Key Points of Safety Management and Control of Underground Excavation and Crossing Construction of Subway Affiliated Entrances and Exits

Chunhui Qi

Beijing Ceris International Engineering & Consulting Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

The B2 entrance and exit of Liuliqiao station of Beijing Metro Line 9 is a slow construction project, the project is located in the northwest corner of the intersection of the auxiliary road of Beijing-Shijiazhuang highway and Lianyiyuan East Road, the construction of the concealed excavation section vertically crosses G4 Beijing-Hong Kong-Macao Expressway below and crosses the shield interval of Beijing Metro Line 10 above. It will be started in mid April 2021 and delivered before the end of the year, the project is short in construction period, complex in technology and high in safety risks. This project takes the "Eighteen character" policy of shallow excavation construction as the guideline, and adopts effective technical methods in strict accordance with the requirements of the design drawings to ensure the construction safety. This paper discusses the key points, key points and difficulties of supervision and control in the process of excavation construction.

Keywords

entrance and exit; underground excavation construction; eighteen-character policy; crossing; grouting

地铁附属出入口暗挖穿越施工安全管控要点

祁春辉

北京赛瑞斯国际工程咨询有限公司, 中国·北京 100000

摘要

北京地铁9号线六里桥站B2出入口为缓建工程,项目位于京石公路辅路与莲怡园东路交叉口西北角,暗挖段施工垂直下穿G4京港澳高速公路,上穿北京地铁10号线盾构区间。2021年4月中旬开工,年底前交付使用,工程工期紧,技术复杂,安全风险大。本项目以浅埋暗挖施工“十八字”方针为指导方针,严格按照设计图纸要求,采取有效的技术方法,确保了施工安全。论文论述了监理在暗挖施工过程中的管控重点、要点、难点。

关键词

出入口;暗挖施工;十八字方针;穿越;注浆

1 工程概况

自2011年年底北京地铁9号线建成通车时间已久,至今B2出入口因各种原因仍未开通,给京港澳高速北侧居民出行乘坐地铁带来不便,为方便京港澳高速北侧居民出行乘坐地铁,定于2021年年底将B2出入口建成开通。该出入口施工竖井由六个竖井组成,采用“倒挂井壁”法跳仓施工,全长35.52m。暗挖段通道断面结构为圆拱一直墙形式,全长64.65m,拱顶覆土厚度5.1~5.5m,采用矿山“CD法”施工,暗挖段依次穿越广安路、G4高速路、G4高速北侧辅道,在风荷曲苑小区的南侧绿地在地下与竖井段贯通。该工程难点在于暗挖段需下穿G4京港澳高速公路,上穿北京地铁

10号线盾构区间(六里桥站—莲花桥站)左、右线。经过前期施工实测到的地下水位情况,地下水位高程为23.5m,B2出入口基底高程位于地下水位线以上,施工过程中未出现地下水。

2 施工管控重点

B2出入口暗挖通道横断面结构尺寸宽×高为6400mm×5770mm,采用“CD法”施工,在通过京港澳高速正下方时为确保施工安全,设计变更由“CD法”改为“CRD法”+工字钢临时仰拱,暗挖段初支采用单层钢筋网片+格栅钢架+纵向连接筋+超前小导管+锁脚锚杆+喷射混凝土+初支背后注浆的结构形式进行初期支护,初支喷混厚度为300mm。拱顶采用超前小导管注浆,穿越段采用超前深孔注浆。通过对各土层的分析,结合本工程工程地质、水文地质等条件,综合考虑注浆效果、工期、造价等,选择水

【作者简介】祁春辉(1988-),男,中国甘肃平凉人,本科,工程师,从事市政工程、安全工程研究。

泥—水玻璃双液浆。

2.1 暗挖通道土体加固注浆是施工控制的重难点

管控措施：①采用巡视、旁站、检查验收等监理工作手段，督促施工单位严格按照设计要求、施工方案、注浆技术交底等进行注浆，确保注浆管打设角度、注浆量及注浆压力等符合设计要求；②督促施工单位对注浆效果进行检测，在B2出入口结构初支施工时设置试验段，以检验设计参数、施工质量控制效果等；③定期检查注浆设备的完好性，督促施工单位严格控制注浆压力，严禁出现注浆压力控制不规范的问题。

2.2 马头门破除施工

马头门是结构受力的转换，土体扰动多，受力复杂，为保证马头门破除安全，在破除马头门之前在通道内增设“门”框梁，框梁采用I25a型钢与20mm钢板进行焊接。明挖基坑内马头门施工前，打设双排小导管对暗挖地层进行超前注浆加固，洞口位置密排3榀钢格栅，第一榀钢格栅必须架立于围护桩侧壁内，桩基破除时保留桩基主筋并用L型钢筋与出入口钢格栅连接成整体。

