

地铁工程施工用电动轨道车的功能特点

李洪昌¹ 张 伟² 陶 谦²

(1. 中铁二局集团有限公司, 610031, 成都; 2. 湖北晨风轨道装备股份有限公司, 436099, 武汉//第一作者, 高级工程师)

摘 要 介绍了电动轨道车的技术特点、牵引性能、结构布置, 以及传动装置、控制系统、电池系统、制动系统的功能。与在地铁工程中普遍使用的燃油轨道车相比, 电动轨道车不仅能够满足工程施工中的物料运输、调车作业和线路维护需求, 而且绿色环保, 能够改善地铁隧道施工环境。

关键词 地铁; 电动轨道车; 功能特点

中图分类号 U216.61

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.03.041

Functionality Specifications of Electric Railcar in Metro Construction

LI Hongchang, ZHANG Wei, TAO Qian

Abstract Technical specifications, traction features, structure layout of the electric railcars, and the functionality of transmission device, controlling system, battery system, braking system were introduced. Compared with fuel railcars that are commonly used in metro construction, electric railcar can not only meet the demand of material transportation, shunting operation and metro line maintenance, but also improve the metro tunnel construction environment in green and environment-friendly way.

Key words metro; electric railcar; functionality specifications

First-author's address China Railway No.2 Engineering Group Co., Ltd., 610031, Chengdu, China

地铁施工在相对封闭的地下隧道内进行, 地铁隧道空间狭窄、气流不畅、阴暗潮湿, 加之各种施工机具的噪声和烟气污染, 地铁隧道的施工环境相对比较恶劣, 严重影响施工作业人员的身体健康。采用新能源技术的绿色施工机具对改善地铁隧道施工环境有重要作用。本文介绍了地铁施工用电动轨道车的技术特点及其主要系统的功能特点。

1 电动轨道车技术特点

电动轨道车以蓄电池为动力能源, 适用于地铁和铁路工程施工中的轨料运输、道床浇筑、轨道焊

接, 以及维修、检查和抢修等作业。电动轨道车的主要技术特点以下:

- 1) 满足普通地铁施工运输限界要求。
- 2) 低噪声、零排放。电动轨道车以车载电源为动力, 用电动机代替发动机, 从根本上解决了柴油机尾气污染环境空气的问题, 可大大改善施工作业环境。
- 3) 整车搭载大容量磷酸铁锂电池, 循环寿命长, 续航里程长, 而且绿色环保。
- 4) 结构简单、操作简便。与机械传动轨道车相比, 电动轨道车运转传动部件少、维修简便, 而且采用无级调速, 驾驶操作更加简单, 减轻了司乘人员的劳动强度。
- 5) 节能环保, 运用成本低。相同运用条件和运用功率下, 比采用柴油发动机的轨道车节省 45% 以上的能源费用, 综合运用成本低。
- 6) 具有制动能量回馈功能。电动轨道车制动时, 能将动能转化成电能并储存到车载蓄电池中, 可延长轨道车续航里程, 节约能源。
- 7) 动力强劲, 动态响应快。起动加速快, 爬坡能力强, 尤其是在起动加速的初始阶段, 其性能远优于机械传动轨道车。

2 电动轨道车牵引性能

电动轨道车的牵引性能优于目前国内城市轨道交通所使用的机械传动类工程车的牵引性能, 能够满足城市轨道交通调车作业及线路维护作业要求。

- 1) 轨道施工调车作业。单机牵引质量 100 t (2 节平板车辆+铺轨焊机+发电机组+少量物资), 可在平直道上以 40 km/h 的速度运行持续 1.5 h, 运行距离为 60 km。
- 2) 正线牵引运行 (不撒砂)。单机牵引 100 t, 可在 35‰ 坡道上起动, 并通过正线。
- 3) 坡道运行。单机牵引 100 t, 可在 20‰ 的坡

