

Analysis on the Intelligent Coordinated Control System of Urban Central Heating Network

Boyu Chen

Tianjin Thermal Power Co., Ltd., Tianjin, 300161, China

Abstract

With the increasing national demand for energy, central heating has the characteristics of environmental protection, energy conservation and emission reduction, and efficient use of heat energy. At present, the intelligent control of the central heating network can effectively control the temperature of the heating system and the total amount of hot water. By controlling the temperature, fluid flow speed and flow, the heating system and the actual heat demand, so as to give full play to the advantages of central heating. In this regard, in order to further improve the quality of urban heating in China, this paper analyzes the conventional and intelligent control and regulation mode of the urban central heating network, and discusses the hardware and software design of the intelligent coordinated control system of the central heating network.

Keywords

urban central heating network; intelligent coordinated control system; hardware and software design; central heating system

分析城市集中供热网智能协调控制系统

陈渤玉

天津市热电有限公司, 中国·天津 300161

摘要

随着国家对能源需求的不断增加,集中供热具有环保、节能减排和高效利用热能等特点。当前,集中供热网的智能控制能够有效控制供热系统的温度和热水总量,通过对其温度、流体流动速度、流量等进行控制,可以使供热系统与实际需热量保持大致的均衡,从而充分发挥集中供热的优势。对此,为进一步提高中国城市供热质量,论文就城市集中供热网的常规和智能控制调节方式进行分析,并在此基础上探讨集中供热网的智能协调控制系统软硬件设计。

关键词

城市集中供热网;智能协调控制系统;软硬件设计;集中供热系统

1 引言

随着中国城镇化建设的不断推进,集中供热的规模也越来越大,人们对于室内温度的舒适度需求日益提高。为实现“双碳”的目标,中国对能源的高效利用及环境保护重视程度不断提升。在此背景下,集中供热系统面临着如何在保证热量供应的同时,实现热量的精确调配与控制,解决供热量与需求之间的不平衡问题,已成为集中供热系统的核心任务。优化热网运行状态,提升供热质量,使之更加舒适宜人,同时减少能源消耗和降低运营成本,已成为供热企业发展的重要目标。

2 城市集中供热网智能控制

2.1 常规控制调节方式

2.1.1 质调节

在外部天气状况改变时,可以通过调整供水温度来控制供热用户的室内温度,而在热网热媒流量不变时,只要对一次网上的供水温度进行调整,便可实现对热量进行调节的目的^[1]。该方法的操作更为简便,这就使得工作人员在进行控制、管理时更加便捷,系统的水力状态也更为平稳,因此是目前应用最为广泛的方法。然而,在使用质调节方式时,由于系统流量恒定,使得循环泵等供热设备一直处于满负荷运转状态,这就造成了大量的电力浪费,不利于能源的节约。

2.1.2 量调节

在系统运行期间,当维持系统的供回水温度不发生变化时,利用调节器调整循环泵的转速,使得供热网的供水量可以随时跟踪热负载的变化,从而满足供热用户的供热需求,这种方式可以有效降低电力的消耗量,节省能源。然而,

【作者简介】陈渤玉(1995-),男,中国福建泉州人,本科,工程师,从事智慧供热研究。

在供热系统的实际运行中,单一量调节方式并不好实施,如当室外温度持续上升时,如果使用量调节,那么就必须要不断降低供热网的供水流量,如此的供水量落差,使得整个系统很难受到控制,很容易发生系统的水力失调,因此,该方式通常与其他方式联合应用。

2.1.3 间歇调节

在室外温度较高的情况下,在供热网的供水流量和温度恒定的情况下,采用缩短每日供热时间的方式对供热用户的室内温度进行调节的方式称为“间歇调节”,这种调节方式仅适合于冬天供热前期和早春供热结束末期,因此并不是主要调节方法,通常用于辅助调节。

2.1.4 质量并调

采用质量并调的方式来调节供热系统一次网的供水温度与二次网供水流量。既可以更精确地控制供热温度,又可减少循环水泵的能耗。然而,这种方式的运行相对复杂,且控制起来也较为麻烦,很有可能会对供热系统造成一些额外负荷,且还会增加一些自控装置,导致该技术的推广和普及更为耗时耗力。

2.1.5 分阶段变流量的质量并调

根据实际天气条件与外部温度开展供热期划分,根据各期供热情况,分别调节二次网的供水流量,在室外温度较低情况下,二次网的供水流量增大;在室外温度较高的情况下,二次网中的供水流量降低。该调节方式不但可以更精准地控制供热温度,而且对节能、降低费用等方面也具有一定优势。

