

改善地铁暗挖通道施工对市政管线扰动影响的处理措施

刘庆

中煤第三建设(集团)有限责任公司

摘要:在城市规划建设中,轨道交通有利于改善城市交通系统运行环境,缓解交通压力,加快推进城市化建设进程。在地铁工程施工中,施工位置主要处于地下环境中,而在地下通道暗挖施工中,可能会对市政管线构成扰动影响,要求结合施工现场实际情况采取有效的处理措施。对此,本文首先对地铁暗挖施工技术进行介绍,其次对地铁暗挖通道施工对市政管线所造成的不良影响进行分析,再对地铁暗挖通道施工中市政管线安全防护技术措施进行分析,并以沈阳地铁9号线曹仲站至沈苏西路站区间土建工程作为研究对象,对暗挖通道施工中的市政管线防护措施进行详细探究。

关键词:轨道交通;浅埋暗挖施工;影响

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.04.023

在城市地铁工程施工中,需对地铁工程线路进行科学合理的规划,在最大程度上避免对地下管线以及周边工程项目造成不良影响。而部分地铁施工区域所处位置比较特殊,施工工艺复杂,如基坑开挖施工、区间暗挖施工等,需开展地下开挖,可能会对市政管线构成干扰,施工风险比较大。基于此,要求结合施工现场勘查结果采用有效的防护措施,尽量避免对市政管线造成不良影响。因此,对地铁暗挖施工中的市政管线扰动问处理措施进行详细探究迫在眉睫。

一、浅埋暗挖法施工概述

(一)大、小管棚超前支护

在地铁开挖施工中,为了尽量避免对地下管线造成不良影响,同时降低砂层坍塌发生率,在超前支护施工中,可采用大、小管棚施工技术。管棚原材料为无缝钢管,管身钻孔,并采用梅花形布置形势,孔距分布均匀。在注浆施工中,在注浆压力影像下,浆液可重冲开封片,冲液即可流入至粉细砂层中。在小导管注浆施工中,可采用逐段推进施工方式,在完成一小段注浆后,即可开挖一小段,要求严格控制导管之间的距离^[1]。

(二)上下两步台阶开挖

在地铁地下开挖施工中,粉细砂土层比较常见,密实度较高,稳定性差,很难形成应力拱,在开挖施工中可能会发生坍塌事故。对此,可采用上、下两步台阶开挖施工方式,保证掌子面结构稳定性,避免施工现场出现安全隐患。在上台阶施工中,要求预留核心土,将坡度控制在1/3左右,而在下台阶施工中,应当将坡度控制在1/6左右。在轮廓拱腰位置开挖施工中,可采用倒坡形式,在下台阶掏槽开挖,为侧墙提供支护,然后再开挖剩余土体,避免出现坍塌事故。

二、地铁暗挖通道施工对市政管线的影响

(一)对管线自身造成影响

通常情况下,提升城市地下管线自身承载能力以及抗变形能力,能够有效保证地下管线运行安全性和稳定性。但是,地下管线的运行环境比较特殊,如果发生腐蚀问题或者管道泄漏,则会对地下管线运行安全性构成严重危害^[2]。

(二)对城市地铁施工管理的影响

地铁工程施工环节安全管理措施的有效性会对地下管线安全产生较大影响。在地下管线开挖施工中,需应用多种机械设备以及施工技术,可能会对地下管线周边土体结构的平衡性和稳定性造成破坏,重力分布形式发生变化,导致土体结构发生不均匀沉降,即可造成地下管线所受到的压力增加,由于地下管线应力发生变化,因此可能会造成地下管线变形。

(三)对土质参数的影响

在市政地下管线施工中,管线复杂,可形成复杂的网络结构。如果土壤参数无法保持一直,则对于市政地下管线所产生的影响也有一定区别。因此,在对地下管线的稳定性进行评估分析时,应当对内摩擦角以及弹性模量进行综合分析,并将内聚力作为关键性评价标准^[3]。

三、地铁暗挖通道施工中市政管线安全防护措施

(一)隔离法

在地铁地下暗挖施工中,如果临近地下管线,则可应用隔离法进行处理。对于各类管道建造电杆,避免土壤结构发生位移。电杆可发挥隔断作用,将暗挖施工中的扰动区域与地下管线相分离,再应用灌浆施工方式对地下管线所处位置进行调整,保证相邻管道安全性。

