

GAOSU DONGCHEZU
ZONGTI JI ZHUANXIANGJIA



高速铁路新技术系列教材

机车车辆

高速动车组 总体及转向架

王伯铭 编著

罗世辉 主审



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

高速动车组总体及转向架

王伯铭 编著

罗世辉 主审

本书得到西南交通大学出版基金资助

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

高速动车组总体及转向架 / 王伯铭编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2008.6

(高速铁路新技术系列教材. 机车车辆)

ISBN 978-7-81104-910-7

I. 高… II. 王… III. ①高速列车: 动车—车体结构
②高速列车: 动车—转向架 IV. U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 009836 号

高速铁路新技术系列教材——机车车辆

高速动车组总体及转向架

王伯铭 编著

*

责任编辑 孟苏成 王 旻

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 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: 29.875

字数: 744 千字

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-910-7

定价: 58.00 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

自从世界上第一条高速铁路于 1964 年在日本东海道建成运行以来, 尽管经历了曲折的发展过程, 但由于高速铁路本身具有的、不可替代的优点, 使其在世界许多国家得到了快速蓬勃的发展。为适应中国铁路跨越式发展要求, 铁道部将在 2020 年前规划建设“四纵四横”(北京—上海、北京—广州、北京—哈尔滨、兰州—西安—徐州、上海—杭州—长沙、太原—青岛、上海—武汉—成都、上海—宁波—厦门—深圳), 总里程达 12 000 多公里的高速铁路客运专线和快速客运通道。为此, 铁道部将陆续从国外引进并合作生产 1 000 列时速为 200~300 km 的动车组。并且已于 2007 年 4 月 18 日在既有铁路干线上正式开行了 140 对时速达到或超过 200 km 的高速动车组, 到年底将逐步增加到 257 对。为了管好、用好和维护好这些高科技的高速动车组, 必须要有一大批具有相关专业知识的工程技术人员和管理人员。这些科技人员目前迫切需要一本适合他们要求的、同时具有一定理论深度的教材或技术参考书。

作者正是在上述背景下, 在广泛收集国内外有关高速动车组技术资料和对实际机型的考察、调研的基础上, 经过消化吸收和系统归纳整理, 结合本科教学特点, 编写了《高速动车组总体及转向架》一书。

本书从高速动车组的发展概况出发, 简要叙述了动车组的基本组成、主要技术参数和黏着问题, 结合我国引进并合作生产的三种时速为 200 km 的动车组(CRH₁、CRH₂和 CRH₅)的特点, 重点论述了动车组转向架的详细构造和工作原理, 并对动车组的车体结构和车端连接装置进行了详细阐述。作者通过总结多年教学实践经验, 结合本科教学特点, 创造性地绘制了大量形象生动的工作原理图, 使本书图文并茂, 生动易读。

本书作为大学本科教材, 一方面能满足大学本科教学的需要, 另一方面也可作为从事动车组设计、制造、运用和维修的广大科技人员的参考书。

本书编著过程中得到多位资深铁路机车车辆方面专家的指教和鼓励, 特别是西南交通大学机车车辆工程系胡汉春教授和王月明教授, 他们在本书的成稿过程中提出了许多宝贵建议。西南交通大学机车车辆研究所所长罗世辉教授在百忙之中全文审阅了本书, 他所提出的许多很好的修改建议在本书中都得到了充分地体现。

本书得到了西南交通大学著名机车车辆领域资深博士生导师严隽堯教授和南车集团戚墅堰机车车辆厂著名专家葛莱薰教授级高工的鼎力推荐。本书还得到了西南交通大学出版基金资助。

在此, 对所有为本书的编写提供过支持和帮助的人们致以崇高的谢意!

编 者

2008 年 5 月

目 录

绪 论	1
第 1 章 动车组总体综述	7
1.1 世界各国动车组简介	7
1.2 我国客运专线规划概况和引进动车组简介	14
1.2.1 我国客运专线规划概况	14
1.2.2 我国引进并合作生产高速动车组的情况	15
1.2.3 引进动车组主要技术参数比较	15
1.2.4 动车组配属使用的主要线路和区域	15
1.2.5 动车组需求数量的测算	16
1.2.6 四大动车基地检修动车组数量的测算	16
1.3 动力集中式和动力分散式高速动车组特点比较	16
1.3.1 动力集中式	17
1.3.2 动力分散式	18
1.4 动车组限界	22
1.4.1 CRH ₁ 动车组的限界	23
1.4.2 CRH ₅ 动车组的限界	30
1.4.3 CRH ₂ 动车组的限界	33
第 2 章 动车组总体及主要技术参数	37
2.1 动车组基本组成和分类	37
2.1.1 动车组的定义	37
2.1.2 分 类	37
2.1.3 基本组成	38
2.2 动车组的主要技术参数	40
2.2.1 车辆性能参数	40
2.2.2 车辆主要尺寸	41
2.3 动车组黏着问题	43
2.3.1 牵引力的产生	43
2.3.2 牵引力的限制(黏着定律)	43
2.3.3 黏着系数(μ)	44
2.3.4 动车组黏着问题	45

