

# 智慧教育视域下高等数学课程教学改革与实践研究

## ——以石油类专业为例

赵志琴\*, 刘孝艳, 郝修清

西安石油大学理学院, 陕西 西安

收稿日期: 2025年11月19日; 录用日期: 2025年12月22日; 发布日期: 2025年12月29日

### 摘要

在智慧教育与高等教育深度融合的发展背景下, 高等数学作为石油类专业的核心基础课, 承担着培养学生逻辑思维、支撑专业课程学习的重要使命。针对传统教学中抽象知识难理解、数学与专业学用脱节、大班 + 合班授课互动不足等痛点, 文章以石油类专业为例, 基于OBE理念和“三中心一主导”教育思想, 构建“AI赋能 + 多维融合”的智慧教学模式。通过教学内容“三融合”优化、“高数+”智慧资源库建设、“三阶五步”教学流程重构及优化“四化”评价体系, 实现高等数学与石油专业的深度衔接, 有效提升学生的数学思维、工程应用能力和创新素养。实践表明, 该改革模式显著提高了教学质量和学生学习成效, 为理工科基础课的智慧教育改革提供了可借鉴的实践范例。

### 关键词

智慧教育, 高等数学, 教学改革, 石油专业, AI赋能

# Research on the Teaching Reform and Practice of Advanced Mathematics from the Perspective of Smart Education

## —A Case Study of Petroleum-Related Majors

Zhiqin Zhao\*, Xiaoyan Liu, Xiuqing Hao

School of Science, Xi'an Shiyou University, Xi'an Shaanxi

Received: November 19, 2025; accepted: December 22, 2025; published: December 29, 2025

\*通讯作者。

文章引用: 赵志琴, 刘孝艳, 郝修清. 智慧教育视域下高等数学课程教学改革与实践研究[J]. 教育进展, 2025, 15(12): 1787-1791. DOI: 10.12677/ae.2025.15122477

## Abstract

Against the backdrop of the deep integration of smart education and higher education, Advanced Mathematics, as a core foundational course for petroleum-related majors, undertakes the important mission of cultivating students' logical thinking and supporting the learning of professional courses. To address the pain points in traditional teaching—such as the difficulty in understanding abstract knowledge, the disconnection between mathematics learning and professional application, and insufficient interaction in large-class and combined-class teaching—this paper takes petroleum-related majors as an example to construct an “AI-empowered + multi-dimensional integration” smart teaching model based on the OBE concept and the “three centers and one leading” educational philosophy. Through the optimization of “three integrations” in teaching content, the construction of a “Higher Mathematics +” smart resource library, the reconstruction of a “three-stage and five-step” teaching process, and the improvement of a “four modernizations” evaluation system, the model achieves in-depth connection between Advanced Mathematics and petroleum majors, effectively enhancing students' mathematical thinking, engineering application capabilities, and innovative literacy. Practice has shown that this reform model significantly improves teaching quality and students' learning effectiveness, providing a replicable, practical example for the smart education reform of foundational courses in science and engineering disciplines.

## Keywords

Smart Education, Advanced Mathematics, Teaching Reform, Petroleum Major, AI Empowerment

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. 高等数学教学研究现状

随着新一代信息技术在教育领域的广泛应用,智慧教育已成为推动高等教育现代化改革的核心引擎。高等数学作为石油工程、油气储运工程、海洋油气工程等石油类专业的必修基础课程,不仅是培养学生抽象思维、逻辑推理与创新能力的关键载体[1],更是支撑学生后续学习油藏工程、油气渗流力学等专业课程的重要知识基石[2] [3]。因此,高等数学课程的教学改革与质量提升一直深受重视。

然而,传统高等数学教学模式在石油类各专业的实践中面临诸多现实困境:其一,核心内容抽象晦涩,极限、积分等概念缺乏直观呈现,导致学生自主学习积极性不足;其二,课程内容与石油专业场景脱节,学生难以将数学理论与工程实际问题结合,应用迁移能力薄弱;其三,“大班 + 合班”的授课模式师生互动不足,个性化学习需求难以得到满足。

本文结合石油类各专业人才培养特色,系统探索高等数学课程的智慧教学改革路径。通过整合数字资源、创新教学方法、优化评价体系,实现从“知识传授”向“能力培养”的核心转变,为石油行业培养“懂理论、会应用、能创新、善合作”的复合型人才奠定坚实基础。

## 2. 智慧教育视域下高等数学教学改革的理念与目标

### 2.1. 改革理念:“三中心一主导”与智慧技术深度融合

2016 年,OBE (成果导向教育)教育理念逐步深入我国高等教育全过程[4] [5]。中国工程院院士李培

根呼吁我们的高等教育应该“以学生为中心”。“以学生为中心”的本科教学改革理念包括三个方面：以学生学习为中心、以学生发展为中心、以学习效果为中心[6]。

本文在 OBE 及“以学生为中心”理念指导下，构建“以学生学习为中心、以学生发展为中心、以学习效果为中心，以教师为主导”的“三中心一主导”教学理念。将 AI、可视化仿真等智慧技术作为践行该理念的重要载体，破解传统教学瓶颈，具体如下：通过可视化工具将抽象的数学概念具象化，降低理解难度；借助 AI 技术分析学情数据，实现个性化学习资源推送；依托在线互动平台打破时空限制，增强大班教学的互动效能。

