



“十一五”国家重点图书出版规划项目

和谐型大功率交流传动机车技术丛书

HXD₂型 电力机车

张曙光 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

“十一五”国家重点图书出版规划项目
铁路科技图书出版基金资助出版

和谐型大功率交流传动机车技术丛书

HXD₂型电力机车

张曙光 主编

中 国 铁 道 出 版 社

2009年·北京

内 容 提 要

和谐型大功率交流传动机车技术丛书是我国首套全面、系统地介绍和谐型大功率交流传动机车的权威性著作,主要包括 HXD1、HXD2、HXD3、HXD1B、HXD2B、HXD3B 型电力机车,HXN3、HXN5 型内燃机车等。

本书为 HXD2 型电力机车,主要从绪论、机车总体、设备布置与通风系统、牵引电传动系统、高压电器、辅助电气系统、微机网络控制系统、空气管路与制动系统、车体、转向架、列车运行控制系统车载设备、机车调试与试验、机车使用与维护等 13 个部分对 HXD2 型电力机车进行系统描述。

本书可作为从事机车设计、制造、运用、维修等工程技术人员技术培训和提高素质教育的推荐性技术资料,也可供科研院所研究人员、大专院校相关专业师生、有关业务部门技术管理人员、以及关心中国铁路重载运输和机车新技术发展人士学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

HXD2 型电力机车/张曙光主编. —北京:中国铁道出版社,2009. 7

(和谐型大功率交流传动机车技术丛书)

ISBN 978-7-113-10287-6

I. H… II. 张… III. 交流电力机车-基本知识
IV. U264. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 118526 号

书 名: 和谐型大功率交流传动机车技术丛书
HXD2 型电力机车
作 者:张曙光 主编

责任编辑:王风雨
编辑助理:孙 楠
封面设计:冯龙彬
责任校对:孙 玫
责任印制:郭向伟

电话:021-73139

电子信箱:tdpress@126.com

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京精彩雅恒印刷有限公司

版 次:2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:25 字数:550 千

印 数:1~4 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-10287-6/U·2535

定 价:78.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

自 2006 年以来,和谐型大功率交流传动机车诞生及批量投入运用,标志着我国铁路机车行业成功实现了由直流传动向交流传动的转化,机车技术平台达到世界先进水平,机车装备现代化和机车装备制造业现代化发展迈入了新的历史阶段。

和谐型大功率交流传动机车具有牵引性能优越、功率大、黏着利用率高、启动加速性能好、可靠性高、节能减排好等特点,代表了世界先进铁路机车技术发展方向。以和谐型系列大功率交流传动电力机车为亮点的铁路重载货物运输,显著地释放了运输能力,在既有繁忙干线实现了单机牵引 5 500 至 6 000 吨重载列车,在大同到秦皇岛煤炭运输专用线上实现了单机牵引 1 万吨、双机牵引 2 万吨重载列车,有力地促进了国民经济的发展。

在铁道部提出“快速扩充铁路运输能力,快速提升技术装备水平,加快实现铁路现代化”的发展思路和“先进、成熟、经济、适用、可靠”的方针的指引下,我国铁路机车制造业开发研制了和谐型系列大功率交流传动电力机车和内燃机车,其中包括单轴功率 1 200 千瓦的六轴、八轴货运电力机车和单轴功率 1 600 千瓦的六轴货运电力机车,以及 6 000 马力、低排放内燃机车。和谐型大功率交流传动电力机车和内燃机车在系统集成技术、交流传动技术、网络控制技术、重载车体与转向架技术、重载制动技术、人机工程技术、节能环保技术以及大功率电喷控制柴油机技术等方面达到了世界先进水平。

和谐型大功率交流传动电力机车和内燃机车牵引系统采用大功率交—直—交传动方式,牵引电机为交流异步电机,具有功率大、重量轻、结构简单、可靠性高、维护工作量小等特点;牵引变流器采用世界最为先进的大功率 IGBT 器件,具有开关频率高、控制性能优良、可靠性高的优点;采用先进的车载计算机网络控制系统,数据传输量大、牵引及制动控制性能优良、设备状态监测与系统自诊断功能完善;重载车体、转向架、车钩与缓冲器、轮轴驱动系统以及计算机控制的制动系统充分满足牵引重载列车的需要;司机室按照人机工程学理论设计,人机界面和设备设施实现简化,功能齐全、工作环境舒适;轮轨关系、车网关系、车载通讯信号等系统技术与我国铁路基础设施具有良好的匹配性;电力机车功率因数大于 0.98,谐波含量大幅降低,减少了对电网及周围环境的污染;电力机车传动效率大于 0.85,同时采用制动能量反馈电网的再生制动方式,节能效果显著;内燃机车采用

