

老旧城区合流制管网雨污分流改造技术路径

李小军 叶召男 黄月月 白引娣 叶媛媛
伊金霍洛旗九泰热力有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017200

摘要: 随着城市水环境治理要求的不断提高,合流制管网溢流污染与雨天污水直排问题日益突出。老旧城区因建筑密集、道路狭窄、地下管线复杂、施工条件受限等因素,雨污分流改造面临诸多技术难题。本文系统分析了老旧城区合流制管网现状与主要问题,提出了分流改造的基本原则与总体思路。针对不同区域特征和施工条件,探讨了包括新建分流管道、原位改造、截流井优化、混接点改造等多种技术路径,并分析了非开挖技术、海绵城市理念在改造中的应用。研究成果可为老旧城区雨污分流改造工程的规划设计与实施提供技术参考。

关键词: 老旧城区;合流制管网;改造技术

引言:随着城市化进程深入,合流制排水体制引发的环境问题日益凸显。雨天合流制溢流将混合污水直排水体,成为城市水环境的主要污染源。老旧城区作为城市历史发展形成的核心区域,普遍采用合流制排水系统,且受建筑密集、道路狭窄、管线复杂等条件制约,改造难度远大于新建城区。如何因地制宜、经济高效地推进老旧城区雨污分流改造,是当前城市水环境治理的重点与难点。开展老旧城区合流制管网雨污分流改造技术路径研究,对于削减溢流污染、提升污水收集效能、改善城市水环境具有重要的现实意义。

1 合流制管网概述与老旧城区特征分析

1.1 合流制排水体制概述

合流制排水体制是指用同一套管网系统收集输送生活污水、工业废水和雨水的排水方式。根据是否设置截流设施,可分为直排式合流制与截流式合流制。直排式合流制将混合污水未经处理直接排入水体,已基本淘汰。截流式合流制在干管末端设置截流井,晴天时污水全部输送至污水处理厂,雨天时混合污水超过截流能力部分通过溢流口排入水体。截流倍数是指截流雨水量与旱流污水量的比值,是截流井设计的核心参数。截流倍数越高,溢流污染控制效果越好,但截流干管管径与污水处理厂规模相应增大。合流制的主要问题在于雨天溢流污染、污水厂进水水质波动大、雨季处理能力不足以及可能引发的城市内涝。

1.2 雨污分流制概述

雨污分流制是指用两套独立的管网系统分别收集输送生活污水与雨水的排水方式。污水系统将生活污水、工业废水输送至污水处理厂处理达标后排放;雨水系统收集降雨径流,就近排入水体或接入雨水利用设施。分流制的优势在于污水收集率与处理率高,雨天不会发生

溢流污染;污水厂进水水质水量稳定,处理效能提升;雨水系统可结合海绵城市建设,实现径流源头减排与资源化利用;管道淤积问题相对较轻,维护管理方便。分流制是新建城区的标准配置,也是老旧城区改造的终极目标。实现彻底分流后,污水系统与雨水系统各司其职,从根本上解决了合流制溢流污染问题^[1]。

1.3 老旧城区的界定与特征

老旧城区是指城市中建成时间较长、建筑密度较高、基础设施相对薄弱的区域,通常位于城市核心地段。其空间特征表现为道路狭窄弯曲,街巷肌理密集,建筑间距小,可供施工的作业面有限。地下管线特征表现为管线种类繁多、权属复杂、敷设年代久远,普遍存在资料缺失或与现状不符的情况,管线老化、渗漏、错接问题突出。社会特征表现为人口密度高、商业活动频繁、交通压力大,施工对居民生活和商户经营的影响敏感。历史文化特征方面,部分老旧城区涉及历史街区、文物保护单位,对施工扰动有严格限制。这些特征决定了老旧城区雨污分流改造不能简单套用新建城区模式,必须因地制宜采取针对性技术路径。

1.4 老旧城区合流制管网现状问题

老旧城区合流制管网普遍存在多重问题。管网结构性缺陷严重,包括管道破损、错口、脱节、下沉、渗漏等,导致地下水入渗或污水外渗。管道材质多为混凝土或陶土,年久失修,腐蚀老化,结构强度下降。功能性缺陷表现为淤积堵塞,过流能力下降,雨天易发冒溢与积水。混接错接问题普遍,雨污管道相互连通,部分区域已建成分流制但因错接仍呈合流制运行状态。截流设施方面,截流井设计标准低,截流倍数不足,溢流口设置不当,晴天也存在污水溢出现象。排水户内部问题复杂,阳台洗衣废水接入雨水落水管,餐饮、洗车等商户

