

304 不锈钢离子化气流辅助切削试验*

刘新 黄帅 瞿娇娇 徐文骥

(大连理工大学精密与特种加工教育部重点实验室, 大连 116024)

摘要: 离子化气流辅助切削是将电离后的气流喷向切削区以起到润滑冷却作用的切削方式。分别在空气、空气流、离子化空气流、氮等离子体射流等气氛中进行 304 不锈钢的摩擦磨损和切削试验。结果显示,离子化空气流气氛具有良好的冷却润滑作用,摩擦因数相比干摩擦降低约 46%, 切向切削力和后刀面磨损相比干切削分别下降约 24% 和 69%, 并可显著减少黏着磨损和积屑瘤,大幅提高 304 不锈钢的摩擦磨损性能和切削加工效果。

关键词: 不锈钢 切削力 离子化气流 摩擦磨损

中图分类号: TG664 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)05-0334-06

引言

304 不锈钢属于奥氏体不锈钢,具有良好的力学性能和较强的耐蚀能力^[1-2],其切削加工中存在加工硬化严重、切削温度高、易产生积屑瘤、易发生扩散磨损和黏着磨损等问题。研究人员曾提出使用椰子油切削液^[3]、超声振动^[4]、多功能涂层刀具^[5]、低温冷风切削^[6]等方法提高奥氏体不锈钢的切削加工性能,但并未彻底解决问题。对不锈钢进行表面预处理可改善其切削加工性能^[7-8],例如 Brinksmeier 等运用表层预渗氮法,使刀具寿命大幅提高^[9-10]。但此类表面预处理方法易出现刀具切入未处理区域^[11]等问题。本文提出用离子化气流中高浓度的活性粒子在工件表面快速发生的物理化学反应对其进行实时改性,从而改善其切削加工性能。

Matija 等^[12]在离子化空气流中切削碳钢和铜,相比干切削,硬质合金刀具的寿命提高了 50%。Yakubu^[13]的研究证明离子化空气流使切削力相比干切削降低 30%~40%,刀具寿命提高 2.5 倍。王辉等^[14-16]在离子化气流中切削钛合金,证明其在加工效率、加工质量方面与使用切削液切削基本相当。离子化气流辅助切削 304 不锈钢的相关研究至今未见报道。

本文在离子化气流中进行 304 不锈钢的摩擦磨损试验和切削试验,重点研究离子化气流对其摩擦

磨损性能和切削加工性能的影响。

1 离子化气流辅助切削原理

离子化气流辅助切削是指经放电处理后的气体射流喷向切削区,以起到润滑冷却效果的干式切削加工方式,在其发展初期是利用高压静电场产生的离子风对切削过程进行作用,因此,离子化气流辅助切削一直被称作干式静电冷却切削。

离子化气流辅助切削时,气流中的活性粒子喷向高温的切削区易被工件晶体吸附,并在晶体缺陷处聚集,使缺陷扩展,降低固体表面的断裂强度、塑性变形抗力和微观硬度^[17],从而使切削力下降,并由于减小了材料塑性变形功而降低切削温度。同时离子化气流具有强化对流传热、加快表面钝化、润滑加工界面、缓解热电磨损、清洁切削区等作用^[18-19]。

图 1 是离子化气流辅助切削示意图。由大气压裸电极离子化气流发生装置提供离子化空气流或氮等离子体射流。装置由高压电源、供气系统、离子发生器等组成,其中离子发生器包含针电极和喷嘴电极等部件,供气系统则包括气源、减压阀、可调流量计等。该装置可在大气压下产生稳定的温度为室温的离子化空气流和冷等离子体射流,并可将其输送至切削区。试验时,供电频率 70 kHz、电压 400 V、电流 3.4 mA、喷嘴内供气压力 0.1 MPa、气体流量 0.8 m³/h。

收稿日期: 2013-05-17 修回日期: 2013-06-24

* 国家自然科学基金资助项目(51275072)、国家重点基础研究发展计划(973 计划)资助项目(2011CB706704)和中央高校基本科研业务费资助项目(DUT12RC(3)99)

