

基于城市更新视角的市政街道雨污分流优化改造

文 / 陈静漪 上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司深圳分公司

摘要：随着我国城市化进程不断加快，老旧城区排水系统在应对极端天气事件、保护水环境及提升城市韧性方面的不足日益凸显，雨污分流改造已成为城市基础设施更新中的关键环节。本文以某市中心城区人民路片区排水系统改造工程为例，从城市有机更新的整体目标出发，系统阐述雨污分流改造工程的规划理念、设计方法、施工组织与运维保障措施，重点分析其在提高排水能力、控制溢流污染、集约利用空间及改善人居环境等方面的综合效益，总结改造过程中常见的技术难点与管理挑战，并提出具有可操作性的应对策略，以期为我国同类城市更新项目提供理论参考与工程借鉴。

关键词：城市更新；雨污分流；市政街道；优化改造

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.001

引言

为有效应对城市化进程中日益突出的内涝灾害与水环境污染问题，对老旧城区合流制排水系统实施雨污分流改造已成为提升城市基础设施水平的关键任务^[1]。市政街道雨污分流工程系统复杂、制约因素多，不仅涉及大量地下管线迁改与统筹，还需兼顾交通维持、社区影响及环境可持续等多重目标，实施难度较大^[2]。本文以某雨污分流改造项目为例，从城市更新的整体视角出发，系统阐述雨污分流工程的设计理念、技术方法与管理措施，重点剖析在有限空间与复杂条件下实现排水系统效能提升与街道环境综合改善的实施路径，以期为类似城市更新中的市政工程提供参考依据与实践借鉴。

一、工程概况

某市老城区人民路片区建于20世纪80年代，排水体制为雨污合流制，管道材质以混凝土和砖砌为主，设计管径范围为DN300~DN800，结构老化严重，破裂、渗漏、堵塞现象普遍，实际排水能力不足一年一遇标准，强降雨时多处路段积水深度超过30cm，严重影响交通与市民安全。同时，合流制溢流口在降雨期间直接排放混合污水至临近河道，年均溢流次数超过20次，对水体造成严重污染。该片区道路宽度普遍为10~15m，地下分布有给水、燃气、电力、通信等多家权属单位管线，空间资源紧张，施工期间需保证双向通车及行人通行，改造条件复杂。本次雨污分流改造工程全长约2.5km，涵盖排水管道新建与修复、路面铣刨与沥青摊铺、绿化带改造、照明设施升级等内容，旨在构建完全分流制排水系统，并统筹纳入海绵城市要素，实现系统性提升。

二、施工目标

本项目旨在构建完全分流制排水系统，并统筹纳入海绵城市要素，实现系统性提升。具体目标包括：彻底实现雨污水分流，显著提升排水防涝能力；有效控制溢流污染，改善流域水环境质量；集约利用地下空间资源；促进街道环境与城市风貌整体提升。通过引入透水铺装、生物滞留设施、雨水花园等低影响开发（LID）措施，增

强场地雨水蓄滞与净化能力，并依托物联网技术建立排水系统运行监测平台，实现长效智慧化管理^[3]。

三、重难点分析

（1）地下管线复杂交错，空间冲突严重。老城区地下分布有给水（DN200~DN500）、燃气（DE160~DE315）、电力（10 kV 电缆沟）、通信（6~12孔波纹管）等管线，新建雨污水管道需多次穿越既有管线，最小垂直净距不足0.5 m处需采用钢套管保护或悬吊加固，施工测量误差要求控制在±10 mm以内。

（2）交通疏导与市民生活影响显著。人民路为城市主干道，日车流量超过2万辆，施工围挡导致道路资源减少40%以上，需制定分级疏导方案，在关键节点设置临时信号灯及引导标志，并通过微信公众号、社区公告等方式提前发布施工信息，建立市民投诉快速响应机制。

（3）新旧系统切换接口多，施工精度要求高。共需改造原有出水口8处，新建截流井12座，管道接驳点30余处，每个接口需精准测量高程和平面位置，允许偏差不大于±20 mm，接口处采用C30微膨胀混凝土进行360°包封，防止差异沉降导致渗漏。

（4）季节性降雨对施工进度与质量造成重大影响。项目施工期跨越汛期（6~9月），基坑排水、边坡稳定、管道漂浮等问题突出，需配备大功率排水设备（流量≥100 m³/h），基坑边坡采用彩条布覆盖+沙袋压重，管道安装后及时回压防止浮管。

