

## 既有公共建筑绿色改造中的节能减排设计策略与效果评估

李灵

石家庄市建筑设计院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在“双碳”目标下,既有公共建筑实施绿色改造成为实现节能减排目标、推动建筑行业低碳转型的关键。文章研究首先阐述了既有公共建筑绿色改造与节能减排相关理论基础,结合节能减排目标要求,完善评估指标体系。研究表明,科学的节能减排设计策略以及构建的评估体系能够精准量化改造效果,实现节能减排的目标,以供参考。

[关键词]既有公共建筑;绿色改造;节能减排;设计策略;效果评估

DOI: 10.33142/sca.v9i1.18957

中图分类号: TU244

文献标识码: A

### Energy-saving and Emission Reduction Design Strategies and Effectiveness Evaluation in Green Renovation of Existing Public Buildings

LI Ling

Shijiazhuang Architectural Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Under the "dual carbon" goal, implementing green transformation of existing public buildings has become the key to achieving energy conservation and emission reduction goals and promoting low-carbon transformation in the construction industry. The article first elaborates on the theoretical basis of green transformation and energy conservation and emission reduction of existing public buildings, and improves the evaluation index system based on the requirements of energy conservation and emission reduction targets. Research has shown that scientific energy-saving and emission reduction design strategies, as well as established evaluation systems, can accurately quantify the transformation effects and achieve energy-saving and emission reduction goals for reference.

**Keywords:** existing public buildings; green transformation; energy-saving and emission reduction; design strategy; effect evaluation

#### 引言

随着我国“碳达峰、碳中和”目标的明确提出,建筑行业重视能源消耗与碳排放。既有公共建筑具有建成年限久、能源利用效率低、碳排放强度高的特点,建筑能耗在全国能源消费总量中占比较高,多数既有公共建筑因设备老化、运营管理粗放等问题,能源利用效率较低。既有公共建筑绿色改造作为实现建筑行业低碳转型的重要抓手,然而,当前我国既有公共建筑绿色改造多聚焦于单一环节改造方案与建筑原有结构适配性不足、缺乏完善的评估体系,难以精准量化节能减排效果。因此,本文研究立足既有公共建筑绿色改造的特殊性,开展节能减排设计策略与建立科学合理的效果评估体系,助力“双碳”目标实现,为既有公共建筑绿色改造实践提供技术指导。

#### 1 既有公共建筑绿色改造与节能减排相关理论基础

##### 1.1 既有公共建筑绿色改造的核心内涵

既有公共建筑绿色改造是通过采用绿色建筑技术、更新老化设备等方式不破坏建筑原有主体结构实现建筑的能源利用效率提高、降低碳排放的目标,从而改善建筑室内外环境质量,保障建筑的使用功能与舒适性,实现经济效益、环境效益与社会效益的统一。既有公共建筑绿色改造中需充分考虑建筑原有结构、使用功能等因素,结合建

筑能源消耗与碳排放的具体问题,统筹兼顾建筑本体、能源利用等多个环节。此外,在控制改造投资的前提下,实现节能减排效果。

##### 1.2 节能减排的核心理论

节能减排核心是通过优化能源利用流程、降低能源损耗、提高能源利用效率等方式,减少建筑能源消耗。低碳经济理论核心是通过技术创新、产业转型等方式,减少高碳能源的消耗,降低二氧化碳等温室气体排放。既有公共建筑节能减排是低碳经济发展的重要组成部分,通过构建低碳建筑模式,降低碳排放。循环经济理论核心是通过减少资源消耗、实现资源循环利用。循环经济理论在既有公共建筑绿色改造中主要体现为建筑材料的循环利用、能源的梯级利用等。

