

既有公共建筑绿色改造的碳排放核算与减碳路径优化

王桂花 612425198903076489

志鸿建设工程有限公司

摘要：既有公共建筑绿色改造对于降低碳排放、实现可持续发展具有重要意义。碳排放核算能够清晰掌握改造过程及改造后建筑的碳排放情况，为减碳工作提供数据支撑。通过对既有公共建筑绿色改造碳排放核算方法的研究，明确各类碳排放源及计算方式。在此基础上，从建筑围护结构、设备系统、运行管理等方面探索减碳路径优化策略，以有效降低建筑碳排放，提升建筑的绿色性能和能源利用效率，推动建筑行业的低碳转型。

关键词：既有公共建筑；绿色改造；碳排放核算；减碳路径优化

引言：随着全球气候变化问题日益严峻，建筑行业作为能源消耗和碳排放的大户，其节能减排工作备受关注。既有公共建筑数量众多，且部分建筑存在能耗高、碳排放量大等问题。对既有公共建筑进行绿色改造，不仅能够改善建筑的使用功能和环境质量，还能有效降低碳排放。开展碳排放核算与减碳路径优化研究，有助于明确改造目标和方向，提高改造的针对性和有效性，具有重要的现实意义。

1 既有公共建筑绿色改造碳排放核算

1.1 碳排放核算方法

既有公共建筑绿色改造的碳排放核算，是科学评估改造活动碳效益的基石，其核心在于构建一套边界清晰、数据可靠、方法科学的计量体系。当前主流的核算方法遵循全生命周期评价理念，涵盖建材生产与运输、改造施工、建筑运行直至最终拆除的全过程。具体操作上，普遍采用排放因子法，即通过识别改造活动所涉及各类能源与物料消耗量，乘以相应的碳排放因子进行加总计算。为确保核算的准确性与可比性，必须严格界定核算边界，明确纳入计算的碳排放源，并优先采用项目所在地的实测数据或权威部门发布的特定因子。对于改造过程中的隐含碳，即蕴含在建筑材料中的碳排放，亦需予以充分考虑，通常依据建材用量及生产阶段的平均碳排放强度进行估算。一套严谨的核算方法是后续减碳路径设计与优化效果评估的定量依据。

1.2 碳排放源分析

对既有公共建筑绿色改造过程进行碳排放源分析，旨在精准识别碳足迹的主要构成环节，为靶向减碳提供方向。碳排放主要产生于直接与间接两个维度。直接排放源主要指改造施工现场因化石燃料燃烧产生的排放，例如施工机械、运输车辆的柴油消耗。间接排放则占据更大比重，主要包括两大方面：其一是能源间接排放，即改造施工及未来运行所消耗的外购电力、热力在生产环节产生的碳排放；其二是物料隐含碳排放，涉及改造工程所使用的水泥、钢材、玻璃、保温材料等各类建材，在其开采、生产、运输过程中已锁定的碳排放。分析表明，对于多数改造项目，运行阶段的能源消耗碳排放是长期主导，而改造施工期的物料隐含碳则是短期内不可忽视的增量。深入剖析各排放源的贡献比例，是区分减碳优先次序、优化资源配置的关键前提。

2 减碳路径优化策略

2.1 建筑围护结构优化

建筑围护结构优化是降低建筑运行能耗与碳排放的根本性物理措施。其核心在于提升建筑外壳的热工性能，减少室内外热交换导致的供暖与制冷需求。具体策略包括：对外墙、屋面实施高效保温层增设或改造，采用导热系数低的A级防火保温材料，显著降低传热系数；对门窗系统进行节能更新，推广采用断热桥型材、多层中空或Low-E低辐射镀膜玻璃，以提升气密性、水密性和隔热性能；针对既有建筑存在的冷热桥部位，进行专项隔热处理。此外，可结合立面改造，合理设计外遮阳系统，如活动百叶、固定遮阳板，有效调控太阳辐射得热。围护结构优化需兼顾气候适应性、改造可行性与经济性，通过精细化设计，在不大幅改变建筑原有风貌的前提下，达成能效提升与碳减排目标。

