

新工科建设背景下土木工程材料课程高质量建设研究

陈 聪, 段先玉

四川工业科技学院信息工程学院, 四川 德阳

收稿日期: 2025年10月30日; 录用日期: 2026年1月19日; 发布日期: 2026年1月26日

摘 要

新工科建设作为我国工程教育改革的核心方向, 以“面向未来、面向产业、面向需求”为导向, 对传统土木工程材料课程的目标定位、内容体系、教学模式及评价机制提出系统性变革要求。本文通过梳理新工科建设对土木工程材料课程的能力素养、跨界融合、实践创新等新要求, 深入剖析当前课程存在的内容与产业前沿脱节、教学模式固化、师资队伍“双能”不足、评价体系单一等问题, 进而从课程内容重构、教学模式创新、师资队伍建设、评价体系优化四个维度, 提出“基础-前沿-产业”融合的内容体系、“虚实结合+产学研协同”的教学模式、“双师双能型”师资培育路径及“多元过程化”评价机制, 为新工科背景下土木工程材料课程高质量建设提供理论参考与实践方案, 助力培养适应智能建造、绿色建筑等产业需求的高素质土木工程人才。

关键词

新工科, 土木工程, 课程建设, 高质量

Research on High Quality Construction of Civil Engineering Materials Course under the Background of New Engineering Construction

Cong Chen, Xianyu Duan

School of Information Engineering, Sichuan Institute of Industrial Technology,
Deyang Sichuan

Received: October 30, 2025; accepted: January 19, 2026; published: January 26, 2026

文章引用: 陈聪, 段先玉. 新工科建设背景下土木工程材料课程高质量建设研究[J]. 职业教育发展, 2026, 15(2): 125-133. DOI: 10.12677/ve.2026.152075

Abstract

As the core direction of China's engineering education reform, the New Engineering Construction initiative, guided by the principles of "facing the future, facing industries, and meeting demands", requires systematic transformations in the objectives, content systems, teaching models, and evaluation mechanisms of traditional civil engineering materials courses. This paper analyzes the new requirements for civil engineering materials courses under the New Engineering Construction framework, including competency development, interdisciplinary integration, and practical innovation. It identifies current issues such as content disconnect from industry advancements, rigid teaching models, insufficient dual-competency faculty, and monolithic evaluation systems. The study proposes four dimensions for improvement: content restructuring, teaching model innovation, faculty development, and evaluation system optimization. Specific recommendations include establishing an integrated "foundations-edge-industry" content framework, adopting a "virtual-real integration + industry-academia-research collaboration" teaching model, cultivating "dual-qualified faculty" through specialized training, and implementing "multi-process" evaluation mechanisms. These proposals provide theoretical references and practical solutions for high-quality civil engineering materials course development in the New Engineering Construction context, aiming to cultivate high-caliber civil engineering professionals adaptable to emerging industries like intelligent construction and green building.

Keywords

New Engineering, Civil Engineering, Curriculum Construction, High Quality

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

随着我国新型城镇化建设提速、“双碳”目标推进及智能建造技术革新,土木工程行业正从“传统建造”向“绿色化、智能化、工业化”转型,对工程人才的技术能力、创新思维与工程素养提出更高要求[1]。2017年以来,教育部先后发布《关于开展新工科研究与实践的通知》《新工科建设宣言》等文件,明确新工科建设需突破传统工程教育的学科壁垒与模式局限,构建“以学生为中心、以需求为导向、以创新为核心”的教育体系。

土木工程材料作为土木工程专业的核心基础课,是连接材料科学与工程实践的关键纽带,其课程质量直接影响学生对后续专业课程的理解深度,以及毕业后解决工程实际问题的能力。然而,传统土木工程材料课程长期存在“重理论轻实践、重传统轻前沿、重知识轻能力”的问题,课程内容聚焦水泥、混凝土等传统材料的性能指标,与智能建材、低碳建材等产业前沿脱节;教学模式以“课堂讲授+验证性实验”为主,难以支撑学生创新能力培养;师资队伍缺乏工程实践与科研转化能力,评价体系侧重结果性考核[2]。这些问题与新工科建设对“跨界融合、实践创新、产业适配”的要求存在显著差距,亟需通过系统性改革实现课程高质量建设。本文基于新工科建设的核心内涵,结合土木工程行业发展需求,首先明确课程改革的新要求,再剖析当前课程建设的现存问题,最终从内容、模式、师资、评价四个维度提出具体建设路径,为土木工程材料课程的迭代升级提供可操作的方案,同时为其他工科专业基础课的改

