

近十年人工智能赋能数学教育研究 ——基于CiteSpace知识图谱的演进分析

张 爽, 苗佳晶*

牡丹江师范学院数学科学学院, 黑龙江 牡丹江

收稿日期: 2025年12月26日; 录用日期: 2026年1月23日; 发布日期: 2026年2月2日

摘 要

人工智能赋能数学教育的研究在中国已历经近十年探索, 如何系统厘清这十年间研究的趋势及整体发展? 运用内容分析法和文献统计法, 借助CiteSpace知识图谱可视化软件进行研究表明: (1) 人工智能赋能数学教育现阶段及未来将处于一个较热的研究时期。(2) 该领域不同时期划分以下四个热点主题: 学段分层研究、技术赋能研究、素养培养研究、学科基础研究。(3) 作者合作网络与机构合作网络处于一个低密度的状态, 网络结构松散, 该领域尚未形成专业核心的研究群。(4) 大多数研究停留于技术应用的表面的描述, 对人工智能赋能数学教育的深层教育理论挖掘与运用不足。基于此给出建议, 为数学教育学科推动人工智能技术与数学教育深度融合适配的研究与实践, 提供了清晰的演进参照与优化方向。

关键词

人工智能, 数学教育, CiteSpace, 知识图谱, 研究热点

Research on Artificial Intelligence Empowering Mathematics Education in the Past Decade

—An Evolutionary Analysis Based on CiteSpace Knowledge Graph

Shuang Zhang, Jiajing Miao*

School of Mathematical Sciences, Mudanjiang Normal University, Mudanjiang Heilongjiang

Received: December 26, 2025; accepted: January 23, 2026; published: February 2, 2026

*通讯作者。

文章引用: 张爽, 苗佳晶. 近十年人工智能赋能数学教育研究[J]. 教育进展, 2026, 16(2): 104-117.
DOI: 10.12677/ae.2026.162271

Abstract

Research on AI-empowered mathematics education in China has undergone nearly a decade of exploration. To systematically clarify the trends and overall development of this research, this study employed content analysis and bibliometric methods, using CiteSpace for knowledge-map visualization. The findings reveal that: (1) AI-empowered mathematics education is currently in a relatively active research phase and is expected to remain so in the foreseeable future. (2) Four key thematic clusters have emerged across different stages: grade-level stratification studies, technology-enabled research, competency development studies, and foundational disciplinary research. (3) Author and institutional collaboration networks exhibit low density and loose structures, suggesting the absence of a specialized core research community in this field. (4) Most studies remain at a descriptive level, focusing on technological applications, while deeper engagement with educational theories in AI-empowered mathematics education is still insufficient. Based on this, recommendations are proposed, which provide a clear evolutionary reference and optimization direction for the adaptive research and practice of promoting the in-depth integration of artificial intelligence technology and mathematics education in the mathematics education discipline.

Keywords

Artificial Intelligence, Mathematics Education, CiteSpace, Knowledge Graph, Research Hotspots

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

教育部等九部门 2025 年印发的《关于加快推进教育数字化的意见》，提出“加强人工智能教育大模型建设，推动数学等基础学科专题大模型垂直应用”，要求将人工智能技术融入教育教学全要素全过程，通过智能学伴、数字导师等实现大规模因材施教[1]。人工智能与数学教育的融合，既是响应国家教育强国战略、落实数字化教育改革的必然路径，也是破解传统数学教学“同质化、低效能”的困境，构建“个性化、智慧化”学习的关键抓手。人工智能与数学教育的交叉研究已形成多维度探索成果。一些国际案例展示机器人技术通过多元路径赋能数学教学，例如编程控制机器人运动帮助理解比例函数[2]，搭建三维模型具象化几何空间关系[3]，人机交互游戏强化几何认知[4]，这些实践印证了技术在衔接数学抽象性与实践性中的价值[5]。从国际前沿趋势看，ICME-15 指出，人工智能在数学教育中的应用呈现四大方向：一是教学方式智慧化，刘邦奇指出智慧课堂通过 VR、AR 情境创设、智能评测系统及大数据分析优化教学流程[6]。二是测评循证化，曹一鸣等提出构建课堂对话的评价体系，通过自然语言处理量化“逻辑推理”“迁移创新”等高阶思维，突破传统成绩导向局限，为评估数学思维提供新工具[7]。三是教师发展技术赋能，韩国高中“人工智能数学”课程颇具启发，提出以“感知-决策”的逻辑串联知识，形成“数学工具-AI 原理-实际问题”的整合链条，为跨学科设计提供范式[8]。四是伦理化考量，强调数据隐私保护与算法公平性研究缺位，国内对 AI 资源分配不均、过度依赖风险探讨有限[9]。张景中进一步指出，AI 赋能需扎根学科本身，通过“写、画、测、算”等动态操作环境简化数学学习，并结合“教育数学”理念推动知识的化繁为简[10]。

综上，现有研究虽覆盖多维度，但对动态演进规律、学科融合深度及长期影响评估的探索仍显不足。

过往研究多聚焦人工智能在数学教育的局部应用, 缺乏系统整体的梳理对照。研究依托 CiteSpace 知识图谱技术, 对 2016~2025 年相关文献开展发文趋势、主题聚类、合作网络等分析, 呈现该领域“研究演进轨迹、核心知识结构、协同创新格局”, 为后续学术探索明晰逻辑起点, 推动人工智能与数学教育融合研究向纵深发展。

2. 数据来源与研究设计

2.1. 数据来源

研究基于中国知网(CNKI)为数据源, 设置主题词以“数学教育”或“数学教学”和“人工智能”、“AI”、“智能教学系统”进行组合筛选, 时间范围设定至 2016~2025 共十年为跨度, 进行高级检索, 为确保数据分析结果的精确性与严谨性, 对初步检索获得的文献通过阅读标题、摘要及关键词等逐一阅读查看进行筛选, 剔除掉会议、报纸等非学术文献, 仅保留期刊文献, 获得有效文献共计 450 篇。对保留的有效文献选取适合 CiteSpace 知识图谱分析的 Refworks 格式进行导出。

