

聚焦辽宁核心优势 打造量子产业高地

——对话中国工程院院士陆军

本报记者 高爽

内容提要

NEIRONGTIYAO

未来已来。党的二十届四中全会提出：“前瞻布局未来产业，探索多元技术路线、典型应用场景、可行商业模式、市场监管规则，推动量子科技、生物制造、氢能等核聚

变能、脑机接口、具身智能、第六代移动通信等成为新的经济增长点。”这一战略部署为国家及辽宁未来发展提出了新要求，提供了新方向。2025年12月26日，辽

宁省委理论学习中心组召开专题学习会，围绕“量子信息科技体系和产业体系建设”开展专题学习。中国工程院院士、中国电科集团首席科学家陆军作专题辅导报告。

围绕量子科技的战略意义、国内外发展情况、科研前沿、产业应用及体系建设以及辽宁如何发展量子科技等问题，本报记者专访了陆军院士。

1

“薛定谔的猫”的起源

记者：说到量子力学、量子科技，有一个很有趣的现象：它属于深奥的学术科研领域，但同时也进入大众话语，比如我们常听到“遇事不决，量子力学”，再比如“薛定谔的猫”。普通公众对这个当今最前沿的科技领域，既有着巨大的兴趣，又往往一知半解。请您帮助我们建立一个量子技术最基本的知识框架，我们该如何理解它的重大战略意义？

陆军：随着物理学的不不断发展，人类的研究尺度开始往微观发展——由电子技术发展到量子技术。在这个过程中，引发了三大革命，第一是计量革命，由时空微纳化向能量微纳化发展；第二是计算革命，由一维标量计算向多维矢量计算发展；第三是产业革命，由信息化制造向数字化制造发展。

研究微观物体的运动规律，我们发现微观世界下出现了一些神奇学的现象，致使我们无法将经典物理直接延伸到微观世界运用。第一个是离散化，也就是“量

子力学”中“量子”这个词的来源。科学家发现，在微观世界，能量的转移呈现出非连续性，一个物体吸收或释放能量的过程不是连续的，而且只有特定的数值的能量可以被吸收释放。第二个是波粒二象性。在微观世界下，物体不仅具有传统印象中的粒子的性质，同时也具有波的性质，从中衍生推导出量子叠加、量子隧穿等概念并得到了实验验证。其中量子叠加就是“薛定谔的猫”的起源。第三个是测量的不确定性，即当你测量一个物体的一个物理量，会影响你接下来对另一个物理量的测量，两个物理量的测量顺序会影响测量结果。因为测量本身会对下一次测量产生影响，从而衍生出了量子不可复制性的概念。第四个是量子纠缠，当两个微观粒子相互作用后形成一个整体系统时，即使将它们分离到宇宙两端，对其中一个粒子的测量会瞬时决定另一个粒子的状态。

2

人类正在经历第二次量子革命

记者：量子科技就是由这些理论研究带来的结果吗？

陆军：对，而且我们经过两次量子科技革命。20世纪上半叶进行第一次量子革命，表现为利用量子力学的宏观统计规律，催生了半导体器件、激光、核磁共振等突破性应用，构筑了当代的电子技术。当下是第二次，表现为通过精确操控微观系统的量子态（波函数），将量子叠加、纠缠、不可复制等特性转化为信息处理优势，形成了我们所说的量子信息技术。

记者：我们对第一次量子革命深有体会，它改变了我们的生活。现在看，发展量子技术的战略意义具体表现在哪些方面？

陆军：发展量子技术的战略意义主要表现四个层面：安全层面上，量子通信构建信息主权壁垒，抵御未来量子计算机的攻击，是数字时代的“国防工程”；算力层面上，量子计算一旦成熟将重塑全球算力格局，决定AI、密码、材料等核心应用领域的竞争态势；产业层面上，量子信息技术发展带动的上下游产业，能够催生出万亿级的新市场；标准层面上，它直接决定下一代导航定位系统的独立性、深海深空探测的感知优势、芯片制造和材料研发的精度边界，是科技强国争夺“测量主权”的隐形战场。

记者：您曾经说过，在建设信息技术产业体系上，我国要自己把产业要素做齐，实现自循环，要全面布局量子/电子科技产业体系，从跟随性战略变成引领性战略。由此可见，量子科技产业体系在整个信息技术产业发展中的关键性作用。那么，实现量子科技产业发展有哪些重要的支撑因素？

陆军：一流科技产业的发展必须遵循创新链范式，即思想、理论、方法、技术、产品、产业。也就是说必须由逐层带动、推进科技产业的发展，先要解决思想理论的问题，然后再发展技术产品产业的问题，

