

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.05.037

复杂环境下综合管廊新建及接舱施工实践

陈 雷

[上海城建市政工程(集团)有限公司, 上海市 200030]

摘 要: 主要分析复杂环境下新建综合管廊施工控制要点以及对原综合管廊改造工程中采用封闭加固止水、降水、自动化监测等技术手段保证土方开挖、新旧管廊接舱施工阶段,周边环境、现行管廊以及廊内管线的变形情况受控。同时对接舱段节点采用多重防水措施来保证结构的防水效果,以期通过工程实践为以后类似工程提供参考。

关键词: 综合管廊; 监测; 井点降水; 多重防水; 接舱

中图分类号: TU990.3 文献标志码: B 文章编号: 1009-7716(2022)05-0147-06

0 引 言

1958 年我国第一条综合管廊建成,到 1994 年修建浦东新区张杨路综合管廊,标志着我国地下综合管廊正式起步。据统计我国综合管廊需求将超过 3 万 km,其中多为新建工程,技术相当成熟,但是目前国内在复杂环境下新建管廊以及与现行管廊连通未发现系统性的研究和实践。本文以夏滂路综合管廊工程为例,重点阐述该项目的相关工程实践及要点。

1 工程概况

1.1 工程背景介绍

世博管廊建于 2009 年,现根据世博文化公园规划要求,将其局部废除并新建夏滂路综合管廊,与现行保留段管廊连通,形成新环路。新建管廊位于新建夏滂路西侧人行道下,为支线型管廊,采用单舱布置,其中接舱段分别为博成路、国展路,具体如图 1 所示。

1.2 基坑基本情况

新建管廊总长度约为 380 m,共划分为 5 个分区、17 个分段,净宽度为 4.90~10.66 m,如图 2 所示,基坑开挖深度 3.130~7.616 m,局部集水井落低处挖深 9.387 m 及 9.341 m。基坑围护形式主要采用 SMW 工法桩围护以及首道混凝土支撑、第二道钢支撑。其中新老管廊接舱处均采用 $\phi 2\ 000@1\ 400\ \text{mm}$

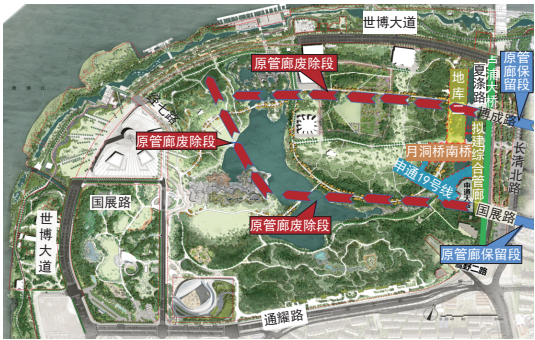


图 1 综合管廊地理位置

MJS 工法桩进行基坑止水封闭及加固保护,桩长 14.3 m,如图 3 所示,接舱段基坑概况见表 1。

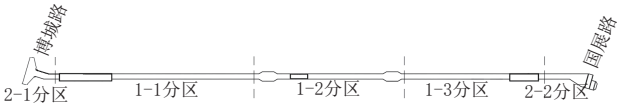


图 2 综合管廊平面示意图

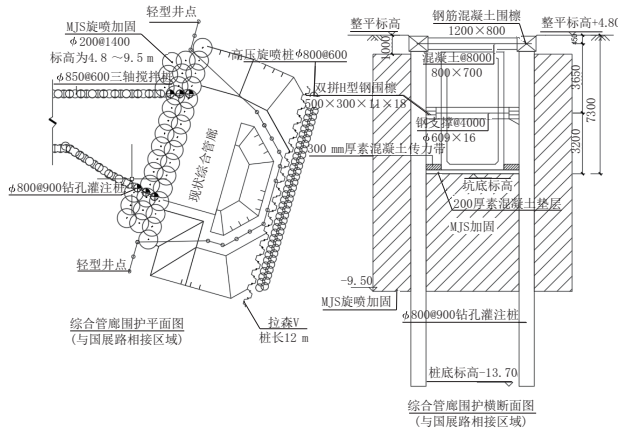


图 3 单舱接双舱围护剖面图

表 1 接舱段基坑概况						单位:m
分区	分段	分段长度	基坑净宽度	开挖深度	围护结构形式	
2-2 分区	标准段 10	24.57	4.9~8.2	7.4~7.5	SMW 工法桩	
	单舱接双舱	11.80	8.2~10.7	4.5~7.4	MJS+ 钻孔灌注桩	

