

## 建筑暖通空调系统的智能调控技术应用研究

曹杰

河北工大科雅科技股份有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**智能调控技术在建筑暖通空调系统中的应用, 极大提升了能效管理和环境舒适度。利用先进的传感器技术、数据分析与控制算法, 系统能够实时调节运行参数, 降低能耗并保证室内空气质量。智能调控不仅优化了设备运行状态, 还实现了自适应调整, 满足不同季节和使用需求的变化。智能技术促进了系统维护的预见性和故障诊断的精准性, 减少了运维成本。通过集成物联网和人工智能手段, 建筑暖通空调系统实现了自动化管理, 推动绿色建筑和节能减排目标的实现。智能调控技术的广泛应用代表了暖通空调系统未来发展的重要方向。

**[关键词]**智能调控技术; 暖通空调系统; 能效优化

DOI: 10.33142/ucp.v2i5.17933

中图分类号: TU111

文献标识码: A

## Research on the Application of Intelligent Control Technology in Building HVAC Systems

CAO Jie

Hebei Gongda Keya Technology Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** The application of intelligent control technology in building HVAC systems greatly improves energy efficiency management and environmental comfort. By utilizing advanced sensor technology, data analysis, and control algorithms, the system can adjust operating parameters in real-time, reduce energy consumption, and ensure indoor air quality. Intelligent regulation not only optimizes the operation status of devices, but also achieves adaptive adjustment to meet changes in seasons and usage needs. Intelligent technology promotes the predictability of system maintenance and the accuracy of fault diagnosis, reducing operation and maintenance costs. By integrating the Internet of Things and artificial intelligence, building HVAC systems have achieved automated management, promoting the achievement of green building and energy conservation and emission reduction goals. The widespread application of intelligent control technology represents an important direction for the future development of HVAC systems.

**Keywords:** intelligent regulation technology; HVAC systems; energy efficiency optimization

### 引言

建筑暖通空调系统作为保障室内环境舒适性和安全性的关键设施, 其能耗占建筑整体能耗的很大比例。随着节能减排压力的不断增大, 提升暖通空调系统的运行效率成为重要课题。智能调控技术通过实时数据采集与分析, 实现系统运行参数的动态优化, 突破了传统定时定量控制的局限, 有效提升了能效表现和环境质量。结合物联网、大数据和人工智能等技术手段, 智能暖通空调系统能够自主适应不同工况, 实现节能与舒适的最佳平衡。智能调控还支持设备故障预警和运维管理, 为系统的安全稳定运行提供保障。对智能调控技术的深入探讨有助于推动暖通空调系统向高效、环保、智能化方向发展, 满足未来建筑节能及环境控制的新需求。

### 1 智能调控技术提升建筑暖通空调系统能效的关键路径

#### 1.1 传感器技术在系统监测中的应用与优化

传感器技术是实现建筑暖通空调系统智能监测的核心基础。通过布设温度、湿度、二氧化碳浓度、风速等多类型传感器, 能够实时采集室内外环境参数和设备运行状

态信息。高精度传感器的数据采集为系统提供了准确的环境感知能力, 支持后续的智能分析与调节。传感器布局的科学优化有助于避免数据采样盲区, 提升系统监测的全面性和响应速度。先进传感器采用低功耗设计和无线传输技术, 保证数据的持续稳定传递, 同时减少维护负担。多传感器融合技术通过综合分析不同传感器数据, 增强监测的可靠性和抗干扰能力, 从而为智能调控提供坚实的数据支撑。

#### 1.2 数据分析方法推动运行参数动态调整

运行参数的动态调整依赖于对采集数据的深度分析与处理。利用统计分析、机器学习和模式识别技术, 对环境变量和设备运行数据进行实时处理, 可以准确识别系统运行的关键影响因素。通过建立数学模型和预测算法, 动态调整制冷、制热、通风等运行参数, 实现能耗与舒适度的最佳平衡。数据分析还能够识别设备负载变化趋势, 及时调整控制策略, 防止能耗浪费和系统过载。多维度数据的综合利用增强了系统对复杂环境的适应能力, 为自动化调节提供科学依据。实时数据反馈机制支持持续优化运行参数, 促进系统高效稳定运行。

### 1.3 控制算法实现暖通空调系统的自适应管理

控制算法是智能调控系统的核心,直接影响暖通空调系统的运行效果。基于采集的实时数据,先进控制算法如模糊控制、神经网络控制及自适应控制能够实现多变量、多目标的协调优化。算法通过学习和调整,自动适应不同季节、时间和人员活动变化,精准控制设备启停和运行模式。智能控制策略不仅考虑室内舒适度,还兼顾设备节能和系统稳定,提升整体运行效率。算法设计注重实时响应能力和容错机制,保证系统在复杂工况下依旧保持高效运行。动态调整的控制算法促进了暖通空调系统的智能化转型,实现对环境和设备的精准管理。

