

“项目驱动·虚实融合·筑基拓新”的《土木工程施工技术与组织》课程教学创新探索与实践

田雨泽¹, 费爱萍^{1,*}, 史欣鑫¹, 李嘉奇¹

1. 辽宁科技大学, 土木工程学院, 辽宁 鞍山, 114051

摘要: 针对教学中“不会用、能力弱、不自信”的核心问题, 课程团队以 OBE 教育理念为指导, 开展新工科背景下的多维度教学创新。通过重构模块化、跨课程融合的课程内容, 创新“线上自主学习+线下翻转课堂”混合式教学方法, 创设“虚拟仿真+现场教学+线上交互”多元教学环境, 建立多元评价体系, 构建起项目驱动—虚实融合—筑基拓新的创新教学模式。经多年实践, 学生学习参与度、学业成绩与工程实践能力显著提升, 该成果操作性强, 已在本校专业课程群示范推广, 对地方工科院校土木工程及相关工科专业教学改革具有一定借鉴与推广价值。

关键词: 项目驱动; 虚实融合; 筑基拓新; 教学创新

Exploration and Practice of Teaching Innovation in Civil Engineering Construction Technology and Organization Based on Project-Driven Learning, Virtual-Real Integration, and Foundation-Oriented Innovation

Yuze Tian¹, Aiping Fei^{1,*}, Xinxin Shi¹

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

Abstract: To address the core problems in teaching, namely students' difficulties in application, weak practical abilities, and lack of confidence, the course team, guided by the OBE educational philosophy, carried out multidimensional teaching innovation under the background of new engineering education. By reconstructing modular and cross-course integrated teaching content, innovating a blended teaching method that combines online autonomous learning with offline flipped classrooms, creating a diversified teaching environment integrating virtual simulation, on-site teaching, and online interaction, and establishing a multiple evaluation system, the team developed an innovative teaching model featuring project-driven learning, virtual-real integration, foundation-building, and innovation expansion.

After years of practice, students' learning engagement, academic performance, and engineering practice abilities have been significantly improved. The achievement is highly operable and has been demonstrated and promoted among professional course groups at the university, providing valuable reference and promotional significance for the teaching reform of civil engineering and related engineering majors in local engineering universities.

Keywords: Project-driven learning; Virtual-real integration; Foundation-building and innovation expansion; Teaching innovation

1 课程基本概况

《土木工程施工技术与组织》是土木工程专业核心必修专业课，专业类代码 0810，3 学分，总学时 48h（线上线下混合教学 40h、实训 8h）。通过本课程的学习，学生可以从工科结合管理、经济、法律法规的角度掌握各类土木工程施工的基础知识、基本理论和决策方法，熟悉现行施工规范、标准、规程，具有社会责任感和工匠精神，具备解决土木工程施工复杂问题和应用创新的能力。

课程自 2019 年启动线上线下混合式教学改革到 2025 年建设智慧课程（见图 1），经六年实践探索与优化，形成了适配地方工科院校办学定位、贴合行业发展需求的创新教学模式。



图 1 课程建设历程

Fig. 1 Course construction process

2 教学痛点与核心举措

土木工程施工技术与组织是实践性、综合性极强的土木工程专业的核心课程，随着 BIM 技术、装配式建筑、绿色施工等新技术发展，行业对人才的工程实践、知识整合、问题解决能力提出更高要求^[1-3]。传统教学模式难以适配行业需求与现代教育理念，经教学反思、学生调研与行业反馈，梳理出三大教学痛点，见图 2。

