

# 开启量子通信新时代

## ——记我国量子通信技术与产业化

本报记者 余惠敏

《经济日报》2012年8月20日

量子通信技术对保障国家信息安全具有重要战略意义。10年来，我国量子通信研究发展迅速，取得一批重要原创成果。“金融信息量子通信验证网”的开通，对推动量子信息技术更好服务于经济社会发展产生了积极示范作用。首次成功实现百公里量级的自由空间量子纠缠分发和量子隐形传态，为量子通讯卫星的研制奠定了技术基础，《自然》杂志称这项技术“有望成为远距离量子通信的里程碑”。

8月9日出版的《自然》杂志，刊发了一篇中国科学家的论文。这篇论文报告了合肥微尺度物质科学国家实验室量子物理与量子信息研究部的一项最新科研进展——“实现百公里级自由空间双向量子纠缠分发和量子隐形传态”。它被审稿人评价为：“这是又一个英雄般的实验，这个实验有望成为远距离量子通信的新里程碑。”

这样的成果在该研究部并不鲜见，从2001年成立至今，研究部成员已在《美国国家科学院院刊》等5家顶尖国际期刊上发表了近百篇高质量论文。这个由最年轻的中国科学院院士潘建伟组建的团队，已凭借其丰硕的研究成果，5次入选欧洲物理学会评选的“年度物理学重大进展”、4次入选美国物理学会评选的“年度物理学重大事件”、6次入选我国两院院士评选的“年度中国十大科技进展新闻”。

不断涌现的成果令世界瞩目。世界著名科技新闻杂志——英国的《新科学家》曾在封面文章《中国崛起——人民的量子计算机》中这样评价他们：“中国科学技术大学——因而也是整个中国——已经牢牢地在量子计算的世界地图上占据了一席之地。”

近日，记者来到安徽合肥采访，试图探寻这个科研团队不同寻常的成功奥秘。

### 神奇美丽的量子宝库

“过去100年间，量子力学给人类带来了很多重要发现和应用；希望后100年间，中国科学家在量子世界的研究，可以为人类带来更多激动人心的惊喜。”潘建伟说。

“从北京到合肥采访，你是坐飞机来的吧。假设我们用量子纠缠态来对你进行隐形传输，前一秒你还在北京，后一秒，啪的一下，北京的你没有了，初始化为一堆完全混乱的基本粒子，而一个由另一团基本粒子组成的、包含原本所有信息的你，已经在合肥出现了。从原理上讲，量子力

学允许我们这样以接近光速传递一个人。”

采访潘建伟时，他随口举出的例子令人深深感受到量子物理的神奇。量子隐形传态不是克隆，因为永远只有一份个体，当复制体完成的同时，本体亦不复存在；量子隐形传态又胜似克隆，因为复制体和本体之间完全一样，不仅相貌基因那些可测的参数一模一样，连记忆思想这些不可测的参数也一模一样。

与相对论同等重要、被认为是现代物理学两大支柱之一的量子力学，在诞生后的100多年间，已带来原子弹、晶体管、激光、核磁共振、高温超导、巨磁阻等许多重大科学发现和技术成就。

然而在100多年的研究中，尽管揭开了一层又一层的面纱，科学家们依旧不识量子的庐山真面目。量子世界，就像一座深藏在大山中的宝库，吸引一代又一代科学家投身其中，又用它的神秘让科学家们徘徊于宝库外的密道中，难以登堂入室。

但这种神秘恰恰激发了科学家们的寻宝热情。

对量子的研究将成为未来技术创新的源泉——在信息科学方面，量子不仅在提高运算速度和确保信息安全方面突破了传统信息技术的极限，还能实现超高精度的测量；在物质科学方面，通过量子模拟，我们可以理解复杂体系的物理机理，微观操控物质特性，并发现全新的物质形态；在生命科学方面，基本生命过程和认知过程很可能与量子相干和量子纠缠有关；而在能源科学方面，在量子尺度上进行能量调控，可实现能量的高效转换……

### 领先一步的科研竞赛

“现在就是在赛跑。”陈宇翱说，“我们从5光子开始一路领先。国外追赶5光子时，我们把6光子做出来了。国外现在能做出6光子，我们又做出了8光子。”

1970年出生的潘建伟是一名海归。1996年从中科大获得理论物理硕士学位后，潘建伟进入奥地利因斯布鲁克大学，师从塞林格教授，攻读博士学位。1997年，他参与的研究论文“实验量子隐形传态”在《自然》杂志发表，被公认为量子信息实验领域的开山之作，还被美国《科学》杂志评为年度全球十大科技进展。

“我是论文的第二作者，主要完成了所发表实验数据的测量和处理工作。”潘建伟说，“以这篇论文为起点，量子信息实验研究随即进入热门状态。”

