

高等职业技术教育“十四五”规划教材——铁道机车类

# 电力机车构造

(第3版)

主 编 高 伟 钟恩松 李长留

副主编 穆荣果 牛 可

主 审 李向前

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

-----  
图书在版编目 ( C I P ) 数据

电力机车构造 / 高伟, 钟恩松, 李长留主编. —3  
版. —成都: 西南交通大学出版社, 2023.3  
ISBN 978-7-5643-9219-2

I. ①电… II. ①高…②钟…③李… III. ①电力机  
车—构造—高等职业教育—教材 IV. ①U264.03

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 047499 号  
-----

Dianli Jiche Gouzao

电力机车构造

(第3版)

主编 高伟 钟恩松 李长留

责任编辑 王旻  
封面设计 曹天擎

---

出版发行 西南交通大学出版社  
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号  
西南交通大学创新大厦 21 楼)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

---

印 刷 四川玖艺呈现印刷有限公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印 张 18

字 数 448 千

版 次 2014 年 12 月第 1 版

2019 年 7 月第 2 版

2023 年 3 月第 3 版

印 次 2023 年 3 月第 8 次

书 号 ISBN 978-7-5643-9219-2

定 价 59.80 元

---

课件咨询电话: 028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

## 第3版前言

“电力机车构造”是铁道机车运用与维护专业核心课程，是专业学生学习专业理论知识和基本技能训练的开门石，重在让学生认知铁道机车总体结构和各部作用，为学生踏入机车乘务员和机车检修等相关岗位打下坚实的技能基础。

《电力机车构造》是国家十三五规划教材，全国优秀教材建设奖（职业教育与继续教育类）一等奖获奖教材。本教材以铁道机车运用与维护专业高职学生工作岗位技能需求定位，采用项目化教学，细化典型任务分解，既让学生掌握铁道机车总体结构和作用原理，贴近机务生产现场实际，突出机车司机岗位技能的培养；又注重学生阅读、写作、总结、沟通、观察、信息化等软技能的培养，为以后的专业发展打下良好的基础。

本教材为校企“双元”合作联合开发，引入最新现场技术。组建了产教融合、分工协作的教材编写团队，由学校专业教师和企业技术专家两部分组成，教材的编写紧跟铁路行业最新技术发展。专业教师团队带头人为教育部首批“全国高校黄大年式教师团队”核心成员，企业技术专家团队带头人为全国技术能手、铁路局首席技师“蓝领专家”李向前专家。根据机务生产现场的新工艺、新技术、新规范对教材内容进行定期修订，实时更新数字化课程资源。

本教材从我国蒸汽—内燃—电力机车的发展过程出发，普及了蒸汽机车和内燃机车的基本结构原理，选择了典型交直流传动电力机车 SS<sub>4</sub>G 型电力机车、交流传动电力机车 HX<sub>D</sub>1、HX<sub>D</sub>3 型电力机车作为主要学习对象，基本涵盖了我国典型电力机车机型，主要内容以和谐系列电力机车为主，采用大量的实物图片，易学易懂，较以往教材有很大突破。

本教材融入思政元素，大力弘扬工匠精神。立德树人是教育的根本任务，专业课程必须与思想政治理论同向同行。本教材由中宣部“最美奋斗者”“全国技术能手”“铁路工匠”李向前担任主审，教材的编写，充分融入了全国技术能手、铁路工匠等的真实成长案例，让学生在学习专业知识的同时，受到工匠精神的熏陶。在潜移默化中，不断提高自身的思想政治觉悟，培养学生健全的人格。

本教材体现了“岗赛课证融通”综合育人模式。铁道机车运用与维护专业学生面向的主要就业岗位是铁路机车司机。教材在编写过程中，始终以铁路机车司机岗位的典型工作任务来设计教材主体内容，辅助融入电力机车司机职业技能竞赛和“1+X”职业技能等级证书的

相关内容，从而促进“岗赛课证融通”综合育人模式的落地生根。

本教材借助信息化技术，打造立体化 AR 超媒体教材。通过手机或移动设备扫描书中二维码或带有“AR”图标的图片，即可获得立体动画、图片、视频、教学 PPT 等数字化课程资源。利用增强现实（AR）技术，将多种形式的数字资源（图片、动画、视频等）与传统纸质图书相融合，打造出“身临其境”的沉浸式学习场景，丰富的一体化课程资源，使专业学习不受时间和空间的限制。

本教材打破了传统教学方式，注重以学生为教学中心，每个项目任务中设计了问题引导和学生自觉活动环节，在自觉活动环节中给学生设计了很多具体的任务，注重了学生阅读、写作、动手等多方面能力的培养。本教材也是一部教案，教材框架结构从每个任务介绍、问题引导、学生自觉活动到效果评价，充满了课堂教学设计，更方便新教师教学使用。

本教材由郑州铁路职业技术学院高伟、钟恩松、钟李长留担任主编，中国铁路郑州局集团有限公司穆荣果、郑州铁路职业技术学院牛可担任副主编，中国铁路郑州局集团有限公司首席技能大师李向前担任主审。其中，钟恩松编写项目一，牛可编写项目二、项目三，高伟编写项目四，李长留编写项目五，刘文博编写项目六，陈奎元编写项目七，穆荣果编写项目八，党建猛编写项目九。编者在编写过程中得到了中国铁路郑州局集团有限公司和西南交通大学出版社的大力支持，在此深表谢意。

由于编者水平所限，疏漏及不当之处在所难免，敬请广大读者和同行批评指正。

编者  
2023年2月

## 第 2 版前言

“电力机车构造”课程是铁道机车运用与维护专业的专业核心课，是铁道机车运用与维护专业学生学习专业知识和技能的开门石，重在让学生掌握电力机车机械部的基本结构和作用。

本教材的编写，以高职高专学生工作环境和能力定位，采用项目化教学，典型任务分解，既让学生掌握机车机械部结构和作用原理，贴近机务生产现场实际，突出司机岗位能力的培养；又注重学生阅读、写作、总结、沟通、观察、信息化等软技能的培养，为以后的专业发展打下良好的基础。

本教材从我国电力机车的发展历程出发，选择了典型交直传动电力机车 SS<sub>4</sub>G 型电力机车，交流传动电力机车 HX<sub>D</sub>1、HX<sub>D</sub>3 型电力机车作为主要的学习对象，基本涵盖了我国典型电力机车机型，选用大量的实物图片，易学易懂，较以往教材有很大突破。

本书是一本 AR 超媒体教材，利用增强现实（AR）技术，将多种形式的数字资源（图片、动画、视频等）与传统纸质图书相融合，打造出“身临其境”的沉浸式学习场景，帮助学生理解书中晦涩难懂的抽象概念，从而提高学生学习的积极性和趣味性。

本教材由郑州铁路职业技术学院高伟、钟恩松担任主编，中国铁路郑州局集团有限公司穆荣果、郑州铁路职业技术学院牛可担任副主编，中国铁路郑州局集团有限公司首席技能大师李向前担任主审。其中，张金瑞编写项目一，钟恩松、牛可编写项目二、项目三，高伟编写项目四，李长留编写项目五，杨培义编写项目六，穆荣果编写项目七。编者在编写过程中得到了中国铁路郑州局集团有限公司郑州机务段和西南交通大学出版社的大力支持，在此深表谢意。

由于编者水平所限，书中疏漏及不当之处在所难免，敬请广大读者和同行批评指正。

编者  
2019 年 6 月



# 第 1 版前言

“电力机车构造”课程是铁道机车车辆专业的一门专业课,是学生学习其他专业课的基础,重在让学生掌握电力机车机械部的基本结构。

本教材的编写,以高职高专学生以后的工作环境定位,抛开一些复杂的理论知识,重在让学生了解电力机车的结构名称和作用原理,以实用为主,突出司机岗位能力的培养。

本教材从我国电力机车的发展过程中,选择了典型交直电力机车 SS<sub>4</sub>G 型电力机车、交流传动电力机车 HX<sub>D</sub>1 型电力机车及 HX<sub>D</sub>3 型电力机车作为教材的主要介绍对象,基本涵盖了我国典型电力机车机型,但主要内容放在了和谐系列机车上,较以往教材有很大突破。

本书由郑州铁路职业技术学院高伟、金光担任主编,李世伦担任副主编,郑州机务段高级工程师姚晓清担任主审。金光编写第一章,陈然编写第二章,高伟编写第三、四章,李世伦编写第五章,俎以宏编写第六章,李建龙编写第七章。在编写中得到郑州机务段的大力支持,在此深表谢意。

由于编者水平所限,书中疏漏及不当之处在所难免,敬请广大读者和同行批评指正。

编者  
2014 年 8 月





## AR 资源目录

序号	项目	任务	资源名称	资源类型	页码
1	项目一 电力机车总述	任务二 认知我国机车发展史	DF4 型内燃机车	动画	10
2			HXD1 型电力机车	动画	21
3		任务三 电力机车总体说明	机车轴列式	动画	28
4	项目二 电力机车车体	任务二 SS4G 型电力机车车体结构认知	SS4G 型电力机车	动画	35
5		任务三 HXD1 型电力机车车体结构认知	HXD1 型电力机车技术参数	动画	45
6			HXD1 型电力机车车体结构	动画	46
7			HXD1 型电力机车底架	动画	49
8			HXD1 型电力机车侧构和顶盖	动画	51
9		任务四 HXD3 型电力机车车体结构认知	HXD3 型电力机车车体结构	动画	54
10			底架装配	动画	55
11			侧墙立体结构	动画	57
12	项目三 电力机车设备布置	任务二 SS4G 型电力机车车体设备布置认知	SS4G 型电力机车内部设备布置	动画	61
13		任务四 HXD3 型电力机车设备布置认知	HXD3C 电力机车车体内部设备布置	动画	81
14			车顶设备示意图	动画	87
15	项目四 机车走行部 检查	任务一 转向架总体认知	转向架结构	动画	91
16		任务二 SS4G 型电力机车转向架认知	SS4G 型电力机车轮对与车轴	动画	99
17			SS4G 型电力机车车轮	动画	103
18			轴箱和轴箱定位	动画	104
19			SS4G 型电力机车轴箱拉杆实物	动画	106
20			齿轮传动装置	动画	117
21		任务三 HXD1 型电力机车转向架认知	HXD1 型电力机车转向架实物	动画	123
22			构架结构	动画	125
23		任务四 HXD3 型电力机车转向架认知	HXD3 型电力机车转向架示意图	动画	132
24			HXD3 型电力机车构架	动画	133

