·教学改革·

线上线下混合式教学在医学院校高等数学教学中的实践研究

佾思维[1]　王岩[2]

[1]齐齐哈尔医学院医学技术学院，齐齐哈尔　161006；[2]齐齐哈尔医学院基础医学院，齐齐哈尔　161006

通信作者：王岩，Email：442843816@qq.com

【摘要】 目的　为解决医学院校学生高等数学学习难度大、学时紧、学生学习兴趣差、接受程度低等困扰高等数学学习的问题，积极开展线上线下混合式教学模式。**方法**　选取2022级临床医学专业、生物医学工程专业、信息管理与信息系统专业共6个班级243名学生作为研究对象（试验组），采用自制线上学习资源与中国大学MOOC教学资源结合的线上线下混合式教学模式。课前根据教学内容设置教学目标、上传教学资源，利用超星学习通平台发布课前学习任务，帮助学生课前预习。课中教师面授，并在学习通平台发布课堂提问、随堂测验等，检验课上学习效果，方便教师掌握学生学习情况，及时进行教学调整，帮助学生顺利完成课上学习。课后在超星学习通平台上发布课上授课视频及课后习题讲解等，辅助学生巩固课上学习。并分班建立课程QQ群，方便课后与学生沟通、辅导答疑。采用SPSS 20.0软件进行t检验。**结果**　线上线下混合式教学有效提高了学生课上的参与度，极大地调动了学生的学习热情，课上平均师生互动由每节6次提高到10次；课上出勤率由原来的93.93%（232/247）提高到97.94%（238/243）；作业按时提交率由原来的92.71%（229/247）提高到96.71%（235/243）。课程教学完成以后，学生的期末综合成绩由（81.27 ± 4.56）分提高到（89.52 ± 3.42），差异有统计学意义（t=8.25，P<0.001）。**结论**　线上线下混合式教学的采用，不仅对学生学习成绩有良性作用，而且更大程度地激发了学生学习高等数学的热情。后续期待学生应用数学解决实际问题的能力进一步提高。

【关键词】 线上线下混合式教学；　医学院校；　应用数学能力；　问卷调查

【中图分类号】 R33

基金项目：黑龙江省高等教育教学改革项目（SJGY20210977）；黑龙江省教育科学“十四五”规划2022年度重点课题（GJB1422446）

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20221101-01264

A study on the practice of online and offline hybrid teaching in the teaching of advanced mathematics in medical schools

Nao Siwei[1], Wang Yan[2]

[1]School of Medical Technology, Qiqihar Medical College, Qiqihar 161006, China; [2]School of Basic Medical Sciences, Qiqihar Medical College, Qiqihar 161006, China

Corresponding author: Wang Yan, Email: 442843816@qq.com

【Abstract】 Objective　To solve the problems of medical advanced mathematics learning for medical school students, such as high difficulty, tight school hours, poor learning interest and low acceptance of students, and to actively carry out online and offline hybrid teaching mode. **Methods**　A total of 243 students majoring in clinical medicine, biomedical engineering and information management and information system from 6 classes in Batch 2022 were selected as the study subjects (experimental group). A hybrid online/offline teaching mode combining self-made online learning resources and MOOC teaching resources of China University was specifically adopted. Teaching objectives were set and teaching resources were uploaded according to the teaching content before the class. Super Star Learning Platform was employed to

