

# 办公建筑新风系统能耗过高问题优化路径研究

马美丽

陕西宏基建筑勘察设计工程有限公司 710065

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17726

**[摘要]** 办公建筑节能要求持续提升，新风系统高能耗已成为建筑能源效率提升的关键瓶颈。本文聚焦办公建筑新风系统，核心论点为成因解析、技术优化与实践验证的系统性路径可降低新风系统能耗。分析能耗偏高的核心因素，从新风量智能调控、节能设备集成、系统协同运行三方面构建优化路径，通过能耗基准测试、现场实施监测及效果量化评估验证方案可行性，为办公建筑新风系统能耗优化提供实践指导。

**[关键词]** 办公建筑；新风系统；能耗优化；智能调控；实践验证

节能减排是目前国家可持续性发展的重要举措，全国各个行业积极寻求节能减排的新型发展策略，建筑业作为国家经济发展的主要支柱性行业，更需要为节能减排工作，贡献自己的力量。办公建筑是建筑业关键构成，其能源消耗在建筑总能耗中占比突出，新风系统作为保障室内空气质量的核心设施，长期存在能耗偏高问题，加重建筑用能负担，制约行业绿色低碳转型进程。本文聚焦办公建筑新风系统能耗优化，解析能耗成因、构建技术路径、开展实践验证，为建筑领域节能减排提供针对性解决方案。

## 一、办公建筑新风系统能耗过高的成因解析

新风系统高能耗由设计、运行、维护多环节共同作用形成，需立足核心影响因素定位问题根源。从设计匹配度、运行调控模式及维护管理状态三个维度展开具体分析。

### (一) 新风系统设计参数与建筑实际需求不匹配

新风系统设计阶段参数设定常与建筑实际使用场景脱节，设计人员多依据通用规范或经验值确定新风量、送风温差等核心参数，未充分考量办公建筑功能分区差异、人员密度波动及室内设备发热特性<sup>[1]</sup>。部分建筑盲目追求高舒适度过度提升新风量，老旧建筑改造缺乏针对性适配设计，导致管网与建筑结构冲突、风阻增加。室内热湿负荷计算未结合朝向窗外窗面积、围护结构保温性能等个性化因素，造成新风处理设备选型偏大，系统长期低效运行，加剧能源浪费。

### (二) 设备运行控制模式缺乏动态适应性调节

新风系统运行控制多采用固定阈值或手动调节模式，缺乏对室内外环境参数变化的动态响应。系统常设定单一运行参数持续运转，难以随室内人员流动引发的热湿负荷波动、室外温湿度及空气质量变化实时调整。夜间、节假日等低负荷时段系统仍正常运行，工作日峰值时段则因调节滞后出现新风供给失衡。控制逻辑未融入负荷预测算法，仅依赖实时监测数据被动调节，运行状态与实际需求存在时间差，无法提前预判并优化参数，能源利用效率进一步降低。

### (三) 系统维护管理缺失导致能源利用效率衰减

系统长期缺乏规范维护管理，设备性能衰减，能源利用效率下降。滤网未按规定周期更换或清洗，积尘堵塞使空气流通阻力增加，风机需消耗更多能源维持额定风量；热交换器内部结垢、腐蚀等问题未及时处理，换热效率显著降低，新风预处理过程中能源损耗加剧。新风管道密封性能下降、保温层破损等问题未被及时发现修复，造成送风过程中冷热量流失，风机、电机等运动部件缺乏定期润滑保养，运行阻力增大、能耗上升。专业维护人员缺失对系统运行数据的分析评估，无法及时识别设备异常运行状态，能源浪费问题持续存在且不断恶化。

