

“双碳”目标下绿色建筑设计优化策略研究

秦 朗

中国电建集团, 湖北 武汉 430000

[摘要]建筑行业碳排放占全国总量约 48%，其低碳转型是实现“双碳”目标的关键领域。研究从绿色建筑设计视角出发，系统分析“双碳”目标对设计理念转型的内在要求，提出涵盖被动式设计、能源系统、建材选型与全生命周期管控的四位一体优化策略体系。在此基础上，从标准完善、数字赋能、协同机制与评价创新四个维度构建实施路径，为绿色建筑设计从“末端减排”向“源头降碳”转型提供理论支撑与实践参考。

[关键词]“双碳”目标；绿色建筑；被动式设计

DOI: 10.33142/sca.v9i8.20200

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Research on Optimization Strategies for Green Building Design under the Dual Carbon Target

QIN Lang

Power Construction Corporation of China, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: The carbon emissions of the construction industry account for about 48% of the national total, and its low-carbon transformation is a key area to achieve the "dual carbon" goal. Starting from the perspective of green building design, this study systematically analyzes the inherent requirements of dual carbon goals for the transformation of design concepts, and proposes a four in one optimization strategy system that covers passive design, energy systems, building material selection, and full lifecycle management. On this basis, an implementation path is constructed from four dimensions: standard improvement, digital empowerment, collaborative mechanism, and evaluation innovation, providing theoretical support and practical reference for the transformation of green building design from "end of pipe emission reduction" to "source of carbon reduction".

Keywords: dual carbon target; green building; passive design

引言

2020 年我国提出“碳达峰、碳中和”目标，建筑行业作为能源消耗和碳排放的大户，有重大的减排任务。根据 2025 年中国城乡建设领域碳排放研究报告可知，2024 年全国建筑领域的碳排放量占全国能源相关的碳排放量的 48.3%，是“双碳”目标落实的重要部分。近些年来，绿色建筑规模化发展成果丰硕，建筑运行碳排放增速明显减缓，但是还存在着建设方式转型不到位、产业链协同欠缺等难题。绿色建筑设计理念和技术体系在“双碳”背景下需要进行系统的优化升级。目前实践当中还存在着重技术堆砌轻设计整合、重运行节能轻全生命周期管控等问题，从而限制了碳减排潜力的发挥。研究立足于设计优化这一源头环节，系统研究“双碳”目标下绿色建筑设计理念更新、关键技术、优化策略和实施路径，以期给绿色建筑设计从“浅绿”到“深绿”提供参考。

1 “双碳”目标下绿色建筑设计理念与发展要求

绿色建筑内涵由最初的只重视建筑节能，逐渐发展成为对人的健康、环境和谐、安全耐久等各方面价值的全面尊重。“双碳”目标给绿色建筑设计赋予了刚性的约束，促使设计理念出现三个方面的范式改变。第一，在设备控制上转向空间本体。传统的建筑设计依靠高性能的设备来达到节能的目的，在“双碳”背景下应该首先发掘建筑空间本身的气候适应潜力，采用朝向选择、体形优化、自然通风和采光等被动式措施，从源头上减少用能需求。第二，运行优先变为全生命周期控制。低碳建筑重视建材生产、施工建造、运行使用和拆除处理等各个阶段的能耗控制。只看运行阶段就会掩盖建材生产阶段的大量隐含碳排放，不能达到真正的低碳。第三，由原来的单向减碳变为现在的系统耦合。绿色建筑设计要将建筑当作能源生产、消耗和存储的复合系统，主动融入可再生能源利用、碳汇补充

