

基于新工科的高等数学课程的教学改革与实践

庞彬彬*, 张 霞, 余海峰

合肥大学数学与统计学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2025年12月3日; 录用日期: 2026年1月2日; 发布日期: 2026年1月8日

摘要

基于高等数学课程内容体系复杂、理论抽象性强的特点,结合新工科专业学生数学基础参差不齐的实际情况,当前高等数学教学面临以下突出问题:课程内容体量庞大且难度较高,学生知识迁移能力不足,理论与实践脱节现象显著,考核评价机制单一等。为此,高校数学教师应着力推进教学改革:优化课程内容体系,夯实理论基础,构建系统化的知识框架;创新教学方法,融入科研案例,增强教学实效性;引入工程实践情境,提升知识应用能力;完善考核机制,注重培养学生创新思维和实践能力。

关键词

高等数学, 教学方法, 考核方式

Teaching Reform and Practice of Advanced Mathematics Courses in the New Engineering Field

Binbin Pang*, Xia Zhang, Haifeng Yu

School of Mathematics and Statistics, Hefei University, Hefei Anhui

Received: December 3, 2025; accepted: January 2, 2026; published: January 8, 2026

Abstract

Given the complex content and highly abstract theoretical nature of advanced mathematics courses, and the varying mathematical foundations of students in new engineering majors, current advanced mathematics teaching faces the following prominent challenges: the sheer volume and difficulty of the course content, insufficient student knowledge transfer, a significant disconnect between theory and practice, and a single assessment and evaluation mechanism. Therefore, university mathematics

*通讯作者。

teachers should focus on promoting teaching reforms: optimizing the course content, strengthening the theoretical foundation, and constructing a systematic knowledge framework; innovating teaching methods, incorporating research cases, and enhancing teaching effectiveness; introducing engineering practice scenarios to enhance knowledge application capabilities; and improving assessment mechanisms, focusing on cultivating students' innovative thinking and practical skills.

Keywords

Advanced Mathematics, Teaching Methods, Assessment Methods

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

高等数学作为新工科专业的基础课程和核心课程之一，其教学内容主要包括函数与极限、导数与微分、积分及其应用、无穷级数、常微分方程等核心模块[1][2]。这些数学理论不仅是后续专业课程(如理论力学、电路分析、自动控制原理等)的重要基础，更是解决工程实际问题(如结构优化设计、信号处理、系统建模等)的关键工具。然而，在新工科建设背景下，学生普遍反映高等数学的理论抽象难懂，知识应用能力薄弱，存在“学不会、用不上”的困境[3][4]。针对这一现状，教师需要深入分析不同专业(如机械、电子、计算机等)的数学理论需求特点，结合学生的认知规律和学习特点，从教学内容、教学方法、实践环节等方面进行系统性改革[5]-[7]。本文基于高等数学课程的基础性和工具性特点，结合新工科人才培养需求，从理论与实践相结合的角度，对高等数学课程的教学改革路径进行深入探讨，以期为提升课程教学效果提供参考。

2. 突出知识核心，抓住关键知识

高等数学作为一门理论性强、内容繁杂的学科，涉及大量抽象概念和复杂计算，学生往往陷入只关注具体的计算而忽视对数学理论本质的理解。对于这个问题，教师应当系统梳理课程知识体系，重点突出三大核心模块：函数与极限理论、微积分及其应用、微分方程。在教学中，首先要帮助学生建立清晰的数学思想框架，通过剖析概念间的内在联系，使学生把握高等数学的逻辑主线。

以极限概念为例，这是贯穿整个高等数学课程的核心思想。教师可以通过建立“极限 - 连续 - 导数 - 微分 - 积分”的概念链，揭示各知识点之间的逻辑关系。具体而言，设 Δx 和 Δy 分别表示自变量和因变量的改变量：在极限概念基础上，当 $\Delta x \rightarrow 0$ 时，若 $\Delta y \rightarrow 0$ ，则定义了函数的连续性；当 $\Delta x \rightarrow 0$ 时，进一步考察 $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ 的极限是否存在，就引出了导数的定义；当 Δx 很小时，通过分析 $\Delta y = A\Delta x + o(\Delta x)$ (A 为不依赖于 Δx 的常数) 的关系，建立了微分的概念；最后，借助极限求和的思想，从微分过渡到积分。这种概念演进的分析方法，能帮助学生理解高等数学知识体系的整体性和连贯性。

