

文章编号: 1005-0523-(2007)02-0037-04

整体道床病害分析与整治

钟贞荣¹, 罗科炎², 杨仕教¹, 彭康存³

(1. 南华大学 城市建设学院 湖南 衡阳 421001; 2. 广东省广梅汕建设监理有限公司 广州 510620;
3. 广州市地下铁路总公司 广州 510380)

摘要:随着无碴轨道技术的广泛运用,整体道床产生的病害及维修问题也越来越引起重视.结合工程实例,针对地铁整体道床的底部出现“吊空”、道床横向断裂、水沟翻浆、冒泥病害,分析、探讨了其产生的原因,并就其病害提出了化学灌浆法在整体道床病害整治中的运用,在实践中分析了病害的具体整治措施.

关键词:地铁;整体道床;病害整治

中图分类号: U213.2⁺41

文献标识码: A

随着我国城市建设事业的高速发展,继北京地铁之后,近十几年来,上海、广州、深圳、南京等大城市纷纷兴起了大规模建造地下铁路的热潮.整体道床是一种用混凝土构筑的新型轨下基础,它改变了传统的轨道组合,取消了道渣层,消除了道床的累积变形,具备整体性好、稳定、耐久、轨道维修量少等优点,近二十多年已在我国地铁建设中得到了广泛的使用.广州、上海、北京等地的地下铁道大量采用了整体道床无碴轨道^[1].道床是弹性地基上的受弯构件,它的受力与基础的形变模量 E_0 有关,因此必须特别重视对地基的加强处理和排水设施的良好设置,但往往由于地下水的作用和施工方面的原因,也常出现带道床翻浆冒泥、横向断裂和隧底吊空等病害.本文以广州地铁一号线整体道床病害为例,探讨其病害产生的原因,并提出了病害的相关整治措施.

1 广州地铁一号线整体道床病害概况

广州地铁一号线于1993年12月28日动工兴建,1999年6月28日全线开通运营.一号线为东西走向,全长18.497 km(其中地面线2.048 km),设16座车站.单向断面高峰小时运能5.55万人次.每列

车6节编组,最高车速可达80 km/h,平均旅行速度35 km/h.自投入运营以来,暗挖区间隧道(特别是杨箕站——体育西站区间)整体道床,由于施工时基面清理不彻底等因素影响,道床与二衬混凝土仰拱之间形成空隙.从现场钻孔取芯过程和所取混凝土试样可看到,部分地段在钻孔时钻到一定深度时会出现钻头突然下降现象,下降深度达20 mm左右,表明底部已形成空洞,从取芯试样也可看出明显断裂的痕迹.同时由于地下水渗透作用,使隧道整体道床底部“吊空”面积越来越大,在列车行使情况下,道床出现上下浮动致使道床横向断裂、两侧水沟与道床剥离形成空隙、形成翻浆冒泥等病害.就单杨箕站——体育西站1 209 m的下行区间,从现场调查发现部分地段水沟及道床边出现翻泥、冒砂现象,严重地段有五处;两侧水沟出现与道床剥离、破损及外水内渗现象,剥离形成的缝隙有2~20 mm宽,特别是在道床最低处(中心泵房位置)水沟漏水、翻浆冒砂现象特别明显,剥离空隙宽段达20 mm.对部分地段道床及水沟沉淀物的取样分析^[2],水沟的沉淀物中 CaCO_3 占62.35%~68.35%,道床排水井沉淀物中 CaCO_3 占81.65%.据统计要修复的水沟有1 130 m;道床表面横向裂缝有46处,用裂缝刻度尺测量裂缝宽度为

收稿日期: 2007-02-15

0.2~1 mm;因“吊空”需要加固的道床有 1 130 m.

