

2024年招生计划

四、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： 水面/下仿生运动机器人研究

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

水生生物经过长期的自然进化，逐渐演化出了独特合理的身体结构和行为方式，对水面/下环境具有很高的适应性，成为国内外许多学者研究机器人竞相模仿的对象，其中微小型水面运动机器人更是具有体积小、低噪音、易于实现群控化等优点，在水质监测、侦查、搜索与救援等等方面具有广阔的应用前景。目前的多数仿生水面/下运动机器人仍停留在实验室研究阶段，在其运动性能、面向功能化应用等方面仍然存在仿生理论与关键技术有待深入研究。模拟水生生物(如水龟、飞鱼等)灵活高效优势运动机理，开展水面/下多种运动模式的水面机器人研究，探索仿生机器人机理与应用，是仿生水面机器人发展的必然趋势，同时也是推动对于机器人水面环境实用化应用的理论与实用技术基础。

本课题组模仿水龟、飞鱼、蜂鸟等生物运动机理，多年一直开展水面滑行、跳跃、起飞，水空跨介质运动机器人设计、动力学分析、性能优化等相关设计、分析理论与应用环境影响测试研究。具体研究包括：

（1）剖析水生生物灵活高效运动机理，建立机器人水面滑行、跳跃及水-空跨介质动力学模型，揭示机器人结构、运动参数对其运动性能的影响规律；

（2）模仿生物运动机理，研制具有多运动模式的水面/下仿生运动机器人，研究尺度条件约束下，驱动效率最大、能耗最小等多目标尺度综合优化设计方法；

（3）考虑水面/下易扰动特殊环境影响因素，分析水面环境、机器人结构、运动等多因素对于机器人稳定性影响，研究多因素耦合条件下机器人运动稳定性控制方法；

（4）开展仿生水面运动机器人应用研究，包括单机器人多传感器集成、多机器人通讯组网等相关关键技术，研究仿生水面机器人的功能化应用。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

高效、稳定\*\*\*\*\*机器人(军委装备发展部慧眼行动)；  
空间综合辐照环境原位/半原位测试系统(北京航天益森风洞工程技术有限公司)

2024年招生计划

四、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： 可变刚度及具身感知软体机器人研究

- 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

近年来，随着新材料与加工制造技术的发展，软体机器人技术已成为机器人技术领域的研究热点。软体机器人的设计灵感主要来源于自然界的软体生物或器官，如蚯蚓、象鼻、章鱼触手、人手等。软体机器人技术涉及仿生学、软材料科学及机器人学等多学科，与传统的刚性机器人相比，具有多方面优势：变形能力强，理论上具有无限自由度, 可实现大变形运动；灵活性、适应性高，能够通过主被动变形适应复杂非结构化作业环境；交互友好，能够无损操作形状复杂目标，在医疗康复、微创手术、复杂环境搜索与探测等方面具有广阔的应用前景。

目前，软体机器人技术取得了诸多成果，但在柔性功能材料、机器人建模与仿真、具身传感与控制等方面仍存在许多问题。软体机器人灵活适应环境或者操作目标，需要软体机器人具有高度柔性和运动能力，同时具备稳定可控的变形及一定刚度。大多数软体机器人不能如同实际生物一样，主动适应环境、操作目标动态调整自身变形和刚度。围绕着这个目标，开展软体机器人宽范围变刚度与具身感知研究，具体研究内容包括：

- （1） 分析软体生物解剖学结构与驱动机理，设计具备类生物特征的仿生软体功能单元，包括致动、宽范围刚度调节、灵敏具身感知；
- （2）针对所研究软体结构，结合软体机器人材料-结构-功能一体化优势特征，研究软体机器人运动学、动力学建模方法；
- （3）综合软体仿生驱动、形变、变刚度等特征，利用多模式具身感知信息，研究软体机器人运动规划策略与控制方法。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

综合辐照\*\*\*\*\*样品台(北京卫星环境工程研究所)

2024年招生计划
四、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介
<div>1. 博士论文研究方向： 极端环境机器人装备技术研究</div> <div>选题类别： <input checked="" type="checkbox"/>基础性研究                      <input type="checkbox"/>应用性研究                      <input type="checkbox"/>工程技术攻关研究</div> <div><input type="checkbox"/>新开辟的研究方向                      <input checked="" type="checkbox"/>已有研究方向的继续                      <input type="checkbox"/>其他</div>
<div>2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介</div> <p>深空探测是指对月球以及月球以远的天体或者空间环境开展的探测活动，是人类认识宇宙空间未知领域、太阳系和生命起源，开发和利用空间资源，推动空间科技发展的重要手段，已成为世界各国未来航天领域发展的主要方向之一。与其他深空探测任务相比，木星系探测难点表现为强磁场、深冷环境、高真空。与此同时，探测器到达木星需长期处于休眠和半休眠在轨蛰伏状态（近10年）。探测器活动组件长期承受综合环境效应作用，极易产生故障，长期在轨蛰伏后能否正常工作我国深空探测器机构高可靠应用面临的最新挑战。</p> <p>目前，深空探测机构的设计方法存在设计裕度过大、研制周期长、成本高和故障率高等问题。空间环境效应对活动组件机构的影响实质是空间多因素综合作用的结果，从材料、界面物理性质变化开始，通过机构空间、力学传递形成耦合效应，目前缺乏相关研究方法。本课题组长期从事极端环境机器人及装备研究，具体研究内容包括：</p> <p>（1）从活动组件材料、界面物理本质变化出发，建立考虑耦合效应的多尺度仿真方法，揭示深空粒子辐射、超高真空、深冷环境对空间机构典型材料、界面微观多因素多尺度时空演变机理；</p> <p>（2）基于材料、界面宏观物理性质变化规律，构建环境效应从材料性质、界面特性到单机性能的跨层级影响机制，探明环境效应与探测器活动组件相互作用的内在规律；</p> <p>（3）基于失效机理分析建立活动组件寿命预测模型，构建综合环境因素与活动组件在轨加速蛰伏寿命预测映射关系，研究多因素蛰伏寿命试验加速因子解析模型；</p> <p>（4）开展综合环境耦合因素条件下，活动组件机构蛰伏后性能影响机制试验研究与活动组件加速蛰伏试验方法研究。</p>
<div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <p>深空长期蛰伏环境对活动组件的跨层级作用机制及多因子加速试验方法(国家自然科学基金联合基金项目)</p>