

供水安全与保障

DOI: 10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.12.001

城市供水管网漏损治理系统化方案编制方法

魏锦程, 李琳

(中国城市规划设计研究院, 北京 100044)

摘要: 我国城市公共供水管网漏损治理已取得一定成效,但由于缺乏系统化实施方案的指导,仍然面临着机制不健全、底数不清、工程措施碎片化等问题。漏损治理是一项包含制度体系和工程体系建设的系统工程,编制系统化实施方案对于开展漏损治理工作至关重要。方案的编制首先要摸清漏损底数,通过水平衡分析准确查找问题根源,并制定系统科学的治理工程体系,开展工程实施适宜性评价,明确实施路径;其次,要通过政府、企业和外部技术力量的多方合力破解实施过程中的技术与管理难题,并建立政府和企业实施保障机制,激发内生动力。

关键词: 城市供水; 漏损率; 漏损治理; 系统化方案

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)12-0001-05

Systematic Scheme Compilation Method for Water Loss Control of Urban Water Supply Network

WEI Jin-cheng, LI Lin

(China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100044, China)

Abstract: The water loss control of urban public water supply network in China has achieved certain results, but due to the lack of guidance of systematic implementation scheme, it is still faced with problems such as imperfect mechanism, unclear basic data, and fragmentation of engineering measures and so on. Since water loss control is a systematic project including the construction of system and engineering system, the preparation of systematic implementation scheme is very important for it. Firstly, it must find out the basic data of water loss to accurately determine the root cause of the problem through water balance analysis, formulate a systematic and scientific treatment engineering system, carry out the suitability evaluation of project implementation and clarify the implementation path. Secondly, it should solve the problems in the process of technology implementation through the joint efforts of government, enterprises and external technical forces and establish implementation guarantee mechanism to stimulate the endogenous motivation.

Key words: urban water supply; water loss rate; water loss control; systematic scheme

供水管网漏损控制是城市节水的必由之路,是提升供水安全的重要保障,同时也是城市供水高质量发展的重要抓手。2015年国务院发布的《水污染

防治行动计划》提出了“到2020年,管网漏损率控制在10%以内”的要求。同时,《国家节水型城市申报与评选管理办法》和《城镇供水定价成本监审办法》

也将管网漏损率纳入了评价标准。为进一步加强城市公共供水的漏损控制工作,2022年1月,住房和城乡建设部办公厅和国家发展改革委办公厅发布了《关于加强公共供水管网漏损控制的通知》(建办城〔2022〕2号),明确了漏损治理的总体要求、工作任务和组织实施方式,并通过开展漏损治理试点示范,探索可复制、可推广的新模式、新机制,为其他城市提供借鉴。在技术及实施层面,国内外学者在漏损控制技术方面取得了大量研究成果^[1]。为指导漏损治理工作的开展,住房和城乡建设部发布了《城镇供水管网分区计量管理工作指南——供水管网漏损管控体系构建(试行)》和《城镇供水管网漏损控制及评定标准》(CJJ 92—2016),并在2018年对标准进行了局部修订。

目前,绍兴等城市在漏损控制方面开展了一系列卓有成效的探索,漏损率稳定控制在5%以下,在国内处于领先水平^[2]。但是,我国供水管网漏损整体控制水平与日本等发达国家相比仍存在一定差距^[3]。国内多数城市供水管网漏损治理尚处于起步阶段,缺乏系统化方案的指导,导致机制不健全、底数不清、工程措施碎片化。部分城市漏损率仍未达到《水污染防治行动计划》提出的10%以内的要求。因此,《关于加强公共供水管网漏损控制的通知》(建办城〔2022〕2号)提出“到2025年,未达到一级评定标准(10%)的地区控制到一级评定标准以内”的要求。

针对上述问题,提出了编制漏损治理系统方案的技术要求,以期为我国开展城市供水管网漏损治理工作提供借鉴。

1 漏损治理系统化方案编制的必要性

首先,供水管网漏损治理涉及的责任主体和资源要素众多,需要合理统筹。漏损治理工作涉及供水、规划、道路交通和居住小区改造等相关领域的主管部门,还包括发改委、财政等部门。因此,必须根据各地实际情况制定方案,明确组织方式和各方工作职责,由地方政府对各个部门的工作进行统筹管理,才能为漏损治理工作扫清体制障碍。

其次,漏损治理需要在摸清底数的基础上构建完整的工程体系,并制定科学的实施计划。由于部分企业对未计量用水量的测算缺乏手段和数据积累,导致无法进行准确水量平衡分析。此外,由于缺乏系统方案指引,导致目标及路径不明,已开展

的漏损治理工作通常是依靠单个项目进行推动,难以抓住当前漏损治理的主要矛盾,且对项目实施的适宜性缺乏评价,对实施效果缺乏测算,导致工作的开展具有一定盲目性。

再次,供水定价、绩效考核和资金保障等长效保障机制缺一不可。由于我国城市供水价格调整周期较长,多数城市尚未按照2021年10月起实行的《城镇供水定价成本监审办法》要求,采用漏损率一级评定标准核算供水定价成本,造成内生动力不足。同时,供水企业内部未建立漏损控制工作推进及绩效考核机制,制度缺失导致企业内部技术、工程、运维、营业等部门无法形成合力,仅依靠技术部门难以推进。此外,漏损治理作为一项具有直接经济效益的工作,资金渠道有待拓宽,资金保障有待加强。

2 系统化方案编制思路

2.1 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,来提高各类用水量及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》(CJJ 92—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。

