

2020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： 绳驱动连续型柔性机械臂的运动规划与控制 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 选题背景及意义： 随着经济的发展和社会的进步，机器人的应用领域不断拓展，应用环境也愈发复杂。以工业机器人为代表的传统刚性机械臂在结构化的工作环境下的程序化操作得到了广泛应用，但刚性机械臂在非结构环境（例如废墟、复杂管道等）下的局限性正日益显露。为了解决传统刚性机器人在复杂环境下操作所面临的问题，许多研究人员将目光投向了具有更多运动自由度且弯曲特性更好的连续型机器人上。 连续型机器人受自然界中象鼻等生物体结构启发，一般由弹性物体作为支撑，通过将许多模块化关节串联组成。或者直接用完整无间断的弹性材料作为机械臂本体，因而具有超高冗余度甚至理论上无限多自由度。这种结构形式使得连续型机器人具有良好的运动灵活性和柔顺性，因而特别适合于狭小空间下的避障作业。连续型机器人的灵活性、柔顺性使得其在非结构复杂环境中具有广阔的应用前景。 研究内容： （1）绳驱动连续型机器人设计 连续型机器人本质上是一种欠驱机器人，其具有无限多自由度的弯曲变形，仅能依靠有限多驱动源驱动，因此为了实现连续可控的弯曲变形，需要通过设计合适的机械结构和驱动方式对空间弯曲进行约束。 （2）绳驱动连续型机器人运动学分析 绳驱动连续型机器人存在多层运动学映射关系：驱动空间，关节空间，笛卡尔空间。这类机器人往往自由度较多，逆运动学求解需要考虑冗余度问题。 （3）绳驱动连续型机器人动力学建模 绳驱动连续型机器人动力学可以分为以下部分，包括对绳索的建模，绳索与臂杆接触摩擦建模，弹性体的建模，绳索驱动空间到关节力矩的映射以及多体系统动力学建模。最终建立一种可任意配置绳索数量、绳孔位置、臂杆段数的通用绳驱动连续型机器人动力学模型。 （4）绳驱动连续型机器人柔顺控制 绳驱动连续型机器人具有内在柔顺性，在动力学建模的基础上，在绳索根部安装拉力传感器，通过对系统参数进行辨识，对绳驱动连续型机器人进行重力补偿、碰撞检测等柔顺控制研究。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 本课题依托“柔性机械臂测试方案设计及算法”科研项目。

2020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： 多关节柔性空间机械臂捕获转动的非合作目标与对接操作的精确控制 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 研究背景及意义 空间机械臂是辅助实现航天器交会对接和在轨维护的核心装备。为了延长航天器在轨系统的使用寿命、扩展系统的功能和提高系统的整体性能，对系统进行预定或应急的在轨检查、维护、维修和升级更新等在轨服务是至关重要的。以空间机械臂辅助和代替人类宇航员进行空间危险作业是航天领域的发展趋势，也是我国“载人航天和探月工程”和未来深空探测计划的迫切需求。 我国建造的空间站将是一个具有较大规模、长期有人参与的国家级太空实验室。交会对接是建立空间站最基本最关键的技术，智能灵巧机械臂是我国空间站建设、维护以及科学试验载荷照料等必不可少的装备。用人工控制机械臂来完成太空交会对接可以提高交会对接的灵活性，增加可靠性和成功率，同时在未来的行星探测和深空探测计划中空间机械臂也将担当重要的角色。 空间机械臂需要具备在恶劣的空间环境下对在轨航天器进行捕获和对接等精细操作的能力。由于在空间操作过程中存在温度变化大、辐射强、高真空和微重力的影响，同时发射过程中伴有力学振动和冲击，空间操作装备易产生操作灵巧性的衰退甚至丧失、力学性能的衰退、运动界面的间隙变化与润滑失效、控制系统失稳、末端精度丧失甚至功能失效等。因此，空间机械臂操作性能的变化规律、面向动力学和控制特性优化的空间操作捕获能力、面向多任务特征的多体协调操作规划机理是空间机械臂研究所面临的重要科学技术挑战。 研究内容： (1) 抓取大惯量负载的柔性空间机械臂对接控制地面试验研究 验证具有大时延的遥操作控制方法的正确性，同时验证柔性空间机械臂抓捕目标器的整个过程的工作时序以及机械臂在抓捕过程中对追踪器的影响。 (2) 与复杂构型转动航天器交会对接的智能自主控制方法研究 通过引入相对测量敏感器、控制器，驱动九自由度模拟器产生复杂构型航天器不同仿真特性的运动，构造制导、导航与控制闭环系统，验证交会对接智能自主控制方法的有效性。 (3) 典型对接机构平稳对接试验验证 针对典型航天器对接任务，利用满足平稳、低冲击对接要求的机构样机，开展航天器地面模拟对接试验，验证对接机构与姿控系统的匹配性，以及平稳对接的可实现性。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 国家973基础研究计划：“软对接”中空间机械臂捕获与操作的精确建模与控制方法研究。

七、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

八、所在单位党支部意见：

党支部书记签字：年 月 日

九、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

十、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

十一、研究生院审核备案意见

负责人签字（盖章）：年 月 日