城市供水管网突发情况的应急处理措施分析

陈中博

天津津滨威立雅水业有限公司　天津　300000

摘　要：城市供水管网是城市民生保障、生产运行的核心基础设施，管网运行过程中受管材老化、外力扰动、负荷波动、环境变化等多种因素影响，极易出现破损、泄漏、堵塞、水压异常等突发情况，直接影响城市供水稳定性与用水安全性。为高效处置供水管网各类突发故障，最大限度降低停水、漏水、水质波动带来的各类影响，本文结合供水管网运行实际状态，梳理常见的管网突发故障类型，系统性阐述应急处置核心流程与针对性处理措施，剖析应急处置过程中的关键要点与现存问题，同时从现场处置、物资保障、人员运维、预案优化等维度提出完善对策，为城市供水管网突发情况的高效、规范、快速处置提供实操参考。

关键词：城市供水管网；突发情况；应急处置；措施

引言：城市供水管网覆盖城市全域，串联居民生活、商业经营、工业生产等各类用水场景，其连续稳定运行是城市正常运转的基础保障。供水管网长期处于地下密闭运行状态，日常运维排查难度较大，且长期承受土壤挤压、水流冲刷、温度变化及外部施工扰动等影响，不可避免会产生各类突发故障。各类管网突发情况具有突发性强、影响范围广、处置时效性高的特点，一旦发生故障，若处置不及时、措施不规范，会引发大面积停水、水资源浪费、路面积水、供水水压不足、水质二次污染等问题，严重影响市民正常生活与城市各类业态有序运行。基于供水管网突发故障的处置需求，开展针对性应急处理措施分析，梳理标准化处置流程与实操策略，能够有效提升管网故障应急处置效率，减少故障带来的各类负面影响，保障城市供水系统稳定运行。

1 城市供水管网常见突发情况类型

结合城市供水管网全生命周期日常运行工况与实际故障统计数据，当前国内市政供水管网体系中高频出现的突发情况可系统划分为管网破损泄漏、管网堵塞、供水水压异常、水质突发异常四大核心类别，各类突发情况的形成诱因、外在表现形式、影响覆盖范围存在显著差异，对应的应急处置优先级与技术路径也完全不同，是供水运营单位开展精准应急处置工作的核心分类依据[1]。

其中管网破损泄漏类突发情况涵盖明管爆管、暗管渗漏、接口脱开等不同故障形态，多由管道材质老化、外部施工扰动、地质不均匀沉降等因素引发，易造成路面积水、局部区域道路塌陷等次生问题；管网堵塞类突发情况多由管内沉积物堆积、异物入侵、阀门阀芯脱落卡滞等原因导致，会直接阻断局部输水通道；供水水压异常类突发情况包含区域性水压骤降、局部管网压力超限等工况，会直接影响末端用户的正常用水体验，甚至引发管网次生破损；水质突发异常类突发情况涵盖管网末梢水质浑浊、异物侵入污染、消毒剂指标异常等场景，直接关系到城市供水的水质安全。四类突发情况各自具备独立的演化规律与风险特征，需针对性建立分类处置机制。

2 城市供水管网突发情况应急处置基础流程

2.1 故障监测与信息核实

供水管网突发情况发生后，首要环节为快速完成故障监测与信息核实。目前城市管网主要依托在线监测设备、用户反馈、巡检人员排查三种渠道获取故障信息。接到故障信号后，运维人员需第一时间核对故障点位、故障表现、影响范围等核心信息，通过监测系统查看管网水压、流量实时变化数据，结合区域用水反馈情况，精准判定故障类型，排除设备误报、临时波动等非故障问题，为后续应急处置提供精准依据。同时快速划定故障影响区域，初步评估故障严重程度，确定处置等级，启动对应应急响应模式。

2.2 现场管控与区域隔离

在完成故障核实后，需立即开展现场管控与管网区域隔离工作。针对地下管网泄漏、爆管等故障，快速赶赴现场设置安全警示区域，疏导周边行人和车辆，避免路面塌陷、积水打滑引发安全事故。结合管网布局图谱，精准定位故障管段对应的控制阀，有序关闭上下游

阀门，切断故障管段水流，实现故障区域与正常供水区域的物理隔离，防止故障范围持续扩大，减少水资源流失和大面积停水范围。针对堵塞、水压异常等故障，需锁定异常管段，暂停区域管网调流操作，稳定整体管网运行状态[2]。

2.3 故障抢修与供水恢复

区域隔离完成后，即刻开展针对性故障抢修作业。根据不同故障类型采用对应的抢修工艺，对破损、爆管管段进行切割、更换、焊接、封堵处理，对管网内部杂物、淤泥、水垢堵塞问题进行高压冲洗、疏通清理，对水压异常点位排查管网调压设备、管路衔接问题并完成调试修复。抢修作业全程遵循标准化施工规范，保障抢修质量与作业安全。故障修复完成后，逐步开启管控阀门，对抢修管段进行注水、排气、试压检测，确认管网无渗漏、水压稳定后，逐步恢复区域正常供水，同时持续监测管网运行数据，排查次生故障隐患。