四、施工方案

工程采用“分段围挡、不断交通、管线协同、夜间突击”的施工组织模式，将全线划分为6个施工段，每段长度300~500 m，施工周期控制在20天/段以内。雨水主管道采用开槽埋管法，沟槽边坡坡比控制在1:0.5~1:1，基底铺设20 cm厚砂石基础并夯实至压实度≥93%；污水管道在穿越主要路口及敏感区段时采用顶管法施工，孔径DN1000，长度约40 m/处，工作井采用沉井法施工。管道接口均采用承插式橡胶圈密封，安装完成后进行闭水试验，允许渗水量不大于2.4 L/(km·d)。回填材

料采用中粗砂分层回填，每层虚铺厚度不超过 30 cm，采用平板夯及冲击夯相结合夯实^[4]。施工期间设置临时交通导行方案，预留不少于 4 m 宽机动车道及 2 m 宽人行通道，夜间施工时间严格控制在 22:00 至次日 6:00 之间，并采取低噪声设备及喷雾降尘措施，如图 1 所示。

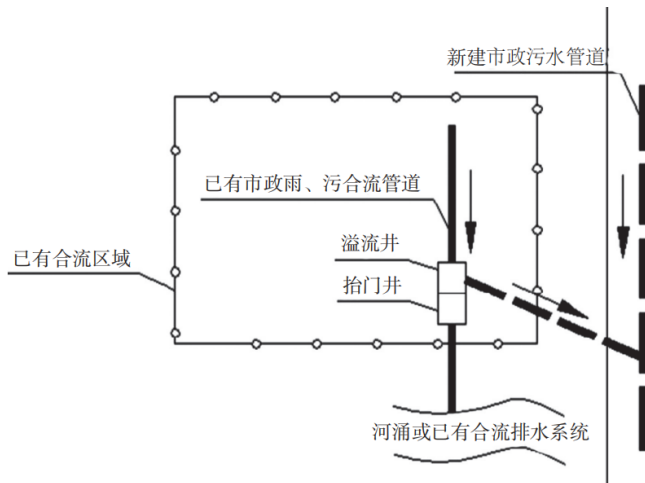


图 1 施工方案

(1) 水力计算与管径设计：采用暴雨强度公式：

$$q = 2000(1 + 0.81 \lg p) / (t + 8)^{0.7}$$

结合径流系数（硬化地面取 0.85，绿地取 0.25）计算设计流量，根据曼宁公式确定管径与坡度，保证流速控制在 0.6 ~ 3.0 m/s 之间，避免淤积和冲刷。

(2) 管道材质与防渗控制：雨水管道选用 SN8 级 HDPE 双壁波纹管，环刚度为 8 kN/m²，接口采用双胶圈密封；污水管道选用 C50 钢筋混凝土承插管，橡胶圈接口，内外壁涂刷环氧沥青防腐层。所有管道安装后须进行 100% 闭水试验。

(3) 检查井及附属设施设计：检查井间距不大于 40 m，井筒采用 MU10 烧结砖砌筑或预制混凝土井筒，井盖采用 D400 型球墨铸铁防盗井盖；雨水口采用联合式双算雨水口，间距 25 ~ 30 m，与管道连接处设 360° 混凝土包封。

(4) 现状管网衔接与截流措施：保留并清洗现状合流管道作为雨水系统使用，新建污水管道系统，在接入点设置智能截流井（规格 2000×1500 mm），通过液动启闭机控制分流切换，初期雨水切换至污水系统，中后期雨水直接排放。

五、施工过程

(一) 地下障碍物探测

由于本工程位于人民路老城区，地下管线密布、空间资源有限，在正式开工前，组织多家管线权属单位进行联合踏勘，核对给水、燃气、电力、通信等地下管线资料，并采用电磁感应仪结合非开挖探测技术对全线进行密集扫描，测线间距控制在 2 m 以内。根据探测结果，设计单位及时优化管线走向和埋深，优先保障污水主管

道的顺畅排放，对于冲突严重区段，采取局部抬升、平移措施，并增设钢套管防护。施工前完成道路交通导行方案的编制，确保在分段围挡情况下仍能维持基本通行，对管线资料、地质情况、交通组织、施工计划等信息进行统一管理并实现动态更新，有效减少了施工中突发管线冲突。项目部提前部署防汛预案，配备流量不小于 100 m³/h 的排水泵、应急电源及移动沙袋储备，施工人员在进场前均进行安全、环保培训，熟悉围挡布置、通行路线和应急逃生措施。

