



DOI:10.13718/j.cnki.xdsk.2025.05.019

教育与心理研究

引用格式:余亮,张馨月,邓双洁.混合式教学中的人智协同学习:本质特征与实践样态[J].西南大学学报(社会科学版),2025(5):189-201.

# 混合式教学中的人智协同学习: 本质特征与实践样态

余亮,张馨月,邓双洁

(西南大学教育学部,重庆400715)

**摘要:**人智协同学习的概念演进根植于教育发展与技术升级的交互迭代,遵循机械化、数字化、智能化的发展脉络,其演进历程可划分为人做机助、人机交互、人机协同和人智协同四个阶段。混合式教学中的人智协同学习的基本内涵是教育主体与智能技术在虚实融合场域中的双向赋能与协同进化,形成以“虚实共生”为空间架构、“认知交互”为运行逻辑、“情感共振”为价值导向的人智共学智慧形态。其呈现出人智共构的学习目标进阶、人智共驱的三元主体共学、人智共生的虚实场域融通、人智共建的知识生态涌现、人智共判的循证评价转型五大特征。混合式教学中的人智协同学习遵循“课前线上导学—课中混合共学—课后线上固学”的全周期逻辑闭环,可以建构以问题解决为导向的“协作—研讨”式学习、以互动探究为特征的“对话—启发”式学习、以项目驱动为路径的“支持—引导”式学习以及以情景模拟为载体的“沉浸—体验”式学习四种典型实践样态。

**关键词:**混合式教学;人智协同学习;教育变革;本质特征;实践样态

**中图分类号:**G434 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9841(2025)05-0189-13

## 一、引言

随着国家教育数字化战略行动的深入推进,混合式教学凭借其整合线上自主学习的灵活性与线下课堂交互的具身性<sup>[1]</sup>,正成为推动高等教育教学系统性变革的核心驱动力。《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》明确提出探索“线上线下融合的育人机制”,强调通过“数字赋能大规模因材施教”与“人工智能助力教育变革”构建教育新生态<sup>[2]</sup>。人工智能技术与混合式教学深度融合已成为必然趋势。然而,当前混合式教学在实施过程中仍面临自主学习效率低下、线上线下空间割裂以及异步交互情感弱化等结构性矛盾。随着生成式人工智能(Generative Artificial Intelligence, GAI)技术的迅猛发展,其工具性和被动响应特性逐渐弱化,智能性和主体性不断增强,推动形成混合式教学中的人智协同(Human-AI Collaboration, HAC)学习新形态<sup>[3]</sup>。其依托教育智能体实现数据要素的全域流转、跨模态交互的智能适配以及群智协同的知识共建,为化解上述矛盾提供了新的路径。混合式教学中的人智协同学习,不仅延续了混合式教学的时空弹性优势,更通过人类智慧与机器智能的相互弥

**作者简介:**余亮,西南大学教育学部,教授,博士生导师。

**基金项目:**重庆市高等教育教学改革研究重点项目“人工智能支持的新型教学模式建构与实践研究”(242023),项目负责人:余亮;西南大学研究生科研创新项目“混合式教学环境下人机协同的学习支持机制与路径研究”(SWUS25028),项目负责人:张馨月。

补、学习与监督,迈向人机共智(Human-Machine Wisdom)的终极目标<sup>[4]</sup>。

当前,已有研究主要从理论层面分析了人机协同教学的本质内涵<sup>[5]</sup>和价值意蕴<sup>[6]</sup>,从实践层面构建了知识导学、互动对话、智能增强等典型形态<sup>[7]</sup>,验证了人机协同教学模式在提升学习投入度等方面的有效性<sup>[8]</sup>。随着GAI对教育形态的重塑,学界对人智协同新形态的探索逐步深化,如易凯谕等基于混合教学重构了人智协同教学系统<sup>[3]</sup>,吕萍等从“心理—工具—社会”耦合视角揭示了人智协同创造力生成机制<sup>[9]</sup>,李浩君等则通过准实验验证了人智协同迭代共生教学模式的有效性<sup>[10]</sup>。然而,既有研究多局限于单一要素视角,主要针对传统课堂或者线上教学,且偏重“人机协同”,而非“人智协同”,对混合式教学跨空间、多模态、高动态情境中的人智协同适配机制探讨不足。鉴于此,本研究聚焦混合式教学中的人智协同学习,通过系统阐释本质特征、解析实践逻辑并构建实践样态,为混合式教学的理论深化与实践创新提供指引与参考。

## 二、混合式教学中的人智协同学习的本质特征

混合式教学中的人智协同学习的本质特征,需沿历史脉络梳理其概念演进历程,厘清人智协同学习的基本内涵,进而围绕目标进阶、主体共学、场域融通、知识涌现与评价转型五个方面阐释其主要特征。

### (一)基本内涵

#### 1. 人智协同学习的概念演进

教育教学始终蕴含着鲜明的时代性与嬗变性。人智协同学习的概念演进根植于教育发展与技术升级的交互迭代,遵循机械化、数字化、智能化的发展脉络,其演进历程可划分为人做机助、人机交互、人机协同和人智协同四个阶段。

人做机助阶段以“信息重现”为核心,通过物理媒介的功能延伸,在教育场景实现信息的记录和重现,主要体现人和媒介的协同。协同(synergistics)一词源自古希腊语,意指合作、和谐与协作<sup>[11]</sup>。不论是《协同学》中子系统与序参数的协同互动机制<sup>[12]</sup>,还是《周易》“三才之道”的协同观,均体现了人类通过资源整合实现系统功能增益的理念。工业革命时期,机械装置作为体力延伸工具被纳入协作系统,通过替代机械性任务解放生产力。在早期教育实践中,幻灯机、录音机、录像机等电子机械装置被引入课堂。其核心价值在于将课堂外的实况和教师的讲授演示等即时性信息转化为可记录、存储与重复调用的物化形态,在时空维度上延展了知识的可及性,提高了教学效率。但这一初始阶段,机器作为单向的“信息重现”载体,仅停留在人类认知活动的浅层参与。

人机交互阶段以“知识传递”为特征,依托计算机程序响应学生指令,在人机的双向互动中搭建起知识流动通道。计算机技术的诞生重构了协同系统的交互逻辑,人类开始将认知任务分解为可编程指令。利克莱德(Joseph C. R. Licklider)率先提出“人机共生”愿景<sup>[13]</sup>,开创了人机交互(Human-Computer Interaction, HCI)新范式。在教育领域,计算机辅助教学系统等随之涌现,这些系统超越单纯的信息呈现,成为包含算法和知识库的可交互实体,可用于学科教学、知识答疑、个别指导、模拟测验和评价等<sup>[14]</sup>。例如,学生通过人机交互界面明确需求,系统根据预设逻辑即时反馈特定信息、提供练习或评估结果,实现了结构化知识的双向流动。但此阶段机器仅作为“响应式工具”,知识传递局限于预设路径,未能根据学习者状态动态调整传递策略。

人机协同阶段以“知识建构”为关键,基于智能系统的功能扩展形成主从协作模式,为学生的主动探究与意义生成搭建“认知脚手架”。随着大数据、人工智能、人机交互等技术的快速发展,人机协同(Human-Computer Collaboration, HCC)作为新的生产方式兴起,其中“机”的范畴扩展至各类智能技术,交互模态升级为图像、语音、手势等多模态自然交互,实现对人类思维、感知、决策的多维支持<sup>[15]</sup>。同时,教育领域形成人机协同学习(Human-Computer Collaborative Learning, HCCL)新形态,催生了自适应学习平台、智能导学系统等工具。这些工具通过情景模拟、问题引导、资源推荐以及自适应反馈等功能支持学生的知识建构。如牛顿平台(Knewton Platform)能够采集多模态学习数据,并对

