



北京市高等教育精品教材立项项目

高速铁路概论

GAOSU TIELU GAILUN

(第2版)



韩宝明 李学伟 主 编
朱昌锋 李晓村 贾 润 副主编



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

内 容 简 介

我国高速铁路已开始大规模建设, 铁路发展进入了一个最佳时机。本书比较全面、系统地介绍了高速铁路相关专业的基础设备、基础构造、基础原理。

全书共分为 9 章, 主要内容包括: 世界高速铁路发展概况, 高速铁路基础设施、牵引供电系统、动车组、信号与控制系统、通信系统、运营调度系统、客运服务系统及综合检测列车。

本书可供铁路运输、机务、工务、电务、车辆等部门技术人员及干部、职工学习, 并可用作铁路相关专业职工的培训教材。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

高速铁路概论/韩宝明, 李学伟主编. —2 版. —北京: 北京交通大学出版社, 2010. 8
ISBN 978-7-5121-0276-7

I. ① 高… II. ① 韩… ② 李… III. ① 高速铁路-高等学校-教材 IV. ① U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 167603 号

责任编辑: 杨正泽

出版发行: 北京交通大学出版社 邮编: 100044 电话: 010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者: 北京瑞达方舟印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 16.25 字数: 423 千字

版 次: 2008 年 6 月第 1 版 2010 年 8 月第 2 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-0276-7/U·58

印 数: 1~3 000 册 定价: 25.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。
投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

铁路作为国家重要的基础设施、国民经济大动脉和大众化交通工具，在构建社会主义和谐社会，促进区域、城乡经济发展，促进人与自然和谐等方面具有重大的推动作用。而高速铁路作为世界铁路发展的必然趋势，其对经济发展及社会进步的推动作用得到了世界各国的公认。在这种形势下，铁道部审时度势，以全面落实科学发展观和构建社会主义和谐社会为原则，以深入推进和谐铁路建设为目标，制定了《中长期铁路网规划》。其中，对我国客运专线作了规模宏大的规划。

本书以普及高速铁路相关知识为目标，总结了国外高速铁路的先进技术成果及运营经验，围绕高速铁路相关专业的设备、基础构造、基础原理3个方面进行编写，同时增加了近年来我国高速铁路建设所取得的一系列技术成果，力求为广大读者提供一个良好地、较为全面地了解我国高速铁路建设发展的平台。

全书内容共分为9章。

第1章为概述，由北京交通大学韩宝明和李学伟编写。本章介绍了世界各国高速铁路的发展概况，对高速铁路技术经济特征进行了概括，简单介绍了我国高速铁路的发展规划及高速铁路的系统构成。

第2章叙述了高速铁路基础设施的相关内容，由北京交通大学高亮和曲建军编写。本章具体内容包括平纵断面、路基、桥梁、隧道、轨道5个部分，各部分以介绍设施特性、结构、技术要求为主要内容。

第3章叙述了高速铁路牵引供电系统的相关内容，由北京交通大学吴俊勇编写。本章具体介绍了牵引变电所、接触网、受电弓3个主要设施的设备形式、技术要求等内容，并对受流技术、接地技术的基本特点、技术措施进行了介绍。

第4章叙述了高速铁路动车组的相关内容，由北京交通大学丁莉芬编写。本章主要从设备特点、性能、结构、基础理论等方面对车体、转向架、制动及其控制、牵引与控制系统、空调系统、网络控制分别加以描述；同时介绍了动车组运用及维修相关内容，并举例介绍了国外动车组维修基地；最后介绍了我国国产动车组相关参数、维修设置分布及维修制度等内容。

第5章叙述了高速铁路信号与控制系统的相关内容，由北京交通大学王俊峰编写。本章介绍了高速铁路信号与控制系统的发展历程、组成、特点及我国规划，主要从系统功能、系统结构两方面详细介绍了列车运行控制系统、计算机联锁系统和调度集中CTC系统，并均对典型的系统进行了介绍。

第6章叙述了高速铁路通信系统的相关内容，由北京交通大学朱刚编写。本章首先叙述了数字传输、数字交换和区段数字调度通信等基本原理；然后介绍了调度通信系统的构成及调度通信网络的组成和特点；最后介绍了铁路综合数字移动通信系统(GSM-R)的组成、通信过程、系统需求和方案设计。

第7章叙述了高速铁路运营调度系统的相关内容，由北京交通大学赵鹏和韩宝明编写。本章单独介绍了运输计划相关概念，重点介绍了国内外高速铁路运营调度系统的特点及其功能，最后对我国高速铁路运营调度系统的组成和功能提出了设计构想。

第8章叙述了高速铁路客运服务系统的相关内容，由北京交通大学董宝田编写。本章详细介绍了高速铁路旅客服务系统中的票务系统、旅客服务系统、呼叫中心系统和互联网服务系统4个系统，叙述了各系统的构成，对各系统的子系统也进行了介绍。

第9章叙述了高速铁路综合检测列车的相关内容，由北京交通大学朱力强编写。本章首先介绍了高速铁路综合检测列车的核心技术，主要包括全断面检测、轨道检测、轮轨作用力检测、接触网检测、通信检测、信号检测和综合处理分析7项技术；然后对世界主要高速铁路综合检测列车进行了介绍。