作者简介: 刘新,博士后,主要从事精密与非传统加工技术研究,E-mail: xinliu@dlut.edu.cn

通讯作者: 徐文骥,教授,博士生导师,主要从事特种加工技术与装备研究,E-mail: wenjixu@dlut.edu.cn

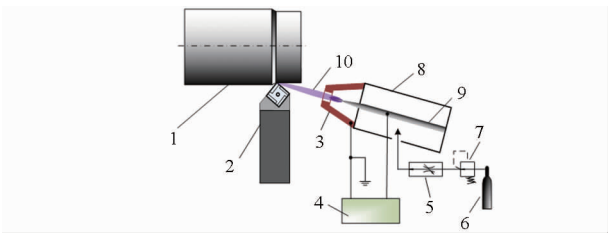


图 1 离子化气流辅助切削示意图

Fig.1 Schematic of ionized gas jet assisted cutting

1. 工件 2. 刀具 3. 喷嘴电极 4. 高压电源 5. 可调流量计
6. 气源 7. 减压阀 8. 离子发生器 9. 针极 10. 离子化气流

2 离子化气流中摩擦磨损试验

金属切削时,刀-屑与刀-工之间持续发生着强烈的摩擦接触作用,这两个界面的摩擦是切削热的重要来源,也是影响切削温度、切削力及刀具磨损的重要因素。因此,研究离子化气流对 304 不锈钢切削性能的改善可从分析离子化气流气氛中刀-工摩擦副摩擦磨损性能和机理入手。试验时选用硬质合金 YW1 与不锈钢 304 构成 304/YW1 摩擦副,分别在空气、离子化空气流(Ionized air jet,IAJ)、氮等离子体射流(Nitrogen plasma jet,NPJ)3 种气氛中进行摩擦磨损试验,分析离子化气流对摩擦副的润滑、减摩、冷却等效果;然后在减摩效果较好的气氛中进行离子化气流辅助切削试验,以研究离子化气流对切削力、刀具磨损的影响。

2.1 摩擦磨损试验装置

不锈钢 304/YW1 摩擦副的摩擦磨损试验在 MMS-2A 磨损试验机上进行,摩擦副采用环块式,上试样为固定的 YW1 块试样,尺寸为 6 mm×7 mm×30 mm;下试样为旋转的 304 不锈钢环试样,外径 40 mm,内径 16 mm,厚 10 mm。试验载荷为 100 N,试验时间 40 min。摩擦磨损试验装置如图 2 所示,每组试验进行至 30 min 时用优利德 UT321 数字测温仪及 K 型热电偶测量 YW1 块表面的温度 T ,作为间接表征摩擦温度的变量。

试验后,借助柯尼卡美能达 A200 型数码相机拍摄不锈钢 304/YW1 摩擦副在不同气氛中的摩擦磨损形貌。借助 JEOL-6360LV 型扫描电子显微镜(SEM)观测显微磨损形貌。借助 OXFORD 型能谱分析仪(EDS)和 EPMA-1600 型电子探针(EPMA)定量分析摩擦表面的元素成分。借助 Newview 5022 型三维表面轮廓仪观测摩擦表面的三维形貌及粗糙度。

2.2 摩擦因数与摩擦温度

图 3 为不同气氛中摩擦因数曲线(其中转速 $n=100\text{ r/min}$,负载 $F=100\text{ N}$)。摩擦因数由 MMS-

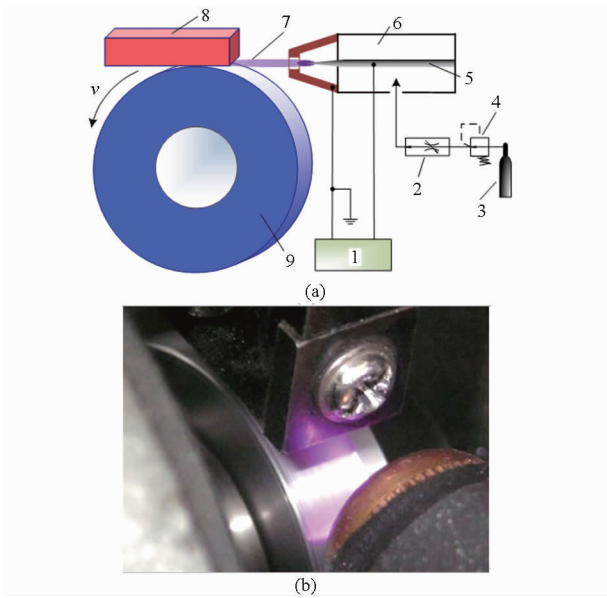


图 2 摩擦磨损试验装置示意图与实物图

Fig.2 Schematic plot and scene picture of friction and wear device and friction testing process

1. 高压电源 2. 可调流量计 3. 气源 4. 减压阀 5. 针极
6. 离子发生器 7. 离子化气流 8. YW1 块试样 9. 304 不锈钢环试样

2A 型磨损试验机自动记录获取,其值为摩擦力和负载的比值。由图可见,空气中的初始摩擦因数波动较大,经过磨合期后,其摩擦因数缓慢增加,稳定后其摩擦因数最高。在 IAJ 气氛中,自始至终均可获得较低的摩擦因数,特别是在磨合期之后,其摩擦因数具有很高的稳定程度。NPJ 气氛中的摩擦过程比较平稳。

