

计算思维目标导向下融合生成式AI的大学数学课程教学模式创新研究与实践

于蓉蓉, 乌伟, 刘小刚, 章培军, 夏斌湖

西京学院计算机学院, 陕西 西安

收稿日期: 2026年5月4日; 录用日期: 2026年6月5日; 发布日期: 2026年6月15日

摘要

针对传统大学数学教学重计算技巧轻思维培养、重理论推导轻工程应用、学用脱节的核心痛点, 以计算思维培养为核心目标, 数值分析课程为实践载体, 构建了生成式AI全流程融入的创新教学模式。研究重构了“理论-实践-思维”三位一体的教学内容体系, 设计了“课前-课中-课后-实践”四环节联动的闭环教学流程与多元评价体系, 并通过对照教学实验验证了模式的有效性。结果表明, 该教学模式并未弱化学生对核心理论的掌握, 能极显著提升学生在算法设计、工程建模、误差分析等维度的能力, 对学生计算思维核心素养的培养效果突出。本研究形成的教学模式具备可复制推广性, 可为大学数学课程的智能化教学改革提供实践参考。

关键词

生成式人工智能, 计算思维, 教学模式, 大学数学

Research and Practice on Innovative Teaching Mode of College Mathematics Courses Integrated with Generative AI: A Computational Thinking Goal-Oriented Approach

Rongrong Yu, Wei Wu, Xiaogang Liu, Peijun Zhang, Binhu Xia

School of Computer Science, Xijing University, Xi'an Shaanxi

Received: May 4, 2026; accepted: June 5, 2026; published: June 15, 2026

文章引用: 于蓉蓉, 乌伟, 刘小刚, 章培军, 夏斌湖. 计算思维目标导向下融合生成式 AI 的大学数学课程教学模式创新研究与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(6): 528-534. DOI: 10.12677/ae.2026.1661159

Abstract

Aiming at the core pain points of traditional college mathematics teaching, including overemphasis on calculation skills while neglecting thinking cultivation, preference for theoretical derivation over engineering application, and disconnection between learning and application, this study takes the cultivation of computational thinking as the core goal, takes the Numerical Analysis course as the practical carrier, and constructs an innovative teaching mode with full-process integration of generative AI. This research reconstructs the three-in-one teaching content system of “theory-practice-thinking”, designs a closed-loop teaching process with four interlinked links of “pre-class, in-class, after-class, and practice” as well as a multi-dimensional evaluation system, and verifies the effectiveness of the mode through controlled teaching experiments. The results show that the teaching mode does not weaken students’ mastery of core theories, and can extremely significantly improve students’ performance in modules corresponding to the core competencies of computational thinking, such as algorithm design, engineering modeling and error analysis, which verifies the improvement effect of the teaching mode on students’ higher-order thinking ability. The teaching model developed in this study is replicable and scalable, and can provide practical reference for the intelligent teaching reform of college mathematics courses.

Keywords

Generative Artificial Intelligence, Computational Thinking, Teaching Mode, College 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. 引言

传统数学教育往往强调严密的逻辑推导和理论证明,使得大学数学教学深陷“重计算技巧、轻思维”的困境。尤其是有关近似、容错、算法效率等计算思维能力的培养,未真正融入核心教学评价体系[1]。而学生学习完微积分学的内容后,仍无法理解计算机是如何计算积分或求解方程的,从而未能形成系统性的计算思维能力。

《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》为计算思维培养提供了最高层级的政策依据[2]。计算思维能力的培养,已处于国家创新驱动发展战略的关键位置,而高等工程教育作为创新人才培养的核心阵地,亟需推动课程体系与教学模式的系统性变革[3]。而线性代数、高等数学、数值分析等数学课程作为人工智能核心知识体系的基础载体,自然成为落实该计划的关键阵地[4]。

