

“九章”量子计算原型机研制团队成员，中国科技大学教授陆朝阳—— 做跳起来才够得着的科研

○本报记者 喻思南

中国科技大学教授陆朝阳是国际量子科学领域走在最前沿的年轻人之一。他长期耕耘，成果迭出，获得了国际上一系列重量级奖项。陆朝阳确信，不要做短平快的事情，要做需要非常努力跳起来才够得着的科研，并坚持做到极致。他说，只有一步一步走，才能保证量子计算领域的健康发展。

不久前，我国量子计算原型机“九章”问世。在国际学术界，这被认为是量子计算里程碑式的成就。

中国科技大学教授陆朝阳就是“九章”量子计算原型机研制团队的成员。留着简单平头、脸庞有点瘦削，戴着眼镜的陆朝阳走在校园里，有时会被人误以为是研究生。实际上，38岁的他，已经是国际量子科学领域走在最前沿的年轻人之一。

从未知开始摸索，发现问题并攻克

陆朝阳与量子结缘始于1998年。那年寒假，中科院院士潘建伟受邀回高中母校做科普讲座。他对神奇量子世界的描绘，给这位热爱物理的少年带来极大震撼。

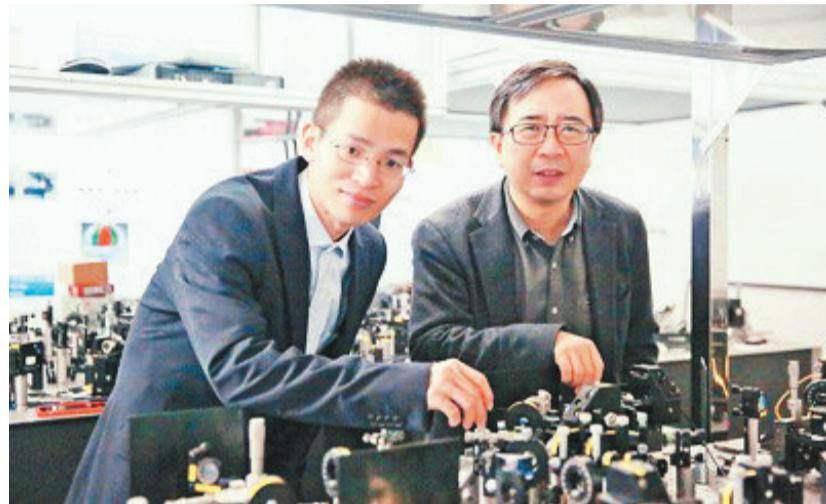
陆朝阳没想到，与量子的这次邂逅会让他走得这么远。这次和团队一起构建出“九章”，他在延续20多年前的“疯狂”。

2005年是陆朝阳研究的起点。当时，潘建伟回到中科大不久，陆朝阳加入了他的团队。

还是硕士新生时，陆朝阳就接到一项高难度的工作——把实验平台升级到具备操纵六光子纠缠的能力。实现这个任务，既要造出亮度和纯度都非常高的纠缠光源，还要发展新的判据证明六光子纯纠缠。

摸着石头过河，折腾了大半年，实验还没达到最理想的状态。他一时打起了退堂鼓，给潘建伟写邮件：“新判据好难，要不，我们还是用老方法演示六光子纠缠吧。”很快，他收到一封措辞严厉的回信，批评他轻言放弃的念头。陆朝阳重新收拾心情，那一年，他放弃所有假期，一直泡在实验室。

2007年底，25岁的陆朝阳以第一作者



陆朝阳（左）和潘建伟在实验室。

发表了两个重要成果：六光子纠缠和量子分解算法。这两个成果后来分别入选了该年度的中国十大科技进展和中国高校十大科技进展。

“现在看来，这些工作都比较简单。”陆朝阳说，“可它们让我体验了什么是科研——从未知开始摸索，发现问题并攻克它。”更重要的是，在老师的引导下，他确信：不要做短平快的事情，要做需要非常努力跳起来才够得着的科研，并坚持做到极致。