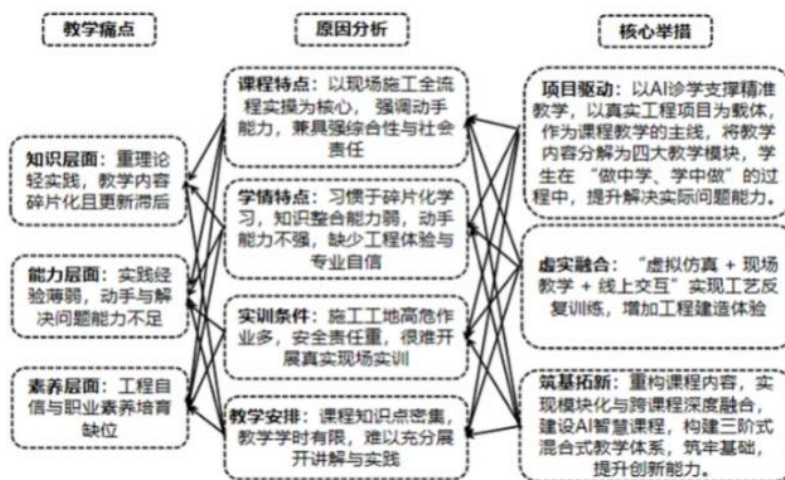


图 2 教学痛点、原因分析及核心举措

Fig. 2 Teaching pain points, cause analysis, and core measures

2.1 教学痛点

2.1.1 知识层面（不会用）：重理论轻实践，教学内容碎片化且更新滞后

传统教学以知识讲授为主，受课时、场地、安全和资源限制，施工中的真实工程问题呈现不足，教材与课堂内容滞后于行业新技术（如装配式施工技术、智能建造、BIM 施工应用等）。学生对单

项施工工艺、施工组织方法和现场管理方法知识点掌握很好,但仅掌握了碎片化的知识点,学习停留在“知道是什么”层面,缺乏工程全流程整合,难以完成从知识识记到工程决策的跃迁,本质是课程缺少面向真实施工问题的任务链设计,导致学生“会学知识、不会做工程”。

2.1.2 能力层面(能力弱): 实践经验薄弱, 解决复杂工程问题能力不足

现场教学受安全、工期、场地限制,学生实践机会少、体验浅,多为参观式学习,无法参与关键工序与决策。学生重应试轻应用,考试知识点掌握很好,分数较高,但识图、算量、施工方案编制等核心实操能力薄弱,解决现场复杂问题、应急处置、协调沟通等工程能力培养缺位。如学生掌握了土方开挖方法、土方机械种类与特点、施工降水、基础混凝土的模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑、土方回填等知识点,但不能很好兼顾结构、建筑、工艺、进度、质量、安全等多方面要求编制完整基础工程施工方案。本质是课程内容组织方式没有围绕工程任务进行系统重构,缺少实际工程训练。

2.1.3 素养层面(不自信): 工程自信与职业素养培育缺位

对安全意识、质量责任、工程伦理强调不足,学生缺乏“质量终身制”的职业敬畏心^[4]。忽视工匠精神、规范意识、成本与环保意识,与行业对高素质工程人才要求脱节。团队协作、工程表达、文档编写、现场管理等综合职业素养缺乏系统训练。土木工程目前正在行业低谷期,学生感到前途迷茫,缺乏专业自信,而教师难以及时把握学生学习状态。其本质是评价方式与课程目标不完全匹配,未能发挥评价对素养培养的反向牵引作用。

2.2 核心举措

围绕“不会用、能力弱、不自信”三大痛点,课程团队以 OBE 理念为统领^[5,6],依托虚拟仿真实验中心、实训教学基地、智慧课程平台和多年混合式教学建设基础,依托智慧课程平台数据找准学情,以真实工程项目任务牵引教学重构,以虚拟仿真和工程现场教学打通理论与实践,以优化评价方法促进能力生成。构建“项目驱动—虚实融合—筑基拓新”的教学新范式。

2.2.1 项目驱动: 以 AI 诊学支撑精准教学,以真实工程项目为载体,作为课程教学的主线,将教学内容分解为四大教学模块,学生在“做中学、学中做”的过程中,提升解决复杂工程问题能力

(1) AI 诊学

依托智慧课程,将教学过程分为课前、课中、课后三个阶段,实现低阶认知到高阶能力的阶梯式提升。AI 助教承担“诊学、提示、反馈、答疑”的支架功能,把教师从重复性讲解中解放出来,把更多课堂时间留给真实问题分析。

(2) 项目驱动

以校内研究中心工程(26000m²)真实项目划分项目问题模块,任务要求“如何在 30 天内完成基坑开挖与支护,同时满足周边管线零破坏、成本较定额降低 5%”为核心问题,引导学生拆解“支护选型(钻孔灌注桩 vs 锚喷联合支护)-开挖顺序(分层分段)-降水方案(管井 vs 真空井点)-监测预警”子任务,选择适合的施工方案。鼓励学生突破常规方案,如设计“可回收式预应力锚索”减少材料浪费、采用“自动化监测机器人”替代人工读数提升精度,体现“精益施工”理念。