收稿日期: 2021-10-16
作者简介: 陈雷(1985—), 男, 本科, 工程师, 从事工程管理工作。

1.3 主体结构描述

国展路管廊为双舱形式,其断面尺寸为 3.5 m × 6.0 m,混凝土均采用水下 C35P8,结构厚度均为 0.3 m,廊顶覆土约 2.2 m。

新建管廊采用明挖法施工,标准段断面外包尺寸为 3.3 m × 3.8 m,结构混凝土采用水下 C35P8,结构厚度 0.3~0.5 m,管廊顶覆土为 3.0 m。

1.4 工程地质条件

该工程场地属于滨海平原类型,最大开挖深度为 9.387 m,深入土层④号淤泥质黏土层,钻孔灌注桩桩端处于⑤₂₋₂砂质粉土夹粉质黏土,具体钻探土层剖面图如图 4 所示,土体物理力学性质详见下表 2。

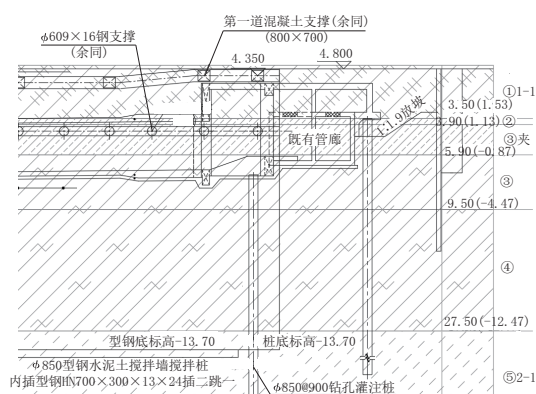


图 4 基坑及地质剖面示意图(单位:mm)

表 2 地基土物理力学性质参数表

层序	土层名称	土层厚度	土层重度 $\gamma/(\text{kN}\cdot\text{m}^{-3})$	直剪固快(峰值)		设计值 f_d/kPa	特征值 f_{ak}/kPa	含水量 /%	渗透系数 $K/(\text{cm}\cdot\text{s}^{-1})$
				C/kPa	$\Phi/(\circ)$				
②	粉质黏土	0.4~1.1	18.5	19	17.5	80	80	32	3.00×10^{-6}
③	淤泥质粉质黏土	0.5~3.6	18.5	7	28.5	90	90	28.9	6.00×10^{-5}
③夹	黏质粉土	0.6~2.0	17.6	11	16.5	55	55	41	5.00×10^{-6}
④	淤泥质黏土	8.0~9.2	16.9	13	11	50	50	49	2.00×10^{-7}
⑤ ₂₋₁	砂质粉土	5.3~6.9	18.7	6	29.5	130	130	27.6	5.00×10^{-4}

突涌影响,而在集水井落低处基坑开挖时,需提前采取有效措施(管井按需开启)控制承压水。

1.7 基坑周边环境

本工程场地狭小,全程单侧作业(借用新建夏滌路,宽度为 20 m),且周边环境复杂,新建综合管廊西侧主要为在建世博文化公园片区,西南则为规划地铁 19 号线项目大临及施工现场,东侧为卢浦大桥、军用(国际)光缆及规划宛平南路隧道,此外,新建管廊需连通现行管廊,详见表 3 和图 1 及图 5。

