

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2012.06.005

长春轻轨三期工程车辆特点

杨 谋 李文波 闫雪燕

(北京城建设计研究总院有限责任公司 北京 100037)

摘 要 介绍长春轻轨三期工程项目采用的现代有轨电车的基本技术参数、系统组成和系统配置,分析车辆的技术特点,阐明可供借鉴的技术成果,为有轨电车项目建设提供参考。

关键词 长春轻轨;现代有轨电车;车辆;技术参数;系统组成

中图分类号 U271.8 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2012)06-0017-04



图1 列车编组

2 车辆特点

1) 客室地板低、方便乘客。该车辆客室地板为70%低地板,低地板区及门口部位的地板面距轨面380 mm,方便乘客上下车,同时降低了站台板的高度,可降低工程造价。

2) 绿色环保、经济节能。该车辆采用弹性车轮,能大大降低运行过程中车辆的噪声污染。同时与其他轨道交通车辆相比,轴重约为12 t,能有效降低对轨面的载荷,降低工程造价,同时降低牵引能耗。

3) 制动系统技术先进。采用液压制动系统,与传统的空气制动系统相比,液压制动系统装置具有体积小、重量轻、结构紧凑、工作平稳、惯性小、反应快、易于实现快速启动和频繁转换方向等优点。此外,车辆还采用了盘式制动、磁轨制动单元以及撒沙装置,进一步提高了安全性能。

4) 牵引和网络控制系统先进。车辆的牵引系统采用VVVF技术,整个系统可以做到变频变压无级调速。网络控制系统采用总线网络控制,增加了车辆运行的安全性、可靠性,其操作高智能化。

5) 轻量化设计。车体材料为铝合金,具有轻量化、耐腐蚀性强、便于维护的优点,能够保证车辆具有良好的密封性能和外观平整度,使车辆更加舒适、美观。

6) 自主创新与集成创新。长客股份公司自主研发和集成车辆的各零部件和系统,达到了最佳匹配,体现了其系统集成水平的先进性。同时使车辆的国产化率达到70%以上,满足国家政策要求。

3 列车编组、定员及基本参数

3.1 列车编组、定员

1) 列车编组。列车初、近、远期均采用2个单元编

长春市的轨道交通建设经历了有轨电车项目、轻轨(现代有轨电车)项目、地铁项目等几个阶段,在循序渐进的发展过程中积累了丰富的建设和运营经验。轻轨工程凭借“快捷、高效、舒适、环保”的特点,被广大市民所接受,在城市生活中发挥着重要作用。

长春轻轨三期工程属于现代有轨电车范畴,在开通运营之际,笔者通过对由我国自行研发和生产的轻轨三期工程车辆的基本技术条件和系统组成进行阐述,以求抛砖引玉、引起同行的共鸣。

1 车辆概况

长春轻轨三期工程项目是采用70%低地板现代有轨电车运营的一条线路。其列车由我国长春轨道客车股份有限公司研制,技术先进、外形美观,它采用铝合金车体、液压制动等多项新技术,填补了国内空白,为我国轨道交通车辆的自主创新与集成创新树立了典范。

列车初、近、远期均采用6个模块2个单元编组(见图1),每个单元由3个模块组成,每3个模块为1个单元,其中2个模块装有动车转向架,1个模块装有拖车转向架。列车总长度约为54.95 m,列车最高运行速度为70 km/h。

收稿日期:2011-10-27 修回日期:2011-11-28

作者简介:杨谋,男,硕士,从事轨道交通车辆基地、车辆选型的设计工作,yangmou@buedri.com

组,每个单元由3个模块编组,其中2个模块装有动车转向架,1个模块装有拖车转向架。

- 编组方式: - Mc + Tp + M = M + Tp + Mc -
- 其中 Mc——安装动车转向架和司机室的模块;
- M——安装动车转向架的模块;
- Tp——安装受电弓和拖车转向架的模块;
- + ——风挡铰接结构;
- = ——半自动车钩;
- ——事故车钩。

2) 列车定员为530人,列车超员为640人。

3.2 车辆基本技术参数

1) 车辆供电标准、主要尺寸及参数见表1。

表1 车辆供电标准、主要尺寸及参数

供电标准	
受流方式	受电弓受电
供电额定电压/V	DC 750
电压变化范围/V	DC 500 ~ 900
再生制动时最大电压/V	1 000
主要尺寸及参数	
列车长度/mm	54 950
Mc (M) 车/mm	11 175 (10 085)
Tp 车/mm	4 050
车体宽度/mm	2 650
车辆高度/mm	3 600
高地板区车辆内高/mm	2 015
低地板区车辆内高/mm	2 440
低地板区地板面高/mm	380
高地板区地板面高/mm	805
车辆自重/t	≤88
总重/t	≤125.68
转向架固定轴距/mm	1 850
动车转向架轴重/t	12
拖车转向架轴重/t	10.5
车轮内侧距/mm	1 360
动车转向架质量/kg	6 500
拖车转向架质量/kg	4 100

