

基于OBE的《运筹学及工程优化》混合式教学改革与实践

姜 屏

绍兴文理学院土木工程学院, 浙江 绍兴

收稿日期: 2024年4月26日; 录用日期: 2024年7月9日; 发布日期: 2024年7月18日

摘 要

为了提高运筹学及工程优化的学习效果, 培养学生的工程意识和创新能力。基于OBE理念, 采用线上线下混合式教学模式, 通过建设微课资源, 开发教学案例, 建设课程教学平台和完善课程考核机制。教学实践表明, 学生的创新能力和工程意识得到了一定的提高, 本教学改革方法具有一定的推广价值。

关键词

OBE, 混合式教学, 运筹学及工程优化, 教学案例, 考核机制

Reform and Practice of Blended Teaching in “Operations Research and Engineering Optimization” Based on OBE

Ping Jiang

School of Civil Engineering, Shaoxing University, Shaoxing Zhejiang

Received: Apr. 26th, 2024; accepted: Jul. 9th, 2024; published: Jul. 18th, 2024

Abstract

In order to improve the learning effectiveness of operations research and engineering optimization, and cultivate students' engineering awareness and innovation ability. Based on the OBE concept, a blended online and offline teaching model is adopted, which includes the construction of micro course resources, the development of teaching cases, the construction of course teaching platforms, and the improvement of course assessment mechanisms. Teaching practice has shown that students' innovation ability and engineering awareness have been improved to a certain extent, and this teaching reform method has certain promotional value.

Keywords

OBE, Blended Learning, Operations Research and Engineering Optimization, Teaching Cases, Assessment Mechanisms

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

《运筹学及工程优化》是工程管理专业人才培养知识系统重要的课程环节，它能够将《线性代数》《概率统计》等基础理论课和《工程项目管理》《土木工程施工》等专业课联系起来。通过本课程的理论教学，使学生基本掌握线性规划、整数规划、多目标规划、运输问题、图与网络等分支的基本优化原理及在工程中的应用，具备处理实际工程项目管理问题的能力。提高学生综合运用所学知识解决工程管理中的实际问题的能力。使学生了解工程优化对优化决策问题进行定量研究的特点，掌握其中常用的模型和算法，具备一定的建模和计算能力。本课程共 24 课时的理论课以及 16 课时的上机学习。该课程不但具有一定的理论深度而且需要与工程实际相结合，在课程教学过程中认识到教学案例、教学方法和考核方式对《运筹学及工程优化》具有重要影响。因此，如何通过《运筹学及工程优化》课程教学，使学生更好地理论联系实际，提高综合实践能力、自主创新能力及增强团队精神，是摆在我们教师面前的一个重要课题。

互联网时代，赋予知识具有易获得特性，推动互联网技术和人工智能(AI)在工程教育实践中的应用，探索可行的应用方法具有重要意义[1]。针对《运筹学及工程优化》的特点以及教学中存在的若干问题，在课程教学中运用新型新技术、设计结合工程实际的教学案例、建立科学合理的课程评价方案是该课程课堂教学的必要手段。

随着社会经济和工程技术的高速发展，如虚拟仿真技术和装配式建筑的发展对高素质、综合性工程技术人才的要求也越来越高。培养高素质创新人才无形中也成为高等院校教学的重要责任。而培养学生创新意识和综合能力的重要环节就是课堂教学。如何通过课堂教学培养学生创新精神与综合能力，探索适合自身发展、运行和高效管理的开放式教学模式成为亟待解决的问题[2][3]。

工程优化是工程管理和工程造价专业知识体系中不可缺少的构成部分，故《运筹学及工程优化》是本校工程管理专业和工程造价专业的一门必修理论课，在多年的教学实践中发现本课程当前的教学现状和存在的主要问题如下：

1) 缺少联系工程技术的教学资源

《运筹学及工程优化》是一门理论与实践性都很强的课程，由于工程技术的更新和管理技术的发展，要求在教学过程中，不断的引进新的教学知识，形成新的教学案例。由于教材的编写需要较长的周期，难以达到及时传达新的知识，因此需要基于互联网技术建立丰富的教学资源，如微课，教学视频和虚拟仿真等。这样学生通过教学资源库能够及时掌握施工课程的最新知识动态，并能不断学习和巩固知识[4]-[7]。

