

绿色节能理念在工业厂房设计中的应用

黄明奇

黑龙江龙维化学工程设计有限公司杭州分公司 浙江 杭州 310000

【摘要】：在全球气候变暖与资源约束日益严峻的背景下，工业领域作为能源消耗与碳排放的主要源头，其绿色化、低碳化转型迫在眉睫，同时工业厂房能耗强度长期高于民用建筑，围护结构保温薄弱、设备负荷集中、工艺流程散热大等矛盾突出。为响应国家政策2030年碳达峰，2060年碳中和的双碳目标，引入绿色节能设计理念。设计阶段通过高性能保温、门窗气密性、隔热性提升、体型优化降低冷热损失；施工阶段利用低碳运输、废弃物回收减少隐含能耗；运营阶段借助能耗监测、智能管控实现持续调适。太阳能光伏与热水、地源热泵、余热回收、风能辅助通风被集成于建筑本体，与高效电机、变频控制、空间分区、余热采暖协同，形成工艺与建筑联动节能链。全生命周期管理、政策激励、量化评估共同保障技术落地并推动节能效能循环提升。

【关键词】：工业厂房；绿色节能；围护结构；可再生能源；生命周期管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.07.073

引言

工业建筑占全国终端能耗三成以上，高负荷、大空间、长周期运行特性使节能潜力集中。传统设计侧重工艺优先，围护保温、自然采光、设备能效常被忽视，导致夏季过热、冬季过冷、空调负荷居高不下。双碳目标下，行业面临刚性减排压力，绿色节能理念从可选变为必选。将绿色化、低碳化、可持续化策略嵌入厂房设计阶段，可在不干扰生产的前提下降低运行能耗，减少碳排，缓解企业能源成本压力，同时为后续绿色工厂评价、碳资产交易提供技术储备，对推动制造业低碳转型具有现实意义。

1 工业厂房绿色节能设计的理论基础与现状审视

绿色节能理念的核心内涵包括可持续发展、资源高效利用、环境友好三个主要维度，其中可持续发展强调建筑从规划、设计、施工到运营、拆除的全生命周期都需兼顾生态平衡与经济价值，资源高效利用涵盖能源、水资源、原材料的集约化使用与循环再生，环境友好则聚焦于减少碳排放、降低污染物排放及保护生物多样性，其目标是在满足建筑功能需求的同时，最大程度减少对环境的负面影响。工业厂房作为生产活动的主要场所，具有大空间、高负荷、长周期运营的特性，大空间意味着通风、采光及温度调节的需求更为突出，高负荷体现在生产设备持续运行带来的能源消耗与热负荷压力，这些特性使其能源消耗总量远高于普通民用建筑，长周期运营则使得节能设计的长期效益更具现实意义；传统工业厂房设计存在围护结构保温性能差、能源利用效率低等问题，如围护结构多采用普通砖墙或单层彩钢板，缺乏有效的保温隔热层，导致夏季制冷、冬季采暖能耗居高不下，能源利用方面常采用传统照明灯具且无智能控制，动力系统未配备余热回收装置，能源浪费现象普遍，难以契合当前行业转型的需求；随着双碳目标的提出，工

业领域的节能转型成为必然趋势，相关政策如《绿色建筑评价标准》《工业绿色发展规划》等不断推动绿色建筑技术在工业厂房中的应用，对工业企业的节能考核要求也逐步提高；同时，新型节能材料与技术的发展为工业厂房的绿色设计提供了有力支持，如保温隔热性能优异的挤塑聚苯板、真空玻璃等围护材料，光伏建筑一体化、地源热泵等可再生能源利用技术，以及智能照明控制系统、能源管理平台等数字化工具，都为工业厂房的绿色节能设计提供了更多选择；明确绿色节能设计在工业厂房领域的必要性与紧迫性，能够为后续技术路径与实施策略的研究奠定理论与现实基础。

