

“十四五”职业教育新形态一体化教材——铁道机车类

机车总体与走行部

主 编 崔 磊 张省伟 朱亚男

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

机车总体与走行部 / 崔晶, 张省伟, 朱亚男主编
· 成都: 西南交通大学出版社, 2021.7
ISBN 978-7-5643-8076-2

I. ①机… II. ①崔… ②张… ③朱… III. ①电力机
车 - 行驶系 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①U264

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 126932 号

Jiche Zongti yu Zouxingbu

机车总体与走行部

主编 崔晶 张省伟 朱亚男

责任编辑 王曼

特邀编辑 王玉珂

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)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 17.5

字数 436 千

版次 2021 年 7 月第 1 版

印次 2021 年 7 月第 1 次

定价 48.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-8076-2

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

前言

“机车总体与走行部”是高职铁道机车运用与维护专业的一门专业核心课。编者在现场调研的基础上，根据高等职业教育的特点，坚持以够用为度，实用为目的，突出能力培养，编写了本教材。书中选择了目前代表我国国产重载机车水平的 SS_{4G}型电力机车和 HXD₃型交流传动电力机车及 DF_{4B}、HXN₅型内燃机车作为教材的主要介绍对象，对机车总体及走行部从以下 5 个方面进行了介绍。

- (1) 机车车体结构，车体设备的布置，通风系统和空气管路系统的组成及原理。
- (2) 机车转向架各部件的结构、原理和检修方法。
- (3) 车体与转向架的连接装置和牵引缓冲装置的结构、原理及检修方法。
- (4) 机车曲线通过和轴重转移的基础知识。
- (5) 常用工量具的使用。

本教材适合高等职业教学，贴近现场岗位需求的实际，追求“新、简、实”的目标。即在教材中，尽可能反映机车总体和走行部的新技术、新特点、新工艺，适当降低教学内容的深度和难度，尽量多地采用图片和示意图的形成来表达设备的结构，同时，配套了丰富的数字化资源，方便实现线上线下互动教学，提高了教材的实效性，突出了教学内容的实用性。

本书由西安铁路职业技术学院崔晶、张省伟、朱亚男担任主编，西安铁路职业技术学院刘芳璇、王娟担任副主编。具体分工如下：崔晶编写项目四任务一、任务二、任务三、任务四、任务五，任务六；张省伟编写项目三任务一、任务二、任务三、任务五、任务六和项目八；朱亚男编写项目六任务一、任务二、任务三和项目七任务一；刘芳璇编写项目二；王娟编写项目一，项目三任务四、任务七、任务八和项目四任务七、任务八；西安铁路职业技术学院房楠编写项目五；西安局集团

公司机车检修段呼自有编写项目六任务四;西安局集团公司机务段王小峰编写项目七任务二;全书由崔晶统稿。北京交通大学都丽杰、宝鸡机车检修厂史晓冬担任主审。数字资源由西安铁路职业技术学院朱亚男、刘宏利负责制作。本书在编写中得到了西安局集团公司机务段、西安局集团公司机车检修段、宝鸡机车检修厂、北京交通大学、武汉铁路职业技术学院的大力支持,在此深表感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不当及疏漏处,敬请广大读者和同行批评指正。



《机车总体与走行部》PPT

编者

2021年3月

《机车总体与走行部》数字资源列表

序号	二维码名称	资源类型	书籍页码
1	轴列式	视频与 PPT	004
2	认识车体	视频与 PPT	010
3	车体结构组成	视频与 PPT	021
4	司机室设备	视频与 PPT	038
5	机械室设备	视频与 PPT	040
6	通风冷却系统	视频与 PPT	053
7	HXD ₃ 型电力机车通风冷却系统	视频与 PPT	057
8	空气管路系统	视频与 PPT	067
9	SS _{4G} 型电力机车空气管路系统	视频与 PPT	073
10	轮对	视频与 PPT	120
11	弹簧装置	视频与 PPT	141
12	减振器	视频与 PPT	144
13	电机悬挂装置	视频与 PPT	150
14	齿轮传动	视频与 PPT	150
15	HXD ₃ 型电力机车转向架	视频与 PPT	180
16	车体与转向架连接装置	视频与 PPT	183
17	电力机车车钩	视频与 PPT	203