2.2. 研究方法

CiteSpace 知识可视化软件由陈超美教授开发, 作为当前学术领域中广泛应用的知识图谱绘制工具, 其生成的知识图谱具备“一图窥演进, 脉络尽现; 一图括焦点, 主旨明晰”的独特优势, 能够直观呈现特定研究领域的发展历程、核心主题聚类及前沿动态走向, 可以将文献计量研究与可视化分析深度融合[11]。研究借助 CiteSpace 软件 6.3.1R1 版本, 对 2016~2025 年“人工智能赋能数学教育”主题文献进行梳理, 时间切片设置 1 年, 从发文数量趋势、关键词共现及聚类、作者与机构合作网络、高被引文献分布等维度展开分析, 通过可视化图谱精准勾勒人工智能赋能数学教育领域研究的演进路径、主题关联与协同格局, 全景式展现人工智能赋能数学教育研究的知识生态。

3. 研究结果与分析

3.1. 发文数量趋势与阶段特征

通过对近十年人工智能赋能数学教育中国知网年发文量进行统计, 可以直观清晰地看出该领域的整体研究态势。年度文献发表量的研究态势波动, 能够从侧面体现该领域受研究者关注的动态变化。具体发文量统计如下(见图 1)所示。

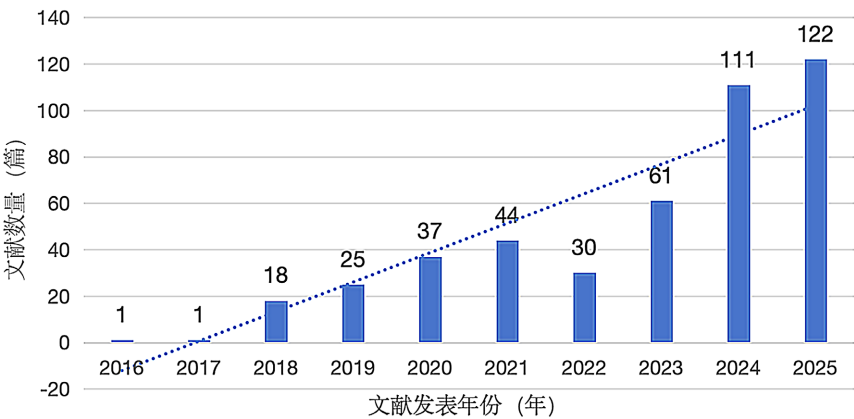


Figure 1. Publication volume statistics of papers on artificial intelligence empowering mathematics education in CNKI (2016~2025)

图 1. 人工智能赋能数学教育中国知网发文量统计(2016~2025)

3.2. 研究热点与前沿发展分析

关键词作为研究主题的凝练体现,直观反映研究主题的聚焦程度,借助对关键词的梳理与分析,可

3.2.1 关键词共现网络分析

研究对 2016~2025 年人工智能赋能数学教育领域的关键词进行关键词共现,考虑到网络结构较为密

CiteSpace, v. 6.3.R1 (64-bit) Basic
July 9, 2025, 1:06:10PM CST



DOI: 10.12677/ae.2026.162271 107 教育进展

选取前 15 个关键词依据总数由高到低进行排列, 具体如下(见表 1)所示。

Table 1. Total number of keywords and centrality statistics
表 1. 关键词总数及中心性统计

序号	总数	中心性	初现年份	关键词
1	178	0.28	2018	人工智能
2	83	0.42	2018	小学数学
3	33	0.17	2018	数学教学
4	24	0.78	2018	高中数学
5	23	0.12	2020	初中数学
6	19	0.07	2021	高等数学
7	19	0.11	2020	信息技术
8	18	0.3	2016	离散数学
9	17	0.39	2018	教学模式
10	17	0.47	2019	教学改革
11	15	0.26	2018	大数据
12	14	0.11	2019	数学教育
13	10	0.12	2020	深度融合
14	9	0.06	2018	教学
15	9	0.07	2021	AI 技术

通过对图 2 节点年轮大小、颜色划分、连线的粗细和表 1 综合进行分析, 发现其中“人工智能”、“小学数学”出现的频次极高, 且年份持续较长, 其次“数学教学”、“高中数学”、“初中数学”、“高等数学”等关键词次之, 这说明研究者在人工智能赋能小学学段的关注度较高, 与大学学段高等数学的融合关注度相对较少, 具有潜在的研究方向。

此外, 在 CiteSpace 中, 节点中心性(Centrality)是衡量关键词在共现网络中的桥梁与中介, 中心性越高, 说明该关键词是核心关联点。数值区间大于 0.5 为高中心性节点; 0.2~0.5 之间为中高中心性节点; 0.1~0.2 之间为中低中心性节点; 小于 0.1 则为低中心性节点, 关联度较低呈现弱关联。“高中数学”中心性最高, “教学改革”、“小学数学”、“教学模式”等高频关键词在人工智能赋能数学教育领域中起到强关联的纽带作用。

3.2.2. 关键词聚类网络分析：主题聚类与标签解读

CiteSpace 借助聚类模块值(Q 值)与平均轮廓值(S 值)这两个指标, 基于网络结构和模块清晰度, 对图谱绘制效果予以评价。对相关文献开展关键词聚类操作, 生成 2016~2025 年国内人工智能与数学教育结合研究的关键词聚类图谱与聚类结果如下(见图 3、表 2)所示。

结果显示, 聚类模块值 $Q = 0.8538 > 0.3$ 、说明聚类之间的区分度极高, 关键词共现图谱聚类边界清晰; 平均轮廓值 $S = 0.9684 > 0.5$, 说明聚类内部的关键词关联度紧密, 主题聚焦性强, 聚类结果具备合理性与可信度, 为后续分析提供有效支撑。通过聚类图谱所示, “#0 小学数学” “#1 教学” “#2 核心素养” 等共 13 个聚类关键词。基于聚类结果, 将研究热点归类为四个研究热点主题。

