

面向解决复杂工程问题能力培养的水文课程群贯通式案例教学模式研究

陈敏, 刘冀, 李英海, 李颖

三峡大学水利与环境学院, 湖北 宜昌

收稿日期: 2025年8月24日; 录用日期: 2025年9月23日; 发布日期: 2025年9月26日

摘要

为适应工程教育认证对培养学生解决复杂工程问题能力的要求, 突破传统模式下课程间教学相互独立的局限, 本文以水文与水资源工程专业多门核心课程为对象, 构建了面向课程群的贯通式案例教学模式, 设计开发一体化的复杂工程问题教学案例, 并将统一案例贯穿于课程教学目标设定、教学活动及教学评价设计中, 实现多门课程教学环节的有机衔接与互通, 旨在培养和提升学生对复杂工程问题的全面理解、分析和解决能力。该模式及实施路径有望为工科专业教学改革提供参考, 并为推动和落实专业认证提供支撑。

关键词

复杂工程问题, 课程群, 贯通式案例教学, 水文与水资源工程

Research on an Integrated Case-Based Teaching Model of Hydrological Course Group for Developing the Ability to Solve Complex Engineering Problems

Min Chen, Ji Liu, Yinghai Li, Ying Li

College of Hydraulic and Environmental Engineering, China Three Gorges University, Yichang Hubei

Received: August 24, 2025; accepted: September 23, 2025; published: September 26, 2025

Abstract

In order to meet the requirements of engineering education accreditation for developing students'

文章引用: 陈敏, 刘冀, 李英海, 李颖. 面向解决复杂工程问题能力培养的水文课程群贯通式案例教学模式研究[J]. 教育进展, 2025, 15(10): 17-24. DOI: 10.12677/ae.2025.15101795

ability to solve complex engineering problems, and to overcome the limitation of isolated course delivery in the traditional mode, this article establishes an integrated case-based teaching model for a course group, by taking a cluster of core courses in Hydrology and Water Resources Engineering as the case. Unified cases of complex engineering problems are designed, and they are incorporated into setting up course objectives, arranging teaching-and-learning activities and designing assessment frameworks across multiple courses. This model achieves cohesion and interconnection for the courses' delivery, aiming to cultivate and enhance students' capabilities in comprehensively understanding, analyzing and resolving complex engineering problems. The proposed model and its pathway may serve as a reference for engineering education reform, and provide support for promotion and substantive implementation of professional accreditation.

Keywords

Complex Engineering Problem, Course Group, Integrated Case-Based Teaching, Hydrology and Water Resources Engineering

Copyright © 2025 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

案例教学法是一种以案例为载体,通过引导学生自主分析、讨论和解决问题,以促进知识学习、能力培养和素质提升的开放式教学方法[1]。该方法起源于1870年的哈佛法学院,并逐渐扩展至商科和医学领域,1950年代以后案例教学逐步在工科及其他学科中得到应用[2],同期建构主义教学理论被提出[3],为案例教学提供了科学的理论支撑。在实践性较强的工科领域,项目是与案例相类似的概念,欧美高校中基于建构主义的案例教学和项目导向学习(PBL)模式在工程教育中被广泛采纳,以提升学生学习的自主性并增强系统思维和问题解决能力[4][5]。20世纪末,随着工程教育认证体系的全球推广,我国于2006年启动了工程教育认证工作并于2016年正式加入《华盛顿协议》,标志着我国工程教育与国际标准的接轨。在该背景下,对学生解决复杂工程问题能力的培养成为我国工程类本科专业面临的核心任务之一[6]。案例教学法能够通过案例的运用,将复杂工程问题融入教学过程中,且“以学生为中心”和能力培养导向的特点与工程教育认证理念高度契合,因此成为工程认证背景下工科教育改革的主要手段之一[7]。

案例教学在我国工科教育领域起步较晚,多数高校仍以传统授课为主,课程讲授中虽会列举工程实例,但普遍缺乏以学生为主体的案例教学设计。工科专业案例教学研究尚处在发展阶段,已有的案例教学多局限于单一课程,且不同课程教学案例相互独立[4],未形成系统的课程群贯通与联动,在一定程度上限制了对学生解决复杂工程问题能力的培养。尽管少数高校在计算机、机械类工程专业已尝试开展课程群案例教学[8]-[10],但这些专业在集成项目设计上具有特殊优势,其教学模式向其他工科专业的推广仍面临挑战,目前对于大多数专业仍亟需面向课程群的案例教学模式的探讨。