目 录

项 目 一

机车发展概述	001
复习思考题	009

项 目 二

车体和设备布置	010
任务一 车体结构的认识与解析	011
任务二 车内设备认识与解析	032
复习思考题	050

项 目 三

机车通风系统与空气管路系统	052
任务一 认识通风系统	053
任务二 探秘 SS _{4G} 型电力机车通风系统	055
任务三 探秘 HXD ₃ 型电力机车通风系统	057
任务四 探秘内燃机车通风系统	067
任务五 探秘 SS _{4G} 型电力机车空气管路系统	073
任务六 探秘 HXD ₃ 型电力机车空气管路系统	079
任务七 探秘内燃机车空气管路系统	087
任务八 认识风动器械	098
小 结	103
复习思考题	104

项目四

转向架	105
任务一 认识转向架	106
任务二 转向架构架解析	115
任务三 轮对解析	120
任务四 轴箱解析	129
任务五 弹簧装置解析	141
任务六 传动及电机悬挂装置解析	150
任务七 转向架的检修	164
任务八 认识高速列车转向架	168
小 结	180
复习思考题	181

项目五

车体与转向架连接装置	183
任务一 认识车体与转向架连接装置	184
任务二 典型车型连接装置结构分析	189
小 结	200
复习思考题	200

项目六

牵引缓冲装置	202
任务一 车钩解析	203
任务二 缓冲器解析	211
任务三 认识牵引缓冲装置总成结构	215
任务四 牵引缓冲装置的检修	218
小 结	221
复习思考题	222

项目七

曲线通过和轴重转移	223
任务一 机车曲线通过研究	224
任务二 轴重转移研究	236
小 结	242

复习思考题	242
常用工量具	243
任务一 认识机车车辆车钩中心高度测量尺	244
任务二 认识机车车辆轮对内距尺	246
任务三 认识 JLJ-4C 型机车车轮检查器	249
任务四 认识机车车辆车轮轮缘踏面检验样板	254
任务五 认识机车车辆轮径测量仪	256
任务六 认识车轮踏面跳动测量器	258
任务七 认识电力机车从动齿轮相位仪	260
任务八 认识轮对轮位盘位差测量仪	262
任务九 认识机车车辆车轴轴颈直径测量仪	264
任务十 认识制动盘磨耗测量尺	266
任务十一 认识制动盘厚度测量尺	268
参考文献	270

项目一

机车发展概述

截至 2020 年 12 月底，我国铁路运营里程达 13.9 万 km 以上，其中高铁超过 3.5 万 km，运营里程高居世界第一。中国电力机车等轨道装备的设计和制造水平不断攀升，已经领跑世界。本项目我们将学习铁道机车的发展、组成、特点及相关技术参数。



知识目标：

1. 了解机车的发展历史、发展趋势及优越性；
2. 了解机车机械部分相关技术参数；
3. 掌握机车的组成及各部分的作用；
4. 掌握轴列式的含义。



能力目标：

1. 具备机车机械部分各部件的辨识能力；
2. 具备机车轴列式的识别、列写能力。



素养目标：

1. 养成严谨求真、勤劳务实、奋斗进取的学习态度和价值观念；
2. 养成爱岗敬业、遵章守纪、标准规范的职业道德和业务素养。

【任务导入】

你是一名刚从学校毕业，入职机务段或检修段的职场新人，第一次担当运用或检修任务时，站在库内停放的机车前，想起老师在校时关于电力机车的讲解，“作为主流机车，其历史沿革、组成作用、技术参数和轴列式等相关内容我们应深谙于心，但更应注意的是，无论从事运用岗位和还是检修岗位，不仅要精通业务知识，还要有爱岗敬业、遵章守纪、标准规范的职业道德和业务素养。从入职第一天起，我们就要树立远大的职业志向，为我国机车事业的发展增砖添瓦。”

此时的你，一定有所感触，在触碰铁道机车蒙皮的刹那，实现了课堂情境向现场实境的转型升级，也实现了学校学生向现场员工的跨越。《老子》有云：“九层之

台，起于垒土；千里之行，始于足下。”现在就让我们一起返璞归真，回到书本，共同领略铁道机车的风采和魅力。

【知识储备】

一、铁道机车在现代轨道交通运输中的重要地位

(一) 电力机车

电力机车是一种通过外部接触网或轨道供给电能，由牵引电动机驱动的现代化牵引动力设备。它无论在现代铁路运输还是在城市轨道交通运输中都具有不可替代的重要地位。电力机车与其他牵引动力装置相比具有不可比拟的优势：