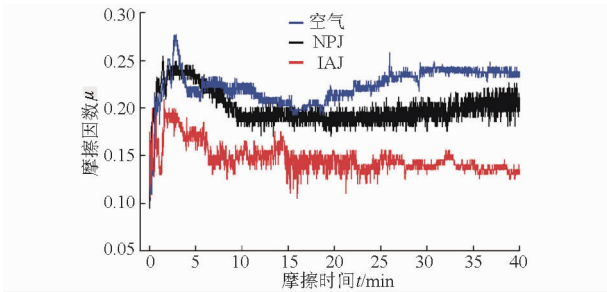


图 3 不同气氛中摩擦因数曲线

Fig.3 Friction coefficient curves in different atmosphere

试验测得空气、IAJ、NPJ 气氛下 YW1 的表面温度 T 分别为 52.2℃、25.7℃、31.8℃。IAJ 和 NPJ 气氛中摩擦温度接近,均远小于空气气氛中的摩擦温度,表明这两种射流均取得了一定的冷却效果。两种射流对流传热能力相差不大,但对摩擦副的减摩效果却截然不同,这是因为 IAJ 中强氧化性的粒子在摩擦副中可迅速产生具有减摩效果的氧化薄膜,起到润滑作用。磨合期后,304 摩擦表面已形成稳定的边界薄膜,即使被磨损,也会在 IAJ 气氛中迅速再生,因此 IAJ 气氛中磨合期后的摩擦副进入相对

稳定的摩擦状态。

总之,对于 304/YW1 摩擦副,IAJ 具有很好的润滑冷却性能,其磨合期后的摩擦因数相比在空气气氛中降低约 46%,相比 NPJ 气氛也可下降约 35%。且随着摩擦的进行,IAJ 气氛中摩擦因数的波动减小,并有下降的趋势。

2.3 304/YW1 摩擦副磨损表面分析

图 4 为 304 不锈钢在空气(上图)、IAJ(中图)、NPJ(下图)气氛中摩擦表面的 SEM 和 EDS 图。

空气中,304 不锈钢摩擦表面有大量黏着物 and 划痕,且氧元素质量分数较高,即在空气中发生了较严重的磨粒磨损、黏着磨损和氧化磨损。IAJ 气氛中,304 不锈钢摩擦表面划痕较浅,黏着脱落痕迹不明显,且氧元素质量分数远低于在空气中的摩擦表面,即在 IAJ 气氛中有轻微的黏着磨损和氧化磨损。NPJ 气氛中,304 不锈钢的黏着磨损程度高,有明显的划痕和脱落痕迹,且氧元素质量分数极低,因此在 NPJ 气氛中以黏着磨损为主,磨粒磨损为辅。

