

地铁出入口大管棚暗挖施工引起的 地表变形信息监测与分析

王承山

(中铁隧道股份有限公司, 武汉 450000)

【摘要】复杂城市环境下地铁出入口开挖施工是地铁施工的重点和难点。本文结合武汉地铁中山公园站一号出入口暗挖段施工实践,分析大管棚施工和浅埋暗挖工法对地表及周边环境的影响,对地铁出入口大管棚暗挖施工进行跟踪信息化监测,通过对监测数据的分析及时调整施工工序及改善施工工艺,保持开挖支护过程中的结构稳定和控制地层变形稳定,避免出现地面及拱顶的过量沉降和坍塌。通过监测结果表明:制定合理的施工方案,利用动态施工的信息化施工方法,可以有效的控制地层影响,同时也为类似工程提供参考。

【关键词】地铁;浅埋暗挖法;管棚超前支护;监控量测

【中图分类号】U231+.3 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1674-7461(2013)06-0035-04

1 引言

浅埋暗挖法是一种边开挖边浇筑的施工技术。其原理是利用土层在开挖过程中短时间的自稳能力,采取适当的支护措施,使围岩或土层表面形成密贴型薄壁支护结构的不开槽施工方法,主要适用于粘性土层、砂层、砂卵石层等地质。由于浅埋暗挖法省去了许多报批、拆迁、挖路等程序,现被许多地铁项目采纳使用。浅埋暗挖法的核心技术被概括为十八字的方针^[1]:管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测。其主要特点为:动态设计、动态施工的信息化方法。

骆建军等^[2]结合现场施工量测结果,分析了浅埋暗挖车站施工影响地表沉降的因素,并提出控制沉降的措施;王霆等^[3]对大量现场监控测量数据进行统计分析,研究了黏性土与砂土互层的地质条件下,地铁车站浅埋暗挖法施工引起地表沉降的一般规律;郑保才等^[4]以施工现场监测数据为依托,总结出了交叉隧道地表沉降产生的原因;杨会军^[5]利用大量的监控数据,评估了隧道浅埋暗挖施工对周边环境的影响;蔺云宏等^[6]通过三维数值计算,分析了暗挖地铁隧道斜交下穿既有铁路施工引起的

底层沉降和塑性区分布。目前,国内外对浅埋暗挖施工引起地表变形的研究主要针对一些地区性的特定土层,如北京地区的黏性土与砂土互层,缺乏在粉质粘土条件下的研究;现阶段大多数研究是针对地铁隧道浅埋暗挖法所造成的地表变形,缺乏对地铁出入口暗挖施工的研究分析。

2 工程概况

中山公园站设于解放大道上的航空桥北侧,在中山公园至新华路口之间。车站为地下两层岛式站台车站,站台宽12m,车站总长538.6m,标准段宽20.5m,总建筑面积约25 520m²。中山公园站一号出入口为地铁车站站厅层连接解放大道南侧人行道的人行过街通道,主通道与解放大道南侧梯道呈“L”型分布。主通道横穿解放大道,总长度47.7m,人防段断面净宽×净高为9.5m×3.85m,长11.10m;渐变段长0.66m;标准段断面净宽×净高为8.0m×3.85m,长35.94m。主通道结构挖深9.72m,结构顶平均覆土厚度为3.70m。采用CRD暗挖工法施工。

车站一号出入口地段主要土层为(1-1)层杂填土、(1-2)层素填土、(3-1)层粘土、(3-2)层

【作者简介】王承山(1971-),男,高级工程师。主要从事隧道及地下工程的施工与研究工作。

粉质粘土和(3-5)层粉质粘土、粉土、粉砂互层及(4-1)层粉细砂。通道底坐落在(4-1)层粉细砂,地质资料显示(4-1)粉细砂层基本承载力为120kpa。

3 施工过程

3.1 第一阶段:大管棚施工

该暗挖通道采用超前大管棚的方法对暗挖段拱部和边墙进行预支护。管棚长度47.7m,选用 $\Phi 108$ mm 热轧无缝钢管、壁厚8mm。钢管沿开挖轮廓线外放100mm,管棚间距300mm,拱部管棚外插角0.5度,侧面管棚外插角为1度,钢管通过丝扣连接。人防段与主通道段拱顶、侧墙管棚一次完成,人防段与主通道段管棚纵向搭接长度不小于4m,管棚上注浆孔径10mm,孔间距300mm,梅花形布置,管棚尾部留不钻孔止浆段300mm;管内注水泥水玻璃浆液,注浆压力0.8-1.2Mpa,C:S=1:0.5~1:1(体积比),间隔注浆,扩散半径 ≥ 300 mm。管棚施工工序^[7]如下:三通一平→人员设备进场→测量放线→铺设“H”刚轨道→设备组装调试→埋设孔口管→调试钻机(方位、倾角)→钻具组装进孔→冲洗液循环→导向钻进→回次加尺(接线、接口补焊)→孔斜测量→导向钻进→直至设计深度终孔→回取探头盒→管内及环状间隙注浆→移至下一孔位。

