

DONGCHEZU CHELIANG
GOUZAO YU SHEJI



高速铁路新技术系列教材

机车车辆

动车组车辆 构造与设计

商跃进 主编



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

高速铁路新技术系列教材——机车车辆
西南交通大学出版基金资助

动车组车辆构造与设计

商跃进 主编

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内 容 简 介

本书主要介绍高速动车组的基本概念、结构组成与作用原理、相关理论及设计方法。全书包括动车组基础知识,转向架的结构原理,车体结构及车内设备,车端连接装置,其他类型的动车组车辆,轨道交通车辆牵引理论,轨道交通车辆动力性能分析与评价,轨道交通车辆结构强度分析,轨道交通车辆总体设计,轨道交通车辆悬挂系统设计和车辆结构强度设计等 11 章。

本书是高等学校轨道交通车辆专业教材,也可供铁路中等专业学校师生及从事轨道交通车辆专业的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

动车组车辆构造与设计 / 商跃进主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2010.2
(高速铁路新技术系列教材. 机车车辆)
ISBN 978-7-5643-0586-4

I. ①动… II. ①商… III. ①高速列车—动车—车体
结构—教材②高速列车—动车—设计—教材 IV.
①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 024560 号

高速铁路新技术系列教材——机车车辆

动车组车辆构造与设计

商跃进 主编

*

责任编辑 孟苏成

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 24.25

字数: 604 千字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0586-4

定价: 42.00 元

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

高速动车组与普通客运列车（指机车牵引车辆的旅客列车）相比在结构等方面有许多不同。随着2007年4月我国铁路第六次大提速后高速动车组在我国铁路上的顺利运行，无论是从事动车组运用维修管理的人员，还是从事动车组研究的人员，尤其是大专院校的相关师生都急需一本全面、系统地论述动车组车辆结构与工作原理及相关分析与设计理论的书籍，基于这样的目的，作者撰写了《动车组车辆构造与设计》一书，从动车组车辆构造与工作原理、轨道交通车辆相关理论和轨道交通车辆设计方法三个方面进行了详细的论述。

全书共分11章。第1章介绍了动车组的基本概念和分类，动车组的发展历史和发展趋势。第2章介绍了高速动车组的转向架技术。论述了动车组转向架的特点，动车组车辆转向架的作用、组成、类型及各部件的结构和工作原理，转向架悬挂技术、牵引电动机悬挂和驱动技术，并对动车组制动系统做了简要的介绍。第3章介绍了动车组车辆车体构造及车内布置。论述了动车组车体结构及车体轻量化、车体的密封、噪声及其控制、车辆防火等相关技术；另外，还介绍了动车组车辆车内设备布置技术。第4章介绍了动车组车辆的车体连接技术，其中包括高速动车组车体连接要求，动车组密封式车钩缓冲装置、车端阻尼装置、密封式风挡等的结构。第5章介绍了其他类型的动车组车辆，其中包括独轨铁路、导轨交通与磁悬浮铁路。第6章介绍了轨道交通车辆牵引理论，主要包括牵引力、制动力和列车阻力产生的原理和与其相关的防空转装置和电子防滑器等设备的作用与工作原理。第7章介绍了轨道交通车辆动力性能分析与评价的理论，主要包括垂向动力性能分析理论与影响因素、横向稳定性的分析理论与影响因素、曲线通过性能分析理论与影响因素、动力性能的评价方法与评价指标及径向转向架和摆式列车的相关知识。第8章介绍了轨道交通车辆结构强度分析的方法，包括车辆上所受载荷分析，车辆零部件应力确定方法和强度评价方法等。第9章介绍了轨道交通车辆总体设计的内容与方法。第10章介绍了轨道交通车辆悬挂系统设计，包括悬挂系统参数的确定方法和螺旋弹簧等悬挂元件的结构设计方法。第11章介绍了车辆结构强度设计，包括车体、构架、车轮和车轴等车辆主要承载零部件的设计标准及设计方法。

本书主要侧重于动车组车辆的基本原理、基本构造、共有设备、通用理论及设计方法；力求理论联系实际，内容系统全面，图文并茂，知识性与趣味性相结合。

本书由兰州交通大学商跃进主编，其中第4章、第11章由商跃进编写，第2章由张

喜全编写，第3章、第8章、第9章由左丽娟编写，第7章、第5章由朱喜锋编写，第1章、第6章、第10章由吴国祥编写。

本书在编写过程中得到了兰州交通大学机电学院领导及其他老师的大力帮助。本书的出版还得到了西南交通大学出版社出版基金的资助和该社编辑人员的大力帮助。在此，编者向所有为该书出版提供过支持和帮助的人们致以衷心的感谢。

