

# 马斯克要给瘫痪患者人脑植入芯片 “人机共生”时代要来临了吗？

残疾人用机械臂弹唱，失语者开口说话，失聪者听到声音，人类靠意念指挥庞大的机械……过去这些只能存在于科幻电影中的画面，或许有一天你会亲眼看见。

当地时间9月19日，马斯克创立的脑机接口技术公司Neuralink宣布已获得独立审查委员会批准，将进行首次人体试验，对瘫痪患者的大脑植入设备。

Neuralink声称，这项人体试验为期六年，用于验证脑机接口技术的安全性和功能性，使瘫痪患者能够用大脑控制外部设备。按照Neuralink的规划，受试者需要先参加为期18个月的初步研究，包括居家和亲自去医院。在余下的研究期间，受试者需要参加脑机接口的相关研究会议。

马斯克曾表示，Neuralink的短期目标是帮助瘫痪者实现意念打字功能，未来还将可以实现让瘫痪者行走、让盲人看见，并最终实现“人机共生体”。

在数字时代，最重要的技术飞跃总体现在人类与机器间交流方式的进步上，当人脑植入芯片后，“人机共生”的时代会来临吗？



猴子在玩乒乓球游戏。  
图据Neuralink网站

## 曾在动物身上做试验引发轰动

Neuralink最初的目标是让瘫痪或有肢体障碍的人凭自己的意识就能控制手机电脑，马斯克亦曾公开表示，该项技术将用于帮助视障和行动不便人士，让他们恢复视力和行动能力。

“对整个脑机接口领域来说，这肯定是好事，我希望马斯克成功。”中国脑机接口领域头部企业博睿康创始合伙人、副总经理刘晓玲表示。

中国最早开展脑机接口研究的学者之一、清华大学医学院长聘教授高小榕分析，之所以最先在瘫痪病人身上开展试验，是因为在脑机接口的医学用途中，要判断设备是否真对病人有效，在瘫痪病人身上会表现得比较清晰。

值得一提的是，在人体临床试验申请成功前，Neuralink已分别在猪和猴子身上做了相关试验，并引发轰动。

2020年8月，马斯克在线直播展示了大脑被植入脑机接口设备的小猪。当工作人员给小猪喂食食物并进行触碰时，其脑部活动信号可以被脑机接口设备实时读取。而通过进一步读取其脑电信号，可以预测小猪的运动步伐和模式。

2021年4月，Neuralink发布了一段视频，视频中，一只名为帕格的猕猴被植入了脑机接口。研究团队教它使用游戏操纵杆玩游戏，并通过喂香蕉奶昔奖励它。在这一阶段，脑机设备记录



2020年，马斯克在演示中介绍手术机器人。图据Neuralink网站

了帕格哪些神经元被激活，对它的神经活动与预期运动方向之间建模，实现“脑机连接”。之后，研究人员断开了操纵杆和计算机的连接，在没有操纵杆的情况下，帕格只用它的意念控制光标，继续玩乒乓球游戏。

然而，虽然动物试验取得了成果，但在人体上进行实验依然备受质疑。早在2023年年初，美国食品药品监督管理局就以“安全风险过大”为由拒绝了Neuralink人脑临床试验的申请，直到5月26日才予以批准。

高小榕认为，Neuralink一直没完全解决植入设备的安全问题。与更早的猪试验相比，猴试验的安全性有所提升，但Neuralink没有发表论文并披露技术细节。

西湖大学工学院先进神经芯片中心副研究员杨杰表示，该设备是否安全有效，还需要等待临床试验的结果以及完整公开的报告。

## 从探索大脑到控制大脑

脑机接口是在人或动物脑(或者脑细胞的培养物)与外围电子设备之间建立的、不依赖于常规大脑信息输出通路(外周神经和肌肉组织)的一种全新通讯和控制技术。

古时候，人们并没有认识到大脑具有思维这一特殊性，直到公元162年左右，古罗马学者盖伦才开始猜测是大脑而非以前所认为的心脏是人类思维的主要器官。后来，随着生物学的发展，1924年，德国医生、脑电图之父汉斯伯格首次发现并无创记录脑电信号，开启了人们对大脑与脑机接口的探索。

1969年，美国华盛顿大学研究员埃伯哈德·费兹将一只猴子的神经元和一个仪表盘进行连接。他发现，经过训练

之后，猴子可以通过神经元来控制仪表盘，由此获取奖励。虽然表演效果可能比不上Neuralink展示的猴子通过意念打球，但它证明了通过反馈机制来让神经和外部设备建立联系和控制是可行的。

