

# 新工科背景下智能建造专业人才培养模式探索与实践—以土木工程材料课程为例

王南<sup>1,\*</sup>, 史欣鑫<sup>1</sup>, 卫琳<sup>1</sup>, 李嘉奇<sup>1</sup>, 胡智淇<sup>1</sup>, 费爱萍<sup>1</sup>, 田雨泽<sup>1</sup>

1. 辽宁科技大学, 土木工程学院, 辽宁 鞍山, 114051

**摘要:** 面对建筑业数字化转型与新工科建设需求, 传统土木工程材料课程仍以单向灌输教学为主, 学科交叉流于形式、教学模式滞后、评价体系单一, 这种课程体系难以满足智能建造专业对“土木工程+数字化”复合型人才的培养要求。本文以土木工程材料课程改革为切入点, 提出以“学科交叉—实验创新—评价机制”三位一体为框架的课程体系重构思路, 通过数字化教学平台实现教学从单向传授向混合式互动转变, 并构建覆盖学习全过程的多元评价体系。

**关键词:** 新工科; 智能建造; 土木工程材料; 学科交叉; 课程重构

## Exploration and Practice of Talent Training Model for Intelligent Construction under the Background of New Engineering - Taking Civil Engineering Materials Course as an Example

Nan Wang<sup>1,\*</sup>, Aiping Fei<sup>1</sup>, Yuze Tian<sup>1</sup>, Xinxin Shi<sup>1</sup>, Lin Wei<sup>1</sup>, Zhiqi Hu<sup>1</sup>, Jiaqi Li<sup>1</sup>

1. School of Civil Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning, 114051, China

**Abstract:** In response to the digital transformation of construction industry and the demand for new engineering construction, traditional civil engineering materials courses still rely on one-way indoctrination teaching, with interdisciplinary learning becoming a formality, outdated teaching models, and a single evaluation system. This curriculum system is difficult to meet the training requirements of intelligent construction majors for “civil engineering + digitalization” composite talents. This article takes the reform of the civil engineering materials course as the starting point and proposes a curriculum system reconstruction idea based on the framework of “interdisciplinary experimental innovation evaluation mechanism”. Through a digital teaching platform, teaching can be transformed from one-way teaching to mixed interaction, and a diversified evaluation system covering the entire learning process can be constructed.

**Keywords:** New engineering; Intelligent construction; Civil engineering materials; Interdisciplinary; Curriculum reconstruction

当前, 全球新一轮科技革命与产业变革加速演进, 人工智能、数字孪生、物联网等新兴技术与建筑业的融合日益深入<sup>[1]</sup>。土木工程材料作为智能建造专业的重要基础课程, 虽已构建较为完整的科学知识体系, 但在数字化转型背景下<sup>[2]</sup>, 传统理论讲授与验证性实验为主的模式已难以满足行业对

“土木工程+数字化”复合型人才的需求。新工科建设强调“学科交叉、协同育人”理念<sup>[3,4]</sup>,要求教学过程在夯实专业核心知识的同时,横向整合 BIM、智能建造等关联技术,纵向拓展人工智能等交叉学科内容。跨学科融合的教学模式,有助于激发学生的创新思维,提升其解决复杂工程问题的能力。本文从剖析土木工程材料课程体系存在的结构性与内容性问题出发,围绕新工科背景下的人才培养目标,提出教学内容重构的路径设计思路。

## 1 土木工程材料课程存在的问题

### 1.1 教学方式传统

土木工程材料课程普遍存在知识体系庞杂、内容覆盖面广、各章节之间逻辑关联性较弱的问题。传统教学模式下,教师多采用以课堂讲授为主的“填鸭式”教学方法,将大量概念知识点单向灌输给学生,学生长期处于被动接受状态,学习积极性难以调动<sup>[5,6]</sup>。在课程设置方面,高校普遍将《土木工程材料》实验环节穿插于理论教学之中,在同一学期内完成。尽管《土木工程材料》课程的教学问题已引发国内众多高校的长期关注,各校相继提出优化课程体系、改进授课方式、完善考核机制等多项改革措施,当前改革仍主要聚焦于教学理念与组织形式的调整,虽在一定程度上提升了教学效率,但整体教学效果仍不尽理想,存在明显不足。

