

附件

移动信息网络国家科技重大专项
2027 年度项目申报指南
(公开竞争)

2026 年 8 月

目 录

任务方向一：5G 演进（5G-A）研发及应用	1
项目 1-1: 大规模 Ka 频段相控阵天线研制与验证	1
项目 1-2: 大规模 Ku 频段相控阵天线研制与验证	3
任务方向二：6G 关键技术研究	7
项目 2-1: 6G 无线智能化性能测试验证平台	7
项目 2-2: 面向 6G 的基于智能体的业务感知与在线编排关键技术与验证 ..	9
项目 2-3: 基于 6G 的组播广播应用场景及关键技术研究	11
项目 2-4: 面向 6G NTN 终端测试的高动态多星组网测试系统	13
项目 2-5: 同频同时全双工星地通信系统研制与验证	15
任务方向三：基础技术	18
项目 3-1: 功放低回退的分组调制高频无线传输与系统应用研究	18
项目 3-2: 太赫兹高密度封装阵列微系统	20
项目 3-3: AI Edge 边缘网络异构算力共享底座与开放性编程环境	21

任务方向一：5G 演进（5G-A）研发及应用

任务方向说明：5G 演进（5G-A）是移动通信技术由 5G 向 6G 演进的重要阶段，非地面网络（NTN）是 5G-A 重要的技术方向。2027 年，重点针对 Ka 和 Ku 频段星载大规模相控阵天线进行布局，有力支撑卫星互联网高速宽带和星地融合发展。

项目 1-1：大规模 Ka 频段相控阵天线研制与验证

（项目类型：重大关键共性技术类）

关键词：Ka 频段大带宽高速模数/数模转换芯片，多通道数字波束赋形芯片，Ka 频段数模混合相控阵天线

项目说明：面对卫星互联网宽带用户不断增长的容量需求，当前 Ka 频段模拟架构相控阵面临波束数量受限的问题，亟需开展 Ka 频段星载数模混合大规模毫米波相控阵天线的研制与验证，解决大规模毫米波相控阵散热与波束调度难题，推动毫米波频段天线向低功耗、数字化演进，提升波束数量和容量，实现星地宽带通信向更高通量发展。

研究目标：通过对星载毫米波数字化相控阵架构、多通道大带宽高速模数/数模转换芯片、多通道数字波束赋形芯片、机热一体化、多波束智能调度等关键技术的研究，增强通信容量与链路费效比，满足宽带通信迫切需求，推动毫米波相控阵向低功耗、低成本、高集成演进。

考核指标：完成多通道大带宽高速模数/数模转换芯片工程样片各不少于 2000 片、多通道数字波束赋形收/发芯片工程样片各不少于 200 片，满足相控阵天线功能、性能要求及

抗辐照要求；完成自适应数十波束级智能调度算法；基于所研芯片，研制星载多波束毫米波频段数模混合相控阵天线工程样机不少于 2 套，完成通信体制网络地面验证。

主要技术指标：

（1）星载大规模毫米波相控阵天线：

- 工作频率：17.3~21.2GHz（下行），27.5~31GHz（上行）；
- 波束数量：收发各不少于 64 波束；
- 单波束 EIRP： $\geq 40\text{dBW}@$ 法向、 $\geq 35\text{dBW}@$ 半锥角 51° 、 $\geq 33\text{dBW}@$ 半锥角 54° ；
- G/T： $\geq 7\text{dB/K}@$ 法向、 $\geq 2\text{dB/K}@$ 半锥角 51° 、 $\geq 0\text{dB/K}@$ 半锥角 54° ；
- 数字波束赋形总通道数与总阵元数的比值：不小于 0.25；
- 天线总功耗不大于 6000W，天线总重量不大于 60kg，发射天线面积不大于 0.2m^2 ，接收天线面积不大于 0.1m^2 ；

（2）多通道大带宽高速模数/数模转换芯片：

- 模数转换位宽、采样率：10bit，750Msps；
- 数模转换位宽、采样率：10bit，1.5Gsps；
- 数模转换芯片不少于 16 路数模转换通道，模数转换芯片不少于 16 路模数转换通道；
- 功耗：不大于 0.5W/通道；
- 芯片单粒子门锁 SEL 阈值： $\geq 37\text{MeV}\cdot\text{cm}^2/\text{mg}$ ；