动物试验的成功推动人们深入探索脑机接口应用于人类大脑。20世纪90年代，美国神经学家菲尔·肯尼迪就尝试将脑机接口植入一位瘫痪病人的大脑，让他实现了用意念来打字交流。

2006年，美国布朗大学研究团队完成首个大脑运动皮层脑机接口设备植入手术，四肢瘫痪的病人能够通过运动意图来完成机械臂控制、电脑光标控制等任务。

2012年，脑机接口设备已能够胜任更复杂和广泛的操作，国外有团队为一位瘫痪女士植入了96个电极的脑机接口设备，让这位女士用大脑操控机械臂实现自己喝水、吃饭、打字、与人交流等。

为实现真正的人机共生，马斯克在2016年成立了Neuralink。在马斯克的设想中，被植入的脑机接口设备可以识别人类的意识，然后转化成指令，最终完成与外界沟通，让人类与计算机展开心智融合。

2019年7月，Neuralink发布了旗下第一款脑机接口产品。通过一台头颅穿孔手术向大脑内植入芯片，再利用外置的无线装置将意念发射出去，使其甚至能够与应用程序互动。

在我国，各院校对于脑机接口的试验也在进行。今年5月，由南开大学段峰教授科研团队牵头的全球首例非人灵长类动物介入式脑机接口试验在北京获得成功，标志着我国脑机接口技术跻身国际领先行列。

据段峰介绍，此项技术是通过介入手术将介入脑电传感器贴附在猴脑血管

壁上，无需开颅手术即可采集到颅内脑电信号，兼顾了安全性和识别稳定性。

在接受华西都市报、封面新闻记者采访时，段峰预测，脑机接口技术完全获批上市大约还需要5年时间。

从对大脑的探索到利用大脑控制行动，脑机接口距离我们在科幻作品中看到的模样越来越近了。

## 安全性和伦理性饱受争议

实际上，从2022年开始，Neuralink就陷入动物虐待的风波之中。

当被问及如何看待马斯克要进行人类试验时，长期研究脑机接口技术的段峰答道：“之前马斯克的猴试验已经出现了猴死亡的情况，Neuralink理应先完善猴试验。”

据路透社报道，Neuralink试验中有两项数据令人震惊，第一是内部人员提供的记录显示，自2018年以来Neuralink已经杀死近1500只动物；第二个数据为Neuralink涉及86头猪和两只猴子的四项试验，是因人为错误而失败的。此外，相关内部文件和内部消息显示，为了加快研究速度，Neuralink致动物死亡的数量远远高于正常范围。

而据此前报道，今年8月，《自然》杂志发布的两篇研究报告表明，两名因严重瘫痪而无法说话的患者通过采用侵入式脑机接口(BCI)，能以前所未有的准确性和语速与他人进行交流。科学家们正在致力于将其应用在渐冻症、高位截瘫、失语症等严重的运动感知功能受损疾病，尝试帮助这些患者恢复健康。

尽管目前来看，脑机接口技术依然主要应用于残障人士的治疗，但未来，脑机接口或许会被广泛应用于人体增强、教育、娱乐、军事等多个场景，使更多普通人受益。

虽然脑机接口被看作是前沿技术，但距真正实现商业化仍有较长距离。据海天智能董事长张海燕分析，时间至少在10年。她举例说，在中国，三类医疗器械(最高级别的医疗器械，植入人体)要实现商业化使用，一般都要8年至10年的进程。“另外，因为设备需要植入人脑，它是否会控制人类？患者是否愿意被植入？一系列伦理问题都是未知的。”张海燕说。

目前，人们通常会把脑机接口技术按照其是否需要侵入大脑，以及侵入的程度分为非侵入式、侵入式，以及半侵入式三类。Neuralink选择的的就是侵入式。

尽管从Neuralink官方资料来看，整个芯片植入手术只需要短短的十五分钟，且对于植入者的创伤极小。但开颅手术之后是否能长期保持安全依然是不确定的。随着时间流逝，穿刺电极会逐渐被炎症细胞所包裹，导致信号缺失。而人体本身也极有可能因为植入物产生排斥免疫反应，从而威胁生命。

中国科学院院士、世界神经外科联盟执委赵继宗曾表示，安全性不只是某一个数据，而是需要获得各种各样的数据，这需要大量的时间。

除了安全，脑机接口涉及的隐私、精神控制、不平等也摆在人们面前。如何维护使用者的隐私，预防这项技术成为思想控制工具，都是亟待解决的问题。

杨丹梨 华西都市报-封面新闻记者 边雪



段峰教授(右四)带领的科研团队。  
受访者供图