革提供参考。

2. 新工科建设对土木工程材料课程的新要求

2.1. 课程目标：从知识传授转向能力与素养双提升

传统土木工程材料课程的目标定位以“掌握材料组成、结构、性能及应用”为主，聚焦知识的记忆与理解，学生虽能背诵混凝土立方体抗压强度标准、钢材力学性能指标，但难以将材料性能与工程实际需求关联。新工科背景下，课程目标需实现“三维升级”，构建“技术能力 - 创新思维 - 工程素养”协同发展的培养体系：在技术能力层面，需从“识别材料性能”升级为“设计材料方案”。例如，针对超高层建筑的核心筒结构，学生不仅要知道 C80 高性能混凝土的强度指标，更需掌握“如何根据结构受力需求、施工环境、成本预算优化混凝土配合比”；针对既有建筑加固工程，需能对比 FRP 筋、碳纤维布、外包钢等不同材料的加固效果，结合耐久性要求与施工难度选择最优方案。这要求课程目标从“知识掌握”转向“问题解决”，培养学生的工程应用能力。在创新思维层面，需从“被动接收”转向“主动探究”。新工科强调“面向未来技术”，土木工程材料领域的 3D 打印混凝土、自修复混凝土、智能感知建材等前沿技术，正逐步从实验室走向工程现场。课程需引导学生关注这些前沿方向，例如通过分析“3D 打印混凝土为何需同时满足流动性与早期强度”，培养学生“从技术痛点中提炼研发方向”的思维；通过讨论“自修复混凝土的微生物载体如何适应混凝土碱性环境”，激发学生的跨学科创新意识。在工程素养层面，需从“技术导向”转向“责任导向”。新工科建设强调“工程教育的社会价值”，土木工程材料的选择直接关系到建筑的安全性、耐久性与可持续性。课程需融入“双碳”目标下的低碳理念，例如分析“低碳水泥替代传统水泥对混凝土性能与碳排放的影响”，培养学生的环境责任；通过剖析“某桥梁因混凝土碳化导致钢筋锈蚀的事故案例”，强调材料耐久性对结构寿命的关键作用，塑造学生的安全责任意识。

2.2. 课程内容：从单一学科转向跨界融合

传统土木工程材料课程内容以“单一材料”为单元，按“水泥 - 混凝土 - 钢材 - 木材 - 防水材料”的顺序展开，知识体系封闭，与材料科学、环境工程、智能制造等学科脱节，也与工程实际中的“材料系统应用”需求不符。新工科的“跨界性”要求课程内容打破学科壁垒，构建“基础 + 前沿 + 产业”的三维融合体系：基础内容需实现“从属性记忆到逻辑关联”的重构。保留“材料基本性能”等核心知识，但弱化“单一材料属性背诵”，强化“材料性能与结构功能的耦合关系”。讲解钢材屈服强度时，需关联“钢结构设计中的强度取值”，说明“为何 Q355 钢在不同受力场景下的设计值存在差异”[3]，让基础理论与工程应用深度绑定。前沿内容需实现“从零星提及到系统融入”的突破。将材料科学、智能建造等领域的前沿技术转化为课程模块，覆盖“智能建材”“绿色建材”“新型复合材料”三大方向：智能建材模块可纳入自感知混凝土、相变储能材料；绿色建材模块需系统讲解低碳水泥、固废资源化利用、竹木结构材料；新型复合材料模块可介绍 FRP 筋、纤维增强混凝土。这些内容需对接《智能建造与新型建筑工业化发展行动计划》《绿色建筑评价标准》等政策文件，确保与产业前沿同步。产业内容需实现“从案例补充到场景嵌入”的升级。引入“真实工程场景”作为课程内容的载体，而非单纯的案例辅助。例如，以“港珠澳大桥沉管隧道混凝土”为场景，引导学生分析“如何通过配合比设计、施工控制满足 120 年耐久性要求”；以“雄安新区绿色建筑”为场景，讨论“绿色建材的选型标准、全生命周期成本分析”；以“装配式建筑构件厂”为场景，讲解“预制构件专用砂浆的流动性、粘结强度要求，以及出厂检测标准”。通过场景化内容，让学生理解产业实际中的材料应用逻辑，避免“理论与实践两张皮”。

