

2019年招生计划
六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介
<div>1. 博士论文研究方向：激光高效清洗技术研究</div> <div>选题类别：<input checked="" type="checkbox"/>基础性研究<input checked="" type="checkbox"/>应用性研究<input type="checkbox"/>工程技术攻关研究</div> <div><input type="checkbox"/>新开辟的研究方向<input type="checkbox"/>已有研究方向的继续<input type="checkbox"/>其他</div>
<div>2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介</div> <p>激光清洗被誉为“21 世纪最具潜力绿色清洗技术”，目前，激光清洗技术处于快速发展阶段，成为激光制造技术领域一个新的研究热点。欧、美等发达国家都在大力开展和推广激光清洗技术的研究与应用。近年来，我国重点发展国家高端精密制造业，一批高端装备取得突破性进展，先进制造业快速增长以及“中国制造2025”都对激光清洗技术提出了迫切的需求。激光清洗实质是激光与附着物/基材在光、热、力等多场耦合下交互作用的过程。针对激光与材料的作用机理，具有代表性的有干式清洗的热弹性振动及烧蚀振动效应，湿式清洗的液膜爆发性沸腾及等离子约束增强效应。然而，随着清洗对象体系日益多样化，清洗方法、附着物/基材结合态更加复杂，激光清洗中存在作用机制不清、过程识别控制困难、质量评价和行业标准缺乏等基础性难题，已成为世界制造强国竞相抢占的技术制高点。</p> <p>本课题主要针对激光清洗技术进行以下研究：</p> <div>1、根据涂层、污物及微小颗粒等不同对象与基材结合的物理与化学机制研究激光与材料相互作用产生的热力耦合、光机械作用等去除物理机制 激光与清洗对象相互作用产生的清洗力是促使清洗对象与基材分离的决定性因素，但目前关于激光作用于不同对象后产生的清洗力及其运移转化过程仍然没有直接的试验数据支撑。基于对激光清洗产物的化学成分和物理结构分析，计算激光与清洗对象、清洗对象与基底材料之间的力学作用关系，确定清洗力产生及清洗对象去除的物理模型。</div> <div>2. 激光时空、能量特性对激光清洗行为、温度场和应力场的影响规律</div> <p>激光清洗过程中，激光的脉冲宽度、脉冲频率、单脉冲能量及其能量分布的变化都会引起清洗力大小、清洗对象运移转化过程及清洗效果的改变。基于激光物理、热力学理论和激光清洗过程实时监测专用试验装置，研究分析激光时空、能量特性对清洗力、清洗效率和表面热沉积的影响，获得激光时空、能量特性对激光清洗行为的影响规律。</p> <div>3. 激光清洗工艺规律研究</div> <p>基于不同材料表面的污染物（有机/无机、尺寸及厚度），研究干式、湿式等不同的激光清洗方法，点状、线状光斑等不同光源形式对激光清洗效果的影响，确定不同对象的清洗阈值和不同基材的损伤阈值，建立激光清洗损伤模型，获得不同基材与去除涂层激光清洗的工艺规律，确定合理激光清洗工艺参数范围和激光时空与能量特性的合理调控原则。</p>
<div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <p>课题来源于国家重点研发计划课题。</p>

2019年招生计划

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： 铍材激光复合机械精密切削技术研究

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

本项目研究目标主要针对铍材料需求的迅速增加，以航空航天、核工业领域典型零件为加工对象，在已开展的研究基础上，从理论和实验两方面对铍材料激光加热辅助微纳切削做进一步深入研究，以获得铍材料高温高应变率去除机制；研制具有加工位置、切削温度自动调整功能的激光加热辅助车铣复合系统，解决激光光斑照射位置与刀具切削位置检测与自动调整问题，加热温度检测与控制问题；进行系统的工艺研究及工艺参数优化，保证加工精度的基础上实现加工效率的最大化。针对典型零件提出优化控制方法对铍材料的超精密加工效率和质量进行改善，建立可实际应用的铍材料激光加热辅助微纳切削系统，解决铍材料加工难题。

（1）激光复合机械耦合能场作用下的铍材性能演变及其可加工性研究

本项目从研究激光与材料的相互作用过程入手，根据激光光子学理论、切削理论、传热学理论、晶体学等理论建立激光作用下的切削温度场预测模型，进行切削区域温度的快速预测。通过激光能量、光斑直径、入射位置等激光加热参数的输入，结合切削过程中切削用量产生的切削热，得到激光加热软化作用对铍材性能演变的影响，通过监测切削力和切削区温度，确定切削区域最佳温度，探究铍材可加工性。

（2）刀屑接触区激光诱致温度的调控策略及其对切削性能的影响规律

激光加热超精密切削铍材的过程中，影响切削加工结果的因素很多，如何选择合适的工艺参数是该技术的关键。其中激光诱致刀屑接触区温度通过改变铍材脆塑转变、断裂规律而影响铍材加工表面粗糙度、加工效率、刀具磨损、表面微观组织等。基于刀屑接触区激光诱致温度对加工质量影响规律研究基础上，建立温度调控预测模型，模型的输入特征量为工艺参数和刀具参数，特征输出量为表面粗糙度、表面变质层深度、表面残余应力值和表面硬度。针对典型铍件加工要求，在实验数据的支撑下，选取合适组数的数据进行神经网络模型训练、检验和预测。结合工艺参数的选择范围与加工要求，借助模型的即时输入输出功能即可得到优化的工艺参数范围，在此基础上建立含有约束条件的最高生产率与最低成本的多目标优化函数，从而得到最优的工艺参数，在最优工艺参数下进行切削性能研究。

（3）复杂零件的激光与机械复合方法及低缺陷表面加工工艺研究

首先通过材料的热物理参数与激光吸收参数建立有限元模型，并通过材料性能及加工经验初选工艺参数。分析加工参数对温度场、应力场的影响规律，再结合切削用量的选择原则及有限元仿真结果，选择合适的加工参数。采用所选的加工参数进行工艺试验，通过对试验结果包括表面粗糙度、刀具磨损规律、切削力波动规律等检测，进一步修正工艺参数，最终实现低缺陷表面的加工。

（4）激光复合机械加工设备研制

激光加热辅助车铣复合系统重点突破激光器的功率协同控制、激光的光斑位置检测、激光光斑的位置调整、激光加热点的温度检测和控制等关键部分，将激光通过光纤输出通过研制的夹具装置实现激光入射位置和光斑直径的调控，通过红外测温仪进行温度的监测与调整，同时通过热电偶和仿真进行验证，最后形成加热位置自动调整、温度实时调控、数控功能为一体的激光加热辅助车铣集成系统。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

课题来源于国家重点研发计划项目。