

AI赋能高等数学课程创新教学模式的探索与实践

胡 细*, 樊庆端

上海工程技术大学数理与统计学院, 上海

收稿日期: 2026年6月20日; 录用日期: 2026年7月17日; 发布日期: 2026年7月24日

摘 要

高等数学作为高等院校理工科与经管类专业的核心基础课程, 具有理论抽象、逻辑严密、应用范围广等特点, 既是培养学生理性思维、数学素养的关键载体, 也是学生学习后续专业课程的重要支撑。传统教学模式以教师讲授为主, 存在着学情把握不准、因材施教不足、抽象概念理解困难、答疑反馈滞后、理论与专业应用脱节等问题。人工智能(AI)技术凭借大数据分析、智能诊断、自适应学习、动态可视化、智能交互与智能批改等优势, 为高等数学教学改革提供了重要支撑。本文在现代信息技术及AI技术条件下, 充分利用我校泛雅网络教学平台, 针对我校工科学生开展高等数学教学改革试验, 旨在探索并构建高等数学教育的新模式, 构建了“AI+ 翻转课堂 + 探究式 + 分层教学 + 案例建模 + 混合式”六位一体创新教学模式, 围绕课前、课中、课后形成智能化教学闭环, 并以重积分、曲线曲面积分、无穷级数三大难点内容为载体开展教学实践设计, 提出实施路径与保障措施, 为提升高等数学教学质量、激发学生自主学习主动性、培养学生数学核心素养与创新能力提供参考。

关键词

人工智能, 高等数学, 教学模式, 翻转课堂, 自主学习, 智慧教学

Exploration and Practice of Innovative Teaching Modes for Advanced Mathematics Courses Empowered by AI

Xi Hu*, Qingduan Fan

School of Mathematics, Physics & Statistics, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: June 20, 2026; accepted: July 17, 2026; published: July 24, 2026

*通讯作者。

文章引用: 胡细, 樊庆端. AI 赋能高等数学课程创新教学模式的探索与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(7): 1476-1482.
DOI: 10.12677/ae.2026.1671522

Abstract

As a core foundational course for science, engineering, economics and management majors in institutions of higher education, Advanced Mathematics is characterized by abstract theories, rigorous logic and extensive applications. It serves not only as a crucial vehicle for cultivating students' rational thinking and mathematical literacy, but also as an essential prerequisite for students to learn subsequent specialized courses. The conventional teaching model, which centers on teacher lecturing, is plagued by drawbacks including inadequate understanding of students' learning status, insufficient individualized instruction, difficulties in comprehending abstract concepts, delayed Q&A feed-back, and disconnection between theoretical knowledge and professional applications. Leveraging strengths such as big data analytics, intelligent diagnosis, adaptive learning, dynamic visualization, intelligent interaction and automated grading, artificial intelligence (AI) technology provides vital support for the pedagogical reform of Advanced Mathematics. Against the backdrop of modern information technology and AI, this paper makes full use of the Fan-ya online teaching platform of our university to carry out a pedagogical reform experiment of Advanced Mathematics targeting engineering students at our institution. It aims to explore and establish an innovative educational model for Advanced Mathematics. A six-in-one innovative teaching model integrating "AI + Flipped Classroom + Inquiry-Based Learning + Layered Teaching + Case Modeling + Blended Learning" is constructed, forming an intelligent closed-loop teaching system covering pre-class, in-class and post-class stages. Taking three difficult topics—multiple integrals, line and surface integrals, and infinite series—as the carriers, this paper designs relevant teaching practices, and proposes implementation approaches and supporting measures. It can serve as a reference for improving the teaching quality of Advanced Mathematics, stimulating students' learning initiative, and fostering students' core mathematical literacy and innovative capabilities.

Keywords

Artificial Intelligence, Advanced Mathematics, Teaching Model, Flipped Classroom, Autonomous Learning, Smart Teaching

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

中共中央、国务院印发的《中国教育现代化 2035》中指出面向教育现代化的十大战略任务之一“加快信息化时代教育变革。建设智能化校园，统筹建设一体化智能化教学、管理与服务平台。利用现代技术加快推动人才培养模式改革，实现规模化教育与个性化培养的有机结合。创新教育服务业态，建立数字教育资源共建共享机制……”[1]，可见信息化时代与人工智能时代下，教育变革势在必行。

