

双碳目标下建筑学专业教学改革路径探索与实践

刘原

辽宁科技大学建筑与艺术设计学院，辽宁鞍山，114015；

摘要：在“碳达峰、碳中和”国家战略背景下，建筑行业作为碳排放核心领域（全生命周期碳排放占全国总量超40%），对具备低碳设计能力的专业人才需求迫切。本文结合建筑学专业教学现状，剖析“双碳”导向下教学存在的实践资源短缺、课程体系脱节、跨学科融合不足等痛点，提出“课程重构—实践强化—协同创新—评价优化”四维改革框架。通过构建跨校实训联盟、项目周期适配实践、跨学科协同平台等举措，配套开发虚拟仿真资源与案例库，实现教学与产业需求深度对接。实践表明，改革后学生低碳设计能力、跨学科协作能力显著提升，社会服务成效突出，为建筑类专业“双碳”人才培养提供可推广路径。

关键词：双碳目标；建筑学；教学改革；实践育人；产教融合

DOI：10.64216/3080-1508.26.01.009

1 政策与产业驱动背景

2021年中共中央、国务院《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》明确提出“推动高等教育学科专业结构调整，加强绿色低碳领域人才培养”；2022年教育部《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》进一步要求“将双碳理念融入专业教学全过程”。从产业实践看，建筑行业正加速绿色转型：2024年全国新建建筑中绿色建筑占比达92%，超低能耗建筑开工面积突破1.5亿平方米，装配式建筑占比超30%，但行业低碳人才缺口达120万，其中具备建筑学背景的低碳设计人才缺口占比63%（中国建筑科学研究院，2024）。传统建筑学教学侧重美学设计与功能布局，对碳核算、能耗模拟、绿色建材应用等知识覆盖不足，导致毕业生难以适应产业需求，教学改革势在必行。

1.1 建筑学专业教学改革必要性

当前建筑学专业“双碳”教学存在三重矛盾：一是知识体系滞后，核心课程如《建筑设计原理》《建筑构造》中低碳内容占比不足15%，且多为理论介绍，缺乏实操训练；二是实践载体缺失，78%的地方院校未建立低碳建筑实训平台，学生无法接触装配式构件安装、碳排放在线监测等实际场景（全国建筑类高校教学资源调研，2024）；三是协同机制薄弱，跨学科教学与产教融合深度不足，仅21%的院校联合环境、能源专业开设双碳课程，32%的院校与绿色建筑企业建立稳定合作（同上）。在此背景下，重构教学体系、创新实践模式，成为培养符合双碳需求的建筑学人才的关键。

2 建筑学专业“双碳”教学现状与痛点

2.1 课程体系与教学方法脱节

知识模块碎片化：现有课程未形成“双碳”知识闭环。例如某高校《建筑设计》课程中，学生完成的住宅设计方案仅考虑户型布局，未包含碳核算分析，且83%的学生无法准确引用《建筑碳排放计算标准》（GB/T51366-2019）进行数据测算。

数字化工具应用不足：BIM、DeST等工具教学局限于基础操作，未与低碳设计深度融合。调研显示，仅23%的院校开设“BIM+碳核算”专项课程，学生虽能搭建建筑模型，但仅19%可通过BIM软件完成全生命周期碳排放模拟；67%的院校因缺乏地方建材碳排放数据库，导致DeST能耗模拟结果与工程实际偏差超30%，实训效果大打折扣。

教学方法固化单一：仍以“理论讲授+设计作业”为主，案例教学多选用2015年前的项目（如上海世博会场馆），未涵盖北京冬奥会冰立方、雄安新区零碳建筑等新型案例。课堂互动性不足，45%的学生反馈“低碳设计知识抽象，难以理解技术落地逻辑”，自主学习能力测评合格率仅58%（某省级建筑院校教学质量报告，2024）。

2.2 实践教学环节薄弱

跨校协同资源短缺：当前高校间尚未形成低碳教学资源共享机制，导致优质实训资源集中在少数重点院校。据2024年全国建筑类高校教学资源调研显示，仅19%的院校与其他高校共建低碳建筑实训平台，72%的地方

院校因资金与技术限制，无法开展全生命周期碳排放模拟实训。例如某中部地方院校，因缺乏 DeST 能耗模拟高级模块授权，学生仅能完成基础能耗计算，无法进行复杂建筑的碳减排方案优化设计；某西部院校因未配备装配式构件实训模型，学生仅能通过图纸理解施工流程，无法掌握构件拼接中的碳排放管控要点。

