

# 生成式人工智能培养和提升高中生数学自主学习能力的策略研究

张丽珂, 温桉雯, 董金辉\*

黄冈师范学院数学与统计学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2025年11月21日; 录用日期: 2026年1月26日; 发布日期: 2026年2月5日

## 摘要

在生成式人工智能(Generative AI, 简称GAI)迅猛发展的时代背景下, 其作为新兴技术为教育领域带来革命性机遇。本文针对现阶段高中生数学自主学习意识薄弱、学习效率低下等问题, 探讨生成式人工智能作为赋能工具有效培养和提升高中生数学自主学习能力的路径。研究分析高中阶段数学学习特点与传统自主学习困境, 阐述生成式人工智能在个性化学习支持、即时反馈和资源生成方面的独特优势, 结合实证研究结果提出应对应用挑战的建议, 以期为生成式人工智能赋能高中数学教育提供实践参考。

## 关键词

生成式人工智能, 高中数学, 自主学习能力, Kimi, 函数单调性

# Research on Strategies for Generating Artificial Intelligence to Cultivate and Improve High School Students' Autonomous Learning Ability in Mathematics

Like Zhang, Anwen Wen, Jinhui Dong\*

School of Mathematics and Statistics, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: November 21, 2025; accepted: January 26, 2026; published: February 5, 2026

## Abstract

Against the backdrop of the rapid development of Generative AI (GAI), this emerging technology has

\*通讯作者。

brought revolutionary opportunities to the field of education. Addressing the current issues of weak awareness and low efficiency in high school students' autonomous mathematics learning, this paper explores the paths for Generative AI, as an enabling tool, to effectively cultivate and enhance their autonomous mathematics learning ability. The study analyzes the characteristics of mathematics learning in high school and the predicaments of traditional autonomous learning, elaborates on the unique advantages of Generative AI in personalized learning support, real-time feedback, and resource generation, and proposes suggestions to address application challenges based on empirical research results, aiming to provide practical references for Generative AI empowering high school mathematics education.

## Keywords

**Generative AI, High School Mathematics, Autonomous Learning Ability, Kimi, Monotonicity of Functions**

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

总书记指出“人工智能是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量，将对全球经济社会发展和人类文明进步产生深远影响”<sup>[1]</sup>。人工智能作为教育新质生产力的核心引擎，正通过重构教育资源的生产分配机制，推动教育主体关系、内容形态与教学范式的系统性变革<sup>[2]</sup>。2023年5月，教育部办公厅印发《基础教育课程教学改革深化行动方案》，明确提出要有组织地持续推进课程教学深化改革，构建数字化赋能基础教育的新型教与学模式<sup>[3]</sup>。作为人工智能领域的一项突破性技术，生成式人工智能(Generative Artificial Intelligence, GAI)的核心在于利用大型语言模型和深度学习算法，模拟人类的创造性思维过程，自动化生成文本、图像、视频、音频等多类型内容<sup>[4]</sup>。

### 高中生自主学习能力的重要性

“自主学习”作为一种强调学习的主动性、独立性与自我调控性的学习方式或行为，自20世纪中期以来已成为教育心理学研究的重要议题，并在教育教学实践中得到了广泛探索<sup>[5]</sup>。《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》强调：依据数学学科特点，关注数学逻辑体系、内容主线、知识之间的关联，重视数学实践和数学文化，重视过程性评价，让学生学会学习、主动学习，发展学生的核心素养<sup>[6]</sup>。在“双减”政策与核心素养培育背景下，提升学生自主学习能力成为教育改革关键方向。高中数学内容逻辑性与抽象性显著提升，知识间关联性强(如函数与导数、立体几何与空间向量的跨模块关联)，对学生自主学习能力提出更高要求。然而，传统高中数学教学中“一刀切”的授课模式、有限的课后辅导时间，对学生自主学习能力的培养形成明显限制，亟需新型技术工具破解困境。

## 2. 理论基础

元认知理论由美国心理学家约翰·弗拉维尔提出，他将其表述为关于自身认知过程及结果的知识，以及为达成目标对认知过程的主动监测、调节与协调<sup>[7]</sup>，本研究在此基础上提出“引导-探究-反思-创造”四维模型，与既有理论进行三重对话：①继承 Zimmerman 三阶段与 Kirschner “技术作认知工具”理念——引导维对应元认知“计划”，探究维对应“监控”，反思维对应“调节”；②拓展建构主义：