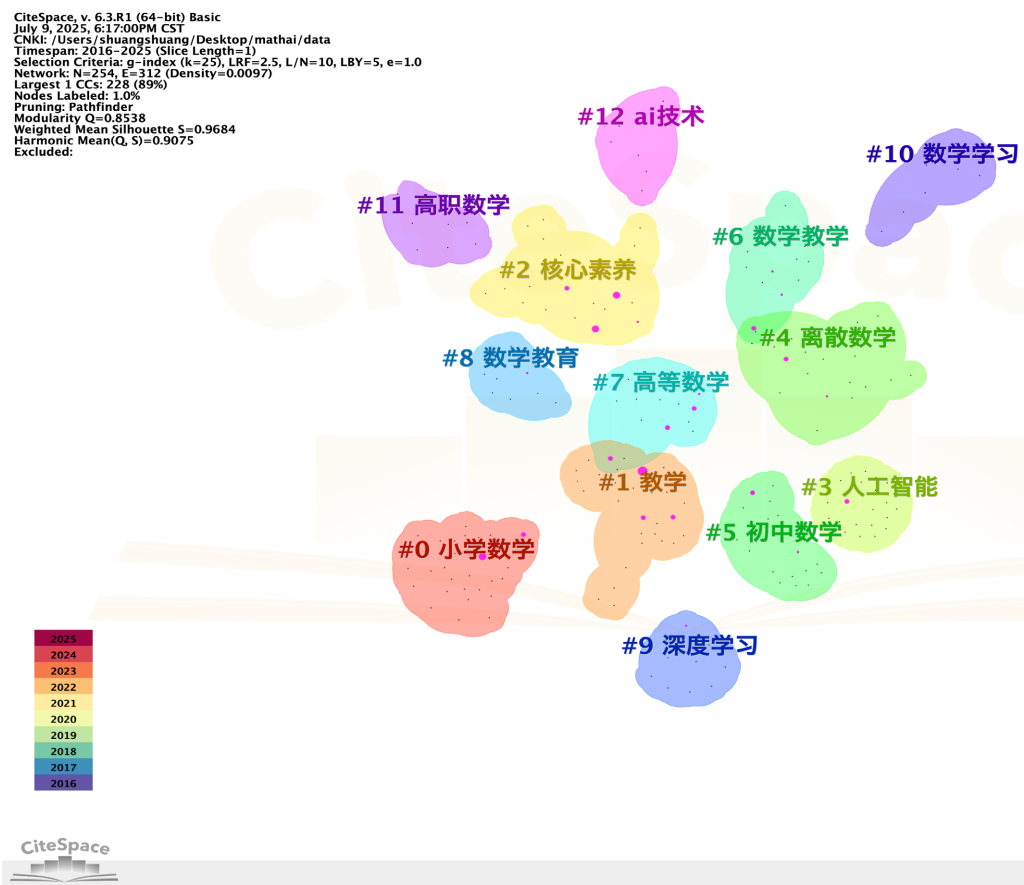


Figure 3. Keyword clustering map
图 3. 关键词聚类图谱

Table 2. Clustering results of the keyword co-occurrence network
表 2. 关键词共现图谱的聚类结果

主题	聚类号	大小	轮廓值	聚类标识词	LLR 标签值较大关键词
学段分层研究	#0	30	0.988	小学数学	小学数学(40.26)、教学创新(15.24)、数值赋能(7.58)、教学分析(7.58)、数学素养(7.58)
	#5	19	1	初中数学	初中数学(30.31)、大数据(12.55)、大学数学(10.94)、教学方式(10.14)、小学数学(6.59)
	#7	15	0.893	高等数学	高等数学(29.57)、教学模式(21.42)、影响因素(5.61)、创新研究(5.61)、高等职业教育(5.61)
	#11	8	0.984	高职数学	高职数学(20.01)、改革路径(7.97)、AI 引擎(7.97)、大学生(7.97)
技术赋能研究	#3	22	1	人工智能	人工智能(18.9)、实践探索(5.21)、初中数学(5.1)、启蒙教育(2.6)、中小学数学智能学习工具(2.6)
	#9	10	1	深度学习	深度学习(16.93)、关联性(8.35)、开放性(8.35)、教学设计(8.35)、AI 全科教师(8.35)
	#12	8	0.992	AI 技术	AI 技术(25.08)、思维培养(8.15)、创新素养(8.15)、创新思维(8.15)、AI 辅助(8.15)
素养培养研究	#2	23	0.994	核心素养	核心素养(14.15)、教学改革(13.72)、数学建模(11.67)、新工科(9.85)、教学变革(9.4)

续表

	#8	10	0.98	数学教育	数学教育(22.22)、教育数学(7.25)、智能时代(7.25)、智能技术(7.25)、网络画板(7.25)
	#10	8	0.938	数学学习	数学学习(13.61)、教学策略(8.58)、数学评估(8.58)、智能教学系统(5.83)、同化案例(5.83)
学科基础研究	#1	29	0.98	教学	教学(19.96)、学习(14.91)、高中数学(12.65)、教学质量(9.91)
	#4	22	0.861	离散数学	离散数学(22.79)、信息技术(14.03)、应用(10.76)、数理逻辑(5.36)、应用场景(5.36)
	#6	16	0.97	数学教学	数学教学(31.49)、计算思维(10.96)、大模型(10.96)、辩证关系(5.45)、案例(5.45)

主题一：学段分层研究。研究主题包含聚类“#0 小学数学”“#5 初中数学”“#7 高等数学”“#11 高职数学”。AI 技术在小学、初中、高中、高职、大学等学段的数学教学应用差异，学段特征成为关键影响因子。例如吕健提出从工具支撑、模式创新、评价优化三方面开展小学数学与人工智能融合的实践，有效促进小学生计算思维与数学核心素养协同发展[12]。例如张先敏分析了传统高职数学教学中方法单一、内容与专业脱节等问题，提出构建“AI+ 专业”课程体系、设计个性化学习路径等应用对策[13]。

主题二：技术赋能研究。研究主题包含聚类“#3 人工智能”“#9 深度学习”“#12AI 技术”。AI 技术在数学教育中的工具应用、教学模式进行不断创新。例如刘同军阐述了生成式人工智能大模型的核心特性、论证了大模型能有效重构数学教学流程、提升教学效能，推动数学教育学科深入发展。在传统数学教学中，教师需花费大量时间查找资源、设计教案、编制习题、分析课标与教材，这些流程本质是“重复性、标准化”的劳动。生成式 AI 通过“提示词驱动”的自动化生成能力，将这些流程效率提升数倍[14]。

