

暖通空调系统的智能节能控制策略与能效提升研究

潘顺平

重庆中国三峡博物馆 重庆 400015

摘要: 随着全球能源紧张与环境问题的日益严重,建筑领域的能效优化已成为关注的重点。暖通空调(HVAC)系统作为建筑能耗的重要组成部分,其节能控制策略的优化直接关系到建筑的能源使用效率。传统的暖通空调系统存在控制不精准、能效低下等问题,无法充分满足现代建筑对舒适性和能效的双重需求。近年来,智能节能控制技术的引入为提升暖通空调系统的能效提供了新的方向。本文探讨了智能节能控制策略的应用原理,分析了暖通空调系统在智能控制下的能效提升路径,并结合典型案例分析,提出了进一步优化控制策略的实践方法。研究表明,智能化控制不仅能显著降低能源消耗,还能提高系统的运行稳定性与舒适度,为实现建筑能效的最大化提供了有力支持。

关键词: 暖通空调; 智能控制; 节能策略; 能效提升; 建筑能效

引言

随着建筑行业的迅速发展,暖通空调(HVAC)系统的能耗已经成为提高建筑能效的关键因素之一。传统的暖通空调系统通常依赖经验值和固定参数进行运行,这种方式导致了能效浪费和调节滞后等问题。在全球能源危机与环境问题日益严峻的背景下,提升建筑节能成为推动绿色建筑和可持续发展的核心措施。智能化技术的快速发展为暖通空调系统的节能提供了创新解决方案。通过引入物联网(IoT)、人工智能(AI)、大数据等技术,可以实现对暖通空调系统的实时监控和自适应调节,从而显著提升能效,并优化舒适性。这些智能控制技术通过数据采集、实时分析与自动调整,能够根据环境变化与需求波动灵活调整系统工作状态,避免能源浪费的同时保持舒适度。本文将从智能节能控制策略的角度出发,探讨如何通过智能技术提升暖通空调系统的能效,分析当前应用中面临的挑战与发展趋势,并提出基于数据驱动的优化方案,为建筑能效管理提供理论依据与实践指导。这一研究将为提升建筑节能效益、推动可持续发展提供重要参考。

一、暖通空调系统能效提升的需求与挑战

(一) 暖通空调系统的能效现状与挑战

暖通空调系统(HVAC)是建筑内温湿度调节与空气质量保障的核心设施,通常由供暖、通风、空调等多个子系统组成。然而,这些系统在日常运行中存在着能

效低下、资源浪费及运维成本高等问题。传统的暖通空调系统依赖于固定的温度控制和预设定时设定,未能实现精确、实时的能效管理。尤其在不同季节和天气条件下,系统负荷的波动性较大,导致能源消耗与系统效率之间存在较大差距。例如,在夏季或冬季高负荷运行时,空调和供暖系统往往超负荷运行,造成能量浪费。而在负荷较低时,系统往往处于低效率运行状态,无法优化调节,进一步加剧了能源浪费。根据相关研究,建筑中的暖通空调系统能耗通常占建筑总能耗的40%~60%,因此提升其能效对于整体建筑能效优化至关重要。若不对暖通空调系统进行有效的能效提升,不仅会增加建筑的运营成本,还会导致能源的巨大浪费,对环境造成不利影响。因此,提升暖通空调系统的能效已成为建筑能效管理中的重要课题。

(二) 智能化控制的需求与发展

随着建筑智能化水平的不断提升,传统的暖通空调控制方式已无法满足现代建筑对节能与舒适性双重要求。智能化控制系统通过实时采集环境数据、用户需求数据与系统运行状态,结合大数据分析与人工智能(AI)算法,能够实现暖通空调系统的动态、智能调节。智能节能控制技术不仅可以实时监测系统的运行状态,自动识别能效低下的环节,还能根据实际需求对系统参数进行精准调节,确保能效的最优化。例如,当室内温度过高或过低时,智能系统能够迅速调节空调或供暖系统,避免过度能耗。同时,系统还可以根据外部气候条件和建

筑内部的人员活动等因素，动态调整系统负荷，避免能源浪费。通过引入物联网（IoT）、云计算、传感器等技术，暖通空调系统不仅能够实现精细化的控制，还能通过数据传输与处理进行远程监控与优化，大幅提高系统响应的灵活性与精准度。智能化控制技术的应用使暖通空调系统在应对外部环境变化和内部需求波动时更具灵活性，从而最大程度地提高能效。

