

沿海地区高速铁路桥梁 CRTS I 型双块式无砟轨道施工控制技术研究

于东东¹, 徐富刚²

(1. 中交第二航务工程局有限公司, 湖北 武汉 430040; 2. 东南沿海铁路福建有限责任公司, 福建 福州 350013)

摘要: 随着社会经济持续发展, 科技水平不断地进步, 高速铁路的发展与建设呈现腾飞之势。泉州湾跨海大桥是国内首条时速 350km/h 的跨海高速铁路, 采用 CRTS I 型双块式无砟轨道, 无砟轨道结构采用分块式底座板+隔离层+道床板形式, 具有高平顺性、高稳定性、高精度等特点, 施工工艺要求高。无砟轨道施工时, 遵循“三低一高”原则严格控制混凝土配合比, 在底座板限位凹槽侧面及顶面和轨枕四角增设防裂网片, 有效控制八字裂纹产生, 提高道床板现浇混凝土的抗裂性能。加工使用特色工装对平整度进行控制, 采用轨道精调小车配合数控显示仪对组合框架式轨排进行复测调整, 提高轨道安装精度, 以满足列车运行平顺、舒适、稳定要求。本文将针对无砟轨道精度控制及混凝土防裂控制进行阐述。

关键词: CRTS I 型双块式无砟轨道; 轨道精度; 基面平整度; 八字裂纹; 工装; 混凝土防裂

中图分类号: U443.162 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 04—0131—03

1 工程概况

桥上无砟轨道的混凝土底座板直接浇筑在桥面上, 并与桥面预置连接钢筋连接, 底座板采用分块式结构。底座板长度、宽度跟道床板的长度、宽度相同。底座板混凝土强度等级为 C40, 钢筋焊网采用 CRB550 级, 每块底座板上设置两个凹槽, 与道床板的限位凸台相匹配。桥上无砟轨道在曲线段设置超高, 超高采用外轨抬高方式设置在混凝土底座上, 在缓和曲线全场范围内线性内插。道床板与底座板之间设置中间隔离层, 采用 4mm 厚聚丙烯非织土工布, 凹槽内侧铺设三元乙丙橡胶弹性垫层。底座板两侧与桥面保护层采用有机硅酮嵌缝材料密封, 嵌缝尺寸为 20mm (深) × 15mm (宽)。桥上道床板采用分块浇筑, 分块道床板的长度一般在 5 ~ 7.5m 范围内。相邻道床板间设宽为 100mm 板缝。道床板的宽度均为 2800mm, 高度为 2600mm, 每块道

床板上设桥上双块式无砟轨道由钢轨、SK-2 型双块式轨枕、WJ-8B 型扣件 (根据无缝线路纵向附加力计算, 在需减小线路纵向阻力地段采用 WJ-8B 型小阻件)、道床板和混凝土底座组成, 轨道结构高度 725mm。桥上双块式无砟轨道典型横断面见图 1 所示。两个凸向底座方向的凸形挡台, 挡台在高度方向呈四楞台型, 倾角为 1:10, 上下面的尺寸分别为 1022mm × 700mm、1000mm × 678mm, 高低位 110mm。板内采用 HRB400 钢筋, 采用 C40 混凝土。

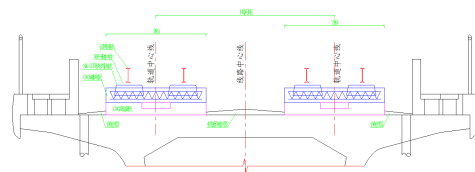


图 1 桥上无砟轨道典型断面布置图

Transmission Model for road traffic systems[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2018, 97: 428–455.

[8] 李志斌. 快速道路可变限速控制技术 [C]. 东南大学, 2014. Li Zhibin. Variable Speed Limit Control Technology of Fast Road [C]. Southeast University, 2014.

[9] Yu M, Fan W. Tabu Search Strategies for Variable Speed Limit Control at a Lane Drop Bottleneck[J]. Journal of Transportation Engineering, 2018, 144(7):04018033.1–04018033.12. Traffic information and safety, 2012, 30(05):130–134.

[10] Frejo J, Schutter B D. SPERT: A Speed Limit Strategy for Recurrent Traffic Jams[J]. IEEE transactions on intelligent transportation systems, 2018.

[11] Wu Y, Abdel-Aty M, Wang L, et al. Combined connected vehicles and variable speed limit strategies to reduce rear-end crash risk under fog conditions[J]. Journal of Intelligent Transportation Systems, 2020, 24(5):494–513.