2) 教学方法单一，难以调动学习积极性

《运筹学及工程优化》课程在教学过程中，主要采用的方式依旧是传统的课堂教师讲解。虽然近期

随着学校教学条件的不断提高,多媒体的运用程度逐渐增加,但是不管是应用什么样的教学媒介,目前的教学方式仍然属于“满堂灌”[8]-[11]。授课过程中,学生被动接收知识,难以调动学生学习积极性。对于《运筹学及工程优化》对操作性要求较高的环节,不通过学生的亲手操作,根本无法讲解清楚。目前的教学过程,面对这样的问题,学生以及部分教师得过且过,这样的情况造成学生失去学习兴趣,教师失去教学热情,最终导致学校教学质量下降。目前出现了很多先进的教学方法,如 BOPPPS、翻转课堂、线上线下教学,对分教学,MOOC……对《运筹学及工程优化》的教学方法进行探讨,提高学生学习热情是非常必要的[12]-[15]。

3) 缺少全方位的考核方式

《运筹学及工程优化》课程考核一般为闭卷考试。这种考核形式的重点对“应知应会”知识的考核计算多、理解少、知识的应用就更少,缺乏对学生应用理论知识解决实践能力能力的考查,不能有效的评价一个学生的综合能力,在一定程度上就出现了“高分低能”的情况[16]-[20]。同时,缺少对学生学习过程中的学习情况的考核,以及学生创新能力的考核。一定程度上降低了学生主动学习的积极性,从而降低了教学质量。因此,有必要对《运筹学及工程优化》课程的考核模型进行深入研究,建立科学合理的考核机制激发学生主动学习,积极创新,从而提高教学质量。

因此,本课题基于 OBE 理念,采用 BOPPPS 教学模型,结合对分教学方法改革《运筹学及工程优化》课堂教学模式。基于超星学习通,建立线上学习、搭建考核平台、制作微课视频和设计教学案例等措施丰富教学资源。建立科学合理的课程评价体系,培养学生主动学习,主动创新的能力,达到“两性一度”的“金课”建设标准,为应用型人才培养提供有力支撑。

2. 课程教学改革内容

通过学习分析可得出以下两个亟需解决的关键问题:

1) 如何提高学生参与式学习的积极性

采用对分教学模式,通过课前观看微课视频进行预习,发现问题;课中小组讨论,解决问题;组间交流,巩固学习;课堂参与式学习,扩展学习的模式,层层递进吸引学生的注意力。让学生在此过程中有获得感,从而提高参与式学习的积极性。

2) 如何培养学生的创新思维

通过教学案例的建设,使工程问题和优化理论能够很好的结合起来,能够有效指导学生如何根据优化理论解决工程问题,达到启发思维的目的。同时采用专题研习的模式要求学生主动探索、主动创新,从而一定程度上培养学生的创新思维。

2.1. 改革内容

根据以上两个关键问题,《运筹学及工程优化》课程的教学改革内容如下:

1) 紧跟工程技术发展趋势,建设课程资源库

随着装配式建筑和 BIM 技术的发展,在土木工程中出现了越来越多的新材料、新技术和新工艺。因此《运筹学及工程优化》课程中需要紧跟工程技术发展趋势,需要对课程资源库进行建设,资源库建设包括:课程案例、PPT、微课。

2) 目标驱动,线上线下混合教学方法研究

由于《运筹学及工程优化》课程课时量有限,课程内容丰富。因此难以在课堂中将所有知识点进行讲授,并且全部课堂讲授难以激发学生主动学习、主动创新的积极性。因此可采用 BOPPPS 教学模型,如图 1。

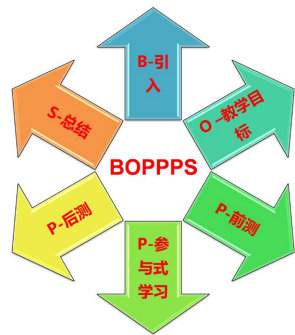


Figure 1. BOPPPS teaching model
图 1. BOPPPS 教学模型

通过知识点的导入、确定学习目标、采用课前、课后测试以及参与式学习提高学生的学习积极性，并一定程度提高课程的挑战度。在参与式学习过程中，采用对分教学模式，通过微课讲授－消化吸收－课堂讨论，真正实现以学生为中心的课堂教学模式，让学生在学习中成长，在快乐中学习。

