

沿河地段污水管网沟槽施工关键技术及防渗处理措施

杨晓霄

云南恒诚建设监理咨询有限公司, 云南 昆明 650000

[摘要]为解决沿河沟槽施工稳定性差、防渗管控难度大、施工质量不可控等行业痛点,本文总结适配沿河地段的沟槽开挖支护、动态降水、基底加固等关键施工技术,针对性提出分级防渗、分层隔水、节点密封、全过程防渗管控的可落地处理措施,构建“稳坡固基、控水防渗、节点密闭、长效防渗”的施工管控体系。研究形成的技术策略可有效解决沿河沟槽施工坍塌、基底扰动、管道渗漏、地下水倒灌等常见病害,提升沿河污水管网施工质量与运行稳定性,防止污水入河及河水倒渗问题,为同类临水沟槽管网工程施工提供实操性技术参考与管理依据。

[关键词]污沟槽施工;降水施工;防渗处理;工程质量管控

DOI: 10.64635/ja.2026.1270

中图分类号: TU992

文献标识码: A

Key Technologies and Anti-Seepage Treatment Measures for Trench Construction of Sewage Pipe Networks Along River Sections

Yang Xiaoxiao

Yunnan Hengcheng Construction Supervision Consulting Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650000, China

Abstract: To address industry pain points such as poor trench construction stability along river sections, high difficulty in anti-seepage control, and uncontrollable construction quality, this paper summarizes key construction technologies suitable for river-adjacent sections, including trench excavation support, dynamic dewatering, and foundation reinforcement. Targeted and implementable treatment measures are proposed, including graded anti-seepage, layered water isolation, joint sealing, and whole-process anti-seepage control. A construction control system characterized by “slope stabilization and foundation reinforcement, water control and seepage prevention, joint sealing, and long-term anti-seepage” is established. The technical strategies formed in this study can effectively solve common problems in river-adjacent trench construction, such as collapse, foundation disturbance, pipeline leakage, and groundwater backflow. They can improve the construction quality and operational stability of sewage pipe networks along rivers, prevent sewage from entering rivers and river water from reverse seepage, and provide practical technical references and management bases for similar waterfront trench pipeline projects.

Keywords: sewage trench construction; dewatering construction; anti-seepage treatment; engineering quality control

引言

常规陆地沟槽施工技术与防渗方案难以适配沿河特殊环境,施工过程中极易出现沟槽边坡滑移、基坑涌水、基底浮土扰动、管道接口渗水、回填层渗漏通道等质量缺陷,不仅造成管网施工返工、工期延误、成本增加,还会导致运营期污水渗漏入河、河水倒灌管网,降低污水收集效率,形成二次水污染,严重违背流域治理初衷^[1]。基于此,本文立足沿河地段污水管网施工实际工况,精准剖析沟槽施工及防渗处理中的典型问题,梳理核心关键施工技术,提出全流程、可落地、可验收的防渗处理与质量管控策略,为沿河污水管网工程安全施工、长效防渗、提质增效

提供实践支撑。

1 沿河地段污水管网沟槽施工现存核心问题

1.1 施工工况复杂,沟槽稳定性管控难度大

沿河地段土层多为河道冲积淤泥、粉质砂土、砂卵石透水层,土体结构松散、黏聚力低、渗透性极强,且常年受河道水位补给,土体处于饱和含水状态。在沟槽开挖过程中,原有土体应力平衡被打破,临水侧沟槽边坡受河水渗透压力、地下水渗流双重作用,极易出现边坡溜塌、局部塌陷、滑移失稳等问题^[2]。同时,河道水位季节性涨落、汛期水位抬升会增大沟槽外侧水压,加剧土体渗流破坏,常规放坡开挖、简易支护方式无法适配临水复杂工况,极

