

文章编号:1006-2106(2008)12-0083-04

城轨交通整体道床病害及整治^{*}

于春华^{**}

(铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300251)

摘要:研究目的:整体道床在城轨交通中得到广泛应用,在运营过程中应对其进行日常维修养护工作。同时整体道床不可避免出现病害,影响美观和使用寿命,必须及时加以整治。本文从分析病害产生的原因入手,依据病害整治原则,制定病害整治方案,并认真落实,使其延长使用寿命,确保运营安全。

研究结论:城轨交通工程整体道床日常维修及病害整治的传统方法有表面涂膜法、压力注浆法、开槽修补法等。借鉴铁路、建筑行业的混凝土结构病害整治先进技术,积极采用如低压注浆补缝技术、碳纤维加固、高强无收缩注浆料、高强无收缩注浆料等新技术、新材料、新工艺,与传统方法相结合,使整治施工简便、性能可靠,并且降低费用,提高经济效益。

关键词:城轨交通;整体道床;病害;成因;对策;维修;整治

中图分类号:U239.5 **文献标识码:**A

The Solid Track Bed Defect of Urban Mass Transit and Its Treatment

YU Chun-hua

(The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation, Tianjin 300251, China)

Abstract: Research purposes: The solid bed has been applied extensively in urban mass transit, and it needs route maintenance because defects happen during operation and affect the service life of the solid bed, so it is necessary to treat the defects in time. This paper analyzes the causes for defect production and puts forward the treatment scheme for the purpose of prolonging the service life of the bed and guaranteeing the operation safety.

Research conclusions: There are several traditional methods for route maintenance of the solid track bed, such as surface imbruing film, pressure pouring concrete and cut repairing. Through studying the advanced technology for treating the defects, nowadays some new methods, new materials and new technologies, such as low pressure pouring concrete to repair gap, using carbon fiber to reinforce and so on, are used to treat the defect along with traditional method, which make the treatment easy and reliable with lower cost.

Key words: urban mass transit; solid track bed; defect; cause for formation; countermeasure; maintenance; treatment

1 整体道床在城轨交通中的应用

城轨交通线路轨道铺设的道床型式,主要有整体道床和碎石道床2大类型。整体道床具有线路平顺、稳定性好、整体性强、表面整洁美观等优点,与碎石道床相比可减少维修工作量50%~70%。在地下线路

及高架线路使用,能减少隧道净空、高架桥荷载、改善维修人员劳动条件、适应城轨交通维修作业只能在夜间停运时间进行的特点。当发生事故时,也可做疏散乘客的临时通道。因此,地下线路及高架线路一般采用整体道床,地面线路一般采用碎石道床。

整体道床有无枕式、短枕式、长枕式等型式。目前

* 收稿日期:2008-01-02

** 作者简介:于春华,1941年出生,男,高级工程师。

铺设的整体道床主要有短枕式、长枕式 2 种型式,无枕式道床我国很少使用,只有在城轨交通主体结构竣工,经线路调线调坡后,轨道结构高度不能满足设计要求或者病害整治时才予以铺设。

整体道床根据消防废水、结构渗水等流量要求设置排水沟,排水沟有两侧排水沟和中心排水沟 2 种型式,2 种型式均有铺设。

2 城轨交通整体道床的日常维修

2.1 轨道设备的维修

由于车辆运行时荷载反复冲击振动,会引起城轨交通的运营设备——轨道变形。致使线路不平顺,方向水平不良,影响旅客舒适度,严重时将危及行车安全。轨道各部分几何尺寸超过日常保养容许偏差管理值的状态,应对轨道设备进行日常保养和临时补修,其维修工作内容基本与国家铁路一致,本文不再赘述。

2.2 整体道床的维修

为了保证整体道床的正常工作状态,应对整体道床进行定期检查、观测并及时修补,具体项目和内容有:

(1) 检查整体道床及排水沟混凝土表面、轨枕与道床混凝土间是否出现裂缝,记录裂缝长度、宽度及形状,观测裂缝是否发展。宽度在 0.5 mm 以下且不发展,是混凝土收缩或温度变化引起的,一般不会形成病害,但会对整体道床整体性、防水性及美观性造成不良影响。

(2) 检查整体道床是否有上拱或下沉现象,观测上拱或下沉是否发展。变化量在扣件调高允许范围时可用扣件进行调整,上拱或下沉不发展,一般不会形成病害。

(3) 检查排水系统是否通畅、排水沟是否淤塞、排水沟是否有裂纹。

(4) 检查工作一般每季度进行 1 次,做好记录观察其发展程度,根据实际情况安排日常保养和临时补修,如果发展成为病害应查找原因,并适当增加检查次数并及时进行整治。

