

浅谈给水管道系统漏损控制技术

孙 谦

山东省枣庄市峰城区城市供排水管理中心 山东 枣庄 277300

摘 要：随着城市化进程的加速，供水成为人们日常生活中不可或缺的重要组成部分。城市供水管网是城市供水系统的重要部分，其稳定运行对保障城市居民的日常用水需要至关重要。然而，供水管网漏损问题日益突出，不仅浪费了大量的水资源，还造成了经济、环境和社会的损失。因此，研究有效的给水管道系统漏损控制技术具有重要意义。本文将从漏损原因、检测技术、控制措施及未来发展等方面展开论述。

关键词：给水管道；漏损原因；检测技术；控制措施

引言

城市供水管网漏损是指供水管网中的水在输送过程中由于管网自身损耗、管道老化、地下水位变化以及施工质量不良等各种原因造成的水量损失。据估算，全球每年因漏损损失的水量高达3.3万亿加仑，其中大部分集中在城市供水管网中。漏损问题不仅影响城市供水的可靠性和质量，还可能导致水压不足、水质下降等一系列环境和卫生问题。因此，研究有效的给水管道系统漏损控制技术，对于提高水资源利用效率、保障供水安全具有重要意义。

1 给水管道系统漏损原因分析

1.1 管网老化与腐蚀

随着使用年限的增长，管道材料逐渐老化是一个不可忽视的问题。管道材料在长期的使用过程中，会受到各种环境因素的影响，如温度、湿度、土壤腐蚀等，导致材料性能下降，接口出现松动，容易出现破损、裂缝等问题^[1]。特别是金属管道，如果内壁防腐处理不当，会加速管道的腐蚀过程，使管壁减薄、强度降低，从而增加了漏损的风险。此外，一些老旧管道由于设计标准较低，材质较差，也更容易发生漏损。

1.2 施工质量问题

施工质量是影响管道漏损的重要因素之一。在管道施工过程中，如果焊接不严密、接口处理不当等，就会留下质量隐患，成为漏损的源头。例如，焊接接头处如果存在未焊透、夹渣、气孔等缺陷，就会降低接头的强度，导致漏损。此外，管道敷设在道路下方时，需要承受一定的静荷载和动荷载。如果施工过程中没有充分考虑荷载的影响，或者管道支撑设计不合理，就会导致管道受力不均匀，容易发生破裂。

1.3 外部因素影响

除了管网老化和施工质量问题外，外部因素也是导

致管道漏损的重要原因。一方面，非法取水、偷盗水等行为不仅直接造成水资源损失，还可能破坏管网设施，如撬开井盖、破坏水表等，从而加剧漏损。另一方面，管网运行压力超出管材设计工作压力时，管道受力过大，容易发生变形甚至破裂。此外，地震、地质变动等自然灾害也可能对管道造成破坏，导致漏损。同时，管道周围的土壤环境也会对管道产生影响，如土壤沉降、滑坡等都可能造成管道位移或破裂。

2 给水管道系统漏损检测技术

2.1 被动漏损检测技术

被动漏损检测技术，作为给水管道系统漏损检测的传统手段，主要依赖于传感器和人工分析。其中，听漏棒和听漏仪是这类技术的典型代表。听漏棒，一种简单而实用的工具，通过将其一端接触地面或管道，检测人员可以依靠另一端传递的声音来判断管道是否存在漏损。这种方法虽然原始，但在某些情况下，特别是漏损声音较大、管道埋深较浅时，仍能有效定位漏损点。听漏仪则是对听漏棒的进一步升级。它通常配备有电子放大系统和耳机，能够更清晰地捕捉到漏损产生的微弱声音。听漏仪的使用提高了检测的灵敏度和准确性，使得检测人员能够在更广泛的范围内捕捉到漏损信号。然而，被动漏损检测技术也存在明显的局限性。首先，这类技术通常在漏损发生之后进行，无法实时监测和预警。这意味着，在漏损发生到被检测到的这段时间内，大量的水资源可能已经流失，造成了不可挽回的经济损失。其次，被动检测依赖于人工操作和听觉判断。检测人员的经验和技能水平对检测结果的准确性有着至关重要的影响。如果检测人员缺乏经验或技能不足，可能会导致漏检或误判。此外，被动检测技术的准确性还受到环境噪音、管道埋深、管径大小等多种因素的制约。在复杂的地质条件或高噪音环境下，被动检测技术的准确