##### 1.3 既有公共建筑能源消耗与碳排放特征

既有公共建筑能源消耗与碳排放因建筑类型、建成年限、使用功能的不同存在一定差异。能源消耗结构以电力、煤炭、天然气为主,其中电力消耗占比最高,公共建筑的空调、照明和动力设施能耗占比较高。多数既有公共建筑因围护结构保温隔热性能差、设备老化等问题,单位建筑面积能源消耗高。电力消耗产生的碳排放以及化石能源消耗产生的碳排放占比较高,此外,供暖通风空调系统能源消耗、建筑材料的损耗、水资源的消耗也是主要的碳排放源。

## 2 既有公共建筑绿色改造中的节能减排设计策略

### 2.1 建筑本体节能减排设计策略

建筑本体是既有公共建筑能源消耗与碳排放核心载体，其保温隔热、采光通风设计影响能耗强度，节能减排设计核心是优化围护结构、改善采光通风以减少能源损耗。围护结构含外墙、屋面、门窗，是热量传递主通道。针对保温隔热性能差问题，通过外墙保温优化，采用外保温技术，选择高效材料，合理设计厚度，修补翻新墙体。增设保温隔热层，选择轻质、高效防水材料，设遮阳系统、种植屋面，也可加装隔热板、喷涂高反射涂料。更换老化密封差门窗，采用节能门窗搭配 Low-E 中空玻璃，合理设计开启比例，此外，优化门窗性能也是节能改造重点。采光通风设计影响人工照明、机械通风能耗及室内环境质量。针对采光不足、通风不畅问题，利用自然采光，拆除障碍物，优化布局，用透光遮阳材料。实施自然与机械通风结合，优化通风布局，合理设置通风口、排风系统，改造原有通风系统，遮阳措施需结合采光通风需求设计。

### 2.2 设备系统节能减排设计策略

设备系统是既有公共建筑能源消耗主源，含采暖制冷、照明、给排水、电梯等设备，其运行效率与老化程度影响能耗强度。采暖制冷设备能耗最大，针对老化、低效、高耗能问题，更新老化设备，拆除高耗能采暖锅炉、制冷机组，换为高效节能设备（如燃气锅炉、空气源热泵等），优先选用高效冷水机组等技术，满足性能系数限值要求。采用变频控制，主要依据温湿度自动调节功率，优化管网布局，减少热量、冷量损失。利用新风供冷等技术，充分利用低品位热能。设置智能控制系统，实时监测调控设备，依据建筑需求和环境变化调整参数，减少人为浪费。照明设备是日常能耗重要部分，针对能耗高、光照差问题，更新设备，拆除白炽灯、荧光灯，换为 LED 灯、节能荧光灯等。优化设计，采用分区照明、智能控制，依据使用需求和采光条件调节亮度、时间，结合自然采光，合理设置开关。完善维护制度，定期检修清洁，及时更换损坏老化设备。给排水与电梯设备是辅助设备，长期运行能耗大，需针对性优化，更新老化高耗能水泵、水箱，换为高效节能水泵、节水型水箱，采用变频控制，安装节水器具，减少水资源消耗，间接降低能源消耗。更新老化高耗能电梯，采用变频控制、能量回馈技术，优化运行调度，减少空驶率和等待时间，降低能耗。

### 2.3 能源利用节能减排设计策略

能源利用是既有公共建筑节能减排核心，核心在于优化能源结构、提高利用效率、实现循环利用，减少高耗能能源消耗与碳排放。针对既有公共建筑能源结构不均衡、高碳能源占比高问题，推广可再生能源利用，依建筑地理位置和气候条件，合理利用太阳能、地热能、风能等。优化传统能源利用，减少煤炭使用，优先用天然气等清洁化石能源采暖、供生活热水，合理调配电力资源，优先用低

谷电。能源梯级利用是提高效率的重要方式，按能源品位分层利用，采暖制冷能源梯级利用，高品位能源（如电力、天然气）用于核心区域，低品位能源（如工业余热、太阳能热水）用于辅助采暖和生活热水供应。高效电力用于精密设备和照明系统，回收电能用于辅助设备和照明，实现循环利用。针对既有公共建筑能源浪费严重问题，回收采暖制冷和工业设备余热，经装置转化为可用能源，用于辅助采暖和生活热水供应，生活热水供应系统可用冷凝热回收机组。收集屋面雨水和室内生活污水，处理后用于绿化灌溉、道路清扫、卫生间冲洗等，减少自来水消耗和水处理设备能耗。