学生的学习兴趣、知识水平、认知投入等作出分析和预测,动态生成个性化学习路径<sup>[16]</sup>,支持学生的个体和群体知识建构。在此阶段,机器作为“认知伙伴”,推动人际之间的经验传递转向人机共构的认知建模,但其智能水平尚不足以理解复杂情境或进行高阶决策,对学生的情感支持有限。

人智协同阶段以“知情融合”为标志,借助智能体的情境理解与动态推理能力,实现认知发展与情感培育的协同增效。2022年中国计算机学会将人智协同定义为“人与人工智能利用各自的优势弥补对方的短板以共同完成一项任务”的过程<sup>[17]</sup>,标志着协同关系从单向赋能向双向共生进化。在此背景下,自然语言处理、情感计算等技术迅猛发展,推动具备跨模态感知、推理规划、动态生成能力的智能体成为“智”的核心载体<sup>[18]</sup>,以“嵌入型”(特定环节调用)、“副驾驶型”(全流程实时交互)、“智能体型”(任务自主规划执行)等模式<sup>[19]</sup>,与人类构成决策协商机制。在教育领域,人机协同学习转向人智协同学习(Human-AI Collaboration Learning, HAEL),通过对教育智能体的训练调优与价值对齐,使其深度融入学生学习过程。教育智能体不仅能利用知识图谱、逻辑推理等支持学生高阶认知发展,还可借助情感计算技术识别学生状态,动态调整教学策略以回应学生的心理需求,激发其内在动机,并引导价值反思与建构。这一阶段的人智协同超越了“认知外包”的工具理性<sup>[18]</sup>,实现了“师一生一智”三元主体认知与情感的融合,推动效率优先的技术赋能转向知情融合的全面发展。

## 2. 人智协同学习的基本内涵

混合式教学中的人智协同学习打破了传统混合式教学的“形式混合、低效混合”困境<sup>[20]</sup>,其本质在于学习主体与智能体在虚实融合场域中的双向赋能与协同进化,呈现出以“虚实共生”为空间架构、“认知交互”为运行逻辑、“情感共振”为价值导向的人智共学智慧形态。

在虚实共生维度,人智协同学习旨在构建全域贯通的弹性学习环境。借助智能体对线上线下数据的实时映射与双向反馈,突破物理空间、信息空间、虚拟空间的边界,形成“课前—课中—课后”的全时空闭环。通过构建“助教智能体”“同伴智能体”等,模拟教师指导与同伴协作场景<sup>[21]</sup>,促进跨时空的问题解决与意义建构。在认知交互维度,人智协同学习能够推动混合场域下的多方认知参与。依托智能体的“深度思考”功能,将复杂的推理过程转化为可视化的思维链与决策路径,激活学生的潜在知识。同时,通过“提示词”(prompt)构建人智双向交互通道,智能体通过理解学习者意图、追踪对话主题并动态调整反馈策略,有效引导学生在线上探究、线下协作以及反思迁移活动中的深度参与和认知进阶。在情感共振维度,人智协同学习着力弥合异步学习的情感断层。基于情感计算技术,智能体能够将语音、表情等非结构化数据转化为学生个人情感画像,据此动态调整对话策略与界面拟人化程度,并作为AI学伴与学习者展开共情对话,同步提升线上交互的沉浸性与线下协作的体验感,维系跨场景学习的情感连续性。

### (二)主要特征

混合式教学中的人智协同学习的主要特征,可围绕目标、主体、场域、内容、评价五个基本要素进行分析,从而建构要素协同体系,如图1所示。其中,人智共构的学习目标作为逻辑起点,指向智能时代的新质人才培养;人智共驱的三元主体作为核心引擎,形成“师一生一智”共学的认知共同体;人智共生的虚实场域作为环境基底,促成物理实境与数字虚境的深度融通;人智共建的知识生态作为内容基础,在协同互动中动态生成与更新;人智共判的循证评价则贯穿全过程,通过数据驱动与价值理性的融合,对目标设定、主体互动、内容生成等进行反馈修正。

在此过程中,虚实场域为其他要素提供适配载体,学习目标引导三元主体协同方向,三元主体的认知互动推动知识生态的持续创生,循证评价则反哺整个体系的迭代升级。各要素既各自承载特定功能,又在结构上相互支撑、运行中循环赋能,形成动态平衡的协同体系。

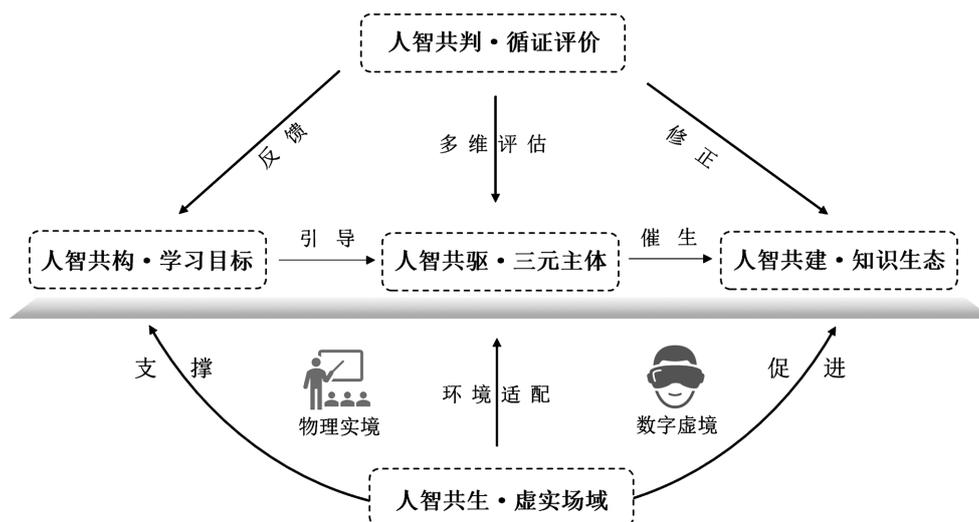


图1 人智协同学习的要素协同体系

### 1. 人智共构的学习目标进阶

GAI 深度融入混合式教学场域,驱动人类“内脑”与人工智能“外脑”融合形成“复合脑”系统<sup>[22]</sup>,对混合式教学的目标体系提出新的诉求。这既体现为教学目标从传统知识本位向新质人才培养的范式转型,又表现在目标建构从教师单维预设向三元主体目标共构的主体革新,由此形成兼顾线上灵活性、线下交互性与人智互补性的目标进阶逻辑。

在新质人才培养的目标转型上,GAI 凭借其“外脑”特性打破知识获取壁垒,推动混合式教学从培养简单重复技能型人才,向具备人类元认知与数字生存能力的新质人才转变。作为与人工智能技术共生共长的“数字原住民”,新一代学习者不仅要具备基本的人机交互素养,更需强化批判性思维、创造性思维等高阶认知能力,同时在虚实融合的人机协作中坚守伦理底线。因此,智能时代的教学目标更聚焦于培养学生的核心素养和能力<sup>[23]</sup>,确保学习目标动态适配技术进步与个体发展的双重需求。在三元主体交互的目标共构上,混合式教学中的“物理—虚拟”双空间并行的特质,推动形成了“预设性目标锚定—生成性目标适配—个性化需求反馈”的动态共构体系。教师需立足智能时代的人才培养需求和学生成长规律,在确立能力框架时平衡知识基础、核心素养与社会需求;智能体则将宏观目标拆解为适配线上自主学习与线下深度探究的可交互序列指标,并基于多源学情数据优化目标路径;学生借由双空间交互实现目标动态调适、持续反思,最终达成“师—生—智”三元共识。

