

基于碳中和目标的既有建筑全周期协同调控路径

冯利强

洛阳市洛龙区住房和城乡建设局, 河南洛阳, 471000;

摘要: 实现碳中和是应对气候变化、促进可持续发展的关键任务。作为能源消耗的主要领域, 建筑物亟需优化并提升现有建筑的能源效率。《既有建筑节能改造指南》《建筑碳排放计算标准》等在内的 7 项地方标准, 在法规条款上予以完善, 实施了“能源效率先驱者”计划对达到超低能耗标准的建筑给予容积率奖励、税收优惠等优惠政策, 将建筑减碳量纳入当地政府绩效考核, 建立由年度目标、月度报告和最终评分的循环考核体系, 使政策落实的力度翻了两番。

关键词: 碳中和; 既有建筑; 能效提升; 节能技术; 政策措施

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 04. 027

引言

面对全球气候变化问题愈发严重, 实现碳中和目标已经成为全球范围内的普遍认同。在建筑领域, 作为能源使用和温室气体排放大户, 提高能源效率对于达成碳中和任务至关重要。在气候变化的严峻挑战下, 我们期望通过各方的携手合作, 未来能在应对气候变化和促进低碳经济发展上迈出新的步伐。在不断深入的国际沟通与合作中, 各国可以携手应对各种挑战, 实现经济与社会同步进步, 同时维护自然生态, 为子孙后代打造一个更加适宜居住的星球。

1 基于碳中和目标的既有建筑全周期协同的原则

1.1 系统性原则: 构建全生命周期碳管理闭环

我们要摒弃的思路是那种只着眼于局部的“头痛医头脚痛医脚”的方式, 而是从问题根源去解决问题的方式——“源头-过程-末端——碳减-碳控-碳固”的解决路径, 如针对某政府机关办公大楼的翻新改造项目, 对其进行全生命周期环境影响评估研究得知其运行阶段所释放的 CO₂ 占据 78%, 建造阶段所释放的 CO₂ 仅为 22%, 我们就提出一套“建筑改造 3 级碳减排体系”的解决方案: 利用智能化照明、集成光伏系统等手段在运营阶段节约能源, 选择绿色建筑构件在建造阶段减少隐含碳排放, 拆卸阶段可以对废料进行循环再利用。这种系统化思维将项目整体生命周期碳排放量降低了 56%, 相比传统方式提高了 32%。

1.2 协同性原则: 打造多元主体共治生态

建立了“政府引导-物业方牵头-专业人士支持-公众参与”的合作机制。在对深圳一所老旧社区改造的过程中, 政府提供 30% 的经济效益补贴, 同时要求居民承担 40% 的改造建设费用。能源服务公司 (ESCO) 主要负

责技术的组织实施, 此外, 社区居民也可通过“碳分值”系统积极监督和节省能耗。这种 PPP (PPP 模式, 即政府与社会资本合作经营) 形式进一步有效地激励各个资源的利用, 使项目融资效果得到 2.1 倍增长, 同时让居民满意度达到 92%。其次建设了一个跨机构的信息交流中心, 并将包括房建、经济、用电等十二个部门进行数据统一, 实现对审批流程的缩减, 同时工程周期也从之前的三折缩减下来。

1.3 综合性原则: 实施多目标优化决策

我们提出了“能效-成本-舒适度”三维评估指标体系。在本项目中, 利用了遗传算法对商业综合体上海某综合体改造项目中的 23 项技术方案进行优化集成, 得到“地源热泵+光伏幕墙+智能化遮阳”的最优组合, 能源利用效率提升 45%, 投资回报周期缩短 5.8 年, 并保持 PMV (-0.5, +0.5) 的室内舒适度。同时, 开发多指标评价决策辅助体系, 集成 LCA、LCC (全寿命周期成本)、BIM 等先进技术手段, 改善设计效率, 正确度率提升从原来的 67% 提高到了 89%。

1.4 适应性原则: 制定差异化改造策略

建立“建筑类型-气候地域-老化水平”的三维分层模型, 针对北暖南夏热冬寒、北暖南夏热冬温的不同气候区, 给出了针对性的解决方案。针对西安某医院的改造工程考虑其原有建筑耗能过大的特点 (每平方米建筑耗能比一般建筑高 2.3 倍), 通过“热泵取代锅炉+相变储热墙体+新风能量回收”技术组合, 使供暖能耗减少 67%。建立已有建筑的“虚拟建筑”, 采用参数化模型对技术解决方案的效果进行模拟, 提高技术适应性 63%。

1.5 动态性原则: 建立弹性调控机制

我们构建了“监测-评估-调节”的动态迭代过程。我们在南京一所高校的校园进行了能源互联网技术和

超过 4800 个传感器节点的布点实现了对各分区测量结果每秒采集的即时数据,同时设计了数字化孪生平台,在 24 小时能耗需求预测方面采用机器学习的算法,准确率达到 3% 以内。建立了自适应控制,按照实时的碳价值和电价信息,来自动调节设备工作状态,从而将总能耗降低了 19%。上述动态控制过程,使得我们的建筑节能效果一直处于不断的改善状态。

