

节能环保技术在采暖通风工程中的应用研究

李晓磊

沈阳地铁集团有限公司运营二分公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 全球能源转型背景下, 建筑行业作为城市能源网络核心单元, 亟待通过技术创新重塑能源利用模式。聚焦采暖通风系统节能技术集成, 解析太阳能光热转换、风压通风优化、变频动态调控及辐射供暖等关键技术作用机制, 阐释其在能源分级利用与负荷动态适配中的协同优化机理。通过整合多能互补系统与智能调控策略, 突破传统设备能效限制, 构建从单机节能到系统能效跃升的技术路径。研究形成涵盖设计规范迭代、设备能效评估及智慧运维体系的整体解决方案, 推动建立源头控耗-过程优化-末端回收的节能技术链, 为建筑领域低碳转型提供技术范式与实施框架。

[关键词] 采暖通风; 节能技术; 可再生能源

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16353

中图分类号: X32

文献标识码: A

Research on the Application of Energy-saving and Environmental Protection Technologies in Heating and Ventilation Engineering

LI Xiaolei

The Second Operation Branch of Shenyang Metro Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: Against the backdrop of global energy transition, the construction industry, as the core unit of urban energy networks, urgently needs to reshape energy utilization patterns through technological innovation. Focusing on the integration of energy-saving technologies for heating and ventilation systems, this article analyzes the key technical mechanisms of solar thermal conversion, wind pressure ventilation optimization, frequency conversion dynamic control, and radiation heating, and explains their collaborative optimization mechanisms in energy classification utilization and load dynamic adaptation. By integrating multi energy complementary systems and intelligent regulation strategies, we break through the energy efficiency limitations of traditional equipment and build a technological path from single machine energy-saving to system energy efficiency leap. Research and develop a comprehensive solution that covers design specification iteration, equipment energy efficiency evaluation, and intelligent operation and maintenance system, promoting the establishment of an energy-saving technology chain that controls energy consumption at the source, optimizes processes, and recovers at the end, providing a technical paradigm and implementation framework for low-carbon transformation in the construction industry.

Keywords: heating and ventilation; energy-saving technology; renewable energy

引言

建筑能耗占比的持续攀升使采暖通风系统能效优化成为碳减排关键。传统高碳供能模式加剧能源结构矛盾与环境污染, 亟待构建清洁能源替代、设备能效升级与智慧调控融合的解决方案。通过可再生能源耦合、负荷动态匹配及余热回收技术创新, 集成气候适应性设计与智能运维策略, 形成全周期节能技术体系, 为建筑低碳转型提供系统性方法论支撑。

1 建筑采暖通风节能减排的必要性

建筑采暖通风系统的高能耗加剧城市能源结构失衡与生态环境压力。传统化石能源供暖产生大量温室气体与污染物, 威胁气候安全与公共健康; 围护结构热工缺陷及通风设备低效运行导致能源浪费严重。工程实践中, 系统运行的高电耗特性凸显节能优化的双重价值。通过设备能效升级与智能调控技术, 可在保障室内环境品质前提下降低运营成本; 创新施工工艺与系统集成策略, 可推动行业

向高效运维模式转型。推进节能减排需融合清洁能源替代、动态负荷匹配及智慧控制技术, 突破规划设计协同不足、安装标准缺失等产业瓶颈。通过系统级能效优化与标准化建设, 既支撑建筑领域“双碳”目标实施, 亦促进区域能源协同与可持续发展能力提升。随着智能技术与可再生能源的深度整合, 采暖通风工程正从单一功能供给向智慧化方向转型, 为绿色建筑与低碳城市发展提供技术支撑。