三峡大学水文与水资源工程专业于2018年、2024年先后两次通过工程教育专业认证,以工程认证理念为指导不断探索教学改革,对学生解决复杂工程问题能力的培养需进一步强化和落实。鉴于此,本文以水文与水资源工程专业为例,以多门专业核心课程(气象学与气候学、水文学原理、水文预报、水电站水库运行与调度)为对象,探索构建一套系统化的课程群贯通式案例教学模式,实现课程教学内容、目标和过程的有效衔接与互通,旨在培养和提升学生对复杂工程问题的全面理解、分析和解决能力。

2. 面向课程群的复杂工程问题案例设计

2.1. 课程选择依据

本研究选择的四门课程中气象学与气候学和水文学原理为专业基础课，授课于大二上学期，水文预报和水电站水库运行与调度为专业核心课，分别在大三上、下学期开设，四门课程在教学内容及目标上具有明显的递进式关联，如表 1 所示。具体而言，气象学与气候学涉及大气状况、天气系统、气候变化等方面的基础知识，是理解水循环和水文过程的前提。水文学原理进一步探讨水文循环各要素及其动态变化，学生能够分析水文过程受气象条件的驱动、对气候变化的响应。水文预报基于水文学原理的理论支撑，对水文事件进行模拟分析及预测。水电站水库运行与调度则以水文预报为重要的决策依据，直接关系到水库的安全运行与发电效益。课程间的需求与前驱后续关系为统一案例设计与案例教学实施提供了必要基础。

此外，四门课程中包含两门专业基础课，这类课程相对于专业高阶课程而言具有知识点繁多、理论性较强等特点，普遍存在学生学习兴趣和内驱力不足的痛点。将案例教学贯穿到递进式课程体系中有望解决该问题，切实提升专业基础课程的教学效果。

Table 1. Contents and objectives of the courses

表 1. 课程教学内容及目标要求

课程名称	课程核心内容	课程教学目标
气象学与气候学	基本气象要素，大气热力学，大气的运动，大气环流，天气系统，气候系统，气候变化	知识目标：掌握基本气象要素及大气物理过程基本规律，天气演变和气候形成、分布、变化现象及原理。 能力目标：能够运用气象学、气候学理论知识和方法分析水文水资源复杂问题中涉及大气过程、气候变化的关键环节。 素质目标：树立环境保护意识和可持续发展观，具有严谨的科学态度和爱国主义情操及民族自豪感。
水文学原理	流域与水系，水文循环，降水，土壤水和下渗，蒸散发，流域产流，洪水演进，流域汇流	知识目标：掌握流域水系基本特征及表示方法，水文循环及其各环节的基本概念、理论和计算方法。 能力目标：能够运用水文学框架、理论和方法分析和解构水文水资源复杂工程问题。 素质目标：树立正确的自然观和科学发展观，具有科学探索精神，拥有民族自信心和爱国主义情怀。
水文预报	降雨产流预报，流域汇流预报，河段水位流量预报，实时洪水预报，水库水文预报，流域水文模型，预报精度评定	知识目标：掌握水文预报方案制作的原理和方法，流域水文模型的概念和原理。 能力目标：能够围绕预报任务收集资料，制作、评价和优选水文预报方案，能够从事水文水情预报方面的生产、设计和研究工作，具备团队协作能力。 素质目标：拥有作为水文预报员的高度责任感和担当精神，具有在流域变化条件下、无资料条件下进行水文预报的创新意识。
水电站水库运行与调度	水电站厂内经济运行，水电站短期经济运行，水电站水库中长期发电调度，水电站水库群联合发电调度，水库防洪调度	知识目标：掌握水电站经济运行和水库调度的基本概念、模型及计算方法原理。 能力目标：能够针对具体水电站水库工程对象及背景，制定、评价和优选水库调度方案，能够从事流域水电站水库运行管理、水利系统综合规划等方面的工作。 素质目标：具有专业认同感和责任感，拥有民族自信心和爱国主义情怀。

