

高等数学在线教学的设计与实施

潘佳佳

上海理工大学理学院, 上海

收稿日期: 2025年1月26日; 录用日期: 2025年3月4日; 发布日期: 2025年3月25日

摘要

随着信息技术的快速发展, 在线教学已成为高等教育领域的重要组成部分。高等数学作为理工科类本科生必修的基础课程, 其在线教学设计和实施对于提高教学质量和学习效果至关重要。文章旨在探讨高等数学在线教学的设计与实施策略, 包括教学目标的确立、教学内容的组织、教学方法的选择、教学资源的开发、评价方法的创新等, 并在此基础上实施在线教学过程, 在教学实践中通过教学反思和学生反馈机制进一步改进和优化教学设计, 进而逐步提高高等数学课程在线教学的效果。

关键词

高等数学, 在线教学, 教学设计, 实施策略

Design and Implementation of Online Teaching for Advanced Mathematics

Jiajia Pan

College of Science, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jan. 26th, 2025; accepted: Mar. 4th, 2025; published: Mar. 25th, 2025

Abstract

With the rapid development of information technology, online teaching has become an important component of higher education. As a compulsory foundational course for undergraduate students in engineering and science majors, the design and implementation of online teaching for advanced mathematics are crucial for improving teaching quality and learning outcomes. This paper aims to explore the design and implementation strategies for online teaching of advanced mathematics, including the establishment of teaching objectives, the organization of teaching content, the choices of teaching methods, the development of teaching resources, and the innovation of evaluation methods. Based on these strategies, the online teaching process is implemented. Through teaching

reflection and student feedback mechanisms in the teaching practice, the teaching design is continuously improved and optimized, ultimately enhancing the effectiveness of online teaching for advanced mathematics courses.

Keywords

Advanced Mathematics, Online Teaching, Teaching Design, Implementation Strategies

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

高等数学是高等院校非数学专业开设的一门基础必修课，是学习理工类和经济类学科课程的基础，例如物理学中需要用到高等数学中的定积分及其计算、经济学中的边际分析和弹性分析需要用到导数和偏导数等[1]。高等数学课程内容涉及大量的抽象概念、复杂的理论体系以及严密的逻辑推理，具有知识点多、抽象性高、逻辑性强等特点。因此，在教学过程中，教师不仅要传授专业知识，还要引导学生培养数学思维方式，提升数学素养。

在现代信息技术飞速发展的背景下，在线教学在当前高等教育中的重要性和紧迫性愈加凸显。首先，在线教学能够有效解决传统课堂教学模式中的一些结构性问题。随着信息化时代的到来，传统课堂教学往往受制于时间和空间的限制，尤其是在大规模的课程教学中，教师很难为每一位学生提供个性化的辅导。在线教学一个非常大的优势是利用通讯工具将师生间的沟通拓展到任意时间和任意地点，提高沟通效率[2]。而在线教学的普及和发展，可以通过灵活的教学方式和高效的资源分配，使每个学生都能得到更多的学习机会和支持，从而提升整体教学效果。

其次，当前社会的数字化转型要求教育系统能够适应新的学习需求和新的学习环境。越来越多的教育资源正在从传统课堂转向在线平台，尤其是在全球范围内，教育信息化已成为国家战略发展的重要组成部分。在线教学不仅可以帮助教育系统提高效率，降低成本，还能满足不同学生群体的个性化需求，促进教育公平。

再者，疫情防控等突发公共卫生事件让在线教学的应用变得更加紧迫。在2020年新冠疫情爆发后，教育部印发《关于在疫情防控期间做好普通高等学校在线教学组织与管理工作的指导意见》，要求高等院校充分使用和依托各类在线课程平台，积极开展线上课程教学，保障教育教学质量[3]。根据指导意见，国内大多数学校和教育机构迅速转向在线教学模式，在线教育的普及程度和应用深度都得到了显著提升。对于高等数学这类公共基础课，更需要在此背景下快速转型和适应新的教学环境。为了保障学生的学业进程，在线教学不仅是一种必要的应对措施，更是提升教学质量和效率的长远之计。