2.3.5	动车组的阻力	50
2.3.6	动车组的功率	51
2.4	动车组轻量化技术	52
2.4.1	与动车组轻量化有关的研究因素	52
2.4.2	轻量化的意义	53
2.4.3	轻量化的措施及其具体效果	57
2.4.4	轻量化与驱动系统的关系	62
2.5	三种时速 200 km 动车组总体综述	65
2.5.1	四方/川崎 CRH ₂ 动车组	65
2.5.2	长客/阿尔斯通 CRH ₅ 动车组	96
2.5.3	BSP (青岛四方-庞巴迪-鲍尔) CRH ₁ 动车组	114
2.5.4	三种动车组的主要技术参数比较	131
第 3 章	转向架	134
3.1	概 述	134
3.2	转向架的任务、组成和分类	134
3.2.1	任 务	134
3.2.2	组成及各部分的作用	135
3.2.3	转向架的主要技术要求	135
3.2.4	转向架分类	136
3.3	几种典型的动车组转向架简介	137
3.3.1	CRH ₂ 动车组转向架简介	137
3.3.2	CRH ₁ 动车组转向架简介	142
3.3.3	CRH ₅ 动车组转向架简介	146
3.4	转向架构架	149
3.4.1	组成及作用	149
3.4.2	转向架构架的设计原则	151
3.4.3	几种典型动车组转向架构架简介	151
3.5	弹簧装置及减振器	162
3.5.1	概 述	162
3.5.2	弹簧装置的作用	162
3.5.3	圆弹簧	164
3.5.4	橡胶弹簧	166
3.5.5	液压减振器	170
3.5.6	空气弹簧	174
3.6	轮对轴箱装置	180
3.6.1	一般铁道机车车辆轮对的基本知识	180
3.6.2	动车组轮对	185
3.6.3	轴箱的作用和形式	195

3.7 驱动装置	208
3.7.1 作用	208
3.7.2 结构形式	208
3.7.3 轴悬式驱动装置	209
3.7.4 架悬式驱动装置	211
3.7.5 体悬式驱动装置	217
3.7.6 CRH ₂ 动车组驱动装置	218
3.7.7 CRH ₁ 动车组驱动装置	221
3.7.8 CRH ₅ 动车组驱动装置	225
3.8 车体与转向架间的连接装置	231
3.8.1 概述	231
3.8.2 中央牵引销(或心盘)+旁承的连接装置(双牵引拉杆式)	231
3.8.3 另一种中央牵引销+旁承的连接装置(前后橡胶堆式)	233
3.8.4 铰接式转向架的车体与转向架间的连接装置	234
3.8.5 牵引杆装置+弹性旁承的车体与转向架间的连接装置	240
3.8.6 我国引进并合作生产的高速动车组的车体与转向架间的连接装置	244
3.9 基础制动装置	263
3.9.1 概述	263
3.9.2 基础制动装置的形式	264
3.9.3 踏面闸瓦制动	264
3.9.4 盘形制动	266
3.9.5 磁轨制动	267
3.9.6 涡流制动	268
3.9.7 有关基础制动装置的几个重要概念	270
3.9.8 制动倍率计算举例	271
3.9.9 CRH ₂ 动车组的基础制动装置	272
3.9.10 CRH ₁ 动车组的基础制动装置	277
3.9.11 CRH ₅ 动车组的基础制动装置	285
第4章 动车组车体结构	295
4.1 动车组车体结构特点和轻量化措施	295
4.1.1 车体结构的构造原则	296
4.1.2 车体结构设计的具体要求	297
4.1.3 车体轻量化措施	297
4.2 车体的气密性、强度和流线型	298
4.2.1 隧道微气压波的形成	298
4.2.2 车体的密封性	301
4.2.3 车体的强度	303
4.2.4 车体的流线型	305

