

新型陶瓷刀具的应用研究

张树生 李兆前

(山东工业大学)

摘 要

本文详细研究了新型陶瓷刀具 APW($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiCw}/\text{SiCp}$)系列的切削性能,研究结果表明:在加工不锈钢时,APW3 的抗磨损能力好于 APW1,而 JX-1 最差;在高速湿切削高温镍基合金 Inconel 718(GH169)时,APW1 的抗磨损能力好于 JX-1,而硬质合金刀具 YG8(K30)最差;高速切削时必须使用切削液,由于切削温度对工件材料加工硬化和高温镍基合金 Inconel 718 强度屈服拐点的影

响而存在一个最佳的切削速度范围。

关键词 陶瓷刀具,切削性能,镍基合金

APPLICATION STUDY ON ADVANCED CERAMIC TOOL

Zhang Shusheng Li Zhaoqian

(Shandong University of Technology)

Abstract

The cutting performance of APW series ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiCw}/\text{SiCp}$) ceramic tools has been researched in detail. The wear resistance ability is $\text{APW3} > \text{APW1} > \text{JX-1}$ when machining stainless steel. The cutting performance of APW1 is superior to that of JX-1 and YG8 (K30) when wet cutting Inconel 718(GH169) at high speed. Coolant must be used when cutting at high speed. There is an optimum speed range because of the effect of high cutting temperature on the strength yield point of the workpiece.

Keywords ceramic tool, cutting performance, nickel-based alloy

1 引 言

众所周知,高温镍基金合金 Inconel 718(GH169)和不锈钢是典型的难加工材料,这类工件材料具有较大的高温强度、低的导热系数、加工硬化严重、易同刀具材料发生化学反应等特点,使得其切削加工性较差,在切削加工中切削温度较高,刀具磨损较快,因此研究

这类难加工材料的切削加工问题显得越来越重要。

陶瓷刀具的发展和应用解决了难加工材料切削加工问题^[1],但是由于陶瓷刀具的断裂韧性和抗弯强度较低,当加工镍基合金时刀具易产生崩刃和切深沟槽磨损,影响切削效率。因此近几年来研究工作者研制成功了晶须增韧新型陶瓷刀具来加工镍基合金,但迄今没有得到满意的解决^[2]。

收稿日期:1998-02-05

通讯联系人:张树生,山东工业大学机械工程学院,济南 250061

本文详细研究了碳化硅晶须(SiCw)增韧和碳化硅颗粒(SiCp)弥散补强氧化铝(Al_2O_3)新型陶瓷刀具 APW(Al_2O_3 /SiCw/SiCp)系列在切削不锈钢和高温镍基合金 Inconel 718(GH169)时的切削性能。

2 实验条件

车床:CA6140。

工件材料:工锈钢 1Cr18Ni9Ti, 高温镍基合金 Inconel 718(GH169)。

刀具材料和刀具几何参数:

APW1, APW2, APW3 和 JX-1: $\varphi_0 = -5^\circ$, $\alpha_0 = 5^\circ$, $\lambda_s = -5^\circ$, $K_r = 45^\circ$, $br_1 * \varphi_{01} = 0.2mm * 20^\circ$, $r_e = 0.2mm$ 。

YG8(K30): $\varphi_0 = -5^\circ$, $\alpha_0 = 15^\circ$, $\lambda_s = -5^\circ$, $K_r = 45^\circ$, $br_1 * \varphi_{01} = 0.2mm * 20^\circ$, $r_e = 0.2mm$; 切削方式: 干式和湿式切削。

3 实验结果和讨论

3.1 干式切削不锈钢 1Cr18Ni9Ti

在切削条件为 $v = 55m/min$, $f = 0.1mm/r$, $a_p = 0.2mm$ 的情况下, 刀具 APW1, APW3 和 JX-1 后刀面磨损情况如图 1 所示。由图可见, 在干式切削不锈钢 1Cr18Ni9Ti 时, 上述刀具的抗磨损能力大小为 $APW3 > APW1 > JX-1$, 但是 APW1 和 JX-1 的差别不大, 因此在本实验条件下陶瓷刀具 APW3 的切削性能最好。

