

市政工程深基坑与地下管网协同施工技术研究

秦立力

湖北省高速公路实业开发有限公司 湖北武汉 430000

DOI:10.32629/ems.v8i6.20519

[摘要] 市政地下管网改造工程常伴随深基坑开挖作业,深基坑施工与地下管线的协同管控直接决定工程安全、质量与进度。以十堰市郧阳区解放北路地下管网改造项目为工程背景,围绕排水、给水管网施工与深基坑支护、降水、开挖、回填全流程协同技术展开研究,梳理管网与基坑交叉施工冲突点,提出针对性协同施工策略、危大工程管控措施及质量验收标准。工程实践表明,采用“先探后挖、分层分段、管线优先、同步监测”的协同施工技术,可有效规避基坑失稳、管线破损、渗漏变形等风险,提升老城区管网改造工程的综合施工效益,为同类市政工程提供技术参考。

[关键词] 市政工程;深基坑;地下管网;协同施工;管网改造

引言

随着城市更新与老旧小区改造推进,市政地下管网更新进入高峰期。地下管网工程多位于城区核心路段,周边建筑物密集、地下管线错综复杂,深基坑开挖易引发土体位移、管线沉降、渗漏破裂等安全隐患。传统“先基坑、后管网”的施工模式易造成工序冲突、工期延误与安全风险叠加。深基坑与地下管网协同施工,以空间统筹、工序衔接、风险共控为核心,将基坑支护、降水、开挖、监测与管线定位、敷设、保护、回填一体化组织,实现基坑安全与管线完好双重目标。本文结合十堰市郧阳区解放北路地下管网改造工程(排水、给水、排洪沟系统),系统研究深基坑与地下管网协同施工关键技术,为城区复杂环境下市政管网改造提供技术支撑。

1、工程概况

1.1 项目基本信息

十堰市郧阳区解放北路地下管网改造工程,属城关镇中岭街卫生院等八个片区老旧小区燃气管道更新改造配套EPC项目,施工图设计完成于2024年8—9月。工程起点接城北路,终点接金沙路,全长约1197m,道路红线宽22.5m,核心建设内容为排水工程(雨水、污水、排洪沟)、给水工程及附属构筑物,同步实施深基坑开挖与支护作业。

1.2 管网设计参数

— 排水工程:设置 $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ 、 $3.0\text{m}\times 2.2\text{m}$ 钢筋混凝土排洪沟;雨水管采用钢筋混凝土二级管;污水管采用DN500钢带增强双壁波纹管,环刚度SN10及以上,管顶覆土3.15m。
— 给水工程:新建DN300给水管道,主管采用DN325 $\times$ 8螺旋钢管,焊接连接,设计压力1.0MPa,试验压力1.5MPa。
— 结构标准:结构安全等级二级,设计使用年限50年;抗震设防烈度6度,按7度采取抗震措施;基坑深度3~5m为危大工程, $\geq 5\text{m}$ 为超过一定规模危大工程。

1.3 地质与施工条件

场地地层以杂填土、粉质黏土、强/中风化绢云母石英片岩为主,地下水位受季节影响明显。工程位于城区主干道,交通流量大,现状电力、电信、燃气管线交错分布,深基坑开挖与管线敷设空间重叠、工序交叉,对协同施工要求极高。

2、深基坑与地下管网施工冲突分析

2.1 空间冲突

基坑开挖宽度、深度与管网平面、竖向布置重叠,排洪沟、污水管埋深较大,与基坑边坡、支护结构相互制约。

2.2 工序冲突

基坑降水、开挖易导致土体卸荷与沉降,造成既有管线变形、断裂;管网敷设、回填滞后将延长基坑暴露时间,增大失稳风险。

2.3 风险冲突

深基坑坍塌、涌水涌砂与燃气管线破损泄漏、给水管爆裂、排水管道渗漏形成连锁风险,易引发安全事故与民生影响。

2.4 标准冲突

基坑支护、地基处理与管道基础、回填压实度要求存在差异,协同施工需统一技术标准与验收指标。

3、深基坑与地下管网协同施工关键技术

3.1 前期勘测与管线探查协同技术

施工前采用地质雷达、人工探坑、图纸复核三位一体探查,建立地下管线三维信息模型,明确管线位置、埋深、材质、权属。本工程执行勘察资料复验制度,对岩土性质、地下水、地下管线实行动态核对,发现与勘察资料不符立即通知建设、勘察、设计单位出具处理方案,从源头规避施工风险。