由此,混合式教学中的人智共构的学习目标进阶既回应了智能时代对技术驾驭能力的需求,又通过技术赋能与人文引领的双向互动,确保教育目标在技术迭代中始终保持价值高度与实践温度。

### 2. 人智共驱的三元主体共学

“人工智能技术的变革重塑了教育生态系统中的主体格局与互动演化逻辑,促使教育主体间形成了更加合作、开放的协同关系。”<sup>[24]</sup>混合式教学中的人智协同学习颠覆了传统的“师—生”二元主体结构,在“线上一线下一”双场景联动中构建起认知互补、角色互构与能力互嵌的“师—生—智”三元主体共学机制,具体体现为主体分工与角色关系两个维度。

在主体分工维度,教师、学生与智能体基于混合式教学“线上知识建构—线下能力内化”的双线逻辑形成差异化分工互补。教师作为“价值引领者”,聚焦线下课堂的情感交互、批判性思维培育与价值观塑造<sup>[25]</sup>,同时设计线上智能体交互策略和规划虚实融合的高阶学习活动,确保教育本质不被技术异化。智能体则作为“技术赋能者”,通过思维链(Chain-of-Thought, CoT)与行动链(Chain-of-Action, CoA)技术<sup>[26]</sup>,将复杂问题拆解为适配线上碎片化学习与线下深度探究的“质疑—论证—反思”训练模块,赋能线上线下学习闭环。学习者作为“意义建构主体”,通过人智协同的知识协商与师生反

思实践,在虚实迭代中实现元认知跃迁。在角色关系维度,混合式教学“场景可切换、任务可重组”的特性赋予三元主体“动态调试性”。一方面,在任务分工上形成了“人主智辅(复杂问题决策)—人智平行(常规任务协同)—人辅智主(数据密集型处理)”的梯度协作模式,并可根据学习任务执行情况动态变化<sup>[3]</sup>。另一方面,在能力发展上智能体与人类形成双向赋能共学机制,在“机器智能增强人类认知—人类理性校准机器方向”的反馈配合中协同发展,互相调试。

总之,人智共驱的三元主体共学通过混合式教学场景中的分工互补与动态调适,重构了教育主体的交互逻辑,形成了“各展其长而不越界,协同共进而而不割裂”的协同格局。

### 3. 人智共生的虚实场域融通

混合式教学中的人智协同学习通过物理课堂与数字空间的深度耦合及数字技术的具身化赋能,重构教学环境的时空边界,形成“物理在场—数字延伸—认知融合”三维交织的共生场域。其本质在于消解混合式教学中线上线下的机械拼接状态,构建兼具包容性、开放性、混合性的“虚实共生”学习空间<sup>[27]</sup>。

虚拟现实、人工智能与数字孪生技术的融合应用,“可以为学习者建构一个具有智能性和交互性的虚拟教室——接近真实教室的学习环境”<sup>[28]</sup>,打破了传统混合式教学中的物理封闭性与数字离散性局限。技术赋能下的学习空间不再是线上线下的简单叠加,而是通过环境数据的实时映射形成有机整体。如南洋理工大学打造的“蜂巢”“天穹”智慧学习空间,借助VR、AR技术构建泛在学习环境,使学习者能够突破物理课堂边界开展沉浸式学习<sup>[29]</sup>。这种虚实嵌套的学习场域不仅延展了学习者的感官体验,还通过情境的灵活创设,如模拟月球探险、工业事故排查等,将抽象理论转化为可感知、可操作的具身实践,有效激活学习者的知识迁移能力。数字分身与教育智能体的介入推动虚实场域从“环境容器”升维为“认知媒介”。学习者通过数字分身接入元宇宙平台或智能教学系统时,其数字载体不再局限于环境支撑,而是成为连接线上认知加工与线下实践验证的中介桥梁。如医学教学中借助Apple Vision Pro工具,可以实现虚拟解剖操作与真实器械操作相融合的模拟手术训练,并记录操作数据、提供实时评估反馈,弥合了知识传授与实践应用的鸿沟<sup>[30]</sup>。

因此,人智共生的虚实场域融通在于通过虚实场域的弹性切换,达成“身体在场的具身认知”与“数字在场的智能赋能”的统一,重塑混合式教学空间。

### 4. 人智共建的知识生态涌现

混合式教学中的人智协同学习通过线上知识网络与线下实践场域的协同联动,重塑了数智时代的知识生产与传播模式,构建起开放共生的多元知识生态,体现为知识供给的立体化延展与知识共创的生态化演进。

在知识供给的立体化延展方面,GAI作为新型教育要素深度参与知识形态重构,通过关联线上碎片化资源与线下生成性内容,将抽象知识拓展为图文、视频、虚拟仿真实验、情境化案例等多元形式,激活学习者的多渠道认知加工,为不同类型、不同学习情境下的学习者提供更多元、精准、优质的数字资源服务<sup>[31]</sup>。例如,基于检索增强生成(Retrieval-Augmented Generation, RAG)技术的GAI助教能够精准检索学科知识库,生成场景化、生活化的补充材料<sup>[32]</sup>,在避免信息过载的同时增强知识的具身性。此外,教师与学习者对智能体生成内容进行伦理校准与人文赋能,使知识体系超越技术驱动的碎片化堆砌,成为承载价值理性的意义载体。在知识共创的生态化演进方面,智能体作为“跨界灵感引擎”,能够实时整合学习者在协作过程中贡献的分散知识与见解,促进复杂知识结构的可视化理解,为学习者提供创新线索。例如,DeepSeek-R1智能体通过“思维镜像”呈现基于多轮对话的思维链,与学习者的认知过程形成对照共振,激发跨学科创新灵感<sup>[26]</sup>。

总之,人智共建的知识生态涌现通过技术赋能知识形态创新与人类主导知识意义建构的深度协同,实现了知识在交互中生成,能力在共创中生长。

### 5. 人智共判的循证评价转型

混合式教学中的人智协同学习评价突破传统单一空间、静态结果的局限,依托“线上学习轨迹追

踪—线下课堂互动捕捉”的双场景数据融合,构建起“多维度证据采集—全过程动态校准”的循证评价新体系,表现为评价维度的场景化拓维与评价机制的动态化诊断。

在评价维度的场景化拓维层面,人智共判的循证评价体系针对混合式教学的多场景切换特性,将评价从单向价值判断扩展为贯穿教学全过程的多维价值创生<sup>[33]</sup>。一方面,利用大模型、智能体等技术对学生日常学习、生活、社交和活动中产生的图像、视频、声音、文本、眼动、血压、脑成像等多模态异构数据进行特征提取和融合<sup>[34]</sup>,依托眼动追踪、语音情感分析等技术,同步采集线上自主学习与线下课堂参与的多模态数据,并将其转化为可量化的评价指标。另一方面,教师在智能体生成数据结果的基础上,嵌入线下观察获得的创造力表现、合作学习态度、复杂问题解决过程等质性数据,实现混合式教学中外显行为与内隐态度的协同评估,关注学习者的全方位表现,推动评价体系从“学会知识”到“学会学习”的实质性跨越<sup>[26]</sup>。在评价机制的动态化诊断层面,混合式教学“虚实场景切换自由、学习节奏弹性可调”的特性,催生了“预判—干预—迭代”的动态反馈循环。其中,智能体通过跨场景数据关联分析,隐性化采集学习者在不同空间的学习数据,在课前预测认知盲区、课中预警参与倦怠以及课后诊断技能迁移障碍的过程中形成数据驱动的伴随式评价。教师则依托动态评价报告,同步调整线上学习平台的任务难度梯度与线下课堂的活动设计,推动评价从“结果描述”转向“过程赋能”。