在具体教学实施中，建议采取以下策略：一是采用“概念图”教学法，将抽象概念可视化；二是设计“概念对比表”，突出相似概念的异同点；三是搭建“知识图谱”，展示概念间的衍生关系。例如，在讲解微分方程时，可以将其与前期学习的导数、积分知识联系起来，说明微分方程实质上是描述函数与其导数关系的方程，这样既复习了旧知识，又引出了新内容。

同时，要注重理论联系实际。在讲授极限概念时，可以通过工程中的瞬时速度、切线斜率等实例，帮助学生理解抽象的极限思想[8][9]。在微分应用中，结合工程优化问题，如结构设计中的最值问题；在积分应用中，引入流体力学中的流量计算等实际案例。通过这些工程背景的融入，不仅能增强学生的学习兴趣，更能培养其数学建模能力。

此外，应当构建“基础理论 - 计算方法 - 工程应用”三位一体的教学体系。在保证学生掌握基本概念和计算方法的前提下，通过项目式学习，训练其综合运用数学知识解决实际问题的能力。例如，可以设计一个完整的工程问题解决流程：从建立数学模型，到选择适当的微积分方法求解，最后对结果进行工程解释。这种系统化的训练，能够有效提升学生的数学应用能力和工程素养，为其后续专业学习奠定坚实基础。

3. 科研引导教学，提高教学效果

科研引导教学是提升教育质量的重要路径，不仅丰富了教学内容，还使教学内容紧跟学科前沿[10]。在高等数学理论的教学中，可以系统性地融入当前最新的研究成果，包括但不限于代数编码在量子纠错码中的最新应用突破、基于代数几何码的新型组合设计、编码理论在5G/6G通信系统中的实践创新，以及后量子密码学中的编码应用等前沿内容。通过将这些科研成果转化成生动的教学案例，不仅能够更新和丰富教学内容，更能让学生直观感受到理论研究的实际价值，有效激发学生的学习兴趣与科研热情。

在教学方法上，建议构建“科研问题驱动”的教学新模式。以智能安全通信系统为例，可以设计贯穿整个学期的项目式学习任务：第一阶段指导学生进行文献查阅与总结，了解当前量子保密通信中的编码技术；第二阶段组织学生分组设计编码方案，运用代数编码理论构建通信模型；第三阶段通过MATLAB、Python等工具进行仿真验证；第四阶段开展方案优化和成果汇报。这种基于真实科研流程的教学设计，能让学生完整经历“问题发现 - 方案设计 - 实验验证 - 成果总结”的科研全过程。

为深化科研与教学的融合，建议采取以下具体措施：一是建立动态更新的科研案例库，将教师最新研究成果及时转化为教学资源；二是开设“科研反哺教学”示范课，展示前沿研究与基础理论的结合点；三是设立学生科研实践项目，鼓励本科生早期参与教师课题；四是举办学科前沿讲座，邀请领域专家介绍最新研究进展。通过这种“研教相长”的模式，不仅能提高学生的知识留存率(实证研究表明可提升30%以上)，更能培养其批判性思维、创新能力和团队协作精神。

这种创新教学模式在实践中已取得显著成效。以某高校信息工程专业为例，参与教师编码理论课题的学生，在解决复杂通信系统设计问题时表现出明显的优势，其工程实践能力较传统教学模式下的学生有明显提升。这种“做中学”的教学改革，有效弥合了理论教学与行业需求的差距，为培养创新型人才提供了新思路。学校应当进一步完善配套机制，建立科研教学一体化评价体系、加大实验室开放力度、设立专项经费支持等，为科研反哺教学提供制度保障，最终实现教育质量的跨越式提升。

4. 融入工程实际，提高应用能力

为了切实增强学生的工程实践能力，高等数学课程应当系统性地将工程实际问题融入教学全过程。这种教学改革具有双重优势：一方面使教师的教学内容更加贴近工程实际，能够直击数学工具在工程应用中的核心价值；另一方面使学生能够直观理解数学理论的实践意义，从而显著提升教学效果。在具体实施过程中，需要精心设计课程内容，选取具有代表性的工程案例。比如机械结构受力分析中的矩阵运算应用、电子信号处理中的傅里叶变换、自动控制系统中的微分方程求解、热力学系统中的偏微分方程建模等典型场景。

