

◆ 研究开发 ◆

# HXd3C 型交流传动客货通用电力机车

王 威, 杨守君, 柳占宇

(中国北车集团大连机车车辆有限公司, 辽宁 大连 116022)

**摘 要:** HXd3C 型交流传动电力机车是干线客货通用电力机车。文章主要介绍了该机车的总体结构、技术参数、技术性能和技术特点。

**关键词:** HXd3C 型机车; 交流传动; 客货通用机车

**中图分类号:** U264.0

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-1187(2011)01-0012-04

## Type HXd3C AC drive passenger/freight electric locomotive

WANG Wei, YANG Shou-jun, LIU Zhan-yu

(Dalian Locomotive and Rolling Stock Co., Ltd., CNR Group, Dalian 116022, China)

**Abstract:** Type HXd3C AC drive passenger/freight electric locomotive is used on mainline and serviced as passenger/ freight locomotive. The followings such as main structure, technical parameters, technical performance and characteristics etc. are presented in this paper.

**Key words:** type HXd3C locomotive; AC transmission; passenger/freight locomotive

## 0 引言

HXd3C 型机车是中国北车集团大连机车车辆有限公司自主研发的新型大功率交流传动客货通用电力机车。该机车在平直道可单机牵引 5 000 t 货物列车以 120 km/h 速度运行,同时机车上装有 DC 600 V 列车供电系统和双管供风装置以及列车供电柜、供电插座、客货转换开关等,使机车具有牵引旅客列车的功能,可向旅客列车提供风源及稳定的 DC 600 V 电源。

该机车的成功研制,填补了我国交流传动六轴客运电力机车型谱的空白,为我国铁路提供了最新的高技术含量的牵引动力,建立了交流传动客运电力机车整车及系统的设计平台,为后续高速客运机车的研发奠定了基础。

## 1 机车主要技术特点

1) 总体设计采用高度集成化、模块化的设计,便于组装和检修维护;

2) 车体结构采用带有中梁的、整体承载的框架式结构,提高了车体的强度和刚度;

3) 电气传动系统采用交—直—交传动,采用 IGBT 水冷变流机组,1 250 kW 大转矩异步牵引电动机,矢量控制技术,具有启动(持续)牵引力大、恒功率速度范围宽、功率因数高等特点;

4) 采用独立轴控技术,故障时牵引力损失小,提高了机车的可运用性;

5) 辅助电气系统采用 2 组辅助变流器,能分别提供 VVVF 和 CVCF 三相辅助电源,对辅助机组进行分类供电。该系统冗余性强,一组辅助变流器故障后可以由另一组辅助变流器对全部辅助机组供电,提高了系统的可靠性;

6) 车顶高压设备只留有受电弓和避雷器。主断路器、隔离开关、接地开关等车内集成布置,减少污闪,提高可靠性;

7) 控制系统采用微机网络控制系统,实现了逻辑控制、自诊断功能,而且实现了机车的网络重联功能,操纵简便,极大地提高了机车的自动化程度;

8) 采用两组完全独立的列车供电系统,系统成熟可靠;

收稿日期: 2010-08-10

作者简介: 王 威, 2001 年毕业于华东交通大学电气工程及其自动化专业,现从事电力机车电气系统设计工作。

9)转向架采用滚动抱轴承半悬挂结构、高圆螺旋弹簧、推挽式低位牵引杆等技术,具有优良的动力学性能和黏着性能;

10)制动系统采用集成化气路的电空网络空气制动系统,系统响应快,缩短了机车的空走时间和制动距离,提高了制动系统的安全可靠性;

11)采用独立通风冷却技术,改善了系统、部件以及司乘人员的工作环境,提高了机车的可靠性;

12)采用下悬式安装方式的一体化多绕组全去耦变压器,并采用强迫导向油循环风冷技术,具有高阻抗、重量轻等特点;

