

有轨电车槽型轨道岔施工技术

蔡鲁泉¹ 张群英² 闫 龙¹ 谢绍塔¹ 朱万旭²

(1. 中铁一局集团新运工程有限公司, 712099, 咸阳; 2. 桂林理工大学土木与建筑工程学院, 541004, 桂林 // 第一作者, 工程师)

摘 要 以北京有轨电车西郊线轨道安装工程为例, 介绍了道岔施工中现场准备、道岔布置、道床立模、道岔精调、道床混凝土浇筑、道岔施工、道床顶面施工等具体施工工序; 分析了道岔施工工程中的难点; 介绍了有轨电车道岔安装施工方法和工具; 总结出了有轨电车槽型轨道岔安装施工技术。该槽型轨道岔满足设计及使用要求。

关键词 有轨电车; 槽型轨; 道岔; 施工技术

中图分类号 U215.5⁺⁷

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2021.09.047

Construction Technology of Modern Tram Groove Rail Turnout

CAI Luquan, ZHANG Qunying, YAN Long, XIE Shaota, ZHU Wanxu

Abstract Taking the track installation project of Beijing Tram Xijiao Line as an example, specific turnout construction procedures are introduced, including site preparation, turnout layout, ballast bed mold, turnout fine adjustment, ballast bed concrete pouring, turnout construction, ballast bed top surface construction. Difficulties existing in the project are analyzed, and construction methods and tools of tram turnout installation are introduced. The construction technology of tram groove rail turnout installation is summarized. The groove rail turnout meets the design and use requirements.

Key words tram; groove rail; turnout; construction technology

First-author's address Xinyun Engineering Co., Ltd., China Railway First Engineering Group, 712099, Xianyang, China

道岔是有轨电车基础设施的重要组成部分。国外有轨电车发展较早, 技术较为成熟, 也形成了相关标准, 如德国的 VDV (德国运输公司协会) 标准、英国的 ORR (英国铁路和公路管理办公室) 标准。国内的有轨电车发展正处于起步阶段^[1]。文献[2-4]针对 6 号道岔的特性展开不同的研究分析; 文献[5-6]根据国内外有轨电车发展现状及趋势,

对道岔、钢轨、扣件等关键技术发展提出建议; 文献[7]分析了国外部分有轨电车槽型轨道岔, 并结合国内现有钢轨品种, 设计了 59R2 槽型轨的 6 号单开道岔; 文献[8]根据工程需要设计的梳子型道岔, 为有轨电车道岔设计提供了新方向、新思路; 文献[9]根据现有的道岔形式, 为道岔的选型提供建议。但道岔需根据线路需求进行设计与施工, 难以实现标准化。同时, 我国尚未健全相应的法规、标准和规范^[10], 对于槽型轨道岔的施工还缺乏足够的技术储备。现代有轨电车轨道设计理念和施工方法也不能简单参照地铁模式和国外经验, 需要根据工程特点开展现代有轨电车道岔施工技术的相关研究。因此, 以北京有轨电车西郊线轨道安装工程为例, 通过介绍轨道安装工程中道岔安装施工技术, 分析研究工程的难点及应对措施。

1 工程概况

北京有轨电车西郊线轨道安装工程线路全长 8.864 km, 其中, 地下线 3.736 km, 地面线 5.147 km。该工程的地面段线路比较长, 且在既有道路施工, 干扰因素多; 而且线路曲线段多、半径小, 因此施工难度大。工程设计采用整体框架式结构的 3 号和 6 号小号码道岔, 钢轨采用 59R2 槽型轨, 扣件采用 W-tram 无枕式扣件与 WH-1 型无枕式扣件。在道岔安装施工中需保证整体式框架结构的共面性, 实现道岔的无缝焊接。

2 施工技术

2.1 工艺流程

道岔安装采用散铺架轨法施工, 其具体工艺流程为: 施工准备→基标测设→基底处理→材料散布→划分道床块→道岔架设及粗调→道岔组装→钢筋绑扎→道床立模→道岔调整→道床混凝土浇筑→道床混凝土抹面、养生→拆除模板及支撑架→质量检查→道岔焊接及放散→二次精调→质量验收

→防护材料安装→沥青混凝土摊铺。

2.2 现场准备

地面段施工干扰因素多,在施工前应做好覆工板道口施工的人员、材料、设备及技术的准备。同时,根据工程需要及基标测设(铺轨基标测设)结果进行施工准备,单开道岔及交叉渡线的控制基标与加密基标的设置如图1~2所示。其中,加密基标均为线路中心线偏1.4 m。然后进行基底处理、材料散布。最后根据设计图纸将道岔道床块进行粗略划分后,利用基标点准确划分道床块;遇到土建结构缝时则加设结构伸缩缝,弹出道床块模板边墨线、模板横向线,划分出每个道床块。

