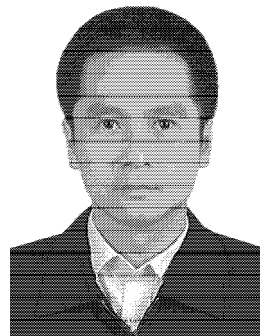


专 120 km/h 地铁列车自主电气牵引系统

李 伟, 陈文光, 陈超录

(株洲南车时代电气股份有限公司 技术中心, 湖南 株洲 412001)



作者简介: 李 伟 (1979-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事城市轨道交通车辆电气牵引系统的研发工作。

稿

摘 要: 系统阐述了120 km/h地铁列车自主牵引电传动系统、辅助电源系统和网络控制系统的组成和特性,介绍了该系统的新技术研究和新设备研制情况。该系统已完成样机研制及相关型式试验,试验结果表明系统性能良好,满足设计要求。

关键词: 120 km/h 地铁列车; 牵引电传动系统; 辅助电源系统; 网络控制系统

中图分类号: U231; U266.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2014)04-0008-06

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2014.04.003

Electric Drive System of 120 km/h Metro Vehicle

LI Wei, CHEN Wen-guang, CHEN Chao-lu

(Technology Center, Zhuzhou CSR Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: Components and performance of traction electric drive system, auxiliary power supply system and network control system of 120 km/h metro vehicle were described systematically, and new technology research and new equipment development of the system was introduced. The system has completed prototype development and related type tests, testing results of which showed that the system met the requirements of design with good performances.

Keywords: 120 km/h metro vehicle; traction electric drive system; auxiliary power supply system; network control system

0 引言

随着我国城市化进程日益加快,城市的规模日益扩张以及城市群、卫星城的日益增多,现有的80~100 km/h或较低速度等级的地铁列车已经不能满足城市轨道交通领域发展的需求,地铁提速已成为城市轨道交通领域未来发展的一个重要方向。基于市场需求以及技术发展趋势,株洲南车时代电气股份有限公司于2013年自主开发了120 km/h地铁列车电气牵引系统。该系统采用了新研制的集中式牵引逆变器和辅助电源平台产品,网络控制系统采用了动态地址分配等新技术。本文将针对该系统各主要部件作简要介绍。

1 列车牵引系统特性

120 km/h地铁列车自主电气牵引系统供电电压为DC1 500 V(DC1 000~1 800 V),按照6辆车(4M2T)编组

形式、B型列车设计,列车最高运行速度为120 km/h。牵引电传动系统采用集中式VVVF牵引逆变器—异步牵引电机构成的交流传动系统。牵引逆变器采用IGBT功率器件,强迫风冷方式,牵引电机控制采用交流传动直接转矩控制方式。辅助电源系统采用集中供电大功率IGBT静止变流器,变流器采用强迫冷却方式。网络控制系统遵循IEC61375标准,系统集列车监视、诊断和控制功能于一体,网络协议开放、产品互操作性好,为轨道交通领域主流技术。

1.1 列车动力性能

牵引时(列车在半磨耗轮径805 mm、定员载荷AW2、干燥清洁平直道线路及额定接触网压1 500 V情况下):

平均启动加速度(0~50 km/h)	$\geq 0.9 \text{ m/s}^2$
平均加速度(0~120 km/h)	$> 0.5 \text{ m/s}^2$
牵引冲击极限	$\leq 0.75 \text{ m/s}^3$
牵引计算粘着系数值	0.16~0.18
制动时(列车在半磨耗轮径805 mm、空载AW0~超	

收稿日期: 2014-03-06; 收修改稿日期: 2014-06-20

载AW3、干燥清洁平直道线路下, 列车从最高运行速度到停车):

平均常用制动减速度(速度范围120 km/h~0) $\geq 1.0 \text{ m/s}^2$

平均紧急制动减速度(速度范围120 km/h~0) $\geq 1.3 \text{ m/s}^2$

制动冲击极限 $\leq 0.75 \text{ m/s}^3$

制动计算粘着系数值 0.14~0.16

在AW0载荷下,网压大于等于1650V时,速度从120 km/h开始到列车电制动与气制动的转折点速度时,电制动能单独满足常用制动要求。

在AW2载荷下,网压大于等于1650V时,速度从90 km/h开始到列车电制动与气制动的转折点速度时,电制动能单独满足常用制动要求。

1.2 列车牵引/电制动特性

牵引/电制动特性是列车电传动系统的基本特性,其设计主要根据列车动力性能要求,并考虑列车的冲击极限和电传动系统部件的容量、参数匹配以及轮轨粘着的允许。

1) 列车牵引特性

列车在平直道线路、轮径805 mm及接触网压DC1500V条件下,列车最大启动轮缘牵引力(取齿轮装置传动效率0.98)为:AW3/AW2时, $F_{st3/2} \approx 325 \text{ kN}$, AW0时, $F_{st0} \approx 237 \text{ kN}$ 。AW3/AW2工况下,恒牵引力速度范围为0~40 km/h,恒功速度范围为40~90 km/h,自然特性速度范围为90~120 km/h。

