

基于OBE-PBL模式的结构力学教学改革 ——以高速铁路线路平纵断面参数设计为例

钟庆晗¹, 张 芹², 刘博诗³

¹成都锦城学院土木工程与环境学院, 四川 成都

²成都工业学院电子工程学院, 四川 成都

³中铁二院工程集团有限责任公司土木建筑设计研究二院, 四川 成都

收稿日期: 2025年10月16日; 录用日期: 2025年12月23日; 发布日期: 2025年12月31日

摘要

针对当前结构力学课程教学中存在的理论脱离实际、学生解决复杂工程问题能力不足等问题, 本文以“高速铁路线路平纵断面参数设计”这一真实工程任务为驱动, 构建了基于成果导向教育(OBE)与问题驱动学习(PBL)的融合教学模式。该模式以学生最终的学习成果(能力产出)为目标, 反向设计教学内容与环节。通过引入教师亲身参与的成渝中线高速铁路等国家级项目案例, 将线路设计中桥梁、隧道、路基地基的力学分析作为PBL项目, 旨在激发学生的学习兴趣, 预期能够提升其将结构力学理论知识应用于解决复杂工程问题的能力、创新思维及团队协作精神, 同时在教学过程中潜移默化地培养学生的工匠精神与职业责任感。

关键词

结构力学, 教学改革, OBE, PBL, 高速铁路, 平纵断面

Teaching Reform of Structural Mechanics Based on the OBE-PBL Model

—Taking the Design of Parameters for the Plane and Profile of
High-Speed Railway Alignments as an Example

Qinghan Zhong¹, Qin Zhang², Boshi Liu³

¹School of Civil and Environmental Engineering, Chengdu Jincheng College, Chengdu Sichuan

²School of Electronic Engineering, Chengdu Technological University, Chengdu Sichuan

³Civil Engineering & Architecture Design and Research Institute No. 2, China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu Sichuan

Received: October 16, 2025; accepted: December 23, 2025; published: December 31, 2025

Abstract

In response to prevalent issues in current structural mechanics pedagogy—such as the disconnection between theory and practice and students' insufficient capability to address complex engineering problems—this paper develops an integrated teaching model grounded in Outcome-Based Education (OBE) and Problem-Based Learning (PBL). This model is driven by the authentic engineering task of “the Design of Parameters for the Plane and Profile of High-Speed Railway Alignments.” It adopts students' ultimate learning outcomes (competency development) as the objective and designs teaching content and procedures in reverse. By incorporating national-level project cases, such as Chengdu-Chongqing Middle Line High-Speed Railway, in which the instructors have personally participated, the mechanical analysis of bridges, tunnels, and subgrade foundations in route design is utilized as PBL projects. This approach aims to stimulate students' learning interest and is anticipated to enhance their ability to apply structural mechanics theory to solve complex engineering problems, foster innovative thinking and teamwork, while simultaneously cultivating a spirit of craftsmanship and professional responsibility throughout the instructional process.

Keywords

Structural Mechanics, Teaching Reform, OBE, PBL, High-Speed Railway, Plane and Profile

Copyright © 2026 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

结构力学是土木工程专业的核心基础课，其理论性强、概念抽象，传统“教师讲、学生听”的教学模式容易导致学生陷入公式记忆和题海战术，难以建立理论与实际工程的联系，更无法有效培养解决未来职业中复杂工程问题的能力。

作为一位从中铁二院高级工程师转型的高校教师，笔者深刻认识到工程实践对理论教学的反哺作用。OBE 理念强调以学生最终应具备的能力为导向来设计教学；PBL 则通过引入真实的、复杂的、开放性的问题作为学习起点。本文将二者融合，并以笔者亲身负责的“成渝中线时速 400 公里 + 线路平纵断面技术参数研究”(该项目荣获 2023 年度中国铁道工程建设优秀 QC 小组成果一等奖)为工程背景，探索一条将前沿工程实践深度融入结构力学课堂的有效路径。

2. OBE-PBL 融合教学模式的设计

2.1. 明确成果目标(OBE 起点)

