

面向新工科的研究生“最优化理论与方法”教学改革探索

——以重庆科技大学为例

龙莆均, 汤琪琪, 李美鑫, 廖文诗*

重庆科技大学数理科学学院, 重庆

收稿日期: 2025年12月26日; 录用日期: 2026年1月28日; 发布日期: 2026年2月9日

摘要

针对当前工科院校研究生“最优化理论与方法”课程教学中存在的教学内容与工科需求脱节、教学方式单一、忽视学情差异等问题, 为提升课程教学质量与学生工程实践能力, 本文立足工科研究生培养定位, 从教学内容重构、教学方式创新、学情适配策略优化三个核心维度, 构建“工程导向 + 实践驱动 + 精准赋能”的教学改革体系, 具体实施强化工程案例融入、增设分层实验教学、引入人工智能辅助教学及实施分层递进教学等措施。改革试点实践表明, 学生对最优化理论的应用能力显著提升, 课程教学满意度较改革前提高28.6%, 运用优化工具解决科研与工程实际问题的成功率提升35%以上。该工科导向教学改革方案可有效弥合理论与实践的鸿沟, 适配工科研究生学情特点, 为提升数学基础课程服务工科培养目标的能力提供可行路径。

关键词

工科研究生, 最优化理论与方法, 工程导向, 人工智能辅助教学

Exploration of Teaching Reform of “Optimization Theory and Methods” for Postgraduates Oriented to Emerging Engineer

—A Case Study of Chongqing University of Science and Technology

Pujun Long, Qiqi Tang, Meixin Li, Wenshi Liao*

*通讯作者。

文章引用: 龙莆均, 汤琪琪, 李美鑫, 廖文诗. 面向新工科的研究生“最优化理论与方法”教学改革探索[J]. 创新教育研究, 2026, 14(2): 237-243. DOI: 10.12677/ces.2026.142120

Abstract

Aiming at the problems existing in the teaching of “Optimization Theory and Methods” for postgraduates in engineering colleges, such as the disconnection between teaching content and engineering needs, single teaching method, and neglect of differences in students’ academic situation, this study intends to improve the teaching quality of the course and students’ engineering practice ability. Based on the training orientation of engineering postgraduates, a teaching reform system of “engineering orientation + practice drive + precise empowerment” was constructed from three core dimensions: reconstruction of teaching content, innovation of teaching methods, and optimization of teaching strategies adapting to students’ academic situation. Specific measures include strengthening the integration of engineering cases, adding hierarchical experimental teaching, introducing artificial intelligence to assist teaching, and implementing progressive hierarchical teaching. Pilot practice of the reform shows that students’ ability to apply optimization theory has been significantly improved, the course teaching satisfaction rate has increased by 28.6% compared with that before the reform, and the success rate of using optimization tools to solve practical scientific research and engineering problems has increased by more than 35%. The constructed engineering-oriented teaching reform plan can effectively bridge the gap between theory and practice, adapt to the academic characteristics of engineering postgraduates, and provide a feasible path for improving the ability of basic mathematics courses to serve the engineering training objectives.

Keywords

Engineering Postgraduates, Optimization Theory and Methods, Engineering Orientation, Artificial Intelligence-Assisted 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

在工科领域的科学研究与工程实践中，最优化技术是解决资源配置、工艺设计、性能提升等问题的核心工具，广泛应用于机械制造、土木工程、电气工程、航空航天等多个学科方向。“最优化理论与方法”作为工科研究生必修的数学基础课程，其核心目标是帮助学生掌握最优化的基本理论、方法和算法，培养学生运用最优化工具解决工程实际问题的能力[1]。

当前，我国工科研究生培养强调“产教融合、科教融汇”，要求数学基础课程不仅要夯实学生的理论基础，更要紧密对接工程实际需求。然而，传统“最优化理论与方法”教学模式存在诸多不足[2]-[4]：一是教学内容偏重理论推导，与工科专业的实际应用场景脱节，学生难以将抽象的理论知识转化为解决工程问题的能力；二是教学方式以课堂讲授为主，缺乏实验环节的支撑，学生对算法的实现过程和应用效果缺乏直观认知；三是教学过程忽视工科研究生的学情特点，如学生专业背景差异大、实践需求迫切、对理论推导的接受程度不同等，导致教学效果参差不齐。

基于此，本文立足工科院校研究生培养定位，以“贴合工科需求、强化实践能力、适配学情特点”为

核心,从教学内容、教学方式、学情适配策略三个方面探索“最优化理论与方法”的教学改革路径,旨在提升课程教学质量,更好地服务于工科研究生的培养目标。

2. 当前工科研究生“最优化理论与方法”教学存在的问题

2.1. 教学内容与工科需求脱节,理论与实践割裂

传统“最优化理论与方法”课程内容多沿用数学专业体系,以理论推导为核心,与工科专业实际应用场景脱节。一方面,教材例题多为抽象数学模型,缺乏机械结构优化、电路参数设计等工程场景案例;另一方面,未及时融入遗传算法等现代优化算法,导致学生所学知识难以对接工程实际,无法有效实现理论与实践的衔接。