(1) 功率大，速度快。机车的功率大小决定了他的牵引力和运行速度。蒸汽机车和内燃机车由于受结构的限制，功率受到影响，而电力机车的功率相对较大，加之电网容量超过机车功率好多倍，使现代电力机车向重载、高速方向发展成为现实。

(2) 热效率高，成本低。采用火力发电的电力机车，其效率可达 30%，若以水力发电时，热效率高达 60% ~ 70%，远高于蒸汽机车，也高于内燃机车，同时无非生产性消耗。运输成本低，经济效益好。

(3) 综合利用资源，降低能源消耗。我国有丰富的水利资源可供发电。另外，火力发电厂也可利用一些劣质燃料发电，做到资源综合利用，节约优质燃料。

(4) 清洁无污染。电力机车的动力来自电能，无任何有害排放物和污染，作为铁路运输和城市轨道交通的主要动力是十分理想的绿色交通工具。

(5) 维修便利，成本低。电力机车上主要是一些电器设备，因此具有保养容易，维修量小，定修周期短等特点。

(6) 工作条件舒适。电力机车乘务员的工作条件比蒸汽机车在劳动强度、工作环境、噪声、采光、振动等方面都有很大的改善，也优于内燃机车。

(7) 适应能力强。电力机车不同于蒸汽机车和内燃机车，运行中没有水消耗，不影响其在无水区和缺水区运行。

(二) 内燃机车

内燃机车相比电力机车也有其优点。

(1) 热效率高、能耗低。内燃机车的热效率可达 30% ~ 35.5%。DF4B 型机车的热效率为 33.9%。机车柴油机的耗油仅占全国内燃机耗油总量的 4% 左右，与汽车相比，汽车的单位能耗比内燃机车高出 20 倍，内燃机车更为经济地利用了石油资源。

(2) 投资少，适应能力强。电力牵引必须修建相配套的电气化铁路，使电力牵引总的投資比内燃牵引高 1.45 ~ 2.55 倍。且内燃牵引，适应能力强，机动灵活性好。

(3) 内燃机车新技术运用前景广阔。内燃机车在新技术运用方面有着广阔的前景，如机车交流传动、径向转向架、柴油机节能与强化、代用燃料、微机控制、运行安全保障系统、

检测与维修技术等。

内燃机车的缺点是结构复杂，制造修理工艺水平高及运用保养要求较高，对高温、高海拔及长大隧道的适应能力较差，排出的废气对环境造成污染等。

二、铁道机车组成及机械部分的功能

(一) 铁道机车的组成

1. 电力机车

电力机车由电气部分，机械部分和空气管路系统3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、各类电器等。通过它们把来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。

2. 内燃机车

内燃机车由柴油机（机车动力装置）、传动装置（电传动或液力传动）、机械部分（车体及走行部）（包括机车车架、车体、转向架等）、辅助和控制装置（包括机车燃油系统、机油系统、冷却系统、预热系统、制动系统、辅助传动装置）等组成。

(二) 机械部分组成和各部分的功能

1. 车体

车体是机车上部的车厢部分，由车厢体和底架组成，按其功能可分为：

(1) 司机室：乘务人员操纵机车的工作场所。现代干线运输电力机车设置两端司机室，可以双向行驶，不必掉头。

(2) 机器间：用于安装各种电气和机械设备。一般分为若干个室，各类设备根据不同用途分室安装。

2. 转向架

转向架即机车走行部分，它是机械部分最重要的组成部分，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：用于固定轴距，保持轮对正确位置，安装轴承等。

(4) 弹簧悬挂装置：也称一系弹簧，用于缓冲轴箱以上部件的振动，以减轻运行中的动作用力。

(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：机车制动机产生制动力的部分，主要由制动缸、传动装置、闸瓦装置等组成。

3. 车体与转向架的连接装置

车体与转向架的连接装置也称二系弹簧悬挂，设置在车体和转向架之间。它是转向架和车体之间的连接装置，又是活动关节，同时具有传递各个方向的力以及减振的作用。

4. 牵引缓冲装置

牵引缓冲装置包含车钩等装置，它是机车与列车的连接装置，为了缓和连挂和运行中的冲击，还设置了缓冲器。

三、轴列式

走行部是指位于机车或车辆下部起引导机车车辆沿轨道运行作用的部位。一台机车或车辆一般有 2 个或 3 个转向架，走行部其实是指某台车所有的转向架，如图 1.1 所示。



