

数智教育生态下人机协同教学范式转型

袁磊^{1,2} 徐济远² 刘沃奇³

(1. 广西师范大学教育区块链与智能技术教育部重点实验室, 广西桂林 541004; 2. 广西师范大学教育学部, 广西桂林 541004; 3. 西华大学音乐与舞蹈学院, 四川成都 610039)

[摘要] 随着 ChatGPT、DeepSeek 等大模型的快速发展, 生成式人工智能技术已深度融入教育。教育生态正从传统数字教育形态跃迁为人机共生、交往理性的数智教育生态, 成为“师—机—生”三元互动和物理、文化、数字三元交融的复合场域。本研究聚焦数智教育生态四个核心维度的范式变革: 教学主体从单一走向多元, 教师角色由知识传授者变为学习设计者, 学生逐渐成为主动探索者, 智能体作为教育“准主体”深度参与教学; 知识观从静态走向动态, 教学组织从单一走向混合; 学习方式实现认知过程外显化, 强调批判性使用与创造性应用知识; 教学评价由结果导向转向多维整合, 由静态测量转向动态适应。基于教学案例, 本研究借助 DeepSeek 双模型架构设计了五阶段教学流程, 开发了四类功能性教育智能体, 并提出差异化智能体应用策略, 以期为数智教育生态下人机协同教学提供实践范式与理论支持。

[关键词] 数智教育; 人机协同教学; 教育生态; 教育智能体; Deep Seek

[中图分类号] G40-057

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2025)02-0108-10

一、引言

近年来, 我国教育数字化战略持续推进, 提出从“3C”向“3I”升级的教育转型目标(教育部, 2024)。《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》提出以教育数字化开辟发展新赛道, 促进人工智能助力教育变革, 打造人工智能教育大模型, 并建立基于大数据和人工智能支持的教育评价决策制度(国务院, 2025)。2025年政府工作报告强调因地制宜发展新质生产力, 持续推进“人工智能+”行动, 支持大模型广泛应用, 培育具身智能等未来产业; 提出深入实施科教兴国战略, 加快建设高质量

教育体系, 完善学科设置调整机制和人才培养模式, 推动教育大国向教育强国迈进, 为数智教育生态的构建提供坚实的政策保障与发展方向(新华社, 2025)。

教育形态与结构始终伴随社会发展与技术革新持续演进。从原始社会的口耳相传、农业社会的私塾教育, 到工业社会的大规模班级授课制, 再到信息社会的网络学习, 教育生态系统不断重构与变迁。随着数字革命席卷全球, 教育生态逐步实现从传统实体环境向数字化环境转型。然而, 这种转型尚未从根本上触及教育的底层逻辑与主体关系变革。DeepSeek 的异军突起, 成为推动教育

[收稿日期] 2025-02-15

[修回日期] 2025-03-16

[DOI编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2025.02.011

[基金项目] 2023年度国家社科基金教育学一般课题“数字教育背景下的中小学跨学科协同教学模式研究”(BCA230277)。

[作者简介] 袁磊, 教授, 博士生导师, 广西师范大学教育区块链与智能技术教育部重点实验室, 广西师范大学教育学部, 研究方向: 信息技术教育应用、STEAM教育; 徐济远, 博士研究生, 广西师范大学教育学部, 研究方向: 信息技术教育应用、STEAM教育; 刘沃奇(通讯作者), 博士, 西华大学音乐与舞蹈学院, 研究方向: 信息技术教育应用、STEAM教育(liuwoqi0203@163.com)。

[引用信息] 袁磊, 徐济远, 刘沃奇(2025). 数智教育生态下人机协同教学范式转型[J]. 开放教育研究, 31(2): 108-117.

变革的重要力量。政府、高校、中小学纷纷接入 DeepSeek。这标志着教育生态从人类作为中心的工具理性、技术服务于人的数字教育生态,跃迁为人机共生、交往理性的数智教育生态。这表明,教育进入全新的数智时代:人工智能不再仅是辅助工具,而成为具有一定自主性的教育参与者,与人类教师和学习者共同构建富有活力的教育共同体。

本研究聚焦数智教育生态中人机协同教学范式转型,系统解析数智教育生态的内涵与结构特征,并结合教学案例构建人机协同五阶段教学流程,旨在为数智教育生态下人机协同教学发展提供指引与参考。

二、数智教育生态系统

教育生态系统经历了从传统教育生态到数字教育生态,再到数智教育生态的演进历程。传统教育生态系统以物理空间为主要场域,强调师生面对面互动,知识传递以线性方式进行,具有明确的时空边界和相对封闭的特性(沈书生, 2025)。随着信息技术的发展,数字教育生态系统开始形成,表现为教育资源数字化、教学方式网络化、学习空间融合化,但技术仍作为工具存在,未能从根本上改变教育主体间的关系结构(祝智庭等, 2024)。

(一) 内涵

数智教育生态系统最突出的特征是教育范式从“工具赋能”转向“智能协同”,这一转型正是生成式人工智能技术引发的一场革命性变革(乔雪峰, 2025)。在这一新兴教育生态中,人工智能成为教育场景的新型主体。由生成式人工智能技术驱动的数字教育生态,已然超越了单纯的技术应用范畴,逐渐发展为融合物理空间与数字空间、整合人类智慧与机器智能、支持自适应学习与个性化发展的系统化有机整体(贾炜, 2024)。本研究将数智教育生态系统界定为以生成式人工智能技术为核心引领,以物理空间、文化空间与数字空间深度融合为基础,以教师、学生与智能系统之间多元互动为特征,人机协同、交互共生的新型教育形态。就本质而言,该系统是一种融合自然系统、社会系统与技术系统的复合生态结构,通过边界的重新界定、智能协同机制的构建和价值体系的重塑,形成开放、动态、持续进化的教育生态网络。数智教育生态

