

“案例驱动”的《常微分方程》课程教学创新与实践

隋 莹

山东工商学院数学与信息科学学院大数据学院, 山东 烟台

收稿日期: 2025年12月26日; 录用日期: 2026年1月23日; 发布日期: 2026年2月2日

摘要

本文以《常微分方程》课程为对象, 针对其教学中长期存在的理论抽象、应用脱节、模式单一等核心问题, 提出了“案例驱动”的教学创新模式。通过重构教学内容、实施“三阶融合”教学策略、构建智能教学环境、改革评价体系等系统性举措, 实现了从“知识传授”到“能力与思维培养”的教学范式转型。实践表明, 该模式显著提升了学生的学业成绩、建模能力与创新素养, 同时促进了教师教学科研能力的双向发展, 形成了可复制、可推广的课程改革经验, 对推动数学类核心课程的数字化转型与跨学科融合具有重要的借鉴意义。

关键词

常微分方程, 案例教学, 教学改革, 过程性评价

Innovation and Practice in Teaching the Course of “Ordinary Differential Equations” Driven by Cases

Ying Sui

School of Data Science, School of Mathematics and Information Science, Shandong Technology and Business University, Yantai Shandong

Received: December 26, 2025; accepted: January 23, 2026; published: February 2, 2026

Abstract

This paper focuses on the course “Ordinary Differential Equations” and proposes a “case-driven” teaching innovation model to address long-standing core issues such as abstract theory, disconnection from practical applications, and monotonous teaching patterns. Through systematic measures

including restructuring teaching content, implementing a “three-stage integration” teaching strategy, building an intelligent teaching environment, and reforming the evaluation system, the model achieves a paradigm shift from “knowledge transmission” to “ability and thinking cultivation.” Practice demonstrates that this model significantly enhances students’ academic performance, modeling skills, and innovative literacy while fostering the bidirectional development of teachers’ teaching and research capabilities. It forms replicable and scalable curriculum reform experience, offering important insights for promoting the digital transformation and interdisciplinary integration of core mathematics courses.

Keywords

Ordinary Differential Equations, Case-Based Teaching, Teaching Reform, Process-Oriented Assessment

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

《常微分方程》作为数学与应用数学、信息与计算科学、工程技术等多个专业的核心基础课程，不仅理论体系严密、逻辑性强，更在自然科学、工程技术、经济管理乃至生命科学等领域具有广泛而深刻的应用价值。长期以来，该课程在高等教育中承担着培养学生抽象思维、逻辑推理与数学建模能力的重要使命。然而，传统的教学模式往往侧重于理论公式的推导与解析解法的讲授，教学内容与实际应用之间缺乏有机衔接，导致学生普遍感到“学难致用”，学习动力不足，创新实践能力薄弱[1]。这种理论与应用脱节的现象，不仅影响了学生对数学工具价值的认知，也制约了他们运用数学知识解决复杂实际问题的能力发展[2]。

随着“新工科”“新理科”建设的深入推进，以及教育数字化转型的战略实施，高等数学课程教学正面临着前所未有的机遇与挑战。社会对人才的需求日益趋向跨学科、复合型与创新性，要求学生不仅掌握扎实的理论基础，更要具备将数学工具应用于真实场景的实践能力与创新意识。在此背景下，如何突破传统教学的局限，将前沿技术、实际案例与课程教学深度融合，激发学生内驱力，提升其综合素养，成为当前课程改革的关键命题。

“案例驱动”教学法作为一种以真实或模拟情境为导向的教学策略，强调在具体问题中引入理论、在实践探索中建构知识，尤其适用于常微分方程这类既有理论深度又有极强应用背景的课程[3]。通过精心设计的案例，学生可以在解决实际问题的过程中自然习得抽象概念、理解方法本质、体会建模思想，从而实现从“被动接受”到“主动建构”的学习转变。

本研究立足于教学实际，以“案例驱动”为核心改革理念，对《常微分方程》课程进行系统性的教学创新设计与实践。通过重构教学内容体系、实施“三阶融合”教学模式、构建智能教学环境、改革评价机制等一系列举措，旨在打破理论教学与现实应用的壁垒，推动课程从“知识传授”向“能力与思维培养”的教学范式转型。本文期望通过系统的教学实践与反思，为同类课程的改革提供可借鉴的思路与方法，助力数学教育在数字化、跨学科融合的时代背景下实现高质量发展[4]。