4.2.5 高速车辆的防火措施	310
4.3 我国传统铁路客车车体结构	312
4.3.1 底架	313
4.3.2 侧墙	316
4.3.3 车顶	316
4.3.4 端墙	319
4.3.5 风挡装置(折棚装置)	320
4.4 动车组车体结构综述	322
4.4.1 动车组铝合金车体结构概论	322
4.4.2 国外典型高速列车车体结构简介	329
4.4.3 高速车辆用铝合金制车体结构设计	332
4.5 三种引进并合作生产的动车组的车体结构	344
4.5.1 CRH ₂ 动车组的车体结构	344
4.5.2 CRH ₁ 动车组的车体结构	361
4.5.3 CRH ₅ 动车组的车体结构	373
第5章 动车组车端连接装置	399
5.1 车端连接装置的作用、组成及分类	399
5.1.1 车端连接装置的作用	399
5.1.2 车端连接装置的组成	399
5.1.3 车端连接装置的分类	400
5.2 我国传统铁路机车车辆用车钩缓冲器	400
5.2.1 车钩缓冲装置的结构组成	400
5.2.2 车钩作用力的传递过程	402
5.2.3 车钩的三态作用	402
5.2.4 缓冲装置(器)结构	404
5.3 引进动车组使用的典型车端连接装置	406
5.3.1 CRH ₂ 动车组车端连接装置	406
5.3.2 CRH ₁ 动车组车端连接装置	436
5.3.3 CRH ₅ 动车组车端连接装置	458
参考资料	469

绪 论

1. 世界各国高速铁路发展概况

近半个多世纪以来，世界各国都在努力进行铁路的技术装备和现代化管理的研究，努力推进铁路运输技术的进步，在很多方面取得了突破性的进展。与此同时，随着世界各国经济的发展和人民生活水平的提高，人们对于出行条件、旅行环境的要求越来越高。高速铁路的出现，无疑对铁路复兴产生了积极影响。

铁路高速技术在 20 世纪 60 年代开始进入实用阶段。1964 年 10 月 1 日，日本率先建成世界上第一条高速铁路——东海道新干线，在东京—大阪间铁路线上，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。1983 年 9 月，法国巴黎—里昂间的 TGV 东南高速线（全长 398 km）通车运营，列车速度进一步提高到 270 km/h。在短短的 20 年内，铁路高速运输的发展已经遍及欧、亚、北美许多国家，在世界范围内引发了一场深刻的“交通革命”。

高速铁路之所以得到快速发展并受到世人的青睐，其主要优点在于能够满足旅客对缩短旅行时间、舒适方便且节省票价等需求。与航空和高速公路相比，它还具有节约能源和减少环境污染的优势，有利于改善生态环境和实现可持续发展。日本和法国自高速铁路开通运营以来，从没有发生过因高速技术本身造成的行车事故，增强了旅客乘车旅行的安全感。

高速铁路的兴起和发展是社会经济发展的必然结果，也是不断采用现代科技成果并从低水平逐渐向高级阶段发展的必然产物。世界各国经过第二次世界大战结束后的 10 年经济复苏，从 20 世纪 50 年代中期开始进入发展期。由于经济和科技发展较快，对交通运输提出了高效、快速的要求。这时，铁路开始引入现代科技新成果，以改变列车运行速度较低的被动局面。首先将航空工业的新技术、新材料移植到机车车辆的结构之中，使车辆的自重大幅度减轻；电气化铁路的崛起，为高速运行提供了牵引动力的保证；电子和计算机信息技术的发展，又为列车牵引采用先进的交—直—交传动装置和实现列车自动化控制开辟了广阔的前景。

最早致力于铁路高速运行的国家是法国，早在 20 世纪 60 年代初，其客运列车最高运行速度已达到 160 km/h。但是，善于引用别国技术为己所用的日本，在交通运输极端紧张压力的推动下，经过较短时间的努力，于 1964 年 10 月开出了世界第一列运行速度超过 200 km/h 的高速列车，这给一些铁路发达国家很大的启示。从那以后许多国家迅速展开了铁路高速化的研究工作，除日、法、德、英起步较早外，先后又有美、前苏联、意、西班牙、瑞典、比利时等国投入了人、财、物力改善本国的铁路，以提高运行速度。到目前为止，已有十几个国家的铁路旅客列车的最高运行速度达 200 km/h 以上，其中有些国家修建了高速客运专用线，列车最高运行速度已超过 300 km/h。在高速铁路运营的 40 多年中，已经显示出其具有强