管控措施：①马头门破除严格落实条件验收中的各项内容；②初支扣拱马头门开启前，进行拱部超前注浆加固地层，开挖邻洞错开8~10m，每个台阶纵向步距为3~5m；③马头门破除后应先观察掌子面土质情况及水文情况，若掌子面不稳定或处于有水状态，应立即初喷一层混凝土，采取防坍措施；④严格按照浅埋暗挖法“八字”方针施工，及时封闭成环；⑤马头门喷射混凝土前，在洞口区域埋设回填注浆管，待封闭成环，掌子面开挖向前一定距离后及时回填注浆；⑥马头门破除过程中加强监测，根据监测情况及时调整支护参数；⑦严格按照施工设计图、规范标准、施工方案等进行工程施工质量验收工作^[1]。

2.3 土方开挖

土方开挖严格按照设计要求进行开挖，规范留置核心土，确保开挖面稳定。土方开挖面附近按要求配备应急物资，做好应急演练等工作，防止出现突发事件。

2.4 钢格栅加工与安装

B2出入口土方开挖完成后，根据测量十字线检查净空，净空检查合格后，开始架立钢格栅。钢格栅50cm设置一榀，钢格栅架立时必须严格按照测量组放的标高和中线控制线进行架立，格栅架立应先调水平后调中线，再核对水平、中线，反复调整直到中线和水平符合质量要求。钢格栅应水平，循环进尺要准确，连接螺栓拧紧上齐，特别要注意连接板的密贴情况。钢格栅架立完成后安装连接筋、挂钢筋网片，连接筋采用Φ22钢筋，双层梅花形布设，环向间距1m，采用机械连接，钢筋网采用Φ6、150mm×150mm网片，单层布设，网片搭接长度为一个网格。钢格栅经检查验收合格后及时喷射砼，封闭掌子面。喷砼完成后必须及时修整，表面应平整顺直、内实外光。

管控措施：①项目受场地条件限制，钢格栅为委外加工，验收分为加工场验收和进入施工现场两次验收，确保选择合格的格栅钢架，格栅钢架架立前首先对其外观和格栅尺寸进行检查，焊接质量尤其是连接板处的焊接质量是检查的重点；②必须保证初支拱部高程，严格按照测量控制线进行拱顶高程控制；③格栅安装过程中必须严格控制导洞初支净空，保证二衬结构的厚度；④格栅架立必须保证同榀格栅里程同步，严格按照测量放样结果控制同步里程，测量组严格按照每5m一次准确里程放样进行施工测量控制，在曲线段尤其重要；⑤利用挂线绳实测格栅架立后的垂直度，在不足验收标准时及时进行调整；⑥格栅架立定位完成后，及时进行连接筋的安装，注意为下一循环施工预留足够的搭接长度。

2.5 早封闭

尽可能减少开挖面的暴露时间，开挖完成后及时架立钢格栅，及时喷射砼。在特殊段施工时可以缩短开挖步距，以减少暴露时间，达到早封闭的效果。

2.6 背后注浆

格栅架立时，按照设计要求打设初期支护背后注浆管，注浆管外露100mm，以便接管注浆，并用棉纱塞紧孔口，然后再喷射混凝土。当距离开挖面5m后，开始背后注浆，目的是充填一次支护背后的空隙和加固因施工而被扰动的土体，从而减少地层和地表沉降，控制初次支护的变形。

2.7 加强监测、反馈施工

信息反馈是暗挖施工的重要组成部分，通过施工监测掌握地质、围岩地层、支护结构、地表环境等的变化情况，及时采取应对措施，保证施工安全。

3 本工程暗挖穿越施工管控要点

3.1 下穿G4京港澳高速管控要点

B2出入口暗挖通道施工下穿G4京港澳高速公路辅路、京港澳高速公路、广安路及众多地下管线，如何确保地面沉降不超过设计值，是本工程的重难点之一。本工程在辅路施工前经产权单位、业主单位、设计单位等各方同意，对辅路临时封控，在开挖面正上方铺设一层钢板，在通过京港澳高速主路时，受施工环境等各方面影响，地面未能采取预防措施，洞内暗挖施工由“CD法”改为“CRD法”+临时仰拱，确保施工安全。

管控措施：①通过巡视、旁站、检查验收等手段，监督施工单位在暗挖通道开挖前，按照设计图纸要求分区域对开挖土体进行深孔加固注浆，严格控制注浆压力、浆液配比、注浆量等参数；②开挖过程中严格督促施工单位遵循浅埋暗挖法“八字”方针，按照设计要求和施工方案进行开挖，开挖前对作业人员做好技术交底；③对洞内超前支护注浆及初支背后回填注浆进行监理旁站；④对暗挖施工关键工序进行施工前条件验收，确保施工条件满足规范和设计要求；

⑤重视监控量测工作,认真审核施工单位监测数据,认真做好监测数据对比工作,督促施工单位做到信息化施工;⑥对G4京港澳高速车流量进行调查,暗挖施工尽量避开大车流量时间段^[2]。

