

智能施工技术融入土木工程施工技术课程的教学实践研究

王梦斐 雍晨茜 董婷婷

西南交通大学希望学院

摘要：随着智能建造技术的不断进步，传统土木工程施工类课程亟需适应行业变革，推动教学内容与方法的现代化。本文以中国建筑工业出版社出版的《土木工程施工技术》（第二版）教材为基础，探索将BIM技术、人工智能算法和数字孪生等智能施工技术系统融入课程教学的路径。研究通过重构课程的理论与实践模块，构建集技术集成、场景模拟、动态评价于一体的教学模式，依托校企合作与虚实融合平台，实现教学内容与行业实践的精准对接。教学实践结果表明，该模式能有效提升学生对智能施工工具的认知与操作能力，增强其施工方案设计与优化能力，对推动土木工程专业课程改革与智能化转型具有积极意义。

关键词：土木工程施工技术；智能施工；BIM技术；数字孪生；课程改革

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.08.042

引言

随着建筑行业向智能化、数字化方向加速转型，传统土木工程施工技术课程亟需在内容体系和教学方式上实现变革，以满足新兴岗位对复合型人才的需求。《土木工程施工技术》（第二版）作为当前高校广泛采用的教材，虽具系统性，但在智能建造技术覆盖方面仍显不足。为契合BIM建模、人工智能优化、数字孪生仿真等前沿技术的发展趋势，本研究尝试将智能施工技术系统性融入课程教学中，通过内容重构与教学模式创新，构建贴近工程实际、提升学生综合施工能力的教学路径，从而推进土木类专业课程的智能化改革进程^[1-2]。

一、土木工程施工技术课程的现状分析与改革需求

（一）教材内容与教学方式的局限

当前高校土木工程施工技术课程多围绕传统工艺流程进行线性讲授，内容结构固化，教学方法以教师讲解为主，实践环节以静态案例分析为主，缺乏动态感知与交互体验。以《土木工程施工技术》（第二版）为例，教材虽涵盖土方、

模板、混凝土、钢筋、组织设计等基础内容，但对BIM建模、AI算法优化、智能感知与数字孪生系统的介绍严重不足，导致课程内容与行业技术演进脱节，无法支撑学生对智能施工场景的理解与应用^[1,3]。与此同时，教学环节缺乏对学生数字工具操作能力的系统训练，无法满足现代工程对复合型人才的需求^[4]。

（二）行业技术演进与能力培养脱节

随着智能建造上升为国家发展战略，工程建设日益依赖数字建模、自动调度、实时监测与跨系统协同等技术手段。BIM、人工智能、物联网与数字孪生等工具逐步渗透至施工计划编制、现场管理与进度控制全过程，对工程技术人员的综合能力提出更高要求。然而，高校现行课程体系未能及时响应这种转型，学生在毕业前尚难具备所需的信息化工具掌握、逻辑建模与多源数据分析能力^[2,4]。这种“课内与岗位错位”“知识与技能脱节”的局面已成为人才培养的关键短板，急需通过教学改革加以突破。

表 2.1 当前课程内容与智能施工技术应用能力之间的对比表

教材课程知识点	传统教学目标	智能建造对应技能需求	匹配度分析
土方工程施工	掌握土方开挖与回填施工工艺	基于BIM的土方量计算、施工过程仿真	匹配度低
模板工程与支架搭设	掌握模板类型与施工方法	模板设计的参数化建模、智能模板配置推荐	基本不匹配
混凝土工程施工	理解混凝土施工工艺与质量控制	混凝土施工过程智能监测、数据采集与实时调度	匹配度中等
钢筋工程施工	掌握钢筋连接工艺与绑扎流程	钢筋BIM建模、施工工序数字化管理	匹配度中等偏低
施工组织设计	能独立编制施工组织设计方案	基于AI算法的施工方案优化、施工模拟与进度预测	部分匹配
工程进度与成本控制	掌握工期计划编制方法与成本估算基本流程	数字孪生辅助下的施工动态管理与成本模拟	匹配度较低
施工安全管理	了解安全管理要点与风险控制措施	智能视频识别与物联网传感预警系统的应用	匹配度较低

表 2.1 展示教材章节知识点与智能建造技能的覆盖程度, 显示出混凝土、模板、组织设计等内容虽具技术深度, 但在仿真模拟、自动排布与施工优化等智能模块方面普遍缺失, 反映了教学目标与行业需求的结构性偏离。

(三) 教学改革的迫切性与导向逻辑

为解决上述矛盾, 亟需将智能施工技术系统化融入课程教学, 推动内容重构与方法创新。一方面, BIM 与数字孪生等工具为学生提供基于场景的数据建模与信息协同环境, 突破教材静态讲授的局限; 另一方面, 算法优化与实时仿真可训练学生多任务识别与决策分析能力, 有助于形成从知识获取到技术迁移的复合能力体系^[2,5]。通过模块化设计、任务驱动教学与平台支撑, 课程可实现从“概念教学”向“工程能力建构”的根本转变, 从

