

脑机接口技术及其人文风险

刘红玉¹, 易显飞², 叶岸滔³

(1. 湖南大学 马克思主义学院, 湖南 长沙 410082; 2. 长沙理工大学 科技与社会发展研究所, 湖南 长沙 410114; 3. 广州医科大学 马克思主义学院, 广东 广州 511436)

摘要:脑机接口技术是用计算机、电极、芯片等外部装置设备代替神经、肌肉等常规中介来实现大脑与外界信息交互的新型控制技术。若广泛应用于人类, 将带来不可忽视的风险: 对用户个人而言, 可能造成身体安全隐患, 产生情感心理问题, 致其自主性被削弱、创造力逐渐消蚀等风险; 对群体或社会而言, 可能加剧社会不公, 动摇或分化既有的治理权力, 出现失业群体“极化”现象, 致使犯罪事件和公共安全危害增多、战争概率上升等风险。学界应进一步加强对脑机接口技术风险的人文社会科学研究, 探讨应对与治理之策, 引导脑机接口技术朝着“造福人类”的方向发展。

关键词:脑机接口技术; 人文风险; 人技关系

[中图分类号]N039 [文献标识码]A [文章编号]1672-934X(2021)02-0001-07

DOI:10.16573/j.cnki.1672-934x.2021.02.001

Brain-Computer Interface Technology and Its Humanistic and Social Risks

LIU Hong-yu¹, YI Xian-fei², YE An-tao³

(1. School of Marxism, Hunan University, Changsha, Hunan 410082, China;

2. Institute of Science, Technology and Society, Changsha University of Science and Technology, Changsha,

Hunan 410114, China; 3. School of Marxism, Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 511436, China)

Abstract: Brain-computer interface technology is a new type of communication control technology that uses computers, electrodes, chips and other external devices to replace conventional intermediaries such as nerves and muscles to realize the interaction between the brain and the outside world. If it is widely used in humans, some risks that cannot be neglected will emerge: for individual users, it may cause hidden dangers to physical safety, emotional and psychological problems, resulting in risks such as weakened autonomy and gradual erosion of creativity; for groups or society, it may aggravate social injustice, shake or divide the governance power of the country (government), and popularize the phenomenon of "polarization" in the unemployed group, resulting in increasing crimes and public safety hazards, and increased risk of war. Academia should further strengthen the humanities and social sciences research on the risks of brain-computer interface technology, explore countermeasures and governance strategies, and guide the development of brain-computer interface technology towards "benefiting mankind".

Key words: brain-computer interface technology; humanistic and social risks; the relationship between human being and technology

收稿日期: 2021-01-05

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(20&ZD044); 湖南省教育厅科学研究重点项目(20A031)

作者简介: 刘红玉(1972—), 女, 湖南娄底人, 副教授, 博士, 主要从事技术哲学研究;

易显飞(1974—), 男, 湖南醴陵人, 教授, 博士生导师, 主要从事技术哲学与 STS 研究;

叶岸滔(1985—), 男, 广东惠阳人, 讲师, 博士, 主要从事科技伦理研究。

脑机接口技术又称脑机融合感知技术,是一种以计算机、电极、芯片等外部装置设备代替神经、肌肉等常规中介来实现大脑与外界信息交互的新型通信控制技术^[1]。2020年8月,美国“科学狂人”马斯克及其旗下的Neuralink公司带着已植入脑部芯片的“格特鲁德”赛博小猪进行现场演示直播,公开了可实际操作的自动植入手术设备与脑机接口芯片。马斯克宣称,植入小猪脑部的芯片能够持续读取小猪大脑活动,如果将这项技术应用到人类身上,可以治疗失明、失聪、中风、瘫痪、抑郁、失眠、上瘾等疾病,一定程度上能够帮助恢复病人的认知能力和行为能力,甚至还可以直接用大脑意念控制计算机、召唤特斯拉^[2]。一石激起千层浪,全球新闻界对此广为报道、大加宣扬,网友纷纷热议该技术可能带来的变化,科技界深入探讨该技术实施的可行性,企业界兴奋地讨论该技术可及的商用范围。基于脑机接口技术研发进度的加快以及在人脑这一关键部位应用的可能性,笔者认为,哲学界应该联合社会各界有识之士,加强对脑机接口技术的发展原则、价值向度、伦理准则、风险防范、监管规制等问题的深度研究,预防该技术可能产生的负面效应,引导脑机接口技术更好地为人类服务。目前,国内外一些学者已着手研究脑机接口技术的伦理治理,关注的重点集中在侵犯用户隐私、知情同意、损害公共利益、导致社会不公^[3]等问题,鲜有文献探讨由此而产生的深层次人文风险。鉴于此,本文拟在既有研究基础之上,从微观和宏观两个层面对脑机接口技术可能给用户个体与社会带来的风险进行深入分析。

