

文章编号: 1674—8247(2019)06—0087—04
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.06.018

CRTS I 型双块式无砟轨道施工常见质量问题及对策

曹自印

(郑万铁路客运专线河南有限责任公司, 郑州 450003)

摘 要:文章针对 CRTS I 型双块式无砟轨道施工中的常见问题,结合高速铁路具体施工实践,从上线施工准备、道床板施工精度控制、底座板及道床板裂纹控制、道床板离缝控制等方面,讨论了影响双块式无砟轨道的施工质量的常见问题,并针对性地提出了解决措施。应用结果表明,标准化、系统化的质量控制可有效降低 CRTSI 型双块式无砟轨道施工中的常见、易发质量问题,为类似工程实践提供了重要参考。

关键词:高速铁路; 双块式; 无砟轨道; 施工; 质量; 对策

中图分类号:U213.2⁺44 **文献标志码:**A

Common Quality Problems and Countermeasures during Construction of CRTS I Twin-block Ballastless Track

CAO Ziyin

(Henan Co., Ltd. of Zhengzhou-Chongqing High-speed Railway, Zhengzhou, Henan 450003, China)

Abstract: Aiming at common problems during construction of CRTS I twin-block ballastless track, combined with the specific construction practices of high-speed railway, the common problems affecting the construction quality of the twin-block ballastless track are discussed from the aspects of on-line construction preparation, precision control of track bed slab construction, crack control of base and track bed slabs, and control of slab seam, and the specific solutions are put forward. The application results of those solutions show that standardized and systematic quality control can effectively reduce common and prone quality problems during construction of CRTS I twin-block ballastless track, and can provide important references for related engineering practices.

Key words: high-speed railway; twin-block; ballastless track; construction; quality; countermeasure

我国无砟轨道系统在学习和借鉴国外无砟轨道高速铁路的基础上,坚持原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新^[1-2],目前形成了 5 种主要的无砟轨道结构型式^[3]:CRTS I 型双块式无砟轨道、CRTS I 型板式无砟轨道、CRTS II 型双块式无砟轨道、CRTS II 型板式无砟轨道、CRTS III 型板式无砟轨道。CRTS I 型双块式无砟轨道是我国应用较为普遍的一种无砟轨道结构型

式,其具有运输、施工便捷,造价较低,施工技术成熟等诸多优点^[4-5]。但若施工中控制措施不到位,易出现无砟轨道上线施工准备不足、道床板精度控制偏低、底座板及道床板顶面裂纹、道床板离缝等质量问题^[6],其整改或返工会造成施工成本增加,工效降低等;严重时会影响无砟轨道的使用寿命,甚至会影响到行车安全^[7-8]。因此,研究如何在施工过程中采取措施有

收稿日期:2019-10-20

作者简介:曹自印(1976-),男,高级工程师。

引文格式:曹自印. CRTS I 型双块式无砟轨道施工常见质量问题及对策[J]. 高速铁路技术,2019,10(6):87-90.

CAO Ziyin. Common Quality Problems and Countermeasures during Construction of CRTS I Twin-block Ballastless Track [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(6): 87-90.

效地降低或克服以上易发质量问题尤为重要。为此, 本文结合某客运专线 CRTS I 型双块式无砟轨道施工经验, 对 CRTS I 型双块式无砟轨道施工易发质量问题及应对措施进行探讨。

1 CRTS I 型双块式无砟轨道结构及施工质量要求

1.1 CRTS I 型双块式无砟轨道结构

CRTS I 型双块式无砟轨道是一种现浇混凝土无砟轨道结构型式,在路基上、隧道内、短桥上采用连续道床板结构,在路基桩板结构、长桥上采用分块道床板结构。路基上双块式无砟轨道结构由上至下为刚度递减的层状结构(主要包括道床板、水硬性支承层、防冻层、基床底层、地基等),水硬性支承层和道床板沿线路纵向连续;桥梁地段混凝土道床板分段设置,长度 4.0~6.0 m。路基地段 CRTS I 型双块式无砟轨道结

构如图 1 所示。

1.2 主要施工质量要求

无砟轨道施工前应调查现场气温资料,明确气温、轨温变化规律,合理安排轨排精调和混凝土浇筑时间;混凝土拌合物应由拌合站集中配制,进场时进行质量验收,核对混凝土配合比,确认混凝土等级,浇筑前进行坍落度、含气量测试等,符合要求后进场浇筑;混凝土入模温度不宜高于 30°C ,且不低于 5°C ;底座混凝土强度达到设计强度的 75%,且凹槽各项指标检验合格后,方可按设计要求铺设隔离层及弹性垫层;轨道板精调合格后应具有足够的强度刚度和稳定性,防止混凝土浇筑时,轨排出现纵、横向移位及上浮;轨排精调完成后应及时浇筑混凝土,若间隔时间过长或环境温度变化超过 15°C ,应重新检查或调整轨排;道床混凝土未达到设计强度的 75% 之前,不应碰撞轨道部件或在道床上行车;混凝土浇筑完成后应及时进行养护。

