

生成式人工智能赋能高中数学项目式学习 ——以“指数函数”为例

张 蕾

黄冈师范学院数学与统计学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2026年5月18日; 录用日期: 2026年7月6日; 发布日期: 2026年7月16日

摘 要

生成式人工智能的迅猛发展为高中数学项目式学习提供了新的技术支撑。针对项目式学习中教师跨学科设计难度大、教学内容结构松散及过程性评价缺失等问题, 本文构建了AI-PBL实施流程, 并以“指数函数”教学为例, 探讨生成式人工智能在高中数学项目式学习中的具体应用, 为技术赋能数学教学提供实践参考。

关键词

生成式人工智能, 项目式学习, 指数函数, 高中数学

Generative Artificial Intelligence-Enabled Project-Based Learning in High School Mathematics

—A Case Study of “Exponential Function”

Lei Zhang

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

Received: May 18, 2026; accepted: July 6, 2026; published: July 16, 2026

Abstract

The rapid development of generative artificial intelligence has provided new technological support for project-based learning in high school mathematics. To address challenges in project-based learning such as the difficulty teachers face in interdisciplinary design, the loose structure of teaching

content, and the lack of process-oriented evaluation, this paper constructs an AI-PBL implementation framework. Taking the teaching of “Exponential Function” as an example, it explores the specific application of generative artificial intelligence in high school mathematics project-based learning, offering practical references for technology-enhanced mathematics instruction.

Keywords

Generative Artificial Intelligence, Project-Based Learning, Exponential Function, High School Mathematics

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. 研究背景

《普通高中数学课程标准日常修订版（2017年版2025年修订）》强调在真实情境与问题解决中发展学生的核心素养，明确提出充分利用数字化赋能数学教学的建议，提高教学质量和教学效率[1]。项目式学习作为一种以真实问题为驱动、以学生为中心的探究性教学模式，符合新课标对核心素养培育提出的新要求。研究表明，项目式学习通过创设真实情境，整合跨学科内容以及引导学生经历“问题提出－方案设计－实践探究－成果展示－反思评价”的过程，能够有效促进学生知识的结构化建构、高阶思维的发展以及问题解决能力的形成[2]。因此，项目式学习有助于打破传统教学中情境脱离现实的局限，促进学生在解决真实问题的过程中内化数学思想方法，发展核心素养，并逐步形成良好的数学学习习惯。

然而在高中数学教学中，项目式学习面临诸多现实困境。首先，教师在设计项目式学习任务时，需要投入大量时间和精力。尤其是在跨学科主题的整合和任务链的设计上，教师往往难以突破学科边界，导致设计缺乏深度和广度，影响了学生的学习效果[3]。其次，教学内容主次不分明，缺乏以数学核心概念为引领的结构化设计，核心概念与重要概念界定模糊[4]。再者，项目式学习的过程性评价较为复杂，虽然传统笔试能够考核学生的知识与技能掌握情况，但对于学生在合作探究等过程性表现上却显得捉襟见肘，而教师又缺乏除此之外的评价工具。这些问题相互交织，使项目式学习在实践中易流于形式，难以真正发挥其培育核心素养的价值，制约了其在高中数学教学中的推广。因此，如何寻求新的教学工具来克服上述困难，成为亟待解决的关键问题。

在此背景下，生成式人工智能的发展为突破上述困境提供了可行的应对策略。从设计阶段来看，生成式人工智能能够有效降低教师的前期设计负担，提升任务设计的质量与效率。具体而言，教师可借助生成式人工智能的交互功能进行跨学科内容的整合，有利于拓宽设计视野，突破学科边界，从而提升项目式学习的深度与广度。另一方面，生成式人工智能能够辅助教师厘清教学内容的结构层次，明确核心概念与重要概念的逻辑关系，设计出以数学核心概念为引领、层层递进的任务链，避免教学内容的零散化与主次不分的问题。

从实施阶段来看，生成式人工智能能够为项目式学习提供过程性支持。面对项目任务时学生往往容易迷失方向，难以在纷繁复杂的情境中把握核心问题，而生成式人工智能可在学生探究的关键节点发挥导航的作用，为学生提供可操作的探究路径。生成式人工智能的交互记录在一定程度上能够反应学生的思维过程，为教师提供过程性评价的数据支撑，使评价更加客观，从而弥补传统笔试在项目式学习评价中的不足，使核心素养的培育真正实现可测可评。

