

集中供热系统中热网电气自动化控制研究

麻郝鹏

陕西华佰利节能技术有限公司 陕西 西安 710000

摘要:在现代城市基础设施建设中,集中供热系统扮演着举足轻重的角色。本研究聚焦集中供热系统热网的电气自动化控制。阐述集中供热系统构成及热网作用,深入剖析电气自动化控制应用原理,涵盖传感器技术(温度、压力、流量传感器)与控制器、执行器运作机制。探讨其在提高供热效率(精准调节与优化运行)、降低能耗(按需供热与减少空转)、提升管理水平(远程监控与故障诊断)方面的显著优势,并详细说明温度、压力、流量控制的具体策略,旨在为集中供热系统热网电气自动化控制的优化与完善提供理论依据与实践指导,推动供热行业技术进步与高效发展。

关键词:集中供热;系统中;热网电气;自动化;控制研究

引言:集中供热系统在现代城市能源供应中占据重要地位。随着科技发展,电气自动化控制技术逐步应用于热网。热网作为集中供热系统的关键环节,其运行状况直接影响供热质量与能耗。电气自动化控制的引入,旨在通过精准监测与智能调控,克服传统供热方式的局限。它借助各类传感器采集数据,经控制器分析处理后由执行器实施操作,实现供热过程的高效、稳定与节能,为提升集中供热系统整体性能与管理水平奠定基础,开启供热领域智能化新时代。

1 集中供热系统概述

1.1 集中供热系统的组成

集中供热系统主要由热源、热网和热用户三部分构成。热源负责生产热能,例如热电厂通过燃烧煤炭、天然气或利用核能等方式产生高温蒸汽或热水;锅炉房则以煤炭、燃油、燃气等为燃料进行加热。热网作为输送热能的管道网络,有热水管网与蒸汽管网之分,其将热源的热能传输至热用户,其管道材质、管径大小等需依据供热规模与距离确定。热用户是热能的最终使用者,包括居民住宅、商业建筑、工业厂房等各类用热场所。

1.2 热网在集中供热系统中的作用

热网在集中供热系统中起着关键的桥梁作用。它连接着热源与众多热用户,是热能传输的通道。通过合理布局与设计热网管道,能够将热源产生的热量高效、稳定地分配到各个热用户端,确保不同区域、不同类型的用户都能得到适宜的供热服务。热网的运行状况直接影响供热质量,若热网保温性差、管径不合理或存在泄漏等问题,会导致热量损失、压力不稳,进而影响用户室内温度的舒适度,所以热网的科学规划与有效维护对整个集中供热系统的正常运转至关重要^[1]。

2 电气自动化控制在集中供热系统热网中的应用原理

2.1 传感器技术

2.1.1 温度传感器

温度传感器在集中供热系统热网中起着关键的监测作用。它能够实时感知热网中各个环节的温度变化,如热源出口水温、热网管道沿线温度以及热用户端进水温度等。其工作原理多基于热电效应或热电阻效应,将温度物理量转化为电信号。通过对这些电信号的采集与分析,控制系统可精准掌握热网的供热温度情况。例如,当检测到某区域热用户端温度低于设定值时,系统能及时调整供热参数,确保用户室内温度达标。

2.1.2 压力传感器

在集中供热系统中,它被广泛安装于热网管道、泵站等位置,用于监测热媒的压力值。其原理通常是利用压敏元件的形变或电学特性变化来测量压力,并将其转换为电信号输出。通过压力传感器,可实时了解热网中的压力分布情况,如热源端的供水压力、热用户端的回水压力等。在供热过程中,根据压力数据,控制系统能判断热网是否存在堵塞、泄漏或压力失衡等问题,并及时调控循环泵的转速、调节阀的开度等,以维持热网压力在合理范围内,确保热媒能够顺畅地在热网中循环流动,防止因压力异常引发的供热故障和安全事故。

2.1.3 流量传感器

流量传感器在集中供热系统热网的自动化控制中不可或缺。它主要用于测量热媒在管道中的流量大小,常见的有电磁流量传感器、涡轮流量传感器等。电磁流量传感器依据电磁感应原理,当导电液体流经磁场时会产生感应电动势,其大小与流量成正比,从而实现流量测量;涡轮流量传感器则是利用流体推动涡轮旋转,通过