全书由北京交通大学韩宝明、李学伟统稿，兰州交通大学交通运输学院副院长朱昌锋、南京铁道职业技术学院（苏州校区）李晓村、呼和浩特职业学院副院长贾润对本书进行了修订，并对本书的习题进行了审校。

本书的出版得到了铁道部的大力支持，参考了许多专家的研究成果，在此一并表示衷心的感谢。由于时间所限，书中难免存在不足之处，欢迎各位专家和同行批评指正，以便修改完善。

相关教学课件可以从出版社网站 (<http://press.bjtu.edu.cn>) 下载，也可以发邮件至 cbsyzz@jg.bjtu.edu.cn 索取。

编者

2010年8月于红果园

目 录

第 1 章 世界高速铁路发展概况	1
1.1 国外高速铁路发展概况	2
1.1.1 日本高速铁路发展概况	2
1.1.2 法国高速铁路发展概况	4
1.1.3 德国高速铁路发展概况	7
1.1.4 其他部分国家高速铁路发展概况	10
1.2 高速铁路的技术经济特征.....	11
1.3 我国高速铁路发展规划.....	15
1.3.1 “四纵”线路	16
1.3.2 “四横”线路	16
1.3.3 城际客运系统	17
1.4 高速铁路系统构成.....	17
1.4.1 高速铁路的核心系统	17
1.4.2 高速铁路的辅助系统	20
思考题	20
参考文献	20
第 2 章 高速铁路基础设施	21
2.1 概述.....	21
2.2 高速铁路线路的平面和纵断面.....	22
2.2.1 高速铁路平纵断面的特点.....	22
2.2.2 线路平面.....	23
2.2.3 线路纵断面.....	28
2.3 高速铁路路基.....	30
2.3.1 高速铁路路基的特点	30
2.3.2 高速铁路路基结构	31
2.3.3 高速铁路路基填料与压实标准	33
2.3.4 高速铁路过渡段	34
2.3.5 高速铁路路基处理	35
2.4 高速铁路桥梁.....	37
2.4.1 高速铁路桥梁的特点	37
2.4.2 高速铁路桥梁的荷载	38
2.4.3 高速铁路桥梁主要结构形式.....	40
2.4.4 高速铁路桥梁减振降噪措施.....	42

2.5	高速铁路隧道	43
2.5.1	高速铁路隧道的特点	43
2.5.2	高速铁路隧道列车空气动力效应及工程措施	44
2.5.3	高速铁路隧道的横断面设计	45
2.5.4	高速铁路隧道防灾救援措施	50
2.6	高速铁路轨道结构	51
2.6.1	高速铁路对轨道结构的要求	51
2.6.2	高速铁路轨道结构类型	53
2.6.3	高速铁路轨道结构部件	55
2.6.4	跨区间无缝线路	68
2.6.5	高速铁路轨道检测和维修管理	72
	思考题	78
	参考文献	79
第3章	高速铁路牵引供电系统	81
3.1	概述	81
3.2	牵引变电所	82
3.2.1	牵引供电方式	82
3.2.2	变电所主接线方式	83
3.2.3	变电所综合自动化和检测	84
3.3	高速铁路接触网	87
3.3.1	接触悬挂形式及其主要技术参数	87
3.3.2	高速铁路接触网的主要技术特点	89
3.3.3	接触网的主要设备和零部件	90
3.4	高速铁路的受电弓	93
3.4.1	高速受流的特点	93
3.4.2	高速受流对接触网的要求	94
3.4.3	对高速动车组受电弓的要求	94
3.5	高速铁路的受流技术及其评价	95
3.5.1	高速铁路中接触网—受电弓受流系统的新特点	95
3.5.2	接触网—受电弓系统的受流质量评价	97
3.6	综合接地技术	99
3.6.1	综合接地的必要性	99
3.6.2	降低钢轨电位技术措施	99
	思考题	100
	参考文献	101
第4章	高速铁路动车组	103
4.1	概述	103
4.2	动车组的构成	103
4.2.1	动车组的构成及特点	103

4.2.2	动车组车体及车内设备	105
4.2.3	动车组转向架	108
4.2.4	动车组制动及其控制	110
4.2.5	动车组牵引与控制系统	113
4.2.6	动车组空调系统	115
4.2.7	动车组网络控制	117
4.3	动车组的运用与维修	122
4.3.1	动车组的运用	122
4.3.2	动车组的维修	125
4.3.3	国外动车组维修基地	132
4.4	国产动车组及维修基地	134
4.4.1	国产动车组情况	134
4.4.2	动车组基地及运用所分布	138
4.4.3	动车组维修制度及特点	139
	思考题	140
	参考文献	141
第5章	高速铁路信号与控制系统	143
5.1	概述	143
5.1.1	高速铁路信号与控制系统的的发展	143
5.1.2	高速铁路信号与控制系统的组成	146
5.1.3	高速铁路信号与控制系统的的特点	147
5.1.4	中国列控系统发展规划	148
5.2	列车运行控制系统	150
5.2.1	列车运行控制系统构成	150
5.2.2	列车运行控制系统分类	151
5.2.3	典型列车运行控制系统	153
5.3	计算机联锁系统	159
5.3.1	国外高速铁路计算机联锁系统发展情况	159
5.3.2	计算机联锁系统的功能和基本结构	160
5.3.3	国外典型计算机联锁	162
5.4	调度集中 CTC	165
5.4.1	高速铁路调度集中的功能	165
5.4.2	CTC 设备与系统结构	166
5.4.3	国外典型 CTC 系统	167
	思考题	171
	参考文献	171
第6章	高速铁路通信系统	173
6.1	概述	173
6.2	铁路数字调度通信基本原理	175

