

铁路职业教育铁道部规划教材

电力机车总体

DIANLIJICHEZONGTI

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

王冰 主编

高职

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(高 职)

电力机车总体

王 冰 主编

张朝旭 主审

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书主要介绍 SS₄ 改型、SS₉ 型、SS_{7E} 型电力机车车体结构,车体内设备布置,车体通风系统和空气管路系统的组成;转向架各部件结构原理,车体与转向架连接装置的组成、结构、主要部件的检修方法,还简要介绍了电力机车轴重转移和曲线通过的基础知识。

本书为铁路高职教育电力机车运用及检修专业教材,也可作为电力机务段有关运用、检修人员的岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电力机车总体/王冰主编. —北京:中国铁道出版社,
2008.1

铁路职业教育铁道部规划教材. 高职

ISBN 978-7-113-08573-5

I. 电… II. 王… III. 电力机车-车体-高等学校:
技术学校-教材 IV. U264

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005947 号

书 名:电力机车总体

作 者:王 冰 主编

责任编辑:赵 静

电话:010-51873133

电子邮箱:td73133@sina.com

封面设计:陈东山

责任校对:张玉华

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 100054)

印 刷:北京华正印刷有限公司

版 次:2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:10.5 插图:1 字数:261千

书 号:ISBN 978-7-113-08573-5/U·2175

定 价:23.00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

前 言

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路高职教育电力机车驾驶、检修专业教学计划“电力机车总体”课程教学大纲编写的。

“电力机车总体”课程是电力机车运用及检修专业的一门专业技术课。本教材的编写以够用为度,实用为目的,突出能力培养。

本书对 SS₄ 改型、SS₉、SS_{7E} 型电力机车总体分 4 方面内容介绍:

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及检修方法;
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。

书中每章后附有复习思考题,教学过程中可根据职业方向的不同、教学总课时不同和各校的实际情况作适当的取舍。

本书由太原铁路机械学校王冰担任主编,并编写第一章、第六章;郑州铁路职业技术学院马金法编写第二章;西安铁路职业技术学院李冰毅编写第三章、第五章;广州铁路职业技术学院肖燕芳编写第四章。本书由太原铁路局机务处张朝旭主审,他对书稿提出许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和错误,请读者给予批评指正。

编 者

2007 年 12 月

目 录

第一章 绪论	1
复习思考题	4
第二章 电力机车车体和设备布置	5
第一节 车体概述	5
第二节 SS ₄ 改型电力机车车体	7
第三节 SS ₉ 型电力机车车体简介	15
第四节 SS _{7E} 型电力机车车体	20
第五节 SS ₄ 改型电力机车车体设备布置	28
第六节 SS ₉ 型电力机车设备布置	37
第七节 SS _{7E} 型电力机车设备布置	45
复习思考题	55
第三章 电力机车通风系统和空气管路系统	56
第一节 通风系统	56
第二节 空气管路系统	62
复习思考题	73
第四章 转向架	74
第一节 转向架概述	74
第二节 构架	78
第三节 轮对	83
第四节 轴箱	90
第五节 弹簧装置	98
第六节 传动及电机悬挂装置	105
第七节 转向架的检修方法	114
第八节 高速机车转向架简介	117
复习思考题	125
第五章 车体与转向架的连接装置和牵引缓冲装置	127
第一节 车体与转向架的连接装置	127
第二节 牵引缓冲装置	135
复习思考题	146
第六章 电力机车曲线通过和轴重转移	148
第一节 电力机车曲线通过	148
第二节 轴重转移	157
复习思考题	162
参考文献	163

第一章

绪 论

一、电力机车的优点

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。其优点是:

1. 清洁无污染。电力机车的动力取自于电能,无任何有害排放物,是理想的环保型轨道交通运输工具。

2. 功率大,速度快。蒸汽机车和内燃机车由于受结构的限制,功率受到影响,而电力机车的功率则相对较大,加之电网容量超过机车功率很多倍,使得现代电力机车向重载、高速方向发展成为现实。

