

# 温度实时监测装置在对外供热管网的应用

李瑞卿, 赵伟, 耿浩森

浙江大唐国际江山新城热电有限责任公司, 浙江省江山市贺村镇莲华山大道 33 号  
邮编 324100;

## Application of real-time temperature monitoring device in external heating pipe network

Li Ruiqing, Zhao Wei, Geng Ho-miao

Zhejiang Datang International Jiangshan Xincheng Thermal Power Co., Ltd., JiangShan

**摘要:** 随着工业化进程和工业园区的兴起, 集中供热的需求量也在逐年上升, 目前大部分园区内企业分布不集中, 且蒸汽大多以长距离管道输送; 但因地理、交通、建筑等因素, 园区内蒸汽管网设计安装有地理、架空、过河等地段, 管道敷设路径复杂, 靠山边坡及水渠段等不利运行、检修人员进行日常巡检及维护工作。寻求数字化的帮助, 利用温度实时监测系统可以有效的提高热网运营的经济性和可靠性。

**关键词:** 供热; 温度实时监测; 数字传输; 效益

**ABSTRACT:** With the process of industrialization and the rise of industrial parks, the demand for central heating is increasing year by year. At present, most of the enterprises in the park are not centralized, and the steam is mostly transported by long-distance pipelines. However, due to geographical, traffic, construction and other factors, the design and installation of steam pipe network in the park has buried, overhead, river and other sections, pipeline laying path complex, unfavourable operation of hillside slope and Canal section, routine inspection and maintenance work of maintenance personnel. With the help of digitalization, the real-time temperature monitoring system can effectively improve the economy and reliability of heat network operation.

**KEY WORD:** Heating; temperature real-time monitoring; digital transmission; benefit

### 1 业务背景

随着我国经济的不断发展、城市经济的迅速发展、工业园区化进程的加速, 工业园区数量越来越多, 对于集中供热的需求量也在逐年上升。

集中供热是指将热能通过管路传递到热用户。集中供热的优势, 首先是热能转化效率高, 集中供热可以节省燃料, 提高能源的利用率。同时集中供热对于减少污染有着重要意义。由于集中供热采用大型锅炉并通过净化装置, 取消小企业的小锅炉, 降低粉尘排放量, 从而达到供热并减少

环境污染的目的。集中供热还具有维护简单、运营成本低、供热效果好等诸多优势。未来集中供热将成为工业园区供热的首选。

近年来随着城市规模的扩大, 许多工业园区面积也逐渐扩大, 目前大部分园区内企业分布不集中, 且蒸汽大多以长距离管道输送; 但因地理、交通、建筑等因素, 园区内蒸汽管网设计安装有地理、架空、过河等地段, 管道敷设路径复杂, 靠山边坡及水渠段等不利运行、检修人员进行日常巡检及维护工作。多方因素造成了管道的散热,

散热造成了管壁温度降低，如果该温度低于该压力下的饱和温度，蒸汽就会在管道底部凝结成水，凝结水与管道内的蒸汽换热造成热损失。供热管道及疏水阀等附属设备有跑冒滴漏等缺陷会使散热损失增加。当管道内蒸汽为饱和蒸汽工况下，形成凝结水也会造成的热损失。同时因天气温度变化、负荷变化及管道保温效果差等原因，部分蒸汽凝结成水，水滞留在管道中导致供热管网的热量损失加大，甚至发生水击危及管网运行安全。

为了解决现有技术中因管道散热、天气温度变化、负荷变化及供热管道保温效果差等原因导致部分蒸汽凝结成水滞留在供热管道内部，以致供热管道热量损失加大的问题。急切的需要掌握供热管道蒸汽的实时温度，判断蒸汽温降情况，为用户提供优质蒸汽，减少管道热损失。

在长约 22 公里的供热管道分段安装若干温度实时监测装置，利用无线信号将数据传至集控中心，并将数据同步在网站。热网管道温度远程无线监测系统为自主设计、自主施工，利用太阳能供热方式为系统供电，并利用 5G 互联网技术将采集的温度数据送至服务器后台，形成曲线数据供生产数据分析，思路新颖、系统机构简单、按照方便、投资小，可在线安装。