4 660 千瓦电喷控制柴油机,排放指标达到美国环保署最新执行的 EPA Tier2 标准要求,有效油耗率每千瓦小时仅为 200 克,是世界最大功率等级的经济、环保型机车柴油机。

和谐型大功率交流传动机车分别是株洲电力机车有限公司生产的 HXD₁ 型和 HXD_{1B} 型电力机车、大同电力机车有限责任公司生产的 HXD₂ 型和 HXD_{2B} 型电力机车、大连机车车辆有限公司和北京二七轨道交通装备有限责任公司生产的 HXD₃ 型电力机车、大连机车车辆有限公司生产的 HXD_{3B} 型电力机车和 HXN₃ 型内燃机车,以及戚墅堰机车有限公司生产的 HXN₅ 型内燃机车。其中, HXD₁ 型和 HXD₂ 型为轴功率 1 200 千瓦等级的八轴电力机车; HXD₃ 型为轴功率 1 200 千瓦等级的六轴电力机车; HXD_{1B} 型、HXD_{2B} 型和 HXD_{3B} 型为轴功率 1 600 千瓦等级的六轴电力机车; HXN₃ 型和 HXN₅ 型同为 6 000 马力等级的内燃机车。

和谐型大功率交流传动机车丛书电力机车部分分为 HXD₁ 型电力机车、HXD₂ 型电力机车、HXD₃ 型电力机车、HXD_{1B} 型电力机车、HXD_{2B} 型电力机车、HXD_{3B} 型电力机车等分册,分别介绍了相应型号的电力机车;内燃机车部分分为 HXN₃ 型内燃机车、HXN₅ 型内燃机车分册,分别介绍了相应型号的 6000 马力内燃机车。

本丛书由铁道部副总工程师张曙光主编。株洲电力机车有限公司、大同电力机车有限责任公司、大连机车车辆有限公司、戚墅堰机车有限公司、北京二七轨道交通装备有限责任公司、资阳机车有限公司、永济电机厂、成都机车车辆有限公司、清华大学、浙江大学、大连理工大学、同济大学、北京交通大学、西南交通大学、大连交通大学、中国铁道科学研究院机车车辆研究所、株洲电力机车研究所有限公司、大连机车研究所、戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司、四方车辆研究所等单位有关人员参加编写。在此对他们表示衷心的感谢!

编 者

2009 年 5 月

1 绪 论	/1
1.1 HXD ₂ 型电力机车概述	/2
1.2 本书主要内容	/3
2 机车总体	/5
2.1 概 述	/5
2.2 HXD ₂ 型机车技术优势	/5
2.3 主要技术参数	/9
2.4 牵引性能	/11
2.5 油漆美化与防腐技术	/12
3 设备布置与通风系统	/15
3.1 概 述	/15
3.2 司机室设备布置	/18
3.3 机械间设备布置	/29
3.4 车顶设备布置	/50
3.5 车下及车端设备布置	/53
3.6 通风系统及其机组	/63
4 牵引电传动系统	/74
4.1 概 述	/74
4.2 网侧电路	/74
4.3 牵引电路	/76
4.4 主变压器	/81
4.5 牵引变流器	/89
4.6 牵引电机	/97

5 高压电器 /114

- 5.1 受电弓 /114
- 5.2 22CB、35KS 和避雷器 /126
- 5.3 高压隔离开关 /137
- 5.4 高压连接器 /144
- 5.5 高压电压互感器 /148
- 5.6 高压电流互感器 /150
- 5.7 25 kV 高压套管 /151
- 5.8 车顶绝缘子 /152

6 辅助电气系统 /155

- 6.1 概 述 /155
- 6.2 辅助电路 /156
- 6.3 辅助变流柜 /164
- 6.4 辅助电器设备 /174

7 微机网络控制系统 /182

- 7.1 概 述 /182
- 7.2 微机网络控制系统结构 /182
- 7.3 设备布线规则 /208
- 7.4 微机网络控制系统(TCMS)功能 /210
- 7.5 有接点电路 /215

8 空气管路与制动系统 /223

- 8.1 概 述 /223
- 8.2 风源系统 /224
- 8.3 制动机主要部件 /229
- 8.4 制动系统综合作用 /242
- 8.5 控制系统管路 /245
- 8.6 辅助系统管路 /246
- 8.7 制动系统故障诊断及处理 /246

