

# 双碳目标下高层住宅建筑低碳设计策略研究

谢 斐

中机国际工程设计研究院有限责任公司 湖南 长沙 410021

**【摘要】**：双碳目标推动建筑行业向绿色低碳转型，高层住宅作为城市建筑的主流形态，其高能耗、高碳排放问题成为实现双碳目标的重要制约因素。基于全生命周期低碳理念，以降低高层住宅建设与运营全环节碳排放为核心，结合低碳经济与生态建筑理论，从规划选址、建筑体型优化、围护结构提升、可再生能源利用、低碳建材应用及智能运营管控等维度，探索科学可行的低碳设计策略，破解高层住宅低碳设计与居住舒适度、成本控制之间的矛盾，提升资源利用效率，减少环境负荷，为高层住宅低碳化发展提供实践路径，助力建筑行业实现碳减排目标，推动城乡建设可持续发展。

**【关键词】**：双碳目标；高层住宅；低碳设计；全生命周期；围护结构；可再生能源

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.083

## 引言

双碳目标的提出，为建筑行业低碳转型划定核心方向，也对城市主流居住形态的高层住宅提出更高环保要求。高层住宅在满足城市人口居住需求的同时，建设与运营环节的高碳排放的问题日益突出，成为制约建筑行业碳减排的关键瓶颈。基于此，立足全生命周期低碳理念，衔接低碳设计核心需求，结合行业发展实际，进一步探索适配高层住宅的低碳设计路径，破解设计中的各类矛盾，既是响应双碳目标的必然举措，也是推动高层住宅绿色可持续发展的关键，为后续具体设计策略的深入探讨奠定基础、明确方向。

## 1 双碳目标下高层住宅建筑低碳设计的现存问题及成因分析

### 1.1 规划设计层面缺乏系统性低碳考量

规划设计作为高层住宅低碳发展的源头环节，当前普遍存在缺乏系统性、整体性低碳思维的问题，未能将低碳理念贯穿规划选址、总平面布局及建筑体型设计的全过程。选址环节往往侧重交通便利性与土地利用率，忽视场地自然条件的利用，未能充分结合区域气候特征、地形地貌及周边生态环境进行合理选址，导致后续建筑采光、通风依赖人工设备，增加能源消耗与碳排放<sup>[1]</sup>。总平面布局中，建筑密度与间距设计不合理，部分区域为追求容积率过度压缩建筑间距，不仅影响住宅采光通风效果，还需额外投入设备进行补光、通风，加剧能耗负担。建筑体型设计多追求造型新颖，忽视体型系数对能耗的影响，复杂不规则的建筑体型会增加围护结构面积，导致热量传递加快，冬季采暖、夏季制冷能耗大幅上升。这种缺乏系统性的规划设计，根源在于设计理念滞后，未能将低碳目标与规划设计深度融合，过度注重建筑实用性与美观性，忽视低碳效益的长远价值。

### 1.2 围护结构低碳性能不足且适配性差

围护结构是高层住宅热量传递的主要途径，其低碳性能直接影响建筑整体能耗与碳排放，当前该环节存在诸多突出问题

且适配性较差。外墙、屋面、门窗等围护结构的保温隔热性能未能达到低碳设计标准，部分建筑采用传统保温材料，保温隔热效果不佳，且材料自身碳排放较高，难以实现节能减碳目标<sup>[2]</sup>。《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB 55015-2021）对围护结构提出强制性要求，如外墙传热系数需满足严格限值、外窗气密性不低于6级。但当前许多高层住宅项目实际执行中，上述关键指标与规范存在差距，未能有效落地。同时，门窗密封性能不足、节能型玻璃应用较少，加剧能耗负担。此外，围护结构设计缺乏区域针对性，南方隔热通风、北方保温措施均不到位，低碳性能与实际需求脱节。成因主要在于低碳建材应用不足、设计标准执行不到位、相关技术掌握不熟练。

### 1.3 可再生能源利用不充分且整合度低

可再生能源的高效利用是高层住宅低碳设计的重要路径，当前该环节存在利用不充分、整合度低的问题，未能充分发挥可再生能源的减碳潜力。太阳能、地热能、风能等可再生能源在高层住宅中的应用范围较窄，多数建筑仅简单安装太阳能热水系统，且系统设计不合理，采光效率低、能源转化率高，难以满足住宅日常用能需求。地热能、风能等其他可再生能源的应用更是处于起步阶段，缺乏成熟的设计与应用模式，未能实现多能源互补利用。同时，可再生能源利用与建筑设计、运营管理的整合度不足，能源系统与建筑主体设计脱节，导致可再生能源利用效率低下，甚至出现能源浪费现象。核心成因在于可再生能源应用技术不够成熟，设计成本较高，且缺乏完善的技术标准与引导机制，设计人员对多能源整合设计的重视程度不足，未能将可再生能源利用融入建筑全生命周期设计中。

