

铁路机车乘务员专业培训教材

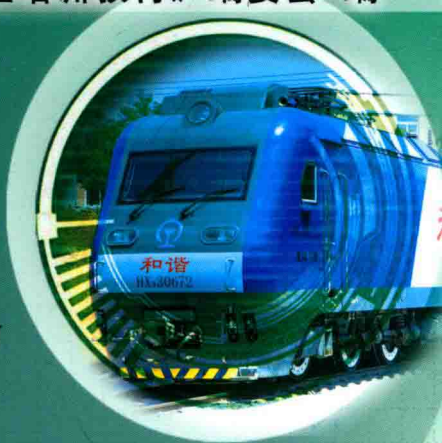
# HXD<sub>3</sub>型

# 电力机车乘务员

《铁路机车乘务员专业培训教材》编委会 编

HXD<sub>3</sub>XING

DIANLIJICHE CHENGWUYUAN



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路机车乘务员专业培训教材

# HXD3 型电力机车乘务员

《铁路机车乘务员专业培训教材》编委会 编



中国铁道出版社

2016年·北京

## 内 容 简 介

本书是针对铁路机车乘务员资格考试编写的培训教材,内容包括和谐型电力机车共性专业知识和HXD3型机车专业知识。主要介绍了机车总体、走行部和车体,机车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,CCBⅡ制动系统,机车操作与应急故障处理等。

本书可作为铁路机车乘务员资格考试的考前培训和岗位技能培训教材,也可供职业院校铁道机车专业师生教学参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

HXD3 型电力机车乘务员/《铁路机车乘务员专业培训教材》编委会编. —北京:中国铁道出版社,2016.8(2016.12重印)  
铁路机车乘务员专业培训教材  
ISBN 978-7-113-22259-8

I. ①H… II. ①铁… III. ①电力机车—乘务人员—技术培训—教材 IV. ①U264

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 192932 号

书 名: 铁路机车乘务员专业培训教材  
HXD3 型电力机车乘务员  
作 者:《铁路机车乘务员专业培训教材》编委会 编

责任编辑:王明容 电话:010-51873423 电子信箱:tdpress@126.com  
封面设计:郑春鹏  
责任校对:苗 丹  
责任印制:陆 宁 高春晓

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>  
印 刷:三河市华业印务有限公司  
版 次:2016年8月第1版 2016年12月第3次印刷  
开 本:880 mm×1 230 mm 1/32 印张:6.5 字数:188 千  
书 号:ISBN 978-7-113-22259-8  
定 价:57.00 元

### 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。

电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

# 前 言

本书以交通运输部国家铁路局制定的《2016 年铁路机车车辆驾驶人员资格考试大纲》为依据,参考近几年铁路机车车辆驾驶人员资格考试主办单位发布的复习考试要求,在沈阳铁路局铁路机车车辆驾驶人员资格考试考前培训多年使用、积累教材的基础上编写而成。

本书共八章,内容包括和谐型电力机车共性专业知识和 HXD3 型机车专业知识。主要介绍了机车总体、走行部和车体,机车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,CCBⅡ 制动系统机车操作与应急故障处理等。

本书编写的总体目标是:内容符合考试大纲、贴近实际,让师生教与学有所遵循,提高培训质量和学习效果;使学员掌握考试大纲规定的专业知识与技能,提高学员分析与解决问题的能力,能够扎实、熟练、灵活地应对资格考试;本书内容兼顾机车乘务员岗位应知应会内容,通过培训提高其岗位适应能力,更好地满足工作需要。

在编写过程中,我们查阅了大量的参考资料,多次到铁路机车运用现场调研,开展专题交流与研讨。在内容编排上,主要考虑适用于资格考试所需知识,同时兼顾机车乘务员岗位工作需要,理论知识与实践内容相结合,突出分析问题、解决问题能力的培养;在章节组织上,注重逻辑性、层次性并兼顾系统性;在文字表述上,力求准确、精炼、通俗易懂。每章附有复习思考题,巩固学员所学知识。

