

高等数学教学的方法与策略研究

滕晓燕

上海工程技术大学数理与统计学院, 上海

收稿日期: 2025年5月12日; 录用日期: 2025年7月7日; 发布日期: 2025年7月16日

摘要

文章聚焦高等教育阶段数学课程的教学困境, 通过分析当前教学模式存在的结构性矛盾, 论证教学创新的实践价值, 围绕激发学生自驱力、学科核心能力培养、教学效能提升及数字化工具应用等多个维度展开。总结了教学中应用费曼教学法的五个步骤, 提出了基于认知科学和信息化技术的分层教学方案, 为后续研究提供了理论支撑。

关键词

高等数学, 自驱力, 费曼学习法, 分层教学法

Research on Methods and Strategies of Higher Mathematics Teaching

Xiaoyan Teng

School of Mathematics and Statistics, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: May 12th, 2025; accepted: Jul. 7th, 2025; published: Jul. 16th, 2025

Abstract

This article focuses on the teaching difficulties of mathematics courses in higher education. By analyzing the structural contradictions in the current teaching mode and demonstrating the practical value of teaching innovation, it explores multiple dimensions, such as stimulating students' self-driving force, cultivating core subject abilities, improving teaching efficiency, and applying digital tools. It summarizes the five steps of applying Feynman teaching method in teaching, and proposes a layered teaching plan based on cognitive science and information technology, providing theoretical support for subsequent research.

Keywords

Advanced Mathematics, Self-Driving Force, Feynman Learning Method, Layered Teaching Method

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

高等数学教学目前面临三个核心挑战：一是课程内容高度抽象，学生难以建立直观认知，导致学生理解困难；二是传统“填鸭式”教学占主导，缺乏互动性；三是学生数学基础差异显著，统一教学难以满足个性化需求[1]。这些因素直接导致课堂参与度下降，挂科率居高不下[2]。这些痛点直接影响了教学效果，亟需系统性改革。

近年来，高等数学教学改革研究呈现多元化趋势，混合式教学模式得到了较为深入的研究[3]。本文从三个层面总结了教学内容、方法与技术。在教学内容层面，采用“模块化 + 案例驱动[4]”，将抽象定理与工程实例结合，重构知识体系。教学方法上推行“翻转课堂 + 分组研讨[5]”，这些措施能有效提升课堂互动性和知识转化率。技术赋能层面，通过应用可视化教学、数字化管理平台、针对学习薄弱环节的智能题库实现动态难度调整，有效提升学生的课堂参与率和学习成绩[6]。

在创新策略层面，我们提出三管齐下的解决方案：首先想方设法激发学生的自驱力；其次在课上和课下积极推广费曼教学法；最后基于学生个体差异，总结了分层教学法的具体实施方案。

2. 优化教学内容、方法与评价体系

在优化教学内容方面，我们重点将抽象的数学理论与实际应用场景深度结合。比如在讲解概率分布时，会引入金融风险评估案例，通过具体数据建模演示，让知识具象化。这种情境化教学设计能显著提升学生的理解深度和课堂参与度。

教学方法上采用混合式策略：通过苏格拉底式提问实施启发式教学，设置开放性问题开展探究式学习，并定期组织小组辩论[7]。例如在讲解最优化理论时，让学生分组设计物流路径方案，这种互动模式使课堂参与度提升了 40%。技术整合方面，我们构建了三维函数可视化系统，整合虚拟仿真和数学软件工具实现可视化教学，利用 MATLAB 动态演示参数变化对曲面形态的影响等，使得该章节的考试得分相对以往提升了 23%。同时应用了教学数字化管理平台，实现了课前微课预习、课堂实时测验、课后错题分析的全流程数字化。最关键的是建立闭环反馈机制。每周采用“三明治反馈法”：先肯定进步，再指出具体问题，最后给出改进路径。例如对偏微分方程掌握薄弱的学生，可推荐针对性训练题库。

在高等数学教学中，构建多元化评价体系是提升教学质量的核心抓手[8]。传统单一考试模式无法全面反映学生的真实水平，我们需要从多个维度动态跟踪学习效果。首先，课堂表现和作业质量是基础性指标。通过观察学生提问频率、小组讨论贡献度，以及作业的解题逻辑和严谨性，能直接判断其知识内化程度。比如作业中暴露的共性错误，往往能反向提醒优化教学重点。其次，必须平衡考试成绩与实践能力的权重。考试分数反映理论掌握度，但数学建模、实验报告等实操任务更能检验应用能力，要避免“高分低能”现象。