### 2.4 运营管理节能减排设计策略

运营管理是既有公共建筑绿色改造后维持节能减排效果的关键，针对运营管理粗放问题，制定节能减排运营制度，明确管理人员职责与工作流程，规范设备运行维护检修流程，建立能源消耗与碳排放监测制度，定期统计分析并整改问题。同时，将节能减排指标纳入绩效考核，激发管理人员积极性。加强对建筑管理与使用人员的培训，提升其节能意识与专业技能，规范操作减少能源浪费。通过张贴标语、发放手册、开展活动等方式，引导使用人员养成节能习惯。结合建筑需求与环境变化，优化运营调度，合理调整设备运行时间与参数，避免无效运行。建立设备定期维护检修制度，及时更换老化损坏部件，确保设备高效运行，减少故障浪费，注重日常维护，缩短检测间隔，降低待机与无用功能耗。

### 2.5 设计策略协同机制

既有公共建筑绿色改造的节能减排设计策略是建筑本体、设备系统、能源利用、运营管理四个维度的协同设计，需建立协同机制，提升节能减排效果。各维度设计策略的协同关系如图 1 所示。

## 3 既有公共建筑绿色改造节能减排效果评估体系

### 3.1 评估体系构建原则

为精准量化既有公共建筑绿色改造节能减排效果，为方案优化和决策提供依据，需构建涵盖能源消耗、碳排放等多维度评估体系，明确指标、方法与流程，实现全面精准科学评估。构建评估体系需遵循以下原则：（1）针对性：聚焦节能减排核心目标，针对改造环节选代表性指标，避免冗余；（2）科学性：指标选取基于理论与实践，方法符合建筑特点，计算科学，精准反映效果；（3）可操作性：指标数据易获取，计算简便，流程简洁规范，便于应用；（4）综合性：兼顾多维度，全面反映综合效果，避免单一指标局限；（5）动态性：结合行业发展、标准更新、目标调整，适时优化指标与方法。

