

学科交叉视域下高等数学案例教学的理念建构与模式创新研究

段璐灵¹, 张畔^{2*}

(¹ 南宁师范大学 数学与统计学院, 广西 南宁 530001; ² 南宁学院 人工智能学院, 广西 南宁 530299)

摘要: 针对高等数学课程, 本文提出“服务专业与服务能力并重、问题导向与情境驱动统一、OBE 结果导向与反向设计融合”的案例教学理念, 构建由“1+N 分层课程架构”“专业需求—数学知识—应用案例”三维匹配案例体系、“情境—问题—模型—分析—拓展”五步课堂流程和“四维多元评价与反馈”组成的一体化教学模式, 为高等数学课程服务学科交叉和高质量人才培养提供理论支撑与模式借鉴。

关键词: 学科交叉; 高等数学; 案例教学

DOI: <https://doi.org/10.71411/jyyjx.2025.v1i8.1018>

Research on the Conceptual Construction and Model Innovation of Advanced Mathematics Case Teaching from the Perspective of Interdisciplinary Integration

Duan Luling¹, Zhang Pan^{2*}

(¹ Nanning Normal University, School of Mathematics and Statistics, Nanning, Guangxi, 530001, China; ² Nanning University, College of Artificial Intelligence, Nanning, Guangxi, 530299, China)

Abstract: For the Advanced Mathematics course, this paper proposes a case-based teaching philosophy that gives equal weight to serving disciplinary majors and competency development, unifies problem orientation with context-driven learning, and integrates OBE outcome orientation with backward design. Accordingly, it develops an integrated instructional model comprising: (1) a "1+N" tiered curriculum framework; (2) a three-dimensional case system aligning disciplinary needs—mathematical knowledge—application cases; (3) a five-step classroom process of context—problem—model—analysis—extension; and (4) a four-dimensional diversified assessment, feedback, and improvement mechanism. This model provides theoretical support and practical references for enabling Advanced Mathematics to better serve interdisciplinary integration and the cultivation of high-quality talent.

Keywords: Interdisciplinary integration; Advanced mathematics; Case teaching

基金项目: 2025 年度广西高等教育本科教学改革工程项目“基于 AI 赋能的“1+N 模式”高等数学教学改革研究—学科交叉视角下案例教学的实践与创新”(项目编号: 2025JGB292)

作者简介: 段璐灵(1979-), 女, 广西南宁, 博士, 副教授, 研究方向: 数学教育、数学模型及其应用

通讯作者: 张畔, 通讯邮箱: zhangp@alu.scu.edu.cn

引言

在新一轮科技革命和产业变革加速推进的背景下,学科交叉已成为高等教育人才培养的重要趋势。工程、信息、经济管理等专业对学生的数学素养与建模能力提出了更高要求,高等数学不再只是传授抽象理论的“学科基础课”,而逐渐演变为支撑学生综合运用数学工具解决复杂真实问题的“能力平台课”^[1]。从既有研究看,国内外学者围绕高等数学课程改革^[2]、OBE理念下的教学目标重构^[3]、案例教学与项目化学习等方面已开展了丰富探索^[4],一定程度上推动了课程内容的应用化、教学方式的多样化和信息技术的融合应用。然而,这些研究更多聚焦于某一教学环节或某类技术手段,系统地立足“学科交叉视域”,从课程功能重塑出发,对高等数学案例教学的价值理念、整体架构与运行机制进行一体化建构的成果仍相对不足^[5]。基于此,本文在学科交叉视域下,尝试对高等数学案例教学的理念建构与模式创新进行系统研究。

1 学科交叉与高等数学案例教学

在新工科、新医科、新农科、新文科建设背景下,学科交叉已上升为高等教育改革的重要主题,复合型、创新型人才培养成为高校关键目标。基础课程不再只是专业学习的“前置门槛”,而被赋予支撑交叉融合、培育跨学科思维的功能。作为工科、经管等专业的“通用语言”和“方法工具”,高等数学在交叉培养体系中具有基础性、枢纽性作用。

围绕高等数学教学改革,现有研究主要集中于三条路径:其一,内容层面的模块化与分层化,通过“基础+专业+拓展”结构适配不同专业需求^[6];其二,方法层面的应用化与探究化,推动教学由“板书+例题”转向问题导向、项目化与建模训练^[7];其三,过程层面的信息化与智能化,借助在线平台、题库与AI工具开展资源推送和学习诊断^[8]。在此基础上,案例教学逐步进入高等数学课堂,普遍被认为能够将抽象概念嵌入具体情境,提升学习兴趣与理解深度,并以“背景—建模—求解—解读”的链条让学生体验数学应用的完整过程。

但现实实践仍存在明显不足:不少课程的案例停留在教师单次展示,缺乏系统化案例库与整体课程规划;案例设计往往围绕某一知识点临时拼接,较少从学科交叉与专业需求出发进行顶层设计与持续迭代。与此同时,高等数学案例教学缺乏“理念—目标—模式”一体化框架。因此,有必要立足学科交叉与复合型人才培养需求,对高等数学案例教学进行再定位,在理念、目标与模式之间建立一致的逻辑链条。

