

城市道路雨污水管道开挖回填施工技术研究

许大鹏

(安徽建工建设投资集团有限公司, 安徽 合肥 230031)

摘要 城市道路雨污水管道开挖回填施工受地质条件、交通需求及周边设施影响较大, 易出现沟槽坍塌、管道破损、回填沉降等质量安全隐患, 影响工程耐久性与道路通行稳定性。本文结合城市道路施工实际, 对雨污水管道开挖回填施工技术展开系统研究, 明确施工前期准备的核心要点, 涵盖场地勘察规划、材料设备筹备、方案人员部署等方面; 细化开挖施工中的放线、支护、排水及基底处理技术, 优化回填施工的材料选择、分层夯实及管道保护措施, 形成一套科学完善的施工技术体系, 可有效规避施工风险, 提升施工质量与效率, 以期为城市道路雨污水管道工程施工提供实践参考, 保障管道长期稳定运行, 助力城市基础设施提质升级。

关键词 城市道路; 雨污水管道; 开挖施工; 回填施工

中图分类号: TU992.05

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.22.036

0 引言

城市雨污水管网是保障城市内涝防治与水环境治理的关键基础设施, 其建设质量直接关系到城市运行安全与居民生活品质。在城市更新与精细化建设持续推进的背景下, 道路雨污水管道开挖回填施工面临着复杂地质条件、交通保畅及地下管线密集等多重挑战, 传统施工模式已难以满足高质量发展要求。依托现代工程技术手段, 强化施工全过程管控, 优化开挖支护、排水降水与分层回填等核心工艺, 能够有效防范沟槽失稳、管道破损及路基沉降等问题。构建科学完善的施工技术体系, 对提升管网工程耐久性、延长设施使用寿命、推动城市基础设施提质增效具有重要的现实意义。

1 施工前期准备策略

1.1 施工场地勘察与规划

科学勘察与合理规划是保障开挖回填施工顺利开展、规避前期风险的基础。城市道路雨污水管道开挖回填施工需以场地实际条件为前提, 全面开展地质勘察工作, 精准明确土壤类型、地下水位埋深及土体承载力等核心参数, 这些参数直接决定后续沟槽开挖坡度设定、支护方式选择及回填材料配比, 是施工方案制定的核心依据。结合城市道路通行刚需, 合理规划划定开挖区域, 兼顾施工效率与交通疏导, 规划便捷的施工便道, 保障施工材料与机械的顺畅通行, 同时设计科学的临时排水路线, 提前规避施工期间雨水淤

积对场地造成的扰动。全面排查场地周边地下管线, 包括燃气、电力、通信等各类管线的具体位置、走向及埋深, 同步核查周边构筑物分布情况, 针对不同管线与构筑物的特性, 制定针对性防护方案, 避免施工过程中造成管线破损、构筑物沉降等安全隐患, 为后续施工筑牢前期基础。

1.2 施工材料与设备准备

优质施工材料与适配机械设备是保障雨污水管道工程质量、提升施工效率的关键。材料质量直接决定管道系统使用寿命与运维效果, 需严格筛选符合设计及规范要求的物资: 管道构件应具备优良的耐腐蚀性与承压性能, 回填土应满足级配要求, 配套材料需符合施工标准。所有材料进场前须完成全面质量检验, 杜绝不合格材料投入使用。根据施工规模与技术要求, 配置挖掘机、装载机、自卸汽车、压路机等施工机具, 所有机具进场后须完成调试与安全检测, 及时排查设备故障, 确保设备运行稳定, 满足连续施工需求。提前储备应急抽水设备、支护加固材料、急救器材等应急物资, 编制积水、边坡坍塌等突发情况的应急处置流程, 确保突发事件能够快速有效处置, 保障施工进度不受影响^[1]。

1.3 施工方案编制与人员部署

完善的施工方案与合理的人员部署是保障施工有序推进的关键支撑。依据场地勘察成果, 编制专项开挖回填施工方案, 明确沟槽开挖、支护、排水、回填

作者简介: 许大鹏 (1987-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 市政道桥工程。

等各工序的操作规范、技术指标、质量控制标准及验收要求,确保施工全过程有据可依。按照施工方案与工序安排,组建专业施工班组,明确各班组及岗位人员职责,保证开挖、支护、回填、质量检测等岗位人员配置充足、分工清晰。开工前对全体施工人员进行技术交底,详细说明施工技术要点、安全注意事项及质量控制要求,并开展安全培训,提升人员安全意识与规范作业能力,杜绝违规操作。制定科学合理的施工进度计划,明确各工序起止时间与衔接要求,统筹协调各班组作业进度,避免工序脱节,保障施工连续高效推进,按期完成施工任务。