施工单位在施工过程中严格控制水钻施工过程中出土量,同时除用水准仪及经纬仪测定钻机入孔位置外,管棚管(即钻杆)前设有楔子板导向钻头,开始钻进后每间隔15-20m,测定孔斜,如发现问题,采用纠偏措施。

3.2 第二阶段:暗挖通道施工

大管棚施工完成后,即开始主通道开挖。主通道开挖采用CRD工法,人工手持洋镐或采用风镐分部开挖,手推胶轮斗车出土,电动葫芦配合吊斗垂直提升土方,15t自卸汽车外运土方至指定土场。施工中严格按“管超前、严注浆、短开挖、强支护、勤量测、早封闭”的原则进行,每部开挖进尺0.3m后及时进行初期支护和临时支护,上下台阶错距3~5m,左右分部错距6~7m,在施工过程中加强施工监测管理并根据监测反馈结果来调整循环进尺进度和台阶错距。

根据暗挖通道结构尺寸,开挖划分为两个台阶六个分部进行开挖(见图1),各洞室在保持一定开

挖步距的前提下,按平行作业分头组织施工,每次循环进尺0.3m,每部开挖均须在小导管超前支护下进行。通道风道初期支护采用30cm 格栅钢架喷混凝土,并在格栅外设 $\phi 6$ 钢筋网,网格间距150×150mm(拱部为100×100mm,侧墙和底板为150×150mm);临时中隔墙、临时仰拱支撑采用30cm 格栅钢架喷混凝土。初期支护及临时中隔墙喷射混凝土分二次施工,第一次为土方开挖后初混凝土,喷层厚度30~50mm,第二次初期支护及临时支护格栅钢架架立后复喷至设计厚度。

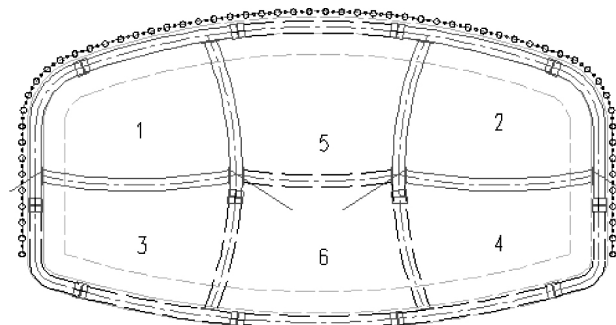


图1 暗挖通道导洞分区及施工先后顺序图

4 监控量测及数据分析

暗挖通道在施工过程中对隧道上方地表、煤气管线,隧道内拱顶沉降、净空收敛进行了监测。根据监测数据显示,由于隧道埋深较浅(结构顶平均覆土厚度为3.70m),因此在开挖过程中,隧道上方地表、管线沉降累计沉降较大,部分监测点的累计沉降量超过了30mm;但隧道内结构沉降、净空收敛虽有变形,但均未超过警戒值。具体数据分析如下:

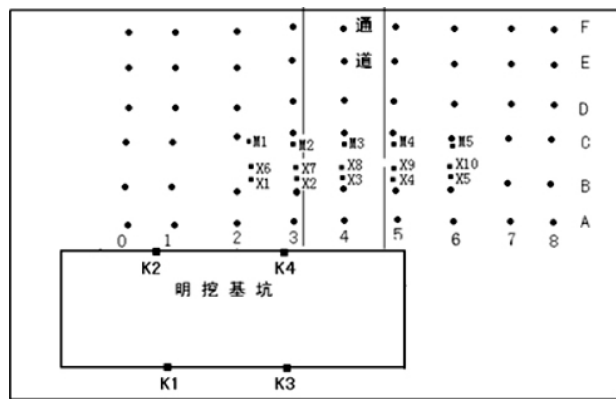


图2 周边环境监测点布置图

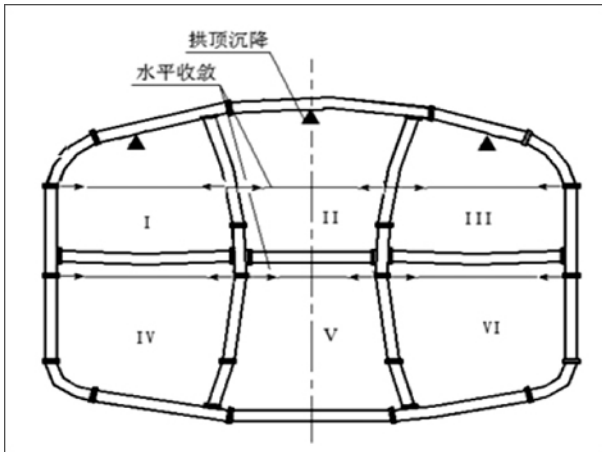


图3 通道内监测点布置图

4.1 地表沉降数据分析

根据监测数据显示,随着通道开挖的进度,通道正上方地表监测点3、4、5号点沉降逐步增大,但是距离通道稍远的监测点沉降均较小,沉降变化呈U型槽状。(该处选取B断面监测数据进行分析)

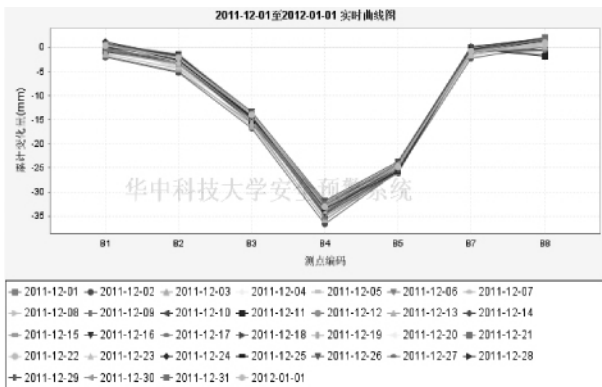


图4 B断面地表沉降监测实时曲线图

4.2 煤气管线沉降数据分析

根据监测数据显示,随着通道开挖的进度,通道正上方煤气管线监测点2、3、4号点沉降逐步增大,但是距离通道稍远的监测点沉降均较小,沉降变化呈U型槽状。(编码为M的监测点位煤气管线监测点)

4.3 通道内拱顶沉降数据分析

根据监测数据显示,由于通道施工顺序是一、三号导洞先开挖,待开挖一定距离后,再开挖四、六号导洞,因此一、三号导洞的拱顶沉降开始先逐渐沉降,待四、六号导洞暂未开挖至该处时有一段时间趋于稳定,但到四、六号导洞开挖至该部位后,拱顶沉降再次出现沉降,待开挖一周后,才逐渐开始趋于稳定。

