



脑机接口要的不是“金牌式超越”，而是高质量服务患者

——专访北京脑科学与类脑研究所所长罗敏敏

1 国产脑机接口不是国际竞品的复刻

证券时报记者:当前全球脑机接口领域热度空前,中美被认为是最主要的玩家。在您看来,我国在脑机接口领域,究竟处于“跟跑”“并跑”还是“领跑”状态?

罗敏敏:脑机接口的技术路线非常多,不能用单一维度来评判。如果聚焦非侵入式领域,我国在论文数量、专利储备、企业数量上是领先全球的。但如果聚焦高性能侵入式脑机接口,必须实事求是地承认,我国在这方面起步比美国和欧洲晚了15—20年,在基础研究积累、临床转化经验、人才储备上仍然有差距。

不过,值得欣慰的是,过去几年间,在国家政策鼓励和产业界的共同推动下,我国的侵入式脑机接口进展非常迅速。无论是“北脑一号”所在的半侵入式技术路线,还是“北脑二号”对应的高性能侵入式路线,我们在核心部件研发、系统集成、临床应用等维度上,已经接近美国或欧洲的最先进水平。但从总体来看,尚存差距。随着国家政策的持续支持和行业的快速发展,这种差距会越来越小。

证券时报记者:既然我们在部分维度已接近国际先进水平,未来我国有没有希望在脑机接口领域树立全球标准的引领地位?

罗敏敏:我们所有工作的初衷,不是为了去“跟跑”或“领跑”。脑机接口本质上是一款服务于重症患者的医疗器械,它的核心使命是服务患者。这不是奥运赛场,谁能够快0.01秒,谁就能拿金牌,我们不追求这种“金牌式超越”,核心目标还是要让技术更好地服务患者、回馈社会。

当然,我相信凭借中国人的勤奋、国家的重视以及在核心部件、系统集成和临床应用上的飞速发展,我们完全有机会在某些方面实现领先。但我们的目光更远大,要服务全人类。我们希望和全球科技界合作,共同满足患者的需求。

证券时报记者:业界常说脑机接口有“南派”“北派”之分,您如何看待中国脑机接口的产业格局?“北脑一号”和“北脑二号”的技术路线选择有何不同?背后有怎样的考量?与马斯克的技术路线相比,我们有哪些不同?

罗敏敏:所谓“南派”“北派”,其实更多是外界的划分。在中国,有能力推进脑机接口研发的企业和科研机构,确实主要集中在北上广地区,尤其是北京和上海。但不同机构选择不同技术路线,本质上是基于自身能力、资源禀赋和临床需求的选择,有的侧重安全稳妥、快速落地,有的侧重攻坚高性能、高参数,没有绝对的“优劣之分”。对患者而言,“派别”从来都不重要,核心是“能否获益”“风险是否可控”。北脑所和芯智达对于技术路线的定位很明确:做高性能、高稳定、高安全的侵入式和半侵入式方案,满足临床刚需。这也是我们选择“北脑一号”“北脑二号”双路线并行的核心原因。

2022年我们项目立项时就明确,要同时布局两条路线:“北脑一号”主打安全快速落地,植入在硬脑膜外,不直接接触脑组织,128通道的设计已达到世界先进水平,目前已完成二十多例人体植入,整体安全性表现符合预期;“北脑二号”则聚焦更高性能突破,将电极直接植入脑组织,记录单个神经细胞的电活动,已完成512通道无线全植入产品研发,目前有线版已在动物实验中达到国际领先水平。

与马斯克的技术路线相比,我们最大的不同是“双路线并行”。全球绝大多数企业只聚焦一条路线,而我们希望用“北脑一号”快速服务患者、积累临床经验,同时用“北脑二号”探索高性能边界,满足更多复杂临床需求,且我们始终将“安全性”放在首位,比如“北脑一号”选择硬脑膜外植入,就是为了在保证性能的前提下,最大限度降低手术风险。

2 产业规模化需以安全为基础,破解算法与成本难题

证券时报记者:目前“北脑一号”3至4比特/秒的信息传输率,能支撑哪些活动?距离大众期待的灵巧操控还有多远?

