

地铁区间隧道穿越京山铁路施工控制技术

宫建岗^{1,2}

(1. 上海交通大学 船舶海洋与建筑工程学院, 上海 200240; 2. 中铁十一局集团有限公司, 湖北 武汉 430000)

摘要:北京地铁五号线区间隧道蒲黄榆至天坛东门段在玉蜓桥两侧下穿京山铁路, 隧道埋深 17 m。为保证既有线运营安全, 采用全断面帷幕注浆预加固技术, 监控量测结果表明路基沉降可以满足要求。

关键词:地铁区间隧道; 既有铁路; 施工控制; 监控量测

中图分类号:U455 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-0300(2010)01-0091-04

0 工程概况

北京地铁五号线区间隧道蒲黄榆至天坛东门段在玉蜓桥两侧下穿京山铁路, 地铁左线隧道在京山铁路上行线 K7 + 109.8、下行线 K7 + 118.4 处与之相交, 右线隧道在京山铁路上行线 K7 + 022.8、下行线 K7 + 030.1 与之相交。铁路影响范围为相交点前后各 25 m。

影响范围内京山上下行线采用钢筋混凝土轨枕、60 kg 无缝线路、 $R = 920$ m 的曲线。涉及供电设备有“京山上行 154#、京山下行 153#接触网混凝土支柱”位于地铁隧道上方, 隧道开挖对供电设备产生一定影响。

地铁区间隧道为马蹄形隧道, 开挖高度 6.4 m, 宽度 5.9 m。复合式衬砌结构包括初期支护(25 cmC20 早强喷射混凝土)和二次衬砌(30 cmC30 钢筋混凝土)。初衬与二衬之间铺设防水层^[1]。

该段地铁隧道埋深 17.0 m(隧道顶距离地面高度), 自上而下地层包括杂填土约 1.5 m、粉土约 6 m、粘土约 2.5 m、粉细砂约 6 m、中粗砂约 1 m。

1 帷幕注浆加固技术

为确保隧道施工安全和铁路设施安全, 对穿越京山铁路 30 m 范围进行帷幕注浆加固。根据隧道断面大小情况及现有设备状况, 分三段进行帷幕注浆, 每个循环注浆段长 12 m, 搭接 3.0 m。施工流程图如图 1^[2]。

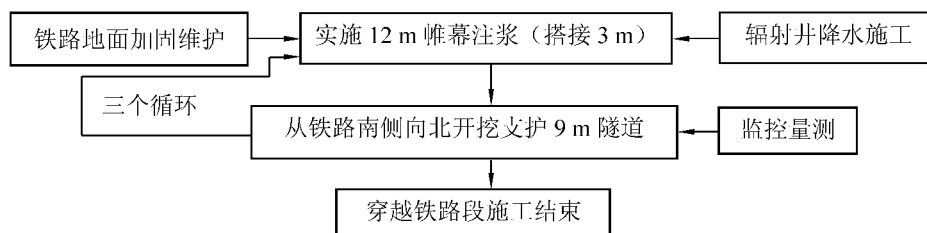


图 1 区间隧道穿越铁路段施工流程

(1)帷幕注浆加固范围。全断面帷幕注浆加固范围为开挖轮廓外 2.5 m 范围, 如图 2 所示。纵向注浆长度每个循环 12 m。

全断面帷幕注浆施工工序主要包括: 成孔和注浆。选用的机械设备有: XY-2 型地质钻机和 PH15 型注浆机。

收稿日期: 2009-12-03

作者简介: 宫建岗 男 1964 年出生 教授级高工

(2) 帷幕注浆成孔。选用 XY-2 型地质钻机成孔。钻孔顺序: 从拱顶处自上而下、由外向内钻设注浆孔, 每成一孔及时退出钻机, 安装注浆管。拱部开挖轮廓线外的注浆范围采用小导管, $\Phi 48$ 普通钢管, 壁厚 3.5 mm, 管头 300 锥体。拱部以下注浆范围内采用 $\Phi 48 \times 3.5$ mm (公称直径 $\times$ 壁厚) 的 PVC 管。成孔直径定为 73 mm, 利于安装注浆管, 便于封堵孔壁和管壁间空隙, 保证注浆效果。钻孔顺序为: 先上后下, 先外后内。终端注浆管布置如图 3 所示。

