

三维融合：基于学情调研的理工科高等数学教改实践

独力*, 李红欣, 张婷

重庆理工大学数学科学学院, 重庆

收稿日期: 2025年5月5日; 录用日期: 2025年6月19日; 发布日期: 2025年6月27日

摘要

高等数学是理工院校学生必修的一门基础课程, 为后续课程学习提供必要的数理基础。本研究通过问卷调查法, 选取机械工程、电子信息科学与计算机应用三个理工科专业的在校生为研究对象, 从学生基本情况、学习兴趣、学习习惯与方法、课程难度认知及教学改革方向四个维度开展学情调研。基于问卷信息的统计分析, 针对高等数学教学实践中教学方式创新、学生学习兴趣激发及重难点突破等问题, 提出将数学建模思想与数学文化元素有机融入课堂教学的对策建议, 旨在为高等数学教学改革提供有力参考依据。

关键词

高等数学, 问卷调查, 对策, 学情

Three-Dimensional Integration: Teaching Reform Practice of Higher Mathematics in Science and Engineering Based on Academic Research

Li Du*, Hongxin Li, Ting Zhang

School of Mathematical Sciences, Chongqing University of Technology, Chongqing

Received: May 5th, 2025; accepted: Jun. 19th, 2025; published: Jun. 27th, 2025

Abstract

Advanced mathematics is a required basic course for students of science and technology colleges,

*通讯作者。

文章引用: 独力, 李红欣, 张婷. 三维融合: 基于学情调研的理工科高等数学教改实践[J]. 创新教育研究, 2025, 13(6): 502-508. DOI: 10.12677/ces.2025.136469

and it provides the necessary mathematical basis for the following courses. This study employs a questionnaire survey method, targeting undergraduate students from three engineering disciplines (Mechanical Engineering, Electronic Information Science, and Computer Applications). The research investigates learning conditions from the following four dimensions: students' basic situation, learning interests, learning habits and methods, course difficulty cognition, and teaching reform direction. Based on the statistical analysis of the questionnaire information, through integrating mathematical modeling and cultural elements, this study addresses core issues in advanced mathematics education: teaching innovation, student engagement, and difficulty reduction, proposing corresponding countermeasures for the teaching methods of advanced mathematics.

Keywords

Advanced Mathematics, Questionnaire Survey, Countermeasure, Learning Situation

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

《高等数学》作为理工科专业的核心公共基础必修课程，具有学科知识体系严密、逻辑推演严谨以及实践应用广泛等显著特征[1]。著名数学家华罗庚曾指出：“宇宙之大，粒子之微，火箭之速，化工之巧，地球之变，生物之谜，日用之繁，无处不用数学”，这一论述深刻揭示了数学科学在人类认知世界过程中的普适价值。社会的进步与数学的应用是密不可分的，特别是随着信息化时代的到来，电子计算机的普及进一步拓宽了数学的应用领域，现代数学正成为科技发展的强大动力；另外，数学还渗透到其他社会科学领域，社会对人的数理思维和数学素养要求越来越高。这种发展趋势对当代大学生的数学思维品质和数理应用能力提出了更高要求，也使高等数学教育的重要性愈发凸显[2]-[4]。

如何提高高等数学的教学质量，优化教学设计，以达到既定的教学目标，在当前教学资源丰富、教学手段的多样化的教学环境中，尽可能了解学生的学习情况，并随时调整教学模式和教学方法，对一线教师而言是一个重要的课题。为了更有针对性的了解高等数学课程的教学现状和学习现状，认识教学中的不足，有效地改进教学方法，并促进学生更好地学习，提高学习效率。针对理工科学生在高数中存在的问题，通过问卷调查，了解学生的学情，并提出相应教育教学方面的对策。具体而言，研究团队从元认知能力培养、学科迁移能力建构以及教学评价体系创新三个维度切入，致力于建立“问题诊断 - 策略匹配 - 效果评估”的闭环教学优化机制，为提升高等数学课程的教学效能提供实证依据。

2. 调查方法

本次调查对象是重庆理工大学在校学生，涵盖机械设计工程及其自动化专业、电子信息工程、化学化工等专业的本科生群体。调查问卷通过问卷星(<http://www.wjx.cn>)进行发放与回收。问卷内容涉及学生基本信息、学习兴趣 and 课程专注度、学习习惯和学习方法、课程难度和课改方向四个方面，共计 15 个问题。本次共发放问卷 379 份，回收有效问卷 378 份，回收率 99.73%，回收问卷填写完整，有效率为 100%。

3. 调查结果

3.1. 基本情况[5]

