

城市供水管网漏损控制及漏损点分析

翟小丰

梅河口市自来水有限公司 吉林 梅河口 135000

摘要: 城市供水管网漏损导致水资源浪费、供水效率下降及成本增加。漏损成因包括管材老化、施工质量不佳及规划缺陷。有效控制需采用高质量管材、严格施工规范及科学规划设计。常用检测技术有阀栓听音法、相关检漏法等。未来趋势包括高精度检测技术、实时监测系统、无损检测技术及数据分析预测。加强检漏与巡查,快速修复漏点,是降低漏损率、保障供水效率的关键。

关键词: 城市供水管网;漏损控制;漏损点

引言:城市供水管网作为城市基础设施的重要组成部分,其运行状态直接关系到城市居民的生活质量和水资源的高效利用。然而,管网漏损问题长期存在,不仅造成水资源的大量浪费,还增加了供水企业的运营成本。因此,深入探讨城市供水管网漏损现状及原因,研究有效的漏损控制技术和漏损点分析方法,对于提高水资源利用效率、保障城市供水安全具有重要意义。

1 城市供水管网漏损现状及原因分析

1.1 漏损现状

(1) 统计并分析我国城市供水管网的漏损率数据。据相关数据显示,我国部分城市的供水管网漏损率高达15%以上,甚至在一些老旧城区,漏损率超过30%。住房和城乡建设部办公厅、国家发展改革委办公厅已明确要求,到2025年,全国城市公共供水管网漏损率力争控制在9%以内。然而,要实现这一目标,仍需克服诸多挑战。高漏损率不仅意味着大量宝贵水资源的浪费,也给城市供水系统带来了沉重的经济负担。(2) 漏损对水资源浪费和城市运营成本的影响。漏损导致我国每年的漏损量大约是70亿立方米,总水量相当于一个太湖。此外,由于城市供水管网大部分采用加压系统输送水,漏水相当于漏能,每年由于漏损导致的电能消耗巨大,并产生了大量无效的碳排放。直接经济损失方面,漏损带来的年经济损失高达数百亿元。同时,漏损还会影响饮用水水质,造成水质二次污染,对城市居民的健康构成潜在威胁。

1.2 漏损原因分析

(1) 管网老化。管网老化是城市供水管网漏损的主要原因之一。随着管道使用年限的增长,管道材料会逐渐老化、磨损和腐蚀,导致管道出现裂缝、接头松动或管壁磨损等问题,从而增加漏损的风险。管网老化还会增加漏损的规模和程度,使得漏损点难以检测和定位。

(2) 施工质量问题。施工质量不达标也是导致管网漏损的重要原因。在管网施工过程中,若管材质量低劣、施工不规范或接口处理不当,都会造成管网漏损。例如,部分城市新铺设的管线在正常使用不到一年的时间内就发生了爆管或严重破裂的现象,这与施工质量问题密切相关^[1]。(3) 环境因素。地质条件和气候变化等环境因素也会对管网漏损产生影响。例如,土壤荷载或路面重载车辆反复对管道造成荷裂压力,以及季节变化带来的温度变化导致管道机械结构和伸缩接口发生变化,这些都可能造成管网漏损或爆管。(4) 管理因素。巡检不到位、维修不及时等管理不善的问题也是导致管网漏损的原因之一。若供水企业未能定期对管网进行巡检和维护,及时发现并修复潜在漏损点,将会导致漏损问题进一步加剧。

2 城市供水管网漏损控制技术

2.1 管网监测技术

(1) 物联网、大数据等技术在管网监测中的应用。随着物联网技术的快速发展,其在城市供水管网监测中的应用日益广泛。通过在管网关键节点安装传感器,实时监测管道压力、流量、水质等参数,并将数据传输至中央监控平台,实现对管网状态的全面掌握。大数据技术则对这些海量数据进行分析和挖掘,识别出异常数据模式,从而精准定位潜在的漏损点。(2) 监测技术在发现漏损点方面的优势和局限性。监测技术的优势在于其能够实时监测管网状态,及时发现并预警漏损风险,为抢修人员提供精确导航,有效缩短抢修时间,降低漏损损失。然而,监测技术也存在一定的局限性。一方面,传感器部署的密度和位置对监测效果有直接影响,部署不足或位置不当可能导致漏损点被遗漏。另一方面,数据分析算法的准确性和鲁棒性也是影响监测效果的关键因素,算法的不完善可能导致误报或漏报。