2.2.2 虚实融合: “虚拟仿真+现场教学+线上交互”实现工艺反复训练,增加工程建造体验

针对施工实践场景难以课堂还原的问题,创设“虚拟仿真+现场教学+线上交互”多元教学环境,突破时间、空间与工程安全限制,实现理论与实践深度融合,见图 3。



图 3 多元教学环境

Fig. 3 Diversified teaching environment

(1) 虚拟仿真：2019 年合作建设施工虚拟仿真教学平台，成立 BIM 实训中心与虚拟仿真实验中心，学生可在虚拟环境中完成施工全流程的测量、放线、方案制定、质量验收等技能训练，突破实际工程“一次成型、无法反复操作”的限制，实现工艺反复训练，熟练掌握施工工艺与组织要点[7]。

(2) 现场教学：与本地央企合作，组织学生走进在建工程现场，由企业工程师与校内教师联合授课，现场讲解施工工艺、组织管理、质量控制与安全注意事项，让学生直观感受工程实际，理解工匠精神。

(3) 线上交互：依托线上 MOOC 搭建线上讨论区、作业区、测试区与资源区，完善知识图谱，设立 AI 助教^[8]，实现师生、生生实时交互。学生可随时发起问题、分享心得，教师可及时反馈辅导，弥补课堂教学时间不足，打造无时空限制的教学环境。

2.2.3 筑基拓新：重构课程内容，实现模块化与跨课程深度融合，建设 AI 智慧课程，构建三阶式混合式教学体系，筑牢基础，提升创新能力

(1) 以任务重构内容

本课程与《土木工程材料》《房屋建筑学》《混凝土结构设计》等前序、并行课程的关键知识点进行关联建立知识网络。课程打破单纯按教材章节推进的方式，按照施工流程与工程任务将内容重组为“土方与基础工程、主体结构施工、围护与装饰工程、施工组织”四大模块，并在每个模块中设置“工艺原理—施工要点—质量控制—方案设计”四层任务，推动学生由低阶认知走向高阶应用。为了便于学生理解，将初级认知型知识拆解为碎片化知识点，录制 60 余个、总时长超 1000 分钟的教学视频；引入装配式施工技术、智能建造、BIM 施工应用等前沿知识，施工验收规范，搭建包含 600 余个典型例题、工艺图文资料与工程案例的线上资源库，丰富自主学习资源，实现知识分层传递。

(2) 构建三阶式混合式教学体系

翻转课堂将“知识讲授”转为“任务攻关”，通过师导生演、小组研讨、案例辨析、方案汇报、同伴互评等形式，引导学生把前序学习转化为施工决策。教师科研项目引入课堂，如以“装配式轻钢轻墙绿色农房”项目为例：课前，学生围绕轻钢结构、固废轻质保温复合墙体等内容完成线上学习；课中，教师以盖州市绿色农房施工为情境，组织学生围绕钢结构加工与安装、轻质墙体安装、绿色节能设备等关键问题开展小组决策与汇报；课后，学生提交施工方案和反思报告，并根据教师与同伴反馈进行二次优化。通过这一过程，学生不再停留于“知道钢结构工程有哪些知识点”，而

是学会“在具体工程约束条件下做出可实施的施工选择”。鼓励“微创新”，如用“可降解安全网”替代传统密目网、设计“雨水收集-混凝土养护”循环系统，结合大创项目申报让“绿色施工”从口号变为可量化的工程行动，具体操作如图4所示。

