

文章编号: 1674—8247(2023)02—0101—05
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2023.02.020

CRTSⅢ型板式无砟轨道施工质量提升措施

邢书科

(中铁上海工程局集团第七工程有限公司, 西安 710000)

摘要:本文针对CRTSⅢ型板式无砟轨道施工过程中易出现的底座限位凹槽裂纹、伸缩缝破损和轨道板上浮量过大等问题,提出了相应施工工艺创新解决方法:(1)为减少底座限位凹槽边角裂缝并保持限位凹槽外观质量,设计了含倒角的限位凹槽定型模具并在凹槽边角处加设了防裂钢筋网;(2)为保证底座伸缩缝的施工质量,重新设计了伸缩缝横隔模板,优化了底座伸缩缝施工工艺;(3)为防止自密实混凝土灌注过程中漏浆并控制轨道板上浮量,改进了轨道板压杠结构。通过以上技术改造,提升了底座施工质量,优化了施工工序,保证了轨道板铺设的整体质量。

关键词: CRTSⅢ型板;底座施工质量;限位凹槽;伸缩缝;轨道板上浮

中图分类号: U213.2*44 **文献标识码:** A

Improvement Measures for Work Quality of CRTS Ⅲ Slab Ballastless Track

XING Shuke

(The Seventh Engineering Corporation of CREC Shanghai Group, Xi'an 710000, China)

Abstract: In view of the problems that tend to occur during laying CRTS Ⅲ slab ballastless track, such as cracks in the position-limiting trough of the base, damage to the expansion joints, and excessive floating amount of the track slab, some innovative solutions to the corresponding construction technology are proposed in this paper, including:

(1) In order to reduce the cracks at the corners of the position-limiting trough of the base and maintain the appearance quality of the position-limiting trough, a shaping mold with chamfer is designed for position-limiting trough and an anti-crack reinforcement mesh is added at the corners of the trough. (2) In order to ensure the construction quality of the base expansion joint, the diaphragm formwork of the expansion joint is redesigned and the construction technology of the base expansion joint is optimized. (3) In order to prevent slurry leakage during self-compacting concrete pouring and control the floating amount of the track slab, the structure of the pressure bar of the track slab is improved. With the above technical improvement, the work quality of the base is improved, the workflow is optimized, and the overall quality of track slab laying is ensured.

Key words: CRTS Ⅲ slab; base construction quality; position-limiting trough; expansion joint; floating of track slab

CRTSⅢ型板式无砟轨道作为我国拥有自主知识产权的轨道结构型式,是目前我国高速铁路主型轨道

收稿日期:2023-02-04

作者简介:邢书科(1986-),男,工程师。

基金项目:中铁上海工程局集团有限公司(R110122H01023)

引文格式:邢书科. CRTSⅢ型板式无砟轨道施工质量提升措施[J]. 高速铁路技术,2023,14(2):101-105.

XING Shuke. Improvement Measures for Work Quality of CRTS Ⅲ Slab Ballastless Track[J]. High Speed Railway Technology, 2023, 14(2): 101-105.

结构型式之一^[1]。CRTSⅢ型板式无砟轨道由钢轨、扣件、轨道板、自密实混凝土层、隔离层、底座等部分组成^[2]。轨道主体为钢筋混凝土结构,施工中若控制措施不到位容易出现各种病害^[3]。因施工引起的常见病害有底座限位凹槽边角裂缝、伸缩缝破损和自密实混凝土离缝等。针对 CRTSⅢ型板式无砟轨道的施工质量问题,有不少从业者开展了相关研究。刘增杰等^[4]引入混凝土损伤塑性本构关系,建立底座限位凹槽非线性随机损伤有限元分析模型,研究底座凹槽四角裂缝产生机理并提出结构优化措施。黄继业^[5]通过现场实验,发现环境温度在 28℃左右时,凹槽模板在浇筑后 4 h 左右拆除有利于防止限位凹槽侧壁塌陷。晋志毅^[6]通过侧向限位控制和竖向高程控制来限制轨道板的侧移和上浮。买忠堂^[7]通过对自密实混凝土原材料及质量的控制来解决软弱层、麻面缺损及竖向开裂等自密实混凝土问题。

