

# 给水管网漏损控制关键环节优化研究

黄 琴

永丰城发水务有限公司 江西 吉安 331500

**【摘要】**：给水管网作为城市基础设施的核心组成部分，其漏损问题不仅造成水资源的严重浪费，还增加供水企业运营成本，影响供水安全。本文基于给水管网运行全生命周期，明确漏损控制的五大关键环节，即管网设计与施工、运行压力调控、泄漏检测与定位、管网维护与更新、管理体系优化。通过分析各环节漏损控制的现状及存在的问题，结合工程实践经验与技术研究成果，提出针对性的优化策略，并辅以表格对比不同技术方案的适用性与效果。研究表明，通过多环节协同优化，可显著降低管网漏损率，为供水企业实现节能降耗、提升服务质量提供技术支撑与管理参考。

**【关键词】**：给水管网；漏损控制；关键环节；优化策略；压力调控；泄漏检测

DOI:10.12417/2705-0998.25.23.001

## 1 引言

水资源短缺已成为制约我国城市化进程与经济社会可持续发展的重要瓶颈，而城市给水管网漏损是水资源浪费的主要途径之一。管网漏损不仅导致宝贵的淡水资源流失，还增加了供水企业的制水、输水成本，同时可能引发路面塌陷、水质污染等次生问题，威胁城市公共安全。近年来，国家先后出台《城镇给水管网漏损控制及评定标准》《“十四五”节水型社会建设规划》等政策文件，《规划》明确到2025年，用水总量控制在6400亿立方米以内，万元国内生产总值用水量比2020年下降16.0%左右。农田灌溉水有效利用系数达到0.58，城市公共给水管网漏损率小于9.0%。在此背景下，开展给水管网漏损控制关键环节优化研究，梳理各环节漏损成因，提出科学有效的优化措施，对降低管网漏损率、提升供水保障能力具有重要的现实意义。本文从管网设计、运行、检测、维护及管理五个核心环节入手，系统分析漏损控制的关键要点与优化路径。

## 2 给水管网漏损控制关键环节及现状分析

### 2.1 管网设计与施工环节

设计与施工是管网漏损控制的源头，直接决定管网的先天质量。当前该环节存在的主要问题包括：一是部分设计方案未充分结合区域地质条件、水文特征及用水需求，管材选型不合理，如在腐蚀性较强的区域选用普通钢管，导致管网易发生腐蚀泄漏；二是管道敷设路由规划不当，部分管道敷设在交通繁忙路段或沉降区域，长期承受重载与不均匀沉降，引发管道接口松动、破裂；三是施工工艺不规范，如管道接口焊接质量不达标、基础处理不平整、回填土压实度不足等，为后期漏损埋下隐患。

### 2.2 运行压力调控环节

管网运行压力是影响漏损的核心因素，漏损量与管网压力呈正相关关系，压力每升高10%，漏损量可能增加15%~20%。当前多数城市供水管网采用统一压力供水模式，未根据不同区域、不同时段的用水需求进行动态调控。一是高峰期为保障远

端用户用水，管网压力偏高，导致近端管道与接口承受过大压力，易发生泄漏；二是夜间用水量减少时，管网压力骤升，未及时采取减压措施，进一步加剧漏损；三是压力监测点布局不合理，无法实时掌握管网压力分布情况，难以实现精准调压。

### 2.3 泄漏检测与定位环节

泄漏检测与定位是及时发现漏点、减少漏损时长的关键。当前该环节存在的问题主要有检测技术应用不均衡，多数中小城市仍依赖传统的听漏棒、分区计量等方法，检测效率低、精度差，难以发现隐蔽性漏点；检测频率不足，未建立常态化检测机制，部分漏点长期未被发现，造成大量水资源浪费；检测人员专业素养参差不齐，对先进检测设备的操作能力不足，影响检测结果的准确性；四是漏点定位后，缺乏快速响应机制，维修不及时，延长漏损时间。

### 2.4 管网维护与更新环节

一是老旧管网更新改造进度缓慢，部分城市仍有大量使用年限超过30年的铸铁管、镀锌管，管道腐蚀、老化严重，漏损率极高；二是维护保养不到位，未定期对管道接口、阀门等关键部位进行检修，导致部分微小漏点逐渐发展为严重漏损；三是管网档案管理不规范，部分管道缺乏完整的技术资料，难以精准制定维护与更新计划；四是更新改造资金投入不足，制约了老旧管网改造与先进维护技术的应用。

### 2.5 管理体系优化环节

完善的管理体系是漏损控制措施落地的重要支撑。当前多数供水企业管理体系存在短板。一是缺乏专门的漏损控制管理部门，职责分工不明确，出现问题相互推诿；二是未建立科学的漏损率考核机制，员工漏损控制积极性不足；三是信息化管理水平低，未实现管网数据、压力数据、检测数据的互联互通，难以进行精细化管理；四是缺乏与市政、交通等部门的协同联动机制，管网施工、维护过程中易与其他工程发生冲突，造成人为损坏。