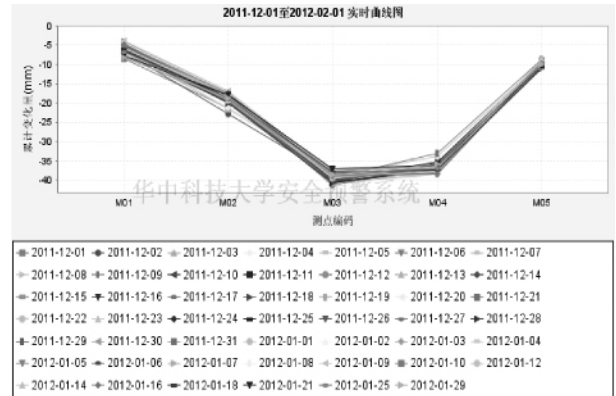


图5 煤气管线监测实时曲线图

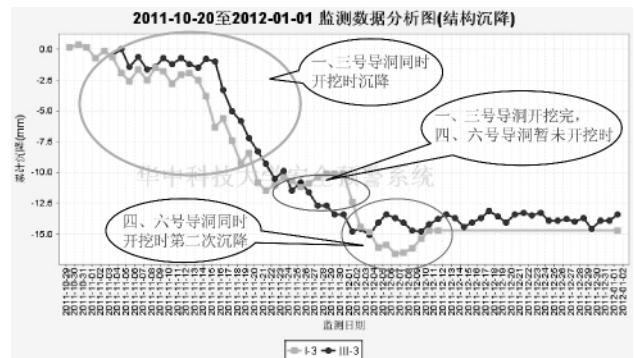


图6 通道拱顶沉降监测数据时序曲线图

4.4 通道内净空收敛监测数据分析

根据监测数据显示,通道净空收敛变化较小。

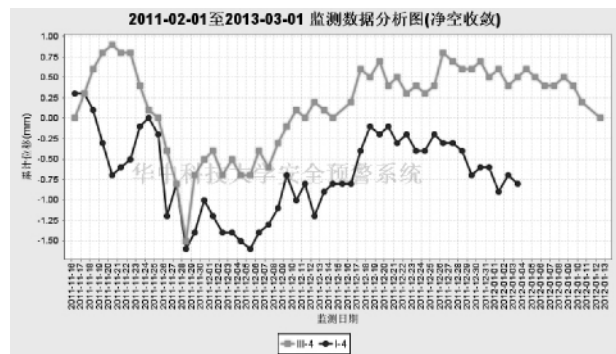


图7 通道净空收敛监测数据时序曲线图

5 结论

通过现场各实验断面实测数据的分析研究,得到主要为粉质粘土的地质条件下隧道开挖过程中地表沉降、速率和拱顶沉降变化趋势。在掌子面 $0.5D \sim 0.75D$ 范围内,地表沉降速率增长较大,施工中应在该范围内及时进行初期衬砌的支护。通

过监测数据的统计分析,地表累计沉降主要发生在掌子面 2D 范围内,在此区域内地表变形速率较大,超出 3D 后,地表变形速率趋于平缓;沿隧道纵向地表沉降最大值超前发生于主断面。其影响最大的范围是在 4D~4.5D 的范围内。在施工中应适时用小导管注浆法加固土体。

参考文献

- [1] 贾建波, 焦苍, 范鹏. 天津地铁浅埋暗挖隧道地表变形分析[J]. 隧道建设 2006(1):18-24.
- [2] 骆建军, 张顶立等. 浅埋暗挖施工地表沉降实测分析[J]. 铁道建筑技术 2006(3):1-4.
- [3] 王霆, 刘维宁等. 地铁车站浅埋暗挖法施工引起地表沉降规律研究[J]. 岩石力学与工程学报 2007(9):1855-1861.
- [4] 郑保才, 程文斌, 胡国伟. 浅埋暗挖法施工近接交叉地铁隧道地表沉降监测分析[J]. 铁道工程学报 2009(1):72-76.
- [5] 杨会军. 浅埋暗挖大跨隧道施工环境影响分析[J]. 铁道工程学报 2010(5):43-47.
- [6] 蔺云宏, 李冀伟, 王飞. 暗挖地铁隧道斜交下穿既有铁路的施工研究[J]. 铁道工程学报 2012(11):82-86.
- [7] 王建新, 闫超平等. 大管棚在浅埋暗挖施工中的应用[J]. 四川建筑 2010(5):101-103.

Analysis on Ground Surface Deformation Induced by Excavation with Large Pipe-shelf in Subway Entrance Construction

Wang Chengshan

(China Railway Tunnel Co., Ltd., Wuhan 450000, China)

Abstract: In complex urban environments, excavation of the subway entrance is the important and tough part in subway construction. On the basis of the construction practice in the bored section of Zhongshan Park Station Entrance one, this paper systematically analyzed the effects taken by exceeding support with large pipe-shelf and method of shallow stratum to ground surface and the surroundings, tracked and monitored the process of excavation with large pipe-shelf for the subway entrance. Analyzing the monitoring data to adjust and improve the construction technology, therefore keeping the stability of structure and ground deformation in the process of excavation. It could avoid the excessive settlement or even collapse of ground and vault. The results of monitoring shows that formulating a reasonable construction scheme, using information construction method of dynamic construction can effectively control the effects to ground, and also will give a good example and reference to other similar construction projects.

Key Words: Subway; Shallow and Surface Excavation; Exceeding Support by Large Pipe-shelf; Site Monitoring Measurement

(上接第 16 页)

can be monitored. The subway shield tunnel construction influence on surface deformation lines can be discussed and the corresponding protective measures can be put forward which are caused by the shield tunnel crossing railway station and possible risk factors. In this paper the project tracked and monitored on surface subsidence line and sleeper. With the monitoring data analysis and timely adjustment of shield tunneling construction parameters to maintain the stability of the excavation face shield and prolapsed shield tail pipe and take measures of synchronous grouting secondary grouting to fill voids shield tail construction and other measures in time to ensure the safety of the projects and railway traffic. Monitoring results showed that shield tunnel construction scheme is reasonable and reliable. By the analysis of the monitoring data some of the recommendations of the similar construction can be offered.

Key Words: Metro Shield; Rail lines; Railway Station; Ground Surface Settlement; Safety Risk