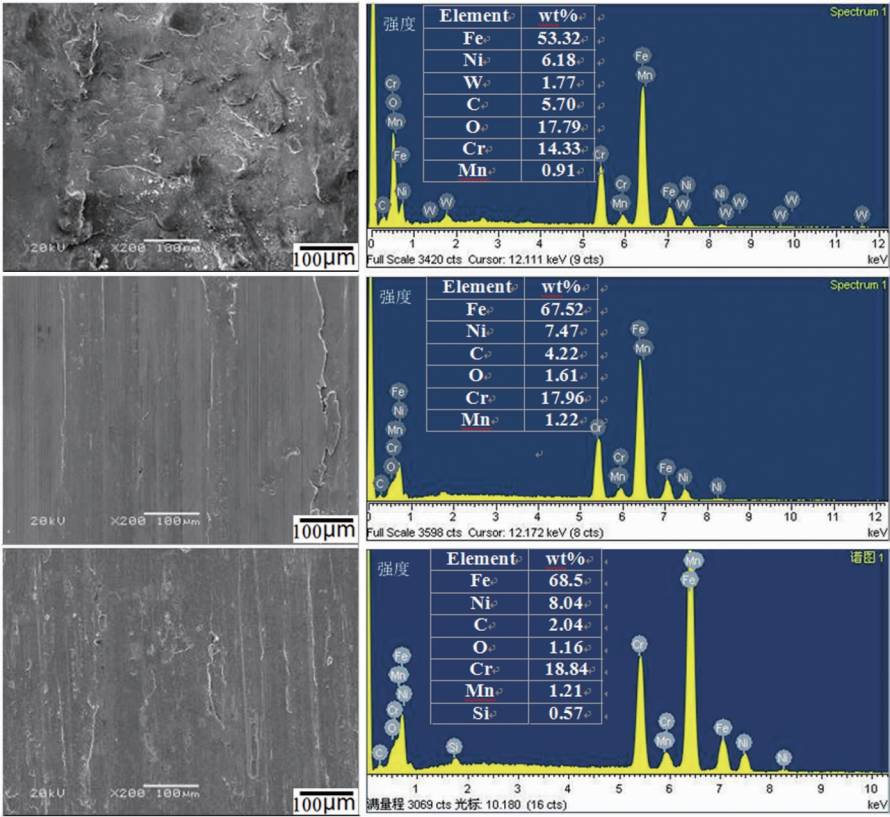


图 4 304 不锈钢表面 SEM 和 EDS 图
Fig.4 SEM and EDS figures of stainless surface

图 5 分别为 YW1 在空气(上图)、IAJ(中图)、NPJ(下图)气氛中摩擦表面的 SEM 和 EPMA 图,EPMA 光谱图的纵坐标为被测物激发的 X 射线的强度。为分析 IAJ 和 NPJ 中含 N、O 元素的活性粒子对摩擦磨损的影响,EPMA 光谱分析时选择可检测出 N、O 元素的 27.373 7~93.521 2 nm 波长范围对 YW1 表面进行检测,因此图 5 的 EPMA 测试结果中不包含 YW1 的部分元素。

空气气氛中 YW1 表面布满大量从 304 不锈钢黏着而来的产物;而在 NPJ 和 IAJ 气氛黏着产物较少,摩擦产生的黏着磨损程度较轻;其中 IAJ 中的黏着物最少,具有更佳的减磨效果。同时,EPMA 检测显示 IAJ 和 NPJ 气氛中 YW1 表面均有 N 元素产生,证明在 IAJ 和 NPJ 气氛中摩擦副表面可产生有助于减磨的氮化物。

总之,3 种气氛中的摩擦磨损试验证明,对于 304/YW1 摩擦副,IAJ 气氛具有最佳的润滑冷却效果和摩擦磨损性能,可用于改善 304 不锈钢的切削性能。

3 离子化气流辅助切削试验

在空气射流、IAJ、NPJ 3 种气氛中进行摩擦磨损试验证明,IAJ 气氛对 304/YW1 摩擦副具有良好的冷却和减摩效果。因此选择 IAJ 离子化气流改善 304 不锈钢的切削性能。试验在 IAJ 气氛对切削界面实时调控下,进行 3 组试验($v = 60 \text{ m/min}$ 、 $a_p = 0.3 \text{ mm}$; $v = 60 \text{ m/min}$ 、 $a_p = 0.8 \text{ mm}$; $v = 90 \text{ m/min}$ 、 $a_p = 0.3 \text{ mm}$),考察对切削力、刀具前刀面和后刀面磨损的影响,同时增加了干切削和在空气射流气氛中切削的对比试验。