大的生命力，产生了巨大的经济效益和社会效益。目前，不仅发达国家继续扩大高速铁路，而且一些铁路不甚发达的国家和地区也迫不及待地邀请日、法、德专家共谋高速铁路和机车车辆的发展规划。

高速铁路所以获得成功，是因为与其他交通工具比较具有独特的优点。其一是运量大，一列车可载运近千人；二是能耗低，运送每位旅客消耗的能源，飞机比铁路多 4~5 倍，汽车比铁路多 1 倍以上；三是安全，日本东海道新干线运用 40 多年未发生重大行车事故；四是乘坐舒适；五是节省时间，对于中等运程（600~700 km）的旅客，乘坐高速列车与乘坐飞机所花费的时间相当（因乘飞机需先乘车到远离市中心的机场）。

世界已进入高科技发展时代，社会生活节奏进一步加快。高速铁路运输将继续发展，在世界范围内已形成若干个高速铁路网。不仅出现了时速 300 km/h 以上的超高速列车（包括磁浮列车），而且普通特快列车的运行速度也会普遍达到 200 km/h。

世界各国发展高速铁路大致有两种途径：一是新建高速客运专线（如日本、法国等）或客货混运的高速线（如德国、意大利等）；二是对既有线路和运输设备进行现代化改造，以适应高速列车运行的要求（如英国、北欧一些国家）。

高速铁路是铁路科技进步的重要标志之一。铁路高速技术包括了新型列车牵引方式、轻型高速车辆、运行控制指挥自动化以及高性能的线路结构等先进技术。列车整体呈流线型，可最大限度地减少高速运行时的阻力。高速列车的动力，采用电动车组或电力机车牵引。电动车组具有重心低、结构轻、轮轨间作用力小和舒适性好等特点。

高速线路多为全线封闭、立体交叉，铺设经过优化设计并适应高速行驶要求的轨道、路基、道床、桥隧，提高了高速铁路的技术可靠性和经济性。高速列车的驾驶均由电子计算机控制，能及时、准确地进行运行调整和操纵。

从人的需求出发对铁路运输应实现的最高速度分析来看，在相同距离的情况下，在时间节省方面，如果铁路的平均速度低于 100 km/h 就竞争不过公路；在 500~600 km 距离内，铁路的平均速度若不超过 250 km/h 则竞争不过航空。

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。

法国高速铁路以速度高、结构简便实用、造价低等特点闻名于世，东南线 10 年内即偿还了工程贷款本息。大西洋线 13 年可收回全部投资，它的单方向输送能力是航空运输的 10 倍、高速公路的 5 倍，而能耗仅为公路的 1/3、航空的 1/5，单位运量占地仅为高速公路的 5%。

德国 20 世纪 70 年代后期才将大量投资转向高速铁路，在改造后的既有线上开行 ICE 高速列车。1991 年 6 月，汉诺威—维尔茨堡、曼海姆—斯图加特全长 426 km 的高速铁路建成通车，采用客货混用方式，最高速度 250 km/h。

意大利在 1987 年 10 月，建成了罗马—佛罗伦萨间的 262 km 客货混用高速线路，最高速度为 250 km/h。

西班牙于 1992 年 4 月 21 日建成了马德里—塞维利亚间的 471 km 客货混用高速铁路，最高速度为 250 km/h。

旅客列车速度达到 200 km/h 以上的高速技术已日臻成熟。近年来，英国、美国、瑞典、俄罗斯、澳大利亚、芬兰、比利时、荷兰等国也开行了高速列车，而且运行速度的纪录被不断刷新。1990 年 5 月 18 日，法国新一代 TGV (Trains à Grande Vitesse) 高速列车在运行试

验中创造的 515.3 km/h 的速度是当时世界铁路最高试验速度纪录, 改变了人们对轮轨系统工况下牵引工具最高速度限界的传统概念。2007 年 4 月 3 日, 法国 TGV 高速列车在运行试验中又创造了 574.8 km/h 的速度, 再次刷新世界铁路最高试验速度纪录。

除了客运以外, 快捷的货运也正在发展起来。1987 年 5 月 31 日, 法国在里尔—马赛 1 100 km 线路上开行了速度 160 km/h 的世界上第一列特快货物列车。德国从 2000 年 1 月开行了行包、邮件专列, 夜间定点开行, 速度达 160 km/h。日、法、德等国高速铁路在安全、运能、效益、节能、环境、舒适等方面显示出的优越性和与航空、公路运输竞争的实力, 促进了各国高速铁路的发展。

