

人工智能赋能基础教育的实践图景与产业生态

——基于1690个典型案例的混合方法研究

[作者姓名待补充]

([作者单位待补充])

摘 要:

人工智能技术正在深刻重塑基础教育的教学形态与产业格局。本研究以全国基础教育教师AI教学案例征集活动所获取的1690个典型案例为样本,综合运用描述性统计、TF-IDF关键词提取、LDA主题建模、KMeans聚类分析及技术路径模式挖掘等混合方法,从教育、技术、产业三个维度系统解构了当前AI赋能基础教育的实践样态。研究发现:(1)在教育维度,AI应用呈现“助学为主、智育偏重”的格局,小学阶段渗透率最高(52.7%),助学类场景占比达73.5%,智育应用占72.6%,五育融合发展不均衡;(2)在技术维度,以大语言模型为核心的技术栈已成主导,形成了“学习行为采集→学情诊断→个性化反馈→学习改进”的典型技术路径,3815条工具记录涉及1830种独立工具;(3)在产业维度,市场呈高度碎片化特征,1726家企业参与供给,前五大企业市场份额仅占28.2%,教师自主研发比例为14.4%。基于上述发现,本文以黄荣怀等提出的“数字教学法”四维框架和智慧教育“三重境界”理论为分析透镜,结合iSTAR人机协同框架与“教育场景泛化”理论,深入讨论了AI教育应用的结构特征、场景集中化的深层逻辑以及人机协同教育的演进阶段,并基于“分类分级审查”和“教育社会实验”等治理理念提出了促进AI与基础教育深度融合的政策建议。

Abstract:

Artificial intelligence is profoundly reshaping the pedagogical landscape and industrial ecology of K-12 education. Drawing on 1,690 representative cases collected from a national AI teaching case solicitation campaign targeting K-12 teachers in China, this study employs a mixed-methods approach—including descriptive statistics, TF-IDF keyword extraction, LDA topic modeling, KMeans clustering, and technology pathway pattern mining—to systematically deconstruct the current state of AI-empowered basic education across three dimensions: education, technology, and industry. Key findings reveal: (1) AI applications predominantly serve student learning assistance (73.5%) with an intellectual education bias (72.6%); (2) large language model-driven technology stacks have become dominant, forming a characteristic pathway of “learning behavior collection → learning diagnosis → personalized feedback → learning improvement” across 3,815 tool records involving 1,830 unique tools; (3) the EdTech market is highly fragmented, with 1,726 companies and the top five holding only 28.2% market share. Grounded in Huang Ronghuai’s “Digital Pedagogy” four-dimensional framework, the “Three Realms” of smart education

关键词：人工智能教育；基础教育；数字教学法；
人机协同；产业生态；文本挖掘

theory, the iSTAR human-machine collaboration framework, and the “Application Scenario Generalization” theory, this paper discusses the structural characteristics, the deep logic of scenario concentration, and the evolutionary stages of human-machine collaborative education, and proposes policy recommendations based on “classified and graded review” and “educational social experiment” governance concepts.

Keywords: AI in Education; K-12 Education; Digital Pedagogy; Human-Machine Collaboration; Industry Ecosystem; Text Mining

一、引言

1.1 研究背景

人工智能作为引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术，正在深刻改变人类社会的生产方式、生活方式和教育方式。2017年，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，明确提出“利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系”（国务院，2017）。2022年，教育部启动实施国家教育数字化战略行动，将人工智能与教育的深度融合作为教育现代化的重要引擎（教育部，2022）。2024年以来，以ChatGPT、文心一言、豆包等为代表的大语言模型（Large Language Models, LLMs）的快速普及，进一步加速了AI技术向基础教育领域的渗透，催生了大量教学创新实践。

在政策驱动与技术推动的双重作用下，全国各地基础教育教师积极探索AI赋能教学的多元路径。然而，这些分散的实践探索尚缺乏系统性的实证研究加以梳理和总结。当前，AI教育应用究竟呈现怎样的实践图景？技术栈的构成与演化逻辑如何？教育科技产业生态具有哪些结构性特征？这些问题的回答，对于理解AI与基础教育融合的现实状态、识别发展瓶颈、制定科学的推进策略具有重要的理论价值和实践意义。

1.2 研究问题

基于上述背景，本研究提出以下三个核心研究问题：

RQ1: 当前AI赋能基础教育的教学应用呈现怎样的实践图景? 在学段、学科、场景、五育等维度上具有哪些结构性特征?

RQ2: AI教育应用的技术栈如何构成? 存在哪些典型的技术路径模式?

RQ3: AI教育科技产业生态具有哪些特征? 市场格局、供给结构与区域差异如何?

1.3 研究意义

本研究的理论贡献在于: 第一, 基于大规模真实案例数据, 为AI教育应用研究提供了扎实的实证基础, 弥补了现有研究多依赖小样本或理论推演的不足; 第二, 构建了“教育—技术—产业”三维分析框架, 拓展了AI教育研究的分析视角; 第三, 通过混合方法的综合运用, 揭示了AI教育应用的深层结构与内在逻辑。实践层面, 研究发现可为教育行政部门的政策制定、学校的技术选型决策以及企业的产品研发方向提供参考依据。

二、文献综述

2.1 AI赋能教育的理论基础

人工智能与教育的融合研究植根于多个理论传统, 近年来以黄荣怀为代表的中国学者在智慧教育、数字教学法和人机协同教育等领域构建了具有原创性的理论体系, 为理解AI教育应用提供了系统性的分析框架。

(1) 智慧教育的“三重境界”理论。黄荣怀(2014; 2023a)提出智慧教育包含三重递进境界: 第一境界为智慧学习环境, 旨在通过智能技术构建感知化、泛在化的学习空间以“传递教育智慧”; 第二境界为新型教学模式, 通过技术驱动的教学创新“启迪学生智慧”; 第三境界为现代教育制度, 通过制度层面的系统性变革“孕育人类智慧”。该理论进一步凝练了智慧教育的五大核心特征——感知(Sensible)、适配(Adaptable)、关爱(Caring)、公平(Equitable)、和谐(Orchestrating), 构成了评估教育智能化水平的理论标尺(黄荣怀, 2023a)。这一“三重境界”框架为判断当前AI教育应用所处的发展阶段提供了重要的理论参照。

(2) “数字教学法”四维框架。面对数字技术对教育的深层变革, 黄荣怀等(2024a)提出了“数字教学法”(Digital Pedagogy)这一迈向数字时代教学变革的基本理论, 包含四个核心维度: 技术赋能的深度学习(Technology-Enabled Deep Learning)、绿色鲁棒的数字学习环境(Green and Robust Digital Learning Environments)、循证导向的教学实践(Evidence-Oriented Teaching Practices)和人机互信的协同教育(Human-Machine

Collaborative Education)。该框架超越了传统的技术整合视角，将数字技术视为教学变革的内生动力而非外部工具，强调从环境、资源到教学法的系统性转型（黄荣怀，2024b）。数字教学法的提出标志着教育技术研究从“如何用技术”转向“技术如何重塑教学的本体论基础”，为分析AI教育应用的深层逻辑提供了新的理论透镜。

