
中国科大构建国际首个基于纠缠的城域量子网络

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/27197.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！

中国科大构建国际首个基于纠缠的城域量子网络。

中国科学技术大学潘建伟、包小辉、张强等首次采用单光子干涉在独立存储节点间建立纠缠，并以此为基础构建了国际首个基于纠缠的城域三节点量子网络。该工作使得现实量子纠缠网络的距离由以往的几十米整整提升了三个数量级至几十公里，为后续开展盲量子计算、分布式量子计算、量子增强长基线干涉等量子网络应用奠定了科学与技术基础。5月15日，相关研究成果在线发表在《自然》（Nature）上。

通过量子态的远程传输来构建量子网络是大尺度量子信息处理的基本要素。基于量子网络，可以实现广域量子密钥分发以及分布式量子计算和量子传感，构成未来“量子互联网”的技术基础。目前，基于单光子传输的量子密钥网络已发展成熟，而面向分布式量子计算、分布式量子传感等进一步量子网络应用，需要采用量子中继技术在远距离量子存储器间构建量子纠缠，在此基础上通过广域量子隐形传态将各个量子信息处理节点连接起来。

在量子隐形传态方面，潘建伟团队一直处于国际领先水平，先后实现了多终端、多体以及多自由度的量子隐形传态，为实现量子信息在量子网络中的传输途径奠定了技术基础。在量子存储与量子中继方面，该团队长期开展了相关研究。该团队在国际上率先实现了具有存储功能的稳定量子中继节点；为提升存储寿命、读出效率、纠缠制备概率等关键指标，该团队发展了三维光晶格冷原子量子存储、环形腔增强光与原子相互作用、里德堡阻塞抑制高阶激发等多项关键技术，不仅实现了综合性能最优的冷原子量子存储器，而且实现了确定性的光与原子纠缠制备。

在此基础上，该团队近年来在量子存储网络方向取得多项重要进展。2019年，该团队通过三光子干涉，实现了实验室内三个冷原子量子存储器间的纠缠，成为首个可拓展距离的量子网络原型。2020年，该团队利用量子频率转换技术将量子存储的出射光子波长由795纳米转换至1342纳米，并结合单光子锁相技术，实现了在实验室内经由50公里光纤连接的双节点纠缠。

在远距离分离的独立量子存储器间建立纠缠，主要挑战在于如何控制单光子相位。基于单光子干涉的纠缠方案在纠缠速率方面具有优势，但实验难度非常高。纠缠过程中量子存储的控制激光、频率转换泵浦激光、长光纤信道等带来的细微相位抖动都会导致最终生成纠缠的退相干。为解决这一难题，该研究设计并发展了一套非常精巧的相位控制方案：首先通过超稳腔稳频来压制控制激光线宽，其次通过光锁相环来构建读写激光间的相位关联，最后通过远程分时相位比对来构建两节点间的相位关联。采用以上相位控制技术，并利用量子频率转换，该团队实现了相距十几千米远的量子存储器之间的纠缠。以此为基础，该团队构建了国际上首个城域三节点量子纠缠网络。该网络可以在任意两个量子存储器节点间建立纠缠。

该工作使得现实量子纠缠网络的距离由几十米提升至几十公里，为后续开展分布式量子计算、分布式量子传感等量子网络应用奠定了基础。该工作是国际首个城域多节点量子网络实验。审稿人对该工作给予高度评价：“他们的成果开启了量子互联网研究的新篇章”（their achievement starts a new stage of quantum internet research），“为未来大规模量子网络铺平了道路”（paving the way for future large-scale quantum networks）。

《自然》同期发表了美国哈佛大学Lukin团队的相关实验进展。该团队首次在SiV色心体系实现了双节点远距离纠缠。二者相比，中国科大成果在纠缠效率方面具有明显优势，比哈佛大学的工作高两个数量级以上。

研究工作得到国家自然科学基金委员会、科学技术部、中国科学院、安徽省等的支持。

[论文链接](#)

实验节点布局示意图。其中，Alice节点位于中国科大东区、Bob节点位于合肥创新产业园、Charlie节点位于中国科学院合肥物质科学研究院安徽光学精密机械研究所。

研究团队单位：中国科学技术大学

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](http://www.iikx.com)转发