

文章编号: 1674—8247(2018)03—0071—04

运营条件下有砟轨道涵顶冻害整治技术应用研究

马德东

(中国铁路沈阳局集团有限公司, 沈阳 110001)

摘要:文章基于寒区铁路路基冻害对于行车安全运营和维护的影响,按照“冬病夏治”理念,以最大限度的消除路基冻害为目标,尝试采用了双组份反应型树脂类注浆胶对涵顶路基冻胀严重处所进行整治。选取丹大线一处涵顶路基冻害严重处所,入冬前开展了现场注浆整治,收集了2015年冬季和2016年冬季现场静态检查、动态检测及整修资料进行对比分析。研究表明,通过在基床内注入反应型树脂类注浆胶,对消除或极大减弱寒区铁路路基基床的冻胀是有效的。

关键词:铁路;路基;冻害;注浆胶;效果评价

中图分类号:U216.42⁺1 **文献标志码:**A

Study on Application of Treatment Technology for Freezing Damage on the Top of Culvert on Ballast-track Railway under Operation

MA Dedong

(China Railway Shenyang Bureau Group Co., Ltd., Shenyang 610031, China)

Abstract: Based on the influence of freezing damage of railway subgrade on operation safety and maintenance in the cold area and according to the concept of "curing winter disease in summer", in the paper an attempt has been made to adopt a double component reactive resin grouting glue to treat the places with severe frost heave in the subgrade on the top of culvert for eliminating the freezing damage of subgrade to the maximum limit. The subgrade where the serious freezing damage occurs on the top of a culvert on DanDa Railway has been treated by on-site grouting before the winter. The static and dynamic inspection data and treatment data in the field in the winter of 2015 and 2016 have been collected and compared. The research result shows that it is effective to eliminate or greatly weaken the frost heave of railway subgrade bedding in the cold area by injecting reactive resin grouting glue into the subgrade bedding.

Key words: railway; subgrade; freezing damage; grouting glue; effect evaluation

冻胀是由路基填料中的水分在低温冻结过程中体积膨胀引起的。当不均匀的冻胀引起轨道几何尺寸超过容许偏差时就形成了冻害。温度、土质和水是引起路基冻害的主要因素,水中含盐量和外荷载等因素对土体冻结也有一定影响。从本质上说,土质和水是冻害发生的内因,气温变化和荷载因素是冻害发展的外

因,外因通过内因而起作用。目前中国铁路沈阳局集团公司辖内时速200 km及以上的有砟线路(京哈铁路秦沈段、长珲城际铁路和丹大铁路)均不同程度存在路基冻害问题。2016年冬季正线冻害1 019处,最大冻高29 mm,给铁路安全运营和日常维护带来了巨大挑战。工务部门一直在推进冻害整治工作,努力实

收稿日期:2017-11-15

作者简介:马德东(1971-),男,高级工程师。

基金项目:中国铁路总公司科技研究开发计划(2015G006-H)

引文格式:马德东. 运营条件下有砟轨道涵顶冻害整治技术应用研究[J]. 高速铁路技术,2018,9(3):71-74.

MA Dedong. Study on Application of Treatment Technology for Freezing Damage on the Top of Culvert on Ballast-track Railway under Operation [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(3): 71-74.

现消除冻害或将冻胀控制在允许限值内不至于演变成冻害的目标。路基换填,增设排、隔水等对运营线路干扰较大,安全风险高;涵洞地段铺设保温板只能延缓冻害发展变化时间;注盐整治的盐分易流失,需逐年往复注入,人力投入大;调高扣件仅适用于冻害位置比较固定处所。

本文旨在提出一种通过对冻害处所路基基床灌注高渗透性化学浆液的方式,使既有填料与注入的化学浆液胶结成高强度路基填料,提高基床抗冻胀能力,从而达到消除或极大减弱基床冻胀的目的。并通过现场试验和检测数据对比,对反应型树脂类注浆胶整治基床冻害原理、方案、整治前后效果等进行了分析。

