

医疗建筑暖通空调系统绿色低碳运行控制技术探究

曹 宁

二十二冶集团雄安发展有限公司, 河北 邢台 071000

[摘要]随着能源需求持续攀升, 环保压力不断增大, 医疗建筑暖通空调系统(HVAC)存在能耗高、效率低的问题。为了积极响应绿色建筑与低碳发展倡议, 探讨并实施前沿的暖通空调系统节能减排运行调控技术, 成为医疗建筑能效提升和可持续发展的关键。对医疗建筑暖通空调系统运行过程中的高能耗状况及传统运行控制方法的缺陷进行了分析, 文章论述了绿色低碳运营的关键技术途径, 涵盖智能化运行控制技术、自适应控制技术及智慧化运行管理平台。旨在为医疗建筑的节能与环境友好型发展提供技术支持和理论依据。

[关键词]医疗建筑; 暖通空调系统; 绿色低碳; 智能化控制; 数字孪生

DOI: 10.33142/ect.v3i2.15538

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Exploration on Green and Low-carbon Operation Control Technology for HVAC Systems in Medical Buildings

CAO Ning

MCC22 Group Xiong'an Development Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 071000, China

Abstract: With the continuous increase in energy demand and environmental pressure, the HVAC system in medical buildings has problems of high energy consumption and low efficiency. In order to actively respond to the initiatives of green building and low-carbon development, exploring and implementing cutting-edge energy-saving and emission reduction operation and control technologies for HVAC systems has become the key to improving energy efficiency and sustainable development of medical buildings. This article analyzes the high energy consumption during the operation of HVAC systems in medical buildings and the shortcomings of traditional operation control methods. It discusses the key technical approaches for green development and low-carbon operation, including intelligent operation control technology, adaptive control technology, and intelligent operation management platform, so as to provide technical support and theoretical basis for the energy-saving and environmentally friendly development of medical buildings.

Keywords: medical buildings; HVAC system; green and low-carbon; intelligent control; digital twin

引言

随着医疗建筑规模持续增长, 暖通空调系统(HVAC)是建筑能源消耗的主要渠道, 已成为研究焦点。特别是医疗卫生设施, 需持续24小时进行环境调控, 不仅要保证室内环境的舒适性, 还需严格遵循医院的消毒、洁净等特殊要求。因此, 暖通空调效能与节能减排运行, 成为建筑领域当务之急的研究课题。

1 医疗建筑暖通空调系统运行现状

1.1 高能耗问题分析

医疗建筑中暖通空调系统构成能源消耗的主要渠道, 除了建筑能源消耗占比达40%~60%以外, 还有高耗能来源于设备负荷重、运行时长长以及系统调节不灵活等。鉴于医院建筑须全天候、全方位确保室内温湿度和空气质量, 传统供热通风与空调系统在诸多场合下的运行往往超出实际需求, 造成能源的无谓消耗。特别是设备陈旧及保养不当情况下, 能效损耗加剧^[1]。

1.2 传统运行控制模式的不足

目前, 多数医疗设施沿用既有的暖通空调运作方式, 即通过稳定温度和湿度调节保障室内气候。该模式未充分

考虑建筑负荷的实时波动, 系统运行效率难以根据实时需求进行调整, 引发能源消耗过多。此外, 传统管控模式欠缺对环境变动的预判与调整能力, 未达最佳运行效果, 空调系统功率波动及效率不达预期。

1.3 绿色低碳运行的必要性

为应对环境恶化与能源资源短缺, 绿色建筑与低碳技术已普遍融入建筑设计与运营环节。对于医疗设施而言, 推行绿色低碳运行调控措施, 亦能有效减少建筑能耗、降低碳排放, 可进一步提高室内环境品质, 契合当代建筑节能与环保发展方向。因此, 研发绿色低碳运行调控技术, 改进暖通空调系统管理方式, 是推动医院持续发展的重要手段^[2]。

