



卓越工程师系列教材

铁路机车车辆与线路

TIELU JICHE CHELIANG YU XIANLU

马国忠 吴海涛 等 编著



科学出版社

卓越工程师系列教材

铁路机车车辆与线路

马国忠 吴海涛 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

为适应新的教学要求,本书在学科整合的基础上进行了合并,提炼并增加了新的内容。本书共分10章,包括铁路机车车辆和铁路线路两大部分。第1~3章为铁路机车车辆部分,包括铁路车辆、铁路机车和动车组;第4~10章为铁路线路部分,包括铁路轨道、路基、桥梁、隧道等内容。本书主要面向铁路现场实际,内容丰富,各章均附有一定量的思考题。

本书可作为高等院校交通运输专业本科生教材,也可作为其他与交通运输相关的专业的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路机车车辆与线路 / 马国忠,吴海涛等编著. —北京:科学出版社, 2013.8

卓越工程师系列教材

ISBN 978-7-03-038506-2

I. ①铁… II. ①马… ②吴… III. ①机车车辆工程-高等学校-教材 IV. ①U26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 205500 号

责任编辑:杨 岭 于 楠 / 封面设计:墨创文化
责任校对:葛茂香 / 责任印制:邱志强

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年8月第 1 版 开本:787×1092 1/16

2013年8月第一次印刷 印张:16 1/2

字数:390千字

定价:32.00元

“卓越工程师系列教材” 编委会

主 编	蒋葛夫	翟婉明		
副 主 编	阎开印			
编 委	张卫华	高 波	高仕斌	
	彭其渊	董大伟	潘 炜	
	郭 进	易思蓉	张 锦	
	金炜东			

前 言

铁路运输是我国交通运输系统的主干，承载着巨大的运输任务，对国民经济的发展和现代化建设具有极其重要的意义。铁路机车车辆和线路是铁路运输中最主要的设施，为列车运行提供最基础的条件。随着我国铁路的跨越式发展和高速铁路的大力建设，铁路牵引动力、客货车辆及铁路线路得到很大发展，新技术、新材料、新工艺、新方法得到普遍应用，原有教材已不能满足交通运输专业教学实际需要。

根据国家高等教育教学改革“厚基础，宽口径”的要求，为满足当前交通运输专业的教学需要，在有关课程整合的基础上，本书对原有教材进行了合并、提炼，并增加了新的内容。

本书主要涵盖两门原有课程“铁路机车车辆”和“线路基础”的内容，系统介绍铁路车辆、机车、动车组，铁路轨道、路基、桥隧等内容。在本书的编写中，力求结合铁路现场实际情况，文字简明扼要，突出主要内容。为适应形势的发展，本书增添了近年来大力建设的高速铁路等内容，使教材内容更丰富，有利于学生更好地学习和掌握本门学科的专业基础知识。

参与本书编写的有：马国忠（第1章、第2章、第3章），吴海涛（第4章、第5章），陈韬（第6章、第7章、第8章），唐智慧（第9章、第10章）。

本书在编写过程中参考引用了一些与铁路机车车辆和线路相关的文献，在此对文献的作者深表谢意。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

2013年8月

目 录

前言

第 1 章 铁路车辆	1
1.1 铁路车辆的基本构造	1
1.1.1 车体	1
1.1.2 车底架	5
1.1.3 走行部	6
1.1.4 车钩缓冲装置	11
1.1.5 制动装置	18
1.2 车辆标记和车辆技术参数	28
1.2.1 车辆标记	28
1.2.2 车辆技术参数	31
1.3 车辆的检修	32
1.3.1 定期检修	32
1.3.2 日常维修	34
思考题	35
第 2 章 铁路机车	36
2.1 铁路牵引装置	36
2.1.1 铁路牵引概述	36
2.1.2 我国铁路牵引的现状与发展	36
2.1.3 机车轴列式	37
2.2 内燃机车	38
2.2.1 内燃机车分类	38
2.2.2 电力传动内燃机车	39
2.2.3 液力传动内燃机车	51
2.3 电力机车	54
2.3.1 电气化铁道	54
2.3.2 电力机车的组成及基本构造	58
2.3.3 电力机车的电气设备	59
2.4 机车的检修和运用	62