6.2.1	数字传输系统	175
6.2.2	数字交换系统	176
6.2.3	区段数字调度通信	177
6.3	铁路调度通信系统设备与组网	178
6.3.1	干线调度通信	178
6.3.2	局线调度通信	179
6.3.3	区段数字调度通信	181
6.4	铁路综合数字移动通信系统 (GSM-R)	184
6.4.1	GSM-R 的组成	184
6.4.2	GSM-R 调度通信业务	185
6.4.3	高速铁路 GSM-R 的系统需求和方案设计	186
	思考题	189
	参考文献	190
第 7 章	高速铁路运营调度系统	191
7.1	概述	191
7.2	高速铁路运输计划	192
7.2.1	列车开行方案	192
7.2.2	列车运行图	192
7.2.3	动车组运用计划	195
7.2.4	乘务员运用计划	196
7.3	世界各国高速铁路的调度系统	197
7.3.1	高速铁路调度指挥特点	197
7.3.2	日本高速铁路运营调度系统	199
7.3.3	法国高速铁路运营调度系统	203
7.3.4	德国高速铁路运营调度系统	205
7.4	我国高速铁路运营调度系统设计	207
7.4.1	运营调度系统组成	207
7.4.2	运营调度系统功能	209
	思考题	213
	参考文献	213
第 8 章	高速铁路客运服务系统	215
8.1	概述	215
8.2	票务系统	215
8.2.1	票价体系	215
8.2.2	系统构成	217
8.2.3	AFC 系统	218
8.2.4	客票销售渠道	220
8.3	旅客服务系统	221
8.3.1	系统构成	221

8.3.2	导向揭示系统	222
8.3.3	公共广播系统	223
8.3.4	视频监视系统	223
8.3.5	查询系统	224
8.3.6	时钟系统	225
8.3.7	投诉系统	225
8.3.8	求助系统	225
8.3.9	延伸服务	225
8.3.10	国外高速铁路旅客服务	226
8.4	呼叫中心系统	228
8.4.1	系统构成	229
8.4.2	平台管理子系统	229
8.4.3	客户服务子系统	229
8.4.4	业务管理子系统	230
8.4.5	服务支持子系统	230
8.5	互联网服务系统	230
	思考题	230
	参考文献	231
第9章	高速铁路综合检测列车	233
9.1	概述	233
9.2	高速铁路综合检测列车核心技术	234
9.2.1	全断面检测技术	234
9.2.2	轨道检测技术	235
9.2.3	轮轨作用力检测技术	241
9.2.4	接触网检测技术	242
9.2.5	通信检测技术	243
9.2.6	信号检测技术	244
9.2.7	综合处理分析技术	245
9.3	世界主要高速铁路综合检测列车	246
9.3.1	意大利“阿基米德”号综合检测列车	246
9.3.2	日本 East-i 综合检测列车	247
9.3.3	法国 MGV 综合检测列车	248
9.3.4	我国综合检测列车技术条件	249
	思考题	249
	参考文献	250

第 1 章

世界高速铁路发展概况

1825 年英国修建了世界上第一条铁路，铁路运输相对于当时的主要运输方式轮船和马车，在速度、运量及可靠性上呈现出明显的优势，得到了迅速发展和推广，成为各国交通运输的骨干力量，对国民经济的发展做出了重要贡献。19 世纪后期至 20 世纪 30 年代形成了铁路发展的第一个“黄金期”。但进入 20 世纪 40 年代以后，随着交通运输进入了现代化、多样化的阶段，铁路受到了公路、航空等其他运输方式的挑战，铁路在速度上不再具有优势，长途受到航空运输的排挤，短途几乎被汽车运输取代，铁路逐渐沦为“夕阳产业”，在竞争中处于被动局面，这就迫使人们寻找铁路发展的新途径。人们逐渐认识到在客运方面提高铁路运行速度的重要性，必须通过提高列车运行速度才能把铁路的发展推向新的阶段。

为此，从 20 世纪初至 20 世纪 50 年代，德、法、日等国家先后开展了大量的有关高速列车的理论研究和试验工作。1955 年 3 月，法国用 2 台电力机车牵引 3 辆客车试验速度达到了 331 km/h，创造了高速铁路的纪录。1964 年，世界上首条投入商业运营的高速铁路在日本诞生，运营时速达 210 km。2007 年 4 月 3 日，法国创造了轮轨高速铁路试验速度 574.8 km/h 的世界最新纪录。

