

华中地区 A 公司总部大楼建筑节能设计策略研究

侯宜, 张俊峰, 孙芸, 荣洋, 何定坤, 安力

(中建壹品投资发展有限公司)

【摘要】文章介绍了在华中地区 A 公司总部大楼建筑节能设计中, 通过以气候环境引导建筑设计, 以建筑能耗目标为导向, 采用性能化设计方法, 利用高性能的围护结构、高效能源设计系统以及可再生能源等措施, 实现预设的项目近零能耗设计指标, 采取的建筑节能设计策略具有良好的节能效果, 为类似办公楼项目提供参考依据。

【关键词】总部大楼; 节能设计; 近零能耗

中图分类号: TU201.5

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.10.042

Research on Energy Efficiency Design Strategy of the Headquarters Building of A Company in Central China

HOU Yi, ZHANG Jun-feng, SUN Yun, RONG Yang, HE Ding-kun, AN Li

(CSCEC Yipin Investment Development Co., Ltd.)

【Abstract】This paper introduces the energy-saving design of the headquarters building of A Company in central China. It realizes the preset near-zero energy consumption design index of the project by guiding the building design with the climate environment, taking the building energy consumption target as the guide, adopting the performance-based design methodology, and utilizing the high-performance envelope, high-efficiency energy design system, and renewable energy and other measures, and the adopted building energy-saving design strategy has good energy-saving effects, which can provide reference basis for similar office building projects.

【Keywords】headquarters building; energy saving design; near-zero energy consumption

1 研究背景

实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革,在国家已将碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局的大环境下,建筑行业,为响应“十四五”规划,全国各地陆续开展近零能耗建筑、近零碳排放、碳捕集利用与封存等重大项目的试点建设。关于近零能耗建筑的相关研究,高彩凤等^[1]选取了寒冷气候区较为典型的近零能耗公共建筑示范项目,对建筑的共性技术措施所产生的节能量进行了模拟计算,得出了寒冷气候区近零能耗公共建筑各项节能技术的经济性特征。余镇雨等^[2]通过建立准稳态建筑负荷计算方法对寒冷地区近零能耗建筑冷热负荷计算展开对比研究。李峥嵘等^[3]针对夏热冬冷地区超低能耗建筑热工优化设计方法及负荷特点进行了研究。张时聪等^[4]收集整理了已建成及在建的超低/近零能耗建筑示范项目,并对其中具有代表性的 64 个示范项目进行了技术统计和分析,并对各项目的增量成本分别进行了统计,研究指出我

国超低能耗示范项目的增量成本呈逐年下降趋势。

近零能耗建筑相比传统建筑而言,室内环境更舒适、空气品质更健康、施工质量更高、建筑寿命更长、运行过程能耗费用低。建筑使用者可获得更高的舒适性体验并节约使用成本,促进全社会树立节能环保从我做起的良好风尚。减少资源消耗与环境污染,与环境和谐共生。

本研究主要介绍华中地区 A 公司总部大楼为实现近零能耗的建筑节能目标所采取的设计策略和措施,为同类型办公建筑提供设计参考思路。

2 项目概况

华中地区 A 公司总部大楼项目位于武汉市东西湖区,总建筑面积 7.6 万 m²,其中地上 5 万 m²,地下 2.6 万 m²。本项目拟打造夏热冬冷地区首个近零能耗公共建筑。项目的设计效果如图 1 所示。

总部大楼设计现代而具有标志性,整体简洁大气,通过体量堆叠形成了立体雕塑般的建筑轮廓,传递着艺术之美。



图1 A公司总部大楼效果图

3 项目建筑节能设计难点

本项目的节能目标是实现近零能耗,在设计阶段,对建筑的体型系数、平面布局、朝向、采光遮阳、开窗等采取针对性设计,以适应华中地区的气候特点和资源条件。首先尽可能采用被动式设计手法,以减少对于外部能源供给设备的依赖;其次充分利用可再生能源,采用高效的能源系统,最大程度提高能源系统效率,在保障室内环境参数和能效指标的前提下,用最少的能源消耗,营造舒适的办公环境。

4 项目建筑节能设计策略

4.1 确立能耗设计指标

通过对项目的前期调研,本项目能耗设计指标需要满足《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019的规定(见表1)。

