

有轨电车轨道行车区绿化铺装技术研究

杨寿军

(中铁四院集团西南勘察设计有限公司, 650220, 昆明//高级工程师)

摘要 对轨道行车区进行绿化铺装、美化城市环境是有轨电车设计的重要环节。基于有轨电车路基结构、轨道结构的特点,结合行车安全、系统排水、绿化、养护等多方面需求,对轨道行车区绿化铺装进行了综合分析,提出了一种系统的、全面的有轨电车轨道行车区绿化铺装技术方案。

关键词 有轨电车; 轨道行车区; 绿化铺装技术

中图分类号 U482.102

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.06.041

Research on Greenery Paving Technology of Tramway Running Area

YANG Shoujun

Abstract Greenery paving for track area to improve urban environment is an important link of tram design. Based on the characteristics of tram subgrade and track structures, considering requirements from aspects including operation safety, system drainage, greenery, maintenance, comprehensive analysis is carried out on the tramway running area greenery paving. A systematic and comprehensive technological scheme for greenery paving in tramway running area is proposed.

Key words tram; tramway running area; greenery paving technology

Author's address Southwest Company of China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., 650220, Kunming, China

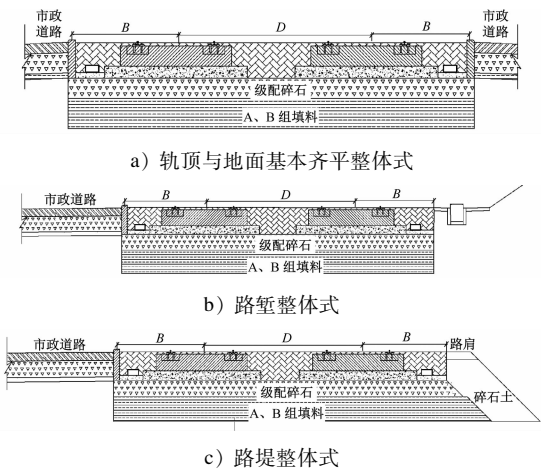
有轨电车通常采用整体道床结构,采用地面敷设方式。其轨道结构的铺装有硬化铺装和绿化铺装等技术。绿化铺装充分体现了“绿色、协调、创新”的发展理念,从根本上改变了轨道结构“灰色、黑色”的传统面貌,增强了城市的绿色生命气息和美感,是有轨电车地面敷设区段的重要发展方向。但目前对绿化铺装暂未形成统一的铺装标准,专门针对有轨电车轨道行车区的铺装鲜有研究。

本文结合有轨电车路基本体结构及轨道结构的特点,以及行车安全、系统排水、绿化、养护等多方面的需求,对轨道行车区绿化铺装进行了综合分

析,提出了一种系统的、全面的有轨电车轨道行车区绿化铺装技术。该技术有效地将轨道结构与绿化铺装(种植)技术进行了融合,提升了城市轨道交通绿化的整体功效,可为城市轨道交通绿化铺装技术标准的统一提供参考。

1 有轨电车地面敷设区段的路基结构和轨道结构

有轨电车路基型式主要为埋入式路堑、局部路堤,以及轨顶与地面基本平齐等3种形式(见图1),路基顶面一般设计为平面。



注: B 为左侧、右侧轨道中心至路缘石或路肩的距离; D 为左侧、右侧轨道中心间距。

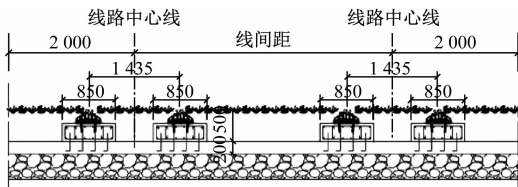
图1 有轨电车路基标准横断面

Fig.1 Standard cross-section of tram subgrade

有轨电车地面敷设区段一般采用整体道床结构,其外观整洁、整体性强、稳定性好,且养护维修工作量少、维修成本低,综合经济效益好,能较好地适应有轨电车运营时间长、维修时间短的特点。