系统突破了传统教育二元对立框架,实现了自然、社会与技术的有机整合,物质、数字与文化元素的交互融合,以及实体、虚拟与意义维度的立体重构。这种由技术进步驱动的生态重构使教育从单一维度的线性结构演变为多维交互的网络结构,形成新的生成逻辑。在这一演变过程中,人类与智能技术之间逐渐发展出相互依存、协同进化的共生关系(袁磊等, 2024)。

(二) 系统结构

数智教育生态系统的结构体现为由教育主体关系、教育空间构成与教育要素三个相互交织的核心层级共同构成的有机整体(见图 1)。

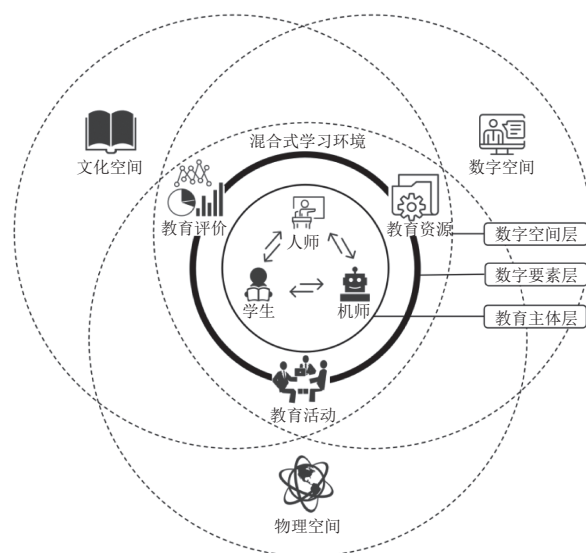


图1 数智教育生态系统结构

在教育主体层方面,数智教育生态呈现“师—机—生”三元互动的新型关系模式。教学模式已从传统的“人师”与学生的二元结构,转变为“人师”“机师”与学生的三元互动结构(苏旭东, 2024)。未来课堂人机共教可整合人工智能的计算效率与人类教师的情感智慧,形成互补协同的育人合力(谢涛等, 2024)。这种三元主体结构使教学过程更多元、灵活,能针对不同学习情境和学习者需求提供个性化支持与指导。

在教育空间层方面,数智教育生态形成了物理空间、文化空间与数字空间三元交融的复合场域。数智时代教育空间不再局限于物理与数字的二元划分,形成更复杂的三维结构(王卓玉等, 2023)。

物理空间提供实体互动与感官体验的基础,文化空间承载文化实践、符号意义和价值观念的认知维度(列斐伏尔, 2021),数字空间创造突破时空限制的虚拟学习环境。这种多维空间融合构建起支持学习者个性化发展的新型环境。它既保留了面对面交流的沉浸感与情感联结,又通过数字技术拓展教育边界与可能性,同时在文化层面促进意义建构与价值传承(沈书生, 2025)。三元空间的交互区域形成混合式学习环境,即数智教育生态中最具活力的“教育数字文化空间”场域。

在教育要素层方面,数智教育生态重构了教育资源、教育活动与教育评价的组织方式与内在逻辑。教育资源呈多元化、智能化、开放共享特征,从静态知识转向动态生成;教育活动从标准化、线性化走向个性化、网络化、情境化,强调学习者主动参与与协同创造;教育评价从结果导向、单一维度转向过程导向、多元综合、数据驱动,关注学习者的全面发展与核心素养(林小红等, 2024)。这三大要素形成闭环互动结构,相互支撑、相互促进,共同构成数智教育生态的内在运行机制。数智技术的大数据分析能力有助于其基于实时反馈动态优化教育活动,利用评价结果直接指导资源配置与活动设计,形成自适应、自组织的教育生态系统(王雪, 2024)。

三、教学范式转型

人机协同教学范式是在新教育理念与技术环境双重影响下,由教学主体、教学方式、学生学习方式和教学评价等核心要素相互关联、动态互动而构成的相对稳定且具有独特特征的教学实践模式与结构体系。本研究从教学主体的多元重构、教师教学方式的深度变革、学生学习方式的创新重塑和教学评价的迭代进化四个维度,揭示数智教育生态下人机协同教学范式转型的关键特征与内在逻辑。这些维度相互交织、彼此影响,共同构成数智教育生态下教学范式转型的整体框架,反映教育从技术应用走向技术共生的形态转变。

(一)教学主体的多元重构

在数智教育生态中,教师从传统的知识传授者转变为学习环境设计者和深度学习过程的引导者。教师需承担设计教学主题智能体、制定人机交互

策略、引导学生深度思考与开展过程性评价等新的教学职能(袁磊等, 2025)。教师成为连接学生与人工智能系统的关键纽带,其专业性不仅体现在学科知识的深厚,更表现在教学设计的创造性、对学科内容的深入理解,以及整合人工智能教育资源的能力上。这体现了教学范式由知识传递向能力培养的转型。