3 城轨交通整体道床病害成因及对策

3.1 整体道床病害类型

整体道床的不良状态,日常维修已不能彻底消除,导致整体道床开裂加剧,轨道各部分几何尺寸超出正常管理值而且发展十分迅速,直接危及城轨交通的运营安全形成病害,其主要类型有:道床混凝土上拱、道

床混凝土下沉、道床混凝土与主体结构混凝土分离、道床排水沟开裂、成段轨枕松动或者拔起等。

3.2 整体道床病害成因及对策

3.2.1 主体结构的变形

城轨交通主体结构由于地基的变形及内部应力、外部荷载的变化而产生的主体结构变形和沉降,如主体结构变形和沉降超过允许值,将会引起城轨交通的运营设备——轨道变形,整体道床破损。主要表现为道床混凝土上拱或者下沉,其发展迅速形成病害,影响城轨交通正常运营,甚至会造成城轨交通运营的中断。通过对城轨交通主体结构的监测,了解主体结构沉降、位移、变形情况,对监测结果进行分析,掌握城轨交通主体结构所处的状态,得出城轨交通运营是否安全以及需要采取补救措施的结论。对于预防事故发生,保证城轨交通的正常使用是至关重要的。

某市地铁隧道穿越河流,在铺设整体道床前主体结构已出现下沉,经调线调坡后轨道结构高度(约为 370 mm)仍不能满足要求,只能采用特殊轨道结构。

3.2.2 地下水的冲刷

地下水位高于隧道底部表面时,隧道底部受地下水长时间的浸泡和压力水的冲刷,沿隧道施工缝隙,夹带基岩的细小颗粒浸入隧道内,形成翻浆冒泥。造成整体道床基底(或填充层)局部空洞,整体道床上拱或者下沉随之开裂。地下水渗漏严重地段,除隧道底部的渗漏,往往伴随着隧道结构顶部边墙的渗漏,道床排水沟已不能有效地起到排除地下水的作用,造成整体道床病害。因此,应在隧道施工时重视隧道工程排水系统的完善和隧道结构的防水设计。整体道床施工时应检查除隧道底部是否存在地下水渗、喷、冒的现象,并及时封堵消除安全隐患,再铺设轨道。

某市地铁隧道主体结构底板地下水渗漏严重,整体道床上拱影响行车安全,只能停运整修。

3.2.3 新老混凝土结合不牢

整体道床与隧道底填充层、隧道底填充层与隧道底部(矩型隧道无填充层)之间;轨枕与整体道床之间;弹性短轨枕与整体道床之间的新老混凝土结合不牢出现裂缝,裂缝扩大形成病害。新老混凝土可通过凿毛接触面,凿毛后用高压水冲洗,清除浮渣和灰尘,再涂刷一层界面剂,增加其结合强度。

某市轻轨在高架桥铺设的弹性短轨枕式整体道床,弹性短轨枕与整体道床之间出现裂缝后,由于列车往复振动再加上温度应力和降水的影响,至使弹性短轨枕拔出危及行车安全。因此,制造弹性短轨枕时应

注意弹性短轨枕的装配公差,施工时应加强弹性套鞋与混凝土的粘接以及严格控制无缝线路的锁定温度。

3.2.4 排水沟混凝土厚度过薄

在马蹄型隧道两侧设排水沟时,靠隧道边墙侧沟壁底部可能出现混凝土厚度过薄现象,容易发生断裂;在圆型隧道两侧设排水沟时,排水沟可能直接与隧道边墙相连容易出现裂缝,造成排水沟的渗漏,冲刷浸泡整体道床。马蹄型隧道在设计整体道床时应检算排水沟底部混凝土厚度,不足时应与隧道专业人员协调修改隧道仰拱尺寸,加大混凝土厚度。侧沟直接与隧道边墙相连时应做好防水处理。

某市地铁局部地段整体道床灌注质量稍差,横向裂纹较密(平均 6 m/处),排水沟靠道床侧成段纵向开裂,道床与隧道边墙成段脱离,废水渗入道床和隧道底部,道床和隧道底部逐渐分离,将会造成病害应进行整治。

3.2.5 整体道床预留横向沟槽结构薄弱

整体道床横向排水沟及道岔整体道床预留转辙机电务拉杆沟槽处结构薄弱,在列车振动荷载作用下易产生道床混凝土开裂等病害。

为避免此类病害发生,该地道床可采用钢纤维混凝土,钢纤维采用剪切型,长度为 25~40 mm,每立方米 C30 混凝土中加入钢纤维 60 kg。其铺设长度为 2 d(d 为轨枕间距),以提高道床强度及抗裂性能。