主题三：素养培养研究。研究主题包含聚类“#2 核心素养”“#8 数学教育”“#10 数学学习”。AI 如何助力数学核心素养的培养，例如雍瑞分析了“互联网 + 课堂”应用于小学数学的三重意义，通过具象化呈现知识、个性化支持学习，切实助力小学生数学核心素养的培育与提升[15]。几何证明是数学教学中逻辑推理能力培养的核心载体，也是学生学习的主要难点。传统教学中，几何证明逻辑推导多以静态文字或图形呈现，导致学生难以直观感知条件与结论的因果关联，易出现逻辑链条断裂问题。AI 技术通过动态可视化、逻辑拆解与交互推理，提供有效解决方案。例如在三角形全等证明教学中，系统可动态演示判定定理应用过程，通过高亮标注边角关系，助力学生理解判定条件的逻辑性。

主题四：学科基础研究。研究主题包含聚类“#1 教学”“#4 离散数学”“#6 数学教学”。AI 与数学学科知识的融合路径，例如胡霞、王进科针对离散数学因抽象性强、传统教学互动不足且难以满足个性化需求的痛点，将 AI 技术与 BOPPPS 教学模式融合，创新提出“BOPPPSM 三循环”教学模式，为离散数学教学提供了“技术赋能结构化教学”的创新路径[16]。

3.2.3. 关键词时间线图：主题演进路径

为清晰呈现国内数学文化研究的演进脉络，研究运用 CiteSpace 软件的 Timeline 视图功能，生成关键词时间线图如下(见图 4)所示。该图谱聚焦各聚类模块，刻画重要关键词随时间推移的演变路径，直观呈现相关研究时间分布特征，以及不同研究主题间的关联关系，识别国内数学文化研究的发展进程与前沿动态，按照时间轴进行划分为三个阶段。在萌芽探索期(2016~2018 年)，主要是人工智能技术与基础学段的适配，以“#0”“#1”“#8”为核心，聚焦于人工智能在基础学段的初步应用；在快速发展时期(2019~2022 年)， “核心素养”“深度学习”成为关键节点，研究转向人工智能助力数学核心素养的培养，实现技术

与数学教学的融合；在融合创新期(2023~2025 年)，“大模型”“智慧课堂”“高等数学”关联增强，预示着进入融合的新阶段，人工智能将重构教育生态，探索跨学段、全场景的智能教育，将成为未来研究热点。

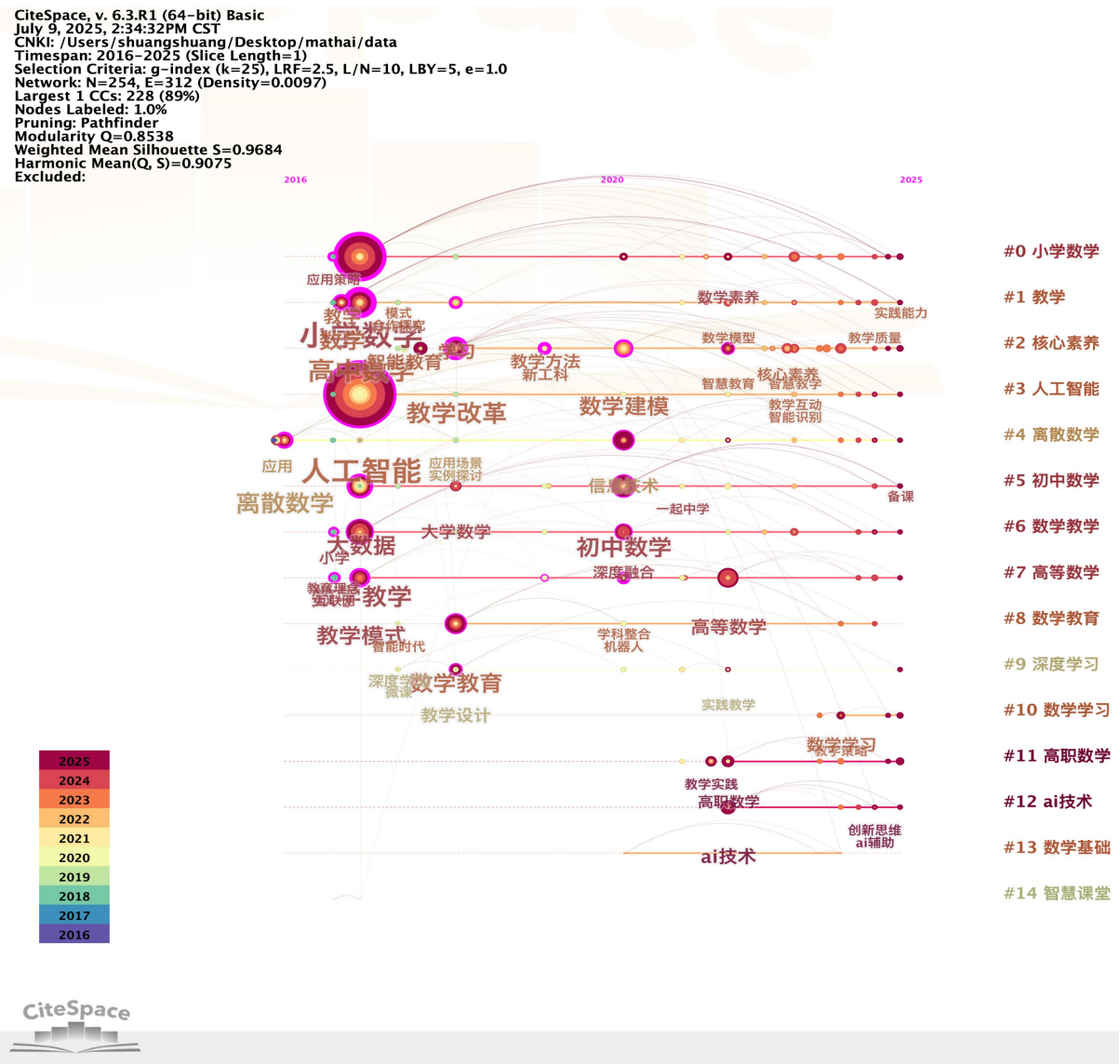


Figure 4. Keyword timeline map
图 4. 关键词时间线图

3.2.4. 关键词突现分析：研究热点动态变迁

研究热点可通过关键词词频的阶段性变化来反映，突现关键词即某时段内高频出现、词频波动显著的词汇。研究借助 CiteSpace 软件的 Burstness 功能，对 2016~2025 年的相关关键词开展突现分析，识别不同阶段的新兴热点，突发趋势和转折点。具体如下(见图 5)所示，其中“深度融合”强度最高达到 2.01，起始于 2024 年，是新兴热点主题。“离散数学”主题持续时间较长，长达五年。此外“数学创新”“智慧教学”“数学建模”时间持续均超过 3 年，这表明该主题在该领域处于稳定状态。按照时间线分析关键词突现图谱可将研究时期划分为三个阶段。

