

# YG 刀具与 7050 铝合金加工性能匹配研究

刘炳昌

(潍坊科技学院,机械工程学院,潍坊 262700)

**文 摘** 以 7050 铝合金为研究对象,使用 YG3 和 YG6 两种刀具对其进行切削试验。试验结果表明:YG3 刀具切削力和表面粗糙度值高于 YG6 刀具,YG6 切削表面形貌明显优于 YG3 刀具,说明 YG6 刀具与 7050 铝合金加工性能匹配性好。

**关键词** 7050 铝合金,切削力,表面粗糙度,性能匹配

中图分类号:TG7

DOI:10.3969/j.issn.1007-2330.2016.03.020

## Matching Between YG Tools and 7050 Aluminum Alloy

LIU Bingchang

(School of Mechanical Engineering, Weifang University of Science and Technology, Weifang 262700)

**Abstract** In order to explore the matching performance between YG tool and 7050 aluminum alloy. In this paper, 7050 aluminum alloy was selected as the research object. Two kinds of cutting tools for cutting test were YG3 and YG6. The test results show that the value of cutting force and surface roughness of YG3 tools is higher than that of YG6 tools; The cutting surface topography of YG6 tool is better than YG3 tool. It shows that performance matching of YG6 is better between tool and 7050 aluminum alloy than that of YG3.

**Key words** 7050 aluminum alloy, Cutting force, Surface roughness, Performance machining

### 0 引言

7050 铝合金因具有超高的强度、较高的韧性以及优良的抗应力腐蚀性能等优点,已经广泛地应用于航空航天制造。随着高速切削理论的飞速发展,国内外有很多专家学者对高速切削技术开展了大量研究。在国内,赵凯等人开展了航空铝合金薄壁件铣削变形预测研究<sup>[1]</sup>;谭颀等人研究了 7055 铝合金高速加工表面完整性对疲劳寿命的影响<sup>[2]</sup>;成群林等人针对航空铝合金铣削加工中切削力的数值模拟展开研究<sup>[3]</sup>;周军等研究了 7050-T7451 铝合金微切削加工机理及表面完整性<sup>[4]</sup>;付秀丽等人对高速切削加工航空铝合金 7050-T7451 剪切角模型展开研究<sup>[5]</sup>;在国外,Paturi 等研究了薄壁 AA7075 铝合金构件切削表面粗糙度影响因素<sup>[6]</sup>,M. Ketabchi 采用有限元对 AA7075 铝合金高速切削进行了模拟,分析了正交实

验中材料流动应力的变化<sup>[7]</sup>。虽然,对铝合金高速切削的研究逐年增多,但是刀具-工件性能匹配方面的研究较为匮乏。本文以 7050 铝合金为研究对象,选取不同的刀具来切削 7050 铝合金,研究 YG 刀具与 7050 铝合金的加工匹配特性。

### 1 实验

#### 1.1 材料及设备

T6 热处理的 7050 铝合金板材,工件尺寸为 50 mm×15 mm×70 mm,其材料成分见表 1。

表 1 7050 铝合金的化学成分

Tab.1 Chemical composition of 7055 Al alloy								wt%
Zn	Mg	Cu	Zr	Fe	Si	Cr	Mn	Al
7.76	1.94	2.35	0.12	0.061	0.055	0.005	0.008	余量

高速铣削实验在 KVC800 型立式加工中心上进

收稿日期:2016-03-25

基金项目:国家自然科学基金(51175278);国家自然科学基金(51275289)