13)基础制动采用轮盘制动,减少了对车轮踏面的磨损,降低运用成本。

1.1 HX<sub>3</sub>C型机车的主要性能指标

电流制	单相交流 50 Hz
额定电压/kV	25
电传动方式	交—直—交传动
持续功率(客/货)/kW	6 400/7 200
机车最高速度/km·h <sup>-1</sup>	120
启动牵引力/kN	520(23 t 轴重) 570(25 t 轴重)
持续牵引力(半磨耗轮)/kN	370(23 t 轴重) 400(25 t 轴重)
恒功率速度范围/km·h <sup>-1</sup>	65~120(25 t 轴重) 62~120(23 t 轴重 客运) 70~120(23 t 轴重)
电制动方式	再生制动
轨距/mm	1 435
轴式	C <sub>0</sub> -C <sub>0</sub>
轴重/t	23+2

机车 23/25 t 牵引特性控制曲线如图 1 所示,23 t 制动特性控制曲线如图 2 所示,25 t 制动特性控制曲线如图 3 所示。

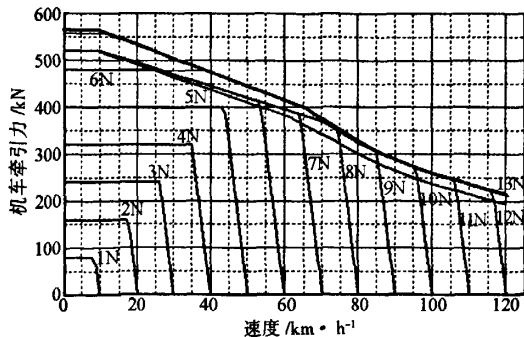


图1 牵引特性控制曲线

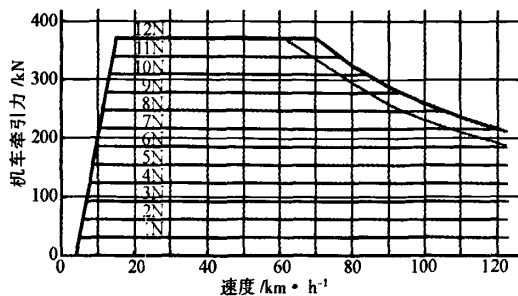


图2 制动特性控制曲线(23 t 轴重)

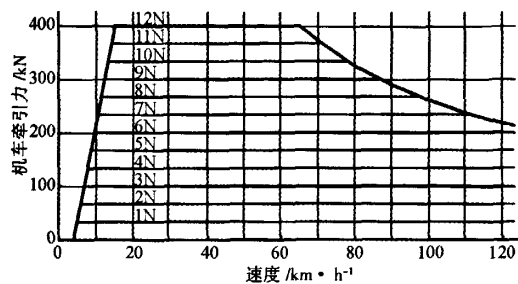


图3 制动特性控制曲线(25 t 轴重)

1.2 HX<sub>3</sub>C型机车的主要结构尺寸

机车总重/t	138 <sup>+4.14</sup> <sub>-1.38</sub> (23 t 轴重) 150 <sup>+1.5</sup> <sub>-4.5</sub> (25 t 轴重)
机车前、后车钩中心距/mm	20 846
车体底架长度/mm	19 630
车体宽度/mm	3 100
车体高度/mm	4 100(新轮)
机车全轴距/mm	14 700
转向架固定轴距/mm	2 250+2 000
车轮直径/mm	1 250(新轮) 1 200(半磨耗) 1 150(全磨耗)

