

## **“宽带通信和新型网络”重点专项 2020 年度项目申报指南**

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》《2006—2020 年国家信息化发展战略》提出的任务，国家重点研发计划启动实施“宽带通信和新型网络”重点专项（以下简称“本重点专项”）。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：开展新型网络与高效传输全技术链研发，使我国成为普适性 IP 网络和媒体网络技术与产业未来发展的重要主导者，5G 与 6G 无线移动通信技术和标准研发的全球引领者，并在光通信领域研发达到国际先进水平，为“网络强国”和“互联网+”国家战略的实施提供坚实的技术支撑。在网络通信核心芯片、一体化融合网络、高速光通信设备、未来无线移动通信等方面取得一批突破性成果，制定产业标准，开展应用示范，打造完善的技术协同创新体系。

本重点专项按照新型网络技术、高效传输技术、一体化综合网络试验与示范 3 个创新链（技术方向），共部署 24 个重点研究任务。专项实施周期为 5 年（2018—2022 年）。

本重点专项部分项目采用部省联动方式组织实施（项目名称

后有标注)。应用示范类部省联动项目，由广东省科技厅推荐，广东省科技厅应面向全国组织优势创新团队申报项目。基础研究类、共性技术类部省联动项目，各推荐渠道均可推荐申报，但申报项目中至少有一个课题由广东省有关单位承担。

2020年度项目申报指南在新型网络技术、高效传输技术、卫星通讯技术3个技术方向启动11个研究任务，拟安排国拨经费概算3.3亿元。凡企业牵头的项目须自筹配套经费，配套经费总额与专项经费总额比例不低于1:1。

各研究任务要求以项目为单元整体组织申报，项目须覆盖所申报指南方向二级标题（例如：1.1）下的所有研究内容并实现对应的研究目标。除特殊说明外，拟支持项目数均为1~2项。项目实施周期不超过4年。基础研究类任务，下设课题数不超过4个，参与单位不超过6个；共性技术类任务，下设课题数不超过5个，参与单位不超过10个。项目设1名项目负责人，项目中每个课题设1名课题负责人。项目承担单位在项目开展过程中需要进行实效发射验证的，应依法向国家无线电管理机构申请试验频率，办理相关手续。

指南中“拟支持项目数为1~2项”是指：在同一研究方向下，申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可考虑支持前两个项目，两个项目将采取分两个阶段支持的方式，第一阶段完成后将对两个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

## 1. 新型网络技术

### 1.1 大规模确定性骨干网络架构及关键技术研究（共性技术类，部省联动）

研究内容：面向生产性互联网对骨干网络带宽、时延、抖动等确定性可控需求，探索大规模确定性骨干网络新型体系架构与机理；探索控制面可扩展资源预留机制，支持核心节点无逐流状态，研究确定性骨干网操作系统关键技术；研究开发骨干网一层与二层协同的确定性关键技术，支持基于时隙的按需细粒度硬切片和时隙管控机制；研究基于周期调度的三层确定性转发技术，支持边缘节点流量整形，严格避免微突发，支持骨干网端到端业务带宽、时延、抖动精确可控；构建示范应用网络，开展远程操作等试验验证。

考核指标：设计一至三层自底向上精确可控的确定性骨干网络体系架构，满足带宽、时延等多种可控性需求，实现确定性骨干网络操作系统，支持骨干网端到端带宽预留与确定性时延保障，支持带宽、时延需求的自动协商与资源按需分配。研制一层二层确定性骨干网络核心技术与标准，支持 MB 级粒度的端到端硬切片。研制三层骨干网确定性转发技术与标准，支持基于时隙的三层端到端软切片，支持设备间时隙映射，支持骨干网端到端时延抖动控制，支持异步调度、长距链路，支持全网不少于 20000 个确定性业务流并行接入。构建基于确定性网络设备与软件的 100G 骨干级试验网络，覆盖不少于 3 个城市，针对远程工业控制开展 2

个以上示范应用，提交国内国际标准提案 5 篇以上。

有关说明：企业牵头申报。

## **1.2 时间敏感网络关键技术研究及验证(共性技术类, 部省联动)**

研究内容：面向 5G 接入、工业网络等边缘网络对带宽、时延、可靠性等的精确可控需求，探索时间敏感网络新型体系架构与核心机理；研究时间敏感网络关键技术，支持严格时延与抖动控制的带宽保障机制，研究高精度时间同步，研究链路层流量整形和帧抢占机制，研究多源异构应用层业务互联互通和适配机制；研究时间敏感任务的精确感知和调度技术，研究服务质量控制、网络管理等的 YANG 模型，设计基于任务的带宽分配和流量调度方法，研究分布式网络拓扑的网络调优技术，研究网络高可靠保障机制；构建基于时间敏感网络平台的试验网络，并开展试验验证。

