

基于负荷预测的暖通空调系统运行策略优化研究

葛 澎

天津粤海天河城购物中心有限公司 天津 300100

摘要: 暖通空调系统对调节室内环境意义重大。本文先阐述系统运行基础与负荷预测核心要素,涵盖运行原理、特性、影响因素及流程。接着分析负荷预测方法分类与适配性,给出筛选原则。随后探讨基于负荷预测的运行策略优化方向,包括联动逻辑、参数、模式及调控逻辑优化。最后提出运行策略优化实施路径,涉及协同机制构建、实施步骤与关键控制点。通过这些研究,为提升暖通空调系统运行效率、降低能耗提供理论支持与实践指导。

关键词: 暖通空调系统; 负荷预测; 运行策略优化; 实施路径

引言: 随着建筑行业的不断发展,暖通空调系统在各类建筑中的应用愈发广泛,其运行效果直接影响室内环境质量与能源消耗。然而,传统暖通空调系统运行方式往往缺乏前瞻性,难以适应建筑负荷的动态变化,导致能源浪费与运行效率低下等问题。负荷预测作为一项关键技术,能够提前掌握建筑负荷变化趋势,为系统运行策略优化提供科学依据。因此,深入研究基于负荷预测的暖通空调系统运行策略优化具有重要的现实意义。

1 暖通空调系统运行基础与负荷预测核心要素

1.1 暖通空调系统运行原理

暖通空调系统肩负着调节室内环境的重要使命,其运行原理涉及多个精密环节。制冷环节中,制冷剂在压缩机内被强力压缩,转化为高温高压气体。此气体进入冷凝器后,与外界空气进行高效热交换,将携带的热量释放出去,进而冷凝成高压液体^[1]。高压液体经节流装置精准节流降压,随后流入蒸发器。在蒸发器内,制冷剂吸收室内空气的热量迅速汽化,有效降低室内空气温度,汽化后的制冷剂再次回到压缩机,开启新一轮循环,持续实现制冷功能。制热过程则借助四通换向阀改变制冷剂流向,使热量从室外转移至室内,满足冬季供暖需求。通风系统依靠风机将室外新鲜空气引入室内,同时排出室内污浊空气,维持室内空气清新。空气调节部分对引入空气的温度、湿度、洁净度等参数进行细致调节,为人们打造舒适的室内环境。

1.2 暖通空调系统运行特性

暖通空调系统运行呈现出复杂且动态的特征。复杂性体现在系统由制冷、制热、通风、空气调节等多个子系统紧密构成,各子系统相互关联、彼此影响。任一子系统出现故障,都可能引发连锁反应,影响整个系统稳定运行。动态性则表现为系统运行参数随室内外环境条件改变而不断变化。室外温度、湿度、太阳辐射强度等

因素波动,会直接改变室内热湿负荷,系统需及时调整运行参数以适应变化。此外,人员活动、设备散热等因素具有不确定性与随机性,进一步增加了系统运行的复杂程度。

1.3 负荷预测的影响因素

负荷预测的精准度受多种因素制约。室外气象参数是关键因素之一,温度、湿度、风速、太阳辐射等气象条件变化,会显著影响室内热湿负荷。夏季高温时,室内冷负荷大幅攀升;冬季寒冷时,室内热负荷相应增加。室内人员活动情况也不容小觑,人员数量、活动强度、分布位置等,都会影响室内散热量与湿负荷。设备散热同样对负荷预测有重要影响,不同类型设备运行时间与功率不同,产生的热量也存在差异。建筑围护结构性能也会影响负荷预测,围护结构传热系数、热惰性参数等,决定了建筑与外界环境的热交换状况,进而影响室内热环境。

1.4 负荷预测的核心流程

负荷预测核心流程涵盖多个关键步骤。数据收集是基础,需全面收集历史负荷数据、室外气象数据、室内人员活动数据、设备运行数据等多源信息。数据预处理对收集数据进行细致处理,清洗数据、填补缺失值、去除异常值,保证数据质量与一致性。模型选择与建立依据数据特点与预测需求,挑选合适预测模型,如时间序列模型、神经网络模型等,并构建相应数学模型。模型训练与优化利用历史数据对模型进行训练,通过调整参数使模型更好拟合历史数据,同时采用优化算法提升模型预测精度。最后将训练好的模型应用于实际预测,输出负荷预测结果,为暖通空调系统运行策略制定提供科学依据。