2 工业厂房绿色节能设计的核心技术路径与关键维度

(1) 建筑本体节能设计的优化策略建筑本体节能设计的优化策略是工业厂房绿色节能的基础环节。首先，围护结构的节能优化需要进行高性能保温隔热材料的选用，提高门窗气密性与隔热性，开展外墙保温系统的设计，以此降低建筑冷热损耗。其次，体型系数的合理控制要结合生产工艺需求调整建筑平面与竖向布局，减少无效空间与能耗，使建筑形态契合节能目标。最后，屋顶节能设计要点包括反射型屋面材料的应用、种植屋面的构建等，通过这些措施提升建筑本体的节能效能，为后续技术应用提供坚实基础。该策略从建筑自身结构入手，通过多维度优化减少能源浪费，契合工业厂房长周期运营的特性，能够有效降低建筑自身的能源消耗占比。

(2) 可再生能源在工业厂房中的集成应用可再生能源在工业厂房中的集成应用是提升能源自给率的关键路径。首先，太阳能的应用场景包括开展光伏建筑一体化的设计方式，进行太阳能热水系统的安装与利用，将太阳能转化为电能或热能满足生产需求。其次，地源热泵与空气源热泵的适配条件需要结

合厂房热负荷需求优化系统布局与运行模式,提高能源利用效率。最后,工业余热回收与风能的利用要开展生产废热的收集转化,利用风能辅助通风供电等,实现能源梯级利用与循环经济。这些应用能够有效减少传统能源依赖,极大程度上提升厂房的绿色节能水平,推动工业生产向低碳方向转型。

(3) 工业工艺流程与节能设计的协同适配工业工艺流程与节能设计的协同适配是提升整体节能效果的核心手段,首先,生产设备的节能改造需结合工艺负载特性与运行周期进行高效电机、变频控制系统的选型应用,选型时不仅要关注设备的额定能效,还需考虑其在实际工艺工况下的运行效率,例如对于频繁启停的设备,需选用启动能耗低的变频控制系统避免反复启动造成的能源浪费,同时设备的维护与管理环节也需纳入节能设计范畴,定期对高效电机进行润滑保养确保长期高效运行;其次,生产空间分区设计需依据不同工艺区域的热湿特性差异优化通风与空调系统运行效率,如冶炼区域持续释放大热量与湿气,采用上送下回通风方式快速排出余热,精密电子装配区域要求恒定低温低湿环境,采用侧送侧回方式维持稳定,分区墙体与隔断材料也需考虑保温隔热性能减少区域间热量传递,进一步降低空调负荷。最后,余热余压与建筑能源系统的联动需建立信息交互机制,通过传感器采集生产过程中的余热余压数据,传输至中央控制系统后调节余热回收设备运行状态,将冶炼炉或锅炉的高温烟气余热转换为采暖热水或驱动吸收式制冷设备,余热回收系统设计需与生产工艺运行周期匹配,生产高峰期加大回收功率提供更多能源供应,低谷期降低负荷避免无效消耗,联动系统的控制系统具备智能调节功能,根据工艺实时变化与建筑能源需求波动自动调整参数,实现工艺与建筑能源系统无缝衔接,该适配方式通过工艺与建筑的协同使节能措施更具针对性,显著提升工业厂房的整体节能效能,确保生产需求与节能目标同时达成。

3 工业厂房绿色节能设计的实施保障与效能提升机制

(1) 绿色节能设计的全生命周期管理体系构建绿色节能设计的全生命周期管理体系构建是保障节能效果持续发挥的关键。首先,在设计阶段,结合工业厂房的功能特性开展节能目标的设定工作,进行 BIM 技术的深度应用,通过实施多方案的能耗模拟来进行科学比选,确保最终设计方案契合节能要求且满足生产需求。其次,在施工阶段,实施低碳材料的运输措施,开展废弃物的分类回收与利用工作,减少施工过程中的资源浪费,确保设计内容能够准确落地。最后,在运营阶段,建立智能管控系统,开展能耗监测工作来实时跟踪数据,定期进行设备维护与效果评估,实现从设计到运营的全过程节能管控。该体系通过覆盖各个阶段的管理措施,极大程度上提升节能效果的稳定性,为工业厂房的长期节能运营提供坚实保障。

