科学家在量子信息处理领域获重要进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/30843.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！

科学家在量子信息处理领域获重要进展。中国科学技术大学中国科学院微观磁共振重点实验室杜江峰院士、石发展教授、谢天宇特任副研究员在量子信息处理领域取得重要进展，基于费舍尔信息提出一种分析量子系统读出保真度的通用理论框架和最优读出方法，并在单个固态自旋系统中完成实验验证。这项研究成果近日在线发表于《科学进展》。

量子比特的投影测量是量子信息处理，尤其是容错量子计算中的核心技术。随着量子技术的不断发展，投影测量已在超导电路、离子阱、量子点和固态缺陷等多种物理系统中成功实现。典型的投影测量采用阈值法，通过预设阈值区分两种状态。然而，这种阈值方法未能有效利用光子到达的时间信息，从而影响了读出保真度。近年来，许多研究尝试通过考虑时间信息来提高读出保真度和速度，但大多数研究主要集中在模型推导和数值模拟，缺乏充分的实验验证。此外，尽管机器学习等方法也被应用于挖掘光子到达时间中的隐含信息，但在提高保真度方面的效果并不显著，且缺乏严谨的理论解释。

为全面解决上述问题，研究团队利用统计学上的费舍尔信息这一理论工具分析读出保真度的理论上限，从而避免了在缺乏坚实理论基础的情况下进行盲目尝试。研究团队采用基于最大似然估计的量子态判别方法，并通过金刚石中氮-空位（NV）色心实验验证了该方法的有效性。

实验结果表明，对于核自旋态的读出，相较于阈值法，基于最大似然估计的判别方法成功实现33.8%的错误率降低，将核自旋态的读出保真度提高至99.649%。该方法不仅在核自旋的投影测量中取得成功，还在NV色心的电荷态读取中得到验证，显示出该方法的普适性。该工作还探讨了费舍尔信息界限的可到达性，证明在特定条件下，最大似然估计方法能够实现费舍尔信息所限制的读出错误下界。

研究结果表明，在现有实验设备的基础上，充分利用时间信息可以提高读出保真度，而无需进行复杂的硬件升级。研究所提出的方法和理论框架具有普适性，不仅可应用于固态自旋体系，还可以扩展至超导电路、离子阱、中性原子和量子点等其他量子系统以提升读出保真度，具有广泛的应用前景。（来源：中国科学报 王敏）

相关论文信息：https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adp9228

作者：杜江峰等 来源：《科学进展》

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