2 施工难点

CRTS I 型双块式无砟轨道施工主要存在以下难点:

(1) 无砟轨道具有高平顺性、高稳定性要求,对混凝土性能要求高,对基面平整度要求高,对轨道精度控制要求高。

(2) 无砟轨道受多种因素影响,底座板和道床板产生八字裂纹现象概率较大。

3 无砟轨道施工技术

无砟轨道总体施工流程为:施工准备→底座施工→轨枕运输及临时存放→土工布隔离层及弹性垫层施工→道床板底层钢筋安装→散枕、粗调→道床板顶层钢筋、模板安装→精调→混凝土浇筑养护→质量检查等。

3.1 底座板精度控制技术

底座板精度控制主要体现在底座板的定位及平整度等方面。

3.1.1 底座板定位控制

梁体铣刨清理完成后,根据底座板板型在梁面放出底座板角点及限位凹槽位置,进行弹线标识,明确模板边线,实现底座板位置精准定位。对每个标记点进行高程测量,为钢筋绑扎提供可靠依据。

为保证钢筋焊网位置精准,通过梁面墨线进行定位,将网片四边紧挨墨线进行安放,采用垫块配合锚筋进行定位,有效控制侧面保护层。底座板限位凹槽钢筋现场安装后,按照事先标记位置采用钢筋钳进行截断,可实现限位凹槽的精准定位。底座板模板支撑采用地面钻孔配合“<”型支撑体系,支撑间距控制在1m以内,保证模板牢固不发生偏移。

3.1.2 底座板平整度控制

模板安装完成后,检查其几何尺寸及高程,符合设计要求后,对基面进行洒水湿润,当基面无积水时方可进行混凝土浇筑,采用料斗或者泵送的方式从一端向另一端连续浇筑,按照均衡、连续原则进行布料,避免二次布料,采用50型插入式振动棒进行振捣。

采用2.6米长的铝合金刮杠加木抹子、钢抹子,凹槽位置采用定制圆弧倒角抹子进行收面。

混凝土振捣完成后立即采用2.6m长铝合金尺将混凝土沿顶面标高线刮平,以凹槽模板顶面及模板内侧双面胶为控制标高,混凝土收面分粗平、收面、压光三个步骤。先采用刮杠沿着模板侧面的标高线进行粗略刮平,

对于偏高处进行人工铲平,稍低处进行人工补料,紧接着采用木抹子进行人工初平。粗平完成后,收面时采用钢抹抹平并采用加工的工装配合水平尺测量相邻板块之间的平整度。紧接着采用钢抹子进行收面提浆,1~2h进行一次收面,4h左右拆除限位凹槽模板,进行压光。

混凝土初凝时拆除凹槽模板,凹槽圆角抹面采用定制圆弧倒角抹子,防止开裂、提高工效,凹槽四边采用阴阳角抹子,可有效控制凹槽线型平直,加工伸缩缝刮平尺,配合水平尺使用,保证伸缩缝处相邻板块高差的施工质量。



图2 圆角抹子



图3 高差检测

3.2 道床板轨道安装精度控制技术

道床板底层钢筋及轨枕按照设计图纸间距,在隔离层土工布上进行弹线放样定位,组合轨排及轨枕安装完成后进行粗调。粗调分为中线调整及高程调整。采用全站仪进行中线调整,中线一次调整不到位时循环进行,直到中线偏差满足 $\pm 5\text{mm}$ 要求。使用精密电子水准仪进行高程调整,粗调后的轨道高程误差控制在高程 $-5 \sim 0\text{mm}$ 。粗调完成后进行顶层钢筋施工,钢筋施工完成后,选择在当天气温最低点进行轨道精调,精调精度控制,直接关系到列车后续运行平稳性,精调结果至关重要。轨道调整完成后,通过轨向锁定器对轨道排架进行固定。轨排受到外部扰动,或放置时间超过12小时,或环境温度变化超过 15°C 时,必须重新检查或调整。

3.3 无砟轨道防裂控制技术

CRTS I 型无砟轨道为混凝土现浇结构,裂纹会严重影响结构安全性,若不进行有效控制,将为后期留下重大安全隐患。无砟轨道防裂技术主要从混凝土配合比优化、混凝土浇筑及增设防裂网等方面进行阐述。

3.3.1 配合比优化

混凝土配合比也是影响混凝土产生裂纹的重要因素之一。在线上无砟轨道施工前,遵循“低胶材、低用水量、低坍落度、高含气量”(三低一高)的原则,设计多组施工配合比,在线下开展试验段,针对不同施工环境、不同工艺等两两进行对比,比选出最优施工配合

比,混凝土施工参数见表1所示。

经过线外试验段分析总结,无砟轨道配合比为:水泥 251;砂 740:5-10mm333:10-20mm778:粉煤灰 154;水 150;外加剂 4.46,坍落度控制在(料斗)140~(泵送)160mm。