该装置包括：供能设备、温度监测模块、监控系统后台和显示器。供能设备连接温度监测模块，用于为温度监测模块供电，供能设备为太阳能光伏板，包括：支撑底架、至少一个薄身固体

光伏电池及檀条，檀条用于固定并聚拢至少一个薄身固体光伏电池，支撑底架连接并支撑至少一个薄身固体光伏电池。温度监测模块设置于供热管道内，包括电源部分、温度测量装置、RTU 无线信号发送装置，电源部分连接供能设备，电源部分通过信号线向温度测量装置与 RTU 无线信号发送装置供电，温度测量装置用于实时监测供热管道内部温度，连接并将数据上传给 RTU 无线信号发送装置；监控系统后台设置于集控中心，包括 RTU 无线信号接收装置、数据处理模块与温度显示屏，RTU 无线信号接收装置连接并接收所述温度监测模块发送的温度数据，RTU 无线信号接收装置将数据上传给数据处理模块，数据处理模块对接收的温度数据进行预处理，温度显示屏用于显示处理模块处理后的数据。



图 1 现场的温度实时检测装置

## 2 数据概述

在实际应用过程中，利用温度实时监测系统可以有效的提高热网运营的经济性和可靠性。温度实时监测系统的具体应用主要体现在以下三个方面：

1. 热网管道上、下管壁温度偏差大。通常情况下，热网系统稳定运行后，热网管道上、下管壁的金属温度是比较稳定性的，其温度偏差  $\Delta T$  也在较小范围内波动。从经验数据来看，在天气良好无降雨情况下， $\Delta T$  的波动范围一般为  $3-5^{\circ}\text{C}$ ，并且其波动形态具有良好的线性特征。当出现较大降雨情况时，由于处于管道下壁的温度测点更容易受到雨水影响而导致偏差增大，通常  $\Delta T$  会有  $5-11^{\circ}\text{C}$  的数据波动。监盘人员通过对  $\Delta T$  变化趋势的观察，可以比较准确的判断热网的运行状态。从经验数据来看，当出现  $\Delta T > 15^{\circ}\text{C}$  且维持较稳定时，就可以判断该热网管段已经出现一定的积水情况，需要维护人员适时进行疏水操作。

2. 热网管道温度数据变化速率大。通常情况下，温度数据的变化趋势会呈现出缓慢变化的曲线形态，即使管道内出现了积水情况，其温度变化速率  $aT$  也不会明显增大。当出现  $aT$  明显增大，尤其是下管壁温度突然发生变化时，通常都是热网管道出现了部分水淹问题，是因为雨水浸透保温石棉后使得下管壁温度快速降低，导致了温度变化速率明显增大的情况。从经验数据来看，现场不同水势情况下温度变化速率  $aT$  的范围也不同，一般认为当  $aT > 6^{\circ}\text{C}/\text{min}$  且维持时间大于 4

分钟时，就可以判断是出现了管道被淹情况，需要维护人员及时到现场进行检查。

3. 热网管道温度数据出现中断。类此情况通常是由 RTU 无线信号发送装置运行不稳定、供电电压不足、信号线断线或设备长时间运行出现“死机”导致的。当监盘人员发现数据中断情况，需要及时通知维护人员检查处理，确保系统整体运行的可靠性和实用性。

### 3 算法及应用

该系统采用太阳能供电及无线 RTU 技术将长距离供热网管线沿线观察点管道温度传入监控系统后台，形成曲线数据供生产数据分析。实现供热管网管道温度无线远传，温度数据实时显示、存储、历史数据查询、曲线调阅等功能，实现温度监控智能化，利用数字能源为企业减少人工成本。

