

智能化控制在既有建筑暖通空调改造中的应用研究

李月姣 王晓中 马永亮

机械工业第六设计研究院有限公司 河南 郑州 450007

摘 要:既有建筑暖通空调系统普遍存在运行老化、能耗偏高的现实问题,系统改造是建筑节能升级的重要内容。本文结合传统暖通系统的运行现状,总结其在能耗利用、环境调节、运维管理及功能拓展方面的各类短板,依托智能化控制技术的应用原理,梳理各类智能技术的应用方法与实施要点,分析智能化改造对暖通系统运行模式的优化效果,能够改善设备运行状态、提升系统节能水平,可为既有建筑暖通改造工作提供一定的技术参考。

关键词:智能化控制技术;既有建筑;暖通空调;改造应用;建筑节能

引言:建筑节能升级是现阶段老旧建筑改造工作的核心内容之一,暖通系统优化改造更是其中的关键环节。国内多数既有建筑的暖通设备存在老化严重、控制方式陈旧、运行能耗较高的问题,已经不符合当下智慧建筑与低碳建筑的建设要求。为改善系统运行缺陷、减少建筑日常运营能耗,智能化改造方式逐步得到行业推广。本文结合既有建筑暖通系统的实际运行情况,研究各类智能控制技术的落地方式,总结可行的改造策略,为建筑暖通系统节能化、智能化升级提供基础研究支撑。

1 既有建筑传统暖通空调系统运行缺陷

1.1 调控模式粗放能耗利用率低

现阶段多数既有建筑暖通空调系统均采用定频运行模式与固定参数调控方式,系统控制逻辑相对简单,设备启停、运行档位等操作多依赖人工手动完成,系统无法结合室内外环境的动态变化调整运行参数。系统实际运行阶段容易出现制冷制热过量、设备无效运转等问题,当室内人员数量减少、室外气候条件适宜时,设备依旧维持恒定功率运行,进而造成水电能源的不必要损耗。与此同时,系统内部的风机、水泵、空调主机等设备处于独立运行状态,设备之间缺少联动调控机制,设备运行工况匹配度较低,部分设备高负荷工作,部分设备空转耗能,整体能源利用效率偏低,难以满足现行建筑节能规范标准,这也是既有建筑暖通系统能耗偏高的主要原因。

1.2 环境适配性差舒适度不均衡

传统暖通空调设备不具备精细化的环境监测能力,设备很难对室内温湿度、空气品质以及人员分布等基础

数据进行实时采集,这就导致系统的调控工作存在一定的滞后问题与片面问题。老旧暖通设备一般只依靠室内温度数据开展调控工作,设备不会兼顾空气流动状态、人员活动情况以及室外新风温度等相关影响因素,建筑室内环境也就容易出现温度偏差、湿度失衡以及空气质量不佳等各类问题^[1]。多数大型既有建筑的内部空间分区较为复杂,建筑各个区域的使用功能也存在一定区别,传统暖通系统不能对不同空间进行单独调控,建筑不同楼层和不同区域的通风与温控效果并不统一,很难适配现代建筑对室内居住环境的舒适与健康使用要求。

1.3 运维管理滞后故障排查低效

传统暖通空调系统并未配套数字化运维管理体系,系统运行过程中的各项数据都不能实现自动采集与整理,设备工况、能源消耗以及故障相关信息,基本都需要工作人员通过现场巡检的方式完成记录,整体运维方式较为粗放且具备被动性。人工巡检的工作模式存在一定局限性,巡检覆盖范围不够全面,信息更新存在延迟,数据记录也容易出现偏差,设备潜在故障、能耗异常以及参数失衡等问题难以被及时发现。系统长期带问题运行,会加快设备老化速度,增加设备故障概率,造成系统整体性能持续下降。传统系统不具备自动预警功能,设备出现故障后需要人工逐项排查问题源头,整体检修耗时较长,运维投入成本更高,会直接影响暖通空调系统的稳定运行效果,降低建筑整体使用体验。

1.4 系统兼容性弱升级拓展困难

市面上大部分投入使用多年的既有建筑暖通空调系统,整体建设时间较早,设备硬件存在老化问题,配套的控制架构相对封闭,整体智能化建设基础较为薄弱。传统暖通控制系统大多采用独立封闭的运行架构,各类

设备的接口标准没有实现统一,现代物联网设备、大数据设备以及智能监测设备都无法正常接入系统,系统也就无法完成数字化升级和智能联动调控工作。这类老旧系统的运行参数基本处于固定状态,工作人员难以对控制程序进行调整优化,不能适配建筑功能改造和使用场景更新带来的运行需求变化。系统整体的灵活性和可拓展性不足,长期运行会出现性能持续衰减的问题,无法契合当下绿色建筑和智慧建筑的行业发展标准。

