

基于AI赋能的数学建模教学研究

程丽娟, 周秀香, 郭菊喜

岭南师范学院数学与统计学院, 广东 湛江

收稿日期: 2025年10月22日; 录用日期: 2025年11月19日; 发布日期: 2025年11月26日

摘要

在数字化与人工智能技术日新月异的当下, 数学建模的传统教学模式在应对学生个体差异、提升课堂效能以及完善评价体系等方面, 逐渐显现出一些不足。鉴于此, 本文探讨了AI赋能的数学建模教学模式, 通过个性化学习支持、丰富的教学资源、智能辅导与反馈以及模拟与预测功能等, 打造出具有数据驱动的个性化教学体系。借助AI技术, 不仅有望提高学习效率, 更拓宽了学生的视野。数据驱动的个性化训练方案和多模态评价体系, 为数学建模教学向精准化、互动化转型提供了一种可能的理论框架。

关键词

AI赋能, 数学建模, 教学研究

Research on Mathematical Modeling Teaching Based on AI

Lijuan Cheng, Xiuxiang Zhou, Juxi Guo

School of Mathematics and Statistics, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: October 22, 2025; accepted: November 19, 2025; published: November 26, 2025

Abstract

With the rapid advancement of digitalization and artificial intelligence technologies, traditional mathematical modeling teaching models are gradually revealing shortcomings in addressing individual student differences, improving classroom effectiveness, and improving evaluation systems. Therefore, we explored AI-enabled mathematical modeling teaching models. Through personalized learning support, rich teaching resources, intelligent tutoring and feedback, and simulation and prediction capabilities, we have created a data-driven, personalized teaching system. Leveraging AI technology is expected to not only improve learning efficiency but also broaden students' horizons. Data-driven personalized training programs and multimodal evaluation systems provide a theoretical

framework for transforming mathematical modeling instruction toward precision and interactivity.

Keywords

AI Empowerment, Mathematical Modeling, Teaching Research

Copyright © 2025 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

数学建模是将现实世界中的问题抽象为数学模型，并运用数学方法和计算机技术进行求解和分析的过程，在科学研究、工程技术、经济管理等众多领域有着广泛应用。传统的数学建模教学受限于教学资源、教学方法等因素，在激发学生兴趣、提升学生实践能力等方面存在一定不足。而 AI 技术的飞速发展，为数学建模教学带来了新的机遇和变革，AI 赋能的数学建模教学模式应运而生。

2. AI 赋能教学对构建数学建模能力发挥着重要的作用

数学建模能力的核心构成要素包括问题理解与简化、模型构建与选择、模型求解与分析以及模型检验与改进等，AI 技术(如大语言模型、机器学习工具)为数学建模提供了高效辅助，但也存在技术局限性与应用风险[1]。

2.1. 问题理解与简化

1. AI 技术的核心作用

基于 AI 辅助工具的实践案例，其在数学建模的问题理解与简化中主要通过以下方式发挥价值。数据预处理自动化：自动完成数据清洗(去噪、填补缺失值)、归一化、特征工程(如相关性分析、主成分提取)，生成可视化图表(散点图、热力图)，帮助用户快速洞察数据规律。模型生成与优化：根据问题类型推荐经典模型(如 LSTM 用于时间序列预测、Dijkstra 算法用于路径优化)[2]，并自动生成代码框架(含注释)，支持实时调试和参数调优(如通过单元测试确保逻辑正确性)。跨领域知识迁移：将成熟模型(如金融风险评估的相关性分析)迁移到新场景(如物流仓储优化)，减少重复开发，提升建模效率(案例显示大学生团队半天内完成竞赛模型构建)。

2. 技术边界

尽管 AI 显著提升了建模效率，但其作用仍受以下边界约束。AI 仅擅长结构化、低耦合问题(如单目标优化)，对多变量高度耦合、物理机制不明确的复杂系统(如生态链动态平衡)难以拆解，需人工主导逻辑设计。若输入数据存在偏见(如样本不均衡)或噪声，AI 可能生成错误模型(如基于异常金融数据的风险评估结果失真)，需人工介入数据校验。

