

# 2022 年度机械结构力学及控制 国家重点实验室开放课题申请指南

(优先资助研究领域)

机械结构力学及控制国家重点实验室的使命是以先进飞行器为主要研究载体，以结构动力学与控制、结构强度、结构智能化等方面的技术科学问题研究为核心，发展力学、航空宇航科学与技术、机械工程等领域的新理论、新方法、新技术和新应用，推动学科发展，服务国家航空航天等战略需求。

重点实验室开放课题面向境内外高等院校、科研院所和重要企业，用于支持上述单位中从事机械结构力学及控制研究的科研人员，在开放基金课题指南范围内选择研究主题，合作开展创新性的基础与应用基础研究。

重点实验室开放课题分为重点课题、面上课题、青年课题三类，执行时间一般为 2 年。开放课题资助工作遵循公开、公平、公正的原则，实行依靠专家、择优资助、鼓励创新、支持重点的方针。申请和审批程序为自由申请、专家评审、学术委员会审批、重点实验室主任组织实施。

针对重点实验室结构动力学与控制、机械结构强度、振动利用与精密驱动、微纳系统力学、智能材料与结构等五个研究方向，2022 年度开放课题申请指南具体内容如下：

## **1. 结构动力学与控制方向**

### **1.1 飞行器结构动力学**

研究先进飞行器结构和系统的动力学建模、分析、计算、实验等方法，以满足复杂动力学环境下的可靠性设计与控制的要求。

### **1.2 非线性动力学与控制**

发展先进机械结构和系统中非线性动力学建模、分析、计算、实验等方法，揭示非线性动力学现象，为航空、航天、机械产品适应动力学与控制的苛刻要求提供重要指导和科学依据。

### **1.3 振动控制与运动稳定性**

研究先进结构和系统的振动控制及运动稳定性问题，发展基于现代智能技术的结构系统振动和运动控制，以及非线性振动抑制的理论和方法。

### **1.4 随机动力学**

发展航空航天领域中随机系统动力学行为、分岔、混沌及混沌控制与同步的研究，开展随机时滞系统、复动力系统、逼近方法、数值等方法的研究。

## **2. 机械结构强度方向**

### **2.1 先进材料（轻质结构材料，智能材料，复合材料等）的力学行为及其强度理论研究**

研究先进材料的力学特性、破坏行为、宏-细-微观本构关系、失效模式与强度理论、损伤演变与破坏准则等，探索先进材料失效机理，发展多尺度失效理论、建立强度失效准则。

## **2.2 复杂条件下机械结构强度问题研究**

研究机械结构/材料在复杂环境下（高温、腐蚀、潮湿等）、复杂载荷（如动态载荷、多场耦合载荷）条件下的强度问题，发展复杂条件下机械结构强度的新理论。

## **2.3 轻质整体结构的优化设计理论与技术**

研究轻质整体结构材料-铺层（或微结构）-结构的协同优化设计，解决复合材料结构优化设计和长寿命高可靠性设计等难题，实现复合材料结构的长寿命、高可靠性、重量最轻以及多功能一体化的设计目标。

## **2.4 结构耐久性/损伤容限设计与评定**

研究三维疲劳断裂损伤理论、长寿命超大尺寸壁板耐久性/损伤容限评定、增材制造整体结构耐久性/损伤容限评定、飞机结构强度实时损伤监测技术等。

# **3. 振动利用和精密驱动方向**

## **3.1 超声电机的高性能化及关键技术**

有效提高各类超声电机性能的方法；超常环境下工作的超声电机的工作特性、摩擦磨损规律、设计方法、相关功能材料等；非共振型压电马达的结构设计以及驱动控制方法。

## **3.2 压电作动器与换能器**

各种压电作动器以及高性能超声换能器，具体包括但不局限于下列方面：微纳操控装置及声学钳、声处理装置、医学应用超声换能器以及用于机械加工、3D 打印以及超声纳米加工等。

### **3.3 压电作动器在航空航天等领域的应用**

结合航空航天、武器装备等领域应用环境的特点，研究提高压电作动器的环境适应性的设计方法与制造工艺；压电作动器环境适应性的实验方法和评价准则；典型故障的分类分析与解决方案等。

### **3.4 驱动与换能技术中的基础科学问题**

换能过程中的非线性及耦合场；高性能新颖换能材料；高性能换能与振动能量回收方法；换能器多维输出振动的控制；高能量效率小型超声换能器；高稳定性小型超声换能器等。

## **4. 微纳系统力学方向**

### **4.1 微纳功能材料和结构力学行为的实验研究**

发展研究微纳米材料力学性能的实验技术，尤其是标准加载环境下的材料试验技术；开展功能材料和器件受力后的性能改变和调控实验研究；开展结构材料原位力-电-光多场耦合实验研究。

### **4.2 多尺度建模、计算和理论探索**

开展低维微纳米功能材料的力-电-磁-光-热耦合理论研究；功能材料多尺度建模和计算分析；开展微纳米结构-生物结构复合体系的计算和模拟研究；发展跨空间、时间和物理尺度的分析方法和大规模计算技术。

### **4.3 新型微纳器件的原理设计、制备和表征**

开展面向工程应用的新型微纳器件原理探索；开展新型微纳功能材料的制备、表征和器件构筑及测控技术研究；纳米功能材料构筑器件时基底、电极和几何构型等对器件性能的影响规律；开展基于新型

微纳功能材料的传感、探测和驱动器件研究。

#### **4.4 复杂环境下微纳米结构破坏力学和先进材料设计分析**

针对重要工程结构材料和功能材料在高温等复杂环境或多物理场作用下的微纳观破坏机理、多尺度损伤演化规律等进行多尺度建模、大规模计算分析或实验探索。

优先支持将微纳米力学理论和技术与实际工程问题相结合的研究。鼓励利用本实验室先进的实验、计算和测试等研究条件开展双方都感兴趣的研究工作，鼓励通过实验室开放基金支持开展实质性合作。

### **5. 智能材料与结构方向**

#### **5.1 航空航天飞行器结构的减振降噪技术**

针对航空航天飞行器结构的主动、半主动减振降噪的理论、方法与实现技术开展研究；开展大型航空飞行器结构的振动控制、舱内噪声控制等研究。

#### **5.2 飞行器自适应结构技术的研究**

研究飞行器自适应结构的理论、分析方法、设计技术，智能蒙皮技术，自适应结构的驱动技术等；开展智能传热与流动控制的理论与方法等研究。

#### **5.3 飞行器结构健康监测与无损检测**

研究基于光纤的健康监测技术、基于压电的健康监测技术、健康监测中的传感技术、基于波动理论和电磁涡流的无损检测方法、健康监测和无损检测中的信号处理理论与方法、结构的寿命预测理论与方法等。

#### 5.4 功能材料与器件

研究用于智能结构传感器和驱动器的功能材料与器件的制备、表征及性能测试等。