在教学一线,生成式人工智能正从实验性工具演变为推动大学数学教育转型的核心驱动力。AI与计算思维培养的深度融合,关键在于精心重构课程设计与教学方法,尚缺乏具有理论根基与操作路径的系统化教学模式[5]。数值分析作为衔接纯数学理论与工程计算应用的核心桥梁课程,其传统教学模式长期存在理论与实践脱节、内容同质化、重推导轻应用等突出问题,已难以适配新工科人才的核心培养需求[6]。

本研究旨在突破传统局限,以数值分析课程为例,利用生成式人工智能进行问题情境生成、跨学科案例推荐,提出计算思维培养的实践路径,形成可复制的教学模式,将数学知识应用于生物信息、金融科技等跨学科的真实项目中,进而培养学生解决实际问题的能力。

2. 培养计算思维，重构教学内容

结合计算思维培养目标，对数值分析课程的教学内容继续重构，打破现如今“理论推导为主，实践内容缺乏”的传统格局，构建“理论 - 实践 - 思维”的教学内容体系，同时面向不同工科类专业的学生，增加生成式 AI 的应用场景，提高实用性和针对性。

2.1. 优化核心理论内容

数值分析课程的核心理论是误差分析、数值稳定性、收敛性与相容性、算法复杂度与选型逻辑，其内容涉及数值逼近、线性方程组求解、非线性方程求根、微分方程数值解、矩阵特征值计算这五章节。生成式 AI 对核心理论内容的优化，核心原则是守核赋能、重构分层、理实融合、逆向避坑。

(1) 将传统课程中 AI 可秒级完成的内容大幅压缩，比如缩减手算高斯消元、手算牛顿迭代、手算拉格朗日插值、低阶数值积分手工演算等内容，将冗长的定理证明过程，做成 AI 交互式预习材料，把课时留给核心理论教学。

(2) 收敛性、稳定性、误差分析等核心理论是不可替代课程内容。例如，利用 AI 生成误差传播动态模拟内容，比如病态线性方程组中右端项万分之一的扰动如何导致解的数量级偏差，同步拆解误差放大的理论根源，让学生直观理解“误差控制是数值计算的生命线”；再用 AI 生成收敛过程动态可视化内容，比如牛顿迭代法二阶收敛与不动点迭代一阶收敛的速度对比，同步拆解收敛阶的理论定义与推导逻辑，让学生直观理解收敛性对计算效率的决定性作用。

(3) 基于不同专业的培养目标，用 AI 生成定制化的拓展内容，解决传统课程同质化的痛点问题。譬如，针对机械工程和土木工程专业，聚焦算法选型、误差控制、稳定性分析，增加有限元刚度矩阵求解的数值分析、动力学系统仿真的 ODE 数值解、实验数据处理的插值拟合理论；面向计算机技术专业，结合大规模计算、稀疏矩阵、数值稳定性，拓展深度学习优化器的迭代法收敛性分析、自动微分与数值微分的理论对比等课程内容。

(4) 紧跟学术前沿，用 AI 辅助生成轻量化的知识融合内容，让经典理论对接时代需求。比如，对比符号微分、数值微分、自动微分的理论差异，讲解反向传播的数值稳定性问题。

2.2. 拓展实践内容

对数值分析实践内容的拓展，首先利用 AI 降低机械性编码门槛，拓展真实工程场景，深化理论本质验证，支撑前沿创新探索。

1) 传统基础实践中，学生 60% 以上的精力消耗在基础代码编写、语法 bug 调试上，最终仅能得到一个计算结果，无暇关注理论本身的验证与理解。AI 的重要作用在于能够生成标准化、带完整理论注释的基础算法代码，让学生的核心工作量从“写代码、调 bug”转移到“验证理论 - 拆解边界 - 分析结果 - 反推本质”上，让基础实践真正服务于理论理解，而非编程训练。

2) 传统的综合实践大多是课本例题的简单组合，采用理想化、无噪声的数据集，与真实工程或科研场景严重脱节，学生无法真正体会数值分析理论在实际工作中的应用价值。通过 AI 还原真实场景的复杂约束，生成真实行业数据集，构建“问题定义 - 算法选型 - 数值计算 - 误差分析 - 结果优化 - 落地决策”的全链条实践，让学生在真实问题中掌握“什么时候用什么算法、为什么用、怎么优化”的核心能力。

