

产教融合视域下“项目贯穿、双轨联动”土木工程材料课程改革与实践

王玉梅¹, 杨燕英¹, 李小净¹, 王倩^{2*}

¹南宁学院土木与建筑工程学院, 广西 南宁

²广西职业师范学院工商管理学院, 广西 南宁

收稿日期: 2026年4月30日; 录用日期: 2026年6月19日; 发布日期: 2026年6月30日

摘要

针对土木工程材料课程教学内容与产业脱节、产教融合流于形式、教学方法与能力培养适配不足等突出问题, 紧扣建筑行业绿色化、智能化转型与“双碳”战略要求, 以成果导向教育(OBE)、产教融合协同育人、项目式学习(PBL)等理论为指导, 构建“项目贯穿、双轨联动”课程改革模式。通过重构产业需求导向的模块化课程内容、建立活页式教材动态更新机制、融入绿色低碳理念与AI技术; 构建“校内科研导师 + 校外企业导师”双轨联动协同育人机制, 推行科研反哺教学与虚实结合实践教学; 实施项目贯穿式教学, 建立“过程性 + 终结性 + 创新性”多元评价体系。改革有效破解“学非所用、实践不深、能力不实”痛点, 提升学生工程实践与创新能力, 为应用型本科土木类专业课程产教融合改革提供可复制范式。

关键词

产教融合, 土木工程材料, 项目贯穿, 双轨联动, 课程改革

Reform and Practice of “Project-Through, Dual-Track Linkage” for Civil Engineering Materials Course from the Perspective of Industry-Education Integration

Yumei Wang¹, Yanying Yang¹, Xiaojing Li¹, Qian Wang^{2*}

¹College of Architecture and Civil Engineering, Nanning University, Nanning Guangxi

²School of Business Administration, Guangxi Vocational Normal University, Nanning Guangxi

Received: April 30, 2026; accepted: June 19, 2026; published: June 30, 2026

*通讯作者。

文章引用: 王玉梅, 杨燕英, 李小净, 王倩. 产教融合视域下“项目贯穿、双轨联动”土木工程材料课程改革与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(6): 687-695. DOI: 10.12677/ces.2026.146476

Abstract

In response to prominent problems in the Civil Engineering Materials course, such as the disconnect between teaching content and industry, superficial industry-education integration, and insufficient alignment between teaching methods and competency cultivation, and closely following the green and intelligent transformation of the construction industry as well as the “dual carbon” strategic requirements, guided by theories such as Outcome-Based Education (OBE), industry-education collaborative education, and Project-Based Learning (PBL), a course reform model of “Project-Through, Dual-Track Linkage” is constructed. By restructuring industry-demand-oriented modular course content, establishing a dynamic updating mechanism for loose-leaf textbooks, integrating green and low-carbon concepts and AI technology; constructing a dual-track collaborative education mechanism of “on-campus research supervisors + off-campus enterprise mentors”, promoting research-feeding teaching and virtual-actual combined practice teaching; implementing project-through teaching, and establishing a diversified evaluation system of “process + summative + innovative” assessment. The reform effectively addresses the pain points of “learning not being applied, practice not being deep, and ability not being solid”, enhances students’ engineering practice and innovation capabilities, and provides a replicable paradigm for the industry-education integration reform of applied undergraduate civil engineering courses.

Keywords

Industry-Education Integration, Civil Engineering Materials, Project-Through, Dual-Track Linkage, Curriculum Reform

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

教育主管部门高度重视产教融合在高等教育人才培养中的作用。《关于深化产教融合的若干意见》¹明确提出将产教融合作为促进教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接的顶层设计。产教融合的核心要义在于打破学校与产业之间的壁垒,实现人才培养与岗位胜任能力的无缝对接[1]-[3]。在产教融合的理念下,课程不应再局限于课堂内的理论传授,而应将真实工程场景、企业技术标准、现场管理经验转化为教学资源,使学生在“学中做、做中学”的过程中形成工程思维与实战能力。对于土木工程材料这类实践性极强的课程而言,产教融合具有天然的适切性——材料的检测、选用、验收等环节均离不开工地的真实情境与企业的规范要求。

