

# 当人类“隔空取物”成为可能 脑机接口技术如何确保安全性？

不用动手，想要什么东西过来就过来——这是科幻大片里用意念控制物体的技术。

2021年，一只名为Pager的猴子使用植入设备，用意念玩上了“意念乒乓球”游戏。

2024年1月29日，美国知名企业家埃隆·马斯克表示，他旗下的脑机接口公司“神经连接”前一天进行了首例脑机接口设备人体移植，移植者目前恢复良好。

从动物实验到获得美国食品和药物管理局批准开展人体植入物研究，脑机接口技术让人“打开脑洞”的同时，能给人们带来什么？在人脑中植入芯片，你最关心的是什么？1月30日，华西都市报、封面新闻记者采访了电子科技大学国家优秀青年基金获得者、四川认知科学学会人工智能分会主任委员、电子科技大学生命科学与技术学院教授徐鹏。

埃隆·马斯克  
新华社资料图片

## 马斯克公司并非最先进进行人体试验者

其实，在进行人体试验之前，马斯克领导的“神经连接”公司团队已经完成了超400次动物植入实验。这些实验主要在羊、猪和猴子上进行。在2021年，“神经连接”公司的十几台机器人就对这些动物进行了155次手术，展示了他们的技术在实际应用中的可行性和安全性。

2021年，“神经连接”公司发布了一段视频，展示一只植入其设备的猴子通过心灵感应玩电子游戏，引起巨大轰动。

随后，“神经连接”公司获得了美国食品和药物管理局的批准，开展首次人体植入物临床研究。“该公司的技术目标不仅是基本的交互，还包括更复杂的应用，如帮助瘫痪患者恢复运动和感觉、实现心灵感应，甚至是记忆上传和下载。”徐鹏表示，尽管“神经连接”公司在脑机接口领域颇受关注，但他们并不是唯一或最先进进行人体试验的公司。例如，Synchron公司早在7月就已经在美国进行了第一个脑机界面的植入。

## 不同学科之间合作是研究的关键

“神经连接”公司成立于2016年，旨在通过手术向大脑中植入计算机芯片，将人类大脑和电子设备相连，再利用电流让计算机和脑细胞产生“互动”，最终使瘫痪患者恢复运动功能，治愈帕金森病、阿尔茨海默病等脑部疾病，以及帮助恢复失明患者视力等。

徐鹏介绍，以隔空取物为例，要通过脑机接口实现残障人士的隔空取物，就是让残障人士通过大脑信号来控制外部设备。

首先使用脑机接口设备，采集残障人士大脑产生的电信号。这些信号通常涉及与运动和意图相关的脑区域。然后将采集到的信号通过信号处理和解码算法进行分析。这些算法能够识别出与特定运动或意图相关的模式，将脑信号翻译成计算机可以理解的指令。最后解码后的指令被用来控制外部设

备，如机械臂、智能假肢或其他操控装置。这些设备被设计成可以执行抓取、移动或操控物体的动作，实现隔空取物。

脑机接口技术是一门新兴的研究领域，涉及计算机科学、神经科学、心理认知科学、生物医学工程、通信、材料、临床医学、自动控制、材料科学等多个领域。其中，神经科学提供了对大脑结构和功能的深刻理解；工程学相关的学科开发和优化各种硬件和软件组件，以确保其可靠性和性能；计算机学科能够提供算法和软件工具，用于解读和处理从大脑中获取的信号；材料学科可以帮助选择和优化合适的材料，对于设计植入式脑机接口至关重要，当然其他学科贡献也至关重要，学科之间的合作是脑机接口研究的关键，促使科学家和工程师共同努力，以解决复杂的技术和伦理挑战。

## 对话

### 隐私和伦理问题需要得到妥善考虑

记者：从猴脑植入到人脑植入需要有哪些更精细、更复杂的手术和试验？

徐鹏：首先需要考虑的是解剖结构的差异，人脑与猴脑在大小、结构和功能方面存在显著差异。因此，植入手术和设备设计需要针对人类的解剖结构进行精细调整。其次，人脑的神经生物学更为复杂，涉及的神经网络和功能区更加多样和细致。因此，植入设备需要能够精确地与特定的神经元或神经网络交互。同时，人脑产生的数据量巨大，处理和解读这些数据以实现有效的脑机接口交互比在动物模型中更为复杂。这需要更高级的数据处理算法和机器学习技术。最后，在人类试验中，安全性和伦理标准比动物实验要严格得多。必须遵守更严格的监管要求，包括详细的临床试验设计、伦理审查、患者同意等。