2.3. 教学模式：从课堂教授转向实践与创新双驱动

传统土木工程材料课程的教学模式以“教师主导、课堂讲授、验证实验”为核心，学生处于被动接

收地位, 实践环节多为“按步骤操作、验证理论”, 难以激发创新思维与动手能力。新工科强调“以学生为中心”, 要求教学模式从“知识传递”转向“能力建构”, 构建“实践 + 创新”双驱动的教学体系: 实践教学需从“验证性实验”升级为“项目式实践”。传统实验可保留 20%~30%, 作为基础操作训练; 其余实践环节需设计“项目驱动型实验”, 让学生以“解决真实问题”为目标, 完成“需求分析 - 方案设计 - 实验操作 - 结果论证”的全流程。例如, 针对“校园雨水花园铺装材料”项目, 学生需先调研雨水花园的功能需求, 再设计透水混凝土的配合比, 通过实验测试不同配合比的透水率与抗压强度, 最终优化出满足需求的方案; 针对“高温地区混凝土施工”项目, 需设计“外加剂掺量对混凝土凝结时间、强度发展的影响”实验, 模拟高温环境下的混凝土性能变化, 提出施工优化建议。这类实验不预设结果, 教师仅提供指导, 学生需自主解决实验中的问题, 培养实践能力。教学场景需从“单一课堂”拓展为“虚实结合”。利用虚拟仿真技术解决传统实验“高成本、高风险、难观测”的痛点, 同时结合真实场景实现“虚拟 - 真实”的衔接: 开发“混凝土冻融破坏虚拟实验”, 通过三维模拟展示不同冻融循环次数下混凝土内部孔隙的发展、强度的衰减过程, 让学生直观理解冻融破坏机理; 开发“FRP 筋与混凝土界面粘结虚拟实验”, 动态呈现界面滑移、粘结破坏的全过程, 弥补传统实验“难以观测内部界面”的缺陷; 利用 BIM 技术构建“建筑材料全生命周期模型”, 学生可输入不同材料的参数, 模拟材料从生产、施工到运营的全流程, 理解材料选择的综合效益。虚拟实验需与工地现场教学结合, 定期组织学生到装配式建筑构件厂、超高层建筑工地参观, 由企业工程师讲解“材料存储规范”“施工中的材料性能控制”, 让虚拟认知与真实体验互补。教学互动需从“单向讲授”转变为“师生协同创新”。引入“科研项目、学科竞赛、企业需求”作为教学互动的载体, 让学生深度参与知识构建: 鼓励学生加入教师的科研团队, 参与“固废再生骨料改性”“自修复混凝土研发”等子课题, 承担“实验数据收集”“方案优化”等任务, 将科研过程转化为学习过程; 组织学生参加“全国大学生绿色建筑创新设计大赛”“全国大学生结构设计竞赛”, 以竞赛题目为导向, 开展小组协作式学习, 教师作为指导者而非决策者; 与建材企业合作, 将企业的技术需求转化为课程设计题目, 学生需与企业工程师沟通需求, 完成方案设计与实验验证, 最终提交可落地的技术报告。通过这些互动形式, 让教学过程成为“创新能力培养的过程”, 而非单纯的知识传递。

3. 土木工程材料课程建设的现存问题审视

3.1. 课程内容与产业前言脱节

课程内容的“滞后性”是当前最突出的问题, 主要体现在“重传统、轻前沿”“重理论、轻应用”两个方面。在“重传统、轻前沿”方面, 课程内容仍以传统材料为核心, 前沿技术覆盖不足。从教材内容来看, 多数《土木工程材料》教材中, 水泥、混凝土、钢材的内容占比超过 80%, 而智能建材、低碳建材、复合材料的内容仅以“附录”“拓展阅读”形式零星提及, 甚至未纳入教材; 从教学课时分配来看, 传统材料的理论讲授占 60%~70%, 前沿内容的讲解多为 1~2 课时的“专题讲座”, 学生难以形成系统认知。这种内容设置导致学生对产业新技术的了解严重不足。例如, 多数学生知道普通混凝土的配合比设计, 但对 3D 打印混凝土的“可建造性”要求一无所知; 知道传统钢材的力学性能, 但不了解 FRP 筋在腐蚀环境下的应用优势; 知道水泥的水化过程, 但对低碳水泥的“低碳机理”缺乏认知。当学生进入企业后, 面对装配式建筑专用材料、光伏建筑一体化用透光建材等新技术时, 需重新学习, 增加了就业适应成本。在“重理论、轻应用”方面, 课程内容聚焦“材料性能指标”, 但忽视工程实际中的“决策逻辑”。例如, 讲解混凝土强度时, 重点介绍“立方体抗压强度的测试方法与标准值”, 但未讨论“工程中为何优先采用轴心抗压强度设计”“不同强度等级混凝土的适用场景”; 讲解防水材料时, 仅介绍沥青卷材、高分子卷材的性能差异, 但未分析“如何根据建筑屋面的坡度、气候条件选择防水材料”; 讲解材料耐久性

