

研
究
开
发

HXD2B 型电力机车转向架

周 珑, 李嘉伟, 封全保, 张委袖

(大同电力机车有限责任公司 技术中心, 山西 大同 037038)



作者简介: 周 珑 (1976-), 男, 工程师, 现从事机车转向架构架的设计工作。

摘 要: 介绍了 HXD2B 型交流传动货运电力机车转向架的主要技术参数和结构特点, 对其构架、轮对电机组装、两系弹性悬挂、牵引装置、基础制动装置、轮缘润滑装置等主要部件进行了具体阐述。该转向架经过了型式试验及运营考核, 已经安全运行了近 1 年。

关键词: HXD2B 型电力机车; 转向架; 结构特点; 技术参数; 动力学性能

中图分类号: U260.331

文献标识码: A

文章编号: 1000-128X(2011)06-0021-03

Bogie of HXD2B Electric Locomotive

ZHOU Long, LI Jia-wei, FENG Quan-bao, ZHANG Wei-xiu

(Technical Center, Datong Electric Locomotive Co., Ltd., Datong, Shanxi 037038, China)

Abstract: Main technical parameter and structural characteristic of bogie for HXD2B electric locomotive were presented, as well as the frame, the assembling of wheel-motor, two-stage flexible suspension, traction device, basic brake device, and wheel-edge greasing device etc of bogie were expounded. This bogie has passed the type test and running examination, and covered a safety operation about one year.

Key words: HXD2B electric locomotive; bogie; structural characteristic; technical parameter; dynamics performance

0 引言

转向架是保障机车安全运行的关键部件之一, 对机车的安全性、舒适性、可靠性以及减少对轨道的破坏、减轻对环境的污染等有着极为重要的作用。HXD2B 型交流传动货运电力机车转向架是在基于法国 PRIMA 货运机车转向架的基础上, 结合我国铁路运输需求进行了适应性改进而开发的 120 km/h、25 t 轴重 C_0 转向架。HXD2B 转向架设计得有足够的强度, 小的轮轨作用力, 较好的平稳性、稳定性和曲线通过性能, 高的粘着利用率, 可靠的牵引制动性能, 最大限度地满足了机车标准化、简统化的要求。

1 结构特点及主要技术参数

HXD2B 型交流传动货运电力机车转向架主要部件有: 构架、轮对电机组装、两系弹性悬挂、牵引装置、基础制动装置、轮缘润滑装置和附属装置, 结构见图 1。

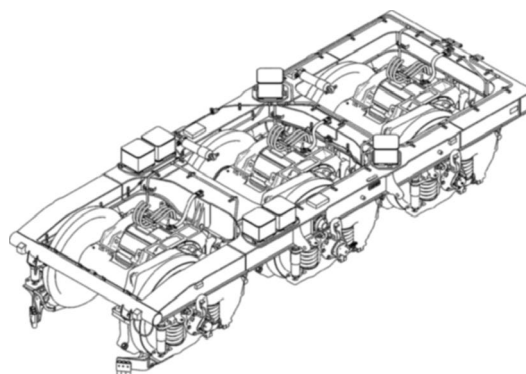


图 1 转向架总装

HXD2B 转向架的主要结构特点如下:

- ① 针对重载货运技术, 采用了一系“软”二系“硬”的悬挂方式;
- ② 主动齿轮在电机轴上采用了简支梁安装结构;
- ③ 采用球墨铸铁的承载式传动齿轮箱;
- ④ 针对功率大的技术要求, 采用了单推挽式短牵引杆结构, 轴重转移较小, 结构简单可靠;
- ⑤ 主要受力部件材料要求高, 满足相关规范的低温冲击要求, 如用于齿轮箱、抱轴承箱材料的球墨铸铁和构架钢板;

⑥基于先进标准的设计和制造技术：设计过程在既有成熟产品和技术标准基础上开展，较全面地以UIC、EN和ISO等为主的先进技术标准，主要部件如车轮、车轴、弹簧、橡胶件、轴承、减振器和原材料等都有较详细的标准和技术规范来控制其质量。