概言之,混合式教学中的循证评价通过线上线下双场景的证据链整合,实现“数据理性”与“教育价值”的深度共振,最终构建起以评促学、评学统合的动态评价体系。

### 三、混合式教学中的人智协同学习的实践样态

为明晰混合式教学中的人智协同学习的实践样态,可通过解构“课前一课中—课后”的全周期实践逻辑,揭示数据智能与人类智慧交互校准的动态调节机制。在此基础上,基于混合式教学的虚实融合特性,面向高等教育实践场域,从问题解决、互动探究、项目驱动和情景模拟四个方面建构实践样态。

#### (一) 实践逻辑

混合式教学中的人智协同学习的实践逻辑以人智双向赋能为核心,以线上线下数据流为纽带,贯通虚拟空间的知识探索与物理空间的具身体验,最终形成“课前线上导学—课中混合共学—课后线上固学”的全周期逻辑闭环。具体表现为:课前通过智能诊断定位学情,引导学生自主建构认知起点;课中依托虚实场景切换与人智认知共振,促进知识内化与课堂智慧生成;课后借助多源数据驱动的动态评价,推动知识迁移与能力转化。

##### 1. 课前线上导学:智能诊断的自主学习引导

课前线上导学遵循“目标导向—学情分析—资源推荐”的逻辑框架,形成“智能体辅助—学生探索—教师调控”的协同机制,通过人机互补优势动态调整学习内容的深度与表达形式。

智能体在这一阶段扮演“学情诊断者”和“资源推荐者”的双重角色,凭借其强大的数据处理、多模态交互、内容生成和对话推理反馈等能力,对学生的认知水平、学习风格和潜在需求进行精准诊断,并在此基础上提供个性化的资源推荐、学习内容整合和针对性的预习指导。同时,智能体能辅助教师对学生的线上预习进行实时监督,帮助教师深入了解学生学情并明确课堂教学的重难点。此外,以自适应技术引导学习者的自主学习与认知过程,通过反复训练、反馈和刺激,强化学生对知识的理解与建构<sup>[7]</sup>。教师则从“内容传授者”转变为“教学设计者”和“教学决策者”,其核心任务是根据教学目标和学生实际情况,设计学习任务单、课前测试和学习资源等,并借助智能体生成的学情诊断报告优化教学内容,制订个性化的指导方案。学生在此阶段从知识的“被动接受者”转变为“自主学习者”和“知识建构者”,利用智能体推荐的个性化资源进行自主学习,并在平台上完成导学任务、课前测试,为后续的知识内化奠定基础。

这一阶段充分发挥人智协同的优势,既体现了教师的主导作用,又借助智能体的高效辅助实现了

对学生自主学习的有效引导。

## 2. 课中混合共学:认知共振的课堂智慧创生

在课中混合共学阶段,体现为融合线上虚拟空间与线下物理空间构建混合学习环境,以实现课堂智慧创生。此过程遵循“互动交流—知识深化—智慧生成”的逻辑框架,打破了传统教学中“教师主导—学生主体”的双向传递结构,构建了“教师主导—学生主体—智能体支持”的三元互动体系,可视化呈现集体知识的生成和建构过程,促进教师、智能体与学生之间的互动交流和知识网络构建,推动课堂智慧的生成与共享。

智能体在这一阶段作为“学习伙伴”和“智能助教”,促进师生互动和认知共振。一方面,根据学生的学习进度和表现,提供个性化的学习建议和反馈,优化知识涌现的过程结构,提升学习内容的深度与清晰度<sup>[35]</sup>,实现课堂上的深度交流和知识内化。另一方面,智能体实时采集学生课堂行为数据,为教师提供即时学情反馈,辅助其动态调整教学策略。教师则在这一过程中提供“情感激励”和“深度对话”,引导学生在解决问题、自主探究和交流展示中深入开展教学实践。同时,借助智能体对学生情感信息的采集,与学生开展深层次的情感理解与交流,进行社会情感、道德信念与价值观的渗透教育<sup>[36]</sup>,以实现更高层次的教学相长。学生作为学习主体,以“积极参与者”和“知识建构者”身份,基于学习任务开展师生互动和小组协作,借助智能体共享资源、交流想法和解决问题,进而促进知识深化和高阶思维的发展。

这一阶段的核心特点在于“以人为中心的增强智能”,技术并非替代人类,而是通过即时性、情境化的支持,放大教师的教学效能,激活学生的主动建构能力。

## 3. 课后线上固学:动态迁移的多元评价拓展

在课后线上固学阶段,教学评价的场域切换到线上虚拟空间,遵循“数据追踪—结果综合—靶向巩固”的逻辑框架,形成“测评—反馈—优化”的闭环。此阶段通过人智协同构建线上线情境联结、灵活弹性、多元主体参与的评价体系,充分发挥教师、学生和智能体在评价过程中的主动性和创造性。

智能体作为“评价助手”,一方面,通过收集整理学生线上线下的多源异构学习行为数据,生成个性化的学习画像,帮助教师制订差异化辅导策略;另一方面,通过分析、总结、点评、纠错、批改、反馈等操作<sup>[37]</sup>,智能体能够精准把握学生的学习习惯和思维模式,并基于自适应引擎推送针对性的练习和测试,实现个性化固学。教师从“作业批改者”转变为“评价设计者”,根据教学目标、教学内容以及技术环境,综合设计学生自评、互评、师评和智评等多种评价方式,开展教学评价活动。同时,结合形成性评价、总结性评价和增值性评价结果<sup>[38]</sup>,全面分析学生学习情况,给予学生多维度评价反馈,促进学生的深度反思和持续改进。学生作为“反思成长者”,在此阶段表现出更强的自主性,能根据智能体的反馈进行反思性学习,及时调整学习策略,提高学习效果。同时,在教师的引导下,学生积极参与学习成果展示和在线学习测试,通过多元评价方式获取自身学习情况,进而强化学习动机与自我效能感。

这一阶段强调人智协同学习成果的外显化,促使教学评价从阶段式转向伴随式,呈现出个性化、适时性、持续性等特征,消解了传统混合式教学线上学习的孤立感,构建了数据驱动的个性化学习空间。

## (二)典型样态

基于混合式教学中的人智协同学习的实践逻辑,可构建以问题解决为导向的“协作—研讨”式学习、以互动探究为特征的“对话—启发”式学习、以项目驱动为路径的“支持—引导”式学习和以情景模拟为载体的“沉浸—体验”式学习四种典型实践样态。

### 1. 面向问题解决的“协作—研讨”式学习

面向问题解决的“协作—研讨”式学习适用于以问题为导向的学习情境,旨在通过自主学习促进学生个体知识建构,并强调通过协作研讨解决问题,实现知识的社会性建构<sup>[39]</sup>。该样态通过构建

