

在城市光纤网络中 我国首次实现量子态隐形传输

为未来构建可扩展的大规模量子通信网奠定基础

新华社合肥电（记者徐海涛）继发射全球首颗量子通信卫星之后，中国科学技术大学潘建伟团队与相关单位合作，近期在合肥量子城域通信试验网上首次实现了预先纠缠分发的独立量子源之间的量子态隐形传输，为我国未来构建可扩展的大规模量子网络奠定了基础。国际权威学术期刊《自然·光子学》9月19日发表了该成果。

量子隐形传态是基于量子纠缠特性出现的一种新型通信方式。根据量子力学研究，一旦两个量子之间产生了“纠缠”关系，那么无论相

隔多远，一个量子的状态发生变化，另一个也会瞬时相应变化。但要实现量子隐形传态，必须达到纠缠态预分发、独立量子源干涉和前置反馈三个要素，之前国际上还没有任何一个量子隐形传态实验能同时满足要求。

据了解，潘建伟团队首先与清华大学合作开发了适合光纤网络传输的时间相位纠缠光子源，然后通过发展皮秒级的远程光同步技术和光纤布拉格光栅进行窄带滤波，成功地解决了两个独立光子源之间的同步和干涉问题。同时，他们开发了针对远距离光纤所造

成的延迟和偏振涨落以及实验系统的稳定性等问题的主动反馈系统。

最后，他们利用中科院上海微系统所开发的超导纳米线单光子探测器，在全球首个规模化量子通信网——合肥量子城域通信网络的30公里光纤上，实现了满足上述三要素的量子隐形传态实验。

团队成员张强介绍，现有的量子保密通信主要是通过量子密钥对经典信息进行加密传输，但随着技术的发展，最终的量子保密通信将会实现量子信息的传输，通过光纤网络进行量子隐形传态有望大大提

高互联网连接的安全性和强度。另外，如果将来有一天量子计算机问世，要进行复杂的量子信息处理，也需要在城域网中用量子隐形传态来传输量子信息。

该实验得到《自然·光子学》杂志审稿人的高度评价，称其“提供了一个符合未来量子通信网络应用的蓝图”：“由于量子隐形传态在众多量子通信方案中扮演的重要角色，这样的首次实验验证将是重要的里程碑。”

天宫二号：科学应用载荷正式“开张”

新华社北京9月22日电（记者白国龙 吴晶晶）自9月15日天宫二号入轨以来，天宫二号上的空间科学与应用载荷经过近7天的待机准备，于22日18时41分正式“开张”，绝大部分有效载荷开始运行。

“预计未来72小时，空间环境基本平静，天宫二号的在轨运行是安全的……”，9月22日上午，中科院空间应用中心有效载荷运控中心大厅的实时监视屏幕显示。穿“蓝大褂”的工作人员时而凝视屏幕数据，时而在纸上记录，他们在为有效载荷第一批次的试（实）验做最后的准备。很快，承担天宫二号空间科学与应用载荷运行控制任务的运控中心将迎来最繁忙的阶段。

“绝大部分载荷将在未来30多个小时内正式开始试（实）验，我们确定了一些典型的观测区域与科学实验项目，形成了六个批次的载荷工作计划，2千余条注入数据和指令，同时也对仪器设备参数调整进行了预案。”运控中心主任郭丽丽介绍，天宫二号科学与应用载荷的运行控制是由运控中心人员及科学家、应用用户、载荷研制人员、总体技术人员等多方配合完成，整个团队近百人。

“天宫二号上的空间冷原子钟作为首台在轨运行的高精度原子钟，对空间环境的敏感程度有许多未知因素，需要更多的天地信息交互来监测和控制设备运行，对地面运控系统有更高的要求。”空间冷原子钟分系统主任设计师刘亮说。

负责天宫二号上多波段紫外临边成像光谱仪遥感信息定量化工作的黄煜介绍，他负责的仪器主要用来观测大气垂直分布，能帮人们了解全球臭氧浓度分布、预报紫外线指数等。

与传统的从天到地垂直俯视大气层的观测方式不同，天宫二号上的观测仪器是把大气层按照每三公里厚为一层进行“切片式”观测，能大大提高观测精度。“可想而知数据量也超大，有的忙！”黄煜说。

“从待机状态转入大批量的试（实）验状态，我们也做了充分的应急预案。目前全部指令已经推演验证完成，还在进行最后的复核，确保万无一失。”郭丽丽说。

“天宫二号”开展人类首次空间冷原子钟实验

新华社北京电（记者杨春雪、喻菲）没有钟摆，也没有秒针走路的滴答声，一只“长相”完全不符合人们对钟的预期的黑色圆柱体15日搭乘“天宫二号”空间实验室来到太空，成为人类历史上第一台在轨进行科学试验的空间冷原子钟。

