

DOI:10.15923/j.cnki.cn22-1382/t.2018.1.05

超声振动铣削碳纤维复合材料刀具磨损分析

李红¹, 王大镇²

(1.集美大学诚毅学院 机械工程系, 福建 厦门 361021;

2.集美大学 机械学院, 福建 厦门 361021)

摘要:选择C/C复合材料,研究切削参数对该复合材料切削加工表面形貌和刀具磨损形貌的影响。结果表明,当切削速度较低时,刀具的磨损程度较轻,呈现出粘着磨损形式;当切削速度较高时,主要磨损形式为崩刃磨损。随着切削深度的不断增大,刀具的磨损程度有着较大的增大,当切削深度较低时,磨损形式主要以磨粒磨损为主;当切削深度较大时,磨损形式主要以剥落磨损为主。切削深度和进给量与表面粗糙度的关系都呈现出正相关关系,切削速度与表面粗糙度之间的关系较为复杂,随着切削速度的增大呈现出先增大后减小的趋势。

关键词:复合材料;高速切削;刀具磨损;表面形貌

中图分类号: TP 273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-1374(2018)01-0026-05

Wear analysis of ultrasonic vibration milling carbon fiber composite tool

LI Hong¹, WANG Dazhen²

(1.Institute of Chengyi, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2.School of Mechanics, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: C/C composites are selected to study the influence of cutting parameters on composite surface morphology and tool wear morphology. The results show that the wear of the tool is light with adhesive style the cutting speed is low, while the wear form is chipping style when the cutting speed is high. With the increase of cutting depth, the wear degree of the tool increases, while the wear form is mainly abrasive when the depth is low. When the cutting depth increase, the wear form would be flaking wear style. The cutting depth and feed rate are positively correlated with the surface roughness. The relationship between cutting speed and surface roughness was more complicated, and the roughness will increase then decrease with the increase of cutting speed.

Key words: composite material; high-speed cutting; tool wear; surface morphology.

收稿日期: 2017-11-17

基金项目: 福建省教育厅中青年教师教育科研项目(JAT170916); 福建省自然科学基金资助项目(2015J01215)

作者简介: 李红(1981-),女,汉族,辽宁盖州人,集美大学诚毅学院讲师,硕士,主要从事先进制造技术、精密和特种加工理论与技术方向研究,E-mail: wswhqk@163.com.

0 引言

碳纤维复合材料目前被广泛应用到航空航天领域,并且大都是以切削加工的方式进行制造,切削加工过程中的刀具磨损是制约切削加工发展的主要瓶颈。

时至今日,切削加工过程中的刀具磨损逐渐吸引了国内外诸多专家学者对其研究。尚晓峰^[1-2]等对两种不同的刀具切削碳纤维复合材料的刀具磨损及对涂层硬质合金刀具切削碳纤维复合材料磨损机理进行了相关的研究;张巧娥^[3]等研究了超声振动高速铣削 SiCp/Al 复合材料的刀具磨损特性;王阳俊^[4]等对 SiCp/Al 复合材料高速铣削表面质量及刀具磨损进行了研究;程雪利^[5]等对超声振动切削复合材料的刀具磨损形态进行了相关研究;王大镇^[6]等研究了切削铝基复合材料时的刀具磨损形貌,并且研究了主要的影响因素;黄勐楠^[7]等研究了 PCD 刀具切削颗粒增强铝基复合材料时的刀具磨损;程雪利^[8]等基于超声振动切削对复合材料的切削加工刀具磨损进行了研究;程雪利^[9]等研究了超声振动切削 SiC_p/Al 复合材料的刀具磨损机理;夏靖宇^[10]等研究了超声振动切削金属基复合材料时的刀具磨损微观机理;韩荣第^[11-12]等对多种复合材料的高速切削刀具磨损进行了对比研究,并对 SiC 复合材料的高速切削刀具磨损进行了试验研究。

虽然国内外诸多专家学者对复合材料的刀具磨损进行了研究,但是大都集中在不同材料的刀具磨损,关于切削参数对 C/C 复合材料的切削加工刀具磨损的研究仍未成熟,文中以 C/C 复合材料为研究对象,通过实验和仿真手段对刀具磨损和切削加工三维表面形貌进行研究,对 C/C 复合材料的高速切削加工和刀具选择具有较强的指导意义。