Top 25 Keywords with the Strongest Citation Bursts

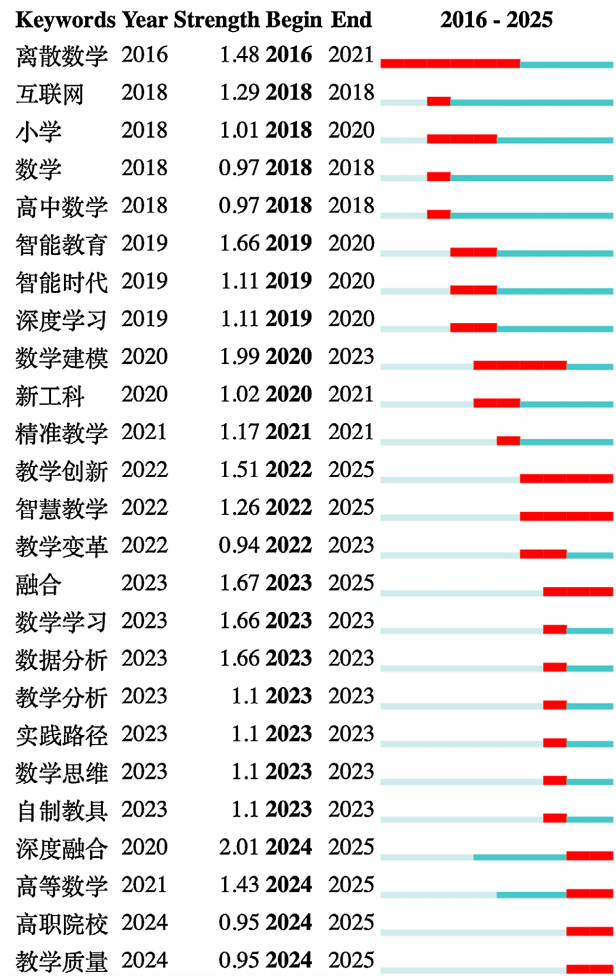


Figure 5. Keyword burst map
图 5. 关键词突现图谱

1) 初期探索阶段(2016~2020 年), 这一阶段“离散数学”作为人工智能算法的基础学科, 在 2016 年突现, 反映该时期研究聚焦数学作为人工智能技术的底层逻辑支撑, 是人工智能与数学教育融合研究的技术根基探索期。“小学”“高中数学”等关键词集中在 2018 年突现, 该时期人工智能向基础学段进行渗透, 关注人工智能如何适配不同学段的教学需求, 是从理论向实践进行延伸的标志。“智能教育”“智能时代”“深度学习”等关键词从 2019 年开始突现, 教育进入智能时代, 一方面传播智能教育理念, 另一方面聚焦深度学习这一关键技术, 探索人工智能在数学教育中的应用潜力。

2) 实践拓展阶段(2020~2023 年), 这一阶段“数学建模”“新工科”关键词突现, 呼应核心素养导向的教育改革趋势, 数学建模作为数学核心素养的重要载体, 与工科强调的跨学科、实践创新能力相结合, 反映该阶段研究聚焦人工智能如何提升学生的数学建模能力, 适应人才培养需求。“精准教学”“教学创新”“智慧教学”关键词集中在 2021 年突现, 体现从技术应用转向教学模式重构, 是技术与教学深度融合的实践深化期。

3) 融合深化与新兴拓展阶段(2023~2025 年), 这一阶段“融合”“数学学习”“数据分析”等关键词集中在 2023 年突现, 反映该阶段研究不再局限于单一的教学环节, 强调于人工智能与数学教育全要素结

合。“数学思维”“实践路径”的突现,反映研究开始关注人工智能对数学教育本质目标的支撑,探究人工智能如何提高学生的数学思维,并且聚焦可推广的人工智能赋能数学教育的实践路径,解决理论丰富但教学落地难的问题。“深度融合”“高等数学”“高职院校”关键词从 2024 年突现,预示着人工智能将突破基础学段限制,向更高的学段更加复杂的教育场景相融合。

3.3. 核心作者与机构网络特征分析

合作图谱能够挖掘特定研究领域中学者、国家及研究机构间的社会关联,为衡量科研人员、国家与机构的学术影响力开辟新路径,识别值得关注的科研主体。其中,作者合作图谱可呈现学者间合作网络,便于分析合作模式、核心作者群体,助力洞察学术交流脉络,为科研合作规划、人才识别等提供依据,以下展开对作者合作网络及机构合作网络的解读。

3.3.1. 核心作者合作网络分析

核心作者合作图谱如下(见图 6)所示,网络密度为 0.0043,处在一个低密度的水平,除了以曹一鸣、王建华、朱哲、张必兰、丘诗莹等为核心形成了合作者网络群以外,网络中作者之间节点关联相对比较松散,说明在该领域研究者之间合作较少。在核心作者发文数量上,依据赖普斯在确定核心作者最低发文量时提出的经验公式,能够精准识别出核心创作者群体,深入洞察该领域研究力量的分布态势(N 代表核心作者的最低发文阈值,代表该领域内作者的最高发文量),通过计算得到 $N \approx 1.67$,规定发文量 ≥ 2 篇为核心作者,通过数据统计,核心作者 18 人,占作者总人数的 8.25%,即还未形成主要的核心合作

