首次完成商用专网测试

中国量子通信商业化时代到来

潘旭涛 常红星 李昊朗

30岁成为中国科学技术大学最年轻的教授，两年后又获得欧洲物理学会为量子光学领域青年科学家设立的最高荣誉——菲涅尔奖。陈宇翱的成长速度实际上折射的是中国量子研究的进展速度。“中国的量子通信技术已全面领先于世界。”在接受本报采访时，陈宇翱说，“并且，中国量子通信商业化处于快速发展阶段。”

近日，中国量子通信商业化迎来一个节点意义的事件：国内首个商用量子通信专网——山东济南党政机关量子通信专网完成测试，保密性、安全性、成码率的测试均达到设计目标，整套网络预计今年8月底正式投入使用。并且，该网将接入世界第一条量子通信保密干线——“京沪干线”。

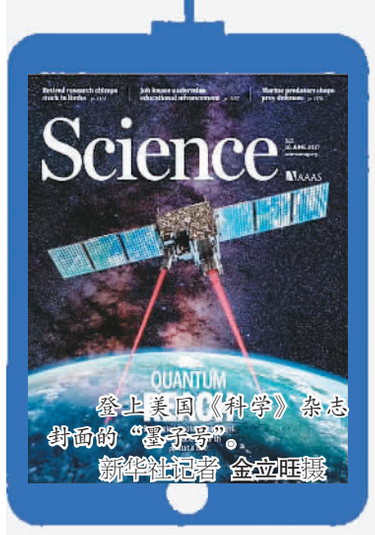
5月3日，世界首台超越早期经典计算机的光量子计算机在中国诞生。新华社记者 金立旺摄

“墨子号”与阿里量子隐形传态实验平台建立天地链路。 新华社记者 金立旺摄

1 “量子通信走进千家万户”

7月上旬，中国科学院院士潘建伟带领团队在超冷分子和超冷化学量子模拟研究领域取得重要进展，又解决了一个“世界难题”，再次让世界瞩目。

而在21年前，在奥地利维也纳大学读书时，导师问：“你的梦想是什么？”26岁的潘建伟回答说：“我要在中国建一个世界一流的量子物理实验室。”21年间，他不仅在中国建成了世界级的量子物理实验室，更主持建设了世界上第一条量子保密通信干线——“京沪干线”。



登上美国《科学》杂志封面的“墨子号”。 新华社记者 金立旺摄

“京沪干线”使用了世界最前沿量子加密技术。这一量子保密通信干线从北京出发，途经济南、合肥，到达上海，全长2000多公里，是广域光纤量子通信网络。

担任“京沪干线”项目工程总师的正是潘建伟的学生陈宇翱。陈宇翱介绍说，“京沪干线”在2016年就已全线贯通，目前正在做一些稳定性测试，已经有多家银行参与测试。“京沪干线”不仅承载了关键技术的研究部分，未来还将作为一个实用化的通信网络系统，为沿线城市间的政府及国家安全部门、金融机构提供高速、高安全等级的信息传输保障。

“京沪干线”何时开通？目前官方并未公布具体日期。但陈宇翱认为，“‘京沪干线’的开通将会是量子时代到来的一个标志性节点，是量子通信技术走进千家万户的第一座里程碑。”

据了解，近日完成测试的济南商用量子通信专网，最快可能于年底接入“京沪干线”之中。济南党政机关量子通信专网自今年5月开始测试以来，完成了50多个项目的测试。目前，济南城区8个主要位置已被量子通信专网覆盖，区域内所有用户之间的通信实现了每秒产生4000多个密钥的数据加密保护。

除了济南专网外，目前，“京沪干线”的拓展工程正在进行中。 从武汉到合肥的“武合干线”融入了更新的技术成果，预计于年底建成；安徽宿州等京沪干线周边城市也开始建设量子通信网络。

“其实，中国不只是建设‘京沪干线’这一条线，而是‘多横多纵’、全面布局。”陈宇翱说，今后还会通过卫星连接境外，组建一个“天地一体化”的全球性广域量子通信网络。

2 “不用担心信息泄露了”

“现在完全不用担心信息泄露了。”济南市科技局的一位工作人员说，“我们在对一些机密信息进行传输时，已经使用了量子通信技术。”目前，一些银行系统在客户的征信信息、个人用户信息的传输上也会借助量子通信技术。

量子通信真的能确保“天知地知、你知我知”吗？与今天使用的光纤网络不同，量子通信是一种无条件安全的通信方式。光纤网络有几亿个光子、几亿个电子，人们总是可以把它分出一点点来窃听它的状态。而量子是一个最小的单位，无法对其进行分割，若是用单个光子来做信息传输，那么就没有人可以从中分出一点去窃听。而且，量子也不可以被复制，因为任何观测、复制都会不可避免地影响到物理状态。正是这样一些基本的量子物理原理，确保了量子通信中的信息安全。