9 车 体 /249

- 9.1 概 述 /249
- 9.2 车体承载结构 /251
- 9.3 车顶盖装置 /257
- 9.4 车体附属部件 /259

9.5 车体强度计算与试验 /264

9.6 车钩与缓冲器 /273

9.7 车体的日常维护保养 /281

10 转向架 /283

10.1 概 述 /283

10.2 构 架 /285

10.3 悬挂装置 /286

10.4 轮对装配 /292

10.5 驱动装置 /294

10.6 基础制动装置 /296

10.7 牵引装置 /298

10.8 轮缘润滑装置 /299

10.9 管路和附属装置 /300

11 列车运行控制系统车载设备 /302

11.1 概 述 /302

11.2 行车安全设备 /303

11.3 列车通信设备 /327

11.4 无线重联控制设备 /335

12 机车调试与试验 /345

12.1 概 述 /345

12.2 机车例行试验 /346

12.3 机车型式试验 /362

13 机车使用与维护 /366

13.1 概 述 /366

13.2 机车整备 /366

13.3 机车操纵 /377

13.4 机车维护 /383

绪 论

改革开放以来,特别是进入新世纪以来,中国国民经济持续快速增长对交通运输基础设施建设的发展提出了很高的要求,而与国民经济发展形势以及其他交通运输方式相比,我国铁路建设和发展严重滞后,运输生产力不适应社会经济发展的矛盾非常尖锐,铁路运输能力的严重不足已成为制约中国经济发展的“瓶颈”。

纵观世界各国的发展历程,重载铁路有着非常高的效率和效益。世界上幅员辽阔、矿产资源丰富的国家,如:美国、加拿大、澳大利亚、南非、巴西等都已采用重载技术,特别是通过提高重载铁路的技术装备水平来实现更高的运输效率和经济效益。近 20 年来,我国铁路技术装备水平得到了前所未有的改变,但由于历史的原因,整体上只相当于发达国家 20 世纪 70 年代的水平,差距很大。铁路技术装备的现代化已经成为需要迫切解决的问题之一。

我国能源的特点是煤炭资源丰富,油气等资源相对较少,煤炭储量在常规能源中占 90% 以上,是世界上最大的煤炭生产国和消费国,同时也是少数几个以煤炭为主要能源的国家之一。长期以来,煤炭在全国一次能源生产和消费中的比重一直保持在 70% 以上。随着我国经济发展步伐的加快,全国煤电油运全面紧张,大幅度提高铁路煤炭运输能力已迫在眉睫。经科学论证,将列车重量提高到 2 万 t,可以大幅度提高运输能力,同时通过长大重载列车的系统集成创新,将使我国重载运输技术跨入世界先进行列。

在这种形势要求下,为快速提升我国机车车辆装备技术水平,由中国北车集团大同电力机车有限责任公司专门针对重载运输需要研制生产出了最高试验速度 132 km/h、最高运行速度 120 km/h、总功率为 10 MW 的 HXD₂ 型大功率交流传动货运电力机车。机车整体采用国际先进的技术标准体系,以功能体系为基础的模块化、以维修为导向的全寿命周期设计方法,以交流电传动系统、微机网络控制系统、低动力作用转向架和高强度车体及钩缓装置等国际先进技术为代表,形成了具有明显技术优势和国际竞争力的品牌产品,为中国铁路开行 2 万 t 组合列车,解决我国煤运专线的运能运力紧张的问题提供了动力保证。

1.1 HXD₂ 型电力机车概述

2007 年 5 月 18 日,由中国北车集团大同电力机车有限责任公司生产的首台 HXD₂ 型电力机车下线出厂,正式投入线路运营。下面介绍 HXD₂ 型电力机车概貌情况。

HXD₂ 型电力机车主要针对铁路重载运输而设计。机车适用范围广,适用于国内大部分线路情况,完全满足国内大部分铁路的气候环境和煤炭装卸地煤尘污染严重的环境要求。同时,机车主要材料在 -40℃ 低温条件下的良好韧性使机车的适用地域更加广泛。

机车采用交—直—交电传动系统、25 kV/50 Hz 的电压制式,与既有交—直传动机车相比,具有恒功范围宽、轴功率大、黏着特性好、功率因数高、谐波干扰小、维护率和全寿命运营成本低、运营安全可靠、适用范围广等优点。机车可实现单机牵引 1 万 t 重载列车,通过远程重联可实现双机牵引 2 万 t 重载组合列车的运行模式。