时, 仅罗列“碳化、冻融、钢筋锈蚀的机理”, 但未关联“结构耐久性设计中的材料选择”。这种“重指标、轻应用”的内容设置, 导致学生虽掌握理论知识, 但难以解决工程实际问题——例如, 在课程设计中, 学生可能选择强度过高的混凝土, 忽视成本与施工难度; 在实习中, 无法理解“为何工地会对混凝土坍落度进行现场调整”, 缺乏工程思维。

3.2. 教学模式难以支撑创新能力培养

教学模式的“固化性”限制了学生创新能力与实践能力的提升, 主要表现为“实验教学程式化”“课堂教学单向化”两个问题。实验教学“程式化”, 缺乏探究性与开放性。当前多数高校的土木工程材料实验仍以“验证性实验”为主, 实验项目的设计逻辑为“教师给定方案-学生按步骤操作-记录数据-验证理论”, 学生无需思考“为何这样设计”“如何优化方案”。例如, “混凝土配合比设计实验”中, 教师已提前确定水灰比、砂率、单位用水量, 学生仅需按比例称量材料、搅拌、成型、养护、测试, 实验结果与理论值的偏差仅归因于操作误差, 而非方案设计问题; “钢材拉伸实验”中, 学生只需安装试件、启动机器、记录屈服强度与抗拉强度, 无需分析“试件尺寸对测试结果的影响”“不同加载速率对钢材力学性能的影响”。这种实验模式虽能培养学生的操作规范, 但无法激发创新思维, 当遇到“如何通过外加剂调整混凝土凝结时间以适应高温施工”“如何提高再生骨料混凝土的强度”等开放性问题时, 学生缺乏自主设计实验、解决问题的能力。课堂教学“单向化”, 缺乏互动性与参与性。多数教师仍采用“PPT讲授+板书补充”的模式, 课堂互动以“教师提问-学生回答”为主, 且问题多为“混凝土的强度等级有哪些”“钢材的屈服点是什么”等记忆性问题, 缺乏深度讨论。即使引入案例教学, 也多为“教师讲解案例-总结知识点”, 学生未参与案例分析过程。例如, 讲解“混凝土裂缝控制”时, 教师直接介绍“收缩裂缝的成因与控制措施”, 而非组织学生讨论“某办公楼楼板裂缝的可能原因”; 讲解“材料耐久性事故”时, 教师仅罗列事故现象与后果, 而非引导学生分析“如何通过材料选择、施工控制避免类似事故”。这种单向化教学导致学生难以主动构建知识体系, 对材料性能与工程实践的关联理解浅显, 更无法培养“从工程问题中提炼材料解决方案”的能力。

3.3. 师资队伍实践与科研薄弱

师资队伍“能力短板”是课程改革难以落地的关键瓶颈, 主要体现为“工程实践背景不足”“科研与教学融合不足”两个方面。在工程实践背景不足方面, 多数教师为“高校毕业-直接任教”的培养路径, 缺乏企业工作经历与工程实践经验。据调研, 国内开设土木工程专业的高校中, 45岁以下的土木工程材料教师中, 有企业挂职经历的比例不足30%; 近80%的教师未参与过实际工程项目的材料选型、检测或研发工作。这种背景导致教师对工程现场的材料应用逻辑、施工难点认知有限。例如, 讲解“大体积混凝土温控”时, 仅能从理论上介绍“分层浇筑、通水冷却”等措施, 但无法结合实际案例说明“不同浇筑厚度下的温控指标如何制定”“温控监测的点位布置原则”; 讲解“装配式建筑构件的材料检测”时, 不了解企业实际中的“出厂检测项目”“现场验收标准”, 只能照本宣科。教师的工程实践短板直接导致课程内容“脱离产业实际”, 无法引导学生理解材料在工程中的真实应用场景。

