

离散数学全过程反馈混合式教学研究

马慧, 曲海鹏, 洪锋, 盛艳秀

(中国海洋大学信息科学与工程学部, 山东青岛 266100)

摘要: 围绕新工科建设需求和离散数学的课程特点, 研究基于教学数据和全过程反馈的混合式学习策略与实现方法。针对学生面临的学习困难问题, 结合学习理论与教学数据进行教学设计, 实现教学活动全过程评估和反馈强化。以学生发展为中心, 引导学生通过课程讨论、习题设计、小组合作等方式深度参与课程, 帮助学生自主学习。教学过程涵盖教材内外和学校内外的教学活动, 重视与前驱课程以及后续课程的联系, 帮助学生掌握计算机学科的整体逻辑。教学实践表明, 基于教学大数据和全过程反馈强化等教学方法能够有效培养学生的计算思维, 契合专业认证的成果导向与持续改进方向, 为学生终身发展奠定基础。通过课程教学目标的达成度分析、CSP认证成绩变化、竞赛获奖等, 验证了教学的有效性。

关键词: 离散数学; 混合式教学; 全过程反馈; 数据分析; 自主学习

DOI: 10.11907/rjdk.222186

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

中图分类号: G434

文献标识码: A

文章编号: 1672-7800(2023)001-0099-06



Blended Teaching of Discrete Mathematics Based on Whole-Process Data Feedback

MA Hui, QU Hai-peng, HONG Feng, SHENG Yan-xiu

(Faculty of Information Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: For the requirement of emerging engineering education and the characteristics of discrete mathematics course, the blended online-offline teaching based on the data and whole-process feedback is studied. To solve the difficulties the students faced, analyze the teaching designing based on learning theory and data, and realize the whole-process teaching evaluation and feedback. Taking students as center of education, we help students to complete deep learning and self-motivated learning through the discussion, taking part in the designing of exercises, and cooperation of groups. The teaching, involving activities inside-outside textbook and campus, pays attention to the relations of different courses and helps students master the whole logic of computer discipline. The applications show that the teaching practices based on whole-process feedback and data can promote the computational thinking, agree with the output-oriented principle and continuous improvement of professional certification, and help to complete lifetime development of students. The effectivity of the teaching is verified by complementation degree of course goals, changing of CSP certification scores, and prizes in different contests.

Key Words: discrete mathematics; blended teaching; whole-process feedback; data analysis; self-motivated learning

0 引言

面对科技革命与产业变革的快速发展,《中国教育现

代化2035》提出构建学习型社会,满足因材施教与知行合一的需求。智能化环境和信息技术成为教学支撑,教育信息化对教学形式起到重塑的作用,对建构式学习思维培养起到推动作用^[1-2]。目前已有教育信息化相关研究,对我

收稿日期: 2022-10-11

基金项目: 山东省自然科学基金项目(ZR2021MD054); 山东省本科教学改革研究项目面上项目(M2021272, M2020065); 中国海洋大学本科教育教学研究重点项目(2021ZD03); 中国海洋大学教师教学发展基金项目(2021JXJJ13); 中国海洋大学研究生精品示范课建设项目(HDYK22023)

作者简介: 马慧(1979-), 女, CCF会员, 中国海洋大学信息科学与工程学部副教授, 研究方向为智能决策、教学自适应反馈; 曲海鹏(1972-), 男, CCF会员, 中国海洋大学信息科学与工程学部副教授, 研究方向为信息安全; 洪锋(1977-), 男, CCF会员, 中国海洋大学信息科学与工程学部教授, 研究方向为物联网与大数据; 盛艳秀(1974-), 女, 中国海洋大学信息科学与工程学部讲师, 研究方向为软件分析与设计。本文通讯作者: 马慧。

国教育发展历程和将来发展形式进行探讨,研究影响学生问题解决能力培养和主动学习的因素^[3-4];发现线上线下结合的教学方式能同时发挥信息技术与面对面教学的优势,有助于提升学生的实际学习水平,成为重要的教学发展方向^[5-6];分析翻转课堂以及在线学习对学生主动学习意愿的影响和提升策略等。研究表明,教师采用线上线下相结合的教学方式以及讨论与实践等教学方法能够有效提升工科生的学习水平和主动性。

