
中国科大等实验演示用集体测量减少测量对热力学演化的反作用影响

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4279.html>

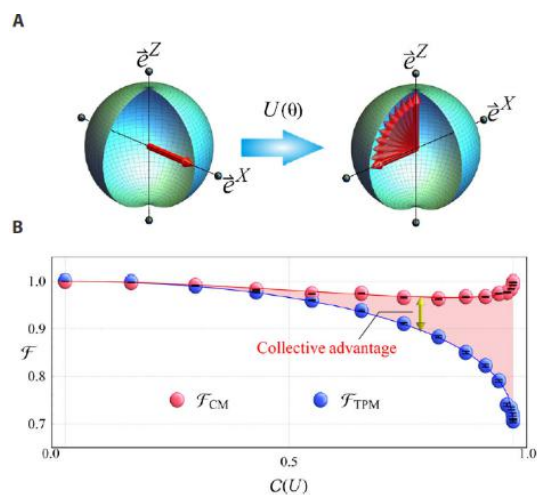
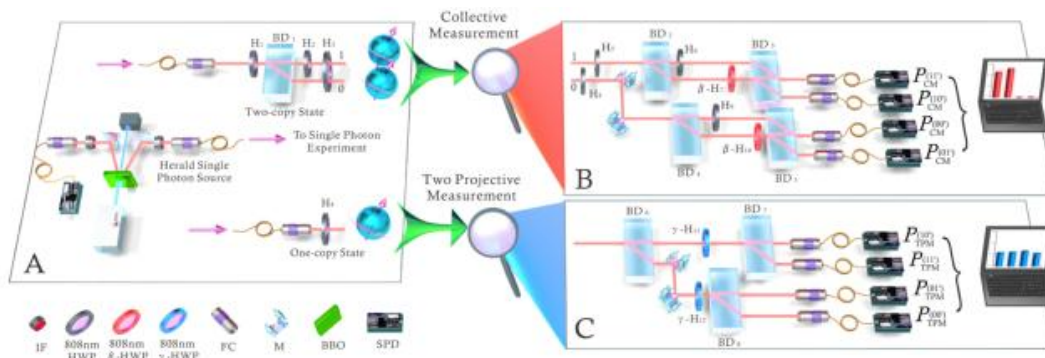
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

中国科大等实验演示用集体测量减少测量对热力学演化的反作用影响。中国科学院院士、中国科学技术大学教授郭光灿团队在量子测量研究中取得新进展，该研究团队李传锋、项国勇研究组与德国马克斯·普朗克研究所博士Mart í Perarnau-Llobet合作，在光子系统中首次实验演示使用集体测量(collective measurement)减少热力学中量子投影测量的反作用(back action)问题。相关研究成果于3月1日在线发表在国际期刊《科学进展》(Science Advances)上。

在热力学中，人们为了探求一个物理系统在演化过程中的能量涨落，分别对演化前和演化后物理系统的能量做一次测量，然后用两次测量的结果来计算能量的涨落——这就是传统热力学的两次投影测量方法(two projective energy measurement)。但是当人们要对量子热力学系统做一个能量涨落的分析时，这种传统方法是行不通的，因为量子投影测量会完全破坏一个体系的量子叠加性，所以测得的能量涨落是不包含量子体系的量子叠加信息的。这种由于测量而造成对系统演化的影响而无法准确估计能量涨落的限制，在热力学中被称为反作用力。该工作的理论合作者Mart í Perarnau-Llobet在2017年的一篇理论工作[Phys. Rev. Lett. 118, 070601 (2017)]中指出，在不违背量子热力学的基本涨落理论(fluctuation theorems)前提下，无法设计出一个测量方案完全避免反作用，但可以通过集体测量的方式来减少反作用的程度——假如有两份相同拷贝的量子态，对这个整体做一个特定的广义量子测量,就可以提取量子态中部分初始叠加性的信息;也就是说，通过集体测量，能减少投影测量所带来的反作用。

项国勇等人及其合作者为了在实验中减少量子测量的反作用，设计出适用于线性光学系统的集体测量方案，来有效地模拟一个量子热力学过程。该体系利用了光子的多自由度特性，将两个量子态编码到单个光子的偏振和路径态上，并通过对偏振和路径的集体测量，从而提取出了初始量子态的叠加信息，预测了具有初始相干性的量子态在特定演化下的行为，预测出了在此演化过程中，能量的具体转化方式。该研究组同时做了一组对照实验，模拟了传统热力学中的两次投影测量方法，同样得到一组能量转化方式的预测。实验结果如图所示，红色与蓝色代表了实验预测的末态概率分布与实际演化的概率分布的保真度。实验结果表明，不管是针对不同的量子态，还是不同的演化过程，由传统方法得到的热力学过程的预测结果与体系本身的演化行为相去甚远，而用集体测量得到的结果更为接近事实演化(在下图实验结果中表现为更高的保真度)。

审稿人对该工作给予了高度评价。该工作对集体测量以及量子热力学的研究具有重要意义。



集体测量减小测量反作用的实验装置和结果图

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