

水利水电工程管道漏水原因分析与节水技术创新研究

李倩

秦皇岛市节约用水服务中心, 中国·河北 秦皇岛 066000

摘要: 在水利电力领域, 管道渗漏现象构成了工程运行中的一个重大风险点。这种渗漏不仅会造成水资源的无谓损耗, 而且可能对工程的安全性及稳固性构成威胁, 从而加重经济及环境压力。论文深入剖析了导致水利电力工程管道渗漏的主要成因, 涵盖了材料与结构缺陷、施工与安装错误、外界环境及运营管理等多个维度, 并对渗漏对工程产生的负面影响及其防控策略进行了探讨。论文还探讨了节水技术的最新进展及其应用, 特别关注了漏水检测与监控技术、管道维修与更换技术、高效节水材料以及智能管网控制系统的运用。借助这些创新技术的广泛运用, 有望显著减少渗漏现象, 降低水资源浪费, 并提高水利电力工程的运行效能和可持续性。

关键词: 管道漏水; 节水技术; 水资源浪费; 工程安全

Analysis on the Causes of Pipeline Leakage and Research on Innovation of Water-saving Technology in Water Conservancy and Hydropower Projects

Qian Li

Qinhuangdao Water Saving Service Center, Qinhuangdao, Hebei, 066000, China

Abstract: In the field of water conservancy and electric power, pipeline leakage phenomenon constitutes a major risk point in project operation. Such leakage will not only cause unnecessary loss of water resources, but also may pose a threat to the safety and stability of the project, thereby increasing economic and environmental pressure. This paper deeply analyzes the main causes of pipeline leakage in water conservancy and electric power projects, including material and structural defects, construction and installation errors, external environment and operation management, and discusses the negative impact of leakage on the project and its prevention and control strategies. The paper also discusses the latest progress of water-saving technology and its application, with special attention to water leakage detection and monitoring technology, pipeline repair and replacement technology, efficient water-saving materials and the application of intelligent pipe network control system. The widespread use of these innovative technologies is expected to significantly reduce leakage, reduce water waste, and improve the operational efficiency and sustainability of hydraulic power projects.

Keywords: pipeline leakage; water-saving technology; water resources waste; engineering safety

0 前言

水利水电工程是重要的民生工程, 其正常运行有利于改善水环境, 促进城镇发展, 保障充足的水资源供应, 对生态环境保护和环境治理具有重要意义。水利工程的各种给排水管道是保证供水、排污的关键, 但其极易出现渗漏, 导致水资源大量损失, 同时泄漏出的污水还会腐蚀水工建筑物, 缩短水利工程使用年限, 严重时还会引起安全事故。要有效应对这一挑战, 需从多角度进行深入的剖析和研究。节水技术的研发和实施在减轻渗漏现象方面扮演着关键角色。通过提升检测手段、完善修复策略、优化管道材料和打造智能管网体系, 可以显著提升水利水电工程的节水效能, 保障工程的持久发展。

1 水利水电工程管道漏水原因分析

1.1 管道材料与结构问题

正确的材料选择对水利水电工程顺利运行具有重要意

义。不同的管道材质随着时间的推移都会在一定程度上发生变化, 对于钢管以及混凝土管道而言, 它们更容易存在一定的腐蚀情况, 因此稳定性受到了影响。通常情况而言, 它们都更容易腐蚀在外部和内部, 甚至腐蚀最严重的地方是接口以及焊接, 管道耐腐蚀性、强度与耐压强度直接决定了稳定性。如果管道材质选择不正确, 或者是生产工艺无法达标, 那么管道在持续水压以及流动冲击下就容易出现裂痕或者破裂的情况, 出现泄漏。管道的具体构造也可能导致应力集中, 通常情况下其管道衔接部位、拐角部分是最脆弱的部位, 如果设计不到位, 在遇到外在压力下容易发生变形, 也会导致泄漏的风险进一步增大。

1.2 施工与安装缺陷

要做好水利水电工程管道不漏水的防护, 必须做好工程实施期间的质量把关工作, 如果施工不规范或者质量未进行管控, 会出现水利水电工程管道连接、焊接或者组装错误的现象, 从而导致漏水情况的发生。例如, 如果管道接口未

严格按照规定进行焊接,就会出现空隙或者焊接瑕疵,这些都是潜在漏水处。如果管道的铺设并没有严格按照倾斜角度铺开,那么很有可能会导致水流不通畅,从而促使管道内压力不稳,导致管道快速破损。由于施工方法不合理,管道很有可能发生弯曲或者破裂,从而引起水流外溢。对于规模较大的水利水电工程来说,工程施工期间的地下管道铺设会受到地质以及地下水位置的影响,如果在含湿性大且水位变化无常的地质情况下进行管道工程施工,如果不加以防护,则会导致管道受到外部环境的挤压,导致管道被破坏,而破坏则会导致漏水情况的发生。因此,在实施工程施工期间做好质量把关的工作、对施工人员进行规范化培训以及严格按照施工标准进行操作,有利于避免管道漏水的情况发生。