机车主要由以下几个子系统有机构成:由受电弓、真空主断路器、避雷器、高压隔离开关、高压电压互感器、高压电流互感器、主变压器、IGBT 四象限整流逆变装置、交流异步电机等组成的主电路系统;由辅助变流装置、充电机、辅助电机等构成的辅助电路系统;基于 WorldFIP 网络通信技术的微机网络控制系统;Eurotrol 电空制动系统;贯穿在各子系统内的独立通风冷却系统;由机车运行监控装置、信号设备、Locotrol 远程重联控制装置和可控列尾装置、无线电台等组成的列车安全运行控制和监测设备;高强度车体及附属装置;高黏着、低动力作用转向架;机车独立生活间、工具柜、压车铁等附属装置。在机车的标准配置中,机车整备重量为 184 t,对应轴重为 23 t。加上压车铁轴重可以增加到 25 t,机车整备重量为 200 t,以便发挥更大的黏着牵引力。HXD₂ 型电力机车外观见图 1.1。



图 1.1 HXD₂ 型电力机车外观图

HXD₂ 机车采用 2(B₀—B₀) 轴式,由双节机车连挂组成,每节机车具有单端司机室,后端设置独立的司机生活间,机械间采用中间走廊两边布置设备模块的形式,两节机车之间

的通道采用橡胶风挡及渡板连接。所有的设备组件均安装在 700 mm 宽的中央走廊的两侧,增加了设备的易接近性。安装在侧墙上的维修门可使日常维修人员进入中央走廊,并迅速拆除大部分设备(如:功率模块)。只有少数的维修操作需要吊起机车顶盖,从而降低了机车寿命周期成本并保持了司机室的内部整洁。

1.2 本书主要内容

本书内容丰富、翔实,并且许多技术是首次在国内披露,具有很高的学术价值和应用参考价值。因此本书既适用于与之相关的研究、设计和制造人员,也适用于路局运用单位的司乘和维护人员。

全书分 13 章,简要介绍了大秦线运输需求和技术特点、HXD₂ 型电力机车的研制背景、牵引状况、整体概况;详细叙述了机车的设计特色、设计原理、基本概念;机车结构和系统参数、相关计算试验以及使用、检修、维护等内容。

第 1 章 绪论。简要介绍了大秦线运输需求和技术特点、HXD₂ 型电力机车的研制背景、牵引状况、整体概况以及本书的主要内容。

第 2 章 机车总体。系统介绍了 HXD₂ 型机车的使用环境、运用条件与总体设计特点、技术特色、主要技术参数、性能曲线。另外还介绍了机车的油漆、防腐、标识。

第 3 章 设备布置与通风系统。按照司机室设备、机械间设备、车顶设备、车端设备和车下设备的顺序,介绍机车的总体设备设置、功能和用途,分析各种车内设备布置的要求、特点、设备安装原理;描述了司机操纵台、座椅、门、窗、雨刷、头灯、系统柜、信号柜、电台柜、通用柜、生活间、蓄电池柜和司机室空调等的技术特点和结构组成;介绍通风系统的原理、结构和设备特点以及技术参数等。

第 4 章 牵引电传动系统。简单介绍了机车牵引传动系统的主要原理、系统主电路、控制电路和控制策略、牵引传动设备在车上的安装位置与布局、系统的主要技术参数和特点。根据牵引计算基础理论对机车的牵引/制动特性进行了较为详细的分析;主变压器、牵引变流器和牵引电机是本章的重点,主变压器部分主要侧重于结构、特点、技术参数、维护检查、故障处理、试验和计算分析;牵引变流器主要侧重于四象限整流器、VVVF 逆变器的主电路结构原理及其控制电路、控制原理、控制策略等的理论分析,对其特点、主要技术参数等进行了总结分析;对变频调速异步牵引电机的主要结构、特点、接口尺寸、转速调节特性、试验和维护等进行了较为详细的描述。

第 5 章 高压电器。根据高压电器设备的具体作用对其工作原理、主要技术参数、结构、调整、试验、维护和操作注意事项等进行了介绍。

第 6 章 辅助电气系统。辅助电气系统由辅助变流系统和辅助负载两部分组成。本章主要介绍了辅助变流柜的结构、组成、线路原理和辅助控制单元、辅助供电方式与性能、辅助负载的用途与分类、充电机工作原理以及辅变流柜主要部件的参数及特性等。