3 各类突发情况针对性应急处理措施

3.1 管网泄漏与爆管应急处理

管网泄漏、爆管是城市供水管网体系中最高发的突发故障类型，多由管材长期服役老化、外部工程施工非法扰动、管网调度过程中水压骤升、极端低温环境下管内水体冻胀等多类因素耦合引发。（1）针对小型点状渗漏、接口轻微脱开等低影响故障，处置以非开挖快速临时封堵为核心，针对管径较小、破损面积有限的故障点位，采用适配管径的专用管道封堵夹具、高分子密封材料进行作业，在不大范围关停区域供水的前提下快速控制漏水扩散，后续结合月度管网运维计划错峰完成永久修复作业。（2）针对大面积爆管、管网轴向断裂等重大故障，需第一时间精准关闭故障管段上下游区域控制阀门，快速放空故障管段内部存水，同步划定安全作业警戒区域，清理作业范围内的路面积水、淤积泥沙与破损管材残骸，快速调配同压力等级、同规格的全新防腐管材进行更换作业，严格按照管道焊接或对接工艺标准完成接口密封处理。抢修作业全部完成后开展 1.5 倍额定工作压力的稳压测试，确认管道承压性能达标、无二次渗漏隐患后，按照梯度升压流程分层恢复区域供水，避免水压骤变引发周边管网出现次生损伤。同步对故障点位周边的路面结构、地下地基进行专项探测排查，防范后续出现地面塌陷次生安全隐患[3]。

3.2 管网堵塞故障应急处理

城市供水管网堵塞故障的核心诱因包含管道内壁长期结垢堆积、管内泥沙杂物沉积、工程施工阶段残留废料、管网锈蚀层脱落杂质等多类情形，故障发生后会直接引发对应供水区域供水流量衰减、末端水压持续偏低、用户端出水浑浊等典型问题，影响范围覆盖整条堵塞管段的下游供水单元。应急处置启动后，（1）通过管网分区流量监测点、压力监测点的实时数据差值对比，结合用户反馈的异常工况点位，精准划定堵塞管段的具体范围，关闭该管段上下游对应控制阀门，截断管段内部水流，避免堵塞杂物随水流进一步扩散至下游管网。（2）针对轻度堵塞、管内沉积层较薄的管段，采用适配压力等级的高压水射流冲洗技术，定向冲刷管道内壁附着水垢与底部沉积杂物，快速疏通输水通道。（3）针对严重堵塞、管道内部淤积厚重杂物的管段，采用专用管道机械清淤设备深入管内逐步清理淤积杂物，对无法彻底疏通、通径损耗超标的老旧破损管段，直接开展更换处理。疏通修复作业全部完成后，对该段管网进行多次反复冲洗排污，连续取样检测直至出水清澈、水质指标完全达标后，再逐步恢复区域正常供水，同步完整记录堵塞点位位置与故障成因，为后续管网针对性运维优化提供数据支撑。

3.3 供水水压异常应急处理

城市供水管网供水水压异常可系统划分为区域性水压过低、局部管网水压骤升两类典型突发工况，其中持续性水压过低会直接导致高层用户供水不足、远郊供水末端出水断流，大范围影响居民正常用水；突发性水压骤升则会大幅超出管道额定承压阈值，极易引发管网老旧薄弱点位破损漏水，甚至诱发连锁爆管故障。（1）水压异常应急处置启动后，首先调取全域管网在线监测系统的实时运行数据，全面核查供水泵站出水压力、各级管网调压设备的运行参数与历史调度记录，优先排除机电设备故障、人工调度操作失误等人为诱因。针对区域性水压过低工况，沿输水干线逐步排查管网是否存在隐蔽暗漏、管段堵塞、调控阀门未完全开启等问题，对排查出的隐患逐一闭环整改，同步在管网设计允许的压力区间内适度调整泵站供水参数，动态平衡全域供水压力分布。（2）针对局部水压骤升工况，第一时间开启对应管段的专用管网泄压装置，快速释放管道内部多余压力，同步排查调压阀失灵、局部管路堵塞憋压等核心诱因，完成故障设备修复后优化管网水流分配逻辑，处置全程动态跟踪全域水压监测数据，确保所有管段水压始终处于规范要求的稳定运行区间[4]。