由于编写时间仓促，作者水平所限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2010年1月于兰州

目 录

第 1 章 动车组基础知识	1
1.1 动车组的发展概况	1
1.2 动车组车辆概要	8
1.3 铁路限界与线路概要	13
习 题	18
第 2 章 转向架的基本结构与原理	19
2.1 转向架的功能与组成	19
2.2 轮对轴箱装置	23
2.3 弹性悬挂装置	27
2.4 构 架	38
2.5 驱动装置	41
2.6 基础制动装置	51
2.7 典型的转向架	56
习 题	103
第 3 章 车体结构及内装设备	104
3.1 车体结构	104
3.2 25 型客车车体	106
3.3 铝合金车体	110
3.4 车体相关技术	128
3.5 车辆总体布置	138
3.6 车体内装与设备	150
习 题	162
第 4 章 车端连接装置	163
4.1 概 述	163
4.2 车 钩	167
4.3 缓冲器	173
4.4 国内外典型的车钩缓冲装置	177
4.5 风挡与车端阻尼	180

4.6 典型的车端连接装置	184
习 题	199
第 5 章 其他类型的轨道交通车辆	200
5.1 磁悬浮列车	200
5.2 轨道交通系统	204
5.3 单轨交通	205
习 题	208
第 6 章 轨道交通车辆牵引理论	209
6.1 牵引力的形成	209
6.2 制动力的形成	213
6.3 列车运行阻力	214
6.4 列车运动分析	217
习 题	220
第 7 章 轨道交通车辆动力性能分析与评价	221
7.1 振动的原因和振动形式	221
7.2 车辆垂向动力学	223
7.3 车辆横向稳定性分析	233
7.4 车辆系统动力学性能及其评价指标	245
7.5 曲线通过	251
习 题	271
第 8 章 轨道交通车辆结构强度分析	272
8.1 概 述	272
8.2 车辆结构件计算载荷确定	273
8.3 车辆零部件应力计算	278
8.4 车辆结构强度评定	287
习 题	294
第 9 章 轨道交通车辆总体设计	295
9.1 车体总体设计	295
9.2 转向架总体设计	301
习 题	303
第 10 章 轨道交通车辆悬挂系统设计	304
10.1 高速列车转向架悬挂参数设计	304

10.2 弹簧设计	317
10.3 液压减振器阻力特性的计算与分析	328
习 题	332
第 11 章 动车组车辆零部件强度设计	333
11.1 铝合金车体结构设计	333
11.2 构架结构强度设计	347
11.3 轮轴强度设计	362
11.4 转向架关键部件强度试验	372
习 题	378
参考文献	379

第1章 动车组基础知识

1.1 动车组的发展概况

1.1.1 高速铁路简介

1.1.1.1 高速铁路定义

通常根据线路允许运行的最高时速对列车做如下划分：

普通列车：最高运行速度 100~160 km/h；

快速列车：最高运行速度 160~200 km/h；

高速列车：最高运行速度 ≥ 200 km/h。

即认为最高运行速度达到 200 km/h 以上的铁路称为高速铁路。

从人们节省时间的需求出发，在相同的距离情况下，如果铁路平均速度低于 100 km/h 就竞争不过公路；在 500~600 km 距离内，如果铁路平均速度低于 250 km/h 就竞争不过航空。欧洲一些国家和日本均认为，实用的最高速度在高速新线上应以 250~300 km/h 为宜；在改造的既有线上则以 200 km/h 为宜。近年来，200 km/h 以上的高速技术日臻成熟，而且运行速度纪录已在被刷新。1990 年 5 月 18 日，法国新一代 TGV (Train à Grande Vitesse) 高速列车创造了当时 515.3 km/h 的世界铁路最高试验速度纪录，改变了人们对轮轨系统牵引工况下的最高速度限界的传统观念。2007 年 4 月 3 日，法国 TGV 高速列车又将这一试验速度纪录提高到 574.8 km/h。

高速铁路之所以得到快速发展并受到世人青睐，主要是因为它具有以下特点：一是运量大，一列列车可载运近千人；二是能耗低，运送每位旅客消耗的能源仅为飞机的 1/4~1/5，汽车的 1/2；三是安全可靠，日本东海道新干线运用 40 多年未发生重大行车事故；四是舒适快捷，对于中等运程（600~700 km）的旅客，乘坐高速列车与乘坐飞机的旅行时间相当（因大部分机场均远离市中心）。