“师—生—智”三元协同的学习共同体,实现人类高阶认知能力与人工智能技术优势的互补与融合,从而提升复杂问题的协同解决效能。在此过程中,智能体主要实现标准化问题解答、问题链生成与知识推送等功能;教师则扮演认知支架角色,通过设计启发式问题引导学生开展深层次研讨;学生则经由深度对话和群体协作,逐步形成对复杂问题的协商共识,实现知识的深层意义建构与迁移应用,如图2所示。

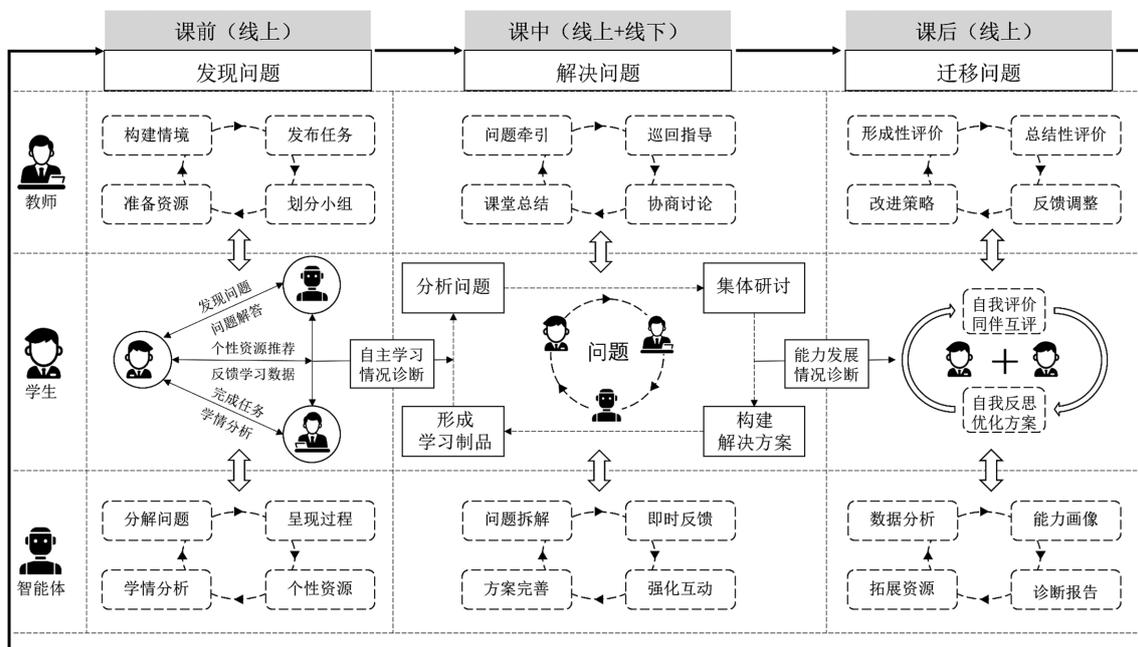


图2 面向问题解决的“协作—研讨”式学习

课前发现问题阶段,教师与智能体基于虚实融合的“意义场域”协同构建问题情境。智能体通过思维链技术分解问题,以渐进式步骤使问题求解过程显性化,从而降低学生的认知负荷。由此,学生能够在问题情境中自主探索问题,深化个体认知建构与社会性学习体验。例如,在《有氧呼吸的过程》知识学习中,智能体的问题化提示能够有效激发学习者的积极情绪<sup>[40]</sup>。课中解决问题阶段,以“生师—生智—生生”多维协作互动为核心,旨在培养学生的批判性思维 and 创新能力。作为解决问题的主体,学生在教师引导下,通过小组研讨活动深度剖析问题,并经由知识整合与协商、问题求解策略实施及成果展示与交流等环节,共同生成问题解决方案与学习制品。智能体通过多轮对话促进学生深度思考,并以可视化方式辅助问题解决。它将真实问题拆解为可被计算的问题链,从问题抽象到方案落地,转化为具体可操作的问题解决方案<sup>[41]</sup>,帮助学生构建系统化的知识体系和框架。课后迁移问题阶段,智能体基于对学生学习行为数据的挖掘与分析,构建其问题解决能力画像,包含认知策略、协作效能、创新思维等维度,据此生成诊断报告,进而智能推荐进阶式探索问题与个性化学习资源,以有效支持学生的自我导向学习。教师依据智能分析结果,融合形成性评价与总结性评价方法,重点评估学生的问题解决能力与知识迁移能力,为后续教学决策的精准优化提供依据。学生则基于多主体的评价反馈,开展元认知层面的深度反思,并通过持续迭代的改进过程深化对问题的理解,优化问题解决方案,从而实现元认知能力的提升。

## 2. 面向互动探究的“对话—启发”式学习

面向互动探究的“对话—启发”式学习适用于特定主题或概念的情境性知识学习,旨在通过线上自主探究和线下深入互动的结合,促进学生实现持续性、深层次的知识建构。该样态通过“师—生—智”之间的对话交流和互动启发,系统消解教学情境的不确定性,实现探究活动的有序演进。在此过