而有效对接智能建造背景下对专业人才的新要求。

二、智能施工技术系统与教学内容的融合路径

(一) 模块化教学内容重构与工具导入策略

为实现传统课程向智能建造导向的转型, 本课程采用模块重构策略, 将施工工艺、组织管理等核心知识点与 BIM 建模、数字仿真、AI 优化等智能施工技术融合, 形成“基础知识+技术操作+场景应用”三层结构。具体包括在土方与模板章节引入 BIM 建模任务, 在施工组织与进度控制中引导使用调度算法与施工模拟软件, 并在安全管理与成本控制环节嵌入物联网与数字孪生展示。各模块均配套对应的软件操作实训、案例任务和评价标准, 从技术逻辑到能力目标实现闭环设计, 全面提升学生的工具应用能力和综合施工素养^[1,4]。

表 3.1 课程新旧教学模块内容结构对比表

原始教材章节模块	原有教学内容要点	新增智能施工模块内容	融合方式与整合说明
第 2 章 土方工程施工	土方开挖、运输、回填等传统施工工艺	BIM 模型中的土方量自动计算与可视化施工仿真	引入 BIM 建模软件操作, 替代纸上计算, 提升交互体验
第 4 章 模板工程	模板设计类型、施工流程与支撑体系构造	参数化模板设计与智能布置策略	补充建模实践任务, 引导学生使用 Revit 或广联达进行建模
第 6 章 混凝土工程	混凝土拌合、运输、浇筑、养护流程与施工注意事项	混凝土施工监测数据的采集、智能传感器布设与施工优化	增设案例分析模块, 结合传感数据分析进行质量控制教学
第 8 章 钢筋工程	钢筋绑扎、连接方式与现场加工	钢筋构件 BIM 建模、智能排布逻辑与碰撞检查	增加 BIM 建模训练内容, 实现设计与施工的数字化衔接
第 10 章 施工组织设计	施工总体部署与进度计划、资源配置方案设计	基于 AI 算法的施工进度模拟与动态优化	原有内容保留, 新增智能调度与算法演示环节
第 12 章 工程进度与成本控制	网络图编制、成本估算方法与控制措施	数字孪生系统辅助下的动态进度与成本监控	融合实际系统平台操作, 实现课程内容与数字平台对接
第 13 章 施工安全管理	安全制度、常见隐患与现场管理	智能视频监控、物联网预警系统在施工安全中的应用	补充技术演示与平台体验, 增强学生安全管理数字意识

表 3.1 呈现了原教材章节与新增模块的整合方式, 包括原始知识点内容、新增的 BIM/AI/孪生应用、以及教学组织方式的变化。可见, 通过引入智能技术模块, 课程内容由传统的静态讲授转向基于平台与任务驱动的动态操作与系统认知, 教学深度与行业匹配度显著提升。

(二) 数字平台支撑下的虚实融合教学实践

在教学资源配置方面, 课程依托虚实融合平台与数字工地仿真系统, 构建教学、训练与反馈一体化场景。学生通过 Revit、Navisworks 等软件进行建模练习, 并将成果导入仿真平台完成施工模拟与调度响应, 系统可实时反馈关键指标, 如施工时差、资源冲突和安全风险,

提升学生问题识别与应变能力^[2,5]。平台功能延伸至任务布置、阶段评估与成果展示, 有效打通课内外实践环节, 支撑多维能力评估和个性化指导, 增强了课程的可操作性与成效可视性。

(三) 融合式教学方法与能力导向评价机制

为实现智能技术教学落地, 本课程采用“讲解—演示—实训—反思”相结合的混合式教学法, 配合多轮次滚动任务、团队协作训练与案例驱动评估模式。教学设计围绕施工组织方案优化、BIM 进度模拟与风险预警等真实问题展开, 引导学生在任务实施中掌握技术逻辑并形成个性化解决路径。课程评价体系按“理解—操作—迁移—创新”四个层级分解能力目标, 结合平台数据与教师评分, 确保教

学成效可衡量、学生能力可分级^[6]。该模式强化了课程的职业指向性,为智能建造类人才培养提供了稳定支撑结构。

三、教学实践路径与成效分析

(一) 教学组织路径与教学环节重构

本课程采用“课前预习—课堂互动—课后拓展”三位一体的教学组织路径,通过数字化任务推送、平台模拟实操与学生成果展示,形成教学闭环。课前阶段,教师提供定制化学习包,包括施工案例视频、BIM模型模板与操作手册,引导学生建立先行认知;课中采用“任务导入+案例解析+工具演练”的混合教学模式,引导学生自主建模、模拟施工组织与优化方案;课后则通过平台布置分组项目任务,并结合互评、系统反馈和教师

