

G A O S U T I E L U G A I L U N

高速铁路概论

(第三版)

钱仲侯 主编



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速铁路概论

(第三版)

钱仲侯 主编

中国铁道出版社

2006年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

高速铁路概论 / 钱仲侯主编. —3 版. —北京: 中国铁道出版社, 2006.8
ISBN 7-113-07412-X

I. 高… II. 钱… III. 高速铁路—概论 IV. U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 098825 号

书 名: 高速铁路概论 (第三版)

作 者: 钱仲侯

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑: 吴 军 黄 燕 褚书铭

印 刷: 北京市彩桥印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/32 印张: 11 字数: 296 千

版 本: 1994 年 6 月第 1 版 1999 年 12 月第 2 版

2006 年 8 月第 3 版 2006 年 8 月第 7 次印刷

书 号: ISBN 7-113-07412-X/U·1961

定 价: 25.00 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, 请与本社发行部调换。

编辑部电话: 010-51873094

发行部电话: 010-63545969

第三版

说 明

自从1994年《高速铁路概论》第一版问世后,得到了广大读者的欢迎与好评,1999年的第二版对该书进行了较大的修订。但是随着世界各国高速铁路在技术及管理各方面的不断更新和发展,我们非常愿意把最新的知识及时地介绍给读者,以使本书的内容更加充实。

本书的主编钱仲侯教授一直非常关注《高速铁路概论》一书的编写质量和内容的更新,即使在身体非常不适的情况下,仍然亲自动手修改并和编者交换意见,以求达到真实、正确,减少错误。遗憾的是钱仲侯教授没能完成本书的再次修改的工作,让我们就以此书的再次修订、出版来告慰他对读者的敬意。

参加第三版编写的人员有:佟立本(第一章、第二章)、杨超(第三章)、缪龙秀(第四章)、张凤翥(第五章)、李承恕(第六章)、刘其斌(第七章)、杨浩(第八章)、刘建明和陈佐(第九章)及董志升(第十章)。

佟立本

2006年7月28日

自从1964年世界上第一条高速铁路在日本问世以来,已经有了近35年的历史。在这35年中,高速铁路日益显示出它旺盛的生命力。人们清楚地认识到,它是诸多高新技术的综合集成,是新一代的铁路。它标志着世界铁路的未来!由于它具有明显的经济效益和社会效益,所以欧洲、北美和亚洲等许多国家和地区,纷纷兴建、改建或计划修建高速铁路。我国的第一条高速铁路——京沪线也在拟议和计划之中。

然而,我们对于高速铁路的了解和认识还很不够。为了便于我国从事经济工作,包括从事交通运输工作的广大干部和大专院校师生,对这个新一代的铁路有一个比较全面、系统而又概要的了解,我们编写了这本《高速铁路概论》。编写时力求简明扼要,着重讲清有关的基本知识、基本概念和基本原理。它可以作为《铁道概论》(佟立本主编,中国铁道出版社1999版)的姐妹篇。如果读者有了《铁道概论》的知识作基础,阅读本书时可能就更加便捷了。当然,读者有兴趣直接阅读本书,也是完全可行的。本书第一版于1994年出版后,受到了广大读者的欢迎和好评。5年来,各国的高速铁路有了不少新的进展,我们对高速铁路的认识也在加深。为了使读者对它能有更好的了解,这次我们对本书进行了一次较大的修订,包括新写了高速铁路的车站及枢纽、高速铁路的运输组织和高速铁路的环境保护三章,其余各章也作了不同程度的更新、补充和删节,使本书的内容更加充实。

本书由钱仲侯担任主编。参加第一版编写的人员有:章育平(原第一、七、八章)、佟立本(原第二章)、杨超(原第三章第一~四节)、黄子扬(原第三章第五节)、缪龙秀(原第四章)、张凤翥和高继祥(原第五章)、李承恕(原第六章)及董志升(原第九章)。参加第二版编写和修订的人员有:章育平(第一章)、佟立本(第二章)、杨超(第三章)、缪龙秀(第四章)、张凤翥(第五章)、李承恕(第六章)、刘其斌(第

七章)、杨浩(第八章)、刘建明和陈佐(第九章)及董志升(第十章)。

本书在编写过程中,广泛地参考了国内外许多文献资料。由于参考的文献资料较多,只能就其中主要的列于书后。在此,谨向这些文献资料的作者、译者和出版单位表示衷心的感谢和歉意。