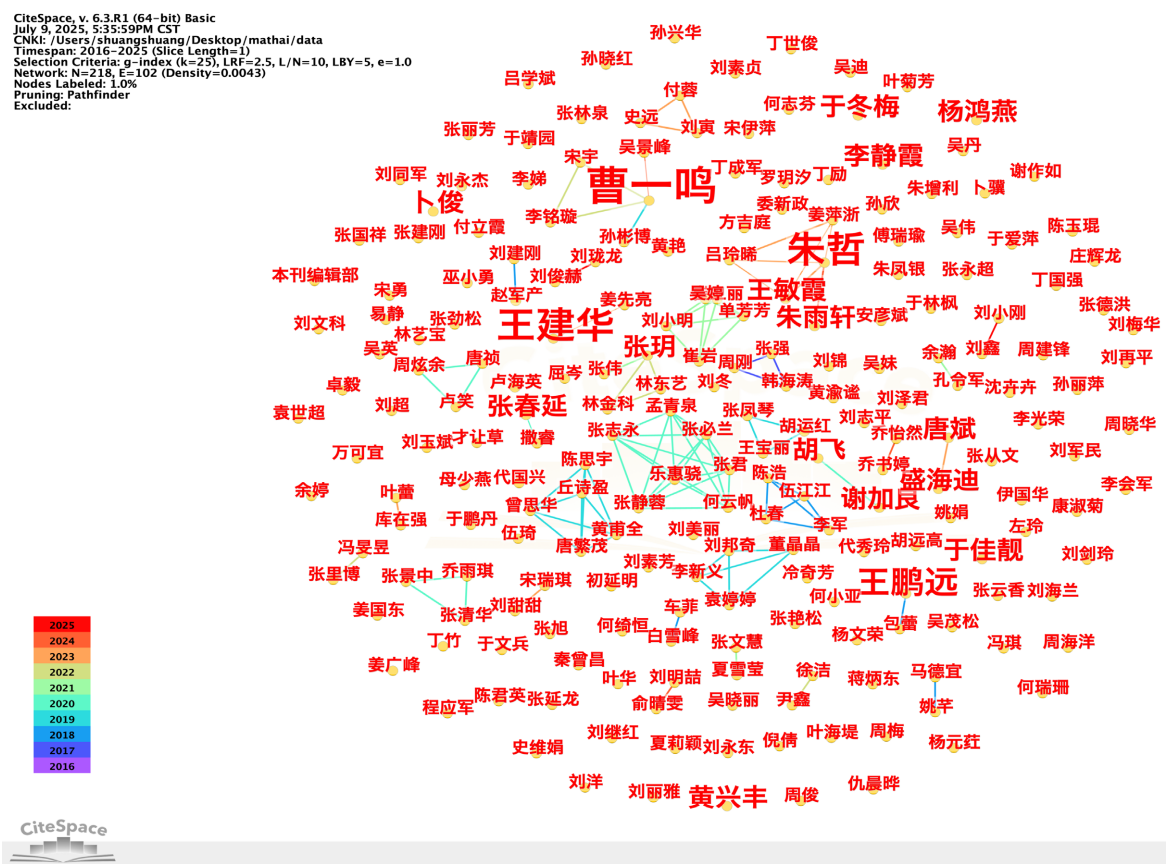


Figure 6. Core author collaboration network map
图 6. 核心作者合作网络图谱

团队研究。发文量较高的研究者有曹一鸣(5 篇)、王建华(4 篇)、朱哲(4 篇)、王鹏远(3 篇),在图谱中节点较大,其他以独立研究者形式占据主导。

3.3.2. 核心机构合作网络分析

核心机构合作网络如下(见图 7)所示,网络密度为 0.0035,仍然处于一个低密度的水平,图谱中关键节点 N=193,连线 E=64,统计数据可知,机构以北京师范大学数学科学学院为核心研究机构,发文量 7 篇;其次为浙江师范大学教育学院、北京大学附属中学,发文量 4 篇,江苏连云港市建宁小学、广东省广州市真光中学,发文量 3 篇。这显示师范类高校在人工智能赋能数学教育研究领域占据主力军地位。深入剖析跨机构研究情况可知,合作形式以同一单位内部合作为主、高校与中小学学校建立联系较欠缺;其次,发现研究地区主要集中在北上广较发达地区;通过合作网络图谱及网络密度整体来看,跨机构之间开展合作研究的情形相对较少。