等要素,构建起建筑同能源、材料、环境之间的协同关系。

2 “双碳”目标下绿色建筑设计优化关键技术分析

2.1 低碳节能建筑设计技术应用

低碳节能技术的应用为绿色建筑设计优化提供技术支撑。被动式建筑设计技术是降低建筑能耗的第一道屏障。被动房是指不需要主动供给能量来满足制冷和采暖要求的一种建筑形式,其本质就是利用高性能的围护结构形成一个高效的、连续的保温外壳,再配合各种遮阳设施来调节四季不同的需求,从而达到全年高效节能和恒温舒适的目的。高性能保温材料(石墨聚苯板、挤塑板和真空绝热板)的使用可以明显降低建筑围护结构的传热系数,采用三玻两腔中空玻璃(填充氩气等惰性气体)可以在保证保温性能的基础上最大限度地引入自然光。建筑遮阳系统精细化设计也不能忽视,防风卷帘、机翼板遮阳等各类遮阳设备的配合使用可以有效地调节太阳辐射得热,减少夏季空调负荷。高效能源系统集成设计属于关键技术环节。通过建立智能化建筑能源系统,把发电、储电、高效用电结合起来,在屋顶、立面等处集成多种光伏材料,使建筑可以自主产生清洁电力,系统同市政电网双向连接可以灵活调节的“柔性用电”。多联机空调和全热回收新风系统联合使用可以满足建筑冬季供暖和夏季制冷的要求,比传统的集中供暖方式碳排放明显减少。

2.2 可再生能源与绿色建材融合应用

可再生能源同绿色建材相融合,是能源供给端和材料端共同实现低碳目标的重要途径。建筑光伏一体化设计把光伏组件和建筑围护结构融合在一起,使建筑由原来的能源消耗者变成能源生产者。通过定性分析和定量结果互相促进、互相转化,找到项目的节能设计侧重点,做到有的放矢,给出最有效的降低能耗设计方案。该思路认为设计者在方案阶段就对可再生能源的利用潜力进行量化评价,从而达到产能最大的目的。低碳水泥、再生骨料混凝土、高性能钢材等低碳替代材料的应用,可以从根本上减少建筑的隐含碳排放。经过研究得知,钢材、水泥在建材生产过程中所造成的碳排放量占整个建材生产碳排放量的90%以上,所以建材的选择会对建筑全生命周期碳足迹产生决定性的影响。设计阶段要创建建材碳排放数据库,对不同的建材方案展开碳足迹比较,选取本地化、低碳化、可循环利用的建材产品。

3 “双碳”目标下绿色建筑设计优化策略

3.1 建筑空间布局与被动式设计优化

建筑空间布局属于决定建筑能耗高低的先天条件,在

方案阶段应首先加以改善。朝向的选择要结合当地的气候特征和太阳的轨迹,在寒冷地区尽量争取南向采光来利用冬季太阳辐射,在炎热地区尽量避免西晒的不利影响,并且还要兼顾到主导风向来组织自然通风。建筑体形系数应控制在合理的范围之内,减少外围护结构的面积来降低冬季热损失和夏季得热,一般情况下体形系数每降低0.01,建筑能耗可以减少约2.5%。平面功能布局也应进行精细化设计,把人员密集、热需求高的空间布置在朝向好的地方,把辅助性的空间布置在北向或者热工性能较差的地方,使有限的热工资源得到充分利用。改善建筑布局和朝向、选择高效的节能建筑设备系统、使用低碳环保建材、采用绿色施工技术,是建筑碳减排的系统途径。

自然通风设计要联系建筑的平面布置和立面开口组织,依靠热压和风压推动自然气流,缩减机械通风和空调系统的运行时间。多层建筑中竖向通风竖井的设置可以改善热压通风的效果,在无风或者弱风的情况下,室内空气更新效果更好。遮阳设计要解决冬季得热和夏季遮阳之间的矛盾,采用固定遮阳和活动遮阳相结合的方式,实现季节性调节。固定遮阳构件要依照太阳高度角和方位角来精确计算,保证夏季挡直射阳光,冬季挡太阳辐射进入;活动遮阳设备能依照季节、时段的变化做出调节,进而达成全年动态的热工性能改善目标。对玻璃幕墙类公共建筑而言,光伏遮阳一体化设计既可以达到遮阳效果又可以产生清洁电力,从而达到空间维护和能源生产双管齐下的目的。