本书由张宗延、韩宝松、王连森(辽宁轨道交通职业学院)主编,祝曦、才凤林主审。第一章、第二章由王连森、王志成编写,第三章、第四章由王连森、全国庆编写,第五章、第六章由崔岩、张宗延编写,第七章、第八章由姜铎、韩宝松编写。

在编写过程中,得到了交通运输部国家铁路局、中国铁路总公司的大力支持,辽宁轨道交通职业学院,沈阳铁路局长春、锦州职工培训基地及各机务段都提供了帮助,在此一并致谢。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

二〇一六年六月

# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第一章 机车总体、走行部和车体 .....            | 1  |
| 第一节 机车总体 .....                   | 1  |
| 第二节 转向架 .....                    | 8  |
| 第三节 车 体 .....                    | 25 |
| 复习思考题 .....                      | 29 |
| 第二章 机车设备布置与通风系统 .....            | 33 |
| 第一节 机车设备布置 .....                 | 33 |
| 第二节 机车通风、冷却系统 .....              | 34 |
| 复习思考题 .....                      | 37 |
| 第三章 牵引电传动系统 .....                | 39 |
| 第一节 概 述 .....                    | 39 |
| 第二节 牵引电路 .....                   | 39 |
| 第三节 主变压器 .....                   | 47 |
| 第四节 牵引变流器 .....                  | 53 |
| 第五节 牵引电动机 .....                  | 56 |
| 复习思考题 .....                      | 58 |
| 第四章 高压电器 .....                   | 63 |
| 第一节 受电弓、主断路器及高压隔离开关 .....        | 63 |
| 第二节 高压接地开关、高压电压互感器及高压电流互感器 ..... | 71 |
| 复习思考题 .....                      | 72 |
| 第五章 辅助电气系统 .....                 | 75 |
| 第一节 辅助电气系统概述 .....               | 75 |



|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 第二节 辅助变流器 .....                       | 75         |
| 第三节 辅助机组 .....                        | 81         |
| 第四节 辅助电路 .....                        | 85         |
| 第五节 辅助电气系统保护电路 .....                  | 88         |
| 复习思考题 .....                           | 90         |
| <b>第六章 微机网络控制系统 .....</b>             | <b>95</b>  |
| 第一节 微机网络控制系统概述 .....                  | 95         |
| 第二节 微机控制系统组成及功能 .....                 | 96         |
| 第三节 微机显示屏 .....                       | 99         |
| 第四节 机车控制电路 .....                      | 101        |
| 复习思考题 .....                           | 110        |
| <b>第七章 CCB II 制动系统 .....</b>          | <b>116</b> |
| 第一节 CCB II 制动系统概述 .....               | 116        |
| 第二节 风源系统 .....                        | 116        |
| 第三节 CCB II 制动机 .....                  | 123        |
| 第四节 CCB II 气路综合作用 .....               | 133        |
| 第五节 辅助管路系统 .....                      | 137        |
| 复习思考题 .....                           | 138        |
| <b>第八章 机车操作与应急故障处理 .....</b>          | <b>153</b> |
| 第一节 机车操作 .....                        | 153        |
| 第二节 机车操作注意事项 .....                    | 158        |
| 第三节 机车应急故障处理 .....                    | 159        |
| 第四节 机车乘务员日常检查 .....                   | 167        |
| 第五节 机车乘务员全面检查 .....                   | 175        |
| 复习思考题 .....                           | 190        |
| <b>附件 1 HXD3 型机车空气管路图 .....</b>       | <b>193</b> |
| <b>附件 2 HXD3 型电力机车制动机试验程序 .....</b>   | <b>194</b> |
| <b>附件 3 HXD3 型电力机车主要部件代号一览表 .....</b> | <b>197</b> |