2.4.1 机车整备与检修	62
2.4.2 机车运用	64
思考题	66
第3章 动车组	68
3.1 概述	68
3.1.1 动车组的概念	68
3.1.2 动车组的构成	69
3.1.3 动车组的主要技术特点	70
3.2 动车组的基本构造	72
3.2.1 动车组车体及车内设备	72
3.2.2 动车组转向架	83
3.2.3 动车组制动系统	85
思考题	92
第4章 轨道结构	93
4.1 概述	93
4.2 钢轨	93
4.2.1 钢轨的功能及基本要求	93
4.2.2 钢轨的类型及断面设计	94
4.2.3 钢轨的材质和力学性能	96
4.3 轨枕	97
4.3.1 轨枕的功能及类型	97
4.3.2 木枕	98
4.3.3 混凝土枕	99
4.3.4 轨枕配置	102
4.3.5 特种混凝土轨枕	104
4.4 钢轨连接零件	105
4.4.1 接头连接零件	105
4.4.2 中间连接扣件	110
4.5 道床	116
4.5.1 道床的功能及对材质的要求	116
4.5.2 道床断面	116
4.5.3 道床的变形	118
4.6 道口及线路附属设备	119
4.6.1 道口	119
4.6.2 线路附属设备	121

4.7 轨道结构的合理配套	123
4.7.1 行车速度与轨道的关系	124
4.7.2 机车车辆轴重与轨道的关系	124
4.7.3 铁路运量与轨道的关系	125
4.8 高速铁路有砟轨道结构	125
4.8.1 钢轨具有平滑的运行表面	126
4.8.2 采用稳固的重型轨道	127
4.8.3 具有良好的弹性性能	127
4.8.4 铺设无缝线路	127
4.8.5 铺设高速铁路道岔	128
4.9 高速铁路无砟轨道结构	129
4.9.1 整体道床轨道	129
4.9.2 板式轨道	131
4.9.3 长枕埋入式轨道	133
4.9.4 弹性支承块无砟轨道	134
思考题	135
第5章 轨道几何形位	136
5.1 概述	136
5.2 机车车辆走行部分的构造	136
5.3 直线轨道几何形位及标准	138
5.3.1 轨距	138
5.3.2 水平	140
5.3.3 前后高低	140
5.3.4 轨向	141
5.3.5 轨底坡	142
5.4 曲线轨道轨距加宽	142
5.4.1 机车车辆通过曲线轨道的几何条件	143
5.4.2 曲线轨距加宽原则	143
5.4.3 根据车辆条件确定轨距加宽	144
5.4.4 根据机车条件检算轨距加宽	145
5.4.5 曲线轨道的最大轨距	146
5.4.6 曲线建筑接近限界及线间距加宽	146
5.5 曲线轨道外轨超高	148
5.5.1 外轨超高的设置及方法	148
5.5.2 外轨超高的计算	148

5.5.3	未被平衡的离心加速度、欠超高和过超高	150
5.5.4	外轨最大超高的容许值	151
5.5.5	曲线轨道上的超高限速	152
5.6	缓和曲线	153
5.6.1	缓和曲线的作用及其几何特征	153
5.6.2	缓和曲线的长度	154
5.6.3	曲线缩短轨设置	155
5.7	高速铁路轨道几何形位特点	157
5.7.1	曲线	157
5.7.2	坡度与竖曲线	159
	思考题	159
第6章	道岔	161
6.1	道岔的功用及类型	161
6.2	单开道岔的构造	163
6.2.1	转辙器	163
6.2.2	辙叉及护轨	167
6.2.3	连接部分	172
6.2.4	岔枕	173
6.3	过岔速度和提高过岔速度的措施	175
6.3.1	侧向过岔速度	175
6.3.2	直向过岔速度	178
6.4	高速道岔	180
6.4.1	高速道岔的分类	181
6.4.2	高速道岔的平纵断面特征	181
6.4.3	高速道岔的结构特征	181
6.4.4	我国秦沈客运专线 38 号道岔	182
	思考题	183
第7章	无缝线路	184
7.1	概述	184
7.1.1	铺设无缝线路的意义	184
7.1.2	无缝线路的类型	185
7.2	基本原理	185
7.2.1	钢轨温度力、伸缩位移与轨温变化的关系	185
7.2.2	线路纵向阻力	187
7.2.3	温度力图	192