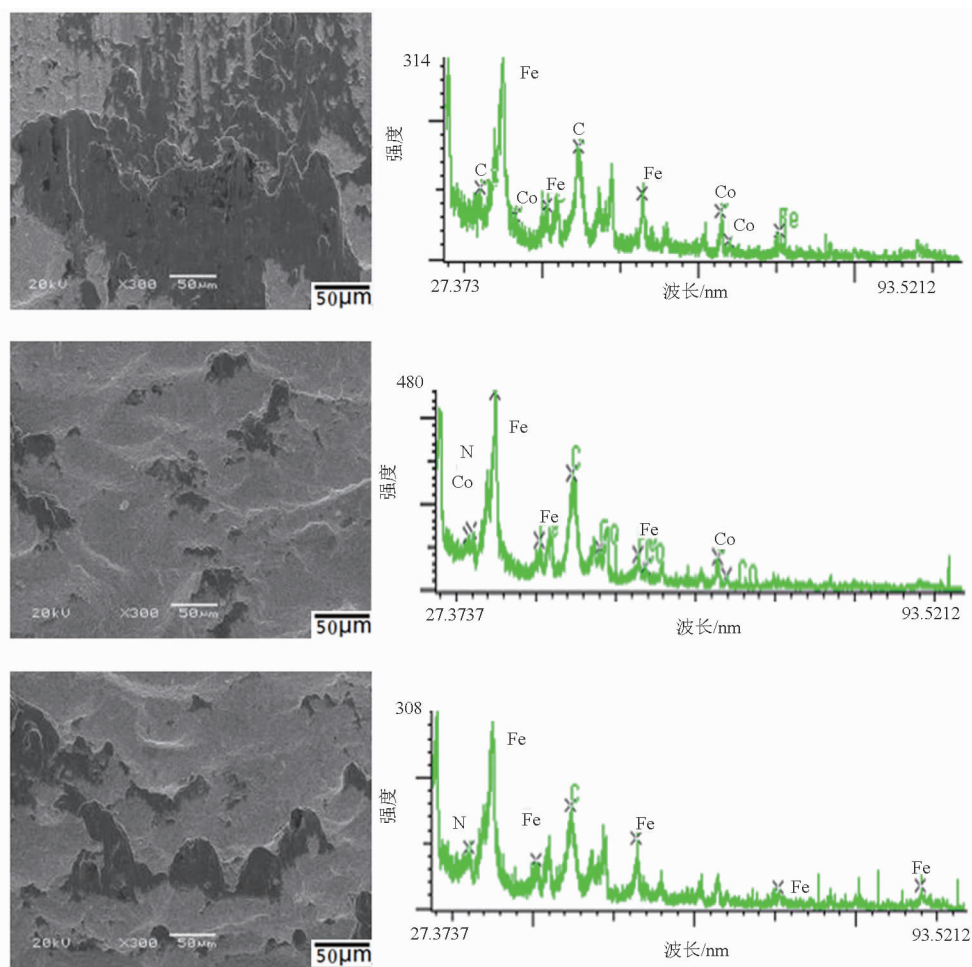


图 5 YW1 表面 SEM 和 EPMA 光谱图

Fig. 5 SEM and EPMA spectrum figures of YW1 surface

3.1 切削试验装置

离子化气流辅助切削 304 不锈钢的试验在普通车床上进行,如图 1 所示。刀具采用硬质合金刀具 YW1,刀片形式为正四边形带孔车削刀片,型号 41305F,边长 13 mm,内孔径 5.2 mm,厚 4.5 mm,半封闭式断屑槽宽度 3.4 mm,刀尖圆角半径 0.5 mm,刃倾角 6°,前角约 20°。工件和刀具在安装、夹紧、对刀之后,将离子化气流发生装置固定于溜板箱上,其喷嘴出口距刀-工接触区 15 mm。通过调整离子化气流发生装置的方位,使刀尖完全浸没于离子化气流之中。

借助 YDCB-Ⅲ05 型压电式切削测力仪测量切削力;借助舜宇 SZM45 型体视显微镜观测后刀面平均磨损宽度 V_B ,并对刀具磨损进行定量分析。

3.2 切削力

图 6 为不同气氛中切削 304 不锈钢的平均切削力。在 $v = 60 \text{ m/min}$ 、 $a_p = 0.3 \text{ mm}$ 时,3 种气氛的切削力相差较小,说明在此切削速度和切削深度下,空气射流及 IAJ 的辅助对切削过程影响较小。

当切削深度达到 $a_p = 0.8 \text{ mm}$ 时(图 6b),由于奥氏体不锈钢加工硬化严重,散热系数差,高温强度

高,高温下容易产生粘结磨损和积屑瘤,各向切削力均大幅提高。此时空气射流降低切削力作用仍然较小,但 IAJ 气氛中各向切削力下降 13% ~ 17%。这是由于切深较大时 304 不锈钢的切削区温度和应力应变大幅提高,空气中在新生表面产生的用以减摩的氧化薄膜在高温下迅速磨损,导致切削力提高。同时,由于奥氏体不锈钢高温抗氧化性能较好,即使是高速空气射流也无法加快新生表面生成氧化膜的速度,因此空气射流对降低切削力作用较小。而 IAJ 气氛中,除氧气外,还有大量的 O^+ 、 O_2^+ 、 NO^- 、 NO_2^- 、 O_3^- 、 O_3 、 $O^\cdot$ 等^[20]高活性含氧粒子,这些活性含氧粒子比 O_2 具有更强的氧化性,可在 304 和硬质合金摩擦表面高速高效下产生具有减摩效果的氧化薄膜,从而降低切削力。

当切削速度由 60 m/min 提高到 90 m/min 时(图 6c),各向切削力仅有小幅提高,空气射流中的各向切削力和干切削中的切削力相差不大。相比干切削和空气射流,IAJ 气氛中的进给力 F_x 和径向力 F_y 有小幅降低,而切向力 F_z 则比干切削下降约 24%。这是由于在较高速度下切削 304 不锈钢时,IAJ 不但通过强氧化性的活性粒子加强刀-工、刀-