在数智教育生态中,学生借助机师的智能协作支持,通过多模态交互获取多元信息、交流观点、验证想法。这不仅能拓展师生间的信息传递渠道,还能重构学生与智能体之间的交互方式。数智教育生态下学生学习过程注重问题提出、信息整合与批判性分析等高阶思维能力。

机师是基于大语言模型的各类教育技术集合。典型的技术是基于大语言模型的教育智能体,其定位为教师的数字代理与学生学习伙伴。不同于传统数字教育生态的教育辅助工具,机师在数智教育生态中具备“准主体”特征,不仅能理解学习情境、生成个性化学习内容、呈现认知过程并参与意义建构,还通过多样化的形象表征与声音特征实现主体性多维呈现,使其能以符合特定教学情境的专业形象、情感化声音与动态表情,构建独特的“数字教学人格”,并与学习者建立更深层次的认知共鸣。在这种多维主体性基础上,“思维链”和“行动链”技术成为机师发展的又一突出特征和方向。思维链(chain-of-thought, CoT)是一种模拟人类推理过程的技术,通过将复杂问题分解为若干简单步骤,逐层推导出最终答案(Wei et al., 2022)。思维链可预先嵌入大模型,设计者也可利用提示词将相应的推理逻辑渗透于智能体中。教师通过提示词工程、构建思维链等方式搭建教育智能体的思维模式,将成熟的思维模式架构嵌入机师,使其形成特定的认知框架与反馈策略。行动链(chain-of-action, CoA)是智能体通过调用工具与外部环境交互,并利用交互反馈动态调整推理与行动的交替序列,以实现高效决策与执行(Zhang et al., 2025)。行动链弥补了思维链在实践操作与任务执行中的不足,使智能体具备逻辑推理、认知分析与操作示范等功能。双链结构推动数智教育生态中机师与教师形成互补关系。机师发挥结构化知识处理、实时反馈与个性化适应的优势,教师则在价值引导、情感支持与

创造性思维培养等方面具有独特优势。

(二) 教师教学方式的深度变革

在数智教育生态中, 教学观正从静态传递向动态建构转型, 这种变化是人类适应知识传播与更新迭代日益加快的必然结果。然而, 知识并非完全变动不居, 其本身具有相对确定性(王竹立, 2024)。在基础教育阶段, 知识具有较高的确定性, 其教学观以“静态知识×动态迁移”为核心, 强调知识的内化、应用和再组合, 通过迁移实现创新。在高等教育阶段, 知识教学观呈现“(静态知识+动态知识)×动态迁移”的复杂模式, 创新更多发生于知识整合与迁移过程中。因此, 基础教育侧重基于确定性知识的动态建构, 高等教育强调静态与动态知识融合后的迁移创新。这种知识构建模式的差异决定了不同教育阶段动态知识建构的具体要求与实践方式。同时, 这一变革还促使教师重新审视知识的价值与生成方式。在传统教学中, 教师的知识边界限制了其跨学科、跨领域的创新能力, 而生成式人工智能为教师提供了“以机为师”的新机遇, 使其能够弥补自身不足。这种人师与机师的协作, 既能提升教师的专业能力, 又重新定义了教师与学生在知识建构中的角色。在机师交互的课堂实践中, 知识不再是固定、孤立的事实集合, 而是在特定情境下动态建构与重组而生成的。这种动态知识流动呈现“多源汇聚、智能筛选、情境重构、协同生成”等特征, 能推动教学内容选择与组织方式的全面转型。从记忆性知识向方法性和程序性知识转变, 从碎片化信息向知识整合转变, 从注重知识掌握向强调知识生成能力转变, 成为新时代教学的核心特征。在这一过程中, 教师通过设计知识建构型任务, 引导学生借助生成式人工智能探索交叉领域, 构建个性化知识体系, 提升信息素养、批判性思维和知识管理能力。由此可见, 不同阶段模式虽在知识建构上有所不同, 但数智教育生态均能为其提供支撑框架。

数智教育生态下, 教学准备工作由教案编写与资源收集转向为机师调适与人机协同系统设计。教师需要为教学主题搭建适应学生认知发展特性的课程知识库。该过程包括将学科内容重组为结构化数据, 明确概念之间的逻辑关联与层级结构, 为机师提供精准的内容支持框架。其次, 教师需将

学生之前课堂中的学习表现, 整理为学生学习发展档案, 让智能体能快速依据学生水平生成适应性教学方案, 并设计问题处理的思维链, 建立面向动态复杂任务的行动链, 为不同教学场景预设机师的干预策略与行动模式, 确保其能够根据学习情境作出適切反应。

教学组织方式也从传统单一模式向智能化混合模式加速转变。在生成式人工智能支持下, 教学活动已突破传统课堂的时空限制, 形成智能体深度嵌入多元教学场景的新型组织结构。数智教育生态有助于创造智能增强、动态响应和个性化自适应的学习环境, 能实现物理空间与数字空间的深度融合, 特别是可以实现人类智能与人工智能的深层协同(袁磊等, 2023)。这种智能化混合教学模式主要表现为三类创新: 1) 智能增强型个性化学习模式, 即机师作为学生学习伙伴, 提供实时认知支持与思维引导, 并根据学生反馈动态调整学习内容深度与表达形式; 2) 人机协同的探究式教学模式, 即教师设计开放性问题的, 机师作为认知协作者与学生共同构建知识, 提供多视角分析与资源支持; 3) 集中整合集体智慧的建构式教学模式, 即机师协助整合、分析和可视化呈现集体知识生成过程, 促进学生间深度交流与思维碰撞。这种智能化混合模式赋予教学组织更大的灵活性与适应性, 能根据学习目标与学生特征动态重构学习过程, 实现精准化教学与个性化培育。更重要的是, 这种智能协作能激发学习共同体的集体创造力, 有助于构建人机协同、知识共创的数智教育生态系统。