3) 创新实践单一，学生很难接触到学术前沿，既缺乏前沿方法的代码基础，也难以建立经典数值理论与前沿研究的关联，最终只能完成低水平的重复工作。利用 AI 拆解前沿方法中的经典数值分析内核，让学生把经典理论与科学智能等前沿方向结合，完成小型研究型实践，培养科研思维与理论创新能力。

2.3. 拓展 AI 适配的应用教学内容

课程教学目标是培养学生“用数值理论驾驭 AI、用 AI 赋能数值计算、用批判性思维防控 AI 风险”的核心能力。

首先，明确 AI 的代码生成、数值求解、公式推导能力，完全建立在数值分析经典理论之上，但其无法替代对理论本质的理解、边界的判断与错误的校验，培养学生从“会手工计算、会写代码”升级为“会建模拆解、会算法选型、会误差控制、会结果校验、会风险防控”的学习能力。然后，将传统数值分析五大核心章节，100%匹配 AI 领域的原生应用场景，彻底解决“学用脱节”的痛点，让学生深刻理解“数值分析是 AI 的工程落地基石”。比如，误差分析与数值稳定性理论这一内容，匹配应用场景深度学习梯度消失/爆炸、大模型浮点计算误差累积、自动微分精度控制等场景，教学内容更新用误差传播理论分析 AI 模型中梯度的误差放大效应；用数值稳定性理论解释 RNN/LSTM 训练中的梯度异常问题；自动微分与数值微分的误差边界对比等核心内容。

3. 数值分析课程的教学设计方案

构建“课前 - 课中 - 课后 - 实践”四环节联动的教学流程，将生成式 AI 融入每个环节，引导学生逐步培养计算思维，实现“自主学习 - 互动探究 - 巩固提升 - 创新应用”的闭环。

3.1. 课前预习发布

基于本次授课课程知识点，用 AI 生成分层预习任务单、微课脚本、前置测试题、高频易错点总结，适配不同专业的学习需求。通过分析往届学生的学习数据，定位章节核心难点与易错点，从而优化预习内容与课堂设计。利用 AI 生成贴合不同专业的工程导入案例，比如机械专业的有限元受力分析、计算机专业的图形学插值等，实现专业分层。而学生的活动可以完成前置预习任务，对不懂的公式推导、算法原理，利用 AI 实现分步拆解、可视化解读，补全先修知识漏洞；完成前置测试后，利用 AI 系统自动批改并生成错题解析，精准定位知识盲区；还可通过 AI 获取进阶拓展内容，实现超前学习。

3.2. 课堂教学流程

课堂教学以学生为中心，采用问题导向式的教学方法，利用 AI 实现分层教学与重难点突破。

1) 问题导入环节

用 AI 展示专业贴合度高的工程案例，提出核心驱动问题，快速建立学生对知识点的应用认知，激发学习兴趣。

2) 重难点突破环节

针对抽象的公式推导和收敛性证明，AI 实现交互式分步拆解后，对比不同算法的核心差异，将抽象的数学逻辑具象化；针对算法稳定性、误差累积等难点，AI 实时生成动态算例后，可视化展示不同参数、不同算法下的误差变化，让学生直观理解“为什么要选主元”“为什么刚性方程需要隐式解法”等核心问题；针对学生的实时提问，AI 快速生成补充解读与验证算例，实现“即问即解”，教师聚焦核心思想的提炼与拔高。

3) 教师学生互动环节

AI 实时批改后教师给出分步解析，实现学生的一对一帮扶；聚焦共性问题讲解，强化算法应用与误差分析；科研与工程进阶问题，AI 辅助拓展思路，提高学生的探索精神。

4) 给定小型工程问题，小组以 AI 为辅助工具完成问题拆解、算法选型、初步建模。在课堂上进行成果展示，教师引导学生批判性分析 AI 方案的优缺点，重点讨论误差控制、算法稳定性与选型合理性。