（3）iSTAR人机协同框架。在人机协同层面，Huang等（2023）提出了iSTAR框架（Intelligent Synergies between Humans, Digital Twins, Avatars/Agents, and Robots），系统描绘了人类与数字孪生、虚拟化身/智能代理、教育机器人之间的智能协同图景。该框架将人机协同划分为四个递进层级：HUM(0)（纯人类教学）、HMC(1)（人机协作）、HM2C(2)（人机深度协同）和HMnC(3)（人机多元协同），并提出了“师一生一机”三元结构取代传统“师一生”二元结构的理论构想（黄荣怀等，2023b）。这一框架为评估AI教育应用中人机关系的演化阶段提供了精细化的分析工具。

（4）“教育场景泛化”理论。黄荣怀等还深刻揭示了AI教育应用中的“教育场景泛化”问题，指出当前存在“双盲盒”现象——“技术黑盒子”（教育者不理解技术原理）与“方案空盒子”（技术方案缺乏教育内涵）并存。为破解这一困境，他们提出了TSPE模型（Time时间、Space空间、People人物、Event事件）用于教育场景的精准识别，并构建了“需求洞悉—技术适配—场景创新—迭代生成”的闭环机制，强调技术介入后教育场景会发生“漂移/演化”，需要持续的动态调适（黄荣怀，2024b）。

在国际理论层面，Mishra和Koehler（2006）提出的TPACK（Technological Pedagogical Content Knowledge）框架强调技术知识（TK）、教学知识（PK）和学科内容知识（CK）三者的有机整合，是教师有效运用技术进行教学的关键。Puentedura（2006）的SAMR模型则从技术应用深度的角度，将技术整合划分为替代（Substitution）、增强（Augmentation）、修改（Modification）和重新定义（Redefinition）四个层次。Luckin等（2016）提出的“AIED”框架强调AI应作为教师的智能助手而非替代者。此外，联合国教科文组织（UNESCO，2021）从全球治理视角提出了AI教育应用的伦理原则与政策框架，强调公平性、透明性、可解释性和人类自主性等核心价值。

值得注意的是，上述国际理论框架多聚焦于技术整合的微观层面，而黄荣怀等构建的理论体系则兼具宏观制度视野与微观教学分析能力，尤其是“数字教学法”框架将技术、环境、证据和人机关系统整为一体，为本研究提供了更具解释力的分析工具。

2.2 国内外AI教育应用研究现状

国际层面，AI教育应用研究经历了从专家系统、智能导学系统（ITS）到大语言模型驱动的三个发展阶段（Holmes et al., 2019）。早期研究聚焦于基于规则的智能导学系统的设计与效果评估（VanLehn, 2011），近年来则转向探讨生成式AI对教学实践的变革性影响（Kasneci et al., 2023）。Zawacki-Richter等（2019）对2007—2018年间146篇AI教育研究的系统综述发现，研究主要集中在学习分析、智能导学、自适应学习和自动评估四个领域，但对产业生态和大规模实践应用的关注不足。

国内研究方面，祝智庭和彭红超（2020）系统梳理了智能教育的技术框架与发展路径，提出了“技术赋能—模式创新—生态重构”的演进逻辑。余胜泉（2023）从认知科学视角分析了大语言模型对教育的潜在影响，指出其在个性化学习支持、创造性思维培养等方面的独特价值。吴砥等（2023）基于全国教育信息化调查数据，分析了中小学AI教育应用的现状与挑战，发现区域差异显著、教师数字素养参差不齐等问题。

2.3 教育科技产业生态研究

教育科技（EdTech）产业生态研究是近年来兴起的交叉领域。Williamson（2021）从政治经济学视角分析了全球EdTech产业的资本化趋势与权力结构，指出平台化和数据化是当前EdTech产业的核心特征。国内学者方面，任友群等（2022）分析了中国教育信息化产业的发展历程与结构特征，指出市场碎片化、标准缺失和区域发展不均衡是突出问题。

在AI教育产业治理层面，黄荣怀和王运武（2024）将人工智能变革教育视为一场“社会实验”，系统分析了其诉求、治理和建议。他们提出了“双向赋能”的产业逻辑——“科技赋能教育”与“教育赋值科技”相互促进，并针对AI教育产品的治理提出了“分类分级审查”和“黑白名单”机制，主张推动AI教育产品从“产品”向“服务”的形态转型。这一治理框架为理解AI教育产业生态的规范化发展提供了重要的政策分析视角。黄荣怀等（2024c）还专门探讨了教育机器人的典型应用场景及技术治理问题，指出教育AI产品需要建立与教育场景相适配的分类治理体系。

此外，黄荣怀（2023c）提出了AI教育应用的“三赋能”框架：赋能学生（知识获取、自主学习、学习伴侣）、赋能教师（差异教学、增强教学、协同教学）、赋能学校（校园赋能、家校互联、泛在教育环境），以及“四观”转型——众创共享的知识观、智联建构的学习观、融通开放的课程观、人机协同的教学观。这一框架为从需求侧理解AI教育产业的价值创造逻辑提供了理论基础。

然而，现有产业生态研究多基于宏观统计数据或企业层面的案例分析，缺乏从一线教学实践出发、基于大规模微观数据的实证研究。本研究试图弥补这一空白，通过分析教师实际

使用的AI工具及其背后的企业信息，从需求侧视角刻画EdTech产业生态的真实面貌。

2.4 研究述评与本文定位

综上所述，现有研究在以下方面存在不足：第一，大规模实证研究匮乏，多数研究基于小样本调查或理论推演，难以全面反映AI教育应用的实践全貌；第二，研究视角相对单一，鲜有研究同时关注教育、技术和产业三个维度；第三，对教师自发性实践探索的关注不足，现有研究多聚焦于顶层设计或实验干预，较少关注教师在真实教学情境中的AI应用行为；第四，理论框架的本土化建构不够充分，多数实证研究仍依赖TPACK、SAMR等西方理论框架，未能充分运用黄荣怀等构建的“数字教学法”“三重境界”“iSTAR”等具有中国原创性的理论体系来解释中国AI教育实践的独特现象。

本研究基于1690个来自全国30个省份的真实教学案例，综合运用多种定量分析方法，从“教育—技术—产业”三个维度系统解构AI赋能基础教育的实践图景。在理论层面，本研究以黄荣怀等提出的“数字教学法”四维框架为核心分析透镜，融合“三重境界”理论、iSTAR人机协同框架、“教育场景泛化”理论和“三赋能”框架，构建了具有理论深度和本土适切性的分析体系，力图为该领域的理论建构和政策制定提供坚实的实证支撑。

三、研究设计

3.1 数据来源

本研究数据来源于全国基础教育教师AI教学案例征集活动。该活动面向全国中小学及幼儿园教师，征集其在教学实践中运用人工智能技术的典型案例。每个案例包含教师基本信息、所在学校与地区、教学学段与学科、所使用的AI工具及其应用场景、教学设计与实施过程等结构化与非结构化信息。经过数据清洗与质量筛选，最终获得有效案例1690个，涵盖全国30个省（自治区、直辖市），包含3815条AI工具使用记录，涉及1830种独立AI工具和1726家相关企业。

样本的地域分布呈现一定的集中性：浙江省贡献了最多的案例（432个，占25.6%），其次为四川（190个，11.2%）、重庆（166个，9.8%）和北京（135个，8.0%）。这一分布特征既反映了各地教育信息化发展水平的差异，也与活动组织推广力度有关，在结果解读时需予以注意。