由于本书涉及的内容非常广泛而又属于高新技术,我国的高速铁路尚处于拟议、计划和研讨之中,各方面的情况都不断发展变化。尽管我们在编写过程中不少章节都数易其稿,但限于编者的水平和时间,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评、指正。

编 者

1999年7月于北方交通大学

目 录

第一章 总 述

第一节	世界高速铁路的发展	2
第二节	高速铁路的技术经济优势	19
第三节	我国高速铁路的建设	24

第二章 高速铁路的线路

第一节	概 述	30
第二节	线路的平面和纵断面	32
第三节	路基与桥梁	42
第四节	轨 道	46
第五节	轨道技术监测与维修管理	55

第三章 高速铁路的牵引动力

第一节	概 述	63
第二节	受电弓与传动装置	75
第三节	动力车车体及走行部	91
第四节	制动技术	96

第四章 高速铁路客车

第一节	概 述	104
第二节	车体和车内设施	105
第三节	高速客车转向架	117
第四节	车辆连接	131
第五节	制动装置	136
第六节	摆式车体列车	145

第五章 高速铁路的信号与控制系统

第一节	概 述	152
第二节	行车指挥自动化	161
第三节	列车运行自动化	168
第四节	综合调度系统	191

第六章 高速铁路的通信系统

第一节	概 述	194
第二节	有线通信	203
第三节	无线通信	206
第四节	数据通信与数字网	213
第五节	图像通信	216
第六节	信息处理系统	218
第七节	高速铁路无线通信系统 GSM—R	221

第七章 高速铁路的车站及枢纽

第一节	概 述	228
第二节	高速铁路的车站设计	231
第三节	高速铁路与既有站的衔接	237
第四节	高速铁路引入既有枢纽的方式	242
第五节	动车段(所)与综合维修基地在车站的设置	246

第八章 高速铁路的运输组织

第一节	概 述	250
第二节	高速铁路列车运行图的编制	254
第三节	高速铁路的通过能力	261
第四节	高速铁路动车组的运用与管理	269
第五节	高速铁路的行车调度指挥	276
第六节	恶劣气候条件下的行车组织	286

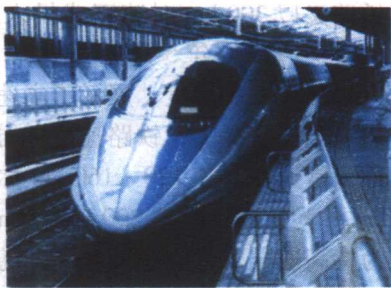
第九章 高速铁路的环境保护

第一节	概 述	292
第二节	高速铁路的噪声及其控制	295
第三节	高速铁路的振动及其控制	303
第四节	高速铁路的电磁干扰及其防护	305
第五节	高速铁路对生态和其他环境的影响及其防护	308

第十章 磁悬浮铁路

第一节	概 述	313
第二节	世界磁悬浮铁路的试验与发展	317
第三节	磁悬浮铁路的基本制式和工作原理	321
第四节	磁悬浮铁路的基本设备	329
第五节	磁悬浮铁路的适用性及优越性	339

第一章 总 述



交通运输方式的发展史，从根本上说就是不断提高运输速度的创新历程。19 世纪蒸汽机车的发明，使铁路成了最新的交通工具，形成了铁路的“第一个新时代”，对推动社会和经济的发展与繁荣发挥了重要的作用。随着内燃机车、电力机车的出现，不但在热效率、环境保护等方面有较大的优越性，而且速度也比蒸汽机车快了许多，因此，世界各国在牵引动力上逐渐淘汰了蒸汽机车。然而，由于社会和经济的发展与繁荣，又对交通运输提出了更高的要求。从 20 世纪 50 年代开始，进入了交通运输工具现代化、多样化的时期，铁路开始受到汽车和航空运输兴起的竞争。高速公路和喷气式客机的出现，使铁路在速度上处于劣势，长途客运受航空运输排挤，短途客运被汽车运输取代，铁路陷入了“夕阳产业”的被动局面。这就迫使人们重新认识提高铁路行车速度的重要性。也就是说，为了适应形势的发展，必须研制、开发高速新科技，把铁路推向一个新的发展时期。

