2025年度广东省量子科学战略专项指南

“广东省量子科学战略专项”的总体目标是瞄准量子科学前沿和国家重大战略需求，以量子基础科学研究为核心，量子技术应用为牵引，抢占国际技术制高点，探索“一国两制”下的科教创新发展模式，推进粤港澳优势资源深度融合，支撑粤港澳大湾区高水平人才高地建设，打造量子科技国家战略力量。

本专项依据国家和省有关科技发展规划，着力突破量子前沿科学和关键核心技术，鼓励和倡导原始创新。专项在量子物态与新量子效应、关键核心设备、量子计算、原子分子光学量子物性与技术、量子精密测量和量子传感、功能量子芯片与技术等六个专题方向部署研究任务。重点支持粤港澳大湾区内高水平高校、科研机构、企业作为牵头单位，围绕一个专题方向聚焦关键研究内容及指标进行申报。

本次指南分为重大、重点和一般类项目，重大类项目资助强度约为800-1000万/项，项目执行期为4-5年。重点类项目资助强度约为200万/项，一般类项目资助强度不超过60万/项，项目执行期均为3年。

专题一：量子物态与新量子效应

重大项目（共两项）：

A-1 指南名称：二维超导演生物态的多场调控及其亚原子尺度在位表征研究

研究内容：聚焦于二维非常规超导体系中关联演生物态的精准控制以及超导机理研究。通过发展低缺陷电化学插层、新型固态离子栅，扫描隧道显微等技术，在新型二维超导材料体系中完成周期性势能、大范围载流子浓度的调控及物态演化过程中的电输运性质、原子结构、电子结构和谱学的亚原子尺度协同观测，实现对二维超导材料多场调控过程中电输运特征变化及亚原子尺度上原子/电子结构的原位观测；揭示其在不同外场条件下的物态演化机制，解析其量子临界点附近拓扑态的演化规律及超导配对原理，理解非常规超导态的产生与消亡机制，推动对非常规超导基础理论的理解，并探索其在量子干涉器件中的应用潜力。

考核指标：通过电化学插层方法建立不少于 3 种新型二维超导材料；在不少于 3 种二维超导体系中实现载流子浓度在 10^{12}～10^{14} cm^{-2} 大范围连续可调；发展小于 10 nV(RMS) 低信噪比的多场电输运测量（温度≤50 mK, 磁场≥9 T, 压强≥10 GPa），在不少一种系统中阐明分子周期性势能与二位超导的相互作用；保证能量分辨率优于 1 meV 或空间分辨率优于 0.5 nm 的前提下，实现新型二维超导材料原子结构的测量以及谱学测量；获得不少于 3 种超导演生物态的演化相图。

A-2 指南名称：新型氧化物高温超导材料与量子霍尔材料

研究内容：发展自动化、智能化的强氧化原子逐层外延设备，搜索、制备及调控具有更优超导性能的新型镍氧化物与铜氧化物常压高温超导薄膜，利用人工智能等技术手段提升搜索/制备效率。通过电磁热输运测量，绘制新型高温超导体系的超导相图。利用原位角分辨光电子能谱和扫描隧道显微谱等谱学手段，研究超导能隙在动量空间与实空间的分布，及其随温度演化的关系。开展对超导相位敏感的量子干涉实验，研究超导配对特性。比较研究铜基与镍基两类氧化物高温超导体，提炼高温超导机理。高通量搜索、制备、表征及优化高温、低磁场与零磁场新型量子霍尔材料，通过人工智能方法筛选分数陈绝缘体。利用共形场论等理论手段，找寻分数陈绝缘体-超导异质结中具有非阿贝尔统计的仲费米子激发，并设计通用拓扑量子比特。