（三）智能节能控制的技术难点

尽管智能节能控制在暖通空调系统中的应用前景广阔，但在实际操作过程中仍面临一些技术难点。首先，系统的实时数据采集与反馈机制尚未完全成熟，导致系统无法及时获得准确的数据，进而影响控制决策的准确性。例如，数据传输延迟和数据不一致会导致温控、湿度调节等系统响应的滞后，降低能效优化的效果。其次，不同子系统间的数据互通与协同调节存在较大难度，尤其是在设备品牌、类型多样的情况下，系统的集成和协同控制面临较大挑战。由于各种设备的控制协议不同，导致设备间的协同工作缺乏统一的标准，增加了集成的复杂性。另外，如何利用大数据与机器学习算法对大量环境变量进行分析与预测，以确保精准调节，也是智能控制系统的关键问题。大数据的实时处理与机器学习模型的准确性是保障智能节能控制效果的基础，然而，如何提升算法的计算精度和处理速度，使其适应动态复杂的建筑环境，仍是智能节能控制技术面临的核心难题。解决这些技术瓶颈，尤其是在数据整合、优化与算法精度方面的突破，将是推动暖通空调智能节能控制广泛应用的关键。

二、智能节能控制策略的实现路径

（一）基于物联网的智能监测与控制系统

物联网技术在智能节能控制中的应用为暖通空调（HVAC）系统提供了强大的硬件支持。通过安装各类传感器与智能设备，暖通空调系统可以实时监测室内的温度、湿度、CO₂浓度等关键数据，并将这些数据传输至云平台进行集中处理。云平台利用先进的数据分析算法，基于实时数据对当前环境状况进行分析，并将优化的控制指令反馈给各个设备，从而实现智能调节。智能温控、湿度调节与空气质量监测等功能使得系统可以根据用户的需求和环境的变化自动调节各子系统的运行状态。比如，在温度过高时自动启动空调降温，或当空气质量下降时启动空气净化系统。物联网技术的引入，不仅增强了暖通空调系统的实时响应能力，还使其能够进行自我

调节与优化，确保在不同环境条件下都能够以最优模式运行，从而最大程度地降低能源消耗，提升能源利用率，减少浪费，符合节能环保的目标。

（二）基于大数据与人工智能的自适应控制算法

大数据与人工智能（AI）算法在智能节能控制中的应用为暖通空调系统的能效提升提供了高效的数据处理与决策支持。通过分析大量历史数据与实时数据，AI算法能够准确预测未来能耗需求与负荷变化，进而为系统提供精准的调控策略。例如，深度学习与机器学习算法可基于不同环境条件和使用模式，持续优化能效控制策略，逐步提高预测精度与调节效率。系统根据室内外温差、用户行为模式、外部气候等因素，自动调整暖通空调系统的运行参数，以避免不必要的能源消耗。例如，系统能够预测未来一段时间内的用能高峰，提前调整设备的工作状态，避免过度制冷或供热。AI还可用于优化系统的运行计划，选择最经济高效的能源供应模式，实现智能调节与节能目标的统一。通过机器学习算法，系统能够不断自我优化，提高能效和舒适性，并减少能耗。

（三）多能源协同调度与优化控制

在智能节能控制中，多能源协同调度是一项关键技术。现代建筑往往配备多个能源系统，如电力、热水、冷气等，这些系统通常独立运行，缺乏有效的协同机制。为实现建筑能源的最优利用，引入能源管理平台对多种能源进行协同调度至关重要。能源管理平台通过整合建筑中的多个能源系统，能够根据实际需求灵活调整能源供应方式，提高整体能效。例如，在日照充足的情况下，系统优先利用太阳能或地热能等可再生能源，减少对传统空调系统的依赖。与此同时，系统能够根据实时负荷情况和天气变化动态调整能源的供应方式，在低负荷时选择最经济的方案，避免资源浪费。通过优化多能源系统之间的协调与调度，暖通空调系统不仅能够确保舒适度，还能最大程度地提高系统的能效，减少能源消耗，最终达到节能降耗的目标。多能源协同调度的实现为建筑提供了更为灵活、智能且高效的能源管理方案，助力建筑向绿色、低碳方向转型。

