

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： 空间目标在轨捕获机械手设计与控制

- 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

随着航天技术应用领域的飞速拓展，航天器的结构与组成日趋复杂，性能与技术要求不断提高，尺度与作业范围越来越大，自主与智能化程度也越来越高，大尺度智能在轨操控装备已经成为航天领域的重要热点研究方向之一。针对大范围的空间作业，如太空垃圾回收，空间攻防，大范围空间观测，远距离探测，天阳能利用，非合作目标追踪与捕获等，传统关节式空间机械臂已无法满足要求，这就需要大尺度桁架式在轨捕获机械手，本课题通过机器人机构学、材料学、结构力学、机电一体化、人工智能与自动化控制理论等学科的交叉与融合，研究桁架式空间在轨捕获机械手的创新设计与操控方法，通过新型智能材料与复合材料研究该机械手的驱动方式与精确控制方法，通过深度学习等人工智能理论与方法研究其自主化与智能操控方法，实现跟大范围与更灵活的在轨作业。

国际上围绕在轨捕获机械手已开展大量的研究工作，但传统关节式机器人无法实现大范围操作，尤其是在非合作目标捕获方面，纯关节式机械臂捕获难度较大，协调控制要求较高，目标姿态检测要求高，捕获姿态难以确定，难以完成对其定位与姿态控制转接等操控；空间环境下的大尺度结构体驱动不能基于地面工业驱动模式，需要基于更轻型化的智能材料，然而，大型空间结构的控制器设计十分困难，压电材料用作执行器时最大的缺点是能够提供的驱动力小。综上所述，基于智能材料的大尺度空间目标捕获机械手设计仍然存在较多的理论与技术难题没有得到很好的解决，仍然需要深入的试验与论证。主要研究内容如下：

1. 空间智能捕获机械手的变构型设计理论与方法
2. 基于智能材料的变构型结构体分布式驱动方法
3. 面向空间捕获的桁架式机械手在轨操控方法
4. 变构型桁架式在轨捕获机械手原理样机研制与试验验证

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

NSFC-深圳机器人基础研究中心项目（联合基金）“空间大尺度可变构型智能结构体创新设计与在轨操控方法研究”，U1613201，140万，2017-2021.

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： 空间大型轻质折展机构设计及控制

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

可展开空间结构技术是解决航天器大尺寸结构发射包络限制问题的主要手段。随着我国载人航天、深空探测、天基观测、空间攻防等重大航天工程的实施，需要应用各种超大型航天器可展开结构。目前国际上的空间大型可展开机构多采用单元构架的结构形式，无法满足未来超大型空间展开结构的应用需求。而空间可展薄膜结构是近年来国际上出现的新型可展结构，与刚性桁架可展开机构相比优势明显，在未来空间探测中具有很好的应用前景，如大型薄膜天线、柔性太阳能电池阵、太阳帆、遮光罩、充气防护盾、返回减速器等。空间大型薄膜可展开机构是一个由弹性大变形薄壁梁、薄膜和大量柔索组成的复杂梁索膜系统，其特殊性表现在以下几个方面：（1）形态特殊性：薄膜通过张拉系统构成平面和空间曲面的几何形态；（2）驱动特殊性：通过无铰链弹性薄壁伸杆的弹性恢复力实现展开，轻质弹性伸杆具有展开驱动与支撑结构的一体化功能；（3）结构特殊性：复杂梁索膜系统是一个大柔性结构系统。目前围绕空间大型薄膜无铰链可展机构的设计理论与方法还很成熟，薄膜张拉褶皱问题尚未得到解决，机构驱动与系统动力学特性尚不清楚，缺少完善的综合性能分析与评价方法，限制了大型薄膜可展开机构技术的发展。

主要研究内容如下：

- 1. 空间薄膜无铰链可展机构构型创新设计
- 2. 薄膜折叠与无褶皱张拉成型方法
- 3. 薄膜展开驱动系统设计与控制技术
- 4. 空间大型薄膜展开机构系统动力学建模与分析
- 5. 空间大型薄膜可展开机构设计理论与方法
- 6. 空间大型薄膜无铰链可展机构研制与试验验证

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金重点项目“空间大型薄膜无铰链轻质可展机构设计理论与方法”，51835002，300万元，2019-2023.

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