

工程管理

自动化技术在市政工程供热管道系统中的应用

许富坤

山西省太原市热力集团有限责任公司晋源供热分公司

DOI:10.12238/jpm.v6i9.8369

[摘要] 市政工程供热管道系统作为维系城市冬季正常运转的重要基础设施，其运行效能不仅关乎居民生活品质，也对城市生产秩序有着重要影响。在城市规模持续扩张的背景下，供热覆盖范围不断扩大，传统人工调控模式在应对复杂供热网络时，逐渐显露出管理精准度方面的局限。本文将剖析自动化技术在市政供热系统的应用与成效，提供智能化升级方案。

[关键词] 自动化技术；市政工程；供热管道系统；应用

Application of Automation Technology in Municipal Engineering Heating Pipeline System

Xu Fukun

Shanxi Taiyuan Thermal Power Group Co., Ltd. Jinyuan Heating Branch

[Abstract] The municipal engineering heating pipeline system, as an important infrastructure for maintaining the normal operation of cities in winter, not only affects the quality of life of residents, but also has a significant impact on urban production order. Against the backdrop of continuous expansion of urban scale, the coverage of heating is constantly expanding, and the traditional manual regulation mode is gradually showing limitations in management accuracy when dealing with complex heating networks. This article will analyze the application and effectiveness of automation technology in municipal heating systems, and provide intelligent upgrade solutions.

[Key words] automation technology; Municipal engineering; Heating pipeline system; application

引言

市政供热管道系统是城市冬季民生与生产的“生命线”，其运行质量直接影响居民生活与工业生产。自动化技术凭借其在数据监测、系统调节和反馈响应等方面的特性，为优化供热管道系统运行提供了新的方向。将自动化技术融入供热管道系统，有助于实现管网压力、温度、流量等关键参数的动态监测，并通过智能化策略对热源供应和管网运行进行优化调整，从而在提升供热服务质量的同时，更好地实现节能降耗与减少设备故障。因此，对自动化技术在市政工程供热管道系统中的应用开展深入探讨，对推动城市供热行业的节能化、智能化发展具

有积极意义。

1 市政工程供热管道系统现状

当前，我国多数城市供热管道系统的运行管理仍保留着传统模式的显著特征，人工巡检与经验化调控仍是保障系统运行的主要方式。在热源端，供热参数的设定主要参考历史数据与天气预报，热水经一级管网输送至热力站后，二级管网的流量与温度调节仍需依赖人工操作，进而完成最终的热量输送。即便在部分新建城区的供热系统中已尝试引入自动化设备，但这些设备往往以单点控制为主，尚未实现系统性整合，距离构建成熟完善的自动化调控体系仍存在一定差距。

在技术实施层面，当前供热管道系统的监测设备仍有较大的提升空间。现阶段使用的机械仪表在压力、温度测量过程中，存在数据采集时效性欠佳、测量精度不足等问题；管网调节多采用手动阀门，在应对用户需求变化与外部环境波动时，响应速度难以满足理想预期；故障排查工作主要依赖人工巡检，这种方式不仅工作效率有待提高，对于深埋地下的管道泄漏等隐蔽性故障，排查难度较大，存在一定的局限性。

2 自动化技术在供热管道系统中的具体应用

2.1 智能监测系统

传感器网络部署：于供热管道的重要节点，如热源出口、热力站、用户入口等处，可考虑设置温度传感器、压力传感器、流量传感器以及超声波流量计等装置，以此实现对管网运行参数的实时采集。举例而言，在一级管网各分支位置安装压力传感器，有助于掌握管网压力分布情况；在用户室内安装室温传感器，能够及时获取室内温度信息。这些传感器可借助有线或无线通信方式，将采集数据传输至中央控制系统，从而构建起较为全面的监测网络。

