

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2024.03.010

基于博弈论的课程考核评价体系构建与实践

张黎明¹,孙林娜¹,李凯²

(1.青岛理工大学 土木工程学院,山东 青岛 266520;2.青岛理工大学 理学院,山东 青岛 266520)

摘要:为合理确定土木工程专业材料力学课程成绩中各项评价指标的权重,应用博弈论方法构建材料力学课程考核评价体系,细化材料力学课程考核评价体系构成指标,定量给出学校、教师和学生对课程各评价指标的权重,实现了材料力学课程考核评价体系权重合理化和评价主体多样化。中美班材料力学课程实践表明,该考核评价体系增强了学生学习材料力学课程的主动性和积极性,提升了学生的综合素质,激发了任课教师的教学热情,材料力学课程不及格率降到了5%以内。

关键词:教学改革;多元化考核评价;考核指标;博弈论

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2024)03-0060-05

工科院校开设的“材料力学”专业课程具有很强的理论性和实践性,不仅是土木工程专业的基础课,也是机械工程、交通工程类专业的重要课程,在工科专业的教学中占有非常重要的地位^[1]。然而,传统的材料力学课程教学中存在诸多问题,材料力学课程考核普遍采用的是“期末考试为主、课堂点名为辅”的单一考核模式,侧重考查学生对基础知识的掌握。这种考核模式下,学生平时学习受到的监督与约束较少,学生自主学习的积极性不高,难以真正掌握已学过的核心知识。材料力学课程逻辑性强,一环紧扣一环。随着材料力学课程内容的推进,若学生对前期讲授过的理论知识没有理解,后期便会出现听不懂而不听课等现象,学习效果越来越差。期末考试之前,学生只好“临时抱佛脚”,靠死记硬背突击应付考试,只求分数及格而没有真正掌握核心知识,导致学生在理论理解与工程应用等方面存在严重不足,不利于学生综合素质的培养^[2-3]。因此,通过构建合理的考核评价体系实现材料力学课程的教学改革,提高学生的学习积极性,让学

生真正掌握材料力学课程的精髓,从而提高学生的综合素质,对土木工程及其他工程类专业的教学改革发展具有重要意义^[4]。本文分析了高校材料力学课程传统考核存在的问题,提出了基于博弈论的材料力学课程考核评价体系,通过改进以考试成绩为主的材料力学课程考评模式,解决学生主动学习能力差的“老大难”问题,不仅可为材料力学课程提供课程考核评价模式参考,对理论性较强的公共基础课教学考核评价方式也具有借鉴价值。

1 材料力学课程传统考核现状分析

地方工科高校普遍存在三大力学课(《理论力学》《材料力学》《结构力学》)考试不及格率高问题,成绩“惨不忍睹”。目前,大部分高校的材料力学课程考核评价还是以期末考试为主的模式,这种考核模式导致绝大多数的学生在平日课堂上学习积极性不高,考前“临时抱佛脚”。因此,采取合理的课程考核方法提高学生学习材料力学课程的积极性,让学生真正掌握材料力学课

收稿日期:2023-09-22

基金项目:山东省教改面上项目(M2021347);青岛理工大学本科教学改革与研究面上项目(F2022-091);青岛理工大学研究生教育教学改革研究项目(Y032022-011)

作者简介:张黎明(1977—),男,山东乳山人,教授,博士,主要从事工程力学科研与教学工作。

程的核心知识体系,提升学生的综合素质是任课教师教学改革的主要目标之一。

以期末考试为主的考核模式在一定程度上能够考察学生的学习效果,反映学生对课堂知识的掌握程度,但对于理论严密、逻辑性强、工程应用广的材料力学课程来说,该考核方法存在诸多问题。首先,材料力学课程的考核以书面理论为主要考核内容,没有关注学生拓展层次的知识能力和修养,忽视了学生学习过程中参与的积极性及其努力程度,没有体现材料力学课程学习过程中学生的发展、变化、成长过程的动态评价。其次,材料力学课程评价指标的制定及评价的实施都是由学院和教师完成,教师是评价者,学生是被管理者和被评价对象,只能被动接受来自学院及教师的评价和指导,评价结果不可避免带有片面性和主观性。最后,现行的材料力学课程评价内容相对狭隘,评价模式单一、评价指标固定、灵活性差、过于注重评价的量化效果,缺乏对评价过程的监控和反馈,评价内容中各个指标的权重分布不合理,缺乏全面合理的材料力学课程评价体系和评价方法^[5-6]。

