

1. 博士论文研究方向： 阵面结构分布式精确测量与健康监测智能方法研究

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

随着大型天线阵面技术的发展，阵面集成度及智能化要求将越来越高。车载机动雷达工作于野外恶劣环境，在服役和运输过程中会遭受外部冲击和复杂振动作用，导致阵面结构单元发生损伤和失效，严重影响雷达系统正常稳定运行。因而，对大尺度阵面结构进行实时监测和准确高效的损伤识别与评估是保障雷达系统对敌探测威慑力的重要保障。为此利用大尺度、多单元阵面结构的分布式动态响应信息对雷达结构进行智能损伤识别，是保证大型刚柔耦合雷达天线长周期服役安全的关键所在。结合光纤测量和深度学习技术和实现感知-评估一体化以满足多源载荷作用下的天线结构“自感知”和整体健康状态“自监测”需求，对敌方目标精确与稳定探测具有重要意义。在与科研院所相关部门前期多次论证的基础上，规划面向复杂服役条件下雷达天线物理量智能感知与健康监测关键技术研究博士课题，主要研究内容简介如下：

1) 面向承载结构的光纤分布式测点布局优化

基于结构动力学与数值仿真对包含天线面板、伸缩臂、折展结构、支撑桁架的天线阵面进行计算模态分析。研究车致交变振动和动态风载下的承载结构动态响应特性。结合模型降阶、特征聚类 and 智能优化算法，考虑Fisher信息矩阵、结构应变能和光纤布设路径等因素构建传感布局准则构建目标价值函数。通过优化求解获得分布式测点最优布局策略。

2) 力热耦合作用下的天线阵面应求解耦方法

考虑结构应变和环境温度对光栅结构和光学特性的影响，揭示不同环境因素对光纤反射谱的规律。通过数值仿真与实验相结合的手段，建立不同应变、温度作用下光栅反射谱数据集。根据光谱分段曲率信息、基于多通道卷积滤波器实现反射光谱细粒度特征提取，通过多层拟合网络得到光谱图像对应的结构应变和环境温度回归结果，实现耦合条件下的光纤测量参量精确解耦。

3) 复杂工况下阵面桁架异常检测与损伤识别

考虑天线阵面在野外车载环境下监测信号信噪比低的特性，对分布式测点解耦出的多通道应变变量进行降噪处理。采用深度自编码器对健康状态下的多通道信号进行建模，通过传感关联分析构建多测点相关性矩阵，采用特征聚类方法识别结构化矩阵中的异常节点。将异常通道应变信号的编码特征与基准型号进行比对，通过相关系数变化程度判断结构异常程度与损伤状态。

4) 智能化阵面结构模拟实验系统搭建与验证

在上述关键技术研究的基础上，研制大口径米波智能雷达天线阵面，开发光纤应求解耦、损伤监测等软件模块，整合研究团队已有的雷达自动举升机构、旋转平台及各类传感器系统等，建立大折展比雷达天线验证平台。在雷达天线自动架设试验系统上，结合天线实际工作环境，开展智能阵面布局优化，复杂工况下的多通道动态应变精确测量等试验，并依据试验结构，修正所建立的理论模型，调整各类传感器参数及理论，验证并完善本项目所提出的分布式传感布局优化、应求解耦精确测量、结构异常监测和算识别智能方法。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

某卓越科学基金，经费500万

1. 博士论文研究方向： 面向激光定向能装备的光电系统精密跟踪技术

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

光电系统精密跟踪技术是航空、航天领域的核心技术之一，主要实现对目标的实时探测、跟踪与捕获等，是集光学、机械、电控等学科为一体的复杂交叉技术。被广泛应用于各类武器装备与防御系统，也被用于航空观测设备以实现探测区域低空侦察与预警。随着任务难度不断提高和工作环境的复杂化，对光机系统成像质量、探测距离、跟踪定位精度等要求越来越高，需要传感器技术、目标跟踪定位以及伺服控制等领域的不断突破。光电跟瞄系统通常以车载、舰载、机载、星载等运动平台为载体，工作条件较为恶劣，需要具备很好的动态抗扰性能和在复杂场景下的探测能力。为了进一步提高光电跟瞄系统在运动平台上的扰动抑制能力和精密跟踪能力，开展面向目标跟踪与定位的精密光机系统研究，主要研究内容简介如下：

1) 反无人机光电平台系统与目标跟踪策略

采用复合轴控制策略，基于输入指令引导双轴转台对目标进行粗跟踪，再由快反镜调节光轴对准目标；在图像层面，先基于粗电视大视场完成对多目标的稳定捕获、再由精电视对跟瞄区域放大实现对单个目标的精确跟踪。

2) 面向动态场景的无人机多目标跟踪方法

引入LSTM进行单目标的轨迹跟踪和预测，考虑目标间的交互信息对轨迹运动的影响，建立多目标的交互关系模型；最后，建立个体运动轨迹和全局运动的融合方法，生成最终运动预测，完成目标数据关联与目标自动编号。研究过程中考虑遮挡等问题导致的目标暂时丢失，分析对丢失目标的关联与重检测方法。

3) 基于局部-全局特征关联的目标跟踪算法

设计用于目标整体跟踪的深度卷积网络并将全局特征与结构化的局部特征结合以构建目标的完备表示；最终运用孪生神经网络方法，分别获取目标模板与当前运动目标和标信息，通过匹配的方式最终完成对目标的稳定跟踪。

4) 基于多模特征筛选与融合的目标跟踪方法

针对红外与可见光图像双通道输入，构建耦合的并联特征提取网络，结合反卷积运算深度挖掘网络各层输出特征属性，建立特征筛选机制实现的网络输出轻量化，最终利用ECO相关滤波方法实现多不同分辨率特征融合。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

中国工程物理研究院战略技术装备发展中心”复合轴跟瞄控制验证装置“，经费255万  
中国科学院长春光学精密机械与物理研究所”高精度测量转台研制“，经费160万