提高列车速度是铁路赖以生存和适应社会发展的唯一出路，为此，从 20 世纪初至 50 年代，德国、法国、日本等国都开展了大量的有关高速列车的理论研究和试验工作。1903 年 10 月 27 日，德国用电动车首创了试验时速达 210 km 的历史纪录；1955 年 3 月 28 日，法国用两台电力机车牵引三辆客车试验时速达到了 331 km，刷新了世界高速铁路的纪录。铁路高速技术，至 20 世纪 60 年代已进入实用阶段，80 年代至 90 年代又取得了一系列新的突破，1981 年法国高速列车时速达到 270 km，1989 年法国 TGV 大西洋

铁路又以 300 km 时速正式投入运营，率先冲上了当代高速竞速的浪尖。1990 年 5 月 13 日，时隔仅 8 个月法国再创 515.3 km/h 世界最高实验速度，展示了高速铁路的美好前景。

当今世界上，铁路速度的分挡一般定为：时速 100 ~ 120 km 称为常速；时速 120 ~ 160 km 称为中速或准高速；时速 160 ~ 200 km 称为快速；时速 200 ~ 400 km 称为高速；时速 400 km 以上称为特高速。对于高速的水平，随着技术的进步而逐步提高。西欧把新建时速达到 250 ~ 300 km、旧线改造时速达到 200 km 的称为高速铁路；1985 年联合国欧洲经济委员会在日内瓦签署的国际铁路干线协议规定：新建客运列车专用型高速铁路时速为 300 km，新建客货列车混用型高速铁路时速为 250 km。

第一节 世界高速铁路的发展

高速铁路是世界铁路的一项重大技术成就，它集中反映了一个国家铁路牵引动力、线路结构、高速运行控制、高速运输组织和经营管理等方面的技术进步，也体现了一个国家的科技和工业水平。高速铁路是社会经济发展和运输市场竞争的需要，它促进了地区经济的发展和城市化进程，在经济发达、人口密集地区的经济效益和社会效益尤为突出。

据不完全统计，全世界拥有或正在建设高速铁路的国家和地区已经达到 12 个，进行研究和规划的国家有 6 个，已经建成高速铁路新线长达 4 624 km，正在建设的线路有 3 509 km。可以预见，21 世纪的铁路运输业将会出现轮轨系高速铁路的全面发展，全球性高速铁路网建设的时期已经到来。

一、世界高速铁路的发展阶段

自 1964 年日本建成东京至大阪世界上第一条高速铁路 40 多年来，高速铁路从无到有经历了不同的阶段，归纳起来，高速铁路的发展可以划分为三个不同的阶段。

1. 1964年至1990年是世界高速铁路发展的初期阶段（见表1-1-1）

在这期间建设并投入运营的高速铁路有日本的东海道、山阳、东北和上越新干线；法国的东南TGV线、大西洋TGV线；意大利的罗马至佛罗伦萨线以及德国的汉诺威至威尔茨堡高速新线。这期间，日本建成了遍布全国的新干线网的主体结构。除了北美外，世界上经济和技术最发达的日本、法国、意大利和德国推动了高速铁路的第一次建设高潮。

初期已经建成的高速铁路新线 表 1-1-1

时期	国家	项 目	建设年代	线路长度 (km)
初期的高速铁路建设	日本	东海道新干线	1959 ~ 1964	515
		山阳新干线	1967 ~ 1975	554
		上越新干线	1971 ~ 1982	270
		东北新干线	1971 ~ 1985	497
	法国	TGV 东南线	1976 ~ 1983	417
		TGV 大西洋线	1985 ~ 1990	282
	德国	汉诺威—威尔茨堡/ 曼海姆—斯图加特	1988 ~ 1991	427
	意大利	罗马—佛罗伦萨	1970 ~ 1992	254
总计	4	9		3 216

日本东海道新干线和法国TGV东南线的运营，在技术、商业、财政以及社会效益上都获得了极大的成功。东海道新干线在财务收支上已经成为主要支柱，法国TGV东南线也在运营10年的期限里完全收回了投资。因此，高速铁路最初的建设成就极其显著。随后，德国和意大利各国都先后修建了适合本国国情的高速铁路，并取得了较好的效益，成为当今世界上高速铁路技术的保有国。

