

超声波辅助磁力研磨 TC4 薄壁细长管内表面研究*

杨海吉 邓祥伟 韩冰 陈燕 解志文
(辽宁科技大学 机械工程与自动化学院 辽宁鞍山 114051)

摘要: 针对传统磁力研磨对长径较大的 TC4 薄壁细长管内表面进行精密抛光时, 研磨效率低、材料去除量小且加工后表面质量差的问题, 提出了一种超声振动辅助磁力研磨技术。采用超声振动发生装置辅助磁力研磨, 通过对辅助磁极添加轴向振动, 实现对 TC4 薄壁细长管内表面的高效精密抛光。对比添加超声振动前后工件的表面质量以及研磨效率的变化, 分析了不同振动频率对工件的表面粗糙度值以及材料去除量的影响。结果表明: 经过 40min 的研磨加工, 添加了超声振动后工件的表面质量得到明显改善, 表面粗糙度值由 $Ra1.4\mu\text{m}$ 降至 $Ra0.25\mu\text{m}$, 材料去除量可达到 50mg, 高频率的振动有利于提高研磨效率以及改善工件表面的加工质量。

关键词: 超声振动; 磁力研磨; 薄壁细长管; 加工效率; 表面质量

中图分类号: TH166; TG58 文献标识码: A

Study on the Inner Surface of TC4 Thin-walled Tube by Ultrasonic Vibration Assisted MAF

YANG Hai-Ji, DENG Xiang-Wei, HAN Bing, CHEN Yan, XIE Zhi-Wen

(School of Mechanical Engineering and Automation, University of Science and Technology Liaoning, Anshan Liaoning 114051, China)

Abstract: Aiming at the problem of low processing efficiency, low material removal and poor surface quality after machining, This paper presents the application of ultrasonic vibration assisted magnetic abrasive finishing to the polishing of the inner surface of TC4 thin-walled tube. With the aid of the ultrasonic vibration generator, the precision polishing of the inner surface of the TC4 thin-walled tube is realized by adding the axial vibration to the auxiliary magnetic pole. The surface quality and processing efficiency of the workpiece before and after adding ultrasonic vibration were compared. The effects of different vibration frequencies on the surface roughness and material removal were analyzed. The results show that: after 40min processing, the surface of the workpiece quality is obviously improved after adding ultrasonic vibration, The surface roughness value decreased from $Ra1.4\mu\text{m}$ to $Ra0.25\mu\text{m}$, the amount of material removal could reach 50mg, and high frequency vibration can improve the processing efficiency and improve the quality of workpiece surface.

Key words: ultrasonic vibration; magnetic abrasive finishing; thin-walled tube; efficiency; surface quality

0 引言

TC4 钛合金作为一种先进的轻量化结构材料, 其密度小、强度高、有良好的室温、高温及低温的力学性能, 且在多种介质中有优异的耐腐蚀性, 广泛应用于航空航天、石油化工和机械制造等领域。钛合金的热导率低、弹性模量小、化学活性高, 是一种典型的难加工材料。同时, 由钛合金管材组成的管路系统是设备的生命线, 其内表面质量将直接影响到设备的使用寿命^[1]。由于使用环境的限制, 很多管材都是长径较大的薄壁细长管, 加工时普通工具很难进入, 且肉眼无法观察, 传统方法很难完成^[2]。磁力研磨光整加工技术

是磁场辅助加工技术的一种, 可以有效地提高工件的表面质量, 与传统方法相比具有较高的自适应性、自锐性强、温升小及无需进行工具补偿等优点, 现阶段已经较好的应用于复杂曲面、平面、内外圆表面^[3-5]。若单纯地使用磁力研磨法对工件内表面进行抛光, 受到加工区域的限制, 参与研磨的磁性磨粒很少, 而且会有部分磁性磨粒黏附在工件的内壁, 致使研磨效率较低。针对这个问题, Yamaguchi 等^[6-7]提出在对细长直管进行研磨抛光时, 在工件内部放置一个经过热处理分段导磁的奥氏体不锈钢丝, 结果表明, 添加辅助抛光工具后虽然能够增大研磨压力, 在一定程度上提高了研磨效率。但受加工区域的限制, 研磨效率仍然不理想, 且

收稿日期: 2017-04-19; 修回日期: 2017-05-09

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51401201)

作者简介: 杨海吉(1991—)男, 辽宁鞍山人, 辽宁科技大学硕士研究生, 研究方向为精密加工, (E-mail) 15444936@qq.com; 通讯作者: 韩冰(1975—)男, 沈阳人, 辽宁科技大学教授, 博士, 研究领域为表面科学与工程, (E-mail) hanb75@126.com。