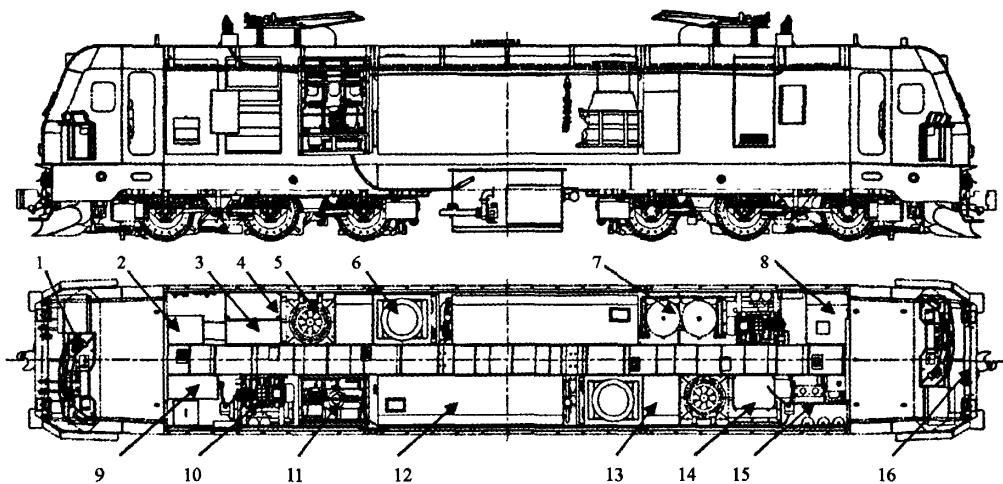
2 设备布置

HX<sub>3</sub>C型机车采用 C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub> 轴式,在机车的两端各设有一个司机室,两个司机室的中间为机械室。机械室内设有 620 mm 的中央通道,车内设备(变流器、复合冷却器、列车供电柜、牵引电机通风机、空气压缩机等)以平面斜对称布置为主,设备成套安装,有利于机车的重量分配和机车的制造、检修和部件的互换。

机车设备布置如图 4 所示。

2.1 车顶设备布置

车顶高压设备只留有受电弓和避雷器,车顶设置有天窗,为确保安全,天窗设置钥匙联锁装置,与机车的控制电路、升弓气路联锁,只有在受电弓降下、联锁



1—操纵台;2—微机柜;3—控制电源柜;4—辅助滤波柜;5—牵引通风机;6—复合冷却器;7—总风缸;8—卫生间;9—控制电器柜;10—空气压缩机;11—高压电气柜;12—变流器;13—列车供电柜;14—第三方设备柜;15—空气管路柜;16—空调。

图4 机车设备布置图

钥匙到位后才能打开天窗。

## 2.2 司机室设备布置

司机室设备布置包括操纵台、司机座椅、八灯显示器、微波炉、冰箱等。司机室顶部设有风扇、头灯、语音箱、司机室照明等设备。司机室前窗采用电加热玻璃,窗外设有电动刮雨器、空调装置、后视镜等设备。操纵台设备按功能环绕司机座椅分区设置,图形化显示,操纵方便。

## 2.3 机械室设备布置

机械室分为I端机械室、中央机械室和II端机械室。I端机械室紧邻I端司机室,内部布置有1、2、3轴牵引电动机冷却用的通风机、复合冷却器、复合冷却器通风机组、螺杆泵空气压缩机、微机控制柜(TCMS)、电源柜(含蓄电池)、辅助滤波柜、控制电器柜及高压电器柜。II端机械室紧邻II端司机室,内部布置有4、5、6轴牵引电动机冷却用的通风机、复合冷却器、复合冷却器通风机组、螺杆泵空气压缩机、空气管路柜、第三方设备柜、卫生间及总风缸。在I端机械室和II端机械室之间为中央机械室,布置有两台变流器。每台变流器内部都含有3组牵引变流器和一组辅助变流器。

## 2.4 车下设备布置

车下设备主要包含两台动力转向架、一台主变压器及库用插座、行灯插座、速度传感器、感应线圈、自动过分相接收器、机车电子标签等设备,主变压器吊挂在车体的中部,转向架布置在主变压器的两侧。

## 3 通风系统

机车采用独立的通风系统,主要由四部分组成。第

一部分为牵引电动机通风冷却,用来对牵引电动机进行强迫通风冷却;第二部分为复合冷却器通风冷却,用来冷却主变压器油和主变流器水;第三部分为辅助设备(辅助变流器、列车供电柜等)通风冷却;第四部分为机械间散热通风,用来保证机械间工作时温度不过高,并形成微正压防止雨雪及灰尘进入和保证一些设备的用风。