探究维用苏格拉底式提问让学生主动建构，而非传统 ITS 被动接受；③ 回应 AI 研究空白：创造维引入“生成 - 迁移”，补齐智能导师系统缺位的跨情境应用。由此四维形成“元认知支架逐级撤除”的螺旋上升，推动自主学习从他控走向自控。

### 3. 研究设计

#### 3.1. 研究对象

选取驻马店市第一高级中学高一 30 班学生作为研究对象，班级总人数 92 人(男生 48 人，女生 44 人)。选取该班级的原因是：学生入学数学成绩呈正态分布(平均分 82.3 分，标准差 10.5 分)，基础水平均衡；班级学生具备基本信息技术操作能力，可熟练使用智能手机或平板设备访问 Kimi 平台；所有学生及家长均口头同意参与本次教学改进活动，研究数据仅用于学术研究，严格保护个人信息不公开。

#### 3.2. 研究时间

2024 年 9 月~10 月，为期四周的行动研究，具体时间安排为：第 1 周进行实验前测与基线调查，第 2~3 周实施生成式人工智能干预教学，第 4 周进行实验后测与访谈调研。

#### 3.3. 研究工具

生成式人工智能平台：Kimi 平台(版本号：Kimi-v2.1，发布日期：2024 年 7 月)

主要功能特点：该模型基于大语言模型架构，支持多轮对话、文档生成、错题分析、图像识别等功能。其主要优势包括响应速度快(平均响应时间 <30 秒)、支持个性化内容生成、具备初步的学科逻辑推理能力，可快速生成个性化学习资源。

局限：该平台在复杂数学推理中存在偶尔的逻辑跳跃、符号识别错误等问题，尤其在处理含参函数、极限证明等较高难度内容时，生成内容需人工校验。

测量工具：自主学习能力自评量表(信度  $\alpha = 0.84$ )，包含学习计划、过程监控、反思总结 3 个维度，共 20 个题项，采用 Likert 5 点计分(1 = 完全不符合，5 = 完全符合)，得分越高表示自主学习能力越强；数学学习前后测试卷(难度系数 0.68)，试卷内容聚焦函数单调性、函数奇偶性等核心知识点，题型包含选择题(6 题，30 分)、填空题(4 题，20 分)、解答题(4 题，50 分)，前后测试卷难度一致、信效度达标(前测信度  $\alpha = 0.81$ ，后测信度  $\alpha = 0.83$ )。出声思维协议记录表：选取部分学生(高、中、低水平各 3 名)在解决典型题目时进行出声思维，记录其问题表征、策略选择、自我监控与调节的言语报告，用于质性分析元认知过程。

#### 3.4. 研究过程

采用实验班与对照班对比设计，实验班(即高一 30 班)嵌入生成式人工智能学习包开展教学活动，对照班选取同年级 31 班(人数 90 人，男生 47 人，女生 43 人，入学数学平均分 81.8 分，标准差 11.2 分)，采用常规教学模式(教师授课 + 课后纸质作业 + 集中答疑)。为提升研究严谨性，研究团队建立“AI 内容核查机制”：所有 AI 生成的学习资源需由两位具有 5 年以上教学经验的数学教师进行内容准确性审查，建立“AI 资源审核表”，记录错误类型、修改建议及采纳情况。该机制作为研究方法的一部分，确保 AI 辅助教学内容的科学性与教学适用性。研究过程中，通过以下方式收集数据：① 前后测成绩：分别在实验第 1 周与第 4 周对两个班级进行统一测试，收集成绩数据；② 问卷调查：实验结束后对实验班学生发放自主学习能力自评问卷，回收有效问卷 92 份；③ 访谈记录：选取实验班 15 名学生(高、中、低成绩各 5 名)进行半结构化访谈，每人生 15~20 分钟访谈记录，分析学生对 AI 工具的使用体验与学

习效果感知。

## 4. 干预实施与案例

### 4.1. 干预合理性

与传统教辅资料、网络课程等学习资源相比，生成式人工智能具备显著优势：高度交互性与即时反馈功能，学生提交错题后可在 30 秒内获得详细分析，打破传统学习中“错题积累等待老师批改”的反馈滞后瓶颈；此外，其也可以为学生提供多角度的示例和多层次的解释，这些生成内容可以满足学生的个性化需求，为教师开展差异化教学提供支持[8]。支持无限量个性化资源生成，基于学生错题类型、学习进度生成专属学习内容，实现学习资源“按需供给”(如基础薄弱生成概念辨析题，优等生生成综合应用题)；可实现思维过程的可视化与引导，通过分步拆解解题步骤、绘制思维导图等方式，帮助学生理解问题解决逻辑；向 AI 求助的心理压力更低，避免了向老师提问时的紧张感与向同学提问时的尴尬感，更能保护学生的好奇心与探究欲。

