

雨污分流改造工程关键技术要点及水环境改善效果探究

徐 轵

合肥市水务环境建设投资有限公司 安徽 合肥 230041

【摘要】：雨污分流改造是现代化城市市政基础设施升级的重要举措，核心为构建雨水与污水独立管网体系，实现两类水体分类收集、定向输送与差异化处理。结合工程实践，本文阐述雨污分流改造的基本定义与实施必要性，分析管网系统、雨水及污水收集处理系统的关键设计技术，明确管道施工、质量控制与现场安全管理的核心要点，典型案例佐证工程在城市内涝防治、水体污染控制及污水处理效率提升上的显著成效，为同类工程设计、施工与运维提供理论参考和实践借鉴。

【关键词】：雨污分流；管网改造；施工技术；水环境改善；质量控制

DOI:10.12417/2811-0722.26.07.021

引言

随着城市化进程持续推进，传统合流制排水系统存在的短板逐步显现，城市内涝多发、水域污染加重、排水治污运行水平偏低等现状，牵制城市生态环境品质改善与长效发展节奏，牵连城区居民日常居住与财产安稳。立足城区发展现实诉求，遵循生态保护与水资源调配思路，雨污分流改造纳入市政基础设施建设升级核心任务。重构城区现有排水布局完成雨污源头剥离与运行管控，维系城市排水运行平稳，改良水域生态环境，夯实市政设施常态化运行基础。围绕雨污分流改造承载内涵、建设环节把控及水域环境改善实际状态展开研讨，支撑这类工程平稳落地推进。

1 雨污分流改造工程核心内涵与实施价值

1.1 雨污分流改造工程基本定义

雨污分流改造基于环境保护与水资源优化配置理念，升级重构城市传统合流制排水系统，属于现代化市政基础设施工程。核心是搭建相互独立、互不干扰的雨水与污水管网体系，实现雨水、生活污水及工业废水的源头分离、分类收集、定向输送与差异化处理^[1]。雨水管网依托雨水口、雨水井、排水管道等设施，快速收集地表径流，导入自然水体或雨水调蓄设施；污水管网采用密闭管道，将各类污染性水体专属输送至污水处理厂，从排水源头实现两类水体的功能分隔与高效管控，适配现代城市发展的精细化排水模式。

1.2 雨污分流改造工程实施必要性

传统合流制排水系统雨污共用管道，城市化推进中弊端愈发突出。极端暴雨天气下，雨水大量涌入易超出管网承载能力，引发排水不畅、系统瘫痪，造成城市内涝；雨水与污水混合大幅超出污水处理厂处理负荷，未充分处理的混合水体直排自然水体，导致水体有机物、悬浮物、重金属等污染物超标，破坏水生态系统。进水流量与水质剧烈波动，让污水处理设施长期超负荷运行，降低处理效率、增加运营成本，难以适配城市人口增长与经济发展需求。雨污分流改造构建独立排水系统，从根源破解合流制固有缺陷，保障城市排水安全、改善水环境质

量、提升基础设施运营效能。

2 雨污分流改造工程关键设计技术要点

2.1 雨污管网系统设计要点

雨污管网设计是城市排水改造的核心，直接关联排水系统运行效率、环保效果与长期稳定性，需结合地形地貌、地质条件、水文气象及城市发展规划统筹推进，规避碎片化设计引发的后期运行隐患。依托区域自然地势高差规划管道走向，优先采用重力流排水，减少污水提升泵站设置，降低设备运行能耗与后期维护成本^[2]。地形起伏大、高差不足的复杂区域，采取分段设计，合理设置转角与坡度，或局部增设加压泵站，保障管道内水流顺畅，杜绝积水、淤积问题。地质勘探明确土壤性质、地下水埋深、地层承载力及地质灾害风险等级，为管材选型、管道埋深确定及施工方案制定提供支撑。结合区域多年降雨强度、汇水面积等水文气象数据，核算雨水、污水设计流量：雨水管道按暴雨重现期标准与径流系数确定管径，污水管道依据区域人口密度、人均用水量、产业布局核算污水产生量，合理规划管道参数，预留扩容空间，融入智能化监测、预警设备，实时掌握管网运行状态，排查堵塞、渗漏隐患，维系管网长期稳定高效运行。

2.2 雨水收集与排放系统设计要点

雨水收集与排放系统是城市排水抗风险、防内涝的关键，由雨水口、雨水算子、排水管道与排放口协同组成，各环节衔接顺畅、功能匹配，构成完整的雨水收集-输送-排放流程。雨水口布局遵循区域汇水规律，结合道路坡度、路面宽度、绿地分布，合理设定间距与数量，布置在汇水集中、路面低洼处及交叉口，确保降雨时地表径流快速全面汇入，避免路面积水影响交通与行人安全。雨水算子作为雨水收集第一道屏障，兼顾过水能力、结构强度与防堵性能，采用可拆卸式或自清洁式设计，方便后期定期清淤维护，防止落叶、垃圾堵塞管道，影响排水效率。排放口选址考量受纳水体水文特征、生态敏感性与行洪能力，避开饮用水源保护区、生态红线区域等敏感地段^[3]。依据地形条件与水流速度，选用直排式、扩散式、消能式等排

