

高等数学混合式一流课程的研究与实践

刘丽英, 胡亚萍

天津科技大学理学院, 天津

收稿日期: 2024年10月22日; 录用日期: 2024年12月10日; 发布日期: 2024年12月17日

摘要

本文创新性地构建了一种以学生为中心的高等数学“1+1”混合式教学模式, 该模式在学时分配、内容层次划分、自学方案设计以及个性化课程资源建设等多个维度, 均提出了一系列行之有效的解决策略。这些策略的实施, 不仅显著增强了教学效果, 还为地方本科院校在推进一流课程教学改革方面提供了参考与启示。

关键词

高等数学, 混合式一流课程, 自主学习

Research and Practice of Blended First Class Courses in Higher Mathematics

Liying Liu, Yaping Hu

College of Science, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin

Received: Oct. 22nd, 2024; accepted: Dec. 10th, 2024; published: Dec. 17th, 2024

Abstract

This paper establishes a student-centered “1 + 1” blended learning model for higher mathematics, which proposes a series of effective strategies across multiple dimensions, including the allocation of class hours, layering content, self-learning programs, and the development of personalized course resources. The implementation of these strategies has not only significantly enhanced teaching effectiveness but also provided reference and inspiration for local undergraduate institutions in advancing reforms for first-class curriculum teaching.

Keywords

Advanced Mathematics, Blended First Class Course, Autonomous Learning

Copyright © 2024 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

高等数学是普通高校理工科、经管类等各专业必修的一门重要公共基础课程。它不仅是学生后续学习其他相关专业课程不可或缺的数学工具,还是培养学生逻辑思维与抽象思维能力的重要载体,更是相关专业培养目标的重要支撑。长期以来,高等数学课程大多采用传统的线下教学模式。由于课程内容抽象,学生理解起来较为困难,加之缺乏良好的自主学习环境,教师往往需要在课堂上对课程内容进行详尽无遗的讲解。然而,由于学时有限而内容繁多,这导致了“满堂灌”的课堂教学现象,学生难以充分消化,严重影响了教学质量。

传统教学大多局限于课堂之内,学生学习的时间和空间相对固定,具有很大的局限性。学生被动接受知识多于主动探索,自主学习意识薄弱,难以有效锻炼自主学习能力。大学一年级学生学习热情高涨,渴望在努力的过程中获得成就感和荣誉感,但自律性相对不足,希望在学习中能得到有效的指导、激励和约束。同时学生来自五湖四海[1],知识基础存在较大个体差异,所以不同层次的学生对学习资源的需求也各不相同,他们期望能够获得丰富的个性化学习资源。而传统教学资源多以文档形式呈现,形式单一[2],严重缺乏能够让学生根据自身需求自由选择的碎片化视频学习资源,也缺乏能够利用现代信息技术进行自测自评的在线学习试题库。

因此,探索以学生为中心的教学模式,充分利用信息技术辅助教学,采用线上线下混合的方式,使教学手段和方法能够与时俱进,提升教学效果显得尤为重要。为克服传统教学模式的弊端,近年来高等数学课程的混合式教学模式逐渐兴起。

2. 现有的高等数学混合式教学模式存在的问题

2.1. 单次自学任务过重,学生难以深入理解

当前,高等数学这门课程的混合式教学普遍要求学生一次自学至少2学时,甚至长达4学时以上。鉴于课程内容的抽象性以及各高校学生基础水平的参差不齐,将一整节课(2课时)乃至连续多节课(多课时)的内容全部安排为自学,学生是否能够完全吸收掌握?这令教师们心存疑虑。在后续课堂上,教师还需重复讲解一遍,导致课时紧张,严重干扰整个教学节奏。于地方性院校的学生而言,自学过程持续时间较长、内容繁多,特别是自律性差的学生,学习状态容易变得松散,难以及时完成所有学习任务。仅凭自学,他们很难深入理解知识,导致知识掌握不牢固,甚至出现知识断层,这对教学质量构成了严重影响。

2.2. 自学视频选用单一,未能充分匹配学情

在混合式教学实施过程中,多数学校倾向于从中国大学MOOC平台或智慧树等平台选取某一所学校的视频作为自学环节的参考资料。然而,不同院校的学生学情各异,不同专业的学生培养目标也各有侧重。因此,即便是优质精品课程,也未必能完全贴合本校学生的学情,或者并非所有章节都能适应本校学生的需求。

