



全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材
高等职业教育电力机车专业“十二五”规划教材



电力机车

总体及走行部

崔晶 王冰 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材
高等职业教育电力机车专业“十二五”规划教材

电力机车总体及走行部

崔 晶 王 冰 主编
王大军 主审

中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 简 介

本书是电力机车运用与检修专业的一门专业课,主要以当前应用比较广泛的SS₄改、SS₉和HXD₃型电力机车为主型电力机车,介绍了:电力机车车体和设备布置、转向架、车体与转向架的连接装置、牵引缓冲装置、电力机车通风系统和空气管路系统以及曲线通过和轴重转移的相关知识。

本书可作为高等职业院校电力机车运用与检修专业教材,也可供从事电力机车工作及技术人员参考资料,抽出一些实用章节也可作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力机车总体及走行部/崔晶,王冰主编. —北京:中国铁道出版社,2012.4

高等职业教育电力机车专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-113-13788-5

I. ①电… II. ①崔… ②王… III. ①电力机车—高等教育—教材 IV. ①U264

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第012039号

书 名:电力机车总体及走行部

作 者:崔 晶 王 冰 主编

策 划:阚济存

责任编辑:阚济存

编辑部电话:010-51873133

电子信箱:td51873133@163.com

封面设计:冯龙彬

责任校对:孙 梅

责任印制:李 佳

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.51eds.com>

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

版 次:2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:12.5 字数:311千

印 数:1~3000册

书 号:ISBN 978-7-113-13788-5

定 价:27.00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)51873170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

《电力机车总体及走行部》课程是电力机车运用与检修专业的一门专业技术课。本教材的编写,在现场调研的基础上,以够用为度,以实用为目的,突出能力培养。本教材经过进一步现场调研,根据高等职业教育的特点,选择了目前代表我国国产重载 SS_4 改型电力机车和准高速客运 SS_9 型电力机车及交流传动机车 HXD3 型电力机车作为教材的主要介绍对象。对电力机车总体及走行部从四个方面内容进行介绍。

1. 电力机车车体结构、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. 电力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. 电力机车曲线通过和轴重转移的基础知识。

本教材以高等职业教学为主,贴近现场岗位需求的实际,追求“新、简、实”的目标。即在本教材中,尽可能反映电力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,做到深入浅出。同时,突出教学内容的实用性,使之更贴近现场实际,以适应岗位需求。

本书由西安铁路职业技术学院崔晶和太原机械学校王冰担任主编,崔晶编写第一章和第三章,王冰编写第七章,华东交通大学李萍编写第二章,黑龙江交通职业技术学院辛大娟编写第四章,沈阳铁路机械学校杨春燕编写第五章,西安铁路职业技术学院黄晓芳编写第六章第一至四节,西安铁路职业技术学院柏承宇编写第六章第五、六节。西安铁路局机务处王大军担任主审。在编写中得到西安机务段、宝鸡电力机车检修厂的大力支持,在此深表谢意。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,敬请广大读者和同行批评指正。

编 者

2011 年 10 月

目 录

第一章 绪 论	1
复习思考题	4
第二章 车体和设备布置	5
第一节 车 体	5
第二节 车体设备布置	26
本章小结	46
复习思考题	46
第三章 转 向 架	48
第一节 概 述	48
第二节 转向架构架	54
第三节 轮 对	60
第四节 轴 箱	68
第五节 弹簧装置	75
第六节 传动及电机悬挂装置	82
第七节 转向架的检修方法	93
第八节 高速机车及动车组转向架简介	97
本章小结	108
复习思考题	109
第四章 车体与转向架的连接装置	111
第一节 车体与转向架的连接装置的分类	111
第二节 车体与转向架的连接装置的结构	114
本章小结	122
复习思考题	123
第五章 牵引缓冲装置	124
第一节 车 钩	125
第二节 缓 冲 器	130
第三节 车钩和缓冲器的安装与维修	133
本章小结	136
复习思考题	136



第六章 电力机车通风系统	137
第一节 通风系统	137
第二节 SS ₄ 改型电力机车通风系统	138
第三节 SS ₉ 型电力机车通风系统	139
第四节 HXD ₃ 型电力机车通风系统	142
第五节 空气管路系统	163
第六节 风动器械	173
本章小结	177
复习思考题	178
第七章 曲线通过和轴重转移	179
第一节 电力机车曲线通过	179
第二节 轴重转移	187
本章小结	192
复习思考题	192
参考文献	193

