

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： 基于电磁卫星编队的空间非合作目标消旋系统动力学与控制研究

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

一、研究背景 空间目标主动消旋是当前国际空间技术领域研究的热点和前沿。现有技术途径中，接触式消旋需要抵近操作，消旋过程中发生碰撞的风险大，对服务卫星的导航制导和控制精度要求高，应用的可靠性偏低。非接触消旋技术中的气体离子消旋方法对燃料损耗较大，同时对目标形状有较高要求；激光烧蚀消旋受到表面材料特性影响，具有侵入性，容易产生新的碎片。针对上述研究现状，项目组提出将涡流制动原理与电磁卫星编队技术有机融合，利用卫星编队搭载高温超导线圈营造包围目标的空间磁场，建立分布磁源与目标间的非接触耦合关系，通过控制星载线圈电流及编队卫星的姿态，实现对目标翻滚角动量的耗散。本项目旨在突破分布磁源作用下电磁力/力矩的建模和计算、目标-电磁编队系统动力学特性分析、编队服务卫星轨迹规划与控制 and 地面模拟试验等多项关键技术及科学问题。

二、研究内容 1) 分布磁源与翻滚空间目标相互作用机理。建立分布磁源（线圈和磁偶极子）所营造空间磁场及目标感应涡电流场模型，揭示消旋系统多物理场耦合机理，设计分布磁源的数量和分布构型；建立翻滚目标和磁源的电磁力/力矩作用数值模型和远场近似解析模型，分析电磁力/力矩的影响因素，并通过试验对模型进行验证。 2) 目标-卫星编队多体系统动力学建模与分析。考虑空间环境扰动因素，以目标与卫星编队系统的质心轨道坐标系为参考系，推导系统相对轨道动力学和相对姿态动力学模型；分析系统动力学特性，研究空间环境扰动力/力矩对服务卫星姿态、运动轨迹及目标姿态的影响。 3) 空间翻滚目标的电磁编队消旋控制策略。以消旋效率最大为优化目标，对服务卫星进行相对运动轨迹优化，形成消旋控制策略；应用鲁棒控制理论，开展电磁卫星编队的轨迹跟踪与控制研究；建立单位四元数表示的编队卫星绝对/相对姿态运动方程，研究编队卫星的姿态运动控制问题。 4) 卫星编队电磁消旋技术的地面微重力模拟验证。研制电磁卫星编队缩比模型，搭建气浮式非接触电磁消旋地面微重力试验平台；构建翻滚目标非接触消旋地面试验方案，开展基于双星编队的空间目标消旋功能及消旋控制策略验证试验。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金面上项目

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： 空间分布式捕获锁定系统关键技术研究 选题类别： <input type="checkbox"/> 基础性研究 <input checked="" 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 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、研究背景 随着我国空间站、天地往返航天器和在轨维修服务等重大任务规划，传统的空间有效载荷单次锁定发射释放以及有限寿命的在轨服役已无法满足未来空间复杂操控任务需求。为完成高效费比空间站的建设及维护、多种类航天器的在轨模块化更换与能源加注、高价值卫星的在轨维修与升级、各类科学试验载荷的天地往返等操控任务，亟需开展适用于不同空间载荷、不同功能接口的重复捕获锁定一体化技术研究。该方向研究将为空间站建设、在轨服务和各类拓展任务提供有力支撑。 二、研究内容 1) 大承载、高刚度、可重复锁定技术。基于重复捕获锁定装置主承力结构轴线与加载力线重合原理，开展空间载荷分布式捕获锁定机构构型设计及加载方法研究，对其进行以大力载密度为目标的结构优化设计，保证锁定的高刚度及可靠性。 2) 多点分布容差捕获策略技术。解决空间浮动目标的多点分布容差捕获技术难题，利用机构学和仿生学相关方法和理论，提出捕获锁定控制策略，并通过地面模拟试验平台开展分布式协同捕获锁定试验验证。 3) 多功能一体化接口自适应对接技术。综合考虑空间高温差、微重力、强辐射等环境约束，开展多功能一体化接口设计及其自适应对接技术研究，提出以机械接口连接动力实现其余接口位姿自纠正与力封闭的方法，实现能量与信息流的传递。 4) 捕获锁定多状态感知与预示技术。建立捕获锁定机构动作状态感知模型，通过对多传感的信息融合，实现捕获-对接-锁定的多状态智能感知，并据此开展有效载荷重复锁定状态监控、故障模式预示与判断等研究。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 头雁计划A类项目