3. 潜在风险

AI 工具的便捷性可能伴随以下风险。过度依赖 AI 生成代码和模型，可能导致用户数学基础(如微分方程推导、算法原理)和编程能力弱化，尤其对学生群体(如数学建模竞赛参赛者)的长期培养不利。代码逻辑漏洞：尽管工具提供单元测试，但复杂场景下(如多文件联动)可能存在隐性错误(如循环边界条件缺失)，导致模型输出偏差，甚至引发决策失误(如金融投资组合风险误判)。泛化能力不足：AI 生成的模型

可能过拟合训练数据,在实际应用中因环境变化(如突发政策调整影响物流路径)而失效。数据隐私泄露:处理敏感数据(如用户消费记录、医疗数据)时, AI 工具的云端存储或 API 调用可能导致信息泄露,违反数据安全规范。责任界定模糊:若 AI 推荐的模型导致损失(如物流优化算法增加运输成本),用户与工具开发者的责任划分缺乏明确标准。

2.2. 模型构建与选择

1. AI 技术的核心作用

在数学建模的模型构建与选择阶段, AI 技术通过智能化辅助提升效率、优化决策。基于问题特征(如数据类型、目标函数)自动生成模型框架。例如,针对时间序列预测问题, AI 可识别数据的周期性与趋势性,生成含差分、滑动平均的 ARIMA 模型结构;针对分类问题,推荐决策树、支持向量机(SVM)等算法的数学表达式与约束条件,并自动推导核心公式(如 SVM 的核函数变换、线性回归的最小二乘参数估计式)。复杂模型模块化拆分:将高维问题(如多目标优化、动态系统仿真)拆解为可解的子模块。例如,在供应链网络优化中, AI 可将“生产-仓储-配送”全链条拆分为“产能分配模型”“库存成本模型”“路径规划模型”,并定义模块间的数学耦合关系(如库存水平对配送路径的约束方程)。

2. 技术边界

AI 在模型构建与选择中的作用受限于技术原理与应用场景,主要边界包括:

依赖明确的数学逻辑输入:仅能处理目标函数、约束条件可量化的问题(如“最小化成本”“最大化收益”),对模糊目标(如“提升系统鲁棒性”“优化用户体验”)或物理机理不明确的复杂系统(如社会舆情传播、生态链动态平衡),无法自定义模型核心逻辑,需人工先行拆解为可量化子问题。难以突破“数据-模型”映射的固定范式:若问题超出训练数据覆盖的场景(如用传统经济数据预测突发政策冲击下的市场波动), AI 无法创造性构建新模型(如引入“政策变量”的修正项),只能依赖用户手动调整假设。

3. 潜在风险

“垃圾进,垃圾出”的数据依赖:若输入数据存在噪声、偏见或缺失(如用“城市样本”训练的模型直接应用于农村场景), AI 会生成“表面合理但实际无效”的模型(如预测农村房价时高估交通因素权重),且无法自主识别数据质量问题。

过拟合与泛化能力差:为追求训练集性能, AI 可能推荐过度复杂的模型(如 100 层神经网络拟合 100 个样本),导致在测试集或实际场景中误差激增(如股票预测模型在回测时盈利,实盘时亏损)。

2.3. 模型求解与分析

1. AI 技术的核心作用

在数学建模的模型求解与分析阶段, AI 技术通过算法优化、自动化分析和结果解读,显著提升效率与深度。自适应算法选择与优化:根据模型类型(如线性规划、微分方程、整数规划)自动匹配高效求解算法。例如,对高维线性规划问题推荐内点法,对非线性非凸问题调用启发式算法(如遗传算法、模拟退火),并通过动态调整参数(如种群规模、退火温度)提升收敛速度,将传统需数小时的求解过程压缩至分钟级。多维度结果评估:自动生成求解结果的统计指标(如最优解、误差范围、置信区间),并通过可视化工具呈现关键结论(如敏感性分析曲线、参数影响热力图)。例如,在物流路径优化模型中, AI 可输出“运输成本-时间”帕累托前沿曲线,帮助用户权衡决策目标。

