

供热管网泄漏诊断维修技术研究

程祺龙

华电湖北发电有限公司武昌热电分公司

DOI: 10.12238/ems.v6i11.9972

[摘要] 供热管网作为城市基础设施的重要组成部分,其运行的稳定性和安全性对居民的生活质量和城市的能源利用效率带来深远的影响,然而供热管网的泄漏问题一直是影响其正常运行的关键因素之一。本文在对供热管网泄漏的常见类型、成因及其特征进行系统分析的基础上,深入探究传统与现代化泄漏诊断技术,并提出一系列适用于不同场景的维修技术方案。研究结果表明,通过采用先进的检测手段如红外热成像、超声波检测以及智能巡检机器人等,可有效提高泄漏诊断的准确性和效率;同时,结合无损修复技术和智能修复技术,能够显著延长供热管网的使用寿命,减少运行过程中的维护成本,通过本文研究为供热管网的安全运行提供理论依据和实践指导。

[关键词] 供热管网; 泄漏诊断; 维修技术; 红外热成像

Research on Diagnosis and Maintenance Technology for Leakage in Heating Pipeline Network

Cheng Qilong

Huadian Hubei Power Generation Co., Ltd. Wuchang Thermal Power Branch

[Abstract] As an important component of urban infrastructure, the stability and safety of the heating pipeline network have a profound impact on the quality of life of residents and the energy utilization efficiency of the city. However, the leakage problem of the heating pipeline network has always been one of the key factors affecting its normal operation. Based on a systematic analysis of the common types, causes, and characteristics of leaks in heating pipelines, this article delves into traditional and modern leak diagnosis techniques and proposes a series of maintenance technology solutions suitable for different scenarios. The research results indicate that the accuracy and efficiency of leak diagnosis can be effectively improved by adopting advanced detection methods such as infrared thermal imaging, ultrasonic detection, and intelligent inspection robots; At the same time, combining non-destructive repair technology and intelligent repair technology can significantly extend the service life of the heating pipeline network, reduce maintenance costs during operation, and provide theoretical basis and practical guidance for the safe operation of the heating pipeline network through this study.

[Keywords] heating pipeline network; Leakage diagnosis; Maintenance technology; Infrared thermography

作为城市供暖系统的关键基础设施,供热管网的稳定运行直接关系到城市居民的生活质量。随着管网使用年限的增加以及外界环境的复杂影响,管道的老化、腐蚀和机械损伤等问题日益突出,导致管网泄漏事件频发。管网泄漏不仅造成热能的巨大浪费,还可能引发地下水污染、土壤沉降等次生灾害,甚至危及公共安全。传统的泄漏检测方法如目视检查、压力测试等往往受限于技术手段,难以快速、准确地发现潜在的隐患。随着科技的进步,红外热成像、超声波检测

等先进技术逐渐应用于供热管网泄漏的诊断,为解决这一难题提供新的途径。同时,如何有效选择并实施维修技术,最大限度地减少泄漏对供热系统的影响,成为当前需要解决的一个重要课题。因此深入研究并应用这些技术,不仅有助于提升供热管网的运行效率,还能有效延长管道的使用寿命,确保供热系统的安全与可靠运行。

一、供热管网泄漏问题概述

(一) 供热管网的结构与功能

供热管网是城市热量输送的生命线和基础设施,其安全可靠直接影响用户用热效果,主要由热源、输配管道、热交换站和用户终端组成。这些管道将热源产生的热量通过输配系统传递到用户端,保证居民和公共建筑的供暖需求[1]。供热管网通常埋设在地下,由钢管、塑料管和复合材料管等多种材料制成,管道的结构比较复杂,不同材质的管道和不同的连接方式决定着管网的耐久性和运行效率。供热管网的功能不仅在于传输热量,还承担着维持系统内压力平衡、防止热量损失和应对外部环境影响的重任[2]。

(二) 供热管网泄漏的主要类型与特征

供热管网泄漏现象复杂多样,常见的类型包括腐蚀泄漏、接头泄漏以及材料缺陷导致的泄漏等。其中腐蚀泄漏是由于管道长期与水分和氧气接触,导致金属管壁逐渐变薄,最终出现穿孔。接头泄漏则主要发生在管道连接处,由于连接件的老化、松动或安装不当,导致密封失效,出现渗漏。材料缺陷泄漏多见于生产或安装过程中的质量问题,如管壁厚度不均、材料内含杂质等,这些缺陷在长时间的应力作用下逐渐扩展,最终导致泄漏[3]。这些泄漏不仅使得供热效率降低,还可能造成管道周围土壤的热量损失和环境的二次污染。

(三) 供热管网泄漏的主要成因

供热管网泄漏的成因复杂多样,包括管材及管件质量问题、安装施工质量、管网运行环境因素、管网老化及疲劳破坏,以及外部因素如地下水侵蚀和机械破坏等。管材及管件的质量直接决定着管网的耐用性和抗腐蚀性能,如果使用劣质材料容易在长期运行中出现老化和损坏等问题。安装施工质量对管网的密封性和稳定性来说至关重要,不规范的施工可能导致管道接头松动或连接不牢固,进而引发泄漏问题。此外,管网所处的运行环境,如地下水位、土壤酸碱度等因素,也会加速管道的腐蚀和老化。