7.3 无缝线路的稳定性	195
7.3.1 稳定性概念	195
7.3.2 影响无缝线路稳定性的因素	196
7.4 普通无缝线路设计	199
7.4.1 确定设计锁定轨温	199
7.4.2 无缝线路结构计算	201
7.5 高速铁路无缝线路	202
7.5.1 高速铁路无缝线路的类型	202
7.5.2 超长无缝线路	203
7.5.3 高速铁路桥上无缝线路的铺设	205
思考题	205
第8章 轨道维护及管理	206
8.1 轨道检查	206
8.1.1 轨道几何尺寸检查	206
8.1.2 轨道部件状态检查	208
8.2 轨道质量状态评价	209
8.2.1 轨道不平顺及其危害	209
8.2.2 轨道静态几何不平顺管理标准	211
8.2.3 国外轨道几何状态评价方法	213
8.2.4 我国轨道几何状态评价方法	214
8.2.5 轨道设备质量状态评价	215
8.3 线路维护及管理	216
8.3.1 线路维护的主要内容	216
8.3.2 线路维护的管理机构	217
8.3.3 线路维修计划管理	218
8.3.4 工务设备管理	219
8.3.5 工务维护管理信息与决策系统	219
8.4 线路大修及管理	220
8.4.1 线路大修的主要内容	220
8.4.2 线路大修技术设计	221
8.4.3 线路大修施工组织管理	222
思考题	223
第9章 路基构造	224
9.1 路基工程的组成与特点	224
9.2 路基横断面	225

9.3 路基排水 226

9.4 路基防护 232

9.5 高速铁路路基工程的特点 235

思考题 235

第 10 章 桥隧建筑物 237

10.1 铁路桥梁 237

10.1.1 桥梁的组成 237

10.1.2 桥梁的分类 238

10.1.3 桥梁的建设 239

10.2 铁路隧道 241

10.2.1 隧道的组成 241

10.2.2 隧道的分类 242

10.2.3 隧道的建设 242

10.3 高速铁路桥隧工程 242

10.3.1 高速铁路的桥梁工程 243

10.3.2 高速铁路的隧道工程 245

思考题 247

主要参考文献 248

第1章 铁路车辆

铁路车辆是用于运送旅客和货物的工具。铁路车辆与公路车辆不同，一般无动力装置，一般不单独使用。运营时需要把车辆连挂编成一列，由机车牵引在线路上运行。

根据运送的对象不同，铁路车辆分为客车和货车两大类。

常见的客车有硬座车、软座车、硬卧车、软卧车、餐车、行李车、邮政车等。

为了适应货物运送的不同要求，货运车辆分为棚车、敞车、平车、砂石车、罐车、保温车等。

铁路车辆从轴数分，可分为四轴车、六轴车和多轴车。其中，四轴车是目前我国铁路车辆的主要形式。

从载重分，货车有 50 t、60 t、80 t（大秦线运煤专用车）、90 t 等多种。

近年来，为了满足经济发展的需要我国自行设计、制造了不少新型车辆。在货车方面，为满足铁路煤炭运输的需要，实现重载运输，生产制造了载重为 60 t 的缩短型新型敞车和载重 90 t 的六轴敞车。另外，还生产了专用车，如 X₆₈ 型集装箱平车、350 t 以上的特种车。在客车方面，除大量生产 25 型全钢硬座车、硬卧车和软卧车等系列客车外，还开发生产了高速动车组、新型双层客车、地下铁道电动客车等。