1.3 外部环境因素

管道在水利水电工程中不仅面临压力水的作用,还要应对环境和使用状况,特别是恶劣的气候或自然灾害条件下管道漏水现象比较普遍。地势、土壤、温差等很多因素直接或间接造成管道体系不稳定性,如高寒地区的急剧温变造成管道材料热膨胀压缩,提高管道失效的可能性。而且土壤侵蚀的特性、地下水位的变化、周边地质的影响,如地震及地陷也会对管道产生影响。上述外在影响都会带来管道的磨损、腐蚀及裂痕,进而漏水。此外,对管道的使用管理也是防止漏水的关键所在,如果在使用过程中不加强维护保养和经常检测,管道内部隐患可能被忽视而未及时修补。长时间的水压波动、管体污染物的堵塞,也会引发管道腐蚀、老损,进一步导致漏水现象。因此,为了降低漏水出现的概率,要加强对外界环境和使用条件的掌握,建立合理对策并及时处理出现的问题。

2 管道漏水对水利水电工程的影响

2.1 水资源浪费

管道漏水是水利水电工程最主要的用水浪费现象之一,在管道发生渗水漏水时所损失的水量会直接影响项目的取水量,并且在发生漏水后也会出现一些难以恢复水源的现象。对于一些旱区地区以及无水源地来说,每一滴水都是非常宝贵的,但考虑漏点不会轻易被人发现和漏点时间较长,最终的结果就是大量水源的流失,进一步加剧了水资源不足的情况。在漏洞不断增多的同时,漏水量也会逐渐增加,不仅会减少项目水资源的供水能力,还可能破坏下游的用水安全。管道老化或者是损坏,特别是在长时间使用后,漏水量会不断增大,最后出现重大资源浪费的问题。除此之外,漏点的存在也有可能出现影响水循环的进展,同时会打破区域生态环境平衡,给周边环境造成负面结果。所以,需要借助有效的漏水检出技术以及修补技术进行漏水弥补,确保水流损失量最小化,最大化水资源使用的有效价值。

2.2 工程安全与稳定性

管道漏水不仅白白浪费了宝贵的水源,也会给水利水

电工程建设造成严重的安全隐患。若不能及时发现漏洞、及时进行修补,时间长了,流出水量越来越多,有可能造成管路出现严重破损,甚至坍塌、垮落,破坏建筑物的稳定性。同时,长时间的漏水也会使周围土壤过于潮湿或被冲刷,管道的基础失去稳定性能,从而引发塌陷、滑坡等现象,破坏整个水利建设计划的结构安全。此外,漏水还会造成流水的速度或压力不稳,从而影响水力的稳态运行。在水利水电发电站,管道负责水力的输运任务,一旦发生故障,极有可能影响该系统的正常使用,甚至严重的情况下引起整个系统中止运转、造成不必要损失。因此,保护管道完整、定期检查是保障整个水利水电工程安全稳定运行的基础。

2.3 经济与环境成本

水利水电工程建设中因管道漏水所造成的经济损失与环境污染的成本不菲。主要是因为水资源的无谓浪费而引发了供需紧缩的状况,从而有可能触发新的水资源开发成本。随着漏水程度的递增,水利水电工程建设中补库、水质净化等方面需要的资金投入递增,从而加大了运行费用。另外,维修损毁管道、更换管道都需要耗费人力和物力,特别是在应用新技术进行维修的过程中,更是需要付出高昂的施工费用。长期的漏水还会加剧建筑物的老化、损坏,从而引发后续维修、改造的高花费。从环境保护的角度来看,除了浪费非常稀缺的水资源之外,还会破坏周围环境稳定。土壤流失等情况都有可能是由于漏水而造成,都会给周边地区造成更多的伤害。这种水资源的浪费与环境污染会影响到社会的持续发展,也会影响到整个地区的水环境、生态环境。因此要求水利部门加强投入,借助有效节约用水的方法与措施降低经济负担与环保成本,确保水利工程建设的有效开展。

3 水利水电工程节水技术的创新与应用

3.1 漏水检测与监控技术

在水利水电工程中,管道漏水检测与监控技术的影响非常大。它主要用来及时发现管道漏水现象,防止因渗漏而造成的用水浪费。随着科技发展,管道漏水检测的技术也一直更新着。传统在地面徒步检查或用目视检查已经无法满足大型的水利项目检测需求了。新型的技术使用多种手段检测管道,如声波、压力传感、温度传感等,然后结合数据传输技术,对管道状态实时跟踪。采用声学检测技术,通过识别管道内不同声音找出漏水点。使用压力传感技术,可以对管道中的水流压力进行监测,一旦发现有异常变化都能及时捕捉、定位。再通过物联网(IoT)技术的应用,传感器网络可以即时获取各种参数,并将数据传输到中央控制系统,由值班人员根据这些数据作出管道的状态评估,预先估计会发生的渗漏。运用大数据、人工智能,让漏水预测系统发挥更大作用,用过去的数据建构模型,做好早期渗漏预测。这样一来,漏水检测就不会仅仅起到补救的问题作用,而是更加积极地监控和预防,大大提升管理效率和节水效果。