1 混合教学中全过程数据反馈现状分析

对于线上线下相结合的混合式教学方式而言,及时、有效的教学反馈是保障教学目标顺利实施的关键^[7]。通过师生反馈互动构建“过程式+沉浸式”的双重路径,有助于实现线上与线下教学的实质等效。姚佳佳等^[8]研究同伴对话反馈对大学生课堂深度学习的影响;李怡然等^[9]根据对学生学习状态的评估反馈,提出基于云控制的闭环OBE模式。然而,如何实现及时、有效的线上线下全过程反馈是实际教学亟需提升的短板,目前尚缺少对具体反馈机制的深入研究和过程描述。

新工科建设和双一流建设要求在教学中实现学生高阶学习与实践能力培养,强化学生批判性学习和认知结构融入,提升知识迁移、分析和解决问题的能力。因此,需要对新工科建设进行深入分析,以推进学生的深层次、高层次学习^[10]。离散数学作为计算机科学与技术、人工智能、大数据、网络安全等众多新工科专业的核心基础课或必修课,侧重培养学生严谨、规范的表述方式,提升分析、解决问题的能力及抽象思维。马慧等^[11]分析了离散数学的实例化概念教学法;王晓华等^[12]研究了离散数学实践教学体系;苏庆等^[13]进行了新工科形式下的离散数学课程改革探索;徐德智等^[14]基于CASE和探索式教学手段,实现学生对离散数学的主动学习。此外,在教学中融入科研训练^[15]、研究翻转课堂实践^[16]、侧重离散数学的计算思维培养^[17],都是当前涌现的离散数学教学改革方式。

为了推进学生深入学习,需要注重学生的主动学习,促进学生高阶思维的发展。在混合教学中,通过线上线下相结合的方式,充分发挥教师与学生的积极性和主动性。目前已有研究分析了混合教学环境中学习投入影响机制和教学系统化设计模式构建^[18-19]。为保障教学质量,李海东等^[20]构建了线上线下质量评价流程模型和指标体系;孙传猛等^[21]基于目标导向的教育理念(OBE),将工程教育认证标准贯穿始终,助力学生主动学习。线上线下混合式教学需要发挥学生的主动性,但目前教学设计与实施过程缺少对于离散数学以及抽象课程学习的针对性。如何结合课程的抽象特点和学生学习的具体困难,设计全过程的高效反馈强化机制,目前还没有深入的研究成果与系统论述。

本文基于教学数据和全过程反馈实现混合式学习策略设计,横跨课程内外与校外,围绕离散数学学习与教学反馈难点、教学全过程数据构成与反馈、基于问题解决的深入讨论3个方面展开论述,并通过实施效果和课程数据分析进行验证。

2 离散数学学习与教学反馈难点

以学生为中心的教学过程需要实现学生价值观、知识、能力等核心素养的提升,通过离散数学的学习,学生在课程结束时可以掌握数理逻辑、集合论、代数结构、图论等知识体系,建立该课程与后续课程的联系,提升计算思维。

离散数学课程具有概念定理多、证明要求高、抽象性强的特点。面对抽象的离散数学,学生会遇到各类困难与困惑。通过抽样调查和学习过程情况分析,可将学生面临的学习困难总结如下:①看着会做,一做就错;②惧怕复杂符号和抽象理论;③难以掌握证明技巧;④抽象理论无法联系实际。

当前教学反馈的难点包括学生和教师两个方面。在离散数学学习过程中,学生与教师的联系不够紧密,闭环控制效果不够显著;教师多基于主观判断进行教学决策,教学数据对教学的促进作用不够精确。