明确本教学单元结束后学生应具备的能力目标。

知识目标：深刻理解影响线、位移计算、力法等核心概念在空间结构分析中的应用[1]。

能力目标：能够建立桥梁、隧道等结构的简化力学模型，并运用力学原理对线路平纵断面参数(如曲线半径、坡度、桥墩位置)进行初步分析与论证。

素养目标：培养严谨求实的科学态度、沟通协作的团队精神以及对工程质量与安全高度负责的工匠

精神。

2.2. 设计驱动性问题(PBL 核心)

围绕能力目标, 设计一个贯穿式的、复杂的驱动性问题[2]。

总背景问题: “作为线路设计团队成员, 你如何从结构力学角度, 论证成渝中线某段线路穿越丘陵地带时, 所采用的特定平面曲线半径和纵坡坡度对桥梁墩台、隧道衬砌及路基稳定性的影响?”

学生核心任务(聚焦于结构力学课程核心知识): “在教师给定的简支梁或连续梁桥梁模型、以及特定线路平纵断面参数(曲线半径、纵坡)下, 运用影响线理论, 计算并确定移动列车荷载作用下, 某指定关键截面(如跨中、支座)的最大弯矩和最大剪力值。”

开放性拓展思考(非核心考核点): “基于你的计算结果, 初步思考: 当前的线路参数对结构内力有何影响? 若希望改善结构受力, 可能从哪些方面微调线路参数?”

3. 教学案例的实施与思政融入

在教学实施过程中, 以“成渝中线时速 400 公里 + 项目”和“西渝高铁华蓥山越岭段”等真实工程背景为载体, 将前文驱动性问题中的学生核心任务分解为一系列环环相扣的教学活动。

教学伊始, 在问题导入环节, 通过展示成渝中线线路图, 并阐述时速 400 公里对线路平顺性与稳定性的极致要求, 引出核心驱动性问题。在此过程中, 我们自然地引入中国高铁从追赶到引领的伟大成就, 激发学生的民族自豪感与科技报国的使命感, 使价值引领润物无声。然后引导学生进入模型建立阶段, 学生以小组为单位, 从案例中选取一座高架桥或一段隧道, 将其抽象和简化为简支梁、连续梁或拱式等经典力学模型, 此环节是连接工程实物与理论分析的关键桥梁, 我们着重强调“差之毫厘, 谬以千里”的工程哲学, 培养学生严谨求实、一丝不苟的工匠精神, 让他们深刻理解模型建立的准确性是一切科学分析的基石[3]。

在内力与分析阶段, 学生需要依据项目任务书的具体要求, 针对给定的移动荷载(标准列车荷载)和桥梁模型, 绘制关键截面的弯矩和剪力影响线, 并利用影响线确定最不利荷载位置, 计算最大内力值。这正是“影响线”这一抽象概念大显身手的舞台。我们结合成渝中线对“时速 400 公里+”这一世界性难题的攻关实践, 鼓励学生勇于探索、敢于创新, 将理论知识应用于解决前沿技术挑战中。随后是位移与验算环节, 学生需计算在最不利荷载工况下, 梁体挠度、墩顶位移是否满足规范的要求。在此, 我们反复强调“安全红线”意识, 让学生明晰力学计算直接关乎人民的生命财产安全, 从而培养其敬畏规范、质量至上的职业责任感。

最后, 各小组基于前述分析, 开展方案优化汇报, 重点展示其内力计算过程、结果分析及规范符合性判断, 完成项目答辩, 锻炼学生的知识综合运用能力, 更在辩论与协作中培养了其团队协作精神与职业道德, 让学生充分理解现代大型工程建设的不易, 更是多方权衡、集体智慧的结晶[4]。

4. 教学实施设计与预期成效

本文设计的 OBE-PBL 融合教学模式计划在《结构力学》课程的“影响线及其应用”等相关章节中实施, 具体设计与预期成效如下。

4.1. 具体实施步骤

课前准备阶段: 教师将“成渝中线”案例背景资料(包括线路示意图、设计速度目标值、桥梁类型简介等)以及《项目任务书示例》(见表 1)提前下发学生。学生以 4~5 人组成项目小组, 预习影响线相关基础知识。