2 基坑施工控制

2.1 接舱处止水处理

该工程采用 MJS 工法对原管廊进行加固保护及

1.5 不良地质条件及处理

该工程场地内遍布结构松散、欠固结的杂填土以及土质软弱、具有流变、触变特性的软土,分布不均,最深达 9.2 m,在桩基施工过程中需埋设长护筒,同时要严控泥浆指标。

原上钢三厂、世博苏浙餐馆、世博步行桥遗留的基础、底板、预制管桩、回填建筑垃圾等地下障碍物,在灌注桩、三轴搅拌桩施工前必须进行全线探摸、清障,埋深<4 m 挖机镐头破碎后清理,地下障碍物埋深>4 m,本工程采用了全回转钻机、旋挖钻机多种机械组合进行清除,同时严把回填质量关,避免桩基施工时出现二次人为障碍。

1.6 水文地质条件

1.6.1 潜水

该工程拟建场地浅部土层中的地下水属于潜水类型,其水位动态变化主要受控于大气降水、地面蒸发。根据上海市长期观测经验,低水位埋深取 1.5 m,高水位埋深取 0.50 m。

1.6.2 承压水

该工程管廊基坑最大挖深 7.616 m,两处集水井落低处最大挖深分别为 9.387 m 和 9.041 m。经计算非集水井落低处基坑开挖过程中,无需考虑承压水

接舱施工时的止水处理,其直径取 2 000 mm,采用 42.5 普通硅酸盐水泥,浆液水灰比宜为 1:1,水泥掺量取 40%,单方水泥用量取 720 kg。MJS 正式施工前须进行现场试成桩试验,确定施工参数(见表 4)和施工步骤。同时为避免破坏原管廊结构,须开样沟准确确定桩位,按照试验参数严控施工质量^[1]。

2.2 降水施工

由于本工程基坑内进行了抽条及部分坑底满堂加固处理,深化降水方案采用井点降水,按单井有效疏干面积 200 m² 布置($\phi 273$ mm 钢管,间距 ≤ 15 m,尽量避开加固区),共计布置 24 口。新老管廊接舱处,坑底平台各设置环形轻型井点一套($\phi 48$ mm 钢管,间距 ≤ 1.5 m),经验算在基坑开挖阶段,降水方案

表 3 新建管廊周边环境

序号	建(构)筑、管线名称	基本情况	与基坑距离 /m	此区域开挖深度 /m	备注
1	卢浦大桥	承台下 $\phi 1\,000$ 钻孔灌注桩长 50	19~26.6		全线
2	重要光缆	军用(国际)光缆	12	3.1~7.6	全线浅埋
3	地库 2 标	地下、地上 1 层,明挖基坑			
4	月洞桥	地面桥梁工程	施工便道 5~9		在建项目
5	地铁 19 号线	换乘通道顶管并深 18 m	垂直间距 5	7	下穿管廊
6	19 号线大临	两层集装箱式临时设施	1.6~3.4	4.4~9.3	使用中
7	在建污水井	顶管接收 $7\text{ m}\times 4\text{ m}\times 9.63\text{ m}$ 临时泵坑 $6.5\text{ m}\times 4.5\text{ m}\times 7.92\text{ m}$	2.8	6.8~9.3	基坑开挖

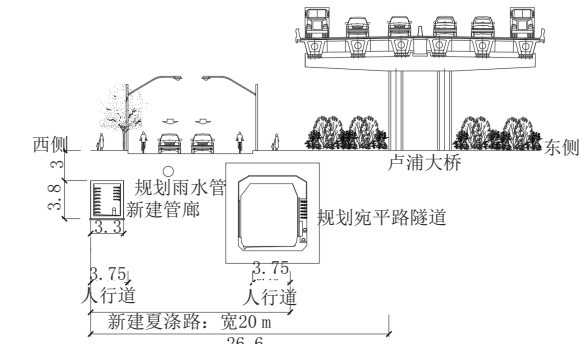


图 5 综合管廊断面示意图(单位:m)

