

2018~2019 年度广东省重大科技专项 “量子科学与工程”申报指南

(征求意见稿)

本专项依据国家和省有关科技发展规划，完善政产学研用协同创新的体制机制，统筹相关高校、科研院所和相关企业的创新要素和优势资源，着力突破以量子信息为主导的第二次量子革命的前沿科学和核心关键技术，培育形成量子计算、量子通信、量子领域重大科学仪器等战略性新兴产业。

2018~2019 年度将针对国家和广东战略需求，在量子通信、量子计算与量子模拟、量子领域重大科学仪器研发等方面进行布局，开发三维多比特集成量子计算芯片，研制基于固态量子计算芯片的专用量子计算机，搭建广东星一地一体量子通信试验示范网，开展量子通信系统的集成化技术及量子计算初期技术和重大科学仪器研发。部分技术指标略。

专题一：城域量子安全通信时频网络及关键技术（专题编号：0324）

（一） 研究内容。

建设广州市量子安全通信时频网络，覆盖主要经济区域，研究高精度时间同步技术、安全量子时间同步网络关键技术、固态

量子存储技术、量子通信系统的集成化技术。具体内容包括：1. 建设覆盖天河区、白云区和番禺区的量子安全通信时频环网。2. 研究城域网范围内的高精度时间同步技术，并在此基础上完成高精度位置定位。3. 研究安全的量子时间同步方案，探索量子力学原理在时间同步中的应用，并利用量子手段保证时间传输的安全性。探索利用人工智能及大数据技术进行量子保密时频传输的设计与分析。4. 完成窄脉冲纠缠源、低抖动单光子探测器等关键器件的研究设计。5. 研制针对量子卫星与量子中继器的固态存储器。6. 研发可替代量子通信系统分立光学元件的集成光子器件，包括量子通信发射、接收端芯片、高速稳定的移相器等。

（二）考核指标。

1. 建设量子通信环网，成码速率不低于相同等级干线或城域网络指标，实现迂回路由切换和多个用户同时接入使用网络，和量子时频网络共用物理资源。2. 节点之间实现高精度的量子时间同步实验，并在此基础上完成高精度位置定位应用示范。3. 节点之间实现高精度的量子安全时频同步实验，可以抵御多种不同的中间人攻击。4. 研发窄脉冲纠缠源和低抖动单光子探测器，发射脉宽器件、探测器单次时间测量抖动达到国际先进水平。5. 研发非通信波长和通信波长的固态存储器，存储的相干时间达到国际先进水平。6. 研发低损耗和高速的量子通信集成器件。

专题二：基于超导量子芯片的专用量子计算机研发（专题编号：0325）

（一） 研究内容。

研发具有应用价值或应用潜质的专用型量子计算机，其可对特定问题进行有效的求解，展示量子加速优势，计算能力力争突破经典计算机的极限，解决量子计算机在实用化过程中硬件和软件方面重大科学问题和技术瓶颈。具体内容包括：1.研制具有自主知识产权的高性能多比特超导量子芯片，包括量子处理器,量子参量放大器和长寿命量子存储器等。2.研制量子计算机量子态调控和读取所需求的高精度仪表测控系统，其具有数模转换功能，模数转换功能以及基于可编程逻辑门阵列的实时运算和反馈功能。3.针对特定量子芯片，开发能体现量子加速优势的、面向实用化的量子算法。4.整合相关软硬件资源，研制出应用型专用量子计算机。

（二） 考核指标。

1.固态量子芯片包含不低于 50 个量子比特，其平均退相干时间（弛豫时间）不低于 20 微秒。单比特门保真度不低于 99.9%，两比特门保真度不低于 99%。2.自主研发的测控仪表为模块式结构，模拟带宽不低于 300MHz，采样率不低于 1GS/s，通道数不低于 100 个。3.开发出 2~3 种具有量子加速优势和潜在应用价值的量子算法。4.在包含 50 比特的超导量子芯片上，针对所开发的量子算法，实现对特定量子多体物理问题的求解，其计算能力力争超越商用经典计算机。

专题三：电子束曝光机研制（专题编号：0326）

（一） 研究内容。

重点研发应用于量子芯片研制与加工的具有完全自主知识产权的全系列电子束曝光系统，主要包括：1.以 AD/DA 板卡和独立扫描电子束图形发生器为基础的可配套扫描电子显微镜使用的初级电子束曝光系统。2.以独立研制电子枪及电子光学系统为基础的最高加速电压不低于 50kV 的专业化电子束曝光机。着重攻关电子束曝光机所涉及关键核心技术，包括研发用于电子束曝光机的高能场发射电子枪，针对高能电子束曝光应用的电子光学系统，高速电子束束闸，高速稳定的电子束矢量扫描系统，大范围写场拼接所需要的高精度激光干涉样品台，电子束曝光控制和应用软件，针对电子束曝光中的邻近效应开发高性能修正软件等。通过对电子束曝光机的研发，实现量子芯片的自主设计加工，减少对相关进口仪器的依赖，降低芯片制造成本，进而推进量子计算与通信的技术研究和实用化。

