

---

# 中国科大等成功研制113个光子的“九章二号”量子计算原型机

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/16286.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！

[video:20211026【[朝闻天下](#)】我国量子计算优越性研究取得重要进展]

中国科学技术大学中国科学院量子信息与量子科技创新研究院潘建伟、陆朝阳、刘乃乐等组成的研究团队与中科院上海微系统与信息技术研究所、国家并行计算机工程技术研究中心合作，发展了量子光源受激放大的理论和实验方法，构建了113个光子144模式的量子计算原型机“九章二号”，并实现了相位可编程功能，完成了对用于演示“量子计算优越性”的高斯玻色取样任务的快速求解。根据现已正式发表的最优经典算法理论，“九章二号”处理高斯玻色取样的速度比目前最快的超级计算机快 $10^{24}$

倍。这一成果再次刷新了国际上光量子操纵的技术水平，进一步提供了量子计算加速的实验证据。相关论文于10月26日以“编辑推荐”的形式发表在国际学术期刊《物理评论快报》上。著名量子物理学家、加拿大卡尔加里大学教授Barry Sanders同时受邀在Physics网站上撰写长篇评述文章，称赞该工作是“令人激动的实验杰作”（dramatic tour de force.....），“令人印象深刻的最前沿的进步”（an impressive advance over the state-of-the-art）。

量子计算机在原理上可通过特定算法在一些具有重大社会和经济价值的问题方面，获得比经典计算机更强的算力。早在1981年，费曼就提出了量子计算的初步想法。大规模量子计算机的物理实现是世界科技前沿的重大挑战之一。对于研制容错的通用量子计算，因其苛刻的容错阈值和大规模的量子比特数目，离目前人类的科技发展水平尚有不小的差距。

因此，实现对于量子计算的物理实现，国际学术界采取三步走的路线图。其中，第一个里程碑，在学术上被称为“量子计算优越性”，其含义是通过高精度地操纵近百个物理比特，用来高效地解决超级计算机都无法在合理时间内解决的特定的高复杂度数学问题，从实验上确凿地证明四十年前费曼所提出地量子计算加速设想，并挑战“扩展的丘奇—图灵论题”。

基于光子的玻色取样和基于超导比特的随机线路取样是实验展示量子计算优越性的两个重要方案。潘建伟团队一直在光量子信息处理方面处于国际领先水平。2017年，该团队构建了世界首台超越早期经典计算机的光量子计算原型机。2019年，团队进一步研制了确定性偏振、高纯度、高全同性和高效率的国际最高性能单光子源，实现了20光子输入60模式干涉线路的玻色取样，输出希尔伯特态空间维度达到 $10^{14}$ ，逼近了“量子计算优越性”。

2020年，潘建伟团队成功构建了76个光子100个模式的高斯玻色取样量子计算原型机“九章”，

---

输出量子态空间规模达到了 $10^{30}$

，处理高斯玻色取样的速度比超级计算机快一百万亿倍，同时克服了谷歌基于“悬铃木”超导处理器的随机线路取样实验中量子优越性依赖于样本数量的漏洞。“九章”实验完成后，在理论提出玻色取样算法和证明计算复杂度的Scott Aaronson教授随后获得了由国际计算机协会颁发的ACM Prize in Computing。

2021年，团队在“九章”的基础上，进行了一系列概念和技术创新。受到激光—“受激辐射光放大”概念的启发，研究人员设计并实现了受激双模量子压缩光源，显著提高了量子光源的产率、品质和收集效率。其次，通过三维集成和收集光路的紧凑设计，多光子量子干涉线路增加到了14

4维度。

由此，“九章二

号”探测到的光子数增加到了113个，输出态空间维度达到了 $10^{43}$

。进一步地，通过动态调节压缩光的相位，研究人员实现了对高斯玻色取样矩阵的重新配置，演示了“九章二号”可用于求解不同参数数学问题的编程能力。根据目前已正式发表的最优化经典算法，“九章二号”在高斯玻色取样这个问题上的处理速度比最快的超级计算机快亿亿亿倍。

研究人员希望这个工作能够继续激发更多的经典算法模拟方面的工作，也预计将来会有提升的空间。量子优越性研究并不是一个一蹴而就的工作，而是更快的经典算法和不断提升的量子计算硬件之间的竞争，但最终量子并行性会产生经典计算机无法企及的算力。

研究工作得到安徽省、上海市、科技部、中科院和国家自然科学基金委员会的支持。

[论文链接](#)

[美国物理学会Physics网站专家点评](#)

---

图1.九章二号整体装置图（制图：陆朝阳，彭礼超）

图2.九章二号144模式干涉仪（部分）实验照片（摄影：马潇汉，杨建瑞，李丰，邓宇皓）

图3.论文数据图。a图表示输出态空间的维度。b图表示光量子计算原型机相比超算的优势倍数

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](https://www.iikx.com)转发