3. 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,经济效益高。

4. 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。

5. 维修便利,成本低。电力机车上主要是一些电气设备,因此具有保养容易、维修量小、检修周期短等特点。

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乘务员在劳动强度、工作环境、噪声、采光、振动等方面都有很大改善,也优于内燃机车乘务员。

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、电力机车总体的组成和各部分的作用

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。

电力机车机械部分各部分的作用如下:

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。

2. 转向架

转向架是机车的走行部分, 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 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 也称一系弹簧。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 是机车制动机制动力的部分, 主要由制动缸、传动装置、闸瓦等组成。

3. 车体与转向架连接装置

车体与转向架连接装置也称二系弹簧悬挂, 设置在车体和转向架之间。它是转向架与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。

4. 牵引缓冲装置

牵引缓冲装置即指车钩和缓冲器, 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。

三、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_4 改型电力机车的轴列式为 $2(2_0-2_0)$; 表示为两节机车, 每节为两台、两轴转向架, 动轴为单独驱动。

SS_9 、 SS_{7E} 型电力机车的轴列式为 3_0-3_0 ; 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_4 改型电力机车的轴列式 $2(2_0-2_0)$ 也可以表示为 $2(B_0-B_0)$ 。

SS_9 、 SS_{7E} 型电力机车的轴列式 3_0-3_0 也可以表示为 C_0-C_0 。

四、机械部分的主要技术参数

部分国产电力机车机械部分主要技术参数见表 1-1。

五、我国电力机车发展现状和展望

从 1958 年研制成第一台国产单相工频电力机车至今, 我国电力机车已走过 50 年的历程。

50 年来, 我国电力机车制造业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发再到整车出口, 从普通重载到重载, 从常速到高速, 从交传动到

表 1-1 部分国产电力机车机械部分的主要技术参数

车型		SS ₄ 改	SS ₈	SS ₉	SS _{7E}
项目					
制造年代		1993	1997	2001	2002
轴列式		2(B ₀ —B ₀)	B ₀ —B ₀	C ₀ —C ₀	C ₀ —C ₀
机车总重量/kN		1 840	880	1 260	1 260
轴重/kN		230	220	210	210
转向架重量/kN		212	130	315	304
机车宽度/mm		3 100	3 100	3 105	3 105
机车落弓高度/mm		4 775	4 628	4 754	4 700
车钩中心线距/mm		2×16 416	17 516	22 216	22 016
车钩中心线高度/mm		880±10	880±10	880±10	880±10
转向架轴距/mm		2 900	2 900	2 150+2 150	2 150+2 150
转向架中心距/mm		8 200	9 000	11 570	11 570
牵引点高度/mm		12	220	460	460
车轮直径/mm		1 250	1 250	1 250/1 200	1 250/1 200
机车功率(持续制)/kW		6 400	3 600	4 800	4 800
机车牵引力/kN	持续制	436.5	120	169	171
	起动牵引力	628	210	286	245
机车速度/(km·h ⁻¹)	持续制	51.5	100	99	96
	最大	100	170	160	170
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	单边直齿六连杆 空心轴弹性传动	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	全悬挂	全悬挂	全悬挂
齿轮传动比		88/21	77/31	77/31	75/32
一系弹簧悬挂静挠度/mm		139	54	49.5	52
二系弹簧悬挂静挠度/mm		6	110	96	96
牵引方式		中央斜单杆 推挽式	中间推挽式 牵引杆	双侧低位平拉杆	双侧低位平拉杆
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

交流传动的历史性飞跃。

进入 20 世纪 80 年代后期,以 SS₁ 型、SS₃ 型机车为基础,我国先后研制成功了 SS_{3B} 型、SS₄ 型、SS₆ 型、SS₇ 型和 SS₈ 型、SS₉ 型等系列机车,其中以 SS₄ 改型重载和 SS₉、SS_{7E} 型客运为代表的我国电力机车技术,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,使我国交直传动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步入了国际高速行列。

21 世纪随着国家加快现代化的步伐,电力机车将发生革命性的突破。“十一五”期间代表

现代电力机车发展方向的交流传动机车将取代传统的交传动机车。虽然我国对交流传动技术的研究起步较晚,但已研制成功具有自主知识产权的 160 km/h 和 210 km/h 三相交流传动电力机车,这是在数十年研究基础上,消化吸收国外先进技术研制出的大功率交流传动系统的初次运用,标志着我国机车交流传动技术已大大缩小了与国外先进水平的差距,进入实用化、产业化发展阶段。