表 4 MJS 施工控制参数

序号	检查项目	允许偏差或允许值	检查数量	备注
1	钻孔位置	$\leq 50\text{ mm}$	每桩	暴露原有结构边线
2	钻孔垂直度	$\leq 1\%$	每桩	
3	孔深	$\pm 200\text{ mm}$	每桩	保证封闭效果
4	喷射压力	40 MPa	每桩抽查	考虑对既有管廊保护,严控压力
5	28 d 后无侧限抗压强度	$\geq 1.0\text{ MPa}$	$>$ 桩数 2%	钻芯取样均合格

满足基坑土方开挖要求。

2.3 基坑开挖施工控制

上海地区软土的特性应用“时空效应”理论,严格遵循“开槽支撑、先撑后挖、分层开挖、严禁超挖”的原则,实行分区、分段、分层、对称限时开挖,并及时支撑、及时施做底板,缩短基坑无支撑暴露时间。

3 接舱施工

既有管廊开洞前,征询所涉及产权单位及原管廊设计单位意见,编制了接舱专项施工方案,其中包括既有结构、管线(上水、超高压、高压、信息等)保护措施,接舱作业、自动化监测等,具体如图 6 至图 10 所示。经专家论证后,上报相应产权单位审批通过后方进行接舱作业。

3.1 保护措施

3.1.1 既有管廊保护

既有管廊顶卸土完成后,于管廊拆除作业施工

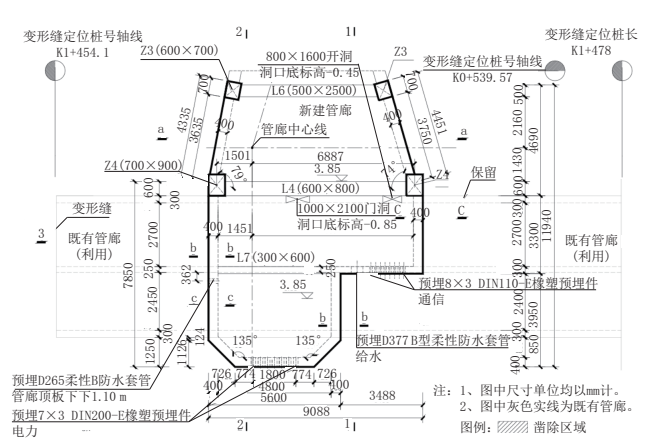


图 6 单舱接双舱顶板平面图(单位:mm)

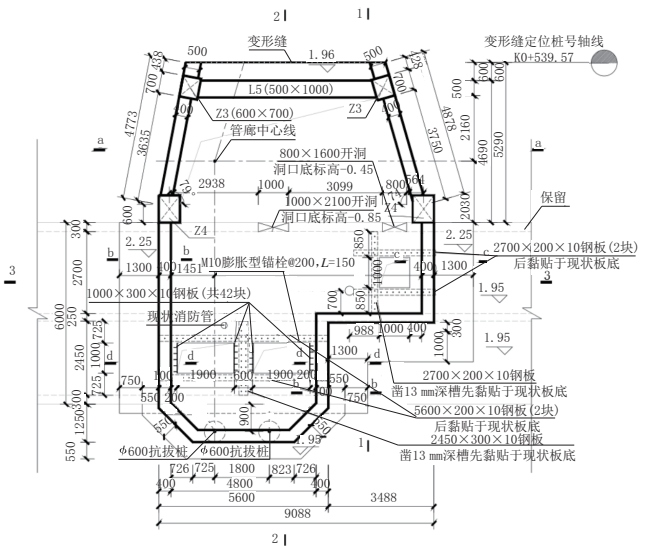


图 7 单舱接双舱中板平面图(单位:mm)

