

# 低碳时代下建筑空间形态设计方法研究

郭宏远

天津方标世纪规划建筑设计有限公司 天津 300000

**摘要:** 在全球气候变暖、能源资源日益紧张背景下,低碳发展成为时代必然趋势,建筑行业作为能源消耗与碳排放的重点领域,其低碳转型迫在眉睫。本文聚焦低碳时代建筑空间形态设计方法。阐述低碳与建筑空间形态设计的关联,指出空间形态是实现低碳目标的核心载体,同时低碳目标也在重塑设计逻辑。提出低能耗导向、环境协同适配等设计原则,并从自然能源利用、低碳参数优化、数字化技术辅助、全生命周期低碳、低碳材料协同等方面介绍设计方法,同时进一步探讨建筑节能与数字化技术在设计中的应用。旨在为低碳时代建筑空间形态设计提供理论支撑与实践指导。

**关键词:** 低碳时代; 建筑空间形态; 设计方法

引言: 建筑空间形态设计作为建筑设计的关键环节,对建筑全生命周期碳排放有着决定性影响。传统设计重功能美学、轻低碳效益,已无法满足低碳时代要求。因此,研究低碳时代下建筑空间形态设计方法,探索如何通过优化形态设计实现建筑低碳目标,成为建筑领域的重要课题,对推动建筑行业可持续发展意义重大。

## 1 低碳时代与建筑空间形态设计的关联

### 1.1 建筑空间形态是实现低碳目标的核心载体

建筑空间形态的核心要素(如体型系数、空间布局、开口比例、竖向层次等),直接决定建筑全生命周期的碳排放量,成为连接空间功能与低碳目标的关键纽带。体型系数越小,建筑与外界的热量交换越少,可显著降低采暖、制冷阶段的能源消耗;合理的空间布局能优化气流组织,提升自然通风效率,减少机械通风系统的能源依赖;科学的开口设计则可最大化利用自然采光,降低人工照明能耗。这些形态参数的优化,无需依赖额外低碳技术,即可从源头减少建筑运行阶段的能源需求,进而降低碳排放,是实现低碳目标最基础、最直接的路径,凸显空间形态设计在低碳建筑体系中的核心支撑作用。

### 1.2 低碳目标重塑建筑空间形态设计逻辑

低碳时代的发展要求,彻底改变传统建筑空间形态“重功能与美学、轻低碳效益”的设计逻辑,推动设计从“被动适应”转向“主动优化”。传统设计多以满足使用需求和视觉效果为首要目标,低碳效益仅作为附加考量;而在低碳导向下,空间形态设计需将碳足迹测算纳入方案生成阶段,以“低碳指标”反向约束形态参数,实现“功能-美学-低碳”的协同平衡。同时,设计维度从单一的空间形态,延伸至与气候、地形等环境要素的适配性,以及施工、运维阶段的低碳可行性,形成全生命周期的

低碳设计思维,使空间形态成为承载低碳理念的系统性载体,而非孤立的视觉符号<sup>[1]</sup>。

## 2 低碳时代建筑空间形态设计的原则

低碳时代建筑空间形态设计要遵循以下原则:(1)低能耗导向原则,设计需以最小化建筑能源需求为核心,通过优化空间体型系数、合理规划内部布局与开口比例,减少建筑与外界的热量交换,提升自然通风、采光效率,从源头降低采暖、制冷及人工照明的能源消耗,为低碳运行奠定基础。(2)环境协同适配原则,要求空间形态主动适配场地气候、地形及生态条件,避免过度依赖人工调控系统,通过形态设计引导自然能量(如风能、太阳能)的合理利用,减少建筑对周边环境的生态干扰,实现与自然系统的良性互动。(3)全生命周期统筹原则,设计要突破仅关注运行阶段的局限,将低碳理念贯穿于方案设计、施工建造、运维使用及拆除回收全流程,考虑形态对建材选择、施工能耗及后期改造的影响,避免短期低碳效益与长期环境成本失衡。(4)功能与低碳平衡原则,在追求低碳目标的同时,需保障空间的使用功能与舒适性,避免因过度强调形态低碳性而牺牲空间实用性,通过科学的形态参数测算与优化,实现功能需求、人居体验与低碳效益的有机融合<sup>[2]</sup>。

## 3 低碳时代下建筑空间形态设计主要方法

### 3.1 基于自然能源高效利用的空间形态设计方法

该方法以最大化利用自然能源(如太阳能、风能、自然光)为核心,通过空间形态的针对性设计,减少建筑对人工能源的依赖,从源头降低碳排放,具体包括以下三类操作路径:(1)太阳能适配性形态设计,通过调整建筑空间的朝向、体型与开口角度,优化太阳辐射接收效率。例如,在空间布局中强化南向主功能区的展开