3) 改革考核体系，注重学生的综合能力

由于《运筹学及工程优化》是一门理论性和实践性都很强的课程，应重点考查学生的分析问题、解决问题能力和创新能力。考核内容应根据课程的三个层次分别进行考核，其方式应进行多样化，如笔试，论述，操作，专题讨论等方式，注重学生的实际动手能力及解决问题的能力的考察。并通过案例分析和专题讨论对其创新能力进行评价。

2.2. 混合式教学实施方案

2.2.1. 微课资源建设

基于 BOPPPS 教学模型，在参与式学前可对学生进行前测，为了提高学习效果。可制作微课视频，对知识点进行初步讲解，让学生对此知识点具有一定了解，微课设计如表 1。

Table 1. Micro course design for “operations research and engineering optimization”
表 1. 《运筹学及工程优化》微课设计

序号	知识点	微课内容	微课时长
1	线性规划问题的特点	对线性规划问题的基本特征进行介绍，并介绍如何化标准型	5 min
2	单纯形法	根据一个两个变量，三个约束条件的线性规划问题，对单纯形法的求解过程进行介绍	10 min
3	对偶问题	介绍对偶问题的基本特征，根据算例，介绍对偶问题的求解方法	5 min
4	最小元素法	根据算例介绍最小元素法的求解方法	5 min
5	Vogel 法	根据算例介绍 Vogel 法的求解方法	5 min
6	运输问题检验数计算	根据算例介绍位势法和闭回路法的原理，并计算检验数	5 min
7	匈牙利法	根据算例介绍匈牙利法的求解方法	5 min
8	目标规划	介绍目标规划模型的基本特征和建模方法	10 min
9	最小部分树	根据算例按照避圈法和破圈法介绍最小部分树的计算	10 min
10	最短路问题	根据算例介绍 Dijkstra 算法	5 min
11	增广链	举例说明增广链的概念	3 min
12	网络最大流	根据算例介绍 Ford-Fulkeron 标号算法	10 min

通过表 1 中知识点的微课建设, 学生通过微课学习可以基本掌握《运筹学及工程优化》课程中的基本概念和基本计算方法, 为参与式学习提供基本的知识储备。

2.2.2. 适应工程技术发展的教学案例

为了适应社会需求和吸引学生学习注意力, 可在原有的教学内容的基础上, 通过设置与工程技术发展相适应的教学案例。使其与课程知识点的融合, 提供学生创新和学习的平台, 提高学生的学习积极性, 具体教学案例设计如表 2。

Table 2. Teaching case design of “operations research and engineering optimization”
表 2. 《运筹学及工程优化》教学案例设计

序号	案例项目	案例内容	对应知识点
1	钢筋下料长度问题	根据实际施工中, 钢筋绑扎所需各种钢筋长度的种类, 分别为 $x_1, x_2, x_3, \dots$, 而采购进来的钢筋长度是固定的为 L , 如何对 L 长的钢筋进行切割, 使得产生的废料最少。	线性规划问题
2	土方工程	绍兴市内有 m 个建筑工地在挖基坑, 每天出土量分别为 $A_1, A_2, A_3, \dots$, 市区有 n 个场地需要土方回填, 他们的需土量分别为 $B_1, B_2, B_3, \dots$, 如何进行土方调配, 使得总得运输路线最短。	运输问题
3	工人岗位安置	某项目部具有 m 个岗位, 其中有 n 个工人可以来分配, 每个工人做每项工作的成绩为 a_{ij} , 如何安置工人岗位, 使得项目部的运营状态最为良好。	分配问题
4	混凝土配料	混凝土的性能包括强度、刚度、抗渗性、抗冻性, 这些性能指标与混凝土中的水泥含量, 骨料粒径, 外加剂含量, 砂率有关, 如何进行配合比设计, 在满足强度的前提下, 尽可能满足刚度、抗渗性和抗冻性的要求。	目标规划
5	进度优化	根据 BIM5D 模型提取双代号网络图, 已知每项工作的最长持续时间和最短持续时间, 以及缩短工作所需产生的费用, 对此进度计划进行优化, 在缩短工期的同时使费用增加最少。	最小费用流问题
6	沥青搅拌站选址问题	某道路工程, 需要沿线设置沥青搅拌站, 已知各施工标段之间的距离, 以及各标段所需沥青混凝土的用量, 确定沥青搅拌站的位置, 使运输路线最短。	最短路问题
7	装配式建筑经济效益评价	确定装配式建筑经济效益的影响指标, 根据专家评分, 对其经济效益进行综合评价。层次分析法	

