

# 基于负荷预测的智慧暖通供热运行管控研究

姜路平

天津市津安热电有限公司 天津 300074

**摘 要：**智慧暖通供热运行管控，直接关系到供热效率的提升和能耗水平的降低。本文围绕基于负荷预测的供热管控这一主线，先从感知、网络、平台、应用四个层面设计了系统架构，再针对设备运行优化、能源分配调整 and 智能控制系统构建这几个关键环节，梳理了具体的管控策略。后续发展趋势同样不可忽视，大数据与人工智能的融合、多能互补体系的搭建、与智能电网的协同，以及用户参与和个性化服务的深化，都会进一步推动供热系统朝着更智能、更高效的方向演进。

**关键词：**负荷预测；智慧暖通；供热运行管控

## 引言

在能源问题日益凸显与用户用热需求不断升级的当下，传统暖通供热模式在运行效率、能源利用及服务质量等方面渐显乏力。基于负荷预测的智慧暖通供热运行管控研究应运而生，它旨在借助先进技术构建科学的管控体系，制定优化策略，推动智慧暖通供热系统向智能化、精细化、节能化发展。本文将深入剖析其体系架构、管控策略，并展望未来发展趋势，为行业发展提供参考。

## 1 基于负荷预测的智慧暖通供热运行管控体系架构设计

（1）总体架构。感知层主要负责采集供热系统运行的各类基础数据，网络层承担全部数据的传输工作，平台层完成数据的存储、分析与处理工作，为各项应用功能的落地实施提供核心数据支撑，应用层依托平台层的数据分析处理结果，落实供热系统各项核心管控业务，实现供热系统规范化、智能化管控。（2）感知层。作为智慧供热系统的基础支撑层级，该层级依靠各类传感设备、计量设备开展数据采集工作，在供热管网关键点安装布设监测设备，采集管网运行的各项核心运行参数，在用户端安装配套计量设备，统计整理用户实际用热数据，同步布设气象监测设备，持续采集各类气象相关数据，为供热负荷预测工作开展提供完整、真实的基础数据保障。（3）网络层。采用有线通信与无线通信相结合的融合传输模式，保障所有采集数据传输的稳定性与时效性，结合现场设备布设距离、实际布线条件的差异，匹配适配的通信传输方式，依托互联网完成供热各子系统的海量数据汇总整合，实现全域供热数据的集中收纳、统一管控与资源共享。（4）平台层。为智慧供热系统的核心层级，主要包含数据存储管理、数据分析挖

掘、模型管理三大核心功能模块，运用分布式数据库、云存储技术处理海量供热运行数据，通过数据运算算法、机器学习技术对各类数据进行深度解析，统一管理负荷预测、运行调控等系统核心模型，可实现模型的实时更新与动态优化，保障系统分析与调控的精准度<sup>[1]</sup>。

（5）应用层。面向供热企业各职能部门与终端用户提供差异化服务，针对调度部门开放系统运行监控、负荷数据测算、供热运行调节等基础功能，为设备管理部门提供设备运行状态监测、设备故障排查、设备运维统筹管理等相关服务，同时面向终端用户提供用热数据查询、供热费用缴纳、室内温度调控等基础服务，全面提升供热系统运维管理效率，优化终端用户的用热体验。

## 2 基于负荷预测的智慧暖通供热运行管控策略

### 2.1 供热设备运行优化

第一为锅炉运行优化，依托精准的供热负荷预测数据，提前调校锅炉核心燃烧参数，动态调整燃料供给量与空气进气量，保障锅炉始终处于标准运行工况，提升燃烧利用效率，减少系统能源消耗，同时结合不同时段供热负荷变化规律，科学规划锅炉启停时序与运行数量，规避锅炉频繁启停引发的能耗增加与设备磨损问题，根据负荷高低切换锅炉运行模式，保障供热稳定性的同时实现节能运行。第二为换热器运行优化，实时采集监测换热器进出口水温、介质流量等核心运行参数，结合负荷预测数据动态调节换热器运行状态，有针对性调整设备运行参数提升整体传热系数，优化设备换热效能，减少供热过程中的热量损耗，通过动态调控阀门开度、水流速度等关键指标，适配不同负荷工况下的换热需求，保证换热器全程高效稳定运行。第三为水泵运行优化，以负荷预测得出的管网水流量需求为依据，调整水泵运行频率，落实变频调速运行模式，改变传统固定