1.1.1.2 国内外高速铁路发展概况

高速铁路技术在 20 世纪 60 年代开始进入实用阶段。1964 年 10 月 1 日，日本率先建成了世界上第一条高速铁路——东海道新干线（东京—大阪），高速列车运行时速达到 210 km/h，年运送旅客 1.3 亿人次，相当于 10 条高速公路的运量。东海道新干线运营的成功，产生了轰动效应，也为铁路的复兴带来了积极的影响。到 20 世纪 80 年代，在短短的 20 年内，高速铁路的发展已经遍及欧、亚和北美等许多国家，在世界范围内引起了一场深刻的“交通革命”。国际上已开行时速 200 km 以上高速列车的国家有日本、法国、德国、意大利、西班牙、比利时、荷兰、瑞典、英国、美国、俄罗斯等 10 多个国家。正在积极建设或规划建设的还有中

国、瑞士、奥地利、丹麦、加拿大、澳大利亚、韩国、印度等国。世界上已建成投入运营的高速铁路总长度已超过 5 000 km, 预计到 21 世纪 20 年代高速新线有望达到 1.8~2.0 万 km。目前, 已建成的主要高速铁路的参数见表 1.1。

表 1.1 已建成的主要高速铁路的参数

参 数 \ 名 称	日本东海道新干线	法国 TGV 大西洋线	德国 ICE 高速线
区 间	东京—大阪	巴黎—勒芒、图尔	汉诺威—斯图加特
修建起止时间	1959—1964 年	1985—1990 年	1983—1991 年
长度/km	515.4	280	426
最小曲线半径/m	2 500	4 000	5 100
线间距/m	4.2	4.2	4.7
最高运行速度/(km/h)	270	300	250

2004 年 1 月 7 日国务院原则通过了《中长期铁路网规划》。建设目标是: 到 2020 年, 全国铁路营业里程达到 10 万 km, 主要繁忙干线实现客货分线, 复线率和电气化率均达到 50%, 运输能力满足国民经济和社会发展需要, 主要技术装备达到国际先进水平。为满足快速增长的旅客运输需求, 建立省会城市及大中城市间的快速客运通道, 规划“四纵四横”铁路快速客运通道以及三个城际快速客运系统。建设客运专线 1.2 万 km 以上, 客车速度目标值达到 200 km/h 及以上。

1. “四纵”客运专线

- (1) 北京—上海客运专线, 贯通京津至长江三角洲东部沿海经济发达地区。
- (2) 北京—武汉—广州—深圳客运专线, 连接华北和华南地区。
- (3) 北京—沈阳—哈尔滨(大连)客运专线, 连接东北和关内地区。
- (4) 杭州—宁波—福州—深圳客运专线, 连接长江、珠江三角洲和东南沿海地区。

2. “四横”客运专线

- (1) 徐州—郑州—兰州客运专线, 连接西北和华东地区。
- (2) 杭州—南昌—长沙客运专线, 连接华中和华东地区。
- (3) 青岛—石家庄—太原客运专线, 连接华北和华东地区。
- (4) 南京—武汉—重庆—成都客运专线, 连接西南和华东地区。

3. 三个城际客运系统

环渤海地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区城际客运系统, 覆盖区域内主要城镇。

1.1.2 动车组组成与分类

1.1.2.1 动车组的定义与组成

我们通常看到的电力机车和内燃机车, 其动力装置都集中安装在机车上, 在机车后面挂着许多没有动力装置的客车车厢。目前, 国外的列车运行速度一般达到 200~300 km/h, 光靠机车来拉已经很吃力。所以在每辆车上都装上动力装置是个很有效的解决提速问题的方法,

通常将这种列车叫做动车组。动车组，亦称多动力单元列车，它是由动车和拖车或全部动车长期固定连挂在一起运行的铁路列车。其特点是动力来源于分布在列车各个车辆上的发动机，而不是集中在机车上。动车组内有动力的车辆称为动车，没有动力的车辆称为拖车。

动车组的司机驾驶室一般都被大为缩短，放在列车的两端。其结构特征是：动车组内包含可操纵的动车和各种功能的拖车，以固定编组进行运营，运用时不能解编；往返运行不需换头，只需改变操纵端；某些动车组允许重联运行。动车组以其编组灵活、方便、快捷、安全，可靠、舒适为特点备受世界各国铁路运输和城市轨道交通运输的青睐。

