

混凝土管道加固保护技术在地下工程中的应用

李 涛

上海黄浦江越江设施投资建设发展有限公司 上海 200093

摘 要: 地下空间在超大城市发展过程中的开发利用率逐年提高, 特别是在富水软土地区, 需要重点关注地下工程基坑周边不同类型的既有建(构)筑物的加固保护。区域性主干线管网在保障城市正常运转中发挥着关键作用。本项目探索解决在维持大直径排水管道正常运营的同时, 对其进行衬砌加固和地基加固, 以降低大直径混凝土管道周边新建地下设施施工及运营对其造成的影响, 可为解决类似工程施工提供参考。

关键词: 合流总管; 不锈钢内衬; 检查井; 临排设施; 土体加固

Application of reinforced protection technology of concrete pipeline in underground engineering

Tao Li

Shanghai Huangpu Jiangyuejiang Investment Construction Development Co., Ltd. Shanghai 200093, China

Abstract: The utilization rate of underground space in the development of mega-cities has been increasing year by year, especially in areas with soft soil and abundant water resources, where it is important to focus on the reinforcement and protection of existing buildings and structures around underground engineering excavations. Regional mainline pipe networks play a key role in ensuring the normal operation of the city. This project explores solutions to maintain the normal operation of large-diameter drainage pipelines while providing lining reinforcement and foundation reinforcement, in order to reduce the impact of construction and operation of new underground facilities around large-diameter concrete pipelines, and provide references for similar engineering construction.

Keywords: Confluence main; Stainless steel lining; Check the well; Waterfront facilities; Soil reinforcement

一、工程背景

本文依托上海市武宁路地道, 该工程位于上海市普陀区, 全长 3.5 公里, 地道为单层双孔四车道的建设规模, 按照城市快速路 60 千米/小时设计速度衔接中环路入城段和出口地面道路, 受地道纵向坡度及埋深限制, 整体采用明挖顺做法分段实施。地道下穿上海内环线是工程建设中的一个难点, 该区域地上地下空间多种设施纵横交错。最下方地铁 14 号线盾构隧道沿武宁路方向已穿越贯通; 上面为 1992 年建成通水的合流总管, 直径 3500mm, 预制钢筋混凝土结构; 排水管上方为本工程地道结构, 地道底板距离混凝土管顶仅 300mm, 受地下空间高度限制, 在抬高地面道路标高的情况下勉强满足地道行车净空要求; 再上一层为地面规划道路, 直接在地道混凝土顶板上铺筑沥青

混凝土; 最上方为内环高架, 直接限制了其下方混凝土管道加固保护和地道围护及结构施工。详见图 1。

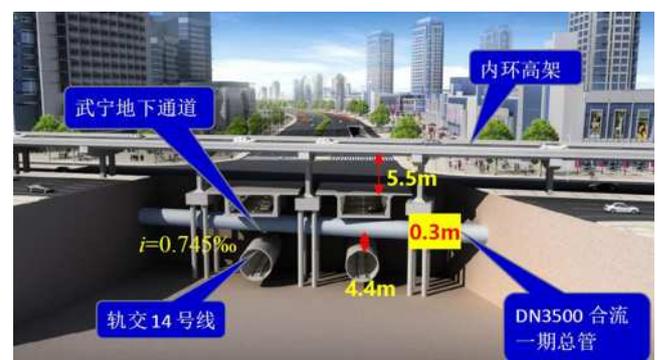


图 1 混凝土合流总管与地道关系示意图

混凝土合流管位于新建地道和贯通地铁盾构之间, 已经承受了地铁盾构上下行两次穿越施工的扰动, 并且已通水运行较长时间, 其结构状况和承载能力直接关系着地道

施工安全和排水运行安全。经过对管道内部的探查,发现管道内壁存在腐蚀病害,混凝土保护层脱落减薄,管道接口处发现湿渍;分析混凝土保护层碳化和钢筋锈蚀很大可能会降低管道的承载能力。此外,地道施工及运营扰动、振动也会对混凝土管道产生不良附加影响,对其加固保护非常必要。

