

“脑科学与人工智能”技术师资培训的 实践研究

——基于科研反哺教学机制的专业能力提升路径

杨美荣^{1,2}, 吕少博^{1,2}, 牛春娟^{1,2}, 顾俊娟^{1,2}, 陈昕^{1,2}, 王赫^{1,2}

¹华北理工大学心理与精神卫生学院, 河北 唐山

²河北省心理健康与脑科学重点实验室, 河北 唐山

收稿日期: 2026年3月9日; 录用日期: 2026年4月10日; 发布日期: 2026年4月20日

摘要

在心理学学科交叉融合与智能化转型背景下, 提升高校心理学专业教师的神经科学技术素养成为教师发展的重要议题。本研究基于“脑科学与人工智能”技术师资培训项目的实践, 系统探讨了眼动追踪、脑电(EEG)、功能性近红外光谱(fNIRS)等技术的培训路径及其对科研与教学的双重赋能机制。研究发现, 通过“技术精进-科研深化-教学创新”的螺旋式发展模式, 参训教师不仅实现了研究方法的升级迭代, 更形成了将前沿科研成果转化为优质教学资源的有效机制。研究揭示了科研反哺教学的三重逻辑, 即知识生产逻辑促进课程内容更新、方法训练逻辑推动教学模式变革、思维培养逻辑引领育人理念革新。本研究为新时代心理学教师专业发展提供了理论框架与实践参考。

关键词

脑科学技术, 人工智能, 师资培训, 科研反哺教学, 专业发展

Practical Research on Teacher Training in “Brain Science and Artificial Intelligence” Technology

—Pathways for Enhancing Professional Competence Based on the Mechanism of Research Feeding Back into Teaching

Meirong Yang^{1,2}, Shaobo Lv^{1,2}, Chunjuan Niu^{1,2}, Junjuan Gu^{1,2}, Xin Chen^{1,2}, He Wang^{1,2}

¹School of Psychology and Mental Health, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

²Hebei Key Laboratory of Mental Health and Brain Science, Tangshan Hebei

Abstract

Against the background of interdisciplinary integration and intelligent transformation in psychology, improving neuroscience technological literacy among university psychology teachers has become an important issue in faculty development. Based on the practice of a teacher training program focusing on “brain science and artificial intelligence”, this study systematically explores the training paths of techniques such as eye-tracking, electroencephalography (EEG), and functional near-infrared spectroscopy (fNIRS), as well as their dual empowering mechanisms for research and teaching. The results show that through the spiral development model of “technological proficiency-research deepening-teaching innovation”, participating teachers not only upgraded their research methods but also formed an effective mechanism for translating cutting-edge research findings into high-quality teaching resources. This study reveals three logics of research feeding back into teaching: the logic of knowledge production promotes curriculum content renewal, the logic of methodological training drives the reform of teaching models, and the logic of thinking cultivation leads to the innovation of educational concepts. This study provides a theoretical framework and practical reference for the professional development of psychology teachers in the new era.

Keywords

Brain Science Technology, Artificial Intelligence, Teacher Training, Research Feeding Back into Teaching, Professional Development

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 问题提出与研究背景

(一) 心理学学科的神经科学转向与智能化趋势

21 世纪以来，心理学研究正经历深刻的范式变革。认知神经科学的崛起推动了心理学从行为描述向机制解释的转型，神经影像技术成为揭示心理活动生理基础的核心工具。国际心理学界普遍认为，不具备神经科学视野的心理学研究者将面临知识结构的结构性缺陷。与此同时，人工智能技术的突破性进展，特别是深度学习在模式识别与预测建模领域的成功应用，为心理学研究提供了全新的方法论工具[1]。