续表

序号	项目	任务	资源名称	资源类型	页码	
25	项目四 机车走行部 检查	任务四 HXD3 型机车转向架认知	HXD3 型电力机车轮对装配	动画	134	
26			HXD3 型电力机车轴箱装配 结构图	动画	135	
27			HXD3 型电力机车一系悬挂 装置	动画	136	
28			HXD3 型电力机车二系悬挂 装置	动画	136	
29			HXD3 型电力机车齿轮箱实物	动画	138	
30			盘形制动单元外形图	动画	139	
31		任务五 机车走行部检查训练	机车检查	视频	140	
32			机车走行部检查	视频	142	
33		项目五 牵引装置及 牵引缓冲装置	任务一 机车牵引装置结构认知	HXD3 型电力机车牵引装置 模型	动画	149
34				下作用式 13 号自动车钩	动画	152



教学必备文档资源

# 目 录

项目一 电力机车总述 .....	1
任务一 认知世界机车发展史 .....	1
任务二 认知我国机车发展史 .....	6
任务三 电力机车总体说明 .....	26
项目二 电力机车车体 .....	31
任务一 机车车体总体认知 .....	31
任务二 SS <sub>4</sub> G 型电力机车车体结构认知 .....	34
任务三 HXD <sub>1</sub> 型电力机车车体结构认知 .....	42
任务四 HXD <sub>3</sub> 型电力机车车体结构认知 .....	53
项目三 电力机车设备布置 .....	59
任务一 车体设备布置原则 .....	59
任务二 SS <sub>4</sub> G 型电力机车车体设备布置认知 .....	60
任务三 HXD <sub>1</sub> 型电力机车设备布置认知 .....	69
任务四 HXD <sub>3</sub> 型电力机车设备布置认知 .....	81
项目四 机车走行部检查 .....	90
任务一 转向架总体认知 .....	90
任务二 SS <sub>4</sub> G 型电力机车转向架认知 .....	94
任务三 HXD <sub>1</sub> 型电力机车转向架认知 .....	122
任务四 HXD <sub>3</sub> 型电力机车转向架认知 .....	131
任务五 机车走行部检查训练 .....	140
项目五 牵引装置及牵引缓冲装置 .....	145
任务一 机车牵引装置结构认知 .....	145
任务二 牵引缓冲装置结构认知 .....	150
任务三 车钩拆装技能训练 .....	159
项目六 电力机车通风系统 .....	162
任务一 SS <sub>4</sub> G 型电力机车通风系统认知 .....	162

任务二	HXd1 型电力机车通风系统认知 .....	166
任务三	HXd3 型电力机车通风系统认知 .....	174
<b>项目七</b>	<b>电力机车空气管路系统 .....</b>	<b>181</b>
任务一	SS <sub>4</sub> G 型电力机车空气管路系统分析 .....	181
任务二	HXd1 型电力机车空气管路系统分析 .....	185
任务三	HXd3 型电力机车空气管路系统分析 .....	192
<b>项目八</b>	<b>动力集中型动车组 .....</b>	<b>202</b>
任务一	动力集中型动车组总体认知 .....	202
任务二	动力集中型动车组动力车认知 .....	209
任务三	动力集中型动车组控制车及拖车认知 .....	240
<b>附录</b>	<b>蒸汽机车及内燃机车 .....</b>	<b>269</b>
任务一	蒸汽机车总体结构认知 .....	269
任务二	内燃机车总体结构认知 .....	270
任务三	DF <sub>4B</sub> 型直流电传动内燃机车总体认知 .....	272
任务四	HX <sub>N</sub> 5 型交流电传动内燃机车总体认知 .....	274
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>276</b>

# 项目一 电力机车总述

## 【项目概述】

本项目分为3部分内容：国外机车的发展、我国机车的发展，以及电力机车的主要组成结构；分别介绍了国外及我国机车发展不同阶段的机车类型，以及电力机车的主要组成部分及作用，这是对电力机车的总体结构认知。

## 【能力目标】

- (1) 能够简单叙述不同历史发展阶段的机车类型，并总结其主要特点；
- (2) 掌握我国韶山型电力机车及和谐型电力机车的主要型号及其主要技术参数；
- (3) 能够说出电力机车总体主要组成及各部分的作用；
- (4) 掌握机车轴列式的表示方法，可以准确阐述机车轴列式的含义。

## 任务一 认知世界机车发展史

### 【任务介绍】

通过对本任务的学习，了解蒸汽机车、内燃机车、电力机车、动车组、高速列车、气垫列车、磁悬浮列车的发展历史，并利用信息化手段学习世界机车发展的新动态，了解机车发展的新技术。

### 【问题引导】

- (1) 世界上第一台蒸汽机车是谁发明的？第一台电力机车是谁发明的？你能描述世界机车的发展历程吗？
- (2) 目前世界上电力机车的最高牵引质量是多少？机车的最高运行速度是多少？
- (3) 除了采用机车牵引，还有哪些轨道交通的运输方式？各有什么特点？

### 【自觉活动】

- (1) 仔细阅读本任务知识素材中关于世界机车发展史的全部内容，并对重要内容做好标记。(10分钟)
- (2) 分组制作世界机车的发展历程手抄报，要求版式新颖，内容有创意。(15分钟)
- (3) 根据自己的理解，归纳蒸汽机车、内燃机车、电力机车的主要特点。(10分钟)

(4)用信息化手段收集世界机车的发展动态、新技术,分组制作PPT向大家讲解。(10分钟)

### 【知识素材】

我们进行远距离旅行时,往往会乘坐火车,车上有座位、床铺、餐桌、洗手间等,简直就是流动的旅馆。坐在平稳的车厢里遥看车外的青山绿水、田园景色,令人心旷神怡。除此之外,火车还担负着运送货物的重任。让我们一起去看看火车的过去、现在和未来吧!

1804年,英国人德里维斯克改进瓦特的蒸汽机,造出了一台货运蒸汽机车。他将锅炉制成管状,使得蒸汽压力大大增加,而且比较安全。后来,他又把这种蒸汽机装在铁路马车上,于是,出现了最早的蒸汽机车(见图1-1)。

最早的载客火车也是由英国人德里维斯克发明的。1808年,他在伦敦建造了一条圆形的轨道,用蒸汽机车牵引,专门用来拉客人。这是第一辆真正的载客火车(见图1-2),但当时人们并没有认识到它的重要意义。

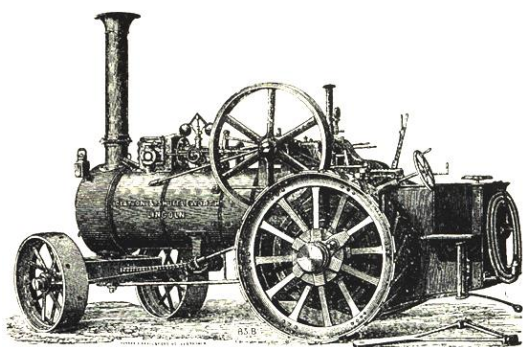


图 1-1 世界上最早的蒸汽机车

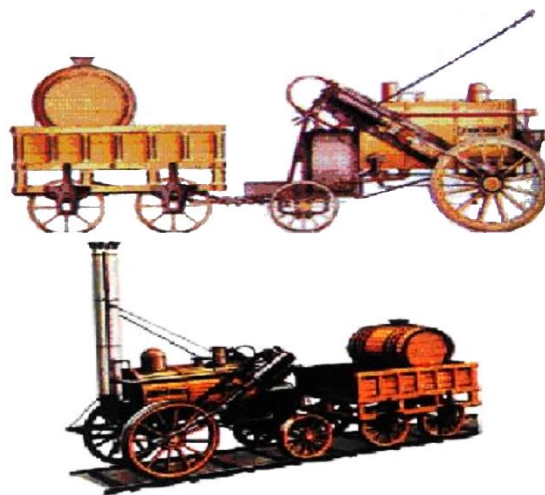


图 1-2 世界上最早的载客火车

1810年,英国人史蒂文生开始自己动手制造蒸汽机车,到1814年他的“布鲁克”号机车开始运行,这台机车有两个气缸、一个2.5 m长的锅炉,装有凸缘的车轮可以拉着8节矿车载重30 t,以6.4 km/h的速度前进。在以后的10年中,史蒂文生造了12辆与“布鲁克”号相似的火车头,虽然在设计上没有突破前人的成就,但他已经预见到火车时代即将到来。

1817年,英国一位名叫批司的商人,想修筑一条从达灵顿到斯托克顿的铁路,他聘请史蒂文生为修筑铁路的工程师。当时正值工业革命后期,钢铁工业、机器制造业已达到一定的水平,为铁路的铺设奠定了基础。史蒂文生在这条路上采用了长4.57 m的锻铁铁轨,两根轨道之间的距离为1.435 m,1825年建成通车。这是世界上第一条采用机车牵引并同时办理客运和货运业务的铁路(见图1-3)。

1825年9月27日,史蒂文生亲自驾驶自己设计制造的“动力”1号机车,拉着550名乘客,从达灵顿出发,以24 km/h的速度驶向斯托克顿,这被认为是人类历史上第一列用蒸汽

机车牵引，在铁路上行驶的旅客列车。

当列车顺利到达斯托克顿时，4万多观众振臂欢呼，祝贺人类历史上这一不平凡的旅行。

在1830年最后4个月中，利物浦—曼彻斯特铁路共运载旅客7万人次，1831年的运输总收入达50万英镑，到1832年，英国已拥有24条商用铁路，最兴旺的一条年运载35万人次旅客以及70万吨货物。在美国，仅1832年就建造了17条新铁路。到1936年，全美已有长达2 649 km的铁路。这一年，铁路运载旅客超过10万人次。交通史翻开了新的一页。