(二)改迁法

为避免在地铁暗挖施工中对地下管线造成扰动,可采用改迁施工方式。首先对地下开挖施工中的风险因素进行评估,然后确定所需移动的地下管线部分。如果具备良好的技术条件,则可更新地下管线,比如,对于熔融钢管,可采用新钢管直接替代,进而显著提升管道的刚性以及阻力,另外,还可对部分地下管线进行改造调整,提升地下管线抗变形能力^[4]。

(三)换管保护

对于地下开挖施工影响范围,采用管材直接更换,比如,对于高危管材,可采用承载能力以及抗变形能力更强的管材替代。在市政地下管线中,管线类型比较多,包括给水管道、燃气管道等等,这类管线一般为混凝土管以及铸铁管道,抗变形能力比较差,管道接头部位容易发生泄漏问题,另外,管线所受到的压力比较大,在暗挖施工中如果对地下管线造成扰动,则会造成

严重的不良影响。对此，在地铁暗挖施工中，可对部分地下管线进行更换处理，提升各类管线的抗变形能力，另外还可联合应用套筒进行防护，如图1所示。在地铁暗挖施工中，施工过程中所造成的沉降可直接作用于外侧套管，此时内部管线所受到的压力影响比较小，同时管道内部的形变量也显著减少。对于地下给水管道、排水管道以及燃气管道，均可采用架设套管的方式进行防护管理。

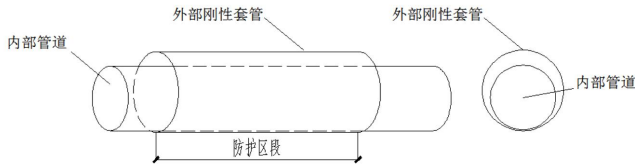


图1 管线套管防护示意图

（四）减小施工沉降

在地铁暗挖施工中，应当坚持“管超前、严注浆、短进尺、强支护、快封闭、勤量测”的施工原则。在台阶开挖施工环节，对于脚部垫设模板，同时还需采用锁脚锚杆进行加固处理；对开挖环节进尺量进行控制，在开挖完成后及时进行支护。另外，在地铁暗挖施工中，土体坍塌事故发生率比较高，对此，在开挖完成后，应当及时及时进行回填注浆处理，对沉降量进行有效控制。另外，在初支结构钢架加工以及连接施工中强化质量控制，对混凝土喷射质量进行控制，提升初支结构稳定性。及时开展初支结构临时支撑施工，在拆除环节，应当注意分段拆除，并制定应急预案，避免在施工现场发生安全事故^[5]。

（五）超前加固措施

在地铁暗挖施工中，如果需穿越市政管线，包括燃气管线、排水管道、给水管道等，应当将设计方案作为依据，打设超前小导管，同时，还应提前一段距离对超前支护参数进行调整，比如增加小导管长度、数量等，另外还可打设双层小导管，通过联合应用多种措施，即可显著提升超前支护加固施工效果，同时减少开挖沉降量。

（六）超前探管

部分市政管线的使用年限比较长，在复杂环境因素的影响下可能已出现裂缝，并发生渗漏问题，在暗挖段施工中，在管线之前10m左右，在掌子面拱顶、边墙以及起拱线部位，应当打设超前探管。在超前探管施工中，可次用普通无缝钢管，同时根据施工现场实际情况采用不同的处理措施。（1）水囊：采用超前探管技术进行注浆处理。（2）空洞：利用水泥砂浆进行填充和密实处理，在初期支护施工完成后及时完成注浆回填施工。（3）涌泥涌砂：为了避免泥沙流失，应当及时做好封堵处理，在封堵完成后再利用水泥砂浆进行注浆处理。

四、工程概况

在沈阳地铁工程施工中，曹仲站至沈苏西路站区间

隧道工程长度为1986m，在这一区段开挖施工中，采用浅埋暗挖施工方式。通过对施工区域进行现场勘查，施工区域地层包括杂填土、圆砾、粗砂、砾砂等，水文地质条件比较复杂。另外，施工区间地下管线分布形势比较复杂，同时可能会对地表建筑工程造成不良影响。