图 1.1 走行部

不同的机车或车辆走行部可能会有比较大的差异，如有的机车走行部包括 2 个转向架，有的机车走行部包括 3 个转向架，而转向架和转向架又是不同的，有的转向架是由两个轮对组成的，我们称为 2 轴转向架，有的转向架是由 3 个轮对组成的，我们称为 3 轴转向架。所以对于一台机车来说，它的走行部有可能是两个 2 轴转向架，总共 4 根轴；也可能是两个 3 轴转向架或者 3 个 2 轴转向架，总共 6 根轴；还有一些机车是属于内重联的情况，也就是双节或者三节机车按一台机车编号，那这样的车就有可能还有 8 轴的或者 12 轴。

轴列式就是以一种简洁明了的形式介绍各种走行部结构的表达方式。所谓轴列式，就是用数字或字母表示机车走行部结构特点的一种简单方法。我国原来采用数字表示，现在规定转向架式机车用字母表示。国外有用数字表示的，也有用字母表示的。

1. 机车的轴列式

轴列式的具体表示法为：以英文字母表示动轴数，如 A 即 1, B 即 2, C 即 3, D 即 4 等；动轴就是能提供动力的轴，也就是有电机驱动的轴因为动力是靠电能转化成机械能的。如果一个转向架上的每一个轴都自带一个牵引电机单独驱动，那这个转向架就称为单独驱动转向架，如果一个转向架上几个轴是由同一台电机成组驱动的，那这个转向架就称为组合驱动转向架。我们在轴列式表示法中通过给英文字母加下标“0”来区分单独驱动和组合驱动，即有注脚“0”表示每一动轴为单独驱动，无注脚表示动轴为成组驱动。事实上，我国的电力机车都是采用单独驱动的，所以轴列式中基本都有注脚“0”。

例如，一个转向架有 3 根轴，每个轴上都有一个牵引电机，所以是单独驱动，按照刚才讲的轴列式的表示法可以写为 C_0 ，这个转向架它所属的这台电力机车总共有两个这样的转向架，那这台电力机车的走行部结构形式就可以表示为 “ $C_0 - C_0$ ”，字母中间的“-”表示同台车的转向架之间并没有直接的机械连接，这台机车就是两个转向架 6 根轴（2 架 6 轴）。同理，2 个 2 轴转向架（2 架 4 轴）轴列式应该为 $B_0 - B_0$ 。

中国出口乌兹别克斯坦的电力机车有 3 个转向架，每个转向架 2 根轴，它的轴列式应该写为 $B_0 - B_0 - B_0$ （3 架 6 轴）。

如果出现两节或 3 节机车连挂在一起，按一台机车编号的这种内重联的情况，轴列式该怎么表示呢？如 HXD1 型电力机车，就是由 A 节车 + B 节车内重联在一起的，A 节车和 B 节车的走行部完全一样，都是 2 个 2 轴转向架，可以写为 $B_0 - B_0$ ，两节车重联在一起表示为 $2(B_0 - B_0)$ 。

神华号电力机车，整车功率 14 400 kW，是世界上功率最大的电力机车。该车有 12 根轴，由 3 节机车重联而成，所以被网友亲切地称为“三节棍”机车，它的轴列式表示为 $3(B_0 - B_0)$ 。

2. 动车组的轴列式

动车组列车中带动力的车称为动车，不带动力的车称为拖车，有电机驱动的轴称为动轴，没有电机驱动的轴称为拖轴。轴列式表示规则为：以英文字母表示动轴数，如 A 即 1, B 即 2, C 即 3；以数字表示拖轴数，如 1 即一根拖轴，2 即两根拖轴。

例如复兴号动车组，CR400AF，动车和拖车都是两个 2 轴转向架，但动车转向架的轴是动轴，拖车转向架的轴是拖轴，所以其动车的轴列式用字母表示：B-B，拖车的轴列式用数字表示：2-2。

再如长客产的 CRH5A 型动车组，动车和拖车都是两架两轴，但是他的动车上只有一个牵引电机只驱动一个轴，所以动车的两根轴一根是动轴一根是拖轴，轴列式表示为 1A-A1，A 表示动轴，1 表示拖轴。拖车的轴列式依然是 2-2。

