

# 城市更新中雨污水管管径确定方法之探讨

杨思运

娄底市市政工程监理处，湖南娄底，417000；

**摘要：**城市化进程中市政雨污分流改造遭遇管网数据失真、参数设计固化、新旧系统适配不足等瓶颈，这类问题直接制约改造的质量与效益，本文聚焦管径精准设计核心环节构建“数据补全核验+参数动态优化+方案多维度比选”技术体系，融合 QV+CCTV 检测、SWMM 模型等技术并结合城市更新实际工况优化设计路径，这一技术体系的实践应用能提升管网数据准确率与分流效率，降低全周期成本，更适配复杂改造场景，为同类雨污分流改造筑牢技术支撑，助力城市水环境治理与可持续发展推进。

**关键词：**雨污分流改造；管径设计；技术优化；城市更新；SWMM 模型

**DOI：**10.69979/3041-0673.26.05.034

## 引言

雨污分流改造是改善城市水环境、提升排水韧性的关键举措，契合生态优先发展理念，现有研究多聚焦 GIS 优化、管网检测等单一技术应用，却缺乏多技术融合的系统性设计方案，静态参数设计与动态工况需求脱节问题尤为突出，老旧管网基础数据缺失，改造与城市更新规划协同不足，诸多因素导致工程实际效能受限，立足实际改造痛点优化管径设计核心技术路径，统筹提升技术适配性与综合效益，衔接城市更新整体布局，为高质量改造打造可行实施方案。

市政雨污分流改造与管径设计相关研究已形成多维度技术成果，为工程实践筑牢理论与技术基础，马娇娇、杨帅依托 GIS 技术开展市政道路雨污分流管网优化研究，搭建管网空间布局与设计的技术框架<sup>[1]</sup>。刘凌、韩强等聚焦雨污分流改造核心技术，围绕分流方案设计、施工工艺优化展开深度探讨，明晰改造工程的关键技术要点<sup>[2-3]</sup>。栗雪提出的 QV+CCTV 联合检测技术，为老旧雨污水管线基础数据获取提供高效路径，破解管网检测的核心难题<sup>[4]</sup>。胡欣逸从整体视角梳理城市给排水管网改造技术体系，健全改造工程的技术支撑体系<sup>[5]</sup>。王帅围绕雨污管道巡检机器人控制系统展开研究，为管网后期运维与数据动态更新提供技术参照<sup>[6]</sup>。现有研究多聚焦单一技术的研发与落地，尚未构建多技术融合的管径设计体系，也缺乏与城市更新规划的协同考量，静态设计参数与实际动态工况的适配性难题仍未得到有效破解。

## 1 城市更新背景下雨污水管管径确定的现实基础与重要价值

城市更新进程中雨污水管网改造是完善市政基础设施、破解“逢雨必涝”城市病的核心工程，管径确定直接决定管网排水效能与综合效益<sup>[7]</sup>。城市老旧片区当前普遍存在管网档案缺失、雨污混接等历史遗留问题，

叠加更新区域建筑密集、地形复杂、地块功能动态调整等现实条件，传统管径计算方法已难以适配实际改造需求，合理的管径设计需兼顾防洪排涝安全、工程投资控制与生态环境保护，既要契合《海绵城市建设技术指南》等政策要求，又要衔接污水处理厂处理能力与既有管网利用需求，设计科学性直接关联城市水环境质量、居民生活安全及城市可持续发展，具备重要的工程实践与现实应用价值<sup>[8]</sup>。

