

Integrated application and energy-saving effect evaluation of intelligent control technology in HVAC systems

Zhongshi Wei

Hefei Atomic Innovation Energy Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

Abstract

At present, global energy is in a state of tension, and society's demand for indoor environmental comfort is gradually increasing. Therefore, energy-saving optimization of HVAC systems is urgent. Based on this, the core of this study is Integrated application and energy-saving evaluation of HVAC systems using smart control technology. Firstly, the basic concepts of intelligent control technology and common algorithms such as fuzzy, neural networks, and predictive control are elaborated in the article. Then, its integrated application in HVAC systems is introduced in detail, covering intelligent sensor data acquisition, hierarchical distributed system architecture construction, and specific application examples in air conditioning units, heat pump systems, ventilation systems, and other equipment. Finally, the energy-saving effect is evaluated through indicators such as energy consumption, energy efficiency ratio, and indoor comfort, and actual operation monitoring, simulation, comparative analysis, and other methods. The final research shows that intelligent control technology can effectively improve the energy utilization efficiency of HVAC systems and ensure indoor comfort.

Keywords

intelligent control technology; HVAC system; Integrated application; Energy saving effect evaluation; sustainable development

智能控制技术在暖通空调系统中的集成应用与节能效果评估

韦中师

合肥原子创新能源有限公司, 中国·安徽 合肥 230000

摘要

现阶段全球能源处于紧张的状态, 且社会对于室内环境的舒适度要求逐渐地攀升, 因此暖通空调系统的节能优化迫在眉睫。基于此, 本文研究的核心便子啊与智能控制技术对于暖通空调系统的集成应用与节能效果评估。首先在文中阐述了智能控制技术基本概念及模糊、神经网络、预测控制等常见算法, 接着详细地介绍其在暖通空调系统中的集成应用, 当中涵盖了智能传感器数据采集、分层分布式系统架构搭建以及在空调机组、热泵系统、通风系统等设备中的具体应用实例。最后通过能源消耗、能效比、室内舒适度等指标, 再运用实际的运行监测、模拟仿真、对比分析等方法对节能效果进行评估。最终的研究表明, 智能控制技术能有效地提升暖通空调系统能源利用效率, 可保障室内的舒适度。

关键词

智能控制技术; 暖通空调系统; 集成应用; 节能效果评估; 可持续发展

1 引言

全球能源问题的日益突出以及人们对室内环境舒适度要求的不断提高, 使得作为建筑能耗的大户的暖通空调(HVAC)系统, 其节能与高效运行成为了研究的重点。而智能控制技术的飞速发展恰好为暖通空调系统的优化提供了新的途径。若将智能控制技术集成到暖通空调系统之中, 就能够实现对于系统运行参数的精准调控, 即根据室内外环境的变化实时地调整设备运行状态, 从而在保障室内舒适度的前提下, 最大限度地降低能源的消耗, 并提高能源的利用效率。

【作者简介】韦中师(1993-), 男, 中国安徽蚌埠人, 硕士, 工程师, 从事暖通空调系统节能研究。

2 智能控制技术简析

2.1 智能控制的基本概念

智能控制是一门新兴的交叉学科, 当中融合了人工智能、自动控制、计算机科学等多个领域的知识。它能够模仿人类的智能行为, 以此对复杂系统进行自主地决策和控制。与传统控制方法相比而言, 智能控制具有更强的适应性、自学习能力和鲁棒性。而在暖通空调系统之中, 智能控制技术可以根据系统运行过程中采集到的大量数据, 如温度、湿度、空气质量、设备运行状态等, 运用先进的算法进行分析和处理, 达到自动调整系统运行参数的效果^[1]。

2.2 常见智能控制算法

2.2.1 模糊控制算法

模糊控制是一种基于模糊逻辑的智能控制方法。它能

够将人类的经验和知识用模糊语言进行描述,再通过建立模糊规则库来实现对于系统的控制。目前在暖通空调系统之中,模糊控制算法可以根据室内外温度、湿度的变化情况,以及用户对舒适度的要求,从而模糊推理出合适的空调运行模式,并自动地调整压缩机转速、风机风量、阀门开度等参数。

2.2.2 神经网络控制算法

神经网络控制主要利用了人工神经网络的自学习、自适应能力,来实现对于系统的控制。因为人工神经网络由大量的神经元组成,所以通过学习大量的数据的,就能够建立起输入与输出之间的复杂映射关系。其在暖通空调系统中,可以以历史运行数据和实时监测数据作为依据,学习系统的运行规律和特性,以此预测未来的负荷变化,并提前去调整系统的运行参数,从而实现更加精准的控制。