世界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, 高速新线有可能增加到 1.8~2 万 km。可以认为, 世界各国铁路正在步入新的兴盛时期, 必将会出现一个历史性的新发展。应该强调的是在大交通的环境中, 交通运输结构可能还会发生一些调整变化, 但铁路的骨干作用将会得到进一步的加强和巩固。

国外已建成高速铁路主要参数见表 0.1。

表 0.1 世界已建成高速铁路主要参数

名称 项目	日本东海 道新干线	日本东北 新干线	法国 TGV 东南线	法国 TGV 大西洋线	德国 ICE 高速线	意大利高 速铁路线	西班牙高 速铁路线
区 间	东京— 大阪	大官— 新潟	巴黎— 里昂	巴黎—勒 芒、图尔	汉诺威—维尔 茨堡、曼海姆— 斯图加特	罗马— 佛罗伦萨	马德里— 塞维利亚
长度 (km)	515.4	269.5	426 (其中 新线 398)	280	426	262 (其中 新线 231)	471
修建起止 时间	1959— 1964 年	1971— 1982 年	1976— 1983 年	1985— 1990 年	1983—1991 年	1970— 1987 年	1987— 1992 年
最小曲线 半径 (m)	2 500	4 000	4 000 (部分 3 200)	6 000 (部分 4 000)	7 000 (部分 5 100)	3 000	4 000
线间距 (m)	4.2	4.3	4.2	4.2	4.7	4.0	4.3

2. 高速铁路定义

高速铁路技术集中反映了当今世界铁路机车车辆、通信信号、工务工程、运输管理等方面的技术进步, 它涉及机械、电子、信息、航空航天、材料、能源、环境保护等多种学科和技术领域, 体现了国家科学技术和工业发展的水平, 也是衡量铁路技术水平的重要标志之一。

自 1825 年世界上修建第一条铁路开始, 不断提高列车运行速度, 缩短旅客和货物的在途时间, 一直是铁路人研究铁路技术、改进运输生产的一个神圣使命。

高速铁路具有国际性和时代性的含义, 随时代的发展而更新。目前普遍认为最高运行速度达到或超过 200 km/h 的铁路即为高速铁路。1985 年 5 月 31 日联合国欧洲经济委员会 (ECE) 在日内瓦签署了欧洲国际铁路干线协议 (AGC), 对高速铁路制定了共同的国际定义。规定国际重要铁路新线的最高运行速度或额定最低速度 (两者同义, 英文分别为 Maximum service speed 和 Nominal minimum speed), 在专用客运线 (B₁ 型) 和客货公用线 (B₂ 型) 上分别为 300 km/h 和 250 km/h。

应予以指出的是根据国外经验，额定的最低速度比额定速度要低 10%，也就是说，规定的最高运行速度按可以实现的最高运行速度保留 10% 的富余量。例如，法国巴黎东南线可以实现的最高速度为 295 km/h，实际规定的最高运行速度只允许 270 km/h；法国大西洋线高速铁路可以实现的最高速度为 330 km/h，而实际规定只允许 300 km/h。日本几条新干线也是同样的情况，最高试验速度较可以实现的最高运行速度更快。各国高速铁路规定的最高运行速度列于表 0.2。

表 0.2 各国高速铁路实际的最高运行速度

时间 (年)	国别	线路名、起止点	线路长度 (km)	最高运行速度 (km/h)
1964	日本	东海道新干线 (东京—新大阪)	515.4	开业初 210/现在 270
1975	日本	山阳新干线 (新大阪—博多)	554	开业初 240/现在 300
1976	英国	伦敦—布里斯托尔	189	200
1982	日本	东北新干线 (东京—盛冈)	493	开业初 240/现在 275
1982	日本	上越新干线 (东京—新潟)	270	开业初 240/现在 275
1983	法国	TGV 东南线 (巴黎—里昂)	427	270
1984	苏联	莫斯科—列宁格勒 (圣彼得堡)	650	200
1986	联邦德国	汉诺威—维尔茨堡	327	250
1987	意大利	罗马—佛罗伦萨	259	250
1990	法国	TGV 大西洋线 (巴黎—勒芒、图尔)	280	300
1991	德国	曼海姆—斯图加特	107	250
1992	西班牙	马德里—塞维利亚	471	250

3. 高速铁路牵引动力

实现高速运行的关键问题之一是高速铁路的牵引动力问题，它包含牵引动力的类型和具体实现形式。有关牵引动力的类型实际上分两种，即内燃牵引和电力牵引。毫无疑问，由于内燃牵引能提供的功率受各种条件限制远远不能满足 250 km/h 以上高速列车的运行要求，因此，高速列车的牵引动力一定只能采用电力牵引。