3.2 管道修复与替换技术

管道的修补与替换技术是影响水利水电工程有效和持久运用水源的重要因素。由于管道老化磨损的累积作用,管道日常维修会采用开挖更换的修理手段,耗费时间久、费用高且会产生较大的环境问题。近年来非开挖的修补技术已经有较大突破,被作为水利水电项目主要处理水道渗漏的主要处理方式。主要包括管道内衬修复和加强修复技术等,在不对地面和原有设备等造成破坏的前提下快速修复出现破损的水管。例如,包裹管内侧高级环氧树脂或聚乙烯材质包裹管道,打造防渗防护膜,阻绝水源流失。对于已有严重老化和损坏的水管,部分更换的处理方法逐步取代原有方式。利用导向的钻探技术将新管道钻入原管道中,避免了原有方法造成的生态环境问题。智能管道修复技术越来越广泛应用,3D 打印技术精准地修复管道缺陷部位,智能机器人在管道内自我检查和修复显著提升了管道修复的效果和速度。新型材料的出现,如高效复合管、防腐涂层等,可选择的修复管道越来越多,管道修复更具有经济性、效率性。

3.3 高效节水管道的应用

高效节水管道的材料选择是影响减少管道渗漏与提高水资源利用率的重要因素。常规的混凝土或金属材质的管道存在容易腐蚀、磨损等问题,常发生渗漏现象。随着新材料的不断发展,新型节水管道逐渐取代了传统管道的样式。高密度聚乙烯(HDPE)管道以其不易受到腐蚀和耐压性高等特点被广泛应用于水利水电工程中,能耐化学腐化,使用寿命长久,使得管道渗漏的概率变得最低。玻璃纤维增强塑料(GRP)管道因其坚固、防腐、耐磨等特性在极端条件下正常工作,具有较高适用性。复合管道将多种优点组合在一起,具备耐高温、耐腐蚀、重量轻、易搬运、易安装等优点。为了得到更加高效的节水效果,管道表面的光滑程度有所提高,减少了水流的摩擦力,管道内的水流摩擦力减小使得水流量更高。随着新技术新材料的不断发展,以后的水利水电工程中将会有更多新型材料应用于管道制造领域。运用这些高效节水材料,不仅可以大大降低渗漏现象,还有利于延长管道使用寿命、减少维护成本、保障工程的耐久性。

3.4 智能管网与自动化控制系统

通过对水管道进行智慧信息化的网络连接和自动控制,我们可以在很大程度上提升水利水电工程管道的维护水平。利用物联网技术,将各类传感器和监控仪表连接在数据监测

中心,实现实时动态监测。传感器监测水管道中的水压力、流量、温湿度等数据的实时监测,系统自动监测分析水管道运行状态,辨认有无漏水或其他异常情况。而自动控制则通过集中联动式的智能算法对水的流量及压力等实时信息做出最优决策,节省不必要的水资源浪费。通过中央控制站远程控制管理,并实施优化运行,减少人为运行的误差。同时,通过该系统还可自动进行故障诊断与警告,管道漏水或其他损坏自动报警,及时修复水管道。另外,通过大数据分析功能还可以记录水管道运行历史信息并提出未来的发展趋向,及早发现问题并进行预防性维修养护。智能化和自动化的结合,使得管网的运行更加高效、节能,并能够最大程度地减少漏水现象,确保水资源的长期稳定供应。

4 结语

水利水电工程管道渗漏问题影响了水利工程节约水资源效能以及稳定运行。在渗漏检测修补等技术不断发展过程中,新的管道材料以及信息化的控制平台为工程实现节约用水发挥了重要作用。未来,随着节水技术不断更新,水利水电工程可以更加高效、持续地发挥管理水资源功能,减少对水资源的使用以及增强环境保护能力。同时,在节约水资源技术不断改进中,有利于保障工程可以持续运行,从而满足不断扩大的取水需求,也可以有助于节水功能发挥,实现取水功能的科学调配与最优使用。全面提升水利水电工程建设的节水管理水平,是实现持续绿色发展的重要步骤。

参考文献:

- [1] 宁伟东,曹辉.关于农田水利工程节水灌溉技术的探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(2015-11):195.
- [2] 王陇祥.农田水利灌溉管理和节水技术应用分析[J].黑龙江粮食,2024(6):47-49.
- [3] 皇甫永锋.农田水利工程中节水灌溉技术的运用研究分析[J].电脑爱好者(普及版),2023(6):64-66.
- [4] 张宏.农业水利工程中灌溉模式与节水技术应用探究[J].科技创新与生产力,2024,45(3):61-63.
- [5] 张宏庆.农田水利工程中高效节水灌溉技术要点分析及优化建议[J].科技创新与生产力,2024,45(3):22-24.

作者简介:李倩(1984-),女,中国辽宁绥中人,本科,工程师,从事水利水电工程研究。