(三) 学生学习方式的创新重塑

生成式人工智能重塑了传统教育交互模式。这一转变标志着教育从工具理性向交往理性的跃迁, 在人机互动中勾连主观世界、客观世界与社会世界, 趋近于“理想的言谈情境”(哈贝马斯, 2018)。传统教育的交互多呈现为教师—学生的单向问答, 基于生成式人工智能的交互表现出多轮连贯、持续深入且语境敏感的特征。这种新型交互模式并非简单的信息交换, 而是思维共建与共享过程, 生成式人工智能能够理解学习者的意图, 追踪对话主题并智能调整反馈策略。在学生在学习过程中, 这种转变体现为三种典型交互模式: 1) 探究式交互, 指通过持续深入的对话实现对概念与问题的深入探

索; 2) 协作式交互, 指师生共同讨论、协同解决问题; 3) 反思式交互, 指通过元认知分析帮助学习者优化自身思维过程。这些交互方式打破传统课堂时空的局限与线性进程, 形成动态、个性化与响应性的学习环境。

智能交互实现了认知过程的外显与可视化。具有深度思考功能的生成式人工智能可清晰展现自身的推理路径、决策依据与思维链, 使隐含在专家头脑中的认知过程显性化、可视化。这种人机思维模式的交互有助于产生超越单一主体的认知增强效应, 可称为人机之间的“认知共振”。本研究提出将“思维镜像”作为一种学习方法, 即通过精心设计的人机思维过程对照与比较, 使认知共振机制在实际教学中具体实现。例如, 探究学习环节中, 基于 DeepSeek-R1 的智能体能“深度思考”呈现思维链, 包括自身观察现象、提出假设、设计验证与得出结论的完整推理链, 帮助学习者理解科学思维方法。教育者应有效利用这一机制, 通过提示词工程科学设计和优化智能体运行的思维链, 促进学生深度学习与创新能力的提升。当然, 机器呈现的推理路径多基于算法逻辑, 可能缺乏人类思维直觉式的创造性跳跃。

数智教育生态系统的学习交互模式正经历从符号交流向多维思维再造范式的转型。在数字教育 4.0 阶段, 以大型语言模型为代表的生成式人工智能技术催生了符号认知交互范式, 该范式通过强化抽象符号操作和元认知能力, 推动概念网络系统化构建与重构, 促进高阶思维结构的形成。自 2021 年元宇宙技术元年的到来, 教育转向 5.0 阶段, 虚拟沉浸技术成为该阶段的核心技术, 为沉浸式认知教学提供了实现途径。该交互范式通过构建高度可控的模拟环境, 使学习者获得可扩展的体验性, 同时保持实验的安全性、可重复性与可控性。2025 年将成为人形机器人发展的临界点, 教育 6.0 的前景已然出现, 物理具身交互将成为该阶段主导技术的特征, 为具身学习提供物理基础。此阶段技术的突破特征在于智能体能从代码构建的虚拟人格实现跨维度迁移后, 进入物理现实环境, 完成从单一文本交互到虚拟化身互动, 再到实体物理互动的完整技术演进路径。物理具身交互范式强调认知过程与感知—运动系统的内在关联, 通过人形机

器人与学习者之间的物理互动构建“感知—动作循环”, 为抽象概念提供具体身体锚点, 形成神经—认知系统稳固的表征结构。这三种交互范式在认知加工深度、抽象层次和身体参与度等维度形成连续统一体, 构成“多维度认知发展”的理论框架。该多维交互生态系统与认知过程可视化机制共同重构教育的认识论基础, 促进教育范式从知识传递的工具主义转向意义共建的建构主义, 标志着学习形式经历从单一符号交互向多模态整合性发展的范式变革。

(四) 教学评价的迭代进化

教学评价范式正经历从单一结果导向向多维整合评价的转变, 重塑了教育评价的本体论基础, 使评价从单向价值判断扩展为多维价值共创(檀慧玲等, 2025)。传统评价过度依赖标准化考试, 难以评估学习者跨学科能力, 且评价标准单一, 缺乏对学习者的个性化需求的关注。尤为显著的缺陷是对学习者情感维度的系统性忽视, 特别是在大班额教学中, 学习者情感变化难以被有效识别, 导致情感素养培育的结构性缺位。数智教育生态下, 评价对象呈现跨时空、多场域特征, 范围扩展至教学全过程。人工智能技术弥补了传统评价的维度缺失, 多模态智能模型能实时识别学习者情感并提供精准反馈, 使评价从知识评估扩展至情感交流的整合系统(Mobbs et al., 2025)。情感拟态技术使教育数字人能展现多维情绪表达能力, 突破传统数字角色表达的单一性(Septiana et al., 2024)。智能系统通过多通道采集并分析学习者情感数据, 可优化教学主体的情感表达策略, 构建情感双向支持机制。人机协同交互作为培养核心素养的关键路径, 可推动教育理念与教学模式的系统性重构, 为评价的过程性与结果性整合提供技术支持。