### 1.2 教学内容陈旧

当前土木工程材料课程面临知识结构滞后于行业技术迭代的问题,教学内容仍以水泥、钢材、混凝土等传统建筑材料为主线,对高延性混凝土、相变储能材料、自修复材料等前沿成果涉及甚少。这种“重历史经典、轻前沿动态”的内容设置,削弱了学生对材料科学发展的宏观认知,难以适应以素质教育、实践能力和创新意识为核心的本科人才培养要求。此外,学生课余时间日益多元化,能够在实验前预习并掌握相关知识的学生比例偏低,直接削弱了实验环节的教学效果与能力培养功能,亟需通过融入绿色低碳与智能材料等前沿模块实现土木工程材料课程结构重组。

### 1.3 以基础性和验证性实验为主

多数高校的土木工程材料实验课程仍然以基础性和验证性实验为主体<sup>[7]</sup>,例如水泥标准稠度用水量、骨料颗粒级配、混凝土抗压强度等。实验流程通常由教师先讲解实验目的、操作步骤及预期结果,再由学生按既定方案分组操作,最终验证数据是否达标。在这一模式下,实验过程高度程式化,学生处于被动执行状态,以完成规定任务为主要心态,难以体现实验作为科学探索活动的本质<sup>[8]</sup>。同时,由于实验结果可预知或易于推断,部分学生在操作失误或理解偏差导致数据异常时,往往采取修改数据、伪造记录等方式应付考核,甚至不经实验直接编造报告。这种现象不仅掩盖了真实的掌握程度,也削弱了实验教学在培养严谨工程思维与科学探究能力方面的应有作用。

## 2 教学内容重构路径设计

### 2.1 融入交叉学科知识模块

在新工科建设背景下,课程体系重构的关键在于突破传统“材料种类—性能指标—验证实验”的静态知识框架,而以“学科交叉、能力牵引”为导向,建立“土木工程材料+”新课程体系。理论知识模块(26学时),以《BIM 技术与应用》、《Python 数据分析》等课程为切入点,结合传统土木工程材料知识,融入 BIM、人工智能、3D 打印工艺等前沿技术案例,拓宽学生交叉学科知识视野,秉持“以学生为中心”的教学理念,采用问题驱动、项目导向等教学方式,充分激发学生学习兴趣,

直观呈现学科交叉融合的实际效益, 显著提升教学的针对性和实践性。

实验知识模块中(14学时), 划分为“传统验证+3D打印”两大模块。其中, 8学时传统验证实验聚焦水泥与砂石基础性能检测, 通过测定水泥标准稠度用水量、凝结时间、体积安定性及砂石筛分、堆积密度等实验, 帮助学生掌握材料基础性能测试方法, 巩固专业基础知识; 6学时3D打印实验课程引入智能化技术, 借助AI算法优化3D打印混凝土配合比设计及打印路径规划, 同时探究材料的可打印性、可建造性等关键工艺参数。这种分层递进的实验体系, 既强化了学生对土木工程材料基础理论知识, 又通过跨学科技术融合实验课程, 培养学生的创新实践能力与团队协作意识, 有效实现了实验教学从知识验证到创新应用的转型升级。

## 2.2 构建层次化内容框架

在新工科建设与建筑业数字化转型的背景下, 土木工程材料作为智能建造专业的核心基础课程, 其教学内容与模式亟需突破传统“材料种类—性能指标—验证实验”的静态知识框架。东莞理工学院土木工程材料课程团队以新版《绿色建材评价技术导则》为基准, 重构教学大纲, 将课程知识点分层设计为基础层(材料力学性能与耐久性实验)、进阶层(UHPC、自修复混凝土等新型材料案例)和前沿层(智能材料在智慧建造中的应用), 形成“基础—应用—前沿”一体化的知识传授体系, 这种分层设计有效实现了知识传授与能力培养的有机统一。因此, 本课程理论知识模块以“材料基础性能认知”与“传统验证性实验”夯实专业根基, 借助AI辅助配合比设计实现数字化赋能, 依托3D打印混凝土实验激发学生创新思维。这种分层递进的教学体系构建契合新工科建设理念, 实现“知识验证—综合应用—创新实践”的三级跃升。