性可能会大打折扣。

2.2 主动漏损检测技术

主动漏损检测技术,相较于被动技术,更侧重于通过先进的数据采集、模型算法来实现对管网漏损的实时监测与高效预测。其中,DMA分区计量与人工神经网络(ANN)是主动检测技术的两大亮点。DMA分区计量,即独立计量区域技术,其核心在于通过截断管网或关闭特定阀门,将整个供水管网科学合理地划分为若干个独立且可计量的区域。这样,当某个区域出现异常水量变化时,便能迅速锁定该区域,有效缩小了漏点的搜索范围。同时,DMA技术还能结合历史数据和实时监测数据,对管网状态进行综合分析,从而更准确地判断漏损情况。另一方面,人工神经网络(ANN)技术则是一种模拟人脑思维方式的先进技术。它能够通过学习和训练,对模型中所缺乏的基础数据进行分析和补充,进而确定漏点的位置。ANN技术的优势在于其强大的数据处理能力和模式识别能力,这使得它在处理复杂、非线性管网漏损问题时表现出色。通过不断优化和训练神经网络模型,可以提高漏损检测的准确性和效率。主动漏损检测技术的优势在于其时效性和精确性。通过实时监测和数据分析,能够在漏损发生的初期就迅速发现并定位漏点,从而大大减少水资源的浪费和经济损失。同时,主动技术还能对管网维护和管理提供科学依据,帮助制定更有效的维护计划和策略。

3 给水管道系统漏损控制措施

3.1 加强管网信息化建设

加强管网信息化建设是给水管道系统漏损控制的关键措施之一。通过引入现代化的监控设备和分析软件,可以实现对水管的实时检测和分析,从而显著提高漏损检测的准确性和效率,同时节约大量的人力成本。在信息化建设中,监控设备的部署至关重要。这些设备包括高精度传感器、智能水表等,它们能够实时监测管道的水流状态、压力变化以及水质情况。这些数据通过无线网络传输到中央控制中心,为后续的分析 and 决策提供了坚实的基础。分析软件在管网信息化建设中扮演着核心角色。它们能够对接收到的数据进行深度挖掘和智能分析,快速识别出潜在的漏损点和异常区域^[2]。通过算法模型的不断优化,分析软件的准确性和可靠性得到了显著提升,为漏损控制提供了有力支持。值得一提的是,无人机技术在管网信息化建设中的应用日益广泛。无人机搭载高清摄像头和红外热像仪等设备,可以快速、准确地巡检管道沿线,发现地面上的漏损迹象和异常情况。这种非接触式的检测方式不仅提高了安全性,还大大降

低了人力成本和时间成本。除了监控设备和分析软件外,信息化建设还包括建立完善的数据库管理系统。通过将历史数据和实时监测数据进行整合和分析,可以形成全面的管网运行档案,为后续的维护和管理提供科学依据。同时,数据库管理系统还能实现数据的共享和协同工作,提高整个漏损控制流程的效率和准确性。

3.2 定期检测、维修与更新管网

定期检测、维修与更新管网是保障给水管道系统长久安全运行的重要措施。通过一系列有计划的检查和维修工作,可以及时发现并解决管道存在的问题,防止漏损等事故的发生。定期巡视是管网维护的基础。巡视人员应按照既定的路线和时间表,对管道及其附属设施进行全面检查。这包括观察管道外观是否完好,检查阀门、消火栓等部件是否正常运行,以及留意周围是否有可能影响管道安全的因素。一旦发现损坏、堵塞等问题,应立即记录并上报,以便及时采取维修措施。对于老旧管道,定期维护和更新至关重要。随着时间的推移,管道会因材质老化、腐蚀等因素而逐渐失去原有的强度和密封性。因此,应根据管道的使用年限和实际情况,制定合理的维护和更新计划。在更新过程中,应优先采用现代化、高性能的材料,如耐腐蚀、高强度的管材,以提高管网的安全性和可靠性。除了定期检测和更新外,还应加强对管网运行数据的监测和分析。通过收集和分析管道的水压、流量等数据,可以及时发现异常情况,为维修和更新工作提供科学依据。同时,还应建立完善的管网维护档案,记录每次检测、维修和更新的情况,以便追踪管道的历史状态,为未来的维护工作提供参考。

