

实探中国移动6G实验室

首席专家刘光毅：6G研发已至关键期

6G写入2025年政府工作报告，当前处于怎样的研发阶段？近日，中国证券报记者跟随“走进新国企·科技创新主力军”活动走进中国移动位于北京昌平未来科学城的协同创新基地，这里也是中国移动6G实验室所在地。中国移动首席专家刘光毅告诉记者，全球6G标准化工作已经正式启动，当前处于6G研发的关键期，中国移动将强化央企科技创新主力军作用，加快建设6G原创技术策源地，推动战略性新兴产业高质量发展。

● 本报记者 杨洁



加快打造6G通感算智融合 研发试验装置

在园区门口，记者看到一辆6G终端原型小车正在测试，测试数据已经回传到实验室的大屏上。屏幕中显示，这张6G试验网的实时测试速率在1.3Gbps左右，峰值速率能达到4.6Gbps左右。刘光毅表示，目前已经建成10个站点规模的6G试验网，支持多频段融合组网，可高效支持10余项6G新技术验证。同时，也已成功研制基于云原生的6G原型系统，具备支持128通道+400MHz带宽能力，实现单用户速率超过6.43Gbps。

据了解，中国移动6G实验室包括网络架构技术、空天地一体化组网技术、光传输、融合创新、射频技术、基带技术、6G云化网络、解决方案集成等8个子实验室。目前，6G实验室正加快打造6G通感算智融合研发试验装置，该装置定位为国际领先的国家级科学试验装置，是聚集通信、感知、计算、AI等全要素，融合多节点、多频段、空天地一体、高速泛在接入的



▲中国移动6G实验室
内景
◀正在园区进行测试的6G终端原型小车

本报记者 杨洁 摄

上参会人员，实际参会人达1676位。会议讨论内容涵盖SA1工作组的6G研究进展更新，下一代通信技术总体愿景与优先事项，下一代无线技术愿景与优先事项，以及下一代系统架构、核心网及协议的愿景与优先事项等。

“大家比较关心6G什么时候能够进入我们的生活，目前可以说，6G已经进入了整个研发的关键期，尤其是这次韩国仁川召开的6G国际标准workshop，标志着6G标准化工作正式启动。我们预计2029年上半年发布第一个6G标准，预计2030年左右业界可以具备商用能力。”刘光毅说。

刘光毅介绍，相对于过去，6G面临更加激烈的国际竞争和挑战。中国移动早在2018年便启动6G研发工作，目前6G研发团队达到300人左右，每一年都取得了阶段性的成绩。他还表示，6G实验室所在的中国移动协同创新基地，未来将打造更加开放和系统的6G研发环境，从而支撑更多高校、中小企业等进行关键技术、基础理论的测试和验证工作，包括芯片器件的攻关等，最终带动整个产业链的成熟和发展。

已经进入研发关键期

3月10日至11日，3GPP在韩国仁川举办6G国际标准研讨会（workshop）。作为全球首个6G国际标准研讨会，此次会议受到业界高度关注。根据3GPP官方消息，748位专家参加了线下会议，加线

6G创新需注重交叉融合和需求牵引

刘光毅向记者强调，6G最大的一个特征就是通信与跨领域技术的融合，包括通信与感知技术、计算技术、人工智能技术等这些技术的融合。

“我们希望6G不再仅仅是一个移动

通信网络，它将超越传统的方式，可以提供雷达的感知功能、计算功能、AI功能、大数据功能、安全功能，从而进一步拓展网络能力的维度，而这些能力都可以作为未来提供服务的内容。”刘光毅说。

如果说5G特征是万物互联，那么6G核心特征是万物智联。中国移动相关负责人认为，我国移动通信已经成为全球重要的主导力量，要想在6G时代成功，更需要注重交叉融合、系统创新以及商业闭环。与5G相比，6G需求可总结为“三个倍增，三个一体”。“三个倍增”，体现在5G原有三大场景速率、连接数、高可靠低时延能力的大幅提升，“三个一体”是新增需求，就是通感一体、通智一体和空天地一体，是技术交叉融合的典型体现，挑战是非常大的。

未来6G要能够支撑和赋能更多新场景、新业务，刘光毅强调，我们倡导要以场景为牵引、需求为导向，以商用闭环为目标来发展6G，要做好顶层设计，让各行各业的发展能和6G的发展匹配起来，这样才能真正实现二者的“双向奔赴”。

