

水利供水系统中的管网漏损检测与修复技术研究

黄华杰

龙州县水利供水有限公司 广西龙州 532400

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14733

[摘要] 在各地提出更加旺盛的水资源供应需求后, 现有的水利供水系统面临着崭新的挑战, 需要在水资源供应效率效果方面达到更高的要求, 以便通过确保水资源供应的形式, 有效支持各地的高质量转型发展过程。水利供水系统本身处在复杂的外部环境下, 在实际的运作过程中, 各部分管网有可能在内外因作用下出现漏损问题。管网漏损将会威胁系统的供水能效, 也会额外产生水资源浪费问题, 各地需要对此引起重视并增强监测修复力度。因而各地应更加切实地把握水利供水系统中的管网漏损现状, 以便从检测与修复两方面出发, 分析有利于管网漏损控制的技术手段。

[关键词] 水利供水; 供水管网; 漏损检测; 漏损修复

引言

在社会公众的生产生活活动中, 水资源是必不可少的核心物质资源之一, 需要水利供水系统确保其供应, 满足基本的用水需求, 同时赋能社会整体的可持续发展。而就各地的水利供水系统运作现状分析不难发现, 管网漏损仍然属于普遍存在的问题之一, 轻则影响系统的水资源供应效率, 重则严重浪费大量的水资源。在国家高度重视生态文明建设的当下, 各地均已对水利供水系统的管网漏损引起重视, 开始着手增强管网漏损的检测与修复, 及时发现并处理, 在确保本地水资源稳定供应之余, 响应国家节约资源能源的号召, 进一步提升当地发展质量, 赋能高质量转型发展。

一、水利供水系统中的管网漏损现状

为深入研究水利供水系统中的管网漏损检测修复技术, 应更加切实地复盘管网漏损现状, 明确漏损会带来较多的水资源浪费问题, 同时拉高供水系统实际运作成本, 还应明确现有检测修复技术水平偏低, 为后续研究指出明确的方向。

(一) 带来较多的水资源浪费问题

对于水利供水系统的正常运作而言, 供水漏损控制工作较为关键, 可以有效抑制水资源供应中可能出现的浪费问题^[1]。而就现状而言, 部分地区的管网漏损控制工作开展效果未能达到预期, 仍然存在管网漏损的问题。管网老化、施工质量、外力损伤和密封不严等, 均是诱发管网漏损的内外因素之一。管网漏损问题一旦发生, 就会出现程度不一的水资源浪费问题, 威胁日益旺盛的水资源供应需求满足, 同时增加区域整体的水资源管理压力, 不利于水资源的可持续利用。

(二) 拉高供水系统实际运作成本

除去造成较多水资源浪费之外, 管网漏损还会直接对水利供水系统运作过程产生较大的冲击, 拉高系统运作实际需要投入的成本, 难免对地方的高质量转型发展带来不利影响。在系统管网出现漏损后, 水资源将会经漏损处直接损失, 使得水资源处理输送设施被迫提升运作效率, 以满足社会公众生产生活的用水需求。由此, 处理输送设施的使用寿命将会受到影响, 需要地方投入更多资金用于维护, 间接增加水利供水系统正常运作所需的成本。尤其是在水资源匮乏地区, 管网漏损更是会破坏现有的水资源利用布局, 使得系统运作成本达到难以负担的程度。

(三) 现有检测修复技术水平偏低

有效的检测修复技术可提高水利供水管理的现代化、精细化水平, 推动水利供水管理工作由被动向主动、静态向动态发展^[2]。水利供水系统处在复杂的外部环境下, 管网容易在内外因的作用下出现漏损, 难以在根本上杜绝管网漏损的发生。由此, 漏损检测修复显得尤为关键, 可以及时发现水利供水系统内存在漏损风险的部位, 也可以采取更具针对性的手段完成修复, 协助开展管网漏损控制工作。而就现状而言, 部分地区现有的检测修复技术水平偏低, 难以充分发挥漏损检测修复的积极作用, 仍需在控制管网漏损的过程中面临较大的压力。

二、水利供水系统中的管网漏损检测技术

针对水利供水系统中的管网漏损, 常见的检测技术可以简单划分为硬件检测技术和软件检测技术两大类, 应更加深入地分别把握不同大类下的各种技术。

(一) 硬件检测技术

1. 红外光谱技术

在检测水利供水系统中的管网漏损时, 红外光谱技术、探地雷达技术以及管道内窥技术等均是常见的硬件检测技术。在具体的管网漏损检测实践中, 红外光谱技术的应用较为常见, 可以在一定程度上确保检测质量。该技术利用不同物质各有不同的红外线吸收能力, 针对管网各处管道是否存在漏损开展监测。在管网漏损部位, 水分渗漏将会致使该处的温度数值出现改变, 因而可以使用红外光谱仪沿管网线路开展检测, 感知并记录管道表面的红外辐射, 转化为直观的热像或热图, 通过设备显示的图像定位管道已出现漏损的部分。