对学生而言,由于理论的抽象性和强关联性,很难说清哪些概念和环节理解不够深入或存在偏差,课前预习、课堂学习、课后复习、课外拓展的效果不清晰,难以有针对性地进行提升。学生缺少对课程整体情况的把握,多限于教师布置的课后作业,难以深入参与课程。对任课教师而言,很多课程教学多侧重于一次或一章节作业的批改与讲评,对学生学习状态的整体发展缺少分析,教学决策缺少数据支持。因此,如何构建全面的教学数据采集分析方法,通过全过程数据反馈促进师生闭环,是当前离散数学教学的难点。

3 教学全过程数据构成与反馈

根据教育学理论,学生深度参与教学过程可以有效调动学习的主动性。教学内容、频次、强度的连接能够影响学习感受,创造有信任感和精神安全感的学习氛围,提高学生对教学过程的参与度和掌控感等,以此提升学习效果。离散数学课程全过程反馈形式如图1所示,全过程数据采集、分析和反馈流程如图2所示。采用线上线下结合、教材内外结合、校外内结合的方式,可促使学生深度学习,有效提升学生学习的主动性。

如表1所示,离散数学教学过程中设置了涵盖形成性评价和总结性评价的综合评价方式,全过程与全方位地反馈学生学习状态,有效促进学生线上线下主动学习。

如表2所示,对离散数学全过程练习和活动进行分

析,通过设置参与形式,引导学生参与习题库建设、课程讨论、小组报告等主动学习活动。通过综合练习、学生出题、师生讨论、生生讨论等混合式教学方法,倡导学生动手—动脑—动口相结合,实现主动学习。

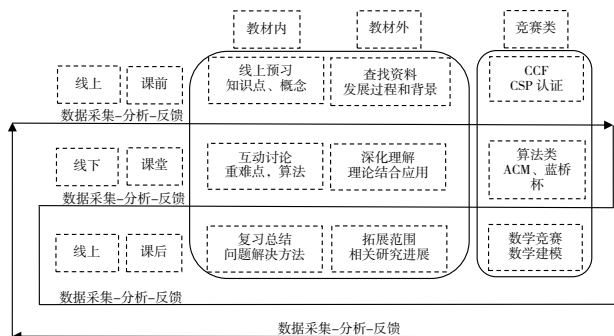


Fig. 1 Teaching feedback of discrete mathematics based on the whole process data

图 1 基于学习全过程数据的离散数学教学反馈

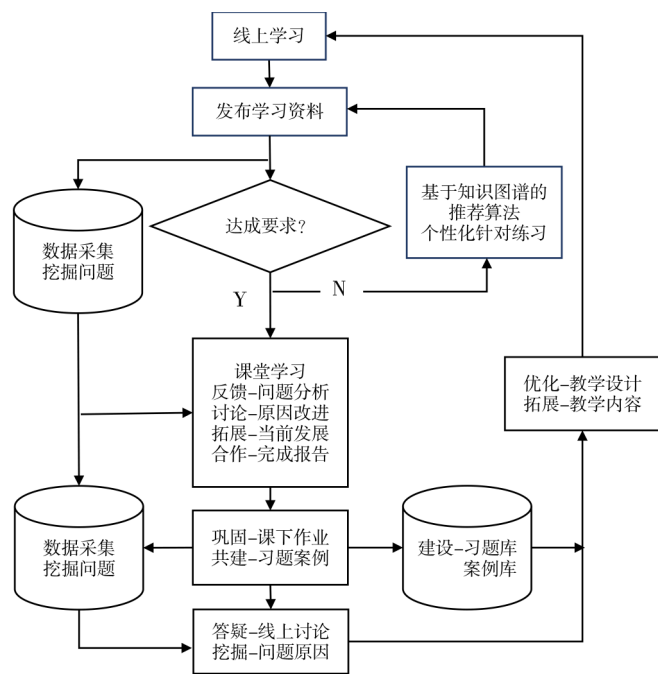


Fig. 2 Components of teaching feedback based on the whole learning process

图 2 基于学习全过程的教学反馈构成

4 基于问题解决的深入讨论

不断挖掘课程脉络与知识点,通过问题解决的方式进行课程设计。学生思考需要解决哪些问题,怎么解决这些问题?以问题驱动教学,学生自发思考课程的知识体系结构,不断激发学习兴趣。鼓励学生成为主动的建设者,而不仅仅是被动的学习者。

