

# 城市市政供水管网的配置与管理研究

胡元泽 赵延亮 海耀明

宁夏长城水务有限责任公司 宁夏 银川 750000

**摘要：**城市市政供水管网是保障城市运转的核心基础设施。本文以管网全生命周期管理为核心，系统探讨供水管网的内涵与配置管理理论基础，明确管网配置的核心原则，深入研究拓扑结构优化、水力参数设计等多维度优化方法，构建全流程建设运维与风险管控体系，分析智慧化技术的应用路径。研究表明，科学的配置原则、优化的设计方法与全流程管控模式，结合智慧化技术赋能，可有效提升管网运行稳定性与效率。本文研究成果为城市供水管网的精准配置与高效管理提供理论参考与实践支撑。

**关键词：**城市市政；供水管网配置；建设运维；风险管控

引言：随着城市化进程加速，城市用水需求持续增长，供水管网的配置科学性与管理高效性成为保障供水安全、推动城市可持续发展的关键。当前部分城市供水管网存在布局不合理、漏损率偏高、运维管理滞后等问题，制约了供水保障能力提升。基于此，本文聚焦城市市政供水管网的配置与管理，梳理相关理论基础，探索优化设计方法与全流程管控策略，融入智慧化技术应用研究，旨在破解管网配置与管理中的核心难题，提升管网全生命周期运行质量。

## 1 城市市政供水管网的内涵与配置管理理论基础

### 1.1 城市市政供水管网的核心内涵

城市市政供水管网是城市基础设施的核心组成部分，是连接水源地与城市各类用水主体的系统性工程体系，涵盖输水管网、配水管网及附属设施等关键构成。其核心功能在于实现水资源的安全、稳定、高效输配，满足城市居民生活、工商业生产、公共服务等多元用水需求，同时承载着水资源合理调配、水压与水质保障等重要职责。从属性来看，它兼具公益性与工程性双重特征，公益性体现在其服务公共利益的基础保障属性，工程性则表现为其设计、建设、运维过程中的技术规范性与系统整体性，是城市正常运转与可持续发展的重要支撑。

### 1.2 供水管网配置管理的理论基础

供水管网配置管理的理论基础涵盖多个学科领域，核心包括系统工程理论、资源优化配置理论与全生命周期管理理论。（1）系统工程理论为管网配置提供整体视角，强调管网各组成部分的协同联动，通过系统分析实现管网结构与功能的优化；（2）资源优化配置理论指导管网配置过程中水资源与工程资源的合理分配，以最小投入实现最大供水效益；（3）全生命周期管理理论则贯穿管网规划、设计、建设、运维至更新改造的全流程，

强调各阶段管理的衔接与协同，为管网长期稳定运行与价值最大化提供理论支撑，三者共同构成管网配置管理的核心理论框架。各理论相互衔接互补，为管网配置管理的科学性与系统性提供全方位理论保障<sup>[1]</sup>。

## 2 城市市政供水管网的配置原则与优化设计方法

### 2.1 城市市政供水管网的配置原则

城市市政供水管网配置要遵循以下原则。（1）安全优先原则聚焦供水稳定性与水质保障，要求管网结构具备足够冗余度，可抵御局部故障对整体供水的影响，同时满足水压达标与水质稳定输送要求。（2）经济合理原则强调在满足功能需求的前提下，统筹管网建设、运维全周期成本，优化管材选型与管网布局，避免过度建设造成资源浪费。（3）适配发展原则要求管网配置与城市总体规划、人口增长、产业布局相协调，预留合理发展空间。（4）生态友好原则则注重水资源高效利用，减少管网漏损带来的水资源浪费，兼顾施工与运维过程中的生态环境保护。

### 2.2 城市市政供水管网的优化设计方法

供水管网优化设计要结合管网功能需求与实际工况，采用多维度协同优化方法。（1）管网拓扑结构优化，通过专业水力计算软件模拟不同布局方案的输水效率与水力工况，采用环网与枝网结合的混合布局模式，在核心供水区域构建闭环网提升供水可靠性与容错能力，边缘区域合理布设枝网控制建设成本，同时优化节点连接方式，规避管网交叉重叠与不合理转角，减少局部水头损失，保障水流顺畅与输水效率。（2）水力参数优化，基于分区计量系统（DMA）长期采集的精准水负荷预测数据，结合居民、工商业等不同用户的用水时段与负荷强度差异，精准计算设计流量、最不利点水压等核心参数，采用变径设计思路合理确定各管段管径规