商业价值既是落脚点更是出发点，商业如何闭环将影响网络发展路径，进一步影响产业对时间节奏的把握。这就要求运营商进一步发挥市场中的先导和龙头作用，首先把握好最终用户需求，找到5G痛点，挖掘面向新质生产力的6G需求，培育应用的新蓝海；同时要推动实现全球统一国际标准，也必须把握好日益凸显的全球运营商的需求差异，这也是6G特有的新挑战。

脑机接口仍处于早期阶段 专家建议加大双向交互系统研究

● 本报记者 傅苏颖

让失语患者“开口”的“北脑一号”、2025脑机接口十大创新成果重磅揭晓、脑机接口标准化路线图……在近日举办的2025中关村论坛年会上，这些成果不仅成为大会焦点，更集中展现了我国在脑机接口领域的强大科研实力与创新活力。3月31日，在论坛年会举办的脑机接口创新发展与应用论坛上，与会嘉宾认为，脑机接口技术堪称脑科学皇冠上的明珠，正快步迈向产业应用的前沿。它搭建起生物脑与机器间的高速信息通路，不仅会彻底变革人机交互的模式，更为深入解析大脑奥秘打开了新的大门。目前来看，脑机接口仍处于早期阶段，在核心部件、信号采集与分析等方面，面临诸多挑战。建议脑机接口领域大力研发双向交互系统，解决视觉、触觉反馈以及信号写入脑内的技术难题，搭建起完整的读写交互体系。

共建脑机接口产业生态

近年来，一系列政策相继出台，为脑机接口产业发展注入强劲动力。3月31日，国家药监局就《关于优化全生命周期监管 支持高端医疗器械创新发展的举措（征求意见稿）》公开征求意见。征求意见稿提出，优化特殊审批程序。加强对人工智能、生物材料“揭榜挂帅”产品的注册指导，配合相关部门出台基于脑机接口技术的医疗器械产品支持政策，持续健全标准体系，加强增材制造用材料、脑机接口柔性电极、基因工程合成生物材料等新型生物材料标准化研究。

此外，北京、上海、广东等地陆续出台政策，鼓励脑机接口产业发展。今年1月份，《加快北京市脑机接口创新发展行动方案（2025—2030年）》印发。

中国食品药品检定研究院副院长路勇表示，国家药监局近年来加强医疗器械相关法律法规规范性文件的制修订工作，鼓励创新，强化全生命周期的监管。在脑机接口领域，我国已提出三项标准制修订建议。分别是对脑机接口相关术语的界定；对闭环刺激器的规定，明确了植入性刺激器对神经信号感知和响应的测试方法；规范了脑电数据的采集、储存和使用环节。

此外，路勇介绍，中检院围绕脑机接口医疗器械的安全评价，重点关注关键性能有效性评价、通用安全、数据处理、算法评价、长期可靠性以及理化表征和生物学评价六个方面。“目前中检院已建立脑机接口医疗器械综合质量评价体系，开展模块化检测，形成闭环质控体系，推动标准制修订，优化产品检测服务，助力行业研发与临床应用。倡议研发单位积极参与脑机接口研发，加大研发投入，建言献策，共同构建脑机接口的产业生态。”

北京市政府副秘书长许心超表示，脑机接口作为生命科学和信息技术深度交叉融合的前沿信息技术，从医疗康复到智能交互，脑机结合正在重塑人类认知边界，开启全新变革，引领人类迈入“脑联万物”的新纪元。

“下一步，北京将大力推动生命科学、信息技术与工程技术的交叉融合，强化创新驱动，深化改革创新。”许心超表示，北京将主动对标国际领先水平，面向临床需求，支持脑机接口关键技术、原始创新的突破，积极推动人工智能前沿技术应用，加快布局开源开放、概念验证、检验检测、数据共享等开放服务平台建设。加速产品建设，扩大脑机接口新技术、新产品在疾病干预、康复训练、健康教育等方面的应用。持续优化生态，加大脑机接口人才的体系化培养，充分发挥产业投资基金作用，引导社会资本参与脑机接口创新研发，同时鼓励保险机构提供专属化定制的保险产品服务，构建一流的协同创新体系。

