2021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： 复合振动模态压电驱动器激励方法与能量耦合机制研究

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

选题背景及意义

超声波驱动技术是一种依靠微幅高频机械振动实现驱动的研究领域，与传统电磁驱动原理相比，具有比功率高、低速直接驱动、结构灵活、多样性很强等突出优点，在航空航天、半导体制造业、仪器仪表、汽车、办公自动化设备以及特殊极端环境等领域具有广泛的应用前景。该领域的研究涉及振动力学、压电耦合场理论、传热学、超声波换能器理论、摩擦学等多种基础理论的综合研究，还涉及基于振动综合理论的构型设计与优化、以及机械制造工艺等方面的应用技术研究。复合振动模态压电驱动器是近年来压电驱动技术领域的研究热点，其突出优势在于大振幅、大推力、高速度，相对于传统的环形行波压电驱动器实现了机械输出特性的显著提升，但是其激励方法、机电耦合和摩擦耦合等方面的理论还不成熟。本课题将在课题组现有研究成果的基础上，深入开展该类压电驱动器的激励方法与能量耦合机制研究，相关工作是提升其机械输出能力和工作稳定性的技术，具有重要的理论意义和突出的实用价值。

主要研究内容简介

(1) 压电超声驱动器构型规划研究；
(2) 大功率复合振动模态压电振子高效激励方法研究；
(3) 压电超声驱动器环境适应性研究：重点研究空间温度场和真空环境对机电耦合性能的影响机制；
(4) 超声驱动器摩擦耦合特性研究及新型摩擦材料的应用研究；

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金联合基金重点项目：多自由度大行程微纳操控机器人关键技术研究（项目批准号：U1913215，总经费250万元）和国家自然科学基金面上项目：基于压电致动的轴系综合误差补偿及状态主动控制原理及关键技术研究（项目批准号：51975144，总经费60万元）

2021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： 面向空间主动润滑的压电微喷技术研究

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

选题背景及意义：
国家的综合国力与航天技术息息相关，因此近年来各国都投入大量的人力物力发展航天技术。我国的天宫一号、神州系列飞船、北斗导航卫星等的成功发射，表明我国的航天技术迈入了一个新阶段。但随着航天技术的发展，航天器在轨使用寿命问题显得尤为突出。由于航天器研制周期长、研制和发射成本高，因此提高航天器在轨使用寿命成为一个重要的研究课题。随着电子技术的发展，电子器件的使用寿命大大提高，特别是经过环境筛选的器件的可靠性大大提高。目前，决定航天器寿命的通常是航天器内部的机械部件，特别是一些伺服机构中的运动部件。其中一个主要的机械部件失效原因是因为磨损造成的摩擦损坏，而磨损的原因主要是由于轴承的润滑不及时、不充分所导致的。针对航天器运动部件在轨补充润滑油困难这一航天领域的世界性难题，进行种基于压电智能机构思想的航天器微冗余按需主动油润滑技术的研究，并将该技术应用于如控制力矩陀螺等部件中，为航天器提供一种具有长期性、持续性、按需性、微量性、微冗余性、洁净性、轻量性及紧凑性等优点于一体的在轨主动补充润滑实现途径，对延长航天器的在轨运行寿命和提高其可靠性具有重要的实用价值。

主要研究内容：
1. 脉动声压作用下航天润滑油微喷装置流固耦合特性的研究；
2. 脉动声压作用下航天润滑油微喷装置润滑油雾化特性的研究；
3. 航天润滑油微喷装置与运动机构零部件融合实现的研究；
4. 航天润滑油微喷与雾化供油润滑的实验研究。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金联合基金重点项目：多自由度大行程微纳操控机器人关键技术研究（项目批准号：U1913215，总经费250万元）和国家自然科学基金面上项目：基于压电致动的轴系综合误差补偿及状态主动控制原理及关键技术研究（项目批准号：51975144，总经费60万元）

2021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： 多自由度压电驱动激励与控制方法研究

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

选题背景及意义：
压电驱动器是一种利用压电材料的逆压电效应将电能转化为机械能的新型驱动器，与传统的电磁驱动方式相比，具有低速大转矩（推力）、力矩密度高、设计灵活、结构紧凑、定位精度高、响应速度快、断电自锁、无电磁干扰且不受电磁干扰以及可不使用轴承和润滑等优点，在机器人关节驱动、精密仪器仪表、超精密加工、航空航天以及生命科学等领域均具有广泛的应用前景。此外，压电驱动相对于电磁驱动另一突出优势在于其更易于实现多自由度致动。按照工作模式划分，压电驱动可以划分为超声马达和压电叠堆两个大类。压电马达虽然实现了快速、大行程输出，但其定位精度停留在微米量级难于突破；压电叠堆实现了纳米级定位，但又存在行程受限的弊端。因此，本项目的核心工作就是要采用压电驱动器来实现大尺度、快速、高精度的多自由度（主要是两自由度和三自由度两种）直线致动，充分发挥压电驱动的技术优势，进一步解决强载、大行程和高精度之间的矛盾，在保留纳米级定位能力的同时，实现大推力、大行程驱动与定位。相关技术在超精密加工、武器装备、航空航天、生命科学、精密仪器等领域都具有广泛的应用和发展前景，具有重要的科学意义和突出的应用价值。

主要研究内容：
1. 多自由度精密压电驱动器基本构型规划研究；
2. 压电驱动器多工作模式下的激励方法研究；
3. 压电驱动器机电耦合环节与摩擦耦合环节的能量转换机制研究；
4. 压电驱动器热耦合特性及输出补偿控制方法研究；
5. 多自由度精密压电驱动器实验研究。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金联合基金重点项目：多自由度大行程微纳操控机器人关键技术研究（项目批准号：U1913215，总经费250万元）和国家自然科学基金面上项目：基于压电致动的轴系综合误差补偿及状态主动控制原理及关键技术研究（项目批准号：51975144，总经费60万元）