

# 新工科背景下工程数学课程体系重构与教学改革研究

吕小俊, 谢海平

苏州大学应用技术学院, 江苏 苏州

收稿日期: 2025年5月27日; 录用日期: 2025年6月30日; 发布日期: 2025年7月8日

## 摘要

在新工科背景下, 针对地方应用型本科高校学生的认知水平, 开展工程数学课程体系重构与教学内容改革, 致力于构建一套契合我校工科学生特点的数学课程体系。具体而言, 课程体系重构主要围绕以下三个方面展开: 一是从课程群顶层设计入手, 统筹规划课程体系的整体架构; 二是对知识结构进行模块化设计, 优化课程内容的组织形式; 三是推动“数学实验 + 专基融合”, 打破学科壁垒, 促进数学知识的综合应用。在教学实施环节, 采用线上线下混合式教学模式, 充分整合线上优质教学资源, 探索“大数据 + 人机协同”的教学新范式, 提升教学效果和学习效率。同时, 为弥补数学课程课外实践的短板, 积极组织优秀学生参加全国数学建模大赛和江苏省高等数学竞赛, 以赛促教、以赛促学, 推动课程教学改革, 优化教学设计, 指导教学实践。在学生考核方面, 以新工科专业对应用型工程人才的需求为导向, 兼顾学生共性与个体差异, 构建多元化、可持续改进的过程性评价标准, 全面、客观地评价学生的学习成效, 助力学生成长为适应新工科要求的高素质工程人才。

## 关键词

新工科, 工程数学, 数学实验, OBE教学理念, 人机协同

## Research on the Reconstruction of Engineering Mathematics Curriculum System and Teaching Reform under the Background of New Engineering

Xiaojun Lv, Haiping Xie

Applied Technology College, Soochow University, Suzhou Jiangsu

Received: May 27<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jun. 30<sup>th</sup>, 2025; published: Jul. 8<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Under the background of new engineering, according to the cognitive level of local application-oriented undergraduate students, we will carry out the reconstruction of the engineering mathematics curriculum system and the reform of teaching content, and strive to build a set of mathematics curriculum system that is in line with the characteristics of our university's engineering students. Specifically, the curriculum system reconstruction mainly focuses on the following three aspects. First, starting from the top-level design of the curriculum group, the overall planning of the architecture of the curriculum system is carried out. The second is to design the knowledge structure modularly and optimize the organizational form of the course content. Thirdly, we will promote the integration of "mathematics experiments + specialized basic knowledge" to break down disciplinary barriers and promote the comprehensive application of mathematical knowledge. In the teaching implementation link, the online and offline hybrid teaching mode was adopted, the online high-quality teaching resources were fully integrated, the new teaching paradigm of "big data + human-computer collaboration" was explored, and the teaching effect and learning efficiency were improved. At the same time, in order to make up for the short board of extracurricular practice of mathematics course, excellent students are actively organized to participate in the National Mathematical Modeling Competition and Jiangsu Higher Mathematics competition, so as to promote teaching and learning by competition, promote curriculum teaching reform, optimize teaching design, and guide teaching practice. In terms of student assessment, we will be guided by the demand for new engineering disciplines for applied engineering talents. Taking into account both the commonalities and individual differences of students, we will build a diversified and continuously improvable process-oriented evaluation standard. This will enable us to comprehensively and objectively assess students' learning outcomes and help them grow into high-quality engineering talents that meet the requirements of new engineering.

## Keywords

New Engineering, Engineering Mathematics, Mathematics Experiment, OBE (Outcomes-Based Education) Teaching Philosophy, Human-Computer Collaboration

