

城市更新背景下市政排水系统设计要点

王 让¹ 汪亚亚² 方 方^{1*}

1. 中国建筑科学研究院有限公司 北京 100000

2. 且末县住房和城乡建设局 新疆 维吾尔自治区 830002

摘要:近年来,极端天气事件频繁发生,暴雨、洪涝等灾害给城市带来了巨大的损失。许多城市在暴雨面前暴露出排水系统不完善、排水能力不足等问题,导致城市内涝严重,交通瘫痪,给居民的的生活和工作带来了极大的不便。此外,随着人们生活水平的提高和环保意识的增强,对城市排水系统的功能和质量提出了更高的要求。传统的排水系统设计往往侧重于满足基本的排水需求,而忽视了对水资源的合理利用和环境保护。在城市更新过程中,需要充分考虑可持续发展的理念,将雨水收集利用、污水再生回用等功能融入到市政排水系统设计中,实现水资源的高效利用和循环利用,减少对环境的污染,推动城市的绿色发展。

关键词:城市更新背景;市政排水系统;设计要点

引言:随着城市化进程的加速,城市规模不断扩大,人口持续增长,城市更新已成为推动城市可持续发展的重要举措。城市更新旨在对城市中已经不适应现代化城市社会生活的地区进行必要的、有计划的改建活动,以提升城市功能、改善人居环境、促进经济发展。在城市更新的大背景下,市政排水系统设计作为城市基础设施建设的关键环节,其重要性不言而喻。市政排水系统承担着收集、输送和处理城市污水与雨水的重要任务,是保障城市正常运转的生命线。所以,针对城市更新背景下市政排水系统设计要点进行深入分析与研究是非常有必要的。

1 基于城市更新背景的市政排水系统设计的必要性

1.1 保障城市安全运行

城市更新往往伴随着旧城改造、新区建设等活动,原有的地形地貌、土地利用方式发生改变。若排水系统设计不合理,在暴雨等极端天气下,城市极易出现内涝问题。而反观科学合理的市政排水系统设计,能够严格根据城市更新后的地形、地貌和土地利用情况,合理规划排水管网布局,提高排水能力,进而有效防范城市内涝,最终保障城市的安全稳定运行。

1.2 促进生态环境改善

城市更新过程中,注重生态环境的保护与修复至关重要。市政排水系统不只是城市基础设施的重要组成部分

分,也是城市生态环境系统的重要环节。良好的排水系统设计可高度实现雨水的有效收集、处理和利用,最大程度上减少雨水径流对自然水体的污染^[1]。建设雨水花园、下沉式绿地等生态排水设施的应用,能够大幅度增加城市绿地的蓄水能力,有效促进雨水的自然下渗,补充地下水,极大地改善城市生态环境。更重要的是,合理的排水系统设计还能避免污水直接排入河流、湖泊等水体,保护水资源,进而维护生态平衡。

1.3 适应城市发展需求

城市更新是一个动态的过程,城市规模不断扩大,人口持续增加,城市功能日益多元化。这就要求市政排水系统具备前瞻性和适应性,能够满足城市未来发展的需求。科学合理的排水系统设计应充分考虑城市的发展趋势,预留足够的排水能力,避免因城市扩张而频繁对排水系统进行改造。除此之外,当代科技的不断进步,促使新型排水技术和材料不断涌现,而排水系统设计应积极采用这些新技术、新材料,以提高排水系统的效率和可靠性,从而为城市的可持续发展提供有力支撑。

2 城市更新背景下市政排水系统现状

2.1 设施老化与排水能力不足

2.1.1 管道老化与损坏

老城区排水管道大多始建于上世纪,长期经受污水侵蚀和地下水位变化影响,老化、破裂、腐蚀问题突出。而且,管道渗漏使得污水与地下水混合,内壁污垢和微生物滋生,进一步加重了污水处理的难度和成本。更严重的是,老化管道还存在坍塌风险,可能引发地面塌陷,严重危及人身和财产安全。

通讯作者:方方,1993年12月生,女,汉族,湖北省黄梅县人,硕士研究生,现就职于中国建筑科学研究院有限公司,工程师。主要研究方向为市政排水,生态环境治理。

2.1.2 排水能力无法满足需求

城市更新改变了土地利用和人口分布状况,对排水能力提出了更高要求,可许多既有排水系统在规划时未充分考虑未来发展。其中,沿海城市因城市更新,下垫面硬化,雨水径流量大幅增加,而原排水系统未及时升级,内涝问题突出。要知道排水能力不足不只是会引发内涝,还会损坏道路桥梁等基础设施,污水溢流污染水体和土壤,继而破坏生态平衡。