综上所述，高等数学在线教学不仅是当下教学环境变化的必然要求，而且也是未来教育改革的重要方向。随着技术的不断发展和教育需求的日益增加，在线教学的意义和价值将愈加显现。在线教学中教育技术的应用改变了教师教学策略的选择，在线教学与传统教学是两种完全不同的模式，不是简单地运用教育技术，还需要考虑不同的教学策略和方法。教师如果还是机械地运用传统线下教学方法开展线上教学活动，效果必然堪忧[4]。因此，高等数学在线教学的研究与实践已成为当前教育领域亟待解决的关键问题。

尽管在线教学在高等数学课程教学中具有许多明显的优势，但也存在不容忽视的问题和挑战。首先，

教师和学生之间的实时互动受到限制，教师无法直接观察到学生的学习状态，也无法及时调整教学进度和方式。学生在遇到问题时，可能无法得到及时的指导，导致问题积累，进而影响学习效果；其次，在线教学的学习氛围与线下课堂有所不同，缺乏面对面的交流和课堂互动，同时在线教学易受网络环境的影响，学生的学习积极性可能受到一定影响，尤其是对于高等数学这类需要学生主动思考和参与的课程。如果在线教学过程安排不当，学习效果难免不尽如人意，甚至会影响学生的学习积极性以及学习兴趣。

因此，设计有效且高效的高等数学在线教学策略，以提高高等数学课程在线教学质量有非常重要的意义。

2. 在线教学的设计

基于高等数学课程内容的高度抽象性和严密逻辑性等特点，结合文献资料法、行动研究法和反思研究法等教育研究领域常用的研究方法设计有效的高等数学课程在线教学策略，包括教学目标的确定、教学内容的组织、教学方法的选择、教学资源的开发以及评价方式的创新。

2.1. 教学目标的确定

围绕学校人才培养方案的要求和教材的特点，确立明确的教学目标，包括知识目标、能力目标和情感态度价值观目标，不仅要让学生掌握基本概念、定理和方法，如函数、极限、导数与微分、积分、级数、微分方程等，为后续的专业课学习和更加深入的科学研究奠定良好的基础，还要培养学生的逻辑思维能力、问题解决能力，培养学生从数学角度分析和解决问题的能力，学会运用高等数学的理论和方法来解决实际问题，更要培养学生的创新意识、严谨的科学精神和爱国情怀。

2.2. 教学内容的组织

在线教学应根据学生的学习背景和需求，结合教材特点合理地组织教学内容，要能突出重点和难点，使教学内容更具系统性和连贯性。高等数学课程内容繁多，包括函数、极限、微积分、微分方程、向量代数与空间解析几何、无穷级数等[5]，各部分内容之间不是相互独立，而是相互联系的。根据课程内容分模块组织教学内容，如可将一元函数和多元函数作为基础内容学习，在此基础上学习一元函数和多元函数的极限和微积分，由浅到深，分类比较，可使学生更好地掌握重点，突破难点。

2.3. 教学方法的选择

高等数学课程内容具有高度的复杂性和理论性，如微积分、级数等内容都十分抽象，亦涉及大量复杂的公式和运算，学生学起来可能会感觉枯燥无味。相较于传统教学，在线教学可在传统教学方法如讲授法、讨论法、案例分析法等方法的基础，充分利用各种数学软件，使教学过程更加直观，如通过 3D 动画软件可视化函数图像，使抽象的知识更有立体感，常用的数学软件还包括 Mathematica 软件、Matlab 软件、MathCad 软件等[6]，这些数学软件可实现数据信息交换、数值运算、可视化分析等功能，增强抽象知识的直观性和趣味性，提高在线教学的效果。