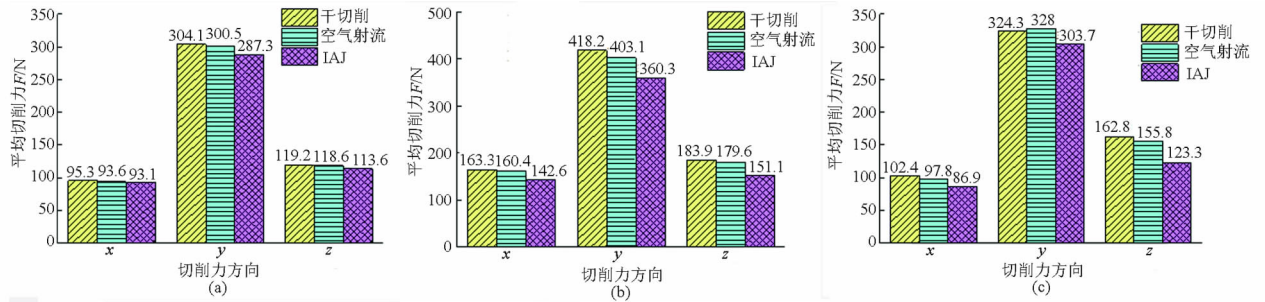


图6 不同气氛中切削304不锈钢的平均切削力

Fig.6 Average cutting force of cutting 304 stainless steel in different atmosphere

(a) $v=60\text{ m/min}$, $a_p=0.3\text{ mm}$ (b) $v=60\text{ m/min}$, $a_p=0.8\text{ mm}$ (c) $v=90\text{ m/min}$, $a_p=0.3\text{ mm}$

屑界面的减摩和钝化,而且活性粒子可降低304不锈钢切削时的塑性变形抗力,使切削变得容易,因此可使切削力明显降低。

3.3 刀具磨损

图7为不同气氛中切削304不锈钢时后刀面平均磨损宽度,图8为前刀面磨损形貌。由图7可得,在切深较小时($a_p=0.3\text{ mm}$),3种气氛下后刀面的磨损量都较小,且刀具前刀面磨损形式均为轻微的黏着磨损。在干切削和空气射流气氛中,刀尖上黏着有大量的304不锈钢,并形成积屑瘤。同时刀具表面发生黏着脱落,形成黏着磨损。在IAJ气氛中,虽也有积屑瘤形成,但刀尖形貌保持较好,刀尖材料没有发生黏着脱落。增大切深($a_p=0.8\text{ mm}$)时,干切削的磨损迅速增加, V_B 达到了接近常用磨钝标准的0.3 mm。而空气射流和IAJ中的磨损相比干切削分别下降了43%和69%。此切削用量下干切削304不锈钢时,黏着磨损非常严重(图8d),刀具前

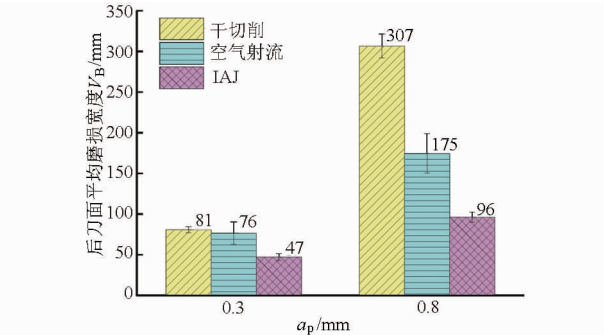


图7 不同气氛切削304不锈钢后刀面平均磨损宽度

Fig.7 Average wear width of flank surface when cutting 304 stainless steel in different atmosphere

刀面黏附有在高温下冷焊于刀尖的大块积屑瘤和切屑,刀尖磨损殆尽,几乎不能继续切削。在空气射流气氛中,虽然黏着磨损和后刀面的磨损有所降低,但其前刀面上的冷焊现象和积屑瘤状况仍然严重(图8e)。在IAJ气氛中,前刀面观察不到黏着磨损的痕迹,磨损形式以磨粒磨损为主(图8c),且切削