四、机械部分的主要技术参数

表 1.1 中列出了 5 种机车机械部分的主要技术参数。

表 1.1 几种国产机车机械部分的主要技术参数

项 目		车 型				
		SS ₄	SS ₈	HXD ₁	HXD ₃	DF _{4D}
制造年代		1993	1997	2007	2007	1996
轴列式		2(B ₀ - B ₀)	B ₀ - B ₀	2(B ₀ - B ₀)	C ₀ - C ₀	C ₀ - C ₀
机车总质量/kN		1 840	880	1 840	1 380	1 380
轴重/kN		230	220	230	230	230
转向架质量/t		21.2	13.0	20.06	30.193	
机车宽度/mm		3 100	3 100	3 094	3 100	3 100
机车落弓高度/mm		4 778	4 628	5 200	4 770	4 755 (最大)
车钩中心线距/mm		2×16 416	17 516	35 222	20 846	21 100
车钩中心线高度/mm		880±10	880±10	880±10	880±10	880±10
固定轴距/mm		2 900	2 900	2 800	2 250+2 000	1 800+1 800
轴距/mm		2 900	2 900	2 800	2 250+2 000	1 800+1 800
转向架中心距/mm		8 200	9 000	8 900	20 846	15 900
牵引点高度/mm		12	1 250	240	240	725
车轮直径/mm		1 250	1 250	1 250	1 250	1 050
机车功率(持续制)/kW		6 400	3 600	9 600	7 200	3 240
机车牵引力/kN	持续	120	169	370	514	341.15(货运)
	起动	210	286	520	≥700	480.48(货运)
机车速度/(km/h)	持续	100	99	70	70	24.5(货运)
	最大	170	170	120	120	100(货运)
传动方式		双侧刚性斜齿轮传动	单边直齿六连杆空心轴弹性传动	单边斜齿传动	单侧斜齿传动	单侧齿轮传动
牵引电机悬挂方式		抱轴式半悬挂	全悬挂	抱轴式半悬挂	抱轴式半悬挂	滚动轴承抱轴式半悬挂
齿轮传动比		4.19	2.484	106/17	4.81	4.5(货运) 2.83(客运)
一系弹簧悬挂静挠度/mm		139	54	38	43.5+5.6	123
二系弹簧悬挂静挠度/mm		6	110	103	90.3+1.43	16
牵引方式		中间斜拉杆推挽式	中间推挽式牵引拉杆	中间斜拉杆推挽式	中间推挽式牵引拉杆	低位平行四杆牵引拉杆
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	轮盘制动单元(带蓄能)	轮装式盘型制动	独立作用式闸瓦踏面制动

五、我国铁道机车的发展史和展望

(一) 电力机车发展概况

从 1958 年研制成第一台国产单相工频电力机车至今，我国电力机车走过了 60 多年的历程。

60 年来，我国电力机车走的是一条自力更生、艰苦奋斗，引进、消化、创新的发展之路，实现了从仿制到自主研制再到整车出口，从普通载重到重载，从常速到高速，从交直传动到交流传动的历史性飞跃。

60 多年艰难曲折的历程体现了我国铁路工作者自强不息的奋斗精神，特别是进入 20 世纪 80 年代后，随着国家改革开放和经济的快速发展，电力机车也获得了长足发展，以 SS₁ 型、SS₃ 型机车为基础，先后研制成功了 SS₄ 型、SS₇ 型、SS₈ 型和 SS₉ 型等系列机车。其中以 SS₄ 型重载和 SS₈ 型、SS₉ 型客运为代表的电力机车技术，已完成了从级间调速到相控无级调速的技术升级换代，全面采用微机控制和故障检测、诊断技术，使我国交直流电力机车达到国际同类产品的先进水平。进入 20 世纪 90 年代后期，电力机车最高运行速度实现了由 100 km/h 到 160 km/h 准高速的飞跃。1999 年，我国首次设计速度为 200 km/h 的高速动车诞生并投入广深高速铁路运营，标志着我国铁路电力牵引技术开始步入了国际高速行列。

和谐型大功率交流传动机车项目从 2004 年开始启动，2006 年通过试验，2007 年实现了大批量生产并投入运用，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的发展方向。

