

能力引领的教学评一体化高等数学教学改革与实践

肖存涛, 李锋

广东工业大学 数学与统计学院, 广东 广州 510006

DOI: 10.61369/SDME.2025280036

摘 要 : 高等数学是高校理工类专业必修的公共基础课之一, 不仅能够帮助学生掌握严密的数学知识, 而且能够有效培养学生的抽象思维能力、逻辑推理能力以及高阶创新能力。针对目前高等数学课程教学中存在的能力培养不足、学生学习积极性不可持续、教学评价不科学等问题, 提出了3W2M1C教学法, 构建了完备的线上线下教学资源, 设计了基于多元统计方法的全过程评价体系, 通过实践形成了能力引领的教学评一体化新型混合式教学模式, 为其他课程的建设与教学改革提供了借鉴和参考。

关 键 词 : 高等数学; 能力引领; 教学评一体化

Capability-Oriented Teaching-Learning-Assessment Integration in Advanced Mathematics Instructional Reform and Practice

Xiao Cuntao, Li Feng

School of Mathematics and Statistics, Guangdong University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510006

Abstract : Advanced Mathematics is one of the required foundational courses for science and engineering majors in higher education institutions. It not only helps students master rigorous mathematical knowledge but also effectively cultivates their abstract thinking, logical reasoning, and advanced innovative abilities. In response to the current problems in higher mathematics course teaching, such as insufficient ability cultivation, unsustainable student learning motivation, and unscientific teaching evaluation, the 3W2M1C teaching method has been proposed. Comprehensive online and offline teaching resources have been developed, and a full-process evaluation system based on multivariate statistical methods has been designed. Through practice, an integrated capability-oriented teaching-learning-assessment blended teaching model has been established, providing reference and insights for the construction and teaching reform of other courses.

Keywords : advanced mathematics; capability-oriented; teaching-learning-assessment integration

高等数学作为大学理工、经管等专业的公共基础必修课程, 涵盖数列与极限、微积分、空间解析几何、无穷级数、常微分方程等核心内容^[1-2]。该课程不仅是后续专业学习的重要基础, 也是培养学生综合素养与正确价值观的关键载体。通过系统严谨的数学训练, 学生能够在掌握理论知识与方法的同时, 有效提升运算能力、空间想象能力、抽象思维与逻辑推理能力, 并在学习过程中增强团队协作意识与高阶创新能力。这些能力的培养有助于学生分析和解决复杂实际问题, 从而全面提升其数学素养与综合价值观念^[3-4]。

一、高数当前教学存在的主要问题

课程开设对象为大一新生, 大部分学生在高中已接触过微积分的基础知识, 具备较强的计算能力。入学初期学生对高等数学充满好奇和兴趣, 学习态度和学习积极性较好, 愿意投入时间和精力去探索和研究问题。但学生由初等数学培养形成的经验思维在向高等数学抽象思维转变过程中存在一定的困难, 缺乏利用高等数学工具分析、解决复杂工程问题的能力。而传统的教学模式以课堂教学为主, 教材是教学的主要依据和来源。教师处于主导

地位, 根据教材内容设计教学活动, 负责传授知识、解答疑问和引导学生学习。学生按照教师要求进行预习、课堂听讲和复习, 并通过课堂练习和课后作业来巩固所学知识。评价主要采用以期末考试成绩为主的终结性评价方式。因此当前高等数学的传统教学模式已经不适应对学生创新能力和高阶思维能力培养的要求。目前主要存在的问题如下:

(一) 抽象思维和逻辑思维能力薄弱, 无法构建系统化知识体系

微积分理论构建在极限、导数、积分等抽象概念之上, 中学

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61673122); 教育部协同育人项目(220904495262620)

作者简介: 肖存涛(1979-), 男, 汉族, 博士, 副教授, 硕士研究生导师, 主要研究方向为控制理论与控制工程、算法分析与设计(xiaocuntao@163.com)。

教材没有给出相关概念的严格数学定义，学生知其然不知其所以然。大学教材采用符号化语言表达定义和运算法则，导致初学者理解困难。各种概念之间存在共性和差异性，不同原理之间存在的复杂推理过程对学生的逻辑思维能力提出了更高的要求。如果学生无法从初等数学的经验型思维过渡到高等数学的抽象逻辑思维，则所学习的知识是碎片化的，自然无法构建系统化的知识体系。