3.3. 课后巩固练习

采用学堂云平台章节资源完成基础题巩固知识点，章节测试提高题强化编程与误差分析，AI 生成挑战题对接工程和科研问题。利用 AI 智能批改功能，对客观题实时批改，实验的代码作业不仅可以校验结果，还能分析代码的效率、鲁棒性，给出优化建议；对主观题给出评分维度与改进方向。

基于学生的专业方向与学习兴趣，AI 可以推荐相关的前沿文献、工程案例、开源项目，实现个性化拓展，对接大创项目、学科竞赛等创新实践。

3.4. 实践能力提升

重构实践教学体系，覆盖高斯消元法、牛顿迭代法、龙格 - 库塔法等核心算法的基础实现。首先，学生用 AI 生成 Python/MATLAB 实现代码，必须逐行解读代码，对应算法步骤，明确标注 AI 生成内容；设计测试用例，验证代码正确性，分析 AI 生成代码的误差、稳定性与效率，找出不足并完成优化；实验报告重点说明对 AI 结果的验证、改进与思考，杜绝直接复制 AI 代码。而针对机械专业的零件应力有限元求解、计算机专业的图像插值算法优化、自动化专业的机器人轨迹规划数值解等这些专业领域的工程问题，以小组为单位，用 AI 辅助完成问题建模、算法选型、代码实现、结果分析与报告撰写。教师重点指导算法的合理性、误差控制与结果的工程意义，培养学生解决复杂工程问题的能力。最后，如果学生对科研前沿问题感兴趣，如大模型训练中的优化算法数值稳定性分析，学生能用 AI 辅助完成文献调研、算法改进、实验验证，鼓励学生将成果转化为学术论文或大创项目，培养创新能力。

3.5. 多元评价完善

评价采用过程性考核为主、终结性考核为辅的模式，考核学生对 AI 工具的合理使用能力与核心素养，杜绝 AI 作弊，全面评价学生的真实能力。过程性考核注重课前预习与课堂参与、实验与实践环节、课后作业与个性化拓展等；终结性考核包含期末卷面测试和技术性报告的撰写，重在算法原理的深度理解、复杂工程问题的数值建模、算法选型与误差分析、AI 生成结果的批判性验证、数值结果的工程意义解释等。

4. 教学案例展示

以数值分析课程中，最小二乘法数据拟合这节内容为例，让学生掌握最小二乘法核心思想与算法实现，结合专业场景完成数据建模与拟合分析，具备对 AI 生成内容的批判性验证能力，建立工程化计算思维。采用 AI 工具：豆包 4.0，本节内容学生在过程性教学中学习表现的评价标准见表 1 所示。

4.1. 课前预习与学生诊断

教师在豆包 4.0 中上传教学大纲和学生前测数据，AI 根据学生的线性代数基础差异生成 3 个难度层级的预习任务单。利用 AI 分析本班学生的作业、考试等数据，定位本章节核心痛点。课前学生完成预习任务，最小二乘法的核心思想、残差定义、一元线性拟合法方程推导、拟合与插值的核心区别等知识。针对性优化预习内容，补充矩阵条件数、多元函数极值的先修知识补全包，提前化解学习障碍。而学生在预习过程中遇到问题可随时向 AI 提问，AI 提供分步解答和相关知识点链接。

4.2. AI 赋能课中教学内容

基于预习阶段的共性问题，用 AI 分专业展示工程案例提出核心驱动问题。比如，机械专业班级展示轴承磨损数据，自动化专业班级展示传感器标定数据，提出“带噪声的离散数据，如何建立全局最优的数学模型？”“如何定义‘最优’？如何求解这个最优模型”等。

围绕最小二乘核心重难点, 利用 AI 实现交互式、可视化突破。AI 分步拆解残差定义→残差平方和构建→多元函数求偏导→法方程推导→矩阵形式推广, 再延伸到多元线性拟合的矩阵求导推导, 将抽象的数学逻辑具象化, 重点强化“线性最小二乘的核心是对拟合系数线性”这一核心知识内容。再有, AI 实时生成动态算例, 可视化展示“带噪 5 个数据点的 4 次插值与 1 次线性拟合”的结果差异, 直观呈现插值“过点但放大噪声”、拟合“不过点但捕捉全局趋势”的核心区别。最后, 针对学生课堂实时提出的疑问, 利用 AI 快速生成补充解读、验证算例与可视化结果, 聚焦核心思想的提炼与拔高, 实现精准教学。

