

新工科背景下以学习为中心的《数学物理方程》教学范式改革研究

胥德平, 李进东*

成都理工大学数学科学学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年6月22日; 录用日期: 2026年7月20日; 发布日期: 2026年7月27日

摘要

《数学物理方程》是石油、地质、勘探等工科专业的核心基础课程, 课程内容兼具理论抽象性与工程应用性, 对学生数学功底与逻辑思维要求较高。在长期一线教学中发现, 课程普遍存在教学设计固化、教学内容与专业需求贴合度不足、学生学习分层差异大、自主学习过程缺少有效监管等实际问题。为切实提升课堂教学质量, 真正落实“以学习为中心”的教学理念, 本文立足本校工科专业办学特色, 从课堂教学设计优化、分专业差异化教学、分层自主学习引导、全过程多元考核四个维度开展教学范式改革。结合分离变量法、积分变换等核心知识点的课堂实践, 融入任务驱动、软件辅助教学与小组探究模式, 探索适合新工科培养目标的课堂教学新路径。教学实践表明, 改革能够有效化解课程难点、缩小学情差距、强化知识应用能力, 切实推动课堂从“教师讲授”向“学生深度学习”转变, 可为同类工科数理课程教学优化提供实践参考。

关键词

新工科, 以学习为中心, 教学改革, 分层教学, 过程性评价

Research on the Reform of the Learning-Centered Teaching Paradigm for “Mathematical Physics Equations” in the Context of New Engineering Education

Deping Xu, Jindong Li*

School of Mathematical Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan

Received: June 22, 2026; accepted: July 20, 2026; published: July 27, 2026

*通讯作者。

文章引用: 胥德平, 李进东. 新工科背景下以学习为中心的《数学物理方程》教学范式改革研究[J]. 教育进展, 2026, 16(7): 1604-1609. DOI: 10.12677/ae.2026.1671538

Abstract

“Mathematical Physical Equations” is a core foundational course for engineering majors such as petroleum, geology, and exploration. The course content combines theoretical abstraction with engineering application, and requires students to have a high level of mathematical foundation and logical thinking. In long-term frontline teaching, it has been found that courses generally have practical problems such as rigid teaching design, insufficient alignment between teaching content and professional needs, significant differences in student learning stratification, and lack of effective supervision in the process of self-directed learning. In order to effectively improve the quality of classroom teaching and truly implement the teaching philosophy of “learning-centered”, this article is based on the characteristics of our university’s engineering majors, and carries out teaching paradigm reform from four dimensions: optimizing classroom teaching design, differentiated teaching by major, guiding self-directed learning at different levels, and conducting diversified assessments throughout the entire process. Combining core knowledge points such as variable separation method and integral transformation with classroom practice, integrating task-driven, software-assisted teaching, and group exploration mode, it explores new classroom teaching paths that are suitable for the training objectives of new engineering education. Teaching practice has shown that reform can effectively resolve curriculum difficulties, narrow the gap in learning situations, strengthen knowledge application abilities, and effectively promote the transformation of the classroom from “teacher lectures” to “student deep learning”. It can provide practical references for optimizing the teaching of similar engineering mathematics and physics courses.

Keywords

New Engineering Education, Student-Centered, Teaching Reform, Hierarchical Teaching, Process Evaluation

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

随着新工科建设持续推进, 高校工科专业教学逐步从传统知识传授模式, 转向以学生能力成长、专业发展、工程应用为导向的新型育人模式[1]。数理基础课程作为工科专业体系的前置课程, 教学质量直接影响学生后续专业课程的理解深度与工程问题分析能力。以学习为中心的相关的课程教学改革理论与实践研究越来越多[2]-[4], 其中有涉及高等数学的实践[5], 但涉及《数学物理方程》的相对较少。《数学物理方程》依托高等数学理论, 结合物理模型构建微分方程求解体系, 是衔接基础数学与工程专业应用的关键课程[6], 在很多高校石油工程、地质勘探等工科专业人才培养中具有不可或缺的支撑作用。

