

# 量子通讯：从神话迈向实用化

## 信息传送无法破译 速度比光速快万倍

本报记者 彭训文

公元前405年，伯罗奔尼撒战争末期，雅典间谍从波斯帝国带回一条写满了杂乱无章的希腊字母的腰带，当他把腰带呈螺旋形缠绕在一根特定直径的木棍上时，这些字母神奇地成了一段可读的文字。这便是世界上最早的密码情报。

两千多年来，密码成为人们保护信息的主要手段。最初的木棍，也经历了人工加密、机器编码、计算机编码等等升级换代。然而，迄今为止，没有一种密码能保证不被破解。当西方“棱镜门”、“苹果门”等信息安全事件一出接一出地上演时，从国家元首到平民百姓人人自危。人们不禁会问：有没有一种绝对不被破译，信息绝对安全的通信方式？

日前，我国成功将量子保密传输的安全距离扩至200公里，创下新的世界纪录，这标志着我国已经接过现代量子理论运用的接力棒，引领着现代通信技术实现从电子通信到量子通信的革命性跨越。

### 量子通信有多“神”

量子，是微观物理世界中的最小单位。听起来很神秘，它却无时无刻不在我们身边。比如常见的光，就是由大量的光子组成。在现代科学认知中，几乎任何已知事物都是可测的，即物质的状态是确定的；而在量子的世界里，某些物质则可以同时处于多个可能状态的叠加态。

我们来想象一下，在微观领域里，量子像一粒骰子，处在不停的旋转中，各个面都可能朝上。只有在被观测或者测量时，它才会停下来，随机呈现出一个朝上的面。但是，这种测量本身意味着干涉，意味着原先的待测状态遭到破坏而发生改变。

就是基于这一原理，不同于现有电子通信普遍采用的数学计算产生密钥，科学家们运用具有量子态的物质作为量子通信的密码。这一看似微小的变化，使密钥的安全性产生了彻底变化。中国科学技术大学教授郭光灿打比方说，量子密钥在量子通信中的作用比古代用火漆封信封更彻底——一旦有人试图打开信件，量子密钥会让信件自毁，并让使用者知晓。

而要将这种密钥传递出去，科学家还用到了量子理论的另一特性——量子纠缠效应。纠缠，是一种被爱因斯坦称为“幽灵般的超距离作用”的量子相互关联现象：有共同来源的两个微观量子，即便它们隔着一个太阳系，只要一个量子发生变化，另一个量子就会立刻发生相应变化，就像一对彼此存在“心灵感应”的孪生儿一样。根据中国科学技术大学潘建伟教授率领的团队

所作实验，两个量子间的传递速度至少是光速的1万倍，时延几乎为零，从而实现了最快通信。

与现代通信手段不同，只要制造，并操控好这对相互纠缠的量子，这种绝对安全、超光速的，且不存在任何电磁辐射污染的量子通信就能够实现。此外，量子通信还能实现远距离通信。有科学实验证实，量子隐态传输能够穿越大气层，进行星际联络。

### 我国进展有多快

从1993年美国科学家提出量子通信的概念至今，西方发达国家投入了大量人力、物力进行量子通信的理论和实验研究，单光子探测器、量子密钥分发产品、纠缠源等产品研制大步迈进，量子通信的距离和速率等都有了飞跃式提升。

在这场国际化竞争中，我国尽管属于后来者，但起点高，进展快，在应用研究的多个方面已经领跑世界，其中在城域量子通信关键技术方面已达到产业化要求，产业化预备与欧美处于同等水平。

2004年以来，在对量子信息处理的核心资源——多量子纠缠的制备与操纵方面，我国先后实现了5光子、6光子和8光子纠缠，数次创造了纠缠光子数目的世界纪录。

这种对核心资源的处理能力，让我国在量子通信实际应用方面走得更快。就在两周前，中国科学技术大学教授潘建伟团队与中科院上海微系统所以及清华大学科研人员合作，成功将量子保密传输的安全距离扩至200公里，创下新的世界纪录。

早在2008年，我国就建成光子电话网，实现了“一次一密”加密方式的实时网络通话。世界上规模最大的46节点的量子通信试验网，则于2012年在安徽省合肥市建成投用，通信准确率达到99.6%，这标志着我国在大容量的量子通信网络技术方面已经取得了关键突破。去年，我国两千公里量级的城际光纤量子通信