2.3. 自学效果同质同效,缺乏有效检测机制

对于教师布置的自学任务,学生是否真正投入学习、学习进度如何、掌握程度怎样,以及是否需要

再次讲解, 这些都是教师需要面对的重要问题。如何设计有效的自学检验机制, 既能在自学过程中给予学生适当的引导和约束, 又能确保自学效果与线下教学实质等效, 是当前混合式教学领域亟待解决的一大难题。

3. 混合式教学设计思路

本文聚焦于高等数学课程当前教学中存在的问题, 通过智慧树平台创新性地构建了 SPOC (小规模限制性在线课程), 并辅以 QQ 群作为教学补充手段[3], 以强化师生互动与资源分享。针对本校《高等数学 B》课程, 实施了一系列混合式教学改革措施, 直接应对上述教学难题, 并提出有效的解决策略。这一系列改革不仅充分利用了智慧树平台在课程资源整合与个性化学习路径设计上的优势, 还发挥了 QQ 群即时通讯、便捷讨论的特点, 从而全面提升了教学效果与学习体验。

3.1. 分层设计教学内容, 构建“1 + 1”混合式教学模式

为了避免单次自学任务过重, 导致学生难以深入理解的问题, 研究并设计了一种“1 学时线上 + 1 学时线下”紧密融合的混合式教学模式。首先, 教师依据多年教学经验, 对课程章节的难易程度进行细致分类, 并选取相对简单的内容采用此混合式教学方式。对于每次 2 课时的教学内容, 进行分层设计(见图 1), 将其划分为三个层次: 认知学习(线上)、深度学习(线下)和广度学习(线下)。在认知学习阶段, 主要侧重于基本概念、基本性质、基本结论和基本运算, 这些内容相对易于理解, 因此安排为学生自主线上学习。深度学习阶段则涵盖抽象的演绎推理证明和知识的综合运用, 由于这些内容理解难度较大, 将作为教师讲授的重点, 通过问题驱动的方式, 引导师生深度互动, 共同探讨解决方案。广度学习阶段旨在知识拓展和发散创新, 需在教师引导下, 鼓励学生间相互讨论, 最后由教师点评总结, 并设计解决问题的方案。

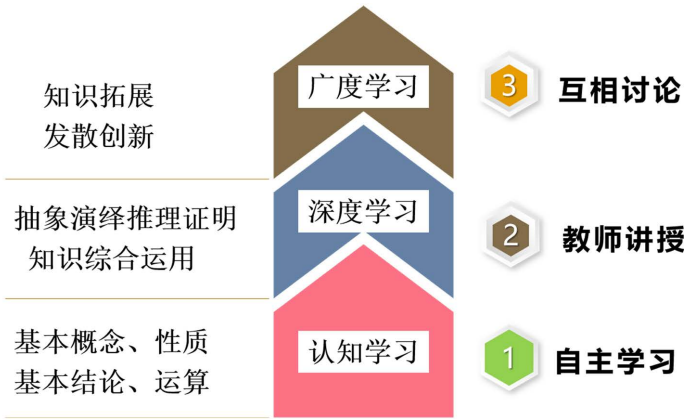


Figure 1. Layered design of blended learning content
图 1. 混合式教学内容分层设计

3.2. 多个学校优质视频相混合, 切合实际学情

在智慧树平台上, 各学校的视频课程通常由多位教师分别讲授不同章节。其中, 有些章节内容更贴合本校学生的实际需求, 有些教师则更受学生喜爱。因此, 结合本校的实际情况, 遵循“精挑细选、博采众长、金课优先、自建补充、适合学情”的原则, 从智慧树平台中甄选了来自四所不同学校的优质视频章节, 并进行了资源重组。同时, 辅以自建的部分微课程视频, 共同构成了自学环节的参考视频资料库。这样的优中选优策略, 旨在为学生提供更加符合其学习需求、更利于知识吸收的视频资源。