2.4. 教学资源的开发

在高等数学在线教学中，教学资源的开发是提升教学质量和学习效果的关键。在线教学资源不仅包括教材、课件、教学视频等，还应包括各类辅助材料、工具和平台。通过开发电子化、互动式教材、多媒体课件教学视频，结合图文、动画、视频、互动模拟等多媒体元素，详细讲解数学概念、定理等内容，增加学生对抽象数学概念的理解；在线题库、互动软件等辅助学习材料的开发应涵盖不同知识点的大量练习题，供学生在学习过程中巩固和自测，并在互动软件上进行讨论和答疑。这些教学资源应具有良好的

交互性和可操作性，便于学生自主学习和教师教学管理。

2.5. 评价方式的创新

在线教学评价方式的创新是提高教学效果、促进学生自主学习和个性化发展的重要环节。在线教学的特点要求评价方式应更加灵活，更加多元化，例如形成性评价与终结性评价相结合、自评与互评相结合、基于大数据分析的个性化评价等。

形成性评价注重学生学习过程中的持续性评价，可通过学生的参与度、互动情况、学习日志、讨论记录等方式进行；终结性评价依然保留期末考试等总结性评价方式，但可采用开放式考试和数学建模、课程项目等方式进行形式和内容上的创新，通过实际应用和实践来检验学生的学习效果。

自评鼓励学生对自己的学习进行反思和评估，可通过定期提交自我评估报告或填写自评问卷等方式进行；互评鼓励学生通过评价他人来加深自身对知识的理解，可通过作业、课题报告、讨论发言等方式进行互评。

基于大数据分析的个性化评价是指通过分析在线学习平台上学生的学习数据，如登录频率、学习时长、完成作业的质量等数据来分析学生的学习轨迹和学习质量，进而为学生提供个性化的建议和指导。

3. 在线教学的实施

3.1. 选择与建设教学平台

选择适合高等数学在线教学的平台，以一网畅学为主，超星学习通和腾讯会议为辅。首先，一网畅学平台的用户界面简洁直观，易于操作，学生和教师均能快速上手，有助于提升学习体验和教学效率。此外，该平台还提供了全面集成的学习环境，不仅支持视频教学、在线讨论，还能灵活设计在线测试和提交作业，确保学生能高效参与到课堂互动和学习活动中；其次，超星学习通不仅具备可为学生提供丰富课外拓展学习材料的强大学习资源库，还支持在线答疑和互动讨论，更具有可帮助教师实时了解学生学习进度的学习报告功能，以便及时调整教学策略；最后，腾讯会议则可作为在线授课和实时互动的有力补充，具备稳定的音视频传输能力，支持大规模在线课堂，教师能够利用共享屏幕、白板、实时讨论等功能，使高等数学的复杂内容更加生动和易于理解。同时，腾讯会议的分组讨论功能也可以促进学生之间的小组合作，增强团队协作和学习交流。

这三个平台各具特色、优势互补，适当结合使用能够为教师提供更加多样化的教学手段，确保学生在高等数学在线学习过程中不仅能接收到高质量的教学内容，还能够互动与实践深刻理解所学知识，提高学习效果。这些平台具备良好的用户体验、稳定的运行环境和丰富的教学工具，均为在线教学过程的顺利进行提供了强有力的支持。

3.2. 教学活动的组织

在线教学活动应包括课前准备、课中互动和课后复习三个环节。教师课前发布学习资料，引导学生进行预习；课中通过重难点讲解、在线讨论、实时答疑等方式进行互动；课后提供在线作业和测试，巩固学习成果。

3.2.1. 做好课前准备

充分的课前准备是上好一节课的基础，而在线教学的特殊性更加需要教师在课前做好准备工作。

认知负荷理论可分为内在认知负荷、外在认知负荷和关联认知负荷[7]。基于认知负荷理论的核心思想：为减少个人在完成课堂学习所需的精力，提高知识掌握的效率，应对在线教学教学设计和教学材料的组织方式进行优化[8]。教师应结合教材和教学目标认真备课，提炼教学内容，以减少外在负荷，确保

教学材料的呈现清晰且高效,如关于《高等数学》上册中第二章“导数与微分”第一节导数概念这一内容,通过如何求解高铁在某一时刻的速度和曲线上某一点处切线的斜率两个问题引出导数的定义及其等价形式、几何意义等,进而给出导函数的定义以及导数存在的充分必要条件,引导学生主动参与学习,通过探索和发现学习新知识,亦符合发现学习理论的思想[9]。