近年来,国内外学者围绕土木工程材料课程改革开展了大量探索[4]-[6]。国外以项目式学习(PBL)和产教融合为典型路径,如国外高校将真实工程案例嵌入实验教学,强调“设计-测试-评估”闭环,通过企业订单式项目培养学生解决现场问题的能力。国内改革主要集中于三类模式:一是内容更新类,引入绿色建材、固废资源化等前沿知识[7];二是方法创新类,推行翻转课堂、虚拟仿真实验;三是产教协同类,探索校企共建课程、双导师制等[8]。然而,现有改革仍存在明显不足:项目式学习多停留在一次性的课程设计,缺乏贯穿全课程的主线设计;产教融合多为“点状合作”,企业参与局限于讲座、参观

¹https://www.gov.cn/xinwen/2017-12/19/content_5248592.htm

等浅层形式；对 AI 技术、绿色低碳转型的融入尚处起步阶段。

与此同时，传统土木工程材料教学本身还存在内容更新滞后、实践浅层化、评价单一等问题，学生知识结构 with 岗位能力脱节，难以适配低碳建材、智能检测、固废资源化等产业需求[7][8]。因此，如何借助产教融合的机制优势，重构课程内容、创新教学模式，成为亟待破解的关键问题。本研究以产教融合为抓手，以真实科研与工程项目为主线，构建“项目贯穿、双轨联动”教学新模式，推动课程从知识传授向能力培养转型，培养适应行业高质量发展的高素质应用型人才。

2. 课程教学存在的突出问题

2.1. 教学内容与产业需求脱节，学生“学非所用”

随着建筑业数字化转型、双碳目标推进，建筑垃圾资源化、低碳混凝土、智能检测等已成为产业核心需求，AI 技术在材料性能模拟、配比优化、质量控制等领域的应用日益广泛。然而，当前土木工程材料课程仍以传统材料知识为主，对产业绿色化、智能化转型所需的新材料、新技术、新工艺涉及较少，导致学生知识结构难以适应行业发展需求。课程内容未能融入 AI 辅助材料设计、智能化检测、数字化配比设计等新兴技术，学生在校所学与企业实际需求存在明显“代差”，毕业后进入混凝土公司、检测机构等已开始数字化转型的企业，往往需要较长时间重新学习，出现学用脱节现象。因此，有必要拓展课程知识边界，将产业前沿技术和智能化发展成果及时引入课堂。

2.2. 产教融合流于形式，学生“实践不深”

随着建筑业绿色化、智能化转型加速，混凝土行业对材料设计、性能检测、绿色低碳技术应用等应用型人才需求迫切，但当前校企合作多停留在“企业参观 + 专家讲座”的浅层模式，产教融合未深度嵌入课程全流程。学生虽有多层级实习安排，但普遍存在“参观多实操少、观摩多任务少、了解多解决少”的形式化问题，难以切入材料配比优化、性能检测等核心岗位；同时现有实践基地多聚焦传统业务，缺乏固废回收、智能检测等新兴领域场景，前沿企业参与度不足，导致实践内容与课程教学、行业需求严重脱节。双重困境下，学生对建筑垃圾再生骨料性能调控、智能检测设备操作等核心能力掌握不足。因此，亟需重构产教融合体系，将绿色化、智能化实践资源嵌入课程，构建“课程实验 - 企业实战 - 真实项目”贯通的课程实践教学体系，从根源上提升学生解决实际工程问题的能力。

2.3. 教学方法适配性不足，学生“能力不实”

