

基于CDIO思想的《运筹学与最优化方法》 课程教学模式探讨

欧云¹, 周恺卿¹, 陈昌奉²

¹吉首大学通信与电子工程学院, 湖南 吉首

²吉首大学计算机科学与工程学院, 湖南 吉首

收稿日期: 2023年5月14日; 录用日期: 2023年6月12日; 发布日期: 2023年6月19日

摘要

针对传统运筹学课程因侧重解题技巧和数学计算方法的教学, 而忽视专业特色和计算机技术应用等问题, 本文依据CDIO教育思想, 以项目为载体, 将运筹学、最优化方法、专业知识与实际问题进行有效的结合, 构建一种线上预习 - 课堂讨论 - 上机实践 - 课后运用 - 线上共享的新教学模式, 以实现线上与线下、实践与理论的有机融合, 达成学以明理, 学以致用。

关键词

运筹学, 最优化方法, 教学模式, CDIO

Discussion on the Teaching Model of *Operations Research and Optimization* Methods Based on CDIO Idea

Yun Ou¹, Kaiqing Zhou¹, Changfeng Chen²

¹School of Communication and Electronic Engineering, Jishou University, Jishou Hunan

²College of Computer Science and Engineering, Jishou University, Jishou Hunan

Received: May 14th, 2023; accepted: Jun. 12th, 2023; published: Jun. 19th, 2023

Abstract

In response to the traditional operations research curriculum's emphasis on problem-solving skills and mathematical calculation methods, while neglecting professional characteristics and comput-

er technology applications, this article, based on CDIO and using projects as a carrier, effectively combines operations research with optimization methods, professional knowledge and practical problems, and constructs a new teaching mode of online preview—classroom discussion—computer practice—after-school application—online sharing, so as to realize the organic integration of online and offline, practice and theory, and achieve the goal of understanding and applying what you have learned.

Keywords

Operations Research, Optimization Methods, Models of Teaching, CDIO

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

《华盛顿协议》是国际工程教育本科专业学位互认协议，其宗旨是通过多边认可工程教育资格，促进工程学位互认和工程技术人员的国际流动，是实施国际工程教育和工程师资格互认的基础。为与国际工程教育先进水平接轨，我国于2013年加入《华盛顿协议》，由此许多高校开启了专业认证和工程教育认证，掀起了创新型高等工程教育改革的热潮，而基于CDIO理念的工程教育模式是近年来创新型工程教育改革的最新成果。CDIO代表构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate) [1]。该模式以产品研发到产品运行的生命周期为载体，让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式参与工程，其教育理念体现为以学生为中心，引导学生主动学习，培养学生创新精神、实践能力和综合应用的能力[2]。

作为一门经典的应用类课程，运筹学通过大量实际工程应用案例训练学生逻辑思维和优化思维，以培养学生应用运筹学知识解决实际工程问题的能力为目标，与CDIO的教育理念是一致的。为此，以工程教育认证为契机，探讨研究融入CDIO教育思想、以面向工程问题为导向、以解决实际问题为驱动、结合最优化方法理论的运筹学课程教学改革，有利于引导学生从工程应用角度深入理解运筹学与最优化方法的理论基础、优化原理和实际应用，有助于提高学生分析问题、解决问题的能力，更好地实现课程培养目标。

2. 教学中存在的问题

随科学技术的发展，作为一门涉及服务、管理、规划、决策、组织、生产、建设等诸多方面的应用科学，运筹学融入了众多学科的知识和技术，丰富了内涵，但也给运筹学的教学带来困惑，主要存在以下问题。

2.1. 教学内容多，案例陈旧，缺乏算法分析

一方面，经过多年发展，运筹学课程教学内容越来越丰富，主要概括为“五规划”和“五论”模型的构建和求最优解[3]。内容多、课时少是现今教学中存在的普遍问题，因而给教师在安排教学内容时带来困难。要么全部内容过一遍，浅尝辄止，浮于表面；要么只讲述一些简单的内容，而不考虑学生的实际情况与专业特性。

另一方面, 教学选取的案例都是经济、管理、生产等方面沉淀多年的典型应用, 虽然这些案例能很好地与课程理论知识形成逻辑缜密的学科体系, 但也因内容陈旧, 分析求解模式固化, 束缚了学生的创新思维, 并且与新技术脱节。

最后, 在教学内容的组织方面, 基本上是采取问题引入、分析建模、求解最优、结果评估等方面开展, 尤其在介绍计算求解时, 仅讲述用什么方法怎样去计算, 而没有运用最优化方法对求解问题的优化理论和算法思想进行分析, 使得学生知其然而不知其所以然。