其次,通过调研、问卷等方式了解学生的知识层次,便于为不同层次的学生提供适当的内容,以适应内在负荷。通过调研发现,部分学生学过导数,部分学生未学过导数,因此为学过导数的同学设置拓展题目,如哪些概念和现象与导数有关,为未学过导数的同学设置基础题目,如已知运动规律计算瞬时速度等。此外,设置思考题,如本节课所学导数与极限以及函数连续性有何关联,以引导学生建立知识之间的联系,增强关联认知负荷;广泛查询资料,根据课堂内容设计互动问题和题库。

教育心理学的建构主义学习理论的学习观认为学习是一个主动建构的过程,学习者要主动地建构信息的意义,来充实、丰富和改造自己的知识体验,这种建构不可能由其他人代替[10]。因此,教师提前三天将教学目标和课程资料发布在一网畅学,引导学生自主预习并思考,不仅使学生的课堂学习更有针对性,还能帮助学生逐步构建系统的知识体系,符合建构主义学习理论。

3.2.2. 合理规划课堂内容

认知负荷理论认为人的认知既包含着有限的工作记忆,也包含着无限的长期记忆,当解决问题和完成任务所需的认知资源总量超过工作记忆认知资源总量时,就会发生认知超载现象,进而导致问题解决和任务完成效率极低,而认知负荷理论的目的就是尽可能地减少认知超载的可能性,因此该理论的实践指导意义十分重要[8]。

因此,为了更加有效地开展在线教学,基于一网畅学教学平台,采用教师主讲+师生互动的上课模式。按照正常的上课时间进入课堂,开始讲授课程内容,由于不能及时并直观地观察学生的学习状态,因此在讲解过程中要特别注意控制节奏,及时调整语速和上课进度,留给学生充分的时间进行思考;除了在讲授内容时注意减少学生外在负荷,适应学生内在负荷外,还要通过分阶段递进式教学和启发式教学增强关联认知负荷,以增强基础知识的掌握以及学习的深度和质量;鼓励并引导学生在评论区随时发表跟讲授知识相关的内容,例如哪一个知识点没有听懂、对某一问题如何更好地理解、有无其他求解方法等,以便教师更有针对性地讲解,从而突破难点并掌握重点;通过课堂提问、抢答等方式构建有效的课堂互动,促使学生专注课堂教学内容并思考问题,教师可根据互动情况了解学生对知识点的掌握程度,进而及时调整教学进度和深度。通过互动活跃课堂气氛以缓解学习疲劳,从而提高学生的课堂参与度以及知识的掌握度;课堂最后五分钟梳理本节课知识点,强调重难点。整个教学过程中,适时将课程思政有机融入数学知识中,实现知识技能的传授和德育的同步进行。

3.2.3. 完善课后工作

课程结束之后,及时发布课程视频和课件,供学生课下复习观看;发布课后作业,通过练习帮助学生更加深刻地理解和巩固课堂内容;为学生提供必要的学习支持,包括在线辅导、学习论坛等。线上授课之余,课后在线辅导也是高等数学教学中必不可少的环节,教师及时回应学生的问题,通过在线答疑辅导及时帮助学生克服学习中的困难,查缺补漏,巩固提高所学知识点;此外,发布主题讨论,了解学生的学习感受,根据学生的反馈进行反思并及时调整后续的教学安排。

3.3. 教学效果的评估与反馈

评估教学效果的主要目的是了解学生对知识点的掌握度以及教学目标的达成度,进而为后续改进教学提供依据。

形成性评价和终结性评价相结合：通过在线平台记录的学生的学习过程，包括参与讨论、完成作业、在线测试等，进行过程性评价，及时了解学生的学习动态和进展。教师可以通过数据分析工具，跟踪学生的学习轨迹，提供个性化的学习建议和辅导。终结性评价包括在线考试和开放性题目，如在现实生活中寻找跟所学知识相关的现象并用数学知识进行解释，从理论和应用两个维度对学生的学习成果进行评价，进而评估教学效果。

