

融合微课与IBL的《运筹学》课程教学实践研究

陈照辉, 郑丽, 寇喜鹏, 龙莆均, 何勇

重庆科技学院数理与大数据学院, 重庆

收稿日期: 2022年12月5日; 录用日期: 2023年1月12日; 发布日期: 2023年1月28日

摘要

该文介绍将微课结合IBL (Inquiry-Based Learning)用于运筹学课程的教学实践。通过微课学习是一种重要的途径被广泛使用, 系统深入学习一门课程只有微课是不够的。结合微课开展IBL教学法用于课堂教学, 能够弥补微课的不足, 对于培养学生自主学习、自主思考、团队合作和表达能力具有积极的促进作用, 从而达到提高教学质量的目的。

关键词

微课, Inquiry-Based Learning (IBL), 运筹学

Study on Integrating Micro-Class and IBL for Operations Research Teaching

Zhaohui Chen, Li Zheng, Xipeng Kou, Pujun Long, Yong He

School of Physics, Mathematics, and Data Science, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: Dec. 5th, 2022; accepted: Jan. 12th, 2023; published: Jan. 28th, 2023

Abstract

This article introduces the application of micro-class combined with Inquiry-Based Learning (IBL) in the teaching of Operations Research. Learning through micro-class is an important way to be widely used, and for systematic and in-depth learning of course only micro-lessons are not enough. Combining micro-class with IBL for teaching can make up for the shortcomings of micro-class and has a positive contribution to the development of student's independent learning, independent thinking, teamwork and presentation skills, thus achieving the aim of improving teaching quality.

Keywords

Micro-Class, Inquiry-Based Learning, Operations Research

Copyright © 2023 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

运筹学一般作为数学类专业和管理类专业的一门专业必修课。运筹学在工业、农业、经济和社会问题等各领域都有广泛的应用，是一门理论与实践结合比较强的课程。其主要内容包括线性规划、对偶理论与灵敏度分析、整数规划、运输规划、目标规划、动态规划和图与网络等。运筹学在解决实际问题时，通常遵循六步建模过程：问题分析，建立模型，模型求解，模型验证，模型修订，模型应用。总结运筹学课程的特点，其理论性较强，内容丰富，与先修课程联系紧密，有一定的学习强度和难度。另外，由于课时有限，授课内容繁多，再加上计算量大，传统方式授课往往导致满堂灌，而且时间紧张。

近年来，随着视频课程资源的建设发展，微课在高校教学中得以充分展现。特别是从2012年开展全国高校微课大赛之后，各个省、市、高校多级别的微课比赛也陆续得以开展。过去的十年间，微课的建设无论从数量上还是质量上得到了空前的发展和提高。微课在实际教学中的应用也逐渐得到越来越多教师的重视，并在课堂教学中实施基于微课的课程教学改革。例如将微课和翻转课堂结合应用于工科运筹学[1]，高等数学[2]等课程教学，将微课与PBL教学法相融合在计算机原理与设计的课程教学[3]，将BOPPPS模式用于高等数学微课教学设计[4]，和基于案例的微课教学设计实践于高等数学课程教学改革[5]等。以上基于微课的教学改革研究是考虑微课教学缺少有效的师生互动而实施的，实际上，基于微课的教学辅助资源仍需进一步完善。

微课结合某种教学方法应用于课程教学已在教学改革中得到了广泛研究。本文以运筹学教学为例，讨论如何合理利用微课资源，结合IBL教学法开展课程教学，充分发挥IBL教学的优势，并弥补课堂教学中存在的时间不足问题。

2. 微课理念

过去的十年中，微课在我国得到了快速的发展，不同层次、不同领域的教师积极探索，在设计开发微课，制作微课，应用微课等方面开展研究和实践，取得了丰富的经验和丰硕成果。微课的特点是短小精悍，每节微课介绍一个完整内容，主题明确，包含知识点的核心概念和详细内容。

微课的核心是教学内容，微课应在教育目标限制下进行设计，教学内容应根据教学要求和课程标准进行安排。教师制作微课时应能够准确认识教学意义，能够熟知教学内容和教学目标，能够掌控每节微课在整个课程体系中的位置。然后在实际教学过程中，无论以什么方式使用微课，采用什么教学方法与微课相结合，都能做到不偏离微课的指向性。

