

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2024.03.046

奎河截污管工程中轨道交通保护施工方案探讨

姚文军

(上海市水利工程集团有限公司,上海市 201612)

摘要:城市新建市政管道工程可能对临近的轨道交通隧道结构的安全运行产生影响。徐州市区奎河综合整治工程截污主干管工程建国西路~建国东路段上跨轨道交通地铁2#线盾构隧道,截污管管底距地铁盾构顶竖向净距最小仅6.1 m。依托该工程,总结介绍了顶管工程中针对轨道交通保护的工程施工安全质量保证措施及应急预案,旨在为类似工程提供借鉴和参考。

关键词:顶管;轨道交通;工作井

中图分类号: U455

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)03-0189-04

0 引言

随着国内地铁建设密度不断加大,城市新建市政管道工程可能对临近的轨道交通隧道结构产生影响。讨论市政管道工程中轨道交通保护的施工方案对地铁的正常运行和结构安全有重要意义。

不少学者^[1-3]计算分析了矩形顶管对地铁结构的变形规律;臧光勇等^[4]提出采用智能感知视频监测系统加强对地铁保护的监测;杨辉等^[5]介绍了精密测量机器人监测系统在地铁保护区中的应用;姜之阳^[6]对矩形顶管进出洞过程提出了安全控制建议;殷世豪和程锐昕^[7]对顶管轴线在减小地铁上方土地扰动方面提出了措施;提出了顶管推进减小土层变形的组合措施。这些学者的研究成果为顶管工程中轨道交通保护提供了宝贵的施工经验借鉴。

徐州市区奎河综合整治工程截污主干管工程建国西路~建国东路段上跨轨道交通地铁2#线盾构隧道。本文总结介绍了针对轨道交通保护的工程施工安全质量保证措施及应急预案,可为类似工程提供参考。

1 工程概况

本工程为徐州市区奎河综合整治工程截污主干管工程中的一段,为建国西路~建国东路段截污主干管的预埋,污水管道管径 DN1500 mm,采用顶管施工,主干管全长 845 m。从回龙窝停车场附近

WN-8号工作井沿建国东路向东顶进,顶进终点为建国路北侧 WN-9号接收井。WN-8、WN-9号工作井均采用咬合灌注桩支护方式施工,逆作法井壁施工。

WN-8至WN-9污水管顶管上跨徐州市轨道交通地铁2#线盾构隧道,与线隧道平面夹角约 53° ,WN-8工作井距离盾构隧道最近12 m,WN-9工作井距离盾构隧道最近70 m,截污管顶管底距地铁盾构顶竖向净距最小6.1 m。WN-8号和WN-9号工作井对临近轨道交通的影响等级为三级和四级,顶管影响等级为一级。工程相对位置详见平面及纵向剖面(见图1、图2)。



图1 WN-8顶管工作井与地铁2#线平面位置关系

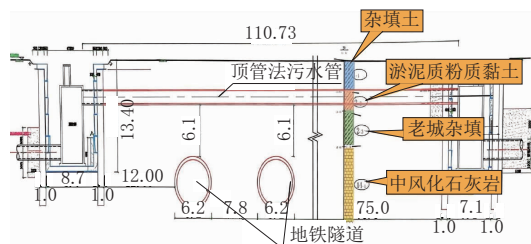


图2 WN-8顶管工作井与地铁2#线位置关系纵向剖面图
(单位:m)

收稿日期: 2023-06-29

作者简介: 姚文军(1976—),男,学士,高级工程师,从事水利水电路施工工作。

2 针对轨道交通保护的安全质量措施

2.1 咬合桩施工采取的措施

(1) 钻机选型

WN-8 工作井处根据地质勘探资料显示,岩面标高为 19.92 m,桩底标高为 15.61 m,桩基入岩深度为 4.31 m。根据入岩的情况,本工程选用徐工 XR280 型旋挖钻机,该钻机为旋转取芯法成孔,对周边的土层影响较小。

(2) 成孔护壁的控制

现状地面高程为 32.20 m,为防止成孔过程孔壁塌方,中对周边地层的影响,成孔护壁采用的长度为 12 m,直径 800 mm 钢护筒,护筒底部坐落在岩层上。先采用旋挖钻进开孔约 2 m 深,再采用履带式液压锤打拔机将钢护筒插入土层中。