2. 生成式人工智能赋能项目式学习设计与实施流程

生成式人工智能赋能项目式学习符合当前 AI 教育的发展趋势，旨在培养学生的创新实践和解决复杂问题的能力，并为学生未来适应社会发展奠定基础[5]。本文借鉴刘景福等提出的 PBL 六环节：项目引入、问题探究、方案设计、实施操作、成果评价和反思总结[6]，设计生成式人工智能赋能下的项目式学习流程图，见图 1。

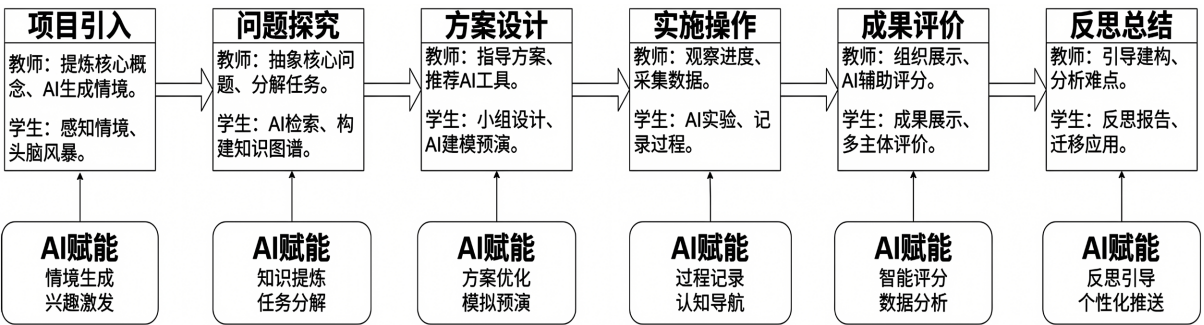


Figure 1. Implementation flowchart of project-based learning empowered by generative artificial intelligence
图 1. 生成式人工智能赋能下的项目式学习实施流程图

第一步，项目引入。教师依据课标和学生认知水平，提炼数学核心概念作为项目主题，并借助生成式人工智能生成与学生生活密切相关的真实问题情境，引发学生认知冲突。学生在此环节通过观看生成内容，感知项目背景，开展头脑风暴，提出初步问题与猜想，并借助 AI 助手记录整理初步想法。

第二步，问题探究。教师指导学生从项目情境中抽象出核心问题，明确探究方向，并利用 AI 工具将核心问题分解为若干子任务。学生可利用 AI 工具梳理各个子任务中所涉及的知识结构，明确各个概念之间的联系。

第三步，方案设计。教师指导学生制定项目探究方案，明确研究方法、工具选择、时间安排与分工等，并推荐适合的 AI 工具支持学生进行方案设计。学生在进行设计后可使用 AI 工具模拟验证方案的可行性，并根据反馈结果对方案设计进行调整。

第四步，实施操作。教师观察学生项目推进情况，提供适时指导，并利用 AI 工具记录学生探究过程，收集数据，为过程性评价提供支撑。比如，在小学科学探究活动和初中物理实验中，已有成熟的 AI 辅助过程性评价相关研究，通过构建对应的评价指标体系，让 AI 的辅助作用更具科学性[7] [8]。在项目实践过程中，AI 能够协助学生进行探究实验，也可通过启发式对话引导迷失方向的学生回归核心问题，并记录交互过程形成档案。例如，在初中物理实验等需要大量数据处理的场景中，AI 辅助数据记录与智能处理显著降低了学生的机械劳动负担[8]。

第五步，成果评价。教师在组织学生展示项目成果后，结合 AI 留存的全过程记录开展多主体评价，并借助 AI 对多元评价结果进行整合分析，形成兼具客观性与长期追踪价值的评价报告。

第六步，反思总结。教师引导学生梳理总结项目中运用的数学知识、方法与思想，搭建系统化知识体系，并创设全新情境问题检验学生的知识迁移能力，依托 AI 深度分析项目实施中的核心难点，为后续教学优化提供科学依据。