对于科研和工程而言,解决问题的开端是问题建模,对于一个具体实际问题给出合适的模型是有难度的,复杂问题更是对理论与实际的结合提出更高要求。在离散数

Table 1 Form, content, and assessments of whole-process feedback
表 1 学习全过程反馈形式、内容与考核方法

频率	形式	内容及应用方式	反馈重点	考核方法和比例
每节	线上练习	基础概念,课堂 问卷	学习知识点的 疑问	平日成绩/10%
	证明练习	证明,推导	问题建模和证 明	形成性评价
每节	学生自主出题	举例,出题	问题理论联系 例子	形成性评价
	师生—生生讨论	问题分析,方案 讨论	问题分析角度 和层次	形成性评价
每周	课后反馈 1	主题讨论,线上 教学平台	对专题的理解	形成性评价
	课后反馈 2	师生—生生沟 通,QQ群	问题理解,学 习情绪	形成性评价
每周	小组报告	选题,实现、展 示、报告	小组学习效果	平日成绩/10%
	书面作业	理论课后的书面 作业	作业完整度、 正确率	平日成绩/10%
每学期	课程实验	典型问题的上机 实验	程序正确性和 效率	平日成绩/10%
	期末考试	统一闭卷考试	全学期综合学 习效果	期末考试/60%

Table 2 Comparison of different exercises and teaching activities
表 2 不同练习与活动特点对比

类型	优点	缺点
选择填空	及时获取班级对概念问题的整 体认识情况,以及对问题的理解 情况	存在不明确答案但是随机选择 的情况
证明书写	通过书写步骤,更容易观察学习 过程,发现思维中存在的问题	学生掌握情况不同,证明题数量 和难度调配存在困难
学生出题	学生主动将认知表达与课程学 习相结合,强化对理论深度与细 节的理解	学生出题内容和难度跨度大、质 量差别大
课程讨论	提升学生的参与度和表达能力, 通过倾听与表述,有效提升课程 学习效果	前期学习基础、准备情况以及担 心出错的心理会显著影响讨论 质量
小组报告	自主寻找课外资源,锻炼筛选、 组织和表达能力,快速提高综合 能力	成员的参与度不易评判,学生前 期没有受过书面报告和口头报 告的训练

学的教学中让学生转换角色,增强学生提出问题的主动性,进而可以提升学生解决问题的能力。

练习、讲解、讨论的混合式学习过程,有利于学生及时掌握重难点问题,激发学生独立思考的能力,积极的课堂讨论是水到渠成的结果。本课程设置如下 3 类讨论问题:①课前预设。分析课程重难点,针对易错点设置讨论问题;②课堂反馈。通过练习及时了解学生的学习情况,对疑难问题及时讨论;③课后拓展。提供与课程相关的课后拓展材料,并结合课程学习内容,通过在线学习平台进行讨论,学生自己分析如何将理论与实践相结合。

创造充满信任感和精神安全的学习环境,能够促使学

生主动表达观点。既表扬回答精彩的学生,也鼓励回答错误的学生。错误的答案通常反映出学生的共同问题,教师作出及时反馈与分析,从而促进学生的共同进步。

实例1 哥尼斯堡七桥问题的模型化方式讨论。

作为图论和拓扑学的起源,欧拉对哥尼斯堡七桥问题给出了图模型,如图3所示,并给出最终解决方案。在引言部分,如果直接给出该问题的图模型,那么学生只是被动接收,对模型感受并不深。因此,提出讨论问题:能用什么数学工具来描述七桥问题?学生进行思考和讨论后,会发现用传统数学函数来描述七桥问题是很难实现的,如果借用已经学过的二元关系中的关系图,可以直观地表述此问题。与学生共同分析之后,给出欧拉的图模型作为对照,使学生对结点和边的概念有更深刻的理解,也理解了具体问题的数学建模需要通过分析问题的实际特点得到。

