

沈阳市浑南新区现代有轨电车 一期工程轨道系统设计评述

徐寿伟

(北京城建设计研究总院有限责任公司 北京 100037)

摘要 系统总结国内首个已运营的现代有轨电车工程——沈阳市浑南新区现代有轨电车一期工程轨道系统在实施过程中遇到的设计难点和重点,主要阐述在目前无规范的情况下,对有轨电车轨道设计原则、设计方案及施工工艺进行的研究。研究成果不仅保证了该工程的顺利实施,同时也为其他新建有轨电车工程设计提供了参考。

关键词 有轨电车;轨道;槽轨;紧固件;道岔;道床

中图分类号 U482.1 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2013)06-0190-04

1 沈阳浑南新区现代有轨电车概述

1.1 工程概况

沈阳市浑南新区现代有轨电车一期工程,共设4条线(包括1、2、3、5号线),线路全长约60 km,共设71座车站。设浑南新区车辆段、21世纪大厦综合交通枢纽及沈抚新城停车场各1座。线路以地面敷设方式为主,正线最小曲线半径为40 m,最大坡度为30‰。车场线最小曲线半径为25 m。采用国产70%低地板车,独立轮转向架,轴重不大于12 t,1辆编组,架空接触网供电,最高设计速度为70 km/h。

1.2 轨道系统方案

采用1 435 mm标准轨距,最大超高120 mm,轨枕布置1 600对/km,轨道结构高度500 mm;采用59 R2槽型钢轨、YG-1型扣件、6号系列道岔;采用整体道床、温度应力式无缝线路。

收稿日期:2013-10-28

作者简介:徐寿伟,男,高级工程师,从事城市轨道交通轨道工程及产品设计研究,xushouwei@buedri.com

2 技术难点的处理及设计创新

2.1 轨道系统设计原则

现代有轨电车工程在我国方兴未艾,现有的城市轨道交通技术对于有轨电车工程缺乏针对性。轨道作为直接支承和引导车辆运行的关键部件,应保证其技术成熟可靠、与景观协调、免维护。综合考虑确定有轨电车轨道系统设计的基本原则如下:

1) 轨道系统的设计和选型应符合现代有轨电车运营的特征,并满足环境景观和道路交通的要求,同时保证易磨损部件的可更换性。

2) 轨道应具有安全、稳定、耐久性,既有刚度又有适量的弹性,以确保列车运行平稳、安全和乘客舒适,并尽量减少养护维修的工作量。

3) 轨道设备尽量统一形式,采用通用的零部件。

4) 根据沿线环境不同要求,轨道宜采取适度的减振降噪设计,结合其他环境采取减振降噪措施,满足不同地段的减振降噪要求,减少对周围环境的干扰。

2.2 钢轨选型及焊接技术条件的制定

2.2.1 槽型钢轨及其主要类型

有轨电车一般位于城区内,景观需求高,采用专有路权绿化或共享路权硬化形式,要求轨道一般采用埋置式结构。为了实现绿化最大化和硬化铺装方便,有轨电车工程一般采用槽型钢轨。

根据欧标《Railway applications - Track - Special purpose rail - Grooved and associated construction》(DIN EN 14811:2010-05),槽型钢轨主要类型见表1。

通过对欧洲有轨电车工程进行调研,发现其主要采用59 R2、60 R2槽型钢轨,铺设数量占欧洲目前有轨电车工程总长度的62%,59 R2、60 R2槽型钢轨轨头曲线与CHN 50 kg/m钢轨较接近,更有利于与国内车辆转向架相匹配。

扣件设计综合考虑了有轨电车小半径曲线的横向稳定性、耐腐蚀等因素,具有“简单、可靠、成熟、免维护”等特点,不但方便订货和安装,而且减少了备件种类,实现了维修管理工作量的最小化。

