

人机协同：“对分课堂”与AI智能体深度融合的教学模式研究

李玲, 王双友

邯郸学院软件学院, 河北 邯郸

收稿日期: 2026年2月21日; 录用日期: 2026年4月21日; 发布日期: 2026年4月30日

摘要

本研究聚焦“对分课堂”(PAD Class)这一本土原创教学模式, 针对其在实际应用中面临的“内化质量难监控、讨论深度难保障、个性化指导难实现”三大痛点, 创新性地提出AI智能体作为教学协同者的融合路径。研究系统设计了AI智能体嵌入对分课堂“讲授-内化-讨论-总结”四环节的具体方案: 讲授阶段通过历史数据分析精准把握学生认知起点; 内化阶段以“一对一智能学伴”身份实现“测-讲-练”自适应学习闭环, 全程记录行为数据并提炼共性难题; 讨论阶段基于内化数据推送差异化议题, 并通过“小组共答一套题”机制强化协作巩固; 总结阶段整合全流程数据提炼Top 3共性问题, 辅助教师靶向讲解。本成果致力于形成可借鉴、可推广的智能化教学改革范例, 推动对分课堂从“经验型操作”向“精准化、智能化、个性化”转型, 为人工智能赋能高等教育提供实践路径。

关键词

对分课堂, AI智能体, 人机协同, 精准教学, 自适应学习

Research on the Teaching Mode of Deep Integration of the “Presentation-Assimilation-Discussion Class” and AI Agents in Human-Machine Collaboration

Ling Li, Shuangyou Wang

School of Software, Handan University, Handan Hebei

Received: February 21, 2026; accepted: April 21, 2026; published: April 30, 2026

文章引用: 李玲, 王双友. 人机协同: “对分课堂”与 AI 智能体深度融合的教学模式研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(4): 465-473. DOI: 10.12677/ces.2026.144293

Abstract

This research focuses on the local original teaching model of the “PAD Class”. In response to the three major pain points it encounters in practical application, namely “difficulty in monitoring quality, difficulty in ensuring the depth of discussion, and difficulty in implementing personalized guidance”, it innovatively proposes an integration path of AI agents as teaching collaborators. The research systematically designed a specific plan for embedding AI agents into the four stages of the PAD Class: “lecture-internalization-discussion-summary”: in the lecture stage, historical data analysis is used to accurately grasp the students’ cognitive starting point; in the internalization stage, as an “intelligent learning companion” identity, the “test-lecture-practice” adaptive learning loop is realized, and behavioral data is recorded throughout the process and common problems are extracted; in the discussion stage, differentiated topics are pushed based on the internalization data, and the “group answering the same set of questions” mechanism is used to strengthen collaboration and consolidation; in the summary stage, the top 3 common problems are integrated from the entire process data and used to assist teachers in targeted explanations. This achievement aims to form a replicable and scalable example of intelligent teaching reform, promoting the transformation of the PAD Class from “experiential operation” to “precision, intelligence, and personalization”, and providing a practical path for the empowerment of higher education by artificial intelligence.

Keywords

PAD Class, AI Agent, Human-Machine Collaboration, Precision Teaching, Adaptive Learning

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. 引言

推动高等教育内涵式发展,实现课堂教学质量的根本提升,是新时代中国高等教育面临的核心任务。在人工智能技术日新月异的今天,如何将技术的力量有效注入教学过程,构建符合教育本质和中国国情的新型教学范式,已成为教育研究者与实践者共同关注的焦点。对分课堂[1](PAD Class)作为复旦大学张学新教授提出的本土原创教学模式,凭借其“精讲-内化-讨论-总结”四阶段的科学设计,将课堂时间对半分割,实现了教师主导与学生主体的有机统一,在全国范围内得到广泛应用[2]。然而,随着实践深入,对分课堂在实施过程中也暴露出一些亟待解决的问题:一是内化环节质量难以监控,教师仅能通过观察小组讨论的表象来推断学生内化状态,难以精准把握个体学生的思维过程与认知困难;二是讨论环节深度难以保障,部分小组讨论流于形式,思维碰撞不足;三是个性化指导难以实现,在大规模班级中教师难以兼顾每位学生的差异化需求。