### 3.2 评估指标体系构建

结合既有公共建筑绿色改造的节能减排设计策略构建多维度的评估指标体系，分为目标层、准则层、指标层，具体评估指标体系如表 1 所示。

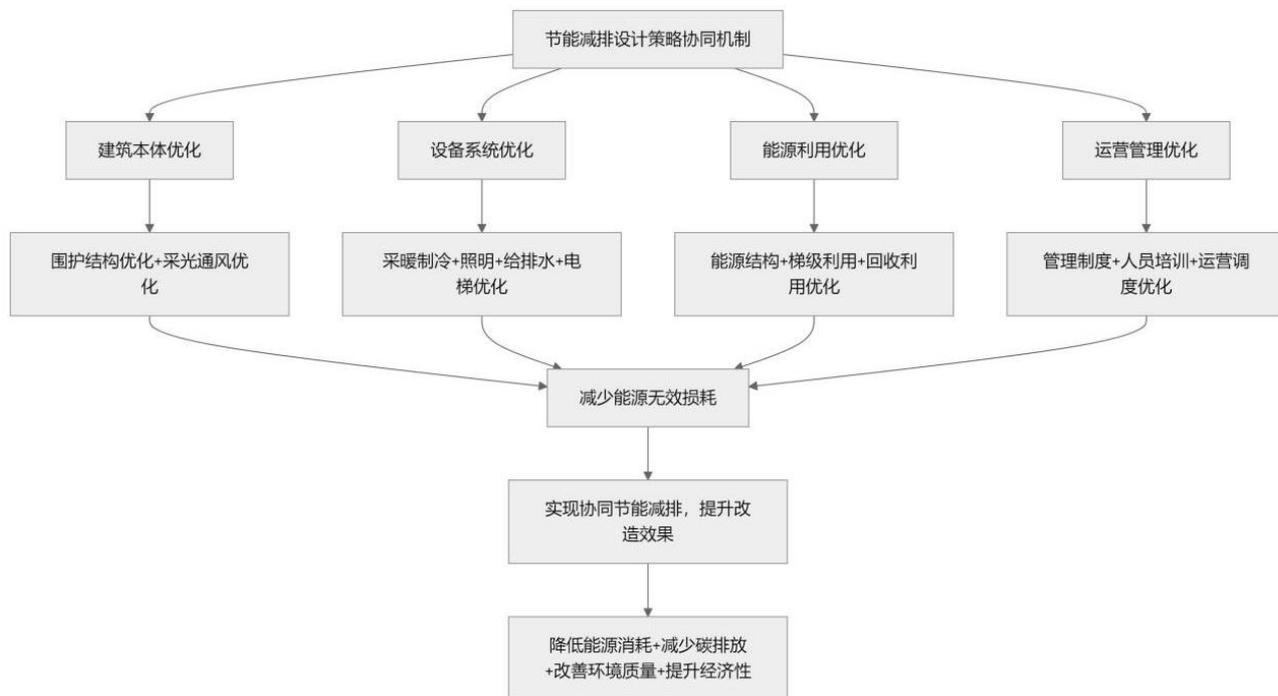


图1 既有公共建筑绿色改造节能减排设计策略协同关系图

表1 既有公共建筑绿色改造节能减排效果评估指标体系

目标层	准则层	指标层	指标定义	计算方法	评价标准(参考值)
既有公共建筑绿色改造节能减排综合效果	能源消耗指标(权重0.35)	单位建筑面积能耗降低率	改造后单位建筑面积能源消耗较改造前的降低比例	$(\text{改造前能耗}-\text{改造后能耗})/\text{改造前能耗}\times 100\%$	$\geq 30\%$ 为优秀, 20%~30%为良好, 10%~20%为合格, <10%为不合格
		采暖制冷能耗降低率	改造后采暖制冷系统能源消耗较改造前的降低比例	$(\text{改造前采暖制冷能耗}-\text{改造后采暖制冷能耗})/\text{改造前采暖制冷能耗}\times 100\%$	$\geq 35\%$ 为优秀, 25%~35%为良好, 15%~25%为合格, <15%为不合格
		照明能耗降低率	改造后照明系统能源消耗较改造前的降低比例	$(\text{改造前照明能耗}-\text{改造后照明能耗})/\text{改造前照明能耗}\times 100\%$	$\geq 50\%$ 为优秀, 40%~50%为良好, 30%~40%为合格, <30%为不合格
		可再生能源利用率	改造后可再生能源消耗量占建筑总能源消耗量的比例	$\text{可再生能源消耗量}/\text{建筑总能源消耗量}\times 100\%$	$\geq 15\%$ 为优秀, 10%~15%为良好, 5%~10%为合格, <5%为不合格
既有公共建筑绿色改造节能减排综合效果	碳排放指标(权重0.30)	单位建筑面积碳排放降低率	改造后单位建筑面积碳排放较改造前的降低比例	$(\text{改造前碳排放}-\text{改造后碳排放})/\text{改造前碳排放}\times 100\%$	$\geq 25\%$ 为优秀, 18%~25%为良好, 10%~18%为合格, <10%为不合格
		化石能源碳排放降低率	改造后化石能源消耗产生的碳排放较改造前的降低比例	$(\text{改造前化石能源碳排放}-\text{改造后化石能源碳排放})/\text{改造前化石能源碳排放}\times 100\%$	$\geq 30\%$ 为优秀, 22%~30%为良好, 15%~22%为合格, <15%为不合格
		碳排放强度	改造后单位建筑面积每年的碳排放量	$\text{年碳排放总量}/\text{建筑总面积}(\text{kgCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{a})$	$\leq 50$ 为优秀, 50~70为良好, 70~90为合格, >90为不合格
既有公共建筑绿色改造节能减排综合效果	环境质量指标(权重0.15)	室内空气质量达标率	改造后室内空气质量(PM2.5、甲醛等)符合国家标准比例	$\text{达标检测点数量}/\text{总检测点数量}\times 100\%$	$\geq 95\%$ 为优秀, 85%~95%为良好, 75%~85%为合格, <75%为不合格
		室内温湿度舒适度达标率	改造后室内温湿度符合人体舒适度要求的时间比例	$\text{达标时间}/\text{总运行时间}\times 100\%$	$\geq 90\%$ 为优秀, 80%~90%为良好, 70%~80%为合格, <70%为不合格
		噪声控制达标率	改造后室内外噪声符合国家标准比例	$\text{达标检测点数量}/\text{总检测点数量}\times 100\%$	$\geq 90\%$ 为优秀, 80%~90%为良好, 70%~80%为合格, <70%为不合格
既有公共建筑绿色改造节能减排综合效果	经济性指标(权重0.20)	改造投资回收期	改造投资成本通过节能收益回收所需的时间	$\text{改造总投资}/\text{年节能收益}(\text{年})$	$\leq 8$ 年为优秀, 8~12年为良好, 12~15年为合格, >15年为不合格
		单位面积改造成本	改造总投资与建筑总面积的比值	$\text{改造总投资}/\text{建筑总面积}(\text{元}/\text{m}^2)$	$\leq 1500$ 为优秀, 1500~2000为良好, 2000~2500为合格, >2500为不合格
		年节能经济效益	改造后每年因节能减少的能源费用支出	$(\text{改造前能源费用}-\text{改造后能源费用})(\text{万元}/\text{年})$	$\geq 50$ 为优秀, 30~50为良好, 10~30为合格, <10为不合格