2 绿色低碳运行的核心技术路径

2.1 智能化运行控制技术

2.1.1 实时数据采集分析

实时数据收集是医疗建筑暖通空调系统智能化运作的根基。依托于建筑内外布置传感器及智能终端设施, 可即时监控环境温度湿度、空气品质、风速等要素, 该数据为系统实时提供反馈, 助力管理者精准把握建筑室内环境变动与能源消耗需求, 因此得以灵活变更系统运作形态。

比如,实时监控病房气温变化之温感器,确保室温适宜;空气质量监测器可探测室内环境污染状况,立即启动空气净化设备,确保室内空气质量优良。

此外,实时数据采集系统的运行状态也能为运维人员提供关键的数据支持,帮助他们发现潜在的设备问题。例如,依据设备负载、运行时长、温控等数据,系统可预报设备故障风险,为设备养护提供实时决策辅助。实时数据收集不仅有利于维护医疗建筑环境的稳定,还能有效提升能效管理水平,改进能源利用。

2.1.2 大数据优化

实时数据搜集为大数据剖析提供了充裕素材,运用云计算技术存储数据,融合大数据分析手段,管理人员对搜集到的过往运行数据实施深度剖析,解析建筑能源消耗状况及运行制约因素。大数据分析技术可辨识系统运行中存在的隐患,例如空调系统负荷过重、温度控制失效等问题,以优化系统运行为基础提供参考^[3]。

例如,机器学习算法可以基于历史数据预测建筑的负荷需求,并根据外部天气条件、建筑内使用情况以及预期负荷,智能调整空调和暖气系统的工作模式。这样,系统可依环境及需求差异,动态调整运行参数,力求最大化能源利用效率。例如,在日间交通高峰期,自动调节空调功率以适应实际人员密度,夜间或公休日,系统将自动切换至省电工作状态,节省能源。

借助大数据进行优化,系统具备多时段、多环境适应性,精确调整各设备工作状态,确保建筑室内环境舒适性与能源效率最大化。此类依托数据驱动的智能优化举措有效减少了能源使用,优化了暖通空调系统的稳定性和效能。

2.1.3 智能控制策略

智能控制策略是在实时数据采集和大数据分析的基础上,形成的一套自适应运行方案。通过智能控制系统,建筑暖通空调系统能够根据实时数据和历史运行数据,自动调整各项运行参数(如温度、湿度、风速、空调功率等),以实现系统运行的高效性与灵活性。

智能控制系统可依建筑内需实施精确调控,还可依据外界气候状况的变动,自动调节系统运作状态。例如,遇外部气温剧变时,系统可实现自动调节室内温控负荷,确保室内温控稳定。同时,智能控制系统具备自学能力,该系统可依历史资料持续优化策略。针对不同气候时节及天气状况下的建筑负载调整,持续提升设备运行效能,智能控制系统显著减少能源使用,节约能源资源。

此外,改进策略亦能提升系统紧急应对水平。当出现设备故障或能耗异常时,系统能够实时发现并自动调整,或通过预设的紧急模式保障建筑环境的基本稳定,确保医院等特殊建筑在紧急情况下能够持续正常运转^[4]。

2.2 自适应控制技术

2.2.1 动态负荷调节

在医疗建筑中,建筑内部的使用情况是动态变化的,

尤其是患者人数、科室需求、病房负荷等都受到时间、季节和其他因素的影响。常规的暖通空调系统(HVAC)通常难以灵活应对此类变化,造成能源损耗与利用效能不足。而自适应控制技术得以实时监控建筑内部变动,诸如人员数量、房间使用状况等,可实时调整系统负载输出,达成能源管理的精确化。比如,病房空调使用需求随时段而异,特别是在非繁忙时段,传统系统可能持续承受较大运行压力,自适应控制技术可自动减轻系统负担,降低能源使用量。