数智教育生态系统中, 评价方式从静态测量向动态适应变革。静态测量以固定标准和统一形式评估学习结果, 缺乏对学习过程的关注, 难以捕捉个体动态变化与潜在能力。动态适应指基于实时数据, 关注学习过程, 灵活调整评价方式, 持续监测学习者的行为与表现, 并结合多维度数据分析, 动态优化评价策略与学习路径。数智教育生态的评价方式呈实时性、交互性和个性化特征。机师能采集多模态的过程性数据, 实时分析学习者的认知

特征、偏好与表现数据, 辅助人师作出基于教学现象的因果或关联分析, 从而动态调整学习资源与路径, 形成动态的个性化学习方案和评价策略。这种动态评价表现为根据学习者当前认知水平调整评价任务的深度、广度与形式, 提供最适宜的认知挑战; 依据个体学习进度控制评价频率与反馈时机, 避免因评价不当导致学习压力过大或动力不足; 基于学习者自主性水平调节评价引导强度, 保持独立思考与帮助指导之间的平衡。学习者的认知发展在这种评价方式下呈螺旋式上升特征。数智生态的螺旋式发展模式使学习者能借助机师清晰地观察自身认知发展轨迹, 识别思维盲点并及时调整策略, 推动其实现从“学会知识”到“学会学习”的实质性跨越。

教学评价的主体结构实现了从单一主导到多元共生的创新重构。在传统教育中, 评价主体主要是教师, 学生处于被动地位。数智教育生态形成了“教师—学生—机师”的多元评价主体结构。每个主体既是对其他主体教学行为和学习结果的评价反馈者, 也是发现自身不足的自省者。教师可以评价学生学习表现, 也可以通过指令优化机师的表现; 学生也能够对教师教学方式和机师响应效果提出建议。机师可以基于数据分析结果为师生提供改进建议, 甚至可以通过对机师“思维链”的元规划实现自我监督和优化。这种多元主体间的协同评价形成相互依赖、共同进化的共生关系。共生式进化使各主体逐步掌握精确且具有启发性的交流方式, 机师逐渐适应人类思维模式, 人类也借鉴机师的分析框架, 各主体共同探索高效的协作方式, 构建多元协同的学习共同体。

四、教学实践案例

本研究选取新课标中的跨学科主题教学案例“在线数字气象站”作为教学内容, 基于“Coze”智能体开发平台构建辅助教育智能体, 重构了人机协同教学流程(见图2)。该教学流程包含五个递进阶段: 情境引导与问题构建、知识理解与方案迭代、动手实践与数据采集、思维镜像与结果优化、迁移应用与创新拓展。有研究根据各阶段的教学特征与认知需求, 差异化引入基于 DeepSeek 双模型架构(V3 与 R1)的四类功能性教育智能体: 知识支持型、知识诊断型、思维引导型和知识迁移型智能体。其中, V3 模型无深度思考功能但响应速度快, 适用于即时知识支持、诊断与迁移任务; R1 模型具备深度思考能力, 响应时间较长, 但能以显性方式呈现完整推理过程, 可用于思维引导环节。

(一) 情境引导与问题构建

情境引导与问题构建是人机协同教学的首要环节, 旨在创设真实问题情境, 引导学生深入探究气象站数据采集与气象预测的底层原理, 明确学习目标与任务结构, 为后续智能辅助分析、认知结构对比、协作知识重构和元认知迁移奠定基础, 是实现物理、数字及认知维度融合的关键起点。

该阶段呈现“教师主导、学生设计、智能体辅助”的协同模式。教师作为情境设计者, 围绕校园气象监测的实际应用场景, 提出多层次探究问题, 引导学生初步尝试, 同时预留适当认知空白, 为智能体后续深度介入提供条件。知识支持型 DeepSeek-V3 智能体此时处于“预设支持”状态, 仅作为知识资源库提供基础术语、技术参数等客