3.3. 设计环环相扣的自主学习方案, 加强自学过程的可控性

对于“1 学时线上 + 1 学时线下”的混合教学设计, 将线上 1 学时具体细分为: 自主学习(30 分钟) + 自学检测(10 分钟) + 自学反馈(5 分钟)。以一次 2 学时的课程为例, 将部分内容安排为线上自学, 时长约为 30 分钟。由于内容精炼, 学生易于消化, 且自学过程短暂高效, 能确保每次自学后都有 1 学时的线下授课环节。这样的安排便于教师及时掌握学生的掌握情况, 有利于教学的顺利进行。设计了环环相扣的自主学习方案, 旨在及时督促学生积极参与, 确保自学效果, 并锻炼他们的自主学习能力。将部分内容移至课外线上自学, 不仅打破了时间和空间的限制, 还减少了线下课堂的满堂灌现象。这种做法激发了学生自主学习的兴趣和积极性, 培养了他们自主学习新知识的能力和意识。

4. 混合式教学设计流程

针对“1 学时线上 + 1 学时线下”的创新教学模式, 精心构思了一套紧密衔接的混合式教学流程(见图 2), 该流程从线上学习环节的设计与自学成效检测机制等多个维度出发, 提出了一系列高效且实用的策略。

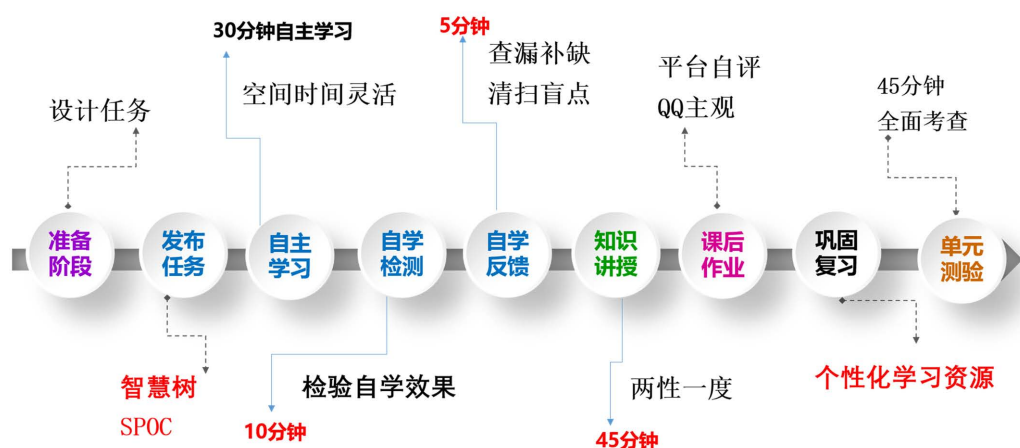


Figure 2. Blended learning design process
图 2. 混合式教学设计流程

4.1. 准备阶段

基于智慧树平台, 精心挑选优质视频作为自学环节的参考资料, 并据此设计了一系列自学任务, 制定了详尽的自主学习提纲, 并建设了个性化学习资源。这些资源将通过智慧树 SPOC 平台发布, 学习任务中将附带自主学习提纲、参考视频以及明确的自学要求, 以确保自学过程的有效性和针对性。

4.2. 线上学习设计(30 分钟)

学生需在规定的截止时间前, 依据自主学习提纲, 参考相关教材, 观看教学视频, 并认真做好自学笔记, 以完成自学任务。此过程不受地点限制, 时间安排灵活, 学生可根据自身实际情况进行合理规划。对于基础相对薄弱的学生, 他们可以多次观看视频内容以加深理解。在自学过程中, 若遇到问题, 学生可通过 QQ 群寻求其他同学的帮助或向教师咨询, 以获得及时的辅助答疑。

4.3. 自学检测的设计(10 分钟)

