

基于绿色施工理念的市政雨污水管道工程施工技术优化探究

黄英健

(珠海城帆建设有限公司, 广东 珠海 519100)

摘要 雨污水管网建设作为城市基础设施的重要组成部分,其施工质量直接影响居民日常生活。这类工程普遍存在施工体量大、技术难度高等特点,雨水与污水管网在规划布局上各有侧重,但都要求对水流量进行精确预估。目前国内多数城市采用雨污合流制排水系统,对雨水管网建设的重视程度不足,加之流量预测存在偏差,致使城市内涝现象频发。基于此,本文围绕绿色施工理念的市政雨污水管道工程施工技术优化进行分析,以期对雨污水管网建设提供有益参考。

关键词 绿色施工; 市政建设; 雨污水管道工程; 雨污水管网

中图分类号: TU990.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.32.042

0 引言

在我国城镇化不断推进的背景下,作为城市基础设施建设关键环节的雨污管网工程,其施工与养护工作日益凸显其重要性。这类管网系统不仅影响着城市排涝能力,更与市民日常生活品质息息相关。在具体实施阶段,采取有效措施规避潜在风险、保障工程品质与进度,已成为行业内的核心议题。为有效改善城市水环境质量并保障排水系统安全运行,在优化设计参数的基础上,必须加强对市政雨污水管网施工工艺的研究。

1 基于绿色施工理念的市政雨污水管网施工技术难点

1.1 规划设计环节的水量估算与管网架构不足

在市政排水管网工程规划中,普遍存在水力负荷评估失准的现象。以某滨海城市为例,在建设1.5 m管径的雨水排放系统时,仅参照过往峰值数据 $20\text{ m}^3/\text{s}$ 进行设计,但在极端降水事件中实测瞬时流量突破 $38\text{ m}^3/\text{s}$,造成管网超负荷运行并引发区域积水。此类计算误差在混合制排水体系中表现更为显著。例如:某副省级城市旧城改造项目由于雨污分离不完善,混合管网仅采用重现期1年的降雨强度标准,当遭遇3年重现期降水时即出现污水外溢。管网走向规划欠妥的情况也屡见不鲜,如某经济技术开发区因未妥善处理地势起伏,致使污水管网中三处检修井发生回流,最终不得不加装压力输送设施^[1]。

1.2 建设方法的守旧性与效能不足

传统明挖沟槽施工方式仍占据主流地位。例如:某城市轨道交通站点附属管网项目采用机械开挖工艺,

施工期间空气悬浮颗粒物日均值达到 $2.8\text{ mg}/\text{m}^3$,超过国家限定标准4.6倍。在管道铺设精度方面存在明显缺陷。例如:某产业园区排污系统工程中,采用承插连接的混凝土管道接缝平均偏差达到12 mm,显著高于行业标准规定的5 mm限值。针对管道密封性检测环节,某居住区地下管网项目由于密封胶圈性能退化,造成37个连接节点出现渗水现象,维修比例高达23%。更为突出的是项目管理协调性不足。例如:某跨河道管廊工程因未采用建筑信息模型进行管线综合排布,导致供水管道与电缆沟道发生11处空间冲突,最终造成近一个月的工期延误^[2]。

1.3 建材选择存在环保性能与使用寿命的双重缺陷

传统材料在实际应用中暴露出显著缺陷。例如:某化工园区采用常规混凝土管道系统,仅运行36个月便发生碳酸钙沉积堵塞现象,管道有效流通截面面积缩减近四成。在环保型材料推广实践中,某生态示范项目虽然选用高密度聚乙烯管材替代传统混凝土管,但由于缺乏对热熔连接工艺的充分验证,造成接口部位抗拉强度不达标,投产后出现两处管体断裂事故。更为棘手的是防腐处理不完善的问题,如某滨海地区钢质排污管道因未应用IPN8710特种防护涂层,使用一年半后腐蚀穿孔比例高达19%,年度维护成本激增超过300万元^[3]。

1.4 施工过程的环境污染管控薄弱

扬尘防控措施流于表面。例如:某市旧城改造项目虽搭建了施工围栏,但降尘设施配置不全,导致可吸入颗粒物浓度飙升至 $1.2\text{ mg}/\text{m}^3$,邻近教育机构因此停课72小时。噪声污染管控技术缺失,如某三甲医院

附近地下管线施工使用燃油动力设备, 白天噪声水平突破 85 分贝, 较限值高出 10 分贝。建筑废料处置问题显著, 如某开发区管网建设产生废弃物料 380 吨, 资源回收率不足三成, 大量填埋作业威胁地下水质安全。水资源消耗问题尤为严重, 如某住宅区管网施工中混凝土养护直接排放, 单工程用水量突破 1.2 万 m^3 , 等同于 500 户家庭半年的用水需求^[4]。

