
量子网络中的非定域性研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6592.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！

量子网络中的非定域性研究获进展。近日，中国科学技术大学潘建伟、张强、范靖云等与中国科学院上海微系统与信息技术研究所、上海交通大学等单位的科研人员合作，在国际上首次在关闭定域性、测量独立性以及纠缠源独立性等漏洞的基础上，实验实现了对量子网络中的二元隐变量理论的实验检验，为量子网络中量子非定域性的实验研究以及应用开辟了新的道路。相关成果于北京时间8月27日在线发表在国际学术期刊《自然-光子学》上。

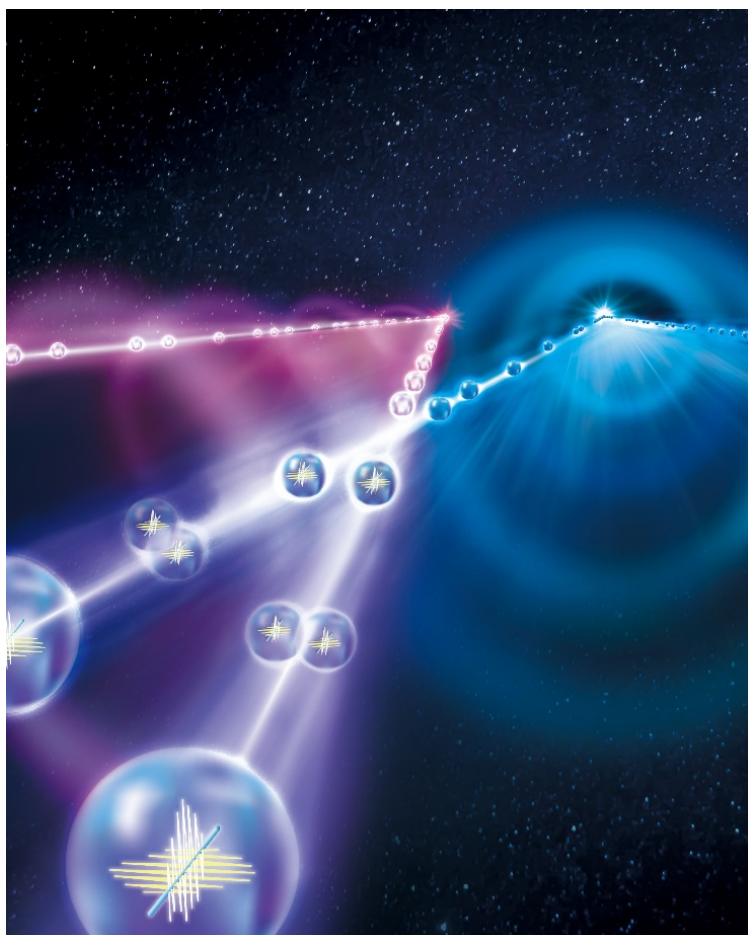
非定域性是量子力学的重要性质，也是爱因斯坦质疑量子力学完备性的主要原因。过去的几十年里，在各种二体物理系统中进行的以贝尔不等式违背为代表的非定域性实验检验全部支持量子非定域性。在这个过程中发展起来的理论和实验技术，为量子信息科学的发展奠定了基础，并起到了极大的推动作用。随着量子网络的发展，人们发现其复杂的拓扑结构和其中相互独立的纠缠源，会给量子非定域性带来更加丰富的物理内涵和更多潜在的应用。比如，在纠缠交换网络中，两个来自独立纠缠源的光子，不需要有任何共同历史和相互作用，就能发生量子纠缠。将贝尔的单一隐变量理论合理地推广到二元隐变量理论，即每个纠缠源所对应的隐变量也是相互独立的，可以推导出类似贝尔不等式的二元定域不等式。相比于二体系统下的贝尔不等式，违背该二元定域不等式，即验证非二元定域性，对系统对比度的要求更低，而且具有更高的噪声容忍度。该理论可以推广到更复杂的量子网络中。鉴于近年来无漏洞贝尔检验在设备无关量子信息处理中的重要应用，可以预见这类多元非定域性在量子网络中的设备无关量子信息处理中将发挥重要作用。目前，这方面的理论研究方兴未艾，对于量子网络中的多元定域不等式以及其应用的研究成为一个热点。

然而，实验上实现对二元定域不等式的无漏洞检验却存在很大的技术难度。除了之前的无漏洞贝尔不等式检验中所要关闭的所有漏洞之外，该实验还需要额外关闭纠缠源之间的独立性漏洞。在此之前的此类实验中，还没有任何一个漏洞被成功关闭。

近年来，潘建伟、张强等在国际上首次实现了独立纠缠源的远距离同步技术，先后完成了城域光纤网络中基于独立纠缠源的量子隐形传态(Nature Photonics 10, 671 (2016))和百公里纠缠交换(Optica 4, 1214 (2017))等一系列工作。在这些工作的基础上，他们将具有随机相位的激光脉冲作为纠缠源的种子光，完全保证了纠缠源的独立性，关闭了纠缠源的独立性漏洞；他们也进一步发展了高速偏振调制器，通过量子随机数发生器产生的信号对其进行驱动，在250MHz重复频率下，实现了对光子偏振态高达99%保真度的精准调控。上述技术的发展极大缩短了非定域性检验所需的距离要求，从而使得只需构建小型量子网络就可以同时关闭定域性和测量独立性漏洞。在该实验中，他们也实现了对二元定域不等式高达45个标准差的违背，演示了其优于贝尔不等式违背的噪声容忍度。

该实验得到审稿人的高度评价：“这是在量子网络中有潜在应用价值的重要技术进步”和“鉴于最近在实验量子通信方面取得了进展，这个实验是非常及时的，它为展示了未来更复杂的量子网络中的非经典相关性的更先进的实验开辟了道路”。

论文的第一作者为微尺度国家研究中心博士后孙启超，博士生江扬帆、白冰为共同第一作者，该研究工作得到中科院、科技部重点研发计划项目、国家自然科学基金、教育部和安徽省的支持。



量子网络中的非定域性研究获进展

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](http://www.iikx.com)转发