issue pre-class learning tasks to help students study before class. During the lesson, teachers taught face-to-face, and released classroom questions and quizzes on the learning platform to test the learning effect in class. It was convenient for teachers to grasp students' learning situation and took timely teaching adjustments to help students successfully complete their learning in class. After the class, we released the videos of class lectures and post-class exercises on Super Star Learning Platform to help students consolidate their learning from class. We also set up a QQ group for the course in each class to facilitate communication with students after class and to answer questions. SPSS 20.0 was used to conduct *t*-test. **Results** The online and offline hybrid teaching effectively increased students' participation in class and greatly mobilized students' enthusiasm for learning, and the average teacher-student interaction in class increased from 6 to 10 times per session; the class attendance rate increased from 93.93% (232/247) to 97.94% (238/243); the homework submission rate increased from 92.71% (229/247) to 96.71% (235/243). After the course was finished, the final comprehensive scores of students increased from (81.27 ± 4.56) to (89.52 ± 3.42), with statistically significant differences (t=8.25, P<0.001). **Conclusion** The adoption of online and offline hybrid teaching not only has a benign effect on students' academic performance, but also stimulates students' enthusiasm to learn advanced mathematics to a greater extent, and subsequently expects students' ability to be further improved in applying mathematics to solve practical problems.

【Key words】 Online and offline blended teaching mode; Medical colleges and universities; Mathematical application ability; Questionnaire survey

Fund program: Heilongjiang Higher Education and Teaching Reform Research Project (SJGY20210977); 2022 Key Project of Education Science During the "14th Five-Year" Plan Period in Heilongjiang Province (GJB1422446)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20221101-01264

目前，各种线上教学平台应运而生，运用比较广泛的有MOOC、SPOC、超星学习通、雨课堂等。这些网络平台的出现有助于优化教学资源，拓宽教学渠道。然而，单纯的线上教学各知识点之间的连贯性较差、师生之间缺乏交流、学生学习效果不佳。传统的线下教学在实现知识点的整体性与连贯性及师生交流互动方面，都有其得天独厚的条件。从而逐步形成了线上线下混合教学模式，线上课程负责基础内容讲解；线下课堂主要讲重点和难点，详细讲解问题怎么分析，怎么应用[1]。线上线下混合式教学既发挥了互联网的作用，拓宽了教学时间与空间；又通过线下授课将知识的系统连贯部分突出出来，弥补了线上教学的不足。混合式教学是国内外高校教学发展的趋势[2]。同时混合式教学的研究成为了教育领域的热点问题[3-4]。大多数学者认为混合式教学情境在物理环境、传播途径、互动方式等方面具有多向性、融合性的特点[5]。

医学高等数学是医学院校临床医学、精神医学、医学影像学、口腔医学、儿科学、病理学、检验技术等专业开设的专业基础课，也是生物医学工程等工学专业研究生入学考试的业务课之一，占分比重高，难度大，学生学习困扰较多。而这门课程又有很强的实用性，不但是后续学习大学物理、医学统计学等课程的专业基础课，还是学生后续读研究生、做科研、写论文常用到的工具学科。而目前医学高等数学教学对于不同专业的高等数学课程讲授完全相同的数学知识体系，忽视了与各专业后继课程间的联系等[6]。本研究尝试探讨通过线上线下混合式教学使学生熟悉医学高等数学课程的医学应用，了解医学高等数学课程对学生从事科学研究的价值，提高学生知识储备，开发学生创新能力。

1　对象与方法

1.1　教学对象

本教学研究试验组为2022级临床医学9~12班、生物医学工程和信息管理与信息系统3个专业、6个班级的236名学生；对照组选择2021级临床医学9~12班、生物医学工程和信息管理与信息系统3个专业、6个班级的247名学生。所选专业录取方式相同，均为经国家统一高考、统一录取的全日制本科学生。并且选择的学生专业具有代表性，分别为医学院校普遍招收的医学专业与工学专业学生。近年学生录取分班采用随机分班制，班级学生基础成绩分布均匀。目前，很多医科院校学生分为五年

制医学专业和四年制工学专业两类，本课题实验选用的试验组和对照组涵盖这两类学生，所选专业班级学生具有代表性。

1.2　教学设计

医学高等数学由于课程性质与医学院校教学要求的限制，以往课程教学均采用线下教学。教学设计主要是针对课上教学展开的，主要涉及数学定义、公式、定理讲解及引入等。传统的授课方式没有实现对学生进行课前导学和课后督学，导致在课前导学和课后督学过程中学生因缺少帮助而盲目应付[7]。本课题结合目前影响医学高等数学学习效果的因素（部分学生基础薄弱，跟不上课程进度；数学理论和专业应用联系不够密切；师生互动较少，课上气氛沉闷；教师无法及时掌握学生学习效果这4个方面），课上进行相应教学调整。