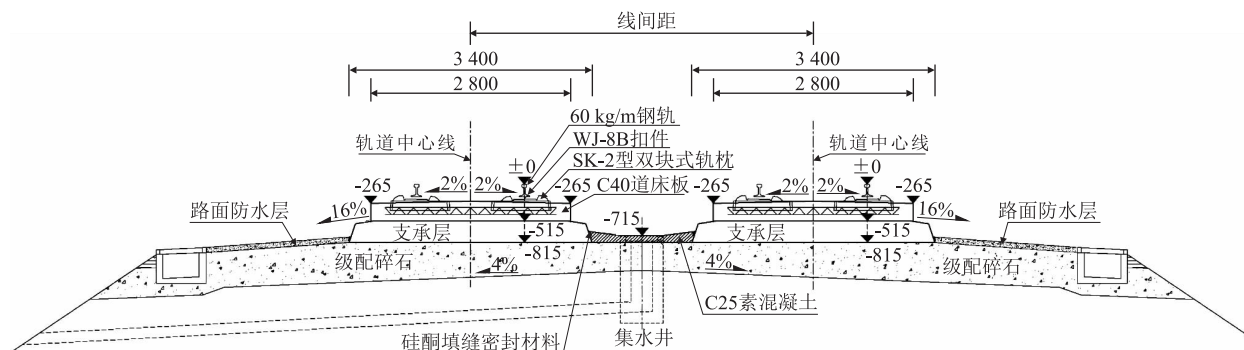


图 1 路基地段 CRTS I 型双块式无砟轨道结构示意图 (mm)

2 施工准备阶段的主要问题及对策

2.1 施工准备阶段的主要问题

高速铁路轨道工程为高精度、高品质的带状工程,其施工接口复杂,涉及范围广,施工工作面长,施工环境多变。采用现浇整体道床与预制双块式轨枕相结合的 CRTS I 型双块式无砟轨道结构时,施工准备至关重要。

施工准备包括技术准备、人员培训、材料准备、机具准备和接口准备等多个方面,其中接口准备涉及到CPⅢ测量、线下工程、界面状态等,内容繁多,最不易控制。

施工接口准备不足主要表现为:

①未严格控制沉降观测质量,造成无砟轨道施工完成后沉降,影响轨道精调质量和高平顺性目标的实现。

②对 CPⅢ精测网的复测与评估不够仔细,影响施工质量与进度。

③线下工程验收不严格,影响无砟轨道长期使用性能。

④隧底清砟、梁面拉毛、凿毛不满足要求,轨道与下部基础之间的接触界面质量差,造成离缝等病害。

⑤施工技术培训不足,导致上线施工工艺、工法不熟练,影响施工精度控制、工序安排和混凝土保养等。

2.2 施工准备阶段质量风险防范措施

(1)严格落实标准化管理,实施上线施工前置条件确认制度

无砟轨道上线施工质量直接影响高速铁路高平顺性、高稳定性和高可靠性。因此,上线准备工作必须满足相关前置条件,经监理单位确认后,方可上线施工。确认内容主要包括:①线外试验段必须评估合格,确保技术力量到位,工艺、工法到位,质量控制到位,专用机

具与设备到位;②线下工程验收必须合格,确保无遗留问题,尤其要做好大跨度桥梁的梁面高程验收工作;③沉降观测、桥梁徐变必须满足设计及规范预压期或观测期要求,且评估合格,基础变形不收敛不得进行无砟轨道施工;④CPⅢ测量成果评估必须合格,必要时进行复核、抽检;⑤作业指导书及专项施组必须按程序审批完成,确保技术准备到位。

(2)做好技术交底和试验段施工评估,完善上线施工工艺、工装

开展技术交底和人员专业化培训是施工准备的前置条件之一,必要时还需通过培训考试和颁证入场,进一步提高施工人员素质,确保专业化施工水平。线外试验段工程、先导段首件工程等施工组织与评估,既是固化无砟轨道各工序施工工艺参数和施工标准、改进施工工装的关键,也是实践证明了的有效管理手段。精心组织试验段的施工与评估工作,可确保标准化作业,发现施工工艺或工法中的漏洞,通过立样板标杆,达到控制标段无砟轨道施工质量的效果。