考核指标：发现并制备不少于 6 种不同化学组分的新型氧化物常压超导薄膜，最高超导起始转变温度大于 50 K。绘制不少于 2 种超导量子相变的相图。利用角分辨光电子能谱与扫描隧道显微谱，测量不少于 2 种氧化物超导薄膜的费米面、能带色散及能隙。测定不少于 2 种氧化物超导薄膜 Little-Parks 振荡的周期，确定配对电子数。发现、表征及调控不少于 2 种高温、低磁场与零磁场新型量子霍尔材料，实现分数陈绝缘体的识别。给出至少 2 种分数陈绝缘体-超导异质结的准粒子激发的统计规律，并基于其中的仲费米子设计

不少于 1 种通用拓扑量子比特。

重点项目（共两项）：

A-3 指南名称：基于二维超导的原型器件制备与研究

研究内容：聚焦低维超导体系中新奇量子态与量子效应研究。发展高质量二维超导体的制备与图案化微纳加工技术;基于不同高温超导材料、过渡金属硫族化合物异质结、莫尔超晶格等二维超导体系,构筑超导二极管、约瑟夫森结阵列等原型器件，开展器件性能的高效率测控；探测并调控器件中的新奇量子效应，推动二维超导材料在量子信息等领域的应用。

考核指标：发展制备和测量低维超导体的方法与技术，实现原子尺度上的结构测量；发现 2-3 种二维超导体中的新奇量子效应；探索二维超导新器件。

A-4 指南名称：过渡金属硫族化物莫尔材料新奇量子物态及其机制研究

研究内容：发展二维过渡族金属硫族化合物及其莫尔超晶格的制备和微纳加工技术。研究这些材料体系的整数、分数量子反常霍尔效应，以及整数、分数量子自旋霍尔效应和非常规超导等新奇量子物态，以及极低温、强磁场下对这些量子物态的精确测量和调控；分析其微观机制。探索基于二维过渡金属硫族化合物的拓扑材料—超导异质结，为拓扑超导的研究创造新的平台。

考核指标：制备 2 种以上具有高电子迁移率的过渡金属硫族化合物单晶材料。薄层材料中载流子的量子迁移率要求

大于 8000 $cm^2 V^{-1}s^{-1}$,带边载流子浓度低于 3×10^{11} cm^{-2}。基于所制备的高质量过渡金属硫族化物单晶，制备至少 5 种转角角度小于 2.5° 的莫尔超晶格，并实现接触电阻低于 10 KΩ的半导体莫尔量子输运器件。

一般项目：

鼓励在量子物态与新量子效应领域自由探索，以多尺度、多手段开展高质量材料的制备与调控研究，聚焦量子态的发现与调控机制。鼓励围绕镍基/铜基氧化物超导体、铁涡旋材料、极小曲面光子晶体等前沿体系，深入探索单轴应变、氧含量、微观结构等因素对量子态的影响。倡导发展高保真度单光子源、先进原位测量技术、结构调控方法与新型表征手段，推动在高温超导、量子物态调控等方向的原始创新与交叉集成应用。

专题二：关键核心设备

重大项目（共一项）：

B-1 指南名称：超低震动稀释制冷扫描隧道显微镜

研究内容：研发一套配置极低温 ^{3}He-^{4}He 稀释制冷系统的扫描隧道显微镜，攻克极低温核心稀释单元关键技术，通过系统整机热力学研究与极端温度物理条件优化，实现高可靠超低噪声环境，攻克极低温扫描头关键技术，实现其控制器软硬件的全面国产化。

考核指标：真空腔真空度好于 3X10^{-10} Torr; 稀释制冷系统最低温度低于 20 mK，制冷功率大于 250μW@100 mK; 扫描隧道显微镜横向扫描分辨率好于 0.2 Å，纵向扫描分辨率好于 0.05 Å，隧道谱能量分辨率好于 10 μV，前置电流放大器噪声优于 4 fA/$\sqrt{\text{Hz}}$ @ 10^9 Gain。

重点项目（共三项）：

B-2 指南名称：基于瞬态光栅的声子量子器件研究平台

研究内容：研制新型高缩放比短波长聚焦系统，发展波前探测技术和小型化短波长瞬态光栅技术，实现高效高频（几十 GHz 至 THz）的相干声子的产生; 实现对相干声子的高精度调控和探测; 建设适用于量子计算的可扩展瞬态光栅实验平台，研究声子和自旋波在微纳尺度真实量子芯片中的传输、相互作用和存储机制。

