

Research on the Teaching Reform of Structural Mechanics Based on the OBE Concept of “Mechanics Casting Soul”

Shuyan Fu Tao Yin*

College of Water Resources, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan, 650201, China

Abstract

Against the backdrop of the comprehensive implementation of the certification system for engineering education majors in the new era, the role of traditional structural mechanics courses in training programs has been re-examined. With the increasing complexity of engineering structures, the continuous improvement of engineering safety standards, and the rapid development of intelligent construction technology, students must not only have a solid foundation in mechanics, but also possess composite abilities such as structural cognition, engineering judgment, innovative practice, and comprehensive abilities for the future. This study indicates that the OBE based “Mechanics Casting Soul” reform can not only improve students’ understanding of structural behavior, but also promote the formation of engineering ethics awareness and structural safety responsibility, thereby promoting the transformation of structural mechanics courses from “knowledge imparting” to “ability construction” and “value guidance”, and providing a reference path for engineering education reform in the context of new engineering disciplines.

Keywords

OBE concept; Structural mechanics; Curriculum reform; Engineering education certification; Mechanics forges the soul

基于 OBE 理念的“力学铸魂”结构力学教学改革研究

傅蜀燕 尹韬*

云南农业大学水利学院, 中国·云南昆明 650201

摘要

在新时代工程教育专业认证体系全面实施的背景下,传统结构力学课程在培养方案中的作用重新得到审视。随着工程结构形式日益复杂、工程安全标准不断提高以及智能建造技术快速发展,学生既要具备扎实的力学基础,又必须具备结构认知、工程判断、创新实践与综合能力等面向未来的复合能力。本研究表明,基于OBE的“力学铸魂”改革不仅能够提高学生对于结构行为的理解深度,还能够促进学生形成工程伦理意识与结构安全责任感,从而推进结构力学课程从“知识传授型”向“能力建构型”“价值引领型”转型,为新工科背景下工程教育改革提供可借鉴的路径。

关键词

OBE理念; 结构力学; 课程改革; 工程教育认证; 力学铸魂

1 引言

近年来,中国工程教育专业认证强调基于毕业要求的达成度评价,要求高校将课程目标与专业培养方案紧密映射,从而形成可追踪、可评价、可持续改进的教学闭环。然而在实际教学中,结构力学课程仍存在体系相对固化、内容与工程实践脱节、课堂模式单调、学生缺乏结构认知体验等

现象,影响了学生在后续课程及工程实习中的知识迁移与能力应用。特别是在智能建造、大数据结构监测、数字孪生建模快速发展的背景下,传统课堂难以满足学生对结构行为为本质的真实理解。本研究在梳理工程教育认证要求和结构力学课程教学特点的基础上,构建基于OBE理念的“力学铸魂”教学改革框架,系统研究课程目标重构、教学内容优化、教学方法创新以及达成度评价体系构建,为结构力学课程改革提供系统化的理论支撑与实践路径。

【基金项目】云南农业大学2025年本科教育教学改革研究项目(项目编号:YNAUJG2025080)。

【作者简介】傅蜀燕(1976-),女,中国云南普洱人,博士,副教授,从事力学教学研究。

【通讯作者】尹韬(2002-),男,中国安徽安庆人,博士,讲师,从事力学教学研究。

2 基于 OBE 理念的结构力学课程目标重构

2.1 课程目标体系的重构逻辑与工程教育认证的对应关系

在OBE理念引导下,结构力学课程目标的设计必须从传统的“知识覆盖导向”转向“成果达成导向”,强调学生在课程结束后应形成的可评价能力、可观察行为以及可持续

发展的工程素养。因此，课程目标需要基于专业培养方案和毕业要求进行反向推演，使之在内容、能力与素质三个维度上与工程教育认证体系形成闭合、可追踪的映射关系。结构力学作为土木类专业的核心基础课程，其教学功能不仅在于传授结构内力分析与变形计算等基础理论，更在于构建学生的工程抽象能力、结构判断能力及工程伦理意识。因此，明确结构力学在培养体系中的位置是目标重构的第一步^[1-2]。