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. 引言

为应对新一轮科技革命与产业变革的浪潮, 服务创新驱动发展、“一带一路”等国家战略, 教育部于 2016 年启动了新工科计划, 全力推进新工科建设。2017 年 2 月, 教育部在复旦大学召开高等工程教育发展战略研讨会, 深入探讨了新工科的内涵特征及建设发展路径, 并形成了“新工科建设复旦共识”。此后, 教育部陆续发布了“天大行动”和“北京指南”等一系列指导文件, 明确了新工科建设的方向和任务。新工科以立德树人为根本引领, 秉持应对变化、塑造未来的建设理念, 以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要发展路径, 致力于培养多元化、创新型卓越工程人才[1]。与传统工科相比, 新工科的目標是培育出创新能力和实践能力更强、具有国际竞争力的复合型人才, 使其具备敏锐发现问题和高效解决问题的能力。这一全新的人才培养目标, 对传统的人才培养体系提出了更高要求, 促使教育模式与时俱进, 以适应新时代的挑战与机遇。

## 2. 工程数学课程体系重构和教学改革的必要性

在新工科建设蓬勃发展的时代背景下, 众多学者聚焦于高等学校新工科类专业人才培养模式、课程教学与实践体系重构等领域, 深入展开研究, 积极探索人才培养新模式、课程改革新路径以及知识应用新领域[2]-[5]。当前, 新工科建设已迈入新的发展阶段, 大学数学作为新工科建设极为关键的基础课程, 亟待在新理念、新行动的引领下, 开展理性且自觉的教学改革, 以更好地适应新时代提出的全新要求。在全球范围内, 工程教育改革也是各国高等教育的重要趋势。例如, 美国的工程教育改革强调跨学科融合与创新能力培养, 其工程数学课程体系也在不断调整, 注重将数学知识与工程实践紧密结合, 培养学生解决复杂工程问题的能力[6]。欧洲一些国家则在工程数学课程中融入更多实际工程案例, 通过项目驱动的方式, 让学生在实践中学数学知识[7]。这些研究和实践为我国新工科背景下工程数学课程体系重构与教学改革提供了有益的借鉴。

近年来, 我国高校在大学数学课程教学改革方面积极探索, 从课程体系、教学方法到教学手段等多方面开展了广泛而深入的实践。例如, 山东农业工程学院的付琦、闫宝英教师团队采用“层次 + 模块”模式, 重塑大学数学教学内容体系, 精准对接工程认证专业需求, 确保数学基础课程与专业特色高度契合, 有力保障教学内容的适配性[8]。空军航空大学的从福仲教授团队则在新理论与新架构的指引下, 提出高等数学课程设计的新理念, 涵盖“数学+”、前沿性、传承性、有效性和高效性五大特征, 重构高等数学知识体系, 并编写了《高等数学新理念教程》。在案例教学环节, 结合学生专业特色, 引入但琦教授主编的《高等数学军事应用案例》作为拓展教材, 进一步提升学生运用数学知识解决实际问题的能力。湘潭大学黄云清教授提出, 依据新工科各专业数学知识与能力地图, 遵循知识体系和认知规律, 在传统大学数学体系基础上, 重构数学知识模块、优化教学内容、强化数学实验[9]-[11]。他特别强调, 针对新工科专业, 应采用模块化设计, 增加数学实验模块, 指导学生运用 Matlab、Lingo 等数学软件建模、分析和解决工程问题, 从而增强学生解决复杂工程问题的能力。在新工科背景下, 通过模块化、多层次和应用型的大学数学课程顶层设计, 有效提升了教学质量, 充分满足了应用型创新人才培养的需求, 为新工科专业建设提供了坚实支撑。

随着“慕课”、翻转课堂、在线教学以及线上线下混合式教学等新型教学模式的蓬勃发展, 教育格局和传统教学模式正悄然发生变革。特别是新冠肺炎疫情的出现, 进一步促使高校教师对在线教学投入了更多关注, 展开了深入思考, 并积极参与其中[5]。在传统教学中, 硬件资源、师资水平和教学课时量等条件的限制, 往往使得教学内容和手段难以有效调整。而这些新兴教学模式不仅有效弥补了传统教学的不足, 还从理论到实践为其提供了全方位的支撑。这促使我们深入研究新教学模式下的特点与规律, 重新思考教师与学生在教学过程中的角色定位与转化, 并积极开展教学实践探索。这些新教学模式为新工科背景下大学数学课程体系的改革提供了全新的思路与模式[12] [13]。