放形式；地形高差较大区域，增设跌水、消能池等设施，减缓水流速度，降低对河床、岸坡的冲刷侵蚀，同时设置防倒灌装置，防范汛期河水倒灌导致排水系统失效，兼顾排水安全与生态保护。

2.3 污水收集与处理系统设计要点

污水收集与处理系统是水环境治理的关键支撑，涵盖污水管道、泵站与污水处理厂三大核心单元。污水管网结合城市布局、地形与污水产量规划走向、管径与坡度，保障污水顺畅输送，远距离或地形复杂路段按需设置泵站，配备备用设备与智能控制系统提升运行可靠性；污水处理厂根据服务区域污水量、水质特征与排放标准，优选物理、生物、深度处理组合工艺，兼顾处理效果、运营成本与环保性，预留扩容空间适配未来发展；污水排放严格执行国家与地方出水标准，排放口采用扩散式、淹没式等优化形式，降低达标出水对受纳水体的冲击，实现污水全流程高效收集、处理与合规排放（见图1）。

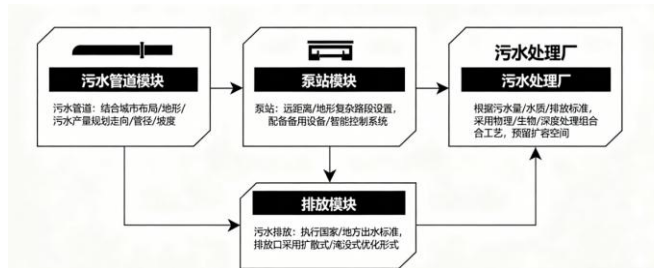


图1 污水收集与处理系统设计要点

3 雨污分流改造工程关键施工技术要点

3.1 雨污管道施工关键技术

雨污管道施工是工程落地的核心工序，涵盖开挖、铺设、连接、回填全流程标准化作业，每道工序施工质量直接决定排水系统运行效率与使用寿命。开挖阶段，施工人员依照设计图纸定位管道走向与埋深，提前排查地下既有燃气、电力、供水等管线分布，避免施工造成管线破损引发安全事故。地质勘察结果显示松软土质或地下水位较高区域，采取边坡支护、沟槽加固等防护措施，全程监测边坡稳定性，保障施工安全。管道铺设需控制管道坡度与轴线位置，坡度不足易致污水淤积、排水不畅，坡度过大则加剧管道内壁磨损、缩短使用寿命，同时规范管道承插方向，确保接口朝向水流上游，减少渗漏风险。管道连接根据管材特性选用适配的承插、法兰或焊接方式，柔性接口采用符合标准的密封材料，安装后逐一检测密封性；刚性接口严控焊接或粘接质量，杜绝接口松动、渗漏。回填选用砂土、碎石等透水性较好的材料，分层夯实，每层厚度控制在规范范围内，保护管道外壁，避免机械碾压损伤，确保管道周边土壤密实度，为管道提供稳定支撑。

3.2 工程施工质量控制要点

施工质量控制贯穿材料选型、施工过程至工程竣工全周

期，核心是把控材料质量、规范施工工艺、强化作业安全，为排水系统长期稳定运行提供保障。管材优先选用高密度聚乙烯管、玻璃钢夹砂管、钢筋混凝土管等符合国家及行业标准的产品，保障管材具备良好抗压强度、耐腐蚀性和水力性能，适配地下复杂环境。管件与密封材料需与管材型号、性能完全匹配，橡胶密封圈严格满足HG/T 3091标准，具备优良弹性和抗老化性能，杜绝材料不达标引发的接口渗漏。管道铺设前，对所有管材、管件进行外观检查和性能测试，排查裂纹、变形、破损等缺陷，不合格产品严禁投入使用^[4]。施工过程中，全程管控管道坡度、轴线位置和接口质量，安排专业人员现场监理，及时纠正施工偏差，确保排水系统水力条件符合设计要求。开挖、吊装、回填等高风险作业，制定专项安全防护方案，落实围挡、防护网等防护措施，施工人员经专业培训考核合格后方可上岗，熟练掌握施工工艺和安全操作规程，以全流程、全方位质控措施，保障排水系统可靠性与耐久性。

3.3 施工现场安全管理要点

施工现场安全管理是雨污分流改造工程顺利推进的基础保障，需建立全周期、系统化的安全管控体系，将安全责任落实到每一个岗位、每一道工序。施工现场按规范布设清晰醒目的安全标志，包括施工区域边界标识、危险区域警示标志、交通导向标志等，确保施工人员和过往行人清晰识别风险区域。开挖沟槽、高空作业、机械操作等高危区域，设置标准化围挡、防护护栏或安全网，划定安全作业范围，禁止无关人员进入；夜间施工配备充足照明设施和反光警示标志，确保作业环境清晰可见，降低夜间施工风险。施工人员足额配备安全帽、反光背心、防护手套、防滑鞋等个人防护装备，从事焊接、高空、挖掘等特殊作业人员，额外配备焊接面罩、防尘口罩、安全带等专业防护器具。所有施工人员上岗前接受系统安全培训，熟悉施工工艺和安全操作规程，掌握应急处理技能，定期开展安全演练。施工设备使用前全面检修，排查安全隐患，确保设备性能完好、安全装置有效；现场明确安全责任分工，建立安全巡查制度，定期开展安全检查和隐患排查，发现问题立即整改，全方位保障施工人员生命安全和工程顺利推进。

