

2024 年招生计划
七、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：空 间 多 臂 机 器 人 运 动 规 划 及 协 调 操 作 研 究</div> <div>选题类别：<input type="checkbox"/>基础性研究<input checked="" type="checkbox"/>应用性研究<input checked="" type="checkbox"/>工程技术攻关研究</div> <div><input type="checkbox"/>新开辟的研究方向<input 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> <div><div>一、选题背景及意义</div><p>航天员的每次出舱任务不仅需要地面各相关单位及分系统耗费大量的人力物力完成任务前、任务中及任务后的协调配合，而且也给航天员带来了巨大的生理及心理压力。利用在轨作业智能机器人将航天员从日常繁杂、重复的操作中解脱出来是十分必要的。同时，航天员执行复杂任务时，智能操作机器人可以开展任务准备、辅助操作等工作。当空间站处于无人值守状态时，可利用智能操作机器人完成舱内状态检查、维护等任务。因此，研制智能操作的空间多臂机器人减缓航天员的在轨工作强度是迫切需要解决的问题。</p><div>二、主要研究内容简介</div><p>由于空间站舱内外环境复杂，空间微重力环境以及舱内缺少刚性支撑等因素的影响，使得空间多臂机器人固定、定位、移动、操作等变得困难且复杂，拟定的博士论文的内容主要面向中国空间站舱内外环境的多臂机器人运动规划及协同操作等关键技术开展研究，主要包括：</p><p>（1）开展空间多臂机器人舱内外定位及移动的运动规划研究，包括舱内环境下多臂机器人的移动步态规划、避障等；</p><p>（2）根据舱内外在轨工作需求，开展机器人自主规划、复杂条件下力位控制等精细操作技术研究及试验验证；面向航天员在轨需求，研究与航天员的交互及协同操作方法；</p><p>（3）多臂协调操作研究。包括基于视觉的非合作目标识别、局部非结构环境下的智能操控技术等。</p></div>
<div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <p>该选题依托于载人航天空间站应用与发展工程空间科学与应用项目，主要面向在轨作业的智能机器人技术试验证。</p>

2024 年招生计划
七、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：空 间 机 械 臂 多 模 态 人 机 交 互 智 能 操 控 方 法 研 究 选题类别： <input type="checkbox"/> 基础性研究 <input checked="" type="checkbox"/> 应用性研究 <input checked="" type="checkbox"/> 工程技术攻关研究 <input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向 <input 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  一、选题背景及意义 随着在轨服务及太空探测技术的发展，对空间机器人半自主化/智能化水平的需求越来越高，人在环路的人机协同操作会大大提高空间机器人的操作能力。目前，空间大型设备的安装与维护已逐渐引入“人在环路”的操作方式，例如中国空间站舱外天线设备的安装、大型太阳翼的拆卸与转移安装等操作需要由机械臂与航天员协同操作实现。与结构化环境下基于预定义指令链的操作方式相比，人在环路的人机协同操作可大大提高在轨服务机器人的环境适应能力，将操作者（人类）的智能应变能力与机器人的局部自主能力相结合，提升复杂任务的操作水平。基于此，拟定的博士论文的选题方向拟突破类人双臂、双手及视力觉的多模态新型人机交互关键技术，实现智能机器人高临场感操控，提高航天员与智能机器人执行任务的成功率与效能，实现辅助航天员空间站在轨作业或未来星球探测的操控作业需求。 二、主要研究内容简介 在臂手及工具的精确运动学和动力学模型未知的情况下，人类仍然可以熟练地抓取一个未知的工具来同时执行各种任务，这主要得益于其面向任务的控制策略以及眼睛、力感知、触觉感知的辅助。拟定的博士论文的内容主要面向非结构化环境下力反馈人机协同操作关键技术研究，主要包括： （1）研制一套具有力反馈的类人双臂和双手交互控制装置。该装置具备力反馈功能及人机协同操作接口，可实现仿人类手臂运动时与环境的交互作用。 （2）研究空间机械臂柔性特性下的运动控制及抖动抑制。空间机械臂关节常采用谐波减速驱动、关节力矩传感等。谐波减速器和力矩传感器的柔性特性降低了系统的基频，限制了机械臂的响应能力，因此，空间机械臂的控制首先需要消除关节结构柔性的影响，提高系统控制带宽。 （3）研究空间机械臂关节力矩闭环控制。与单纯的位置控制相比，关节力矩控制可提高机器人与环境接触操作的安全性。关节力矩闭环控制的目标是将关节等效为力矩源设备（而非运动源设备），通过规划期望力矩的方式实现自由空间的期望运动及约束空间下的力矩跟踪。 （4）研究基于力矩控制技术的人机交互控制及具有力反馈临场感的主从操作控制。重点研究参数不确定下的主从操作的运动映射及力/力矩映射方法，双向力反馈操作下的闭环稳定控制方法，时延系统的人机交互控制，提高非结构环境下的操作临场感能力。 （5）研究基于沉浸视力觉流畅交互高临场感智能机器人操控方法，实现多模态新型人机交互系统典型任务的演示验证，实现高沉浸感手眼协调及高品质力觉感受的智能机器人流畅交互控制。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 该选题依托于载人航天空间站运营维护项目，主要包括地面训练及仿真系统、模拟器系统。