新时代高等教育强调以学生为中心、能力为导向，重视数字化转型与智慧教学建设[2]。在教育数字化转型与新工科、新文科建设背景下，高等数学不仅承担着知识传授的基础功能，更是培养学生理性思维、逻辑推理、数学建模与创新应用能力的关键载体。当前，高等数学教学仍面临诸多现实困境：一是级数、重积分、曲线曲面积分等内容高度抽象，学生难以理解几何直观与物理意义，理解障碍突出；二是学生数学基础差异显著，统一化教学难以实现因材施教；三是课堂互动不足，课后答疑效率低，错误难以得到及时纠正；四是理论教学与专业应用衔接不够，学生学习目标模糊、学习动力不足[3]。

人工智能(AI)具备大数据分析、智能诊断、自适应学习、自然语言交互、可视化生成等优势,能够精准识别学生知识薄弱点、智能匹配学习资源、实时响应学习需求。将 AI 融入高等数学的全教学过程,重构教学模式、优化教学方法、完善评价体系,可有效破解传统教学困境,实现从“教师教什么”向“学生需要学什么”转变,从“统一进度”向“千人千面”转变,从“被动刷题”向“主动探究”转变。

AI 技术与教育教学深度融合,推动课堂教学从“经验驱动”转向“数据驱动”,从“标准化讲授”转向“个性化支持”。整合线上教学平台与线下课堂优势,构建混合式教学模式。线上依托学习通、慕课等平台,实现资源推送、在线测试、互动答疑、学情分析等功能,突破时间与空间限制,方便学生碎片化学习、反复学习;线下聚焦面对面教学,开展重难点讲解、小组研讨、实操训练、思维拓展,强化互动。线上数据为线下教学提供精准依据,线下教学弥补线上互动不足的缺陷,二者有机融合,优化教学流程,提升教学效率[4]。

将 AI 技术融入高等数学教学设计,能够实现精准学情诊断、智能资源推送、动态可视化演示、实时交互答疑以及全过程多元评价,有效破解传统教学痛点。本文以重积分、曲线曲面积分、无穷级数等典型难点内容为实践对象,系统构建 AI 赋能下的高等数学创新教学模式,为提升教学质量、促进学生自主学习提供理论参考与实践路径。

2. AI 赋能高等数学教学的价值与意义

2.1. 实现精准学情诊断, 提高教学针对性

课前,教师在学习通发布引导问题以供学生预习,并要求学生写学习日志;课堂上,可以尝试翻转课堂[5][6],随机抽学生上讲台讲解具体问题或知识点。也可以组织小组活动,创设学习情境,激发学生的兴趣,或解决共性问题,提炼、引申主题;课后,教师在学习通布置网络作业检测学习效果,并利用 AI 助教随时跟学生互动答疑。通过课前预习、课堂练习、课后作业等数据, AI 可自动生成知识掌握图谱,快速定位学生薄弱环节,使教学目标更聚焦、课堂讲解更高效[7][8]。

2.2. 推动抽象内容可视化, 降低理解门槛

利用 AI 动态绘图、三维仿真、过程演示等功能,可将二重积分微元、三重积分积分域、曲面积分方向、级数收敛趋势等抽象过程直观呈现,帮助学生建立直观理解。

2.3. 支持自适应学习推送, 落实因材施教

基于我校泛雅学习平台创建知识库,收集、整理及优化与课程相关的教学数据,包括课件、案例、试题等。AI 可根据学生学习水平自动分层,提供差异化例题、习题与微课资源,真正实现“基础薄弱者补概念、中等学生练方法、优秀学生攻建模”。

2.4. 提升答疑批改效率, 强化学习闭环

根据《高等数学 A 下》课程每个章节的核心知识点和技能点,凝练出引导学生预习的问题,并给出参考答案。AI 助教可实现 7×24 小时智能答疑、自动批改、错题归集与同类题强化训练,有效解决学生“疑问堆积、错误反复”问题。

2.5. 促进专业融合应用, 提升数学素养

依托 AI 工具开展案例式与建模教学,可将数学知识与物理、工程、经济等问题结合,实现“数学知识-数学建模-专业应用”贯通。

3. AI 赋能高等数学创新教学模式构建

本文构建了“AI 支撑、六法融合、三段闭环”教学模式, 整体教学以数据为驱动、以学生为中心、以能力为导向, 形成完整育人闭环。

- 支撑层: 基于本校泛雅网络教学平台及结合 AI 助教, 丰富的智能题库、可视化工具、智能答疑系统、学情分析系统等, 为教学改革提供了有力支持;
- 融合法: AI + 翻转课堂、AI + 探究式教学、AI + 分层教学、AI + 案例教学、AI + 数学建模、AI + 混合式教学, 六位一体有机融合, 教学形式和方法多样化, 使课堂生动有趣, 激发学生的学习积极性和主动性;
- 三段式: 课前 AI 预习与智能诊断; 课中 AI 互动、可视化探究与分层训练; 课后 AI 作业及批改、智能答疑与巩固提升, 以学生为中心, 形成完整闭环。