第一章 绪 论

一、电力机车在现代轨道交通运输中的重要地位

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。它无论在现代铁路运输中,还是在城市轨道交通中都具有不可替代的重要地位。与其他牵引动力相比,电力机车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它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比较较大,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。电力机车的平均热效率为 26%,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,节约大量的优质燃料。

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起蒸汽机车在劳动强度、工作环境、噪声、采光、震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,不影响其无水区和缺水运行。

二、电力机车机械部分组成和各部分的功能

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,各类电器等。通过他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。

下面简要叙述机械部分各部分的功能:

(一) 车 体

车体是电力机车上部车厢部分,有车厢体和底架组成。就其功能可分为司机室和机器间。

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,可以双向行使,不必调头。

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。

(二) 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:是转向架的基础受力体,也是各种部件的安装基础。
2. 轮对:是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:是机车制动机制动力的部分,主要由制动缸、传动装置、闸瓦装置等组成。

(三) 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,同时承担各个方向力的传递以及减振作用。

(四) 牵引缓冲装置

牵引装置即指车钩,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,设置了缓冲器。

三、机车轴列式

所谓轴列式是指用数字或字母表示机车走行结构特点的一种简单方法。它可以用数字表示,也可以用字母表示。用数字表示的称为数字表示法,用字母表示的称为字母表示法。

(一) 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,SS₁型电力机车的轴式为 3_0-3_0 ;表示机车为两台三轴转向架;动轴为单独驱动。SS₄型电力机车的轴列为 $2(2_0-2_0)$;表示为两节机车,每节为两台两轴转向架,动轴为单独驱动。

(二) 字母表示法

即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, 3_0-3_0 可表示为 C_0-C_0 ; $2(2_0-2_0)$ 可表示为 $2(B_0-B_0)$ 。

为了区别无动力转向架与有动力转向架,常在表示轴的数字或英文字母的右上角加“'”号。例如, $3'_0-3'_0$, $C'_0-C'_0$ 和 $2(B'_0-B'_0)$ 等等。上角加“'”号,表示具有动力的转向架。但电力机车转向架都是有动力转向架,常常将角标省略不写。

四、机械部分的主要技术参数

表1-1中列出了5种国产电力机车机械部分的主要技术参数。

五、我国电力机车的发展史和展望

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50多年的历程。

表 1-1 几种电力机车机械部分的主要技术参数

车 型 项 目		SS ₃ B	SS ₄ 改	SS ₈	SS ₉	HXD3 (23 t 轴重)
制造年代		1992	1993	1997	2001	2007
轴列式		C ₀ —C ₀	2(B ₀ —B ₀)	B ₀ —B ₀	C ₀ —C ₀	C ₀ —C ₀
机车总重量(kN)		1 380	1 840	880	1 260	1 380
轴重(kN)		230	230	220	210	230
转向架重量(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
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	170	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	77:31	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

50 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,从交传动到交流传动的历史性飞跃。

50 多年艰难曲折的历程体现了中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 型电力机车。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 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 的高速动力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。HXD₃ 型电力机车项目从 2004 年开始启动,2006 年通过型式试验,2006 年 12 月 8 日交付使用,2007 年实现了大批量生产。目前该车在武汉、上海、济南、北京等铁路局已经替代了 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 132 km/h。进入 21 世纪,随着国家加快现代化的步伐,为了改变铁路的发展已明显滞后于国民经济发展速度的状况,国家加大了对铁路的投入,特别是对电气化铁路里程建设和客运高速化投入。在引进、消化、吸收的基础上具有自主知识产权的具有国际先进水平的 200 km/h 动车组在 2007 年第六次大提速后在全国多条干线启用,时速达 300 km/h 的动车组也已于 2007 年年底试验成功。投资规模达千亿元设计时速达 300 km/h 以上的京沪高速客运线已在 2008 年破土动工,它标志着我国铁路和机车交流传动技术已进入世界先进水平行列。

展望未来,我们有理由相信,新世纪将为我国电力机车的发展迎来前所未有的挑战和机遇。在满足国内市场的同时我国电力机车的设计,制造企业面临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,成为我国电力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作出新贡献。

复习思考题

1. 简述电力机车在现代轨道交通运输中的主要地位。
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?
4. 现有国产电力机车车型有哪些?