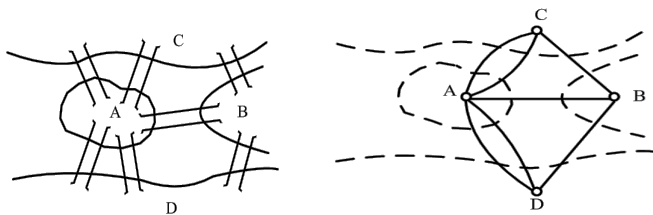


Fig. 3 Königsberg seven bridge problem
图3 格尼斯堡七桥问题

实例2 n元关系的延展思考。

(1)课前预设问题:之前的课程学习和生活中有哪些n元关系?什么是n元关系?通过什么方式表达n元关系?关系数据库与n元关系有什么关联?

(2)课堂反馈问题:n元关系运算与集合运算有什么区别?n元关系运算和关系数据库操作有什么区别与联系?n元关系与函数存在哪些异同?

(3)课后拓展问题:当前国产数据库中,华为 Gauss DB与蚂蚁金服的 Ocean DB是典型代表,查询相关产业需求与发展趋势,以及大数据中是否用到关系概念?

5 实施效果及数据分析

5.1 学生评教结果

中国海洋大学每学期均组织全体学生对课程进行评教,根据近3年学校教学质量管理平台的评价结果,离散数学课程团队的平均分为96.92分,高于学校的平均分(93.99分)和同类型课程平均分(93.52分)。教学质量评价的主要调查问题及支持比例如表3所示,评教结果显示了基于全过程反馈的混合式课程教学的有效性。通过基于问题解决的启发式互动教学,师生实现有效反馈,学生能够积极面对离散数学的高挑战性,并极大地激发了学习兴趣。

5.2 基于专业认证的课程目标达成度分析

设置4个课程目标,基于工程认证的需求,对课程进

Table 3 Mainly investigated problems of teaching quality evaluation and support proportion

表3 教学质量评价主要调查问题及支持比例

主要指标	问题描述	学生反馈支持比例(%)
课程挑战度	课程具有高挑战性,自身更努力	99.3
课程有效性	该课程中学到的东西对今后的学习、工作和生活会有很大帮助	99.3
考核多样性和引导性	课程设置的考核项目具有多样性(包括课后作业、期末考试、小组学习、口头报告、课程实验等),便于引导学习	100
启发互动式教学	课程具有启发性和互动性,可培养分析和解决问题的能力	98.6
激发学习兴趣	课程教学很好地激发了我的学习兴趣,并调动了我的学习积极性	98.7
因材施教	老师针对我的学习情况给予了及时且有价值的反馈,帮助我了解如何改进学习	98.9

行持续改进。①课程目标1。掌握离散数学的基础概念和应用,培养学生独立思考的能力与创新精神,激发学生科技报国的爱国热情;②课程目标2。掌握数理逻辑、集合论与代数结构、图论等理论知识和证明方法及其在实际问题中的应用,构建相对完整的离散数学理论框架;③课程目标3。掌握对实际问题进行数学建模的理论化描述方法,培养学生在理论研究和工程应用中严谨的数学逻辑推理与分析解决问题的能力;④课程目标4。培养学生的团队合作能力和表达能力,通过自行查找资料并分析,提升科技文档的整理能力与语言表达能力。

如表4所示,根据工程认证进行指标点对应,考察学生的学习过程和课程考核结果,获得4个课程目标的达成度分析。其中, $A_{5,1}$ 、 $A_{5,2}$ 、 $A_{5,3}$ 为期末考试成绩,分别对应课程目标1、课程目标2和课程目标3的得分, $A_{5,1}+A_{5,2}+A_{5,3}=60$ 。2021年离散数学的课程目标达成度如图4所示。

Table 4 Complementation degree of course goals based on the learning process and test results