在科研与教学融合不足方面, 部分教师虽有科研项目, 但未将科研成果转化为教学资源, 导致科研与教学“两张皮”。例如, 从事“自修复混凝土”研究的教师, 仅在论文中发表研究成果, 未将“自修复剂的掺量对混凝土强度的影响”转化为学生的探究性实验; 从事“低碳水泥”研究的教师, 未将“矿渣掺量与水泥水化热的关系”融入课堂教学, 学生无法接触到科研中的前沿思路。同时, 多数教师缺乏“科研型教学”的能力, 不知道如何将科研方法融入教学过程。例如, 在讲解“材料性能测试”时, 仅介绍标准测试方法, 未引导学生思考“如何设计非标准实验验证材料的某项性能”“如何通过数据分析排除异

常值”，导致学生的科研思维与创新能力培养缺失。

3.4. 评价体系轻过程重结果

评价体系的“单一性”无法全面反映学生的能力与素养，主要存在“评价内容片面”“评价主体单一”两个问题。在评价内容片面方面，课程成绩仍以“期末考试 + 实验报告”为主，侧重考查学生对理论知识的记忆，忽视对“实践能力、创新能力、工程素养”的评价。从权重分配来看，期末考试占比 60%~70%，主要考查“材料组成、性能指标、应用范围”等记忆性内容；实验报告占比 20%~30%，评价标准多为“数据完整性、报告格式规范性”，而非“实验方案的创新性、问题解决能力”；过程性评价占比仅 10%左右，且缺乏明确的评价标准。这种评价体系导致学生形成“考前突击背诵、实验应付了事”的学习心态。例如，学生为应对期末考试，死记硬背混凝土配合比设计公式，但不会实际应用；实验报告中，数据抄袭、结论照搬理论值的现象普遍，缺乏自主分析[4]。同时，评价内容未覆盖“工程素养”，如学生的安全意识、可持续发展理念、团队协作能力，无法全面反映学生的综合素质。在评价主体单一方面，课程评价仅由校内教师主导，缺乏企业、学生等多元主体的参与，评价结果的“产业适配性”与“客观性”不足。例如，在实践环节的评价中，仅由学校教师根据报告打分，未邀请企业工程师评价学生方案的“工程可行性”。学生设计的“低碳混凝土配合比”可能在理论上满足强度要求，但企业工程师会指出“该配合比中的外加剂成本过高，不具备产业推广价值”；在项目式实验的评价中，仅由教师评价实验成果，未引入学生互评，无法反映学生在团队中的“贡献度”。部分学生在小组中仅负责数据记录，未参与方案设计，但仍能获得与核心成员相同的成绩。多元评价主体的缺失，导致评价结果无法全面反映学生的“产业适配能力”与“协作能力”，难以满足新工科对“培养适应产业需求人才”的要求。

4. 新工科建设背景下土木工程材料课程高质量建设路径

4.1. 构建“基础 - 前沿 - 产业”融合的课程内容体系

课程内容是课程建设的核心，需打破传统“单一材料”的知识框架，按“基础模块 + 前沿模块 + 产业模块”的逻辑重构，确保知识的“实用性、前沿性、系统性”。以“材料性能与结构功能的匹配”为核心，重构传统材料的知识体系。具体包括三个子模块：一、材料基本性能子模块：讲解强度、耐久性、工作性的核心概念，但需结合工程应用设计知识点。例如，讲解“混凝土和易性”时，需关联“泵送施工对坍落度的要求”，分析“砂率过大导致和易性差的解决措施”；二、材料与结构协同子模块：建立“材料性能 - 结构设计 - 施工控制”的逻辑链。例如，讲解“钢材的塑性”时，需说明“为何钢结构设计中需保证钢材的伸长率”；讲解“混凝土的徐变”时，需关联“预应力混凝土结构的徐变损失计算”；三、材料检测与标准子模块：介绍材料检测的核心标准如《混凝土物理力学性能试验方法标准》《金属材料拉伸试验第 1 部分：室温试验方法》，但需结合“检测数据的工程意义”。例如，讲解“混凝土强度回弹法检测”时，需说明“回弹值如何换算为强度推定值”“推定值与设计值的偏差如何处理”。