综上所述,现行材料力学课程的考核方法形式单一、过程考核评定缺乏科学性,导致学生无法发挥自己的主观能动性和创造性思维,不能真实体现学生个体对材料力学课程内容的掌握程度。因此,在材料力学课程考核改革中,亟须建立一套更为客观公正、科学合理的材料力学考核体系,克服现有材料力学课程考核评价体系的弊端。

2 材料力学课程考核改革策略

针对上述材料力学课程考核中的痛点问题,如何激发学生对课程学习的积极性?如何建立使学生、教师和学校多方面都满意合理的考核评价体系?这是材料力学课程改革亟待解决的重点问题之一。在“双一流”课程建设的背景下,“以学生为中心”的考核理念和教学方法不断涌现,课程考核应当充分发挥学生的主体作用,考虑学生的特点和诉求,优化材料力学课程的教学内容,完善材料力学课程考核评价体系。材料力学课程考核应由单一的考试考核改变为多种考核评价手段结合的多维度考核评价体系,从而让学生更好地掌握材料力学的理论知识,提升工程应用的能力,

满足材料力学课程教学目标的要求。

为解决传统材料力学课程考核评价体系存在的问题,本文在总结相关学者教学经验的基础上不断改革,引入博弈论的思想构建科学合理的材料力学课程多元化考核评价体系,以期实现教学与考试一体、课上与课下一体、教师与学生一体、个人与团队协作一体、理论与试验一体的多维考核评价体系^[7-8]。

博弈论是研究多个决策主体在竞争或合作环境中如何作出最优决策的理论^[9],将博弈论应用于材料力学课程考核评价体系构建,可以增加课程评价的客观性、公正性和激励性。本文尝试将博弈论思想应用于土木工程专业材料力学课程考核评价体系构建,将学校、教师和学生对各项考核评价指标的权重进行有机结合,获得相对均衡且学校、教师和学生相对满意的综合权重。改变传统考核评价体系中学生被动接受的弊端,尊重学生诉求,注重过程考察,从知识、能力、素质等多维度科学合理评价学生对材料力学课程的掌握程度,调动学生参与课堂学习的积极性,创建具有材料力学课程特色的过程考核评价体系,实现材料力学课程考核评价体系评价方式多样化,评价权重合理化,评价主体多层化,评价功能发展化,以期提高材料力学课程的教学效果。

3 基于博弈论的材料力学课程教学改革实践

科学合理的考核评价可以促进学生的学习积极性,激发学生学习材料力学课程的主观能动性,学生能够主动参与到材料力学课堂学习过程中,提高教师课堂教学质量,解决学生学习材料课程内驱力不足的难题^[10-11]。将博弈论与考核评价体系相结合,可以增加材料力学课程考核评价体系的客观性、公正性和激励性,解决材料力学课程考核评价体系中确定学校、教师和学生三方面权重的难题。一方面,考核评价体系需要确定合理的考核权重,这就必须兼顾学生在材料力学课程全过程中的表现,包括课前预习、课堂表现、试验操作和考试成绩;另一方面,博弈论将学生的意愿纳入考量,不再只是学校统一规定考核评价体系中的权重,考核权重更加科学合理。

将材料力学课程的理论知识和综合应用细化到整个考核评价体系中。考核内容包括三个

部分,每个部分由多个模块组成,各模块占比权重由学校、教师和学生共同决定。第一部分为课前预习,包含网络在线测评、课程难点总结、互动提问和学时打卡四个模块;第二部分为课堂表现,包括课堂提问、专题讨论、试验操作和团队表现四个模块;第三部分为考试成绩,包括期末成绩、月考成绩、随堂考试成绩和力学竞赛成绩四个模块。