没有思想的突破，就没有引领性战略产业的根基。在量子科技领域，要从跟随性战略变成引领性战略需从四个方面布局。一是统筹布局量子-电子领域科技产业发展。加快推进量子信息科学的大科学、大计量装置研究，优先发展用于量子信息工程应用的电子技术相关产业，以更高水平电子技术支撑量子信息工程化提供支撑。发挥电子技术在量子科技产业中的关键作用，着力布局电子配套产业的外围能力，支撑量子信息科技可持续发展。

二是通过提高电子技术水平，建立精准的计量体系、高质量的制造体系和大实验验证平台，夯实量子科技产业生态系统的基石。通过应用基础理论与工程实现的融合，构建学科交叉、技术联动的协同发展机制，形成兼具理论验证平台与工程转化路径的基础支撑架构。

三是构建产学研深度融合机制，创新人才培养模式。量子信息科技的发展已进入工程化、产业化布局阶段，急需将科研成果转化为应用成果，开展工程化、产业化建设的高精尖人才。应深化与拓展对量子信息科技产业人才的认识，树立大人才观念，在产业实践中培养既懂学术研究，又懂工程研发且懂产业趋势的综合性人才。

四是加快量子计算应用推广和产业发展，应尽快找到实用优势量子算法推进量子计算产业落地生根。需要针对量子计算、量子网络和量子感知等领域的应用需求，以量子计算的本质是矢量矩阵运算为基本着眼点，以超大规模计算、量子神经网络和量子人工智能为重大应用场景，合力构建国际领先的量子计算应用生态体系，实现量子科技的优势应用，以颠覆性算力推动新质生产力迅猛发展。

3

解决量子科技给谁用的问题

记者：国家“十五五”规划建议稿中，将量子科技作为前瞻布局未来产业的一个新的经济增长点，并提出要“探索多元技术路线、典型应用场景、可行商业模式、市场监管规则”。对此该如何理解？

陆军：在量子科技领域，战略重心已经从“科学赶超”转向“工程化决战”。现在，国家经济要升级，数字经济要发展，必须把量子科技作为前瞻布局未来产业的一个新的经济增长点，去推动工程化、产业化，培育发展新质生产力。

“多元技术路线”旨在打破路径依赖。以量子计算为例，过去国内资源相对集中于超导和光子量子，其他路线如中性原子、离子阱、硅基半导体等技术路线受重

视程度有限。推动量子科技多路线发展，既能大幅降低单路线失效风险，也能倒逼量子科技在一些关键材料、核心设备和精密元器件上攻关。

“典型应用场景”解决“量子给谁用”的问题。在生物医药领域，量子计算可模拟分子间电子相互作用，将传统需数年试错的新药筛选周期压缩至数周；在机器学习领域，量子支持向量机与量子神经网络能在高维特征空间中实现指数级加速，解决金融风控中千万级样本的欺诈模式识别、供应链动态优化等NP难问

题，使模型训练效率提升百倍。这些场景的共同特征是传统超算已触及算力天花板，而量子优势可通过节省的研发时间和降低市场机会成本直接换算为商业价值，这正是商业模式落地的关键。“可行商业模式”是产业化落地的最后一步，为此需加大国企特别是央企在量子科技领域的投资和布局。

量子科技生态建设的核心是标准，标准的前提是计量，计量依赖测量、测试与实验验证的技术基础。必须系统地构建覆盖量子计算、通信、精密测量全链条的计量基准体系，同步建设可溯源、可复现、可对比的国家量子量值传递平台，形成“基准—标准—测试—认证”一体化闭环，为量子器件研发、性能评测和产业应用提供统一的支撑。

宏观 · 微观

离散化
波粒二象性
测量的不确定性
量子纠缠

三大方向

量子通信
量子计算
量子精密测量

量子革命

20世纪上半叶开始
第一次量子革命；
当下正在经历第二次
表现为：
通过操控量子态，将量子特性转化为信息处理优势，形成量子信息技术

辽宁优势

体系化支撑
场景化牵引

4

中国量子科技水平处于世界第一梯队

记者：我国把量子信息产业列为国家重大项目，加速国家量子科技成果产业化以解决现实重大产业问题。请您谈一谈发达国家和我国一些先进省份发展量子科技的现状。

陆军：量子科技已成为重塑未来国际竞争格局的战略前沿技术，目前全球超过30个国家和地区将其提升至国家战略高度。我国也将其列为国家重大战略方向，并在多个先进省份形成了各具特色的发展格局。

美国建立了以《国家量子倡议法案》为基础的政府主导、产业协同体系。政府多部门分工明确，并通过国防立法强力推动量子战备、抗量子密码等国防应用。IBM、谷歌、微软等科技巨头在超导量子计算、量子云平台等领域取得突破，构建了完整的产