这只钟对时间的测量基于原子物理，而又跟大部分的原子钟不同，这只钟应用的是更为先进的冷原子物理技术。

据上海光机所中科院量子光学重点实验室主任刘亮介绍，如果说机械表1天差不多有1秒误差，石英表10天大概有1秒误差，氢原子钟数百万年有1秒误差，那么冷原子钟则可以做到三千万年到三亿年误差1秒。

据科学家介绍，冷原子技术的发展使许多实验的精度大幅度地提高，使原来不可能进行的实验成为可能。例如，目前的卫星导航系统只能用于近地范围，未来有没有可能实现太阳系行星间的定位呢？若是能在空间合适的位置放置高精度原子钟，就可以实现大尺度的高精度导航。

刘亮认为，最合适的位置是太阳系中的各个拉格朗日点，因为这里不受引力的影响。若在这些点上各放置一台高精度原子钟，则至少可以在太阳系较大范围内实现准确定位。这一旦实现，就可以进行大尺度时空研究，例如可以验证广义相对论在大尺度情况下是否成立等。

刘亮介绍，利用空间冷原子钟还可以测量引力红移，探测引力波以及暗物质等。“实际上，很多研究都是基于我们对于时空的测量。只要能探测到时空的变化，我们就能测出目前的方法感觉不到的东西。”他说。

我国“绿航星际”试验首次引入“火星时”试验项目

新华社北京电（朱霄雄、李国利）我国首次主导的“人与环境”领域大型国际试验——“绿航星际”试验进程目前已经过半，4名志愿者克服了密闭环境带来的身心挑战，保持了良好的执行任务能力。试验舱内的25种作物正常生长，一些粮食、蔬菜、水果等相继成熟，被志愿者分批收获，试验达到中期的预定目标。

这次试验首次引入“火星时”项目。火星上一个完整昼夜约24小时40分钟，自8月26日引入“火星时”以来，舱内时间每天比地球上长40分钟。9月15日早晨，舱内4名志愿者一起享用了“火星时间”的中秋晚餐。

试验负责人、航天员中心副总设计师李莹辉介绍，“火星时”试验计划是整个试验设计中的特别安排，期待人类能够对可能在星际驻留当中的挑战。放在实验中期进行，目的是前后对照，可以更好地从实验的角度去分析数据获得更多的信息量，同时也可以相对减小参试人员的压力。

中国载人航天工程原副总师、研究员沈力平表示，目前，他们对试验的中期成果比较满意，但挑战和困难并存，期待这个项目为未来外太空生保系统的研发提供科学依据和重要数据，为我国航天事业的进一步探索打下基础。

“绿航星际”试验6月17日在深圳启动，预计持续到12月13日。试验在370平方米的密闭循环舱内展开，4名参试志愿者生存所需的大部分水、食物，以及全部氧气都将依靠舱内复杂系统自给自足。

量子通信成为科学界“网红” 教你看3大焦点话题

离8月16日世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”成功发射升空已有月余。理论上不惧怕任何监听的量子通信，在刷屏同时，是否真能做到绝对安全、是不是被欧美科研抛弃的质疑，一直不绝于耳。资本市场的热捧，更是让不少量子概念“一拥而上”。

从对撞机建否的观点碰撞，到对量子通信的质疑，科学欢迎争鸣、却也分真假。20日，中国科学技术大学常务副校长、中科院量子信息与量子科技前沿卓越创新中心主任潘建伟院士在上海参加“对话张江”活动时，对量子通信的一些问题作了解读。

关于安全 | 抗干扰能力如何？是否够稳定？

量子卫星上天后，网络上有文章质疑表示，这是不是欧美不玩的领域？如果是欧美都做不好的，我们能做好吗？针对在量子通信领域的国际竞争格局，潘建伟表示，中国正在领跑，欧美也在加紧布局。

例如近期，美国国家科学技术委员会(NSTC)发布题为《发展量子信息科学：国家的挑战与机遇》的报告。今年5月，欧盟委员会在荷兰阿姆斯特丹举办的欧洲量子会议上宣布，计划启动10亿欧元量子技术旗舰计划。

“过去我们的科研跟跑的年数太久了，很多人甚至认为好的东西都得跟在欧美后面才合理，这种感受很不好。这就是我们取名‘墨子号’的原因。”潘建伟说，墨子最早用实验证明光沿着直线传播，提出粒子概念和牛顿惯性定律的雏形，因此被称为“科

圣”。“我们想用名字提醒大家，中国人也可以做很好的科学。从前有、现在在，将来会有更多。”

对于量子通信的安全性，网络上有质疑声音认为，如果说当一段密码信息被窃听，就会改变量子的状态而暴露窃听行为，这一段密码会被废弃；那么，如果这种窃听行为一直存在，密码一直废弃，是不是意味着密钥永远无法传输，绝对安全其实牺牲了传输的稳定性？