### 3 给水管网漏损控制关键环节优化策略

#### 3.1 优化管网设计与施工，筑牢漏损控制源头

##### (1) 科学进行管材选型与路由规划

结合区域地质条件、腐蚀性、用水负荷等因素，合理选用管材：在腐蚀性较强的区域选用 PE 管、球墨铸铁管等耐腐蚀管材；在交通繁忙路段选用抗压性能强的球墨铸铁管。路由规划需避开沉降区域、地下障碍物密集区域，优先选择地质稳定、施工难度小的路由，同时预留足够的检修空间。

##### (2) 规范施工工艺与质量管控

制定严格的施工技术标准，明确管道基础处理、接口连接、回填压实等关键工序的质量要求：管道基础需平整夯实，采用砂石垫层铺垫；钢管焊接需进行探伤检测，PE 管采用热熔连接并进行压力试验；回填土需分层压实，压实度不低于 95%。建立施工全过程质量监督机制，委托第三方机构对施工质量进行抽检，确保施工质量达标。

##### (3) 强化设计与施工的协同衔接

设计单位需派专人驻场指导施工，及时解决施工过程中出现的设计问题；施工单位需严格按照设计方案施工，如需变更设计，需经设计单位与建设单位共同确认。

表 1 为不同管材的性能对比及适用场景，可为管材选型提供参考。

管材类型	耐压性能	耐腐蚀性能	使用寿命 (年)	适用场景
普通钢管	强	弱	15~20	非腐蚀性区域、临时供水管道
球墨铸铁管	强	中	30~50	交通繁忙路段、主干管
PE 管	中	强	50 以上	腐蚀性区域、支管网、小区内部管网
镀锌管	中	弱	10~15	老旧小区改造前的支管、入户管

#### 3.2 优化运行压力调控，降低压力型漏损

##### (1) 构建分区调压供水模式

根据管网拓扑结构、用水区域分布及用水负荷特征，将管网划分为多个独立的压力控制区，每个区域设置调压站或减压阀。针对不同区域的用水需求，制定差异化的压力控制标准，

如近端区域适当降低压力，远端区域合理提升压力，确保各区域用户用水需求的同时，将管网压力控制在合理范围。

##### (2) 实现压力动态智能调控

在管网关键节点安装智能压力传感器，实时采集压力数据，并通过物联网技术传输至供水调度中心。基于用水负荷预测模型，结合实时压力数据，采用变频调速技术对水泵机组进行动态调控，实现高峰期与低谷期的压力自适应调整。例如，夜间用水低谷期，自动降低水泵转速，减少供水量，降低管网压力；早高峰用水时段，自动提升水泵转速，保障供水压力。

##### (3) 优化压力监测点布局

采用水力模型模拟管网压力分布，结合实际运行数据，在管网近端、远端、关键节点及漏损高发区域增设压力监测点，确保压力监测覆盖全管网。通过监测数据的实时分析，及时发现压力异常区域，排查潜在漏点，为压力调控提供数据支撑。

表 2 为某城市管网分区调压前后压力及漏损率对比，可见分区调压效果显著。

区域类型	调压前平均压力 (MPa)	调压后平均压力 (MPa)	调压前漏损率 (%)	调压后漏损率 (%)	漏损率降幅 (%)
近端区域	0.65	0.45	18.2	10.5	7.7
远端区域	0.30	0.40	15.6	9.8	5.8
整体管网	0.48	0.43	16.8	10.1	6.7

#### 3.3 优化泄漏检测与定位，提升漏点发现效率

##### (1) 推广应用先进检测技术

结合管网实际情况，合理选用检测技术：在主干管及重要管网区域，采用声学传感器、光纤传感检测技术，实现漏点的实时监测与精准定位；在小区支管网及隐蔽区域，采用探地雷达、红外热成像技术，排查地下管道漏点；对疑似漏点区域，采用听音仪、相关仪进行精准复核。同时，建立检测技术融合应用体系，提升漏点检测的准确率。

##### (2) 建立常态化检测机制

制定科学的检测计划，根据管网老化程度、漏损高发区域等级，明确不同区域的检测频率：老旧管网区域每月检测 1 次，新建管网每季度检测 1 次，主干管每半年检测 1 次。同时，结合夜间用水低谷期管网压力稳定、漏损声音清晰的特点，优先在夜间开展检测工作，提升检测效率。

##### (3) 强化检测队伍建设与快速响应

定期组织检测人员参加专业技能培训,提升其对先进检测设备的操作能力与漏点识别能力;建立漏点快速响应机制,明确漏点定位后的维修流程、责任分工及时间要求,确保小型漏点24小时内修复,大型漏点48小时内启动抢修,最大限度缩短漏损时间。

