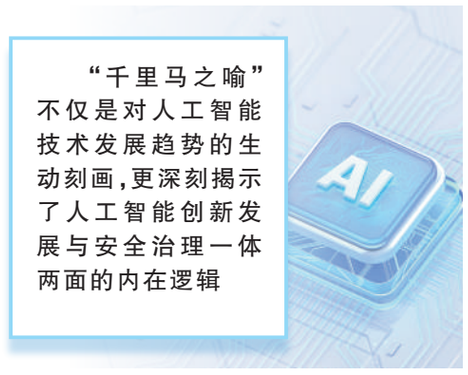
R创新谈

读懂人工智能的“千里马之喻”

谷业凯



“千里马之喻”不仅是对人工智能技术发展趋势的生动刻画，更深刻揭示了人工智能创新发展与安全治理一体两面的内在逻辑

习近平主席在2026世界人工智能大会暨人工智能全球治理高级别会议开幕式上的主旨讲话中指出，“中国始终坚持发展和安全并重，把握人工智能发展趋势和规律，不断完善相关法律法规、政策制度、应用规范、伦理准则，确保人工智能安全、可靠、可控，让人工智能这匹千里马既跑得快又跑得稳。”

人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术。当前，大语言模型的迭代以周为计，模型参数规模飙升至万亿量级，技术演进模式更是从“被动训练”向“自主进化”转变。在数据处理、算力输出、词元调用、智能体活跃度等维度上，人工智能技术的发展速度可以用“一日千里”来形容。同时，应该认识到，我们要把握人工智能发展趋势和规律，既激活“跑得快”的发展动能，又筑牢“跑得稳”的安全底线，让人工智能为增进全人类福祉、推动人类文明进步提供强大正能量。

应用层面，人工智能面向广阔场景拓展空间，充分释放巨大潜能，既改造提升了传统产业，又不断催生新业态，成为赋能千行百业的“加速器”。从用户端看，人工智能的普及速度已经超越早期的个人电脑和互联网。当前，我国规模以上制造业企业人工智能技术应用普及率超30%，智能经济核心产业规模超过万亿元，生成式人工智能用户规模突破6亿人，对经济社会发展的支撑作用持续增强。

人工智能带来前所未有发展机遇，也带来前所未遇风险挑战。“千里马”本身不会自己选方向，需要识别、驾驭；人工智能本身也没有自主意识，它能创造价值还是带来风险，取决于使用它的人、手段、目标。用得好可以造福社会，用错就会产生偏见、造假、滥用恶用等问题，没有缰绳的“千里马”，很可能变成脱离人类驾驭的“野马”。因此，需要精准把握技术突破与风险防控的平衡点，既避免放任不管的“缺位”，也防止过度束缚的“越位”，走出一条创新赋能、安全护航的高质量发展之路。

我国在人工智能治理方面坚持发展与安全并重的理念，逐步构建起多层次、协同化的治理体系。比如，网络安全法、数据安全法、个人信息保护法等基础性法律，以及《生成式人工智能服务管理暂行办法》等部门规章，在法律法规层面明确了人工智能的治理要求；《智能体规范应用与创新发展实施意见》等为产业健康发展提供了可预期的政策环境；《人工智能应用伦理安全指引1.0》等则构筑了权责清晰、协同联动的应用规范体系；《新一代人工智能伦理规范》等通过提出治理框架和行动指南，凝聚了广泛的社会共识。

人工智能这匹“千里马”跑到哪儿，监管治理就应该跟到哪儿。人工智能技术发展越快，向上向善的方向越要正确锚定，监管治理的尺度越要精准把握，防范失控的措施越要及时完善。值得注意的是，从提出《全球人工智能治理倡议》到倡议成立世界人工智能合作组织，我国正以实际行动携手各方推动形成具有广泛共识的全球人工智能治理体系，让人工智能成为造福全人类的国际公共产品。

人工智能对未来发展具有重大意义，应该为人类造福。“千里马之喻”不仅是对人工智能技术发展趋势的生动刻画，更深刻揭示了人工智能创新发展与安全治理一体两面的内在逻辑。读懂人工智能的“千里马之喻”，关键在于把握其蕴含的统筹发展和安全的辩证思维和治理逻辑。坚持开放共赢、强化风险意识、鼓励包容并蓄、倡导和衷共济，以全人类福祉为念，推动人工智能朝着有益、安全、公平方向健康有序发展，让这匹“千里马”蹄疾步稳地奔向广阔的天地。

