

脑机接口技术在高校计算机辅助教学中的应用前景与伦理考量

薛 飞

(辽宁对外经贸学院经济学院, 辽宁 大连 116000)

摘要：脑机接口 (Brain-Computer Interface, BCI) 技术作为融合神经科学、计算机科学、生物医学工程的前沿技术，打破了大脑与外部设备的物理壁垒，为高校计算机辅助教学的创新发展提供了全新可能。本文立足高校教学改革需求，系统探讨脑机接口技术在个性化教学、交互模式优化、特殊群体支持及教学评估完善等方面的应用前景，深入剖析技术应用过程中可能面临的隐私安全、教育公平、人文关怀缺失及责任界定等伦理困境，最终提出构建伦理准则、完善保护机制、落实公平措施、建立协同监管体系的规范应用路径，为脑机接口技术在高校计算机辅助教学中的合理、有序应用提供理论参考与实践指引。

关键词：脑机接口技术；高校计算机辅助教学；应用前景；伦理考量；规范路径

中图分类号：G642.0

文献标识码：A

文章编号：3106-2709 (2025) 10-0005-05

DOI: 10.62022/NCAR.issn3106-2709.2025.10.002

The application prospects and ethical considerations of brain computer interface technology in computer-assisted teaching in universities

Xue Fei

(School of Economics, Liaoning University of International Business and Economics, Dalian, Liaoning 116000)

Abstract: Brain Computer Interface (BCI) technology, as a cutting-edge technology that integrates neuroscience, computer science, and biomedical engineering, breaks down the physical barriers between the brain and external devices, providing new possibilities for the innovative development of computer-assisted teaching in universities. This article is based on the needs of teaching reform in universities, systematically exploring the application prospects of brain computer interface technology in personalized teaching, optimization of interaction modes, support for special groups, and improvement of teaching evaluation. It deeply analyzes the ethical dilemmas that may be faced in the process of technology application, such as privacy and security, educational equity, lack of humanistic care, and responsibility definition. Finally, it proposes a standardized application path for constructing ethical standards, improving protection mechanisms, implementing fair measures, and establishing a collaborative supervision system, providing theoretical reference and practical guidance for the rational and orderly application of brain computer interface technology in computer-assisted teaching in universities.

Keywords: Brain Computer Interface Technology; Computer assisted teaching in universities; Application prospects; Ethical considerations; Standardized path

一、脑机接口技术在高校计算机辅助教学中的应用前景

脑机接口技术通过采集、解析大脑神经电信号，实现大脑与计算机等外部设备的直接信息交互，其核心优势在于能够实时捕捉学习者的认知状态、情绪变化及学习需求，为计算机辅助教学赋予“读懂大脑”的能力。在高校教学场景中，该技术不再是单纯的工具辅助，而是深度融入教学全流程，推动教学模式从“标准化”向“个性化”、从“单向灌输”向“双向互动”转型，展现出广阔的应用潜力。

(一) 个性化教学场景的创新应用

个性化教学是高校教学改革的核心方向，而传统计算机辅助教学往往难以精准匹配每个学生的认知水平、学习节奏与兴趣偏好，多以统一化的教学内容和进度开展教学，导致“优生吃不饱、差生跟不上”的困境。脑机接口技术的应用的核心突破的是实现了“以学习者为中心”的精准适配，通过植入式或非植入式设备实时采集学生的脑电信号，结合机器学习算法解析信号背后的注意力集中度、知识接受度、认知负荷等核心指标，构建个性化学习画像。

在计算机辅助教学系统中，该技术可根据学生的实时

认知状态动态调整教学内容与呈现形式：当检测到学生脑电信号显示注意力不集中时，系统可自动切换教学场景（如从文字讲解切换为动画演示、互动问答），或推送趣味性知识点唤醒注意力；当发现学生对某一知识点的认知负荷过高（脑电信号呈现疲劳、困惑特征），系统可拆分知识点、放慢讲解节奏，补充分层练习与答疑模块；当检测到学生认知水平较高、学习进度较快时，系统可自动推送拓展性内容、科研案例或进阶任务，满足其个性化发展需求。例如，在高校计算机编程、人工智能等课程中，脑机接口辅助教学系统可根据学生对代码逻辑、算法原理的认知反馈，动态调整教学案例的难度，实现“一人一策”的个性化教学，大幅提升学习效率与学习体验。

