

GAOSU TIELU GAILUN

高速铁路概论

(第五版)

◇ 佟立本 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速铁路概论

(第五版)

佟立本 主编



中国铁道出版社

2017年·北京

内 容 简 介

本书以普及高速铁路相关知识为目标,全面介绍了高速铁路涉及专业的
的基础设备、基础构造和基本原理。主要内容包括:绪论、高速铁路线路、高
速铁路牵引动力与供电系统、高速铁路客车、高速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、高速铁路的环境保护、磁悬浮铁路。力求
图文并茂,突出主要内容,为铁路各专业学习和广大铁路职工培训提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

高速铁路概论/佟立本主编.—5版.—北京:中国铁道
出版社,2017.8

ISBN 978-7-113-23502-4

I. ①高… II. ①佟… III. ①高速铁路—概论 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 188390 号

书 名: 高速铁路概论(第五版)
作 者: 佟立本 主编

责任编辑: 黄 筱 吴 军 编辑部电话: (010)51873055
封面设计: 王镜夷
责任校对: 胡明峰
责任印制: 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址: <http://www.tdpress.com>
印 刷: 北京铭成印刷有限公司
版 次: 1994年第1版 1999年第2版 2006年第3版 2012年第4版
2017年8月第5版 2017年8月第18次印刷
开 本: 880 mm×1 230 mm 1/32 印张: 10.625 字数: 291千
书 号: ISBN 978-7-113-23502-4
定 价: 28.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。

电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

第五版前言

客运高速化、货运重载化是当今世界铁路发展的趋势，是当代铁路现代化发展的重要标志。高速铁路的建设、高速列车的制造以及高速铁路的运营管理，无不体现了铁路高新技术的集成，是技术创新的硕果。

高速铁路广泛采用新技术、新结构、新材料、新工艺，在桥隧路基、轨道结构、机车车辆、牵引供电、通信信号、运输指挥及安全监控等方面，不断取得重大突破。这些都旨在确保安全舒适的前提下，实现高速运行的目标，提高铁路运输服务质量和经济效益。

我国作为世界铁路的一个客货运大国，正面临着旅客运输大发展的新挑战，而高速铁路正是既能满足我国旅客运输的需求，又能满足可持续发展战略要求的最佳交通运输方式。在这种情形下，为便于广大读者学习了解高速铁路的新发展，我们对《高速铁路概论》再次修订，出版《高速铁路概论(第五版)》。本次修订仍保持原书的结构和深度，同时增加了近年来高速铁路建设的最新技术成果和最新发展趋势、国外计算机联锁系统的介绍、高速铁路防灾安全监控系统、恶劣气候条件下我国高速列车减速标准等内容。其内容更加充实，可供教学以及铁路职工学习参考之用。

本书由北京交通大学佟立本任主编。参加编写的人员有：佟立本(第一章、第二章、第三章)、丁莉芬(第四章)、韩宝明(第五章、第六章)、杨浩(第七章、第八章)、董志升(第九章)。

本书在编写过程中参考了许多国内外有关文献资料，参阅了许多专家的研究成果。在此，谨向文献资料的作者、译者和出版单位表示衷心的感谢。

高速铁路的新技术、新材料发展变化很快，尽管反复斟酌、数易其稿，但限于编者的水平和时间，书中难免出现缺点和错误，恳请广大读者指正、批评。

编 者

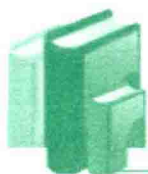
2017年6月于北京交通大学

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 概 述	1
第二节 国外高速铁路的发展	5
第三节 我国高速铁路的发展	17
复习思考题	30
第二章 高速铁路线路	31
第一节 概 述	31
第二节 高速铁路线路的平面和纵断面	34
第三节 高速铁路路基与桥隧建筑物	44
第四节 高速铁路轨道结构	53
第五节 高速铁路轨道技术检测与管理	70
复习思考题	74
第三章 高速铁路牵引动力与供电系统	75
第一节 概 述	75
第二节 高速铁路的牵引动力	78
第三节 高速铁路牵引供电系统	91
复习思考题	109
第四章 高速铁路客车	111
第一节 概 述	111
第二节 车体和车内设施	113

第三节	高速客车转向架	119
第四节	车辆连接装置	124
第五节	制动装置	127
第六节	动车组	132
	复习思考题	147
第五章	高速列车信号与控制系统	148
第一节	概 述	148
第二节	计算机联锁系统	153
第三节	列车运行控制系统	162
第四节	调度集中系统	176
	复习思考题	183
第六章	高速铁路通信系统	184
第一节	概 述	184
第二节	铁路有线通信与无线通信	188
第三节	铁路调度通信系统	192
第四节	铁路综合数字移动通信系统	199
	复习思考题	207
第七章	高速铁路运输组织	208
第一节	概 述	208
第二节	高速铁路车站布局设计与作业组织	212
第三节	高速铁路的列车开行方案与列车运行图	229
第四节	高速铁路的调度指挥	243
第五节	高速铁路的旅客服务	259
第六节	高速动车组的运用与维修	269
	复习思考题	283

