

小区供热管网泄漏原因及查漏方法的探讨

林 奇

新乡华电热力有限公司 河南新乡 453000

摘 要: 以多年的查漏实践为基础, 系统剖析小区供热管网泄漏的主要成因, 涵盖设备故障、人为因素、施工维护不当及环境影响等。详细阐述普查法、分支隔离法与测漏仪检测法等多种查漏方法及其适用场景。精准定位漏点, 保障供热安全, 降低资源损耗, 提升企业经济效益。

关键词: 小区供热管网; 分支隔离; 测漏仪检测; 泄漏原因; 查漏方法

引言

小区供热管网作为保障居民冬季取暖的关键基础设施, 其运行安全直接关联民生福祉与企业运营效能。然而, 受管道老化、施工缺陷、外部干扰等诸多因素影响, 供热管网泄漏问题愈发突出。不仅造成水资源与能源的巨大浪费, 还严重影响供热安全, 制约企业经济收益。故而, 深入探究泄漏根源, 优化查漏手段, 已成为当前供热行业亟待攻克的核心课题。作者结合多年查漏实践经验, 对引发管道泄漏的原因及查漏方法进行详细分析, 总结如下, 供大家参考。

一、泄漏原因

小区供热管网由小区热力站、庭院管网、用户室内管道组成。当出现管网泄漏时, 先查看SCADA供热系统, 管网压力等运行曲线, 进行系统分析, 对以上部分进行逐级分析排查。

1. 运行工况变化

(1) 超温超压: 管道内热介质温度过高, 管道热膨胀量超过管道补偿能力, 补偿器损坏发生泄漏, 周围土壤或支架限制管道位移, 导致管道转弯、焊口处发生裂纹。

(2) 工况急剧变化: 升温过快或降温过快, 运行状态急剧变化, 产生巨大应力作用于管道, 导致管道变形、撕裂, 特别是管道焊口处。

(3) 水锤: 当停电、阀门突然关闭时, 都有可能发生水锤。小区热力站为防止水锤, 在循环泵出口设置橡胶软连接, 应着重检查软连接是否撕裂。

2. 管道腐蚀老化

(1) 水质不合格: 管网水质对管道寿命至关重要,

水质不好, 不仅造成管道结垢, 影响传热效率, 还将造成管道腐蚀, 影响安全和使用寿命, 金属被腐蚀后管道承压能力下降, 引发爆管事故, 造成供热安全事故。

(2) 维护不到位: 非供暖期, 管道应采取湿保养, 管道内应充满水, 湿保养通过保持管道系统处于满水状态, 利用软化水隔绝空气, 减缓氧化腐蚀, 从而延长管道和设备的使用寿命。停暖后若放空系统, 管道易被空气氧化导致锈蚀。

3. 设备故障致漏

在供热系统中, 设备故障是引发管网泄漏的一大关键因素, 尤其在小区热力站这一核心区域, 其内部设备的健康状况直接关系到整个供热网络的安全性与可靠性。

小区热力站内的各类设备(如换热器、循环泵、泄水阀、安全阀等), 在供暖期120天不间断运行, 设备因长期运行出现老化、磨损现象, 产生泄漏。泄水阀未完全关闭持续漏水; 安全阀因杂质堵塞或弹簧失效未能正常回座, 导致大量喷涌。

4. 人为因素诱发

部分用户私自放水或违规操作, 尤其在夜间, 致使管网压力异常波动, 进而引发泄漏。此等人为因素具有隐蔽性与不确定性, 需借助用户行为及运行数据曲线加以识别。

用户违规行为: 拆除热表短接管道、改装暖气片加装放水阀、利用卫生间水龙头长时排放、擅自加装循环泵提升流量等。

5. 施工维护不当

施工维护不当引发的泄漏其本质是工程建设全生命周期管理链条的断裂。通常表现为:

(1) 材料不合格: 为降低成本选用再生料生产的PE

管或壁厚不足的钢管，抗压强度与耐老化性能大幅降低。阀门、弯头等配件采用非标产品，安装后立即出现渗漏。

(2) 施工工艺不合格：未按规定进行防腐、保温，金属管道直接暴露于土壤电解质中，加速电化学腐蚀。管底未使用细沙，尖锐碎石直接覆盖管底，车辆碾压后管道受挤压变形甚至断裂。

(3) 维保缺失：未对管道、阀门、阀门井等部位进行定期检查、维保，阀门井内积水，长期浸泡导致闸阀生锈卡死，最终冻裂。

6. 环境因素影响

小区内施工、地基沉降、极寒天气等等外部环境因素，可能对管网造成损伤，加速管道老化进程，显著增加泄漏风险。

二、管道泄漏损失与影响

小区供热管网泄漏的损失与影响分析需从经济损失、供热安全及社会影响三个维度展开。

1. 经济损失

管网泄漏为保持运行，需大量持续补水，加热补充冷水的燃煤成本显著增加。例如：调度系统显示某大型小区补水量 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，日失水量 240m^3 ，按工业水价 $5\text{元}/\text{m}^3$ 及燃煤加热成本 $6.53\text{元}/\text{吨}$ 热水估算，年损失可达 33.2万元 。如果有多个大量泄漏小区，年损失将以百万计。