2.2.3 预测控制算法

预测控制是基于模型预测的一种智能控制方法。它主要借助于建立的系统预测模型,以实现根据当前的系统状态和未来的输入预测系统的输出,并且根据预测结果优化控制策略。对于暖通空调系统而言,预测控制算法可以根据天气预报数据、建筑的热惯性以及人员的活动模式等信息,来预测未来一段时间内的室内外环境变化和空调负荷需求,此时即可提前地调整空调系统的运行参数,以避免设备的频繁启停和过度调节,达到提高系统运行效率和节能效果的目的^[2]。

3 智能控制技术在暖通空调系统中的集成应用

3.1 智能传感器与数据采集

智能传感器是智能控制技术在暖通空调系统中应用的基础。当相关人员在暖通空调系统的各个关键部位都安装了智能传感器,如温度传感器、湿度传感器、压力传感器、空气质量传感器等,就可以实时地采集系统的运行参数和室内外环境参数。由于这些传感器具有高精度、高可靠性和自校准功能,因此能够将采集到的数据准确且无误地传输到控制系统当中。如在空调房间内安装多个温度传感器,就可以实时地监测不同位置的温度分布情况,从而为智能控制系统提供更全面的温度信息,以便于其更加精准地调节空调的送风量和送风温度,保证室内温度的均匀性。同时智能传感器还可以与物联网技术进行结合,进而实现数据的远程传输和共享,更加方便管理人员随时随地地对系统进行监控和管理。

3.2 智能控制系统架构

智能控制系统架构为实现智能控制技术在暖通空调系统中集成应用的核心。一般情况下,智能控制系统会采用分层分布式架构,其中包括感知层、传输层、控制层和应用层^[3]。展开而言:感知层主要由各种智能传感器组成,它负责采集系统的运行数据和环境数据;传输层会采用有线或无线通信技术,能够将感知层采集到的数据传输到控制层;控制层则

是智能控制系统的大脑,它由中央处理器、控制器和各种智能控制算法组成,主要负责分析和处理采集到的数据,并且根据预设的控制策略生成控制指令;而应用层为面向用户和管理人员的界面,在此借助图形化界面、手机APP等方式,即可实现对于暖通空调系统的远程监控、参数设置和故障诊断等功能。

3.3 智能控制在暖通空调设备中的应用实例

就空调机组而言,智能控制技术可以实现对压缩机、风机、冷凝器、蒸发器等设备的精准控制。例如采用变频技术的智能控制系统,就可以根据室内温度的变化自动地调节压缩机的转速。即当室内温度接近设定温度时,该系统会降低压缩机的转速,以减少制冷量的输出,从而避免过度制冷而造成的能源浪费。若室内温度偏离的设定温度且偏离较大时,该系统就提高压缩机的转速,通过增加制冷量的输出,来快速地满足室内制冷需求。不仅如此,智能控制系统还可以根据冷凝器和蒸发器的温度、压力等参数,实现自动地调节风机的风量和冷凝器的冷却水量,以此保证空调机组的高效运行。

除了空调机组以外,智能控制技术在热泵系统也得到了良好的应用效果,其可以进一步地提高热泵系统的性能和节能效果。例如在空气源热泵系统当中,智能控制系统就可以根据室外空气温度和湿度的变化,来自动地调整热泵的运行模式和参数。如果处于寒冷的冬季,智能控制系统在室外温度较低时,就可以通过提高压缩机的工作压力和温度,来增强热泵的制热能力。同时其还能根据室内温度的变化,合理地调整风机的转速和送风量,进而保证室内温度的稳定。在

4 智能控制技术在暖通空调系统中节能效果评估

4.1 节能效果评估指标

4.1.1 能源消耗指标

能源消耗是评估智能控制技术在暖通空调系统中节能效果的最直接指标。其主要是通过对比智能控制技术应用前后,暖通空调系统的能源消耗情况,如耗电量、耗气量等,来直观地了解智能控制技术的节能效果。如某建筑的暖通空调系统,在应用智能控制技术前,它每年的耗电量为100万千瓦时,但在应用了智能控制技术之后,每年的耗电量降低至80万千瓦时,则表明该智能控制技术在建筑暖通空调系统中的节能率为 $(100-80)/100 \times 100\% = 20\%$ 。

4.1.2 能效比指标

暖通空调系统能源利用效率的重要指标之一为能效比是衡量,它反映的是系统输出的冷量或热量与输入的能源量之间的比值^[4]。实际在智能控制技术应用后,经由监测和计算暖通空调系统的能效比变化情况,就可以评估出智能控制技术对系统能源利用效率的提升效果。例如某空调机组在应

