

# 青年观察

# 用脑电波点杯咖啡 这可不是科幻片桥段

## 从意念点单到居家康复训练 脑机接口正从实验室走向产业化

从意念点咖啡、居家康复训练到太空脑科学探测,脑机接口正挣脱科幻标签,成为落地生活的前沿科技。在上海,一批青年创业者以无创消费交互、临床康复、航天级研发为切口,推动脑机接口技术从实验室走向产业化。多名专家在接受记者采访时表示,脑机接口产业就像一个快速成长的孩子,不必急于求成,也不必限制想象。保持开放包容的心态,坚持多学科交叉、临床导向、长期主义,行业终将迎来属于自己的“大模型时刻”,实现从技术突破到产业爆发的跨越。

青年报首席记者 范彦萍



青年创客赵曦努力让脑机接口走进消费场景。

青年报记者 范彦萍 摄

### 15秒意念交互 脑机走进日常消费场景

近日,记者走进位于松江高技60中心的国科欣脑(上海)智能科技有限公司的展示空间。公司创始人、入围“第七届上海创新创业青年50人论坛”“青年50人”的赵曦熟练地为记者戴上团队自研的无创头戴式脑机设备,无须涂抹导电膏、无须复杂调试,每次只需15秒,设备便可完成包括脑电筛查、人格检测、情绪状态、专注力等全方位检测,数据实时同步后台,直接联动楼下咖啡机器人,为记者推荐当下最适合的咖啡品种——热榛果拿铁。这是赵曦团队打造的“意念点咖啡”场景,也是其布局的12大落地场景中,最贴近大众生活的趣味应用。

“正念度86,放松度92,疲劳度51……”点击一个测试选项,AI教练开始分析记者的脑电波数据。除意念点咖啡外,记者还依次体验了各种趣味测试,所有检测均严格控制在15秒内完成。“人能保持专注的极限就是15秒,超过30秒用户就会失去耐心,这是我们借鉴互联网产品逻辑做出的核心设计。”赵曦介绍,多样的场景功能得益于企业自研的大模型的精准解读,通过不同垂直场景的先验知识精确适配12个细分使用场景。

“市面上绝大多数脑机接口都围绕康复训练做文章,我们走的是独一份的消费级无创交互路线。”赵曦硕博阶段就读于中国科学院上海高等研究院,博士后在上海大学微电子学院深耕脑机通信领域。在他的认知里,脑电信号与通信信号没有

本质区别,“大脑就像一台调频广播,我们的目标就是努力破解信号密码,找到适配每个人的专属频率。”

针对失眠场景,赵曦团队研发的声学+光学干预方案为国内首创。不同于市面上固定频率的助眠音乐、光疗产品,其设备会通过专属调频模块,为轻度、中度、重度失眠者匹配专属声光频率。“人耳无法直接感知阿尔法波段的声音,我们用接近频段的声音结合特定图案光刺激,诱发大脑产生睡眠,5分钟左右就能让多数人产生困意。”赵曦告诉记者,在陪伴机器人交互领域,国科欣脑已与一家知名智能终端制造公司达成深度合作,为陪伴型人形机器人匹配用户人格,让机器人的动作、表情、语气与用户性格高度适配,这也是全球首个实现机器人性格匹配的脑机落地方案。

商业化布局上,赵曦选择产品先出海,计划2026年第三季度推出脑机接口MR眼镜,首款消费级脑电情感耳机也于2026年4月量产。

此外,其率领的团队还布局文旅场景,在商圈、景区打造脑机文化体验点。“脑机接口技术可以帮景区的游客做路线规划,打个比方,如果游客当天状态比较好,可以选择较难的B路线,如果疲劳度有点高,则可以选择A路线。”

“我们要让脑机从实验室‘黑科技’变成大众消费品,真正实现‘让思想直接驱动世界’。”赵曦说。

### 脑机+康复机器人 打通临床康复“最后一公里”

在上海智康加机器人有限公司的研发室,一台仅7公斤重的背包康复师机器人,正通过脑机接口技术,为模拟中风患者完成上肢抬手、握拳等康复训练。作为公司创始人,徐培麒将无创脑机技术与康复机器人深度融合,精准瞄准神经损伤患者的临床刚需,让脑机接口彻底走出科研实验室,走进病房、走进家庭。