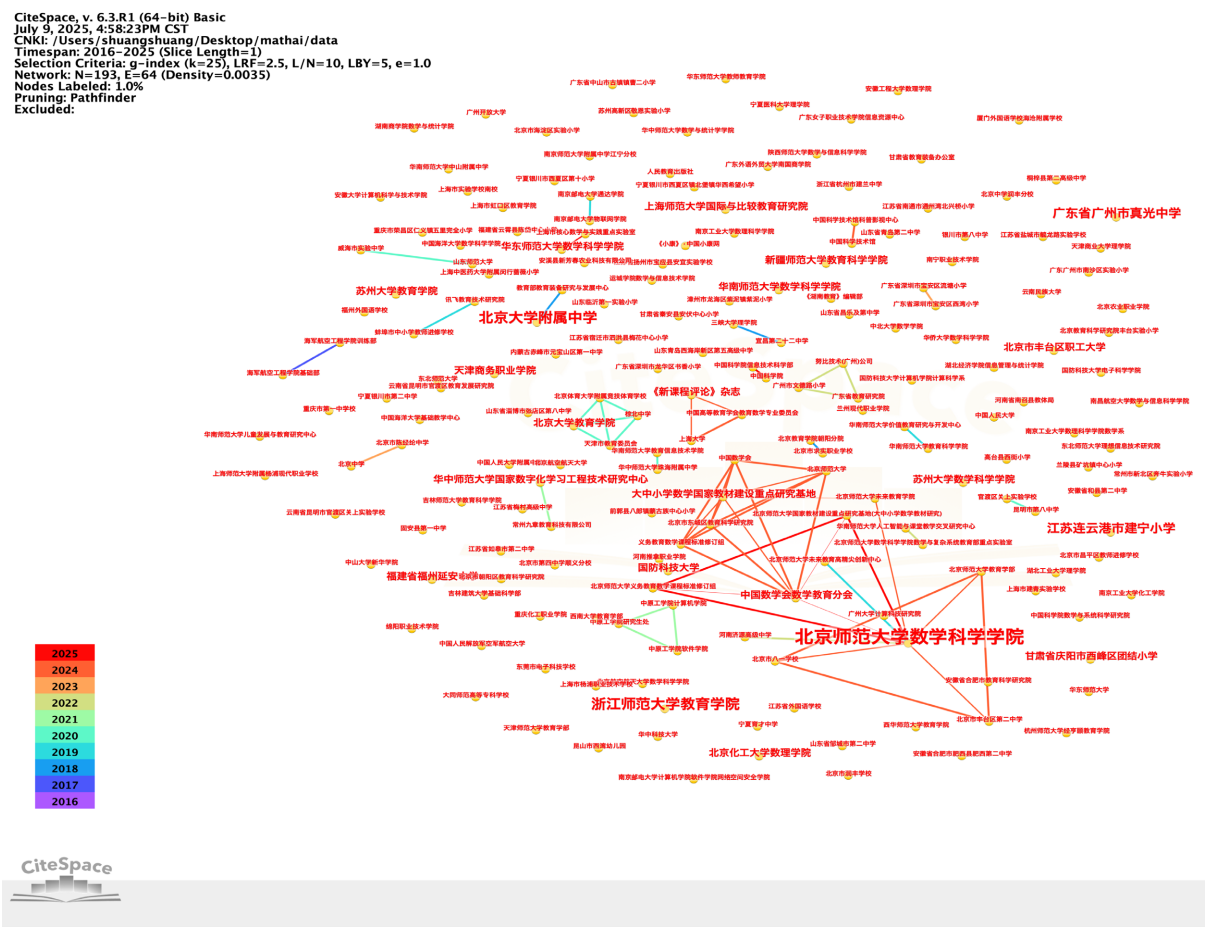


Figure 7. Core institution collaboration network map
图 7. 核心机构合作网络图谱

3.4. 被引文献特征分析

高被引文献是研究领域内具有影响力的标识,能帮助研究者快速锁定核心成果、把握研究脉络与前沿,利于学者理解学术思想,进行学术传承,站在巨人肩膀上开展研究。也是评估学术影响力的关键参考。高被引文献如下(见表 3)所示,表中例举人工智能赋能数学教育领域 2016~2025 年被引量前 10 的期

刊,《基于智慧课堂的学科教学模式创新与应用研究》被引频次最高(342次),《基于深度学习的教师课堂提问分析方法研究》(87次),《中学数学课程中信息技术应用:回顾与展望——以课程标准(教学大纲)内容演变为主线》(57次),高被引量前三的期刊主要均来源于《电化教育研究》学术期刊,是人工智能赋能数学教育研究领域核心的发表期刊。高被引期刊是该领域内具有开创性、引领性的研究。这些文献聚焦智慧课堂、深度学习、人工智能与数学教育结合等前沿方向,研究成果为后续学者提供了理论基础、研究方法。

Table 3. Top 10 most cited papers in CNKI (China National Knowledge Infrastructure) in the last decade
表 3. 近 10 年中国知网被引用频次前 10 的文献

序号	论文题目	作者	发表年份	期刊来源	被引频次
1	基于智慧课堂的学科教学模式创新与应用研究	刘邦奇, 李新义, 袁婷婷, 董晶晶	2019	电化教育研究	342
2	基于深度学习的教师课堂提问分析方法研究	马玉慧, 夏雪莹, 张文慧	2021	电化教育研究	87
3	中学数学课程中信息技术应用:回顾与展望——以课程标准(教学大纲)内容演变为主线	孙彬博, 曹一鸣	2019	电化教育研究	57
4	面向教育 2030 的数学课堂对话人工智能评价体系构建研究	曹一鸣, 宋宇, 赵文君, 李铭璇	2022	数学教育学报	45
5	构建微积分知识图谱助推一流课程建设	涂建华, 肖珺怡, 姜广峰	2020	中国大学教学	35
6	“人工智能 + 教育”背景下机器人支持数学学习的国际案例研究	钟柏昌, 夏莉颖	2020	电化教育研究	27
7	“人工智能 + 大数据”在初中数学教学中的应用	才让草	2018	新课程研究	24
8	人工智能视域下课堂教学智慧评价:CSMS推动小学数学核心素养培育的案例研究	许世红, 邓伟伦, 王芳, 靳小波, 黄丽芳, 刘军民	2022	教育测量与评价	24
9	小学数学智慧课堂教学策略的浅析——基于 AI+ 教育的思考	刘泽君	2020	科技资讯	24
10	计算思维对中学数学课程改革的启示	刘锦, 曹一鸣	2021	数学通报	21

4. 研究结论与建议

研究对人工智能赋能数学教育展开系统性、多维度探究,通过对发文数量、关键词共现、聚类、时间线、突现图谱的解读、合作网络图谱的分析,高被引文献的勾勒出该领域研究的现状、演进历程、发展脉络以及热点趋势,得出以下结论并给出建议。

4.1. 研究结论

第一,通过发文数量逐年呈现上升趋势,人工智能赋能数学教育现阶段及未来一段时期将仍处于一个较热的研究。

第二,通过关键词对该领域的前沿热点进行分析,得到如下四个较热的研究主题。

热点主题一可根据不同学生学段的分层研究,随着技术进步在更高情境学段的研究将更加深入;热点主题二是对技术赋能的研究,如人工智能技术与教育结合的大模型开发;热点主题三是对数学素养培

养的研究,如 AI 驱动数学建模教学,核心素养导向的 AI 教学评价等;热点主题四是对学科基础的研究,在未来预测人工智能在高等数学教育领域的研究成果将更加丰硕。

第三,通过对该领域的合作网络分析,作者合作网络与机构合作网络处于一个低密度的状态,网络结构松散,尚未形成专业核心的研究群。核心作者群规模较小,且集中在高校内部之间合作,发文群体大多以高等院校研究者为主,中小学教师发文量较少。其次,机构集中合作的核心群主要集中在北上广较为发达地区,且有长期稳定合作的中小学实验区。

第四,通过梳理阅读该领域相关文献,发现大多数研究停留于技术应用的表面的描述,对人工智能赋能数学教育的深层教育理论挖掘与运用不足。在构建教学模式、评价体系时,未能紧密结合建构主义、认知负荷理论等教育理论,创新实践缺乏坚实理论根基。同时,实践案例类文献多为短期、局部应用验证,缺乏长期追踪与大规模实践检验,无法全面评估人工智能对学生数学学习的长效影响及在不同教育环境中的普适性。

