

DMA分区计量在城市供水管网漏损管理中的应用探讨

林 琳

北京市自来水集团有限责任公司管网管理分公司 北京 100089

摘 要：因城镇化建设进程的加快，城镇面积不断的增长，供水管网的规模不断扩大，供水管网的漏损问题日益突出，不仅造成水资源的浪费，不符合中央关于生态文明可持续发展的要求，还增加了供水企业的运营成本，造成产销差率持续上升。

DMA（District Metered Area，独立计量区域）分区计量作为一种经过多年实践有效，并证明有效（经济效益、社会效益）的供水管网漏损管理手段，在国内外均得到了广泛的应用。

本文深入探讨了DMA分区计量在城市供水管网漏损管理中的应用，包括其原理、实施步骤、优势以及面临的挑战，旨在为供水管网漏损管理提供有益的参考。

关键词：DMA分区计量；城市供水管网；漏损管理

1 引言

城市供水是保障城市正常运转和居民生活的重要基础设施。然而，由于供水管网老化、施工质量问题、外部破坏等多种因素，供水管网漏损现象普遍存在。据相关统计，我国部分城市的供水管网漏损率高达20%以上，远高于国际先进水平。这不仅浪费了大量的水资源，还增加了供水企业的制水成本和输水能耗，同时可能对城市环境和居民生活造成不利影响。因此，加强城市供水管网漏损管理，降低漏损率，具有重要的现实意义。DMA分区计量作为一种先进的供水管网管理技术，通过将供水管网划分为若干个相对独立的区域，对每个区域进行流量和压力监测，能够及时发现漏损位置，评估漏损程度，为漏损控制提供科学依据。近年来，随着传感器技术、通信技术和数据分析技术的不断发展，DMA分区计量技术得到了进一步的完善和应用，成为城市供水管网漏损管理的重要手段。

2 DMA分区计量的原理

2.1 基本概念

DMA定量管理最关键的原理实在一个圈定的区域利用某一周期时段的流量来评价管网的漏损水平。DMA建成后，根据各区域的供水漏损评价水平，来约定优先检测哪段管线或者哪片区域，通过可计量分区可以识别是否有新的漏点。

DMA分区计量是将供水管网系统划分为多个相对独立的区域，每个区域具有明确的边界，通常通过关闭阀门或安装流量计等方式实现区域的隔离。在每个DMA区域内安装流量计、压力传感器等监测设备，实时采集该区域的流量、压力等数据，通过对这些数据的分析和处

理，实现对管网运行状态的监测和漏损的定位。

2.2 漏损检测原理

2.2.1 夜间最小流量法

在夜间用水量相对较为稳定的时间周期内，DMA区域内供水管线的流量主要由漏损水量和少量合理夜间用水量组成。通过长时间监测夜间最小流量，并与周期性的历史数据或理论计算值相比较，可以大致判断该区域是否存在漏损。如果夜间最小流量明显高于营销数据的正常值，则可能存在漏损。

2.2.2 压力分析法

管网压力的变化与漏损情况密切相关。当管网发生漏损时，漏损点附近的压力会下降，通过对DMA区域内压力数据的监测和分析，可以及时发现压力异常区域，从而推断可能存在漏损的位置。

2.2.3 流量平衡法

对DMA区域的进水量和出水量进行实时监测和比较，正常情况下进水量应等于出水量加上区域内用户的用水量。如果进水量明显大于出水量与用户用水量之和，则说明该区域存在漏损。

3 DMA分区计量的实施步骤

3.1 管网调查与规划

收集供水管网的平面图、管径、管材、敷设年代、阀门位置等基础资料，了解管网的布局和运行状况。根据管网的拓扑结构、用户分布、供水压力等因素，遵循“边界清晰、规模适中、便于管理”的原则，将供水管网划分为若干个DMA区域。一般来说，DMA区域的规模应根据管网复杂程度、漏损控制目标等因素确定，通常每个区域服务的用户数量在几百户到几千户之间^[1]。在

DMA区域的边界处选择合适的阀门进行隔离,确保区域之间的独立性。同时,根据监测需求,在区域内合理布置流量计、压力传感器等监测设备,一般要求在区域的进水管和主要出水管上安装流量计,在区域内的关键节点安装压力传感器。