2. 教学现状与问题分析

2.1. 学情分析

本课程面向已完成数学分析、高等代数等基础课程的大二学生。学生具备一定的数学抽象与逻辑推

理能力,但将数学知识应用于实际问题的经验较为缺乏,知识模块之间联系较弱。在认知上,学生更倾向于直观、互动的情境化学习,对常微分方程中抽象理论及其几何、物理意义的理解存在困难。在技能方面,学生虽认同信息技术,但运用编程或工具进行计算、建模与可视化的能力参差不齐,自主探索与创新意识尚待加强。在新工科、新理科背景下,学生期望课程能体现数学在前沿领域中的价值,对教学内容的现实意义与创新性抱有更高期待。

2.2. 教学痛点分析

基于对传统教学模式的反思与课堂观察,本课程系统梳理出以下三个核心问题:

(1) 知识与应用脱节的问题:传统教学中的案例与常微分方程(ODE)核心知识点的衔接往往生硬、零散,缺乏系统性设计,导致学生难以将抽象的数学理论转化为解决实际问题的能力,理论学习与实践应用之间存在显著断层[5]。

(2) AI技术与教学“两张皮”的问题:尽管已有技术工具被零星引入课堂,但人工智能(AI)的应用大多仍停留在表面演示阶段,未能与教学目标、教学过程及评价进行深度融合[6]。这种“两张皮”现象使得技术无法为教学提供实质性的个性化支持与智能赋能,反而可能因使用不当而成为师生额外的负担。

(3) 现有评价框架的构成维度不足:现行评价体系过度依赖期末笔试,考核方式单一,难以科学、全面地反映学生在基础知识、建模实践、创新思维以及团队协作等方面的真实水平与发展过程,限制了学生综合能力的培养与激励[7]。

3. 教学创新设计

本课程以“案例驱动”为核心理念,围绕“三阶融合”教学模式,系统设计了如下教学创新举措,旨在切实解决传统教学中存在的各种问题。

3.1. 重构教学内容:构建“案例驱动”的知识体系

针对知识与应用脱节的问题,本课程改变了传统课程偏重理论推导的定式,以“案例驱动”为主线重构知识体系。

系统化案例库建设:围绕核心知识点,开发了由浅入深、跨学科应用的分层案例库。案例选取涵盖前沿与生活领域,确保每个案例兼具典型性、趣味性与教学适用性。

理论-案例-应用闭环:通过将抽象的数学概念置于具体情境中,实现“学中做、做中学”,使学生直观感知ODE的工具价值,从根本上激发学习动机,构建“理论-案例-应用”的有机教学闭环。

3.2. 创新教学模式:实施“三阶融合”教学策略

为循序渐进地提升学生的理解深度与应用能力,本课程提出了“理解驱动-能力驱动-创新驱动”三阶融合教学模式。

初级融合(理解驱动):在讲授ODE基本概念与理论时,引入简明案例作为引例,结合AI可视化工具(如MATLAB、Python等)展示解曲线、方向场、相图等,帮助学生建立几何直观,理解ODE的物理或现实意义[8]。

中级融合(能力驱动):设计中等复杂度的建模任务,如基于ODE的生态系统模拟、简单控制系统分析等建模任务,引导学生分组合作,完成从问题识别、模型建立、求解到结果分析的完整过程。AI工具在此阶段主要用于数值求解、参数拟合、结果可视化等,提升实践效率。

高级融合(创新驱动):引入开放性、跨学科的复杂问题,如带有时滞的流行病模型、最优控制问题、经济动力学模型等,鼓励学生自主探索不同建模策略、解法比较与模型优化,利用AI进行敏感性分析、

参数优化辅助建模，培养学生的批判性思维与创新意识[9]。

例如，在讲授高阶方程与系统稳定性理论后，引入一个具有时滞与媒体效应的传染病动力学模型(SEIR-M 模型)作为深度案例，具体教学过程如下：(1) 问题引入：以 2020 公共卫生事件中“信息传播先于防控措施生效”的现象为背景，提出核心问题：媒体预警和防控时滞如何共同影响疫情发展趋势？(2) 模型构建：引导学生分组讨论，在经典 SEIR 模型框架上，建立改进的时滞微分方程组。(3) 求解与分析：学生利用 Python 或 MATLAB 进行数值求解。通过改变媒体影响强度参数和时滞，模拟不同情景下的疫情曲线。引导学生分析：媒体宣传如何“压平”疫情高峰；时滞过长如何导致防控失效；两者耦合效应对最终感染规模的影响。该案例将抽象的时滞微分方程、系统稳定性理论与重大公共卫生问题紧密结合。学生不仅掌握了复杂 ODE 模型的数值求解技能，更深刻体会到模型参数的现实含义，并能在团队协作中完成从问题识别、模型创新、数值实现到策略建议的完整科研流程，实现了从“学习知识”到“创造知识”的跨越[10]。