3.2 建筑能源系统低碳化设计优化

建筑能源系统低碳化是降低运行碳排放的主要途径。设计时首先应该选用高效冷热源设备和输配系统来提高系统的整体能效水平。多联机空调系统在部分负荷工况下具有较高的能效比以及独立分区控制的特点,在公共建筑和住宅中都有较好的适应性;全热回收新风系统通过换热芯体将排风中的冷热量回收利用,热回收效率一般可以达到60%~75%,大大降低了新风处理的能耗。电气化替代是实现能源系统低碳转型的重要途径,对建筑进行全面电气化改造,用多联机空调和带有全热回收的新风系统来满足建筑的采暖和制冷需求,用电加热的方式提供生活热水,创建出高效的全电能源体系。此举可以将建筑用能从化石能源转变为电力,为后面电力系统脱碳带来的碳减排红利创造条件——电网可再生能源占比越高,全电建筑越不需要末端改造,就越能享受到清洁电力带来的减碳效益。

建筑应设置智慧能源管理系统,利用物联网传感网络对室内外环境参数(温度、湿度、CO₂浓度等)以及能耗

数据和设备运行状态进行实时监测,准确找到能耗的薄弱环节,对空调、照明等设备实行精细化智能调节。系统可以根据室内人员的分布和活动情况来改变空调设定温度以及新风量,防止没有人的地方出现无效的供能情况;根据天然采光水平自动调节人工照明照度,在保证视觉舒适度的基础上最大程度上节约用电。建筑储能系统(电化学储能、蓄冷蓄热)的加入可以提高能源系统的柔性调节能力,利用峰谷电价差降低运行成本,缓解可再生能源并网给电网带来的冲击。

3.3 建筑材料选型与资源循环利用优化

建筑材料隐含碳排放占建筑全生命周期碳排放的20%~30%,在超低能耗建筑中占比更大,不能忽略。设计阶段的建材选择要以低碳为先,本土为优,可再生为重。低碳建筑重视建筑全生命周期对能源消耗的控制,用合理规划、循环利用的设计方法,结合生态建筑理念、绿色环保建材、先进节能技术等手段来达到建筑全流程碳减排的目的。结构用材优先选用高强高性能材料来减少用量,围护结构选用导热系数低的保温材料,装饰装修材料选用低挥发性有机化合物、耐久性好的产品。资源循环利用上要推广使用可拆卸、可回收的结构体系和部品部件,为建筑末端材料循环利用创造条件。

3.4 建筑全生命周期碳排放控制优化

全生命周期碳排放控制属于绿色建筑设计从浅绿向深绿迈进的重要指标。设计方案阶段就要创建碳排放核算体系,对建材生产、运输、建造、运行、拆除等各个环节的碳排放实施定量预估,找出碳排放的主要环节并加以针对性改进。建筑全生命周期碳排放计算包含建材生产、施工建造、运行使用、拆除处理等各个阶段。运行阶段碳排放一般占总排放量的最高值,要依靠被动式设计来削减用能需求,依靠高效设备和可再生能源利用来削减化石能源消耗。建材阶段的碳排放应该通过选择低碳建材和延长建筑使用寿命来控制。拆除阶段要制订建筑废弃物资源化利用方案,尽可能削减填埋处置量。

4 “双碳”目标下绿色建筑设计优化实施路径

4.1 完善绿色建筑设计标准体系

标准体系属于促使绿色建筑设计规范化的制度性根基。现行绿色建筑评价标准对于碳排放指标的约束力度不够大,应该加快把全生命周期碳排放控制的要求加入到设

计标准当中,确定各个阶段的碳排放限值以及核算方法。对宏观调控与项目推进中出现的绿色建筑设计发展问题进行剖析,探究其背后的原因,并从上层管理、项目执行、社会监督等角度出发,提出加快绿色建筑设计发展的建议。各地应根据气候特点和资源状况来制定不同的绿色建筑设计标准,不能出现一刀切的现象,造成不适应。

4.2 强化数字化技术赋能设计管理

数字化技术是达成绿色建筑精细化设计的支撑。建筑信息模型技术应当在方案阶段就介入进来,对建筑的几何信息、材料信息和性能信息进行集成管理。性能模拟分析工具(能耗模拟、采光模拟、通风模拟等)要贯穿于设计的全过程之中,给设计方案的比选和优化提供量化的依据。通过建筑模型创建、建筑节能设计分析、建筑室内自然采光、自然通风、建筑外围风环境模拟分析,用性能模拟软件创建模型、进行性能模拟、进行设计优化。碳排放计算工具应该更加集成化,设计师可以在设计过程中得到碳排放的实时反馈。