随着建筑产业数字化转型加速，土木工程材料课程核心目标已从“知识传递”转向“能力培养”，但当前“理论讲授 + 验证性实验”的传统教学模式与行业需求存在明显错位。课程实验仍以“教师演示、学生模仿”为主，学生被动操作，缺乏主动思考与问题解决训练，缺乏“项目式、探究式”教学的精准融入。学生未充分利用虚拟仿真、大数据分析等数字化工具，难以掌握绿色材料设计、智能检测等核心技能，在建筑垃圾再生骨料调控、低碳混凝土配比等核心技能上掌握度不足。评价层面，仍以期末笔试和实验报告为核心，未建立多维度评价体系，无法全面衡量学生能力。传统教学方法不仅浪费实践资源，更制约学生核心能力提升，导致毕业生难以适配企业岗位需求，为此，需以“能力导向”为核心，构建“理论讲授 + 虚拟实验 + 项目实践”混合式教学模式，同步建立“过程性 + 终结性 + 创新性”多元化评价体系，精准匹配产业数字化转型需求。

3. 课程改革具体实施路径

教学改革围绕“教学内容与产业需求脱节、产教融合流于形式、教学方法适配性不足”三大核心问

题，以成果导向教育(OBE)、项目式学习(PBL)、产教融合协同育人理论为指引，按照“课程内容 - 教学方法 - 教学资源”三方面实施改革举措，具体技术路线如图 1 所示。

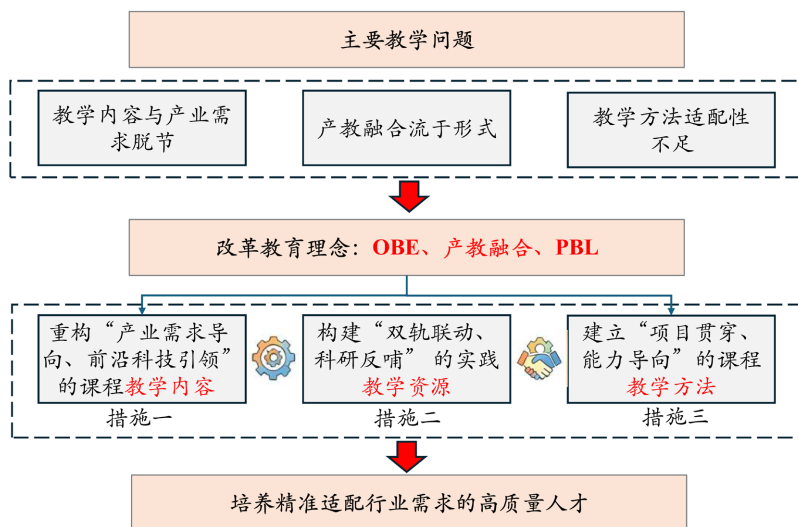


Figure 1. Technical roadmap of teaching reform
图 1. 教学改革技术路线图

3.1. 重构“产业需求导向、前沿科技引领”的课程教学内容

3.1.1. 更新教学内容，融入产业前沿

针对教材内容更新滞后于行业技术迭代的问题，应打破传统教材的静态出版模式，建立“活页式”教材动态更新机制，确保课程内容始终与行业发展同步。将土木工程材料课程内容拆分为“基础理论”、“常规材料”、“前沿技术”三个模块。其中，“基础理论”和“常规材料”模块保持相对稳定，“前沿技术”模块每学期更新一次。对照住房和城乡建设部等发布的最新行业标准(如 GB、JGJ 系列)，整理出“教材旧标准 vs 行业新标准”对比表，作为教材补充材料，专门讲解近 2 年新发布的、与章节对应的关键标准及最新发布的建材领域所在地区地方标准。即使教材实验指导书基于旧标准，实验课讲授时应按最新试验方法标准执行(如 GB/T、ISO 对应新版)，并明确告知学生教材与现行操作的不同点及原因。

