

县城区老旧排水管网雨污分流改造技术

王忠民 张跃东

莘县城市管理服务中心

DOI:10.12238/jpm.v6i7.8264

[摘要] 本论文针对县城区老旧排水管网存在的雨污合流、排水能力不足等问题，深入探讨雨污分流改造技术。通过分析老旧排水管网现状及改造必要性，提出适用的雨污分流改造技术方案，涵盖设计要点、施工工艺、质量控制等方面，并结合实际案例阐述技术应用效果，旨在为县城区老旧排水管网雨污分流改造工程提供技术参考，助力提升城市排水系统效能，改善水环境质量。

[关键词] 县城区；老旧排水管网；雨污分流；改造技术；市政工程

Rain and sewage separation transformation technology for old drainage pipe network in county urban area

Wang Zhongmin Zhang Yuedong

Shandong Xinxian City Management Service Center

[Abstract] This paper addresses the issues of combined stormwater and sewage flow and insufficient drainage capacity in the old drainage network of county towns, delving into the technology for separating stormwater and sewage. By analyzing the current state of the old drainage network and the necessity of renovation, the paper proposes a practical technical solution for separating stormwater and sewage. The solution covers key design points, construction techniques, and quality control, and illustrates the effectiveness of the technology through real-world cases. The aim is to provide a technical reference for the separation of stormwater and sewage in the old drainage network of county towns, thereby enhancing the efficiency of urban drainage systems and improving water environment quality.

[Key words] county urban area; old drainage network; rainwater and sewage separation; renovation technology; municipal engineering

引言

随着我国城市化进程的不断推进，县城区基础设施建设取得了显著成就，但早期建设的排水管网因设计标准低、建设年代久远等原因，普遍存在雨污合流现象。雨污合流不仅导致污水处理厂处理负荷增加，处理成本上升，而且在雨季时容易造成污水溢流，污染城市水体环境，对居民生活和生态环境产生严重影响。此外，老旧排水管网管道老化、破损、堵塞等问题频发，排水能力不足，内涝风险加剧，严重制约了县城区的可持续发展。因此，推进县城区老旧排水管网雨污分流改造工程，是完善城市基础设施、提升城市水环境质量、保障居民生活安全的重要举措。本文围绕县城区老旧排水管网雨污分流改造技术展开研究，分析改造过程中的关键技术问题及解决措施，为相关工程提供借鉴和参考。

一、县城区老旧排水管网现状分析

（一）管网建设历史与特点

县城区老旧排水管网大多建设于上世纪八九十年代，甚至更早时期。当时受经济条件、技术水平和规划理念的限制，排水管网建设标准较低。管网布局缺乏系统性和科学性，部分区域管网建设随意，存在管道管径偏小、坡度不合理等问题。而且，早期建设的排水管网多采用雨污合流制，一根管道同时承担雨水和污水的排放功能。这种合流制排水系统在当时的城市规模和人口密度下，能够满足基本的排水需求，但随着城市的发展，其弊端日益凸显。

（二）存在的主要问题

1. 雨污合流问题严重：雨污合流使得大量雨水进入污水管网，在雨季时，污水管网的流量大幅增加，超过污水处理厂的处理能力，导致污水溢流，未经处理的污水直接排入城市河道、湖泊等水体，造成水体富营养化，水质恶化，破坏水生态平衡。

2. 管道老化破损：由于使用年限较长，老旧排水管网管道材质多为混凝土管、陶土管等，这些管材抗腐蚀能力较差，在长期水流冲刷、地下水位变化、车辆荷载等因素影响下，管道出现裂缝、破损、脱节等现象，导致污水渗漏，污染地下水环境，同时也造成水资源浪费。

3. 排水能力不足：随着城市建设的发展，县城区的硬化面积不断增加，雨水径流量增大。而老旧排水管网管径偏小，部分管道还存在淤积堵塞问题，排水能力无法满足实际需求，在暴雨季节，城区内涝问题频发，给居民出行和生命财产安全带来威胁。

4. 管网信息缺失：早期排水管网建设缺乏完善的档案管理，部分管网资料缺失或不准确，给后期的维护和改造工作带来极大困难。在进行雨污分流改造时，难以准确掌握管网的走向、埋深、连接关系等信息，增加了工程施工的难度和风险。

二、雨污分流改造技术方案

（一）改造原则

1. 因地制宜：充分考虑县城区的地理地貌、管网现状、污水收集处理系统布局等多维度因素，运用地理信息系统（GIS）与水力模型技术，制定科学合理的改造方案。对于地势平坦、管网密集的建成区，采用截流改造与新建分流管网相结合的方式，通过增设截流井与调蓄池，实现初期雨水截留与污水高效收集；同时，同步铺设独立雨水管道，构建雨污分流体系。对于地势起伏较大的区域，遵循“高水高排、低水低排”原则，充分利用地形高差，采用重力流排水技术，优化管道纵坡设计，减少提升泵站的设置，降低运行能耗与建设成本。此外，改造过程中需注重与周边道路、建筑及地下设施的协同施工，避免重复开挖，确保改造工程的经济性与可持续性。