蒸汽机车虽然得到了广泛应用，但也存在着许多难以克服的缺点，比如它运送的煤1/4被它自己“吃掉”了，它每行驶80~100 km就要加水，行驶200~300 km就要加煤，行驶5 000~7 000 km还要洗炉；它在行驶中要排放黑烟，污染环境，尤其是在过山洞时，浓烟难以散出去，影响旅客和车上工作人员的健康……正是由于这些原因，曾经辉煌一时的蒸汽机车开始退出历史舞台，逐渐被新一代的内燃机车和电力机车所取代。

1879年，德国人西门子制造出一台小型电力机车，由150 V直流发电机供电。这台“不冒烟”的机车引起人们极大的兴趣，电力机车从此发展起来。1890年，英国的电力机车正式用于营运；美国于1895年开始将电力机车应用于干线运输；以后，德国、日本相继研制出了实用的电力机车（见图1-4）。



图 1-3 世界上第一条客货铁路



图 1-4 世界上最早的电力机车

1879年，世界上第一条电气化铁路在柏林建成。这条由西门子公司设计的铁路长约600 m，有3根铁轨，其中1根专门用来输送电力。

1881年，柏林电气化双轨铁路建成。其中一根铁轨为火线，另一根为地线。1885年，西门子-哈尔斯克公司成立，修建了长6 000 m的电气化铁路，首次采用高架电线来输送电流。

1904年，瑞士又架设了单向交流电压1.5万伏的高压电线，为500马力的BB型电力机车供电，从此，电气化铁路迅速发展起来。

20世纪初，美国通用电气公司组装了一辆汽油机车，用内燃机带动发电机，再通过发电机带动电动机，推动机车前进。

\* 马力为非法定计量单位，1 马力 = 735.499 W。

柴油机发明后, 由于它的经济性好, 很快在铁路上得到广泛应用。

1925年, 美国新泽西州的中央铁路使用了第一辆 220 kW 的小型柴油机车。后来很快出现了 2 574 kW 甚至 5 516 kW 的大型机车, 可以牵引超过 5 000 t 的货物, 速度高达 145 km/h。

电力机车可以获得较高的速度和牵引力, 但无论由高架线供电还是由第三轨供电, 对于几百千米甚至几千千米的远距离铁路线来说, 费用是相当高的, 一旦供电线路中断, 铁路运输就不得不停止。第二次世界大战后, 柴油机车的性能和制造技术迅速提高, 功率增加了近 1 倍, 并逐渐向大功率发展, 加之石油价格低廉, 促进了内燃机车的发展。美国、英国、加拿大等国都在 10 年左右的时间内实现了内燃机车化。

我们再来看柴油机车的“胞弟”燃气轮机车。最早的燃气轮机车是瑞典人于 1933 年制造的, 此后, 法国、美国都制造了不同功率的燃气轮机车, 并投入使用。燃气轮机车的优点是: 对燃油质量要求不高, 制造和修理简单, 用水极少, 不怕寒冷, 外界气温越低, 它的工作效率越高。但它的不足之处是: 效率比柴油机更低, 噪声大, 对材料的耐热性要求很高, 这在一定程度上制约了燃气轮机车的发展。如果克服了这些缺点, 燃气轮机车在交通领域中的发展前景将十分可观。

到 1950 年, 全世界已有近百个国家和地区建成铁路并开始运营。从 20 世纪 30 年代开始, 铁路受到来自公路和航空等运输方式的挑战, 美国和西欧各国纷纷把重点放在改进和更新现有的铁路系统, 以及提高火车的运行速度上, 目前的火车与早期的火车相比, 速度提高了十几倍, 列车总质量与机车功率都提高了数百倍。

最早的动车出现在 1906 年, 是英国人制造的一台电传动 150 kW 汽油动车, 可坐 91 人, 并带有行李间, 用于不繁忙地段。到了二十世纪二三十年代, 柴油动车发展迅速, 采用功率在 300 kW 以下的卧式柴油机, 运行速度可达 140 km/h (见图 1-5)。

随着动车功率的增大, 人们开始在动车后面加挂一节或几节轻型无动力车辆, 形成动车组。动车组两端均装有驾驶台, 到达终点后不必掉头即可返回起点站, 使用非常方便。同时, 动车组的运营费用低, 起动加速和制动减速都比较快, 运营速度逐年提高。

法国则以电力机车为研究对象, 其高速电力牵引列车在 1978 年曾创下时速 260 km 的纪录。1981 年 10 月, 新的高速列车“TGV”在巴黎—里昂干线正式投入使用 (见图 1-6)。采用流线型造型的“TGV”和常规列车相比, 空气阻力减小了 1/3。它装有大功率动力装置, 具有较强的爬坡能力, 可以高速爬上 35‰ 的陡坡, 也可在坡路上起动, 使用的仍是普通铁轨线路, 曾创下时速 380 km 的纪录。



图 1-5 动车的出现



图 1-6 法国 TGV 高速列车



法国阿尔斯通公司制造的 V150 型高速电气机车 (TGV) 在巴黎东南部的一段经特殊加固的铁路线上, 创下新的有轨铁路行驶速度世界纪录。在测试中, 列车经过 14 min 的不断加速, 达到了 574.8 km/h, 打破了 17 年前同样由 TGV 机车创造的 515.3 km/h 的纪录。

气垫列车是利用功率很强的航空发动机向轨道上喷射压缩空气, 使列车的车体和轨道之间形成一层几毫米厚的空气垫, 从而将整个列车托起, 悬浮在轨道面上, 再用装在后面的螺旋桨推动机车前进。法国是最早修建气垫悬浮式铁路的国家, 20 世纪 60 年代, 在巴黎和奥尔良郊外建成了两条气垫悬浮式铁路, 一条长 18 km, 另一条长 6.7 km, 列车的试验速度为 200 ~ 422 km/h (见图 1-7)。

磁悬浮列车是利用磁极吸引力和排斥力运行的高科技交通工具。排斥力使列车悬起来, 吸引力让列车开动。磁悬浮列车车厢上装有超导磁铁, 铁路底部安装线圈。通电后, 地面线圈产生的磁场极性与车厢的电磁体极性总保持相同, 两者“同性相斥”。排斥力使列车悬浮起来, 常规机车的动力来自机车, 磁悬浮列车的动力来自轨道。轨道两侧装有线圈, 交流电使线圈变为电磁体, 它与列车上的磁铁相互作用。列车行驶时, 车头的磁铁 (N 极) 被轨道上靠前一点的电磁体 (S 极) 所吸引, 同时被轨道上稍后一点的电磁体 (N 极) 所排斥, 结果是前面“拉”, 后面“推”, 使列车前进 (见图 1-8)。



图 1-7 法国气垫列车



图 1-8 磁悬浮列车

磁悬浮列车的最大优点是没有车轮与轨道之间的摩擦力。德国是最早研制磁悬浮系统的国家之一。日本于 1977 年制成样车, 1979 年在宫崎县进行了超高速磁悬浮列车试验, 时速达 517 km。磁悬浮列车具有噪声小, 振动轻微, 对环境污染小, 运行安全、舒适等特点, 是未来铁路运输发展的主要方向。

火车作为陆上交通工具, 气势非凡, 生来就有长、大、重、快的优势, 在长达一个世纪的时间里居于陆上运输的霸主地位。但 20 世纪以来, 许多国家开始向交通运输多样化方向发展, 铁路运输面临挑战, 为适应不断变化的形势, 各国铁路开始冲破传统模式, 进行大规模的技术改造, 并积极研制各种新型列车。在技术革命不断发展的时代, 未来的火车速度还将不断提高, 未来的铁路运输必将越来越快。

### 【效果评价】

- (1) 分组制作 PPT，以小组为单位演示世界机车的发展史，时间 10 分钟。
- (2) 分组制作 PPT，汇报世界机车新技术、新动态，时间 8 分钟。

## 任务二 认知我国机车发展史

### 【任务介绍】

从 1952 年我国制造出第一台解放型蒸汽机车起，我国铁路机车经历了从蒸汽机车到内燃机车、电力机车（韶山系列、和谐系列）的发展过程。通过对我国机车发展历程的学习，应掌握我国不同历史时期机车的特征和技术特点，其中韶山型电力机车和谐型电力机车是重中之重。

### 【问题引导】

- (1) 你曾经见过哪些型号的机车？它们分别是什么类型的机车？
- (2) 你对直流传动机车和交流传动机车有哪些认识？
- (3) 机车的技术发展以什么为主线？产生了哪些新技术？
- (4) 你能简短介绍我国电力机车的主要种类和特点吗？

### 【自觉活动】

- (1) 仔细阅读本任务知识素材中关于我国机车发展史的全部内容，并对重要内容做好标记。（25 分钟）
- (2) 用 Word 表格的形式归类总结我国电力机车的主要类型和特点。（5 分钟）
- (3) 设计手抄报，比较归纳我国直流传动机车和交流传动机车的区别。（15 分钟）
- (4) 制作 PPT，介绍我国机车的发展，重点介绍电力机车中的和谐型系列机车的主要结构特点。（45 分钟）

### 【知识素材】

我国第一辆火车是由当时任唐胥铁路总工程师的英国人薄内的夫人仿照乔治·史蒂文生制造的英国著名的蒸汽机车“火箭”号命名的，称为“中国火箭”号（见图 1-9），于 1881 年 6 月 9 日投入使用。由于中国工人在机车两侧各刻了一条龙，于是又把它叫作“龙号机车”。

目前中国铁道博物馆收藏着一台我国现存最古老的机车，由于机身上有一个大大的“0”字，人们便把它称为“0 号”机车。专家考证后认为唐胥铁路通车后，1882 年，又从英国购