## 二、办公建筑新风系统能耗优化的技术路径

针对能耗成因，需构建多维度系统性技术优化体系，推动节能升级从局部改进迈向整体协同。从智能调控、设备集成与系统协同三个方向提出具体技术方案。

### (一) 基于负荷动态匹配的新风量智能调控技术

新风量与实际需求的精准匹配是能耗优化核心，需结合负荷变化完成动态调控。本节围绕负荷监测、预测模型与调控算法，阐述智能调控技术的实现路径。

#### 1. 办公建筑室内热湿与污染物负荷实时监测方法

办公建筑室内热湿与污染物负荷实时监测需搭建多维度传感网络，在办公区、会议室等核心空间布设温湿度、CO<sub>2</sub>及挥发性有机物传感器，实现关键参数连续采集。监测系统依托无线通信技术将传感数据实时上传至中央控制平台，经数据预处理算法剔除异常值，保障监测数据的准确性与稳定性。结合建筑平面布局优化监测点位布设，兼顾空间覆盖均匀性与数据采集时效性，适配办公建筑人员流动频繁的特性，同步捕捉室内热湿环境变化规律与污染物释放动态，为负荷分析提供精准的数据支撑。

#### 2. 基于负荷预测的新风量动态计算模型构建

基于负荷预测的新风量动态计算模型以实时监测数据为

基础，结合办公建筑使用规律构建预测模型<sup>[2]</sup>。人员密度变化、设备运行功率、室外气象参数等影响因素纳入模型，通过机器学习算法挖掘负荷与各影响因子的内在关联，实现短期负荷变化趋势的精准预测。模型遵循通风规范要求，以保障室内空气质量为前提，建立负荷与新风量的量化对应关系，针对不同功能区域的负荷特性设置差异化计算系数，动态输出适配实际需求的新风量阈值，为新风系统运行调节提供科学依据。

### 3. 多参数联动的新风量智能调控算法与控制逻辑

多参数联动的新风量智能调控算法整合室内外环境参数、负荷预测结果及系统运行状态，构建多目标优化决策逻辑。算法以能耗最低与舒适度最优为核心目标，建立参数权重动态分配机制，依据实时工况调整各参数影响权重。控制逻辑实现新风量调节与风机转速、换热设备运行状态的协同联动，负荷变化时通过闭环控制策略快速调整新风供给量，联动调节相关设备运行参数，确保系统在满足室内环境需求前提下始终处于高效运行状态，规避单一参数调节引发的能源浪费或舒适度下降问题。

### (二) 高效换热与节能设备集成应用方案

高效设备的选型与集成是降低系统能耗的关键手段，需兼顾设备性能与系统适配性。本节围绕换热设备、风机与过滤设备及辅助能源设备的集成应用展开探讨。

#### 1. 全热交换器选型适配与优化布置技术

全热交换器选型结合办公建筑新风量需求、室内外温湿度差异及空气质量要求，优先选用显热回收效率与潜热回收效率双高的设备类型<sup>[3]</sup>。选型过程中核算不同季节换热负荷，匹配设备额定风量与系统设计风量，避免设备容量过大或过小引发的效率损耗。布置时考量安装空间兼容性，采用靠近新风入口与排风出口的集中式布置方式，缩短风管长度减少风阻。优化气流组织设计，确保新风与排风在交换芯体内部充分接触，减少短路现象，提升能量回收效率。

#### 2. 变频风机与高效过滤设备协同应用设计

变频风机与高效过滤设备协同应用需依托系统风量动态变化特性，匹配风机变频范围与过滤设备阻力特性。建立风机转速与过滤阻力的联动关系，过滤设备积尘导致阻力上升时，自动调节风机频率维持额定风量，避免风量衰减影响室内通风效果。过滤设备选型兼顾过滤效率与阻力损失，选用低阻力高效HEPA滤网，降低风机运行能耗。设计中合理设置设备安装顺序与间距，优化气流通道结构，减少设备间气流干扰，提升协同运行稳定性与节能效果。

#### 3. 太阳能辅助新风预热/预冷系统集成方案

太阳能辅助新风预热/预冷系统集成结合办公建筑太阳能资源禀赋，选用平板式或真空管太阳能集热器，依据新风

处理负荷确定集热器面积。系统配置储热装置与辅助加热/冷却设备，实现太阳能与常规能源互补运行。集成过程优化新风处理流程，让新风先经过太阳能预热/预冷模块，再进入主处理设备，降低主设备负荷。设置智能控制系统，根据室外太阳辐射强度、新风温度及系统负荷自动切换运行模式，保障太阳能资源高效利用，减少常规能源消耗。