(3) 采用全断面帷幕注浆浆液材料, 普通水泥 + 防水外加剂 (水: 水泥 = 0.6: 1) (中粗砂、卵石圆砾中, 扩散半径 $R = 0.6$ m); 超细加固型 TGRM 水泥特种灌浆料 (水: TGRM = 0.6: 1) (粉土、粉质粘土中, 扩散半径 $R = 0.4$ m)。注浆工艺,

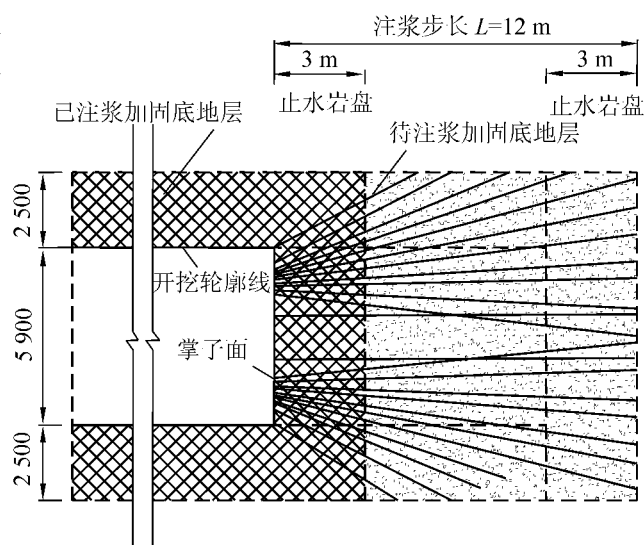


图 2 帷幕注浆设计图 (单位:mm)