（二）教学交互模式的优化升级

传统高校计算机辅助教学的交互模式多依赖鼠标、键盘、触摸屏等外部设备，存在交互延迟、操作繁琐、不够自然等问题，难以实现学习者与教学系统的“无缝对接”，尤其在需要高度专注的教学场景中，外部操作易分散学生注意力，影响教学效果。脑机接口技术的应用，彻底改变了这种“间接交互”模式，实现了“大脑直接控制”的自然交互，让教学交互更高效、更贴合人类认知习惯。

在教学过程中，学生无需借助任何外部操作设备，仅通过大脑思维即可实现与计算机辅助教学系统的交互：如通过意念发出“切换页面”“暂停讲解”“提交答案”等指令，系统通过解析脑电信号快速响应；在小组讨论、课堂问答环节，学生可通过脑机接口实时传递自己的观点、疑问，无需开口发言，既避免了课堂发言的紧张感，也提高了交互效率，尤其适合性格内向、表达能力较弱的学生。此外，脑机接口技术还可实现“情绪交互”，通过解析学生的脑电信号识别其情绪状态（如积极、消极、焦虑、疲劳），教学系统可针对性地调整教学氛围，如播放舒缓的音乐缓解焦虑、推送鼓励性内容激发学习积极性，构建更具人文关怀的交互场景。这种优化后的交互模式，不仅降低了学生的操作成本，更让教学过程从“被动接受”转变为“主动参与”，提升了学生的课堂参与度与学习主动性。

（三）特殊群体教学支持的突破

高校特殊群体（如肢体残疾、语言障碍、听力障碍等学生）在传统教学中面临诸多不便，尤其是在计算机相关课程中，鼠标、键盘等操作设备的使用往往成为其学习的主要障碍，传统计算机辅助教学系统难以满足其特殊学习需求，导致特殊群体学生的学习体验与学习效果受到影响。脑机接口技术的应用，为特殊群体学生提供了全新的

学习路径，打破了身体条件的限制，实现了“无障碍学习”的突破。

对于肢体残疾无法操作鼠标、键盘的学生，脑机接口技术可让其通过大脑意念直接控制计算机辅助教学系统，完成知识点学习、作业提交、在线答疑等一系列学习任务，无需依赖他人协助；对于语言障碍学生，脑机接口技术可将其大脑中的思维想法转化为文字或语音，实现与教师、同学的有效沟通，参与课堂互动与小组讨论；对于听力障碍学生，系统可通过脑机接口捕捉其认知状态，将教学内容转化为可视化的文字、图像或脑电信号反馈，确保其能够准确理解教学内容。例如，某高校针对肢体残疾学生开发的脑机接口辅助教学系统，可让学生通过意念控制编程软件的操作，完成代码编写、调试等任务，有效解决了其学习中的操作难题，帮助特殊群体学生更好地融入高校学习生活，实现教育的包容性与公平性。

（四）教学效果评估体系的完善

教学效果评估是高校教学质量提升的重要保障，传统计算机辅助教学的评估方式多依赖作业完成情况、考试成绩、课堂打卡等外在指标，难以全面、客观地反映学生的真实学习状态与认知水平，存在评估滞后、片面化等问题，无法为教学改进提供精准依据。脑机接口技术的应用，实现了教学效果的“实时化、精准化、全面化”评估，弥补了传统评估方式的不足。

脑机接口设备可实时采集学生在学习过程中的脑电信号，通过算法解析出学生的注意力、记忆力、理解能力、情绪状态等内在指标，结合外在的学习行为数据（如学习时长、作业正确率），构建多维度的教学效果评估体系。例如，在知识点讲解过程中，系统可通过脑电信号实时判断学生是否真正理解知识点，若检测到多数学生出现困惑的脑电特征，教师可及时调整教学节奏、补充讲解；在课后复习环节，系统可通过脑电信号分析学生对知识点的记忆巩固情况，针对性地推送复习内容，避免无效复习；在学期评估中，除了传统的考试成绩，还可加入认知水平、学习态度、情绪管理等内在指标，让评估结果更全面、更客观。这种完善后的评估体系，不仅能够为教师提供精准的教学改进建议，也能帮助学生清晰认识自身的学习短板，实现个性化提升。

二、脑机接口技术在高校计算机辅助教学中应用的伦理考量

脑机接口技术在为高校计算机辅助教学带来创新机遇

的同时，也因其直接涉及人类大脑神经信号的采集、解析与应用，打破了传统教学的伦理边界，引发了一系列伦理风险与争议。这些伦理问题若得不到有效解决，不仅会影响技术的推广应用，还可能损害学生的合法权益、破坏教育公平，甚至引发社会伦理危机。因此，在推动技术应用的同时，必须充分考量其伦理风险，坚守教育伦理底线。