(3) 多通道数字波束赋形芯片:

- 典型信号带宽与波束数量: 400MHz, 不少于 64 波束;
- 通道数: 不少于 16 通道;
- 功耗: 不大于 2.5W/通道;
- 芯片单粒子门锁 SEL 阈值: $\geq 37\text{MeV}\cdot\text{cm}^2/\text{mg}$;

(4) 申请发明专利不少于 10 项;

(5) 发表高水平论文不少于 5 篇。

实施期限: 3 年。

经费比例及支持方式: 中央财政投入与其他来源经费比例为 1:5, 鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用事前立项事后补助的中央财政支持方式。

申报方式: 公开竞争, 拟支持不超过 2 个团队。建议企业牵头, 鼓励产学研用联合申报, 联合单位 (包括牵头单位) 不超过 6 家。

项目 1-2: 大规模 Ku 频段相控阵天线研制与验证

(项目类型: 重大关键共性技术类)

关键词: Ku 频段幅相多功能芯片, 星载多波束 Ku 频段相控阵天线, Ku 频段相控阵卫星终端

项目说明: 面向天地融合网络的宽带化服务及能力演进需求, 星载 Ku 频段多波束天线存在孔径利用率低和成本要求高的限制, 同时 Ku 频段终端存在轻量化、低功耗要求, 亟需开展星载 Ku 频段多波束相控阵天线与 Ku 频段终端技术攻关, 推动我国卫星互联网系统在 Ku 频段向高性能、低成本方向演进。

研究目标：通过对机热一体化、多波束天线前段馈电网络、多波束调度等星载天线技术，以及终端天线、功放、幅相多功能芯片、变频芯片及高精度跟踪算法等的研究，形成星载多波束相控阵工程样机与终端样机，在实现终端低功耗低成本的同时，增强系统容量与跟踪精度，满足 Ku 频段高容量需求，支撑卫星互联网宽带通信发展。

考核指标：完成多波束 Ku 频段幅相多功能芯片工程样片研制，满足相控阵天线功能、性能及抗辐照要求；完成星载多波束 Ku 频段相控阵天线工程样机研制；提供用于星上发射和接收的幅相多功能芯片工程样片各不少于 5000 片，研发星载相控阵天线工程样机各不少于 2 套；研制 0.3m 收发共口径 Ku 频段相控阵卫星终端原型样机不少于 5 套；完成地面及在轨验证。

主要技术指标：

(1) 星载 Ku 频段多波束相控阵天线及芯片：

- 工作频率：10.7~12.75GHz（下行）、13.75~14.5GHz（上行）；
- 波束数量：单阵面收天线不少于 128（上行）波束，单阵面发天线不少于 32（下行）波束；
- 最大瞬时带宽：不少于 200MHz（下行）/50MHz（上行）；
- 单波束 EIRP：不低于 34dBW@法向、不低于 29dBW@半锥角 51°、不低于 27dBW@半锥角 54°；
- G/T：不低于 6dB/K@法向、不低于 1dB/K @半锥

角 51° 、不低于 -1dB/K @半锥角 54° ;

- 天线总功耗不大于 1100W ，天线总重量不大于 28kg ，发射天线面积不大于 0.64m^2 ，接收天线面积不大于 0.88m^2 ;

(2) 多波束相控阵芯片:

- 芯片移相、衰减器位数及范围: $6\text{bit}/0\sim 360^\circ$ 、 $5\text{bit}/0\sim 23.5\text{dB}$;

- 芯片发射 1dB 输出功率不低于 16dBm ，芯片接收通道噪声系数不高于 3dB (含封装插损);

- 幅相多功能芯片支持不少于 32 通道，全温最大功耗不高于 1W (发射) / 0.6W (接收);

- 芯片单粒子门锁 SEL 阈值不低于 $37\text{MeV}\cdot\text{cm}^2/\text{mg}$;

(3) Ku 频段相控阵终端:

- 载波带宽: 下行支持 50MHz 、 100MHz 、 200MHz ，上行支持 50MHz 、 100MHz ;

- 终端下行峰值速率不低于 $150\text{Mbps}@50\text{MHz}$ ，上行终端峰值速率不低于 $120\text{Mbps}@50\text{MHz}$;

