

高位截瘫患者在大脑植入脑机接口系统后,凭意念即可如指使手臂一样操控电动轮椅在小区遛弯,指挥机器狗取回外卖……这一幕,超越了传统医疗的想象。

上述成果,来自中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心(简称“脑智卓越中心”)赵郑拓、李雪团队联合复旦大学附属华山医院及相关企业,近日开展的第二例侵入式脑机接口临床试验。

今年6月,该团队进行了国内首例侵入式脑机接口临床试验,为一位四肢截肢患者的大脑植入脑机接口,使其能通过意念控制触摸板在电脑上下象棋、玩赛车游戏等。时隔半年,第二例侵入式脑机接口临床试验宣告成功。经过几周的脑机训练和适应,这位高位截瘫患者具备在线上通过视频做无人货柜货物分拣的能力。



高位截瘫患者(左)通过脑机接口系统意念控制轮椅



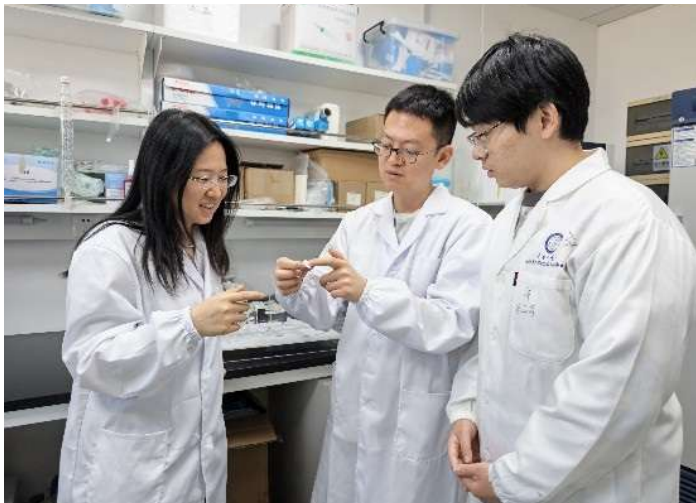
高位截瘫患者通过侵入式脑机接口系统意念控制机器狗

# “脑控”轮椅遛弯 指挥机器狗取外卖

## 侵入式脑机接口实现生活场景应用新突破

“与第一例患者主要专注于电子设备控制相比,第二例的突破主要在于从二维到三维、从虚拟到物理、从基础控制到生活融合。”赵郑拓研究员介绍,基于第一代高通量无线侵入式脑机接口系统WRS01,他们又发布了“升级版”WRS02,读取数据速率提高了4倍。

WRS02的首例前瞻性临床试验计划在近期开展。赵郑拓研究员希望加速推动新品临床转化与应用验证,让脑机接口技术真正走向临床落地应用,并以开放的心态与各类智能设备、应用平台等合作,共同推动我国脑机接口技术高质量发展。



科研团队成员李雪(左)、赵郑拓(中)、马天宇(右)在讨论试验进展

### 进展:从“二维交互”到“三维生命拓展”

第二例患者2022年因一次不幸的摔倒导致脊髓损伤、高位截瘫,经过一年多的康复,情况未有改善,仅剩颈部可以活动。今年6月,他植入了赵郑拓团队研制的侵入式脑机接口,生活开始发生变化。

最初,他经过2—3周的训练,实现对电脑光标、平板电脑等电子设备的控制。但他有更深层的渴望——重新“触摸”和影响真实的物理世界,拓展自己被身体“困住”的生活边界。为此,技术团队将应用场景从电子屏幕拓展至物理外设。智能轮椅、机器狗成了新的控制对象。这不仅需要解码“向左”“向右”的简单意图,更需实现连续、稳定、低延迟的精准控制,以应对真实环境中复杂的路面状况和交互任务。

为实现这一目标,团队在技术上实现多层突破。首先是在信息提取的“源头”进行革新,开发了高压缩比、高保真的神经数据压缩技术,即便在神经信号相对嘈杂的环境中,也能高效提取有效信息,将脑控性能整体提升15%~20%。