通过表 2, 学生可以利用所学的工程优化知识对土木工程的实际问题进行建模, 求解和分析, 并且能够在一定程度上对 BIM 和装配式建筑具有一定的认识, 对工程管理的学习模式有更深入的理解, 从而提高学习兴趣。

2.2.3. 基于 BOPPPS 和对分的教学技术开发及课程教学平台建设

基于 BOPPPS 和对分教学流程, 根据课程知识学习的基本规律, 《运筹学及工程优化》教学平台包括课程预习与考核, 参与式学习, 课后作业及线上讨论。具体建设方案如下:

1) 线上课程预习与考核

针对每个教学环节, 对于基本知识点, 设计和制作微课。微课包括问题的导入, 学习目标和一些模型的基本求解方法。微课学习具有记录学习时间的功能, 必须学习完微课才能进入课程预习考核。课程预习考核主要包括基本概念, 以及微课学习中的一些内容。考核方式为通过手机连接课程教学平台, 通过随机抽取题库中的题目进行答题, 并记录下微课学习中遇到的问题。学生预习成绩必须达到 80 分才能进行下一步参与式学习讨论。

2) 线下参与式学习

基于对分教学模式对学生分组，采用对分教室进行线下授课。课堂授课可按照表 3 进行设计。

Table 3. Teaching design of participatory learning mode
表 3. 参与式学习模式的教学设计

分类	内容	时间	备注
小组内讨论	针对微课学习和考核中存在的问题进行讨论	5 min	
小组间交流	每组派出 1 名代表进行预习学习心得介绍	10 min	教师可根据讨论情况适当指导
案例导入	针对知识点，导入教学案例	5 min	
知识点的 深入学习	问题导入式，在基本掌握微课教学内容的前提下， 对该知识点进行升华	20 min	根据案例引入最新工程技术
课程总结	选取 1~2 名学生本节课的知识点进行总结，不足之处进行补充	5 min	

通过表 3 的教学设计，能够实现课堂教学中心以从教师向学生转变，学生更能发挥主动学习优势，主动参与，从而提高教学质量。

3) 线上课后作业及讨论

线上课后考核包括两部分：1) 根据知识点，设计一些题目(主要为选择和填空题)，要求学生进行在线答题，并进行评分；2) 进行线上学习讨论，要求学生对该知识点进行学习心得介绍，并在线上进行讨论。重点要求学生提出在知识点学习过程中遇到的问题和解决办法。

2.2.4. 线上线下的科学课程考核机制

为了体现科学课程考核机制，在考核中综合考虑课程预习，课程参与度、课后作业、课堂测试和创新提高，具体考核机制如表 4。其中，课程预习和课后作业主要在超星学习通课程平台上进行线上考核。课程参与度主要通过小组讨论，课程总结以及课堂互动的表现综合评定。课堂测试采用课堂考核方式进行，共两次，每次 20 分钟，检查学生对知识点的掌握程度。创新提高通过专题研习的方式进行，要求学生将工程优化的解题思路和方法应用到其他的课程，创新思维，开拓视野。

Table 4. Assessment and evaluation plan for the course of “operations research and engineering optimization”
表 4. 《运筹学及工程优化》课程考核评价方案

平时过程性 评价考核	评价内容	评价方式	评分依据	成绩占比
	课程预习	线上	观看微课，完成预习题即可得分	10%
	课程参与度	线上 + 线下	小组讨论 5%，由有组长和组员评定；组间讨论 10%按照小组得分分配；线上讨论 5%按照超星学习通的统计结果进行评定	20%
平时过程性 评价考核	课后作业	线上	10 次作业，每次 0.5 分	5%
	课堂测验	线下	2 次课堂测验，每次 5 分	10%
	专题研习	线下	完成一个与土木工程或工程管理相关的线性规划问题， 要求建模、求解和分析	5%
期末考核	闭卷考试	线下	根据试卷评分标准，卷面成绩低于 50 分，总评成绩最高为 59 分	50%

