

城市更新背景下的排水管网改造研究

张晓光

成都市市政工程设计研究院 四川成都 610023

摘要：城市更新已经步入“存量提质”的新阶段，排水管网作为城市基础设施的核心组成部分，其功能短板已成为制约城市宜居性与可持续发展的关键瓶颈。结合实际情况来看，现阶段的多数城市的既有排水系统存在老化破损、雨水分流不彻底、防洪排涝能力不强等问题。有鉴于此，本文从城市更新的宏观角度出发，分析排水管网现状、技术路径优化、改造模式创新等内容，期望能够结合城市更新的精细化治理要求，探索出适配不同城市场景的管网改造方案。

关键词：城市更新；排水管网；改造策略

城市更新可以解决我国城市化过程中空间资源约束问题，提升城市功能质量，促进我国城市发展由量到质转变。排水管网作为保障水循环和生态环境安全的“生命线”，其构建水平关系到人们的生活品质和可持续发展^[1]。但目前多数城市的既有管网均面临着低标准、老化破损、雨污分流不到位等问题，不但增加暴雨期间的积水风险，也带来水污染等问题，与追求的宜居、韧性、绿色的发展目标冲突。在城市更新突出基础设施短板和加强精细化管理的大环境下，城市排水管网改造是优化城市水文循环、提升防洪排涝能力和改善人居环境的重要措施，其技术路径优化、改造模式创新和长期运行管理模式的建立，对解决城市供水管网治理难题，支撑高质量发展有着重大价值。

一、城市排水管网的现状

1. 管网老化破损和功能衰减

现阶段部分城市的既有排水管网存在着许多建设年限和使用年限较长的设备，存在着老化损伤特征。前期已建成的城市供水管网多采用传统的混凝土、砖石等建材，由于工艺水平的制约，其耐久性能和防腐性能都不高，几十年来由于地下水的侵蚀、土壤的酸碱作用和周围的工程干扰，导致管道内壁出现锈蚀、结垢、风化等现象，部分管材还出现裂缝延伸和结构剥落。地下空间的复杂性又导致管网破坏，地基下沉引起管道变形错位，各类管道相互拥挤撞击，造成局部管网渗漏和坍塌等安

全隐患。老化破损现象直接造成城市供水系统的输送容量降低，排水效能减弱，占用原来流通断面，阻断污水、雨水的排放，而且泄漏的污水还会对地下环境造成严重污染，使得后期维修的困难和费用大大提高^[2]。

2. 雨污分流不彻底

由于以往的城市建设，有些地区仍然采用常规合流系统，没有进行雨污分流，在暴雨期间，地区生活污水和雨水混淆后进入天然水域，导致水质恶化。即使是已经进行污水处理的区域，仍有许多连接上的漏洞，如老住宅区管网没有进行完全更新，居民的生活污水和餐饮废水都被连接到城市的雨水管网中，个别沿街店铺和小作坊私自接电线，造成脏水和污物混流的问题。另外由于城市供水系统的规划和施工的不配套，使得部分新建居住区的城市支路和老城区支路没有很好地衔接起来，从而导致分流与合流的无序状态，降雨期间合流制管网的溢流污水与分流制管网的混流污水共同排放，不仅削弱了污水处理设施的处理效能，还对城市水环境造成持续性影响。

3. 防洪排涝能力相对缺乏

城市排水系统的防洪、排水与城市发展需求之间的矛盾日益凸显，已成为城市恢复力的显著缺陷。早期城市管网规划主要是根据暴雨强度确定，但在全球变暖背景下，城市暴雨发生频率和强度都有所增加，现有城市供水系统的设计规范已经不能满足短期暴雨的需求。与此同时，随着城镇改造进程，城镇建设用地规模日益扩大，土地硬化程度日益加深，雨水下渗率降低，地表径流迅速增大，已有管网排涝容量远超现状。管网布置不合理还加大了城市排水的压力，局部地区管网路线蜿蜒，

作者简介：张晓光（1990年11--），男，汉，河南开封，硕士研究生，高级工程师，研究方向：城市给水、城市排水、非开挖修复、城市内涝治理。

排水梯度不够,造成管网内的积水滞留,水流速度变慢,难以迅速与下游管网连通。与此同时,少数重要节点缺少必要的调蓄和提升设施,且泵站、截流井等设施陈旧,导致其工作效能不高,无法满足快速排水要求。