（一）隐私与数据安全伦理风险

隐私与数据安全是脑机接口技术应用最核心的伦理风险。脑机接口设备采集的脑电信号属于个人最核心的隐私信息，包含了个体的认知特征、情绪状态、思维想法、记忆内容等敏感信息，这些信息具有唯一性、不可替代性，一旦泄露或被滥用，将对学生的个人权益造成严重损害。与传统的个人信息（如姓名、手机号）不同，脑电信号能够直接反映个体的内在心理活动，甚至可以被解析出个体的价值观、兴趣偏好、心理缺陷等，若被非法获取，可能导致学生遭受歧视、勒索，或被用于恶意引导、精神控制等不正当用途。

在高校计算机辅助教学场景中，数据安全风险主要体现在三个方面：一是数据采集环节，部分教学机构可能在未明确告知学生、未获得学生充分授权的情况下，擅自采集学生的脑电信号，甚至采集与教学无关的敏感信息，侵犯学生的知情权与隐私权；二是数据存储环节，脑电数据量大、敏感度高，若存储系统存在安全漏洞，易被黑客攻击、窃取，导致数据泄露；三是数据使用环节，部分机构可能将学生的脑电数据用于商业用途（如广告推送、学术研究），或与第三方共享数据，未对数据使用范围进行严格限制，违背了数据使用的伦理准则。此外，脑电数据的可识别性强，即使进行匿名化处理，也难以完全消除其与个体的关联，进一步加剧了隐私与数据安全的伦理风险。

（二）教育公平与技术歧视问题

教育公平是高校教育的核心伦理准则，而脑机接口技术在高校计算机辅助教学中的应用，可能会加剧教育不平等，引发技术歧视问题。一方面，脑机接口技术的研发与应用成本较高，植入式脑机接口设备价格昂贵，非植入式设备也需要一定的资金投入，部分高校（尤其是地方高校、民办高校）可能因资金不足，无法为学生配备脑机接口辅助教学设备，导致这些高校的学生无法享受技术带来的教学便利，与重点高校、资金充足的高校学生之间形成“技术鸿沟”，进一步扩大教育差距。

另一方面，即使高校配备了相关设备，也可能存在技术应用不均衡的问题：部分教师可能更倾向于使用脑机接

口技术辅助成绩较好的学生，而忽视成绩较差、学习能力较弱的学生；部分学生可能因自身身体条件、认知能力等原因，无法正常使用脑机接口设备，导致其学习体验与学习效果受到影响，被排除在技术辅助教学体系之外。此外，脑机接口技术的应用可能会强化“技术决定论”，过度依赖技术指标评估学生的学习能力与潜力，忽视学生的主观努力、个性发展与人文素养，对那些不适应技术、脑电信号特征不“优秀”的学生造成歧视，违背了“因材施教”的教育伦理，损害了教育的公平性。

（三）学生主体性与人文关怀缺失风险

高校教学的核心是“育人”，强调尊重学生的主体性，注重人文关怀，培养学生的独立思考能力、创新能力与人文素养。而脑机接口技术在计算机辅助教学中的过度应用，可能会弱化学生的主体性，导致人文关怀缺失，违背教育的本质初衷。一方面，脑机接口技术通过实时监测学生的脑电信号，对学生的学习状态进行“精准控制”与“实时干预”，可能会让学生陷入“被监控”“被支配”的困境，丧失自主学习的主动性与创造性。例如，系统根据脑电信号判断学生注意力不集中时，强制切换教学内容、推送提醒，可能会打断学生的思维过程，影响学生的独立思考，让学生沦为技术的“附属品”。

另一方面，过度依赖脑机接口技术的“数据化评估”，可能会忽视学生的情感需求、心理状态与个性发展，导致教学过程变得冰冷、机械，缺乏人文关怀。例如，系统仅通过脑电信号判断学生的学习效果，而忽视学生的学习压力、情绪困扰、家庭背景等因素对学习的影响，无法为学生提供针对性的心理疏导与人文关怀；教师过度依赖技术数据，减少与学生的面对面沟通、情感交流，导致师生关系淡化，违背了教育的人文本质。此外，脑机接口技术的应用可能会让学生过度关注自身的脑电信号指标，产生焦虑、自卑等负面情绪，影响其身心健康发展，进一步加剧人文关怀缺失的问题。