目前,针对 CRTSⅢ型板式无砟轨道施工阶段的研究和技术改进措施大多是在解决某一方面问题,缺乏系统的施工优化方案。为此,本文在梳理 CRTSⅢ型板施工工艺的基础上,对底座裂纹控制、伸缩缝保护以及控制轨道板上浮等方面进行了工艺改良。通过施工现场的工艺革新试验,降低了因施工带来的轨道结构病害,提升了轨道的整体质量,减少后期运维的成本。

1 CRTSⅢ型板式无砟底座施工流程及常见病害

CRTSⅢ型板式无砟轨道结构如图 1 所示,自上而下由钢轨、扣件、轨道板、自密实混凝土、隔离层以及底座组成。底座上设置两块限位凹槽,限制自密实混凝土和轨道板组成的复合道床板的横向和纵向位移,并配合轨道板下设置的限位凸台传递横向与纵向力。此外,底座还起到承载上部结构并传递力至下部基础的作用。底座的质量直接影响轨道的整体性能,因此需对底座施工过程中出现的常见病害进行研究。

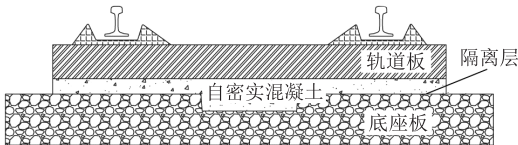


图1 CRTSⅢ型板式无砟轨道图

CRTSⅢ型板式无砟轨道底座施工工艺流程如图 2 所示,主要包括基础面清理、测量放样、钢筋网片安装、底座模板安装、混凝土浇筑及伸缩缝施工等。

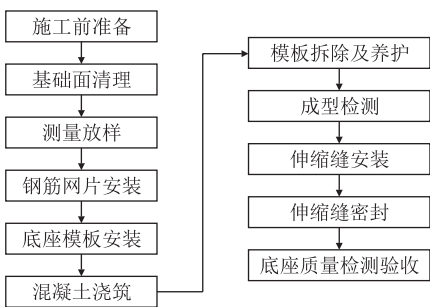


图2 底座施工流程图

CRTSⅢ型板式无砟轨道底座施工过程中常见病害有:

(1)伸缩缝破损,如图 3(a)所示。伸缩缝破损主要受施工因素、嵌缝材料和温度等因素的影响,其中,施工因素对早期接缝破损的影响最大^[8-9]。

(2)自密实混凝土离缝,如图 3(b)所示,自密实混凝土层离缝现象会在排水不畅的情况下加剧,自密实混凝土层下缘可能会出现冒浆^[10]。自密实混凝土离缝主要是由自密实混凝土本身的质量、施工时排气不佳、温度梯度等因素造成的^[11]。其中,现场的灌注质量控制不良是造成自密实混凝土与轨道板离缝的主要原因。

(3)底座裂纹,如图 3(c)所示。由于底座上的限位凹槽为方形结构,当混凝土收缩时,容易在凹槽四角出现裂纹,少部分底座还会出现沿底座横向贯通裂纹,限位凹槽四角裂纹如图 3(d)所示。底座裂纹的产生主要受混凝土配合比、养护、保护层厚度控制等因素的影响^[12-14]。