出国深造后，陆朝阳选择回到中科院。首次实现单光子多自由度和高维度的量子隐形传态，制备国际上综合性能最优的单光子源，实现10光子、12光子、18比特纠缠……回国不到10年，陆朝阳的影响力成果不断。这次构建出“九章”，就得益于他和团队在用光学方法实现量子计算这条路线上的长期耕耘。

基础科研不是自娱自乐，需要在世界舞台上获得认可，陆朝阳获得了国际上一系列重量级奖项。2019年他捧回了国际纯

粹与应用物理学联合会光学领域青年科学奖。去年2月，他被授予美国光学学会颁发的阿道夫·隆奖章，这是该奖章设立80余年来中国科学家在本土的研究工作首次获奖。去年10月，再次捧回美国物理学会量子计算奖，这是国际学术界唯一以量子计算命名的奖项。

没有什么比看到学生茁壮成长更满足

陆朝阳说，研究量子需要很好的物理直觉，但做出成绩主要靠团队成员的紧密合作，以及学科交叉碰撞出的火花。

在潘建伟领衔的中科院量子信息与量子科技创新研究院，像陆朝阳这样的年轻教授有20多名。他们各有所长，彼此又紧密联系。“互相帮助、互相促进。”陆朝阳说。

他的研究小组有20名学生，几乎都是90后。其中，陈明城、王辉、邓宇皓、钟翰森就是这次“九章”工作的第一作者。

接受采访时，陆朝阳说自己没什么值得说的故事，希望记者和几位学生聊聊。

他说，过去一年多，构建“九章”量子计算原型机这项工作，最辛苦的是在一线奋战的学生。

1997年出生的邓宇皓，本科就加入了实验室。他很感谢陆朝阳放手让自己承担重要工作。“就像学游泳，听很多理论不如直接跳到水里扑腾。”邓宇皓这样总结。

理论想法鼓励天马行空，实验执行又非常严格。王辉说，陆老师对数据的获取和分析、论文的画图、写作要求极为细致，“表述不对的地方，他会把我叫到办公室，逐字逐句修改，有时干脆直接全部重写。”

2014年，小组培养学生的经验被《自然》子刊专门报道。多名学生已经成为国家优秀青年科学基金获得者、教授、特任研究员，获得各类奖项的学生更是数不过来。

陆朝阳说，他希望把自己接受到的好教育理念和方法都传承下去。他很欣赏年轻一代的干劲和悟性，例如，构建“九章”时，订购的激光器出厂参数达不到实验的要求，1995年出生的钟翰森对着说明书，硬是靠自己捣鼓，改进设计，调试出了符合要求的激光器。

“作为导师，没有什么比看到学生茁壮成长和扬帆远航更满足。”陆朝阳说。

量子技术的实用化是一场接力长跑

刚做完“九章”工作，陆朝阳和团队就马不停蹄迎接下一个挑战。

学生说，陆老师常常凌晨一两点还在群里和他们讨论工作。为了解决随时出现的问题，基本上是有求必应。

“量子技术的实用化是一场接力长跑。”陆朝阳希望社会理性看待量子计算机发展，技术的发展需要温和、渐进的支撑环境。

“通用量子计算机可能需要上千万量子比特，离实现可能还需要15—20年。过高的期望会产生泡沫。有实用价值的量子模拟机是量子计算前进路上的铺路石，只有一步一步走，才能保证量子计算领域的健康发展，减少‘量子寒冬’的风险。”

陆朝阳认为，推动量子技术应用，国际合作和开放交流必不可少。去年，陆朝阳担任组委会主席，组织召开了2020国际量子大会（线上），吸引了全世界100多个国家和地区的参会人员，进一步提升了我国在量子信息领域的国际影响力和话语权。

（原载《人民日报》2021年1月7日）

“天地一体化量子通信网络”价值重大

○袁岚峰

日前，不少媒体援引中国科学技术大学的官方消息称，中国科研团队成功实现了跨越4600公里的星地量子密钥分发，标志着我国已构建出天地一体化广域量子通信网雏形，为未来实现覆盖全球的量子保密通信网络奠定了科学与技术基础。