考虑低网压时的功率限制,在网压DC $U_s < 1500 \text{ V}$ 时,列车牵引特性根据网压的下降,其恒功起始点及终止点与网压成一次方比例下降。图1的上半部分为列车牵引特性曲线。

2) 列车制动特性

列车在平直道线路、轮径805 mm及接触网压DC1650V条件下,列车最大电制动轮缘制动力(取齿轮装置传动效率0.98)为:AW3/AW2时, $F_{b3/2} \approx 325 \text{ kN}$, AW0时, $F_{b0} \approx 237 \text{ kN}$ 。AW3/AW2工况下,恒电制动力速度范围为120~90 km/h,恒电制动力速度范围为90~5 km/h; AW0工况下,恒电制动力速度范围为120~5 km/h。电制动力减小的起始速度点为5 km/h(可调)。

在网压DC $U_s < 1650 \text{ V}$ 时,列车制动特性根据网压的下降,其恒制动力起始点与网压成一次方比例下降。图1的下半部分为列车电制动特性曲线。

3) 与西门子牵引系统特性对比

广州地铁3号线是目前国内运营速度最高的地铁线路,采用西门子牵引系统,最高运营速度为120 km/h,

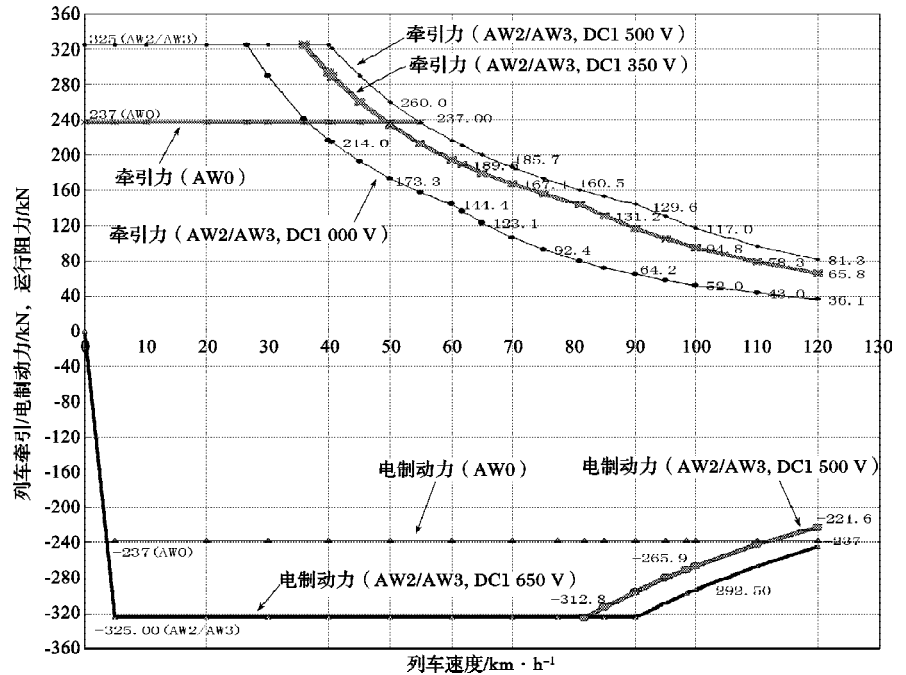


图1 自主牵引系统特性曲线

其牵引/电制动特性曲线如图2所示。

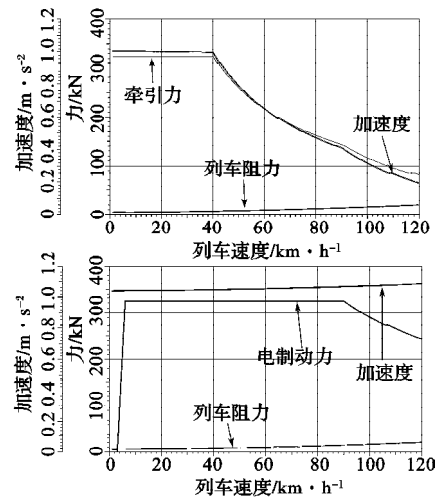


图2 西门子牵引系统特性曲线

对比图1和图2可知,自主牵引系统与西门子牵引系统的牵引/电制动特性基本一致,这主要是考虑到后续自主牵引系统若在广州地铁3号线车辆上装车,其性能和特性保持与既有车辆一致。如果从自主牵引系统自身所具备的能力方面来设计,其牵引/电制动特性要高于西门子牵引系统,如图3所示。

2 牵引电传动系统

牵引电传动系统采用集中式牵引逆变器—异步牵引电机构成的交流电传动系统,采用车控方式。牵引电传动系统需要满足车辆动力性能、故障运行/救援能力以及实现预期的旅行速度等,并综合考虑系统各参数匹配和满足120 km/h车辆的运行工况以及电气性能要求。

牵引电传动系统主要由主电路装置及其牵引控制