此外,随着医疗机构的运营多元化和繁复化,建筑各部分应用方式各异。例如,手术室及急诊科通常须保持较重的空调负荷,确保空气质量与温度适宜,病房等区域可依实际情况灵活调整。实施动态负载调整,系统可依区域实际应用状况,优化能源配置,避免资源在非必要区域消耗,确保医疗机构运行过程中的能源消耗实现节能与绿色。

2.2.2 环境变量自适应

自适应控制技术还能够根据外部环境的变化,如气温、湿度、风速等,自动调节系统的运行模式。例如,在冬季外部温度骤降时,系统可以感知到室外温度的变化,并自动增加加热负荷,确保室内温度始终维持在舒适范围内;而在夏季,当气温升高时,系统则会根据室内外温差的变化,自动调整空调的功率输出,以确保室内环境的舒适性^[5]。

2.2.3 设备性能自学习

自适应控制技术含有设备性能自学能力,这表明系统可依据设备即时运作状况及过往资料,逐步提升设备运行状况。每当设备在各类工况下运作时,系统将依据反馈信息对设备实施调整,确保设备持续稳定运行。例如,若空调系统持续处于高负荷运作状态,系统可利用自主学习功能评估设备运行效能,改进冷凝器和蒸发器运行模式,减少非必要能源消耗。设备性能自学习不仅可以提高设备的运行效率,还能够有效延长设备的使用寿命,减少设备故障的发生率,从而降低维修和更换的成本。此外,设备自检功能有助于增强系统整体稳定性,确保医疗机构暖通空调系统持续高效稳定运作,确保日常及紧急状况下的电力供应。

2.3 智慧化运行管理平台

2.3.1 数字孪生技术

数字孪生技术借助构建医疗建筑的虚拟模型,可即时呈现建筑与系统运行状况,进而确保对暖通空调系统的精准监控与模拟剖析。该技术之核心长处在于其虚拟与实际环境的高度契合,为全面改进提供了关键助力。在医疗机构建筑领域,确保暖通空调系统全天候运转,保障室内温湿度及通风条件适宜。

数字孪生技术依托实时数据收集与传感设备反馈权威信息,建立物理系统的虚拟映像。该平台下医疗建筑的暖通空调系统可模拟温度及湿度变动,还能模拟空气流动、系统压力等众多维度的数据变动,甚至可预判设备运行状况。利用数字孪生技术,管理人员可以在仿真环境中检验

各异的操作方针与调试方案,分析该因素对建筑能源使用的影响。比如,系统可模拟外部气候变迁、建筑内活动密集度变动等要素,进一步优化系统配置,确保实际操作中实现最低能耗与最高舒适度之间的平衡^[6]。

此外,数字孪生技术具备预判潜在故障的功能。持续监测系统运行状况及设备性能演变,虚拟模型可有效捕捉引发设备损坏或能源消耗的潜在因素,进而预先调整,预防事故发生。此举显著增强了系统稳定性,大幅削减了维修费用及停机时长。

2.3.2 远程监控控制

随着科技进步,远程监控技术成为提高医疗建筑暖通空调系统效能与稳定性的关键工具。通过打造一体化智能管理系统,运维人员可在任何地点、任何时间对暖通空调系统运行状况实施实时监控与调控。该远程操控模式有效提高了治理效能,显著提高了应对突发事件的反应效率。

医疗建筑的暖通空调系统通常涉及大量的设备和复杂的控制流程。传统的管理模式往往依赖于现场巡检和人工调整,这不仅耗时费力,而且存在反应迟缓的风险。远程监控技术可集成各系统运行数据,构建统一的监管信息平台,便于运维人员实时监测设备运行状况、能源消耗数据、系统故障等资讯。该平台依托实时数据收集与解析,可识别设备运行异常,迅速实施应对举措,防止设备故障引发的能源损耗或系统中断。