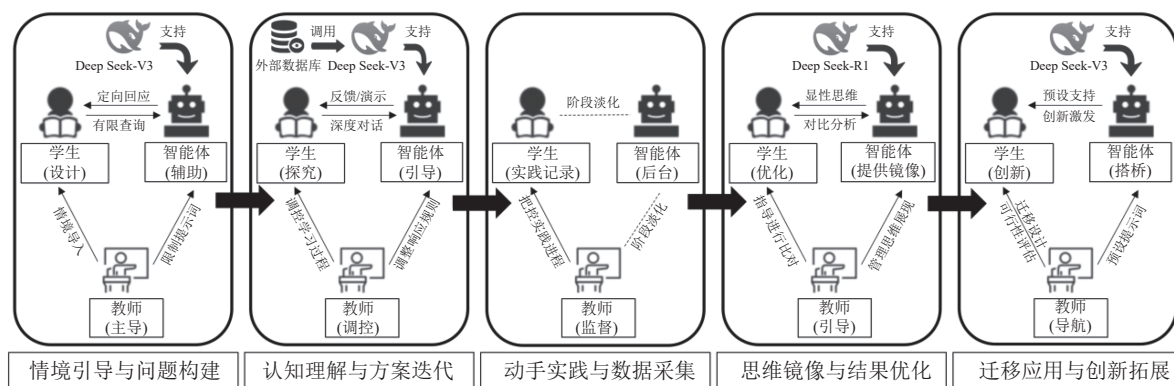


图2 人机协同教学流程

观信息,不直接提供具体解决方案。学生作为认知主体,在有限资源支持下理解问题情境,调动已有知识初步构想数字气象站系统框架。为有效控制智能体介入程度,教师需在该环节设定相关提示词:知识边界限定型提示,即明确智能体回应知识的范围与深度;概念解释导向型提示,即要求智能体根据学生认知水平解释概念;案例提供型提示,即通过具体实例拓展学生视野;回答限制型提示,即限定智能体回答篇幅和深度。上述提示策略使智能体保持适度“隐性在场”,保障学生独立思考空间。具体教学可依据:情境导入,即通过展示校园气象监测现状与未来需求建立认知起点;问题设置,即围绕“如何设计自动化气象监测系统”提出层级化任务;知识激活,即引导学生回顾相关知识;初步构想,即组织学生绘制系统架构图。师生机互动采用“有限查询一定向回应”模式,智能体在预设框架下提供支持信息,学生据此形成初步方案。这种控制性互动在满足学生知识需求基础上,确保学生思维独立性。

(二)知识理解与方案迭代

知识理解与方案迭代环节是人机协同教学的深化环节,旨在通过智能诊断与动态交互实现认知结构的精确校准,突破传统教学中难以及时发现知识盲区、持续优化设计方案等瓶颈。通过人机协同实现知识理解与方案优化的螺旋式发展,为后续协作知识重构与迁移应用提供结构化知识储备,是实现人机认知协同增效的关键跃迁。

该阶段呈现“智能体引导、教师调控、学生探究”模式。知识诊断型 Deep Seek-V3 智能体作为技术中枢,通过“诊断—反馈—重构”的认知增强机制,推动学生对数字气象站设计的理解从表层概念向系统思维转变,从而形成可实施的技术方案。教师角色升级为认知调节者,通过动态调整智能体响应规则,确保技术指导与学生认知发展的精准匹配。学生则转变为技术设计师,在智能体提供的多维认知支架下,完成从经验驱动到数据驱动的方案迭代。

在这一阶段,DeepSeek-V3 智能体能够应用行动链技术,通过应用程序编程接口(Application Programming Interface, API)自主调用外部工具和数据库,为方案迭代提供数据实证与操作示范。当学

生提交气象站监测方案后,智能体启动“气象数据处理行动链”,实时连接气象数据库,执行完整的数据处理工作流程:从调用 API 获取原始数据,到数据清洗与标准化处理,再到特征提取与统计分析,最终生成可视化结果。智能体将抽象的数据处理概念转化为可见的操作流程,使学生能够掌握专业数据科学家的工作范式。同时,基于真实数据的分析结果为学生制定方案提供实证基础,使技术讨论从理论假设转向数据验证。为调控智能体的交互模式,教师可采用以下提示词:方案评价型提示,要求智能体识别设计问题并进行综合评价;认知诊断型提示,引导智能体锁定学生认知盲区;知识匹配型提示,针对性调整反馈内容,例如为基础弱的学生呈现前序概念,强化高阶学习者参数关联分析。

教学实施采用螺旋递进模式,包括分析方案、评估初步设计、识别问题;精准补充知识;优化方案,调整并提升可行性;探讨实践路径,分解实施步骤;建立验证标准,制定评估指标。师生与智能体形成“深度对话—持续反馈”循环,智能体提供针对性反馈与数据处理示范,学生在多轮互动中既接受专业指导又持续完善方案,从而实现认知结构的优化升级与数据处理能力的提升。

(三)动手实践与数据记录

人机协同教学的本质并非智能器的全程深入参与,而是以学生真实发展为目标导向,动态调整智能体介入程度,发挥教师应有的主导地位,强调学生的主体地位(袁磊等,2023)。在前两个环节,教师通过提示词限制智能体的输出范围、深度,确保生成内容与特定教学需求契合;进入实践环节后,智能体适当淡出,保障学生发挥主体性。

该阶段呈现“学生主体、教师监督、智能体后台支持”的交互模式。学生作为实践执行者和数据记录主体,在自主操作设备、执行方案过程中形成结构化记录(包括概念地图、窗口式笔记和思维导图等)。这些结构化记录可将学生的具身实践经验转化为显性、系统的知识结构。而记录活动本身就是思维的外显与系统梳理,有助于培养学生的反思性思维与元认知能力。智能体退至幕后,从“技术应答”变为“记录赋能”,辅助学生结构化记录并筛选实践数据,为后续人机深层次交互、实现“思维镜像”提供数据基础。教师作为

质量监督者,通过巡视物理空间和数字平台监测把握学生实践进程。为确保学生能经历真实的试错过程,教师需输入以下提示词:应答限制型提示和数据验证型提示。应答限制型提示指划分智能体相应等级,仅回复技术操作、记录规范等,限制其介入实践过程的解释;数据验证型提示指预先植入“标准化记录框架”,智能体自动校验学生输入数据的完整性,为后续“思维镜像”提供高质量认知分析材料。

具体教学实施中,教师可通过“做—记—思”三位一体实践框架,构建“现象观察→假设生成→操作验证→归因分析”探究链条,设计包含“现象描述—操作变量—结果数据”三维证据链的结构化记录模板,确保学生在实践操作中能系统化地记录思考路径,将隐性的实践知识转化为可分析的显性知识。