2. 技术边界

AI 在模型求解与分析中的作用受限于以下核心边界。对无解析解的 NP 难问题(如旅行商问题), AI 仅能提供近似解,无法保证全局最优;对强约束物理问题(如量子力学薛定谔方程),代理模型可能因简化

假设导致物理意义失真。仅能求解输入格式明确的结构化模型(如目标函数、约束条件可量化),对模糊模型(如“提升系统稳定性”)或逻辑矛盾模型(如目标函数与约束冲突)无法自主处理,需人工重构模型。无法理解模型背后的物理/工程机理,例如在航天器轨道设计中,AI 可求解轨道方程,但无法自主考虑“大气层摩擦系数”“引力摄动”等隐性物理约束,需领域专家定义参数范围。

3. 潜在风险

为追求速度选择低精度算法(如用梯度下降替代精确线搜索),可能导致结果偏离真实最优解(如工程优化中因近似误差导致结构强度不足)。

数值稳定性问题: AI 自动选择的算法可能对病态矩阵(如条件数过大的线性方程组)敏感,导致求解过程发散或结果震荡,需人工介入调整数值方法(如正则化处理)。AI 可能将“相关性”误判为“因果关系”,例如在销售预测模型中,错误将“冰淇淋销量上升”归因于“空调销量增加”(实际两者均受气温影响),导致决策偏差。

2.4. 模型检验与改进

1. AI 技术的核心作用

模型检验与改进是数学建模的“质量控制”环节, AI 通过自动化分析、多维度验证和动态反馈,显著提升模型可靠性与迭代效率。AI 可自动检查模型数学逻辑的一致性,例如验证目标函数与约束条件是否冲突(如“最大化收益”与“资源总量限制”是否存在可行解)、公式推导是否正确(如微分方程求解过程的符号运算验证)、代码实现是否匹配数学表达(如通过单元测试检测循环边界条件、矩阵维度匹配问题)。自动执行交叉验证(如 k-fold 验证)、留出法等测试,生成精度指标(RMSE、MAE、准确率)和稳健性报告(如不同数据集划分下的性能波动),快速定位模型过拟合/欠拟合问题(如训练集精度 95%而测试集仅 60%)。

2. 技术边界

AI 在模型检验与改进中的作用受限于以下核心边界,无法替代人类主导地位。仅能通过数据规律判断模型“是否好用”,无法验证模型是否符合客观规律。例如, AI 可能认为“用太阳黑子数量预测股票价格”的模型精度很高,但无法识别其“伪相关性”本质;在物理建模中, AI 无法自主判断“能量守恒定律是否被违反”。对多因素耦合导致的错误(如“数据偏差 + 参数错误 + 结构缺陷”共同引发的模型失效), AI 仅能定位表层问题(如“参数设置不合理”),无法追溯深层逻辑矛盾(如“目标函数定义偏离实际需求”),需人工介入全局分析。

3. 潜在风险

AI 可能生成“统计指标合格但实际无效”的模型。例如,在医疗诊断模型中, AI 通过优化准确率指标将“罕见病样本”全部预测为“健康”(因样本占比仅 0.1%,不影响整体准确率),但该模型在实际应用中会漏诊致命疾病。过度依赖自动化检验可能忽略“软约束”(如模型的可解释性、伦理合规性)。例如, AI 推荐的高精度神经网络模型因“黑箱特性”无法用于司法量刑辅助(需明确逻辑推导过程)。

AI 基于历史数据推荐的改进方案可能过度适配训练数据分布,导致“改进后短期性能提升但长期泛化能力下降”。例如,在金融预测模型中, AI 为降低误差加入过多“历史偶然因素”(如某次政策突发调整的特殊变量),导致模型在新形势下失效。

