2022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：** 机载光电跟瞄系统主被动一体化减振技术研究

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**

机载光电平台作为无人机的有效载荷，在军用、警用、民用等领域发挥着重要作用，对我国国防安全及国民经济发展具有重大的战略意义。然而，在机载光电跟瞄系统的实际应用中，由于振动影响无法实现对目标对象的准确跟踪与瞄准。

光电平台所受振动形式复杂，呈现多源振动、多维振动、宽频振动的特点。不仅受到发动机振动、气流变化引起的振动、设备安装不平衡产生的失调振动等一系列机载平台振动，还受到跟瞄系统本身速度、姿态等动作变化引起的振动。光电平台工作过程中，受到的扰动同时来自多个方向，不同方向的振动耦合会产生角振动，因此要求隔振系统具备同时对多方向振动干扰隔离的能力。不同振源产生的激振频率不同，同时伴随非线性激振频率耦合，单一的主动或被动隔振技术难以满足宽频段下的高效隔振目标。

基于当前研究的不足以及光电平台的隔振需求，开展主被动一体化减振技术研究。主要研究内容包括：

（1）机载平台振动特性分析

机载光电平台振动信息复杂而多变，对振动信息的掌握是开展主被动隔振设计的前提条件。考虑整体系统精度要求，分析周期性振动对平台跟瞄精度输出的影响，明确线振动和角振动的精度影响规律。采用模态分解法对机载振动的频谱特性进行分析，对分解过程中产生的模态混叠现象进行聚合经验模态分解，获得其中的主要振动的频率、强度和时间分布情况，开展针对性的隔振设计。

（2）主被动一体化隔振系统总体方案设计

考虑致动器输出饱和、行程限制以及振动信息宽频段的特点，设计一种音圈电机和非线性被动隔振器组合的主被动一体化作动器，利用被动隔振系统隔离高频段振动，低频段振动信号采用主动减振系统抑制，实现振动信号全频段的有效衰减。考虑振动信号的多维特性，设计一种基于主被动一体化作动器的模块化六维正交减振平台。

（3）多维隔振系统动力学建模及特性分析

考虑主被动隔振器的组合形式，建立单个一体化隔振器精确动力学模型。在此基础上，结合采用立方体几何构型的Stewart六自由度隔振平台结构特点，开展多维隔振系统动力学建模研究。研究六自由度平台的刚体动力学特性，分析多个运动自由度之间的耦合关系和外部扰动力的传递关系。研究作动器振动条件下的隔振平台振动模态和各模态的谐振峰值分布，并分析通过主动控制作动器产生等效刚度和等效阻尼时，平台振动特性的变化规律。

（4）隔振系统振动抑制的控制方法研究

针对振动信号的频率分布、能量分布、振幅谱密度等具体特征，基于六维隔振平台的动力学模型及鲁棒控制理论，建立包含刚度、 阻尼参数摄动的模型， 设计鲁棒控制器，降低隔振系统存在的各种模型不确定性及外部随机干扰等非结构不确定性影响，并进行六维正交隔振平台仿真分析。

（5）实验研究

开展样机结构研制，完成硬件开发，搭建试验平台。进行系统动力学参数辨识，基于此开展隔振系统振动测试，验证控制算法的有效性，检验所提出的多维主被动一体化隔振系统的减振能力。

**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“面向复杂服役环境的大型雷达天线自动对接方法与关键技术研究”，经费60万；国防科技创新特区项目，经费300万。

2022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：** 复杂机电系统智能故障诊断技术研究

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

随着信息技术和智能技术的快速发展，地面武器装备日益呈现大型化、自动化、高精度、实战化等发展趋势，未来战争将是智能化、无人化战争。部署在高原、沙漠和岛礁等极端环境下的大型装备，如何实现20年服役周期内无人值守和高可靠工作是个巨大的挑战。

大型地面装备在服役过程中，还要承受长期服役环境下外部温度和湿度等环境变化的作用，使得系统中的关键承载、传动部件发生性能衰退或破坏，内部容易产生缺陷和损伤。为保证研究极端服役条件下地面装备的持续安全、稳定可靠运行，必须发展成熟的机电设备状态监测与健康管理手段，对系统中的关键零部件的早期故障进行有效地检测和提取故障特征，避免由于故障发现不及时而引发的严重事故，是国防装备发展的重要技术方向。

主要研究内容：

1、基于机器学习的旋转机械部件健康监测与故障诊断算法研究

轴承、回转支承系统、丝杠、齿轮等是典型机电系统中最常用的零部件，在机械系统中起到承载和传动的作用，其工作状态直接影响整机的工作状态和性能，因此必须开发适用于实际工况下的故障诊断技术，显示对监测数据的“端到端”智能处理。

2、基于光纤传感的机械构件健康监测与损伤识别算法研究

板状、筒状结构件在机械系统常作为关键承重件，当其出现损伤裂痕时，必须及时进行替换维修，防止机械系统发生失效。开发基于分布式光纤系统的结构件损伤监测与识别技术，对关键承重件在随机应力下的冲击状态进行实时监测与损伤评估，并开展损伤定位识别。

3、基于嵌入式系统的健康监测系统开发

面向实际工业应用场景，基于低功耗小型嵌入式系统，开发专用的嵌入式高速多通道数据采集及处理板卡，对典型的温度、应力应变、振动、光纤等典型监测物理量信息进行并行高速采集，并基于FPGA芯片开发专用的小型深度学习网络芯片，方便智能诊断算法在小型嵌入式平台的部署和高速运算。

**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“面向复杂服役环境的大型雷达天线自动对接方法与关键技术研究”，经费60万；国防预研项目，经费210万。