而采用电力牵引的高速列车究竟采用何种具体实现形式，即究竟采用动力分散式还是动力集中式，世界各国的铁路技术部门结合各自国家的具体实践，进行了长期的理论论证和现场试验，并发展出了以日本为代表的动力分散式和以法、德为代表的动力集中式两种成功模式。

事实上这两种牵引动力形式很难比较出绝对的优劣，他们都经过了长期的试验和运营考验，技术上都取得了很大的成功。

1) 动力分散式

动力分散式是将列车的动力分散置于各节车辆或大部分车辆上，由若干动车和拖车组成一个单元，再由若干单元组成列车。牵引动力分散在各动车上，不再配有专司牵引的机车。动力分散式的特点是动轴数量多而轴重轻。

其主要优点是：

- (1) 牵引黏着重量大，黏着性能好，易于发挥牵引力以适应高速运行需要。
- (2) 动车组易于加长或缩短，运用较灵活。
- (3) 每台转向架的牵引装置功率小，体积重量较小，有利于实现转向架轻量化和低轴重。

其主要缺点是：

每辆动车都装有全套牵引用电器和电机，增加了动车组的制造成本和维修费用。

2) 动力集中式

动力集中就是将列车的动力集中在列车两端的头车和邻近头车的车辆上，动力车之间为数量不等的拖车，也就是无动力的客车，形成推挽式牵引。

其主要优点是：

- (1) 牵引动力集中在两台动车上，牵引电机和电器数量少，列车制造和维护费用低。
- (2) 受电弓数量少，全列车最多只需 2 组受电弓（每动车 1 组受电弓），甚至可仅用 1 台动车上的 1 组受电弓受电，高压电缆贯穿列车顶部将两动车相连，有利于列车高速行驶，并减轻接触网导线的磨损（该优点已经不复存在，因为现在的动力分散式动车组无论编组多少，均只采用 2 组受电弓，且正常运行时仅需使用其中的一组，另一组备用）。
- (3) 容易变更动车车型以适应不同路况的需要。

其主要缺点是：

- (1) 列车编组调整较困难，不易适应运量变化，运用灵活性较差。
- (2) 黏着利用等指标不如动力分散式。
- (3) 列车总功率受到限制，难以满足运行速度超过 300 km/h 的超高速列车的运行要求。

动力分散式电动车组以日本为代表，动力集中式以法国和德国为代表。国外电动车组的牵引动力相关指标，参见表 0.3。

表 0.3 国外高速列车牵引动力相关指标

国 别		联邦德国	法 国	日 本
车 型		ICE1 列车 (1989 年)	TGV-A 列车 (1988 年)	300 系列车 (1992 年)
项 目 参 数	构造速度 (km/h)	250	300	270
	列车长度 (m)	332.38	240.0	402.10
	车辆宽度 (m)	3.02	2.904	3.38
	列车自重 (t)	789.6	500	630
	列车坐席数	600	485	1 323
	牵引总功率 (kW)	9 600	8 800	12 000
	列车总重 (t)	849.6	584.5	710
	单位重量功率 (kW/t)	11.30	15.06	16.90
	轴重 (t)	动车 19.8/拖车 12.2	动车 17.3/拖车 9.5	11.3

必须指出的是，随着高速动车组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式方向发展的趋势，例如，最高速度达到 330 km/h 的德国的 ICE3 和法国的 AGV 均采用了动力分散式结构模式。

4. 高速铁路技术比较

无论是乘坐何种交通工具，旅客最关心的是缩短旅行时间，而并不是最高速度。因此，提高铁路的运输能力、解决旅客所关心的快速到达问题通常应涉及硬件和软件能力两个部分。硬件能力包括最高速度、曲线通过速度、加减速度、道岔通过速度等机车车辆、地上设备性能水平；软件能力包括停车站的设定、联运、列车的速度差、待避、列车出入库等营业政策，以及运转设备能力。表 0.4 是世界最具代表性高速铁路的主要技术比较。

