

# 上海市科学技术委员会

沪科指南〔2024〕26号

---

## 关于发布上海市2024年度“科技创新行动计划” 量子科学领域基础研究项目申报指南的通知

各有关单位：

为深入实施创新驱动发展战略，加快建设具有全球影响力的科技创新中心，根据《上海市建设具有全球影响力的科技创新中心“十四五”规划》，上海市科学技术委员会特发布2024年度“科技创新行动计划”量子科学领域基础研究项目申报指南。

### 一、征集范围

#### 专题一、拓扑量子计算

方向1：基于马约拉纳体系的拓扑量子计算研究

**研究目标：**构筑面向拓扑量子计算的新型马约拉纳体系，揭示其物理特征和外场响应规律，提出拓扑量子比特制备方案。

**研究内容：**揭示分段费米面对材料的物态调控规律并构筑马约拉纳体系，揭示多重马约拉纳态在外场下的响应特征以及相互作用规律，制备具有高转变温度和易调控的新型拓扑超导体，提出基于上述新型马约拉纳体系的拓扑量子比特制备方案。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**非定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度不超过500万元。

## **方向2：面向拓扑量子计算的分数量子霍尔物态研究**

**研究目标：**面向拓扑量子计算，研究莫尔超晶格等新型低维量子体系中分数量子（反常）霍尔态等关联拓扑物态，探索拓扑超导和可用于拓扑量子计算的非阿贝尔分数拓扑物态。

**研究内容：**制备高质量二维材料输运器件，研究其拓扑平带中的分数量子反常霍尔效应及其他关联拓扑量子物态，寻找适用于拓扑量子计算的非阿贝尔分数拓扑物态；探索二维材料及其莫尔超晶格中的拓扑超导及其在拓扑量子计算中的应用；发展量子多体计算方法，预测二维量子材料中可用于拓扑量子计算的分数拓扑态。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**非定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度不超过500万元。

## **方向3：拓扑量子物态与拓扑量子计算的理论研究**

**研究目标：**发展与拓扑量子计算相关的拓扑量子物态理论，探索利用新的拓扑量子物态进行量子计算的新方案。

**研究内容：**研究拓扑量子物态新理论，发展利用拓扑激发、拓扑表面态等新的拓扑物态进行量子计算的方案；研究拓扑量子计算容错能力和纠错方案，发展适用于拓扑量子物态的量子纠错码和量子计算算法。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**定额资助，拟支持不超过2个项目，每项资助额度150万元。

## **专题二、新型量子算法**

### **方向1：高维偏微分方程量子求解算法研究**

**研究目标：**面向高维常微分和偏微分方程的求解，构造既适用于量子比特也适用于连续变量的量子模拟算法和数字化量子电路算法，获得相比于经典算法的指数级量子优势。

**研究内容：**构造量子模拟方法求解一般自治的线性常微分和偏微分方程，建立具有重要科学和工程应用背景的非线性常微分和偏微分方程在高维空间中的等价线性表示，构造具有量子优势的量子算法用于求解流体力学、动力学、分子动力学等方程并实验实现。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度200万元。

## **方向2：量子储层计算算法研究**

**研究目标：**发展量子储层计算架构并开发典型应用，在有特定价值的机器学习任务中获得预测准确度的显著提升，在中性原子实验体系中展示量子计算优势的前景。

**研究内容：**基于量子动力学的量子模拟，构建量子储层计算的架构和算法并应用于复杂网络动力学、混沌序列、随机过程预测、金融市场分析等任务，在原子数大于 $10^4$ 个的超冷费米气体中实现量子储层计算算法，获得实现显著量子计算优势所需要的实验参数。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度200万元。

## **方向3：量子机器学习算法研究**

**研究目标：**构建新型量子机器学习架构和方法，探索在图像识别、量子态甄别、量子纠缠判定等问题中的应用，发展适用于含噪声量子器件的可行方案。

**研究内容：**研究量子机器学习的量子线路训练复杂度、非线性表达能力和量子计算加速，提出新架构、新理论、新方法，构建适用于超导量子比特、中性原子、离子阱等系统的方案，用于图像识别、量子态甄别、量子纠缠判定等任务，分析量子机器学习实现量子优势所需要的量子比特数目和线路深度等硬件指标需求。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**定额资助，拟支持不超过2个项目，每项资助额度150万元。

#### **方向4：有限温量子模拟算法研究**

**研究目标：**面向量子化学、量子磁性、自旋玻璃等强相互作用的量子多体物理体系设计有限温量子模拟的数字化量子算法，用以求解有限温相变和结合能计算。

**研究内容：**发展适用于含噪声量子计算硬件的数字化量子模拟算法，计算自由能、热力学熵、比热等，研究有限温相变、量子临界行为、化学反应速率等，研究算法的量子计算复杂度，分析获得显著量子加速所需要的硬件指标，包括量子比特数目、量子门保真度、线路深度等。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**定额资助，拟支持不超过2个项目，每项资助额度150万元。

