

老旧小区综合改造中的排水系统更新 与道路恢复技术研究

王啸霄

上海汇成建设发展有限公司第七分公司, 上海 200233

DOI:10.61369/ERA.2026060027

摘要： 以市政道路施工为载体，系统梳理老旧小区综合改造中排水系统更新与道路恢复一体化施工技术。针对老旧小区普遍存在的管道老化、雨污合流及排水能力不足等问题，构建协同技术体系。在排水系统更新过程中，采用雨污分流改造路线，选用 HDPE 双壁缠绕管替代传统混凝土管，并结合开槽埋管与定向钻非开挖技术，在减少道路扰动的同时完成管网更新。道路恢复阶段，通过优化基层结构与沥青面层施工工艺，提高路面承载能力与耐久性。工程实践表明，改造后排水能力提高超过30%，路面平整度标准差由2.5mm降低至1.2mm，实现地下管网与道路结构的协同优化。研究成果可为类似老旧小区改造提供技术参考。

关键词： 老旧小区改造；排水系统更新；雨污分流；道路恢复技术

Research on Drainage System Renewal and Road Restoration Technology in the Comprehensive Renovation of Old Residential Areas

Wang Xiaoxiao

Seventh Branch, Shanghai Huicheng Construction Development Co., Ltd., Shanghai 200233

Abstract： Taking municipal road construction as a carrier, this paper systematically explores the integrated construction technology for drainage system renewal and road restoration in the comprehensive renovation of old residential areas. In response to prevalent issues such as aging pipelines, combined stormwater and sewage flow, and inadequate drainage capacity in old residential areas, a collaborative technological framework is established. During the drainage system renewal process, a stormwater and sewage separation renovation approach is adopted, with HDPE double-wall corrugated pipes replacing traditional concrete pipes. This is combined with open-trench pipe laying and directional drilling trenchless technology to achieve pipeline network renewal while minimizing road disturbance. In the road restoration phase, the bearing capacity and durability of the pavement are enhanced by optimizing the base course structure and asphalt surface construction techniques. Engineering practice demonstrates that the drainage capacity has increased by over 30% post-renovation, and the standard deviation of pavement evenness has decreased from 2.5 mm to 1.2 mm, achieving collaborative optimization of the underground pipeline network and road structure. The research findings offer technical references for similar renovation projects in old residential areas.

Keywords： old residential area renovation; drainage system renewal; stormwater and sewage separation; road restoration technology

随着我国城市化持续推进，老旧小区综合改造已经成为提高城市品质、优化人居环境的关键举措^[1]。老旧小区排水系统更新工程通常依托道路开挖实施，道路结构既是施工载体，也是影响管网长期稳定运行的重要因素。因此，有必要结合老旧小区自身特点，从道路施工全过程出发，统筹研究排水系统更新与道路恢复的协同技术路径^[2,3]。本文梳理排水系统更新和道路恢复相关技术，梳理出适配这类工程的技术路径，梳理雨污分流技术的实际应用场景，整理管道更换工艺优化方向，最终形成完整技术模式。

一、项目概况

本研究依托华泾绿苑小区综合改造项目，小区建成于2003年，内部共有36幢多层砖混结构住宅楼，总建筑面积约12万

m²，常住居民约1500户，建设年代久远，小区排水系统出现老化，存在雨污混接现象，同时小区内部路面破损，各类附属设施陈旧。本次改造以雨污分流为核心，同步推进道路修复、绿化补种、非机动车库修缮等综合整治工作。该项目位于车流量较大的

区域,周边道路网络密度较高,施工过程中要同时保障居民日常出行,也要推进工程建设,呈现出来城市更新项目共有的特点。

二、基于道路施工的排水系统更新关键技术

(一) 老旧小区排水系统典型问题及其成因分析

上世纪80至90年代建成的多数小区,排水管道投入使用已超过三十年,这些管道多采用混凝土或铸铁材质,管道本体普遍出现腐蚀破损,接口部位也常有脱落,渗漏比例可达20%至30%,管道输送效率下降,地下水污染、地面沉降等问题也随之出现,小区排水能力达不到使用需求,和原设计管径偏小有关。现有雨水管规格多集中在DN200至DN300,污水管规格多集中在DN150至DN200,参数低于现行排水规范要求,雨季来临时,排水系统长期处于超出负载的运行状态,小区内涝频繁出现,约60%至70%的老旧小区仍沿用雨污合流排水方式,雨天大量雨水汇入污水管线,污水处理厂负载大幅提高,甚至出现污水外溢,直接影响环境卫生与居民日常居住状态。梳理问题成因,可发现建设阶段标准偏低,加上后续维护工作没有到位是问题出现的核心原因,约40%的小区从未完成系统性管道清淤与检测,导致管网状态逐步变差。