检测涡轮的转速来计算流量。在热网运行时，流量传感器将采集到的流量数据传输给控制系统，系统据此分析热网的供热负荷情况。

2.2 控制器与执行器

2.2.1 控制器

控制器是集中供热系统热网电气自动化控制的核心部件。它接收来自各类传感器（如温度、压力、流量传感器）的电信号，对这些数据进行快速分析与处理。通常采用先进的微处理器或可编程逻辑控制器（PLC），具备强大的运算能力和丰富的控制算法。依据预设的控制策略，如温度设定值、压力范围、流量分配方案等，控制器生成相应的控制指令。例如，当热用户端温度低于标准值时，控制器经计算后发出指令，提高热源输出热量或调整热网流量分配，以确保供热系统稳定运行，使供热参数始终保持在合理区间，满足用户用热需求并实现节能降耗目标。

2.2.2 执行器

执行器在集中供热系统热网中负责将控制器发出的指令转化为实际的动作。常见的执行器有调节阀、变频器等。调节阀依据控制器的信号调节热网管道中热媒的流量大小，通过改变阀门开度来控制热水或蒸汽的通过量，从而实现对温度、压力等参数的间接控制。变频器则主要用于控制循环泵、补水泵等设备的电机转速，根据热网的实际运行状况，如流量需求、压力变化等，调整电机频率，改变泵的输出功率，以精准匹配供热负荷。执行器的快速响应与精确动作是保障电气自动化控制有效性的关键环节，确保热网能够按照预定的控制策略稳定高效地运行。

3 电气自动化控制在集中供热系统热网中的优势

3.1 提高供热效率

3.1.1 精准调节

通过温度、压力、流量等传感器实时监测热网各环节数据，控制器依据这些数据迅速计算并发出精确指令。例如，可根据不同热用户的实际需求，精准调节各支路的水流量与温度，确保每个用户室内都能达到舒适温度，避免了传统供热方式中普遍存在的过热或过冷现象。这种精准调节不仅提高了用户的用热体验，还能有效减少热量的浪费，使供热系统的能源利用效率得到显著提升，让供热资源得到更合理的分配与利用^[2]。

3.1.2 优化运行

在整个供热过程中，自动化系统能够根据实时数据对热源、热网以及热用户进行协同调控。例如，依据室外温度变化自动调整热源的供热功率，同时优化热网中

水泵的运行频率与阀门开度，以维持热网的水力平衡和热量传输效率。通过这种动态优化，减少了设备的无效运行时间和能源消耗，提高了供热系统的可靠性与稳定性，降低了设备故障率和维修成本，使供热系统能够在不同工况下都保持高效运行状态，为持续稳定供热提供有力保障。

3.2 降低能耗

3.2.1 按需供热

借助传感器网络，系统能精准感知各热用户的实时用热需求，如通过室内温度传感器反馈信息，判断用户端是否需要更多热量补充。控制器据此动态调整热网的供热流量与温度，避免了传统供热模式下的过量供热。在非高峰用热时段或用户需求较低区域，自动减少热量输送，防止热量无端浪费。这种精准的按需供热方式，使供热系统仅提供实际所需热量，极大提高了能源利用率，符合节能减排的发展要求，从供热源头上削减了不必要的能源消耗。

3.2.2 减少设备空转

传统供热系统中，部分设备如循环泵、补水泵等常因人工操作不及时或控制精度不够而出现空转现象，浪费大量电能。而自动化控制系统通过实时监测热网压力、流量等参数，智能调控设备的启停与运行频率。例如，当热网压力稳定且处于正常范围时，循环泵可自动降低转速或暂停运行，避免无意义的空转消耗，在设备故障或异常工况下，能迅速做出反应，停止相关设备运转，减少无效能耗，延长设备使用寿命，进一步降低了供热系统的整体能耗水平。

3.3 提升管理水平

3.3.1 远程监控与操作

借助网络通信技术，管理人员可通过电脑或移动终端随时随地查看热网的运行状态，包括热源温度、热网压力、流量数据以及各热用户的用热情况等。一旦发现异常，如某个区域温度过低或压力过高，可立即通过远程操作调整相关设备参数，如调节阀开度、改变泵的运行频率等。这种远程监控与操作方式极大地提高了管理效率，减少了人工现场巡查的工作量与成本，使供热管理更加便捷、灵活，能够及时响应各种供热需求与突发状况，保障供热系统稳定运行。

3.3.2 故障预警与诊断

通过对传感器采集的大量数据进行实时分析与处理，系统能够提前发现设备潜在故障隐患。例如，当某台泵的运行电流异常波动或管道压力持续偏离正常范围时，系统会自动发出故障预警信号，并结合内置的诊断

算法初步判断故障类型与位置，如电机故障、管道泄漏等。这使得维修人员可提前做好准备工作，及时赶赴现场进行精准维修。故障预警与诊断功能有效减少了因设备突发故障导致的供热中断时间，降低了维修成本，提高了供热系统的可靠性与安全性，保障了热用户的正常用热权益。