2.2. 教学模式陈旧

传统的运筹学课程教学模式是以教师为中心, 教师依据课程教材的内容, 编写教案, 进行教学设计, 在课堂教学中结合案例讲述基本概念、定理证明以及求解过程, 然后通过课后习题, 让学生将所学知识生搬硬套地进行应用练习。这种以教师传授为主的教学模式, 适合理论性较强的课程, 教师丰富的教学经验和多样的课堂组织方式能直接带来较好的教学效果。但是运筹学是一门学科交叉融合度较高、应用性强的学科, 仅依靠课堂传授方式讲述理论, 而不依据实践将理论与工程应用相结合, 则会导致学生对课程知识的理解不够深入, 其知识运用能力得不到锻炼, 又因学生被动接收知识, 参与度不高, 长期下去, 学生对这门课程也就失去学习兴趣, 最终导致课程目标难以达成, 甚至在传、带的影响下, 让后者提前对该课程产生恐惧。

2.3. 理论与应用脱节

以前的运筹学教学重点是理论教学, 缺乏实践环节, 学生没有机会运用所学知识去解决实际工程问题。虽然有些高校已经在运筹学教学改革时增加了实践教学环节, 但也重视度不够, 只是选些综合性的经典案例进行上机验证。这种情况下, 学生会误把运筹学当数学课来学习, 遇到灵活多变的实际工程问题, 就难以运用运筹学知识建模和利用计算机技术求解, 不利于创新思维和能力的培养[4]。

2.4. 教学模式陈旧

考核是课程教学的一个重要环节, 是检查教学效果、促进教学改进的一种手段。目前, 大部分高校的运筹学课程考核是以考勤 + 作业 + 期末考试成绩来考核学生的学习效果, 且重心放在期末考试, 以考查一些概念和定理与计算方法为主[5]。这种考核方式比较片面、单一, 多注重书本知识, 以学生的学习态度和问题回答为考核标准, 忽视对解决问题的能力、创新能力及学习过程的考核, 忽视个体发展的独特性, 不能全面考察学生的综合素质, 无法激励学生主动学习, 导致学生把心思投放在考试前的死记硬背上, 而放弃学习过程中分析问题、解决问题的能力训练。

3. 结合 CDIO 模式的运筹学教学模式设计

运筹学教学以培养学生运用最优化方法解决实际工程问题为目标, 课程内容的选取、案例的安排都是围绕着工程相关问题开展。为此, 课题组将 CDIO 教育思想融入到运筹学教学过程, 探讨一种线上线下的新教学模式, 具体内容如图 1 所示。

3.1. 课程内容的选取和案例安排

运筹学分支繁多, 在课时有限的情况下开展教学模式改革, 教师就需先对教学内容进行选取。选择依据从两方面考虑, 一是根据学生的实际情况、专业特色和培养目标进行教学内容的选取。如将线性规划和整数规划作为各专业的基本教学内容, 在此基础上加强专业相关内容, 物流类专业加强运输问题、排队论, 工程类专业加强动态规划、图论, 管理类专业加强决策论、对策分析, 计算机类专业加强非线性

性规划、图论等；二是根据内容之间的上下关联性进行选取，使选择的教学内容能形成知识体系。如线性规划与整数规划，线性规划与非线性规划，路径规划与图论等。确定课程内容后，还需针对这些内容安排具有专业特点或者地域特色的实际应用案例，每个案例配备真实的背景资料和详细问题描述。例如，课题组针对本校服务地区目标，图论选取乡村振兴中道路修建问题为案例，动态规划选取乡村分配土地进行生产问题为案例等。让学生真实感觉到正在运用所学知识解决现实存在的问题，体会到学有所用的成就感。同时，针对具体模型讲述求解算法时，引入最优化方法课程的理论知识，如单纯形法、搜索算法、约束最优化方法等，增加优化算法思想的介绍、算法原理的推导等知识，让学生知其然而知其所以然。最后，通过网络平台，将运筹学课程建设为适合学生自主学习的空间课堂。