3.2 平面与竖向协同布置技术

遵循压力管让无压管、小管让大管、临时管让永久管、新建管让既有管原则,优化管网与基坑横断面布置。管线标准横断面(图1)显示:排洪沟距道路右侧车行道0.8m,埋深0.5m;DN500污水管、DN300给水管分层布置,管线水平净距、垂直净距满足GB50289-2016规范要求,实现管网与基坑空间解耦。

3.3 深基坑支护与降水协同施工技术

3.3.1 基坑分级安全管控

依据基坑开挖深度实行差异化管控。开挖深度处于3m至5m区间时,单独编制专项施工及动态监测方案;开挖深度达到5m及以上时,专项施工方案须组织专家评审论证,同步加大基坑支护体系布设力度,全程落实变形监测作业。

3.3.2 降水作业协同调控

基坑正式开挖前,结合场地水文条件选用轻型井点或管井方式提前降水,保障基坑内部无水作业环境。降水节奏匹配管网基础施工进度,合理把控降水幅度,规避过量降水引发周边地下管线不均匀沉降问题。

3.3.3 沟槽开挖配套施工

沟槽遵循分层、分段原则依次开挖,开挖作业与支护施工同步推进,沟槽边缘禁止堆放土方及施工物料。人工开挖

土方堆置高度不得超出 1.5m, 堆土边缘与槽口保持 0.8m 以上安全距离。槽底标高误差控制在 0 至 20mm 范围内, 施工中

不得破坏原生土层结构；若出现超挖现象，采用级配砂石或 C15 标号混凝土分层回填夯实处理。

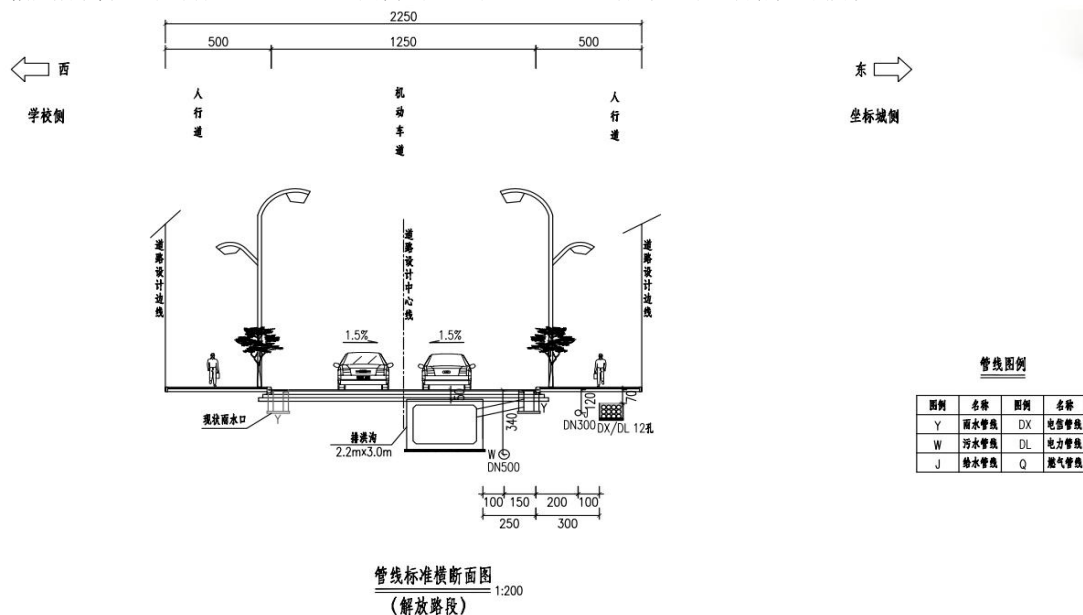


图 1 管线标准横断面

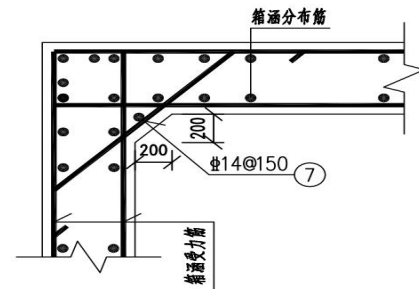
3.4 管网敷设与基坑地基协同处置技术

3.4.1 地基处理把控指标

场地杂填土、原有路基区域施工后,地基承载力实测值不得低于 100kPa;稳定岩土层区域直接依托天然地基开展施工。路基外侧杂填土区域统一超挖 500mm,原状土体压实系数不小于 0.92,回填碎石土后压实系数达标 0.97,整体地基承载力满足 120kPa 使用要求。