五、施工方案对比分析

（一）管线绕行改迁方案

根据这一方案施工，改迁管线总长度为2.2km，在管线改迁施工中，最大计算坡度为1.02%，但是管线实际坡度还会受到检查井、路径以及跌水等因素的影响。在地下管线改迁施工过程中，需垂直穿至地下区间隧道中，管线与地铁隧道竖向距离为13.24m，工期为17个月。根据这一方案组织施工，存在很多风险隐患，同时，在管线改迁后，运行管理难度比较小，所需费用较低，另外，竖向距离地铁隧道工程比较远，不会对地铁线路稳定运行造成不良影响。但是，由于工期比较长，因此，在改迁施工中成本投入量较大。

（二）管线抬升加泵站方案

根据这一施工方案，需将雨水管道抬升至隧道工程上方穿过，同时，在两端设置顶管工作井，而在隧道工程西侧，还需进行泵站施工，东侧需设置顶管接收井，对于两井之间的距离，应当控制在74m左右，顶管工作井和接收井的深度均为20.1m左右。在将管线进行抬升处理后，需利用2根预应力钢管混凝土管进行顶管施工。另外，对于集水区，需利用水泵进行抽水处理，对于已抽积水，需通过纵坡排出。在管线抬升加泵站施工中，工期为13个月，在实际施工中，对于原有混凝土管，需采用钢管替代，接口之间的距离比较大，在地铁运行过程中所产生的震动不会对管线造成较大不良影响，管线的排水效果比较好，风险性较低。但是，在实际施工中，拆迁工程量较大，因此施工前准备工作所需耗费的时间长，同时，在施工过程中规划路线地下资源占用较多，后续维护管理高。

（三）隧道纵坡调整方案

通过对纵断面坡度进行调整，合理规避各类地下管线，要求根据现场地铁运营站台实际情况进行调整，在调坡后，隧道拱顶和雨水管道竖向距离为282mm左右。对于隧道工程施工中已完成的初期支护仰拱以及直墙，要求向下扩挖0~2.515m，据此进行调坡换拱处理，另外，还需进行隧道工程下穿雨水管道开挖施工。根据这一施工方案组织施工，工期为13个月，在施工环节不会对管线排水性能造成不良影响，同时无需拆迁占道，但是，会对双线隧道初支仰拱及直墙造成不良影响。另外，隧道拱顶和雨水管道竖向距离为280mm左右，间距过小，在地铁运营过程中，列车行驶环节所产生的震动比较大，会对管线接口造成不良影响，导致管线渗漏^[6]。

在本次施工中，建设单位、设计单位、施工单位以及市政单位组织开展沟通交流，根据研究发现，如果隧道纵坡调整方案，不会对管道排水性能造成不良影响，

而隧道调坡换拱并下穿雨水管道施工法的可行性比较高,施工效益显著。

六、隧道纵坡调整方案风险分析

在隧道工程纵坡调整施工中,可能会造成隧道工程初支结构发生不均匀沉降,同时还会对围岩结构稳定性造成不良影响,对此要求采用以下风险防控方案:

(一) 换拱施工前期风险

在隧道工程换拱施工前,在拆除初支仰拱以及边墙后,会造成隧道外围岩稳定性降低,同时还会对初支结构造成较大扰动作用,导致隧道初支结构发生不均匀沉降,甚至还会诱发隧道坍塌事故。

(二) 换拱施工中期风险

在隧道工程初支仰拱及直墙拆除完成后,根据现场勘查,隧道工程最大断面位置换拱高度达到5.935m,在拆除格栅、土体开挖、格栅安装以及混凝土喷射施工中,围岩结构暴露时间比较长,达到3.5h左右。由于围岩的暴露时间比较长,因此在换拱过程中可能会造成变形问题,甚至会对围岩及上部初支结构稳定性造成破坏,导致发生隧道坍塌事故。

(三) 换拱施工后期风险

在隧道工程初期支护成环后,格栅连接位置最为薄弱,同时,换拱部分初支结构断面比较大,初支可能会发生不均匀沉降,对此,应当注意加强防护管理,避免在换拱施工完成后发生严重安全事故。

(四) 下穿管线施工风险

在隧道工程暗挖施工中,隧道初支结构和管线之间的距离为280mm左右,在暗挖施工中,管线下方的围岩结构处于脱空状态,这一部分围岩厚度比较小,稳定性较差,因此可能会发生变形问题,如果发生大面积坍塌事故,则会导致管线破裂。