第二章 车体和设备布置

车体和设备布置是电力机车总体结构、总体设计的重要组成部分。

车体是由底架、侧墙、车顶和车顶盖及司机室构成的壳形结构。

设备布置主要指车体内及车顶的设备和车外的辅助设备的布置。

本章除了对车体的功能、要求、和类型作必要的阐述外,将重点介绍 SS₄ 改、SS₉、HXD₃ 型电力机车的结构特点和结构组成,并对车体的设备布置原则、布置特点以及设备布置做了比较详细的叙述。

第一节 车 体

一、车体的功能

车体是电力机车上部车厢部分。其功能有:

1. 车体是乘务人员操纵、保养和维修机车的场所。车体内设有司机室和机器间,机器间一般又分为几个室。
2. 安装各种电气、机械设备,并保护车内设备不受外界风沙雨雪的侵蚀。
3. 传递垂直力。将车体内外各种设备的重量经车体和车体支承装置传给转向架。
4. 传递纵向力。将转向架传来的牵引力、制动力经车体传给缓冲器,再传给车钩。
5. 传递横向力。在运行中,车体要承受各种横向作用力,如离心力、风力等。

二、对车体的要求

由于车体的功能要求和工作时的受力复杂性、严重性,因此车体必须满足如下条件。

1. 有足够的强度和刚度。要求机车在允许的设计结构速度内,保证车体骨架结构不发生较大变形和破坏,以确保运行安全和正常使用。
2. 为了提高机车的速度,必须适当减轻车体的自重,而且要求在各个方向上做到重量匀称、重心低。
3. 车体结构必须保证设备安装、检查、保养以及检修更换的便利。
4. 作为现代化的牵引动力,车体设计必须充分考虑改善乘务人员的工作条件,完善通风、采光、取暖、瞭望、隔声、隔热等措施。
5. 车体必须纳入国家规定的机车车辆限界尺寸中。
6. 在满足车体基本功能和空气动力学车体外形的基础上,应使车体外形设计美观、大方,富有时代气息。

三、车体的类型

电力机车的车体可谓形式多样。下面分类说明。

(一)按不同用途分类

根据车体不同用途,其结构可分为下列几种。

1. 工业电力机车:是在工矿运输或调车作业中使用的电力机车。由于速度较低,且经常调换运行方向,其司机室往往设在中央。特点是车体结构简单,但不便于设备安装、检查、保养,也不便于作业时的瞭望,如图 2-1 所示。

2. 干线运输大功率电力机车:是一种在铁路主干线承担运输任务的电力机车,其特点是两端设有司机室,中间为机器间,设备安装、检修方便,司机瞭望视线开阔,其形状类似客车车厢,如图 2-2 所示。

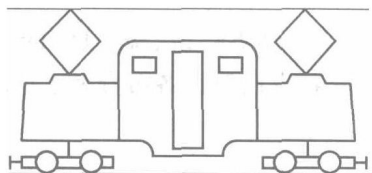


图 2-1 工业电力机车

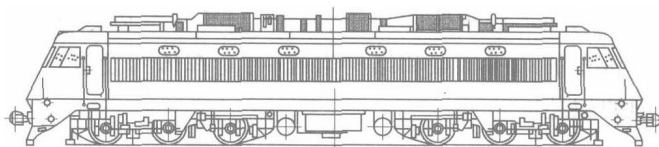


图 2-2 干线电力机车

(二)按车体车载结构分类

根据车体不同的承载需要,其结构可分为下列几种。

1. 底架承载式车体:这种车体,其底架承担所有载荷,而侧墙,车顶均不需参与承载。因此侧墙结构较为轻便。但由于底架承受全部上部载荷,因此必须保证有足够的强度和刚度,底架较为笨重。此种车体多用于工业用电力机车车体或客车车厢。

2. 底架和侧墙共同承载式车体(又称侧壁承载车体):这种车体,由于侧墙参与承载,侧墙骨架较为坚固,外蒙钢板也比较厚,与车体底架焊成一个牢固的整体。

侧墙骨架采用型钢材或压型钢板制成框架式或桁架式两种结构形式,如图 2-3 所示。

桁架式侧墙骨架有斜拉杆,强度、刚度都高于框架式侧墙骨架,但桁架式门窗开设不便,故一般多用于货车车体。机车车体或客车车厢骨架多采用框架式侧墙结构。

由于侧墙与底架结合成一个较坚强整体,使底架重量大大减轻,从根本上降低了车体的自重。使机车的设计速度得以提高。

3. 整体承载车体:这种车体,是将底架、侧墙、车顶组成一个坚固轻巧的承载结构,使整个车体的强度、刚度更大,而自重较小。

整体式承载车体过去在客货车辆中

应用较多,电力机车应用较少。但随着电力机车向大功率重载和高速方向发展,现已广泛应用于电力机车车体中。目前代表重载货运的 SS₄ 改型、HXD₃ 型电力机车和代表准高速客运的 SS₈、SS₉ 型电力机车,以及后期生产的机型均采用整体承载车体结构。