(二) 管道主体施工

老城区地基条件复杂，部分路段存在软弱土层，若处理不当易导致不均匀沉降和接口脱开，施工中严格执行“稳、准、密、实”的原则，在沟槽开挖完成后，对基底承载力进行检测，要求不低于 100 kPa；若检测结果不达标，则超挖 30 cm 后回填级配砂石，并分层夯实至压实度 ≥ 93%。沟槽边坡坡比控制在 1:0.5 ~ 1:1，底部铺设 20 cm 厚砂石垫层作基础层，雨水管道采用 SN8 级 HDPE 双壁波纹管，污水管道采用 C50 钢筋混凝土管，两者在接口处均采用橡胶圈承插连接。安装过程中，利用激光测量仪实时控制高程和平面位置，允许偏差不大于 ±10 mm，接口处进行 C30 微膨胀混凝土 360° 包封防止渗漏。管道敷设完成后立即进行闭水试验，雨水管道允许渗水量不大于 2.4 L / (km · d)，污水管道需达到零渗漏标准。在主要路口与交通敏感区段采用顶管法施工，工作井采用沉井法下沉，孔径 DN1000，顶管穿越完成后及时进行环缝灌浆封堵，施工现场采用 24 小时监控系统，对关键节点实行远程视频监控，施工日志自动上传。

(三) 雨水弃流、调蓄系统

设计阶段即引入“雨水弃流 + 调蓄”体系（见图 2），有效结合分流制管网，施工过程中在各雨水出水口末端设置初期雨水弃流装置，弃流量按照 5 mm 降雨径流量确定。降雨开始时，前期含有道路沉积物、油污及悬浮颗粒的初期雨水通过液动闸门引流至污水管网，进入污水处理厂处理；中后期较清洁的雨水则自动切换排放至雨水系统。弃流装置采用不锈钢一体化结构，并接入城市排水监测平台。在道路节点及低洼区段设置地下雨水调蓄池，容积按 200 m³/ha 计算，采用钢筋混凝土结构，内部设置浮球阀，调蓄池顶部覆盖透水混凝土板，和路面景观系统一体化设计，雨水调蓄池、生物滞留设施（雨水花园、植草沟）相结合，形成多级调蓄净化体系。施工阶段重点控制池体防渗性能衔接管网精度，底板混凝土采用抗渗等级 P8，接口位置加设止水带，所有入、出水口安装防倒灌阀门防止泥沙堵塞，完工后进行灌水试验，有效削减初期雨水污染负荷约 40%，同时缓解强降雨时的排水压力。