2 暖通空调系统负荷预测方法选择与应用

2.1 负荷预测方法分类

暖通空调系统负荷预测方法丰富多样,主要可归为

基于统计理论的方法与基于智能算法的方法两类。基于统计理论的方法中,时间序列分析占据重要地位^[2]。这种方法聚焦于负荷数据随时间的变化规律,通过构建自回归、移动平均等模型,深入挖掘历史数据中的周期性与趋势性特征,以此实现对未来负荷的预估。回归分析则致力于探究负荷与各类影响因素之间的定量关系,像室外温度、湿度、人员密度、设备功率等因素,都被纳入考量范围,通过建立多元回归方程,精准预测负荷数值。基于智能算法的方法为负荷预测开辟了新的路径。人工神经网络算法模拟人脑神经元的复杂连接与信息处理机制,构建多层网络结构。它能够自动学习历史数据中的非线性关系,对复杂多变的负荷数据进行高效拟合与预测,尤其适用于负荷变化受多种因素交织影响的场景。支持向量机算法基于统计学习理论,在高维空间中寻找最优分类超平面,以此实现对负荷数据的精准划分与预测,在处理小样本、高维数据时表现出色。

2.2 各类预测方法的适配性分析

不同预测方法在暖通空调系统负荷预测中有各自适配的场景。时间序列分析适用于负荷变化相对平稳、周期性明显的建筑,如普通办公楼在正常工作日内的负荷变化,能较好地捕捉日周期与周周期特征。回归分析在明确负荷与影响因素关系且数据质量较高时效果显著,当室外气象参数对负荷影响较大时,回归分析可准确量化各因素影响程度。人工神经网络算法在处理复杂非线性关系时优势尽显,对于大型商业综合体、医院等建筑,其负荷受人员流动、设备运行等多种因素影响,呈现出高度非线性特征,人工神经网络算法能够自动学习这些复杂关系,实现高精度预测。支持向量机算法在数据样本有限、特征维度较高的情况下表现优异,适用于新建建筑或数据收集困难的场景。

2.3 负荷预测方法的筛选原则

筛选暖通空调系统负荷预测方法需综合多方面因素。预测精度是首要考量,应选择能准确反映负荷变化趋势、误差较小的方法,以满足系统运行优化与节能控制需求。方法稳定性也不容忽视,需确保在不同工况与数据条件下,预测结果具有较好一致性与可靠性,避免出现大幅波动。计算复杂度与数据需求同样关键。对于计算资源有限或数据收集困难的场景,应选择计算量小、对数据要求不高的方法,降低实施成本与难度。此外,方法可解释性也很重要,能清晰阐述预测过程与结果产生原因,便于工程技术人员理解与应用,为系统运行决策提供有力支持。

3 基于负荷预测的暖通空调系统运行策略优化方向

3.1 负荷预测与系统运行的联动逻辑

负荷预测结果作为暖通空调系统运行的重要前置信息,与系统运行之间存在着紧密且动态的关联逻辑^[3]。精准的负荷预测能够提前知晓建筑在未来一段时间内的冷热负荷需求变化趋势。系统依据这些预测数据,可提前调整运行状态,避免因负荷突变导致的系统响应滞后问题。例如,当预测到即将进入负荷高峰时段,系统可提前逐步提升制冷或制热设备的运行功率,使室内环境在负荷高峰到来时已达到舒适状态,减少因紧急调整运行参数而造成的能源浪费。反之,在预测到负荷低谷时段,系统可提前降低设备运行功率,进入节能运行模式,实现能源的合理分配与高效利用。这种基于负荷预测的前瞻性运行调整,使暖通空调系统能够更好地适应建筑负荷的动态变化,提升系统运行的稳定性与经济性。

3.2 运行参数优化方向

运行参数的优化是提升暖通空调系统性能的关键环节。基于负荷预测,可对温度、湿度、风速等关键运行参数进行精准优化。在温度控制方面,根据不同时间段、不同区域的负荷预测值,动态调整供回水温度或送风温度,在满足室内舒适度要求的前提下,尽可能降低温度设定值与实际需求的偏差,减少不必要的能源消耗。湿度控制上,结合负荷预测对室内湿度变化趋势的预判,合理调节加湿或除湿设备的运行,避免过度加湿或除湿造成的能源浪费。风速调节方面,依据负荷预测结果,精准控制风机转速,使送风量与实际负荷需求相匹配,提高能源利用效率。

3.3 运行模式优化方向

不同的运行模式适用于不同的负荷场景。基于负荷预测,能够实现运行模式的智能切换。

在部分负荷时段,可采用变风量或变水量运行模式。根据实际负荷需求调整风量或水量,减少风机和水泵的能耗。例如,当室内负荷仅为设计负荷的一部分时,降低风机转速或减少水泵流量,使设备运行功率与实际负荷相匹配,避免设备在低效率区间运行。在夜间或低负荷时段,可切换至间歇运行模式。让设备在满足基本需求的前提下适当休息,降低设备磨损和能源消耗。通过合理安排设备的运行与停机时间,延长设备使用寿命的同时,实现能源的节约。此外,还可结合季节变化和天气情况,选择合适的运行模式。在过渡季节,当室外环境条件适宜时,采用自然通风模式,减少机械制冷或制热的使用,进一步降低能源成本。通过灵活多样的运行模式选择,使暖通空调系统在不同工况下都能保持高效运行。