考核指标：搭建完成基于高次谐波源和高压缩比短波长光学系统的相干声子和自旋波生成平台，设计频率达到 100 GHz; 搭建完成基于波前探测技术的瞬态光栅空间线条表征

平台，分辨率高于 100 nm；建立能够探测声子和自旋波相干保持时间和传播特性的实验系统，时间分辨率优于 100 fs。

B-3 指南名称：真空紫外全固态激光源

研究内容：突破英寸级真空紫外倍频晶体生长技术，攻克真空紫外准相位匹配器件的飞秒激光加工技术，研发稳定的真空紫外全固态激光源，研究其应用于角分辨光电子谱、光发射电子显微镜等表征设备的性能参数。

考核指标：英寸级真空紫外倍频晶体在 150 nm 到 160 nm 波段透过率不低于 60%，光学均匀性优于 10^{-5}；研制出不少于 3 种真空紫外准相位匹配器件；制备出 1 套真空紫外全固态激光源，其重复频率≥1 MHz，脉冲光子数大于 10^{9}/s，光子能量≥8 eV。

B-4 指南名称：基于超高分辨电子显微平台的量子材料基础科学问题研究

研究内容：基于超高空间和超高能量分辨的电子显微成像系统，实现极化拓扑结构量子材料构筑及铁电存储器件集成；研究制备高频磁电测试系统，实现软磁材料磁电特性精准表征与高频磁化机理探索。

考核指标：搭建完成基于大尺度周期性极化拓扑结构的铁电存储器件，用于揭示极化拓扑结构与电学性能之间的关系；研发完成 MHz-GHz 高频段下磁电参数测试系统，用于厘清多种软磁材料高频磁电特性的结构起源，实现磁电功能特性的优化。

一般项目：

鼓励围绕量子关键设备研发开展前沿探索，推动高性能实验装置的原始创新与关键核心技术的自主可控。倡导跨学科交叉，发展低温太赫兹成像、超宽带超精密量子光谱仪、大尺寸离子束镀膜设备及量子测试低温仪器等前沿技术，突破测量分辨率、成像极限和环境控制瓶颈，支撑量子材料研究、量子态探测与操控、精密光学元件制备等基础与应用研究的重大需求。

专题三：量子计算

重大项目（共两项）：

C-1 指南名称：针对实用性大规模量子计算系统的线路设计和容错算法

研究内容：针对实用性大规模量子计算系统，设计新型量子算法；发展基于量子逻辑编码子空间的容错、纠错量子计算新理论；提出有效的量子线路优化策略和性能评估方法，降低量子线路的深度和复杂度；发展适用于实用性大规模量子体系的量子控制技术；设计千比特超导量子芯片的可扩展架构和布局布线方式；探索在电池材料、生物医药和金融科技等行业的应用。

考核指标：设计 2 个具有实用潜力的新型量子算法。提出精准测量和有噪声测量下的量子纠错码的理论极限与编译码设计，精准测量下逼近量子纠错码的最大似然性能极限，逻辑错误率差距在 30%以内，有噪声测量下超越 BP 译码和 BP-OSD 等主流译码算法。实现对不少于 30 个量子比特的量子算法进行高效编译，与当前主流的量子计算平台相比，生成量子线路的门数减少 15%以上，线路深度降低 10%以上，线路保真度提高 50%以上，支持制备 30 比特以上的目标量子态，理论保真度达到 99%以上。提出高效的量子线路性能评估算法，速度提升 2 倍以上，精度提升 5%以上。在千比特规模超导量子芯片上运行不少于 5000 个两比特门，经过量子错误缓解后计算结果准确率超过 90%。实现至少 2 种锂电池材料分子基态能量的计算，误差控制在化学精度范围内