目前材料力学课程采用的考核形式存在重知识轻能力、重结果轻过程的评价倾向,侧重于学生对理论知识的掌握,忽视了实践能力和创新能力的培养,难以全面反映学生真实水平,导致学生的积极性和主动性不高。通过问卷调查,分别收集教师和学生材料力学过程考核评价体系各项指标权重的认识,统计得出各项评价指标的具体数据,引入博弈论思想,将学校、教师和学生对各项评价指标权重有机结合,最终获得相对均衡的综合权重,创建材料力学课程过程考核评价体系,具体的实施过程可分为以下几个部分。

首先,主要从课前预习、课堂表现和考试成绩三个方面进行评价,具体如下:

课前预习: $w_{k1} = \{ \text{网络在线测评 } w_{k4}、\text{课程难点总结 } w_{k5}、\text{互动提问 } w_{k6}、\text{学时打卡 } w_{k7} \}$

课堂表现: $w_{k2} = \{ \text{课堂提问 } w_{k8}、\text{专题讨论 } w_{k9}、\text{试验操作 } w_{k10}、\text{团队表现 } w_{k11} \}$

考试成绩: $w_{k3} = \{ \text{期末成绩 } w_{k12}、\text{月考成绩 } w_{k13}、\text{随堂考试成绩 } w_{k14}、\text{力学竞赛成绩 } w_{k15} \}$

其中, $w_{k1} + w_{k2} + w_{k3} = 1, w_{k1} = w_{k4} + w_{k5} + w_{k6} + w_{k7}, w_{k2} = w_{k8} + w_{k9} + w_{k10} + w_{k11}, w_{k3} = w_{k12} + w_{k13} + w_{k14} + w_{k15}$ 。

式中, w_{km} 为第 k 种角色的第 m 项评价内容, k 分别为学校、教师和学生 3 种角色, $k = 1, 2, 3, m = 1, 2, 3, \dots, 15$ 。

其次,引入博弈论的方法,将学校、教师和学生对各项评价指标权重进行有机结合,获得各评价指标相对均衡的综合权重,使课程评价体系更为客观、全面和准确。

根据 k 种角色统计的权重结果,得到 m 个评价内容的权重向量,构造 3 种评价角色的权重向量场 $\{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k\}$ 。

$$\omega_k = [\omega_{k1}, \omega_{k2}, \dots, \omega_{km}, k=1, 2, 3, m=1, 2, \dots, 15] \quad (1)$$

通过权重向量场的任意线性组合系数 $\alpha^* = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k]$, 得到融合 3 种评价角色的权重

信息 ω^* :

$$\omega^* = \sum_{k=1}^K \alpha_k \omega_k, \alpha_k > 0 \text{ 且 } \sum_{k=1}^K \alpha_k = 1 \quad (2)$$

根据博弈论原理,在 3 种评价角色所得权重之间寻找协调、均衡、妥协,使得 ω^* 与各种 ω_k 之间的各自偏差达到最小,从而获得多目标博弈集合模型:

$$\min \sum_{k=1}^K \alpha_k \omega_k - \omega_k, k=1, 2, \dots, k \quad (3)$$

根据矩阵的微分性质,得到上述模型的最优化一阶导数条件:

$$\sum_{k=1}^k \alpha_k \cdot \omega_i \cdot \omega_k^T = \omega_i \cdot \omega_k^T \quad (4)$$

公式(4)对应的矩阵形式表达为:

$$\begin{bmatrix} \omega_1 \omega_1^T & \omega_1 \omega_2^T & \cdots & \omega_1 \omega_K^T \\ \omega_2 \omega_1^T & \omega_2 \omega_2^T & \cdots & \omega_2 \omega_K^T \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \omega_K \omega_1^T & \omega_K \omega_2^T & \cdots & \omega_K \omega_K^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_1 \omega_1^T \\ \omega_2 \omega_2^T \\ \vdots \\ \omega_K \omega_K^T \end{bmatrix} \quad (5)$$

求解式(5),得到线性组合系数 $\alpha^* = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k]$ 。通常情况下 α^* 为正值。若 α^* 为负值,则需要取其绝对值,然后进行式(6)所示的规格化处理:

$$\alpha_k^* = \frac{|\alpha_k|}{\sum_{k=1}^K |\alpha_k|} \quad (6)$$

综合权重计算公式为:

$$\omega^* = \sum_{k=1}^K \alpha_k^* \omega_k \quad (7)$$

通过融合学校、教师和学生三种角色对各项评价指标的权重,获得相对均衡的材料力学课程过程考核评价体系各项指标权重为:

$$\omega^* = [\omega_1^*, \omega_2^*, \dots, \omega_j^*, \dots, \omega_m^*] \quad (8)$$