表1 项目能效设计指标

项目	指标要求/%
建筑综合节能率	≥60
建筑本体节能率	≥20
建筑气密性(换气次数N50)	-
可再生能源利用率	≥10

在确立能耗设计指标后,为实现近零能耗,本项目的节能设计策略应尽量采用被动式技术,利用高保温性能的围护结构,尽可能降低建筑的外部供能,最大程度提高能源设备与系统效率,利用可再生能源,优化能源系统运行。

4.2 建筑方案设计思路

为实现近零能耗,本项目以气候环境引导建筑设计,以实现近零能耗为目标,采取性能化设计。

建筑群的总体规划应考虑减轻热岛效应,并营造适宜的室外风环境,总体规划和总平面设计应有利于自然通风和冬季日照,考虑到本项目处于华中夏热冬冷地区,冬季日照获得的充足的太阳辐射得热是实现近零能耗目标的重要条件。通过对建筑日照辐射进行模拟分析,本项目采用全玻璃幕墙体系,仅在裙房的部分楼层采用窗墙体系。建筑东、南、西、北朝向窗墙比分别为0.64、0.67、0.70、0.57,有效采光面积较大,内区采光系数满足《建筑采光设计标准》GB50033中采光要求的面积比例达到60%。

自然通风方面,本项目朝向采用南北向,主要房间宜避开冬季主导风向,建筑各朝向玻璃幕墙和外窗均设置开启扇,建筑进深和室内空间布置须利于引导穿堂风,将进风开口和出风开口错开朝向,减小自然通风阻力,且开启扇数量经室内风环境模拟计算确定,如图2-3所示,通过DeST软件对室外风环境压力、标准层室内风环境进行模拟分析,主要功能房间室内换气次数可超过2次/h。

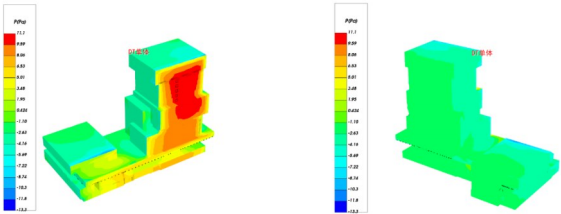
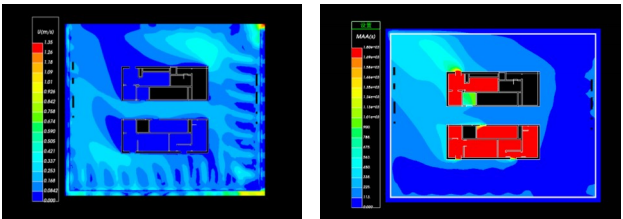


图2 过渡季外立面室外风环境模拟压力结果



a 标准层室内风速云图 b 标准层室内空气量分布图

图3 标准层室内风环境模拟分析

4.3 围护结构节能措施

围护结构保温性能对于近零能耗建筑非常显著,因此要尽量采用高保温性能的围护结构,本项目围护结构保温隔热性能设计较《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021有明显提升,对重点节点进行了无热桥和气密性专项设计。

4.3.1 保温隔热

注重保温性能的同时不应忽略围护结构的热惰

性。本项目设计可采用热惰性较大的围护结构,例如重质复合墙体,可以有效提升隔热性能。

外墙保温尽量采用单层保温、锁扣方式连接,墙角处宜采用成型保温构件,保温层应采用断热桥锚栓固定。

外窗是近零能耗建筑围护结构的一部分,其保温隔热及气密性直接影响近零能耗建筑的节能效果,外窗型材采用保温性能较好的断桥铝材料,配合Low-e镀膜、惰性气体填充、真空玻璃等玻璃隔热措施。

4.3.2 气密性

良好的建筑气密性在减少冬季冷风渗透和夏季非受控通风、降低供暖空调能耗的同时,可以降低建筑因为湿气进入室内造成的建筑发霉、结露和损坏;减少室外噪声、空气污染,提高居住者的生活品质。

本项目的建筑气密性按照优于《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019 关于气密性设计施工的要求进行设计。建筑外窗气密性不低于 8 级。建筑首层外门均为被动式气密门,气密性不低于 6 级,建筑整体气密性满足换气次数 $N_{50} \leq 1.5$ 。