第 7 章 微机网络控制系统。微机网络控制系统对机车各部件进行全面、实时的信息化管理,通过信息的分散采集,远程诊断,网络传输,集中处理,对各类信息进行实时汇

总分析。本章主要讲述了机车中列车信息控制系统的系统构成、网络结构、信息传输协议(采用 WorldFip 网络系统)的拓扑结构、原理、功能特点、主要设备特点和构成,司机室显示界面等内容;介绍微机网络控制系统主要控制功能、主要的有节点电路原理等内容。

第 8 章 空气管路与制动系统。针对机车所采用的电气指令微机控制直接式电空制动系统,本章介绍了制动系统的组成及特点,从制动系统类型、制动方式、电气指令形式和制动控制方式等方面介绍了制动系统原理、主空气压缩机和辅助空气压缩机、升降弓等辅助用风设备、连挂及回送的空气管路连接;介绍了制动系统自动制动、直接制动、停放制动、紧急制动、备用制动等制动功能;介绍了制动控制装置的组成、气路原理、制动控制单元的控制功能;介绍了机车控制系统管路、辅助系统管路和制动系统故障诊断。

第 9 章 车体。根据车体整体承载结构情况,介绍了车体的主要技术参数,车体主要结构,包括底架、司机室钢结构、侧墙、端墙、车顶盖装置、车内设备和钩缓装置等。介绍了车体结构强度、刚度的计算和试验的基本情况。

第 10 章 转向架。主要叙述了机车转向架的结构与工作原理,内容包括:转向架基本结构、主要技术参数、转向架构架、轮对组成、轴箱装置、一系悬挂装置、二系悬挂装置、驱动装置、齿轮箱和基础制动装置。转向架构架的强度设计和试验结果,并对转向架动力学性能计算结果和实际线路试验结果进行了叙述。

第 11 章 列车运行控制系统车载设备。本章介绍了列车运行控制系统基本原理、基本电路和设备组成,介绍了车载设备的布置、功能和与机车的接口、信息传输等内容,还介绍了列车无线通信设备和 LOCOTROL 无线重联控制设备的相关内容。

第 12 章 机车调试与试验。主要介绍机车型式试验、线路试验的依据、过程和试验结果;介绍机车例行试验中机车单机试验、多机重联试验的调试程序、操作指南、出厂试验的内容和结果。

第 13 章 机车使用与维护。本章主要介绍了机车产品的整备、驾驶操作及维修保养的体系、周期和作业指导原则等。

2.1 概 述

在和谐型电力机车投入运营之前,在中国铁路线路上担负货物运输牵引任务的是 20 世纪 80 年代开发的交—直流传动机车,功率小、黏着利用低、控制水平差,而且这些机车均是按照牵引 5 000 t 列车的强度设计的,由于 2 万 t 重载组合列车在常用制动和紧急制动时发生在中部机车上的最大车钩力已达到 2 250 kN 以上,直流传动机车车体的强度安全裕量不足,不能很好地适应重载运输要求。

HXD₂ 型电力机车以其系统集成的技术特色、国际先进的交流传动和微机网络控制技术、充足的牵引和制动能力、较高的机械强度和可靠性等结构性能特点,表现出明显的技术优势,实现了机车单机牵引 1 万 t 列车、双机牵引 2 万 t 重载组合列车的运输要求,大大地提高了运输效率和效益。

2.2 HXD₂ 型机车技术优势

2.2.1 系统集成的技术特色

HXD₂ 型电力机车是一种全面采用国际先进技术、现代化的重载货运机车。机车的系统集成全面贯彻铁道部提出的“先进、成熟、经济、实用、可靠”的指导方针和“模块化、系列化、标准化和信息化”的基本原则,机车整车及各子系统的可靠性、可使用性、可维护性以及安全性能得以大幅提升。

2.2.1.1 模块化设计

机车结构设计的最大特点是采用国际上先进的以功能体系为基础的模块化设计方法,即将合同技术规范或标准技术数据表的要求系统定义为机车产品的不同功能分类,再按照功能划分为多个层次的子功能,将各子功能用形式关系加以表达,从而建立对应的产品体系结构。机车总体结构的模块化设计提高了产品形式的可塑性,拓展了产品种类并加快了新产品的更新速度,有利于提高产品的标准化、系列化、可维护性和可使用性程度,