3. AI 赋能数学建模教学的优势

3.1. 个性化学习支持

AI 能够通过分析学生的学习数据,如学习进度、答题正确率、在建模各环节的表现,为每个学生制

定个性化的学习路径[3]。对于在模型假设环节存在困难的学生, AI 可以推送相关的理论知识和案例分析; 对于求解算法掌握不牢的学生, 提供针对性的算法练习和讲解视频。这种个性化学习支持能够满足不同学生的学习需求, 提高学习效率。

3.2. 丰富的教学资源

AI 可以整合海量的数学建模相关资源, 包括经典案例库、前沿研究成果、各类建模工具和软件教程等[4]。例如, 通过自然语言处理技术, AI 能够从大量的学术文献中提取有价值的建模方法和思路, 并以简洁易懂的方式呈现给学生。同时, AI 还能生成虚拟的建模场景和问题, 为学生提供更多实践机会, 拓宽学生的视野。

3.3. 智能辅导与反馈

在数学建模过程中, 学生难免会遇到各种问题。AI 智能辅导系统可以实时解答学生的疑问, 提供详细的解题思路和步骤。当学生构建的模型出现逻辑错误或不符合实际情况时, AI 能够及时指出问题所在, 并给出改进建议。此外, AI 还可以对学生的建模作业和报告进行自动批改和评价, 从模型的合理性、求解的准确性、结果的实用性等多个维度给出客观反馈, 帮助学生及时了解自己的学习情况。

3.4. 模拟与预测功能

AI 具有强大的模拟和预测能力, 这在数学建模教学中非常有用。例如, 在建立经济预测模型或环境变化模型时, AI 可以根据输入的初始数据和参数, 快速模拟出不同条件下的发展趋势和结果。学生可以通过观察这些模拟结果, 深入理解模型的运行机制和影响因素, 同时也可以对模型的准确性进行验证和优化。

4. AI 赋能的数学建模教学模式构建

结合建构主义学习理论、认知负荷理论与 OBE (成果导向教育) 理念, 可设计 “AI 赋能 - 人类主导” 的混合式教学模式。

4.1. 课前准备阶段

学习资源推送: 教师利用 AI 教学平台, 根据教学大纲和学生的前期学习情况, 推送与本次建模主题相关的预习资料, 如基础知识讲解视频、简单案例分析等[5]。AI 系统可以根据学生的浏览记录和反馈, 调整后续资源的推送内容和难度。

问题情境创设: AI 生成具有现实背景和挑战性的数学建模问题情境, 以图文、视频或虚拟场景的形式呈现给学生。例如, 通过虚拟现实技术让学生身临其境地感受城市交通拥堵问题, 激发学生对问题的兴趣和探索欲望。

4.2. 课堂教学阶段

小组协作学习: 将学生分成小组, 利用 AI 协作工具进行建模讨论和合作。AI 可以实时记录小组讨论的内容和进度, 分析每个学生的参与度和贡献, 为教师提供评估依据。同时, AI 还可以在小组遇到困难时, 提供一些启发性的问题和建议, 促进小组内部的交流和合作[6]。

实时互动与指导: 教师在课堂上通过 AI 教学平台与学生进行实时互动, 解答学生的疑问, 引导学生深入思考。AI 可以辅助教师进行课堂管理, 如统计学生的出勤情况、监控学生的注意力集中程度等。当发现学生出现注意力不集中或理解困难时, 及时提醒教师调整教学节奏和方法。

模型构建与演示：学生利用 AI 支持的建模软件和工具进行模型构建。AI 可以提供模型构建的模板和示例，帮助学生快速上手。同时，AI 还可以实时展示模型的运行过程和结果，让学生直观地观察模型的变化和影响。例如，在建立物理运动模型时，AI 可以动态演示物体的运动轨迹和受力情况。