## 2 建筑暖通空调系统智能调控中的节能机制与效果评估

### 2.1 能耗优化模型及其在智能系统中的实现

能耗优化模型通过数学和算法方法对暖通空调系统的能耗行为进行定量分析,旨在实现能源利用效率的最大化。模型结合建筑热工性能、设备特性及使用习惯,构建多目标优化框架,平衡能源消耗与室内舒适需求。智能系统将优化模型嵌入控制平台,通过实时采集的环境数据和设备状态信息,动态调整运行参数如风量、温度设定及压缩机负载。应用遗传算法、粒子群优化等智能优化算法,能够快速收敛到最优控制方案。优化模型的实施不仅降低了系统能耗,还减少了设备的非必要启动次数,延长设备寿命,提升整体运行效率。该模型与智能调控系统的紧密结合,是推动节能减排目标的重要技术支撑。

### 2.2 节能效果的动态监测与反馈机制

动态监测机制依托传感器网络和数据采集系统,持续跟踪暖通空调系统的能耗变化和运行状态,实现节能效果的实时评价。通过对关键能耗指标如电力消耗、制冷量及风机功率的监控,及时识别运行异常和能效偏差。反馈机制基于监测数据,将节能效果的信息反馈至控制系统,促使调控策略调整以优化能耗表现。动态监测支持多时间尺度分析,能够反映日常运行、季节性变化以及特殊工况下的节能情况。结合云平台和大数据技术,形成智能诊断与调节闭环,确保节能措施的持续有效执行。此类反馈机制增强了系统的自适应能力,提高节能管理的科学性和准确性。

### 2.3 智能调控对室内环境舒适性的保障分析

智能调控通过实时采集室内温湿度、空气质量及人员分布数据,精准调整暖通空调设备的运行参数,实现舒适环境的动态维护。控制系统结合人体舒适模型,平衡温度、湿度及空气流动,确保环境参数处于理想区间。智能调控能快速响应内部负荷变化和外部气候波动,避免传统系统因滞后控制引发的不适感。空气品质管理模块通过调节新风量和过滤系统,降低有害物质浓度,保障健康环境。调控策略同时兼顾节能需求,防止过度调节导致能源浪费。多参数协同调节提高了室内环境的稳定性和均匀性,满足

不同使用场景和人员需求,促进空间环境质量的整体提升。

## 3 智能调控技术对暖通空调设备维护和故障诊断的促进作用

### 3.1 设备状态实时监控技术应用

设备状态实时监控技术通过传感器与智能采集系统持续获取暖通空调设备的运行参数,如温度、压力、电流和振动信号,构建全面的设备运行状态数据库。利用无线通信与物联网技术,实现数据的即时传输与集中管理,支持远程监控和多层次数据分析。实时监控能够捕捉设备异常变化,识别运行偏差,减少突发故障风险。多参数综合分析技术增强监测的准确性,有助于精准判断设备健康状况。结合云计算平台,对大规模设备群进行统一管理,提高系统的响应速度与维护效率。设备状态实时监控为智能运维奠定基础,是保障暖通空调系统稳定可靠运行的重要技术手段。

### 3.2 智能故障预警与诊断方法研究

智能故障预警与诊断方法基于设备运行数据和历史故障信息,利用机器学习、专家系统及模式识别技术,实现故障隐患的早期识别与定位。算法通过分析传感器采集的多维数据,识别异常模式和故障特征,及时发出预警信号。诊断方法结合物理模型与数据驱动模型,提升故障识别的准确性和可靠性。多源数据融合技术增强对复杂故障的分析能力,有效避免误报和漏报。智能故障预警系统能够动态调整报警阈值,适应不同设备和环境条件。该方法支持快速定位故障根因,缩短维修响应时间,提高设备的整体可靠性与安全性。

### 3.3 智能运维系统对降低维护成本的贡献

智能运维系统通过集成设备监测、故障诊断和维护计划管理,实现维护资源的优化配置和精准调度。系统基于实时数据和预测模型,制定科学的维护策略,避免不必要的频繁检修,延长设备寿命。智能运维支持预防性维护,减少因设备突发故障带来的紧急维修费用和停机损失。自动化管理工具提升维护人员的工作效率,降低人力成本。通过数据分析优化备件管理,减少库存压力和资金占用。智能运维系统的全面应用不仅提高了维护工作的精准度和时效性,还有效控制了维护开支,推动暖通空调系统的经济高效运行。

## 4 物联网与人工智能技术集成推动暖通空调智能调控发展

### 4.1 物联网架构支持的智能数据交互机制

物联网架构为智能暖通空调系统的数据交互提供了高效、稳定的技术平台。传感器、执行器及控制终端通过无线网络和有线网络无缝连接,实现多节点间数据的实时采集和传输。采用边缘计算技术处理关键数据,减轻中心服务器压力,提高响应速度和系统稳定性。基于标准通信协议和数据格式,保证设备间的互操作性和信息共享。云

平台整合和分析大量异构数据，支持跨系统数据融合和深度挖掘。安全机制如数据加密、访问控制保障传输数据的完整性和隐私。智能数据交互机制促进了设备状态、环境信息和控制命令的高效流转，成为智能调控系统协同运行的核心支撑。