1.1.2.2 动车组分类

1. 按牵引动力的分布方式分

如图 1.1 所示，动车组有两种牵引动力的分布方式，一种叫动力分散，一种叫动力集中。动力集中式的头尾两端为带司机室的动车，中部为供旅客乘坐的拖车，也有一端为带司机室并有坐席的可操纵的拖车。动力分散式动车组全部或部分车辆带有动力，头车和尾车除了有司机室外也带有坐席。

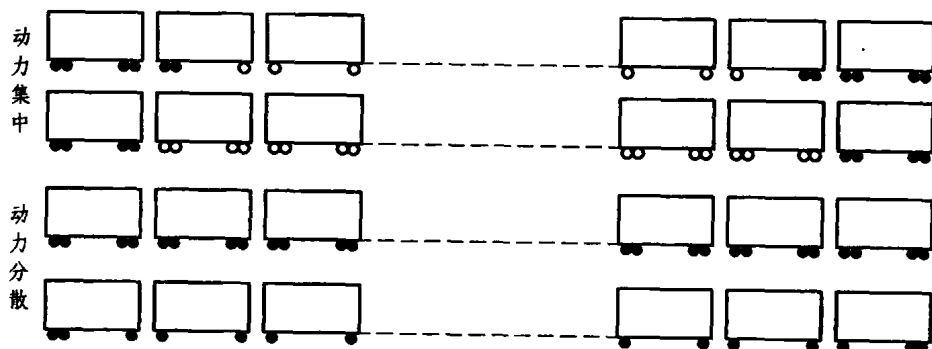


图 1.1 动车组牵引动力布置示意图

● 动轴（带牵引电机）；○（不带牵引电机）

动力分散电动车组的优点是：动力装置分布在列车不同的位置上，如图 1.2 所示，能够



(a) CRH₁ 型动车组



(b) CRH₂ 型动车组



(c) CRH₃ 型动车组

图 1.2 CRH 电动车组动力布置示意图

实现较大的牵引力,编组灵活。由于采用动力制动的轮对多,制动效率高,且调速性能好,制动减速度大,适合用于限速区段较多的线路。另外,列车中一节动车的牵引动力发生故障对全列车的牵引指标影响不大。动力分散的电动车组的缺点是:牵引力设备的数量多,总质量大。动力集中的电动车组也有其优点,动力装置集中安装在2~3节车上,检查维修比较方便,电气设备的总重量小于动力分散的电动车组。动力集中布置的缺点是动车的轴重较大,对线路不利。必须指出的是,随着最高运行速度的进一步提高,尤其是当最高运行速度超过300 km/h时,世界各国的高速动车组有向动力分散方向发展的趋势。

2. 按动力装置分

用内燃机作动力,通过电传动装置或者液力传动装置的驱动动轮的动车组,叫内燃动车组(DMU, Diesel Multiple Unit),内燃动车组按传动方式又分为电力传动和液力传动两种。高速内燃动车组有日本的181系特快内燃动车组,由8节动车和1节拖车编成,共有8台500柴油机,总功率3 650 kW,最高速度120 km/h。还有英国投入运用的高速内燃动车组,两端各有1节内燃动车,中间有7~8节拖车,速度最高达229 km/h。

靠电气化铁路接触网供电,由牵引电动机驱动的动车组,叫电动车组(EMU, Electric Multiple Unit),电动车组按电流制分为直流和交流两种,按传动方式又可分为直-直传动、交-直传动和交-直-交流传动三种。世界上已运营的动车组绝大多数为电动车组,多数的动车组都是用作客运,用作货运的很少。具有代表性的高速电动车组有:日本的200系电动车组,由2节控制车和12节动车编成,总功率12 880 kW,最高速度260 km/h。法国的TGV电动车组,由2节动车和8节拖车编成,最高速度可达260 km/h。英国的APT高速电动车组,采用摆式车体,由2节动力集中式动车和12节拖车编成,总功率6 000 kW。

3. 按服务对象分

根据动车组服务的旅客不同可分为:一是在城市之间运行,服务于长途旅行旅客的长途高速电动车组。如日本新干线、德国ICE、法国TGV、我国的CRH动车组等。二是在城市内部运行,服务于通勤旅客的城市轨道交通动车组。城市轨道交通动车组站间距离短、行车密度高、客运量大,加减速快、车厢容量大、车门多、旅客上下车方便。如,日本8000系斩波器控制的电动车组,由4节动车和2节控制车编成,每节车有4个宽1.3 m的侧门供旅客上下。