业生态。欧盟致力于整合成员国力量，构建一个自主、有韧性的“量子主权”生态系统，并于2025年7月启动“量子欧洲战略”，目标是到2030年使欧洲成为全球量子技术领导者。其核心举措包括协调全欧研发力量，筹建量子芯片试验产线，并计划建成覆盖欧盟的量子互联网。日本将量子技术置于国家综合创新战略核心，在2025年明确了产业化时间表，并将当年定为“量子产业化元年”，旨在推动量子计算与经典计算融合，到2030年实现量子计算机商用。

相比之下，我国的量子科技水平处于世界第一梯队，已形成“核心引领、协同互补”的发展格局，安徽（合肥）、北京、江苏（苏州）、深圳、上海等地依托各自比较优势，形成了定位清晰、功能互

补的区域创新体系。安徽（合肥）依托中国科学技术大学与合肥国家实验室构建了从前沿研究到产业集聚的完整链条。北京凭借密集的高校与科研院所资源，成为量子科技和产业高地。苏州作为江苏省量子科技发展的“主承载区”，依托雄厚的制造业基础，聚力打造产业创新高地。深圳积极进行前瞻布局，将量子科技列为未来产业核心，在“科技巨头引领+初创企业并进”的格局下，华为、腾讯等科技巨头在量子算法与软件层面进行深度布局。上海依托复旦大学、上海交大及上海量子科学研究中心等机构，在基础研究领域保持优势，并在中性原子量子计算等新兴路线上取得突破。这些区域共同构成了我国量子科技多点开花、梯次联动的创新发展版图。



对话嘉宾：陆军

DUIHUAJIABIN

中国工程院院士，中国电科集团首席科学家。

长期从事预警机综合电子/量子信息系统领域理论研究和型号工程研制工作。先后担任我国首型国产预警机、首型出口预警机、航母预警机等多个型号总设计师，获国家科技进步奖特等奖。

2014年起投身量子计算机工程研制和产品研发工作。2021年在江苏苏州创办量子科技长三角产业创新中心，任中心主任，助力江苏苏州成为国家量子计算工程化和产业化培育高地。

5

辽宁承担着双重使命

记者：对辽宁而言，发展量子科技等未来产业是推动产业转型升级、因地制宜发展新质生产力的关键引擎，是赢得发展主动权、塑造发展新优势的必然选择，是推动高质量发展、实现新时代全面振兴的战略之举。目前在量子科技产业体系建设上，辽宁处于什么样的位置？优势有哪些？

陆军：站在国家战略高度审视，辽宁在量子科技发展中承担着双重使命：既是国家战略的实践者，又是连接前沿科学与产业实现的关键枢纽。当前，辽宁正处于从传统工业体系向量子科技产业体系转型的关键阶段，其发展并非从零起步，而是基于现有产业基础进行系统性整合与能力升级，以更高层次融入和服务国家战略布局。

从工程科学和产业发展规律来看，辽宁推进量子科技具备“体系化支撑—场景化牵引”的双重优势。

一方面，量子技术产业化需要将科学原理转化为稳定可靠的工程系统和产业能力，这需要坚实的工业基础作为实现条件。辽宁拥有强大的工业体系和科研积淀，特别在高端精密制造、特种材料、仪器仪表等领域形成的系统性配套能力，为量子技术的工程化转化提供了必要支撑。另一方面，辽宁庞大的传统工业体系正在经历数字化、智能化转型，对下一代算力、安全通信、极限精度测量等方面提出的迫切需求，为量子技术提供了明确的发展方向与丰富的应用场景。

记者：对未来的发展，您有何建议？

陆军：面向未来，辽宁应立足国家战略全局，找准自身定位，走出一条以硬科技为支撑、以产业需求为牵引的特色发展道路。第一，聚焦核心优势，打造国内领先的量子产业高地。以国家战略需求为导向，围绕量子计算、量子通信、量子精密测量等三大方向，发挥辽宁在高端装备制造和特种材料领域的优势，在极低温器件、量子芯片材料、精密测控系统等关键环节形成自主可控能力。建议设立量子科技产业化示范区，推动“量子+”技术在装备制造、能源化工、航空航天等优势产业领域示范应用，形成具有全国引领示范效应的产业集群。

第二，构建“政产学研用”协同创新体系，强化攻关效能。打破传统研发模式，由龙头企业牵头组建创新联合体，通过联合攻关、成果转化、应用推广、产业孵化等形式开展深度合作，实行“揭榜挂帅”等任务驱动机制。政府部门提供平台保障和政策支持，完善从基础研究到产业应用的全链条创新体系，加速科研成果向新质生产力转化。

第三，构建开放创新生态，服务国家战略。通过设立专项基金、建设产业孵化器等措施，打造量子技术创新基础设施和技术转化、试验验证、测试评估等产业生态服务平台，营造国际化创新环境，吸引全球顶尖人才团队，构建具有全球影响力的创新网络，使辽宁成为国家量子战略布局中的重要支撑节点。