基于此，本研究将课程目标系统划分为三个层级：基础知识层、工程能力层和价值素养层。基础知识层主要聚焦于受力分析原理、基本方程体系及典型结构的变形规律，使学生形成稳定且可迁移的理论支撑。工程能力层强调理论与工程场景的关联，通过建模能力、简化能力与工况分析能力的培养，使学生能够将课堂知识顺利转化为工程判断与计算能力。价值素养层则进一步强调结构安全意识、工程伦理观念与风险敏感性，使学生能够从结构失效与工程事故中理解工程决策的责任边界。三个层级分别对应工程教育认证毕业要求中的“工程知识”“问题分析”“工程设计”“工程伦理”等关键条目，体现结构力学课程的综合育人价值。

为了使课程目标具备可操作性，本研究将其细化为可测量的学习成果指标，以确保目标的可观察性和评价的科学性。例如，对“结构受力分析能力”这一目标，通过“能够绘制规范受力简图”“能够识别关键受力路径”“能够选择合理分析方法并解释结果”等行为指标进行表达；对“工程伦理意识”的目标，则通过“能够依据案例识别潜在结构风险”“能够从工程伦理角度阐述结构安全的重要性”等指标予以呈现。在此基础上，课程目标、学习成果与教学活动之间形成了较为紧密的逻辑链条，为后续达成度评价奠定坚实基础^[3]。

2.2 学习成果指标体系、评价标准与达成度闭环机制

在明确课程目标后，构建科学合理的学习成果指标体系是支撑 OBE 理念落地的核心环节。长期以来，结构力学教学强调理论推导与题型训练，学生在考试中能够获得较高分数，但在面对真实工程问题时往往缺乏建模、判断与分析

能力。针对这一不足，本研究以“知识—能力—素养”三维架构为基础，构建了兼具知识逻辑与工程属性的成果指标体系。知识类成果强调学生能够系统掌握受力规律、结构模型及变形机理；能力类成果强调学生能够独立完成结构建模、简化判断、分析求解及解释结果；素养类成果则强调学生能够具备风险识别能力、工程伦理意识与结构安全观念。这一体系能够从多角度反映学生对结构力学的综合掌握情况，避免教学目标过度聚焦于解题能力而忽视工程本质。

为了保证成果评价的客观性，本研究采用 Rubric 量化评价标准，对每一项指标按照由低到高的能力表现划分多个等级，使评价能够脱离记忆性测试，转向对学生行为、思维过程与工程理解深度的判断。例如，对“结构模型建立能力”，Rubric 将学生表现分为“无法识别结构关键构件”“在指导下能初步完成模型”“能够独立建立合理模型”“能够比较多种模型并解释差异”等等级。这种评价方式不仅提高了评价的一致性和透明度，也确保了教学活动与成果指标之间的密切对应。

在达成度评价机制方面，本研究构建了“数据驱动—反馈分析—持续改进”闭环体系。通过对平时作业、课堂表现、实验报告、仿真任务、工程案例分析和期末考试的多元数据进行加权汇总，得到每一项学习成果的达成度结果。教师根据达成度偏低的指标开展原因分析，可能涉及内容难度不匹配、案例不足、课堂互动不充分或评价方式单一等问题。课程团队据此对教学内容、教学策略、案例配置或任务要求进行调整，使课程在每一轮实施中不断优化。经多轮迭代验证，本课程在学生的结构理解深度、分析能力强化和工程风险意识提升方面均呈现显著改进，表明基于 OBE 理念的课程目标与成果体系能够有效支撑结构力学的工程教育属性。

基于上述课程目标、学习成果指标与达成度评价机制的系统构建，结构力学课程在 OBE 理念引导下形成了“目标—内容—教学—评价—改进”一体化运行模式。为增强整体框架的直观性与可操作性，构建了基于 OBE 理念的“力学铸魂”结构力学教学改革闭环模型，如图 1 所示。

