

# 城区内雨污分流改造施工安全管理

陈光友

(中交一航局第一工程有限公司)

**摘要:**为解决城区雨污分流改造项目安全生产方面存在的交通拥堵、管线破坏、沟槽坍塌、中毒窒息等隐患问题,以儋州市那大城区雨污分流改造项目为例,采用理论分析、调查研究的方法,系统分析了城区雨污分流改造施工中交通导行、管线保护、基坑沟槽、有限空间作业等难点问题。研究发现,通过机非分流加交通疏导员引导,能有效降低交通事故;采用探地雷达、管线仪等技术方法,可更好地保护地下管线;深基坑、沟槽采用相适应的支护措施,保证土体稳定;在有限空间作业中建立标准化流程,能降低作业风险。城区雨污分流改造中应用一系列技术和管理措施,能显著降低安全风险,提升安全管理水平,对城区雨污分流改造施工安全管理有重要借鉴意义。

**关键词:**雨污分流改造;安全管理;管线保护;支护措施;标准化流程

## 0 引言

近年来雨污分流作为现代城市水环境治理的核心方法,全国范围内改造项目密集启动。然而,此类工程多位于建成区,人口密集,交通繁忙,导行设施与居民实际通行需求存在脱节,机非混流。地下管线交错,老旧管线图纸缺失,产权单位交底不清,盲目施工挖断高压电缆、燃气管线极易发生事故。深基坑、沟槽的各类支护结构与地质条件不匹配,造成支护措施形同虚设。有限空间作业对各类气体检测仪器适用性不统一,无安全措施盲目作业和施救,造成全国有限空间作业中毒窒息事故高发<sup>[1]</sup>。本文通过对封闭交通的导行设施、地下管线的摸排保护、不同地质深基坑和沟槽的支护施工、有限空间的全流程管理进行分析研究,在技术和管理措施落实的基础上,构建“风险研判—隐患排查—教育培训—应急防范”四位一体的安全管理体系,制定可推广的安全管理措施,实现施工全过程的安全可控。研究成果不仅提升项目安全管理效能,也为高密度城区基础设施改造提供了新思路与新方法。

## 1 雨污分流改造项目安全技术措施

### 1.1 交通导行措施

项目占路施工区域采用市政围挡进行全封闭施工,改变了原有道路通行功能。本项目道路封闭后采用交通导行设施、可变信息牌、临时标线及夜间照明设施进行规范化设置,明确划分施工区与通行区,保障行人及车辆安全。针对封闭区域分为可机非分离车道和不可机非分离车道。在

可机非分离的车道围挡外侧设置市政隔离栏,对机动车和非机动车直接进行分流通行。在不可机非分离车道,采用人行道或在商铺门前及公用区域借道的方式,引入专职交通疏导小队在交警的指导下进行动态机非分离交通疏导与管控,交通疏导小队为专业第三方交通疏解单位人员,其主要从事交通协警工作,业务水平相对专业,配合交通导行标牌及语音提示和视频监控系统实时调整分流路线。通过机非分流极大地改善了交通拥堵情况。采用交通仿真软件预演封路改道方案,对出现的易堵点通过媒体、导航 App 联动等渠道提前发布封路及绕行信息,协调公交线路临时调整,降低市民出行影响,有效保证现场的交通畅通。

### 1.2 地下管线保护措施

首先取得地下管线物勘图,在每个点位开工前,由建设方组织施工、监理、管线权属单位参加现场管线交底会,并请管线权属单位现场确认管线分布情况及管线位置、深度与施工范围交叉情况,现场交底保留影像资料<sup>[2]</sup>。交底完成后各方确认交底签到及权属单位提供管线布置图,然后安排测量员根据交底情况采用管线探测仪器进行探查,并标记注明是否与交底中明确的线路一致。本工程采用 MZT-200M 型号探地雷达,原理为超声波探测,根据反射波测定地下管线。可探测管线类型包括混凝土管、电力管线、通信管线、燃气管线、供排水管线。测深可达 0~10 m, 5 m 以内测深误差在 20 mm 以内,随着深度增加测深误差逐渐增大,最大误差可达 100 mm。遇地下水丰

富地质或通水的管线对探测影响较大，探测时行走方向需与地下管线垂直。对于场地不平整或狭窄不允许使用探地雷达操作的可采用管线仪配合进行触探。对交底单上明确标注管线而探查不到的采用人工进行探挖。若探明的地下管线与管线权属单位所提供管线资料不符合，及时组织参建各方及权属单位现场确认。根据确认后的管线信息以数字化智能平台为依托，构建地下管线三维模型，实现施工前碰撞检测与方案优化，动态更新管线信息，然后对项目管理人员和班组作业人员尤其是挖掘机、炮机司机进行管线保护技术交底，明确管线走向、深度、材料、措施等。正式开挖前实行动土审批许可手续，经排查、施工、监理、业主确认许可后再进行开挖，对开挖出的现状管线予以保护，减少开挖阶段对既有管线的破坏风险。