3.2 监测设备安装与调试

根据监测要求和环境条件,选择合适的流量计、压力传感器等监测设备。流量计应具有较高的精度和稳定性,能够适应不同的管径和流量范围;压力传感器应具有良好的抗干扰能力和长期稳定性。按照设备安装规范进行监测设备的安装,确保设备安装牢固、密封良好,避免因安装不当影响监测数据的准确性。在安装过程中,要注意保护管网和周边设施,避免造成二次损坏。设备安装完成后,进行调试和校准,确保监测数据的准确性和可靠性。对流量计进行零点校准和量程校准,对压力传感器进行压力标定,使其测量值与实际值相符。

3.3 数据采集与传输系统建设

选用合适的数据采集器,实现对监测设备数据的实时采集。数据采集器应具备数据存储、处理和通信功能,能够按照设定的时间间隔采集数据,并将数据存储在本地或上传至远程服务器。根据实际情况选择合适的通信方式,将数据采集器采集到的数据传输至监控中心。常见的通信方式包括有线通信(如光纤、以太网等)和无线通信(如GPRS、3G/4G、NB-IoT等)。无线通信方式具有安装方便、成本较低等优点,适用于分布范围较广的监测点^[2]。建立监控中心,配备服务器、数据库管理系统、数据分析软件等设备,实现对监测数据的接收、存储、管理和分析。监控中心应具备数据可视化功能,能够直观地展示各DMA区域的流量、压力等数据,并提供报警功能,当监测数据异常时及时发出警报。

3.4 数据分析与漏损评估

对采集到的原始数据进行清洗、滤波等预处理操作,去除噪声数据和异常值,提高数据质量。运用夜间最小流量法、压力分析法、流量平衡法等方法对预处理后的数据进行分析,判断各DMA区域是否存在漏损以及漏损的程度。通过对历史数据的分析,建立漏损模型,预测漏损的发展趋势。结合管网拓扑结构和监测数据,采用相关分析、水力模型等方法对漏损位置进行定位。相关分析通过分析不同监测点流量或压力数据之间的相关性,确定漏损可能发生的区域;水力模型则通过建立管网的水力模型,模拟管网在不同工况下的运行状态,根据模拟结果与实际监测数据的差异,定位漏损点。

3.5 漏损控制与维护管理

根据漏损评估结果,制定针对性的漏损控制措施。对于小的漏损点,及时安排维修人员进行修复;对于较大的漏损区域,进行详细的排查和分析,找出漏损的根本原因,采取相应的改造措施,如更换老化管道、修复破损阀门等。建立完善的维护管理制度,定期对监测设备进行巡检、校准和维护,确保设备的正常运行。同时,加强对管网的日常巡查,及时发现和处理外部破坏等问题,减少漏损的发生。定期对DMA分区计量的应用效果进行绩效评估,包括漏损率的变化、维修成本的控制等方面。根据评估结果,总结经验教训,不断优化DMA分区计量的实施方案和管理措施,实现漏损管理的持续改进。

4 DMA分区计量在城市供水管网漏损管理中的优势

4.1 提高漏损检测效率

传统的漏损检测方法主要依靠人工巡检和听漏仪等设备,效率低下且难以发现隐蔽的漏损点。DMA分区计量通过实时监测各区域的流量和压力数据,能够快速发现异常情况,及时定位漏损位置,大大提高了漏损检测的效率。

4.2 精准评估漏损程度

通过对DMA区域夜间最小流量、压力等数据的分析,可以准确评估该区域的漏损程度,为制定漏损控制措施提供科学依据。同时,结合水力模型等工具,可以预测漏损的发展趋势,提前采取措施进行干预,避免漏损进一步扩大。

4.3 优化管网运行管理

DMA分区计量可以实时掌握各区域的供水压力和流量分布情况,根据实际需求合理调整供水压力,实现管网的优化运行。这不仅可以降低供水能耗,还能减少因压力过高导致的管道破裂等事故,提高管网的安全性和可靠性。

4.4 促进供水企业精细化管理

DMA分区计量为供水企业提供了详细的管网运行数据,有助于企业实现对供水管网的精细化管理。通过对不同区域漏损情况的对比分析,可以找出管理薄弱环节,有针对性地加强管理,提高企业的管理水平和经济效益。

4.5 节约水资源和降低运营成本

降低供水管网漏损率可以有效节约水资源,缓解水资源短缺的压力。同时,减少漏损水量意味着降低了供水企业的制水成本和输水能耗,提高了企业的经济效益。此外,通过优化管网运行管理,还可以降低设备的维护成本和维修费用。

5 DMA分区计量应用面临的挑战

5.1 管网基础资料不完善

部分城市供水管网建设年代久远,基础资料缺失或不准确,给DMA区域的划分和监测设备的安装带来困难。例如,管径、管材、阀门位置等信息不清晰,可能导致区域划分不合理或监测点布置不当,影响漏损检测的效果。

