

中白货运 2 型六轴宽轨电力机车转向架

李 华, 张委袖, 赵明成

(中车大同电力机车有限公司 技术中心, 山西 大同 037038)

摘 要: 介绍了中白货运 2 型六轴宽轨电力机车转向架的主要技术参数和结构特点, 对其构架、驱动轮对组装、驱动单元、一系悬挂装置、二系悬挂装置、牵引装置、基础制动单元、轮缘润滑装置等主要部件进行了具体阐述。该车已在白俄罗斯通过了各种试验和运行考核。

关键词: 中白货运 2 型电力机车; 转向架; 结构特点; 宽轨

中图分类号: U260.331; U236

文献标识码: A

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2017.03.102

China-Belarus Freight II Six-axle Wide Gauge Electric Locomotive Bogie

LI Hua, ZHANG Weixiu, ZHAO Mingcheng

(R&D Center, CRRC Datong Co., Ltd., Datong, Shanxi 037038, China)

Abstract: The main technical parameters and structure characteristics of the bogie for China-Belarus freight II electric locomotive were presented, and the main components including frame, equipped axle assembly, driving unit assembly, primary suspension, secondary suspension, traction device, basic brake device and wheel flange lubricator etc were described in detail. The locomotive has passed all the test and operation appraisals in Belarus.

Keywords: China-Belarus freight II electric locomotive; bogie; structure characteristic; wide gauge

0 引言

中白货运 2 型电力机车是由中车大同电力机车有限公司(简称中车大同公司)自主研制, 遵循了“继承性、成熟性、自主性、可靠性”原则, 采用标准化、模块化设计, 并根据白俄罗斯铁路运行要求量身打造的一款技术先进的电力机车。该机车转向架是基于中白货运 1 型机车两轴转向架技术平台, 根据白俄罗斯铁路标准、国家认证标准及低温运行环境要求进行设计的新型机车转向架。

1 结构特点及主要技术参数

转向架主要由构架、驱动轮对组装、驱动单元、一系悬挂装置、二系悬挂装置、牵引装置、基础制动

装置、轮缘润滑装置、转向架管路和附属装置等组成, 见图 1。

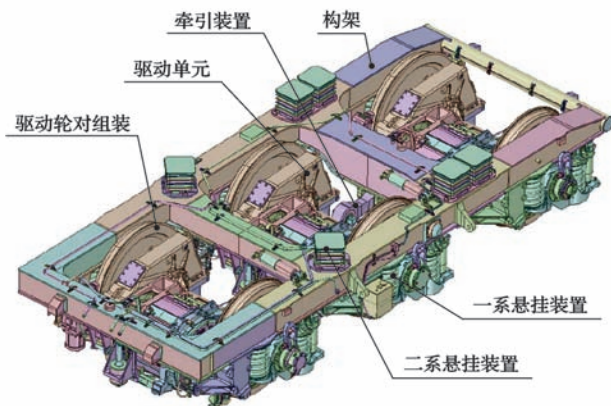


图 1 转向架总装

转向架的主要技术参数(要求)见表 1。

表 1 主要技术参数（要求）

项目	参数（要求）
轴式	C ₀ —C ₀
轴重	25 t
轴距	2 250+2 000 mm
最高运行速度	120 km/h
构架	主体钢板焊接“目”字形结构
轮对内侧距	(1 440 ± 1)mm
传动方式	单边直齿
传动比	120/23
牵引电机悬挂	滚动轴承抱轴式半悬挂
牵引装置结构形式	中间推挽式水平短牵引杆
轮缘润滑方式	油气混合式喷射润滑
通过最小曲线半径	125 m（速度小于 10 km/h）
转向架总质量	约 27 000 kg