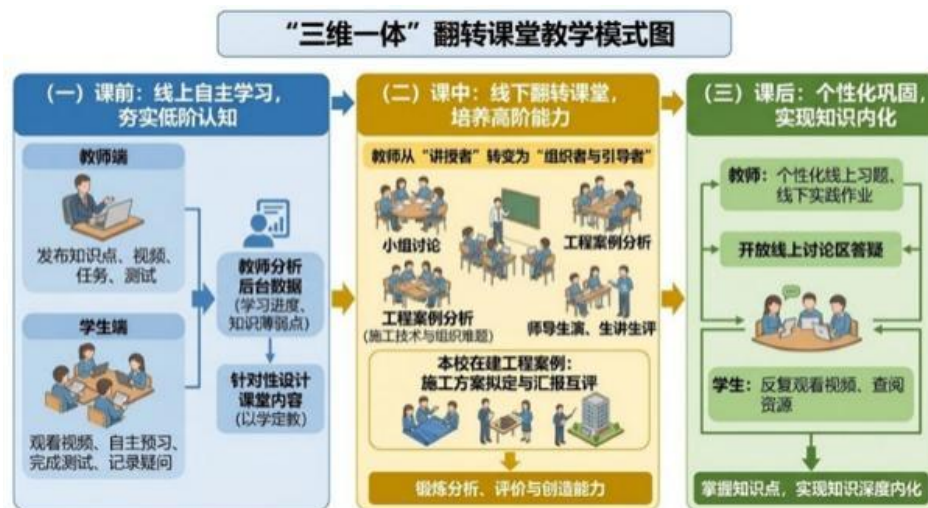


图4 “三维一体”翻转课堂教学模式

Fig. 4 Three dimensional integrated flipped classroom teaching mode

(3) 建立多元评价体系

针对评价方式固化、重结果轻过程问题，打破“一考定成绩”模式，构建“平时成绩20分+实训成绩20分+期末闭卷考试60分”的多元评价体系，评价覆盖教学全流程，兼顾知识、能力与态度。

学习态度考核（占平时和实训成绩10%）：考核自主学习主动性与课堂参与度（4%）、课程论坛中的发帖及回帖数（3%）、课程出勤等（3%），通过平台实现数据自动统计与客观评价。学习任务考核（占总成绩90%，平时成绩10分+实训20分+期末60分）：包括课程任务点的学习及测验（5%）、大作业（5%）、实训（20%）、及期末测试（60%）。其中大作业以施工方案拟定为主，考核知识整合与实践应用能力；期末考试侧重核心理论与工程问题分析能力，实现过程与终结考核有机结合。两组同学同做“施工方案设计”，A组侧重“进度优化”（用软件压缩工期15天），B组侧重“绿色施工”（雨水回收系统、建筑垃圾分拣），教师分别标注“进度管理优”“可持续发展优”，避免“一刀切”。

通过平台掌握学习数据，精准掌握学生状态、因材施教；通过重构教学内容筑牢课程知识点；引入科研案例提升创新能力；评价指标向实践与过程倾斜，引导学生从“被动应试”向“主动学习、注重实践”转变，提升能力素养。

3 教学创新的实施成效

经五年多实践与优化，做到了“以AI和数据看见学生，以真实任务重组教学，以多元场景支撑能力，以全过程评价促进成长”。课程从学生学习表现、学业成绩、能力提升、教学建设四个维度实现显著提升。有效解决了传统教学的核心问题：

3.1 学生学习投入和学习方式发生积极变化

碎片化线上知识点与灵活学习时间显著提高了学生主动性，学生由“等教师讲”转向“先自主学习、再带着问题学、最后在任务中学”。2021-2025学年线上学习参与度稳定在95%以上，课程视频

平均观看完成率达 93%；超 50%学生对知识点反复学习反复，部分知识点反复学习率达到 150%，核心知识掌握程度显著提升。这表明课程已初步形成以学生主动学习为特征的学习生态。更重要的是，学生学习方式发生了实质变化。通过 AI 诊学、任务驱动和过程评价，学生开始把“学知识”转变为“解决问题”，把“完成作业”转变为“优化方案”，由被动应试型学习走向主动建构型学习。

3.2 学业成绩与工程实践能力同步提高

混合式教学下，学生课程平均成绩较传统模式提升 15%以上，及格率稳定在 90%以上、优秀率提升 10%。本项改革的关键成效，不在于单纯提高分数，而在于提升学生解决真实工程问题的能力。学生能独立完成施工组织设计、方案拟定等实践任务，在全国 BIM 毕业设计创新大赛、辽宁省土木工程创新创业大赛、结构大赛等赛事中获奖人数逐年增加，实现学用结合。