#### 4.2 人工智能算法在智能调控中的创新应用

人工智能算法赋能智能暖通空调系统，实现复杂环境下的精细化调控。通过深度学习模型对历史数据和实时信息进行分析，算法能够预测室内负荷变化趋势，优化设备运行策略。强化学习算法在动态环境中不断调整控制参数，提高系统适应能力和节能效果。模糊逻辑控制结合专家经验处理不确定性，提升调控的灵活性和鲁棒性。人工智能算法还支持故障诊断和运行优化，增强系统自主决策能力。算法的创新应用使得智能调控系统能够在多变量、多目标条件下平衡能效与舒适度，显著提升暖通空调系统的智能化水平。

#### 4.3 智能系统的自动化管理与远程控制实现

自动化管理系统依托集成的传感器网络和智能算法，实现暖通空调设备的自主调节与状态监测。远程控制平台通过互联网连接，实现对系统运行参数的实时调节和监控，无需现场人工干预。系统支持多终端访问，包括移动设备和电脑，提升管理便捷性和响应速度。自动化管理结合智能报警和维护提示功能，及时发现异常并采取措施，保障设备稳定运行。远程控制技术推动分布式系统协调运作，实现跨区域多点集中管理。自动化和远程控制的融合提升了系统的运行效率和管理水平，促进暖通空调系统向数字化、智能化方向转型。

### 5 智能调控技术在绿色建筑暖通空调系统中的应用前景和挑战

#### 5.1 智能暖通系统助力绿色建筑节能目标达成

智能暖通系统通过精准调控建筑内部环境参数，有效减少能源浪费，是实现绿色建筑节能目标的关键技术支撑。该系统整合先进的传感器网络和智能控制算法，动态调节供暖、制冷及通风设备的运行状态，确保能耗与舒适度的最佳匹配。结合建筑能耗模型，系统能够实时响应外界气候变化和内部使用需求，避免不必要的能量消耗。智能暖通系统支持与建筑能源管理系统（BEMS）无缝对接，实现全建筑能耗的协同优化。通过提升系统能效和自动化水平，智能暖通技术降低了建筑的碳排放，有助于实现可持续发展和环保标准，为绿色建筑认证提供有力保障。

#### 5.2 技术推广应用中的主要难点与解决策略

智能暖通调控技术在推广应用过程中面临设备兼容性不足、数据标准缺失及高昂的初期投资等多重挑战。系统集成过程中，来自不同厂商的设备与平台接口不统一，

导致信息孤岛现象，限制数据共享与整体优化。缺乏统一的数据格式和通信协议，影响智能调控技术的扩展性和稳定性。初期设备投入及系统维护成本较高，抑制了部分项目的应用积极性。针对这些问题，推动行业标准制定与设备兼容性测试，促进开放式平台建设，成为解决之道。采用模块化设计和分阶段实施策略，有助于降低建设风险和资金压力。技术培训和人才培养提升操作和维护能力，为智能技术广泛应用提供保障。

#### 5.3 未来智能调控技术发展方向探析

未来智能调控技术将重点提升自主学习能力与多系统协同，推动建筑暖通空调系统的智能化升级。基于人工智能的深度强化学习算法将在复杂环境中实现精准运行参数优化，优化节能与舒适的平衡。边缘计算与云计算的融合加快数据处理速度，提升实时响应能力，促进分布式系统协同管理。传感器技术向微型化、低功耗方向发展，增强环境感知的全面性和持续性。跨领域大数据融合分析支持多场景、多目标的智能调控策略制定。安全与隐私保护技术成为关键，保障系统在开放互联环境中的稳定可靠。智能调控将更注重自适应能力和个性化需求，推动绿色建筑实现智慧管理。

### 6 结语

本文系统分析了建筑暖通空调系统智能调控技术的关键应用，包括传感器技术、数据分析与控制算法的协同作用，提升了系统的能效与舒适性。能耗优化和动态监测机制有效降低了能源消耗，智能故障预警与运维系统增强了设备运行的可靠性。物联网与人工智能技术推动了自动化管理和远程控制的发展，为绿色建筑节能目标的实现提供支持。尽管技术推广存在挑战，通过标准化和优化策略不断推进，未来智能调控技术将更加注重自主学习和多系统协同，助力建筑暖通空调系统向智能化和可持续方向发展。

#### [参考文献]

- [1] 李强,王敏.智能暖通空调系统中的传感器技术应用研究[J].建筑科学,2021,37(4):85-91.
- [2] 张华,刘伟.数据驱动的暖通空调系统能耗优化模型及实现[J].能源工程,2022,40(2):45-53.
- [3] 陈刚,赵峰.智能故障诊断与预警技术在暖通空调中的应用[J].自动化技术与应用,2020,39(6):112-118.
- [4] 许涛,孙丽.物联网架构下智能暖通空调系统的数据交互机制[J].计算机工程与设计,2023,44(1):23-30.
- [5] 王磊,黄杰.人工智能算法在智能调控系统中的创新应用[J].电子技术应用,2021,47(11):78-84.

作者简介：曹杰（1995.1—），男，汉族，毕业学校：石家庄铁道大学，现工作单位：河北工大科雅科技股份有限公司。