

“国家量子科技关键材料器件设备研发”重点专项 2025 年度项目申报指南

“国家量子科技关键材料器件设备研发”重点专项 2025 年度项目申报指南重点围绕量子科技领域所需关键材料、核心器件、重要设备三个领域进行部署，拟支持项目 30 项，安排中央财政经费概算约 3.2 亿元，各项目应在中央财政经费的基础上提供不低于 1:1 的配套经费。对于实质性技术创新产品，可探索使用政府采购合作创新采购方式进行部署。根据各项目承担单位的性质以及财务和征信情况，分别采取“前补助”、“后补助”、“里程碑拨款”等方式进行中央财政经费的拨付，具体以项目任务书为准。

项目统一按照指南研究方向申报。同一指南方向下只支持 1 项。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部内容。每个项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

1. 钡— ^{133}Ba 同位素纯化技术研发

研究内容：开展高丰度 ^{133}Ba 同位素分离技术研究，突破钡同位素高效分离收集等关键技术，获得高丰度 ^{133}Ba 同位素样品，全面打通 ^{133}Ba 同位素生产技术路线，实现高丰度 ^{133}Ba 同位素批量分离生产，为我国量子计算发展提供自主可控/研发的核心材料。

考核指标：同位素分离样品中 ^{133}Ba 同位素丰度 $\geq 95\%$ ；同位素产品中钡元素化学纯度 $\geq 99\%$ 。总计获取质量 $\geq 10\text{mg}$ （以金属计）、丰度 $\geq 95\%$ 的 ^{133}Ba 同位素样品，以 ^{133}Ba 金属单质或者盐的化学形式提供。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 1000 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 4 年。

2. 微波吸波材料研发

研究内容：研究开发适用于极低温环境下工作的高频微波吸波材料，解决材料脆化、界面粘接强度问题，开发低温吸波材料及制造工艺，实现工作在极低温环境下高频微波吸波材料的自主供应。

考核指标：低温吸波材料工作温度 -269°C — 80°C （ -269°C 下不脆裂）；水吸收率 $\leq 0.12\%$ （7 天浸泡）；拉伸强度 $\geq 55\text{MPa}$ ；剪切强度 $\geq 8.5\text{MPa}$ ；热膨胀系数 $\leq 3 \times 10^{-5}$ 。交付两种产品，产品 1：衰减特性分别 $\geq 60\text{dB}@8\text{GHz}$ 和 $\geq 40\text{dB}@88\text{GHz}$ （测试温度 $4 \pm 1\text{K}$ ）；产品 2：衰减特性分别 $\leq 5\text{dB}@8\text{GHz}$ 和 $\geq 30\text{dB}@88\text{GHz}$ （测试温度 $4 \pm 1\text{K}$ ）。器件磁性（单只） $\leq 50\text{nT}$ ；屏蔽涂层微波衰减（屏蔽涂层） $\leq 217\text{dB/cm}@18\text{GHz}$ 。两种产品各交付 10kg。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 400 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资

金等)与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标美国 Laird 公司 CR124、CR110 型号产品。

3. 低损耗高反射率腔镜研发

研究内容: 研究开发中红外波段低损耗高反射率反射镜,突破中红外波段低损耗关键材料及制造工艺瓶颈,研制可批量化生产的低损耗高反射率镜片,为研制中红外波段高精度光腔提供关键零部件。

考核指标: 反射率 $\geq 99.995\%$; 损耗 $\leq 30\text{ppm}$; 波长范围覆盖 4500nm—4550nm; 直径 $\geq 10\text{mm}$ 。提供产品 ≥ 20 片。

有关说明: 本指南方向中央财政经费概算参考数约 400 万元,项目配套资金(包括地方配套资金、申报单位自筹资金等)与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。

4. 空间用可见光相机模组研发

研究内容: 研究开发适用于空间轨道环境的可见光相机模组,突破基于大面阵探测器的高帧频高精度目标探测技术,具备抗空间辐照能力,研制具备坏点自动剔除、高精度抗干扰目标质心提取,以及高速图像触发输出等功能的低成本、可小批量生产的空间用可见光相机模组,为空间目标探测及信息获取提供关键组件。

考核指标: 响应波长覆盖 400nm—900nm; 像素数量 $\geq 2048 \times 2048$; 读出帧频 $\geq 40\text{Hz}$ (全幅),读出帧频 $\geq 2000\text{Hz}$ (窗

口 128×128); 质心提取分辨率不低于 $1/32$ 像素; 模组尺寸 $\leq 50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 40\text{mm}$; 抗空间环境辐照能力 $\text{TID} \geq 100\text{krad}$, 单粒子锁定 (SEL LET) $\geq 60\text{MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{mg}$ 。具备坏点自动剔除、实时高精度质心计算、复杂背景干扰抑制、可控图像输出功能。交付模组产品 2 套。

有关说明: 本指南方向中央财政经费概算参考数约 500 万元, 项目配套资金 (包括地方配套资金、申报单位自筹资金等) 与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标法国 3D plus 公司 3DCM734 型号产品。

5. 综合滤波器研发

研究内容: 研发大口径、低损耗、可调谐的高性能综合滤波器系统, 突破大口径光束整形调控、宽带干涉滤光片设计与制备、大口径超窄带可调谐 FP 标准具研发、综合滤波器系统集成及调谐控制等关键技术, 研制满足应用需求的高品质综合光学滤波器, 为特定波长微弱光子信号的高质量探测提供关键器件。