3.3 优化管材与接口设计

优化管材与接口设计是减少给水管道系统漏损的关键环节。通过选用优质管材和采用柔性接口,可以显著提高管道的安全性和可靠性,降低漏损风险。在管材选择方面,应优先考虑强度高、延展性好、耐腐蚀的管材。球墨铸铁管、PVC、PE等新型管材具有重量轻、耐腐蚀效果好等优势,是现代给水管道系统的理想选择。这些管材不仅能够承受较大的压力和冲击,还能有效抵抗腐蚀和老化,从而延长管道的使用寿命,减少因管材质量不佳导致的漏损。除了选用优质管材外,接口的设计也是至关重要的。传统的刚度接口容易受温度影响而产生变化,或因地形沉降导致接口缝隙,从而引发漏损。因此,应尽量选择柔性接口,如软性橡胶圈接口。这种接口具有良好的密封性和耐久性,能够有效防止因温度变化或地形沉降而导致的漏损^[3]。同时,柔性接口

还能吸收管道运行中的振动和噪音,提高管道的整体性能。在优化管材与接口设计的过程中,还应充分考虑管道的运行环境和使用条件。例如,在地震多发地区,应选择具有较高抗震性能的管材和接口;在腐蚀性较强的环境中,应选择耐腐蚀性能更好的管材。此外,还应加强对管材和接口的质量检测 and 评估,确保其符合相关标准和规范的要求。

3.4 合理设置供水管网压力

合理设置供水管网压力是控制给水管道系统漏损的有效手段。过高的供水压力不仅会增加水管漏损的风险,还会加速管道的老化和破损。因此,适当降低管网供水压力对于保障供水安全、减少水资源浪费具有重要意义。适当降低管网供水压力可以降低水管漏损的风险。高压水流会对管道壁产生较大的冲击力,长时间作用下容易导致管道疲劳破损。通过合理调整供水压力,可以减小管道内水流速度,降低对管道壁的冲击,从而延长管道的使用寿命,减少漏损事故的发生。为了合理设置供水管网压力,可以采取多种措施。首先,应对管网进行全面的水力分析,了解各区域的用水需求和压力分布情况。在此基础上,结合管道的材质、使用年限等因素,制定合理的供水压力标准^[4]。其次,可以采用压力调节阀、减压阀等设备对供水压力进行实时调节和控制,确保管网压力稳定在合理范围内。此外,还可以采用“夜间供水”等沿街供水形式来缓解管网压力。在夜间用水量较少的时间段,通过减少供水量来降低管网压力,既可以满足用户的用水需求,又能有效减少漏损。这种供水方式需要根据实际情况进行灵活调整,以确保供水的稳定性和可靠性。

4 未来发展

4.1 技术创新引领行业变革

在未来,随着科技的飞速发展,智能化、自动化技术在供水管网漏损控制领域的应用将愈发广泛且深入。大数据分析、云计算、物联网等前沿技术将深度融合,为管网漏损控制带来革命性的变革。通过大数据分析,

可以实现对海量监测数据的快速处理与深度挖掘,准确识别漏损风险点,及时预警并定位漏损位置,从而大幅提高漏损控制的精准度和响应速度。物联网技术的应用,则使得管网中的各类传感器、智能设备等能够互联互通,形成一个庞大的数据网络,实现对管网的全面、实时监控,为漏损控制提供更为全面、准确的信息支持。

4.2 政策推动助力行业发展

在未来,政府将继续加大对供水管网漏损控制工作的支持力度。通过出台相关政策和法规,明确要求供水公司加强漏损控制工作,推动行业持续健康发展。例如,住建部与发改委已联合印发的《关于加强公共供水管网漏损控制通知》,为未来的漏损控制工作指明了方向。该通知明确了到2025年全国城市公共供水管网漏损率力争控制在9%以内的目标,并提出了加强管网建设、改造、维护和管理等一系列具体措施。这些政策的出台,将为供水管网漏损控制工作提供有力的政策支持和保障,推动行业不断向前发展。

结语

给水管道系统漏损控制技术是保障城市供水安全、提高水资源利用效率的重要手段。通过加强管网信息化建设、定期检测维修与更新管网、合理设置供水管网压力等措施,可以有效控制管网漏损量。未来,随着技术的不断进步和政策的推动,供水管网漏损控制工作将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]林晓鸣.市政工程给水管道施工常见问题及解决对策[J].四川水泥,2022,(11):41-43.
- [2]侯本伟,肖恒圣,吴珊.考虑天气因素的给水管道漏损预测模型[J].哈尔滨工业大学学报,2022,54(02):8-16.
- [3]王梓尧.给水管道智能套筒设计及其修复漏损管道的试验研究[D].哈尔滨工业大学,2020.
- [4]郑少博,徐学良,曹建树,等.给水管道听漏技术及案例分析[M].机械工业出版社:2019.11.194.