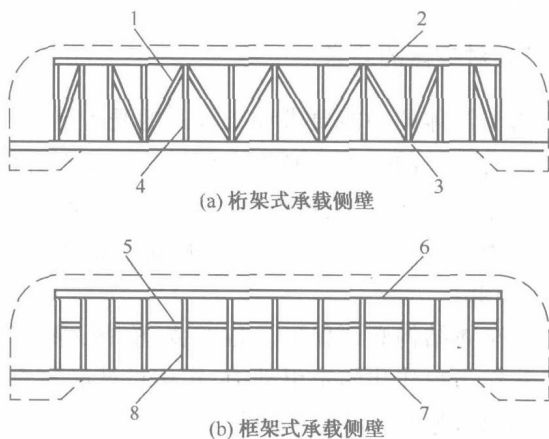


图 2-3 侧壁承载式车体的侧壁结构示意图

1—斜拉杆;2、6—上弦杆;3、7—下弦杆;4、8—立柱;5—中间杆

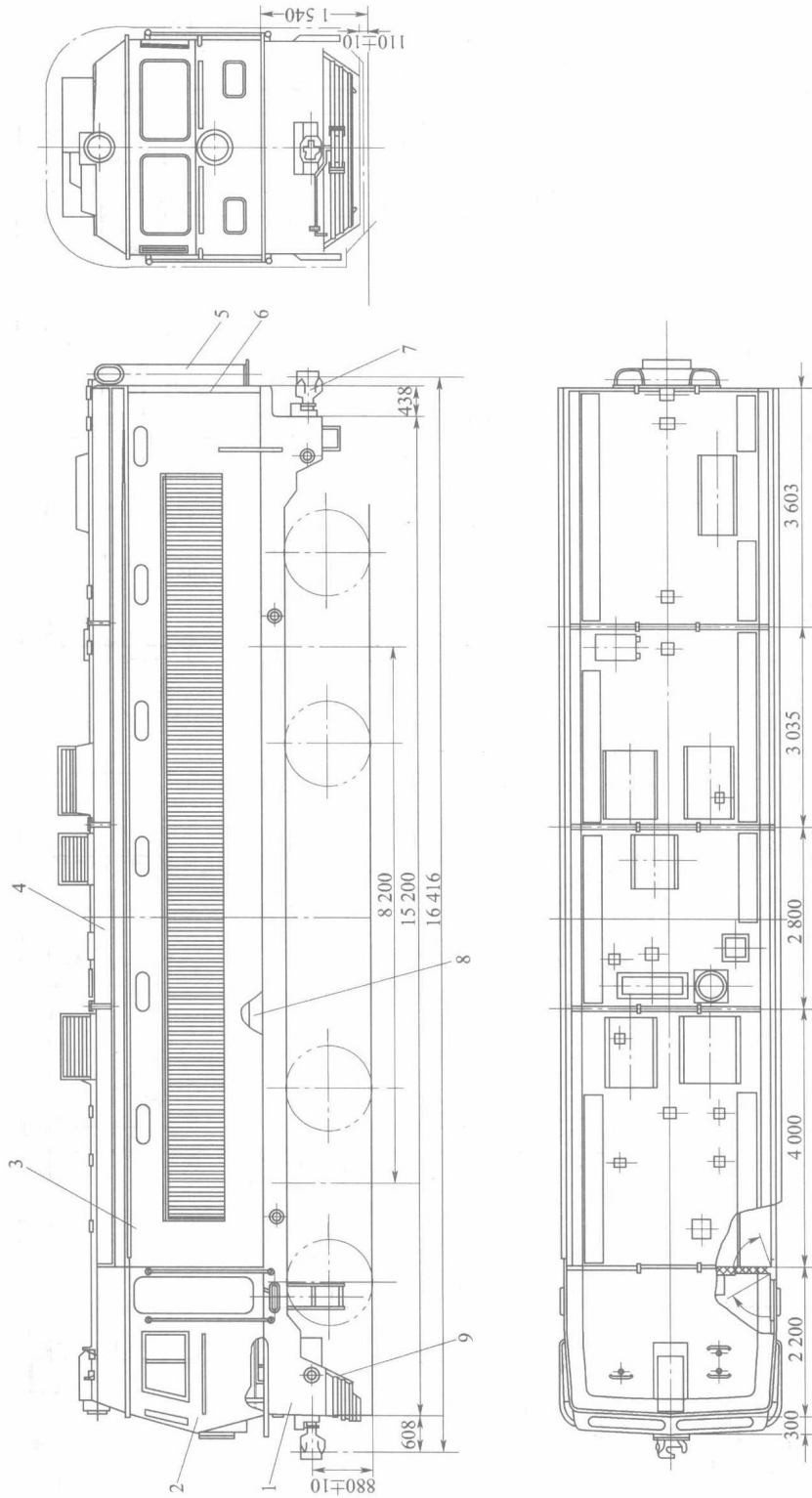


图2-4 SS₄ 改型电力机车车体总图
1—底架；2—司机室；3—侧墙；4—车顶盖；5—连挂装置；6—后端墙；7—牵引缓冲装置；8—台架；9—排障器



1—牵引梁; 2—辅助纵梁; 3—隔墙梁; 4—侧梁; 5—枕梁; 6—横梁; 7—变压器横梁; 8—变压器纵梁; 9—横梁

(三) 高速机车车体

机车在运行中所受空气阻力在中低速时往往并不明显,但当速度达到一定值时,空气阻力就成为阻碍机车速度提高的重要制约因素。

为了使机车在高速运行中的气流和压力分布达到最佳,以减少运行阻力,各国在机车车体外形设计上均采用了流线型车体。例如,采用抛物线形车体外形、子弹头形车体外形等。

另外,减轻车体自重,保持较轻的轴重也是高速机车必须具备的,目前国内外高速机车车体在减轻其自重时除采用整体式承载结构,减轻其结构重量外,选用轻型材料,如铝合金车体、纤维增强复合材料车体等来减轻自重,以满足高速机车低重心、轻量化的要求。国产和谐客运系列均采用流线型车体外形。

四、SS₄ 改型电力机车车体结构

(一) SS₄ 改型机车车体结构特点

SS₄ 改型电力机车是我国自行设计制造的大功率重载货运机车,由两节完全相同的 B₀—B₀ 机车组成。分离后单节机车可独立运行。其车体结构具有下列特点。