频率运行的耗能弊端,有效降低水泵运行能耗,同时结合供热系统整体运行需求,优化水泵启停及运行组合方式,适配不同供热负荷工况,精简冗余设备运行能耗,全面提升暖通供热系统整体运行效率。

## 2.2 能源分配调整

(1) 热源侧能源分配以精准负荷预测数据为核心依据,对多类型热源供热负荷进行规范划分。针对多热源联合供热体系,依据各类热源的运行属性、能耗指标及运维成本,明确不同运行时段内各热源的供热负荷占比。系统处于低负荷运行状态时,优先投入使用清洁属性优、运行成本低的热源设备。供热负荷处于高峰阶段时,统一调配各类热源的供热输出功率,均匀分配各热源运行负荷,保障供热系统稳定运行,杜绝单一热源超负荷运转及设备故障等运行问题。(2) 管网侧能源分配以管网水力平衡测算结果为基础,结合实时负荷数据与预判负荷数据完成动态优化调整<sup>[2]</sup>。通过调整各供热支路水流运行参数,均衡管网整体热量输送分布,解决区域供热温差超标、局部供热不均衡的问题。依据用户用热负荷的实时变动情况,同步更新管网运行参数,依托管网调控设备完成精准热量输送,减少管网输热过程中的能量损耗,提升供热系统整体能源利用效率。(3) 用户侧能源分配结合各类用户用热特征及负荷预判数据,落实分类供热管控模式。按照居民、商业、工业等不同用热主体,制定对应的标准化供热运行模式,匹配各类用户的实际用热需求,动态调整供热运行参数,减少无效供热行为,杜绝能源浪费,完成用户侧供热环节的精细化节能管控,全面提升整体供热体系的节能运行水平。

## 2.3 智能控制系统构建

一是数据采集与传输系统,该系统搭建全覆盖的数据采集网络,精准采集供热设备运行压力、温度、流量等核心运行参数,同步整合气温、风力、湿度等各类影响供热效果的环境数据。系统采用有线与无线相结合的双通信传输方式,保障各类运行数据实时、稳定上传,统一汇总至供热控制中心,为后续供热负荷核算、系统工况调整、设备运行管控等核心工作提供完整、真实的基础数据,支撑供热管理工作标准化、常态化开展。二是负荷预测与决策支持系统,该系统依托控制中心归集的全部实时数据,运用专业测算方式开展供热负荷预测作业,常态化比对预测数据和系统实际运行数据,持续修正预测参数、优化运算模型,稳步提升供热负荷预测精准度。系统结合精准预测结果与供热系统实时运行状态,编制标准化、可落地的设备调控方案,为运维人员开展设备巡检、参数调整、工况优化等日常运维工作提

供数据支撑和决策依据。三是设备控制系统,该系统主要承接决策支持系统下发的各项调控指令,完成供热各类设备运行参数的自动化、精准化调整<sup>[3]</sup>。系统搭载专属智能控制算法,有效提升设备调控精度和响应效率,全程实时监测各类供热设备运行状态,动态把控系统运行工况,保障整套供热系统严格按照既定标准稳定运行,规避设备异常、供热失衡等问题,切实保障整体供热工作平稳、高效推进。

## 3 智慧暖通供热运行管控的未来发展趋势

### 3.1 大数据与人工智能的深度融合

供热系统长期运行会积累大量运行参数、环境数据、能耗记录和用户用热习惯,形成可观的数据资产。通过大数据技术对这批分散信息进行归集、清洗和关联分析,可以把各环节的碎片化数据串联起来,摸清系统在不同工况下的运行规律,逐步替代过去靠零散报表和人工经验做判断的方式。数据整理完成后,再用于搭建人工智能模型并训练,负荷预测的精度和细化程度会有明显提升。室外温度变化、不同时段用热特征、用户行为差异等动态因素都能被模型吸纳,系统据此自动优化调度参数,摆脱传统固定参数、固定时段带来的粗放问题。人工智能还能直接接入设备层和管网,实现闭环自动调控,阀门开度、供水温度、循环泵频率这些关键参数由系统根据实时反馈自主调整,人工干预大幅减少。这种融合模式能够灵活适配各类用热负荷波动,持续提升管网整体运行能效,推动供热运维从经验驱动向数据驱动的方向转型,最终落到系统稳定运行、能耗降低和效率提升这几个基本目标上。