二、城市排水管网的适配性需要

提高人居质量为主要目的的城市更新对污水管网的功能质量提出更高的要求,宜居城市的建设既要保证人居环境的清洁,又要兼顾生态安全和便利两方面的要求,而污水管网是隐形的民生基础,其运营状况与市民的日常生活感受息息相关。既要保证城市排水系统的正常运行,又要保证城市排水系统的正常运行,防止渗漏和溢流,否则会对周围的空气质量和水质造成的影响。此外还需要解决城市积水的问题,保证城市的正常生活和居住环境的安定。该适配实质上是管道系统与人居环境和公共安全需求的精确衔接,是“以人为本”思想在市政工程建设中的具体表现,也是提高市民生活幸福感的关键支持。

随着旧城改造向绿色低碳和可持续发展的方向发展,管网系统也需要适应这种发展规律和空间优化的需要。绿色发展的概念需要排水管网更新在降低能耗和对环境的干扰的同时兼顾到生态保护的目的,如适配海绵城市建设中的低影响开发模式,实现雨水的自然渗透与循环利用等。

三、城市更新背景下排水管网改造措施

1. 老旧管网非开挖修复

老旧管网非开挖修复是解决城市排水管网的现存质量问题,提升质量和降低对周边生态影响的选择,其关键有事在于对地面交通和居民生活影响小、建设高效等,也正因如此而被认为是既有管网改建的首选。相关工艺有紫外光固化修复、原位固化、喷涂和膨大管等。在工程实施前,利用CCTV管道检测机器人等仪器,精确调查管线的内部损伤、锈蚀和变形状况,确定维修区域和工艺适应性;针对中小直径管道的结构修补,采用紫外光固化修复技术,将其插入衬里,经紫外光辐照后,在其内部生成高强度衬里,使其迅速恢复密封和输送性能。采用现场养护方法,在老管中注入含树脂的管材,经高温或室温养护,使其形成新的管道,从而达到对受损管线的整体加固;喷涂法则需要在管道内壁喷射高分子物质,形成均匀的防腐和防渗涂层,从而有效地解决管道渗漏和腐蚀问题。通过对已有道路、绿化等已有设施进行保护,既可节约建设时间,又可提高管网服务年限,满足城市更新和可持续发展的需求。

2. 雨污分流改造

雨污分流改造的应用可以切实有效地解决水体污染问题,提高管网排水效率,在实际操作期间,需要将管网系统进行整合和优化,并与区域发展规划相结合。改造中围绕“彻底分离雨水与污水输送路径”的关键目标,按照分区特点,分别制定差异改造策略:对于没有进行分流的旧城区域,将其与城市更新中的拆迁改造、道路改造等项目相结合,同时建设单独的雨水管网和下水道系统,取代原来合流管网;对已经进行过排水处理但仍有污水排放风险的地区,进行管网排查和接驳,封闭居民小区和沿街商铺的污水管道,对老旧小区内不合规管网进行改造,确保生活污水和餐饮废水全部接入污水管网^[3]。

同时相关部门还需要对关键节点进行优化,在雨污管网的交叉口安装智能截流,在暴雨前期对混合水流进行拦截,防止其进入天然水域;在暴雨结束后,按照降雨量的变化,对截流方式进行实时调节,保证雨水顺利排出。在此过程中,重点协调好新旧城区的供水管网,保证新建分流管网与存量改造管网形成完整系统,而不是“分而治之”的无序状态。

3. 引入海绵城市理念

排水管网提质增效是海绵城市建设的重要组成部分。城市建成区一般人员密集,管网错综复杂,排水管网的健康状况差、运行效率低,迫切需要强化对海绵城市理念的引入和应用^[4]。将海绵城市“低影响开发、雨水循环利用”的核心理念融入排水管网改造,实现管网排水与自然水文循环的协同适配,是城市更新绿色发展目标的重要体现。改造过程中注重管网系统与海绵设施的有机衔接,构建“渗、滞、蓄、净、用、排”一体化的排水体系。以三亚城市更新中的商铺片区排水管网改造为例,其热带季风气候下短时强降雨频发、海滨区域地下水水位较高的特点,决定管网改造需同时兼顾排涝效率与生态保护,具体布局参考图1。

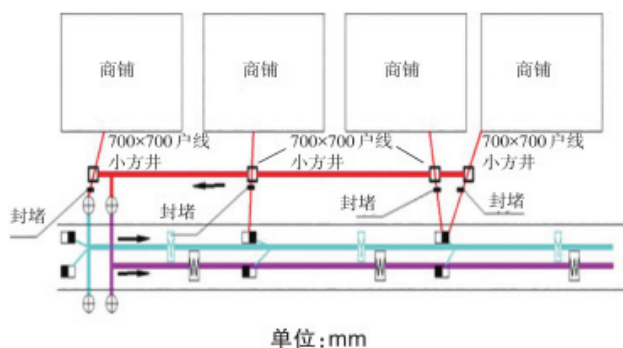


图1 三亚某商铺片区排水管网与海绵设施衔接示意图

通过设置小方井实现管网节点的灵活衔接，同时对冗余管线进行封堵以精简排水路径；改造中同步在小方井周边配套下沉式绿地（海绵设施），商铺区域的雨水先汇入下沉式绿地，经植物截污、土壤渗滞消纳约30%的初期径流后，剩余雨水再通过小方井接入干线管网^[5]。