“康复医学的核心是早期介入、长期维持,传统康复设备体积大、只能在康复大厅使用,无法满足早期床旁训练、后期居家维持性训练的多场景需求,脑机接口为精准康复提供了破局可能。”徐培麒的团队孵化于上海机器人产业技术研究院,与上海交通大学医学院康复研究院达成深度合作,2024年正式切入脑机接口康复领域,专注非侵入式脑电信号的解析与临床应用。

与开颅植入的侵入式脑机不同,智康加的设备提供了前额叶、顶叶、枕叶等多种无创脑机训练方案,无须手术、无创伤风险,通过捕捉患者的运动观察时的脑电信号,识别肢体运动意图,进而驱动康复机器人完成指定动作。在苏州某康复医院的临床测试中,该设备针对卒中患者的上肢康复训练,让核心康复指标较传统训练方式提升数倍,20例患者的持续跟踪数据,验证了脑机康复的临床价值。

这款背包康复师是上海市智能机器人应用场景推荐目录中,医疗健康方向唯一的居家康复机器人,可提供20余种训练动作,10余个游戏化训练场景,输出20N康复辅助力,适配被动、助动、主动、抗阻多种训练模式,实现评估、训练、报告一体化闭环。“脑卒中患者的康复周期长达数年,一旦中断训练,功能便会快速衰退,居家

维持性康复是刚性需求,便携式设备彻底解决了患者往返医院的难题。”徐培麒表示,团队已拿下二类医疗器械资质。

尽管临床需求迫切,非侵入式脑机仍面临行业共性瓶颈。“无创脑电信号中噪声信号占比高,如同在演唱会外听场内声音,很难精准解读患者脑电的真实意图。”徐培麒坦言,目前设备对手指精细动作的识别率仅约70%,30%的解析失败率直接影响临床可用性,“脑电信号采集通道越少,解析精度越低,主流128通道设备成本高昂,8通道设备又难以满足精细康复需求”。

为突破算法瓶颈,徐培麒所在的团队将大模型引入脑电信号解析,大幅提升意图识别准确率,但技术迭代仍需海量临床数据支撑。“我们聚焦医疗级康复,轻医疗与严肃医疗的路径完全不同。”在他看来,去年国家医保局印发《神经系统类医疗服务价格项目立项指南(试行)》,其中为脑机接口新技术前瞻性单独立项,助力新技术加快成果转化。而全球首张三类侵入式脑机接口注册证的落地,也为整个行业打开了临床商业化的大门。之后随着各地相关收费细则正式出台,标志着行业进入商业化元年。“这意味着此前仅用于科研的设备,终于可以正式进入临床收费环节。”

在研发一线,徐培麒坚持“问题导向”,拒绝技术炫技。“脑机接口不是噱头,而是能解决患者失能问题的刚需技术。”他带领团队持续优化硬件与算法,打通脑机与机器人的数据对接,未来还将研发外骨骼康复设备,覆盖下肢康复场景。“随着政策落地、技术迭代、数据积累,脑机康复将从医院走向家庭,成为神经损伤患者康复的核心手段。”

### 专家访谈

## 脑机接口正等待一个颠覆性的拐点



徐培麒(右四)和团队成员在进行脑机接口测试。

受访者供图

青年报首席记者 范彦萍

**本报讯** 作为中国康复医学会脑机接口与康复专委会主任委员、上海交通大学医学院附属同仁医院康复科主任,单春雷亲历了脑机接口行业从冷门到火热的全过程,面对产业热潮,他始终保持着临床专家的理性与审慎。

采访中,单春雷娓娓道来脑机接口的前世今生。“脑机接口的概念自1973年提出,2023年迎来50周年纪念节点,中国相关研究热度持续攀升,‘脑机接口+康复’相关中文文章超1400篇,SCI论文1000余篇,政策也将将其纳入‘十五五’规划,行业高呼迎来‘产业元年’。”