3.2 研究方法

本研究采用混合方法（Mixed Methods）研究设计，综合运用以下分析技术：

（1）**描述性统计分析**。对案例的学段、学科、地域、应用场景、五育类型等基本特征进行频次统计与交叉分析，刻画AI教育应用的宏观分布格局。

（2）**TF-IDF关键词提取与LDA主题建模**。对案例文本进行分词、去停用词等预处理后，采用TF-IDF（Term Frequency-Inverse Document Frequency）算法提取高频关键词，并运用LDA（Latent Dirichlet Allocation）主题模型（Blei et al., 2003）识别案例文本中的潜在主题结构。经过困惑度（Perplexity）和主题一致性（Coherence）指标的综合评估，最终确定7个主题为最优解。

（3）**KMeans聚类分析**。基于案例的多维特征向量，采用KMeans聚类算法将案例划分为不同的实践类型。通过轮廓系数（Silhouette Score）和肘部法则（Elbow Method）确定最优聚类数为10，从而识别出10种典型的AI教学应用模式。

（4）**技术路径模式挖掘**。通过对案例中AI工具的技术特征、应用流程和功能组合进行编码分析，提取典型的技术路径模式，揭示AI技术在教学过程中的作用机制。

（5）**产业生态分析**。基于工具记录中的企业信息，分析市场集中度（采用CR5指标）、企业规模分布、自主研发比例等产业结构特征，并结合地域信息分析区域产业差异。

3.3 分析框架

本研究构建了“教育—技术—产业”三维分析框架（见图1），并以黄荣怀等提出的多层理论体系为分析透镜，系统性地组织和呈现研究发现。

图1 “教育—技术—产业”三维分析框架

教育维度：关注AI应用的教育属性，包括学段渗透、学科分布、应用场景、五育融合等。以黄荣怀（2023c）提出的“三赋能”框架为映射基础，将研究发现中的应用场景对应至“赋能学生”（助学）、“赋能教师”（助教）、“赋能学校”（助管/助育）三个层次，考察AI教育应用的价值创造结构；

技术维度：关注AI应用的技术构成，包括核心技术要素、技术路径模式、产品形态等。

以“数字教学法”四维框架（黄荣怀等，2024a）为分析透镜，从“技术赋能的深度学习”“绿色鲁棒的数字学习环境”“循证导向的教学实践”“人机互信的协同教育”四个维度审视技术路径的教育意涵；

产业维度：关注AI教育工具背后的产业生态，包括市场格局、供给结构、区域差异等。以“双向赋能”理论（黄荣怀、王运武，2024）为分析视角，考察“科技赋能教育”与“教育赋值科技”的互动关系。

三个维度相互关联、彼此支撑：教育需求驱动技术选择，技术能力约束教育创新的边界，产业生态则决定了技术供给的丰富度与可及性。在讨论部分，本研究进一步引入智慧教育“三重境界”理论（黄荣怀，2023a）评估当前AI教育应用的发展阶段，运用iSTAR框架（Huang et al., 2023）分析人机协同的演化层级，借助“教育场景泛化”理论（黄荣怀，2024b）解释应用场景集中化的深层逻辑。这一多层理论整合的分析框架，既呼应了黄荣怀等智慧教育理论体系中“环境—模式—制度”的系统思维，又融入了产业经济学的分析视角，为全面理解AI赋能基础教育的复杂现象提供了兼具理论深度与实证基础的结构化分析工具。

四、研究发现

4.1 教育维度：AI教学应用的实践图景

4.1.1 学段与学科渗透格局

从学段分布来看（见表1），小学阶段是AI教学应用最为活跃的领域，占全部案例的52.7%（890个），远超其他学段。初中阶段占19.1%（323个），幼儿园和高中阶段分别占11.2%（189个）和11.1%（188个）。

表1 AI教学案例的学段分布

学段	案例数	占比
小学	890	52.7%
初中	323	19.1%
幼儿园	189	11.2%
高中	188	11.1%
其他	100	5.9%

小学阶段的高渗透率可从多个角度加以解释：第一，小学教师群体基数最大，参与案例征集的概率相应较高；第二，小学阶段的课程弹性较大，教师拥有更多的教学创新空间；第

三，AI工具在趣味化、可视化方面的优势与小学生的认知特点较为契合。相比之下，高中阶段受升学压力制约，教师采纳新技术的意愿和空间相对有限。值得注意的是，幼儿园阶段的AI应用占比达到11.2%，反映出AI技术向学前教育领域渗透的新趋势。

从地域分布来看（见表2），案例来源覆盖全国30个省份，但分布极不均衡。

表2 案例数量排名前十的省份

排名	省份	案例数
1	浙江	432
2	四川	190
3	重庆	166
4	北京	135
5—10	其他省份	—

浙江省以432个案例遥遥领先，这与浙江省在教育数字化领域的先发优势密切相关。浙江省较早推进“之江汇”教育广场等数字化平台建设，教师的数字素养和技术应用意识整体较强。四川、重庆的突出表现则可能与西南地区近年来教育信息化的快速推进以及活动组织方的区域推广策略有关。

4.1.2 应用场景层次结构

对1690个案例的应用场景进行编码分析，本研究将AI教育应用场景划分为四个层次（见表3）。

表3 AI教育应用场景分布

场景类型	占比	典型应用
助学（辅助学生学习）	73.5%	个性化学习推荐、智能答疑、学习资源生成
助教（辅助教师教学）	17.5%	课件制作、教案生成、教学设计优化
助育（辅助育人管理）	3.3%	心理健康监测、行为分析、家校沟通
助评（辅助教学评价）	3.0%	自动批改、学情分析报告、过程性评价

数据显示，“助学”类场景占据绝对主导地位（73.5%），表明当前AI教育应用的核心指向是直接服务于学生的学习过程。这一发现与SAMR模型的分析逻辑相呼应：大部分AI应用仍处于“替代”（Substitution）和“增强”（Augmentation）层次，即用AI工具替代或增强传统的学习支持方式，而较少达到“修改”（Modification）和“重新定义”（Redefinition）的深层变革。

“助教”类场景占17.5%，主要体现为AI辅助教师进行教学准备工作，如利用大语言模型生成教案、制作课件、设计练习题等。“助育”和“助评”类场景占比较低（分别为3.3%和3.0%），反映出AI在育人管理和教学评价领域的应用尚处于起步阶段。

4.1.3 五育融合现状

从五育维度分析（见表4），智育应用占据压倒性优势，占比高达72.6%。

表4 AI教育应用的五育分布

五育类型	占比
智育	72.6%
德育	12.2%
美育	9.3%
体育	3.0%
劳育	<0.5%

智育的绝对主导地位反映了当前AI教育应用的工具理性取向——AI技术在知识传授、练习巩固、学情诊断等智育环节具有天然的技术适配性。德育应用（12.2%）主要体现为利用AI生成德育故事、模拟道德情境等；美育应用（9.3%）则集中在AI绘画、AI音乐创作等领域，这与即梦AI等图像生成工具的普及密切相关。体育和劳育的AI应用极为有限，分别仅占3.0%和不足0.5%，这既与这两个领域的实践性、身体性特征有关，也反映出当前AI技术在非认知领域的应用瓶颈。