来两台小型的 0-2-0 式（只有两对动轮）机车（称“0 号”），被认为是我国进口的第一批机车（见图 1-10）。

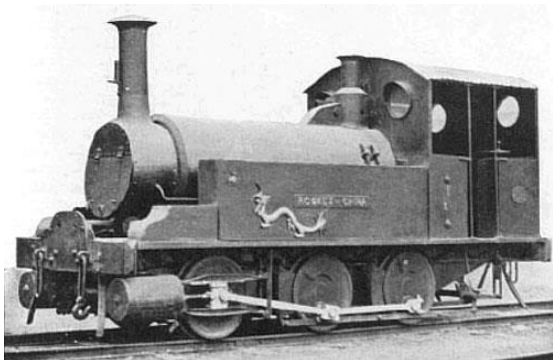


图 1-9 “中国火箭”号机车



图 1-10 中国现存最古老的“0号”机车

历史的车轮驶进“中华民国”，铁路建设的状况有所改观。南京临时政府在其成立之初设有交通部，又先后成立了中华全国铁路协会和中国铁路总公司。南京国民党政府虽然制定了大规模发展铁路的计划，并一度设立铁道部统管全国铁路事业，但建成的铁路并不多。到 1949 年，我国可统计的机车有 4 069 台，分别出自 9 个国家的 30 多家工厂，机车型号多达 198 种（见图 1-11）。

中华人民共和国成立后，随着铁路运输事业的迅速发展，对机车的需要日益增加，自行制造机车成为当务之急。由于当时的铁路牵引动力还是蒸汽机车，机车的制造即从蒸汽机车起步，沿着仿制旧型，改造旧型，进而自行设计新型机车的道路，循序渐进。

#### ● 解放型蒸汽机车——干线/货运蒸汽机车

1952 年 7 月，四方机车车辆厂制造出新中国第一台蒸汽机车，定名为解放型，代号 JF（见图 1-12），构造速度 80 km/h，全长（机车加煤水车）22 634 mm。这种机车随后成批生产，到 1960 年停止生产时，共制造了 455 台。



图 1-11 美国 1907 年生产的颇勒 1 (PLI) 型机车



图 1-12 解放 (JF) 型蒸汽机车

- **前进型蒸汽机车**

前进型蒸汽机车主要用于干线客/货运,1956年生产,总共生产了4 714台,现已退役(见图 1-13)。

- **建设型蒸汽机车**

建设型蒸汽机车主要用于干线货运/小运转,1957年生产,累计生产1 921台,已退役(见图 1-14)。



图 1-13 前进型蒸汽机车



图 1-14 建设型蒸汽机车

- **“巨龙号”内燃机车**

制造年份:1958年;设计速度:100 km/h。

我国第一台自己制造的内燃机车是1958年大连机车车辆厂仿照苏联T3型电传动内燃机车的“巨龙号”电传动内燃机车(见图 1-15),后经过改进设计定型,命名为东风型并成批生产。同年,北京二七机车厂试制成功“建设号”电传动内燃机车,戚墅堰机车车辆厂试制成功“先行号”电传动内燃机车,但这两种车都没有批量生产。四方机车车辆厂也于1958年开始设计,1959年试制成功我国第一台液力传动内燃机车,当时命名为“卫星号”,代号NY1。后经过长期试验和多次改进,定型为东方红型,于1966年成批生产。

- **东方红<sub>1</sub>型内燃机车**

制造年份:1964年;设计速度:120 km/h。

东方红<sub>1</sub>型是四方机车车辆厂1959年试制,1964年批量生产的干线客运内燃机车,机车按双机连挂设计,也可以单机使用(见图 1-16)。前73台的机车标称功率是1 060 kW,最高速度140 km/h,车长16 550 mm,轴式B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>;后36台的机车标称功率增加到1 220 kW,最高速度降为120 km/h,其他指标不变。

东风(DF)系列是电传动内燃机车,也是我国内燃机车的主力,保有量占国产内燃机车总数的一半以上。“东风”是个大家族,有DF<sub>1</sub>型、DF<sub>2</sub>型、DF<sub>3</sub>型、DF<sub>4</sub>型、DF<sub>5</sub>型、DF<sub>6</sub>型、DF<sub>7</sub>型、DF<sub>8</sub>型、DF<sub>9</sub>型、DF<sub>10</sub>型、DF<sub>11</sub>型、DF<sub>12</sub>型等。



图 1-15 巨龙号内燃机车



图 1-16 东方红内燃机车

#### • DF<sub>1</sub> 型内燃机车

DF<sub>1</sub> 型内燃机车主要用于干线货运，1970 年生产，现已基本退役（见图 1-17）。

图 1-17 DF<sub>1</sub> 型内燃机车

#### • DF<sub>4</sub> 型内燃机车

制造时间：1974 年；设计速度：120 km/h。

DF<sub>4</sub> 型内燃机车是大连机车车辆厂 1969 年开始试制的大功率干线客货运内燃机车（见图 1-18），1974 年转入批量生产。DF<sub>4</sub> 型内燃机车是我国铁路运输的主力内燃机车，担当着客运和货运的运输任务，在东风系列里面，DF<sub>4</sub> 型是中国内燃机车中的经典车型。该车从首台下线使用开始距今已超过 40 年的历史，至今仍然在使用当中，而且数量仍然相当庞大。即便是我国铁路已经走进铁路电气化的今天，它的地位依然没有被动摇，甚至在某些地区，它仍然是运输的主力。现在我们所见到的东风系列内燃机车，基本上都是以 DF<sub>4</sub> 型机车作为平台而设计制造的，可见 DF<sub>4</sub> 型内燃机车在中国铁路史上有着多么重要的地位。



图 1-18 DF<sub>4</sub>型内燃机车

● DF<sub>11</sub>型准高速内燃机车

制造时间：1992年；设计速度：170 km/h。

DF<sub>11</sub>型内燃机车（见图 1-19），是为广深线开行速度为 160 km/h 的旅客列车而研制的准高速客运内燃机车。机车标称功率 3 040 kW，最高运行速度为 170 km/h。1991 年底完成试制后，先后通过了型式试验、研究性试验和 15 万千米线路运用考核试验，最高试验速度为 186 km/h，牵引 13 辆客车，最高速度达 162 km/h。1994 年 12 月 22 日广深线正式开通，由 DF<sub>11</sub> 型内燃机车担当准高速旅客列车的牵引任务。DF<sub>11</sub> 型内燃机车的研制成功和大范围投入运用，是我国客运内燃机车技术发展新阶段的一个重要标志，开创了我国铁路客运向高速发展的新时期。DF<sub>11</sub> 被火车迷称为“狮子头”。



图 1-19 DF<sub>11</sub>型内燃机车

### ● 北京型内燃机车

制造时间：1975 年；设计速度：120 km/h。

北京型内燃机车是北京二七机车厂 1970 年开始试制，1975 年批量生产的 4 轴液力传动干线客运内燃机——北京单节型内燃机车，如图 1-20 所示。机车标称功率 1 500 kW，最高速度 120 km/h，车长 15 045 mm，轴式 B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>。北京型机车有 3 个品种，第一种就是 4 轴单节型，这种单节的北京型机车被车迷昵称为“小北京”；第二种就是 8 轴双节重联型，这种双节的北京型机车共生产了 6 组 12 台，被车迷昵称为“大北京”；第三种是北京 6001 型，轴式 D-D，只生产了 1 台，不久便拆解改造成两台“小北京”。

### ● 6K 型电力机车

6K 型电力机车是我国于 1987—1988 年间从日本进口的 6 轴交传动相控电力机车（见图 1-21），共进口 85 台，三菱电机公司提供电气部分，川崎重工业公司提供机械部分并进行总组装。机车采用 Z 形低位牵引拉杆、无两端横梁的 H 形构架、旁承弹簧承受车体载荷的无摇枕转向架和 C 级绝缘 800 kW 直流牵引电动机，同时机车采用了 PHAI-16 的 16 位微机控制系统，具有恒速控制、恒压控制、功率因数补偿控制、高黏着控制、过无电区控制、故障显示与记忆自诊断等功能。



图 1-20 北京型内燃机车



图 1-21 6K 型电力机车

### ● 8K 型电力机车

8K 型电力机车（见图 1-22），是中华人民共和国铁道部于 20 世纪 80 年代通过国际招标、按照“技贸结合”方式向欧洲五十赫兹集团订购引进的电力机车车型，投入丰沙铁路、京包铁路使用，担当晋煤外运煤炭列车的牵引任务。8K 型电力机车也集结了五十赫兹集团内各家公司的技术产品，包括瑞士勃朗-包维利公司的电子控制系统和 GTO 辅助逆变器，法国电气牵引设备公司（MTE）的转向架，AEG 的传动齿轮箱，西门子的主变压器、牵引电动机和辅助电机等。

### ● 6G 型电力机车

6G 型电力机车共有两种，一是 1972 年从法国 ALSTOM 公司贝尔福厂进口的，共 40 台，额定持续功率 5 400 kW，整备质量 138 t，最高速度 112 km/h；另一种是 1971 年从罗马尼亚

进口的,共两台,虽是罗马尼亚制造的,但其主要电气设备、传动均采用世界先进技术,如采用硅整流桥高压侧调压,电阻制动,电机全悬挂,空心轴传动,其持续功率为5 100 kW,轴式为C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>,额定速度69.5 km/h,最高速度120 km/h(见图1-23)。

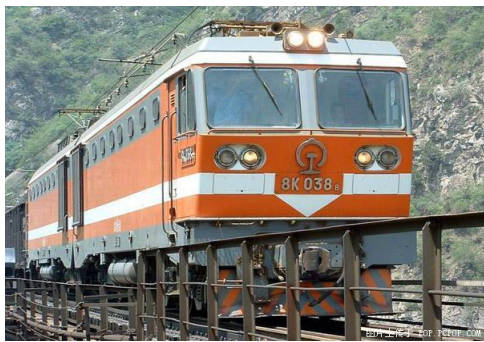


图 1-22 8K 型电力机车



图 1-23 6G 型电力机车

#### ● 8G 型电力机车

8G 型电力机车(见图1-24),是中华人民共和国铁道部在20世纪80年代根据中苏贸易协定、按照易货贸易形式从苏联引进的电力机车车型,共计100台,由诺沃切尔卡斯克电力机车厂于1987—1990年间生产,原型为苏联的VL80S型电力机车,全部配属太原铁路局使用。