- 0.3m 口径 Ku 相控阵天线:

- a. EIRP: 法向 EIRP 不低于 19dBW ，离轴角 60° 内不低于 12dBW ;

- b. G/T: 法向 G/T 不低于 -2dB/K ，离轴角 60° 内不低于 -8.5dB/K ;

- c. 尺寸: 长 $\leq 260\text{mm}$ ，宽 $\leq 240\text{mm}$;

- d. 天线跟踪精度 $\leq 1/5$ 半波束功率宽度;

● 终端样机重量 $\leq 2\text{kg}$ ，整机功耗 $\leq 35\text{W}$ ；

(4) 申请发明专利不少于 10 项；

(5) 发表高水平论文不少于 5 篇。

实施期限：3 年。

经费比例及支持方式：中央财政投入与其他来源经费比例为 1:5，鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用事前立项事后补助的中央财政支持方式。

申报方式：公开竞争，拟支持不超过 2 个团队。建议企业牵头，鼓励产学研用联合申报，联合单位（包括牵头单位）不超过 6 家。

任务方向二：6G 关键技术研究

任务方向说明：根据 3GPP 国际标准工作计划，2027 年将启动 6G 国际标准研制，2029 年将完成 6G 基础版本标准。2027 年，重点布局 6G NTN 终端测试系统、组播广播、无线智能化性能测试平台等，支撑 6G 产业发展。

项目 2-1：6G 无线智能化性能测试验证平台

（项目类型：重大关键共性技术类）

关键词：6G 无线智能，信道特征，参考模型，业务预测

项目说明：通信与人工智能的深度融合是 6G 关键技术方向之一，6G 智能化用例的运行涉及跨厂商模型能力交互、模型对齐、参考模型设计等内容，亟需构建支持基站、终端等设备智能化性能验证、跨厂商互联互通测试的验证平台，支撑 6G 智能技术的产业化落地。

研究目标：面向 6G 无线智能性能验证需求，研究基站与终端的智能化性能测试方法，开发测试参考模型、业务模拟、射频信号模拟、数字孪生动态场景库等测试工具，构建 6G 无线智能化性能测试验证平台，加快通智融合技术优化和产业成熟。

考核指标：完成 6G 无线智能化测试方法研究，研制测试工具，构建实验室和外场的 6G 智能化能力测试验证平台，满足 3GPP R21 标准的无线智能化测试验证要求，完成基站和终端的跨厂商、跨小区及多场景下的智能化性能验证。

主要技术指标：

(1) 平台包含不少于 5 个基站样机和 10 个终端样机的外场测试验证环境，满足 3GPP R21 标准的无线智能化测试验证要求，支持跨厂商对接测试和设备性能测试；

(2) 平台支持信道特征智能匹配的测试验证，面向信道状态反馈等基站和终端协同推理的双边 AI 模型用例，构建测试参考模型，测试基站或终端设备的智能化性能增益，支持至少 3 种差异化模型结构，并兼容 .onnx、.pth 等主流模型部署格式；面向信道估计、信道预测等单侧 AI 模型用例，构建涵盖多信噪比梯度、多类信道模型、多信号带宽等的动态测试场景，支持单侧 AI 模型性能验证；

(3) 平台支持基于业务预测和测量预测的智能技术测试，验证多终端、多基站场景下的智能调度、智能移动性管理等技术性能，包含资源利用率、吞吐量、业务连续性、切换性能等；完成业务流量模拟工具开发，支持不少于 5 种特征的业务流量参考模型；基于数字孪生技术，完成场景模拟工具研发，形成不少于 10 套终端移动轨迹和信道测量的复合数据集；

(4) 平台支持硬件智能化的测试验证，在多终端并发接入、跨厂商终端混合组网场景下，完成基于 AI 的硬件非线性自适应补偿、工作参数自适应调整等智能优化能力的测试验证；开发射频信号模拟工具，支持自定义建模和可控非线性失真的注入，同时可适配宽频、多模、多发射功率等级等复杂测试场景，形成自动化测试工具与测试脚本库；

