

2020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： 微纳马达可重构集群行为机理与调控研究 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 一、选题背景及意义 微纳马达是一种尺寸介于微纳米尺度可将化学能、光能、电能等转化为运动动能或驱动力的功能微纳结构。作为纳米科技的前沿研究领域之一，微纳马达具有体积小、质量轻、推重比大等特点，在传感检测、微纳制造、生物医疗等领域具有巨大的应用前景。然而，由于微纳马达尺寸、结构等制约，运动及负载能力十分有限，可控性及作用效果差，极大地制约了微纳马达在微纳手术及治疗、纳米传感等领域的作用效果。相比于单体运动，集群运动广泛存在于生物、物理、以及人造系统中，尺度上可分为宏观集群及微观集群。宏观集群包括天体（恒星、行星、星云等）之间的聚集形成的星系运动，以及生物界中鸟群、鱼群、蚁群等集群运动。在微观上，细菌等微生物以及人类的黑色素细胞也会进行集群运动。虽然集群运动的单体只具有有限的感知能力及作用效果，但整个集群体却能表现出极高的智慧性、灵活性，例如，生物集群体可完成编队、避障等复杂运动。因此，为了提高微纳马达的运动负载能力、可控性及作用效果，迫切需要以自然界典型集群体为仿生对象，研究微纳马达集群体的协同作用，以满足生物医疗领域复杂动态环境多任务、大负载及集体协同作业的发展需求。 二、主要研究内容简介 （1）微纳马达可重构集群行为多物理场耦合调控新原理与新方法 通过广泛调研、了解和系统的归纳分析，探究多物理场耦合作用对微纳马达三维可重构集群行为进行控制的新原理新方法，获得多场特征参数对微纳马达集群行为特征的作用机制、影响规律，为拓展微纳马达集群体的应用提供理论基础与技术支持。 （2）微纳马达可重构集群行为马达个体运动动力学机制 通过理论分析、有限元仿真及实验相结合的方法，研究多场耦合作用下微纳马达集群体马达个体间的相互作用机制、影响因素及与流体界面间的作用机理，提出界面优化设计方法，为实现马达集群行为的协同控制提供理论依据。 （3）微纳马达集群体稳定性与环境敏感性研究 探究微纳马达集群体复杂环境振动、冲击及轻质物理波等外载荷作用下微纳马达集群体结构稳定性机制，及多物理场耦合作用下集群体稳定性时变机理、影响机制及调控方法的研究，提出微纳马达集群稳定性与环境敏感性调控方法，为微纳马达集群行为最优控制提供技术指导。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 国家自然科学基金优秀青年基金项目“微纳结构设计与控制”（130万元）可提供经费支持。

2020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： 4D打印智能作动器及其应用研究 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 一、选题背景及意义 4D打印是一种将3D打印技术与智能材料技术相结合的新兴技术，通过对智能材料复杂三维结构的有序设计，利用3D打印技术进行制造，使复杂三维结构具备对温度、湿度、磁场、电场等外界环境的响应能力，具备在时间维度上发生变化的能力。 利用智能材料制造复杂结构4D打印作动器，将具备对温度、湿度、磁场、电场等外界环境刺激的响应能力，实现“传感——控制——作动”一体化的复合功能，将彻底解决传统作动器软/硬件系统复杂、质量大、作动形式单一等问题，实现作动器的智能化、轻量化设计，显著提升作动器的可靠性与适应性。 作为一项新兴技术，4D打印作动器可应用于折叠翼飞行器、太阳能帆板、空间折展天线等传统装备展开、收回与调整过程，彻底解决传统机电作动器环境适应性差、可靠性低、驱动控制策略复杂等难题，也可应用于跨介质飞行器、可变形潜射导弹等新型武器的控形、控性过程，实现多模式机动作战、全面提升突防能力、隐蔽性、环境适应性及任务可达性，在军事国防、航空航天等领域具有重要的战略意义。 二、主要研究内容简介 本研究以机械工程、材料科学为基础，结合物理学、化学、热学等学科交叉，对4D打印智能作动器及其应用进行深入研究，具体包括以下内容： （1）4D打印材料研究：优选现有对力、电、光、声、热等敏感的智能材料，对其4D打印作动器应用进行探索；研发专用材料，应用于4D打印作动器；研究不同材料控形、控性机理，研究4D打印作动器材料优化设计方法。 （2）作动器4D打印工艺研究：以3D打印技术为基础，对单材料、多材料4D打印原理、装备与工艺进行初步研究；针对4D打印作动器结构及材料成形需求，提出面向4D打印的结构-功能一体化4D打印工艺。 （3）4D打印一体化作动器装备研究：研究4D打印模型切片方法、打印路径规划、平台多轴运动控制交联耦合控制方法；研究4D打印过程打印件表面形貌原位测量方法；研究预处理工艺、打印工艺及辅助工艺等多参数耦合对成型质量的影响规律；研制作动器4D打印一体化装备。 （4）4D打印成型质量评价方法研究：研究4D打印用材料工作性能与初期受刺激形变性能的精准控制设计方法；研究4D打印成型试件的基本工作性能以及工艺过程对其影响规律；针对4D打印作动器的凝结时间、外观效果和成型质量，建立合适的性能评价体系。 （5）4D打印作动器环境适应性研究：针对不同领域下不同工作环境需求（如陆地，高空，深海等），研究4D打印作动器在不同工况下的工作性能并对材料、工艺、装备进行优化；以典型空间作动器为对象，对基于4D打印技术的新型空间作动器设计及制造方法与工艺进行探索性研究，并通过地面与空间试验验证其关键性能。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 军委科技委某项目（经费80万元）、中组部“万人计划”青年拔尖人才（经费180万元）可提供经费支持，并正在申请国家基金支持。

四、招生计划申报导师确认

表中所填内容经本人确认属实。

导师签字: _____ 年 月 日

五、所在单位党支部意见:

党支部书记签字: _____ 年 月 日

六、所在院（系）党委（党总支）意见：

☐ 同意申报 ☐ 不同意申报

党委（党总支）书记签字：_____ 年 月 日

七、院（系）意见

☐ 同意招生计划，且建议给予 个博士生招生名额

☐ 不同意招生计划

其他需要特殊说明事项:

院长（系主任）签字：_____年 月 日

八、研究生院审核备案意见

负责人签字（盖章）： 年 月 日