2.2 设备系统节能改造

设备系统节能改造聚焦于提升用能终端效率与优化能源结构，是实现运行阶段深度减碳的核心手段。首要任务是对暖通空调、照明、电梯等主要耗能系统进行高效化替换或升级。例如，将传统冷热源更换为高能效比的磁悬浮离心机组、空气源热泵或多联机系统；照明系统全面普及LED灯具并引入智能照明控制；电梯加装能量回馈装置。其次，推动能源供给侧清洁化，积极利用建筑本体及周边空间，集成安装光伏发电系统、太阳能热水系统，构建分布式可再生能源供给。再者，建立智慧能源管理系统，对各类用能设备进行实时监测、数据分析与优化

调度，实现从“粗放运行”到“精细管控”的转变。设备系统改造应强调系统集成与协同优化，而非单一设备更换，以追求整体能效的最大化提升。

2.3 运行管理优化

运行管理优化是从“软件”层面挖掘减碳潜力的持续性策略，其成效高度依赖于管理制度的完善与人员行为的规范。建立基于数据的精细化运营维护体系至关重要，包括制定并严格执行节能操作规程，定期对设备进行预防性维护和能效诊断，确保系统始终处于高效运行区间。实施智慧运维，利用物联网与大数据平台，对建筑能耗、室内环境参数进行全天候监测与智能分析，实现空调、照明等系统的按需调控与故障预警。加强面向建筑使用者与物业管理人员的节能宣传与培训，倡导低碳行为模式，如合理设置室内温度、人走灯灭、减少待机能耗等。通过建立能耗目标管理制度与绩效考核机制，将节能减碳责任落实到具体岗位与个人。运行管理优化投入成本相对较低，但能够持续释放节能效益，是巩固和提升硬件改造效果的重要保障。

3 减碳路径优化效果评估

3.1 评估指标体系

构建科学的评估指标体系是量化减碳路径优化效果的基础。该体系应涵盖环境效益、经济效益与技术性能三大维度。环境效益核心指标包括单位面积碳排放降低率、年度碳减排总量以及可再生能源替代比例。经济效益指标主要考察增量投资成本、投资回收期以及全生命周期成本节约额。技术性能指标则涉及围护结构平均传热系数提升率、主要用能设备系统能效比、室内热环境与光环境达标率等。指标体系需具备层次性、可量化性与可比性，能够全面、客观地反映绿色改造在减碳、节能、经济与室内环境方面的综合成效。

3.2 评估方法

减碳路径优化效果的评估需采用定量与定性相结合的综合方法。定量评估主要依靠模拟分析与实测对比。利用建筑能耗模拟软件，建立改造前后的建筑模型，模拟计算各项节能措施带来的能耗与碳排放节约量。在改造完成后，通过安装分项计量装置，进行不少于一个完整年度的能耗持续监测，获取实测数据，与改造前基线或模拟结果进行对比验证。定性评估则通过专家评审、用户满意度调查等方式，对管理水平的提升、室内环境质量的改善等难以完全量化的方面进行补充

评价。最终，基于指标体系，采用多准则决策分析等方法，对改造项目的综合效果进行等级评定或成效排序。

结语：既有公共建筑绿色改造的碳排放核算与减碳路径优化是实现建筑行业低碳发展的重要举措。通过科学的碳排放核算，能够准确掌握建筑碳排放情况，为减碳路径优化提供依据。在实际改造过程中，应综合运用多种减碳策略，从建筑的各个方面入手，全面降低碳排放。同时，建立有效的评估机制，对减碳效果进行及时评估和反馈，不断调整和完善减碳路径，推动既有公共建筑绿色改造工作持续深入开展。

参考文献

[1]周湛林. EPC 模式下既有公共建筑绿色改造综合效益评价[D]. 武汉工程大学, 2025.

[2]张敬雯. 严寒地区高校办公建筑减碳改造设计研究[D]. 沈阳建筑大学, 2025.

[3]牟建. 基于云模型的既有公共建筑改造后绿色性能评价[D]. 青岛理工大学, 2025.