高速铁路技术在 20 世纪 60 年代进入了应用阶段，1964 年，日本新干线成功地实现了商业运营，为世界铁路发展树立了典范，世界铁路的客运发展进入了高速时代。1981 年，法国建成了最高时速为 270 km 的 TGV 东南新干线，它的修建开辟了一条以低造价建造高速铁路的新途径，把高速铁路的发展推向了一个新台阶。日本、法国的这两条高速线路不但是高速铁路不同发展阶段的标志，还以其明显的社会效益、先进的技术装备和优良的客运服务享誉世界。在日本、法国修建高速铁路取得成效的基础上，世界上掀起了建设高速铁路的高潮，德国、意大利、西班牙等国家相继发展了不同类型的高速铁路，且速度不断刷新。

截至 2005 年 12 月的数据显示，全世界新建高速铁路里程已达 6 393 km，其中日本新干线 2 176 km，法国 TGV 1 559 km，德国 ICE 815 km，意大利 ETR 237 km，西班牙 AVE 471 km，比利时 88 km。2006 年，除上述 5 国进一步扩建（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）外，荷兰（96 km）、韩国（412 km）及中国台湾地区（345 km）也加入这一行列，澳大利亚、美国、俄罗斯等国也已规划或将修建高速铁路。另外，欧洲还计划把各国高速铁路联网，建成泛欧高速铁路网。

归纳起来，当今世界高速铁路大概有以下几种修建和运营模式。

- ① 日本新干线模式：全部修建新线，旅客列车专用；

- ② 法国 TGV 模式：部分修建新建线路，部分旧线改造，旅客列车专用；
- ③ 德国 ICE 模式：以既有线改造为主，建设部分新线，旅客列车和货物列车混用；
- ④ 英国 APT 模式：既不修建新线，也不对既有线进行大量改造，主要采用有摆式车体的车辆组成的动车组，旅客列车和货物列车混用。

高速是一个相对的概念，对可称为高速列车的“高速”，也是不断发展变化的。1970年5月，日本“71法令”规定“列车在主要区间以200 km/h以上速度运行”为高速铁路，1985年5月，联合国经委会规定“客运专线300 km/h，客货混线250 km/h”为高速铁路，目前公认的定义为国际铁路联盟（UIC）规定“新线250 km/h以上，既有线改造200 km/h以上的铁路称为高速铁路”。世界上常用的铁路速度等级划分如下：100~120 km/h为常速；120~160 km/h为中速；160~200 km/h为准高速或称快速；200~400 km/h为高速；400 km/h以上为超高速。

1.1 国外高速铁路发展概况

目前，世界高速铁路以日本新干线、德国 ICE 和法国 TGV 的技术、运营管理为代表，这三个国家也是高速铁路技术的主要原创国。本节主要介绍日本、法国、德国及其他部分国家高速铁路发展情况。

1.1.1 日本高速铁路发展概况

1964年10月1日，世界上第一条高速铁路——日本东海道新干线正式投入运营，时速为210 km，突破了保持多年的铁路运行速度的世界纪录，从东京到大阪全程515.4 km只需3小时10分钟。由于旅行速度比原有铁路提高一倍，票价又较飞机便宜，从而吸引了大量旅客，使东京至名古屋间的飞机航班不得不因此而停运。这是世界上铁路与航空竞争中的首次胜利。继东海道新干线之后，日本又陆续建成山阳、东北、上越等新干线。目前，日本高速铁路的营业里程已达2 100多公里，成为日本陆地交通运输网络的支柱，并计划再修建5 000公里。高速铁路的运营所取得的巨大经济效益和社会效益，纠正了人们对铁路已不适应经济快速发展、工作快节奏和社会高流动需要的错觉，给其他国家铁路发展带来了新的机遇。

东海道新干线这条专门用于客运的电气化、标准轨距的双线铁路，代表了当时世界一流的高速铁路技术水平，并标志着世界高速铁路由试验阶段跨入了商业运营阶段。东海道新干线以其安全、快速、准时、舒适、运输能力大、环境污染小、节省能源和土地资源等优势博得了政府和公众的支持和欢迎。东海道新干线投入运营后，高速列车的客运市场占有率迅速上升，从而使包括东京、横滨、名古屋、大阪等大城市在内的东海道地区原本旅客运输十分紧张的状况得到了缓解，而且大大提高了运输服务质量，同时取得了很好的经济和社会效益。该线1964年投入运营，1966年开始盈利，1972年收回全部投资，其对日本经济的拉动也是引起世界高速铁路建设狂潮的重要原因之一。

此后,山形新干线、东北新干线、上越新干线、北陆(长野)新干线及东北新干线的延伸线(盛冈—八户)陆续开通,新干线技术不断进步,已经构成了日本国内铁路网的主干部分。在修建新线的同时,还采用在既有线上增设第三轨、拓宽轨距等改造措施改建成山形小型新干线(全长148.6 km)和秋田小型新干线(全长127.3 km),使新干线列车能直接运行到更多城市。目前,新干线营业里程已达2 170 km,小型新干线营业里程达275.9 km。