4 雨污分流改造工程水环境改善效果

4.1 城市内涝防治效果

雨污分流改造构建独立雨水管网，实现暴雨径流快速疏导与有序排放，提升城市排水防涝能力，解决传统合流制管网引发的内涝难题。广州市老城区雨污分流改造项目颇具代表性，该区域老旧小区密集、管网铺设年限久，改造前采用合流制排水系统，管道老化、排水能力不足。每逢暴雨天气，大量雨水与污水混合涌入管网，极易造成管网堵塞、排水不畅，导致道路严重积水、居民房屋受淹，给居民生活和城市交通带来极大不便^[5]。改造期间，施工团队重新规划雨水管网布局，按5年一遇暴雨重现期设计雨水专用管网，配套建设雨水调蓄池和专

用行洪通道,优化雨水口布局,提升地表径流收集效率。改造完成后,暴雨天气下地表径流可在30分钟内快速排出,辖区内内涝点数量减少90%以上,彻底解决老城区长期存在的道路积水、居民受淹问题,城市防洪排涝体系韧性显著增强,保障城市居民生命财产安全和城市正常运行(见图2)。

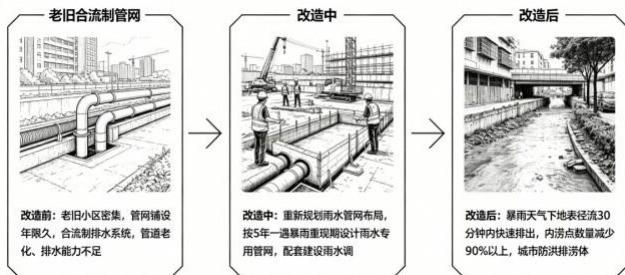


图2 城市内涝防治效果

4.2 水体污染控制效果

雨污分流改造从排水源头阻断雨水与污水的混合,遏制水体污染,改善城市水生态环境,实现从“治污”到“护水”的转变。深圳市深圳河流域雨污分流改造工程可作例证,该流域曾因雨污合流排放,大量生活污水、工业废水与雨水混合直排河道,造成水体黑臭、水质恶化,严重影响周边居民生活环境与水生态平衡。改造重点构建独立污水与雨水管网,实现生活污水、工业废水全收集、全处理,雨水收集后直接排入河道,避免与污水混合造成污染。改造实施后,流域内雨污溢流污染频次下降95%,河道水体中COD、氨氮、总磷等主要污染物

浓度年均降低60%以上,彻底消除黑臭水体,河道水质达到地表水IV类标准。河道水生生物群落逐步恢复,岸边植被覆盖率大幅提升,实现从“黑臭脏”到“清绿美”的转变,既改善流域水环境质量,也提升城市居民生活幸福感与获得感。

4.3 污水处理效率提升效果

雨污分流后,污水管网不再接纳雨水,进厂污水水量稳定、水质均衡,从根本上解决了合流制下雨水稀释、冲击负荷大的问题。污水处理厂无需应对暴雨期超大流量与浓度骤变,处理工艺运行更稳定,生化处理效率提升20%~35%,能耗与药耗明显降低。同时,污水收集率显著提高,厂区设备故障率下降、使用寿命延长,运维成本降低15%以上。独立管网体系让污水处理厂始终处于高效、低耗、稳定运行状态,处理出水达标率接近100%,为城市污水资源化利用与长效水环境治理提供坚实保障。

5 结语

雨污分流改造属于兼顾生态、社会与经济价值的系统性市政建设项目,实施过程可消解传统合流制排水体系存在的各类短板,增强城市对内涝风险的抵御能力,控制水域污染蔓延节奏,优化污水处置运行状态,缩减日常运维投入,带动城市水域生态面貌稳步向好。工程落地推进期间,把控设计规划、现场施工、质量管控及安全管理各个环节,贴合区域现实条件调整实施方案,依托现有技术条件筑牢建设基础。完善现有运维管理架构,融入智能管控手段,维系雨污分流体系长久平稳运转,为城市生态营建与长效发展筑牢底层支撑。

参考文献:

- [1] 周品.雨污分流改造的设计研究[J].安徽建筑,2025,32(11):69-70.
- [2] 刘宁,蒲贵兵.城市雨污分流效果评价指标体系构建及应用[J].城市道桥与防洪,2025,(09):46-51.
- [3] 唐磊,程小文,芮文武,等.雨污分流改造规划设计思路与方法研究[J].市政技术,2025,43(08):183-192.
- [4] 王圣松.城市更新背景下建筑小区合流管网雨污分流改造方案[J].工程技术研究,2025,10(15):227-229.
- [5] 李依芸.受限空间雨污分流适应性设计要点分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(22):211-213.