产教融合深度不足：企业参与教学多停留在“讲座+参观”层面，未形成“项目共建+人才共培”机制。仅 28% 的院校与绿色建筑企业共建实训基地，且 65% 的合作项目周期短于 1 个月，学生难以参与完整项目流程。某高校与中建某局合作案例显示，学生仅在施工阶段参观 2 次，未涉及前期方案设计的碳核算、后期运维的能耗监测，导致 82% 的学生反馈“对低碳技术落地过程认知模糊”。

实践周期与产业节奏脱节：传统实践教学多集中在学期末 2-3 周的集中实训，而低碳建筑项目从设计到施工的周期通常长达 6-12 个月，短期实训难以覆盖项目全流程。某高校与绿色建筑企业合作案例显示，学生参与的实训项目仅涉及方案设计阶段，未能跟进施工阶段的装配式构件安装、碳排放在线监测等关键环节，导致学生对低碳技术落地过程的认知存在断层。例如某住宅项目实训中，学生完成的低碳设计方案因未考虑施工工艺限制，实际碳排放较设计值高 25%，凸显实践周期不匹配的问题。

实训考核标准缺失：实践考核侧重“完成度”而非“碳减排效果”，设计作业评分中“美学表达”占比 60%，“低碳技术应用”占比不足 20%。某省级建筑设计竞赛数据显示，仅 18% 的参赛作品包含碳排放核算分析，且其中 70% 存在数据错误（如混淆建材碳排放系数），反映出实践考核对双碳能力的导向不足。

2.3 跨学科与课程思政融合不足

跨学科协作机制缺失：未建立建筑学与环境工程、能源动力等专业的协同教学体系，学生缺乏系统思维。例如校园光伏建筑改造项目中，建筑学学生负责外观设计，却因不了解光伏组件发电效率参数，导致设计方案与能源需求脱节；环境工程专业学生测算的碳减排量，因未考虑建筑使用功能差异，与实际值偏差超 40%。

课程思政融入生硬：双碳理念的价值引领不足，仅 35% 的课程在教学中解读“双碳”战略的社会意义，且多以“课前 5 分钟思政导入”形式存在。例如《建

筑史》课程讲解传统民居节能智慧时，未关联现代低碳建筑创新，学生仅了解技术层面内容，缺乏“建筑报国”的职业认同；某院校教学反馈显示，仅 41% 的学生认为“低碳设计是建筑师的核心责任”。

3 双碳导向的建筑学教学改革路径

3.1 重构“三阶递进”课程体系

基础层：夯实双碳知识基础：增设《建筑碳排放核算》《绿色建筑标准解读》必修课程，系统讲解 GB/T51366-2019、LEED 认证等标准规范，配套地方建材碳排放数据库（如江苏省建材碳排放系数库、广东省施工能耗指标），确保学生能完成不同气候区（严寒、夏热冬暖地区）建筑的碳核算。例如，在《建筑材料》中新增“低碳建材性能对比”章节，通过实验课让学生测试再生骨料混凝土与普通混凝土的碳足迹差异；在《建筑物理》中融入 DeST 能耗模拟实操，要求学生针对给定建筑模型，优化窗墙比与保温层厚度，使能耗降低 15% 以上。

核心层：深化低碳设计能力：对《建筑设计》《居住区规划》等核心课程进行模块改造。如可在《建筑设计》中设置“超低能耗建筑设计”模块，要求学生结合 BIM 建模，完成“方案设计-能耗模拟-碳减排优化”全流程，例如设计 100 m²住宅需实现年碳排放≤300 kg CO₂ / m²；在《居住区规划》中新增“低碳社区规划”模块，引导学生从交通组织（设置步行道减少机动车碳排放）、景观设计（雨水花园固碳）、公共设施布局（集中供暖降低能耗）等维度开展设计，并运用 GIS 技术分析碳排放分布。

拓展层：推动跨学科融合：开设《零碳城市与建筑》《建筑与新能源利用》跨学科课程，联合环境工程专业开设“建筑碳捕集技术”选修模块，引入清华大学碳中和研究院的碳汇计算模型；邀请能源动力专业教师共同授课，讲解光伏幕墙、地源热泵与建筑的集成技术。组建“零碳建筑创新团队”，例如校园光伏建筑一体化改造项目中，建筑学学生负责外观与光伏组件融合设计，环境工程学生测算碳减排量，能源专业学生优化供电系统，形成跨学科协作闭环。