3.2.1 课程建设与团队教研能力显著提升

课程获评省级线上线下混合式一流本科课程，团队主持各级教改项目 6 项，编写普通高等教育“十四五”规划教材 2 部，发表教研论文多篇，校级教学成果奖 2 项；建成包含 1000 分钟教学视频、600 余个典型例题的优质线上资源库，为课程持续建设奠定基础。

3.2.2 专业人才培养质量与行业适配度持续提升

课程创新推动了本校土木工程专业人才培养方案优化，教学模式已在《智能建造导论》、《BIM 技术应用》等课程推广，形成“以点带面”的教改效应。专业毕业生工程实践与知识整合能力显著提升，在施工、设计、工程咨询等单位的就业竞争力增强，就业率稳定在 95%以上，受到用人单位一致好评。学生在全国结构设计大赛、BIM 毕业设计大赛等比赛中取得优异的成绩。

4 教学创新成果的推广价值与应用前景

本课程创新成果基于地方工科院校办学定位与土木工程教学实际，改革思路清晰、举措落地、可操作性强，形成了适配地方工科院校办学定位、贴合行业发展需求的创新教学模式，具有较好的校内示范、校际借鉴与跨学科参考价值。

4.1 校内示范推广价值

课程形成的模块化内容重构、任务驱动教学和多元评价机制，可向土木类相关课程复制推广，推动专业课程群由“各自为战”转向“协同育人”。

4.2 地方工科院校校际借鉴价值

对地方工科院校而言，本成果为解决“教学内容碎片化且更新滞后，重理论轻实践；实践经验薄弱，解决复杂工程问题能力不足；工程自信与职业素养培育缺位”等共性问题提供了一条路径清晰、成效可见的改革思路。多校合编教材《土木工程施工技术与组织》已在多所院校开展使用，获评冶金优秀教材三等奖。

4.3 工科专业跨学科参考价值

课程提出的“项目驱动、虚实融合、筑基拓新”创新教学思路，对机械、电气、智能制造等实践性较强课程同样具有启发意义。

5 结论

本文立足新工科与 OBE 理念，针对课程教学中知识脱节、实践不足、素养缺位等问题，构建“项目驱动·虚实融合·筑基拓新”教学模式。经多年实践，该模式有效提升了学生自主学习积极性、工程实践能力与综合职业素养，教学成效显著。课程改革成果已在校内及多所地方院校推广，具备

较强可复制性。后续将持续融合新技术、丰富工程案例，不断优化教学体系，提升人才培养质量。

参考文献

- [1] 张恒, 郑兵云, 唐根丽, 等. 面向智能建造的工程管理专业 BIM 实践教学[J]. 高等工程教育研究, 2021, (3): 54-60.
- [2] 卢昱杰, 高慧, 霍天昭. 智能建造专业建设体系与教学方案设计[J]. 高等建筑教育, 2022, 31(1): 8-14.
- [3] 毛超, 严薇, 刘贵文, 等. 智能建造专业教育创新与实践[J]. 高等建筑教育, 2022, 31(1): 1-7.
- [4] 王晓东, 刘洋, 李伟, 等. 新工科背景下土木工程施工课程思政教学改革研究[J]. 高等建筑教育, 2023, 32(2): 120-125.
- [5] 许庆虎, 何夕平, 康小方. 基于 OBE 理念的“土木工程施工”课程教学改革研究[J]. 科技风, 2022, (21): 98-100.
- [6] 俞燕飞, 李娜, 高越青, 等. 基于 OBE 的工程项目管理课程混合式教学改革[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2021, (8): 51-53.
- [7] 韩培锋, 古松. 基于虚拟仿真技术的《土木工程施工技术》课程项目驱动式教学法研究[J]. 科技创新导报, 2021, 18(19): 132-134.
- [8] 李玲, 王国成. 知识图谱与 AI 助教在无机化学混合式教学中的初步探索——以“沉淀溶解平衡”的教学为例[J]. 大学化学, 2025, 40(6): 1-8.

¹ **第 1 作者简介:** 田雨泽 (1970-), 男, 硕士研究生, 教授, 研究方向: 新型建筑材料、装配式建筑。 E-mail: 319933700033@ustl.edu.cn。

***通讯作者简介:** 费爱萍 (1980-), 女, 博士研究生在读, 副教授, 研究方向: 岩土工程。 E-mail: feiaipingxfr@126.com。