中白货运 2 型电力机车转向架的主要结构特点：

①单轴功率 1 200 kW，最高运行速度 120 km/h。

②针对重载货运技术，采用了一系“软”，二系“硬”的悬挂方式，结构简单，维修性好。

③主动齿轮采用简支梁安装方式，与悬臂式结构比较，改善了主动齿轮及电机轴承的工作条件和齿轮的啮合性能，传动平稳，有效地延长了齿轮及电机轴承的工作寿命。

④牵引装置采用了水平推挽式短牵引杆结构，结构简单可靠，轴重转移小。

⑤主要受力部件材料满足 -40℃下的冲击要求，橡胶元件满足 -50℃下的使用要求，因此可满足产品在低温环境下运用要求。

⑥设有轴承故障监测、轴重转移电气补偿装置，进一步提高了粘着利用和安全运行的可靠性。

2 构架

构架主体采用钢板焊接“目”字形结构，各轴箱拉杆座、牵引座采用锻铸钢件与构架主体焊接而成，其三维结构见图 2。

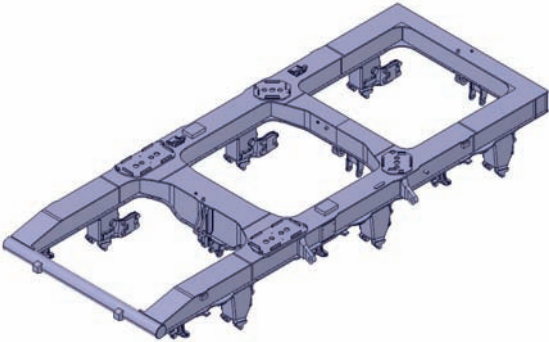


图 2 构架

构架整体组焊后要经过热处理进行去应力退火，然后进行喷丸处理。

依据 UIC 615-4 和 C T C C Φ Ж T Ц T 15 标准对该电力机车构架进行了模态分析计算。计算结果表明，

该构架的静强度和疲劳寿命均能满足标准要求，依据 H Б _ Ж T _ Ц T _ 04—98 标准通过了静强度和疲劳试验，满足标准要求。

3 驱动轮对组装

驱动轮对组装由车轴、车轮、抱轴承箱装配、从动齿轮、轴箱装配、接地和测速装置等组成（见图 3），其中车轴、车轮、抱轴承箱装配、从动齿轮均为中白货运 1 型机车转向架轮对驱动系统。

车轴采用 UIC 811-1 要求的材质 A1N 制成，轴颈、轮座、齿轮座及轴承座外表面经强力滚压形成约 2 mm 深的压应力层，进一步提高了车轴抗疲劳裂损的能力。车轴依据“EN 13104”标准进行了疲劳强度评估，满足标准要求。参照 EN 13260、EN 13261 和 EN 13104 标准对车轴进行疲劳试验，满足标准要求。

车轮采用整体辗钢车轮，材料为符合 Г О C T 10791 标准的 2# 钢。车轮依据 UIC 510-5 标准进行了静强度和疲劳强度评估，满足标准要求。参照 EN 13262 和 EN 13979-1 进行车轮疲劳强度试验。车轮辐板是疲劳试验的考核部位，循环比 R=-1，试验循环次数为 2×10⁷。

轴箱体采用橡胶弹性球铰式双拉杆、一系弹簧座面高低错位式结构，如图 3。

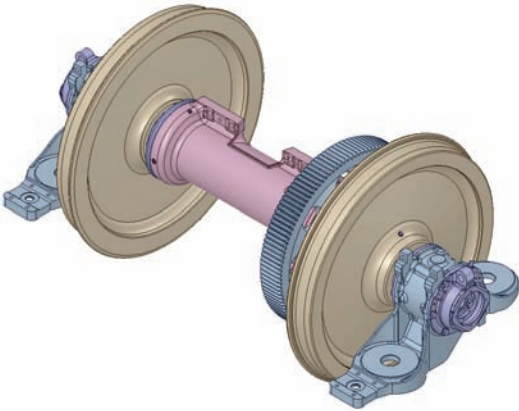


图 3 驱动轮对组装

转向架两端轴轴箱轴承采用与中白货运 1 型机车端轴轴箱轴承 BT2-8609 B 相近的整体免维护双列圆锥滚子轴承 BT2-8609 C-06。

中间轴轴箱轴承为了满足机车曲线通过要求，其单边横动量设计为 10 mm，该轴承为免运用维护、双列圆柱滚子轴承单元。

4 驱动单元

驱动单元采用直齿一级传动，单轴启动牵引力 47.5 kN，主要由齿轮箱、主动齿轮、润滑油润滑系统、迷宫式密封系统、轴承故障诊断监控系统、牵引电机及其吊挂等组成，见图 4。