#### ● 6Y<sub>1</sub> 型电力机车

1957年,我国组织了一个由第一机械工业部、铁道部以及高校有关专家学者组成的电力机车考察团,于1958年初赴苏联考察。考察团用半年时间,在苏联专家帮助下,以当时苏联新设计试制成功的H60型铁路干线交直流传动电力机车样机为基础,结合我国铁路规范,选用单相交流工频25 kV电压制,做出了机车的设计方案。考察团回国后,组成电力机车设计处,在苏联专家的帮助下,进行了全面设计。1958年底,湘潭电机厂在株洲电力机车厂(以下简称株洲厂),以及株洲电力机车研究所(以下简称株洲所)等厂所协助下,试制出了我国第一台电力机车,即6Y<sub>1</sub>型干线电力机车。6Y<sub>1</sub>机车小时功率3 900 kW,最高速度100 km/h,6轴。

1959年起,株洲厂和株洲所等厂所联合对6Y<sub>1</sub>机车进行了多次试验,做了很多改进,到1962年共试制5台机车,并在宝凤线上试运行。但是,由于引燃管、牵引电机、调压开关等仍存在问题,6Y<sub>1</sub>型未能批量生产。

#### ● 6Y<sub>2</sub> 型电力机车

1961年,我国第一条电气化铁路宝鸡到凤州线建成,由于6Y<sub>1</sub>型机车性能不过关,国家从法国阿尔斯通公司进口了部分6Y<sub>2</sub>型电力机车,其功率(指持续功率)4 740 kW,最高速度101 km/h,6轴(见图1-25)。





图 1-24 8G 型电力机车

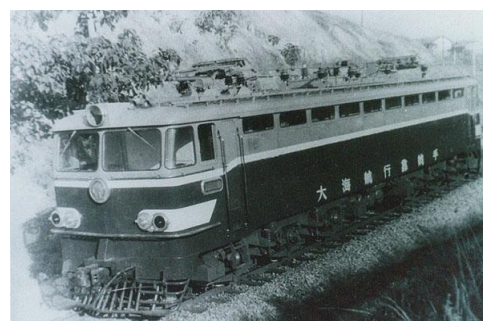
图 1-25 6Y<sub>2</sub>型电力机车

### • SS<sub>1</sub> 型电力机车

SS<sub>1</sub> 型电力机车是我国第一代（有级调压、交直传动）电力机车（见图 1-26）。它是由我国 1958 年试制成功的第一台引燃管 6Y<sub>1</sub> 型电力机车（仿苏联 20 世纪 50 年代 H60 机车）逐步演变而来，但其三大件（引燃管、调压开关、牵引电动机）可靠性较差，经历了 3 次重大技术改造。

### • SS<sub>2</sub> 型电力机车

株洲厂和株洲所于 1966 年开始韶山<sub>2</sub>（SS<sub>2</sub>）型电力机车的设计工作。在吸取了法国 6Y<sub>2</sub> 型大量先进技术的基础上，于 1969 年在株洲厂设计试制出第一台机车（见图 1-27）。其小时功率 4 800 kW，最高速度 100 km/h，6 轴。采用高压侧调压开关 32 级调压，硅整流器整流，800 kW，6 级低压脉流牵引电动机，并大量采用了其他先进技术。后经两次改造，于 1978 年投入试运行。主要改进有采用大功率晶闸管两段半控桥相控调压，相控他励牵引电动机和电子控制等新技术。SS<sub>2</sub> 型虽然由于个别技术不能配套，未能批量生产，但它为 SS<sub>1</sub> 型机车改进，以及其他型号机车、动车的设计生产积累了宝贵经验。

图 1-26 SS<sub>1</sub> 型电力机车图 1-27 SS<sub>2</sub> 型电力机车

• SS<sub>3</sub>型电力机车

韶山<sub>3</sub> (SS<sub>3</sub>)型电力机车是我国第二代(级间相控调压、交直传动)客货用电力机车。该型机车是在吸收了SS<sub>1</sub>、SS<sub>2</sub>型电力机车成熟经验的基础上,由株洲厂和株洲所共同研制,并于1978年底试制出厂(见图1-28)。

• SS<sub>3B</sub>型电力机车

韶山<sub>3B</sub> (SS<sub>3B</sub>)型电力机车是大功率半导体整流、客货运两用干线电力机车(见图1-29)。其电流制为工频单相交流。牵引及制动功率大,起动平衡,加速快,工作可靠,司机室工作条件良好,污染少,维修简便。

SS<sub>3B</sub>型电力机车为大功率半导体桥式全波整流,采用二极管晶闸管相控结合的平滑调压,牵引特性为恒流控制特性,加馈电阻制动特性,比SS<sub>3</sub>型机车具有更优越的制动特性。机车采用脉流串激式4极牵引电动机,大面积立式百叶窗车体通风方式。车内设备按斜对称空间布置,采用成套组装,双边走廊。



图 1-28 SS<sub>3</sub>型电力机车



图 1-29 SS<sub>3B</sub>型电力机车

• SS<sub>4</sub>型电力机车

韶山<sub>4</sub> (SS<sub>4</sub>)型电力机车是由各自独立且又互相联系的两节车组成,每节车均为一个完整的系统(见图1-30)。主电路采用四段经济半控桥,相控调压。它具有恒压或恒流控制的牵引特性和恒速或恒励磁控制的电阻制动特性。空气制动采用DK-1型电空制动机。

• SS<sub>4G</sub>型电力机车

SS<sub>4G</sub>型电力机车属于交直传动电力机车,是重联机车,由各自独立、又互相联系的两节车组成,如图1-31所示。



图 1-30 SS<sub>4</sub>型电力机车



图 1-31 SS<sub>4G</sub>型电力机车

### • SS<sub>4B</sub>型电力机车

韶山<sub>4B</sub> (SS<sub>4B</sub>)型 8 轴重载货运电力机车是由株洲厂和株洲所共同研制的 (见图 1-32)。该型机车是我国第三代 (无级调压、交直传动) 相控电力机车。遵循我国电力机车标准化、系列化、简统化的设计原则, 继承 SS<sub>4</sub>型、SS<sub>4G</sub>型机车的成熟技术, 大量吸收消化国外 8K、6K、8G、6G 型等机车的先进技术。1995 年 12 月 SS<sub>4B</sub>型 001 号电力机车研制完成。

### • SS<sub>4C</sub>型电力机车

韶山<sub>4C</sub> (SS<sub>4C</sub>)型电力机车是我国铁路使用的一种干线货运电力机车, 由株洲厂在 SS<sub>4G</sub>型、SS<sub>4B</sub>型电力机车的基础上于 1997 年研制成功, 属于 25 t 轴重实验性机车, 仅试制两台 (见图 1-33)。



图 1-32 SS<sub>4B</sub>型电力机车



图 1-33 SS<sub>4C</sub>型电力机车

### • SS<sub>5</sub>型电力机车

韶山<sub>5</sub> (SS<sub>5</sub>)型电力机车是用于牵引准高速列车的试验车款, 是国家“七五”重点科技攻关项目, 于 1988—1989 年间设计, 其间也参考了我国购买法国阿尔斯通公司 8K 型机车时同时引进的国外先进技术。

SS<sub>5</sub>型电力机车是我国铁路的电力机车车款之一, 由株洲厂制造, 在退役前配属郑州铁路局郑州机务段 (见图 1-34)。

两台样板车分别于 1990 年 9 月和 10 月制成, 至 1990 年共制造了两台原型车, 并在西安—宝鸡进行了 30 万千米的运行考核。但这款机车技术仍未成熟, 主要问题是采用电机空心轴传动以达到电机全悬挂, 但簧下重量太大, 传动系统强度差, 黏着系数在满载时急剧下降, 造成轮对严重空转 (打滑)。

SS<sub>5</sub>型的制造经验与试验结果, 为 1994 年起制造的韶山<sub>8</sub> (SS<sub>8</sub>)型电力机车提供了技术基础。

### • SS<sub>6</sub>型电力型机车

韶山<sub>6</sub> (SS<sub>6</sub>)型铁路干线客货两用电力机车是为郑州—宝鸡铁路电气化工程国际招标而设计的 (见图 1-35)。SS<sub>6</sub>型机车有两个 3 轴转向架 (C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>), 采用单边直齿轮弹性传动滚动抱轴承。牵引电机为日本日立公司提供的 800 kW 牵引电动机。机车主电路为两段桥相控无级调压, 转向架独立供电, 具有轴重转移的电气补偿功能; 为减少无功损耗, 机车采用了功率因数补偿装置。

机车牵引起动控制为恒流限速特性控制, 制动控制为准恒速或恒功制动控制。为充分发挥牵引或制动黏着力, 机车具有防空转、防滑行控制功能。机车电制动为电阻制动, 空气制动采用 DK-1 电空制动机。



图 1-34 SS<sub>5</sub>型电力机车



图 1-35 SS<sub>6</sub>型电力机车

• SS<sub>6B</sub>型电力机车

韶山<sub>6B</sub> (SS<sub>6B</sub>)型电力机车是1992年为郑宝铁路电气化工程提供的国际招标第三批电力机车(见图1-36)。它是由株洲厂和株洲所共同研制开发的6轴干线用交传动相控电力机车。该型机车的设计,以国内外交传动相控电力机车成熟的技术和经验为基础,并根据铁道部“关于开展电力机车筒统化、系列化”的精神,较大范围内采用和吸收了SS<sub>4</sub>和SS<sub>6</sub>型机车的技术。样车于1992年12月完成。

• SS<sub>7</sub>型电力机车

韶山<sub>7</sub> (SS<sub>7</sub>)型电力机车是轴式为3B<sub>0</sub>的交传动相控电力机车,它是铁道部“八五”期间的重点科研项目,其研制目的是采用3B<sub>0</sub>转向架,以适用于山区小曲率半径线路,可减小机车轮缘磨耗,并提高机车牵引能力。SS<sub>7</sub>型电力机车及其派生系列均由大同机车厂(以下简称大同厂)、成都机车车辆厂(以下简称成都厂)和株洲所共同研制。首台SS<sub>7</sub>型电力机车于1992年12月30日试制出厂(见图1-37)。



图 1-36 SS<sub>6B</sub>型电力机车



图 1-37 SS<sub>7</sub>型电力机车

### ● SS<sub>7B</sub>型电力机车

韶山<sub>7B</sub> (SS<sub>7B</sub>)型电力机车(见图 1-38)为铁道部重点科技项目。它是 1996 年设计完成, 1997 年试制成功的一种新型的重载货运电力机车。