2 智能化控制技术在改造中的应用优势

2.1 实现精准节能提升能源利用效率

智能化控制技术可以有效弥补传统暖通空调系统运行粗放、能源利用率偏低的缺陷。该技术主要依托传感装置与智能运算程序完成基础的数据采集工作,系统能够不间断采集建筑室内外的环境信息,同时记录暖通设备的实际运行状态^[2]。系统会自动整理并分析采集到的各类数据,结合现场实际运行工况调整设备参数,以此适配建筑当下的用能需求。建筑室内的用能情况和室外的气候环境都会随时发生变化,智能控制系统可以自主调整各类暖通设备的运行功率,有效规避设备空转、过载运行等情况带来的能源损耗。智能调控模式能够统筹各类暖通设备协同工作,优化设备之间的运行配比,降低系统整体的无效能耗。和传统人工调控模式相比,这种智能化运行方式能够切实提升暖通系统的能源利用效率,减少建筑日常运行的能源消耗,也能够契合当下既有建筑节能改造工作的整体发展需求。

2.2 优化室内环境提升人居舒适品质

智能化控制技术可以对既有建筑暖通空调系统完成精细化的调控优化,这项技术能够根据建筑不同功能区域的使用情况,开展针对性的暖通调节工作。系统可以持续监测室内多项环境数据,工作人员能够依靠这些实时数据掌握室内温湿度、新风流量以及空气洁净程度的实际情况,系统可自主切换制冷、制热、通风以及湿度调节等运行模式,让室内环境参数维持在稳定合理的范围当中。传统暖通调控模式存在一定的滞后弊端,智能化系统能够有效改善这一问题,系统可以提前感知环境变化趋势并调整设备运行状态,避免室内环境质量出现明显起伏。多数大型既有建筑的空间划分较为复杂,不同区域的人员使用规律存在差异,智能控制系统能够完成分区和分时调控工作,有效改善传统系统室内舒适度不均衡的问题,从整体层面提升建筑室内居住环境的健康水平与舒适程度。

2.3 实现智能运维降低建筑运营成本

完成智能化升级的暖通空调系统,能够搭建对应的

数字化运维管理平台,平台可以自主完成设备运行数据、能耗数据以及故障数据的采集与整理工作,以此实现暖通系统全周期的智能运维管理。平台本身具备状态监测、异常预警、故障追溯和数据统计的基础能力,运维人员可以依托系统功能,及时发现设备运行异常、隐性故障以及能耗超标等问题,工作人员能够提前开展排查与处理工作,避免设备小问题持续累积形成严重故障,这也可以在一定程度上延长暖通设备的整体使用年限^[3]。数字化运维模式可以替代传统的人工巡检和人工数据统计模式,能够有效减少人工投入带来的运维开支。相关运行数据可以为系统参数优化提供参考,工作人员能够结合数据结果持续调整系统运行方案,让暖通空调系统可以长期保持稳定且低能耗的运行状态,有效控制建筑日常运营的整体成本。

2.4 增强系统适配性支持长效升级迭代

现阶段的暖通智能控制系统普遍采用标准化的开放架构体系,设备接口具备通用属性,配套控制软件也支持持续更新迭代,系统整体的兼容能力和拓展能力可以满足老旧建筑暖通改造的基本要求。工作人员在开展既有建筑改造工作的时候,不需要彻底拆除现场原有的暖通设备,可通过加装智能硬件、更新控制程序以及优化系统架构的方式,完成新旧设备的对接适配工作。这种改造方式可以有效降低施工难度,也能够合理控制整体改造投入。系统投入运行以后,工作人员可以根据建筑使用功能的调整、日常使用需求的变动以及行业节能规范的更新,对系统控制程序进行调整,还可以持续拓展系统的智能功能。该系统能够对接建筑能源管理和楼宇控制相关平台,可实现各类机电设备的统一联动运行,能够适配智慧建筑和低碳建筑的长期建设要求,让暖通改造工作具备更稳定、更长久应用价值。

3 改造中核心智能化控制技术应用策略

3.1 传感器感知技术

在暖通空调智能化改造的相关技术体系中,传感器感知技术属于基础性核心技术,该技术主要负责采集建筑室内外环境数据与暖通设备运行数据。暖通智能调控系统会依托收集到的各类数据,完成后续的数据整理分析以及设备动态调节等各项工作。传感设备可实现全天候实时监测,能够获取建筑温湿度、室内空气状态、人员活动情况等环境信息,同时收录空调主机、风机、水泵等暖通设备的运行参数与负荷数据。工作人员开展既有建筑暖通改造施工时,需要结合建筑空间布局和设备分布情况确定传感器安装点位,以此保障数据采集的完整度与准确度。现阶段适配老旧建筑改造的传感设备整