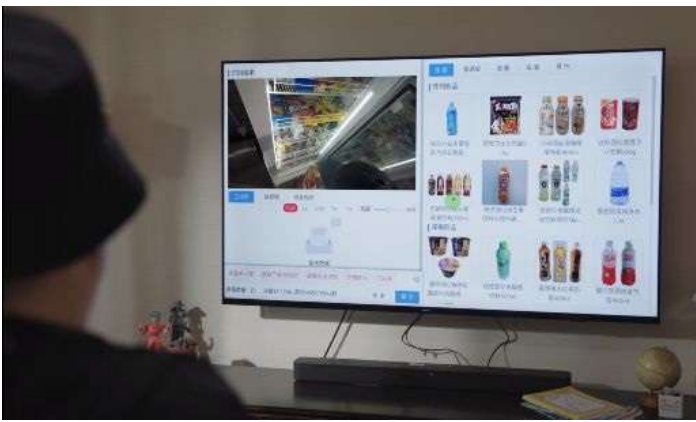
生活场景中充满声、光、电

磁等噪声,患者的生理、心理状态也会波动。团队攻克了这些临床落地障碍,引入神经流形对齐技术,从高维、多变的神经信号中,提取出代表核心意图的、稳定的低维特征,确保了解码器输入端的稳定与可靠。

传统系统需要患者定期停下来进行专项校准,而该团队研发的在线重校准技术系统,能在患者日常使用过程中,实时、无声地微调解码参数,实现了“越用越顺手”的体验。第三环是“速度”。人体自然神经环路的传导延迟大约在200毫秒。团队将脑机接口系统从信号采集到指令下发至外设的端到端延迟,压缩到100毫秒以内,甚至低于人体自身的生理延迟。

在与赵郑拓当面交流时,患者如此描述自己的感受:“就像控制游戏里的人物,不用特意去想摇杆要往哪个方向摆,想往哪个方向就自然而然地过去了。信号传输比较稳,也没有太多延时。”

目前,该科研团队的第三例侵入式脑机接口患者的临床试验也已完成。



高位截瘫患者通过侵入式脑机接口系统参与线上数据标注工作

### 挑战:谁能使用脑机接口? 如何与AI共同演进?

中国科学院院士、脑智卓越中心学术主任蒲慕明说,脑机接口不是什么新鲜事物,这个领域的研究已开展近30年,但科研人员一直未能很好地解决脑机接口设备微小化、系统化、无线化的问题,患者往往要头上套一个带“辫子”的有线系统,才能实现大脑与外界的连接,采集、读取脑神经信号来控制外部设备。

蒲慕明要求团队在后续临床试验,做到更精确、更精细地控制机械手,比如“意念”操控机械手弹奏一首钢琴曲。

赵郑拓勾勒了一个清晰的技术发展路径图:短期(三年内),运动、语言功能重建将实现规模化应用;中期(五年内),人工视觉、听觉等感知觉修复,以及对帕金森、抑郁症等神经精神疾病的精准调控将取得突破;长期(十年左右),高度微创化的系统有望催生医疗消费乃至普通消费场景,实现某种程度的功能增强。

这其中,脑机接口与AI的深度融合,备受关注。赵郑拓将两者的关系分为三个层次:

### 呼吁:发掘扶持来自产业界的青年人才

在脑机接口领域,存在着“技术展示”与“真实应用”的潜在张力。一些演示可能追求视觉震撼,但李雪说,他们的原动力就是解决患者真实生活中的具体问题。三年前在开发第一代原型机时,就开始构思如何帮助患者恢复工作能力,“为家庭减负”。

赵郑拓认为,脑机接口的价值实现,离不开外部智能设备发展。正是电动轮椅、机器狗、人形机器人等智能外设的成熟与普及,才让脑机接口的“意念控制”有了用武之地。团队主动与这些外部设备厂商合作,共同定义控制协议和应用场景,形成了“脑机接口搭桥”。

事实上,外设产品的开发是“倒金字塔”状的产业化思维。团队介绍,脑机接口的核心是“神经界面”(电极),目前已趋于产品级成熟;之上是微创化、可靠性的“系统集成”,他们已推出全球体积最小的植入体之一;再往上则是“数据与算法”,通过临床规模化获取数据燃料,驱动性能进化;塔尖则是基于神经科学理解的“应用场景拓展”。

赵郑拓透露,负责完成植入手术的复旦大学附属华山医院团队,已将手术创伤控制在毫米级。他们的目标是未来将植入手术变得像“打耳钉”一样简单、微创,从而让技术能够惠及更广泛的患者群体,乃至打

首先是“AI for BMI”,即利用AI算法来解码复杂的神经信号,这是当前的基础。其次是“BMI with AI”,即脑机接口作为人类高级意图的发出端,与具备自主执行能力的具身智能机器人等协同工作。第三层是“人机融合”,未来人类对外设的控制,将不再是发送详细的运动指令,而是像控制自己肢体一样,通过神经活动模式的直接耦合来实现“无感操控”。