针对上述供热系统的常规调节模式,因其具有非线性、滞后性及强耦合性等特点,很难将某一种模式单独应用。当前,中国集中供热大多采用“质调”与“量调”相结合的方式^[2]。

2.2 智能控制调节方式

2.2.1 热负荷智能预测技术

对供热负荷进行智能预测,是对供热系统进行科学管理的关键。由于城市供热系统是一个庞大的系统,干扰热负荷预测结果精度的因素也很多,为增强预测的精确度,在进行热负荷预测时,除依赖以往热负荷数据,还需收集众多与之相关的因素信息。面对这些庞大而复杂的数据集合,预测算法应达到高标准性能要求,因此应借助机器学习、深度学习等先进智能预测算法。随着供热系统信息化水平的不断提升,运用这些技术的热负荷智能预测手段,能够有效挖掘供热系统所提供的丰富且可信的数据资源,探寻数据间的深层次关联,从而提升集中供热热负荷的预测准确性,紧跟城市集中供热与大数据技术的前进步伐。

2.2.2 模糊自适应优化控制技术

目前,模糊自适应优化控制技术已在中国城市集中供热网中得以广泛应用,可充分满足热源及换热站的智能控制需求。如面对热源状况波动或燃煤不稳定性等问题时,该技术能自动调整模糊控制器的输出参数,确保热源控制系统适应不同环境变化,维持最优燃烧效率。此外,针对换热站二次

网络的供水流量进行调节,如果室外温度上升,二次网供水温度超出规定数值,那么模糊自适应控制器就会自动调节执行器的操作,即减小二次网的供水流量,传递给供热用户的热能也会下降,从而使二次网的供水温度下降并保持在预计范围。此外,当室外温度降低时,二次网供水温度便会处于设定值以下,模糊自适应控制系统会自动提升二次网循环泵电机的运转频率,进而提升二次网供水流量,相应地传递给供热用户的热量也会增多,促使二次网供水温度上升直至趋近于设定目标温度并保持稳定。借助模糊自适应控制技术,可以有效增强控制系统的稳健性,降低供热设备的异常运行风险,进而有助于延长设备的使用期限,并削减运营成本。

2.2.3 循环泵智能变频调速技术

智能水泵变频调速技术目前已在中国空调、供热系统中得以广泛应用,尤其在集中供热系统的分布式输送和分配环节,目前该技术已成为供热网供水流量控制的核心手段^[3]。

2.2.4 计算机控制技术

在上述讨论的供热系统智能协调控制中,可以发现其均依托于计算机技术,以计算机系统作为实施技术操作的核心平台,进而生成必要的控制指令。此外,这些控制系统还配备了高效的自我诊断能力,能够快速识别集中供热系统内出现的非常规状况和故障问题,并且立即向管理人员发出警报。比如,在检测到供热流量调整需求、控制组件操作失误或响应失效等情况时,系统会立刻进行核实和调整。该技术一大亮点是构建了庞大的数据库,用以储存供热系统的全部历史数据,便于随时检索和应用。此外,系统还支持人机交互界面,使得操作更为简便,可显著提高工作效能。

2.2.5 远程监控与管理技术

利用互联网的多媒体技术与物联网手段开展远程监控与管理,具备对供热系统信息进行全面搜集、储存以及处理的能力,并能执行远程即时监控、资料的交互共享以及流程的自动化控制。在集中供热领域,目前中国普遍应用的远程监控与管理系统包括 InTouch、SCADA、SEMS 以及 iFIX 等。

3 城市集中供热智能控制系统的软硬件设计

3.1 系统硬件

3.1.1 供热参数检测传感器

①温度检测传感器。城市集中供热网智能协调控制系统为实现对室外温度进行供热量和供水流量进行有效控制,可在一次网供回水管线、二次网供回水管线、外部环境及供热用户房间等各部位安装温度检测设备。为实现对系统的供热过程进行实时监控,在各级供水管道上都安装 DS18B20 温度传感器。目前该测温设备在各类智能检测系统中得到了广泛应用,且具有良好的准确性和稳定性。

对于室外环境,采用了 HAD-FC-WD-31 天气温度传感器,安装在百叶气象箱内。与此同时,将 DS18B20 数字温度传感器安装在供热用户室内,可用于对供热用户室内温度