1 实验方案

探究超声振动碳纤维复合材料的刀具磨损机理,设计单因素实验方案见表 1。

高速切削加工实验在数控加工中心进行,切削加工完成后使用超景深电子显微镜测试刀具磨损形貌和已加工表面形貌,使用表面粗糙度仪测量已加工表面的表面粗糙度。

表 1 切削实验方案

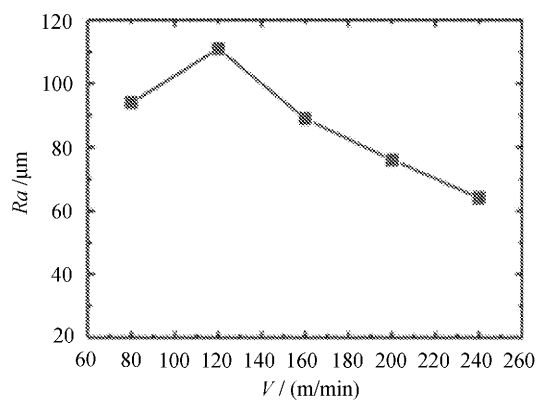
序号	切削速度/ (m/min)	切削深度/ mm	进给量/ (mm/z)
1	80	2.0	0.075
2	120	2.0	0.075
3	160	2.0	0.075
4	200	2.0	0.075
5	240	2.0	0.075
6	200	1.5	0.075
7	200	2.0	0.075
8	200	2.5	0.075
9	200	3.0	0.075
10	200	3.5	0.075
11	200	2.0	0.025
12	200	2.0	0.050
13	200	2.0	0.075
14	200	2.0	0.100
15	200	2.0	0.125