4. 使用绿色建材和节能技术

绿色建筑材料是关键，既可以推进城市更新下的排水管网优化修复，同时也可以有效地切合当前生态文明思想的建设心需要。在选用绿色建筑材料时，应以高密度聚乙烯管、玻璃钢管、钢带增强聚乙烯螺旋波纹管等为主要原料，此类管材与传统混凝土管和铸铁管相比，具有质轻、安装方便、防渗漏性强、使用寿命长等优点，并且在制造过程中能耗低，污染物排放少，废弃后还可以进行回收，满足低碳环保的需求。

而在节能技术的运用上，将变频水泵、高效节能电机等节能装置用于与管网相匹配的泵站、调蓄设施中，并按照管网的真实流量，对装置运行进行动态调节，减少操作能量消耗。在建筑工程中积极推广节能型建筑机具，优化建筑技术，降低建筑能耗和对周围的影响；将节能监测技术应用到管网运营管理，对泵站和污水处理衔接设施的能源消耗情况做出实时监控，并对其进行数据分析，完成最优调度处理，以此来达到全流程的节能减排。在排水管网改造期间，引入绿色建筑材料和节能减排的方法不仅可以提高管网改建项目的品质和耐用性，而且可以减少寿命期能耗和对生态环境的冲击，从而为我国的绿色环保建设奠定基础。

5. 采用智能化检测和调控

数字化时代的到来，使得我国的排水管网系统也开始发生变化，通过引入数字化、智能化技术，可以让城市排水管网的运行与维护进行有效的管理^[6]。在改造前期，利用CCTV管道探测机器人、声呐探测系统、无人机巡查等智慧设施，对已有管网进行全方位、无死角的排查，精确识别管网破损、腐蚀、堵塞、错位以及雨污混流等情况，建立管网现状信息数据库，为今后的整治规划和建设提供信息参考，减少盲目建设和资源浪费问题的出现率。在改建工程中，通过安装流量传感器、水质监测装置和管线变形监测装置，对工程进行实时监测，对改造中存在的安全问题进行分析，并整改，使其达到设计要求。同时还需要构建城市污水管网智能调度系统，将管网运行数据、气象预警信息、泵站运行状况等多种

数据进行集成，利用大数据技术和人工智能技术，实时监控管网运行状况，并对其进行实时监控、调控：在暴雨时段，根据降雨和管网实时流量，适时调整泵站抽水功率、截流井开启和关闭状态，优化排洪路线，防止积水，而在生产过程中，则要对管网的质量和流速进行在线监控，精确预警管道堵塞、泄漏等故障并进行检修，如此方可促进城市污水处理的韧性和高效利用。

结束语

综上所述，城市更新的宏观视角下，增量扩张越发朝向存量提质的方向发展过渡，在此进程下的排水管网改造是基础设施的主要支撑，价值远远超出某项设施的功能性修复。按照实际情况来看，现阶段的城市老旧排水管网的现状主要体现在老化破损、雨污混流、排涝不足等现实痛点，锚定城市宜居、绿色、韧性的适配性需求，未来的修复、优化、改造应从非开挖修复、雨污分流、海绵理念融合等维度探索，以此来有效地回应城市环境改善的民生期待，同时对应可持续发展的思想理念需要。此种改造更多体现的是城市精细化治理，未来应更多地投入新型技术、绿色思想等，持续性地优化排水管网的形态、功能，以此来筑牢生态安全、承载生活品质的长效支撑，推动城市在高质量发展中实现“韧性生长”。

参考文献

- [1] 潘勇. 城市供水管网更新改造的设计难点与应对策略[J]. 新城建科技, 2025, 34(01): 85-87.
- [2] 朱永赵. 城市更新背景下地下管网的更新与发展[J]. 安徽建筑, 2025, 32(01): 53-54+82.
- [3] 王冰洁, 吴帅, 梁超. 地下管网更新改造, 如何筑牢城市“生命线”[N]. 青岛日报, 2024-08-26(003).
- [4] 邵先奎, 王超, 杨翠媛. 城市排水管网数字化智能化运行维护系统实践研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (21): 22-24.
- [5] 李志远, 王绍华, 刘宾. 海绵城市理念下的排水管网提质增效策略探究[J]. 天津建设科技, 2024, 34(03): 61-63.
- [6] 杨明明. 海绵城市建设中市政排水管网的提质增效策略探析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (05): 198-200.