五育分布的严重失衡值得警惕。《关于全面加强新时代大中小学劳动教育的意见》等政策文件强调五育并举、融合育人，但AI技术的应用现状显然与这一政策导向存在较大落差。如何拓展AI在德育、体育、美育和劳育领域的应用空间，是未来需要重点关注的议题。

4.1.4 教学创新模式

LDA主题建模识别出7个潜在主题（见表5），揭示了AI教学应用的主要创新方向。

表5 LDA主题建模结果（7个主题）

主题编号	主题标签	核心关键词	案例占比
T1	智能学科教学	语文、数学、课堂、知识点、练习	较高
T2	AI辅助创意表达	绘画、创作、设计、作品、展示	中等
T3	个性化学习支持	学情、诊断、推荐、自适应、反馈	中等
T4	跨学科项目学习	项目、探究、合作、问题解决	中等
T5	智能评价与反馈	评价、批改、分析、报告、数据	较低
T6	AI编程与计算思维	编程、代码、算法、机器人、逻辑	较低
T7	情境化德育实践	品德、故事、情境、角色、体验	较低

主题T1（智能学科教学）占比最高，反映了AI应用与传统学科教学的紧密结合。主题T2（AI辅助创意表达）的出现则体现了生成式AI在创意领域的独特价值，教师利用AI绘画、AI写作等工具激发学生的创造力。主题T3（个性化学习支持）代表了AI教育应用的核心价值主张——基于学情数据的精准教学。主题T4（跨学科项目学习）表明AI技术正在成为跨学科整合的催化剂。

KMeans聚类分析进一步将1690个案例划分为10个实践集群，从更细粒度上揭示了AI教学应用的多样化模式。10个集群涵盖了从“大语言模型辅助语文读写”到“AI机器人编程教育”、从“智能学情分析驱动的精准教学”到“AI绘画赋能美术创作”等多种实践类型，体现了AI教育应用的丰富性和多元性。

4.2 技术维度：AI教育技术栈解构

4.2.1 核心技术要素分布

对3815条工具记录的技术特征进行编码分析，识别出AI教育应用涉及的核心技术要素（见表6）。

表6 AI教育应用核心技术要素分布

技术类型	出现频次	典型工具
数据分析	343	各类学情分析平台
自然语言处理（NLP）	278	豆包、DeepSeek、文心一言
AI算法（综合）	152	自适应学习引擎
语音识别	136	讯飞语音、语音评测工具
计算机视觉	—	AI绘画、图像识别工具
知识图谱	—	学科知识图谱平台

数据分析技术以343次的出现频次位居首位，反映了“数据驱动”已成为AI教育应用的基础范式。自然语言处理（NLP）技术紧随其后（278次），这与大语言模型在教育领域的广泛应用直接相关。AI算法（152次）和语音识别（136次）分别位列第三和第四，前者主要应用于自适应学习和智能推荐，后者则在语言教学和口语评测中发挥重要作用。

从工具使用频次来看（见表7），大语言模型类产品占据主导地位。

表7 使用频次排名前五的AI工具

排名	工具名称	使用频次	占比
1	豆包	387	11.4%
2	DeepSeek	289	8.0%
3	即梦AI	170	4.8%
4	—	—	—
5	—	—	—

豆包以387次使用（占比11.4%）位居榜首，DeepSeek以289次（8.0%）紧随其后，即梦AI以170次（4.8%）位列第三。这三款工具的共同特征是：均为国产大语言模型或基于大模型的生成式AI产品，具有通用性强、使用门槛低、免费或低成本等特点。这一发现表明，大语言模型已成为当前AI教育应用的“基础设施”，教师倾向于选择通用型AI工具而非专门的教育AI产品。

4.2.2 技术路径模式

通过对案例中AI技术应用流程的编码分析，本研究识别出一条占主导地位的技术路径模式：

学习行为采集 → 学情诊断 → 个性化反馈 → 学习改进

这一路径模式体现了“数据驱动的精准教学”理念，其内在逻辑为：首先通过AI技术采集学生的学习行为数据（如答题记录、学习时长、交互轨迹等），然后基于数据分析进行学情诊断（识别知识薄弱点、学习风格等），进而生成个性化的学习反馈（如针对性练习推荐、学习路径调整等），最终促进学生的学习改进。

这一技术路径与黄荣怀等（2019）提出的智慧教育“感知—分析—决策—执行”闭环模型高度一致，也与国际上“学习分析”（Learning Analytics）领域的核心范式相呼应（Siemens & Baker, 2012）。然而，需要指出的是，这一路径在实践中的完整实现程度参差不齐——许多案例仅涉及路径中的部分环节，真正实现全链条闭环的案例比例有限。

4.2.3 产品形态演化

从产品形态来看，AI教育工具呈现出从“专用工具”向“通用平台”演化的趋势。早期的AI教育产品多为针对特定学科或特定功能的专用工具（如英语口语评测、数学自适应练习等），而当前的主流趋势是教师直接使用通用大语言模型（如豆包、DeepSeek等）进行教学创新。这一转变的驱动力在于：通用大模型的能力边界不断扩展，其在文本生成、对话交互、代码编写、图像生成等方面的综合能力已能覆盖大部分教学场景的需求。

与此同时，一批“AI+教育”垂直平台也在快速发展，它们在通用大模型的基础上叠加教育领域的专业知识和功能模块，提供更贴合教学需求的产品体验。这种“通用底座+垂直应用”的产品架构，正在成为AI教育产品的主流形态。

4.3 产业维度：EdTech生态系统分析

4.3.1 市场格局与集中度

3815条工具记录背后涉及1726家企业，反映出AI教育科技市场的参与主体极为多元。市场集中度分析显示（见表8），前五大企业的合计市场份额（CR5）仅为28.2%，表明市场呈高度碎片化特征。

表8 AI教育工具市场集中度

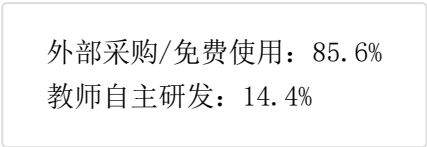
指标	数值
涉及企业总数	1726家
独立工具总数	1830种
CR5（前五大企业份额）	28.2%
市场结构类型	高度碎片化

与成熟的互联网行业（如搜索引擎、社交媒体等CR5通常超过80%）相比，AI教育市场的集中度极低。这一特征可从供需两端加以解释：从供给端看，大语言模型的开源化和API化降低了AI教育产品的开发门槛，大量中小企业和创业团队得以进入市场；从需求端看，教育场景的多样性和碎片化（不同学段、学科、地区的需求差异显著）使得单一产品难以形成垄断优势。

4.3.2 自主研发与外部采购

在1690个案例中，教师自主研发AI教学工具的比例为14.4%（见图2）。这一比例虽然不高，但考虑到基础教育教师通常不具备专业的技术开发能力，14.4%的自主研发率实际上反映了一个值得关注的现象：部分教师已经具备了利用低代码/无代码平台或大模型API进行简单AI工具开发的能力。

