

城区雨污分流管道改造施工方法与质量控制重点分析

王飞¹ 侯彩云² 任泽俭³

1. 山东环发工程管理有限公司 山东 济南 250100

2. 山东创元水务有限公司 山东 济南 250110

3. 山东润鲁工程咨询集团有限公司 山东 济南 250100

摘要:为解决城区雨污合流引发的水污染与内涝问题,本文采用文献研究、实地调研及案例分析方法,探究雨污分流管道改造施工方法与质量控制要点。明确明挖法、非开挖法适用场景,识别管道接口密封等管控关键,提出全流程质量控制体系。结果表明,科学选方法并强化管控可提升工程质量与耐久性,为改造工程提供技术支撑,助力城市水环境治理。

关键词:雨污分流;管道改造;施工方法;质量控制

0 引言

雨污合流是城区水环境恶化、汛期内涝的主要症结,严重影响城市生态建设与居民生活质量,雨污分流管道改造成为市政基础设施提质的关键举措。城区改造工程地处建成区核心区域,存在施工空间受限、地下管线复杂、环境干扰要求高等难点,施工方法选择与全流程质量管控直接决定工程成效。本文结合城区工程实际,探究雨污分流管道改造的适配施工方法,梳理各阶段质量控制核心要点,构建系统化质量保障体系,为同类工程施工与质量管控提供技术参考。

1 雨污分流管道改造工程概述

城区雨污分流管道改造是城区水环境治理的基础性工程,旨在通过重构排水系统破解传统合流制弊端。工程需结合城市建成区现状,统筹解决污染控制与防洪排涝需求,其实施效果直接关系城市生态安全与居民生活品质,需从目标定位、工程特性及现实挑战等维度系统规划。

1.1 改造工程核心目标

城区雨污分流管道改造的核心是构建独立雨水与污水排放系统,实现“雨水直排、污水处理”的功能划分。雨水经收集后直接排入自然水体,降低处理负荷;污水输送至污水处理厂达标后排放或回用,减少水体污染。同时通过优化管道布局与管径设计,提升城市防洪排涝能力,缓解汛期积水,改善人居环境与生态质量。

作者简介:王飞,男,1985年出生,大学,工程师,从事建筑、市政等工程建设咨询及技术管理工作。

通讯地址:山东省济南市历城区唐冶街道水发尚东公馆1号楼20层。

1.2 工程特点与面临挑战

(1)城区雨污分流管道改造工程具有显著复杂性。施工集中在城市建成区,道路狭窄、建筑物密集导致施工空间受限;地下管线错综复杂,燃气、通信等管线交叉作业风险高;周边环境敏感,需减少对居民生活、交通及商业活动的影响,文明施工要求严格。

(2)工程面临多重挑战。老旧管网资料缺失或不准确,增加勘察与施工难度;不同区域地质条件差异大,对施工方法适应性要求高;施工易产生扬尘、噪音污染,环保管控压力大;既有管道拆除与新管衔接中,接口处理与兼容性问题突出。

2 雨污分流管道改造关键施工方法

城区雨污分流管道改造施工方法需结合工程场景、地质条件及环保要求科学选择。目前主流技术包括传统明挖法、环保型非开挖法及综合型混合施工法,不同方法在适用范围、工艺特点及质量控制重点上存在差异,需通过精准匹配实现施工效率与工程质量的平衡。

2.1 明挖法施工

2.1.1 适用场景与工艺原理

明挖法是雨污分流改造中传统且常用的施工方法,适用于施工空间充足、地下管线干扰较小的区域,如城市次干道、郊区道路及新建城区。其工艺原理是通过开挖沟槽,在沟槽内完成管道铺设、接口处理与回填压实等作业,具有工艺简单、成本较低、施工效率高的优势,尤其适用于管径较大、地质条件稳定的管道改造工程。

2.1.2 关键施工流程

明挖法施工需遵循规范流程:前期完成现场勘察、管线探测、交通导改与安全防护设施搭设;沟槽开挖根据管径与地质确定坡度及支护方式,防止边坡坍塌;基

础采用砂石垫层或混凝土处理,确保平整度与承载力达标;管道铺设精准控制轴线与高程,轻吊轻放避免损伤;接口用橡胶圈或水泥砂浆密封,确保无渗漏;沟槽分层夯实回填,材料选用符合要求的砂石或素土,压实度达标;最后恢复路面基层与面层,保障通行功能。

2.2 非开挖法施工

2.2.1 适用场景与工艺优势

非开挖法适用于施工空间受限、地表环境敏感的区域,如城市主干道、历史街区、商业中心及地下管线密集区域。该方法对周边环境干扰小、施工周期短,无需大面积交通管制,能减少扬尘与噪音污染,降低对居民生活及商业活动的影响。常见技术包括顶管法、水平定向钻法、内衬法等,适配不同管径、地质条件与工程需求^[1]。