这项科研成果于1月7日被发布在国际顶级期刊《自然》上。这项成果有多么重要？这意味着中国把量子保密通信推进到了实用的程度，遥遥领先其他国家。

那么，什么是量子保密通信？从古至今，人类创造出很多密码体系，但没有一个在原理上能保证安全，直到量子保密通信的出现。传统的密码总是需要派信使去送密码本，被传送的密码本在专业中被称作“密钥”，信使若被抓或叛变，损失巨大。后来，密码学家们发明了用数学难题加密的方法，解密因此变成了数学挑战赛，但依旧存在被解密的风险。量子保密通信则独辟蹊径，提出了一种既不需要信使、也不依赖于数学难题的保密方法。

简单来说，量子保密通信主要利用量子力学叠加、测量与纠



我国成功组建天地一体化量子通信网络

缠等特征，让信息的发送方和接收方直接建立联系。信息的发送方和接收方通过一系列量子力学的操作，同时获得了一段随机字符串，比如011011100011。发收双方就可以把自己手中的随机字符串作为密钥，用其将信息加密，后面的传输就完全是传统的通信了，用光纤、电话、电子邮件甚至平信都可以。

由此可知，量子保密通信的技术难度集中在密钥的产生环节，这一步需要量子的信道。不过，由于这套量子力学的操作只能产生随机字符串，不能按特定

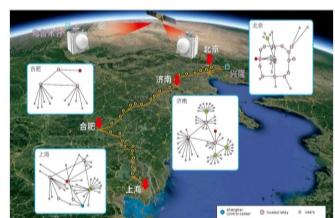
意愿表示信息，因此不能直接用量子信道传输信息。

如果回溯的话，量子保密通信的原理，是1984年由加拿大和美国的科学家提出的。进入新世纪以来，中国在实验层面上，后来居上。2016年，中国发射了世界第一颗量子科学实验卫星“墨子号”。2017年，中国开通了世界第一条量子保密通信干线“京沪干线”。前者实现了卫星与地面站之间的量子保密通信，传输介质是真空与大气层，也即自由空间传输。后者则实现了北京到上海之间2000公里的量子保密通

信，传输介质为光纤。两种方法各有优势，可以互补使用。

“墨子号”与“京沪干线”至今为止的运行结果，正是前述发表于《自然》杂志上的论文的主要内容。“京沪干线”有32个节点，还有两个地面站可以通过“墨子号”跟“京沪干线”连接，一个在河北兴隆，另一个在新疆南山，总的跨度达到了4600公里。这也是论文题目《跨越4600公里的天地一体化量子通信网络》中“4600公里”一说的来源。无论是从连接的数量、生成密钥的速率上，还是从抵抗物理攻击能力、稳定性等方面来看，这个跨度4600公里的天地一体量子保密通信网络都达到了实用的要求。

当前，量子科技发展突飞猛进，作为一项对传统技术体系产生冲击、进行重构的重大颠覆性技术创新，量子科技已成为新一轮科技革命和产业变革的前沿领域。以“天地一体化量子通信网络”的构建为代表的一系列科研成果，证明中国已经具备了在量子科技领域的科技实力和创新能力。从全球范围来看，比对2020



年欧盟发布的量子旗舰计划《战略研究议程》、美国发布的《量子网络战略愿景》《量子互联网国家战略蓝图》，中国在量子通信领域领先欧盟3—5年，领先美国5—8年。

可以自信地说，中国在量子通信领域已经实现“弯道超车”，但也要清醒地看到，我国量子科技发展还存在不少短板，面临多重挑战。广大科技工作者必须坚定不移走自主创新道路，深入分析研判量子科技发展大势，找准我国量子科技发展的切入点和突破口，坚定信心、埋头苦干，突破关键核心技术，抢占国际竞争制高点，构筑发展新优势，为促进高质量发展、保障国家安全提供更强有力的支撑。

（作者系中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心副研究员）

（原载《光明日报》2021年1月12日）