

# 毫米波全国重点实验室开放课题重点课题申报指南

## (2026 年度)

### 一、重点课题定位

重点课题聚焦国家重大战略需求与行业“卡脖子”问题，支持“理论突破-技术攻关-系统验证”全链条创新，旨在培育具有全球竞争力的标志性成果。

### 二、重点支持方向与技术指标

#### 主攻方向 1：电磁空间智能计算

针对非合作目标雷达探测场景中实测数据稀缺、空间覆盖不足，以及仿真数据与实测数据在波形特征、噪声统计特性和场景语义方面存在显著差异、导致智能识别模型泛化能力受限的问题，研究窄带雷达回波或宽带 HRRP 或 SAR 图像的多维特征对齐方法；构建时频域联合配准模型，解决仿真与实测数据在空间分辨率、多普勒频移、极化响应等方面的失配；提出基于物理先验的误差补偿机制，以减弱仿真环境与真实场景之间的系统性偏差；进一步研究跨模态相似度度量与增强方法，实现仿真数据与实测数据的分布对齐；最终形成覆盖典型目标类别的仿真-实测联合样本集及质量评估规范，支撑小样本条件下的雷达目标识别模型训练与验证。

拟达到的指标包括：窄带雷达回波、宽带 HRRP 及 SAR 图像选择一种作为研究对象；仿真与实测数据分布差异指标 FID 较基线下降 $\geq 30\%$ ；标注完整率 $\geq 95\%$ ；数据生成效率 $\leq 5$  分钟/千帧；在实测样本少于 100 帧条件下，典型目标识别准确率 $\geq 85\%$ 。

#### 主攻方向 2：高效率宽带功放智能优化

针对射频宽带功放优化效率低、仿真开销大、代理模型精度不足等关键问题，开

展基础理论与核心技术攻关,推动功放设计向智能化、高效化、宽带化升级,为通信、雷达等领域核心器件自主可控提供技术支撑。

1. 功放优化算法和目标函数约束技术: 聚焦高效率宽带功放设计中效率、输出功率、增益与带宽以及负载阻抗约束等指标强冲突条件下的优化需求,构建统一的多目标优化框架和目标约束函数。解决多目标数约束下优化算法性能增强和功放优化性能提升的问题。功放优化算法在高维强非线性多目标问题中的收敛速度提升 30%以上; Sub-6GHz 高回退效率功放相对带宽提升至 85%以上。

2. 功放神经网络代理模型优化技术: 依托神经网络技术,研究匹配网络的多尺度特征表示和代理模型构建方法。要求能够精准表征拓扑变化对功放匹配网络中多端口 S 参数影响,实现多端口 S 参数预测误差 $\leq 3\%$ 。

### **主攻方向 3: 多频共享口径信息超材料的设计与实现**

针对当前无线通信在速率、频谱和覆盖范围上的关键瓶颈,开展基于信息超材料的电磁波多频段协同调控研究,致力于在单一硬件平台上实现多频段多功能复用,从而最大化频谱效率。主要包括多频段信息超材料的设计方法、频段间的互扰影响的解决和高性能多频段信息超材料阵列样件验证等多个方面,为突破传统硬件限制,打造低成本、高集成度的多功能通信系统提供硬件支撑。

拟达到的指标如下:工作模式为透射式,频带数量 $\geq 3$ 个,需覆盖 2.4GHz、5GHz 在内的多个 5G 频段;每个频带的相对带宽 $\geq 5\%$ ,透射幅度大于 -2dB,相位调制精度 2 比特;每个频带均可实现独立波前调控;对单一频段进行调控时,其他频段的相位波动小于 15 度,幅度变化小于 1dB;单元尺寸小于半波长,阵列样件需逐单元调控,可实现二维 - 60 到 60 度的波束扫描。

### **主攻方向 4: 超宽带数字阵列波束综合方法**

针对复杂电磁环境下多目标探测与抗干扰需求,开展超宽带数字阵列波束形成关

键技术研究。突破传统相控阵的窄带限制，重点解决超宽带信号导致的波束色散与孔径渡越效应，以及宽角扫描下的副瓣抬升问题。通过高精度分数延迟滤波与幅度加权联合优化，构建可实现低色散、低副瓣、多波束的超宽带数字波束形成体制，为雷达系统高分辨率探测与高生存能力提供硬件与算法支撑。

拟达到的指标如下：（1）工作瞬时带宽 $\geq 5\text{GHz}$ ；（2）支持真时延波束形成，突破窄带相位控制限制；（3）采用分数延迟滤波器结构，多项式阶数 $\geq 3$ ，子滤波器长度 $\geq 16$ ；（4）法向指向：峰值副瓣电平 $\leq -30\text{dB}$ ；宽角扫描状态：峰值副瓣电平 $\leq -25\text{dB}$ ；（5）多波束能力：同时支持 $\geq 3$ 个独立接收波束，支持灵活的波束跃度与指向切换；（6）波束扫描范围 $\geq 60^\circ$ 。

### **主攻方向 5：时分式多波束高速切换电路技术**

面向 6G 全场景卫星互联网多波束大带宽超高速通信需求，针对当前多波束相控阵收发机芯片存在的芯片面积过大难题，研究应用于多波束相控阵系统的移相器时分式高速切换技术。通过对移相器进行高速时分切换，使单个波控通道射频前端链路快速、循环地多波束复用，从而以精简的硬件实现多波束全连接功能，为 6G 卫星通信应用提供小型化低成本高能效的硬件支撑。

拟达到的指标如下：（1）移相范围 360 度；（2）3dB 带宽 $\geq 4\text{GHz}$ ；（3）移相位数 $\geq 6$  比特；（4）相位切换时间 $\leq 80\text{ps}$ ；（5）波束配置能力：单片支持 1 波束~8 波束移相状态灵活切换；（6）支持信号瞬时带宽：100MHz, 200MHz, 400MHz。

### **三、申报说明**

每个课题申请书应根据上述任一需求，围绕国内外现状、研究目标、研究内容、技术路线、可行性分析、研究基础和预期成果等展开论述。