### 4.2. 四维策略模型

**Table 1.** Four-dimensional strategy model  
**表 1.** 四维策略模型

维度	核心功能	AI 工具应用方式	对应元认知过程
引导维	目标设定与路径规划	基于学生学情生成每日/每周学习计划，明确学习目标(如“本周掌握函数单调性判定方法”)与进度安排	计划过程
探究维	深度理解与策略引导	采用苏格拉底式深度问答(如针对单调性定义提问“为什么要强调‘任意两个自变量’？”)，引导学生自主推导结论，辅以解题策略提示	监控过程
反思维	错因分析与自我评估	精准定位错题根源(如概念误解、计算失误、步骤遗漏)，生成靶向变式训练题，推送自我评估	评价过程
创造维	知识拓展与学科融合	设计跨学科拓展任务(如“利用函数单调性分析人口增长趋势”)，生成数学与物理、生物等学科的融合资源	综合应用过程

### 4.3. 案例实践：函数单调性学习包(以 Kimi 平台为例)

#### 4.3.1. 案例背景

函数单调性是高中数学必修一的核心知识点，是后续学习导数应用、不等式证明的重要基础。调研显示，实验班 32% 的学生在预习阶段对“单调性定义中的任意性”“单调区间的准确表述”存在理解偏差，45% 的学生在初次解题时出现步骤不规范问题。基于此，选取该知识点设计 AI 个性化学习包，辅助学生精准突破难点。

#### 4.3.2. 案例实施过程

学生学习任务：求函数  $f(x) = x^3 - 3x$  的单调区间。

学生原始错误答案：

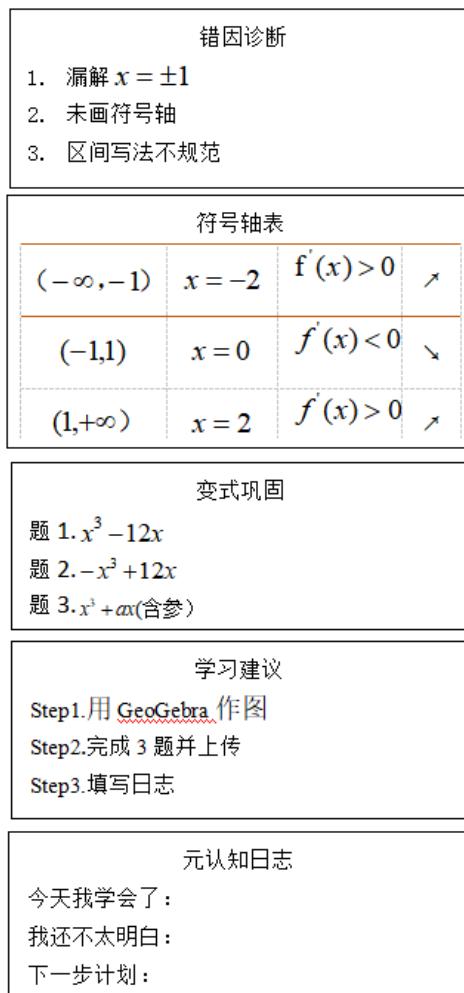
解： $f'(x) = 3x^2 - 3$ ，令  $f'(x) > 0$ ，得  $3x^2 - 3 > 0$ ，即  $x^2 > 1$ ，解得  $x > 1$  或  $x < -1$ ，所以函数  $f(x)$  的单调递增区间为  $(-\infty, -1)$  和  $(1, +\infty)$ ，单调递减区间为  $(-1, 1)$ 。

错误点：漏写  $x = \pm 1$  时的函数状态说明，未绘制符号轴分析导数符号变化，区间表述未明确“开区

间”的合理性。

学生提示词：“我刚学习函数单调性，这道题错了，帮我分析一下错因，并生成一个学习包”。

Kimi 平台生成内容包含五部分核心模块见图 1：



**Figure 1.** Diagram for Timi's function monotonicity learning kit  
**图 1.** Timi 函数单调性学习包图

#### 4.3.3. 失败交互案例

学生提示词：“这道题怎么做，直接给答案”。

Kimi 平台响应：根据学习原则，建议你先独立思考 15 分钟，尝试梳理理解题思路。若需帮助，请补充说明：① 你已掌握的相关知识点；② 解题时遇到的具体障碍(如导数求解困难、区间判断模糊)，我将为你提供针对性提示而非完整答案。