2 学科交叉视域下高等数学案例教学的理念建构

2.1 课程功能重塑:从“学科本位”到“能力本位与交叉本位”

在传统学科本位视角下,高等数学往往被理解为支撑数学学科自身发展的基础课程,其主要任务是完整呈现分析学、线性代数等知识体系的内部逻辑,强调定义—定理—证明的演绎链条。进入学科交叉与复合型人才培养时代,高等数学的课程功能正在发生深刻转变。这种转变要求课程目标从单一的“知识传授”扩展为“知识、能力、素养”三位一体,并在此基础上形成“能力本位与交叉本位”的新定位^[2]。

在这一新定位下,高等数学至少承担着三重功能:其一,是专业知识的数学支撑。函数、极限、微分、积分、线性空间等内容,构成工程分析、最优化设计、经济模型构建、数据分析等专业课程的基础语言,课程必须主动对接专业后续课程的知识链条;其二,是综合问题的抽象建模工具。面对复杂工程系统、经济金融波动、环境污染扩散等真实问题,高等数学提供了抽象表征、模型构建与定量分析的工具,课程应通过案例有意识地训练学生“从现实到模型、从模型到结论”的能力^[6];其三,是跨学科思维方式的训练场。数学追求结构化、逻辑化与形式化的思维方式,能够帮助学生在不同学科情境中识别变量关系、厘清逻辑结构、把握关键约束,从而形成跨学科迁移与整合的能力。

2.2 理念一:面向学科交叉的“服务专业”与“服务能力”并重

在课程功能重塑的基础上,高等数学案例教学首先需要完成理念层面的“转向”:从“为数学而数学”转向“为专业、为问题、为创新服务”^[4]。所谓“服务专业”,并非简单将专业名词

或背景材料搬进课堂,而是基于各专业培养方案与核心能力要求,系统梳理其中蕴含的数学需求,重构课程内容与案例结构,实现“数学知识点—专业情境—典型任务”的有机对接;所谓“服务能力”,强调课程不以“讲完多少章”为唯一目标,而是以学生能否借助数学工具解释现象、分析问题、支撑决策作为关键标尺。在这一理念下,高等数学不再被视为对所有专业“一刀切”的同质化课程,而是通过“统一基础+差异化交叉模块”的设计,形成“1+N”式的结构:在保证共同数学素养的前提下,面向计算机、环境科学、经济管理等不同专业嵌入具有针对性的案例单元。这样,高等数学既在纵向上保持学科体系的完整性,又在横向上实现与多学科的灵活耦合,真正体现“服务专业”与“服务能力”并重的理念。

2.3 理念二:问题导向与情境驱动的案例观

在理念层面厘清“为谁服务”之后,还需要回答“以什么方式服务”的问题。与传统“例题教学”不同,本文所强调的案例教学是一种以问题为核心、以情境为载体的综合学习方式。案例不等同于普通例题:例题往往围绕某个知识点演示标准解法,背景可以是抽象的、甚至是虚构的;而案例应嵌入真实或准真实的专业情境之中,以完整的问题系统为核心,要求学生在理解情境的基础上识别关键变量、提炼数学结构、选择适当工具、解释求解结果,并反思方案的现实意义与局限^[4]。据此,可以将高等数学案例学习过程概括为“情境—问题—模型—分析—反思”的完整链条,这一链条使案例教学从单一的“知识呈现方式”提升为“综合能力培养过程”,有利于学生形成跨学科问题意识和整体性认知结构。

2.4 理念三: OBE 导向的结果意识与反向设计

在学科交叉与问题导向理念之上,高等数学案例教学还需要引入成果导向教育(OBE)的思路,强化“从结果出发”的课程设计意识。OBE 强调以“学习产出”为核心,对课程目标、教学活动、评价方式进行反向设计与持续改进^[3]。对于高等数学而言,关键的学习产出不应仅仅是“掌握某一定理或公式”,而应包括:能够在专业情境中识别数学问题、构建合理模型并进行分析解释的应用能力;能够在复杂情境下综合使用多种数学工具的建模能力;以及在跨学科问题面前展现结构化思考、逻辑论证与定量推理的跨学科思维。在此基础上,可以形成一条清晰的逻辑链条:首先,明确高等数学在专业培养目标中的预期学习结果(学习产出);其次,将这些学习结果分解为可观察、可评价的课程目标;再次,根据课程目标设计相应的案例情境与课堂活动;最后,匹配相应的评价方式与指标体系,通过过程性作业、案例报告、展示答辩等多元方式收集证据,判断学习产出达成度,并据此调整后续教学。