### 3.2 多能互补与综合能源利用

多能互补与综合能源整合利用,正成为智慧暖通供热系统下一步的主攻方向。传统单一能源供热越来越力不从心,行业正加速转向多类能源一体化统筹运营,将热能、电能、冷能、燃气等不同品类能源打通,搭建统一的综合运行体系。这套机制依托能源梯级利用原理,根据各类能源的产出特性、能耗参数以及分时分热需求,对生产、输送和供应做动态优化调配。如此一来,传统模式中能源类型单一、利用率偏低、配比失衡等问题便能有效化解,各类能源价值得到更充分释放,系统整体能效随之提升<sup>[4]</sup>。落地层面,系统借助常规产能设备的余能回收技术,再配合太阳能、地热能等可再生能源完成融合配置,场地条件和成本标准是确定配比方案的主要依据,力求在常规与清洁能源间找到最优结合点。这种运行方式能切实压降能耗与排放,压缩运行成本,同时构建起长效稳定的供热体系,将节能降耗、清洁高

效的要求融入日常运转,也与建筑节能和绿色供能的长期发展深度契合。

### 3.3 与智能电网的协同发展

智慧暖通供热系统和智能电网的协同适配,是当下能源体系优化升级的核心发展方向之一。两类系统可依托双向信息互通机制,完成运行数据的实时对接与联动调控,让暖通供热设备的运行状态适配智能电网的整体运行工况。电网运行过程中会产生负荷动态变化与分时电价变动,智慧暖通供热系统可依托对接获取的电网数据,自主调整各类供热设备的运行时长与输出功率,完成电能与热能的统筹调配,实现电热资源的高效协同利用。系统可结合电网峰谷运行特性调整供热作业模式,充分利用电网低谷时段的富余电能开展设备运行与热能存储作业,在电网用电高峰时段缩减电采暖、电锅炉等耗电设备的启停频次与运行功率,转而调用前期储备的热能保障持续供热。这种联动运行模式,能够有效平抑电网用电峰值、填补用电低谷,缩减电网整体峰谷负荷差值,平稳电网整体运行状态,同时有效降低暖通供热系统的电能消耗与运行成本,在保障区域供热稳定性与连续性的基础上,实现供热领域与电力系统的节能降耗、高效运行,推动综合能源体系的精细化、低碳化发展。

### 3.4 用户参与与个性化服务

智慧暖通供热系统的升级发展,核心方向之一是强化用户主体作用,落地适配不同用户需求的个性化供热服务。系统可依托专业化用户信息管理体系,常态化采集整理用户日常用热相关数据,精准梳理各类用户的用热规律、温度需求、用热时段偏好等基础信息,结合不同场景的用热特点,针对性制定匹配度更高的专属供热方案,打破传统统一化供热模式的局限性。在优化供热服务的同时,体系会开放用户参与渠道,将系统运行

管理的部分权限对接终端用户,用户可通过配套智能设备自主管控室内供热状态,根据自身实际需求调整室内温度、切换适配的供热运行模式,自主调整日常用热节奏<sup>[5]</sup>。这种双向适配的运行模式,能够有效贴合用户的实际居住和使用需求,切实提升用户对供热服务的认可程度,拉近供热系统运营与用户的关联度,构建系统运营端和用户端双向适配、协同运行的良性循环,全面提升智慧暖通供热系统的服务质量与实际应用效果。

### 结语

综上所述,基于负荷预测的智慧暖通供热运行管控,从体系搭建到策略实施,再到对后续方向的把握,始终围绕提升供热效率、降低能耗、改善用户体验三个基本目标。大数据与人工智能的融合、多能互补、与智能电网协同,以及用户参与和个性化服务的深化,共同为行业前行提供了清晰的路径。未来,随着技术持续落地,智慧暖通供热会朝着更高效、更清洁、更贴合实际需求的方向稳步推进,为日常用热保障和能源可持续发展提供更实在的支撑。

### 参考文献

- [1]席江涛,聂诚飞,查波.智慧供热系统低碳运行的设计与研究[J].暖通空调,2024,54(2):56-62.
- [2]金强,耿宝磊.智慧建筑暖通空调系统智能化控制研究[J].微型计算机,2025(13):1-3.
- [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]唐兴禹.暖通供热工程中的节能技术应用策略分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(9):70-73.
- [5]林周勇,柯一鸿,王少聪,等.浅谈智慧供热系统的关键技术问题[J].高科技与产业化,2024,30(10):34-36.