（1 mHa），在无噪声模拟环境中计算成功概率达到 99%以上。

C-2 指南名称：超导-光混合量子计算芯片和测控系统研究

研究内容：结合声子、光子晶体、压电声学腔的集成技术，实现高性能超导-光混合量子计算芯片的研制。制备高品质一维纳米机械谐振腔；实现声子、光子晶体与压电声学腔的抗干扰设计、集成与相干耦合；研究微波光子、声子、通信光子的相干耦合和信号转换；发展用于驱动量子频率转换的激光器波长抖动控制与稳定锁定技术，优化转换过程的效率和信噪比；探索微波-光量子纠缠态制备。

考核指标：声子、光子晶体集成器件的最小加工线宽达到 50 nm，重复单元的位置和尺寸加工精度优于 8 nm，大面积加工均匀性优于 5%；集成声子、光子晶体的一维纳米机械谐振腔的 Q 值达到 10^8 量级；声子与光子相干耦合强度达到百 kHz 量级;声子与超导量子比特相干耦合强度达到 MHz 量级。开发整套的片上集成微波-光转换器件标定与测控系统，实现单脉冲泵浦，噪声引入光子数小于 1；稀释制冷条件下光波片上耦合效率 15%；器件扫描测控覆盖范围 1530 nm -1560 nm，覆盖通道数 50，可同时工作通道数 2；锁频精度 100 MHz，泵浦噪声滤波 60 dB；实现片上效率高于 2%的微波-光波转换。

重点项目（共三项）：

C-3 指南名称：超越单量子体系的系综量子计算理论和

实验研究

研究内容：针对核磁共振和碳化硅色心等系综量子计算系统，构建适应噪声和低信号强度的量子计算模型，探讨量子系综与经典计算方法的结合；开发高效的量子系综操控与测量技术，提升量子系综的操控精度和测量灵敏度；探索量子系综在量子模拟、量子算法和优化问题中的应用。

考核指标：建立一套完整的量子系综计算框架，适用于复杂计算任务，并能够与经典计算方法有效结合，性能超越单量子体系的计算方法 10 倍以上；在核磁共振和碳化硅色心等实验平台上实现量子系综的高效操控与精准测量，测量误差小于 1%，量子态稳定性提高 10 倍以上。

C-4 指南名称：面向单向量子计算的多光子纠缠态制备与操控

研究内容：基于半导体量子点构筑高效光子-自旋界面；研发高精度微纳制备工艺与自旋操控技术；制备面向单向量子计算的高效、高速率多光子纠缠态。

考核指标：基于自旋-多光子纠缠方案，实现光子产生速率大于 2 GHz、纠缠光子数大于 20 的多光子纠缠态。

C-5 指南名称：基于下一代超导量子比特的高精度处理器及测控技术研究

研究内容：研制基于 Fluxonium 量子比特的中等规模量子处理器；开发基于单量子磁通器件的多层超导数字控制电路。

考核指标：量子处理器芯片集成不少于 60 个 Fluxonium

磁通量子比特；量子比特的平均退相干时间（弛豫时间）不低于 100 μs；平均单比特门保真度不低于 99.9%，平均两比特门保真度不低于 99.5%;

实现集成超导数字电路对量子比特的原位控制和参数调节，确保量子比特相干时间保持在 50 μs 以上；演示高保真度的随机采样任务、量子纠错或特定量子多体物理问题的求解。

一般项目：

鼓励面向量子计算等前沿方向开展自由探索，推动新型量子比特系统、多体纠缠态、量子混沌动力学与混合计算架构的创新发展。支持混合体系的理论建模与实验实现，突破高比特数、相干操控、量子态传输等关键技术，探索量子计算增强人工智能等新兴交叉场景中的性能潜力。倡导建立高保真量子态制备、可扩展的量子模拟能力、复杂系统可控性分析模型，为未来量子科技的实用化和智能化奠定基础。