道上以 24 km/h 的速度运行。

4) 平道运行。可以 80 km/h 的速度持续运行 1.5 h, 运行距离不少于 120 km。

3 电动轨道车结构与布置

电动轨道车牵引车采用棚式车体, 双端司机室。司机室宽敞明亮、视野开阔、便于瞭望, 室内噪声 ≤ 60 dB(A), 为司乘人员提供了一个清洁、舒适、环保、健康的工作环境。电动轨道车设有前后操纵台、司机座椅、电风扇、床铺、紧急制动阀、手制动操纵手轮等设备。操纵台上安装有各种操纵装置、开关仪表、全液晶仪表盘和列车运行监控装置, 两端操纵台对称布置, 具有相同的操纵功能。操纵台上可增设 AC 220 V 电源插座, 以便于手机、对讲机充电。电动轨道车下部布置有走行部、牵引电动机、万向轴装置、车轴齿轮箱悬挂装置、锂电池组、电动空压机组、总风缸、基础制动装置和砂箱等。牵引动力单元由锂电池组、变频器、变频调速电动机等组成。变频调速电动机输出扭矩通过万向轴和车轴齿轮箱带动车轮转动。根据用户需求, 车内可增设嵌入式空调机组和电采暖器。另外车内还设有各种警告标示及灭火器。

电动车轨道车车体两端分别安装有前照灯、警示灯、近照灯、标志灯、喇叭、刮雨器等。车架两端安装有 2# 机车车钩和列车制动软管。车架下部底端装有钢板组焊且高度可调整的排障器和扫石器, 用来排除线路上的障碍物, 以保证电动轨道车的运行安全。排障器上设有脚踏板, 便于工作人员调车作业时使用。

4 电动轨道车传动装置

电动轨道车传动装置由动力电池组、变频器、变频调速电机、万向轴、车轴齿轮箱和轮对等组成。当车辆行驶时, 动力电池组输出的直流电通过变频器变换为电压与频率可调的三相交流电驱动异步变频调速电机旋转, 电动机输出的转矩经万向轴和车轴齿轮箱带动轮对前进或后退。

5 电动轨道车控制系统

控制系统是电动轨道车的核心, 是与传统柴油机轨道车的最大不同点。控制系统由动力电池组、电池管理系统、整车控制器、司机控制器、变频器、变频调速电机等组成。

6 电动轨道车电池系统

1) 锂电池组。是电动轨道车的动力源。选用能量密度和功率密度相对较高的磷酸铁锂电池, 电池包由单体 32 Ah/3.2 V 的电芯串并联组成, 总电量约 258 kWh, 单机 60 km/h 等速工况下续航里程超过 120 km, 支持快、慢充两种充电方式。磷酸铁锂电池是用磷酸铁锂作为正极材料的锂离子电池, 目前广泛用于电动汽车、储能、军工、医疗等行业, 具有安全性高、寿命长、可大电流快速充放电、环保和无记忆效应等特点。

2) 电池管理。主要用于对动力电池参数进行实时监控、故障诊断、剩余电量估算、行驶时里程估算、短路保护、漏电监测、显示报警, 充放电的控制与保护等, 并通过 CAN(控制器局域网)总线的方式与整车控制器或充电机进行信息交互, 保障电动轨道车高效、可靠、安全运行。电池管理系统采用集散式结构, 整个电池管理系统由 1 块 BMS(电池管理系统)主控模块和若干块采样均衡模块组成。电池组的当前电量和可行驶里程, 是电动轨道车行驶中实时监控的重要参数。

3) 变频器。由逆变器和控制器两部分组成。采用全插拔式连接器, 以实现快速电气连接, 便于安装和维护。逆变器接收动力电池输送过来的直流电能, 并将其逆变成三相交流电, 为变频电机提供电能。控制器接受电机转速等信号并反馈到仪表, 控制器通过控制逆变器频率的升降来控制电动轨道车加速或者减速运行。

4) 牵引电动机。是电动轨道车的动力输出部分。由于变频调速电机(PMSM)在效率、功率密度和低速转矩方面的突出优点, 牵引电动机非常适合应用于多电机的独立驱动。采用风冷变频调速, 双电机独立驱动, 能效可达到 97%。拥有能量可调回收模式, 当车辆减速或制动时, 可将车辆在制动或惯性滑行中的动能转化成电能, 再储存到电池中, 可延长续驶里程, 节约能源; 同时可有效提高行车安全并减少制动闸瓦磨损。实践证明, 能量回馈系统可使电动轨道车的牵引车续驶里程增加 10%~15%。