2 结果及讨论

2.1 实验结果

切削参数对碳纤维复合材料表面粗糙度的影响关系如图 1 所示。

由图 1 可以看出,切削深度和进给量与表面粗糙度的关系都呈现出正相关关系,切削速度与表面粗糙度之间的关系较为复杂,随着切削速度的增大呈现出先增大后减小的趋势。



(a) 切削速度

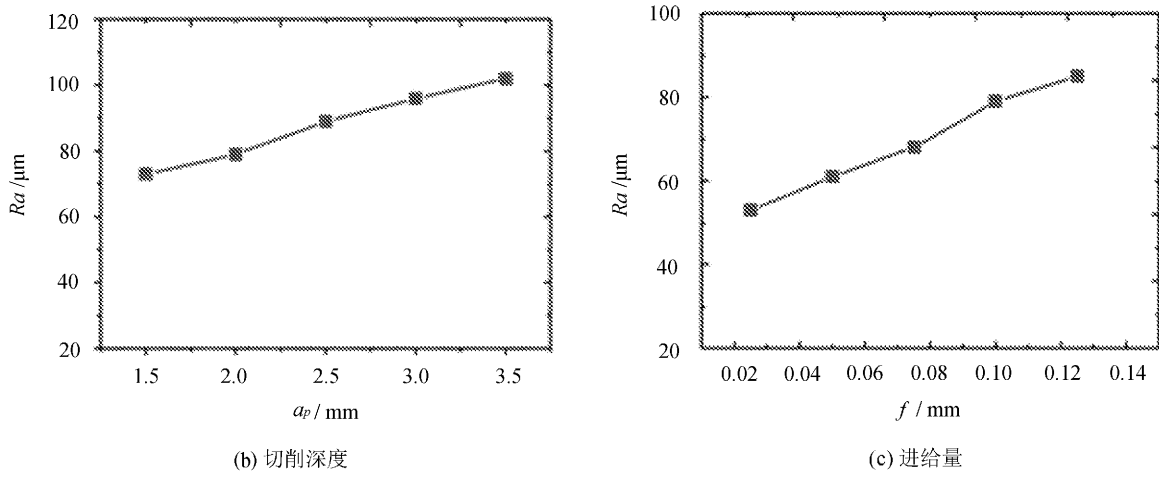


图 1 切削参数对表面粗糙度的关系

不同切削速度下的切削加工三维表面形貌如图 2 所示。

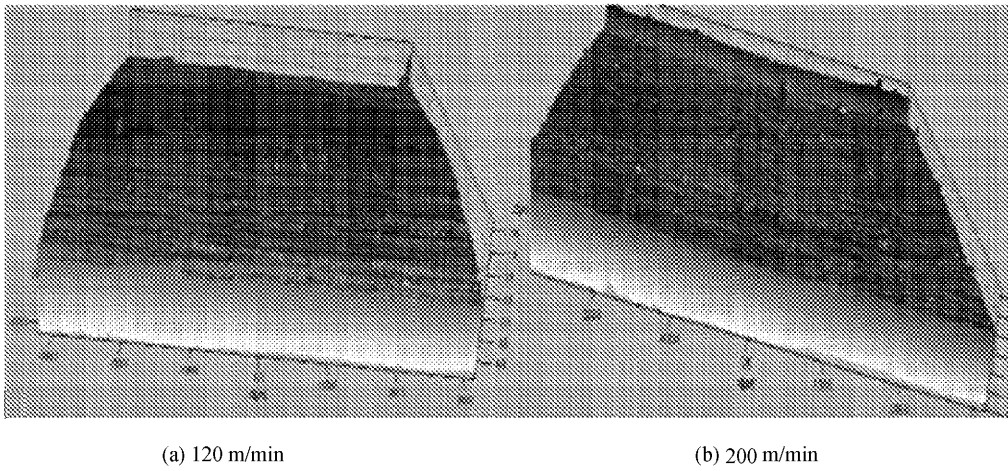


图 2 切削速度对三维表面形貌的影响

由图 2 可以看出,切削速度为 120 m/min 时的三维表面形貌呈现出拱形,切削速度为 200 m/min 时的三维表面形貌相对较为平整。

切削深度为 1.5 mm 和 3.0 mm 时的切削加工三维表面形貌如图 3 所示。

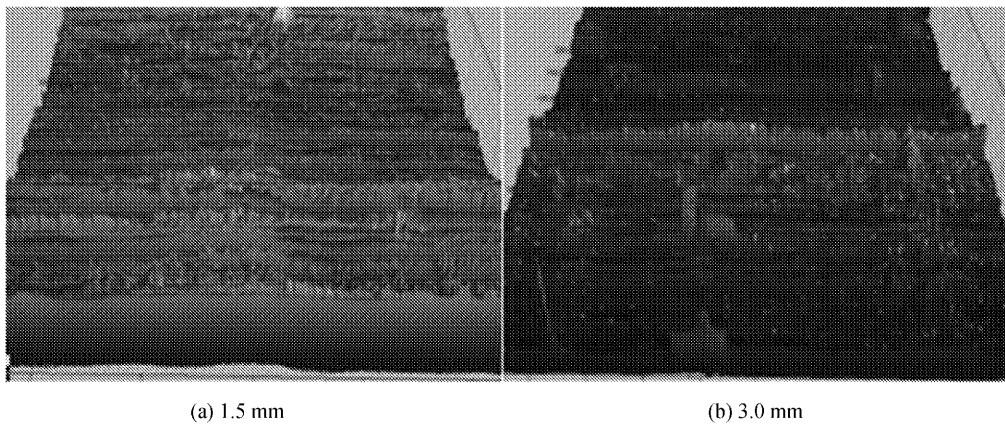


图 3 切削深度对三维表面形貌的影响