在布置自主学习内容时, 教师往往无法确定学生是否真正投入学习以及学习的成效如何, 这让教师

感到心中无底。那么, 如何才能调动那些沉默的大多数, 确保自主学习的效果呢? 关键在于采取有效的督促措施, 以确保学生能够保质保量地完成自学任务。首先, 教师应明确自主学习的目标, 即期望学生通过自学达到何种程度, 实现什么样的预期效果。然后, 根据这一预期设计相应的方案来检验自学效果。鉴于自学内容主要集中在基础知识上, 大部分内容学生通过自主学习可以完全掌握。然而, 也往往会存在一两个知识盲点, 部分学生需要再次强化才能完全吸收。为了督促学生认真对待自主学习并检验其效果, 设计了自学检测环节[4]。利用学生对分数的敏感性, 检测题目主要依据视频内容, 从中整理出碎片化的知识点, 并设计成适合智慧树平台的测验题, 最终植入题库。根据预期的学习效果, 将题目的难度系数设定为 0.1, 主要包括基本概念、基本性质、基本结论以及简单运算。目的是让学生只要认真完成自学任务, 就能获得一份令人满意的答卷, 从而体验到成就感, 并进一步提升他们对这门课程学习的积极性。在测验题目的设计上, 根据以往的经验发现, 题目过少容易导致抄袭现象, 而题目过多则可能使学生在规定时间内无法完成, 无法达到检验学习效果的目的。因此, 为了构建一个相对公平的评价体系, 在测验的难度、知识覆盖面、题目数量以及测验时长等方面都进行了周密的考虑和设计。遵循题目数量充足、时长可控的原则, 设计了每次小测验, 包含 20 个小题, 测验时长为 10 分钟, 并充分利用智慧树平台的考试防作弊功能, 如题目乱序、选项乱序以及限制切屏次数等, 以确保测验的公正性。学生将在同一时间、同一地点(即上课教室)通过知到 APP 完成在线测验。

4.4. 自学反馈(5 分钟)

根据智慧树平台的考试分析反馈, 针对得分率较低的题目, 深入剖析其共性问题, 并引导学生分析失分原因, 进而进行知识复盘。随后, 安排学生二次作答, 以彻底清除知识盲点。检测一结束, 教师便即时发布成绩与答案, 并展示全班成绩的整体分布情况, 使学生既能清晰了解全班的整体学习状况, 也能准确评估自己的个体表现。对于取得优异成绩的同学, 这样的反馈有利于提升他们的自信心, 进一步增强其主动学习的积极性; 而对于成绩相对较差的同学, 则能起到及时的警醒作用, 鞭策他们加倍努力, 不掉队。实践过程显示, 大多数同学都会反复观看发布的自学视频, 力求精益求精。同时, 教师会针对测验结果不理想的同学进行及时沟通, 分析具体原因, 并通过 QQ 群提供辅助答疑, 助力这部分学生紧跟教学进度, 确保他们不会掉队。

4.5. 线下讲授教学内容设计(45 分钟)

线下授课着重关注知识的深度、广度和应用程度, 具体涵盖知识的深化理解、拓展延伸、发散创新以及实际应用四个方面。(1) 通过精心创设问题情境, 教师将复杂难点拆解为多个具体问题, 并设计直观的 PPT 课件, 同时借助雨课堂等教学工具, 有效提升学生的课堂参与度。在此过程中, 教师引导学生不断质疑、主动纠错、大胆猜想, 逐步深入剖析难点, 从而实现知识的深度学习, 进一步培养学生的抽象思维能力和严谨的逻辑推理能力。(2) 在课程设计中, 特别注重知识的拓展内容, 强调所学知识之间的内在联系与综合运用。通过融入最新的教学素材, 使学生在课堂上能够感受到新鲜感, 获取到课外难以触及的知识。课堂上, 教师提出问题, 鼓励学生之间互相展示、发表独立见解, 最后由教师进行总结点评, 以此强化学习效果。(3) 设计富有发散性和创新性的教学内容, 逐步培养学生从简单到复杂、从浅显到深入、从特殊到一般的发散创新能力。例如, 在旋转体体积的教学中, 当学生熟练掌握了平面图形绕坐标轴旋转的问题后, 教师应适时引入绕与坐标轴平行的直线旋转以及绕倾斜直线旋转的问题, 使学生能够利用所学的基础知识, 逐步解决更为深层次的问题。(4) 设计应用案例, 培养学生的数学应用能力, 同时紧密结合专业培养目标的要求。不断挖掘与国计民生息息相关的思政元素, 并将其融入课堂教学之中, 以厚植学生的爱国情怀, 进行正确的价值引领, 从而帮助学生树立正确的世界观、人生观和价值观。例

如, 在“可分离变量微分方程求解”这一节的应用环节, 引入了中国人口老龄化的话题。通过带领学生一起探讨全球人口的变化趋势, 以及中国自新中国成立以来的人口变迁, 结合人口政策的调整, 深入分析了人口负增长背后的原因。这样做不仅增强了学生的责任感和社会使命感, 还引导他们利用微元法和变化率等微积分思想来描述相关问题。采用问题驱动的方式, 启发学生思考并建立数学模型, 设计解决问题的方案, 并利用数学软件求解。在此过程中, 鼓励学生评价模型的优缺点, 对模型进行优化, 从而提升他们的数学应用能力和解决综合问题的分析能力。同时, 这也培养了他们精益求精的科学精神。