## 4 电气系统

机车采用轴控技术,电气传动方式采用交—直—交传动。电气系统主要有主电路、辅助电路、列车供电电路及控制电路。

### 4.1 主电路

机车主电路是由受电弓、主断路器、受电弓隔离开关、避雷器、主变压器、牵引变流器和牵引电机等部件组成。机车的6台牵引电机分别由各自的逆变器独立供电,以实现最佳黏着利用控制,并在电机或牵引设备发生故障时,影响范围尽可能小,牵引功率损失最少。主电路设有原边过流保护、主变压器牵引绕组过流保护、主电路接地保护、牵引电机过流保护等。

### 4.2 辅助电路

机车设置有2组辅助变流器。出于节能和降噪方面的考虑,一台工作在VVVF模式,为机车上的变压变频负载供电;另一台工作在CVCF模式,为机车上的其它负载供电。当某一组辅助变流器发生故障时,不需要切除任何辅助电动机,另一组辅助变流器可以承担机车全部的辅助电动机负载。辅助变流器的中间直流回路同时给110V电源充电模块供电。辅助回路设有辅

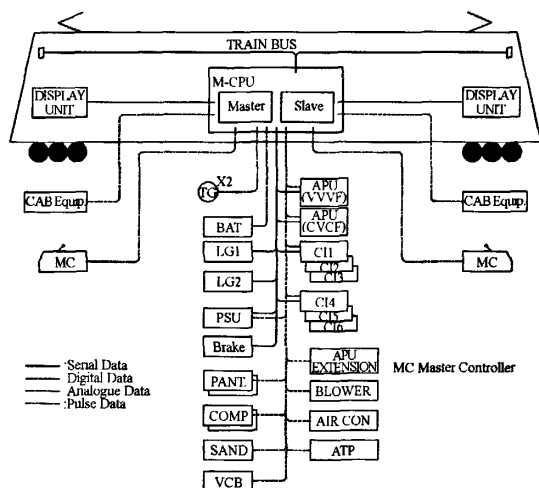
助系统主接地保护、辅助变流器过流保护、辅助变流器中间直流回路过电压保护等。

### 4.3 列车供电电路

为满足机车牵引客车车辆的需要,机车设有2个完全相同的列车供电柜。列车供电柜将来自主变压器列车供电绕组的单相交流电通过相控整流变换为稳定的DC 600 V直流电源,供给旅客列车,供电功率为2×400 kW。当一组故障时,另一组可以维持供电,提高可靠性。列车供电电路设有交直流过压保护、交直流过流保护、短路保护、主电路接地保护等。

### 4.4 控制电路

机车的控制系统以机车控制监视系统(TCMS)为核心,结合目前国内现有的机车行车安全综合信息监控系统和电空网路控制制动系统,配以机车外围电路来进行设计的。TCMS主要功能是实现机车特性控制、逻辑控制、故障监视和诊断,并将有关信息送到司机操纵台上的微机显示屏。控制系统网络图如图5所示。



M-CPU—主处理单元(其中 Master:主控微机, Slave:从控微机); Display Unit—微机显示屏; MC—主控制器; CAB Equip.—司机室设备; PG—速度传感器; ATP—监控控制系统; VCB—主断路器; Pant.—受电弓; COMP—压缩机; SAND—撒砂装置; APU—辅助电源装置控制单元; CI—主变换装置控制单元; BLOWER—通风装置; BAT—蓄电池; AIR CON.—空调装置; Brake—制动系统; APU EXTENSION—APU 故障切换控制; PSU—DC 110 V 电源装置; LG—列车供电柜。

图5 控制系统网络图

## 5 车体

HX<sub>3</sub>C型机车的车体结构是按干线上单机牵引5 000 t货物的标准进行设计的,采用整体承载结构,沿车钩中心线水平位置能够承受3 000 kN的纵向静压力和2 500 kN的静拉力。

