

2025 年度中国光学学会科技创新奖简介

项目名称：高质量量子光源及其应用

获奖类别：自然科学奖

获奖等级：一等奖

主要完成单位：华东师范大学

主要完成人：荆杰泰、刘胜帅、娄彦博、张凯、潘晓州、王嘉彬

学科分类：光学

推荐单位：华东师范大学

项目简介：

量子光源是光量子信息体系的重要资源，其特性直接决定光量子信息体系的性能。该项目主要聚焦于研究量子光源的三个重要方面，即：提升量子光源的纠缠容量、提升量子光源的光束数量、提升量子光源的噪声特性。其中，纠缠容量决定了光量子信息体系的信息承载容量，光束数量有助于构建多用户量子网络，而噪声特性决定了量子信息协议的保真度。

该项目充分发挥原子系综四波混频体系的空间多模和低噪声特性，实验制备了高容量、多光束、低噪声高质量量子光源，并用于构建了全光量子信息协议和大规模量子网络。在提升量子光源纠缠容量方面，该项目提出了通过光学轨道角动量复用提升连续变量纠缠容量的新思路，揭示了产生复用的连续变量纠缠的物理机制，突破了传统连续变量纠缠容量受限的瓶颈，实验制备了高容量连续变量纠缠并构建了多通道并行的全光量子隐形传态协议；在提升量子光源光束数量方面，该项目提出了基于泵浦空间整形构建级联四波混频体系的新思路，揭示了原子系综内空间多模一步集成协同产生多光束纠缠的物理机制，实验制备了内部结构可重新配置的六光束量子纠缠态并构建了基于 66 个空间模式的量子纠缠网络；在提升量子光源噪声特性方面，该项目提出了基于低噪声光学参量放大器实现无测量量子纠缠交换的新思路，揭示了高增益低噪声光学参量放大器等效完成纠缠交换中贝尔态测量的物理机制，突破了传统量子纠缠交换依赖光电和电光转换的技术瓶颈，实验构建了无测量的全光量子纠缠交换协议。相关成果发表在 Physical Review Letters、Nature Communications 等期刊上，取得了重要影响力，其中 1 篇入选 ESI 高被引论文，多篇被 Nature、Nature Photonics、Nature Reviews Physics 等期刊正面引用。

该项目不仅在科学研究方面取得重要进展,在人才培养方面也取得重要成果。项目主要完成人入选国家杰出青年科学基金项目、上海市优秀学术带头人、上海市超级博士后等,并获得饶毓泰基础光学奖优秀奖、中国光学学会王大珩光学奖学生光学奖(2人)。