面,控制北向空间的进深与开口比例,同时通过坡面屋顶、倾斜墙体等形态设计,提升太阳能接收面积,为建筑被动式集热、供暖提供条件,减少主动式供暖系统的能源消耗。(2)自然通风引导式形态设计,围绕气流组织优化构建空间形态,通过合理规划空间的进风口、出风口位置与通道宽度,形成高效通风路径。例如,利用高低空间差形成热压通风,通过水平方向的空间错位或垂直方向的分层设计,打破气流阻隔,促进室内外空气循环,降低机械通风系统的运行频率,减少能源消耗与碳排放。(3)自然光最大化利用设计,以空间形态优化提升自然采光覆盖率与均匀度。通过控制空间进深(避免过深导致中部采光不足)、优化开窗比例(结合采光需求调整窗地比)、设计内部通透式空间(如中庭、天井)等方式,让自然光覆盖更多功能区域,减少人工照明的使用时长与功率,降低照明阶段的能源消耗。

### 3.2 基于低碳参数优化的空间形态设计方法

该方法以建筑能耗与碳排放相关的核心参数为管控目标,通过精准调整空间形态要素,实现低碳指标的量化控制,具体包含以下三类核心方法:(1)体型系数优化设计,以降低建筑体型系数为目标调整空间形态。体型系数是建筑外表面积与体积的比值,直接影响传热损失,设计中需通过压缩建筑凹凸面、控制建筑高度与宽度比例、采用集中式空间布局替代分散式布局等方式,减少外表面积,降低体型系数,从而减少采暖、制冷阶段的热量交换,降低能源消耗。(2)空间容积与尺度优化设计,以匹配功能需求的最小能源消耗为原则,合理规划空间容积与尺度。避免过度追求大空间尺度导致能源浪费,通过精准测算不同功能空间的能源需求(如办公空间、居住空间的人均能耗标准),优化空间高度、进深等参数,在满足使用舒适度的前提下,最小化空间容积,减少能源需求总量。(3)热缓冲空间设计,通过增设过渡性空间形态,构建热缓冲层,降低建筑主体空间的能耗。例如,在建筑外围设计连廊、半开放阳台、门斗等空间,作为室内外的温度缓冲区域,减少外界极端气候(高温、低温)对主体空间的直接影响,降低采暖、制冷系统的负荷,间接实现低碳运行。

### 3.3 基于数字化技术辅助的空间形态设计方法

数字化技术为低碳空间形态设计提供精准化、科学化支撑,通过数据模拟与参数化设计,实现形态优化与低碳目标的精准匹配,主要包括以下三类技术应用方法:(1)能耗模拟驱动设计,利用建筑能耗模拟软件(如EnergyPlus、DeST),在设计阶段对不同空间形态方案进行能耗测算。通过输入形态参数(体型系数、开窗率、

空间布局等),模拟建筑全生命周期的能源消耗与碳排放数据,对比分析不同方案的低碳效益,辅助设计师筛选最优形态方案,避免经验式设计导致的低碳效果偏差。

(2)BIM参数化形态优化,基于BIM(建筑信息模型)技术构建空间形态的参数化模型,将低碳指标(如能耗值、碳排放量)与形态参数(如高度、跨度、开口尺寸)建立关联。通过调整形态参数,实时反馈低碳指标变化,实现“参数调整-指标反馈-形态优化”的动态循环,提升设计效率与低碳目标的精准达成度。(3)气候适应性模拟设计,结合当地气候数据(如温度、风速、日照时长),利用气候模拟工具(如CFD流体力学模拟),分析不同空间形态对微气候的适应能力。如模拟不同体型建筑的通风效率、不同开窗方向的日照获取量,据此优化形态设计,使空间形态与当地气候特征高度适配,减少对人工调控系统的依赖,实现低碳运行。

### 3.4 基于全生命周期低碳的空间形态设计方法

该方法将低碳理念贯穿建筑全生命周期,通过空间形态设计兼顾建造、运维、拆除阶段的低碳需求,具体包括以下三类设计路径:(1)建造阶段低碳导向的形态设计,以简化施工流程、减少建材消耗为目标优化空间形态。例如,采用规则化、模块化的空间形态,降低构件生产与安装的复杂性,减少施工阶段的材料浪费与能源消耗;避免过度复杂的异形形态(如不规则曲面、多面体),降低施工难度与工期,间接减少施工设备的能源消耗与碳排放。(2)运维阶段低碳适配的形态设计,通过形态设计提升运维便捷性与能源利用效率。例如,设计便于维护的空间形态,降低运维阶段的人工与能源投入;同时,预留可再生能源设备(如太阳能板、风能装置)的安装空间,为后期运维阶段的能源结构优化提供形态条件。(3)拆除回收阶段低碳考量的形态设计,在形态设计中融入可拆解、可回收理念。通过采用模块化拼接式空间形态,减少拆除阶段的构件损坏率,提升建材回收率;避免空间形态与结构的过度绑定(如不可拆卸的一体化形态),降低拆除难度与建筑垃圾产生量,实现建筑全生命周期的闭环低碳目标。