## 3 教学模式的创新及实施方案

### 3.1 教学模式创新

基于BOPPPS教学模式的线上线下混合式教学设计<sup>[9, 10]</sup>, 打造数字化教学平台。整合现有的网络资源在超星泛雅平台上建立土木工程材料在线课程, 融合BIM技术、人工智能、3D打印等前沿知识, 打造土木工程材料智能化教学平台。基于BOPPPS教学模式, 实施“三段式”线上线下混合式教学。课前阶段(线上): 老师在教学平台上发布学习任务, 学生通过平台自主学习形成初步知识框架, 为后续课堂深度学习奠定基础, 并完成相关测试, 教师基于测试结果调整教学策略。课中阶段(线上+线下): 教师通过引入智慧工地材料管理、3D打印技术等工程案例作为课程导入, 引发学生思考; 在教学目标和重难点知识基础上, 教师以“学生为中心”就开放性问题组织学生小组讨论, 学生展示讨论成果和互评, 教师再进行点评, 培养学生的创新能力; 教师在平台上发布随堂测试任务, 学生在规定时间内完成, 教师讲解题目, 当堂解决学生的难点, 采用思维导图的方式带领学生回顾课程的主要内容和重难点, 帮助学生梳理知识体系, 加深理解。课后阶段(线上+线下): 教师针对课前和课中不足之处, 有的放矢、因人而异地布置作业, 学生按时完成; 教师根据作业反馈情况指导作业, 巩固知识薄弱点; 发布调查问卷了解学生对课程的意见, 教师针对问题持续改进。

### 3.2 评价体系

基于OBE理论<sup>[11]</sup>, 构建“全过程+多维度”的多元评价体系。依托超星泛雅平台建立“线上+线下”全过程考核机制, 将传统单一结果评价转变为涵盖平时成绩(20%)、实验成绩(30%)和期末考核(50%)的“全过程+多维度”的多元评价体系, 全面覆盖学生学习的各个环节, 实现对学生知

识掌握、能力提升及素质发展的协同培育。平时成绩借助超星泛雅数字化教学平台，包含课前、课中和课后三个阶段评价，既有学习过程的反映，又有学习结果的反馈，方式设置合理。其中，课前评价（线上），学生通过观看微课、研习学习资料并完成测试，此过程中产生的数据成为评价学生自主学习能力和知识初步掌握程度的依据；课中阶段（线上+线下），课前学习结果的反映、小组讨论参与度（创新思维、创新观点等）、学生间互评表现、随堂测试成绩及对解疑结果的反思情况，以此综合评判学生在课堂互动、知识运用及问题解决能力方面的表现；课后评价（线上+线下），以作业完成质量和总结反馈内容为评价要点，检验学生对知识的巩固与深化程度。

期末成绩：根据课程大纲要求，试卷内容覆盖各章节知识点，着重考核学生对知识综合应用的掌握程度。实验成绩：实验表现（打印作品、实操能力等）和实验报告两部分构成。实验表现方面，围绕学生操作实验仪器设备的规范性、熟练度及对实验流程精准把控能力展开，着重聚焦于学生能否突破常规思路，提出具有创新性的实验设计或改进方案，并将其转化为实验作品，展现独特的创新思维与实践能力；实验报告要求学生以严谨的学术规范，系统呈现实验目的、方法、过程、数据处理及结论等内容，全面检验学生的实验总结归纳能力、逻辑思维能力及科研写作能力。