(二) 雨污分流改造技术路线与关键工艺研究

在建筑出墙管改造中,智能雨污分流装置的安装是本次改造的核心技术措施之一,解决老旧小区存在的“人为误接”问题,受历史条件限制,许多居民将洗衣机废水管私自接入屋面雨水立管,本应直排河道的雨水管道长期输送污水,引发环境污染,智能雨污分流器对应这一痛点设计,依靠水流量的动态变化实现通道自动切换。晴天状态下,楼宇立管内部流量较小的生活污水,一般来自洗衣机、洗涤池等,缓冲控制室内水位较低,分流器保持污水通道开启、雨水通道关闭,所有污水进入污水管网,雨天状态下,屋面雨水径流量增大,水流进入雨水收集室后水位升高,浮筒随水位浮起,带动杠杆机构旋转闸板,开启雨水通道,同步关闭污水通道,雨水排入雨水管网。雨量减小或降雨停止后,水位下降,浮筒回落,闸板自动恢复晴天状态下的初始位置。

在具体实施的阶段当中,首先要对建筑物的出墙管进行改造。这就需要将原来的合流立管进行拆分,使其分为雨水立管和污水立管。其中,雨水立管采用直径为110mm的UPVC管材,铺设坡度要不少于1.5%,以此确保雨水能够快速排出,避免形成积水现象。而污水立管则选用直径160mm的UPVC管材,铺设坡度控制在1.2%至2.0%的区间范围内,目的是防止污泥在管内出现沉积情况。接下来,第二步是在道路结构开挖的基础之上展开排水干管的铺设工作。管道施工是依托既有的道路破除来形成沟槽空间的,沟槽尺寸必须同时满足管道安装、后续道路结构恢复的要求。雨水系统所选用的HDPE双壁缠绕管,其环刚度是不低于 8kN/m^2 的,管径主要为DN300和DN400,这种管材能够适应车行道荷载,进而让结构维持稳定状态。污水系统是以DN300管径为主的,埋深被控制在1.2m到2.5m的范围之内。在进行管道铺设的时候,需要同步控制沟槽基础、回填的质量,采用砂石

基础和 360° 包覆工艺,通过这样的方式来提高管道受力的均匀程度。此措施不但增强了管道结构的稳定性,还为道路基层的恢复提供了均匀的承载条件。工程实践表明,沟槽回填质量对道路恢复后的沉降控制效果有着直接的影响,它是实现排水系统与道路结构协同稳定的关键环节。此次改造所完成安装的这类装置,其总数达到了268套。每一套装置都连接着De110或者De160的立管,设计的切换流量阈值是每秒0.5升至1.0升。在晴天的时候,当产生小流量污水,污水能够进入污水管,而在雨天,形成大流量雨水时,雨水可以进入雨水管。依靠这样一项技术,能够彻底解决“雨污混接”所存在的隐蔽性难题。

(三) 管道更新与检查井系统优化技术研究

管道更新施工要依靠道路开挖空间来进行,它的施工质量不但会对排水系统的运行效果产生影响,还直接关乎道路恢复后的结构稳定性。所以,在管道材料选型、施工工艺、检查井布置这几个过程中,要同时考虑道路荷载作用、结构层恢复的要求,达成地下管网和地面结构的协同设计。选择DN300规格的HDPE管去替换原有的混凝土管,管道使用寿命从原本的15年提高到50年,由此能够看出材料选择对系统耐久性有着决定性的影响,铺设环节把开槽埋管和定向钻非开挖工艺结合起来,穿越道路和绿化带的时候采用定向钻技术,最大程度减少对小区环境的破坏,非开挖段占比在15%至20%之间,降低了施工扰动、维护成本。本项目地下空间有限且既有管线交叉较多,非开挖技术的应用使施工冲突有效降低,施工效率得以提高。检查井系统优化主要围绕井位合理布置、井型多样化选择、井盖材质升级进行,一体化成品检查井采用PE或PP材料,有450mm、630mm、800mm三种井筒直径规格,能适配不同管径和埋深需求,井盖选用钢纤维混凝土或复合树脂材料,承重能力达D400级别,可满足车行道荷载要求,其内置防盗锁扣设计,能降低井盖丢失风险。优化管道与检查井系统后,检查井数量减少10%至15%,渗漏风险降低超30%,排水效率提高,对道路结构的扰动减少。