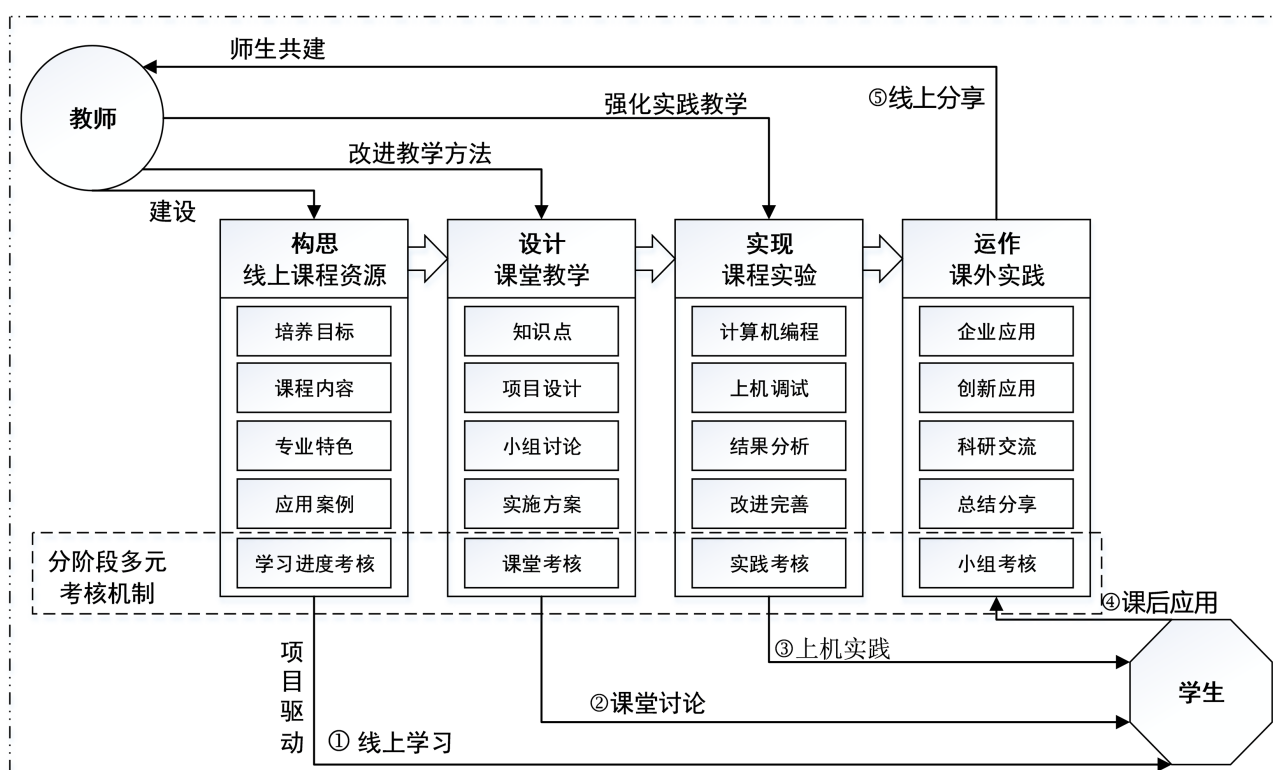


Figure 1. Diagram of the new teaching mode
图 1. 新教学模式图

3.2. 教学方法革新

运筹学涉及许多的最优化理论知识和数学方法的应用，学生们普遍感觉有不小的难度，而且传统的数学公式推导、运筹学习题讲解等教学方法比较枯燥乏味，不利于启发引导学生对运筹学模型的理解与应用，不利于调动学生的学习兴趣和主动性，影响教学效果。为此，课题组结合 CDIO 教育理念探讨了一种以学生为中心，线上预习 - 课堂讨论 - 上机实践 - 课后运用 - 线上共享的五环节有机融合的线上线下教学模式。

首先，教师线上布置项目内容和任务要求，引导学生构思任务涉及的知识点，自主完成线上空间课堂的学习并设计出问题求解的初始模型。学生线下进行分组讨论，完善设计模型，形成组内统一的问题解决方案。

其次，课堂教学时，教师组织各小组开展方案讨论、评价，总结理论知识并举例演示应用，学生根

据讨论的情况和老师的讲解进一步完善小组设计方案。

然后,在上机实践时,学生需先验证案例求解模型,之后完善并实现小组设计模型的求解。为夯实学生动手能力,在课程实践基础上,构建以学科竞赛为抓手、教研项目为导向、校企合作为依托的实践支撑环境。

最后,以小组为单位构思一个现实生活中遇到或熟悉的能够运用该模型求解的实际工程项目,写出详细项目方案,包括问题描述、设计思路、求解方法、运算步骤、结果分析等,并将这些资源发布到课程建设平台上,实现师生共建。在这种教学模式下,将 CDIO 思想贯穿到整个教学环节,实现运筹学课程教学一体化设计。既考虑了学生的个性化发展,又培养了学生的团队协作能力和创新思维,还提升了学生的参与度、主动性,增强了师生间的交流。