### (三) 新风系统与建筑能源系统协同运行优化

超低能耗建筑的内涵，是在比较中产生的，即超低能耗建筑的建筑能耗远低于常规建筑，但又高于近零能耗和零能耗建筑。新风系统是建筑能源系统的重要组成部分，需通过协同运行达成整体节能目标。本节从与空调系统的协同、用能时序的协同及与可再生能源系统的协同角度，提出针对性优化策略。

#### 1. 新风系统与空调冷水机组的联动控制策略

新风系统与空调冷水机组的联动控制建立统一能源管理平台，整合两者运行参数与室内外环境数据<sup>[4]</sup>。分析新风处理负荷与冷水机组供冷需求的内在关联，设定联动阈值，新风预冷/预热负荷变化时同步调节冷水机组供水温度与流量。采用前馈-反馈复合控制模式，结合室外温湿度预测数据提前调整冷水机组运行状态，规避新风系统与冷水机组独立运行引发的负荷叠加。优化控制时序，确保新风处理与冷水机组供冷节奏匹配，减少系统频繁启停造成的能源损耗，提升整体能源利用效率。

#### 2. 基于建筑用能时序特性的新风运行时段优化

基于建筑用能时序特性的新风运行时段优化，结合办公建筑作息规律划分工作日、节假日及不同时段用能场景。分析历史运行数据明确各时段人员密度、设备运行状态及热湿负荷变化规律，针对性设定新风量调节曲线。工作高峰时段维持足额新风供给，午休、夜间无人或节假日等低负荷时段，将新风量降至最低保障标准或采用间歇运行模式。引入动态时段划分机制，依据实际人员流动实时调整参数，规避固定时段设置引发的能源浪费，实现新风供给与用能需求精准匹配。

#### 3. 新风系统与可再生能源系统的耦合运行方案

新风系统与可再生能源系统耦合运行结合太阳能、地热能等资源条件，构建多能源互补的新风处理系统。太阳能系统通过集热器加热新风或驱动吸收式制冷设备，为新风预处理提供冷热源；地源热泵系统与新风换热模块结合，借助土壤恒温特性提升新风处理效率。耦合系统配置智能分配装置，依据可再生能源供应强度、新风处理负荷及能源价格，动态分配可再生能源与常规能源使用比例。优化系统运行逻辑，可再生能源供应充足时优先满足新风处理需求；供应不足时自动切换至常规能源补充，确保系统稳定运行的同时最大化