3. IBL 教学法简介

IBL (Inquiry-Based Learning)是一种激励学生独立积极地学习的一种方法[6]。它由美国数学家摩尔博士提出，如今已经在世界各地多所高校得到应用和推广[7]。它基于研究的策略，使学生积极地参与到对某一课程领域的内容、问题的探索中。IBL课堂上的活动和作业可以设计独立或分组解决所提出的问题。虽然这个策略是以学生为中心的，但教师指导学生的程度可以根据学生在课程中的水平和他们对探究过程的理解而有所不同。在这个过程中，教师的角色主要体现在设计教学计划和引导学生讨论。

实施IBL教学法所发展出的三个原则是1) 相比于传授的知识，学生对自己发现的知识理解得更好也更长久；2) 当人们把一个想法教给别人时，他们会最彻底地掌握它；3) 有效的写作和清晰的思维密不可分。

分。基于上述三个原则，IBL 方法的一般做法是将一个班级分成若干小组，每个小组单独解决问题。在一周的时间里，每个小组将学习并回答这个问题，写一个简短的报告，并准备将问题及其解答方法教给其他同学[8]。这个过程能够促使学生积极思考，主动探索，做到了学生为主体的教学。

另外，实施 IBL 教学法能够实现四个目标[9]：1) 让学生分享他们的想法；2) 帮助学生定位和参与他人的思考；3) 帮助学生深化思考；4) 建立和扩展学生的想法。IBL 教学法具有的这些指向性，能够体现以学生为主体，激发学习的主动性。尽管 IBL 法已经进行了广泛的研究和应用，并取得了一些经验，但对不同背景，不同课程，不同对象应结合实际情况，做出适当调整和策略仍需进一步探索。

4. 融合微课与 IBL 方法应用于运筹学课程教学

4.1. 微课结合 IBL 法的思路

微课视频远不能满足学生学习需求和课程教学需要，所以本课程团队采用 IBL 教学法结合微课的教学模式用于运筹学课程教学改革。其初衷是改善传统课堂教学的课时不足的问题，结合微课和 IBL 教学法使二者相辅相成，微课为课堂 IBL 教学提供课前学习途径，IBL 教学法则促进微课的开发和使用。

结合微课和 IBL 教学法的主要思路(见图 1)为：课前教师构建知识结构体系，设计问题集，学生通过微课自学；课堂上教师引导学生展示；课后学生完成反馈，教师总结。IBL 教学法以学生为中心，让学生深入参与到教学中，授课教师不再讲授微课中的基础内容，而是通过精心设计的一系列问题，引导学生去解决。这些问题在微课中并未呈现，而是在微课涉及到的内容基础之上，再让学生深入思考的问题，从而达到培养学生独立思考，主动获取知识的能力。所以，结合微课和 IBL 教学法与传统教学相比，教师在课程中的主要作用是设计课程，设计问题，引导学生；学生的任务不再是听课和做作业，而是通过微课自学，思考问题，探索方法，交流创新。