和谐型大功率交流传动机车主要包括：

株洲电力机车有限公司生产的 HXD₁、HXD_{1B}、HXD_{1C}、HXD_{1D} 型电力机车；

大同电力机车有限责任公司生产的 HXD₂、HXD_{2B}、HXD_{2C} 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}、HXD_{3C}、HXD_{3D} 和 HXN₃ 型内燃机车；

戚墅堰机车有限公司生产的 HXN₅ 型内燃机车。

其中 HXD₃ 型电力机车已在武汉、上海、济南、北京等铁路局替代了 SS₄ 和 SS₃ 型电力机车，担当主要牵引任务。HXD₃ 型电力机车是目前世界上批量投入商业运行的 6 轴电力机车中功率最大的交流传动电力机车。机车单机功率 7 200 kW，牵引 5 000 t 列车运行最高速度为 132 km/h。

(二) 内燃机车发展概况

1958 年 9 月 9 日，中国第一台内燃机车“巨龙”号于北京长辛店机车车辆厂研制成功，该机自重为 60 t，牵引力为 441 kW，最高速度为 85 km/h。

1. 我国第一代内燃机车设计生产的 5 年（1964—1968 年）

代表作品：DF、DF₂、DF₃、DF₂ 增、DF 增、DFH₁ 等机型。

2. 第二代内燃机车开发生产的 23 年 (1966—1988 年)

代表产品：DF_{4A, B, C}、DF₅、DF₇、DF₈、DFH₃、北京等（北京型和东方红型都是液力传动内燃机车）。DF_{4B} 机车于 1999 年停产，DF_{4B} 型机车共生产了 4 000 台左右。最大运用速度为 120 km/h，柴油机装车功率为 2 430 kW。

3. 我国第三代内燃机车开发生产的 10 年 (1989—1998 年)

技术特征：中速柴油机匹配交直流电传动；采用微机控制；准高速机车采用牵引电动机架悬式转向架。

代表产品：DF₆、DF₁₁、DF_{8B}、DF_{4D}、DF_{10F} 等。其中 DF_{4D} 为满足 1997 年 4 月 1 日开始的铁路提速的迫切需要，1996 年 12 月大连机车车辆厂成功开发出的提速客运内燃机车，机车最高运行速度为 145 km/h，后来提高到 170 km/h。

4. 我国第四代内燃机车开发生产的起步 (1999 至今)

技术特征：采用交直交电传动（直接采用第三代逆变器 IGBT）；辅机交流电传动；机车微机控制；柴油机电子喷射（喷油量和时间由微机控制）；客运机车牵引电动机架悬、货运机车径向转向架。

代表产品：捷力号（日本三菱公司 IPM），DF_{8CJ}、DF_{8DJ}（西门子 IGBT 功率模块），HXN₅（原南车戚墅堰机车厂通过从美国通用电气公司技术转移方式进行国产化）；HXN₃（原北车大连机车及美国 EMD 共同研制），出口澳大利亚内燃机车（SDA1）和 4400HP 机车等。

我们坚信机车的发展将会迎来前所未有的挑战和机遇。在满足国内市场的同时，我国机车的设计、制造企业面临着与有各种精良技术和制造手段的国外著名公司的竞争。打造著名品牌，贴近国际前沿技术，赢得用户，占领市场，已成为我国机车生存发展的必然选择，也将为我国铁路干线运输和城市轨道交通发展做出新贡献。

【任务实施】

提出问题：本章我们共同学习了铁道机车的历史沿革、组成作用、技术参数和轴列式。请同学们思考一下，目前国内机车的车型及其机械部分的组成、参数和各主型机车的轴列式。

具体方案：就主型机车轴列式开展头脑风暴和小组研讨。建议采取组间 PK 的方式加深理解记忆。可分为以 SS₄，SS₈，HXD₁，HXD₂，HXD₃，HXN₅，DF_{4B} 命名的小组，构建积分卡与课堂奖励加分互通的激励模式，增强学习兴趣。

【任务拓展】

线下反思，两人一组互相提问，完成课后作业，查漏补缺，复习巩固；线上互动，与老师在线交流，完成线上考核，师生互促，共同提高。



1. 简述电力机车与内燃机车在现代轨道交通运输中的地位。
2. 简述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？
4. 现有主要的国产机车车型有哪些？