（二）高阶创新思维能力缺乏，解决工程实际问题能力不足

新工科专业建设要求学生具备解决复杂工程实践问题的能力，更加注重培养学生独立思考和创造新知识的能力^[5-6]。但本课程作为公共基础课程，绝大部分内容在十九世纪已经成熟，无法涵盖专业领域所需的高阶数学知识，也不满足课程建设所提出的“两性一度”的高要求。大多数高等数学教材应用案例较少，教学过程缺乏高阶思维训练，导致理论学习与实际应用之间的脱节。这不仅影响了学生解决工程实际问题能力的提升，也制约了学生高阶创新能力的发展。

（三）学生自主学习动能不强，学习动力可持续性较差

步入大学校园后，由于失去了学校、家长、教师的紧密监督以及高考的重压，很多人没有及时树立明确的学习目标，缺乏了继续前进的动力。大学环境宽松自由，如果缺乏足够的自律和自我管理能力，极容易受到各种外界因素的干扰，无法保持一个持续专注的学习状态。部分同学则由于缺乏学习兴趣和热情加上没有掌握有效的学习方法导致数学成绩较差，在面对越来越复杂困难的知识点时极易放弃。

二、能力引领的教学评一体化混合式教学

借助现代信息技术开展基于能力引领的教学评一体化混合式教学改革，提出了基于布鲁姆认知理论的3W2M1C教学法以及分布式协同学习法，系统构建了完备的线上线下教学资源，设计了基于多元统计方法的全过程评价体系，针对性地解决了课程中存在的的关键性问题，同时从教学目标、教学模式、教学方法手段、教学评价等角度开展创新性尝试，通过实践探索形成了教学评一体化的新型线上线下混合式教学模式，并取得了较好的效果。

（一）逆向重构学习目标矩阵，整合优化教学内容

遵循产出导向和 SMART 管理原则逆向重构学习目标矩阵。目标矩阵包括两个维度：目标类别（知识目标、能力目标、价值目标）和教学单元维度，根据新工科建设要求提升了认知目标达成层级，并确保目标的明确性、可度量性、可实现性、相关性以及时效性。

对接专业需求，优化整合教学内容，便于分层教学开展。为满足不同专业学生的具体需求，深入了解各专业的核心知识和技能要求，根据学科发展的最新动态和行业需求，针对性地调整和完善教学内容。根据不同学生学习能力的差异性，优化不同层次的教学内容，便于分层教学的开展和实施，以满足个性化教学需求。

（二）践行3W2M1C教学法，促进思维能力全面提升

对应布鲁姆认知思维目标，创造性提出了3W2M1C教学法。

3W 分别表示是什么 (What)、为什么 (Why)、干什么 (Where)，分别对应记忆，理解，应用三个认知目标；2M 代表两种分析问题的方法：找相同（归纳法）和找不同法（演绎），1C 表示协同合作，分别对应到高阶思维中的分析、评价和创造。该学习法简单易行，实践中必须以学生为活动主体，教师结合团队协同学习模式引导学生逐步递进式发现问题、思考问题和解决问题，激发学生学习的内在动机和积极主动性，从而掌握深度学习方法，进而促进高阶思维能力的发展。学习法和认知能力之间的对应关系如图1所示。

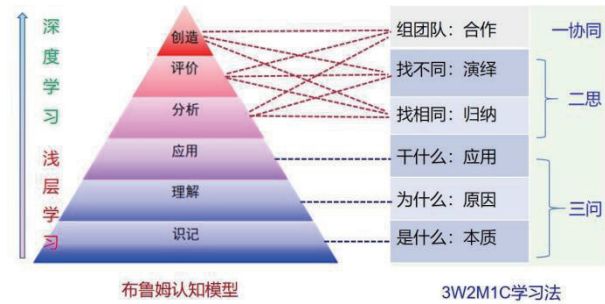


图1 3W2M1C教学法

（三）打造竞赛驱动的混合式教学模式，助力拔尖创新人才培养

培养拔尖创新人才是高等教育的重要使命^[7-10]，为实现这一目标，我们打破传统教学模式，探索出一种竞赛驱动的混合式教学新模式。首先利用现代信息技术，将线上丰富的教学资源与线下的课堂教学、实验实践等紧密结合，将学科竞赛作为课后拓展的重要组成部分，围绕竞赛主题设计课后拓展实践活动。其次制定奖励机制，鼓励学生积极参与课堂讨论和实践活动，激发学生参与热情，提高学习主动性和参与度，通过及时反馈和正向评价增强他们的学习动力和自信心。通过竞赛驱动的混合式教学模式的实施，学生不仅能够接触到前沿的学科知识和技术，还能够通过参与竞赛活动锻炼自己的创新思维和实践能力。这种教学模式有助于培养学生的自主学习能力、团队协作精神和创新意识，能够为培养更多具有创新精神和实践能力的拔尖创新人才提供有力的支持。