骨干网工程——“京沪干线”上马。

《自然》杂志曾评论称：“在量子通信领域，中国用了不到10年时间，由一个不起眼的国家发展成为现在的世界劲旅”。

### 应用前景有多广

专家预计，作为保障未来信息社会通信安全的关键技术，未来10年内，量子保密通信有望走向大规模应用，在电子政务、电子商务、电子医疗、国防军事、生物特征传输和智能传输系统等各领域大显身手。

当然，这还需要其在产业化和广域量子通信网络方面实现进一步突破。

那么，这种产业化是否意味着量子通信技术将走一条全新的路线呢？郭光灿认为，量子通信极强的保密性是基于量子密钥技术而实现的，密钥也是基于量子的特殊性而研发的，而其他通信方面的技术与传统经典通信差异不大。从目前的实际应用来看，将量子通信网络与现有电子通信网络进行融合是最优的发展战略。

而在构建广域乃至全球范围的量子通信网络体系方面，从各国战略规划看，无论是美国政、企、校联合展开研制的量子互联网，还是欧盟联合12成员国发展的基于量子中继和卫星的自由空间量子通信链路，亦或是日本计划的到2040年建成极限容量、无条件安全的量子通信网络，各国誓要抢占量子通信未来制高点的意图已经明朗。

按照计划，2016年，我国将先于欧美发射全球首颗量子科学实验卫星，2020年实现亚洲与欧洲的洲际量子密钥分发，2030年建成全球化量子通信网络。

据量子卫星工程常务副总工程师兼卫星总指挥、中科院上海技术物理所王建宇研究员介绍，量子卫星将搭载我国自主研发的星地量子通信设备。它能产生并发送光子，地面系统则负责接收。这种“发球、接球”需要解决超高精度的瞄准、捕获和跟踪难题，仿佛在空间尺度下、在穿越大气层后“针尖对麦芒”。

可以预期的是，用不了多久，人们就将彻底告别信息泄露了。当然，这不包括你主动分享的那一部分。

### X光摄影展现自然别样魅力



据法国《解放报》近日报道，荷兰物理学家阿莱尔·范·里特利用X光技术拍摄植物X光片，经后期着色加工后，创作出一批不同寻常的艺术作品，展现了不可思议的自然之美。

### 埃博拉疫苗通过人体测试

据新华网华盛顿电（记者林小春）美国政府卫生机构近日宣布，一种埃博拉疫苗已初步通过人体测试，可以安全使用，并显示出一定的免疫保护效果。

这种疫苗由美国国家卫生研究院下属过敏症和传染病研究所与英国制药企业葛兰素史克公司合作开发。今年9月，美国国家卫生研究院招募20名18岁至50岁的健康成年人进行一期临床试验，4周后，20名志愿者的血液内全部产生埃博拉抗体，其中接受较高剂量注射的志愿者血液内产生的抗体水平较高。此外，一些志愿者体内还产生一种叫做CD8T细胞的免疫细胞。此前动物试验显示，这种细胞在保护接种者不被致死剂量病毒感染的过程中发挥了关键作用。

这项发表在美国《新英格兰医学杂志》网络版的研究还显示，疫苗注射在所有志愿者体内都没有产生严重副作用。

这种疫苗同时还在马里、英国和瑞士进行人体一期临床试验。如果试验获得成功，将于明年年初在塞拉利昂和利比里亚的医疗人员中开展下一阶段的一期临床试验。此外，由加拿大公共卫生局研发的一种埃博拉疫苗也正在美国和瑞士等国开展一期临床试验。

### 中国将建首个深远海养殖平台

本报电（记者尹晓宇）中国水产科学研究院、北车船舶与海洋工程发展有限公司、上海崇和实业有限公司近日签订三方战略合作协议，标志着中国首个深远海养殖平台项目启动。该“深远海大型养殖平台”，由10万吨级阿芙拉型油船改装而成，能够提供养殖水体近8万立方米。它依托整船平台、幼苗孵化与养殖、物流加工和数字信息管控等四大功能板块，形成优越的系统平台，能满足3000米水深以内的海洋养殖，同时具有抗12级以上超强台风的三重优越功能。

