

暗挖隧道下穿既有地铁车站施工技术探讨

曾希键

(中交二航局成都城市建设工程有限公司 四川 成都 610000)

摘要:城市的快速发展,地铁作为重要的交通枢纽,为人们的出行做出了巨大的贡献。鉴于地铁修建主要位于城市中,周边环境往往比较环境复杂。本文结合成都地铁30号线金石路站暗挖法下穿既有6号线金石路站(地下二层站)的实际施工经验,对施工中的工艺技术进行了比较详细的探讨,对今后类似项目的建设具有一定的参考意义。

关键词:暗挖隧道;下穿;既有地铁车站;施工

【中图分类号】U455.4 【文献标识码】A

【DOI】10.12293/j.issn.1671-2226.2022.18.015

当新建地铁线路与既有建筑物位置关系相冲突且无法避免时,往往考虑上跨或下穿的方式解决冲突。本文以成都地铁30号线金石路站暗挖法下穿既有6号线金石路站(地下二层站)为例,结合工程特点,将暗挖段分为无影响区、建设重点区和缓解区,制定科学合理的施工方案,确保整个施工过程安全、有序的进行。

1.工程概况

新建30号线金石路站沿桦彩路东西向敷设,既有6号线车站沿金石路南北向跨路口布置。二者在路口处交叉,新建金石路站为地下三层岛式站台车站,西段及东端盾构吊装井及5号风亭组采用明挖顺筑法施工,中间下穿6号线范围(平面布置图中阴影区域)采用暗挖法施工。车站平面布置如下图1:



图1 新建金石路站总平面布置

2.暗挖法穿越既有车站施工措施

2.1 降水情况

受6号线车站结构及周边地籍影响,地块红线距离基坑外边缘最近距离1m左右,根据实际条件,在车站换乘暗挖区四个角点分别设置一口降水井,用于疏干暗挖区地下水。

2.2 直墙拱形暗挖段施工

车站东侧暗挖断面为直墙拱形,通道左线长3.7m,通道右线长7.2m,宽度为8.4m,高度为9.75m,采用CRD法施工。

开挖步骤:1、超前小导管(钢花管)注浆加固拱部土体;2、左上部洞室开挖,预留核心土;3、安装型钢钢架,打设锁脚锚

管;4、安装钢筋网,喷射砼支护;5、左上部洞室开挖4~5m后(或贯通后),开始右上部洞室开挖,两个洞室错开4~5m,重复上述步骤1~4;7、以此类推,依次开挖左下、右下洞室。

底板防水层及二衬施工步骤:初支完成后,根据施工监测情况,4~8m一段截断临时中隔壁,施作底板防水层及二衬,预留钢筋、防水接头。

边墙、仰拱防水层及二衬施工:纵向分段拆除临时仰拱及中隔壁,每次拆除纵向长度范围不大于5m,施作剩余二次衬砌,封闭成环,及时进行二次初砌背后注浆。(对与拱顶局部与6号线主体冲突段,植径设置锚板,初支型钢与锚板连接,局部破除6号线底板冲突区域,施作防水层,穿插二衬主筋,整体浇筑二衬。)

2.3 矩形暗挖导洞段施工控制

车站下穿6号线正下方右线半跨暗挖导洞隧道的断面为矩形(直墙平顶型),通道采用正台阶法施工,通道开挖宽度为3.9m,开挖高度为7.5~7.67m。矩形导洞隧道暗挖施工:1、隧道土方开挖采用正台阶法,先开挖上部导洞2、安装型钢钢架,打设锁脚锚管3、安装钢筋网,喷射砼支护5、初支型钢环向闭合。施作导洞范围底板防水层及二衬,顺作法浇筑侧壁二衬施工至6号线底板下1.3m,上部架设临时钢换撑。拆除导洞顶部初支型钢,每次拆除纵向长度范围不大于1/3,浇筑叠合顶板,完成C型支撑墙结构浇筑,分3次浇筑完成。拆除水平临时型钢换撑架,设临时竖向型钢立柱或保留二衬支架体系,待左线与中跨结构施工完成后再一并拆除。其余范围采用盖挖法纵向分段分部放坡开挖。左线北侧设置临时边坡支护,后期放坡范围采用C20混凝土回填。

