

长距离输水管道有压输水的安全性评估与风险控制策略

金宜亮 游磊

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5918

[摘要] 本文探讨了长距离输水管道有压输水的安全性评估与风险控制策略。通过构建安全性评估指标体系,全面识别安全隐患。提出了以预防为主、综合施策、经济合理、动态调整为原则的风险控制策略,针对管道材料老化、地质灾害、人为破坏及水压异常等风险提出具体防控措施。同时,讨论了节能技术在提高输水效率和安全性中的应用。本研究为长距离输水管道的安全管理和风险控制提供了参考。

[关键词] 长距离输水管道; 有压输水; 安全性评估; 风险控制策略; 节能技术

中图分类号: TV672+.2 文献标识码: A

Safety assessment and risk control strategy for pressure water transmission in long-distance water pipelines

Yiliang Jin Lei You

XPCC Surveying & Designing Institute Group Co., Ltd.

[Abstract] This article explores the safety assessment and risk control strategies for pressure water transmission in long-distance water pipelines. By constructing a security evaluation index system, comprehensively identify security risks. A risk control strategy based on prevention, comprehensive measures, economic rationality, and dynamic adjustment has been proposed, with specific prevention and control measures for risks such as pipeline material aging, geological disasters, human damage, and abnormal water pressure. At the same time, the application of energy-saving technologies in improving water delivery efficiency and safety was discussed. This study provides a reference for the safety management and risk control of long-distance water transmission pipelines.

[Key words] long-distance water pipeline; Pressurized water delivery; Security assessment; Risk control strategy; Energy saving technology

引言

随着水资源的日益紧张和城市化进程的加快,长距离输水管道作为解决水资源分布不均、满足远距离供水需求的重要手段,其安全性和可靠性愈发受到关注。有压输水作为长距离输水的主要方式,其运行过程中面临着诸多挑战,包括管道材料的耐久性、水力条件的复杂性、地质环境的不确定性以及人为因素的干扰等,这些因素都可能对输水的安全性构成威胁。

安全性评估作为确保长距离输水管道稳定运行的关键环节,旨在通过科学合理的评估方法和指标体系,全面识别潜在的安全隐患,为制定有效的风险控制策略提供依据。同时,随着节能减排理念的深入人心,如何在保障输水安全的前提下,提高输水效率,降低能耗,也成为当前研究的热点。

1 长距离输水管道有压输水系统概述

1.1 长距离输水管道的基本概念

长距离输水管道,顾名思义,是指用于将水资源从水源地远

距离输送至需求地的管道系统。这类管道通常跨越地域广阔,面临复杂多变的地质、气候条件,因此其设计、施工及运行管理均具有较高的技术要求和挑战性。长距离输水管道不仅关乎国计民生,更是水资源合理配置、解决地区性缺水问题的重要途径。它们如同一条条生命线,将珍贵的水资源输送到干旱或人口密集地区,满足人们的日常生活、工业生产及农业灌溉等多方面需求。

1.2 有压输水系统的工作原理与特点

有压输水系统作为长距离输水管道的核心组成部分,其工作原理基于流体动力学原理,通过管道内的压力差驱动水流沿管道定向流动。系统通常包括水源地取水设施、泵站加压系统、输水管道、阀门控制装置及终端用水设施等。有压输水系统的主要特点包括:输水效率高,能够克服地形高差,实现水资源的远距离输送;管道密闭性好,减少了水资源的蒸发和污染风险;通过泵站加压,可灵活调节输水量和输水速度,满足不同用水需

求。然而,有压输水系统也面临着管道承压能力强、防渗漏要求高、维护管理复杂等挑战。

1.3长距离输水管道的应用现状与发展趋势

当前,长距离输水管道已广泛应用于国内外众多大型水利工程中,如中国的南水北调工程、美国的中央河谷工程等。这些工程不仅解决了大量人口的饮水问题,还促进了区域经济的均衡发展。随着科技的进步和环保意识的增强,长距离输水管道的应用呈现出以下发展趋势:一是管道材料更加环保、耐用,如采用高强度、耐腐蚀的新型材料;二是智能化、自动化水平不断提高,通过远程监控、智能检测等技术手段实现管道的精准管理和高效运行;三是节能降耗成为重要考量,通过优化泵站布局、采用节能泵型等措施降低输水过程中的能耗;四是更加注重生态保护和恢复,在管道建设和运行过程中采取一系列措施减少对周边环境的影响。