本课题实行的线上线下混合式教学（图1至图3），在教学环节设计上，从课前准备、课中教学和课后巩固3个阶段来完成。由于医学高等数学课程与工学类高等数学课程的差异性，使得它不太适合直接使用中国大学MOOC在线开放课程教学资源，而是恰当地在线上线下混合教学中采用自制线上学习资源与中国大学MOOC教学资源相结合的方式。目前，教研室已完成46个自制教学视频的制作，总时长1 050 min。具体教学设计：①课前准备环节。针对选定教学内容，根据教学内容设置教学目标、上传教学资源（课件、电子版教材、难点微课视频讲解）。提前1周利用超星学习通平台发布课前学习任务，包括重点和难点内容、课前测验等，帮助学生课前预习，攻克简单基础知识，减轻课上学习压力。②课中教学。发布课上提问、随堂测验以检验课堂学习效果。方便教师掌握学生学习情况，及时进行教学调整，帮助学生顺利完成课上学习。课上教学增加数学应用案例，让学生了解医学高等数学与学生专业的密切联系。激发兴趣，活跃课上氛围。③课后巩固。在超星学习通平台上发布课上授课视频及课后习题讲解等，辅助学生巩固课上学习。基础较为薄弱的学生可以反复观看授课视频，攻克学习难关。并分班建立课程QQ群，方便课后与学生沟通、辅导和答疑。

1.3　教学实施

依据医学高等数学教学大纲的要求，课程教学要实现知识目标、能力目标、素质目标、思政目标。结合这些目标对医学高等数学教学制定三阶段教学实践。三阶段指基础知识积累阶段、知识综合运用阶段、应用数学知识跨学科解决问题3个阶段。医学院校学生按所授学位不同，分为五年制医学学士和四年制工学学士。这两类学生高等数学开课学时分别为24学时和152学时，差距较大，故而分别设计实施教学。