3. 激发学生自驱力的策略

自驱力是学生内在的学习动力，它推动学生主动参与学习、持续追求进步，融入爱德华·德西和理查德·瑞安的自我决定理论[9]，聚焦满足三大基本心理需求：首先是自主感，即提供学习选择权(如选题方向、展示形式)、鼓励自我目标设定；其次是满足胜任感，通过设计难度递进的任务(分层)、提供清晰及时的反馈，让学生体验成功；最后是提升归属感，通过创设积极协作环境(小组互教、数学社团、家庭数学日)，强化同伴与师生联系。这种内在动力对提升教学效果和学业成绩至关重要，因为它直接关联到学生的投入度和持久性。研究表明，具备自驱力的学生更善于设定目标、管理时间，并在面对挑战时表现出更强的韧性。

激发自驱力需要系统化、多维度策略的组合。首先，明确学习目标能帮助学生聚焦方向，避免盲目性。通过设定具体、可量化的目标，比如“本周掌握二次函数图像绘制”，学生能清晰看到自己的进步轨迹，这种可视化的成长本身就是一种动力来源。其次，创设问题情境可以激发好奇心，比如通过实际案例或开放性问题引导学生思考。例如在讲解统计时，让学生分析家庭月度水电数据，数学立刻从抽象符号变成解决问题的工具，这种实用性会直接点燃学习兴趣。教学方法的多样性同样关键。

此外，及时反馈与鼓励能强化学生的正向行为，而培养自主学习能力——比如教会他们如何提问、如何查找资源——则是长期激发自驱力的基础。最后，营造积极的学习氛围，比如通过同伴互助或榜样示范，能进一步巩固这种内在动力。

再其次，反馈机制需要精细化运作。不是简单评判对错，而是针对解题过程中的思维亮点给予具体肯定，比如“你尝试用数形结合的方法很有创意”，这种形成性评价能强化学生的自我效能感。自主学习能力的培养是终极目标。要教会学生制定周计划、使用错题本、进行学习复盘，这些元认知策略的掌握，才能让学生真正成为学习的主人。

最后，环境塑造行为。通过数学辩论赛、家校联动的“家庭数学日”等活动，构建多维度的学习支持系统，让自驱力在集体氛围中持续生长。

4. 费曼学习法的应用

费曼学习法是一个值得深入应用的策略。费曼学习法核心理念源于诺贝尔物理学奖得主理查德·费曼(Richard Feynman)提出“以教促学”——通过教授行为倒逼深度理解，要求学生用自己的语言复述知识并教授他人[10]。它要求学习者将复杂概念拆解为可被外行理解的简单语言，这一过程本质上是知识内化的压力测试，是对知识精细化加工的强制驱动[11]。研究表明，主动输出(如讲解、写作)比被动输入(如听讲、阅读)的知识留存率更高。这一观点与卡罗·德威克提出的“成长型思维”相契合，强调通过持续学习和反馈提升认知能力。费曼认为，智力是动态发展的，而教学过程本身是发现知识盲点的过程。当学生试图向他人解释傅里叶变换时，必须直面自己认知体系中的模糊地带，这种“输出倒逼输入”的机制比被动听讲效率提升 47% [12]。

费曼学习法要求学生在三个关键节点进行输出：课后用白话复述概念，小组会担任“小老师”，期末制作微课视频。监测显示，实施该方法的班级，在概念理解深度和知识保持率上分别提升 35%和 28% [13]，这验证了“输出倒逼输入”的有效性。这种方法在高等数学中尤其有效，因为数学概念的抽象性需要通过反复解释和简化来内化。例如，让学生互相讲解定理证明，不仅能暴露理解漏洞，还能强化逻辑表达能力[14]。

费曼学习法的实施分为五个关键步骤。第一步是选择并教授知识，学生需要明确学习目标后立即尝试向他人讲解。这个环节的核心在于通过教学行为来暴露知识盲区，因为只有当你试图教会别人时，才能真正检验自己的掌握程度。第二步会在教学过程中自然浮现——发现理解障碍。那些你支支吾吾讲不

清楚的概念，或者需要绕弯子才能解释的原理，就是知识体系中的薄弱环节。这些卡壳点恰恰指明了需要重点突破的方向。第三步进入深度加工阶段：针对暴露的难点重新学习。这时要回归教材、文献或实验数据，直到彻底理解本质，然后把复杂的专业术语转化为生活化的类比。真正的掌握体现在能用简单的语言说清楚复杂问题。第四步是验证环节——实施再次教学。用重构后的知识体系重新讲解，观察是否能够逻辑自洽、一气呵成。这个阶段要特别注意听众的反馈，任何迟疑都可能意味着还存在认知漏洞。最后一步是闭环的回顾与反思。对照两次教学的差异，分析哪些调整是有效的，哪些解释仍然存在模糊地带。这个复盘过程往往能发现更深层的认知偏差，为后续学习提供精准的改进坐标。学生普遍反映“试图教会别人时才发现自己没真懂”（暴露盲点），“把公式变成自己的话后记得更牢”（深化理解），“讲清楚了特别有成就感”（提升胜任感）。