1.5 环保施工原则的落实缺陷

尽管 83% 的市政项目声称落实环保施工, 实际操作却存在明显差距。例如: 某重点开发区地下管网项目虽拟定节能计划, 但缺乏能源消耗监控系统, 造成设备无效运转比例高达 35%。在建材管控环节, 某地铁附属管网项目由于未执行定量领用制度, 钢材浪费比例攀升至 8.2%, 超过标准值的 2.3 倍。更为严重的是监管环节的疏漏, 如某生态园区管网工程虽然安装了环境检测仪器, 但监测数据未能与施工管理平台对接, 致使 4 次污染物超标事件未能及时处理。这种流于表面的执行方式严重削弱了环保施工效果, 相关统计表明同期绿色管网项目与传统项目造价相当, 未能实现预计的 15% 成本节省目标^[5]。

2 城市道路雨污分流管道施工工艺

2.1 精确测量定位

在项目正式启动前, 需对设计单位提供的导线控制点及高程基准点进行全面复测, 经复核确认数据准确无误并报请监理工程师审核批准后方可投入使用。依据施工图纸的技术规范, 运用全站仪、卫星定位系统等精密测量仪器对管线中心线的平面坐标及竖向标高实施精确测设。测量点位布设应沿管道中心轴线展开, 相邻测点间隔距离严格控制在 10 m 范围内。在土方开挖作业过程中, 必须实施动态监测与精密测量, 确保管道敷设位置及管底设计标高符合规范要求。

2.2 排水管网安装与接驳工艺

作业前必须全面勘察现场, 重点核查各类地下管线的具体位置, 为后续沟槽开挖制定周密的防护方案。市政排水管网通常布设在道路结构层下方, 需优先完成管道工程后再进行道路施工。考虑到排水系统依靠重力自流特性, 管道敷设必须严格控制高程参数。选用开挖设备时需综合评估作业面条件, 当机械开挖接近管底设计标高 20 cm 范围内时, 必须转为人工修整, 防止机械扰动破坏地基承载力。在人工整平作业过程中, 需对管道起止点、中间段实施三维坐标校核, 确保纵坡精度符合规范。遇地下水位较高工况, 应在开挖断面两侧布设截水设施, 通过持续抽排维持作业面干燥, 防止水浸导致地基承载力下降。

2.3 检查井施工质量控制要点

沟槽验收通过后需立即开展管道基础施工工序。针对地质条件较差或存在不均匀沉降风险的区段, 必须对管基或地基实施加固处理。在管道安装过程中, 中部定位宜采用边线控制法, 而两端标高则通过高程桩进行精确调控。对于大管径、大重量的承插式混凝土雨污水管道, 必须采用专业吊装设备进行下管作业, 并在稳管阶段采取防滚动措施。安装方向原则上应保持插口端顺水流方向, 按从下游至上游的顺序逐段安装。采用柔性接口的承插式管道时, 建议选择日间气温较高时段进行接口连接施工。插口端插入深度需预留不少于 10 mm 的伸缩间隙, 施工前应在插口外壁清晰标注插入深度线。安装完成后需确保承插口周边间隙分布均匀, 管道轴线保持顺直。

混凝土检查井施工时, 钢筋材料需严格满足设计规范, 具备出厂质量证明文件并通过抽样检测; 钢筋加工、连接工艺及预埋构件设置须符合施工图纸与技术标准; 模板体系应确保结构稳定性, 表面光洁度达标且拼缝处密封良好; 采用预拌混凝土浇筑, 其强度指标须达到设计要求。施工作业区须设置防护栏杆及警示标识, 井体施工完毕后应立即安装井盖装置。井口部位需实施结构加强措施, 井盖顶面标高宜略低于相邻路面以保障排水功能, 对于未完成井盖安装的井口必须采取临时封闭措施并设置安全警示装置。闭水测试是管道系统安装完毕且尚未进行沟槽回填时开展的密封性能检测项目。其核心目标是验证管道本体及附属检查井的防水性能是否达标。针对污水输送管道, 该项检测属于强制性验收环节, 旨在杜绝渗漏等质量缺陷的发生。

2.4 沟槽回填核心工艺要点

闭水测试各项指标验收合格后, 方可实施沟槽回填作业。在检测全流程中, 必须对管道工程的施工品质实施全方位监控。当实测渗漏量低于规范允许值时, 才具备回填施工条件。分层回填过程中需采取管道防护措施, 确保两侧填筑均匀对称, 防止因回填不当引发管道位移。管顶 50 cm 范围内及管侧区域应采用轻型压实设备作业。各回填层的压实遍数需根据设计密实度要求、施工机具性能、摊铺厚度及土体含水率等参数通过现场工艺试验确定。

3 雨污分流管道工程质量管控方案

3.1 管线位移与形变的防控措施

在市政排水管网建设过程中, 若发现管道存在显著位移或形变问题, 必须及时采取针对性措施进行预防控制。例如: 面对因施工场地条件恶劣导致的明显不均匀沉降及变形情况, 应在排水管道安装前实施有

