

浅析城市供水管网漏损原因及控制

王 谦

宁夏水投中源（清水河）水务有限公司 宁夏 751300

摘要：本文深入探讨了城市供水管网漏损的根源及其应对策略。面对管网漏损导致的严重水资源浪费与运营成本增加，本文分析了漏损的主要原因，包括管材老化、施工质量及地质条件等因素。在此基础上，提出了加强智能化管理、优化管材选择及提升施工工艺等针对性建议，旨在有效降低城市供水管网的漏损率，提升水资源利用效率，为城市供水安全与可持续发展提供有力支撑。

关键词：城市供水管网；漏损原因；控制策略；智能化管理

引言：城市供水管网作为城市基础设施的重要组成部分，承担着为居民和企业提供清洁、安全饮用水的重任。然而，随着城市化进程的加快和管网使用年限的增长，供水管网漏损问题日益突出，不仅造成了水资源的严重浪费，还增加了供水企业的运营成本，影响了城市的可持续发展。因此深入分析城市供水管网漏损的原因，并探索有效的控制策略，对于保障城市供水安全、提高水资源利用效率具有重要意义。

1 城市供水管网漏损现状

我国部分城市供水管网在设计时并没有预料到我国经济发展的快速性，使得管网本身性能和参数已经无法适合当今快速发展的社会环境。比如，部分供水管网选择了铸铁管，虽然在当时安装的时候达到了技术与经济的平衡性，但是经过数年发展以后，城市的经济面貌焕然一新，这种供水管网也无法在城市中得到应用，出现了小孔腐蚀等各类情况。目前，我国已经开始充分重视这方面的问题，还通过《城市供水管网漏损控制和评定标准》等文件，要求我国城市供水管网的漏损率不能超过12%，同时，也要求在我国各城市地区强制实施这项标准。但就当前我国各城市的实际情况来看，大部分省份都没有达到这种标准。当前，我国各城市的平均漏损率在12.5%。虽然有一部分城市达到了12%的标准，但也有很多城市的漏损率在12%以上，甚至有部分城市的供水管网漏损率已经超过了20%，必须要在后续发展中引起重视。

2 城市供水管网漏损问题的严重性

城市供水管网作为城市基础设施的核心组成部分，承担着向千家万户输送生命之源的重任。然而供水管网的漏损问题，如同一道隐形的裂痕，不仅威胁着城市的供水安全，更在无形中侵蚀着水资源，影响着城市的可持续发展。

2.1 水资源浪费

城市供水管网的漏损，最直接的影响便是水资源的浪费。据不完全统计，全球范围内，因供水管网漏损而损失的水资源数量惊人。这些水资源，本是经过严格处理、达标后供给市民使用的宝贵资源，却因管网的老龄化、破损或管理不善等原因，悄然流失于无形之中。这种浪费，不仅是对自然资源的极大不尊重，更是对人类社会未来发展的不负责任。

2.2 环境问题

供水管网的漏损，还可能引发一系列环境问题。一方面，漏损的水流可能渗入土壤，改变土壤湿度，影响植物生长，甚至导致土壤盐碱化^[1]。另一方面，若漏损发生在地下水位较高的地区，还可能引发地面塌陷等地质灾害，对市民的生命财产安全构成威胁。此外，漏损的水流若未能及时收集处理，还可能成为污染源，影响周边水质，引发水质污染问题。

2.3 供水企业运营成本增加

供水管网的漏损，对供水企业来说，也是一笔不小的经济负担。为了弥补漏损造成的水量损失，供水企业需要加大抽水量，这无疑增加了能耗和运营成本。同时漏损的检测、维修和更换管网等工作，也需要投入大量的人力、物力和财力。这些额外的支出，不仅降低了供水企业的经济效益，还可能影响到其服务质量和供水效率。

3 城市供水管网漏损原因分析

城市供水管网作为城市生命线的重要组成部分，其稳定运行直接关系到城市居民的日常生活和城市的可持续发展。然而，供水管网漏损问题一直困扰着城市管理者和供水企业，成为亟待解决的重要课题。

3.1 内部因素

3.1.1 管道老化与腐蚀

管道老化是供水管网漏损的主要原因之一。随着使用年限的增长，管道内壁会逐渐形成一层垢层，降低水

流速度,增加管道阻力,同时管道材料也会因老化而变脆,易于破损。此外,管道内外壁的腐蚀也是导致漏损的重要因素。腐蚀不仅削弱了管道的承载能力,还可能导致管道穿孔,造成水资源的流失。