一、脑机接口技术的原理、分类及应用前景

脑机接口技术是汇聚脑科学、神经科学、信息科学、材料科学、生物科学、系统科学、医学工程等多门学科知识,将生物学意义上的大脑与人造的智能设备系统融为一体,以实时感知和翻译意识,实现机器与人类零距离信息交换的

一种技术手段。脑机接口技术之所以可能,是因为大脑分布着无数的神经元,这些神经元可以通过突触专门接收和传递微小的电化学信息并相互作用,形成大脑活动^{[4](P4)}。而大脑头皮含有水分,是导体,可以放置电极导出脑内电波,这就为监控、测量、提取、记录、呈现、解码、分析大脑活动电波创造了条件。

脑机接口技术的运行过程包括采集脑内电波信息、解码分析信息、实时输出信息、接收信息并发出指令、向大脑反馈执行状况等五个步骤。科研人员先是利用电极和微芯片等设备从大脑采集脑电波信号,再运用信号加工技术将原始的脑电波信号进行解码分析并转化为数字命令,通过计算机等设备将相应的数字命令呈现或输出,然后通过遥测设备提取、接收数字命令并向目标物发出指令,目标物收到指令后迅速执行并将相关执行情况反馈到大脑,重新形成大脑的自主运动意愿^{[4](P120)}。总而言之,脑机接口技术就是一种实现人类思想、意念与远程机器之间交互的新型通信控制技术。

脑机接口技术按不同标准可分为多种类型。从信息采集接口方式来看,可分为有创植入型和无创非植入型。有创植入型需打开颅骨植入采集设备,如马斯克展示的打开小猪颅骨在脑内植入芯片;无创非植入型不需打开颅骨,只需将采集设备直接置放于头皮上,如上海交通大学的一名科研实验员头戴电极帽可用意念控制虚拟汽车左右转弯和车速。从应用目的来看,可分为治疗型、增强型、延展型。治疗型以医治、恢复病人认知和行为能力为目的,如通过大脑调控可穿戴机器人帮助残障人士重新迈开脚步;增强型以提高正常人认知和行为能力为目的,如在大脑内植入芯片增强记忆功能;延展型以实现正常人认知、行为活动从脑或身体延伸到外部环境为目的,如用电子存储设备记录大脑信息并将其置于云端,方便人类随时取回、翻看。从信息交互反馈作用方式看,可分为大脑控制机器型和机器调控大脑型。大脑控制机器型是指主体运用自身的大脑来控制计算机以

实现主体目的或意图,如人用意念打开智能冰箱、加热咖啡;机器调控大脑型是指通过脑机接口技术设备对大脑发射或反馈信息,调整和改变大脑的想法、判断、决定,如通过测量和记录一个不想睡觉的人的脑部活动状态,并针对性地做大脑反馈刺激活动,使其进入睡眠状态。

