



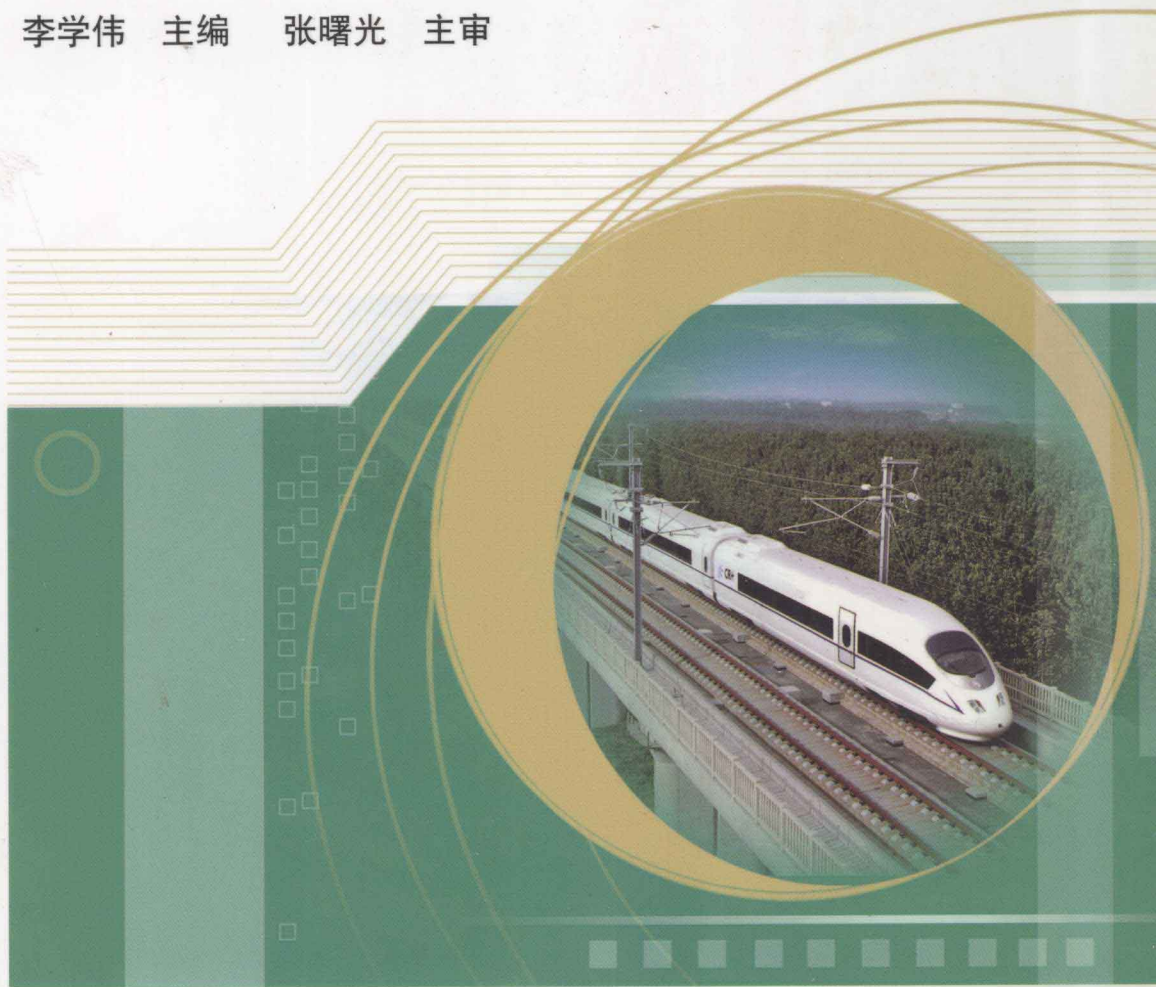
北京市高等教育精品教材立项项目



普通高等教育铁道部规划教材

# 高速铁路概论

李学伟 主编 张曙光 主审



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

北京市高等教育精品教材立项项目  
普通高等教育铁道部规划教材

# 高速铁路概论

李学伟 主 编  
韩宝明 副主编  
张曙光 主 审

中国铁道出版社

2010年·北京

## 内 容 简 介

本书全面介绍了高速铁路基础设施、通信信号、牵引供电、动车组、运输组织等内容的基本概念和基础理论。全书共分为11章,主要内容包括:绪论、高速铁路基础设施、高速铁路车站、高速铁路牵引动力、高速铁路车辆、高速铁路列车信号与控制系统、高速铁路通信系统、高速铁路运输组织、高速铁路客运服务、高速铁路运用安全保障和磁悬浮铁路。

本书可作为高等院校铁道运输、电气、通信、信号、基础设施等相关专业的本科、专科生教材,亦可作为铁路相关专业职工的培训教材以及相关专业人员工作的参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

高速铁路概论/李学伟主编. —北京:中国铁道出版社, 2010.3(2010.12重印)