2 城市道路雨污水管道开挖施工技术策略

2.1 开挖放线与沟槽开挖技术

精准放线与规范开挖是控制沟槽质量、避免道路及周边设施损坏的关键。开挖放线作为沟槽开挖的前提,需采用全站仪、水准仪等专业测量仪器,结合设计图纸要求,精准标注沟槽开挖边线、边坡坡度控制线及开挖深度控制线,在放线过程中反复校验测量数据,确保放线误差控制在规范允许范围内,避免因放线偏差导致沟槽尺寸不符,影响后续管道安装质量。根据场地地质勘察确定的土壤类型,合理设定沟槽开挖坡度,粉质土、砂土等稳定性较差的土壤需加大坡度,黏性土可适当减小坡度,从源头避免边坡坍塌风险^[2]。严格控制沟槽开挖深度与宽度,开挖深度需符合设计标高,预留合理的作业空间,满足管道安装、支护操作及后期回填需求,同时控制开挖宽度,避免过度开挖造成周边土体扰动,减少对城市道路路面及周边构筑物的影响,开挖过程中及时清理沟槽内的浮土与杂物,确保沟槽开挖质量符合规范要求。

2.2 沟槽支护技术应用

针对性的沟槽支护是防控开挖坍塌风险、保障施工安全的核心措施。沟槽支护形式应结合土壤类别、沟槽深度及周边环境综合选定:深度较大、土体稳定性较差的沟槽,宜采用钢板桩支护,利用钢板桩高强度、抗侧压性能,有效约束沟槽边坡土体,防止边坡失稳坍塌;深度适中、周边存在建筑物的沟槽,可选用槽钢支护,兼顾支护稳定性与施工便捷性,降低对周边建(构)筑物的干扰。支护结构安装须严格遵循施工规范,确保钢板桩、槽钢的入土深度、间距满足设计要求,连接牢固可靠;安装完成后全面检查支护结构稳定性,及时整改松动、位移等问题。施工过程中定期监测支护结构变形情况,采用专用测量设备持

续跟踪,若变形值超出规范允许范围,立即停止施工,采取加固、增设支撑等处置措施,确保支护结构始终处于稳定状态,保障施工人员作业安全^[3]。

2.3 沟槽排水与基底处理

高效排水与规范基底处理是保障管道安装质量、防范后期沉降的重要基础。沟槽开挖过程中,地下水位过高或雨水淤积易导致基底土体软化,降低土体承载力,影响管道安装稳定性,因此须采取有效的排水降水措施。根据沟槽深度与地下水位条件,选用适宜排水方式:地下水位较低、水量较小的场地,采用集水坑排水,在沟槽底部设置集水坑,通过水泵抽排积水;地下水位较高、水量较大的场地,采用井点降水,通过布设井点管降低地下水位,确保沟槽内无积水。开挖至设计标高后,对基底进行全面整平,清除杂物与浮土,采用小型夯实机具对基底进行压实处理,提升基底土体密实度;随后检测基底承载力,若承载力不满足设计要求,立即采取换填优质土、铺设垫层等处理措施,确保基底承载力符合管道安装与使用要求,为管道安装提供坚实基础,防范后期因基底沉降引发管道破裂、渗漏等问题。

3 城市道路雨污水管道回填施工技术策略

3.1 回填材料选择与处理

回填材料的科学选择与精细化处理,是城市道路雨污水管道工程质量控制的核心环节,直接影响管道结构安全、道路使用年限以及后期运维成本。在城市道路复杂施工条件下,回填材料不仅要满足力学强度、压实性能与稳定性要求,还需兼顾环保性、经济性以及对地下管线的保护性。施工单位应严格按照设计文件与现行规范要求,对回填材料进行多指标筛选与检测,优先选用级配良好、有机质含量低、压缩性小、透水性适中的土质或砂石材料,严禁使用淤泥、泥炭、冻土、腐殖土、建筑垃圾以及含有尖锐石块的土料。对于管道两侧胸腔部位、管顶以上一定范围等关键区域,应优先采用中粗砂、石屑、级配碎石等柔性回填材料,这类材料颗粒均匀、受力稳定,既能有效减小对管道外壁的挤压与磨损,又能快速疏导地下水,避免管周积水引发腐蚀、冻胀等病害。材料进场前必须完成含水率、颗粒级配、击实试验、含泥量等关键指标检测,检测合格后方可进入施工现场^[4]。针对现场土料含水率偏离最佳压实范围的问题,应采取针对性处理措施:含水率过高时,采用翻晒、风干、掺加生石灰或水泥进行改良;含水率过低时,通过均匀洒水、

闷料等方式调整,确保土体达到最佳压实状态。回填前还需对材料进行破碎、过筛处理,严格控制最大粒径,避免大颗粒棱角划伤管道防腐层或造成局部应力集中。通过系统化的材料选型、检测、预处理与管控,可显著提升回填土体密实度,降低后期不均匀沉降风险,为雨污水管道长期稳定运行与道路结构耐久使用提供坚实的保障。