3.1.2. 突破学科壁垒，构建跨学科协同育人路径

针对学科壁垒与教师能力短板双重困境，从课程结构优化与师资素养提升两个维度协同发力。打破传统学科边界，梳理土木工程材料课程与 AI 技术、环境保护等学科之间的知识联结点，找准融合的“接口”。在教学过程中，注重将绿色低碳理念和 AI 技术与各章节内容深度融合。“常规材料”和“前沿技术”模块中，引入“低碳混凝土”、“绿色钢材”、“绿色沥青材料”、“绿色高分子材料”等概念，介绍使用工业废渣、建筑固废、废塑料等替代传统原材料，以及使用生物基高分子材料的技术。同时介绍 AI 技术在材料性能预测中的应用、混凝土配合比优化、以及使用 AI 技术实现建筑设备的智能控制等方面的应用。定期开展跨学科教研活动，邀请相关企业的技术专家，围绕低碳混凝土技术、智能建造、绿色建材等议题开展研讨，打破单一学科教师的知识局限，实现专业知识与新兴技术的深度交叉融合。实施教师数字素养提升专项计划，通过专项技术培训、企业挂职锻炼、教学项目合作等途径，全面提升教师的信息化教学能力与跨学科知识整合能力。探索建立校企人员双向流动机制，邀请企业技术专家进课堂担任兼职教师，承担新技术专题授课任务，形成“校内教师 + 企业导师”协同育人的新格局，切实弥合学科壁垒、化解教师能力短板。

3.1.3. 深化课程思政，厚植绿色发展理念

深挖课程思政与土木工程材料课程知识的内在契合点，将绿色发展理念贯穿于材料性能分析、制备工艺讲解、生产应用实践全过程。围绕水泥碳排放、建筑垃圾资源化等核心知识点，系统梳理其中蕴含的生态文明思想、社会责任意识与工程伦理精神，以“双碳”战略、可持续发展理念为牵引，设计“知识-价值-行动”层层递进的教学方案，实现思政元素与材料科学知识的有机融合。选取地方企业和项目的案例进行教学，结合区域重大项目，让学生了解绿色发展理念在地方实践中的应用，提高学生的学习兴趣和效果。丰富课程思政载体，引入行业绿色转型典型案例、建筑固废有效利用等教学资源，推进“低碳混凝土配比优化设计”、“固废资源化方案论证”等实践活动，引导学生在专业学习中厚植绿色理念、增强生态意识、勇担社会责任，切实发挥课程思政春风化雨、润物无声的育人功效。

3.2. 构建“双轨联动、科研反哺”的实践教学资源

3.2.1. 构建“科研反哺教学”实践内容链

将建筑垃圾资源化、低碳混凝土等与课程内容相关的科研项目，全方位融入实践教学各个环节，打造“科研项目引领-实践能力提升-创新思维培养”的闭环教学模式，实现学生实践能力与行业需求的精准对接。土木工程材料实践内容包含：水泥性能测试、混凝土砂石骨料性能实验、混凝土配合比设计及力学性能测试、建筑砂浆实验、沥青实验和钢材主要技术性能测试这几个重要的实验模块(图2)。结合相关科研项目，在水泥性能测试、混凝土砂石骨料性能实验中加入再生微粉、再生粗、细骨料的对比实验。借助AI技术及深度学习等科研手段，将混凝土配合比设计及力学性能测试设计成“智能配比-性能预测-验证优化”三阶实验，基于人工智能技术，搭建轻量化的AI配比设计工具，学生将自己设计的配合比、骨料性能参数输入模型，按照AI预测的最优配比制作试件并测试，将实测值与预测值对比，同时，学生可利用AI工具的多目标优化功能，对优化后的配比进行力学性能测试，验证AI优化方案的可行性。同样，建筑砂浆、沥青实验以及钢材技术性能均可借助AI工具进行性能预测和对比验证。