主要技术参数如下：

轴式	C_0-C_0
轴重	25 t
转向架总重	26.5 t
最高运行速度	120 km/h
最高试验速度	132 km/h
固定轴距	2 250+2 000 mm
轮径	新轮1 250 /全磨耗1 150 mm
踏面型式	JM3型
轮对内侧距	1 353±3 mm (落车后)
传动方式	单侧直齿,传动比120/23
电机悬挂方式	抱轴承式半悬挂
牵引方式	中心销式单拉杆低位牵引
一系悬挂系统	
双圆弹簧加双轴箱拉杆方式,静挠度约为85 mm	
二系悬挂系统	
6个橡胶堆支撑的结构方式,静挠度约为13 mm	
基础制动方式	
带有自动间隙调整器的单侧踏面制动单元	
通过最小曲线半径	125 m (速度<5 km/h)

2 构架

构架由高强度钢板S500MC和铸件焊接而成，主体呈“目”字形钢板焊接结构，由2根左右对称的侧梁、1根前端梁、1根牵引端梁、1根中间横梁和1根后端梁组成，各梁体整体对接，在各梁体上还焊有各种功能的安装座。

为了改善构架受力，提高疲劳强度，构架各梁体内部根据强度计算结果合理布置了一定数量的隔板。

板材和铸件充分考虑了焊接工艺方面的要求。采用有限元法进行计算分析，确保构架在正常荷载下不会出现永久变形，使构架满足UIC 615-4的强度要求。

在构架制造方面，主要焊缝采用机械手进行焊接，组焊完成后，对构架各梁体对接焊缝进行无损检测。构架焊接后根据标准NF F01-810进行应力消除退火，退火温度为590℃。焊接构架在精加工作业之后进行抛丸处理，然后采用双涂层系统用醇酸树脂漆进行防腐保护。

3 轮对电机组装

该转向架由3组轮对电机顺置安装，每组轮对电机主要由轮对、牵引电机、抱轴承箱和传动齿轮及箱体（包括主动齿轮、从动齿轮和齿轮箱体装配）等组成，

见图2。

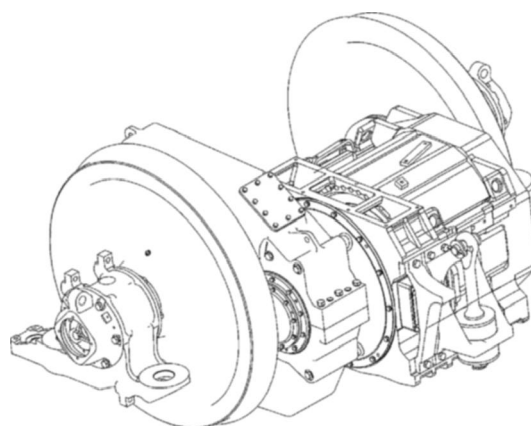


图2 轮对电机组装

轮对由车轮、车轴和轴箱装配组装而成，轮对设计及装配的技术满足标准UIC 813及EN 13260的要求。车轮与车轴的装配按照标准UIC 813要求，采用注油压装的方式进行装配，过盈量为0.31~0.37mm。要求保证轮毂内、外侧面均突出车轴轮座。轮毂两侧突悬，可减小微动磨损对车轴的影响及将轮对压装的拉应力从轮座转移到轴肩圆弧处，有效地提高车轴轮座的疲劳强度。

车轴采用A1N合金钢材料，其设计和制造满足标准UIC 811-1和UIC 811-2的要求。

车轮采用整体辗钢车轮，材料为R7T。设计和制造满足UIC 812-2和UIC 812-3的要求。

端轴箱轴承采用全密封双列圆锥滚子轴承，中间车轴轴箱轴承采用全密封双列圆柱滚子轴承，轴承满足EN 12080的质量要求。

采用体积小、重量轻（质量约为2 660 kg）的异步牵引电动机，电机额定功率为1 633 kW。

抱轴承箱由抱轴承箱体、2套传动轴承和密封元件等组成。齿轮侧传动轴承采用齿轮箱的齿轮油飞溅润滑，非齿侧传动轴承采用Shell 2760B润滑脂润滑。抱轴承箱采用管柱面封闭的球墨铸铁的管状结构，这种封闭结构改善了铸造的工艺性，减轻应力集中，同时由于球墨铸铁的结构特点，能够提高抱轴承箱的抗振疲劳强度。