人工智能技术的成熟,特别是大语言模型与智能体技术的发展,为破解上述难题提供了新的可能。与传统的教学辅助工具不同,AI智能体具备环境感知、自主决策、持续学习与自然交互等核心能力,能够作为教师的“智能协同者”与学生的“个性化学伴”深度融入教学过程[3]。本研究的基本立场是:AI不是要取代教师,而是要成为赋能对分课堂的关键力量,通过人机协同实现教学效能的倍增[4]。

本研究旨在构建对分课堂与AI智能体深度融合的教学模型,系统阐述其设计逻辑、实施路径与实践成效。我们将AI智能体[5]定位为贯穿对分课堂三阶段的“智慧支架”,通过数据采集、学情分析、即时反馈

与资源推荐等功能, 实现对讲授环节的精准支撑、内化环节的有效监控与讨论环节的深度引导, 如表 1 所示。最终目标是形成一套可复制、可推广的智能化教学改革方案, 为人工智能赋能高等教育提供实践范本[6]。

Table 1. Mapping table of core elements of hybrid teaching mode combining PAD class with AI agent

表 1. 对分课堂与 AI 智能体融合教学模式核心要素映射表

对分课堂阶段	传统实施痛点	AI 智能体赋能路径
讲授(P)	备课依赖经验, 难以精准把握学情。	分析学生历史学习数据, 为备课提供精准依据。
内化(A)	过程“黑箱化”, 学生遇到困难以及时解决。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以“一对一学伴”身份推送测试题, 发现答错即启动“测-讲-练”闭环直至掌握; 2. 全程记录学习行为数据, 对投入度下降者自动提醒; 3. 生成内化质量报告, 提炼全班共性难题。
讨论(D)	讨论流于形式, 思维深度不足。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基于共性难题推送差异化讨论议题; 2. 推送小组共答测试题, 实时判对错, 答错则循环推送直至全组掌握; 3. 数据全流程记录与分析。
总结(S)	总结凭经验, 缺乏数据支撑。	整合全流程数据生成效能报告, 提炼 Top 3 共性问题, 提供讲解建议与典型案例。

2. 对分课堂与 AI 智能体的融合设计

本融合模型的核心思想在于构建一种“人机协同、优势互补”的教学新范式。其基本逻辑是: 将 AI 智能体作为贯穿对分课堂全过程的智慧伙伴, 使其深度嵌入讲授、内化、讨论三个核心阶段, 形成一个数据贯通、反馈及时、精准适配的闭环教学系统。在该系统中, AI 智能体承担起学情分析、过程监控、即时反馈、资源推荐等重复性与分析性任务, 将教师从繁重的信息处理工作中解放出来, 使其能够将核心精力投入到更具创造性的教学活动中——如教学情境创设、高阶思维引导、情感交流与价值引领, 从而实现教师与 AI 的协同增效, 如图 1 所示。

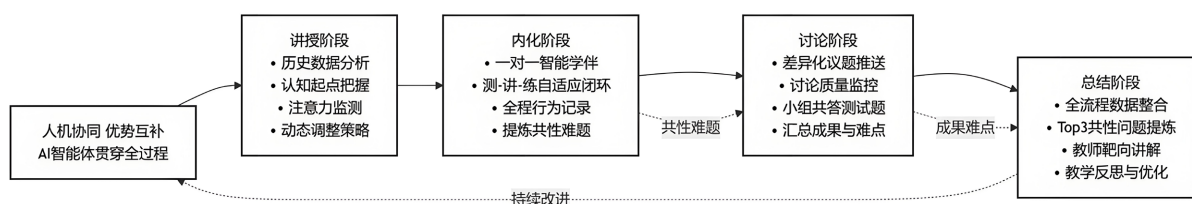


Figure 1. Schematic diagram of the integration model of PAD class and AI agent

图 1. 对分课堂与 AI 智能体融合模型示意图

该融合设计的运作流程可作如下梳理: 教学始于讲授(Presentation)环节, AI 智能体通过分析学生在课程平台的历史学习数据, 为教师精准把握学生的认知起点提供依据。