考核指标：研究分布式转发与集中式控制融合的时间敏感网络体系架构，满足时延、抖动、带宽、丢包率、高可靠等多种可控性需求，建立时间敏感网络性能评估体系与评估工具；研究时间敏感网络系统，支持高精度时间同步、流量整形、帧抢占、系统配置、协议适配和互联互通，单节点对时间敏感业务流转发时延小于 50 微秒、转发的时延抖动小于正负 5 微秒、时间同步精度小于 20 纳秒；研究时延敏感任务的精确感知和调度技术，支持基于任务的带宽分配，支持基于优先级、信用的调度算法，研究分布式网络拓扑的网络调优技术，网络链路或节点故障切换时间低于 50 毫秒；构建试验网络，开展 3 种以上的典型试验验证。申请

专利 15 项，提交标准草案 5 项。

### 1.3 内生安全支撑的新型网络体系结构与关键技术（共性技术类，部省联动）

研究内容：针对传统网络安全以“打补丁”为主的被动防御问题，研究网络体系结构内生安全机理和网络空间安全信任锚点，研究网络基本标识的可信机理，保证网络基本标识可验证、可追溯、不可篡改，研究未知网络攻击免疫方法，包括未知威胁的发现、风险评估及风险控制机制，研究网络传输通道的可信机制，对传输数据实现实时认证防伪，研究可信任网络寻址与路由控制机理，预防路由劫持，研究“云一边一端”全过程可信认证与转发，研究大规模动态可信行为分析，实现网络行为回放和数据取证。

考核指标：提出内生安全支撑的新型网络体系结构，设计可信网络身份、地址、名字等网络标识符命名体系，需考虑与现有网络命名体系的兼容性，以及与现有网络体系的互联互通；提出网络传输通道的可信模型，设计传输数据的实时认证防伪机制；设计可信任路由控制机理和协议，能有效防范路由劫持；设计“云一边一端”全过程可信认证与转发机制；设计实现支持可信网络标识、可信任路由协议和可信认证与转发机制的高性能路由器；设计未知网络攻击免疫机制，实现未知威胁的自适应发现和风险可控；设计实现大规模动态可信行为分析系统；开展大规模试验示范。申请发明专利不少于 20 项，提交国际或国内标准 5 项。

#### 1.4 面向大规模分布式人工智能应用的关键网络技术研究（共性技术类，部省联动）

研究内容：针对大规模分布式人工智能系统海量数据和模型同步等为网络带来的压力，研究支持大规模分布式机器学习的网络互联拓扑；研究面向参数分发网络优化的数据并行与模型并行机器学习架构，研究面向广域/局域的不依赖链路层 PFC 机制的无损高效 RDMA 传送技术，研究新一代智能网卡加速架构和低延时传输技术，研究跨广域网的分布式边缘智能网络，研究分布式机器学习的计算/网络资源联合优化调度方法，研究基于流优先级调度的网络级分布式机器学习加速技术，研究面向 CPU、GPU、FPGA 等异构计算节点的网络优化调度技术，研究意图驱动的机器学习数据接入控制和路由控制，研究大规模分布式机器学习网络的负载均衡。

考核指标：提出面向分布式机器学习优化的新型网络拓扑，相比传统的 Fat-Tree 网络拓扑，在支持相同数量计算节点和不增加网络成本的前提下，分布式机器学习的网络吞吐率提升 100% 以上；提出支持全网优先级流调度以及数据与模型混合并行的分布式机器学习网络同步算法，相比 TensorFlow 2.0 版本，在相同硬件环境下，典型机器学习任务的整体吞吐率提升 100% 以上；提出支持分布式机器学习的不依赖链路层 PFC 机制的无损高效 RDMA 传送技术，80% 负载下相比现有传输协议，分布式机器学习的平均流完成时间减少 50% 以上，95% 尾部流完成时间减少 80% 以上。在

100G 网络的相同硬件环境下，相对传统传送协议，典型机器学习任务的整体吞吐率提升 200%以上；提出基于数据隐私保护的联合学习框架，跨广域网的流量开销减少 50%以上。