3.4.2 管道基础同步施工

排洪沟采用 C30 钢筋混凝土浇筑成型,底板底部铺设 10 厘米厚 C20 混凝土垫层;雨水管道选用二级钢筋混凝土管材,采用承插式密封接口装配;污水管道使用钢带增强波纹管,以承插方式拼接稳固;给水管道采用螺旋钢管材质,管材切口加工 V 型坡口实施焊接,焊接工序同步完成管口预热、表面除锈与防腐防护处理。参照排洪沟钢筋施工图纸(如图 2),严格按照图纸参数布置钢筋骨架,把控混凝土强度等级、钢筋保护层厚度及腋角加固构造,与基坑基底施工工序相互衔接,保障构筑物整体结构稳固。



腋角加强大样图 1:20

图 2 排洪沟钢筋设计图

3.5 危大工程协同防控技术

本工程将基坑工程、管线保护工程列为核心危大工程，执行协同防控措施：

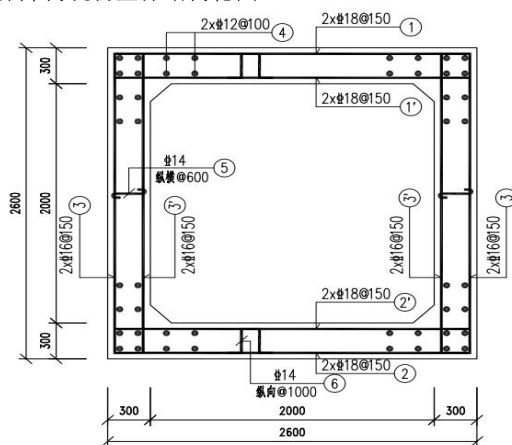
(1) 基坑开挖: 3~5m 专项方案, $\geq 5\text{m}$ 专家论证, 实时监测边坡位移、沉降;

(2)管线保护:人工精挖探坑,避免机械损伤燃气管线,编制交通组织与迁改保护方案;

(3) 变形监测: 基坑与管线同步布设监测点, 预警值统一管理。

3.6 沟槽回填协同技术

结合本工程排洪沟、污水管、给水管的埋设特点,执行分级压实标准:基底受力层回填压实度大于 95%,管道两侧回填压实度大于 95%,管顶以上覆土区压实度大于 95%,检查井周边等关键部位按市政支路标准强化处理。排洪沟开挖及回填断面(图 3)明确了回填层级、材料选型、压实度控制及结构界面处理要求,将管网结构保护与基坑边坡稳定纳入同一回填体系,避免因回填不均衡引发管道侧向位移、基坑不均匀沉降或路面早期破损。同时,主体结构混凝土强度达到 100% 设计强度后方可启动大规模回填,每层虚铺厚度不



