

优化城市供排水系统的措施探究

沈怿慷 姚祖良 唐少云

南源智慧水务有限公司 浙江 湖州 313219

摘要: 城市供排水系统关乎城市稳定运行与居民生活质量。当前,该系统存在基础设施老化、规划建设滞后、管理机制缺陷等问题。对此,可采取系列优化措施,包括升级改造基础设施,如实施分质供水、雨污分流等;应用智能化与数字化技术实现实时监测与风险预警;推动规划与政策协同创新;加强公众参与与生态教育。同时,需应对资金投入不足、跨部门协同难等挑战,以保障系统长期稳定运行。

关键词: 城市供排水系统;现状与问题;优化措施

引言:城市作为人类文明的核心聚落,其正常运转高度依赖稳定且高效的供排水系统。供排水系统不仅是城市生存的“生命线”,更是保障居民生活品质、推动经济可持续发展的关键所在。然而,随着城市化进程的加速、气候变化的冲击以及人口的增长,现有城市供排水系统面临诸多挑战,如基础设施老化、应对极端天气能力不足等。因此,深入探究优化城市供排水系统的有效措施,具有重要的现实意义和紧迫性。

1 城市供排水系统现状与问题分析

1.1 系统组成与功能

(1) 供水系统:以“保障居民与生产用水”为核心功能,由四大关键部分构成。水源地是供水起点,多为水库、河流或地下水水源,负责提供原始水资源;水厂承担水质处理任务,通过絮凝、沉淀、过滤、消毒等工艺,将原水净化为符合国家标准的饮用水;输配水管网如同“血管”,将净化后的水输送至城市各个区域;二次供水设施则针对高层建筑,通过加压设备确保高层用户用水水压稳定,实现供水全覆盖。(2) 排水系统:核心功能是“收集、输送与处理雨污水,防范城市内涝”,主要包括四部分。雨水管网专门收集路面、绿地的雨水,快速排入自然水体或调蓄设施;污水管网收集居民生活污水与企业生产废水,输送至污水处理厂;污水处理厂通过物理、生物、化学工艺处理污水,使其达标后排放或回用;调蓄设施在降雨高峰期暂存雨水,缓解管网排水压力,减少内涝风险^[1]。

1.2 现存问题与挑战

(1) 基础设施短板:部分城市供水管网使用超30年,管材老化导致渗漏率高达15%-20%,年浪费水资源超亿吨;排水系统中,老旧城区雨污混接率超40%,污水混入雨水管网直排水体,污染水环境;部分区域缺乏调蓄设施,降雨时排水管网超负荷运行,易引发内涝。

(2) 规划与建设滞后:早期排水管网设计重现期多为1-3年,难以应对极端暴雨天气,近年城市内涝频发;供水应急备用水源不足,单一水源污染时易导致区域性停水;部分项目建设忽视生态需求,硬化路面取代透水地面,减少雨水渗透,加剧水资源短缺与内涝风险。(3) 管理机制缺陷:供排水管理涉及水利、市政、环保等多部门,权责交叉导致协调不畅,问题处置效率低;各部门数据标准不统一,形成“数据孤岛”,无法实现系统联动调度;公众参与渠道少,节水意识薄弱,对雨污混接、管网漏水等问题主动监督不足,治理合力未形成。

2 优化城市供排水系统的关键措施

2.1 基础设施升级与改造

2.1.1 供水系统优化

(1) 分质供水与管网分区计量管理(DMA):根据用水场景需求实施分质供水,将达标饮用水优先保障居民生活饮用,经深度处理的再生水用于工业冷却、市政绿化、道路冲洗等非饮用场景,实现水资源梯次利用;实施管网分区计量(DMA)是控制漏损的有效策略。该策略将供水管网划分为若干个独立监测的区域,通过在每个区域的入口安装流量计,实时比对进水总量与用户用水总量,从而精确定位并快速修复管网漏点,例如某省会城市通过DMA管理,将管网漏损率从18%降至11%,年节水超200万吨。(2) 智能水表与漏损控制技术:全面替换传统机械水表为智能远传水表,实现用水量实时采集、数据自动上传与异常用水报警,用户可通过手机APP查看用水明细,供水企业可依托数据识别“隐性漏损”、“非法取水”等问题;引入声呐检漏仪、管道机器人、压力波监测系统等技术,替代人工巡检,例如管道机器人可深入DN300以上管网,精准检测管道裂缝、腐蚀等缺陷,漏点定位误差小于1米,大幅提升漏损修复效率^[2]。

