

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向： 难加工材料、跨尺度、大深径比微小孔高速电火花加工关键技术研究

选题类别： ☒ 基础性研究 ☒ 应用性研究 ☐ 工程技术攻关研究
☐ 新开辟的研究方向 ☒ 已有研究方向的继续 ☐ 其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

2.1 选题背景及意义

随着我国航空工业技术的快速发展，各种类型和型号的飞机、飞行器相继投入生产和使用，不断地提升了我国航空工业在国际上的竞争水平。而航空发动机作为飞机的核心部件，其性能的优劣和稳定性在很大程度上决定了飞机的使用性能和安全性能，从其出现到现在一直都是国内外重点研究对象之一。《国家中长期科技发展规划纲要2006-2020年》中明确了发展空天技术、航空航天技术等国家重大战略项目，也充分体现了我国对航空航天工业的重视程度。

航空发动机在正常工作状态下，其涡轮叶片表面温度始终处于1300摄氏度以上，远远超过普通发动机叶片材料所能承受的温度，为了保证其正常工作国内外专家学者对航空发动机叶片的强化传热方式展开了广泛研究，其中应用最广泛、效果最好的方法就是在耐高温材料叶片上加工深小散热孔（气膜孔），在叶片表面形成空气保护层，提高航空发动机的冷却效果，同时在隔板上设计散热孔，保证冷却均匀分布，避免冷却死区，确保其最佳工作性能。

航空发动机叶片采用钛合金、镍基高温合金等超级合金作为本体材料，具有复杂三维形貌和结构，气膜孔与叶片表面呈不同的空间角度，因此在叶片表面加工0.2mm~0.8mm的深小孔是非常困难的。电火花加工方法相对传统加工方法具有非接触加工，加工工件无表面残余应力，加工成本较低，加工性能较好等特点，被广泛地应用于航空航天关键零部件加工。通过查阅国内外文献可以发现用于航空发动机叶片气膜孔加工的电火花加工设备一般为高速小孔机床，由于高速小孔机床固有的结构特点很难保证加工小孔的加工精度，这在很大程度上影响了叶片表面空气保护层的厚度和均匀性，从而降低了航空发动机的性能和使用寿命。另外，航空发动机隔热板上的散热孔、火焰筒上的冷却孔的尺寸大小不一，其尺寸大小和加工精度也在很大程度上影响了航空发动机的散热效果。调研发现目前国内市场上能够满足此类尺寸（0.2mm~5mm不等）加工要求的电火花加工机床几乎没有，因此研究难加工材料跨尺度微小孔高精度、高效电火花加工技术具有重要意义。

2.2 主要研究内容

- 1) 针对大深径比微小孔高速电火花加工要求，研究具有高精度旋转功能的电极导向装置，保障电极伸出主轴头过长时的旋转精度；
- 2) 研究六轴联动控制技术，为在复杂曲面、复杂空间结构上的微小孔加工提供技术保障；
- 3) 形成一套智能化加工工艺数据库，保障难加工材料、跨尺度、大深径比微小孔高速高精加工。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

选题依托于国家自然科学基金面上项目“微细型腔密集结构的电火花加工精度保障技术研究”（项目编号：51575137），研究经费充足。