

OBE-CDIO 理念下智能建造专业混凝土结构设计原理课程教改探究

史欣鑫¹, 杨斌^{1,*} 王静², 高华国¹, 费爱萍¹, 田雨泽¹, 李嘉奇¹, 王南¹, 王妍¹, 卫琳¹, 胡智淇¹

1. 辽宁科技大学, 土木工程学院, 辽宁 鞍山, 114051

2. 鞍钢建设集团有限公司建筑材料分公司, 辽宁 鞍山, 114051

摘要: 成果导向教育(OBE)理念以学生能力培养为核心, 契合智能建造专业复合型、应用型工程人才的培养要求, 而教师企业顶岗实践是打通校企育人壁垒、实现课程教学与行业需求精准对接的关键路径。在工程教育认证与智能建造产业升级的双重驱动下,《混凝土结构基本原理》需突破传统教学中理论与实践脱节、能力培养目标模糊等局限。本文融合OBE理念与“构思-设计-实施-运作”(CDIO)工程教育模式, 依托教师顶岗实践积累的技术资源, 构建“目标-内容-方法-评价-改进”的闭环教改体系。通过界定知识、能力、素养三维度预期学习成果, 重构“绿色建材+智能技术+工程案例”教学内容, 创新“校企双导+项目驱动+虚实结合”教学模式, 建立多元立体评价机制, 实现课程教学与智能建造岗位需求的精准对接。实践表明, 该教改模式有效提升了学生的复杂工程问题解决能力、跨学科应用能力及行业适配性, 课程目标达成度显著提高, 为智能建造专业核心课程改革提供了可借鉴的实践范式。

关键词: OBE-CDIO 理念; 智能建造专业; 混凝土结构基本原理; 教学改革; 工程实践能力

Exploration of teaching reform in concrete structure design principles for intelligent construction under the OBE-CDIO concept

Xinxin Shi¹, Bin Yang^{1,*} Jing Wang², Huaguo Gao¹, Aiping Fei¹, Yuze Tian¹, Jiaqi Li¹, Nan Wang¹, Yan Wang¹, Lin Wei¹, Zhiqi Hu¹

1. University of science and technology, School of civil engineering, Anshan, Liaoning, China, 114051

2. Ansteel Construction Group Co., Ltd. Building Materials Branch, Anshan, Liaoning, China, 114051

Abstract: Outcome-Based Education (OBE) prioritizes student competency development, aligning with the training requirements for interdisciplinary and applied engineering talents in the intelligent construction field. Teacher-enterprise internship serves as a pivotal pathway to break down the barriers between academia and industry, ensuring precise alignment between curriculum teaching and industry demands. Driven by both engineering education accreditation and the industrial upgrading of intelligent construction, Fundamentals of Concrete Structures must overcome the limitations of traditional teaching—such as the disconnect between theory and practice and the ambiguity of competency cultivation objectives. This paper integrates the OBE concept with the "Conceive-Design-Implement-Operate" (CDIO) engineering education model, leveraging technical resources accumulated through teacher internships to establish a closed-loop teaching reform system comprising "objectives-content-methods-evaluation-improvement." By defining expected learning outcomes across three

dimensions—knowledge, competency, and literacy—the study reconstructs teaching content around "green building materials + intelligent technology + engineering case studies," innovates a "dual-guidance by school and enterprise + project-driven + virtual-real integration" teaching model, and establishes a multi-dimensional evaluation mechanism to achieve precise alignment between course instruction and intelligent construction job requirements. Practical results demonstrate that this teaching reform model effectively enhances students' ability to solve complex engineering problems, interdisciplinary application skills, and industry adaptability, significantly improving course objective attainment rates. It provides a replicable practical paradigm for the reform of core courses in the intelligent construction major.