蒲慕明认为,两大热门领域脑机接口与AI,进展将是平行的,既是我国“十五五时期”科技创新的重点,也是国际科技竞争的主要领域,“我国的脑机接口应用更侧重社会需求,同时,开源的模式惠及这个领域的每一位研究者”。

蒲慕明提醒,这两个领域将来都要面临伦理问题:“脑机接口如果应用在一个正常人身上达到设备增强目的,就是违反科学伦理的,好比参赛者靠吃兴奋剂完赛胜出一样,是不公平的。谁可以使用?用来做什么?使用的边界在哪里?这些问题亟待厘清。”

开非医疗场景的大门。

“脑机接口不缺项目不缺经费和投资,缺的是创新人才。”蒲慕明认为,目前我国从事脑机接口的科研人员主要集中在科研院所里,缺少来自产业界的创新人才。“脑机接口的技术源头还是在美国,他们最重要的创新力量来自企业,为技术创新提供不竭动力。我国脑机接口领域的Deepseek还没出现”。

蒲慕明从人才引进角度进一步阐释观点。2020年,在一次线上学术报告会上,蒲慕明听到赵郑拓的报告,“想法新颖,令人印象深刻。”脑智卓越中心当即决定远程面试赵郑拓。

“如果按照引进人才条件要求,他和李雪是不符合的,赵郑拓在美国做博士后,也没拿到人才‘帽子’,李雪刚刚博士毕业。但我们看中他们的创新能力,事实证明他们的创新活力。”蒲慕明在接受采访时毫不讳言地指出当前人才引进存在的“唯顶刊论文”“唯帽子”等现象,他建议国家成立脑机接口青年人才科研基金,专门资助那些在从事早期研究的硕士生、博士生以及小团队,而不是将科研经费分给已经做出成果的大团队,从政策上、体制机制上鼓励创新人才向脑机接口领域集聚。

(人民日报客户端)

## 科技“新特产”受外国游客追捧

“一定要带空箱子去中国!”时下,这句看似玩笑的话,已在海外社交平台走红。折叠手机、人工智能(AI)眼镜、机器人宠物……这些新奇的中国科技产品,正被外国游客塞满行李箱,成为他们最得意的“东方伴手礼”。

“科技购”热潮,不仅体现了中国科技从“追赶”到“引领”的跨越,更彰显了中国以科技赋能全球生活的大国担当。近日,记者走访多个城市,探寻中国科技“新特产”缘何成为外国游客的心头好?

### 从工具易用到沉浸体验

超大3D打印沙盘引得“哇”声一片、具备可编程功能的3D打印火车绕店环行……在位于深圳南山的拓竹科技全球首家3D打印旗舰店,日本游客信田修一通过扫码进入小程序,选择模型文件,随即开启属于自己的造物体验。

“在这里,你不需要学习专业知识去建模,可直接从MakerWorld模型社区下载模型,这种体验非常好。”信田修一说。

场景变革正加速空间重塑。在深圳华强北,曾以批发闻名的电子一条街,如今已成为外国游客的“科技迪士尼”。“没有3天时间,根本走不完。”巴西采购商丽兹说。

“语言是交际工具,也是文化载体,技术让沟通没有边界。”Rokid乐奇品牌公关叶宇凌介绍,其AI眼镜能实时翻译89种语言。

当沉浸式体验成为新趋势,消费场景也从单纯交易逻辑转向“科技+”的沉浸式场域。

中国(深圳)综合开发研究院院长助理、数字经济与全球战略研究所所长曹钟雄说,在即时零售、人、货、场的重构下,我国科技产品市场正成为外国游客感受沉浸式体验的大平台,以及感知中国生活方式的一种新入口。

在上海,位于“模速空间”创新生态社区的AI黑科技体验店也迎来不少外籍友人光顾。这里的商品涵盖智能穿戴、智能健身等品类,90%的产品是“中国智造”。

西班牙女孩安娜把这里列为入境中国后的第二站。“我想买一件AI互动玩偶带回国,让它给我讲中国成语故事,帮助我了解中国文化。”安娜满怀期待。

在使馆云集、毗邻空港的北京市朝阳区,科技产品柜台前也排起长队,大多是洋面孔。小米之家北京朝阳三里屯太古里店员杨鲁悦接待了一批来自埃及的顾客,他们试用了挂烫机、电饭煲、吹风机等产品,对富有巧思的人性化设计和科技支撑的强大功能啧啧称赞。

### 从电商速度到定制创新

技术创新是品牌溢价的关键。中国电子消费品摆脱“廉价”标签,靠的就是硬科技的突破。

夜幕降临,西安浐灞跨境电商产业园的直播间依旧灯火通明,在俄罗斯女孩瑞娜身后的大屏幕上,实时滚动着来自哈萨克斯坦、俄罗斯等国的下单留言。“以前,我们购买商品需要等15天,现在3天就能收到。”瑞娜感慨道,“中国电商,速度太惊人了!”