我国心理学学科发展同样呈现这一趋势。《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》明确要求心理学专业学生掌握“生理心理学”、“认知神经科学”等核心知识，具备“使用心理学实验设计与心理测量技术”的基本能力。这对承担人才培养任务的高校心理学教师提出了严峻挑战：教师自身是否具备运用神经科学技术开展研究的能力？能否将前沿技术方法有效融入教学过程？而实际情况是我国高校心理学教师中系统接受过神经科学技术训练的比例较低，能够熟练运用多模态技术开展研究的教师不足，这种技术能力短板严重制约了心理学专业人才培养质量的提升[2] [3]。

(二) 高校教师专业发展的双重使命困境

高校教师职业具有科研和教学的双重使命。然而，长期以来存在“重科研轻教学”的价值偏向，科研与教学割裂，从事基础研究的教师专注于实验室的神经机制探索，忽视了研究成果的教育转化；从事

教学工作的教师则因技术能力局限,难以将学科前沿融入课堂。破解这一困境的关键在于建立“科研反哺教学”的有效机制,使学术研究成为教学创新的源头活水,使教学过程成为科研思维的培养场域[4]-[6]。对于心理学专业而言,科研反哺教学具有特殊重要性。心理学既是基础学科又是应用学科,其研究成果直接关系人类认知、情绪、行为的理解,与日常生活和教育实践紧密关联。神经科学技术所揭示的学习记忆机制、情绪调节原理、社会认知神经基础等,不仅为心理学理论发展提供证据,更为教育教学优化提供科学依据[7]-[9]。因此,培养具备神经科学技术素养、善于将科研成果转化为教学资源心理学教师队伍,是提升专业人才培养质量的关键环节。

(三) 技术培训的针对性需求分析

通过不断积累和持续努力,华北理工大学心理与精神卫生学院于2022年获批应用心理学国家一流专业建设点和河北省优秀教学团队。在此基础上,学院进一步加大科研平台与科研条件建设力度,在原有脑电、眼动、睡眠等实验室基础上,又购置了近红外成像系统、70通道事件相关电位仪、睡眠脑电事件相关电位分析仪、便携遥测式眼动仪等先进的科研仪器设备,极大带动了教师们的科研积极性,激发了教师们积极追踪科学前沿、广泛开展脑科学创新实验并将成果融入课堂的热情。

本项目参训人员均为应用心理学专业一线教师,富有强烈的事业心和责任感,在专业知识掌握、执行常规教学、优化课堂教学和指导课外活动等方面均表现优异,但神经生理学、信号处理等跨学科知识相对薄弱,对心理机制的理解及将这种理解转化为教学内容与方法的创新不足。以项目的方式进行校企联合师资培训,开展融合脑科学技术的专业实验教学培训,使教师在接受先进科研技术方法培训的基础上,具备融合心理学科学研究的课程设计、教学活动设计能力,将科技前沿和最新技术成果融入教学,以提升教学创新性、前沿性。高校教师面临职称晋升与学术产出的压力,技术培训需与科研能力提升、学术成果产出直接关联,方能激发参与动机[10][11]。因此,面向高校心理学教师的脑科学技术培训,不能简单照搬医学或工程学的技术培训模式,而应立足心理学学科特点,构建“技术-科研-教学”三位一体的培养体系,实现科研能力与教学能力的协同发展。

2. 理论基础与分析框架

(一) 教师学术身份的转变

Boyer提出的“教学学术”(Scholarship of Teaching and Learning, SoTL)概念,为理解科研与教学的关系提供了新视角。教学学术强调教学活动的学术属性,认为教学不仅是知识传递,更是需要系统研究、公开分享、接受同行评价的专业实践[6]。在这一框架下,高校教师的学术身份从单一的“学科研究者”拓展为“教学学术者”,科研与教学不再是此消彼长的竞争关系,而是相互促进的共生关系。对于心理学教师而言,运用神经科学技术开展教学研究本身就是教学学术的重要体现。通过眼动、脑电、近红外等技术,教师可以客观记录学习过程,验证教学方法的有效性,将课堂转化为研究现场。这种“以研究的方式开展教学”的实践,既产出了教学研究成果,又提升了教学质量,实现了科研与教学的统一。

