

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： 基于高粘弹材料精密喷射堆积的3D生物打印技术研究

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

手术技术和抗免疫治疗技术的发展，使器官移植变成现代医学的主流。同时，随着干细胞研究技术和智能生物材料研究的进步，使得采用3D增材制造技术获得仿生器官和组织成为解决移植器官长期短缺问题的有效途径。在生物3D增材制造领域，除了对于生物学、材料学等的基础研究外，而3D精密制造及其误差控制技术作为实现3D生物打印设备的核心技术，它直接决定了生物器官的精度、可重复性和生物活性。因此，多细胞组织精准制造及其误差控制技术的研究和发展是医工交叉领域的前沿技术，对于未来人类健康和医学发展具有极其重大的意义。本项目针对组织器官的体外3D制造，研究器官结构的成形机理和关键装备设计基础，研发细胞大尺寸组织精准制造及其误差控制技术，实现高精度生物打印的成形设备和工艺。

主要研究内容如下：

- 1) 建立高粘弹性材料的挤出打印和微喷打印的流体场分析模型，研究材料成型机理以及成型过程中材料内应力的变化过程，评估其对细胞损伤的影响。
- 2) 开发高粘弹性材料的打印工艺和装置，实现高粘弹性材料和细胞的同步打印。打印机本身的制造和装配精度以及工作过程中的振动都会影响其打印精度和细胞活性。研究实现定位精度达到1 μm 的工艺装备和工艺参数。包括打印温度，如挤出头加热温度和热床温度、喷嘴直径、层厚、打印速度等。
- 3) 研究打印过程中的细胞损伤机制。在现有生物打印的过程中，由于不同原因细胞会或多或少受到损伤。例如，在挤出式打印过程中，生物墨水在挤出喷头的过程中细胞会受到剪切力，导致细胞存活率降低。目前很少有研究生物打印中的细胞损伤机制，本项目将深入研究该细胞损伤机制，并用于指导生物打印，并通过实验进行验证。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

发展基金可提供科研经费20万。
在此方向申请2019年自然科学基金。

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： 高能激光系统光学晶体温度场的演变规律研究

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

在惯性约束聚变（Inertial Confinement Fusion, ICF）装置中，大口径非线性晶体的功能是将基频光倍频转换为三倍频光，通过临界相位匹配可以获得较高的频率转换效率，从而获得高的激光能量利用率。晶体相位匹配精度的影响因素主要有晶体角度调整精度、晶体温度和应力；晶体角度调整可以实现晶体与激光的宏观相位匹配调整，而晶体温度和应力则影响晶体的微观相位匹配精度，对其进行控制极为困难。由于ICF装置中非线性晶体口径较大，实现晶体的温控控制难度极大，且工程可实现性差。本课题针对大口径非线性倍频晶体，研究其在工作状态下的热吸收和传播机理，进而分析其温度场分布与变化规律，提出大口径晶体的温度场测量和相位匹配补偿方法，使晶体的频率转换效率得到明显提升。

主要研究内容如下：

- 1）根据ICF装置的工作特点，对终端光学组件内大口径晶体的温度影响因素进行分析，包括吸收激光能量、驱动电机发热、传感器发热、环境温度变化等，以及这些热源对晶体温度场的影响机制；在此基础上，结合机械设计、流体力学、传热学、光学、数理统计学以及数值分析等学科知识，建立大口径晶体的热流固耦合分析模型。
- 2）基于所建立的热流固耦合模型，针对各影响因素进行单因素分析和耦合分析，并在分析的基础上规划实验方案，搭建实验平台，验证分析结果，得到晶体不同工作状况下的温度场分布规律及其对频率转换效率的影响规律。
- 3）针对晶体表面洁净度对晶体吸收激光能量所导致的晶体温度变化进行重点分析，研究在终端光学组件内洁净层流系统作用下，打靶后晶体温度场的瞬态变化过程，提出在特定工况下晶体表面洁净度的控制目标。
- 4）提出适合大口径晶体的温度测量和相位匹配误差补偿方法，通过理论和实验研究来证实其有效性，为大口径晶体热结构设计提供依据。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

单口径终端光学验证系统，可提供研究经费50万；
终端光学系统工程设计，可提供研究经费20万。