(5) 制定不少于 5 本测试规范，完成至少 3 家厂商设备

的测试验证和对接测试；

（6）提交国际和国内标准化文稿不少于 10 篇，其中被采纳文稿不少于 4 篇；

（7）申请发明专利不少于 10 项。

实施期限：3 年。

经费比例及支持方式：中央财政投入与其他来源经费比例为 1:2，鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用前补助的中央财政支持方式。

申报方式：公开竞争，拟支持不超过 1 个团队，每团队联合单位（包括牵头单位）不超过 8 家。

项目 2-2：面向 6G 的基于智能体的业务感知与在线编排关键技术与验证

（项目类型：重大关键共性技术类）

关键词：6G 网络智能体，6G 业务意图感知，6G 在线编排

项目说明：6G 网络将面临千倍流量、多模态业务、差异化体验保障等新挑战，传统“人工配置+静态协议”的网络无法感知准确业务意图，差异化体验保障的网络功能编排响应时间达天级甚至更长，难以满足 6G 沉浸式业务、智能体通信等场景的多模态确定性需求。亟需研究网络增强意图感知和实时网络功能编排等关键技术，提升资源利用效率和用户体验。

研究目标：通过对终端意图感知、功能编排等网络智能化技术的研究，提升网络对终端意图请求的响应速度和网

络功能实时编排效率；研究智能体本身运行的性能监控、故障检测等智能体运维管理机制，提升系统稳定性和可靠性；推进 6G 国际标准化工作。

考核指标：完成业务感知与在线编排智能体定义及功能模型的研发，构建支持不同业务意图快速响应和差异化保障的原型验证系统，完成网络对终端意图请求快速响应、网络功能实时编排与配置、智能体故障检测与实时故障旁路等性能验证，提升 6G 网络快速响应、实时保障和可靠运行的能力。

主要技术指标：

（1）提出并验证 6G 业务感知与在线编排智能体的意图感知技术，定义智能体功能模型与接口协议，实现网络对终端意图请求的快速响应。从终端发起业务意图请求，到生成下发编排策略，时延不高于 1 秒；

（2）提出基于 6G 业务感知与在线编排智能体的在线网络功能编排与实时配置技术，在满足用户体验需求的情况下，相比于传统“人工配置+静态协议”，网络功能编排响应时间显著降低，智能体在线编排和策略配置时间从非 AI 模式的天级，降低至不高于 2 分钟；

（3）提出面向网络智能体的性能监控、故障检测、故障旁路关键技术，具备从感知分析到决策、验证、执行、评估的完整闭环能力，网络功能异常检测和旁路响应时延不高于 2 秒；

（4）搭建原型系统，支持不少于 2 类业务（如沉浸式

业务、移动 AI 业务、具身智能、低空无人机等）的差异化服务意图感知和网络功能编排等技术验证，并支持性能监控、故障检测、故障旁路能力，满足上述功能和性能指标；

（5）提交国际标准化文稿不少于 20 篇，其中被采纳文稿不少于 5 篇；

（6）申请发明专利不少于 10 项。

实施期限：2 年。

经费比例及支持方式：中央财政投入与其他来源经费比例为 1:3，鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用事前立项事后补助的中央财政支持方式。

申报方式：公开竞争，拟支持不超过 2 个团队。建议企业牵头，鼓励产学研用联合申报，联合单位（包括牵头单位）不超过 8 家。

项目 2-3：基于 6G 的组播广播应用场景及关键技术研究

（项目类型：重大关键共性技术类）

关键词：6G 组播广播，6G 网络协同，6G 业务融合

项目说明：高功率高塔组播广播具备低成本和广覆盖优势，与蜂窝网的协作可以增强广播能力，提升包括应急广播、直播加互动等场景的服务能力。亟需开展组播广播服务场景和关键技术研究，实现与蜂窝网的服务协同和业务融合。

研究目标：明确高功率高塔组播广播应用场景。基于 6G 空口技术，通过对组播广播技术体系和与蜂窝协同的传输关键技术研究，实现组播广播服务能力和传输可靠性提升，完成面向手机的视频业务融合接收，支撑新型广播电视业务。

考核指标：提出基于 6G 空口技术的高功率高塔组播广播与蜂窝协同的技术体系；完成由智能组播广播网关、通信基站和高功率高塔组播广播站组成的协同传输系统研制；完成基于广播频段的高功率高塔组播广播试验验证。