专题四：原子分子光学量子物性与技术

重大项目（共一项）：

D-1 指南名称：强场下光场量子特性的研究

研究内容：产生可见-紫外脉冲量子光场；发展极紫外高谐波辐射的量子层析成像方法；发展阿秒量子电动力学实验方法，探索阿秒时间尺度量子光物质相互作用；开发新型实验装置，精准控制强光场，并采用先进探测技术验证其量子特性。

考核指标：实现波长 30 nm 的具有亚周期调制噪声的极紫外辐射；产生波长为 30 nm 的具有 5 dB 次射噪声的压缩光；验证极紫外压缩光在光谱学和成像中的应用；实现宽带贝尔态的量子层析成像；脉冲宽度 5 fs；功率大于 0.2 mW；使用压缩态光场产生高次谐波，高于 11 阶。

重点项目（共三项）：

D-2 指南名称：规范通量下厄米与非厄米拓扑物态的量子模拟

研究内容：考虑非厄米效应后，如何刻画规范通量，规范通量会导致哪些新的对称性结构；这些对称性结构对哈密顿量会产生哪些超越传统理论的限制条件；在对称性限制下的对称类以及所对应的拓扑分类是什么；得到的新拓扑分类中拓扑物态所具有的新奇物理现象是什么；如何在冷原子等实验平台上有效调控规范通量从而实现所需要的对称性代数结构，以及如何进一步实现新奇拓扑现象所对应的参数空间，如何通过实验手段探索新奇的物理现象。

考核指标：发现 1-3 项超越之前理论框架的新的拓扑物态，特别是具有新奇对称性结构的非厄米拓扑物态；在典型实验平台上给出实现这些新奇拓扑物态及现象的可行性方案 1-3 项。

D-3 指南名称：等离激元-激子杂化体系双荧光强耦合 Rabi 共振增强

研究内容：利用等离激元-激子杂化体系双荧光强耦合 Rabi 共振实现宏观量子态的调控；建立发展双荧光强耦合 Rabi 共振的半经典理论模型分析和研究荧光强耦合的内在物理机制；通过实验研究和理论分析揭示含单荧光和双荧光组分的等离激元-激子强耦合体系的最优荧光增强的条件和物理机制。

考核指标：发展包含双辐射偶极子强耦合体系的半经典量子理论模型；等离激元-激子 Rabi 劈裂常数达到 1000 meV 量级；双荧光杂化体系强耦合条件下总荧光增强倍数达到 200 以上；揭示含单荧光和双荧光组分的强耦合体系的最优荧光增强的物理机制。

D-4 指南名称：光学腔耦合的原子阵列量子计算关键技术研究

研究内容：研制可扩展的光学腔耦合原子阵列量子计算，实现光学腔中一维/二维单原子阵列的装载，实现高保真度的量子逻辑门以及量子态的传输，量子逻辑门；如何实现多比特量子纠缠。

考核指标：实现光学腔中原子阵列的装载；实现非相邻原子之间的量子逻辑门与纠缠；实现 10 个以上单原子纠缠。

专题五：量子精密测量和量子传感

重大项目（共两项）：

E-1 指南名称：原子量子态操控与精密测量

研究内容：针对强噪声、复杂电磁环境等场景中的电磁信号测量问题，研究基于冷原子、里德堡原子、囚禁离子、腔与原子耦合系统的量子态操控和电磁场量子精密测量方案；发展量子锁相放大测量、多光子激发、混合囚禁离子、智能算法处理等关键技术；实现光学腔中超冷原子量子态产生调控、超宽带亚太赫兹电场测量、多频微波电磁频谱特性提取等关键突破；提升里德堡原子微波传感技术在电磁频谱监测、通信雷达等领域的实用化能力，为下一代毫米波太赫兹宽带通信、高分辨率成像以及高灵敏度频谱感知奠定理论和实验基础。