1. SS₄ 改型电力机车车体首次采用 16Mn 低合金高强度钢板压型梁与钢板焊成整体承载式车体结构,既满足强度和刚度的要求,又达到了轻量化的目的。

2. 吸收了国外电力机车的先进技术,在车体设计中采用了大顶盖预布线预布管结构和推挽式牵引方式及横移式密封侧窗结构等。

3. 为便于制造和检修,SS₄ 改型机车车体较多地进行了标准化、系列化和通用化设计,使其车体一些主要参数和零件结构尽量与 SS₄ 型、SS₅ 型和 SS₆ 型车体通用。

4. 采用单端司机室和两侧多通式走廊,尾端有一横走廊相通,后端上设有中间后端门及连挂风挡,把两节机车连接起来。

(二) 车体各部分主要结构

SS₄ 改型机车车体主要由底架、侧墙、后端墙、车顶盖、司机室、台架、排障器等组成,如图 2-4 所示为 SS₄ 改型机车车体总图。

1. 底架

底架主要由两根侧梁、两根枕梁、两根牵引梁、两根变压器横梁、两根变压器纵梁、一根台架横梁,一根隔墙梁和一些辅助梁焊接而成。底架结构如图 2-5 所示。

(1) 侧梁

侧梁位于底架两侧,是由 380 mm×140 mm×10 mm 压型槽钢和 420 mm×10 mm 钢焊成箱型结构的两根长大梁。其断面形式如图 2-6 所示。

(2) 枕梁

枕梁是传递垂直载荷的主要部件。枕梁断面为钢板焊接成的箱型结构。枕梁座于转向架 4 个橡胶弹簧上,由于橡胶弹簧顶面高于两根枕梁下盖板 140 mm,且并列的两个橡胶弹簧支承面较宽,故将枕梁设计成底部挖空的藏入式结构,在宽度方向做成两端宽中间窄的变截面梁,其两端宽为 630 mm,中间宽为 430 mm,高为 260 mm,钢板厚度为 10 mm。其结构如图 2-7 所示。