讲授结束后, 课堂进入内化(Assimilation)环节。在这一阶段, 学生以个人形式对教师讲授的核心内容进行自主消化与深度加工, AI 智能体则以“一对一智能学伴”的身份全程陪伴每一位学生。内化过程中, AI 智能体首先针对讲授环节的核心知识点向学生推送测试题目, 快速检测学生对基础内容的掌握情况。当发现学生答错或理解偏差时, 智能体立即启动讲解模式, 通过自然语言对话进行针对性辅导, 将复杂概念拆解为易于理解的模块, 并辅以具体案例帮助深理解。讲解结束后, 智能体自动生成同类题目再次测试, 循环往复直至学生完全掌握该知识点, 真正实现“测-讲-练”一体化的自适应学习闭环, 如图 2 所示。



Figure 2. Personalized instant assessment
图 2. 个性化即时测评

与此同时, 学生也可随时通过自然语言向智能体提问, 智能体不仅提供即时解答, 更将每一次提问与回答纳入学习轨迹记录。AI 智能体对学生在内化全过程中的所有行为数据进行全程记录, 包括测试表现、提问内容、讲解次数等, 形成个体化的学习数据画像, 如图 3 所示。

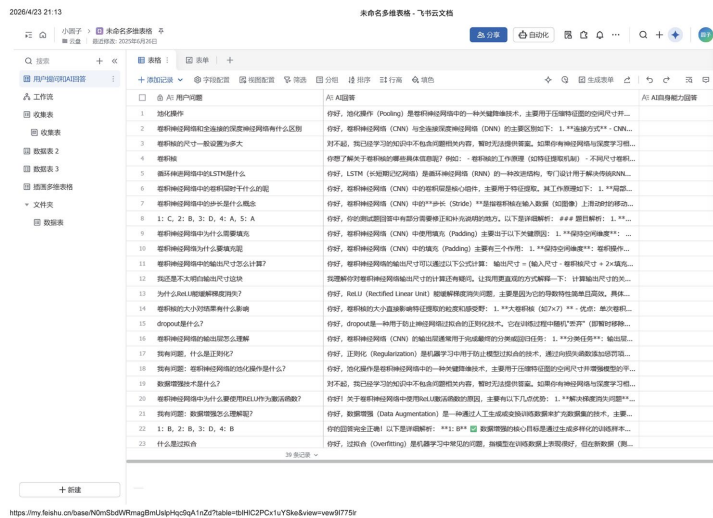


Figure 3. Full-process record of human-computer interaction
图 3. 人机交互全流程记录

当检测到学生学习投入度下降或进展缓慢时, 智能体自动发送提醒消息, 发挥督促与激励作用。内化阶段结束时, AI 智能体生成个性化内化质量报告, 清晰呈现每位学生的知识掌握图谱、薄弱环节强化轨迹以及建议的后续学习重点。更重要的是, AI 智能体将全班学生的内化数据进行汇总分析, 提炼出共性难题与高频错误, 为下一阶段讨论环节的议题设计提供精准的数据支撑, 确保讨论能够聚焦于学生真正需要深度探究的问题, 实现从内化到讨论的无缝衔接与精准过渡。

