

超声辅助金刚石飞切纳米氧化锆陶瓷加工参数 对去除率影响的试验研究

赵捷

河南工业和信息化职业学院

摘要: 通过对普通金刚石飞切和超声辅助金刚石飞切特点的分析,设计正交对比试验,并通过对试验数据的分析,得出普通金刚石飞切和超声辅助金刚石飞切去除率受进给量、切削深度和主轴转速的影响规律。

关键词: 普通金刚石飞切;超声辅助金刚石飞切;进给量;切削深度;主轴转速

中图分类号: TG663;TH161

文献标志码: A

Experimental Study on Effect of Processing Parameters of Ultrasonic Assisted Diamond Flying Cutting Nano-Zirconia Ceramics on Removal Efficiency

Zhao Jie

Abstract: Based on the analysis of ordinary diamond fly cutting and ultrasonic assisted diamond fly cutting characteristics, and the design of orthogonal test, through the analysis of test data, the ordinary diamond fly cutting and ultrasonic assisted diamond fly cutting removal effect of feed rate, cutting depth and spindle speed.

Keywords: ordinary diamond flying cutting; ultrasonic assisted diamond flying cutting; feed rate; cutting depth; spindle speed

1 引言

为了得到在不同切削参数下,超声辅助金刚石飞切和普通金刚石飞切纳米氧化锆陶瓷的去除率,采取三因素四水平的正交试验。选用纳米氧化锆陶瓷片的规格为 20mm × 20mm,试验通过测量切削前后纳米氧化锆陶瓷片的质量变化,并换算得出超声辅助金刚石飞切与普通金刚石飞切的去除率。为保证试验的准确性,消除电子称误差及试验成本的考虑,每个参数都加工五条微槽^[1,2]。

2 试验设备

由于是微切削,去除质量非常小。为得到准确的数值,测重设备的精度尤其重要。根据试验条件,选用 JM 精密电子称,精度为 0.001g,最大量程为 500g。

由于纳米氧化锆陶瓷片通过 AB 胶粘结在负载拖板上,为了保证测量结果的正确性,必须在纳米氧化锆陶瓷片称重前进行清洗,以去除粘接在纳米氧化锆陶瓷片上残留的杂质。试验采用深圳艾柯森自动化装备有限公司生产的 AIX - C1103098 超声清洗设备,振动频率 28kHz。清洗方法为:超声清洗机里装入适量的水,将纳米氧化锆陶瓷片放入盛有丙

酮溶剂的烧杯,然后将烧杯放入超声清洗机里,盖上盖,打开电源清洗 5 分钟。

3 试验及分析

三因素四水平的正交试验因素水平表见表 1。

表 1 正交试验因素水平表

水平	因素		
	切削深度 a_p (μm)	进给速度 f (mm/min)	主轴转速 n (r/min)
1	5	5	1000
2	10	10	2000
3	20	20	3000
4	30	30	4000

表 2 和表 3 分别表示普通金刚石飞切和超声辅助金刚石飞切纳米氧化锆陶瓷的切削参数、去除质量及去除率表。去除率 Γ 的计算公式为

$$\Gamma = \frac{mf}{60\rho l} \quad (1)$$

式中, m 表示切削前后去除的质量(g); f 表示一分钟内纳米氧化锆陶瓷的进给量(mm/min); ρ 表示纳米氧化锆陶瓷的密度,值为 $0.00056\text{g}/\text{mm}^3$; l 表示加工纳米氧化锆陶瓷片微槽的长度。

根据表 2 和表 3,对相同切削参数下超声辅助金刚石飞切和普通金刚石飞切去除率进行对比。可见,在整体上超声辅助金刚石飞切纳米氧化锆陶瓷

的去除率高于普通金刚石飞切纳米氧化锆陶瓷的去除率。

表2 普通金刚石飞切纳米氧化锆陶瓷去除率

试验编号	主轴转速 n (r/min)	进给量 f (mm/min)	切削深度 a_p (μm)	切削前质量 M (g)	切削后质量 M' (g)	去除质量 m (g)	去除率 Γ (mm^3/s)
1	1000	5	5	15.410	15.401	0.009	0.066964
2	1000	10	10	15.401	15.389	0.012	0.178571
3	1000	20	20	15.389	15.373	0.016	0.476190
4	1000	30	30	15.373	15.355	0.018	0.803571
5	2000	5	30	12.415	12.397	0.018	0.133929
6	2000	10	5	12.397	12.388	0.009	0.133929
7	2000	20	10	12.388	12.377	0.011	0.327381
8	2000	30	20	12.377	12.362	0.015	0.669643
9	3000	5	20	12.362	12.347	0.015	0.111607
10	3000	10	30	12.347	12.330	0.017	0.252976
11	3000	20	5	12.330	12.322	0.008	0.238095
12	3000	30	10	13.516	13.505	0.011	0.491071
13	4000	5	10	13.505	13.493	0.012	0.089286
14	4000	10	20	13.493	13.477	0.016	0.238095
15	4000	20	30	13.477	13.459	0.018	0.535714
16	4000	30	5	13.459	13.450	0.009	0.401786