### 1.5 面向计算存储传送资源融合的网络虚拟化技术（共性技术类）

研究内容：应对网络基础设施计算存储传送资源深度融合趋势，建立具有内生安全和智慧属性的网络虚拟化架构，支持基于计算存储传送资源协同调度的功能弹性部署和服务质量保障；以提高业务质量一致性为驱动，研究面向全网计算存储传送资源的统一业务编排管理和智能运维技术，实现全网业务统一管理、业务统筹调度与路径优化；研究基于用户体验的网络计算存储传送资源一体协同控制技术，支持端到端网络资源全局高效调度与控制；研究支持虚拟功能快速部署和演化升级的高性能可编程数据平面技术，支持大容量高带宽转发及虚拟化资源池；面向典型场景，研究基于计算存储传送资源协同调度的网络服务承载技术，实现网络服务的智能、安全承载。

考核指标：基于计算存储传送资源融合和协同调度，实现运营商级别端到端业务的智能和安全承载；研制支持网络虚拟化的高速可编程转发设备，支持网络协议灵活解析和重构，支持虚拟功能的动态加载和重构，吞吐量不低于 3.2Tbps；研制面向计算存储传送资源融合的功能编排器和控制器，支持不少于 4 类网络切片，各网络切片可独立灵活编程；研发智能、安全服务承载系统，

接入带宽不小于 100G，支持在 2 种以上典型场景中开展应用；申请专利或登记软件著作权 20 项以上，提交标准草案 5 项以上。

有关说明：企业牵头申报。

## 2. 高效传输技术与设备

### 2.1 超宽带光子太赫兹无线传输理论与关键技术研究（基础研究类）

研究内容：聚焦基于光子学理论的太赫兹超宽带大容量无线传输以满足新型应用对带宽的需求，开展超宽带光子太赫兹无线传输理论与关键技术研究，重点突破复杂光与无线链路超宽带太赫兹信号传输理论与信道模型、光子辅助超宽带太赫兹信号多通道协同收发技术、太赫兹通信核心光电器件、太赫兹通信核心器件测量与表征技术和大容量长距离光子太赫兹多维传输技术。

考核指标：在 6G 推荐的太赫兹频段上，完成大容量光子太赫兹信号 1Tb/s 的空间传输系统演示，系统空间传输距离不小于 100 米，系统误码率不高于  $1E-9$ ，同时基于该系统，面向多种应用场景，开展传输环境实验研究，本项目关于复杂光与无线链路超宽带太赫兹信号传输理论的研究成果与该系统实验结果实现相互验证；用所研制的太赫兹源激光器、调制器、光电探测器、混频器、功率放大器与天线等太赫兹核心器件，在 6G 推荐的太赫兹频段上实现速率不低于 100Gb/s，单通道模拟带宽不小于 20GHz 的光子太赫兹信号实时无线传输系统，系统传输距离大于 10 米，系统误码率不高于  $1E-9$ 。

## 2.2 全波段、低噪声光纤放大器（共性技术类，部省联动）

研究内容：针对光纤传输网干线带宽急剧增长的重大需求，聚焦单模光纤传输容量增长乏力的难题，将光传输系统的工作波长范围拓展至全波段，开展全波段低噪声光纤放大器研究。研究基于多材料体系的宽带有源光纤，研究影响光放大器带宽、噪声、效率、串扰等问题的物理机制，确定获得全波段、低噪声光放大器的技术途径，研制系列宽波段低噪声光放大器，搭建全波段光纤传输系统。

考核指标：研制 O+E 波段（1260nm~1460nm）、S 波段（1460nm~1530nm）、C+L-波段（1530nm~1605nm）、L++U 波段（1600nm~1675nm）光纤放大器，噪声系数 $\leq 4\text{dB}$ ，增益 $\geq 25\text{dB}$ ；研制 C 波段（1530nm~1565nm）片上硫系光波导放大器，增益 $\geq 12\text{dB}$ ；研制全波段光纤传输系统（传输速率 $\geq 1000\text{Tbit/s}$ ）。

## 2.3 全波段城域光传输系统研究与应用示范（共性技术类，部省联动）

研究内容：开展全波段光传输系统的物理机制模型研究，分析系统全波段信道容量极限和应用潜在新编码技术后带来的信道容量提升。开展低功耗、高集成度、大容量全波段城域光传输技术研究，包括系统架构、智能管控运维及全套光电核心芯片、器件和模块的研制。

考核指标：实现包含收发机损耗、光纤色散、非线性效应、信号功率等物理参量的全波段光传输系统的理论模型，分析给出

全波段城域光传输系统的信道容量极限。实现具有自主知识产权的 Tb/s 光传输系统核心芯片、器件和光模块的研制，包含 Tb/s 系列成帧芯片、业务交换芯片、相干光模块（含 DSP、TIA、Driver、硅光收发芯片），满足城域网单载波 1Tb/s 光传输要求。