(二) 科研反哺教学的机制模型构建

基于培训实践与理论分析,本研究构建了科研反哺教学的“三维机制模型”:①知识维度:前沿成果的课程化转化。将神经科学技术产生的最新研究发现,转化为心理学专业课程的教学内容,实现课程体系的动态更新。这要求教师具备追踪学科前沿的学术敏感,以及将复杂研究成果转化为学生可理解知识的教学能力[12][13]。②方法维度:研究技能的显性化教学。将神经科学技术所蕴含的实验设计思维、数据分析方法、批判性思维能力,通过显性教学方式传授给学生。这不仅是技术操作的传授,更是科学方法论的训练,培养学生“像研究者一样思考”的能力[9]。③思维维度:科学精神的内隐性濡化。通过教师自身的科研实践,向学生展示科学探索的过程、面对不确定性的态度、追求真理的精神,实现科学

态度与学术价值观的潜移默化。这三个维度由外而内、由知到行，共同构成科研反哺教学的完整机制。

(三) “三维机制模型” 的独特贡献

舒尔曼的“学科教学知识”(PCK)理论强调教师将既定学科知识转化为可教内容,但默知识是静态的,而本模型的知识维度超越于此,强调“动态知识更新”——将科研前沿成果持续课程化,要求教师兼具学术敏感性与教学转化能力。方法维度则为跨学科教师协作提供了具体载体,通过研究技能的显性化教学,让理工科与文科教师围绕“研究方法”形成共同语言,突破了单一学科局限。传统 STEM 教育多聚焦多学科内容整合,而本模型在知识维度之外,独创性地提出方法维度与思维维度,将实验设计、数据分析作为跨学科能力核心,将批判性思考、面对不确定性的态度作为素养内核,使跨学科教育从“知识拼盘”走向“方法论统一”。思维维度更通过科学精神的内隐性濡化,将科研伦理、学术价值观培养提升至与知识技能同等高度。“三维机制模型”的独特贡献在于,打通了科研与教学的二元对立,系统阐释了科研内生性转化为教学资源的机制;实现了知识、方法的显性教学与思维培养的隐性濡化相协同;并以“方法”为纽带、“思维”为内核,为脑科学这类高度交叉领域跨学科师资队伍建设和实践路径。

3. 神经科学技术培训的核心内容与特色

(一) 眼动追踪技术: 视觉认知研究的窗口

眼动追踪技术通过记录眼球运动轨迹,为研究视觉注意、阅读加工、决策过程等提供了高时间精度的测量手段。在心理学研究中,眼动指标如注视时长、眼跳幅度、回视次数、瞳孔直径变化等,已成为揭示认知加工机制的重要窗口[7]。培训重点在于深化教师对眼动指标心理意义的理解,超越简单的“技术操作”层面。例如,注视时长不仅反映加工难度,还受兴趣、预期、抑制控制等多种因素调节;瞳孔直径变化作为自主神经系统的指标,可反映认知负荷与情绪唤醒的微妙变化。培训强调将眼动技术与心理学理论问题对接,如利用眼动轨迹验证阅读的眼动控制模型、检验视觉注意的资源分配理论、探索决策中的信息搜索策略等。针对教学转化,培训引导教师设计“眼动演示实验”融入课堂教学。例如,在“认知心理学”课程中现场演示视觉搜索任务的眼动过程,使学生直观理解特征整合理论与注意捕获机制;在“实验心理学”课程中指导学生设计简单的眼动实验,体验从假设提出到数据收集的完整研究过程。