日本铁路总客运量已占全国总客运量的30%,而其中新干线约占铁路总客运量的30%,收入约占总收入的45%。新干线不仅是速度高的现代化铁路,而且是日本铁路发展的核心,是支持着日本经济发展的大动脉,也是日本人民日常生活中不可或缺的一部分。至2004年,日本新干线累计运送旅客约74亿人次,日均约80万人次,每天有750列高速列车在运行,全年客运量近3亿人次,是日本国内航空客运量的4倍。日本新干线高速铁路网络见图1-1,日本新干线铁路的网络概况见表1-1。

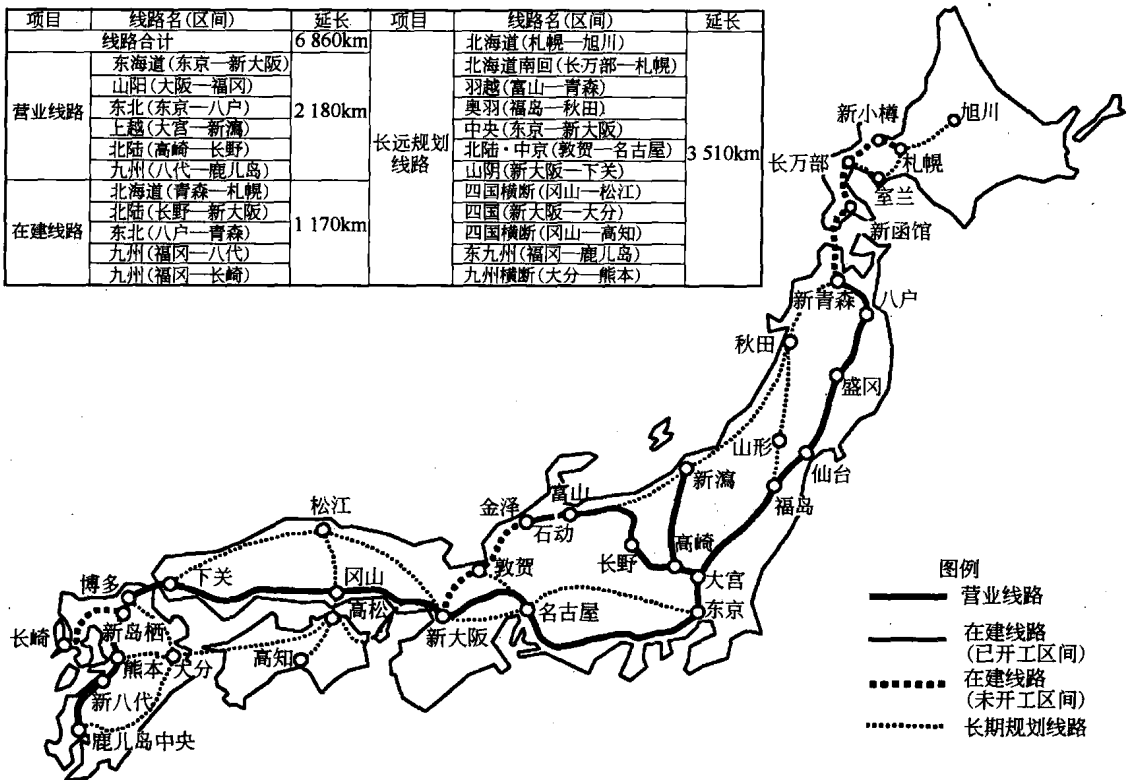


图1-1 日本新干线网络图

日本是世界高速铁路技术发展的先驱,相继建设的几条线路标准和列车性能都不断提高,辅以较高的运行密度,保证了较高的旅客输送量。同时,安全性和服务质量也达到了较高的标准。日本拥有高速铁路2 100多公里,线路为标准轨距,由四家公司经营——东海公司、西日本公司、东日本公司、九州公司。东海公司、西日本公司共同经营东海道山阳新干线。东海道山阳新干线为独立封闭系统,不与其他任何线路连轨,只运行高速列车,列车分为“回声号”、“光号”和“希望号”三种类型,列车固定编组。九州公司经营九州新干线。

东日本公司拥有多条线路,列车分为“翼号”、“小町号”、“浅间号”、“MAX号”等,通过对既有线的技术改造,部分高速列车下到既有线运行,部分列车在中间站有“分解”及“合并”作业。东京站是东日本公司的新干线和东海道新干线的重要车站,但两条线路没有联络线,不能相互跨线运行。日本新干线铁路线路别技术数据见表1-1。