4 供水管网突发应急处置的优化保障措施

4.1 完善现场应急处置预案

结合城市供水管网的整体拓扑布局、老旧高风险管

网分布区域、历年高频故障点位的工况特征等实际基础信息，系统性细化不同类型突发故障的专项分级处置预案，杜绝通用化预案与现场实际工况脱节的问题。（1）针对管网泄漏爆管、管段堵塞、供水水压异常、水质突发异常等不同类别的故障，明确对应的风险分级判定标准、标准化现场作业流程、各岗位人员权责分工、不同场景下的抢修时限要求，系统性压缩非必要的中间审批环节，简化应急响应全流程，避免处置过程中出现分工混乱、流程冗余繁琐导致的抢修效率低下问题。（2）针对城市核心繁华路段、高密度居民聚集区、重点工业园区等供水保障高优先级区域，单独制定专属定制化应急处置方案，针对性优化区域停水范围精准管控、占道抢修作业协调、分梯度供水恢复的全流程操作细则，配套制定用户提前告知、临时供水保障等配套机制，全面提升预案的现场实操性和不同场景适配性，让各类突发故障的全流程处置都具备明确的标准化执行依据，从预案层面大幅降低应急处置的决策成本与操作偏差。

4.2 强化应急物资与设备保障

充足且状态完好的物资设备体系是高效完成供水管网应急抢修作业的核心硬件基础，直接决定故障处置的响应速度与作业质量。（1）需建立覆盖全品类的常态化应急物资分级储备机制，结合城市供水管网实际覆盖的管径规格、主流管材类型、不同压力等级的管段分布特征，针对性储备足量的同规格管道替换配件、非开挖专用封堵材料、管道接口密封配件、不同通径的调控阀门等核心抢修物资，同时配齐高压水射流冲洗设备、作业面抽水排涝设备、管道焊接设备、便携式压力检测设备、现场作业安全防护设备等全系列专用抢修器械。（2）按照“分区覆盖、就近调配”的原则在城市各行政片区设置标准化应急物资储备点位，优化物资整体空间布局，大幅缩短故障发生后的物资跨区域调配时间。建立应急物资动态管理台账，定期对所有储备物资、在用抢修设备开展全覆盖的性能检修、日常保养与状态更新，及时淘汰过期、老化、性能失效的物资与设备，补充适配新型管材的专用抢修配件，确保突发故障发生后，所有物资设备可第一时间完成快速调配、全程稳定运行，为抢修作业连续不间断开展提供坚实的硬件支撑。

4.3 提升运维人员应急处置能力

运维抢修人员的专业技术水平直接决定供水管网突发故障的应急处置效率与作业质量，是整个应急保障体系的核心执行要素。（1）需建立常态化分层应急技能培训机制，围绕各类管网故障的精准识别判定、区域阀门精准启闭管控、不同管材适配抢修工艺、专用抢修设备规范操作、有限空间与占道作业现场安全管控等核心内容开展全流程实操训练，确保一线运维人员熟练掌握不同场景下的标准化处置流程，规避不规范操作引发的次生故障。（2）定期组织多岗位协同的实战化应急模拟演练，模拟不同复杂场景下的管网突发故障，系统性锻炼运维团队的快速响应、跨岗位协同配合、现场工况动态调整的综合能力，持续积累实战处置经验。同时优化运维人员值班值守管理制度，严格落实 24 小时常态化在岗值守机制，配套建立故障响应时效考核机制，确保突发故障预警触发后，运维人员可第一时间完成响应、第一时间抵达作业现场开展处置，最大限度压缩故障整体处置时长，降低管网故障对城市正常供水的影响[5]。

结束语

城市供水管网突发情况具备不确定性、危害性强、处置时效性高的显著特点，直接影响城市供水系统的稳定性与可靠性。规范、高效的应急处理是降低管网故障影响、保障城市正常供水的核心手段。通过精准识别管网各类突发故障类型，落实监测核实、现场管控、抢修恢复的标准化基础流程，针对不同故障落实差异化处置措施，同时从预案完善、物资保障、人员能力提升多维度强化应急处置保障，能够有效提升供水管网突发情况的处置水平，快速化解管网运行故障，减少水资源浪费与供水异常带来的各类影响，持续保障城市供水管网安全、稳定、高效运行，为城市居民生活和城市运行提供可靠的供水基础支撑。

参考文献

[1] 彭慧馨, 魏超. 基于 GIS 的城市供水管网管线爆管状态实时监测方法 [J]. 供水技术,2023,17(6):30-33.

[2] 曹亚南. 试析城市供水管网爆管抢修的施工组织 [J]. 装备维修技术,2020,(1):187.

[3] 李明. 浅谈加强城市供水管网漏损控制措施 [J]. 科技创新与应用,2012,(23):128.

[4] 徐玉岩. 试述城市供水管网爆管预警模型的构建 [J]. 中外企业家,2012,(10):71+73.

[5] 张志敏. 智慧水务背景下供水管网分区计量管理研究 [J]. 给水排水, 2023, 49(6): 45-51.