3.3. 改革评价体系：构建多元化过程性评价机制

为全面、客观地评价学生的学习成效与综合能力发展，本课程改革了“一考定成绩”的传统模式，构建了一个强调能力导向、关注学习过程的多元化考核评价体系。新体系旨在将评价贯穿于教学全过程，具体方案如下：

理论知识考核(50%)：采用闭卷笔试形式，重点考查学生对核心概念的理解深度、基本解法的灵活应用能力，以及对模型现实意义的解释能力，减少机械记忆与复杂计算题型。

建模项目与实践(20%)：以小组形式完成一项完整的建模任务，并撰写课程论文及进行答辩。此项评价侧重于考核学生的问题分析、模型构建合理性、求解过程规范性、结果分析深度、报告撰写质量及团队协作能力。

期中考试(10%)：作为阶段性诊断工具，及时检验学生对前半学期知识的掌握情况，激发学习主动性，并为教学调整提供反馈。

过程性评价(20%)：贯穿整个学期，综合考察学生的课堂参与度(包括提问与讨论质量)、阶段性作业完成情况、以及利用 AI 辅助学习平台进行自主学习的积极性和有效性。

4. 教学创新实施

本课程的教学实践紧密围绕“案例驱动”这一核心理念，以“三阶融合”教学模式为主线，系统设计了课前、课中、课后三个环节的有机衔接，确保教学目标的有效达成。

4.1. 课前：智能预习与案例感知

教师利用 AI 学习平台(雨课堂)向学生推送个性化的预习包，内容包括：

- (1) **微案例视频：**围绕即将学习的关键理论(如一阶线性方程)，推送与之相关的现实问题短片(如“药物在体内的代谢过程”等)，激发学生好奇心和探究欲。
- (2) **基础概念检测：**通过平台发布选择题、填空题等，AI 自动批改并生成学情报告，帮助教师精准定位学生的认知起点和共性难点。
- (3) **预习任务单：**引导学生完成简单的概念辨析或模型初探，为课堂深度研讨做好铺垫。

4.2. 课中：三阶融合与互动探究

课堂教学以“案例探究”为明线，“理论建构”为暗线，通过多样化的教学活动实现知识内化与能力攀升。

(1) 初级融合——案例导入与可视化感知：课堂伊始，以案例情境切入。例如，在讲解“一阶线性方程”时，首先播放一段“捷龙三号火箭一箭 11 星”发射新闻视频，随即抛出问题：“火箭在上升过程中，其速度变化遵循怎样的数学规律？”引导学生从实际问题中抽象出微分方程。

(2) 中级融合——分组建模与 AI 辅助求解：在学生掌握基础理论后，发布中等难度的建模任务。例如，“基于 SIR 模型预测校园内流感的传播趋势”。学生以 3~5 人小组为单位，分工协作。学生使用 AI 工具进行数值求解、参数拟合与结果可视化，将主要精力集中于模型构建与结果分析，而非繁琐的计算，引导学生深化思考。

(3) 高级融合——开放拓展与创新应用：面向学有余力的学生和小组，提出跨学科的开放性挑战课题，如“考虑媒体影响的时滞 SIR 模型分析”或“基于最优控制理论的疫情管控策略优化”。鼓励学生利用 AI 进行敏感性分析、参数寻优，探索不同的建模路径，并撰写简短的研究报告。此阶段旨在培养学生的批判性思维与初步科研创新能力。

4.3. 课后：个性化拓展与过程性评价

课后环节注重知识的巩固、迁移与能力升华。

(1) 建模项目迭代：各小组根据课堂反馈，在课后完善模型和报告，并提交最终的课程论文。AI 辅助批改系统对报告的规范性、代码的正确性进行初筛，为教师减负。

(2) 多元过程性评价：整个学习过程中，学生的线上预习、课堂互动、小组贡献、项目报告、阶段性测验等数据均被 AI 平台记录，并依据细化的评价量表进行量化，共同构成过程性评价成绩，全面反映学生的知识、能力与素养发展[1]。

为系统呈现整个教学活动的组织流程与各环节之间的逻辑关联，课程构建了如下实施框架图：

5. 创新成效与推广

为科学评估创新教学模式的成效，采用了定量与定性相结合的方法，从学生学业成绩、能力素养、课程满意度及教师发展等多个维度进行了综合分析，效果显著。

5.1. 创新成效

(1) 学生建模与实践能力跨越式发展：期末项目评估显示，超过 85% 的小组能够独立完成从问题识别、模型建立、数值求解到结果分析的完整流程。在全国大学生数学建模竞赛中，获奖队伍较去年提升 14 队。学生的编程实现能力和科学报告撰写能力也得到普遍提升。

