2022年招生计划

三、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： 大型树脂基复合材料大深径比微孔结构的水导激光加工工艺研究

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

树脂基复合材料具有比强度和比刚度高、性能可设计和易于整体成形等许多优异特性，将其用于飞行器结构上，可比常规的金属结构减重25%～30%，并可明显改善飞机气动弹性特性，提高飞行性能。同时，复合材料的广泛应用还可进一步推进隐身和智能结构设计技术的发展。因此，复合材料在飞行器上应用的部位和用量的多少现已成为衡量飞行器结构先进性的重要指标之一。随着复合材料工艺水平的进步，树脂基复合材料在飞行器结构上应用的范围越来越广，从次承力结构逐渐过渡到部分主承力结构，不论是简单的蒙皮整流罩、壁板框梁，还是复杂的整体机身、尾部结构、机翼，都已经开始使用树脂基复合材料进行制造。尤其是一些关键部件如进气道格栅等，在复杂型面上分布0.2-3mm的微孔结构，多达上千个，孔中心与表面法线存在较大角度（可达60-70°），该类微孔的常规加工目前基本实现手段缺乏，采用人工加工存在边缘分层、钻孔分层、外层撕裂、毛刺等缺陷，迫切需要一种新型工艺与技术提升加工效果。

水导激光加工方法结合了传统激光加工方法和水射流加工方法的特点，有效解决了传统磨削加工与传统激光加工方法的弊端，与水射流加工、电火花加工等加工方法相比也有着极大的优势，对于复杂形状和小尺寸零件的加工，具有常规机械加工方法无法比拟的优点，但是针对复杂型面大深径比树脂基复材微孔结构的制造工艺还没有开展研究，本课题主要解决飞机进气道格栅的微孔加工技术难题，研究相应的能量耦合、缺陷抑制、加工工艺等方面的基础理论和技术难题。

主要研究内容：

1. 建立高功率激光与水射流耦合交互能场诱致的光热、光化学、光流体与光机械等复合能场作用下材料基底相、增强相及其界面的蚀除动力学模型；
2. 研究激光复合能场作用下结构形貌与物性从瞬时、局部到持续、宏观的生成机理，分析微裂纹、分层、撕裂等缺陷的形成机制；
3. 研究基于多物理量的协同调控的复合材料加工表面成形成性的精确调控与加工损伤抑制技术。
4. 研究大深径比微孔结构的水导激光加工工艺策略及实现方法

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

总装共用技术项目课题。

2022年招生计划

三、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： 石墨烯基电极功能涂层微结构的飞秒激光增减材协控制造基础研究

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

现阶段，新能源技术被认为是解决能源短缺与环境污染问题的有效途径之一，其中电化学储能技术因其环境友好性、安全性、高效率和长使用寿命等优点，在航空航天、国防军事、仪器仪表等国家重点发展领域的高端装备中应用规模占比最大。

电化学储能器件的能量转换效率与电极的材料性质和宏微结构密切相关。凭借高比表面积、优异的导电性能和电化学稳定性，石墨烯材料被广泛应用于电化学储能器件中的电极部分。为克服石墨烯层间的堆叠和团聚，实际科学研究与工业应用中往往将石墨烯与其他材料进行复合，形成石墨烯基复合材料。同时，电极表面微观结构包括孔、槽等，其形性对电极服役时的离子扩散路径与扩散速率有显著影响，进而直接决定了电极的比能量、比功率等电化学性能。此外，在微观结构表面添加额外的导电结构，例如金属涂层等，能够进一步改善离子扩散速率，提升电极的电化学性能。

现有的较为成熟的电极构筑技术，如化学合成组装、湿法纺丝和喷墨打印等，存在材料局限性大、工艺复杂、重复性差等问题。相比于这些技术，激光加工具有柔性大、材料适应性广、结构一致性好等优势。其中飞秒激光具有极短的脉宽和极高的峰值功率密度，不仅可以在材料表面制备精密复杂的微细结构，也能够调制材料表面局部的光、电、热等物性以及诱导产生光化学还原与沉积等行为。然而，石墨烯基复合材料的结构与物性特殊，飞秒激光与其相互作用的机理尚不明确，探究飞秒激光对石墨烯基复合材料表面结构形性的创成机制，如何充分利用电极表面的微观结构进一步提升电极性能，是目前制造领域研究的热点之一。

主要研究内容：

(1) 研究化学溶液环境中飞秒激光诱致的能量耦合与物性转换机制；
(2) 研究表面涂层微孔结构形性的飞秒激光增减材一体创成机制；
(3) 探索表面涂层微孔结构形性调控策略

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家重点研发计划子课题