# 第一章 机车总体、走行部和车体

## 第一节 机车总体

HXD<sub>3</sub> 型交流大功率电力机车是按我国铁路重载运输要求设计的机车。HXD<sub>3</sub> 型机车轴式为 C<sub>0</sub>—C<sub>0</sub>, 机车全长约 20.846 m, 机车输出功率 7 200 kW, 最大启动牵引力为 570 kN, 最高运行速度为 120 km/h。

和谐型电力机车的工作原理: 机车由 50 Hz 的 25 kV 单相交流接触网供电, 经过受电弓输送到机车主变压器, 经变压器变压后送给机车牵引变流器, 机车牵引变流器输出的是频率和电压均可调的三相交流电, 然后送给车下三相交流牵引电动机, 三相交流牵引电机把电能转化为机械能, 使机车牵引运行。

HXD<sub>3</sub> 型机车由转向架、车体、电传动装置、高压电器部分、通风系统、辅助系统、空气与制动系统、微机控制系统等组成。

### 一、机车技术特点

1. 轴式为 C<sub>0</sub>—C<sub>0</sub>, 电传动系统为交—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, 具有启动(持续)牵引力大、恒功率速度范围宽、黏着性能好、功率因数高等特点。

2. 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。

3. 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。

4. 总体设计采用高度集成化、模块化的设计思路, 电气屏柜和各种辅助机组分功能斜对称布置在中间走廊的两侧; 采用了规范化司机室, 有



利于机车的安全运行。

5. 采用带有中梁的、整体承载的框架式车体结构,有利于提高车体的强度和刚度。

6. 转向架采用滚动抱轴承半悬挂结构,二系采用高圆螺旋弹簧;采用整体轴箱、推挽式低位牵引杆等技术。

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

8. 采用独立通风冷却技术。牵引电机采用由顶盖百叶窗进风的独立通风冷却方式;主变流器水冷和主变压器油冷采用水、油复合式铝板冷却器,由车顶直接进风冷却;辅助变流器也采用车外进风冷却的方式;另外还考虑了司机室的换气和机械间的微正压。

9. 采用了集成化气路的空气制动系统,具有空电制动功能。机械制动采用轮盘制动。

10. 采用了新型的模式空气干燥器,有利于压缩空气的干燥,减少制动系统阀件的故障率。

## 二、机车主要技术参数

### 1. 工作电源:

电流制                      单相交流 50 Hz

额定电压                    25 kV

在 22.5~31 kV 之间时,机车能发挥额定功率。

### 2. 牵引性能参数:

电传动方式                交—直—交传动

持续功率                   7 200 kW

机车速度:

持续制速度                70 km/h(23 t 轴重)

                                 65 km/h(25 t 轴重)

最高速度                    120 km/h

启动牵引力                520 kN(23 t 轴重)

                                 570 kN(25 t 轴重)

|                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| 持续牵引力(半磨耗轮)      | 370 kN(23 t 轴重)                 |
|                  | 400 kN(25 t 轴重)                 |
| 恒功率速度范围          | 65~120 km/h(25 t 轴重)            |
|                  | 70~120 km/h(23 t 轴重)            |
| 3. 动力制动性能参数:     |                                 |
| 电制动方式            | 再生制动                            |
| 电制动功率            | 7 200 kW(70~120 km/h)(23 t 轴重)  |
|                  | 7 200 kW(65~120 km/h)(25 t 轴重)  |
| 最大电制动力           | 370 kN(15~70 km/h)(23 t 轴重)     |
|                  | 400 kN(15~65 km/h)(25 t 轴重)     |
| 4. 主要结构尺寸:       |                                 |
| 轨距               | 1 435 mm                        |
| 轴式               | $C_0 - C_0$                     |
| 机车总重             | $138^{+3\%}_{-1\%}$ t (23 t 轴重) |
|                  | $150^{+1\%}_{-3\%}$ t (25 t 轴重) |
| 轴重               | (23+2)t                         |
| 机车前、后车钩中心距       | 20 846 mm                       |
| 车体底架长度           | 19 630 mm                       |
| 车体宽度             | 3 100 mm                        |
| 车体高度             | 4 100 mm(新轮)                    |
| 机车全轴距            | 14 700 mm                       |
| 转向架固定轴距          | (2 250+2 000)mm                 |
| 车轮直径             | 1 250 mm(新轮)                    |
|                  | 1 200 mm(半磨耗)                   |
|                  | 1 150 mm(全磨耗)                   |
| 受电弓落下时,滑板顶面距轨面高度 | (4 775±30)mm                    |
| 受电弓滑板距轨面的工作范围    | 5 200~6 500 mm                  |
| 车钩中心线距轨面高度(新轮)   | (880±10)mm                      |
| 排障器距轨面高度         | (110±10)mm                      |
| 5. 功率因数:         |                                 |