有轨电车地面敷设区段整体道床根据铺装形式的不同,可分为绿化铺装整体道床(见图2)和硬化铺装整体道床(见图3)。

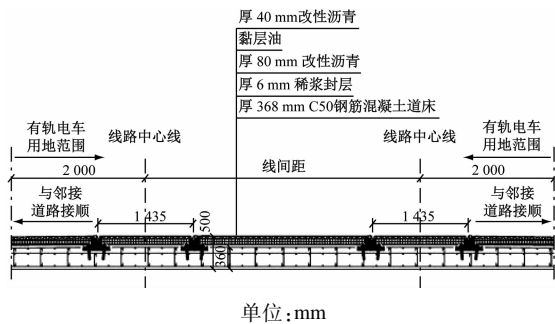
绿化铺装为在整体道床轨道铺设完成后在其



单位:mm

图2 绿化铺装地段整体道床横断面图

Fig. 2 Lateral cross-section of greenery paving area overall track bed



单位:mm

图3 沥青混凝土铺装地段整体道床横断面图

Fig. 3 Track bed lateral cross-section of bituminous concrete paving area

上方的有轨电车用地范围内实施绿化,以满足有轨电车景观设计需要,以及突出绿色环保的特性。目前国内外有轨电车轨道多采用此种铺装形式。

2 有轨电车轨道行车区绿化铺装的主要影响因素

基于上述路基结构与轨道结构,本文认为影响绿化铺装的主要因素有路基结构、轨道结构、限界需求、排水要求、绿植灌溉需求及养护维修便利性需求等。

1) 路基结构。绿化铺装需以不影响路基结构稳定为基础条件,这就要求轨道绿化铺装的植物不宜选取灌木,不能选取乔木,宜选取草本植物。因灌木和乔木一般根系较发达,根系的生长将会破坏路基本体,从而影响路基结构稳定。

2) 轨道结构。轨道结构直接承受列车荷载,有轨电车系统多采用整体道床结构,其用地范围内具备利用轨道结构之间的空间进行绿化铺装的条件。

3) 限界要求。绿化铺装可以美化环境,但必须以不影响行车安全为准则,植被不能侵限。

4) 浇灌需求。绿化铺装设置于轨道结构上,与原状土之间有路基结构、轨道板等隔离,无法从地表直接吸取水分。为保证绿化植被的正常生长,需要布设浇灌系统。

5) 排水要求。道床结构的稳定直接影响行车安全,及时有效地排除积水是保持道床稳定的重要保障,故在进行绿化铺装时须配置完善的排水系统。

6) 养护维修。为保证轨道状态良好,保证列车安全、平稳运行,需对轨道结构进行养护作业。养护维修主要包括轨道结构各组成部件的更换、修理,预防和消除轨道在列车动力作用及其他影响下所产生的变形、病害等的经常维修工作。这就要求在进行绿化铺装时充分考虑轨道结构的养护维修需求,为轨道结构的日常养护提供便利条件。

3 有轨电车绿化铺装的关键技术

1) 有轨电车以地面敷设为主,将路基本体、轨道结构与绿化铺装进行统一规划设计,使其相互支撑,做到既节约工程投资、又美化轨道环境的作用。

2) 轨道结构厚度有限,轨道结构之间的宽度较小,因此,在有限的空间内通过合理布局,使轨道结构尽量简单、易于实施,同时满足轨道结构的承载需求,满足表层植被的生长需求,同时又尽量减少投资成为该项技术需要解决的主要问题。

3) 该技术的难点在于后期对绿化铺装的养护和管理,因此,在有效控制养护和管理工作的同时,需重点考虑提升绿化、美化效果。

4) 基于“绿化需水、轨道防水”的特点,设置1套既能及时给绿化铺装补水,又能将多余水分及时排出轨道结构以外,确保绿化植被水分需求的同时保持轨道整洁是本技术需解决的主要问题。

4 有轨电车绿化铺装技术方案

4.1 路基结构及轨道结构方案

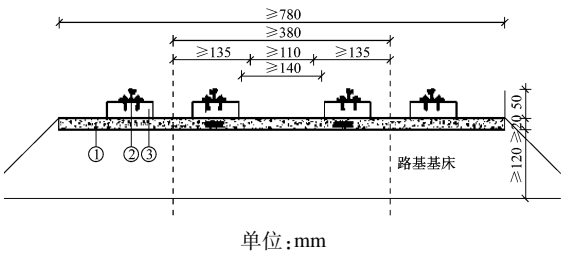
1) 绿化铺装下层为路基基床。通过荷载计算,路基基床厚度一般采用1.2 m即可满足承载力的需求(特殊路基区段除外)。

2) 为保证道床结构的稳定性,在路基基床以上设置1层钢筋混凝土垫层,以满足路基不均匀沉降的要求。根据荷载计算确定垫层厚度,一般情况下垫层厚0.2 m即可满足使用需求。

3) 钢筋混凝土垫层以上为轨道结构。以有轨电车承轨台式整体道床(见图4)为例进行研究,轨道结构厚0.5 m,经计算得到轨道梁宽度为0.8 m。该整体道床结构自重较轻,可减轻轨道结构恒载,减少整体道床混凝土用量。

