

漏损控制系统在供水管网漏损控制工作中的应用

艾明英

济南水务集团有限公司

摘要:在城镇发展过程中,存在部分供水管网老化、超负荷运行等情况,加上缺乏必要的更新改造、技术手段投入有限、监管不到位等多方面因素,导致部分供水管网跑冒滴漏现象时有发生,造成管网漏失率加大,进而给城镇安全供水带来不利影响。如何有效控制管网漏损率,提高城镇供水效率,已成为亟需解决的问题之一。

关键词:漏损率;漏损控制体系;技术措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.04.043

引言:本文介绍了漏损控制系统的应用情况和经验。结果表明:该系统在漏损控制工作中发挥了重要的指导作用,提高了管理效率,加快了响应速度,提高了服务质量,管网漏损率显著降低,能为漏损控制工作提供有力支持。

一、供水管网漏损原因分析

从生产经营全方位分析得出,产销差绝大部分来自供水管网漏损,包括管网及设施中的物理漏损、供水过程中的计量漏损、供水管理过程中存在缺陷的漏损。其中物理漏损存在于管线、管道接口、管网排放口、蓄水池、阀门、泵房、水表器具连接处、第三方损害导致、建设时历史遗留缺陷;计量漏损表现在水表配径不合理、水表选型不当、外力冲击损坏计量器具、水表故障、极端天气水表失效、特殊用户或不当用水计量失准失计、无计量用水、表位不当;管理漏损体现在抄表员工作质量、水表安装质量、日常管网养护管理、管网建设用水管理缺失、在线计量器具管理、水表定期未检定、公共用水管理缺失、管网管理缺失、违章用水等方面。

二、常见的影响因素

(一) 施工人员因素

因为人员是控制建设质量的主动因素,如果施工人员的理论、技术水平欠缺,质量意识薄弱,操作违纪违章等都会对建设质量造成极大影响。目前施工人员市场的现状,由于人工成本高,现场施工人员流动性大,很多都是临时调用,没有系统的培训技能学习,施工人员专业技能和水平高低不一。如负责球墨铸铁管道连接的施工人员未接受专业的技术培训,不能熟练掌握胶圈连接要点和承插口安装深度,造成管道连接处产生缝隙,为渗漏问题留下隐患。

(二) 材料因素

施工材料质量是否符合标准是建设质量优劣的关键

因素。如管道防腐材料不达标导致管道受环境作用引起破坏。虽然短期内不能发现,但是管道长期埋设于土壤下,腐蚀便不可避免,管道材质不达标会呈现管道生锈、结瘤、开裂、坑蚀及脆化等不同的表现形式。随着腐蚀现象加深到一定程度后,管道便会变薄,甚至穿孔,就会发生漏水甚至爆管事故,造成大量的水量损失。机械使用合理是基础。如遇赶工期或人员数量有限,使用机械虽能提高效率,但在关键节点或机械不能触及的施工环节,使用机械施工替代人工施工造成施工质量不合格。管道高程不一致,受力不均匀,管道接口形成角度,管顶覆土回填过程中,管道受到外力挤压,管道接口集中受力,造成管道发生破裂,水量流失。

(三) 执行规范因素

在施工过程中忽视规范标准、技术标尺,盲目违规施工,在流程上减少施工环节,从关键节点上降低标准等。因部分管道高程开挖未达到设计图纸深度,造成管道承插接口角度借转过多,超过规定的允许值,胶圈外翻或内卷,承插部位出现问题;以及闸门法兰接口螺丝没有完全连接牢固的情况,接口四周间隙不均匀,造成管道的连续性降低,竣工通水后发现管口渗漏,形成漏水现象。

(四) 管理监督因素

从施工前交底准备、施工期间指标监管、施工后检验验收都应做到全程管控、事事监督。如施工工序流程不合理,施工方案设计执行不到位,监督人员未能及时指出并改正,间接造成施工质量不合格,都是造成管网漏损的原因。