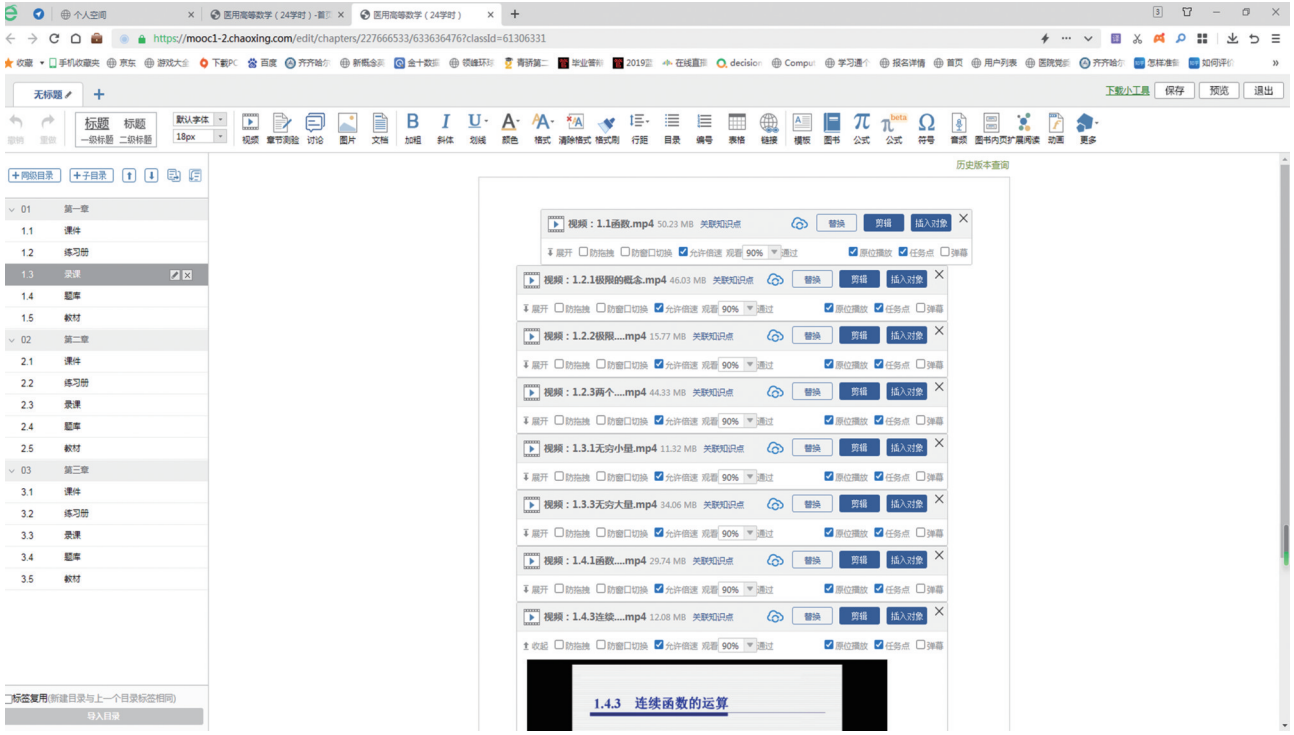


图1　高等数学学习通微课视频

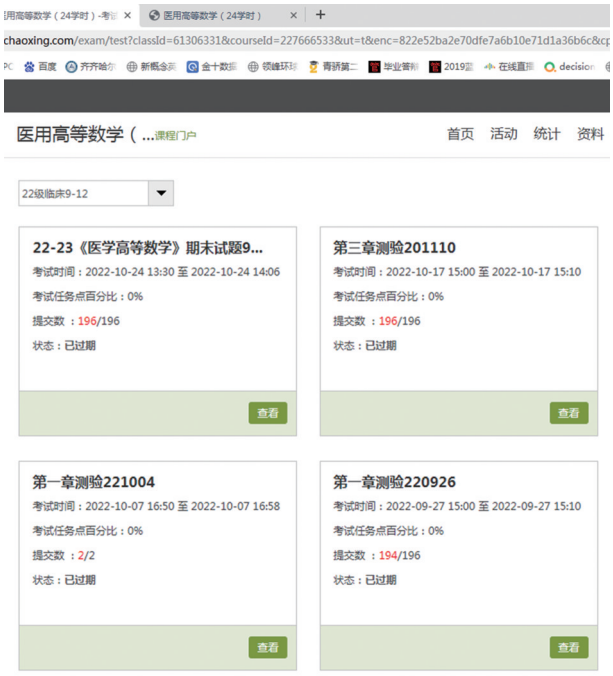


图 2　医用高等数学学习通随堂测验



图 3　高等数学学习通线上资料

1.3.1　基础知识积累阶段：医学专业（16 学时）、工学专业（80 学时）

课前教师利用学习通网络平台发布相关学习资料，具体包括：①高等教育出版社乐经良等主编的《医学高等数学》第一、二章电子教材，以及同济大学数学系出版的《高等数学》第一至七章电子教材。②上传 3 个专业高等数学公共部分教学视频。结合医学院校特点，在超星学习通平台上传数学与医学结合知识内容。具体分类有影像医学方向的医学图像边缘分割、脉管稳定流动的血流量；药学类方向的抗精神病药物计量分析、血液中药品浓度模型、血液中胰岛素平均值；公共卫生方向的简单流行病模型、病变部位生长模型；以及 CT 和核磁中涉及的数字成像原理。③学习通上分享课前自测、重点习题、课后练习等。通过翻转课堂，实现简单基础课前掌握，既培养了学生自学能力，又节省了一部分授课时间。利用这些时间上课时可以多讲解数学应用及突破重点、难点知识。④小组分类讨论。具体内容为医学常用数学模型的应用原理和求解方式。⑤高等数学教学大纲对思政内容有所要求。具体授课时选择定积分部分，给学生介绍以直代曲，渗透事物的复杂性背后蕴含着很多简单道理，因而只要脚踏实地，一步一步完成这些简单步骤，必可实现更高的跨越。在讲到泰勒公式用于误差估计时，介绍港珠澳大桥的建成的课程思政案例[8]。在极值与最值教学中给大家讲授，极大值可以看作攀登到山顶，极小值可以看作跌入低谷，而极值只是函数局部的性质。而要想求函数的最大值和最小值，往往还需要考虑函数的取值范围，函数取值范围的端点也可能成为函数的最值，可以让学生感悟生活的起起落落。