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新的春天,也必将为我国铁路干线运输和城市轨道交通发展作出新的贡献。

复习思考题

1. 简述电力机车的优点。
2. 简述电力机车机械部分的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? 写出 SS_4 改型、 SS_9 、 SS_{7E} 型电力机车的轴列式。

第二章

电力机车车体和设备布置

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。

车体由底架、侧墙、车顶和车顶盖及司机室构成的壳形结构,在车体的内部安放各种机械、电气设备。因此车体不仅需要足够的刚度和强度,以便承受各个方向的静载荷和冲击载荷;而且在结构上要力求满足整齐、通畅,从而为机务乘务人员和检修工作人员提供安全、方便的工作场所。

电力机车的设备布置主要指车体内的设备以及车顶和车外的辅助设备的布置。由于机车结构复杂、设备众多、体积不一、重量不等,既有高压电器、又有低压电器,既有空气管路、又有通风冷却等机械动力设备。为此,要求设备布置应满足重量分配均匀、安装可靠,便于运用、检修,不危及人身安全,并能充分利用车体内、外空间,在兼顾各设备特殊要求又相互协调的基础上,尽力为乘务人员创造一个良好、舒适的工作环境。

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 SS_4 改、 SS_{7E} 、 SS_9 型电力机车的结构特点和结构组成,并对车体内外的设备布置原则、布置特点以及设备布置情况作比较详细的叙述。

第一节 车体概述

一、车体的作用

车体是电力机车上部车厢部分。它的作用是:

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风沙雨雪的侵蚀。
3. 传递垂向力。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

由于车体受力的复杂性和严重性,因此要求车体:

1. 有足够的强度和刚度。即在机车允许的设计结构速度内,保证车体骨架结构不发生破坏和较大变形,以确保运行安全和正常使用。
2. 为了提高机车的速度,必须减轻车体的自重,而且要求在各个方向上做到重量均匀、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、隔音、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、车体的分类

电力机车的车体可谓形式多样,下面分类说明。

1. 按不同用途分类

根据车体不同用途,可分为:

(1)工业电力机车 是在工矿运输或调车场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 2-1-1 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 2-1-2 所示。

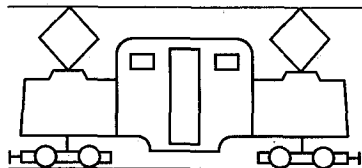


图 2-1-1 工业电力机车

2. 按车体承载结构分类

根据车体不同的承载需要,可分为:

(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。

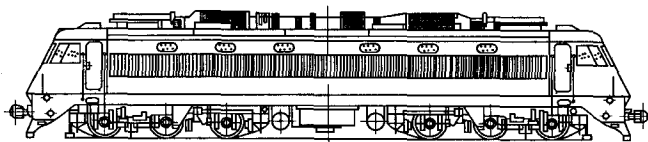


图 2-1-2 干线电力机车

(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(见图 2-1-3)。

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。

3. 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。例如采用抛物线型车体外形、子弹头型车体外形等,如图 2-1-4 所示。

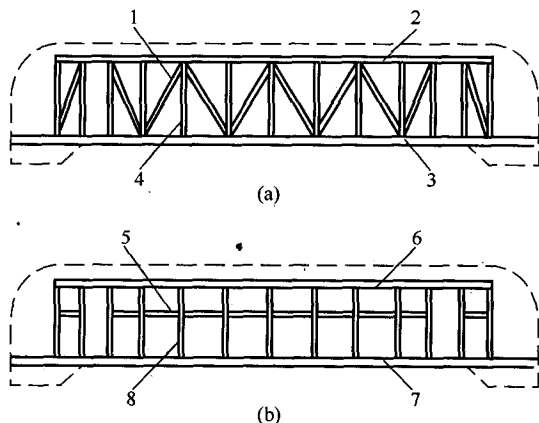


图 2-1-3 侧壁承载式车体的侧壁结构示意图

(a) 桁架式承载侧壁; (b) 框架式承载侧壁

1—斜拉杆; 2、6—上弦杆; 3、7—下弦杆;