4.6. 课后个性化作业设计

课后作业采用必学与选学相结合的方式。必学作业分为两部分:

(1) 知到 app 客观题: 教师将传统课后作业设计成客观题形式, 并制作成智慧树平台的模板, 然后导入题库。这样可以实现系统组卷, 方便学生进行线上自测自评。

(2) QQ 群作业功能布置的主观题: 教师利用 QQ 群的作业功能布置主观题, 学生提交后, 教师随交随批, 实时给予反馈。对于需要修正的作业, 教师可以打回让学生重新提交, 并评定等级。同时, 教师还可以展示优秀作业, 以此增强学生的荣誉感, 并为其他同学提供参考。

选学作业则主要面向自我要求较高的学生, 或者为有计划考研的同学提供参考。

4.7. 阶段性检测设计

每章设计 1 学时的单元测验, 以全面考查学生的阶段性掌握情况。与自学检测试题设计的原则相似, 为了确保考试的相对公平性和全面评估学习效果, 在题目的数量、难度、时长及考试设置方面进行了综合考虑。遵循题目数量足够多、覆盖面足够广、时长合理控制的原则, 设计每次测验包含 40 至 50 个小题, 测验时长为 45 分钟。每章设计 1 学时单元测验, 全面考查学生阶段性掌握情况。

测验利用智慧树平台的考试防作弊功能, 设置题目乱序、选项乱序、限制切屏次数等措施, 确保学生同一时间、同一地点(上课教室)通过知到 APP 完成在线测验。测验结束后, 将及时公布成绩及分布情况, 并统计各班级的情况进行对比, 将成绩分布图发送至班级 QQ 群, 以便学生对自己的学习情况有大致地了解。这将督促学生查找自己的不足, 并及时调整学习状态。

5. 混合式教学数字化资源建设

数字化教学资源的建设是混合式教学的重要基石, 其中, 题库和视频库在高等数学课程的混合式教学中扮演着至关重要的角色。对于高等数学课程而言, 无论是课前预习、课中练习还是课后复习, 任何形式的练习、测验、作业或考试都离不开题库的支持[5]; 同时, 课后的线上学习也离不开碎片化的视频库资源。

为有效配合混合式教学模式的开展, 根据学生的学习需求, 建设了四个试题库, 高等数学上册 971 道题目, 高等数学下册 1102 道题目。这些试题库包括课后作业试题库、自学检测试题库、单元测验试题库和模拟练习试题库, 方便学生在线完成自测自评, 提升学习效果。建设了四个视频库, 包括课后作业解答视频库、能力提高习题解答视频库、课程回放视频库和自建微课程视频库, 高等数学上册 410 个小视频, 下册 653 个小视频。这些视频库的建设, 致力于学生在移动终端上随时随地学习的需求, 实现时时可学、处处能学的目标。

为严格落实过程化考核, 增加了单元测验次数, 但这也相应地占用了课堂时间, 导致有限的时间变得更为紧张。历年的教学经验注意到, 学生在作业中的疑问各不相同, 如果统一在课堂上讲解作业, 将会耗费大量时间。为此, 建设了个性化学习资源, 针对课后作业中的每个小题, 单独录制了视频解答, 并以题号命名视频文件。学生可以利用课余时间, 根据自己的情况, 点击有疑问的题号, 一键直达解答

视频, 反复观看, 及时消除困惑。这种精准解答的方式, 不仅满足了学生个性发展的需求, 还能使作业中存在的问题在平时得到及时解决, 从而减轻了习题课的压力, 可以留出课时进行知识综合运用的学习和单元测验[6]。

为满足优等生在课堂上对更深层次数学知识的渴望, 以及为考研同学提供更多样化的学习资源, 特别建设了能力拓展试题集及对应的解析视频。这些试题主要精选自竞赛题和考研题, 每个题目都单独录制了解析视频, 并以题号命名文件。这些视频短小精悍, 便于学生快速查找, 并特别适合在移动端观看。