北京市高等教育精品教材立项项目. 普通高等教育铁道部规划教材

ISBN 978-7-113-09982-4

I. 高… II. 李… III. 高速铁路—高等学校—教材  
IV. U238

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第157681号

书 名: 高速铁路概论

作 者: 李学伟 主编

---

责任编辑: 金 锋

电 话: 010-51873134

电子信箱: jinfeng88428@163.com

封面设计: 崔丽芳

责任校对: 张玉华

责任印制: 陆 宁

---

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)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 三河市华丰印刷厂

版 次: 2010年3月第1版 2010年12月第2次印刷

开 本: 787mm×960mm 1/16 印张: 21.75 字数: 468千

书 号: ISBN 978-7-113-09982-4/U·2496

定 价: 39.00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。

电 话: 市电(010)51873170, 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010)63549504, 路电(021)73187

# 前 言

本书是普通高等教育铁道部规划教材,是由铁道部教材开发领导小组组织编写,并经铁道部相关业务部门审定,适用于高等院校铁路特色专业教学以及铁路专业技术人员使用。本书为铁道运输类高速铁路系列教材之一。

本书被评为北京市高等教育精品教材立项项目。

铁路作为交通运输业的骨干,在我国国民经济发展中起着重要的作用,是国民经济大动脉和大众化交通工具,对促进区域经济协调发展,构建资源节约型、环境友好型社会,以及对交通运输业的可持续发展有重大的推动作用。高速铁路以运输能力大、安全舒适、快捷准时、能源消耗低、环保效果好得到世界各国的青睐,已成为世界铁路发展的趋势。在这种形势下,国务院以科学发展观为指导,着眼国家长远发展大局,审议并通过了《中长期铁路网规划》,并于2008年进行了调整。其中,对我国客运专线作了规模宏大的规划。

本书以全面介绍高速铁路相关知识为目标,总结了世界高速铁路的先进技术成果和运营经验,从基本知识、基本概念、基本原理角度对高速铁路相关专业进行了介绍。同时增加了近年来我国高速铁路建设所取得的先进技术成果,力求为广大读者全面了解高速铁路提供一个良好的窗口。

全书共分为11章。

第1章由北京交通大学李学伟和同济大学徐行方编写,介绍了世界各国高速铁路的发展概况以及高速铁路运输组织特点,总结了高速铁路技术经济特征,介绍了我国高速铁路的发展规划。

第2章由北京交通大学高亮编写,介绍了高速铁路基础设施相关基础知识、基本特性,主要包括高速铁路线路的平面和纵断面、轨道结构、路基和桥隧结构四个部分。

第3章由兰州交通大学钱名军编写,介绍了高速铁路车站的特点、车站技术设备及站型、高速铁路枢纽相关基本概念;以北京南站为例,介绍了综合交通枢纽的概念。

第4章由北京交通大学吴命利编写,从高速铁路电能传输和应用的角度,具体介绍了牵引供电、接触网、综合SCADA系统以及车辆动车装置等牵引供电与车辆动力基础设施的基本构成、主要作用及技术要求。

第5章由北京交通大学丁莉芬编写,介绍了高速铁路列车的技术特点及基本构造,高速铁路列车系统集成技术、车体技术、转向架技术、牵引控制系统、网络控制等关键技术,



描述了摆式列车的原理及分类,以 CRH3 为例介绍了我国高速列车的基本特点。

第 6 章由北京交通大学王俊峰编写,介绍了高速铁路信号与控制系统的发 展、组成、特点,国外典型高速列车运行控制系统、我国的高速列车运行控制系统,高速列车进路控制、调度集中及行车指挥自动化基本概念和基本结构。

第 7 章由北京交通大学朱刚和李学伟编写,介绍了铁路有线通信、无线通信的发展现状和种类,铁路调度通信网的网络结构,铁路调度通信设备的发展历程、特点,以及数字调度通信相关概念,铁路综合数字移动通信系统 GSM-R 的系统业务、网络结构、技术优势和方案设计。

第 8 章由同济大学徐行方和北京交通大学韩宝明编写,叙述了高速铁路客流特点和列车特点,详细介绍了高速铁路列车开行方案、运行图、动车计划和乘务计划等运输计划相关内容,描述了高速铁路通过能力的影响因素及计算方法,最后介绍了国内外高速铁路的调度指挥系统。

第 9 章由北京交通大学董宝田、李学伟和贾俊芳编写,概述了高速铁路客运服务的基本概念和服务质量标准,并具体介绍了高速铁路站车服务的主要内容以及高速铁路客运服务相关信息系统(包括票务系统、旅客服务系统、高速铁路客运营销与策划系统和铁路客户服务中心等系统)的架构和功能。

第 10 章由北京交通大学朱力强编写,介绍了高速铁路基础设施、动车组的养护维修体系及维修制度,详细介绍了典型动车组的维修体系及国内外综合检测车的基本情况,最后介绍了高速铁路环境安全预警系统。

第 11 章由北京交通大学韩宝明编写,概述了磁悬浮铁路发展历程以及世界主要国家磁悬浮技术的发展现状,介绍了磁悬浮铁路的基本原理、牵引与制动装置、悬浮装置以及导向装置,上海磁悬浮铁路概况及运营管理现状。

全书由北京交通大学李学伟、韩宝明统稿,由铁道部运输局张曙光主审,北京交通大学吴培德和西南交通大学杜文也审阅了全稿,提出了许多宝贵意见。在书稿的形成和文字整理过程中,博士研究生曲建军,硕士研究生景晓志、常卫华做了大量的工作,在此表示衷心的感谢!