土木工程材料课程体系重构内容框架，如图1所示。

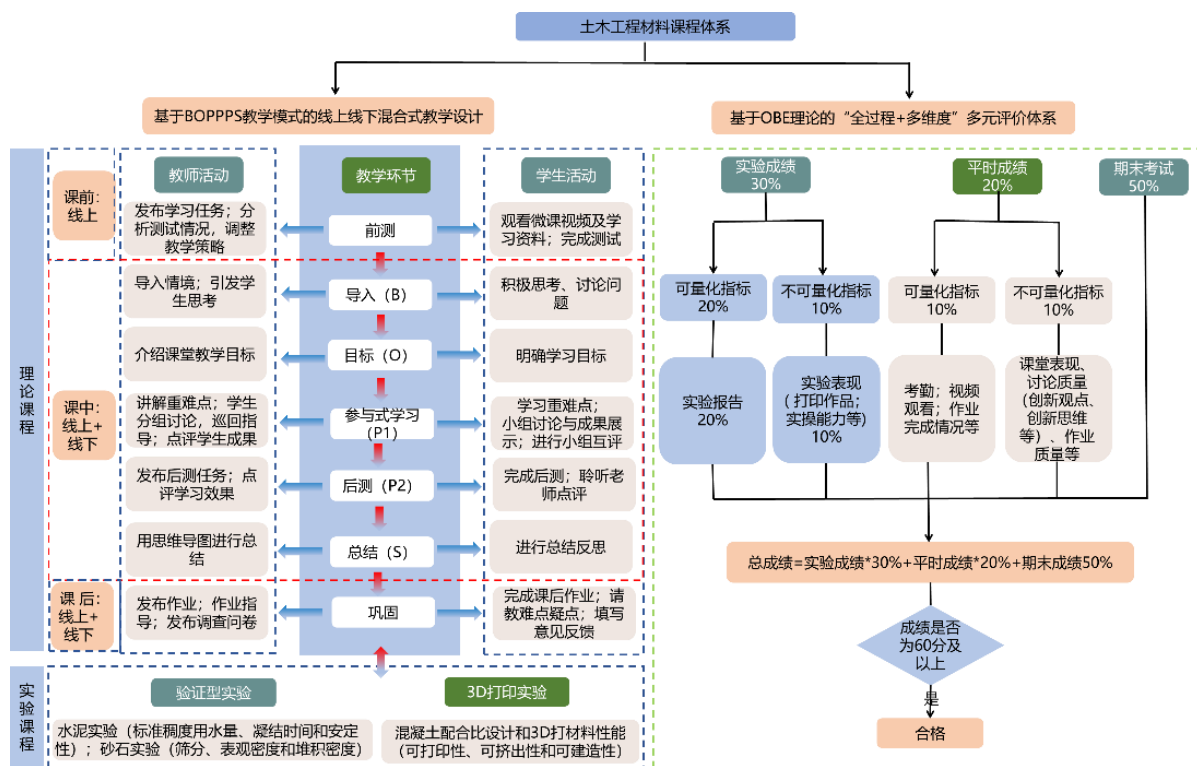


图1 土木工程材料课程体系

Fig. 1 Curriculum system of civil engineering materials

#### 4 结语

在新工科建设与建筑业数字化转型的双重驱动下，智能建造专业对“土木工程+数字化”复合型人才的需求日益迫切。本文以土木工程材料课程改革为切入点，系统分析了传统课程体系在教学模式、教学内容及实验环节等方面存在的结构性弊端。在此基础上提出“学科交叉—实验创新—评价

机制”三位一体的课程重构方案,在教学内容层面,融入 BIM、人工智能、3D 打印等交叉学科知识模块;在实验教学层面,采用“传统验证+3D 打印”分层递进式实验体系;在教学模式与评价机制层面,基于 BOPPPS 模型开展线上线下混合式教学。这种课程体系不仅强化了学生对土木工程材料基础理论知识的系统认知,更通过跨学科技术融合有效培养了学生的创新实践能力。

### 参考文献

- [1] 崔维久,赵传凯,侯东帅,等.面向“新工科+智能建造”需求的土木工程施工课程教学[J].中国冶金教育,2024,(3): 19-24.
- [2] 孙涵.数字化背景下远程教育发展路径探索[J].广西开放大学学报,2025,36(2): 5-11.
- [3] 张琦,穆保岗,田龙岗,等.“地下结构工程—智能建造”交叉课程体系建设的探索与实践[J].大学教育,2025,(9): 1-5.
- [4] 郑强强,蔡海兵,唐彬,等.新工科背景下多学科交叉融合的土木工程创新型人才培养[J].科教导刊-电子版,2024,(17): 13-15.
- [5] 王信刚,胡明玉,丁成平.土木工程材料课程教学改革和效果评价[J].高等建筑教育,2015,24(2): 60-63.
- [6] 解国梁,王福成,刘金云,等.土木工程材料课程研究性教学改革与实践[J].实践科学与技术,2017,15(6): 83-85.
- [7] 李福海,靳贺松,王江山,等.土木工程材料课程实验创新探讨—以纤维水泥基材料抗拉综合性试验为[J].实验室研究与探索,2020,39(1): 185-190.
- [8] 徐克龙,柳美玉,杨黄谦,等.土木工程材料实验教学改革探讨[J].河南建材,2018,1: 212-215.
- [9] 张红欣,妥林,张大鹏,等.新工科背景下基于 BOPPPS 模型的混合教学设计—以“传热学”课程为例[J].科技风,2026,7: 94-96.
- [10] 张成龙. OPPPS 模型对课堂互动性的提升效应——基于应用型本科创业管理课程的准实验研究[J].秦智,2025,10: 149-151.
- [11] 柏晶,谢幼如,李伟,等.“互联网+”时代基于 OBE 理念的在线开放课程资源结构模型研究[J].中国电化教育,2017,1: 64-70.

**基金项目:** 2025 年辽宁科技大学本科教学改革研究项目: 新工科背景下的多学科交叉融合智能建造专业人才培养(XJJG202544); 2025 年度实验教学改革项目: 新工科背景下基于“OBE+BOPPPS”模式的《土木工程材料》实验课程教学改革探索与实践(2025XNFZ-25476); 2025 年校级产学研合作协同育人项目: 绿色节能及碳排放师资培训班(250904699290548)。

**作者简介:** 王南(1990-),女,博士研究生,讲师,研究方向: 镁质胶凝材料。E-mail: wangnan@ustl.edu.cn。