易引发沟槽变形、槽底隆起等安全与质量隐患。

1.2 降水排水不规范，基底扰动问题突出

沿河沟槽地下水补给路径多、渗透速度快，部分项目采用简易集水井、明沟排水方式，降水深度不足、排水效率低下，无法实现槽底干燥作业^[3]。施工过程中槽底长期积水、土体浸泡软化，导致基底承载力下降、浮土堆积、基底不均匀沉降。同时，部分施工单位降水时序不合理，开挖前未提前预降水，开挖过程中边挖边排水，引发砂土液化、槽底涌砂、孔洞渗漏等问题，直接造成后续管道铺设基础不密实，为后期管道沉降、接口开裂埋下隐患。

1.3 防渗体系不完善，分层渗漏通道多

多数沿河管网工程存在“重施工、轻防渗”的问题，未针对沿河高渗透地层设置分级防渗体系。一是基底防渗缺失，未对透水砂层、淤泥层进行隔水加固，地下水持续渗透基底，形成毛细水渗漏通道；二是沟槽侧壁无防渗处理，边坡土体渗水持续侵入作业面，影响施工质量；三是回填防渗不规范，回填土选材随意、分层压实度不足，回填层孔隙率大，形成贯通性渗漏通道，运营期易出现河水倒渗、污水外渗问题。

1.4 管道节点防渗薄弱，细部处理不精细

管道接口、检查井接驳、弯头变径、管口与井壁衔接等细部节点是沿河管网防渗的薄弱环节。沿河工况下，管道长期处于高水压、高湿度环境，部分项目接口橡胶圈安装错位、密封填料填充不密实、接口砂浆勾缝开裂，检查井穿墙管口未做专项止水密封，极易出现节点渗水^[4]。同时，沟槽沉降变形会进一步拉扯管道接口，加剧节点渗漏病害，导致污水渗入地下、河水倒灌管网，严重影响管网污水收集效率。

1.5 施工管控粗放，全过程防渗闭环缺失

现阶段沿河沟槽施工缺乏专项防渗管控方案，防渗施工多为事后补救，未实现开挖、支护、降水、基底处理、管道安装、回填压实全流程防渗管控。施工过程中防渗工序验收流于形式，防渗材料铺设厚度、搭接宽度、压实系数等关键指标管控不严，隐蔽工程防渗质量缺乏核验。同时，未针对汛期、水位涨落等特殊工况制定应急防渗措施，动态防渗管控能力不足，难以保障管网长效防渗效果。

2 沿河地段污水管网沟槽施工关键核心技术

2.1 适配临水工况的分级开挖与边坡稳定控制技术

针对沿河饱和透水土层、动态水压特征，摒弃常规一次性开挖工艺，采用分级分层、分段跳槽开挖技术，保障沟槽整体稳定性。根据河道水位、埋深、土质条件划分开

挖层级，深度 1.5m 以内浅层沟槽采用放坡开挖，坡率控制在 1:1.2~1:1.5；深度超过 1.5m 的深沟槽采用分级阶梯式开挖，每级开挖高度不大于 1.0m，预留阶梯平台，分散土体应力与渗透水压。同时采用分段跳槽施工，单段开挖长度控制在 10~15m，随挖随支护、随挖随封底，避免长距离沟槽裸露受水体渗透扰动。针对临河临空面沟槽，严格控制开挖时序，避开汛期、涨水期施工，防止外侧水压骤增引发边坡失稳，从源头规避沟槽坍塌、滑移风险。

2.2 临水沟槽差异化支护加固技术

结合沿河沟槽不同区段工况，采用差异化支护技术，实现稳坡固基、阻水防渗双重效果。对于浅层、土质相对稳定的沟槽区段，采用钢板桩简易支护，快速封闭边坡，阻挡表层土体渗水与边坡溜塌；对于深沟槽、砂卵石透水层、紧邻河道的高风险区段，采用槽钢+钢板桩联合支护+内支撑体系，设置横向、竖向内撑，抵抗河水侧压力与土体渗流压力，杜绝边坡变形。针对局部淤泥软基区段，采用土钉挂网喷浆支护技术，通过土钉锚固深层土体、喷射混凝土封闭坡面，阻断坡面渗水通道，提升边坡整体刚度与防渗能力。所有支护结构紧密贴合槽壁，不留空隙，避免背后积水渗流引发土体掏空。