当机车发挥 10% 及以上额定功率时  $\geq 0.98$ 。

6. 等效干扰电流(JP):

额定功率时,机车在持续制牵引工况下,在距牵引变电所 10 km 处测量  $\leq 2.5$  A。

7. 额定网压下,在牵引工况发挥持续功率时的机车总效率  $\geq 0.85$ 。

8. 机车采用微机控制:

(1) 车微机控制功能

① 机车预备的顺序逻辑综合控制。

② 机车牵引力和制动力控制。

③ 机车空电联合制动控制。

④ 机车主、辅电路过流、过压、欠压、接地等保护控制。

⑤ 机车空转/滑行保护控制;机车轴重转移补偿控制。

⑥ 机车重联控制;车定速控制。

(2) 机车动力学性能

机车应以 5 km/h 速度安全通过半径为 125 m 的曲线,并应能在半径 250 m 的曲线上进行正常摘挂作业。

以 120 km/h 速度于平直道上施行紧急空气制动时,最大制动距离: 23 t 轴重时  $\leq 800$  m, 25 t 轴重时  $\leq 900$  m。

### 三、机车牵引特性及其特性曲线

(一) 机车牵引特性及其特性曲线概念

1. 机车牵引特性

机车牵引力随着机车速度变化的关系,称为机车牵引特性。

2. 机车牵引特性曲线

在坐标图上用线条表示机车牵引力随着机车速度变化关系的图像,称机车牵引特性曲线。

(二) 和谐型电力机车牵引特性及其特性曲线

HXD3 型电力机车的牵引控制采用恒牵引力,准恒速特性控制方式,手柄级位设定为 13 级,级间平滑调节。

## 1. 25 t 轴重时的牵引力特性控制

(1) 25 t 轴重, 限制及牵引特性控制函数关系见式(1-1)。

$$F = \begin{cases} 570 \\ 600.9 - 3.09v \\ 26\,000/v \\ 640N - 64v \\ 80N \end{cases} \quad \text{取最小值作为输出值} \quad (1-1)$$

式中  $F$  —— 机车轮缘牵引力(kN);

$v$  —— 机车速度 km/h;

$N$  —— 机车司机控制器手柄级位。

公式(1-1)中前三项中为机车的牵引力限制曲线, 当机车速度小于等于 10 km/h 时, 机车最大牵引力限制为 570 kN; 当机车速度大于 10 km/h 小于等于 65 km/h 时, 机车最大牵引力限制按线段  $F = 600.9 - 3.09v$  线性限制, 机车进入加速区; 当机车速度大于 65 km/h 时, 机车最大牵引力限制按曲线  $F = 26\,000/v$  进行限制, 当机车速度达到 120 km/h 时, 进行速度限制, 此区段为机车功率限制区。