Table 1. Project task sheet
表 1. 项目任务书示例

项目背景	成渝中线高速铁路某段线路需跨越一处谷地，拟采用一座(例如) 3×30 m 预应力混凝土连续梁桥。作为设计团队的一员，你需要从结构力学角度分析该桥在列车荷载下的受力性能。		
任务 1：模型建立	根据提供的桥梁基本图纸和信息，建立该连续梁桥的简化计算模型(计算简图)。		
任务 2：影响线绘制	运用影响线理论知识，绘制桥梁跨中截面弯矩影响线及边支座截面剪力影响线。		
任务 3：内力计算	根据给定的标准列车荷载(如 ZK 活载)，利用影响线确定最不利加载位置，计算跨中最大正弯矩和边支座最大剪力值。		
任务 4：规范初判	将计算所得最大内力与参考容许值进行初步对比，判断是否满足要求。		
成果	小组分析报告(PDF 格式)包含计算简图、影响线图、详细计算过程、结果汇总及初步结论。 口头答辩 PPT (5 分钟) 清晰展示分析思路、关键步骤和主要结论。		
时间节点	第 1 周	接收任务，小组讨论，完成模型建立与影响线绘制。	
	第 2 周	完成内力计算与规范初判，撰写分析报告初稿。	
	第 3 周	课堂答辩，提交最终版报告。	

课堂导入与问题驱动阶段：教师利用约 30 分钟时间，生动讲述“成渝中线时速 400 公里 + 技术参数研究”项目的挑战与意义，并正式发布驱动性问题。随后引导学生分组讨论，将复杂工程问题分解为建立模型、内力分析、位移验算等若干子任务。

课中小组探究与教师指导阶段：各小组围绕自己的子任务开展协作学习。教师巡视课堂，进行启发式指导，重点帮助学生完成从工程实物到计算简图的抽象过程，并确保其正确运用影响线原理进行分析。

成果展示与答辩阶段：各小组提交简要的分析报告，并派代表进行限时答辩，阐述本组的分析思路、结论与优化建议。教师及其他小组可进行提问，形成学术交流氛围。

总结提升阶段(课后)：教师对各组的成果进行综合点评，并回归理论知识，系统梳理影响线在解决此类移动荷载问题中的核心作用，实现从实践到理论的升华。

4.2. 考核方式改革

本教学单元的考核将打破“一考定论”的模式，采用过程性评价与终结性评价相结合的方式^[5]。

过程性评价(占 50%)：依据小组项目报告、答辩表现、团队协作情况进行评分，评分量规见表 2。

Table 2. PBL project task sheet
表 2. PBL 项目评分量规

评价维度	优秀(4~5 分)	良好(3~4 分)	合格(2~3 分)	需改进(0~2 分)
报告质量	计算模型准确，分析过程完整 清晰，结果正确，图表规范。	模型基本正确，分析过程 较清晰，结果基本正确。	模型或分析存在明显错 误，但整体框架完整。	模型错误，分析 混乱，结果不可信。
口头答辩	表达条理清晰，能准确回答问 题，逻辑性强。	表达基本清晰，能回答大 部分问题。	表达不够流畅，对部分问 题回答不清。	表达混乱，无法有效 回答问题。
团队协作	分工明确，合作紧密，所有成 员均深度参与。	分工较明确，合作尚可， 大部分成员参与。	有分工但执行不力，部分 成员参与度低。	分工混乱，缺乏有效 合作。

终结性评价(占 50%)：在期末考试的试题中，设置一道与 PBL 项目同类型、但参数不同的工程案例

分析题，考查学生举一反三、迁移应的能力。

4.3. 预期成效分析

基于建构主义学习理论和 OBE 理念，本教学模式预期达成以下成效：

激发学习内驱力：通过真实的、前沿的工程问题，预期能有效转变学生对结构力学“枯燥无用”的刻板印象，将学习动机从“通过考试”转变为“解决工程实际问题，为成为一名优秀的工程师做准备”。