## 2 城市更新中雨污水管管径确定面临的核心挑战

### 2.1 基础数据缺失与准确性不足

城市更新涉及的老旧片区多建成于数十年前，雨污水管网建设未形成系统档案管理，大量竣工图纸遗失、关键参数记载残缺，部分管网甚至无任何书面资料留存，现场勘查依托传统手段难以精准把控既有管网的实际管径、管材品类、破损程度及节点衔接方式，部分管网实际管径与历史记录偏差超 100mm，接口密封状况等关键信息模糊<sup>[9]</sup>。老旧片区地下管线错综交织，地质雷达探测等技术应用受建筑遮挡、地下构筑物干扰，进一步降低数据采集精准度，基础数据的缺失与失真让设计阶段无法精准评估新旧管网衔接适配性，也难以研判旧管网保留价值与改造潜力，最终造成管径标定与实际工程工况脱节，为后续管网常态化运行埋下安全隐患。在老城区排水系统中，由于地形条件与早期施工标准制约，部分管段存在坡度设置偏小甚至倒坡的现象，严重影响重力流排水体系的连续性与稳定性。

### 2.2 区域水文条件复杂且动态变化

城市更新区域建筑布局紧凑，不透水面积占比高，部分商业核心区可达 90%以上，雨水汇流速度快、径流量大，与传统片区水文特征差异显著。地块功能调整后，居住、商业、产业等不同类型用地的用水强度、排水时段差异明显，污水排放量波动幅度可达 30%-50%，

传统固定水文参数已无法适配，污水管管径设计的核心水力公式  $Q = Av = \frac{\pi D^2}{4} v$  中，污水设计流量  $Q$  与实际排放需求偏差显著，直接影响管径  $D$  的精准确定，式中  $A$  为管道过水面积 ( $m^2$ )， $v$  为管道设计流速 ( $m/s$ )，污水管宜控制在  $0.6 \sim 1.0 m/s$  以避免淤积。全球气候变化引发极端降雨事件频发，更新区域地形低洼处易形成局部积水，现有设计暴雨强度参数未充分结合近年降雨规律变化，进一步加大管径计算难度，区域内绿地覆盖比例、地面硬化材质等因素存在差异，使得雨水下渗与滞蓄能力各有不同，水文参数呈现显著空间异质性，为管径的精准确定带来现实挑战。

### 2.3 雨污分流适配与供需平衡难题

在实际排查中，老城区现存管网系统中雨污混接问题较为普遍，主要表现为住宅排水、道路雨水及商业区污水混合接入同一管道，形成合流制残留结构。这种混接现象多集中于原始合流制干管未彻底分流、次支管道缺乏明确功能分区的区域，且节点井盖标识混乱、接驳记录缺失，造成溯源困难。城市更新核心目标之一为实现雨污分流，要求管径设计兼顾雨水快排、污水高效收集的功能需求，适配既有管网改造与新建管网衔接的实际条件，部分合流管网管径偏小，改造后无法承载单一排水功能，盲目扩容易造成工程投资浪费，部分路段敷设空间受限，管径选择需在功能与施工条件间权衡，污水管管径需匹配服务区域人口规模与污水排放量，过大易致污水处理厂超负荷，过小则无法满足收集需求，雨水管管径要兼顾日常排水与极端降雨应对，规避内涝风险<sup>[10]</sup>。管径设计还需平衡建设与运维成本，偏小易引发淤积堵塞、增加维护投入，过大则造成管材与施工成本攀升，形成多重供需平衡困境。

## 3 城市更新中雨污水管管径科学确定的实施路径

### 3.1 多技术融合的基础数据补充与核验

优先采用管道内窥检测 (CCTV)、地质雷达探测等无损勘查技术，全方位排查既有管网的管径规格、管材损耗程度、接口密封性能及节点连接方式，同步采集地下构筑物分布、周边地质土层特性、地下水位等关联信息，规避传统人工勘查的视野盲区与测量误差<sup>[11]</sup>。系统梳理历史竣工图纸、前期维修记录、市政管网普查档案等资料，与现场探测数据逐点交叉比对、补漏完善，档案完全空白的老旧片区，通过走访原施工队技术人员、长期居住居民，挖掘管网建设年代、改造历程、关键节点布局等隐性信息<sup>[12]</sup>。引入多源数据一致性校验算法剔除异常数据、修正偏差，上海中心城区某上世纪 70 年代老旧里弄项目中，经此流程查明 29 处节点连接错误，修正 16 段管径偏差，将管网基础数据准确率从 58% 提