表4 基于学习过程与考核结果的课程目标达成度

	课堂成绩	课后作业	课程实验	小组报告	期末考试	课程目标达成度计算公式
	$A_1(10分)$	$A_2(10分)$	$A_3(10分)$	$A_4(10分)$	$A_5(60分)$	
课程目标1	A_1	0	0	0	$A_{5,1}$	$(A_1+0.7 \times A_{5,1} \text{得分}) / (10+0.7 \times A_{5,1} \text{满分})$
课程目标2	0	A_2	0	0	$A_{5,2}$	$(A_2+0.7 \times A_{5,2} \text{得分}) / (10+0.7 \times A_{5,2} \text{满分})$
课程目标3	0	0	A_3	0	$A_{5,3}$	$(A_3+0.7 \times A_{5,3} \text{得分}) / (10+0.7 \times A_{5,3} \text{满分})$
课程目标4	0	0	0	A_4	0	$A_4/10$

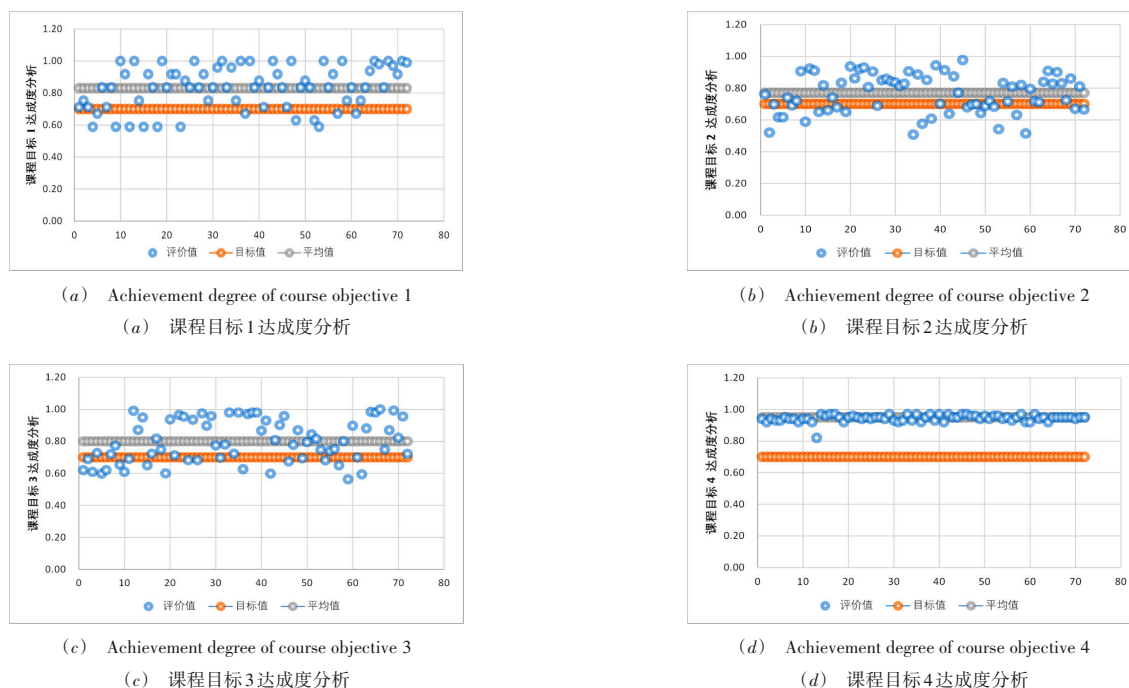


Fig. 4 Analysis of course objective achievement degree

图4 课程目标达成度分析

设置各课程目标达成度为0.7,所有课程目标均达到评价要求。其中,课程目标1达成度为0.83,课程目标2达成度为0.77,课程目标3达成度为0.80,课程目标4达成度为0.94。学生在科技报国责任感、创新精神和小组合作方面的目标达成度较高,从而进一步带动了在课程实验、竞赛、认证考试等其他方面的学习与表现。

5.3 小组报告和课程实验带动CSP认证及课外竞赛成绩

在抽象理论学习中设置灵活的课程实验,为学生参加CCF-CSP认证、算法编程类竞赛、数学竞赛等打下良好的算法与程序基础。近年来中国海洋大学计算机专业学生参加CCF-CSP认证的成绩逐年提高,以150分为认证通过线,每年超过200分的考生人数占比从17%提升到58%。