格,平衡输水能力与能耗控制,通过耦合GIS拓扑数据与实时监测数据的水力模型多轮迭代优化,确保管网在用水高峰、低谷及极端天气等不同工况下均能稳定运行。

(3) 管材与附属设施优化选型,结合供水水质要求、土壤地质条件与后期运维难度,优先选用球墨铸铁管、PE100级给水管等耐腐蚀、寿命长、密封性好的环保管材,重点关注管道转弯、三通等应力集中部位的接口防护设计与防腐处理;同步优化阀门、消火栓等附属设施的布设密度与位置,确保阀门间距适配抢修时效需求,消火栓覆盖无盲区且满足消防供水压力要求,提升管网调控能力与维护便捷性。(4) 融入全生命周期成本分析方法,综合考量建设投资、运行能耗、日常维护费用、管材更新改造成本及漏损水资源损失、停水经济损失等隐性成本,构建技术可行、经济合理与安全可靠并重的多目标优化模型,通过智能算法迭代筛选最优方案,实现管网全生命周期价值最大化与可持续运行。优化设计需同步衔接后续施工工艺要求与运维检修空间预留,确保设计方案的落地可行性,形成“设计-施工-运维”的协同闭环<sup>[2]</sup>。

### 3 城市市政供水管网全流程建设运维与风险管控

#### 3.1 市政供水管网的建设施工与质量管控要点

建设施工与质量管控是保障供水管网全生命周期稳定运行的基础环节,要从以下三方面构建全链条管控体系。(1) 施工前期准备管控,完成详细的现场勘查,明确地质条件、地下管线分布及周边环境等核心信息,同步核查施工区域规划许可与环保要求,据此优化施工方案,重点明确管材运输与存储规范、施工机械选型及安全防护措施;同时完成施工人员技术交底与岗前培训,建立技术考核机制,确保其熟练掌握管网施工技术标准与质量要求。(2) 施工过程核心管控,严格把控基坑开挖与支护质量,根据地质情况合理确定开挖坡度与支护方式,设置基坑变形监测点实时把控状态,避免基坑坍塌对周边环境及管网基础造成影响;强化管道安装质量管控,重点检查管道接口清洁度、密封材料适配性及连接紧固度,采用专用密封检测工具排查渗漏隐患,确保接口无渗漏;规范管道基础施工,保障基础平整度与承载力,对软土等特殊地质区域采取换填或加固处理,避免管道后期沉降变形;同步做好施工过程中的高程与轴线控制,确保管网走向与坡度符合设计要求。(3) 施工验收质量把关,严格执行分部分项验收制度,对管材质量、管道安装精度、接口密封性等关键指标进行全覆盖检测;完成分段水压试验与全管网水质检测,试验压力与稳压时间严格遵循规范要求,确保管网输水能力与

水质达标;完善验收资料归档,明确各环节质量责任主体,建立质量责任追溯机制,为后续运维管理提供完整基础依据。

#### 3.2 市政供水管网的日常运维管理体系构建

日常运维管理体系构建要立足全流程管控理念,围绕管网监测、巡检维护、数据管理三大核心模块形成闭环管理。(1) 常态化监测体系搭建,建立覆盖管网压力、流量、水质及管网运行状态的全维度监测网络,结合管网拓扑结构与用水负荷分布合理布设监测节点,选用高精度智能监测设备实现数据实时采集与传输;构建分级监测数据预警机制,明确各类监测指标阈值与响应等级,对异常数据快速触发核查流程,确保及时响应处置。(2) 精细化巡检维护机制,制定分级分类巡检方案,根据管网重要程度、运行年限及周边环境确定巡检频次与范围,对穿越河道、道路等特殊区域的管网加密巡检;重点排查管道腐蚀、接口渗漏、附属设施损坏等隐患,采用专业检测仪器辅助排查隐蔽性隐患;建立电子化巡检台账管理制度,详细记录巡检信息、隐患位置及处置情况,实现隐患发现-派单-处置-销号的闭环管理;强化管网附属设施维护,定期对阀门、消火栓、排气阀等设施进行启闭调试、除锈防腐及功能检测,及时更换老化部件,确保其运行正常。(3) 全流程数据管理体系,搭建一体化管网运维管理信息平台,整合管网基础信息、施工验收资料、巡检维护记录、监测数据等核心信息,实现数据集中管理与跨部门共享;利用数据挖掘技术分析管网运行规律,预判潜在故障风险,为运维计划制定与资源调配提供数据支撑;建立动态数据更新机制,明确数据更新责任与时限,及时同步管网改造、维修等信息,保障数据准确性与时效性。