公式 1-1 中后两项为机车特性控制曲线, 包括恒牵引力启动阶段和准恒速运行阶段。

## ① 恒牵引力启动阶段

机车司机控制器每个级位的牵引力变化设定为 80 kN。机车按  $F = 80N$  关系启动, 输出牵引力与级位成正比例关系, 司控器每增加 1 级位, 牵引力相应增加 80 kN, 当级位增加到 7 级以上时, 输出牵引力受最大牵引力限制, 输出 570 kN。

## ② 准恒速运行阶段

机车运行阶段按  $F = 640N - 64v$  关系运行, 牵引力随着速度的增加线性下降, 牵引力不能为负值, 当计算结果为负值时, 输出牵引力为零。机车每级速度变化范围为 10 km/h。当机车速度达到 120 km/h 时, 将进行速度限制。25 t 轴重限制及牵引特性控制曲线见图 1-1。

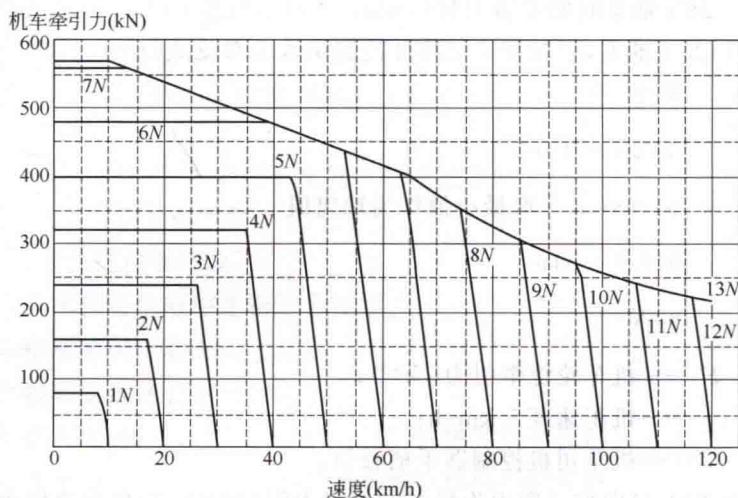


图 1-1 牵引特性控制曲线(25 t 轴重)

(2) 23 t 轴重时的牵引力特性控制  
与 25 t 轴重时的牵引力特性控制类似,不再叙述。

#### 四、机车电制动特性及其特性曲线

##### (一) 机车电制动特性及其特性曲线概念

###### 1. 机车电制动特性

机车电制动力随着机车速度变化的关系,称为机车电制动特性。

###### 2. 机车电制动特性曲线

在坐标图上用线条表示机车牵引力随着机车速度变化关系的图像,称机车电制动特性曲线。

##### (二) 和谐型电力机车电制动特性及其特性曲线

25 t 轴重时,制动力限制及制动特性控制函数关系见式(1-2)。

$$B = \begin{cases} 400 \\ 36.4v - 145.6 \\ 26\,000/v \\ 36.4v - 364(N - 1) \end{cases} \quad (1-2)$$



取最小值作为输出值。

$B$  ——机车轮缘制动力(kN);

$v$  ——机车速度(km/h);

$N$  ——机车司机控制器手柄级位。

公式(1-2)中前三项中为机车的制动力限制曲线,当机车速度小于等于 65 km/h 时,机车最大制动力限制为 400 kN;当司控器手柄级位为 1 时,机车电制动力进入低速限制区,机车速度从 15 km/h 按  $36.4v - 145.6$  限制线性下降,当机车速度小于 4 km/h 时,机车将无制动力输出;当机车速度大于 65 km/h 时,机车最大制动力按曲线  $B = 26\,000/v$  进行限制,此区段为机车功率限制区。

公式(1-2)中最后一项为制动特性控制函数,机车制动力在上述限制曲线范围内按  $B = 36.4v - 364(N - 1)$  函数关系进行控制,制动力随着速度的增加线性下降,制动力不能为负值,当计算结果为负值时,输出制动力为零。机车每级速度变化范围为 10 km/h。25 t 轴重制动力限制及制动特性控制曲线见图 1-2。