1.3.2　不同章节知识综合应用阶段：医学专业（6 学时）、工学专业（66 学时）

课前教师继续延续第一阶段的方式在学习通网络平台发布相关学习资料，增加对第一阶段各章知识总结的要求，布置学生以组为单位完成知识结构图谱的绘制，初步实现学生对知识的总结。课上教师讲解重、难点知识，并明晰课程知识脉络及其应用价值。例如，讲授分段函数概念时，引入医保报销、工资扣税、阶梯电费等教学案例[9]，展现高等数学的应用价值；对定积分的应用讲解时，突出这部分涉及的功、水压力、引力的数学原理；学习空间解析几何与线性代数部分时，着重讲授高等数学、线性代数、医学各方向的联系，例如药物动力学模型、模拟手术相关数学原理、决策树模型辅助医生后续治疗决策分析。通过持续渗透，巩固学生对高等数学应用价值的理解；通过掌握数学的不同分支，分析数学与代数学之间的联系，明晰数学知识不仅有纵向联系，还有横向联系；通过医药数学模型的讲解，帮助学生初步了解高等数学的跨学科应用，提高学生对高等数学实用价值的认可，激发学生学习动力，为攻克高等数学后两章的难点提高士气，为第三阶段深度体会高等数学跨学科应用作

铺垫。

1.3.3　跨学科应用阶段：医学专业（2学时，课外知识）、工学专业（6学时，课外知识）

高等数学应用范围广泛，如学生各级各类课题竞赛，主要涉及药学、医学影像、疾病预防、材料分析等。课程具体实施：采用学习通平台和班级QQ群分享高等数学跨学科应用资料。结合医学院校学生专业特点，医学专业主推医学图像处理与应用实例，以及常用数学软件；工学专业主推模拟手术中对病变部位边缘分割、提取、重建的模拟仿真实验，以及他对具体手术治疗的作用。课外拓展：结合目前学生对传染病预防比较关注，则讲授传染病流行性预测常用的回归分析和决策树模型；并通过对近年来的数学建模竞赛试题进行剖析，让学生了解通过数学方法解决工学、医学具体问题的整体操作，提前让他们了解科学研究的步骤及方法。通过推送这些数学应用资料，丰富学生对高等数学医学应用价值的理解。并结合课上教学对这些内容分组讨论，提升学生学习动力，提高学生科研能力。通过线上线下混合式教学加强师生之间的互动交流，扩宽学生知识面，激发其学习兴趣，提升其学习效果[10]。

1.4　教学评价

2022级试验组期末考核包含过程性评价和期末闭卷考试两部分。其中过程性评价是指在课堂教学中进行的评价，属于阶段性的评价[11]。本研究中，学生的过程性评价主要包括出勤、课上互动、测验和课后作业按时提交及线上学习情况4个方面。高等数学期末综合成绩由出勤（10.00%）、课上互动（10.00%）、测验（20.00%）、课后作业按时提交及线上学习情况（20.00%）、期末闭卷考试（50.00%）组成，并开展线上线下混合式教学认可度问卷调查。2021级对照组教学采用传统教学形式，线下教学，课后布置作业。采用传统考核办法：作业成绩（20.00%）、随堂测验（20.00%）、闭卷考试（60.00%）。