二、供热管网泄漏诊断技术研究

(一) 传统泄漏检测方法

供热管网的泄漏问题由来已久,传统的检测方法在应对这些问题时发挥着重要的作用。目视检查法是最基础的检测方式,技术人员通过观察地表或室内异常情况,如积水、湿斑、温度异常等,初步判断可能的泄漏位置。这种方法简单直观,但主要依赖于经验和主观判断,容易受到环境和其他因素的干扰,难以精确定位泄漏点。声学检测法则利用泄漏时管道内外的压力差异产生的声音,通过专业设备放大这些声音信号,技术人员可以在地表定位泄漏点。这种方法在静音环境中的应用效果较好,但在嘈杂或管道较深的情况下,检测效果会受到很大的影响。压力测试法通过向管道内施加压力,并监测压力变化来判断泄漏的存在,如果压力快速下降通常表明管道存在较严重的泄漏。这种方法适用于新建管网的验收检测,但在运行中的管网中应用时需考虑对系统的影响[4]。导热系数检测法通过测量管道周围土壤或地面的温度分布,判断是否存在热量异常扩散,在此基础上确定可能

的泄漏区域。这种方法在地表温度差异明显时较为有效,但对管道埋深和环境温度敏感,检测精度十分有限。

(二) 现代化泄漏检测技术

随着科学技术的快速进步,供热管网泄漏的检测手段不断更新。其中,红外热成像技术通过检测地表或墙体的温度分布变化来识别泄漏点。热水泄漏后在地表形成热斑,通过红外摄像设备可以清晰地显示出来。这种方法在不影响管网正常运行的情况下,能够快速进行大面积的筛查,但对于埋深较大的管道,由于温度传导时间长,检测效果可能不理想。超声波检测技术则利用管道内水流泄漏时产生的超声波,通过专业设备接收并分析这些信号,然后精确定位泄漏点。该技术对管道材质和泄漏点大小较敏感,适用于复杂管网的泄漏检测,但设备运行成本较高,需要由专业培训的人员来操作。管道智能巡检机器人是近年来开始应用的一种先进技术,通过在管道内部行走的机器人搭载多种传感器,实时检测管道的物理状态和运行参数,机器人可以到达人工无法触及的区域[5],对管道进行全面的检查,特别适用于长距离或复杂布置的管网。然而机器人技术对管道内部状况有一定的要求,无法应用于所有类型的管道。在实际应用过程中,通过无线监测与大数据分析技术的结合,为供热管网的泄漏诊断开辟了新的路径。

三、供热管网泄漏维修技术研究

(一) 维修技术的基本原则

供热管网的维修技术需要遵循安全性、经济性、长效性和环保性等原则。在安全性方面,任何维修操作都必须确保施工人员的安全,同时保证维修过程中不会对管网的正常运行产生二次破坏。经济性要求在维修方案时,要充分考虑成本效益,选择最为经济的维修方式,而不能单纯追求最低成本或最高的技术水平。长效性意味着维修后的管道应具有较长的使用寿命,避免频繁的重复修补,旨在提高管网的整体运行效率。环保性在现代社会中显得非常重要,维修过程中应尽量减少对环境的影响,特别是在化学材料的使用和废弃物的处理上,要符合相关环保标准。

(二) 常规维修技术

在传统的维修技术中,管道更换是一种应用率较高且有效的方法,特别适用于严重老化或损坏的管段。更换管道时,需要根据具体情况选择合适的管材,确保新管道与原有系统的兼容性。在施工工艺上,管道更换通常需要进行大范围的施工开挖,要求施工团队具备较高的技术水平,以保证管道的密封性和整体性[6]。同时,在维修过程中必须采取严格的安全措施,防止施工过程中出现安全意外。局部补强与封堵技术在处理轻度泄漏时经常用到,其中补强材料的选择至关重要,常用的材料包括钢板、复合材料和环氧树脂等,这些材料在管道表面形成一层保护层或直接填补泄漏部位。封堵方法则常用于小范围的管道破损,利用专业的封堵设备和材料将泄漏点密封住,从而阻止热水的进一步泄漏。这些技术

的优势在于施工简便、成本相对较低,适用于紧急抢修和短期使用的管段修复。

(三) 新型维修技术

近年来随着技术的快速发展,供热管网的维修方式不断创新,无损修复技术逐渐成为关注的焦点。管道内衬修复技术通过在受损管道内部铺设一层内衬材料,使管道恢复其结构完整性和密封性能,常见的内衬材料包括热塑性塑料和环氧树脂,这些材料具有良好的耐腐蚀性和耐高温性,能够在不影响管网正常运行的情况下完成修复。环氧树脂衬里修复法通过在管道内部涂覆一层环氧树脂,形成新的防腐层,这种方法特别适用于腐蚀严重但尚未发生结构性破坏的管道。热塑性塑料内衬修复法则通过加热使塑料内衬与原管道紧密结合,形成一个新的密封管道,适用于处理较大范围的管道损伤[7]。智能修复技术代表未来管道维修的发展方向,其中智能机器人修复技术在一些特殊环境下具有无可替代的优势。智能机器人可以携带修复材料或设备进入管道内部,在人类难以到达的地方完成修复工作,这种技术的应用大大减少地表的开挖,减轻对交通和市政设施带来的影响。