2.2. 案例设计思路

首先, 基于课程大纲对每门课程的教学内容和目标要求进行梳理, 依据课程间的需求分析与递进式关系识别出贯通四门课程的知识主线, 即天气和气候→降雨径流要素→水文预报→水库调度。然后, 考虑行业需求、学科前沿、水文专业侧重规划与管理等方面的工程应用特点, 并结合工程教育认证标准界定的“复杂工程问题”的内涵及特征(“1+1/6”模式)[11], 明确能够系统覆盖四门课程相关核心知识点的复杂工程问题案例主题, 例如气候变化下的流域水资源管理, 涉及气候变化、流域降雨分析、径流模拟、水库发电调度, 或是应对极端降雨的流域防洪策略, 包括降雨成因分析、面雨量计算、洪水预报、防洪调度, 如2020年长江流域大洪水及水库群防洪调度即可作为典型案例。依据选定的案例主题, 需要充分挖掘和利用课程团队已有的科研课题素材及数据资源, 明确并细化案例的情境背景、问题设定、数据准备、预期任务和解决方案, 案例设计思路如图1所示。

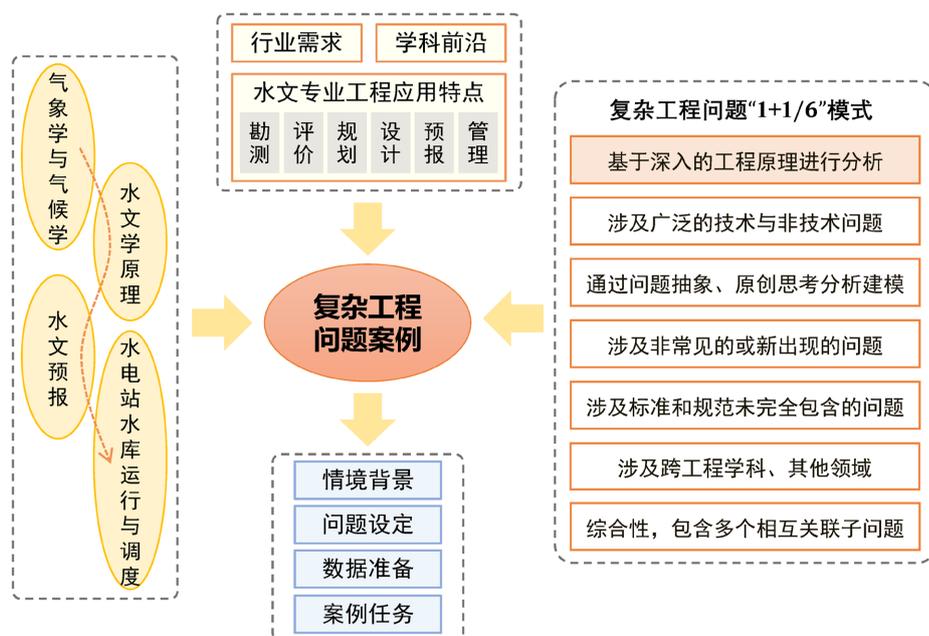


Figure 1. Framework for designing cases of complex engineering problems

图1. 复杂工程问题案例的设计思路

3. 课程群贯通式案例教学设计

面向课程群的案例教学设计应将统一设计的复杂工程问题案例融入到教学目标设定、教学活动及教学评价设计中, 实现案例教学在多门课程中的“贯通”。教学目标的贯通旨在塑造学生全面的知识结构与能力、素质发展框架, 教学活动的贯通有望实现学生跨课程学习的连贯性以及深度参与, 教学评价的贯通则是对课程群案例教学成效与目标达成的综合、全面评估。

3.1. 贯通式案例教学目标设定

从四门课程的教学内容及目标要求(表1)来看, 课程教学对学生知识掌握和能力培养的要求是分层递进的, 让学生从掌握工程知识认识问题、分析问题, 到设计/开发方案解决问题, 同时不断加强对综合能力的培养, 如自主思考和研究能力、团队协作和沟通能力等。对课程群框架下的案例教学目标进行设定, 需要首先确立课程群案例教学的总体目标, 即能够综合运用四门课程的专业知识和技能解决复杂工程问