为方便学生课后复习, 精心制作了整套课程的课堂回放视频库。首先, 对全部内容的板书设计思路进行了细致分解, 将每一步都精心设计成 PPT 动画。这些动画足够细腻, 能够与板书的速度相媲美, 同时比板书更加清晰、醒目、美观。这样, 学生就可以实现内容的全程回放, 无死角地掌握知识点。这套视频不仅适用于当期学生课后复习, 方便他们反复观看, 还可以作为后续考研时的宝贵补充复习资源。

此外, 自建了部分课程微视频, 作为自学参考资料的补充, 同时提供了一些针对特定知识点的视频, 供学生课后选修学习。这些视频不仅丰富了自学环节的视频资料, 而且更贴合学生的实际需求, 有助于实际教学的顺利开展。它们也为学生探索更广泛的数学知识领域提供了有力支持。

6. 混合式教学模式的实施与成效

本课程采用过程性评价与终结性评价相结合的方式, 充分利用混合式教学的优势, 丰富过程考核的内容。通过增加考核次数, 并量化每一次考核结果, 能够及时反馈学生的学习情况, 有效督促学生学习, 充分调动学生的积极性。这样的评价方式能够激发那些平时沉默的大多数学生的参与热情, 真正将过程考核落到实处, 使学生在日常学习中下足功夫, 为后续的专业学习奠定坚实的数学基础。课程成绩的构成如下: 课后作业与课堂表现占比 10%, 线上自主学习占比 10%, 线上单元测验占比 20%, 期中考试占比 30%, 期末考试占比 30%。建立多元考核评价机制, 以确保过程考核的有效实施。

课程的期中和期末考试均采用网上流水阅卷方式。自混合式教学实施以来, 笔者所带班级的卷面成绩连续多次名列前茅, 平均分和课程通过率均稳步提升。同时, 本课程所采用的混合式教学模式也已成功推广到本校的《概率论与数理统计》课程中, 并取得了显著成效。

学生评教调查问卷的结果显示, 在案例的新颖性、信息技术的利用、学习兴趣的激发、课程资源的个性化满足以及培养学生解决问题能力等多个方面, 学生的好评率均高达 98%。从学生的主观评价反馈来看, 高等数学混合式教学能够有效地督促他们认真学习, 显著提高学习兴趣, 并锻炼了他们的数学分析能力和应用能力。

7. 总结与展望

文章从高等数学传统教学模式的弊端以及当前混合式教学模式中存在的一些问题出发, 紧密结合学生的实际学情, 构建了一种以学生为中心的高等数学“1+1”混合式教学模式。从学时分配、内容分层、自学方案设计以及个性化课程资源建设等多个方面进行了深入的研究与实践, 并提出了一系列相应的解决策略。这些策略有效地提升了教学效果, 为地方本科院校一流课程的教学改革提供了有益的借鉴。混合式一流课程建设与教学模式改革的最终服务对象是学生, 学生的学习需求为课程建设指明了明确的方向。在当今信息技术迅猛发展的背景下, 学习的主体也在不断变化, 因此教学方式和教学手段也需要与时俱进。充分利用线上线下混合式教学的优势, 不断挖掘新的教学思路, 持续优化教学设计, 补充和完善课程资源, 为学生提供更加优质的学习环境。

基金项目

中国高等教育学会 2024 年度高等教育科学研究规划课题“新工科背景下大学数学课程教学改革与实

践”(24LK0307)。

天津科技大学教育教学改革研究项目(JGY202402)。

参考文献

- [1] 王俊彦. 高等数学混合模式教学改革研究[J]. 创新创业理论与实践, 2022(18): 27-29.
- [2] 张霞, 陈秀, 王贵霞, 江立辉, 王玉. 基于 MOOC 的混合式教学模式研究与实践——以高等数学课程为例[J]. 黄山学院学报, 2022, 24(5): 88-91.
- [3] 薛晶晶, 李毅伟, 韩忠海. 基于 SPOC + QQ + 慕课堂的标准化高等数学混合式教学模式研究[J]. 中国标准化, 2022(9): 180-183.
- [4] 张丽, 武燕. 基于问题驱动的 BOPPPS 模式在混合式教学中的应用[J]. 教育教学论坛, 2022, 8(34): 169-172.
- [5] 刘亚春, 曹远龙. 高等数学混合式教学的理论研究与实践探索[J]. 高教学刊, 2022(20): 75-79.
- [6] 张海英, 哈丽旦·塔什, 杨小艳. 《高等数学》线上线下混合式教学模式的几点思考[J]. 科研教育, 2022(8): 31-33.