2.4 道岔的选型设计

有轨电车道岔的选型主要考虑满足运营组织灵活、多样、线路交叉的需要,同时应满足车辆的运行条件,并节约用地。

沈阳市浑南新区现代有轨电车一期工程1、2、3、5号线多条线同时建设,各线路之间的连接复杂,道岔规格非常多,涵盖了直线道岔、曲线道岔、双开、三开、死交叉等多种道岔类型。通过对国外有轨电车工程调研发现,6号系列有轨电车道岔系列齐全,同时也与该工程最高设计速度(70 km/h)及线路最小曲线半径(40 m)相适应。

综合考虑上述因素,沈阳浑南有轨电车工程中正线最终选用了槽型钢轨6号系列道岔,保证了工程的顺利实施。

由于有轨电车槽型钢轨道岔的设计、制造。在国内尚处于起步阶段,且由于国内有轨电车车辆无统一标准,而道岔又需要与其进行匹配设计,所以亟须尽快出台制定统一的有轨电车技术标准及有轨电车道岔技术要求,以促进国内槽型钢轨道岔的发展,有效降低有轨电车工程造价。

因工程需要,该工程在2号线机场段采用了一组CHN 60 kg/m钢轨12号对称道岔,该道岔专门为有轨电车设计研制,为实现绿化要求,单独设置了角钢轮缘槽,取得了良好的景观效果,同时也为有轨电车其他地段铺设CHN钢轨道岔提供了思路(见图3)。



图3 CHN 50 kg/m
钢轨对称道岔

2.5 绿化、混行地段道床的设计方案

有轨电车道床设计方案需根据有轨电车特点进行综合考虑。在专有路权绿化段要考虑绿化覆土厚度、排水以及降低工程造价等因素。在共享路权硬化段则要考虑道床上部路面的实施方便以及与相邻路面的刚度衔接等因素。

沈阳市浑南新区现代有轨电车工程设计中分别针对不同路权地段的特点及需求采用了不同的道床结构,更好地满足了工程需要。

共享路权地段采用了满铺式现浇混凝土整体道床,极大地方便了上部路面铺装的实施,同时在有轨电

车道床与相邻道路间设置过渡段,可防止因刚度不均产生裂缝(见图4)。



图4 满铺式现浇混凝土整体道床

本工程在专有路权地段选用了高覆盖绿化整体道床,即用绿化土将钢轨、扣件全覆盖,至与轨顶平齐,对钢轨内外侧均做绿化处理,实现了景观效果的最大化。道床采用条状块式,减少了混凝土工程量,同时可最大限度地满足绿化覆土要求(见图5)。



图5 绿化整体道床

为提高有轨电车的舒适性,工程采用无缝线路,同时考虑施工、维修更换方便,在道岔及小半径曲线地段采用了普通线路设计。

2.6 车挡的选型分析

沈阳浑南有轨电车车辆采用折叠式车钩,其中70%低地板车辆允许车挡撞击部位为车体两端横梁,100%低地板车辆允许挡车器撞击部位为车体两端防爬器。

由于轨道形式、车辆形式特殊,传统国铁、地铁定型车挡存在一定的弊端(如无法直接安装、高度不匹配),难以满足有轨电车的要求。为此在设计时根据有轨电车车辆及其制动特点,初步确定了“车挡与槽型钢轨及车辆防撞设计匹配,防撞速度为5 km/h,同时设置反光车挡表示器”的要求,指导有轨电车工程车挡的研发、制造及其安装(见图6)。



图6 有轨电车车挡

2.7 施工工法的特点

2.7.1 轨道铺设方法

根据有轨电车特点,采用“架轨法”施工,即现场散布钢轨、轨枕及扣件,采用专用钢轨支撑架架设钢轨、安装扣件、吊挂轨枕,轨道调整后绑扎钢筋,支立模板,最后浇筑道床混凝土。

传统轨道精调是以铺轨基标为基准,利用道尺、直角道尺、测量弦线进行检查调整,最后由经验丰富的线路工进行目测调整圆顺。中间存在基标误差、检测工具误差、人员操作误差积累。