1 冻害整治原理

冻害整治材料采用双组份反应型树脂类注浆胶,该材料由A、B、C组分组成,其中A组份为主剂,其主要成分为液体活性甲基丙烯酸树脂;B组份为固化剂,主要成分为有机过氧化物;C组份为催化促进剂。使用时,将ABC组份按照一定比例搅拌均匀后,由注浆设备注入冻害处所路基。

注浆时,先对基床冻害部位进行钻孔,然后将双组份反应型树脂类注浆胶高分子浆液“定向”、“慢渗”侵入基床,使高分子浆液充分填充路基颗粒间空隙。因高分子反应型树脂类浆液具有较高渗透性(渗透能力接近水),可渗透进入不同土质。渗入后,活性丙烯酸树脂在引发剂和催化促进剂作用下,发生化学聚合反应,与填料固结到一起,最终与土体胶结成不溶于水的高强度路基填料,达到消除冻胀或极大减弱冻胀的效果。

2 冻害整治方案

2.1 钻孔布置方案

针对冻害线路,在左、右轨两侧分别打孔,孔径89 mm,间距0.6 m,设置在轨枕之间,处理深度应超过当地冻结深度,横断面钻孔布置示意图如图1所示。

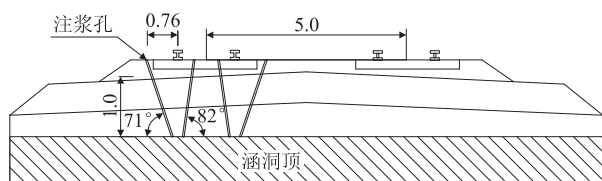


图1 钻孔注浆位置示意图(m)

2.2 钻孔注浆施工工艺

现有的冻害整治措施中,钻孔注浆施工工艺流程如图2所示。

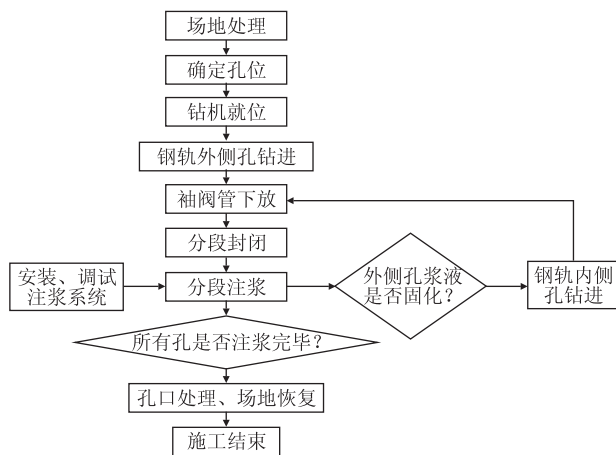


图2 钻孔注浆施工工艺流程

注浆时,应控制钻孔注浆顺序,严格控制注浆压力和注浆量,同时,注意观测轨道结构变形。

3 工程应用

3.1 工程概况

选取丹大铁路大孤山站K 225 + 545 ~ K 225 + 555上下行线涵洞顶部路基冻害处所作为试验点。该涵洞为1~6 m框构涵,涵洞全长44 m,涵顶路基厚约1.9 m。涵顶及两侧20 m范围内基床表层厚(0.6 m)采用级配碎石掺5%水泥填筑,基床底层采用非冻胀性A、B组填料(细颗粒含量小于15%)填筑。当地最大冻结深度约为1.2 m。

3.2 整治前冻害情况

2015年12月28日首次发现冻害,2016年2月23日稳定,2016年3月15日开始回落,4月15日回落结束。

(1)绝对冻高(轨道测量仪测量):最大冻高为25 mm。

(2)相对冻高(10米弦量):最大冻高为18 mm。

(3)动检车检测:①上行高低:2016年1月6日检测结果为3.07 mm,2016年1月15日检测结果为10.43 mm,增加了7.36 mm;②下行高低:2016年1月6日检测结果为0.62 mm,2016年1月15日检测结果为5.69 mm,增加了5.07 mm。