用智能控制技术前的能效比为 3.0,而应用了智能控制技术后,经过优化设备的运行参数和控制策略,其能效比提高至 3.5,即说明智能控制技术有效地提升了该空调机组的能源利用效率。

4.1.3 室内舒适度指标

实际在评估智能控制技术的节能效果时,不能仅仅关注到能源消耗的降低,还需要考虑到室内舒适度的保持情况。而室内舒适度指标主要包括了温度、湿度、空气质量等多个方面。通常经过在智能控制技术应用前后对室内舒适度指标进行监测和对比,来确保在实现节能的同时,室内舒适度不下降甚至得到提升。比如在某办公室采用智能控制技术之后,其室内温度始终保持在设定温度的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围内,湿度则保持在 40%-60% 的舒适区间内,即空气质量良好。因此说明该智能控制技术在实现节能的同时,还能够有效地保证室内的舒适度。

4.2 节能效果评估方法

4.2.1 实际运行监测法

实际运行监测法主要是通过通过在暖通空调系统中安装各种监测设备,如电表、气表、温度传感器、湿度传感器等,对于系统在智能控制技术应用前后的实际运行数据进行长期监测和记录。然后再对监测数据进行分析,最终计算出各项节能效果评估指标,从而准确地评估智能控制技术的节能效果。以某大型商场的暖通空调系统为例,在此连续地监测了智能控制技术应用前 6 个月和应用后 6 个月的能源消耗数据、室内舒适度数据等,最终通过对比分析,得出该智能控制技术在商场暖通空调系统中的节能率、能效比提升情况以及对室内舒适度的影响等评估结果。

4.2.2 模拟仿真法

模拟仿真法利用了计算机模拟软件,以实现对于暖通空调系统在不同控制策略下的运行情况进行模拟分析,再以此评估智能控制技术的节能效果。但在模拟仿真的过程中,需要建立准确的暖通空调系统模型,其中包括空调机组、热泵系统、通风系统等设备模型,以及室内外环境模型。然后才能将智能控制算法嵌入到模拟软件之中,让模拟智能控制技术在暖通空调系统中的应用过程。接着通过对模拟结果的分析,来评估智能控制技术的节能效果和对室内舒适度的影响^[5]。

因为模拟仿真法具有成本低、周期短、可重复性强等优点,所以该方法可以在实际工程应用前就对不同的智能控制方案进行评估和优化。就 EnergyPlus 等建筑能耗模拟软

件而言,该软件可对某建筑的暖通空调系统在采用模糊控制、神经网络控制等不同智能控制算法下的运行情况进行模拟仿真,以此对比分析不同控制方案的节能效果和室内舒适度指标,最终能够为实际工程的应用提供参考。

4.2.3 对比分析法

对比分析法就是通过选择与目标建筑具有相似建筑结构、功能和运行条件的对照建筑,再分别对目标建筑在应用智能控制技术前后和对照建筑的能源消耗、室内舒适度等情况进行监测和对比,从而评估出智能控制技术的节能效果。通常在选择对照建筑时,相关人员需要确保对照建筑与目标建筑在建筑类型、建筑面积、围护结构、设备配置等多个方面均具有较高的相似性。如此一来才能通过对比分析,排除其他因素对于能源消耗和室内舒适度的影响,进而更加准确地评估智能控制技术的节能效果。

5 结语

综上所述,智能控制技术在暖通空调系统中的集成应用,能够实现建筑节能和提高室内舒适度提供有效的解决方案。具体而言:通过智能传感器采集数据、智能控制系统架构实现精准控制以及在各类暖通空调设备中的具体应用,即可根据室内外环境变化和用户需求实时地调整系统运行参数,进而提高系统的能源利用效率。基于此,再借助科学合理的节能效果评估指标和方法,如能源消耗指标、能效比指标、室内舒适度指标以及实际运行监测法、模拟仿真法、对比分析法等,就能够准确地评估智能控制技术在暖通空调系统中的节能效果。

参考文献

- [1] 王玲.暖通空调技术在室内空气环境品质控制中的应用[J].中国厨卫,2025,24(01):208-210.
- [2] 郑小龙.暖通空调系统智能化控制技术在绿色建筑中的应用研究[J].视周刊,2023,(2):44-45.
- [3] 方小凯.智能控制技术在暖通空调系统节能设计中的应用探索[J/OL].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(12)[2024-12-01].<https://www.cqvip.com/doc/journal/2010228826370966537>.
- [4] 张广越,姜鑫.智能控制技术在采暖通风空调系统中的应用与发展趋势分析[N].2024-03-14(005).
- [5] 张浩,刘亚,张学林.供热通风与空调系统在建筑节能改造中的应用与效果评估[J].中国哈尔滨经济贸易洽谈会会刊,2023(03):61-62.