表1-1 日本新干线线路别技术数据

项 目	线 路 别											
	东海道 新干线		山阳新干线		东北 新干线		上越 新干线		北陆 新干线		九州 新干线	
起讫点	东京—新大阪		新大阪—博多		东京—八户		大宫—新潟		高崎—长野		新八代—鹿儿岛中央	
营业里程/km	515.4		553.7		593.1		269.5		117.4		126	
投入运营日期	1964.10.1		新大阪—冈山 1972.3.15 冈山—博多 1991.3.10		大宫—盛冈 1982.6.23 上野—大宫 1985.3.14 东京—上野 1991.6.20 盛冈—八户 2002.12		1982.11.15		1997.10.1		2004.3	
设计最高速度/ (km/h)	250		260		260		260		260		260	
目前最高运行速度 (km/h)	270		300		275		245		275		260	
车站数/个	15(后加3)		18		22		9		6		5	
列车类型	0系	100系	300系	500系	700系	200系	E1系	E4系	E2系	800系		
运营日期/年份	1964	1985	1992	1997	1999	1982	1994	1997	1997	2004		
运行速度/ (km/h)	220	230	270	300	270	275	240	240	275	260		
总定员/人	1 398	1 321	1 323	1 324	1 323	885	1 235	817	630			

1.1.2 法国高速铁路发展概况

日本新干线建成并投入运营,大大激发了法国铁路同行的积极性。法国是世界上从事提高速列车速度研究较早的国家,1955年用电力机车牵引创造了331 km/h的世界纪录,在日本东海道新干线建成之后,法国开始从更高的起点研究开发高速铁路。法国国土面积约为55万平方公里,人口5 672万,陆地运输是其国内主要运输方式。法国高速铁路建造起步晚于日本,但发展迅速,其技术优势在高速新线建设和先进机车车辆研制方面的体现尤为突出。

法国拥有东南及其延长线、大西洋线、北方线和地中海线等几条高速客运专线，全长1500多公里，法国在修建高速铁路之初，确定TGV高速列车可下既有线运行的运输组织模式，TGV列车通达范围为7500 km，覆盖大半法国国土。

1971年，法国政府批准修建TGV东南线（巴黎至里昂，全长417 km，其中新建高速铁路390 km），1976年10月正式开工，1983年9月全线建成通车，TGV高速列车最高运行时速达270 km，巴黎至里昂间旅行时间由原来的3 h 50 min缩短到2 h，比过去缩短近一半，客运量大幅增加。高速新线与既有铁路网的兼容性使高速线上行驶的高速动车组到达既有线后能以既有线允许的速度行驶，大大扩展了它的通达区域。TGV东南线通车后，客运量迅速增长，1984年原计划乘坐飞机的旅客约有70%（200万人）转乘了高速列车，约有100万~150万人次原计划乘坐高速公路的小汽车和公共汽车旅客，后转乘高速列车，1991年东南线客运量达到1820万人次，并达到了预期的经济效益，10年内的盈利还清了新线建设和车辆购置贷款本息（TGV东南线是法铁自行贷款兴建的）。

法国东南线的成功运营，证明高速铁路也完全适合欧洲环境，高速列车是一种极具竞争力的现代交通工具。1982年，法国、德国、比利时三国运输部长商议修建巴黎—布鲁塞尔—科隆高速铁路；英法两国达成开挖英吉利海峡隧道协议，1986年3月授权欧洲隧道公司开挖英吉利海峡隧道，并于1994年6月开通运营。这样，为连接法、英、比、荷四国首都与德国重要城市科隆的高速铁路线开辟了捷径。

1989年9月和1990年9月，法国又建成巴黎至勒芒（大西洋线的西部支线），1990年9月开往图尔的西南部支线也投入了使用。时速515.3 km的试验速度就是在大西洋线的试验线上创造的。全线开通运营后，列车最高行驶时速达到300 km。大西洋线开通运营后，从巴黎向西开往雷恩、南特方向，向西南开往波尔多、图卢兹方向的高速列车通达里程达到2440 km，通达城市56个。该线采用第二代TGV高速动车组，由于在动车组保养、能量消耗等问题上注意节约，以及采用车载微机系统等，第二代TGV的运营费用比第一代TGV降低了近20%。从经营效果来看，大西洋线TGV在完全开通后的第一年就有盈余，1991年纯收益7.94亿法郎，截至2000年，运营收入的盈余已全部偿还线路建设和车辆购置费用。

法国第三条高速铁路TGV北方线（新建高速线333 km），于1993年9月全线开通运营。北方线也称北欧线，由巴黎经里尔，穿过英吉利海峡隧道通往伦敦，并与欧洲北部比利时的布鲁塞尔、德国的科隆、荷兰的阿姆斯特丹相连，是一条重要的国际通道。随着海峡隧道的建成，被称为“欧洲之星”的高速列车于1994年11月在法、英、比三国首都间正式投入运营。1997年12月，连接巴黎、布鲁塞尔、科隆、阿姆斯特丹，以4个城市字首命名的TGV—PBKA高速列车开始投入运行。巴黎至里尔（226 km）的旅行时间由2 h 10 min缩短为1 h，巴黎至伦敦的行车速度，在法国境内时速为300 km，在隧道内时速为160 km，高速列车通车范围达到660 km，通达城市16个。在经济方面法铁的收益率为12%，地方行政区则达到19%。

1992年，巴黎东南线里昂环线投入运营，1994年7月又完成了延伸到瓦朗斯的新线工程，使东南线长度达到530 km。特别是大巴黎区外环线的建成，使北方线、东南线、大西洋线构成可绕过巴黎相对连接的高速铁路网系统。