升至 97% 以上，精准定位新旧管网衔接节点，全面评估旧管网保留价值与改造潜力，为管径设计提供完整可靠的数据支撑，落实数据完善的核心要求。

### 3.2 贴合区域特征的水文参数动态优化

打破传统固定参数计算局限，建立适配城市更新区域复杂水文条件的动态优化机制，精准调控参数提升管径设计的针对性与科学性，结合区域地形地貌、建筑密度、地面硬化率、绿地覆盖比例等核心特征差异化修正径流系数<sup>[13]</sup>。深圳福田 CBD 周边商业核心区硬化地面占比达 93%，建筑密集路网发达，雨水汇流快、滞蓄空间有限，实地勘测锁定硬化区域后将径流系数从常规 0.65 修正至 0.82，结合近年极端降雨趋势，把设计暴雨强度重现期从 1 年一遇提升至 3 年一遇，适配气候变迁带来的排水压力，同步调研商业综合体用水规律，精准测算污水排放量与时间变化系数，借助 SWMM 水文模型精细化模拟，搭建“参数设定-模拟验证-现场监测-动态修正”闭环，适配用餐高峰期污水收集需求，摒弃传统固定参数设计模式，让管径设计贴合区域水文动态变化特征。

### 3.3 适配分流改造的多维度方案比选

立足雨污分流改造核心目标，构建“分段设计+全周期评估+远期适配”的多维度方案比选体系，统筹兼顾功能需求、经济成本与运行安全，按排水流域划分、地块功能布局及管网敷设空间条件，将管网系统拆解为若干独立分段，结合各段排水负荷、施工难度、周边环境限制拟定多组差异化管径方案<sup>[4]</sup>。引入全生命周期成本分析理念，全面核算各方案全流程投入，平衡短期建设成本与长期运营效益，同时通过水文模拟技术系统评估多工况下的排水能力、抗堵塞性能与防溢流风险，验证运行安全性并兼顾城市更新远期规划，预留排水增量空间 (图 1)，武汉洪山区城中村合流制改分流项目中，依此逻辑将管网分为居住段、临街商业段、过境干管段，初步拟定 3 组管径方案，经综合评估筛选出最优方案，既合理控制建设与维护成本、提升运行安全性，又预留 18% 扩容空间适配人口增长需求，最终确定各分段管径规格，改造后污水收集率从 62% 提升至 96%，雨水排放效率显著提升，项目入选湖北省城市更新示范工程，相关设计方法被纳入地方工程指引。

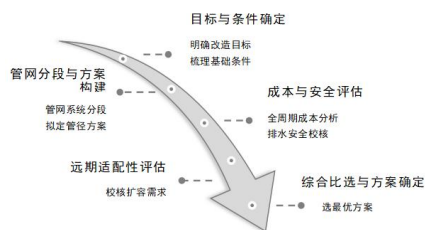


图 1: 雨污分流改造方案多维度比选流程

## 4 雨污水管管径优化确定方法的实践应用与成效体现

### 4.1 与城市更新规划的协同适配效果

雨污水管管径的科学确定,实现与城市更新规划的深度协同,破解管网改造与片区整体开发脱节的难题,以上海中心城区老旧里弄更新项目为例,基于精准补全的管网数据确定管径,既适配里弄狭窄街巷的敷设空间,又预留片区业态升级、人口疏解后的排水增量空间,管径设计同步衔接片区绿地改造、道路翻新等规划内容,避免管网与其他市政设施重复施工、相互干扰,减少工程返工成本,结合更新规划中的历史风貌保护要求,优化管径规格以适配老旧建筑周边管网改造工艺,在保障排水效能的前提下,最大限度保留片区历史肌理<sup>[15]</sup>。这种协同适配模式,让管网改造从“单一工程”融入“片区统筹”,为城市更新提供高效、低耗的市政配套解决方案。

