

DOI : 10.3901/JME.2014.15.187

# V 形磁铁在 SUS304 管内表面抛光中的应用\*

陈 燕 张耀明 邓 超 韩 冰

(辽宁科技大学机械能与自动化学院 鞍山 114051)

摘要 : 用传统的抛光方法很难对细长管内表面进行抛光 ; 利用磁场控制的磁粒刷就可以较容易实现复杂管件内表面的研磨抛光。这种抛光方法是把磁性磨料和油性研磨液的混合物裹附在 V 形磁铁的两极 , 在外围磁铁的吸引下将磨料混合物压附在工件的内表面 , 增大磨料对内壁的研磨力 , 提高抛光效率。磁极端口开槽的 V 形磁铁在其开槽处较利于磨料的自发搅拌 , 使磁性磨料不断更替的对工件内表面进行抛光。通过有限元分析验证 V 形磁铁端口开槽对研磨压力的影响 ; 从理论上阐述 V 形磁铁端口开槽后有利于实现磨料的更替 , 并得到较好的表面质量 ; 最后通过对 SUS304 管内表面的抛光试验验证理论的正确性。

关键词 : V 形磁铁 ; 磨料自发搅拌现象 ; 表面粗糙度 ; 精密抛光

中图分类号 : TG356

## Application of V-shaped Magnet in Polishing the Inner Surface of the SUS304 Tubing

CHEN Yan ZHANG Yaoming DENG Chao HAN Bing

(School of Mechanical Engineering and Automation,

University of Science and Technology Liaoning, Anshan 114051)

**Abstract :** It is difficult to polish the inner surface of the slender tube with traditional polishing method; using the magnetic brush controlled by magnetic fields can realize polishing the inner surface of complex tube easily. This polishing method is mixture of the magnetic abrasives and oily slurries wrapped to the magnetic pole of the V-shaped magnet, pressing the mixture onto the inner surface of the workpiece under the external magnet's attraction, increasing the polishing force, and improving the polishing efficiency. The magnetic abrasive attached to the V-shaped magnet slotted on the end is more spontaneous mixing, and constantly turning over to polish the workpiece surface. Through finite element analysis of the V-shaped magnet slotted on the end, verified the effect on the polishing force to workpiece surface, and theoretically explained the slotted magnet can easily realize the magnetic abrasive's replacement to get better surface quality. Finally, the theory's correctness is verified by the polishing experiment to SUS304 tube.

**Key words :** V-shaped magnet ; abrasive spontaneously-mixing phenomenon ; surface roughness ; precision polishing

### 0 前言

航空发动机油路管道中流动着高压流体, 管内壁的细小裂纹在高压流体的疲劳破坏下, 逐渐扩大, 导致部分管件表层材料脱落, 甚至造成管件破裂, 严重影响航空发动机的工作稳定性和可靠性<sup>[1-2]</sup>。由于航空发动机管路大多属于形状细长且弯曲, 很难用传统的研磨技术进行抛光, 而磁研磨法除了可以突破现有非导磁圆管内表面精密抛光的加工瓶颈, 更没有化学抛光所引起的污染物的排放、处理等问

题<sup>[3-6]</sup>。试验所用的 SUS304 管(尺寸:  $\phi 20$  mm  $\times$   $\phi 16$  mm, 材料: 0Cr18Ni9)具有弱导磁性, 可以屏蔽部分磁场, 削弱外围磁铁对管内磁性磨料的吸引力。若单纯地使用磁性磨料对该管内壁进行抛光, 不仅研磨压力小, 而且会有部分的磁性磨料黏附在管的内壁或者堆积在管的两端, 致使抛光效率较低<sup>[7-9]</sup>。基于此种原因, 在管件内部增加辅助抛光工具 V 形磁铁。在外围磁铁的作用下, 辅助抛光工具 V 形磁铁两极的磁性磨料压附在 SUS304 管的内表面, 增大磁性磨料对管内表面的研磨压力<sup>[10-12]</sup>。虽然研磨效率提高, 但抛光后管内表面的加工纹理较深, 抛光效果不理想。为了避免使用辅助抛光工具 V 形磁铁造成管内表面较深的加工纹理, 提出在 V 形磁铁端口开槽的方法较好地解决上述问题。

\* 国家自然科学基金(51105187)和辽宁省高等学校优秀人才支持计划(LJQ2011025)资助项目。20130805 收到初稿, 20140512 收到修改稿