
超导量子计算在强关联纠缠体系的量子随机行走实验研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4972.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！

超导量子计算在强关联纠缠体系的量子随机行走实验研究中取得进展。中国科学技术大学潘建伟、朱晓波和彭承志等组成的超导量子实验团队，联合中国科学院物理研究所范桁等理论小组，开创性地将超导量子比特应用到量子随机行走的研究中。该工作将对未来多体物理现象的模拟以及利用量子随机行走进行通用量子计算研究产生重要影响。这一研究成果于5月2日在线发表在国际学术期刊《科学》上。

量子随机行走是经典随机行走在量子力学中的拓展，区别于经典随机行走，量子随机行走利用量子叠加态的特性，粒子在格点中游走特性需要用量子力学的波函数统计规律来诠释。量子随机游走本身可以模拟多体物理体系的量子行为，并且理论上最终可用于通用量子计算，因而引发了高度关注。

超导量子计算作为量子计算最有前景的方案之一，受到各国政府的高度关注，也得到了包括Google、IBM、Intel、腾讯、阿里巴巴等在内的各大型公司的直接投入。超导量子计算作为固态量子计算方案，其内在的优势就在于其工艺上就具有良好的可扩展性。然而在不断集成更多的量子比特的同时，如何保证所有量子比特的质量是目前最大的挑战。

近两年来，虽有报道IBM、Google等公司的超导量子计算研究团队分别研发了50比特及72比特的超导量子处理器，但是至今仍未能有完整的公开数据表明其处理器的质量，在最大纠缠比特数目这一标定多量子比特计算系统的关键指标上也没有结果发表。潘建伟及其同事朱晓波、陆朝阳、彭承志等人通过设计和加工了高品质的12比特一维链超导比特处理器，成功实现了12个超导量子比特的多体真纠缠态“簇态”的制备。这个新的工作打破了此前由中国科大、浙江大学、物理所联合研究组创造的10个超导量子比特纠缠的记录。尤其重要的是，中国科大小组生成纠缠的方式是由标准的量子比特门搭建而成，不同于先前的集体共振耦合，根本上具有更好的可扩展性。这一记录也是目前固态量子系统内最大的多体真纠缠比特数目。相关成果以“编辑推荐”的形式近期发表于《物理评论快报》。

正是基于自主研制的高质量的超导量子计算系统，研究团队首次在固态量子计算系统中实验演示了强关联纠缠体系的量子随机游走。研究团队研究了单粒子及双粒子激发下一维短程耦合的量子随机行走，观察到了高保真度的态、纠缠度及关联函数在时空光锥中的含时演化。此外，实验上首次观察到了由于边界反射及波函数干涉形成的次级纠缠波阵面的传播行为。在引入双粒子激发的情况下，实验上观测到了由时间依赖的长程反相关的强关联光子形成的费米子化行为，描绘出光子的反聚束行为。该工作首次利用人工量子比特进行光子反聚束行为的模拟，为未来利用量子

随机行走进行多体物理现象的模拟以及通用量子计算研究打下了基础。

朱晓波是负责该项工作实验部分的通讯作者，范桁是负责理论部分的通讯作者。闫智广(中国科大)、张煜然(北京计算科学中心/物理所)和龚明(中国科大)是文章的共同第一作者。