二、工程应用

2.1 总体方案

在地道施工及地铁 14 号线盾构穿越相交处附近约 85 米范围内,对混凝土合流管管道内侧实施不锈钢内衬、管道外侧四周进行 MJS 土体加固,增强混凝土管的刚度和承载能力,防止其发生破裂和位移。由于实施不锈钢内衬需要断水作业,为保障内衬施工期间混凝土合流管的正常运行,需设置临时性的排水引流。受场地条件制约,主要采用以下两种方法进行引流改道:①在混凝土管道上方新建两座检查井,作为架泵井和出水井,同时为内衬施工提供操作空间;②混凝土管道内部嵌套一根 1400 钢管,辅助增加排水能力。

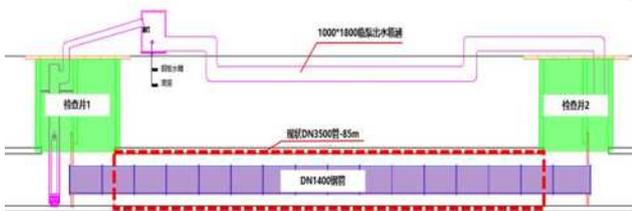


图 2 总体方案示意图

总体方案按照以下工序实施:

- (1) 上下游检查井施工
- (2) 地上强行引流措施
- (3) 地下管道内嵌套钢管
- (4) 地下管道内衬砌钢管片
- (5) 地下管道周边土体加固

2.2 上下游检查井施工

地道及地铁盾构施工区域距离混凝土合流管上游检查井约 880 米,距离下游检查井约 500 米,上下游检查井间距离约 1400 米。由于上下游检查井距离施工点太远,无法利用作为上下施工通道,故在原有混凝土管道上新建

两座骑马井,同时作为永久检查井使用。井口为矩形,内部长 6.2m、宽 4.2m,两座井间距 85 米。井基坑围护结构采用直径 600mm 钻孔灌注桩和 2400mm 的半圆 MJS 止水帷幕。在现状管道处,钻孔灌注桩成孔至混凝土管顶以上 0.5m 处,并在钻孔灌注桩外侧施工 MJS 加固止水,基坑底部开挖面以下 2.5m 深度范围内的土体全部加固,使基坑止水帷幕封闭。

检查井侧壁的内部结构施工完成后,协调上游泵站配合降低管道内水位,采用绳锯切割混凝土管道顶部打开矩形天窗,同时在顶块上打孔安装吊环,以便整体吊出管道顶部混凝土块,防止顶块落入管道内部,造成后期施工不变,增加破除清理工作量。待管道内部不锈钢内衬施工完成后,再恢复检查井顶板及井筒。

2.3 地上强行引流措施

地上强行引流措施作为管道内部施工前的重要工序,主要用于保障管道内不带水作业和区域排水设施的正常运行。临时排水措施整体思路为利用上下游新建检查井,在地面上安装临泵和排水箱涵,在地下混凝土管道内嵌套 DN1400 钢管;内套钢管和临泵完成后安装钢封门,钢封门预留洞口与 1400 内套钢管连通;封堵安装完成后,启动临泵,临泵与内套 1400 钢管同时运行排水;强行抽排加固区段管道内部的滞留水,使不锈钢内衬在无水环境下施工。

通过分析上游多个泵站近两年来的同时期统计数据,设定临排流量按非汛期峰值总和考虑,日均排水 90 万方,流量为 10.42 方/秒。临泵排水措施为在上游 J1 井内设置 5 台 900 泵和 1 台 700 泵,并敷设临时的管道,将排水增压提升至钢制集水箱中(尺寸 4m×4m×4m),再通过 2m×1m 钢制箱涵排至封堵下游 J2 井内。

2.4 地下管道内嵌套钢管

在混凝土合流管内部嵌套一根 DN1400 钢管作为临时通水管道,1400 钢管壁厚 16mm,每段为 2m,通过法兰螺栓连接固定。1400 钢管施工需在上游泵站停泵前提下,降低混凝土管道内水位至 1 米以下,安排经过培训的潜水员下井作业,每天施工 4 个小时。施工前在上下游检查井内分别设置两台 100KW 轴流风机强制通风 3~4 小时,以