4、8—立柱; 5—中间杆

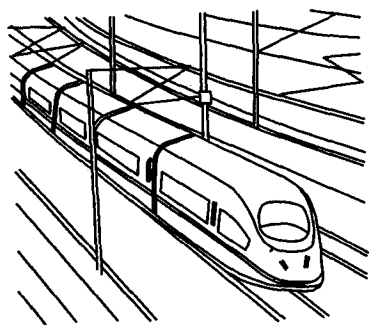


图 2-1-4 流线型电力机车外形

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,还选用轻型材料,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。

第二节 SS₄ 改型电力机车车体

一、SS₄ 改型电力机车结构特点

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形梁与钢板焊成整体承载式车体结构,既满足了强度和刚度的要求,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 改型电力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 型电力机车车体通用。

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,后端墙上设有中间后端门及连挂风挡,把两节机车连接起来。

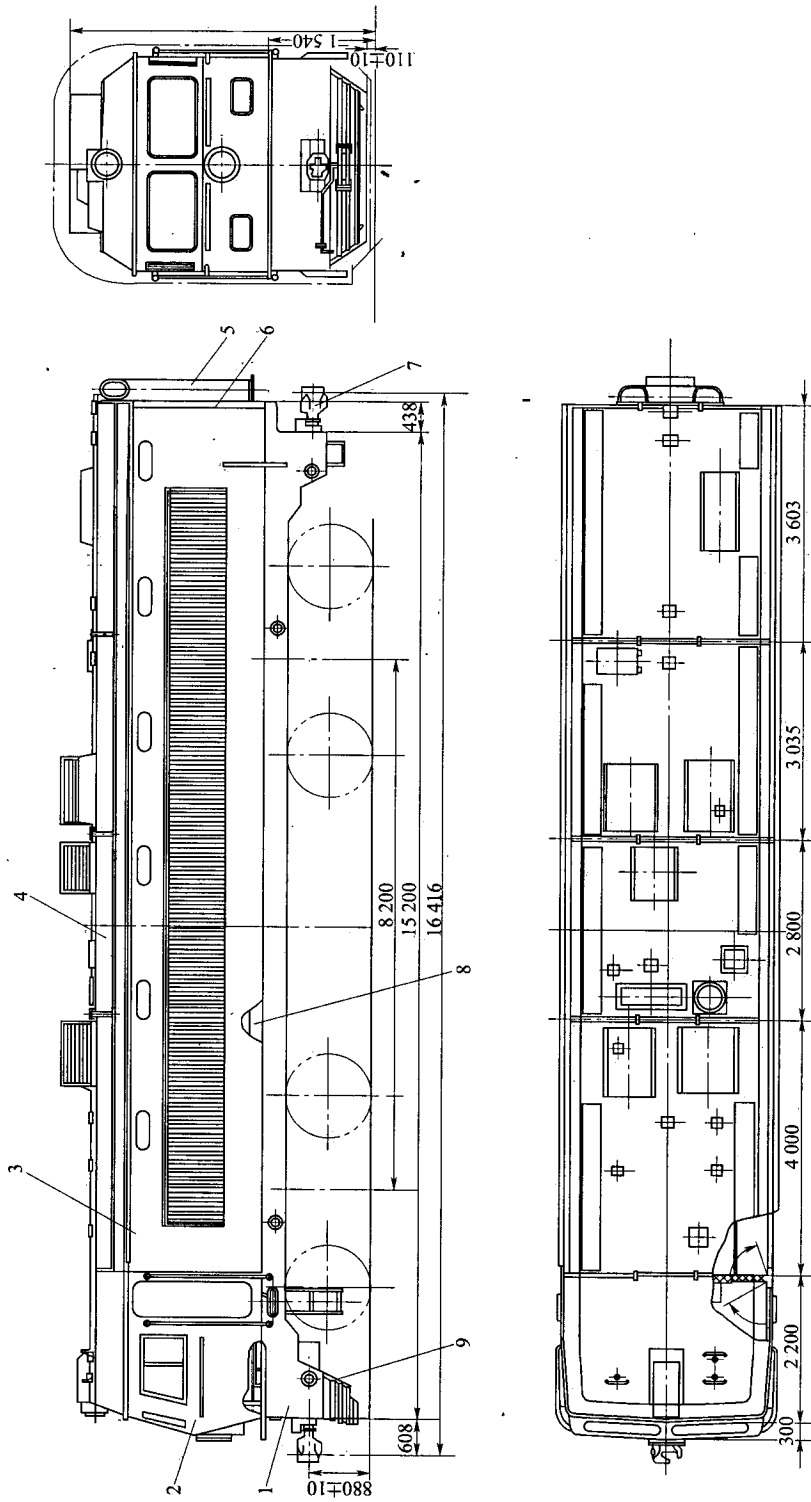


图 2-2-1 SS₃ 改型电力机车车体总图