R深度观察·未来产业里的向“新”力

脑机接口，前景有多广？

本报记者　赵永新

脑机接口是在大脑与外部设备之间建立直接信息通路的技术系统。它通过采集和解码神经活动，将使用者的运动、语言或感觉意图转化为设备控制指令；部分系统还可向神经系统输入电刺激或感觉反馈，形成双向闭环。

近年来，国内关于脑机接口的好消息接二连三：在特定病例中，完全性脊髓损伤患者在植入“北脑一号”一年后，从完全瘫痪恢复至不完全性损伤、实现支具辅助下独立行走；首个超百通道侵入式脑机接口，启动GCP（药物临床试验质量管理规范）注册临床试验……

脑机接口何时能造福更多患者？未来将给人类社会带来怎样的改变？今后需在哪些方面重点发力？

三条技术路径并行探索，正加速从实验室走向临床

按照采集大脑信号时的电极位置和方法，脑机接口可分为非侵入式（电极置于头皮外）和半侵入式（电极置于硬膜外或硬膜下、但不穿入脑实质）、侵入式（电极置于脑内）三种。近年来，国内三条技术路径齐头并进，正加速从实验室走向临床。

位于天津滨海高新区、依托天津大学建设的脑机交互与人机共融海河实验室（以下简称“脑机海河实验室”），经过持续攻关，已开发出30多项“神工”医疗器械谱系产品。

“非侵入式脑机接口通过脑电帽等外部设备直接在头皮表面采集脑电信号，安全性更有保障，适用人群和场景更为广泛。”脑机海河实验室常务副主任倪广健告诉记者，截至目前，“神工系列”已在康复医学、精神医学、神经重症、视听诊疗等领域落地，造福患者数千人。比如，“神工—神耳”听觉智能评估系统可以提取大脑的放电波形，直接“读”出大脑对声音的反应，帮医生把人工耳蜗、助听器调到最适配的“频道”，让患者从“听得见”变为“听得清”；“神工—神篙”脑积水快速精准诊断系统，把脑积水的诊断时间从2—3天缩短到30分钟，误诊率也大幅下降。

去年5月，首都医科大学宣武医院院长赵国光和主任医师段婉茹领衔的神经外科专家团队，为因外伤导致T12—L1脊髓严重损伤、下肢活动能力丧失的志明（化名）同步植入半侵入式脑机接口“北脑一号”与时序脊髓电刺激系统。经过一年的康复训练，他不仅能独立行走，大小便也实现了自主控制。

“‘北脑一号’的初始版本采用128通道无线全植入柔性电极，电极贴附在硬脑膜外，兼顾安全性和有效性。”据北京脑科学与类脑研究所所长罗敏敏介绍，2025年3月，“北脑一号”启动了多中心注册临床试验，适应症为脊髓损伤、脑卒中偏瘫、渐冻症导致的四肢运动障碍、言语失语。“目前该试验已完成患者入组，计划2027年申报医疗器械注册证。”

侵入式脑机接口“北脑二号”也在同步推进。罗敏敏说：“‘北脑二号’采用512通道无线全植入柔性皮层内电极阵列，对标国际千通道产品，针对的是追求极致精细运动解码的重度瘫痪患者，计划年内启动人体临床验证。”

今年5月，北京智冉医疗科技有限公司启动国内首个超百通道侵入式脑机接口系统注册临床试验，高通量侵入式脑机接口技术迈入临床转化新阶段。该试验采用的128通道脑机接口系统，由柔性电极与信号采集器构成；柔性电极采用超薄生物相容材料，可有效降低植入后的免疫反应，实现对精细脑电信息的实时、高精度解码；信号采集器为无线全埋置设计，支持无线充电。

“期待通过此次试验，让因脊髓损伤导致四肢瘫痪的患者实现脑控鼠标、恢复手部部分运动功能替代。”智冉医疗首席执行官宋麒表示，临床试验预计2027年完成。

此外，上海、广州、成都、深圳、合肥等地也在开展不同阶段的脑机接口临床试验。目前多数高通量植入式脑机接口仍处于早期临床验证阶段，部分功能改善来自脑机接口、神经刺激和长期康复训练的联合干预，其疗效持续性、适用人群及不同组成技术的独立贡献，仍需更大样本、对照研究和长期随访确认。

作为下一代人机交互平台，脑机接口不只用于医疗康复

“目前，我国脑机接口诊疗已经进入临床验证和注册临床的关键阶段。”赵国光说，与国外相比，我国优势明显：临床需求大，脊髓损伤、卒中、帕金森病、癫痫等患者群体庞大；神经外科、康复医学、工程技术和产业力量结合得越来越紧密；医生深度参与技术研发和临床方案设计，使技术目标更贴近患者真实需求。