十大创新成果发布

曾经只出现在科幻影视中的脑机接口，如今实实在在地展现在人们眼前。此次论坛上，2025脑机接口十大创新成果重磅揭晓。分别为“北脑一号”完成国际首批柔性高通量半植入式无线脑机系统的人体植入、“三合一”颅骨植入式脑脊接口微型设备、脑机接口标准化路线图（2025年）等。

十大创新成果之一的“北脑一号”智能脑机系统由北京脑科学与类脑研究所联合北京芯智达神技术有限公司开发，该系统于今年完成国际首批三例柔性高通量半植入式无线全植入脑机系统的人体植入，包括脊髓损伤截瘫患者、渐冻症导致的言语障碍患者、脑卒中偏瘫患者。

“目前设备解码正确率已经超过了60%，距离达到70%这一实用目标已经不远了，随着解码训练的深入，解码输出速度达到每分钟80字以上，相当于为患者重建交流的能力。”罗敏敏透露，计划今年完成至少10例患者植入，明年招募约50例患者，开展全面注册临床研究。希望在未来3年内完成临床研究，以三类医疗器械的身份进入临床应用，为更多患者提供全新的治疗方案，帮助他们恢复运动和语言功能。

罗敏敏介绍，脑机接口作为未来产业的核心赛道，“北脑一号”突破性进展正是新质生产力的生动实践。该成果正快步迈向产业应用，未来将带动生物材料、人工智能、高端制造等万亿级产业集群发展，为培育发展新动能提供重要支点。

尚处于早期阶段

谈及脑机接口未来发展趋势，罗敏敏表示，脑机接口仍处于早期阶段，在核心部件、信号采集与分析等方面，面临诸多挑战。

“未来，脑机接口领域将着力在多个关键方向展开探索。”罗敏敏表示，一方面，通过提升通量，努力在通道数与能耗、计算资源之间找到最佳平衡点。另一方面，推进多模态融合，整合眼动、发音等多源信号，并借助大语言模型，全面提升解码效果。

此外，罗敏敏认为，脑机接口领域还将大力研发双向交互系统，解决视觉、触觉反馈以及信号写入脑内的技术难题，搭建起完整的读写交互体系；开发能够适应信号变化的解码算法，增强系统自主学习能力，进而提升系统的稳定性。与此同时，通过深化对神经科学的理解，攻克信号写入大脑的技术难题，积极探索脑闭环刺激、感觉系统重建等前沿应用。

东吴证券认为，非侵入式脑机接口产品商业化落地已初见成效，而侵入式脑机接口产品大规模商业化落地仍需要一定时间的临床验证。工信部等相关部门出台政策，强调发展脑机接口技术的重要性。在政策的推动下，脑机接口相关公司将在技术研发和市场拓展方面持续取得突破。目前，脑机接口尚未形成成熟产业链分工，BCI芯片以及相关算法成为核心技术壁垒。在脑机接口领域率先布局以及技术领先的上市公司值得重点关注。

秦山核电：开拓同位素生产之路 打造“第二增长曲线”

● 本报记者 刘杨

“你所看到的两个圆柱体建筑物就是安全壳，三期两排重水堆核电机组就在其中。”在中国核电旗下的秦山核电三厂2号机组反应堆厂房外，秦山核电有关负责人对记者表示，秦山核电的医用同位素生产平台就安装在这里。

中国证券报记者近日走进位于浙江省嘉兴市海盐县的秦山核电基地，并对核电三厂医用同位素项目等进行实地调研。核能是绿色革命的引擎，专注于核能发电的秦山核电，如何寻求新的增长点？“在全力做好能源保供的基础上，秦山核电加强技术创新和研发，推进同位素等民生工程，探索核能多场景综合利用，勇做新时代核电领跑者，为打造世界一流核工业集团贡献更大力量。”秦山核电党委副书记周启航对记者表示。

攻克关键技术难题

作为核医疗的基础，医用同位素在恶性肿瘤、心脑血管等重大疾病诊断方面发挥着重要作用，与百姓生活息息相关。

“秦山核电拥有国内唯一的商用重水堆核电机组，具有规模化生产放射性同位素的核心优势。”秦山核电副总工程师、秦山科技总经理李世生对记者表示，机组年稳定运行时间长，堆芯空间大，辐照部件数量多，生产成本相对较低。

据介绍，在中核集团的指导下，近年来，秦山核电依托在重水堆核电机组的资源优势，进行了辐照生产医用同位素的研发与技术改造，解决了一系列关键技术难题，实现了成功投运，打破了国外厂商的垄断格局。

