

---

# 科学家验证远距离双场量子密钥分发的可行性

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6774.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！**

科学家验证远距离双场量子密钥分发的可行性。近日，中国科学技术大学教授潘建伟及其同事张强、刘洋与清华大学教授王向斌、中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员尤立星等人合作，在发展快速高稳定性激光频率锁定技术与高计数率低噪声单光子探测器的基础上，在300公里真实环境的光纤中实现了双场量子密钥分发实验。相关研究成果于9月5日(北京时间)在线发表在国际学术期刊《物理评论快报》杂志上(Phys. Rev. Lett. 123, 100505 (2019))。这项成果不仅完整实现了300公里的双场量子密钥分发，也验证了700公里以上光纤远距离量子密钥分发的可行性，有望成为新一代远距离城际量子密钥分发的基础。

量子密钥分发(QKD)可以在用户间进行非常高安全性的密钥分发，进而实现最高安全性的保密通信，具有重要的理论和现实意义。但是限于通信光纤的损耗和探测器的噪声等原因，量子密钥分发系统通常只能在100公里内获得较高成码率。目前安全性最高的测量设备无关的量子密钥分发系统，最远成码距离是潘建伟团队于2016年实验实现的404公里。最近，英国东芝公司的科学家提出了一种新型的量子密钥分发方案：双场量子密钥分发(Twin-Field QKD)方案，巧妙地利用单光子干涉的特性，将成码率与距离的关系从一般量子密钥分发的线性关系提升至平方根的水平，因此可以获得远超过一般量子密钥分发方案的成码距离，并且理论上可以获得远高于一般量子密钥分发方案的成码率，为远距离、高性能量子密钥分发提供了新的方向。

然而，实验实现双场量子密钥分发方案的条件极其苛刻。该方案利用单光子干涉，为了保证干涉的稳定性，需要通信双方独立光源的波长差不能高于10 kHz的水平(比光子本身的频率低10个量级)，并且在经过百公里以上的传输后需要控制光纤引起的相位差不高于0.3弧度(需要远小于光子波长)。

该研究中，王向斌提出了基于“发送-不发送”的双场量子密钥分发方案，大大提高了对相位噪声的容忍能力并严格证明了安全性;潘建伟、张强实验小组发展了高速高稳定性的相位锁定技术、高性能调制与链路相位估计方案，利用上海微系统所研制的低噪声超导纳米线单光子探测器，实现了双场量子密钥分发方案的实验验证。该研究在现实环境下相位剧烈变化的300公里光纤信道上，实现了双场量子密钥分发，在考虑统计涨落及有限长度分析等重要理论要求后，在300公里处，密钥生成率达到2016年实验的50倍，并打破了一般无中继量子密钥分发方案的最高成码率理论极限。同现有已发表的双场QKD实验相比，该研究是唯一的考虑了有限码长效应的实验。此外，联合团队也分析了在提高探测器性能等条件下，该方案可以进行超过700公里的远距离量子密钥分发。

该工作验证了远距离双场量子密钥分发方案的可行性，证明该方案具有远距离、高成码率等性能，非常适合在城际量子密钥分发主干链路使用。该工作被《物理评论快报》审稿人评论为“实用

---

双场量子密钥分发的重要里程碑”，被《物理评论快报》选为“编辑推荐”论文，并被美国物理学会的Physics杂志进行了专题亮点报道。

上述研究得到科技部重点研发计划、国家自然科学基金、教育部、中科院、安徽省和济南市的支持。



“发送-不发送”双场QKD示意图

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](http://www.iikx.com)转发