表 0.4 高速铁路主要技术比较

车型 技术指标	德国 ICE	法国 TGV	日本新干线
轨道	轨道强度、路基强度	轨道整备技术支撑方法	相应的轨道管理方法 容许超高冲击力影响
机车车辆	减小空气阻力； 制动； 感应电动机； 转向架； 弹性车轮	减小阻力； 铰接式转向架； 增大功率； 减轻牵引电机重量	轻型化； 断面小型化； 减小阻力； 增大功率； 制动
运行稳定性与安全	运行稳定性； 机车车辆与轨道相互作用	转向架走行稳定性； 车轮踏面形状	运行稳定性； 振动控制
信号保安	运转控制系统； 设备安全性	高密度运转系统	图案控制
受流	供电方式； 受电弓特征	接触网结构； 受电弓； 离线	振动和离线； 耐磨性； 离线空气动力学特征
空气噪声振动	噪声； 头车及中间车形状	隧道问题	微气压波； 车内压力变化

从表中可见，日、法、德三国对高速技术的认识大致相同，法国偏重于隧道问题、高密度运转用信号系统，德国则重视转向架和弹性车轮的研究，而日本更注重运行舒适性和环境相关性等问题。

第 1 章 动车组总体综述

1.1 世界各国动车组简介

截止到 2002 年,全世界高速铁路里程已达到 5 236 km,其中:日本新干线 2 049 km,法国 TGV 1 567 km,德国 ICE 815 km,意大利 ETR 237 km,西班牙 AVE 471 km,比利时 88 km。

还有正在建设的高速铁路:法国 460 km、德国 266 km、日本 396 km、意大利 464 km、西班牙 855 km、比利时 100 km、荷兰 96 km、韩国 412 km。

最具代表性的高速铁路是日本的新干线、法国的 TGV 和德国的 ICE,见表 1.1~表 1.3。表 1.4 列出了几种典型高速动车组的载客量等参数的比较。

表 1.1 德国 ICE 动车组主要技术参数

车 型	ICE/V	ICE1	ICE2	ICE3	ICEM
编 组	2L3T	2L12T	1L7T	4M4T	4M4T
车长 (m)	114	357.92 14T: 410.70	205.40	200.00	200.00
车重 (t)	300	782 14T: 826	410	410	436
定员 (人)	87	669 14T: 759	391	415 (441)	404 (431)
最高运行速度 (km/h)	300	280	280	330	330 (220)
总功率 (kW/列)	8 400	9 600	4 800	8 000	8 000 (交) 4 300 (直)
电机型式	感应电机	感应电机	感应电机	感应电机	感应电机

表 1.2 法国 TGV 动车组主要技术参数

车 型	TGV-PSE	TGV-A	TGV-R	TGV-TMST	AVE	TGV-PBKA	TGV-K (韩国)	TGV-2N
编 组	L+8T+L	L+10T+L	L+8T+L	L+9T+9T+L	L+8T+L	L+8T+L	L+18T+L	L+8T+L
车长 (m)	200.12	237.59	200.20	393.72	200	200	387.43	200.19
车重 (t)	418	479	416	787	420	418	774	424
定员 (人)	368	485	377	794	329	377	1 000	545
最高运行速度 (km/h)	270	300	300	300	300	300	300	300
额定轮周功率 (kW)	6 800	8 800	8 800	12 200	8 800	8 800	13 200	8 800
电机型式	直流电机	交流同步电机	交流同步电机	交流异步电机	交流同步电机	交流同步电机	交流同步电机	交流同步电机

表 1.3 日本新干线动车组主要技术参数

车 型	0 系	100 系	300 系	500 系	700 系	E1 系	E2 系	E3 系	E4 系
编 组	16M	12M4T	10M6T	16M	12M4T	6M6T	6M2T	4M1T	4M4T
车长 (m)	400.3	402.1	402.1	404	404.7	302.1	201.4	107.65	201.4
空车重 (t)	896	857	630	620	628	692.5	365.9	219.7	424
定员 (人)	1398	1321	1323	1324	1323	1235	629	270	1634
最高运行速度 (km/h)	220	230	270	300	270	240	275	275	240
总功率 (kW)	11 840	11 040	12 000	18 240	13 200	9 840	7 200	4 800	6 720
电机型式	直流串激 电动机	直流串激 电动机	三相鼠笼 式异步电 动机	VVVF 逆 变三相 异步电 动机	三相鼠笼 式异步电 动机	VVVF 逆 变三相 异步电 动机	VVVF 逆 变三相 异步电 动机	VVVF 逆 变三相 异步电 动机	VVVF 逆 变三相异 步电动机