2.2.2 典型技术应用要点

顶管法适用于大管径管道穿越道路、建筑物或河流等场景,通过顶管机形成隧道并同步顶入管道,施工中需用激光导向系统精准控制轴线与高程,做好土体加固与润滑,减少阻力并防止地表沉降。水平定向钻法适用于中管径管道铺设,尤其适合穿越高速公路、铁路等线性障碍,通过定向钻机按预设轨迹钻孔后拉入管道,关键在于控制钻孔轨迹与维护孔壁稳定。内衬法用于既有管道修复,在原有管道内插入新内衬管形成“管中管”结构,施工前需清洗检测原管道,确保内衬管贴合紧密、接口密封牢固。

2.3 混合施工法

混合施工法结合明挖法与非开挖法的优势,适用于复杂工况下的管道改造工程,如长距离改造中部分区域适合明挖、部分区域需非开挖穿越的场景。施工需提前开展详细现场勘察与方案设计,明确不同施工段的衔接节点及技术要求,实现不同方法的无缝衔接。

3 雨污分流管道改造质量控制核心要点

城区雨污分流管道改造质量控制需贯穿工程全生命周期,以“预防为主、全程管控”为原则。从前期勘察设计的源头把控,到材料进场的严格核验,再到施工过程的细节管控及竣工验收的最终把关,形成闭环管理体系,确保工程质量满足使用需求与耐久性要求。

3.1 前期勘察与设计阶段质量控制

3.1.1 现场勘察精准度控制

前期勘察是保障雨污分流改造工程质量的基础,需通过详细的地质勘察与管线探测,明确施工区域的地质条件、地下管线分布、地下水水位等关键信息。地质勘察应采用钻探与物探相结合的方式,重点查明土壤类型、承载力、地下水埋深及不良地质分布情况,为施工方

法选择与基础设计提供依据。管线探测需利用地下管线探测仪、地质雷达等设备,精准定位既有燃气、电力、通信等管线的位置、管径与埋深,绘制详细的管线分布图,避免施工过程中管线破坏。

3.1.2 设计方案合理性审查

设计方案的合理性直接影响工程质量与投资效益,需从技术可行性、经济合理性与环境适应性等方面进行全面审查。设计方案应根据现场勘察结果,合理确定管道走向、管径大小、坡度设置与检查井位置,确保雨水与污水排放顺畅,满足防洪排涝与污水处理需求。对于复杂区域,需进行多方案比选,优先选择对周边环境干扰小、施工难度低、后期维护便捷的设计方案。

3.2 材料进场质量控制

材料质量是工程质量的核心保障,雨污分流管道改造中使用的管材、管件、密封材料、回填材料等必须符合设计要求与国家现行标准。管材进场时需严格审查出厂合格证、检验报告等质量证明文件,对管材外观进行检查,不得存在裂缝、破损、变形等缺陷;对管径、壁厚等关键尺寸进行抽样检测,确保偏差在允许范围内。管件与密封材料需与管材匹配,橡胶圈等密封件需具有良好的弹性与耐磨性,进场后需进行密封性试验。回填材料需选用级配良好的砂石或素土,不得含有杂质、有机物或冻土,进场后需检测其颗粒级配、压实度等指标,确保满足回填要求。对不合格材料坚决予以退场,严禁使用在工程中。

3.3 施工过程质量控制

3.3.1 管道基础施工质量控制

管道基础的平整度、承载力与稳定性直接影响管道的使用寿命与运行安全性。施工时需严格按照设计要求进行基础处理,若采用砂石垫层基础,需控制垫层厚度与压实度,垫层铺设需平整,不得存在积水或松散区域;若采用混凝土基础,需控制混凝土强度等级与浇筑质量,浇筑后及时养护,确保强度达标。基础施工完成后需进行高程检测,偏差不得超过 $\pm 10\text{mm}$,同时需检查基础的平整度与完整性,避免因基础质量问题导致管道受力不均或沉降损坏。

3.3.2 管道铺设与接口处理质量控制

管道铺设需精准控制轴线与高程,采用经纬仪与水准仪进行实时监测,轴线偏差不得超过 10mm ,高程偏差不得超过 $\pm 5\text{mm}$ 。下管过程中需轻吊轻放,避免管道碰撞损伤,管道接口需清理干净,确保无杂物、油污。对于承插式管道,橡胶圈需安装到位,不得扭曲或破损,接口插入深度需符合设计要求,安装后需进行接口密封