4.2. 研究建议

第一,在学段分层研究方面,应加强人工智能在高等数学、高职数学阶段的融入,这是信息化时代的必然选择。人工智能视角下的数学教育应凸显数学课堂的意义,提高学生参与课堂的积极性,促进学生更好地理解数学知识,突破传统课堂必须使用教室和黑板的局限性。

第二,在技术赋能方面,基于建构主义、认知负荷理论,利用人工智能技术创设教学情境,引导学生主动构建数学知识、优化教学内容的呈现。研究者开展长期、大规模的实践研究,对学生的数学思维、数学学习态度、学业成绩等方向的研究,建立科学的指标维度,为理论完善与实践改进提供支撑。

第三,在素养培育研究方面,“#2 核心素养”与“#3 人工智能”的关联贯穿始终,但大多数研究停留在技术工具的适配层面,尚未形成深度融合。建议以数学课程标准中的核心素养为基点,开发 AI 建模辅助系统、AI 算法生成阶梯式问题链等,人工智能赋能数学素养培养的核心是“技术服务于思维发展”,需通过目标绑定、学段衔接、评价协同与风险防控,让技术真正成为“核心素养落地”的催化剂,而非简单的工具叠加。

第四,在学科基础研究方面,不断深化融合路径研究,拓宽研究领域,目前对离散数学的融合研究较多,应拓宽范围至更多的数学分支,像拓扑学、数论等,探究如何借助 AI 帮助学生理解基础学科抽象概念与复杂理论,增强空间想象力与对知识的深度理解。此外,高校、科研机构与中小学、高校建立实践基地,为教师提供实践平台,积极开展基于人工智能与数学学科融合的教学实践活动。

第五,加强机构研究者合作,构建学术共同体。学术共同体的作用主要体现在推动研究协同、整合资源、规范发展方向等方面。加强跨机构之间合作关系,以师范类高校为枢纽,联合中小学、科技企业组建核心科研群,加强理论与实践紧密结合,促进该领域学术研究发展。建立跨区域研究资源库,依托北上广等核心研究机构,搭建资源共享平台,促进数学教育高质量发展。

第六,在人工智能赋能数学教育的发展中,重视教育的伦理性问题,建立保护数据隐私机制,明确人工智能技术应用的边界红线,秉持以人为本的教育理念,增强教育中的人文关怀,实现人工智能与数学教育之间和谐稳定、可持续发展的平衡关系。

基金项目

牡丹江师范学院课程思政项目,编号:KCSZKC-2022024。

参考文献

[1] 教育部,中央网信办,国家发展改革委,等.教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见[EB/OL]. 2025-04-

11. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202504/content_7019045.htm, 2025-09-21.
- [2] Fernandes, E., Fermé, E. and Oliveira, R. (2009) The Robot Race: Understanding Proportionality as a Function with Robots in Mathematics Class. *Proceedings of the Sixth Congress of European Research in Mathematics Education*, Lyon, 28 January- 1 February 2009, 1211-1220.
- [3] Julià, C. and Antolí, J.Ò. (2015) Spatial Ability Learning through Educational Robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, **26**, 185-203. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9307-2>
- [4] Pinto, A.H.M., Tozadore, D.C. and Romero, R.A.F. (2015) A Question Game for Children Aiming the Geometrical Figures Learning by Using a Humanoid Robot. 2015 12th Latin American Robotics Symposium and 2015 3rd Brazilian Symposium on Robotics (LARS-SBR), Uberlandia, 29-31 October 2015, 228-233. <https://doi.org/10.1109/lars-sbr.2015.62>
- [5] 钟柏昌, 夏莉颖. “人工智能 + 教育”背景下机器人支持数学学习的国际案例研究[J]. 电化教育研究, 2020, 41(12): 113-121.
- [6] 刘邦奇, 李新义, 袁婷婷, 等. 基于智慧课堂的学科教学模式创新与应用研究[J]. 电化教育研究, 2019, 40(4): 85-91.
- [7] 曹一鸣, 宋宇, 赵文君, 等. 面向教育 2030 的数学课堂对话人工智能评价体系构建研究[J]. 数学教育学报, 2022, 31(1): 7-12.
- [8] 安彦斌. 从韩国高中“人工智能数学”课程看高中数学课程与人工智能教育的衔接[J]. 数学教育学报, 2022, 31(5): 36-40.
- [9] 康玥媛, 张俊宏, 宋春立. 数智时代下国际数学教育研究的前沿热点与未来展望——基于 ICME-15 邀请平行报告的述评[J]. 数学教育学报 2024, 33(5): 67-73.
- [10] 张景中, 张清华, 乔雨琪. 我看人工智能[J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版), 2020, 32(6): 984-990.
- [11] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253.
- [12] 吕健. 小学教育中数学与人工智能融合的计算思维培养策略探索[J]. 教育信息技术, 2025(Z1): 157-160.
- [13] 张先敏. 人工智能技术在高职数学教学中的实践探索[J]. 信息系统工程, 2025(5): 144-147.
- [14] 刘同军. 生成式人工智能革新数学教学: 场景与案例[J]. 中学数学杂志, 2024(10): 1-4.
- [15] 雍瑞. “互联网 + 课堂”助力小学数学课堂提升学生核心素养[J]. 中国新通信, 2022, 24(1): 214-21
- [16] 胡霞, 王进科. AI 驱动的 BOPPPS 教学模式在离散数学课程教学中的创新探索[J]. 科技视界, 2024, 14(23): 60-63.
- [17] 柳星仿, 黄秦安. 中国数学文化研究: “起源” “现状” “趋势”及“热点”——基于 CNKI 数据库(1991-2022)的 CiteSpace 知识图谱可视化分析[J]. 数学教育学报, 2024, 33(4): 83-90.
- [18] 李梦真, 吴金蕊, 杨君仪, 等. 基于 CiteSpace 的中国草畜平衡研究文献计量分析[J]. 中国草地学报, 2025, 47(5): 139-150.
- [19] 吕世虎, 彭燕伟. 近二十年中国中小学数学教科书研究综述——基于 CiteSpace 知识图谱分析[J]. 数学教育学报, 2019, 28(4): 48-54.
- [20] 温建红, 邓宏伟. 近 20 年我国数学教材比较研究图景——基于 CiteSpace 的知识图谱分析[J]. 教育理论与实践, 2022, 42(11): 44-48.