2.2. 教学方式单一,缺乏实验环节的支撑

当前课程仍以“课堂讲授+课后习题”的传统模式为主,学生被动接受知识,参与度与主动性不足。同时缺乏实验教学支撑,学生对优化算法的实现过程、收敛特性及参数影响仅停留在理论认知,无法通过实践操作深化理解,导致算法应用能力难以提升。

2.3. 忽视工科学情差异,教学针对性不足

工科研究生存在专业背景差异大、数学基础参差不齐、学习目标偏向实践应用等学情特点。传统教学采用“一刀切”模式,未充分考虑这些差异,导致基础好的学生觉得内容简单、基础薄弱的学生难以跟上,无法满足不同学生的学习需求,教学针对性不足。

3. 新工科导向的“最优化理论与方法”教学改革策略

3.1. 重构教学内容:立足工科需求,实现理论与应用融合

教学内容的重构以“工科需求为导向”,在保留核心理论的基础上,优化内容结构,强化应用导向,实现理论知识与工程实践的深度融合。

(1) 精简核心理论,夯实基础认知。保留最优化理论的核心内容,如线性规划、非线性规划的基本概念、最优性条件、经典算法(单纯形法、梯度下降法、牛顿法等),但简化过于繁琐的理论推导,重点讲解算法的基本思想、适用条件和应用场景。例如,在讲解单纯形法时,减少手工计算步骤的重复训练,重点分析算法的原理、收敛性及适用的工程问题类型;在讲解非线性规划时,重点关注梯度下降法、拟牛顿法的迭代逻辑和参数调整方法,为后续的算法应用奠定基础。

(2) 增加工程导向的应用内容,对接专业需求。结合工科各专业的典型应用场景,增设工程优化案例和现代优化算法内容[5]。一方面,引入各专业的典型优化问题,如机械工程中的结构轻量化设计、电气工程中的电路参数优化、土木工程中的施工进度优化、生产系统中的调度优化等,通过案例分析讲解如何将工程问题转化为最优化数学模型;另一方面,增设智能优化算法模块,重点讲解遗传算法、粒子群优化算法、模拟退火算法等常用算法的原理、实现步骤及在工程中的应用,弥补传统教学中现代优化算法内容的缺失。同时,根据不同专业方向的需求,设置选修内容模块,如面向机械、土木专业的结构优化模块,面向电气、自动化专业的控制优化模块,提升教学内容的针对性。

(3) 融入科研前沿案例,激发创新思维。结合教师的科研项目 and 行业前沿动态,引入科研型优化案例,如新能源汽车动力系统优化、智能电网资源配置优化、航空航天结构优化等,让学生了解最优化理论在科研前沿中的应用,激发学生的学习兴趣和创新思维。例如,讲解多目标优化理论时,引入新能源汽车动力系统的多目标优化案例,分析如何在动力性能、续航里程、成本控制等多个目标之间寻求最优平衡,

让学生掌握多目标优化模型的建立方法和求解策略。

3.2. 创新教学方式：引入实验与 AI 辅助，构建“理论 + 实践”双驱动模式

打破传统的“理论讲授为主”的教学模式，引入实验教学环节，构建“理论学习 - 算法实现 - 案例应用”的双驱动教学模式，提升学生的实践操作能力和算法应用能力。

(1) 增设实验教学模块，明确实验目标与内容。实验教学模块分为基础实验、综合实验和创新实验三个层次，循序渐进地提升学生的实践能力。基础实验重点培养学生的算法实现能力，内容包括经典优化算法(如单纯形法、梯度下降法)的编程实现、优化软件(如 Lingo、Matlab Optimization Toolbox)的使用等；综合实验重点培养学生的工程问题解决能力，要求学生针对具体的工程案例，完成从问题分析、模型建立、算法选择、编程实现到结果分析的完整过程；创新实验鼓励学生结合科研项目或个人兴趣，自主设计优化问题，探索新的优化算法或改进现有算法，培养创新思维。例如，在基础实验中，让学生使用 Matlab 编程实现梯度下降法，并验证算法在不同初始值和学习率下的收敛特性；在综合实验中，让学生完成“机械零件结构轻量化优化”案例，建立以重量最小为目标、以强度和刚度为约束的优化模型，使用遗传算法求解并分析结果。