“脑机接口只能解决传统医学手段不能解决的部分问题，功能重建也不可能一蹴而就，对此要有理性认知。”赵国光同时指出，其有效性、安全性、稳定性，还有待时间和实践的检验。

“我国脑机接口有望迎来快速迭代放量周期，其诊疗功能将随之扩展。”罗敏敏认为，未来5年内，有望实现功能替代、神经康复修复、言语功能重建等，可显著改善患者的自理能力和生活质量；未来5—10年，脑机接口有望实现更多功能。比如：双向脑机一体化，由“读取”神经信号升级为“写入式”神经调控，通过算法解码意图后触发刺激自身肌肉、脊髓神经；脑区同步解码，从单一运动皮层拓展至视觉、情绪、认知多脑区同步采集，解码信息维度大幅提升；除功能修复、触觉重建外，还可用于精神疾病干预，造福高发抑郁群体。

放眼未来，脑机接口的价值和功能远不止于医学诊疗。

“千万别把它看‘小’了。”倪广健认为，作为“十五五”规划纲要部署的未来产业之一，脑机接口将牵引、带动我国科技发展和产业升级。“脑机接口已在航空航天、教育娱乐、交通运输等方面展现出可观的应用前景，将来应用领域会更加广阔。”

罗敏敏说，在可预见的未来，脑机接口有望实现从人脑与人工智能、机器人深度协同，拓展到健康人群的认知、感知增强等。当然这些设想还面临技术瓶颈，也涉及神经隐私、人格自主、公平获取和非医疗性植入风险等伦理问题。

脑机接口的应用潜力有多大？



②

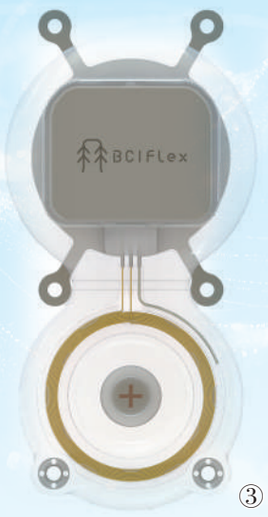
“作为下一代人机交互平台，脑机接口最大的特点是能实现高带宽的人机信息双向传递。”宋麒说，人们说话、打字，每秒钟传递的信息不过几十个字节，但两个智能体的信息传输速率已达到每秒钟几百兆、几个G（吉字节）甚至更高。“随着脑机接口技术的不断迭代和新一代无线通信、人工智能等技术的快速演进，脑机接口有望实现更高带宽的双向信息传递。单凭这一点，它给人类社会带来的改变就有无限的想象空间。”

培育产业需立足当前、着眼长远，政产学研医协同发力

受访者表示，发展培育脑机接口产业，需要立足当前、着眼长远，在多个方面持续发力。

加强技术攻关。罗敏敏说，脑机接口涉及的电极材料、微纳加工、专用混合信号芯片、无线一体化系统、实时解码算法等，各方面都要求“极致”。产业上下游要发扬工匠精神，摒弃“外购核心部件、简单组装”的思路，在底层技术和系统集成上下大力气，努力实现自主可控、性能优异。


①



③

建立完善相关标准、政策。赵国光指出，目前脑机接口临床研究与应用还存在一些短板，急需建立完善相关标准和政策。统一临床试验入组标准和评价指标，提升临床研究质量；建设规范化的多模态神经电生理数据库，统一临床数据标准、实现数据共享；完善产品成本、医院准入和医保支付机制，推动实现安全、有效、可复制和可负担的临床应用。

加快人才培养。脑机接口本身集神经科学、电子工程、材料科学、芯片、算法等于一体，临床研究、应用需要医护、康复人员的深度协同，各方面都存在人才缺口。倪广健介绍，天津大学在国内率先设立“脑机科学与技术”本科专业，面向全国招生。他认为，要坚持一体推进教育发展、科技创新、人才培养，采取校企、校院（医院）合作等模式，加大各类相关人才的培养力度。

加强基础研究。“颠覆性技术突破源于基础研究的原创性发现，基础研究的深度决定着科技创新的高度。”罗敏敏认为，尽管我国在神经科学、脑认知科学等领域的基础研究进展很快，但横向比较仍有差距，原创发现依然稀缺。要在生物医学、神经科学、脑科学等领域持续布局，鼓励原创性基础研究。