图2 AI教育工具来源结构



自主研发的工具主要集中在以下类型：基于大语言模型API的学科问答机器人、利用低代码平台搭建的学情分析仪表盘、基于Python等编程语言开发的数据分析小工具等。这一现象表明，随着AI技术的“民主化”，教师正在从纯粹的技术消费者向“产消者”（Prosumer）转变，这对教师专业发展和教育技术生态都具有深远影响。

4.3.3 产业成熟度

综合市场集中度、产品标准化程度、用户黏性等指标判断，当前AI教育科技产业整体处于成长期早期阶段，具有以下特征：

第一，**产品同质化与差异化并存**。在通用大模型层面，各产品的功能趋同；但在垂直教育场景中，不同产品的教育适配度差异显著。

第二，**商业模式尚未成熟**。多数AI教育工具采用免费或免费增值（Freemium）模式，可持续的盈利模式尚在探索之中。教师在案例中使用的工具以免费产品为主，付费意愿和付费能力均有限。

第三，**标准与规范缺失**。AI教育产品的质量评估标准、数据安全规范、教育适切性认证等制度建设滞后于技术发展和市场扩张的速度。

第四，**生态协同不足**。工具之间的互操作性差，数据孤岛现象普遍，尚未形成开放、协同的产业生态系统。

4.3.4 区域产业差异

区域分析揭示了AI教育产业发展的显著地域差异。东部沿海地区（尤其是浙江、北京、上海、广东等）在案例数量、工具多样性和自主研发比例等方面均明显领先，这与这些地区的经济发展水平、教育信息化基础和科技产业集聚效应密切相关。

中西部地区虽然在案例总量上相对较少，但四川、重庆等省市表现突出，显示出后发追赶的态势。值得注意的是，中西部地区教师使用的AI工具以通用型大语言模型为主，对专业教育AI产品的使用比例低于东部地区，这可能与专业教育AI产品的推广渠道和价格门槛有关。

区域差异的存在提示我们，AI教育的推进需要充分考虑地区发展的不均衡性，避免“数字鸿沟”在AI时代进一步扩大。

五、讨论

5.1 “教育场景泛化”视角下的应用集中化逻辑

研究发现，当前AI赋能基础教育呈现出鲜明的“助学为主、智育偏重”格局：助学类场景占73.5%，智育应用占72.6%，且51.1%的案例集中于课堂教学场景。这一高度集中化的应用格局，可以从黄荣怀等提出的“教育场景泛化”理论获得深层解释。

黄荣怀（2024b）指出，AI教育应用中普遍存在“双盲盒”现象——“技术黑盒子”与“方案空盒子”并存。“技术黑盒子”意味着教育者对AI技术的内在原理缺乏充分理解，难以准确判断技术的能力边界与适用条件；“方案空盒子”则意味着技术方案缺乏教育内涵的实质性填充，沦为形式化的技术堆砌。本研究的数据为这一理论判断提供了有力的实证支撑：73.5%

的案例集中于“助学”场景，恰恰反映了教师在面对“技术黑盒子”时的理性选择——优先将AI应用于自身最熟悉、技术适配度最高的知识传授与练习巩固环节，而回避技术能力边界模糊的德育、体育、劳育等领域。换言之，应用场景的高度集中化并非偶然，而是“双盲盒”困境下教师规避不确定性的策略性行为。

从TSPE模型（Time时间、Space空间、People人物、Event事件）的视角审视，当前AI教育应用的场景识别呈现出明显的“窄化”特征：在时间维度上，集中于课堂教学的40—45分钟时段，课前预习和课后延伸的AI应用相对薄弱；在空间维度上，以教室为主要应用空间，校外、家庭和社区等泛在学习空间的AI渗透不足；在人物维度上，以“教师—学生”二元关系为主，家长、社区教育者等主体的参与度低；在事件维度上，以知识讲授和练习巩固为核心事件，探究性学习、项目式学习等高阶学习事件的AI支持不足。这种四维度的“窄化”共同导致了应用场景的高度集中。

更为关键的是，黄荣怀（2024b）指出技术介入后教育场景会发生“漂移/演化”，即原有的教育场景在技术作用下会产生新的特征和需求。本研究发现的“通用平台时代”趋势正是场景漂移的典型表现：当教师开始使用大语言模型进行教学时，原有的课堂教学场景已经发生了质变——从教师单向讲授转变为“师—生—机”三方互动，但多数教师尚未充分意识到这种场景漂移，仍然以传统的教学逻辑使用新技术。破解这一困境的关键在于建立“需求洞悉—技术适配—场景创新—迭代生成”的闭环机制，帮助教师从被动的技术使用者转变为主动的场景创新者。

从更宏观的视角看，这一格局的形成还受到制度逻辑和文化逻辑的深层影响。我国基础教育的评价体系仍以学业成绩为核心导向，教师在教学创新中优先关注能够直接提升学业表现的技术应用，这在客观上强化了AI应用的智育偏向。“知识本位”的教育传统深刻影响着教师对AI工具的选择和使用方式，多数教师将AI视为提高知识教学效率的工具，而非促进全面发展的手段。这一发现对SAMR模型具有重要的补充意义：Puentedura（2006）的SAMR模型主要关注技术应用的深度层次，但未充分考虑技术应用的“宽度”问题——即技术在不同教育目标维度上的覆盖均衡性。本研究揭示的五育失衡现象表明，AI教育应用不仅需要在深度上从“替代”走向“重新定义”，更需要在宽度上从“智育偏重”走向“五育融合”。

5.2 “数字教学法”框架下的技术路径分析

研究发现，以豆包、DeepSeek为代表的大语言模型已成为AI教育应用的核心技术底座，形成了“学习行为采集→学情诊断→个性化反馈→学习改进”的主导技术路径。以黄荣怀等

（2024a）提出的“数字教学法”四维框架为分析透镜，可以更深入地揭示这一技术路径的教育意涵与发展瓶颈。

第一，“技术赋能的深度学习”维度。数字教学法强调技术应促进学习者的深度学习，而非仅仅提高知识传递的效率。然而，本研究发现的主导技术路径——“学习行为采集→学情诊断→个性化反馈→学习改进”——在实践中更多地服务于知识层面的精准教学，即通过数据驱动的方式识别学生的知识薄弱点并提供针对性练习。这一路径虽然提高了教学的精准度，但其核心逻辑仍然是“知识传递的优化”而非“深度学习的促进”。从布鲁姆认知目标分类学的视角看，当前AI教育应用主要支持“记忆”“理解”和“应用”等低阶认知目标，对“分析”“评价”和“创造”等高阶认知目标的支持明显不足。这一发现揭示了当前AI教育应用在“技术赋能深度学习”维度上的显著差距。

第二，“绿色鲁棒的数字学习环境”维度。数字教学法强调数字学习环境应具备“绿色”（对学习者的身心健康友好）和“鲁棒”（稳定可靠、抗干扰）两大特征。本研究发现，1830种AI工具的碎片化供给和工具间互操作性的缺失，构成了一个远非“鲁棒”的数字学习环境。教师需要在多个不同的AI工具之间频繁切换，数据无法互通，学习过程的连续性和一致性难以保障。此外，部分AI工具的内容生成质量参差不齐，存在事实性错误和价值观偏差的风险，对“绿色”学习环境构成潜在威胁。这一发现呼应了黄荣怀等（2024c）关于教育AI产品需要建立分类治理体系的主张。