然而, 地区应用型本科学生整体数学认知水平相对薄弱, 若仍沿用传统的数学课程教学模式, 将难以满足新工科建设对学校、教师和学生等多维度提出的新要求。如何构建符合新工科建设理念、工程教育认证要求以及应用型人才培养目标的大学数学课程体系, 已成为每一位数学教育工作者亟待解决的新课题。因此, 开展基于新工科理念的大学数学课程体系改革, 不仅是十分必要的, 更是迫在眉睫的任务。

## 3. 工程数学课程体系和教学内容的改革路径

在我院学生认知水平的基础上, 开展工程数学课程体系重构与教学内容改革研究, 旨在形成符合我校工科学科学生特点的大学数学课程体系。通过优化教学科目与内容, 强化数学知识在专业领域的实践应用, 构建数学、专业与实践深度融合的体系架构, 并建立科学合理的教学评价指标体系。在教学实施过程中,

采用线上线下混合式教学模式,充分整合线上优质教学资源,推动数学课程与工科专业的深度跨界融合,从而提升教学水平,增强学生运用数学知识解决工程问题的能力。

鉴于新工科背景下工程数学课程体系结构的复杂性,研究工作主要从以下六个方面展开。

### 3.1. 工程数学课程群顶层设计

基于新工科背景的应用型高层次人才培养目标,对照数学课程“国标”要求和工程教育认证标准,按照 OBE 教学理念设计符合我校工科专业学生学情特点的工程数学课程体系,课程体系内容包括基础课程群、核心课程群、应用课程群和拓展课程群,如图 1 所示。

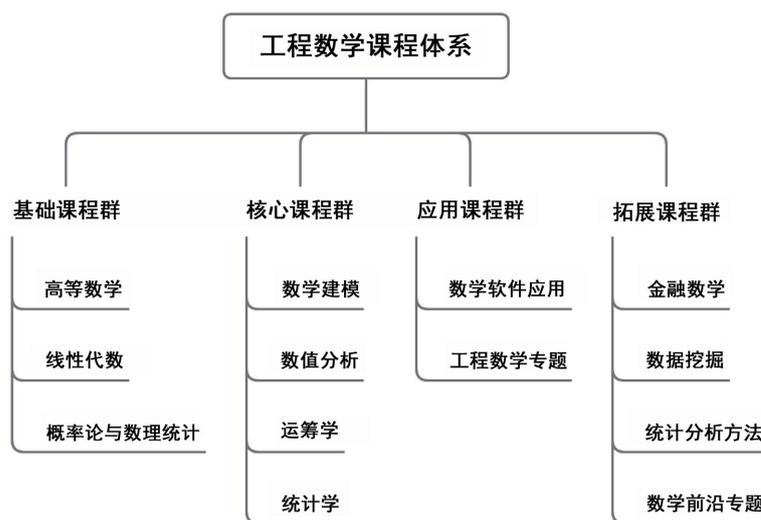


Figure 1. Framework of the engineering mathematics curriculum system  
图 1. 工程数学课程体系框架

### 3.2. 知识结构的模块化设计

以我校数学基础课程中的高等数学、线性代数和概率论与数理统计课程为基础,按照新工科的专业需求进行知识模块化设计,这里知识模块包括**基础知识模块**、**提高知识模块**、**应用知识模块**、**拓展知识模块**等。