潘建伟将论文寄给他在中科大读书时的老师张永德教授。次年的香山科学会议上，两位中科大教授张永德和郭光灿一起呼吁与国外同步开展量子信息的前沿研究。

1999年，也是潘建伟博士毕业的年份，他受母校邀请回国，在中科大组建量子物理和量子信息实验室，并获得中科院划拨的400万元科研经费。2001年设备人员都到位，实验室开张。

在广泛的国际交流和激烈的国际竞争中，这个年轻的团队开始崭露头角，在量子纠缠方面成绩尤为突出：2004年实现5光子纠缠态的制备与操纵，2007年实现对6光子纠缠态的操纵，都是世界第一。

今年2月，潘建伟与同事陈宇翱、陆朝阳等成功制备出世界上亮度和纯度最佳的8光子纠缠态，再次刷新光子纠缠态制备的世界纪录。目前，他们正在调研新的纠缠机制，有望在今年年底或明年实现10个光子的纠缠。

量子纠缠是量子信息处理的核心资源，对多粒子纠缠的制备与操纵能力代表了我国在量子信息处理方面的国际竞争力。基于多光子纠缠操纵的领先优势，我国量子科学家们不断前进，实现了终端开放的量子隐形传态、超越经典极限的精密测量以及量子纠错等一系列量子通信、量子计算、量子模拟以及量子度量学等方面的重要进展，奠定了我国在量子信息领域重要的国际地位。

### 安全可靠的量子通信

量子通信有着传统通信方式所不具备的绝对安全性，在国家安全、金融等信息安全领域有着重大的应用价值和前景。

采访潘建伟团队时，正遇上科技部副部长王志刚来中科大参观。王志刚在参观完几个量子研究实验室并使用过量子电话后说：“科技工作要更快地为解决重大问题提供帮助，能转化的先转化，能解决局部问题的先转化。在面向市场面向应用时，考虑沿途下蛋，最后下个大金蛋。”

不断进步并走向实用的量子通信技术，正是潘建伟团队在量子信息的基础研究中，沿途下的“蛋”。从实验团队走出来的产业化团队，得到安徽省和山东省的支持，已组建了两个量子技术公司。

“安徽的公司2009年成立，是我国首个将量子通信产业化的公司，山东的公司于2010年成立，两公司各有特色、分工

联动。量子通信的核心产品已经通过中试，形成系列产品，正在逐步推向市场。”产业化团队的赵勇博士说，现在，合肥和济南都已搭建量子通信试验网，合肥建成了46个节点，济南也将有56个节点。

已经实用化的量子通信技术并不是将传统信息完全用量子态传输，而是利用量子的研究成果，给传统信息加上“量子密钥”。

“古人在信封上用火漆封口，这样一旦信件被中途窃取拆开，就会留下泄密的痕迹。”潘建伟说，“量子密钥在量子通信中的作用就像火漆一样，但比火漆更彻底。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。这样，窃听者不但窃听不到量子电话的通话内容，还会暴露自己。所以，从原理上讲，量子通信是无条件安全的。”

量子可以在现有的光纤通信网络中传播，这让量子密钥可以方便地叠加到现有的各种通信网络上。但量子的不可测是一把双刃剑，既带来了信息安全，又让我们对量子的控制更加艰难，增加了量子通信的实现难度及成本。

潘建伟团队将量子保密通信的绝对安全距离由10公里量级提高到百公里量级。这样，在一个城市中建立量子通信网络就成为可行的事情。目前，他们还在研究通过卫星中转实现远距离量子纠缠分发和量子隐形传态，为未来基于空间平台的千公里级量子通信奠定坚实基础。

通过光纤实现城域量子通信网络，通过中继器连接城域网形成城际量子网络，再通过卫星中转实现可覆盖全球的远距离量子通信，这是潘建伟设想的广域量子通信网络的技术路线图。“由于光子易被信道吸收，光纤量子通信很难突破百公里量级传输距离的限制。用卫星的话，因为大气对某些特定波长的光子吸收非常小，而且大气层以外几乎是真空，因此有望克服光纤传输的弱点，将量子通信的距离大幅度提高，甚至达到覆盖全球的范围。”

广域量子通信网络计划已经开始，潘建伟团队作为在国内惟一开展星一地自由空间量子通信实验研究的团队，牵头组织了中科院战略先导专项“量子科学实验卫星”，将实现高速的星地量子通信并连接地面的城域量子通信网络，初步构建我国的广域量子通信体系。

“未来2至5年，量子通信处在边研发边拓展应用的阶段，10年内奠定星地量子通信的实用化技术基础；相信在10年后，量子通信将有望走向大规模运用。目前欧盟、美国、日本都非常重视这一前沿科学和技术领域。”潘建伟说，“我国要保持在这一领域的领先地位，就必须付出更大的投入和更多的努力。”