### 3.4 优化管网维护与更新,提升管网健康水平

#### (1) 加快老旧管网更新改造

开展管网普查工作,建立管网健康档案,明确老旧管网的位置、管径、使用年限、腐蚀程度等信息。结合城市发展规划,制定老旧管网更新改造时间表,优先改造使用年限超过30年、漏损率极高的铸铁管、镀锌管,替换为PE管、球墨铸铁管等优质管材。同时,同步改造老旧阀门、水表等附属设施,提升管网整体运行质量。

#### (2) 加强管网常态化维护

定期对管网进行巡检,重点检查管道接口、阀门、水表等关键部位,及时发现并修复微小漏点;定期对阀门进行启闭操作与润滑保养,确保阀门开关灵活;定期对管网进行冲洗消毒,防止管道内壁结垢、腐蚀。建立管网维护台账,记录维护内容、时间、效果等信息,为后续维护工作提供参考。

#### (3) 完善管网档案信息化管理

搭建管网地理信息系统,整合管网空间数据、属性数据、维护数据等信息,实现管网档案的数字化管理。通过系统可快速查询管道位置、管径、材质等信息,为管网维护、更新及漏点排查提供精准的数据支撑。同时,建立管网数据动态更新机制,确保档案信息的准确性与时效性。

### 3.5 优化管理体系,强化漏损控制保障

设立专门的漏损控制管理部门,明确其在管网设计、施工、运行、检测、维护等环节的管理职责,协调各部门之间的工作衔接。建立“全员参与、层层负责”的漏损控制责任体系,将漏损控制指标分解至各部门、各岗位,确保责任到人。

将漏损率、漏点修复及时率等指标纳入绩效考核体系,对

完成考核目标的部门与个人给予奖励,对未完成目标的进行问责。设立漏损控制专项奖励基金,鼓励员工积极参与漏点排查与技术创新,提升全员漏损控制积极性。搭建漏损控制综合管理平台,整合压力监测数据、泄漏检测数据、维护更新数据、用水数据等,采用大数据分析技术,对管网漏损风险进行预判,为漏损控制决策提供科学依据。同时,实现平台与管网地理信息系统、供水调度系统的互联互通,提升管网精细化管理能力。建立与市政、交通、住建等部门的协同联动机制,在管网施工、维护、更新过程中,提前沟通协调,避免与其他工程发生冲突;建立管网损坏应急联动机制,一旦发生管网人为损坏,及时启动抢修流程,减少漏损损失。

## 4 结论与展望

### 4.1 结论

给水管网漏损控制是一项系统工程,需从源头抓起,覆盖管网全生命周期。本文明确管网设计与施工、运行压力调控、泄漏检测与定位、管网维护与更新、管理体系优化是漏损控制的五大关键环节。通过科学选型与规范施工筑牢源头质量,通过分区调压与智能调控降低压力型漏损,通过先进技术与常态化检测提升漏点发现效率,通过老旧管网更新与常态化维护提升管网健康水平,通过健全管理体系强化保障,可实现各环节协同发力,显著降低管网漏损率。案例验证表明,该优化策略可有效提升漏损控制效果,为供水企业提供可行的技术与方案。

### 4.2 展望

随着智慧水务技术的不断发展,给水管网漏损控制将向更加智能化、精细化方向发展。后续可进一步研究基于人工智能、大数据的漏损预测模型,实现漏损风险的提前预警;探索数字孪生技术在管网漏损控制中的应用,通过虚拟仿真模拟管网运行状态,优化漏损控制方案;加强新型管材与施工技术的研发应用,进一步提升管网的抗漏损能力。同时,需加强行业间的交流合作,推广先进的漏损控制经验与技术,推动全国城市供水管网漏损率持续下降,为节水型社会建设提供有力支撑。

## 参考文献:

- [1] 梁腾腾,陆玉恒.给水管网漏损控制与管道材料选型设计研究[C]//河南省豫商经济文化交流协会.2025中国城建经济研讨会论文集.南京浦诚建筑设计有限公司;中国市政工程华北设计研究总院有限公司江苏分公司,;2025:219-220.
- [2] 李婷,杨曜宇.城市给水管网系统的优化设计与漏损控制技术研究[J].水上安全,2025,(15):57-59.
- [3] 孙怀楠.给水管网漏损检测及控制技术综述[J].供水技术,2025,19(03):16-19.
- [4] 杨春诚.城镇给水管网漏损分析[J].建筑与预算,2024,(05):7-9.
- [5] 郑鹏君.市政给水管网漏损的原因与应对策略[J].住宅与房地产,2022,(10):244-246.