(3) 渣土堆载的控制

成孔过程中形成的渣土,临时堆放在钻机工作区域的北侧,临时堆放的渣土达到 8 m³,即由委托的渣土公司用小型渣土车进行外运。

2.2 洞门处的压密注浆控制

(1) 洞口加固

为防止顶管机进洞时,洞口土层的坍塌,设计时考虑在洞口上下高度 3 m 范围,水平方向 2 米区域对洞门外土体进行压密注浆加固。加固土体的范围小,加密区距离地铁盾构隧道的最小水平距离为 10 m。

在压密注浆过程中严格控制注浆压力在 20 MPa 以内,终孔压力控制在 0.5 ~ 0.8 MPa。注浆过程中及对土体进行沉降位移监测,如出现土体隆起、地面冒浆等现象时及时停止注浆,找出原因。

(2) 洞口拆除

逆作法井壁采用的是预留进出洞口,咬合桩处顶管进出洞口需破除。采用人工配合空压机风镐拆除,混凝土拆除的过程中不割断钢筋,直至洞口成型,直至顶管机头安装进洞前才采用手动角磨机切断桩基钢筋。

2.3 土方开挖

土方开挖采用的是逆作法井壁做为围护桩的环向支撑结构,每节井壁的高度为 2 m。开挖的深度第一节为 2.8 m,其余节段均为 2 m。每次开挖深度不大。

土方开挖时,上节段的井壁混凝土的强度需达到 80% 以上的强度。

由于顶管工作井围护结构直径 800 mm,围护结构采用平面环形布置的咬合桩,内部结构采用倒挂

井壁法施工,因此围护结构自身刚度大,变形很小,对周边的土层影响较小。

根据地勘资料显示,开挖至设计坑底标高需凿除岩层 0.3 m,本工程采用人工配合风镐进行岩层凿除,对周边土层影响较小。

在土方开挖过程中加强周边土体的地表沉降观测、水平位移观测。

2.4 基坑排水

咬合桩围护结构深入岩层 4.31 m,本身具有很好的止水效果;再采用逆作法井壁施工环向支撑,井壁厚度 550 ~ 650 mm,围护结构外侧基本无水进入基坑。则土方开挖过程中主要为坑底的渗水和地面雨水。

(1) 在工作井顶外侧 500 mm 处设置一道高 300 mm 的砖砌挡水墙,起到防止地面雨水流入的作用和防止地面杂物滚落至坑底的作用。

(2) 每层土方开挖至坑底后,坑底土方四周向中央留 3% 的坡度。施工井壁前,在坑底的平面中央位置设置一个长 600 mm × 宽 600 mm × 深 1 000 mm 的集水坑。如坑底有渗水,则采用水泵进行明排,保证集水坑内水位低于坑底 500 mm。