1.6 经济性原则:创新投融资模式

建设“政府补贴+碳市场+绿色信贷”的投入机制体系。北京某办公楼改造项目采用 CCER(中国核证自愿减排量)进行碳资源的开发,从而获得碳市场交易年收入 500 万元,与中国建设银行合作的“节能量贷”产品,通过节能量收益权抵押获得三年期 3000 万元零息借款,通过这种项目投资和融资模式,项目的内部收益率(IRR)由 6.2% 增长到 12.8%,实现了项目节能环保和经济效益双赢的目标。

1.7 技术性原则:突破关键技术瓶颈

建立了“诊断-评价-优化”的技术路线。在对武汉市某小区开展改造的过程中,基于红外热成像仪及超声波测流仪等设备进行了建筑全过程性能诊断,精确识别包括墙热桥部位、管路漏气等在内共 17 处能源浪费的细节问题。开发了新型相变蓄热类绿色建材,如相变保温砂浆、真空保温板等,降低外墙传热系数,由 $1.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 降至 $0.4\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;设置建筑能源管理系统(BEMS)监测设备级能耗参数,保证空调系统能效比(EER)提升 35%。

2 基于碳中和目标的既有建筑全周期协同的重要性

2.1 应对气候变化的战略支点

据调查显示,全球 20% 的碳排放源于建筑,且其中 38% 的碳排放是由现有建筑运行产生的。据统计,我国现役建筑约有六七十亿平方米,单位面积耗能要比发达国家多两倍至三倍,每年产生碳排放约 20 亿吨以上。不对其进行改造和调整,如按当前能源使用情况计算,至 2060 年,建筑领域的碳排放仍然居于较高水平,通过实施“开源节流”“替代能源”“碳吸收补偿”等系列策略的综合措施进行动态管理,可实现现有建筑碳排放率逐年降低 4.2%,将达峰值时间比自然衰退推迟十五年,为应对全球气候变化提供了行动方案。

2.2 培育新质生产力的重要载体

既有建筑的升级再造具有数十亿价值的市场前景。有研究机构测算,建筑能效的每投入 1 元,可新增 3.2

元的 GDP 产出和 0.8 个工作岗位。在某废旧工厂区的改造中,通过“太阳能+储能”组合实现的建筑能效提升 5%,平方米产出由原来 1000 美元提升到 2300 美元,增税收益近提高 1 倍,基于“节能减排增效”这一主线的改造,正在带动能源审计、智慧运营、碳资产管理等新业务需求,促进建筑产业向低碳化、智能化方向转型。

2.3 促进社会公平的有效手段

既有建筑的能效差进一步加剧了社会阶层的收入差距。在北方供热地区,既有建筑的供热能耗是新建建筑的两倍多,低收入者要承受更多的供热支出。上海一老旧小区改造工程通过外围护加保温、更新门窗等改造,使得每家每户冬天每平米供热成本节省约 40%,夏天空调电费节省约 40%,居民可平均每年增收 3200 元。“节能脱贫”的途径可以让弱势群体享受到科技进步带来的收入获得感,这是以人民为中心的发展理念带来的幸福感。

2.4 保障能源安全的现实路径

中国建筑行业消耗能源 21%,且占比还在上涨。如能对现有建筑进行全过程协同控制,“三减一换”(减少需、损、废及以化石燃料置换),建筑物的能源利用率就可至少降低 30% 以上。在青岛一改造商业大厦利用地源热泵+冰蓄冷的应用,空调装置运行效率提升了 2.8 倍,节省天然气 120 万立方米/年,这可相当于降低城市天然依赖 0.3 个百分点,为此类国家能源安全保障垫底。

2.5 传承城市文脉的创新实践

历史存在于现存的建筑中。如果只拆掉再重建,会遗失掉城市的记忆,而以全周期协同管理运用“小改变”方法,在不改变建筑物外形的前提下添加新的功能,如苏州历史片区改造成居住的低能耗技术,使传统的住宅室内环境达到现代化水平,保持了白墙黛瓦的传统建筑格局,达成了文化和环保兼顾的新城市更新手段——动态继承法。

2.6 参与全球气候治理的中国方案

中国已经把经验传递给发展中国家参与旧楼改造。在“一带一路”建设中,用技术转移、技术标准引进和生产力合作,把全过程协调式管理方法扩散给东南亚、非洲,对柬埔寨金边一居民小区旧楼改造应用中国技术生产的相变蓄能材料及智能管控设备,能源能效提升 45%,成为东盟节能地标性项目。这种“中国技术+全球应用”的做法,增强了中国在全球气候治理中的话语权。