作者简介:刘炳昌,1974 年出生,讲师,主要研究方向为机械加工。E-mail:448074532@qq.com

行,所用刀具为 YG3 和 YG6 两种刀具,其几何角度完全一致;铣削结束后,利用探针式表面粗糙度仪对整个工件加工表面选定区域进行粗糙度测量。

## 1.2 方法

试验选用两种刀具切削 7050 铝合金,用表面粗糙度作为刀具-工件材料性能匹配标准。表面粗糙度的影响因素有很多,切削参数、工件材料及刀具几何形状等都对切削加工表面粗糙度有影响<sup>[8]</sup>。对于确定的加工工艺而言,机床主轴转速、铣削速度、切削深度、机床进给速度和每齿进给量都是影响工件表面粗糙度的重要参数。其中主轴转速与铣削速度之间、每齿进给量与机床进给速度之间都具有确定关系<sup>[9]</sup>。因此,选定铣削速度、切削深度和每齿进给量三个参数来进行研究。高速切削试验具体实验方案如表 2 所示。

表 2 铣削速度单因素实验方案

Tab.2 Single factor experiment of milling speed

试样	铣削速度/ $m \cdot \min^{-1}$	切削深度/ mm	进给量/ $mm \cdot z^{-1}$	主轴转速/ $r \cdot \min^{-1}$
1#	300	2	0.1	955
2#	600	2	0.1	1910
3#	900	2	0.1	2866
4#	1200	2	0.1	3821
5#	1500	2	0.1	4777
6#	1800	2	0.1	5732

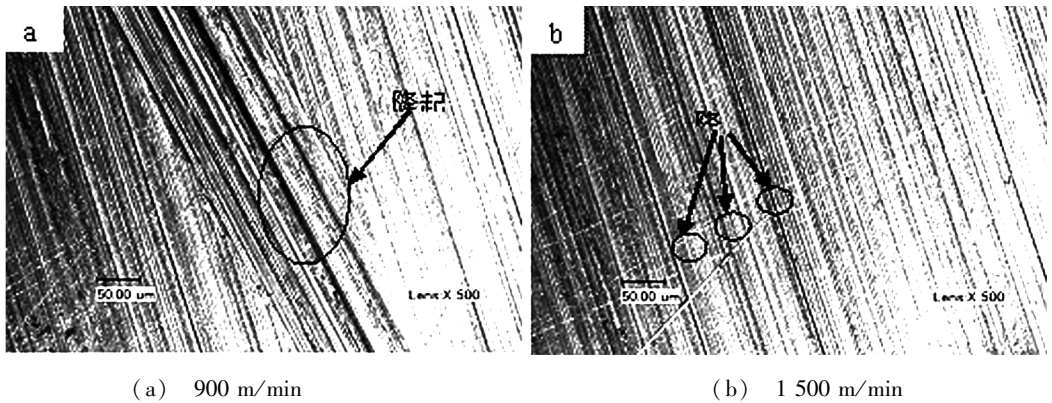


图 2 不同铣削速度下铝合金表面形貌

Fig.2 2D Surface morphology of different milling speed

图 2 是 YG3 刀具在切削速度为 900 m/min 和 1500 m/min 时通过超景深显微镜测得的二维表面形貌图。图 2(a) 加工表面上有较大的隆起,究其原因是在切削过程中机床振动引起了刀具振动,最终导致切削残留高度变大。由于随着铣削速度的逐渐提高,铣削速度超过高速铣削机床共振速度后,机床产生的受迫振动减小。同时刀-屑间摩擦将增加切削加工变形区的切削热,加剧材料的软化,使切削力降低或使

## 2 结果及讨论

### 2.1 YG3 刀具切削加工表面质量

图 1 为 YG6 刀具在不同切削速度下切削力和表面粗糙度曲线图,图 2 为 YG6 刀具在不同切削速度下二维表面形貌,图 3 为 YG6 刀具在不同切削速度下三维表面形貌。

