

绿色节能视角下厂房建筑设计优化

魏 彬

中国汽车工业工程有限公司 天津 300110

摘 要：厂房建筑绿色节能设计须在保障生产功能完整性的前提下，遵循功能适配、被动节能优先、资源高效利用三大核心原则。当前厂房设计存在生产要求的客观情况下，整体空间布局合理性不足、围护结构节能性能相对薄弱、自然能源利用率偏低三方面突出问题。本文从整体布局优化与细节设计优化两个维度提出对策：整体布局层面，通过科学规划建筑朝向、优化内部功能分区、合理规划场地建筑布局，提升自然能源利用效率；细节设计层面，通过围护结构节能优化、采光通风系统升级、建材选用与资源循环利用优化，降低厂房全生命周期能耗与碳排放强度，为厂房建筑绿色节能设计提供系统性技术路径。

关键词：绿色节能；厂房建筑；建筑设计；结构优化

引言：厂房建筑是工业生产的核心载体，其能耗水平直接影响企业运营成本与区域碳排放强度。当前，大量厂房在整体布局、围护结构、自然能源利用等方面存在节能短板，空间布局合理性不足、围护结构性能相对薄弱、自然采光通风利用率偏低等问题突出，制约了厂房绿色节能水平的提升。本文围绕绿色节能视角，系统梳理厂房建筑设计核心原则，深入剖析整体布局与围护结构等方面的现存问题，从建筑朝向规划、功能分区优化、围护结构改进、采光通风系统升级、建材选用与资源利用等层面提出具体优化对策，为厂房建筑绿色节能设计提供系统性参考。

1 厂房建筑绿色节能设计核心原则

厂房建筑绿色节能设计区别于民用建筑，须充分适配工业生产的特殊性，在保障生产功能完整性的前提下，兼顾空间功能性与节能生态性，核心遵循三大设计原则，为后续设计优化提供依据。（1）功能适配原则。绿色节能优化不得以牺牲厂房核心生产功能为代价，所有节能设计措施须紧密贴合生产工艺流程、设备运行参数与人员作业规范。在厂房平面布局、层高设定、柱网间距等关键设计环节，须优先满足生产设备安装、物料运输通道、人员操作空间等基本需求，避免因过度追求节能指标而导致生产空间受限、作业流程受阻、设备运行环境温度湿度不达标等问题，切实实现节能目标与生产实用的有机平衡。（2）被动节能优先原则。在节能技术路线选择上，优先依托建筑自身构造、空间布局与自然环境条件实现节能降耗。通过优化厂房朝向、窗墙比、自然通风路径、围护结构保温隔热性能等建筑基础性能参数，最大限度利用自然采光与自然通风，减少人工照明、机械通风、空调制冷制热等主动能耗系统的启

用频次与运行时长，以低成本、长效化的被动式设计替代高能耗的主动式节能系统，降低厂房全生命周期能耗水平。（3）资源高效利用原则。在建筑方案设计与建材选型过程中，须最大化提升土地资源、建材资源、水资源的综合利用效率。合理控制厂房建筑体量与占地面积，推广使用可再生建材与高性能围护材料，减少材料浪费与资源损耗。同时统筹考虑建筑建设阶段与运营阶段的双重节能效果，从设计源头降低厂房全生命周期的资源消耗与碳排放强度^[1]。

2 现阶段厂房建筑设计的绿色节能短板

2.1 整体空间布局合理性不足

厂房整体布局设计多优先考虑生产流水线排布，忽视建筑朝向、建筑间距、功能分区对能耗的影响。部分厂房朝向随意，未结合区域日照、风向特点规划，导致夏季大量热量涌入室内，室内温度过高，需长期启用降温设备；冬季室内热量流失过快，保温能耗大幅增加。同时，厂房功能分区混乱，生产作业区、仓储区、办公区、辅助区交错布局，不同区域能耗需求差异较大，混杂布局导致冷热能耗无法精准管控，出现局部能耗过剩、能源浪费的情况。此外，部分厂区建筑密度过高，建筑间距过小，遮挡自然通风与采光路径，加剧室内闷热、采光不足等问题，间接提升人工照明、机械通风的能耗^[2]。

2.2 围护结构节能性能薄弱

围护结构是厂房热量传递、能耗损耗的核心部位，也是当前厂房节能设计的主要薄弱点。在墙体设计上，多数传统厂房采用单一砌体结构，墙体保温隔热层厚度不足、材质单一，热传导系数较高，无法有效阻隔室外温差对室内环境的影响，四季温度调控能耗居高不下。

屋面设计缺乏节能优化,屋面防水、保温构造简单,长期受阳光直射、雨水侵蚀,保温层易老化破损,出现热量渗透、室内结露等问题,屋面成为厂房热量损耗的主要通道。门窗作为能耗流失的薄弱节点,普遍存在密封性差、隔热性能低的问题,普通单层门窗无法阻隔冷热空气对流,且门窗洞口尺寸设计不合理,进一步加剧能耗损耗,同时部分厂房门窗排布杂乱,影响整体节能效果。