与很多科技发展一样，量子通信的发展也离不开市场的牵引。除了济南量子通信专网实现商用外，中国银监会、中国工商银行、中国交通银行、北京农商银行、阿里云等已经通过2016年底贯通的“京沪干线”进行了实际业务的安全传输应用验证。另外，正在建设尚未落成的安徽省政务网络、武汉城域网、武合干线等建成后也是定位在商用网络。

科大国盾量子技术股份有限公司总裁赵勇向本报表示，“目前中国的量子通信处于从技术验证和应用示范到商用化的过渡期。与其他国家相比，中国的量子通信商用化有技术成熟度高，用户多样化、规模化的特点。”

在接受本报采访时，阿里巴巴集团首席通信科学家谢崇进表示，目前量子通信商业化主要集中在金融领域，因为金融行业对数据的安全性要求是非常高的。今年3月网商银行已经通过阿里云使用到了云上量子通信加密服务。

赵勇认为，量子通信的商业化，一方面代表着中国在革命性高新技术的研发和转化上取得了突破性的进展；另一方面也为中国构建新型的信息安全体系、实现国家安全战略提供了得力的工具和有力的支撑。

谢崇进表示，量子通信的商业化前景广阔，但也有需要克服的难题。比如标准化问题，包括量子通信设备安全测试、认证的标准化。安全性由谁去认证？用什么来认证？如何进行测试？此外还要解决提高部署速度、降低应用成本等问题。

在中国科大量子存储实验室内，潘建伟在了解科研情况。 张大岗摄（新华社发）

3 “中国已发展为世界劲旅”

在量子技术方面，一场全球性的赛跑正在进行。

美国率先起跑，最先将量子技术列入国家战略、国防战略、国防和安全研发计划。相比其他国家，美国在量子技术方面比较注重量子计算机的硬件，上世纪末就由加州理工大学、麻省理工学院和南加州大学联合成立了量子信息与计算研究所。

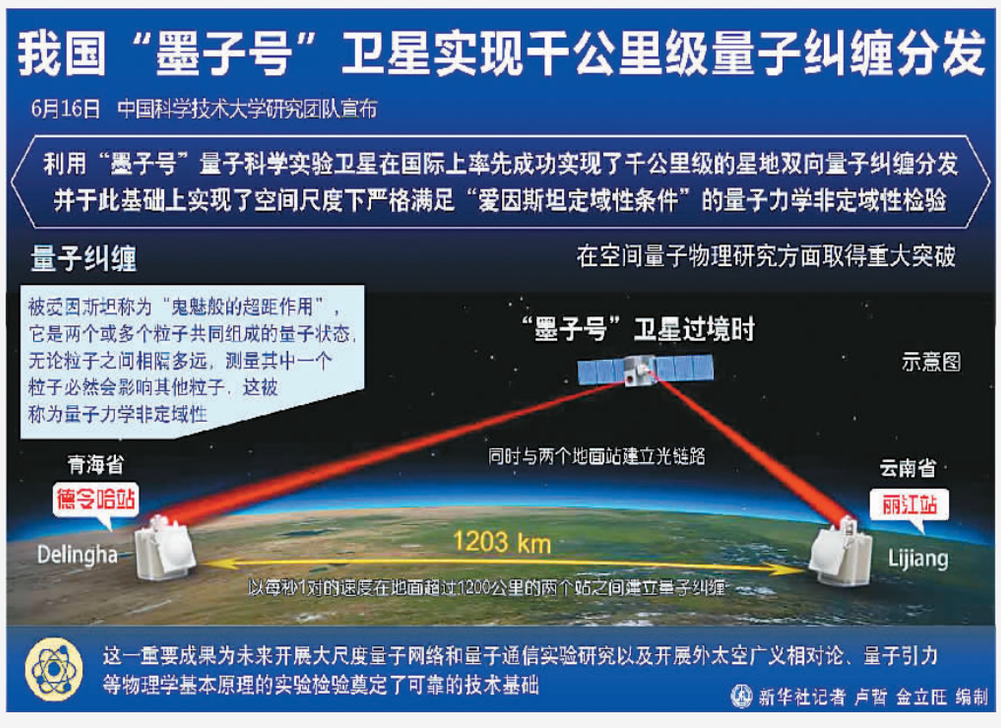
欧洲与日本也不甘落后。欧洲较早意识到量子信息处理和量子通信技术的巨大潜力，从上世纪90年代欧盟第五研发框架计划开始，就持续对欧洲乃至全球的量子通信研究给予重点支持。而日本每年投入2亿美元，规划在5到10年内建成全国性的高速量子通信网。为在新一轮量子革命中处于技术制高点，欧盟委员会于2016年发布了《量子宣言》，称将在2018年启动一项10亿欧元的量子技术旗舰计划。日本也提出了以新一代量子通信技术为对象的长期研究战略，并计划在2020—2030年建成绝对安全保密的高速量子通信网。