## 2.2. 改革目标：构建进阶式能力培养体系

围绕石油类专业人才培养需求，构建“知识、能力、素养”三维进阶目标体系。在知识层面，要求学生掌握微积分、微分方程等核心内容，并明晰其与石油专业问题的关联逻辑；在能力层面，培养学生运用 MATLAB、微积分仿真系统等工具辅助理解油藏数值模拟、钻头设计等实际工程问题的能力；在素养层面，传承“铁人精神”，培育科技报国情怀，树立用数学工具服务国家石油战略的责任意识。

## 3. 智慧教育视域下高等数学教学改革的具体路径

### 3.1. 教学内容优化：打造“三融合”智慧教学体系

以问题为主线串联教学内容，实现经典知识与智慧应用的深度融合，破解传统教学痛点。

经典内容与专业场景融合：在同济版教材基础上，新增石油专业特色案例。如讲解微分方程分离变量法时，引入“油藏工程中油水两相渗流理论波及半径计算”案例；讲解二重积分时，融入“PDC 钻头后排齿切削面积计算”实例等，通过专业场景激发学生学习兴趣，打破“学用脱节”壁垒。

理论推导与工具实操融合：将高等数学理论与 MATLAB、Python 等智慧工具深度结合，开发“微积分原理仿真系统”，实现割线逼近切线、曲顶柱体体积拆解等动态演示；编写“石油工程数学建模”实操模块，让学生通过编程求解单向稳定渗流产量公式，达成“懂理论、会应用、能创新、善合作”的能力进阶。

线上线下教学内容互补融合：线上依托学习通平台，推送基础理论视频、章节测试及知识图谱，聚焦逻辑推演训练；线下开展案例探究、小组协作等活动，侧重创新应用实践。如线上学习“重积分定义”后，线下组织学生利用定积分及二重积分计算 PDC 钻头后排齿切削面积，实现线上线下内容的互补与进阶。

### 3.2. 资源建设：搭建“高数+”智慧资源库

围绕教材核心内容，整合多维度智慧资源，形成“静态 + 动态 + 交互”的资源生态体系，为智慧教学提供坚实支撑。

动态可视化资源：开发“函数图像动态绘制系统”，支持基本初等函数、初等函数、空间曲线及二次曲面的实时绘制；构建“微积分仿真系统”，将静态抽象的数学知识转化为动态直观的视觉体验，有效解决“抽象概念难理解”的痛点。

专业与思政双案例库：寻找与编写石油专业建模案例库，涵盖“油藏渗流方程求解”、“井口水平移位优化”等典型场景；打造课程思政案例库，包含“北斗卫星覆盖面积计算”（科技报国）、“刘徽的牟合方盖”（文化自信）等 8 个篇章，实现知识传授与价值塑造的有机统一。

AI 赋能资源：基于学习通平台构建课程知识图谱与思政图谱，系统梳理知识点间的逻辑关联，AI 技术的具体应用路径如下：

全面收集学生在线学习过程中的多类数据,包括视频学习相关数据(观看时长等)、测试与作业数据(答题正确率、错题类型、完成时长、提交时间)、互动参与数据(讨论区发帖内容、回帖质量、提问频次、参与小组讨论的活跃度)。通过分析学生错题类型,精准定位学生的知识薄弱点(如特定公式应用不熟练、抽象概念理解模糊等);同时结合知识点关联图谱,识别学生知识体系中的断层区域,推送个性化复习资源。

数字化基础资源:依托学习通平台完成课程数字化搭建,包含 82 个课程视频、12 套章节测试、50 套作业库、10 套期末复习题及配套学习资料,为学生自主学习提供全面支持。

3.3. 教学过程重构：“三阶五步”智慧教学流程

结合智慧教育技术与学生认知规律,将教学过程分为课前渗透、课中内化、课后巩固三个阶段,其中课中环节细化为“引、探、悟、迁、归”五步,打造“有用、有料、有效、有趣”的四有课堂。

课前渗透:教师通过学习通推送预习视频、专业案例素材及在线测试,利用 AI 学情分析功能预判学生知识漏洞,针对性设计教学重点;学生自主研学资源,完成预习任务并反馈疑问,为课堂学习做好准备。

课中五步:“引”——以石油专业案例(如 PDC 钻头切削面积问题)趣味导入,激发学习兴趣;“探”——组织小组讨论,借助微积分仿真系统探究问题解决方案;“悟”——教师精讲核心理论,结合数字人演示抽象概念,深化理解;“迁”——引导学生将数学方法迁移到油藏工程等专业场景,利用 MATLAB 编程实现模型求解;“归”——师生共同归纳知识脉络,关联思政案例(如铁人精神与科研毅力),升华价值认知。