3.2 上穿既有线北京地铁10号线施工采取措施

施工前保护措施:①在工程实施前对北京地铁10号线六里桥站—莲花桥站施工影响范围内区间进行工前检测、评估并形成报告;②将评估报告上报甲方与地铁运营单位,然后结合甲方、地铁运营单位、设计单位的意见及相关规范,确定合理的变形控制指标,制定详尽的施工方、应急预案及风险点管理办法;③施工前组织空洞普查,形成空洞普查报告,对于不良地质地层或地面空洞预先从地面进行处理,使其不与出入口结构发生同等变形沉降。

施工期间的保护措施:①暗挖通道开挖前分区对开挖土体进行深孔加固注浆,做好注浆旁站;②开挖过程中严格遵循浅埋暗挖法“十八字”方针;③下穿暗挖施工安排在夜间,地铁10号线停止运营时施工;④加强暗挖施工关键工序控制和监控量测。

4 应急处置措施

4.1 坍塌应急措施

坍塌处理的第一措施在于人员撤离,及时封闭掌子面,控制坍塌,再就是及时注入填充物,回填孔洞,改善周边围岩稳定性,确保后续施工安全。因此,掌子面附近应急物资方木、钢筋网片、加气砖等是必备材料,开挖前严格按照要求配备应急物资,施工过程中不得随意挪动。

若发生坍塌按以下步骤处理:①一旦发生坍塌事故,值班人员立即上报,项目经理启动应急预案,组织向事故现场调配抢险备用的机械设备、物资及人员,进行抢险救援,当险情危及人身安全时,人员要撤离危险区;②暗挖通道内准备足够的应急物资,一旦发现有坍塌现象,立即封堵支顶,喷射混凝土封堵掌子面,防止坍塌和减少地面沉降;③当塌方有渗水时,对渗水进行引流处理,防止渗水软化塌方土体,引起连续塌方事故;④对于一般坍塌段用方木、工字钢支撑塌方掌子面,及时挂网喷射混凝土封闭坍塌土体,并对距离掌子面5m范围内初期支护采用工字钢支撑进行加固,喷射混凝土封闭后及时注浆回填;⑤待土体达到强度要求后可破工作面,开挖过程中增加小导管数量,调整超前支护注浆浆液的配比及注浆压力,控制开挖进尺,避免开挖临空时间过长;⑥发生坍塌事故后,项目部应立即组织人员对塌方段上方道路进行交通疏散,严禁车辆、行人从塌方地段上方

通过,对事故现场立即采取回填处理;⑦必要时组织专家讨论分析原因,采取有效控制措施。

4.2 冒浆应急措施

由于本工程覆土厚度较小,在注浆过程中很容易出现冒浆情况,所以注浆过程中要认真观察地表的变化情况,严格控制注浆压力和注浆量,由于浆液的进入,引起地层变化,封闭强度较低的地方,首先可能会冒出浆液,这就需要在冒浆处加以堵塞,必要时采取间歇注浆方式,以保证浆液有效地注入地层。

4.3 地表沉陷应急措施

B2出入口结构在道路下方,因此地表出现沉陷时,应尽量降低对地面交通、车辆、行人的安全影响。①一旦出现地表沉陷时,立即对地面道路进行交通疏散,避免车辆和行人靠近坍塌;②项目部立即启动应急预案,组织抢险队伍对坍塌进行回填处理,防止坍塌扩大;③加强施工监测,关注变形趋势;④当沉陷可能危及周围建筑物、管线或居民生命财产安全时,应立即报告上级有关单位,并协助疏导人员、保护建筑物;⑤出现人员伤亡时,应立即联系公安、消防、医院等社会救援力量。

5 结语

北京地铁9号线六里桥站B2出入口在工期等各方压力下,通过项目全员努力,顺利开通运营,暗挖施工段整体沉降控制在设计要求范围内,施工安全质量得到了保障,工程项目如期交付使用。

城市轨道交通建设是中国轨道交通行业的重要组成部分,近年来得到快速发展,不断新增运营线路,全国地铁运营里程数每年不断上涨,浅埋暗挖法施工是城市市区施工常用的方法,在以后的施工中穿越施工会越来越多,如何确保施工安全和不影响运营线路是重中之重。从工程前期的地质勘探、管线调查等,到施工中安全质量管控,再到后期的监测等,施工人员要严格遵循浅埋暗挖法“十八字”方针,优化每一道施工工序,采用合理、科学的技术手段,按程序标准化施工,确保施工安全和质量,进而保证整个项目的顺利完成。

参考文献

- [1] GB/T 50299—2018 地下铁道工程施工质量验收标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [2] 京建法(2018)1号 北京市城市轨道交通建设工程关键节点施工前条件核查管理办法[S].北京:北京市住房和城乡建设委员会,2018.