这种“快”不仅体现在物流上,更体现在从产品上架到营销推广的全链路数字化再造上。

在该产业园二楼,狮子(陕西)科技有限公司、海外电商平台efactory独立站负责人冯洋,每天到岗后第一件事就是打开AI数据看板,分析前一天的销售趋势。“传统外贸像在沙漠中寻找绿洲,而现在AI给了我一张‘卫星地图’。”冯洋说,“从选品、设计到上架,AI已经渗透到了每一个环节。”

技术创新的同时,可灵活调整生产计划和资源配置的柔性供应链也在发挥作用。

浙江森外服饰有限公司的迷彩户外帽,因嵌入小型太阳能风扇成爆款,月销量突破1万件。公司负责人江泳滔介绍,团队3年前设计发明了这款帽子,其间不断迭代升级。风帽走红后,义乌工厂48小时内便推出改良版。这种“小单快反”能力背后,是义乌全球数贸中心引入虚拟影棚与AIGC(人工智能生成内容)技术,为小商品提供场景化展示方案;融入3D打印、AI质检技术,提升产品从设计到生产的便捷性与效率。

义乌爆款频出,折射出“小而美”的中国制造新趋势:以用户需求为导向,借力短视频出圈,通过跨境电商转化。当地完善的产业链和灵活的供应链体系,加速推进国际贸易向智能化、数字化转型。

“AI正推动中国制造业核心竞争力,从依赖成本优势转向技术与品牌双轮驱动。”西北政法大学商学院教授张夏恒分析道,技术赋能不仅作用于产品本身,更重构全产业链效能,压缩产品上市周期,标志着中国产业从劳动密集型迈向科技创新密集型。

### 从短暂流量到持久“留量”

技术品牌崛起后,如何让国际消费从“流量”变“留量”?这需要服务与社交的协同催化。

在成都国际金融中心,来自印度尼西亚的茱蒂女士表示,会优先选择提供离境退税(即买即退)的商店,这种服务比传统的退税方式更加快捷方便。中心副总经理麦伟成说,“即买即退”是税务流程的简化,更是消费体验的“升级器”。它不仅帮助国际游客节省了时间,还能带动二次消费。

在深圳,离境退税自助服务小程序让入境旅客只需轻松扫码,即可实现离境退税。该小程序还集成离境退税电子地图,展示深圳全市离境退税商店的位置和联系方式,并与高德、腾讯等主流地图应用无缝对接,提供多语种服务。

“很快、很酷!”在深圳万象城一家商户,来自匈牙利的拉斯洛用手机轻碰退税台卡,退税码迅即跳转,当退税工作人员扫码核实信息后,退税款直接返回拉斯洛的账户。这种便捷的服务不仅提升了游客的购物体验,也增强了他们对中国科技产品的认可。

在深圳华强北,来自泰国的采购商柴柴在进货时,习惯性地打开Insta360相机进入直播模式,通过翻译器和计算器询价、砍价。“在楼上买完,下楼就可以发货。”柴柴介绍,“无线耳机、智能手表、电子配件是最受欢迎的产品,一个星期要发2—3次货。”

苏州大学传媒学院副院长、教授张梦晗认为,在社交平台上,游客分享自己“抢购”中国科技产品的经历、展示产品的功能亮点,也在引发他人的好奇与讨论。这种分享不仅提升了产品的知名度,也增强了品牌的影响力。

从更深层次来看,把“游客个人体验”扩散为“群体讨论话题”,使科技产品成为连接中国与海外的“纽带”,也在高效传递着中国制造创新与务实。

曹钟雄表示,中国制造已经不仅仅是简单的商品销售,更是对全球生活方式的一种重构和引领。中国不再仅仅是“世界工厂”,而是成为科技制造下的全球新型消费中心。通过科技赋能服务和社交传播,中国制造正在全球范围内树立新的品牌形象,吸引全球消费者用行李箱投票。

(科技日报)