2.2 管网布局不合理

2.2.1 新老管网衔接问题

在城市更新进程中,新老管网衔接存在诸多难题。具体表现如下:一是,管径上,老管网因早期排水需求小而管径小,新管网为满足增长的需求管径较大,导致水流过渡不畅,接口处易淤积堵塞^[2]。二是,坡度方面,老管网受建设时条件限制,坡度设计不够合理,新建管网坡度更为科学,坡度差异致使水流衔接处出现水位差,污水易积聚外溢。三是,材质上,老管网多为混凝土、铸铁管,易腐蚀破裂,新建管网采用新型管材,连接难度大,连接不当就会发生渗漏,影响环境和居民生活。

2.2.2 缺乏统筹规划

城市排水管网规划若未考虑城市更新因素,会出现布局混乱和重复建设等问题。早期规划缺乏前瞻性,未将城市更新纳入考量,随着城市更新推进,新建筑等不断涌现,原管网布局难以适应。不同部门在更新时各自建设排水设施,造成重复建设,浪费资源、增加成本,使地下管网愈发复杂。与此同时,排水管网与其他基础设施协调性欠佳,施工中相互破坏、连接困难,也会影响排水系统及整体基础设施的效益。

2.3 环保要求提高

2.3.1 污水排放标准提升

随着现代的人类环保意识增强和生态环境质量要求提高,国家和地方提升了污水排放标准,对COD、氨氮、总磷等污染物排放限值更为严格。这种现象无疑给市政排水系统带来巨大的挑战,传统污水处理工艺难以达标,需升级为改良型氧化沟、 A_2/O 、MBR等工艺。但是仅仅针对污水处理工艺实施升级改造远远不够,在此基础上,还需升级设备,如增加高效曝气、沉淀、水质监测设备,改造污水提升泵站等,这样一来,不仅投入资金量大,还得考虑设备兼容性与维护成本。

2.3.2 雨水径流污染控制

城市更新使得下垫面硬化,雨水径流系数增大,径流量增加。城市地表污染物多,降雨时随径流进入水体,导致雨水径流污染。而雨水径流污染会造成水体富

营养化,藻类过度繁殖、水体缺氧,危害水生生物,破坏生态平衡,还影响城市景观与环境卫生。为此,市政排水系统在雨水收集、处理和利用方面面临新要求,需合理布局收集系统,采用先进及生态处理技术,积极推广雨水资源化利用。

3 市政排水系统设计要点分析

3.1.1 分流制与合流制的特点

分流制将污水与雨水用两套管网分别收集输送。污水管网收集生活污水与工业废水至污水处理厂;雨水管网则收集雨水直排水体。其优势是水质保障佳,污水处理效率高,运行管理方便,便于计量监测。

合流制将污水、废水和雨水混合在同一管网中,有直排式、截流式和全处理式。直排式污染大已少用;截流式雨天有溢流污染;全处理式投资与运行费用大。合流制优点是建设成本低,占用地下空间少,小雨时可利用雨水稀释污水。缺点是雨天溢流污染严重,污水处理厂维护管理复杂。

3.1.2 排水体制的选择依据

首先,地形方面,地势平坦地区合流制易排水不畅,分流制可提高排水效率;山城合流制可依靠重力自流,节省成本与能源。其次,气候上,南方降雨量大且集中的地区,分流制利于应对雨水,减少内涝,方便雨水收集利用;西北干旱少雨地区,合流制污水水质水量相对稳定,建设管理成本低。此外,现状排水系统也是重要因素。老城区大规模改分流制成本高、影响居民生活,可优化完善现有系统;新建区域应优先选择分流制。

3.2 管网设计

3.2.1 管径与坡度设计

管径与坡度设计是排水管网设计的核心,直接影响排水能力与效率。

第一,管径设计需满足流量需求,依据城市更新规划准确预测污水和雨水流量,参考《室外排水设计规范》,污水管、雨水管最小管径均为 $d300\text{mm}$ 。设计时要考虑充满度,不同管径最大设计充满度不同,同时保证合理流速,防止淤积堵塞。污水、雨水管道最小设计流速为 0.6m/s ,最大设计流速受管材限制。

第二,坡度设计需综合管径、流量、流速、地形、管材等因素。平坦地区为保证流速,可能需加大坡度;山城可利用地形高差设置坡度。坡度设置要与周边地形、建筑物衔接协调,确保与道路坡度匹配,能顺利接入污水处理厂或水体,避免倒坡,兼顾管道埋深,保证覆土深度与排水效果。