- 2) 列车动态特性参数。
- 最高运行速度为70 km/h,构造速度为80 km/h。
- 在超员情况下,列车速度为0 ~ 32 km/h时,平均加速度不小于1.0 m/s²;列车速度为0 ~ 70 km/h时,平均加速度不小于0.5 m/s²。
- 在平直线上、车轮半磨耗、额定载荷下,平均制动减速度(70 km/h ~ 0)为1.1 m/s²,紧急制动减速度为

1.8 m/s²。平稳性指标≤2.75。

4 列车配置及系统

4.1 车体结构

4.1.1 车体材料

为了降低车体重量,提高车体刚性,车体全部采用高强度铝合金焊接结构,该车是国内首次采用铝合金车体的低地板轻轨车,铝合金车体具有轻量化、耐腐蚀性强、便于维护的优点。

4.1.2 司机室

司机座椅采用人体工程学原理,为司机创造舒适的环境。挡风玻璃和侧面车窗间的盲角尽可能减小,应可看见以正前方为中心线在目视平面内左右各60°角范围和以目视水平面为中心线上下各45°角范围。

4.2 转向架

列车采用2个单元编组,每个单元由3个模块组成,其中2个模块装有动车转向架,1个模块装有拖车转向架,即每列车安装4个动车转向架、2个拖车转向架,共6个转向架。

动车转向架(见图2)车轮为弹性轮,构架为钢板焊接结构,一系悬挂采用橡胶弹簧,二系悬挂为钢弹簧、油压减振器,牵引装置采用心盘承载式的有摇枕结构,驱动装置为斜齿轮传动。动车转向架为双动力形式,即每个车轴上安装1个牵引电动机,与车轴呈平行布置。牵引电动机通过螺栓直接连接到转向架构架上,通过简易联轴节与齿轮传动单元相连接,齿轮传动单元再通过“空心轴”和弹性联轴节将扭矩传递到车轴上。



图2 动车转向架

拖车转向架(见图3)车轮为弹性轮,构架为钢板焊接结构,一系悬挂采用橡胶弹簧,二系悬挂为钢弹簧、油压减振器,牵引装置采用旁承承载式的无摇枕结构。

4.3 客室车门系统

列车的每侧设有8对双开车门。除车门出现故障

和紧急情况外,这些车门完全由驾驶员在驾驶室操作。车门采用电机驱动的塞拉门形式(见图4~图5)。



图3 拖车转向架



图4 客室塞拉门



图5 塞拉门驱动电机

4.4 牵引和电制动系统

牵引系统为变压变频(VVVF)逆变器调速,鼠笼式三相异步电机驱动的交流传动系统,其逆变器元器件采用IGBT(insulated gate bipolar transistor,绝缘栅双极型晶体管)。主回路采用1C2M的架控方式,每个逆变器向同一转向架上的2个电机供电。VVVF逆变器系统采用微机控制技术,并有诊断和故障存储功能。每节动车设1台VVVF逆变器,控制2台牵引电动机,2台电动机永久性并联连接。

列车单元优先采用再生制动。在电网具有全吸收功能时,列车具有全再生制动;如果发生再生制动力不足或失效时,将补入电阻制动。正常运营时,摩擦制动仅在速度小于1 km/h时使用。制动电阻器安装在Mc、M车的车顶。

牵引电机的额定功率为120 kW,额定电压为510 V,额定电流为163 A。采用构架安装方式,每个转

向架安装2台电机,电机质量约380 kg。

4.5 制动系统

列车采用微机控制的模拟式电液制动系统。系统主要由液压系统、制动控制系统、基础制动单元、磁轨制动单元、防滑系统及其他附属设备组成,具有常用制动、紧急制动功能。

列车采用模拟式制动控制单元,通过司机操作可实现各种制动作用。控制逻辑硬件采用微处理、电液制动阀(模拟转换器),集成安装在制动控制单元上。在动车转向架的每个电机主轴上均装有一套盘式制动单元(见图6),在拖车转向架的每个轮对上均装有一套盘式制动单元及速度传感器。每个动车转向架均设2套磁轨制动单元(见图7)。在头车转向架的前一个轴的两个轮上均安装有撒砂装置,增加阻尼系数。系统最大工作压力为160 MPa。



图6 盘式制动单元



图7 磁轨制动单元(红框处)

4.6 采暖空调及通风系统

每列车装备4台单元式空调机组。列车空调机组系统具备制冷、通风、制暖模式,为客室和驾驶室提供过滤、冷却或予加热后的空气。司机室不单独设空调机组,冷风由风道经司机室顶部送风口送入司机室。每列车的客室采暖装置采用电热器,布置在座椅下。

