

# 失语者能说 失能者可动 失眠者睡好 脑机接口重建身体功能

本报记者 王振雅 邱越

阅读  
提要

在广东省智能科学与技术研究院，形如枕头的“梦邻”守护着人们的睡眠；在南京鼓楼医院，一款嗅觉脑机接口悄然延缓着阿尔茨海默病的进程；而在天津大学实验室，“神工-灵犀指”康复系统正在为患者重建运动希望……这些都是无创脑机接口的研发成果。



医生为患者调试脑机接口设备。  
王振雅摄



天津大学脑机海河实验室团队研发的无创脑机接口康复系统“神工-灵犀指”。  
受访者供图



在南京鼓楼医院，患者佩戴脑机接口设备，进行多模态脑成像与神经信号解析。  
王振雅摄

的数据显示，2025年全球脑机接口市场规模约为12.7亿美元。预计到2030年，全球脑机接口市场规模将突破百亿美元。

郑海荣院士认为，未来五年，脑机接口将发展迅速，会有更多的产品走入老百姓的生活。

我国“十五五”规划将脑机接口明确为六大未来产业之一，并提出推动脑机接口等成为新的经济增长点。2025年7月，工信部等七部门联合发布《关于推动脑机接口产业创新发展的实施意见》，提出2027年突破关键技术、打造2~3个产业集聚区，2030年培育2~3家全球领军企业的目标。这一政策首次实现跨部门协同，覆盖技术研发、标准制定、临床应用全链条。

在很多业界人士看来，医保政策的突破成为脑机接口临床落地的关键推手。山海医疗科技有限公司总经理吴正平告诉记者，医保的支持政策打通了脑机接口“收费-采购-临床”的闭环，让更多医院主动采购、更多的患者可以尝试新的技术。

2025年3月，国家医保局设立侵入式脑机接口置入/取出费、非侵入式适配费价格项目；今年1月，四川省明确脑机接口医疗服务价格。

虽然脑机接口发展势头迅猛，但国产脑机接口仍面临多重挑战。张旭院士介绍，大脑神经元数量达数百亿，目前仅能提取上千个神经元信息，解码精度有限。此外，神经调控的靶点、强度难以精准控制，制约了在抑郁症、帕金森等疾病中的应用。

规模化生产是降低成本的关键，但目前国内企业年产能不足千套，核心部件如芯片、高精度电极仍依赖进口。郑海荣院士提出，高生物相容性材料、模拟芯片、多组件连接等系统性工程问题待突破，数据采集存在盲采、处理压力大等情况。

如今，大量资本与新入局者不断涌入脑机接口行业。明东等多位业界专家提醒，脑机接口研发严防“玩具化”与“泡沫化”，应用避免“概念化”。脑机接口的价值在于“真有用”，能够解决临床所需，服务人们的生活。

我国脑机接口的发展路径正日趋清晰。郑海荣院士认为，当下要着力推动脑机接口技术的医学测试与应用，特别是脑机接口医学大模型、运动与语言等功能重建技术走向规模化临床落地等。从中长期看，则应推动脑机接口向大规模、多场景、消费级、可穿戴化方向拓展，有力地促进人工智能迈向生物智能时代。

题图为AI生成

在距地球数百公里的中国空间站，神舟二十一号的航天员戴着一副特殊的智能眼镜，通过实时捕捉、分析视觉与脑电信号，测试一项能实现“眼脑协同”的新型交互系统。

数千公里外的病房里又是另一番景象。仅凭一念之间的“张开”“关上”指令，瘫痪患者在脑机接口技术中触摸到重生的希望。

这并非科幻场景，而是中国各大学、科研院在脑机接口技术上取得的日新月异的进展。

在专家看来，脑机接口发展的核心挑战不仅在于信号传输或处理的速率，更关键的是实现对神经活动的高精度、高保真的采集、解析与重建，在对于大脑神经信息的“读出”“写入”“翻译”。

**读懂大脑，为瘫痪患者架起“神经桥梁”**

2025年被誉为我国脑机接口元年，这一年，我国多位重症患者通过该技术重获“新生”，李志（化名）就是其中之一。

28岁的李志，因车祸高位截瘫，于2025年10月底在复旦大学附属华山医院植入脑机接口芯片，成为我国首例全植入、全无线、全功能柔性脑机接口植入的患者。如今，李志能完全通过意念刷视频网站、看小红书；用意念操控光标、操控智能家居、操控气囊手套……