3.2.2 管网布局优化

优化管网布局可提高排水效率、降低成本。以某城市老城区更新为例,更新前排水管网混乱,管道迂回交叉,排水效率低、易积水堵塞,埋深不合理增加施工成本。更新时,可先对地形、建筑分布和排水需求详细勘察分析,采取一系列优化措施。在此基础上,重新规划管网走向,依据地形坡度和排水方向,让管道尽量直线铺设,尽可能减少管道长度和水头损失,主干道管网优化后长度缩短200米。然后,合理设置连接方式与节点,采用先进连接技术和管件保证密封性,根据流量和交汇情况合理设置检查井和雨水口,商业区增设雨水口改善积水问题。采用分区排水策略,依据功能分区和地形划分排水区域,设置独立干管和支管,就近收集排放,减少管道长度和埋深,提高系统可靠性和灵活性。

3.2.3 管材选择

第一,性能方面,管材需具有较强耐腐蚀性,PE、PP等塑料管耐腐蚀性好,混凝土管易被酸性污水腐蚀。强度和耐压性关键,铸铁管强度高,适用于大荷载场合,RPMP管兼具耐腐蚀和高强度特点。水力性能好可减少水流阻力,提高排水效率,塑料管材内壁光滑,排水流量大于混凝土管。

第二,价格是经济因素,在满足性能要求前提下,选择合理价格管材可控制成本。混凝土管价格低,应用广泛;不锈钢管性能优越但价格昂贵,一般用于特殊场合。使用寿命关系性价比,球墨铸铁管使用寿命超50年,适用于主干道;部分塑料管材使用寿命可达30-50年。

第三,在城市更新中,污水管网推荐使用PE管,具有耐腐蚀、水力性能好、寿命长、价格合理、安装方便等优点,因而在化工园区等腐蚀性较强区域优势明显。雨水管网常用HDPE双壁波纹管,重量轻、强度高、耐腐蚀、排水量大、施工简单,柔韧性好,能适应复杂地质条件。另一方面,对于强度和耐压性要求较高的穿越道路等区域,可选用球墨铸铁管或RPMP管。

3.3 泵站与污水处理厂设计

3.3.1 泵站设计要点

泵站在排水系统中承担着提升水位和压力的关键任务,其设计需综合考虑多方面因素。泵站类型多样,包括中途泵站、终点泵站和雨水泵站。中途泵站通常设置在管道中途,用于克服地形障碍提升水位;终点泵站则

位于排水系统末端,负责将污水提升至排放口;而雨水泵站则在暴雨时用于排除积水,如某市暴雨事件凸显了其重要性。

选址时需特别考虑靠近排水管网关键节点以减少管道长度和能耗,选择地势较高处以避免被淹,并符合土地利用规划,预留一定的扩建和维护空间。泵站规模依据排水流量和扬程确定,需预测流量并考虑城市更新、人口增长等因素,扬程则结合管道高程、地形高差和处理厂水位确定。

3.3.2 污水处理厂设计要点

污水处理厂设计要点对处理效果、环保达标和可持续发展至关重要。其中,应注意的是,工艺流程选择是关键所在,常见工艺有活性污泥法、A₂/O法及其衍生工艺、MBR工艺等。A₂/O法适用于处理复杂、有机物含量高的城市污水,出水水质高;而MBR工艺结合膜分离和生物处理技术,适用于占地有限且水质要求高的地区。

同时,处理规模需准确预测污水量,综合考虑城市更新、人口增长等因素,并留有一定余量。平面布局影响运行管理和成本,需依据工艺流程划分功能区,如预处理区、生物处理区、深度处理区、污泥处理区和辅助生产区,并合理安排建筑位置,预留通道和空间。而满足环保要求方面,则需确保出水达标,选择合适工艺和设备,配备监测系统。在环保要求严格的地区,采用深度处理技术使出水达到IV类或V类水标准。

结语:综上所述,在城市更新的时代背景下,研究市政排水系统设计要点具有重要的现实意义。通过深入分析市政排水系统中存在的问题,结合城市更新的需求和发展趋势,提出科学合理的设计要点和优化策略,有助于提升市政排水系统的设计水平和运行效率,增强城市的防洪排涝能力,改善城市的生态环境,为城市的可持续发展提供有力支撑,进而提升居民的生活质量,促进城市的和谐发展。

参考文献

[1]卢颖.城市更新中给排水系统的优化设计[J].大众标准化,2025(2):43-45.

[2]陆英杰.城市市政工程中的给水排水系统规划与优化设计[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(8):0042-0047.