#### 3.3 市政供水管网的漏损防控与应急处置机制

漏损防控与应急处置机制是保障管网运行安全的关键,要构建“预防为主、快速响应、科学处置”的全流程管控体系。(1) 系统性漏损防控体系构建,建立分区计量(DMA)管理模式,结合城市行政区划与管网布局划分独立计量区域,安装高精度计量设备,通过区域流量对比分析与夜间最小流量监测定位漏损区域,提升漏损检测精准度;定期开展管网漏损检测,结合声学检测、压力测试、光纤传感等技术手段,对老旧管网与漏损高发区域重点检测,实现漏损隐患早发现、早处置;优化管网压力调控,依托智慧调度系统根据用水时段变化动态调整管网压力,设置压力保护阈值,避免压力过高导致管道破裂渗漏;建立管网老化更新改造机制,结合管网检测数据与运行年限,对运行年限长、腐蚀严

重、漏损率高的管道制定分期更新计划, 优先更换影响供水安全的关键管段, 从源头降低漏损风险。(2) 应急处置体系核心构建, 明确应急组织架构与各部门责任分工, 建立供水企业、施工单位、应急管理部门、医疗机构等多方联动机制, 签订应急协同协议, 确保应急处置高效协同; 制定分级应急处置预案, 针对管网破裂、水质污染、大面积停水等不同类型突发事件明确应急响应流程、处置措施、责任主体及资源保障要求, 细化不同场景下的处置话术与公众沟通方案; 强化应急物资储备管理, 按应急处置需求分级分类储备管材、密封材料、抢修设备、应急供水车等物资, 建立物资台账与定期盘点制度, 定期检查物资完好性与可用性, 及时补充或更新过期物资; 建立应急演练机制, 定期开展实战化应急演练, 模拟各类突发事件场景, 提升应急处置队伍技术能力与协同配合水平。(3) 应急处置全流程管控, 突发事件发生后, 依托智慧监测系统快速完成事件研判与响应启动, 第一时间通过阀门关闭等方式隔离故障区域, 设置警示标识减少影响范围; 优先保障居民生活、医院、学校等重点区域供水, 必要时启动临时供水保障措施, 通过应急供水车、临时管网接驳等方式满足基本用水需求; 快速组织专业抢修队伍开展处置, 严格把控抢修质量与安全, 确保管网尽快恢复正常运行; 建立应急处置评估机制, 事后从响应速度、处置效果、资源调配等方面总结处置经验, 查找不足并优化应急预案与管控措施<sup>[3]</sup>。

#### 4 智慧化技术在供水管网配置与管理中的应用

智慧化技术为城市市政供水管网的精准配置与高效管理提供了核心支撑, 通过数据感知、智能分析与协同管控, 实现管网全流程管理的提质增效。具体应用可分为三大核心维度: (1) 配置阶段数字化赋能, 借助地理信息系统(GIS)与水力模型仿真技术, 整合城市地形、用地规划、用水需求等多维度数据, 通过数字化建

模开展多方案对比分析, 实现管网布局与参数的精准优化设计, 提升配置方案的科学性与适配性。(2) 运行阶段智能化监测预警, 依托物联网技术构建全维度感知网络, 通过智能传感器实时采集管网压力、流量、水质及管道结构状态等数据, 结合5G技术实现数据高速传输, 搭配大数据与人工智能算法深度挖掘运行规律, 精准预判用水负荷变化、潜在漏损隐患及故障风险, 推动管理模式从“被动处置”向“主动预防”转变。(3) 全流程集成化管控, 通过智慧管理平台实现管网配置、施工、运维、应急等全流程信息的集成整合, 借助可视化展示与智能调度功能, 提升管网资源调配效率与应急响应速度, 同时助力全生命周期成本的精准核算与管控, 全方位提升供水管网配置与管理的智能化、精细化水平<sup>[4]</sup>。

结束语: 城市市政供水管网的配置与管理是关乎城市供水安全与可持续发展的系统性工程。本文系统梳理了管网配置管理的理论基础, 明确了科学的配置原则与优化设计方法, 构建了全流程建设运维与风险管控体系, 阐明了智慧化技术的赋能路径。未来, 需进一步推动理论与工程实践的深度融合, 持续优化智慧化技术应用方案。相信通过科学的配置策略、高效的管理模式与技术创新赋能, 可全面提升供水管网运行质量, 为城市高质量发展提供坚实的供水保障。

#### 参考文献

- [1]彭洋,黄达.市政管理中城市排水管网信息化建设研究[J].中国建设信息化,2025(13):66-69.
- [2]程艳艳,管娜.市政给排水管网的优化配置与管理研究[J].安家,2025(4):0067-0069.
- [3]唐中亚,郭翔,戴晶,倪帼迎.市政给排水管网的优化配置与管理探讨[J].工程建设与设计,2024(18):61-63.
- [4]邢舒雅,王钊钰,毛竹.研究城市市政给排水管网的优化配置与管理[J].建筑与装饰,2022(20):114-116.