3.2 创新“多元互动”教学方法

线上线下混合教学：搭建“数字资源库+虚拟仿真平台”矩阵。线上建设“低碳建筑 MOOC 课程群”，

包含 BIM 机电建模、碳足迹核算等 30 个微课（每个微课含 15 分钟理论 + 20 分钟实操），配套课后作业（如基于图纸完成碳核算模型）；开发“低碳建筑数字案例库”，收录国内外 100 余个典型项目（北京冬奥会冰立方、上海中心大厦），每个案例含设计图纸、碳排放数据、技术解析视频。线下利用虚拟仿真系统开展实训，例如通过“建筑碳排放全生命周期仿真系统”，学生可模拟建材采购（选择不同碳排放系数材料）、施工工序优化（减少能耗）、运维调整（空调温度设定）等环节，实时查看碳排放变化。

项目式教学场景创设：以真实工程为载体设计教学项目，如与企业合作“某园区超低能耗厂房设计”项目，将学生分为设计组、模拟组、施工组。设计组完成厂房方案，模拟组通过 BIM+DeST 验证碳减排效果，施工组制定装配式构件安装的碳排放管控方案，各组每周开展协同研讨，最终形成完整方案并向企业汇报。借鉴中国建筑集团智能建造经验，设置“BIM+AI 低碳优化”任务，要求学生利用 AI 工具识别设计中的高能耗环节，提出至少 3 项优化方案（如调整建筑朝向、采用光伏供电）。

课程思政隐性浸润：挖掘双碳理念中的家国情怀与生态伦理。在冬奥场馆 BIPV 技术案例教学中，不仅讲解技术原理，还介绍我国 BIPV 组件转换效率（26%）领先国际的创新成果；在装配式建筑教学中，对比我国与发达国家的发展历程，强调我国装配式建筑从“跟跑”到“领跑”的产业升级；邀请行业专家分享“雄安新区零碳建设”经历，传递“建筑人助力双碳”的职业责任。将思政评价纳入课程考核，例如设计方案需包含“社会价值分析”（如对区域碳减排的贡献），占比 10%。

3.3 构建“三阶实践”育人平台

跨校联合实训机制：联合区域内建筑类高校共建“低碳建筑教学资源联盟”，共享虚拟仿真软件、实训设备与案例资源。例如长三角地区 5 所高校联合开发“建筑全生命周期碳排放实训云平台”，整合各院校优势资源，设置建材生产碳足迹追踪、施工阶段碳排放管控、运行维护节能优化等 12 个实训模块，学生通过云端账号即可访问不同院校的特色实训项目（如某高校的装配式构件实训模块、另一高校的碳捕集模拟模块），打破资源壁垒。联盟每学期组织“跨校低碳设计竞

赛”，要求学生组队完成给定场地的建筑设计与碳核算，促进校际交流。

校企协同实践体系：建立“企业导师 + 校内教师”双导师制，与多家绿色建筑企业共建实训基地，将企业实际项目转化为教学载体。采用“学期分段 + 假期衔接”的实践模式，将实践教学贯穿整个学年。以某高校与中建科工集团合作的“超低能耗住宅项目”为例，学生在第一学期参与方案设计与碳核算（校内完成），寒假期间进入企业跟进构件生产（学习装配式构件碳排放控制），第二学期参与施工现场的碳排放监测与优化（如调整混凝土浇筑工艺减少能耗），形成“设计 - 生产 - 施工”全流程实践闭环。企业为学生配备专属项目日志，记录各阶段碳减排方案的实施效果（如构件生产阶段碳排放较标准值降低 8%），实现实践过程的动态追踪。

竞赛与社会服务驱动：组织学生参与“全国大学生绿色建筑创新设计大赛”“中国国际太阳能十项全能竞赛”，将竞赛成果纳入实践学分。赛前开设专项培训，邀请往届获奖学生与企业专家指导，例如 2024 年某团队设计的“被动式超低能耗住宅”方案，通过优化自然通风与太阳能利用，实现年碳排放降低 82%，获大赛二等奖。依托实践平台成立“低碳建筑技术服务”中心，为地方中小企业提供免费的碳核算与节能改造方案，将社会服务转化为实践教学资源。