4.3 构建多主体协同优化机制

绿色建筑设计优化牵涉到业主、设计单位、咨询机构、施工方、运维方等诸多主体,必须创建起有效的协同机制。设计阶段就应该成立绿色建筑咨询小组,和方案设计小组一起工作,把绿色性能目标融入每一个设计决策当中。城市建筑低碳发展的主要趋向集中于技术赋能和多元协同,数字技术将会深入到低碳建筑的全过程之中,促使低碳建筑由“被动减排”转向“主动减排”。全生命周期视角要求设计阶段就要考虑施工和运维的可行性,设计方要和施工方、运维方建立信息反馈渠道,保证设计意图在后续阶段得到实现。

4.4 推动绿色建筑评价体系创新

现行的绿色建筑评价体系要在“双碳”目标之下进行适应性更新。评价指标应该加大碳排放相关权重,把全生命周期碳减排绩效作为星级评定的主要指标。评价阶段由竣工评价向设计评价和运行评价并重转变,加强设计阶段碳减排承诺的落实跟踪。目前的绿色和低碳建筑评价体系存在着高热度低成效的问题,需要统一目标导向来推动评价体系的完善。可以考虑把碳交易机制同绿色建筑评价结合起来,给低碳性能优秀的建筑项目给予经济上的激励,从而达成市场推动的良性循环。

表 1 绿色建筑设计优化各维度减碳路径与预期效益对比

优化维度	减碳路径	关键措施	减碳类型	预期效益
空间布局与被动式设计	降低建筑本体能耗需求	优化朝向与体形系数；自然通风采光；可调节遮阳	运行碳	较高
能源系统低碳化	提高能效与能源结构转型	全电能源体系；多联机+热回收新风；智慧能源管理	运行碳	最高
建材选型与资源循环	降低建材生产碳排放	高性能低碳建材；再生骨料利用；可拆卸结构	隐含碳	中等
全生命周期管控	全过程碳排放总量控制	各阶段碳核算；配额设定；动态追踪优化	全周期碳	综合

5 结语

“双碳”目标给绿色建筑设计带来了前所未有的挑战和机遇。研究认为，绿色建筑设计优化的本质就是用设计创新从源头给建筑赋予绿色低碳基因，而不是依靠技术措施的末端修补。从理念更新到技术应用，从策略优化到路径实施，绿色建筑设计要在被动优先、全生命周期管控、系统耦合的基础上，创建起包含空间布局、能源系统、材料选型、碳排控制在内的综合优化体系。随着数字化技术不断深入、多主体协同机制不断完善，绿色建筑设计将会由原来的“浅绿增量”向现在的“深绿标配”转变，给建筑领域碳达峰碳中和目标的实现提供源头上的保证。

[参考文献]

- [1]程伟.“双碳”目标下绿色建筑设计探析[J].居舍,2022(25):89-92.
- [2]李丹.内蒙古某公共建筑全生命周期碳排放计算及减碳策略研究[J].住宅与房地产,2025(35):31-33.

[3]朱霞.“双碳”背景下绿色建筑设计与发展研究[J].工程建设与设计,2024(5):16-18.

[4]巫翔,孙林.“双碳”目标下第四代住宅绿色建筑设计研究[J].中国建筑装饰装修,2025(6).

[5]李彬,马仁婷,李振.基于“双碳”背景下第四代住宅绿色建筑设计策略[J].建筑与装饰,2025(9):40-42.

[6]贾濛,景泉,刘畅.“双碳”目标下的西南地区绿色建筑设计策略技术及应用——以第十二届中国国际园林博览会建筑为例[J].当代建筑,2021(1).

[7]葛军.低碳混凝土绿色建筑框架结构优化[J].陶瓷,2026(6).

[8]刘亚平,孟德强.低碳高性能混凝土在绿色建筑结构中的应用[J].住宅与房地产,2026(11):120-122.

作者简介：秦朗（1990—），女，汉族，湖北武汉人，中级工程师，大学本科双学士学位，湖北经济学院环境艺术设计和工商管理专业毕业，研究方向：环境艺术室内室外设计和工商管理管理学/现从事工作建筑学。