2.1.2 排水系统优化

(1) 雨污分流改造与海绵城市建设: 针对老旧城区雨污混接问题, 开展管网排查与改造, 新建小区严格执行雨污分流设计标准, 通过设置截流井、改造混接接口, 实现雨水与污水管网彻底分离, 减少污水直排污染; 同步推进海绵城市建设, 在道路铺设透水沥青、人行道采用透水砖, 在公园建设生物滞留池、植草沟, 在住宅小区打造绿色屋顶与雨水花园, 例如某沿海城市试点区域通过海绵改造, 雨水渗透量提升35%, 暴雨内涝积水时长缩短60%。(2) 地下综合管廊与调蓄池建设: 在城市新区、主干道规划建设地下综合管廊, 将排水管网与电力、通信、燃气等管线集中敷设, 避免路面反复开挖, 降低管网维护成本, 同时通过管廊内的监控系统实现排水管网实时监测; 在城市低洼地带、雨水管网末端建设大型调蓄池, 例如在立交桥下建设5000立方米以上调蓄池, 降雨高峰期暂存雨水, 待降雨结束后通过水泵逐步排入污水处理厂或自然水体, 缓解管网瞬时排水压力。

2.2 智能化与数字化技术应用

(1) 物联网 (IoT) 与大数据在实时监测中的应用。在水源地布设水质在线监测站, 实时监测pH值、溶解氧、重金属含量等指标; 在水厂各处理环节安装传感器, 监控沉淀池水位、滤池浊度、消毒剂余量; 在供水管网关键节点安装流量、压力、水质传感器; 在污水处理厂设置进水COD、出水氨氮等监测设备, 所有数据通过物联网传输至云端平台; 利用大数据技术对监测数据进行趋势分析, 例如通过分析管网压力变化规律, 提前预判管道破裂风险; 通过对比历史水质数据, 识别水源污染异常波动, 实现风险早发现、早处置^[1]。(2) 数字孪生技术模拟管网运行与风险预警。构建城市供排水系统数字孪生模型, 将管网位置、管径、材质、埋深等物理参数, 与水源水量、用户用水规律、降雨数据等动态信息数字化, 形成与实体系统1:1映射的虚拟模型; 通过模型模拟不同场景下的系统运行状态, 例如模拟极端暴雨天气, 预测内涝积水点、积水深度与持续时间, 提前划定疏散路线; 模拟管网破损事故, 分析影响范围与停水时长, 优化抢修方案, 例如某城市通过数字孪生模型, 将管网抢修响应时间从3小时缩短至1.5小时。(3) 智慧水务平台整合多部门数据资源。搭建市级统一智慧水务平台, 整合水利部门的水源调度数据、市政部门的管网运维数据、环保部门的水质监测数据、住建部门的项目建设数据, 打破“数据孤岛”; 平台具备数据可视化、协同调度、智能决策功能, 例如市政部门发现管网漏水时, 可通过平台一键调取周边交通数据、施工资源

信息, 同步推送工单至维修团队; 环保部门可实时查看污水处理厂出水数据, 超标时自动触发预警, 实现跨部门高效协同。

2.3 规划与政策协同创新

(1) 顶层设计。将供排水系统规划纳入城市国土空间总体规划, 与防洪规划、生态环境保护规划、城市更新规划衔接, 避免规划冲突; 融入弹性城市理念, 供水系统预留水厂扩建用地、管网互联互通接口, 应对人口增长与突发停水; 排水系统按50年一遇暴雨标准设计管网与调蓄设施, 例如将城市核心区排水管网重现期从3年提升至10年, 增强系统抗风险能力。(2) 政策激励。推广PPP模式, 吸引社会资本参与供排水设施建设运营, 例如污水处理厂采用“建设-运营-移交”模式, 社会资本负责投资建设, 政府通过长期购买服务支付费用; 出台绿色金融政策, 鼓励银行发放低息专项贷款, 支持企业发行绿色债券, 对供排水项目给予财政贴息; 建立生态补偿机制, 对污水处理厂达标排放、再生水回用企业给予一定的补贴, 对开展海绵城市建设的小区减免部分市政配套费。(3) 标准制定。修订《城市排水防涝工程技术标准》, 明确不同区域排水管网重现期、调蓄设施容量、海绵设施建设比例; 完善供排水应急预案, 明确水源污染、管网爆裂、内涝灾害等突发事件的处置流程、责任主体、物资储备, 例如水源污染事件中, 水利部门负责切断污染源, 水厂负责切换备用水源, 市政部门负责保障居民临时供水; 每半年组织一次应急演练, 提升部门协同处置能力^[4]。