(四)思维镜像与结果优化

思维镜像与结果优化是人机协同教学实现元认知跃迁的核心机制,旨在实现学生与智能体之间的深层次认知互动。它运用具有“深度思考”功能的思维引导型 DeepSeek-R1 智能体,将其内在推理过程以显性、可视化的方式呈现,构建学生与智能体之间的思维互动机制,促进学生认知结构发展与设计方案的迭代优化。

这一阶段的核心机制为“思维镜像”。它通过两种交互模式实现:第一种为平行思考模式,即智能体针对数字气象站设计的任务环节,展示自身分析路径与决策逻辑;学生依据自身实践过程的结构化记录发现问题并向智能体提问,将智能体生成的思考过程与自身思考过程比对,以识别思维盲点与不足。第二种为专家思考模式,即智能体化身为专家,以专家视角分析情境问题,帮助学生拓展认知边界,找出优化路径。这两种模式相互协同,共同构成完整的思维镜像交互框架。智能体不只提供技术支持,还通过显性思维深度参与师生互动,促使学生有效对比和反思自身的认知决策。教师通过设计提示词策略管理智能体的思维展现方式。这些策略包括多视角分析提示和认知比对提示。多视角分析提示要求智能体从多个专家视角阐述问题,拓展学生的认知视野;认知比对提示指导智能体结构化展示学生方案与智能体自身方案之间

的异同,帮助学生明确自身认知局限和优化方向。

教学实施环节包括:1)认知外显。智能体解析结构化记录,将隐性思维可视化。2)思维镜像。教师引导学生通过智能体开展平行路径和专家路径的双模式比对。3)方案迭代。系统解构学生经验性归因与智能体推理的逻辑差异,进而推动设计方案的多轮优化迭代。这种“实践—思维镜像—方案优化—再实践”的动态循环,可使学生认知结构与设计方案不断深化和成熟。

(五)迁移应用与创新拓展

迁移应用与创新拓展阶段的核心目标,是引导学生突破特定问题情境边界,将从数字气象站项目学到的知识灵活迁移至多元应用场景,推动学生从方案模仿向原创设计跃迁,实现从知识掌握到创新应用的质变。

该阶段呈现“学生创新、教师导航、智能体搭桥”的协同模式。知识迁移型 DeepSeek-V3 智能体起到案例库的作用,教师将气象站的核心技术要素拆解为可独立迁移的知识单元。智能体负责找出迁移知识连接点,推送相似迁移案例,助力迁移拓展。学生是迁移应用的主体,他借助智能体选择新的应用场景并设计原创解决方案,实现从思维优化到价值创造的跃迁。教师作为迁移框架设计者和可行性评估者,在智能体辅助下引入跨学科评价维度,引导学生识别新场景与原始项目之间的技术共性与差异,激发学生创新潜能。

教师作为迁移框架设计者和可行性评估者,需要精确把控智能体的辅助界限,避免剥夺学生自主探索与创新体验。教师可以输入预设控制型提示词和方案生成抑制型提示词。预设控制型提示指在 Coze 平台预设可迁移领域库和跨学科知识范围,智能体响应白名单内的迁移建议;方案生成抑制型提示词强制智能体提供“半成品案例”,要求学生为“补全”产品开展创新。

教学实施包括教师分解气象站核心技术,智能体标记可迁移点;学生自选应用领域,智能体推送案例,教师审查可行性;智能体提供“残缺方案”,学生补全设计;学生用气象站设备模拟新场景,教师形成多维评估标准;智能体回到“预设支持”状态,仅提供共性技术框架与差异参数分析,为学生留有自主探索空间。

五、结语

本研究系统剖析了数智教育生态系统的人机协同教学范式转型特征。然而,当前数智教育生态发展面临多重挑战,比如数字教育环境的兼容性问题凸出,教师开展数智教育设计与智能体开发能力亟待提升。这些因素制约着数智教育实践的有效推进。人机协同教学作为教育数智化发展的必然趋势,需要多维度协同推进:技术层面致力于构建适配教育场景的人机交互环境,夯实生态发展基础;课程教学层面需科学构建与学生认知发展相适应的能力框架体系;教师发展层面应系统提升教师人机协同教学的专业素养,激发其内生动力;政策治理层面需优化资源配置机制与制度设计,为数智教育生态的可持续发展提供保障。只有构建富有活力的数智教育新生态,才能有效回应新时代新质人才培养的战略需求与挑战。

[参考文献]

- [1] 国务院(2025). 中共中央 国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》[EB/OL]. [2025-01-19]. https://www.gov.cn/zhengce/202501/content_6999913.htm.
- [2] [法]亨利·列斐伏尔(2021). 空间的生产[M]. 刘怀玉,译. 商务印书馆: 8-9.
- [3] 贾炜(2024). 数智技术催生开放大学育人新生态[J]. 开放教育研究, 30(5): 27-35.
- [4] 教育部(2024). 教育部部长: 将实施人工智能赋能行动, 促进智能技术与教育教学、科学研究深度融合[EB/OL]. [2024-02-01]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/2024/2024_zt02/mtbd/202402/t20240202_1114004.html.
- [5] 林小红, 钟柏昌(2024). 人工智能教育大模型赋能综合素质评价: 理念、模型与展望[J]. 开放教育研究, 30(6): 72-78.
- [6] Mobbs, R., Makris, D., & Argyriou, V. (2025). Emotion recognition and generation: A comprehensive review of face, speech, and text modalities[J]. arXiv preprint arXiv: 2502.06803.
- [7] 乔雪峰(2025). 从工具赋能到智能协同: 生成式人工智能驱动的教育模式转型[J]. 南京社会科学, (1): 126-134.
- [8] Septiana, A. I., Mutijarsa, K., Putro, B. L., & Rosmansyah,

