夏热冬暖地区超高层办公建筑节能设计与运行能耗分析

刘志平

中山市第二建筑设计院有限公司　广东　中山　528400

摘　要：本研究聚焦夏热冬暖地区超高层办公建筑的独特气候适配性问题，结合区域高温高湿、强太阳辐射、无集中采暖期的核心气候特征，系统梳理该类建筑的被动式节能设计路径、主动机电系统节能架构，明确其无采暖能耗、制冷除湿占比主导、竖向分层能耗差异显著的运行能耗特性。从建筑本体、设备系统、人为运维三个维度，拆解能耗核心影响因素，提出适配区域工况的围护结构运维优化、机电系统精细化调控、日常用能规范管理的全链条能耗优化策略。研究成果可为夏热冬暖地区超高层办公建筑的节能设计与运行管控提供标准化技术参考，有效提升该类建筑的能源利用效率，助力区域公共建筑低碳运行目标落地。

关键词：夏热冬暖地区；超高层办公建筑；节能设计；运行能耗；能耗优化

引言：夏热冬暖地区是我国南方经济产业核心聚集区，超高层办公建筑建设规模持续快速增长。该区域全年无冬季低温过程，长期处于高温高湿、强太阳辐射环境，建筑无采暖能耗，制冷除湿能耗占比长期主导，叠加高空辐射与风压带来的竖向换热强化效应，其能耗特性与常规气候区普通高层建筑差异显著。当前多数项目沿用通用节能管控逻辑，未适配区域特殊工况，易出现设计与运行节能脱节问题。梳理该类建筑适配性节能体系与能耗优化路径，对提升其能源利用效率、降低全生命周期能耗具备重要工程价值。

1 夏热冬暖地区气候特征与超高层办公建筑能耗特性

夏热冬暖地区最核心的气候特征为夏季周期漫长，全年整体气温偏高，无冬季低温降温过程，昼夜温差幅度较小，空气相对湿度常年处于高值，太阳辐射照度大且辐射时长充足。独特的气候条件使得该区域建筑能耗结构极具特殊性，彻底摒弃采暖能耗支出，全部能耗集中于夏季制冷、全年常态化除湿、日常人工照明、办公设备运行、机械通风及动力设备运转等方面。相较于普通高层建筑，超高层办公建筑竖向跨度极大，高空无遮挡的环境使得太阳辐射利用率更高，外立面整体得热量大幅提升；同时高空风速更大、风压更高，围护结构表面空气对流换热效率显著增强，加速室外热量向室内传导。从室内环境来看，超高层办公建筑办公空间开阔、功能分区集中，人员聚集散热、办公设备持续散热、照明设备散热形成稳定的室内热源，持续提升室内温湿度，加重空调与除湿设备的运行压力。从整体能耗特性来看，该类建筑能耗季节性分层特征显著，夏季高温高湿工况下能耗峰值突出，过渡季节温湿度相对温和，能耗总量明显回落，制冷除湿能耗始终占据总能耗的主导地位，建筑能源利用效率持续受气候条件与建筑形体结构的双重约束[1]。

2 夏热冬暖地区超高层办公建筑核心节能设计

2.1 围护结构节能设计

围护结构是建筑室内外热量、湿气交换的主要媒介，其热工性能直接决定建筑基础冷热负荷，是夏热冬暖地区超高层办公建筑被动节能设计的核心环节。该区域超高层办公建筑外立面以玻璃幕墙为主体，搭配外墙与屋面结构，玻璃幕墙透光性强、热阻小，是太阳辐射得热与湿气渗透的主要通道。结合区域高温高湿、强太阳辐射的环境特点，围护结构节能设计以阻隔辐射传热、降低整体传热系数、弱化湿热渗透、减少室内外能量交换为核心原则。幕墙体系优先采用低辐射中空玻璃，依托其光学特性阻隔太阳短波辐射进入室内，降低玻璃自身导热性能，削弱夏季室外高温向室内的传导效率。优化中空玻璃空气层厚度，提升幕墙整体隔热能力，同步优化幕墙密封构造，提升整体气密性，阻断室外湿热空气渗透引发的冷量损耗。外墙采用外保温一体化构造，选用低导热、高防潮、高稳定性的保温材料，全覆盖阻断墙体热桥，避免墙体吸热后向室内二次散热。屋面采用反射隔热与保温隔热复合设计，通过高反射饰面材料降低太阳辐射吸收率，搭配底层保温层阻隔热量竖向传导，抑制屋面蓄热升温，从源头降低建筑基础热负荷[2]。