题,然后将总体目标映射到每门课程的具体目标上,形成连贯的目标体系,具体表现为:① 知识目标按照知识结构层次递进,从基础理论到专业知识、技术原理的逐步深化,形成前后课程之间的知识链接与支撑;② 能力目标按照能力发展层次递进,先修的专业基础课程侧重于工程知识应用、问题分析能力的培养,后修专业高阶课程强调基础能力的巩固和提升、问题解决能力的培养以及综合能力的拓展;③ 素质目标贯穿于整个课程群案例教学,涉及家国情怀、专业素养及责任、自然观与发展观、科学思维、探索创新精神培养等多方面,后修课程应在先修课程的基础上不断强化素质目标。

以2020年长江流域大洪水案例为例,课程群案例教学的总体目标是培养学生综合运用多门课程专业知识,系统性分析和模拟流域洪水形成与演进过程,并设计和评价水库群联合调度方案以解决“流域防洪”这一复杂工程问题的能力,同时构建全局、系统思维,深化对水文工作职责和使命的理解,培养工程师素养及科学探索精神。将总体目标分解至各课程知识单元:知识目标环环相扣且层次递进,从认识“雨如何来”(气象学与气候学)到计算“下了多少雨”(水文学原理),再到预测“形成多大洪水”(水文预报),最后到“如何调控洪水”(水电站水库运行与调度);能力目标从识别和分析天气系统及其演变,到比较和优选面雨量计算方法,再到构建洪水预报方案或模型、设计和评价水库防洪调度方案,形成逐级提升的能力阶梯;素质培养贯穿始终,且随着专业知识与能力的深入,科学思维、个人专业素养、职业认同与社会责任得到不断强化。

3.2. 贯通式案例教学活动设计

围绕各课程教学目标,设计案例教学活动,从案例任务、教学内容、教学方法等多方面体现出课程群框架下的教学过程贯通。

3.2.1. 案例任务分解

各课程依据解构的案例教学目标,对复杂工程问题案例进行分解,明确各课程涉及的知识单元、子案例和案例任务,并确保后修课程的案例任务开展是建立在先修课程的任务完成之上。此外,每门课程针对子案例分别设置基础任务和进阶任务,基础任务满足案例分析计算的基本要求,进阶任务侧重对自主学习、高阶思维及拓展创新能力的培养。例如在长江流域大洪水案例框架下,基于雨量站资料采用常规方法计算流域面雨量可以作为子案例基础任务,而探索卫星降水产品及数据融合应用于面雨量计算则可设置为进阶任务。在案例教学过程中基于进阶任务的探索创新是案例迭代的重要依据。

3.2.2. 教学内容的贯通

各课程依据划分的子案例,从案例教学视角对相应知识单元内容进行梳理、整合和重构,并修订完善课程教案等教学文件。各课程在案例引入、内容衔接及目标强化上需理清各自的角色。气象学与气候学作为最先修课程应重视对案例的引入,给学生展示完整案例的整体框架,让学生见到“森林”,而非只见“树木”。后修课程需重新强调复杂工程问题的全貌,回顾已解决的子问题,进而引入下一步需完成的任务。水电站水库运行与调度作为最后修习的课程,需要对整体案例及完成情况进行总结和评价。由于多门课程的讲授在时间上跨度较大,确保案例教学内容的呈现保持系统性和连贯性,使学生在不同阶段的学习中既能深入单一课程知识单元,又能始终把握跨课程全局框架,从而增强学习的积极性和满足感。

3.2.3. 案例教学法的多元探索

依托统一设计的复杂工程问题教学案例,各课程均开展“以案例为主线,以学生为中心,以教师为主导”的案例教学,但每门课程应依据知识单元模块的教学需求选取具体的案例教学方法,即探索多元化案例教学方法。

以长江流域大洪水案例为例，水文学原理课程涉及的流域面雨量计算模块是实施水文预报、水库调度的必要先行环节，融入统一案例中进行教学能够让学生深入理解该步骤的重要性。由于该知识模块难度适宜，可以考虑任务驱动式教学法，教师在课前布置案例任务，以学生自学为主，课堂上分享和答疑。针对不同计算方法的优缺点及适用性，可以采取讨论式教学法，培养学生的辩证思维，锻炼学生的独立思考、沟通表达能力。案例涉及的流域洪水预报是水文预报课程中的核心应用模块，但依靠学生自学章节内容完成预报方案或模型构建任务的难度较大，故可以采取案例讲授法，在教师进行理论讲解和案例介绍的基础上布置案例任务。针对进阶任务，则可以采用探究式教学法，鼓励学生进行研究和探索创新。