2 整体道床病害原因分析

2.1 施工方面

根据国内外的施工经验,地铁整体道床普遍都是使用素混凝土或钢筋混凝土浇筑而成,施工方法是把结构底板凿毛后将混凝土与隧道洞体结构浇注在一起.这样结构中就存在多个层面的结合,整体性较差,往往这些层面也成了结构中最薄弱的环节.一般对基面的凿毛要求是:地板凿毛面积在 80%以上,边墙与道床混凝土接触面凿毛在 70%以上^[5].一旦施工中对接触基面处理不到位,道床和结构底板之间很容易形成施工裂缝,在其它因素的作用下就可能导道床和结构底板的剥离甚至大面积的“吊空”.在整体道床病害调查中,很多事实证明广州地铁一号线整体道床病害,有因施工时基面清理不彻底等因素引起,使其与二衬混凝土仰拱之间形成空隙.同时在列车荷载反复作用下,使道床和仰拱间空隙面积越来越大,道床出现上下浮动致使道床横向断裂、两侧水沟与道床剥离形成空隙、翻浆冒泥等病害.

2.2 水文地质因素

地下水是造成隧道各种病害发生的主要诱导因素之一,也是造成道床翻浆冒泥和使整体道床破损的重要条件.从现场情况可以看到,地铁区间排水流入水沟破损部位,水全部渗入沟底和道床底部,而从坡度下降方向的另一破损水沟处流出.加上地下水渗透作用、水在道床和仰拱之间的细缝中流动.国际上有关科学家研究认为:水在 0.007 mm 宽的裂缝中,仍会产生 10^{-4} cm/s 的流速^[3].由于长期受列车行驶动荷载作用,使道床上下振动而形成抽吸现象,造成水在空隙中反复潜蚀,带走混凝土中骨料,使其间空隙逐渐剥离并恶化,从而形成了更大的空隙.我们知道,混凝土中水泥的水化产物主要有水化硅酸钙和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等,而足够的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 又是其它水化物凝聚、结晶稳定的保证.实验证明,当混凝土中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含量被减少 25% 时,混凝土的抗压强度要下降 5%;而减少量大于 33% 时,则混凝土将完全失去强度而松散^[4].裂缝间流动的水很可能把混凝土中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 带走,这样就破坏了水泥其水化产物稳定存在的平衡条件,从而导致道床及仰拱混凝土性能下降.运营时间越长,冲蚀时间越久,裂缝越宽,对道床的破坏也就越大.

2.3 其它因素

整体道床的病害除上面因素引起外,还有很多别的原因,从材料上讲有水泥的水化热、水泥的非正常膨胀,骨料中含泥土、使用了反应性骨料等;从施工上讲有混凝土搅拌不均匀、泵送时改变了配合比、浇注速度太快振捣不足等,经验表明加强振捣,不允许出现漏振、过振、振捣不足,是保证混凝土强度,防止裂纹的重要措施;从使用环境上讲有构件两面湿温度的变化、酸和盐类的化学作用等.

3 整体道床病害整治措施

3.1 道床加固整治措施

道床“吊空”致使其它病害的产生,为此对道床吊空处理是道床病害整治的首要任务,也是道床病害处理的重点和难点.结合本工程病害特点,我们采用化学灌浆法对道床“吊空”进行加固处理.就是指利用液压、气压通过注浆管把化学浆液均匀的注入裂缝、空隙中,浆液以填充、渗透和挤密得方式,赶走裂缝中的水、空气和其他杂质并填充其位置,经人工控制一端时间后,浆液将裂缝胶结成一个整体,形成一个结构新、强度高、防水性能好的新结合体,从而达到解决道床“吊空”的问题.

1) 注浆材料的要求

结构上要求:为保证材料具有良好的可灌性,浆材粒径应小于缝的最小尺寸,长期化学灌浆法实践证明,浆材粒径至少要少于 $1/3-1/10$ 缝的宽度^[3].

功能上要求:防渗堵漏、加固,固结后强度比原结构混凝土强度高.结合本工程病害特点、病害整治质量要求和对各种灌浆材料的特性对比与研究,最后决定采用 KS-7 糠醛-丙酮稀释体系改性环氧树脂.其主要特性是能在低温和水中固化,气味小,毒性低,具有很高的粘结强度和抗压强度.材料主要技术标准见表 1.