受课程本身难度与传统教学模式限制, 现阶段课堂教学仍存在较多现实短板。多数课堂仍沿用统一化教学流程, 偏重公式推导与习题训练, 忽略学生学情差异和专业方向差异。基础薄弱学生难以跟上课堂节奏, 学习积极性持续下降; 基础较好的学生缺少拓展提升空间, 学习深度不足。同时, 课程教学内容未结合不同专业后续学习需求精准侧重, 自主学习引导方式单一, 学习评价过度依赖期末考核, 难以全面反映学生真实学习过程与学习效果。基于以上课堂真实问题, 本文结合多年一线教学经验, 开展以学习为中心的教学范式改革探索, 优化课堂教学设计、调整教学内容侧重、完善学习引导与评价机制, 切实提升课程育人实效。

2. 当前课程教学存在的主要问题

结合日常课堂授课、学生座谈、作业反馈与期末学情分析, 现阶段《数学物理方程》教学主要存在四个方面的突出问题。

2.1. 课堂教学设计模式固化, 难以实现学生深度学习

传统教学多采用统一固定的授课流程, 教学形式单一、同质化严重, 教师讲授占据课堂主体, 学生被动接收知识。教学设计缺少针对性的学情适配和知识点适配, 没有结合课程抽象难懂的特点灵活调整教学方法。多数学生只能浅层记忆解题步骤, 无法理解数理模型的本质逻辑, 难以达到乐学、易学、有效学、深度学的学习目标, 课堂深度学习效果不佳[7]。

2.2. 教学内容无差异化, 与专业课程衔接不够紧密

我校开设本课程的多个工科专业, 后续专业课程对数理方程的应用需求存在明显差异。地质勘探类专业核心课程多涉及波动传播、地震波分析, 对波动方程理论要求较高; 石油工程类专业重点涉及油藏渗流、地层热传导问题, 更加依赖热传导方程和渗流方程知识。传统教学统一讲授、统一例题、统一作业, 没有结合专业特点区分教学侧重点, 导致课程内容与专业应用脱节, 无法精准服务不同专业的后续学习需求。

2.3. 学生学情差异较大, 自主学习积极性参差不齐

本课程对高等数学的级数、积分、微分方程等知识点依赖度较高, 学生前期数学基础差距明显。部分学生基础薄弱, 面对复杂推导容易产生畏难情绪, 课前不预习、课中听不懂、课后不巩固, 自主学习意识薄弱; 少数基础扎实的学生, 因课堂内容偏基础、缺少拔高题型和拓展探究内容, 学习获得感不强, 难以主动开展深度思考和拓展学习。统一化教学模式无法兼顾不同层次学生的学习需求, 整体学习效率难以提升。

2.4. 自主学习过程缺少监管, 考核评价方式较为单一

以学习为中心的教学模式, 要求学生依托课前预习、课堂研讨、课后拓展完成自主学习全过程。但传统教学缺少对应的过程监管手段, 教师无法有效掌握学生日常自主学习情况。课程考核长期以期末闭卷考试为核心, 侧重结果评价, 忽视学习过程中的预习情况、课堂参与、小组探究、课后练习等重要学习环节, 难以全面、客观反映学生的真实学习状态, 也无法有效激励学生持续开展自主学习。

3. 以学习为中心的教学范式改革具体实践

针对上述课堂实际问题, 立足新工科育人要求, 本文从课堂设计、内容优化、学情分层、评价机制四个维度开展系统性教学改革, 构建适配本校工科专业的新型教学范式。

3.1. 优化多元化课堂教学设计, 提升课堂学习实效

打破千篇一律的固化授课模式, 根据知识点难度、学生认知规律灵活设计教学环节, 综合运用任务驱动、课堂讨论、知识串联、流程图梳理等多元教学方式, 切实提升课堂教学效果。

在分离变量法章节教学中, 通过设置课前任务单, 比如预习某一较难的小节、让学生提前了解分离变量法的过程, 引导学生提前预习基本概念。课堂围绕核心问题展开讨论, 让学生自主总结得出有限域问题中特征值与特征函数的核心规律, 明确特征值、特征函数仅由边界条件决定, 与波动方程、热传导方程的具体类型无关。教师结合学生讨论结果, 利用叠加原理梳理通解结构, 关联高等数学中的傅里叶