2.2 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。漏损控制工程体系的构建路径如图1所示。

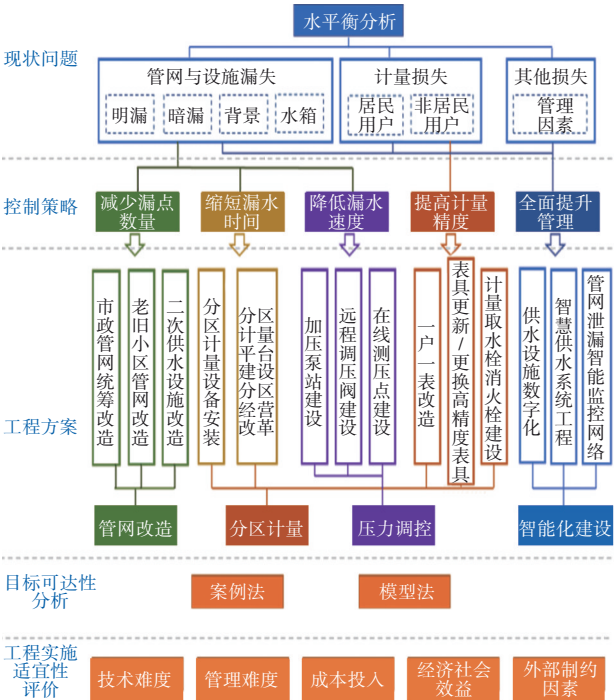


图1 供水管网漏损控制工程体系

Fig.1 Water loss control system for water supply network

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,如刘志壮^[4]利用Fast ICA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。

2.3 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、经济社会效益、外部制约因素等5个方面进行评价,具体评价体系如表1所示。

表1 工程实施适宜性评价体系

Tab.1 Project implementation suitability evaluation system

一级因子	二级因子	评价内容说明
技术难度	建设技术	分别从自身技术实力和可获得的外部技术力量两方面评估建设和运维阶段的技术难度
	运维技术	
管理难度	运维管理	从制度组织建设以及经营管理两方面评估
成本投入	建设成本	评估各项工程措施的建设成本及运营维护成本
	运维成本	
经济社会效益	直接经济收益	生产成本降低、水费收益增加
	间接经济收益	工程的实施带来的设施运行维护成本的降低
	社会环境效益	水资源节约、供水管理水平及供水水质提升带来的社会效益、环境效益
外部制约因素	政府支持及部门协作	政府对工程实施的支持力度,是否建立部门协作机制
	民众支持度	工程实施对居民生活的影响

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。经济社会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。

2.4 制定工程实施路径

① 政府主导,统筹实施地下管网改造。根据住房和城乡建设部印发的《关于加强城市地下市政基础设施建设的指导意见》(建城[2020]111号)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。郑州市为消除暴雨灾害带来的地下管网风险隐患,政府高位推动,多部门密切协作,加速开展地下设施统筹改造,将在3年内完成公共供水管网中剩余264 km隐患管网的全部改造工程,为漏损治理目标的实现打下坚实基础。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^[5]。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^[6]。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SCADA、分区计量、营业管理、热线呼叫、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。

2.5 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。

3 结论

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] 杨晓芳,徐强,王东升.我国城市供水管网漏损控制技术发展与展望——基于水平衡分析与分区管理的管网漏损评价、监测与控制技术[J].给水排水,2017,43(5):1-3.
YANG Xiaofang, XU Qiang, WANG Dongsheng. Development and prospect of leakage control technology

for urban water supply network in China: pipeline leakage assessment, monitoring and control technology based on water balance analysis and partition management [J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(5): 1-3 (in Chinese).

- [2] 陈国扬.供水管网漏损控制管理实践和体会[J].城镇供水,2017(4):1-5.
CHEN Guoyang. Practice and experience of water loss control and management of water supply network [J]. City and Town Water Supply, 2017 (4): 1-5 (in Chinese).
- [3] 刘锁祥,赵顺萍,刘阔.新行业标准下的供水管网漏损控制实践[J].中国给水排水,2021,37(24):130-134.
LIU Suoxiang, ZHAO Shunping, LIU Kuo. Practices in water loss control of urban water supply network under new industry standard [J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(24): 130-134 (in Chinese).
- [4] 刘志壮.城镇供水管网漏损风险分析建模与漏失量估算研究[D].青岛:青岛理工大学,2021.
LIU Zhizhuang. Study on Risk Analysis Modeling and Water Loss Estimation of Urban Water Supply Network [D]. Qingdao: Qingdao University of Technology, 2021 (in Chinese).
- [5] 刘锁祥,赵顺萍,曹楠,等.供水管网漏损控制研究和实践[J].中国给水排水,2015,31(10):22-25.
LIU Suoxiang, ZHAO Shunping, CAO Nan, et al. Research and practice of water loss control of water distribution network [J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(10): 22-25 (in Chinese).
- [6] 王杉月,张葵,艾静,等.供水管网漏损检测与识别技术研究进展[J].净水技术,2020,39(8):49-55.
WANG Shanyue, ZHANG Kui, AI Jing, et al. Research progress of water loss detection and identification technology for water supply distribution networks [J]. Water Purification Technology, 2020, 39 (8): 49-55 (in Chinese).

作者简介:魏锦程(1983—),男,山东泰安人,博士,高级工程师,主要研究方向为饮用水安全保障理论与技术。

E-mail:66514941@qq.com

收稿日期:2022-04-29

修回日期:2022-05-07

(编辑:衣春敏)