

中国量子卫星实现“一步千里”的世界跨越

未来将构建起全球首个天地一体化的实用性广域量子通信网络

“鬼魅般的超距作用”——近百年前，爱因斯坦对量子纠缠提出疑问，激励着几代科学家不断研究验证。科学探索的过程，也催生了“量子革命”，孕育出激光、半导体、核能等革命性技术，改变人类文明进程。

在新时期，越来越多中国科学家投身其中。中国科学院联合研究团队，在中科院空间科学战略性先导科技专项的支持下，近日利用“墨子号”量子卫星在国际上率先成功实现了千公里级的星地双向量子纠缠分发，被国际同行称为“处于世界领先地位”。

量子“纠缠效应”进入千公里数量级

当两个量子发生“纠缠”，一个变了，另一个也会“瞬变”，无论它们之间相隔多远——如同“心灵感应”，这就是量子力学理论中神奇的“量子纠缠现象”。

近百年前，作为量子力学的开创者之一，爱因斯坦也“百思不得解”。由于当时缺乏检验能力，他认为，或许是量子理论“还不完备”。

一代一代的学者对这种“鬼魅般的超距作用”进行研究，但由于量子纠缠“太脆弱”，会随着光子在光纤内或地表大气中的传输距离而衰减，以往的实验只停留在百公里距离，量子纠缠仍然存在“漏洞”。

6月16日，中国科学技术大学潘建伟教授及其同事彭承志等组成的研究团队宣布，日前利用“墨子号”量子卫星在国际上率先成功实现了千公里级的星地双向量子纠缠分发，并在此基础上实现了空间尺度下严格满足“爱因斯坦定域性条件”的量子力学非定域性检验。国际权威学术期刊《科学》以封面论文的形式发表了该成果。

这也就是说，通过“墨子号”卫星，从太空将一对相互“纠缠”的量子“分发”到青海德令哈和云南丽江两个地面站，通过数千对量子的实验检验，发现在两个相距超过1200公里的实验站之间，量子的“纠缠效应”仍然有效。

中国科学家用严格的科学实证，回答了爱因斯坦的“百年之问”。

进入千公里数量级，是一个质的飞跃。潘建伟解释，根据科学家构建的理论模型，引力会对量子纠缠产生一种退化效应。不进入千公里级别去设计实验，始终无法验证量子力学的完备性。

2003年开始，潘建伟团队就开始实验长距离量子纠缠。从13公里到100公里，他的团队一步一步走来，始终处于国际引领位置。最终通过太空中的“墨子号”卫星，把科学家一直假想的实验变成了现实。

量子纠缠为何不采用光纤传送

数百年前，伽利略架设起人类历史上第一台天文望远镜，从此开启了天文学的新时代。“墨子号”实验成果也提供了一种全新探索手段，将为物理学的未来打开一扇门。

我们身处的时空是连续的吗？爱因斯坦、波尔等科学巨擘为我们描述的宇宙哪一个更加真实？“从前没有技术能力来做这样的检验。”中科大微尺度物质科学国家实验室研究员彭承志说，比如，让光子走过很远的距离，如果空间是不平滑的，就会产生振动。通过测量光子的偏振，反过来可以验证哪个物理学的理论模型更准确。

不过，这种观测的能量和尺度，不是地面实验室条件可以完成的。在理论物理学界，陆续有学者提出，可以通过天文学上的观测来检验这些物理原理，让现代科学大厦的基座更加坚实。

潘建伟说，“墨子号”的最新实验成果，为开展外太空广义相对论、量子引力等物理学基本原理的实验检验奠定了可靠的技术基础。

除了科学基础研究的重要作用之外，实验结果也有实际应用价值。

“可以通过远距离量子纠缠来分发量子密钥，进而构建量子网络。”潘建伟说，把1个光子送到北京，1个光子送到合肥，二者距离1000多公里，这样就可以在北京、合肥之间建立很好的量子通道，进行量子保密通信。

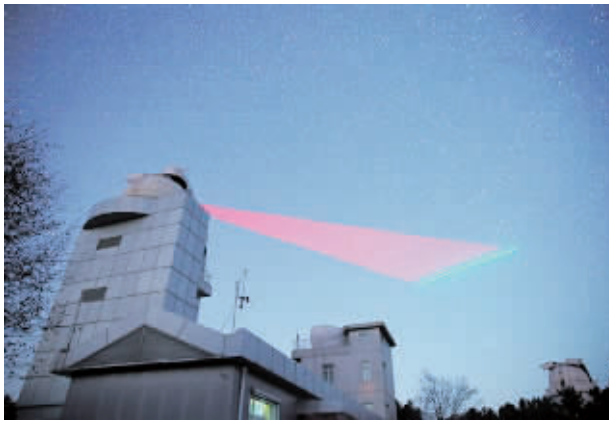
“墨子号”星地传送距离约1200公里，也不算很远，为什么不在地面上做实验？潘建伟解释，因为光子通过地面光纤传输时，损耗很大，光纤会“吃掉”部分信号。普通信号削弱了可以放大，但量子纠缠的信号无法放大。