四、供热管网泄漏管理与预防措施

(一) 供热管网的日常维护与管理

供热管网的日常维护是保障其长期稳定运行的基础所在。定期巡检制度是有效防止管网泄漏的关键,通过定期检查管道的表面状态、运行参数以及周边环境,可以及时发现潜在的问题。在巡检过程中,技术人员应详细记录每次检查的数据,包括温度、压力、流量等关键指标[8]。这些数据不仅为日常管理提供有价值的依据,还可作为长期趋势分析的基础,帮助预测可能出现的故障点。管网运行参数的监控与调整也是日常维护的重要内容,通过实时监控管网的运行参数,如管道内压力、温度等,管理人员可以及时调整系统的运行状态,避免因参数异常引发的泄漏风险。

(二) 泄漏事故的应急处理

当供热管网发生泄漏事故时,快速响应和有效处理显得非常重要。应急预案的制定与演练是确保事故发生后能够快速反应的基础和保障,应详细规定各类泄漏事故的处理流程,包括关闭阀门、疏散人群、组织抢修等环节,通过应急演练可以提高各部门之间的协调能力,确保在实际事故中能够按照预案高效运作。应急处理技术与设备的准备也是应急响应的必要保障。常用的应急设备包括移动泵、封堵器材、应急照明等,这些设备应定期进行检查,确保在需要时能够正常使用[9]。事故处理后的恢复与再评估是应急处理的最后一步。在事故得到控制后,需对受损管道进行全面检查,评估其修复后的运行状况,确保不会出现二次泄漏。同时,总结应急处理中的经验与教训,对应急预案进行修订和完善,有效提升应对未来类似事故的能力。

(三) 供热管网的预防性维护策略

预防性维护策略是减少管网泄漏发生率的重要手段。预

防性维护的概念不仅强调对现有问题进行及时的处理,还注重做好防范工作,通过提前采取措施防止问题的发生或恶化。管材与设备的升级是预防性维护的核心内容之一,使用更耐用的材料和更先进的设备,可以显著提高管网的可靠性,减少泄漏的可能性。防腐与保温技术的应用也对延长管道寿命起着至关重要的作用,通过在管道表面涂覆防腐层或使用保温材料,可以有效防止外部环境对管道造成侵蚀[10]。此外,自动化监控与预警系统的构建则是预防性维护策略的智能化升级,通过在管网的关键节点安装传感器,实时监控管道的运行状态,并结合大数据分析技术,管理人员可以在问题初现时就发出预警信号,及时采取有效的措施,防止小问题演变成大故障。

本文围绕供热管网的泄漏问题进行探究,系统分析泄漏的成因、诊断技术和维修策略,并提出相应的管理与预防措施。通过对传统与现代化诊断技术的探讨,明确不同技术在实际应用中的优势与局限性,结合新型维修技术的研究,为供热管网的长效运行提供科学的依据。只有通过科学的诊断、合理的维修和系统化的管理,才能有效提升供热管网的安全性和稳定性,确保城市供热系统的高效运行。

[参考文献]

- [1]周守军,张国正,刘臣,等.基于CUSUM方法的集中供热管网泄漏故障诊断[J].山东建筑大学学报,2023,38(05):48-57.
- [2]杜永峰,段鹏飞,赵秉旭,等.基于CABC-BP模型的供热管网泄漏诊断研究[J].广西大学学报(自然科学版),2023,48(04):835-846.
- [3]张宇航,李铮伟.基于改进BP神经网络的空调水系统管网泄漏诊断方法[J].建筑节能(中英文),2022,50(02):9-14+59.
- [4]张蓓,谢昱姝,白光,等.基于AHP-熵权法组合赋权的供热管网风险评估方法研究[J].工业安全与环保,2023,49(12):12-17.
- [5]白舰,张立申,毛永清,等.基于提升供热系统韧性保障能力的城市生命线感知体系[J].创新世界周刊,2023,(03):42-46.
- [6]冯宏,茹毅,林小杰,等.供热管网蒸汽输配过程质能平衡研究及损耗组成分析[J].热力发电,2022,51(08):143-148.
- [7]廖康桥,张立申,王随林,等.热水供热管道泄漏声波特性与传播规律[J].暖通空调,2022,52(04):152-159.
- [8]冯舸,李璟旭,储晟.分布式光纤在线监测系统在供热管网中的应用分析[J].区域供热,2021,(05):87-93.
- [9]刘海涛,赵睿.基于“互联网+”的供热管网智能巡检体系建设与应用[J].区域供热,2021,(03):110-116+128.
- [10]陈杰,李以通,张成昱,等.我国集中供热管网维护修复技术发展现状分析[J].节能,2020,39(02):115-118.