考核指标: 系统在全入射角度下与有效通光孔径 ($30\text{mm}—50\text{mm}$) 的乘积 $\geq 0.1\text{mrad} \cdot \text{m}$; 耦合光纤芯径 $200\mu\text{m}$, $\text{NA}=0.22$, 消光度 $\geq 40\text{dB}$; 3dB 带宽范围 $10\text{pm}—30\text{pm}$, 20dB 带宽 $\leq 0.5\text{nm}$; 总体峰值透过率 $\geq 70\% @ 1083\text{nm}$; 带外消光宽度 $\geq 10\text{nm}$; 平整度 $\leq \lambda/10$ 。交付产品样机 1 套。

有关说明: 本指南方向中央财政经费概算参考数约 250

万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标加拿大 LightMachinery 公司 OP 系列产品（F-P 标准具），以及美国 Alluxa 公司 ULTRA-Narrow Bandpass Filters 定制产品（干涉滤光）。

6. 可调腔长大口径法布里—珀罗标准具研发

研究内容：研发可调腔长大口径法布里—珀罗标准具，解决大通光口径与高精度度平衡优化设计与实现、多物理场耦合干扰特性分析与协同抑制、亚纳米腔长调谐与稳定性高精度控制等关键技术问题，建立优化设计、加工制造、集成测试等完整工艺流程，形成小批量化生产可调腔长大口径法布里—珀罗标准具能力，为面向大气激光雷达与精细光谱探测仪等高精度痕量气体检测应用提供关键部件。

考核指标：中心波长为 1083nm；口径 $\geq 50\text{mm}$ ；干涉腔面形 $PV \leq \lambda/120$ （@633nm）；标准具精细度 ≥ 40 ；峰值透过率 $\geq 70\%$ 。交付产品样机及控制器共计 3 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 500 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 5 年。研发产品达到英国 IC Optical Systems 公司 ET-Series 标准具及 CS100 控制器同等水平。

7. 多通道成像探测器研发

研究内容：研发多款具备暗弱信号探测能力的微通道板

型单光子成像探测器，突破电子光学结构仿真设计、特种铅硅酸盐玻璃制备、高增益大面阵微通道板制备、快电子学匹配、高采样率数据采集、高分辨图像重建等技术，研制可批量化生产的微通道板型单光子成像探测器，为辐射测量、分析仪器等领域提供微弱信号单光子成像探测器件。

考核指标：成像探测器直径分别为 18mm、25mm、40mm、75mm 和 150mm，有效直径分别 $\geq 8\text{mm}$ 、15mm、30mm、65mm、140mm；分辨率 $\leq 200\mu\text{m}$ ；多通道增益 10^4 — 10^7 ；带 TOF 输出，探测器响应时间 $\text{FWHM} \leq 3\text{ns}$ 。交付 5 种直径探测器产品各 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 400 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 4 年。研发产品对标英国 Photek 公司 VID275、VID240 型号产品。

8. 空间光调制器研发

研究内容：研究开发高速空间光调制器所需高响应速度的硅基液晶、高反射率介质膜，以及具备高帧率高稳定性的 CMOS 驱动板等组成部分的制造工艺。研制可小批量化生产、耐高功率的高速空间光调制器。

考核指标：（1）中频产品：分辨率 $\geq 1024 \times 1024$ （2 维）；像素尺寸 $17\mu\text{m} \times 17\mu\text{m}$ ；填充因子 $\geq 97\%$ ；相位调制范围 $\geq 2\pi$ （使用波长内）；波前畸变出厂完成矫正；相位稳定度 RMS

(0—10kHz 积分) $\leq 3\%$; 线性度 $\geq 99.9\%$; 位深 $\geq 8\text{bit}$; 液晶响应时间 $\leq 3.33\text{ms}$, 帧率 $\geq 300\text{Hz}$; 工作波长分别为 810nm — 860nm 和 1010nm — 1080nm ; 光利用率 $\geq 95\%$; 功率耐受 $\geq 100\text{W}$ @全幅高斯光 (高斯直径等于空间光调制器最大内切圆直径); 要求带水冷和 TEC, 使用 PCIe 接口, 有硬件触发功能, 模拟调制 (大于 4096 位)。

(2) 高频产品: 分辨率 $\geq 1024 \times 1024$ (2 维); 像素尺寸 $17\mu\text{m} \times 17\mu\text{m}$; 填充因子 $\geq 97\%$; 相位调制范围 $\geq 2\pi$ (使用波长内); 波前畸变出厂完成矫正; 相位稳定度 RMS (0—10kHz 积分) $\leq 3\%$; 线性度 $\geq 99.9\%$; 位深 $\geq 8\text{bit}$; 液晶响应时间 $\leq 1\text{ms}$, 帧率 $\geq 1000\text{Hz}$ (可以在 60 摄氏度下实现); 光利用率 $\geq 70\%$; 功率耐受 $\geq 100\text{W}$ @全幅高斯光 (高斯直径等于空间光调制器最大内切圆直径); 要求带水冷和 TEC, 使用 PCIe 接口, 有硬件触发功能, 模拟调制 (大于 4096 位)。交付中频产品 10 件、高频产品 10 件。

有关说明: 本指南方向中央财政经费概算参考数约 1000 万元, 项目配套资金 (包括地方配套资金、申报单位自筹资金等) 与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 4 年。研发产品对标美国 Meadowlark Optics 公司 UHSP1K 型号 (高频) 和 UHSPDM1K 型号 (中频) 产品。

9. 窄线宽深紫外激光器研发

研究内容: 研究 355nm 外腔谐振器中阻抗匹配、聚焦条件和走离效应对 355nm 激光转换效率与光束质量的影响, 实

现高光束质量、高功率的单频连续波 355nm 激光。基于深紫外非线性光学晶体的倍频特性和热管理，研究 177nm 倍频腔在高功率密度下由自热效应所引起透射峰畸变的规律，探索热效应减缓或补偿措施；研究 177nm 倍频腔锁定误差提取难题，开发机器学习驱动的自适应锁定系统，实现倍频腔稳定精确锁定。