2. 1990年开始为高速铁路网建设的第二次高潮（见表1-1-2）

高速铁路建设在日本和法国所取得的成就影响了很多国家，促进了各国对高速铁路的关注与研究。1991年瑞典开通了X2000摆式列车，1992年西班牙引进法、德两国的技术建成了471 km长的马德里至塞维利亚高速铁路。1994年英吉利海峡隧道把法

国与英国连接在一起，开创了第一条高速铁路国际联结线。1997年，从巴黎开出的“欧洲之星”又将法国、比利时、荷兰和德国连接在一起。在这一时期的日本，因早已完成了新干线路网骨干结构的建设，高速路网的建设开始向全国普及发展。日本于1996年起开通了福岛、山形两条小型新干线，为既有线的提速改造走出了一条新路。法国和德国则在修建高速铁路的同时，实施既有线的改造。

第二次高潮已经建成的高速铁路新线

表 1-1-2

时期	国家	项 目	建设年代	线路长度 (km)
第二次 高速铁 路建 设	西班牙	马德里—塞维利亚	1987~1991	471
	法 国	TGV 北方线	1990~1993	333
		英吉利海峡隧道	1990~1994	148
		TGV 东南延伸线	1992~1994	102
		TGV 路网联结线	1994~1996	
	日 本	北陆新干线	1989~1997	117
比利时	布鲁塞尔—里尔	1989~1998	83	
德 国	柏林—汉诺威	1992~1998	172	
总计	5	8		1 426

在这个时期内，日本、法国、德国以及意大利对发展高速铁路进行了全面规划。日本于1971年通过了新干线建设法，并对全国的高速铁路网做出了规划，根据1987年的计划，日本将再修建5条新干线，总长达1440 km。1986年意大利政府批准了交通运输发展规划纲要，准备修建横连东西（都灵—米兰—威尼斯）、纵贯南北（米兰—佛罗伦萨—罗马—那不勒斯），长达1230 km的“T”形高速铁路网。法国于1992年由政府公布了建设全国高速铁路网的规划。根据规划，未来20年内高速铁路网将由4700 km新线（其中1282 km已于1997年开通投入运营）构成。德国于1991年4月德国联邦政府批准了联邦铁路公司改建/新建铁路2000 km的计划，计划包括13个项目，其中涉及新建高速铁路的有4项。

1991年，欧洲议会批准了泛欧高速铁路网的规划中提出在各国边境地区实施15个关键项目，将有助于各个国家独立高速

线之间的联网。在这些项目中选定了9个优先建设的工程项目。它们是：①高速铁路南北贯通线（德国—意大利之间）；②连接欧洲五国首都的高速铁路线；③高速铁路南方线（西班牙—法国之间）；④高速铁路东部连接线（法国—德国之间）；⑤高速/普速铁路综合运输线（法国—意大利之间）；⑥既有铁路连接线（英伦三岛之间）；⑦丹麦—瑞典固定连接线；⑧北欧三角地带；⑨英国西海岸干线。

在这一时期高速铁路表现出了新的特征：

（1）已建成高速铁路的国家进入了高速铁路网规划和建设的年代；

（2）修建高速铁路网已经不仅仅是铁路部门的需要，而成为地区之间相互联系的政治上的需求；

（3）由于能源和环境的要求，需要发展无污染的高速铁路；

（4）出现了国内和跨越国境的高速铁路网。

3. 20世纪90年代中期形成高速铁路建设的第三次高潮 (见表1-1-3)

1998年10月在德国柏林召开的第三次世界高速铁路大会 Eurailspeed98 上，美国 Calgary 大学公共政策研究所的教授 Anthony · Perl 作了一篇题为《高速地面交通系统的全球化和普及》的发言，将当前高速铁路的发展定为世界高速铁路发展的第三次高潮。这次高潮波及到亚洲、北美、澳洲以及整个欧洲，形成了交通领域中铁路的一场复兴运动。自1992年以来，俄罗斯、韩国、我国台湾省、澳大利亚、英国、荷兰等国家和地区均先后开始了高速铁路新线的建设。据不完整的统计，为了配合欧洲高速铁路网的建设，东部和中部欧洲的捷克、匈牙利、波兰、奥地利、希腊以及罗马尼亚等国家正对干线铁路进行改造，全面提速。