某市地铁道岔整体道床预留转辙机电务拉杆沟槽处曾发生开裂现象,需要及时修补避免病害发生。

4 城轨交通整体道床病害整治

4.1 整体道床病害整治原则

(1) 城轨交通行车密度大,高峰间隔 2 min,运行时间 5:00~23:30。因此,运营线路白天无法对轨道进行巡检、维修,日常维修均在夜间停运时进行。整体道床病害整治作业,会引起城轨交通停运给市民的工作和生活带来不便,并产生巨大经济损失。因此,病害整治作业尽量当天完工,修补材料形成强度,不影响正常运营。如果不能当天完工,可分段施工或者采用临时支撑的方法(部分道床或者轨枕不受力)维持运营。

(2) 线路中心线偏移、轨道顶面高程变化,应在本线采用扣件调整量的范围内,应利用扣件调整,不撬动道床。超出扣件调整量范围时,需可对道床进行整治。整治方案应根据超出管理值的大小,进行分级治理,并且尽量少撬动道床和改变道床结构,确保道床各种功能不受影响。

(3) 排水沟整治应与整体道床整治同步进行,避免重复作业。

(4) 整体道床病害整治施工过程应尽量减少振动、噪声、粉尘污染,降低对施工地段居民工作和生活的影响,同时改善施工人员的工作条件。

4.2 整体道床病害整治方法

道床混凝土裂缝的处理主要有以下几种:

4.2.1 表面涂膜法

裂缝宽度在 0.2 mm 以下的微细裂缝,采用防水涂料进行表面涂膜覆盖,起到封闭裂缝和防水作用,可防止裂缝发展(图 1)。该方法仅对浅层裂缝有效,无法深入到裂缝内部。表面涂膜法通常采用弹性涂膜防水材料,如环氧树脂、高分子聚合物乳胶、聚氨酯密封胶,以及阳离子乳化沥青与氯丁胶乳混合物等。传统的环氧树脂砂浆,由于收缩和老化的因素,长期效果不甚理想。

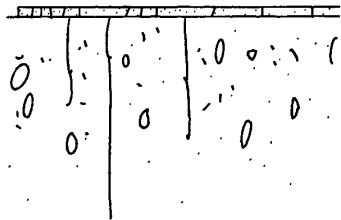


图 1 表面涂膜法

4.2.2 压力注浆法

裂缝宽度在 0.2~0.3 mm 范围的微细裂缝,借助压力将浆液注入混凝土裂缝中,使裂缝充满补牢(图 2)。浆液除具有填充性能还要具有粘接性能,修补后强度高,防水性、耐久性可靠。以往压力注浆多采用高压力注浆法,由于机具笨重不安全,给施工带来不便。

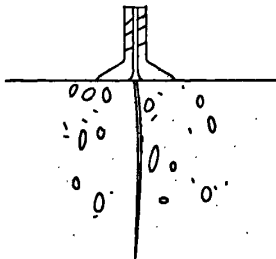


图 2 压力注浆法

4.2.3 开槽修补法

大于 0.5 mm 的较宽裂缝,沿着裂缝方向将混凝土凿成 U 型槽,然后用水泥类或树脂类填补材料将其填平补牢,达到封闭裂缝的目的(图 3)。该方法对混

凝土结构有一定损伤,不易用于修补轨枕等。整治时可限速运行并及时用环氧树脂、高分子聚合物乳胶、聚氨酯密封胶等修补粘接,如裂缝较宽可垂直裂缝凿凹埋入短钢筋,回填速凝高强混凝土填补。

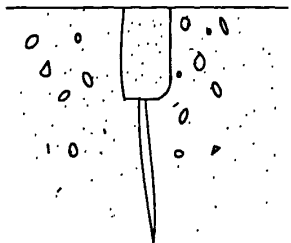


图3 开槽修补法

5 新材料新工艺的开发应用

5.1 低压注浆补缝技术

为了克服高压注浆补缝机具笨重、使用不安全和效率较低的缺点,近年来简单实用的补缝机具问世。铁道科学研究院结合我国国情研制出了低压法注浆补缝的专用机具 T 型活塞式弹力补缝器;新型补缝材料有 TK 型注缝胶(配合弹力补缝器使用的环氧树脂改性注浆材料)、ZV 型混凝土修补胶(以高分子共聚物为基本原料)等新机具、新材料,以及开槽修补法的新工艺,进一步完善了压力注浆法,在混凝土工程中已取得良好效果。今后应在整体道床裂缝整治中引进新材料,取代传统的补缝材料,获得较满意的整治效果。

5.2 碳纤维加固

碳纤维片材加固混凝土结构是近年来发展起来的新技术,碳纤维片材是表面涂膜的新材料,将碳纤维片材用无机粘接胶,贴在出现裂缝的混凝土之处,对封闭混凝土裂缝,防止裂缝的发展具有良好效果。