前,需对管廊顶板施以支撑保护,支撑保护体系选用扣件式钢管排架(采用 $\phi 48\times 3.25\text{ mm}$ 钢管)。

3.1.2 管线保护

针对国展路综合舱两侧管线,由于上方顶板需进行局部切除,为防止切除施工中碎屑掉落损坏下方高压电力管线、信息光缆,应权属单位要求,需采取隔离措施,如图 11 所示。

3.1.3 既有管廊内管线保护区与作业区域隔离

采用 120 mm 厚砖墙隔离(砖墙由廊内底板面砌

筑至顶板),防止管廊凿除施工中部分材料、工具飞溅损坏廊内管线。

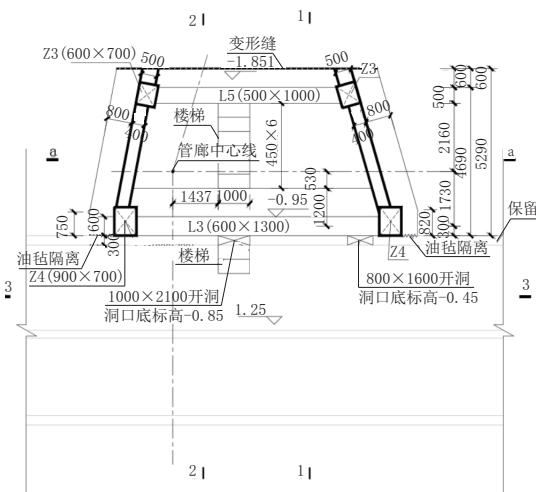


图 8 单舱接双舱底板平面图(单位:mm)

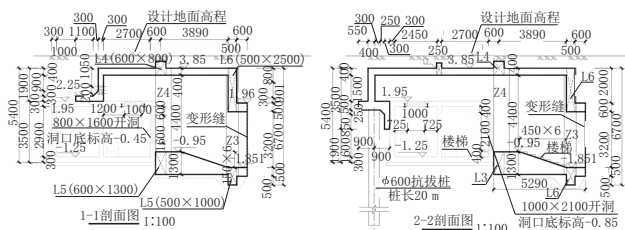


图 9 单舱接双舱节点构造(开洞)剖面图(单位:mm)

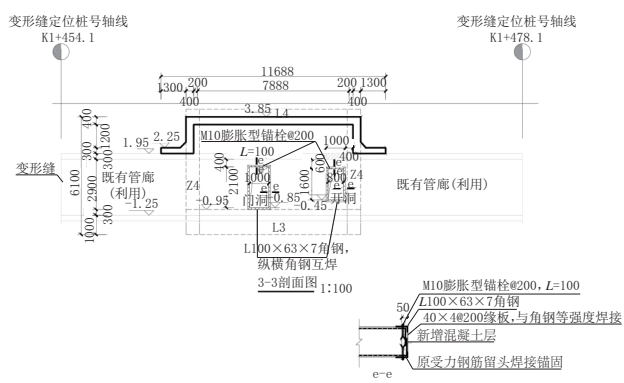


图 10 单舱接双舱节点细部构造(开洞、利用)示意图(单位:mm)

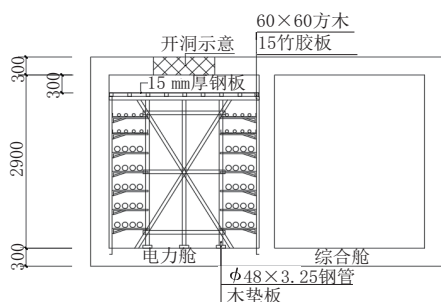


图 11 隔板保护剖面示意图(单位:mm)

3.2 切割作业

3.2.1 设备选型、分块切割及吊装

综合现场实际情况,合理选择机具组合。本次拆除作业设备选择见表 5, 吊装设备选择 QY25K 型汽

车吊,按最不利切割工况验算: $1 \times 2.1 \times 0.3 \times 2.5 = 1.575 \text{ t} < 5 \text{ t}$ (钢筋混凝土密度取 2.5 t/m^3),符合起重要求。