4) 为满足行车安全,有轨电左右线的线间

距最小值取 3.8 m,具体见图 4。



注:①为钢筋混凝土垫层结构;②为钢轨;③为承轨台式道床。

图 4 有轨电车轨道结构横断面示意图

Fig. 4 Diagram of tram track structure lateral cross-section

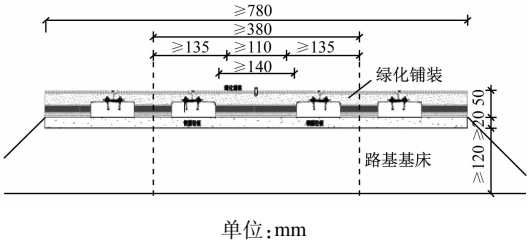
4.2 绿化铺装方案

由上述路基结构及轨道结构布设方案可以看出,路基面以上、轨面以下,即轨道结构间还存在空间。若将其空置,则轨道结构将直接暴露于视野当中,使得美观性较差。列车运行时,其与轨道之间产生的噪声亦会无阻碍地进行传播。本次研究结合轨道结构及绿化草体生长的特性,在轨道结构之间填筑土体,在土体表层种植草坪或匍匐类低矮常绿植被。有轨电车轨道行车区绿化铺装断面和绿化铺装分层如图 5 所示。绿化铺装层(见图 5 b))从上往下依次为:① 草坪层——常绿草坪或匍匐类植被,高度以 3~5 cm 为宜;② 格栅层——塑料蜂窝空心网格层、玻璃钢格栅及类似结构层,厚度以 2.5 cm 为宜,主要功能是确保草坪层和园土层表面平整,方便工作人员在轨行区走行,以及进行日常检查及养护作业,避免雨天及雨季工作人员在轨行区走行以及进行维护作业时湿陷园土层;③ 园土层——厚度为 20 cm,需含有 30%~50% 的有机质,能为上层植被持续提供养分,并具备一定的储水、保水功能;④ 保水层——厚度为 2 cm,主要为防止园土层水分快速流失,以及为园土层持续提供水分,确保表层植被的水分供给,同时防止土体下渗;⑤ 沙土层——厚度为 10 cm,主要功能为承上启下,确保渗水能及时下渗,又能过滤园土层的颗粒物;⑥ 碎石排水层——厚度不小于 10 cm,起到暗沟的作用,可以将多余的渗水及时排走。

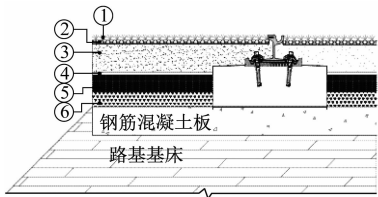
4.3 养护系统

4.3.1 浇灌及养料供给系统

为有效提升浇灌及养料供给效率,同时提升资源利用效率,分别考虑在线路中心及两侧布设智能喷淋浇灌系统(见图 6)。通过该系统对绿化铺装进行日常早晚浇水,以及不定期浇灌营养液,以实现给植被补充营养物质的需求。



a) 绿化铺装断面图



b) 绿化铺装分层图

图 5 有轨电车轨道行车区绿化铺装断面和绿化铺装分层图

Fig. 5 Diagram of tram track operation area greenery paving cross-section and layers

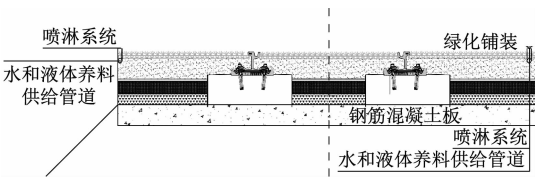


图 6 浇灌及养料供给系统横断面示意图

Fig. 6 Diagram of watering and nutrient supply system cross-section

4.3.2 日常维护

本次研究绿化植被考虑采用割草机械利用天窗时间进行定期修剪,以确保绿化的整体效果和美观性。本文描述的园土层顶面的格栅层不仅可以平整园土层表面,确保植被高度统一;而且可以给作业人员提供作业通道,提升修剪作业效率。

4.4 排水系统

本次研究绿化铺装层采用了分层布设技术,使其具备保水、渗水、排水等功能。同时为确保轨道结构内不积水,保持轨道结构的整洁,结合轨枕的布设,沿线路纵向每 8~10 m 布设 1 条透水管,通过透水管将轨道结构内的积水及时引排至排水沟等排水系统内,见图 7。