考核指标：单频连续波 355nm 紫外激光模块，其输出波长为 $355\pm 0.5\text{nm}$ ，输出功率 $\geq 4\text{W}$ ；单频连续波 177nm 真空紫外激光器，其输出波长为 $177.4\pm 0.2\text{nm}$ ，输出功率 $\geq 1\text{mW}$ ，线宽 $\leq 300\text{kHz}$ ，光束质量 M^2 因子 ≤ 1.1 ，其长期功率稳定性 8 小时 $\leq 0.5\%$ （RMS），连续扫描范围 $\geq 20\text{GHz}$ 。交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 650 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 2 年。

10. 染料激光器研发

研究内容：基于高灵敏精密激光分子探测的需求，开展染料激光器的研发工作。研制可调谐、窄线宽、高能量染料激光器，关键指标达到或超过同类进口设备。

考核指标：波长可调范围 400nm—920nm；线宽 $\leq 0.06\text{cm}^{-1}@625\text{nm}$ ；功率转换效率 $30\% @ 625\text{nm}$ ；输出脉冲能量 $\geq 20\text{mJ}@625\text{nm} \& 20\text{Hz}$ ；脉冲重复频率 $\geq 20\text{Hz}$ ；波长精度

$\leq 15\text{pm}$; 波长重复性 $\leq 2\text{pm}$; 波长稳定性 $\leq 1.5\text{pm}@2\text{h}$; 波长温度系数 $\leq 1.5\text{pm/K}$ 。具备倍频合频产生和波长扫描、紫外光分离功能。交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 250 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标德国 Sirah 公司 PrecisionScan 型号产品。

11. 航空级大气多参数探测用激光器研发

研究内容：瞄准多波长大能量窄线宽纳秒固体激光器，突破单频光纤激光线宽控制及频率抖动抑制、固体激光放大器自发辐射噪声和线宽展宽抑制、激光频率漂移抑制、热管理、高环境适应性激光器系统集成的工程化设计等关键技术，解决机载和未来星载环境下多波长、大能量激光器保持长期单频输出和激光雷达探测的随机抖动误差等瓶颈问题，研制可小批量生产的高可靠性多波长、大能量、窄线宽纳秒固体激光器，为机载大气多参数高精度探测提供关键激光光源。

考核指标：光纤种子激光线宽（3dB） $\leq 1\text{kHz}$ ；激光波长 $1064.3\pm 0.5\text{nm}$ 、 $532.1\pm 0.5\text{nm}$ 、 $354.7\pm 0.5\text{nm}$ ；激光线宽 $\leq 10\text{MHz}@1064\text{nm}$ ；重复频率 $\geq 30\text{Hz}$ ；脉冲宽度 $\leq 100\text{ns}$ ； 1064nm 、 532nm 、 355nm 处波长稳定性（RMS）均 $\leq 1\text{MHz}@30$ 分钟、能量稳定性（RMS） $\leq 2\%@8$ 小时；激光器连续工作 1000 小时能量衰减 $\leq 5\%$ ；三波长同时输出激光脉冲能量均

≥100mJ；完成 X、Y、Z 正弦振动和随机振动条件力学测试，完成航空级标准验证。交付产品样机 2 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 750 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标欧洲 ALADIN 系统激光器产品。

12. 中红外可调谐激光器研发

研究内容：研究开发中红外波段可调谐精密光源，突破中红外波段窄线宽、大功率、宽调谐范围瓶颈，研制可小批量化生产的中红外精密光源，为实现中红外波段精密光谱测量等应用提供关键光源。

考核指标：波长范围 3.8μm—4.6μm；输出功率≥100mW；具备频率锁定功能，锁频后激光线宽≤0.1kHz；激光频率长期稳定性≤1MHz@24h。交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 300 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 2 年。研发产品对标德国 Toptica 公司 TOPO 激光器。

13. 高精度激光干涉定位真空工件台研发

研究内容：面向电子束光刻机等设备的关键部件需求，开展激光定位真空工件台研究，攻克高精度真空运动台系统、超精密多轴真空激光干涉测量系统、超精密真空运动台系统，

研制在真空环境下运动精度、范围、稳定性等指标满足电子束光刻实验需求的高精度激光定位真空工件台。

考核指标：激光经光纤导入样品室，双通道激光输出；输出频差 $\geq 20\text{MHz}$ ；功率 $\geq 1.2\text{mW/通道}$ ；激光相对频率准确度 $\leq 2 \times 10^{-8}$ （ $k=3$ ）；激光相对频率稳定性 $\leq 5 \times 10^{-10}@12\text{h}$ ；输出光斑为直径 6mm 或 10mm；位移测量稳定性 $\leq 5\text{nm/h}$ ；线性测量分辨率 $\leq 0.15\text{nm}$ ；测量数据更新率 $\geq 10\text{MHz}$ ；最大测量速度 $\geq 5.1\text{m/s}$ ；最小探测功率 $\leq 0.07\mu\text{W}$ ；整机电载物面上方空间的静态漏磁 $\leq 5 \times 10^{-6}\text{T}$ ；载物面移动时动态漏磁 $\leq 5 \times 10^{-8}\text{T}$ ；位置维持稳定性 $\leq 10\text{nm/h}$ ；负载重量 $\geq 5\text{kg}$ ；真空度 $\leq 10^{-6}\text{Torr}$ 。交付产品样机 2 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 2250 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 4 年。研发产品对标美国 ZYGO 公司 ZMI-7724、ZMI-7722、ZMI-4104C 产品（激光干涉仪）和德国 PI 公司 L-731、L-741 型号产品（真空位移台）。