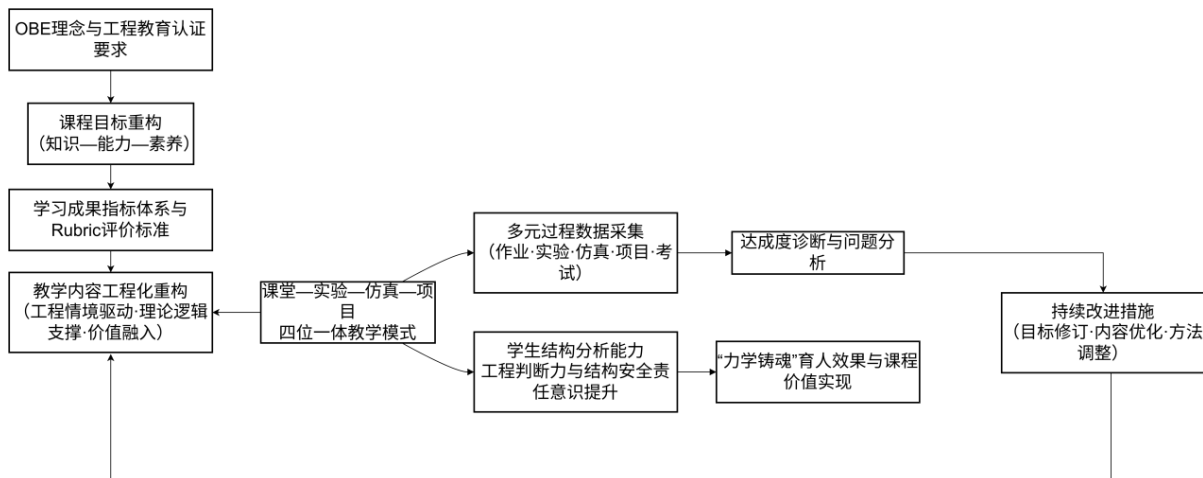


图 1 OBE 理念的‘力学铸魂’结构力学教学闭环模型

3 基于 OBE 理念的结构力学教学内容优化与教学模式创新

3.1 教学内容体系的工程化重构与“力学铸魂”价值融入

基于 OBE 理念的教学改革必须从课程内容体系的重构开始,以“工程情境驱动—理论逻辑支撑—价值塑造贯穿”为基本原则,使结构力学的知识结构、呈现方式与工程属性实现一致性。传统结构力学内容体系主要以理论推导和解析方法为主,其优势在于逻辑严密,但缺陷在于工程指向性不足、与实际结构表现关联较弱,学生往往停留在公式推导层面,对结构行为的理解与工程判断能力的构建相对薄弱。为解决这一困境,本研究提出基于工程化逻辑重新组织课程内容,即从真实结构问题引入,从工程模型解释理论来源,再以力学规律揭示结构行为,使理论与工程场景形成紧密对应。

在内容体系构建中,首先,将课程导入环节调整为“工程问题激发式”模式,通过城市桥梁病害、地震结构破坏、建筑倾斜与工业厂房挠度超限等真实案例,引导学生从工程事故中思考结构力学的重要性,从而自然引出力学规律与工程安全之间的因果关系,体现“力学铸魂”的价值引导功能。其次,在理论讲授过程中,通过简化模型、力学实验、三维可视化工具等手段,将抽象概念转化为可感知的结构行为,使学生能够直观理解内力传递路径、变形协调关系和结构整体性等关键机制,实现工程认知与理论推演的深度融合。再次,在内容延伸部分加入新技术元素,如结构监测数据、有限元仿真结果、数字孪生结构的动态响应等,使课程内容与智能建造、工程数字化背景相匹配,拓展学生对结构力学在现代工程中的应用认识。最后,在各章末尾设置综合性情境任务,例如“基于某简支梁桥的异常挠度现象分析”“基于地震应急监测数据推断结构潜在损伤”,促使学生在知识应用中实现跨章节整合。