3.3 注浆整治情况

在冻害处所约10 m长度范围内,于上下行两侧轨枕之间分别打孔注浆,孔径89 mm,间距0.6 m,孔深1.5 m。共计钻孔99个,其中上行线48个,下行线51个,共注浆15 t。

为保证注浆效果,既不产生较大沉降也不造成路基上拱,首先对钢轨外侧进行间隔钻孔、注浆,待其固

化形成防渗帷幕后,再对钢轨内侧进行间隔钻孔、注浆,最终实现化学浆液充分渗透填充填料。

注浆时,为防止土体劈裂,采用低压渗透,注浆压力不应超过 200 kPa,同时根据现场每个钻孔的加固范围和孔隙率,控制每段注浆总量,保证注浆充分、均匀。灌浆结束后,需选点进行钻孔取样,判断是否填充饱满,如未饱满,则进行补浆。

3.4 整治后冻害情况

2017年1月19日首次发现冻害,2月13日稳定,3月2日开始回落,4月11日回落结束。

(1)绝对冻高:上行线最大冻高 13 mm,下行线最大冻高 10 mm。

(2)相对冻高:上行线最大冻高 10 mm,下行线最大冻高 8 mm。

(3)动检车检测:2017年1月19日检测结果:①上行高低 4.87 mm(缓慢逐次增长),相邻两次动检检测结果为1月16日 4.61 mm,1月10日 3.57 mm;②下行高低 2.14 mm,相对于1月10日检测结果(1.37 mm)增加了 0.77 mm。

3.5 未注浆整治处所冻害情况

选取与其类似的丹大铁路大孤山站K 224 + 740 ~ K 224 + 750 上下行线涵顶冻害进行对比。该冻害位于3~6 m框构涵顶部,涵洞全长 60 m,涵顶路基厚约 3 m。基床填料与K 225 + 545 ~ K 225 + 555 相同。该处冻害 2016年1月9日发现,2月8日稳定,3月27日开始回落,4月15日回落完毕;2016年12月12日再次发现冻害,2017年2月11日稳定,3月5日回落,4月20日回落完毕。

(1)绝对冻高:2015年冬季最大冻高 34 mm,2016年冬季最大冻高 30 mm。

(2)相对冻高:2015年冬季最大冻高 29 mm,2016年冬季最大冻高 25 mm。

(3)动检车检测:

2016年1月9日检测结果:①上行高低 5.09 mm,相对于1月5日(2.23 mm)增加 2.86 mm;②下行高低 5.10 mm,相对于1月5日(1.58 mm)增加了 3.52 mm。

2017年1月10日检测结果:①上行高低 4.58 mm,相对于2016年12月31日(0.72 mm)增加 3.86 mm;②下行高低 5.85 mm,相对于2016年12月31日(1.36 mm)增加了 4.49 mm。

3.6 取得的效益

2015年冬~2016年4月末,该冻害未整治前,共发生动检车Ⅱ级及以上病害 21 次,累计动道 22 次,投入 130 工时,平均每 5 d 动道 1 次;2016年12月~

2017年4月末,病害整治后,共发生动检车Ⅱ级及以上病害 0 次,累计动道 6 次,投入 35 工时,平均每 20 d 动道 1 次。动道次数及投入工时均降低 73%,作业保质期限明显延长,消灭了Ⅱ级及以上病害,不仅保障了行车安全,也大幅降低了职工夜间作业的劳动强度。

4 结论和建议

本文通过对运营条件下双组份反应型树脂类注浆胶整治涵顶路基冻害的方案实施、观测数据对比和整治前后维修工作量变化情况的系统研究,得出主要结论如下:

(1)运营条件下,采用双组份反应型树脂类注浆胶对涵顶路基冻害进行试验整治,冻害处所冻高明显降低,动态检测数值明显减小,现场维修工作量大幅下降,方案可行。但应继续开展更宽范围的现场试验,提出更易于实施的完整方案。

(2)本次试验整治处所道床填砟厚度达 1 m,影响钻机作业质量和效率。因运营条件下天窗时间较短,今后应综合考虑不同处所地形地貌条件和线路实际情况,对施工工艺进行完善。

(3)采用注浆胶进行整治前,应提前进行挖验,并针对基床填料成分调配注浆胶组分配比。

(4)考虑双组份反应型树脂类注浆胶初次在运营条件下应用,应加强对后期基床及注浆胶状态变化的跟踪与分析。

参考文献:

- [1] 叶阳升. 季节性冻土地区高速铁路路基冻胀规律及控制[C]//中国土木工程学会. 第十二届全国土力学及岩土工程学术大会论文摘要集. 北京:中国土木工程学会,2015.
YE Yangsheng. Frost Heave Rule and Control of High-speed Railway Subgrade in Seasonal Frozen Soil Area [C]// China Civil Engineering Society. Abstract Book of The Twelfth National Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Beijing: China Civil Engineering Society,2015.
- [2] 蔡德钧. 高速铁路季节性冻土路基冻胀时空分布规律试验[J]. 中国铁道科学,2016,37(3):16~21.
CAI Degou. Test on Frost Heaving Spatial - Temporal Distribution of High Speed Railway Subgrade in Seasonal Frozen Soil Region [J]. China Railway Science, 2016, 37(3):16~21.
- [3] 孙英潮,闫宏业,蔡德钧,等. 高速铁路路基冻胀综合监测体系研究[J]. 铁道建筑,2015,45(6):92~95.
SUN Yingchao, YAN Hongye, CAI Degou, et al. Research on Comprehensive Monitoring System for Inspecting Subgrade Frost Heave on High Speed Railway [J]. Railway Engineering, 2015, 45(6): 92~95.
- [4] 闫宏业,蔡德钧,杨国涛,等. 高寒地区高速铁路路基冻深试验研究[J]. 中国铁道科学,2015,36(3):1~6.

- YAN Hongye, CAI Degou, YANG Guotao, et al. Experimental Study on Frost Depth of High Speed Railway Subgrade in Cold Region [J]. China Railway Science, 2015, 36(3): 1-6.
- [5] 石刚强, 张先军. 严寒地区客运专线路基冻胀影响因素及防治技术[J]. 铁道建筑, 2011, 41(6): 93-95.
- SHI Gangqiang, ZHANG Xianjun. Influencing Factors and Prevention Technology of Subgrade Frost Heave of Passenger Dedicated Line in Alpine Region[J]. Railway Engineering, 2011, 41(6): 93-95.
- [6] 石刚强, 赵世云, 李先明, 等. 严寒地区高速铁路路基冻胀变形监测分析[J]. 冰川冻土, 2014, 36(2): 360-368.
- SHI Gangqiang, ZHAO Shiyun, LI Xianming, et al. The Frost Heaving Deformation of High-Speed Railway Subgrades in Cold Regions: Monitoring and Analyzing [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2014, 36(2): 360-368.
- [7] 张辉, 王铁行, 罗扬. 冻结作用下非饱和黄土水分迁移试验研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2015, 24(1): 72-77.
- ZHANG Hui, WANG Tiexing, LUO Yang. Experimental Study on Moisture Migration of Unsaturated Loess under Freezing [J]. Journal of Xi'an University of Architecture & Technology (Natural Science Edition), 2015, 24(1): 72-77.
- [8] 屈振学. 季节性冻土区铁路客运专线路基的冻胀特性分析与措施[J]. 铁道标准设计, 2009, 53(12): 8-11.
- QU Zhenxue. Characteristics Analysis of and Measures for Frost Heaving in the Subgrade of Passenger Dedicated Line in Seasonal Frozen Soil Region [J]. Railway Standard Design, 2009, 53(12): 8-11.
- [9] 王晏. 铁路路基冻害的防治[J]. 铁道建筑, 1993, 33(12): 14-16.
- WANG Yan. Prevention of Frost Damage of Railway Subgrade [J]. Railway Engineering, 1993, 33(12): 14-16.
- [10] 马红绛. 兰新铁路路基冻害的影响因素和整治措施研究[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2011.
- MA Hongjiang. Study on Influence Factors and Treatment Measures of Freezing Damage in the Subgrade Section of Lanzhou-Xinjiang Railway [D]. Lanzhou: Lanzhou JiaoTong University, 2011.