程中,智能体凭借知识的强延展性、多模态感知与生成能力,围绕知识开展对话和交流,进而促进知识的跨模态生成和转化,为学生的探究学习提供持续性动力,如图3所示。

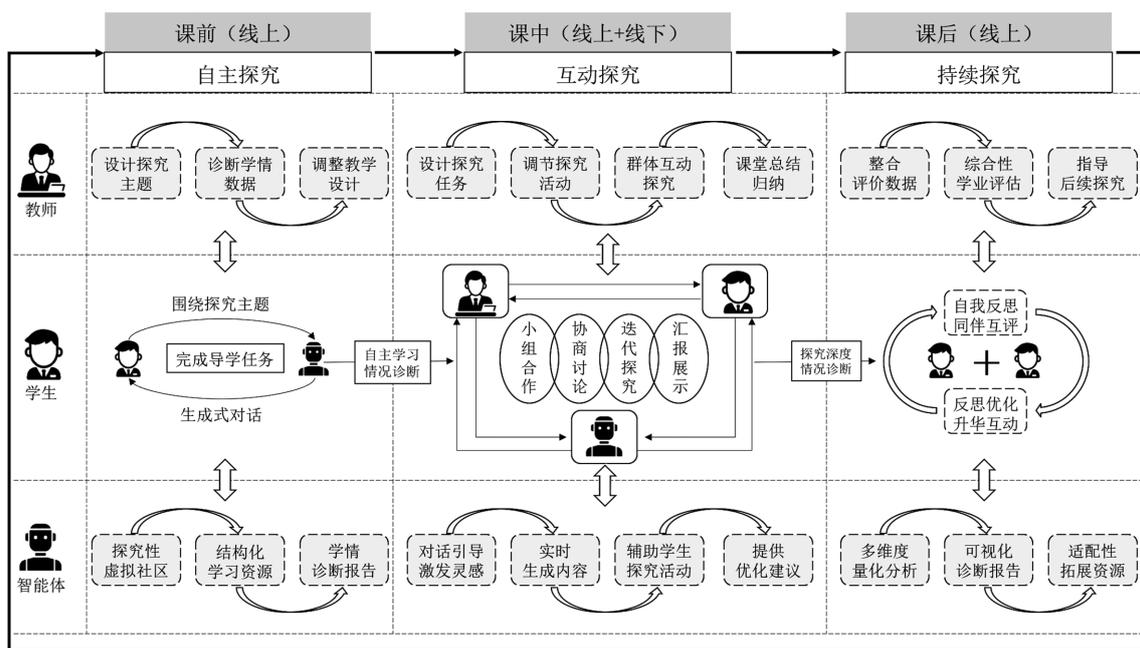


图3 面向互动探究的“对话—启发”式学习

课前自主探究阶段,教师与智能体基于学习目标协同设计探究主题与任务框架。教师可通过学习行为数据与反馈报告,识别学生在自主探究过程中遭遇的学习困难,进而动态调整教学设计与干预策略。学生则利用智能体和虚拟仿真资源,以小组为单位完成导学任务,开展自主探究学习。在此阶段,智能体既可以构建指向探究性学习的虚拟社区,辅助学习者聚焦探究主题和开展高效学习,也能够设计指向新知建构的学习任务,提供结构化学习资源与启发式问题支架,驱动学生认知发展与思维进阶。课中互动探究阶段,教师负责设计“小组合作—协商讨论—迭代探究—汇报展示”多重探究任务,通过提供认知支架,引导和调节学习者的探究活动,从而促进学生的知识建构从个体建构向社会化协商转变。如教师可将GAI引入课堂,通过多屏协同系统开展多层次互动,促进深度知识的输出<sup>[32]</sup>,启发学生对于概念性知识的深度建构与意义协商。其中,智能体作为认知中介,通过实时生成内容与引导对话,促进学生之间的观点碰撞与多元视角整合,为学生的探究学习提供认知支持。课后持续探究阶段,聚焦师生及同伴间的深度交流,旨在进一步探究前序环节中的遗留问题。智能体依托学习分析技术,对学生的探究过程数据及成果产出进行多维度量化分析,生成可视化学习诊断报告,并基于分析结果智能推送适配性拓展资源与改进建议。教师可整合智能体生成的过程性评价数据与课堂表现记录,从知识建构深度、批判性思维水平、协作效能等维度进行综合性学业评估,并基于诊断性反馈报告指导学生的后续探究学习。学生则通过合作梳理、加工与提炼探究成果,开展基于量规的自我反思与同伴互评,以促进知识的协同建构。

### 3. 面向项目驱动的“支持—引导”式学习

面向项目驱动的“支持—引导”式学习适用于以项目为核心的学习活动,引导学生围绕所选主题展开一系列调查、观察、研究、知识表达、成果展示与分享交流等学习活动<sup>[42]</sup>,尤为注重实践性和参与性。该样态引导学生自主学习项目背景知识,并将其融入有意义的任务情境,以促进学生生成性知识的建构和高阶核心能力的发展。其中,智能体旨在构建开放、互动的参与式课堂,通过提出启发性问题引导学生从不同角度思考项目方案,为项目开展提供建设性意见,如图4所示。

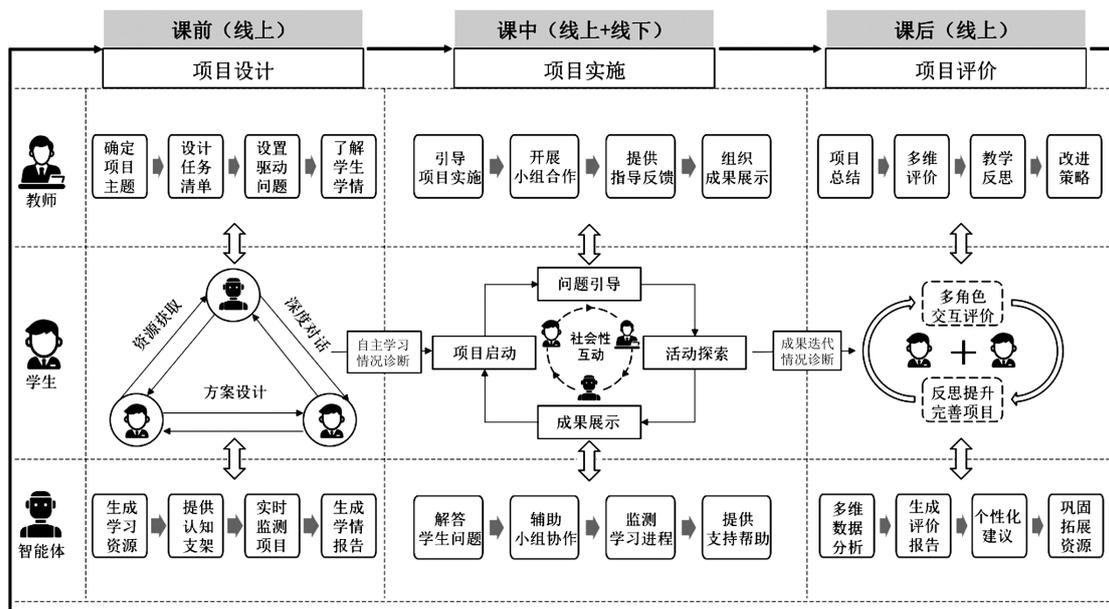


图4 面向项目驱动的“支持—引导”式学习

课前项目设计阶段,教师基于学习目标,与智能体协同设计项目的整体框架和任务清单,并在此基础上设置驱动性问题,引导学生在真实情境中启动项目。智能体通过知识图谱技术生成结构化学习资源,为学习者提供个性化认知支架;同时,基于学习分析技术实时监测学生的项目准备情况,为教师提供学情诊断报告,以支持其优化教学设计。学生可以通过数字化学习平台获取项目资源,与智能体进行深度对话以掌握相关知识,并在小组协作中形成初步的项目设计方案。如在《产品设计》项目课程中,智能体能显著提升从概念、构思到可视化的作品设计效率,增强学生的自我效能感<sup>[43]</sup>。课中项目实施阶段,教师根据项目任务结构,按照项目启动、问题引导、活动探索、成果展示四个阶段,引导学生开展小组合作学习。学生通过社会性互动实现知识的深度内化,其认知发展体现在项目成果的迭代完善过程中。智能体作为认知工具,实时监测学习进程,提供即时反馈与资源推荐,为学生提供认知工具与资源支持,协助其高效完成项目任务。例如,在《垃圾分类》跨学科课程中,教学智能体可以实现任务设定、任务规划、资源生成、学习支架、代码生成与反馈等多种功能<sup>[21]</sup>。课后项目评价阶段,智能体可整合学生自评、小组互评、教师评价等多维度数据,自动生成项目评价报告,并提供个性化学习建议和巩固拓展资源,以帮助教师和学生更全面地了解项目实施情况,助力学生课后深化学习。教师可对学生在项目学习中的综合表现进行多维度的评估,反思项目设计与组织过程,制订改进策略。学生则通过多角色的交互评价,从项目参与度、知识与技能的掌握程度、作品完成质量以及团队协作效能等维度进行深度反思与交流,进一步完善自身的知识体系和能力结构。

#### 4. 面向情景模拟的“沉浸—体验”式学习

面向情景模拟的“沉浸—体验”式学习适用于模拟真实场景的学习情境,旨在引导学生从不同利益相关者的角度思考问题,并通过对话深入探讨解决方案<sup>[44]</sup>。该样态通过创建虚实融合的实践场域,为学生提供知识迁移与应用的真实载体,进而促进其高阶认知能力发展。在此过程中,智能体凭借数字孪生技术和多模态内容生成能力,还原和生成特定细节的虚拟逼真学习场景,让学生置身于历史事件、科学实验、操作实践等模拟情境<sup>[45]</sup>,充分调动学生的感官系统,激发具身认知体验,以增强学生的学习兴趣 and 参与度,并在沉浸式体验中增强学生的情感共鸣,具体如图5所示。