自评和互评相结合：每章内容结束后学生提交自我评估报告进行反思和评估；其次，采用学生互评的方式批改并评价作业，给出评价报告，以此加深自身对知识的理解。

基于大数据分析的个性化评价：教师从教学平台上导出学生的学习记录，从登录频率、学习时长、完成作业的质量等数据分析学生的学习轨迹和学习质量，以此评估教学效果。

反馈机制：定期发布主题讨论，了解学生的学习情况，发现学习中的不足，并及时提供具体的反馈和建议，帮助学生及时调整学习策略，促进学生进步；此外，设计调查问卷或者访谈，如对课程内容的理解是否提升、教学平台或工具的使用是否有助于学习、教学内容和教学资源是否减少了外在认知负荷、是否符合内在认知负荷，教学过程是否增强了关联认知负荷等；定期收集学生对在线教学教学策略的反馈，包括教学内容、教学方法、教学资源等方面；设计测试，通过分析测试成绩了解学生知识的掌握程度以及教学策略的有效性。通过分析反馈信息和实测数据，评估所实施的教学策略的实际效果，分析可能影响教学效果的因素，以及如何进一步优化教学策略，并据此及时调整教学策略，优化教学过程。

3.4. 教学总结

课程结束后，教师进行教学总结，包括教学内容的讲解效果、教学目标的达成情况、学生的参与度、教学平台的使用效果(若需更换其他教学平台，如超星学习通，则需根据教学平台的特点相应地调整在线教学的教学设计)、存在的问题及改进措施等内容，全面分析在线教学的整体情况，并通过教学反思和学生的学习反馈，查漏补缺，发扬优点，改进不足，对教学设计进行优化，持续改进和提升高等数学课程在线教学的教学效果。

4. 结论

高等数学在线教学的设计与实施是一个复杂而系统的工程，需要教师不断探索和实践。通过选择与建设教学平台、精心组织教学活动、评估与反馈教学效果、总结教学经验等不断优化教学设计，可以不断提高高等数学在线教学的效果，满足学生的学习需求，还可以培养学生自主学习和解决问题的能力，促进全面发展。

随着在线教育技术的不断发展，高等数学在线教学的模式和方法也将不断创新，以适应时代的变化和学生的需求。未来的教学应更加注重个性化和智能化，利用大数据和人工智能技术，为学生提供更为精准和高效的学习体验。同时，教师应持续更新自身的教学理念和技术，适应在线教学的快速变化，确保能够为学生提供高质量的教育服务。

基金项目

上海市科技计划项目杨帆计划(编号：22YF1430600)。

参考文献

- [1] 赵禹琦. 论新形势下高校在线教学设计——以高等数学课程为例[J]. 现代商贸工业, 2021, 42(7): 146-148.
- [2] 张伏, 樊亚莉. 利用学习通平台进行线上线下混合教学的探讨[J]. 教育进展, 2020, 10(6): 1013-1016.
- [3] 刘震磊, 段成瑞, 杨靖宇, 等. 疫情防控期间高等院校线上教学设计与实施研究[J]. 中国教育技术装备, 2022(4):

120-124.

- [4] 曾骊. 高校在线教学的历史演进与中国经验[J]. 现代远距离教育, 2021(2): 54-61.
- [5] 同济大学数学系. 高等数学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [6] 张登华, 何立. 互联网环境下的高等数学线上教学方法创新探讨[J]. 创新创业理论研究与实践, 2020, 3(17): 50-51.
- [7] Sweller, J. (1994) Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.
- [8] 叶泽童. 认知负荷学习理论发展综述[J]. 社会科学前沿, 2022, 11(10): 4413-4417.
- [9] 高凡. 布鲁纳认知——发现学习理论与我国新课程改革[J]. 课程教育研究, 2017(52): 36.
- [10] 陈琦, 刘儒德. 教育心理学[M]. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2005.