### “中韩通”上线 架设互联互通桥梁

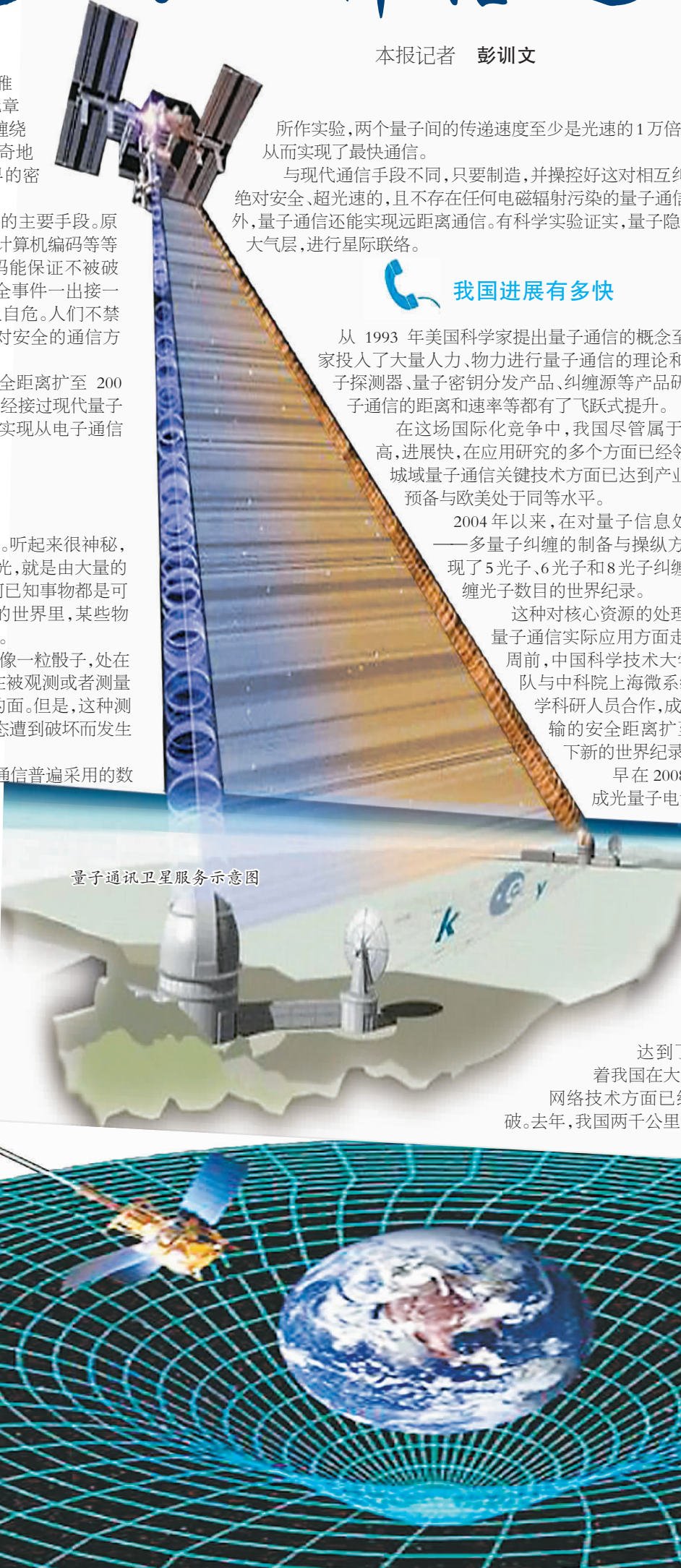


本报电（记者张保淑）为促进中韩贸易和经济文化交流，由两国社会团体和个人共同发起成立的大型跨国电子商务服务平台“中韩通”近日在钓鱼台国宾馆举行上线仪式。

在仪式上，“中韩通”与韩国爱唯一婴幼儿食品集团、韩国汉盛食品集团、以著名导演李长镐为代表的影视人协会以及我国知名电商“1号店”、中国传媒集团中传财富（北京）投资管理公司、清华美院教授李燕等签订合作协议。