车体的承载结构采用框架结构,包括司机室钢结

构、底架、侧墙、联接横梁、底架盖板、车钩等部分。

车体的非承载结构包括各种活动顶盖、设备安装台架、门、窗、地板、室内装修等。

车体侧梁外设有4个检修作业用的吊车销孔,车体前后牵引梁两旁还分别设有救援用的吊车销孔;车体侧梁上设有4个供检修用的架车支承座。

车体和转向架之间设有备用的连接装置,以便在需要时将车体同转向架一并吊起。车体和转向架同时整体或一端吊起时,车体各部分不会产生永久变形和其它损坏。

机车入口门设置在司机室的左右侧墙上,司机室后墙中部设有通往设备室的过道门,直通的中间走廊将两端司机室连接起来。

采用13号下作用式E级钢车钩、QKX100型胶泥缓冲器,车钩及缓冲器能在不架起车体的情况下进行拆装检修。

## 6 走行系统

机车装有两台结构相同的三轴转向架。每台转向架由构架、轮对装配、轴箱、电动机悬挂装置、基础制动装置、支承装配、牵引装置和附件装配等组成。牵引电机采用滚动轴承半悬挂结构;牵引力的传递采用低位牵引,保证机车具有良好的黏着性能;一系悬挂采用圆弹簧+垂向油压减振器结构;二系悬挂采用高圆螺旋弹簧+垂向油压减振器+抗蛇行油压减振器结构;基础制动装置采用轮盘制动器,停车制动采用储能制动器;装有轮缘润滑装置。转向架的构成如图6所示。

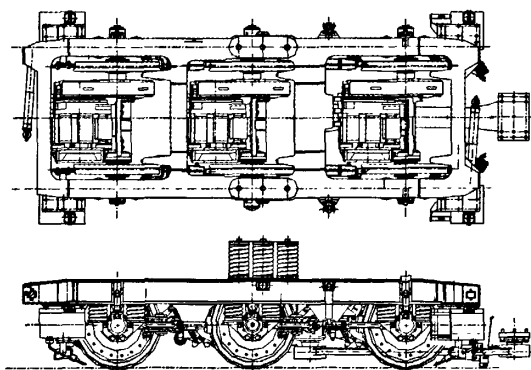


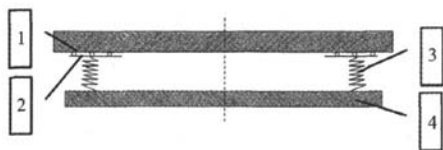
图6 转向架总成图

牵引电动机所产生的扭矩通过轮对传递到钢轨上,通过车轮与钢轨的摩擦产生牵引或制动力,该力通过轴箱、轴箱拉杆的作用传递到构架上,构架再通过牵引杆与车体相连,再通过车体、车钩把力传递到整列车上。(下转第47页)

由于空气弹簧直接支承车体,没有大于1的杠杆比,因此其变形量变大,刚度要变小,为设计制造增加了难度。同时,用橡胶复合弹簧实现横向大位移,结构上也没有吊杆机构灵巧。另外,对于橡胶复合弹簧的设计、实验到生产,还需要不断的研究,而单纯的摆杆机构,其设计技术却很成熟。

### 2.3 空气弹簧滚动台方案

空气弹簧滚动台方案的原理图如图7所示。



1—车体;2—滑动台;3—空气弹簧;4—行走机构。

图7 空气弹簧滚动台方案

该方案主要借鉴了3B<sub>0</sub>机车中间转向架的二系悬挂结构,由于3B<sub>0</sub>机车的中间转向架在通过水平曲线时相对车体会产生一个很大的横向偏移量,因此在其二系橡胶旁承上会附加有滚动装置,以实现横向位移。由于8点支承在垂向上要实现大变形和较小刚度,故弹性元件还需采用空气弹簧。但是需要在空气弹簧上加装一套滚动机构,实现车体和走行机构间的横向位移。在两侧滚动台之间,添加抗侧滚装置。由于只是在