#### 3.2.1. 模块划分

**基础知识模块:** 涵盖高等数学、线性代数、概率论与数理统计的核心内容,为学生提供必备的数学工具和理论基础。

**提高知识模块:** 在基础知识模块的基础上,进一步拓展和深化数学理论,如多元微积分、矩阵理论、随机过程等,提升学生的数学素养和逻辑思维能力。

**应用知识模块:** 结合工程实际,设计数学建模、数值分析、运筹学等应用课程模块,培养学生运用数学知识解决实际工程问题的能力。

**拓展知识模块:** 根据工科专业方向和学生兴趣,开设如数学软件应用、金融数学、数据科学等拓展课程模块,拓宽学生的知识视野,满足多样化需求。

#### 3.2.2. 内容优化

根据新工科专业需求,对各模块内容进行优化调整,突出重点、难点和应用点,确保课程内容的实

用性和前沿性。同时, 注重知识的层次化设计, 使学生能够循序渐进地掌握数学知识。

### 3.3. 融入数学实验, 强化专基融合

为了满足工程教育认证的要求, 我们对工程数学课程的教学内容进行调整, 研究数学知识在专业中的应用案例和数学实验, 建设符合专业要求的教学应用案例库, 提升数学课程在专业课中的应用水平和覆盖面, 探索因材施教、因专业施教的新模式和新方法, 从而提高大学数学课程对工科专业毕业要求的支撑度。

#### 3.3.1. 数学实验建设

在课程教学中融入数学实验环节, 利用 MATLAB、Mathematica 等数学软件, 开展数值计算、数据分析、模型求解等实验项目。通过实验教学, 帮助学生加深对数学知识的理解, 提升学生运用数学软件解决实际问题的能力。

#### 3.3.2. 教学应用案例库建设

收集和整理数学知识在工科专业中的应用案例, 建立教学应用案例库。教师在教学过程中结合实际案例讲解数学知识, 引导学生运用数学方法解决专业问题, 增强学生对数学知识的应用意识和实践能力。

#### 3.3.3. 因材施教与因专业施教

根据不同专业的特点和学生的学习基础, 设计个性化的教学内容和教学方法。对于数学基础较好的学生, 适当增加拓展内容和难度; 对于基础较弱的学生, 注重基础知识的巩固和强化。同时, 针对不同专业的工程需求, 调整数学课程的教学重点和应用方向, 实现因材施教、因专业施教。

### 3.4. 突出学生评价方式的过程性、差异性和多元化

由于传统数学教育中普遍侧重于对教师教学质量、教学资源建设和教学设计的评价等, 而对学生学习情况的考核评价方式比较单一, 仅仅通过期末考试成绩来判定, 不能准确反映学生的学习情况。因此, 我们引入 OBE 教学理念, 以学生为中心, 以新工科专业对应用型工程人才的需求为依据, 强调学生共性和个体差异化, 构建多元化可持续改进的过程性评价标准。

#### 3.4.1. 过程性评价

建立全过程评价机制, 将学生的学习过程纳入评价体系。评价内容包括课堂表现、平时作业、小组讨论、项目报告、数学实验等, 全面反映学生的学习态度、学习过程和能力提升。

#### 3.4.2. 差异性评价

充分考虑学生的个体差异, 根据学生的数学基础、学习能力和学习风格, 设计差异化的评价标准。对于不同层次的学生, 设置不同的评价目标和评价指标, 鼓励学生在各自的基础上取得进步。

#### 3.4.3. 多元化评价

采用多种评价方式, 如教师评价、学生自评、同伴互评、项目考核、竞赛成绩等, 综合评价学生的学习成果。通过多元化评价, 激发学生的学习积极性, 促进学生全面发展。

### 3.5. 开拓数学课外第二课堂, 提升学生自主学习能力

为了进一步补充数学课程课外实践短板问题, 积极组织、选拔和培训优秀学生参加全国数学建模大赛和江苏省高等数学竞赛, 设计符合我校学生学情的数学课外竞赛组织模式, 通过数学竞赛促进课程教

学改革、优化教学设计、指导教学实践。

### 3.5.1. 数学竞赛组织

积极组织学生参加全国数学建模大赛、江苏省高等数学竞赛等高水平数学竞赛。通过竞赛, 激发学生的学习兴趣和创新思维, 培养学生的团队协作能力和解决复杂问题的能力。

### 3.5.2. 课外学习资源建设

搭建数学学习交流平台, 提供丰富的课外学习资源, 如数学学习资料、在线课程、学术讲座等。鼓励学生自主学习, 拓宽知识面, 提升自主学习能力。

### 3.5.3. 数学社团活动

成立数学社团, 定期开展数学讲座、学术交流、数学建模培训等活动。通过社团活动, 营造浓厚的数学学习氛围, 激发学生的学习热情, 培养学生的数学素养和综合素质。

## 3.6. 开展“大数据 + 人机协同”的教学新范式

### 3.6.1. 智慧课程建设

在超星学习通平台搭建工程数学智慧课程, 运用知识图谱技术梳理各章节知识点之间的关联关系, 构建完整的知识体系。结合题库、作业库、试卷库和思政案例库等线上资源, 实现教学过程的量化评估和个性化学习。

