数;钝圆半径;数学回归

中图分类号: TG711; TH161

文献标志码: A

Influence of Cutting Edge Preparation Parameter on Edge Radius

Zhao Xuefeng, He Lin

Abstract: The cemented carbide milling cutting edge is prepared in the drag finishing. The influence law of the spindle rotation rate, the edge preparation time, the abrasive size and abrasive ratio on the edge radius is analyzed in the paper. The math model of the edge radius is set up through the mathematical regression method. The correctness of the edge prediction model is verified by the variance analysis, which lays the foundation for the edge preparation optimization and realizing the high-speed and high efficiency machining.

Keywords: edge preparation; preparation parameter; edge radius; mathematical regress

1 引言

在高速切削中,刀具被称为机床的“牙齿”,是机械加工中的关键基础部件,直接影响加工质量和效率^[1]。由于国产刀具与进口刀具在性能和寿命方面相比存在很大差距,到目前为止,高端刀具市场基本由进口刀具占领,因此,需要改善国产刀具的性能和寿命。刀具刃口钝化就是把比较锋利并且不够光滑整齐的刀具切削刃加工成具有特定的、光滑形状的加工过程,大多为倒圆刃和瀑布刃。刀具刃口钝化用于提高刀具寿命、改善切削过程的稳定性和已加工表面质量。

刀具刃口钝化方法较多,本文采用立式旋转钝化法对刀具进行钝化。E. Uhlmann等^[2]研究了采用立式旋转钝化法钝化微切削刀具,通过实验方法研究了钝化时间对钝圆半径的影响规律,并研究了切削刃钝圆半径和刀具磨损在微切削过程中的关系,结果证明合适的刀具刃口钝化可以减少刀具磨损。M. Barletta等^[3]选择了两种不同粒度的磨粒,通过实验验证了磨粒床辅助的行星轮系抛光比离心盘抛光能在相对较短的时间内获得更好的抛光性能。贾秀杰等^[4]通过单因素试验研究不同切削参数下刀具钝化引起的切削力及粗糙度的变化规律。

闫建国等^[5]研究了刀具刃口的电解强化方法。朱晓雯等^[6]研究七种不同的刃口钝化方法(拖拽法、砂轮法、激光法、磨料流法、磁力研磨法、喷砂法、含磨料尼龙刷法)对碳化钨基硬质合金刀片使用寿命的影响。蔡晓等^[7]采用电化学加工方法对硬质合金刀片进行刃口钝化,验证了当钝圆半径为30 μm 时,刃口均匀性良好。

本文通过正交实验研究钝化速度、钝化时间、磨粒类型和磨粒粒度等钝化参数对刀具刃口钝圆半径的影响规律,并采用数学回归方法对刀具刃口钝圆半径进行预测,为刀具刃口钝圆半径的优化奠定基础。

2 刀具刃口钝化试验

(1) 钝化设备及刀具参数

刀具刃口钝化设备采用立式旋转钝化机(见图1)。成组刀具安装在机床主轴上,分散固体磨粒装在容器中,分散固体磨粒通常是由核桃粉、棕刚玉和碳化硅按照一定配比组成,刀具在分散固体磨粒中进行旋转和上下往复运动,既能实现单个刀具的公转和自转,又能实现成组刀具的公转和自转,达到高效均匀的刃口钝化。

刀具选用硬质合金立铣刀,规格 ZX040 - 10X10X25X75。刀具前角14°,后角15°,刃长25mm,直径10mm,柄长75mm。



图1 刀具刃口钝化机

(2) 钝化试验及结果

根据钝化速度、钝化时间、磨粒类型和磨粒粒度等设计正交实验,通过立式旋转钝化机对硬质合金刀具进行刃口钝化,采用 JSM-5600LV 型扫描电镜扫描拍摄钝圆半径和钝化形貌,试验结果见表 1 和图 2。磨粒由核桃粉、棕刚玉和碳化硅组成,核桃粉固定占总质量的 50%,棕刚玉占剩余的 50%。

