

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： 面向多自由度调姿机构的压电驱动技术及控制方法研究

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

压电驱动技术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方式，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，是近年来精密特种驱动技术领域研究的热点之一。多自由度调姿机构广泛应用于空间机构、生命科学、光学精密仪器和超精加工等高端技术领域，目前多数采用的是电磁电机的驱动方式，普遍存在定位精度较低的不足；虽然压电驱动的多自由度运动平台已有相关产品，但是普遍采用的是压电叠堆和柔性铰链组合的方式，虽然实现了纳米级定位精度，但是各个自由度行程较为微小，难于实现进一步的突破。

本课题将基于本课题组在压电驱动技术领域的前期成果，重点开展面向多自由度调姿机构的压电驱动技术及控制方法的研究工作，核心研究目标实验采用压电驱动的方式来实现大尺度、高精度的多自由度姿态调整，相关成果在空间机构、生命科学、光学精密仪器和超精加工等高端技术领域均具有广泛的引用前景。本课题的提出具有重要的理论意义，有利于拓展压电驱动技术的应用领域，并推进精密驱动技术的快速发展，可为多自由度调姿结构及其在各个相关领域的应用做出十分积极的贡献，具有重要的科学意义和应用价值。

- 主要研究内容简介
- (1) 面向多自由度调姿机构的压电驱动器致动原理研究；
 - (2) 兼具有大尺度输出和精密定位能力的压电驱动器构型规划研究；
 - (3) 多压电驱动器协调控制方法研究；
 - (4) 采用压电驱动技术的多自由度调姿结构实验研究。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金优秀青年科学基金：压电驱动理论与技术（项目批准号：51622502，总经费130万元）；国家自然科学基金：基于双模式叠加的跨尺度压电驱动技术的研究（项目批准号：51475112，总经费84万元）。

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： 大尺度精密压电驱动机理及关键技术研究

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
压电驱动作为一种新型的驱动方式伴随着压电陶瓷、磁致伸缩等功能材料的出现和不断完善得到了飞速的发展，是近年来精密特种驱动器领域研究的热点之一。按照驱动工作模式，压电驱动器可以分为共振式和非共振式两种。其中，共振式压电驱动器具有结构简单、设计灵活、低速大力矩/推力、功率密度高、定位精度高、响应速度快、断电自锁、无电磁干扰、易于实现直线和多自由度驱动等突出优点，但是其定位精度一般在微米或者亚微米级，难于实现进一步提高。非共振式压电驱动器以压电陶瓷叠堆驱动器件为主，单独的压电陶瓷叠堆具有纳米级分辨力、响应快、无噪声、不发热、无电磁干扰等特点；但其行程一般在100 μm以下，很难实现mm级以上的大行程输出；此外，尺蠖式压电驱动器虽然实现了高精度的大行程输出，但是其出力较小、速度较低；而惯性式压电驱动则存在明显的回退现象。
可见，压电驱动虽然实现了纳米级定位，解决了精密驱动技术领域对定位精度与分辨力的需求，但是其行程较小，或者出力较低，还无法满足超精密加工领域的实际需求。因此，本选题的核心研究目的是要通过多驱动足交替步进蠕动来实现大尺度的精密压电微驱动，解决现有技术难于兼顾纳米级精密驱动和大尺度行程输出的难题，在保留纳米级定位能力的同时，实现大推力、大行程输出，相关研究是现代精密驱动技术领域中的核心研究方向。本课题的提出具有重要的理论意义，有利于拓展压电驱动技术的应用领域，并推进精密驱动技术的快速发展。精密压电驱动技术在超精密加工、微纳制造、微电子制造以及生命科学等领域具有广泛的应用和发展前景，可为这些领域的发展做出十分积极的贡献，具有重要的科学意义和应用价值。

主要研究内容简介
(1) 面向大尺度精密压电驱动的致动模式研究：从仿生步进运动学出发，以适合微米尺度步距为出发点，研究适用于大尺度压电驱动的多足蠕动式步进致动工作模式，建立不同模式下多个驱动足最佳动作时序。
(2) 足式精密压电驱动器构型规划研究：规划适用于步进致动模式的多驱动足式精密压电驱动器基本构型。
(3) 面向步进致动模式的压电元件激励方法研究：建立激励信号幅值、相位差、频率对步距、速度和推力的影响关系，探究压电元件的极化排布方式与设置方式对步距的影响关系，在保证定位精度和分辨力的前提下，实现压电驱动器输出速度和效率的有效提升。
(4) 面向精密压电驱动的输出补偿控制方法研究：解决温度场和压电材料非线性等问题对驱动与定位精度的影响。
(5) 精密压电驱动的实验研究：研制压电驱动器样机，进行阻抗特性测试、振动特性测试，进一步测试驱动器的机械输出特性；通过实验结果，检验本项目所提出理论与方法的正确性与有效性。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金优秀青年科学基金：压电驱动理论与技术（项目批准号：51622502，总经费130万元）；国家自然科学基金：基于双模式叠加的跨尺度压电驱动技术的研究（项目批准号：51475112，总经费84万元）。