

磁研磨法对钛合金弯管内表面的抛光研究

Study of Inner Surface Polishing of Titanium Alloy Elbow Pipe by Magnetic Abrasive Finishing

大连纳晶科技有限公司 邓超
辽宁科技大学机械工程及自动化学院 韩冰 陈燕

[摘要] 航空发动机中所使用的钛合金弯管在加工时其内表面会产生微裂纹、褶皱等缺陷,用传统的研磨工艺难以实现对弯管内表面的抛光处理,而磁力研磨加工工艺却可以很好地解决这一难题。利用磁力线可以穿透钛合金弯管的特性,磁性磨料可以在外加磁场的作用下压附在弯管内表面,并随磁场高速旋转与弯管内表面产生相对运动,从而达到研磨钛合金弯管内表面的目的。本文对磁研磨法加工钛合金弯管内表面的研磨原理及磁性研磨颗粒的受力情况进行了分析,并通过详细的试验研究得出:钛合金弯管内表面经过研磨后,原有的微裂纹、褶皱等缺陷得到明显改善,表面粗糙度值由 $R_a0.35\mu\text{m}$ 降低到 $R_a0.12\mu\text{m}$,验证了磁研磨法对钛合金弯管内表面的研磨抛光起到的良好效果。

关键词: 磁力研磨 钛合金弯管 表面缺陷 旋转磁场

[ABSTRACT] Micro-cracks, wrinkles and other defects will be produced on the inner surface of titanium alloy elbow pipe used in the aeroengine, which is difficult to be polished by traditional grinding process. However, magnetic abrasive machining process can solve this problem very well. By using of the characteristic that magnetic field lines can penetrate the titanium alloy elbow pipe, magnetic abrasive will be attached to the inner surface of titanium alloy elbow pipe and produce a high-speed rotation under the action of the external magnetic field in order to achieve the purpose of grinding inner surface of the titanium alloy elbow pipe. The principle of magnetic abrasive finishing process inner surface and the force of magnetic abrasive particles is analyzed. And the detailed experimental proves that micro-cracks, wrinkles and other defects on the inner surface of titanium alloy elbow pipe can be removed very well and the roughness be changed from $R_a0.35\mu\text{m}$ to $R_a0.12\mu\text{m}$ taking advantage of magnetic abrasive finishing machining process. It is verified that the magnetic magnetic abrasive finishing machining method is effective to grind and polish the inner surface of titanium alloy elbow pipe.

Keywords: Magnetic abrasive finishing process Titanium alloy elbow pipe Revolving magnetic field

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.03.061

随着航空航天产业的发展,钛合金管类零件的种类、形状、数量需求随之增多,而对其表面的质量要求也越来越高。根据装配要求,精加工表面尺寸精度和表面粗糙度都需要磨削加工才能保证零件表面的质量。航空发动机所用到的钛合金管件形状非常复杂,往往内表面的抛光加工很困难,而其内表面的质量将直接影响到发动机使用寿命^[1]。所以,加工时对管的内外表面质量要求更加严格。由于钛合金材料本身的物理机械性能,磨削加工时易使表面烧伤、表面完整性降低,目前急需解决对钛合金弯管磨削的问题^[2]。本文利用一种非传统的加工方法,即磁力研磨加工,其优点为温升小、自适应性强、柔性加工等。目前的研究结果证明,此技术比其他加工方法更能有效地降低管类零件内壁的粗糙度值,同时缩短加工时间,提高表面的精度^[3-9]。

本文将采用磁力研磨加工方法,对难以加工的钛合金空间弯管件进行试验验证。

1 磁力研磨加工原理

磁力研磨加工原理是:磁性磨料在旋转磁场中受磁场力作用,沿磁力线方向有规律的排列,形成具有一定柔性的“磁力刷”,并对工件表面产生一定的压力,磁极的运动驱动“磁力刷”在工件表面产生滑擦作用,从而实现工件表面的光整加工。

图1为磁力研磨加工原理图:工件固定不动,将磁性磨料投入弯管中,此时受弯管外部磁场力的作用产生“磁力刷”,同时对弯管内表面产生一定的压力。当弯管外部磁极转动时,产生的旋转磁场将驱动“磁力刷”运动,使“磁力刷”与工件内表面产生相对转动。同时,抛光装置会沿着弯管轴线方向往复移动,使磁性磨粒在工件内表面上形成螺旋状的复合运动,从而达到对弯管内表面抛光的效果。

图2所示为单个磨粒在磁场中的受力分析,假设磁