前沿模块：按“智能、绿色、复合”三大方向设立子模块，每个子模块包含“理论基础 + 技术应用 + 工程案例”三部分：一、智能建材子模块：理论部分讲解自感知材料、相变储能材料；技术应用部分介绍智能材料在工程中的应用；案例部分分析“上海中心大厦的智能温控材料应用”，讨论其节能效果与成本效益；二、绿色建材子模块：理论部分讲解低碳水泥、固废资源化、生物基材料；技术应用部分介绍绿色建材的评价标准；案例部分剖析“雄安新区某公建项目的绿色建材选型”，计算全生命周期碳排放；三、新型复合材料子模块：理论部分讲解 FRP 筋的力学性能、耐久性，纤维增强混凝土的增强机理；技术应用部分介绍复合材料在特殊环境中的应用；案例部分分析“某跨海大桥的 FRP 筋混凝土梁设计”，对比其与传统钢筋混凝土梁的优劣。

产业模块：以“真实工程场景”为载体，设计“场景任务 + 知识应用”的内容形式，包括三个子模块：一、重大工程材料应用子模块：选取港珠澳大桥、北京冬奥会场馆、深中通道等重大工程，设计任务式内容。例如，“针对港珠澳大桥沉管隧道，设计满足 120 年耐久性的混凝土配合比，需考虑水泥品种、掺合料类型、外加剂选择，并计算配合比的强度与抗氯离子渗透性能”；二、新型建造技术材料子模块：聚焦装配式建筑、智能建造等新技术，设计应用任务。例如，“针对装配式剪力墙的接缝部位，选择合适的灌浆料，分析其流动度、抗压强度、粘结强度要求，并制定现场施工与检测方案”；三、材料全生命周期管理子模块：引入“全生命周期成本”与“全生命周期环境影响”理念，设计分析任务。例如，“对比传统混凝土与再生骨料混凝土的 LCC 与 LCA，给出基于‘成本 - 环境’双目标的材料选择建议”。

4.2. 创新“虚实结合、产学研协同”的教学模式

教学模式的创新需打破“课堂 + 实验室”的局限，构建“虚拟仿真 + 真实实践 + 产学研协同”的立体教学体系，激发学生的主动性与创新性。1) 打造“项目式 + 虚实融合”的实践教学体系。按“基础验证 - 虚拟仿真 - 项目驱动”的梯度设计实践环节，比例为 2:3:5 基础验证实验：保留核心验证性实验，侧重培养操作规范与基础技能，包括“混凝土基本性能测试”“钢材拉伸与弯曲实验”“砂浆抗压强度测试”。实验要求学生严格遵循标准操作规程，记录原始数据，分析实验误差，确保掌握材料检测的基本方法。2) 虚拟仿真实验：开发或引入专业虚拟仿真平台，解决传统实验的局限：开发“混凝土微观结构与性能仿真”平台：学生可调整水泥品种、水灰比、养护条件，观察混凝土内部水化产物(C-S-H 凝胶、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$)的生成过程，以及微观结构对宏观性能的影响；引入“结构材料性能劣化仿真”系统：模拟不同环境下材料的劣化过程，如“氯离子侵蚀导致钢筋锈蚀的动态过程”“混凝土碳化对碱度的影响”，学生可通过调整材料参数，观察劣化速率的变化；3) 构建“BIM + 材料全生命周期仿真”模型：学生输入不同材料的参数，模拟建筑从设计、施工到运营的全过程，计算材料的能耗、碳排放与成本，优化材料选择方案。