(3)严格控制下部基础的接口交接质量,加强梁面、隧道面清理工作

下部基础的接口直接影响到无砟轨道下部界面的层间质量。在梁面、隧道底板的凿毛和清理时,需严格进行工序验收;在梁面施工过程中,进行梁面拉毛及梁面污染虚渣的清理;在隧道施工过程中,要做好隧道虚渣清理;在施工无砟轨道前,需加强仰拱或回填层的取芯检测工作。上述过程中若发现与设计不符之处,应查清原因并压实责任,确保界面状态达到无砟轨道施工要求。

3 道床板施工精度控制及主要措施

3.1 道床板施工精度问题

道床板是 CRTS I 型双块式无砟轨道的主体结构,具有施工精度要求高、混凝土施工质量控制严,与双块式轨枕间的新老混凝土接合面质量状态不易稳定、道床板外观状态关注度高等特点。其中,混凝土的内部质量和外观状态控制是钢筋混凝土的常规管理范畴,通过加强工序管理和质量检查一般可以得到保证。但作为承载高速动车组运营的直接基础,CRTS I 型双块式无砟轨道的施工精度,一般要达毫米级,甚至亚毫米级,这一精度通常会因施工环境、工序安排、测量控制等而受到影响,使之成为道床板施工中最难解决的问题之一。

道床板精度控制偏低主要表现为:CPⅢ测量精度

偏低;上线精调小车精度不足;施工精调精度偏低或不达标;轨排框架(工具轨)变形;轨排加固不牢或施工中轨排扰动;组装轨排时,个别轨枕没有安装橡胶垫板;扣件安装过松,轨枕歪斜等。

3.2 强化测控管理,提高道床板施工精度

(1)加强各工序复测管理工作

为提高道床板施工精度,应高度重视测量工作。尤其是在 CPⅢ复测、标段之间的搭接、缓和曲线地段测量等方面,要加强曲线要素的技术审核管理工作,要加强各施工工序的衔接测量工作,底座板施工前要对所有梁面(尤其是连续梁面)、路基面标高进行贯通测量,道床板施工前要对所有底座板高程、平整度进行复测,道床板施工后要对道床板标高及逐对轨枕槽进行复测,发现问题及时处理;应注重利用信息化手段提高管理工效,把梁面、底座板及逐轨枕现场复测数据及时上传,纳入信息化平台管理,及时并全面掌握各标段的测量数据管理情况。

(2)加强上线轨排框架施工管理工作

上线轨排框架的精度直接决定了无砟轨道的精调精度,应从源头出发,提高上线轨排框架精度以确保精调精度。可将验收标准提高,如轨距按小于 0.5 mm 控制,钢轨必须是新轨,轨道框架多次重复使用时要注意对框架的保护和检查,对轨排框架定期检查(直线 10 个循环,曲线 8 个循环),横梁或方框架应加以缠裹并与混凝土隔离,浇筑时应覆盖钢轨,在浇筑混凝土前检查确认等。

(3)加强上线精调施工管理工作

为保证 CRTS I 型双块式无砟轨道施工精度,在无砟轨道施工前应引入精调技术咨询单位,分别从精调小车标定、成品轨枕逐轨枕复测数据分析评估等方面,对上线无砟轨道施工精度从严控制。①依托全线无砟轨道首件段,建立轨检小车检测标准场,所有上线使用的精调小车应经标准场标定合格后,方可上线使用,确保全线精调小车的精度一致性;②增加逐轨枕复测工序,直接对成品道床的承轨槽几何位置进行评判,协助验证工艺工法的正确性和合理性;③提高精度等级,精调精度应比验收标准至少提高 1 倍,两轨高程按 -1 mm 控制,两轨相对高差不大于 0.2 mm,中线偏差按 0 控制。

4 无砟轨道施工期间裂纹病害及控制

4.1 CRTS I 型双块式无砟轨道施工裂纹病害

双块式轨道的底座和道床板均为现浇普通钢筋混

凝土结构,且道床板还存在新老混凝土界面问题。作为一个长条状普通钢筋混凝土结构物,受结构特性、混凝土质量、施工温度、环境湿度和保养过程等诸多因素的影响,裂纹是最常见的病害形式。主要表现为底座板施工后,产生顶面不规则及凹槽四角裂纹,曲线地段曲线超高侧两凹槽间产生规则的贯通横向裂纹;道床板施工后,顶面产生龟裂或不规则裂纹。