### 1.4 低碳设计与成本控制、居住舒适度存在矛盾

低碳设计的推进往往面临与成本控制、居住舒适度之间的矛盾，这一问题成为制约高层住宅低碳设计落地的重要因素。低碳设计往往需要采用新型低碳建材、先进节能技术及可再生能源系统，这些设计举措会增加前期建设成本，导致部分开发主体为控制成本，减少低碳设计投入，优先选择传统高能耗、

低成本的设计方案,忽视低碳效益的长远回报<sup>[3]</sup>。同时,部分低碳设计方案缺乏科学性,过度追求碳减排效果,忽视居住舒适度需求,如过度压缩建筑采光间距、采用密封性过强的围护结构,导致室内采光不足、通风不畅,影响居住体验,难以被市场接受。这种矛盾的产生,根源在于成本核算体系不完善,未能将碳减排的长远价值纳入成本考量,同时设计方案缺乏统筹兼顾,未能实现低碳、成本与舒适度的协同平衡,设计人员对三者之间的适配关系把握不够精准。

## 2 双碳目标下高层住宅建筑低碳设计的核心策略

### 2.1 强化规划设计的系统性低碳融合

以全生命周期低碳理念为引领,将低碳目标全面融入高层住宅规划设计的各个环节,构建系统性低碳规划体系。选址阶段结合区域气候特征、地形地貌及生态环境,优先选择采光充足、通风条件良好的场地,充分利用自然地形降低后续能源消耗,实现场地资源与低碳设计的精准适配。总平面布局中,合理控制建筑密度与间距,兼顾容积率与低碳效益,通过优化建筑排布,最大化利用自然采光与通风,减少人工设备依赖。建筑体型设计以简约规整为核心,优化体型系数,减少围护结构面积,降低热量传递损耗,同时结合建筑美观需求,实现低碳与美学的协同。通过建立低碳设计理念引导机制,推动设计人员树立系统性低碳思维,将低碳目标与规划设计深度融合,摒弃过度追求形式的设计倾向,注重低碳效益的长远价值,从源头降低建筑全生命周期碳排放。

### 2.2 提升围护结构低碳性能并强化适配性

针对围护结构低碳性能不足、适配性差的问题,从材料选择、构造优化、差异化设计三个维度提升其低碳效能。优先选用低碳环保、保温隔热性能优良的新型建材,替代传统高碳排放材料。结合不同气候区实施差异化设计,南方地区重点强化隔热通风性能,采用透气型外墙材料与遮阳构造;北方地区加厚保温层,优化保温构造。同时,严格执行低碳设计标准,实现材料选择、构造设计与低碳目标的精准匹配。

### 2.3 推动可再生能源高效利用与多能整合

立足可再生能源减碳潜力,构建多能源互补的利用体系,推动可再生能源在高层住宅中的高效利用与深度整合<sup>[4]</sup>。针对太阳能利用不充分的问题,优化系统设计,结合建筑体型与布局合理布置集热器,提升采光效率与转化率,实现太阳能在热水供应、辅助照明中的应用,降低常规能源消耗。积极拓展地热能应用场景,结合场地条件合理布局地热能利用系统,用于室内采暖、制冷及生活热水供应,减少化石能源依赖。截至2025年底,我国浅层地热供暖(制冷)能力已达15亿平方米,地热直接利用规模多年居世界第一。地理管地源热泵系统能效比(COP)可达4-6,全年能耗较传统空调系统节省40%,在具备条件的区域可优先采用。在符合条件的区域,合理设置小

型风能利用设备,补充建筑用能需求。建立可再生能源多能互补机制,推动太阳能、地热能、风能协同利用,提升能源利用效率。完善可再生能源应用技术标准,建立成熟的设计与应用模式,降低技术应用成本,引导设计人员将可再生能源利用融入建筑全生命周期设计,充分发挥减碳效能。

### 2.4 统筹平衡低碳设计与成本、居住舒适度

破解低碳设计与成本控制、居住舒适度之间的矛盾,需建立统筹兼顾的设计机制,实现三者协同平衡。优化低碳设计方案,在采用新型低碳建材、先进节能技术的同时,注重成本控制,选择性价比高、低碳环保的材料与技术,避免过度投入导致建设成本攀升,通过优化设计方案、整合技术资源,降低低碳设计的前期投入<sup>[5]</sup>。立足居住舒适度需求,在低碳设计中兼顾采光、通风、隔音等核心指标,避免过度追求碳减排而忽视居住体验,通过合理的建筑排布、门窗设计与空间布局,保障室内居住舒适度,实现低碳与舒适的协同。