在国家环保要求、能源价格和人工成本上涨、日益趋严的情况下，集中供热企业如何减少供热管损，是企业经济运行需要解决的重要问题，远距离供热网管道温度监测、系统供电、远距离传输有效的解决了供热管道的温度监视问题，对减少热损失起到了积极作用。具体应用如下：

1. 技术人员远程对供热管网温度进行实施监测，并根据数据反馈，及时调整供热运行方式和负荷调整，有效降低管道热损耗，提高供热经济效益。2021 年供热管损相比 2020 年安装温度测点后供热管损下降至 1% 左右，以我厂年供热量 20

万吨计算可节约蒸汽 2000 吨，经济收益巨大。

2. 巡检人员根据实时数据监视蒸汽温度和压力参数，对异常区域进行及时巡查和精准疏水，防止异常扩大，为后续处理争取时间。尽量减少管道内的凝结水和蒸汽外排。如夜里用热量低、间歇性用热的管线末端管壁温明显偏低，按照热用户用热计划提前疏水，保证蒸汽质量，防止末端水击。

3. 在供热管道停运时，实时监视各管段蒸汽参数，根据蒸汽参数控制疏放水和泄压的速度，避免应泄压过快导致管道冷却迅速发生管道收缩位移严重，造成应力集中，影响管道寿命，甚至发生管道破裂。

4. 管道投运时，通过实时监视各管段壁温大于供热压力下的饱和温度 15 摄氏度时即可关闭该段疏水，确保暖管充分，却不会造成造成蒸汽浪费，减少了暖管的时间。相比未安装温度测点前我厂热网投运减少用气量 10 吨，投运时间减少 2 个小时以上。

5. 雨季发生强降雨、山体滑坡、交通事故等原因导致热网管道保温进水，可通过该温度监测系统及时发现温度骤变，并采取相关措施，最大程度的减少损失。如 2022 年 6 月 20 日上午 7:30 分开始江山市骤降暴雨，09:20 江山市应急管理办启动暴雨红色预警，11:10 左右农田水渠管道下壁温度快速下降，运行人员及时判断农田水渠

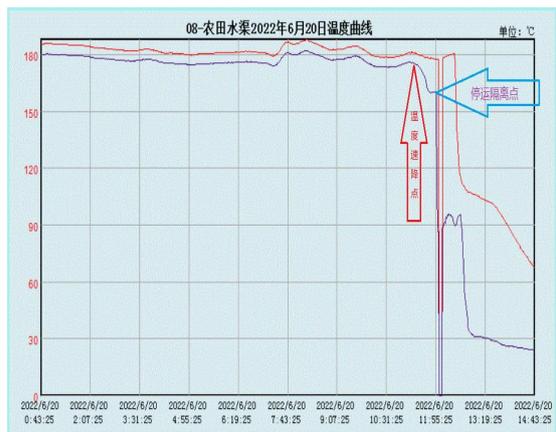


图 2 蒸汽管道温度变化曲线

处水位过高，已淹没供热管道下壁，申请停运该段热网管道，

确保了热网安全，而其余管段温度均有下降，却在饱和温度以上，明确可以安全运行，减少了停热范围。



图 3 蒸汽管道温度实时监视

## 4 成效及前景

随着能源行业的迅速发展，能源保供的形势越来越严峻，数字化和自动化的程度不断提高，对我们的日常工作要求也越来越高。如何能够提质增效是我们面临的共同问题。温度实时监测装置在对外供热管网的应用有效的解决了热网管道蒸汽浪费、节约成本、精准判断、精细化管理的问题，具有普遍应用的条件，将数字传输与工业生产完美结合，该装置可应用于同类管道输送的设备上，让数字化进一步实现对工业管理的帮助。

## 参 考 文 献

- [1] CJJ34-2010
- [2] 2019
- [3] .  
2022 1

收稿日期:

作者简介:

李瑞卿（1989），男，河北省张家口市，本科，工程师，热能与动力  
赵 伟（1986），男，陕西省宝鸡市，本科，工程师，热能与动力  
耿浩淼（1987），男，吉林省吉林市，本科，工程师，热工自动化

---