2 采暖通风工程中节能环保技术的运用

2.1 太阳能技术

在采暖通风工程领域, 太阳能技术通过多元化应用路径展现其清洁供能价值。采暖系统设计中, 集热装置的布局需与建筑功能深度融合, 真空管集热器适用于屋顶坡面分布式安装, 平板式集热器可与建筑幕墙一体化集成, 借助选择性吸收涂层实现太阳辐射能向热能的高效转化, 为辐射地板或空气处理机组提供热源。针对昼夜及季节性能源供需失衡问题, 主动式系统配置相变储热模块或地下蓄

热体,在辐照充足时段存储富余热能,夜间通过板式换热器释能供热,并与空气源热泵、燃气锅炉形成多能互补架构,提升极端天气下的系统供能稳定性。被动式技术侧重建筑本体热性能优化,通过扩大南向采光比、设置特朗勃墙蓄热结构、采用光谱选择性透光材料等设计策略,增强冬季太阳得热效应。通风工程中,太阳能空气集热单元利用多孔介质强化对流换热,将低温新风预热后经竖向风道输送至室内,结合热压通风效应形成低耗能气流组织。技术实施需依据建筑所在地的太阳高度角年变化规律、极端气温阈值及功能负荷特性,运用动态模拟工具优化集热面方位角与储能容量配比,同步建立集热器表面除尘、防冻循环管路维护等运维规程,确保系统在全生命周期内的经济性与可靠性。

2.2 风能的使用

风能在通风工程中的创新应用体现为自然通风效能提升与清洁能源供给的协同发展。通过建筑形态的空气动力学优化设计,例如设置导风翼板、可调节式通风百叶或曲面导流屋顶,可有效引导外部气流形成稳定压力梯度,强化室内外空气交换效率。高层建筑中,结合中庭空间与竖向风道构建热压通风系统,利用室内外温差产生的烟囱效应驱动气流运动,显著减少机械通风设备的运行时长。对于沿海、平原等风资源丰富区域,将垂直轴风力发电机整合于建筑屋面或立面造型构件,通过风能转化电能驱动新风机组运行,形成能源自给与电网调峰的协同机制。智能控制系统通过集成风速风向传感器、颗粒物浓度监测模块及变频驱动装置,建立多参数联动的动态调控策略:当自然通风量满足室内空气质量标准时,自动降低机械系统功率至待机状态;遭遇静风或空气污染时段,则切换至机械辅助通风模式,实现能耗与空气品质的平衡管控。技术实施需在建筑规划阶段综合分析区域主导风向玫瑰图、周边构筑物风影区范围及湍流强度特征,同步建立风力发电机叶片清洁维护、通风通道气流组织检测等长效运维机制,确保系统在全生命周期内的稳定效能输出。

2.3 变频节能技术

变频调速技术的核心价值在于通过电力电子装置动态调节电机运行频率,实现设备输出与建筑负荷需求的实时精准匹配。在暖通系统中,循环水泵与冷却塔风机等关键设备常因设计冗余或负荷动态变化偏离高效工作区间,传统定频驱动模式导致电能大量转化为无效机械损耗。系统通过末端压差传感器和温度反馈信号的实时采集,动态调节电机输入频率,例如过渡季节空调负荷降低时,自适应减少冷水泵流量输送,在维持热交换效率的同时规避过量能源输配浪费。该技术可与建筑设备管理系统深度融合,基于预设负荷响应曲线实现多设备协同控制,如依据室内人员密度变化分级调节新风机组转速,在空气质量达标前提下优化电能消耗。设备启停阶段采用软启动技术平滑电

流冲击,显著降低机械部件应力损伤,配合谐波滤波装置消除电磁污染,同步提升系统稳定性与电网电能质量。在区域能源站等大型系统中,通过建立水泵群控策略与管网水力平衡联调机制,实现系统级能效优化,为建筑能源系统的柔性调节与智慧化升级提供技术支撑。