3.3. 实践支撑条件强化

实践教学是对理论教学的巩固和拓展,其目标是培养学生观察能力、知识运用能力、解决实际问题能力,因此,课题组在理论教学基础上,多方位采取措施加强实践教学。一是加强上机实践,针对课程教学安排,提前布置项目任务,在完成课堂理论学习后,上机环节中除了使用计算机软件验证案例求解外,还需运用此算法实现课前布置的项目任务,进一步构思该设计模型可用于求解那些实际问题,并要求写出解决方案和分享讨论。二是强化实践支撑环境,以教研项目、创新项目为任务,引导学生探索新知识、新技术;以学科竞赛为载体,激发学生创造性思维,培养竞争与合作精神,促进教师改进教学;校企合作开展实习实训,邀请具备双师型资格的企业工程师进行课程设计指导。通过课内与课外、校内与校外的实践环境的有机融合,既加强学生运用知识解决实际问题的能力,又能帮助学生了解前沿科学技术与企业实际需求,拓展知识视野,提高学生学习主动性。

3.4. 分阶段多元考核机制构建

基于 CDIO 的运筹学课程教学模式分为五个环节展开,传统的考勤 + 作业 + 期末考核方式无法做到对学生的过程进行监管和考核,为此,课题组研讨了阶段式的考核方式,加强过程性考核。考核内容既考查学生对基本知识的掌握情况,也注重对学生的实践能力与创新意识的评价。CDIO 教学模式下的考核机制分为项目阶段的过程性考核和期末阶段的综合考核,其中,过程性考核又分为构思阶段的线上学习评价、设计阶段的线下课堂评价、实现阶段的上机测试、运作阶段的课外实习见习评价。过程考核方式采用个人评价、小组评价、教师评价等多元评价机制。为激励学习积极性,对个人和团队提供升级策略,不同的级别配以不同的优先权,还设置了挑战赛、复活赛等活动。这种多方参与、分阶段多元化的考核机制,对学生的评价更全面,用学习过程的认同感和解决实际问题的成就感推动学生的发展,让学生在良好的氛围中不断前进,既肯定了学生的个性化发展、增强他们的自信心,又强调了协作竞争精神,加强了学习主动性。

4. 模式应用效果

为检验改革措施的有效性,课题组在我 20 级某班进行了教学实践。从线上学习数据来看,全班 63 人,访问量达 5 万多,同学们在课前主动预习了课程内容,并就项目内容进行了小组内分工。在教学过程中,同学们能够清晰地对自己所做工作及用到的相关知识进行介绍,也能与其他同学开展交流讨论,课堂气氛活跃,从以前的无人答问转变为现在的主动抢答、辩论。与改革前的教学班级相比,该班同学综合成绩的及格率提升了 14 个百分点,优良率提升了 43 个百分点,且在数学建模、程序设计、华为 ICT 等学科竞赛中获得省级以上奖励 7 项。部分同学还参与到教师的科学项目中。当然,在改革实践中,也发现了不少问题。首先,部分项目涵盖的知识面不够全面,仅依靠项目考核方式不能很好地评价学生对

课程知识体系的掌握情况；其次，小组内部任务分工的工作量无法做到公平度量，且有限的课程学时无法保障所有项目的有序开展；最后，实践支撑环境还需扩展，项目教学与实际应用之间的衔接存在问题。

5. 结语

随着时代的发展，科学技术的进步，作为应用领域非常广泛的运筹学，必然要面临新技术的挑战，其课程教学内容与教学形式也需进一步改革以适应新的人才培养要求，后续课题组将从教学实践中发现的问题入手，进一步完善改革措施，虚拟教研室和师生共建案例库将是下一个研究重点。

基金项目

湖南省教育厅教学改革项目(HNJG-2020-0563)；吉首大学教学改革项目(2020JSUJGB26)；吉首大学教学改革项目(2020syjg20)。

参考文献

- [1] 顾佩华, 包能胜, 康全礼, 等. CDIO 在中国(上) [J]. 高等工程教育研究, 2012(3): 24-40.
- [2] 段胜利, 李璐, 冯丽萍, 任洛萱. 基于 CDIO-OBE 理念的混合式教学改革——以管理运筹学为例[J]. 现代职业教育, 2021(28): 20-21.
- [3] 陶胜达. 应用型本科院校“运筹学”课程教学改革与实践——以贺州学院为例[J]. 贺州学院学报, 2021, 37(1): 134-136+141.
- [4] 雷红轩, 郦丽. “新工科”背景下运筹学实践教学改革[J]. 产业与科技论坛, 2020, 19(15): 140-141.
- [5] 倪百秀, 王雪莹, 马永传, 李国成. 地方应用型高水平大学运筹学课程教学改革初探[J]. 科技视界, 2020(27): 49-50.