国际上普遍认为，量子技术是下一次技术革命的驱动力。中国在量子通信技术与量子通信产业化领域目前处于全面领先的地位。英国《自然》杂志撰文称，“中国在量子通信领域已发展为世界劲旅，领先北美、欧洲和日本。”

2016年8月16日，中国成功发射了世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”，率先在国际上实现高速星地量子通信。“墨子号”的发射，使得中国率先实现了“千公里级”的星地双向量子纠缠分发，打破了此前国际上保持多年的“百公里级”纪录。这也为连接地面光纤量子通信网络、构建一个天地一体化的量子保密通信与科学实验体系打下基础。

2017年6月，科技部联合教育部、中国科学院、国家自然科学基金共同制定了《“十三五”国家基础研究专项规划》，着眼于更长远的国家重大战略需求，提出在“十三五”期间，将量子通信与量子计算机列入重大科技项目。“中国政府对量子信息的发展支持力度非常大。”谢崇进说。

“没有信息安全，就没有国家安全。”潘建伟表示，在信息安全的传统领域，中国一直落后，长期受制于人，而目前在最尖端、最前沿的量子科学领域，中国终于摆脱了跟跑者的形象，成为领跑者。从“墨子号”卫星的发射，到“京沪干线”的贯通，中国一路领先。“欧盟、美国也开始布置和我们相近的相关专项。我们能不能保持这样领先的优势，就看今后我们自己是否努力。”谈到中国量子通信的未来，潘建伟如是说。



大家之言

敢做没人做过的事

潘建伟

2016年8月，中国成功发射世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”；2017年6月16日，“墨子号”实现星地双向量子纠缠分发的成果以封面论文的形式发表在美国《科学》杂志上。审稿人认为该成果是“兼具潜在实际现实应用和基础科学研究重要性的重大技术突破”并断言“毫无疑问将在学术界和广大的社会公众中产生非常巨大影响”。

回想起1997年，我刚开始在国内呼吁发展量子信息的时候，曾受到很多质疑。在长达20年的时间里，我们一步步接近梦想——让中国的量子科学走在世界前沿。这中间固然有许多曲折，但每一步我们都走得非常踏实。

量子的概念最早是由德国科学家普朗克于1894年提出的。一直到上世纪90年代，中国在这个领域的实验研究还几乎是一片空白。

2001年，我从奥地利留学回国组建实验室。2002年，我就萌生了把卫星送上天、利用天地之间的链路做量子科学实验的想法。当时听起来像天方夜谭，而且欧洲、美国并没有类似的项目。2004年，在许多专家对我的设想心存疑惑时，中科院支持了我这个近似疯狂的想法。时任中科院副院长白春礼说：“我们要相信潘建伟的学术判断，就让他试一下吧！”

在中科院的支持下，我们开展了一系列的地面验证实验，充分证明了实现星地量子通信的可行性。因此在2011年，中科院迅速立项量子科学实验卫星。在星地量子通信这一领域，中国从起跑线上就站在了欧洲和美国的前面。所以，创新就不能总跟在别人后面，就要敢做没人做过的事情。

“墨子号”研制过程中碰到过许多坎坷。进入轨道后，外太空的环境比预计的还要恶劣，对卫星的光学系统很快就产生了影响，眼看实验就要做不成了，整个团队立即一起调整卫星参数，又把卫星“挽救”了回来。最后，卫星数据的各项参数比原来好了10倍，所以，原本准备2年完成的实验，结果2个月就完成了。我们的论文投到《科学》杂志，仅用十几天就被接受，并且以封面文章的形式发表，这是从来没有过的。

当我们的成果发表后，不少外媒评论说，中国真正走到了量子通信的国际领导地位。在“墨子号”发射之后，加拿大也为量子卫星立项，欧洲、日本、印度等国家相关项目也都开始启动。这次，中国真正引领了一个时代的到来。

除了量子通信外，近年来中国在量子计算等领域也取得了较好的成绩。我们预期，再经过3到5年的努力，中国量子计算机对某些特定问题的处理能力就可以超过目前最快的经典超级计算机。

优势一定要保持。现在，有美国科学家这样说：“当年，德国人先开始研究原子弹，但美国后来居上了；前苏联先把卫星送上了天，而美国人的宇航员率先登上了月球。这次，我们也一定可以反超中国。”

（作者为中国科学院院士、中国科学技术大学常务副校长，潘旭涛整理）