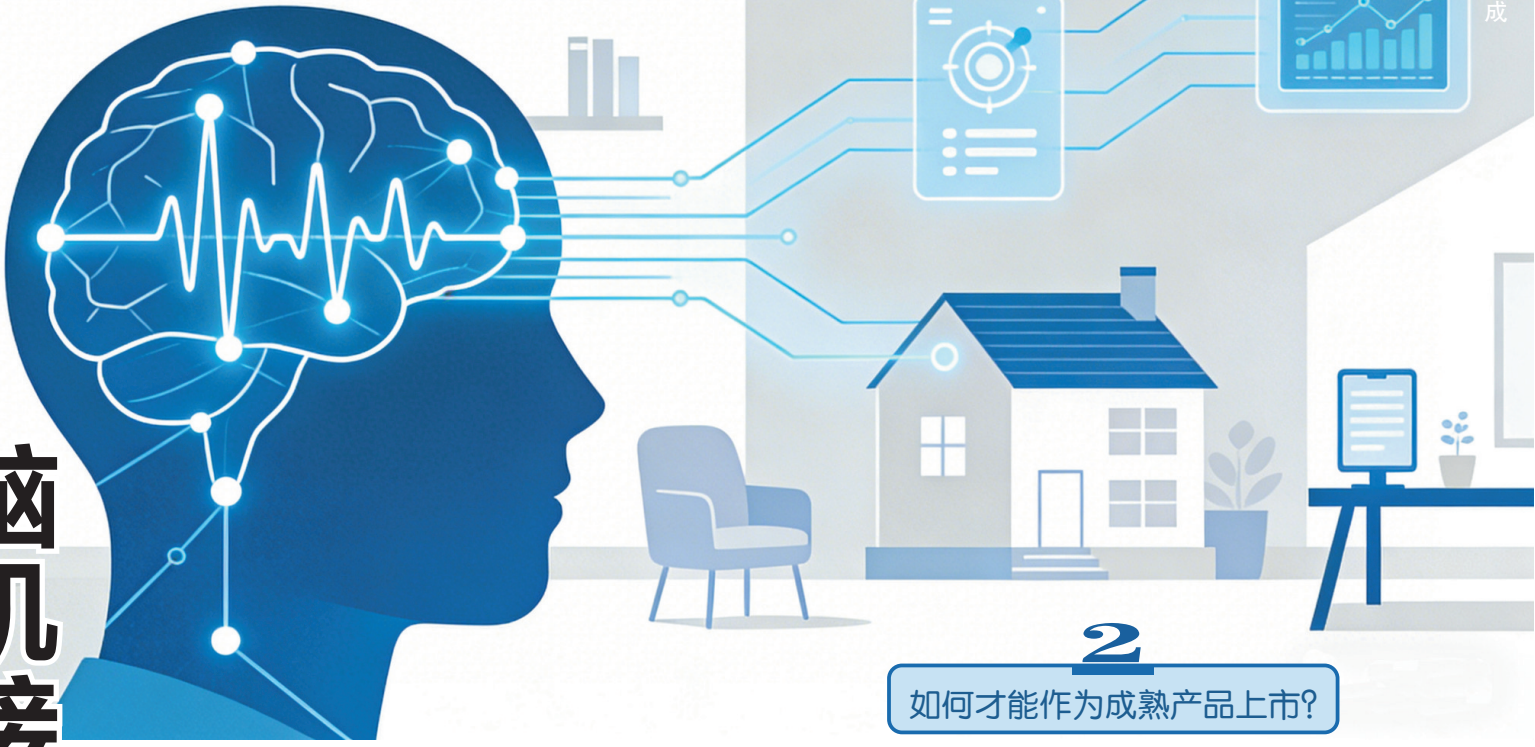


## 植入人脑之后，

## 脑机接口技术如何改变生活



让瘫痪患者用“意念”控制电脑光标、轮椅、机器狗……过去一年来，我国脑机接口技术迈入植入人脑的新阶段，密集涌现出一批突破性进展。

作为“十五五”规划建议锚定的六大未来产业之一，脑机接口技术旨在通过在脑与机器之间建立信息通道，实现生物智能与机器智能的协同交互。截至目前，它与人脑的交互发展到了什么程度？怎样才能成为规模化应用的成熟产品？未来能否给大众带来普惠？

## 1

## “意念”控制电脑光标、轮椅

2025年12月，中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心联合复旦大学附属华山医院等单位，发布了脑机接口临床试验的新进展：一位因脊髓损伤而四肢瘫痪的患者，仅凭“意念”控制，即可坐着电动轮椅在小区里遛弯，也能指挥机器狗取外卖。