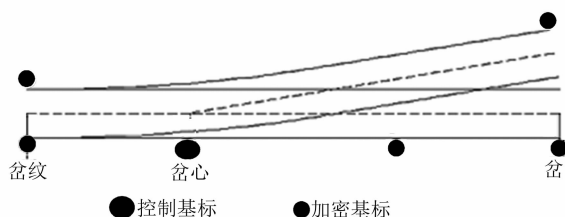


图1 单开道岔基标设置示意图

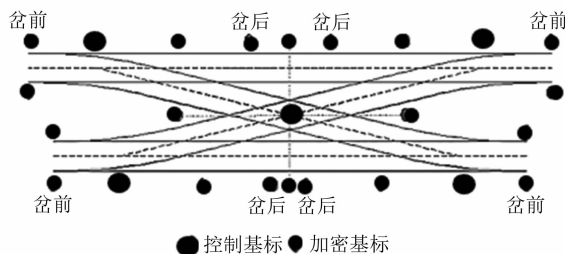


图2 交叉渡线基标设置示意图

2.3 道岔布置

1) 道岔架设及粗调:进行小号码道岔框架架设时,可采用框架快速拼装工法,将钢轨一次性架设到位。即:在道岔摆放完成后,将道岔用厂家配置的拼装接头夹板连接起来;再按照从道岔前至道岔后的顺序安装连接拉杆,使用液压起道器从轨道前方位置开始将道岔打起,用垫木或钢轨支撑架将钢轨架立,倒换压机依次将道岔框架架起;利用道岔托架和斜向支撑粗调轨道高程和方向,使道岔框架与前后部位保持共面性,防止局部支撑或受力不均匀导致部件扭曲变形。

2) 道岔组装:粗调完成后,按照道岔铺设图进行组装。在小半径曲线段铺设时,需要在现场进行钢轨预弯,以满足铺设要求。同时,对于有轨电车小号码道岔,组装钢轨时,两股钢轨上扣件中心线

与线路中线要垂直,左右股钢轨间距必须满足设计要求;为避免防护材料安装过程中出现问题,钢轨间距误差需控制在 ± 5 mm之内;扣件安装要牢固。

3) 钢筋绑扎:将作有类型标识的钢筋散布至所设置的钢筋网格基面上后,进行人工布设、钢筋绑扎固定。同时在钢筋网下设置不小于钢筋强度等级、厚度不小于40 mm的混凝土垫块作为保护层。钢筋绑扎要求:绑扎双排钢筋,相邻两排钢筋之间的局部偏差不大于 ± 5 mm;同排的受力钢筋之间局部偏差不大于 ± 20 mm;箍筋间距偏差不大于 ± 20 mm;分布钢筋的间距偏差不大于 ± 20 mm;处在道床下层的混凝土保护层厚度与设计值偏差不大于 ± 5 mm,处在道床上层的保护层厚度与设计值偏差不大于 ± 10 mm。

2.4 道床立模

按照道床轮廓线,利用规格为300 mm钢模板进行道床立模。钢模板支立之前,在其上均匀地涂抹脱模剂并保持湿润;在铺设时,保持钢模板平整、牢固,确保钢模板之间接缝严密,且不能出现漏浆现象。同时,应保证钢模板工作面垂直,使不垂直度小于 ± 2 mm,表面平整度小于 ± 3 mm,高程误差小于 ± 5 mm。

2.5 道岔精调

按照道岔设计和规范要求调整轨道几何状态。调整顺序为:先调整水平状态,再调整轨距;先调整基标的位置,再调整基标之间的距离;先进行粗略调整,再进行精细调整;反复调整直至精度符合道岔验收标准,并经现场监理检查确认符合要求。对于道岔精调,则先调整直股段,再调整曲股段;先调整水平状态,再调整轨距和支距;先进行粗略调整,再精细调整;反复调整直至其精度符合道岔铺设完成后的精度要求。

2.6 道床混凝土浇筑

隐检符合要求后方可浇筑混凝土。道床浇筑时,应连续浇筑至道床伸缩缝,避免出现施工冷缝;混凝土浇筑时,应加强扣件四周振捣,收面时应加强收面高低控制。浇筑过程中,应及时清理洒落混凝土。拆除轨架后,应及时修补道床面,进行道床养护、质量检查。