由图 3 可以看出,随着切削深度的增大,三维表面形貌的不平整程度增加,并且呈现出较大的隆起和犁耕现象。

进给量为 0.025 mm 和 0.125 mm 时的切削加工三维表面形貌如图 4 所示。

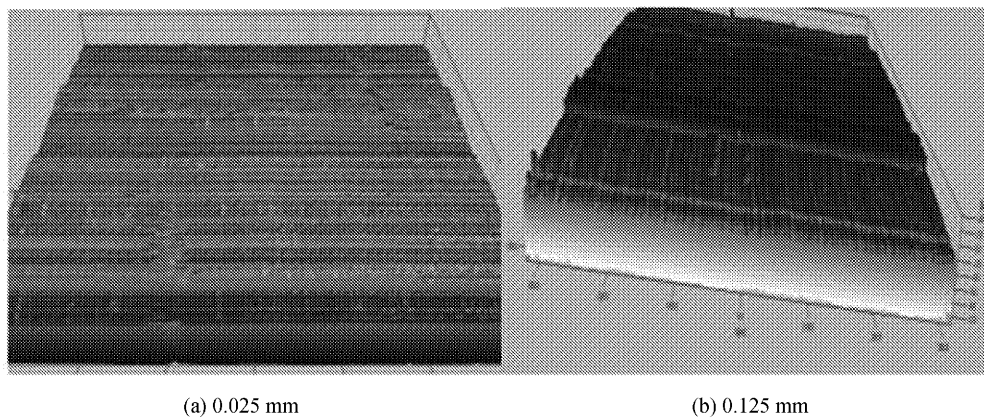


图 4 切削进给量对三维表面形貌的影响

由图 4 可以看出,随着进给量的逐渐增大,加工表面形貌呈现出区域化隆起现象。

切削速度和切削深度对刀具磨损的影响分别如图 5 和图 6 所示。

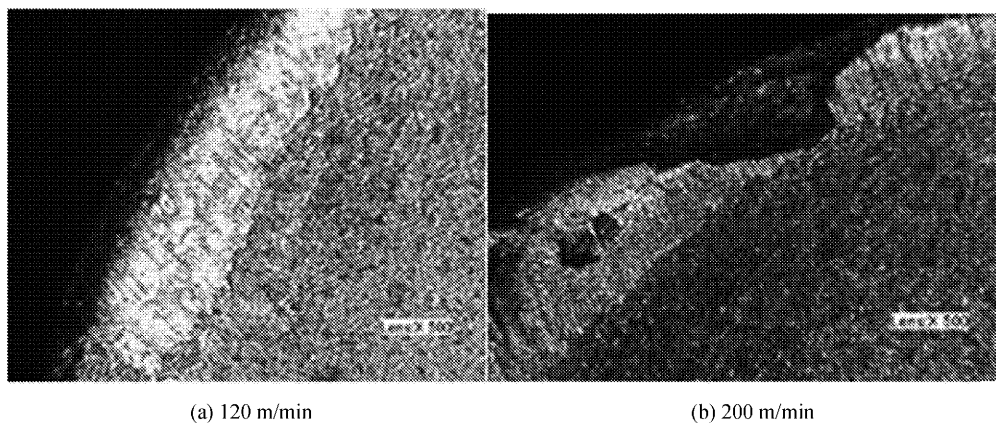


图 5 切削速度对刀具磨损的影响

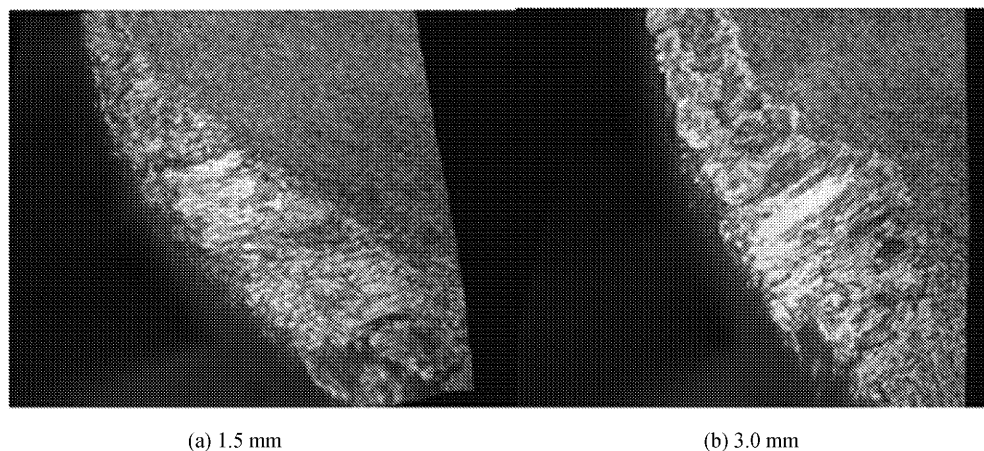


图 6 切削深度对刀具磨损的影响

由图 5 可以看出,当切削速度为 120 m/min 时,刀具的磨损程度较轻,呈现出粘着磨损形式;当切削速度为 200 m/min 时,刀具磨损极为严重,呈现出了较大的崩刃,主要磨损形式为崩刃磨损。

