

脑机接口:让科幻走进现实

用意念下笔、操控无人机……元思(青岛)科技首席科学家王文恺揭秘“读心术”如何改写生命

从电影《黑客帝国》脑上插管便可穿梭于不同的世界,到《阿凡达》中用意念驱动克隆体,一种类似“读心术”般直接与大脑海对话的能力,长久以来只是科幻电影的情节。然而,随着脑机接口技术的迅猛发展,这种幻想正以前所未有的速度照进现实。近日,记者走进元思(青岛)科技有限公司(以下简称“元思(青岛)科技”),采访脑机接口从“读心术”到“生命重建”的演进之路。



市民体验脑控无人机技术。

脑机接口正加速“接入”生活

元思(青岛)科技首席科学家王文恺介绍,人类首次记录到脑电活动,可追溯至19世纪70年代对动物脑电的发现,这是迈出了“阅读”大脑的第一步。1973年,“脑机接口”这一概念被写入学术论文。2004年,首次长期植入式脑机接口人体临床试验(BrainGate)获批开展。2008年,匹兹堡大学的实验轰动一时:一只猴子通过脑机接口操纵机械臂,成功为自己投喂食物。这标志着脑机接口不仅能“读心”,更能将“心意”转化为外部设备的有效动作,完成了从“解码”到“交互”的关键一跃。

自此,这项“读心术”科技的发展进入快车道,并迅速从实验室走向生命重建的舞台。2014年巴西世界杯开幕式上,一位截瘫青年凭借脑控外骨骼开出第一球,向全球展示了“心意驱动身体”的潜能。2020年,浙江大学完成了我国首例植入式脑机接口临床研究。

2025年是脑机接口发展的一个重要里程碑。长期以来,脑机接口在我国被称为“脑科学与类脑智能”。2024年至2025年,脑机接口逐渐成为我国产业界、学术界的一致称谓,并与量子科技、氢能和核聚变能等一同列入“十五五”规划建议中的未来产业。在部分地区,脑机接口医疗项目列入了医保目录。山东省明确提出,到2027年,打造1—2个专业化孵化园区,推动脑机接口创新技术和产品在医疗、工业、康养、教育、娱乐等领域的落地应用。到2030年,脑机接口产业生态初步形成,“源头创新—成果转化—产品开发—场景应用”全链条创新生态更加优化。

当下,脑机接口最引人瞩目的应用集中在医疗康复领域。央视曾报道,2023年,一位瘫痪14年的患者通过植入式脑机接口,成功用“思维”控制外骨骼进行辅助运动。另一位高位截瘫的老人,在2020年植入设备后,经过数年训练,于2025年已能通过意念控制机械臂完成书写等精细动作。这些案例共同指

向一个清晰的方向:脑机接口正在成为继语言、动作之后,人类与外界交互的“第三种通道”,它通过解读大脑的意图,为那些失去传统表达能力的群体,架起了通向世界的新桥梁。

脑控无人机技术获世界级大奖

如果说医疗应用关乎生命重建,那么脑控无人机则展现了脑机接口作为“读心术”在更广阔的人机交互领域的应用潜力。在2025年世界机器人大赛上,由元思(青岛)科技团队展示的脑控无人机技术斩获一等奖,其背后依托的正是目前脑机接口实现高效“意念控制”的主流范式之一:稳态视觉诱发电位。

脑控无人机操作手,只需配套一个轻巧的头环,凝视电脑屏幕,便可通过“输入—输出”机制实现“意念控制”。记者看到操作手注视着屏幕,屏幕上分布着多个以不同特定频率闪烁的图形。每个闪烁频率就是一个明确的“选项”,代表着无人机起飞、降落等指令。当操作手眼睛专注凝视某个频率的闪烁点时,大脑枕叶的视觉皮层会产生一个与该视觉刺激同步的脑电信号,这是大脑对特定“视觉刺激”做出的条件反射式“回答”。此时,佩戴在后脑勺的头环上的电极持续采集大脑产生的庞杂脑电信号,通过先进的信号处理算法,从每秒高达数千甚至数万个数据点中,精准“听”到并识别出由视觉刺激诱发的那一个特定频率的“指令”。一旦“指令”被识别,便驱动无人机行动,从而实现“意念操控”。