4.3.3 外遮阳措施

遮阳产品是阻隔透明围护结构太阳辐射得热的有效措施,本项目各朝向玻璃幕墙窗框设置竖向的挑出竖挺,挑出长度为200mm,竖挺之间横向的间距为1200mm,可以起到一定的遮阳效果;东、西、南、北四个方向玻璃幕墙均采用光伏玻璃,光伏玻璃的透光率为50%,具有遮阳效果。

经计算,东、西、南外窗综合 $SHGC$ 值 ≤ 0.18 ; 北向
外窗综合 $SHGC$ 值 ≤ 0.30 。可以在利用冬季太阳得热
减小供暖负荷的同时,有效降低夏季太阳辐射得热,
从而降低夏季空调制冷负荷。

4.3.4 建筑热桥控制措施

建筑外墙的结构性悬挑、延伸等采用与主体结构部分断开的方式;采用断热桥锚栓固定保温层,为了避免导致热桥,应尽量不在外墙使用龙骨支架等固定件;穿外墙、穿屋面、穿地下冻土层以上外墙管道、管道与墙体之间应填塞30mm厚岩棉保温材料。

外门窗安装考虑无热桥设计,高层建筑外窗可采用嵌入式安装方式,外墙保温可覆盖一部分外窗,降低外窗安装热桥。

外墙与屋面的保温层应连接起来,尤其对于女

儿墙结构,为避免导致结构性热桥,其外保温层应与外墙保持连续。

4.4 可再生能源利用措施和高效能源设计系统

4.4.1 太阳能光储直柔系统

本项目考虑充分利用建筑立面增加光伏设置面积,采用光储直柔系统,建筑东、西、南、北四个方向玻璃幕墙均采用光伏玻璃,总装机面积约为10453 m²,总装机容量约为893kw;光伏玻璃的透光率为50%,外立面综合遮阳性能满足标准要求。

屋顶采用晶硅光伏,总装机面积约2600m²,总装机容量约322kw。如图4所示,本项目建筑的光伏总计年发电量约89.12万kw·h/a。

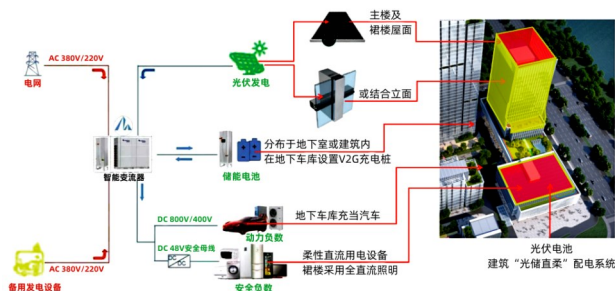


图4 本项目光储直柔系统示意图

4.4.2 地源热泵系统

武汉地区地下水位高,土壤含水量高,换热能力高于北方,因此土壤源热泵的经济性更佳。本项目冷热源为地源热泵+冷水机组,采用地源热泵系统,利用可再生的低品位能源,可实现一机三用,替代传统的冷水机组+锅炉两套系统,减少冷却塔和锅炉房的配置,降低供能成本,符合节能设计目标(见图5)。



图5 地源热泵机组设备

以地热能作为热泵夏季制冷的冷却源,冬季采暖供热的低温热源,同时实现建筑采暖、空调和生活热水的三联供。

4.4.3 高效能源设计系统

本项目采用带全热回收的新风机组,结合楼层功能分散布置,保证全热回收效率≥65%。新风量按照不低于30m³/(h·人)的标准设计,新风热回收机组具有根据室内CO₂浓度自动调节送排风量,定时开闭以及过滤器报警等功能。室内新风口及回风口设置过滤器,新风设置中高效过滤器。

采用智能照明、自适应照明等技术,照明能耗应较《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021的办公建筑再降低50%(见图6)。

