
清华新成果打开量子计算高维新纪元

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/27519.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！

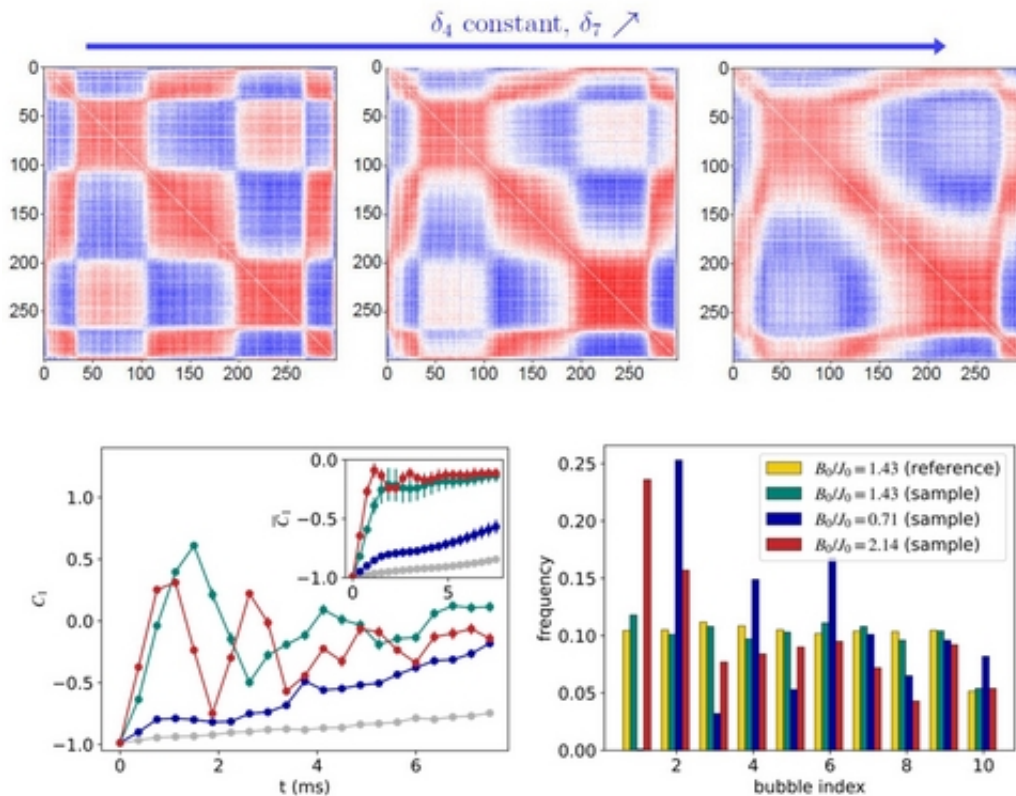
清华新成果打开量子计算高维新纪元。近日，中国科学院院士、清华大学教授段路明研究组在量子模拟计算领域取得重要突破，首次实现512离子二维阵列的稳定囚禁冷却以及300离子量子比特的量子模拟计算。

该工作实现了国际上最大规模具有单比特分辨率的多离子量子模拟计算，将原来的离子量子比特数国际记录（61离子）往前推进了一大步，并首次实现基于二维离子阵列的大规模量子模拟。

该成果研究论文近日发表于《自然》杂志，并被审稿人称为量子模拟领域的巨大进步值得关注的里程碑。图灵奖得主、清华大学交叉信息研究院院长姚期智评价该成果是巨大的成就，它打开了量子计算的高维新纪元。

据介绍，离子阱系统被认为是最有希望实现大规模量子模拟和量子计算的物理系统之一。多个实验验证了离子量子比特的高精密相干操控，该系统的规模化被认为是主要挑战。此前研究人员在保罗型离子阱（Paul Trap）中实现了最多61个离子一维阵列的量子模拟。虽然基于彭宁型离子阱（Penning Trap）可实现更大规模约两百离子的量子模拟，但因缺乏单比特分辨探测能力而难以提取量子比特空间关联等重要信息，无法用于量子计算和精密的量子模拟。

本工作中，段路明团队利用低温一体化离子阱技术和二维离子阵列方案，大规模扩展离子量子比特数并提高离子阵列稳定性，首次实现512离子的稳定囚禁和边带冷却，并首次对300离子实现可单比特分辨的量子态测量。



典型300离子长程横场伊辛模型量子模拟计算结果 清华大学供图

研究人员进而利用300个离子量子比特实现可调耦合的长程横场伊辛模型的量子模拟计算。一方面通过准绝热演化制备阻挫伊辛模型的基态，测量其量子比特空间关联，从而获取离子的集体振动模式信息，并与理论结果对比验证；另一方面对该模型的动力学演化进行量子模拟计算，并对末态分布进行量子采样，通过粗粒化分析验证其给出非平庸的概率分布，超越经典计算机的直接模拟能力。该实验系统为进一步研究多体非平衡态量子动力学这一重要难题提供了强大的工具。

该论文第一作者为清华大学交叉信息研究院2020级博士生郭世安，通讯作者为段路明。该研究得到了科技创新2030—量子通信与量子计算机重大项目（2021ZD0301601,2021ZD0301605）、新基石研究员项目、清华大学自主科研计划、教育部、清华大学笃实专项和启动经费的资助与支持。（来源：中国科学报陈彬）

相关论文链接：<https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.17163>

作者：段路明等 来源：《自然》

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://iikx.com)转发