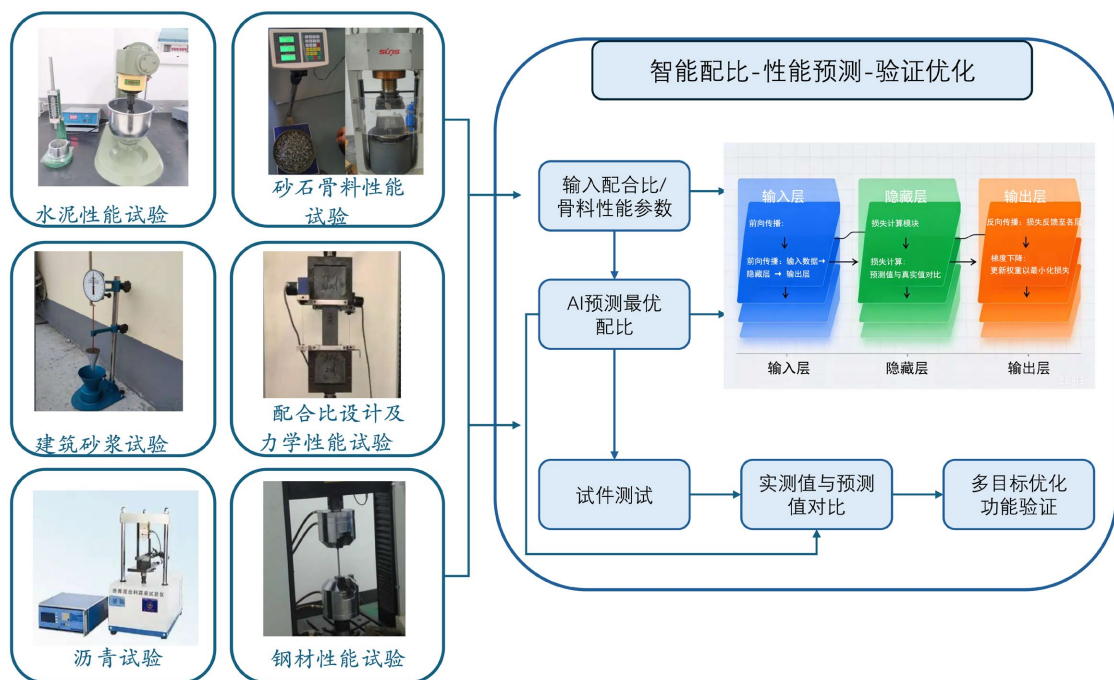


Figure 2. Experiment content modules and optimization
图2. 实验内容模块及优化

通过“校外资源嫁接 + 数字工具补位”的路径为学生提供新兴领域的实践场景，与企业深度合作，实践教学中引入企业真实的固废处理生产线、智能检测设备，让学生参与再生骨料制备、智能探伤等核心岗位实操；同时，借助虚拟仿真技术开发固废资源化、智能检测的数字实验模块，破解前沿场景硬件投入大、场地受限的难题，通过“虚实结合”的方式让学生低成本接触前沿技术，补上传统实践基地的场景短板。

3.2.2. 实行“双导师”协同指导，推动校企人员双向流动

构建“校内科研导师 + 校外企业导师”双轨联动机制，校内科研导师聚焦科研项目转化与课程创新设计，将建筑垃圾再生骨料性能调控、绿色低碳建材开发等最新科研项目成果拆解为课程实验、课程设计题目，同步融入行业前沿理论，强化课程的创新性与前瞻性；邀请来自行业头部单位的校外企业导师，重点负责工程实践指导与行业标准植入，将混凝土配合比优化、智能检测设备操作等岗位核心技能转化为实践教学内容，同步引入国家及行业最新技术标准，提升教学的实用性与针对性。鼓励专业教师深入企业实践提升工程经验，建立高校教师与企业导师的互聘机制，支持高校教师到企业兼职、企业导师到高校任教，打通校企人才流通渠道，打造高水平“双师型”教学团队。

3.2.3. 深化校企合作内涵，建立长效协同机制

深化与企业的合作，构建“校企协同、资源共享”的合作模式，从课程资源、实践教学、项目合作三个维度协同发力。邀请企业专家参与课程建设，将企业真实案例、技术难题与应用成果纳入课程内容。引入企业生产需求与技术课题，实现教学与产业对接，让学生参与材料配比、性能检测等核心岗位积累实战经验。校企联合申报课题攻关解决企业实际问题，将建筑垃圾再生骨料性能调控、绿色低碳建材开发等科研成果转化为课程实验与案例素材，建立“课题申报 - 学生指导 - 成果转化”全流程跟踪反馈机制，确保产教融合持续深化。