2.4 地暖施工技术

低温热水地面辐射供暖系统通过预埋于建筑地面构造层的管网实现热能均匀辐射传递,其热传导方式有效消除传统散热器导致的垂直温度梯度与空气扰动问题,提升人体热舒适感知。该系统以 35-45℃ 低温水为传热介质,与空气源热泵、太阳能集热器等低碳热源形成高效匹配,显著降低热源设备运行能耗。施工阶段需严格控制绝热层施工质量,采用高抗压强度挤塑聚苯乙烯板阻断向下热损失,并依据建筑外围护结构热工性能差异实施差异化布管策略,如在建筑冷桥区域及外窗周边加密盘管间距,补偿围护结构薄弱部位的热损失。管网敷设采用螺旋渐开线或双回形拓扑布局,配合柔性管件处理热膨胀变形,确保系统在全生命周期内的密封可靠性。分室智能调控系统通过机器学习算法分析用户作息规律与室外气象参数,联动室温传感器与电动分水器实现动态供热调节,在无人时段自动切换至节能模式。地面装饰层优先选用天然石材、陶瓷薄板等高导热率饰面材料,规避木地板类材料因热阻过大导致的传热延迟现象,构建从热源适配、管网优化到末端调控的完整节能技术链。

3 加强采暖通风工程节能措施

3.1 合理制定节能环保方案,加大节能技术研究力度

在工程规划阶段,需基于建筑能源审计与热工模拟结果,系统解析采暖通风系统的能耗特征与节能潜力空间,结合地域气候条件、建筑功能定位及用户使用习惯,制定分层次、差异化的技术实施路径。设计过程中应强化建筑、结构、设备等多专业的协同配合,将围护结构热惰性调节、光伏建筑一体化设计等被动式节能策略融入建筑空间形态生成阶段,避免后期改造造成的资源浪费。政府部门需构建涵盖财税激励、技术标准、市场准入的复合型政策体系,通过设立绿色技术研发专项基金、完善碳排放权交易机制,重点支持辐射供暖末端优化、中深层地热梯级利用等前沿技术的规模化应用^[1]。针对技术转化瓶颈,推动产学研机构联合组建创新联盟,围绕低品位热源回收、相变储能材料封装等关键领域开展攻关,建立从实验室验证到工程试点的全周期研发链条。通过打造涵盖办公、商业、教育等多元场景的示范项目集群,系统性评估不同技术组合的适应性边界与经济性阈值,形成覆盖方案选型、施工工艺、能效验收的标准化技术指南,为行业技术迭代与市场推广提供可复制的实践范式。

3.2 准确计算负荷

准确负荷计算应突破传统静态方法的框架限制,采用

动态耦合机制全面解析建筑能耗的时空变化特性。通过集成建筑信息模型与能耗模拟工具,构建多维数据交互平台,精准捕捉围护结构热惰性调节效应、太阳辐射动态得热特征以及人员流动的时空分布规律。在计算过程中,需整合历史气象记录与气候预测模型数据,评估极端天气事件对系统设计冗余的持续影响,例如针对夏季极端高温频发现象优化冷负荷计算参数^[2]。引入机器学习技术解析建筑使用模式的非线性特征,利用实时运行数据持续优化负荷预测模型,提升动态响应精度。基于负荷时空分布特性,制定分时分区的智能调控策略,如在办公建筑中实施基于热惰性调节的夜间通风预冷技术,充分利用建筑结构体的蓄热特性平衡昼夜温差波动,实现设备运行效率与热舒适度的协同优化。设计阶段需建立负荷敏感性评估体系,系统识别围护结构导热系数、新风换气率等关键变量的影响权重,制定针对性的技术优化方案,避免过度依赖安全系数导致的设备容量冗余。