“这是我们的第二例前瞻性临床试验。之后的第三例前瞻性临床试验进一步拓展了脑机接口的功能，患者能控制机械臂完成喝水、进食等动作。”中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心研究员赵郑拓说。

此前，该团队在2025年6月发布第一例前瞻性临床试验，在脑机接口的帮助下，一位因高压电事故四肢截肢的患者实现了“意念”控制电脑光标。

记者采访了解到，对于需要植入人脑的脑机接口医疗器械，有的需要穿透硬脑膜，直接接触或插入大脑皮层，有的仅放置在硬脑膜外，也称为半侵入式。相比而言，前者能实现的功能更强，但技术和安全性要求更高，后者的研究和应用进展则更快。

例如，2025年12月，一家脑机接口团队在上海举办的2025脑机接口大会上宣布，半侵入式脑机接口多中心注册临床试验取得显著成果。试验历时78天，32位颈部脊髓受损患者在十余家医院接受脑机接口植入手术，受试者能够凭“意念”控制气动手套，完成抓握等精细动作。

上海市医疗器械检验研究院有源器械检验一所副所长胡晟介绍，从功能上看，业界正在研发的侵入式脑机接口主要聚焦在运动、语言等能力替代，精细神经调控以及视觉等感知觉重建领域。

胡晟介绍，侵入式脑机接口系统在我国属于第三类医疗器械，其产品注册需要以临床试验的方式，收集足以证明其安全有效的科学证据。

目前，侵入式脑机接口从“实验室探索”正式迈入了“临床应用”的关键转折期，但尚未有产品获批上市。由于无先例可循，部分团队会在推进规模化临床试验前，先开展个例式的前瞻性临床试验。

临港实验室高级研究员李澄宇、中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心研究员李雪等多位业内人士表示，要推动这一前沿领域发展出能够规模化应用的成熟产品，必须立足两大基石：

——安全，最大限度减少植入手术对脑的创伤与长期影响。记者在采访中看到，有的植入体像带有两条细丝的硬币，细丝是用于采集神经信号的柔性电极，硬币则是信号处理芯片。微创手术时，患者大

脑运动皮层上方的颅骨处被“打薄”出硬币大小的凹槽，用来镶嵌信号处理芯片，凹槽中再开5毫米的颅骨穿刺孔以植入电极。

“植入体必须足够小，手术必须足够微创。我们希望进一步降低手术门槛，如果未来植入脑机接口可以像‘打耳钉’一样，脑机接口会更容易被大众接受。”李雪说。

——有效，尽可能精准地实现高通量数据采集、无线传输与解码。赵郑拓表示，提升脑机接口系统的有效性需要从三方面发力，一是大幅提升采集通道数和解码算法的算力，二是在低功耗下实现无线传输，控制好系统的温升问题，避免大脑“发热”，三是提升软件解码效率。

“现在我们可以做到在十几毫秒内完成神经信号的特征提取、运动意图解析及控制指令生成，接下来还要进一步提速。”赵郑拓说。

## 3

## 怎样才能迈向大众普惠？

尽管当下的侵入式脑机接口仍是一项“高门槛”医疗技术，主要服务于瘫痪等重大患者，但面向未来，业界对其抱有更深远的期待，例如成为新的经济增长点，甚至为普通大众赋能。

从攀登基础研究高峰到建立标准，再到集聚产业，“从0到100”的全链条探索已经开启。

“脑科学未来会是脑机接口最大的增长点所在。”中国科学院院士、中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心学术主任蒲慕明表示，“脑图谱”等解析大脑的基础研究发现，可以提升脑机接口的应用效果，包括但不限于更精准地选择颅内信息采集位置等。

对于一个从无到有的新兴行业来说，建立标准至关重要。记者梳理发现，2025年以来，《采用脑机接口技术的医疗器械术语》等标准陆续发布。

“从技术与监管角度看，目前脑机接口的行业标准体系尚处起步阶段，检验与评价方法也需要持续构

建，这是当前政产学研各方协同攻关的重要方向。”胡晟说，其意义不仅在于规范产品，也在于为行业减少重复试错，引导产业安全、有序、可持续发展。

规模化发展方面，工业和信息化部、国家发展改革委、教育部等七部门在2025年7月联合发布《关于推动脑机接口产业创新发展的实施意见》，提出加快培育形成未来产业新赛道。记者采访了解到，上海等地正在打造技术团队、概念验证中心、临床应用等生态于一体的脑机接口未来产业集聚区，加速脑机接口技术转化。

“未来，脑机接口领域还需要丰富的软件与应用场景，就像智能手机的普及离不开应用一样，脑机接口也需要开发出‘杀手级应用’。”赵郑拓说，“当我们可以用极小的微创代价，换取巨大的认知能力飞跃时，脑机接口普惠大众的时代就会真正到来。”

新华社北京1月27日电