3.3. 建立“项目贯穿、能力导向”的课程教学模式

3.3.1. 建立“项目贯穿”的教学设计逻辑

推行“项目贯穿”教学模式，以科研项目为核心，整合形成“可持续建筑材料研发”综合教学项目，覆盖水泥、混凝土、砂浆等课程核心章节的教学内容，并与各实验模块深度融合。针对课程中的沥青、钢材等材料的教学内容，设计一系列小型子项目，结合项目中使用的 AI 技术手段，设计一系列小型子项目，如“沥青混合料智能测试与优化”“钢材力学性能测试与分析”等，作为核心项目的补充，实现课程内容的全覆盖。实验环节从“验证式操作”升级为“探究式实践”，要求学生从问题提出、方案设计到结果分析全程参与，教师从“知识讲授者”转变为“问题引导者”，引导学生主动思考、自主探究，形成“发现问题 - 解决问题 - 能力提升”的闭环。引入数字化教学工具，利用虚拟仿真技术，开发“固废回收与资源化利用”、“智能检测设备操作”等虚拟仿真实验。学生可以在虚拟环境中反复操作，熟悉流程后再进行真实实操，降低真实实验的安全风险和成本。同时，借助大数据分析工具，让学生对实验数据进行深度分析，提升数据处理与问题解决能力。

3.3.2. 创新教学方法，提升学生实践主动性

转变传统的以教师讲授为主的教学模式，采用多元化的教学方法，激发学生的学习兴趣和主动性，提高学生的参与度和实践能力。采用“翻转课堂”教学模式，要求学生掌握和熟悉的知识点作为翻转课堂的重点学习内容，以激发学生兴趣和提高工程应用能力的基本原则，对重点教学内容进行模块化设计。结合所在地区重大工程项目在材料领域的发展，所涉及的高性能混凝土、巨型钢结构等材料的技术参数，让学生在案例讨论中分析材料在工程中的应用，提高学生的分析问题和解决问题的能力。引入“项目式教学”，以实际项目为背景，学生分组完成项目任务，从项目的构思、设计、实施到运行，全程参与，培

养学生的工程意识、实践能力和创新精神。

打破传统的单一验证性实验教学模式，构建多元化实践教学路径。利用虚拟仿真实验软件，结合实践课程内容，如混凝土力学实验、沥青实验以及钢筋技术性能测试等，模拟所测试材料的性能变化，结合区域环境特点，模拟不同环境及工况对材料性能的影响。结合校企实验资源，与企业共建“产教融合实践基地”，将企业真实项目、生产需求转化为教学课题，实现校内实验与工程实践的有机衔接。

3.3.3. 构建“过程 + 多元”的能力评价机制

以“能力导向”为核心重构土木工程材料课程评价体系，打破单一知识考核逻辑，建立“过程性评价 + 终结性评价 + 创新性评价”的多元化考核框架。在评价内容上，将实验方案设计、问题解决思路、项目创新点等实践过程中的思考与探究行为纳入评分，调整实验考核方式，降低实验报告占比，增加实验操作规范性、方案设计合理性、数据分析能力等过程指标权重，对于综合性、设计性实验采用“过程评分 + 成果答辩”模式。在评价主体上，构建“校内教师 + 企业导师 + 学生互评/自评”的多维度评价矩阵，企业导师对学生项目实践中的实操能力、协作能力进行评分，占比 20%；学生互评针对小组项目中的贡献度打分，占比 10%；教师则负责知识考核与过程表现评估，占比 70%。在评价反馈与激励上，采用“阶段反馈 + 实时指导”模式，及时对学生实践过程进行点评，同时将学生能力提升效果纳入教师教学考核，形成正向闭环。此外将学科竞赛成绩、科研项目成果作为实践能力评价的重要参考，全方位激活学生主动学习动力与教师实践教学创新动力。