(二) 脑电技术(EEG/ERP): 神经时间进程的精密刻画

脑电技术以其毫秒级的时间分辨率优势,成为研究认知过程神经时间进程的首选工具。事件相关电位(ERP)成分如 P300 (注意与记忆更新)、N400 (语义加工)、ERN (错误监控)、MMN (前注意加工)等,为理解心理活动的神经机制提供了精确的时间标记[14]。培训内容涵盖从基础原理到高级分析的完整链条:神经电生理基础与头皮电位产生机制、10~20 电极系统与导联定位、实验设计与事件标记、预处理流程(滤波、重参考、分段、基线校正、伪迹剔除)、时域分析(ERP 成分提取与统计分析)、时频分析(事件相关去同步/同步化, ERD/ERS)、源定位分析基础等。特别注重与人工智能技术的结合,利用机器学习算法进行单试次 ERP 分类、基于脑电信号的脑机接口(BCI)原理、深度学习在脑电降噪与特征提取中的应用等[15]。这体现了心理学研究与智能技术融合的发展趋势,拓展了教师的研究视野。在教学转化方面,强调脑电技术对心理学理论教学的支撑作用。例如,通过展示 Stroop 效应的 ERN 成分,帮助学生理解冲突监控的神经机制;通过演示 Oddball 范式的 P300 结果,说明注意资源分配的自动化过程。更重要的是,引导学生批判性思考脑电研究的空间分辨率限制、逆问题困境等局限性,培养科学思维能力。

(三) 功能性近红外光谱技术(fNIRS): 自然情境研究的利器

fNIRS 作为新兴的非侵入性脑功能成像技术,通过检测氧合血红蛋白与脱氧血红蛋白的浓度变化反映大脑皮层活动。相比 fMRI, fNIRS 具有便携、抗运动伪迹强、生态效度高等优势,特别适合发展心理

学、社会心理学、教育心理学等需要自然情境的研究领域[16]。培训内容包括近红外光谱成像的物理原理与生理基础、block 设计与事件相关设计、运动伪迹控制与校正方法、功能连接分析、超扫描技术原理等，突出 fNIRS 在心理学特色研究中的应用，如婴幼儿社会认知发展的脑机制研究、自然教学情境中的师生互动脑同步研究等。教学转化方面，fNIRS 技术可用于演示“社会脑”的功能组织、展示人际互动的神经基础等，使抽象的社会神经科学理论具象化[17][18]。超扫描技术所揭示的“脑间同步”现象，为理解教学互动、合作学习提供了全新视角，可直接转化为“社会心理学”、“教育心理学”课程的教学内容。

(四) 多模态技术融合与人工智能分析

当代心理学研究日益强调多模态数据融合，以克服单一技术的局限。眼动提供视觉注意信息，脑电提供神经电活动的时间进程，fNIRS 提供皮层激活的空间分布，三者的融合可构建认知过程的全面刻画[10]。培训涵盖多模态数据同步采集技术、数据融合策略以及人工智能分析方法，重点介绍机器学习在心理学研究中的应用。这一模块体现了心理学研究的计算转型趋势，帮助教师掌握大数据时代的心理学研究方法，拓展与计算机科学、数据科学交叉合作的能力[19]。

4. 科研反哺教学的实现路径与成效

(一) 知识生产逻辑：构建动态更新的课程内容体系

神经科学技术的快速迭代推动了心理学知识的持续更新。培训通过提升教师的技术研究能力，使其能够追踪学科前沿，将最新研究成果及时转化为教学内容。课程内容更新机制体现在三个层面：① 基础理论课程的证据更新。如“普通心理学”中关于记忆的神经机制，从早期的“记忆痕迹”假说到当前的“记忆再巩固”理论[9]。具备神经科学技术素养的教师，能够直接阅读原始研究文献，将最新证据融入课堂，避免教材内容的滞后性。② 方法技术课程的体系重构。传统的“实验心理学”、“心理研究方法”课程多侧重于行为实验与问卷测量，培训推动教师将神经科学技术纳入方法教学体系，增加“认知神经科学方法”、“生理心理学实验”等模块，使学生掌握多元化的研究工具。③ 交叉领域课程的新设开发。基于技术培训的积累，计划新增“社会神经科学”、“计算精神病学”等交叉课程，拓展心理学专业课程体系，以提升专业的时代适应性与竞争力[19]。