4.3. 课后实践与拓展阶段

项目实践：教师布置具有实际意义的数学建模项目，让学生运用所学知识和 AI 工具进行独立实践。AI 可以为学生提供项目实践的指导和反馈，帮助学生解决在实践中遇到的问题。同时，AI 还可以对学生的项目成果进行评估和排名，激励学生积极参与实践。

知识拓展与更新：AI 持续跟踪数学建模领域的最新研究成果和发展动态，为学生推送相关的学术文章、研究报告和前沿技术介绍。鼓励学生利用 AI 工具进行自主研究和探索，培养学生的创新能力和终身学习意识。

5. AI 赋能数学建模教学面临的挑战及应对策略

5.1. 技术依赖问题

过度依赖 AI 技术可能导致学生缺乏独立思考和解决问题的能力。应对策略是在教学过程中，注重引导学生理解数学建模的基本原理和方法，让学生明白 AI 只是一种辅助工具，而不能替代人类的思维和创造力。同时，合理安排 AI 技术在教学中的应用环节和程度，避免学生过度依赖。

5.2. 数据隐私与安全

AI 教学需要收集和分析学生的大量学习数据，这就涉及到数据隐私和安全问题[7]。学校和教师应建立健全的数据管理制度，确保学生数据的保密性和安全性。在收集和使用学生数据时，应获得学生的明确同意，并严格按照相关法律法规进行操作。

5.3. 教师技术要求

AI 赋能的数学建模教学对教师的技术能力提出了更高的要求。学校应加强对教师的培训，提高教师运用 AI 技术和工具的能力[8]。同时，鼓励教师开展教学研究和创新实践，探索更适合 AI 赋能的数学建模教学方法和模式。

6. 结论

AI 赋能的数学建模教学模式为传统数学教学带来了新的活力和变革。通过个性化学习支持、丰富的教学资源、智能辅导与反馈以及模拟与预测功能等优势，能够有效提高学生的学习兴趣和实践能力，培养学生的创新思维和解决实际问题的能力。然而，在实施过程中也面临着技术依赖、数据隐私与安全以及教师技术要求等挑战。只有通过合理的应对策略，充分发挥 AI 技术的优势，克服其带来的问题，才能实现 AI 赋能的数学建模教学的可持续发展，为培养适应时代需求的高素质人才做出贡献。

基金项目

岭南师范学院 2021 年度校级教育教学研究和改革资助项目；岭南师范学院 2022 年度校级教育教学研究和改革资助项目；岭南师范学院 2023 年度校级教育教学研究和改革资助项目。

参考文献

- [1] 燕岩军, 赵燕. 人工智能视域下高职数学建模课程教学路径研究[J]. 科教导刊, 2025(19): 25-27.

-
- [2] 刘湘贝, 严亚兰, 查先进. 基于 BERTopic 的人工智能应用场景主题建模研究[J]. 图书与情报, 2025(3): 46-55.
 - [3] 姚鑫, 邝砾, 邓磊, 等. 基于“人工智能+”的“科学计算与数学建模”课程教学改革研究[J]. 工业和信息化教育, 2025(7): 40-49.
 - [4] 韩敏, 李佳树, 徐永利. 数学建模竞赛中使用 AI 的探索研究[J]. 数学建模及其应用, 2024(3): 72-78.
 - [5] 谭雪梅, 徐文达, 管仁初, 等. 数学建模竞赛实践课程中的论文写作教学研究[J]. 计算机教育, 2025(4): 208-212.
 - [6] 范胜雪, 韩腾跃, 刘超. 数学建模竞赛驱动的创新人才培养机制研究[J]. 产业与科技论坛, 2024(3): 238-241.
 - [7] 孙欣, 王瀚萱, 王雪. 基于 AI 赋能和智慧教学的数学建模培训新模式[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2023, 41(5): 434-440.
 - [8] 秦国平. 数字化赋能数学建模教学新形态的构建与实践路径研究[J]. 中国教育技术装备, 2024(24): 19-21+34.