“我们利用商用堆辐照生产同位素，经过前期评估，产量是特别可观的。”秦山核电专项工程处正高级工程师樊申告诉记者，秦山核电碳-14生产靶件顺利出堆后，已能够满足国内需求，并提前完成《医用



中国唯一的商用重水堆核电站——秦山核电三期外景

本报记者 刘杨 摄

同位素中长期发展规划（2021—2035）》中提出的碳-14生产目标。

樊申告诉记者，《规划》对一些常用的同位素提出了国产化的要求。目前，秦山核电已具备每年生产100居里以上碳-14同位素的能力，可充分满足我国市场需求，为相关产业发展提供原料保障。

秦山核电同位素生产技术开发进展迅速。除了碳-14供应全面国产化，秦山核电还实现了钴-60批量化生产、首批镥-177靶件出堆，并联合海盐地方携手打造全国核技术应用产业基地。

目前，23个核技术应用项目签约落户，总投资80亿元，项目达产后预计产值超200亿元。未来，秦山核电将持续深耕堆照同位素辐照生产，力争到2035年，实现“千亩千亿”核技术应用产业集群，为我国医用同位素自主可控供应、核技术多元应用拓展贡献秦山力量。

积极探索核能综合利用

1991年12月15日，秦山核电并网发电，结束了中国大陆无核电的历史。截至目

前，秦山核电已全面建成9台机组，总装机容量达666万千瓦，累计安全运行170堆·年，成为我国核电机组数量最多、堆型最丰富的核电基地。

秦山核电成立之初，旨在解决上海及华东地区的电力短缺问题。如今，秦山核电不仅满足了华东地区的电力需求，更在多个维度，推动了我国核能多元利用的步伐。

如在供热方面，2021年12月，我国南方地区首个核能供热示范项目在浙江海盐正式投运，近4000户居民家庭率先用上核能供暖。2022年全国首个核能工业供热示范项目也在海盐投运，现已拓展至公共建筑、商务酒店等多种应用场景。

“未来，秦山核电还将进一步扩大供暖、供冷范围，提高能源利用效率，提供清洁能源。积极探索核能在其他领域的应用，如核能与数据中心耦合，为数据中心提供稳定清洁的能源，助力数据中心实现零碳目标。”中核浙江电能服务有限公司总经理黄继荣表示。

记者了解到，自秦山核电9台机组全部并网发电后，到2019年，其各项指标已经达到世界领先水平，为了开启“第二增

长曲线”，2024年1月，秦山核电党委书记、董事长黄潜曾在浙江省十四届人大二次会议上提出了《关于支持海盐打造全国同位素产业科创高地的建议》。

“秦山核电作为中国核电起步的地方，应该主动作为，特别是秦山核电拥有国内唯一的商用重水堆，具备同位素产量大、质量稳定、经济性好等独特优势。”黄潜称。

目前，秦山核电生产的工业钴-60可满足国内70%的市场需求，医用钴-60投产，让伽马刀装备“中国芯”。2024年4月，碳-14靶件完成出堆，实现碳-14供应全面国产化。后续，秦山核电还将在核能综合利用上持续发力，加强与地方共同推动同位素基地建设，促进同位素全产业链发展，实现能源结构与产业升级。

“核能+算力”协同发展

目前，AI和大数据等新兴产业的迅速发展，正在推动算力和数据存储需求的急剧攀升，导致电力需求迅速增加。

黄潜指出，作为新质生产力的核心，AI算力集群和数据中心持续运转的特性与核电持续稳定输出的发电曲线天然契合，因此AI和大数据产业的发展为核电提供了巨大的发展机遇。

据了解，目前，秦山核电正在开展“核能+算力”协同发展的模式研究。

在数字化转型方面，秦山核电在全公司范围内部署5G通信内网的基础上，后续还将积极探索AI与核能产业的融合发展，打造集成展示视频轮巡、安全管控、机组运行、现场作业等信息的数字化平台，实现对核电生产过程的全方位监管。

秦山核电党委副书记周启航表示，“未来，秦山核电将继续发挥优势，全力做好能源保供，加强技术创新和研发，推进核能供热、同位素等民生工程，探索核能多场景综合利用，加强与地方政府的合作和交流，勇做新时代核电领跑者，为打造世界一流核工业集团贡献更大力量。”