23 t 轴重时制动力限制及制动特性控制曲线与 25 t 轴重机车类似,不再叙述。

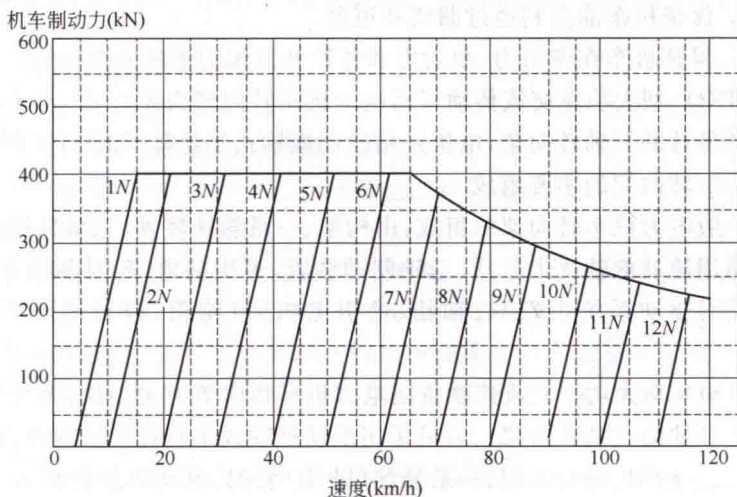


图 1-2 25 t 轴重限制及制动控制曲线



## 第二节 转向架

转向架是机车的走行部分,承受机车上部的全部重量,传递机车各个方向的力。其性能直接关系到机车运行的平稳性和安全性。现代机车走行部基本上都是采用转向架的结构型式。这主要是因为转向架式走行部能适应高速、重载、各种驱动方式和轴式,以及适合各种各样要求的弹性悬挂方式和基础制动方式。

### 一、转向架的作用及结构

#### (一)转向架的作用

1. 承载车体上部的全部质量,包括车体、动力装置以及各种辅助装置和电机电器设施。

2. 保证必要的轮轨间黏着,以传递牵引力和制动力,使机车运行和停车。

3. 缓和线路对机车的冲击,保证机车运行的平稳性。使垂向和水平向均有较好的运行平稳性。

4. 保证机车能顺利通过曲线和道岔。

5. 保证机车在牵引力、制动力和各种外力作用下的安全运行。

HXD3 型大功率交流传动货运电力机车转向架为无心盘、无导框、独立弹性悬挂的三轴转向架,电机采用滚动抱轴式半悬挂,如图 1-3 所示。

#### (二)转向架的主要组成

一般电力机车转向架的组成:由构架、一系悬挂装置、二系悬挂装置、电机采用滚动抱轴式半悬挂、基础制动装置,牵引装置、轮对驱动系统组成。轮对驱动系统由轮对、轴箱、牵引电机、齿轮箱、抱轴承等零部件组成。

HXD3 型大功率交流传动货运电力机车转向架为无心盘、无导框、独立弹性悬挂的三轴转向架。电机采用滚动抱轴式半悬挂。转向架的主要组成包括:构架、轮对装配、一系悬挂(轴箱)装配、电动机悬挂装置、基础制动装置、二系悬挂(支承)装配、牵引装置、转向架配管和转向架附件等