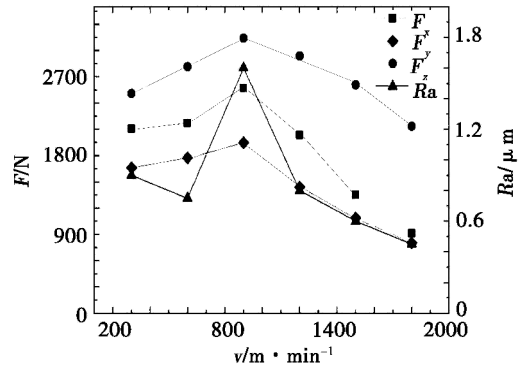


图 1 铣削速度对切削力和表面粗糙度影响

Fig.1 Effects of milling speed on cutting forces and surface roughness

由图 1 可以看出,在保持切削深度和每齿进给量不变的前提下,随着铣削速度的不断增大,表面粗糙度呈先增大后减小的趋势,当达到 900 m/min 时出现突变,这是由于切削速度达到该主轴转速时,其振动频率更加接近于机床系统的固有震动频率,从而导致共振,致使切削力出现突变的现象<sup>[10]</sup>。切削力的变化能从侧面反映切削加工的难易程度,因此切削表面粗糙度也有与切削力相同的趋势。

切削力的增长速度减缓,在一定程度上改善了切削条件,从而极大地提高了工件的表面质量<sup>[11]</sup>。通过图 2(b) 可以看出工件加工表面有成条状的较小隆起,加工表面质量相对较好。

图 3 是 YG3 刀具在切削速度为 900 m/min 和 1500 m/min 时,测得的三维表面形貌图。图 3(a) 为切削速度  $v=900$  m/min 时的三维表面形貌;图 3(b) 为切削速度  $v=1500$  m/min 时的三维表面形貌图。

通过图 3(a)可以看出在切削表面存在着较高的残留高度,这与二维表面形貌有着较高的一致性;图 3(b)

中三维表面形貌相对较为平整,没有出现较大的隆起或者残留高度,总体表面质量较高。

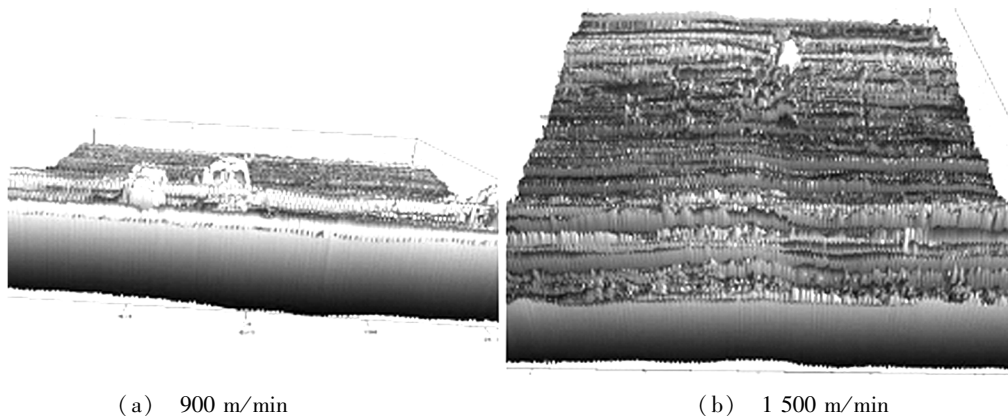


图 3 不同环境相同速度下的表面形貌

Fig.3 Surface morphology under different environment at the same speed

## 2.2 YG6 刀具切削加工表面质量

图 4 为 YG6 刀具在不同切削速度下切削力和表面粗糙度曲线,图 5 为 YG6 刀具在不同切削速度下二维表面形貌,图 6 为 YG6 刀具在不同切削速度下三维表面形貌。

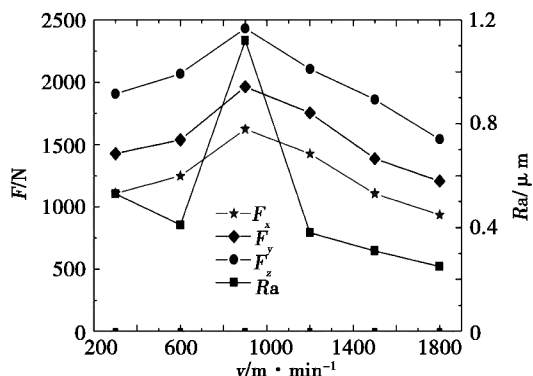


图 4 铣削速度对切削力和表面粗糙度影响

Fig.4 Effects of milling speed on cutting forces and surface roughness

图 4 可以看出,在保持切削深度和每齿进给量不

变的前提下,随着铣削速度的不断增大切削力和表面粗糙度都呈先增大后减小的趋势,与 YG3 刀具切削变化规律基本一致<sup>[12]</sup>。但是 YG6 刀具切削后测得的切削力和表面粗糙度数值明显减小,因此可以判断 YG6 刀具比 YG3 刀具更适合切削 7050 铝合金。