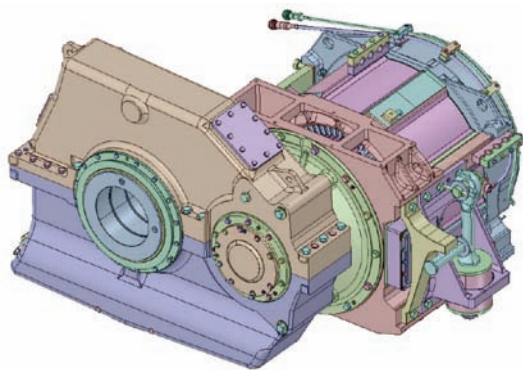


图 4 驱动单元

5 一系悬挂装置

一系悬挂装置由一系悬挂弹簧、轴箱拉杆组件一系垂向减振器、一系弹簧上下座、转向架整体起吊装置、绝缘装置等组成，见图 5。

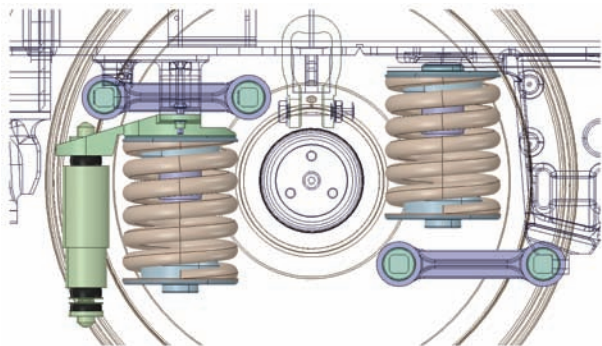


图 5 一系悬挂装置

轴箱采用双拉杆结构，拉杆关节采用球形橡胶关节，每关节参数如下：

径向刚度	115 kN/mm
轴向刚度	21 kN/mm
扭转刚度	<0.023 kN·m/ (°)
偏转刚度	>2 kN·m/ (°)

一系悬挂弹簧为钢制螺旋弹簧，采用 Г О С Т 14959 的 60 C 2 X Φ A 材料制成，成品弹簧的硬度（表面和芯部）、抗拉强度以及冲击韧性等机械性能应符合 Г О С Т 14959 标准的规定，其制造和试验执行 Г О С Т 1452 标准。参数如下：

轴向刚度	0.416 kN/mm
横向刚度	0.303 kN/mm

一系垂向减振器试验及制造执行 EN 13802 标准，其名义速度为 0.3 m/s，名义载荷为 9 200 N，试验执行 Н Б Ж Т Ц Т Ц Л Ц Б 012—99 标准。

一系悬挂每轴箱合成总刚度：	
垂向刚度	0.923 kN/mm
横向刚度	3.3 kN/mm
纵向刚度	74 kN/mm
垂向止挡间隙	37 mm

6 二系悬挂装置

二系悬挂装置主要由二系橡胶堆、二系横向减振器、横向止挡、轴重调整垫等组成，见图 6。

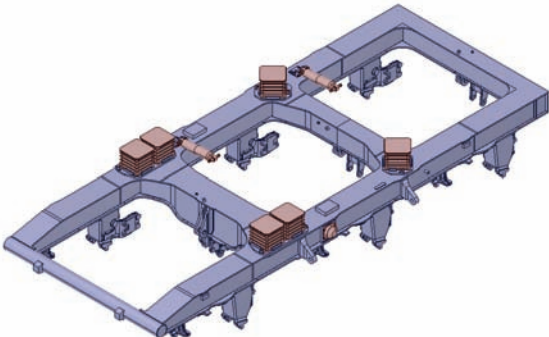


图 6 二系悬挂装置

二系橡胶堆的布置形式与上部的接口尺寸同 HXd2C 型机车^[2]，但其垂向刚度降低了约 17%。试验方法执行 EN 13913 标准，每个橡胶堆垂向静刚度为 5 kN/mm。