### 4.2 对雨污分流改造的支撑保障作用

精准的管径设计为雨污分流改造提供核心技术支撑,有效破解既有管网改造难度大、功能适配性差的痛点,武汉洪山区城中村项目中,按分段比选确定的差异化管径,实现新旧管网无缝衔接,居住段、商业段及过境干管的管径规格精准匹配各区域排水负荷,通过适配分流需求的管径设计,彻底解决传统合流制管网雨污混流、溢流污染问题,改造后污水收集率从62%提升至96%,雨水排放效率显著提升,完全满足区域雨污分流验收标准,管径设计兼顾施工可行性,规避城中村地下管线复杂、施工空间受限的难题,保障分流改造工程高效推进,为同类城中村分流改造提供可复制的技术支撑。

### 4.3 经济安全与生态效益的综合提升

管径设计的优化实现经济、安全、生态三大效益的协同提升,兼顾短期投入与长期价值,经济层面武汉洪山区项目通过全周期成本核算确定管径,较盲目扩容方案节省建设及后期维护费用120余万元,避免管材浪费与重复运维投入,安全层面深圳福田CBD项目基于动态优化参数确定的管径,可应对3年一遇极端降雨,彻底杜绝片区内涝风险,保障商业综合体及周边居民出行安全,生态层面精准管径设计减少雨水溢流与污水直排,降低对周边水体的污染,配合海绵城市建设要求,提升雨水滞蓄与下渗能力,改善片区水环境质量,实现经济效益与生态安全的统筹兼顾。

## 5 结语

市政雨污分流改造中管径精准设计,是城市更新与水环境治理的关键环节,经多技术融合的设计体系实践验证,可有效破解管网数据缺失、设计参数固化、规划协同不足等行业痛点,实现分流效率、工程效益与生态效益的协同提升。此设计路径贴合工程实际工况,为同类改造提供可复制的技术参考,其与城市更新的协同思路,为市政排水设施高质量建设开辟新方向,对提升城市排水韧性、推动生态城市建设具有重要实践价值。

### 参考文献

- [1] 马娇娇,杨帅.基于GIS的市政道路雨污分流管网优化研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(24):10-12.
- [2] 刘凌.雨污混接改造中的市政排水管网分流技术研究[J].工程技术研究,2025,10(17):92-94.
- [3] 韩强,徐怀莉,张驰.市政雨污管网分流改造方案设计与思考[J].市政技术,2023,41(12):216-223.
- [4] 栗雪.城市老旧雨污水管线QV+CCTV联合检测技术[J].广西水利水电,2025,(03):166-168.
- [5] 胡欣逸.城市给排水管网改造技术研究[J].水上安全,2025,(11):188-190.
- [6] 王帅.雨污管道巡检机器人控制系统的研究与实现[D].安徽建筑大学,2023.
- [7] 张超,金军.地铁站雨污水管与市政雨污水管接驳探讨[J].工程建设与设计,2022,(23):70-72.
- [8] 蒲贵兵,古霞,蔡岚,等.“十四五”海绵城市建设发展策略[J].净水技术,2021,40(03):1-8.
- [9] 秦汉.市政工程雨污水管网施工技术要点分析[J].工程技术研究,2022,7(19):52-54.
- [10] 胡焕茜.城镇排水管网雨污分流改造工程前期测量分析[J].华北自然资源,2022,(03):80-82.
- [11] 徐晋.黑臭水体治理背景下我国城市污水治理系统分析与提质增效方略研究[D].同济大学,2022.
- [12] 孟付明,李玲,李海鹏,等.城市更新水系统规划要点探讨[J].城市道桥与防洪,2022,(01):108-110+17-18.
- [13] 谢春雨.城市大管径污水干管带压接驳方案研究[J].水电站机电技术,2022,45(01):122-125.
- [14] 徐蔚.城区雨污水管道正本清源改造[J].中国新技术新产品,2021,(24):123-126.
- [15] 周衡.市政配套工程建设中的污水管施工要点[J].中国高新科技,2022,(23):118-119.

作者简介:杨思运(1972.01-),男,汉,娄底新化,本科学历,研究方向:市政工程施工监理。