传动齿轮采用一级减速圆柱直齿传动，牵引电机输出的扭矩通过主动齿轮和从动齿轮传递到轮对，实现轮对牵引力的产生。

齿轮箱采用全封闭式传动齿轮箱，箱体材料采用符合EN-GJS-400-18要求的球墨铸铁制成，其上下2个半箱用螺栓联结，装在电机定子和抱轴承箱上，可确保轴承和齿轮的飞溅润滑。齿轮箱与电机定子用螺栓联结成一体，齿轮箱与电机构成静密封结构，密封润滑好，能改善齿轮箱的泄漏，有利于轴承和牵引齿轮的润滑。

主动齿轮位于安装在电机轴上的2个轴承之间，见

图3, 属于简支梁式结构, 不同于既有机车的悬臂式结构。

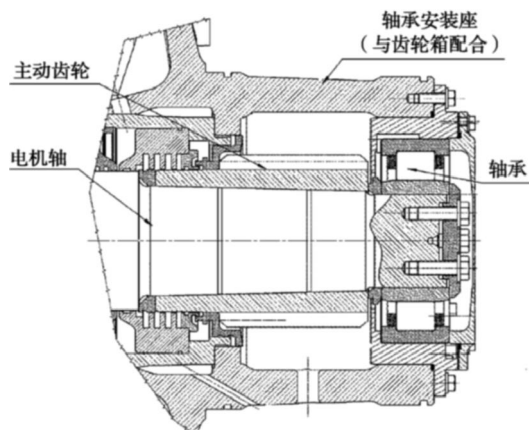


图3 主动齿轮安装

主动齿轮安装布置可改善齿轮及电机轴承的工作条件, 改善牵引齿轮的啮合性能和齿轮传动的平稳性, 延长牵引齿轮的使用寿命。

牵引电机和齿轮箱的一端通过抱轴承箱装在车轴上, 另一端通过电机吊杆悬挂于构架, 在电机吊杆端配有弹性部件, 该结构容许电机和构架之间较大的相对位移。另外, 还设置一个安全防落座, 可防止驱动单元在电机吊杆断裂时落在轨道上。

4 两系弹性悬挂

一系悬挂装置采用双钢弹簧加双轴箱拉杆并配垂向油压减振器的结构方式, 这种轮对定位结构形式的垂向刚度主要由2个钢弹簧并联提供, 纵向刚度主要由2根轴箱拉杆并联提供, 横向刚度主要由2根轴箱拉杆合成横向刚度确定, 这3个方向的刚度相互间较为独立, 因此能够实现较大范围的参数匹配。

二系悬挂装置结构方式选型时应注意: 对于大功率、大轴重货运机车, 采用高挠度钢圆弹簧支撑的结构方式, 其弹簧的稳定性较差; 而采用橡胶堆支撑的方式, 可以避免这个不利因素。

橡胶堆是橡胶与金属硫化在一起的夹层结构, 橡胶的硬度一般在60°左右, 其水平刚度通过橡胶叠层的弹性剪切变形来提供。橡胶堆垂向刚度较大, 使机车产生的轴重转移比较小, 从而使得机车粘着重量利用率得以提高, 有利于机车功率的充分发挥。

对于25 t轴重、120 km/h速度等级的货运机车, 二系悬挂采用橡胶堆支撑的结构方式完全能够满足使用性能的要求。

该转向架布置有3对橡胶堆, 其中大截面横梁两端侧梁处各布置1对, 约承担三分之二的半车体重量, 小

截面横梁两端侧梁处布置1对, 承担另外约三分之一的半车体重量, 合理地利用了横梁的承载能力。为尽可能缩小这种3对四点支承引起转向架回转刚度的差异, 单个橡胶堆支承点的正方形橡胶对角线与侧梁平行, 其他支承点的正方形橡胶与侧梁平行。