本书的出版得到了铁道部的关心与支持,参考了许多专家的研究成果,在此一并表示诚挚的感谢!

由于资料来源和编者水平有限,本书难免存在不足之处,敬请读者不吝赐教,以资改正。

编者

2009 年 3 月

# 目 录

<b>1 绪 论</b> .....	1
1.1 国外高速铁路发展概述 .....	1
1.2 高速铁路的技术经济特征 .....	10
1.3 我国高速铁路发展规划 .....	14
1.4 高速铁路系统集成 .....	18
复习思考题 .....	20
<b>2 高速铁路基础设施</b> .....	21
2.1 概 述 .....	21
2.2 高速铁路线路的平面和纵断面 .....	21
2.3 高速铁路轨道结构 .....	28
2.4 高速铁路路基 .....	51
2.5 高速铁路桥隧结构 .....	60
复习思考题 .....	76
<b>3 高速铁路车站</b> .....	77
3.1 概 述 .....	77
3.2 高速铁路车站技术设备及站型 .....	80
3.3 高速铁路枢纽 .....	89
复习思考题 .....	103
<b>4 高速铁路牵引供电与车辆动力</b> .....	104
4.1 概 述 .....	104
4.2 牵引供电系统 .....	104
4.3 接 触 网 .....	111
4.4 综合 SCADA 系统 .....	117
4.5 车辆动力装置 .....	120
复习思考题 .....	125
<b>5 高速铁路车辆</b> .....	126
5.1 概 述 .....	126
5.2 高速列车的结构及其技术特点 .....	126
5.3 高速列车的关键技术 .....	129
5.4 摆式列车 .....	154
5.5 我国高速列车介绍 .....	155



复习思考题	162
<b>6 高速列车信号与控制系统</b>	<b>163</b>
6.1 概 述	163
6.2 高速列车间隔控制和速度控制	170
6.3 高速列车进路控制	188
6.4 调度集中及行车指挥自动化	194
复习思考题	201
<b>7 高速铁路通信系统</b>	<b>202</b>
7.1 概 述	202
7.2 铁路有线通信与无线通信	204
7.3 铁路调度通信网	209
7.4 铁路综合数字移动通信系统(GSM-R)	219
复习思考题	236
<b>8 高速铁路运输组织</b>	<b>237</b>
8.1 概 述	237
8.2 高速铁路客流分类及高速列车种类	237
8.3 高速铁路运输计划	241
8.4 高速铁路通过能力	249
8.5 高速铁路调度指挥	257
复习思考题	268
<b>9 高速铁路客运服务</b>	<b>269</b>
9.1 概 述	269
9.2 高速铁路站车服务	270
9.3 高速铁路客运服务相关信息系统	275
复习思考题	285
<b>10 高速铁路运用安全保障</b>	<b>286</b>
10.1 概 述	286
10.2 动车组的运用安全与维修	287
10.3 基础设施的安全检测与养护维修	302
10.4 环境安全预警	323
复习思考题	325
<b>11 磁悬浮铁路</b>	<b>326</b>
11.1 概 述	326
11.2 磁悬浮铁路基本原理	330
11.3 磁悬浮铁路基本设备	334
11.4 我国磁悬浮铁路的发展	337
复习思考题	340
参考文献	341

# 1 绪 论

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线路结构、列车牵引动力、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一体化进程,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。

截至2008年10月的数据显示,全世界新建高速铁路里程已达8454.1 km,其中日本新干线2451.1 km,法国1923 km,德国991 km,意大利508 km,西班牙1579 km,韩国409 km。目前,世界正在建设高速铁路的国家有:法国、德国、日本、中国、意大利、西班牙、比利时、荷兰、韩国、澳大利亚、美国、俄罗斯等国。另外,欧洲国家还计划把各国高速铁路建成泛欧高速铁路网。

高速是一个相对的概念,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月联合国欧经会规定“客运专线300 km/h,客货混线250 km/h”为高速铁路,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”。

铁路列车的运行速度等级一般划分如下: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述

### 1.1.1 日本新干线

#### 1. 日本高速铁路线路概况

日本于1964年建成世界上第一条高速铁路——东海道新干线后,于20世纪80年代前分别建成了山阳、东北和上越新干线,随后又建成了长野新干线、东北新干线延伸段以及山形、秋田小型新干线。目前日本新干线全部营业里程已达2451.1 km,参见表1.1。

小型新干线由既有线改造而成,通过在既有线上增设第三轨,拓宽了轨距,使新干线列车能跨线运行。小型新干线的开通,为既有线的提速改造走出了一条新路。

#### 2. 日本高速铁路运输组织模式

日本新干线全部是新建的高速铁路,是仅开行高速旅客列车的客运专线,与既有线





走向分开(既有线为窄轨铁路,其客货列车不能上线运行),采用“全高速”或“全高速—换乘”模式,跨线旅客需要换乘。白天行车、夜间维修。由于只运行高速列车,运输组织工作简便。