3.3 加强节能设备的应用,提高工程运行效率

在设备选型环节,应优先选用通过国际能效认证的先进设备,例如采用磁悬浮传动技术的无油式冷水机组、搭载全热回收模块的空气处理机组以及低温辐射供暖末端装置,从系统源头实现能耗控制。构建覆盖设备全生命周期的效能数据库,整合全生命周期成本分析模型与碳排放评估体系,形成多维度的设备选型决策框架。系统运行阶段,通过布设物联网传感器节点实时捕捉设备振动频谱、冷媒流量及电流谐波等运行特征参数,运用模式识别算法精准辨识风机传动部件异常磨损或换热器积垢引发的传热效率衰减^[3]。运维管理团队可借助数字孪生技术构建设备健康状态预测模型,依据设备性能退化曲线制定预防性维护方案,采用高频脉冲清洗技术去除换热器内部污垢沉积,运用红外热成像技术定位管道保温失效区域,并通过升级低阻力密封组件降低机械传动损耗。建立能效对标管理体系,定期将系统运行能效指标与行业标杆值、设计预期值进行动态比对分析,形成持续性的系统优化机制,确保工程全周期能效表现处于技术前沿水平。

3.4 加强采暖通风工程能耗效率的分析,优先运用先进技术

建立建筑能耗监测平台需集成暖通空调、照明系统、电梯动力等多源能耗数据流,借助边缘计算技术实现能源输配路径的精准追踪与分项计量,构建覆盖能源生产端至消费端的全生命周期能效评估框架。通过部署聚类分析与回归模型,深度挖掘历史运行数据的潜在规律,精准识别水泵偏离最佳效率工况、新风机组过滤阻力异常升高等典型能效衰减问题。数字孪生技术应用需实现建筑信息模型

与实时监测数据的动态耦合,构建高保真虚拟仿真环境,模拟极端气候条件下地源热泵与光伏光热复合系统的协同运行特性,验证冰蓄冷装置与变频离心式冷水机组的负荷响应策略。既有建筑节能改造中,优先采用非破坏性技术路径,如在通风竖井内集成热管式全热交换装置,通过逆流换热回收排风能量;或在吊顶夹层敷设毛细管网辐射模块,结合自适应温控算法实现局部环境精准调节,最大限度维持建筑原有结构完整性。同步构建能效动态评价体系,将实时运行指标与 LEED 认证标准、被动式建筑规范进行对标分析,通过迭代优化设备启停时序与运行参数组合,形成“数据采集-能效诊断-策略优化-效果验证”的闭环管理机制,保障技术创新成果的工程实效与长效运维。

4 结语

采暖通风工程的节能化改造是推动建筑领域实现碳中和目标的重要实践方向,其技术创新与模式重构对城市能源体系优化具有深远影响。通过有机整合太阳能光热转换、地源热泵协同运行及智能动态调控等技术模块,形成多能互补的清洁能源供应网络,能够有效提升建筑能源系统的综合利用率与自持能力。未来应着力促进跨学科技术融合,推动机器学习算法与设备运行状态的深度交互,例如构建基于数字孪生技术的负荷响应模型,实现多能源系统的智能调度与协同优化。在标准化建设方面,需健全覆盖能效评价、碳排放计量及技术验收的规范体系,通过政策引导与市场机制协同发力,加速热回收装置、相变储能墙体等创新成果的工程转化。区域能源规划层面,探索建立建筑集群能源共享平台,通过冷热电联供与储能调峰技术,突破单体建筑能源利用的时空限制。此外,应加强国际技术协作与专业人才梯队建设,构建涵盖技术研发、工程实施及智慧运维的完整产业链条,推动节能技术从单一项目应用向产业生态体系升级,为城市低碳转型与可持续发展注入持久动能。

[参考文献]

- [1]李东书,李尚辰,常永.节能环保技术在采暖通风工程中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2022(34):112-114.
 - [2]王爱军.采暖通风工程中节能环保技术的应用研究[J].工程技术研究,2021,6(6):76-77.
 - [3]杨建红.采暖通风工程节能环保技术的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(23):205-207.
- 作者简介:李晓磊(1995.3—),毕业于哈尔滨铁道职业技术学院,专业:供热通风与空调工程,当前单位:沈阳地铁集团有限公司运营二分公司,职务:安全门检修员(代理工班长),职称级别:中级职称。