SS<sub>7B</sub>型电力机车是 SS<sub>7</sub>型电力机车系列化产品之一, 其研制生产也是我国铁路“重载提速”政策重点实施步骤之一。其走行部、传动系统等均达到国内先进水平, 并接近了世界水平。

### ● SS<sub>7C</sub>型电力机车

韶山<sub>7C</sub> (SS<sub>7C</sub>)型电力机车(见图 1-39)从牵引客车的实际出发, 吸收国内外客车的成熟经验, 对机车的牵引性能、动力学性能、主要电机电器性能等方面进行了专门设计, 它具有以下特点: 牵引性能优良, 加速和高速性能匹配合理; 轴重轻、簧下重量小, 动力学性能在既有线路上表现良好; 满足客车的用电、用风要求; 运用可靠等。



图 1-38 SS<sub>7B</sub>型电力机车



图 1-39 SS<sub>7C</sub>型电力机车

### ● SS<sub>7D</sub>型电力机车

韶山<sub>7D</sub> (SS<sub>7D</sub>)型电力机车(见图 1-40)是我国铁路的电力机车车型之一, 是为适应我国铁路大提速的需要, 特别为陇海铁路郑州—西安段而设计的准高速干线客运用电力机车, 由大同厂、株洲所、成都厂于 1999 年联合研制成功, 至 2002 年累计生产了 59 台, 全部配属西安铁路局西安机务段使用。SS<sub>7D</sub>型电力机车持续功率为 4 800 kW, 最高速度为 170 km/h, 主要特点为采用三段不等分半控桥整流电路、加馈电阻制动、牵引电机架悬式全悬挂、独立通风系统等。

### ● SS<sub>7E</sub>型电力机车

韶山<sub>7E</sub> (SS<sub>7E</sub>)型电力机车(见图 1-41)技术参数如下:

轴式: C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>; 轴重: 21 t; 机车最高速度: 170 km/h; 牵引功率: 4 800 kW; 机车整备质量: 126 t; 电传动方式: 交传动; 制动方式: 加馈电阻制动。



图 1-40 SS7D 型电力机车



图 1-41 SS7E 型电力机车

- 模块化 SS7E 型电力机车

模块化 SS7E 型电力机车是为适应铁路跨越式发展，满足机车车辆的“标准化、系列化、模块化、信息化”的要求，在 SS7E 型电力机车基础上进行升级改进的直流准高速客运电力机车（见图 1-42）。模块化 SS7E 型电力机车具备强大的功率及牵引力，牵引持续功率为 4 800 kW，最高速度为 170 km/h，机车牵引 17 节客车在平直道达到 160 km/h 速度只需 8 min 26 s，加速度距离为 16.64 km，满足国内各干线提速需要。

- SS<sub>8</sub> 型电力机车

韶山<sub>8</sub> (SS<sub>8</sub>) 型电力机车是用于准高速干线客运的交传动相控电力机车（见图 1-43）。它是“八五”期间国家重点科技攻关项目，由株洲厂和株洲所共同研制。原设计用于广深线准高速铁路，现已用于我国主要干线电气化铁路快速客运。SS<sub>8</sub> 型电力机车，1998 年 6 月 24 日在京广线的许昌至小商桥区间创造了 240 km/h 的当时中国铁路高速纪录。SS<sub>8</sub> 型电力机车对推动我国客运准高速及高速机车的发展具有重要意义。



图 1-42 SS7E 型模块化电力机车



图 1-43 SS<sub>8</sub> 型电力机车

- SS<sub>9</sub> 型电力机车

韶山<sub>9</sub> (SS<sub>9</sub>) 型电力机车是由株洲厂和株洲所联合研制的大功率 6 轴客运交传动相控电力机车（见图 1-44），用于牵引 160 km/h 准高速旅客列车。其研制目的是加大机车功率，提高牵引力，以满足具有长大坡度线路的满编旅客列车准高速运行的需要。该机车在研制过程中坚持了简统化、标准化、系列化的原则。

### • SS<sub>9</sub>G 型电力机车

韶山<sub>9</sub>G (SS<sub>9</sub>G) 型客运电力机车是依据铁道部科技研究开发项目要求而设计的 6 轴干线客运电力机车 (见图 1-45), 用于牵引 160 km/h 准高速旅客列车。其研制目的是加大机车功率, 提高牵引力, 以满足较大坡度线路的旅客列车提速需要。



图 1-44 SS<sub>9</sub> 型电力机车



图 1-45 SS<sub>9</sub>G 型电力机车

### • AC4000 型电力机车

我国第一台交流传动 AC4000 型电力机车原型车是株洲厂和株洲所承担研制的“八五”国家重点科技攻关项目 (见图 1-46)。AC4000 型机车是在 1 000 kW 交直传动地面试验系统基础上, 结合我国交直传动电力机车的成熟技术和结构特点, 吸收国外类似电力机车的先进技术而研制的。AC4000 型电力机车于 1996 年制成, 证实了我国自己有能力开发交流传动电力机车, 同时为实现中外合作、技术引进创造了有利条件, 为我国交流传动电力机车发展写下了新的一页。

### • DJ 型交流传动高速电力机车

2000 年 6 月 25 日, 株洲厂生产出了编号为 DJ0001 和 DJ0002 的两辆运营时速为 220 km, 最高试验时速可达 260 km 的交流传动高速列车, 使中国电力机车研制一步跨越 20 年, 跻身于国际先进水平。这是株洲所根据国家“九五”科技攻关项目而着手研制的一种新型电力机车 (见图 1-47)。



图 1-46 AC4000 型交流传动电力机车



图 1-47 DJ 型交流传动高速电力机车

### • DJ<sub>3</sub> (天梭号) 电力机车

DJ<sub>3</sub> (天梭号) 电力机车由北车集团大同电力机车有限公司 (以下简称大同电力机车有限公司) 于 2002 年为适应铁路机车交流化的要求, 自主研发开发的 200 km/h 交流传动客运电力机车, 可用于牵引 200 km/h 高速旅客列车。机车功率 4 800 kW, 机车采用先进的交流传动技术, 具有恒功范围宽, 轴功率大, 黏着特性好, 效率和功率因数高等特点, 为我国铁路跨入高速运输行列提供了保证 (见图 1-48)。



图 1-48 DJ<sub>3</sub> 型交流传动电力机车

### • 和谐 (HX) 系列电力机车

和谐系列电力机车是南车集团和原北车集团与国外企业合作, 引进消化技术, 并国产化的新一代交流传动货 (客) 运机车。分为每轴 1 200 kW 的和谐 1、2、3 型 (1、2 型为 8 轴, 3 型为 6 轴), 以及每轴 1 600 kW 的和谐 1B、2B、3B (均为 6 轴) 两代大功率机车。设计最高速度均为 120 km/h。2012 年, 新推出了专用于准高速客运的两款 6 轴机车, 每轴 1 200 kW, 总功率 7 200 kW 的和谐 1D、3D 机车, 设计最高速度为 176 km/h, 持续速度为 160 km/h。

#### • 和谐 1 型

HXD<sub>1</sub> 型电力机车是干线货运用 8 轴大功率交流电传动电力机车 (见图 1-49)。该型机车是中国铁路与中外企业联合研发的交流电传动电力机车产品之一。在被命名为“和谐”型之前, 称为 DJ<sub>4</sub>, 当时 DJ<sub>4</sub> 共有两个型号, 第一款是由株洲电力机车有限公司及德国西门子研发, 编号由 0001 起, 以西门子公司 EuroSprinter 系列机车作为技术平台, 后车型代号改为 HXD<sub>1</sub> (数字是生产厂商代号: 1 代表株洲电力机车有限公司), 一般称为“和谐 1”型电力机车 (车辆编号 HXD<sub>1</sub> × × × ×)。

HXD<sub>1</sub> 型电力机车由两节完全相同的单端司机室 4 轴车通过内重联环节连挂成 8 轴机车, 成为一完整系统。司机可在一个司机室对重联机车进行控制; 装有远程重联控制系统, 适合于多机分布式重载牵引; 机车车体采用中央梁承载方式; 独立通风方式; 轴式 2 (B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>); 单交流电牵引电动机功率 1 200 kW, 8 轴机车总功率为 9 600 kW; 机车轴重按 25 t 设计, 去掉车内配重压铁可实现机车轴重 23 t 的转换。





图 1-49 HXD1 型电力机车

由株洲电力机车有限公司制造的首台机车于 2006 年 11 月 8 日出厂，截至 2009 年，HXD1 型机车累计生产了 220 台。HXD1 型机车自 2007 年交付太原铁路局湖东机务段运用，主要用于大秦铁路，牵引运煤重载货运列车。HXD1 型机车双机可牵引两万吨重载组合列车。2009 年 5 月，连接大同—包头的大包铁路完成电气化工程，由湖东机务段配属的和谐 1 型电力机车交路延伸至大包线。

铁道部于 2007 年 8 月 18 日再与株洲电力机车有限公司及西门子签约，订购 500 台 6 轴机车，以 EuroSprinter 电力机车为原型研制，合同总值超过 3.34 亿欧元。新车型号被定为 HXD1B 型。

#### • 和谐 2 型

HXD2 型电力机车是干线货运用 8 轴大功率交流电传动电力机车（见图 1-50）。由大同电力机车有限责任公司与法国阿尔斯通交通运输股份有限公司联合开发。在阿尔斯通公司的 PRIMA 系列电力机车的基础上研制，根据我国铁路线路的具体情况设计而成。该机车车型代号 HXD2（数字是生产厂商代号：2 代表大同电力机车有限公司），一般称为“和谐 2”型电力机车（车辆编号 HXD2××××）。车辆在被命名为“和谐”型之前，曾被称为“DJ4”，编号由 6001 起。HXD2 型电力机车是中国铁路机车技术现代化的重要产品之一。

HXD2 型机车采用标准化、模块化设计，每台机车由两节单端司机室的 4 轴车固定重联而成，机车车身采用整体承载式焊接车体结构，整体独立通风系统；分布式微机网络结构控制；轴式 2（B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>）；机车轴重按 250 kN 设计，去掉车内压铁可实现机车轴重 230 kN 的转换；采用滚动抱轴式电机悬挂，异步牵引电机，IGBT 水冷变流机组，牵引传动控制系统为