（四）技术滥用与责任界定困境

脑机接口技术在高校计算机辅助教学中的应用，还面临技术滥用与责任界定的伦理困境。一方面，技术滥用的风险主要体现在两个方面：一是教学过程中的过度应用，部分高校或教师可能过度依赖脑机接口技术，将其作为控制学生、提高成绩的“工具”，忽视教学规律与学生的身心发展特点，例如，通过脑机接口设备强制学生长时间集中注意力，过度压榨学生的学习潜力，损害学生的身心健康；二是技术的超出教学范围的滥用，如利用脑机接口设

备窥探学生的私人想法、监控学生的课外行为,或用于学术造假、恶意竞争等不正当用途,违背了技术应用的伦理底线。

另一方面,责任界定困境也是突出的伦理问题。脑机接口技术的应用涉及学生、教师、高校、技术研发企业等多个主体,一旦出现问题(如数据泄露、学生身心受损、技术故障导致的教学事故等),难以明确责任主体。例如,学生因使用脑机接口设备出现认知障碍,是设备本身的技术缺陷、高校的使用不当、教师的操作失误,还是学生自身的身体原因导致?责任难以划分;若脑电数据被泄露,是存储系统的安全漏洞、高校的管理不当,还是技术研发企业的责任?这些问题都缺乏明确的伦理规范与法律依据,导致出现问题后无法有效追责,既损害学生的合法权益,也影响技术的健康发展。此外,技术的快速发展与伦理规范、法律制度的滞后性之间的矛盾,进一步加剧了责任界定的困境。

三、脑机接口技术在高校计算机辅助教学中规范应用的路径

面对脑机接口技术在高校计算机辅助教学中应用的前景与伦理风险,必须坚持“技术创新与伦理规范并重”的原则,通过构建伦理准则、完善保护机制、落实公平措施、建立协同监管体系,引导技术合理、有序应用,实现技术创新与教育伦理的有机统一,充分发挥技术对高校计算机辅助教学的推动作用,同时坚守教育育人的本质底线。

(一) 技术应用的伦理准则构建

伦理准则是规范脑机接口技术应用的基础,需结合高校教育的本质需求与技术特点,构建科学、合理、可操作的伦理准则体系,明确技术应用的底线与要求。首先,确立“以人为本”的核心准则,强调技术应用必须服务于学生的全面发展,尊重学生的主体性、隐私权与人格尊严,禁止以控制、监控学生为目的的技术应用,坚守教育育人的本质。其次,明确“知情同意”准则,要求高校在使用脑机接口技术开展辅助教学前,必须向学生及家长充分告知技术的应用目的、采集数据的范围、使用方式、潜在风险等信息,获得学生及家长的书面同意,严禁未经授权擅自采集、使用学生的脑电数据。

再次,制定“适度应用”准则,明确脑机接口技术仅作为辅助教学工具,不能替代教师的主导作用,不能过度依赖技术数据,强调教学过程中的人文关怀与师生互动,避免技术滥用。最后,建立“伦理审查”准则,成立由高

校教师、伦理专家、法律专家、学生代表组成的伦理审查委员会,对脑机接口技术在辅助教学中的应用方案、数据使用、风险防控等进行全面审查,对不符合伦理准则的应用项目予以否决,确保技术应用的合法性与伦理性。同时,加强伦理教育,提高教师、学生及技术操作人员的伦理意识,引导其自觉遵守伦理准则,规范技术使用行为。

(二) 数据安全与隐私保护机制完善

针对隐私与数据安全的伦理风险,需构建全方位、多层次的数据安全与隐私保护机制,确保学生的脑电数据安全,维护学生的合法权益。首先,完善数据采集机制,明确数据采集的范围与目的,仅采集与教学相关的脑电信号,严禁采集与教学无关的敏感信息;采用加密采集技术,确保数据采集过程的安全性,防止数据被非法拦截、窃取。其次,健全数据存储机制,采用高安全级别的存储系统,加强存储设备的安全防护,定期进行安全检测与漏洞修复,防止数据泄露;对脑电数据进行匿名化处理,删除可识别个体的信息,降低数据泄露的风险;明确数据存储期限,教学结束后及时清理无关数据,避免数据长期存储带来的安全隐患。

再次,规范数据使用机制,明确数据使用的范围与权限,严禁将学生的脑电数据用于商业用途、学术研究以外的其他用途,如需共享数据,必须获得学生的再次授权,并签订数据安全保密协议;建立数据使用追溯机制,对数据的使用过程进行全程记录,确保数据使用可追溯、可追责。最后,加强数据安全监管,高校应设立专门的数据安全管理部门,负责脑电数据的安全管理与监督,定期开展数据安全检查,及时发现并解决安全隐患;加强与技术研发企业的合作,明确企业的数据安全责任,要求企业提供完善的安全技术支持与售后服务,共同保障数据安全。