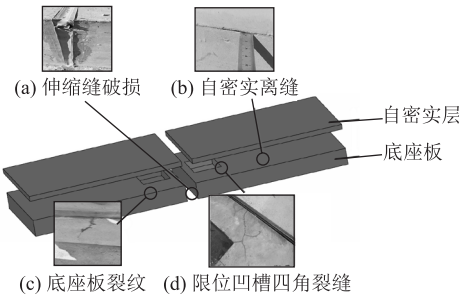


图3 底座各类病害图

2 CRTSⅢ型板式无砟轨道施工改进

为提升 CRTSⅢ型板式无砟轨道的整体施工质量,本文针对限位凹槽形状保持及防裂、伸缩缝保护、轨道板模板漏浆及轨道板上浮等问题进行施工工艺改进。

2.1 限位凹槽形状保持及防裂

目前施工中针对限位凹槽裂纹,常采用优化防裂钢筋位置、垂直上提模具四角、控制拆模时间等方法,但以上方法要求较高且依赖人工。为防止凹槽处混凝土开裂,通常先在凹槽处布置20~30 mm防裂钢筋的保护层,再在凹槽四角混凝土底面下5 mm埋设10 mm×10 mm 钢丝网防裂。本文为防止限位凹槽底部四角开裂,在原有的防裂钢筋基础上,在限位凹槽四角四周再放置1层200 mm长的防裂钢筋网片进行加固。钢丝网片的钢丝直径均为1 mm;钢丝网片高度根据底座上下钢筋网片的间距确定,并将钢丝网片绑扎在底座钢筋网片上,如图4(a)所示。现场试验结果表明,增设防裂钢筋网片后,限位凹槽基本不会产生四角裂缝,凹槽整体表观更加平顺。

此外,限位凹槽表观质量的保持主要依赖合理拆模时间,拆模时需将凹槽模具垂直上提,使凹槽不因模具横向移动产生变形。上述操作复杂且施工质量过于依赖人工。为此,本文设计了如图4(b)所示的一种含倒角限位凹槽定型模具,在限位凹槽收面时使用,可确保凹槽不出现因混凝土强度过低或限位凹槽模板拆除过早而导致限位凹槽尺寸不足,侧面出现混凝土塌落的情况。

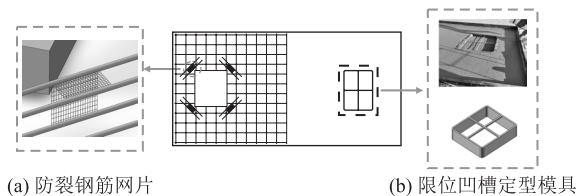


图4 防裂钢筋网片及限位凹槽定型模具图

2.2 伸缩缝保护

伸缩缝设置不合理易导致结构损伤,在施工时需重视伸缩缝的合理布置^[15]。目前常用的伸缩缝由聚乙烯泡沫板和底座两侧及顶面有机硅酮密封胶组成,伸缩缝施工前首先进行放弹弹线,确保伸缩缝位置开槽的平顺性。采用专用的可固定开槽深度的开槽机顺着弹出的墨线一次性将伸缩缝处的混凝土切除,控制开槽深度及线形;硅酮嵌缝胶施工完成后,在底座平面上设置铝合金防护架进行成品保护,在底座两个侧边采用防水板作为侧边模具进行立模定型,待硅酮嵌缝胶实干后拆除防护架及侧边模具,使伸缩缝表面平滑,缝边顺直。

伸缩缝的开槽工序较为费时费力,为此,本文在伸缩缝横隔模板进行了改进,在隔板顶面焊接尺寸为20 mm×20 mm的固定方钢,如图5所示。在底座混凝土浇筑时,方钢能直接作为伸缩缝模板的一部分镶

嵌在底座混凝土内,在伸缩缝隔模板拆模后,在底座顶面边缘处直接形成20 mm×20 mm的条形槽作为伸缩缝,减少了后续施工中人工切缝工序,只需使用工具磨缝来使伸缩缝保持平顺。现场试验结果表明,在伸缩缝隔板上设置方钢的工段,相较于未设置方钢的工段,伸缩缝破损和表观不佳的情况减少了约80%。