### 3.5 基于低碳材料协同的空间形态设计方法

该方法通过低碳材料选择与应用反哺形态设计,在保障结构安全与功能的同时,降低建筑全周期碳排放,具体路径如下:(1)低碳材料特性适配形态设计,依据低碳材料的强度、韧性、加工性能优化空间形态结构。如利用竹木材料轻质特性设计大跨度轻质形态,减少结构自重与支撑构件;结合再生混凝土可塑性设计一体化墙体或楼板,减少拼接节点与材料损耗,践行“材料特

性决定形态可能性”的低碳逻辑。(2) 低碳材料组合优化形态设计, 通过多类低碳材料组合平衡形态美学与低碳效益。如将高强度低碳钢材与保温加气混凝土组合, 设计兼具大跨度与低传热损失的形态; 用透光低碳材料与承重材料组合, 设计可发电的幕墙或屋顶, 让形态兼具功能、美学与能源产出属性。(3) 低碳材料循环适配形态设计, 形态设计中融入材料回收再利用考量。如采用可分离式形态, 使不同低碳材料构件可单独拆解; 避免低碳与高碳材料不可逆结合, 确保后期拆除时低碳材料能完整回收<sup>[3]</sup>。

#### 4 低碳时代建筑空间形态设计的技术应用

##### 4.1 建筑节能技术在空间形态设计中的应用

建筑节能技术通过与空间形态设计的深度融合, 从“降低能耗损失”与“优化能源利用”两方面, 为低碳目标提供保障。保温材料技术的应用, 可通过对建筑围护结构(如墙体、屋顶、门窗)的保温性能强化, 减少空间形态因体型系数、开口设计产生的热量交换损耗, 使设计师在优化空间形态以提升自然采光、通风效果时, 无需过度担忧能耗增加, 为形态设计提供更大灵活性。智能控制系统则能根据空间形态特征, 动态调节室内环境参数(如温度、照明亮度), 例如通过感知不同空间的采光强度自动调整照明, 结合空间气流走向优化通风系统运行, 使空间形态的低碳潜力得到最大化发挥, 实现形态设计与能源高效利用的协同。节能门窗技术通过提升气密性与隔热性, 可减少因开口设计带来的能耗损失, 让设计师在通过开口优化空间通风、采光时, 无需妥协低碳效果, 进一步支撑形态设计的低碳导向。

##### 4.2 数字化技术对空间形态设计的优化

以BIM技术为核心的数字化技术, 通过构建空间形态的三维信息模型, 为低碳设计提供精准化、可视化支撑。在设计初期, BIM技术可整合空间形态参数(如体型系数、开窗率、空间布局)与能耗数据, 实时模拟不同形

态方案的碳足迹, 让设计师直观了解形态调整对碳排放的影响, 例如对比不同体型系数下的建筑能耗差异, 辅助筛选低碳效益最优的形态方案, 避免经验设计导致的低碳效果偏差。同时, BIM技术可实现多专业协同设计, 在空间形态设计过程中, 同步整合结构、暖通等专业的低碳需求, 确保形态设计与各专业节能技术适配, 避免后期因形态与技术冲突导致的低碳目标难以实现。此外, 数字化能耗模拟技术可基于空间形态特征, 精准测算建筑全生命周期的能源消耗, 预测不同运维场景下的碳排放情况, 为形态设计提供前瞻性指导, 例如通过模拟不同空间布局的通风效率, 优化形态设计以提升自然通风效果, 减少机械通风能耗。数字化技术还能通过参数化设计工具, 实现空间形态的快速迭代优化, 设计师可设定低碳指标(如能耗阈值、碳排放限额), 由系统自动生成符合要求的形态方案, 大幅提升低碳形态设计的效率与科学性, 推动设计从“经验驱动”向“数据驱动”转变<sup>[4]</sup>。

结束语: 低碳时代下, 建筑空间形态设计方法的探索与实践是实现建筑低碳转型的关键路径。本文从关联、原则、方法及技术支撑等多方面展开研究, 提出一系列具有针对性的设计方法与策略。这些方法相互关联、协同作用, 为建筑空间形态设计提供了全面且系统的低碳解决方案。

#### 参考文献:

- [1]李明.低碳节能理念下建筑设计方法与技术研究[J].中国厨卫,2025,24(6):22-24.
- [2]辛东华.低碳时代建筑空间形态设计[J].建筑工程技术与设计,2019(28):807.
- [3]何麟.低碳理念下高层办公建筑空间设计策略研究[J].江苏建材,2025(4):76-78.
- [4]孙斌.绿色低碳理念下城市综合体建筑设计分析[J].建设科技,2025(2):36-38.