## 中科大先进技术研究院催生“江淮硅谷”

记者 王圣志

《经济参考报》2012年12月14日

中国科技大学先进技术研究院作为安徽省和中科院共建的科技研发平台，正吸引着越来越多的联合创新单位入驻其间。这一科研平台将推进国家与地方联动、科技教育与经济协同、技术研发和转化对接，着力形成在全国乃至国际有影响的“江淮硅谷”。

中国科学技术大学先进技术研究院由中科院、安徽省、合肥市和中国科学技术大学四方于今年7月联合共建。着力将研究院建成产业化人才集聚、科技成果转化集散和对外交流合作平台。立足建设世界一流科研机构、形成转化一批世界一流的创新成果，打造具有国际影响的高层次人才聚集中心、高科技产业孵化中心和先进技术成果研发基地、转化基地，创建科技体制改革和区域创新体系建设先行先试示范。

据中国科学技术大学校长侯建国介绍，研究院初步确定了微电子、新能源、新材料、医疗健康、量子信息等5大重点发展领域。同时，将围绕安徽省、合肥市重点扶植产业，设计和推动一批重大科技项目；围绕发展重点领域，依托中科大“海外高层次人才创新创业基地”，柔性引进专兼职工程和产业创新人才。

目前，首批入驻研究院的创新联合体已达10家。围绕电子信息方向，与中科院有关研

究所、国内外知名企业联合共建了一批具有产业化前景的创新单元，包括与中科院自动化研究所共建的“国家专用集成电路设计工程中心合肥分中心”；与微软、阿里巴巴、中国通服等联合成立了国家级工程实践教育中心；与微软、阿里巴巴、中国移动、中国通服、创毅讯联、中芯国际、安捷伦联、龙芯中科等共建了联合研发中心和实验室等。这些联合创新单元作为先进技术研究院首批入驻单位，正在按照人才、技术、项目一体化的建设要求，推进高层次人才引进、技术研发与转化等工作。

在确定首批入驻创新单元同时，研究院也与一批全球知名企业基本达成入驻意向，英伟达(Nvidia)联合实验室、思科(Cisco)演示实验室、英特尔(Intel)研发中心、美满电子科技(Marvell)联合实验室、德州仪器(Texas Instruments TI)联合实验室等创新联合体将在近期启动建设。

研究院通过校企合作，建立“特色培养+专业导师+创业辅导”的人才培养新模式，已经完成了2012年300名工程类研究生的招生工作，明年在院研究生计划达到1000名，首批确定了10名左右的工程类研究生企业导师。研究院通过与国际著名高校、企业共建创新单元、人员互访等方式，不断加强对外合作交流。

新华社北京9月8日电（记者 吴晶晶）记者从中国科学技术大学8日在京举行的协同创新中心建设工作座谈会上获悉，中国科大联合国内外多个科教机构，共同打造量子信息和先进核聚变能两个协同创新中心，目前两个中心已进入建设运行阶段。

近年来，中国科大与南京大学、国防科学技术大学、中科院上海技术物理所、中科院半导体所合作，在量子信息前沿问题研究、量子通信关键

具有重要国际影响力的人才培养和聚集高地、科学研究和技术积累高地。

同时，在前期合作研究的基础上，中国科大与中科院等离子体物理研究所、美国普林斯顿大学等等离子体物理实验室、核工业西南物理研究院、中国工程物理研究院、华中科大等联合创建了“先进核聚变能源和等离子体科学协同创新中心”。该中心将面向国家能源战略需求，在8年内建成多学科交叉与融合的国家

## 中国科大打造量子信息和先进核聚变能协同创新中心

技术突破以及量子通信技术示范应用等方面取得了一系列重要成果。为进一步汇聚和集成优势资源，完成单一团队难以完成的重大科研目标，由中国科大牵头，联合上述单位共同成立“量子信息与量子科技前沿协同创新中心”，以推动我国量子科学研究抢占学科制高点，引领未来量子科技革命。

该中心将为量子通信应用和国家信息技术水平的跨越式提升提供重要支撑，将用5至10年时间，建设成为在量子科学前沿和量子信息技术领域

际一流研究基地，全面提升我国核聚变能源研发水平，为率先在我国实现核聚变能源的和平利用奠定人才和科学基础。

中国科学技术大学校长侯建国表示，在多年科教结合的实践过程中，中国科大探索建立了一系列新的协同创新机制体制，如制定了互聘共用的人事聘用制度、聘期制科研人员聘用制度、利用科学家工作室引进国外优秀人才等，同时还设立青年创新基金、创新团队培育基金等加大对青年创新人才的培养力度。