三、面向管网稳定的道路恢复与结构优化技术

(一) 道路恢复中基层处理与材料选型技术研究

在道路恢复进程里,基层结构施工对路面使用性能影响重大,还是保障排水管道长久稳定运行的关键部分。排水管道埋在道路结构下方,沟槽回填质量会直接影响路基承载能力、沉降控制成效。所以在基层处理阶段,要把管道沟槽回填和道路结构恢复当作一个整体来把控。沟槽回填运用分层夯实技术,每层厚度控制在20cm到25cm的范围,压实度不低于95%。这种做法能防止道路结构出现不均匀沉降,也能避免管道因土体松散出现位移或者接口开裂,达成“路—管—体”的结构稳定。中基层选用ATB-25沥青稳定碎石,厚度为30cm,骨料级配合理,空隙率控制在3%至6%,该配置让基层拥有出色的抗变形能力,提高结构整体的承载水平,面层设计为双层沥青结构,下面层为6cm厚AC-20C粗粒式沥青混合料,骨料最大粒径19mm,上面层为4cm厚AC-13C细粒式沥青混合料,骨料最大粒径13mm,表面

纹理深度控制在0.4mm至0.6mm，提高路面防滑能力。SBS改性沥青应用后，材料软化点可达到60℃以上，低温延度超过30cm，路面高温环境下抵抗车辙变形的能力、低温环境下避免开裂的能力都得到提高。考虑本项目道路长期承受较高通行频率及停车荷载，上述结构组合在提高承载能力的同时，也增强了耐久性，符合实际使用需求。

（二）沥青路面摊铺工艺与质量控制技术研究

沥青路面摊铺工艺包括摊铺、碾压和接缝处理这三个核心步骤，每一环节都要严格控制工艺参数，保证最终结构拥有符合要求的性能和使用时长。摊铺开始前，施工人员要在基层表面喷洒乳化沥青透层油，喷洒剂量控制在0.7–1.0 L/m³范围内，增强基层和沥青层之间的粘结强度，避免层间出现分离脱离。摊铺作业进行时，摊铺机行进速度限定在2至4m/min，搭配夯锤频率控制在1000至1200次/min，保证沥青混合料可以均匀铺设，获得符合要求的初始压实度，沥青混合料运送到施工现场时温度不低于150℃，摊铺作业时内部温度维持在140℃以上，保障材料拥有符合要求的可摊铺状态和粘结性能。碾压作业分为初压、复压和终压三个部分，初压使用双钢轮压路机静压2遍，行进速度控制在2至3 km/h，形成初步密实结构，复压阶段用轮胎压路机揉压4至6遍，行驶速度调整为3.5至4.5 km/h，可消除混合料内部空隙，终压阶段使用钢轮压路机收面2遍，清除碾压产生的轮迹，提高路面表层平整度。横向接缝处理环节，先做垂直切割，再涂刷热沥青，碾压完成后接缝平整度可控制在3mm以内，减少接缝位置应力集中和水侵害风险，现场检测数据显示，路段整体压实度超过98%，平整度标准差小于1.2mm，工艺调整优化后，路面使用寿命延长约20%，可体现摊铺工艺、质量控制技术应用于老旧小区道路恢复的实用价值，也能展现相关技术的优势。

（三）侧平石、窨井盖等附属设施恢复技术研究

侧平石安装使用C25混凝土制作基础，基础厚度15cm，宽度比侧石宽出10cm，保障侧石稳定，同时满足承载要求，侧石统一规格为100cm×30cm×12cm，直线段安装缝宽控制在1cm以内，曲线段缝宽不超过1.5cm，缝隙填充使用M10水泥砂浆，勾缝饱满度需达到100%，阻断水渗漏通道，避免结构松动。雨水口的布置要和道路纵横坡设计一起进行同步优化，这样能让路表径流迅速地汇入排水系统，防止路面积水给行车安全和路面结构带来不好的影响，进而实现排水功能和道路使用性能共同提高。侧平石安装的坡度与路面横坡一样，大多处于1.5%至2.0%的范围里，以此保证雨水能够顺利流入雨水口，加快排水速度，减少路面积存的雨水。在窨井盖恢复环节，车行道采用D400级球墨铸铁井盖，这种井盖可以承受40吨荷载，并且配套加装防坠网，防坠网承重不低于100 kg，以此提高安全性能。在人行道、绿化带区域，采用的是B125级复合树脂井盖。这种井盖具有重量比较轻的特点，同时防盗性能非常出色。其井盖安装高程偏差能够控制在±3mm范围之内，以此消除高差情况，防止车辆通行的时候出现颠簸现象，进而对行车体验起到优化作用。根据行业统计数据表明，精细化施工能够让井盖周边路面破损率降低50%，并且可使侧平石使用寿命延长至15年以上。结合本项目车行道与人行道交