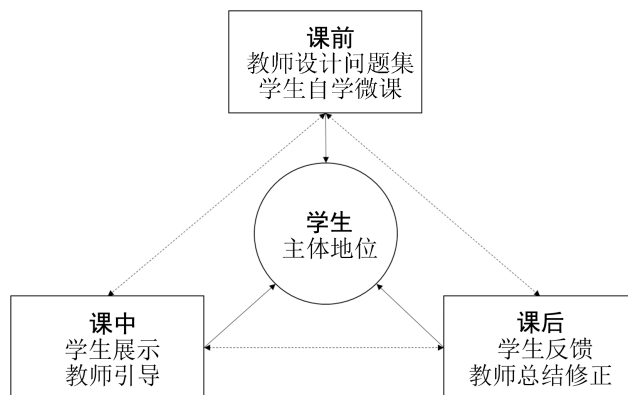


Figure 1. The ideas of micro-class combined with IBL

图 1. 微课结合 IBL 法的思路

4.2. 微课结合 IBL 法的准备工作

设计结合微课的 IBL 教学，在课程开始之前教师需要做好充分的准备。准备工作包括：1) 微课：本团队结合我校相关专业背景和学生的实际情况，构建知识结构导视图和知识模块架构，在充分论证之下，融入课程思政元素和问题导入制作了微课 40 节。考虑到不同专业的学科背景，导入问题不但有生产管理类问题，还有建筑相关和逻辑思维等类型的问题。另外还增加了非线性规划供数学专业同学学习，其中还融入了数据科学中的优化简介，更贴合时代发展需求，为学生的深入学习奠定基础。2) 教学大纲设计：更为详细的教学大纲，指导学生有目的学习，大纲内容除了基本课程教学信息之外，还包含课程规则。

3) 问题集: IBL 教学的核心, 由任课教师精心设计, 能够达到启发学生自主思考的目的。问题的设置一般是分层次并具有一定的开放性。4) 有效融合微课和 IBL 教学法: 根据我们的思路, 结合教师发布的 IBL 问题, 学生通过微课在课前自学, 然后课堂上展示解决问题。

4.3. 微课结合 IBL 法的实践

以运输问题的教学为例阐述结合微课和 IBL 教学法的具体操作路径。微课第一节为运输问题及数学模型, 首先通过一个建筑资源分配的运输问题导入, 使得学生对运输问题有个初步认识, 并引导思考模型的表述。然后表述产销平衡的运输问题及数学模型, 分析其性质。再提出问题, 产量大于销量的情况下数学模型表示, 通过模型标准化转化将约束条件转化为等式, 说明其含义等价于通过增加一个虚拟的销售地将问题转化产销平衡的运输问题。类似的, 给出在销量大于产量的情况下的产销不平衡问题转化为产销平衡的问题。第二节为初始运输方案的确定方法, 首先介绍最小元素法, 然后举出例子说明最小元素法的弊端, 从而引出伏格尔法。第三节为表上作业法的步骤, 首先说明表上作业法实际上就是单纯形法, 也称为运输单纯形法, 按照单纯形法的步骤分别介绍表上作业法的步骤。一般地, 通过这三节微课的学习, 学生能够掌握一般运输问题的求解, 那么之后我们给学生的任务是解决所设计的问题, 然后在课堂上进行展示讨论。

发布提前设计好的问题, 对学生进行分组, 一般至少留够两天的时间, 每组学生在下次上课之前, 通过组员之间的讨论、合作完成相关问题展示的准备, 然后每组在课堂上进行讲解。发布的问题 1: 求解最大化采购问题, 如何确定初始采购始方案? 如何用表上作业法直接解大化问题? 问题 2: 给出一个转运问题, 如何用表上作业法解决? 课堂上, 按照之前的分组, 分别进行展示。针对问题 1, 学生首先认识到这个采购问题可以采用表上作业法解决, 然后就是表上作业法求解最大化的问题具体如何做。有的组提出解决方法是模仿最小化运输问题初始方案确定方法最小元素法, 给出了最大元素法, 并深入探讨了最大化问题的伏格尔法。有的组将最大化问题转化为同解的最小化问题, 这一点是在线性规划一章中学习过的常用方法, 在这里得以应用。可见该问题具有一定的开放性, 能够促使学生积极主动思考, 团队合作, 并利用微课中学习的知识去解决。对于问题 2, 该问题具有一定的复杂性和深度, 由于转运问题是实际生活中最常见的问题, 要想解决该问题, 首先应该想到的是能否将其转化为一般的产销平衡运输问题。在展示中有的组通过查阅资料, 将转运问题转化为产销平衡的运输问题得以完成; 而有的组提出分两阶段进行解决, 即转化为产地到中转地的运输问题和中转地到销售地的运输问题叠加而成, 虽然这种解决方法不完全贴合题意, 但可以看出学生在思考问题, 这正是我们希望看到的。

课堂上, 授课教师通过学生在课堂上的表现进行打分, 作为平时考核的主要依据。每组学生完成展示之后, 教师引导其他组的同学进行点评和提问。完成 IBL 课堂教学之后, 通过学生课堂上的表现, 授课教师进行总结, 例如题目是否合适, 是否可以追加问题, 引导学生深入思考等。如果有更为合适的问题, 则进行 IBL 问题集的修正, 形成一个闭环。