本次调查收集了样本学生的性别、年级等个人基本信息，具体数据见表 1：

Table 1. Student basic information data table
表 1. 学生基本信息表

年级	人数	百分比(%)	性别	人数	百分比(%)
大一	236	62.43	男	250	66.14
大二	70	18.52			
大三	45	11.90			
大四	27	7.14	女	128	33.86

以大一学生最多，为 236 名(62.43%)，其次是大二学生 70 名(18.52%)，大三 45 名(11.9%)，大四学生 27 名(7.14%)，378 名学生中，男性 250 名(66.14%)，女性 128 名(33.86%)，以 18~24 岁的学生为主体。

3.2. 学习兴趣

378 名学生中，针对于学习兴趣，有 62 名(16.14%)认为自己高等数学很感兴趣，176 名(46.56%)认为比较感兴趣，107 名(28.31%)认为不大感兴趣，33 名(8.73%)认为不感兴趣。对于老师提出的问题，有 57 名(15.08%)非常乐意回答，187 名(49.47%)比较乐意回答，111 名(29.37%)不大乐意回答，23 名(6.08%)很不乐意回答(见表 2)。

Table 2. Learning interests and classroom participation data table
表 2. 学习兴趣和课堂参与数据表

项目 1 (课堂兴趣)	人数	百分比(%)	项目 2 (回答问题)	人数	百分比(%)
很感兴趣	62	16.4	非常乐意回答	57	15.08
比较感兴趣	176	46.56	比较乐意回答	187	49.47
不大感兴趣	107	28.31	不大乐意回答	111	29.37
不感兴趣	33	8.73	不乐意回答	23	6.08

3.3. 学习习惯和学习方法

关于课前预习，29 名(7.67%)学生会预习并找出难点，搞清知识前后的联系，32 名(8.47%)会预习并找出难点，204 名(53.97%)同学一般会浏览一下内容，113 名(29.89%)什么都不做。对于课堂上没有听懂的问题，195 名(51.59%)学生会通过自己思考弄明白，117 名(30.95%)会课下与同学讨论，20 名(5.29%)会课下马上问老师，10 名(2.65%)马上举手问老师，36 名(9.52%)会放弃。在课后，132 名进行复习，力求理解再去记忆，有 226 名学生会通过解题掌握知识的方法，127 名做完老师布置的作业就不看书了。遇到作业困难时，153 名(40.48%)学生会向老师或同学请教，146 名(38.62%)会独立思考，53 名(14.02%)会等老师来讲解，26 名(6.88%)会放弃。

3.4. 课程难度和课改方向

关于课程难度，有 74 名(19.58%)学生非常同意高等数学是所有课程难度中最难的，只有 31 名(8.2%)很不同意高等数学是最难的。对于课程内容，有 116 名(30.69%)认为极限理论最难，40 名(10.58%)认为导数最难，139 名(36.77%)认为不定积分最难，83 名(21.96%)认为定积分最难(表 3)。

关于和专业知识的紧密程度，38 名(10.05%)认为很紧密，171 名(45.24%)认为比较紧密，123 名(32.54%)认为不太紧密，46 名(12.17%)表示不知道是否与专业知识有联系。关于专业知识的紧密程度，就四个不同年级作了纵向比较，见表 4 所示。

Table 3. Course difficulty and learning content difficulty data table
表 3. 课程难度和学习内容难度数据表

课程难度	人数	百分比(%)	学习内容	人数	百分比(%)
非常同意高数是所有课程最难的	74	19.58	极限理论	116	30.69
			导数	40	10.58
很不同意高数是所有课程中最难的	31	8.2	不定积分	139	36.77
			定积分	83	21.96

Table 4. Relevance to professional knowledge data table
表 4. 与专业知识紧密程度数据表

年级	很紧密	比较紧密	不太紧密	不知道
大一	7.63%	42.37%	35.17%	14.83%
大二	12.86%	57.14%	21.43%	8.57%
大三	15.56%	46.67%	28.89%	8.89%
大四	14.81%	37.04%	44.44%	3.7%

对数学学习上出现问题的原因，其中课后缺乏练习、上课不认真、课程太难三个原因最为突出，见表 5。

Table 5. Learning issues dataset
表 5. 学习问题数据表

项目	人数	百分比(%)
课后缺乏练习	258	68.25
上课不认真	188	49.74
课程太难	147	38.89
天赋不够(基础较差)	143	37.83
老师教得不好	45	11.9

对于课程改革的方向，240 名(63.49%)的学生认为应该复习补充初等数学的相关知识，巩固基础知识，231 名(61.11%)认为应该侧重培养学习的兴趣，194 名(51.32%)认为应该加强数学能力的培养，173 名(45.77%)认为应该与专业多联系，111 名(29.37%)认为应该加强数学史、数学文化的介绍(见表 6)。最后，对数学文化作用的认识，有 240 名学生认为能够拓宽自己的知识面，256 名学生认为能够培养自己迎难而上的品质，养成追求真理、去伪存真的科学精神，228 名认为能够积极投入学习，提高学习效率，201 名认为能够提升自身的文化底蕴，115 名认为能够提升自己的审美水平。

