

绿色建筑中暖通空调节能控制方法研究

孙士坤

中国建筑技术集团有限公司

DOI:10.32629/bd.v9i8.4627

[摘要] 在绿色建筑全面推广、低碳发展持续推进的背景下,暖通空调作为建筑主要耗能系统,其节能管控意义重大。本文以传感器、自动控制、通信三大技术为基础,分别从温湿度、空气质量及设备运行维度,探究多项暖通空调节能控制方法。结合不同建筑场景提出分区调控、预测控制、变频调速等实操策略,实现设备按需运行。研究成果可有效降低空调系统能耗,兼顾室内环境舒适度,为绿色建筑暖通系统节能改造与运维管理提供技术参考。

[关键词] 绿色建筑; 暖通空调; 节能控制; 方法研究

中图分类号: TU831.3 文献标识码: A

Research on Energy-Saving Control Methods for HVAC Systems in Green Buildings

Shikun Sun

China Building Technology Group Co., Ltd.

[Abstract] Against the backdrop of the comprehensive promotion of green buildings and the continued advancement of low-carbon development, HVAC systems, as major energy-consuming systems in buildings, require effective energy-saving management and control. Based on three major technologies—sensors, automatic control, and communication—this paper explores various energy-saving control methods for HVAC systems from the perspectives of temperature and humidity, air quality, and equipment operation. Practical strategies such as zoned control, predictive control, and variable-frequency speed regulation are proposed for different building scenarios to achieve demand-based equipment operation. The research results can effectively reduce energy consumption in HVAC systems while maintaining indoor environmental comfort, providing technical references for energy-saving renovation and operation and maintenance management of HVAC systems in green buildings.

[Key words] green buildings; HVAC; energy-saving control; method research

引言

全球能源短缺与生态环境问题日益突出,发展绿色建筑成为建筑行业转型的必然方向。暖通空调系统能耗占建筑总能耗比重较高,传统运行模式能源浪费严重,制约绿色建筑低碳目标落地。为平衡人居舒适与节能减碳需求,本文围绕暖通空调节能控制展开研究,梳理相关技术基础,分类阐述各类节能控制方法,旨在为绿色建筑暖通系统实现精细化、智能化管控,提升能源利用效率提供实践思路。

1 绿色建筑与暖通空调系统概述

伴随全球低碳生态发展推进,绿色建筑成为建筑行业可持续发展的主流趋势。其绿色理念覆盖建筑从建材生产、施工建设、日常运营到后期拆除的全生命周期,核心是降低建筑活动对生态的破坏,同时优化室内环境,营造健康舒适的人居与办公空间。当下能源短缺、环境污染问题愈发严峻,传统建筑能耗高、

污染大、资源利用率低的问题十分突出。而绿色建筑节能环保、资源利用高效,已然成为行业发展热点。目前国内外均出台相关扶持政策,国内行业标准也不断完善,持续推动建筑行业向绿色低碳模式转型。暖通空调系统是绿色建筑的核心配套系统,主要调控室内温湿度、空气质量等参数,保障室内环境舒适。在绿色建筑体系中,该系统不仅承担基础的环境调节功能,更是建筑节能减碳、协调人居体验与生态保护的核心环节。相关数据显示,商业及公共建筑里,暖通空调能耗通常占到建筑总能耗的四到六成,是用能大户。传统空调运行方式耗能突出,既拉高了建筑日常运营开支,加重能源消耗压力,还会加大化石能源使用,给生态环境带来负担。由此可见,优化暖通设计、落地节能智能管控技术十分关键。借助设备更新与智能化动态调节,既能守住室内舒适体验,又能减少能耗与排放,提升用能效率、节约运营开销,让建筑运行和生态环境协调发展。

2 暖通空调节能控制技术基础

2.1 传感器技术

传感器是暖通空调节能调控体系的前端基础设备,也是系统实现精准节能运行的核心数据来源。设备可全天候采集室内外环境数据与空调设备运行数据,为系统智能化调控提供真实有效的数据支撑。其监测范围十分广泛,既包含环境层面的温度、湿度、空气质量、光照强度等基础参数,也涵盖空调设备运行时的风速、风压、制冷剂压力等运行指标^[1]。传感器的采集精度直接决定空调系统的调控效果与节能水平。精度达标的传感器能够规避数据误差,保障采集信息的真实性与稳定性,让控制系统结合实际工况做出合理调控。日常应用中,温度传感器可实时捕捉室内温度变化并同步传输至控制系统,系统依据预设温度区间启停冷暖设备,有效避免过度制冷、制热造成的能源浪费。湿度传感器可根据室内干湿情况匹配除湿、加湿设备运行工况,空气质量传感器能够精准识别二氧化碳、甲醛等污染物浓度,按需调节新风供给量,保障室内空气品质。多类传感器协同工作,能够全方位掌握环境与设备状态,为精细化节能调控提供保障。