3.2 分层回填与夯实技术

分层回填与分层夯实是保障回填质量、消除路基沉降、确保道路平整度的关键工序,必须执行标准化、精细化、全过程可控的作业流程。回填施工必须在管道安装就位、闭水试验合格、基础结构达到设计强度且沟槽内无积水、无淤泥、无杂物后方可启动。施工全过程严格遵循“分层摊铺、分层压实、逐层检测”的基本原则,严禁一次性厚层回填、机械直接倾倒或带水回填。每层回填厚度应根据压实机具类型、回填材料特性精确定义,人工夯实厚度不大于 200 mm,小型振动夯不大于 250 mm,中型压路机不大于 300 mm,确保压实能量能够有效传递至下层土体,避免出现松散夹层、漏压、欠压等质量缺陷。回填作业应遵循由低向高、对称均衡的原则,管道两侧同步回填、同步夯实,两侧高差控制在规范允许范围内,防止单侧土压力过大造成管道偏移、扭曲、接口开裂等问题^[5]。压实作业按照“先轻后重、先慢后快、先边缘后中间”的顺序进行,先用轻型机具稳压,消除表层土体空隙,再用重型机具提升密实度,确保压实效果均匀稳定。对于管道周边、检查井侧壁、沟槽转角等机械难以覆盖的区域,必须采用小型夯实机具或人工补夯,做到压实无死角、无遗漏。每一层压实完成后,及时采用环刀法、灌砂法等规范方法进行密实度检测,严格按照道路等级与设计控制指标,达标后方可进行上一层回填,未达标区域必须立即返工复压,直至满足要求。通过严格执行分层回填与规范夯实工艺,可从根本上消除回填沉降隐患,提升工程整体质量。

3.3 回填过程管道保护

回填全过程的管道精细化保护,是避免管道结构损伤、接口渗漏、位移变形,保障工程使用寿命的重要举措,必须贯穿回填施工全周期。施工前应在管道顶部及两侧铺设土工布、橡胶垫板或细砂缓冲层,有效降低回填材料冲击与机械振动对管道造成的影响。严禁挖掘机、自卸车、压路机等大型机械设备在未达到规定覆土厚度的区域行驶、停靠或作业,防止重压导致管道破裂、变形或接口破坏。回填作业采用人机

配合模式,机械在沟槽外侧安全区域卸料,由人工将材料均匀、平缓摊铺,避免土料集中坠落冲击管道,尤其防止对管道接口、检查井连接部位造成扰动。管道接口、法兰、胶圈等薄弱部位应设置专项防护措施,回填过程中严禁碰撞、挤压,确保密封结构完好。施工过程中安排专职人员全程旁站监护,每完成一层回填即对管道高程、轴线位置进行复测,实时监控管道是否发生位移、沉降、倾斜等情况,一旦超出允许偏差立即停工调整。同时,对管道外观进行全面检查,及时发现并处理裂缝、凹陷、破损等问题。对于大口径柔性管道,可在管内设置临时支撑结构,抵御外部回填土侧压力,防止管道径向变形。当回填至管顶以上 50 cm 时,方可允许轻型机械缓慢通行;管顶覆土厚度超过 1 m 后,方可正常通行重型施工机械。通过事前防护、事中监测、事后复核的全流程管控,可最大限度降低回填作业对管道的损伤,保证管道安装精度与结构完整性,为城市道路长期安全通行与雨污水系统稳定运行提供可靠支撑。

4 结束语

城市道路雨污水管道开挖回填施工是城市基础设施建设的重要组成部分,施工质量直接关系到管道运行安全性、耐久性,以及城市道路通行质量和生态环境治理成效。本文围绕施工全流程,梳理前期准备、开挖施工、回填施工各环节的技术要点,优化场地勘察、沟槽支护、分层夯实、管道保护等关键技术,形成适配城市道路施工场景的技术路径,可有效解决施工中常见的质量安全隐患,提升工程施工的规范性与科学性。城市道路施工环境复杂多变,未来可结合不同地质条件、道路等级的实际需求,进一步优化施工技术参数,完善应急处置方案,推动施工技术向高效、绿色、安全方向升级。

参考文献:

- [1] 朱瑾.海绵城市背景下污水管水质监测及分析研究[J].山西化工,2025,45(10):260-262.
- [2] 龚雄俊.基于城市发展脉络的市政污水管新建规划[J].城市开发,2025(20):52-54.
- [3] 齐利华,邓海,谭庆俭,等.滨海河网城市污水管穿越河涌工程设计关键点[J].中国给水排水,2025,41(10):65-69.
- [4] 赵继东.城市市政污水管顶管施工关键技术[J].广东建材,2024,40(12):126-130.
- [5] 杨子健.城市雨污水顶管工程在狭小空间施工方法研究[J].建筑施工,2024,46(07):1039-1042.