德令哈量子卫星地面站外景(6月14日摄)



德令哈量子卫星地面站的光学望远镜(6月14日摄)



2016年11月8日，在河北兴隆观测站，“墨子号”量子科学实验卫星过境，科研人员在做实验。

“量子纠缠如果用光纤传送，把目前能想象到的、全世界最好的光纤都集中起来，架设1200公里，

测算结果是大概3万年才能传送1个光子。”潘建伟说，通过卫星从外层空间传送光子，损耗能减至

万亿分之一，目前1秒钟就能传送1个光子，很快可以累积足够的实验数据。

迎接“第二次量子革命”，中国挺进最前沿

“墨子号”最新实验成果16日在《科学》上发表时，这家国际权威学术期刊的几位审稿人断言，“毫无疑问将在学术界和广大的社会公众中产生非常巨大的影响”。

美国波士顿大学量子技术专家谢尔吉延科评价，这是一个英雄史诗般的实验，中国研究人员的技术、坚持和对科学的奉献应该得到最高的赞美与承认。

加拿大滑铁卢大学量子技术专家延内魏因说，国际上确实存在量子科研竞赛。这个中国团队已克服了好几个重大技术与科学挑战，清楚地表明了他们在量子通信领域处于世界领先地位。

据了解，类似的实验，欧盟、加拿大、日本都有科学家在呼吁和推进，或因技术积累不够，或因资金支持不够，目前进展缓慢。

“这是我目前为止做过的最好的科学成果。”潘建伟说。他把量子研究的突飞猛进归功于中国“集

中力量办大事”的优势：中科院上海技术物理研究所、微小卫星创新研究院、光电技术研究所、国家天文台、紫金山天文台、国家空间科学中心……“墨子号”卫星的每一个部件都凝聚了各个科研机构的心血。

上海技物所研究员王建宇说，量子纠缠的远距离分发对精度要求极高，就好像从万米高空飞机上扔下一连串硬币，在地面再用存钱罐接住。“现代科学普遍需要大团队合作，中科院把科学和工程领域的精、尖力量结合了起来。”

“不同机构纷纷给我们提供所需的基础元件，让我们的创新想法有了很好的工程基础。我在欧洲、美国、加拿大的同行，都曾有过这样的科学设想，但没有这样的团队全力支持。”潘建伟说。

以量子卫星的最新实验成果为代表，中国正在挺进量子研究的最前沿。今年5月，潘建伟团队研发

的世界上第一台超越早期经典计算机的光量子计算机问世。未来不久，将构建起全球首个天地一体化的实用性广域量子通信网络。

去年年末，英国政府发布的《量子时代的技术机遇》报告中统计，中国在量子科技的论文发表上排在全球第一、专利应用排名第二。在“第二次量子革命”的起步阶段，中国异军突起进入“领跑阵营”。

国家战略的支持，让中国的量子科研工作者更加坚定信心。多位量子科研领军学者认为，“第二次量子革命”将带来巨大的技术和应用前景，也给我国带来了从跟随者、模仿者转变为未来信息技术引领者的重大机遇。

太空之中，“墨子号”仍在不知疲倦地绕地旋转。除了量子纠缠分发之外，高速星地量子密钥分发、地星量子隐形传态等重要科学实验也在紧张顺利地进行中。潘建伟说，预计今年会有更多的科学成果陆续发布。

【背景链接】

量子卫星“墨子号”是中国自主研发的世界上首颗空间量子科学实验卫星，于2016年8月16日发射升空，是中科院空间科学先导专项首批科学实验卫星之一。

量子卫星的主要目标之一是进行星地高速量子密钥分发实验，并在此基础上进行广域量子密钥网络实验，以期在空间量子通信实用化方面取得重大突破。同时，量子卫星在空

间尺度进行量子纠缠分发和量子隐形传态实验，将使人类首次具有在空间尺度开展量子科学实验的能力，成为我国在基础物理学领域对世界的又一重要贡献。

据新华社