排除有毒有害气体并维持空气流通。

2.5 地下管道内衬砌钢管片

不锈钢内衬加固范围为 J1 检查井至 J2 检查井，加固长度为 85 米。钢管片采用 304 不锈钢，宽度均为 1m，每片为 1/4 圆弧，厚度有 20mm 和 16mm 两种，在混凝土管道结构处设置 20mm 厚管片，在其余位置设置 16mm 厚管片，以增强接口处的内部支撑能力。

钢管片安装是在混凝土管道内部实施的，采用专用的支架进行焊接拼装，先使四片 1/4 圆弧焊接成为圆环，然后焊接环间拼缝，从里向外退做累积，从而形成整体钢管结构，重塑混凝土管道内部骨架，同时对管道的病害整治、通水减阻起到一定改善作用。

管道钢内衬施工工艺如下：

(1) 管道基层处理

在上下游井内各设置两台排污泵来抽排滞留水和渗漏水，由潜水员下井疏通清理。

(2) 管片制作

不锈钢内衬管片直径 3400mm，每环纵向长度 1 米，每环分 4 片安装，每片 1/4 圆。

(3) 管片吊运

不锈钢内衬由下游 J2 井向上游 J1 井运输，管片吊入 J2 井内后利用轨道运输至安装点。

(4) 管片拼装

在管内安装 2 个手拉葫芦，偏心拉动不锈钢管片使其转动至指定位置，然后焊接拼装。

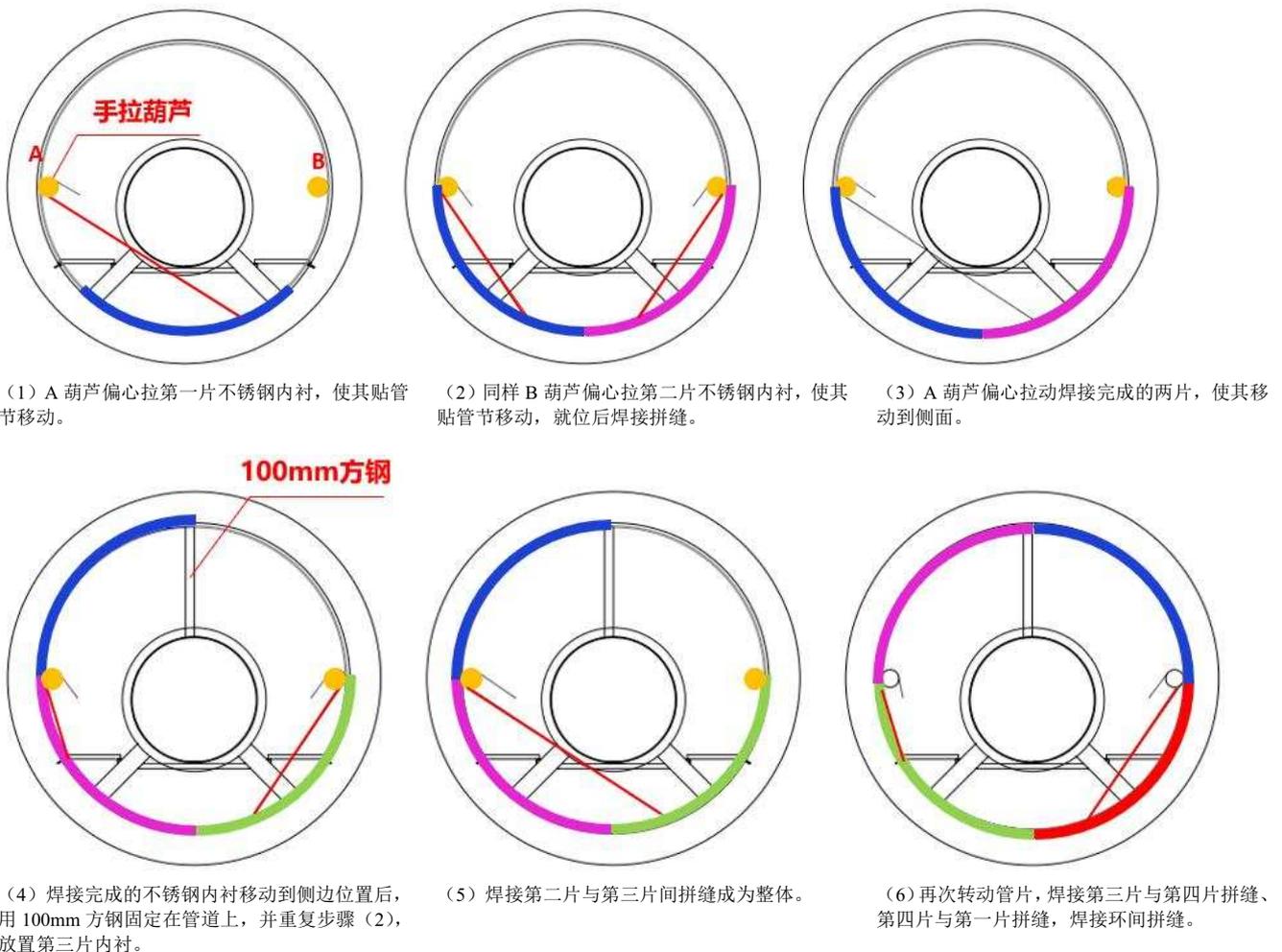


图 3 不锈钢内衬安装示意图

(5) 管片焊接

管片转动焊接, 尽量使焊缝处于最下方, 作业人员处于俯身状态, 减少仰焊工作量, 以降低作业难度, 提高焊接质量。按照一级焊缝严格控制焊接质量, 声波法 100% 探伤检验焊接成果。

(6) 间隙内注浆