2 长距离输水管道有压输水的安全性评估

2.1安全性评估的重要性与原则

长距离输水管道有压输水的安全性评估是确保水资源安全、高效输送的关键环节。其重要性在于,通过全面、系统的评估,能够及时发现并识别潜在的安全隐患,为管道的运行管理提供科学依据,从而有效预防事故的发生,保障人民生命财产安全和水资源的可持续利用。安全性评估应遵循科学性、全面性、系统性、动态性和可操作性的原则,确保评估结果的准确性和实用性。科学性要求评估方法科学合理,数据准确可靠;全面性要求评估范围覆盖管道设计、施工、运行管理等各个环节;系统性要求评估指标之间相互关联,形成完整的评估体系;动态性要求评估工作应随管道运行状况的变化而及时调整;可操作性则要求评估方法和指标应具有实际应用价值,便于操作和实施。

2.2安全性评估指标体系构建

构建长距离输水管道有压输水的安全性评估指标体系,是安全性评估工作的核心。该指标体系应涵盖管道材料性能、水力条件与压力控制、地质环境与自然灾害影响、人为因素与第三方破坏风险等多个方面。具体指标可包括管道材质、壁厚、耐腐蚀性等材料性能指标;流速、压力、水锤等水力条件指标;地震、滑坡、泥石流等地质环境指标;以及管道沿线的人类活动情况、历史破坏记录等人为因素指标。这些指标应相互补充,共同构成全面反映管道安全状况的评估体系。

2.3安全性评估方法与模型

长距离输水管道有压输水的安全性评估方法和模型多种多样,应根据评估目的和实际情况选择适用的方法。常用的评估方法包括故障树分析法(FTA)、层次分析法(AHP)、模糊综合评价法等。故障树分析法通过构建故障树,分析导致管道失效的各种可能原因,确定关键故障点;层次分析法将评估指标按层次分解,通过专家打分等方式确定各指标的权重,进行综合评价;模糊综合评价法则利用模糊数学理论,处理评估过程中的不确定性和模糊性,得出更为客观的评价结果。在实际应用中,可结合多种方法,建立综合评估模型,以提高评估的准确性和可靠性。

3 长距离输水管道有压输水的风险控制策略

3.1风险识别与分类

长距离输水管道有压输水的风险控制首先依赖于对风险的全面识别与准确分类。风险识别是一个系统性的过程,需要综合考虑管道设计、施工、运行管理以及外部环境等多个方面。通过现场勘查、历史数据分析、专家咨询等手段,可以识别出潜在的风险源,如管道材料老化、地质灾害、人为破坏、水压异常等。风险分类则是根据风险的性质、发生概率及可能造成的后果,将风险划分为不同等级,如高风险、中风险和低风险等,以便后续采取针对性的控制措施。

3.2风险控制策略制定原则

在制定长距离输水管道有压输水的风险控制策略时,我们应坚持四大核心原则。首先,预防为主是基石,强调通过加强日常巡查、实施定期检测、严格执行维护保养等前瞻性措施,将风险扼杀在萌芽状态,或至少显著降低其发生概率及影响程度。其次,综合施策是关键,要求针对风险的具体表现与特性,灵活运用工程加固、管理优化、技术创新等多重手段,形成全方位、多层次的风险控制体系。第三,经济合理性不可忽视,确保在有效控制风险的同时,精细考量成本效益,避免不必要的过度投资,实现风险控制与经济效益的双重平衡。最后,动态调整是保障,鉴于风险环境的动态变化,策略必须随之灵活调整,确保风险控制措施始终贴合实际,保持最佳控制效果,为长距离输水管道的安全稳定运行提供坚实支撑。

3.3具体风险控制策略

在管道运输系统的安全管理中,针对不同类型的风险采取有效的防控措施是至关重要的。对于管道材料老化风险,首要任务是加强材料选型与质量控制,优选耐腐蚀、耐磨损、高强度的材料,从根本上提升管道的耐久性。同时,实施定期的检测与评估机制,利用先进检测技术及时发现并更换老化严重的管段,避免潜在泄漏风险。此外,加强管道的防腐处理,如涂层保护、阴极保护等,能有效延长管道使用寿命,减少因材料老化导致的安全事故。

面对地质灾害风险,管道设计初期就应充分考虑地质条件,科学规划线路,避开地质灾害易发区。对于不得不穿越此类区域的管道,需采取加固措施,如增设防滑墩、修建护坡等,增强管道抵御自然灾害的能力。同时,建立一套完善的地质灾害监测预警系统,通过实时监测和数据分析,及时发现地质灾害迹象并迅速响应,确保管道安全。