4. AI 赋能高等数学教学实践与典型案例

本文选取高等数学中抽象性强、应用广泛的二重积分、曲线曲面积分、无穷级数三大难点内容开展教学实践[9]。

4.1. 案例一: AI 赋能下“二重积分”教学实践

教学内容: 二重积分的计算(直角坐标、极坐标)

教学难点: 积分区域确定、积分次序选择、极坐标变换、几何与物理应用

4.1.1. 课前: AI 翻转预习与智能诊断

教师发布微课、区域作图指南与预习测试。AI 自动统计分析并自动推送薄弱资源: 动态绘图教程、极坐标微元动画、典型区域示例等。

4.1.2. 课中: AI 可视化探究教学

- AI 动态演示曲顶柱体体积的“分割 - 近似 - 求和 - 取极限”过程, 帮助学生理解积分本质。
- 演示极坐标下扇形微元, 直观展示其在圆形、扇形、环形区域中的计算优势。
- 开展探究任务: 何时使用直角坐标? 何时使用极坐标? AI 实时呈现区域图像与复杂度对比, 引导学生自主归纳。
- 分层任务推送:
 - 基础层: X 型、Y 型区域积分计算;
 - 提高层: 交换积分次序、分段区域计算;
 - 拓展层: 体积、曲面面积、薄片质量等应用问题。

4.1.3. 课后: AI 个性化巩固

系统自动生成错题本, 推送“区域画图”专项训练, 并支持智能答疑: 如“极坐标变换为何多 r ”, “积分上下限如何确定”等高频问题。

4.2. 案例二: AI 赋能下“曲线积分与曲面积分”教学实践

教学内容: 对坐标的曲面积分(第二类曲面积分)

教学难点: 曲面方向判定、投影正负判断、高斯公式应用

4.2.1. AI 突破理解难点

通过 AI 三维动态演示, 清晰展示曲面“侧”的意义、法向量方向以及投影区域正负判定规则, 有效

解决学生最易出错的“投影符号”问题。

4.2.2. 探究式学习

探究式学习是指学习者在教师指导下以类似科学研究的方式, 从社会生活和学习生活中选取专题进行研究, 强调主动获取知识、应用知识和解决问题。探究包括观察、提问、制定计划、分析数据等科学方法, 既是学习过程也是学习目的。比如设置问题: 为何曲面积分要分侧? 投影为何有正负? 学生观察动画、归纳规则, AI 实时验证结论。

4.2.3. 分层任务与专业应用

根据学生现有知识、能力水平和潜力倾向将其分为水平相近群体并实施差异化教学的模式, 旨在使所有学生获得应有提升。该模式包括班级组织与教学形式调整, 涵盖学生分层、目标分层、课内练习分层、评价分层等内容, 实施时需遵循差异化、循序渐进及动态性原则。

- 基础: 直接投影法计算;
- 提高: 闭合曲面使用高斯公式;
- 拓展: 电场通量、流量计算等物理/工程应用。

4.2.4. AI 建模案例

求解向量场通过闭合曲面的电通量, AI 自动绘制曲面与场分布图像, 输出通量结果, 帮助学生理解高斯公式的物理意义。

4.3. 案例三: AI 赋能下“无穷级数”教学实践

教学内容: 常数项级数的收敛与发散

教学难点: 收敛概念、判别法选择、级数和的意义

4.3.1. AI 直观化解抽象问题

通过动态演示:

- 等比级数 $1/2 + 1/4 + 1/8 + \dots$ 逐项逼近 1, 体现收敛;
- 调和级数 $1 + 1/2 + 1/3 + \dots$ 持续增长, 体现发散。

学生直观理解“无限项相加可趋于常数”。

4.3.2. AI 智能判别训练

- 比值法: 适用于阶乘、指数型通项;
- 比较法: 适用于多项式、分式型通项;
- 优先判断: 等比级数、P 级数。

4.3.3. 拓展应用

结合电子信息类专业, 通过 AI 展示傅里叶级数思想, 让学生理解级数在信号处理、误差分析中的重要价值。

5. AI 赋能高等数学教学实施路径

5.1. 构建智能化教学资源库

基于我校泛雅网络教学平台和 AI 智能助手环境下, 建设和完善网络资源, 包括微课、可视化动画、分层题库、专业案例库、数学建模专题库、问答库, 支持智能推送。

5.2. 实施数据驱动的精准确教学

以 AI 学情报告为依据, 确定课堂重点、难点与易错点, 以便老师调整教学内容及方法, 实现以学定教。

5.3. 全面推行分层教学

分层教学是根据学生现有知识、能力水平和潜力倾向将其分为水平相近群体并实施差异化教学的模式, 旨在使所有学生获得应有提升。该模式包括班级组织与教学形式调整, 涵盖学生分层、目标分层、课内练习分层、评价分层等内容, 针对不同层次侧重点不同。