1—底架; 2—司机室; 3—侧墙; 4—车顶盖; 5—连接装置; 6—后端墙; 7—牵引缓冲装置; 8—车架; 9—排障器

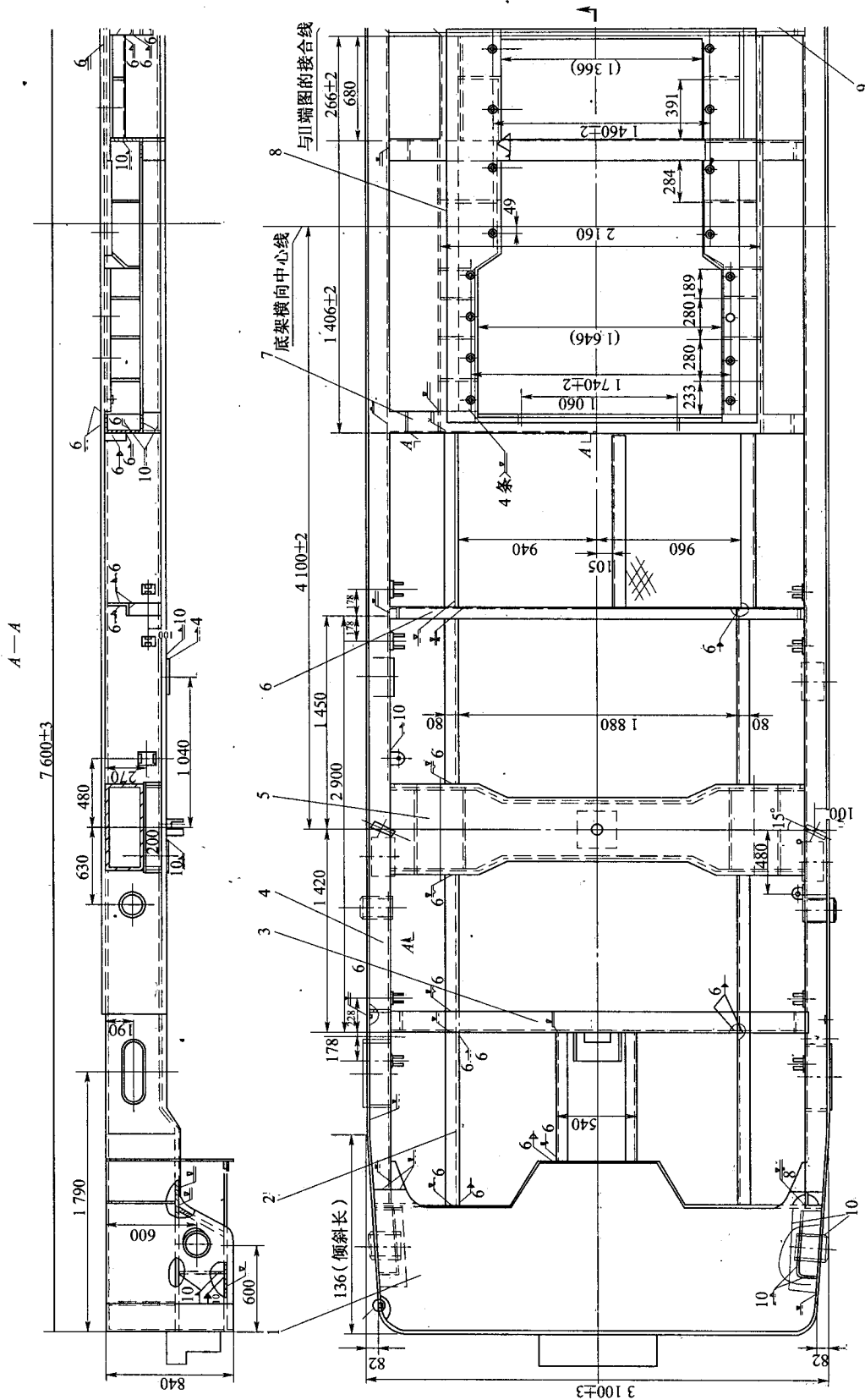


图 2-2-2 底架

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

二、SS₄ 改型电力机车车体结构

SS₄ 改型电力机车车体主要由底架、侧墙、车顶盖、司机室、台架、排障器等组成。如图 2-2-1 所示为 SS₄ 改型电力机车车体总图。

1. 底架

底架主要由 2 根牵引梁、2 根侧梁、2 根枕梁、2 根变压器横梁、2 根变压器纵梁、1 根台架横梁、1 根隔墙梁和一些辅助梁组焊而成。

底架结构如图 2-2-2 所示。

(1) 侧梁

侧梁位于底架两侧,是主要承载和传力的部件,它由 380 mm×1 440 mm×10 mm 压型槽钢和 400 mm×10 mm 钢板组焊成箱形结构,两端与牵引梁连接处设计成鱼腹形,具有较大的抗弯扭强度和刚度。侧梁上焊有吊销装置,可用专用吊具吊起车体。其断面形式如图 2-2-3 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形结构。枕梁两端座于转向架 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 2-2-4 所示。

