

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： 基于机器学习的力学特性可编程形状记忆合金结构系统一体化设计研究

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
随着材料技术的不断发展，越来越多的新型材料被应用于航空航天领域。形状记忆合金（SMA）具有能量密度高、质量轻、体积小等优点，在飞行器结构与机构刚度调节、变形驱动、振动抑制及冲击隔离等方向有重要的应用前景。当前，耦合材料-结构的一体化分析与设计逐渐成为了打破材料性能壁垒和结构设计桎梏的关键技术。通过可编程手段，能够使SMA结构系统达到材料本身达不到的性能指标，更快更好的完成任务，甚至能够解决材料本身存在的非线性、迟滞、性能单一等问题带来的不利影响。可编程概念在智能结构系统的空间/时间维度上实现可编程设计还没有先例，近年来计算机技术的发展为智能结构设计方式带来了变革，推动由“经验+试错”的设计方式向机器学习共性设计方式进行转化。

二、研究内容
为避免材料-结构分离设计的弊端，打破智能材料的性能壁垒，提高SMA结构设计的智能化水平，推进智能结构需求快速落地，展开基于机器学习的力学特性可编程形状记忆合金结构系统一体化设计研究。建立可编程形状记忆合金结构系统数学表征模型，揭示力、电、热特性在空间和时间维度上的不均匀特性（即非匀质特性）与耦合影响机理。进一步的，利用机器学习技术对力学特性可编程形状记忆合金结构系统进行一体化设计，提炼关键的系统特征量作为机器学习的输入量，并结合模型推演、BP神经网络、遗传算法等具体算法进行机器学习，以数学表征模型作为训练对象，最大限度的降低数据获取难度和试验周期。通过机器学习得到多参数协调的理想功能响应参数组，并以材料非匀质、形状非匀质、负载非匀质、产热非匀质、导热非匀质、散热非匀质等具体方式实现可编程特性的现实表征，进而满足驱动力、驱动位移、刚度、阻尼等特性需求。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

机器人技术与系统国家重点实验室自主课题

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： 立方星在轨转运平面电磁作动器运动机理及其控制研究 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 立方星具有体积小、质量轻和研制周期短的优势，尤其是多颗立方星协同工作能够实现单颗大卫星难以实现的复杂任务，如星座组网、编队飞行等。面向未来大规模立方星在轨应用，要求部署器能够完成更多数量的立方星仓储与释放。传统的一维单列装载式部署器容量小，需采用多个独立的部署器伴随搭载方式来提高立方星搭载量，但导致释放同步性差，装载率低，无法满足大容量仓储与同步释放的任务需求，不具备将三维堆叠的立方星转运到释放窗口的功能。为提高转运效率和系统集成性，避免对每个立方星进行复杂的多维转运，其中一种有效实现途径是将三维紧密堆叠的立方星分层推送到二维转运平台上，随后，由转运平台实现多目标平动运输。因此，需要研制一种具有吸附功能的平面电磁作动器，能够抵御外界干扰力的情况下，实现多目标长行程快速平面运动与精准定位。 二、研究内容 围绕吸附式平面作动器运动精度生成机理的关键科学问题，展开快速运动与高精度定位机理及其控制方法的研究，为大行程高精度平面电磁作动器在低重力环境中的应用提供系统的理论支撑和设计参考。（1）非线性模型。吸附式平面电磁作动器磁路高饱和特性使其具有强非线性，对建立精确的力-电流数学模型带来挑战。较大的吸附力使其具有不可忽略的摩擦力，从而引起运行过程中的振动并增大位置误差，进而阻碍高精度运动精度。精确的数学模型是电磁作动器设计、控制和性能评估的重要理论基础，研究精确的非线性力电流模型和摩擦力模型，可为电磁作动器高精度运动提供基础理论支撑。（2）运动精度生成机理。电磁作动器的吸附力与驱动力产生于同一磁场，导致吸附力、驱动力和摩擦力三力耦合。为实现高精度运动与定位，促进其在低重力环境的平面转运应用，需揭示位置、驱动电流、动定子几何尺寸及材料特性等关键参数对驱动力、吸附力和摩擦力的影响规律，应研究运动精度生成机理并进一步提出改善运动精度的设计方法或措施。（3）高精度位置控制方法。针对吸附式平面电磁作动器应用环境复杂、内部参数变化等工况，研究模型参考自适应控制，通过补偿消除摩擦力影响，实现鲁棒性强的高精度位置控制。设计电磁作动器基于输入输出的模型参考自适应控制器，讨论其稳定性；构建基于前馈摩擦补偿器的位置控制系统，并验证方法效果。
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