

---

# 中国科大等实验验证新型量子不确定性等式关系

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/5603.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！**

中国科大等实验验证新型量子不确定性等式关系。近日，中国科学技术大学微观磁共振重点实验室杜江峰、彭新华与理论合作者上海交通大学麻志浩等，首次实验验证新型量子不确定性等式关系。该研究成果以Uncertainty equality with quantum memory and its experimental verification为题发表在5月17日npj Quantum Information 期刊上[npj Quantum Information 5, 39 (2019)]。

不确定性关系是量子物理的重要表征之一，在量子力学中具有重要的地位和广泛的应用，例如对不确定性关系的相关研究可以用来发展引力波干涉仪所需要的低噪声科技，它在量子精密测量、量子通信等量子信息处理中也起到关键的作用。该关系由海森堡于1927年最早提出，说明了在微观世界中精确确定一个粒子(例如原子核周围的电子)的某些物理量是有限制的，人们不可能同时精确地测定一个粒子的位置和动量。1983年，牛津大学教授大卫多伊奇(量子计算机开创者之一)给出了一种特殊情形下的熵形式的不确定性关系，之后Kraus给出了一般情况下的猜想，Maassen和Uffink随后证明了一般情况下的熵形式的不确定性关系。由于当时量子纠缠还没有引起人们的关注，这些20世纪80年代的研究都是关于单体量子态的结果。2010年，瑞士科学家Renner课题组利用冯·诺依曼条件熵，给出了有纠缠辅助情况下，两体量子态的熵形式的不确定性关系，此一结果发表在Nature Physics上，引起了相当的关注，第二年有两个课题组独立实验验证了该结果，发表在同一期的Nature Physics上。

另一方面，尼尔斯·玻尔于1927年提出的互补原理是哥本哈根诠释的基石，指出对于任何一对不相容的可观察量，由于不确定性关系，对其中一个可观察量的不确定性越小，则对另一个可观察量的不确定性就越大，反之亦然。1999年，维也纳大学教授Zeilinger和他的学生Brukner在Phys. Rev. Lett.发表的论文里，利用线性熵给出了在无偏测量下，量子测量获得的信息量的定量刻画，发现在所有的无偏测量下得到的信息量正好由量子态的线性熵决定，该工作引发了一系列的后续研究。但此工作仍然是关于单体量子态的结果，没有考虑量子纠缠的影响。

最近上海交通大学数学科学学院教授麻志浩和南京大学教授吴盛俊、浙江工业大学副教授陈芝花、首都师范大学教授费少明合作，给出了纠缠辅助下的无偏测量满足的不确定性关系，他们的理论结果表明，如果考虑到量子纠缠，那么在没有偏测量下的不确定度之和正好等于初始量子态的条件线性熵。该结果在量子通信如量子密钥分发中有新颖的应用。随后，杜江峰和彭新华课题组设计了巧妙的实验，在不需要用到完全的量子态层析下，实现了线性熵定义的不确定度的直接测量，验证了包含纠缠的两体系统不确定性关系的等式，其中采用的实验手段及数据处理方法对其它物理体系也具有很好的适用性和扩展性。实验结果较好地符合理论预测，第一次给出了带有纠缠辅助的不确定性关系等式关系的实验验证。

不确定性关系是对量子物理系统测量结果的一种根本限制，带量子纠缠(存储)的新量子不确定性

---

关系，对进一步揭示量子物理的本质具有重要科学意义。另外，不确定性关系的等式比之于通常的不确定性关系的不等式更加精确，在量子通信、量子精密测量等量子信息技术的应用中有重要的优势。

中科院微观磁共振重点实验室博士研究生王恒岩为该文第一作者，彭新华、杜江峰为共同通讯作者。此项研究得到科技部、国家自然科学基金委、安徽省等的资助。

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