独立轴控方式,单轴功率为 1 200 kW,机车总功率为 9 600 kW,是中国铁路既有机车中单轴功率最大的机车。

HXd2 型机车是中国铁路与中外企业联合研发的交流电传动电力机车之一。2004 年 6 月 11 日,大同电力机车有限公司与法国阿尔斯通交通运输股份有限公司签署了技术转让及合作生产框架协议;2007 年 3 月 12 日,大同电力机车有限公司和阿尔斯通交通运输股份有限公司联合获得了铁道部的采购合同,订单数为 180 台。其中,12 台(HXd20001~HXd20012)在法国贝尔福的工厂制造;36 台(HXd20013~HXd20048)以散件形式付运,由大同电力机车有限公司组装;其余 132 台(HXd20049~HXd20180)均为“国产化”版本。首台 HXd2 型机车于 2006 年 12 月从法国装船,于 2007 年 1 月 21 日运抵中国天津港。2007 年 5 月 18 日,首台国内组装 HXd2 型机车在大同电力机车有限公司下线。至 2008 年 12 月,全部 180 台 HXd2 型机车交付完毕。

• 和谐 1B

HXd1B 型电力机车是大功率交流传动 6 轴干线货运用电力机车(见图 1-51),是我国首款使用最大功率 1 600 kW 交流电牵引电动机的 6 轴“和谐型”电力机车车型之一,主要服务我国华南、中部和东南区,是“和谐型”大功率交流电力机车系列中一主型机车。该型机车由株洲电力机车有限公司与德国西门子公司联合研制。HXd1B 型 6 轴电力机车是株洲电力机车有限公司在 HXd1 型 8 轴电力机车设计制造技术平台的基础上研制的,参考了 EG3100 型电力机车。车型代号 HXd1B,一般称为“和谐”1B 型电力机车(车辆编号 HXd1B0×××)。该型机车采用 IGBT 牵引变流器,单轴控制技术,单轴交流牵引电动机最大功率 1 600 kW、总功率 9 600 kW,轴式 C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>。



图 1-50 HXd2 型电力机车



图 1-51 HXd1B 型电力机车

铁道部于 2007 年 8 月与株洲电力机车有限公司及西门子公司签约,采购 500 台 HXd1B 型电力机车。首台机车于 2009 年 1 月 16 日在株洲厂下线。首批 5 台 HXd1B 型电力机车于 6 月底交付武汉铁路局江岸机务段使用,2012 年投入武汉北至郑州北区间承担 6 000 t 货物列车的牵引任务。

### ● 和谐 2B

HXD<sub>2</sub>B 型电力机车是大功率交流电传动 6 轴干线货运用电力机车（见图 1-52），是我国铁路首三款使用最大功率 1 600 kW 交流电牵引电动机的 6 轴“和谐型”电力机车车型之一（其余两型是 HXD<sub>1</sub>B 和 HXD<sub>3</sub>B）。该型车由大同电力机车有限责任公司与法国阿尔斯通公司联合研发，其设计以阿尔斯通 PRIMA6000 机车为原型车，车型代号 HXD<sub>2</sub>B，一般称为“和谐”2B 型电力机车（车辆编号 HXD<sub>2</sub>B0×××）。HXD<sub>2</sub>B 型机车牵引电机采用滚动抱轴式悬挂装置，牵引控制装置采用独立轴控方式，单轴功率为 1 600 kW，总功率 9 600 kW，可牵引 6 500 t 货运列车，最大运行速度达 120 km/h，轴式 C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>。

### ● 和谐 3B

HXD<sub>3</sub>B 型电力机车是大功率 9 600 kW 交流电传动 6 轴干线货运用电力机车（见图 1-53），HXD<sub>3</sub>B 型机车由大连机车车辆有限公司与德国庞巴迪公司联合研制，其设计以庞巴迪的 IOREKiruna 机车为基础，以大连机车车辆有限公司为主进行设计、生产，由庞巴迪公司提供技术支持和设备供应。



图 1-52 HXD<sub>2</sub>B 型电力机车



图 1-53 HXD<sub>3</sub>B 型电力机车

铁道部于 2007 年 2 月与大连机车车辆有限公司及庞巴迪公司签订采购协议，订购 500 台 HXD<sub>3</sub>B 型电力机车，这是我国铁路历史上铁道部最大一笔机车采购订单。

### ● 和谐 1C

HXD<sub>1</sub>C 型电力机车是干线货运用 6 轴交流传动电力机车（见图 1-54），是株洲电力机车有限公司为适应中国铁路运输市场的需要而研制的主型机车，其设计参照了株洲电力机车有限公司与德国西门子联合研制制造的 HXD<sub>1</sub> 型和 HXD<sub>1</sub>B 型电力机车，但使用了更多国产化元件。株洲电力机车有限公司方面称，HXD<sub>1</sub>C 型机车的国产化率达 90% 以上，包括使用 IGBT 模块（3 300 V/1 200 A）的牵引变流器、网络控制系统等。其轴式为 C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>，单轴控制技术，每轴装有一台最大功率 1 200 kW 的交流电牵引电动机，总功率 7 200 kW，可在线路坡度 12‰ 以下的路段，牵引 5 000 ~ 5 500 t 货物列车。

### ● 和谐 2C

和谐 2C 型大功率交流传动电力机车是大同电力机车有限公司自主创新的最新成果。机

车单轴功率 1 200 kW，总功率达到 7 200 kW，可实现单机牵引 5 000~6 000 t 货物列车。机车吸收了国内外先进电力机车的成熟技术，机车技术指标达到了世界一流（见图 1-55）。



图 1-54 HXD1C 型电力机车



图 1-55 HXD2C 型电力机车

### ● 和谐3

HXD3 机车使用了 C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub> 式转向架，每轴装有一台 1 200 kW 交流牵引电动机，整车输出功率为 7 200 kW（见图 1-56）。首台原型车编号 SSJ<sub>3</sub>-0001，后改名为 DJ<sub>3</sub>，2003 年年底完成，2004 年 4 月 26 日由大连机车车辆有限公司厂房驶出，前往北京铁道科学研究院环形线进行试验，试验于当年 7 月 4 日完成，之后这台机车一直待在大连机车车辆有限公司停放至今。

2004 年 10 月 27 日，铁道部与大连机车车辆有限公司签订合同，订购 60 台该型机车，新车以试验车 SSJ<sub>3</sub>-0001 及日本货物铁道会社使用的 EH500 型作为技术平台，其中 4 台（30001~30004）整车进口，12 台（30005~30016）散件进口组装，东芝提供原装部件，包括牵引电机等，由大连机车车辆有限公司组装；其后 44 台通过日本技术转移，由大连机车车辆有限公司制造达至国产化。首台国产化机车于 2006 年 12 月 8 日出厂及交付使用。

### ● 和谐 3C

这款机车是“和谐型”交流传动电力机车系列中，首款适用于客货运的两用车型，配备有 DC600 V 列车供电插座。由大连机车车辆有限公司进行研发及生产，其产品技术借鉴了先前制造的 HXD<sub>3</sub> 型（日本东芝）和 HXD<sub>3</sub>B 型机车。和谐 3C 机车包括：HXD<sub>3</sub>C 客运型（大连机车车辆有限公司），HXD<sub>3</sub>C（中国北车集团北京二七机车厂）。HXD<sub>3</sub>C 型电力机车是我国目前保有量最大的客运型机车（见图 1-57）。

大连机车车辆有限公司自主设计出具有完全自主知识产权的和谐 3C 型交流传动电力机车。这是国内首次采用客、货通用平台研制出的第一个带列车供电的新型机车。和谐 3C 型客货通用电力机车为 6 轴交流传动，是在和谐 3 型、和谐 3B 型电力机车国产化批量生产的基础上，吸纳和借鉴了这两种车型的优良性能，以我为主、自行研制开发设计的新产品。机车最大功率 7 200 kW，最高运行速度达 120 km/h，是我国铁路运输的急需车型。



图 1-56 HXD3 型电力机车



图 1-57 HXD3C 型电力机车

首台样车已于 2010 年 7 月下线，并在中国铁道科学研究院东郊分院环形铁道及焦月线上进行可靠性测试。HXD3C 型电力机车是中国首款可以向列车供电的和谐型电力机车，解决了我国大量普速型直供电车底（主要为 25G 型车，构造速度 120 km/h）依靠 SS<sub>7D</sub>、SS<sub>7E</sub>、SS<sub>8</sub>、SS<sub>9</sub>/SS<sub>9G</sub>、DF<sub>11G</sub> 等准高速机车牵引而导致各机务段机车运用紧张的局面。

#### • 和谐 1D

HXD1D（和谐电 1D）型电力机车为大功率 6 轴干线客运电力机车（见图 1-58），由株洲电力机车有限公司于 2011 年完成全部施工图设计，2012 年首台机车下线，最大速度为 160 km/h。采用大功率 IGBT（3 300 V/1 200 A）水冷变流器、大功率异步牵引电机、卧式主变压器、微机网络控制系统、DK-2 制动机、全悬挂转向架、独立通风等技术，机车单轴功率 1 200 kW，最高运行速度 160 km/h，适应中国铁路使用环境。

#### • 和谐 3D

HXD3D 型电力机车是交流传动 6 轴干线客运电力机车（见图 1-59），由大连机车车辆有限公司研发及生产，为 200 km/h 等级的客运型机车，最大持续运营速度为 160 km/h，功率 7 200 kW，为目前国内最大功率的客运型机车之一。HXD3D 型机车可缓解全路准高速机车运用的紧张状况，填补我国交流传动大功率机车在准高速范围内实际运用的空白。机车完成实验考核，已在 2013 年批量生产。车型代号 HXD<sub>3D</sub>（数字是生产厂商代号：3 代表大连机车车辆有限公司），一般称为和谐 3D 型电力机车（车辆编号 HXD<sub>3D</sub>××××）。



图 1-58 HXD1D 型电力机车



图 1-59 HXD3D 型电力机车

和谐 3D 型机车与和谐 1D 型机车属于同一系列，参数也基本相同。和谐 1D 是原中国南车集团的产品，和谐 3D 是原中国北车集团的产品。随着 DF<sub>11G</sub>、SS<sub>7E</sub>、SS<sub>9</sub>/SS<sub>9G</sub> 这些准高速客运机车的逐步退役，和谐 1D 与和谐 3D 将一起成为未来中国铁路干线准高速客运的主力军。