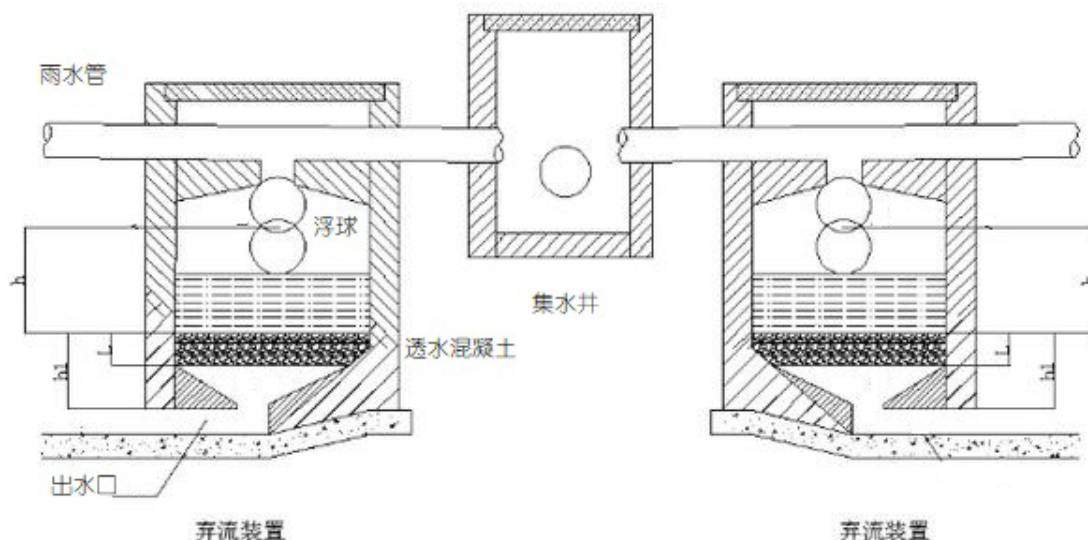


图 2: 雨水弃流、调蓄示意图

(四) 环境控制

严格落实文明施工以及绿色建造要求，在施工区段设置连续封闭围挡，高度不低于 2.2 m，围挡外张贴工程信息，道路保留 4 m 机动车道及 2 m 人行通道，关键交叉口配备临时信号灯和交通引导员。施工时间严格控制在夜间 22:00 至次日 6:00 减少高峰期占道，噪声较大的工序如混凝土切割、压实作业均安排在白天时段进行，并加装隔音板和消音罩。全线安装自动喷雾降尘系统，渣土运输车辆统一封闭并冲洗出入口，建设单位、施工单位和街道社区联合建立“居民沟通协调机制”，通过微信公众号、社区公告和热线电话发布施工信息，对于噪声、扬尘、出行不便等投诉，实行“24 小时限时处理”制度。环保监测部门定期检测施工噪声、空气质量，各项指标满足《城市区域环境噪声标准》和《施工现场扬尘控制规范》要求，工程完工后全面开展 CCTV 管道内窥检测并录像存档，对存在渗漏、错接等问题及时整改。后期运营阶段依托物联网监测平台实现管网水位、流量、雨量的实时监测，通过城市排水调度中心的数据共享，实现溢流预警，改造后的道路景观、绿化及照明同步提升，实现了工程建设、民生改善的良性互动。

六、施工效果

通过本次雨污分流优化改造，实现了以下多方面效益：（1）显著提升排水防涝能力。新建雨水管网设计重现期采用 3~5 年一遇标准，关键路段提升至 10 年一遇，系统排水能力提高 200% 以上，内涝风险显著降低。（2）有效改善流域水环境质量。雨污分流后杜绝合流制溢流污染，预计每年可减少溢流量约 12 万立方米，削减 COD、氨氮等污染物负荷超过 50 吨，河道水质主要指标预期可达 IV 类以上标准^[5]。（3）实现地下空间资源集约利用。通过 BIM 技术进行管线综合平衡设计，最大限度减少交叉冲突和重复开挖。（4）促进街道环境与城市

风貌整体提升。结合管网改造同步实施路面沥青罩面、人行道透水铺装、多杆合一智慧路灯及绿化景观提升，打造安全、绿色、美观的城市街道空间。

结语

雨污分流改造作为城市更新中一项基础性、先导性工程，其意义远不止于排水系统的提升，更关乎城市水安全、水环境与公共空间的整体品质。在面对老城区地下空间受限、交通与社会影响突出、技术接口复杂等多重挑战时，必须秉持系统思维、精细操作与协同治理的原则，将工程设计、施工组织、社区协调、长效管理有机结合。通过技术创新与管理优化，雨污分流工程能够显著增强城市应对内涝和污染的能力，改善居民生活环境，并为城市可持续发展提供坚实支撑。未来应进一步加强政策引导、标准制定和示范推广，推动雨污分流改造在全国范围内的高质量实施。

参考文献

- [1] 晁增晖. 雨污分流排水管网改造对城市排水系统运行效率的影响 [J]. 城市情报, 2024 (13).
- [2] 赵一涛. 城市雨污分流改造的问题及其技术措施研究 [J]. 四川建材, 2023, 49 (1): 222-224.
- [3] 蒲贵兵, 谢天, 杨梅, 等. 重庆某城市污水处理系统雨污分流改造效果评价 [J]. 净水技术, 2023, 42 (2): 77-84.
- [4] 李玉龙, 朱国韬, 岳旭辉, 等. 城市智能雨污分流截流管设计——以阜阳市水环境治理工程为例 [J]. 给水排水, 2023, 49 (S02): 201-206.
- [5] 符韵, 陈翠珍, 李敏, 等. 武汉市汉口片区排水体系运行效能评估 [J]. 净水技术, 2023, 42 (5): 139-150.

作者简介：陈静漪，1997.06.06，女，瑶族，广东省深圳市，硕士研究生，工作单位：上海市市政工程设计研究总院（集团）有限公司深圳分公司，研究方向：给排水工程。