通过基于全过程数据反馈的课程改革,有效提升了学生的算法分析和实现能力以及信息安全的数理基础与迁移拓展能力。近5年来,学生成绩优异,在国内外竞赛中多次获得“高教社杯”全国大学生数学建模竞赛一等奖、全国大学生信息安全竞赛一等奖、ACM-ICPC国际大学生程序设计竞赛亚洲区域赛金牌等。

6 结语

本文基于线上线下教学和全过程考核反馈,提升学生的课程参与程度,实现对离散数学的主动学习。针对学生学习过程中存在的学习动力问题和目标疑问、学习细节难点等,从全过程化管理与反馈强化入手,整合校内校外、课内课外、本课程和后续发展的关系,提升学生的学习效果。教学实践证明了该教学方法的有效性,可契合专业认证目

标,符合目标导向的教学理念。后续研究将进一步深化对课程数据的自适应管理。

参考文献:

- [1] YANG X W, JIN Z, HU Y J. How initiative learning is possible: retrospect and prospect of teaching reform over the past 70 years since the founding of new China [J]. Journal of the Chinese Society of Education, 2019(10): 17-21.
杨小微, 金哲, 胡雅静. 主动学习何以可能: 新中国成立70年教学改革回眸与前瞻[J]. 中国教育学报, 2019(10): 17-21.
- [2] HUANG R H, WANG Y, WANG H H, et al. The new instructional form of the future education: flexible instruction and active learning [J]. Modern Distance Education Research, 2020, 32(3): 3-14.
黄荣怀, 汪燕, 王欢欢, 等. 未来教育之教学新形态: 弹性教学与主动学习[J]. 现代远程教育研究, 2020, 32(3): 3-14.
- [3] DING F J. The characteristics of problem-solving skill of engineering undergraduates and its influence factors [J]. China Higher Education Research, 2020(5): 17-23.
丁飞己. 工科本科生问题解决能力及其影响因素研究[J]. 中国高教研究, 2020(5): 17-23.
- [4] GAO W, XU S Y. A study of classroom observation and reflection tool for college teachers to promote students' active learning—taking PORTAAL as an example [J]. Research in Teaching, 2019, 42(5): 15-26.
高巍, 徐仕晔. 高校教师促进学生主动学习的评价量表研究—以PORTAAL为例[J]. 教学研究, 2019, 42(5): 15-26.
- [5] ZHU G P, YU X J. Active learning promotion strategies based on flipped classrooms [J]. China University Teaching, 2018(5): 112-114.
朱桂萍, 于敬杰. 基于翻转课堂的主动学习促进策略[J]. 中国大学教学, 2018(5): 112-114.
- [6] WANG S F, HUANG R H. Research on the mechanism and promotion strategy of online active learning intention [J]. Open Education Research, 2020, 26(5): 99-110.