3.4 系统调控逻辑优化方向

系统调控逻辑的优化旨在提升暖通空调系统对负荷变化的响应速度与准确性。基于负荷预测,构建智能调控逻辑,使系统能根据预测结果提前制定调控策略^[4]。当负荷预测值与实际监测值出现偏差时,系统能迅速分析偏差原因,自动调整调控策略,确保系统始终运行在最佳状态。同时,优化系统各设备之间的协同调控逻辑,让制冷机组、水泵、风机等设备如同一个默契的团队,协调工作,避免出现设备之间的运行冲突,提高系统整体运行效率,实现能源的高效利用与系统的稳定运行。

4 暖通空调系统运行策略优化的实施路径

4.1 负荷预测与运行策略的协同机制构建

负荷预测与运行策略的协同是暖通空调系统高效运行的关键保障。精准的负荷预测为运行策略制定提供科学依据,而合理的运行策略又能反馈优化负荷预测模型。要构建这种协同机制,需搭建数据交互平台,实现负荷预测数据与系统运行参数的实时共享。通过该平台,系统能及时获取未来负荷变化信息,运行策略制定模块据此分析不同工况下设备的最优运行状态。同时,将系统实际运行数据反馈至负荷预测模块,利用实际运行中的偏差信息修正预测模型参数,提高预测精度。例如,若实际冷负荷长期低于预测值,可调整预测模型中相关影响因素的权重,使后续预测更贴合实际。这种双向的数据流动与反馈机制,让负荷预测与运行策略紧密结合,形成动态优化的闭环系统。

4.2 优化策略的实施步骤

优化策略实施需循序渐进、稳步推进。第一步是全面评估现有系统运行状况,收集设备运行参数、能耗数据以及室内环境参数等信息,明确系统存在的问题与优化潜力。第二步基于负荷预测结果,结合系统评估情况,制定针对性的优化策略,涵盖运行参数调整、设备启停优化、运行模式切换等方面。第三步对优化策略进行模拟验证,利用专业软件模拟不同工况下策略实施效果,分析能耗降低、环境舒适度提升等指标,对策略进行细化完善。第四步将优化策略逐步应用于实际系统,先在小范围或特定时段进行试点运行,观察系统响应与实际效果。最后根据试点运行反馈,对策略进行全面推广与持续优化,确保

优化策略在不同工况下均能稳定发挥效用。

4.3 实施过程中的关键控制点

实施过程需紧抓关键控制点,保障优化策略顺利落地。数据质量是基础,要确保负荷预测数据与系统运行数据的准确性、完整性与及时性,建立数据审核与校验机制,剔除异常数据,保证数据真实反映系统运行状态^[5]。设备性能是支撑,定期对暖通空调设备进行维护保养与性能检测,确保设备处于良好运行状态,避免因设备故障影响优化策略实施效果。人员操作是关键,加强对运维人员的培训,使其熟悉优化策略内容与操作流程,能够准确执行策略要求,及时处理实施过程中出现的问题。此外,建立有效的监控与评估体系,实时监测系统运行指标,定期评估优化策略实施效果,根据评估结果及时调整优化方向与策略内容,实现系统运行策略的持续优化升级。

结束语

基于负荷预测的暖通空调系统运行策略优化研究,从系统运行基础、负荷预测方法到运行策略优化方向及实施路径进行了全面探讨。通过精准负荷预测,实现系统运行参数、模式及调控逻辑的优化,构建协同机制保障优化策略实施。研究为暖通空调系统节能运行提供了有效途径,有助于提高能源利用效率,降低运行成本。后续可进一步结合实际工程,不断完善优化策略,推动暖通空调系统向更加智能、高效的方向发展。

参考文献

- [1]孙健,张云帆,蔡潇龙,等.基于预测负荷的暖通空调系统优化调度[J].综合智慧能源,2024,46(3):12-19.
- [2]李明柱,纪田雨,李亚男,等.基于小波神经网络的暖通空调系统短期热负荷预测[J].吉林建筑大学学报,2022,39(2):36-42.
- [3]高志刚,胡桐月,周品品.基于数据挖掘的建筑负荷预测与空调系统优化控制探析[J].节能,2022,41(07):1-3.
- [4]刘伟,李怀,黄巍,等.基于TRNSYS模拟的某近零能耗办公楼暖通空调系统优化配置分析[J].建筑科学,2022,38(04):158-168.
- [5]王静.试论暖通空调系统故障检测与诊断技术研究进展[J].设备管理与维修,2021(16):153-154.