由图 6 可以看出,随着切削深度的不断增大,

刀具的磨损程度有着较大的增大,当切削深度较低时,磨损形式主要以磨粒磨损为主;当切削深度较大时,磨损形式主要以剥落磨损为主。

2.2 刀具磨损有限元分析

不同切削速度时的钛合金切削刀具磨损的有限元分析结果如图 7 所示。

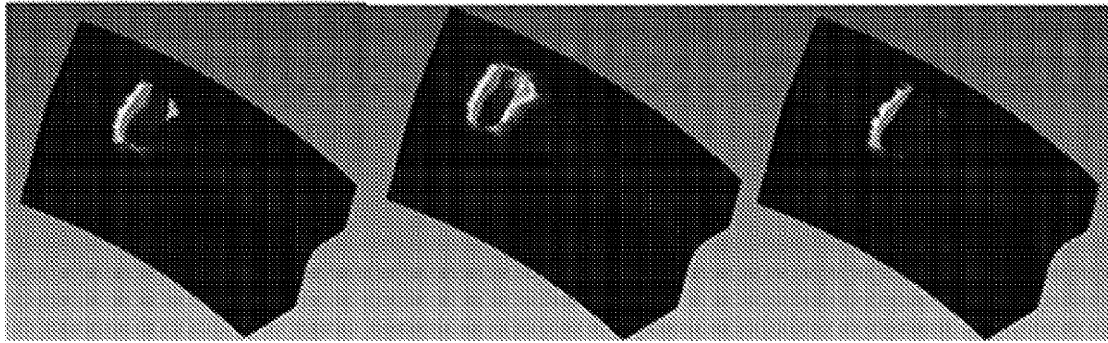


图 7 刀具磨损有限元云图

结果表明,随着刀具切削速度的增大,刀具的磨损深度不断增大,切削速度超过 200 m/min 时,增大的趋势越明显。

3 结 语

1)当切削速度较低时,刀具的磨损程度较轻,呈现出粘着磨损形式;当切削速度较高时,主要磨损形式为崩刃磨损。随着切削深度的不断增大,刀具的磨损程度有着较大的增大,当切削深度较低时,磨损形式主要以磨粒磨损为主;当切削深度较大时,磨损形式主要以剥落磨损为主。

2)切削深度和进给量与表面粗糙度的关系都呈现出正相关关系,切削速度与表面粗糙度之间的关系较为复杂,随着切削速度的增大,呈现出先增大后减小的趋势。

参考文献:

[1] 尚晓峰,高石鑫,王志坚.YT15 和 YG8 硬质合金刀具切削碳纤维复合材料磨损对比研究[J].制造技术与机床,2016(12):105-108.
 [2] 尚晓峰,高石鑫.涂层硬质合金刀具切削碳纤维复合材料磨损机理[J].组合机床与自动化加工技术,2016(10):32-34;39.
 [3] 张巧娥,向道辉.超声振动高速铣削 SiCp/Al 复合材

料的切削力及刀具磨损特性[J].河南理工大学学报:自然科学版,2013,32(2):209-212;224.

- [4] 王阳俊.SiCp/Al 复合材料高速铣削表面质量及刀具磨损研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2012.
 [5] 程雪利,刁修慧.超声振动切削 SiC_p/Al 复合材料的刀具磨损形态研究[J].河南机电高等专科学校学报,2009,17(6):75-76.
 [6] 王大镇.切削铝基复合材料时的刀具磨损及影响因素[J].机械工程师,2009(7):21-23.
 [7] 黄劲楠,周明.PCD 刀具切削颗粒增强铝基复合材料时刀具磨损研究[J].工具技术,2008(6):6-9.
 [8] 程雪利,赵波,刘传绍,等.超声振动切削 SiC_p/Al 复合材料的刀具磨损试验[J].工具技术,2007(4):18-20.
 [9] 程雪利,赵波,刘传绍,等.超声振动切削 SiC_p/Al 复合材料的刀具磨损机理分析[J].煤矿机械,2007(1):104-105.
 [10] 夏靖宇,朱训生,徐可伟,等.超声振动切削金属基复合材料的刀具磨损[J].航空精密制造技术,2002(2):1-4.
 [11] 韩荣第,李汉国.SiC_p/Al、SiC_w/Al 复合材料加工的切削温度与刀具磨损的试验研究[J].宇航材料工艺,1997(3):36-39.
 [12] 韩荣第,姚洪权,严春华,等.SiC_p/2024 复合材料切削力与刀具磨损的试验研究[J].复合材料学报,1997(2):73-77.