在内容重构的过程中,“力学铸魂”的价值理念贯穿始终。通过结构事故的工程反思、风险识别训练、工程伦理情境分析等内容,使学生在掌握力学知识的同时形成结构安全责任意识与工程伦理认知,使结构力学从“技术课程”向“价值育人课程”扩展其功能边界,符合 OBE 理念中知识、能力与素养协同培养的要求。

3.2 “课堂—实验—仿真—项目”四位一体教学模式的构建与实施路径

内容体系的工程化重构为课程提供了逻辑基础,但真正实现能力培养则依赖于教学模式的系统创新。本研究构建了“课堂—实验—仿真—项目”四位一体教学模式,以支持学生从理论理解、规律感知、结构分析到工程判断的全过程能力发展,体现 OBE 教育的“任务导向—能力生成—成果可测”特征。

课堂教学作为结构力学的关键环节,采用问题驱动与

建构式讲授相结合的方式,通过结构现象分析、工程情境引导、推导对比与错误辨析等教学策略引导学生主动建构力学认知体系。与传统线性讲授模式不同,该模式强调在推导过程中持续融入结构行为解释,使学生理解“计算来源于结构”“公式服务于工程”,从而避免机械记忆。同时,在课堂中加入即时反馈环节,如结构模型判断、变形趋势预测等任务,提高课堂的互动性与思维参与度。

实验环节则通过实体模型加载实验、应变测量、杆系结构力流观察等方式,使学生在真实力学现象中验证课堂理论,获得对结构受力与变形的直观体验。实验任务强调“从现象到规律”“从观测到解释”的逻辑,让学生通过实验中的偏差与突发结果理解真实结构的不确定性,强化工程判断能力。

仿真教学环节借助结构分析软件,如 ANSYS、Midas 或 ABAQUS,实现虚拟环境下的结构行为探索。学生在仿真中不仅能观察结构的内力分布、变形模式,还可通过改变荷载、支座条件和构件参数进行敏感性分析,从而理解结构力学中“模型—假设—计算—验证”的工程思维过程。仿真环节在连接课堂理论和工程实践之间起到桥梁作用,使学生在近真实环境中完成能力建构。

项目环节作为教学模式的高层次任务,通过小组协作的工程情境项目使学生综合应用课程知识。例如要求学生针对某简易结构进行整体建模、受力分析、挠度计算、故障预测与技术说明书撰写;或基于工程监测数据进行结构异常诊断。项目任务不仅检验学习成果,更强化团队协作、沟通表达和工程伦理等非技术能力,使结构力学课程从单一知识教学走向综合能力培养。

4 结语

基于 OBE 理念的“力学铸魂”结构力学教学改革有效推动了课程从知识传授走向能力建构与价值引领。研究证明,通过重构课程目标体系、构建工程化内容体系、实施“四位一体”教学模式以及建立多维达成度评价机制,可以显著提升学生的结构分析能力、工程判断力与结构安全责任意识。结构力学课程在新工科建设背景下不仅是工程知识体系的基础,更是塑造工程伦理和安全价值的重要载体。本研究提出的改革路径为专业基础课程改革提供了总体框架和可操作方法,对推进工程教育认证背景下的课程持续改进具有现实意义和推广价值。

参考文献

- [1] 李雪,杨华平,王繁,等. 基于OBE理念的力学课程教学改革[J]. 科教导刊,2023(15):100-102. DOI:10.16400/j.cnki.kjzk.2023.15.032.
- [2] 唐颖,张晓阳. 基于OBE理念的力学实验教学网络资源库建设及其应用[J]. 今天,2024(15):146-148.
- [3] 曹雅萍. OBE理念在高中物理力学教学中的应用研究——以《曲线运动》为例[D]. 黑龙江:佳木斯大学,2024.