讨论是对分课堂的高潮, AI 智能体的引入使其实现了从“形式化”到“深度化”的质的飞跃。讨论

伊始, AI 智能体基于内化阶段生成的学情数据, 为各小组智能推送差异化的讨论议题, 确保讨论内容与学生的真实需求精准匹配。讨论过程中, AI 智能体作为“隐形观察者”实时监控各组讨论内容。与此同时, AI 智能体持续发挥“查漏补缺”功能, 基于内化阶段识别的薄弱知识点, 在讨论的关键节点向小组推送一套共同作答的测试题, 小组成员需通过合作讨论、相互启发才能完成作答, 系统实时判对错并反馈结果, 若答错则再次推送同类题目供小组继续讨论攻克, 直至全组掌握。这种“讨论中共答一套题”的机制, 不仅强化了知识巩固, 更增进了小组成员之间的协作与深度交流。讨论结束后, AI 智能体自动汇总各小组的讨论成果与测试数据, 提炼核心观点与共性难题, 为后续教学提供精准素材, 真正实现了“在讨论中巩固, 在碰撞中提升”。

讨论结束后, 课堂进入总结(Summary)环节。AI 智能体将讲授、内化、讨论三个环节所产生的全部数据进行整合分析, 自动生成面向教师的“课堂教学效能综合报告”, 如图 4 所示。该报告对全班学生的学习数据进行深度挖掘, 通过智能算法提炼出本次课程中最为突出的 Top 3 共性问题——即学生在内化测试中高频出错、讨论过程中反复争论或小组共同作答时集体答错的知识点。针对每个共性问题, AI 智能体不仅标注其具体表现和涉及的学生群体, 还提供对应的讲解建议与典型案例, 为教师的总结精讲提供精准素材。在课堂最后的总结时段, 教师可聚焦这三个核心难点进行靶向讲解, 有的放矢地扫清全班学生的共同障碍。同时, 报告客观呈现本次课程教学目标的达成度, 清晰展示班级整体在各知识点上的掌握情况分布, 可视化各小组的讨论深度与思维质量, 为教师进行教学反思与下一轮教学优化提供坚实的数据支撑, 推动课堂教学进入基于证据、持续改进的良性循环。



Figure 4. Output of the summary analysis report on student interaction information
图 4. 学生交互信息汇总分析报告输出

3. 教学成效分析

为科学验证对分课堂与 AI 智能体融合教学模型的实际效果, 本研究采用准实验研究法, 在人工智能专业“神经网络与深度学习”课程中开展了为期一学期的教学实验。实验班($n=48$)采用融合教学模式, 对照班($n=52$)采用传统对分课堂教学模式。两班均为人工智能专业平行班, 由同一位课程教师授课, 教学进度、作业布置、考核标准、教学内容完全一致, 排除教师教学风格、教学进度等因素对实验结果的干扰; 两班生源均为高考统招学生, 入学成绩无显著差异, 班级整体学习基础具有可比性。研究的自变量为教学模式(对分课堂与 AI 智能体融合教学模式、传统对分课堂教学模式); 因变量为学生的学习体验、学习行为与学

业成绩;控制变量为授课教师、教学内容、教学进度、考核标准等,所有控制变量在实验过程中保持恒定。

1) 学习体验分析

课程结束后,对实验班学生进行了匿名问卷调查,共回收有效问卷 46 份。问卷采用李克特五点量表,从学习支持感知、学习投入度和学习获得感三个维度评估学生的主观体验。调查结果如表 2 所示。

Table 2. Results of student questionnaire survey on the hybrid model of PAD class and AI agent

表 2. 对分课堂与 AI 智能体融合模式学生问卷调查结果

评估维度	具体指标	非常同意/同意(%)	一般(%)	不同意/非常不同意(%)
学习支持感知	内化阶段的一对一智能学伴能及时解答我的疑问	91.3	6.5	2.2
	智能体推送的针对性测试题有助于我发现知识盲点	89.1	8.7	2.2
	讨论阶段小组共答测试题增强了我们的协作学习	87.0	10.9	2.1
学习投入度	内化过程中的学习提醒让我保持专注	82.6	13.0	4.4
	学习过程中的数据监控让我感到被关注	90.1	7.1	2.8
学习获得感	教师聚焦共性问题的靶向讲解对我帮助很大	88.0	9.9	2.1
	整体上该模式提升了我的学习主动性和效果	89.1	8.7	2.2