适应多元化案例教学方法，应采取“多堂融合”教学形式，综合运用线下课堂、翻转课堂、雨课堂和课外课堂等手段开展案例教学。线下课堂以理论讲解、案例讲授、课堂讨论为主，通过翻转课堂提升学生的参与度和主观能动性，雨课堂平台可作为互动、答疑的重要手段。课外课堂通过专家讲座以及现场参观等形式提升对复杂工程案例的认识和理解，也可作为综合案例引入的重要途径。

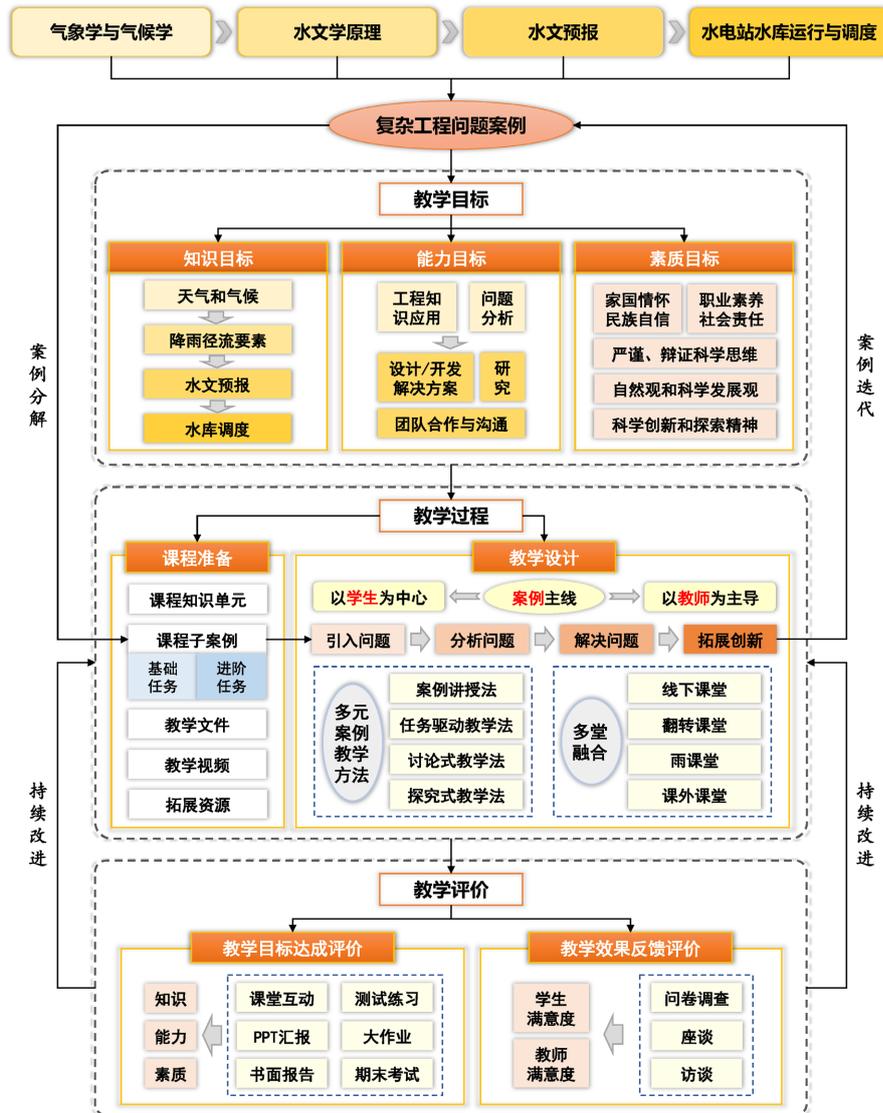


Figure 2. Basic framework of the integrated case-based teaching model for hydrological course group
图 2. 水文专业课程群贯通式案例教学模式基本框架