3 轨道交通保护专项应急预案

3.1 工程施工对周边的环境影响

3.1.1 地面不均匀沉降、开裂

(1) 原因分析

由于围护结构间渗漏管涌、围护结构变形、基底隆起、地下水的变化等可能引起周围地表沉降。顶管施工时控制不当也可能引起地表沉降或者隆起。

(2) 预防措施

围护结构及支撑体系设计合理;围护结构施工质量控制;顶管施工过程规范;渗漏处理等预防措施。

(3) 应急措施

对于基坑工程照成的地面沉降,应该立即停止基坑开挖,根据监测信息综合分析原因,对基坑支护进行加固,沙袋回填。

顶管施工引起的地面沉降,立即停止施工,检查路径、设备、地质情况等,分析地面沉降的原因,进行有效处理后方可继续施工。

3.1.2 基坑坍塌

(1) 原因分析

未进行基坑整体稳定验算,对事故风险因素预

估不足。基坑安全监测及预防重视不足,未及时采取对撑加固。

(2) 预防措施

对于易失稳的砂土、欠固结土或软粘土,应根据基坑整体稳定计算结果,采取预先加固措施,防止土体失稳。基坑施工应该加强管理工作遵循施工计划,做到开挖一段支撑一段。

(3) 应急措施

发生坍塌事故后,由项目经理负责现场总指挥;组织项目职工自我救护队伍进行施救;立即与当地医疗急救中心取得联系,向所属公司报告事故初步原因,现场情况及预估后果。

3.1.3 周边建筑物及地下管线沉降、变形

(1) 原因分析

顶管施工不当以及基坑围护结构变形过大。

(2) 预防措施

严格按照施工方案施工,保证支护结构的施工质量。

加大基坑监测频次,当基坑变形超预警值时及时采取措施。

严格规范顶管施工过程,动态监测。

(3) 应急措施

立即停止施工,请专家对沉降原因进行分析,查明原因,制定建筑物的保护方案并组织实施,处理隐患后继续施工。

3.1.4 地铁结构发生异常

当地铁结构水平或竖向位移过大时,应采取以下应急抢险措施:

(1)立即停止基坑、顶管施工,必要时,联系地铁站,启动地铁应急预案,与地铁工作人员一起合作,疏散地铁内和周边人员,沿地铁内疏散通道进行疏散。

(2)根据情况确定是否对地铁结构周边土体进行注浆加固,技术对地铁结构进行监测,根据监测情况调整注浆部位和注浆参数。

(3)加大监测频率,对于变形过大的部位,成立项目施工指挥领导小组加强现场管理。

(4)必要时可采用补偿注浆加固,施工时应该合理计划安排注浆的部位、顺序、压力及不同时段注浆的浆液配比和选择,防止注浆过程中不均匀隆起引起的结构破坏或隆起过快。

3.2 主要风险应急措施

3.2.1 路面塌陷应急处置

(1)迅速对塌陷基坑进行围挡,派人疏导交通,

并立即上报相关部门。

(2)立即对塌陷区域进行临时防护。

3.2.2 管线破坏应急处置

(1)施工前详细了解各管线的阀门位置、井口位置,周边排水管路。

(2)立即关闭阀门,组织抢险,同时将险情向业主、产权单位、相关部门汇报。

(3)施工人员立即撤离现场危险区域。

(4)针对燃气管线泄漏采取以下措施:

a.如发生管道出现泄漏事故,现场施工人员第一时间报告。立即将动力设备停止,疏散人群。

b.与应急救援队伍、公安、消防、医院、燃气集团公司等相关部门取得联系,请求支援。

3.2.3 火灾险情应急处置

施工现场一旦发生火灾事故,立即赶赴事故现场,组织指挥抢救排险,并按规定向上级有关部门报告,情况严重及时拨打119报警,讲清火险地点、情况、报告人及单位等。如果火势较大而无法扑灭时,要迅速组织人员逃生,先救人,后救物。无关人员远离火场和固定消火栓,以便于消防车辆驶入。

3.2.4 基坑边坡滑移应急处置

(1)现场立即停止施工;

(2)组织对坡脚处进行回填土方或在坡脚位置打设锁脚桩等措施;

(3)对于出现变形超过规定值的区域,卸除相区域基坑顶部的堆载,调整施工机械的停滞位置;

(4)对于流入基坑内的水应采取截排措施;

(5)对高风险坡为进行加固,并加强监测;

(6)疏散涉险建筑物内的及现场人员;

(7)成立险情抢险小组,制订应急处理方案;

(8)若出现边坡坍塌,应对坍塌范围内存在的易燃、易爆、有毒及上水管线进行严密监控,若出现险情及时通知相关产权部门。

3.2.5 坑底突涌应急处置

(1)控制水泵的出水量,避免因为出水量过大导致地下水流速过快,带动细砂进入井内,引起地基土破坏。在地下水位降至设计要求时,减小抽水量。即用最小的抽水量达到降水要求。

(2)坑底如果局部出现冒水迹象,开启附近的减压备用井,降低水头;现象严重时,立即停止基坑开挖,在开启附近减压井降压的同时采用沙袋压重或往冒水孔覆土回填。

(3)由于该地区地势低,出现局部地层与布井位

置地层发生冒水、涌砂的情况。立即停止该险情范围土方开挖,研究分析涌水原因,并立刻补井减压。

(4)降水井必须在静止水位前提下进行封井。若降水井水量大、水头大,降水井内应采用加密注浆方法封井。

3.2.6 高空坠落事故应急处置

施工应严格按照安全操作规程标准执行,若发生高空坠落事故,立即组织现场人员施救,排查并移除周围可能继续产生危险的坠落物,为急救医护人员预留快速到达伤员处的通道。

3.2.7 机械伤害事故应急处置

事故发生后,立即切断电源,操作员开展力所能及的自救。到达现场的第一位负责人应该向上级相关部门及领导汇报并承担救援指挥工作,确保救援的人力和物力资源能迅速配送到现场。对伤员的抢救,应遵循“先重后轻、先急后缓、先近后远”的原则。