4.4. 微课结合 IBL 法的思考

将微课与 IBL 结合用于课程教学的整个过程可以从时间上分为三个阶段, 课前微课学习, 课堂上基于 IBL 教学法的学生展示和课后教师总结和修正。教学中三个阶段的学习主体都是学生。为了保证教学效果, 在课程大纲中制定考核规则, 约束学生认真完成每个环节。微课学习环节, 以微课在线学习和线上作业完成情况进行评价; 课堂环节, 以每组学生准备、展示、表达、问题解决情况进行评价; 课程结束之后, 开展非标准答案期末考试。经过两个学期的教学, 学生反馈教学效果良好, 与传统教学相比, 更愿意采用这种方式参与课堂。

通过微课与 IBL 法结合开展教学, 各个环节展现微课结合 IBL 教学法能够培养学生自学能力、思考能力、团队合作、表达能力和创新能力。通过不断的探索, 我们总结, 在课堂之上教师的主要职责是课堂组织和引导, 尽量少的参与学生的讨论, 不直接指出错误, 而是引导学生思考。另外, 积极鼓励互相评价, 促使学生修改完善自己的结论, 这样才能真正的发挥 IBL 教学法的作用。微课与 IBL 法在教学中相互结合, 相辅相成, 在提升学生自主学习能力, 提高学生探索未知和创新能力方面有积极促进作用, 从而达到提高教学质量的目的。

5. 结语

通过融合微课和 IBL 教学实践, 对于学生而言能够有效提高学生之间的交流, 通过互相协作, 完成指定任务, 学生的综合能力得到了提高。对于课程教学而言微课得以充分利用, 课程任务得以高质量完成, 并取得学生的一致认可。所以, 基于微课和 IBL 的教学模式是一种比较成功的尝试, 对于学生提高学习能力和对于教师提高教学质量两个层面来说具有重要的意义, 并可开展适当推广。

基金项目

重庆市高等教育教学改革研究项目(213335); 重庆市研究生教育教学改革研究项目(yjg203125); 重庆市教育科学规划课题(2019-GX-448); 2021 年第二批教育部产学合作协同育人项目(202102486041)。

参考文献

- [1] 杨林峰, 凌冬花, 陈宁江. 基于微课的“翻转课堂”的工科运筹学课程模式设计[J]. 广西职业技术学院学报, 2016, 9(3): 6-9.
- [2] 温坤文, 旷菊红, 黄慧青, 黄丽芳. 微课在高等数学翻转课堂中的应用及效果分析[J]. 教育教学论坛, 2021(42): 153-156.
- [3] 熊旺平, 周娴, 潘泽强, 黄益群. 融合 PBL 的微课在《计算机原理与设计》课程的应用研究[J]. 科技资讯, 2015, 13(28): 162-163.
- [4] 王林玉. 基于 BOPPPS 模式的高等数学微课教学设计——以导数的概念为例[J]. 曲阜师范大学学报(自然科学版), 2022, 48(2): 126-128.
- [5] 王素云, 罗俊芝. 基于案例的高等数学微课设计与实践[J]. 信息系统工程, 2021(12): 153-156.
- [6] 陈照辉, 汪源. IBL 教学法在线性代数课程教学中的应用实践[J]. 科教文汇(中旬刊), 2021(7): 75-77.
- [7] 韩舒平, 鲁斌, 杜淑仪, 钟建媛. 美国大学数学询问式教学法的过去和现在[J]. 大学数学, 2015, 31(5): 53-59.
- [8] COHEN, D.W. (1982) A Modified Moore Method for Teaching Undergraduate Mathematics. *The American Mathematical Monthly*, **89**, 473-474, 487-490. <https://doi.org/10.1080/00029890.1982.11995481>
- [9] Rasmussen, C., Marronglle, K. and Kwon, O. N. (2017) Four Goals for Instructors Using Inquiry-Based Learning. *Notices of the American Mathematical Society*, **64**, 1-4. <https://doi.org/10.1090/noti1597>