数据分析显示,学生对融合模型的接受度和满意度普遍较高,各项指标同意率均超过 82%。在开放性反馈中,学生普遍表示:“内化阶段的智能学伴就像私人助教,有问题随时能问,还能根据我的错题反复出题直到我学会”、“讨论时小组一起攻克测试题,大家你一言我一语,不知不觉就把难点弄懂了”。这些质性数据进一步印证了该模式在优化学习体验方面的积极作用。

2) 基于学业成绩的客观效果对比

对比实验班与对照班的期末考试成绩,结果如表 3 所示。

成绩对比分析表明:① 实验班学生的期末考试平均分为 83.1 分,显著高于对照班的 77.3 分($P < 0.01$),效应量 Cohen's $d = 0.65$,为中等效应,表明两班成绩的差异具有实际教学意义,且 95%置信区间[3.2, 8.4]不包含 0,进一步验证了差异的显著性;② 实验班的优秀率、良好率分别为 22.9%、41.7%,较对照班提升 9.4、7.1 个百分点,中等率、及格率、不及格率均呈下降趋势,表明融合教学模式能够有效提升学生的整体成绩水平,扩大高分段群体,缩减低分段群体;③ 经协方差分析控制前置课程成绩协变量后,教学模式对学生期末考试成绩的影响仍显著($P < 0.01$),表明融合教学模式是提升学生学业成绩的关键因素,

Table 3. Comparative analysis of students' performance distribution under different teaching modes

表 3. 不同教学模式学生成绩分布对比分析

成绩区间	传统教学模式(对照班)	融合教学模式(实验班)	变化趋势
90~100 (优秀)	13.5%	22.9%	↑9.4%
80~89 (良好)	34.6%	41.7%	↑7.1%
70~79 (中等)	30.8%	22.9%	↓7.9%
60~69 (及格)	15.4%	8.3%	↓7.1%
<60 (不及格)	5.7%	4.2%	↓1.5%
平均分	77.3	83.1	↑5.8
统计检验	t = 2.978, P = 0.004 < 0.01; Cohen's d = 0.65 (中等效应); $\chi^2 = 10.256$, P = 0.036 < 0.05; 协方差分析: F = 8.642, P = 0.004 < 0.01。		

排除了学生基础能力的干扰, 提升了研究的因果解释力。

进一步分析 AI 智能体提炼的 Top 3 共性问题与期末考试成绩的关联发现, 实验班在教师针对共性问题进行靶向讲解后, 相关知识点在期末考试中的正确率达到 86%, 而对照班同类知识点正确率仅为 67%, 经独立样本 t 检验, 两班正确率存在显著差异($t=4.826, P<0.001$)。这验证了“数据驱动提炼共性难题 - 教师精准讲解扫清障碍”这一机制的有效性。

3) 讨论深度量化分析

为客观量化评价融合教学模式对学生课堂讨论深度的提升效果, 本研究基于大模型技术, 对教学过程中提取的学生讨论语料、行为参与等全量活动数据进行智能分析, 从有效讨论语料占比、论证质量、知识建构层级、组内参与均衡度四个维度, 构建自动化的讨论深度量化评价体系。依托大模型的自然语言处理与语义分析能力, 对学生小组讨论语料进行精准解析: 通过关键词匹配、语义关联度计算自动识别知识点分析、观点争论、协作解答等有效讨论内容, 剔除闲聊、重复表述等无效信息, 统计有效讨论语料占比; 基于预设的深度学习评价维度, 通过大模型的论证要素提取、文本语义分层功能, 对讨论内容的观点完整性、论据充分性进行智能定级, 实现论证质量(1~5 级)的量化评分, 同时参照布鲁姆教育目标分类学, 结合知识点的应用、分析、整合等语义特征, 自动判定学生的知识建构层级(1~5 级); 针对组内参与均衡度, 通过大模型对学生发言时长、发言频次等行为数据的统计算法, 自动生成组内成员参与度的变异系数, 系数越小代表组内参与越均衡, 如表 4 所示。