污水预处理不到位,错接至雨水系统。这些问题相互交织,增加了改造的复杂性与实施难度。

2 老旧城区雨污分流改造技术路径

2.1 基于区域特征的分类改造模式

老旧城区雨污分流改造应遵循因地制宜、分类施策原则,根据区域特征采用差异化改造模式。具备分流改造条件的区域采用彻底分流模式,通过新建雨水管道或污水管道,形成两套独立系统,从根本上解决问题。改造难度极大的区域可采用截流与调蓄结合模式,在不具备彻底分流条件时,通过优化截流系统、增设调蓄设施,最大限度减少溢流污染。历史文化保护区采用微改造与源头减排模式,以非开挖修复、立管改造、海绵设施为主,最大限度保护历史风貌。区域划分需综合评估建筑密度、道路条件、管线现状、保护要求等因素,形成分区改造图则,明确各区适用模式。分类改造既避免一刀切造成资源浪费,也确保重点区域环境得到有效改善^[2]。

2.2 道路雨污分流改造技术

道路雨污分流改造是打通市政管网系统的关键环节。新建雨水管道方案适用于原合流管保留作为污水管的情况,雨水管可敷设于车行道或人行道下,需综合考虑管线综合排布与避让原则。新建污水管道方案适用于原合流管保留作为雨水管的情况,污水管管径较小,埋深要求严格,需注意与其他管线交叉处理。单侧布管适用于道路宽度有限的情况,双侧布管适用于道路较宽、两侧收水需求大的情况。管线综合排布需统筹给水、燃气、电力、通信等各类管线,合理安排平面位置与竖向标高。交叉口改造涉及雨水口连接、支管接入,需精细化设计。道路改造需与交通疏导方案协同,尽量减少对居民出行的影响。

2.3 小区与院落雨污分流改造技术

小区与院落是雨污分流改造的最后一公里,直接决定整体改造效果。室外管网分流改造需查明现状管网走向,新建雨水管道或污水管道,实现雨污分离。建筑立管改造是小区改造的重点难点,阳台洗衣废水接入雨水落水管现象普遍,需将阳台排水单独接入污水系统,屋面雨水仍排入雨水系统,或新增污水立管收集阳台废水。混接点改造需逐井核查,纠正错接混接,确保各栋建筑排水去向正确。化粪池与污水管道的衔接需保证有效容积与清掏周期,避免堵塞冒溢。小区内部可结合海绵城市建设,采用透水铺装、雨水花园等设施,削减径流、涵养水源。小区改造涉及居民协调,需做好宣传解释,争取理解配合。

2.4 沿河排口改造技术

沿河排口是合流制溢流污染直排水体的最后出口,是改造的重中之重。排口调查需摸清各类排口性质,区分雨水排口、污水排口、合流制溢流口,晴天排污口是重点整治对象。截流井改造与优化是关键环节,需合理确定截流倍数,既要控制溢流频次,又要避免截流干管负担过重。防倒灌设施包括拍门、鸭嘴阀等,防止河水倒灌进入污水系统。智能截流井通过水位监测与自动控制,晴天截流污水,雨天根据雨量动态调节截流量,最大限度减少溢流。调蓄池建设用于储存初期雨水,雨后输送至污水厂处理,可有效削减溢流污染总量。排口生态净化利用人工湿地、生态浮岛等设施,对溢流混合污水进行就地处理,作为末端补充措施。

2.5 非开挖技术在改造中的应用

老旧城区施工空间受限,非开挖技术具有独特优势。管道原位修复技术包括CIPP翻转内衬、螺旋缠绕等,在不开挖地面的情况下对既有管道进行结构性修复,适用于管道基础尚好但存在裂缝、渗漏的情况。局部修复技术如点状固化、不锈钢套环,用于处理管道局部破损或接口脱落。微型顶管与水平定向钻用于新建管道非开挖铺设,适用于穿越道路、重要管线或无法开挖区域。检查井修复与加固可采用离心喷涂、内衬法等技术。非开挖技术可大幅减少路面开挖、降低施工干扰、缩短工期,但成本相对较高,需根据管径、埋深、地质条件等综合比选。在历史文化保护区、交通主干道、商业繁华区等敏感地段,非开挖技术应作为优先选项^[3]。

2.6 特殊节点改造技术

雨污水管道交叉处理是改造中的常见难题。遵循有压管让无压管、小管让大管的原则,通过增设倒虹管、调整竖向标高、设置交汇井等方式解决。穿越河道、地铁等构筑物时,需采用顶管或定向钻施工,加强结构防护与防水处理。与现状构筑物避让与衔接时,若无法完全避让,可采用保护涵、套管等措施确保构筑物安全。老旧小区内部空间有限,管道走向受限,需精细测量、灵活布置。单位大院与市政管网衔接处,需明确责任界面,确保内外系统协调。特殊节点往往决定整个改造方案的可行性,需逐点踏勘、逐点设计、逐点落实,不能简单套用标准图集。