2. 供热安全

泄漏量超过事故补水量，系统压力无法维持，导致停暖，影响供热安全。长期持续渗漏可能引发地基沉降，威胁建筑安全。

3. 社会影响

供水温度下降影响供热质量，大量漏水导致停暖，都会引发用户投诉，加剧企业运营压力，若处理不当可能引发群体性纠纷，影响社会稳定。例如：某小区供热面积 15万平方 ，用热户 2300户 ，因漏水导致停暖，当日客服工单量由 20 增加至 500 ，大量用户投诉，并引发监管部门的持续关注，给公司经营造成不良影响。

三、管道测漏工具

1. 管线定位仪

管线定位仪是利用电磁信号的理论来探测地下金属管道和电缆的位置。借助本仪器能快速、准确地找到管道位置及埋深。

2. 管道泄漏检测仪

管道泄漏检测仪主要通过捕捉漏水产生的声波、振动等信号进行检测。设置仪器参数后，采用噪声与振动

双重感知技术，附加干扰信号过滤，提升检测精度。选择夜间，避免交通、施工等干扰，手持传感器沿管道走向移动，根据声波峰值或振动信号调整位置，通过如水流喷射声标记可疑区域。

3. 红外热成像仪

红外测漏仪通过红外热成像技术识别异常温度分布。当管道或设备存在泄漏时，泄漏点周围温度会异常升高，通过热成像仪可直观显示区域温度分布，从而定位泄漏位置。

四、查漏方法探讨

1. 普查法

(1) 概述

普查法是供热管网泄漏检测中最基础的手段，主要适用于存在明显物理漏点或疑似人为恶意放水的情形。通过人工对管网进行全方位的排查，快速发现肉眼可见的泄漏迹象。添加有刺激性气味或颜色的防丢水剂，可大幅提升普查效果。常见应用包括：新投产管网的调试检查、供暖期的例行检查，以及接到用户报修后的定向排查。

(2) 系统巡查

沿管道对系统进行全面排查，依次检查热力站、庭院管网、楼道，重点关注单元井、排水沟、阀门井等设施，这些区域因长期潮湿易腐蚀，且接近管网本体，是泄漏高发区。若发现地面局部潮湿，某段排水沟持续有热水流出，需向上追溯至对应的供热管道。

(3) 人为放水行为分析

借助供热调度 SCADA 系统，查询管网运行压力及流量曲线，当运行曲线存在夜间持续泄漏，白天正常或白天泄漏量小，泄漏量和生活规律相吻合时，应考虑人为因素。

有流量表时：调取全部用户热量表实时数据。若某用户流量远超户型均值（如超出 3倍以上 ），应重点关注。当失水时间集中在夜间，基本可判定为违规放水。再结合用户入户管道特征进行判断，进一步佐证私接管道盗用热水的行为。

对于未安装热量表的老旧小区，需逐户对全小区用户入户管道进行特征判断。

用户室内管道若存在私自改装的开口，会导致该段管道流速骤增，表现为：声响异常，水流冲击管壁产生明显的“哗哗”声；温度异常：管道表面温度明显偏高；

关闭测试：短暂关闭可疑用户的入户阀门，观察系

统压力是否回升。若压力稳定，说明该户存在窃热。

(4) 防丢水剂追踪法

向管网中投放具有强烈气味且易扩散的防丢水剂，沿管网沿线（如地沟、阀门井）搜寻异味来源，观察水体颜色，结合普查，以此大致确定泄漏区域。此方法操作简便，成本低廉，适合大面积初步筛查。

2. 分支隔离法

分支隔离法是通过对各层级管路进行分级隔离的方式，结合流量、压力监测数据，实现对泄漏点进行逐步定位的方法。可用于查漏的初步分析。

(1) 基本原理

借助供热管网的支状结构（主干线→支线→楼栋入户管），通过依次关闭各级阀门，将完整管网划分为若干独立区段。若某段存在泄漏，关闭后，系统压力、流量将保持稳定。通过对比各支干线的数据变化，锁定泄漏发生的具体位置。

(2) 实施过程

对照管网图纸，确认重点分支阀门的位置及控制区域。

先关闭主干线阀门，观察整个系统总压力是否能维持正常，失水量是否有所下降，若总失水量未降，泄漏不在主干线。

若失水量下降，则判断此区域存在漏点，再开启主干线，关闭第一路支线阀门，观察该支线对应区域的失水量变化。

关闭支线下的次级分支，如某栋楼入口阀，进一步锁定至具体楼栋或单元。

3. 测漏仪检测法

在供热管网运行中，针对管道埋深大、地下管道种类较多的特殊场景，普通手段往往难以精准定位泄漏点。此时，采用专业的管道测漏仪检测法，结合红外热成像仪，可显著提升查漏的精度。