综上,将博弈论应用到考核评价体系中,建立科学全面的考核评价指标体系,能够综合考虑学校、教师和学生各方因素,既满足学校和老师的教学要求不失科学性,又能考虑到学生的诉求不失合理性。因此,该考核评价体系对优化教学内容、提升教学质量水平、培养学生的综合素质具有显著的意义。

4 材料力学课程教学改革成效

根据上述思路,统计分析材料力学课程考

核体系各评价指标权重的问卷调查结果,最终确定考核评价体系各项指标权重具体结果

如表1所示。

表1 考核评价体系各项指标权重

%

评价主体	各项指标权重/%												占比
	课前预习				课堂表现				考试成绩				
	w_{k4}	w_{k5}	w_{k6}	w_{k7}	w_{k8}	w_{k9}	w_{k10}	w_{k11}	w_{k12}	w_{k13}	w_{k14}	w_{k15}	
教师	5	5	5	5	10	10	5	5	25	10	10	5	45
学生	3	3	3	3	10	15	10	15	15	5	13	5	35
学校	0	0	0	0	5	5	5	15	70	0	0	0	20
修正权重	3.3	3.3	3.3	3.3	9	10.75	6.75	10.5	30.5	6.25	9.05	4	100

根据表1权重对青岛理工大学土木工程专业中美班材料力学课程考核方式进行改革。中美班材料力学课程考核方式原采用的是平时成绩30%和期末成绩70%的评价模式,此模式平时成绩模糊不清,没有细化,且期末考试占比过大,导致学生只注重期末考试,忽略平时课堂学习。将上文建立的考核评价体系在材料力学课程中进行了实践,考核评价体系改为课前预习13.2%、课堂表现37%和考试成绩49.8%的占比形式。此考核评价体系充分考虑教师和学生诉求。其中,考试成绩中的期末考试成绩占比最高,达到30.5%,月考成绩和随堂考成绩各占6.25%和9.05%,既做到对学生进行整体考核,又能够保证教师和学生在学习与学习中及时发现问题,可以随时采取相应补救措施解决问题。课堂表现中四个考核指标占比均在6%以上,提高了课堂提问、团队表现等平时成绩比重。课前预习占比为13.2%,提高了学生主动学习的能力。具体结果分析如下:

(1)学生层面:通过对材料力学课考核评价体系的细化,全方位覆盖学生学习材料力学课程的全过程,材料力学课程更加注重学习全过程考核,改变期末考试成绩为主的成绩构成方式,强化平时小测验,以考促学,真正实现教学相长。由于考核评价体系各指标明确,学生学习材料力学课程具有明确的目标驱动,能够提升期末成绩落后同学的学习自信心,增强学生积极参与材料力学课程的主动性。材料力学课考核评价体系实施后,学生学习材料力学课程的积极性有了明显提高,课堂作业质量有了明显改善,大大减少了学生抄袭作业现象。材料力学课程课堂教学气氛活跃,学生能够积极参与课程讨论和提问环节,课程

学习氛围有了大幅度改善,提高了学生的综合素养,材料力学课程考试不及格率由原来的20%降到5%以内。

(2)教师层面:合理优化教学内容,重点突出,强化“有用、必需”的基础和前沿知识,引导学生开展“分组合作学习、主题实践研讨、知识点思维导图汇报、教师点评考核”等教学环节,使学生由被动接受知识灌输转变为主动思考学习,培养了学生学习材料力学课程的主动性和积极性。同时,材料力学课程多元化考核评价体系充分考虑学生个体学习能力和创造力的差异,按课前预习、课堂表现和考试成绩等多个环节,对学生自主学习能力、团队合作能力和分析解决问题能力等进行综合考评,减少了模糊评价和评价结果不公平的现象。从任课教师的反馈结果看,学生学习材料力学课程的积极性得到提高,课堂气氛活跃;同时,学生的学习热情也激发了教师的授课激情,教师将材料力学课堂组织得更加高效,教师扩展教学内容的思路被彻底打开,教学相长,材料力学课程教学效果得到大幅提升。