4 集中供热系统热网电气自动化控制的具体策略

4.1 温度控制策略

4.1.1 热源端温度控制

通过安装在热源出口处的温度传感器，实时监测热媒温度。控制器依据室外温度变化、热用户用热需求预测以及热网整体热平衡状况等多因素综合分析，确定适宜的热源输出温度设定值。例如，在寒冷天气，适当提高热源温度以满足用户高热量需求；天气转暖时则相应降低。利用变频器调节燃烧器或换热器的功率，精准控制热源产生热量，使热媒温度稳定在设定范围，既保障热网有足够热量输送，又避免能源过度消耗，实现高效供热。

4.1.2 热网传输过程中的温度控制

沿热网管道分布的温度传感器持续监测热媒温度变化，将数据反馈给控制器。控制器根据不同区域热用户的用热特性和热网水力工况，调节各分支管道上的调节阀开度。对于距离热源较近、易出现过热的区域，适当关小阀门减少热媒流量，降低温度；而对于供热末端或用热需求大的区域，则增大阀门开度提升温度。通过这种动态温度调节，确保热网中热媒温度在传输过程中均匀分布，使各热用户都能接收到温度适宜且稳定的热能，减少热量损失与供热不均衡现象。

4.2 压力控制策略

4.2.1 整体压力控制

在热源端，压力传感器监测热媒输出压力，控制器结合热网规模、管道阻力以及用户需求等因素，设定合适的系统压力目标值。通过控制循环泵的转速与启停，利用变频器精准调节泵的输出功率，使热媒能以稳定的压力在热网中循环。例如，在供热初期，逐步提升压力以充满管道；运行过程中，根据用户用热变化动态调整压力，防止压力过高导致管道泄漏或过低造成用户端供热不足，确保整个热网压力处于安全、高效的运行区间，保障供热系统的稳定运行。

4.2.2 局部压力调节

在热网的分支管道、用户接入点等位置设置压力传感器，实时监测局部压力变化。当某区域压力过高或过低时，控制器根据采集到的数据，调节该区域的调节阀

或增压泵、减压泵等设备。比如在高层建筑物中，由于高度差可能导致底层压力过大而顶层压力不足，通过在不同楼层安装压力传感器，自动调节局部压力，使各楼层用户都能获得合适的水压，保证供热效果均匀一致，避免因局部压力失衡而影响用户用热体验或损坏供热设备。

4.3 流量控制策略

4.3.1 根据负荷调节流量

通过在热用户端及热网关键节点设置流量传感器，实时监测各区域的热负荷需求。当室外温度降低，热用户用热需求增大时，流量传感器将数据反馈给控制器，控制器据此增加热网的供水流量，反之则减少。例如，在寒冷的夜晚，居民用热负荷达到高峰，控制器会指令增加循环泵的转速，提高热媒流量以满足用户对热量的需求。

4.3.2 流量分配优化

电气自动化控制系统依据热网的拓扑结构、管道阻力特性以及各热用户的用热需求差异，对热媒流量进行合理分配。利用安装在各分支管道上的调节阀和流量传感器，控制器根据实时监测数据，精确计算并调整各支路的流量比例。例如，对于距离热源较近且用热需求较小的区域，适当减少其流量分配；而对于供热末端或用热需求较大的区域，则增加流量。通过这种流量分配优化策略，可有效解决热网中近端过热、远端不热的问题，实现整个热网的均匀供热，提高供热质量和能源利用效率^[1]。

结束语

随着科技的不断进步，集中供热系统中热网电气自动化控制已成为提升供热质量与效率的关键。通过深入研究其应用原理、优势及具体策略，我们清晰地认识到电气自动化技术在保障供热稳定性、降低能耗以及提升管理便捷性等方面的卓越表现。未来，应持续推进该领域技术创新，不断完善传感器、控制器与执行器等设备的性能，优化控制算法，以进一步提高供热系统的智能化水平。相信在电气自动化控制的有力支撑下，集中供热系统将为人们提供更加舒适、高效且环保的供热服务，助力城市能源管理迈向新高度。

参考文献

- [1]徐海潮.集中供热系统中热网的电气自动控制探究[J].科技视界,2019(20):230-231.
- [2]李莹,孙义佳.集中供热系统中热网的电气自动控制探究[J].建筑工程技术与设计,2019(17):340-241.
- [3]张凯,刘成鹏.集中供热系统中热网的电气自动控制研究[J].建筑与装饰,2019(10):46-47.