14. 铷频综研发

研究内容：研制高频率分辨率、低相位噪声的多功能频率综合器，为基于铷原子的量子频标或传感提供关键部件。

考核指标：输出频率 5MHz、10MHz、34MHz、100MHz、6.8GHz、6.834GHz；6.834GHz 信号输出幅度以 12 位分辨率控制，内部继电器可用于关闭射频信号；6.834GHz 输出信号

范围 6.810GHz—6.860GHz，频率分辨率 1 μ Hz。6.834GHz 输出信号在频偏为 1Hz、10Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz、1MHz 时对应噪声优于 -60dBc/Hz、-87dBc/Hz、-97dBc/Hz、-130dBc/Hz、-132dBc/Hz、-133dBc/Hz、-145dBc/Hz；100MHz 输出信号在频偏为 10Hz、100Hz、1kHz、>10kHz 时对应噪声优于 -126dBc/Hz、-138dBc/Hz、-168dBc/Hz、-174dBc/Hz；5MHz 输出信号在频偏为 1Hz、10Hz、100Hz、>1kHz 时对应噪声优于 -120dBc/Hz、-150dBc/Hz、-167dBc/Hz、-175dBc/Hz。参考杂散优于 -70dBc。6.834GHz 信号具有线性扫频（FMSWP）、频移键控（FSK）、相移键控（PSK）、幅移键控（ASK）；FMSWP 的扫频步速要求 $\geq 95.4\text{Hz}$ 、 $\leq 50\text{MHz}$ ，最小步幅优于 1 μ Hz；能够用外部触发对仪器进行状态机操控。提供通讯串口；外部频率参考接口 5MHz。交付产品样机 2 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 250 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标美国 Spectra Dynamics 公司 RB-1 型号产品。

15. 吸附式制冷机研发

研究内容：面向近红外和中红外波段超导纳米线单光子探测器对紧凑型极低温系统的迫切需求，研制基于吸附式制冷技术的紧凑型 1K 制冷机系统。聚焦吸附式制冷、极低温

导冷、集成化设计等关键技术，攻克 1K 极低温制冷系统的小型化和长时间连续运转等难题，研发适配小型低功耗 GM 制冷机的连续型 1K 吸附式制冷模块及其控制单元，通过优化系统布局实现整机的模块化、紧凑化和集成化，为超导单光子探测技术提供支撑。

考核指标：整机尺寸 $\leq 15\text{U}$ ；射频电缆通道数 ≥ 16 ；无负载条件下最低温度 $\leq 0.85\text{K}$ ；制冷功率 $\geq 100\mu\text{W}@1\text{K}$ ；制冷量 $\geq 0.25\text{W}@4.2\text{K}$ ；整机功耗 $\leq 1.3\text{kW}@$ 稳态；平均无故障工作时间 $\geq 5000\text{h}$ 。交付产品样机 2 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 500 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 2 年。研发产品部分性能对标英国 Chase Research Cryogenics 公司 CC4 型号产品。

16. 多光学通路低振动低温真空腔体系统研发

研究内容：研发多光学通路低振动低温腔体，优化制冷过程中的振动传递，降低制冷对超高真空腔体的扰动；在保持制冷效率的同时，满足多光学通路、磁场响应需求；优化腔体设计，有效降低腔体结构对磁场的屏蔽效应，提升磁场响应速度，为后续的高精密量子模拟实验提供稳定条件。

考核指标：氮循环制冷机一级制冷量 $\geq 40\text{W}@50\text{K}$ ，二级制冷量 $\geq 1.8\text{W}@4.2\text{K}$ ，平均无故障工作时间 $\geq 5000\text{h}$ ；腔体 4K 环境真空度 $\leq 10^{-12}\text{mbar}$ ；玻璃通光窗口 ≥ 8 个，400nm—1100nm

波长激光透过率 $\geq 95\%$ ；腔体相对放置平台振动 RMS 平均值 $\leq 8\text{nm}$ ，峰峰平均值 $\leq 50\text{nm}$ ；腔体工作区域施加 100G 磁场上升时间 $\leq 50\text{ms}$ 。交付产品样机 2 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 475 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品关键部件分别对标美国 Coldedge Technologies 公司 Stinger System 和 Ultra High Vacuum 产品。

17. 低振动带磁体分体式稀释制冷机研发

研究内容：研究开发制冷方式为采用超流氦闭循环作为前级的稀释制冷机，超流氦循环装置使用高制冷量 4K 制冷机作为初始冷源，通过多级减震方式极大程度减少振动传递至稀释制冷机。该设备可为量子存储实验研究提供关键的低震动、低温环境。

考核指标：稀释制冷机的基底温度 $\leq 0.02\text{K}$ ；提供低温减震和光学射频接口等，样品空间 89mm （直径） $\times 84\text{mm}$ （高度），提供 9T 单轴磁场，均匀度 $0.3\% @$ （直径 3cm、高 3cm 的圆柱体）；样品区域的振动 RMS 平均值 $\leq 20\text{nm}$ ，峰峰平均值 $\leq 50\text{nm}$ ；样品区域极限真空度优于 10^{-12}mbar ；真空腔体有玻璃通光窗口，400nm—1100nm 激光透过率 $\geq 90\%$ 。交付整套产品样机 2 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 800 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资

金等)与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标芬兰 Bluefors 公司 BF-LD400 型号以及美国 Quantum Design 公司 Opticool 型号产品。

