

新工科背景下土木工程专业“城市更新”模块课程建设与教学模式创新

杨帆¹ 黄楚航²

1.赣南科技学院 赣州市智能建造重点实验室 江西 赣州 341000

2.赣南科技学院 江西 赣州 341000

【摘要】：我国城镇化已进入以存量提质增效为核心的发展阶段，城市更新成为土木工程专业人才培养必须回应的重要命题。当前多数高校的土木工程课程体系仍以新建工程为导向，在既有建筑检测鉴定、加固改造、智能监测、绿色运维等方面存在明显短板。本文立足新工科建设理念，围绕城市更新模块课程建设与教学模式创新展开系统探讨。首先，基于行业需求调研，从典型工作任务出发构建了涵盖知识、技能、素养三个维度的能力框架，明确了模块课程“夯实核心基础、聚焦诊治运维”的总体目标。其次，提出了“检测鉴定—加固改造—智能监测—绿色低碳”四位一体的模块化课程体系，设计了核心课程、实践教学与学分架构方案。在教学模式上，探索了项目驱动、虚实结合、产教融合、跨学科协同及过程性考核等创新路径，推动教学回归工程现场。本文还就试点推进策略、师资转型、资源建设及持续改进机制进行了讨论。研究表明，将城市更新系统融入土木工程专业课程体系，有助于推动专业从“增量建设”向“存量治理”的知识体系转型，对应用型本科高校土木工程专业改造升级具有一定参考价值。

【关键词】：新工科；城市更新；模块课程；教学模式

DOI:10.12417/2705-1358.26.14.086

引言

我国城镇化已进入存量提质增效阶段，城市更新成为重要抓手，并已进入高校人才培养体系。城市更新涉及既有建筑改造、老旧小区升级等，对土木工程人才提出新要求。但目前多数高校课程仍以新建工程设计施工为主，检测鉴定、加固改造、智能监测、低碳运维等明显偏弱，学生缺乏面向建成环境的系统训练，难以满足行业需求。新工科强调学科交叉与能力导向，为课程调整提供了方向。部分高校已在传统课程中嵌入相关知识，但多为零散补充，未形成模块化体系。难点在于：在保证力学、结构等核心能力的前提下，把城市更新所需知识能力组织成合理课程模块，实现从“增量建设”到“存量治理”的知识重构。本文结合笔者所在教学团队探索，讨论土木工程专业“城市更新”模块课程建设与教学模式创新，以期对应用型本科高校专业转型提供参考。

1 面向城市更新的人才能力要求与模块课程目标定位

1.1 行业需求调研与典型工作任务梳理

团队近三年结合产学研项目走访了多家设计院、检测鉴定机构和施工企业。调研归纳出城市更新领域五类典型任务：一

是既有建筑可靠性检测与安全鉴定，包括碳化深度、钢筋锈蚀、抗震性能评估；二是结构加固改造设计与施工，涉及增大截面、外包型钢、碳纤维加固、隔震减震等；三是建筑功能提升与空间重塑，需与建筑学专业协同完成；四是施工期与运营期智能监测，如应力、位移、裂缝预警系统；五是绿色低碳运维，包括节能诊断、热工缺陷分析、全寿命碳排放核算。调研同时发现，毕业生在传统新建工程方面较为熟练，但在阅读鉴定报告、加固方案比选、新旧结构连接构造设计等方面明显薄弱。课程建设必须从这些典型任务出发，实现从“增量建设”到“存量治理”的能力转换。

1.2 能力构建：从工作任务到知识、技能、素养要求

团队与行业专家共同梳理出三维能力目标。知识维度：在力学和结构设计基础上，补充结构损伤机理与耐久性、加固材料与界面力学、检测技术原理、监测传感器与数据采集、绿色改造评价标准。技能维度：能编制检测方案并操作常用无损设备，能阅读和撰写鉴定报告，能对不同损伤工况进行加固方案比选，能完成增大截面或粘贴碳纤维加固节点设计，能搭建简易健康监测系统并初步分析数据，能运用 BIM 进行改造模拟与碰撞检查。素养维度：建立存量工程意识与全寿命成本思维，形成“能判断、会干预、懂维护”的工程观念，理解改造的非