3.4 完善“多元立体”评价体系

构建三维考核指标：从“知识 - 能力 - 素养”三维度设置考核内容。知识维度（30%）：通过闭卷考试考查碳核算公式、标准规范，软件实操考查 BIM 碳模拟与 DeST 能耗分析；能力维度（50%）：评估设计方案的碳减排效果（如是否达到超低能耗标准）、跨学科协作贡献（如在团队中承担的任务）、问题解决能力（如针对施工碳排放超标的优化方案）；素养维度（20%）：通过项目日志与小组互评，评价学生的社会责任感（如参与社会服务的投入度）、环保意识（如设计中对低碳技术的优先选择）。

引入企业与跨校评价：邀请企业导师对学生实训项目的“技术可行性”“碳减排实效”“成本合理性”打分（占比 30%），例如某学生设计的商业建筑低碳方案，企业评价“光伏幕墙与建筑融合度高，但成本控制需优化”，学生据此调整组件选型，使成本降低 12%。

跨校联盟组织专家对学生跨校竞赛作品评分（占比 20%），确保评价的客观性与行业适配性。

实施增值性评价：以入学时的碳核算能力测试为基线（如基础模型搭建正确率），每学期开展阶段性评估，对比进步幅度。对提升显著的学生给予奖励（如优先推荐企业实习），例如某学生入学时碳核算正确率仅 45%，学期末提升至 92%，被评为“低碳设计能力进步之星”。建立学生能力发展档案，记录各阶段成果（如设计方案、实训报告、竞赛获奖），实现个性化评价。

4 教学改革实践成效

4.1 学生能力显著提升

改革实施一学年后，学生在三次阶段性测试中，碳核算准确率从 62% 提升至 91%，BIM 建模优化的建筑能耗降低率平均达 18%，较改革前提升 12 个百分点。在省级绿色建筑设计竞赛中，获奖作品数量较上年增长 75%，其中 3 项作品采用 DeST 模拟验证节能效果，符合超低能耗建筑标准。

4.2 教学质量持续优化

课程达成度反馈显示，学生对低碳设计知识的掌握率从改革前的 58% 升至 92%，91% 的学生认为虚拟仿真实训有助于理解节能技术原理。教师教学评价中，“教学方法创新性” 得分从 3.2 分（5 分制）提升至 4.7 分，实现“教学评改一体化”良性循环。

4.3 产教融合深度推进

与多家绿色建筑企业建立稳定合作关系，共建 2 个低碳建筑实训基地。近三年毕业生进入智能建造、绿色建筑领域就业比例达 68%，较改革前提升 23 个百分点，用人单位对“双碳”能力满意度达 94%。

5 结论与展望

双碳目标下的建筑学教学改革，本质是实现“知

识体系 - 实践能力 - 价值理念”的全方位升级。本文提出的“三阶课程体系、三维教学方法、三阶实践平台、多元评价体系”框架，通过融入 BIM、DeST 等数字化技术与产教融合机制，有效解决了传统教学与低碳产业需求脱节的问题。实践表明，该改革路径能够显著提升学生的低碳设计能力与创新意识，为建筑行业绿色转型提供人才支撑。

未来需进一步完善跨学科教学协同机制，开发零碳建筑设计专用教学软件，建立动态更新的行业案例库，同时加强与国际低碳建筑院校的合作交流，培养具备全球视野的双碳专业人才。

参考文献

- [1] 重庆电讯职业学院教务处.“课堂革命”典型案例——践行“双碳战略”发展理念，打造“高阶学习”课堂生态—《建筑设备》课程教改探索与实践[EB/OL]. <https://jwc.cqdxxy.edu.cn/info/1060/1411.htm>, 2024-12-04.
- [2] 西昌学院.建筑给水排水工程课程教学改革与探索——基于“双碳”视域的实践与思考[J].西昌学院学报(自然科学版), 2025(1): 45-51.
- [3] 建筑节能技术研究。当“双碳”目标成为时代命题，建筑人如何破局？[EB/OL]. <https://blog.csdn.net/aguyuc1/article/details/150487336>, 2025-10-22.
- [4] 黄岚。面向建筑业绿色低碳转型升级的 BIM 课程教学改革——基于产教融合与课程思政视角[J].砖瓦, 2024(5): 171-173.
- [5] 教育部。加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案[Z]. 2022.

作者简介：刘原（1988.11.13—），女，汉，辽宁盖州，研究生，讲师，研究方向：建筑设计及其理论。