为了提高铁路货运能力，车辆大型化成为一种趋势。世界各国的基本做法大致可分为两种：一种是保持原有轴数不变，通过提高轴重提高车辆的载重，如在近 20 年里，美国的四轴敞车从 50~60 t 增加到 95 t 左右；另一种是增加轴数提高车辆的载重量，如俄罗斯研制的载重 125 t 的八轴敞车、载重 120 t 的八轴罐车和六轴敞车等。此外，在车体材料上采用各种高强度耐腐蚀的钢和铝合金等新型材料，以减轻车辆自重。

另外，车辆的多品种化也是一种发展趋势。为了适应所运货物的种类和性质，国外一些国家还研制了各种专用车，如用于运输托盘货物的全侧门棚车；使货物免受雨雪浸湿的机械帐篷平车；用于运输冶金产品的活顶车以及为开展驮背运输、运送小轿车用的特种平车等。

1.1 铁路车辆的基本构造

铁路车辆的种类很多，但它们的构造基本相似，均由车体、车底架、走行部、车钩缓冲装置和制动装置 5 个基本部分组成。

1.1.1 车体

车体是乘坐旅客和装载货物的部分，一般和车底架构成一个整体，其结构型式与车

辆的用途有关。货车按用途可分为通用货车和专用货车两大类。通用货车有棚车、敞车、平车、保温车和罐车等。专用货车有长大货物车、漏斗车、自翻车等。

1. 棚车

棚车车体由地板、侧墙、端墙、车顶、门和窗组成，主要用来运送粮食、日用品及其他比较贵重的货物。大多数棚车都是通用型的。另外，还有专用棚车，如家畜车就是专门用来运送家畜的（图 1-1）。

2. 敞车

敞车车体由端墙、侧墙及地板组成，主要用来运送煤炭、矿石、钢材等不怕湿的货物。若在所装运的货物上面加盖防水篷布，则可代替棚车装运怕湿货物。因此，敞车具有较强的通用性，在货车中数量最多（图 1-2）。

敞车按卸货方式不同可分为两类：一类是适合于人工或卸车机作业的通用敞车，其特点是端侧墙高在 0.8 m 以上，车体两侧开有侧门；另一类是只适用于大型工矿企业、专用码头，用翻车机卸货的专用敞车。对装卸地点固定的散装货物，还可采用漏斗车或自翻车运输。

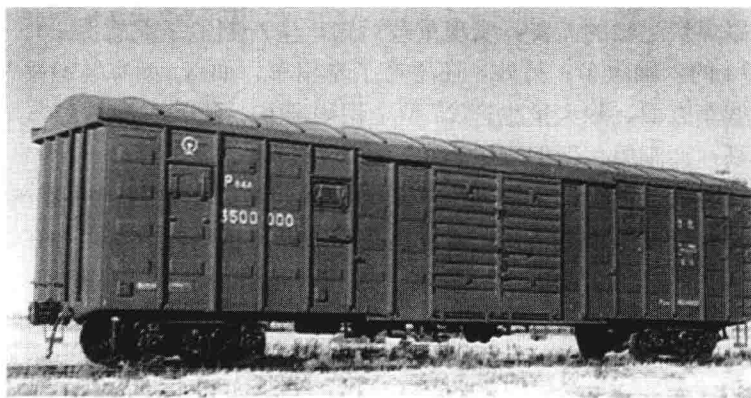


图 1-1 棚车



图 1-2 敞车

3. 平车

大部分平车车体只有地板，部分具有极低的端墙和侧墙。平车主要用于运送钢材、木材、汽车、坦克等体积或质量较大的货物，也可借助集装箱装运其他货物。装有墙板的平车可用来装运矿石等散粒货物（图 1-3）。