### 【效果评价】

- (1) 分组制作 PPT，每组抽一人简述蒸汽机车、内燃机车、电力机车工作原理的区别。
- (2) 随机展示我国电力机车的图片，说出机车类型，并介绍主要参数和技术特点。
- (3) 总结韶山型电力机车与和谐型电力机车的区别与联系。
- (4) 用 PPT 介绍我国目前和谐电力机车的种类和特点。

## 任务三 电力机车总体说明

### 【任务介绍】

通过对电力机车总体组成的学习，掌握机车机械部分各部结构的名称、作用，机车轴列式的表示方法、机车主要参数的含义。

### 【问题引导】

- (1) 在没有学习这门课之前，你知道电力机车的内部都有哪些主要设备吗？
- (2) 电力机车机械部分指的是哪些部件？你能说出它们的名称吗？大致有什么作用呢？
- (3) 你能说出机务现场一台机车的轴列式吗？
- (4) 机车的主要技术参数代表什么含义？

### 【自觉活动】

- (1) 仔细阅读本任务知识素材中关于机车组成、轴列式表示方法、机车主要技术参数等内容，并对重要内容做好标记。（10 分钟）
- (2) 用结构框图的形式展示电力机车的总体组成，分组进行交流讨论。（5 分钟）

### 【知识素材】

电力机车由电气部分、机械部分和空气管路系统三大部分组成。

电气部分包括牵引电动机、牵引变压器、整流硅机组、变流器等各类电气设备。通过它们把取自接触网的电能转变为机械能，同时实现对机车的控制。

机械部分包括车体、转向架、车体与转向架的连接装置和牵引缓冲装置。

空气管路系统包括风源系统、制动机管路系统、控制管路系统和辅助管路系统。

## 一、电力机车机械部分各部的作用

### 1. 车 体

车体是电力机车上部车厢部分，可分为：

(1) 司机室：乘务人员操纵机车的工作场所。电力机车设置两端司机室，可以双向行驶，不用掉头。

(2) 机器间：用于安装各种电气和机械设备，一般分为几个室，各类设备分室安装。电力机车组装如图 1-60 所示。



图 1-60 电力机车组装

## 2. 转向架

转向架是机车的走行部分（见图 1-61、图 1-62），它是电力机车机械部分中最重要的组成部分，主要包括：

- (1) 构架：转向架的基础受力体，也是各种部件的安装基础。
- (2) 轮对：机车在线路上的行驶部件，由车轴、车轮及传动大齿轮组成。
- (3) 轴箱：用以固定轴距，保持轮对正确位置，安装轴承等。
- (4) 轴箱悬挂装置：也称一系悬挂，缓冲轴箱以上部分的振动，减小运行中的动力作用。
- (5) 齿轮传动装置：通过降低转速、增大转矩，将牵引电动机的功率传给轮对。
- (6) 牵引电动机：将电能变成机械能转矩，传给轮对。
- (7) 基础制动装置：主要由制动缸、传动装置、闸瓦等组成。

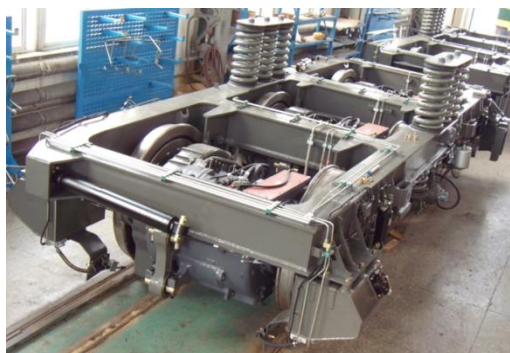


图 1-61 电力机车转向架

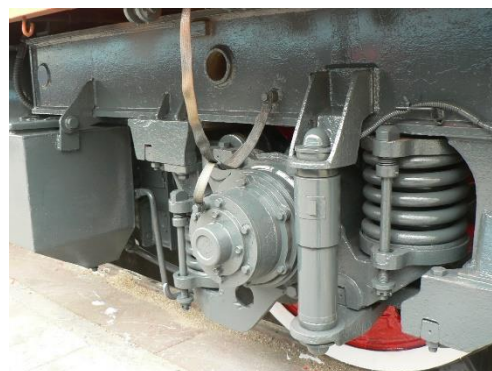


图 1-62 转向架侧部

### 3. 牵引装置

牵引装置设置在车体与转向架之间，通过牵引杆把转向架的牵引力传递给车体。

### 4. 牵引缓冲装置

牵引缓冲装置指车钩和缓冲器（见图 1-63），车钩是机车与列车的连接装置，为了缓和连挂和运行中的冲击，还设置有缓冲器。



图 1-63 牵引缓冲装置

## 二、机车轴列式

列车轴列式如图 1-64 所示。

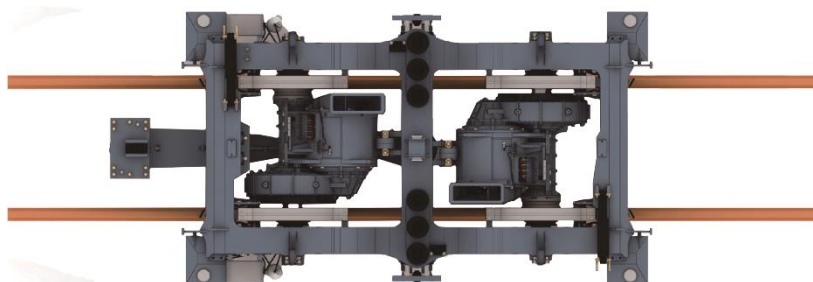


图 1-64 机车轴列式



轴列式是表示机车走行部分结构特点的一种方法，它可以用数字表示，也可以用字母表示。用数字表示称为数字表示法，用字母表示称为字母表示法。

### 1. 数字表示法

数字表示每台转向架的动轴数，注脚“0”表示每一动轴为单独驱动。无注脚表示每台转向架的动轴为成组驱动。数字之间的“-”表示转向架之间无直接的机械连接。

例如，SS<sub>4G</sub>型电力机车的轴列式为2(2<sub>0</sub>-2<sub>0</sub>)，表示为两节机车，每节为两台、两轴转向架，动轴为单独驱动。

SS<sub>9</sub>、SS<sub>7E</sub>型电力机车的轴列式为3<sub>0</sub>-3<sub>0</sub>，表示每台机车为两台、三轴转向架，动轴为单独驱动。

### 2. 字母表示法

用英文字母表示每台转向架的动轴数。英文字母A、B、C…分别对应数字1、2、3…其他含义与数字法相同。

例如，SS<sub>4G</sub>型电力机车的轴列式(2<sub>0</sub>-2<sub>0</sub>)也可以表示为(B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>)。

SS<sub>9</sub>、SS<sub>7E</sub>型电力机车的轴列式3<sub>0</sub>-3<sub>0</sub>也可以表示为C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>。

## 三、机车技术参数

典型机车机械部技术参数见表1-1。

表 1-1 典型机车机械部技术参数

车 型	SS <sub>3B</sub>	SS <sub>4G</sub>	SS <sub>8</sub>	SS <sub>9</sub>	HXD <sub>3</sub> (230 kN 轴重)
制造年代	1992	1993	1997	2001	2007
轴列式	C <sub>0</sub> -C <sub>0</sub>	2(B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> )	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> -C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> -C <sub>0</sub>
机车总质量/t	138	184	88	126	138
轴重/t	23	23	22	21	23
转向架质量/t	32.5	21.2	13.0	31.5	30.193
机车宽度/mm	3 100	3 100	3 100	3 105	3 100
机车落弓高度/mm	4 700	4 778	4 628	4 754	4 770
车钩中心线距/mm	21 416	2×16 416	17 516	22 216	20 846
车钩中心线高度/mm	880±10	880±10	880±10	880±10	880±10
固定轴距/mm	2 300+2 000	2 900	2 900	4 300	2 250+2 000
轴距/mm	4 300	2 900	2 900	2 150	2 250+2 000
转向架中心距/mm	11 200	8 200	9 000		20 846
牵引点高度/mm	460	12	1 250	460	240

续表

车 型	SS <sub>3B</sub>	SS <sub>4G</sub>	SS <sub>8</sub>	SS <sub>9</sub>	HXD3 (230 kN 轴重)	
车轮直径/mm	1 250	1 250	1 250	1 250	1 250	
机车功率(持续制)/kW	4 320	6 400	3 600	4 800	7 200	
机车牵引力/kN	持续制	316.7	120	120	169	370
	起动牵引力	490	210	210	286	520
机车速度/(km/h)	持续制	48	100	100	99	70
	最大	100	100	170	170	120
传动方式	双侧刚性斜齿轮传动	双侧刚性斜齿轮传动	单边直齿六连杆空心轴弹性传动	单边直齿传动	单边直齿六连杆空心轴弹性传动	
牵引电机悬挂方式	抱轴式半悬挂	抱轴式半悬挂	全悬挂	全悬挂	抱轴式半悬挂	
齿轮传动比	4.35	4.19	2.484	2.484	4.81	
一系弹簧悬挂静挠度/mm	139	139	54	49.5	43.5+5.6	
二系弹簧悬挂静挠度/mm	6	6	110	96	90.3+1.43	
牵引方式	牵引杆	中间斜拉杆推挽式	中间推挽式牵引拉杆	双侧低位平拉杆	中间推挽式牵引拉杆	
基础制动装置	独立作用式, 闸瓦间隙自调	独立作用式, 闸瓦间隙自调	独立作用式, 闸瓦间隙自调	独立作用式, 闸瓦间隙自调	轮装式盘型制动	

【效果评价】

- (1) 口述电力机车总体的组成。
- (2) 给出一种轴列式, 说出其含义。

 思考题

- 1. 简述我国电力机车的主要型号及特点。
- 2. 简述电力机车机械部分组成及其各部分的功能。
- 3. 轴列式的含义是什么? 如何用轴列式来表示机车走行部的结构特点?