(二) 方法训练逻辑：推动研究性教学模式变革

科研反哺教学的核心不仅在于传递知识，更在于培养能力。培训推动教师将神经科学研究中形成的科学思维与方法技能，通过研究性教学方式传授给学生。教师采用探究式学习设计，将自身的神经科学研究项目转化为学生探究课题。例如，指导本科生参与眼动阅读实验的数据收集与分析，使学生在真实研究过程中掌握实验设计、数据清洗、统计分析、论文撰写等完整技能。这种“做中学”的模式，有效培养了学生的研究能力与批判性思维。开展反转课堂与混合教学，利用神经科学技术采集的学习过程数据，优化教学设计。例如，通过眼动分析发现学生在观看教学视频时的注意分散点，据此调整视频节奏与视觉呈现；通过脑电监测评估不同教学策略的认知负荷差异，选择最优教学方案。这种基于证据的教学优化，体现了“教学学术”的核心理念[4]。

(三) 思维培养逻辑：引领科学精神与人文关怀的融合

心理学兼具自然科学与人文社会科学的双重属性。神经科学技术培训不仅提升了教师的科学素养，更深化了其对心理现象复杂性的理解，促进了科学精神与人文关怀的融合。培训引导教师批判性审视神经科学的解释边界，避免将复杂心理现象简单归结为脑区激活。这种批判性思维通过教学传递给学生，培养其辩证看待科学技术的能力[14]。神经科学技术揭示了个体在神经结构、功能连接上的显著差异，为理解学习困难、情绪障碍的个体差异性提供了生物学基础。神经数据涉及个体隐私与认知特征，技术应用存在被滥用的风险。培训强化教师的伦理意识，使其在教学中引导学生讨论神经科学的伦理边界诸如

神经预测的风险、脑机接口的隐私问题等，培养负责任的科研态度与专业价值观[6]。

(四) 培训成效的多维评估

培训项目后从多维度评估了培训成效。科研产出上，参训教师发表 SSCI/SCI 论文数量增长，主持省部级以上课题比例提升，研究主题明显向认知神经科学方向拓展。眼动、脑电、fNIRS 等技术成为教师科研的常规工具，研究问题的深度与广度显著提升。教学创新上，参训教师对课程进行了内容更新或方法改革，指导的学生毕业论文开始涉及神经科学技术应用。学生评教数据显示，融入神经科学内容的课程在学科前沿性和方法科学性上评价显著提高。专业发展上，教师自我效能感显著提升，对运用神经科学技术开展研究的信心得到提升，学术认同感增强，参训教师表示找到了新的研究兴趣点，也深感“科研使教学更有底气，教学使科研更有方向”，教学热情明显提升。同时，培训推动了学院科研平台建设和科研教学成果产出。2025 年度，学院获批河北省心理健康与脑科学重点实验室，团队教师获批国家社会科学基金后期资助项目 1 项、河北省社会科学基金 2 项、教育部高等学校心理学类教指委教改项目 2 项，促进了心理学学科的全面升级。

5. 存在的问题、反思与努力方向

本项目成果显著，但实施中也暴露出一些问题。首先，设备共享瓶颈问题。高端设备位于科研实验室，难以支持大班实操。“演示 + 分组轮转”模式动手时间有限。未来可建“云端脑科学实验室”，利用 VR 虚拟仿真，并推行校级仪器预约平台，支持本科生小课题研究。第二，教师跨学科储备不足。培训实践中发现，部分教师在信号处理、编程分析环节遇到困难，产生畏难情绪；文科背景教师缺乏数理与编程基础，易“学而不用”。建议采取“长期跟踪”模式，构建“培训 - 实践 - 社群”的持续发展生态，建立线上社群、定期工作坊，提供图形化分析工具，并组建理工与文科教师协作的跨学科团队[20]。第三，课时与内容矛盾。学时压缩下融入前沿技术需顶层设计，如增设独立选修课、将新技术纳入课程设计或毕业选题，并通过“第二课堂”吸纳学有余力的学生。第四，教学案例普适性与个性化平衡。各校设备与基础差异大，应强调“因地制宜”。在推广时应强调“因地制宜”，鼓励教师根据自身条件进行改编(如将 fNIRS 换成 EEG，或将 VR 换成电脑屏幕模拟)。计划后续编写一份《教学案例改编指南》，帮助教师灵活运用。