在每一转向架同一侧布置 2 个相同阻尼参数的二系横向减振器，认证试验执行 Н Б Ж Т Ц Т Ц Л Ц Б 012—99 标准。名义速度为 0.15 m/s，名义载荷为 6 000 N。

每转向架二系悬挂参数如下：	
垂向刚度	30 kN/mm
横向刚度	0.84 kN/mm
垂向止挡距离	20 mm
横向止挡自由间隙	20 mm
横向止挡弹性间隙	40 mm

7 牵引装置

牵引装置采用中间推挽式水平短牵引杆式结构，牵引点高 625 mm，主要由牵引杆、牵引橡胶关节和防落装置组成，见图 7。

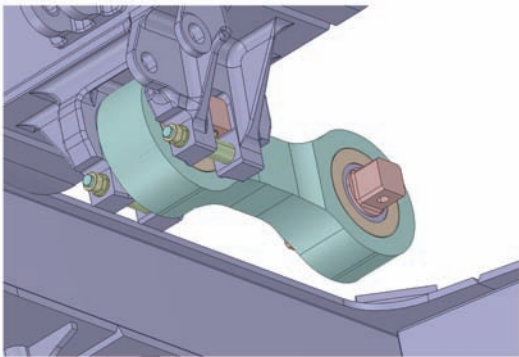


图 7 牵引装置

8 基础制动装置

基础制动装置为单侧、带闸瓦间隙自动调整功能的踏面制动单元。每个转向架共配有 6 组踏面制动单元，其中有 3 组踏面制动单元具有停放制动功能，见图 8。

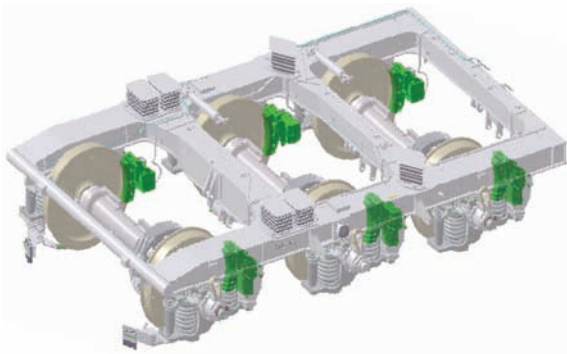


图8 基础制动装置安装

9 轮缘润滑装置

为了减轻轮缘磨耗, 延长车轮使用寿命周期, 在每个转向架的一、三轴设有轮缘润滑装置, 如图9所示。

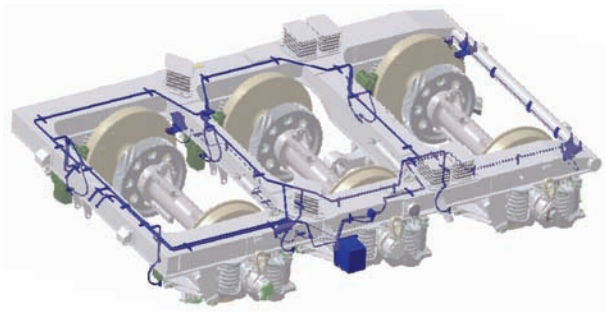


图9 轮缘润滑装置

该装置的润滑方式为采用油气混合喷射式润滑, 该装置由储油箱、分配阀、喷头及压缩空气管路等组成。

10 结语

中白货运 2 型电力机车转向架是在 HXD2C 电力机车和中白货运 1 型电力机车转向架平台上, 结合白俄罗斯铁路的具体情况, 进行了适应性改进设计。该机车从 2016 年 4 月份开始在白俄罗斯进行型式试验和运用考核, 到 2016 年 7 月份转向架通过了所有认证试验、验收试验和运行考核。

参考文献:

- [1] 孙竹生, 鲍维千. 内燃机车总体及走行部 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 1995.
- [2] 张志和, 封全保, 贾峰, 等. HXD2 型交流传动重载货运电力机车转向架 [J]. 机车电传动, 2008 (3): 6-7.
- [3] 石强, 吕士勇, 封全保, 等. HXD2C 型电力机车转向架 [J]. 铁道机车车辆, 2013 (4): 34-37.

