高性能原子量子存储研究获新进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/41592.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！

高性能原子量子存储研究获新进展。在构建未来量子互联网的征程中，如何高效、可靠地长距离传输量子信息是核心挑战之一。近日，华南师范大学物理学院冷原子研究团队成功展示了一种高性能量子存储器，在多项关键指标上综合达到世界领先水平。相关成果发表于《物理评论快报》（Physical Review Letters），并被选为Editors＇Suggestion和Featured in Physics。

据介绍，该工作不仅提出了量子互连速率这一全新综合性能指标，还实验验证了冷原子量子存储器在存储维度、效率和保真度方面的卓越能力，为实现大规模、可扩展的量子网络铺平了关键道路。

单光子是量子通信中最理想的飞行比特，但其在光纤中的传输损耗随距离指数增长，严重制约远程量子通信的实现。作为克服该障碍的核心方案，量子中继器通过将长距离链路分割为短段纠缠，并借助纠缠交换操作来延长纠缠分发距离。量子存储器作为其中的核心器件，负责同步和缓存纠缠光子，其性能直接决定整个网络的通信速率与容量。理想的量子存储器需在容量、效率、保真度和寿命四方面表现优异，然而此前实验往往仅能在一两项指标上突出，难以兼顾全面。如何建立统一且能反映存储器实际应用性能的量化标准，并制造出同时满足多重严苛要求的器件，是该领域长期存在的核心难题。

针对上述挑战，研究团队在国家重点研发计划、国家自然科学基金等项目资助下，创新性地提出量子互连速率这一综合性能指标，将其定义为量子信道的信息容量除以光子分发时间。该指标将存储器的容量、存储效率、保真度和存储寿命等关键参数统一纳入考量，为公平、全面地评价和比较不同量子存储器的实际应用潜力提供了首个量化工具。

在此基础上，团队基于冷原子系综和电磁感应透明技术构建量子存储器，利用完美涡旋光束，成功在11个空间模式上实现了均匀且超过80%的存储效率，这一特性有效克服了传统轨道角动量模式在高阶时效率下降的问题，为高维编码提供了理想平台。对于该11维空间内定义的任意光子量子比特，存储保真度平均高达99.3%，充分证明了存储过程对量子态的优异保护能力。

团队进一步验证了对整个11维光子量子态的存储，存储前后态保真度仅下降3.6%，清晰展示了其可靠的高维量子态存储性能。基于实测数据，并假设一个典型的1000公里双嵌套层量子中继器架构，团队利用量子互连速率指标进行性能估算，结果表明该量子存储器能够在一分钟内分发约3.56比特的量子信息，该数值代表了当前公开报道的量子存储器在该标准化场景下的最高性能。

该研究同时解决了量子存储器领域如何全面评价和如何全面提升两个关键问题。通过提出量子互连速率新标准，并实验展示一个在效率、保真度和容量上均达到顶尖水平的冷原子量子存储器，

该工作为量子中继器和量子互连的实际应用树立了新的标杆。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：https://doi.org/10.1103/k35f-7k9s

作者：颜辉等 来源：《物理评论快报》

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