Table 4. Comparison of quantitative results of students' group discussions in different teaching modes (M ± SD)

表 4. 不同教学模式学生小组讨论深度量化结果对比(M ± SD)

评价维度	对照班	实验班	t 值	p 值
有效讨论语料占比(%)	62.5 ± 10.3	78.6 ± 8.5	7.624	<0.001
论证质量(1~5 分)	2.5 ± 0.6	3.8 ± 0.7	8.945	<0.001
知识建构层级(1~5 分)	2.3 ± 0.5	3.7 ± 0.6	9.217	<0.001
组内参与均衡度(变异系数, %)	58.2 ± 12.5	32.1 ± 9.8	10.156	<0.001

本研究通过大模型对两班所有小组的讨论活动数据进行全量自动化分析与量化评分, 经算法一致性校验($\alpha = 0.91$), 验证评价结果具备较高可靠性。采用独立样本 t 检验对两班讨论深度各维度量化结果进行显著性分析(见表 4), 结果显示, 融合教学模式下的实验班在各维度表现均显著优于传统对分课堂的对照班, 且所有维度效应量均为大效应(Cohen's $d > 0.8$), 差异具有显著实际教学意义。其中, 实验班有效讨论语料占比达 78.6%, 显著高于对照班的 62.5%, 说明依托 AI 智能体推送的差异化议题, 能精准锚定学生知识薄弱点, 让讨论内容更具针对性, 有效减少无效交流; 实验班论证质量、知识建构层级平均分分别为 3.8 分、3.7 分, 远高于对照班的 2.5 分、2.3 分, 证明小组共答测试题机制结合大模型的深度分析, 能有效推动学生思维碰撞, 促进其从知识复述向分析、应用等高阶思维层面转变; 实验班组内参与均衡度变异系数为 32.1%, 显著低于对照班的 58.2%, 表明融合教学模式能有效改善传统讨论中少数人主导、多数人参与不足的问题, 大幅提升小组讨论的参与均衡性。

综上所述, 通过主观问卷与客观成绩的交叉验证, 对分课堂与 AI 智能体融合模式被证实能够有效创设积极的学习环境, 提供精准的学习支持, 最终转化为可观测的优异学业成果, 为其在更广泛课程中的推广应用提供了坚实的实证依据。

4. 应用价值

本研究所构建的对分课堂与 AI 智能体融合模型, 其价值不仅体现在理论层面的创新突破, 更在于对

教学实践生态实现了系统性优化与重塑。

从教学有效性的维度看,该模型通过 AI 智能体对讲授、内化、讨论、总结全流程的深度赋能,将传统教学中依赖经验直觉的决策模式转变为基于数据分析的精准教学范式。讲授阶段基于历史数据精准把握认知起点,内化阶段通过“测-讲-练”自适应闭环实现个性化辅导[7],讨论阶段借助小组共答测试题深化协作学习,总结阶段依托 Top 3 共性问题实现靶向讲解。教学活动的设计与实施建立在扎实的学情诊断与过程性数据分析基础之上,从而显著提升了教学策略的针对性与教学效果的达成度,为全面提升课堂教学质量、实现高效精准教学提供了坚实支撑。