作者简介: 李 华 (1980-), 女, 工程师, 现从事机车转向架设计开发工作。

(上接第 19 页)

- [4] 张建坡, 田新成, 尹秀艳. 模块化多电平换流器直流输电控制策略 [J]. 电力自动化设备, 2015, 35(11): 103-108.
- [5] 李探, Aniruddha M Gole, 赵成勇. 考虑内部动态特性的模块化多电平换流器小信号模型 [J]. 中国电机工程学报, 2016(11): 2890-2899.
- [6] 王卫安, 桂卫华. 两相牵引供电系统电能质量有源综合治理技术研究 [J]. 铁道学报, 2013(9): 31-38.
- [7] Zhang D, Zhang Z, Wang W, et al. Negative Sequence Current Optimizing Control Based on Railway Static Power Conditioner in V/V Traction Power Supply System [J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 2016, 31(1): 200-212.
- [8] Joseph V P. A Fuzzy Controller Based Railway Static Power Conditioner for AC Traction [C] //International Conference on Advanced Computing and Communication Systems. Piscataway, N. J: IEEE, 2013: 1-7.
- [9] Joseph V P, Thomas J. Power Quality Improvement of AC Railway Traction Using Railway Static Power Conditioner a Comparative Study [C] //International Conference on Power Signals Control and Computations (EPSCICON). Piscataway, N. J: IEEE, 2014: 1-6.
- [10] 宋平岗, 李云丰, 王立娜, 等. 基于微分平坦理论的模块化多电平换流器控制器设计 [J]. 电网技术, 2013(12): 3475-3481.
- [11] 朱明琳, 杭丽君, 李国杰, 等. 三相电网不平衡下 MMC 多变量保护控制策略及系统运行性能研究 [J]. 中国电机工程学报, 2016(9): 2408-2418.

- [12] Reza M S, Ciobotaru M, Agelidis V G, et al. Estimation of Single-Phase Grid Voltage Fundamental Parameters Using Fixed Frequency Tuned Second- Order Generalized Integrator Based Technique [C] //4th IEEE International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG). Piscataway, N. J: IEEE, 2013: 1-8.
- [13] 李金科, 金新民, 吴学智, 等. 无冗余模块的故障环流分析及抑制策略研究 [J]. 电网技术, 2016(1): 32-39.
- [14] Ko C, Young K, Huang Y, et al. Walk-Assist Robot: A Novel Approach to Gain Selection of a Braking Controller Using Differential Flatness [J]. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2013, 21(6): 2299-2305.
- [15] 蔡伟伟, 杨乐平, 刘新建, 等. 基于微分平坦的高超声速滑翔飞行器轨迹规划 [J]. 国防科技大学学报, 2014(2): 61-67.
- [16] Rigatos G, Siano P, Zervos N, et al. Nonlinear Feedback Control of Three-Phase Inverter Systems Using the Derivative-Free Nonlinear Kalman Filter [C] //11th IET International Conference on AC and DC Power Transmission. Piscataway, N. J: IEEE, 2015: 1-7.
- [17] 张鑫, 江全元. 基于 V/V 接线变压器的铁路功率调节器容量配置和能量优化补偿策略 [J]. 电力自动化设备, 2014(1): 102-108.
- [18] 曾果, 李兴源, 段毅. 基于内模控制理论的 HVDC IMC-PID 控制器设计 [J]. 电力自动化设备, 2014(4): 162-167.

作者简介: 宋平岗 (1965-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为电力电子与新能源。