(1) 工作原理

专业测漏仪搭载高灵敏度声波传感器，能够捕捉管道内热水泄漏时产生的高频声波信号，仪器内置频谱分析仪可实时过滤环境噪音，突出泄漏声波的主频段。由于夜间环境噪声降低，背景干扰减弱，漏水产生的特征声波更加清晰可辨，帮助查漏人员快速识别异常信号。

同步使用的红外热成像仪对可疑区域地面温度进行探测，形成可视化区域温度分布图。漏点位置的土壤温度升高，显示为区域大面积温度异常，跟正常管道的规

律温度分布图形成对比，与声波信号源位置结合实现双重验证，进一步缩小范围。

(2) 实施流程

查漏安排在夜间作业，避开交通及生活噪音等干扰因素。

设置检测仪参数，确保设备处于最佳工作状态。

调取目标区域的管网图纸，沿管线上方地面逐步进行探测。

在可疑位置，同步用红外热成像仪扫描地表温度变化，当声波信号强度与温度异常区域重合时，标记为高概率泄漏点。

用电钻进行打孔，采集近管道土壤，观测土壤湿度，进一步确定漏水位置。

(3) 关键点

管道泄漏检测仪的使用对操作人员的要求很高，需掌握声波信号识别、仪器参数调节及数据分析能力。能区分管道压力正常波动的声波与泄漏产生的尖锐声波，区分雨水管、自来水管的流体噪声，进行综合分析判断。

五、案例分析

1. 背景

以新乡某别墅小区为例，该小区供暖面积4万平方，用户370户，占地21.6万平方，管网均为地理，埋深不超2米。热力站软化水装置制水能力4t/h，管网日失水量125t，平均小时失水量5.2t/h。漏水已持续多年，为维持管网运行，加水带进行额外补水。

2. 难点

供回水管按同程式铺设，供回水管不在一条管线上，排查工作量翻一倍。

内部设置有景观湖，部分管道在绿化带内，地理管道穿越湖底。

个别别墅修改入户管位置，入户管位置不明，阀门井位置不明，废弃别墅阀门井掩埋，无法排查。

别墅阀门井在用户墙内，业主排斥入院排查，且大多阀门井阀门锈蚀，开关不便。

分支隔离阀门少，仅能做大面积隔离排查。

3. 以往查漏情况

以往将泄漏单纯定义为管道破损漏水，未系统分析漏水原因。

进行了普查，但不彻底，业主不在家或反对排查，未坚持进行入院排查，未对荒废井室进行排查。

对分支阀门进行隔离，发现隔离A阀门井后，失水

量由125t将至90t,后续也借助管道泄漏检测仪进行主管道检测,对可疑位置进行开挖验证,发现是地下雨水管道漏水,未有效发现漏水位置。将其余失水漏水归咎于管网老化漏水,未进一步采取其他措施。

4. 现综合查漏分析

(1) 进行综合分析,泄漏可能发生在主管道、入户分支管或用户室内,通过分析管网流量曲线及压力曲线,初始失水量始终维持在125t。

(2) 对A阀门井进行隔离,失水量由125t将至90t,后又增加至100t,起初怀疑是泄漏增大,通过流量曲线进一步分析,发现晚上11点后失水量开始增加,调阅往年曲线,也发现偶尔有规律性,失水量在未采取措施时也会减少,判断存在人为放水。

(3) 联合物业发布公告,声明放水危害,因有人放水导致无法正常供暖,将进行窃热稽查,后续派人进行稽查。

(4) 稽查后,失水量将至70t,现在管网已能够维持运行,撤掉了水带。

(5) 后结合现场情况,决定采取普查,打印小区平面,对每一户的入户管及阀门井进行逐一排查,历时3

天,发现2处废弃阀门井阀门漏水,经治理后,失水量将至20t。因部分阀门井掩埋未找到,无法进一步降低失水量。

(6) 后续,失水量也有所反复,进一步采取防窃热措施,维持管网运行。

总结

小区供热管网泄漏治理是一项长期且复杂的系统工程,需全面考量管网年限、材质、布局、外部环境及人为因素等多方面要素。在实践中,应根据具体情况灵活选用或组合各类查漏方法,既要注重技术创新,又要充分发挥人的主观能动性。同时,加强公众宣传教育,提升用户对供热设施的保护意识,减少人为泄漏,共同营造和谐稳定的供热环境。

参考文献

[1] 司永齐, 顾兴明. 供热管网泄漏检测方法探讨. 市政工程, 2022-11.

[2] 朱丹. 供热管网泄漏故障诊断分析. 建筑技术科学, 2024-05.