



量子科技先导专项取得阶段性重要突破 我科学家实现百公里量级自由空间量子隐形传态与纠缠分发

文章来源：中国科学技术大学

发布时间：2012-08-12

【字号：小 中 大】

[视频库视频：量子隐形传输首次跨越百公里]

中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室潘建伟院士及其同事彭承志、陈宇翱等，与中科院上海技术物理研究所王建宇、光电技术研究所黄永梅等组成的联合研究团队，在国际上首次成功实现了百公里量级的自由空间量子隐形传态和纠缠分发，通过地基实验坚实地证明了实现基于卫星的全球量子通信网络的可行性，该研究成果于8月9日以封面标题的形式发表在国际权威学术期刊《自然》杂志上。

在任意距离间传输未知量子态是实现远距离量子通信和分布式量子网络必不可少的环节，它可以通过远距离量子态隐形传输和纠缠分发来实现。目前，量子态隐形传输和纠缠分发已经在中等距离的光纤得到了实现，但是巨大的光子损耗和消相干效应使得要在光纤中实现更远距离的量子传输必须引入量子中继器，而量子中继器的实用化在实验上还是一个很大的挑战。自由空间信道由于损耗小，比光纤通信更具可行性，结合卫星的帮助，将有可能在全球尺度上实现超远距离的量子通信和量子力学基础检验。

2005年，潘建伟小组在国际上首次实现了距离大于垂直大气层等效厚度的自由空间双向纠缠分发。此后，在中科院知识创新工程重大项目“远距离量子通信实验研究”、“空间尺度量子实验关键技术与验证”和中科院量子战略性先导科技专项的持续支持下，潘建伟小组对自由空间量子实验关键技术进行了大量的研究。2010年，该小组在国际上首次实现了16公里自由空间量子态隐形传输。从2010年开始，中科院联合研究团队在青海湖地区建立实验基地，开展验证星地自由空间量子通信可行性的地基实验研究，从多个方面进行攻关，旨在突破基于卫星平台自由空间量子通信的关键技术瓶颈。

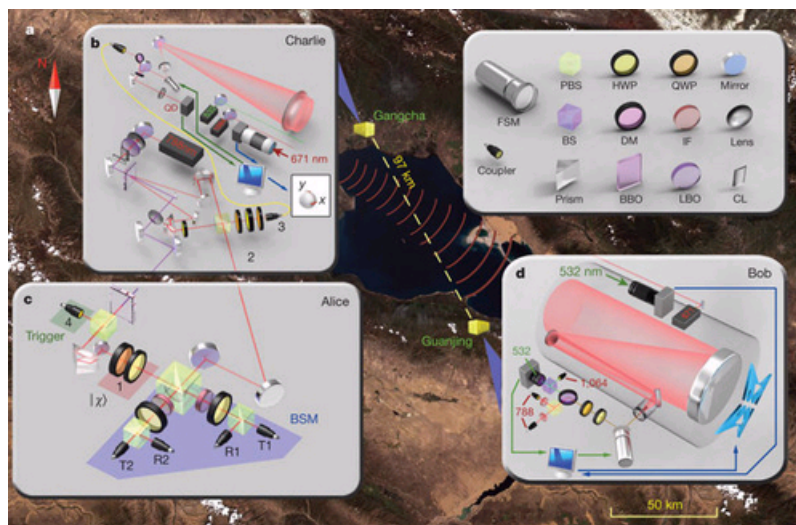
经过近十年的艰苦努力，在中科院、科技部、基金委等的大力支持下，潘建伟小组为实现大尺度量子信息处理发展了若干关键量子技术。该小组发展的超高亮度量子纠缠源技术自2004年开始一直处于国际领先水平，目前的亮度比十年前提高了500倍。该小组还发展了一套高精度的时间同步技术，在百公里量级时间同步精度达到1纳秒。与此同时，中科院联合研究团队发展了一套高频率、高精度的瞄准、捕获和跟踪技术和装置，确保了百公里量子信道的衰减稳定在一个可以进行实验的范围内，这是世界上首次将高频率高精度的跟瞄技术应用到量子通信的实验中，该技术可以用来跟踪移动目标，将来可以直接利用到卫星的跟瞄上。