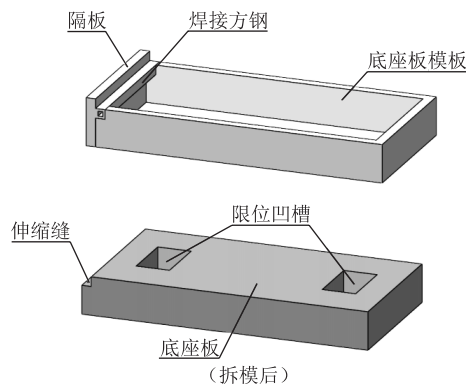


图5 伸缩缝方钢示意图

2.3 压杠预埋管设置

在底座施工完成后,需安装轨道板并进行自密实混凝土的灌注,在这个过程中,可能会出现模板接触不紧密进而导致灌注过程中出现模板漏浆,以及轨道板上浮,进而影响最终的轨道几何形位。针对此问题,施工中通常会采用加固措施和控制自密实混凝土的灌注速度。本文通过现场试验,在不影响底座性能的前提下,通过在底座中预埋压杠,在预埋压杠上安装螺栓并焊接钢筋的办法来连接轨道板模板压紧装置与预埋压杠,使用扭力扳手对预埋压杠施加扭力,可调整轨道板上浮并起到固定模板作用。压杠预埋管采用不锈钢管,相较于常规使用的PVC管具有不易变形、结构强度高、在压杠受力时不易造成底座损伤等优点,预埋压杠布置如图6所示。

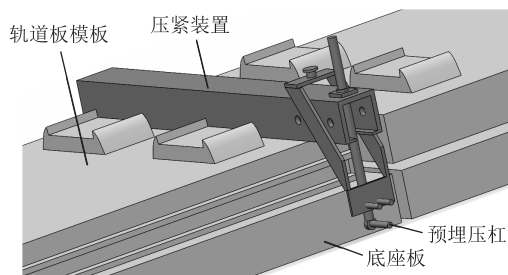


图6 预埋压杠示意图

现场试验的数据表明,未设置压杠预埋管的工段,轨道板上浮范围约为2.1~3.2 mm;设置有压杠预埋管的工段,在控制压杠扭力为60 N且观察孔内灌

注自密实混凝土高度为 30 cm 时,直线段轨道板上浮范围约为 0.1 ~ 0.6 mm,曲线段轨道板上浮范围约为 0.7 ~ 1.1 mm。设置有压杠预埋管的工段相较于未设置工段,轨道板上浮范围显著下降,保证了轨道整体外观质量。

3 结论

本文针对 CRTS III 型板式无砟轨道的施工质量提升措施开展研究,提出了系列改进的施工技术方案,并结合现场试验进行了验证,得到以下主要结论:

(1) 针对限位凹槽四角裂缝,通过施工工艺革新,设置具备倒角的限位凹槽定型模具以及合理加设防裂钢筋网,减少限位凹槽裂缝的产生并保持凹槽外观稳定。

(2) 针对底座伸缩缝切割质量问题,通过在伸缩缝横隔模板上端焊接方钢,减少底座施工中的切缝工序,并保证伸缩缝的外观质量。

(3) 针对自密实混凝土漏浆及轨道板上浮问题,通过在底座中预埋不锈钢压杠并施加一定的扭力矩,保证了轨道板模板接缝处自密实混凝土的密实度,控制了轨道板的上浮量。

参考文献:

[1] 梁爽,杨荣山,张光明,等. 基于等寿命设计理念的 CRTS III 型板式无砟轨道配筋优化[J]. 铁道标准设计, 2020, 64(9): 10 - 14.
LIANG Shuang, YANG Rongshan, ZHANG Guangming, et al. Reinforcement Optimization of CRTS III Slab Ballastless Track Based on Equal-life Design Concept [J]. Railway Standard Design, 2020, 64(9): 10 - 14.