标准段配筋图 1:30

大于 300mm, 每完成一层压实作业立即进行压实度检测, 合格后方可进行上层填筑, 形成“施工—检测—验收”的闭环

管控, 确保管网与基坑协同受力、长期稳定。

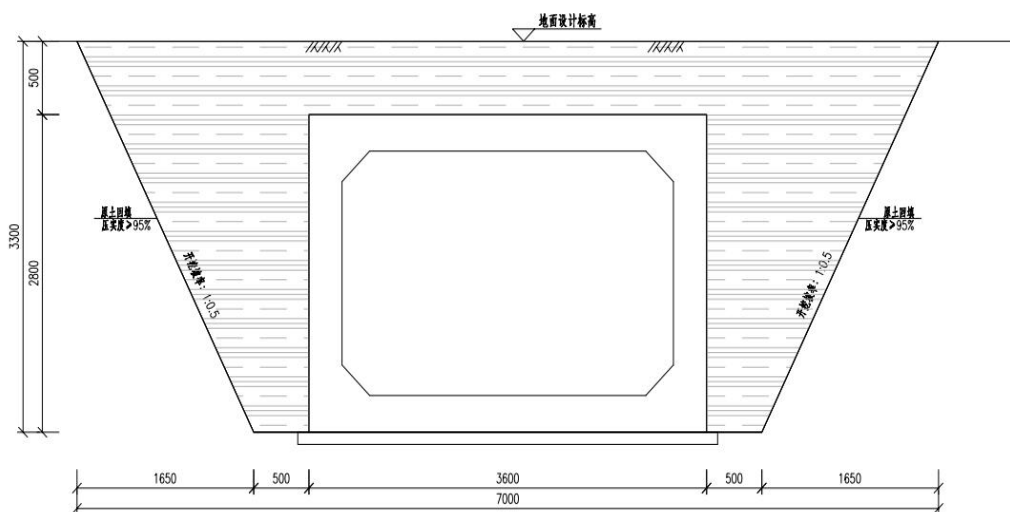


图3 排洪沟开挖及回填断面图

3.7 附属构筑物协同施工

检查井、雨水口、检修井、阀门井与基坑、管网同步施工, 明确钢筋配置、防腐、荷载要求, 与井室结构协同浇筑。

(1) 采用五防球墨铸铁井盖, 承载力 400kN, 加装防坠网;

(2) 井周加固参照工程资料 17ZZ04 图集, 回填压实度达标;

(3) 给水管网配套排气阀、排泥阀、消火栓、支墩同步实施, 满足消防与运行要求。

4、施工质量与安全协同管控

4.1 质量验收统一管控标准

(1) 排水管道施工严格依照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268-2008 执行, 管道闭水试验检测结果全部合格后方可进入下一工序。

(2) 给水管网施工试压压力设定为 1.5MPa, 完工后完成管道冲洗与消杀作业, 出水水质指标符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749-2022 相关要求。

(3) 基坑作业全程把控边坡土体稳定性, 实时监测地基沉降数值, 确保支护结构布设完整、受力状态稳定。

4.2 分季节施工配套管控举措

雨季施工尽量压缩基坑土体裸露时长, 同步对地下管网结构增设抗浮防护构造, 规避积水上浮破坏问题。冬季开展钢管焊接作业时, 提前将母材预热至 100~200℃区间, 规避低温施焊缺陷, 保障焊缝成型质量。

4.3 管线交叉部位协调处置方案

针对新建管线与既有地下管线交错施工场景, 依据间距划分处置方式: 管线垂直净距超出 70cm 时, 无需额外加固处理; 净距不足 70cm, 参照工程资料 17ZZ04 标准图集实施防护加固; 间距达不到规范限值要求时, 依据管线上、下排布位置分别针对性加固防护。

5、工程实际应用成效

该项协同施工技术应用于一十堰市郧阳区解放北路地下管网改造项目, 现场落地效果突出。施工全程未出现基坑垮塌、管线破损类安全事故, 危险性较大分部分项工程始终处于可

控状态。各类分项工程验收指标均契合现行规范要求, 排水闭水检测、给水压力试验、沟槽回填压实度全部达标。通过多工序穿插并行作业, 整体施工周期缩减两成左右, 同时减少返工返修、管线修复及道路交通疏导相关开支, 有效控制项目造价。工程投入运行后, 片区排涝泄洪、日常供水、污水归集输送能力大幅改善, 切实达成老旧小区改造民生保障建设初衷。

6、结论与发展展望

6.1 研究结论

(1) 市政深基坑与地下管网协同施工, 核心依托空间布局统筹规划、施工工序有序衔接、现场风险联合防控、验收规范统一执行四项要点推进实施。

(2) 依托地下管线先期探测摸排、基坑安全等级划分、基坑地基协同处置、沟槽同步回填、危大工程专项防控五大技术体系, 能够有效化解基坑开挖与管线施工之间的作业冲突。

(3) 结合现场地质条件、管线布设实际参数开展动态监测, 依据监测数据实时调整施工方案, 可同步保障基坑结构与地下管线运行安全。

(4) 该套施工技术体系适配城市老旧管网更新、市政道路改扩建、综合管廊修建等同类市政地下工程项目, 具备实际推广价值。

6.2 发展展望

后续可融合 BIM 建模、物联网感知、智能自动化监测等数字化手段, 搭建基坑与地下管网一体化数字孪生管控平台, 覆盖工程设计、现场施工、后期运维全流程智能管理, 持续提升城市地下工程施工安全性、作业效率与精细化建造水准。

【参考文献】

[1] GB50268-2008, 给水排水管道工程施工及验收规范[S].

[2] GB50014-2021, 室外排水设计标准[S].

[3] GB50013-2018, 室外给水设计标准[S].

[4] 住建部. 危险性较大的分部分项工程安全管理规定[S]. 2018.