2.2 修复技术

(1) 针对不同漏损原因, 探讨相应的修复技术。针对管网老化、施工质量问题、外部环境干扰等不同漏损原因, 需要采取不同的修复技术。对于管网老化导致的漏损, 可采用更换老旧管道、局部修复或加强防腐处理等方法。对于施工质量问题引发的漏损, 应加强施工监管, 提高管材质量和施工工艺水平。对于外部环境干扰导致的漏损, 需加强地质勘察和气象监测, 提前采取措施预防。(2) 修复技术的效果和适用性。修复技术的效果和适用性取决于漏损原因、管道材质、修复方法和施工条件等多种因素。在选择修复技术时, 应综合考虑技术可行性、经济性和对供水服务的影响, 确保修复效果的同时, 尽可能减少对用户的影响^[2]。

2.3 预防性维护

(1) 定期对供水管网进行巡检、维护的重要性。预防性维护是降低管网漏损率、延长管道使用寿命的有效手段。定期对管网进行巡检和维护, 能够及时发现并修复潜在漏损点, 防止漏损事态扩大, 减少水资源浪费和运营成本。(2) 预防性维护的具体措施和实施建议。具体措施包括建立管网巡检制度, 明确巡检周期、内容和责任人; 采用无人机、智能巡检车等高科技手段提高巡检效率; 对重点区域和高风险管道进行加密巡检; 加强管道附属设施(如阀门、消火栓)的维护保养等。实施建议方面, 供水企业应加大预防性维护投入, 提高维护人员专业技能, 建立管网健康档案, 实现管网状态的可视化管理。

2.4 智能化管理

(1) 智能化管理系统在优化调度、降低漏损方面的作用。智能化管理系统通过集成物联网、大数据、人工智能等技术, 实现了管网状态的实时监测、预警和调度。在优化调度方面, 系统能够根据管网流量、压力等数据, 智能调整泵站运行状态, 提高供水效率。在降低漏损方面, 系统能够自动识别异常数据, 快速定位漏损点, 为抢修人员提供精准导航^[3]。(2) 智能化管理的优势和挑战。智能化管理的优势在于其高效、精准和智能化决策能力, 能够显著提升管网运行效率和漏损控制能力。然而, 智能化管理也面临诸多挑战, 如数据安全、算法优化、人才培养等。供水企业需要加强数据安全防护, 防止数据泄露和篡改; 不断优化数据分析算法, 提高预警和定位的准确率; 同时, 加强人才培养和技术培训, 提高团队对智能化管理系统的应用能力和创新能力。

3 城市供水管网漏损点分析

3.1 漏损点检测方法

3.1.1 音听检漏法

(1) 原理和操作过程。音听检漏法是一种基于声波传播原理的漏损检测技术。当供水管网发生泄漏时, 水流与泄漏处的管壁或土壤摩擦会产生特定频率的声音信号。这些声音信号可以通过空气或土壤传播到地表。音听检漏仪通过放大这些声音信号, 并将其转换为可听的声音或可视化的波形, 从而帮助操作人员定位漏损点。操作过程通常包括在地表或管道上方放置检漏仪, 仔细听取或观察仪器显示的声音特征, 结合管网布局和地质条件等信息, 逐步缩小漏损点的范围。(2) 优缺点。音听检漏法的优点在于其操作简便、成本低廉且对管网无破坏性。它能够在不影响供水的情况下进行检测, 适用于各种复杂地形和管网结构。然而, 音听检漏法也受到一些限制。首先, 环境噪音可能干扰检测结果的准确性, 特别是在交通繁忙、施工频繁或自然条件恶劣的地区。其次, 对于深埋管道或管道材质对声波传播有较大衰减的情况, 音听检漏法的检测效果可能会受到影响。

3.1.2 区域检测法

(1) 应用。区域检测法是一种基于流量和压力监测的漏损检测技术, 主要包括区域装表法、区域测漏法及区域装表测漏复合法。区域装表法通过在供水管网的进口和关键分支处安装流量计, 通过比较各区域的流量数据差异来判断是否存在漏损。区域测漏法则利用压力传感器和流量计的联合监测, 通过分析管网压力变化和流量异常来定位漏损点。区域装表测漏复合法则结合了前两者的优点, 既考虑了流量平衡也考虑了压力变化, 提高了检测的准确性和效率。(2) 效率和准确性比较。区域装表法简单易行, 能够实时监测各区域的流量情况, 但受到用户用水习惯、管网老化等多种因素的影响, 准确性有限。区域测漏法能够实时分析管网压力变化和流量异常, 对突发漏损响应迅速, 但初始投资较高且需要专业人员操作。区域装表测漏复合法则结合了前两者的优点, 既能够实时监测流量又能够分析压力变化, 提高了漏损检测的准确性和效率。然而, 区域检测法通常需要较长时间的监测和数据积累才能准确判断漏损情况^[4]。