在教学方法上，应当采用“理论讲解 - 案例分析 - 实践操作”的三段式教学模式。首先通过理论讲

解建立知识框架，然后结合工程案例进行示范分析，最后指导学生运用 MAPLE、SPSS 等专业计算工具完成课程设计或工程模拟项目。例如，在讲解常微分方程时，可以设计一个弹簧 - 质量系统振动分析的实践项目，要求学生使用 MATLAB 进行数值求解和可视化呈现。同时根据不同专业设置不同案例，比如机械类专业可侧重空间解析几何和微分方程的应用；电子信息类专业可强化傅里叶分析等内容；这种教学方式不仅能帮助学生将抽象的数学理论转化为具体的工程解决方案，更能培养其运用现代计算工具解决实际问题的能力。

为深化实践教学效果，建议采取以下具体措施：一是建立工程案例库，收集整理各专业领域的典型问题；二是开发配套的实验指导手册，详细说明数学工具在工程中的应用方法；三是组织跨学科教学团队，邀请专业教师参与数学课程设计；四是安排企业工程师进课堂，分享实际工程中的数学应用经验。通过这些措施，可以构建完整的实践教学体系，使学生在解决真实工程问题的过程中，逐步掌握数学建模、数值计算、结果分析等关键技能。

这样的教学模式不仅能培养学生解决复杂工程问题的专业能力，还能有效提升其创新思维和团队协作能力。在项目实施过程中，学生需要分工合作、交流讨论，共同完成建模、计算、分析、报告等环节，这对其未来的职业发展至关重要。通过持续的项目实践，学生的工程素养和综合能力将得到全面提升，为其毕业后快速适应工作岗位要求奠定坚实基础。学校应当配套完善实验室建设，提供必要的软硬件支持，并建立科学的评价机制，确保实践教学取得实效，最终培养出既懂理论又擅实践的高素质工程人才。

5. 改革考核方式，激发创新思维

传统的考试形式过于侧重公式推导和机械计算，不仅枯燥乏味，而且导致学生们掌握的知识绝大多数只是停留在课本阶段，理论阶段，难以有效转化为学生的实际应用能力。这种单一的考核方式既无法全面反映学生的真实学习水平，也不利于培养学生的工程实践必备的综合素质。为了更好地培养学生的综合能力，必须搭建更加合理、科学、全面的考核评价体系，实现从“理论知识考核”逐渐转变为“综合素质考核”。

具体实施上，应当充分利用现代教育手段，有效结合线上线下资源，构建多元化考核体系。针对线上方面，依托智慧教学平台开展随堂测验、课后作业和主题讨论，通过数据分析全面掌握学生的学习情况。具体可以利用在线平台设置自动批改的计算题和概念测试题，既能减轻教师负担，又能实现即时反馈；针对线下方面，要重点设计实践性考核环节：一是数学建模任务，要求学生针对具体工程问题建立数学模型并求解；二是工程案例分析，培养学生运用数学工具分析实际问题的能力；三是小组合作项目，通过团队协作完成复杂任务，考察学生的沟通协调能力。尝试采用“平时成绩(40%) + 项目实践(30%) + 期末考试(30%)”的复合评价模式，并在项目实践中增加团队协作和创新性等方面的评分权重。这些考核形式各占一定比重，共同构成完整的评价体系。

期末考核应当进行改革，减少纯计算题的比例，增加理解与应用类题目。可以设计这样的考题：给出一个机械系统的振动问题，要求学生首先建立微分方程模型，然后分析不同参数对系统响应的影响，最后讨论工程优化方案。这类开放性问题没有标准答案，重点考察学生的建模思路、分析能力和创新思维。同时，可以允许学生携带公式手册参加考试，减轻记忆负担，突出对问题本质的理解。

这种多元化的考核体系具有多重优势：首先，过程性评价促使学生注重平时积累，避免考前突击；其次，实践性任务培养了学生的动手能力和工程意识；再次，开放性问题激发了创新思维。教师要及时总结考核结果，分析教学中的薄弱环节，持续改进教学方法。学校层面则需要配套改革成绩评定标准，适当降低期末考试成绩比重，提高实践环节的权重，并建立相应的质量监控机制。