表 1.1 日本高速铁路运营线路概况

新干线	运营范围及里程(km)	运营开始日期	最高速度(km/h)
东海道	东京—新大阪 515.4	1964. 10. 1	开通:210 目前:270
山 阳	新大阪—博多 553.7	冈山 1972. 3. 15 博多 1975. 3. 10	270 (300)
东北及其延伸	东京—盛冈 496.5	大宫—盛冈 1982. 6. 23 上野—大宫 1985. 3. 14 东京—上野 1991. 6. 20	240 (275)
	盛冈—八户 96.6	2002. 12. 1	275
上越	大宫—新潟 269.5	1982. 11. 15	240
长野	高崎—长野 117.4	1997. 10. 1	260
山形小型	福岛—新庄 148.6	福岛—山形 1992. 7. 1 山形—新庄 1999. 12	130
秋田小型	盛冈—秋田 127.3	1997. 3. 22	130
九州岛新干线(鹿儿岛线南段)	新八代站—鹿儿岛中央站 126.1	2004. 4. 3	260

注:表中数据统计时间截止于 2008 年 12 月。

列车运行速度从 1964 年刚建成时的 210 km/h,到 1975 年山阳新干线通车营业时的 270 km/h;从 1985 年东北新干线通车营业时的 240 km/h,到 1997 年长野新干线通车营业时的 260 km/h,运行速度不断提高。列车追踪间隔时间最小可达 3 min,因而通过能力大,平行运行图能力可达 400~600 列/d。

日本东海道新干线运营初期就确保 2 对/h、全天运营时间内开行 30 对的密度。目前大部分新干线列车密度都已高达平均 6~7 min 发出一列,扩大了旅客一日行动圈的活动范围,极大地方便了旅客的出行。目前分别开行“回声”号、“光”号、“希望”号三种旅速不等的列车,不同列车沿途停站数不等。东北新干线开行“山谷回声”号、“那须野”号两类列车,分别采用 200 系、E1 系、E4 系不同列车。

(1)合并列车。秋田小型新干线的“小町”号列车(E3 系)在至盛冈前,与“山谷回声”号合并运行,从盛冈开始(一部分从仙台开始)单独驶入秋田。山形小型新干线的“翼”号列车(400 系)在开始一段与“山谷回声”号合并运行,从福岛(一部分从上野)开始单独驶入山形。开行方案如图 1.1 所示。

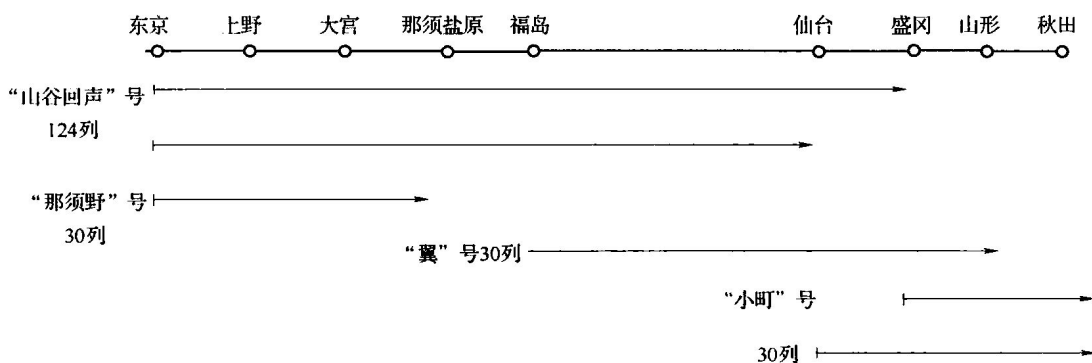


图 1.1 东北新干线列车运行方案图

(2) 模式化运行。东海道新干线行车组织模式如表 1.2 所示。其中“1—1”表示运营时段内,光号、回声号列车每小时开行列数;“2—7—3”是指基本图每个时段都包含希望号、光号、回声号列车的列数(共计 12 列)。

表 1.2 东京—新大阪行车组织模式(列/d,单向)

日期	方案	希望号	光号	回声号	合计	备注
1964.10	1—1	0	28	32	60	“回声”号不对号
1965.10	2—2	0	40	46	86	大幅增开
1966.10	2—2	0	56	65	121	日运量达 12 万
1967.10	3—3	0	64	79	143	日运量 15 万,东京站扩能
1969.10	3—6	0	78	124	202	光号扩编:12→16
1972.03	4—4	0	92	123	215	冈山开通,回声号扩编:12→16
1975.03	5—5	0	116	119	235	博多开通,东京、新大阪站扩能
1980.10		0	130	98	228	石油危机冲击,旅客减少
1985.03	6—4	0	140	91	231	光号停站多样化
1989.03	7—4	0	158	93	251	经济恢复,旅客运量创纪录
1992.03	8—3	4	188	96	288	300 系“希望”号投入运行
1993.03	1—7—3	34	162	86	282	希望号 1 列/h
1997.11	2—7—3	45	155	85	285	22 列为季节限令列车
2003.4	6—10—7	75	125	87	287	—
2008.4	10—4—5	161	66	82	309	—