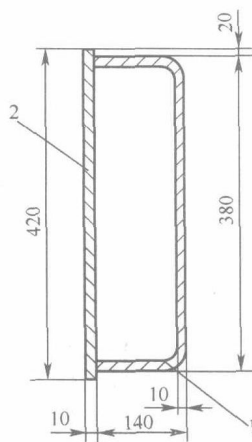


图 2-6 侧梁

1—压型槽钢;2—立板

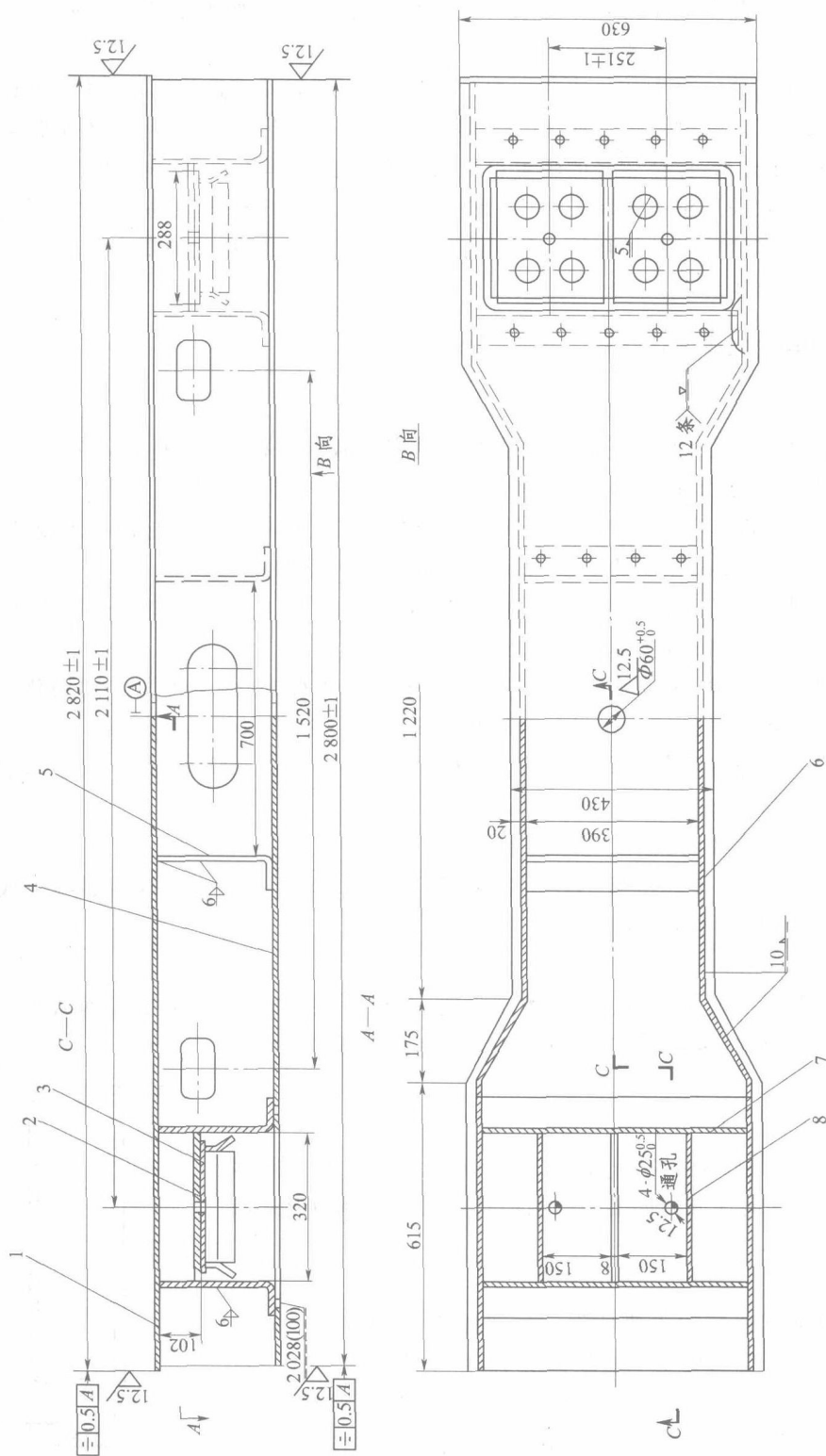


