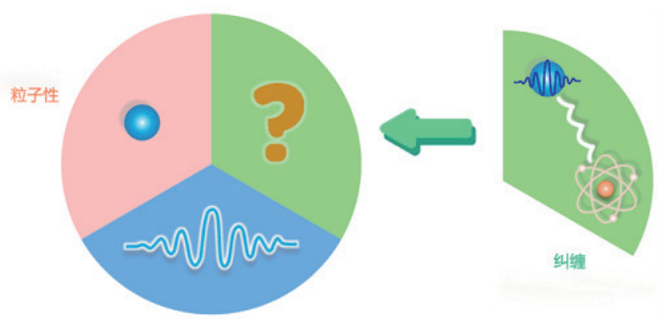


数学科学学院教授团队在国际顶尖光学期刊《光：科学与应用》发表重大研究成果

近日，首都师范大学数学科学学院费少明教授课题组与上海交通大学麻志浩教授课题组、文鳐科技首席科学家芮子文教授、新加坡科技局高级科学家肖运龙教授建立了一个统一波粒二象性与纠缠的理论框架，并由北京大学王剑威教授团队实验验证。相关研究成果以“波动性 - 粒子性 - 纠缠三位一体的普适守恒律：理论和实验（Universal conservation laws of the wave-particle-entanglement triad: theory and experiment）”为题发表在国际顶尖光学期刊《光：科学与应用》（*Light*: *Science* & *Applications*），DOI: 10.1038/s41377-025-01759-4。



波粒二象性与纠缠间的守恒关系示意

光既是波也是粒子，这就是波粒二象性，也是量子力学最令人困惑的问题之一。波粒二象性是量子力学理论的基础，诺贝尔奖获得者理查德·费曼将其称为“量子力学中一个真正的奥秘”，只有理解了波粒二象性才真正理解量子力学。而量子纠缠作为一种非经典的关联，也已经在实验上得到验证。

费少明教授课题组与麻志浩教授课题组、肖运龙教授研究表明，波粒二象性和量子纠缠有深刻的内在联系，考虑到光子和环境纠缠的时候，光子的波动性度量、粒子性度量、光子和环境的纠缠三者的和一定是个常数，提出了一个统一的理论框架可以方便地量化波动性、粒子性、量子纠缠的大小，这个框架涵盖常见的多种著名的波动性、粒子性以及纠缠度量，证明了这 3 个度量之间存在守恒关系。具体来说，对于一个两光子的封闭系统（两体任意维纯态），波动性和粒子性度量，与两体纯态的量子纠缠度量之间存在互补关系，波动性、粒子性与纠缠三者之和一定是一个常数，这个常数不依赖于这个两体纯态的选择。王剑威教授团队利用硅集成纳米光量子芯片，实验上验证了这种守恒关系。

费少明



首都师范大学研究员，博士生导师。研究方向为量子信息与量子计算、数学物理。德国洪堡基金访问学者，入选教育部跨世纪优秀人才支持计划，先后担任意大利科研评估理事会（CIVR）专家组成员，《科学报告》（*Scientific Reports*）、《中国科学：物理学、力学、天文学（英文版）》（*Science China Physics*, *Mechanics* & *Astronomy*）、《熵》（*Entropy*）等杂志编委，在《物理评论快报》（*Physical Review Letters*）、《自然 - 通讯》（*Nature Communications*）、《*NPJ* 量子信息》（*NPJ Quantum Information*）等杂志上发表量子信息理论及量子计算等方面学术论文 560 余篇。费少明教授入选斯坦福大学发布世界前 2% 顶尖科学家 2024 年度榜单。

（供稿人：数学科学学院，杨　佳）