3. 教学设计

指数函数是高中数学的核心内容之一。人教 A 版必修一以“A、B 两地景区游客人次变化”和“碳 14 半衰期”分别引入指数增长与指数衰减。为了让学生更贴近生活地理解指数函数的概念，同时避免重

复课本情境，本文为项目式学习进行了主题设计，以城市人口增长和药物代谢为双主线，引导学生在真实社会情境中建构知识。

(一) 项目主题确定

基于课程标准对函数主题的要求、人教 A 版必修第一册第 4.2 节内容以及学生的认知水平，利用豆包生成了若干项目式学习主题：城市人口增长、药物代谢、手机电池健康度衰减、森林火灾蔓延等。考虑到需要同时呈现 $a > 1$ 和 $0 < a < 1$ 两种模型，且便于学生进行数据模拟，最终选择“城市人口与药物代谢”作为项目主题，两个情境互为对照，有助于学生理解指数函数。

(二) 项目目标

(1) 理解指数函数的概念，能根据实际问题中的增长率或衰减率写出函数解析式，并准确说出底数的取值范围。

(2) 掌握指数函数特征，能比较不同底数间的函数值大小。

(3) 经历“问题提出 - 模型建立 - 图象绘制 - 性质归纳 - 应用验证”的完整过程，发展数学抽象、逻辑推理和数学建模素养。

(4) 借助生成式人工智能辅助数据计算、图象绘制和模型验证，提升数字化学习与探究能力。

(5) 小组合作完成一份“城市人口预测报告及城市规划建议”和“合理用药建议”，并进行课堂展示。

(三) 项目实施过程

[项目引入]展示深圳近十年常住人口新增 711.5 万、上海十年人口增长量突破 500 万、成都十年新增多达 600 多万的人口变化数据折线图，以及一张药品说明书上半衰期 6 小时的标识。提出问题：人口增长越来越快，药物浓度却逐渐消失，它们背后隐藏着怎样的数学规律？

[AIGC 赋能]豆包生成关于城市人口增长和药物代谢的科普短文及动态示意图，激发学生探究兴趣。

1. 任务一：探增长——城市人口变化规律

[情境]某城市 2020 年的人口为 100 万，此后每年的人口增长率约为 2%，城市规划部门需要预测未来 20 年的人口数量，用作城市建设参考。

[AIGC 赋能]使用豆包生成人口增长数据表，并绘制折线图。

[教师]组织学生观察表格中每年的增加量的特点，仅看增加量是否能预测 2030 年的人口？

[学生]发现增加量逐年变大，无法直接预测。

[教师]计算每年人口与前一年人口的比值，有什么发现？

[学生]比值恒为 1.02，每年人口都是前一年的 1.02 倍。

[教师]设 2020 年人口为 $N_0 = 100$ 万，倍数为 1.02，那么 1 年后、2 年后、 x 年后的人口如何表示？

[学生]1 年后 100×1.02 ，2 年后 100×1.02^2 ， x 年后 $y = 100 \times 1.02^x$ 。

[教师]引出指数函数概念，组织学生利用豆包进行函数图象绘画，并标注关键点。

[探究活动]学生向豆包发送绘图指令，获取图象。教师继续引导学生画出 $y = 1.05^x$ 和 $y = 1.10^x$ 的图象，对比 $y = 1.02^x$ 的图象区别。

[驱动问题]

Q1：三个函数图象都经过哪个公共点？

Q2：当 x 增大时，图象是上升还是下降？

Q3：比较 $x = 2$ 时三个函数值的大小，底数越大增长越快还是越慢？

Q4：若 x 取负数，函数值有什么特点？

[教师]巡回指导，引导学生归纳 $a > 1$ 时指数函数的性质。

[学生]根据 AI 计算结果填写下指数函数性质表 1，如下表 1 所示。

Table 1. Properties of exponential functions (part 1)
表 1. 指数函数性质(表 1)

底数范围	$a > 1$
过定点	$(0, 1)$
单调性	单调递增
定义域	$\mathbf{R}$
值域	$(0, +\infty)$

[教师]根据表格,引导学生将数学性质与现实决策联系起来,为后续撰写预测报告和规划建议做准备。
[学生]各小组根据建立的指数函数 $y = 100 \times 1.02^x$, 计算不同年份的人口总数, 撰写“城市人口预测报告及城市规划建议”。

[评价与反馈]各小组展示成果后,教师组织小组互评,结合豆包对学生提交的报告进行评价,给出改进建议。

2. 任务二：探衰减——药物在体内的代谢规律

[情境]医生给病人开了一种口服药,药品说明书上表明该药在血液中的浓度每 6 小时减少一半,假设服药后血液中药物最高浓度为 8 mg/L。

[AIGC 赋能]豆包基于真实药物代谢数据生成药物浓度衰减数据表,绘制衰减曲线图。

[教师]对比任务一中人口每年乘以 1.02, 这里药物浓度每 6 小时该乘以多少?