2.4 公众参与与生态教育

(1) 社区雨水收集与中水回用示范项目。在居民社区建设雨水收集示范系统, 通过屋顶雨水管连接雨水桶, 地面雨水经透水铺装汇入地下蓄水池, 收集的雨水用于社区绿化灌溉、车位冲洗; 在学校、养老院、办公楼建设中水回用示范工程, 将生活污水经生化处理后用于冲厕、拖地, 通过设置公示牌展示中水回用流程与节水效果, 例如某社区示范项目年收集雨水1200吨, 节约自来水费用超8000元, 带动周边3个小区跟进建设。(2) 公众宣传教育提升节水意识与应急能力。利用世界水日、中国水周等节点, 通过电视、报纸、短视频平台宣传供排水知识, 发布“家庭节水10招”“内涝避险指南”; 走进学校开展“水务科普课堂”, 通过水质检测实验、管网模型展示, 让学生了解供排水原理; 在社区设置宣传展板, 组织“节水达人”分享经验; 开通24小时水务服务热线, 鼓励公众举报雨污混接、管网漏水问题, 对有效举报给予话费奖励, 形成全民参与的供排水

治理格局。

3 城市供排水系统优化的挑战与对策建议

3.1 实施过程中的主要障碍

(1) 资金投入与成本回收机制：城市供排水系统优化涉及管网改造、智能设备采购、调蓄设施建设等，需巨额资金投入，而政府财政压力较大，难以单独承担。同时，供排水服务具有公益属性，收费标准受政策限制，成本回收周期长，市场资本参与积极性低，导致资金缺口成为制约优化工作推进的关键问题，部分项目因资金不足被迫延期或缩减规模。(2) 部门间数据共享与权责划分：供排水系统管理涉及水利、市政、环保、住建等多个部门，各部门数据标准不统一，存在“数据孤岛”现象，如环保部门的水质监测数据与市政部门的管网运行数据难以实时互通，影响决策效率。此外，部分工作权责边界模糊，如雨水管网维护与城市内涝防治的责任划分不清晰，出现问题时易推诿扯皮，阻碍优化措施落地。(3) 公众认知与利益协调：部分公众对供排水系统优化的重要性认知不足，认为与自身利益关联度低，对社区雨水收集设施建设、管网改造施工等配合度不高。同时，部分优化工程可能短期影响居民生活，如管网改造期间的停水、施工噪音等，若沟通协调不到位，易引发公众不满，甚至出现抵触情绪，影响项目进度^[5]。

3.2 针对性对策建议

(1) 建立跨部门协同治理机制：成立由政府牵头，水利、市政、环保、住建等多部门参与的供排水系统优化专项工作组，明确各部门职责清单，划定权责边界，避免责任重叠或空白。建立定期联席会议制度，每月召开协调会议，解决实施过程中的跨部门问题；统一数据标准，搭建跨部门数据共享平台，实现水质、水压、管网运行、内涝监测等数据实时共享，打破“数据孤岛”，提升协同决策效率，确保优化措施高效推进。(2) 推广政府-企业-社会合作模式：政府通过政策引导，吸引企业、社会组织参与供排水系统优化。在资金方面，采用“政府补贴+企业投资+社会捐赠”的多元融资模式，政府设立专项基金，对参与项目的企业给予

税收减免、信贷贴息；企业负责项目建设与运营，通过提供增值服务（如智慧水务运维、再生水销售）实现盈利；鼓励社会组织开展公益宣传，动员社会力量参与，形成“政府引导、企业主导、社会参与”的合作格局，缓解资金压力，提升项目运营效率。(3) 加强长期监测与动态评估体系：构建供排水系统长期监测网络，在管网关键节点、水源地、污水处理厂等位置增设监测设备，实时跟踪水质、管网漏损率、内涝发生率等核心指标。建立动态评估机制，每季度组织专家对优化措施实施效果进行评估，分析资金使用效率、系统运行改善情况等；根据评估结果及时调整优化方案，如针对漏损率下降不明显的区域，加大漏损控制技术投入，确保供排水系统优化工作持续适配城市发展需求，避免“一劳永逸”式规划，保障优化效果长期稳定。

结束语

城市供排水系统的优化是一场持续且意义深远的攻坚战。通过基础设施的升级改造、智能化技术的深度应用、规划政策的协同创新以及公众生态意识的积极培育，我们已为系统优化勾勒出清晰蓝图。然而，挑战依然存在，资金筹措、部门协作与公众认知提升等难题，需我们以更坚定的决心和更创新的思维去攻克。未来，我们应秉持长远眼光，不断完善优化举措，让城市供排水系统成为城市发展的坚实支撑，为实现城市可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]肖振.城市市政排水系统的优化探究[J].中华建设,2024,(01):90-92.
- [2]韩强,徐怀莉,张驰.城市市政排水系统的优化探究[J].市政技术,2023,41(12):216-218.
- [3]牛鑫文.城市市政排水系统的优化探究[J].中国建筑金属结构,2023,22(09):193-195.
- [4]陈丽兰.浅谈城市市政排水系统的优化策略[J].江西建材,2021,(11):294-295.
- [5]张敏.市政给排水设计中常见的问题与解决对策[J].中国高新科技,2021,(21):153-154.