3 海绵城市理念在改造中的融合应用

3.1 海绵城市与雨污分流的协同关系

海绵城市强调源头减排、过程控制、末端治理相结合,通过透水铺装、绿色屋顶、雨水花园等设施,削减径流总量、延缓峰值时间、净化初期雨水。这些措施

可直接减轻雨水管网压力,降低改造规模,节省工程投资。雨污分流后,雨水系统可承接海绵设施的溢流出水,形成完整的排放通道。海绵设施对初期雨水的滞蓄与净化,可有效削减溢流污染负荷,与截流调蓄措施形成互补。二者协同推进,可实现水量控制与水质改善的双重目标。在改造规划阶段,应将海绵城市建设要求同步纳入,统筹布局源头设施与管网系统。实践中,雨污分流为海绵设施提供了清晰的雨水排放路径,海绵设施则为分流后的雨水系统增加了调蓄净化功能,二者相互支撑、相得益彰,共同提升城市水系统韧性。

3.2 源头海绵化改造技术

透水铺装适用于人行道、停车场、小区道路等区域,可补充地下水、削减径流,透水砖与透水混凝土是常用材料,透水性能与强度需兼顾。绿色屋顶在平顶建筑上实施,种植耐旱植物,可滞蓄雨水、改善热环境,需评估建筑荷载与防水条件,避免渗漏风险。下沉式绿地与雨水花园利用地形高差收集周边雨水,通过植物与土壤净化径流,适用于小区公共绿地,植物选择应兼顾耐淹与景观效果。雨水桶与雨水罐收集屋面雨水,用于绿化浇灌或道路清洗,实现雨水资源化利用,容积根据用水需求与汇水面积确定。植草沟与生物滞留带可沿道路或绿地布置,兼具输送与净化功能,坡度与植被高度影响过流能力。源头设施布局需结合小区改造同步实施,避免二次开挖,同时考虑后期维护便利性,如沉淀物清理、植物修剪等要求。

3.3 过程与末端海绵设施

过程与末端海绵设施在雨水系统层面发挥调控作用,调蓄池是重要的过程控制设施,分为地下式与地上式,用于储存初期雨水或调蓄峰值流量,可与泵站或绿地结合建设,冲洗方式需配套设计防止淤积。人工湿地利用植物、微生物与填料的协同作用净化雨水,适用于处理污染较重的初期径流或排口出水,进水需经预处理防止堵塞,植物收割与填料更换需定期安排^[4]。生态驳岸与滨水缓冲带沿河湖岸线布置,可截留净化地表径流,同时提升水岸生态景观,植物根系可增强岸坡稳定性。这些设施规模较大,需结合城市绿地系统与滨水空间统筹规划,用地条件往往成为选址关键。在改造条件受限的老旧城区,末端设施可作为补充措施,缓解管网压

力,改善接纳水体水质,但需注意与周边景观协调,避免邻避效应。

3.4 海绵设施与分流管网的衔接

海绵设施溢流口应接入雨水系统,确保超过设计降雨强度的雨水有出路,溢流高程需根据设计水位确定,防止倒灌。初期雨水弃流装置可将污染较重的初期径流引入污水系统处理,后期较干净雨水进入雨水系统或直接利用,弃流量需根据汇水面污染程度合理设定。调蓄池进出水需与雨水管网顺畅衔接,并配套冲洗与控制系统防止淤积,放空时间应满足下一场降雨前排空要求。人工湿地进水需设预处理设施,防止悬浮物堵塞填料,出水应达到排放或回用标准,定期监测水质变化。所有衔接点均应设置检查井,便于维护管理,井底需设沉淀槽便于清掏。衔接设计需统一考虑高程、流量、水质等因素,确保水力顺畅、功能协调,避免出现局部积水或冲刷问题。施工前应复核各节点标高与连接关系,避免出现倒坡或错接,竣工后应进行通水试验验证衔接效果。

结束语

本文围绕老旧城区合流制管网雨污分流改造技术路径开展系统研究,分析了合流制管网现状问题与老旧城区特征,提出了基于区域特征的分类改造模式,探讨了道路、小区、排口等不同空间的改造技术,论述了非开挖技术与海绵城市理念在改造中的应用。老旧城区雨污分流改造是一项复杂的系统工程,需因地制宜选择技术路径,统筹协调各方利益,精细组织施工过程。未来应进一步加强数字化技术应用,实现管网动态监测与智慧运维,推动改造从工程思维向系统治理转变,为城市水环境持续改善提供坚实支撑。

参考文献

- [1]张璐.嘉祥县旧城区雨污分流改造技术与措施[J].供水技术, 2024, 18(6): 57-60.
- [2]游志康,周诚.汉口历史风貌区合流制排水系统改造方案研究[J].智能城市, 2025, 11(8):103-106.
- [3]舒琴.旧城区改造中雨污分流管网施工难点与对策分析[J].建筑与施工, 2025, 4(12):71-72.
- [4]郭小雪.老旧城区市政排水管网改造规划与设计[J].工程技术研究, 2025, 10(17):183-185.