18. 用于超宽腔 500MHz 核磁共振系统的超导磁体研发

研究内容: 针对 Eu:YSO 等长寿命量子存储材料研究的实验需求, 优化设计超宽腔高均匀度复合超导磁体, 并发展高均匀度磁场主动匀场技术, 为研制出具备国际先进水平的高性能、高可靠超宽腔核磁系统提供超导磁体部件。

考核指标: 超宽腔磁体室温孔直径 $\geq 154\text{mm}$; 最大磁场强度 $\geq 11.74\text{T}$; 磁场漂移 $\leq 7.5\text{Hz/h}@500\text{MHz}$; 磁场均匀度 $\leq 0.1\text{ppm}@20\text{mm}$ 球域 (DSV)。5Gs 杂散场径向 ≤ 1.5 米, 轴向 ≤ 3 米。交付超导磁体样机 1 套。

有关说明: 本指南方向中央财政经费概算参考数约 1200 万元, 项目配套资金 (包括地方配套资金、申报单位自筹资金等) 与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标德国 Bruker 公司 Magnet System Ascend™ 500 MHz/154 mm 型号产品。

19. 极低温矢量磁场扫描隧道显微镜研发

研究内容: 面向量子材料、量子计算等领域的实验需求, 研制超高真空、极低温、高空间分辨率、高能量分辨率、矢量磁场扫描探针显微镜与电子自旋共振技术相结合的集成表征系统, 实现单原子单分子尺度的精确探测与精细操控。

考核指标: 最低温度 $\leq 30\text{mK}$; 最大磁场强度 $\geq 15\text{T}$, 可选

矢量磁场 2T(X)-2T(Y)-9T(Z)或 6T(X)-7T(Z); STM 在 Z 方向的震动噪音优于 5pm, 电流噪音优于 1pA, 能量分辨率 $\leq 0.1\text{meV}$; 液氮下温漂 $\leq 0.5\text{nm/h}$; Z 方向空间分辨率 $\leq 0.01\text{nm}$, 具备 qPlus AFM 功能, AFM 振幅极限优于 100pm, STM/AFM 在 XY 方向空间分辨率 $\leq 0.5\text{nm}$; 隧道结 mV 级稳定射频信号输入范围 0—30GHz。配备 Nanonis 控制器 (包括内部锁相功能), 配备高频滤波器、bias 分压器用于高分辨率 STS 测量。液氮消耗 $\leq 0.3\text{L/H}$, 杜瓦容量 $\geq 100\text{L}$, 维持时间 ≥ 7 天, 或者采用闭循环无液氮系统。实现核心部件国产化, 交付产品样机 2 套。

有关说明: 本指南方向中央财政经费概算参考数约 2800 万元, 项目配套资金 (包括地方配套资金、申报单位自筹资金等) 与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 4 年。研发产品对标日本 Unisoku 公司 1600 型号产品。

20. 低温扫描近场光学显微镜系统研发

研究内容: 研制一套低温扫描近场光学显微镜系统 (LT-SNOM), 支持在 $\leq 5\text{K}$ 、低振动环境下开展纳米尺度近场成像与宽光谱 (太赫兹—红外—可见) 局域光谱测量。系统集成高数值孔径光路、低震动恒温器、原位纳米位移平台及 AFM 探针, 突破近场光自动准直、高稳定成像与多模式探测等关键技术, 兼容同步辐射源耦合与商业化应用需求。

考核指标: 最低工作温度 $\leq 5\text{K}$; 振动幅度 $\leq 10\text{nm}$; 可实

现近场光成像和近场谱的探测，光谱分辨 $\leq 1\text{cm}^{-1}$ ，近场光空间分辨率 $\leq 10\text{nm}$ ；光谱覆盖太赫兹、红外到可见光波段，激光功率 $\geq 10\text{mW}$ ；近场光路自动准直， $\text{NA}=0.45$ 。交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 900 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标德国 Attocube 公司 Neaspec（cryo-neaSCOPE）型号产品。

21. 用于多功能物性测量的快速换样极低温平台研发

研究内容：突破极低温（20mK）强磁场（14T）耦合及低温下快速换样等关键技术，研制集成高场超导磁体，兼容快速换样结构的极低温多功能物性测量系统，建立兼容大冷量稀释制冷机和强磁场超导磁体的高效率多功能物性测量方案，将电学、磁学、热学重要物性表征技术向综合极端条件拓展，为面向拓扑量子计算、超导量子计算及无耗散量子效应器件的实用化探索提供关键实验平台。

考核指标：磁场强度 14T；最低工作温度 $\leq 15\text{mK}$ （无负载，零磁场）、 $\leq 40\text{mK}$ （无负载，14T 最高磁场），维持时间 $\geq 24\text{h}$ ，基温稳定性（24h 内涨落幅度） $\leq 2\text{mK}$ ；样品处于真空环境，可实现快速换样，兼容电输运、磁测量及热测量模块并保证测量模块的快速更换（从最低温状态开始，快速换样后回到最低温用时 $\leq 15\text{h}$ ，12h 以内达到最低温）；无负载零磁

场时，100mK 混合室冷盘制冷量不低于 500 μ W；150mK 温度下，快速换样底座位置制冷功率不低于 250 μ W；50mK 电压信号测量精度 ≤ 10 nV，电流信号测量精度 ≤ 0.1 nA。交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 1400 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 2 年。研发产品性能对标英国 Oxford Instruments 公司 Triton 型号产品。