2.3 动态分级降水与控水施工技术

施工前期提前 3~5 天开展预降水作业，根据沟槽宽度、埋深、渗透系数布设轻型井点降水体系，井点间距控制在 1.0~1.5m，深度超出槽底 0.8~1.0m，有效降低槽底地下水位，保障作业面干燥。沟槽开挖过程中，配套设置槽底排水沟与集水井，实时收集表层积水与渗水，做到随积随排。针对汛期水位波动工况，动态调整降水强度，维持地下水位始终低于槽底 0.5m 以上，彻底解决槽底积水、土体浸泡、涌砂隆起问题，保障基底土体密实稳定。

2.4 沟槽基底加固整平技术

沿河槽底多存在软基、浮土、淤泥及渗水夹层，需采用专项基底加固技术提升承载力与防渗性能。开挖至设计标高后，立即清理槽底浮土、淤泥、松散土体，禁止原状土扰动浸泡。对于一般土质基底，采用级配砂石分层铺垫、振捣整平，形成透水隔水缓冲层；对于软弱淤泥基底，采用换填压实+灰土固化处理，换填厚度控制在 30~50cm，分层压实，压实系数不低于 0.95。基底加固完成后及时封闭封底，快速开展管道铺设作业，避免基底长时间裸露受水浸泡软化，保障管道基础均匀受力，从源头减少不均匀

沉降引发的渗漏问题。

3 沿河地段沟槽施工可落地防渗处理措施

3.1 构建三级分级防渗体系，全域封堵渗流通道

针对本工程临河区域土体渗透性强、地表水及地下水渗流风险高的特点，专项构建坡面防渗、基底防渗、回填防渗三级闭环防渗体系，多维度、全方位封堵各类渗流路径，彻底消除贯通性渗水隐患，保障沟槽及管网施工整体防渗效果。

一是沟槽坡面防渗。边坡支护施工完成后，全面排查坡面墙体及土体缝隙、孔洞，采用水泥砂浆逐一填塞封堵，消除表层渗漏缺陷。整体满铺土工布防渗垫层，封闭土体表层渗水通道，有效阻隔坡面地表水、上层滞水向下入渗，避免边坡积水、渗水汇入沟槽作业面，为后续基底施工提供干燥稳定的作业环境。

二是槽底基底防渗。基底砂石垫层平整压实、验收合格后，铺设厚度不低于 0.3mm 的 HDPE 防渗膜。施工中严格控制防渗膜铺设平整度，膜体搭接宽度 $\geq 20\text{cm}$ ，所有搭接接缝均采用专业热熔焊接工艺密封处理，确保焊缝连续、饱满、无漏焊、虚焊，形成整体密闭的基底隔水层，有效阻断地下水毛细上升渗透及基底渗流。

三是回填层防渗。严格把控回填材料质量，优先选用低渗透性、稳定性强的素土、灰土作为回填主材，坚决杜绝建筑垃圾、腐殖土、碎石渣土、杂土等不合格材料进场回填。通过严控回填材质，从结构层面阻断竖向贯通渗流通道，规避后期土体沉降、填料松散引发的渗漏问题。

3.2 严控管道细部节点密封，强化关键点位防渗密闭

聚焦管道接口、井管接驳、异形管件等高频渗漏点位，落实精细化、标准化防渗施工措施，严控细部施工质量，彻底解决管网节点微渗、渗漏隐患，全面提升管网系统密闭防渗性能。

管道对接施工前，对所有管材、配件及橡胶止水密封圈进行全数检查，剔除破损、变形、老化、偏移的止水配件，确保管材完好、配件合规。管道对接过程中精准校准同轴度，保证接口对接严密、橡胶密封圈压实到位、无脱槽、无挤压变形。接口安装完成后，采用专用防水密封胶对接口缝隙进行嵌缝处理，实施二次密封封堵，彻底消除细微缝隙渗水隐患。

针对检查井与管道穿墙接驳核心部位，增设止水管套及遇水膨胀止水条双重防渗构造，强化节点止水效果。穿墙孔洞采用防水砂浆分层填塞、分层捣实、分次找平，严

控施工缝隙，实现管口接缝零空隙密闭。对于弯头、三通、变径等应力集中、易变形的异形管件，配套浇筑混凝土护墩进行锚固加固，有效抵消土体沉降、外力扰动产生的应力，防止管道变形拉扯接口开裂，从源头杜绝节点渗漏，保障管网整体防渗稳定性。