3.1.2 管材质量不佳

管材质量是影响供水管网漏损率的另一个关键因素。在过去,由于技术和经济条件限制,部分供水管网采用了质量较差的管材,如铸铁管、水泥管等。这些管材在使用过程中,易于出现裂纹、断裂等问题,导致漏损。随着科技的进步和新型管材的研发,如球墨铸铁管、PE管、PPR管等高强度、耐腐蚀管材的应用,已经大大提高了供水管网的稳定性和耐久性。然而,由于历史遗留问题和部分地区的经济条件限制,仍有一部分老旧管材在使用中,成为漏损的隐患。

3.1.3 管道附属设施故障

供水管网中的阀门、水表、消火栓等附属设施,在长期使用过程中,也会因锈蚀、磨损等原因出现故障,导致漏损。例如阀门因锈蚀而关闭不严,水表因磨损而计量不准,消火栓因撞击而损坏等,都可能成为漏损的源头。这些附属设施的故障不仅增加了漏损的风险,还可能影响供水系统的正常运行。

3.2 外部因素

(1)地质条件的变化也是导致供水管网漏损的重要原因。如地震、滑坡等自然灾害可能导致管道断裂;土壤沉降、冻融循环等地质过程可能导致管道位移、变形,进而引发漏损。此外,地下水位的变化也可能对管道产生压力,增加漏损的风险^[2]。(2)交通荷载:随着城市化进程的加快,交通荷载对供水管网的影响日益显著。重型车辆频繁通过地下管道上方,可能导致管道受到挤压、振动而破损。特别是在道路交叉口、桥梁下方等交通流量大的区域,管道漏损的风险更高。(3)温度变化引起的管道应力也是导致漏损的原因之一。在冬季,低温可能导致管道内水结冰膨胀,对管道产生巨大压力;在夏季,高温则可能使管道材料膨胀,降低其承载能力。这些温度变化引起的应力,都可能导致管道破损、漏损。(4)部分环节的施工质量不到位,管道的施工质量仍然存在着较为显著的问题。一些施工管理人员,并没有充分认识到管道漏损的重要性,在各项施工环节中也没有充分发挥自身的管理与监督职能,最终使得供水管网出现了显著的质量问题。(5)施工不当导致的管道损伤,在城市建设中,由于施工不当导致的管道损伤也时有发生。如挖掘过程中未按规定进行探测和标识,可能导致管道被挖断;施工过程中对管道的保护措施

不到位,可能导致管道被撞击、挤压而破损。

3.3 管理因素

第一,供水运营方式的不合理也是导致漏损的原因之一。如多级加压系统可能导致局部压力过高,增加管道破损的风险;供水压力不稳定可能导致管道内水流速度变化,加剧管道磨损和腐蚀。第二,维护管理不善是导致供水管网漏损的重要因素。如未进行定期巡护、检测和维修,可能导致管道隐患未能及时发现和处理;维修过程中操作不当可能导致管道二次损伤;对管道附属设施的维护和管理不到位可能导致其故障频发。第三,在后续的供水管网的漏损监测工作中,我国各城市地区对于现代化监测技术的应用也不完善,使得整个监测工作处于较低的层次。这种情况也会导致管网发生爆裂等各类事故,相应维护人员的反应速度过慢,导致很难提高管网漏损的控制成效。

4 城市供水管网漏损控制策略

4.1 管材选用与更新

管材的选用与更新是控制供水管网漏损的基础。随着科技的进步和新型管材的研发,越来越多的耐腐蚀、高强度管材被广泛应用于城市供水管网中。这些新型管材不仅具有优异的物理和化学性能,还能有效抵抗各种外部因素的侵蚀,从而降低漏损风险。(1)推广使用球墨铸铁管是一种有效的策略。球墨铸铁管以其高强度、良好的延展性和抗腐蚀性,成为城市供水管网的首选材料。与传统的铸铁管相比,球墨铸铁管在承受压力、抗冲击和抗震性能上都有显著提升,能够更好地适应复杂的地质环境和多变的气候条件。(2)PVC(聚氯乙烯)和PE(聚乙烯)等塑料管材也因其轻质、耐腐蚀、易于安装和维护等优点而备受青睐。这些塑料管材不仅能够有效减少水质的二次污染,还能降低管网漏损率,提高供水效率。特别是在一些地质条件复杂、施工难度大的区域,塑料管材的应用更是能够显著减少施工难度和成本。(3)为了逐步替换老旧管材,降低漏损风险,城市供水企业应制定详细的管材更新计划,并结合实际情况逐步推进。在更新过程中,应优先考虑那些漏损风险高、使用年限长的老旧管材,以确保更新工作的针对性和有效性。(4)在前期管网设计中,在设计供水管网排水阀的时候,应急和相关理论和经验,对主干管等各区域的排水阀进行合理选择与设计,保证每一个排水阀能够在整个管网体系中很好地实现自身作用。