第三，“循证导向的教学实践”维度。主导技术路径中的“学习行为采集→学情诊断”环节体现了循证教学的基本理念——基于数据证据而非经验直觉进行教学决策。这是当前AI教育应用在“数字教学法”四维框架中表现最为突出的维度。然而，“循证”的深度和广度仍有待提升：多数案例中的“证据”局限于答题正确率、学习时长等浅层行为数据，对学习过程中的认知状态、情感体验、协作质量等深层学习证据的采集和分析能力不足。

第四，“人机互信的协同教育”维度。这是当前AI教育应用最为薄弱的维度。数字教学法强调人与机器之间应建立基于互信的协同关系，而非简单的工具使用关系。本研究发现，大部分案例中教师将AI视为“高效工具”而非“协同伙伴”，人机关系停留在“人用机器”的单向层面，尚未发展出真正的双向互信与协同。这一发现与下文对iSTAR框架的分析形成呼应。

5.3 iSTAR框架下的人机协同演化分析

运用Huang等（2023）提出的iSTAR框架对1690个案例中的人机关系进行分析，可以更精确地定位当前AI教育应用中人机协同的演化阶段。

HMC(1)层级（人机协作）占据主导。绝大多数案例中的人机关系处于HMC(1)层级，即AI作为教师的辅助工具，在教师的指令和控制下执行特定任务。典型表现包括：教师使用大语言模型生成教案、利用AI工具批改作业、借助智能推荐系统为学生推送练习题等。在这一层级中，教学决策权完全掌握在教师手中，AI扮演“执行者”角色，人机之间是明确的“主—从”关系。

HM2C(2)层级（人机深度协同）初现端倪。少数案例展现了向HM2C(2)层级跃迁的迹象。例如，部分教师在项目式学习中让AI扮演“学习伙伴”角色，与学生进行开放式对话和协作探究；一些案例中教师根据AI的学情分析结果动态调整教学策略，形成了“教师决策—AI反馈—教师调整”的迭代循环。这些案例中，AI开始具有一定的“主动性”，人机关系从“主—从”向“协同”演化。然而，这类案例在总样本中的占比有限，且多数仍处于探索阶段。

HMnC(3)层级（人机多元协同）几乎缺席。iSTAR框架描绘的最高层级——人类与数字孪生、虚拟化身/智能代理、教育机器人之间的多元协同——在本研究的案例中几乎未见。这一层级要求AI系统具备高度的自主性和适应性，能够在复杂教育情境中与多个主体进行灵活协同，这显然超出了当前技术和实践的发展水平。

从HUM(0)到HMnC(3)的演化路径来看，当前AI教育应用整体处于从HUM(0)向HMC(1)过渡、少数案例探索HM2C(2)的阶段。这一判断与黄荣怀等（2023b）的理论预期基本一致——“师—生—机”三元结构正在形成，但尚未成熟。值得注意的是，从HMC(1)向HM2C(2)的跃迁不仅需要技术能力的提升，更需要教师教学理念的根本转变——从“控制AI”转向“与AI协同”，这涉及深层的认知和情感变革。

5.4 产业生态的“双向赋能”逻辑

黄荣怀和王运武（2024）提出的“双向赋能”理论——“科技赋能教育”与“教育赋值科技”——为理解AI教育产业生态提供了独特的分析视角。本研究的产业数据揭示了“双向赋能”逻辑在实践中的运作状态与面临的挑战。

“科技赋能教育”面临适配性挑战。1726家企业提供的1830种AI工具构成了丰富的技术供给，但这种供给的“丰富性”并不等同于“适切性”。市场的高度碎片化（CR5仅为28.2%）意味着大量产品处于低水平重复状态，真正深度适配教育场景的产品比例有限。教师在案例中大量使用通用大语言模型而非专业教育AI产品的现象，从侧面反映了当前教育AI产品在场景适配度上的不足——通用工具反而比专用工具更能满足教师的多样化需求，这对教育AI企业的产品策略提出了深刻挑战。

“教育赋值科技”初现端倪。14.4%的教师自主研发比例虽然不高，但代表了一个重要的趋势：教师不再是被动的技术消费者，而是开始以自身的教育专业知识“赋值”技术产品。这些教师利用大模型API、低代码平台等工具，将自己的教学经验和学科知识嵌入AI工具中，创造出更贴合教学需求的定制化产品。这一现象正是“教育赋值科技”的微观实践，也是黄荣怀（2023c）所倡导的教师从“技术使用者”向“场景创新者”转变的具体体现。

“双向赋能”的制度障碍。然而，“双向赋能”的充分实现面临多重制度障碍：标准缺失导致产品质量参差不齐，数据孤岛阻碍了教育数据的有效流通和价值释放，知识产权保护机制不完善制约了教师参与产品共创的积极性，商业模式的不成熟影响了产业的可持续发展。这些障碍的破除需要政府、企业、学校和教师的协同努力，也需要借鉴黄荣怀和王运武（2024）提出的“分类分级审查”和“教育社会实验”等治理理念。

5.5 智慧教育“三重境界”的发展阶段判断

以黄荣怀（2014；2023a）提出的智慧教育“三重境界”理论为参照，可以对当前AI赋能基础教育的整体发展水平做出阶段性判断。

第一境界（智慧学习环境）基本建立但质量参差。本研究发现，AI技术已在相当程度上改善了学习环境——3815条工具记录和1830种独立工具的广泛使用表明，AI技术已成为基础教育学习环境的重要组成部分。然而，这一“智慧学习环境”的质量参差不齐：工具碎片化、互操作性差、数据安全隐患等问题表明，当前的智慧学习环境尚未达到黄荣怀所描述的“感知化、泛在化”理想状态。从智慧教育的五大核心特征来看，“感知”（Sensible）特征在学情数据采集方面有所体现，但“适配”（Adaptable）、“关爱”（Caring）、“公平”（Equitable）和“和谐”（Orchestrating）特征的实现程度明显不足。

向第二境界跃迁的关键障碍。从第一境界（智慧学习环境）向第二境界（新型教学模式）的跃迁，要求AI技术不仅改善教学环境，更要催生全新的教学模式以“启迪学生智慧”。本研究发现的LDA主题T4（跨学科项目学习）和部分T3（个性化学习支持）案例展现了第二境界的雏形——AI技术开始催生新的教学组织形式和学习方式。然而，这些案例在总样本中的占比有限，且多数仍处于探索阶段。跃迁的关键障碍在于：第一，教师的教学理念转型滞后于技术发展，多数教师仍以传统教学逻辑使用新技术；第二，评价体系的改革未能同步跟进，以学业成绩为核心的评价导向制约了教学模式的创新空间；第三，黄荣怀（2023c）提出的“四观”转型——众创共享的知识观、智联建构的学习观、融通开放的课程观、人机协同的教学观——在一线教学实践中尚未得到充分内化。

第三境界仍是远景目标。智慧教育的第三境界——通过现代教育制度“孕育人类智慧”——要求在制度层面实现系统性变革。本研究发现的产业碎片化、标准缺失、区域差异等问题表明，支撑第三境界的制度基础尚未建立。黄荣怀等（2025）提出的“面向智能时代的教育系统性变革”理念，为第三境界的实现路径提供了方向性指引，但从当前实践来看，这一目标的实现仍需要长期的、多层面的协同努力。