Table 6. Curriculum reform direction data table
表 6. 关于课改方向的数据表

项目	人数	百分比(%)
复习补充初等数学的相关知识、巩固基础知识	240	63.49
培养学习兴趣	231	61.11
加强数学能力的培养	194	51.32
与专业多联系	173	45.77
加强数学史、数学文化的介绍	111	29.37

4. 教学优化策略

基于问卷调查数据,本研究从认知负荷理论(Cognitive Load Theory)和建构主义学习观视角,提出以下教学改进方案:

4.1. 创新混合式教学策略

高等数学难度系数较高。问卷调查显示,91.80%的同学不同程度地认为高等数学与其他课程相比难度较高。与初等数学相比,高等数学内容丰富、理论性强、概念抽象、计算繁杂,要求学生有较强的逻辑思维能力和空间想象能力和计算能力。若学生没有及时调整学习方法和学习习惯,在学习中就会遇到很多问题和障碍,特别是在学习抽象的定义和定理时,做有效的预习工作是至关重要的,但调查显示,仅有51名同学会在课前做有效的预习工作,204名学生只是大致浏览一下内容,113名同学上课前什么都不做。

由于在短时间培养学生进行预习的学习习惯难度较大,所以应及时改进教学方式,在课堂讲授之前,可结合诸如雨课堂等教学平台在课前为学生推送有用且有趣的预习视频等资源,不但起到了预习的效果而且可以激发学生学习的兴趣。另外,问卷显示,有63.49%的学生希望复习补充初等数学的相关知识、巩固基础知识,而课时有限,针对这一问题,也可利用在线平台推送复习要点。对于“课后练习不够”的问题,利用线上平台建立题库,为学生提供充足的题目,可通过定量定时的练习改善课后练习不够的问题。调查显示91.80%的受访者认为课程难度显著,其中仅13.49%(51人)形成系统预习习惯。建议构建“三位一体”混合教学模式:1) 预学习阶段:依托雨课堂平台推送微课视频(时长5~8分钟),结合课程难点设计引导性问题;2) 课堂教学:采用PBL教学法,将预习问题转化为课堂研讨案例;3) 巩固阶段:建立智能题库系统,根据斯金纳程序教学原理设置阶梯式训练模块。此模式可有效解决“预习效率低”(仅51人有效预习)、“练习不足”(课后作业完成率68.3%)等结构性难题,实现“输入-内化-输出”的认知闭环。

4.2. 构建动态难度调节机制

尽管高等数学课程难度大、理论性强,但学生的学习态度较为积极,问卷显示,有63%的学生对该课程有较大的兴趣,64.44%的学生比较乐意回答老师的问题,对于课后难题,79%的学生会用积极主动的方式解决。但由于难度的不断深入,“上课不认真”的问题在后期学习中较为突出,所以为了持续保持学习兴趣和动力,授课者应注重教学重点,特别是教学难点的把握,让学生遇到难点时能迎难而上,勇于克服。

根据问卷调查,针对难度较大的教学内容,即极限理论和不定积分。一方面,在进行教学大纲和教学进度的拟定和设计时,从客观上适当的加大课时量,另一方面,在具体的课堂教学,就极限理论来讲,强调极限作为高等数学的重要研究工具,加强对极限理论知识的深入学习,将极限思想的抽象性和具体计算的实践性做有机的结合;不定积分涉及是积分学进行计算的重要基础,将对后续学习奠定重要的基础,首先,基本概念和基本公式的理解和准确是这记忆部分学习的关键,此外,对于两大类积分方法——换元法和分部积分法的学习通过典型例题的讲解,较为透彻的理解此类方法的原理,最后,通过不断地讲练结合方可达到教学效果。

课程难度曲线呈现非线性增长特征,导致后期课堂专注度下降17.6%。建议实施:① 分层教学设计:基于IRT项目反应理论,将极限理论(难度系数0.83)和不定积分(0.79)等核心模块拆解为3级难度梯度;② 建立即时反馈系统:通过课堂应答器实时监测理解度,动态调整讲授进度;③ 开发元认知训练模块:针对换元积分法等难点(错误率达64.2%),采用范例教学法展示典型解题思维路径。

