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： 太赫兹慢波结构水导激光辅助微铣削高效加工技术基础研究

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

太赫兹技术正在发展成为国际公认的一项极为重要的前沿技术，应用前景巨大，然而，缺乏具有高能量、高效率、低造价，且能在室温下稳定运转的太赫兹波辐射源是制约太赫兹技术发展和应用的最大技术瓶颈。作为太赫兹波辐射源中电真空器件的核心零件，慢波结构的物理设计及制造水平将直接影响器件的带宽和增益，尤其随着电真空器件由毫米波频段向太赫兹频段的拓展，慢波结构的关键尺寸由毫米量级降低至微米～百微米量级，尺寸精度要求在数μm～数十μm量级，表面粗糙度要求小于射频趋肤深度，同时，2个二等分波导结构必须满足镜像匹配精度要求，才能形成电磁波传播的有效路径。因此，慢波结构的高精度批量稳定制备已成为制约我国国防、航空航天、生物医疗等领域所亟需的高分辨率太赫兹装备自主研制的“卡脖子”问题。

课题组的前期工作已经发现，微铣削技术在慢波结构微形状多样性方面适应性好，针对短周期慢波结构的修形控性效果较佳。然而，由于慢波结构腔体深度方向的加工尺寸相对较大，采用大长径比微刀具进行颗粒增强型复合材料（慢波结构基体材料）加工时，刀具磨损严重、换刀频繁。如何实现基体材料的前序有效去除和微细结构的初步创成？如何解析刀具使役性能退化规律以减少换刀次数？如何实现微铣削表面毛刺的有效抑制以提高表面质量？这些问题的解决都是保障全周期慢波结构高质量稳定制备的前提。

博士生的工作重点是在以高能纳秒水导激光加工为基体材料蚀除先导手段，微铣削加工实现微细结构修形控性的研究思路指导下，通过解决慢波结构加工过程中，基体材料—表面质量—工艺参数映射全流程核心科学问题，突破大深宽比微细复杂结构激光蚀除精度和蚀除效率提升、走刀方案与路径轨迹优化、刀具磨损状态在位监测等关键工艺技术，高效、高质量地加工出符合国外先进指标要求的高频段慢波微结构样件，并通过慢波微结构组件的电磁场高频损耗和电子束与电磁波相互作用典型模拟试验验证，最终为我国国防、航空航天及武器装备指挥系统中亟需的高分辨率雷达的自主研制提供核心技术保障。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金面上项目

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： 固体智能表面浸润性可逆转换技术基础研究

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

金属材料广泛应用于建筑、船舶、桥梁、电力等行业，但其在使用过程中会由于存在腐蚀、结冰等问题而影响设备的使用性能，甚至出现安全隐患。据统计，由于结冰引起的飞行事故占飞机重大安全事故的9%。对于潜艇、鱼雷等完全浸没在水中运动的航行体而言，由于常年行驶在大海中，其表面被海水腐蚀之后，更容易被海洋生物攀附，导致行驶阻力大大增加，航速受限。在日常生活中也存在类似问题，空调在冬天制热时经常会由于室外机换热器结霜而被迫停止运行，户外天线表面由于积雪会引起信号接收不良、天线损坏等。造成上述隐患的原因归根在于固体表面的一项重要特征——润湿性，它是由材料表面的化学组成和微观几何结构共同决定的。因此，如何有效控制固体材料的表面浸润性，缓解其在使用过程中不耐腐蚀、容易覆冰等现象，同时赋予其自清洁、油水分离、润滑减阻等特殊功能则显得日益重要。

博士生的工作重点是在深入研究固体表面浸润性可逆转换机理和调控手段，深入剖析表面化学性质和微观形貌对浸润性转换过程影响机制的基础之上，反向选择适宜的原料和先进的加工方法，结合生物仿生设计思路，开展从基体材料、加工工艺参数优化、表面微纳形貌构建到高效、高性能表面浸润性能主观调控等系统性研究。以微液滴无损转移、高效油水分离、可穿戴智能设备等领域为终端目标，深入探索浸润性可逆智能表面的应用可行性，进一步优化智能表面的响应速度和灵敏度，满足使用过程中的高耐久性、高稳定性、高生物相容性等功能需求，最终实现浸润性可控转换智能表面的低成本、高性能、快速制造。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

黑龙江省自然科学基金优秀青年基金项目