2.2 建筑空间与形态节能设计

建筑整体形态、朝向布局、空间进深及竖向分区等形体设计参数，直接影响建筑太阳得热总量、自然采光效率与自然通风效果，是无需依托机械设备即可实现节能降耗的被动式核心设计手段。夏热冬暖地区全年太阳高度角整体偏大，东西向立面接收太阳直射辐射时长更长、强度更高，超高层办公建筑优先采用南北向规整布局，最大限度缩减东西向立面面积，规避西晒引发的室内急剧升温，降低夏季基础热负荷。建筑形体秉持简约规整原则，减少外立面凹凸构造，控制建筑体型系数，降低外表面积与建筑体积的比值，从源头减少围护结构换热总量。平面设计中合理控制办公区域进深，保障自然光充分渗透，扩大自然采光覆盖范围，减少日间人工照明能耗。结合超高层高空通风优势，科学规划开窗与室内通风廊道，在过渡季节置换室内湿热空气，减少设备启停频次。针对竖向风压、温度分层差异优化空间分区，阻断上下层热湿串流，降低竖向空间能耗损耗。

2.3 机电设备系统节能设计

机电设备系统是建筑运行能耗消耗的核心载体，系统选型、架构设计与匹配精度直接决定建筑主动能耗的上限，是超高层办公建筑主动节能的关键。结合夏热冬暖地区全年制冷、持续除湿的用能特征，空调系统摒弃传统定频机组配置，选用高效变频冷水机组，根据室内实时冷负荷动态调节输出功率，适配建筑动态波动的用能需求，规避固定功率设备低负荷运行造成的能源浪费。针对超高层竖向负荷分布不均、高低层环境差异大的特点，采用竖向分区、平面分区域的空调系统架构，按楼层高度、空间功能、人员聚集密度划分独立控制单元，实现分区精准供冷与除湿。配套设置新风热回收装置，利用室内排风能量预处理室外新风，降低新风处理能耗，同步强化除湿模块设计，适配区域高湿环境，实现温湿度独立调控。照明系统采用高效节能光源搭配智能控制系统，依托自然采光传感模块实现光照自动调节、分区启停，降低照明能耗。动力与给排水系统依据实际负荷精准选型，杜绝选型冗余，优化流体输送管道布局，减少沿程阻力损耗，提升设备输送能效。

3 夏热冬暖地区超高层办公建筑运行能耗构成与特征

3.1 能耗总体构成

夏热冬暖地区超高层办公建筑运行能耗为动态复合型能耗，无采暖能耗支出，整体由空调除湿、人工照明、办公设备、动力设备及机械通风五大分项组成。各分项占比呈现明显层级差异与季节动态波动特征，其中空调除湿能耗为第一大能耗来源，整体占比最高；其次为办公设备与人工照明能耗，动力设备与通风能耗占比相对稳定，属于建筑基础刚性能耗。夏季高温高湿工况下，室内降温除湿需求大幅提升，空调除湿能耗占总能耗六成以上，成为能耗主体；春秋过渡季节室外温湿度趋于温和，无需持续强制制冷，空调除湿能耗显著回落，照明与办公设备能耗成为主要组成部分，总能耗大幅下降。受超高层竖向环境差异影响，不同楼层能耗构成存在明显区别，高区无遮挡、高空辐射与风压作用显著，空调能耗占比偏高；低区自然通风、采光条件更优，围护结构得热更少，综合能耗水平更低[3]。

3.2 主要分项能耗特征

空调除湿能耗具备全年持续性、负荷波动幅度大、峰值能耗高的典型特征。受区域气候影响，室内余热余湿持续存在，全年均需依托设备调控室内热湿环境，夏季极端高温高湿时段设备持续满负荷运行，能耗峰值突出；过渡季节无需大幅降温，但需常态化除湿控湿，始终存在稳定能耗消耗。同时，建筑外立面不均得热、室内人员与设备动态散热，造成空调负荷实时变化，设备频繁启停、动态调荷，进一步增加了无效能耗损耗。照明能耗具备时段性、稳定性的特征，能耗高低完全依托建筑使用时长与自然采光条件，日间自然光充足时能耗偏低，阴天、晨昏时段照明能耗显著提升，夜间空置区域仅存少量基础照明能耗。办公设备能耗与建筑办公使用状态高度绑定，工作日人员在岗、设备持续运行，能耗输出稳定，非工作时段设备待机状态会产生固定的基础损耗。动力设备能耗主要来源于电梯、给排水风机、增压水泵等辅助设备，设备运行模式固定、启停规律稳定，能耗波动幅度极小，是建筑不可规避的刚性能耗。

3.3 运行能耗核心影响因素

结合建筑设计与运行全流程，夏热冬暖地区超高层办公建筑运行能耗影响因素可划分为建筑本体固有因素、设备系统运行因素、人为运维调控因素三类。建筑本体固有因素为基础性前置条件，围护结构热工性能、建筑朝向、空间进深、自然通风采光等前期设计参数，直接决定建筑基础得热、散湿与采光能力，若围护结构传热系数偏高、朝向不合理、进深过大，会导致基础热负荷居高不下，形成持续性基础能耗浪费。设备系统运行因素为核心动态变量，设备运行效率、系统分区匹配度、变频调控精度、设备老化程度、运维状态等，直接影响能源转化利用效率，选型冗余、调控粗放、积垢老化、分区失衡均会造成大量无效能耗。人为运维调控因素为可控变量，室内温湿度设定标准、设备启停管控、