3.3 推行分层分段施工工艺，规范防渗回填压实管控

优化传统整体回填施工模式，严格执行分段开挖、分段防渗、分段验收、分段回填的流水闭环施工工艺，各工序衔接紧凑、同步管控，有效规避粗放施工导致的防渗破损、回填不实、局部渗漏等问题。

单段管道安装、节点防渗等工序全部验收合格后，立即组织开展回填作业，缩短裸露防渗结构及管道的暴露时间。回填施工严格遵循分层铺筑、分层夯实原则，单层回填厚度严格控制在 20~30cm，采用小型专用夯实设备逐层压实，避免大型机械直接碾压损伤结构。每段回填完成后及时取样检测压实度，确保回填土体密实均匀、指标达标，杜绝回填空鼓、松散、沉降等问题。

全程落实成品保护措施，严格划定机械作业范围，规范施工操作流程，有效避免机械磕碰、碾压划伤 HDPE 防渗膜及管道本体，保障防渗体系完整性。针对临河迎水面沟槽，进一步提高回填压实标准，增设专用隔水土层，强化沟槽外侧整体隔水抗渗能力，有效抵御汛期河水侧向渗透、倒灌，全面提升工程临水区域防渗抗灾性能。

3.4 建立特殊工况应急防渗管控措施

针对沿河汛期、水位暴涨、突发涌水等工况，制定应急防渗处置方案。施工现场提前储备防渗土工布、速凝砂浆、沙袋、止水材料等应急物资，遭遇突发渗水、涌砂、边坡渗水加剧情况，立即停止开挖，采用沙袋压脚、坡面覆盖、快速封底等应急措施，快速封堵渗水通道。汛期暂停露天沟槽开挖作业，对已完工沟槽、管道接口、检查井进行全覆盖防水防护，设置临时排水设施，防止雨水、河水集中入渗破坏防渗体系。

3.5 完善全过程防渗验收与质量溯源机制

建立防渗工序专项验收制度，将防渗施工、支护封闭、基底处理、节点密封、回填压实等工序列为隐蔽工程必验项，未经验收合格不得进入下一道工序。重点核查防渗膜搭接宽度、焊接质量、节点密封效果、回填压实系数等关键指标，留存影像资料与检测台账，实现全程溯源。同时，完工后开展闭水试验、渗水检测，对管网整体防渗性能进行全面核验，及时排查微小渗漏隐患，保障沿河污水管网零渗漏、零倒灌的长效运行效果。

4 结语

本文结合沿河施工场景,梳理了沟槽施工稳定性差、降水防渗不规范、细部处理薄弱、管控体系缺失等突出问题,系统总结了分级开挖、差异化支护、动态降水、基底加固四大核心施工技术,构建了分层分级防渗、节点密封、回填控渗、应急防渗、专项验收的全流程落地式防渗管控体系。

整套技术与管控措施贴合沿河地段工程实操,针对性解决了临水沟槽施工安全与防渗质量痛点,可有效规避沟槽坍塌、基底沉降、管网渗漏、河水倒灌等病害,大幅提升沿河污水管网工程施工质量与运行稳定性,避免污水外渗污染河道。

[参考文献]

- [1]龚煜,戎泽华,陈嘉兴.浅谈市政污水管网施工质量及安全管理[J].四川水利,2024,45(S1):49-51.
- [2]余学兴.市政道路的雨污水管网施工技术探究[J].居业,2025,(7):88-90.
- [3]陈滢.市政工程污水管网施工要点及优化策略[J].四川建材,2022,48(8):216-218.
- [4]靳一军,陈永辉,苗世军,等.市政污水管网工程施工安全管控措施探讨[J].居业,2023,(4):172-175.

作者简介:杨晓霄(1989.06—),女,汉族,云南省大理白族自治州人,本科,市政工程中级工程师,研究方向:工程建筑。