浇筑结束前,对轨道几何尺寸、道床尺寸进行检查,发现轨道变化和跑模应立即进行处理。同时,在混凝土初凝前后应及时进行面层抹面、养护,以提高道床混凝土表面的平整度,减少混凝土收缩

量。道岔道床清扫干净后,每天喷涂不少于 3 遍的养护剂。喷涂养护剂时,需先沿线路横行均匀喷涂一次,再纵向均匀喷涂一次,养护天数不少于 7 天。

2.7 道岔施工

1) 道岔焊接及放散:59R2 槽型轨单开道岔及交叉渡线均为无缝道岔,采用铝热焊进行道岔内部焊接,工艺要求高。此外,无缝线路应力放散要求精度高。该工程小半径曲线多,该地段放散难度大。按图纸要求预留轨缝。铝热焊焊接施工时,现场根据需要进行锯轨,预留焊接轨缝。铝热焊施工时,严格按照铝热焊相关技术要求进行。钢轨探伤后,根据设计锁定轨温对道岔进行放散锁定。

2) 二次精调:对于轨道高程精调,利用规格为 1 mm、2 mm、3 mm、5 mm 的调高垫片进行调整;对于轨距精调,采用更换不同尺寸的轨距块的方法进行调整。轨道水平、高程、轨距调整完毕后,再一次进行复测,若有不符合要求的再进行调整,直到满足规范要求。

3) 质量验收:参照相关标准,道岔部分的质量验收要求为:导曲线不得有反超高;尖轨无损伤,尖轨水平藏尖 3 mm;在静止状态下,尖轨尖端至第一牵引点与基本轨密贴,间隙小于 0.2 mm,其他地段小于 1 mm。道岔整体允许偏差应符合表 1 规定。

表 1 道岔整体允许偏差

检查项目	不同线路道岔允许偏差/mm		检验数量	检查方法
	正线	配线		
道岔水平	≤4	≤6	10 个点	万能道尺量
道岔高低(10 m 弦量)	≤4	≤6	5 个点	尺量
直股轨向(10 m 弦量)	≤4	≤6	5 个点	尺量
导曲线支距与设计值差	±2	±2	符合设计	尺量
滑床板与尖轨间离缝	≤2(每侧允许 1 处大于 2 mm)	≤2(每侧允许 2 处大于 2 mm)	全部检查	塞尺量
轨撑不密贴离缝	≤2(每侧允许 1 处大于 2 mm)	≤2(每侧允许 2 处大于 2 mm)	全部检查	塞尺量
轨枕扣件不良者	≤8%	≤10%	全部检查	塞尺量

2.8 道床顶面施工

1) 防护材料安装:将胶均匀涂抹于防护材料后进行粘接,并采用夹具固定约 1 h,保证粘贴质量。

2) 沥青混凝土摊铺:在轨道道床顶面回填石灰粉煤灰稳定砂砾后,进行沥青混凝土摊铺。采用小夯机进行夯实。采用木条在钢轨两边预留 1 cm 缝隙,对于缝隙,采用改性沥青封缝。

3 施工难点及解决方案

1) 该工程地面段较多,在既有道路施工干扰因素多,施工组织困难;平交道口较多,许多道口无封闭施工条件,施工影响因素多,施工难度大。针对不能断道的平交道口轨道施工,采用覆工板道口施工工艺。即:轨道铺装完毕后采用覆工板钢便桥完成道路导改,后续钢轨焊接、应力放散、防护材料安装等无需再进行道路导改。

2) 受线路条件限制,该工程小半径曲线较多,最小曲线半径为 30 m。需要在现场预弯钢轨,以满足铺设要求。通过钢轨焊接形成长轨条,钢轨预弯后,一次性铺设锁定无缝线路,避免了钢轨焊接接头出现硬弯情况。

3) 槽型轨小号码道岔采用的是框架式整体结

构,在施工过程中需根据工程特点研发新工具、采用新工法进行拼装。可采用框架快速拼装工法,即:通过道岔连杆迅速拼装整体框架,保证共面、共线;利用专用钢轨支撑架,将钢轨一次性架设到位,进行整体道床浇筑;浇筑完成后进行道岔铝热焊接、道岔应力放散锁定。

4) 根据该工程轨道施工特点,为了方便、快捷地施工,研发了槽型轨仿形夹具、槽型轨用应力放散设备、钢轨除锈机、防护材料安装仿形夹具、槽型轨轨腰除锈机等工具。部分工具如图 3~4 所示。

