
研究为量子计算提供“标尺”和“量杯”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36270.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！

研究为量子计算提供“标尺”和“量杯”。中国科学技术大学郭光灿院士团队李传锋、陈耕等与复旦大学周游、意大利那不勒斯费德里克二世大学Alioscia Hamma等合作，首次提出了注入魔术资源和潜在魔术资源两个核心概念，如同为量子计算过程配备了精确的标尺和标准的量杯，揭示了量子计算优势的积累过程。相关成果日前发表于《物理评论快报》。

量子计算的核心优势之一在于它能够利用独特的魔术资源——由Kitaev等人提出的T态或门操作。在计算过程如何实现魔术资源以达到最大量子优势，一直是量子计算领域的核心问题。基于测量的量子计算是一种极具潜力的计算范式，其测量过程是注入魔术的关键。然而测量如何一步步注入魔术，以及不同的纠缠结构能够承载多少魔术，一直悬而未决。

针对这一挑战，研究团队创新性地建立了一个全新的理论框架。引入了一个生动的倒水入杯模型，将量子优势的积累过程形象化：非泡利测量是水，测量过程就像是向系统中倒水，代表了为实现某个量子算法所必须投入的注入魔术资源。而量子系统本身的纠缠结构，则像一个杯子，其容量决定了系统能够容纳和有效利用的魔术上限，这被称为潜在魔术资源。一个结构更优、维度更高的纠缠图态，就像一个更大的杯子，拥有更大的潜在魔术资源。

实际的量子优势是杯中水：最终留在杯中的水，即存留魔术资源，才是算法最终获得的、真正有效的量子优势。如果注入的魔术（水）超过了杯子的容量，多余的部分就会溢出，造成资源浪费。

这个框架表明，要获得强大的量子计算能力，高效的测量（源源不断的水）和优质的纠缠结构（足够大的杯子）缺一不可。研究团队还从理论上证明，高维度的纠缠图态（更大的杯子）能够支持超线性乃至指数级的量子优势，为设计更高效的量子算法指明方向。此外，团队进行了实验演示，为倒水入杯模型提供了强有力的实验证据。

这项工作不仅首次从理论和实验上清晰揭示了量子优势在计算过程中的动态积累机制，也为未来优化量子算法、减少资源浪费、推进容错量子计算的发展提供了关键的理论工具和实验指导。

审稿人对该工作给予高度评价，认为其为连接基于测量的量子计算与资源理论做出了重大贡献，并称赞该工作挑战了量子计算领域的传统观念，同时提供了全新的视角。（来源：中国科学报王敏）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1103/4yyv-hggz>

作者：郭光灿等 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](http://www.iikx.com)转发