22. 极低温强磁场多功能电输运测量系统研发

研究内容：研究极低温稀释插杆制冷技术，完成 100mK 以下连续运行稀释插杆研制，且兼容极低温强磁场系统；研究极低温 ^3He 插杆技术，完成 350mK 单发式 ^3He 插杆研制，且兼容极低温强磁场系统；研究预冷低温系统、极低温制冷插杆与矢量磁体系统冷量匹配及调控技术，完成兼容极低温制冷插杆的矢量磁场系统研制；研究极低温高精度旋转控制以及极低温电输运测量技术，完成极低温强磁场条件下材料电输运高精度、高效率测量系统研制。

考核指标：磁场强度 14T（单轴磁体）、9T-1T-1T（矢量磁体）；运行温度 50mK—400K；样品空间直径 ≥ 30 mm；电压分辨率优于 10nV；电流测量精度优于 1nA；多通道电输运样品杆、单轴旋转电输运样品杆及双轴旋转电输运样品杆，在无热负载、零磁场情况下最低温度 ≤ 1.9 K； ^3He 插杆及专用

旋转电输运测量模块，在无热负载、零磁场情况下最低温度 $\leq 350\text{mK}$ ；稀释制冷插杆（最低温度 $\leq 50\text{mK}$ ）及稀释制冷专用旋转电输运测量模块，在无热负载、零磁场情况下最低温度 $\leq 100\text{mK}$ 。交付产品样机 1 套，包含两套磁体及测量软件。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 1750 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 2 年。研发产品对标美国 Quantum Design 公司 DynaCool-14 型号产品。

23. X 射线多功能薄膜界面测量系统研发

研究内容：研制多功能薄膜界面 X 射线测量系统，集成高强度 X 射线光学系统，高灵敏探测器和运动控制子系统，兼容 XRR（反射率）、XRD（衍射）、GIXRF（荧光光谱）、GISAXS（掠入射小角散射）等多技术联用。建立亚纳米级界面粗糙度与扩散层的反演模型，采用神经网络拟合算法，将 XRR 与 GIXRF 技术相结合，提供无损元素深度分布分析，为研究量子薄膜材料生长、器件加工、工艺调控过程中的界面演变规律提供关键测试平台。

考核指标：测角仪最小步距 0.0001° ，重复定位精度 0.0005° ；Cu 靶 X 射线多层膜单色器反射率 $\geq 60\%$ ，准直度 $\leq 0.04^\circ$ ；Cu 靶 X 射线单晶硅单色器反射率 $\geq 15\%$ ，单色性 $K\alpha_1:K\alpha_2 \geq 50$ ；闪烁体探测器计数率 $\geq 1\text{Mcps}$ ，信噪比 ≥ 100 ；界面膜层厚度测量精度 0.1nm ；界面膜层元素浓度测量精度

0.1%wt, XRR-GIXRF 偶联模型 1 种。交付产品样机 1 套。

有关说明: 本指南方向中央财政经费概算参考数约 2500 万元, 项目配套资金(包括地方配套资金、申报单位自筹资金等)与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 4 年。研发产品性能对标美国 Bruker 公司 D8 Discover/Adacnced 型号产品。

24. 低压化学气相沉积系统研发

研究内容: 研究开发 6 英寸及 8 英寸兼容的低压化学气相沉积系统, 发展反应室设计、热场均匀性控制、气体流场仿真等核心技术, 开发氮化硅、高温氧化硅、低温氧化硅薄膜沉积工艺, 实现高均匀性、低颗粒残留、及应力可调, 为面向集成光量子信息技术应用提供关键介质薄膜。

考核指标: 兼容 6 英寸和 8 英寸, 每组炉管单批次可生长不少于 25 片 6 英寸或 8 英寸样品; 包含氮化硅、高温氧化硅、低温氧化硅等炉管; 氮化硅薄膜在 8 英寸晶圆上扣除 5mm 的无效边缘后面内最大厚度差异 $<4\%$, 应力可调范围至少覆盖 0—250MPa, 均匀性 $\leq 5\%$, 片间均匀性 $\leq 4\%$, 批次均匀性 $\leq 2\%$, 直径超 $0.3\mu\text{m}$ 的残留颗粒数 ≤ 70 ; 高温氧化硅薄膜在 8 英寸晶圆上扣除 5mm 的无效边缘后面内均匀性 $<5\%$, 片间均匀性 $\leq 4\%$, 批次均匀性 $\leq 3\%$, 8 英寸晶圆上扣除 5mm 的无效边缘后直径超 $0.3\mu\text{m}$ 的颗粒残留数 <50 个; 低温氧化硅薄膜在 8 英寸晶圆上扣除 5mm 的无效边缘后面内均匀性 $\leq 5\%$, 片间均匀性 $\leq 4\%$, 批次均匀性 $\leq 3\%$, 直径超 $0.3\mu\text{m}$ 的

残留颗粒数 ≤ 50 。交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 1200 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标德国 Centrotherm 公司 c.HORICOO 200 型号产品。

25. 飞秒激光加工系统研发

研究内容：研发高功率飞秒激光器，开发激光束整形与自动对焦调控模块，开发高分辨率视觉识别与轨迹拟合系统，集成精密运动控制与多轴同步系统，实现高精度、高功率飞秒激光加工能力，为面向集成光量子芯片应用提供关键低损耗加工技术。