每台空调机组制冷状态时设计新风流量约为1 200 m³/h,每列车为4 800 m³/h;每台空调机组的总风量为3 500 m³/h,每列车为14 000 m³/h。送风温度不高于15℃。

4.7 广播及信息系统

广播及信息显示系统包括:驾驶员对乘客的广播功能、数字化语音到站广播功能、驾驶室和驾驶室之间的内部通话功能、驾驶员对车站上候车的乘客或沿线人员的广播功能、到达站点的动态地图显示功能、与无线电台的通信功能。

另外,车内的信息显示屏可以显示广告、问候语,并能与语音广播同步显示下一站信息。车端的终点站显示器可以显示车辆运行的终点站,也可以显示调试车或回库车等。动态地图(见图8)显示器可以动态地显示到达站点的信息。



图8 客室动态地图

4.8 列车监控系统

列车控制系统采用计算机网络控制系统,实现列车牵引、制动及其他各种控制功能。列车控制和诊断系统(TCMS)的计算机网络将列车牵引、制动及各种设备的运行及故障信息传输到司机控制台的 MMI 显示屏上。

控制功能:TCMS 计算机能完成各种手动和自动操作的车辆控制功能。在一定的条件下,TCMS 计算机能通过列车控制总线将测量信号传输给智能子系统,子系统响应本地的控制信号并完成各种特殊任务。

报警功能:系统故障被接收并产生报警信息,报警信息以文字形式传输至司机室的 MMI 计算机屏幕上。

监控功能:TCMS 从子系统得到信息,并在司机室的 MMI 计算机屏幕上显示并提示。

诊断系统:诊断系统能够判断故障信息是否存在,如果功能存在就传输给 TCMS,并将每个故障信息显示在 MMI 计算机屏幕上,并显示故障原因。

5 车辆的技术发展

长春轻轨三期工程采用的 70% 低地板车又称为现代有轨电车,其运量介于公交车与地铁的运量之间,填补了公交和地铁之外的空白,特别适用于单向高峰 1 万~3 万人次/h 的线路,可作为城市干线交通和大城市支线交通的首选。从目前国内外有轨电车的技术发展来看,我国有轨电车的技术水平有待于提高,主要体现在国产化水平、低地板车辆、牵引供电制式上。

1) 国产化。基于目前国内低地板车应用较少的

特殊情况,车辆的牵引系统、控制系统、制动系统等仍依赖进口。但是,面对国内外潜在的、庞大的消费市场,国产化程度将直接影响着工程造价和与车辆相关产业的技术发展水平。

2) 低地板车辆。低地板车辆的优点在于避免建设高站台,方便乘客的乘降,对残疾人、儿童和老年人尤为方便。

3) 牵引供电制式。牵引供电制式在技术层面涉及供电电压等级、供电形式、车辆牵引系统等几个方面,在运营管理方面涉及运营安全、维修资源共享、环境评估等几个方面。目前,国内外有轨电车的电压等级为 DC 750 V,相应的各系统均按照这个电压等级来发展相关产业。但是对于更高电压情况下的运营安全、电磁辐射对环境的影响等均没有更多的研究和经验,需要专业人士在以后的工程中逐步深入研究。

6 结语

长春轻轨三期的开通和运营为我国轻轨项目的发展做出了典范,树立了标杆。随着 2011 年 5 月在长春“第二届中国(长春)国际轨道交通论坛”上“轻轨交通产业技术创新联盟”的形成,现代有轨电车的车辆制造技术、控制技术、集成技术将会跨上新的高度,为我国轻轨项目建设提供了较好的技术平台,促使行业趋于良性发展。

参考文献

[1] 长春轨道客车股份有限公司. 长春轻轨三期车辆技术规格书[G]. 长春,2007.
[2] GB 50157—2003 地铁设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2003:205-224.
[3] JB 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,2008:8-10.
[4] 杨中平. 日本直线电机地铁车辆技术[J]. 都市轨道交通,2006,19(2):63-67.
[5] 丁荣军. 地铁车辆用交流传动系统的设计[J]. 机车电传动,2001(5):35-40.
[6] 罗世辉. 轻轨车辆技术特点分析[J]. 城市轨道交通研究,1999,2(1):41-44.

(编辑:曹雪明)

Vehicle Characteristics of Changchun LRT 3rd Phase Project

Yang Mou Li Wenbo Yan Xueyan

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

Abstract: Based on the modern tramcars of Changchun LRT 3rd phase project, this paper introduces in detail their technical parameters, system composition and configuration, and analyzes the technical characteristics of vehicles, further to provide reference materials for LRT construction.

Key words: Changchun LRT; modern tramcars; vehicles; technical parameters; system composition