(3) 牵引梁

牵引梁位于底架的两端,起传递牵引力、制动力和承受列车冲击力的作用。牵引梁呈 T 形,上部由钢板焊成空腹箱形梁,下部车钩箱悬于空腹梁下。其结构如图 2-2-5 所示。

(4) 纵横变压器梁

用于支撑变压器的梁体。均采用 10 mm 厚的钢板压型槽钢,梁的尺寸为 240 mm×140 mm×10 mm,纵变压器梁上焊有变压器安装座板及加强筋板。

(5) 隔墙梁和纵横辅助梁

隔墙梁为 8 mm 厚钢板的压型槽钢,尺寸为 200 mm×140 mm×8 mm。纵横辅助梁除加强底架的稳定性外,还分别用作台架、走廊及各室骨架、铁地板等处的连接构件。纵横辅助梁均采用钢板压型槽钢。

2. 侧墙

侧墙在车体两侧,作为整体承载式车体,侧墙是 SS₄ 改型电力机车车体的主要承载结构之一。SS₄ 改型电力机车侧墙采用传统的框架式结构,如图 2-2-6 所示。为减轻自重,侧墙立柱、横梁及外墙板均采用 3mm 厚的 16Mn 钢板及压型件焊接而成。在侧墙中间部分设有侧墙进风口,用于安装侧墙百叶窗及侧墙过滤器,侧墙上部开设 6 个采光用椭圆窗孔。

3. 顶盖

车顶盖由 4 个顶盖和 3 根活动横梁组成。4 个顶盖由前至后依次为第一高压室顶盖、变压器室顶盖、第二高压室顶盖、机械室顶盖。车顶盖上装有车顶电气设备,为了便于车内设备的拆装和预布线需要,各车顶盖和活动横梁做成活动可拆式,并且各车顶盖都做成宽