罗敏敏:这个速率已经能实现有效的二维光标自由控制,患者可以玩简单游戏、控制轮椅、操作部分电子设备。首都医科大学宣武医院的一位腰椎截瘫患者,通过“脑机接口+脊髓刺激+外骨骼”的组合方案,从卧床6年无法动腿,到现在能拄拐行走几百米,大小便恢复自主控制,连主治医生都称之为“奇迹”。

但客观说,人类自然运动的神经信息传输率高达每秒50比特以上。要实现三个手指独立操控机械手、弹钢琴、自由对话,全球都还有巨大差距。固定动作如“拿杯子喝水”不难,但执行一个从未训练过的精细动作,目前谁也做不到。从光标控制到自由灵巧操控,中间的技术鸿沟比我们想象的要大得多。

证券时报记者:“北脑一号”已进入多中心注册临床阶段,在您看来,从临床走向规模化应用,最大的挑战和风险是什么?成本如何控制?

罗敏敏:高科技公司在早期都是不计成本的投入,但一旦走向产业化,成本控制就变得很关键。脑机接口规模化的瓶颈最重要的不在硬件,比如电极材料、芯片等。实际上,硬件成本是可计算的,比如我用了黄金做导线,这个成本可预测可

控制。真正棘手的问题在于:人的大脑始终处于运动状态,走路、说话、喘气都会导致电极信号漂移。脑机接口行业的共性挑战是,今天为患者优化好的解码参数,过一个月性能或许就下降了。现在我们服务少量患者,可以派工程师逐一调参数,但如果未来实现万套级甚至更广阔的应用,逐例调整参数是完全不现实的。算法的优化升级迫在眉睫,必须朝着更聪明、更智能、能动态自我调整的方向发展,提升跨个体、跨时间的稳定性,这也是整个行业下一步的突破重点。

另外一个关键问题是“解码算力”的落地。目前我们采集的患者数据大多上传至云端,通过云端模型计算后再将参数传回,但随着患者数量增加,云端模型的压力会越来越大,我们不可能为每位患者家庭配备一台高性能计算机。所以,将解码参数的软件硬件化,开发专门的脑机接口解码设备,比如类似手机的便携式装置,实现自动、低能耗、实时解码,并能动态调整参数,也是破解规模化瓶颈的关键。

对于患者而言,要特别澄清一个“成本”认知:植入脑机接口不是“一键康复”,植入后,无论是意念控制还是康复训练,都需要时间。目前来看,三个月及以下的持续康复训练是比较常见的,这期间的时间、精力和照护成本,患者必须有心理准备。

罗敏敏,知名神经生物学家,博士生导师。现任北京脑科学与类脑研究所所长,兼任北京天坛医院脑科创新副院长、国家神经疾病医学中心(首都医科大学宣武医院)副主任。1995年毕业于北京大学,后赴美深造,先后获宾夕法尼亚大学计算机科学硕士、神经学博士学位,2000至2004年在杜克大学从事博士后研究。2004年回国任职于中国科学院神经科学研究所,2005年获国家杰出青年科学基金,同年入职北京生命科学研究所以任研究员、高级研究员、资深研究员。2018年起任北京脑科学与类脑研究所所长,2023年入选首期新基石研究员项目,长期深耕奖赏与惩罚神经环路机制及相关脑病研究,带领团队自主研发“北脑一号”“北脑二号”智能脑机系统。



证券时报记者 江聘 韩忠楠

不久前,北京天坛医院,一场特殊的手术通过直播镜头呈现在全球观众面前。这不是一场普通的神经外科手术,而是面向全国教学直播的半侵入式脑机接口植入手术的临床教学示范。这场直播,不仅为尚处在“摸着石头过河”阶段的多中心临床研究树立了规范化操作的示范,更将中国在高性能侵入式脑机接口这一前沿赛道上的真实进展,毫无保留地推至聚光灯下。

当国产脑机接口技术加速从实验室迈向临床,我国在这一前沿赛道究竟处于何种地位?产业规模化之路面临哪些关键突破点?政策与资本如何助力行业健康发展?伦理边界又该如何划定?聚焦上述问题,近日,证券时报记者专访了北京脑科学与类脑研究所所长(以下简称“北脑所”)所长、北京芯智达神经技术有限公司(以下简称“芯智达”)首席科学家罗敏敏。

作为“北脑系列”脑机接口产品的总设计师,罗敏敏带领团队在两年多时间里,完成了全球首款实现百通道以上高通量、无线全植入、准实用化的半侵入式脑机产品“北脑一号”从研发到注册性临床试验的跨越,并同步布局了高性能记录单个神经细胞精准神经电活动的侵入式“北脑二号”。

罗敏敏向证券时报记者表示,脑机接口是一项“慢科技”、硬工程。它的发展不是炫技的赛场,而在于提高重症患者的生存质量。“我们的目标从来不是比谁更快、参数更高,而是让技术更安全、更稳定、更长久地帮到每一位需要的人。”罗敏敏说。

3 借力政策东风,但要避免行业虚火

证券时报记者:脑机接口已成为资本风口,但“虚火”和泡沫化声音也不绝于耳。您如何看待资本对行业发展的作用?如何保持行业健康发展?