- 基础层: 夯实概念、规范计算;
- 提高层: 强化方法、提升综合;
- 拓展层: 突出建模、培养创新。

5.4. 完善过程性多元评价体系

多元评价体系是对学生学习过程、作业及表现进行指标性衡量或等级评定的一套标准。促进学习过程优化, 通过收集日常学习表现、作业任务、测试成绩等多维度证据, 综合判断学生知识掌握与能力发展水平, 并为教学调整提供依据。评价构成: AI 预习(10%) + 课堂互动(10%) + AI 作业(20%) + 建模任务(10%) + 期末考核(50%)。

5.5. 坚持人机协同育人

人机协同育人是指“教师 + AI 助教 + 学生”三元协同教育模式。在该模式中, AI 助教机器人(“机师”)承担标准化、重复性高或需个性化即时反馈的教学环节, 例如 AI 承担批改、答疑、绘图、数据统计等重复性工作。教师则从繁重的机械性劳动中解放出来, 将精力集中于更具创造性的教学设计、个性化关怀与高阶思维引导。比如教师负责逻辑讲解、方法提炼、价值引领、高阶问题突破。其核心价值在于通过技术放大教师效能, 而非取代教师。

6. 教学创新亮点

- 抽象知识直观化: 借助 AI 可视化降低重积分、曲面积分、级数理解难度;
- 教学过程精准化: 从经验教学走向数据驱动;
- 学习方式主动化: 学生从被动听讲转向主动探究、互动、应用;
- 能力培养综合化: 计算能力、逻辑推理、数学建模、创新思维协同提升;
- 评价体系科学化: 全过程、多维度、个性化评价更公平、更全面。

7. 结语

人工智能为高等数学教学改革提供了重要技术支撑与创新路径。通过构建“AI + 翻转课堂 + 探究式 + 分层教学 + 案例建模 + 混合式”六位一体化教学模式, 可有效解决传统教学中抽象难懂、因材施教不足、答疑滞后、理论与应用脱节等突出问题。本文以重积分、曲线曲面积分、无穷级数三大难点内容为实践载体, 充分发挥 AI 在可视化、个性化、智能化、数据化方面的优势, 实现了教学流程重构、教学方法创新与教学质量提升。

未来, 应继续推动 AI 技术与高等数学课程深度融合, 不断丰富智慧教学资源, 优化人机协同教学机制, 强化数学核心素养与应用创新能力培养, 为新工科、新文科背景下高素质复合型人才提供坚实的数学基础与思维支撑。

基金项目

本研究受上海工程技术大学数理与统计学院教学项目(No. SL2026JXXM-03)“AI 赋能高等数学 A 下课程的教学改革研究”、上海工程技术大学数理与统计学院教学项目(No. SL2026JXXM-02)“高等数学 A (上)线上课程题库建设”与上海工程技术大学继续教育学院教学项目(No. 0244-A3-0200-24-0138)“《经济数学》在线课程建设”的资助。

参考文献

- [1] 中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》[EB/OL].
https://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm, 2019-02-23.
- [2] 祝智庭, 管珏琪. 教育变革中的技术力量[J]. 中国电化教育, 2014(1): 1-9.
- [3] 刘轼波. 数学专业多元微积分教学的几点体会[J]. 大学数学, 2021, 37(3): 84-92.
- [4] 钟根红, 马晓艳. 线上线下相融合的教学模式在大学数学教学中的应用与实践[J]. 大学数学, 2022, 38(2): 33-38.
- [5] 钱国贤. 翻转课堂教学模式研究[J]. 考试周刊, 2013(81): 176-177.
- [6] 陈晓菲. 翻转课堂教学模式的研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2014.
- [7] 李明波. 数字化背景下高等数学教学模式研究[J]. 教育信息化论坛, 2025(1): 37-39.
- [8] 刘鑫. 高等数学混合式教学实践研究[J]. 大学教育, 2024(15): 44-47+56.
- [9] 同济大学数学科学学院. 高等数学[M]. 第 8 版. 北京: 高等教育出版社, 2023.