级数知识点, 绘制完整解题流程图, 帮助学生梳理逻辑、构建知识体系, 降低理论学习难度。

在积分变换求解方程的教学中, 针对公式推导抽象、逻辑难懂的问题, 引入可视化教学手段, 将抽象的变换过程、求解逻辑以图形方式直观呈现。同时结合 MATLAB 数学软件, 对积分变换的运算过程和求解结果进行仿真可视化, 让学生直观感知数理规律, 摆脱纯公式记忆的学习模式, 主动探究数理本质, 切实提升学习兴趣与学习深度。

3.2. 推行分专业差异化教学, 精准对接专业需求

在保证课程知识体系完整、核心内容全覆盖的基础上, 结合本校工科专业培养特点, 实行分专业差异化教学侧重, 让基础课程精准服务专业课程。针对地质勘探方向学生, 教学过程中重点强化波动方程的建模、求解与物理分析, 增加波动传播、边界波动响应等贴合地震勘探工程场景的例题与习题, 对接后续地震波勘探、地层探测等专业内容。针对石油工程专业学生, 侧重讲解热传导方程、渗流方程的模型构建与求解方法, 强化稳态、非稳态传导与渗流问题训练, 贴合渗流力学、油藏开发等后续专业课程学习需求。

同时在课堂案例选取、课堂提问导向、课后作业布置中体现专业区分度, 让不同专业学生能够学习到适配自身专业发展的数理知识, 有效解决基础课程与专业课程脱节的严重问题。坚持问题导向, 突出数学应用的教学理念[8]。

3.3. 实施分层教学引导, 全面激活自主学习能力

针对学生数学基础差异大的现状, 实行分层教学设计, 兼顾基础薄弱学生与优秀学生的学习需求, 努力做到以学生为中心, 以需求为导向[9]。对于基础薄弱学生, 教学中适当增加前置知识点铺垫, 拆解复杂推导步骤, 简化入门难度, 减少学生畏难情绪, 让学生能够听懂、能跟上、愿意学, 逐步建立学习信心。对于基础较好、学有余力的学生, 适当增加综合性、探究性、工程应用性题目, 引导学生开展深度思考, 避免浅层学习、无效学习, 同时帮助带动基础较弱的学生学习。

此外, 依托线上教学平台拓展学习空间, 推送知识点总结、工程案例、拓展习题、软件仿真教程等课外资源, 引导学生课后自主拓展学习, 进一步深化对核心知识点的理解, 实现课内夯实基础、课外提升能力的分层育人效果。

3.4. 构建全过程多元评价体系, 完善自主学习监管机制

为有效监督学生自主学习过程、激发学习主动性, 课程改革打破单一期末考核模式, 建立过程性评价与终结性评价相结合的多元考核体系。课堂以小组为单位开展探究式学习, 引导学生结合自身专业背景, 主动挖掘工程实际问题, 尝试建立数理模型、选用对应方法求解问题。

课程综合成绩由多维度构成, 涵盖学生课前预习完成情况、课堂讨论参与度、小组探究成果、课后作业质量、阶段性测试成绩、期末考核成绩等内容。通过学生互评、教师综合评价、阶段测试检验相结合的方式, 全面记录学生的学习全过程, 倒逼学生主动开展课前预习、课堂思考、课后拓展, 切实保障自主学习落地落实, 真正实现以学习为中心的教学目标。

4. 基于以学习为中心的教学改革成效与分析

经过阶段性教学实践, 本次教学范式改革取得了良好的课堂效果。多元化、个性化的课堂教学设计有效化解了课程抽象难懂的痛点, 学生课堂参与积极性明显提升, 深度学习能力持续增强。分专业差异化教学模式, 让课程内容更加贴合本校工科专业的人才培养定位, 基础课程的专业服务功能得到充分发挥。分层教学模式有效缩小了学情差距, 既解决了基础薄弱学生听不懂、学不会的问题, 也为优秀学生

提供了拓展提升的空间。全过程多元评价体系, 实现了对学生自主学习的有效监督, 学生课前预习、课后探究的学习习惯逐步养成。

通过对比两个平行班级学生在期末统一考试成绩情况、课堂参与度的改善情况、学生的体验感展开了一定的数据统计与分析工作。

成绩对比如表 1 所示, 本研究所采用的数学试卷统一设定为满分 100 分, 及格率设定为 60 分以上、优良率设定为 80 分以上的学生占比, 以此作为评估学生学习成效的重要量化指标。

Table 1. Comparison of final grades between two teaching classes under two teaching modes
表 1. 两种教学模式下两个教学班的期末成绩对比

