

2019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： 大型轻量化空间展开机构设计与驱动控制

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

随着人类太空事业的发展，对大型空间探测结构的需求越来越迫切。如大口径空间天线，需求口径超过百米；大跨度空间支撑臂，需求跨度超过百米；大面积太阳能电池板，需求面积上千平方米；大容积空间工作舱，需求容积达到数千立方米等。如此巨大的结构尺寸要求与运载火箭有限的容积舱之间形成矛盾。超大尺寸、高收拢率、轻量化的新型可展开结构的研究成为航天器技术领域的重要挑战。

目前应用的大型可展开结构代表性的有大型空间伸展臂、大型柔性太阳翼展开机构、大口径空间可展开天线等，这些可展开结构均采用桁架式机构形式，即构件与构件之间需要通过铰链连接。大量的机械铰链不仅增加了整体质量，同时由于铰链内部的摩擦，不可避免的加大了对驱动系统的能耗要求，且在空间环境下铰链的润滑失效也将降低展开结构的可靠性，因而限制了可展开结构的大型化。目前有文献报道的商用卫星空间可展开天线最大口径为20m，而随着空间观测精度要求的提高和通信距离的增大，在地球同步轨道上需要应用的可展开天线口径将达上百米，现有的桁架式空间可展开天线结构最轻可做到面密度为0.5Kg/m²，因此100m口径的天线重量将达到3吨以上，天线重量甚至超过了卫星星体重量，收拢体积远超出火箭整流罩的有效容积。因此现有的桁架式可展开结构无法满足未来空间探测对超大口径天线的要求。

张拉式可展开结构是近年来出现的一种新型可展开结构，它是从应用于大型建筑穹顶的张拉整体结构发展出来的。张拉式可展开结构由刚性构件和柔性索组成，刚性构件之间通过柔性索相连，一般不需要机械铰链连接。在张拉式结构中所有构件均为二力构件，刚性构件为受压构件，柔性索为受拉构件，整个系统为自应力和自平衡系统。通过改变柔性索的长度，可实现结构形状的变化，即实现结构的展开与收拢。因此张拉式可展开结构具有以下特点：(1)质量轻，刚性构件数量少于桁架结构，无铰链；(2)展开无卡死，不存在铰链润滑失效卡死问题；(3)收拢体积小，刚性构件数量少；(4)抗干扰力强，具有抗冲击和吸振功能。

目前国际上在张拉式可展开结构方面尚未形成完整的理论体系，需要创新设计出大量具有实用价值的新型张拉式可展开结构，需要建立张拉式可展开系统体系结构，阐明张拉式可展开系统设计方法，突破构型设计、系统扩展、动力学与稳定性分析、展开驱动与控制等关键技术。我国正处于从航天大国迈向航天强国的发展道路上，随着我国载人航天、深空探测、天基观测、空间攻防等航天计划的实施，需要应用各种超大型航天器可展开结构，如超大型空间天线、大面积太阳能电池板、大容积太空舱、大型支撑臂等。张拉式可展开结构为航天器结构的超大型化提供了解决方案，通过构型创新和结构优化设计可望使平均面密度降低到0.2Kg/m²甚至更低，在未来超大口径空间天线、超大空间结构体方面具有十分重要的应用前景。开展本课题研究具有重要的理论意义和实用价值，将为我国重大航天工程提供理论基础和技术支撑，对于提升我国航天器技术水平意义十分重大。

主要研究内容：

1. 大型空间展开机构的构型设计方法研究
2. 含大量张力索的展开机构动力学建模与运动仿真
3. 薄膜天线与薄膜光学展开驱动理论与方法
4. 展开机构多点分布式驱动与展开协调性控制
5. 空间展开机构多构态综合设计方法
6. 空间展开机构样机研制与实验研究

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金项目 大型轻量化张拉式空间可展开天线机构创新设计与多构态优化, 51675114
民用航天十三五预研课题 大型可展开薄膜结构设计与动力学分析

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： 轨道交通碰撞吸能器创新设计与工程应用

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

作为最具可持续性的交通运输模式，轨道交通是国民经济大动脉、大众化交通工具和现代城市运行的骨架,是国家关键基础设施和重要基础产业，对我国经济社会发展、民生改善和国家安全起着不可替代的全局性支撑作用。我国正在通过实施“新型城镇化”、“区域经济一体化”、“一带一路”、“制造强国”和“走出去”战略，构建现代综合交通运输体系，到2020年，我国要具备交付运营时速400公里及以上高速列车及相关系统，时速120公里以上联合运输、时速160公里以上快捷货运和时速250公里以上高速货运成套装备，满足泛欧亚铁路互联互通要求，因技术原因导致的运营安全事故率降低50%以上。因此发展轨道交通碰撞吸能技术已刻不容缓，轨道交通系统安全保障已被列入国家十三五科技计划重点专项。

研究内容

- 1. 高速铁路装备新型耐碰撞吸能结构设计与制备技术
- 2. 高速碰撞冲击动力学系统建模与吸能过程仿真
- 3. 高速列车撞击力传递路径及碰撞能量管理分配方法
- 4. 轨道车辆本构安全实体试验与评估技术。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

企业委托课题