随着脑机接口技术中的“机器”越来越智能化、轻便化,其应用前景非常广泛。在生产和交通领域,人类可以用意念操控各种智能终端进行农业种植、工业制造、无人驾驶;可以用意念操作机器人、飞船、潜艇去探索浩瀚宇宙、神奇深海中的奥秘,并及时把奇观美景储存在人类思维触手可及的地方。在生活领域,人类可以用意念控制智能家居产品,指挥机器人从事家务劳动;可以用芯片同步描绘、记录和保存个体的人生经历,备份和移植记忆,实现数字化永生。在医疗领域,不仅能推动脑科学的进一步发展,将神经元时空连续体的形成机理及运行机制阐释清楚;而且能模拟现实并创造新的治疗和康复工具,帮助瘫痪病人控制上下肢和移动身体、消除言语障碍并发出声音;持续电刺激癫痫患者或帕金森病患者三叉神经以阻止再发癫痫或恢复患者部分活动能力;实时测量大脑动态运转状况,预测和预防抑郁、狂躁、妄想、精神错乱等精神疾病的发生,修复患者的神经、脊柱损伤^{[4](P265-273)}等。在教育领域,通过可穿戴设备监测、干预学生的脑电信号,提高其注意力;在学生脑内植入记忆、运算芯片,提升学生的记忆、逻辑运算能力^[5]。在军事领域,通过研发脑控飞船或无人机、脑控机器人战士、脑控尖端武器,提高军事通信功能,提升战斗力和打击精准度;如英国正在着力研发脑控飞船,美国已部署用意念控制机器战士的“阿凡达”研究计划^[6]。研发脑机接口技术的先驱人物米格尔·尼科莱利斯还认为,应用该技术,可以形成脑连网,全世界数十亿人只需脑电信号连接即能彼此沟通或分享体验、激情、痛苦、快乐,真正做到心领神会;甚至还可以制造一个替身去代替个体生活、工作、战斗^{[4](P276-278)}。

二、用户个体面临的人文风险

脑机接口技术虽然可以用来治疗许多疾病,提高和增强个体的认知、行为能力,但是对用户所造成的身体安全隐患、情感心理问题、自主性被削弱、创造力被消蚀、同质化严重等风险亦不可忽视。归纳起来,主要体现在以下五个方面。

第一,用户的身体安全隐患。有创植入型脑机接口技术在打开头皮的外科手术过程中易发生创伤、出血、创面化脓性感染等风险^[7],因身体本能的排异反应,可能在颅内植入电极、线路或芯片的周边形成结痂,出现红肿、发炎等症状。技术越进步,电极、芯片的更新换代就越频繁,用户承担因植入手术所带来的伤害风险也就越多。无创非植入型脑机接口技术是在头皮上直接放置电极、芯片,可能存在头皮过敏、瘙痒,局部长红斑、丘疹或丘疱疹等风险。由于脑神经元数量庞大,需要大量电极才能比较准确地监测脑电波信号。因此,无论是有创植入型还是无创非植入型技术的用户,都将遭受电磁辐射,可能导致人体原始电磁场异常、淋巴和细胞原生质体变化而诱发白血病、身体循环与免疫系统功能下降等风险。除此以外,使用过程中突如其来的停电、计算机故障、产品质量问题等意外情况及黑客的劫持、攻击,也可能给用户带来不可预知的伤害。

第二,用户的情感心理问题。人类生命的真谛在于通过感觉器官这些天然的技术手段同外部世界互动,获取信息并传递到大脑,形成经验表象、情感体验、自主意志来指导实践活动,进而不断发展现象自我,产生自我认同并实现自我^[8-9]。凭借电极、芯片、计算机等外在工具同外部世界进行机械化联系、互动的用户,积日累久,其天然生物学意义上的感觉器官与现实连接所形成的情感体验反馈运行机制慢慢失灵,对外界环境变化和刺激难以产生相应的情感反应,可能导致情感疏离、冷淡、麻木等病症出现,共情的能力和亲社会的本能(环境适应本