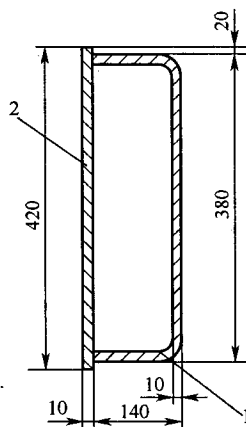


图 2-2-3 侧梁

1—压型槽钢;2—立板

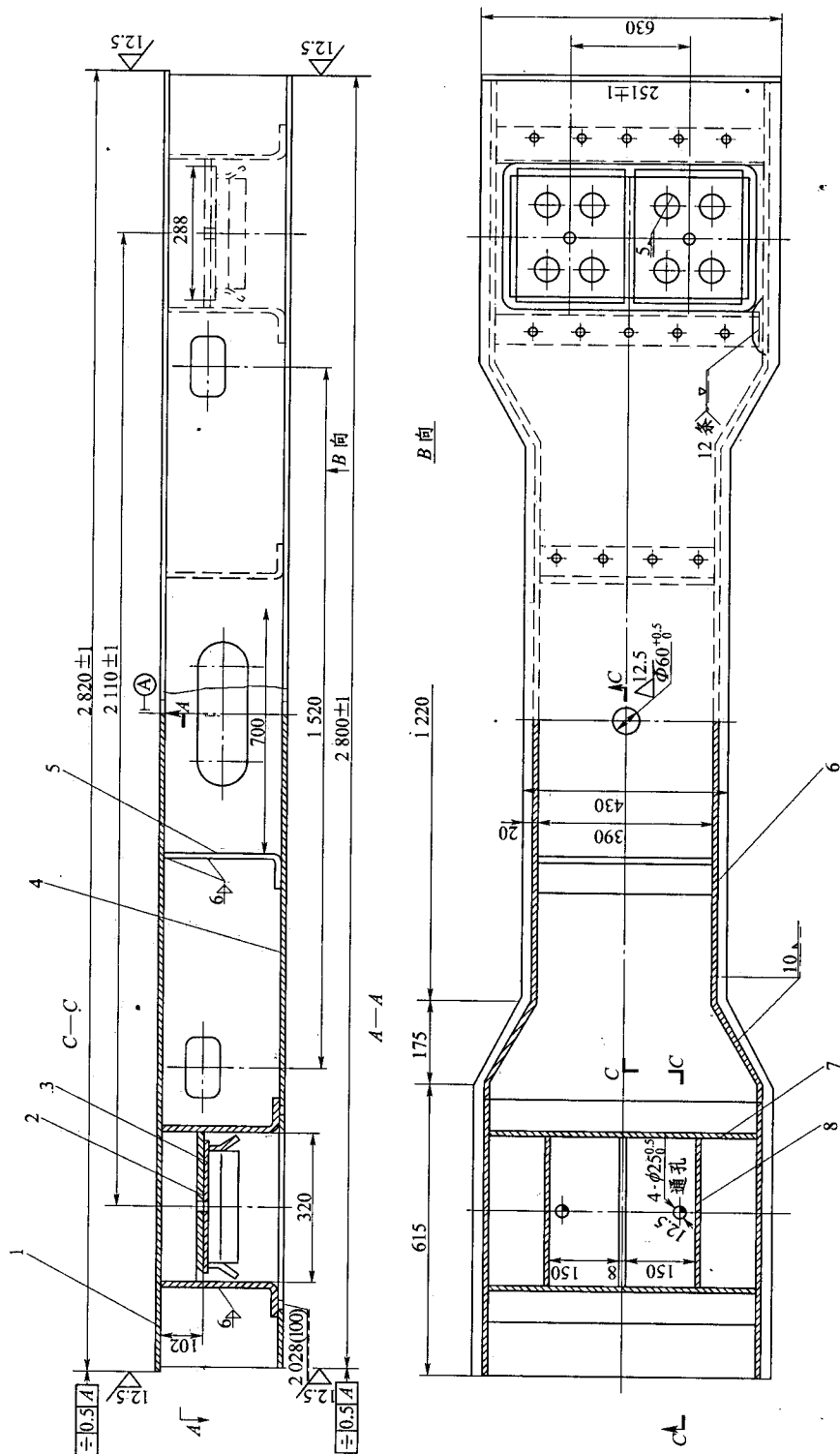


图 2-2-4 枕梁

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