主要技术指标：

(1) 提出基于 6G 的高功率高塔组播广播应用场景需求和协同传输技术体系，支持与蜂窝单播的融合传输、多流服务接续和多流汇聚传输；

(2) 提出基于 6G 空口技术的组播广播关键技术，单站覆盖半径不低于 25km，平均谱效不低于 3bps/Hz，支持多流服务接续与多流汇聚传输，流切换时延小于 100ms；

(3) 研制由智能网关、通信基站和高功率高塔组播广播站组成的协同传输系统，支持多路流量选路、切换与分流的协同传输，智能网关数据处理时延小于 10ms，数据输出速率波动小于 30%；

(4) 研发由 1 个高功率高塔组播广播站和不少于 20 个通信基站组成的组播广播试验环境，采用广播频段，面向手机开展视频直播、多流服务接续和流量弹性分担的技术验证，误码率不高于 $1e-6$ ；相比于地面数字电视，平均卡顿次数减少 15%，平均卡顿时长减小 10%；

(5) 提交国际和国内标准化文稿不少于 15 篇，其中被采纳文稿不少于 5 篇；

(6) 申请发明专利不少于 5 项，其中 PCT 国际发明专利不少于 2 项。

实施期限：3 年。

经费比例及支持方式：中央财政投入与其他来源经费比例为 1:3，鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用事前立项事后补助的中央财政支持方式。

申报方式：公开竞争，拟支持不超过 1 个团队。建议企业牵头，鼓励产学研用联合申报，联合单位（包括牵头单位）不超过 8 家。

项目 2-4：面向 6G NTN 终端测试的高动态多星组网测试系统

（项目类型：重大关键共性技术类）

关键词：高动态多星组网终端测试系统，卫星互联网网络多载荷协同模拟，GNSS 星座及融合星历模拟

项目说明：低轨卫星互联网的高动态空间拓扑演进对终端无线性能提出了严峻挑战，现有卫星终端测试解决方案存在诸多局限，无法构建多星协同、通导协同、动态拓扑切换、星座间干扰等高动态组网场景的效能评估能力，亟需开展高动态多星组网终端测试技术研究，构建测试环境，支撑我国卫星互联网产业快速发展。

研究目标：通过对卫星互联网网络多载荷协同模拟、GNSS 星座及融合星历模拟、可重构卫星通信干扰波形生成等关键技术的研究，构建趋近真实的高动态复杂测试模型，形成全场景、高性能、可扩展的测试系统及标准化测试用例集，满足我国卫星互联网终端的系统级测试要求。

考核指标：完成多维协同的卫星互联网网络模拟软硬件

架构设计及关键技术的研发，构建面向 6G NTN 的卫星互联网高动态多星组网终端测试系统，并完成核心功能与关键性能验证。交付满足我国卫星互联网产业测试需求的测试系统 2 套，与不少于 2 家卫星互联网终端厂商完成联调联试。

主要技术指标：

（1）支持 3GPP NTN 网络模拟，建立面向 6G NTN 的覆盖协议层、物理层、信号层的测试指标库，实现测试流程自动化、数据可视化与结果可追溯；系统软件具备平滑升级能力，支持未来卫星通信标准体制演进；

（2）支持工作频段：L、S、C、Ku、Ka 波段；

（3）支持不少于 100 颗卫星的动态拓扑模拟，支持不少于 8 颗卫星实时互操作模拟，支持多载荷独立配置与动态调度，可实现波束切换、星间切换等真实运行场景模拟；

（4）支持 GNSS 多星星座模拟及融合星历模拟；支持高动态空间信道模拟，能够精确模拟低轨卫星高速运动带来的非平稳多普勒效应，多普勒频移范围覆盖 $\pm 25\text{ppm}$ ；支持通信信号、导航信号、空间信道的联合动态调整，模拟真实环境下卫星终端的相对位置和绝对位置高动态变化，构建车载、船载、机载、高速飞行器等复杂终端运动轨迹及终端姿态，模拟角度覆盖 $\pm 180^\circ$ （俯仰/横滚），开展高动态场景下的卫星互联网终端接入稳定性、通信连续性等性能测试；