注:表中数据统计时间截止于 2008 年 4 月。

除了各时段列车开行密度有规律外,列车的出发时间也按一定的规律铺画。以东京站为例,各类列车的出发时间如表 1.3 所示。



表 1.3 东京站各类列车始发时刻及其规律

列车种类	东京站各类列车发车时分	规律	每小时列数
“希望”号	* :00; * :10; * :13; * :20; * :30; * :40; * :50;	每隔 10 min 发出 1 列,高峰时段加开 2~3 列	8
“光”号	* :03; * :33	每个时间点固定时刻开行两列	2
“回声”号	* :26; * :56	每个时间点固定时刻开行两列,晚高峰时段适当加开 1 列	2

注:表中数据统计于 2010 年 1 月 7 日日本铁路(工作日)时刻表。

### 3. 其他运营组织特点

(1)安全。除了高质量的线路基础、先进的动车装备、完善的控制技术外,新干线在自然灾害的预防上,成效显著。尤其是根据本国的实际情况,在铁路沿线和海岸线上设置风速和地震测试仪,一旦有台风或地震灾情发生,可以及时发出减灾报警,迅速切断新干线的电网供电,迫使列车停止运行。

(2)准时。在新干线的发展过程中,不仅没有发生一起旅客重大伤亡事故,而且列车正点率高、平均晚点时分小,2003 年的列车误点达到了平均 6 s 的高水平,表明平时基本实现按图行车。

(3)营销措施。发行上班族、学生用的月票,推销“那须野”号、“小町”号、“翼”号的“买 10 送 1”的优惠次数票“回数券”,“那须野”号往返优惠票,北陆与上越新干线(东京特快)换乘“回数券”,新干线对号入座特快“回数券”(软席、普通)等。

(4)方便的换乘条件。新干线的车站设置最大可能地考虑到方便旅客集结、疏散和换乘。一般中间站均与既有车站共站而设,使旅客在两线之间方便换乘,并且利用既有城市交通网,如地铁、有轨交通、市郊列车等共站。

(5)尽量减少换乘。尽管旅客换乘条件很好,但仍致力于创造更多的直达条件。日本国铁民营化后划片管理,新干线和既有线路归同一公司经营,通过改造既有线路使部分高速列车延伸到既有线路运行(下线运行)。通过改变既有线路轨距,修建了山形、秋田小型新干线,拓宽了东北新干线的运营范围,减少了旅客换乘。

## 1.1.2 法国高速铁路

### 1. 法国高速铁路的发展过程及其业绩

1971 年,法国政府批准修建巴黎—里昂 TGV 东南线(TGV 是法文 Train à Grande Vitesse 的缩写,意为高速列车),全长 417 km,其中新建高速铁路线 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 270 km,巴黎—里昂间旅行时间由原来的 3 h 50 min 缩短到 2 h,客运量迅速增长,经济效益良好。TGV 东南线的成功运营,证明高速铁路是一种具有竞争力的现代交通工具。1989 年和 1990 年,法国又建成巴黎—勒芒、图尔的大西洋线,列车最高时速达到 300 km。1993 年,法国第 3 条高速铁路 TGV 北方线



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(1994年运营,开创了第一条高速铁路国际线),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,1997年运行于该通道的“欧洲之星”开始运营。法国高速铁路运营线路概况见表 1.4。

表 1.4 法国高速铁路运营线路概况

序号	运营时间	区 段	线 名	里程(km)	速度(km/h)
1	1981.9~1983.9	巴黎—里昂	东南线	417	270
2	1989.10~1990.10	巴黎—勒芒—图尔	大西洋线	282	300
3	1993.5~1993.9	巴黎—里尔—加来—比利时边境	北部线	333	300
4	1992/1994	罗纳河—阿尔卑斯线	东南线→瓦朗斯	148	300
5	2001	瓦朗斯—马赛	地中海线	295	350
6	1994~1996	环巴黎	巴黎联络线	128	300
7	2007.06.10	巴黎—斯特拉斯堡	东线(TGV Est Européen)	320	350

注:表中数据截止时间为2008年12月。

TGV 高速线总里程约 1 923 km(参见表 1.4),TGV 列车运营车站 250 座,每日开行高速列车 650 列。2005 年运送旅客 8 000 万人次(比 2000 年增加 1 500 万人次)。

据 2004 年的调查数据显示,17%法国人在当年至少乘坐 1 次高速列车;86%旅客系因私或休闲旅行而乘坐 TGV 列车,平均每年 2 次往返旅行;23%旅客因公旅行乘坐 TGV,且其中有 48%当天往返;31%旅客乘坐过一等车 1 次以上。

## 2. 法国高速铁路运输组织模式及其特点

法国铁路在修建高速新线时,首先要考察建设新线必要性,确认该线建成后有足够的运量,并能缓解既有线运能饱和的矛盾;其次要实现高速安全运行,尽量缩短旅行时间,以提高与航空和公路运输的竞争力;再设计出一套开行密度高、灵活多变的开行方案,以便最大限度地吸引客流,并与既有线路兼容,与全国路网联结,以减少中转,获得最佳的社会经济效益。

法国 TGV 高速铁路系统运输组织模式可以归纳为:

(1)“纯高速”方案。新建客运专线,在新建的高速铁路上只运行 TGV 高速列车,最高速度从东南线的 270 km/h 发展到大西洋线的 300 km/h,又发展到东部线的 350 km/h。

(2)“下线”模式。新线与既有线兼容,TGV 高速列车在高速线上行驶一段后驶入既有线,高速列车下线运行是其运输组织模式的主要特点,在普通铁路上以 160~220 km/h 速度继续运行。如巴黎东南线长 417 km,而 TGV 列车运行里程达 2 640 km,通达法国南部各主要城市,运行距离延长近 5 倍。采用这种“下线运行”的模式,延长了 TGV 高速列车的运行距离,拓展了其通达范围,从而减少旅客换乘次数,扩大了客流吸引范围。这样的组织方式,既可以发挥新线通过能力,也能充分利用既有线的基础设施。

(3)模式化运行。采取基于客运量的运输模式,根据客流量大小配备相应的列车对数,制订合理的开行方案。在一天合理时段内(如东南线上巴黎始发列车的开行范围为 6:00~



22:00),列车运行间隔疏密有别,如东南线 6:30~8:30 的高峰时段,每 15 min 发出 1 列车,甚至采取两组列车重联的方式,以提高运输能力。

### 3. 其他运营组织措施

(1)推行代理制。法铁各局的车票发售普遍推行代理制,其中自售占 80%,代售占 20%。此外,还推行旅客家中购票服务项目,以满足用户的强烈要求,1997 年仅此一项每天就售出 1 700 张车票。

(2)新的票价结构。为使铁路客运更方便、更便宜,法铁于 1997 年 6 月开始推行新的票价结构,倡导乘车者使用绿色车票,经常乘车者使用纸卡票;对 12~15 岁年龄组青年,对 2 人共同旅行或带 1 名 4 岁以下乘客提供减价票。

(3)枢纽内不同车站合理分工。法国高速铁路网的特点是以巴黎为中心,向东南西北各个方向辐射,在巴黎和里昂地区设有联络线,北方线列车可通过巴黎联络线绕道转至东南线。在巴黎市内设有巴黎里昂、蒙帕拿斯、巴黎北站和巴黎东站 4 个车站,分别负责东南线、大西洋线、北方线和东部线高速列车的始发、终到,4 个车站之间通过极为发达的城市地铁连接。

(4)开展多式联运。法铁提出“视同行为合作伙伴”的经营思想,与航空、地铁、汽运合作开展多式联运。如与 SNCF 在各地设立的众多子公司签订协议,为旅客提供各类服务;在南特,用铁路线路把电车轨道与铁路路网联结起来,贯穿整个城市,以建立快速发展的城市运输系统;在图卢兹市区开辟环城线路,在 2 个小镇之间每天开行 14 个往返车次,形成“市区列车+地铁”的运输系统。

## 1.1.3 德国高速铁路

### 1. 德国高速铁路线路概况

德国的高铁技术储备不亚于法国,因高速公路较完善,高速铁路到 20 世纪 90 年代初才建成,其建设目标是:扩大货运能力,改善运输质量,消除运输瓶颈区间。德国高速铁路网由改造的旧线(最高速度 200 km/h)和新建高速线(最高速度 250~300 km/h)混合组成。1991 年时新建汉诺威—维尔茨堡 327 km,曼海姆—斯图加特 99 km 等,改建近 2 000 km,已建成高速铁路如表 1.5 所示。

表 1.5 德国高速铁路已建成线网概要

序号	运营时间	区段	线名	里程(km)	最高速度(km/h)	列车
1	1991.6	汉诺威—维尔茨堡	H-WUE 线	327	280	ICE1/2
2	1991.6	曼海姆—斯图加特	MA-S 线	99(105)	280	ICE1
3	1998.9	汉诺威—柏林	H-B 线	257(264)	280	ICE1/2
4	2002.8	科隆—法兰克福	K-F 线	177	330	ICE3
5	2006.5	纽伦堡—因戈尔斯塔特	N-IN 线	89,是 N-M(慕尼黑)170 km 计划的一部分		

注:表中数据截止时间为 2008 年 12 月。



1993年以来,ICE高速列车已进入柏林,把德国首都纳入ICE高速运输系统。ICE穿过德国与瑞士边界,实现了苏黎士—法兰克福等线路的国际直通运输。此外,德国两个最大百万人口城市汉堡、柏林间的HH-B线正在计划修建(磁浮计划被否决),并取消了160 km/h方案,按230 km/h标准建造。

## 2. 德国高速铁路运输组织模式

德国高速铁路系统运输组织模式可以归纳为:“新建与改造结合(改造比重大),新旧线联运,高快结合(开行IC、ICE等不同等级列车),客货混跑”。

(1)新旧线联运。新建高速线与部分既有线混合运行,其优点是线路的工程投资省,缺点是由于既有线客货列车速差造成客车扣除系数大,对通过能力影响大,列车运行组织复杂,客车最高速度也受到限制,只能达到160~200 km/h,延长了旅客的旅行时间。