1.5　统计学方法

采用SPSS 20.0软件进行统计分析。计量资料用（均数 ± 标准差）表示，采用 t 检验；计数资料用百分比表示。检验水准 α=0.05。

2　结果

线上线下混合式教学有效提高了学生课上的参与度（表1），极大地调动了学生的学习热情。课程教学完成以后，学生的闭卷考试及期末综合成绩都有一定提升。其中期末综合成绩还体现出学生随堂测验及课堂提问等方面也较对照组有明显提高（表2）。

表1　课堂参与度对比[n(%)]

组别	作业按时提交率	出勤率	互动(次/节)
试验组(n=243)	235(96.71)	238(97.94)	10
对照组(n=247)	229(92.71)	232(93.93)	6

表2　期末成绩对比[($\bar{x} \pm s$)，分]

组别	期末综合成绩	期末闭卷考试成绩
试验组(n=243)	89.52 ± 3.42	87.24 ± 5.28
对照组(n=247)	81.27 ± 4.56	80.26 ± 5.86
t值	8.25	8.75
P值	<0.001	<0.001

另外，针对试验组学生的混合式教学认可度调查发现，混合式教学拓宽了教学空间，教学时间更灵活，将碎片的时间加以利用，化零为整，淡化了学习难点，提高了学习兴趣（表3）。

3　讨论

高等数学是医学院校学生后续物理学、医学统计学等课程的重要基础，也是学生后续顺利完成科研工作和书写研究论文的重要支撑。医学院校高等数学教学中最大的困难来自于基础薄弱及学习兴趣不足。高等数学作为基础学科，在医学院校它

表3　混合式教学效果评价[n=236，n(%)]

调查项目	非常赞同	赞同	一般	不赞同
线上线下混合式教学方法适合医学院校学生高等数学学习	221(93.64)	7(2.97)	4(1.69)	4(1.69)
激发学生学习兴趣、促进主动学习	216(91.53)	6(2.54)	11(4.66)	3(1.27)
提高高等数学基础、激发学习兴趣	213(92.59)	7(2.97)	13(5.51)	3(1.27)
既锻炼独立思考能力，又培养团队协作精神	210(88.98)	12(5.08)	9(3.81)	5(2.12)
树立科学思维、培养创新意识	212(89.83)	13(5.51)	5(2.12)	6(2.54)
提高数学应用能力，培养专业竞赛能力	209(88.55)	12(4.94)	6(5.35)	9(3.70)
拓宽了教学的空间，灵活了教学时间	217(91.95)	4(1.69)	10(4.24)	5(2.12)

的应用价值常常被忽视，医学院校开设的其他学科跟高等数学的联系也不太紧密，学生在平常学习中也鲜少认识到高等数学的应用价值，从而造成学生学习热情不高。这也是高等数学教学中亟待解决的问题之一。线上线下混合式教学实践中，通过采用线上线下混合式教学，打破了传统教学“以教师为中心”的局面[10]。

实践中，通过采用线上线下混合式教学，突出教师和学生双主体地位，督促学生灵活利用课下时间完成线上学习工作。这既为课堂教学扫清了基础知识障碍，又节省了课堂教学时间；学生学习成绩也有明显改善，提高了学生期末综合成绩和期末闭卷考试成绩，学生平时测验及作业成绩也有较大提高。这些都体现了线上线下混合式教学适合医学院校学生高等数学学习，对医学高等数学教学效果影响突出。