1、4、5、8位横向偏移量过大,其余位置横向偏移量可以由空气弹簧来实现,故只需要在1、4、5、8位采用此悬挂方案,其余位不加滚动台直接连接。

该方案原理简单,但是滚动台机构使得整个结构较为复杂、精密,并且8点支承的横向回位刚度也难以得到保证,还需要添加另一套机构来实现。在空气弹簧的设计制造上,也需要进一步地研究。

### 3 结束语

二系悬挂的设计要考虑诸多因素,其悬挂方案也有很多种,本文只是根据运动学变形关系,对8点支承轨道车辆二系悬挂的3种方案进行对比分析,可看出这3种方案各自都有一定的优势,都适用于一定的场合,但是综合设计制造,多点支承独特的特性以及结构的灵巧等因素,采用空气弹簧摇枕吊杆是最优方案。随着对这一领域的进一步探究,会出现更多更好的方案。

### 参考文献:

- [1] 赵洪伦. 轨道车辆结构与设计[M]. 北京:中国铁道出版社,2009.
- [2] 叶学艳. 磁浮车辆系统动力学建模与仿真分析[D]. 成都:西南交通大学,2007.
- [3] 颜力,陈清. 3B<sub>0</sub>轴式米轨机车走行部曲线通过性能比较[J]. 电力机车与城轨车辆,2008(2).

(上接第15页)

### 7 制动系统

制动及供风系统主要包括风源、制动控制系统(含司机室主要设备)、基础制动系统、撒砂系统及辅助系统。每台机车装有两台螺杆式空气压缩机,额定风压1000 kPa,可保证机车制动控制系统、风笛、升弓等装置的用风。制动控制系统是基于微机控制的电空控制系统,所有逻辑及控制都通过计算机进行。系统通过电子制动阀控制微机,电子制动阀装置属网络系统中节点。制动系统控制单元通过车辆总线与机车控制系统进行数据交换,实现机车制动系统的控制、故障信息显示、故障诊断等功能。机车制动控制系统有自动空气制动、单独制动、紧急制动、停放制动等功能。

### 8 结束语

HX<sub>3</sub>C型机车采用了客货通用技术平台,开创了

我国交流传动客运电力机车的先河,为我国高速客运电力机车的进一步研究和发展奠定了基础,积累了宝贵的研发经验。该批机车已经通过了型式试验,并陆续出厂。该型机车填补了我国交流传动客运电力机车的空白,对于扩大铁路运输能力,缓解铁路运输瓶颈制约,以及提高中国铁路装备制造企业的研发能力,加快铁路装备现代化和装备制造业现代化的进程,都具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 张曙光. HX<sub>3</sub>C型电力机车[M]. 北京:中国铁道出版社,2009.
- [2] 连级三. 电传动机车概论[M]. 成都:西南交通大学出版社,2001.
- [3] 张有松,朱龙驹. 韶山4型电力机车[M]. 北京:中国铁道出版社,1998.
- [4] 李华德. 交流调速控制系统[M]. 北京:电子工业出版社,2004.

# HXD3C型交流传动客货通用电力机车

作者：[王威](#), [杨守君](#), [柳占宇](#), [WANG Wei](#), [YANG Shou-jun](#), [LIU Zhan-yu](#)  
作者单位：[中国北车集团大连机车车辆有限公司, 辽宁, 大连, 116022](#)  
刊名：[电力机车与城轨车辆](#)  
英文刊名：[ELECTRIC LOCOMOTIVES & MASS TRANSIT VEHICLES](#)  
年, 卷(期): 2011, 34(1)

## 参考文献(4条)

1. [李华德](#) [交流调速控制系统](#) 2004
2. [张有松](#); [朱龙驹](#) [韶山4型电力机车](#) 1998
3. [连级三](#) [电传动机车概论](#) 2001
4. [张曙光](#) [HXD3型电力机车](#) 2009

本文链接：[http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_dljcs201101004.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dljcs201101004.aspx)