2.3 自然能源利用率偏低

厂房建筑体量开阔、室内空间空旷,具备良好的自然采光、自然通风条件,但多数设计未充分挖掘自然能源的利用价值。采光设计上,天窗、侧窗的数量、位置、尺寸规划不合理,部分厂房采光口被设备、墙体遮挡,室内采光均匀度差,白天仍需大量开启照明设备,造成电力资源浪费。通风设计缺乏系统性规划,未结合区域主导风向设计通风通道,室内通风死角较多,空气流通不畅,生产产生的余热、废气无法及时排出,只能依赖机械通风设备,增加运营能耗。同时,厂房对雨水、场地光能等可再生资源的利用设计缺失,资源回收利用效率极低,未能实现资源的循环高效利用。

3 绿色节能视角下厂房建筑整体布局优化设计

3.1 科学规划建筑朝向

厂房建筑朝向的科学规划是绿色节能整体布局优化的首要环节。须结合厂区所在区域的日照规律、太阳高度角变化与季风气候特点,精准确定厂房主轴线朝向,最大化利用自然光照条件,从源头降低室内温度调控能耗。(1)对于我国大部分地区,优先采用南北向或接近南北向的建筑朝向,使厂房长轴沿东西方向延伸,避免东西向大面积外墙与门窗在夏季正午时段直面太阳直射,有效降低太阳辐射热摄入,显著减少室内制冷能耗。同时,南北向布局有利于组织穿堂风,提升自然通风效率。针对有特殊生产工艺要求的厂房,可在满足生产流程与设备布置需求的前提下,对建筑朝向进行适度微调,兼顾室内采光均匀性与围护结构隔热效果。(2)须合理控制厂房长宽比例与建筑进深,避免因进深过大导致室内远端区域自然采光不足、气流组织不畅,确保厂房各功能区域均能高效利用自然光与自然风等可再生能源,提升整体节能性能^[3]。

3.2 优化内部功能分区

厂房内部功能分区须依据不同区域的能耗需求与生产属性进行模块化设计,实现能耗精准管控与空间高效利用。(1)将高散热、高通风需求的生产作业区集中布置于厂房外围或下风侧区域,预留充足的通风散热空

间,配置专用排风设施,避免生产余热向其他功能区域扩散,降低整体制冷负荷。(2)将常温存储、低能耗的仓储区布置在建筑内侧或背阴面区域,利用围护结构的隔热性能减少外界温度波动对仓储环境的影响,降低仓储区温控能耗。(3)将办公、休息等人员活动区布置在采光与通风条件最优的区域,充分利用自然光照与自然通风,在提升人员舒适度的同时降低照明与空调设备的运行能耗。(4)通过分区隔离设计,有效减少不同功能区之间的能耗干扰,避免冷热能资源无效扩散,提升厂房整体节能效率。同时,简化内部交通动线设计,减少非必要隔断与实体墙设置,保障室内空气流通路径畅通与自然光线的深层穿透,进一步降低机械通风与人工照明等辅助设备的能耗。

3.3 合理规划场地楼栋布局

厂房建筑场地的建筑布局规划须从厂区整体层面统筹考虑,合理控制楼栋间距与建筑密度,保障厂区整体通风与采光环境质量。(1)须依据厂区所在区域的主导风向与季风规律,科学排布厂房的相对位置与排列方式,使建筑长轴方向与夏季主导风向形成合理夹角,构建有序的通风廊道,加速厂区内空气流通与热量消散,有效降低厂区整体环境温度,减轻各厂房室内降温负荷。(2)适度放宽楼栋之间的间距,避免相邻建筑相互遮挡自然光线与气流通道,保障低层区域及背阴面的自然采光与通风效果,提升各厂房对可再生能源的利用效率。同时,结合场地空间规划布置绿化带与开敞空地,利用植被的遮阳隔热与蒸腾降温作用,改善厂区微气候环境,降低厂房外墙及屋面所受太阳辐射热影响,从场地层面辅助实现建筑整体节能目标。

4 绿色节能视角下厂房建筑细节优化设计

4.1 围护结构节能优化

围护结构是厂房热量传递与能耗损耗的核心部位,须从墙体、屋面、门窗三个关键节点进行系统性节能优化,有效降低厂房运行阶段的冷暖能耗。(1)墙体优化方面,摒弃传统单一砌体结构,采用复合保温墙体构造,在墙体内部增设高性能保温隔热材料,如岩棉板、聚氨酯硬质泡沫等,显著降低墙体热传导系数,有效阻隔室外高温热量渗透与室内冷量流失,适配不同季节的温度调控需求。同时,对墙体拼接缝隙及穿墙管线预留孔洞进行严格密封处理,采用专用密封胶与防火封堵材料,减少空气对流造成的隐性能耗损耗。(2)屋面优化方面,采用隔热防水一体化屋面构造,在屋面结构层上方增设加厚保温层与隔热反射层,利用反射涂层将太阳辐射热反射回大气,大幅减少屋面热量吸收。同时提