4.3. 课后个性化巩固与拓展

巩固一元和多元线性最小二乘核心知识点, 完成法方程推导、基础数据拟合、误差与拟合优度分析, 补全课堂基础漏洞。针对 AI 生成的工程应用场景, 让学生完成分专业场景的加权最小二乘拟合、线性化非线性模型拟合, 对比不同模型的拟合效果, 分析误差来源。拓展科研与工程进阶问题, 实现基于 QR 分解的最小二乘求解, 对比直接解法方程的稳定性差异。

作业批改方面, 利用 AI 智能批改功能, 客观题实时批改, 主观题给出评分维度与改进方向, 代码作业 AI 校验拟合结果正确性, 并会给出修改方案并解释错误原因。基于学生的专业方向与学习兴趣, AI 精准推荐拓展内容。比如, 机械专业推荐最小二乘法在有限元模型修正、零件疲劳寿命预测中的工程案例与开源项目; 计算机专业推荐最小二乘法在机器学习线性回归、单目相机标定、图像去噪中的前沿应用。

Table 1. Course evaluation rubric for “Formative Assessment”

表 1. “过程性考核” 中课程评价量表

评价项目	权重	优秀(90~100 分)	良好(80~89 分)	中等(70~79 分)	及格(60~69 分)	不及格(<60 分)
AI 辅助作业	8%	独立完成所有题目, 思路清晰, 步骤完整, 能够批判性地使用 AI 工具, 对 AI 生成的答案进行全面验证和改进, 能发现 AI 的错误并纠正	独立完成大部分题目, 思路较清晰, 步骤较完整, 能够正确使用 AI 工具辅助学习, 对 AI 生成的答案进行部分验证	完成大部分题目, 思路基本清晰, 步骤基本完整, 能够使用 AI 工具解决简单问题, 基本能识别 AI 的明显错误	完成部分题目, 思路不够清晰, 步骤不够完整, 过度依赖 AI 工具, 很少验证 AI 生成的内容	未完成大部分题目, 思路混乱, 步骤缺失, 完全依赖 AI 工具, 从不验证 AI 生成的内容
小组项目	8%	积极参与小组讨论, 承担主要工作, 能够提出创新性的解决方案, 项目成果优秀, 能对小组使用 AI 生成的内容进行全面审查	参与小组讨论, 承担相应工作, 能够提出合理的解决方案, 项目成果良好, 能对小组使用 AI 生成的内容进行部分审查	参与小组讨论, 承担部分工作, 能够完成分配的任务, 项目成果中等, 能参与对 AI 生成内容的审查	参与小组讨论, 承担少量工作, 基本完成分配的任务, 项目成果及格, 很少参与对 AI 生成内容的审查	不参与小组讨论, 不承担工作, 未完成分配的任务
课堂参与	4%	积极发言, 能够提出有价值的问题和见解, 与同学和教师互动良好, 经常分享对 AI 生成内容的批判性思考	能够发言, 能够提出问题, 与同学和教师互动较好, 偶尔分享对 AI 生成内容的思考	偶尔发言, 能够回答教师的问题	很少发言, 基本不与同学和教师互动	从不发言, 不参与课堂活动

5. 教学反思

针对传统《数值分析》课程“重理论推导、轻思维培养, 重公式计算、轻工程应用, 重统一讲授、轻个性化培养”的痛点, 构建了生成式 AI 的全流程闭环教学模式, 以大学必修课程的 9 个班级为研究对象, 共 165 人。将其中 102 人的一个班级设为实验班, 进行生成式 AI 教学模式教学; 另一班平行班为对照组, 进行传统的教学模式。采用统一教学大纲、统一教材、同一授课教师、统一考核标准, 唯一自变量