利用所发展的若干核心量子技术，今年潘建伟小组在大尺度量子信息处理方面取得了系列重要进展：在基于超高亮度纠缠源技术的基础上，他们在国际上首次实现了八光子纠缠，论文发表在《自然》杂志的子刊《自然—光子学》上 [*Nature Photonics* 6, 225 (2012)]，欧美多家知名科技媒体，包括欧洲物理学会、美国麻省理工学院《技术评论》、美国物理学家组织、《大众科学》、英国ZDNet网站等分别对其进行了专题报道。随后，他们利用八光子纠缠，在国际上首次实验实现了拓扑量子纠错，取得了可扩展容错性量子计算领域的重大突破，论文发表在《自然》杂志上 [*Nature* 482, 489 (2012)]，《自然》杂志的几位审稿人给予了热情洋溢的高度评价，称之为“非常重要的原理性实验，一个艰苦卓绝的英雄主义的量子光学实验”，“实验的完成是完美而极具挑战性的”，“对拓扑纠错这一当前量子信息处理最引人注目的范例中关键一环的实验验证”。为此，《自然》专门邀请著名量子光学专家James Franson教授在“新闻视角”栏目撰文对这个工作进行了介绍。随后，工作受到了欧洲物理学会的《物理世界》等许多科学媒体的关注。同时，潘建伟小组还在量子中继器的实用化研究上取得了突破，他们成功实现了长寿命、高读出效率的量子存储，该成果为目前国际上量子存储综合性能指标最好的实验结果，朝着最终实现实用化的量子中继器迈进了重要一步，论文发表在《自然》杂志的子刊《自然—物理学》上 [*Nature Physics* 8, 517 (2012)]。

在上述系统技术的长期发展和积累的基础上，中科院联合研究团队于2011年10月在青海湖首次成功地实现了百公里量级的自由空间量子隐形传态和双向纠缠分发。最近，联合研究团队在青海湖首次实现了基于四光子纠缠的97公里的自由空间量子态隐形传输，并首次实现了百公里的双向纠缠分发和Bell不等式检验，该成果发表在8月9日出版的《自然》杂志上[*Nature* 488, 185 (2012)]。该实验证明，无论是从高损耗的地面指向卫星的上行通道链路，或是从卫星指向两个地面站的双通道下行链路，实现量子态隐形传输和量子纠缠分发都是可行的，这为基于卫星的广域量子通信和大尺度的量子力学基础原理检验的实现奠定了坚实的基础。

该研究部分成果的预印本于今年5月在美国学术网站arXiv.org公开后，立即引起了学术界的广泛关注。欧洲物理学会新闻网站以“物理学家宣布新的量子态隐形传输记录”为题进行了特别报道。美国《科学新闻》杂志更以“量子隐形传输的巨大飞跃”为题进行了专题报道，文中写道“研究进展使得基于卫星覆盖全球的、实用化的远距离量子通信网络更为接近现实”，“为基于卫星的量子通信、远距离的量子力学基本检验铺平了道路”。英国《新科学家》杂志以“隐形传输记录触发全球保密量子网络”为题进行了报导。《自然》杂志几位审稿人对该成果给予了高度评价，称之为“来自于潘建伟小组的另一个英雄的实验工作”，“有望成为远距离量子通信的里程碑”。《自然》杂志还在该论文发表前向各大科学新闻媒体发布了题为“通向全球化量子网络”的新闻稿，并同时在杂志的当期封面上发布了“量子隐形传态跨越了百公里鸿沟”的封面标题。

[论文链接](#)



自由空间量子隐形传态原理图

打印本页

关闭本页