人为破坏风险不容忽视,需通过加强管道沿线的安全宣传与教育,提升公众对管道保护重要性的认识。设置醒目的警示标志和高效的监控设施,形成有效的威慑力,及时发现并制止人为破坏行为。

针对水压异常风险,必须建立健全的水压监测系统,实时监测管道内水压变化,确保数据准确可靠。根据监测结果,合理调整泵站运行参数,保持水压稳定在安全范围内。同时,安装减压阀、泄压阀等安全装置,作为水压过高的最后一道防线,防止管

道因压力过大而破裂。在运行管理方面,需构建完善的运行管理制度和操作规程,确保管道运行的安全性和有序性。加强运行人员的专业培训与管理,提升其安全意识和操作技能,确保各项规章制度得到有效执行。

4 节能技术在长距离输水管道有压输水中的应用

4.1 节能技术在输水管道中的重要性

在长距离输水管道有压输水系统中,节能技术的应用具有举足轻重的地位。首先,从经济效益的角度来看,节能技术能够显著降低输水过程中的能耗,减少电费支出,从而降低整个输水系统的运行成本。在能源价格不断上涨的背景下,这一点的意义尤为突出。其次,节能技术对于环境保护也具有重要意义。通过减少能源消耗,可以间接减少温室气体排放,有助于缓解全球气候变暖等环境问题。

在长距离输水管道中,节能技术的运用主要体现在泵站节能、管道设计优化以及智能化管理等方面。泵站节能是其中的关键环节,通过采用高效节能的泵型、优化泵站布局、实施变频调速等技术,可以显著提高泵站的运行效率,降低能耗。管道设计优化则包括选择合适的管径、管材,以及采用减阻技术等,以减少水流在管道中的阻力,提高输水效率。智能化管理则是通过集成现代信息技术,如物联网、大数据、人工智能等,对输水系统进行实时监控和优化调度,实现能源的高效利用。

4.2 节能技术对输水安全性的影响分析

节能技术的应用不仅关乎经济效益和环境保护,更与输水系统的安全性息息相关。一方面,节能技术通过优化泵站运行和管道设计,可以降低管道内的水压波动和水锤现象的发生概率,从而减少管道破裂、泄漏等安全事故的风险。例如,通过实施变频调速技术,可以平稳调节泵站输出流量,避免水压急剧变化对管道造成的冲击。另一方面,节能技术中的智能化管理系统能够实时监测管道的运行状态,及时发现并预警潜在的安全隐患,为应急响应和事故处理赢得宝贵时间。此外,节能技术的应用还有助于提升输水系统的整体稳定性。通过优化能源利用和减少能耗,可以降低系统对外部能源供应的依赖,增强系统在能源短缺

或紧急情况下的自适应能力。这对于保障输水系统的持续稳定运行,确保水资源的安全供应具有重要意义。

5 结论

长距离输水管道有压输水的安全性评估与风险控制是保障水资源安全、高效输送的关键。通过科学合理的安全性评估方法和指标体系,能够全面识别潜在的安全隐患,为制定有效的风险控制策略提供重要依据。在风险控制策略方面,应坚持预防为主、综合施策、经济合理和动态调整的原则,针对不同类型的风险采取针对性的防控措施。此外,节能技术的应用不仅关乎经济效益和环境保护,更与输水系统的安全性息息相关,应通过优化泵站运行、管道设计及智能化管理等技术手段,实现能源的高效利用,降低系统能耗,同时提升输水系统的整体稳定性和安全性。综上所述,长距离输水管道有压输水的安全性评估与风险控制策略的制定与实施,对于保障国家水资源安全、促进经济社会可持续发展具有重要意义。

[参考文献]

- [1]李方超.有压长距离输水钢管焊接施工风险管控措施[J].山东水利,2024,(01):55-57.
- [2]韩李明.南水北调配套工程有压输水管道水锤计算及防护措施[J].科技与创新,2017,(19):13-15.
- [3]张学林.长距离有压输水管道水力过渡过程研究[D].华北水利水电大学,2016.
- [4]李砚青.长距离大口径埋地有压输水管道管材比选[J].山西水利,2014,30(11):28-29.
- [5]孙巍,张文胜.长距离重力流输水管道关阀水锤防护措施分析[J].给水排水,2014,50(07):102-104.
- [6]杜昭.长距离输水管道中水锤防护措施的效能对比研究[D].长安大学,2013.

作者简介:

金宜亮(1980--),男,汉族,安徽桐城人,本科,副高级,研究方向:节水灌溉设计、长距离输水管道设计、农业灌溉管网设计、灌区水利工程规划。