图2-7 枕梁

1—上盖板; 2—旁承座板; 3—旁承座; 4—下盖板; 5—弯板; 6—立板; 7—隔板; 8—隔板

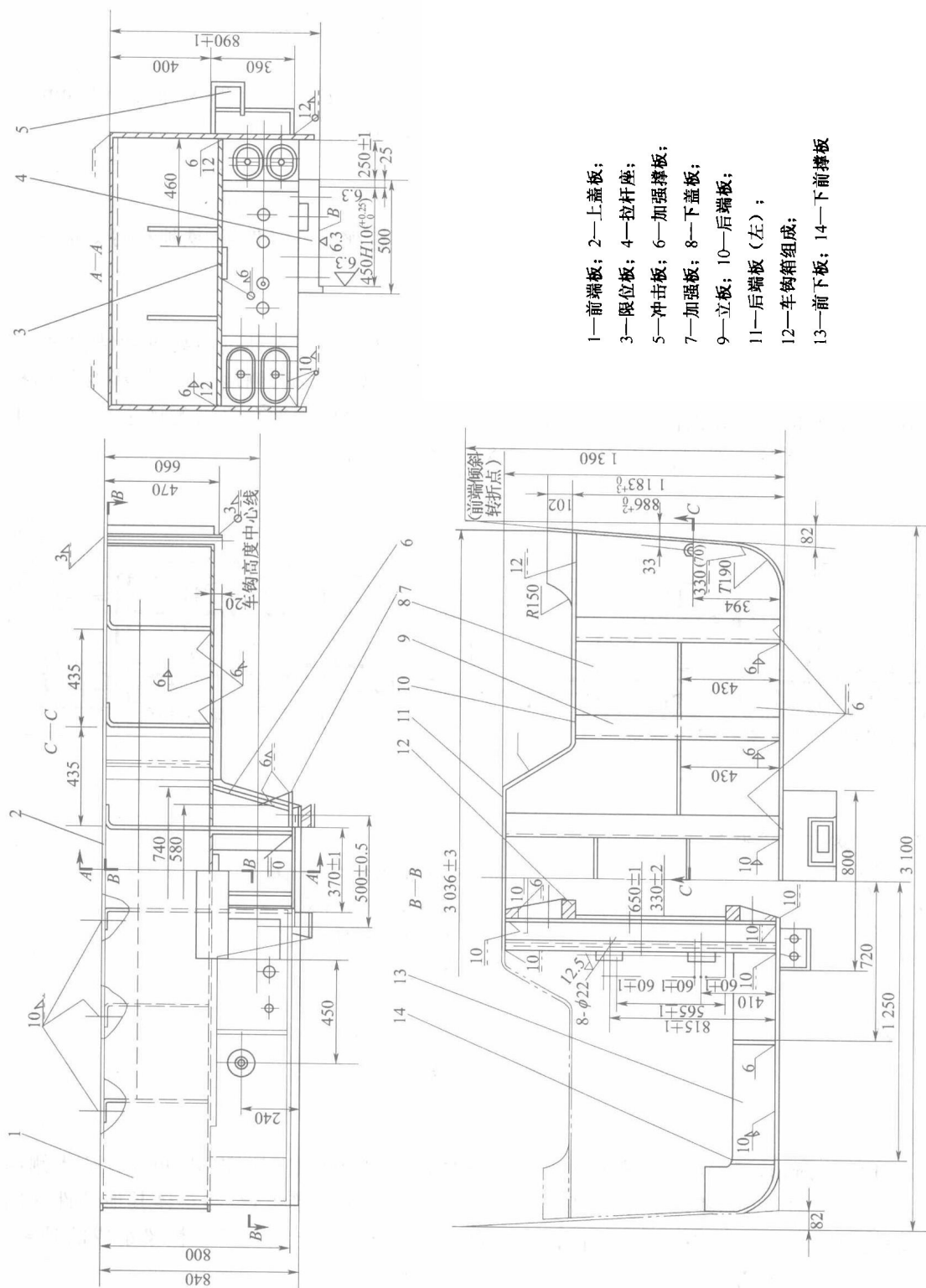


图2-8 牵引梁