(编辑: 刘会娟 张红英)

(上接第58页)

(货)站间需要复线时, 湛江西(客)站南、北端均需要设联络线与既有湛海线双向贯通, 满足普速车运输需要。

9 机务车辆配套设备

9.1 动车运用设施

根据动车组开行方案, 经测算, 湛江枢纽检查库线近、远期分别设6条、7条, 存车线近、远期分别设21条、28条^[8]。结合城市用地条件及运营需要, 动车运用设施设于新湛江站西端。

9.2 机车交路

货机: 分别在湛江西(货)、宝满、东山站设机务折返所, 配置机务存车及整备线。

10 研究结论

通过系统研究, 湛江枢纽总图格局如下: 湛江枢纽共有黎湛、湛海、河茂、东海岛4条普速客货共线铁路和茂湛、合湛、湛海、广湛、张海5条高速铁路干线共9条线路引入, 湛江枢纽为大型“十字”型枢纽。

客运系统以新建的东西向新湛江站为主、湛江西(客)站为辅的“一主一辅”的客运格局。货运系统维持塘口、湛江西(货)、遂溪、廉江既有货场, 扩建湛江西(货)为三级物流中心; 保留霞山港区, 新增宝满港区、东山港区专业港区物流作业。编组系统维持塘口站技术作业, 废弃湛江站解编作业, 新增宝满和东山港湾站分别办理霞山港区、宝满港区和东山港区解编作业。在新湛江站新建动车运用所, 在技术作业站新建

机务折返所。

参考文献:

- [1] 陈国涛. 湛江铁路枢纽总图布局研究[J]. 高速铁路技术(增刊), 2011, (S1): 83-89.
- CHEN Guotao. Research on General Layout of Zhanjiang Railway Hub, [J]. High Speed Railway Technology, (Supplement), 2011, (S1): 83-89.
- [2] 湛江市城市规划局. 湛江市城市总体规划(2011-2020年)[Z]. 湛江: 湛江市城市规划局, 2013.
- Zhanjiang City Planning Bureau. The Overall Planning of Zhanjiang City (2011-2020 years) [Z]. Zhanjiang: Zhanjiang City Planning Bureau, 2013.
- [3] 发改基础[2016]1536号, 中长期铁路网规划[S].
- Fa Gai Ji Chu [2016] No. 1536, Medium and Long Term Railway Network Planning [S].
- [4] TB 10099-2017 铁路车站及枢纽设计规范[S].
- TB 10099-2017 Code for Design of Railway Station and Terminal [S].
- [5] 铁道第四勘察设计院. 铁道工程设计技术手册(站场及枢纽)[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.
- Railway Fourth Survey and Design Institute. Technical Manual of Railway Engineering Design (Station and Hub) [M]. Beijing: China Railway Press, 2009.
- [6] TB 10098-2017 铁路线路设计规范[S].
- TB 10098-2017 Code for Design of Railway Line [S].
- [7] GB 50226-2007 铁路旅客车站建筑物设计规范[S].
- GB 50226-2007 Code for Design of Railway Passengers Station and Building [S].
- [8] TB 10621-2014 高速铁路设计规范[S].
- TB 10621-2014 Code for Design of High Speed Railway [S].

(编辑: 赵立红 苏玲梅)