研制支持单载波 1Tb/s 传输的大容量智能全波段光传输和光交叉设备，支持单纤传输系统容量不低于 80Tb/s，无电中继传输距离不小于 300km，光交叉容量不低于 1Pb/s，单槽位交叉容量不低于 32Tb/s，并构建覆盖不少于 5 个节点支持光层 OAM 的智能示范网络。

有关说明：企业牵头申报。

### **3. 卫星通信技术**

#### **3.1 面向天地一体化空间智能计算的卫星组网技术（共性技术类）**

研究内容：为了进一步提升覆盖性能和快速响应能力，减少全球布站，下一代卫星通信网络应具备较强的在轨处理能力，能够高效地调度天基资源完成通信、组网和业务处理，实现在轨服务。面向多种垂直行业的智能通信服务保障需求，开展空间高效能、高性能、智能化组网和在轨服务技术研究，突破空间高性能异构分布式通信协议和业务处理、星地融合的网络虚拟化服务、空间移动边缘计算、通信载荷和资源的智能管控等关键技术，完成地面原型系统设计和演示验证。

考核指标：具备平台在轨自主运行管理能力；支持高低轨组

网、多星协同、星地协同的通信协议及业务在轨处理功能，设计在轨处理能力大于 1Tb/s；支持星载 CPU/GPU/FPGA/DSP 等多种异构处理资源虚拟化；支持通信协议和业务处理的切片；支持多星多波束资源的智能高效调度；支持不少于 1000 个节点任务的协同处理，支持协同策略和处理模型的自学习和自演进；支持 IPv4、IPv6、CCSDS、卫星移动和卫星宽带等通信协议的在轨处理；所支持的在轨处理业务类型不少于 3 种。需完成研究报告 5 份、专利 5 项、地面原型系统 1 套。

有关说明：企业牵头申报。

### **3.2 面向天地一体化大规模星座超密组网系统设计及性能评估技术（共性技术类）**

研究内容：随着低成本小卫星技术的发展，星座规模不断扩大，空间超密组网对系统设计及性能评估提出了新的挑战，特别是在频谱资源管理、超密组网架构和协议设计、网络运行维护以及性能评估等方面。针对未来上万颗卫星构成的星座系统，开展多轨道大规模星座网络架构优化设计、宽窄结合/高低频结合的组网协议设计、协调用频和干扰管理、资源分配、高效运维、即插即用、性能评估等关键技术研究，研制半物理仿真演示验证系统。

考核指标：设计支持星座规模不小于 10000 颗；流量密度提升 10 倍；支持激光、毫米波和低频段；支持宽带、窄带等多种通信手段的综合利用和干扰管理；支持多种轨道的混合组网；建立完善的性能评估体系；仿真系统具备多种网络架构、协议、算法、

载荷的模拟和评估能力。需完成研究报告 8 份、专利 8 项、半物理仿真演示验证系统 1 套。

### 3.3 Ka 频段收发共口径相控阵天线及芯片研制（共性技术类，部省联动）

研究内容：聚焦未来天地融合网络中终端在多轨道、多星、星地覆盖区之间无缝切换的应用需求，以低成本、小型化和通用化为目标，突破 Ka 频段低成本多波束相控阵芯片、收发共口径多波束相控阵天线、高效天线阵测试算法等关键技术，完成芯片样片和天线原型样机研制。

考核指标：多波束相控阵芯片：Ka 频段，通道数  $\geq 8$ ，支持独立波束数量  $\geq 4$ ；衰减范围/精度为 30dB/0.5dB，移相范围/精度为 360 度/5.625 度；发射机通道功率附加效率  $\geq 15\%$ ，24 小时内通道幅度一致性  $\leq 0.5\text{dB}$ ，通道相位一致性  $\leq 3.5$  度；具有 SPI 接口、功率自检、温度补偿功能。Ka 频段收发共口径多波束相控阵天线：基于本项目研制的多波束相控阵芯片；收发融合共用天线阵面，波束数量  $\geq 4$ ，天线口径  $\geq 0.45\text{m}$ ；EIRP  $\geq 50\text{dBW}$ （法向），G/T  $\geq 12\text{dB/K}$ （法向）；收发天线单元间隔度大于 40dB；扫描范围  $\geq \pm 60$  度，副瓣  $\leq -20\text{dBc}$ ；支持圆极化辐射。需完成研究报告 5 份、专利 10 份、多波束相控阵芯片样片，收发共口径相控阵天线原型样机 1 台。

有关说明：企业牵头申报。