[2] 苏乾坤,杨荣山,南雄,等. 基于极限状态法的宽轨距 CRTS III 型板式无砟轨道配筋研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2016, 13(11): 2107 - 2114.
SU Qiankun, YANG Rongshan, NAN Xiong, et al. The Reinforcement Design of CRTS III Slab Ballastless Track with Track Gauge Widening which was Based on Limi-state Method [J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2016, 13(11): 2107 - 2114.

[3] 全毅,刘学毅,杨荣山. CRTS III 型板式轨道层间离缝下门型筋合理布置研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2016, 13(3): 407 - 413.
QUAN Yi, LIU Xueyi, YANG Rongshan. Reasonable Arrangement of Door Type Steel of Interlayer Gap for CRTS III Slab Track [J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2016, 13(3): 407 - 413.

[4] 刘增杰,任西冲,张政,等. CRTS III 型板式无砟轨道底座凹槽四角裂缝产生机理及结构优化措施研究[J]. 铁道标准设计, 2023, 67(2): 43 - 48.
LIU Zengjie, REN Xichong, ZHANG Zheng, et al. Research on

Generation Mechanism and Structural Optimization Measures of Four Corner Cracks in the Groove of CRTS III Slab Ballastless Track Base [J]. Railway Standard Design, 2023, 67(2): 43 - 48.

[5] 黄继业. CRTS III 型板式无砟轨道底座板常见病害防治研究[J]. 居舍, 2021(33): 175 - 177.
HUANG Jiye. Study on Prevention and Treatment of Common Diseases of CRTS III Slab Ballastless Track Base Plate [J]. Jushe, 2021(33): 175 - 177.

[6] 晋志毅. 西宝客专 CRTS III 型板式无砟轨道试验段施工技术研究[J]. 中国铁路, 2015(3): 77 - 80.
JIN Zhiyi. Study on Construction Technology of CRTS III Slab Ballastless Track Test Section of Xibao Passenger Dedicated Line [J]. Chinese Railways, 2015(3): 77 - 80.

[7] 买忠堂. 自密实混凝土在高速铁路 CRTS III 型板式无砟轨道中的质量控制[J]. 江苏建材, 2022(5): 14 - 15.
MAI Zhongtang. Quality Control of Self Compacting Concrete in CRTS III Slab Ballastless Track of High Speed Railway [J]. Jiangsu Building Materials, 2022(5): 14 - 15.

[8] 刘永存,魏永恒. 高速铁路无砟轨道线路路基封闭层病害成因及整治技术研究[J]. 铁道标准设计, 2022, 66(4): 92 - 96.
LIU Yongcun, WEI Yongheng. Research on the Causes and Treatments of Subgrade Closed Layer Damages of Ballastless Track of High-speed Railway [J]. Railway Standard Design, 2022, 66(4): 92 - 96.

[9] 刘洋,杨荣山. CRTS III 型板自密实混凝土冒浆状态下动力特性计算及试验研究[J]. 铁道建筑, 2013, 53(2): 94 - 96.
LIU Yang, YANG Rongshan. Calculation and Experimental Study on Dynamic Characteristics of CRTS III Slab Self-compacting Concrete under the Condition of Slurry Pouring [J]. Railway Engineering, 2013, 53(2): 94 - 96.

[10] 袁志富. 高速铁路 CRTS III 型轨道板施工质量缺陷预防[C]. 2021 年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(下册). 北京, 2021: 641 - 644.
YUAN Zhifu. Prevention of Construction Quality Defects of CRTS III Track Slab for High-speed Railway[C]. Proceedings of 2021 National Engineering Construction Technology Exchange Meeting(Volume II) Beijing, 2021: 641 - 644.

[11] 郑家辉. 路基段 CRTS III 型板式无砟轨道运营阶段底座板裂纹萌生分析[D]. 石家庄: 石家庄铁道大学, 2020.
ZHENG Jiahui. Study on Crack Initiation in the Base Plate of CRTS III Slab Ballastless Track for Subgrade Section [D]. Shijiazhuang: Shijiazhuang Tiedao University, 2020.