效预处理,保证沟槽构造具有足够稳固性,从而增强其承载性能。在开展市政排水管网铺设作业前,通常还需对测量放线环节实施严格管控,保证测量放线精度符合要求,需对照设计图纸进行细致复核,同时确保标记清晰可辨,防止影响后续管道埋设作业,特别是轴线测量工作更需多次校验确认。完成管道安装后,土方回填工序同样需要强化管理,确保回填材料分布均匀合理,特别是在管道两侧回填时,应尽量做到对称填筑,同时严格控制夯实强度,防止对排水管道造成过大压力。

3.2 施工质量控制

在实施管道土方开挖作业前,技术人员必须全面勘察地下电缆、既有构筑物及管线的具体位置,并向主管部门及业主提交详细的处理方案与勘测报告,待审批通过后方可采取迁移或防护措施推进开挖工序。为防止沟底土层因长时间暴露导致结构破坏,需立即进行混凝土浇筑和碎石摊铺作业,确保管道基础施工及时完成,同时由具备资质的实验室人员依据设计强度要求完成基础混凝土的配合比设计。

施工阶段需彻底清理基础表面的积水、杂物及淤泥,采用人机协同方式进行管道吊装作业。吊装设备沿沟槽移动时须保持安全间距以防槽壁坍塌,同时注意保护地下结构稳定性。管道铺设过程中需人工精确调整管节轴线与高程,确保管段平稳对接。施工现场应配备专职人员严格把控线形与标高,按规范要求安装管道,保证管内无砂浆、泥土等杂物,管体稳固且接缝均匀,实现管壁与管座的紧密贴合。

管道安装验收合格后须立即实施路面恢复及回填作业,回填材料严禁使用建筑垃圾、腐殖土等不合格填料,且不得混入直径超过10 cm的石块或硬土块。回填前需排除沟槽积水,采用双侧对称回填方式。回填完成后应快速恢复路面结构,确保压实度不低于95%,并做好与既有路面的顺接处理。为预防路面沉降导致返工,必须确保施工后路面平整度。

闭水试验作为污水管道施工的关键质量控制环节,应在回填前完成。试验前需对管材及施工质量进行严格检测,确认无渗漏隐患后方可实施。当前普遍采用的玻璃钢加砂管或HDPE管,其渗漏风险主要集中在管材与检查井连接部位。试验不合格的管段须经有效处理并复验合格后,方可进行回填及后续管段施工。

3.3 主动引入先进科技并切实承担相关责任义务

现代探测仪器已实现地表作业即可精准获取地下空间数据,在排水管网建设过程中,这类设备能自动生成三维立体管网模型。新型探测手段不仅显著提升了施工效率,更使地下管线工程质量得到质的飞跃。采集的实时数据可同步存入计算机系统,经备份处理

后移交档案机构实现跨部门数据互通。依托物联网技术,各类传感装置能将施工数据实时传输至施工单位、工程指挥部及设计单位。这些具备自动汇总功能的数据信息经系统处理后,最终统一归档至档案管理部门。现场监理人员须全程把控施工质量,对违规作业现象应立即签发整改指令,杜绝质量缺陷产生。为确保施工过程可追溯,监理单位需完整保存原始施工记录,并对拒不整改或拖延整改的施工单位及时上报建设主管部门。针对地下管网施工中可能出现的重大设计变更,监理方必须严格督促施工单位完善竣工图纸归档工作,确保图纸标注与实际情况完全吻合,从而降低后续管网维护及管线工程勘测的经费支出。

3.4 施工图纸变更管理

在道路施工过程中,由于不同区域污水管网及地下管线分布状况存在显著差异,设计图纸往往需要进行多次调整。这些工程变更必须由监理单位和施工单位指派专人负责系统归档与妥善保存。城市排水管网系统呈现复杂的网状结构,与周边水系、道路地下空间紧密相连,加之大量人防设施和地下构筑物的存在,使得管线布局经常需要重新设计。若未能规范管理图纸变更资料,不仅会埋下安全隐患,还将严重影响后期维护和扩建工程的顺利实施。

4 结束语

市政雨污水管网系统作为城市基础设施的重要组成部分,其运行效能直接决定了水资源利用效率和水环境质量。这一民生工程不仅关乎全体市民的切身利益,更是衡量城市公共服务水平的关键指标,工程质量管控不容忽视。为确保施工质量达标,必须在前期勘察环节严格把关,同时构建完善的监督管理体系。通过制定科学合理的施工规范,强化全过程质量管控,才能有效提升管网工程整体建设水准,为城市水生态系统的良性循环提供可靠支撑。

参考文献:

- [1] 李航,马翔.绿色施工理念的市政雨污水管道工程施工技术优化探究[J].建材发展导向,2025,23(08):64-66.
- [2] 邹竹青.探究市政工程雨污分流管道施工技术要点[J].产城(上半月),2023(06):214-216.
- [3] 连向霞.市政工程自来水给排水管道施工技术探微[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(07):266-269.
- [4] 陈凯.市政道路工程施工中节能环保技术的应用[J].新材料·新装饰,2023,05(22):74-77.
- [5] 李昭君.市政雨污水管网改造工程管理探讨[J].居业,2024(06):221-223.