为教学模式与生成式 AI 融合策略, 确保研究结果的科学性。

通过采用统一的考核标准, 实验班课程平均分 88, 对照班 80 分, 显著性检验 $T = 8.76$, $P < 0.001$, 极显著差异。数据表明, 两组学生在生成式 AI 融合教学模式整体上显著提升了学生的课程学习效果; 而在算法设计、工程建模、误差分析等对应计算思维核心能力的模块, 实验班得分率 88.7% 显著高于对照班的得分率 76.3%, 而在核心理论知识模块, 实验班得分率 87.0% 显著高于对照班的得分率 85.5%, 验证了教学模式未弱化学生对核心理论知识的掌握, 反而在保证理论学习效果的基础上, 显著提升了学生的计算思维核心能力。

实践证明, 从抽象建模、算法设计、批判性验证、工程应用、创新探究 5 个维度考查得出, 实验班在 5 个维度的得分提升幅度分别为 62.3%、68.5%、65.7%、71.2% 和 69.4%, 平均提升幅度为 67.4%, 对照班在 5 个维度的得分提升幅度分别为 23.5%、26.8%、24.1%、27.3% 和 25.9%, 平均提升幅度为 25.5%, 实验班得分提升幅度均超过 60%, 远高于对照班的 25% 提升幅度, 充分验证了教学模式对计算思维核心能力的培养效果。

6. 结语

以数值分析课程为实践对象, 系统构建了计算思维目标导向下, 生成式 AI 全流程融合的大学数学课程教学模式。本研究完成了课程教学内容的体系化重构, 将 AI 可替代的机械性手算、基础代码编写等内容大幅压缩, 把教学重心聚焦于误差分析、数值稳定性、收敛性与相容性等计算思维核心理论; 同时依托生成式 AI 实现了专业分层的定制化内容拓展、真实工程场景的全链条实践还原与学术前沿的轻量化知识融合, 有效破解了传统教学同质化、学用脱节的难题。在此基础上, 设计了“课前-课中-课后-实践”四环节联动的闭环教学流程, 在不弱化学生核心理论知识掌握程度的前提下, 能极显著提升学生的课程学业表现, 充分验证了该模式对学生计算思维核心素养的系统性培养效果。本研究形成的教学模式具备较强的可复制性与可推广性, 可为高等数学、线性代数等其他大学数学公共基础课程与专业核心课程的智能化教学改革提供参考范式。

基金项目

本文系 2025 年度西京学院教育教学改革研究一般项目资助: “生成式 AI 支持下的大学数学课程计算思维培养模式研究”(JGYB2530); 2025 年陕西本科和高等继续教育教学改革研究一般项目资助: “人工智能赋能计算机核心课程混合式教学改革研究——以《计算机网络》为例”(25BY231), 2025 年研究生教育综合改革研究与实践一般项目资助: “产教融合、协同创新, 探索计算机技术专硕培养新模式”(YJSZG2025184); 2025 年陕西本科和高等继续教育教学改革研究一般项目资助: “应用型高校数理类教师教学与实践能力提升路径研究”(25BY232)的研究成果。

参考文献

- [1] 陈国良, 董荣胜. 计算思维与大学计算机基础教育[J]. 中国大学教学, 2011(1): 7-11+32.
- [2] 中共中央 国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)》[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/202501/content_6999914.htm, 2025-01-19.
- [3] 邓磊, 战德臣, 姜学锋. 新工科教育中计算思维能力培养的价值探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 49-53.
- [4] 陈国良, 董荣胜. 计算思维的表述体系[J]. 中国大学教学, 2013(12): 22-26.
- [5] 刘明, 郭烁, 吴忠明, 廖剑. 生成式人工智能重塑高等教育形态: 内容、案例与路径[J]. 电化教育研究, 2024, 45(6): 57-65.
- [6] 杜廷松. 关于《数值分析》课程教学改革研究的综述和思考[J]. 大学数学, 2007, 23(2): 8-15.