1994年，里昂—瓦朗斯全长148 km的东南延伸线开通，至此，从巴黎通达法国东南部及邻国的城市多达75个，高速新线的通达范围可达3215 km。

地中海线自瓦朗斯向南延伸，形成阿维尼翁三角线，东南分支达到马赛，西南分支到达蒙彼利埃，全长 295 km，1995 年开始动工修建，2001 年上半年全部开通。由巴黎到马赛 800 km 行程只需 3 h，采用 TGV - 2N 型第三代双层高速动车组。法国高速路网图见图 1-2，法国高速铁路网络技术数据见表 1-2。

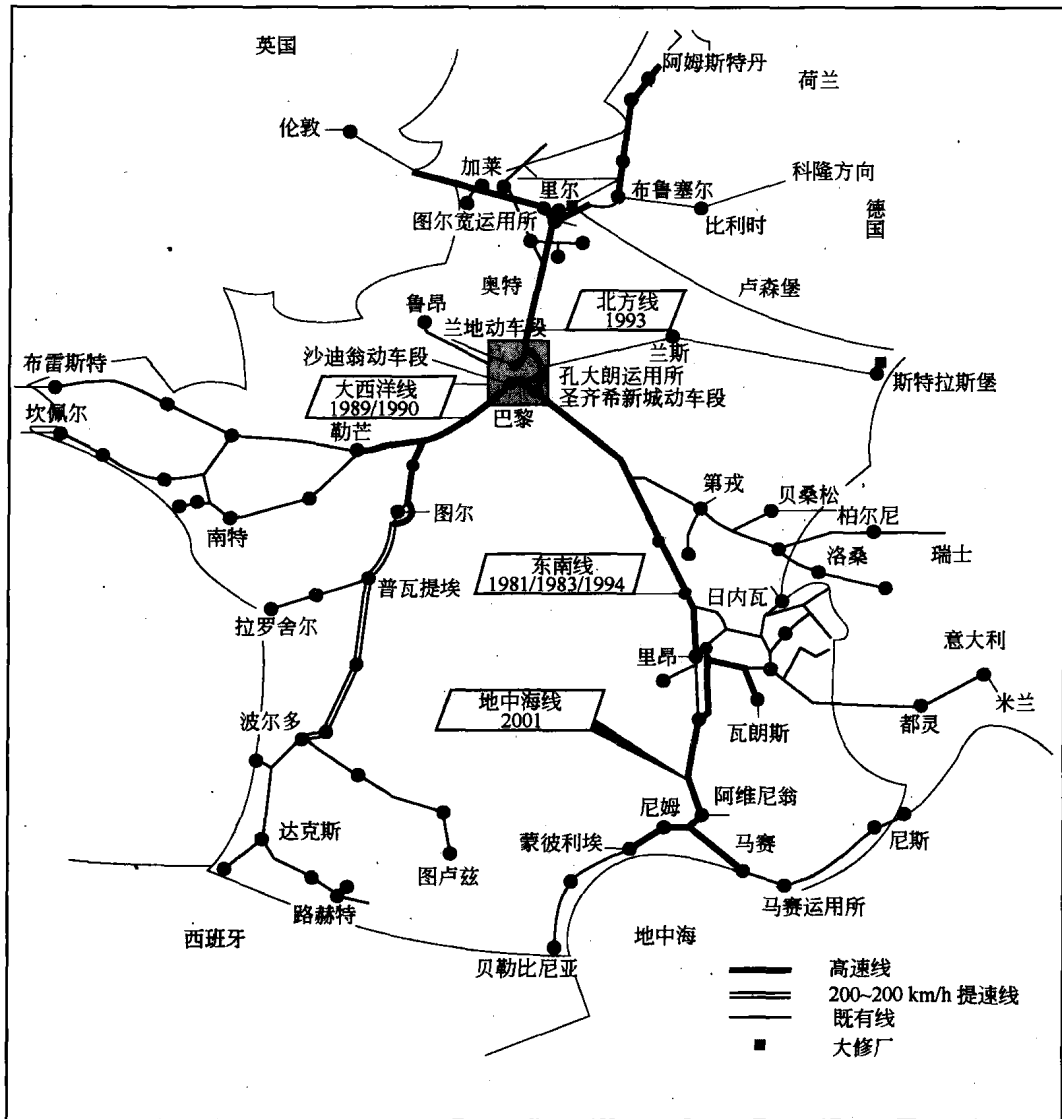


图 1-2 法国高速铁路网络图

表 1-2 法国高速铁路线路别主要技术条件和装备水平

线路别	东南线及延长线	大西洋线	北方线	地中海线
投入运营时间	1981/83/94 年	1989/90 年	1993 年	2001 年
运输方式	客运专线			

续表

线路别	东南线及延长线	大西洋线	北方线	地中海线
线路长度/km*	538	282	333	295
最高运行速度/(km/h)	270	300	300	350
高速列车轴重/t	17			
最大坡度/‰	35	25	25	35
最小曲线半径/m	4 000	4 000	6 000	7 000
线间距/m	4.2	4.2	4.5	4.8
轨道结构	双块式轨枕, nabla 扣件, UIC60 钢轨, 跨区间无缝线路			
道岔最高允许速度/(km/h)	区间道岔侧向通过速度 230, 渡线道岔为 170, 车站与库线道岔为 80			
隧道面积/m ²	/	71	100	100
供电电压	直流 1 500 V, 交流 25 kV, 20 Hz	直流 1 500 V, 交流 25 kV, 20 Hz	直流 750 V, 1 500 V, 3 000 V, 交流 25 kV, 20 Hz	直流 1 500 V, 交流 25 kV, 20 Hz
供电方式	AT			
接触网悬挂方式	全补偿单链形弹性悬挂			
列车种类	TGV - PSE	TGV - A	EUROSTAR (TGV - TMST)	TGV - 2N
列车总重/t	418	479	787	424
列车定员/人	368	485	794	545
列控方式	TVM300	TVM300A	TVM430	TVM430
自动闭塞方式	固定闭塞, UM71 型无绝缘轨道电路			

* 巴黎高速环线 92 km。

1.1.3 德国高速铁路发展概况

德国是世界上较早研究高速铁路技术的国家, 1903 年, 德国开始用电力机车牵引, 试验速度已达到 210 km/h。但是, 德国的 ICE 相对于日、法的高速铁路起步较晚。ICE 的研究开始于 1979 年, 其内部制造原理和制式与法国 TGV 有很大相似之处, 最高试验速度是 1988 年创下的 409 km/h。

ICE 起步较晚和进展比较落后的一个重要原因是德国人在高速轮轨和磁悬浮两线作战。由于磁悬浮在设计理念上的先天优势 (没有固态摩擦), 德国的常导高速磁悬浮一直是其科研的重点。磁悬浮的设计理念与传统意义上的轮轨完全不同, 因此当法国的 TGV 顺利投入运行, 而且速度不亚于当时的磁悬浮时, 德国人才开始在高速轮轨方面奋起直追, 但是至今