通过这样的改革，不仅能够客观评价学生的综合能力，更能引导教学重心向应用实践转移，使高等

数学真正成为工程人才培养的坚实基础。这种以能力为导向的考核模式，符合工程教育专业认证的要求，也顺应了新工科建设的趋势，将为培养具有创新精神和实践能力的高素质工程人才提供有力保障。在实施过程中，还需要注意根据不同专业的特点调整考核内容和形式，确保评价体系的科学性和针对性。

6. 结语

高等数学课程作为工科专业的重要基础课，必须紧紧围绕工程实际需求，以应用为导向，不断创新教学内容和方法。在教学内容设计上，要打破传统数学课程的封闭性，突出知识的工程应用价值，将抽象的数学概念与具体的工程案例相结合。同时，要注重数学建模能力的培养，增强学生运用数学方法解决复杂工程问题的能力。

教学方法上要注重多元化创新，充分利用现代教育技术手段。一方面，要发挥多媒体教学的优势，通过动态演示、数值模拟等方式，直观展示数学概念在工程中的应用场景；另一方面，要积极采用案例教学法，引导学生运用数学工具进行分析和求解。此外，可以开展翻转课堂教学，让学生在课前通过在线资源自主学习基础知识。要大力推广项目驱动式教学，组织学生参与小型工程项目实践，在解决实际问题的过程中深化对数学知识的理解和应用。

考核评价体系要进行全面改革，建立以能力培养为导向的多维评价机制。要改变单一的期末考试模式，注重过程性评价，将课堂讨论、项目报告、实验操作等纳入考核范围。特别要加强对学生创新能力和实践能力的考核，设立开放性课题，鼓励学生运用数学方法解决工程实际问题。

通过系统化的课程改革，要使高等数学教学实现三个转变：从理论传授向能力培养转变，从单一讲授向多元互动转变，从课堂学习向工程实践转变。最终目标是培养既掌握扎实数学基础，又具备工程实践能力和创新思维的高素质工程技术人才，为我国的制造业升级和创新发展提供人才支撑。学校还应建立持续改进机制，定期收集学生反馈和用人单位意见，不断优化课程体系，确保教学内容始终与工程实际需求保持同步。

基金项目

合肥大学人才科研基金项目：24RC17；安徽省重大教改项目 2021jyxm1265；安徽省智慧课程项目 2024aijy252。

参考文献

- [1] 陈秀, 张霞, 等. 高等数学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [2] 王立冬. 高等数学[M]. 北京: 科学出版社, 2024.
- [3] 杨倩, 宇振盛. 新工科背景下“线性代数”课程的案例式创新与探究——以逆矩阵的课堂为例[J]. 理论数学, 2024, 14(10): 191-197. <https://doi.org/10.12677/pm.2024.1410359>
- [4] 赵春燕, 孙侠. 新工科背景下的线性代数教学改革探索[J]. 教育进展, 2023, 13(8): 5730-5735. <https://doi.org/10.12677/AE.2023.138893>
- [5] 马月娜, 王建辉, 寇光兴. 创新能力培养牵引下高等数学课程教学改革的探索与实践[J]. 大学数学, 2024, 40(3): 50-55.
- [6] 刘雄伟. 基于能力培养的大学数学公共基础课程的课程教学改革与实践[J]. 大学数学, 2014, 30(S1): 73-76.
- [7] 白云霄. 信息时代高等数学课程课堂创新改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2022(49): 144-147.
- [8] 俞恒, 颜颖颖. 基于学科交叉视角的线性代数与 Python 编程案例思考[J]. 应用数学进展, 2025, 14(6): 302-307. <https://doi.org/10.12677/aam.2025.146321>
- [9] 张萍. 基于应用案例的线性代数教学探索与实践[J]. 理论数学, 2024, 14(11): 259-267. <https://doi.org/10.12677/pm.2024.1411393>
- [10] 赵静, 高有, 金永, 王蕊. 新工科背景下线性代数课程教学改革与实践[J]. 高等数学研究, 2024, 27(1): 91-94.