3.2.8 桩间裂隙水的应急处置

如桩间出现裂隙水或者潜水,需采取导排的措施。导排的方法为采用 $\Phi 110$ 塑料管长度,内用纱布包裹粗砂,打入漏水点处。根据漏水量大小,设置导排管的根数。定点导流后,对其他部位采用钢筋网抹水泥浆封堵。

4 结论

本文围绕工程施工安全质量保证措施及应急预案介绍了顶管工程中的轨道交通保护施工方案,总

结如下:

(1)合理选用钻机,采用钢套筒保障成桩护壁施工质量,减少对土体的影响,控制洞口土层加固范围减少对隧道的影响,基坑土层开挖过程中加强对地表扰动的观测,做好基坑排水工作;

(2)当地铁结构发生异常,应制定地铁紧急预案,加强结构位移观测,必要时对地铁周围土进行注浆加固;

(3)充分认识施工过程中的风险源,做好事故应急处置预案。

参考文献:

- [1] 李瑶.基坑卸载与顶管施工影响的近接地铁隧道变形特征与控制方法研究[D].西安:长安大学,2022.
- [2] 陈晨,刘飞,魏畅毅.顶管施工对地铁轨道变形影响的数值分析[J].北京建筑大学学报,2015,31(4):13-18,23.
- [3] 刘浩航.顶管上穿施工对既有地铁隧道的影响分析[D].湘潭:湘潭大学,2014.
- [4] 臧光勇,杨旭,李俊午.长江漫滩综合管廊穿越地铁隧道的施工方案优化设计[J].水利规划与设计,2023(3):127-131.
- [5] 杨辉,贾彦昌,朱荣泽,等.测量机器人自动化监测系统在顶管上跨地铁隧道工程中的应用[J].长江信息通信,2022,35(9):4-7.
- [6] 姜之阳,张彬,刘硕,等.大断面矩形顶管上跨施工对既有地铁隧道变形影响研究[J].工程地质学报,2022,30(5):1703-1712.
- [7] 殷世豪,程锐昕.顶管近距离穿越已建地铁区间施工技术探讨[J].中国水运(下半月),2020,20(6):267-268.
- [8] 李永庆,杨艳敏.大管径、长距离顶管下穿地铁隧洞的变形控制措施[J].吉林水利,2020(4):1-4.

(上接第 162 页)

4.3 侧面和顶面临时预应力张拉顺序

根据现场实施经验,建议先张拉两侧面的预应力,直至小节段与中间阶段匹配并紧贴,再分级张拉顶面预应力,与吊机分级松勾匹配,防止小节段倾覆。

4.4 预应力孔道在安装后保持通畅

在拼接后,使用波纹管小1cm塑料管道穿入波纹管,捅破拼接面密封胶带,清理管道内可能残留的环氧胶和废弃物等,确保后期钢绞线顺利穿束。

参考文献:

- [1] 杨响.采用混凝土剪力键的大悬臂盖梁干接法拼装方案及其接缝性

能分析研究.工程建设与设计,2019(14):99-101.

- [2] 黄本才,黄宇辰,张松.预制节段式倒T形盖梁干接缝截面抗剪性能研究.中外公路,2021,41(4):215-220.
- [3] DG/TJ08-2160-2015.预制拼装桥墩技术规程[S].
- [4] 蔡俊华,刘程洪.受限空间工况下的大悬臂隐形盖梁施工技术[J].工程建设与设计,2022(10):181-184.
- [5] 叶凯.装配式盖梁节段拼装施工技术,大众标准化,2022(21):53-55.
- [6] 张娟.干接盖梁预制拼装技术的施工应用,城市道桥与防洪,2022(2):160-162.
- [7] 钟弘,陈春雷,陈勇强,等.城市高架桥立柱节段预制拼装施工工艺.交通世界,2019(29):104-105.