项目驱动实验：以“科研子课题、企业需求、学科竞赛”为来源设计开放性实验项目，要求学生以小组(3~5 人)为单位完成全流程。项目选题：提供选题库，如“基于建筑垃圾的透水混凝土配方优化”“3D 打印混凝土的流动性与早期强度调控”“FRP 筋混凝土梁的抗弯性能测试”，学生也可自主提出选题；项目实施：小组需完成“需求分析 - 方案设计 - 实验操作 - 数据处理 - 结果论证”，教师仅提供技术指导，不干预方案设计。例如，“透水混凝土优化”项目中，学生需自主确定骨料级配、水泥用量、透水系数目标，通过正交实验测试不同配合比的性能，分析数据并优化方案；成果展示：采用“答辩 + 技术报告”形式，小组需向教师、企业工程师汇报项目成果，回答“方案的工程可行性”“成本控制措施”“改进方向”等问题，确保成果兼具创新性与实用性。工地现场教学：与当地建筑企业建立长期合作，每学期组织 2~3 次工地现场教学，覆盖“装配式建筑构件厂、超高层建筑工地、市政工程现场”等场景：装配式构件厂教学：由企业工程师讲解“预制构件的材料选择、生产工艺、出厂检测”，学生可现场观察构件生产过程，提问“构件运输中的材料保护措施”“现场安装的材料匹配要求”；超高层建筑工地教学：聚焦“大体积混凝土施工”“高性能材料应用”，工程师讲解“混凝土泵送过程中的坍落度损失控制”“爬模施工中的材料供应节奏”，学生可现场测量混凝土坍落度，观察养护措施，理解“施工过程对材料性能的影响”。

推行“课堂 + 工地 + 企业”的场景化教学。企业实习教学：将课程实践环节与企业实习结合，安排 2 周的企业实习，学生可选择建材企业的研发部门、检测中心或建筑企业的技术部门。研发部门实习：参与“新型砂浆研发”“混凝土配合比优化”等工作，协助工程师进行实验、记录数据，了解“产业研发的流程”；检测中心实习：参与“材料性能检测”，掌握“检测标准的实际应用”“检测报告的编写规

范”；技术部门实习：参与“工程材料的现场管理”、“施工中的材料性能控制”，理解“产业实际中的材料管理逻辑”。实习结束后，学生需提交实习报告，由企业导师与学校教师共同评分，确保实习效果。

4.3. 建设“双师双能型”师资队伍

“双师双能型”教师是课程高质量建设的关键，需通过“实践培育、科研融合、校企合作”三条路径提升师资水平。1) 强化教师工程实践能力[5]。实施“教师工程实践培育计划”，弥补教师的工程背景短板，要求45岁以下教师每3年需到建筑企业或建材研发机构挂职6个月以上，挂职岗位包括“技术部门工程师、研发部门研究员、检测中心技术负责人”，挂职期间需完成“参与一个实际工程项目的材料技术方案设计”“解决一个企业技术难题”“撰写一份产业技术报告”三项任务，挂职经历纳入教师年度考核，考核不合格者需重新挂职；工程培训与认证：组织教师参加“注册建造师”“注册结构工程师”等职业资格培训，鼓励教师考取相关证书，了解工程领域的最新标准与技术要求；定期邀请企业高级工程师开展“工程实践专题培训”，内容包括“大体积混凝土温控技术”“装配式建筑材料应用”“材料检测现场问题解决”等，提升教师的工程实践认知；工地现场调研：要求教师每学期至少参与2次工地现场调研，与项目经理、工程师交流“材料应用中的难点问题”，收集工程案例与技术需求，将调研成果转化为教学案例或实验项目。例如，调研中发现“工地混凝土坍落度损失过快”的问题，可将其转化为学生的“外加剂掺量对混凝土坍落度损失影响”实验项目。2) 推动教师科研与教学融合。建立“科研-教学转化机制”，让教师的科研成果成为教学资源。科研项目转化为教学内容：鼓励教师将科研项目拆解为“教学案例、实验项目、课程设计题目”。科研方法融入教学过程，在理论教学中引入科研思维与方法，例如，讲解“材料性能测试”时，不仅介绍标准测试方法，还需讲解“实验设计的正交法”“数据处理的误差分析方法”“结果分析的显著性检验”，引导学生以科研思维分析问题；在实验教学中，要求教师指导学生“设计对照实验验证假设”“通过数据分析得出结论”，而非单纯记录数据；设立“科研教学融合项目”，学校设立专项基金，资助教师开展“科研成果转化为教学资源”的项目，例如，“自修复混凝土虚拟实验开发”“低碳建材案例库建设”等，项目成果需通过“学生反馈、同行评价”验收，验收合格者给予奖励，激发教师的科研转化积极性。3) 组建校企联合教学团队。打破校内师资的局限，引入企业资源构建多元化教学团队，以校内骨干教师为核心，吸纳企业技术总监、高级工程师、科研机构专家为兼职教师，团队成员按“基础模块、前沿模块、产业模块”分工，共同承担教学任务。协同备课，每学期开展2~3次校企联合备课，共同设计课程内容、教学方案与实践项目。协同指导，企业教师与校内教师共同指导学生的项目驱动实验、课程设计与实习，企业教师侧重“工程可行性评价”，校内教师侧重“理论深度指导”。例如，指导学生的“低碳混凝土配合比设计”项目时，校内教师指导配合比的理论计算，企业教师评价配合比的成本与施工可行性，确保学生成果兼具理论性与实用性。