王文恺介绍,2025年9月参赛时,操作手需要配备脑帽,还需涂抹导电膏,每个接收点都由数据线连接。如今,元思(青岛)科技将自研医疗级半固态柔性电极材料应用于数据传输,脑帽进化成了可穿戴便携头环,导电性更优,佩戴更便捷舒适,极大提升了用户体验。硬件迭代的核心在于“前端”解码技术——即如何更清晰、更稳定、更抗干扰地从微伏级别的脑电“嘈杂对话”中,精准捕捉到关键信息。这离不开材料科学(电极)、生物工程(信号)、算法(解码)等交叉学科的高度融合。



王文恺 受访者供图

/ 展望 / “读心术”的未来蓝图

展望未来,脑机接口的影响将远超替代损伤功能,向着更深层次的人机融合与能力增强拓展。王文恺表示,脑机融合的发展可能主要呈现几个方向:

构建“实时感知—智能干预”的融合系统。通过与VR/AR、可穿戴设备结合,脑机接口能形成闭环交互。例如,系统识别到用户头痛相关的脑电信号后,可自动启动VR场景模拟海滩风光,并配合轻微的电刺激模拟海浪触感,使用户沉浸于放松环境,从而缓解不适。这不仅是干预,更是完整的人机交互闭环,其核心在于算法能实时解读信号并做出响应。

拓展人类交互与感知的边界。对于因中风等疾病失去语言或行动能力的患者,脑机接口可成为他们与外界沟通的新桥梁。当传统表达途径关闭,系统能直接解码大脑意图,操控设备完成交流或操作,重新建立个体与世界的连接。这不仅是功能替代,更是赋予人超越生理限制的“意念肢体”与感知延伸。

开启认知解码与潜能开发的大门。脑机接口的远景意义,或许就是“读心”,认知大脑。脑机接口作为观测和干预大脑最直接的工具,将成为我们理解意识、记忆、学习等高级认知功能的一把钥匙,开启一场关于人类认知潜能开发的深远革命。

/ 延伸 / 揭秘“读心术”

脑机接口实现“读心术”的核心挑战在于,大脑每时每刻都在产生以“亿”为单位计量的电信号,脑机接口的任务,就是从这庞杂的电信号中识别出特定意图的“信号片段”,这就好比“在喧闹的体育场中听清一个人的声音”。

脑机接口“读心”过程可分为三个关键步骤。第一步,脑机设备通过侵入式、非侵入式或者半侵入式的方式,捕捉神经元活动产生的电信号。这要求脑机信号采集设备具有极佳的生物相容性、导电性和抗干扰能力。第二步,采集到的原始信号充满噪音,经放大等处理后,通过算法,建立起特定脑电模式与外部指令之间的映射“词典”,即完成从自身意念到外部设备控制的模型。第三步,模型建立起来之后,需要操作者进行大量的训练,用意念操控外部设备的同时,将这一结果反馈给大脑,让大脑强化这一“意念投射”,或者调整“自身想法”以产生更容易被识别的信号,最终形成闭环。

目前,这项“读心术”迈向成熟但仍面临显著瓶颈。每个人的“脑语”,即神经信号模式如同个人的笔迹,存在巨大个体差异。因此,目前的脑机接口系统几乎都需要为每位操作者单独校准和训练,建立其专属的“信号—指令”模型,无法做到“即戴即读”。同时,使用者也需要进行大量的训练,以生成稳定的信号。

侵入式脑机接口能采集到更准确的信号,更易“读心”与控制外部设备,但面临着手术风险与长期生物相容性的挑战。同时,脑机接口作为多学科交叉的前沿科学,在具体落地应用时需要多学科深度融合。比如,在医疗康复领域,脑机接口干预疾病需要神经科学、材料学、计算机科学、临床专科医学等共同介入,跨学科协作。



脑机接口便携式头环。
受访者供图