线上线下混合式教学的采用，不仅对学生学习成绩有良性作用（通过学生线上完成简单知识学习，极大地节省了教学时间，利用这些课堂时间可以讲解高等数学医学应用，帮助学生深入了解医学、数学、科学研究之间的联系）；而且激发了学生对数学的兴趣（问卷调查显示学生认为线上线下混合式教学方法适合医学院校学生高等数学学习，提高了学生的高等数学基础，激发了学生对高等数学的学习兴趣）。这些都促使学生乐于钻研更深层次的数学，主要体现在学生对数学学科竞赛及大学生创新创业竞赛的兴趣上。在这些比赛中，很大程度用到了应用数学知识。通过线上线下混合式教学，节省出时间开展医学应用数学介绍，给学生推送了回归分析、决策树模型、图像边缘分割等。通过这部分知识的介绍有效地提高了学生参与大创竞赛与学科竞赛的竞争力。通过竞赛获奖的激励，更大程度地激发了学生学习高等数学的热情，形成了良性循环，也坚定了教师进行教学改革的信心。课题研究尚有很多需完善之处，主要体现在微视频质量一般，教学视频多采用随堂录制，录制效果没有课下单独录制的清晰度高，偶有教室杂音；课前自测题库题目数量较少，尚有待完善；课上教学使用的医学案例还有待积累。后续课题组将分知识点补充录制高等数学授课视频；补充课前自测题库，将现有题库从600题补充至1 000题；结合专业特点分章补充医学案例，至每章8到10个；并总结本研究经验，持续推进反馈机制，逐步完善混合式教学方案，积累实践经验，提高实施方案的科学性、可行性、合理性[12]。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　俞思维：提出论文构思、数据统计、撰写论文；王岩：教学实施、总体把关、审定论文

参考文献

[1] 盛海林. 新工科背景下医药类院校高等数学教学模式的改革与实践[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2021, 46(8): 152-156. DOI: 10.13718/j.cnki.xsxb.2021.08.024.

[2] 夏光美, 薛菁雯, 吕高金, 等. 高校混合式教学现状调查及分析[J]. 科教导刊, 2021(29): 180-183. DOI: 10.16400/j.cnki.kjdk.2021.29.059.

[3] 刘振天, 刘强. 在线教学如何助力高校课堂革命？——疫情之下大规模在线教学行动的理性认知[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2020, 38(7): 31-41. DOI: 10.16382/j.cnki.1000-5560.2020.07.002.

[4] 于歆杰. 从交互到融合：新冠肺炎疫情的高等教育应对之策[J]. 中国电机工程学报, 2020, 40(20): 6411-6418. DOI: 10.13334/j.0258-8013.pcsee.201439.

[5] 杨一丹. 深度学习场域下的高职院校“线上线下混合式教学”常态化构建[J]. 江苏高教, 2020(6): 77-82. DOI: 10.13236/j.cnki.jshe.2020.06.013.

[6] 曾方青. 高等数学线上线下混合式教学实践与研究[J]. 科技视界, 2021(22): 88-89. DOI: 10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2021.22.40.

[7] 刘海成, 李艳凤, 代冬岩, 等. 基于“微课+翻转课堂”的高等数学混合教学实践研究[J]. 高师理科学刊, 2020, 40(1): 64-67. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9831.2020.01.015.

[8] 王翠芳. 高等数学课程中的思政元素探析[J]. 天津中德应用技术大学学报, 2020(5): 68-71. DOI: 10.16350/j.cnki.cn12-1442/g4.2020.05.015.

[9] 马建萍. 高等数学课程思政建设与教学实践[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2021, 37(4): 87-91. DOI: 10.16229/j.cnki.issn1001-7542.2021.04.004.

[10] 张倩, 马秀鹏. 后疫情时期高校混合式教学模式的构建与建议[J]. 江苏高教, 2021(2): 93-97. DOI: 10.13236/j.cnki.jshe.2021.02.015.

[11] 冯昕烨. 基于移动学习平台的高校混合教学模式设计与应用研究：以《数字图像处理》课程为例[D]. 大连：辽宁师范大学, 2020.

[12] 邹安妮, 李宇飞, 胡军. 线上线下混合式教学的思考[J]. 农机使用与维修, 2021(8): 106-107. DOI: 10.14031/j.cnki.njwx.2021.08.051.

（收稿日期：2022-11-01）

（本文编辑：唐宗顺）