

广东省重点领域研发计划 2019~2020 年度 “量子科学与工程”重大科技专项 申报指南

本专项依据国家和省有关科技发展规划，着力研究开发量子前沿科学和关键核心技术，培育量子计算、量子通信、量子精密测量和量子科技领域关键装备等战略性新兴产业。

2019~2020 年度将针对国家和广东战略需求，在量子计算、量子通信、量子精密测量和量子科技领域关键装备等领域进行战略布局，开展单光子大气雷达关键技术、量子密钥分发关键技术、超导量子比特集成测控芯片攻关，搭建空地一体化连续变量量子保密通信示范网络，研发量子领域重大关键装备。本次指南共设置六个专题（其中专题五、专题六另文发布，定向择优），重点支持高水平高校、科研机构、行业龙头骨干企业牵头申报，项目实施期 3~5 年。

专题一：量子密钥分发关键技术（专题编号：20190302）

研究内容:开发机载量子密钥分发终端关键技术，研制机载量子密钥分发原型系统及小型化地面站系统，开展现实环境中的机载量子密钥分发验证实验，并在广东省开展机载量子密钥应用演示；厘清量子网络基本架构，研究设备无关量子密钥分发技术。具体内容包括：1.研究通信方为快速移动目标条件下的高精度跟瞄技术，适应于在航空器起降和飞行过程中随机震动和冲击等恶劣环境影响，实现通信双方光学链路的快速建立和维持；2.研究在航空器坐标系随机和不稳定条件下的实时高精度基矢补偿技术，实现高对比度的量子态检测；3.研制适应机载环境的集成化量子密钥分发终端及地面设备；4.开发相关量子密钥应用系统，包含密钥服务系统、应用终端等，并完成基于现实经典通信系统（如 5G 网络）的保密通信等应用示范；5.在广东省完成基于航空器开展现场环境中的机载量子密钥分发验证实验及密钥应用演示；6.构建多节点、多种拓扑结构、多种时空结构量子网络，刻画量子网络非定域性等量子特征，完成信息安全性分析；7.实现高效纠缠光子探测，研究多方量子保密通信协议；8.探索建立基于设备无关量子随机数方案的量子随机数标准，进一步探索实现设备无关量子密钥分发。

考核指标:1.实现高速移动平台之间的高精度跟瞄，链路建立时间不大于 10 秒，跟瞄精度优于 $10 \mu\text{rad}$ ；实现实时高精度基矢补偿，密钥接收偏振对比度大于 100:1；完成搭载于航空器的机载

量子密钥分发终端，完成机载量子密钥分发，筛选码率不低于 10 kbps，误码率不高于 3.5%。2.完成与上述系统相关的密钥服务系统以及应用设备的研制，实现密钥的任务管理、生命周期管理、合规交付及密码设备管理，并完成应用示范。系统应遵循 GM/T 0054-2018《信息系统密码应用基本要求》设计。3.构建多节点、多种拓扑结构、多种时空结构量子网络，刻画量子网络非定域性等量子特征，完成信息安全性分析。4.实现高效纠缠光子探测，研究多方量子保密通信协议等。5.探索建立基于设备无关量子随机数方案的量子随机数标准，进一步探索实现设备无关量子密钥分发。

资助强度：本专题拟支持不超过 6000 万元。

申请方式：公开择优。

专题二：单光子大气雷达关键技术研究（专题编号：20190303）

研究内容：单光子探测器是目前最高效的微弱光检测技术，在量子通信、量子计算、量子测量等研究中具有决定性的作用。基于单光子探测器的单光子大气激光雷达系统可实现高灵敏度和高分辨率的大气软硬目标实时探测，满足军事、气象、环保的实际需求。具体研究内容包括：1.研制用于实现高效率单光子频率转换的全光纤周期性极化铌酸锂波导；研制高效率、低噪声上转换单光子探测器系统；2.研制小型化的上转换单光子探测器；3.研制高信噪比，高计数率的阵列型单光子计数器；4.研究 1.95 微米波长铽化物量子阱种子激光器，发展大尺寸多元铽化物材料外延技术，突破光学谐振腔高精度制备技术，实现单模大功率室温连续输出；5.基于小型化的上转换单光子探测器实现量子探测激光雷达系统，实现对大气软硬目标的高效探测。

考核指标：1.完成高效率低噪声的周期性极化铌酸锂波导用于单光子的频率转换，其转换效率不低于 99.9%，信号光的透过率不低于 75%；完成高效率、低噪声的上转换单光子探测器，其量子效率为 30%时，暗计数不高于 500 cps，计数率 20MHz，后脉冲效率低于 0.5%。2.完成高信噪比，高计数率的阵列型单光子计数器，阵列数 32×32，暗计数<0.5kHz，单光子探测效率优于 30%，计数率优于 20MHz。3.完成 1.95 微米波长铽化物量子阱单纵模大功率激光器的连续输出功率达到 0.5W，单纵模线宽