2.2 自动控制技术

自动控制技术是暖通空调实现节能高效运行的关键核心。这项技术主要通过传感器实时采集环境数据,再结合预设的调控逻辑分析处理数据,以此智能调节空调设备运行状态,让空调系统摆脱人工操作,实现自动化、精细化运转。当前暖通空调行业的主流控制方式,以PID控制、模糊控制和神经网络控制为主,三种技术适配不同的使用场景,各有优势,能够针对性解决各类工况下的调控难题。PID控制技术发展时间久、技术体系成熟,整体结构简单且运行稳定可靠,是目前暖通空调领域运用最普遍的调控手段,主要用于室内温湿度等常规环境参数的调节。它依靠比例、积分、微分三重机制协同工作,对比实际环境数值与预设标准值的偏差,精准计算出设备调控幅度,快速调整设备运行功率,让室内温湿度快速稳定在舒适区间,保障控温精准且高效。模糊控制不用依赖精密的数学模型,凭借经验算法就能应对各类不确定、非线性的复杂工况,特别适合人员流动大、环境状态波动频繁的场景,可灵活调节空调送风量和温度设定,在提升人居舒适度的同时有效节约能耗。而神经网络控制拥有强大的自主学习和自适应能力,能够依托设备海量运行历史数据,摸索出环境变化与设备运行的内在规律,提前预判工况变动,主动优化调控方案,进一步提升空调系统的节能水平。

2.3 通信技术

通信技术是暖通空调系统实现数据交互、远程管控的重要支撑,通过有线、无线传输方式,将传感器、控制器与空调设备串联为完整的运行网络,实现数据实时共享与集中管控,保障系统调控的及时性与精准性。其中,以太网传输速度快、运行稳定性高,可支撑大批量数据传输,适配大型建筑群空调系统的集中监控,能够将各区域设备数据同步至中央控制中心,实现全域实时监测与远程调控^[2]。Wi-Fi技术部署便捷、灵活性强,支持手

机、平板等移动设备接入,工作人员与用户可随时查看设备运行状态、调整温湿度参数,大幅提升空调系统的管理效率与使用便捷性。ZigBee和LonWorks等无线通信技术低功耗、可自组网,适用于分布式空调系统节能控制。在大型建筑或工业场所,空调设备分布广,有线通信布线难、成本高,无线通信技术可避免这些问题,通过自组网连接设备,还能延长设备寿命、降低维护成本。

3 绿色建筑中暖通空调节能控制方法

3.1 基于温度控制的节能方法

温度调控是暖通空调节能管控最基础、最核心的手段,结合建筑空间功能、人员活动规律开展精细化温度管控,能在保障室内舒适的前提下,最大程度减少无效能耗。分区温度控制是实操性极强的节能方式,主要依据建筑不同区域的使用属性、人员密集程度划分独立温控单元,结合场景需求设定差异化的温度标准。不同功能的建筑空间,温度需求存在明显差异。以常见的办公建筑为例,办公工位区域白天人员集中、活动频繁,可适当调低空调温度,保障人员办公舒适度;而会议室、储藏仓库等区域,仅在特定时段使用,夜间基本处于无人状态,可上调温度阈值,减少空调持续运行时长,从源头降低能耗^[3]。这种分区管控模式的核心优势在于独立调节、按需运行,单个区域温度达标后,可自主降低设备功率或暂停运行,其余区域则根据自身工况正常调控,彻底改变了传统空调整体启停、统一运行的粗放模式,有效规避能源空耗,大幅提升能源利用效率。温度预测控制依托数据提前调控,是建筑节能的实用手段,能改善传统空调温控响应慢的问题。室内温度受季节、天气、昼夜影响不断变化,固定温控参数难以适配动态环境,很容易出现冷热供给过量,白白造成能源浪费。该控制方式整合过往室内外温度数据与实时气象预报,贴合建筑实际运行状态搭建预测模型,精准预判短期温度变化走势。依托模型预判,空调系统可以提前调整运行参数:夏季高温到来前提前预冷,平稳稳住室内舒适温度,避开高温峰值高强度制冷的高能耗问题;冬季降温前夕提前微调温控设定,减少夜间持续供暖的能耗损耗。同时结合建筑自身的热惯性特性规划设备启停,让温控适配环境变化规律,节能效果也能得到进一步提升。

3.2 基于湿度控制的节能方法

室内湿度关乎人居舒适度与建筑环境质量,湿度过高会产生闷热感,过低则易造成皮肤、呼吸道干涩不适。依托室内外湿度动态变化,对暖通空调进行智能化调控,是绿色建筑高效节能的重要方式,可在保障人居舒适的有效降低空调设备运行能耗。这套湿度自适应系统搭载高精度传感器,可实时捕捉室内湿度变化。它参照人体舒适需求,自动切换空调加湿、除湿模式。系统优先采用自然通风、新风换气调节湿度,践行低碳理念,只在环境需要时开启加湿设备,精细把控运行状态,避免设备空转耗能。在实际场景中,该系统可与温控系统联动,实现温湿度协同优化。夏季高温高湿时,先通风降湿再制冷降温;冬季低温干燥时,在恒温供暖的同时适度加湿,全方位平衡人居舒适体验与建