表 5 切割方案比选

拆除方案	优点	缺点	备注
人工凿除	操作简单,机动性好,对结构损伤小	效率低,作业环境差,需搭设平台	辅助
机械破除	不需搭设作业平台,施工速度快	噪声大,振动强,扬尘大	
金刚石静力切割	切割噪音小、产生振动小,现场无碎块,扬尘好控制,效率高	需配置起重吊装设备、水平运输设备	首选

3.2.2 静力切割

管廊拆除方案优选(见表5)采用静力切割工艺^[2],具体切割部位如图12所示,其施工流程为:定位、放线→钻工艺孔(起吊孔)→切割→混凝土块起吊→清运到指定地点。切割设备明细见表6。

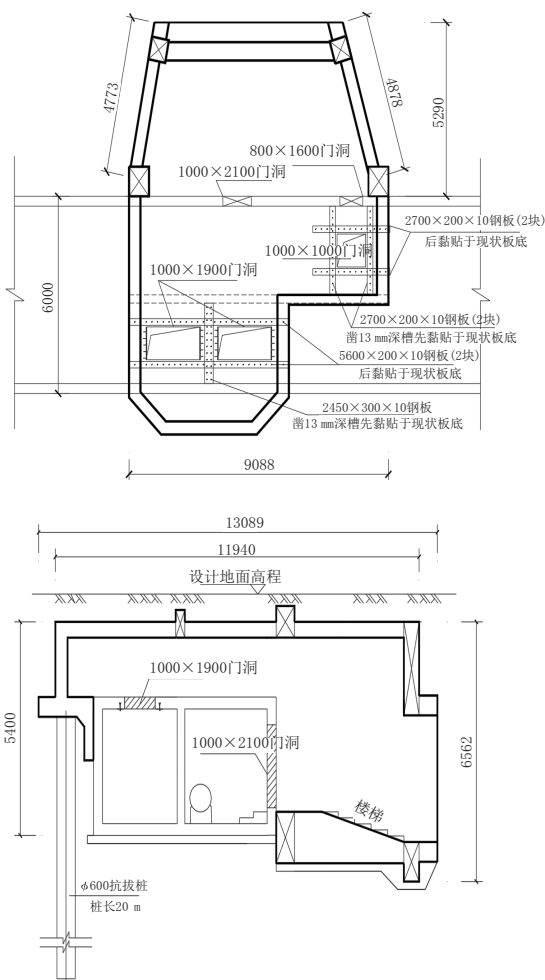


图 12 单舱接双舱开洞平、剖面示意图(单位:mm)

表 6 切割工艺设备表

名称	型号	数量 / 台	备注
汽车吊	QY25K	1	保证起重量 $<5\text{ t}$
金刚石水钻	—	1	$\phi 110\text{ mm}$, 引吊装孔
金刚石绳锯	ZSYK	2	$\phi 11.5\text{ mm}$, 切割侧墙
马路切割机	—	1	切割顶板

3.3 细部构造

旧混凝土面凿毛清洗处理,保证新旧混凝土黏结效果,新老结构钢筋连接采用植筋处理;如图 13 所示,防水措施除主体结构采用构造防水外^[3]、还采用抗渗混凝土,并采用遇水膨胀止水胶、预埋注浆管、外包防水卷材三道工艺,多道保险。



图 13 现场作业示意图

3.4 施工监测

3.4.1 基坑监测

该工程基坑监测历时 257 d,累计布设各类监测点位 271 处(如图 14 所示)。基坑开挖阶段变形占总变形的 90%以上,底板浇筑完成后,墙体变形趋于收敛。由于单边作业,挖机、大型机械、土方运输车辆集中在基坑东侧,导致这一侧变形整体比西侧略大。单根据监测数据分析,变形数值均在允许范围内。本文节选围护体深层侧向水平位移(测斜)、卢浦大桥立柱沉降监测数据,如图 15 和图 16 所示。