3 学科交叉视域下高等数学案例教学模式的总体框架

3.1 基于“1+N”的案例教学模式整体架构

本文提出高等数学课程的“1+N”案例教学模式。其中,“1”指面向全体学生的统一高等数学基础教学模块,N”指面向不同学科门类开设的专门案例模块,根据不同专业群的知识结构和典型工作任务,设置相对独立又可选可增的案例单元。每一单元围绕若干典型专业情境,选取与该专业高度相关的数学问题,实现数学知识向专业能力的定向迁移。在“1+N”的框架之下,课程内部进一步可划分为“基础—交叉—拓展”三个层次:基础层主要突出数学概念与方法的系统讲授,重在打牢“共性基础”;交叉层是指在基础内容学习过程中嵌入典型跨学科案例;拓展层指面向具有更强探究意愿和创新潜力的学生,设置小型研究任务、课程论文或数学建模主题,鼓励其围绕真实数据或真实项目进行更深层次的建模与分析。通过上述分层设计,高等数学案例教学模式既坚持学科知识的系统性,又实现面向专业与学科交叉的灵活适配,使课程真正成为连接不同专业、不同知识领域的“枢纽平台”。

3.2 案例体系构建子模式:“专业需求—数学知识—应用案例”的三维匹配

本文提出“专业需求—数学知识—应用案例”的三维匹配子模式。以各专业的人才培养方案为基础,梳理毕业要求中与数量分析、模型构建、数据处理、优化决策等相关的能力指标,并进一步细化到典型工作任务或情境。提炼其中可用数学语言刻画的问题结构,从而建立“专业任务

—数学问题—知识点”的中介关联。在明确“哪些数学知识支撑哪些专业任务”之后，采取反向设计思路，将抽象的数学知识点重新嵌入到典型专业情境之中，形成具有完整故事线 with 问题链条的应用案例。

3.3 课堂实施子模式：基于“五步法”的案例教学流程

本文将高等数学案例教学的课堂流程概括为“五步法”：情境导入、问题提出、模型构建、求解分析、专业拓展^[4]。具体为：教师通过视频、数据、新闻事件或企业案例等方式呈现工程、经济或社会情境，突出问题的重要性与复杂性，以激发学生的学习动机和问题意识。在引导学生充分理解情境的基础上，共同抽取需要回答的关键问题，明确自变量、因变量和约束条件，将“模糊情境”转化为“明确问题”，为数学建模奠定基础。教师引导学生借助函数关系、方程组、优化模型等，将问题形式化、结构化，完成从自然语言到数学语言的转化。学生在教师指导下，选择与所学内容相匹配的数学工具对模型进行求解，并结合参数变化、灵敏度分析等方法，对结果的稳定性与合理性进行讨论。最后，教师带领学生回到原始专业情境，讨论求解结果的实际含义、适用范围及局限性，进一步引导学生思考若干扩展问题，从而完成一次从专业到数学再回到专业的完整循环。

3.4 评价与反馈子模式：基于“四维多元”的评价框架

本文提出基于“四维多元”的评价框架，强调从多维目标、多元证据、多方参与出发，形成“评价—反馈—改进”的动态闭环^[9]。四个评价维度包括知识掌握维度、应用与建模维度、创新与探究维度、学习过程与合作能力维度。在操作层面，可综合运用笔试成绩、过程性作业、案例报告、组内互评、教师质性评价以及在线学习平台数据等多种证据形式，建立学生“学习档案袋”。通过纵向跟踪与横向比较，不仅评价单次学习结果，更关注能力发展的轨迹。另外，还可以建立“评价—反馈—改进”的闭环机制。

4 结束语

本文立足学科交叉与复合型人才需求，提出“服务专业与服务能力并重、问题导向与情境驱动统一、OBE 结果导向与反向设计融合”的案例教学理念，构建“1+N”分层课程架构、三维匹配案例体系、五步课堂流程与四维多元评价反馈的一体化模式，推动高等数学由知识传授走向能力平台。下一步可在不同专业群开展实证检验，完善案例库与资源平台，强化教师共同体与数据驱动改进，使该模式在持续迭代中更好支撑高质量人才培养。

参考文献：

- [1] Pepin B, Biehler R, Gueudet G. Mathematics in engineering education: A review of the recent literature with a view towards innovative practices[J]. International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education, 2021, 7(2): 163-88.
- [2] 武彩霞. 应用型人才培养需求下高等数学教学改革的路径探讨[J]. 教育观察, 2021, 10(26): 103-5.
- [3] 王前锋. OBE 理念下高校高等数学教学创新探讨[J]. 中国多媒体与网络教学学报(中旬刊), 2020, (11): 77-9.
- [4] 张然然, 阎昕明, 田德路. 案例教学在高等数学中的应用[J]. 高等数学研究, 2021, 24(06): 69-71+66.
- [5] Xu S, Malang M E S. The Effectiveness of Case Method in Teaching Calculus Using Lesson Study Model[J]. International Journal for Multidisciplinary Research, 2024, 6(5).
- [6] 陈雪芬. 基于建模思想的高等数学模块化教学体系的构建与应用[J]. 教育观察, 2025, 14(07): 64-6+83.
- [7] 李丽丽. 数学建模思想融入高等数学教学的路径探索[J]. 教育观察, 2024, 13(34): 46-8+52.
- [8] 武伟伟, 康淑菊. 基于人工智能的高等数学混合式教学探究[J]. 教育信息化论坛, 2021, (06): 43-4.
- [9] Bruna C R. Enhancing Primary Teacher Training through Academic Portfolios in Advanced Mathematics Courses [J]. International Electronic Journal of Mathematics Education, 2025, 20(4), em0842.