升屋面整体防水性能,避免保温层因雨水渗入而受潮失效。针对大面积屋面,须预留后续节能改造空间,便于后期增设光伏板或被动降温设施。(3)门窗优化方面,选用密封性、隔热性优良的节能门窗材料,如断桥铝合金型材配Low-E中空玻璃,替换传统普通单层门窗,有效缩小门窗缝隙,减少冷热空气对流。合理控制门窗洞口尺寸与排布密度,在保障室内采光与通风需求的前提下,避免洞口过大造成的能耗流失,精准把控门窗节能节点^[4]。

4.2 采光与通风系统优化

自然采光优化采用“侧窗+天窗”组合采光模式,根据厂房进深与层高参数,科学规划天窗的设置位置、数量与尺寸,保障厂房中部及深处区域的采光效果,实现室内光线均匀分布,最大化延长有效自然采光时长,显著减少日间人工照明设备的启用频率与运行能耗。(1)天窗宜采用条形或点式布局,与侧窗形成互补采光体系,避免单一采光方式导致的光线分布不均问题。同时,采光结构须选用高透光率、低太阳得热系数的专用采光材料,在保证室内照度达标的前提下,有效阻隔太阳辐射热的大量引入,实现自然采光与围护结构隔热性能的兼顾。(2)自然通风优化须结合建筑朝向与区域主导风向,规划贯穿式通风通道,拆除室内多余隔断与遮挡结构,消除通风死角,保障气流在厂房内部的畅通流动。针对高温、高湿生产区域,须在屋面增设通风天窗、在侧墙设置可调节通风口,形成上下对流通风体系,利用热压与风压的协同作用,快速排出室内余热、湿气与生产废气,大幅降低机械通风设备的使用频率与运行时长,有效实现厂房通风环节的节能降耗。

4.3 建材选用与资源利用优化

建材选用须秉持低碳、节能、耐用、可循环的基本原则,优先选用轻质高强度、保温隔热性能优良的新型环保建材,如高性能复合保温板材、低辐射镀膜玻璃、轻钢结构体系等,有效替代传统高能耗建材,降低围护结构传热系数,减少厂房运行阶段的冷暖能耗。(1)在满足结构安全与使用功能的前提下,优先选用可回收、

可二次利用的装配式建材与模块化构件,简化现场施工流程,减少建设过程中的建材损耗与施工能耗,从源头提升建筑建设阶段的节能性与资源利用效率。(2)在资源利用方面,须优化厂房给排水系统设计,设置雨水收集、沉淀过滤与回用系统,将收集的雨水经处理后用于厂区地面清扫、绿化浇灌及冷却补水等非饮用用途,提升水资源循环利用率,降低市政供水依赖。同时,优化室内各类管线的排布走向,减少管线冗余与弯头损耗造成的能源浪费。结合厂房各区域照明需求,搭配高效节能灯具与智能控光系统,依据室内自然采光强度自动调节人工照明亮度与开关状态,进一步降低电力能耗,实现建材选用与资源利用的全过程绿色节能管控^[5]。

结束语

厂房建筑绿色节能设计是一项涵盖整体布局与细节构造的系统性工程。本文明确了功能适配、被动节能优先、资源高效利用三大核心原则,指出了空间布局不合理、围护结构性能薄弱、自然能源利用不足等关键制约因素,并从建筑朝向、功能分区、楼栋布局、围护结构、采光通风、建材选用与资源利用等方面提出了系统优化路径。厂房节能提质的关键在于将被动式设计 with 主动式技术有机结合,在保障生产功能完整的前提下,最大限度利用自然条件降低能耗,同时推进新型环保建材应用与资源循环利用,最终实现厂房建筑全生命周期的绿色低碳运行。

参考文献

- [1]刘晓明.绿色节能技术在工业建筑设计中的应用研究[J].工业建筑,2023,45(2):45-50.
- [2]陈丽华.工业厂房绿色建筑设计策略与实践[J].建筑节能,2022,50(3):67-72.
- [3]王志刚.基于可持续发展的工业建筑节能设计探讨[J].建筑科学,2021,37(4):89-95.
- [4]林波荣,李紫薇,王鹏苏.工业建筑绿色化发展路径与关键技术研究[J].暖通空调,2022,52(01):22-24.
- [5]徐伟,邹瑜,孙德宇.工业建筑节能改造技术体系构建与应用实践[J].建设科技,2023(07):24-26.