(2) 采用“案例教学 + 小组协作”的课堂教学模式。在理论教学过程中，以工程案例为切入点，引导学生主动思考、参与讨论。例如，讲解线性规划时，以“生产计划优化”案例为导入，提出“如何在资源约束下实现产量最大化”的问题，引导学生分析问题、建立线性规划模型，再讲解单纯形法的原理和求解过程，让学生体会理论知识与实际问题的联系。同时，将学生分为若干小组，每组针对一个工程优化案例进行深入研究，完成案例分析报告并在课堂上展示交流，培养学生的团队协作能力和表达能力。

(3) 利用线上线下混合式教学(如图 1)，拓展教学空间。借助在线教学平台(如学习通、雨课堂)，上传教学视频、课件、习题、案例资料等资源，方便学生随时随地学习；设置线上讨论区，鼓励学生针对学习过程中的问题进行交流互动，教师及时答疑解惑；利用线上平台开展在线测试、作业提交等环节，提高教学效率。线下课堂则重点进行理论讲解、案例分析、实验指导和小组讨论，实现线上线下优势互补，提升教学效果。

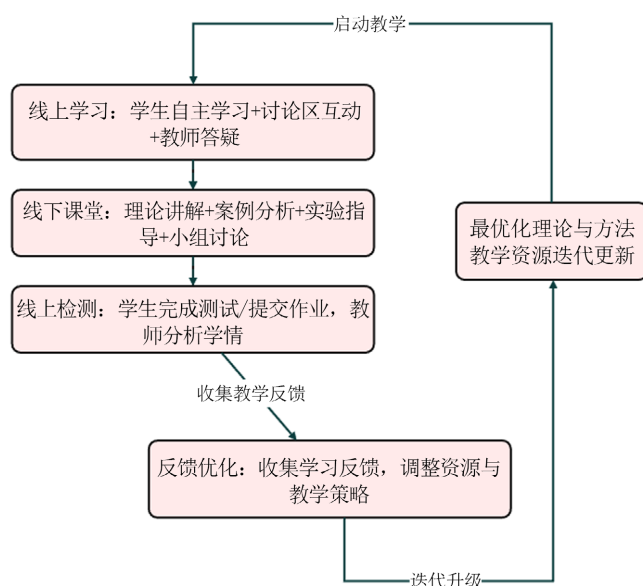


Figure 1. Implementation of online and offline blended teaching

图 1. 线上线下混合式教学实施

(4) 引入人工智能技术, 赋能精准教学。借助人工智能技术的优势, 实现教学过程的个性化、精准化赋能, 提升教学效率与效果。主要是构建智能答疑与辅导系统, 利用自然语言处理技术, 对学生提出的理论疑问、实验操作问题等进行实时响应, 同时结合学情档案为学生推送针对性的答疑资料和补充习题, 缓解“教师-研究生助教”的指导压力, 满足学生个性化的学习需求。

3.3. 优化教学策略: 适配工科学情, 实施分层递进教学

针对工科研究生的学情差异, 实施分层递进的教学策略, 满足不同学生的学习需求, 提升教学的针对性和有效性。

(1) 开展学情调研, 精准把握学生需求。在课程开始前, 通过问卷调查、访谈等方式, 了解学生的专业背景、数学基础、学习目标和课程的期望, 建立学生学情档案。根据学情调研结果, 将学生分为基础扎实型、基础中等型和基础薄弱型三个层次, 同时明确不同专业学生的工程实践需求, 为分层教学和个性化指导提供依据。

(2) 实施分层教学, 差异化设置教学目标和内容。针对不同层次的学生, 设置不同的教学目标和学习任务: 基础扎实型学生的目标是深入理解理论原理, 掌握复杂工程问题的优化建模和算法设计能力, 可安排难度较高的创新实验和科研案例分析; 基础中等型学生的目标是掌握核心理论和常用算法, 能够解决典型的工程优化问题, 完成基础实验和综合实验; 基础薄弱型学生的目标是理解基本概念和算法思想, 能够使用优化软件解决简单的工程问题, 重点进行基础理论讲解和基础实验指导。同时, 为不同专业的学生提供针对性的案例和习题, 如为机械专业学生提供结构优化案例, 为电气专业学生提供电路优化案例, 让学生感受到课程内容与专业的相关性。

(3) 加强个性化指导, 关注学生学习过程。建立“教师-研究生助教”的双层指导体系, 教师负责整体教学规划和难点问题指导, 研究生助教负责基础问题答疑、实验指导和作业批改。针对基础薄弱的学生, 开展课后辅导, 帮助其弥补数学基础短板, 理解核心理论; 针对基础扎实的学生, 提供科研项目参与机会, 引导其深入研究优化算法的改进和创新应用, 培养科研能力。同时, 加强对学生学习过程的跟踪和评价, 及时发现学生的学习问题并调整教学策略。