根深才能叶茂，厚积方可薄发。受访者表示，当前我国脑机接口进入了发展黄金期。政产学研医协同发力、真抓实干，脑机接口前程远大、未来可期。

（实习生**吕泽滢**参与采写）

图①：7月17日，安徽省蚌埠市蚌埠医科大学第一附属医院内，医务人员指导一名患者用无创脑机接口设备进行手部康复训练。　新华社记者　**周　牧**摄

图②：“北脑一号”智能脑机系统。　**北京脑科学与类脑研究所**供图

图③：智冉医疗自主研发的高通量植入式神经信号采集器。　**智冉医疗**供图

本版责编：**喻思南**　版式设计：**张芳曼**

R我身边的最强大脑

在“玻璃丝”上刻写中国精度

王瑞春

一根通体透明的“玻璃棒”——看着像玻璃，其实它叫光纤预制棒，是生产光纤的核心原材料。我的日常工作，就是研究如何高效制备大尺寸预制棒，再将其拉成细如发丝的玻璃丝。

光纤预制棒不仅是石英玻璃，更记录着从材料配方到工艺参数的整套技术密码。它的制备技术是光纤制造中难度最大、技术壁垒最高的环节，其难度体现在对材料纯度、工艺控制、设备精度和系统集成的极致要求上。

随着数字中国建设加速推进，通信网络从千兆走向万兆。如何让光纤在更长的距离上传输更多的信号、损耗降到理论极限、核心材料及装备不再受制于人，是信息时代必须回答的问题。让光纤成为自主可控、性能领先的信息通道，正是我们攻关的方向。

大尺寸预制棒的研制价值，在于它能大幅提高光纤制造效率，显著提升规模量产能力。但预制棒越大，对折射率均匀性、杂质控制、几何精度的要求就越呈指数级上升，且更易开裂。早期，高端预制棒和石英管全部依赖进口，核心工艺和生产装备也由国外掌握，我们没有现成经验可以借鉴。

2011年，我们开启了基于VAD（轴向气相沉积法）/OVD（棒外化学气相沉积法）工艺的大尺寸光纤预制棒自主研发的漫长征途。摆在面前的有两条路：一条是引进国外技术，研发风险小，但永远跟在别人身后；另一条是从零开始，挑战全球领先。

我们选择了后者，因为核心技术是买不来的。我们组建了涵盖机械、电气、材料、仿真、光学等多学科的上百人研发团队，历经成百上千次的失败，逐步解决了折射率分布精确控制、沉积效率低、易开裂、烧结温场均匀控制、深度纯化、精确掺杂等行业难题，开发了基于自主VAD制备大尺寸芯棒、OVD制备包层的全新大尺寸光纤预制棒制备路线。

然而，这又引出了新的难题：如何实现大尺寸光纤预制棒的产业化？光纤产品对可靠性、一致性要求极高，任何批次的质量波动都可能导致产品报废。从实验室“能做出来”到工厂“稳定、高效、低成本地批量生产”，中间还有漫长的路要走。

于是，我们在潜江基地开启了产业化工作。持续迭代沉积、烧结、熔接核心技术，优化炉温自适应控制与精密光学检测系统，解决大尺寸坯体均匀性、应力控制等难题；分步实施多期扩产与产线智能化改造，打通高效拉丝链路；依托潜江本地盐化工配套优势，循环利用氢气等原料，降低大尺寸预制棒制造成本；同步开展工艺验证与稳定性测试，推进技术成果快速转量产……

历时10年，我们最终攻克了基于自主VAD/OVD核心工艺及成套装备、制造大尺寸光纤预制棒和高纯合成石英管的关键技术难题，逐步实现了制造装备的国产替代，生产的产品技术指标与良率均达到国际领先水平，成功打造了全球单体产能最大的光纤预制棒研发制造基地。

今年7月，我们牵头完成的“石英光纤核心材料制备关键技术及应用”项目荣获2025年度国家科学技术进步奖二等奖，这是我所在的企业第四次牵头获得该奖项。做研发的人，一辈子能扎扎实实解决几个关键技术问题，能够为国家的通信事业出一份力，我觉得就很有意义。

接下来，我们将继续聚焦新型光纤研发，提高光纤传输性能，推动建设具有自主知识产权的光纤预制棒核心技术体系。对我来说，最理想的未来，是每一次信息传输，都经由中国制造的光纤通达千家万户，留下可信、可验、可追溯的中国精度。

（**作者为长飞光纤光缆股份有限公司首席科学家**，本报记者**范昊天**采访整理）



王瑞春近照，AI修饰生成素描画