筑节能效益。湿度补偿控制多用于实验室、医院等对环境湿度有严格标准的特殊建筑场景。这类场所对湿度稳定性要求极高,传统人工调控方式不仅精度不足,还容易出现设备持续运行、能耗偏高的问题^[4]。该控制方式可实时比对室内实际湿度与设定标准的偏差,自动微调空调系统运行参数,让室内湿度始终稳定在合规区间,既满足特殊场景的使用需求,又通过精准调控避免设备无效运行,实现精细化节能。

3.3 基于空气质量控制的节能方法

新风补给与空气净化是绿色建筑室内空气品质保障的重点,也是暖通空调节能管控的重要环节。传统空调多采用固定新风供给、全天候持续净化的运行方式,极易产生不必要能耗。依托智能动态调控技术,能够在保证室内空气质量合格的前提下,有效降低空调系统运行能耗。新风量优化控制核心是跟着室内人数和空气状态变化,动态调整新风供给。系统依托二氧化碳传感器实时监测室内空气情况,精准判断人员疏密程度与空气质量好坏,灵活调控新风供应量。室内人员多、空气浑浊时,自动加大新风输入;人员稀少、空气清新时,就适当减少新风供给,有效减轻空调的运行处理负荷。搭配排风热回收技术,节能效果会更突出,这项技术可以回收室内排风蕴含的冷热能量,提前对室外新风进行预冷或预热,大幅减少冬夏两季空调制冷、供暖的能耗损耗。空气净化的节能管控,依靠智能联动机制调整设备运转状态。过去传统净化设备大多全天不停机,产生了不少不必要的能耗。智能系统会实时监测室内污染物浓度,灵活调整设备工作强度。室内空气质量合格时,自动降低功率、减少运行时长;一旦污染物超标,便立刻加大净化功率,做到按需运转。这套精细化的运行方式,既能持续维持室内空气清新,又能杜绝设备空转带来的能源损耗,在保障居住环境品质的实实在在实现了节能降耗。

3.4 基于设备运行优化的节能方法

暖通空调能耗多源于风机、水泵等配套设备,传统设备常年恒定功率运行,极易造成能源浪费。通过优化设备运行策略、调整调控方式,可贴合建筑实际负荷工况运行,有效降低设备整体能耗。变频调速是当前主流的空调节能技术。传统风机、水泵

始终以额定转速运行,无法适配室内低负荷工况,产生大量无效能耗。而变频技术可根据传感器反馈的负荷数据,动态调节设备运行频率与转速,让输出功率适配实时需求,在部分负荷状态下有效节能^[5]。实践表明,该技术可使设备能耗降低30%-50%。柔性调速运行能减少设备启停磨损,延长设备使用寿命,提升空调系统运行的稳定性。设备启停优化依托建筑人员活动规律制定运行方案,属于低成本高效节能手段。办公、商业建筑人员作息规律鲜明,日间使用频繁,夜间及节假日多处于闲置状态。可在上班前提前1-2小时开机预冷、预热,保障室内舒适;在下班、假期及时关机或切换低能耗模式。通过精准管控设备运行时长,减少无效能耗,显著提升空调整体运行效率。

4 结语

综合运用智能感知、自动控制等技术,实施多维度节能管控,是绿色建筑暖通空调降本减耗的有效路径。温湿度联动调控、新风动态优化、设备变频与时序管理等方法,可显著减少无效能耗。未来,应进一步融合智能算法与物联网技术,持续优化控制策略,推动暖通空调系统向更智能、高效、低碳的方向发展,充分发挥技术优势,助力绿色建筑实现全生命周期节能运行。

[参考文献]

- [1]李玉娜.绿色建筑中暖通空调节能控制方法研究[J].科技创新与应用,2025,15(19):136-139.
- [2]苏泰.绿色建筑中节能暖通空调技术的应用研究[J].新材料·新装饰,2026,8(2):73-76.
- [3]张先静,张学振.既有建筑暖通系统改造中存在的问题及绿色节能技术的应用研究[J].石化技术,2026,33(2):377-378.
- [4]彭涛.绿色建筑中暖通空调节能控制方法的研究[J].化肥设计,2023,61(3):31-34.
- [5]连洪波.绿色建筑暖通空调冷水温度智能控制方法研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(15):178-180.

作者简介:

孙士坤(1978--),女,汉族,吉林长春人,本科,高级工程师,研究方向:建筑环境与能源。