(2) 学生创新思维与学习兴趣高涨：课程问卷显示，92% 的学生认为“案例驱动和项目任务”极大地激发了他们的学习兴趣。在开放性创新任务中，有近半数的学生提出了独特的模型优化思路或跨学科应用场景，展现了良好的批判性思维与创新意识。

(3) 教师发展与社会影响成效突出：教师发展与社会影响成效突出，集中体现于教学能力、学术研究、改革实践与示范引领等多个维度，形成了良性的综合发展闭环。

(4) 改革模式形成示范辐射效应：本课程所构建的教学新模式已产生可迁移的示范价值。其核心理念与操作方法已被校内《高等数学》《数学建模》等课程借鉴采纳，获得了同事的高度认可。

5.2. 创新成果的推广价值

(1) 契合国家教育战略：本课程积极响应国家关于推动高等教育内涵式发展、建设“新工科”“新理科”、深化教育数字化转型及强化课程思政等一系列战略导向，为在数学核心课中有效落实上述要求提供了系统化、可操作的有效路径。

(2) 提升人才培养质量: 通过本课程的实施, 有效培养了学生的扎实数学功底、数学建模能力、编程实践能力与创新思维, 使其更好地适应人工智能时代对“数理基础厚、实践能力强、创新意识优”的复合型人才需求。

(3) 推动教育数字化转型: 本课程对 AI 技术在数学核心课程中的深度融合进行了深入探索与实践, 所形成的经验、模式与资源, 可为同类高校推进数学教育的数字化、智能化转型提供有价值的参考与借鉴。

(4) 促进跨学科融合: 课程所倡导的案例驱动教学模式及培养的学生能力, 促进了数学与信息科学、工程技术、生命科学、经济管理等多学科的交叉融合, 为相关领域的模型构建与问题解决提供支撑, 具有广泛的应用外延价值。

6. 结语

本研究以《常微分方程》课程为例, 系统构建了“案例驱动”的教学创新模式, 通过内容重构、模式创新与评价改革, 有效破解了传统教学中的多项痛点。实践表明, 该模式能显著提升学生的建模能力与创新素养, 同时促进教师教学科研能力的双向发展, 具有较强的可操作性与推广价值。

本课程的探索为数学类核心课程的数字化转型提供了实践路径, 也为新工科、新理科背景下的跨学科融合教学提供了有益参考。未来, 将进一步优化智能教学平台功能, 拓展跨学科案例资源, 推动教学模式在更广泛课程中的应用与迭代。

致 谢

感谢主编老师和评委老师对我们文章提出的宝贵意见和建议。

基金项目

山东工商学院校级教改项目“‘AI 赋能、案例驱动’《常微分方程》课程教学改革研究与实践”(116882025127); 山东工商学院科研启动基金(BS202348)。

参考文献

- [1] 梁建梭. 新课标背景下高职数学“互动式数字化”教学模式构建的研究与实践[J]. 创新创业理论研究与实践, 2025, 8(12): 50-52.
- [2] 齐肖阳, 王秀娟, 杜勇. 关于高等教育中数学课程教学模式的思考——以一节案例为驱动的微分方程课为例[J]. 科技资讯, 2019, 17(13): 129, 131.
- [3] 王晶圆, 王剑飞, 孟桂芝, 罗来珍, 华秀英. 微分方程案例驱动模式教学研究与实践[J]. 高师理科学刊, 2018, 38(4): 67-69.
- [4] 赵碧蓉. 常微分方程课堂教学研究与实践[J]. 教育教学论坛, 2022(20): 157-160.
- [5] 汪凯. 问题驱动的常微分方程案例教学设计[J]. 宁夏师范学院学报, 2015, 36(3): 86-89, 101.
- [6] 卢真真. 基于数学建模的高等数学混合式教学模式研究[J]. 哈尔滨职业技术学院学报, 2025(2): 36-39.
- [7] 许素贞. 数学建模竞赛启发下“高等数学”课程教学改革探索与实践——以工业机器人技术专业为例[J]. 科技风, 2025(34): 75-77.
- [8] 孙欣, 李浩铭, 王雪. 基于机理和数据混合式教学方法在数学建模中的实践[J/OL]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2024: 1-5. <https://link.cnki.net/urlid/21.1534.N.20241021.1113.008>, 2024-10-21.
- [9] 刘小刚, 王震, 章培军, 等. STEM 教育理念下大学数学类课程的混合式教学探索研究[J]. 高等数学研究, 2022, 25(4): 124-127.
- [10] 倪伟侠, 汤获, 王晓英, 等. 基于数学建模素养的高中数学教学设计——以“指数函数的概念”为例[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2025, 41(11): 115-118.