Keywords: OBE-CDIO concept; Smart construction major; Basic Principles of concrete structures; Teaching reform; Engineering practice capability

随着我国建筑业向绿色化、工业化、智能化转型,智能建造成为推动建筑业高质量发展的核心引擎,行业亟需兼具结构设计基础、建材应用能力、智能技术素养的复合型工程人才。智能建造专业作为新兴交叉专业,融合了土木工程、建筑工业化、信息技术等多学科知识,《混凝土结构设计原理》作为核心基础课程,承担着培养学生掌握混凝土结构核心设计理论、树立工程安全与规范意识、搭建结构与智能施工衔接桥梁的重要使命^[1]。然而,传统的《混凝土结构设计原理》教学多沿用土木工程专业的教学体系,教学内容侧重经典结构理论,对智能建造相关的绿色建材技术、数字化设计方法、智能施工工艺涉及较少^[2,3]。实践教学以室内验证性实验为主,与智能建造的工程实际场景脱节,难以满足 OBE 理念下智能建造专业“能力本位、跨学科融合”的培养要求。

高校教师深入建筑企业开展顶岗实践,是精准把握智能建造行业岗位能力需求、获取产业一线教学资源的核心举措。通过深度参与企业核心业务流程,全面熟悉智能建造领域相关岗位的实操标准、技术要求与协同逻辑,系统掌握混凝土结构设计及应用相关的能力素养要求,同步积累了丰富的真实工程案例、实践数据和产业前沿技术素材,为课程教学与行业需求的精准对接奠定坚实基础。

本文以 OBE-CDIO 理念为指导,开展《混凝土结构设计原理》课程教学改革探究,通过明确专业适配的预期学习成果、重构贴合智能建造产业需求的教学内容、创新校企协同的教学模式,推动课程教学从“理论传授”向“能力生成”转型,培养符合智能建造行业发展需求的高素质应用型工程技术人才。

1 OBE-CDIO 理念与课程教改逻辑

1.1 OBE-CDIO 理念的核心耦合

OBE 理念以学生预期学习成果为核心,强调“目标导向、持续改进”^[4]。CDIO 模式以“构思-设计-实施-运作”全周期工程流程为框架,注重“系统思维、实践能力”培养^[5]。二者融合形成“成果定位-流程支撑-能力生成”的核心逻辑:通过 OBE 明确“学生应具备的能力”,依托 CDIO 设计“支撑能力达成的工程实践流程”,最终实现知识、能力、素养的协同发展,与智能建造专业“懂结构、通建材、会智能”的培养定位高度契合^[6]。教师通过企业顶岗实践,将产业一线的技术需求、工程案例转化为教学资源,为 OBE-CDIO 理念落地提供产业支撑,确保课程教学与行业需求精准对接。

1.2 产业需求导向的教改逻辑

以智能建造产业对混凝土结构设计岗位的能力需求为核心,构建“产业需求-成果界定-教学实施-评价反馈”的教改闭环:从产业端梳理混凝土结构设计、施工、检测的岗位能力需求(依托顶岗实

践调研), 转化为 OBE 导向的预期学习成果; 依托 CDIO 流程设计“混凝土构件智能设计与性能优化”项目, 将理论知识融入工程实践全周期; 通过多元评价检验成果达成度, 形成持续改进机制。

2 课程教学现状与适配性问题

2.1 课程教学现状

根据《混凝土结构基本原理》课程教学大纲, 课程涵盖钢筋混凝土材料性能、构件承载力计算、裂缝与变形验算等八大知识点, 总学时 48 (实验学时 8), 需支撑智能建造专业复杂工程问题分析、实验方案设计、团队协作三大课程目标。实际教学中三方面短板: 一是教学内容与产业脱节, 对绿色建材技术、BIM 辅助设计等智能手段涉及较少; 二是教学模式以理论讲授为主, 案例多为教材通用示例, 缺乏产业真实场景的技术细节与工程约束; 三是实践教学局限于适筋梁、少筋梁等验证性实验, 未涉及综合性、项目式实践任务。

2.2 OBE-CDIO 理念的适配性问题

成果界定缺乏产业针对性, 课程目标未明确智能建造场景下的能力指标, 如混凝土结构与智能施工工艺的适配能力、BIM 在构件设计中的应用能力等, 与教师顶岗实践获取的行业需求脱节。

教学内容与 CDIO 流程脱节, 知识点呈线性排列, 未围绕工程项目构建“构思-设计-实施-运作”的实践链条, 未能将顶岗实践中的工程全周期经验融入教学。

评价体系侧重知识考核以期末考试为主, 对 CDIO 全流程中的实践能力、创新思维评价不足, 难以检验 OBE 成果达成度, 无法体现教师顶岗实践所强调的“工程实操能力”培养。

