

新业态新模式之新观察⑦

中国量子科技加快实现

天地一体化

本报记者 潘旭涛

近日，由中建八局承建的中科院量子信息与量子科技创新研究院工程项目全面复工。黄博涵摄（新华社发）

“天知地知 你知我知”

量子科技发展具有重大科学意义和战略价值，量子科技领域的国际竞争日益激烈。近年来，欧美发达国家先后启动了量子科技领域的战略计划。目前，中国已经具备了在量子科技领域的科技实力和创新能力。

量子科技的具体应用包括量子通信、量子计算和量子精密测量3个领域。

量子通信基于量子纠缠原理，即两个处于纠缠状态的量子就像有“心灵感应”，无论相隔多远，一个量子状态变化，另一个也会随之改变。

量子通信之所以受重视，很重要的原因是它能够实现“天知地知、你知我知”。目前，量子通信应用方式包括量子密钥分发和量子隐形传态。量子密钥分发是原理上绝对安全的通信手段，在量子密钥传输过程中，窃听者无法做到既偷听又不留下痕迹。

在量子通信领域，中国已处于国际领先地位。10月20日，在国务院新闻发布会上，科技部相关负责人表示，“十三五”期间，中国涌现出一批高新技术重大成果。在量子信息技术方面，“墨子号”和“京沪干线”的实验，构建了首个天地一体化的量子通信网络雏形。

2016年8月，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，为构建天地一体化的量子保密通信与科学实验体系打下了基础。

2020年6月，中国科学院宣布，“墨子号”量子科学实验卫星在国际上首次实现千公里级基于纠缠的量子密钥分发。此次试验中，科学家们在“墨子号”过境时，同时与新疆乌鲁木齐南山站和青海德令哈站两个地面站建立光链路，在地面超过1120公里的两个站之间建立量子纠缠并产生密钥。

在中国天地一体化的量子通信网络中，另一个重要角色是“京沪干线”。2017年9月，世界首条量子保密通信干线——“京沪干线”正式开通。“京沪干线”全长2000多公里，经过合肥、济南等沿线主要城市，共设有32个量子通信节点。

“京沪干线”与“墨子号”成功对接后，中国成为世界量子通信应用的领先者。

量子科技的另一个重要应用是量子计算。中国科学技术大学常务副校长、中国科学院院士潘建伟认为，“在量子计算领域，中国整体上与发达国家处于同一水平线。”

与传统计算机相比，量子计算机有独特优势。传统计算机中1个比特在某个时间只能是0或1中的一个状态，而在量子计算机里，由于量子叠加态的存在，1个量子比特可同时记录0和1两个状态。因此，量子计算机拥有计算能力远超传统计算机的潜力。

量子计算机研发是当前国际科技竞争的热点领域。2019年底，中国科学家与德国、荷兰科学家合作，在国际上首次实现了20光子输入60×60模式干涉线路的玻色取样量子计算，在四大关键指标上均大幅刷新世界纪录。

在量子精密测量领域，潘建伟认为，“中国整体上相比发达国家还存在一定的差距，但发展迅速。”

今年10月，中国科学技术大学发布消息，该校科研团队与美国、德国科学家合作，在同时具备高纯度、高不可分辨、高效率的单光子源器件上观察到强度压缩。

安徽省合肥市高新区有一条“量子大道”。2公里的云飞路，沿线密集布局着20多家量子关联企业。本源量子就是其中一家。

张辉是合肥本源量子计算科技有限责任公司副总裁。以前，为了融资，他全国到处跑。最近一个月，各类资本主动找上了门。“一下子来了30家投资机构，我们最终选择了11家。”张辉向本报记者说。

找到本源量子的还有各级政府部门。“不少部门来考察调研，商讨研究产业政策，帮企业解决实际困难。”张辉说，这让他很振奋。

张辉表示，10月16日，中共中央政治局就量子科技研究和应用前景举行第二十四次集体学习，推动了中国量子科技发展的战略谋划和前瞻布局，为量子科技营造了更好的发展环境。量子科技应用迎来了重要发展机遇期。

这是自从2000年实现量子点单光子源后，科学家通过20年的努力首次在该体系直接观测到强度压缩，为基于单光子源的量子精密测量奠定了基础，是量子精密测量领域的重要进展。

