

山东省自然科学基金量子科学研究联合基金 项目指南

山东省自然科学基金量子科学研究联合基金（简称“量子科学联合基金”）由山东省科学技术厅与济南市科学技术局、济南高新技术产业开发区管理委员会（以下简称丙方）共同设立。

量子科学联合基金围绕量子保密通信、关键核心器件、量子技术标准等方向，开展若干量子技术研究，实现关键技术重要突破、获得核心自主知识产权研究成果，支撑量子科技产业加速发展。项目指南共设置7个研究方向，拟通过“培育项目”和“重点支持项目”予以支持，其中培育项目经费支持额度为10万-20万/项，资助期限为2年；重点支持项目经费支持额度50万-100万，资助期限为3年。按照指南设置的研究方向组织项目申报，各研究方向拟支持课题数一般不超过3项，允许联合申报。

一、主要研究方向

1. 基于皮秒级时间分辨单光子探测的量子成像

研究内容：研制和频周期极化铌酸锂波导、皮秒级时间分辨上转换单光子探测器关键器件；研究暗计数压制方案；使用皮秒级时间分辨上转换单光子探测器，实现毫米级空间分辨能力的非视域量子成像。

考核指标：和频周期极化铌酸锂波导转换效率 $\geq 50\%$ ；光通讯波段皮秒级时间分辨上转换探测器探测效率 $\geq 20\%$ ，时间分辨率 $< 5\text{ps}$ ；非视域量子成像实验空间分辨率优于 5mm 。

2. 大尺寸近化学计量比铌酸锂晶体 (SLN) 生长及缺陷控制研究

研究内容: 发展高效率超纯均匀多晶料合成技术、进行晶体生长连续加料方法和装置研发、周期极化过程中铁电畴动力学研究及 SLN 波导应用演示, 获得大尺寸掺杂铌酸锂晶体。

考核指标: Li 元素占比 $\geq 49.5\%$; SLN 晶体直径 ≥ 76 mm, 等径长度 ≥ 30 mm, 光学均匀性 $\leq 9 \times 10^{-5}$; 获得不少于三种的掺杂铌酸锂晶体, 直径 ≥ 76 mm, 等径长度 ≥ 50 mm, 光学均匀性 $\leq 9 \times 10^{-5}$; 发表文章 3 篇, 申请专利 4 项。

3. 偏振无关弱相干单光子源研制

研究内容: 开展大动态范围高精度光衰减技术、高稳弱相干单光子波包产生技术、高速率随机扰动调制方案等研究, 实现偏振无关弱相干单光子源。

考核指标: 平均光子数 ≤ 1000 每波包、平均光子数可设定, 稳定性在 $\pm 5\%$ 以内, 中心波长符合国际电信联盟标准, 偏振度 $\leq 5\%$ @1Hz。

4. 高性能液晶型光纤光学偏振态调控器件研制

研究内容: 开展偏振态可任意转换的四片式相位型偏振态调控理论研究; 完成高稳定、小尺寸液晶型光纤光学偏振态调控器件的研制。

考核指标: 器件尺寸 $< 5000\text{mm}^3$ (不含尾纤和封装管脚); 光通讯 C 波段插损 $< 2\text{dB}$ 、偏振相关损耗 $< 0.2\text{dB}$ 、液晶片半波电压 $V_{pp} < 4\text{V}$; 全波电压下 Stokes 参量误差 < 0.03 。

5. 双通道上转换单光子探测器激光雷达系统研制

研究内容: 研制高稳定性双通道上转换光通讯波段单光

子探测器，开展基于高稳定性双通道上转换光通讯波段单光子探测的高能量子探测激光雷达系统的研究。

考核指标：双通道光通讯波段上转换单光子探测器效率稳定性在 $\pm 0.5\%$ 以内；基于双通道上转换探测器实现的量子探测雷达系统全天候晴空探测距离 $> 7\text{km}$ ，距离分辨率优于15米。

6. 面向特定复杂问题的多比特光量子信息处理机

研究内容：研究高亮度、高品质两光子纠缠光源及多比特光子纠缠态制备；研究高效的光子的相干操控方式；研究可对特定复杂问题进行快速求解的量子算法并实验验证。

考核指标：两光子纠缠光源亮度 $> 10\text{MHz}$ ，对比度 $> 99\%$ ，光子全同性 $\geq 93\%$ ；多比特（ ≥ 6 ）光子纠缠态保真度 $> 80\%$ ；多比特（ ≥ 2 ）量子门操控，平均成功概率 $> 10\%$ ，门保真度 $> 85\%$ ；实验演示至少1种光量子信息处理算法。

7. 量子信息技术标准化研究

研究内容：开展量子计算与量子测量术语和定义的标准化研究、开展量子计算硬件及体系结构、量子计算算法及软件、量子计算与量子测量应用、量子导航等标准化预研工作。开展量子通信术语和定义、量子密钥分发的标准化工作，开展量子保密通信应用场景和需求、网络架构、系统测试评估方法及关键器件技术要求等标准化预研工作。

考核指标：完成量子计算与量子测量标准体系，形成量子计算与量子测量标准化工作路线图；在量子信息技术领域，完成1项国家标准立项申报、完成2项标准项目草案、发布3项以上标准化预研课题报告。

二、申报要求及注意事项

1. 本联合基金面向全省发布，重点支持 40 周岁以下青年科研人员按照本指南范围和要求提出申请。对于合作申请的研究项目，应在申请书中明确合作各方的合作内容、主要分工等。

2. 申请人应当严格按照《山东省自然科学基金项目资助经费管理办法》的要求，认真如实编报项目资金预算。

3. 资助项目在执行期间取得的研究成果，包括发表论文、专著、专利、奖励等，必须标注“山东省自然科学基金量子科学研究联合基金”资助。

三、联系方式

山东省自然科学基金委办公室

联系电话：0531-66777204

济南市科技局基础研究处

联系电话：0531-66608810

济南高新区量子谷发展中心

联系电话：0531-89017860