1.1.3 国内外动车组简介

20世纪中后期以来,许多国家在客运繁忙的铁路干线上开行了大量的动车组。使用动车的比重以日本为最大,占87%;荷兰、英国次之,分别占83%和61%;法国、德国又次之,分别占22%和12%。动车组称得上是铁路旅客运输的生力军。

1.1.3.1 日本700系动车组

日本新干线为动力分散型,便于编组,日本各型动车组见表1.2。其中新干线700系电车于1997年至2003年间建造,于1999年起开始投入服务,是日本JR东海道与JR西日本共同开发、主要行驶于东海道与山阳新干线上作为部分希望号(のぞみ)与光号(ひかり)列车使用。700系的登场目的是求取在生产与操作成本上比500系便宜,但速度又能和500系

相近。现时共有 67 列列车，其最高速度达 285 km/h，比 500 系的 300 km 稍慢。700 系列车的车嘴使用鸭嘴形设计（见图 1.3），其中 JR 东海道的版本是在白色车身的车窗下方有一深蓝线涂装，采 12M4T 的 16 辆编成，山阳新干线上隶属于 JR 西日本所有的车型则称为 700 系“铁道之星”（RailStar），拥有与东海道版本截然不同的黑色车首、黄色车身线条涂装，为 6M2T 的 8 辆车编成。

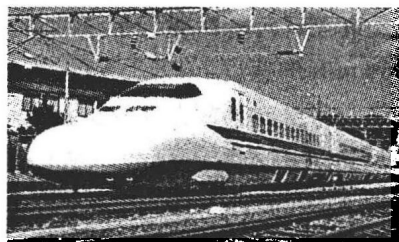


图 1.3 日本 700 系动车组

表 1.2 日本高速动车组

型号	投入运营时间	牵引方式	编组	头车长	中间车长	总牵引功率 / kW	最高运行速度	定员
0 系	1964	动力分散	16 动	21.15	25	11.84	220	1 285
100 系	1985	动力分散	12 动 4 拖	26.05	25	11.04	230	1 321
200 系	1980	动力分散	12 动	25.15	25	11.04	275	885
300 系	1990	动力分散	10 动 6 拖	26.05	25	12	270	1 323
400 系	1991	动力分散	6 动 1 拖	23.075	20.5	5.04	240	399
500 系	1996	动力分散	16 动	27	25	18.24	300	1 324
700 系	1997	动力分散	12 动 4 拖	27.35	25	13.2	270	1 323
E1 系	1994	动力分散	6 动 6 拖	26.05	25	9.84	240	1 235
E2 系	1995	动力分散	6 动 2 拖	25.7	25	7.2	275	630
E3 系	1995	动力分散	4 动 1 拖	23.075	20.5	4.8	275	270

1.1.3.2 法国 TGV

TGV（Train à Grande Vitesse，高速列车）由阿尔斯通（Alstom）及国营公司 SNCF 负责开发，营运由 SNCF 负责，往来巴黎邻近及邻国的城市，包括比利时、德国、瑞士等。一些国家的铁路公司从法国购入 TGV 列车或技术，包括荷兰、韩国、西班牙、英国及美国。目前，TGV 列车由阿尔斯通负责生产。TGV 列车属于客运列车（见图 1.4），有小部分用作邮政列车，服役于巴黎及里昂。



图 1.4 法国 TGV 列车

TGV 列车驱动方式为动力集中型，前后的车辆用机车方式驱动，法国动车组参数见表 1.3。法国的高速铁路发展于 20 世纪 50 年代，第一次的实验通过动车组实现了 231 km/h 的纪录，1955 年 3 月 28 日，电力机车 CC7107 创下了 320.6 km/h 的速度，结果第二天就被 BB9004 以 330.6 km 的时速超过。1967 年，国有铁路公司 SNCF 为了满足城际快速交通的需要，开始研发真正的高速动车组，第一代产品并非是电力机车，而是命名为 TGS 的柴油机，1971 年 10 月，这列机车达到了 252 km/h 的速度，TGS 至今仍在使使用。TGV 的名称出现在 1972 年，但是第一辆 TGV001 仍是柴油机，8 月 3 日的实验速度到达了 307 km/h。电力 TGV 的出现是和 1973 年的能源危机联系在一起的。1974 年，当柴油机 TGV001