(2) 政策标准与技术规范的支撑体系完善政策标准与技术规范的支撑体系完善是推动绿色节能设计普及的重要保障。首先,分析现有绿色建筑政策与节能标准在工业厂房领域的现状,指出其存在针对性不足、激励措施缺失等问题,明确后续完善的重点方向。其次,开展工业厂房绿色节能专项规范的完善工作,细化围护结构的节能指标,制定可再生能源集成应用的操作指南,为设计人员提供明确的技术依据。最后,进行政策激励机制的优化,推出针对性的税收优惠、财政补贴政策等措施,降低企业采用绿色节能设计的成本,鼓励企业主动参与绿色改造,推动整个行业向低碳方向转型。该体系通过政策引导与规范约束相结合,极大程度上提高企业参与绿色节能设计的积极性,为行业转型提供有力支撑。

(3) 节能效果的量化评估与持续改进策略是提升工业厂房节能效能的核心手段,首先需结合厂房生产工艺特性与国家绿色建筑评价标准构建量化评估指标体系,不同行业的厂房生产工艺差异显著,比如机械制造类厂房的重型设备能耗占比高,电子类厂房的洁净空调系统能耗突出,因此指标体系需适配具体行业特点,同时参考《建筑节能与可再生能源利用通用规范》等标准中的节能要求,除能耗强度、可再生能源利用率、CO₂减排量等关键指标外,还可纳入主要生产设备单位产品能耗、余热回收用于供暖或原料预热的利用率等细分指标,为客观评估节能效果提供更全面的科学依据;其次要根据评估场景选择适配的科学方法,生命周期评估可覆盖原材料采购、厂房建设、生产运营到拆除回收的全阶段,精准识别各环节的能耗短板,能效对标则可通过与行业先进水平、同区域同类型厂房的能耗数据对比,明确自身节能差距所在,确保评估结果的准确性与可靠性。最后需建立基于评估结果的持续改进闭环机制,利用能源管理系统收集实时能耗数据,通过大数据分析工具找出 HVAC 系统、照明系统等重点用能区域的异常能耗点与节能潜力,引入变频控制技术优化风机水泵等负载波动设备的运行效率,减少空载状态下的能源浪费,采用光伏建筑一体化技术利用厂房屋顶闲置空间发电,将清洁能源融入生产用能体系,同时联动运营团队开展节能设备正确操作、日常能耗监测方法等定期培训,优化设备启停时间、生产流程中的能源使用规范,避免不必要的能源消耗,根据季节变化(如夏季制冷负荷高、冬季供暖需求大)或生产订单波动调整节能措施,以适应不同生产负荷下的节能需求。

4 结语

绿色节能理念贯穿工业厂房设计,以围护结构性能提升、可再生能源接入、工艺与建筑协同为核心路径,借助全生命周期管理、政策激励、量化评估形成闭环。各环节技术成熟且成本可控,企业按阶段实施即可稳步降低能耗。未来宜在既有厂房改造中推广同步策略,将节能收益转化为再投资资金,持续

迭代技术,推动行业迈向零碳制造,实现工业厂房从“能源消耗体”向“能源生产者”乃至“生态良性节点”转变的可能性。

参考文献:

- [1] 崔晶瑶.绿色建筑设计理念与节能技术的深度融合创新[J].中国建筑金属结构,2025,24(22):100-102.
- [2] 谢中灿.基于绿色建筑工程理念的建筑节能设计分析[J].中国建筑金属结构,2025,24(22):97-99.
- [3] 岑爱,侯欢,方鹏,姚灵霞.绿色理念下船舶机舱铁舾件生产设计的可持续发展[J].船舶物资与市场,2025,33(11):56-58.
- [4] 杨淑影.住宅建筑领域中绿色技术与材料的协同创新探索[J].中国建筑金属结构,2025,24(22):52-54.
- [5] 林继业,张璐.物联网在智能绿色建筑设计中的应用研究[J].绿色建造与智能建筑,2025,(07):84-86.
- [6] 祖勋.基于全生命周期理论的企业节能减排施工优化策略[J].石油和化工设备,2025,28(11):249-250+245.
- [7] 李航.绿色施工技术在房建施工中的标准化应用实践[J].中国建筑金属结构,2025,24(22):196-198.
- [8] 夏怡,王振华,叶盛,顾栋.基于多能互补的零碳园区综合能源系统建设方案[J].低碳世界,2025,15(11):114-117.