

以密码学为例的混合式多维度学习评价方法

解男男, 姚微娜, 谢利佳

(长春理工大学计算机科学技术学院, 吉林 长春 130022)

摘要: 传统的结果式考核方法缺少对学习过程和思维过程的评价, 不能很好地适用于混合式教学的学习评价。为此, 基于“皮亚杰—比格斯”深度学习评价模型提出一种混合式多维度学习评价方法, 共17个指标, 包含思维过程和学习过程评价两个方面; 同时设计了一种多指标加权综合计算方法, 对各评价指标分配权重, 计算综合评价结果。所提方法将学生学习过程的思维深度也纳入评价, 提高了评价结果的准确性和合理性。最后, 通过整体分析、个体分析以及同类工作比较3个角度验证了所提方法能够对每位学生的学习情况进行具体分析, 从而因材施教; 亦降低了教师在实际执行中的难度, 具有较好的可行性。

关键词: 混合式教学; 学习评价; “皮亚杰—比格斯”评价模型; 密码学

DOI: 10.11907/rjdk.231720

中图分类号: G642.4

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1672-7800(2024)008-0130-05



A Hybrid Multidimensional Learning Evaluation Method with Cryptography as An Example

XIE Nannan, YAO Weina, XIE Lijia

(College of Computer Science and Technology, Changchun University of Technology, Changchun 130022, China)

Abstract: Traditional result based assessment method lacks evaluation of the learning process and thinking process, and cannot be well applied to the learning evaluation of blended online and offline teaching. Therefore, based on the Piaget Biggs deep learning evaluation model, a hybrid multi-dimensional learning evaluation method is proposed, which consists of 17 indicators, including two aspects: thinking process and learning process evaluation; At the same time, a multi indicator weighted comprehensive calculation method was designed to assign weights to each evaluation indicator and calculate the comprehensive evaluation results. The proposed method also incorporates the depth of thinking in the student learning process into the evaluation, improving the accuracy and rationality of the evaluation results. Finally, the proposed method was validated from three perspectives: overall analysis, individual analysis, and comparison of similar work to provide specific analysis of each student's learning situation and tailor teaching accordingly; It also reduces the difficulty for teachers in actual implementation and has good feasibility.

Key Words: blended teaching; learning evaluation; Piaget-Biggs evaluation model; cryptography

0 引言

随着教学改革不断推进,线上教学发展迅速,成果丰富,不再是线下教学的简单补充,而是逐渐与线下教学相结合,形成混合式教学。然而,目前的混合式教学仍缺少有效、通用的标准评价学生的学习过程与结果。基于

过程的评价能够有效监测学生的学习过程,但对其知识综合应用能力的评价并不擅长。基于结果的评价则忽略了学习过程,对于线上学习并不适用^[1]。已有的各种评价方法在系统性、个性化、可操作性、可扩展性等方面各有所长,但均不全面,导致混合式教学的效果评价受到影响。因此,亟需提出一种全面、合理的混合式教学评价方法。

收稿日期: 2023-06-25

扫描二维码阅读全文:

基金项目: 吉林省高教科研课题(JGJX2021D96)

作者简介: 解男男(1987-),女,博士,CCF会员,长春理工大学计算机科学技术学院讲师、硕士生导师,研究方向为计算机网络和信息安全。



1 相关工作

1.1 混合式教学

混合式教学是指借助各种网络平台的线上教学与线下教学的结合。除了直播授课,MOOC(Massive Open Online Courses)、SPOC(Small Private Online Course)等网络课程平台在线上教学中发挥着越来越大的作用。MOOC最早于2008年被提出,具有大规模、开放性、自组织性和社会性等特点^[2]。其有着完整的教学环节,包括开课、上课、作业、反馈、讨论、评价、考核、证书,适合有差异的学习者和没有固定班级的社会学习者。SPOC也包含基本的教学流程,更适合于小班授课。

与传统线下教学相比,混合式教学活动类型更加丰富多彩,能够将文本、音频、视频、动画等多种资源融入其中,有效激发学生的学习兴趣,也适合时间自由的个性化学习。混合式教学仍然由教师设计学习过程,学生在要求范围内完成学习任务,学习过程更具有选择性和针对性。