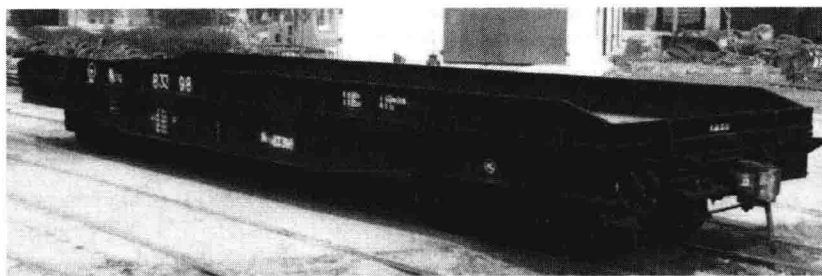


图 1-3 平车

4. 保温车

保温车的车体外形与棚车相似，墙体为两层且填保温隔热材料，车体外表涂成银灰色，以利阳光的反射，减少辐射热。车内设有制冷、加温、测温和通风装置。保温车主要用于运送新鲜易腐货物。我国自行设计制造的 B19 型机械保温车，每五辆一组，由一辆发电车和四辆货物车组成（图 1-4）。

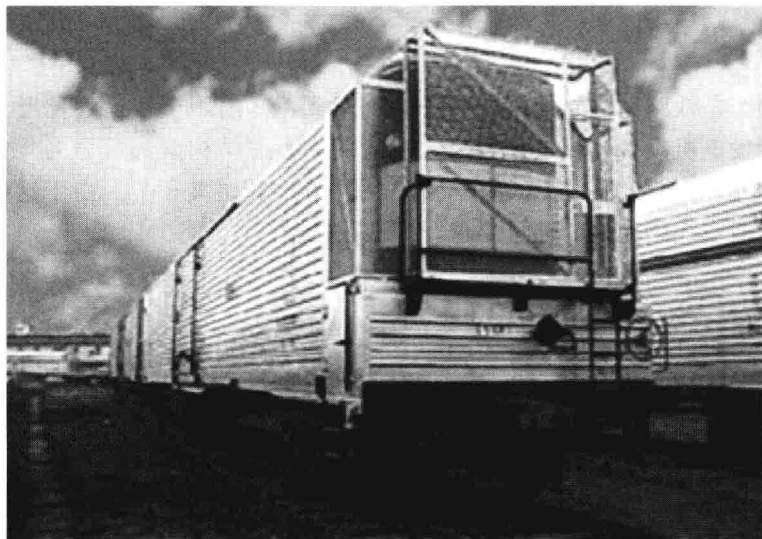


图 1-4 保温车

5. 罐车

罐车主要用来运送各种液体、液化气体和粉末状（水泥、氧化铅粉）货物等。罐车按用途可分为轻油类罐车、黏油类罐车、酸碱类罐车、液化气体类和粉状货物罐车。按结构特点可分为有底架罐车和无底架罐车；按装卸方式可分为上卸式罐车和下卸式罐车。

等。在罐车的气包或罐顶设有呼吸式安全阀，当外界温度变化使罐车内压力超过一定数值时，安全阀能自行打开，将罐内气体放出；罐内压力低于一定数值时，通过安全阀可向罐内补气，以减小液体对罐体的冲击作用。

因罐体具有较大的强度和刚度，能够承担作用在罐体上的纵向力，因此新型罐车不设底架。

黏油类罐车均采用下卸式排油装置，罐内液体直接从排油阀卸出。对于上卸式罐车，罐体的底部中央设有排油管、进风管等装置，进风管的作用是通入压缩空气以保持压力平衡，加速上卸排油（图 1-5）。



图 1-5 罐车

6. 特种车辆

长大货物车是铁路运输中使用的一种特种车辆，专门用于装运各种尺寸长大的重型货物，如大型发电机设备、化工设备等。长大货物车按结构型式可分为长大平板车、凹底平车（或称元宝车）（图 1-6）、落下孔车（图 1-7）和钳夹车等。由于这些车的载重量及自重大，为适应线路允许的轴重要求，车轴数较多。