三、漏损控制系统在供水管网漏损控制过程中的使用方式

作为城镇化建设中重要的基础设施,市政供水管网对社会生活水平有显著的提高作用有利于社会经济的发展。

(一) 摸清漏损底数,开展水平衡分析

摸清漏损底数是有效开展漏损控制工作的前提条件。针对未计量水量和未知漏损水量,可通过加强用水相关的资料分析、加装计量设备或对典型区域开展短期计量试验与观测统计,来提高各类用水量 and 漏损水量的计量或测算精度,并逐步积累数据,按照《城镇供水管网漏损控制及评定标准》(CJJ92—2016)的要求,分年度编制水量平衡表。在编制水量平衡表的基础上,对漏损水量中的漏失水量、计量损失水量和其他损失水量

进行进一步分解，对占比较大的分量进行原因分析，从输配水各环节、用户类型、空间分布等方面对漏损进行进一步定位和原因解析。

（二）构建漏损控制工程体系

首先，基于漏损原因分析和控制目标，提出相应控制策略。针对管网与设施漏失，可分别从减少漏点数量、缩短漏水时间、降低漏水速度3个方面采取措施；针对计量损失，可通过提高计量精度加以解决；通过全面提升管理，可以解决管理因素造成的其他损失，以及漏失和计量损失。其次，在分析问题和制定控制策略的基础上，结合各地实际情况制定系统化工程清单。漏损控制工程包括管网改造、分区计量、压力调控和智能化建设4大类。管网及设施改造工程包括市政管网改造、老旧小区管网改造、二次供水设施改造等；分区计量工程包括分区计量设备安装、分区计量平台建设与分区经营改革、一户一表改造、计量表具更新、更换高精度表具以及安装具备计量功能的市政取水栓和消火栓等；压力调控工程包括加压泵站建设、远程调压阀建设和在线测压点建设等；

智能化供水建设工程包括基于GIS的供水设施数字化、管网泄漏智能监测网络建设、智慧供水平台建设等。再次，基于漏损控制工程的实施效果，进行漏损控制目标可达性的分析，并进一步优化调整控制目标。目前常用的分析方法包括案例法和模型法。案例法是根据本地已开展的同类型工程的实施效果，推算拟实施工程的实施效果。该方法技术难度低，但是需要一定量的案例数据积累，适用于对漏损治理产生直接效果的工程措施，比如管网更新、压力调控、表具更新、管网检漏等。对于智能化建设等措施，其漏损控制效果无法直接衡量，因此不纳入可达性分析。模型法则是根据城市供水系统现状及工程实施方案构建模型，通过模型计算工程实施效果，利用FastICA算法构建漏失量估算模型，可对城市供水漏失量进行估算。该方法不需要大量案例数据支撑，但是技术难度较高，同时需要较为完善的供水设施基础数据和用户用水数据。

（三）开展工程实施适宜性评价

对于管网漏损控制尚处于初期阶段的城市，需要实施的工程内容多、涉及面广，难以同步推进。因此，需要对现阶段各项工程实施的适宜性进行评价，优先实施适宜性较高的工程，其他工程待条件成熟后逐步实施。供水管网漏损控制工程实施的适宜性可以从技术难度、管理难度、成本投入、经济效益、外部制约因素等5个方面进行评价，技术难度需要从建设和运维两个方面进行评价。