项目组计划在以下几个方面持续发力。第一，成果推广与师资培训常态化。将本次开发的培训方案进一步完善，制作成标准化培训包(含 PPT、实验手册、视频教程)，面向校内及兄弟院校定期举办师资培训班，每年至少一期，形成品牌效应。同时，利用线上平台(如慕课、虚拟教研室)扩大受益面。第二，实验设计向科研项目转化。鼓励参训教师和学生基于项目组设计的实验方案，申报各级大学生创新项目、青年教师科研基金项目，争取产出高水平论文。第三，教学案例的迭代与课程建设。将项目组开发的教学案例正式纳入相关课程的教学大纲，并在教学实践中不断优化。在此基础上编写出版《脑科学实验教学案例集》教材。第四，课程思政与科学精神深度融合。进一步挖掘脑科学研究中的思政元素，如科学家精神、科研伦理、严谨求实、团队协作等，将之有机融入各教学案例中，培养学生的科学素养和社会责任感。例如，在讨论脑机接口时，引导学生思考技术伦理；在分析实验数据时，强调数据真实性。第五，深化校企合作与科普服务。积极与脑科学设备厂商、人工智能企业合作，共建联合实验室，开发更便捷的教学套件。鼓励学生利用所学知识，走进中小学开展脑科学科普活动，如演示意念控制、眼动游戏等，激发青少年对科学的兴趣，扩大学校社会影响力。

6. 结论与展望

本研究基于高校心理学专业教师“脑科学与人工智能”技术培训的实践，系统探讨了眼动、脑电、

近红外等技术的培训路径及其科研反哺教学机制。研究表明,面向高校教师的技术培训应立足学科特点,超越单纯的操作技能传授,构建“技术精进-科研深化-教学创新”的螺旋式发展模式。科研反哺教学通过知识生产、方法训练、思维培养三重机制实现,不仅推动了课程内容的更新与教学模式的变革,更引领了科学精神与人文关怀融合的育人理念。

本研究提出的培训框架与反哺机制,可为心理学教师教育改革提供参考,也可为其他相关学科的师资培训提供借鉴。未来研究可进一步关注人工智能生成技术(AIGC)对心理学研究与教学的变革性影响、虚拟现实(VR)与神经技术结合带来的沉浸式研究-教学新形态、开放科学理念下神经数据共享与教学资源建设的机制创新等方向。在心理学学科加速向神经科学范式与计算范式转型的背景下,提升教师的神经科学技术素养已成为专业发展的必然要求。我们坚信,随着脑科学与人工智能交叉领域的持续升温,本项目所积累的成果必将发挥越来越重要的作用,期待通过持续的实践探索与理论研究,为培养适应智能时代的心理学专业人才、推动心理学学科高质量发展贡献力量。