2. 探地雷达技术

分析漏损控制的发展历史程及经验做法不难发现, 水利供水系统的管网漏损检测较为关键, 可以直接决定控制方案的合理性与有效性^[3]。在硬件检测技术方面, 探地雷达技术同样属于常用的管网漏损检测技术之一, 可以为漏损控制方案的制定提供依据。该技术的优势在于非破坏性, 使用探地雷达设备向水利工程系统的管网沿线发射电磁波并收集反射电磁波数值, 实现检测漏损的目标。在管道漏损处, 水分渗漏将会使得该处电磁波的反射数值明显异于周边管道, 同时可以借助专业计算机软件生成电磁波反射波形, 由此判断漏损的所在位置和大致范围, 实现有效的漏损检测。该技术无损且快捷, 可以在短时间内反复检测, 缺陷表现为不适用部分管网漏损检测场景, 如周边存在强电磁干扰, 再如地层电导率偏高。

3. 管道内窥技术

上述两种硬件检测技术属于水利供水系统管道外部检测技术, 还可从管道内部出发应用管道内窥技术, 完成管网漏损的硬件检测。一般而言, 该技术采用配备摄像头的遥控机器人开展检测, 在附带的照明下记录管道内部情况, 及时将图片视频记录回传至工技术人员的计算机专业软件内, 由技术人员直观浏览管网内部的管道情况, 定位已出现漏损或存在漏损风险的位置, 为后续精确定位修复提供依据。该技术适用于水利供水系统的管网漏损检测场景, 协助技术人员通过视觉直观确认管道内部的漏损。由此可知, 该技术的缺陷在于难以发现部分外力造成的外部漏损。同时现阶段仍需技术人员完整浏览回传的所有图片视频, 有可能为技术人员带来较大压力, 也有可能出现疏漏。

(二) 软件检测技术

1. 优化校核技术

水利供水管网日益完善, 而部分管道出于各种原因仍会出现出现漏损问题, 可以采用软件检测技术及时发现潜在漏损并处理^[4]。一般而言, 优化校核技术、瞬态理论技术以及数学建模技术均是有效的软件检测技术。优化校核技术属于软件层面的检测技术, 可以通过采集所得的管道监测数据开展分析与推演, 如管道内部的粗糙度数据, 再如不同管道节点的水量数据。在完成分析与推演后, 技术人员可以比照基于设计方案的数据, 确认指定段管道是否已出现漏损的问题。在长期的实践中, 技术人员还可利用流量数据模拟实际情况, 增强计算的有效性, 进而提升漏损检测的质量。

2. 瞬态理论技术

在水利供水系统实际的运作过程中, 管网漏损所在处将会出现明显的流量和压力改变, 原因在于漏损处管道内部的介质流动情况发生了改变, 使得流量和压力随之出现了不同于正常管道的变化。技术人员可以整合管道监测所得的压力信号开展数据分析, 检测是否存在异常的压力信号, 并由此定位漏损所在处。瞬态波分析理论基于频率响应函数发挥作用, 在塑料管道的检测场景下具备较强的漏损检测有效性优势。该技术主要分析监测所得压力信号值的时域或频域, 由此确定实际出现漏损的位置。该技术所需投入的成本较少, 同时具备较强的检测灵敏性, 尤其适用于小型水利供水系统的管网漏损检测场景, 精确化定位漏损所在。

3. 数学建模技术

水利供水管网漏损控制是饮水安全巩固提升的重要内容, 通过数学建模技术同样可以对管网漏损实现理论层面的检测, 指导漏损修复工作的顺利开展^[5]。顾名思义, 该技术通过建构完整的数学模型系统发挥其作用, 可以综合水利供水系统管网监测所得的各类数据, 填入数学模型, 通过比对正常管网的理论数据模型确认是否存在差别。通过有效的数学模型和算法, 技术人员可以完成管网漏损位置的定位。在实际应用该技术时, 技术人员还可同时运用灵敏性探测技术, 围绕指定的管网监测数据计算模拟数值和监测数值的差值, 在灵敏度数值的协助下进一步灵活提升管网漏损检测的有效性。