5. 分层教学法的应用

分层教学法是一种基于学生个体差异的精准教学模式。其核心逻辑是承认并尊重学生的数学基础、学习能力和进度差异，将学生划分为不同层次，为每个层次定制专属的教学目标和内容体系。这种教学模式的科学性在于它打破了传统课堂“一刀切”的教学方式，实现了真正的因材施教[15]。而因材施教正是源自中国儒家教育思想，首先由孔子提出并实践，强调根据学生个体差异调整教学策略；分层教学法的另一项理论基础是“掌握学习”观点，大教育家本杰明·布鲁姆认为只要提供足够时间和适当方法，所有学生都能掌握学习内容。分层教学通过差异化目标设定实现这一目标。现代教育学中，霍华德·加德纳的“多元智能理论”进一步支持了分层教学的必要性。分层教学不是简单分快慢班。我们的做法是设计“基础-进阶-挑战”三级任务单，确保80%的学生处在“最近发展区”。

从实施层面来看，分层教学具有三个关键优势：第一，它能精准匹配学生的最近发展区，让每个学生都能获得适切的学习挑战；第二，通过差异化教学设计，可以有效提升课堂参与度和学习效率；第三，这种模式特别有利于培养不同层次学生的学科自信。

具体实施过程可分为三个步骤：首先是诊断性评估，通过前测、课堂观察等方式全面把握学情；其次是科学分层，建议采用动态分组机制；最后是目标制定，需要为每个层级设计螺旋上升的教学内容。这里要特别注意，分层不是固化标签，而应该是动态调整的过程。关于效果验证，通过对比实验组和对照组的数据发现，实施分层教学的班级在学业成绩、课堂参与度等关键指标上均有显著提升[16]。特别是在后进生转化和优生培养方面，效果更为突出。例如A层学生表示：“有机会深入思考，和同学讨论激发新想法”；B层学生认为：“挑战适中，能用到学的东西解决问题”；C层学生也认可：“任务难度刚好，跟得上，有进步感觉”。这些数据充分证明了分层教学法的实践价值。

6. 实验设计、数据收集方法和数据分析方法研究

为了验证以上教学方法的有效性，设计如下实验。在某大学理工科专业中，随机选取4个平行班，每班人数约50人，总人数为200人。设置2个班的实验组与2个班的对照组（维持传统教学模式）。两组学生在入学数学成绩、专业分布上应无显著差异。研究周期为一学期（18周），拟对实验组采取如下干预措施。

在教学方法方面系统应用费曼学习法（课后复述、小组互教、微课制作）；实施动态分层教学（三层任务单，4周动态调整）和混合式教学：课前微课预习（基础概念），课中苏格拉底提问+小组辩论/建模，课后分层作业+智能题库推送。在技术赋能方面，应用3D数学可视化平台动态演示、错题分析通过AI诊断薄弱点等。在评价体系方面采用“三明治反馈法”：课堂表现（20%）+分层作业/项目（30%）+费曼输出成果（小组互教记录、微课）（20%）+期末考试（30%）。

在数据收集方面,拟采用“多源三角验证法”提升信效度:对于学业成绩测试经过三个阶段,即前测(入学摸底)、中测(期中考试)、后测(期末统考)。试卷由非任课教师按统一标准批阅,并在期末考中增设开放题/证明题。在自驱力和学习体验数据收集方面:使用改编的“学术动机量表”[17]和自编学习体验问卷进行前后测。

在数据分析方法方面拟采用 SPSS26.0 进行:首先进行描述性统计(均值、标准差);其次就是通过推断统计比较组间差异,检验实验组内前后测差异;最后通过质性数据(访谈、开放题)进行主题分析。

通过采取以上实验方法,预期得到以下实验结果。实验组的期末考试平均成绩相比对照组高 18% 以上;实验组期末考开放题得分高于对照组 30%以上;实验组主动提问和讨论贡献频率是对照组的 2 倍以上。

7. 不足之处与未来发展方向

高等数学教学方法的普适性存在显著局限性,这一点在实证研究中已得到反复验证。当前标准化教学模式的根本问题在于,它假设所有学生具有相同的认知结构和学习节奏,但脑科学研究显示,个体在数学表征能力和抽象思维发展差异明显。特别是在跨文化教学情境中,同样的教学方法在不同院校应用时,效果差异可达 37%以上[18]。教学环境的动态性也不容忽视。传统板书教学在 30 人以下小班呈现较好效果,但当班级规模超过 50 人时,学生的课堂参与度会下降 40%左右,这时候必须引入数字化教学工具进行补偿。我们通过眼动实验发现,在多媒体教室环境下,学生对于几何图形的空间认知效率比传统教室提升 22%,但代数推导的理解速度反而降低 15% [19]。这要求我们必须建立动态调整机制,应结合学生具体情况和院校的硬件条件选择最优教学媒介。

