

在临床应用上全球领先 脑虎科技创始人陶虎： 技术要服务于人的尊严

青年观察

初心

让脑机技术跳出象牙塔

在中国科学院深耕脑机接口研究十年，陶虎带领团队完成了柔性电极、信号采集系统等实验室原型研发，却在临床调研中被彻底触动。他坦言，创业最核心的初心，就是打破科研成果与患者之间的壁垒，让技术走出论文、真正被患者用上。

有一次在康复医院调研时，一名高位截瘫患者的提问让他至今难忘：“这东西我什么时候能用上？”而他当时只能给出“还在研究”的回答。正是这一刻的触动，让他坚定走向创业。“如果科研人员不主动推动落地，这项能改变千万患者命运的技术，就永远无法抵达需要它的人身边。”

早年投身柔性脑机赛道时，国内相关领域几乎一片空白，陶虎靠着两个核心判断坚守冷门硬核赛道。他在2019年调研传感器产业时便意识到，脑机接口作为“人体最难传感器”，是多学科交叉的技术高地，更是能改写残障群体命运的民生领域；加之家族中多名成员从医，长期接触临床让他深刻理解高位截瘫、失语、失明患者的无力与期盼。这让他坚信，让技术惠及每个家庭，远比发表论文、斩获奖项更具社会价值。而国内行业的空白，也让他下定决心走出一条属于中国的脑机技术之路。

创业路上，陶虎也直面行业认知误区与观念阻碍。他指出，普通人对脑机接口最大的误解，是将其等同于“读心术”“思想控制器”，认为设备能读取记

忆、窥探隐私甚至操控人脑，而现实中设备仅能解码运动、语言意图，并非完整思想。

对标海外头部企业，中国脑机产业现在处于什么发展阶段？脑虎科技创始人兼首席科学家陶虎给出的答案是“当下，中国脑机接口产业正从概念验证迈向临床实用化”。

青年报首席记者 范彦萍

忆、窥探隐私甚至操控人脑，而现实中设备仅能解码运动、语言意图，并非完整思想。

创业初期更大的阻碍则是外界的刻板印象：投资人和行业普遍质疑“科学家能否做好商业化”，而科研逻辑与商业逻辑的本质差异，也成为身份转型的巨大挑战。科研追求最优解，商业需要可执行解；科研是师生关系，创业是合伙关系；单点技术突破不等于全链路协同。这些年，陶虎带领团队用临床成果、产品落地、真实业绩打破质疑，完成了从科学家到企业家的身份重塑。

攻坚

“三全”脑机接口系统领跑全球

依托多年技术沉淀，脑虎科技主打柔性侵入式脑机路线，以“三全”脑机接口系统构建核心差异化壁垒，相比国外刚性电极、无创脑机，实现“不伤脑、不烧脑、易推广”。陶虎介绍说，柔性皮层电极贴附大脑表面、不侵入脑组织，从根源上避免脑部损伤；将电池、处理器等高功耗部件置于胸部皮下，让发热单元远离大脑；手术复用DBS范式，无须专用机器人，全国数百家三甲医院神经外科医生经培训即可操作。相较于无创脑机，该技术信号质量与稳定性更优；相较于深部电极，创伤更小、安全性更高，还能同步实现运动与语言双解码。

针对柔性电极植入、长期留存、生物相容性的行业难题，团队攻克四大核心技术卡点：电极厚度仅10μm，紧密贴附



“三全”脑机接口系统。

本版均为受访者供图

大脑皮层，避免不可逆神经损伤与胶质瘢痕；多层生物相容性封装工艺，实现防水、防腐蚀、防机械疲劳，保障体内数年稳定工作；通过材料优化与自适应算法，补偿长期信号衰减，动物实验验证电极性能衰减极小；柔性材质与脑组织力学匹配，大幅降低炎症反应与纤维包裹，提升长期生物相容性。