	卷面平均分	卷面优良率
2024~2025 学年(未使用范式教学)	54.87	12.20%
2025~2026 学年(使用范式教学)	61.51	27.83%

表 1 结果呈现的数据分析清晰地揭示了在实施范式教学模式的班级的学生的数学成绩整体优于未使用范式教学的班级。这不仅体现了基于以学习为中心的新工科背景下的《数学物理方程》教学范式对学生学习成效的积极影响, 也进一步印证了此教学模式在促进学生数学能力发展方面的有效性。但不足之处是学生感觉这门课程普遍较难, 卷面平均分不高, 还有待进一步提升。

Table 2. Comparison of classroom participation of students in two classes under two teaching modes
表 2. 两种教学模式下两个教学班学生课堂参与度对比

	积极回答课堂提问人数	参与练习探究人数
2024~2025 学年(未使用范式教学)	43.1%	83.1%
2025~2026 学年(使用范式教学)	66.4%	94.2%

表 2 调查结果显示, 经由上述课堂参与度的数据可以看出, 无论是积极回应教师提问的学生数量, 还是深入参与课堂练习活动的学生比例, 均实现了显著的增长, 彰显基于以学习为中心的新工科背景下的《数学物理方程》教学范式在促进学生积极参与课堂教学的主动性、参与练习方面的兴趣发挥了一定的作用。但不足的地方是积极回答课堂提问的人数还有待提高, 以提升课堂效率。

从教学实践来看, 新工科背景下的《数学物理方程》课程改革, 核心不在于教学形式的翻新, 而在于真正立足学生学情、立足专业需求、立足能力产出, 真正把课堂还给学生。后续教学将持续优化教学内容与教学手段, 进一步强化数理知识与工程应用的融合, 完善分层教学与过程评价机制, 持续提升课程整体育人质量。

5. 结束语

《数学物理方程》课程教学改革, 是新工科背景下基础数理课程提质增效的重要举措。本文针对课堂教学设计单一、专业适配不足、自主学习薄弱、评价机制不完善等实际问题, 构建以学习为中心的多元化、差异化、分层化、全过程化教学范式。改革有效扭转了传统课堂重讲授、轻学习, 重结果、轻过程, 重统一、轻差异的教学弊端, 切实提升了课堂教学针对性与实效性, 助力学生工程思维、自主学习能力与专业应用能力的综合发展, 可为地方高校同类工科数理课程教学改革提供实践参考。

但反思我们的初步探索和实践, 还有一些值得思考改进的地方。首先这门课程的卷面平均分依然不高, 如何采取其他措施更有效提升学习成绩这方面还要加强实践和改进。其次, 这次的初步探索提升了

学生的课堂参与度, 但比例还不是很高, 有待提升。

基金项目

成都理工大学 2024~2026 年高等教育人才培养质量和教学改革项目(编号: JG2430201)。

参考文献

- [1] 吴爱华, 侯永峰, 杨秋波. 新工科建设与工程教育改革发展路径探析[J]. 高等工程教育研究, 2019(1): 1-7.
- [2] 陈芳, 邵汉民. “学为中心”的课堂教学模式实践探讨[J]. 教育理论与实践, 2020, 40(17): 50-52.
- [3] 郑应生, 涂亚庆, 何滔, 等. “学为中心”课堂教学质量提升策略研究[J]. 高等教育研究学报, 2023, 46(1): 117-120.
- [4] 刘焘祯, 李立国. 覆盖学习全过程: “以学习为中心”评价的趋势[J]. 中国大学教学, 2020(5): 68-74.
- [5] 蔡井伟, 史新和. 以学习为中心的教学范式改革研究——以金融工程专业高等数学教学为例[J]. 科技风, 2024(18): 111-113.
- [6] 王元明. 数学物理方程与特殊函数[M]. 第 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2019.
- [7] 张奠宙. 数学教育学导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [8] 李海侠, 何俊红, 王钟斐. “以学生为中心, 以需求为导向”的高等数学课程教学实践研究[J]. 科技风, 2024(7): 109-111.
- [9] 李曦, 李波. 新工科背景下大学数学课程教学模式的研究与实践[J]. 南昌航空大学学报(自然科学版), 2022, 36(4): 134-138.