7 电动轨道车制动系统

制动系统是车辆安全运行的保障系统。电动轨道车制动采用空气制动、电制动和驻车手制动。

1) 空气制动。采用电动空压机组供风, 三相异

步电动机由辅助逆变器供电。空压机间歇性运行,工作可靠,打风速度快。制动阀柜采用模块化结构,各阀件集中安装在一起,便于检查与维修。空气制动管路全部安装在车体内部,位于木地板与车架盖板之间,为便于检查维修,木地板设有活动盖板。

2) 电制动。与机械传动轨道车相比,电动轨道车的突出优点是具有电制动功能。在车辆制动时,可以利用驱动电动机的控制电路实现电动机的发电运行,使减速制动时的动能转换成电能,储存在电池中,从而得到再生利用。

3) 基础制动。是由有关杆件组成的力的放大机构。制动缸鞴鞴杆产生的制动力经基础制动杆件放大后,作用到车轮踏面上,产生制动力,使车辆减速或停车。闸瓦采用货车用中磷闸瓦。

4) 手制动。由手制动操纵手轮、钢丝绳、滑轮、蜗轮、蜗杆、立轴、手轮等组成。顺时针转动手轮,即可拉紧钢丝绳,达到制动目的;逆时针转动手轮,即可缓解。手制动一般用于停车后的制动。使用驻车制动时,可满足在 35‰坡道上不产生溜逸的要求。

8 结语

在城市轨道交通工程施工中,无论是在工程路

料的运输方面,还是在施工环境保护及施工作业人员健康保证方面,电动轨道车都比燃油轨道车有较大的优势。但是,电动轨道车也存在一些劣势:选用的磷酸铁锂电池的容量受限,导致其续航能力不够大;充电必须要有三相电源,且充电时间相对较长;目前处于起步阶段,市场占有率低,市场价格相对较高。随着国家新能源政策的推动,以及施工方与业主方不同程度的推进,电动轨道车将会在城市轨道交通工程中得到广泛应用。

参考文献

- [1] 鲍维千.内燃机车整体及走行部[M].4版.北京:中国铁道出版社,2004.
- [2] 陈丰宇,谭本旭.上海轨道交通蓄电池电力工程车牵引性能参数探讨[J].电力机车与城轨车辆,2013(5):61.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.重型轨道车技术条件:GB/T 10082—2010[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.城市轨道交通内燃调车机车通用技术条件:GB/T 23430—2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [5] 饶忠.列车牵引计算[M].北京:北方交通大学出版社,1996.

(收稿日期:2019-04-16)

国铁集团公布荣获“2019 年度铁路工匠”荣誉称号人选

为大力实施铁路工匠引领工程、进一步加强铁路人才队伍建设,国铁集团在全路范围内组织开展了 2019 年度铁路工匠选树工作。经铁路局集团公司推荐、专家评审、实施铁路工匠引领工程领导小组审议、国铁集团党组会审定、网上公示,日前确定了 2019 年度铁路工匠人选 41 名。这 41 名同志均来自生产一线,涵盖运输各专业系统。其中,中国铁路哈尔滨局集团有限公司佳木斯机务段内燃机车钳工李文玉长期工作在机车检修一线,工作中任劳任怨、勤奋好学,凭借高超的技术破解了机车检修作业中的一道道难题,确保了机车安全运行。中国铁路上海局集团有限公司合肥机务段动车组司机郁家军编制了 10 大类 20 种车型和 5 种 ATP(列车自动保护)的操作要点提示卡,提升了动车组司机的整体操纵水平,并积极发挥传帮带作用,培养出一大批动车组操纵好手。中国铁路乌鲁木齐局集团有限公司库尔勒电务段铁路信号工尼红“二十年苦心练技、千万次标准如一”,实现了检测单项设备上万台、出入库机车上百万台次零差错,完成 1 804 台机车车载设备换装工作无差错。他们在岗位上刻苦钻研业务,认真履职尽责,发挥技能优势,勇克技术难关,带头传授技能,是全路广大职工学习的榜样。国铁集团号召各单位大力弘扬劳模精神和工匠精神,大力推进实施铁路工匠引领工程,充分发挥铁路工匠在运输安全生产、技术技能革新、技能人才培养中的骨干带头作用,着力建设一支知识型、技能型、创新型铁路职工队伍,为确保铁路安全稳定、实现铁路高质量发展提供坚实的人才保障。

(摘自 2020 年 3 月 3 日《人民铁道》报,记者 郑晨报道)