作者简介：杨帆（1981），女，江西樟树人，硕士，赣南科技学院副教授，研究方向装配式建筑、绿色建材。

第二作者简介：黄楚航（2005.10.29），男，汉族，江西省赣州市，本科在读学生，赣南科技学院。

技术制约,在受限条件下决策,并尊重既有结构与历史建筑价值。这一能力框架使课程落到可操作、可考核层面。

1.3 模块课程总体目标:夯实核心基础,聚焦建成环境诊治与运维

土木工程专业的力学、结构设计、施工技术三根“桩”不能动摇。城市更新模块定位是在此基础上新增“诊治运维”之桩,形成“一核双翼”能力格局。知识目标:系统掌握既有建筑检测鉴定、加固改造、智能监测和绿色运维的基本理论方法,理解既有结构与新建结构工作机理差异,建立改造设计完整知识框架。能力目标:具备对实际存量建筑进行损伤诊断、方案论证、设计表达与施工组织的初步能力,能完成某一改造项目从检测计划、鉴定评估、改造方案到施工概算的全流程模拟,并能在交叉学科环境中有效沟通。素质目标:树立尊重建成环境、关注全寿命周期安全与效益的价值观,养成在不确定性和多约束下寻求合理方案的工程思维。模块课程并非简单叠加,而是通过嵌入融合使城市更新能力成为学生新技能。在课时上设为专业选修模块,约12学分,由3门核心课和2门实践课构成,鼓励以真实改造项目为对象完成从诊断到设计的闭环训练,使学生既“会建新”也“善改旧”。

2 城市更新课程模块的体系设计与课程设置

2.1 模块定位与学分架构

城市更新课程模块在整个人才培养方案中处于什么位置,这个问题需要在顶层设计上先想清楚。可以将其定位为专业方向选修模块,开设在第六至第七学期,总学分控制在12学分左右。这样安排有几个考虑:一是学生此时已修完混凝土结构设计、土力学与地基基础、土木工程施工等核心课程,具备了进入复杂工程问题训练的基本功;二是在大四上学期集中开出,可以与毕业设计形成衔接,部分学生可选择城市更新方向的真题作为毕业设计选题,实现课程学习与综合实践的一体化推进。

关于与先修课程的关系,模块课程不是另起炉灶,而是在既有知识基础上做延伸和转化。以“检测鉴定”课程为例,学生必须已经掌握混凝土基本构件和钢结构的受力性能,才能理解裂缝形态与受力特征之间的对应关系;以“加固改造”课程为例,没有扎实的抗震设计基础,就谈不上合理的加固方案。因此在课程大纲中要明确标注先修要求,并在每门模块课程的第一讲安排“新旧知识衔接”环节,帮助学生建立起前后课程之间的逻辑链条。

2.2 子模块划分与核心课程设计

根据城市更新的主要业务板块,可以将模块划分为四个子模块,每个子模块对应一门核心课程,辅以课内实验或课程设

计。

子模块一:检测鉴定。核心课程为“工程结构检测与鉴定”,32学时,其中理论24学时、课内实验8学时。理论部分重点讲授回弹法、钻芯法、超声法、贯入法等常用检测手段的原理与适用条件,以及民用建筑可靠性鉴定标准的核心条款;实验部分安排学生分组完成混凝土强度回弹、钢筋位置扫描、裂缝宽度测绘等实操训练,课后要求完成一份模拟鉴定报告。这门课的教学难点在于让学生理解“检测不是仪器操作那么简单”,学会从局部数据推断整体安全状态的风险与局限。