从两系弹性悬挂的总体设计来看, 该转向架采用一系“软”二系“硬”的悬挂方案, 从动力学角度分析, 这样的设计符合大功率交流传动货运机车的要求, 且总体设计与之相协调。

5 牵引装置

采用单推挽水平短牵引杆结构, 见图4, 两端的弹性节点, 中心距为510 mm, 允许半径方向5 mm的最大压缩量, 对于一根牵引杆, 相当于允许±10 mm的纵向拉/压偏差。由于转向架受外侧支承点的回转约束比内侧支承点大, 因此转向架的转心靠近外侧支承点, 粗略估算转向架相对于车体的转心在牵引杆与车体相连的附近。由于与构架相连的另一端也靠近该点(极端情况下两者重合即成为中心销牵引方式, 但此时应允许横向有一定的自由横动量), 因此这种形式的短牵引杆对车体和转向架间的回转运动约束是非常小的, 可以归纳为: 如果推挽牵引杆与车体相连的一端位于转向架转心位置, 则采用短牵引杆是可行的, 其引伸含义为采用中心销牵引时, 中心销必须位于转向架转心。

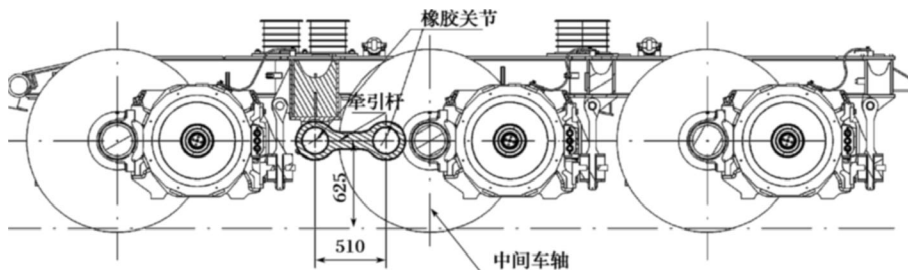


图4 牵引装置

对于非对称转向架, 重心和回转刚度对转向架转心都会产生影响, 因此该转向架在设计方面充分考虑了各种因素的协调。例如, 在电机内顺置、构架6点支承车体载荷分布、二系簧刚度对转向架回转约束等方面, 尽可能使转向架转心接近牵引杆与车体连接点的位置, 因此是合理的。

6 基础制动装置

为满足机车常用制动、紧急制动和停车制动等要求, 每转向架安装6组单元制动器, 其中3组单元制动器具有停车制动功能。

另外, 为适应中间轴大的横动量, 中间轴处安装的2套单元制动器的闸瓦可跟随车轮踏面横向移动。

单元制动器用螺栓安装在转向架构架上。闸瓦和

(下转第31页)

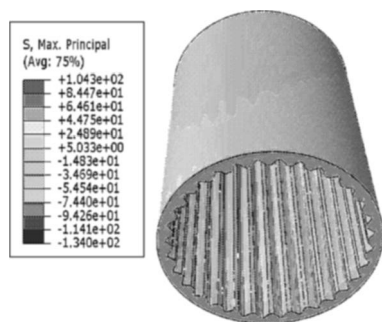


图 12 扭转臂上花键局部的最大主应力云图

3 结论

①采用系统模型对抗侧滚扭杆系统进行了受力分析,较简单地考查花键连接的接触关系提高了分析效率。将模拟结果与试验结果进行对比,结果表明仿真分析结果可靠。

②在全模型的基础上采用子模型的方法,有效避免了全模型分析网格数量太大,计算时间长以及收敛性差的问题,并且得到了良好的花键局部应力分析结果。

③精确的应力分析结果对进一步采用疲劳软件对抗侧滚扭杆进行疲劳寿命预测分析,提取扭杆系统疲

劳失效模式提供了一定的帮助。

参考文献:

- [1] 尹显骥,章 鹏. 轨道车辆抗侧滚扭杆装置的设计[J]. 电力机车与城轨车辆, 2005, 28(3): 21-22.
- [2] 周若湘,匡如华. 抗侧滚扭杆装置在城市轨道车辆中的应用[J]. 铁道车辆, 2001, 39(12): 21-22.
- [3] 段华东. 抗侧滚扭杆对轨道车辆抗侧滚性能的影响研究[J]. 电力机车与城轨车辆, 2007, 30(5): 14-16.
- [4] 郭红锋,繆惠勇,黄友剑,陈灿辉,刘文松. 空气弹簧及抗侧滚扭杆可靠性设计技术及应用[J]. 机车电传动, 2009(3): 27-31.
- [5] 李 芾,傅茂海. 高速客车转向架发展及运用研究[J]. 铁道车辆, 2004, 42(10): 1-6.
- [6] 姜建东,付茂海,李 芾. 客车转向架抗侧滚扭杆装置特性研究[J]. 铁道机车车辆, 2004, 24(5): 4-7.
- [7] 姜卫星,沈培德. 我国高速客车转向架抗侧滚扭杆的研制[J]. 铁道车辆, 1996, 34(6): 1-5.
- [8] 钱雪中,沈培德. 准高速及提速列车转向架抗侧滚扭杆装置的设计与分析[J]. 上海铁道大学学报, 1998, 19(3-4): 12-16.
- [9] 段华东. 城轨转向架抗侧滚扭杆的刚度和强度分析[J]. 电力机车与城轨车辆, 2010, 33(2): 41-44.
- [10] 王忠杰. 广州地铁3号线车辆抗侧滚扭杆装置的国产化研制[J]. 城市轨道交通研究, 2008, 11(9): 40-42.

(上接第23页)

车轮间的间隙可通过单元制动器的间隙调整器自动调整,最大调整为125 mm。

7 轮缘润滑装置

每转向架配有一组轮缘润滑器。对一、三位左右轮对轮缘进行润滑,其主要功能是通过润滑轮缘的内侧面,来降低当列车进入曲线时的负载并减少轮缘和轨道之间的磨损。

轮缘润滑采用已在国外高速机车上应用的油气润滑技术,简单地说,是将单独供送的润滑剂和压缩空气进行混合后再供送到润滑点。在润滑膜增厚和行驶速度加快的情况下离心力会使得润滑剂的粘附力降低,因此要求喷射出来的润滑剂的颗粒不能太大、润滑膜不能厚,以保证在高速行驶状态下,润滑剂也不被甩出。

轮缘润滑脂采用环保型轮缘润滑脂,其含有固体润滑剂,其基础油能被生物快速降解,不含重金属化合物,使用非常安全。

为实现转向架的一些辅助功能,保证机车的安全

运行,除上述的各大部分件外,还设置了排石器、撒砂装置、轴端速度传感器和接地装置等。

8 结语

HXd2B型机车转向架是在法国PRIMA机车转向架技术的基础上,结合中国铁路运输需求进行适应性改进设计的,并经过了型式试验及运营考核,已经安全运行了近1年。该转向架的技术水平高,可靠性高,将是我国铁路货运电力机车转向架的基本平台产品。

参考文献:

- [1] 西南交通大学机车车辆研究所. 9 600 kW 大功率电力机车动力学性能研究[R]. 成都:西南交通大学, 2008.
- [2] 孙竹生,鲍维纤. 内燃机车总体与走行部[M]. 北京:中国铁道出版社, 1995.
- [3] 张红军,孙永鹏. 双拉杆式机车转向架轴箱定位刚度分析[J]. 机车电传动, 2004(5).
- [4] 谢 青. 机车旁承结构型式与筒统化设计[J]. 铁道机车车辆, 2008(S1).
- [5] 陆 超,罗世辉,姚 远. 单牵引杆布置方式对机车曲线通过性能的影响[J]. 铁道机车车辆, 2008(6).