表 1 KS-7 改性环氧树脂材料主要技术指标
执行标准:Q/SDKS 015-1998

粘度	mpa·s	≤100	固化时间	≤48
抗压强度	MPa, 28d	≥50	抗拉强度	MPa, 28d ≥8
粘结强度	MPa	干燥基面	≥1.5	
		湿基面	≥1.0	

2) 道床注浆加固施工工艺

(1) 工作流程:定孔位→钻孔→验孔→清孔→埋管→配浆→注浆→稳压→二次或多次注浆→封

咀.在两钢轨之间共布置三排注浆孔,孔径 $\varnothing 32\text{ mm}$,孔距 $550\text{ mm}\sim 600\text{ mm}$,孔深 500 mm .为使浆体最大可能的对裂缝进行充填固结,必须对所有灌浆孔进行二次或多次灌浆,为此灌浆作业时间必须保证两天以上,以确保二次以上重复注浆及灌浆质量.

(2) 主要技术参数:材料配合比: $10:0.7\sim 0.9$ (KS-7 改性环氧:固化剂重量比),调配浆液时温度控制在 50 度以下,浆液下灌控制温度: 35°C 左右.注浆压力: $0.5\sim 0.8\text{ MPa}$.稳压时间: $10\sim 15\text{ min}$.

(3) 灌浆方法:为确保灌浆施工质量,化学灌浆工作必须按照一定的施工程序法则进行.本工程采用分段灌浆法,就是将孔分成若干段,按现行灌浆规范的规定,每段的长度一般为 5 m .从道床最低处向高处分段灌起.分段灌浆法的好处在于:可以使每一段范围内的裂缝条件和可灌性条件比较接近,灌浆时,也可以针对各段的裂缝和渗透情况,采取相应的、合适的技术措施.

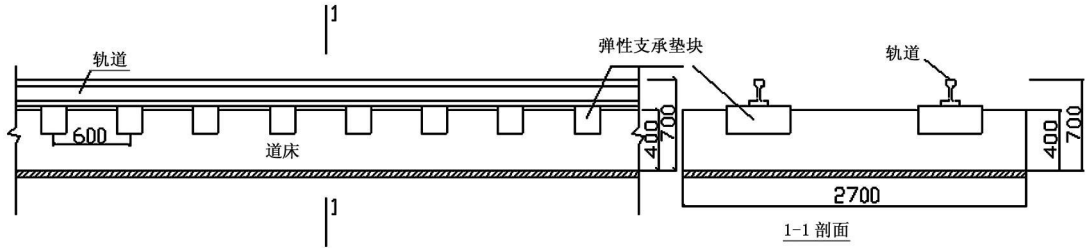


图1 整体道床结构示意图(单位 mm)

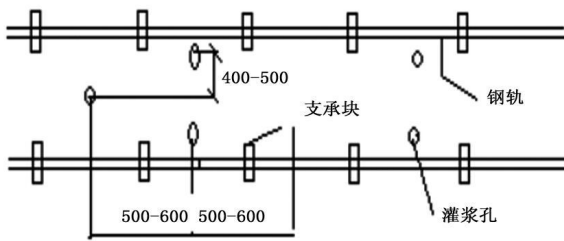


图2 道床灌浆孔平面布置示意图(单位 mm)

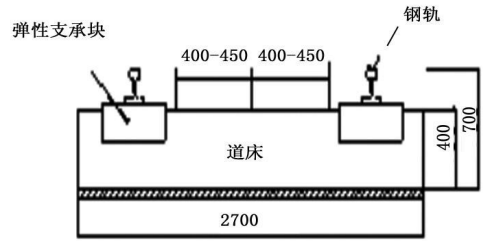


图3 道床灌浆孔布置剖面图(单位 mm)

(4) 施工示意图:

3.2 道床裂缝、伸缩缝整治措施

1) 道床裂缝的整治

(1) 沿裂缝开 V 型槽,深 $4\sim 6\text{ cm}$,宽 $7\sim 10\text{ cm}$ (见图 4 所示),然后清洗干净,刷去松动颗粒.