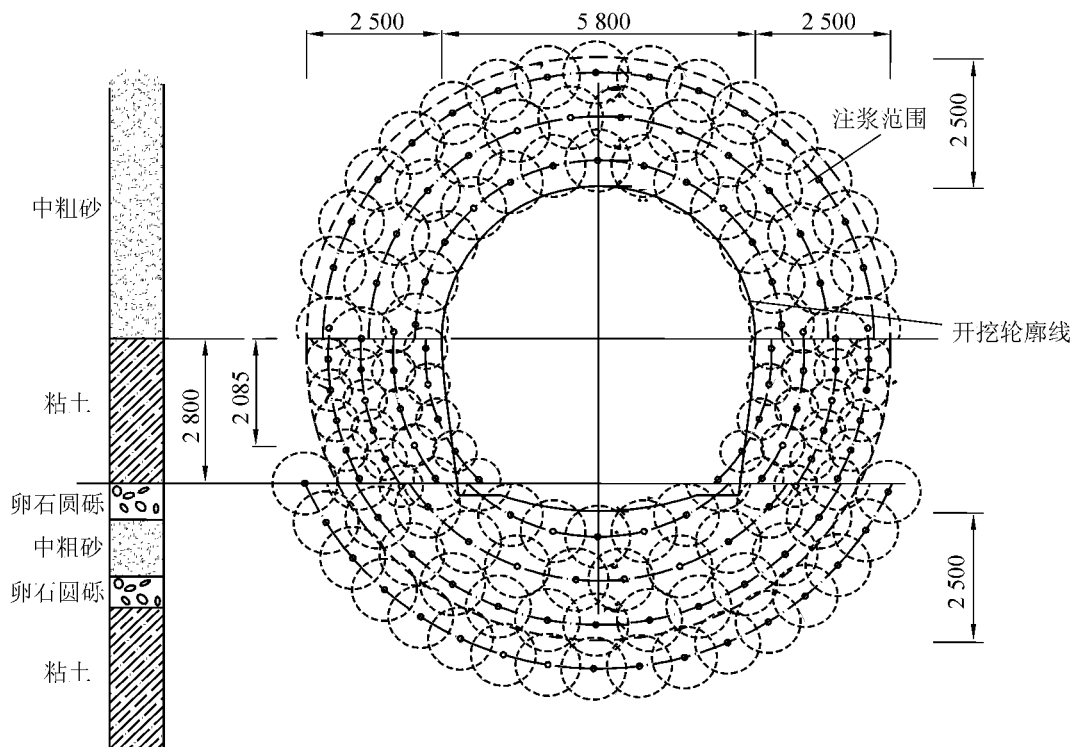


图 3 终端注浆加固范围 (单位:mm)

先上后下, 先外后内, 后退式分段注浆, 抽管分段设止浆塞。

(4) 封闭掌子面。注浆前要对掌子面进行网喷混凝土封闭处理, 根据注浆压力 (砂层 0.6 MPa, 土层 1.0 MPa) 不同, 调整封闭掌子面混凝土厚度 (约 15 cm), 但最小厚度不小于 10 cm, 必要时应铺设钢筋网片并打设锚管, 确保注浆时不产生裂纹和隆起。

(5) 注浆。注浆管安装完成后, 对掌子面进行二次封闭, 然后进行注浆。注浆采用后退式分段注浆, 将 12 m 的注浆管分成 10 段进行注浆, 通过调整注浆管内的止浆阀位置实现分段注浆。封闭掌子面后, 先注 TGRM 填充加固型灌浆料 (水: TGRM = 0.6: 1), 该灌浆料能将孔壁和管壁间的空隙填充密实, 并具有一定强度。对所有的注浆管进行填充加固后, 再对每一根管进行分段后退式注浆, 注浆材料为超细型 TGRM 水泥特种灌浆料 (水: TGRM = 0.8: 1), 注浆压力为 0.6 MPa, 并根据地质情况和注果进行适当调

整。注浆效果可通过预留观察孔、注浆压力和注浆量等因素综合分析进行预测,开挖过程中对注浆效果不理想部位须进行重新注浆加固,以保证施工安全。全断面帷幕注浆顺序为:先上后下,先外后内。

2 穿越京山铁路段隧道开挖支护施工技术

(1)隧道开挖与支护。在全断面帷幕注浆加固支护作用下,以环向开挖保留核心土法施工,核心土长度约1.5 m,环向开挖宽度80~100 cm,以保证格栅架立及喷混凝土施工的操作空间。纵向开挖进尺为一榀格栅间距(区间隧道穿越京山铁路段格栅间距为50 cm)^[3]。

(2)初支背后注浆回填。纵向每隔2.0 m埋设一环注浆管,注浆管设置在拱部120°范围的拱顶和墙脚,隧道下台阶施工完成后及时注浆回填,压力控制在0.3 MPa左右。

3 施工量测与效果

(1)量测项目。在穿越铁路30 m区段,每5 m设置一个量测断面。分别开展轨面变形、地表沉降、拱顶下沉和净空收敛量测,重点是轨面变形量测^[4]。

(2)管理基准。根据施工期间的铁路车速,确定左、右线和纵向10 m范围内轨面允许的均匀沉降为5.0 mm,累计轨面的最大允许沉降15.0 mm。

(3)施工效果。经洞内帷幕注浆加固施工控制和注浆回填等综合施工技术后,路基沉降曲线如图4,累计轨面最大变形未超过10.0 mm,不均匀沉降在4.0 mm以内,保证了铁路运营安全。