（二）考核指标。

1.扫描电子束图形发生器，可装配至主流扫描电子显微镜实现电子束曝光功能，扫描速度 5-50 MHz，数模转换位数不低于 12-18 位。2.高能电子束曝光机，最高加速电压不低于 30 kV，具有纳米量级束斑，最大写场 500-2000 μm ，可加工 10 nm 线宽结构。3.高精度样品台位移控制精度优于 5nm，最大位移范围 100-200 mm。

专题四：星地一体量子保密通信网络及关键技术（专题编号：0327）

（一）研究内容。

结合星地一体量子通信网络的总体规划，建设广东省星地一体量子通信试验示范网，研发网络调度和仿真平台，重点攻关面向星地一体化量子通信网络组网的技术研究、模拟平台研制及应用系统研发。具体内容包括：1.建设星地一体量子保密通信网络，包括量子卫星地面站和地面干线。2.研发星地量子通信网络的集中运行调度系统。3.研发星地量子密钥分发仿真系统。4.研制星地量子密钥分发成码率估算设备。通过对星地一体化量子通信网络的关键技术攻关及系统研制建设，为星地量子通信网络的工程化实用化组网打下基础，推进量子通信的产业化发展。

（二）考核指标。

1.建设星地一体量子保密通信网络，实现卫星和地面网络的对接融合，地面网络成码指标不低于相同等级干线或城域网络指标，地面站指标不低于已发表论文中相关指标参数，需预留接口对接未来国家规划建设的京广干线和卫星网络。2.研发星地量子通信网络的集中运行调度系统，系统拥有低任务调度策略制定时间，高调度策略执行成功率，高任务系统可用率，具有实用价值。3.研发星地量子密钥分发仿真系统，支持环境数据及卫星轨道数据采集，支持星地成码率估算，仿真系统结果偏差小，单次任务仿真时间短，具有实用价值。4.研发星地量子密钥分发成码率估算设备，支持夜间云量分析，支持周边环境遮挡情况分析，支持温湿度测量，支持卫星轨道信息录入，支持星地成码率估算。系统估算偏差率低，系统估算用时短，具有实用价值。

专题五：量子计算云平台（专题编号：0328）

（一） 研究内容。

开放和适配各类通用量子计算硬件系统的云平台及相关应用核心技术。主要包括：1.研制底层的量子计算硬件设备微型核磁共振设备和量子测量和操控系统。2.研制适用于核磁共振量子计算、超导量子计算和离子阱量子计算等量子计算硬件设备的通用量子计算云平台框架。3.研制具备可扩展量子计算功能的应用软件模块、量子操作系统，包括量子人工智能模块等。4.量子霸权验证技术开发。5.量子化学和多体系统的量子模拟。6.量子人工智能系统。

（二） 考核指标。

1.自主研发微型核磁共振谱仪：在合适的磁场强度下达到高精度的磁场均匀度，以及实现精确地温度控制，达到国内领先水平。2.量子测量和操控系统：高信噪比、精确的相位控制、以及高精度的脉冲波形，脉冲相位、强度和宽度可任意设置，实现量子操控脉冲序列生成的自动化。3.云平台框架：可接入任意多台通用量子计算硬件设备，至少接入 3 种不同平台的量子计算设备（包括但不限于核磁共振量子计算，超导芯片量子计算，离子阱量子计算），可接入同一类平台下多台量子计算设备，实现用户管理和任务优化，实现多用户同时在线，实现硬件控制层的开放 API。4.量子人工智能模块：利用通用量子计算硬件实现多种量子计算算法，利用机器学习提高量子计算操控精度。5.对某些量子比特的量子线路，判断要达到量子霸权（quantum supremacy）的资源需要。6.

针对多量子比特的实验平台，给出可行的量子化学和多体系统的模拟方案。7.参与国际性量子软件开发项目，自主开发具有量子优势的量子人工智能系统，参与制定量子软件国际标准，防止欧美核心技术垄断。

专题六：面向量子计算/模拟的全光量子计算/模拟芯片研发 (专题编号：0329)

(一) 研究内容。

重点研发面向量子计算/模拟的全光量子芯片，利用混合集成技术实现片上单光子源、纠缠光源、单光子移相器、高速光开关、单光子频率转换器和单光子探测器的集成，构建量子计算与量子模拟的通用光学实验平台，为演示量子霸权打下基础。

(二) 考核指标。

- 1.实现芯片上触发式单光子源，单光子纯度高，收集效率高。
- 2.实现芯片上触发式纠缠光子源，纠缠保证度高，光子对收集效率高，光子不可分性可见度高。
- 3.基于硅基（Si，SiN）自发四波混频效应的集成纠缠光子源。
- 4.演示硅基光波导（Si，SiN），铌酸锂移相器以及超导材料的单片集成。
- 5.研发规模多路的高速光开关，开关时间短。
- 6.研发单光子频率转换器，频率转换效率较高。