4. 教学改革实施方法与试点设计

4.1. 试点对象与分组设计

选取重庆科技大学机械工程、电气工程、土木工程三个专业 2023 级硕士研究生共 120 人作为试点对象, 随机分为实验组(60 人)与对照组(60 人)。对照组采用传统教学模式, 实验组采用本文提出的改革方案开展教学。两组教学学时、授课教师保持一致, 确保实验的有效性。

4.2. 实施流程

首先, 在课前准备阶段对实验组学生开展学情调研, 通过问卷调查收集学生专业背景、数学基础、学习目标等信息, 建立个性化学情档案; 编写融入工程案例的讲义与实验指导书, 搭建基于 LLM API 微调和知识图谱检索增强的 AI 智能答疑与算法可视化平台。其次, 在课程实施阶段实验组按重构后的教学内容开展教学, 同步推进基础实验、综合实验教学, 利用线上线下混合式平台与 AI 辅助系统开展精准教学; 对照组按传统理论讲授模式开展教学, 仅安排基础习题练习。最后, 在考核与反馈阶段采用“过程性考核+终结性考核”综合模式对两组学生进行评价, 课后通过问卷调查、焦点访谈收集学生反馈, 形成改革效果分析报告。

5. 教学改革试点结果与分析

5.1. 学习效果量化结果

通过对两组学生的考核成绩与实践任务完成情况进行统计分析,结果显示:实验组学生的课程总成绩平均分(86.3 分)较对照组(75.8 分)提高 10.5 分,差异具有统计学意义($p < 0.05$);在综合实践任务中,实验组学生能够独立完成工程优化建模与求解的比例达 85%,较对照组(50%)提升 35 个百分点;实验组学生使用 Matlab、Lingo 等优化工具完成算法实现的平均耗时较对照组缩短 42%。

5.2. 教学满意度与反馈

课后问卷调查结果显示,实验组学生对课程的整体满意度为 92.3%,较对照组(63.7%)提高 28.6 个百分点。学生反馈主要集中在三个方面:一是工程案例与专业需求的贴合度高,能够快速理解理论知识的应用价值;二是实验环节与 AI 可视化平台帮助直观掌握算法原理,降低了学习难度;三是分层教学模式满足了不同基础学生的学习需求,提升了学习主动性。

5.3. 改革效果归因分析

改革效果的提升主要源于三个核心设计:其一,工程导向的内容重构实现了理论与实践的精准衔接,解决了“学用脱节”问题;其二,实验环节与 AI 辅助教学的融入降低了抽象理论的理解门槛,强化了实践操作能力;其三,分层递进教学策略适配了工科研究生的学情差异,实现了个性化精准赋能,避免了“一刀切”教学的弊端。

本次改革试点仅覆盖三个工科专业,样本量相对有限,不同专业的工程需求差异对改革方案的适配性仍需进一步验证;AI 辅助教学系统的功能仍处于基础应用阶段,在复杂算法的仿真模拟、学生学习路径的智能规划等方面还有提升空间;改革效果的长期稳定性需通过跟踪学生后续科研与工程实践中的优化应用能力进行进一步评估。

6. 结论

“最优化理论与方法”作为工科研究生的核心数学基础课程,其教学改革必须立足工科需求,聚焦学生实践能力和创新思维的培养。本文提出的“重构工科导向的教学内容、创新‘理论 + 实践 + AI 辅助’的教学方式、实施适配学情的分层教学”三维改革策略,通过试点实践验证了其有效性,能够显著提升学生的理论应用能力与教学满意度,有效解决传统教学中理论与实践脱节、教学方式单一、针对性不足等问题。该改革方案为提升数学基础课程服务工科研究生培养目标的能力提供了可行路径,未来需在扩大试点范围、升级教学技术、完善评价机制等方面持续优化,推动课程教学质量的进一步提升。

基金项目

2023 年重庆市高等教育教学改革研究项目(233436);2023 年重庆科技大学本科教育教学改革研究项目(202365)。

参考文献

- [1] 朱梓源. 大数据背景下最优化理论与方法课程实践教学策略研究[J]. 现代商贸工业, 2025(17): 32-34.
- [2] 李古月, 陈立全, 马艺耘. “最优化理论与技术”课程思政教育方式研究[J]. 电气电子教学学报, 2025, 47(2): 109-112.

-
- [3] 许小奎, 王芳. 大模型时代《最优化理论与方法》课程改革与实践[J]. 模具制造, 2025, 25(3): 74-76+79.
 - [4] 王建江, 曾平, 祝江汉. 启发式教学与案例教学在研究生最优化理论与方法课程中的应用[J]. 高教学刊, 2025, 11(21): 128-131.
 - [5] 邹水中, 高原, 李国志. 新工科背景下“最优化理论”课程教学改革[J]. 西部素质教育, 2024, 10(17): 171-175.