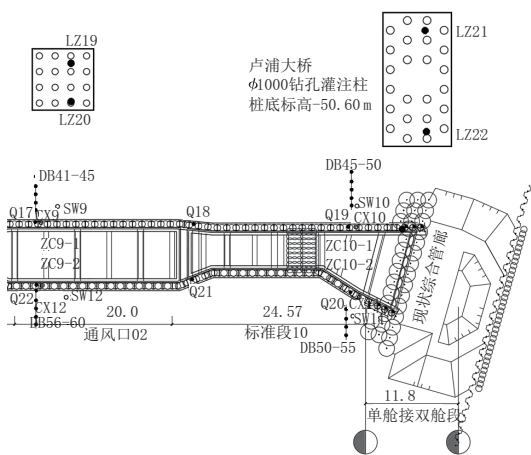


图 14 基坑监测点位布置示意图(节选)

3.4.2 自动化监测

在接舱施工阶段,为确保原管廊及廊内管线的安全运营,同时应产权单位要求,在国展路原管廊侧墙安装 7 个自动化静力水准监测点位进行 24 h 实时监测,快速、准确地对数据进行分析、反馈^[4],数据也可通过 PC 端或移动 APP 实时共享。同时布设 16 个人工沉降监测点复核,历时 60 d(完成施工覆土后 1 个月变形收敛为止)具体监测布点如图 17 所示。

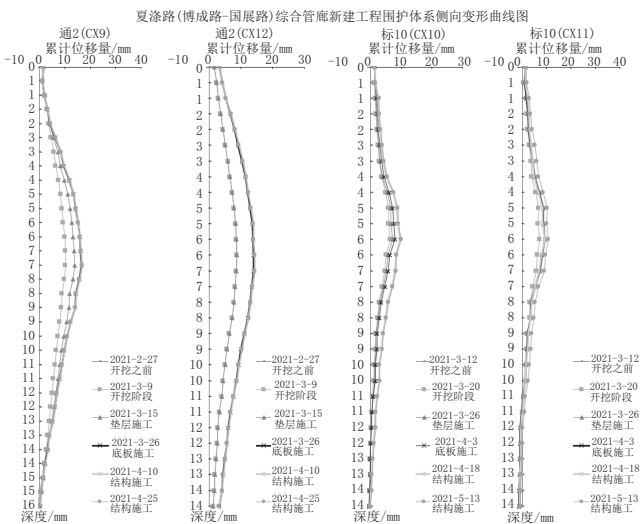


图 15 围护测斜变形曲线图(节选)

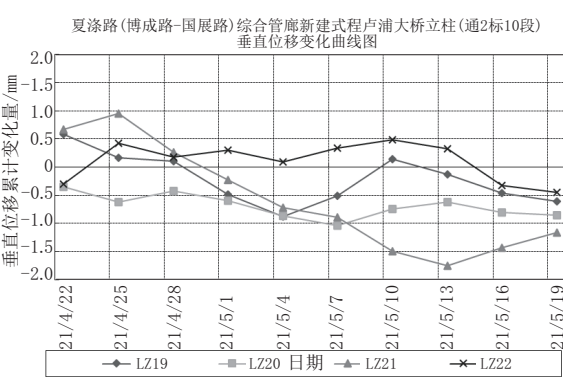


图 16 监卢浦大桥立柱垂直位移变化曲线图(节选)

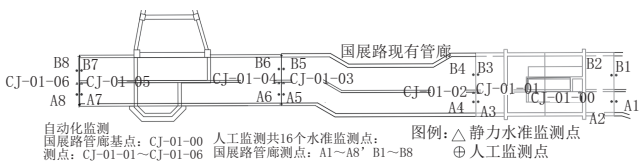


图 17 原管廊监测点位布置图(节选)

自动化监测项目:管廊结构竖向位移监测、管廊内超高压电力管线竖向位移监测。监测频率默认为 1 次/h。设定报警值见表 7,变形曲线汇总见图 18、图 19。

表 7 监测报警值一览表

序号	监测内容	日报警值/mm	累计报警值/mm	备注
1	老管廊结构	≥2	≥10	自动化监测
2	超高压电缆	≥2	≥10	人工复核

根据自动化沉降监测数据,接舱部位沉降最大约 -1 mm,整体差异沉降较小,监测数据与人工比对一致。同时接舱部位采用静力切割施工,对周边环境和既有管廊设施影响较小。