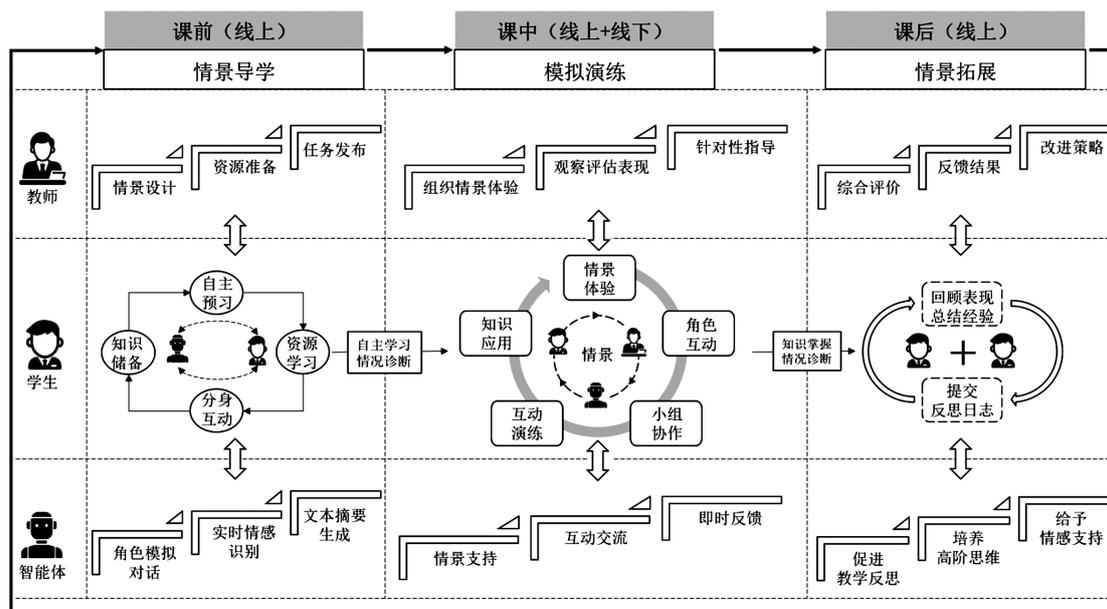


图5 面向情景模拟的“沉浸—体验”式学习

课前情景导学阶段,教师基于课程目标与教学内容,协同智能体设计个性化情景案例脚本,并推送线上学习任务与辅助资料。学生自主预习,完成初步的知识建构与情景认知。师生以数字虚拟分身的形式在特定教学情景中进行互动交流<sup>[46]</sup>,从而打破虚实空间的认知壁垒。在此过程中,智能体通过角色模拟对话、实时情感识别及文本摘要生成等技术,辅助学生掌握情景主题与背景知识,激发其学习动机与探究兴趣。例如,在英语口语教学中,基于智能体的高仿真情境对话,能有效缓解英语口语焦虑<sup>[47]</sup>。课中模拟演练阶段,通常采用“教师主导—智能增强”的教学策略。教师负责设计和组织情景体验与角色模拟活动,引导学生开展小组协作与互动演练,同时对学生的表现进行观察和评估,并提供针对性的指导。智能体则负责生成与实践场景高度契合的环境、角色、情节与任务等,支持学习者对客观知识的转化与再创造,提升其实践能力和社会化水平<sup>[48]</sup>。例如,利用智能体整合法律知识与案例,并创设连贯的情境,通过沉浸式对话互动开展法律教育<sup>[49]</sup>。学习者在此阶段通过角色互动,实现认知结构的持续重构,并获得沉浸式学习体验。课后情景拓展阶段,教师和智能体共同对学生的情景模拟学习进行全面评价。智能体不仅能够促进师生对教学过程的深度反思,助力培养批判性思维和问题解决能力,更能在师生、生生时空分离的虚拟环境中为师生提供情感支持,消解时空分离可能导致的孤独感<sup>[50]</sup>。教师可结合智能体的评价报告和自身观察,对学生实施表现性评价,给予学生个性化反馈,并根据反馈结果制定后续教学的改进策略。学生则通过学习记录和反馈报告,系统审视自身在情景模拟中的行为表现,总结经验教训并撰写反思日志,以此驱动元认知能力的提升与知识整合的深化,进而提高学习成效。

#### 四、结 语

教育教学始终蕴含着鲜明的时代性与嬗变性。人智协同学习遵循机械化、数字化、智能化的发展脉络,经历人做机助、人机交互、人机协同至人智协同四个阶段的演进历程,体现了教育形态从单向传输向协同进化的系统性转变。随着“人机协同”向“人智协同”新阶段的快步迈进,混合式教学中的人智协同学习不仅延续了混合式教学的时空弹性优势,更通过人类智慧与机器智能的相互弥补、学习与监督,形成了以虚实共生为空间架构、认知交互为运行逻辑、情感共振为价值导向的人智共学智慧形态,表现出人智共构的学习目标进阶、人智共驱的三元主体共学、人智共生的虚实场域融通、人智共建

的知识生态涌现、人智共判的循证评价转型五大特征。并基于“课前线上导学—课中混合共学—课后线上固学”的全周期逻辑闭环,催生以问题解决为导向的“协作—研讨”式学习、以互动探究为特征的“对话—启发”式学习、以项目驱动为路径的“支持—引导”式学习以及以情景模拟为载体的“沉浸—体验”式学习四种典型实践样态,为不同学习情境提供了差异化的协同路径。未来,需结合具体课程开展实证检验,深化人智协同学习的发生机制、适配规律与成效评估研究,从而进一步优化和推广。同时,应秉持发展与规范并重的原则,聚焦人本主义导向的协同育人路径,在技术激流中坚守教育本真,推动混合式教学从形式创新走向育人模式的深层变革,最终实现“虚实无界但有序”的教育愿景。