### 1.3 沟槽与基坑安全技术措施

#### 1.3.1 沟槽支护措施

本工程沟槽开挖根据深度不同采用4种支护形式，分别为横列板支护、密打槽钢支护、钢板桩支护、钢管桩支护。1) 深度2 m以内的采用横列板支护形式，横列板紧贴槽壁，上下板搭接 $\geq 10$  cm，水平支撑间距 $\leq 2$  m，采用钢管支撑，两端用木楔楔紧，防止横列板松动、移位。2) 深度在2~3 m之间的采用密打槽钢支护形式。沟槽开挖至1 m时设置围檩支撑，支撑间距4 m，支撑采用钢管对撑。3) 深度3 m以上的采用钢板桩或钢管桩支护形式。钢板桩适用于土质地层，钢管桩更适用于岩石地层，在岩石地层中使用时先采用潜孔锤打孔，然后沉入钢管桩。钢板桩（钢管桩）打设完成后安装牛腿、围檩和支撑。围檩与钢板桩（钢管桩）之间不得存在缝隙，如有缝隙采用钢楔或细石混凝土填充。

#### 1.3.2 基坑支护措施

本工程顶管井开挖根据深度不同采用4种支护形式，分别为拉森钢板桩、灌注桩+高压旋喷桩止水帷幕、钢护筒+高压旋喷桩止水帷幕、逆作挂壁井+高压旋喷桩止水帷幕。1) 拉森钢板桩适用于深度为3~8 m的土质地层，若为岩石地层则需要引孔沉桩。2) 灌注桩+高压旋喷桩止水帷幕适用于深度8 m以上的土质地层和岩石地层。本项目灌注桩桩径600 mm，灌注桩外侧设置 $\phi 600$  mm高压旋喷桩止水帷幕。3) 钢护筒+高压

旋喷桩止水帷幕适用于3~6 m的土质地层，本项目采用壁厚20 mm、长度1 000 mm的钢护筒，钢护筒外侧设置 $\phi 600$  mm高压旋喷桩止水帷幕深入钢护筒底部。4) 逆作挂壁井+高压旋喷桩止水帷幕适用于深度8 m以内的土质地层和岩石地层，在岩层和地下管线较多位置有较好的优势。本项目4~5 m深度大部分为岩层，且地下管线错综复杂，逆作井为本工程顶管坑主要支护形式，逆作井每节长度0.9~1.2 m，壁厚350~500 mm，第一节与地面挂壁1 m，钢筋混凝土结构封底，井外侧设置 $\phi 600$  mm高压旋喷桩止水帷幕深入基坑底部。

#### 1.3.3 沟槽与基坑通用管理措施

沟槽、基坑临边设置红白相间钢管护栏，护栏上下设置3道横杆，上下高度分别为18 cm、60 cm、120 cm，下设踢脚板，井面使用安全平网进行全封闭，采用钢直梯作为上下通道。护栏上安装危大工程验收牌、安全警示标志牌、危大工程风险告知牌。沟槽、基坑四周设置砖砌截水坎，底部设置集水井并采用水泵排水。开挖采用分层分级的开挖方式，严禁一次性挖深过大和掏底开挖<sup>[3]</sup>。1 m范围内严禁堆土、堆料或停放、行驶机械车辆。对于较深的沟槽、基坑施工引入智能监测系统，在周边布设物联网传感器，实时监测支护结构稳定性，并结合AI预警系统提前干预潜在风险，从而确保基坑、沟槽的整体稳定。

#### 1.4 有限空间作业管理措施

管道清淤和修复施工过程中针对有限空间作业建立标准化的作业流程：作业审批→安全交底→设备检查→封闭区域→强制通风→气体检测→QV检测→清洗、修复→CCTV检测→作业结束。1) 落实作业审批手续，作业前班组进行有限空间作业申请，项目部技术、生产、安全、设备等部门对现场条件进行确认，签署作业审批单，经分管领导审核项目经理审批后签发危险作业许可。2) 作业审批许可后对作业内容、存在风险、安全操作规程落实安全技术交底。作业前对安全防护设施、通风设施、气体检测设备等进行检查，确保各类设备设施安全有效。作业时现场采用胶马或路锥+横杆封闭作业区域，并在明显位置设置有限空间危险作业告知牌和有限空间安全警示标志牌。3) 作业人员佩戴防毒面具，站在上风侧使用泵吸式气体检测仪进行初始气体检测。对检测的时间、地点、气体种类、浓度等信息进行记录，