数据采集与传输：运用工业以太网、LoRa、NB-IoT 等通信技术，搭建稳定可靠的数据传输路径是较为可行的方案。数据采集终端负责将传感器收集的模拟信号转换为数字信号，经过滤波、校验等处理流程后，将数据上传至数据中心。对于信号条件欠佳的偏远区域，可尝试使用中继器增强信号，这对保障数据传输的完整性和实时性具有一定意义。

数据可视化与分析：借助 SCADA（数据采集与监视控制系统）对采集数据进行处理，并以可视化的形式呈现，管理人员通过监控屏幕，可较为直观地了解全网温度、压力、流量等参数的分布状况。此外，该系统还具备数据存储与分析功能，通过对历史数据与实时数据进行对比分析，有助于发现管网运行过程中可能出现的异常情况，进而为故障预警和优化调控提供参考依据。

2.2 自动调控系统

热源自动调节：借助智能监测系统收集的管网末端温度、用户室温数据，综合考量室外温度、光照等气象条件，可采用 PID（比例-积分-微分）控制算法或模糊控制算法，对热源厂的锅炉出力、水泵转速等参数进行动态调整。一般而言，当室外气温下降时，系统会适度提升锅炉燃烧强度以提高供水温

度；若用户室温整体处于合理区间，系统也会相应减少供热量，尽可能实现供热资源的合理调配。

管网水力平衡调节：在热力站及管网分支节点部署电动调节阀，由中央控制系统依据各区域实际热负荷状况，对阀门开度进行智能化调控。通过这样的流量动态分配机制，能够有效改善管网水力失调现象，保障各用户端供热效果的相对均衡。并且，该系统可通过持续的数据积累与参数优化，逐步提升全网水力平衡的精准度。

分户计量与室温控制：在居民小区推广分户热计量系统后，用户可利用室内温控器灵活设定适宜室温，温控器会将设定信息实时反馈至热力站，系统据此对各户供热流量进行适配性调节。这种模式不仅有助于提升用户的用热体验，还能在一定程度上引导用户树立节能意识，实现供热费用与实际用热需求的关联计费。

2.3 故障诊断与预警系统

泄漏检测与定位：借助压力传感器采集管网压力数据，结合水力模型对压力波动情况加以分析，从而判断管道是否存在泄漏迹象。对于存在泄漏可能的区域，可运用声波传感器或分布式光纤传感技术进行进一步探查，实现较为精准的定位，其定位误差通常可控制在 1 米范围之内。一旦系统检测到泄漏情况，便会触发报警机制，并在地图上标记出疑似泄漏位置，以便维修人员及时跟进处理。

设备故障预警：对循环水泵、阀门、换热器等关键设备的运行参数，如电流、振动、温度等数据进行持续监测，通过构建设备故障分析模型，识别设备运行过程中出现的异常状态。例如，当水泵振动数值超出预先设定的参考范围时，系统将提示水泵可能存在轴承磨损等潜在问题，以此提前发出预警信号，为设备维护争取时间，降低突发停机风险。

管网堵塞预警：通过监测管道进出口的压力差值与流量变化情况，分析管网运行过程中的流通阻力。当监测到阻力出现明显异常升高时，系统将提示可能存在管道堵塞问题，并结合历史数据对堵塞位置及成因进行初步推断，为后续管网清洗维护工作提供参考依据。

2.4 能源管理系统

能耗监测与分析：通过自动化手段采集热源厂、热力站的燃料消耗、用电量、补水量等数据信息，进而核算单位供热面

积的能耗指标。通过对不同区域、不同时段的能耗数据进行对比分析，探寻能耗偏高的可能环节，深入剖析潜在原因，并针对性地提出节能优化思路。

负荷预测与优化调度：依托历史负荷数据，结合气象预测信息以及用户行为规律，运用机器学习算法对未来 24 小时或 7 天的热负荷需求进行预估。依据负荷预测情况，对热源运行计划与管网调度方案加以优化，以此提升能源利用效率。举例来说，若预测到周末热负荷处于较低水平，可提前对锅炉运行负荷进行合理调整，减少不必要的能源消耗。