三、水利供水系统中的管网漏损修复技术

在实际地修复水利供水系统中的管网漏损时, 一般可以

在封堵剂修复技术、抽水修复技术以及无开挖修复技术等技术之中做出选择,更加科学地控制管网漏损的影响,确保水利供水系统稳定运作。

(一) 封堵剂修复技术

经有关研究可知,管网漏损是水利供水管理中存在的最大难题之一,可以采用较为常见的封堵剂修复技术及时干预和修复^[6]。顾名思义,该技术是指使用高效能封堵剂修复管网漏损问题的技术手段,封堵剂作为质量较好的阻塞材料,在注入漏损点后可以快速固化,与周边管道壁面形成紧密的结合,进而持续封堵漏损处,有效控制管道已发生的漏损,达到基本的修复目的。在管网漏损具体的修复实践中,环氧树脂和氨基酸类密封材料较为常见,同时可以采用多种聚合物类型的封堵剂,均可达到相对理想的韧性和抗漏损性表现。相较于传统的修复技术,该修复技术在修复流程简化方面表现尤为突出,同时可以即刻阻塞已发生的管网漏损。在实际应用该技术时,可以先使用新型的漏损检测技术定位漏损处所在,再在发现的漏损处直接注入封堵剂,精准完成修复。该技术适用范围较广,在修复效率和修复密封性两方面均表现优秀,仅对管道壁的稳定性提出了要求,在漏损点集中且渗漏较轻的情况下应用效果更优,也可暂时充当应急性的临时修复手段,为其他复杂修复手段的准备与应用争取时间。

(二) 抽水修复技术

除去封堵剂修复技术之外,抽水修复技术也是常用于水利供水系统管网漏损修复实践的技术手段之一,可以控制管道和水流对修复过程的影响,有效减少漏损处的水分渗流量,为正式的修复工作争取时间和空间。在实际的应用过程中,该技术可以在指定管道段的两侧设置阀门,或是使用专用设备抽出指定段内的水,实现管道内压力压强的有效降低。该技术可以应对修复作业中可能出现的各类干扰因素,也可联合其他修复技术共同完成作业,确保并提升修复作业的最终效果。在传统的修复技术下,部分漏损严重的管道难以达到理想的修复效果。而抽水修复技术可以有效应对这种特殊的修复场景,直接排除干扰,确认修复后的管道强度达到预期后,再恢复管道的正常输水状态,提升修复作业的效率及效果。

(三) 无开挖修复技术

结合水利供水管道漏损问题现状分析可知,无开挖修复技术有利于确保修复效果,确保管网安全运作^[7]。在水利供

水系统的管网漏损修复作业中,无开挖修复技术也已得到了较为广泛的应用。该技术主要是指在不大规模开挖的前提下开展修复的技术手段,常见的技术手段主要包含喷涂法或内衬法,即在管道内部涂覆修复材料,或是敷设增强材料,加固并封堵已发生漏损的管道部位。相较于普通的修复技术,应用该技术的施工过程不会对水利供水系统运作产生较大的影响,也不会影响周边环境,可以灵活完成管网漏损的修复作业,在大幅提升修复效率之余,降低修复作业所需投入的成本,确保最终的修复质量可以充分达到预期。

四、结语

综上所述,随着社会经济转向高质量发展,各地的水资源供应需求逐步增长,以至于水利供水系统发挥着越显关键的支撑作用,引起了各地的普遍关注。在水利供水系统实际的运作过程中,管网漏损作为常见问题之一,将会产生较为显著的不利影响。管网漏损既会降低水利供水系统的运作效率,也会在水资源供应过程中产生不必要的浪费问题,不利于满足逐年增长的水资源供应需求。因而各地应重视水利供水系统的运作与维护,采取有效的技术手段检测并修复管网漏损,一方面及时发现水利供水系统内的管网漏损问题,另一方面为已发生漏损的修复提供必要的技术支持。

[参考文献]

- [1] 李永涛. 智能控压技术在管网漏损控制管理中的应用[J]. 供水技术, 2023, 17 (02): 31-35.
- [2] 李斌, 孙毅, 吕育锋, 等. 基于数字孪生的农村供水智能决策协同支持平台构建[J]. 中国水利, 2023, (11): 28-31.
- [3] 苗世昌, 郭栋, 蒋帅帅. 漏损控制在给水排水工程施工中的关键作用[J]. 现代物业(中旬刊), 2024, 20 (02): 59-59.
- [4] 李涛. 农村供水工程管网漏损成因及应对措施[J]. 农业科技与信息, 2024, (06): 123-125.
- [5] 夏志博. 农村供水管网漏损控制对策研究[J]. 黑龙江水利科技, 2024, 50 (01): 88-91.
- [6] 张美丽, 李超. 浅谈农村供水管网漏损控制实现[J]. 科学与信息化, 2021, (31): 194-198.
- [7] 周政. 水利工程供水管道漏损分析及修复技术浅析[J]. 工程设计与施工, 2023, 2 (09): 11-13.