第三次高潮正在建设中的高速铁路新线 表 1-1-3

时期	国家或地区	项 目	建设年代	线路长度 (km)	备注
第三次 高速铁 路建 设	法 国	地中海线	1995 ~ 1999	303	欧洲
	德 国	莱茵/美茵—科隆 纽伦堡—茵戈施塔特— 慕尼黑	~ 2000	204	
			1997 ~ 2003	171	
	意大利	罗马—那不勒斯 博洛尼亚—佛罗伦萨	~ 2001	204	
			~ 2005	78	
	英 国	海峡隧道联接线 (一期)	1998 ~ 2003	69	
	西班牙	马德里—巴塞罗那	1998 ~ 2004	300	
	荷 兰	安特卫普—阿姆斯特丹	1999 ~ 2005	95	
	俄罗斯	莫斯科—圣·彼得堡	1997 ~	654	亚洲
	日 本	北陆、九州、东北新干线		390	
	韩 国	汉城—釜山	1992 ~	426	
中国台湾	台北—高雄	1997 ~ 2003	345		
	澳大利亚	悉尼—堪培拉	2000 ~ 2003	270	澳洲
总计	11	13		3 509	

除了以上这些已经开工建设的项目，正在对高速铁路开展规划与筹建工作的国家还有土耳其、中国、美国、加拿大、印度、捷克等。

参与第三次高速铁路建设的各个国家与前两次高速铁路建设不同，其特征主要表现为：

(1) 大多数国家在高速铁路新线建设的初期拟定了修建高速铁路的全国规划；

(2) 虽然建设高速铁路所需资金较大，但从社会效益、节约能源、治理环境污染等诸方面分析，修建高速铁路对整个社会具有较好的效益，这一点得到各国政府的共识；

(3) 高速铁路促进地区之间的交往和平衡发展，欧洲国家已经将建设高速铁路列为一项政治任务，各国呼吁在建设中携手打破边界的束缚；

(4) 高速铁路从国家公益投资转向多种融资方式筹集建设资金，建设高速铁路出现了多种形式融资的局面；

(5) 高速铁路的技术创新正在向相关领域辐射和发展。

二、世界各主要国家高速铁路概况

1. 日本高速铁路

日本高速铁路早在 1946 年就酝酿修建，但战后迫于百废待兴，无力顾及。20 世纪 50 年代中叶，日本国民经济在复兴后得到高速发展，全国范围内的旅客运输量和货物运输量急剧增长，而东海道既有线（轨距 1 067 mm）运输能力又面临全面饱和，在这种条件下，如任其继续下去将严重阻碍日本经济发展。修建新的东海道铁路运输通道、提高铁路运输能力已成为迫在眉睫的决策问题。从 1958 年开始，经过 5 年多时间的建设，1964 年 10 月 1 日，正当第 18 届奥运会的火炬在日本东京点燃之时，世界铁路运营史上的第一块高速金牌诞生了。“光”号列车以 210 km/h 的最高速度行驶在日本东海道新干线上。东海道新干线（轨距 1 435 mm）全长 515.4 km，使东京—大阪的运行时间从 6 h 30 min 缩短到 3 h 10 min，票价比飞机便宜，从而吸引了大量旅客，迫使东京—名古屋间的飞机航班停运，这在世界上也是首例。东海道新干线的建成和运营，使“铁路是夕阳产业”的论调破产，给世界铁路的复苏带来了生机，促进了高速铁路发展的进程。继东海道新干线之后，日本又陆续建成了山阳新干线（全长 553.7 km）、东北新干线（全长 496.5 km）、上越新干线（全长 269.5 km）、长野新干线（全长 117.4 km）以及长度 275.9 km 的山形、秋田小型新干线（小型新干线是在既有线上增设第三轨，拓宽了轨距，使新干线列车能直通运行到更多城市）等。截至 2002 年底，新干线全部营业里程已达 2 325 km，是世界上高速铁路总延长里程最多的国家。日本铁路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 30.3%，收入约占总收入的 45%。在准时性方面，尽管接连不断地发生地震等自然灾害，新干线列车平均晚点仍保持在 1 min 之内，业绩非常突出，成为日本陆地交通运输网的主力。高速新干线已不仅仅是速度高的现代化铁路，而且是日本铁路的发展核心，是支持着日