碳排放监测与管理：在热源厂的燃煤、燃气等排放源处部署烟气在线监测设备，对二氧化碳、二氧化硫等污染物的排放情况进行实时监控。系统依据监测数据形成碳排放相关报告，为企业实现碳减排目标提供参考依据，助力企业更好地契合国家“双碳”政策导向。

3 自动化技术应用面临的挑战与对策

3.1 面临的挑战

前期投入存在资金压力：自动化技术在供热管道系统的落地，需配备传感器、控制器等专业硬件设备，同时还涉及软件系统的开发与部署。这一系列投入对于部分经济基础相对薄弱地区的供热企业而言，可能在资金筹备方面面临一定挑战。

技术整合存在复杂性：供热系统涵盖多个运行环节与设备类型，不同供应商所提供设备在通信协议、数据标准上的差异，为系统的整体集成带来一定阻碍，在实现数据流畅交互与集中管理的过程中，存在亟待解决的技术衔接问题。

老旧管网改造面临制约：部分城市的供热管网由于建设时间较早，存在管道老化、布局错综复杂等情况。在这些区域推进自动化设备的安装调试工作，可能会面临更多技术难题，改造过程中也需要谨慎协调，以减少对正常供暖服务的潜在影响。

3.2 对策

优化政策扶持与资金引导机制：建议政府进一步完善相关政策体系，探索通过财政补贴、税收优惠等政策工具，适度减轻供热企业在自动化技术应用初期的资金压力。同时，可考虑搭建多元化投融资平台，为社会资本参与供热系统智能化改造创造更有利的政策环境。

推动行业技术标准体系建设：相关部门和行业协会可加快

研究制定供热系统自动化技术标准，重点规范设备通信协议、数据接口等关键技术环节，促进不同厂商设备间的互联互通，为系统集成提供更清晰的技术指引。

完善人才培养与引进体系：高校和职业院校可根据行业发展需求，适时调整专业设置，加强供热自动化相关专业建设。供热企业可结合自身实际，通过内部培训、外部交流等多种方式，持续提升员工对自动化系统的操作维护能力。同时，建议企业积极探索灵活的人才引进机制，逐步构建专业化技术团队。

科学规划管网改造实施路径：针对老旧管网改造工作，可制定系统的分阶段、分区域改造方案，优先选择能耗较高、问题较为集中的区域开展试点工作。改造过程中，可同步考虑采取临时供暖保障措施，尽量减少对居民正常生活的影响。此外，建议将管网自动化改造与城市更新、道路建设等项目统筹规划，实现资源的优化配置与成本控制。

结束语

自动化技术在市政工程供热管道系统中的实践应用，在一定程度上改善了传统供热模式中能耗、质量及故障响应等方面的状况，对供热系统运行效率和管理效能的提升具有积极作用。现阶段，自动化技术在供热领域的应用仍面临一些现实问题。未来，物联网、大数据、人工智能等前沿技术与自动化技术的融合深化，有望推动供热系统实现更高级别的智能调控。与此同时，分布式能源、可再生能源与供热系统的协同发展趋势显著，自动化技术或将在多能互补、低碳供暖模式构建中发挥关键作用，助力城市供热行业朝着绿色、高效、可持续的方向稳步发展。

[参考文献]

- [1]赵霞.自动控制技术在集中供热节能方面的应用[J].中国设备工程, 2019(13): 224-226.
- [2]尹旭成.谈自动控制系统在城市集中供热中的应用[J].山西建筑, 2019, 45(5): 191-192.
- [3]徐智坤.自动控制技术在集中供热系统中的整体节能应用[J].建材与装饰, 2017(15): 198-199.
- [4]颜京玉.电气工程及其自动化技术在供热建设中的难点分析[J].电子测试, 2020(13): 130-131.