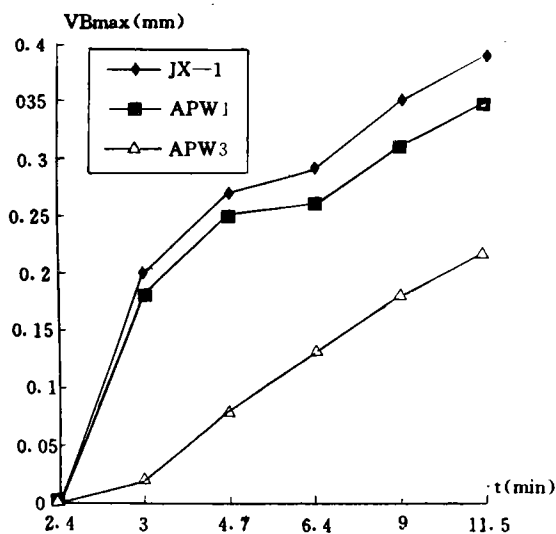


图1 刀具后刀面磨损量随切削时间的变化情况

Fig.1 Variations of the wear of back cutting surface of tool along with the cutting time

3.2 切削镍基合金 Inconel 718(GH169)

3.2.1 干式切削

在切削条件为 $v = 23m/min$, $f = 0.15mm/r$, $a_p = 0.5mm$ 的情况下, 刀具 APW1, APW2, JX-1 和 YG8 后刀面磨损情况如图 2 所示。由图可见, 在低速干式切削镍基合金 Inconel 718 (GH169) 时, APW2 刀具的后刀面磨损量最大, 上述刀具的抗磨损能力大小为 $YG8 > APW1 > JX-1 > APW2$, 但是 APW1 和 JX-1 的差别不大。除了后刀面磨损之外, 上述刀具还发生了边界磨损和切深沟槽磨损, 其中 YG8 的边界磨损宽度(VC_{max})和切深沟槽磨损(VN_{max})最小。对比发现后刀面磨损、边界磨损和切深沟槽磨损的大小不同, 其中切深沟槽磨损(VN_{max})最大, 而后刀面磨损最小。

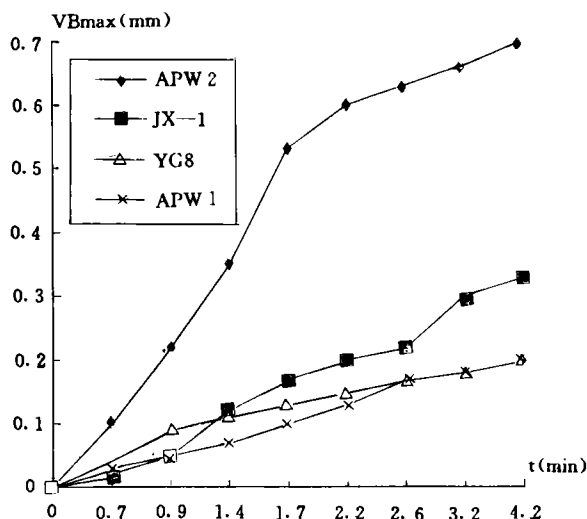


图2 不同刀具材料的后刀面磨损变化曲线

Fig.2 Change curve of back cutting surface of tools made of different materials

3.2.2 湿式切削

在速度为 $v = 105m/min$ 时, 各种刀具的磨损性能如图 3 所示。显然 APW1 的磨损速率低于 JX-1, 但是在切削 1.7min 后 APW1 的磨损速率增加, YG8 的磨损最大, 这表明在高速湿式切削镍基合金 Inconel 718 时, 同陶瓷刀具相比硬质合金刀具的抗磨损能力较差。

由于切削温度对刀具磨损的影响较大, 在高速切削镍基合金 Inconel 718 时必须使用切削液, 图 4 表示了切削速度对 APW1 刀具磨损的影响。由图可见, 在切削速度为 $42m/min$ 时刀具磨损最小且刀具的磨损

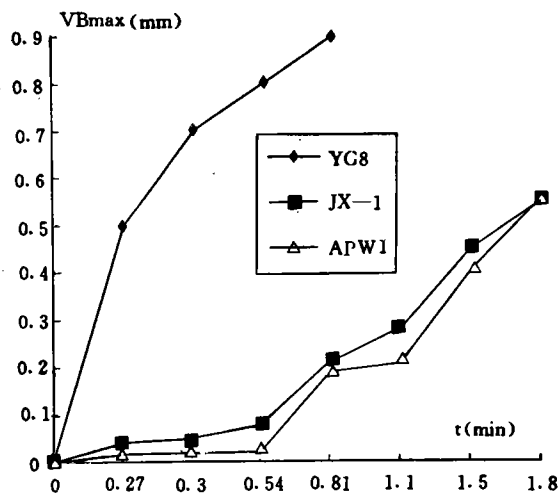


图 3 切削条件为 $v = 105 \text{ m/min}$ $f = 0.15 \text{ mm/r}$ $a_p = 0.5 \text{ mm}$ 时刀具的磨损