通过表 4 的考核评价方式，实现了对学生学习过程的全方位考核，一定程度上督促了学生学习，并提高了课程学习的挑战度，全面提高学生的基本能力和素质。

3. 结论

基于 OBE 理念, 对运筹学及工程优化课程线上线下混合式教学改革与实践, 得到如下结论:

- 1) 重构课程教学内容和建设微课资源, 能够提高学生的学习兴趣, 提高基础知识的掌握程度。
- 2) 开发适应工程技术发展的教学案例, 将课程理论与工程实际相结合。提高学生的学习效率、学习兴趣, 树立了工程意识。
- 3) 建设教学平台和完善课程考核机制为实现线上线下混合教学提供基础, 同时, 科学考核机制能够激励学生养成良好的学习习惯, 并提高其自主创新能力, 化被动学习为主动学习。

参考文献

- [1] 卢锡雷, 姜屏, 李娜, 等. 顺应知识易获得特性的高等工程教学方式变革思考[J]. 高等工程教育研究, 2018(2): 147-152.
- [2] 沙翠翠, 梅红. 工程化背景下运筹学的教学改革实践[J]. 佳木斯职业学院学报, 2017(10): 258.
- [3] 刘绘珍. 运筹学“教-学-做”一体化教学模式的研究与实践[J]. 管理工程师, 2016, 21(4): 75-78.
- [4] 陈玉, 王迪, 杨金明, 等. 基于微课资源的运筹学课程移动学习模式[J]. 教育教学论坛, 2017(15): 172-173.
- [5] 冯岩, 孙芳, 代雯雯. “微课”在《运筹学》课程教学中的应用初探[J]. 福建电脑, 2017, 33(5): 38-39.
- [6] 李美岩, 焦爱英, 刘红宇, 等. 运筹学课程教学改革研究——基于“学以致用”角度的教学探索[J]. 当代教育实践与教学研究, 2018(8): 78-79.
- [7] 冯广瑞. 运筹学课程教学现状的调查研究[J]. 产业与科技论坛, 2017(14): 117-118.
- [8] 洪宗友, 谢彦红, 张成, 等. 基于 SPOC 的普通高校《运筹学》课程教学研究[J]. 教育教学论坛, 2016(42): 191-193.
- [9] 殷志平. 理论, 案例, 实验一体化教学模式在经管专业《运筹学》教学中的实施路径[J]. 湖北第二师范学院学报, 2017, 34(3): 103-105.
- [10] 龚小玉. 问题驱动型教学模式在运筹学中的应用[J]. 科技视界, 2015(13): 165+193.
- [11] 王坤, 毛敏, 罗洁. 以学生为中心的运筹学教学改革探讨——以物流工程专业为例[J]. 大学教育, 2017(8): 35-37.
- [12] 周伟, 钟闻. 基于 BOPPPS 教学模型的内涵与分析[J]. 大学教育, 2018(1): 112-115.
- [13] 张所娟, 廖湘琳, 余晓晗, 等. BOPPPS 模型框架下的翻转课堂教学设计[J]. 计算机教育, 2017(1): 18-22.
- [14] 张学新. 对分课堂: 大学课堂教学改革的新探索[J]. 复旦教育论坛, 2014, 12(5): 5-10.
- [15] 贺丽华. “慕课”背景下经管类基础课程教学改革研究——以运筹学为例[J]. 科学大众(科学教育), 2015(12): 158+121.
- [16] 龚小玉. PBL + LBL 双轨模式下运筹学课程教学中的应用与评价[J]. 科技视界, 2016(11): 47+49.
- [17] 吴琼, 常浩娟, 朱秋鹰. Sandwich 教学法在运筹学实验教学中的应用研究[J]. 科技视界, 2016(25): 166+301.
- [18] 廖果, 李政文. 运筹学课程的 CDIO 改革与实践[J]. 成都工业学院学报, 2016(3): 89-92.
- [19] 张玉岩, 闻佳, 赵爽, 等. 工程造价专业运筹学教学研究[J]. 湖北函授大学学报, 2017, 30(12): 114-115.
- [20] 张美玲, 赵有益, 薛自学, 刘文. PBGS 在“运筹学”教学中的应用研究[J]. 河北农业大学学报(农林教育版), 2017, 19(2): 45-49.