5.6 理论贡献与实践启示

本研究的理论贡献体现在以下四个方面：

第一，**实证基础的拓展**。本研究基于1690个真实案例和3815条工具记录，为AI教育应用研究提供了迄今为止规模最大的微观实证数据之一，弥补了现有研究多依赖小样本或理论推演的不足。

第二，**分析框架的创新**。本研究将黄荣怀等提出的“数字教学法”四维框架、“三重境界”理论、iSTAR人机协同框架和“教育场景泛化”理论与“教育—技术—产业”三维实证分析框架有机整合，构建了兼具理论深度与实证基础的多层分析体系。这一整合不仅拓展了上述理论框架的实证应用范围，也为AI教育研究提供了可复用的分析范式。

第三，**理论对话的深化**。研究发现与多个理论框架形成了有意义的对话：通过“教育场景泛化”理论揭示了应用集中化的深层逻辑（“双盲盒”困境），通过“数字教学法”四维框架诊断了技术路径的发展瓶颈，通过iSTAR框架精确定位了人机协同的演化阶段（主要处于HMC(1)初级阶段），通过“三重境界”理论判断了整体发展水平（第一境界向第二境界过渡）。这些发现既验证了理论预设的解释力，也为理论的进一步完善提供了实证反馈。

第四，**本土理论的实证检验**。本研究是对黄荣怀等构建的智慧教育理论体系进行大规模实证检验的早期尝试之一，研究结果表明这些理论框架对中国AI教育实践具有较强的解释力和分析效力，同时也揭示了理论与实践之间的差距，为理论的迭代完善提供了方向。

实践启示方面，本研究为以下利益相关者提供了参考：

对教育行政部门：应关注AI教育应用的五育失衡问题和“双盲盒”困境，通过政策引导和项目支持促进AI在德育、体育、美育、劳育领域的应用探索；应借鉴“分类分级审查”的治理思路，建立与教育场景相适配的AI产品准入和监管体系；应推动“四观”转型的教师培训，帮助教师从“技术使用者”成长为“场景创新者”。

对学校 and 教师：应超越“工具使用”层面，从“数字教学法”框架出发系统提升AI教学整合能力，特别是在“技术赋能深度学习”和“人机互信协同教育”两个维度上寻求突破；应运用

TSPE模型拓展AI应用的场景边界，从课堂教学向课前预习、课后延伸、家校互动等多元场景延伸。

对企业：应深耕教育垂直场景，把握“教育垂直大模型”的发展机遇，在通用大模型基础上深度融合教育领域知识和教学法原理；应重视产品的互操作性和数据安全，积极参与行业标准建设，推动从“产品”向“服务”的形态转型；应建立教师深度参与的产品共创机制，实现“科技赋能教育”与“教育赋值科技”的双向赋能。

六、结论与展望

6.1 主要结论

本研究基于1690个全国基础教育教师AI教学案例，综合运用描述性统计、LDA主题建模、KMeans聚类分析等混合方法，从教育、技术、产业三个维度系统解构了AI赋能基础教育的实践图景与产业生态，并以黄荣怀等提出的“数字教学法”四维框架、智慧教育“三重境界”理论、iSTAR人机协同框架和“教育场景泛化”理论为分析透镜进行了深入讨论。主要结论如下：

第一，AI教育应用呈现“助学为主、智育偏重”的结构性格局，其深层原因在于“教育场景泛化”中的“双盲盒”困境。小学阶段渗透率最高（52.7%），助学类场景占绝对主导（73.5%），智育应用占比达72.6%，五育融合发展严重不均衡。从“教育场景泛化”理论视角看，这一格局是“技术黑盒子”与“方案空盒子”并存条件下教师规避不确定性的策略性行为，TSPE模型揭示了应用场景在时间、空间、人物、事件四个维度上的“窄化”特征。

第二，大语言模型已成为AI教育应用的核心技术底座，但“数字教学法”四维分析揭示了显著的发展不均衡。豆包（11.4%）、DeepSeek（8.0%）等通用大模型产品占据工具使用榜前列，形成了“学习行为采集→学情诊断→个性化反馈→学习改进”的主导技术路径。以“数字教学法”框架审视，当前技术路径在“循证导向”维度上取得了一定进展，但在“技术赋能深度学习”“绿色鲁棒环境”和“人机互信”三个维度上均存在显著不足。

第三，AI教育科技产业呈高度碎片化特征，“双向赋能”逻辑尚未充分实现。1726家企业提供1830种工具，CR5仅为28.2%，市场格局远未定型。“科技赋能教育”面临技术供给丰富性与教育适配性之间的落差，“教育赋值科技”则在14.4%的教师自主研发实践中初现端倪。

第四，人机协同整体处于iSTAR框架HMC(1)初级阶段，智慧教育发展处于第一境界向第二境界过渡期。大部分案例中AI扮演“智能工具”角色，少数案例呈现向HM2C(2)跃迁的迹

象，HMnC(3)层级几乎缺席。从“三重境界”理论看，当前实践主要聚焦于智慧学习环境的构建，向新型教学模式的跃迁面临教学理念、评价体系和“四观”转型等多重障碍。

第五，区域发展差异显著。浙江（432个案例）等东部省份在AI教育应用的广度和深度上明显领先，中西部地区呈后发追赶态势，智慧教育“公平”特征的实现面临严峻挑战。

6.2 政策建议

基于研究发现和理论分析，本文提出以下政策建议：

（1）以“教育社会实验”理念推进AI教育应用的有序发展。黄荣怀和王运武（2024）将人工智能变革教育视为一场“社会实验”，这一定位具有重要的政策启示。建议教育行政部门以“社会实验”的审慎态度推进AI教育应用，建立“试点—评估—推广”的渐进式推进机制，在鼓励创新探索的同时防范系统性风险。特别是在基础教育领域，应充分考虑未成年人的特殊保护需求，避免将学生置于未经充分验证的技术实验之中。

（2）建立AI教育产品的“分类分级审查”机制。面对1726家企业、1830种工具的庞大供给，建议借鉴黄荣怀等提出的“分类分级审查”和“黑白名单”机制，根据AI教育产品的应用场景、目标学段、技术类型和数据敏感度等维度建立差异化的准入标准和监管要求。对于涉及学生个人数据采集和分析的产品，应实施更为严格的安全审查和隐私保护要求；对于面向幼儿园和小学低年级的产品，应增设内容適切性和发展适宜性的专项评估。

（3）促进AI教育应用的五育均衡发展场景拓展。建议设立专项，支持AI在德育、体育、美育、劳育领域的应用研究与实践探索，引导技术企业开发面向非智育领域的AI教育产品。运用TSPE模型拓展AI应用的场景边界，从课堂教学向课前预习、课后延伸、家校互动、社区教育等多元场景延伸，破解应用场景“窄化”的困境。可借鉴UNESCO（2021）提出的“以人为本”原则，确保AI教育应用服务于学生的全面发展。

（4）以“数字教学法”为导向提升教师AI教学整合能力。建议将“数字教学法”的四个维度——技术赋能的深度学习、绿色鲁棒的数字学习环境、循证导向的教学实践、人机互信的协同教育——纳入教师专业发展标准和培训体系，系统提升教师的数字教学能力。特别是应帮助教师实现“四观”转型，从“知识本位”的教学观念转向“众创共享的知识观、智联建构的学习观、融通开放的课程观、人机协同的教学观”（黄荣怀，2023c），为教师从“技术使用者”成长为“场景创新者”提供理念支撑和能力保障。