### 3.6.2. AI 学情分析

利用 AI 学情分析助手, 对日常教学数据进行智能分析, 实时监测学生的学习进度、学习效果和 Learning 困难。根据分析结果, 教师及时调整教学策略, 优化教学内容和教学方法, 实现精准教学。

### 3.6.3. 线上线下混合式教学

采用线上线下混合式教学模式, 充分发挥线上资源的优势, 拓展教学时间和空间。线上课程提供基础知识讲解、视频教程、在线测试等功能, 线下课堂开展互动教学、小组讨论、数学实验等活动, 提升教学效果和学生参与度。

## 4. 结论

立足于新工科建设的时代背景, 紧密围绕我校应用型本科高校学生的实际情况, 我们积极探索并提出了一条创新的工程数学课程体系重构与教学改革路径。我们致力于强化工程数学在专业领域的实践能力, 充分借助人工智能(AI)技术与丰富的数字化课程资源, 打破学科壁垒, 实现数学知识、专业技能与实践操作的深度融合。通过这一改革举措, 我们旨在显著提升课程教学中各知识点的达成度, 为实现全方位、全过程、全员参与的“三全育人”教育总目标奠定坚实基础, 助力学生成长为具备扎实数学基础和卓越工程实践能力的高素质应用型人才。

## 基金项目

2022 年江苏省高校哲学社会科学研究一般项目(编号: 2022SJYB1538): 基于 OBE-CDIO 教育理念的新工科大学数学课程体系重构与教学内容改革研究; 2024 年江苏省高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师培养对象项目。

## 参考文献

[1] 王敬童. 新工科背景下地方商科大学公共数学课程教学改革与创新[J]. 当代教育理论与实践, 2020, 12(6): 57-62.

- [2] 陆国栋, 李拓宇. 新工科建设与发展的路径思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 20-26.
- [3] 李明金, 郗海霞, 杨秋波. 国外可持续竞争力的新工科人才培养模式改革探索[J]. 中国大学教学, 2017(6): 6-10.
- [4] 张建, 张亚娟, 张雪莹. 新工科背景下信息与计算科学专业实习实训基地建设[J]. 高师理科学刊, 2018, 38(2): 88-90.
- [5] 高彦伟, 宋东哲. 新工科背景下工科数学混合式教学的实践与思考[J]. 现代教育科学, 2021(11): 95-101.
- [6] National Academy of Engineering (2009) Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects. The National Academies Press.
- [7] European Society for Engineering Education (2018) Engineering Education in Europe: A Review of Current Trends and Future Challenges. European Society for Engineering Education.
- [8] 付琦, 闫宝英. 新工科背景下高校数学‘层次 + 模块’教学改革探索[J]. 山东农业工程学院学报, 2020, 37(11): 189-192.
- [9] 从福仲, 常波, 李雪飞. 新工科建设背景下高等数学课程的再设计及实施[J]. 高教论坛, 2019(9): 21-25.
- [10] 黄云请. 基于新工科理念推进大学数学教学改革[J]. 中国大学教学, 2020(2): 28-31.
- [11] 幸巧. 谈 CDIO 工程教育模式在数学类公共基础课程教学改革中的运用[J]. 长春师范大学学报, 2017, 36(2): 115-118.
- [12] 李志义. 解析工程教育专业认证的成果导向理念[J]. 中国高等教育, 2014(17): 7-10.
- [13] 顾培华, 沈民奋, 陆小华. 重新认识工程教育: 国际 CDIO 培养模式与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009: 1-4.