沈阳市浑南新区现代有轨电车工程轨道施工引入了高铁 CPⅢ 控制网及轨检小车调轨方法。CPⅢ 控制网配合轨检小车调轨,是指铺轨前在线路两侧布设轨道控制网,全站仪自由设站完成后,利用全站仪测量轨检小车上的棱镜,将数据无线传输给计算机,由计算机给出调整量,人工进行调整的调轨方法。

采用该方法进行调轨时,在轨检小车上的计算机上自动、实时显示轨道的中线偏差及左右轨的高程偏差,指导工人将轨道调整至设计位置,能够充分保证轨道的绝对定位和相对定位,并保证轨道的高平顺性。采用强制归中的控制基点,使平面和高程在同一基点上,使用方便,为施工单位提供了便利,利用轨道几何状态测量仪(俗称“调轨小车”)进行轨道精调控制,可明显加快施工进度,同时也为工程沉降监测提供了永久基准。

2.7.2 小半径曲线弯轨方法

有轨电车线路曲线半径小,该工程正线最小曲线半径为 40 m,曲线矢距大,槽型钢轨抗弯刚度较大,常规方法难以实现。如在工厂预弯,存在预弯矢距难以控制、运输困难等因素。为了保证该工程铺轨的顺利进行,工程采用钢轨现场弯曲方案,弯轨原理是根据配轨计算不同钢轨在不同位置的设计矢度,采用专用钢轨预弯机每 0.5 m 依次进行弯轨,现场架轨连接,采用工装进一步调整至曲线圆顺。

3 结语

沈阳浑南新区现代有轨电车一期工程是国内首个运营的现代有轨电车工程。工程设计人员通过承担该工程的设计,积累了大量的有关有轨电车设计标准、设计理念、施工工艺方面的经验,并在国内进行了多项开创性的研究。

该工程首次引进欧标 59 R2 槽型钢轨,并牵头制定了制造及铝热焊焊接的技术条件;首次研发了有轨电车槽型钢轨专用扣件及轨枕;首次在国内采用了多种形式的槽型钢轨道岔;首次提出了有轨电车站挡技术要求;首次在国内采用了高覆盖绿色整体道床。

因现代有轨电车工程在国内刚刚起步,在该项目的实施过程中,也发现在设计、施工等方面存在不少需要进一步优化、改进的地方。随着我国现代有轨电车系统的迅速发展,相信我国现代有轨电车技术水平将会有大幅度提高。

参考文献

- [1] GB 50157—2003 地铁设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2003.
- [2] TB 10082—2005 铁路轨道设计规范[S]. 北京:中国铁道出版社,2005.
- [3] GB 50490—2009 城市轨道交通技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [4] 建标 104—2008 城市轨道交通工程项目建设标准[S]. 北京:中国计划出版社,2008.
- [5] Railway applications - Track - Special purpose rail - Grooved and associated construction[S]. DIN EN 14811, 2010.
- [6] 李秋义,李阳春,李康杰,等. 大连市现代有轨电车轨道结构技术方案初探[J]. 中国铁路,2003(3):41-42.
- [7] 张兵舰,沈钢. 槽型钢轨与车轮接触几何关系初步研究[J]. 铁道车辆,2006,44(12):6-8.
- [8] 纪显照. 城市轻轨施工难点剖析及对策[J]. 城市建设理论,2012(6):92-94.

(编辑:郝京红)

Review of the Modern Tram Track System Design of the First Stage Project of Hunnan New District in Shenyang City

Xu Shouwei

(Beijing Urban Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Beijing 100037)

Abstract: This paper systematically summarized the difficult and key points of design encountered in the course of the implementation of the first stage project track system of modern tram car in Hunnan new district, Shenyang city which is the first modern tram car projects in service in China. The researches of design principle, design scheme and construction technology of tram car track are mainly introduced in the case of deficiency of pertinent specification. The research findings are expected to be used to ensure the successful implementation of this project and provide reference for the design of the other newly built tram car projects.

Key words: tram car; track; groove rail; fastener; turnout; ballast bed