（5）支持全球主流卫星通信信号干扰特征库模拟，涵盖 FDMA、TDMA、SDMA、OFDMA 等多址接入体制，以及 QPSK、16QAM、256QAM 等调制方式，实现低轨卫星、

中轨卫星、高轨卫星等多类型干扰信号融合模拟；支持雨衰、云衰、大气衰减等自然环境干扰模拟；支持干扰场景测试，构建标准化干扰场景库，支持同频干扰、邻道干扰、窄带干扰、宽带干扰的参数化配置，干扰信噪比范围覆盖-20dB 到 30dB；可复现星间干扰、地面干扰、多星座叠加干扰等复杂运行场景，验证终端的抗干扰体制与鲁棒性；

（6）支持场景化测试方案，提供定制标准化测试场景包，包括低轨卫星过顶切换场景、多星并发接入场景、强干扰通信场景、高速移动终端场景等不少于 4 个场景，支持“一键式”场景配置与测试执行；

（7）提交国际和国内标准化文稿不少于 20 篇，其中被采纳文稿不少于 10 篇；

（8）申请发明专利不少于 5 项。

实施期限：3 年。

经费比例及支持方式：中央财政投入与其他来源经费比例为 1:3，鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用事前立项事后补助的中央财政支持方式。

申报方式：公开竞争，拟支持不超过 2 个团队。建议企业牵头，鼓励产学研用联合申报，联合单位（包括牵头单位）不超过 6 家。

项目 2-5：同频同时全双工星地通信系统研制与验证

（项目类型：重大关键共性技术类）

关键词：同频同时全双工，轻载荷低复杂度自干扰消除，小型化全双工地面设备

项目说明：随着天地一体化网络的快速发展，卫星业务规模正在持续扩大，迫切需要提出具有更高效率和更灵活的新型通信技术。同频同时全双工（CCFD）通信将发射和接收信号设置在同一频率和时间上，可以实现通信系统速率大幅度提升，亟需开展同频同时全双工星地通信系统的研制与验证，突破核心技术瓶颈，验证技术可行性。

研究目标：研究适合卫星轻载荷低复杂度自干扰消除算法，达到低于底噪的消除效果；研究执行算法的信号处理和器件执行流程，确保自干扰消除的精准性；研制以小型化为目标的新型全双工地面设备，并与星载设备高效适配；完成整个系统在轨验证测试，实现星地同频同时全双工双向链路通信。

考核指标：完成同频同时全双工卫星通信系统，包括 1 套星载同频同时全双工设备和 2 套同频同时全双工地面设备，通信模式为点对点通信。完成卫星与地面同频同时全双工在轨测试验证，满足技术指标，能够进行功率控制，不对同邻频合法业务造成有害干扰。

主要技术指标：

（1）CCFD 卫星设备：

- 工作频率：5.8GHz（具体为 5815~5835MHz）；
- 通信带宽：20MHz；
- 上行通信速率：≥40Mbps；
- 下行通信速率：≥40Mbps；
- 通信误码率：≤ 10^{-6} ；

- 自干扰抑制能力： $\geq 120\text{dB}$;

(2) CCFD 地面设备:

- 工作频率： 5.8GHz (具体为 $5815\sim 5835\text{MHz}$) ;
- 通信带宽： 20MHz ;
- 上行通信速率： $\geq 40\text{Mbps}$;
- 下行通信速率： $\geq 40\text{Mbps}$;
- 天线俯仰角限制： $\geq 20^\circ$;
- 通信误码率： $\leq 10^{-6}$;
- 自干扰抑制能力： $\geq 120\text{dB}$;

(3) 申请发明专利不少于 3 项;

(4) 发表高水平论文不少于 5 篇。

实施期限：2 年。

经费比例及支持方式：中央财政投入与其他来源经费比例为 1:3，鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用事前立项事后补助的中央财政支持方式。

申报方式：公开竞争，拟支持不超过 1 个团队，建议企业牵头，鼓励产学研用联合申报，联合单位（包括牵头单位）不超过 8 家。

任务方向三：基础技术

任务方向说明：该方向重点支持面向移动信息网络发展的突破性、原创性前沿基础技术研究及验证，支撑未来移动信息网络高质量发展。2027 年，重点围绕太赫兹、AI Edge、分组调制等前沿技术方向进行布局。

