

【表面处理】

DOI: 10.19289/j.1004-227x.2019.13.009

电解-旋转超声复合磁力研磨去除 TC4 钛合金孔边毛刺

刘新龙, 陈燕*, 王杰, 张国富

(辽宁科技大学机械工程与自动化学院, 辽宁 鞍山 114051)

摘要: 采用电解-旋转超声磁力复合加工技术去除 TC4 钛合金的孔边毛刺, 研究了磁极转速、电解电压以及旋转超声振幅对毛刺高度、表面粗糙度以及毛刺去除量的影响。结果表明: 当磁极转速为 1 300 r/min, 电解电压为 9 V, 旋转超声振幅为 4 μm , 加工时间为 8 min 时, 加工效果较好, 孔边毛刺被完全去除, 表面均匀, 纹理清晰, 粗糙度由原始的 1.60 μm 降至 0.12 μm , 孔边应力由 +183 MPa 拉应力转变为 -57 MPa 压应力, 提高了工件的使用性能与服役寿命。

关键词: 钛合金; 去毛刺; 电解; 超声振动; 磁力研磨; 表面粗糙度

中图分类号: TG580.58

文献标志码: A

文章编号: 1004-227X(2019)13-0680-05

Deburring of TC4 titanium alloy hole edge by magnetic grinding in combination with electrolysis and rotational ultrasonic vibration // LIU Xin-long, CHEN Yan*, WANG Jie, ZHANG Guo-fu

Abstract: Deburring at the hole edge of TC4 titanium alloy was conducted by magnetic grinding in combination with electrolysis and rotational ultrasonic vibration. The effects of magnetic pole rotation speed, electrolysis voltage, and rotational ultrasonic amplitude on the burr height, surface roughness, and burr removal rate were studied. The results showed that the machining efficiency was good under the following conditions: magnetic pole rotation speed 1 300 r/min, electrolysis voltage 9 V, rotational ultrasonic amplitude 4 μm , and machining time 8 min. The burrs were completely removed, achieving an uniform surface and clear texture of the hole edge. The roughness was decreased from 1.60 μm previously to 0.12 μm finally, and the original tensile stress of +183 MPa was converted to a compressive stress of -57 MPa at the hole edge after machining, improving the application performance and service life of the TC4 titanium alloy part.

Keywords: titanium alloy; deburring; electrolysis; ultrasonic vibration; magnetic grinding; surface roughness

First-author address: School of Mechanical Engineering and Automation, Liaoning University of Science and Technology, Anshan 114051, China

TC4 钛合金具有密度小、比强度高、耐腐蚀性好等优点, 被广泛应用于航空航天、船舶、石油化工等领域。随着科技的进步, TC4 的需求量也大幅上升^[1]。但对 TC4 板材进行钻孔时, 孔口边缘经常会形成硬度较高且锋利的毛刺, 在很大程度上降低了 TC4 板材的使用性能^[2], 如用螺栓对 TC4 板材进行连接时, 孔边毛刺的存在会导致螺钉头不能与被连接件紧密贴合, 使机构在工作时容易松动, 造成很大的隐患。因此必须将 TC4 的孔边毛刺去除。

近年来, 科研人员对钛合金工件的光整加工及孔边毛刺的去除做了大量研究, 并取得一定成果。大连理工大学的徐文骥等^[3]采用脉冲电化学腐蚀法除去微小孔的毛刺, 其缺点是容易使毛刺周围出现斑点、凹坑等缺陷。李阔等^[4]采用磁针在交变旋转磁场下对工件产生撞击而除去孔边毛刺, 但这种撞击往往不均匀, 并且容易损坏不需加工的部位。辽宁科技大学全洪军等^[5]采用超声磁力研磨法除去 TC4 孔口毛刺, 虽有效提高了研磨效率, 但不能保证高的加工质量。电解-旋转超声磁力复合研磨是一种将电化学腐蚀、旋转超声波及磁力研磨三者耦合为一体, 共同对工件表面进行光整加工的方法。首先工件经过电解腐蚀, 表层生成硬度低于基体的钝化膜, 紧接着借助磁力研磨除去钝化膜, 孔边毛刺在“电解—研磨—电解”这一循环操作中被逐渐去除。旋转超声不仅可以提供“小幅度、高频次”的研磨压力, 使加工效率得到提高, 而且可以使磁性研磨粒子在加工过程中得到不断翻滚和更新, 避免磁性研磨粒子中的微观研磨刃被钝化, 从而延长磁性研磨粒子的使用寿命^[6]。目前关于电解-旋转超声磁力研磨的文献报道并不多。本文采用该法除去 TC4 钛合金的孔边毛刺, 研究了磁极转速、电解电压和旋转超声振幅对孔边毛刺去除效果的影响。

收稿日期: 2019-01-16 **修回日期:** 2019-05-05

基金项目: 国家自然科学基金(51105187); 辽宁省教育厅基金(2016HZZD02)。

第一作者: 刘新龙(1992-), 男, 山东青岛人, 在读硕士研究生, 主要研究方向为精密与特种加工。

通信作者: 陈燕(1963-), 女, 博士, 教授, 主要研究方向为精密与特种加工。