混合式教学模式已经发展了20多年,教育界对其进行了广泛研究。例如,李逢庆^[3]将掌握学习理论、首要教学原理、深度学习理论和主动学习理论作为混合式教学的理论基础;冯晓英等^[4]指出未来需要重点关注“互联网+”混合式教学模式、混合式教学能力准备、混合式教师培训与教师专业发展、机构层面及混合式教学评价、混合式教学环境下的学习分析5个方面的研究。此外,还有华师云课堂混合教学模式^[5]、高校“二维三位一体”混合教学模式^[6]、虚拟仿真实验教学等^[7]实际应用研究。这些研究从理论和实践的角度对混合式教学模式的理论框架和执行过程进行了分析,对其发展起到了良好的推动作用,但是仍然缺少清晰、系统的概念框架和分析框架研究。

1.2 学习评价

学习评价是根据一定的标准对学生的学习情况和结果进行评估与分析,是教育评价的重要组成部分。科学合理的评价体系能够培养学生的兴趣,对其起到监督和激励作用,也是提高教学质量的重要途径。传统的学习评

价方式主要为线下课堂表现和期末考试,然而混合式教学的学习时间、场所不固定,传统评价方法不足以全面评价学生的学习效果,因此需要构建混合式学习评价体系。

影响学习效果的因素有很多,很多学者对此进行了研究。例如,孙华等^[8]将学习的影响因素划分为学生自身、教师、平台与工具、课程及资源、学习同伴5个维度,但这种划分可能无法深入揭示各个因素之间的具体关联以及如何应对不同维度的影响因素;蒋建兵等^[9]提出一种基于云理论的学习评价模型,将学生平时测试成绩转化为对科目知识的掌握程度,但该模型主要适用于线下教学;王敏等^[10]基于线上和线下教学活动过程中产生的各种数据建立SPOC教学评价模型;李逢庆等^[11]在评价指标体系的理论基础和评价原则确立的基础上,结合混合式教学设计和实施流程构建了混合式教学质量评价体系并进行实践应用;郭建东^[12]提出混合式教学评价的目的和原则,通过研究活动、评价与能力三者的关系构建了关注过程 and 发展的多元化、多层次、多维度混合式教学课程评价体系;Tsai等^[13]提出一种基于模糊层次分析法和规则空间模型的网络课程认知学习评价方法。还有研究将新技术应用于学习评价中,如基于区块链^[14-15]、隐马尔可夫模型^[16]、BP神经网络^[17]以及数据驱动^[18]的课程评价方法。以上研究侧重于对教学结果的评价,对学习过程的评价关注较少。

1.3 “皮亚杰—比格斯”评价模型

南京师范大学的殷常鸿等^[19]根据皮亚杰的“发生认识论”构建了“皮亚杰—比格斯”深度学习评价模型,将学习过程中难以衡量的思维活动以指标的方式呈现出来,具备灵活的扩展能力,可满足不同情境下的教学评价需求。如表1所示,该评价模型将学习过程中的思维层次描述为重述、综述、抽象、追溯、修正、重构、迁移7个维度,对学习者的学习过程进行评价。

本文基于“皮亚杰—比格斯”深度学习评价模型提出一种混合式多维度学习评价方法,包含思维过程和学习过程评价两个方面,以期对混合式教学效果评价提供一条行之有效的途径。

Table 1 Piaget-Biggs learning evaluation indicators

表1 “皮亚杰—比格斯”学习评价指标

等级	过程描述(思维层次)	具体表现(知识深度)
1	重述:对当前信息进行简要的记忆,并未概括和总结	重复或简单重述一个事实或是他人已经说过的话,像是“复制粘贴”,而不是自己的解释
2	综述:对当前问题或者信息进行简要的概述	给出事实性信息和基本描述,会话更多围绕事实和某个主题
3	抽象:对当前问题或者信息进行抽象、概括,形成低层次的新概念	能对问题进行简单的概括,能根据相关信息作出具有一定依据的推断
4	追溯:从前概念中寻找与接受信息而新形成的新概念进行联系,对其进行解释	基于一定证据或者理论依据的断言,对问题做出肯定的回答
5	修正:当前概念中寻找与接受信息而新形成的新概念进行联系,对其进行解释	关注核心概念问题,对原有的观念进行增调,引发新的问题
6	重构:结合前概念与新形成的概念,进行打散重构,形成抽象层次更高的概念	综合不同观点,提出自己的观点,作一个“升华”的总结
7	迁移:对概念进行升华,并能应用到其他情景中去,以解决关联问题	能够深入分析问题,从理论的高度来解释问题,并提出关联问题的解决方案