4 结 语

基于复杂环境下综合管廊新建及接舱施工实践,该工程攻克了许多难题,譬如场地狭小、遍布地

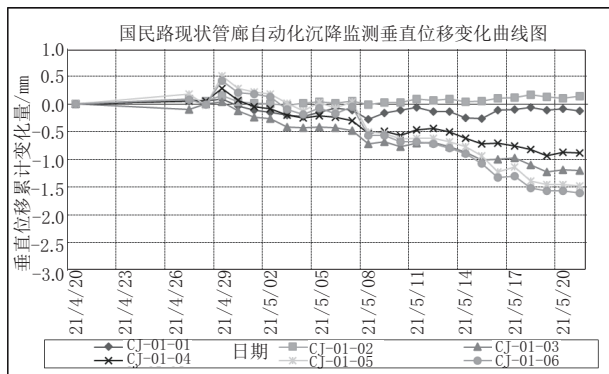


图 18 自动化监测变化曲线图(节选)

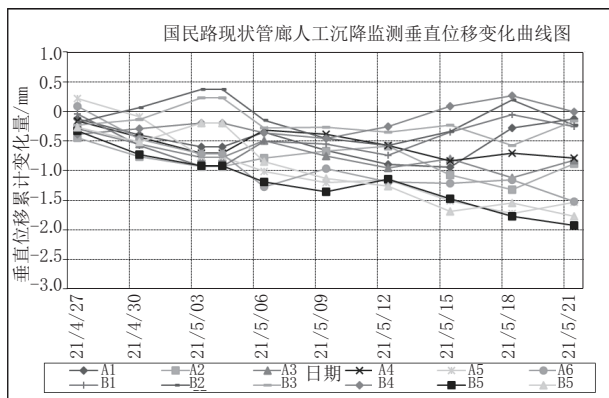


图 19 人工监测变化曲线图(节选)

下障碍物,从工程开工至主体结构完工后立即移交夏涂路道路工程施工道路,全程单侧作业。对于地下障碍物清除选择多种适应型机械组合,快速、有效地完成了清障工作。SMW工法在施工期间采取一系列

加固、保护措施,全程重点监测重要光缆、卢浦大桥桥墩等建(构)筑物,直至工程完工,各监测项目变形结果均满足相关要求。同时针对接舱施工工艺复杂、质量要求高等难题,在接舱前,通过征询原管廊设计单位、各产权单位、接管单位意见及建议,编制专项施工方案,经专家论证报各产权单位审批后严格执行专项方案,合理组织施工,顺利完成了接舱作业,现行管廊运行平稳,未出现沉降报警。

同时在“规划先行、适度超前、因地制宜、统筹兼顾”的原则下,超前规划能够很大程度的避免接舱作业。针对该项目,接舱作业中的新老结构处理、质量控制是重点,除混凝土自防水外,多道防水措施仍有改善的空间,也是努力的方向。接舱作业也应遵循“满足功能需要,对原有管廊不动或少动”的原则选择最优的接舱方案。

参考文献:

- [1] 曹卫华.MJS工法桩在紧邻保护性建筑物的基坑施工中应用[J].建筑施工,2017,39(9):1340-1342.
- [2] 何茂周.金刚石绳锯在深圳地铁新旧车站接驳钢筋混凝土结构拆除施工中的应用[J].隧道建设,2015,2015(10):1053-1059.
- [3] 刘钰杰,郭瑞,刘莲馥,等.某滨海地区地下综合管廊变形缝渗漏治理研究[J].城市道桥与防洪,2017(12):204-207,21.
- [4] 崔天麟,肖红渠,王刚.自动化监测技术在新建地铁穿越既有有线中的应用[J].隧道建设,2008(3):359-361.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com