利用可再生能源。见图1。

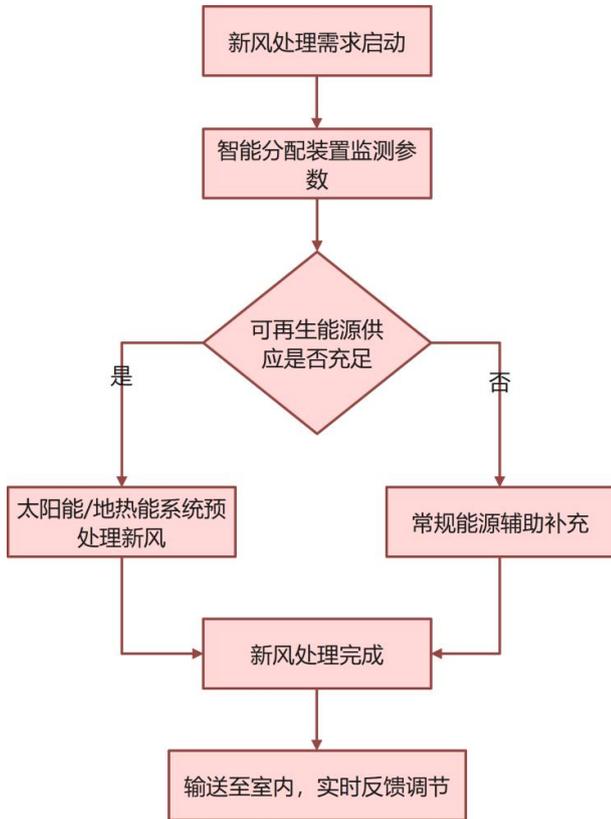


图1 新风系统与可再生能源系统耦合运行简化流程图

### 三、办公建筑新风系统能耗优化的实践验证

技术方案的可行性与有效性需经实践验证确认，需建立科学的测试、监测与评估体系。以下从能耗基准测试、方案实施监测与效果评估三个环节展开具体说明。

#### (一) 典型办公建筑新风系统能耗基准测试

典型办公建筑新风系统能耗基准测试选取不同建筑年代、结构类型及运行模式的办公建筑作为测试对象，明确测试范围涵盖风机能耗、热交换设备能耗及辅助设备能耗等核心指标<sup>[5]</sup>。测试前对新风系统全面检查，确保设备处于正常运行状态，采用高精度电能计量仪表、风量测试仪等设备，连续采集至少一个完整季节的运行数据。测试过程中同步记录室内外温湿度、人员密度、新风量等影响因素，建立能耗与各影响因子的对应关系，通过数据归一化处理消除建筑规模差异，形成具有可比性的能耗基准值，为后续优化效果评估提供参照。

#### (二) 优化方案现场实施与运行数据监测

优化方案现场实施结合建筑实际工况制定精细化施工计划，明确设备安装精度、管路改造标准及控制系统调试流程等关键环节技术要求。施工中严格把控设备定位误差与管路连接密封性，规避安装工艺缺陷引发的运行故障或能源损耗。方案落地后搭建专项监测平台，延续基准测试阶段监测指标

体系与采集频率，重点追踪新风量动态调节精度、核心设备能耗强度及室内空气质量达标率等关键参数变化。监测系统具备实时数据传输、大容量存储及多维度分析功能，通过对比优化前后运行数据，精准捕捉系统能耗水平与运行性能动态变化，为技术方案效果评估提供客观全面的数据支撑。

#### (三) 能耗优化效果量化评估与可行性分析

能耗优化效果量化评估建立多维度评估指标体系，涵盖能耗降低率、能源利用效率提升幅度、室内舒适度改善程度等核心指标。采用统计分析方法对比优化前后能耗数据，结合建筑用能特性与环境参数变化，剔除季节、气象等外部因素干扰，精准核算优化方案带来的能耗节约量。可行性分析从技术、经济、环境三个维度展开，技术层面验证优化方案稳定性与适配性，经济层面核算初期投资、运行成本及投资回报周期，环境层面评估能耗降低带来的碳排放削减效果，综合判断优化方案在办公建筑中的推广应用价值。

#### 结语

办公建筑新风系统能耗优化是践行绿色建筑理念、提升建筑能源效率的重要抓手。本文从成因解析、技术路径构建到实践验证形成完整研究链条，明确设计失配、调控僵化、维护缺失是能耗过高的核心诱因，提出的智能调控、节能设备集成及系统协同等优化策略，经实践验证可有效降低能耗。该研究为办公建筑新风系统节能改造提供技术支撑与实践范式，后续可结合不同气候区建筑特性、智能化技术发展，进一步完善优化方案，推动新风系统在低能耗、高品质运行方向持续升级，助力建筑领域双碳目标实现。

#### [参考文献]

- [1] 吴傲立, 王彬彬, 岳仁亮. 新风系统在我国超低能耗建筑中的应用及思考[J]. 制冷与空调(四川), 2024, 38(05): 692-704.
  - [2] 康智强, 王彤, 王云毅, 等. 严寒地区超低能耗教学建筑新风系统适用性分析[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2024, 40(02): 345-351.
  - [3] 季汪艇. 办公集中式新风系统变风量控制方式探讨[J]. 制冷与空调(四川), 2021, 35(01): 125-128.
  - [4] 陈富平, 丁晓欣, 陶进, 等. 多能互补型超低能耗建筑节能供应及对比分析[J]. 建筑科学, 2021, 37(12): 144-151.
  - [5] 杨柳, 方佳烽, 田真. 结合辐射供冷及新风系统的既有办公建筑改造应用分析[J]. 建筑科学, 2021, 37(12): 94-102.
- 作者简介: 马美丽, 女, 籍贯: 陕西省西安市周至县翠峰镇, 汉族, 出生年月: 1992.12, 学位: 本科, 职称: 助理工程师, 研究方向: 暖通专业。