

# 脑机接口何时“飞入寻常百姓家”

## 多位与会专家支招,推动基础研究、临床转化与产业落地一体化发展

文/片 记者 杨璐 济南报道

### 脑机接口技术 加速落地

瘫痪患者头戴“脑电帽”,只需“想一想”,就能控制机械外骨骼,慢慢站起来行走;渐冻症患者通过脑电波“意念”操控,在屏幕上打字作诗。

这不是科幻电影,而是脑机接口技术落地的真实场景。

今年3月,国家药监局批准全球首款侵入式脑机接口医疗器械上市,这意味脑机接口这项高冷前沿技术,正以前所未有的速度从实验室迈向临床医疗、民生应用等场景,这也成为截瘫、脑卒中、帕金森等患者的“生命之光”。然而,从“实验室”到“病床边”,脑机接口技术真正迈向普惠化,让患者“用得上、用得起”,仍有多重挑战需要跨越。

“脑机接口”,这个充满科幻气质的词汇已被写入国家“十五五”规划纲要,并被明确为培育发展的未来产业之一。

脑机接口究竟是什么?中国科学院院士、神经外科医学家赵继宗在论坛主旨报告中介绍,脑机接口,是指在人或动物脑与外部设备间创建的直接连接通路,它不依赖于脑的正常输出通路,即我们的外周神经系统及肌肉组织,是脑—机的一种全新的通信和控制技术。当前全球主流脑机接口技术分为非侵入式、侵入式、半侵入式、介入式。

通俗地讲,脑机接口就是搭建“大脑与机器”的桥梁。大脑会产生微弱的电信号,脑机接口的核心是捕捉这些电信号,通过算法解码,再转化为机器能识别的指令,从而实现“意念控制机器”。

在论坛展区,记者亲眼见证“意念操控”的奇迹。山东泽普医疗科技有限公司工作人员兰丽协助体验者戴上一顶“帽子”,通过脑机接口采集并解码体验者想象“握拳、伸展”的脑电信号,识别意图后驱动气动手套辅助手部完成相应动作,由此形成“意念—动作”闭环反馈,同步激活中枢与外周神经,强化神经连接,促进手部功能恢复。

目前,脑机接口最成熟的应用场景集中在医疗领域。对于瘫痪、脊髓损伤等患者来说,脑机接口就是“重生的希望”,通过它可以控制机械外骨骼行走、控制轮椅移动、操作电脑,摆脱“只能躺着”的困境,重新回归正常生活。

### 迈向技术普惠 面临多重挑战

脑机接口的发展水平,关乎一国在前沿领域的核心竞争力。中国科学院院士、山东第一医科大学(山东省医学科学院)校(院)长陆林在论坛主旨报告中介绍,截至2026年1月,全球共注册223项脑机接口相关临床试验,注册数量总体呈上升趋势。

我国脑机接口如何更好“接”人未来?

“脑机接口的发展依赖于脑

5月13日下午,以“AI赋能医工交叉,助力脑机接口及脑科学发展”为主题的第四届山东人才创新发展大会暨第十四届“海洽会”大会平行论坛——脑机接口及脑健康学术论坛在济南举行。国内脑机接口、脑健康领域顶尖专家学者、行业领军人才及头部企业科研人员齐聚一堂,共探前沿理论、共话应用实践、共谋产业未来,推动基础研究、临床转化与产业落地的一体化发展。



论坛展区集中展示脑机接口产品和脑科学装置。

科学基础研究的突破,我们首先要搞清大脑工作的各种原理,如果没有基础研究赋能,未来一定会遇到瓶颈。”陆林提出了脑机接口热浪下的冷思考,企业往往追求短期回报,难以独立承担基础研究,需要国家政策引导、资金支持,让更多科学家愿坐冷板凳,夯实基础科学研究。

展望未来,“交互式脑机接口”是一个方向。“我们希望脑机接口不仅能读取大脑信号,还能根据外界变化或者肢体变化,向大脑反馈信息”,陆林希望由目前以替换和恢复患者失去功能为主,向功能改善、补充和增强过度转变。

脑机接口的价值,在于用技术为生命赋能,而安全是底线。“完善临床应用标准和监管体系,通过制定统一标准和健全监管框架,加速脑机接口技术的转化。”陆林建议优化产品分类和审评机制,实施全生命周期动态监管。探索医保支持模式,解决高昂费用带来的普及难题;明确医疗事故中的责任边界,保护医患双方权益等。

隐私与伦理问题也不容忽视。脑机接口能直接读取人的大脑信号,如果这些数据被泄露、滥用,后果不堪设想。在陆林看来,脑机接口技术面临黑客攻击、数据窃取等隐私泄露风险。同时,设备安全、知情同意权、自主性和责任归属以及使用脑机接口设备后可能引发的社会公平公正问题等都需要思考和重视。

技术发展,离不开人才。“多学科交叉,强化人才培养。”陆林表示,用现代工程技术和成果带动医学脑机接口发展,以跨学科复合型人才为创新引擎,全面驱动脑机接口在硬件与基础理论领域的协同突破。