综上,通过建立材料力学课程过程考核评价体系,加强学生平时成绩考核,实现材料力学课程学习全过程监督,以考促学,全方位调动学生学习主动性,降低了材料力学考试不及格率。引入博弈论思想,综合确定学校、教师和学生成绩组成的各项评价指标权重,建立了具有材料力学课程特色的过程考核评价体系,改进以考试成绩为主的成绩评价模式,解决了学生主动学习能力差的“老大难”问题,不仅可为材料力学课程老师提供成绩评价模式参考,对理论性较强的公共基础课教学评价方式也具有借鉴价值。

5 结语

本文应用博弈论方法构建土木工程专业材料力学课程考核评价体系,综合考虑了学校、教师和学生三方面因素确定考核评价系统中各指标的权重,提高了材料力学课程考核评价的客观性、公正性和激励性。土木工程专业中美班材料力学课程实践应用表明,基于博弈论的课程考核评价体系能够更科学合理地评价学生的综合能力,学生学习积极性和主动性明显提高,教学相长,材料力学课程教学效果得到大幅提升,学生考试不及格率显著降低。

参考文献:

- [1] 盛冬发.基础力学课程的地位和教学改革探讨[C]. 2006力学教学与教学改革交流会会议论文集, 2006: 72-75.
- [2] 赵新涛.基于 OBE 教育理念的课程教学改革——以“材料力学”为例[J].内江科技, 2023(7):157-158.
- [3] 王玲玲,邓建华,孔德文.材料力学课程教学内容与教学方法改革研究——以贵州大学土木工程专业为例[J].高教学刊, 2023(20):108-112.
- [4] 班静雅,王翠,杨武.基于“5E”教学模式和 PDCA 循环改进的材料力学课程教学改革[J].中国多媒体与网络教学学报, 2023(9):70-73.
- [5] 王宇辉.本科土木工程材料课程的教学改革探讨[J].山西建筑, 2017(27):235-236.
- [6] 郑拯宇.浅议地方工科院校学生工程素质培养中的力学教育[J].科教导刊, 2013(11):26-27.
- [7] 林鹏,王晨,李凌云.基于线上线下混合式教学模式的材料力学实验教学改革研究[J].长春工程学院学报(社会科学版), 2023(3):141-145.
- [8] 马丽珠,刘钰,杨楠.混合式教学模式与课程思政元素融合下高校课程教学改革策略——以“材料力学”为例[J].大学, 2023(27):84-87.
- [9] 陶红,江雪儿.博弈视域下高等职业教育“三教”改革的 路径探究[J].职教论坛, 2021(2):61-66.
- [10] 吴蒙蒙,杨少红,章向明.材料力学考核评价方式的改革与探索[J].力学与实践, 2019(4):475-477.
- [11] 张青霞,高凌霞.土木工程基础力学考核评价方式改革研究[J].科技风, 2018(17):98.

The Construction and Practice of Curriculum Assessment and Evaluation System Based on Game Theory Method

ZHANG Liming^a, SUN Linna^a, LI Kai^b

(a. School of Civil Engineering; b. School of Science, Qingdao University of Technology, Qingdao 266520, China)

Abstract: To rationally determine the weights of various evaluation indicators in the course grade of Civil Engineering's "Material Mechanics", the game theory is applied to construct the evaluation and assessment system of "Material Mechanics". The assessment system's indicators are refined, and the weights of various evaluation indicators are quantitatively given, considering the school, teachers, and students' comprehensive views on course assessment. As a result, the evaluation and assessment system's weights are rationalized, and the evaluation subjects are diversified. The practice of "Material Mechanics" in the China-US class shows that this evaluation and assessment system enhances students' initiative and enthusiasm in learning the course, improves their overall quality, and inspires the teaching enthusiasm of teachers. The failure rate of "Material Mechanics" is reduced to less than 5%.

Key words: pedagogical reform; diversified assessment and evaluation; assessment indicators; game theory
(责任校对 朱正余)