本文构建的既有公共建筑绿色改造节能减排效果评估体系具有较强的通用性与可操作性,适用于办公建筑、商业建筑等各类既有公共建筑的绿色改造效果评估。同时,可根据不同类型公共建筑的特点适当调整评估标准。此外,评估体系可结合建筑行业的发展、节能减排目标的调整,确保评估体系的适应性与科学性。

#### 4 结论

本文立足既有公共建筑绿色改造特性与节能减排需求,节能减排设计需遵循“系统性、针对性、可操作性、经济性”原则,构建协同设计策略体系,应用先进的高效设备、引入智能感知和控制技术,并结合太阳能、地热等可再生能源,对于实现可持续发展和“双碳”目标具有重要的推动作用,可有效降耗减碳,降低既有公共建筑能源消耗,改善环境质量。构建的多维度效果评估体系涵盖能源消耗等四维度,方法可行,能精准量化改造效果,为方案优化与决策提供依据,有助于推广绿色建筑和可持续发展理念。

#### [参考文献]

[1]曹雅蕊,李云铎.基于绿色节能理念的建筑暖通设计优

化研究[J].住宅产业,2024(4):44-46.

[2]张天睿,杨辰,杨静.既有公共建筑暖通节能及绿色改造现状分析[J].科技与创新,2024(5):166-168.

[3]顾少华.绿色建筑暖通节能技术设计分析[J].中国建筑装饰装修,2023(6):73-75.

[4]王业乾.绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计中的应用[J].房地产世界,2022(17):47-49.

[5]林涛.绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计的应用[J].中国住宅设施,2021(12):13-14.

[6]张开娅.绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计的应用分析[J].应用能源技术,2021(11):48-50.

[7]张艺扬.寒冷地区既有居住建筑节能改造综合效益评价研究[D].北京:北京交通大学,2022.

作者简介:李灵(1995.5—),毕业院校:河南城建学院,所学专业:建筑学,当前就职单位:石家庄市建筑设计研究院有限公司,职务:建筑方案设计师,职称级别:助理工程师。