考核指标：激光光源部分，中心波长 $1030\pm 10\text{nm}$ ，输出功率 $\geq 40\text{W}@100\text{kHz}—2000\text{kHz}$ ，脉冲宽度可调区间至少覆盖 $250\text{fs}—20\text{ps}$ ，最大脉冲能量 $\geq 800\mu\text{J}@100\text{kHz}$ ，24h 脉冲能量稳定度 $\leq 0.5\%\text{RMS}$ ，输出脉冲极化对比度 $\geq 500:1$ ，配备集成脉冲选择器；高精度位移平台部分，X/Y 方向重复定位精度优于 $\pm 100\text{nm}$ ，Z 方向重复定位精度优于 $\pm 1\mu\text{m}$ ，X/Y 最大速度 $\geq 50\text{mm/s}$ ，运动状态下平台最大负载 $\geq 2.7\text{kg}$ ；加工指标部分，加工硅材料的最小孔径 $\leq 20\mu\text{m}$ ，侧壁粗糙度 $\leq 1\mu\text{m}$ 。交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 750 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资

金等)与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标立陶宛 Workshop of Photonics 公司 FemtoLAB 型号产品。

26. 倒装焊机研发

研究内容: 研发具备亚微米级精度的超高定位贴装系统、支持多温度曲线精确控制的智能温控工艺模块,以及集成高刚性平台、精密对位视觉与一体化工艺软件的综合控制系统;攻克量子芯片在低温、高频环境下封装互连的界面精度与可靠性难题,实现芯片与基板间超低损耗、高一致性互连封装工艺,研制适用于超导量子处理器先进封装需求的特种倒装焊关键设备。

考核指标: 最大支持单片直径 300mm 样品;高精度运动控制贴装精度优于 $\pm 0.1\mu\text{m}$;键合后精度优于 $\pm 0.1\mu\text{m}$;最大压力可达 100kg,压力控制精度优于 $\pm 10\%$ ($500\pm 50\text{g}$);智能温控系统优于 $\pm 3^\circ\text{C}$,最高加热速率 $\geq 100^\circ\text{C/s}$,工艺温度支持 25°C — 450°C 。实现核心部件国产化,交付产品样机 1 套。

有关说明: 本指南方向中央财政经费概算参考数约 1250 万元,项目配套资金(包括地方配套资金、申报单位自筹资金等)与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标法国 SET 公司 FC300 型号产品。

27. 300mm 金属分子束外延设备研发

研究内容: 研究开发 12 英寸金属分子束外延设备,突

破大尺寸分子束外延系统的核心技术、关键材料及制造工艺，研制可小批量化生产的高可靠性源炉、样品台和外延腔体，为超导量子处理器芯片提供高品质的超导金属薄膜材料。

考核指标：最大支持单片直径 300mm 以上的 Si 衬底，支持 Al、Ta 金属膜外延，300mm 范围内外延膜厚度不均匀性优于 $\pm 3\%$ ；生长主腔极限真空优于 5×10^{-11} Torr；样品台最高温度 $\geq 1000^\circ\text{C}$ ，最快旋转速度 30r/min；速率稳定性指标（12 小时内束流波动 $\leq 3\%$ ）；批次间均一性 $\leq 5\%$ ；可全自动传样，一次性进样数 ≥ 10 片。实现核心部件国产化，交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 1900 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。研发产品对标芬兰 DCA 公司 S1000 型号产品。

28. 300mm 自动低温 In 蒸发系统研发

研究内容：研究开发用于 300mm 硅片自动低温 In 蒸发系统，研发自动传片装置匹配自动化工艺，研发低温流体循环控制器，突破高均匀性厚 In 膜层的沉积技术，并实现厚度在线可控。

考核指标：最大支持单片直径 300mm 以上的样品；配有自动传片装置，可以实现自动传片，自动翻片功能；配有流体循环控制器，可控温度区间至少覆盖 -60°C — 40°C ；腔体

真空 $\leq 2 \times 10^{-9}$ Torr; In 膜厚度 $\geq 16\mu\text{m}$; 配有 12 探头晶振厚度控制仪; 对于 500nm 厚的 In 薄膜片内不均匀性 $\leq \pm 5\%$, 片间不均匀性 $\leq 5\%$ 。可全自动传样, 一次性进样数 ≥ 10 片。实现核心部件国产化, 交付产品样机 1 套。

有关说明:本指南方向中央财政经费概算参考数约 1100 万元, 项目配套资金(包括地方配套资金、申报单位自筹资金等)与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。

29. 300mm 自动比特无损测试与诱导修复镀膜系统研发

研究内容:实现量子芯片制造中“测量-判断-修复”工艺闭环, 显著提升量子比特的相干性能与制备良率。实现超洁净样品传输机制, 攻克激光退火工艺对绝缘膜质量的精准提升、高真空环境下金属层氧化膜的无损激光去除以及微区电阻精确测量等关键技术难题, 研制具备激光退火、真空无损探针测试与激光诱导修复的 300mm 全自动量子芯片系统。

考核指标:退火温度稳定度 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$; 激光修复定位精度 $\leq \pm 1\mu\text{m}$; 金属氧化膜去除单点去膜时间 $\leq 2\text{s}$, 去除后表面残留氧化率 $< 1\%$; 探针台接触电阻 $\leq 50\text{m}\Omega$ (单针); 晶圆载具可支持任意规格芯片, 包括单颗裸片及 2、4、6、8、12 英寸晶圆; 探针位移台移动行程要能完全覆盖晶圆, XY 方向行程 $\geq 300\text{mm} \times 300\text{mm}$, Z 方向 $\geq 8\text{mm}$, 移动分辨率 $\leq 0.2\mu\text{m}$, 移动精度 $\leq 3\mu\text{m}$, T 轴旋转角度范围超过 $\pm 4^\circ$; 激光退火腔真空度 $\leq 10^{-3}\text{Pa}$; 电学测量腔真空度 $\leq 10^{-3}\text{Pa}$ 。实现核心部件国产化,

交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 1250 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。