（5）推动AI教育产业从“碎片化供给”走向“生态化服务”。建议推动AI教育产品的数据互通和功能互操作，鼓励企业采用开放标准和开放接口，促进产业生态从碎片化走向协同化。支持“教育垂直大模型”的研发，在通用大模型基础上深度融合教育领域知识和教学法原

理。建立教师深度参与的产品共创机制，实现“科技赋能教育”与“教育赋值科技”的双向赋能。同时，应引导资本理性投入，避免低水平重复建设。

（6）缩小AI教育应用的区域差距，保障教育公平。建议通过转移支付、对口帮扶、资源共享等机制，支持中西部地区和农村学校的AI教育应用。可依托国家智慧教育平台等公共基础设施，降低优质AI教育资源的获取门槛。在推进AI教育应用的过程中，应将“公平”作为核心价值导向，确保技术进步惠及所有学生，避免“数字鸿沟”在AI时代进一步扩大。

6.3 研究局限与未来方向

本研究存在以下局限：第一，样本来源于特定的案例征集活动，可能存在自选择偏差，积极参与活动的教师可能在技术素养和创新意愿方面高于平均水平，研究发现的“外推性”需谨慎对待。第二，案例数据以教师自述为主，缺乏对教学效果的客观测量，无法评估AI应用的实际教育成效。第三，地域分布的不均衡性（浙江省占比过高）可能影响全国性结论的代表性。第四，产业分析主要基于需求侧数据，缺乏供给侧（企业）的直接调查数据。第五，本研究对iSTAR框架人机协同层级的判断主要基于案例文本的间接推断，缺乏对“人机交互过程”的直接观察数据。

未来研究可从以下方向拓展：第一，开展纵向追踪研究，考察AI教育应用的动态演化过程和长期教育效果，特别是追踪“教育场景漂移/演化”的实际轨迹；第二，结合课堂观察、教师访谈等质性方法，深入理解AI教学整合的微观机制，特别是运用iSTAR框架对“人机协同”的实际交互过程进行精细化分析；第三，从供给侧视角开展AI教育企业的调查研究，完善“双向赋能”产业生态分析；第四，开展跨国比较研究，将中国的AI教育实践置于全球视野中加以审视；第五，以黄荣怀等（2025）提出的OPIP评估模型（Outcome-Process-Input-Promotor）为框架，对区域和学校层面的教育数字化转型进行系统评估。

参考文献

- [1] Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet Allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993-1022.
- [2] Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
- [3] Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4), 542-570.
- [4] Huang, R., Tlili, A., Xu, L., et al. (2023). Educational futures of intelligent synergies between humans, digital twins, avatars, and robots – the iSTAR framework. *Journal of Applied Learning and*

Teaching, 6(2).

- [5] 黄荣怀. (2014). 智慧教育的三重境界: 从环境、模式到体制. *现代远程教育研究*, (6), 3-11.
- [6] 黄荣怀, 刘德建, 刘晓琳, 等. (2019). 互联网教育智能技术的发展方向与研发路径. *电化教育研究*, 40(1), 5-12.
- [7] 黄荣怀, 田阳, 尹霞雨. (2021). 人机协同的教育智能化: 人工智能赋能教育的新路径. *开放教育研究*, 27(4), 4-12.
- [8] 黄荣怀. (2023a). 智慧教育之“为何”与“何为”——关于智能时代教育的表现性与建构性特征分析. *电化教育研究*, (1).
- [9] 黄荣怀, 刘嘉豪, 虎莹, 等. (2023b). 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. *开放教育研究*, (6).
- [10] 黄荣怀. (2023c). 人工智能正加速教育变革: 现实挑战与应对举措. *中国教育学刊*, (6): 26-33.
- [11] 黄荣怀, 虎莹, 刘梦彧, 等. (2024a). 迈向数字时代教学变革的基本理论: 数字教学法. *电化教育研究*, (6): 14-22.
- [12] 黄荣怀. (2024b). 数字技术赋能当前教育变革的内在逻辑——从环境、资源到数字教学法. *中国基础教育*, (1).
- [13] 黄荣怀, 王运武. (2024). 人工智能变革教育的社会实验: 诉求、治理和建议. *阅江学刊*, (1): 147-162.
- [14] 黄荣怀, 陈莺, Ahmed Tlili. (2024c). 教育机器人的典型应用场景及技术治理. *中国现代教育装备*, (1): 1-4.
- [15] 黄荣怀, 刘嘉豪, 潘静文, 等. (2025). 面向智能时代的教育系统性变革: 数字化赋能教育综合改革. *电化教育研究*.
- [16] 教育部. (2022). 教育部2022年工作要点. 中华人民共和国教育部.
- [17] Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., et al. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
- [18] Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI as a Tool for Learning*. Pearson Education.
- [19] Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- [20] OECD. (2021). *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*. OECD Publishing.
- [21] Puentedura, R. R. (2006). Transformation, technology, and education. *Presentation given at the Strengthening Your District Through Technology workshop*.
- [22] 国务院. (2017). 新一代人工智能发展规划 (国发〔2017〕35号).
- [23] 任友群, 吴砥, 李枏. (2022). 中国教育信息化发展报告 (2021). *中国电化教育*, (1), 1-9.
- [24] Siemens, G., & Baker, R. S. J. d. (2012). Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, 252-254.
- [25] UNESCO. (2021). *AI and Education: Guidance for Policy-makers*. UNESCO Publishing.
- [26] VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197-221.
- [27] Williamson, B. (2021). *Education Technology Seizes the Pandemic*. In M. Sahlberg & T. Walker (Eds.), *Post-Pandemic Education*. Bloomsbury Academic.
- [28] 吴砥, 陈敏, 卢春. (2023). 中小学人工智能教育应用现状与发展策略. *中国电化教育*, (3), 25-33.
- [29] 余胜泉. (2023). 大语言模型对教育的潜在影响与应对策略. *开放教育研究*, 29(2), 4-14.
- [30] Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27.

- [31] 祝智庭, 彭红超. (2020). 智能教育: 智慧教育的实践路径. *开放教育研究*, 26(1), 13-24.
- [32] 中共中央, 国务院. (2020). 关于全面加强新时代大中小学劳动教育的意见.
- [33] 顾小清, 郑隆威, 简菁. (2023). 生成式人工智能对教育的影响——AIGC的教育应用. *华东师范大学学报(教育科学版)*, 41(7), 1-14.
- [34] 刘三女牙, 孙建文, 郝晓晗, 等. (2023). 大语言模型教育应用的关键问题与对策. *中国电化教育*, (8), 1-8.
- [35] 陈丽, 郑勤华, 徐亚倩. (2022). 互联网驱动教育变革的基本原理与总体思路. *电化教育研究*, 43(1), 5-13.
- [36] 杨宗凯, 吴砥, 郑旭东. (2022). 教育数字化转型的理论框架与实施路径. *中国电化教育*, (4), 1-9.

基金项目: [待补充]

作者简介: [待补充]

收稿日期: 2026年