3.3. 贯通式案例教学评价设计

针对一个完整周期的课程群案例教学实施效果进行评价,具体包含教学目标达成评价与教学效果反馈评价两方面。(1) 教学目标达成评价要求各课程针对案例模块所涉的教学单元,基于过程性表现和总结性考核(包括课堂互动、测试练习、小组大作业、PPT汇报、书面报告、期末考试等形式),从知识、能力及素质目标三个维度对达成情况进行评价。在完整案例框架下,汇总所有课程模块评价结果,对课程群案例教学目标达成情况进行综合评价。(2) 教学效果反馈评价主要包括学生满意度和教师满意度两方面。通过问卷调查、访谈等方式收集学生对课程群案例教学效果的反馈,具体包括对各门课程案例教学内容、方法和教学模式以及知识、素质和能力培养方面的满意度,和对课程群贯通式案例教学以及对解决复杂工程问题能力培养的满意度,存在的不足以及意见和建议。各课程授课教师通过会议座谈形式分享对案例教学效果的主观感受、认识和教学反思。

采取定性定量相结合的方法对两方面评价结果进行综合分析。各课程依据课程群案例教学实施前、后的教学评价结果,分析贯通式案例教学对学生学习成效的影响,评估其对解决复杂问题能力的提升。依据一个周期的评价反馈结果,调整案例教学活动设计,实施持续改进。此外,课程群贯通式案例教学的成果还将体现在毕业综合实训中,从该届学生毕业设计或论文的总体完成情况上,能够进一步评估和验证学生在综合运用多门课程知识和技能解决复杂工程问题能力上的提升。

综上,本研究构建的水文专业课程群贯通式案例教学模式基本框架如图2所示。

4. 结语

在我国工程教育专业认证工作全面推进的背景下,培养学生解决复杂工程问题的能力已成为工科专业教学改革的关键任务,然而课程间教学相互独立的传统模式较大程度上制约了这一能力培养目标的达成,影响了专业认证的实际成效。本研究以水文与水资源工程专业为例,选取气象学与气候学、水文学原理、水文预报、水电站水库运行与调度四门专业核心课程,构建了一套系统的课程群贯通式案例教学模式,基于课程递进关系、行业需求、专业工程应用特点等开发设计一体化的复杂工程问题教学案例,然后将统一案例融入课程教学目标设定、教学活动及教学评价设计中,实现案例教学在多门课程中的“贯通”。该模式能够实现多门课程教学内容和实践环节有机衔接和互通,形成连贯的教学体系,有助于提升学生的学习兴趣与积极性,培养对复杂工程问题的全面认识、分析和解决能力。本研究有望为工科类专业教学改革提供参考,为专业认证的切实落地提供有力支撑。

基金项目

湖北本科高校省级教学改革研究项目(2024245);三峡大学教学改革研究重点项目(J2024006);三峡大学教学改革研究重点项目(J2025003);三峡大学教学改革研究重点项目(J2025010)。

参考文献

- [1] 郑金洲. 案例教学指南[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
- [2] 屈芳. 哈佛案例教学: 历史回溯、特点探析与方法借鉴[J]. 管理案例研究与评论, 2024, 17(4): 663-674.
- [3] 温彭年, 贾国英. 建构主义理论与教学改革——建构主义学习理论综述[J]. 教育理论与实践, 2002(5): 17-22.
- [4] 李劲华, 周强. 案例教学在工程专业的适用性研究[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(9): 157-159+163.
- [5] 吴莉霞. 活动理论框架下的基于项目学习(PBL)的研究与设计[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2006.
- [6] 杨毅刚, 王伟楠, 孟斌. 以提升解决“复杂工程问题”能力为目标的工程教育培养模式改进研究[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 63-67.
- [7] 沙野, 赵呈孝, 曹绪芝, 等. 基于工程教育认证的专业核心课程复杂工程问题案例式教学模式探究——以《高分

- 子物理》为例[J]. 高分子通报, 2023, 36(4): 529-534.
- [8] 黎英, 李文敬. 信息系统开发课程群的统一案例教学模式研究与实践[J]. 南宁师范大学学报(自然科学版), 2021, 38(1): 142-148.
- [9] 吴立军, 马春红, 徐进. 基于案例贯穿的机械专业基础课程群建设探索[J]. 科教导刊, 2023(33): 64-67.
- [10] 寻杨, 柳欣. 计算机专业核心课程群视域下的共享案例教学设计[J]. 大学教育, 2021(8): 19-21.
- [11] 中国工程教育专业认证协会. 工程教育认证标准(2024 版) [EB/OL]. <https://www.cceaa.org.cn/gcjyzyrzh/xwdt/tzgg56/677023/index.html>, 2024-12-01.