正式商业运营的时候,另一项目 Z7001 通过接触网供电的 TGV 上马了。同年 7 月,就达到了 306 km/h 的速度。1978 年的 7 月,出现了今天 TGV 的雏形。随后的 TGV 始终是电力牵引,在这一年里,其商业运行的速度就从 260 km/h 到 280 km/h,并于 1981 年 2 月 26 日创下了 380 km/h 的速度。这一纪录直到 10 年后才被大西洋 TGV 的 515.3 km/h 超过,2007 年创下 574.8 km/h 的铁路行驶新纪录,打破了自己保持 17 年之久的 515.3 km/h 的世界纪录。

表 1.3 法国 TGV 列车

型 号	投入 运营时间	最高运行速度 /(km/h)	列车编组	列车长度 /m	最大输出功率 /kW	定员 /人
TGV-PSE	1981	270	2 动 8 拖	200	6 450	386
TGV-A	1989	300	2 动 10 拖	237.6	8 800	485
TGV-R	1994	300	2 动 8 拖	200.2	8 800	377
TGV-2N	1996	300	2 动 8 拖	200.19	8 800	545

1.1.3.3 德国 ICE

ICE (Inter City Express, 城际特快车) 是以德国为中心的一系列高速铁路系统与相对应的高铁专用列车系列 (见图 1.5 和表 1.4), 由西门子为首的开发团队设计制造, 德国国铁营运, 其服务范围除涵盖德国境内各主要大城市外, 还跨越邻近国家, 行经多个城市。

德国是最早制造和运用动车的国家, 制造技术一直领先。1903 年 7 月 8 日, 首先运行了由钢轨供电的动车组, 由 4 节动车和 2 节拖车编成。同年 8 月 14 日, 又运行了由接触网供电的动车组, 这是世界上第一列由接触网供电的单相交流电动车组。同年 10 月 28 日, 西门子公司制造的三相交流电动车进行了高速试验, 首创时速 210.2 km 的历史记录。



图 1.5 德国 ICE 列车

表 1.4 德国 ICE 列车

型号	投入 运营时间	投入总量 /列	列车编组	列车长度 /m	总牵引 功率/MW	最高运行速度 /(km/h)	定员 /人
ICE1	1991	59	2 动 12 拖	305	9.6	280	669
ICE2	1998	44	1 动 7 拖	205	4.8	280	388 + 23
ICT	1999	32	2 动 5 拖	184	4.0	230	374 + 24
ICE3	2002	37	4 动 4 拖	200	8.0	330	398 + 24
ICETD	2001	21	4 动	106.7	1.66	200	195

1.1.3.4 国产动车组

20 世纪末, 我国从瑞典引进的 X2000 摆式电动车组在广深线运用成功, 中国铁路面对激烈的客运竞争, 也不失时机地对动车组进行了研发。

1. 自主研发的动车组

中国首列 DMU 型双层内燃动车组是唐山机车车辆厂于 1998 年自行开发研制成功,并于当年 6 月在南昌至九江间投入运行;“春城”号电动车组是长春客车厂为迎接“99”昆明世界园艺博览会开发制造的中国首列商业运行电动车组;“先锋”号交流传动电动车组是南京浦镇车辆厂负责总体研制的我国第一列交流传动动力分散电动车组;“大白鲨”高速电动车组是株洲电力机车厂研制的中国第一台正式进入高速领域的动力集中式高速动车组。到 2005 年已有 NZJ 型全双层内燃动车组, NYJ₁ 型液力传动内燃动车组(九江号和北亚号), NZJ₁ 型双层内燃动车组(新曙光号), NZJ₂ 型内燃动车组(神州号), 金轮号内燃动车组, 普天号摆式内燃动车组和春城号电动车组, DDJ₁ 电动车组(大白鲨号), DJJ₁ 电动车组(蓝箭号), 先锋号, DJF₁ 电动车组(中原之星号), DJJ₂ 电动车组(中华之星号)等先后问世,并投入运营。表 1.5 所示是我国自主研发的主要动车组的主要参数。