2 混合式多维度学习评价方法构建

2.1 构建原则

有效的混合式学习评价方法能够客观、科学地衡量学生的学习过程和知识掌握情况,综合考量学生在线上 and 线下学习环境中的表现,既能激励学生,又能将学习情况反馈给教师,以便其及时调整教学思路。为此,提出以下4个学习评价方法构建原则:①系统性。评价方法应涵盖线上和线下学习不同阶段,如预习、讲课、复习,各指标并非独立,而是从不同角度共同构成评价系统;②个性化。即使是同一门课程、同一个班级,不同学生的学习习惯、知识基础、学习效果等都有所不同,因此应当充分考虑学生

的差异性;③可操作性。评价方法应易于通过人工或计算机实现,指标应容易获得和处理,否则会因为计算过程复杂而难以推广;④可扩展性。评价方法应能够适用于不同课程、年级等,可以添加新的指标或更新已有指标,有广泛的适用性。

2.2 混合式教学设计

基于不同平台的混合式教学有不同的实施方式,但在教学环节设计上大致相同。建立混合式教学模型是进行学习评价的基础。本文以密码学课程为研究对象,该课程包含较为复杂的数学原理,具有理论性较强、知识逻辑复杂等特点。以密码学课程中的一个知识点“DES密码”为例设计一种混合式教学模型,具体如图1所示。

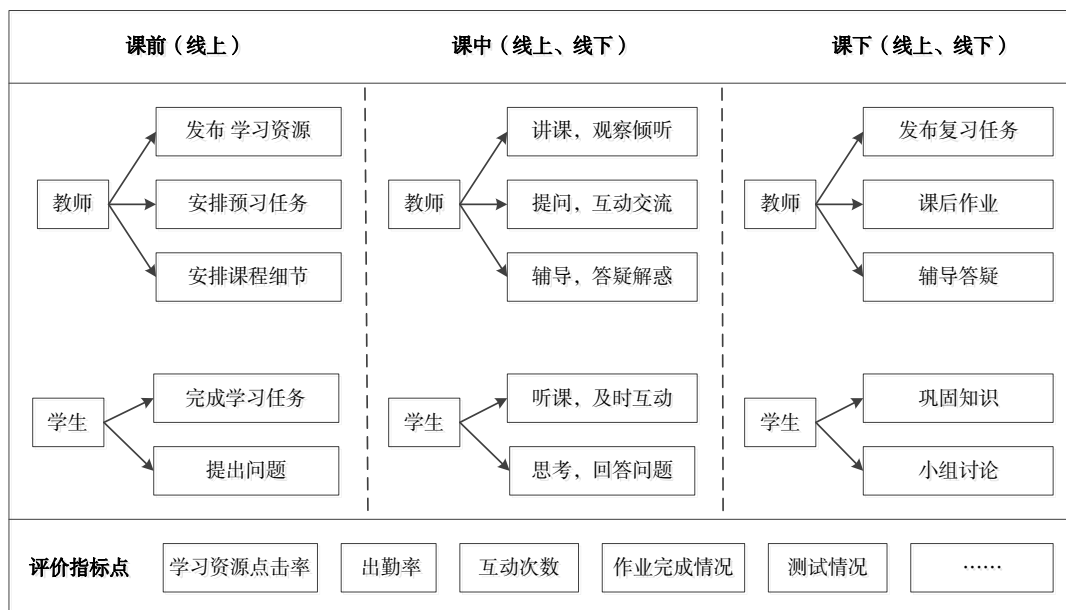


Fig. 1 A hybrid teaching model

图1 一种混合式教学模型

课前由教师发布在线学习资源、安排预习任务,并设计好课程细节,学生通过简单的选择题、判断题或在线观看时长等完成预习任务,并提出问题以待线下课堂解决。在线下教学中,师生通过面对面交流答疑解惑。课后学生完成教师布置的复习任务,通过邮件等方式与教师沟通。

2.3 具体评价方法

如表2所示,以知识点或知识单元为评价单位,将多维度学习评价指标分为“皮亚杰—比格斯”指标和学习过程指标两类,分别对应学生的思维评价和学习行为评价。“皮亚杰——比格斯”7项指标描述了从低到高的思维层次,学生对知识的掌握越深入,思维层次越高,学习效果越好,这些指标通过阶段性测试、提问、讨论、游戏等方法评价。例如,在线上学习中设置填空题、选择题、解答题等测试学生的重述、综述、抽象等指标层次。学习过程指标包含个人、小组、考试等三大类共10项,需要进行数值化和规范化处理。