### 产学研用协同 方能赢得主动权

半个月前,山东第一医科大学第一附属医院(省千佛山医院)脑机接口与神经调控门诊正式开诊。作为全省首个脑机接口临床研究病房的配套升级,门诊的启

用标志着该院脑机接口工作正式进入临床服务常态化。

从全国看,山东率先出台省级脑机接口产业科技创新行动计划,在非侵入式技术临床转化等方面取得进展。随着技术不断突破,从电极材料到人工智能算法,脑机接口产业链正逐渐清晰。但从实验室到规模化商品,道路依然曲折。

在产业论坛和主题座谈环节,北京品驰医疗设备股份有限公司医学部总监孙建广认为,当前脑机接口技术在芯片、算法、新材料等方面,国内外差距不大,关键零部件已实现自主可控,“真正的壁垒在于从功能化走向安全性验证,进而通过临床评价,确保患者获益大于风险,这是从实验室走向大规模临床应用的关键跨越。”

今年3月,博睿康的“植入式脑机接口手部运动功能代偿系统”获批上市,成为全球首个拿到注册证的侵入式脑机接口医疗器械。博睿康医疗副总裁丁建峰认为,作为医疗设备,安全性不可妥协。在保证安全的基础上,平衡技术先进性、患者感受、手术创伤及成本,以此指导产品研发。

作为本土企业,山东泽普医疗科技有限公司董事长兼总经理吴少军介绍,企业与高校共建联合实验室后,产品研发加速,他希望资本市场对企业发展过程中的阶段性特征给予宽容。除了资金外,更看重资本带来的产业资源对接,助力企业从山东走向全国,乃至世界。

初创企业如何走通商业化路径?场御医疗科技有限公司创始人王志燕介绍,企业打造“院内建立医疗信任+院外居家治疗”的模式,利用设备小型化优势,降低患者成本,实现与院内同等疗效,远期将基于电流强度高且无感的技术优势,拓展至更多非侵入及侵入式应用,一旦疗效超过60%,即快速推广居家应用设备。

与会企业代表普遍认为,产学研用的深度结合是推动脑机接口技术前进和应用的不竭动力,只有多方协同,才能赢得产业发展主动权。

### 相关链接

## 微创植入+精细控制 让患者“有尊严地生活”

“现阶段,脑机接口要解决的核心问题,是在信号质量与手术创伤之间找到最佳平衡。”中国科学院脑智卓越中心研究员赵郑拓带来的一款微创植入系统,给出了一个别样的答案。

这款名为“阶梯”的系统,植入体仅一枚硬币大小,通过2毫米的颅骨微孔嵌入,电极被精准递送到硬脑膜上或大脑皮层表面。与传统脑深部电刺激相比,电极接触面积缩小至千分之一,整体植入创伤大幅降低。

“目前已完成6例临床验证,累计系统在体时间超过

1000天,患者操控使用时长超过1000小时。”赵郑拓现场播放了一段视频:一位高位截瘫患者通过意念控制光标,在屏幕上流畅地完成“移动一点—再移动”的精细操作,甚至能玩游戏。

更打动人的是另一个场景:患者通过意念操控机械臂,在自动售货机后台做商品确认工作。“每确认一笔,虽然钱不多,但他觉得自己又在创造价值。”赵郑拓说,“技术不只是恢复功能,更是让人有尊严地生活。”

大众新闻记者 周欣怡



5月13日下午,脑机接口及脑健康学术论坛在济南举行。

收购字画 ◆ 求购15864536825

家政服务 ◆ 家政13793180410

99元

买海参 买老人鞋

店庆特惠: 本周99元可买原价200元的野生海参1斤或原价249元专业老人鞋1双,数量有限!

- 本周买1份下列海参送老人鞋1双。
1. 即食大连海参: 经济实惠 10斤999元, 平均1斤99元!
  2. 野生即食刺参: 营养好 8斤999元; 17斤1998元。
  3. 鲜食大连参王: 个大刺好肉厚筋道 6斤999元, 13斤1998元。
  4. 纯淡干有机海参: 1斤涨发十几斤 热卖10年, 2560元/斤, 买1送1。
  5. 野生纯蜂蜜: 纯天然10斤250元。
  6. 专业老人鞋: 1双199元, 299元买2双。
- 电话: 18615193097 (免费送货)  
瑞品堂: 济南市和平路13号燕山小区公交站对面路北足力健(102、49、80、96路公交车燕山山小区站下车对面)

任氏海参春季大优惠

活动时间5月8日-17日

即食刺参 1000元9斤

大连刺参 40-50头 1180元1斤 2800元3斤	长岛刺参 70-80头 1480元1斤 4000元3斤
大连野生刺参 70-80头 1680元1斤 4500元3斤	大连淡干刺参 50-80头 1850元1斤 5000元3斤

全国发货 同城送货 买海参送虾皮  
济南市历下区泺源大街6号  
(山东新闻大厦一楼)任氏海参  
发货电话: 1516666441 赵经理  
活动电话任经理: 13335020177