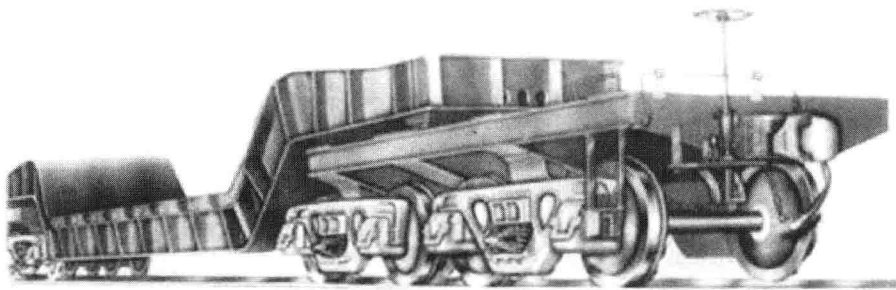


图 1-6 120 t 凹底平车

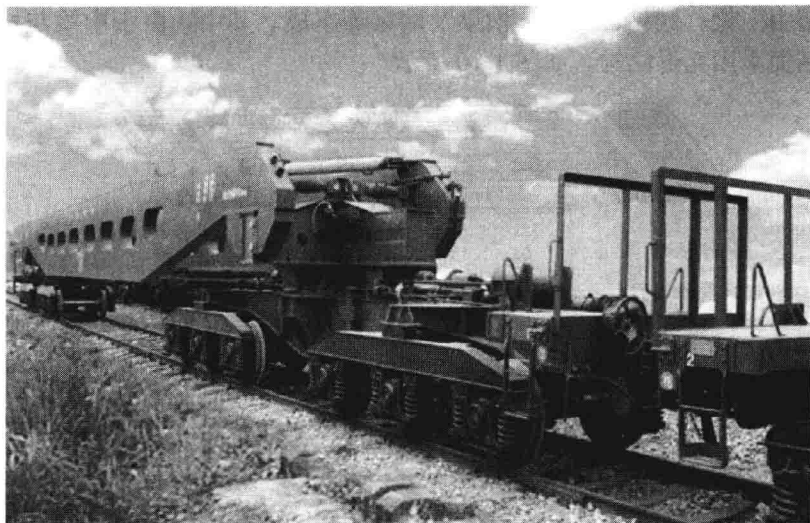


图 1-7 DK23 型 230 t 落下孔车

7. 客车

客车是用于输送旅客的车辆，有硬座、软座、硬卧、软卧、行李车、餐车等类型，其车体采用整体承载薄壁筒形结构，车体部分设有门窗、座椅、卧铺、茶桌、行李架、盥洗室、厕所和给水、照明、播音等设备。此外，还有通风和暖气装置等。

我国生产的带有空调装置、车内设备比较完善、构造速度为 160 km/h 的 25.5 m 的轻型高速客车，已在铁路干线上广泛使用（图 1-8）。25.5 m 的空调双层客车也投入运行，载客定员由普通旅客硬座车的 108~118 人增至 186 人，大幅提高了旅客运送量，适用于繁忙的郊区区段和中短途的旅客运输（图 1-9）。