表1 混凝土施工参数表

序号	部位	规格	是否设置超高	坍落度	布料振捣工艺	振捣棒规格	养护方式	养护时间	收面时机(压痕)			收面次数	备注
									刮杠或抹子	钢抹子	钢抹子二次压光		
1	1#	5750	是	180-200	料斗	50		14d	15mm11mm	-	粗平、收面、压光	设置网片	
2	2#	5750	是	140-180	料斗	50		7d	15mm11mm	-	粗平、收面、压光	设置网片	
3	3#	5750	是	140-180	料斗	50		7d	11mm	-	粗平、收面	设置网片	
4	4#	5750	是	100-140	料斗	50		7d	11mm	-	粗平、收面	设置网片	
5	5#	5750	否	180-200	料斗	50		14d	15mm11mm	-	粗平、收面、压光	设置网片	
6	6#	5750	否	140-180	料斗	50		7d	15mm11mm	-	粗平、收面、压光	设置网片	
7	7#	5750	否	140-180	料斗	50	滴漏管+土工布+塑料膜	7d	浇筑完成	11mm	-	粗平、收面	设置网片
8	8#	5750	否	100-140	料斗	50	土工布+塑料膜	7d	浇筑完成	11mm	-	粗平、收面	设置网片
9	1#	5750	是	160-180	泵送	50+30		14d	15mm13mm	粗平、收面、压光、二次压光	设置网片		
10	2#	5750	是	160-180	泵送	50+30		14d	15mm13mm	粗平、收面、压光、二次压光	设置网片		
11	道床板	5750	是	160-180	泵送	50+30		14d	15mm13mm	粗平、收面、压光、二次压光	设置网片		
12	4#	5750	否	140-160	泵送	50+30		7d	15mm11mm	-	粗平、收面、压光	设置网片	
13	5#	5750	否	160-180	泵送	50+30		7d	15mm11mm	-	粗平、收面、压光、二次压光	设置网片	
14	6#	5750	否	140-160	泵送	50+30		14d	15mm13mm	粗平、收面、压光、二次压光	设置网片		
15	7#	5750	否	160-180	泵送	50+30		14d	15mm13mm	粗平、收面、压光、二次压光	设置网片		

3.3.2 混凝土浇筑与防裂网设置

为避免底座板由于集中应力影响而在限位凹槽位置产生八角裂纹,在限位凹槽四周设置CRB600H直径10mm防裂钢筋,将限位凹槽左、右侧防裂防裂钢筋联通。

在底座板限位凹槽侧面增设防裂钢丝网片,并在粗平时,在限位凹槽四角压入钢丝网或纤维网,抵消由于集中应力引起的八角裂纹。



图4 底座板防裂网片安装

道床板浇筑前,提前对轨枕进行润湿,但不得有积水,保证新旧混凝土充分结合。道床板粗平时,在轨枕四角设置钢丝网或纤维网,抵消由于新旧混凝土收缩徐变不均引起的八角裂纹。



图5 轨枕四角防裂网片安装

除上述额外措施外,混凝土浇筑及振捣也至关重要,在底座板及道床板混凝土浇筑时,严控配合比,现场测量混凝土性能,满足要求后方可入模。底座板混

土浇筑前提前2小时对桥梁表面进行预湿,采取泵送和溜槽两种方式,混凝土浇筑采用分块浇筑,从一端往另一端连续、均衡布料。道床板混凝土采用泵送或料斗方式进行“之”字形布料,使混凝土充分填充,避免轨枕下形成空洞,当混凝土量略高于设计标高后,前移到下一格进行浇筑。混凝土振捣采用插入式高频振动器,振捣时避免触碰轨枕及轨排。采用二次振捣工艺,第一次采用Φ50振捣棒在轨枕之间振捣,第二次采用Φ30振捣棒在轨枕四周进行振捣,加强新浇混凝土与轨枕的粘结以及轨枕底部混凝土的密实性。

底座板与道床板混凝土浇筑完成后,采用土工布+滴漏管+塑料薄膜全覆盖渗水养护不少于14d,滴漏管设置在超高侧,保证混凝土表面持续保持湿润状态,底座板限位凹槽优先采用蓄水养护。

4 结语

采用特制工装及检测仪器对底座板平整度进行全面控制,采用精调小车+数显设备配合组合轨排,对轨道安装精度进行校核,有效满足CRTS I型双块式无砟轨道高精度要求。通过优化配合比,调整混凝土性能,在底座板限位凹槽及轨枕四角增设防裂钢筋及防裂网,并采用“一布+一膜+滴漏管”养生方式,可有效避免底座板和道床板八角裂纹的产生。这些施工工艺的实施,有效地提高了无砟轨道精度控制,降低了无砟轨道底座板和道床板八字裂纹产生的风险。

参考文献:

[1] 高贵. CRTS 双块式无砟道床抗裂混凝土性能及应用研究 [J]. 国防交通工程与技术 .2021(06): 71-74.

[2] 高贵. CRTS 双块式无砟轨道道床板成套施工技术 [J]. 国防交通工程与技术 .2021(03): 77-80.

[3] 侯建. 某现高铁双块式无砟轨道施工质量控制研究 [D]. 西安理工大学 .2020.

[4] 刘亮亮. 高速铁路 CRTS I 型双块式无砟轨道道床裂纹成因及防治措施 [J]. 智能城市 .2020(11):164-165.

[5] 李强. CRTS I 型双块式无砟轨道智能精调技术研究 [J]. 铁道勘察 .2019(04):49-50.

[6] 于得水, 张夜雨. 桥梁 CRTS I 型双块式无砟轨道施工技术 [J]. 住宅与房地产 .2016(21):19-23.