4. 项目贯穿式教学案例与评价

为具体展示“项目贯穿、双轨联动”模式的落地路径，本部分以“低碳混凝土设计与性能测试”模块为例，完整呈现项目全流程。

4.1. 项目任务书

任务书涵盖了项目背景介绍、任务目标以及成果展示形式，如表 1 所示。

Table 1. Project task charter

表 1. 项目任务书

| | |
|------|--|
| 项目名称 | 绿色校园工程——C30 低碳混凝土配合比设计 |
| 项目背景 | 某高校拟新建一栋绿色实训楼，要求主体结构混凝土强度等级 C30，且较常规配合比降低碳排放 15%以上。 |
| 任务目标 | ① 设计满足强度、工作性(坍落度 180 ± 20 mm)的混凝土配合比； ② 采用再生粗骨料(替代率 $\leq 30\%$)及矿物掺合料； ③ 利用 AI 工具预测强度，并通过实验验证。 |
| 成果形式 | 配合比方案、AI 预测报告、实验测试数据、项目答辩 PPT。 |
| 团队要求 | 5~6 人/组，设组长、AI 分析员、实验操作员、数据记录员。 |

4.2. 教学周期与活动安排

教学改革实施周期为 5 周，具体实施计划如表 2 所示。

Table 2. Implementation schedule of project-based teaching

表 2. 项目教学实施安排

| 周次 | 学生核心任务 | 导师分工 |
|-------|----------------|-------------------|
| 第 1 周 | 理解任务，学习低碳混凝土理论 | 校内：讲授原理；企业：提供工程案例 |

续表

| | | |
|-------|------------------|-----------------------|
| 第 2 周 | 使用 AI 工具设计初步配比方案 | 校内：培训 AI 工具；企业：分享应用场景 |
| 第 3 周 | 虚拟仿真优化配比 | 校内：指导仿真操作 |
| 第 4 周 | 真实实验(试配、测试) | 企业：现场指导操作规范 |
| 第 8 周 | 对比 AI 预测与实测 | 双方共同评审 |

4.3. 虚实结合实验

虚拟实验：利用“混凝土智能配比仿真系统”，输入原材料用量，系统输出预测 28 d 强度，支持多轮优化试错。

真实实验：选取虚拟优化后的 2 组配比进行实体试配，测试坍落度、抗压强度，对比 AI 预测值，分析误差来源。

4.4. 学生成果示例

案例组 A：再生粗骨料替代率 25%，粉煤灰掺量 20%。AI 预测强度 34.2 MPa，实测强度 33.6 MPa，误差 1.8%。答辩分析了误差源于骨料含水率，提出预湿处理改进建议。

案例组 B：AI 预测 32.5 MPa，实测 28.9 MPa，偏差较大。排查发现虚拟仿真中再生骨料吸水率参数与现场材料不一致。修正后重新验证达标，被企业导师评价为“典型的问题解决训练”。

该案例表明，“项目贯穿、双轨联动”模式有效融合了理论、AI 工具、虚拟仿真、真实实验与工程标准，支撑学生解决复杂工程问题的能力培养。

4.5. 质性反馈与分析

以本轮实施项目贯穿改革的学生为对象，采用后测问卷、企业导师评价及半结构化访谈等方法，质性评估如下：

学生视角：多位学生提到“AI 预测配比让我真正理解了配合比设计”，表明技术工具不仅提高了学习兴趣，更促进了深层认知建构；“虚拟仿真让我敢试错”说明虚实结合降低了前沿技术的心理门槛，支撑了“实践不深”痛点的破解。也有学生建议“希望更多真实项目案例”，提示活页式教材仍需扩大企业案例库。

企业导师视角：导师普遍认可学生“主动引用 GB/T 标准”“操作规范意识强”，印证了双导师制在工程伦理与标准意识培养上的优势。同时，导师提出“增加轮岗时间”“引入企业脱敏数据”等建议，为后续深化产教融合指明了具体方向。