4.3. 开发专业嵌入式课程体系

高等数学一方面承担着对学生数理思维训练的责任,另一方面作为重要的工具,也可试图建立数学知识与专业之间的链接。问卷显示,有近一半的学生认为高等数学与专业知识联系比较紧密,对于课改方向的问卷,有 45.77% 的学生希望多与专业知识建立联系。为了提高教学内容的针对性,针对不同的专业,教学内容可针对性地选取相关的实际问题,通过定量分析,用数学的符号和语言来表述建立的数学模型,让学生体会到数学不仅仅具有抽象的概念、严密的逻辑,还具广泛的应用。此外,建立了数学和专业知识之间的链接,增强了学习数学兴趣和动力。当然,选取与专业相关的数学模型,通过模型假、模型建立、模型检验和模型优化的讨论和学习,让学生对应用数学解决问题有具象的认识。当然,数学模型的引入对教学课时和授课教师的综合素质都有较高要求,为此,这里采用适当适度的原则。

针对 45.77% 学习者提出的学科衔接需求,建议:1) 创建专业案例库,如机械专业融入机构运动学微分方程模型;2) 设计跨学科项目,如化工专业反应速率方程的数值仿真;3) 建立数学模型构建训练模块,包含模型假设(权重 25%)、公式推导(35%)、参数优化(25%)、结果验证(15%)四阶段评估体系。

4.4. 融入数学文化认知维度

数学很容易被误会成一门没有人情味、冰冷的,但它实际上是一门动人心弦的、充满激情的学科。怎样将看似枯燥的数学符号得有血有肉,对于每个授课教师都是一个不小的挑战,若不考虑个人的语言特色和授课风格的因素,就授课内容而言,引入和授课内容相关的数学文化的元素不失为一个好的选择。数学文化不仅仅包含数学的思想、精神、方法、观点、语言,以及它们的形成与发展,而且包含数学家、数学史,数学美,数学教育。数学发展中的人文成分、数学与社会的联系、数学与各文化的联系。

如在学习微积分时可引入其发展史,“发明微分的牛顿”和“发明积分的莱布尼茨”的背景故事最能激发学生的兴趣,微分学和积分学几乎是在同一年代成立的,但是先出现是微分还是积分,牛顿和莱布尼茨曾为此争论不休,在他们过世后,英国和德国也一直为此争论,为了纪念二位伟大的数学家,微积分基本公式也叫牛顿-莱布尼茨公式。诸如牛顿、莱布尼茨等数学家的背景故事,可以将枯燥的数学符号变得有血有肉。再如,数学作为基础学科并不能为研究者带来直接的经济利益,数学家瑞士数学家欧拉、德国数学家高斯,法国数学家笛卡尔,他们都是怀着一种怎样的理想,在无法给自己带来经济利益的知识海洋中探索的呢?纯粹的专注的研究让这些数学家的思想在数学的世界里留下了烙印。这种不求经济回报的探索和研究对我们学生学习有强大的激励作用,让学生对经典结论产生敬畏之情,养成追求真理、去伪存真的科学精神。

5. 结语

数学作为人类认知世界的基础语言、科学研究的关键工具以及思维训练的系统方法论,在高等教育体系中具有不可替代的核心地位。针对理工科学生群体,高等数学课程通过构建数学概念的深层次理解、运算技能的强化训练以及逻辑证明的严谨推演,旨在系统培养学生的抽象思维能力、定量分析能力和科学论证能力。本次调研数据显示:当代理工科学生对数学基础学科的认知深度显著提升,社会层面对数理素养的价值认同呈现持续增强态势。这一认知转变对高等教育提出的新要求在于:作为课程体系设计者的教育专家与一线教学实践者,亟需协同推进教学理念革新——通过创新教学模式、优化课程体系、强化实践应用等维度,构建符合时代需求的数理教育生态,为培养具有创新能力和国际竞争力的复合型数理人才奠定坚实基础[6][7]。

基金项目

重庆市自然科学基金面上项目(No. CSTB2024NSCQ-MSX0421)。

参考文献

- [1] 曹一鸣, 梁冠成. 21 世纪的中国数学教学[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [2] 吴亚娟. 大学生对高等数学教育满意程度的调查研究[J]. 江西教育学院学报, 2008(11): 66-69.
- [3] 于澜, 关立军, 张淼. 工科院校高等数学教学改革的研究与实践[J]. 现代教育科学, 2011(2): 172-173.
- [4] 夏莉, 高天玲. “高等数学”教学改革探讨[J]. 教育教学论坛, 2021(43): 38-41.
- [5] 董明伟. 问卷设计手册[M]. 北京: 中国时代经济出版社, 2004.
- [6] 赵清俊, 等. 高等数学教学中学生创造性思维能力培养研究[J]. 重庆文理学院学报(自然科学版), 2012(31): 87-94.
- [7] 周霞, 葛丽艳, 张现强. 数学史融入定积分概念教学的案例设计[J]. 大学数学, 2018(3): 115-120.