2. 经济可行：在满足改造目标的前提下，需建立全生命周期成本控制体系，通过系统性方案设计实现经济性与功能性的平衡。优先采用“以检代拆”的改造策略，利用 CCTV 检测、声呐探测等技术对现有排水管网进行全面健康评估，精准识别结构性缺陷与功能性病害。针对可利用管段，通过增设截流井、调整坡度走向、优化检查井布局等局部改造措施，结合智能分流井、可调堰门等设施，实现雨污分流目标。

在管材选型方面，依据地质条件、流量荷载等因素建立多指标评价模型，对 HDPE 双壁波纹管、玻璃钢夹砂管、球墨铸铁管等材料进行技术经济比选。针对交通繁忙路段，优先采用非开挖修复技术，如紫外光固化内衬修复、螺旋缠绕法，降低施工对城市运行的影响；对于破损严重区域，则采用明挖施工结合预制装配式结构，提高施工效率。通过 BIM 技术进行施工模拟，优化施工组织方案，减少重复开挖与返工，最终实现工程投资降低 15%-20%，运行维护成本下降 10%-15% 的目标，显著提升项目的综合性价比。

1. 环保优先：改造过程中严格遵循绿色施工理念，将环境保护贯穿项目全周期。在水土保持方面，施工区域四周设置标准化围挡与截水沟，对开挖土方实施苫盖处理，采用三维植被网对临时堆土区进行坡面防护，有效防止水土流失；针对施工扬尘，通过安装智能喷雾降尘系统、定时洒水、对运输车辆实施密闭化管理等措施，确保 PM_{2.5}、PM₁₀ 浓度符合环境空气质量标准。降噪管控上，优先选用低噪音施工设备，对高噪音作业环节实施错峰施工，并在施工现场周边设置隔音屏障，将施工噪声控制在昼间 70 分贝、夜间 55 分贝以内。污水排放管理采用三级沉淀池 + 临时污水处理设备的组合处理模式，经检测达标后方可排放。改造完成后，通过构建完善的污水收集管网体系，配套建设智能监测系统实时监控污水流向与处理状态，确保污水收集率提升至 95% 以上，从源头阻断污染物入河风险，切实改善区域水环境质量。

2. 安全可靠：在排水管网改造工程中，需严格把控管网结构强度与稳定性。通过优化管道材质选型，采用高抗压、耐腐蚀的新型管材，结合地基加固处理技术，确保管网能长期稳定承载设计流量与外部荷载。针对管道连接环节，采用柔性接口工艺，配合密封胶圈、止水带等材料，实施多层防水处理，同步加强施工质量检测，防止渗漏与脱节风险。同时，基于水力计算与地形条件，科学布局检查井、跌水井等附属设施，预留足够的操作空间，配备智能监测设备，为后期运维管理提供便利条件。

（二）改造技术类型

1. 完全分流制改造：在原排水管网的基础上，新建一套独立的雨水管网和污水管网，将雨水和污水分别收集和排放。这种改造方式彻底实现了雨污分流，有利于提高污水处理效率和水环境质量，但工程投资较大，施工难度高，对周边环境影响较大，适用于新建城区或管网改造条件较好的区域。

2. 截流式分流改造：对于雨污合流制排水管网，在合流干管上设置截流井，将旱季污水和部分初期雨水截流至污水管网，输送至污水处理厂进行处理；后期雨水则通过截流井溢流至雨水管网或就近排入水体。这种改造方式投资相对较小，施工难度较低，对现有管网影响较小，但仍存在部分雨水携带污染物进入水体的问题，适用于受条件限制无法进行完全分流制改造的区域。

3. 混流制改造：对现有雨污合流管网进行梳理和改造，将部分污水管道改造为雨水管道，将部分雨水管道改造为污水管道，实现雨污分流。这种改造方式需要对现有管网进行详细的调查和分析，合理规划管道走向和连接关系，适用于管网布局较为复杂、改造难度较大的区域。

（三）设计要点

1. 管网布局规划：根据县城区的总体规划和排水专项规

划,结合地形地貌、水系分布、污水收集处理系统布局等因素,合理规划雨水管网和污水管网的走向和布局。雨水管网应尽量利用地形高差,采用重力流排水,减少提升泵站的设置;污水管网应确保污水能够顺畅收集并输送至污水处理厂。

2. 管径计算与确定:根据设计流量,合理的水力计算公式,确定雨水管网和污水管网的管径。设计流量的计算应考虑暴雨强度公式、径流系数、汇水面积等因素。同时,还应考虑管网的远期发展需求,适当预留一定的管径富裕量。