子模块二:加固改造。核心课程为“既有建筑加固改造设计”,40学时,另配1周课程设计。内容涵盖增大截面法、外包型钢法、碳纤维布粘贴、体外预应力等主要加固手段的设计计算方法,以及新旧混凝土界面处理、锚固连接等关键构造。课程设计要求学生针对一栋真实存在的既有建筑,完成损伤评估、加固方案比选和典型节点的施工图绘制。这门课最需要反复强调的是一个观念转变:新建结构设计是先有力学模型再选截面,加固设计则是先有既有结构再反推可行的干预方案。

子模块三:智能监测与运维。核心课程为“结构健康监测与数据分析”,24学时,侧重应用性。内容包括传感器选型与布设原则、数据采集与传输系统搭建、基于振动的损伤识别方法入门,以及BIM在运维阶段的信息管理应用。由于学时有限,定位是“入门加会用”,不追求过深的理论推导,重点让学生完成一次从传感器安装到数据曲线分析的全流程体验。

子模块四:绿色与低碳改造。核心课程为“既有建筑绿色改造技术”,24学时。涵盖既有建筑节能诊断方法、围护结构热工性能改善措施、海绵化改造要点,以及改造项目的碳排放估算方法。这门课与建筑物理、暖通空调等课程有一定交叉,教学中有意识地引导学生建立“结构安全与绿色性能并行考虑”的整体视角,避免把结构改造和节能改造做成两张皮。

2.3 实践教学的系统嵌入

模块课程的理论学时本身偏紧,实践能力培养如果只靠课内实验远远不够。可行的做法是设置一门独立的综合实践课程“既有建筑诊治方案设计”(3周),安排在所有子模块课程结束之后进行。选题来自本地真实的改造项目,学生以小组为单位,完成从现场踏勘、检测方案编制、检测报告撰写、加固改造方案设计到施工组织概要的全流程模拟。这门课程由结构检测和加固设计方向的教师联合指导,结题时邀请企业工程师参与答辩评审。经过三轮试运行,学生的反馈很一致:只有完整走过一遍,才真正理解各门课的知识是怎么用在一起的。

3 教学模式创新:让城市更新教学回到工程现场

城市更新类课程的教学,最大的挑战在于对象是“旧”的

——旧房子、旧图纸、旧问题、传统的课堂讲授很难让学生真正理解既有建筑改造的复杂性和不确定性。在教学组织上需要做了一些调整,把教学尽可能拉回工程现场,让学生在“真问题”中训练“真本事”。

(1) 项目驱动贯穿始终:课程不必拘泥于教材章节顺序,而是选取本地典型项目作为主线,优先选用正在实施的项目,如老旧小区改造、工业厂房改办公、历史建筑修缮等。整个教学过程围绕“踏勘—检测—诊断—设计方案—汇报”这条线展开,学生以小组为单位,跟着项目的真实节奏推进。图纸不全、资料缺失、现场条件受限这些现实困难,恰好是最好的教学素材。(2) 虚实结合,弥补现场教学的局限:并非每个环节都能到现场,也并非每种工况都能在项目中碰到。我们利用已有的BIM和监测平台,把典型结构损伤的传感器数据引入课堂,让学生在软件里先“看”裂缝怎么发展、应力怎么重分布,再到实验室做验证性测试,补上感知与认知之间的缝隙。(3) 考核跟着教学逻辑走,强化过程与能力导向:改变“一卷定分”的做法,将检测报告质量、方案汇报表现、团队协作中的个人贡献等均纳入总评成绩。