完全符合铁道部对机车车辆装备现代化提出的指导方针和基本原则。HXD₂ 机车的模块化结构见图 2.1 所示。

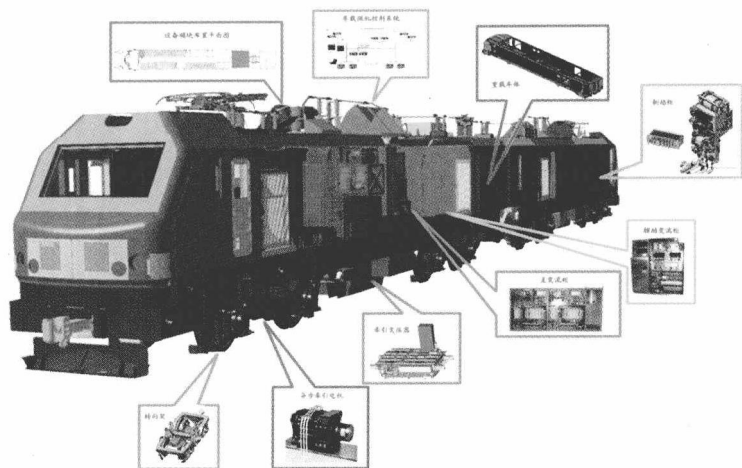


图 2.1 HXD₂ 型机车的模块化结构

2.2.1.2 以维修为导向的设计

在 HXD₂ 机车整车通用技术规范和部件产品技术规范中,均对产品的可靠性、可用性、可维护性和安全性和运用综合物流支持作出明确要求,并对供应商满足这些要求的能力通过产品的设计和试验进行验证;其次,设计宽 787 mm 维修门,为维修部件和维修设备的取送提供方便;宽 700 mm 的走廊,增加了所有设备的易接近性;变流模块采用易拆卸技术还带有定位针,防止不同模块的错插;第三,基于车体有限元强度计算结果对车内各屏柜安装螺栓强度进行分析计算,以保证安装螺栓的可靠性。通过以上措施,贯彻以维修为导向的设计理念和全寿命周期管理,设计流程见图 2.2 所示。

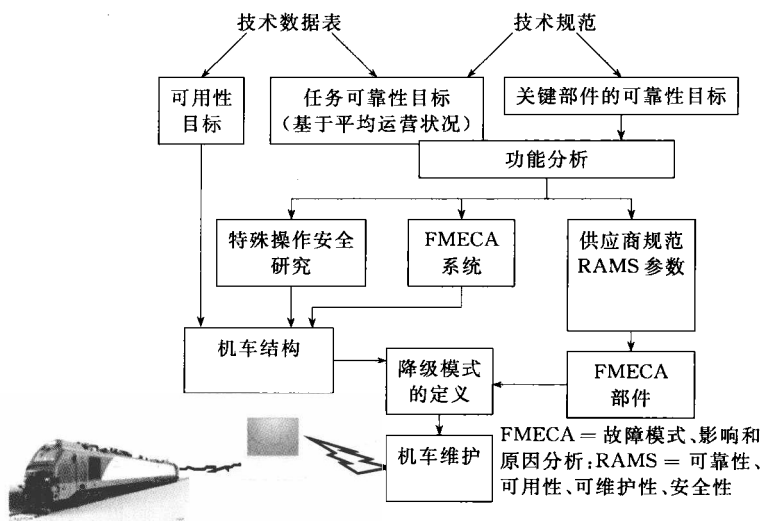


图 2.2 以维修为导向的设计流程图

2.2.1.3 国际先进的标准体系

HXD₂ 型电力机车的系统集成和各子系统、部件基本贯彻了现行的国际先进的技术标准,主要包括:ISO、AAR、IEC、UIC、EN、NF、DIN 标准等,基本涵盖了机车设计、制造的全部领域,形成基本完备的以国际先进技术标准为体系的标准平台。这些标准与国内以往机车设计所采用的国内标准相比,基本基于国外机车产品工业化多年的经验积累,要求更加明确、系统、具体、数值化。过去,我们的机车设计并不是没有采用过 UIC、DIN、AAR 等国际技术标准,但并没有如此系统、全面地使用过。全面、系统地采用国际先进标准且形成体系,使机车产品的技术等级、质量和可靠性控制得到整体提升。

2.2.1.4 独特的防腐防锈技术

在 HXD₂ 机车上除采用先进的油漆产品和工艺增加产品的防锈能力外,对机车的外露部件和电接触部位还采取了一些独特的防腐措施,如在机车外侧的导电截面处,全部采用了不锈钢的螺栓、螺母和符合国际一流技术标准的 Trep 垫圈和 CS 垫圈并使用电接触油脂;司机操纵台骨架采用铝合金材料焊接;碳钢类紧固件全部进行表面涂镀;严禁不同材质如不锈钢与碳钢紧固件混合使用;在钢结构的骨架梁的段焊焊缝的空余处,涂密封胶防止水汽进入梁内侧发生锈蚀等。