但单春雷委婉指出,脑机接口的临床落地仍处于起步期,行业存在“重概念、轻实证”现象。“目前多数脑机康复研究缺乏大样本、多中心、双盲对照试验,部分研究仅以几十名患者为样本,数据支撑不足,难以证明技术的真实疗效。”单春雷呼吁,科研人员要深入一线了解患者需求,脚踏实地积累临床数据,让脑机接口技术真正服务于患者的功能改善和生活质量提高。

安徽医科大学教授、博士生导师卜俊杰深耕无创脑调控研究多年,他用一个生动的比喻定义当下的脑机接口行业:“当前的脑机接口,就像人工智能遇到大模型之前的状态,概念早已存在,技术正在积累,等待一个颠覆性的行业拐点。”

“脑机接口的研究涉及认知神经心理学、生物医学工程、信息计算机科学、临床医学等多学科交叉。”卜俊杰认为,脑机接口的核心突破离不开交叉创新,不能只停留在实验室科研,更要服务于临床应用。比如其团队研发的认知引导神经反馈技术,已应用于司法部门的科技戒毒项目:通过捕捉成瘾者看到成瘾线索时的特异性脑电信号,用AI算法解码识别,再将信号反

向反馈给受试者,通过训练让其自主调控大脑活动,降低对成瘾物质的渴求。

对于行业发展,部分专家的观点是需要知大脑全貌而后做分析,卜俊杰的观点则是:其实,人类也不一定需要完全解析大脑原理之后,才能推动脑机接口落地。信息科学的算法研究、脑科学的机制研究可并行推进,从不同视角探索和理解大脑规律。

他还提到一个有趣的发现:人与人之间的“气场契合”,可能是大脑信号模式的接近,这一逻辑为脑机接口在社会心理学、心理干预、共情研究等提供了潜在的新方向。

谈及产业未来,卜俊杰认为,政策、技术、数据的积累是拐点到来的核心支撑。国家层面应营造包容的创新土壤,打通学科、部门壁垒,完善成果转化机制;地方层面可搭建创新创业联盟,汇聚资源形成合力。他给青年创业者提出忠告:“不要为了赶时髦入局,要在一个领域深耕多年,把实验室成果真正转化为可用的产品。”

### 航天级脑机 连接宇宙深空与人间病患

95后创业者李小鹏的脑机探索,一头连着宇宙深空的航天科研,一头连着人间病患的民生普惠,实现了“上天”与“落地”的双向贯通。

“人类大脑有860亿神经元,数量接近银河系恒星总数,可以说,每个人的大脑都是一个独一无二的宇宙。”李小鹏拥有双重身份:上海交通大学转化医学研究院工程师,脑鹰科技首席技术官。这让他完美打通了基础科研与产业化的壁垒。

太空环境中的空间辐射与失重状态会对航天员大脑造成剧烈损伤,引发记忆力衰退、情绪感知异常甚至人格分离。李小鹏所在团队积极参与国家地球外太空科研站建设,将灵长类猴送入太空,通过光遗传技术精准标记特定神经元,结合超微型显微镜、电信号记录设备,实时观测大脑神经元活动,破解太空环境对大脑的损伤机制。“电刺激像水波一样扩散,会损伤周边神经元,而光遗传技术能精准激活单个神经元,实现定量、

靶向调控,这是传统电刺激无法比拟的优势。”

航天级技术的落地转化,最终指向民生温暖。李小鹏团队将太空脑机技术下沉,研发出孤独症无创诊疗系统,已为百余名孤独症患者提供精准干预;团队研发的柔性脑电贴片,助力帕金森、癫痫患者康复。

产业化层面,研发团队通过“技术授权+场景订阅”双轮驱动,与航天科技集团、航天员中心等单位形成产业共同体,深度参与中国脑计划实施。在李小鹏眼中,上海的创新生态是“双向赋能的马拉松”,高校科研资源、政府政策扶持、产业落地场景形成闭环,让硬科技创业不再单打独斗。“脑机接口的终点不只医疗与航天,而是实现真正的人机合一,无延迟、无阻隔的意念交互。”李小鹏相信,航天技术,又治愈地球病患,实现科技的终极价值。



在赵曦团队研发的脑机接口咖啡机旁,一名女子尝试利用脑电波点单制作一杯咖啡。

受访者供图