“皮亚杰——比格斯”7项指标、学习过程指标中的课上练习得分、课后作业得分、单元测试、期末考试等分值指标,签到次数、小组活动参与次数、资源分享次数、有效讨论发帖或回复次数等计数型指标均需进行归一化处理,使之得分在 $[0,1]$ 范围内。

学习资源累计播放时长是连续型指标,将所有学生的时长平均值作为基准,计算单个学生时长所处的百分比位置。例如同一班级的学生学习某个资源的平均时长为30 min,那么少于或多于平均时长20%以内的学生得9分,少于或多于平均时长20%~40%的学生得8分。播放时长并不是越久越好,当时间过长时可能出现挂机行为。

多维度评价方法的综合加权计算公式为:

$$S = \phi_1 \sum_{i=1}^7 w_{is}i + \phi_2 \sum_{j=1}^{10} w_{jt}j \quad (1)$$

式中: S 表示综合学习评价得分; ϕ_1 和 ϕ_2 表示两类指标的权重,二者相加为1; w_i 和 w_j 表示两类指标中各项指标的权重, s_i 和 t_j 表示各项指标得分。

Table 2 Hybrid multi-dimensional learning evaluation indicators

表 2 混合式多维度学习评价指标

类型	内容	描述和意义
“皮亚杰——比格斯”指标	重述	对概念或定义的记忆和复述
	综述	通过自己的理解解释相关概念和定义
	抽象	对知识点的相关描述给出自己的判断,并能说明依据
	追溯	对相关的问题能够给出有依据的解答
	修正	通过思考和分析,能够对知识点进行扩展和关联
	重构	对问题从不同的角度考虑,并形成统一的思考方式和思路
	迁移	能够解决实际应用中的问题,并有清晰的思路和理论基础
	个人	学习资源累计播放时长、签到次数、课上练习得分、课后作业得分
学习过程指标	小组	小组活动参与次数、资源分享次数、有效讨论发帖或回复次数、担任组长次数
	考试	单元测试、期末考试

3 评价方法实践与分析

3.1 整体分析

在一个学习密码学课程的 34 人班级中,以“DES 密码”知识点为例,将“皮亚杰—比格斯”指标、学习过程指标以及最终得分统计出来,结果如图 2 所示。其中,前两个指标均乘以权重系数 0.5。可以看出,3 项得分呈正相关,证明了所提方法的合理性。经过统计,学生成绩整体呈正态分布,符合教学要求。

3.2 个体分析

假设有学生 A 和 B,其 17 项指标得分如表 3 所示。将

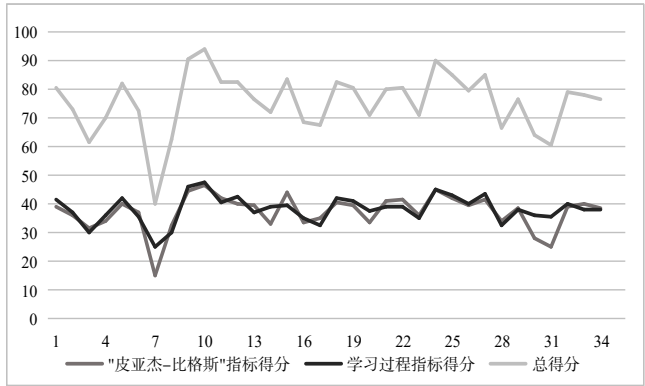


Fig. 1 Statistics of students' grades

图 2 学生得分统计

两类指标的权重均设定为 0.5,得出学生 A 的最终得分为 85.3,学生 B 的最终得分为 76,说明在这一知识单元中学生 A 的学习效果优于学生 B。根据表 2 中黑体部分的 4 项得分可知学生 B 在小组学习中比 A 活跃,学习效果更好。指标的细化评分能够对学生的进行学习情况进行具体分析,有助于了解不同学生的特点,从而因材施教。

Table 3 Student scores

表 3 学生得分

指标类型	学生	得分
“皮亚杰—比格斯”指标	学生 A	0.9,0.8,0.7,0.8,0.9,0.8,0.7
	学生 B	0.6,0.5,0.9,0.9,0.7,0.8,0.8
	权重	10,10,10,10,20,20,20
学习过程指标	学生 A	0.8,1,0.9,0.8,0.7,0.6,0.7,0.8,0.9,0.8
	学生 B	0.7,0.9,0.9,0.7,0.8,0.8,0.9,0.9,0.7,0.7
	权重	5,5,10,10,10,10,5,5,20,20