课后巩固:布置分层作业(基础题 + 专业应用题),推送个性化拓展任务(如数学建模竞赛训练);学生通过思维导图梳理知识体系,参与在线讨论区互动,教师跟踪学情数据并及时答疑,形成教学闭环。同时,基于学生认知规律,将 176 学时课程按“学理、探例、赋能、创造”四阶循序推进:一阶依托线上线下资源系统讲解理论核心;二阶通过案例拆解实现理论与实践结合;三阶通过技能训练强化应用迁移能力;四阶设置挑战性任务激发创新思维,实现从“懂理论”到“能创新”的跃升。

3.4. 评价体系创新：构建“四化”智慧评价机制

本课程采用结果性考核与过程性考核相结合的方式,构建“四化”评价体系,全面反映学生学习成效。结果性考核包括期中、期末卷面考试成绩,采用线上流水阅卷。而过程性考核,跟踪教学全过程,设计“透明化、可测化、多样化、明确化”的“四化”教学评价体系,每个阶段占过程性考核总分值的比例不同,评价形式和标准也各不相同,如表 1 所示。

Table 1. A “Four-Dimensional” evaluation system throughout the teaching process  
表 1. 教学全过程“四化”评价体系

教学全过程 (透明化)	评价目标 (可测化)	成绩比例 (%)	评价形式 (多样化)	评价标准 (明确化)
渗透	自学发现问题的能力	10	在线预习视频、 在线测试、讨论区回帖	视频观看百分比;在线测试正确率; 回帖内容契合问题
引入	课堂参与情况	10	互动应答	主动举手回答问题、问题紧扣主题
探究	发现问题、分析问题能力	20	分组讨论思路分享	分组讨论贡献分析视角;思路分享逻辑 清晰,针对他人思路能提出有价值的 质疑与补充

续表

悟理	知识理解、凝练及系统掌握能力、团队协作能力	20	雨课堂随机选人、设置主观题、单选题进行随堂测试、学习 笔记检查课堂互动	随机选人能精准阐述核心理论及逻辑； 随堂测试能准确运用核心知识解题， 正确率高；笔记完整且重难点、 疑点标注清晰
迁移	知识迁移应用能力	20	场景迁移、工具运用	迁移运用步骤规范、结果精准； 能用 MATLAB 正确编码输出结果， 且符合任务要求
归纳总结 + 课后巩固	思维拓展、梳理脉络、 作业完成情况	20	思维导图、章节测试、 线上/线下作业	思维导图能整合当前知识点与前期相关 知识点的关联、逻辑严谨；章节测试、 作业按时高质量完成

4. 教学改革实践成效

一是学生学习成效显著提升，改革实施后，石油类专业学生的高等数学学习兴趣呈现良好态势：学习态度从“被动听”到“主动学”的转变；积极参加学科竞赛实现从“被动学”到“主动创”的跨越。二是教师教学能力持续增强。教师团队在改革实践中实现专业成长：教学成果丰硕，积极参加各类教学竞赛，学生评教成绩连续多年保持在 94% 以上，教学质量获得广泛认可。三是教学模式辐射效应明显：该智慧教学模式具有较强的可复制性和迁移性，可应用于概率论与数理统计、线性代数等同类课程。

5. 总结与展望

本次以石油类专业为试点的高等数学智慧教学改革，通过“内容优化、资源建设、流程重构、评价优化”四维举措，实现了学生学习、教师发展与教学辐射的协同提升。学生的主动学习意识与工程创新能力显著增强，教师的专业教学能力与科研转化水平同步成长，构建的教学模式为理工科基础课与专业教育的深度衔接提供了实践样本。

展望未来，将持续深化教学改革，聚焦石油行业技术发展需求，进一步优化课程内容与教学流程。以培养具备数学应用能力与创新思维的石油专业人才为核心，加强实践教学模块建设，完善“AI+ 专业”的教学资源体系，通过更精准的教学设计与评价反馈，为学生提供更贴合专业发展的教育服务，助力石油行业人才培养质量的持续提升。

基金项目

西安石油大学智慧教育专项(JGZH202518)；西安石油大学 2024 年度“立德树人”研究课题(LD202426)。

参考文献

[1] 郭学军, 袁德有. 应用型本科院校高等数学教学改革的探索与思考[J]. 河南教育学院学报(自然科学版), 2009, 18(3): 60-62.

[2] 刘今子, 邸伟娇, 宋国亮, 刘日成, 李文郝. 利用“油藏工程”案例实现“高等数学”教学改革[J]. 求知导刊, 2015(20): 77.

[3] 鲍文娣. 基于石油类专业特色的案例教学法探索[J]. 黑龙江高教研究, 2016(7): 168-170.

[4] 初红艳, 程强, 咎涛, 等. 基于成果导向与学生中心的教学设计及学习效果评价[J]. 教育教学论坛, 2018(25): 1-5.

[5] 毕含宇, 龙薇. 基于 OBE 理念的高等数学“一体两翼五美”教学模式研究与实践[J]. 高等数学研究, 2025, 28(4): 5-8, 97.

[6] 赵炬明, 高筱卉. 关于实施“以学生为中心”的本科教学改革的思考[J]. 中国高教研究, 2017(8): 36-40.