(三) 教育公平保障措施落实

为破解技术歧视问题,保障教育公平,需采取针对性的措施,推动脑机接口技术在高校计算机辅助教学中的均衡应用。首先,加大政策支持与资金投入,政府应出台相关政策,引导高校合理配置脑机接口辅助教学设备,对资金不足的地方高校、民办高校给予资金补贴,降低技术应用的门槛,缩小不同高校之间的“技术鸿沟”;鼓励技术研发企业加大研发投入,降低设备成本,推出适合高校教学的性价比高的脑机接口设备,提高技术的可及性。其次,推动技术应用的均衡化,高校应制定明确的技术应用方案,确保所有学生都能平等享受技术带来的教学便利,避免技术应用向成绩较好的学生倾斜;针对特殊群体学生,优化

脑机接口设备的设计与使用流程，为其提供个性化的技术支持，确保其能够正常使用设备，实现无障碍学习。

再次，完善评估体系，避免过度依赖技术数据评估学生的学习能力，将学生的主观努力、个性发展、人文素养等纳入评估范围，构建多元化的教学效果评估体系，杜绝技术歧视。最后，加强区域间、校际间的合作与交流，共享脑机接口辅助教学资源与经验，推动技术应用的均衡发展，让更多学生受益于技术创新，维护教育的公平性。

（四）多方协同监管体系建立

规范脑机接口技术的应用，需要构建政府、高校、技术研发企业、社会公众多方协同的监管体系，明确各方责任，形成监管合力，确保技术应用的合规性与伦理性。首先，政府应发挥监管主导作用，加快完善相关法律法规与行业标准，明确脑机接口技术在高校教学中应用的法律边界、责任划分、处罚标准等，对违法违规应用行为进行严厉处罚；加强对技术研发、生产、应用全流程的监管，规范企业的经营行为，确保设备的安全性与可靠性。其次，高校应履行主体责任，建立健全内部监管机制，加强对教师、技术操作人员的管理与培训，规范技术应用流程，定期开展伦理审查与安全检查，及时发现并解决技术应用中的问题；主动接受社会监督，公开技术应用的相关信息，保障公众的知情权与监督权。

再次，技术研发企业应履行社会责任，加强技术研发的伦理考量，确保技术的安全性与伦理性，主动向高校提供技术支持与安全保障，配合高校做好数据安全与隐私保护工作；严禁研发、生产用于非法监控、精神控制等不正当用途的设备，坚守技术伦理底线。最后，发挥社会公众与媒体的监督作用，鼓励社会公众对脑机接口技术在高校教学中的应用进行监督，对违法违规行为进行举报；媒体

应加强宣传引导，普及脑机接口技术的相关知识与伦理规范，引导社会正确认识技术的价值与风险，营造良好的技术应用环境。

四、结束语

脑机接口技术作为前沿科技与高校计算机辅助教学深度融合的重要载体，为高校教学模式的创新发展提供了全新机遇，在个性化教学、交互模式优化、特殊群体支持及教学评估完善等方面展现出广阔的应用前景，有望推动高校计算机辅助教学进入“精准化、个性化、无障碍”的新阶段。然而，技术是一把“双刃剑”，脑机接口技术在应用过程中也面临着隐私安全、教育公平、人文关怀缺失及责任界定等诸多伦理困境，这些问题若得不到有效解决，将严重制约技术的推广应用，甚至损害教育的本质与学生的合法权益。因此，在推动脑机接口技术在高校计算机辅助教学中应用的过程中，必须坚持“技术创新与伦理规范并重”，通过构建科学的伦理准则、完善数据安全与隐私保护机制、落实教育公平保障措施、建立多方协同监管体系，引导技术合理、有序应用，实现技术创新与教育伦理的有机统一。未来，随着技术的不断成熟与伦理规范的不断完善，脑机接口技术将进一步赋能高校计算机辅助教学，为高校教育教学改革注入新的活力，助力培养更多适应时代发展需求的高素质人才。同时，也需要持续关注技术发展带来的新的伦理问题，不断完善监管体系与伦理规范，确保技术始终服务于教育育人的根本目标。

参考文献：

- [1] 罗如平，万云，周双喜.新工科背景下计算机辅助设计课程教学改革与实践——以土木类专业为例 [J]. 国家通用语言文字教学与研究，2022，（9）：17-19.