图 5 是 YG3 刀具在切削速度为 900 m/min 和 1500 m/min 时测得的二维表面形貌图。图 5(a)加工表面上犁耕现象较为明显,究其原因是机床与刀具和工件之间形成了共振,导致加工时走刀深浅不一的现象<sup>[13]</sup>。速度高于 900 m/min 时,随着主轴转速的增加,铣削速度超过高速铣削机床共振速度后,机床产生的受迫振动减小。与此同时,铣削速度的增大也增加了刀-屑间摩擦,间接的增多了切削加工变形区的切削热,加剧了 7050 铝合金工件材料的软化,使切削力降低,在一定程度上改善了切削条件,从而极大地提高了工件的表面质量。通过图 5(b)可以看出工件加工表面犁耕现象基本消失,加工表面质量相对较好。

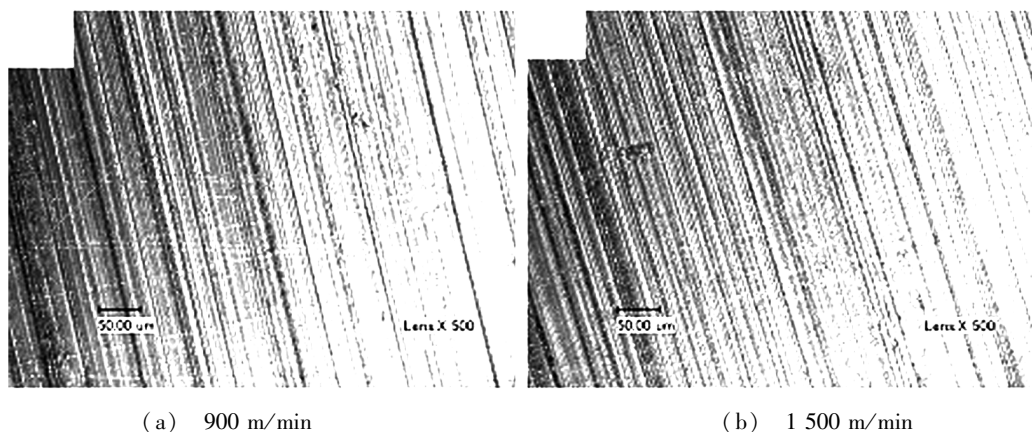


图 5 不同铣削速度下铝合金表面形貌

Fig.5 2D Surface morphology of different milling speed

图6是YG3刀具在切削速度为900和1500 m/min时,测得的三维表面形貌。图6(a)为切削速度 $v=900$  m/min时的三维表面形貌;图6(b)为切削速度 $v=1500$  m/min时的三维表面形貌。通过图6(a)可