[学生]观察数据,乘数为 $\frac{1}{2}$, 小于 1。

[教师]设时间为 t 小时,半衰期 6 小时, t 小时内经历几个半衰期? 浓度如何计算?

[学生]经历 $\frac{t}{6}$ 个半衰期,每个半衰期浓度减半,所以 $C(t) = 8 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{6}}$ 。

[教师]抽象出 $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$, 组织学生利用豆包画出 $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ 的函数图像,与 $y = \left(\frac{1}{3}\right)^x$ 和 $y = \left(\frac{3}{4}\right)^x$ 的图像进行对比。

[探究活动]学生向豆包发送绘图指令,获取图象。

[驱动问题]

Q1: 当 x 增大时, 函数图象是上升还是下降? 三个函数图象都经过点 $(0, 1)$ 吗?

Q2: 比较 $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ 和 $y = \left(\frac{1}{3}\right)^x$, 哪个函数衰减更快?

Q3: 若半衰期缩短为 3 小时, 写出浓度函数, 6 小时后浓度是初始浓度的多少?

Table 2. Properties of exponential functions (part 2)
表 2. 指数函数性质(表 2)

底数范围	$0 < a < 1$
过定点	$(0, 1)$
单调性	单调递减
定义域	$\mathbf{R}$
值域	$(0, +\infty)$

[探究活动]引导学生对比,完成指数函数性质表 2, 如表 2 所示。并追问: 如果底数互为倒数, 图象

间有什么关系？组织学生利用豆包对 $y = 2^x$ 和 $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ 进行画图。

[学生]函数图象关于 y 轴对称。

[教师]总结底数互为倒数时，指数函数图象关于 y 轴对称，并引导学生将数学性质与合理用药决策联系起来，为撰写用药建议做准备。

[学生]各小组根据建立的指数衰减模型 $C(t) = 8 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{6}}$ ，计算各时间点的浓度并讨论合理用药间隔，完成一份“合理用药建议”。

[评价与反馈]各小组展示用药建议后，教师组织小组互评，结合豆包对学生提交的报告进行评价，给出改进建议。

(四) 项目评价

本项目采用过程性评价与总结性评价相结合的方式。过程性评价注重学生在项目推进中的探究与思维发展，总结性评价则侧重关注学生对指数函数知识的掌握程度以及最终展示成果的质量。具体评价方案如表 3 所示。

Table 3. Project performance evaluation form
表 3. 项目评价方案表

评价类型	评价方法	具体应用	实施工具或材料
过程性评价	课堂观察法	记录学生的合作表现和问题解决等过程，观察学生使用 AI 工具进行操作。	课堂观察表、豆包交互日志、课堂视频记录
	量表法	结合学生自评、组内互评以及教师评价，对项目成果的质量进行量化打分。	自我评价表、同伴评价表、教师评价量表
总结性评价	电子评估及测试	利用豆包对学生的项目成果进行评价，生成初步评分和改进建议，并结合试题检测学生对指数函数的学习情况。	豆包 AI 测评、测验卷

在过程性评价中，教师借助豆包自动记录的学生交互对话和绘图指令，分析学生在探究过程中遇到的困惑与思维转折点，为个别化指导提供依据。在总结性评价中，教师组织小组互评，并利用豆包的评价结果作为参考，综合给出最终成绩。