未来，中国量子科技发展的突破口在哪儿？清华大学副校长、中国科学院院士薛其坤认为，对量子科技发展进行部署时，应考虑到产学研协同，考虑到从基础研究到应用之间的密切结合，这样可以提高效率，加快研发速度。

顶层设计 政策支持

随着顶层设计和政策支持体系的完善，量子科技获得更大发展空间。

11月3日，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》公布。“量子信息”被写入规划《建议》：“瞄准人工智能、量子信息、集成电路、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域，实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。”规划《建议》提出：“制定科技强国行动纲要，健全社会主义市场经济条件下新型举国体制，打好关键核心技术攻坚战，提高创新链整体效能”；“制定实施战略性科学计划和科学工程，推进科研院所、高校、企业科研力量优化配置和资源共享。”

量子科技发展日益受到重视。

今年1月，科技部、国家发改委等5部门联合印发《加强“从0到1”基础研究工作方案》，《方案》提出“国家科技计划突出支持重要原创方向”，“量子科学”就在被支持之列。

近日，科技部表示，“十四五”期间，将大力发展以量子技术等为特征的新一代高新技术。

11月3日，2020世界计算机大会在湖南省长沙市开幕。工信部副部长王志军表示，将培育发展新动能，布局量子计算等前沿领域，发挥市场驱动作用，以下游带动上游，完善先进计算创新体系。

近年来，地方政府也对量子科技表现出了浓厚兴趣。不少地方加大了对量子科技领域的资金投入。2019

年，山东省济南市出台的《加快建设量子信息大科学中心的若干政策措施》提出，对量子企业在仪器设备购置、项目研发、人才团队引进等科研条件建设方面给予资金支持，最高支持1亿元。

为提升在量子信息领域的优势，3年前，北京市联合多家学术单位成立了北京量子信息科学研究院。常凯从海外回国，加入了该研究院，成为了一名研究员。常凯表示，“研究院科研经费支持力度很大，科研人员可以按照自己的设想去建设世界一流的实验室。”

今年以来，新型基础设施建设成为各地重点投资领域。在各地“新基建”中，不乏“量子”身影。

6月印发的《重庆市新型基础设施重大项目建设行动方案（2020—2022年）》提出：“提前布局量子通信网，探索量子通信信息安全加密服务应用，建设重庆至北京、上海等地的保密通信干线网，逐步拓展量子安全认证和量子加密终端等新型应用场景。”

7月印发的《浙江省新型基础设施建设三年行动计划（2020—2022年）》提出：“推进量子通信城市间干线和中心城市城域网等商用网络建设，打造量子通信商业化标杆。”

9月印发的《广东省培育区块链与量子信息战略性新兴产业集群行动计划（2021—2025年）》将建设量子信息领域共享共用研究平台等列为“新基建”强基工程。《计划》提出：“全方位多元化推动量子信息产业应用示范，探索量子信息在政务、金融、电力、国防等国计民生的重要行业和领域的推广应用。”

期待更多创新创业者

目前，量子科技理论研究成果向实用化、工程化转化的速度正在加快，越来越多企业参与到量子科技发展中。

在量子科技的三大应用领域中，量子通信的商业化程度最高，诞生了一批量子通信领域的上下游企业。

当前，全国不少地方正在开展智慧交通建设。如何保证交通大数据的安全，成为交管部门关注的重点。

最近，浙江省杭州市萧山区用上了量子“盔甲”。在

萧清大道超载治理项目中，萧山区引入了量子密码技术，对核心业务数据进行量子安全加密保护，有效保障了端到端的数据加密传输。这是量子科技产业化应用的典型案例。与传统数据加密相比，量子密钥是基于量子物理随机性原理产生的高质量密钥，密钥的安全性更高。

为萧山区提供这一副量子“盔甲”的是浙江九州量子信息技术股份有限公司。九州量子副总裁黄翔向本报记者表示：“现阶段，量子通信等量子安全技术是量子科技中研究时间最长、最接近实用的技术，已成功实现商业化，并向着融合各类业务应用的方向发展。量子通信技术已被应用到关键信息基础设施、智慧城市等领域。”

10月14日，海南省“‘星地一体’环岛量子保密通信网络”项目签约。量子保密通信网络将为海南自贸港政务、金融、交通、能源等领域提供高等级的安全服务。该项目还将在文昌市建设实用化量子卫星地面站，实现与“墨子号”的对接，从而将环岛量子保密通信网络接入到国家骨干网，实现海南和北京、上海、广州等重要城市的跨域数据安全流通。