在评价过程中，首先应考虑依靠自身技术实力的实施难度，当自身技术实力不足时，可部分或全部依靠可

获得的外部技术力量来实施。管理难度主要体现在企业内部在实施某项控制措施时，包括制度建设、人员组织调整以及日常经营管理难度等。成本投入情况同样需要从建设和运维两个阶段进行评价。经济效益评价包括漏损控制直接经济收益、运维管理间接经济收益和社会环境效益3个方面。其中漏损控制直接经济收益包括两方面：一是因漏水量减少使得制水量减少，进而降低了生产成本；二是通过减少计量损失，使得计量水量增加，因而增加了水费收入。运维管理间接经济收益主要指工程实施带来的设施运行故障率和运行能耗的降低，从而降低了运行成本。社会环境效益主要指通过漏损控制实现了水资源节约、供水管理水平及供水水质提升，从而为社会其他行业和百姓生活带来的社会效益和环境效益。外部制约因素评价包括政府支持、部门协作情况以及民众支持度。综合考虑政府对工程实施的支持力度，是否建立部门协作机制等，也要考虑工程实施对居民生活的影响等因素。一般而言，处于漏损治理初期的城市，可采取技术简单、投入小且见效快的措施，比如更换高精度表具、开展检漏以及加强管理等，加强用水稽查，杜绝“人情水”等；对于已开展部分漏损控制措施的城市，可进一步采取投入中等且技术难度中等的措施，如更换管网、压力调控、小区内分区计量等；对于漏损控制已取得一定成效的城市，可采取一级、二级、三级分区计量，智慧供水以及智能检漏等措施。

（四）制定工程实施路径

①政府主导，统筹实施地下管网改造。按照相关的要求，地下设施的建设改造要求政府加强各级及各部门统筹，建立健全设施建设协调机制。同时在以往的管网改造过程中，积极探索适合不同管径、管材的非开挖修复技术，并编制施工技术规范，有力地支撑了管网改造工程的实施。

②因地制宜分步实施分区计量。分区计量是一项系统工程，首先要编制分区计量规划，明确分区方案、设施建设要求、运行管理要求以及分区经营改革方案，并在实施中不断完善。在具体实施层面，可以采取自上而下和自下而上两种方式。如天津市根据供水管网现状和地理条件，利用供水管网途经的河流、铁路等物理屏障，考虑行政管理区划确定分区边界，确定了自上而下进行分区的实施路线。北京市由于现状配水管网拓扑关系非常复杂，管线呈环状分布、互连互通的网状结构，因此从DMA小区做起，采用了自下而上的路线。绍兴和常州则采取了自上而下和自下而上相结合的路线。对于一级和二级分区计量的实施和分区经营的改革，可采用选取典型分区进行试点的方式，摸索建设管理和运营经验，待成熟后全面推广。

③构建软硬件一体化的智能压力调控系统。首先要

通过水力模型模拟管网在不同工况下的压力分布情况，基于模型制定压力调控和测压设备的建设方案以及管网拓扑结构的优化方案。在开展硬件建设的同时，要在水力模型的基础上构建具备预警、预测、分析评价、辅助决策及自动控制等功能的智能压力调控系统，以保障各个硬件设施的运行效能达到最优，提高管网压力调控的精细化、智能化，使管网压力更加均衡，提高管网运行的安全性。

④打破平台数据壁垒，建设基于分区计量和噪声监控等多项技术的智能化综合漏控管理系统。供水企业应建立统一的包括所有基础信息、运行数据和业务数据的数据中心，实现各项业务的数据共享。建设包括管网GIS、调度系统、分区计量、营销系统、客服系统、管网巡检、二次供水、水力模型、渗漏预警等功能的综合管理系统。重点整合管网基础信息、分区计量、压力调控及水质在线监测数据，逐步建设完善供水管网泄漏监控预警物联网系统。开发用于快速精准识别泄漏点方位的噪声数据分析模型，融合监控、分析、调度、指挥、服务信息数据，训练智能专业的供水系统漏损控制管理工具，最终实现智能化综合漏控管理系统的构建。

（五）完善保障与激励机制

①落实各方责任，明确考核要求。要落实地方政府在公共供水管网漏损控制工作中的主体责任，根据所涉及的部门及各项资源的需求，由政府牵头建立协调、督导、考核和激励机制。领导小组各成员按照职责分工，各司其职，共同做好项目建设相关工作。供水企业作为漏损控制工作的实施主体，要建立由企业主要负责人牵头、多部门协作的工作机制。要制定各部门的目标管理责任书，建立漏损率目标考核机制、激励机制和监督机制，确保各项工作积极有效推进。