[12] 侯剑岭,刘灵灵,吴喜德,等. 伸缩缝及支座病害对简支梁桥车致动力响应的影响研究[J]. 振动工程学报: 1 - 11.
HOU Jianling, LIU Lingling, WU Xide, et al. Study on the Influence of Expansion Joints and Bearing Diseases on the Vehicle-induced Dynamic Response of Simply Supported Beam Bridges [J]. Journal of Vibration Engineering: 1 - 11.

[13] 李艳. CRTS III 型板式无砟轨道底座横向裂缝成因及影响规律研究[J]. 铁道标准设计, 2022, 66(6): 21 - 26.

- LI Yan. Study on Causes and Influence Law of Transverse Cracks in CRTS III Ballastless Track Base [J]. Railway Standard Design, 2022, 66(6): 21–26.
- [14] 韩超,陈家豪. 双块式无砟轨道早期温度场分布及开裂机理分析[J]. 铁道标准设计, 2020, 64(10): 41–47.
- HAN Chao, CHEN Jiahao. Analysis of Early Temperature Field and Cracking Mechanism of Ballastless Track with Double-block Sleeper [J]. Railway Standard Design, 2020, 64(10): 41–47.
- [15] 欧阳文. CRTS III型板式无砟轨道曲线段自密实混凝土层施工控制研究[J]. 广东建材, 2022, 38(10): 78–80.
- OUYANG Wen. Study on Construction Control of Self-compacting Concrete Layer in Curved Section of CRTS III Slab Ballastless Track [J]. Guangdong Building Materials, 2022, 38(10): 78–80.

(上接第84页)

- in Zhejiang Metropolitan Area [J]. Railway Engineering, 2020, 60(8): 152–155.
- [7] 高国飞,付义龙,沈景炎. 基于功能定位和速度效率的市域快线速度目标确定[J]. 都市快轨交通, 2018, 31(5): 35–39.
- GAO Guofei, FU Yilong, SHEN Jingyan. Urban Rail Rapid Transit Speed Target Selection Based on Function Positioning and Speed Efficiency [J]. Urban Rapid Rail Transit, 2018, 31(5): 35–39.
- [8] 鲁放,郎静,万传风,等. 国外市域快轨实施经验及其对北京的启示[J]. 都市快轨交通, 2017, 30(1): 125–128.
- LU Fang, LANG Jing, WAN Chuanfeng, et al. Implementation Modes of Foreign Urban Rapid Rail Transit and Their Inspirations for Beijing [J]. Urban Rapid Rail Transit, 2017, 30(1): 125–128.
- [9] 李得伟,李若怡,兰贞. 巴黎 RER 线现状分析及对我国市域轨道交通发展的启示[J]. 都市快轨交通, 2017, 30(5): 134–139.
- LI Dewei, LI Ruoyi, LAN Zhen. Introduction of RER Line in Paris and Enlightenment to the Development of Regional Rail Transit in China [J]. Urban Rapid Rail Transit, 2017, 30(5): 134–139.
- [10] 张弛,郑晓薇. 巴黎市郊铁路与地区快线的起源[J]. 都市快轨交通, 2020, 33(1): 139–146.
- ZHANG Chi, ZHENG Xiaowei. Origin of Suburban Railways and Regional Express in Paris [J]. Urban Rapid Rail Transit, 2020, 33(1): 139–146.
- [11] 吴赞阳,凌小静. 城市轨道交通快线规划研究[J]. 都市快轨交通, 2020, 33(6): 15–21.
- WU Zanyang, LING Xiaojing. Urban Express Railway Planning [J]. Urban Rapid Rail Transit, 2020, 33(6): 15–21.
- [12] 高伟. 市域(郊)铁路规划布局重点分析及对策[J]. 综合运输, 2019, 41(11): 21–23.
- GAO Wei. Emphasis Analysis and Countermeasure Research of Suburban Railway Planning and Layout [J]. China Transportation Review, 2019, 41(11): 21–23.