参与此次签约的国科量子通信网络有限公司副总裁陈允柱表示，“面向企业和公众的量子安全应用产品和解决方案将不断推出，例如量子密码云、量子数据中心、量子数据存储、量子身份认证、量子手机、量子视频会议等。”

在金融领域，量子通信的应用同样比较普遍。目前，很多银行以及证券、期货、基金等金融机构开始在数据中心备份、网银实时转账等方面引入量子通信技术。

与量子通信相比，量子计算的实用化程度还有待提高。但是，量子计算在密码分析、气象预报、石油勘探、药物设计等领域有很好的前景，被认为是下一代信息革命的关键动力。

9月12日，本源量子完全自主开发的超导量子计算云平台正式向全球用户开放。这一平台提供了图形化编程、代码编程两种在线编程方式，开发并推出了复杂网络排序、手写数字识别等典型量子编程应用。

“量子计算的社会认可度越来越高，应用步伐也在加快。”张辉说，但是量子计算还有很长的路要走。他预计，至少还需要10年时间，量子计算才能实现大规模应用。

尽管大规模应用还需时日，很多企业还是在加紧布局量子计算，以期抢占先机。早在2015年，阿里云就联合中国科学院开始了探索量子计算。之后，阿里巴巴组建了量子实验室。2019年9月，阿里巴巴量子实验室完成第一个可控量子比特研发工作，实现从0到1的突破。2018年，百度成立量子计算研究所，开展量子计算软件和信息技术应用研究。今年9月，百度发布了量子计算平台“量易伏”，用户可在平台上进行开发测试。

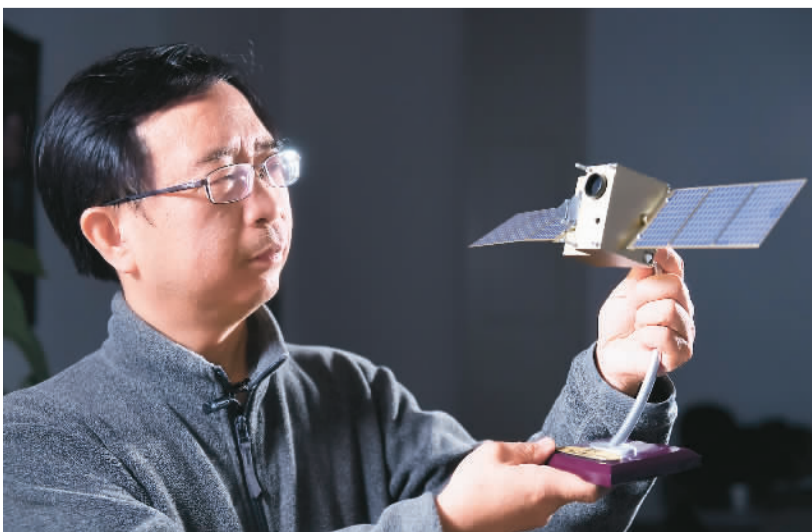
相比量子通信、量子计算，量子精密测量显得更为神秘。它的应用涵盖科研、医疗、地质、能源、灾害预防等。比如，将量子测量用于电网，可以精确监测电流、电压。用于探矿，可以边钻边测周边地质成分。用于医疗，可以精确分析血液微量物质含量。

国仪量子（合肥）技术有限公司是国内较早成立的量子测量企业。“量子测量的精度可以达到原子量级。”国仪公司副总经理张伟介绍，传统测量技术最小只能探测到微米量级，而量子技术可以精细千倍、万倍到纳米、亚纳米量级，带来革命性的技术进步。

“量子技术要真正给人类带来福祉，除了科学家在基础研究领域开疆拓土外，还需要更多创新创业者、企业家、投资人的加入。”薛其坤说。



11月2日，国网杭州供电公司信息通信分公司工作人员在通信机房检查量子通信设备。龙巍摄（人民视觉）



中科院院士潘建伟在办公室内与“墨子号”量子卫星模型合影。新华社记者 张端摄



2019年中国科学技术大学展示的“高速量子密钥生成终端”模型。新华社记者 刘军喜摄