表 1.4 几种典型高速动车组的载客量等比较

车 型	100	300	500	700	E1	E2	E3	TGVA	TGVD	ICE1	ICE3
辆 数	16	16	16	16	12	8	5	2+10	2+8	2+14	8
列车长 (m)	400	400	400	400	300	200	105	238	200	410	200
座位数	1 321	1 323	1 324	1 323	1 235	630	270	485	545	693	418
每米座位数	3.3	3.3	3.3	3.3	4.1	3.2	2.6	2.0	2.7	1.7	2.1
座位间距	1 040	1 040	1 020	1 040	980	980	940	851	930	1 025	900
空车重 (t)	857	630	620	628	692.5	365.9	219.7	435	380	790	410
总功率 (kW)	11 040	12 000	18 240	13 200	9 840	7 200	4 800	8 800	8 800	9 600	8 000
最高速度 (km/h)	230	270	300	270	240	275	275	300	300	280	330

为了综合比较世界各国高速动车组的技术特点，我们将国外典型高速动车组的详细技术参数汇总列于表 1.5 中，供大家参考。

表 1.5 典型高速动车组详细技术参数比较

车辆型式	日本										韩国	德国		意大利		瑞典					
	100系	300系	500系	700系	E1系	E2系	400系	E3系	TGV-A	TGV-R		TGV-D	西班牙	(各国)	韩国		ICE 1	ICE 2	ICE 2.2	ETR 460	ETR 5000
运行线路		东海道·山阳			东北·上越	(北陆)	(山形)	(秋田)	大西洋线	北欧线	AVE	NAFA线	欧洲之星	TGV-Korea							
制造年份	1984~1985	1990~1992	1996~(1996)	1997~1998	1994~1994	1995~(1997)	1991~1992	1995~(1997)	1989~1992	1992~1993	1995~1996	1991~1996	1993~1994	1998~(2002)	1991~1991	1996~(1997)	1998~(1998)	1995~(1996)	1995~1990		
开始运营时间	1985	1992	(1996)	1998	1994	(1997)	1992	(1997)	1989	1993	1996	1992	1994	(2002)	1991	(1997)	(1998)	1995	(1996)	1990	
运营速度 (km/h)	230	270	300	285	240	275	240	275	300	300	300	300	300	300	280	280	330	250	300	200	
试验最高速度 (km/h)	277.2	325.7			345				515.3						406.9					319	275.7
编组	12M/4T	10M/4T	16M	12M/4T	6M/6T	6M/2T	6M/1T	4M/1T	2L/10T	2L/8T	2L/8T	2L/8T	2L/18T	2L/18T	2L/12T	1L/7T	4M/4T	6M/3T	2L/11T	1L/5T	
动力配置方式	2M分散	2M/1T分散	4M分散	4M/1T分散	2M/2T分散	2M分散	2M分散	2M分散	2M分散	2M分散	2M分散	2M分散	2M分散	2M分散	2M/2T分散	2M/1T分散	2M/2T分散	2M/1T分散	2M/1T分散	2M/1T分散	2M/1T分散
转向架MT/构成	24M/8T	20M/12T	32M	24M/8T	12M/12T	12M/4T	12M/2T	8M/2T	4M/11T	4M/9T	4M/9T	4M/9T	6M/18T	6M/17T	4M/24T	2M/14T	8M/8T	12M/6T	4M/22T	2M/10T	
车轴MT/构成	28M/16T	40M/24T	64M	48M/16T	24M/24T	24M/8T	24M/4T	16M/4T	8M/22T	8M/18T	8M/18T	8M/18T	12M/36T	12M/34T	8M/48T	4M/28T	16M/16T	12M/24T	8M/44T	4M/20T	
车轴合计数	64	64	64	64	48	32	28	20	30	26	26	26	48	46	56	32	32	36	52	24	
车轴连接方式	车钩式	车钩式	车钩式	车钩式	车钩式	车钩式	车钩式	车钩式	铰接式	铰接式	铰接式	铰接式	铰接式	铰接式	车钩式	车钩式	车钩式	车钩式	车钩式	车钩式	
车体倾斜机构	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	有	无	有	
组合运用	不可	不可	不可	不可	(准备)	一部可	可	可	可	可	可	可	不可	不可	不可	可	可	不可	不可	可	
气密构造	有	有	有	有	有	有	有	有	无	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	
其它特点	双层2T				全车双层		与既有线直通	与既有线直通		T车双层			1/2可分离								
其它编组等	双层4T														最大2L/14T					最大1L/4T~8T	
编组长 (m)	402.10	402.10	404.00	404.70	302.10	201.40	148.65	107.65	237.95	200.19	200.19	200.144	393.72	387.43	357.92	205.40	200.00	236.60	327.60	140.00	