跟踪,支持学生的能力迁移与知识内化,显著提升了教学的参与度与沉浸感^[1,4]。

(二) 实验平台支撑与学习成效数据分析

依托虚实融合平台与数字工地系统,教学实践有效整合BIM建模、施工仿真、资源调度与安全预警等智能施工核心环节,构建贴近真实工程情境的能力训练通道。在连续3轮教学实验中,通过前测、后测、任务评分及问卷调查等方式采集数据,结果显示学生在施工组织逻辑建构、建模操作熟练度与多方案评估等能力上均有明显提升。特别是在智能工具使用与问题解决能力方面,能力均值提升超过20%,学生满意度和课程推荐度大幅上升,教学改革成效显著^[2,5]。

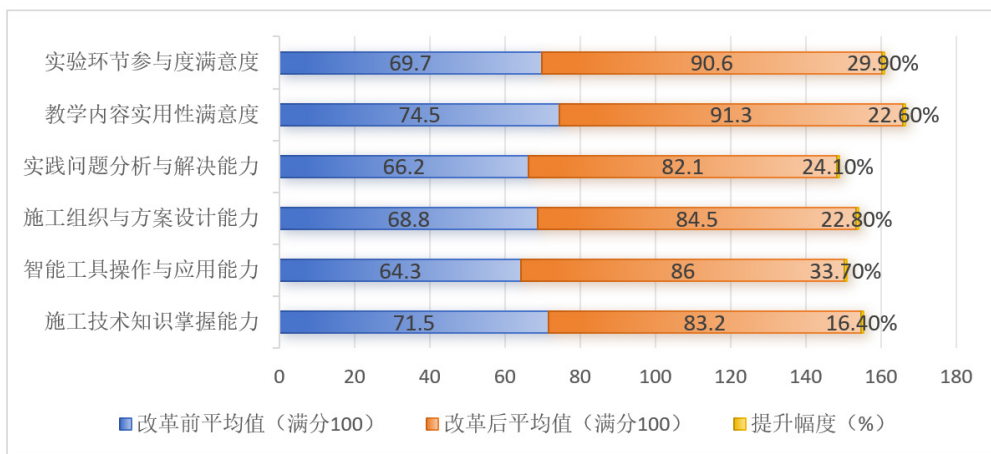


图 4.1 教学改革实施前后学生能力评价对比图

图 4.1 呈现了学生在改革实施前后的多项能力维度得分,包括理论掌握、工具操作、组织设计、案例分析与课堂满意度,直观反映了教学改革的综合效应,验证了教学路径与平台融合的有效性。

(三) 教学评价与能力反馈机制构建

为保障教学质量与学生能力成长过程的可追踪性,课程构建了“知识理解—技能掌握—问题解决—综合迁移”四级能力评价体系,并通过平台数据采集与多元主体评价方式落地实施。评价结构中引入过程数据追踪、阶段任务评分、团队协作表现与平台操作记录,与教师定量打分、学生互评和系统评分结合,确保评价结果客观可量化^[6]。同时基于评价结果生成个体能力画像与班级能力分布图,为教学内容调整与教学方法迭代提供科学依据,推动形成“教学—评价—反馈—优化”的持续改进机制。

结语

本研究基于《土木工程施工技术》课程改革实践,围绕智能建造背景下教学内容与方法的适应性调整,系统探索了BIM、数字孪生与虚实融合平台等技术在教学中的融合路径。通过课程模块重构、平台建设与教学模式优化,课程实现了从知识讲授向能力培养的转变,从

静态教材向动态实践的跃升,显著提升了学生的工具操作能力、组织设计能力与综合分析能力。改革实践表明,引入智能施工技术不仅有助于提升学生的技术素养与岗位适应力,也为土木工程类课程体系的现代化升级提供了切实范式。未来,应持续深化智能平台在教学中的功能拓展,强化与行业企业的项目联动,完善智能建造人才培养的评价机制与支持体系,推动教学改革走向系统化、持续化与高质量发展方向。

参考文献

[1] 高翔,陈劲. 基于BIM的土木工程施工技术教学内容改革研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2022, 14(3): 58-62.
 [2] 刘鹏,王倩. 数字孪生在智能施工管理中的教学融合路径探索[J]. 高等工程教育研究, 2023(2): 44-48.
 [3] 何志勇. 土木工程类课程教学内容与智能建造技术融合探讨[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(3): 76-80.
 [4] 王超,刘楠. 基于BIM的土木工程施工组织设计教学研究[J]. 中国现代教育装备, 2022(9): 121-124.
 [5] 孙晓峰. 虚实融合平台在工程类课程教学中的构建与实践[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(12): 89-92.
 [6] 刘晨. 工程教育改革中的教学评价体系构建路径分析[J]. 教育教学论坛, 2023(15): 33-35.