表 1.5 我国自主研发的动车组的主要参数

动车组名称 参数名称		“庐山”号	“新曙光”号	“神州”号	“春城”号	“蓝箭”号	“先锋”号
编组方式		M+2T+M	M+9T+M	M+10T+M	M+T+M+2T+M	M+5T+Tc	Mc+T+M+M+T+Mc
动力方式		康明斯 QST30-G1	12V280ZJ	16V280ZJE	动力分散	动力集中	动力分散
构造速度/(km/h)		120	180	180	120	200	200
轴重/t	动车	18	21	21	18	19.5	14.5
	拖车	17	16	14.5	18	15.5	14.5
自重/t	动车	64.7	126	135			
	拖车	59.4	51.9-53.9	53.9			
车组重量/t		288	702	929	330.1	391.8	306.9
车组总长/m		102	281	309.3	158.6	172.73	152
车组总定员/人		544	1 140	1 400	600	421	424
主要参数/mm	动车长	24 825	20 600	21 750	25 770	18 316	25 500
	拖车车体长×宽	25 500×3 104	25 500×3 104	25 500×3 104	25 500×3 105	25 500×3 104	25 500×3 104
	拖车车辆定距	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000
	拖车车顶距轨面高	4 750	4 600	4 600	4 134	3 950	4 000
起动加速度/(m/s ²)		0.23	0.255	0.214	0.2	0.28	0.4
牵引功率/kW		660×2	2 760×2	2 740×2	21 600	4 800	4 800

2. CRH 和谐号动车组

随着中国高速铁路技术的发展,铁道部制定了动车组发展的“127”战略,即 10% 整车引进,20% 散件引进国内组装,70% 国产化。从 2006 年起,我国与日本、法国、德国等国家合资研制生产的大批量动车组将陆续下线试验,然后投入商业运营。这些动车组命名为 CRH (China Railway High-speed 的英文缩写,即“中国铁路高速”)。目前我国已设计开发了 4 种类型: CRH₁、CRH₂、CRH₃、CRH₅。主要技术特征见表 1.6。

表 1.6 我国动车组的主要技术特征

型 号	CRH ₁	CRH ₂	CRH ₃	CRH ₅
基本编组	5M + 3T	4M + 4T	4M + 4T	5M + 3T
编组定员/人	670	609	600	606
编组重量 (空/重)/t	420/474	361/409	480/536	415/500
轴重/t	16	14	17	17
运营速度 (km/h)	200	200	350	200
最高试验速度 (km/h)	250	250	385	250
牵引功率/kW	5 500	4 800	8 800	6 770
车体材质	不锈钢 + 耐候刚	大型挤压中空铝合金	大型挤压中空铝合金	大型挤压中空铝合金
转向架形式	空气弹簧 拉板式定位 + 轴箱圆弹簧	空气弹簧 转臂式定位 + 轴箱圆弹簧	空气弹簧 转臂式定位 + 轴箱圆弹簧	空气弹簧 拉杆式定位 + 轴箱圆弹簧
制动形式	再生制动 + 空气盘形制动			

(1) CRH₁ 动车组。CRH₁ 动车组是一种全面采用先进技术、现代化的动力分散型电动车组，由青岛四方-庞巴迪-鲍尔铁路运输设备有限公司（简称 BSP 公司）生产制造。该动车组为 8 辆编组，5 辆为动车、3 辆为拖车，运营速度为 200 km/h，最高试验速度为 250 km/h。

(2) CRH₂ 动车组。CRH₂ 型动车组是消化吸收日本 E2-1000 动车组技术经过再创新后制造的。该动车组为 8 辆编组，采用 4 动 4 拖的动力分散、交流传动方式以及先进的 IGBT 元件和 VVVF 控制牵引方式。运营速度为 200 km/h，最高试验速度为 270 km/h。通过调整动车和拖车的比例，可以灵活、方便地适应 200~300 km/h 之间各速度等级的运行。

(3) CRH₃ 动车组。CRH₃ 动车组是消化吸收德国为西班牙生产的 Valero E 动车组技术、经过再创新的动车组。该动车组的牵引功率达到 8 800 kW，以保证最高运行速度达到 350 km/h：牵引变流器元件为 IGBT，并配备了最先进的欧洲 ETCS2 级信号系统。动车组为 4 动 4 拖，运营速度为 350 km/h，最高试验速度为 385 km/h。

(4) CRH₅ 动车组。CRH₅ 动车组是消化吸收阿尔斯通公司为芬兰国家铁路提供的 SM3 动车组技术、经过再创新后进行设计开发的。该动车组为 8 辆编组，采用 5 动 3 拖。运营速度 200 km/h，最高试验速度 250 km/h，CRH₅ 具备提速至 300 km/h 的条件。