■ 高速铁路概论

本经济发展的支柱，也成为日本人民的日常生活和文化生活中不可缺少的一部分。见表 1-1-4。

日本高速铁路概要表

表 1-1-4

项目	东海道 新干线	山阳 新干线	东北 新干线	上越 新干线	长野 新干线	山形 小型 新干线	秋田 小型 新干线	东北 新干线 (延伸线)
起讫点	东京— 新大阪	新大阪— 博多	东京— 盛冈	大宫— 新潟	高崎— 长野	福岛— 新庄	盛冈— 秋田	盛冈— 八户
营业里程 (km)	515.4	553.7	496.5	269.5	117.4	148.6	127.3	96.6
营业时间	1964.10	1975.3	1991.6	1982.11	1997.10	1999.12	1997.3	2002.12
车站数量	18	18	18	9	6	6	6	4
车站 平均距离 (km)	36.8	32.6	29.2	33.7	23.5	17.4	25.4	32.2
最高 运行速度 (km/h)	270	300	275	245	275	130	130	275
运输模式	客运 高速	客运 高速	客运 高速	客运 高速	客运 高速			
高速列车 类型	0、100、 300、500、 700 系	0、100、 300、500、 700 系	200、400、 E1、E3、 E4 系	200、E1、 E4 系	E2 系	400 系	E3 系	E2 系 -1000
牵引方式	电动 车组	电动 车组	电动 车组	电动 车组	电动 车组	电动 车组	电动 车组	电动 车组
动车轴重 (t)	16/14	15/11.2	17	17				

2. 法国高速铁路

多年以来，铁路作为一种安全快速的公共交通工具，一直是法国交通运输系统中的骨干。但到了 20 世纪 70 年代，迅速发展起来的公路和航空运输打破了这一格局，在这种情况下，传统的运输政策受到了冲击，行车速度长期徘徊在 160 km/h 的法国铁路也如其他欧洲国家铁路一样，面临着严峻的挑战，形势迫使人们向速度要效率、要市场、要出路。与此同时，科学技术的进步使大幅度提高列车速度成为可能，1964 年日本新干线建成并投入运营，大大激发了法国铁路的积极性。

法国是世界上从事提高列车速度研究较早的国家,1955年即利用电力机车牵引创造了331 km/h的世界纪录,在日本建成东海道新干线之后,他们开始从更高起点研究开发高速铁路并确定了适合本国国情的速度目标值。其目标是要研制一种高性能、高速度并面向大众的新型列车,建造一条高质量的铁路新线,向旅客提供一种安全、舒适、快速的出行方式,解决铁路干线运输能力饱和并要获得显著的经济效益。基于上述考虑,1976年法国开始了东南线高速铁路(TGV)的建设,从此以后,TGV高速铁路系统走上了迅速发展的道路,在技术、经济、商业等方面都取得了巨大的成功,30多年来,一直居于世界铁路运输的前沿。

法国高速铁路对速度目标值的追求是独具特色和遥遥领先的。1981年,TGV高速列车在东南线南段部分投入运营,试验纪录达到380 km/h,打破了传统铁路运行速度的概念。20多年来,它从未停止过为实现更高的速度目标而进行的一切努力,1990年5月,TGV列车在大西洋线上创造的515.3 km/h的世界纪录,更令世界瞩目。1990年建成并投入运营的大西洋高速线及1993年建成并投入运营的北方高速线,列车运行速度均为300 km/h,2001年建成并投入运营的地中海高速线,列车运行速度可达350 km/h,与此同时,速度为300 km/h的高速双层列车也已问世。现已研制出性能更高、速度达350 km/h的第四代动力分散式AGV型高速列车。

法国在1981年建成了它的第一条高速铁路(TGV东南线),该线包括联络线在内全长417 km。东南线上运行的TGV—PSE型高速动车组允许最高速度为270 km/h,超过了当时日本东海道新干线最高速度220 km/h。之后,1990年10月大西洋线全部投入运营,该线全长282 km,大西洋线TGV—A型高速动车组允许最高速度为300 km/h,该线采用的高速动车组是第二代TGV,515.3 km/h的世界纪录就是1990年在大西洋TGV西南支线上创造出来的。1993年TGV北方线(也称北欧线)全线开通,全长