#### 参考文献:

- [1] 田阳,陈鹏,黄荣怀,等.面向混合学习的多模态交互分析机制及优化策略[J].电化教育研究,2019(9):67-74.
- [2] 中共中央国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》[N].人民日报,2025-01-20(6).
- [3] 易凯谕,韩锡斌.从混合教学到人智协同教学:生成式人工智能技术变革下的教学新形态[J].中国远程教育,2025(4):85-98.
- [4] 涂涛,张煜明.人机共智驱动下的教师教学智慧:价值意蕴、作用机理与生成路径[J].西南大学学报(社会科学版),2024(5):204-212.
- [5] 黄荣怀,刘德建,阿罕默德·提利利,等.人机协同教学:基于虚拟化身、数字孪生和教育机器人场景的路径设计[J].开放教育研究,2023(6):4-14.
- [6] 祝智庭,戴岭,赵晓伟.“近未来”人机协同教育发展新思路[J].开放教育研究,2023(5):4-13.
- [7] 郝祥军,张天琦,顾小清.智能时代的人机协同学习:形态、本质与发展[J].中国电化教育,2023(10):26-35.
- [8] 韩小利,陈凯泉,吕伟刚,等.人机协同教学对学习效果和投入的影响研究[J].数字教育,2024(6):8-14.
- [9] 吕萍,张济洲.人智协同创造力视域下大学生创新能力的生成机制与培养路径[J].江苏高教,2025(7):82-90.
- [10] 李浩君,黄沁儒,陈伟,等.人智协同迭代共生教学模式研究——AIGC的融入与实践效果分析[J].现代教育技术,2025(1):81-88.
- [11] 毛刚,王良辉.人机协同:理解并建构未来教育世界的方式[J].教育发展研究,2021(1):16-24.
- [12] 赫尔曼·哈肯.协同学:大自然构成的奥秘[M].凌复华,译.上海:上海译文出版社,2013:5-8.
- [13] LICKLIDER J C R. Man-Computer Symbiosis[J]. IRE Transactions on Human Factors in Electronics, 1960(1):4-11.
- [14] 李凤英,龙紫阳.从自适应学习推荐到自适应学习牵引模型——“智能+”教育时代自适应学习研究取向[J].远程教育杂志,2020(6):22-31.
- [15] 王一岩,郑永和.智能时代的人机协同学习:价值内涵、表征形态与实践进阶[J].中国电化教育,2022(9):90-97.
- [16] 万海鹏,汪丹.基于大数据的牛顿平台自适应学习机制分析——“教育大数据研究与实践专栏”之关键技术篇[J].现代教育技术,2016(5):5-11.
- [17] 龚江涛,王大阔,孙婧婧,等.联手人机交互专业委员会:“人智协同”术语发布|CCF术语快线[EB/OL].(2022-07-01)[2025-05-13].[https://www.ccf.org.cn/Media\\_list/gzwyh/jsjsysdwyh/2022-07-01/789818.shtml](https://www.ccf.org.cn/Media_list/gzwyh/jsjsysdwyh/2022-07-01/789818.shtml).
- [18] 黄涛,张振梅,刘三女牙.以共存求共生:人智协同共育如何可能[J].教育研究,2025(1):147-159.
- [19] 李丽娟.AI创意传播提升受众注意力赋能传统媒体新质生产力[J].中国传媒科技,2025(3):53-57.
- [20] 易祯,吴美玉.从“混合”到“融合”:线上线下融合式教学设计研究[J].中国教育信息化,2023(11):84-96.
- [21] 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.
- [22] 沈书生,祝智庭.ChatGPT类产品:内在机制及其对学习评价的影响[J].中国远程教育,2023(4):8-15.
- [23] 余亮,赵笃庆,谢梦航,等.智能时代教育系统结构模型及特征——基于行业类比的分析[J].教师教育学报,2022(5):17-27.
- [24] 余亮,邓双洁,张馨月.人工智能技术赋能教育的演进脉络、内在逻辑和发展趋势[J].电化教育研究,2025(6):13-20.
- [25] 祝智庭,彭红超,雷云鹤.智能教育:智慧教育的实践路径[J].开放教育研究,2018(4):13-24.
- [26] 袁磊,徐济远,刘沃奇.数智教育生态下人机协同教学范式转型[J].开放教育研究,2025(2):108-117.
- [27] 郝晓晗,刘三女牙.从人技关系视角看教育生产力发展:历史回溯、理论逻辑与实践进展[J].远程教育杂志,2025(2):10-22.
- [28] 余亮,魏华燕,弓潇然.论人工智能时代学习方式及其学习资源特征[J].电化教育研究,2020(4):28-34.
- [29] 陈玥,王灵菁,田娇娇.工业4.0时代世界一流大学的本科教育如何变革?——来自南洋理工大学的经验及启示[J].西南大学学报(社会科学版),2022(1):152-160.
- [30] 王源,杨达伟.Apple Vision Pro在元宇宙医学中的应用[J].元宇宙医学,2024(2):27-32.
- [31] 余亮,谭丹丹,刘漫漫,等.基于AIGC的数字教育资源服务研究[J].远程教育杂志,2024(4):14-21.

- [32] 李秀,陆军,牛佳丽. GenAI 赋能的人机双师协同教学研究——基于清华大学计算机基础课程的案例分析[J]. 现代教育技术, 2025(3):34-43.
- [33] 檀慧玲,王玥. 论教育数字化进程中教育评价理论重塑与模式创新[J]. 中国教育学刊, 2025(3):55-61.
- [34] 余亮,侯梦瑶. 数智赋能大学生综合素质评价的价值定位、模型构建与实施路径[J/OL]. 武汉大学学报(理学版), 1-14[2025-07-11]. <https://doi.org/10.14188/j.1671-8836.2025.0013>.
- [35] 朱珂,卞茗慧,张瑾. 在线协作知识建构情境下多智能体促进观点涌现的机制研究[J]. 远程教育杂志, 2025(2):74-84.
- [36] 赵鑫,李森. 教学情感的基本特征与内在逻辑[J]. 教育研究, 2018(6):129-138.
- [37] 单俊豪,刘永贵. 生成式人工智能赋能学习设计研究[J]. 电化教育研究, 2024(7):73-80.
- [38] 徐振国. 面向数字化学习与创新素养培养的人机协同教学模式构建与实践[J]. 山东师范大学学报(社会科学版), 2025(1):68-81.
- [39] 杨惠雯,朱洪洋,项贤明. 问题解决学习是什么样的学习——基于三种理论来源的分析[J]. 课程·教材·教法, 2023(12):29-36.
- [40] 王雪,孙明琳,杨洁,等. 教育智能体如何提供更有支持? ——基于 EEG 信号的脑机制与优化策略探究[J]. 电化教育研究, 2025(2):49-56.
- [41] 钟柏昌. 新一代人工智能教育的五条逻辑主线[J]. 人民教育, 2024(24):12-16.
- [42] 高志军,陶玉凤. 基于项目的学习(PBL)模式在教学中的应用[J]. 电化教育研究, 2009(12):92-95.
- [43] HUANG K L, LIU Y C, DONG M Q. Incorporating AIGC into Design Ideation: A Study on Self-Efficacy and Learning Experience Acceptance under Higher-Order Thinking[J]. Thinking Skills and Creativity, 2024, 52:101508.
- [44] 王佑镁,王京京,张思宇,等. Ethical-GPT:一种面向人工智能伦理教育的垂类 GPT 工具设计与实现[J]. 现代教育技术, 2024(11):27-35.
- [45] 陆吉健,周美美,张霞,等. 基于 MR 实验的“多模态+人机协同”教学及应用探索[J]. 远程教育杂志, 2021(6):58-66.
- [46] 顾小清,郝祥军. 悟空的毫毛:正在重塑学习技术系统的多智能体[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2025(5):16-29.
- [47] 曹晓明,叶小露,罗九同,等. 智能体支持的人机协同学习心理障碍研究——基于一项英语口语交流实验的多模态数据对比分析[J]. 现代教育技术, 2025(4):102-109.
- [48] 闫寒冰,杨淑婷,余淑珍,等. 生成式人工智能赋能沉浸式学习:机理、模式与应用[J]. 电化教育研究, 2025(2):64-71.
- [49] SHI S J, LI J W, ZHANG R. A Study on the Impact of Generative Artificial Intelligence supported Situational Interactive Teaching on Students' 'Flow' Experience and Learning Effectiveness—A Case Study of Legal Education in China[J]. Asia Pacific Journal of Education, 2024(1):112-138.
- [50] 王良辉,夏亮亮,何文涛. 回归教育学的精准教学——走向人机协同[J]. 电化教育研究, 2021(12):108-114.

责任编辑 蒋秋高阿蕊

网 址: <http://xbbjb.swu.edu.cn>