能)逐渐下降;用户大脑中建构的自我身体存在表征观念也会发生变化,往往会把长期使用的设备看成肉身的一部分,即使取出设备,仍会条件反射式地产生设备存在的幻感^[10],导致用户对自我主体与外在客体、天然能力与人工技能的区别界限等认识越来越模糊^[11],常常会不自觉地采用佩戴设备时的行为习惯或模式,类似于个体在长期使用电脑鼠标打字后,若改换成键盘触摸式打字就会很不习惯,往往下意识地做出伸手去抓鼠标的动作,一旦没有鼠标可抓,就很不适应,心里非常烦躁。与此同时,由于佩戴设备的“我”,认知和行为等能力得到极大增强;而摘掉设备的“我”,各种能力瞬间下降,又会使用户产生诸如“失去脑机接口技术设备的‘我’究竟是不是‘我’”之类的自我怀疑,甚至否定原本自我,在无法再次安装设备时表现出焦虑、自卑、抑郁、萎靡、颓废等心理问题。此外,用户大脑与电极、芯片、计算机连接在一起,可能还会像我们今天使用计算机一样,不时自动弹出各种广告、信息、小程序,致使用户大脑不得不动接受这些轰炸,并重复关停它们的动作,久而久之,用户就会产生无奈、厌烦等负面情绪。

第三,用户面临自主性被削弱的挑战。自主性是人类区别于动物的本质特征,是人可以按照自己主观意愿行事的能力或特性。脑机接口技术涉及到大脑和机器之间的直接交互,这种交互可能会产生失去人类特质的风险^[12]。应用脑机接口技术的个体,已经不是原来那个“以人脑处理为中心”的自然人,而是一个脑机结合的生化电子人,依靠芯片、电极、计算机等装置同外界进行信息、能量交换,脑机接口装置似乎已经成为了用户身体的一部分。我们亟待厘清这类人机混合中的自我理解和身体模式问题以及由此带来的危机。一方面,这些装置能够捕捉、读取、传递、加工、处理人脑电波信号,却又难以全部覆盖人脑活动时的所有神经元同步突触电位,可能在识别脑电波信号时发生偏差,发出违背用户本身意图的错误指令,若用户

试图打开电脑购物的想法可能被读成打开电脑玩游戏。另一方面,这些装置具有一定的自主性,可以根据程序反应做出自动响应,如在证券市场程序化交易过程中,日内交易员正用意念指挥计算机下单操作,而计算机通过算法系统评估风险后却做出中止交易的决定。技术越进步,这样的情境越有可能成为现实。这些动作的产生最终是由于人自身还是设备的原因,目前还有很大争论。但是,如果脑机接口设备在个人决策中起到因果作用,那么,用户的自主性可能会被削弱。更令人担忧的问题是,用户是否会被技术掌握者所控制而丧失独立性、自主性呢?与自主性问题息息相关的是我们的道德和法律责任,特别是在自主性削弱甚至丧失的情况下,如果发生意外,用户是否还需要承担责任或者应该承担何种程度的责任?

第四,用户面临创造力逐渐消蚀的风险。人类的求知欲、好奇心、想象力、创造力,只有在心理安全和心灵自由的情境中才能被充分激发。应用脑机接口技术的个体,其个人基本信息、行为习惯、思维意念、秘密幻想等,都可被机器收集、解码、分析。这会让用户感觉到自身时时处处被监视、监听,想法全部走光,好像处于裸奔状态,毫无隐私和安全感可言。在这样不安全、不自由的环境中,用户必然为自己的意识设防,很难产生求新、求异的创造性思维,可能真的只能像科幻电影《未来战警》中的人一样,每天躺在椅子上,戴上 VR 眼镜,对着电脑屏幕,用意念控制代理机器人机械性地学习、工作、社交,过着缺乏激情、创意的枯燥生活。

第五,用户同质化的现象越来越严重。随着现代科学技术与管理知识的发展,特别是新一代信息技术的普遍应用以及全球化进程的加快,人们使用的都是标准化产品,接受的教育内容与考核标准也日渐趋同,进入社会参加工作的流程日益相近,生活休闲娱乐的方式日趋接近。而脑机接口技术的应用,更是使个体获取知识,提升和延展能力的方式、路径越来越相似,彼此对脑机接口装置设备的共同依赖感加