30. 300mm 超高真空双角度蒸发镀结系统研发

研究内容：研究开发 300mm 超高真空双角度蒸发镀结系统，突破大面积制备约瑟夫森结的核心技术，包括关键材料、制造工艺及制造装备，研制可批量化生产的高可靠性 300mm 超导量子芯片关键装备。

考核指标：最大支持单片直径 300mm 以上的样品，系统至少包含进样腔、离子铣腔、双角度电子束蒸发腔、氧化腔等真空互联腔体；支持蒸镀 Al、Ti 等金属；衬底倾转角度 $\geq \pm 75^\circ$ ；配备全自动传样系统，包括两个装载端口；单进样品腔真空度 5×10^{-6} Torr；传输腔真空度 $\leq 9 \times 10^{-9}$ Torr；紫外线处理腔真空度 $\leq 9 \times 10^{-10}$ Torr；离子铣腔真空度 $\leq 9 \times 10^{-10}$ Torr；电子束蒸发腔真空度 $\leq 9 \times 10^{-10}$ Torr；电子束蒸发晶圆台能够倾斜 $\pm 75^\circ$ 和面内连续旋转 360° ，倾斜及旋转角度分辨率精度 $\leq 0.1^\circ$ ；氧化腔真空度 $\leq 9 \times 10^{-10}$ Torr；300mm 硅基 SiO_2 膜离子铣蚀刻均匀性（5mm 去边）：片内 $\leq \pm 5\%$ ，片间 $\leq \pm 5\%$ ；300mm 硅基铝薄膜（垂直蒸发，200nm）的膜厚均匀性（5mm 去边）：片内 $\leq \pm 5\%$ ，片间 $\leq \pm 5\%$ ；300mm 硅基铝薄膜（倾斜蒸发 @ 35° ，200nm）的膜厚均匀性（5mm 去边）：片内 $\leq \pm 5\%$ ，片

间 $\leq\pm 5\%$ 。实现核心部件国产化，交付产品样机 1 套。

有关说明：本指南方向中央财政经费概算参考数约 3350 万元，项目配套资金（包括地方配套资金、申报单位自筹资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。项目实施周期原则上不超过 3 年。

香港城市大学深圳研究院 cityuszh

“国家量子科技关键材料器件设备研发” 重点专项 2025 年度项目申报指南 形式审查条件

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

- (1) 由推荐单位在规定时间内出具推荐函。
- (2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。
- (3) 项目申报书内容与申报的指南方向基本相符。
- (4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 承担单位应具备的资格条件和要求

项目承担单位包含项目牵头单位、课题承担单位和课题参与单位。

(1) 申报本次重点专项的项目承担单位应为中国大陆境内注册的企业、科研院所和高等学校等（以下简称内地单位），或由内地与香港、内地与澳门协商确定的港澳特别行政区单位。内地单位应具有独立法人资格，注册时间为 2024 年 9 月 30 日前。

(2) 项目承担单位应具有较强的科技研发能力和条件，运行管理规范，诚信状况良好。

(3) 中央和地方各级国家机关不得作为项目承担单位。

(4) 项目承担单位无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(5) 项目牵头单位应与所有参与单位签署联合申报协议，协议须加盖双方单位公章并签署日期（原则上不可使用科研管理部门章）。

(6) 申报单位是企业的，须提供企业营业执照和单位征信报告扫描件。

3. 项目（课题）负责人和参与者应具备的资格条件和要求

(1) 项目（课题）负责人应具有高级职称或博士学位，每年用于项目的工作时间不得少于 6 个月。

(2) 项目（课题）负责人原则上应为 60 周岁以下（1965 年 1 月 1 日及以后出生）。

(3) 港澳单位的项目（课题）负责人和参与者应遵守《中华人民共和国香港特别行政区基本法》《中华人民共和国澳门特别行政区基本法》和国家重点研发计划管理的相关规定，爱国爱港、爱国爱澳。

(4) 项目（课题）负责人应为该项目（课题）主体研究思路的提出者和实际主持研究的科研人员。

(5) 中央和地方各级国家机关的公务人员及港澳特别行政区的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得牵头或参与申报项目（课题）。

(6) 参与重点专项本年度项目指南编制的专家，原则上不得牵头或参与申报该重点专项项目（课题）。

(7) 项目（课题）负责人和参与者无在惩戒执行期内

的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(8) 符合《科技部办公厅 财政部办公厅 自然科学基金委办公室关于进一步加强统筹国家科技计划项目立项管理工作的通知》(国科办资〔2022〕107号)有关限项要求。

(9) 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目(课题)负责人。全职受聘人员须提供全职聘用的有效材料,非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料,并作为项目申报材料一并提交。人员聘期须覆盖项目执行期。

4. 本重点专项指南规定的经费相关要求

(1) 有其它来源经费(包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等)的项目,须由经费提供方出具相关证明文件,其他来源经费金额应满足指南要求。

(2) 有配套资金的项目,须在申报书“经费预算”中根据来源填明具体金额,并提供金额及来源均与之匹配的“其他来源资金承诺书”,承诺书须加盖出资单位公章并签署日期。配套资金来源含地方财政资金,则出资单位应为地方科技/财政等政府部门;单位自筹资金,则出资单位应为申报单位;其他渠道资金,则出资单位无特别要求,但不得为个人出资或其他项目/课题的研究经费。

5. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

(1) 除特殊说明外,项目实施周期原则上不超过5年,每个项目下设课题数不超过4个,项目参与单位总数不超过

6 家。

(2) 申报单位应符合指南中规定的资质要求。

本专项形式审查责任人: 梁况(联系电话: 0551-65099915)

香港城市大学深圳研究院 cityuszhk