项目 3-1：功放低回退的分组调制高频无线传输与系统应用研究

（项目类型：重大关键共性技术类）

关键词：功放回退，分组调制，功放效率

项目说明：随着无线通信频段向毫米波迁移，功放效率的提升面临器件寄生、高频损耗等技术瓶颈。针对毫米波器件功率效率低下问题，亟需针对功放工作在非线性区域的全新方法开展研究，有效提高发射机的功率效率，显著改善地面毫米波高频段通信以及卫星通信等应用效能。

研究目标：通过对功放工作在非线性区域的分组幅相约束无线传输方法的研究，提出基于分组调制的基带和射频联合设计无线传输技术方案，显著减少功放回退，大幅提升功率效率。在高频地面移动通信、星地通信以及星间链路场景完成应用验证。

考核指标：完成 3 款毫米波芯片和射频模组研发，构建基于自研毫米波芯片的试验系统，开展基于分组调制技术的地面移动通信试验以及星地通信和星间链路的地面验证实验，实现功放回退减少和功放效率提升。

主要技术指标：

(1) 完成基于分组调制的基带和射频联合设计高效无线传输技术方案，同时也支持 5G 的星座图；

(2) 研发支持地面移动通信时分双工的毫米波芯片和射频模组，频段 24.25~27.5GHz，较同频段 5G 同等频谱效率下，功放的输出功率回退减少不低于 3dB；

(3) 研发支持星地通信频分双工的毫米波芯片和射频模组，频段 27.5~31GHz/17.7~21.2GHz，较同频段 5G 同等频谱效率下，功放的输出功率回退减少不低于 2dB；

(4) 研发支持星间链路频分双工的毫米波芯片和射频模组，频段 110~170GHz，较同频段 5G 同等频谱效率下，功放的输出功率回退减少不低于 2dB；

(5) 试验演示系统：基于分组调制技术以及自研毫米波芯片和射频模组，研发试验系统，空口峰值速率不低于 10Gbps；相比采用 64QAM 调制的同频段 5G，高可靠弹性低复杂度的信道编译码器实现误帧率性能提升不小于 0.5dB，功放效率提升不低于 30%，物理层信号处理的时延不大于物理层的帧长时间；

(6) 提交国际和国内标准化文稿不少于 10 篇；

(7) 申请发明专利不少于 10 项，其中 PCT 国际发明专利不少于 2 项；

(8) 发表高水平论文不少于 10 篇。

实施期限：3 年。

经费比例及支持方式：中央财政投入与其他来源经费比例为 1:2，鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用前补助的

中央财政支持方式。

申报方式：公开竞争，拟支持不超过 1 个团队，每团队联合单位（包括牵头单位）不超过 8 家。

项目 3-2：太赫兹高密度封装阵列微系统

（项目类型：重大关键共性技术类）

关键词：晶圆级封装，太赫兹，微系统

项目说明：随着工作频率与系统集成度不断提高，太赫兹阵列微系统面临阵列二维扩展难、通道功率效率低、封装损耗大等突出问题。同时，太赫兹频段高密度封装集成还存在通道热堆积显著、制备精度不足导致的集成效率受限等技术难题。亟需开展晶圆级太赫兹三维封装与阵列微系统研究，为上述瓶颈问题提供新的技术路径与架构解决方案，提升高端射频装备综合性能。

研究目标：搭建太赫兹频段晶圆级三维封装工艺平台，通过高可靠增材、高精度电镀与植球等方式实现三维封装内部热流垂直通道的构建，解决太赫兹高密度集成下散热困难、连接损耗大等工艺挑战。研究尺寸约束下太赫兹阵列微系统架构和通道输出功率效率提升技术等，依托三维晶圆级封装工艺平台，实现太赫兹阵列微系统集成技术的突破。

考核指标：搭建太赫兹频段晶圆级三维封装工艺平台，完成太赫兹高密度封装阵列微系统样件研发，构建波束赋形验证系统并完成功能、性能验证；在 6G 典型场景中完成原理样件的应用验证。

主要技术指标：

(1) 三维晶圆级封装工艺平台能力：再布线层不少于 4 层，集成互连最小线宽和最小线间距不超过 $5\mu\text{m}$ ，TxV 连接损耗不高于 $2\text{dB}@140\text{GHz}$ （工作带宽不小于 20GHz ），高精度倒装最高对准精度优于 $\pm 500\text{nm}$ ，扇出型封装最高导热系数 $\geq 5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；