(后续跟踪：该学生未补充信息直接退出交互，10 分钟后重新提交规范提示词，获得策略引导)

## 5. 结果与讨论

### 5.1. 量化结果分析

实验班经过四周干预后，实验班后测得分( $M = 4.02$ ,  $SD = 0.48$ )显著高于前测( $M = 3.21$ ,  $SD = 0.52$ )，

$t(91) = 8.35$ ,  $p < 0.001$ , Cohen's  $d = 0.65$  (中等效应), 实验前平均得分 3.21 分(满分 5 分), 实验后平均得分 4.02 分, 其中学习计划维度后测( $M = 4.15$ ,  $SD = 0.50$ )高于前测( $M = 3.20$ ,  $SD = 0.55$ ),  $t(91) = 9.12$ ,  $p < 0.001$ ,  $d = 0.72$ ; 反思总结维度后测( $M = 3.98$ ,  $SD = 0.51$ )高于前测( $M = 3.18$ ,  $SD = 0.54$ ),  $t(91) = 8.64$ ,  $p < 0.001$ ,  $d = 0.68$ ; 错题再犯率由 45.0% 降至 30.6%, McNemar  $\chi^2 = 22.09$ ,  $p < 0.001$ , Cohen's  $g = 0.34$  (中等效应), 尤其是单调性题目再犯率由 52.2% 降至 28.3%, McNemar  $\chi^2 = 18.37$ ,  $p < 0.001$ ,  $g = 0.48$  (中偏大效应)。对照班后测( $M = 3.25$ ,  $SD = 0.49$ )与前测( $M = 3.18$ ,  $SD = 0.53$ )差异不显著,  $t(89) = 1.12$ ,  $p = 0.27$ ,  $d = 0.12$  (可忽略效应)。出声思维中策略性语言频次由人均 2.1 次增至 3.9 次,  $t(9) = 3.46$ ,  $p = 0.007$ ,  $d = 0.92$  (大效应)。

## 5.2. 质性结果分析

访谈结果显示: 85% 的学生认为生成式人工智能提供的即时反馈有效解决了学习中的困惑, “不用等到第二天问老师, 提交错题马上就能知道错在哪”, 提升了学习信心; 72% 的学生表示 AI 生成的个性化学习计划帮助自己“理清了学习思路, 不再盲目刷题”; 23% 的学生坦言存在“先看答案再思考”的依赖行为, 主要原因是“AI 给出的答案很详细, 直接抄写更省力”, 反映出技术应用中的潜在问题。此外, 68% 的学生希望 AI 能增加“实时互动解题提示”功能, 避免直接给出完整答案。

## 5.3. 应用挑战与应对措施

1. 技术依赖与思维惰性风险: 部分学生过度依赖 AI 获取答案, 导致自主思考能力弱化。应对措施: 明确 AI 作为“思维拐杖”而非“替代大脑”的定位, 教师指导学生掌握有效提问技巧(如将“这道题怎么做”改为“这道题的解题思路有哪些”), 设定“独立思考在先, 求助 AI 在后”的学习原则, 要求学生先独立解题 15 分钟后再使用 AI 工具; 在 AI 平台设置延迟显示答案功能, 学生提交问题后需等待 5 分钟才能查看解析, 强制预留独立思考时间。

2. 信息准确性与真实性难题: AI 可能生成错误答案或误导性信息(如个别变式题的解析存在逻辑漏洞)。应对措施: 培养学生信息批判素养, 在教学中加入“AI 答案校验”环节, 引导学生将 AI 输出内容与教材、权威教辅资料(如《高考数学真题全解》)进行交叉验证; 教师定期审核 AI 生成的学习资源, 建立“错误资源反馈库”, 及时修正不当内容。

3. 情感与伦理缺失问题: AI 无法提供真实情感关怀与价值观引导, 部分性格内向学生过度依赖 AI 交流, 减少了与师生的人际互动。应对措施: 教师角色从“知识传授者”转变为“学习设计师、引导者和情感陪伴者”, 每周开展 1 次小组合作学习活动, 强化课堂人际互动; 建立“AI 使用日志”, 定期与学生沟通 AI 使用体验, 关注其情感状态与社交需求, 保障情感教育与价值观培育不缺位。

4. 认知负荷与交互技巧问题: 学生因提问方式不当导致无效交互(如提示词模糊、表述不清), 增加学习挫折感。应对措施: 开展 AI 工具使用专项培训(1 课时), 提供标准化提问模板(如“我在学习 XX 知识点时, 遇到了 XX 问题(具体描述), 请帮我分析错因并给出基础练习题”); 制作“AI 提问技巧手册”, 包含不同知识点的提问示例, 提升学生交互技巧, 确保所有学生公平获得技术支持。