5. 讨论与结论

5.1. 实施中的主要挑战

5.1.1. 师资层面

部分校内教师对 AI 工具、虚拟仿真平台的掌握不够熟练，初期教学负担加重；企业导师虽经验丰富，但因工作繁忙，参与课程的时间难以稳定保证，导致“双轨联动”在某些环节出现衔接空档。

5.1.2. 资源层面

AI 辅助设计软件、虚拟仿真平台的部署需要一定经费投入，对于经费紧张的应用型院校构成门槛。本课程采用轻量化在线工具(如基于 Excel + API 的简易模型)作为替代方案，但在预测精度和功能完整性

上仍有不足。

5.1.3. 校企合作层面

深度合作依赖个别龙头企业的长期支持，一旦企业人事变动或业务调整，合作稳定性可能受影响。目前“需求共诊、资源共建”的机制尚未完全制度化，校企协同的可持续性面临考验。

5.2. 未来优化方向

5.2.1. 开发低成本、轻量化的 AI 教学工具

联合计算机专业师生，基于开源平台(如 TensorFlow.js)开发面向课程的专用配比优化工具，降低技术门槛和经费依赖，同时提供详细的用户手册和教学视频。

5.2.2. 构建区域性产教融合联盟

联合区域内 3~5 所应用型高校及 10 家以上相关企业，共建虚拟仿真实验资源库、共享企业导师库，以联盟形式分散合作风险，提升产教融合的制度化水平。

5.2.3. 引入学习分析技术

利用课程平台记录学生虚拟仿真操作、AI 工具使用、项目协作等过程数据，建立能力发展轨迹的动态可视化看板，为教师提供精准干预依据，也为评价体系提供更细粒度的支撑。

5.2.4. 延长校企协同链条

将课程合作延伸至毕业设计、实习就业等后续环节，形成“课程项目 - 企业课题 - 毕业设计 - 就业对接”的贯通培养通道，进一步提升模式的可持续性。

5.3. 结论

产教融合视域下“项目贯穿、双轨联动”模式在破解传统教学痛点方面具有明显优势，但其推广需正视师资、资源、合作机制等方面的现实约束。未来将持续优化动态更新机制、深化校企协同、强化数字赋能，持续提升模式的普适性与稳定性，为培养高素质应用型土木人才提供有力支撑。

基金项目

教学改革项目《基于数字化的土木工程专业科教融合人才培养探索与实践》(2024XJJG45)。

参考文献

- [1] 曾永庆, 刘晓红, 童小龙, 等. 新工科产教融合背景下土木类专业人才培养模式研究[J]. 创新创业理论与实践, 2022, 5(20): 196-198.
- [2] 刘凯华, 朱江, 郭永昌, 等. 产教融合视域下土木工程专业实践教学改革探索——以混凝土结构课程设计课为例[J]. 高教学刊, 2022, 8(31): 131-134.
- [3] 门进杰, 史庆轩, 钟炜辉, 等. 土木工程专业改革与建设实践[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(5): 31-35.
- [4] 梁本亮. 土木工程专业核心课程的教学方法研究[J]. 高等工程教育研究, 2016(2): 189-192.
- [5] 鲁正, 高世博文, 高士凯. 交叉学科人才培养联盟的探索[J]. 高教论坛, 2022(10): 35-37.
- [6] 李克非, 张建民, 方东平, 等. 土木水利与海洋工程: 大土木类本科宽口径培养模式探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2022(3): 46-51.
- [7] 刘珏, 王亦龙, 袁健, 等. 交叉学科背景下土木工程材料课程的教学改革探讨[J]. 教育教学论坛, 2020(31): 209-211.
- [8] 许福, 张旭辉, 曹国栋, 等. “双碳”与新工科背景下土木工程材料教学问题及改革对策研究[J]. 高教学刊, 2024, 10(10): 127-131.