旋转超声辅助磁力研磨镍基合金参数优化设计及分析

曾加恒，陈燕，张科丙，刘新龙，陈宇辉

（辽宁科技大学 机械工程与自动化学院，辽宁 鞍山 114051）

摘　要：目的 针对镍基高温合金进行旋转超声磁力研磨加工试验，通过响应面法分析主轴转速、超声频率、超声振幅、粒径交互作用对工件表面的影响。**方法** 在磁力研磨基础上添加旋转超声高频轴向机械振动，通过磁性研磨粒子对工件表面的垂直冲击，增加研磨压力以及磁性研磨粒子的翻滚动作，完成旋转超声辅助磁力研磨，测定表面粗糙度、表面残余应力等性能参数。采用响应面法分析主轴转速、磁性研磨粒子粒径和超声频率的交互作用对试验的影响规律，拟合出最佳工艺参数条件。**结果** 在试验条件下得出，主轴转速 1000 r/min、磁性研磨粒子粒径 250 μm、超声频率 19 kHz、超声振幅 19 μm 的加工工艺组合效果最佳，并与响应面法优化参数后的结果相一致。根据优化参数进行试验，经过 40 min 研磨加工后，*Ra* 从加工前的 3.2 μm 降至 0.072 μm，工件表面各位置粗糙度均匀，表面质量较好。工件内部残余拉应力从+51 MPa 转变为残余压应力 –121 MPa。**结论** 旋转超声辅助磁力研磨加工后，工件表面均匀性提高，原始工件表面的凹坑、凸起、表面微裂纹等缺陷被完全去除，表面形貌和表面质量较好。该工艺加工效率较高，工件内部可得到良好的应力状态。

关键词：旋转超声；磁力研磨；镍基合金；响应面法；参数优化

中图分类号：TG580.68　**文献标识码：**A　**文章编号：**1001-3660(2018)11-0274-07

DOI：10.16490/j.cnki.issn.1001-3660.2018.11.039

Optimization Design and Analysis of Ni Based Alloy by Rotating Ultrasonic Assisted Magnetic Abrasive Finishing

ZENG Jia-heng, CHEN Yan, ZHANG Ke-bing, LIU Xin-long, CHEN Yu-hui

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

ABSTRACT: The work aims to carry out the rotating ultrasonic magnetic abrasive grinding test for nickel base superalloy and analyze the influence of the spindle speed, the ultrasonic frequency, the ultrasonic amplitude and the interaction of the particle size on the work-piece surface by the response surface method. On the basis of magnetic grinding, the rotating ultrasonic high frequency axial mechanical vibration was added and the surface of the work-piece was impacted vertically by the magnetic abrasive particles. The grinding pressure and the rolling motion of the magnetic abrasive particles were increased to complete the rotational ultrasonic assisted magnetic grinding and obtain the surface roughness and the residual stress of the surface. The response surface method was used to analyze the influence of the interaction among the spindle speed, the particle size of mag-

收稿日期：2018-04-18；修订日期：2018-06-12

Received：2018-04-18；**Revised**：2018-06-12

基金项目：国家自然科学基金（51105187）

Fund：Supported by the National Natural Science Foundation of China (51105187)

作者简介：曾加恒（1989—），男，硕士研究生，主要研究方向为精密加工。

Biography：ZENG Jia-heng (1989—), Male, Master, Research focus: precision machining.

通讯作者：陈燕（1963—），女，博士，教授，主要研究方向为精密加工。邮箱：laochen412@gmail.com

Corresponding author：CHEN Yan (1963—), Female, Doctor, Professor, Research focus: precision machining. E-mail: laochen412@gmail.com