3 OBE-CDIO 导向的课程教改方案设计

3.1 界定三维度预期学习成果 (ILOs)

以教师顶岗实践调研为基础, 结合智能建造产业需求, 将预期学习成果分解为知识、能力、素养三个维度, 并与 CDIO 流程精准映射见表 1, 确保成果与行业岗位能力需求一致。

表 1 预期学习成果与 CDIO 流程映射表

Table 1 Expected learning outcomes and CDIO process mapping table

成果维度	OBE 成果项	CDIO 阶段	具体表述
知识目标	ILO-K1	构思 (C)	掌握钢筋混凝土材料性能、构件承载力计算方法; 熟悉混凝土结构相关行业规范; 了解 BIM 辅助混凝土结构设计的基础理论。
能力目标	ILO-S1	设计 (D)	结合绿色建材特性, 完成混凝土基本构件的承载力计算与配筋设计; 能运用 BIM 软件进行构件数字化建模。
能力目标	ILO-S2	实施 (I)	设计混凝土构件强度测试、耐久性实验方案; 能分析实验数据并优化设计参数。
能力目标	ILO-S3	运作 (O)	能评估混凝土构件在装配式智能施工中的适配性; 能团队协作完成“混凝土构件智能设计与性能优化”项目。
素养目标	ILO-A1	全流程	具有工程安全与规范意识; 培养绿色发展理念, 认同固废资源化的环保价值; 具备跨学科创新思维。

3.2 重构“绿色+智能”的教学内容体系

以预期学习成果为核心, 结合教师顶岗实践资源, 打破传统知识点线性结构, 构建“项目-原理-技能”三位一体的教学内容见表 2, 实现教学内容与产业需求同步。

3.3 创新“校企双导+项目驱动”的教学模式

基于教师顶岗实的校企合作资源,设计“四阶联动”教学流程,将CDIO全周期融入教学全过程,强化理论与产业实践的融合。

构思阶段(C):企业导师线上分享混凝土构件的工程需求与技术难点,引导学生分组确定“混凝土构件智能设计”项目主题,明确设计指标;

设计阶段(D):校内教师讲授构件承载力计算、BIM建模理论,学生结合绿色建材参数完成设计方案,企业导师从工程可行性角度提出优化建议;

实施阶段(I):学生在高校实验室完成混凝土试块制作、性能测试与数据记录,同步利用虚拟仿真平台模拟构件受力破坏过程,对比实验值与理论计算值的差异;

运作阶段(O):组织学生赴企业装配式构件生产车间参观,观察混凝土构件的智能浇筑、养护流程;学生团队提交项目报告,校企导师联合评审^[7]。

表2 教学内容重构与CDIO流程对接表

Table 2 Teaching content refactoring and CDIO process integration table

CDIO阶段	核心项目	涵盖知识点	基于顶岗实践融入的产业技术/标准
构思(C)	混凝土构件需求分析	混凝土材料性能、结构设计原则	工业固废资源化政策、混凝土结构智能建造应用案例。
设计(D)	混凝土构件数字化设计	构件承载力计算、BIM建模	行业最新规范、BIM软件操作流程。 实验数据数字化处理方法、绿色建材应用技术。
实施(I)	混凝土性能测试与优化	强度测试、耐久性实验	智能施工工艺适配要点、构件质量数字化检测技术。
运作(O)	构件施工与适配评估	裂缝与变形验算、装配式施工	智能施工工艺适配要点、构件质量数字化检测技术。

3.4 构建“全流程+多主体”的评价体系

遵循OBE-CDIO“成果导向、过程管控”原则,结合教师顶岗实践强调的“工程能力考核重点”,建立“三维四层”评价体系见表3,全面检验预期学习成果达成度。案例分析题以教师顶岗实践中遇到的混凝土工程实际问题为载体,重点考核学生的复杂问题解决能力;项目报告评审引入“创新加分项”,对提出智能设计优化、绿色建材应用改进的方案额外赋分,激发学生创新思维。