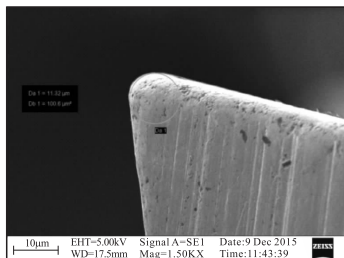


图2 刀具刃口钝化形貌

表1 刀具钝化试验结果

序号	刀具转速 (mm/min)	钝化时间 (min)	磨粒粒度 (目)	磨粒类型	钝圆半径 (μm)
1	400	15	80	0.1	10.65
2	400	30	120	0.25	11.91
3	400	45	160	0.4	15.72
4	800	15	120	0.4	12.57
5	800	30	160	0.1	14.87
6	800	45	80	0.25	17.13
7	1200	15	160	0.25	13.57
8	1200	30	80	0.4	19.27
9	1200	45	120	0.1	24.25
平均值1	12.760	12.263	15.683	16.590	
平均值2	14.857	15.350	16.243	14.203	
平均值3	19.030	19.033	14.720	15.853	
极差	6.270	6.770	1.523	2.387	

试验结果表明,钝化时间和钝化速度对钝圆半径的影响较大,磨粒类型次之,磨粒粒度对钝圆半径的影响最小。

3 建立刀具刃口钝圆半径模型

采用数学回归法建立刀具刃口钝圆半径的预测模型,把刀具刃口 4 个钝化参数作为主变量,钝圆半

径作为因变量。根据正交实验结果进行数学回归,获得刀具刃口钝圆半径的预测模型为

$$Y = 16.061 - 0.005A - 0.061C + 5.276D - 0.429BD + 0.00002752ABC + 0.00009726ABD + 0.00007982ABCD \quad (1)$$

式中, Y 为钝圆半径 (μm); A 为钝化速度 (mm/min); B 为钝化时间 (min); C 为磨粒粒度 (目数); D 为磨粒类型 (数字表示 SiC 所占比例,核桃粉固定占总比例 50%)。

为了验证所获刃口钝圆半径预测模型是否能较好地反映各因素之间的函数关系,对预测模型进行显著性检验。采用 F 检验法进行显著性检验,钝圆半径预测模型的方差分析如表 2 所示。查 F 分布表,当 $\alpha = 0.05$ 时, $F(4, 4) = 23.15$, 由于 F 比 $110.782 > 23.15$, 从刀具刃口钝圆半径预测模型的方差分析及显著性检验可知,该预测模型可以较好地反映钝圆半径与钝化速度、钝化时间、磨粒粒度和磨粒配比之间的关系。

表2 钝圆半径预测模型的方差分析表

	平方和	自由度	均方	F 比	Sig
回归	142.393	7	20.342	110.782	0.073
残差	0.184	1	0.184		
总计	142.576	8			

4 结语

本文采用立式旋转钝化法对硬质合金立铣刀进行刀具刃口钝化,通过正交实验研究了刀具刃口钝化参数对钝圆半径的影响规律,即钝化时间和钝化速度对钝圆半径的影响较大,磨粒类型次之,磨粒粒度对钝圆半径的影响最小。采用数学回归方法建立了刀具刃口钝圆半径的预测模型,通过方差分析验证了该预测模型的正确性。

参考文献

- [1] 郭芬芳. 整体硬质合金刀具钝化的研制与应用[J]. 超硬材料工程, 2012, 24(4): 35-37.
- [2] E Uhlmann, D Oberschmidt, Y Kuche, et al. Cutting edge preparation of micro milling tools [J]. Procedia CIRP, 2014, 14: 349-354.
- [3] M Barletta, A Gisario, S Venettacci. A comparative evaluation of fluidized bed assisted drag finishing and centrifugal disk dry finishing [J]. Engineering Science and Technology, 2014, 17(2): 63-72.
- [4] 贾秀杰, 李剑峰, 孙杰. 刀具钝化对切削力及表面粗糙度的影响 [J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(7): 1430-1434.

