

# 超声磁力复合研磨对 TA18 管内表面光整加工

谭悦, 陈燕\*, 曾加恒, 许召宽

(辽宁科技大学机械工程与自动化学院, 辽宁 鞍山 114051)

**摘要:** 采用超声波振动辅助磁力研磨的加工技术对 TA18 钛合金管内表面进行光整加工, 研究了振动频率和振幅对加工质量的影响。结果表明: 当在振幅 10 mm 下采用 19 kHz 的振动频率对 TA18 管内表面研磨 50 min 时, 研磨效果最好, 加工效率得到了提高, 表面粗糙度从原始的 1.20  $\mu\text{m}$  降至研磨后的 0.07  $\mu\text{m}$ 。钛合金表面的应力状态由原始的残余拉应力+169 MPa 变为压应力-80 MPa, 有效提高了工件的疲劳强度。

**关键词:** 钛合金管; 磁力研磨; 超声波振动; 表面形貌; 应力

**中图分类号:** TG175.3; TC669

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1004-227X (2017) 16-0870-04

**Finishing machining of inner surface of TA18 pipe by ultrasonic-magnetic composite grinding // TAN Yue, CHEN Yan\*, ZENG Jia-heng, XU Zhao-kuan**

**Abstract:** The inner surface of TA18 titanium alloy pipe was finished by ultrasonic vibration-assisted magnetic grinding. The effects of vibration frequency and amplitude on finishing quality were studied. The results showed that the grinding effectiveness and efficiency for the inner surface of TA18 titanium alloy pipe are the best after grinding at a vibration amplitude of 10 mm and a vibration frequency of 19 kHz for 50 min, as shown by the decreased surface roughness from 1.20  $\mu\text{m}$  previously to 0.07  $\mu\text{m}$  after grinding. The stress at the titanium alloy surface is converted from tensile (+169 MPa) to be compressive (-80 MPa), improving the fatigue strength of workpiece effectively.

**Keywords:** titanium alloy pipe; magnetic grinding; ultrasonic vibration; surface morphology; stress

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

钛合金材料的韧性、焊接性和耐蚀性都好, 且比强度高, 在冲击或振动载荷作用下裂纹不易扩展, 被广泛运用在航空和航天领域, 如飞行器的流体输送管道及其他重要的结构件<sup>[1]</sup>。钛合金管内表面凹凸不平会造成气体或液体在钛合金管内部的压力和流速不均, 从而产生喘振现象<sup>[2]</sup>。因此有关钛合金管内表面的光整技术越来越受到重视, 不同的加工方法相继被提出, 主要有砂轮磨削、砂带磨削、电火花加工等。但传统研磨加工, 如砂轮磨削、砂带磨削等存在加工效率低、表面加工质量不易控制的问题。为了保证表面加工质量, 提高加工效率, 一些改进的光整工艺被陆续报道, 如焦佳能等<sup>[3]</sup>提出的磨粒流工艺, 邓超等<sup>[4]</sup>提出的单纯磁力研磨工艺, 韩冰等<sup>[5]</sup>提出的在管内加入球形磁极辅助磁力研磨工艺, 以及笔者<sup>[6]</sup>提出的电解-磁力复合研磨工艺。但这些方法或多或少都存在着一些不足, 如磨粒流受流速影响较大, 单纯磁力研磨受材质硬度影响, 球形辅助磁力易发生球形磁极自磨, 电解-磁力复合研磨易发生短路。本文采用超声磁力复合研磨法对钛合金管内表面进行精密研磨抛光, 可有效避免上述现象。通过单因素试验确定了超声磁力复合研磨钛合金管内表面的最佳工艺参数, 并考察了在最佳工艺参数下钛合金管内表面的加工质量及应力状态。

## 1 实验

### 1.1 超声磁力复合研磨装置

将前期研究的电解-磁力复合研磨装置中的电解装置<sup>[6]</sup>换成北京长宏建翔科技发展有限公司的 cx-2600P 超声波装置, 超声磁力复合研磨加工示意图如图 1 所示。V 型辅助磁极上连接连杆, V 型辅助磁极与外部超声振动机构相连时, 连杆与变幅杆上的筒夹相连, 超声波发生器产生的高频电振荡经换能器

**收稿日期:** 2017-06-02 **修回日期:** 2017-07-27

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

**作者简介:** 谭悦 (1990-), 男, 重庆人, 在读硕士研究生, 主要研究方向为精密加工技术、表面处理技术。

**通信作者:** 陈燕, 博士, 教授, (E-mail) 1336852522@qq.com。