4.2 贯彻精细化施工理念,防控裂纹产生及发展

由于影响混凝土开裂的因素较多,质量控制应根据现场情况从设计、原材料控制及施工环境温度影响等方面进行精细化管理。

(1) 优化设计细节,预防裂纹的产生

针对底座板凹槽四角易出现裂纹的情况,设计时应将受力较集中的直角优化为圆弧形倒角并增设防裂钢丝网片,同时在凹槽四周铺设弹性垫板及泡沫板;针对曲线超高易出现中间裂纹的问题,可对曲线超高侧适当加强钢筋配筋,并在底座板顶面两凹槽之间两侧增设 1 层长 1.7 m,宽 0.3 m 的钢筋网片,有效预防裂纹的产生。

(2) 严把材料关,加强混凝土施工质量控制

混凝土施工质量控制主要可从以下几个方面来实施。

①加强砂、石、外加剂等原材料质量控制,防止碱骨料反应。

②优化混凝土配合比设计,在满足泵送要求的前提下尽量采用低坍落度混凝土,建议坍落度不大于 160 mm。

③浇筑混凝土前,加强轨枕的湿润以增强新老混凝土结合力。

④加强混凝土捣固、养护和收面工作,振捣时避免漏振或过振、混凝土收面时严禁洒水。

⑤加强混凝土浇筑后的养护质量,在严格执行规范要求的前提下,养护时间不少于 14 d,并严格按照养护六个一要求,即“一布(土工布覆盖)、一膜(塑料膜保水)、一管(纵向两通长水管)、一桶(装养护水用桶)、一杠(固定两侧土工布密贴确保侧面混凝土养护效果)、一牌(养护记录牌)”进行滴灌养护。

(3) 注重施工过程精细化管理,加强混凝土施工环境温度控制

施工前应提前收集天气信息,严格控制施工环境,施工温度宜控制在 10℃~25℃,在气温骤变前后不施工,夏季宜在晚上气温较低时进行施工;施工各工序衔接要紧凑,底座板及道床板施工间隔不宜太长,原则

上不超过 1 个月,在道床板施工前,底座板应保持覆盖状态,减少环境对底座板的影响;夏季施工时,应使用遮阳、遮雨棚,尤其是收面期间更应预防太阳照射产生龟裂。

5 道床板离缝及应对措施

5.1 道床板离缝

道床板离缝主要表现为:底座板平整度差造成离缝;隔离垫层土工膜铺设、粘贴及剪切不规范造成离缝;模板缝封闭不严,漏浆造成离缝;雨季施工,防雨措施不到位,导致粘贴胶失效剥落造成裂缝等。

5.2 道床板离缝应对措施

隔离土工布铺设时应严格按照规范要求施工,在轨道板范围内不得有搭接或缝接,铺贴应平整、无错位、无褶皱;土工布顶面与底座板顶面应平齐,接缝及周边无翘起、空鼓、皱折、脱层或封口不严等缺陷;土工布切割应采用热熔刀切割,切割应整齐,无毛边,严禁用裁纸刀切割;土工布四周及凹槽四周要粘贴固定牢固,不脱落;雨季施工时要加强防雨措施,土工膜应干燥,清洁,严禁雨淋导致粘贴胶失效;模板缝密封应严密,防止漏浆。

6 结论

系统性加强 CRTS I 型双块式无砟轨道施工质量管理,对确保结构的安全性、耐久性和优良的服役性能意义重大。通过工程实践,得出如下结论:

(1) 严格落实标准化管理制度,抓好施工前置条件确认制度,做好下部基础界面等接口交接,能最大程度上降低上线施工后的潜在质量风险;贯彻系统化、科学化的施工理念,以线下试验段、先导段工程为抓手,优化施工工序,固化施工工艺,防范系统性风险。

(2) 强化测量控制,道床板浇筑前反复精测确认,浇筑后逐枕复检,全面提高道床板施工精度,降低测量带来的返工或扣件更换等方面的风险。

(3) 推行精细化施工,精工细作,从优化设计细节、混凝土原材料控制、施工环境控制及养护等方面着手,可有效控制底座板和道床板表面裂纹的产生;规范铺设隔离层,做好雨季施工防雨措施,可有效避免道床板离缝的发生。

参考文献:

- [1] 李远富. 铁路规划与建设[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2011.
LI Yuanfu. Railway Planning and Construction [M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2011. (下转第 100 页)