1.2 动车组车辆概要

1.2.1 动车组车辆组成

1. 轨道车辆的特点

轨道车辆与其他车辆的最大不同点，在于这种车辆的轮子必须在专门为它铺设的钢轨上运行。这种特殊的轮轨关系成了轨道车辆结构上最大的特征，并由此产生出许多其他的特点：

(1) 自行导向。除轨道车辆之外的各种运输工具几乎全有操纵运行方向的机构, 唯轨道车辆通过其特殊的轮轨结构, 车轮即能沿轨道运行而无需专人掌握运行的方向。

(2) 低运行阻力。除坡道、弯道及空气对车辆的阻力之外, 运行阻力主要来自走行机构中的轴与轴承以及车轮与轨面的摩擦阻力。车辆的车轮及钢轨都是含碳量偏高的钢材, 轮轨接触处的变形较小, 而且线路的结构状态也尽量使其运行阻力减小, 故车辆运行中的摩擦阻力较小。

(3) 成列运行。轨道车辆编组连挂组成列车运行。为了适应成列运行的特点, 车与车之间需设连接、缓冲装置; 且由于列车的惯性很大, 每辆车均需设制动装置。

(4) 严格的外形尺寸限制。轨道车辆只能在规定的线路上行驶, 无法像其他车辆那样主动避让靠近它的物体, 为此要制定限界, 严格限制车辆的外形尺寸以确保运行安全。

2. 动车组车辆组成

动车组中的车辆一般包括动车和拖车, 而且动车一般也有客室, 其客室部分与拖车完全一致; 而拖车则与普通客车一样。从结构组成来看, 动车组车辆通常由车体、转向架、车辆连接装置、制动装置、车辆内部设备、车上电气系统等六部分组成, 如图 1.6 所示。

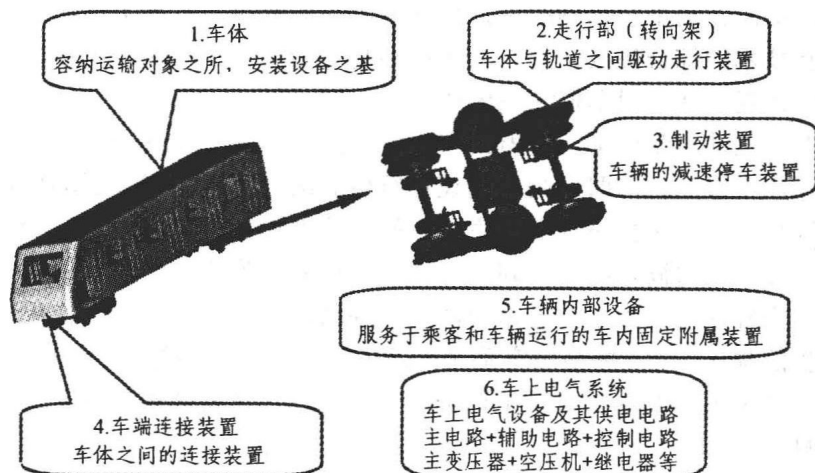


图 1.6 动车组车辆基本组成

(1) 车体。车体既是容纳乘客和司机驾驶的地方, 同时又是安装与连接其他设备和部件的基础。

(2) 转向架。转向架置于车体和轨道之间, 用来牵引和引导车辆沿轨道行驶, 承受和传递来自车体及线路的各种载荷, 并缓和其动作用力。转向架是保证列车运行品质和安全的关键部件。动车组转向架分动力转向架和非动力转向架。动力转向架的车轴可以是全动轴, 也可以是部分动轴。转向架一般由轮对轴箱装置、构架、弹簧悬挂装置、牵引装置和基础制动装置组成。对于动力转向架还包括牵引电动机及传动装置。

(3) 车端连接装置。车辆编组成列车运行必须借助于连接装置, 其中, 机械连接包括车钩缓冲装置和风挡等, 同时还有车辆之间的电气和空气管路的连接、高压电器连接、辅助系统和列车供电连接以及控制系统连接等。

(4) 制动装置。制动装置是保证列车安全运行所必需的装置。动车组常采用动力制动与摩擦制动的复合制动模式, 制动控制系统包括动力制动控制系统(再生制动)和空气制动控制系统。

(5) 车辆内部设备。车辆内部设备是指服务于乘客的车内固定附属装置, 如车内电气、