3.3 与其他评价方法的比较分析

从指标类型、指标数量、指标样例、特点 4 个角度对本文评价方法与文献[8,20–22]提出的评价方法进行比较,结果如表 4 所示。整体而言,指标数量较多时,评价方法的系统性较强,个性化评价效果好,但是可操作性较差,指标获取较为困难,例如文献[22]中的个人提问次数、个人回答次数、动态发布数量等指标统计过程较为繁琐。而指标数量较少时个性化程度较低,评价不够全面。本文方法包括 17 个评价指标,涵盖线上和线下教学的不同维度,指标获取相对简单,降低了教师在实际执行中的难度,具有较好的可行性。

Table 4 Comparison with other evaluation methods

表 4 与其他评价方法的比较

评价方法	指标类型	指标数量	指标样例	特点
文献[8]方法	个体参与度、协作参与度、平台技术支持	17	视频资源完成率与重复播放次数、小组活动出勤等	只评价线上学习行为
文献[20]方法	课前导学评价、课中研学评价、课后拓学评价	37	登录平台次数、行为投入、发帖回帖	指标完善,但数量较多,具体实现较复杂
文献[21]方法	平时考核成绩、最终考核成绩、出勤情况	10	预习习题、讨论、听课、回答问题	个性化程度较低,偏重线下评价
文献[22]方法	学习态度、专业能力、内容掌握	24	到课率、课前预习、资源访问	覆盖角度全面,但指标数量较多
本文方法	思维过程评价、学习过程评价	17	学习资源的累计播放时长、对概念或定义的记忆和复述	结合线上和线下指标,指标统计和获取容易

4 结语

科学合理的学习评价机制能够推动教学活动的顺利开展,培养学生的自主学习能力。为此,本文提出一种多维度混合式学习评价方法,借鉴“皮亚杰—比格斯”深度评价模型,将学习过程的思维层次纳入到评价中,更加科学合理地评价学生的学习效果。该评价方法具有较好的系统性、个体性、可操作性,其中的各项指标和权重都可以更改以便适应不同课程。然而,该方法目前只考虑了对学生学习效果的评价,后续将考虑添加对教学的评价,并开发原型系统降低计算复杂度,以便大规模推广与应用。

参考文献:

- [1] WANG S, ZENG J H, QIU X L. Construction and application of evaluation index system for university blended teaching [J]. Science and Education Guide, 2022 (31): 155-158.
王珊,曾佳慧,邱香兰. 大学混合式教学评价指标体系的构建及应用研究[J]. 科教导刊, 2022(31): 155-158.
- [2] MCAULEY A, STEWART B, SIEMENS G, et al. The MOOC model for digital practice [EB/OL]. <https://www.docin.com/p-1247008477.html>.
- [3] LI F Q. The theoretical basis and instructional design of blending teaching [J]. Modern Educational Technology, 2016, 26(9): 18-24.
李逢庆. 混合式教学的理论基础与教学设计[J]. 现代教育技术, 2016, 26(9): 18-24.
- [4] FENG X Y, WANG R X, WU Y J. A review of research on blended teaching at home and abroad: based on the analytical framework of blended teaching [J]. Journal of Distance Education, 2018, 36(3): 13-24.
冯晓英,王瑞雪,吴怡君. 国内外混合式教学研究现状述评——基于混合式教学的分析框架[J]. 远程教育杂志, 2018, 36(3): 13-24.
- [5] WANG J, YANG Z. Design of blended teaching mode based on cloud classroom: taking Central China Normal University cloud classroom as an example [J]. China Educational Technology, 2017(4): 85-89.
王鹤,杨倬. 基于云课堂的混合式教学模式设计——以华师云课堂为例[J]. 中国电化教育, 2017(4): 85-89.
- [6] LUO Y H. On the construction and practice of mixed teaching mode in colleges and universities [J]. Higher Education Exploration, 2019 (12): 48-55.
罗映红. 高校混合式教学模式构建与实践探索[J]. 高教探索, 2019 (12): 48-55.
- [7] LI D X, HAN S C, GAO H. Exploration of blended teaching mode for virtual simulation of electrical experiments [J]. Industry and Information Technology Education, 2022(10): 23-27.
李德兴,韩绍程,高欢. 电类实验虚拟仿真混合式教学模式探索[J]. 工业和信息化教育, 2022(10): 23-27.
- [8] SUN H, MA J, WANG Y B. Construction of an evaluation model for online and offline learning in a hybrid teaching mode [J]. Computer Knowledge and Technology, 2020, 16(28): 153-154.
孙华,马俊,汪一百. 线上线下混合式教学模式下线上学习评价模型的构建[J]. 电脑知识与技术, 2020, 16(28): 153-154.
- [9] JIANG J B, LIANG J R, JIANG W, et al. Research on learning evaluation model based on cloud theory [J]. Computer and Modernization, 2008 (3): 17-19.
蒋建兵,梁家荣,江伟,等. 基于云理论的学习评价模型研究[J]. 计算机与现代化, 2008(3): 17-19.
- [10] WANG M, SHU J B. Research on SPOC teaching evaluation model based on educational big data [J]. Chinese Journal of ICT in Education, 2020(3): 74-79.
王敏,舒江波. 基于教育大数据的SPOC教学评价模型研究[J]. 中国教育信息化, 2020(3): 74-79.
- [11] LI F Q, HAN X L. The construction and demonstration of blending teaching quality evaluation system [J]. China Educational Technology, 2017 (11): 108-113.
李逢庆,韩晓玲. 混合式教学质量体系的构建与实践[J]. 中国电化教育, 2017(11): 108-113.
- [12] GUO J D. Construction and application research of blended teaching evaluation index system [J]. Adult Education, 2020, 40(12): 19-25.
郭建东. 混合式教学评价指标体系的构建与应用研究[J]. 成人教育, 2020, 40(12): 19-25.
- [13] TSAI C L, JUI S C, HUI Y C. Cognitive learning assessment based on FAHP and RSM: a case study of introduction to network course [J]. Journal of Educational Computing Research, 2022, 59(8): 1543-1578.
- [14] ZHOU Y X, ZHANG G Y. Research on online learning evaluation model based on blockchain technology [J]. Software Guide, 2021, 20 (7): 144-148.
周羽鑫,张刚要. 基于区块链技术的在线学习评价模型研究[J]. 软件导刊, 2021, 20(7): 144-148.
- [15] LIU T, YANG J Z. Exploring higher education learning assessment based on blockchain technology [J]. Software Guide, 2020, 19 (5): 242-246.
刘通,杨进中. 基于区块链技术的高等教育学习评价探究[J]. 软件导刊, 2020, 19(5): 242-246.
- [16] WEI Q T, ZOU H, ZUO Y Y. Research on multi-dimensional evaluation of online course learning process based on HMM model [J]. Software Guide, 2020, 19(5): 247-251.
魏劲颢,邹宏,左有游. 基于HMM模型的网络课程学习过程多维评价研究[J]. 软件导刊, 2020, 19(5): 247-251.
- [17] ZHANG Z. Research on learning evaluation of online general education course based on BP neural network [EB/OL]. <https://europemc.org/article/MED/34912445>.
- [18] WANG S M, DU M. Construction of learning quality evaluation system under data-driven SPOC teaching mode [J]. Software Guide, 2021, 20 (5): 197-200.
王树梅,杜明. 数据驱动的SPOC教学模式下学习质量评价体系构建[J]. 软件导刊, 2021, 20(5): 197-200.
- [19] YIN C H, ZHANG Y B, GAO W, et al. Construction of 'Piaget-Biggs' deep learning evaluation model [J]. Research in Electrochemical Education, 2019, 40(7): 13-20.
殷常鸿,张义兵,高伟,等. “皮亚杰——比格斯”深度学习评价模型构建[J]. 电化教育研究, 2019, 40(7): 13-20.
- [20] DENG Z L, LI J. Study on evaluation of online open course learning based on data driven [J]. Vocational Education Research, 2023 (7): 78-86.
邓祖绿,李佳. 基于数据驱动的在线开放课程学习评价研究[J]. 职业教育研究, 2023(7): 78-86.
- [21] QIN S H, ZHONG C, ZHANG X. Construction of an online and offline hybrid teaching quality evaluation system model [J]. Economic Research Guide, 2022(5): 104-106.
覃盛华,钟陈,张旭. 线上线下混合式学习评价体系模型构建[J]. 经济研究导刊, 2022(5): 104-106.
- [22] FU J Y, YUAN X R, ZHONG L X. Research on university learning evaluation methods based on big data [J]. Chinese Journal of ICT Education, 2020(7): 40-44.
付靖宇,袁新瑞,种兰祥. 基于大数据的高校学习评价方法研究[J]. 中国教育信息化, 2020(7): 40-44.

(责任编辑:尹晨茹)