$\leq 0.1\text{nm}$ 。4.完成风场信息测量的单光子大气雷达系统，测量半径 $0\sim 15\text{km}$ ，时间分辨率 2s ，距离分辨率 60 米，速度误差小于 1m/s ，流耗散率测量高度 3km ，高度分辨率 30 米，相对误差小于 10% ；完成污染源检测的单光子大气雷达系统，可根据粒子退偏振特性、激光雷达色比确定污染种类，测量半径 $0\sim 20\text{km}$ ，时间分辨率 2s ，距离分辨率 60 米；完成云层信息测量的单光子大气雷达系统，测量高度 $0\sim 15\text{km}$ ，可实现相态（气、水、冰晶）分辨，距离分辨率 15 米。5.完成对硬目标信息测量的单光子大气雷达系统，探测距离 $0\sim 50\text{km}$ ，数据更新率 20Hz ，距离分辨率 1 米；完成基于单光子探测阵列的成像单光子大气雷达系统，可实现 50km 距离，米级距离分辨率的微波隐身目标成像能力。

资助强度：本专题拟支持 5000 万元左右。

申请方式：公开择优。

**专题三：基于超导电子学的集成测控芯片研发（专题编号：
20190304）**

研究内容：为了进一步提高可操控和读取的超导量子比特数量，本专题重点研发可与超导量子芯片集成的、基于超导电子学的测控芯片，以减少超导量子芯片的扇出数量需求。超导电子学芯片具有功耗低，可与超导量子芯片工艺兼容等优点。除用于超导量子比特的测控，超导电子学芯片也可用于半导体量子点量子比特的测控。此外超导电子学芯片还可用于超导集成电路、超导传感器、超导超级计算机等经典信息技术领域，具有非常广阔的应用前景。需要突破和验证的关键技术包括：1.基于超导电子学的超导量子比特驱动技术；2.基于超导电子学的超导量子读取技术；3.解决超导电子学驱动引起的量子比特准粒子中毒问题；4.解决超导电子学驱动和读取的可扩展问题。

考核指标：1. 实现可同时操控和读取至少 10 个超导量子比特的基于超导电子学的集成测控芯片。2. 实现超导单比特量子门不低于保真度 99%，两比特量子门保真度达到 95%以上。3. 实现基于超导电子学的量子比特读取，比特单发（single-shot）读取保真度在 95%以上。4.提高量子比特的退相干时间,量子比特在超导电子学的驱动脉冲之后退相干时间在 20 微秒以上。5. 研究基于量子冗余的量子纠错和全线路反馈机制，全线路反馈时间不长于 400 纳秒。

申报要求：本专题鼓励产学研联合申报。

资助强度：本专题拟支持 2000 万元左右。

申请方式：公开择优。

专题四：空地一体化连续变量量子保密通信示范网络（专题编号：20190305）

研究内容：本专题重点攻关基于光纤以及自由空间的连续变量量子保密通信系统关键技术研究，建立基于光纤以及自由空间的量子保密通信网络，建设空地一体化示范网络，满足空中平台、地面移动平台、地面固定平台等用户端需求。具体内容包括：1、研究基于光纤的连续变量量子保密通信系统，实现基于连续变量系统的若干关键技术突破，满足地面固定平台间的量子保密通信需求；2、研究基于自由空间的连续变量量子保密通信系统，解决自由空间的高效量子信道的建立以及维稳等关键技术问题，满足空中平台、地面移动平台与地面固定平台间的量子保密通信需求；3、研究基于光纤以及自由空间的连续变量量子保密通信系统的融合，建立空地一体化的连续变量的量子保密通信系统示范网络，建立空中平台、地面移动平台、地面固定平台之间的互联互通，全面提升通信系统安全保密等级。

考核指标：1.开展基于光纤的连续变量量子保密通信系统研究，满足地面固定平台间量子保密通信要求，在 50km 光纤条件下，实现集体攻击下 200kbps 成码率；实现最远工作距离可无中继达到 150km。2.开展基于自由空间的连续变量量子保密通信系统研究，研究自由空间大气扰动以及大气湍流等因素对于系统影响，研究高精度的 ATP 系统以实现通信链路的不间断工作，研究全天时工作条件下的光源、探测以及滤波技术，开展空中平台

与地面固定平台间、地面移动平台与地面固定平台间的连续变量量子保密通信系统研究，通信距离 5-10 km，成码率达到 10 kbps。3.开展基于光纤以及自由空间的空地一体化的连续变量量子保密通信示范网络建设，建立空中平台、地面移动平台、地面固定平台之间量子安全保密通信系统，在广东省内特定区域内构建 6 个节点的可持续运转的空地一体化连续变量量子保密通信示范网，每个节点间的成码率高于 10 kbps。

申报要求：本专题须企业牵头申报。

资助强度：本专题拟支持 2000 万元左右。

申请方式：公开择优。

专题五、专题六：具体内容略，定向择优（另行发文组织）。