Y. (2024). Emotion-related pedagogical agent: A systematic literature review[J]. IEEE Access, (12): 36645-36656.

- [9] 檀慧玲, 王玥(2025). 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, (3): 55-61.
- [10] 沈书生(2025). 数智赋能教育转型: 构建与社会发展相适应的实践样式[J]. 电化教育研究, 46(2): 5-11+18.
- [11] 沈书生(2025). 数智技术赋能新质人才培养: 支持个体的差异成长[J]. 开放教育研究, 31(1): 73-81.
- [12] 苏旭东(2024). 数智时代的“人师”与“机师”协同教学[J]. 开放教育研究, 30(4): 46-52.
- [13] 王雪, 刘伊祉兰, 兰翠玲, 等(2024). 沉浸式虚拟现实环境中学习者需要何种同伴教学代理?——基于社会存在框架的研究[J]. 远程教育杂志, 42(6): 33-42.
- [14] 王竹立(2024). 建构新教育学体系, 发展新质教育——从数智时代新知识观入手[J]. 开放教育研究, 30(3): 15-23+36.
- [15] 王卓玉, 徐济远, 叶薇(2023). 数字化转型视阈下高等教育数字文化空间建设[J]. 现代远程教育, (2): 70-77.
- [16] Wei, J., Wang, X., & Schuurmans, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 35: 24824-24837.
- [17] 谢涛, 全文瑛, 廖剑(2024). 未来课堂人机共教的价值逻辑与实践方略[J]. 现代教育技术, 34(8): 33-42.
- [18] 新华社(2025). 政府工作报告[EB/OL]. [2024-03-12]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202403/content_6939153.htm?menuid=104.
- [19] 袁磊, 雷敏, 徐济远(2023). 技术赋能、以人为本的智能教育生态: 内涵、特征与建设路径[J]. 开放教育研究, 29(2): 74-80.
- [20] 袁磊, 刘美玲(2024). 数字化助推中国教育现代化建设的实践范围与成熟度探析——基于2010—2024年文献分析[J]. 广西师范大学学报(哲学社会科学版), 60(4): 77-87.
- [21] 袁磊, 徐济远, 梁世松(2025). 智能体赋能的人机协同跨学科主题教学支持模型[J]. 电化教育研究, 46(3): 87-94.
- [22] 袁磊, 徐济远, 叶薇(2023). AIGC时代的数智公民素养: 内涵剖析、培养框架与提升路径[J]. 现代教育技术, 33(9): 5-15.
- [23] [德]尤尔根·哈贝马斯(2018). 交往行为理论[M]. 曹卫东, 译. 上海人民出版社: 482-485.
- [24] Zhang, Y., Yang, Y., Shu, J., Wen, X., & Sang, J. (2025). Agent models: Internalizing chain-of-action generation into reasoning models[J]. arXiv preprint arXiv: 2503.06580.
- [25] 祝智庭, 赵晓伟, 沈书生(2024). 融智课堂: 融入AI大模型的创新课堂形态[J]. 电化教育研究, 45(12): 5-12+36.

(编辑: 李学书)

Human-Machine Collaborative Teaching Paradigm Transformation in Digital-Intelligent Education Ecosystem

YUAN Lei^{1,2}, XU Jiyuan² & LIU Woqi³

(1. Key Lab of Education Blockchain and Intelligent Technology of Ministry of Education, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China; 2. Education Department, Guangxi Normal University, Guilin 541004; China; 3. School of Music and Dance, Xihua University, Chengdu 610039, China)

Abstract: *Since the emergence of ChatGPT, generative artificial intelligence technology has deeply integrated into various domains of education. Education transforms traditional digital education into a digital-intelligent education ecosystem with human-machine symbiosis and rational communication. This transformation needs to establish a “teacher-machine-student” three-way interactive structure and a complex physical, cultural, and digital integration field. This study focuses on four core dimensional paradigm shifts in the digital-intelligent education ecosystem. First, in the new ecosystem, the teaching subjects evolve from singular to plural, changing teachers' roles from knowledge transmitters to learning designers. The students gradually become active explorers and intelligent agents participating deeply in teaching as educational “quasi-subjects.” The view of knowledge also changes from static to dynamic and teaching organization changes from single to mixed with learning methods realizing the externalization of cognitive processes, emphasizing critical use and creative application. Finally, educational evaluation shifts from result-oriented to multidimensional integration and from static measurement to dynamic adaptation. Based on teaching cases, this study utilizes DeepSeek’s dual-model architecture to design a five-stage teaching process, develops four types of functional educational intelligent agents, and proposes differentiated intelligent agent application strategies, providing practical paradigms and theoretical support for human-machine collaborative teaching in the digital-intelligent education ecosystem.*

Key words: *digital-intelligent education; human-machine collaborative teaching; educational ecosystem; educational intelligent agents; Deep Seek*