考核指标：（1）研制基于里德堡原子的超宽带连续可调谐亚太赫兹频谱测量原型装置，实现 D 波段的（110 GHz -170 GHz）全频段连续调谐探测；构建多频（不少于 3 个独立频率成分）微波电场缀饰量子相干理论模型和方案，实验实现多频微波频谱特性有效提取。（2）基于 Paul 阱和超构表面透镜光镊技术实现离子的囚禁，离子稳定囚禁时间达到秒量级，离子冷却温度达到 100 μK 量级，实现基于单离子量子锁相技术的态操控及精密光谱探测。（3）实现纯度大于 0.9999 的单光子源和 2 至 8 光子聚束态发射的方案，实现分子间偶极相互作用提升大于一个数量级的强相互作用。（4）基于铯原子的里德堡态电磁诱导吸收光谱线宽小于 600

kHz。（5）利用量子锁相放大测量实现交流磁场幅度和频率的同时测量。

E-2 指南名称：光量子态操控与精密测量

研究内容：研究暗计数压制方案，实现超越经典成像技术的分辨率和灵敏度；发展基于集成微腔的纠缠光源技术，实现高纯度、高亮度和窄线宽的光子对产生；发展基于超构表面的纠缠光源制备和测量技术；研制高精度脉冲生成与时间测量设备，实现高分辨率时间测量和事件关联分析；发展面向水下、恶劣天气等复杂场景下的三维目标重构成像。探索量子成像与现有成像技术的结合，促进其在实际应用中的集成与标准化。

考核指标：

量子关联成像纠缠光子的产生效率≥50%，转换效率≥50%；探测器探测效率≥90%；实现至少 5 倍于传统成像技术的分辨率提升。基于集成微腔产生高纯度和高亮度纠缠光子对，光子对的产率>105 Pairs/s; CAR>100；光子对频率差带宽>100 nm。时间测量设备通道数大于 5，时间测量分辨率优于 5 ps，均方根抖动优于 20 ps，最高事件输入频率大于 100 MHz/通道；脉冲时间控制分辨率优于 5 ps，最小输出脉冲宽度小于 1 ns 。水下探测重构精度达 1 cm，恶劣天气探测重构精度高达 45 cm，实现专用场景复杂环境下的三维地图重建。开展 2 种以上不同应用场景的量子成像技术的示范应用。

重点项目（共三项）：

E-3 指南名称：芯片级精密测量关键技术

研究内容：面向多种应用场景对量子精密测量和量子传感微型化、集成化的迫切需求；发展新型深紫外偏振光探测技术，实现硅基日盲紫外偏振探测芯片；发展微波等离子体化学气相沉积技术，实现取向择优的高密度金刚石 NV 色心制备；开展芯片级磁场增强量子磁测量技术研究，实现高灵敏度芯片级铯量子磁传感器。

考核指标：

实现硅基日盲紫外偏振探测芯片，工作电压下测试的 254 nm 紫外偏振光响应度≥1 A/W，偏振探测比≥ 0.4。在(111)金刚石单晶衬底上制备沿（111）方向排列≥90%，且密度>10^{16} cm^{-3} 金刚石 NV 色心系综。研制芯片级磁场增强量子磁传感器样机，灵敏度优于 0.1 pT/$\sqrt{Hz}$，磁场探测范围 5000 nT-100000 nT，采样率大于 1 kHz。

E-4 指南名称：量子精密测量理论

研究内容：针对实际应用场景下量子资源受限、多参数耦合、噪音背景强等问题，发展噪声环境下的微弱信号的动态灵敏测量方案；发展多参数同时测量方案及时空关联信号提取方法；结合机器学习方法和多粒子量子纠缠特性，发展突破现有测量瓶颈的新方法和新理论。

考核指标：提出容错抗噪的微弱含时信号的通用量子传感方法，发展相干控制和反馈控制方法，实现时空关联的信号高效提取。实现两个或两个以上非对易可测量物理量的各分量的高精度同时测量，达到或接近海森堡极限。基于人工

智能实现量子精密测量关键指标提升。

E-5 指南名称：基于非厄米物态的精密测量

研究内容：研究非线性和量子压缩系统中新颖拓扑物态及其准粒子的非厄米特性，揭示其对外界微扰的响应机制，发展基于非厄米新物态的精密测量方法。发展适用于高维厄米压缩系统的非布洛赫能带理论，表征非厄米谱行为；建立量子噪声环境下的量子传感理论模型，突破传感精度极限，并应用于暗物质暗能量的探测。