（四）建设完备的线上线下教学资源库，保障高质量教学顺利开展

教学资源的丰富程度和有效利用对于提高教学质量至关重要^[11-12]。我们建设了在线开放课程《微积分导读》，搭建高等数学学习微信公众号，联合开发 ClassViva 线上习题库系统。线上线下教学资源的完备建设，不仅能够满足学生多样化的学习需求，还能够为高质量的教学提供坚实的保障。

（五）引入统计学工具，设计多方多元多样全过程评价体系

为更全面地评价改革成效和学习效果，应充分考虑学生、教师、同伴及社会等相关当事方的反馈，评价指标包括线下考试、平时作业、在线测试、小组讨论、课堂表现等多个变元。评价体系加大了过程性评价权重，并利用统计学工具设计增值评价方法更加公平、客观、科学地评价教学效果和学习成效。

利用统计学工具设计的评价方法，可以实现不同专业之间的

比较分析及学生的个性化分析。利用正态性检验和峰度分析对平时成绩进行分析,发现存在的问题并改进;利用因子分析对试卷中的知识点进行处理,分析比较每一名学生的综合素质及专项能力,便于任课教师进行差异化教学;利用因子分析建立综合评价模型,针对不同专业学生给出比较分析,为管理人员决策提供理论依据。

三、结论与展望

通过改革,学生对高等数学理论知识和思维方法有了更深入的理解和掌握,学习兴趣和主动性显著提高,数学素养和解决问

题的能力明显提升,沟通能力和团队协作精神也得到了进一步锻炼。对比教学改革创新班级与传统教学班级的考试成绩发现,教改班的平均分和高优率显著性高于传统教学班,而且统计分析结果显示,教改班在思维能力,综合应用能力等方面的得分均显著高于传统教学班级。教学改革极大调动了学生的学习主动性,并且在学生中间形成了积极的创新氛围,各类学科竞赛成绩显著提高。

教学改革对教师教学技能的提升也起到了很大的促进作用,多名教师获得教学比赛奖励以及教学成果奖;同时教学改革也起到了很好的示范效应,为其他课程的教学改革提供了有益的借鉴和参考,为高质量人才培养提供了坚实的保障。

参考文献

[1] 张权义, 杨录胜, 张小英. 高等数学线上线下混合教学模式探索与实践 [J]. 大学数学, 2025, 41(05): 58-63.

[2] 江蓉, 王雨馨, 周敏. 高等数学课程思政案例式教学的探索与实践——以定积分的概念为例 [J/OL]. 青海师范大学学报 (自然科学版), 2025(4): 80-84.

[3] 丁玉梅, 夏国坤. 高等数学课程教学创新的实践与探索 [J]. 中国轻工教育, 2024, 27(06): 62-69.

[4] 江超. 大学生创新创业能力培养的路径探究 [J]. 四川劳动保障, 2025, (23): 39-40.

[5] 黄冠平. 新工科大学生创新能力培养的挑战与路径选择 [J]. 教育理论与实践, 2024, 44(30): 9-13.

[6] 胡春鲜, 潘岳林, 荀渊. 高水平应用型本科人才培养的现实困境与突破路径 [J]. 黑龙江高教研究, 2025, 43(11): 67-73.

[7] 申子嫣, 杨冉, 刘佳其, 等. 基于科技竞赛的“一中心、三阵地、五融合”人才培养体系的构建与实践 [J]. 化工高等教育, 2024, 41(06): 137-143.

[8] 宋超, 郭楠. 学科竞赛视角下新时代一流应用型本科人才培养的实践探索 [J]. 当代教育实践与教学研究, 2020, (13): 195-196.

[9] 刘远鹏, 王长国, 何伟东, 等. 一流大学在新工科背景下以学科竞赛促进大学生创新能力培养的机理分析与路径选择 [J]. 科教文汇, 2025, (17): 10-14.

[10] 高旭彬. 以竞赛为驱动推动应用型本科院校数学教学的探索与研究 [J]. 教育现代化, 2019, 6(13): 148-150+153.

[11] 许学添, 娄燕. 基于移动智能终端的协同学习模式研究 [J]. 中国教育信息化, 2017, (03): 20-23.

[12] 何珊云, 沈演. 学会提问: 大学生与生成式人工智能协同学习模式的研究 [J]. 华东师范大学学报 (教育科学版), 2025, 43(02): 34-48.