2.4 剩余盖挖段施工

车站东侧直墙拱形暗挖段及右线C型墙施工完毕后开始施工30号线下穿段剩余主体(采用盖挖法分段分部放坡开挖施工),左线开挖前,左线北侧设置临时边坡支护,后期放坡范围采用C20混凝土回,填叠合板采用分两层浇筑,顶部一层压浆后浇筑。

盖挖段施工工艺控制:盖挖部分采用由西向东分层开挖

的方式,由西开挖前先行破除既有6号线围护桩体。待首段开挖完毕开始暗挖段底板垫层、防水及结构浇筑施工。底板浇筑完成开始施作结构进行暗挖段初衬、防水及二衬施工。暗挖段既有6号线与30号线暗挖段中间叠层板分层浇筑。

2.5 马头门施工

马头门施工流程主要是以下几个步骤:操作平台搭设、测量放线、超前支护注浆、分部破除马头门处围护桩、马头门开挖支护。

首先破除围护桩桩间网喷混凝土,然后在围护桩桩间沿外轮廓线打设超前小导管预注浆加固地层,然后按CRD法开挖顺序分块凿除马头门范围围护桩,破除洞口部位及时架设格栅钢架喷射网喷混凝土支护。

2.5.1 操作平台搭设

操作平台采用 $\phi 48 \times 3.5\text{mm}$ 架管搭设,操作平台高6.0m,宽4.5m~6m。共设置三层,每层高1.5m,平面纵横向间距为 $1500 \times 1500\text{mm}$,钢管架搭设好后满铺木跳板、在外侧设置防护栏杆和 safety 网,同时设置斜撑杆和剪刀撑以保证支架的稳固。

2.5.2 测量放线

测量人员根据设计图纸进行现场放样,画出隧道开挖轮廓线,开挖轮廓线应比设计开挖线外放5cm。同时在拱顶、开挖线以外施放出隧道中线控制点,在两侧起拱线位置测放出标高控制点,以便于格栅安装定位。

2.5.3 超前小导管打设及注浆

马头门超前支护采用在桩间打设双排超前小导管注浆加固,超前小导管采用 $\phi 42 \times 3.25\text{mm}$ 普通钢焊管,长度 $L=4\text{m}$,环向间距400mm布置。

2.5.4 分区破除马头门处围护桩

按CRD法开挖顺序分区破除马头门处围护桩,以测量轮廓线为基准,割除围护桩钢筋时需预留一定的主筋长度(20~25cm),以便与正洞钢格栅相焊接,待上台阶开挖进尺3~5m后,方可破除下台阶。

2.5.5 马头门支护

马头门钢格栅前三榀密排,架立时紧挨并立,型钢钢架中线及拱脚高度要水平,并使拱脚落在实处,防止格栅下沉。

格栅位置安装正确后,暗挖段型钢钢架要同围护桩割除后预留主筋焊接在一起,若焊接不上的用 $\phi 22$ 钢筋帮焊。型钢钢架连接板位置螺栓拧紧,型钢钢架间的连接筋采用 $\phi 22$ 螺纹钢 $@1000\text{mm}$ 双层梅花型布置,且对下一榀预留长度要符合设计要求,连接筋采用直螺纹连接,型钢钢架立好经监理同意后方可喷射混凝土,混凝土喷射料采用预拌喷射料。待上台阶开挖进尺3~5m后,破除下台阶,安装型钢钢架、格栅喷砼,及时封闭成环。