3.2 漏损点案例分析

(1) 典型漏损点案例。某城市老旧社区供水管网发生漏损, 通过音听检漏法初步定位后, 采用区域装表测漏复合法进行精确判断。漏损点位于一处管道接头处, 由于材料老化、地基沉降以及管道内部腐蚀等多种因素导致接头松动和破损。(2) 产生原因、修复措施和效果。漏损点产生的原因主要包括管道老化、地基沉降以及管道内部腐蚀等。针对这些问题, 修复措施包括更

换老化管道、加固地基并进行防腐处理。修复后，漏损现象消失，供水恢复正常。通过此次漏损检测和修复工作，不仅解决了当前的供水问题，也为后续的管网维护和改造提供了宝贵的经验和数据支持。

4 城市供水管网漏损控制措施与建议

4.1 政策与管理措施

(1) 完善法律法规，提高资金投入，创新管理制度。政策法规是保障漏损控制工作顺利开展的基础。政府应出台或完善相关法律法规，明确供水管网漏损控制的标准、要求及责任主体，为漏损控制工作提供坚实的法律保障。同时，政府应加大对漏损控制工作的资金投入，设立专项基金，支持管网改造、监测技术研发、漏损应急抢修等关键环节。此外，创新管理制度也是关键。政府应推动建立以漏损率为核心的绩效考核体系，将漏损率纳入城市供水企业的业绩评价指标，激励企业主动采取措施降低漏损率。同时，加强对供水企业的监管，确保企业履行好漏损控制的主体责任。(2) 强调政府、企业和公众在漏损控制中的责任和作用。在漏损控制工作中，政府、企业和公众都扮演着不可或缺的角色。政府应发挥主导作用，负责规划、协调、监督和评估漏损控制工作；企业应承担起主体责任，加强内部管理，提高服务质量，确保管网设施的安全稳定运行；公众则应提高节水意识，积极参与漏损控制行动，发现漏损问题及时报告，共同维护城市供水安全。三者之间应建立有效的沟通机制，形成合力，共同推动漏损控制工作的深入开展。

4.2 技术创新与应用

(1) 鼓励引进和开发先进的漏损控制技术和设备。技术创新是漏损控制的重要手段。政府应鼓励和支持国内科研机构和企业加大研发力度，开发出更加高效、精准、智能的漏损控制技术和设备。同时，积极引进国外先进的漏损控制技术和设备，结合国内实际情况进行本土化改造和创新。这些技术和设备应包括但不限于高精度传感器、智能巡检机器人、大数据分析系统等，以实现对接管的实时监测、预警和精准定位。(2) 推动智能化、数字化、信息化技术在漏损控制领域的应用。随着智能化、数字化、信息化技术的不断发展，其在漏损控制领域的应用也日益广泛。政府应推动建立基于物联

网、大数据、人工智能等技术的智慧水务系统，实现对城市供水管网的全面监测和管理。通过实时监测管网运行状态，及时发现并预警潜在漏损点；通过数据分析，挖掘管网运行规律，为管网维护和管理提供科学依据；通过智能化调度，优化供水资源配置，降低漏损率。

4.3 公众参与与节水宣传

(1) 加强节水宣传教育，提高公众对供水管网漏损控制的认识和参与度。公众是漏损控制工作的重要参与者。政府应通过媒体宣传、社区活动、学校教育等多种渠道，普及节水知识和漏损控制的重要性。通过宣传教育，提高公众对漏损控制的认识和参与度，引导公众正确认识漏损控制的紧迫性和长期性，形成珍惜水资源的良好风尚。(2) 倡导公众养成良好的用水习惯，减少水资源浪费。除了加强宣传教育外，政府还应倡导公众养成良好的用水习惯，如安装节水器具、合理安排用水时间、及时关闭水龙头等。通过这些措施，减少水资源的浪费，降低供水管网的漏损率。同时，鼓励公众积极参与漏损报告和监督，发现漏损问题及时报告给相关部门或企业，共同维护城市供水安全。

结束语

综上所述，城市供水管网漏损控制是一项系统工程，需要从管网设计、施工、维护到管理的全方位考虑。通过先进的监测技术和修复手段，我们能够及时发现并定位漏损点，采取有效措施进行修复和预防。同时，加强政策法规的制定与执行、技术创新与应用以及公众参与，是降低漏损率、保障供水安全的关键。未来，随着科技的不断进步和管理的日益精细化，我们有信心实现更加高效、可持续的城市供水管理。

参考文献

- [1]黄哲聪,李康均,苏键等.供水管网漏损现状及漏损检测方法研究综述[J].科技通报,2020,(04):40-41.
- [2]施焯.基于区域供水实际的供水管网分区及漏损控制[J].净水技术,2021,(02):24-25.
- [3]林海珍.城市供水管网漏损现状分析及控制技术应用[J].石河子科技,2023,(07):69-70.
- [4]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,(10):102-103.