促进知识深层建构：学生在完成项目的过程中，需要融会贯通结构力学的多个知识点，预期能够帮助他们建立更为牢固、立体的知识网络，能更加深刻地理解抽象物理意义的概念。

初步培养工程思维：通过“简化模型 - 力学分析 - 规范验算 - 方案优化”的全过程训练，提前让学生体验工程师的工作模式，预计可系统性地培养其解决复杂工程问题的能力与创新意识。

实现价值引领：整个教学过程浸润着大国工程背景、工匠精神与创新文化，预期能在知识传授之外，实现对学生的价值塑造，增强其职业荣誉感与时代使命感。

后续，我们将通过课程问卷、学生访谈、作业分析及期末考试成绩对比等方式，对上述预期成效进行持续追踪与科学评估，以不断优化教学模式。

5. 挑战与对策

任何教学改革的实施都可能面临挑战。客观分析 OBE-PBL 模式在《结构力学》课程中应用的潜在困难，并预先制定应对策略，是确保改革成功的关键。

5.1. 主要挑战

时间限制：PBL 项目探究需要投入较多的课堂和课外时间，可能与紧凑的课程学时安排产生矛盾。

学生基础差异：学生数理基础和前期知识掌握程度不一，在小组协作中可能出现“搭便车”或部分学生跟不上节奏的现象。

教师角色转变与能力要求：教师需从知识传授者转变为学习引导者、项目引导师，这不仅要求教师具备扎实的理论功底，还需拥有丰富的工程实践经验和高水平的课堂组织与引导能力。

教学资源准备：真实工程案例的提炼、项目任务书的设计、评估工具的开发等均需投入大量精力进行前期准备。

5.2. 应对策略

精细化教学设计：严格控制项目规模和复杂度，将其聚焦于 1~2 个核心知识点(如影响线)。将部分预习、资料查阅和报告撰写安排在课外，课堂上重点进行问题驱动、关键点拨和成果交流，高效利用课时。

实施差异化教学与分组策略：通过前期摸底，在分组时注意混合编组，使基础不同的学生能够互助。提供不同难度的拓展任务供学有余力的小组选择。教师加强对基础薄弱小组的个别指导。

加强教师发展与团队协作：鼓励并支持授课教师参与工程实践培训或与企业开展合作。在教学团队内进行集体备课和观摩，分享 PBL 教学经验，共同提升。

共建共享教学资源库：逐步积累和完善案例库、任务书模板、评估量规等资源，形成可复用、可迭代的教学包，减轻重复准备工作量，并为同行借鉴提供便利。

6. 结论

本文设计的 OBE-PBL 融合教学模式，以高速铁路线路设计这一真实工程案例为驱动，旨在将结构力学的理论教学锚定在复杂的工程实践场景中。通过将宏大的驱动性问题聚焦于课程核心知识点，并配套

以详细的项目任务书和客观的评估量规,该方案设计具备较强的可操作性,预期不仅能有效激发学生的内生学习动力,深化其对核心知识的理解与掌握,更能系统性地培养其解决复杂工程问题所需的综合能力与职业素养,为实现“新工科”背景下高素质应用型土木工程人才的培养目标提供了有益探索。

参考文献

- [1] 龙驭球,包世华,匡文起,等.结构力学教程I [M].北京:高等教育出版社,2018.
- [2] 林彦,张智,范夕森.基于OBE理念的结构力学课程教学改革与实践[J].太原城市职业技术学院学报,2023(11):105-107.
- [3] 张娟娟.面向力学专业的结构力学课程建设探索[J].高教学刊,2023,9(19): 95-99.
- [4] 陈圣刚,张营营,鲁彩凤,等.小班化案例制课程教学方案设计——以结构力学课程为例[J].高教学刊,2023,9(24): 107-111.
- [5] 经纬.关于结构力学综合实践能力培养的教学改革方案研究[J].教育教学论坛,2019(19): 113-114.