(2)下线运行。在高速铁路的客流组织上,尽管旅客换乘条件很好,但仍致力于创造更多的直达条件。采取了大量ICE列车和IC列车下高速线的办法。

(3)客货混运。高速线上既要运行ICE列车,也要运行货物列车,还要开行地区和短途旅客列车。无论是新建还是改建的高速铁路,目前仍是白天运行旅客列车,夜间运行货物列车,其中快运货物列车最高时速160 km,一般货物列车最高时速为120 km。上高速线的货物列车一般不超过2500 t,研究认为轴重22.5 t货物列车对线路的破坏作用不明显。

(4)模式化运行。德国的ICE动车组也实行节拍运输,即按固定相等的运行间隔运行;在新建和改建线路上,每小时单向开行最高时速达250 km的ICE列车1列、若干列最高时速200 km的IC列车。在一些运量小的区段采用2h的节拍运输(如图1.2所示)。

德国的ICE列车在6:00~24:00内实行节拍运输,以前大多为1h(1971年起,在50个城市间每小时开行最高时速可达200 km的IC列车1列),目前(1991年开始)根据运量需要的区段出现了30 min的节拍运输;在中部地区有2条新线区段为共线运营,该部分线路的列车间隔为10 min,最短时为6 min。

### 1.1.4 其他国家高速铁路运营概况

#### 1. 意大利高速铁路运营概况

意大利高速铁路按“客货混运”模式进行设计、施工、运营,高速铁路上运行的列车有中长途高速列车、常速列车以及快速货物列车。高速列车中部分列车只在高速线上运行,部分则要“下线运行”,延伸到既有线上,非高速旅客列车(城际IC列车、欧洲城际EC)和部分运送鲜活、易腐货物的快速货物列车也可在高速线上运行,形成“上线运行”模式。

意大利的IC列车的行车间隔时间为0.5 h,有些区段为15 min。高速线上的高速列车主要是ETR500型高速动车组,此类列车只在白天行驶(6:00~22:00),行车间隔为0.5 h。在早晚高峰时间,还要加开ETR450型摆式车体列车。

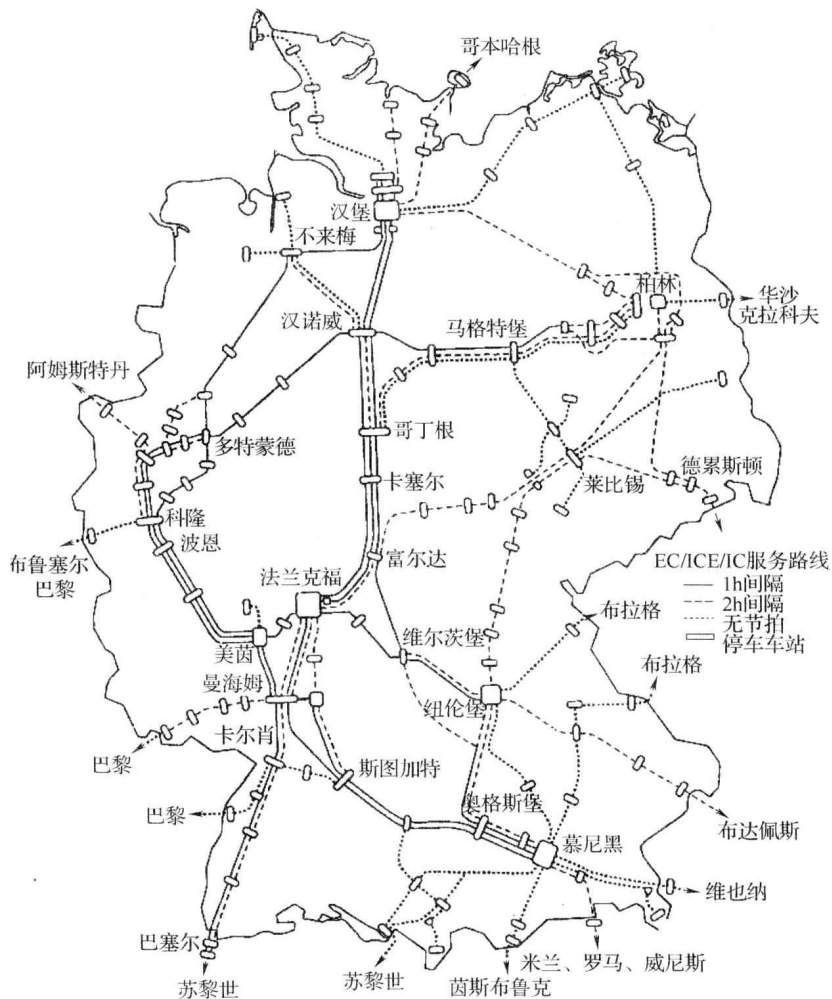


图 1.2 IC 路网及 ICE 列车开行线路

## 2. 西班牙高速铁路运营概况

西班牙既有铁路网主要采用宽轨(1.668 m)标准,部分采用窄轨(米轨)。1992 年西班牙引进法、德两国的技术,建成了 471 km 长的马德里—塞维利亚高速铁路,2009 年西班牙首都马德里至该国第二大城市巴塞罗那的高速铁路正式投入商业运营,从而使西班牙的高速铁路总里程达到 1 579 km,高速铁路采用了标准轨距。

