

2024年招生计划
四、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： 大批量立方星在轨电磁弹射释放技术 选题类别： <input 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
1、选题背景及意义 世界航天将迎来大规模进出空间的航班化航天运输时代，大批量立方星在轨集群部署成为宇航空间机构领域研究热点。即在一次发射任务中搭载大量立方星，并将其弹射释放到预定轨道，从而使其彼此之间形成相对稳定的位置关系。虽然国内外已有多套部署器实现了少数量立方星在轨分离，并经历了实际任务验证，但这种采用传统的火工作动及弹簧分离机构的方式功能单一、容量和装载率低，不具备可重复、定点、定时在轨部署的功能，也无法针对不同规格的立方星进行精准部署，而为每个立方星配备一套分离机构的方式体积大质量重，浪费了宝贵的空间和运载能力。 电磁弹射器通过控制通电电流可精准调节推力，具有可编程重复作动、体积小、频率响应快、推力平稳和驱动力线性度高的优势。采用电磁弹射技术能够对不同规格的立方星实现高频可重复弹射分离释放，是实现大批量立方星在轨集群部署的有效措施。
2、主要研究内容
1) 基于抑制磁饱和的高推力密度电磁弹射器设计 目前对提升电磁弹射器的推力密度的研究主要集中在如何改善磁场分布进而增大电磁力的角度，而面向空间应用，更关注小体积低质量下的大弹射力的实现方法。在电磁作动器设计过程中，为避免磁饱和和往往采用大量的软磁性材料，导致体积质量较大。从相向多磁路叠加相消的角度出发，提出抑制磁轭磁饱和的方法及对应的构型，建立磁通分割的等效磁路模型从理论上揭示抑制磁饱和降低体积质量并提升推力密度的机理。分析磁饱和对动态磁场分布及电磁力影响规律，提出通过抑制磁饱和来提升推力密度的通用设计方法。
2) 电枢反应抑制与能量转换率提升方法 与工业上常规电磁作动器长时间低电流密度下的工况不同，用于立方星释放的电磁弹射器瞬间作动，短时间内的电流密度很高，电枢反应现象更加明显，严重降低了能量转换率。建立一种能够快速描述电枢反应的等效磁路数学模型，揭示电枢磁场对原生磁场的作用机理，分析作动过程中电枢反应对电磁弹射力影响规律。分析影响电枢反应和能量转换率的关键结构参数，并从抑制电枢磁场的角度，提出改进能量转换率的磁路拓扑构型，最后归纳出高电流密度下通过抑制电枢反应提升能量转换率的提升方法。
3) 基于数据驱动的立方星分离状态预测与优化设计 电磁弹射器作动过程中的侧向分力会对立方星姿态产生偏转影响，导致其在释放通道内发生多次碰撞。释放后的立方星会存在一定的角速度和侧向速度分量，这对其精确的姿轨调整带来不利影响。建立数据驱动的法向接触碰撞力模型，结合神经网络方法快速预测不同规格立方星的释放后的位姿，并分析影响位姿状态的关键参数。基于该数据驱动的动力学模型，对电磁弹射器及释放通道的构型、尺寸参数及布局进行优化设计，从而降低立方星附加加速度与角速度，最后形成一套完善的立方星位姿快速预测与关键参数优化设计方法。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况
国家部委横向课题

2024年招生计划

四、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： 基于双星编队的空间碎片电磁消旋方法研究

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

1、选题背景及意义。人类日益频繁的空间活动造成了大量的空间碎片，如失效卫星、火箭箭体、解体碎片、航天器任务相关碎片等。这些空间碎片长期驻留在地球轨道上，极度占用轨道资源，大大压缩了太空活动空间，严重威胁在轨航天器的安全，因此有必要进行 主动移除。在主动移除空间碎片之前，需要先对其进行消旋操作，以防止空间碎片较为复杂的翻滚运动对航天器可能造成的破坏。目前主要的消旋方法分为接触式消旋和非接触式消旋。包括机械臂捕获消旋、绳系拖曳消旋、机械接触消旋、吸附模块消旋、喷气消旋、激光烧蚀消旋、库仑力消旋和电磁消旋等。其中，电磁消旋具有无需和目标进行物理接触和消旋效果不依赖于目标几何形状、无加速目标旋转风险等优点，受到了目前研究者的重视。

2、主要研究内容。本课题使用双星编队对空间碎片进行电磁消旋，具体任务规划为：两颗卫星搭载高温超导线圈组成编队，通过控制星载线圈电流和姿态在空间目标周围产生可控磁场；目标在相对磁场运动过程中产生涡电流，进而产生阻碍相对运动的涡流力矩，减小目标的旋转能量，从而达到消除目标旋转的目的。本课题重点对编队卫星进行空间目标电磁消旋过程的相互作用机理、动力学特性、控制策略及模拟试验方法展开研究。具体研究任务包括：空间分布磁场及翻滚目标表面感应涡电流场建模、目标及分布磁源间的多场耦合作用的影响因素分析、消旋多体系统的远场电磁力/力矩解析建模；目标-卫星编队的相对轨道及姿态动力学建模、消旋系统六自由度耦合动力学建模与分析、消旋系统动力学特性与空间环境扰动力/力矩影响分析；编队卫星最优轨迹规划及主动消旋策略、编队卫星相对目标体的运动轨迹跟踪、编队卫星相对目标体的姿态保持与控制；微小电磁力/力矩测量系统设计与试验、基于双星电磁编队的翻滚目标消旋试验等。

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