②创新实施模式，激发内生动力。充分借鉴湖州等城市“合同节水”先进经验，对于漏损控制技术实力不足的供水企业，可以通过“合同节水”的方式，借助外部技术力量开展漏损控制相关工作，按效付费，并在合作中不断培养自身技术力量。对于技术实力完备的企业，可以在企业内部实施“合同节水”，激发内生动力。对负责检漏等直接影响漏损控制效果工作的部门或子公司，按照控制效果进行内部结算。

③开展全要素研究，建立供水价格激励机制。按照“准许成本+合理收益”的原则，全面考虑供水设施建设、运行维护、修理更新等环节，供水企业、监管部门、用水户等多重对象，建立基于全要素、全成本、全生命周期的城市公共供水定价机制。明确管网漏损率大于一级评定标准的，超出部分不得计入成本。建立有利于提升供水水质和服务质量、增强企业漏损治理积极性、促进节约用水的价格激励机制。

三、漏损控制系统的应用评价

目前，亟需解决的问题是降低现有管网漏损率。根据历史经验，传统漏损控制手段效果并不理想，需要借助先进技术手段，实现漏损控制目标。对此，水务公司以“三供一业”移交改造、自备井封停为契机，完成硬件设施基础建设，利用先进的数据传输、信息化等技术手段，建立漏损控制系统。与生产实际结合进行磨合应用，实现漏点最小化。漏损控制系统可以展示供水管网各分区的情况，建立各个级别的分区漏损实时监测和预警，并对各个分区进行在线漏损指标分析计算和汇总，根据漏损分析确定重点排查区域，为漏损控制工作提供数据支持。确定重点排查区域后，采用专用检漏设备确定实际漏点位置，根据漏点实际情况确定施工维修方案。漏点排除后，利用漏损控制系统在线监测漏点所在区域施工维修前后漏损指标并分析数据变化，据此判断漏损控制工作效果。漏损控制系统能够实现供水各分区的计量数据统一管理（数据实时采集、存储、综合展示、计算分析、预警），能够生成漏损率考核分析报告。同时，平台能够进一步对管网运行和最小夜间流量进行分析，依靠漏损控制系统实现漏损在线监测常态化，保障供水管网系统安全稳定运行。

结束语：①公共供水管网漏损治理是一项长期的系统工程，涉及面广，需要全面的制度保障和有针对性的工程体系支撑。编制供水管网漏损治理系统化方案能够全面指导城市开展漏损治理工作，有序开展工程建设，完善各项保障措施。②编制供水管网漏损治理系统化方案首先要摸清设施和漏损底数，基于水平衡分析找到问题所在，并制定科学的工程体系，开展工程实施时序的适宜性评价，明确实施路径。其次，在保障与激励机制方面，要将政府、企业和外部技术力量形成合力，破解技术难题，最后要建立一套完善保障与激励机制，通过系统治理才能见到实效。

参考文献

- [1] 张晓茹. 铁路供水管网压力管理与漏损控制[J]. 现代工业经济和信息化, 2020, 10(08).
- [2] 张昭君, 钟伟峰, 杨涛等. 大型城市供水管网漏损管理系统建设实践[J]. 供水技术, 2020, 14(04): 40-45.
- [3] 李蒲剑, 高金良, 张怀宇等. 城镇供水管网漏损控制技术探讨与展望[J]. 给水排水, 2020, 56(06): 52-57+64.
- [4] 俞杰. 浅谈供水管网漏损水量的控制方向与措施[J]. 净水技术, 2020, 39(S1): 199-203.
- [5] 丁毅飞. 城市供水产销差率与漏损控制分析[J]. 建材与装饰, 2019, No. 586(25): 151-152.
- [6] 张韶文. 供水管网分区计量管理在漏损控制中的应用[J]. 居舍, 2019(21): 188.