- 王绍峰,黄荣怀. 在线主动学习意愿的产生机理与提升策略[J]. 开放教育研究, 2020, 26(5):99-110.
- [7] LIU Y H, SHAN P J, MO F. How can realize "substantial equivalence" between online and off-line teaching[J]. Journal of National Academy of Education Administration, 2021(3): 67-75.
刘艳红,单平基,莫凡. 线上与线下教学质量“实质等效”何以可能[J]. 国家教育行政学院学报, 2021(3):67-75.
- [8] YAO J J, LI Y, CHEN X Y, et al. Research on promotion effect of real-time dialogic peer feedback on college students' deep learning in classroom[J]. e-Education Research, 2022,43(1): 113-121.
姚佳佳,李艳,陈新亚,等. 基于实时互动的同伴对话反馈对大学生课堂深度学习的促进效果研究[J]. 电化教育研究, 2022, 43(1): 113-121.
- [9] LI Y R, XIA Y Q. Exploration on closed-loop OBE-oriented online courses based on cloud control[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2021, 40(7): 149-153.
李怡然,夏元清. 基于云控制的闭环OBE在线教学模式探索[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(7): 149-153.
- [10] GU P H. Thinking on the development and deepening of new engineering construction[J]. China University Teaching, 2019(9): 10-14.
顾佩华. 新工科建设发展与深化的思考[J]. 中国大学教学, 2019(9):10-14.
- [11] MA H, SHENG Y X, XU J L, et al. Enhancing comprehension of concepts via real examples in discrete mathematics[J]. Computer Education, 2011(12): 57-59.
马慧,盛艳秀,徐建良,等. 离散数学的实例化概念教学法[J]. 计算机教育, 2011(12): 57-59.
- [12] WANG X H, WANG R G, YANG J, et al. Research on the practical teaching system of professional basic courses with discrete mathematics as the core in the background of new engineering[J]. Computer Education, 2018(10): 146-149.
王晓华,汪荣贵,杨娟,等. 新工科背景下离散数学为核心的专业基础课程实践教学体系研究[J]. 计算机教育, 2018(10):146-149.
- [13] SU Q, LIN H Z, LI Z Y. Exploration of teaching reform of discrete mathematics curriculum under the new engineering situation[J]. Computer Education, 2019(1): 25-28,32.
苏庆,林华智,黎展毅. 新工科形势下离散数学课程教学改革探索[J]. 计算机教育, 2019(1): 25-28,32.
- [14] XU D Z, SHI R H, PENG J. "Discrete Mathematics" classroom teaching based on active learning[J]. Computer Education, 2012(6): 51-53.
徐德智,施荣华,彭军. 基于主动学习的“离散数学”课堂教学[J]. 计算机教育, 2012(6): 51-53.
- [15] WANG Q X, GU X F. Research and teaching of discrete mathematics courses to cultivate undergraduate research literacy[J]. Computer Education, 2021(4): 140-142.
王庆先,顾小丰. 以研促教的离散数学课程本科生科研素养培养[J]. 计算机教育, 2021(4): 140-142.
- [16] LIANG D L. An exploration of discrete mathematics flipped classroom teaching practice on the basis of the fusion of online and offline[J]. College Mathematics, 2019(35): 45-49.
梁道雷. 基于线上+线下融合的离散数学翻转课堂教学实践探究[J]. 大学数学, 2019(35): 45-49.
- [17] JIA J D, LI W G. Discrete mathematics teaching reform based on computational thinking oriented ability development[J]. Computer Education, 2021(9): 152-155.
贾经冬,李卫国. 基于计算思维面向能力培养的离散数学教学改革[J]. 计算机教育, 2021(9): 152-155.
- [18] MA J. Influence mechanism of college students' learning engagement in a blended learning environment: from the perspective of teaching behaviors[J]. Chinese Journal of Distance Education, 2020(2): 57-67.
马婧. 混合教学环境下大学生学习投入影响机制研究—教学行为的视角[J]. 中国远程教育, 2020(2):57-67.
- [19] ZHU Y H. Systematic design and systematic mode construction of blended teaching from the perspective of deep learning[J]. China Educational Technology, 2021(11): 77-87.
朱永海. 深度学习视角下混合教学系统化设计与体系化模式构建[J]. 中国电化教育, 2021(11): 77-87.
- [20] LI H D, WU H. Research on blended teaching quality evaluation system based on the whole process: a national online and offline blended first-class course as an example[J]. China University Teaching, 2021(5): 65-71,91.
李海东,吴昊. 基于全过程的混合式教学质量评价体系研究—以国家级线上线下混合式一流课程为例[J]. 中国大学教学, 2021(5): 65-71,91.
- [21] SUN C M, DU H M, LI X, et al. Research on teaching mode of intelligent control course based on OBE and PAD class concept[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2022(1): 157-162.
孙传猛,杜红棉,李晓,等. 融合OBE与PAD理念的智能控制课程教学模式研究[J]. 高等工程教育研究, 2022(1): 157-162.

(责任编辑:黄健 谢文利)