这并不是偶然。2024年，美国知名脑机接口公司Neuralink研发的设备成功植入首位人体受试者，术后一个月该患者即可通过意念控制电脑鼠标。后续又有10余名患者接入脑机接口，他们通过设备实现了自主进食、编程和艺术创作等活动。

“相较于Neuralink的设备，国产设备突破了植入电池稳定性、高速无线传输等技术。”中国科学院院士、广东省智能科学与技术研究院院长、中国神经科学学会理事长张旭深耕神经科学领域多年，他深知临床需求是

技术创新的核心驱动力。

张旭院士团队联合华山医院团队和脑虎科技不断探索，将应用场景拓展至物理世界，智能轮椅、人形机器人相继成为患者的“延伸肢体”。这一跨越背后是三重技术突破：高保真神经数据压缩技术、神经流形对齐技术、在线重校准技术。

最关键的是，从信号采集到输出控制延时压缩至56毫秒以内。脑虎科技创始人兼首席科学家陶虎介绍，这比人脑传输速度还快，且传输错误率为百万分之一。

**不止于临床，“具身智能”成为新趋势**

在天津大学脑机接口实验室里，几架无人机在空中灵活翻转，做出各种动作。但神奇的是，这些无人机的“操控者”并非手中握着遥控器的专业飞手，而是头戴脑电帽的实验人员。

天津大学副校长、脑机交互与人机共融海河实验室主任明东介绍，目前全球主流的脑机接口可分为侵入式和非侵入式两大类。

他用了一个生动的比喻：侵入式如同“穿墙而入、兵临城下”，将传感器直接植入脑组织，近距离“听取”神经元放电，信号强、精度高；非侵入式则是“隔墙有耳、透墙而视”，需隔着颅骨这堵“墙”，捕捉衰减了上千倍的亚微伏级脑电信号。

“非侵入式的无创脑机接口是大规模应用的必然方向。”中国科学院院士、南京大学副校长郑海荣，明东等专家均认为，中国脑机接口发展与国际同步，部分领域甚至领先。脑机接口的价值远不止于临床，无创脑机接口技术可大规模运用于通讯、无人机控制、人工智能、机器人等领域。

在广东省智能科学与技术研究院，形如枕头的“梦邻”正守护着人们的睡眠；在江苏南京鼓楼医院，一款嗅觉脑机接口悄然延缓着阿尔茨海默病的进程；而在天津大学实验室中，“神工-灵犀指”康复系统正在为患者

重建运动希望……这些都是无创脑机接口的研发成果。

“依托磁共振成像技术，读取脑信号脑机接口从有创实现无创，甚至设备更便捷、安全。”南京鼓楼医院党委副书记、影像科主任张冰团队首创嗅觉脑机接口理念，以嗅觉为切入点干预认知障碍类疾病，通过多种刺激方式实现无创调控、延缓认知功能的衰退。

明东告诉记者，目前，非侵入式脑机接口技术正围绕速度、维度、精度三大指标展开攻关。其团队已经实现0.5微伏以下的微伏级解码，并连续突破了100指令、200指令以上的高维解码。

从让不能动、不能语的患者重建语言与运动功能，到干预解决睡眠、抑郁等问题，从癫痫治疗到改善认知障碍，从浏览网页到控制智能家居，中国脑机接口产业已呈现“医疗级突破、消费级起步”的良好态势。

如今，明东带领天津大学团队正在进行“片上脑机接口”的研究，即在体外培养类脑器官或感觉器官，并与之建立交互界面，实现“离体脑机接口”的应用，实现脑机接口从有创到无创再到无感的迭代。“片上脑机接口”技术未来还可与人工智能相结合，探索“碳基”生物智能与“硅基”机器智能的融合。

多位科学家畅想，未来或可培育有生物活性的“脑单元”，与机器人结合，创造出兼具生物学习能力、情感温度与机器耐力的“具身智能”新形态，即“有物理载体的智能体”“会思考的机器人”。

**发展迅猛，千亿级产业正逐步形成**

中国信息通信研究院发布的《脑机接口技术与应用研究报告（2025年）》显示，全球脑机接口企业数量已经超过800家，主要集中在美国和中国。

市场研究机构Mordor Intelligence