面对这一质疑，潘建伟回应表示，上述描述的状态，是对通信的过程造成干扰。如果干扰一直在进行，其他的通信模式同样无法继续。无论是量子通信，还是传统通信，如果想要其无法进行，进行干扰的成本是一样的。

“传统通信的抗干扰能力并不

比量子通信强，只不过平时别人不想干扰你，恨不得你一直在说，以窃取更多的信息。”潘建伟说，举例来说，如果有窃听器控制了整个网络，无论是经典通信、量子通信，都无法继续进行。但如果没有控制整个网络，量子的测不准等原理，可以让传输做到无条件安全。

事实上，不少人也担心，现在的量子通信只是密钥是通过量子加密的，其他信息还是经典通信，能实现绝对安全吗？

潘建伟表示，已有无数实验证明了量子纠缠态的原理。两颗处于纠缠态的粒子，如果对其中的一个进行测量，实验数据中100KM外的另一个粒子也会发生相应塌缩。“或许我们现在还不明白为什么会产生塌缩，但这并不妨碍以此为基础进行

有用的尝试。”

量子加密传输就是尝试之一。潘建伟介绍，平时的电话、邮件等沟通，经典通信已经能做到很好，只需要将密码通过量子加密完成，解决安全问题即可，无需将多种大容量的信息进行量子传输。

关于未来 | “墨子号”卫星是一锤子买卖吗？

对于量子卫星的未来规划，潘建伟希望，五年内卫星全天时“通信”，尽快形成“星群”完成广域传输。

原定于7月就择机发射的“墨子号”最终选择了8月中旬正式升空，推迟了近1个月的原因一直被猜测。潘建伟介绍，发射前忽然发现激光器能量快速下降，如果盲目发射，“墨子号”就可能成为一个“瞎子”，无法完成高空到地面的光束对准。“不过发射月余至今，墨子号所有在轨测试都是很良好的，我们对于完成后续实验很有信心。”

看似2011年立项、2016年发射的量子卫星只走过了五年时光，事

实上来自多领域的技术团队为其储备了20年的时间，用上了看家本领。潘建伟认为，这并非一家、一人的成果。

例如，中科院上海技术物理研究所、中科院成都光电所提供的光学跟秒技术；中科院微小卫星创新研究院为卫星解决稳定性问题等。潘建伟介绍，自己的技术团队主要负责的是从光束释放的万万亿光子中，过滤掉太阳光，找出一个个光子并加载信息，“就要比大海捞针还要精确”。

但是，未来想要实现广域的量子通信，一颗卫星还远远不够。“墨子号”如同一个探路者，承担着探索和

研究等多重任务。“譬如说，一颗卫星从轨道上每天经过上海大概只有一轨，也就只有几百秒，每秒钟可以送1万个密钥，几百秒可以送几百万密钥的信息。而有这么多用户，还远远不够。”潘建伟说。

潘建伟表示，希望能再通过五年时间，有至少两颗卫星都可以在白天做实验，解决卫星与卫星之间通讯全天时的问题。再通过十年左右的努力，形成“星群”，与地面的台站结合，逐步构建起天地一体的量子通信广域传输网络。

量子科学实验卫星示意图 (中科院国家空间中心供图)

关于产业化 | 受资本市场追捧好不好？

对于量子卫星的产业化，潘建伟表示，要稳步推进，不能让一些李鬼把概念乱用。

“墨子号”升空后，量子通信成为科学界绝对的“网红”，也成为资本市场追捧的方向。根据不完全统计，目前资本市场的量子概念股就不下十家。在电商平台上搜索，还有不少“量子弱磁场检测仪”等产品，甚至还滋生出“量子医学”的概念。

“量子通信的概念炒得过热，我有些担心，这并不是科学的态度”。潘建伟说，一方面民众对科学概念的崇尚产生出崇拜感，而另一方面科普宣传做得还不够，不少商家就用“概念”包装，欺骗民众。

潘建伟举例说，前一阵子还有亲戚说，挂了一个量子挂坠在胸前，它每天能辐射出一些东西，可以防癌；前阵子还有人用“量子波”打到油桃上面，这个油桃长出来就会对身体特别好。“联想到当年有人炒作所谓的‘纳米水’，让人哭笑不得。”

专家指出，量子技术的前景应用非常好，但真正应用到百姓生活起码还要10到15年。由于成本高

等因素，目前量子通信的用户主要还是政府、军方、金融机构、大型企业等。潘建伟表示，如果光纤铺到千家万户且都改造了设备，在手机上增加量子传输密钥的芯片，15年后进入千家万户也并非不可能。

“李鬼乱搞可能把量子的概念乱用了。好多公司傍上概念，也是为了在资本市场套取好处。”潘建伟说，广大投资者在投资量子概念股、使用量子产品也要搞清楚，究竟是不是“真量子”。如果自己无法判断，欢迎来请教相关科学家。

(新华社上海电)