4 教学实施的路径规划与条件准备

城市更新课程模块从方案设计走向课堂落地,不可能一蹴而就,需要分阶段推进并做好前期积累。结合多数应用型本科高校土木工程专业的实际情况,这一过程通常涉及三个层面。

(1) 在实施路径上,宜采取“试点先行、逐步推开”的策略:优先选择一到两门课程作为改革切入点,例如将既有课程升级改造为城市更新方向的选修课,或在毕业设计中增设相关选题方向。试点阶段的教学设计应紧扣真实或高仿真项目,选题可来源于所在城市的老旧小区、工业遗存或校园既有建筑,以真实工程资料为教学素材,避免仅停留在教材的理想工况上。待试点课程运行一到两轮、教学方案趋于成熟后,再逐步扩展为完整的模块课程群。(2) 在教学资源储备上,案例库建设和校企合作是两项关键前置工作:城市更新教学不能只讲原理,必须有实实在在的项目支撑。教学团队可先行收集和整理本地典型改造项目的工程资料,包括检测报告、鉴定意见、加固设计图纸、施工记录等,经脱敏处理后形成可循环使用的教学案例集。与此同时,与本地检测机构、加固施工企业、设

计院建立实质性的合作关系,在实习场地、技术资料、兼职师资等方面获得稳定支持,为后续实践教学环节的顺利开展提供基本保障。(3) 在困难预判上,几个共性问题值得提前关注:一是课时资源配置的矛盾,新模块的加入必然涉及原有课程内容的取舍,这需从专业培养方案层面进行统筹,而非由某一门课自行消化。二是师资知识结构的转型,多数土木工程教师长期从事新建工程方向的教学与科研,在既有建筑诊治方面的实践经验有待补充,有针对性的教师研修和工程实践锻炼需要同步规划。三是真实项目向教学项目的转化存在客观难度,工程进度与教学周期不同步、资料涉密、现场安全等问题,都需要建立相应的协调机制和替代预案。正视这些困难,并非否定改革的必要性,而是为后续扎实推进提供更清醒的判断。

5 支撑条件与持续改进机制

课程模块的持续运行,离不开配套条件的支撑。师资方面,需要有计划地提升教师的工程实践背景,鼓励教师参与城市更新实际项目,同时组建跨专业教学团队,吸纳建筑学、城乡规划、工程管理等方向的师资共同参与模块课程建设与教学。平台与资源方面,应逐步完善结构检测实验室的基本配置,引入或自建虚拟仿真教学资源,并与合作企业共建可长期维护更新的教学案例库,使案例资源不因人员变动而流失。质量保障方面,建立“需求反馈—内容更新—教法迭代”的动态优化机制,定期邀请行业专家参与课程内容评审和教学效果评价,根据工程一线的新规范、新技术和新需求,及时调整课程内容和教学方法,避免模块建成后陷入固化。

6 结论与展望

城市更新模块课程建设的本质,是在土木工程专业既有知识体系中嵌入一套面向建成环境的“诊治运维”能力框架。其基本架构可概括为:以检测鉴定、加固改造、智能监测、绿色低碳四个子模块为核心课程群,以真实项目驱动和虚实结合为主要教学手段,以过程性考核和能力导向评价为质量抓手。这一探索的价值,不仅在于回应城市更新的行业需求,更在于推动土木工程专业从“增量建设”向“存量治理”的知识体系拓展。展望后续,模块课程可进一步发展为微专业或证书课程群,并探索与注册结构工程师、注册土木工程师等职业资格的知识模块衔接,为学生的职业发展提供更清晰的成长通道。

参考文献:

- [1] 顾烨蕾.绿色城市更新背景下古建筑保护与发展的策略研究[D].成都:西南石油大学,2023.
- [2] 陈云凤,张萍.存量背景下城市更新融入公共空间设计教学的实践探索——以燕山大学建筑学专业为例[J].建筑与文化,2026(3):263-265.
- [3] 史新立,张柳,赵金秀.智慧城市背景下地方院校土木类专业转型路径研究[J].山西青年,2025(3):181-183.
- [4] 陈敏,周润嘉.行业巨变背景下破局土建专业发展困境的课程变革策略研究[J].安徽建筑,2026,33(2).