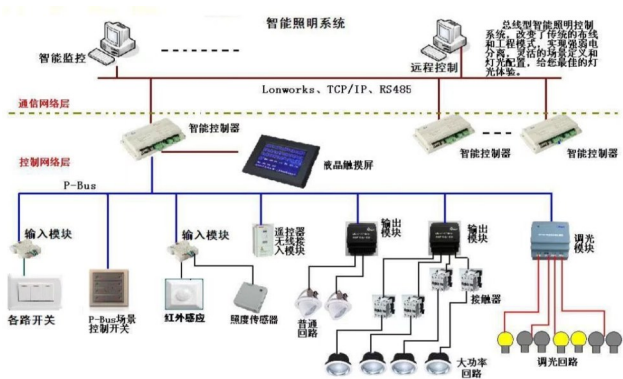


图6 智能照明系统示意图

电梯系统采用节能的控制及拖动系统,并采用以下技术措施:①当设有两台及以上电梯集中排列时,应具备群控功能;②电梯无外部召唤,且电梯轿厢内一段时间无预设指令时,应自动关闭轿厢照明及风扇;③宜采用变频调速拖动方式,高层建筑电梯系统可采用能量回馈装置。

建立智慧建筑运维系统,对建筑供暖、供冷、新风、照明、电梯、生活热水、炊事、插座等能耗进行分项计量;对光伏、地源热泵、空气源热泵等可再生能源利用量进行计量;数据中心、食堂(含餐厅)、开水间等特殊用能单位进行独立计量。

智能化运维系统中含有智能控制模块,能够根据对各时段的负荷预测确定建筑各时段的最佳运行策略,实现智慧运行,降低运行能耗(见图7)。

4.5 建筑节能设计分析

为实现近零能耗的目标,在采取了高性能的围护结构、高效能源设计系统以及可再生能源等措施后,通过DeST软件对本项目建筑节能率进行模拟计算,得出结果如表2所示,近零能耗建筑应较满足《公共建筑节能设计标准》GB 50189的参照建筑节能60%,本项目达到73.9%,实现了预设的项目能效

设计指标,表明上述建筑节能设计策略具有良好节能效果,可以满足近零能耗建筑要求。

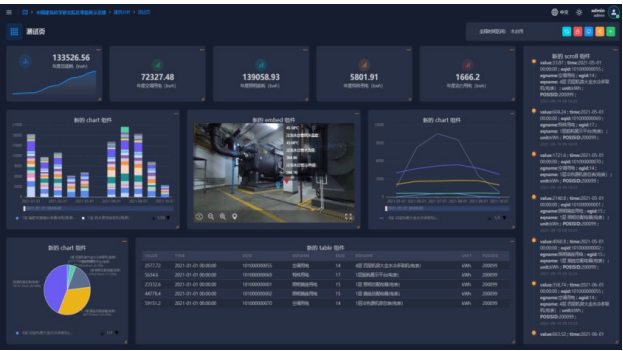


图7 智慧建筑运维系统示意图

表2 节能率计算结果

分项能耗	设计建筑kW·h/(m²·a)	参照建筑kW·h/(m²·a)
冷源	13.45	20.40
热源	2.54	13.64
水泵	0.70	2.86
照明	9.10	20.49
风机能耗	1.22	1.55
电梯	5.22	5.22
生活热水	1.52	1.52
合计	33.75	65.68
本体节能率	48.6%	
可再生能源发电量	17.82	-
建筑综合节能率	73.9%	

5 结语

初步计算,本项目5万m²建筑共计年减碳量约为900t CO₂,相当于5万棵树一年的固碳量。通过对本项目建筑节能设计策略的探索,作为一种新型建筑形式,为类似办公楼项目提供参考。

参考文献

[1] 高彩凤, 陈梦源, 彭莉, 潘玉亮. 近零能耗公共建筑技术经济性分析[J]. 建筑科学, 2021, 37 (10): 170-178.

[2] 余镇雨, 徐伟, 邹瑜, 孙德宇. 准稳态建筑负荷计算软件IBE与动态模拟软件TRNSYS在寒冷地区应用的对比研究[J]. 暖通空调, 2018, 48 (8): 107-113.

[3] 李峥嵘, 蒿玉辉, 赵群, 齐典伟, 张东凯. 夏热冬冷地区超低能耗建筑热工优化设计及负荷分析[J]. 建筑科学, 2017, 33 (12): 182-187.

[4] 张时聪, 吕燕捷, 徐伟. 64栋超低能耗建筑最佳案例控制指标和技术路径研究[J]. 建筑科学, 2020, 36 (6): 7-13+135.