罗敏敏:随着脑机接口产品持续深入地走向临床应用,并加速推进迭代优化与产业化进程,其所需的资本规模正在不断扩大。市场对于脑机接口这一新兴领域也展现出极高的热情与参与意愿。

引入资本不仅能进一步提升产品性能,还可助力开展此前因资金不足而无法推进的工作。例如,在脑机接口内部芯片优化方面,有望通过资本投入实现技术突破,提高系统集成度,降低功耗,提升算法硬件化能力等。资本应该助力长周期、高门槛的深度创新,要让患者真正受益,而不是制造短期泡沫。

对于用好更多的社会资本,我们的目标也非常明确,就是要把资金投向解决真问题和硬科技领域,比如研发脑机接口专用芯片,提高系统集成度,降低功耗,提升算法硬件化能力等。资本应该助力长周期、高门槛的深度创新,要让患者真正受益,而不是制造短期泡沫。

证券时报记者:北脑所和芯智达的发展,得到了哪些政策支持?您认为未来政

策还需要在哪些方面发力助力脑机接口产业发展?

罗敏敏:我们非常感谢北京市政府,芯智达得到了北京市国资的大力支持。在2023年经费非常紧张的时期,北京市政府拿出4亿元支持我们的研究,这份信任和支持,既让我们感动,也让我们感受到了巨大的责任。

目前,政策的支持主要体现在三个方面,一是经费;二是平台支持,比如建设智慧产业园,聚集北脑所等科研机构、医院和相关企业,形成良好的科研和产业氛围,提供了人才、技术、场地等全方位支撑;三是协调支持,在临床试验、动物资源获取等方面,政府给予了很多协调帮助。

未来,我们希望政策能在三个方面进一步发力:一是审评审批的优化。作为创新型三类医疗器械,希望能与国家药监局建立更高效的沟通机制,在保证安全的前提下,加快审评进度。二是医保准入的支持。希望产品获批后能尽快纳入医保,降低患者的负担,让更多需要的人用得起。三是人才政策的完善。吸引更多跨领域高端人才投身脑机接口领域,解决人才短缺的问题。

4 实现健康人“能力增强”仍然遥远

证券时报记者:伴随着脑机接口产业的发展,与之相关的伦理和隐私问题备受关注。北脑所在数据保护和伦理规范方面有哪些举措?未来能否为全球提供可参考的伦理框架?

罗敏敏:脑数据是人类最高等级隐私。我们对患者数据的保护是极其严格和认真的。首先,数据由医院主导管理,所有数据采集都严格执行知情同意原则,必须获得患者本人的明确同意;其次,数据会进行匿名化处理,删除所有可识别患者身份的信息;最后,数据存储采用最高安全标准,会定期展开网络安全测试,防范数据泄露。

大量患者的脑电数据是提升解码精度的关键,我们会在严格保护隐私的前提下,推动数据的合规使用,用于临床治疗和算法优化,绝不滥用。未来,我们希望能基于我们的实践,形成一套完善的伦理规范,为全球脑机接口领域提供可参考的框架。

证券时报记者:未来,脑机接口会否从“治疗疾病”走向健康人“能力增强”?比如实现“超人”般的记忆或感知?

罗敏敏:这是科幻作品里最迷人的部分,但实现起来还很遥远。现阶段大家采用的手术创伤与成本,决定了健康人不会选择植入。但从长远来看,随着相关术

安全性不断提高,同时功能持续增强,尤其当脑机接口与神经调控技术深度融合,形成一套完整产品时,其应用将实现质的飞跃。患者不仅能够解码自身意图,更能在意图产生之前,就利用该系统对大脑进行调控,从而构建起一个完整的闭环。在这种情况下,脑机接口系统的使用范围有望急剧拓展,功能增强或将成为未来脑机接口产品的一大核心卖点。

我个人猜想,在未来某个时间点,健康人“能力增强”确实可能成为卖点。但至少5至10年内,我们的重心依然是回归医疗本质,将成熟、安全、有效的技术交付给最需要的患者,让他们能自己吃饭、自己行走、自己控制轮椅,这比任何炫酷的“超能力”都更有现实意义。

脑机接口的发展方向,最根本的在于回归医疗本质、守护生命质量。以长期主义做硬科技,以临床导向打磨产品,以开放合作共建标准,让脑机接口真正成为普惠、安全、可靠的生命科技。



图片来源:AI生成