

磁力研磨法对整体叶盘的抛光工艺研究

Study on Blisk Surface Polishing by Magnetic Abrasive Finishing

辽宁科技大学机械工程及自动化学院 杜兆伟 陈燕 周锐 牛凤丽

[摘要] 针对航空发动机所用整体叶盘经五轴数控铣削后所产生的加工纹理难以去除的问题,提出利用磁力研磨柔性加工的特性——磁性磨料在磁力的作用下形成磁粒刷仿形压附在工件表面,从而实现研磨抛光整体叶盘的目的。通过对磁力研磨加工整体叶盘的研磨原理及磁性研磨粒子的受力情况进行详细分析,得出整体叶盘经磁力研磨加工后原有的铣削加工纹理被有效去除,表面粗糙度由研磨前的 $0.82\ \mu\text{m}$ 降低至 $0.25\ \mu\text{m}$,验证了磁力研磨工艺对整体叶盘具有良好的研磨抛光效果。

关键词: 磁力研磨 整体叶盘 加工纹理 径向磁极

[ABSTRACT] For the issue that machining texture removal on blisk of aeroengine after the milling process by five-axis CNC is difficult, flexible machining of magnetic abrasive is proposed. Magnetic brush is formed from magnetic abrasive under the action of magnetic force and attached to the workpiece surface, so can realize the grinding and polishing to the blisk. By analyzing the principle of magnetic abrasive machining and the force of the abrasive particles carried in detail, it concludes that the milling texture on blisk is removed obviously after magnetic abrasive machining. The surface roughness value of the leaf is reduced from $0.82\ \mu\text{m}$ to $0.25\ \mu\text{m}$. It verifies that the magnetic abrasive has excellent polishing results to the leaf of the blisk.

Keywords: Magnetic abrasive finishing Blisk Machining texture Radial magnet

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.20.093

航空航天产业的飞速发展,使整体叶盘类零件的形状呈多样化、复杂化的发展趋势,对该类零件的表面质量要求也越来越高。为满足发动机的稳定运转条件,叶盘表面的尺寸精度和表面粗糙度都必须经过磨削加工后才能得到保证。航空发动机所用到的整体叶盘叶片形状较为复杂,相邻叶片间的间隙窄小^[1],此外整体

叶盘的叶形必须达到某些数学特征的高精度,加工时对叶片表面涉及到的曲面造型具有很高的精度要求^[2],以上各因素决定了对叶片表面完成机械抛光且达到所要求的高精度非常困难。因此,实现对整体叶盘叶片表面高精度、高效率的研磨抛光显得尤为必要和紧迫^[3]。常用的磨削加工方法多属刚性加工,加工时易出现表面烧伤、表面完整性降低、形状精度破坏等缺陷^[4]。本文利用一种非传统的新型精加工方法即磁力研磨法来抛光整体叶盘,其优点是自锐性好、自适应性强、柔性加工等。目前的研究结果表明,该技术比其他加工方法更能有效地降低叶盘叶片表面的粗糙度值,同时可极大地缩短加工时间,提高叶片的表面精度^[5-10]。

1 磁力研磨加工原理

磁力研磨的基本原理是磁性磨料受到磁场力作用,会沿磁力线方向有规律地排列,形成磁粒刷压附在工件表面,同时在工件表面产生一定的研磨压力。当磁极带动磁粒刷高速旋转时,磁性磨料在工件表面产生挤压、摩擦,从而实现对工件表面的研磨加工。

图1为磁力研磨加工原理图,将整体叶盘固定在工作台上,径向磁极靠近叶盘的叶片表面并与其表面保持1~2mm的加工间隙,将磁性研磨粒子添加到加工间隙内。受磁极磁力作用,磁性磨料会在加工间隙内沿着磁力线方向整齐排列,形成具有一定刚性的磁粒刷压附在

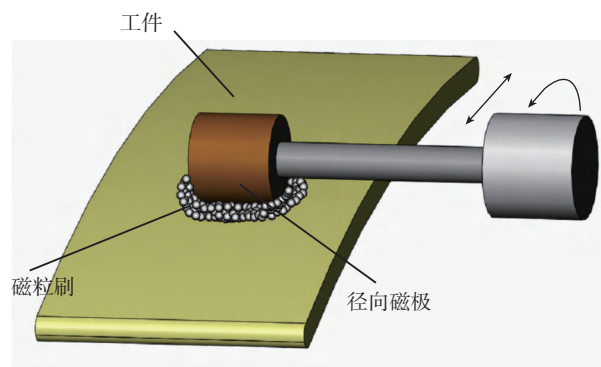


图1 磁力研磨加工原理

Fig.1 Magnetic abrasive finishing principle