由于不锈钢管片与混凝土内壁间存在一定的间隙, 为提高不锈钢管道的稳定性, 防止在水力作用下发生振动, 需在间隙内注入水灰比 0.5 的常规型号水泥浆液填充。注浆孔在 1/4 圆弧钢管片上预留, 安装完成后分别处于上、下、左、右四处, 首先从底部注入水泥浆, 至左右孔有浆液流出, 证明浆液已注满 50%; 然后封闭下部注浆孔, 从左右位置注入水泥浆, 至上部孔内有浆液流出, 证明已注满 100%。

2.6 地下管道周边土体加固

由于需要在混凝土管道上方施工地道, 虽然地道的主要荷载已经由桩基承担, 但地道结构的部分荷载不可避免的要传递给混凝土管道, 通过对管道四周土体进行加强, 以保证混凝土管道在施工及运营过程中的稳定。土体加固采用 MJS 工艺连续施工, 严格控制水泥浆液压力, 对管底以下 2m 至管顶范围内的全断面地基进行改良, 使其达到 0.8-1.0MPa 的强度, 同时保障地下各类管线和地面交通不受影响。

三、结论

本工程在城市中心区域对运行中的混凝土排水管道内部采用钢管片内衬加固, 在外部采用 MJS 工艺进行管道周边土体加固, 以减小管道上部地下通道和下部地铁 14 号线施工及运营对排水管道的不利影响。该技术在改善管道内部迎水面病害的同时, 重塑了管道的受力支撑体系, 对运行中的雨污水系统改造、修复、加固等工程具有参考和借鉴意义。

参考文献:

- 【1】喻致蓉,王松.基于不锈钢复合钢板面板的隧道衬砌钢模台车在隧道施工中的应用[J]科技视界.2018(9):184-186
- 【2】熊艾玲.上海浦东新区杜鹃路 Φ 1600mm污水管修复工程[J]中国市政工程.2013(6):52-54
- 【3】居朝荣.排水管道非开挖修复技术研究进展与工程应用[J]城市道桥与防洪.2021(9): 119-121
- 【4】魏晓峰.既有大直径污水管道上部骑马井施工技术[J]上海建设科技.2019(4):49-50

作者简介: 李涛, 1989 年生, 男, 硕士研究生, 工程师, 国家注册安全工程师、监理工程师, 研究方向: 市政交通工程建设工程管理。