体适配性较强,设备体积小且支持免布线安装,能够有效减少施工环节对建筑原有结构和室内装饰的损坏。这类设备运行状态稳定,不会影响建筑的日常使用,能够持续为暖通系统智能调控、能耗分析以及节能优化工作提供可靠的数据支撑,保障暖通智能化系统可以平稳长效运行。

3.2 变频智能控制技术

暖通设备运行模式优化是既有建筑节能改造的关键环节,变频智能控制技术在改造工作中有着广泛的应用价值。传统暖通系统的风机、水泵以及空调主机多为定频运行模式,设备运行参数一般处于固定状态,无法根据现场环境变化和室内负荷变化做出动态调整。这种运行模式会让设备长期保持固定工况运行,容易产生空载、轻载耗能的情况,系统整体能耗浪费问题会比较突出^[4]。工作人员可以在原有暖通设备的基础上加装变频控制模块,系统能够对接前端传感设备的监测数据,结合实时环境条件与负荷情况调整设备转速和运行功率。设备运行工况可以贴合建筑实时冷热需求,能够有效减少无效能源消耗。变频改造还可以减少设备频繁启停带来的机械损耗,在一定程度上延长设备使用寿命。工作人员可以配套设置设备联动控制逻辑,让不同暖通设备可以配合运行,在稳定室内环境参数的同时,实现系统节能运行与设备长效使用的改造目标。

3.3 楼宇自控联动技术

楼宇自控联动技术在既有建筑暖通智能化改造当中有着较为关键的应用价值。老旧建筑原本的暖通设备一般都是独立运行的状态,设备之间缺少数据传输通道,系统整体协同运行的效果并不理想。这项技术可以借助中央控制框架,整合建筑内部所有暖通设备与传感设备,搭建起一体化的智能管控体系。改造过程中,工作人员需要对原有封闭控制架构进行更新,统一各类设备的通信协议与接口规范,保障系统数据可以正常交互传输。系统能够依据预设的控制逻辑以及实时采集的环境数据,自动调节各类设备的运行状态,实现多设备协同运行的效果。工作人员可结合建筑空间结构和日常使用特点设置对应的控制模式,能够有效提升暖通空调系统的自动化水平与整体运行管控效率。

3.4 大数据能耗监测与优化技术

大数据能耗监测与优化技术是既有建筑暖通空调智能改造的重要技术内容,主要用于辅助系统实现节能运行与智能运维管理。该技术依托数据采集与分析功能,能够对暖通设备的整体运行状态进行持续监管。相关平台可以长期收录设备能耗数据、环境参数以及设备运行状态数据,并对各类信息开展整合分析,以此定位系统能耗浪费问题与设备低效运行时段。系统可以结合季节变化、气候特征和建筑使用规律,通过智能算法持续调整系统运行策略,实现设备工况的自主适配优化^[5]。既有建筑改造工作可以采用轻量化监测平台,平台改造难度较低,不需要大量硬件更换,工作人员接入对应终端后,就可以完成数据统计、异常预警等基础工作,帮助运维人员优化节能方案,推动暖通系统运维模式实现升级完善。

结束语

综上所述,建筑暖通系统节能升级对老旧建筑低碳发展有着较为重要的作用,智能化改造是落实该项工作的主要方式。各类智能控制技术可以对传统暖通系统的运行问题进行整改,能够逐步提升设备能源利用水平,改善室内环境条件,减少建筑日常运维的资源与成本消耗。相关技术的落地应用也可以提升暖通系统的兼容性与拓展性,完善系统整体运行架构,逐步更新传统暖通设备的运行模式,助力既有建筑完成智能化与节能化升级,为建筑低碳改造行业的常态化发展提供相应的技术支撑。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 王彦森.建筑暖通智能控制技术及其应用研究[J].安家,2026(5):0046-0048.
- [3] 孙道宽,杨忠.智能化设备在暖通空调系统中的应用[J].造纸装备及材料,2026,55(6):63-65.
- [4] 冯彦鸣.智能控制技术在城市暖通系统中的应用与优化[J].区域治理,2026(17):0151-0153.
- [5] 屈允帅,牛诚,毛毅鑫.智能建筑中电气系统与暖通空调的集成运行技术研究[J].计算机应用文摘,2026,42(7):227-229.