1992 年运营之初,每天只开行 6 对直达列车,随后列车开行数量逐渐增加,到 2002 年,在马德里—塞维利亚高速铁路线上每天往返开行的高速列车已达 74 列。其中 38 列 AVE 型高速列车以 300 km/h 速度在马德里—塞维利亚间运营,18 列 AVE 型高速列车在马德里—雷阿



尔城—布拉萨托尔塔斯间作区间运输,另有 18 列 Talgo 快速列车以 200 km/h 速度从马德里运行到塞维利亚,然后进入宽轨线到马拉加、加的斯、韦尔瓦等城市。

2009 年开通的马德里—巴塞罗那高速铁路最高时速可达 350 km。直达列车运行时间被缩短到 2 h 38 min。在这条线路上,每天共安排运营列车 17 对。

西班牙铁路部门规划了庞大的高速铁路网的建设,以期通过铁路带动西班牙经济的快速发展。主要是从马德里为中心放射性修建 5 条主要高速干线,总规模达到 7 200 多 km:第一条是从马德里向东北方向修建马德里—巴塞罗那—蒙特佩罗准轨高速线,从法国、西班牙边境延伸至法国东南部的佩比尼昂,与将要形成的欧洲高速铁路网接轨;第二条是从马德里向东南方向修建马德里—瓦伦西亚—阿利坎特宽轨高速铁路;第三条是马德里向西南将已建成的马德里—塞维利亚准轨高速铁路延伸至加的斯、马拉加;第四条是从马德里向西修高速线到葡萄牙;第五条是从马德里向北、西北方向修建高速线到瓦拉多利特。

### 3. 瑞典、英国高速铁路运营概况

瑞典、英国等国的运输组织模式为“不建新线、小改旧线、采用摆式列车、客货共线”,即采用改造既有线、不建新线的方法,通过开行摆式列车来提高列车运行速度,其前提是既有线路状态比较好。

综上所述,可以得到以下结论:由于各国国情、路情的不同,其运输组织方式也不尽相同。日本、法国、西班牙为纯高速型的客运专线,而德国、意大利则为客货混运型的高速铁路,参见表 1.6。

表 1.6 主要国家高速线的修建模式及其运输组织模式分类

	全部新建	新建与改造结合	不新建、改旧线
客运专线	日本、西班牙	法国	
客货混运	意大利	德国	瑞典、英国

## 1.1.5 国外高速铁路发展总结

### 1. 高速铁路最初的建设成就显著

日本东海道新干线和法国 TGV 东南线的运营,在技术、商业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。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。这期间日本建成了遍布全国的新干线网的主体结构。日本、法国在高速铁路建设方面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。

### 2. 修建高速铁路成为各国政府的共识

近年来,俄罗斯、韩国、中国、英国、荷兰等国家和地区均先后投资建设高速铁路新线。为





配合欧洲高速铁路网的建设,东欧和中欧的捷克、匈牙利、波兰、奥地利、希腊以及罗马尼亚等国家正对既有线进行改造,全面提速。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、美国、加拿大、印度、捷克等。

虽然建设高铁铁路所需资金较大,但从社会效益、节约能源、治理环境污染等方面分析,世界各国都认识到,修建高速铁路对整个经济社会的发展具有很大的推动作用,并形成以下共识:

(1)由于能源和环境问题的日益严峻,推动各国大力发展低能耗、低污染的高速铁路。

(2)高速铁路的建设正由单一线路向线网方向发展,逐步形成国内和跨越国境两个层面的线网。

(3)修建高速铁路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。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)各国在修建高速铁路的同时,实施既有线的提速改造。高速铁路的技术创新正在向相关领域辐射和发展。形成适合各自国家需要的多种运输组织模式。

(5)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。

## 1.2 高速铁路的技术经济特征

高速铁路技术是当代世界铁路的一项重大技术成就,它集中地反映了一个国家铁路牵引动力、线路结构、运行控制、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;同时,高速铁路在经济发达、人口密集的地区具有突出的经济效益和社会效益。

与公路、航空相比,高速铁路的主要技术经济优势主要表现在:

### 1.2.1 速度快

速度是高速铁路技术水平的最主要标志,各国都在不断提高列车的运营速度。法国、日本、德国、西班牙和意大利高速列车的最高运营时速分别达到了 350 km、300 km、330 km、270 km 和 300 km。如果作进一步改进,运行时速可以达到 350~400 km。除最高运营速度外,旅客更关心的是旅行时间,而旅行时间是由旅行速度决定的,高速列车可以大大缩短全程旅行时间。以北京至上海为例,在正常天气情况下,乘飞机的旅行全程时间(含市区至机场、候检等全部时间)为 5 h 左右,如果乘高速铁路的直达列车,全程旅行时间则为 5 h 以内,与飞机相当;如果乘既有铁路列车,则最快需要 10 h 左右;若与高速公路比较,以上海到南京为例,沪宁高速公路 274 km,汽车平均时速 83 km,行车时间为 3.3 h,加上进出沪、宁两市区一般需 1.7 h,旅行全程时间为 5 h,而乘高速列车,则仅需 2 h 左右。