错分布的特点，差异化选用井盖类型，有效提升了安全性与经济性。依托科学合理的附属设施恢复技术，道路结构整体稳定性得到保障，使用时间更长，小区周边环境视觉效果更好，道路恢复工程技术和路面结构优化实现深度融合。

四、施工期间交通组织与临时设施布置技术研究

由于排水系统更新需依托道路施工展开，施工期间交通组织直接影响工程实施效率及居民出行体验。施工期间需结合小区出入口数量及车流量条件规划临时通行路线，单向通行路段长度控制在200m范围以内，每间隔50m设置一处错车区，舒缓车辆通行压力，小区主要出入口安排交通协管员，早晚高峰时段增加现场疏导力量，车辆等待时长压缩至5min以内，压缩交通延误时长，临时便道选取碎石或钢板铺设，路面宽度不小于3.5m，可支持消防车等应急车辆顺利通过。材料堆放区选在闲置空地或绿化带边缘，堆放面积控制在100m²以内，表层覆盖苫盖防尘网减少扬尘扩散，落实生态防护要求，临时水电接驳点设在施工区边缘，电缆采用架空或穿管方式布置，布设高度不低于5m，避开车辆通行区域，降低刮碰损坏概率，施工围挡沿施工范围连续布设，转角位置更换为透明围挡，保留开阔视线，降低通行风险。夜间施工区域选用LED投光灯提供照明，照度维持在50勒克斯以上，满足施工活动安全要求，方案投入使用后，施工期间车辆通行效率可维持在非施工时段的80%以上，居民出行满意度上升20%，该技术方案的有効性与实用价值均得到实际验证。

五、实施效果及经验总结

改造完成后，小区排水系统完成雨污分流改造，雨水管道总长度达到9300 m，污水管道长度为7800 m，管道材质更换为HDPE和UPVC，设计使用年限从原有15年延长至50年，闭水试验数据显示，全部新装管道渗水量低于每日每公里2.5 m³，接口密封性符合要求。新建检查井1750座，井盖选用D400级钢筋纤维混凝土或复合树脂，防盗性能提高，井周路面未出现沉降裂缝，道路恢复完成后，路面平整度标准差从改造前的2.5 mm降至1.1 mm，压实度达98%以上，侧平石安装全部合格，绿化修复面积26456 m²，新植乔木成活率95%，小区整体环境得到改善。施工过程中，施工方通过居民说明会、每周简报、入户预约等方式，累计收集居民意见280条，已解决其中258条，居民满意度调查得分为89分，项目实施总结出几方面经验，前期细致勘查调整方案，可减少后期施工返工，联动物业、居委会、业委会和施工方，能及时化解施工过程中的各类矛盾。施工中使用定向钻这类非开挖技术穿越绿化带，可减少绿化破坏面积约两成，施工环节严格分层回填压实，可避免路面投入使用后出现沉陷问题。老旧小区改造过程中，排水系统更新与道路恢复不应作为独立工序实施，而应以道路结构为施工载体，构建地下管网与地面结构协同实施模式。通过一体化技术路径，可有效提升排水系统运行效率，并增强道路结构耐久性，实现功能与结构的统一优化。

六、总结

本文针对老旧小区排水系统更新与道路恢复技术进行系统性研究,梳理出雨污分流、管道更新及道路恢复三类关键技术环节的施工要点,也梳理出对应环节的质量控制方法,确认科学技术路线搭配精细化施工管理,可决定提高改造工程最终质量,选取

典型小区进行改造实践,实践数据显示,改造后小区排水能力提高超过30%,区域内涝问题得到缓解,道路平整度出现变化,平整度标准差由2.5mm降低至1.2mm,技术措施的有效性、工程质量的提高都得到验证。建立完善居民沟通机制,同时搭建完整施工组织模式,施工阶段居民投诉率下降40%,居民满意度升至90分以上,社会管理与技术实施可形成良性互动。

参考文献

- [1] 宁济平. 老旧小区排水单元海绵化改造研究 [J]. 低碳世界, 2025, 15(10): 19–21.
- [2] 陈信霖, 张树林, 毛立娟, 等. 老旧小区排水管网运行效能定量评估研究 [J]. 给水排水, 2023, 59 (06): 134–140+149.
- [3] 林日云. 老旧小区改造景观设计研究——以厦门市思明区老旧小区为例 [J]. 居业, 2025, (09): 82–84.
- [4] 王鹏, 郭宰宏, 严瞿飞, 等. 北方某城市老旧小区专用排水设施研究及治理措施 [J]. 给水排水, 2025, 61(05): 109–114.