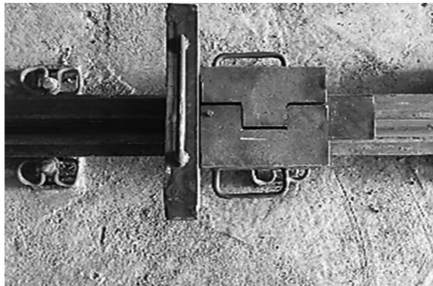


图 3 槽型轨用撞轨包示意图

4 结论

1) 采用的覆工板道口施工工艺及一次性铺设



图4 包裹材料仿形夹具

锁定无缝线路方法,能够解决工程施工中因工程穿越地段复杂、曲线半径小、坡度大、施工组织难度大等不利因素所引发的难题,满足设计及施工要求。

2) 对于现代有轨电车小号码道岔拼装,采用框架快速拼装工法进行施工。研发的新型施工工具,能够满足工程施工需要,能够使道岔安装施工更加方便快捷。

3) 北京现代有轨电车西郊线已开通运营,验证了现代有轨电车槽型轨道岔施工工艺的可行性。

参考文献

- [1] 胥燕军,林红松,王健,等.现代有轨电车轨道结构综述[J].铁道标准设计,2014(7): 58.
- [2] 马晓川,王平.有轨电车6号道岔尖轨跟端形式对尖轨转换的影响分析[J].铁道标准设计,2014(7): 38.
- [3] 沈彬然,孙宏友,徐井芒,等.有轨电车6号单开道岔刚度均匀化研究[J].铁道建筑,2015(12): 116.
- [4] 舒冬.一种有轨电车辆道岔区几何偏移量的图解法[J].城市轨道交通研究,2016(11): 111.
- [5] 李秋义.我国现代有轨电车轨道系统技术发展的思考[J].城市轨道交通研究,2014(17): 10.
- [6] 丁静波.现代有轨电车系统轨道工程关键技术分析[J].铁道标准设计,2015(8): 22.
- [7] 樊小平,张立军,李永茂.现代有轨电车59R2槽型钢轨6号单开道岔设计[J].铁道标准设计,2017(7): 61.
- [8] 魏笑楠.青岛现代有轨电车梳子型道岔技术[J].都市快轨交通,2017(6): 123.
- [9] 程樱.现代有轨电车的典型道岔型式[J].城市轨道交通研究,2018(4): 144.
- [10] 杨永平,边颜东,周晓勤.我国发展有轨电车存在的问题及建议[J].都市快轨交通,2014(5): 1.

(收稿日期:2019-10-11)

(上接第215页)

完善了二次设备的状态监测,并开发了维修管理、工单管理以及智能巡检等功能模块,并将功能进行联动,实现了各功能模块的互联互通和数据共享。基于该系统平台,既保障了供电系统的安全稳定运行,又进一步提高了供电分公司的管理水平。

4 结语

针对城市轨道交通供电系统智能运维需求,建立了以服务为导向、数据为核心、设备为基础的设备智能运维系统,实现了对设备数据的全方位采集。该系统基于云平台维服务架构建设,具有高度开放性,可以接入目前既有的各子系统的数据,也可以向外输出各类运行数据。该系统能够满足城市轨道交通供电系统智能运维的需求,可以显著提升设备的利用效率和设备的管理信息化水平,使城市轨道交通的运行和维护工作更加高效规范化。

参考文献

- [1] 谢久明,赵凤娇,李相泉,等.先进轨道交通产业发展现状研

究[J].机械设计,2018(增刊1): 119.

- [2] 姜国辉.变电运维一体化过渡阶段探讨[J].广东科技,2014(16): 83.
- [3] 刘述芳.城市轨道交通关键设备智能运维系统初步建构[J].设备管理与维修,2018(增刊1): 22.
- [4] 肖峥,王恒,张巧霞,等.地铁供电系统对电网电能质量影响的仿真研究[J].陕西电力,2017(1): 57.
- [5] 牛志敏.铁路综合运维管理平台总体方案研究[J].铁路计算机应用,2017(8): 25.
- [6] 王志华,卢文龙,郭鹏飞,等.基于BIM的铁路基础设施运维管理平台总体方案及关键技术研究[J].铁路计算机应用,2019(4): 45.
- [7] 李鹏,杨丽.设备全生命周期管理[J].科技与创新,2019(3): 88.
- [8] 周珣,朱铝芬,韩雪,等.基于云计算的轨道交通设备运维管理系统的研究与设计[J].交通世界,2018(增刊2): 259.
- [9] 向宇.设备备件管理及预防性维护管理系统设计与实现[D].成都:电子科技大学,2015.

(收稿日期:2019-09-03)