(2) 对有漏水部位的裂缝先用快干水泥进行封闭,风干表面然后涂刷基液,回填环氧砂浆,用环形

模板立模加压.

(3) 对无渗水裂缝,直接涂刷基液,回填环氧砂浆,用环形模板立模加压.

2) 道床伸缩缝的整治

(1) 沿裂缝凿一条宽 20 cm 、深 $4\sim 6\text{ cm}$ 规则的平底槽(见图 5 所示),然后用钢丝刷刷去表面的松动颗粒,用清水清洗干净.

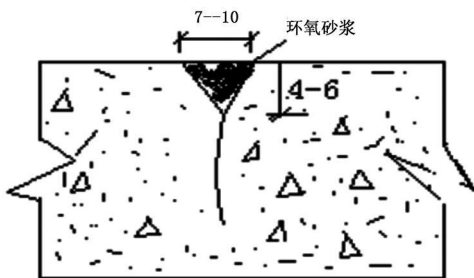


图4 裂缝处理构造图(单位 cm)

(2) 沿槽预埋止水橡皮,割一块厚 5 mm 、宽 20 cm 、长 2.7 m 的平板橡皮,将橡皮一面两边要粘贴的 $6\sim 8\text{ cm}$ 凿毛(中间 $6\sim 8\text{ cm}$ 不凿).

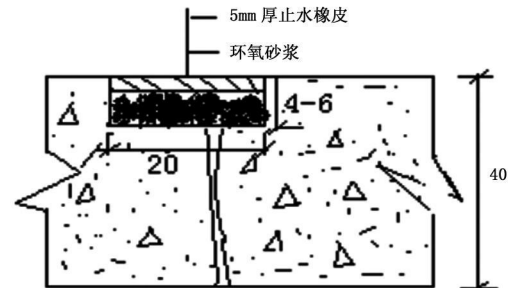


图5 伸缩缝处理构造图(单位 cm)

(3) 涂刷基液铺填环氧砂浆、贴橡皮、环形模板立模加压.

3.3 破损水沟整治措施

(1) 对破损水沟进行表层清理、凿毛,沿水沟与道床结合部位进行开凿,开凿深度、宽度为 50 mm~60 mm,凿成 V 型或 U 形状。

(2) 为对道床灌浆起到良好的封闭效果,要求沿水沟与道床结合部位进行钻孔注浆,孔径 $\Phi 10$ mm,孔距 350 mm~400 mm,孔深 150 mm。

(3) 用混凝土对清理、凿毛后的水沟进行修复。修复材料采用 42.5 R 水泥,配以膨胀剂、速凝剂,最后抹养护剂养护。对冒水部位先采用早强水泥封堵,要求压贴紧密,然后进行混凝土修复。具体混凝土配合比如下:水灰比 1:2、灰砂比 1:1.2~1.5、膨胀剂掺量 8%、速凝剂掺量 2%~5%(根据水沟冒水情况而定)。

(4) 采用 KS-7 环氧化学浆进行水沟灌浆,材料配合比:10:0.7~0.9(环氧:固化剂,重量比)浆体灌浆控制温度:35℃左右。注浆压力:0.5~0.8 MPa。稳压时间:10~15 min。

4 在隧道整体道床病害处理中应注意的问题

城市地下铁路是城市快速轨道交通的一部分,由其运量大、安全、正点等优点,在广大城市居民生活中起着很重要的作用。因此对地铁运营时的安全性也要求很高的。围绕正点、安全上的要求,因此在地铁整体道床病害整治施工作业中,应注意以下问题:

(1) 道床混凝土中钢筋过密,打钻时容易发生钢筋卡钻现象,为此每天打钻作业时间不能太长,以确保出现卡钻问题时能够及时处理,保证地铁第二天的正常运营。

(2) 灌浆期间必须时刻注意压力表压力,以免压力过高抬高道床,影响行车安全,同时在灌浆期间必须对道床进行适时监测,每天在施工作业范围内每 10 m 设一个监控点,每个监控点相邻两次的高查变化控制在 0.5 mm 范围内,高查变化超过 0.5 mm 则应暂停灌浆,发现问题及时解决。

