科研人员实现基于光纤阵列的中性原子量子计算新架构

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/36573.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科研人员实现基于光纤阵列的中性原子量子计算新架构

。中性原子量子计算路线，凭借可扩展性、高保真度门操控、长相干时间以及可重构连接，成为量子计算硬件的优势路线之一。与经典计算相似，寻址能力决定可编程性。因此，高质量的寻址操控，是运行各种量子算法、推动量子计算应用的关键技术，也是实现通用、容错量子计算的基石。在中性原子量子计算路线中，现有的寻址方案难以同时实现高并行、高速率、高稳定性的寻址操控。

目前，中性原子量子计算的寻址方案可以分为两种。第一种是“原子找激光”（原子穿梭）方案，通过原子在不同功能区的相干转移实现寻址，便于并行操作和非局域连接，但跨阱移动会增加量子门之间的闲置时间，且引入原子加热，不利于深层操作。第二种是“激光找原子”（光束扫描）方案，利用声光偏转控制强聚焦的寻址光，可将闲置时间压至微秒量级，但并行寻址能力受限，且在长期精准对准与指向漂移控制方面存在技术挑战。

近日，中国科学院精密测量科学与技术创新研究院詹明生、许鹏团队在中性原子量子计算领域取得进展。研究团队提出并演示了一种基于光纤阵列的中性原子量子计算新架构，解决了原子量子计算难以同时实现高并行、高速率和高稳定性寻址操控的难题。

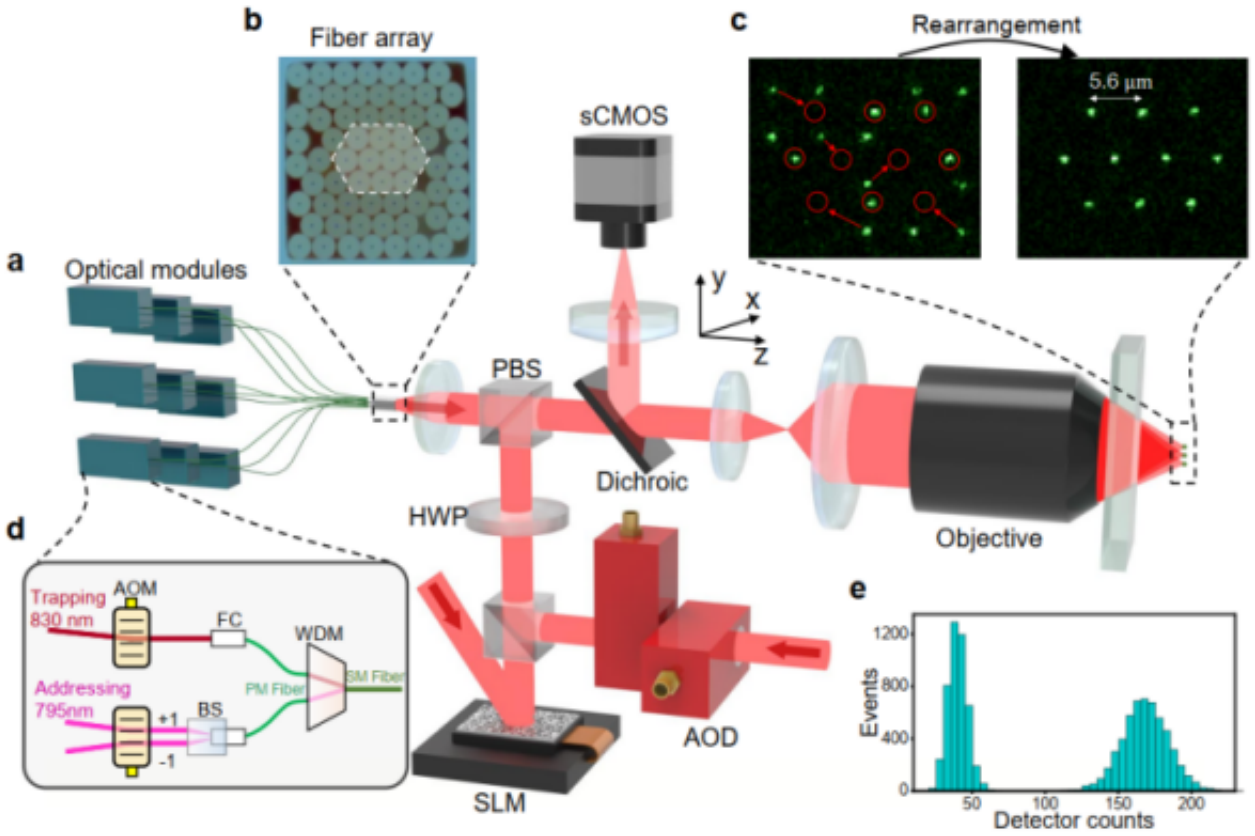
该架构的核心在于，为每个量子比特配置一条独立的控制通道，将每个原子比特的囚禁光和寻址光通过同一根单模光纤传输，并经由共享光路在真空中聚焦形成光镊。这种共路设计，使控制光束与原子陷阱在空间上天然对齐，消除了因机械振动或热漂移导致的光路失准问题，为实现稳定、独立的量子控制提供了物理保障。

实验中，研究团队在64根光纤构成的阵列中，用其中10路演示了对10个单原子的寻址操控，其中每个原子的单比特门操作的平均保真度达0.9966（3）。4个随机选择的量子比特同时执行任意单比特门操作时，平均保真度达0.9961（4）。团队进一步实现了两原子间的里德堡态阻塞，为实现高保真两比特门奠定了物理基础。

该架构可通过复制通道直接扩展，也可采用三维光波导阵列与集成光子芯片技术进行扩展，为基于大规模可控单原子阵列量子计算提供了新路径。

相关研究成果发表在《自然·通讯》（*Nature Communications*）上。

论文链接



光纤阵列架构原子量子计算的基本原理和实验装置图

研究团队单位：精密测量科学与技术创新研究院

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发