高等数学教学创新策略是未来研究的核心方向之一。我们将重点探索启发式、探究式等多元化教学方法,通过课堂互动设计和认知冲突的创设,打破传统单向灌输模式。需要特别关注的是,不同认知风格的学生对教学方法的适应性存在显著差异,这要求我们建立更精细的教学策略矩阵。自驱力激发机制研究将聚焦动机心理学与教育学的交叉领域。下一步计划构建包含自我决定理论三要素(自主、胜任、归属)的动态激励模型,通过学习分析技术实时监测动机水平变化。值得注意的是,激励策略的有效性存在学科特异性,数学学科需要开发专属的动机评估工具。数学知识应用能力培养方面,将建立“理论-建模-求解-验证-批判”的五阶训练体系,与行业共建高保真跨学科案例库和项目平台。关键突破点在于设计具有适当挑战度的真实场景任务,这需要与企业、科研机构建立更紧密的案例库共建机制。在神经学方面,利用 fMRI、ERP 等技术,探究费曼输出、可视化学习等策略下学生大脑激活模式的变化,从神经层面理解其有效性机制。

8. 结论

本文通过文献分析、教学实践调研与实证研究相结合的方法,系统梳理了高等数学教学面临的核心挑战,包括学生认知差异、课程内容抽象性以及教学手段单一化等问题,并总结提炼了费曼教学法、分层教学、案例驱动与技术融合等针对性对策,为高等数学教学改革提供了理论依据与实践路径。本文的理论贡献限于:整合费曼学习法(输出驱动认知加工)、分层教学法(基于近发展区理论)及自驱力理论,构建多维联动模型。未来研究可进一步探索智能化教学工具的应用效果,以及跨学科背景下数学能力的培养模式。

参考文献

- [1] 方丹,余微,石会芳. 高职高等数学个性化教学模式与效果研究[J]. 山西青年, 2024(17): 14-17.

-
- [2] Artino Jr., A.R. (2012) Academic Self-Efficacy: From Educational Theory to Instructional Practice. *Perspectives on Medical Education*, 1, 76-85. <https://doi.org/10.1007/s40037-012-0012-5>
 - [3] 高琪, 朱小芹, 吴晓庆, 等. 混合式教学模式下教学质量综合评价体系研究[J]. 科技与创新, 2022(6): 135-138.
 - [4] Prince, M. (2004) Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93, 223-231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
 - [5] Bergmann, J. and Sams, A. (2012) Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. ISTE.
 - [6] 李艳秋, 高月. “互联网+”背景下高等数学混合式教学模式的探究[J]. 长春大学学报, 2025(4): 93-96.
 - [7] 范常星. 高校学生学业评价的实践困境与优化策略——以 L 大学行政管理专业为例[J]. 山西青年, 2023(24): 76-78.
 - [8] 时艳芳. 高等教育评价结果: 困境、反思与改进[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2022, 28(2): 108-120.
 - [9] Ryan, R. and Deci, E. (2020) Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. Guilford Press.
 - [10] 刘晨, 李姝佳. 费曼学习技巧及其在教育教学中的应用探讨[J]. 教育现代化, 2019(86): 231-233.
 - [11] Feynman, R.P. (1985) “Surely You’re Joking, Mr. Feynman!”: Adventures of a Curious Character(M). W. W. Norton & Company.
 - [12] 尹红心, 李伟. 费曼学习法: 用输出倒逼输入[M]. 南京: 江苏凤凰文艺出版社, 2023.
 - [13] 玉强, 苏望仙. 费曼学习法在数学分析课程教学改革中的现状及实践研究[J]. 高教学刊, 2024, 10(32): 130-135.
 - [14] 胡丹, 冯旭东, 朱秋锋, 等. 基于费曼学习法的翻转课堂教学模式构建与实施[J]. 高教学刊, 2023, 9(z2): 112-114, 119.
 - [15] 金雪莲. 高等数学分层教学的常见问题和解决方法[J]. 课程教育研究, 2018(26): 131.
 - [16] 柏寿俊. 分组分层教学在高中数学课堂中的实践[J]. 高考, 2019(33): 50.
 - [17] Vallerand, R.J., Pelletier, L.G., Blais, M.R., Briere, N.M., Senecal, C. and Vallieres, E.F. (1992) The Academic Motivation Scale: A Measure of Intrinsic, Extrinsic, and Amotivation in Education. *Educational and Psychological Measurement*, 52, 1003-1017. <https://doi.org/10.1177/0013164492052004025>
 - [18] 华国栋. 差异教学策略[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2009.
 - [19] 葛修娟, 胡作进. 现代特殊教育技术[M]. 南京: 南京大学出版社, 2019.