考核指标：提出适用于高维量子压缩系统的非布洛赫能带理论，系统揭示非厄米特性与拓扑规律；构建量子噪声环境下的传感模型，显著提升灵敏响应能力和抗噪性能。提出新颖的暗物质暗能量探测方案。

一般项目：

鼓励围绕量子精密测量和量子传感领域开展探索性研究，推动量子传感在复杂环境下的抗噪能力提升与实用场景拓展。倡导跨学科融合，建立具有自主知识产权的高精度检测仪器与模型体系，赋能新型能源、生物医学、精密计量等关键应用场景。

专题六：功能量子芯片与技术

重大项目（共一项）：

F-1 指南名称：单片集成光量子芯片与技术

研究内容：开发针对光量子集成芯片的单片集成技术；研制用于量子光源泵浦的高性能片上激光器；从多路线研究片上量子光源及其与光子态操控线路的高效耦合和单片集成。

考核指标：片上激光器功率≥30 mW、边模抑制比≥55 dB、与波导耦合效率≥30%；研制与波导直接耦合的单光子源，g2(0)≤0.05，与波导耦合效率≥50%；基于片上激光器泵浦产生双光子纠缠源，速率≥1 MHz，CAR≥100，可见度≥95%；实现高维量子态制备与调控芯片，调控维度≥16，集成元器件数目≥500。

重点项目（共三项）：

F-2 指南名称：固态量子芯片的热力学性质及能耗优化

研究内容：提升量子芯片中电子-核自旋复合系统的操控精度，研究量子芯片中的热力学性质，揭示热耗散对量子比特相干性的影响，并提出能耗优化方案；进一步提高量子芯片的相干时间及关键性能指标，为实现大规模量子计算和量子信息处理提供技术支撑。

考核指标：提升碳化硅量子芯片中电子-核自旋复合系统的操控精度，单比特操控保真度≥99.9%，两比特操控精度≥99%；延长电子自旋的相干时间 T_2≥10 μs；在量子芯片尺度上验证 Jarzynski 恒等式且置信度≥95%；优化热耗散性能，

单位操作能耗降低超过 30%。

F-3 指南名称：纳米金刚石色心的大规模高精度打印制备

研究内容：开发基于纳米金刚石颗粒的大面积、高精度打印技术，实现晶圆尺度上的单颗粒纳米金刚石排列和高精度空间定位；研究兼容现有标准半导体制备工艺，发展大规模量子传感、可集成光量子芯片，探索相关应用。

考核指标：单颗粒纳米金刚石阵列的打印面积达到 4 英寸；打印阵列中单颗粒纳米金刚石产率大于 90%；单颗粒纳米金刚石的空间定位精度优于 100 纳米；实验演示 1-2 种应用。

F-4 指南名称：片上轨道角动量量子纠缠光源

研究内容：针对高性能功能化光量子芯片需求，探索片上量子光源与多种微纳器件的集成原理和技术，并实现量子态的高维调控；制备携带光学轨道角动量的纠缠光子对；通过多场协同下的动态调控，实现同一芯片上不同纠缠光源之间的全同性；融合片上电光调制，演示光量子应用。

考核指标：轨道角动量纠缠光源维度≥40，模式纯度≥90%，带宽≥50 nm；轨道角动量纠缠光子对产生速率≥10^4 pairs/s，纠缠度≥0.9；同一芯片不同量子光源间的全同性大于 90%；实验演示 1-2 种基于轨道角动量量子光源的应用。

一般项目：

鼓励开展面向功能量子芯片与技术领域开展探索性研究。发展融合物理建模与深度学习的设计优化方法，探索飞

秒级调控、奇异点增强感知、相位精控与辐射定制等新型机制，为构建新一代片上量子技术系统奠定基础。