深,习惯性神经回路的差距越来越缩小,个体的认知、思维、行为方式日渐趋同化,渐渐丧失掉自身的个性、特长。

三、社会层面的人文风险

吉登斯曾指出,现代社会最令人不安的威胁就是科学技术发展所带来的、人们无法用过往经验消除的人造风险;科技越发达,潜在的人造风险和带来的负面效应就越大^[13]。脑机接口技术一旦被应用在人类身上,整个社会所面临的人造风险总量也将增多。总的来讲,主要表现在以下六个方面。

第一,“马太效应”将被人为放大,加剧社会不公平。马太效应是一种强者恒强、弱者越弱的两极分化现象。脑机接口技术既可以帮助残障人士在一定程度上恢复正常人的认知、思维、运动能力,又可以让正常人在短时间内拥有大量知识和技能,获得超能力。然而,用脑机接口技术来增强健康用户超出“正常”的机能,可能会造成社会分层或人与人之间的不公平。这些尤其体现在体育竞技、教育等方面,使用脑机接口装置的人可能获得他人无法比拟的竞争优势。在这种压力之下,那些原本选择自我提升的人也不得不选择更先进的脑机接口装置。另外,脑机接口装置的公平获取问题也面临挑战。由于现实财富与权力的不均衡,富豪、高官家庭更有机会提前获得和利用这些技术来治疗、恢复家庭成员的身体健康或者变得更加聪明、博学,甚至还可以利用特制装置连接别人的大脑获取知识、技能。脑机接口技术的使用可能最终成为一些有钱人享有的特殊待遇,并不能惠及公众^[14]。于是,在残障人士之间、正常人群之间,人为地制造出一条难以跨越的技术鸿沟,富豪、高官家庭的成员不但可以拥有优于普通人的身体素质、寿命、记忆力、智商、技能,而且能够积累更大的资源优势、拥有更多出类拔萃的机会,这给无法接触到脑机接口技术的普通百姓带来多方面的巨大压力,甚至使之越来越贫穷、弱小、无力,最后可能因弱肉强食的丛林

法则而被倾轧在滚滚向前的历史车轮之下。同样,在不同国家(地区)、行业、企业之间,因对脑机接口技术的掌握、拥有、应用程度等差别,也存在这种“马太效应”被人为放大而进一步加剧社会不公平的趋势。

第二,产生超越国家权力的跨国垄断组织,动摇和分化国家(政府)的治理权力。大脑是人体最关键核心的部位,每个个体的脑组织结构各不相同,因而采集、解码、分析、处理、控制、反馈个体脑电波信号的所有技术设备或装置,必须由用户特别信任的公司根据用户具体情况进行个性化研制生产。而能让用户特别信任的公司必然是该行业的领头羊。这就给该行业的头部企业带来垄断全球市场的机会,助力跨国垄断组织产生。更需要注意的是:这些头部企业可以运用专业知识控制广大民众的大脑,成为全球中枢神经系统的真正指挥者、超越国家权力的跨国垄断组织,造成头部企业负责人及少数技术专家操纵全世界的独裁局面。与此同时,这些独裁者还可能通过脑机接口装置对全球民众大脑发号施令,组织民众反对某项政府法令甚至同政府对抗,由此增添国家治理难度,动摇和分化国家(政府)的治理权力。

第三,失业人口大幅增加,可能出现失业群体“极化”现象^[15]。群体“极化”是指群体成员对某件事情刚开始有某种偏向,经过群体议论后,形成极端的立场、观点、决策乃至行动。脑机接口技术的成功研发,使脑控机器人生产、脑控机器人物流、脑控机器人服务成为可能。若大规模推广普及,社会将加速运转,失业人口会大量涌现。这些终日无所事事的剩余劳动者,一面在现实社会中依靠最低社会保障勉强糊口度日,一面痴迷于虚拟网络中的交互游戏、热衷于信息的转发与传播。由于经济来源、生活水平、社会地位和境遇以及人生态度基本相似,在失业群体中极易产生趋同的社会认知与情绪反应。而虚拟世界的隐匿性、开放性,反过来又帮助这类群体的社会认知与情绪反应得以快速传播、发酵,从而形成一个高度封闭的、同质化的