PCD 枪钻设计制造工艺

胡泽朝,张伟,郭永杰,朱旭飞,申玉良

大连工业大学

摘要: 随着 PCD 复合片在刀具上的广泛应用,市面上已经出现了 PCD 枪钻,但因高硬度、高耐磨性,所以加工制造 PCD 枪钻依然困难。本文对 PCD 枪钻的制造工艺进行了初步探索,制造了一支 PCD 枪钻并与硬质合金枪钻进行了对比试验,验证了制造工艺的可行性及切削性能的优越性。

关键词: PCD 枪钻;制造工艺;切削性能

中图分类号: TG706;TH162

文献标志码: A

Exploration and Experimental Research on Design and Manufacture Process of PCD Gun Drill

Hu Zechao, Zhang Wei, Guo Yongjie, Zhu Xufei, Shen Yuliang

Abstract: With the wide application of PCD compact on the cutting tool, already the PCD gun drill already has appeared on the market. However, because of its high hardness, high wear resistance, so processing and manufacturing of PCD gun drill is still very difficult. In this paper the manufacturing technology of PCD gun drill has carried on the preliminary exploration, made a PCD gun drill with the carbide gun drill on the basis of the comparison test, verify the feasibility of the manufacturing process and its cutting performance superiority.

Keywords: PCD gun drill ; manufacturing process ; cutting performance

1 引言

目前,对于各类材料的深孔加工一般采用硬质合金枪钻,它能够适应大部分金属材料的切削加工,但在加工含硬质点的有色金属,比如高硅铝合金时,还存在很多问题。这些问题中最突出的就是枪钻磨损严重、寿命低。因此,将高硬度与高耐磨性的 PCD 复合片应用于枪钻是一种很好的解决途径。现在 PCD 枪钻已经上市,但与其相关的研究却不多。本文就此展开研究,探索 PCD 枪钻的制造工艺,致力于开发出具有良好性能的 PCD 枪钻。

2 PCD 枪钻设计

PCD 枪钻采用硬质合金枪钻做基体,在硬质合金刀头上焊接 PCD 刀片刃磨而成。PCD 复合刀片选择 ADICO 公司 360R508/1.6 - CX 产品,规格为:粗粒度,总厚度 1.6mm,PCD 层厚 0.6mm。由于要

与标准硬质合金枪钻做对比试验,因此刀尖几何参数设计与标准的硬质合金枪钻相同(见表 1)。

表 1 枪钻几何参数

刀号	刃口材料	规格 (mm)	外刃锋角 (°)	内刃锋角 (°)	第一后角 (°)	第二后角 (°)	内刃后角 (°)	刀尖后角 (°)
PCD 枪钻	PCD	560 × φ11.09	30	20	12	20	14	25
硬质合金枪钻	硬质合金							

3 PCD 枪钻制造工艺

PCD 枪钻从坯料到成品的制造过程涉及多种加工方式,包括车、铣、磨、焊和电火花线切割等。按枪钻各结构部分来分,其制造过程可分为以下部分:①柄部加工;②柄部与杆部的焊接;③杆部与头部的焊接;④PCD 安装槽的加工;⑤柄部与头部的圆磨;⑥头部的工具磨;⑦PCD 刀片的切割;⑧PCD 刀片的焊接;⑨PCD 刀片的刃磨。

PCD 枪钻的制造可以借鉴硬质合金枪钻,但是

收稿日期:2016年9月

[5] 闫献国,庞思勤,李永堂,等. 高速钢丝锥刃口电解强化技术[J]. 机械工程学报,2009,45(4):203-207.

[6] 朱晓雯. 铣削刀片刃口钝化及磨损建模的研究[D]. 上海:上海交通大学,2013.

[7] 蔡晓,王帅,辛开开. YT15 硬质合金刀片刃口电化学钝化

实验研究[J]. 工具技术,2015,49(5):29-31.

第一作者:赵雪峰,副教授,贵州大学机械工程学院,550025 贵阳市

First Author: Zhao Xuefeng, Associate Professor, Mechanical Engineering College, Guizhou University, Guiyang 550025, China