的检测和评价,并实现对城市集中供热系统进行综合评估、热量平衡分析和故障诊断^[4]。

②流量计,压力检测传感器。在城市供热系统中,测量管网的流量、压强也是一种基础性的检测工作。利用流量计、压力传感器采集到的资料,是工作人员进行故障诊断和故障排除的关键,同时还可用于一次网热负荷的预报和二次网的流量调控。论文选择理智系智列弯管流量计,能够准确测量供热网的流量,具有较好的抗干扰性,如图1所示,和罗斯蒙特3051GP型压力变送器,如图2所示。



图1 理智系列弯管流量计



图2 罗斯蒙特3051GP压力变送器

3.1.2 循环泵

论文二次网供水流量调节的对象为循环泵,以凯泉公司生产的立式KQ循环泵为例,如图3所示。



图3 凯泉立式KQL循环泵

3.1.3 监控管理中心

城市集中供热网智能协调控制系统的神经中枢即为监控管理中心,其承担着系统平稳、高效运行的基础平台。该中心不仅负责在供热系统日常运作中进行监测和维护任务,还肩负着智能化控制策略实际与优化的作用。遇到系统故障或异常情况时,能迅速触发警报,为操作人员提供处理和排除的指导。监控管理中心集成了服务器与数据库、监控工作站、工程技术台、操作人员终端及配套软件等多个部分,并通过连接众多通讯接口、显示屏、外界气温感应器、供热管网参数检测器、警报装置以及热源和热交换站的PLC控制盘等设施,完成对整个城市供热网的远程智能控制。

3.1.4 上位机系统

论文研究中的城市集中供热智能协调控制系统,其上

位机核心采用基于MCGS组态软件的集成式嵌入式系统。MCGS组态平台兼容Windows等多个主流操作系统,能够有效实现对供热系统运行数据的搜集与状态监控。管理人员可通过HMI触摸屏界面,利用MCGS系统对供热系统实行远程监控与管理,同时系统配备了完善的警报及报警处理机制。

3.2 系统软件

3.2.1 一次网热负荷预测和热量规划模块

在全面考量一次网的热能供应参数以及环境气候条件的作用下,控制单元将收集到的热能需求相关信息及环境温度数据输入至采用IGJO算法优化的CNN-BiLSTM热能需求预测算法中。通过调整IGJO-CNN-BiLSTM网络的结构参数,该算法能够深入挖掘输入数据的空间分布特性与时间序列特征,探寻数据间的内在联系,从而准确预测一次管网的供热需求量。依据预测结果,系统将进一步规划热源产出及能源使用量,将此功能模块集成至控制软件中,从而实现对城市集中供热系统源头的有效调控,以达到节能目的^[5]。

3.2.2 二次网流量自适应控制分析和调整模块

在对一次网供热系统的热能分配进行优化调整后,为应对末端用户实际获取热能与需求热能之间的不一致问题,提升用户的室内舒适度,同时降低能源消耗,对二次网的供水流量进行智能调控与优化。通过将二次网实际供水流量数据及理论需求流量数据输入至GA-GWO-FPID智能调控模型,包括量化系数和比例因子,进而精确输出PID参数以调控循环泵电机的运转频率,达到调整转速的目的。此模型被整合入控制系统软件中,实现二次网供水流量的自适应调节,从而提升了流量控制的效率。

4 结语

综上所述,随着中国对节能减排的重视程度越来越高,加之中国煤炭资源的不断消耗,传统的分散式供热模式已无法迎合时代步伐。集中供热模式因其资源节约、环保效益、能量高效集中等显著优势,已成为中国供热领域最具潜力的方向,正加速向现代化供热技术转型。在此背景下,深入探究集中供热系统的智能协调控制方式,有助于进一步提升中国集中供热服务质量。

参考文献

- [1] 范韬,李延波,郑本强,等.基于供回水温度变化的供热控制方法及案例[J].区域供热,2023(4):105-113.
- [2] 于春苗.集中供热智能控制系统及应用研究[J].电子技术与软件工程,2022(22):102-105.
- [3] 颜庭轶,刘尚一,陈子光.基于物联网的建筑供热温度监测控制平台[J].科学技术创新,2021(8):65-66.
- [4] 胡雪,杨俊红,刘德朝,等.基于人工智能与热力系统融合的综合节能技术研究[J].华电技术,2020,42(11):21-33.
- [5] 齐先博.一种基于智慧供热框架下的二次网智能控制调节阀[J].智能建筑与智慧城市,2020(2):64-66.