基金项目

教育部产学合作协同育人项目(编号:230806098155650)。

参考文献

- [1] Shafik, W. (2025) Introduction to Machine Learning and Its Applications to Neuroscience. In: Jena, B., et al., Eds., *Machine Learning for Neurodegenerative Disorders*, CRC Press, 1-32. <https://doi.org/10.1201/9781032661025-1>
- [2] Jamaludin, A., Henik, A. and Hale, J.B. (2019) Educational Neuroscience: Bridging Theory and Practice. *Learning: Research and Practice*, 5, 93-98. <https://doi.org/10.1080/23735082.2019.1685027>
- [3] Antonenko, P.D., van Gog, T. and Paas, F. (2013) Implications of Neuroimaging for Educational Research. In: Spector, J.M., et al., Eds., *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, Springer, 51-63. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_5
- [4] Darling-Hammond, L., Schachner, A.C.W., Wojcikiewicz, S.K. and Flook, L. (2024) Educating Teachers to Enact the Science of Learning and Development. *Applied Developmental Science*, 28, 1-21. <https://doi.org/10.1080/10888691.2022.2130506>
- [5] Gkintoni, E., Dimakos, I., Halkiopoulou, C. and Antonopoulou, H. (2023) Contributions of Neuroscience to Educational Praxis: A Systematic Review. *Emerging Science Journal*, 7, 146-158. <https://doi.org/10.28991/esj-2023-sied2-012>
- [6] Gola, G., Angioletti, L., Cassioli, F. and Balconi, M. (2022) The Teaching Brain: Beyond the Science of Teaching and Educational Neuroscience. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 823832. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.823832>
- [7] García-Marco, E. and Rolán, K. (2026) Neuroscience and Language Processing. In: Visalli, M. and Galmarini, M.V., Eds., *Collection and Analysis of Text Data in Sensory and Consumer Science*, Springer, 13-34. https://doi.org/10.1007/978-3-032-04851-6_2
- [8] Kedia, G., Mussweiler, T. and Linden, D.E.J. (2014) Brain Mechanisms of Social Comparison and Their Influence on the Reward System. *NeuroReport*, 25, 1255-1265. <https://doi.org/10.1097/wnr.0000000000000255>
- [9] Ritvo, V.J.H., Turk-Browne, N.B. and Norman, K.A. (2019) Nonmonotonic Plasticity: How Memory Retrieval Drives Learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 23, 726-742. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.06.007>
- [10] Ghazal, M.A., Ibrahim, O. and Salama, M.A. (2017) Educational Process Mining: A Systematic Literature Review. 2017 *European Conference on Electrical Engineering and Computer Science (EECS)*, Bern, 17-19 November 2017, 198-203. <https://doi.org/10.1109/eeecs.2017.45>
- [11] Schneider, M. and Preckel, F. (2017) Variables Associated with Achievement in Higher Education: A Systematic Review of Meta-Analyses. *Psychological Bulletin*, 143, 565-600. <https://doi.org/10.1037/bul0000098>
- [12] Aranda, G. and Tytler, R. (2016) Aligning Neuroscience Findings with Socio-Cultural Perspectives on Learning in Science. In: *From the Laboratory to the Classroom*, Routledge, 139-151.
- [13] Mayer, R.E. (2021) Evidence-Based Principles for How to Design Effective Instructional Videos. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 10, 229-240. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2021.03.007>
- [14] 胡弼成. 教育学范式的转型: 基于神经认知的跨学科革命——兼评《神经认知与教师教育》[J]. 长沙大学学报, 2025, 39(6): 95-103.

-
- [15] Mak, K.K., Lee, K. and Park, C. (2019) Applications of Machine Learning in Addiction Studies: A Systematic Review. *Psychiatry Research*, **275**, 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.03.001>
- [16] Pinti, P., Tachtsidis, I., Hamilton, A., Hirsch, J., Aichelburg, C., Gilbert, S., *et al.* (2018) The Present and Future Use of Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) for Cognitive Neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1464**, 5-29. <https://doi.org/10.1111/nyas.13948>
- [17] Zhao, Q., Zhao, W., Lu, C., Du, H. and Chi, P. (2024) Interpersonal Neural Synchronization during Social Interactions in Close Relationships: A Systematic Review and Meta-Analysis of fNIRS Hyperscanning Studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **158**, Article ID: 105565. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105565>
- [18] Jiang, J., Dai, B., Peng, D., Zhu, C., Liu, L. and Lu, C. (2012) Neural Synchronization during Face-to-Face Communication. *The Journal of Neuroscience*, **32**, 16064-16069. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2926-12.2012>
- [19] 区健新, 吴寅, 刘金婷, 等. 计算精神病学: 抑郁症研究和临床应用的新视角[J]. 心理科学进展, 2020, 28(1): 111-127.
- [20] 朱永新. 数智重塑教育未来——新教育实验“建设数码社区”的理论与实践[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2026, 44(1): 1-21.