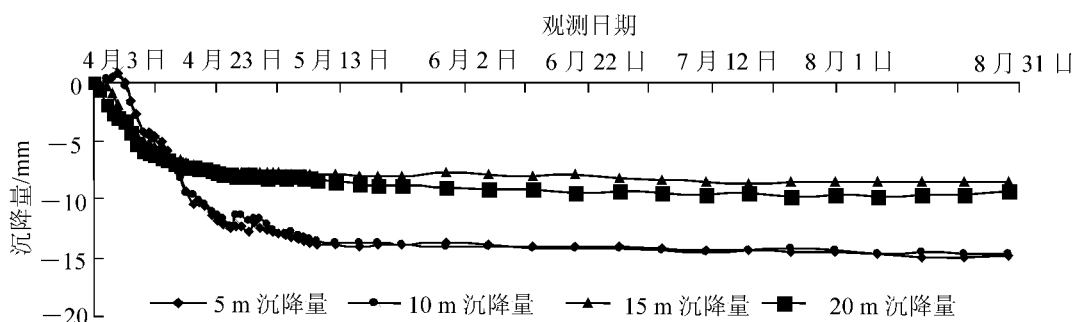


图4 京山铁路监测数据时态曲线

4 结语

在采用帷幕注浆加固地层的前提下,加强开挖支护过程中的质量控制,包括对台阶长度及循环进尺的控制,格栅拱脚的填实、及时回填注浆。监控结果表明,穿越铁路段累计地表最大沉降量为14 mm,从而保证了铁路运营安全。

参 考 文 献

- [1]北京城建设计研究总院. GB50157—2003 地下铁道设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2003.
- [2]张民庆,彭峰. 地下工程注浆技术[M]. 北京:地质出版社,2008.
- [3]关宝树. 隧道工程施工要点集[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [4]朱永全,宋玉香. 隧道工程[M]. 北京:中国铁道出版社,2005.

(下转第101页)

Finite Element Analysis of Joints Before and After Haunch in Steel Structures

Li Guojun

(China Civil Engineering Construction Corporation, Beijing 100083, China)

Abstract: In this paper, The representational 3D FEA-model is set up for haunch joints of steel frame structure. Stress distribution is got by nonlinear analyzing of the model. The characteristic and rule of stress distribution in haunch node and ordinary node is analyzed for contrast. Under the cyclic load function, gave the node to stagnate the curve, then obtained the haunching to be possible to improve the node obviously ductility, the force node plastic hinge offset, provided the basis for the node design.

Key words: steel moment-resisting frame; haunch; plastic hinge

~~~~~

(上接第 90 页)

## Survey Technology for Ballastless Track Laying Construction

Fang Yun<sup>1</sup>, Zhang Junsheng<sup>2</sup>

(1. Shanxi Railroad Project Professional Technology Institute, Weinan 714000, China;

2. Zheng-Xi Railway Headquarters of China Railway First Bureau Group, Weinan 714000, China)

**Abstract:** With the development of China's passenger railway and high-speed railway, the Ballastless track laying technology is applied in construction. High-speed railway proposes strict restrictions on the Ballastless track laying construction, with requirements for good stability and high precision and reliable comfort. This article discusses the use of three-dimensional coordinates of absolute positions for the effective control of smoothness degrees in order to ensure the safety of ballastless track laying construction.

**Key words:** ballastless track; laying construction; smoothness degree; track laying accuracy; construction survey

~~~~~

(上接第 93 页)

Construction Control Technology for Subway Tunnel Beneath Adjacent Existing Jingshan Railway

Gong Jiangang^{1,2}

(1. School of Ocean and Civil Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China;

2. The 11th China Railway Bureau Group Co. Ltd., Wuhan 430000, China)

Abstract: The subway tunnel of No. 5 line of Beijing Metro between Puhuangyu station and Tiantandong station goes beneath adjacent existing Jingshan railway at Yutingqiao, with a buried depth of 17 m. In order to ensure the operation safety of existing Jingshan railway, the measure of full-face curtain grouting in advance is adopted. The monitored results indicate that the settlement of subgrade has satisfied the operation requirements

Key words: subway tunnel; existing railway; construction control technology; monitoring measurement