七、隧道纵坡调整方案控制措施

(一) 换拱施工前期控制措施

在原有初支结构破除之前,应当增加临时横撑,与原有锁脚锚管联合应用,据此进行加固处理,使得初支结构能够尽快封闭成环,对隧道工程不均匀沉降变形进行有效控制。

(二) 换拱施工中期控制措施

在换拱施工中,应当根据纵向分段以及竖向分层的施工顺序。在隧道工程纵向施工过程中,从扩挖深度比较浅的部位,向雨水管道扩挖,在施工完成后,再从扩挖深度0.8m位置开始向横通道方向进行施工。当左线换拱施工完成15m后,即可同时开展右线换拱施工,尽量避免在两线隧道施工中造成扰动影响。隧道竖向在同一断面内换拱施工,需从隧道原设计格栅钢架拱腰连接板位置开始,根据从上而下的顺序进行施工,对于两侧的侧墙,也需进行换拱施工,最后进行仰拱换拱施工,在换拱施工完成后,即可喷射混凝土进行加固处理。在破除过程中,可能会对既有结构以及围岩结构造成扰动影响,导致围岩结构稳定性降低,应当注意逐步卸力,尽快提升新旧初支结构之间的受力转换速度,同时还应对

围岩暴露时间进行严格控制。在土体开挖施工完成后,及时挂设 $\phi 8@150 \times 150$ mm钢筋网,并进行喷射混凝土施工,据此进行加固处理。当首层初支部分没有破除时,避免破除下台阶,在首层破除施工中,可组织现场施工人员采用风镐进行破除处理,避免使用大型机械设备对施工现场造成巨大扰动,而在第二层以及第三层混凝土结构破除施工中,可应用小型挖掘机,同时组织现场施工人员采用风镐进行破除处理。

(三) 换拱施工后期控制措施

在换拱施工完成后,由于断面比较大,并且格栅连接点较多,因此可能会发生结构沉降问题,对此,在扩挖1.6~2.515m后,应当设置临时横撑,临时横撑的水平间距为0.5m左右,同时还需安装44根3.5m长的锁脚锚管,对支撑结构进行加固处理,避免发生沉降变形。

(四) 下穿管线施工控制措施

在隧道工程暗挖施工中,可能会对地下雨水管道造成破坏,因此,应当采用PE板全面包裹雨水管道,对雨水管道发挥防护作用和加固处理。另外,还可采用超前大管棚施工技术,发挥拱效应,辅助下穿管线施工。另外,在隧道下穿雨水管道施工中,可采用环形台阶预留核心土法,同时还需增加临时仰拱,使得上台阶能够封闭成环,对沉降变形进行有效控制。

总结

综上所述,本文结合实际案例,对地铁暗挖施工中的市政管线扰动问题处理措施进行了详细探究。在地铁工程暗挖施工中,不可避免的会对市政管线造成不良影响,对此,要求对施工现场进行全面勘查,了解施工区域地质条件、水文条件以及地下管线类型和分布情况,制定多种施工方案,选择适宜的处理措施,避免对地下管线造成扰动影响。在本次研究中,针对案例制定隧道纵坡调整施工方案,同时合理预估施工环节风险,并采取有效的防控措施,能够保证地铁工程安全施工顺利完成,同时对隧道、围岩沉降变形进行有效控制,避免对市政管线造成不良影响。

参考文献

- [1] 杜朋. 地铁暗挖通道近距离下穿市政管线方案研究[J]. 智能城市, 2018, 4(4): 2.
- [2] 汤俊. 地铁暗挖风道近距离下穿市政管线施工影响分析[J]. 消费导刊, 2019, 000(028): 59.
- [3] 刘国栋, 王德俊. 试论地铁出入口暗挖过市政大管道施工风险及应对措施[J]. 城市周刊, 2019(3): 1.
- [4] 张小兵. 地铁车站穿越市政管线PBA工法施工沉降控制关键技术[J]. 建筑工程技术与设计, 2018, 000(006): 1823.
- [5] 张健力. 地铁前期施工中市政管线的迁改与保护探析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019.
- [6] 房大伟. 城市地铁施工对市政管线探查与保护[J]. 建材发展导向, 2020, 18(11): 1.