“回声室”,引导群体成员的认知、情绪、决策朝共同的方向移动,最后导致失业群体“极化”现象出现。

第四,犯罪事件和公共安全危害增多。脑机接口技术能使人通过意念远程控制外在物体,实现脑连网,这就为犯罪行为的隐蔽创造了条件,从而增加刑事侦查的难度以及犯罪活动逃避惩处可能性。脑机接口技术还能增强人的能力,《阿丽塔》《攻壳机动队》等科幻电影里半机械化、半人体特征的“义体人”,都拥有超出常人的强大力量。而贫富两极分化、失业群体“极化”等因素相互交织作用,导致社会仇富、仇官、反智情绪乃至民粹、暴动思潮逐渐涌现,为犯罪分子、极端势力、恐怖势力、分裂势力等不法人员实施违法犯罪活动提供了托词、借口。不法人员利用脑机接口技术,在线上聚集和商议违法犯罪活动、实施违法犯罪行为变得越来越便利,远距离、大规模袭击特定目标亦成为可能,如犯罪嫌疑人通过意念远程控制义肢投放危险物品或放射性物质、传播传染病原体或病毒、驾驶智能交通工具故意肇事等。由此,社会秩序和公共安全的危险性大幅增加,破坏性也将越来越大。

第五,战争风险上升。脑机接口技术可以实现长官之间、战士之间、长官与战士之间、战斗人员与军事设备之间的高效通信,意念相连替代了语言文字沟通,上传下达迅速及时,执行力将大幅提高;发动战争无需经过战前会商研判、权衡抉择、备战动员等环节,国家元首或军队总司令脑海里掠过的意念即可成为开战命令,并被迅速执行或实施。脑机接口技术还使脑控武器与脑控无人机群、无人飞船、无人战车、无人潜艇、无人航母等成为现实,战争中的人员伤亡率将大大减少,战斗力大为提升,从而消除现代战争中两个最需要顾忌的因素,反过来将助长军事膨胀心态,一言不合、一念之下开战的风险急剧上升。

第六,人类精神文明或将遭受不可估量的损失。人类历史上真正能让人叹为观止并引起

人心共鸣的文艺作品,并不是因为华丽的词藻、严谨的语义逻辑、逼真的形象,而是充溢其中能够打动人的感情、思想、灵魂、意境、意蕴。创作这些文艺珍品瑰宝,需要凝结作者集灵感、直觉、意念、情感、想象、智慧、生活历练、生命体验等非理性和理性因素在内的创造性劳动。如前所述,脑机接口技术的广泛应用,将使用户的生命体验趋向直接、单纯,生活历练中缺少激情、创意,创作的灵感和火花很难产生,人类精神创造高地或将出现令人难堪的板结。即使机器根据用户意念自动生成了诗词、小说、画作、曲谱、影视等文艺作品,雕刻出美丽精致的艺术品,修造了富丽雄伟的建筑,但这些产品也只是缺少激情、思想、灵魂、创意的无机品,可能当时会吸引眼球、一现昙华,但过后便将沉寂于史海,无法成为穿越历史时空、值得人类永久珍惜的瑰宝,给人类精神文明带来无法弥补的损失。

脑机接口技术对于人类而言,确实有着治疗和康复人体、增强和延展人类认知与行为能力等功能。但是必须看到,无论是对于用户个人还是群体或社会来说,脑机接口技术的应用,都存在着诸多风险。这些风险相互交织作用,会强化和放大整体风险,使人类未来真正进入到一个面临极大风险的社会。因此,学界应进一步加强对脑机接口技术风险的人文社会科学研究,探讨应对、治理之策,引导脑机接口技术朝着造福人类的方向发展。具体而言,我们可从以下几方面予以应对。