记者：如何定义人脑植入设备成功？有哪些指标？

徐鹏：首先是手术和植入设备的安全性，这包括手术期间和之后没有严重并发症，如感染、出血、炎症或过敏反应。其次是生物相容性，植入物必须与人体组织兼容，长期稳定，不引发慢性排斥反应或组织损伤。最后是功能性，植入物应能够按预期功能工作，例如，如果目的是恢复或增强特定的神经功能，如视觉、听觉或运动控制，那么植入物应能有效实现这些功能。

记者：脑机接口技术如何让异物与大脑、与人体组织器官不产生排异反应？

徐鹏：目前脑机接口技术通常根据“侵入性”被分为：非侵入式、侵入式和半

侵入式三大类。在大脑中植入芯片是一种侵入式脑机接口，可以获得高质量的神经信号，但是却存在着较高的安全风险和成本。在植入芯片时，确保与人体组织器官不产生排异反应和问题是一个关键挑战。首先在材料上使用生物相容性的材料可以减少异物植入引起的排异反应，比如一些柔性材料电极。然后要考虑芯片尺寸，使其尽可能小而轻，以减少对周围组织的影响。虽然这些方法可以减少异物与大脑和人体组织之间的排他性，但绝对的零排异是很难实现的。

记者：植入人脑的芯片会定期检查，会有追踪吗？如何确保安全？

徐鹏：在脑机接口技术中，植入的芯片是否进行定期检查和是否具有追踪功能，以及如何确保其安全性，通常依赖于具体的设计和实施。芯片是否具有追踪功能通常取决于设计的目的和伦理考量。在一些应用中，追踪功能可能有助于确定芯片的位置、监测其运动和检测任何异常情况。然而，隐私和伦理问题需要得到妥善考虑，确保患者的隐私和个人权利不受侵犯。为了确保植入芯片的安全性，可以采用加密和安全协议来保护与芯片通信的数据。这有助于防止未经授权的访问和操控。定期检查是需要的，医疗专业人员通过监测患者的生理指标和系统性能来及时发现潜在问题并采取适当的措施。总体来说，为了确保植入芯片的安全性，需要综合考虑生物医学工程、生物学、计算机科学、伦理学等多个领域的专业知识，并遵循相关的法规和伦理准则。华西都市报封面新闻记者张峥实习生 刘涵

## 新研究发现火星曾存在古代湖泊

一项利用美国“毅力”号火星车探测数据开展的新研究显示，火星赤道以北的耶泽罗陨石坑在远古时期曾存在一个巨大的湖泊和河流三角洲。随着时间推移，陨石坑内沉积物的沉积和侵蚀形成今天的地质构造。新研究为在火星寻找可能存在过的生命迹象增添了希望。

据美国加利福尼亚大学洛杉矶分校近日发布的公报，该校和挪威奥斯陆大学研究人员领衔的团队利用“毅力”号火星车在火星表面移动时采集数据完成了这项研究。

“毅力”号于2021年2月在火星赤道以北的耶泽罗陨石坑着陆，2022年5月至12月从该陨石坑底部驶向附近三角洲。这是一片由30亿年前的沉积物形成的广阔区域，从轨道上看类似地球上的河流三角洲。“毅力”号驶向三角洲期



美国“毅力”号火星车在火星成功着陆示意图。  
新华社资料图片

间，它搭载的名为“火星地下实验雷达成像仪”的探地雷达以10厘米间隔向下发射雷达波，并测量从火星表面以下约20米深处反射的脉冲。

对探测数据分析发现，耶泽罗陨石坑在远古时期曾存在一个巨大的湖泊。

之后湖泊逐渐缩小，河流带来的沉积物形成三角洲。随着时间的推移，湖泊逐渐消失，陨石坑内沉积物被侵蚀，形成今天从表面看到的地质特征。

在两个侵蚀期之间存在两个截然不同的沉积阶段。陨石坑被三角洲覆盖部

分的界面并不是均匀平坦的，表明在湖泊沉积物沉积之前曾发生过侵蚀。在第二个沉积阶段，湖泊水位波动使河流在此沉积出广阔的三角洲，该三角洲曾延伸到湖中很远的地方，但现在已被侵蚀到靠近河口处。

“毅力”号对耶泽罗陨石坑沉积物的探测，证实了此前基于太空拍摄图像对耶泽罗陨石坑地质历史的推断，并在此处发现生命存在过的迹象增添了希望。

相关论文已发表在美国《科学进展》杂志上。论文第一作者、加利福尼亚大学洛杉矶分校的戴维·佩奇教授表示，此前并不确定耶泽罗陨石坑的沉积物是处于原始状态还是“一个漫长地质故事的结果”，“毅力”号搭载的探地雷达使研究人员能够“看到火星表面以下”，从而了解这种地质构造是如何形成的。据新华社