5 绿化铺装技术方案的特点

1) 点缀了轨道结构,增加了城市绿化面积,美化了城市空间。

2) 将轨道结构与绿化有机结合,充分利用轨道结构之间的空间,构筑了绿色轨道,布局较为合理。

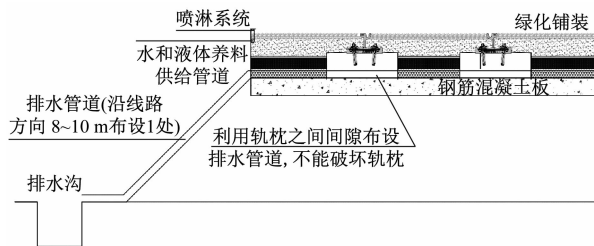


图7 排水系统横断面示意图

Fig. 7 Diagram of drainage system cross-section

3) 绿化铺装各结构层取材方便、施工简单。

4) 格栅层为表层土体的平整提供了有力保障, 便于检修人员行走。

5) 园土层厚度达到 20 cm, 能够较充分地起到保水、储水的功能, 为表层草体持续提供养分, 保证表层草体活力。

6) 底层的沙土层和碎石排水层能及时排除多余水分, 保证道床面不积水, 从而使道床保持整洁。

7) 综合考虑了养护需求和排水功能。

6 结语

本文提出的绿化铺装技术方案, 能提升有轨电

(上接第 206 页)

2) 应视变电所出口电分相处的绝缘锚段关节为供电和行车的关键部位, 一方面, 可以尽量避免列车在绝缘关节禁停区域内停车; 另一方面, 列车出现紧急迫停之后应能正确处置, 以最大程度地降低对城市轨道交通线路正常运营的影响。

3) 本文阐述的绝缘锚段关节部位禁停区域, 列车迫停于禁停区域后的处置措施, 以及便于司机判断列车受电弓位置的措施, 理论上能够保证列车紧急迫停后的起动安全, 可以避免接触网设备烧伤或断线事故, 以及避免不必要的救援对轨道交通线路正常运营造成影响, 同时也为城市轨道交通的发展和同相供电技术的广泛应用提供了一定的技术支撑。

参考文献

- [1] 中国第四勘察设计院集团有限公司. 温州市域铁路 S1 线设计资料(供电部分)[Z]. 武汉: 中国第四勘察设计院集团有限公司, 2013.
China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd. Design data of Wenzhou city railway line S1 (power supply part)[Z]. Wuhan: China Railway Siyuan Survey and Design Group Co.,

车轨道行车区的美观性, 开启了“绿色轨道”、“美丽轨道”建设的新模式; 同时在一定程度上提升了城市绿化面积, 降低了有轨电车噪声及振动影响。该技术方案具有一定的社会及经济效益, 发展前景广阔。

参考文献

- [1] 上海市城市建设设计研究总院, 上海市住房和城乡建设管理委员会. 有轨电车工程设计规范: DG/TJ 08-2213—2016[S]. 上海: 同济大学出版社, 2016.
Shanghai Urban Construction Design & Research Institute, Shanghai Municipal Commission of Housing and Urban-Rural Development. Code for design of tramway: DG/TJ 08-2213—2016[S]. Shanghai: Tongji University Press, 2016.
- [2] 牟瑞芳, 黄振晖. 现代有轨电车概论[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2015.
MU Ruifang, HUANG Zhenhui. Modern tram introduction[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2015.
- [3] 陆云. 现代有轨电车工程[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2015.
LU Yun. Modern tram engineering[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2015.

(收稿日期: 2020-04-27)

Ltd., 2013.

- [2] 中国铁路总公司. 铁路技术管理规程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2014.
China National Railway Group Limited. Regulations on railway technical management[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2014.
- [3] 李银生, 陈唐龙, 牛大鹏. 电力列车过分相电弧放电现象的研究和探讨[J]. 电气化铁道, 2008(3): 21.
LI Yinsheng, CHEN Tanglong, NIU Dapeng. Research and discussion on overlap-phase arcing phenomena of electrified train[J]. Electric Railway, 2008(3): 21.
- [4] 李国平. 株洲枢纽绝缘锚段关节内断线原因分析及对策[J]. 电气化铁道, 2010(6): 21.
LI Guoping. Cause analysis and countermeasure of internal broken line of Zhuzhou railway terminals insulated section joint[J]. Electric Railway, 2010(6): 21.
- [5] 中国第四勘察设计院集团有限公司. 温州市域铁路项目部工作联系单: 四设温州市域铁路项目部联(S1): [2018]555号[Z]. 武汉: 中国第四勘察设计院集团有限公司, 2018.
China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd. Wenzhou railway project department work contact list: Wenzhou railway project department(S1): [2018] No. 555[Z]. Wuhan: China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., 2018.

(收稿日期: 2020-04-26)