远程操控系统具备远程调整功能。比如,若系统操作脱离既定节能策略,运维人员可于平台直接调节温控、风量等设定,恢复至最佳运行工况。对于繁复的操作步骤,该平台可运用智能算法实现自动调节,降低人工介入程度,提升办公效能。利用远程监控体系,医疗建筑暖通空调系统可实现全天候监控与调节,确保建筑能源利用及室内环境舒适度持续达到最佳水平^[7]。

此外,远程监控助力运维人员提升预测力。通过分析系统累积资料,运维人员能预判可能危及系统稳定的隐患,拟定预防性保养方案,减少设备故障频率及维修费用。远程监控技术之运用显著提升了管理效能及运营成本透明度,有力支撑医疗建筑节能与绿色运营。

2.3.3 异常报警和维护建议

智能化管理平台之关键职能涵盖异常警报与维护提示模块。引入该功能,为医疗建筑暖通空调系统构建了高效的故障预警体系,及时向管理人员通报设备异常情况,以便进行干预,防止因故障导致系统停运、能源消耗上升及设备受损。该系统融合多种传感器及实时数据采集单元进行异常警报,整体监控体系的核心衡量标准,诸如温度、湿度、压差、流量等。若某项指标超出预定界限,系统即刻触发警报,并在网络平台公布报警情况,涵盖故障具体

发生地点、故障种类及潜在影响区域。该预警系统显著增强了应对突发事件的效能,确保管理人员快速作出应对,缩短停机时长及降低维护费用。

与此同时,本平台依托历史运行数据及智能分析技术,对故障提出维护意见。比如,若系统显现温升异常,该平台将触发警报,将分析异常成因,如过滤设备堵塞、冷却水系统出现问题等,提出维修意见。运用此类智能化辅助进行决策,运维人员可迅速定位故障成因,实施有效修复措施,此举显著提升了维修效能,人力资源损耗亦有所降低。

此外,该系统具备自适应学习特性,可依据历史故障记录及系统运行状况,持续提升报警阈值与维护建议的精确性。这种自适应能力使系统能适应设备老化、负荷变动及运行模式调整,优化维护保障,提升设备使用年限,降低设备故障率。采用异常报警与维护建议机制,医疗建筑暖通空调系统运行效率更高,达成节能、减排、提升设备使用年限等综合效益。

3 结语

医疗建筑的暖通空调系统不仅承担着保障环境舒适的职责,也承载着节能减排的使命。通过引入智能化、自适应控制技术和智慧化管理平台,可以显著提升系统的运行效率,降低能源消耗,推动绿色低碳建设目标的实现。未来,随着科技的不断进步和智能技术的广泛应用,医疗建筑暖通空调系统的绿色低碳管理将朝着更加高效、智能和可持续发展的方向,为环境保护和能源节约作出更大的贡献。

【参考文献】

- [1]薄一夫.建筑暖通空调系统运行能耗分析与节能改造措施的探讨[J].四川水泥,2024(12):88-90.
- [2]胡昆扬.高能耗暖通空调系统运用节能环保技术的探究[J].中国建筑金属结构,2024,23(11):45-47.
- [3]邵莹,时凯,李焱.建筑节能产品在暖通空调设计中的应用与效果分析[J].新城建科技,2024,33(11):44-46.
- [4]郭南星.“双碳”视角下暖通空调节能技术精细化设计思考[J].住宅与房地产,2024(9):58-60.
- [5]张家宝.医疗建筑中央空调和净化空调系统的特点及节能改造的研究[J].工程建设与设计,2023(17):10-12.
- [6]陈国平.医院建筑暖通空调节能思路及措施研究[J].通讯世界,2018(6):264-265.
- [7]余谦.关于医疗建筑中暖通空调节能技术的探讨[J].中国医疗器械信息,2018,24(9):53-55.

作者简介:曹宁(1988.2—),男,单位名称:二十二冶集团雄安发展有限公司,目前职位:项目总工,职称:高级工程师,毕业学校和专业:河北建筑工程学院,给排水工程。