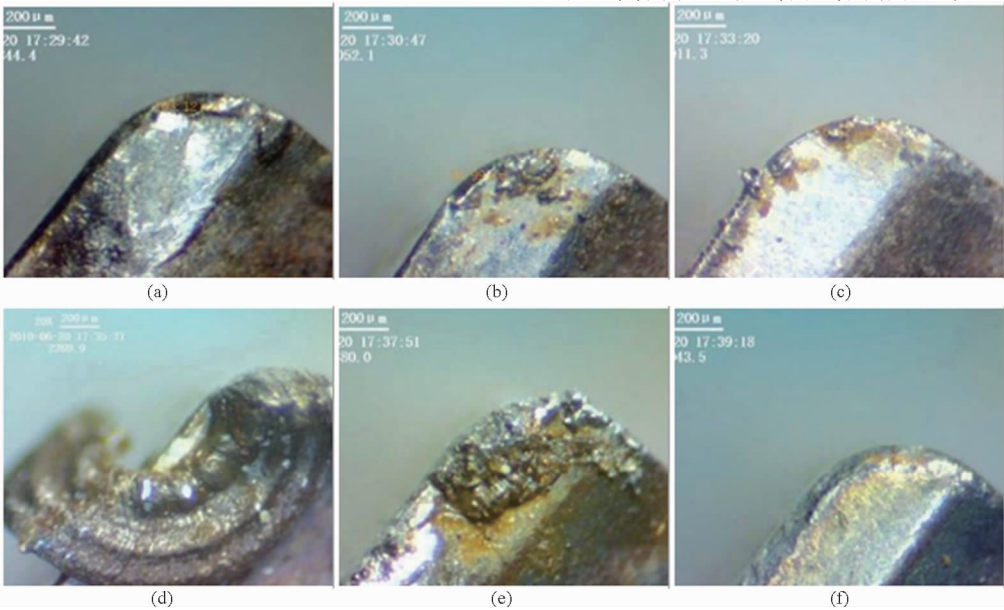


图8 不同气氛下切削304的前刀面磨损形貌

Fig.8 Rake face wear morphology of cutting 304 in different atmosphere

(a) 干切削, $a_p=0.3\text{ mm}$ (b) 空气射流, $a_p=0.3\text{ mm}$ (c) IAJ, $a_p=0.3\text{ mm}$

(d) 干切削, $a_p=0.8\text{ mm}$ (e) 空气射流, $a_p=0.8\text{ mm}$ (f) IAJ, $a_p=0.8\text{ mm}$

深度较大时缓解磨损的效果更明显(图 8f)。

以上分析可知,切削 304 不锈钢时,IAJ 气氛具有良好的润滑冷却效果,可大幅降低切削区的黏着磨损,减少积屑瘤,抑制刀具磨损,明显改善 304 不锈钢的切削性能。

4 结论

(1)提出用离子化气流作为润滑冷却介质,提高 304 不锈钢的摩擦磨损性能和切削性能。

(2)IAJ 可提高 304 不锈钢的摩擦性能。在空气、IAJ、NPJ 气氛中的摩擦磨损试验证明,对于 304/YW1 摩擦副,IAJ 具有最佳的润滑冷却性能,其磨合

后期的摩擦因数相比在空气气氛中降低约 46%,相比 NPJ 也下降约 35%,并且随着摩擦的进行,IAJ 气氛中摩擦振动趋于稳定,摩擦因数也有下降的趋势。

(3)IAJ 可减轻 304/YW1 摩擦副的磨损。304/YW1 摩擦副在空气气氛中以磨粒磨损和氧化磨损为主;在 NPJ 中可减轻氧化磨损,但会加剧 304 不锈钢的黏着磨损;在 IAJ 气氛中 304 不锈钢摩擦表面最平滑,仅有轻微的黏着磨损和氧化磨损。

(4)IAJ 可提高 304 不锈钢的切削加工性能。IAJ 可降低切削 304 不锈钢时的切削力,减少切削区的黏着磨损,抑制积屑瘤的产生,减缓刀具的磨损,且切削速度越高,切削深度越大,效果越明显。