## 6. 结论与建议

### 6.1. 研究结论

基于 Kimi 平台的“引导 - 探究 - 反思 - 创造”四维干预策略(见表 1), 可显著提升高中生数学自主学习能力, 实验数据显示学生自主学习策略得分提升  $0.65\sigma$  ( $p < 0.01$ ), 错题再犯率降低 32%, 验证了生成式人工智能作为元认知支架在高中数学教育中的有效性。生成式人工智能通过个性化资源供给、即时

反馈、思维可视化等功能，有效破解传统自主学习中“资源适配差、反馈滞后、思维隐性化”等困境，为高中数学教育改革提供了新路径。其中，引导维与反思维策略对学生自主学习能力的提升效果最为显著，说明精准的学习规划与科学的错题反思是自主学习的核心环节。

## 6.2. 研究局限

本研究样本仅来自单所学校的一个班级，学生基础水平、学习习惯具有一定特殊性，外部效度有待在不同地区、不同层次学校进一步检验；研究周期较短(仅4周)，长期应用效果(如是否能持续提升后续章节学习能力)尚未可知；学生在AI使用过程中存在的依赖行为、提问技能差异等问题，仍需更具针对性的解决方案；研究未涉及不同AI平台(如DeepSeek、ChatGPT)的应用效果对比，无法确定最优技术工具选择。

## 6.3. 未来研究方向与建议

未来应进一步探索生成式人工智能与传统课堂的深度融合模式，将四维策略嵌入课前预习、课堂互动、课后复习全流程，提升技术应用的系统性与连贯性；完善AI使用效果的量化评估方法，构建包含学习成绩、学习行为、元认知水平的多维度、动态化评价体系；针对不同年级(如高一基础夯实、高二拓展提升)、不同能力水平(如学困生、优等生)学生设计差异化应用策略，实现精准赋能；开展长期实证研究(如1学期或1学年)，验证本文构建的四维策略模型在不同学科(如物理、化学)中的适用性，推动教育生态向更智能、更人性化、更具赋能性的方向发展。这对中小学生来说是一个强大且新颖的智能工具，既能帮助学生迅速获取信息，也易导致学生产生过度依赖，进而阻碍其自主学习和问题解决能力的提升[9]，这需要学生、教师、学校与技术开发者协同努力：学生需提升AI工具使用能力与自主思考意识，教师需加强AI教育应用设计与指导能力，学校需建立AI教育应用规范与保障机制，技术开发者需优化AI教育功能与信息准确性，共同构建健康、高效的AI教育应用生态。

## 基金项目

黄冈师范学院校级教学研究项目——生成式人工智能培养和提升高中生数学自主学习能力的策略研究(2025CE35)。

## 参考文献

- [1] 高文. 抢抓人工智能发展的历史性机遇——深刻领会习近平总书记关于人工智能的重要论述[N]. 人民日报, 2025-02-24(9).
- [2] 宣小红, 史保杰, 惠文婕. 教育学研究的热点与未来展望——基于2024年度人大复印报刊资料《教育学》转载论文的统计分析[J]. 教育研究, 2025, 46(2): 59-71.
- [3] 教育部办公厅关于印发《基础教育课程教学改革深化行动方案》的通知[EB/OL]. 2023-05-26. [http://www.moe.gov.cn/sccsite/A26/jcj\\_kcjcgf/202306/t20230601\\_1062380.html](http://www.moe.gov.cn/sccsite/A26/jcj_kcjcgf/202306/t20230601_1062380.html), 2025-03-02.
- [4] Jovanovic, M. and Campbell, M. (2022) Generative Artificial Intelligence: Trends and Prospects. *Computer*, **55**, 107-112. <https://doi.org/10.1109/mc.2022.3192720>
- [5] 余文森. 论自主、合作、探究学习[J]. 教育研究, 2004, 25(11): 27-30, 62.
- [6] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [7] 陈会昌, 庞丽娟, 申继亮, 等. 中国学前教育百科全书(心理发展卷) [M]. 沈阳: 沈阳出版社, 1994.
- [8] Hwang, G.J. and Chen, N.S. (2023) Editorial Position Paper: Exploring the Potential of Generative Artificial Intelligence In Education: Applications, Challenges, and Future Research Directions. *Educational Technology & Society*, **26**, 1-18.
- [9] 苗逢春. 生成式人工智能技术原理及其教育适用性考证[J]. 现代教育技术, 2023, 33(11): 5-18.