3. 管道坡度设计:合理设计管道坡度,确保雨水和污水能够顺畅流动,防止管道淤积和堵塞。雨水管道坡度应根据地形条件和管径大小确定,一般不宜小于 0.003;污水管道坡度应根据污水流量、管径、管材等因素确定,一般不宜小于 0.002。

4. 附属设施设计:合理设置检查井、跌水井、雨水口、截流井等附属设施。检查井的间距应根据管道管径、流量和维护要求确定,一般不宜大于 50m;跌水井用于管道高程变化较大的地方,以消除水流能量,防止管道冲刷;雨水口的设置应根据汇水面积和地形条件确定,确保雨水能够及时收集;截流井的设计应满足截流倍数和截流效果的要求。

三、施工工艺与质量控制

(一) 施工工艺

1. 管道开挖与基础处理:采用机械开挖与人工开挖相结合的方式对管道沟槽开挖。开挖前应做好测量放线工作,确保沟槽位置和高程准确。沟槽开挖深度应根据管道埋深和地质条件确定,开挖过程中应注意边坡支护,防止塌方。管道基础应根据管材类型和地质条件进行处理,一般采用砂垫层或混凝土基础,确保基础的平整度和密实度。

2. 管道安装:根据设计要求选择合适的管材,如 HDPE 双壁波纹管、钢筋混凝土管等。管道安装应严格按照施工规范进行,采用橡胶圈接口或承插式接口,确保接口严密,防止渗漏。管道安装过程中应注意管道的高程和坡度控制,保证管道顺直。

3. 检查井与附属设施施工:检查井采用砖砌或混凝土浇筑的方式施工。施工过程中应注意井壁的垂直度和砂浆饱满度,确保井体结构稳定。雨水口、截流井等附属设施的施工应符合设计要求,确保其功能正常。

4. 闭水试验与回填:管道安装完成后,应进行闭水试验,检验管道的密封性和排水能力。闭水试验合格后,方可进行沟槽回填。回填材料应选用符合要求的砂土或素土,回填过程中应分层压实,确保回填土的密实度达到设计要求。

(二) 质量控制

1. 材料质量控制:严格控制管材、管件、橡胶圈等材料的质量,进场前应进行检验,确保材料符合设计要求和相关标准规范。严禁使用不合格材料。

2. 施工过程质量控制:加强施工过程中的质量检查和监督,建立健全质量管理制度。对管道开挖、基础处理、管道安装、检查井施工等关键工序进行重点监控,确保施工质量符合设计要求。

3. 隐蔽工程验收:对沟槽开挖、管道基础、管道接口等隐蔽工程进行验收,验收合格后方可进行下一道工序施工。验收过程中应做好记录,留存影像资料。

4. 成品保护:加强对已施工完成的排水管网的成品保护,防止施工过程中对管道、检查井等设施造成损坏。在管道上方设置警示标志,禁止重型车辆通行。

四、案例分析

以某县城区老旧排水管网雨污分流改造工程为例,该区域原有排水管网为雨污合流制,存在雨污混排、排水不畅等问题,导致周边河道水质恶化,内涝问题频发。本次改造工程采用截流式分流改造技术,在合流干管上设置截流井,将旱季污水和部分初期雨水截流至污水管网,后期雨水通过截流井溢流至雨水管网。同时,对部分破损、堵塞的管道进行更换和清淤,优化管网布局。

工程实施过程中,严格按照设计要求和施工规范进行施工,加强质量控制。经过改造后,该区域实现了雨污分流,污水收集率显著提高,污水处理厂的处理负荷得到有效降低。同时,排水能力明显增强,内涝问题得到有效缓解,周边河道水质得到改善,取得了良好的社会效益和环境效益。

五、结论

县城区老旧排水管网雨污分流改造是一项复杂的系统工程,对于提升城市排水系统效能、改善水环境质量具有重要意义。通过对老旧排水管网现状的分析,提出了因地制宜、经济可行、环保优先、安全可靠的改造原则和多种改造技术方案,并详细阐述了设计要点、施工工艺和质量控制措施。通过实际案例分析表明,合理的雨污分流改造技术能够有效解决老旧排水管网存在的问题,达到预期的改造效果。在今后的县城区老旧排水管网雨污分流改造工程中,应充分结合当地实际情况,选择合适的改造技术和方案,加强工程管理和质量控制,确保改造工程的顺利实施和长期稳定运行。

[参考文献]

- [1]孙力.城市老旧排水管网雨污分流改造技术研究[J].工程技术研究,2022(15):156-158.
- [2]李华.市政排水管网雨污分流改造设计与施工要点分析[J].中国新技术新产品,2021(12):105-107.
- [3]王强.老旧城区排水管网雨污分流改造技术探讨[J].居舍,2020(33):47-48.
- [4]赵勇.城市排水管网雨污分流改造工程实践与思考[J].绿色环保建材,2019(10):202-203.