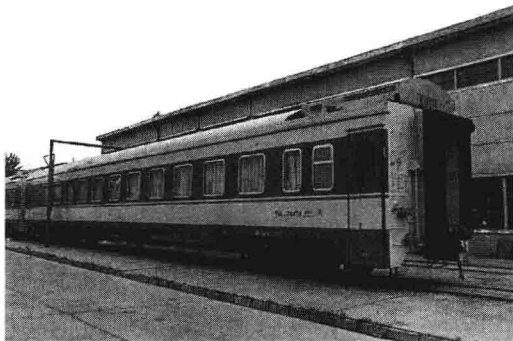


图 1-8 客车

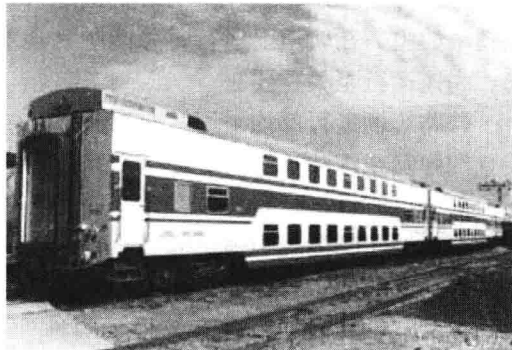
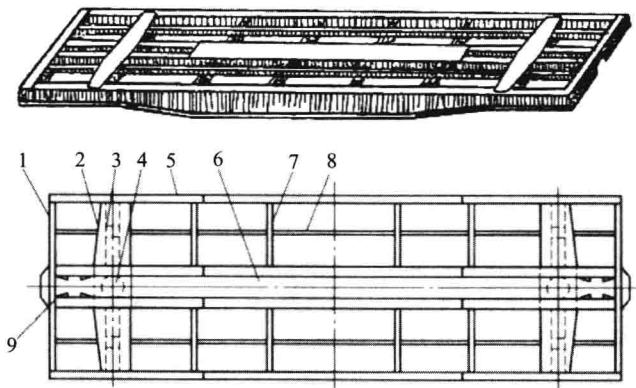


图 1-9 双层客车

1.1.2 车底架

车辆底架是车体的基础。它不仅承受车体和所装人、货物的重力，在列车运行时，同时还承受机车牵引力和列车运行中所引起的各种冲击力，因此底架必须具有足够的强度和刚度。

货车底架由中梁、侧梁、枕梁、横梁及端梁等组成。其中，由于中梁与枕梁受力最大，因此其断面采用箱形结构，如图 1-10 所示。



1—端梁；2—枕梁；3—上旁承；4—上心盘；5—侧梁；6—中梁；7—大横梁；8—地板托梁；9—从板座

图 1-10 货车车底架的一般结构

中梁是车底架的骨干，位于车底架的中央，两端安装车钩缓冲装置，中梁承担大部分垂直载荷和全部纵向作用力。

枕梁是车底架和转向架摇枕衔接的地方。在枕梁下部安装的上旁承和上心盘，分别与转向架摇枕上的下旁承和下心盘相对，并通过上、下心盘将重力传给走行部。

客车底架构造和货车底架相似，但因客车两端必须设置通过台，所以它的中梁伸出端梁和通过台端梁、侧梁组成一个通过台架。

1.1.3 走行部

走行部的作用是引导车辆沿轨道运行，并将车辆的全部重力传给钢轨。它应使车辆以较小的阻力在轨道上运行，并能顺利地通过曲线。走行部的构造对于车辆的安全、平稳、高速运行至关重要。

铁路车辆走行部均采用转向架形式。转向架一般由侧架（构架）、摇枕、轮对、轴箱装置和弹簧减震装置组成，如图 1-11 所示。通过设于摇枕中部的下心盘与设于车底架枕梁中部的上心盘进行对接，实现车底架与走行部的连接，使转向架相对于车底架可自由转动，缩短车辆的轴距便于通过曲线。

普通车辆的走行部通常设有两个转向架。每个转向架含有两根或三根轴。含有两根轴的称为二轴转向架；含有三根轴的称为三轴转向架。故车辆有四轴车、六轴车之分。一般，车辆的轴数越多，其载重量就越大。目前，我国大多客货车辆都为二轴转向架四轴车。

车辆转向架按用途分为客车转向架和货车转向架；按构架与轮对间的定位方式分为有导框式转向架和无导框式转向架；按弹簧减震装置的布置方式分为一系式转向架和二系式转向架。客车多为无导框、二系式转向架，货车多为有导框、一系式转向架。