表3 超声辅助金刚石飞切纳米氧化锆陶瓷去除率

试验编号	主轴转速 n (r/min)	进给量 f (mm/min)	切削深度 a_p (μm)	切削前质量 M (g)	切削后质量 M' (g)	去除质量 m (g)	去除率 Γ (mm^3/s)
1	1000	5	5	9.981	9.968	0.013	0.096726
2	1000	10	10	9.968	9.953	0.015	0.223214
3	1000	20	20	9.953	9.935	0.018	0.535714
4	1000	30	30	9.935	9.910	0.020	0.892857
5	2000	5	30	9.910	9.889	0.021	0.156250
6	2000	10	5	9.889	9.877	0.012	0.178571
7	2000	20	10	9.877	9.864	0.013	0.386905
8	2000	30	20	9.864	9.848	0.016	0.714286
9	3000	5	20	11.527	11.509	0.018	0.133929
10	3000	10	30	11.509	11.489	0.020	0.297619
11	3000	20	5	11.489	11.478	0.011	0.327381
12	3000	30	10	11.478	11.464	0.014	0.625000
13	4000	5	10	11.464	11.449	0.015	0.111607
14	4000	10	20	11.449	11.433	0.016	0.238095
15	4000	20	30	11.433	11.412	0.019	0.565476
16	4000	30	5	11.412	11.401	0.011	0.491071

4 加工参数对两种加工方式去除率的影响^[3]

4.1 主轴转速对两种加工方式去除率的影响

主轴转速对两种加工方式去除率的影响如图1所示。由图可知,两种加工方式在切削深度和进给速度分别相同的情况下,当转速由1000r/min提高到2000r/min这个过程中,无论是超声辅助金刚石飞切还是普通金刚石飞切,两者加工纳米氧化锆陶瓷工件的去除率减小。这是由于主轴转速的增加导

致飞刀从切入到切出的这段时间内,陶瓷片的进给量减小的缘故。当其它因素不变而主轴转速增加时,两种加工方式去除率降低。之后随着转速的增加,两种加工方式的去除率区域稳定。此外,超声辅助金刚石加工的去除率大于普通金刚石飞切的去除率,这是由于在相同的主轴转速下,超声辅助金刚石飞切加工从切入角到切出角这段时间内的工件进给量大于普通金刚石飞切的进给量。

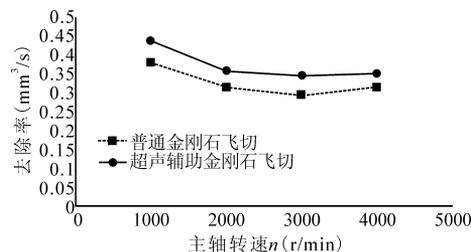


图1 主轴转速对去除率的影响

4.2 进给速度对两种加工方式去除率的影响

进给速度对两种加工方式去除率的影响如图2所示。由图可知,无论是超声辅助金刚石飞切还是普通金刚石飞切,其去除率都随着进给速度的增加而接近于线性增加。这是由于转速和切削深度一定时,进给速度的增加直接引起飞刀从切入角到切出角这段时间内的工件进给量增加。进给速度的增加导致切入角和切出角的变化,其两者相互作用,导致在转速和切削深度一定时,去除率与进给速度呈线性关系。此外,超声辅助金刚石飞切的去除率大于普通金刚石飞切的去除率。这是由于超声振动的存在,飞刀从切入角到切出角这段时间内的工件进给量大于普通金刚石飞切的进给量。

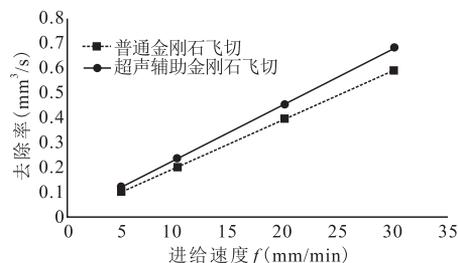


图2 进给速度对去除率的影响

4.3 切削深度对两种加工方式去除率的影响

切削深度对两种加工方式去除率的影响如图3所示。由图可知,随着切削深度的增加,超声辅助金刚石飞切与普通金刚石飞切的去除率都增加。这是由于切削深度的增加导致切入与切出角的变化,同时也使瞬时切削厚度增加,进而引起瞬时切削面积增加的缘故。此外超声辅助金刚石飞切随着切削深度的增加,其去除率大于普通金刚石飞切的去除率,

