

1. 博士论文研究方向： 基于生物微纳制造的层次化器官构建及性能调控机制研究

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

全球每年约有600余万人在等待器官移植，但满足率尚未达到百分之一。尤其是作为发达国家致死原因排名第1的心血管疾病，年均死亡人数超过了所有癌症死亡人数总和，但心脏移植名单上 98%的病人未获移植机会，而且即使通过心脏捐赠暂 时挽救了生命，将近一半的心脏移植接受者在10年内由于捐赠器官所产生的并发症而最终 死亡。为满足人体组织修复的巨大增求，降低异体移植免疫排斥反应，人造器官被认为将是解决人体器官移植供远小于求的突破口。然而，传统生物工程制造技术周期长、三维复杂型腔制造困难，存在单器官中难以实现细胞多样化及异种细胞精确定位等问题。采用生物活性物质和生物兼容性材料作为打印墨水的生物3D打印技术，在复杂内部型腔和外部结构构建方面优势凸显，可以实现器官组织的个性化定制，并高效形成三维活性构建体，在组织工程中的应用潜力巨大。

博士生的工作重点是围绕生物打印技术实现特定器官组织的高精度稳定制备，结合多原料可控切换技术和微流控芯片技术，保障器官组织区域化微环境的高度仿真。重点解决高性能打印原料自给、硬件设备功能升级、辅助附件个性化定制等共性基础问题，解析基于解剖特征和生理功能动态实现的器官打印工程模型构建、多重生物墨水复合打印策略设计、特征适应型打印轨迹规划等核心调控机制，突破器官组织生物打印过程中的仿形（内外形）控性（功能性）关键工艺技术，探索打印物在器官病理微环境仿真、生物器件单功能高效实现等的多维创新应用，为疾病精准治疗、药物研发、组织移植等重要难题提供理论与技术保障。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家重点研发计划课题

1. 博士论文研究方向： 高频段太赫兹慢波结构水膜辅助激光—微铣削高效加工技术研究

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

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，但缺乏具有高能量、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，微铣削技术对慢波结构形状适应性好、修形控性效果佳。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水膜辅助纳秒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