上述工作得到科技部、中科院、国家自然科学基金委、安徽省和上海市等的资助。

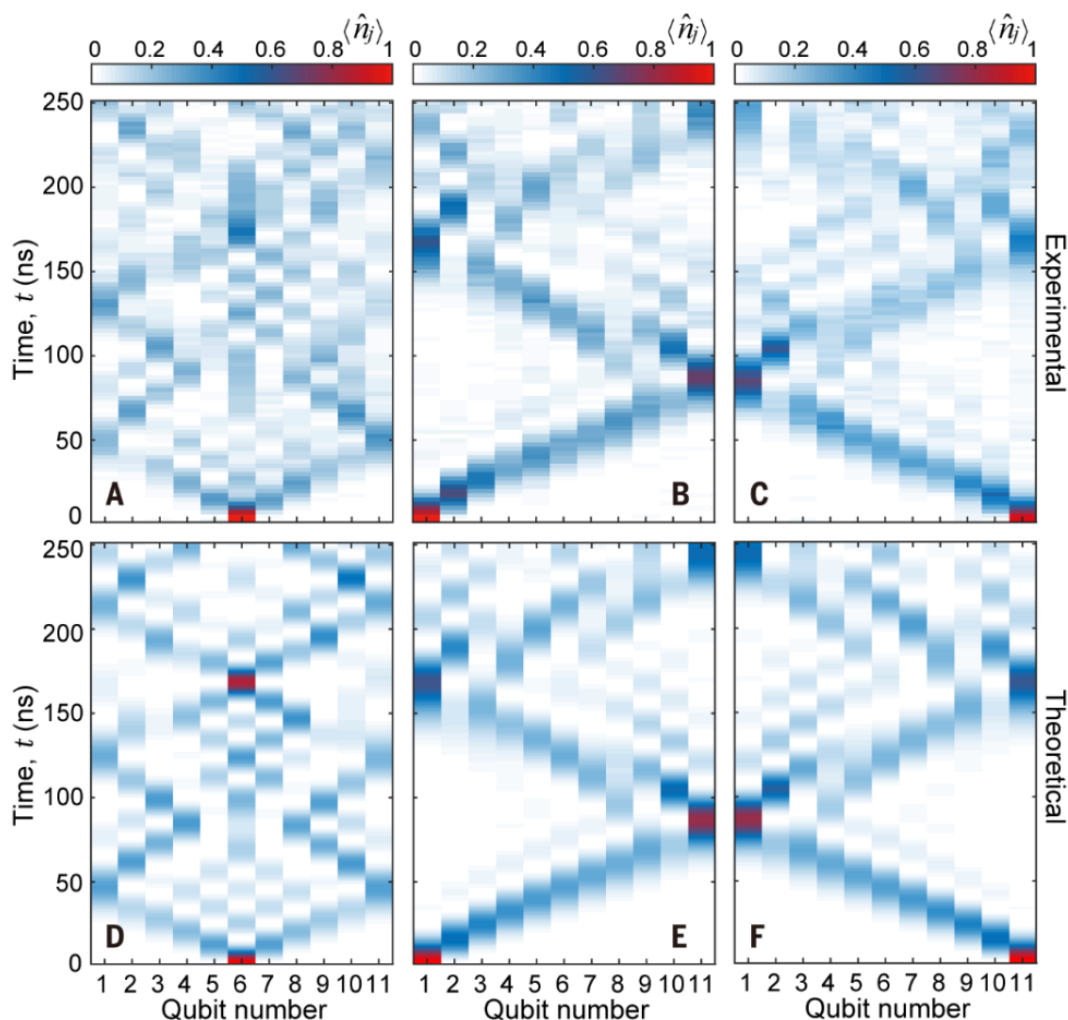
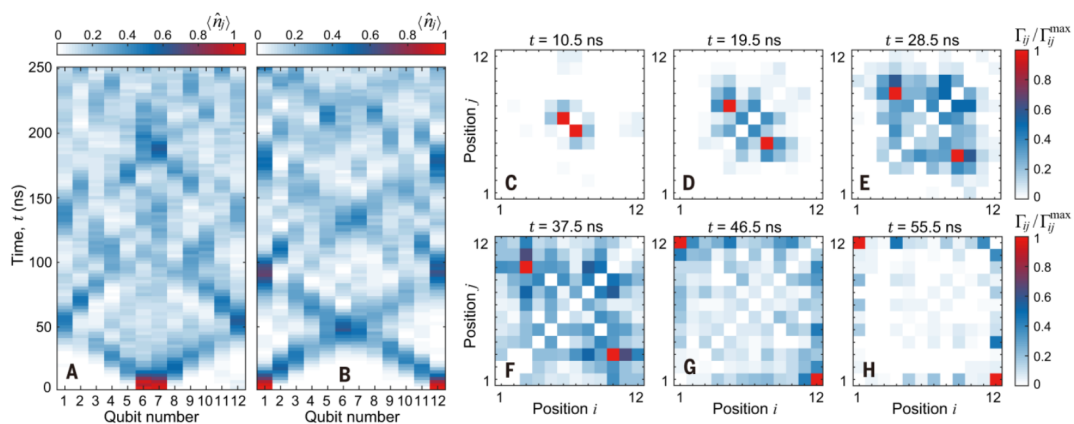


图1：单光子在11个一维链超导量子比特中的随机游走。A/D、B/E、C/F分别为从中间位置、最左端及最右端开始激发量子比特并进行随机游走。实验上清晰地观察到了激发在边缘的反射形成的回波，与理论吻合。(图来自《科学》文章正文)



展示了随着时间演化，二阶关联与量子比特运动方向的关系，展示了强关联光子的费米子化行为。(图来自《科学》文章正文)

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](https://www.iikx.com)转发