(1) 支护施工

车站左右线直墙拱形暗挖段涉及打设超前小导管支护施工,右线矩形导洞暗挖段不涉及超前支护。

车站左、右线直墙拱形暗挖段施工采用 $\phi 42$ 超前小导管注浆加固拱部地层, $L=2.2/6\text{m}$, $t=3.5\text{mm}$,环向间距400mm,纵向间距每榀格栅打设一环,正常段单排设置,马头门处双排设置。

(2) 小导管加工

小导管采用 $\phi 42\text{mm}$,壁厚3.5mm, $L=6.0\text{m}$ 的钢焊管加工,在钢管的一端做成10cm长的圆锥状,在距另一段10cm处焊接 $\phi 6$ 钢筋箍。距钢筋箍一端50cm不开孔,剩余部分每隔20cm对称开 $\phi 6\sim 8\text{mm}$ 的注浆孔,注浆孔呈梅花形布置。

(3) 小导管安装

小导管的安设应采用引孔顶入法。其安设步骤为:

- 1)用YT-28风钻钻孔,孔深视导管长度而定。
- 2)用吹风管将管内碎石吹出或用掏勺将砂石掏出。
- 3)插入导管,如插入困难,可用风钻顶入。
- 4)导管周围缝隙用棉纱封堵,孔口临时用棉纱堵塞。

小导管在打管前,按照设计要求放出小导管的位置,风钻作动力,用专用顶头将小导管顶入。小导管尾部置于钢架腹部,增加共同支护能力。小导管安装后用棉纱封堵导管外边的孔口。

(4) 注浆参数

(1) 注浆压力

注浆压力应根据地层致密程度决定或按注浆部位确定,超前注浆一般为0.2~0.5MPa,补充注浆一般为0.6~1.0MPa。

(2) 注浆数量

小导管注浆量可按照下式计算:

$$Q = \pi \cdot R^2 \cdot L \cdot n \cdot K$$

式中:R—浆液扩散半径,可按0.25m考虑

L—小导管长度

n—地层孔隙率

K—充填系数,为0.3~0.5。根据不同地质条件取值。

2.6 土方开挖

(1)对地层完成超前注浆加固后,本车站直墙拱形暗挖段采用CRD法进行通道土方开挖,主体分四个洞,矩形导洞暗挖段采用正台阶法,共分为两个导洞室;每个洞室分台阶开挖,开挖步距50cm,严禁超挖。根据地层情况,台阶长度一般控制在4~5m,核心土一般距离拱顶1.6m,距边墙0.8m,核心土边缘应设安全坡度,下台阶开挖时,应开凹槽并放坡,凹槽预留长度不小于1m。

(2)隧道土方采用人工和小型挖机、小型炮锤等设备配合开挖,电动运输车运输,龙门吊料斗出土。初支采用型钢钢架+挂网喷砼结构。

(3)通道开挖轮廓尺寸允许误差满足设计要求。

(4)掌子面有少量渗水具备引排条件的,则用钢管或PVC管将上台阶的积水及时引排至掌子面的后方,集中抽排出隧道。

2.7 二衬施工

待区间正线段初支护完成后,开始底板铺设防水层,施工二衬,东侧直墙拱形暗挖段(CRD法)左、右线先行浇筑底板,待底板浇筑完毕再行施工侧墙及拱顶,矩形暗挖导洞(C型墙)分段(每段不超过15m)施工二衬结构,先行施工底板防水层,待底板浇筑完成,再施工侧墙及顶板二衬。其余盖挖段二衬结构采用分段分层浇筑。每段结构不超过15m;顶板、墙采用混凝土浇筑定型钢模板及三角支撑架,盖挖段模板采用15mm厚复合木纤维板+满堂支架采用 $\phi 48 \times 3.2\text{mm}$ 承插型盘扣式钢管。

3. 暗挖暗挖下穿6号线技术保障

3.1 暗挖隧道防坍塌安全技术保障

隧道处于软弱地层,把防止坍塌放在首位,遵循浅埋暗挖法“管超前、严注浆、短开挖、强支护、早封闭、勤量测、速反馈、快处理”的施工原则,结合实际制定出施工方案,确保安全生产。