(五) 项目反思

上述教学设计虽在理论上体现了生成式人工智能赋能项目式学习的优势，但在实际课堂落地过程中，仍可能面临以下几方面问题。

首先，学生可能会出现过度依赖 AI 工具的情况，进而阻碍自身自主思考能力的发展。在任务一和任务二中，学生多次通过豆包直接获取数据表，若教师不加以引导，部分学生可能直接复制 AI 生成的结论，导致对指数函数概念和性质的理解流于表面，难以真正内化知识。其次，学生使用豆包时可能出现偏离任务主题、利用 AI 进行非学习内容交互的情况。这对教师的课堂组织能力和技术应急处理能力提出了更高要求。最后，虽然豆包能够记录交互日志和生成初步评价，但学生的合作沟通能力、创新意识等方面表现仍难以通过量化数据全面捕捉。教师若过度依赖 AI 评价，可能忽视学生在项目过程中的隐性成长。

4. AI-PBL 模式的潜在风险与应对策略

尽管生成式人工智能为项目式学习带来了便利，但在实际教学应用中仍需警惕三类潜在风险，并采取相应教学对策。

1. 学习诚信风险

在课堂上学生可能直接复制 AI 生成的结果，并将其作为自己的成果提交，导致课堂探究过程流于形式。对此，教师可采取以下对策：一是要求学生提交“AI 使用记录”，明确标注哪些内容由 AI 生成、哪些为自主分析与修改；二是在关键节点设置思维留痕环节，如让学生展示与 AI 的对话片段，解释为何采纳或调整 AI 的建议。

2. 数据隐私风险

AI 工具在记录交互日志、收集学生探究数据时，可能涉及个人身份信息或学校隐私。针对此类问题，教师可在课前与家长和学生签署知情同意书，明确数据用途仅限于教学评价，并使用匿名化标识替代学生真实姓名。在 AI 工具的选择上使用符合国家数据安全标准的 AI 平台，并要求平台承诺不将学生数据用于模型训练或商业目的。

3. 认知固化风险

在内容生成方面，AI 生成的内容可能会出现信息茧房的情况。例如人口增长数据默认采用发达城市样本，而忽略欠发达地区的情况。教师应在项目引入环节增设批判性审辨活动，组织学生对比 AI 生成的多个方案，讨论其中是否存在片面假设。同时鼓励学生进行交叉验证，培养人机协同而非唯 AI 是从的思维习惯。

5. 总结与展望

生成式人工智能与项目式学习的融合，为高中数学教学提供了新的思路。本文以指数函数为例，构建了 AI-PBL 实施框架，并以“城市人口增长与药物代谢”为双主线设计了贴近学生生活的教学案例。将生成式人工智能赋能教学，能够有效辅助教师突破跨学科设计困境，降低前期设计负担。同时，生成式人工智能在学生探究过程中提供了即时导航与认知支持，并通过交互记录为过程性评价提供数据支撑，使核心素养的培育可追踪。

生成式人工智能赋能高中数学项目式学习仍处于探索阶段，未来研究与实践面临诸多挑战：如何引导学生合理使用 AI 工具而避免过度依赖，以及如何在不同学情和教学环境下推广该模式等，都需要教育工作者不断地进行探索和思考。

参考文献

- [1] 吕世虎, 颜飞, 王尚志. 《普通高中数学课程标准日常修订版(2017年版 2025年修订)》的主要变化[J]. 内蒙古师范大学学报(教育科学版), 2025, 38(6): 113-121.
- [2] 史宁中, 曹一鸣. 义务教育数学课程标准(2022年版)解读[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 1-30.
- [3] 苏芮. 生成式人工智能赋能跨学科项目式学习的逻辑、路径和反思[J]. 教育理论与实践, 2025, 45(32): 3-7.
- [4] 崔登芝, 宁依敏. 人工智能项目式学习模式(AI-PBL)在高中数学教学中的运用——以“线面垂直的判定定理”为例[J]. 数学教学研究, 2025, 44(2): 30-33+36.
- [5] 华亦琳, 林永和. 基于项目式学习的中学人工智能教材设计开发微探[J]. 福建教育学院学报, 2023, 24(6): 43-45.
- [6] 刘景福, 钟志贤. 基于项目的学习模式研究[J]. 外国教育研究, 2022(11): 18-22.
- [7] 姜振宇. 探寻 AI 技术在实验教学中的运用方法[J]. 小学科学, 2026(6): 73-75.
- [8] 曾昭成. 人工智能辅助下的初中物理实验教学策略研究[C]//“传承中华文化, 融合创新育人专题研讨会”暨 2025 年教育理论与管理学术年会论文集(一). 2025: 11-14.