(2) 太赫兹芯片：工作频率不低于 130GHz ，工作带宽不小于 20GHz ，通道输出功率不低于 13dBm ，通道数不小于 4；

(3) 封装阵列微系统样件：工作频率不低于 130GHz ，工作带宽不小于 20GHz ，单封装集成样件阵元个数不小于 256，EIRP 不低于 50dBm ，波束扫描范围不小于 $\pm 25^\circ$ ，样件阵面尺寸不超过 $5\text{cm}\times 5\text{cm}$ ，样件重量不超过 0.8kg ，可支持传输距离不小于 1km 应用场景；

(4) 申请发明专利不少于 5 项；

(5) 发表高水平论文不少于 10 篇。

实施期限：2 年。

经费比例及支持方式：中央财政投入与其他来源经费比例为 1:2，鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用前补助的中央财政支持方式。

申报方式：公开竞争，拟支持不超过 1 个团队，每团队联合单位（包括牵头单位）不超过 8 家。

项目 3-3：AI Edge 边缘网络异构算力共享底座与开放性编程环境

（项目类型：重大关键共性技术类）

关键词：6G AI Edge，异构算力互联，软件定义互联芯片，全栈互联软件

项目说明：6G AI Edge 面临异构算力互联壁垒，难以灵活满足智能业务实时性、高带宽、海量并发、确定性的要求。亟需突破异构算力的互联互通瓶颈，通过具备软件定义能力的异构互联基座以及面向异构算力的全栈互联软件，为多样化智能场景提供灵活支撑。

研究目标：通过对异构算力互联互通与组网架构、软件定义互联芯片设计方法学、边缘全栈超低延迟传输等关键技术的研究，以及异构算力互联软件栈与编程环境的研制，形成异构算力底座，支撑异构算力高效互联，灵活满足“强实时、大吞吐、高并发、高可靠”的多特性场景需求。

考核指标：完成异构算力互联互通、软件定义互联芯片与全栈超低延迟等关键技术研究，完成面向异构算力互联的软件栈与编程环境研制，完成 AI Edge 异构算力共享底座原型研发，构建 AI Edge 多特性智能应用场景并完成测试验证。

主要技术指标：

（1）完成支持异构算力互联互通的 FPGA 互联原型研制，支持 ≥ 5 种异构算力互联；

（2）研究软件定义互联芯片设计方法学，形成相关设计规范体系，完成至少 1 款软件定义互联芯片 FPGA 原型研制，软件定义覆盖强实时、大吞吐、高并发、高可靠等不少于 4 种场景；

（3）提出全栈超低延迟技术方案，从网络传输层到物

理层双向全栈低延迟 $\leq 1\mu\text{s}$ ，网络互联 P99 RTT $\leq 1\mu\text{s}$ 。具备零丢包的能力，并在网络多打一（不低于 5 打 1）场景下完成验证；

（4）完成异构算力互联软件栈与编程环境研制，包含异构算力集合通信库、Edge MPI 原语及编程环境，支持 Edge MPI 硬件卸载。异构算力集合通信库统一抽象支持 ≥ 5 种异构算力。在硬件配置、网络拓扑完全相同及业务满负载的条件下，相较于不应用 Edge MPI 硬件卸载的纯软件基准测试场景，业务测试的互联网带宽利用率提升不低于 60%；

（5）研制一套 AI Edge 异构算力共享底座与开放性编程环境原型系统，在 BBU、单基站及多基站三种共享场景部署，完成测试验证，满足前述技术指标要求；

（6）提交国际和国内标准化文稿不少于 2 篇，其中被采纳标准化文稿数量不少于 1 篇。

（7）申请发明专利不少于 15 项，其中 PCT 国际发明专利不少于 3 项；

（8）发表高水平论文不少于 5 篇。

实施期限：2 年。

经费比例及支持方式：中央财政投入与其他来源经费比例为 1:2，鼓励地方财政积极投入。本项目拟采用前补助的中央财政支持方式。

申报方式：公开竞争，拟支持不超过 1 个团队，每团队联合单位（包括牵头单位）不超过 8 家。