5.3 CGM 高强无收缩注浆料

CGM 高强无收缩注浆料具有早强、高强、微膨胀、

耐久、抗油渗、施工简便等特点,已得到广泛应用。CGM 高强无收缩注浆料有多种型号,用于整体道床混凝土的病害整治时,可根据具体情况加以选择使用。其中 CGM-6 型为抢修型,施工后 1 h 强度可达 20 MPa、2 h 强度可达 30 MPa,如果应用于整体道床混凝土的病害整治,则不影响正常运营。是否达到理想的效果有待于进一步验证。

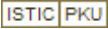
6 结论

整体道床混凝土裂缝是混凝土结构在硬化成型过程中经常出现的问题,由于裂缝的发展加上主体结构变形、重复振动和水的浸蚀,裂缝扩大形成病害。裂缝的存在会使钢筋腐蚀,降低承载力、耐久性及抗渗性,影响美观和使用寿命必须及时加以整治。在经济发达国家,混凝土裂缝整治已成为一个重要的独立行业。许多裂缝修补机具和材料不断问世,整治方法不断完善,整治后不影响结构的原有功能,延长使用寿命。我国铁路、建筑行业的混凝土结构病害整治方面已领先一步,城市轨道交通工程整体道床正常维修及病害整治除传统的方法外,还应引进先进技术和采用新材料、新工艺等进行预防和整治,诸如低压注浆补缝技术、碳纤维加固、高强无收缩注浆料、高强无收缩注浆料等。使得整治施工简便、性能可靠,并且降低费用,取得良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 铁运[2001]23 号,铁路线路维修规则[S].
- [2] TB 10082—2005/J448—2005,铁路轨道设计规范[S].
- [3] 卢祖文. 铁路轨道结构及维修[M]. 北京:中国铁道出版社,2002.
- [4] 李启楦. 混凝土裂缝修补新技术[M]. 北京:铁道部科学研究院,1996.

(编辑 张 滨)

作者: [于春华](#), [YU Chun-hua](#)
作者单位: [铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津, 300251](#)
刊名: [铁道工程学报](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY](#)
年, 卷(期): 2008, 25 (12)
被引用次数: 3次

参考文献(4条)

1. [铁路线路维修规则](#)
2. [TB 10082-2005/J448-2005. 铁路轨道设计规范](#)
3. [卢祖文](#) [铁路轨道结构及维修](#) 2002
4. [李启棣](#) [混凝土裂缝修补新技术](#) 1996

本文读者也读过(10条)

1. [周鹏庆](#) [浅析钢筋混凝土整体道床病害及整治](#)[期刊论文]-[路基工程](#)2004(1)
2. [管吉波](#), [白宝英](#), [苏卫青](#) [北京地下直径线工程浮置板道床选型研究](#)[期刊论文]-[铁路技术创新](#)2010(4)
3. [钟贞荣](#), [罗科炎](#), [杨仕教](#), [彭康存](#), [ZHONG Zhen-rong](#), [LUO Ke-yan](#), [YANG Shi-jiao](#), [PENG Kang-cun](#) [整体道床病害分析与整治](#)[期刊论文]-[华东交通大学学报](#)2007, 24(2)
4. [陈大磊](#), [钟贞荣](#), [杨仕教](#) [整体道床病害整治研究](#)[期刊论文]-[上海铁道科技](#)2008(1)
5. [高智锋](#), [朱勇坚](#) [北京市轨道交通昌平线高架桥无枕式整体道床施工技术](#)[期刊论文]-[铁道标准设计](#)2011(1)
6. [江波](#) [城市高架轻轨支承块承轨台式整体道床施工工法](#)[期刊论文]-[铁道标准设计](#)2004(4)
7. [王勤荣](#), [WANG Qin-rong](#) [明珠3号线北延段整体道床无缝线路铺设技术](#)[期刊论文]-[山西建筑](#)2008, 34(6)
8. [于洪春](#) [隧道内整体道床下沉病害的整治](#)[期刊论文]-[铁道建筑](#)2002(10)
9. [蔡川](#) [成渝线木枕道岔尖轨不密贴病害整治](#)[期刊论文]-[科技资讯](#)2008(26)
10. [司宝华](#) [整体道床线路沉降整治案例](#)[期刊论文]-[上海铁道科技](#)2004(5)

引证文献(3条)

1. [马伟斌](#), [李红海](#), [郭胜](#), [王微波](#) [铁路隧道内无砟轨道结构病害检测与快速修复技术](#)[期刊论文]-[中国铁路](#) 2011(9)
2. [管晓玲](#), [倪佳](#), [徐骅](#), [陈宇翔](#), [邢家耀](#), [石嵘](#) [整体道床结构补强工法研究](#)[期刊论文]-[沿海企业与科技](#) 2011(9)
3. [韩义涛](#) [上海地铁2号线东延伸接拨段轨道设计研究](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2011(8)

引用本文格式: [于春华](#), [YU Chun-hua](#) [城轨交通整体道床病害及整治](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2008(12)