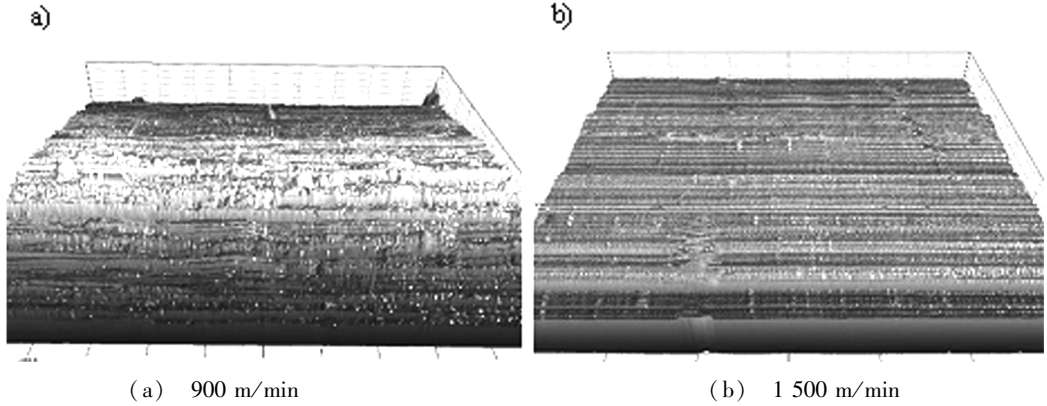


图6 不同环境相同速度下的表面形貌

Fig.6 Surface morphology under different environment at the same speed

三维表面形貌是表面加工质量最直观的表现形式。图3和图6同属于三维表面形貌,比较二者可以看出YG6刀具切削加工表面形貌明显优于YG3刀具的,因此可以认为YG6刀具与7050铝合金工件具有较好的高速切削加工匹配性能。

### 3 结论

(1)YG3刀具切削7050铝合金的切削力和表面粗糙度的值高于YG6刀具切削7050铝金。

(2)YG3刀具切削加工表面形貌与YG6刀具切削加工的表面形貌存在明显差别,说明YG6刀具与7050铝合金具有更好的匹配性能。

### 参考文献

[1] 赵凯,刘战强,吴远晨.航空铝合金薄壁件铣削变形预测研究[J].工具技术,2014(5):20-23.  
 [2] 谭靛,姚倡锋,张定华.7055铝合金高速加工表面完整性对疲劳寿命的影响[J].机械科学与技术,2015(6):872-876.  
 [3] 成群林,柯映林,董辉跃.航空铝合金铣削加工中切削力的数值模拟研究[J].航空学报,2006(4):724-727.  
 [4] 周军.铝合金7050-T7451微切削加工机理及表面完整性研究[D].山东大学,2010.  
 [5] 付秀丽,艾兴,刘战强,等.高速切削加工航空铝合金7050-T7451剪切角模型研究[J].中国机械工程,2007(02):220-224.  
 [6] PATURI,SHASTRI,BOEGMAN et al.Three-dimension-

以看出在切削表面呈现拱形桥结构,在中间残留高度较大,两边较小,极大地影响了加工表面质量;图6(b)中三维表面形貌相对较为平整,没有出现较大的隆起或者残留高度,总体表面质量较高。

al simulation of lake ontario north-shore hydrodynamics and contaminant transport[J].Journal of Hydraulic Engineering,2015,141(3).

[7] KETABCHI M,MOHAMMADI H,IZADI M.Finite-element simulation and experimental investigation of isothermal backward extrusion of 7075 Al alloy[J].Arabian Journal for Science and Engineering,2012,37(1):112-116.

[8] KING P L,VAUGHN R L.A synaptic view of high-speed machining from salmon to the present[J].High Speed Machining.ASME,1984:1-13.

[9] UMA MAHESHWERA REDDY PATURI,SURESH KUMAR REDDY NARALA,RAJDEEP SINGH PUNDIR.Constitutive flow stress formulation, model validation and FE cutting simulation for AA7075-T6 aluminum alloy[J].Materials Science and Engineering,A,2014,605(4):176-185.

[10] 王叙臣,王益轩,于永积,等.基于虚拟样机的数控铣床结构动态特性分析[J].西安工程大学学报,2011,2(8):163-167.

[11] 赵显嵩.TC4钛合金高速切削的表面粗糙度与切削力实验研究[D].大连理工大学,2013.

[12] 刘胤,焦刚,刘军,等.AZ91D镁合金的切削加工性能[J].机械工程材料,2013,36(7):25-27.

[13] 王艳光,彭晓东,赵辉,等.大型薄壁精密镁合金铸件铸造技术进展[J].兵器材料科学与工程,2011(5):101-104.