对教师专业发展而言,该模型具有深刻的解放与升华意义。通过将 AI 智能体嵌入教学全流程,教师从繁重的学情统计、作业批改、共性难题提炼等事务性工作中解脱出来,得以将核心智慧与情感投入更高价值的创造性工作中——如教学情境创设、高阶思维引导、情感交流与价值引领。教师角色从传统的“知识传授者”向“学习设计者、思维引导者和成长伙伴”转型,实现了职业价值的升华与教学境界的开拓。

对于学生成长而言,该模型构建了一个高度个性化、支持性的学习环境。内化阶段的一对一智能学伴提供随时随地的答疑解惑与自适应测试强化,使学生获得量身定制的学习支持;讨论阶段的小组共答测试题机制,既强化了知识巩固,又增进了协作探究能力;总结阶段的 Top 3 共性问题提炼与教师靶向讲解,确保每位学生都能扫清学习障碍。这种全过程、多维度的精准支持,使学生的学习从“被动接受”转变为“主动探索”,在知识掌握更为扎实的同时,批判性思维、问题解决能力、协作沟通能力等综合素养也获得全面发展。

从教学管理模式来看,该模型构建了“数据贯通、闭环反馈”的智能化教学管理新形态。讲授、内化、讨论、总结各阶段的数据无缝流转,形成完整的教学数据链。AI 智能体自动生成的内化质量报告、讨论成果汇总、课堂教学效能综合报告,为教师提供了精准的教学决策依据。特别是 Top 3 共性问题的自动提炼机制,使教师能够聚焦核心难点进行靶向讲解,实现教学效益的最大化。这种数据驱动的教学管理模式,为高校推进课堂教学革命提供了可复制、可推广的实践路径[8]。

5. 结语

本研究基于对分课堂的本土教学智慧与人工智能的前沿技术力量,构建了“对分课堂与 AI 智能体深度融合”的教学新模式,通过将 AI 智能体系统性地嵌入讲授、内化、讨论、总结全流程,实现了“讲授有据、内化可见、讨论有深度、总结有方”的教学闭环。本研究的理论贡献在于系统阐述了本土对分课堂与人工智能技术融合的设计逻辑与实施路径,构建了全流程数据贯通的智能化教学框架;实践价值在于形成了一套可复制、可推广的智能化教学改革方案。未来研究将进一步探索融合模式在不同学科中的适应性,深化对人机协同教学机制的规律性认识,确保技术赋能始终服务于人的全面发展,在人与技术的和谐共生中开创高等教育的美好未来。

基金项目

邯郸学院教育科学研究课题资助,《智能体融合大模型的对分课堂重构研究与实践——以高校神经网络课程为例》,编号:J202510;邯郸学院应用型课程建设项目,编号:2024yykc061。

参考文献

- [1] 张学新. 对分课堂: 大学课堂教学改革的新探索[J]. 复旦教育论坛, 2014, 12(5): 5-10.
- [2] 杨淑萍, 王德伟, 张丽杰. 对分课堂教学模式及其师生角色分析[J]. 辽宁师范大学学报(社会科学版), 2015, 38(5): 653-658.
- [3] 赵婉莉, 张学新. 对分课堂: 促进深度学习的本土新型教学模式[J]. 教育理论与实践, 2018, 38(20): 47-49.
- [4] 祝智庭, 胡姣. 教育人工智能: 愿景、挑战与路径[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2020, 38(5): 1-15.

- [5] 卢宇, 余京蕾, 陈鹏鹤. 基于大模型的教学智能体构建与应用研究[J]. 中国电化教育, 2024(7): 99-108.
- [6] 黄荣怀, 刘德建, 庄裕霞. 智慧教育: 人工智能时代的教育变革[J]. 教育研究, 2017, 38(9): 62-69.
- [7] 郑兰琴, 李雪. 基于人工智能的个性化学习路径设计研究[J]. 中国电化教育, 2019, 38(8): 45-52.
- [8] 焦建利, 周晓清. 人工智能赋能教师专业发展: 理念、路径与挑战[J]. 电化教育研究, 2021, 42(3): 25-31.