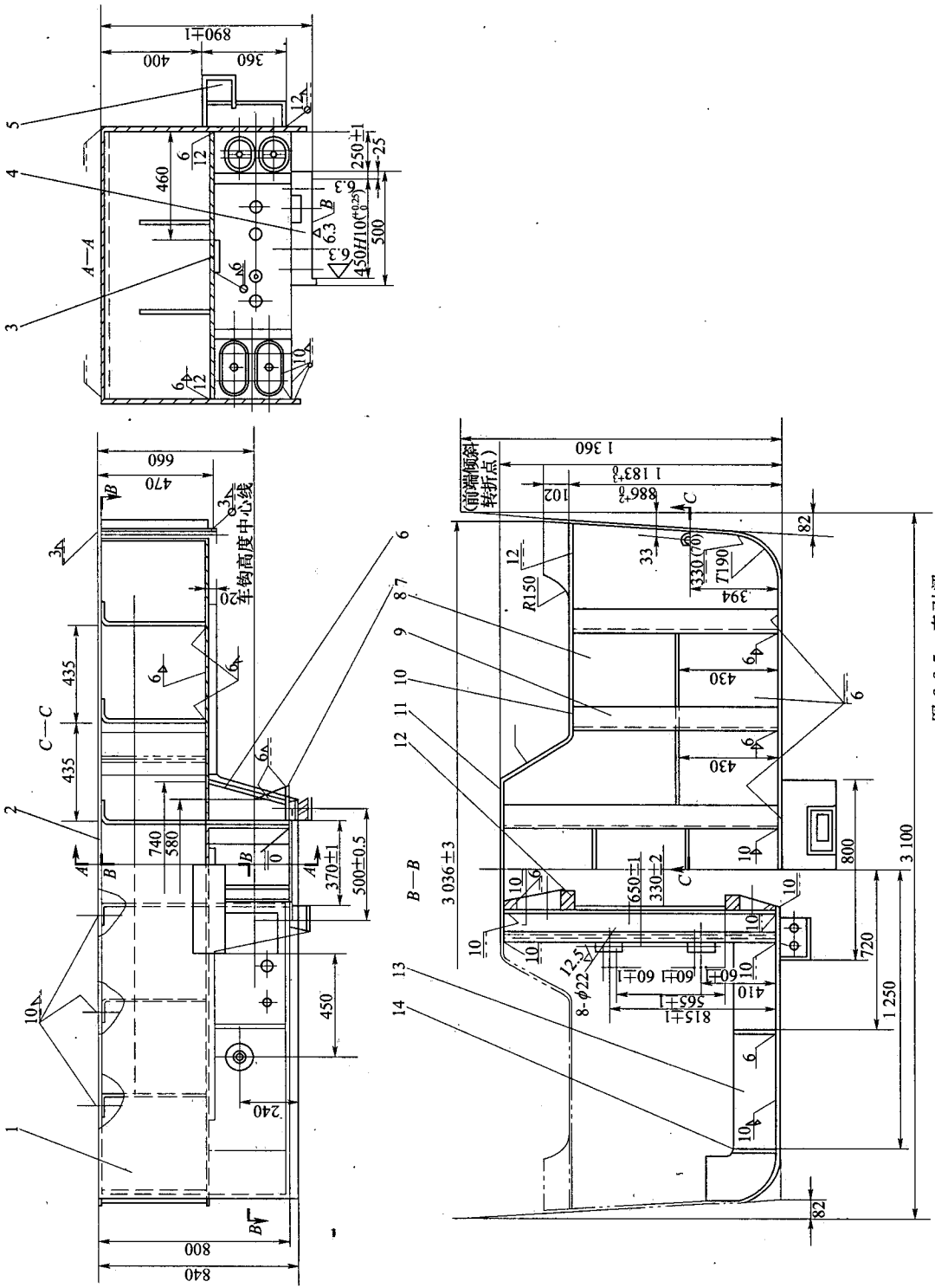


图 2-2-5 牵引梁

1—前端板;2—上盖板;3—限位板;4—拉杆座;5—冲击板;6—加强撑板;7—加强板;8—下盖板;9—立板;10—后端板;11—后端板(左);12—车钩箱组成;13—前下板;14—下前撑板