参 考 文 献

- 冯灿波,谢桂芝,盛晓敏,等. 不锈钢超高速磨削试验研究[J]. 中国机械工程, 2013, 24(3): 322 - 326.
Feng Canbo, Xie Guizhi, Sheng Xiaomin, et al. Process test research on stainless steel in ultra-high speed grinding[J]. China Mechanical Engineering, 2013, 24(3): 322 - 326. (in Chinese)
- 王志光,杨文玉,闫琳. 切削奥氏体不锈钢 0Cr18Ni9 加工硬化的试验研究[J]. 中国机械工程, 2012, 23(24): 2950 - 2955.
Wang Zhiguang, Yang Wenyu, Yan Lin. Experimental reserch on machining hardening of 0Cr18Ni9 austenite stainless steel[J]. China Mechanical Engineering, 2012, 23(24): 2950 - 2955. (in Chinese)
- Xavior M A, Adithan M. Determining the influence of cutting fluids on tool wear and surface roughness during turning of AISI 304 austenitic stainless steel [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2009, 209(2): 900 - 909.
- 张建中,李秀人. 超声振动干式镗削不锈钢[J]. 制造技术与机床, 2003(4): 42 - 44.
- Endrino J L, Fox-Rabinovich G S, Gey C. Hard AlTiN, AlCrN PVD coatings for machining of austenitic stainless steel[J]. Surface and Coatings Technology, 2006, 200(24): 6840 - 6845.
- 邹伟文,刘光耀,张昌义,等. 冷风条件下 1Cr18Ni9Ti 不锈钢车削加工的效率[J]. 新技术新工艺, 2008(6): 45 - 46.
- Dong H, Esfandiari M, Li X Y. On the microstructure and phase identification of plasma nitrided 17 - 4PH precipitation hardening stainless steel [J]. Surface and Coatings Technology, 2008, 202(13): 2969 - 2975.
- Chemkhi M, Retraint D, Roos A, et al. The effect of surface mechanical attrition treatment on low temperature plasma nitriding of an austenitic stainless steel [J]. Surface and Coatings Technology, 2013, 221:191 - 195.
- Brinksmeier E, Gläbe R, Osmer J. Diamond cutting of FeN-layers on steel substrates for optical mould making [J]. Key Engineering Materials, 2010, 438: 31 - 34.
- Osmer J, Gläbe R, Brinksmeier E. Chip formation in ultra-precision machining of nitrocarburized steels[J]. Key Engineering Materials, 2012, 516: 293 - 298.
- 代腾飞. 金刚石刀具车削钢铁材料的研究[D]. 天津:天津大学, 2009.
- Matija R. Ionization of cutting fluids[C]//6th International Multidisciplinary Conference, 2005.
- Yakubu S O. Ecological pure ionized gaseous medium in the technology of machining [J]. International Journal of Physical Sciences, 2009, 4(3): 133 - 138.
- 王辉,韩荣第,王扬. 静电冷却干式切削钛合金 TC4 的刀具磨损试验研究[J]. 工具技术, 2010, 44(5): 17 - 20.
Wang Hui, Han Rongdi, Wang Yang. Experimental investigation on tool wear in dry electrostatic cooling cutting Titanium alloy TC4[J]. Tool Engineering, 2010, 44(5): 17 - 20. (in Chinese)
- 曹剡. 静电冷却辅助干式切削钛合金的试验研究[D]. 沈阳:沈阳航空航天大学, 2011.
- 赵强. 静电冷却辅助干式铣削 TC11 的切削特性研究[D]. 沈阳:沈阳航空航天大学, 2012.
- Dmytrakh I M. Corrosion fracture of structural metallic materials; effect of electrochemical conditions in crack[J]. Strain, 2011, 47(2): 427 - 435.
- 夏甜. 基于静电冷却干式铣削条件下刀具特性的研究[D]. 沈阳:沈阳航空航天大学, 2012.
- 戚宝运,何宁,李亮,等. 静电冷却技术对钛合金摩擦磨损性能的影响[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2011, 43(5): 106 - 110.
Qi Baoyun, He Ning, Li Liang, et al. Effect of static cooling technology on the friction and wear properties of titanium alloy[J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2011, 43(5): 106 - 110. (in Chinese)
- 葛袁静,张广秋,陈强. 等离子体科学技术及在工业中的应用[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2011:96 - 109.

Bionic Topology Optimization Method for Continuum Structures Based on Bone Remodeling Mechanism

Kaysar·Rahman^{1,2} Mamtimin·Geni¹

(1. School of Mechanical Engineering, Xinjiang University, Urumqi 830047, China

2. College of Mathematics and System Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: Bone remodeling is the process of ongoing replacement of old bone by new. The remodeling process is achieved by bone-resorbing osteoclasts and bone-forming osteoblasts. In terrestrial vertebrates, activities of these two types of cells are strictly balanced and adapt the shape of bone to mechanical stress. A simple bone remodeling model by coupling the bone formation and resorption based on Turing reaction-diffusion system weighed by local mechanical stress was proposed. This model was coupled with finite element method by using the element adding and removing process, and a new bionic topology optimization model was established. The major idea of this approach is to consider the continuum structure to be optimized as a piece of bone, and the process of finding the optimum topology of a structure was equivalent to the bone remodeling process. Uniform distribution of strain-energy density as a guideline updated the material distribution, until equilibrium was reached and then the optimal topology structure was obtained. The effectiveness of the present method is demonstrated by some numerical examples.

Key words: Continuum structure Bionic topology optimization Bone remodeling Turing reaction-diffusion equation Finite element method

(上接第 339 页)

Experiment on Ionized Gas Jet Assisted Cutting of 304 Stainless Steel

Liu Xin Huang Shuai Qu Jiaojiao Xu Wenji

(Key Laboratory for Precision & Non-traditional Machining, Ministry of Education,
Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: The ionized air assisted cutting is a cutting method, in which the ionized air is jetted to the cutting zone to achieve a lubricating and cooling effect. Friction and wear tests together with cutting tests of 304 stainless steel were conducted in the atmospheres of air, air jet, ionized air jet and nitrogen plasma jet, respectively. The results prove that the ionized air jet has a favorable cooling and lubricating performance. The friction coefficient decreases by about 46% compared with dry friction. The cutting force and the flank wear decrease by about 24% and 69%, respectively, compared with the dry cutting. The adhesive wear and the build-up edge also decrease significantly, and the friction and wear performance and the machinability of 304 stainless steel are remarkably raised.

Key words: Stainless steel Cutting force Ionized gas jet Friction and wear