空置区域用能管理、人员用能习惯等，直接决定终端能耗输出，过度降温除湿、设备长期待机、无人设备常开等行为，会显著提升建筑整体运行能耗。

4 夏热冬暖地区超高层办公建筑运行能耗优化策略

4.1 优化围护结构热工性能运维

依托前期节能设计基础，通过常态化精细化运维，稳定并提升围护结构热工性能，降低建筑被动得热带来的能耗损耗。定期对玻璃幕墙、外墙保温层、屋面隔热构造进行全面检修维护，及时修复老化、破损、脱落的保温隔热结构，避免围护结构热工性能逐年衰减，稳定建筑基础隔热能力。针对玻璃幕墙，定期清洁外立面附着的灰尘、污渍，消除杂质对玻璃光学与隔热性能的影响，保障幕墙辐射阻隔效率稳定。常态化排查幕墙、外墙密封节点，修复老化密封胶条、封堵缝隙，提升建筑整体气密性，阻断室外高温高湿空气向内渗透，减少空调除湿系统的额外负荷。针对夏季强辐射工况，可通过增设可调节外遮阳构件辅助优化，在强光高温时段启用遮阳设施，阻隔太阳直射辐射，降低室内得热效率，有效缓解空调设备运行压力，减少能耗消耗[4]。

4.2 精细化设备系统运行调控

针对超高层建筑竖向与平面负荷不均的特点，摒弃粗放式统一运行模式，实施机电设备系统分区、分时、精准化调控。空调系统依据不同楼层、不同功能区域的实时温湿度、人员在岗密度，动态调节冷量输出与除湿强度，优化变频机组运行参数，避免设备低效运行与过度供能。细化设备运行时段管控，严格区分办公时段、非办公时段、节假日运行模式，非使用时段关闭闲置区域空调设备，仅保留基础通风与最低限度除湿功能，杜绝无效能耗输出。照明系统依托智能传感控制系统，联动自然光照强度自动调节启停与亮度，实现分区精准管控，杜绝长明灯、无人亮灯等能耗浪费现象。建立设备常态化养护机制，定期清洁空调滤网、风机管道、水泵机组，排查设备低效工况，保障机电设备处于高效运行状态，降低设备自身能耗与介质输送损耗。动态优化新风系统运行策略，过渡季节利用自然新风置换室内湿热空气，高温高湿时段精准控制新风供给量，平衡室内舒适度与能耗水平。

4.3 规范建筑日常运行用能管理

人为用能管控是优化建筑动态能耗、减少无效损耗的重要可控手段，通过标准化、精细化日常管理，规避人为因素引发的能源浪费。建立建筑分区用能管控体系，明确各功能区域设备启停、温湿度调控、照明使用的统一标准，办公时段合理控制室内温湿度区间，避免过度降温、超额除湿造成的冗余能耗。强化设备待机能耗管控，规范办公设备、照明设备、辅助动力设备的使用习惯，非工作时段全面关停闲置设备，杜绝长期待机产生的持续性能耗损耗。优化室内空间使用布局，均衡人员与办公设备分布，避免局部区域热源过度集中引发的局部热负荷飙升，平衡室内整体温湿度，降低空调系统局部高负荷运行压力。通过常态化的用能规范管控，实现设计节能与运行节能的深度衔接，持续削减无效、低效能耗，全面提升建筑整体能源利用效率[5]。

结束语

夏热冬暖地区超高层办公建筑的节能管控，是覆盖前期被动式设计、主动机电系统选型、后期精细化运行运维的全链条系统性工作，不能仅依托单一技术环节实现能效跃升。本研究通过匹配区域特殊气候特征，构建从源头设计到末端运行的完整节能管控体系，针对性破解了该类建筑长期存在的太阳辐射得热量大、全年除湿负荷高、竖向能耗分布不均的核心痛点。后续工程实践中，还可进一步结合建筑全生命周期能耗监测数据，持续迭代适配不同高度、不同功能布局超高层项目的差异化节能管控细则，逐步完善夏热冬暖地区超高层办公建筑的节能技术标准体系，为区域公共建筑低碳高质量运行提供坚实支撑。

参考文献

[1] 黄思怡. 夏热冬冷地区办公建筑暖通系统变风量设计与节能效果实测 [J]. 工程建设与设计,2026,(11):33-35.

[2] 朱楚南, 龙慧儿, 任宇林, 等. 夏热冬暖地区某超高层建筑零碳运营实施路径与实例研究 [J]. 暖通空调,2026,56(2):93-101+76.

[3] 姚兴华. 夏热冬暖地区公共建筑超低能耗建筑设计策略分析 [J]. 建设科技,2026,(4):51-55.

[4] 温宪校. 夏热冬暖地区高层住宅节能成本优化分析研究 [J]. 住宅产业,2026,(2):56-60.

[5] 张立杰, 李云飞. 既有建筑暖通系统低能耗改造关键技术探究 [J]. 中国建筑金属结构,2026,25(6):10-12.