4.4. 建立“多元、过程化”的课程评价体系

构建“校内教师 + 企业导师 + 学生”的多元评价主体，各主体按职责分工，确保评价的客观性与产业适配性。校内教师评价：负责“知识掌握”“实践能力”“科研思维”的评价，具体包括：理论知识评价：通过单元测验、期末考试考核学生的基础理论与前沿知识理解；

实验能力评价：通过观察实验操作、审阅实验报告，评价学生的操作规范性与方案设计能力；

科研思维评价：通过分析项目报告中的“实验设计逻辑、数据处理方法、结论推导过程”，评价学生的科研思维。企业导师评价：负责“项目可行性”“产业适配性”的评价，具体包括：项目方案评价：从企业视角评价学生项目方案的“工程可行性”“成本控制”“技术落地性”，例如，评价“透水混凝土方案”时，需指出“骨料级配是否符合工地施工要求”“成本是否在产业可接受范围内”；实习表现评价：

根据学生在企业实习中的“工作态度”“任务完成质量”“解决实际问题的能力”，给出实习评分，并提出改进建议。学生互评：负责“团队协作”“贡献度”的评价，具体包括：小组互评：在项目驱动实验、案例讨论等小组活动中，学生按“分工合理性、任务完成度、沟通协作能力、贡献度”四个维度，对小组内其他成员打分，采用“去掉最高分与最低分后取平均值”的方式计算；自评反思：学生需提交“学习反思报告”，总结自己在课程学习中的“收获、不足、改进方向”，教师结合自评报告与实际表现，调整评价结果，确保评价的客观性。建立“评价-反馈-改进”的闭环机制，让评价结果成为学生学习与课程改革的依据。及时反馈，每次评价后，教师需在1周内反馈评价结果，针对学生的共性问题开展专题讲解，针对个性问题进行单独指导；学生反馈：每学期中期与期末，通过问卷调查、座谈会等方式，收集学生对“课程内容、教学模式、评价体系”的反馈意见。持续改进：根据学生反馈与产业需求变化，定期调整课程内容、教学模式与评价指标，例如，若学生反馈“3D打印混凝土模块难度过大”，可增加“3D打印原理”的基础讲解；若企业反馈“学生的材料全生命周期意识不足”，可增加“LCA/LCC分析”的评价权重。

5. 结语

新工科建设背景下，土木工程材料课程的高质量建设是适应土木工程行业“绿色化、智能化、工业化”转型的必然要求，也是培养高素质工程人才的关键环节。本文通过分析新工科对课程的“能力素养、跨界融合、实践创新”新要求，指出当前课程存在的“内容脱节、模式固化、师资薄弱、评价单一”等问题，进而从“基础-前沿-产业”融合的内容体系、“虚实结合+产学研协同”的教学模式、“双师双能型”师资队伍、“多元过程化”评价体系四个维度，提出系统性建设路径。

参考文献

- [1] 肖伟晶, 胡紫薇, 万宏鹏. 新工科背景下土木工程专业材料力学课程教学改革实践[J]. 西部素质教育, 2025, 11(19): 168-171.
- [2] 艾心炎, 潘美萍, 张健超. 新工科背景下土木类专业“理论力学”课程综合改革研究[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2025(9): 43-47.
- [3] 林沛元, 黄林冲, 林凯荣, 等. 新工科背景下基于“三制”融合的土木工程人才培养机制探索[J]. 高教学刊, 2025, 11(25): 46-50.
- [4] 周阳, 陈小平, 董建辉, 等. 工程认证视域下土木工程专业课程改革与实践——以《道路立交规划与设计》为例[J]. 内江科技, 2025, 46(2): 32-33+55.
- [5] 李政, 肖珍, 赵恒, 等. 地方应用型本科院校土木工程专业人才培养策略探究[J]. 广西开放大学学报, 2025, 36(3): 76-82.