(3) 由于在隧道内施工过程中,隧道通风环境不良,施工人员感觉不佳,特别是在道床灌浆时,由于此工程采用改性环氧浆材进行灌浆作业,其固化剂有一定的刺激性和挥发性,加上隧道内通风等其它环境都不佳,因此在道床灌浆作业时要求要打开隧道风机。如果不及时开通隧道风机,浆体挥发物将聚集在隧道内,对施工人员的身心健康及隧道

行车环境都将产生一定的影响。

(4) 施工条件有时为单线封闭施工,作业过程中,邻线有地铁车辆出入运行,因此必须做好相关的安全防护措施。

5 结论

整体道床吊空病害是隧道整体道床使用过程中普遍存在的问题,它的出现不仅破坏了道床结构的整体性,降低了混凝土结构的强度,而且不均匀下沉将严重影响了列车行车安全。因此我们必须重视整体道床设计、施工、养护等方面的工作,以及整体道床病害的及时整治,以确保列车行车安全。从本隧道整体道床的病害看,在隧道道床施工和养护中就应注意和防患的问题有:

(1) 道床的基面必须干燥、无水、坚实和稳定的条件下进行修补,对原混凝土裂缝修补应凿毛处理,接触面凿毛在 70%以上。

(2) 水是造成隧道各种病害发生的主要诱导因素之一,因此对隧道的防水、排水必须按规范标准进行设置,水沟要求流水通畅,沟底坡与线路坡度一致。对水沟出现的渗漏水现象应及时排除,防止水流入道床底部诱发各种病害。

本文介绍的病害整治措施,从现场处理后的情况来看,得到了较好的整治效果。道床灌浆后已彻底消灭了水沟的渗水、冒泥现象,降低了道床上下浮动的幅度。这些措施可为其它隧道整体道床相关病害整治起一定借鉴作用,特别是对于采用环氧类化学浆材处理整体道床下沉破损病害,其所提及的工艺流程、相关技术参数等有很好的参考性。当然更多病害整治措施有待在实践中不断完善。

参考文献:

- [1]林之珉,等.铁路整体道床—设计施工和保养[M].北京:中国铁道出版社,1990年。
- [2]胡怡东.EEA 环氧材料在广州地铁一号线整体道床病害治理中的应用[J].技术资料,2005,(6):75.
- [3]魏涛,李珍,董建国,陈彦生.化灌法[M].北京:中国水利水电出版社,2006年。
- [4]水利水电不水工混凝土耐久性调查组.全国水工混凝土建筑物耐久性及其病害处理的调查总结报告,1987年。
- [5]张勇.地铁隧道工程整体道床施工技术[J].西部探矿工程,2004,(4),86.

(下转第 73 页)

Developing Web Interface Using JSF

ZHOU Juan, LIU Gao-yuan, ZHANG Guo-ping

(School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013 China)

Abstract: A new method of Web interface based on JSF is put forward, and the technology and respect of JSF are introduced. Using an example to explain how to develop JSF UI. Finally, the advantage and the prospect of JSF are analysed.

Key words: JSF; MVC; Web UI; User interface component

(上接第 40 页)

The Analysis and Treatment of the Track on Solid Bed Damage

ZHONG Zhen-rong¹, LUO Ke-yan², YANG Shi-jiao³, PENG Kang-cun³

(1. College of Urban Construction, Nanhua University, Henyang 421001; 2. Guangdong Guang-Mei-Shan Construction Supervision Company Ltd., Meishan 510620; 3. Guanzhou Metro Co., Guangzhou 510380; China)

Abstract: With the Ballastless track technology extensive used, the problem of the track on solid bed damage and rectification is paid more and more attention now. With practical example, this article analyses the causes of tunnel overall bed disease such as empty in the bottom, horizontal fracture, mud pumping, and give some related remedial measures.

Key words: mass transit railway; track on solid bed; damage renovation