4.2 施工质量控制

在供水管网建设施工的过程中,应有针对性的提高供水管网的质量管控工作,同时,还要切实提高各施工

人员和监督人员的质量意识，保证供水管网在建设完成后本身就具有较高的性能。

4.3 施工工艺与技术

施工工艺与技术的提升是控制供水管网漏损的关键。在管道安装过程中，应严格按照相关标准和规范进行操作，确保管道连接处的密封性和稳定性。同时采用先进的施工工艺和技术手段，（1）柔性接口技术是一种有效的减少管网漏损的方法^[3]。通过采用橡胶圈、膨胀塞等柔性材料作为管道接口的连接件，可以显著减少因温度变化或地形沉降导致的接口缝隙，从而提高管网的稳定性和耐久性。此外柔性接口技术还能够有效抵抗外部荷载的冲击和振动，进一步降低管网漏损的风险。（2）热熔连接技术则是一种适用于塑料管材的先进连接方法。通过加热管道和连接件使其熔化后融合在一起，可以形成一个连续、无缝隙的连接体。这种连接方法不仅具有优异的密封性和强度，还能够有效减少连接处的漏损风险。

4.4 定期巡护、检测与维护

定期巡护、检测与维护是控制供水管网漏损的重要手段。通过建立完善的巡护、检测与维护制度，可以及时发现并处理管网中的潜在问题，防止漏损进一步扩大。第一，应建立定期巡护、检测制度。定期开展供水管网及供水设施的巡护，利用数字化检测仪、区域漏水检测仪等先进设备对管网进行高效、准确的检测。这些设备能够实施监测到管网中的水压、流量等参数，并通过数据分析技术快速定位潜在的漏损点。还应定期对管网进行巡视和检查，及时发现并处理管线及供水设施中的异常情况。第二，对发现的问题应及时进行维修。在维修过程中，应根据实际情况选择合适的维修方法和材料。对于较小的漏损点，可以采用快速抢修技术进行修复；对于较大的漏损点或破损严重的管道，则需要进行更换或重建。在维修过程中，还应注重保护周边的环境和设施，确保维修工作的安全性和环保性。

5 城市供水管网漏损管理的智能化

随着信息技术的飞速发展，智能化管理已成为城市供水管网漏损控制的重要手段。通过信息化平台和智能调控系统的应用，可以实现对管网水量、压力、水质等信息的实时监测和智能管理，从而有效降低漏损率，提高供水效率和水资源利用效率（如图1）。

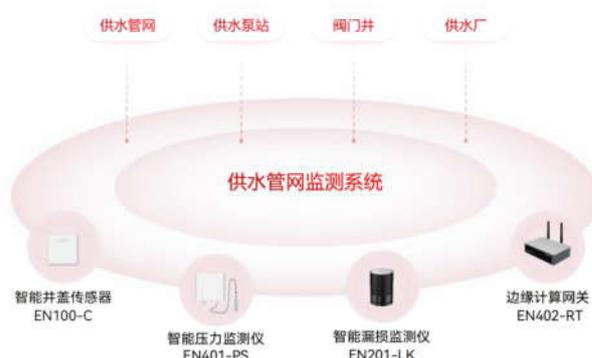


图1 供水管网智能监测系统示意图

5.1 信息化平台建设

信息化平台是城市供水管网智能化管理的基础。通过建立管网地理信息系统（GIS）和水力模型系统等信息化平台，可以实现对管网运行状态的全面监测和分析。GIS系统能够直观地展示管网的地理位置、管线走向、阀门位置等信息，为管网的管理和维护提供便利。并且GIS系统还可以与实时监测设备相连，实时显示管网中的水量、压力、水质等参数，帮助管理人员及时发现管网中的异常情况。水力模型系统则通过模拟管网的水力运行状态，对管网的水量分配、压力调节等进行分析和优化^[4]。通过与实际监测数据的对比，可以及时发现管网中的水力失衡问题，为管网的调控和维修提供科学依据。

结束语

城市供水管网漏损问题是一个复杂而严峻的挑战。通过深入分析漏损原因并采取有效的控制策略与智能化管理措施，我们可以逐步降低管网漏损率，提高水资源利用效率。未来，随着技术的不断进步和管理水平的持续提升，我们有信心将城市供水管网打造成更加安全、高效、可持续的供水系统。

参考文献

- [1]莫金豫.城市供水管网漏损的原因及其控制[J].广西城镇建设,2021(9):52-54.
- [2]张强国.城市供水管网漏损问题及处理分析[J].产业科技创新,2020,2(10):17-18.
- [3]黄民忠.浅谈市政供水管网漏损的对策[J].工程建设与设计,2019(12):60-61.
- [4]刘满苍,李晓琴,陈峥,李心桥.供水管网漏损现状分析和控制模型研究进展[J].水利发展研究,2019,19(10):64-66.