仍与法国 TGV 技术有一定的差距。

同时,德国还是最早进行摆式列车试验的国家之一。1997 年以来摆式列车因为价格便宜和制造工艺相对简单,尤其是能够充分利用现有线路,不必铺设全新的铁路网络的优势,逐渐在高速铁路市场占据一席之地。对于那些修建新线投资太高、小半径曲线又很多的线路,德国铁路采用摆式车体列车。

德国高速铁路的发展是把既有线路改造、新建高速线、发展摆式列车三者紧密结合起来的。到 2005 年底已建成的高速铁路有 4 条:汉诺威—维尔茨堡、曼海姆—斯图加特、汉诺威—柏林、科隆—法兰克福。高速线路总里程 917 km,其中新建线路 815 km。目前正在建设纽伦堡—慕尼黑高速铁路,其中纽伦堡—茵格斯塔德区段 89 km 为新建高速线路,最高速度 300 km/h,茵格斯塔德—慕尼黑进行既有线改造,里程 82 km,改造后速度 200 km/h。

德国由于地理位置的缘故,其国际客货运量较大,导致其高速铁路发展的主要特点为客货混运,新旧线混用。德国高速铁路的发展面向三个方面的需要:①实现国内的一体化联络;②实现德国高速铁路网与欧洲高速走廊的联系;③实现国际货运快速通道的构建。

ICE 的全称是 Inter City Express,即城际快车。德国铁路在 1979 年试制成第一列 ICE 动车组,1982 年高速铁路计划开始实施。1985 年首次试车,以 317 km/h 打破德国铁路纪录,1988 年创造了 406.9 km/h 的纪录,在当时堪称世界第一。1990 年,ICE 列车开始在维尔茨堡到福尔兹之间的高速铁路上试运行,最高时速为 310 km。1991 年配合汉诺威—维尔茨堡(327 km)和曼海姆—斯图加特(107 km)高速铁路竣工后,ICE 高速列车便开始进行商业运营,其最高营运时速达 280 km。

德国 ICE 高速列车的发展历程如下。

1982 年,首列 ICE-V 型试验车被德国铁道订购。1985 年该车交付使用,并在 1989 年以 406.9 km/h 的速度成为当时的世界之冠。

1990 年,乌兹堡到福尔兹的高速铁路开通。翌年首列 ICE1 型车投入使用。

1993 年,全部 ICE1 型车投入使用。同年第三条 ICE 专线开通。

1994 年,一列 ICE1 型车运抵美国,开始了它的美洲之行。同年第一列使用 ICE 的国际列车开通。

1996 年,首列 ICE2 型高速列车交付德国铁道。1997 年,ICE2 成为汉堡到柏林的快速列车。

1998 年,ICT(电动摆式列车)开始测试。同年 6 月 3 日,一列 ICE1 型车在汉堡和汉诺威之间发生了事故。之后所有的 ICE1 型车暂停了运营。

1999 年,ICE3 型高速列车开始试运行,同年首条 ICT 线路开通,首列 ICT-V(柴油-电力摆式火车)完成测试。

2000 年,首列 ICE3 型列车开始运营,同期首条 ICT-VT 线路开通。

德国高速路网络见图 1-3,德国高速铁路网络技术数据见表 1-3。