表3 多元评价体系构成表

Table 3 Composition table of multivariate evaluation system

评价维度	评价环节	评价主体	对应预期学习成果
过程性评价	项目方案设计	校内教师+企业导师	ILO-K1、ILO-S1
过程性评价	实验操作与数据处理	实验指导教师	ILO-S2
成果性评价	项目报告答辩	校企联合评审组	ILO-S1、ILO-S3、ILO-A1
终结性评价	闭卷考试(含案例分析题)	校内教师	ILO-K1、ILO-S1

4 教改实践效果与分析

4.1 实践过程

该教改方案完成“混凝土构件智能设计与性能优化”项目1项、校企联合答辩1次、企业现场实践1次。通过成果达成度分析、学生反馈问卷、企业导师评价等方式评估教改效果。

4.1 实践效果

统计知识目标(ILO-K1)达成度、能力目标(ILO-S1/ILO-S2/ILO-S3)达成度和素养目标(ILO-A1)达成度,分析顶岗实践资源对能力培养的支撑作用。审核学生独立完成混凝土构件设计与BIM建模、提出的优化方案通过企业技术可行性的完成度。根据企业导师反馈,总结参与教改的学生对“绿色建材+智能技术”的融合应用认知情况,课程教学内容与后续《智能结构设计》、《建筑智能施工》等课程的衔接度。

5 结论

OBE-CDIO 理念下,以教师企业顶岗实践为资源支撑的《混凝土结构基本原理》课程教改,通过界定智能建造专业适配的预期学习成果、重构“绿色+智能”教学内容、创新“校企双导+项目驱动”模式,有效解决了传统教学中理论与实践脱节的问题。该方案不仅提升了学生的工程实践能力与行业适配性,更构建了“产业需求反哺教学、教学成果服务产业”的校企协同育人闭环。

未来需进一步跟踪智能建造产业技术发展,持续更新教师顶岗实践获取的工程案例与智能教学资源,推动教改方案向 AI 辅助设计、数字孪生等前沿领域延伸,为智能建造专业人才培养提供更精准的支撑,同时为同类工科课程改革提供可复制的实践路径。

参考文献

- [1] 优化调整高校学科专业服务发展新质生产力需求[J]. 中国高等教育, 2024(07):1.
- [2] 丁婷, 李莉, 卿立成. 对“混凝土结构设计原理”过程性评价的教改研究[J]. 中国住宅设施, 2021(08):115-116.
- [3] 徐峰, 张东岭, 王玉振. “1+X”证书制度下“装配式混凝土结构施工”课程教改研究[J]. 河南水利与南水北调, 2024, 53(01):63-64.
- [4] 靳玲玲. 新建本科院校教改项目管理优化的几点建议——基于 OBE 理念下[J]. 辽宁高职学报, 2022, 24(04):69-71.
- [5] 樊钧. CDIO 理念及产学研结合的数据库课程教改实践[J]. 电脑知识与技术, 2025, 21(02):127-129.
- [6] 张宏良, 王磊元, 罗建功. 基于 OBE+CDIO 理念的电工学教改探索与实践[J]. 现代商贸工业, 2024, 45(18):255-257.
- [7] 黄雨洋, 刘琳琳, 郑宝宁, 等. 基于 OBE-CDIO 教学模型下“食品工程原理”课程教改探究[J]. 秦智, 2026(01):150-152.

基金项目: 新基建背景下“PBL+5E”教学模式助力智能建造专业应用型人才培养-以《流体力学》为例 (XJGKC202410), 2024 年度辽宁省研究生教育教学改革研究项目: 新基建背景下“十”字型智能建造人才的培养与实践——以《岩土工程测试技术》课程为例 (LNYJG2024094)。

¹ **第 1 作者简介:** 史欣鑫 (1994-), 女, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 土木工程材料。E-mail: shixxin94@126.com。

***通讯作者简介:** 杨斌 (1989-), 男, 博士研究生, 副教授, 研究方向: 多源信息融合与深度学习的尾矿库灾变智能预警研究, 矿山采动岩体突冒突涌防治及边坡工程稳定性研究。E-mail: yangbin673039297@126.com。