一是积极完善技术,减少安全隐患。安全问题不仅是一个重要的伦理问题,也是一个基本的科学问题。不成熟的技术是产生安全问题导致用户身心受伤害的重要原因。当前,脑机接口技术的应用依然存在许多安全隐患,加之大脑是一个极其复杂的器官,人类所掌握的知识还不能完全揭示大脑的奥秘,现阶段使用任何不成熟的技术对大脑的干预都会对人的身心健康带来极大伤害风险。因此,我们应该继续加强脑机接口技术的研究和创新,减少因技术缺陷带来的安全风险。这不仅有利于减少脑机

接口技术对人体健康的危害,从根本上也有利于未来脑机接口技术的健康发展。

二是建立和完善风险评价体系。脑机接口技术的应用必须认真权衡利弊,科学与合理评价其效用。目前,风险受益的分析方法对脑机接口技术的风险认识和评价具有清晰、简洁的优势,是一种广泛使用的风险评价方法。当某类脑机接口技术的应用带来的风险明显大于受益的时候,此类应用一般难以获得伦理辩护。但这种评价体系也面临着不确定性、模糊性、不可预测性等问题,还存在许多定性分析的局限性。因此需要我们研究和构建更加科学、合理的效用评估体系和评价方法,尽量提高效用评估的科学性、可预测性和准确性,以便基于伦理作出正确的判断。

三是制定相应的伦理准则和提出管理建议。相比脑机接口技术的开发和应用,目前学术界还较少思考和提出有价值的脑机接口技术研究发展的伦理原则和管理建议,这或已成为制约脑机接口技术健康发展的一大问题。因此,我们应该尽快在全面、系统和深入研究脑机接口技术人文风险的基础上,提出适合脑机接口技术研究发展的伦理原则和管理建议,使脑机接口技术的研究和应用真正造福人类和社会。

[参考文献]

- [1] Wolpaw J R, Birbaumer N, Heetderks W J, et al. Brain-computer Interface Technology: A Review of the First International Meeting[J]. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, 2000, 8(2): 164-73.
- [2] 张田勘. 马斯克的人机共生是不是在玩火[N]. 中国青年报, 2020-09-02.
- [3] Rose N. The Human Brain Project: Social and Ethical Challenges[J]. Neuron, 2014, 82(6): 1212-1215.
- [4] [美]米格尔·尼科莱利斯. 脑机穿越: 脑机接口改变人类未来[M]. 黄珏苹, 郑悠然, 译. 杭州: 浙江人民出版社, 2015.
- [5] 朱洪洋. 学习幻肢与神经全景敞视: 脑机接口技术应用于教育的主要伦理挑战[J]. 电化教育研究, 2020(5): 39-44.
- [6] 霍梦兰. 脑机接口技术及其军事应用[J]. 科技视界, 2016(26): 193.
- [7] 叶岸滔. 脑机接口技术: 伦理问题与研究挑战[J]. 昆明理工大学学报(社会科学版), 2016(12): 8-14.
- [8] [法]马塞尔·莫斯. 社会学与人类学[M]. 余碧平, 译. 上海: 上海译文出版社, 2003: 306.
- [9] Metzinger T. Being No One: The Self-Model Theory of Subjectivity[M]. Cambridge: MIT Press, 2004: 1-24.
- [10] [美]阿尼尔·阿拿瑟斯旺米. 不存在的人: 从自闭、幻肢到出体经验, 一场“自我”的科学壮游[M]. 柯明宪, 译. 台北: 究竟出版社, 2016: 99.
- [11] Sharon T. Human Nature in an Age of Biotechnology: The Case for Mediated Posthumanism[M]. Springer, 2013: 4.
- [12] Burwell S, Sample M, Racine E. Ethical Aspects of Brain Computer Interfaces: A Scoping Review[J]. BMC Medical Ethics. 2017, 18(1): 60.
- [13] [英]安东尼·吉登斯. 现代性的后果[M]. 田禾, 译. 北京: 译林出版社, 2000: 115.
- [14] 叶岸滔. 脑机增强: 公平问题及其反思[J]. 医学与哲学, 2020(6): 32-4.
- [15] 易显飞, 王广赞. 论延展认知技术及其风险[J]. 科学技术哲学研究, 2020(1): 57-60.