5.2 监测设备质量与稳定性问题

监测设备的质量和稳定性直接影响数据的准确性和可靠性。目前市场上监测设备品牌众多,质量参差不齐,部分设备可能存在精度不高、抗干扰能力差等问题,导致采集到的数据不准确或出现故障,影响漏损分析和定位的准确性。

5.3 数据分析与处理能力不足

DMA分区计量产生大量的数据,需要专业的数据分析和先进的数据分析软件进行处理和分析。然而,目前部分供水企业缺乏专业的数据分析人才,数据分析软件的功能也不够完善,难以充分挖掘数据背后的信息,影响漏损管理的决策水平。

5.4 资金投入较大

DMA分区计量的实施需要投入大量的资金,包括监测设备的采购与安装(数据卡、流量计、阀门、帕玛劳探头等)、传输系统建设(流量数据采集设备、基站建设、通讯公司的流量费)、管理费用和人工成本(设备井改造、加装流量计等)、信息采集数据监控中心维护(远传设备电池更新、数据采集的基站、设备远传SIM卡和服务器和软件运行维护升级)等方面。对于一些经济欠发达地区或小型供水企业来说,资金压力较大,可能影响DMA分区计量的推广应用。

5.5 部门协调与合作困难

DMA分区计量的实施涉及供水企业的多个部门,如生产调度、管网维护、计量管理等,需要各部门之间密切协作。同时,还可能涉及到与城市规划、建设等相关部门的沟通协调。在实际工作中,由于部门之间职责不清、沟通不畅等原因,可能导致工作推进困难,影响DMA分区计量的实施效果。

6 应对挑战的策略与建议

6.1 完善管网基础资料

供水企业应加强对供水管网基础资料的管理,建立完善的管网档案。对于历史资料缺失或不准确的情况,应组织专业人员进行现场勘查和测量,补充和完善管网的基础信息。同时,随着管网的改造和扩建,及时更新管网资料,确保资料的准确性和完整性。

6.2 提高监测设备质量与稳定性

加强对监测设备市场的监管,选择质量可靠、性能

稳定的设备供应商。在设备采购过程中,要进行严格的质量检测和验收,确保设备符合相关标准和要求。同时,要求设备供应商提供完善的售后服务,及时处理设备故障和问题。

6.3 加强数据分析与处理能力建设

供水企业应加大对数据分析人才的培养和引进力度,提高企业的数据分析水平。同时,加强与科研机构和高校的合作,引进先进的数据分析技术和软件,提升数据分析的效率和准确性。通过建立数据分析模型和算法,深入挖掘数据背后的信息,为漏损管理提供更有力的支持。

6.4 多渠道筹集资金

政府应加大对城市供水管网漏损管理的支持力度,出台相关政策,鼓励供水企业实施DMA分区计量项目。供水企业可以通过申请政府专项资金、银行贷款、引入社会资本等多种渠道筹集资金,确保项目的顺利实施。同时,在项目实施过程中,要合理控制成本,提高资金使用效率。

6.5 加强部门协调与合作

建立健全部门协调机制,明确各部门在DMA分区计量项目中的职责和分工。加强部门之间的沟通与协作,定期召开项目协调会,及时解决项目实施过程中遇到的问题。同时,加强与城市规划、建设等相关部门的沟通协调,确保DMA分区计量项目与城市发展规划相衔接。

结语

DMA分区计量是城市供水管网漏损管理的有效手段,能提升漏损检测效率、精准评估漏损程度并优化管网运行。不过,其应用面临管网资料不完善、监测设备质量与稳定性欠佳、数据分析处理能力不足等挑战。对此,可通过完善管网资料、提升监测设备质量、强化数据分析能力、多渠道筹资及加强部门协作等措施加以应对。未来,随着科技进步,DMA分区计量技术将与物联网、大数据、人工智能等新兴技术深度融合,推动供水管网漏损管理迈向智能化、精细化。比如,借助物联网实现监测设备远程监控与智能控制;运用大数据深度挖掘分析监测数据,提前预警漏损风险;依靠人工智能算法优化漏损定位与维修决策。这将显著提升城市供水管网漏损管理水平,为缓解城市水资源短缺问题发挥更大作用。

参考文献

- [1]林忠.供水管网计量分区漏损治理探索与实践[J].福建建筑,2024,(04):118-122.
- [2]张鹏,刘嘉,邵煜.考虑压力均匀性的供水管网独立计量区域(DMA)分区优化研究[J].科技通报,2024,40(02):30-37.