性试验,采用闭水试验或水压试验,确保无渗漏。对于焊接式管道,焊接工艺需符合规范要求,焊缝需饱满、无夹渣、气孔等缺陷,焊接完成后需进行无损检测。接口处理完成后需及时进行外观检查与质量记录,发现问题及时整改。

3.3.3 沟槽回填质量控制

沟槽回填是防止管道产生不均匀沉降的关键环节,需严格控制回填材料、回填顺序与压实度。回填应在管道安装与接口检测合格后进行,回填顺序需从管道两侧对称回填,不得单侧回填导致管道偏移。回填材料需分层铺设,每层厚度控制在20-30cm,采用压实机或蛙式打夯机进行夯实,压实度需根据回填部位确定:管道两侧及管顶以上50cm范围内压实度不低于95%,管顶50cm以上至路面基层压实度需符合道路工程相关标准^[2]。

3.3.4 检查井施工质量控制

检查井作为雨污分流系统的重要节点,其施工质量直接影响管道系统的运行维护与密封性。检查井基坑开挖需精准控制尺寸与高程,基础采用混凝土浇筑,强度等级不低于C15,浇筑后需养护到位。井壁砌筑需采用水泥砂浆砌筑,砖缝需饱满、平整,不得存在通缝;井壁与管道连接处需采用水泥砂浆或专用密封材料密封,确保不渗漏。检查井井盖与井座需匹配,安装后需平整、稳固,井盖高程需与路面或地面平齐,偏差不得超过 $\pm 5\text{mm}$ 。施工完成后需对检查井进行闭水试验,确保无渗漏。

3.4 竣工验收阶段质量控制

竣工验收是检验工程质量的最终环节,需严格按照设计要求与国家现行标准进行。验收内容包括管道轴线偏差、高程偏差、接口密封性、回填压实度、检查井质量等关键指标,采用目测、尺量、闭水试验、水压试验等检测方法。对于管道密封性,需对每段管道进行闭水试验,试验水头符合设计要求,渗水量不得超过允许值;对于回填压实度,需随机抽样检测,检测频率不低于每 100m^3 1组。验收过程中需详细记录检测数据,对不合格项目需明确整改责任与时限,整改完成后重新验收。验收合格后需签署竣工验收报告,建立完整的工程档案,为后期运行维护提供依据。

4 雨污分流管道改造工程质量控制保障体系构建

质量控制保障体系是城区雨污分流管道改造工程质量的核心支撑,需整合组织、技术与监督资源形成协同机制。通过明确各方责任、强化技术支撑、实施动态监

督,确保质量管控措施落地见效,为工程全生命周期质量提供系统性保障。

4.1 组织保障机制

建立健全质量控制组织体系是保障工程质量的重要基础。建设单位应牵头成立质量管控领导小组,明确各参与方的质量责任与分工;施工单位需设置专职质量管理人员,负责施工过程中的质量检查与验收;监理单位需严格履行监督职责,对关键工序与重点部位实行旁站监理。

4.2 技术保障措施

技术保障是提升质量控制水平的核心手段。施工前需组织技术交底会议,由设计单位向施工、监理单位详细说明设计意图、技术要求与质量标准;施工单位需编制专项施工方案,明确施工方法、质量控制要点与安全措施,经审批后方可实施。同时,需推广应用先进的施工技术 with 质量检测设备,如激光导向系统、管道内窥检测设备、压实度检测仪等,提高施工精度与质量检测效率。

4.3 过程监督与考核机制

建立全过程质量监督与考核机制,实现质量管控的动态化与常态化。施工过程中,监理单位需对施工工序进行严格把关,上道工序未验收合格不得进入下道工序;建设单位需定期组织质量检查,对发现的问题及时下达整改通知,跟踪整改情况。同时,需建立质量考核制度,将质量指标纳入施工单位与监理单位的绩效考核体系,对质量控制成效显著的单位给予表彰奖励,对质量问题较多的单位进行处罚。

5 结语

本文系统研究城区雨污分流管道改造施工方法与质量控制重点,明确明挖法、非开挖法及混合施工法的适用场景与规范,识别出各阶段的核心管控要点,构建“组织-技术-监督”三位一体质量保障体系。研究证实,科学选方法并强化全过程管控,可提升工程质量与耐久性,保障长期稳定运行。未来可聚焦数字化技术深度应用,探索基于BIM的施工模拟与质量可视化管理,实现实时监测与精准管控。

参考文献:

- [1]褚峰.城区排水管道非开挖修复施工的技术要点及质量控制[J].建设监理,2024,(03):88-92.
- [2]张东.基于黑臭水体治理的城市雨污分流改造技术研究[J].水利技术监督,2024,(03):215-217+226.