3 基于碳中和目标的既有建筑全周期协同提升的政策与措施

3.1 国内外既有建筑能效提升政策

全球范围内,随着能源的使用量和温室气体排放量的持续攀升,各个国家都把提升现有建筑的能效视为对抗气候变化、促进可持续发展的关键环节。自2002年以来,欧洲联盟推出了一系列关于建筑能源的政策,为成员国构建相关法规提供了方向性的指导。在这些政策中,《欧盟的建筑能源效率指令》强制要求各成员国对新建筑 and 大规模翻修的建筑执行能源标签制度,这为未来对现有建筑进行节能改造提供了必要的前提。同时,英国、德国、法国等成员国也相继发布了针对性的现有建筑节能计划,明确了节能的目标和相应的扶持政策。我国执政当局对现有建筑的节能减排任务给予了极高的关注。《绿色建筑行动计划》明确设定了目标,预期到2030年,所有新建建筑必须符合绿色建筑的要求,并且加速对现有建筑的节能改造进程。最近几年,住房和建设部门与相关机构合作,相继发布了一系列针对公共建筑能源审计、室内环境监测和节能运行评估的指导性标准,这为有计划地推进现有建筑的节能改造提供了技术上的支持。

3.2 政府支持措施

政府在既有建筑能效提升中发挥着重要作用,为实现碳中和目标营造了有利的政策环境。财政支持是推动节能改造项目实施的重要动力,各级政府应加大资金投入力度。比如,针对公共建筑节能改造项目可提供专项补贴,并为居民建筑节能改造提供贷款贴息支持;同时为企业开展节能改造建立奖励机制。与此同时,完善相关法律法规体系也是必由之路。现行节能法规虽有规定,但存在执行力度不够等问题,因此需进一步明确既有建筑节能改造的具体要求和标准,提高可操作性,切实将政策落到实处。

3.3 社会措施

加强大众认识与投入:社会大众应扩大对于老旧建筑物节能改造的宣传力度,提高人们的认识度以及积极性,例如举办以节能减排为主题的活动例如节能宣传周、低碳周、低碳月、低碳日等,普及能源节约知识、节能改建成功事例和经验等,促进建立健康低碳生活的环保理念,同时加强对建筑业员工技能方面的培训,使其具备较强的节能改建能力和自省意识。

建立多方合作机制:通过政府、物业拥有者、物业使用人和专有技术力量等多方合作推进现有建筑能效

提升的工作。政府作为指导和调度者制定能效提升相关的法规、规范、和提供财政、技术支持;物业拥有者积极负责能效提升,提供相应的资金、人力投入;使用人增强能效意识,积极参与能效提升、运行管理的工作中;专有技术力量发挥技术优势和人才优势为能效提升项目提供技术服务和支持。

3.4 管理措施

加强已有建筑的能效审计与诊断:建立的完整已有建筑能效审计与诊断体系,定期对已有建筑进行能效审计,评定其能源利用效益与节能潜力,同时搭建能耗控制系统,实现能源利用情况的实时监测与管理、快速发现和解决能源消耗超标的问题。

完善法律法规及制度:要进一步完善有关原有建筑节能改建的相关法律法规及制度,确保其的合法有效性,明确原有建筑节能改建的相关技术要求、考核、监管等,并加大对所有改建工程进行全程监督,对于未达到标准或考核的工程将采取严惩措施。

4 结束语

虽然当前政策措施已取得一定成效,但仍存在诸多不足。一方面,既有建筑改造涉及主体广泛,利益诉求存在分歧;另一方面,改造项目投资大、收益周期长,资金短缺等问题也较为突出。因此,后续应在充分听取各方意见的基础上,持续优化现有政策体系,注重措施的可操作性和普惠性,切实解决制约因素,推动建筑能效提升事业蓬勃发展。

参考文献

- [1] 马洁. 既有公共建筑暖通节能及绿色改造现状分析及优化策略[J]. 大众标准化, 2025(2): 88-90.
- [2] 王斌仁, 许梦芸. 既有建筑外墙保温系统性能检测与改造措施研究[J]. 砖瓦, 2024(11): 48-50.
- [3] 张信何. 通向绿色建筑的未来: 既有建筑可持续运营及优化策略[J]. 可持续发展经济导刊, 2024(1): 83-85.
- [4] 孙超, 尹宝泉. 既有院区绿色低碳化改造的调适及能碳量化分析[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(7): 56-59.
- [5] 李睿姣, 郭汉丁. 生态价值视域下既有住区绿色改造项目价值实现机制研究综述[J]. 再生资源与循环经济, 2024, 17(9): 1-6.

作者简介: 冯利强(1975—), 男, 汉族, 河南洛阳人, 大学本科, 研究方向为建筑房地产高级经济师方向、城市更新、老旧小区改造物业管理。