

2023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： 基于自生长软体机器人的月表探测与采样研究 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 <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
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介 月球是人类面向未来、走向宇宙的理想基地与前哨站，探索月球、开发月球资源，建立月球基地是世界各国航天活动的必然趋势和竞争热点。我国政府2004年正式开展月球探测工程——嫦娥工程，迈出航天深空探测的第一步。这其中，探测月表形貌及月壤特性是“嫦娥工程”的核心科学目标，是决定月表研究基地建设成败的关键。因此，如何有效开展月表探测与月壤采样，明确月表地质环境条件是现阶段探月工程的关键。然而，现有采样及探测装备多为刚性结构，作用范围较小、结构适应性不足，当其面对月球表面复杂环境（陨石坑、穹丘、皱岭、地堑等）探测与采样时，存在一定局限性，制约了月球探测的发展。因此，亟需发展柔性月球探测及采样装备，补充现有探测与采样装备的不足，更好地适应月球复杂非结构化环境探测需求。自然界藤蔓植物可凭借自身气根扎入壁面内部缝隙，攀附壁面快速生长，环境适应性强，是良好的软体机器人仿生对象。因此，本课题面向月球复杂环境，应用仿生学研究方法，以依附类藤蔓植物为仿生对象，开展基于自生长软体机器人的月球复杂环境探测与采样技术研究，提升月球探测机器人环境适应性，实现对月球复杂环境的抵进、接触、探测及采样，获得更清晰、准确的月球环境特征，为推动深空探测提供理论基础及技术支撑。 主要研究内容如下： (1) 多类型复杂环境下藤蔓植物宏微观生长及攀附机理 (2) 面向月表复杂环境的仿“藤蔓”自生长软体机器人设计方法 (3) 基于松散月壤条件的仿“藤蔓”自生长软体机器人动力学特征 (4) 面向月表典型环境的仿“藤蔓”自生长软体机器人运动控制方法
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 2019年博士后创新人才支持计划BX20190097

2023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：

磁驱动集群微纳机器人近壁面多模式运动机理研究及其在肠穿孔贴敷治疗领域的关键技术研究

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

微纳机器人是微纳功能结构器件的典型代表，具有尺度小、自主可控等优点，可深入生物体或地层孔隙内部进行精准探测、样本采集、物料输送、原位操作等，可为精准医疗、能源开采、信息检测等领域带来变革性、颠覆性技术思路，是国际学术研究的前沿与热点方向。Science 机器人杂志报道未来机器人十大挑战中微纳机器人占4项，微纳机器人是“中国制造 2025”和“健康中国 2030”等战略规划的首选发展技术，也是美国实体清单的新兴技术之一。

肠穿孔的病死率高达30%-50%，由溃疡引起的肠穿孔尺寸小且病征不明显，给肠穿孔预判、治疗带来极大挑战，亟需探索一种新型的微米级肠穿孔诊断治疗技术。微纳机器人由于具有体积小、推重比大等特点，可为精准医疗、信息检测等领域带来变革性、颠覆性的技术思路，有望实现生物体内病灶点精准靶向载药治疗，为复杂腹腔环境中微米级肠穿孔的精准贴敷修补治疗带来技术革新。

然而，单体微纳机器人由于受到尺寸、结构等制约，存在负载能力差、运动鲁棒性差、驱动与运动效率弱、体内跟踪成像分辨率低等不足，给复杂环境中靶向药物与精准诊断治疗带来极大挑战。因此，迫切需要开展微纳机器人集群体协同作用的研究，以满足复杂肠道环境大负载、多任务及实时跟踪的精准医疗需求。现有的集群研究多集中于微纳机器人的集群实现方法以及图案化集群以及集群状态的切换控制，且微纳机器人的集群及驱动运动环境多为二维平面环境，然而在集群微纳机器人的实际应用环境欧威形式多样的壁面，壁面对集群微纳机器人的运动控制影响极大，因此，研究集群微纳机器人与壁面的相互作用以及研究壁面对集群微纳机器人的运动控制的影响机制是目前亟需解决的关键问题。

因此，本研究方向以磁驱集群微纳机器人为研究对象，拟开展不同的壁面对集群微纳机器人运动的影响机制研究，探究集群微纳机器人在壁面处的多模式运动控制方法及机理，实现超高障碍的翻越、三维复杂环境下的自导航控制，构建肠道环境模拟实验平台，研究微纳机器人集群体与肠道内壁结合性能，提出微纳机器人集群体性能评价体系与专家系统，为推动微纳机器人在精准医疗领域的应用提供理论基础与技术支撑。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金杰出青年基金（400万元）国家自然科学基金面上项目（62万元）