2.2.1.5 耐低温原材料的选用

为了保证机车在 -40℃ 环境条件下的正常使用,车体采用了具有良好低温冲击韧性的 S355J2G4 和 S275J2G4 原材料;构架采用了 S500MC 原材料;齿轮箱、轴箱、抱轴箱等采用了符合 EN 标准的抗低温冲击性能的铸造材料;车内各主要柜体采用了特殊镀锌钢板铆接结构,强度大变形小,制造精度高。

2.2.2 主要部件的技术特点

HXD₂ 型电力机车除在系统集成方面表现出的共性技术特色之外,各子系统和部件的结构、性能特点所体现出来的技术优势也达到了国际先进水平。机车外形设计图如图 2.3 所示。各子系统和各主要部件概括起来有如下技术特点。

(1) 机车主电路由 IGBT 功率模块组成的四象限整流器和逆变器对牵引、再生制动、防空转、防滑控制和安全保护控制,实行连续的单轴控制,保证机车的每一轮对都能发挥最佳状态,并根据单轴的运行状态信息调节该轴的转速,保证轮轨的黏着利用;当机车的一轴发生故障时,牵引力损失最小,一台车只损失 1/8 的功率。将不同电压等级的电缆分开布置,有效减少了信号传输中的电磁干扰;机车具有再生制动功能,减少了电能的消耗,完全符合当前我们国家大力提倡的节能降耗、环保的理念。

(2) 机车的控制采用基于 WorldFIP 网络通信技术的微机网络控制系统,具有完善的控制、监测和检修维护功能。WorldFIP 网络分为 FIP 车辆网(FIPV 网)和 FIP 列车网(FIPT 网)两级结构,均采用双路介质冗余设计。列车控制和监测系统(TCMS)基于 AGATE 控制单元,采用了模块化设计,具有较高的扩展性,并能支持系统的不断升级。AGATE 是用于列车控制、监测和维护的车载微机网络设备中最先

进的产品之一。

(3)带有微机控制的电空制动柜,接受司机操纵台上制动控制器的控制指令,使列车管的压力控制更加精确,同时缩短制动与缓解时间,提高制动系统的可靠性和安全性;制动机具备状态监测和故障判断功能、具备 WorldFIP 网络接口,制动机状态及故障信息可以通过车辆总线进行传递。

(4)机车辅助变流系统采用由 IGBT 元件组成的辅助逆变机组,向辅助负载提供三相交流 380 V/50 Hz 电源(定频定压或变频变压),还设置了蓄电池充电机为机车控制系统提供直流 110 V 电源;辅助电路的输入直流 1800V 由主电路的中间电路提供;机车主电路、辅电路、控制电路在各种工况下均有完善而可靠的短路、过载、接地、过电压、欠压、过热、空转、滑行以及通风、油流和水流系统的故障保护装置,并在司机室的微机显示屏上采用图形化人机界面显示故障内容及有关故障处理提示。

(5)机车主变压器设计、制造技术基于在国际铁路上成熟、可靠的应用经验,执行 IEC、EN、DIN 标准,在安全可靠的漏磁屏蔽技术、高强度的油箱结构技术、E 级绝缘材料的选用配套技术、变压器整体的全寿命周期、轻量化和环保性等方面具有独特优势。主变压器为模块化的卧式结构,包括 1 个原边绕组,4 个牵引绕组,4 个二次滤波电抗器,2 个辅助滤波电抗器,强迫油循环风冷却系统以及内置的多种保护电器。

(6)高黏着性能重载转向架采用 B_0-B_0 轴式,细晶粒高强度钢板焊接而成的“口”字形构架,中间横梁用螺栓与构架连接;绝缘等级较高的异步交流电机鼻式悬挂,封闭式球铁滚动抱轴箱体、承载式球铁齿轮箱改善了部件的应力分布,提高了部件的抗振性能;采用整体辗钢车轮;低位牵引杆保证了高的黏着利用;一系悬挂装置和二系悬挂装置确保安全和运行舒适性;仅通过更换一系、二系轴重调整垫实现 25 t/23 t 轴重转向架的变化;构架、齿轮箱、轴箱、抱轴箱等主要部件都具有符合 EN 标准要求的 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 抗低温冲击性能。