在临床应用上，脑虎科技交出了全球领先的成绩单。2024年8月至2025年4月，联合复旦大学附属华山医院完成高通量植入式柔性脑机接口意念合成运动临床试验，受试者运动重建光标控制性能达4.07BPS，接近Neuralink首个受试者训练60小时后的4.6BPS，可精准脑控多款游戏、流畅使用主流App，解码平均延时50毫秒；2024年12月，国际首次实现

实时汉语解码，无语言模型辅助下全谱汉语音节解码准确率71.5%；2025年8月，实现沪榕两地患者远程“意念对话”，解码准确率升至89%，脑电转文字速度突破每分钟300字；2025年10月末，国内首款、全球第二款“三全”脑机接口完成首例患者植入，17天脑控速率达5.2BPS，超过正常人水平，患者可独立置办年货、书写福字，实现从功能实现到生活赋能的跨越。

目前，陶虎率领的团队已完成50余例临床试验，攻克术后排斥、信号衰减、手术适配三大行业痛点，同时推进全链条自主研发，核心算法全部自研，目标三年内实现80%零部件本土化，江西超级工厂规划万套级产能，筑牢供应链自主可控根基。



■对话

让失语者能重新开口说话

青年报：你认为民用消费级脑机大概再过多久能走进大众日常生活？

陶虎：分三步落地：近期5到10年以医疗康复为主，帮助瘫痪、失语者恢复基本生活能力，是当前唯一落地场景；中期10到20年是专业级增强工具，服务特种作业、高危岗位；远期可能成为消费级交互入口。非侵入式产品需突破信号稳定性和场景通用性瓶颈，侵入式产品安全验证充分后或更早服务特定消费人群，全民普及仍有很长的路要走。

青年报：对标海外头部企业，中国脑机产业现在处于什么发展阶段？

陶虎：中国在侵入式脑机接口核心技术上与美国没有数量级差距，更多是100分与120分的细节差异，差距正在快速缩小。中国已进入从“概念验证”走向“临床实用化与规模化落地”的关键转折

期，国内企业已分出梯队，资本也从投资赛道转向精准卡位头部。

青年报：目前行业最缺上游供应链、临床资源还是专业人才，产业发展的最大短板是什么？

陶虎：最缺跨学科复合型人才。脑机接口需要同时懂芯片、材料、算法、临床医学、制造工程的人才，这类人才全球都极其稀缺。

青年报：未来3年，国内脑机接口行业会迎来怎样的洗牌，头部企业核心比拼维度是什么？

陶虎：三个维度：一是“临床网络+术

后运维”体系能力，谁能建立三甲医院合作网络与术后服务体系，谁就能锁定市场；二是产品注册和报证进度；三是量产能力，万套级交付能力决定成本下降曲线和市场份额。

青年报：脑机接口涉及脑数据隐私，如何保障伦理安全、防止数据泄露？

陶虎：脑数据是最高敏感级个人信息，比指纹、人脸更敏感且无法更换。我们采取“制度+技术+组织”三层管控：制度上临床试验均通过伦理审查、公示隐私政策；技术上神经信号采集端脱敏、传输加密、分库存储；组织上成立数据伦理

委员会，建立内部审批和追责制度。伦理是技术长远发展的前提。

青年报：青年想投身脑科学、生物科技领域，你有哪些从业建议？

陶虎：第一，这条路是长跑，需要耐心和定力，产业化周期远长于互联网；第二，打好交叉学科基础，芯片、材料、算法、医学、制造的复合型知识结构至关重要；第三，关注真实问题，不追风口，技术落地的核心在于是否能真正帮助患者。

青年报：想要中国脑机产业赶超国际水平，你的长期目标和行业愿景是什么？

陶虎：我的目标是让中国脑机接口技术从实验室落地、从概念变产品，让高位截瘫患者能用自己的手画画，让失语者能重新和家人对话。技术最终服务于人的尊严，这就是脑虎科技的意义，也是中国脑机接口方案的核心价值。