这是因为引入了超声振动,使普通金刚石飞刀的切削轨迹发生变化,进而引起去除质量的增加。

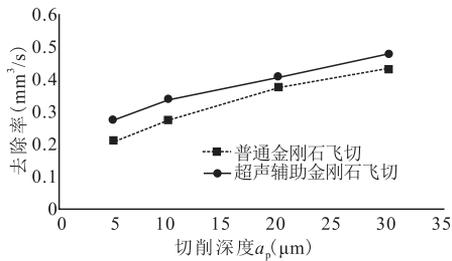


图3 切削深度对去除率的影响

5 结语

通过对普通金刚石飞切和超声辅助金刚石飞切特点的分析,并设计正交对比试验,通过对试验数据的分析,得出以下结论:普通金刚石飞切和超声辅助金刚石飞切去除率受进给量、切削深度和主轴转速的影响;在相同的加工条件下,超声辅助金刚石飞切的去除率大于普通金刚石飞切的去除率;转速由1000r/min 提高到2000r/min 的过程中,无论是超声

辅助金刚石飞切还是普通金刚石飞切,两者加工纳米氧化锆陶瓷的去除率减小,之后随着转速的增加,两种加工方式的去除率区域稳定;无论是超声辅助金刚石飞切还是普通金刚石飞切,其去除率都随着进给速度的增加而接近于线性增加;随着切削深度的增加,超声辅助金刚石飞切与普通金刚石飞切的去除率都增加。

参考文献

- [1] 马付建. 超声辅助加工系统研发及其在复合材料加工中的应用[D]. 大连:大连理工大学,2013.
- [2] 赵波,卞平艳. 超声振动对非局部弹性核函数影响的试验研究[J]. 兵工学报,2013,34(10):1291-1297.
- [3] 邵水军,赵波. 纳米陶瓷材料超声振动磨削加工表面质量研究[J]. 兵器材料科学与工程,2014(2):1-4.

作者:赵捷,助理讲师,河南工业和信息化职业学院机械工程系,454000 河南省焦作市

Author: Zhao Jie, Assistant Lecturer, Department of Mechanical Engineering, Henan College Industry and Information Technology, Jiaozuo, Henan 454000, China

新书推荐——《工具热处理技术与实践》



由成都工具研究所教授级高级工程师李惠友编著的“工具热处理技术与实践”一书近日由机械工业出版社在京出版。该书收集了半个世纪以来中、俄、英、日4种文字与工具钢和工具热处理有关的期刊杂志和专著的文献资料,并结合作者自己的研究成果和文章、著作,历经10多年的整理加工,编著成书。

该书作者在成都工具研究所从事工具热处理技术的研究工作已经50余年,先后荣获四川省科技进步一等奖,国家科技进步二等奖;曾主持和参与召开了7届全国工具钢和工具热处理学术会议;深入调研过全国主要专业工具厂的热处理车间;编写过全国热处理学会主编的热处理手册中“工具热处理”一章的第1版到第4版;发表过数十篇专业学术文章,著有“QPQ技术的原理与应用”等专著;该书作者了解我国工具热处理的情况和需求,书中的内容很有针对性。

该书有以下特点:

1. 叙述全面,该书共40多万字,从工具钢的相变理论、工具的选材、热处理工艺、热处理质量检测及缺陷分析、典型工具的热处理、高速钢的表面强化到工具热处理的热处理技术,对工具热处理进行了全面论述。
2. 内容实用;该书紧密结合工具厂的生产实际,可操作性强。书中包括大量国内外成功的经验和试验数据,很多资料对改进现有的生产工艺很有参考价值。
3. 资料鲜有;书中很多资料属国内鲜见或未见,很多内容直接引用尚未翻译的原文专著或原文期刊文献。
4. 有一定的理论叙述;该书全面、精简、扼要地介绍了工具钢热处理时的相变过程,其资料来源多为有关工具钢的经典著作或较为新新颖的试验资料。加热相变时奥氏体形成过程的图片显示方法,国内鲜见。
5. 专门开辟一章全面叙述工具钢中的碳化物和晶粒度等微观组织和力学性能,并且与工具寿命联系起来,在以往的著作中尚未见到。
6. 该书涵盖作者多年来的试验成果和专业论文的内容,其中有高速钢分级淬火、高速钢真空淬火、高速钢QPQ处理、高速钢工具氮化、高速钢工具刃磨烧伤、高速钢碳化物偏析、高速钢深冷处理等方面的内容。
7. 该书还介绍了一些尚未大量推广应用的技术,例如工具的激光热处理、工具的离子注入等,可以更全面了解世界范围内工具热处理技术发展的过程和路径,从中得到启发。

该书对我国工具热处理工作者具有参考价值,并有一定的学术水平,特此向与工具热处理技术相关的读者推荐此书。