Fig.3 Wear of cutting tool when cutting conditions are: $V = 105 \text{ m/min}$ $f = 0.15 \text{ mm/r}$ $a_p = 0.5 \text{ mm}$

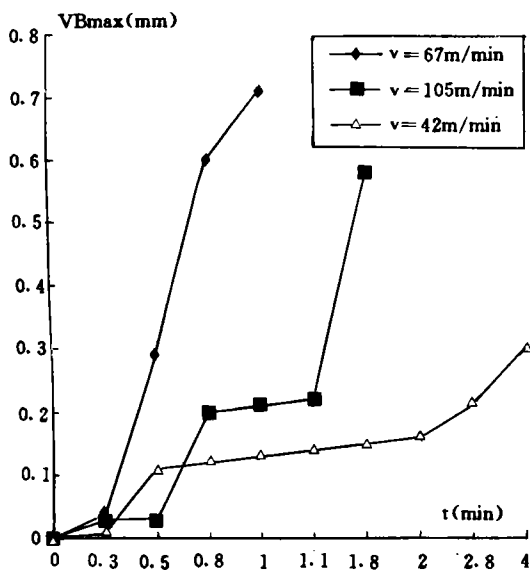


图 4 切削速度对刀具磨损的影响

Fig.4 The influence of cutting speed on the wear of cutting tool

寿命最长,在一般情况下刀具的磨损随着切削速度的提高而增大,但是在用 APW1 刀具湿式切削镍基合金 Inconel 718 时, $v = 67 \text{ m/min}$ 时的刀具磨损反而比 $v = 105 \text{ m/min}$ 时的大,这是因为随着切削速度的提高,切削温度升高,而镍基合金 Inconel 718 在 $800 - 850^\circ\text{C}$ 时出现屈服强度的拐点,即强度急剧下降^[2];在 105 m/min 的速度时,切削温度大约为 830°C ,正好是 Inconel 718 的屈服强度的拐点^[3],所以切削速度为 67 m/min 时的刀具磨损比 105 m/min 时的大;而 42 m/min 时的加工硬化小,所以 $v = 42 \text{ m/min}$ 时的刀具磨损最小,因此本文建议在用陶瓷刀具 APW1 切削 Inconel 718 时,应选用 $45 - 65 \text{ m/min}$ 之间的速度和 $v > 100 \text{ m/min}$ 的高速,尽量避免 $v = 70 - 90 \text{ m/min}$ 的速度。

同时,本文对背吃刀量和进给量对刀具磨损的影响也进行了研究,结果表明,背吃刀量对刀具磨损的影响很小,但是当进给量增大时刀具磨损加重。

4 结 论

(1)在加工不锈钢 1Cr18Ni9Ti 时,所选用刀具的抗磨损能力大小为 $\text{APW3} > \text{APW1} > \text{JX} - 1$,但是 APW1 和 JX-1 的差别不大。

(2)在低速干式切削镍基合金 Inconel 718 时,所选用刀具的抗磨损能力大小为 $\text{YG8} > \text{APW1} > \text{JX} - 1 > \text{APW2}$,但是 APW1 和 JX-1 的差别不大。

(3)在 105 m/min 的高速下湿式切削 Inconel 718 时,APW1 和 JX-1 切削性能相差不大,但 YG8 的切削性能很差。

(4)用 APW1 高速切削 Inconel 718 时必须使用切削液,由于切削温度对加工硬化和高温镍基合金 Inconel 718 强度屈服拐点的影响而存在一个最佳的切削速度范围。

参 考 文 献

- 1 M. A. EL-Bestawi(2) et al. Performance of whisker-Reinforced Ceramic Tools in Milling Nickel-Based Superalloy, Annals of the CIRP, 1993, 42(2): 99-102
- 2 张敬涛译. 切削镍基合金用的陶瓷刀具. 工具技术, 1992, 7
- 3 黄传真, 艾兴. 切削 Inconel 718 时新型陶瓷刀具 JX-2-I 的切削性能研究. 硬质合金, 1995, 12(4): 228-231