部分,

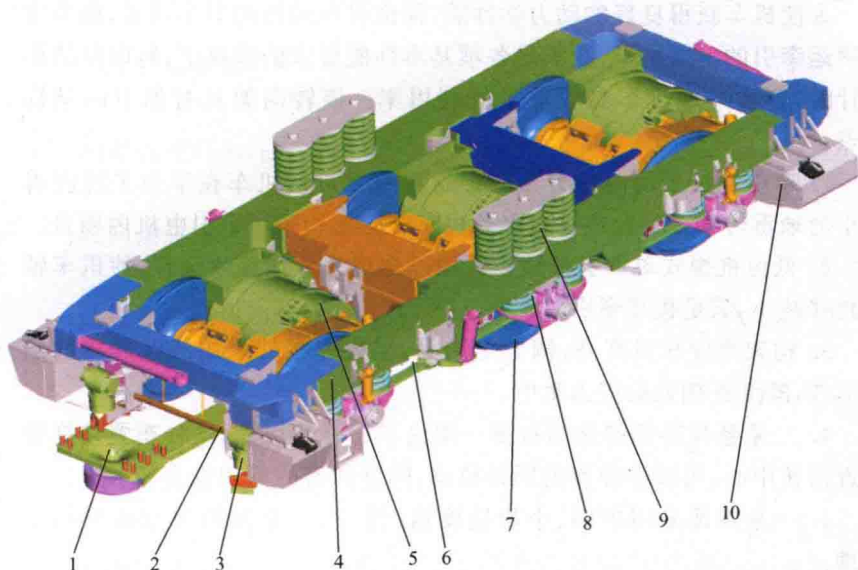


图 1-3 HXD3 型电力机车转向架总图

1—牵引装置;2—排石器;3—基础制动装置;4—构架;5—电动机悬挂装置;  
6—轮缘润滑装置;7—轮对;8—一系悬挂(轴箱)装配;9—二系悬挂(支承);10—砂箱

### (三)转向架力的传递

机车运行时,转向架对机车的垂向力、横向力、纵向力的传递:

1. 垂向力,包括机车的静载荷和动载荷。

其传递途径为:车体→二系弹簧组及减振器→构架→一系弹簧组及减振器→轴箱→轮对→钢轨。

2. 横向力,包括机车通过曲线时的离心力、外轨超高引起的机车质量在横向的分力以及机车横向振动引起的动作用力等。

其传递途径为:车体→侧挡→构架→轴箱止挡→轴箱→轮对→钢轨。

3. 纵向力,包括机车运行时的牵引力和制动力,以及机车在启动和制动时引起的纵向冲动。

其传递途径为:钢轨→轮对→轴箱→轴箱拉杆→构架→牵引杆→车体→车钩。

#### (四)转向架主要结构特点

为使机车获得良好的动力学性能,保证机车运行的安全可靠,作为重载货运牵引的电力机车,在满足各项基本性能要求的前提下,转向架结构设计时,着重考虑机车黏着重量的利用率。该转向架具有如下的结构特点:

1. 牵引电机采用内顺置布置。这种布置可使机车在牵引工况获得较小的轴重转移。为此现在大多数机车转向架均采用牵引电机内顺置。

2. 低位推挽式单牵引杆结构。加以合理的悬挂参数选择,使机车轴重转移减小,满足机车牵引要求。

3. 构架刚度和强度高,侧架与端梁、横梁连接处采用圆弧连接的结构形式,降低连接处的应力集中。

4. 二系悬挂高圆弹簧组每侧一组由三个弹簧组成,这种布置使弹簧接近回转中心,可减小弹簧的回转位移,降低弹簧的剪切应力。

5. 一系弹簧采用单圈、小静挠度值,使一、二系弹簧参数搭配趋于合理。

6. 基础制动采用轮盘制动,使轮对受力形式较踏面制动更加合理。

7. 驱动装置采用滚动抱轴式半悬挂结构。

#### (五)转向架主要结构技术参数

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| 总长(mm)    | 7 468                          |
| 总宽(mm)    | 3 110                          |
| 轨距(mm)    | 1 435                          |
| 轴距(mm)    | 2 250+2 000                    |
| 车轮直径(mm)  | 新轮 1 250                       |
|           | 半磨耗 1 200                      |
|           | 到限轮径 1 150                     |
| 轮对内侧距(mm) | 1 353                          |
| 踏面宽度(mm)  | 140                            |
| 轴式        | C <sub>0</sub> —C <sub>0</sub> |