- ATO 的方案研究[J]. 铁道工程学报, 2017, 34(7): 78-83.
- XU Xiaoning, LI Yinan, LIU Lei, et al. The Application of ATO in CTCS-2 Train Control System for Mainline Railway[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2017, 34(7): 78-83.
- [2] 何斌. CTCS-2 + ATO 列控车载设备运用问题及对策研究[J]. 铁路通信信号工程技术, 2019, 16(1): 11-13.
- HE Bin. Study on Application Problems and Countermeasures of CTCS-2 + ATO Train Control Onboard Equipment[J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2019, 16(1): 11-13.
- [3] TJ/DW149-2013 城际铁路 CTCS2 + ATO 列控系统暂行总体技术方案[S].
- TJ/DW149-2013 Temporary Overall Technical Scheme for CTCS2 + ATO Train Control System of Intercity Railway[S].
- [4] 岳春华, 叶建斌. 珠三角城际铁路 CTCS2 + ATO 系统运营探索与问题研究[J]. 铁路通信信号工程技术, 2016, 13(4): 4-7.
- YUE Chunhua, YE Jianbin. Problems in Operation of CTCS2 + ATO System for Intercity Railways in Zhujiang Delta Region[J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2016, 13(4): 4-7.
- [5] 夏进波. ATO 在现有 CTCS-2 线路中的应用研究[J]. 高速铁路技术, 2016, 7(4): 30-31.
- XIA Jinbo. Application Study of ATO on Existing CTCS-2 Line[J]. High Speed Railway Technology, 2016, 7(4): 30-31.
- [6] 汪洋. 城际铁路 C2 + ATO 互联互通测试关键技术研究[J]. 铁道标准设计, 2016, 60(10): 132-135.
- WANG Yang. Research on Key Technologies in Interoperability Test of C2 + ATO Train Control System of Intercity Railway[J]. Railway Standard Design, 2016, 60(10): 132-135.
- [7] 陈建译. 珠三角城际铁路 CTCS2 + ATO 系统与站台门接口研究[J]. 铁道通信信号, 2016, 52(12): 1-4.
- CHEN Jianyi. Research on Interface of CTCS2 + ATO System and Station Platform in Pearl River Delta Inter-city Railway[J]. Railway Signalling & Communication, 2016, 52(12): 1-4.
- [8] 张小星. CTCS2 + ATO 列控系统在珠三角城际轨道交通中的应用[J]. 铁道通信信号, 2015, 51(12): 17-19.
- ZHANG Xiaoxing. CTCS2 + ATO Train Control System and Its Application in Pearl River Delta Inter-city Rail Transit[J]. Railway Signalling & Communication, 2015, 51(12): 17-19.
- (编辑:赵立红 张红英)

(上接第 90 页)

100

- [2] 朱高明. 国内外无砟轨道的研究与应用综述[J]. 铁道工程学报, 2008, 25(7): 28-30.
- ZHU Gaoming. Overall Comments on Study and Application of Ballastless Track at Home and Abroad[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2008, 25(7): 28-30.
- [3] 刘学毅, 赵坪锐, 杨荣山, 等. 客运专线无砟轨道设计理论与方法[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2010.
- LIU Xueyi, ZHAO Pingrui, YANG Rongshan, et al. Design Theory and Method of Ballastless Track for Passenger Dedicated Line[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2010.
- [4] 高增增. CRTS I 型双块式无砟轨道结构优化设计研究[J]. 铁道标准设计, 2017, 61(11): 13-18.
- GAO Zengzeng. Research on Optimized Design of CRTS I Double-block Ballastless Track Structure[J]. Railway Standard Design, 2017, 61(11): 13-18.
- [5] 李娜, 陈辉华, 张慧. 高速铁路 CRTS I 型双块式无砟轨道施工质量评价体系研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2016, 13(5): 812-820.
- LI Na, CHEN Huihua, ZHANG Hui. Research on the Construction Quality Evaluation System of High-speed Railway CRTS I Double-block Ballastless Track[J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2016, 13(5): 812-820.
- [6] 邵引明. CRTS-I 型双块式无砟轨道施工工艺及控制要点[J]. 四川建材, 2018, 44(11): 151-153.
- SHAO Yinming. Construction Process and Control Points of CRTS I Double-block Ballastless Track[J]. Sichuan Building Materials, 2018, 44(11): 151-153.
- [7] 杜永昌. 高速与客运专线铁路施工工艺手册[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2006.
- DU Yongchang. Construction Manual for High-speed and Passenger Dedicated Railways[M]. Beijing: Scientific and Technical Documentation Press, 2006.
- [8] 张岷. 双块式无砟轨道连续式道床板后浇带施工工艺研究[J]. 铁道建筑, 2018, 58(3): 72-75.
- ZHANG Min. Construction Technology of Post Casting Belt for Continuous Roadbed Slab of Double Block Ballastless Track[J]. Railway Engineering, 2018, 58(3): 72-75.
- (编辑:刘会娟 白雪)