#### **方向5：随机量子测量理论研究**

**研究目标：**基于随机量子测量理论构造刻画大中型量子体系数学结构的新方法，发展验证量子纠缠和量子优势的新理论，提高量子特性刻画、验证和量子算法实现的效率。

**研究内容：**发展基于随机测量的量子验证和阴影估计等高效量子刻画与验证方法。建立随机测量的基本理论，理清随机测量方法的效率极限。构造刻画与验证高维体系量子关联的高效方法，表征量子计算、量子模拟、量子网络等系统中的量子纠缠特性。面向超导、冷原子、离子阱和量子光学等实验平台构造噪声

鲁棒的高效量子测量理论，提升量子算法的实现效率。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**定额资助，拟支持不超过2个项目，每项资助额度150万元。

### **专题三、量子调控研究**

#### **方向1：连续变量簇态光量子计算研究**

**研究目标：**基于连续变量簇态构建大容量量子光源、量子逻辑门和纠错技术，发展可扩展、容错和通用的连续变量光量子计算体系。

**研究内容：**利用光场多自由度构建高纠缠容量的连续变量量子光源，实现多组份连续变量纠缠态。研究高精度相位控制，实验演示两种以上确定性量子逻辑门。探索连续变量簇态光量子计算路线的扩展性、容错性和通用性方面的新原理和新机制。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度200万元。

#### **方向2：物质波与高维量子态的高速激光操控研究**

**研究目标：**面向容错量子计算与量子增强精密测量的发展需求，实现原子内态多能级自旋与集体自旋的联合量子压缩，解决旋量物质波和高维量子态的高精度操控和低频噪声容错两大难题。

**研究内容：**(1) 研究高速脉冲容错操控的单量子比特调制和高精度原子干涉，拓展声光等新型高效激光调制手段，发展任意

波形矢量光脉冲高维量子态的高保真度制备和操控方法；（2）研究原子系综的内态自旋压缩和集体自旋压缩的联合操控，发展对探测噪声具有鲁棒性的新型量子增强测量方法。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**定额资助，拟支持不超过2个项目，每项资助额度150万元。

### **方向3：玻色子与费米子关联的量子物态和量子干涉研究**

**研究目标：**研究玻色子-费米子强耦合量子系统的新奇物理规律和多体数值方法，发展超越现有测量体系灵敏度的光与原子联合体系干涉测量新方法 with 操控新机理。

**研究内容：**（1）研究真空腔中真空量子涨落和电子关联以及两者交互作用产生的新奇物理规律，发展相关量子多体系统的理论方法和数值算法。（2）拓展光-原子耦合体系的尺度和维度，研究量子干涉测量的新原理与量子操控的新方法，实现灵敏度超越并开拓其在相关领域的应用。

**执行期限：**2025年1月1日至2027年12月31日。

**经费额度：**定额资助，拟支持不超过2个项目，每项资助额度150万元。

## **二、申报要求**

除满足前述相应条件外，还须遵循以下要求：

1. 项目申报单位应当是注册在本市的法人或非法人组织，具有组织项目实施的相应能力。
2. 对于申请人在以往市级财政资金或其他机构（如科技部、

国家自然科学基金等)资助项目基础上提出的新项目,应明确阐述二者的异同、继承与发展关系。

3. 所有申报单位和项目参与者应遵守科研诚信管理要求,项目负责人应承诺所提交材料真实性,申报单位应当对申请人的申请资格负责,并对申请材料的真实性和完整性进行审核,不得提交有涉密内容的项目申请。

4. 申报项目若提出回避专家申请的,须在提交项目可行性方案的同时,上传由申报单位出具公函提出回避专家名单与理由。

5. 所有申报单位和项目参与者应遵守科技伦理准则。拟开展的科技活动应进行科技伦理风险评估,涉及科技部《科技伦理审查办法(试行)》(国科发监〔2023〕167号)第二条所列范围科技活动的,应按要求进行科技伦理审查并提供相应的科技伦理审查批准材料。

6. 已作为项目负责人承担市科委科技计划在研项目2项及以上者,不得作为项目负责人申报。

7. 项目经费预算编制应当真实、合理,符合市科委科技计划项目经费管理的有关要求。

8. 专题一、专题二、以及专题三之方向1,各研究方向同一单位限报1项。专题三之方向2、3,每项研究内容同一单位限报1项。

### 三、申报方式

1. 项目申报采用网上申报方式,无需送交纸质材料。申请人通过“中国上海”门户网站(<http://www.sh.gov.cn>)—政务服务



—点击“上海市财政科技投入信息管理平台”进入申报页面，或者直接通过域名<https://czkj.sheic.org.cn/>进入申报页面：

【初次填写】使用“一网通办”登录（如尚未注册账号，请先转入“一网通办”注册账号页面完成注册），进入申报指南页面，点击相应的指南专题，进行项目申报；

【继续填写】使用“一网通办”登录后，继续该项目的填报。有关操作可参阅在线帮助。

2. 项目网上填报起始时间为2024年9月27日9:00，截止时间（含申报单位网上审核提交）为2024年10月21日16:30。

#### 四、评审方式

采用一轮通讯评审方式。

#### 五、咨询电话

服务热线：8008205114（座机）、4008205114（手机）

上海市科学技术委员会

2024年9月19日

（此件主动公开）