三、智能节能控制策略的应用与案例分析

（一）智能暖通空调系统的典型应用案例

智能节能控制策略在各类建筑中的应用展现了其巨大的节能潜力。以某高效办公楼为例，该建筑引入了基于物联网（IoT）和人工智能（AI）技术的暖通空调智能控制系统。该系统通过实时采集办公楼内环境数据（如

温度、湿度、二氧化碳浓度等)以及员工活动数据(如办公区人员分布、人员流动情况等),能够根据这些数据动态调节温湿度,并通过智能算法预测未来的负荷变化,从而提前进行调节,优化能源消耗。该系统有效减少了因过度调节或设备空载而产生的能效损失,全年节能效果显著,达到15%以上。此外,AI算法结合办公楼的具体需求和外部天气条件,对空调系统的运行策略进行自动优化,减少了系统的非必要能耗。此应用案例表明,通过物联网与AI技术的协同工作,智能暖通空调系统不仅能提高能效,还能大幅提升舒适度和运行稳定性,具有广泛的应用前景。

(二) 智能控制在住宅建筑中的应用

智能节能控制策略在住宅建筑中的应用同样取得了显著效果。以某智能家居社区为例,中央空调系统与智能家居平台进行了深度集成,实现了基于居民的生活习惯和外部气候条件的自适应调节。该系统不仅可以通过实时数据采集调节室内温度和湿度,还支持居民通过智能手机APP进行远程控制。当室内温度或湿度发生变化时,系统能自动进行调整,并根据天气变化和居民的日常活动模式做出相应优化。研究表明,夏季空调能耗比传统系统减少了20%以上,而冬季取暖能效提高了15%。通过智能控制,住宅建筑的能效得到了显著提升,同时为居民提供了更加舒适、健康的居住环境。这一智能控制的成功应用不仅展示了技术的能效优势,还为未来智能建筑的普及和发展提供了宝贵的经验。

(三) 挑战与未来发展趋势

尽管智能节能控制策略在实际应用中取得了显著的节能效果,但其广泛应用仍面临一些挑战。首先,智能节能系统的初期投资较高,需要配备精密的传感器、智能控制设备以及数据处理平台,这可能导致资金投入较大,尤其是在传统建筑中进行改造时。其次,系统的稳定性和数据分析的准确性依赖于先进的技术支持,要求能够实时采集、传输并处理大量的数据,这对硬件与软件的可靠性提出了较高要求。此外,智能节能系统的技术整合与兼容性问题仍是一个难点,尤其是在不同品牌和类型设备之间的互操作性方面,跨领域技术的整合与系统兼容性仍需解决。未来,随着人工智能技术的进一

步发展与物联网的普及,智能节能控制将更加精确与普及,预计将在建筑的全生命周期内得到广泛应用,推动绿色建筑、低碳城市的建设和发展。通过不断优化技术、降低成本,智能节能系统将成为未来建筑行业不可或缺的一部分。

结束语

智能节能控制策略为暖通空调系统的能效提升开辟了新的技术路径。通过引入物联网(IoT)、大数据和人工智能(AI)等前沿技术,传统的暖通空调系统得以从被动管理转向智能化控制,显著提升了系统的能效。这些技术通过实时采集和分析环境数据、用户需求数据以及系统运行状态,实现了对暖通空调系统的精确调节,减少了能源浪费,并提升了舒适度和运行稳定性。例如,AI算法可以预测未来负荷并提前进行调整,避免过度运行,确保系统始终在最优化状态下工作。物联网技术使得各个设备之间能够互联互通,增强了系统的协调性和响应能力。随着这些技术的不断发展与应用,暖通空调系统在智能化、绿色化和节能降耗方面的潜力将得到进一步释放,成为推动建筑行业可持续发展的核心力量。智能节能控制技术的普及不仅能显著降低能源消耗,还能提升建筑运营的整体效率与环境友好性,推动向低碳经济转型。因此,推动这一技术的广泛应用,将为建筑行业的绿色发展贡献更多的力量。

参考文献

- [1] 袁金飞.暖通空调系统的能效优化智能控制策略[J].大众标准化,2025,(23):61-63.
- [2] 朱波,叶倩雯.暖通空调系统节能技术应用与发展[J].陶瓷,2025,(11):194-196.
- [3] 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.
- [4] 刘江,张维栋.绿色建筑中暖通空调系统的节能减排策略探讨[J].张江科技评论,2025,(01):91-93.
- [5] 李建栋.基于人工智能的商业建筑暖通空调控制系统设计与实现[J].信息记录材料,2025,26(06):39-42+106.