有限空间内气体检测合格后进行下一步作业。自然通风条件下气体检测不合格的采用轴流风机对井内进行强制通风。强制通风一段时间后再次进行气体检测，检测结果合格后再作业。4) 清淤和修复过程中需要人员进入检查井内时，佩戴安全帽、五点式安全带、安全绳、防毒面具等，作业过程中与监护人员保持有效信息沟通。作业过程中监护人员在有限空间外使用泵吸式气体检测仪对作业面进行监护检测，作业人员自行佩戴扩散式气体检测仪对作业面进行气体检测，作业过程中持续通风。监护人员在有限空间外全程监护。5) 有限空间作业完成后，班组长清点人员和设备，关闭进出口，解除作业前采取的隔离和封闭措施，恢复现场环境后安全撤离作业现场。

## 2 雨污分流改造项目安全管理措施

### 2.1 风险研判机制

开工前根据雨污分流项目分部分项工程对项目整体风险进行辨识形成《风险清单》，组织风险辨识时可以提前参考《建筑施工安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制实施细则》，根据细则风险数据库的内容形成切合项目实际的风险措施，使风险辨识更有针对性。每月组织召开月度风险分析会，动态调整《风险清单》内容，落实各业务部门风险辨识的侧重点，技术部门重点分析基坑、沟槽结构受力、监控监测等方面的风险，设备部门重点分析临电、机械设备运行方面的风险，安全部门重点关注恶劣天气对施工带来的外界风险，使形成的风险管控措施能够真正指导现场安全管理。

### 2.2 隐患排查机制

根据雨污分流改造项目特点，编制切实可行的检查清单，每日落实清单化日巡查，每周开展项目领导带队的周检查。在日巡查的基础上将不易解决的隐患问题列出清单，周检查时由带队领导重点检查和解决日常巡查落实不到位的隐患问题。每月开展月度大检查，各业务部门提前做好分工，技术部门重点检查方案的落实情况，设备部门重点检查临电、设备情况，强化检查广度，重点解决反复性隐患。同时强化领域内的重大事故隐患专项整治，落实重大事故隐患专项排查整改，做到严查严管、真查真改。

### 2.3 教育培训机制

针对新入场作业人员建立“一人一档”的三级

教育档案资料，严肃入场培训考试纪律，做到培训有成效，考核有效果。以入场教育为基础全面推动作业人员实名制管理，建立劳务作业人员档案。结合施工特点，编制针对性安全教育培训计划，采取线上+线下相结合的方式，采用新媒体等形式开展教育培训。同时抓好班前会建设，将班前会内容进行重构，拆分为高频、重点的安全操作要点，确保核心指令与安全要求的无损传递，直接作用于员工的认知层面，强化执行。收集切合项目施工实际的典型事故案例，组织观看事故案例警示视频，通过事故案例思想冲击，消除施工人员侥幸心理和麻痹大意思。

### 2.4 应急防范机制

根据《风险清单》中识别出的较大以上风险，制定监测监控措施，并严格现场带班生产和值班值守。按照“一案一案”分类制定相应的现场处置方案和专项应急预案。根据项目交通导行、管线保护、深基坑、有限空间作业开展综合性的应急演练，加大应急演练深度，拓宽演练范围，加强应急演练延伸，落实突发事件全流程、全要素演练，将善后处置、事故调查配合等纳入演练内容。配齐配全现场应急物资。根据施工需要，统筹应急物资库建设，动态保障应急物资，定时盘点，及时补充和更新。与当地医院、公安、应急等政府部门开展应急联建共建，充分发挥属地应急资源，织牢应急体系网络。

## 3 结语

以儋州市那大城区雨污分流改造及截流并网工程为例，采用专业化交通导行，探地雷达与管线交底相结合的地下管线保护，分级支护技术，标准化有限空间作业流程等综合管理方法。通过系统化安全技术与管理措施的落实，项目实现了交通零事故、管线零破坏、基坑零坍塌、有限空间作业零中毒的安全目标。由工程实践可知，城区雨污分流改造项目可通过技术与管理双轮驱动，有效提升施工安全水平，为类似城市更新工程提供可借鉴的安全管理经验。

### 参考文献：

- [1] 丁孟达,刘云帆,王家元,等.受限空间雨污分流适应性设计技术集成研究[J].给水排水,2023,59(S1):159-165.
- [2] 李伟民.城市雨污分流改造工程施工组织优化研究[J].城市建设,2025(9):29-31.
- [3] 郝小丽.市政工程雨污分流管网施工技术及管理措施探讨[J].工程技术研究,2022,7(14):141-143.