## 3 双碳目标下高层住宅建筑低碳设计的实践应用与效果验证

### 3.1 不同气候区域高层住宅低碳设计实践应用

结合不同气候区域的特征,针对性开展高层住宅低碳设计实践,是检验设计策略可行性的重要途径,也是实现区域适配性低碳发展的关键。北方寒冷区域聚焦保温节能核心,在实践中严格落实围护结构保温优化策略,采用低碳环保的保温建材,加厚外墙与屋面保温层,优化门窗密封与节能玻璃配置,同时结合规划设计策略,合理排布建筑间距,最大化利用自然采光,减少冬季采暖能耗。建筑体型采用简约规整设计,降低体型系数,减少热量损耗,同步配套小型太阳能采暖辅助系统,实现常规能源与可再生能源的协同利用。南方炎热多雨区域则重点强化隔热通风设计,采用透气型外墙材料与遮阳构造,优化建筑排布以提升自然通风效率,搭配太阳能热水系统,满足日常用能需求,减少制冷设备依赖。

### 3.2 低碳设计实践中的技术整合与落地路径

低碳设计的有效落地,离不开多技术的整合应用与清晰的落地路径,实践中需打破技术脱节困境,构建一体化落地体系。在规划设计阶段,整合场地勘察、体型优化与布局设计技术,采用低碳规划设计工具,精准测算体型系数与自然采光通风效果,确保规划环节的系统性低碳考量落地。围护结构施工中,整合低碳建材应用、构造优化与密封处理技术,规范施工流程,确保保温隔热性能达标,同时衔接可再生能源利用技术,实现围护结构与能源系统的协同。可再生能源利用环节,整合太阳能、地热能应用技术,优化系统设计,实现多能源互补。

### 3.3 低碳设计实践的效果核心验证维度

低碳设计实践效果的验证,需立足全生命周期视角,构建多维度验证体系,规避单一指标评价的局限性,确保验证结果

科学合理。能源消耗维度重点验证建筑建设与运营全环节的能耗降低情况,通过对比传统设计住宅与低碳设计住宅的能耗差异,验证规划优化、围护结构提升、可再生能源利用等策略的节能减碳成效,重点关注采暖、制冷、照明等核心能耗环节的改善情况,判断低碳设计对能源消耗的抑制作用。碳排放维度聚焦建材生产、施工建设、运营使用等全环节,验证低碳建材应用、技术优化对碳排放的削减效果,明确各设计策略在碳减排中的实际作用,确保减碳目标落地。居住舒适度维度验证低碳设计与居住体验的协同性,重点考察自然采光、通风、室内温度稳定性等指标,判断低碳设计是否在减碳的同时,保障甚至提升居住舒适度,破解以往低碳与舒适失衡的问题。

### 3.4 低碳设计实践的长效优化与推广机制

高层住宅低碳设计的发展并非一次性实践,需建立长效优化与行业推广机制,推动低碳设计策略的持续迭代与广泛应用。建立实践案例数据库,收集不同气候区域、不同户型规模的高层住宅低碳设计实践数据,包括设计方案、技术应用、能耗碳排放数据、居住舒适度反馈等,为后续设计提供参考依据,同时通过数据分析总结设计中的优势与不足,推动设计策略的持续优化。构建行业交流与培训平台,组织设计单位、施工企

业、开发主体开展低碳设计实践经验交流,定期举办低碳设计技术培训,提升行业从业人员的专业能力,推动低碳设计技术的普及。出台针对性的政策激励措施,对采用低碳设计策略且达到碳减排标准的高层住宅项目给予容积率奖励、财政补贴等优惠,引导开发主体主动参与低碳设计实践,同时完善低碳设计相关的行业标准与规范,为低碳设计的推广提供制度保障。

## 4 结语

高层住宅作为城市建筑的主流形态,其低碳转型是建筑行业实现碳减排目标的关键抓手。立足全生命周期低碳理念,针对规划设计缺乏系统性、围护结构性能不足、可再生能源利用不充分及低碳与成本、舒适度失衡等核心问题,从规划融合、围护结构提升、可再生能源整合、多目标平衡四个维度提出的设计策略,可有效破解发展瓶颈,提升资源利用效率,减少环境负荷。不同气候区域的实践应用,进一步验证了这些策略的可行性与适配性,为高层住宅低碳化发展提供了切实可行的路径。依托技术创新与体系完善,持续优化设计方案,强化各环节协同,推动低碳理念深度融入建筑全生命周期,可助力建筑行业绿色转型,为城乡建设可持续发展注入持久动力。

## 参考文献:

- [1] 胡娅春.双碳视域下近零能耗高层住宅外窗节能施工技术优化研究[J].智能建筑与智慧城市,2025,(10):124-126.
- [2] 李滕.低碳节能材料在高层住宅建筑中的应用研究[J].居舍,2024,(08):26-28.
- [3] 敬晓婷.严寒地区高层住宅被动式优化设计的减碳效益研究[D].新疆大学,2023.
- [4] 雷天文,管聪聪,郭奇,等.“双碳”战略下超高层绿色住宅施工技术实践[J].居舍,2023,(11):36-38+101.
- [5] 郑翰杰.夏热冬冷地区高层住宅供暖空间气密性特征及其对供暖负荷的影响研究[D].四川大学,2023.