(7)整体承载式焊接车体结构,无横梁框架式波纹板侧墙,由中梁与台架合成统一的底架,具有良好的工艺实现能力;可以承受纵向 3 600 kN 静压力和 2 500 kN 静拉力不会产生永久变形;车体原材料在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温下具有良好冲击韧性值。

(8)司机室的总体设计满足隔热以及隔噪的要求;前窗采用多层导电膜电加热玻璃;两侧分别设玻璃侧窗和后视镜;两入口门厚重结实、密封性好,上部设上下推拉式玻璃窗与外界沟通;安装一套空调系统;后墙中间为走廊门通向机械间,两侧设添乘座椅;司机室内装修为多孔铝板;整个司机室宽大舒适、气密性高、噪声隔离好。

(9)司机操纵台功能分区清晰,台面上的主要设备分为显示区、牵引控制区、制动控制区、照明控制区和气候控制区等几个区域,安装有司控器、制动控制器、控制开关(如:挡风玻璃刮雨器开关、过充开关等)、控制屏和状态屏等设备,下部还设有风笛、无人警惕和撒砂的脚踏开关等。操纵台的布置环绕司机座椅,满足单司机值乘要求。

(10)为体现“以人为本”的设计理念,满足长交路、单司机值乘的需要,在机车的中部增设了两个专门的生活区,供司机休息和生活。生活间内部按包厢式结构装修,顶置式空调和电暖风机可保证在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境条件下室内温度保持在 $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。

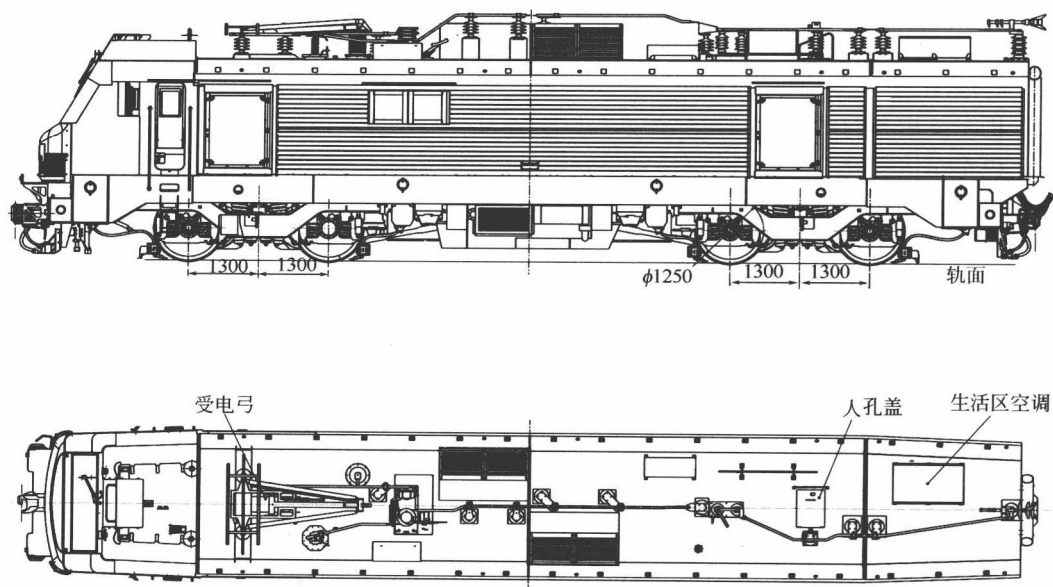


图 2.3 机车外形图

2.3 主要技术参数

2.3.1 总体参数

轨距	1 435 mm
轴式	2(B ₀ —B ₀)
机车整备重量	$2 \times 92 \times (1^{+3\%}_{-1\%}) \text{ t}$
加压车铁后	$2 \times 100 \times (1^{+1\%}_{-3\%}) \text{ t}$
机车可以从 23 t 轴重转换成 25 t,也可以从 25 t 轴重转换成 23 t,机车交车时轴重为 25 t。	
轴重	$23 \times (1^{+3\%}_{-1\%}) \text{ t}$
加压车铁后	$25 \times (1^{+1\%}_{-3\%}) \text{ t}$

2.3.2 尺寸限界

机车在平直轨道上受电弓降下时,机车外形尺寸符合“机车车辆限界”GB 146.1—83 的要求。

车钩中心线距轨面高度(新轮)	880 mm±10 mm
受电弓降下时受电弓滑板距轨面高度(新轮)	≤4 800 mm
受电弓滑板距轨面工作高度	5 200~6 500 mm
齿轮箱底面距轨面高度(在新轮条件下)	≥120 mm