“中韩通”承载文化交流与跨境电商综合服务融合模式，将使我国文化“走出去”与经济“走出去”形成齐头并进的“双轮驱动”、互补互促的良好局面，架文化之桥，拓经济之路。

因为我国著名简帛书法家吴巍（右二）在仪式现场向“中韩通”首席执行官贡海星（左二）赠送题字



量子通讯卫星服务示意图

## 陈宇翱：『量子青春』激情燃烧

林莉君

他17岁摘得国际中学生物理奥林匹克竞赛金牌；22岁，与同事一起创立了世界上首个5光子纠缠实验平台；30岁，他人选中组部首批“青年千人计划”，成为中国科学技术大学最年轻的教授；两年后，他获得欧洲物理学会专门为全球顶尖青年科学家设立的菲涅尔奖。

他就是现年33岁的陈宇翱。

### 摘得菲涅尔奖

这位长期同量子“纠缠”在一起的青年科学家，早在去年4月份就受到广泛关注。

32岁生日的当天——4月9日，陈宇翱收到了一份“大礼”：欧洲物理学会正式致函，授予他2013年度“菲涅尔奖”，以表彰他在光子、冷原子量子操纵和量子信息、量子模拟等领域的杰出贡献。

这一由欧洲物理学会设立，以19世纪最伟大的光学家菲涅尔命名的奖项，是该学会授予量子电子学和量子光学领域青年科学家的最高荣誉。陈宇翱成为菲涅尔奖历史上第二位获此殊荣的中国科学家。

量子纠缠，在很多人看来有些神秘、有些抽象。但是它其实离我们很近。人们常说双胞胎之间会有神奇的相互感应。其实，在微观世界里这样的神奇现象更多。比如说，在微观世界里，有两个共同根源的微观粒子，无论他们相距有多远，如果其中一个的状态发生变化，另一个随即也会发生变化。这就是量子纠缠。

2004年，还在读研究生的陈宇翱，与同事首次实现5光子纠缠和中断开放的量子态隐形传输。同年6月，《自然》杂志发表了这一成果，并称赞说这是一项壮举。这一成果同时入选欧洲物理学会和美国物理学会评出的年度物理学重大进展，这对国内的科学成果来说，还是第一次。之后，陈宇翱与同事先后成功实现6光子、8光子的纠缠态。2012年，他们首次成

功实现百公里量级的自由空间量子隐形传态和纠缠分发，为发射全球首颗“量子实验卫星”奠定技术基础。

### 对话魅力量子

“量子世界最大的魅力就在于它的未知，你永远不知道下一步它的状态会变成什么。这让你有探知的欲望。”陈宇翱在接受笔者采访时说。

过去的100年，量子物理带给我们很多革命性的突破。比如说现在计算机用的硬盘、医学领域的激光、核磁共振等都是量子规律的宏观体现。

但是，这些应用“都是对量子宏观现象被动的观测、被动的应用。我们现在想做的是通过自下而上、人工的、主动的量子调控，给大家带来更大的突破。



陈宇翱近影

举个例子，现在慢慢进入到实用化阶段的量子通信，是可以实现无条件安全通信的一种方式。”陈宇翱告诉记者。

量子纠缠是量子通信技术的基础，它最大的优越性就是速度快、无法窃听、无法破译。“量子通信技术是当今世界各国比拼的科技前沿技术，而由于有一批像陈宇翱这样的科学家，中国已经成为量子通信领域的世界劲旅。”中科院院长白春礼院士在为陈宇翱颁奖时，高度评价了他的工作。

谈及自己在量子领域的梦想，陈宇翱说，有一天，我手中要操纵上万个原子，而且每一个会精准地按照我的意志排列，形成不同的晶体格式，这样的话，复杂的量子模拟和量子计算就得以形成。“希望未来能够在中国建设世界领先的量子物理中心，我们朝着这个梦想已经付出了也将继续付出比别人更多的努力。”

### 享受探索乐趣

目前的陈宇翱，来往穿梭在位于合肥的中国科大微尺度物质科学国家实验室和位于上海的中国科大上海研究院之间，主要从事基于光子和超冷原子操纵的可拓展量子信息处理的研究。

他的生活就像定好了的时钟：早餐后，来到办公室开始一天的工作，午饭和晚饭是他和家人相聚的时间，晚上8时，他带着笔记本电脑回到家里，继续工作到深夜。

“物理学家的平均工作时间是12小时，我很享受这种工作状态。”陈宇翱微笑着说。

“做科研要禁得住喧哗，耐得住寂寞。”陈宇翱的性格偏沉静，偶尔烦躁的时候，他就去散步，或者找朋友天南海北地聊，自我放松后，很快又能回到平静的状态。