(1)超前预注浆,根据工作面地质情况,拟定注浆的方案,精心布管,严格注浆工作,控制好注浆压力,密切关注注浆量,确保达到理想的加固效果。

(2)严格控制开挖循环进尺,对不良地质地段,应适当缩短开挖进尺,环形开挖留核心土,及时网喷封闭开挖工作面。

(3)相邻开挖工作面应在前洞室结构形成闭合环,围岩趋于稳定后方可开挖相邻洞室,施工时采取可靠措施,确保施工各阶段支护和围岩的稳定。

(4)洞室开挖前应根据地质条件、覆土及开挖断面等因素,确定开挖和支护方式所需材料、构件和设备,备好抢险物资,并在现场堆码整齐,专料专用,进场材料必须满足相关规范要求。

(5)暗挖隧道的开挖应采取超前支护和地层加固措施,做到预加固、开挖、支护三环节紧密衔接,当地层自稳能力较差或开挖工作面停工时间较长时,应采取稳定工作面的措施。

(6)开挖过程中监控量测发现拱顶、拱脚或边墙位移速率值超过设计允许值或出现突变时,及时施工临时施工支撑或仰拱,形成封闭环,控制位移和变形。

3.2 暗挖下穿6号线安全保障

(1)严格施工前的地层加固措施,确保正线开挖后掌子面的稳定性,开挖过程中及时进行支护,缩短掌子面暴露的时间,同时及时架设临时仰拱,并注重锁脚锚杆的搭设质量,确保初期支护后整体受力的稳定性,并对初期支护背后及时注

浆,使拱部密实。根据变形监测数据情况及时组织二次衬砌施工,保证隧道衬砌的受力稳定,增加支护体系的刚度。

(2)施工前安装设计方案布设监测点,获取原始值。与第三方监测单位获取监测点的基准值。

(3)根据监测结果,加强过程监控,若超过预警值,则及时停止施工,启动相应预警程序。制定专项抢险方案,并报相关部门审批,并征求相关社会专家会诊。

(4)做好施工前的抢险物资准备。

(5)加强施工监控量测,根据量测数据分析,判定基础的稳定性。

(6)一旦发生异常,应向项目经理汇报,根据制定的应急预案进行加固处理,防止事态进一步恶化。

4. 结束语

社会经济的快速发展,人们对出行方式需求不断提高。为了给人们提供更好的交通服务,轨道交通的建设得到大力发展。但是,随着地铁线路的增加,在地铁建设过程中,穿越既有线路的问题非常普遍。在重叠部分,需要强化过程的控制。在控制施工作业对周围地面的干扰时,需要通过合理的控制措施来提高隧道结构的稳定性。只有这样才能保证现有的地铁隧道的安全。

参考文献:

- [1]陈克济. 地铁工程施工技术[M]. 北京:中国铁道出版社,2016.
- [2]罗浩威. 地铁隧道下穿既有铁路线路对线路结构的影响研究[D]. 兰州:兰州交通大学,2013.
- [3]陈馈,孙谋. 南京地铁盾构穿越龙蟠路隧道施工技术[C]. 土木工程学会第十一届隧道及地下工程分会第十三届年会. 成都:中铁西南科学研究会,2004.
- [4]韩焯. 隧道施工引起的地层位移及建筑物变形预测的实用方法研究[D]. 西安:西安理工大学,2007.
- [5]张泽卫. 广州某暗挖隧道下穿环市西路施工分析[J]. 中国建筑防水,2017,(13):277
- [6]何明亮. 城市地铁暗挖隧道下穿房屋及复杂地质区段施工技术[J]. 企业科技与发展,2017,(09):136
- [7]张明东,姜金言. 浅埋暗挖地铁隧道施工技术与风险分析[J]. 建筑技术开发,2016,(12):66-67