第八章 高速铁路的环境保护	285
第一节 概 述	285
第二节 高速铁路的噪声及其控制	288
第三节 高速铁路的振动及其控制	297
第四节 高速铁路的电磁干扰及其防护	300
第五节 高速铁路的微气压波及其防护	305
第六节 高速铁路对生态和其他环境的影响及其防护	307
复习思考题	313
第九章 磁悬浮铁路	314
第一节 概 述	314
第二节 磁悬浮铁路的基本制式和工作原理	318
第三节 磁悬浮铁路的基本设备	325
复习思考题	331
参考文献	332



第一章

绪 论

第一节 概 述

高速铁路技术是铁路的一项重大技术成就,集中反映了一个国家铁路基础设施、牵引动力、列车运行控制、高速运输组织和经营管理等方面的技术进步,也反映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,对经济发达、人口密集地区的经济效益和社会效益的作用尤为明显。

铁路速度的分档一般定为:时速 100~120 km 称为常速;时速 120~160 km 称为中速;时速 160~200 km 称为准高速或快速;时速 200~400 km 称为高速;时速 400 km 以上称为超高速。

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:新建客运列车专线时速为 300 km,新建客货运列车混线时速为 250 km 以上的称为高速铁路。

我国高速铁路的定义为:新建设计开行 250 km/h(含预留)及以上动车组列车,初期运营速度不小于 200 km/h 的客运专线铁路。

一、高速铁路的技术经济优势

高速铁路之所以受到各国的普遍重视并非偶然,主要是由于高

速铁路克服了普通铁路速度较低的不足,是解决大量旅客快速输送问题的最有效途径。高速铁路与高速公路的汽车运输、长途航空运输比较,在各项技术经济指标中具有明显的优势,主要表现在以下几方面。

1. 速度快,旅行时间短

速度是高速铁路技术水平最主要的标志。目前,高速列车的最高运营时速主要有三种 300 km、350 km、400 km,大大缩短了旅行时间。

以北京—上海为例,在正常天气情况下,乘飞机的全程旅行时间(含市区至机场、候检等全部时间)为 5 h 左右;乘高铁列车,全程旅行时间也为 5 h 左右,与飞机相当。而高速公路的汽车平均时速是 83 km,中途还需要休息,全程所需时间则远远大于高速铁路。

2. 输送能力大

输送能力大是高速铁路的主要技术优势之一。目前各国高速铁路几乎都能满足最小行车间隔时间 4 min 的要求,扣除维修时间 4 h,每天可开行的旅客列车约为 280 对,如每列车平均乘坐 800 人,年均单向输送能力将达到 8 200 万人;如果采用重联列车或改用双层客车,载客则高达 1.65 亿人。航空运输主要受机场容量限制,如一条专用跑道的年起降能力为 12 万架次,采用大型客机的单向输送能力只能达到 1 500 万~1 800 万人。4 车道高速公路客运专线,单向每小时可通过小轿车 1 250 辆,全天工作 20 h,可通过 25 000 辆,年均单向输送能力为 8 760 万人。可见,高速铁路的运能远大于航空运输和高速公路运输。

3. 安全性好

安全和舒适也是旅客最为关心的因素。有资料表明,从各国交通运输中,铁路、公路、民航运输的事故率(每百万人公里的伤亡人数)之比大致为 1 : 24 : 0.8。高速铁路由于在全封闭环境中自动化运行,又有一系列完善的安全保障体系,如采用先进的 ATC 列车速度控制系统,可以自动控制列车运行速度、调整列车运行间隔,按照允许行车速度的要求,自动使列车制动减速或停车,其安全程度是可靠的。

4. 气候变化影响小,正点率高

高速铁路全部采用自动化的控制系统,取消了地面信号,一般情况下不受天气变化的影响,可以做到全天候安全运行,按图行车。在较为严重的自然灾害条件下,可以采取减速运行的方式照常运行。

正点率高也是高速铁路深受旅客欢迎的原因之一。由于高速铁路系统的可靠性和较高的运输组织水平,旅客列车的正点率极高,这一点深得旅客信赖。

5. 旅行方便、舒适

方便、舒适也是旅客极为关心的因素。高速铁路一般每 4 min 发出一列车,旅客基本上可以做到随到随走,不需要候车。为方便旅客乘车,高速列车还可以运行规律化,站台按车次固定化等。高速列车运行平稳,振动摇摆幅度很小,等等。乘坐高速列车旅行无疑是一种十分方便而又愉快的享受。

6. 能源消耗低

根据有关方面的统计,如果以普通铁路每人公里的能耗为 1.0 焦耳,则高速铁路为 1.42 J,公共汽车为 1.45 J,小汽车为 8.2 J,飞机为 7.44 J,这也是在当今石油能源紧张的情况下,选择发展高速铁路的原因之一。况且,高速列车利用电力牵引,不消耗宝贵的石油等液体燃料,可利用多种形式的能源。

7. 对环境污染小

在旅客运输中,各种交通工具有害物质的换算排放量,一氧化碳公路每人公里为 0.902 kg,铁路为 0.109 kg;一架喷气式客机平均每小时排放 46.8 kg 二氧化碳、635 kg 一氧化碳、15 kg 三氧化硫,这些物质在大气中要停留约 2 年以上,是造成大面积酸雨,使植被生态遭到破坏和建筑物遭到侵蚀的主要原因。高速铁路电气化后,铁路基本上消除了粉尘、油烟和其他废气污染。

噪声污染铁路也是最低的,日本以航空运输每千人公里产生的噪声为 1,则大轿车为 0.2,而高速铁路仅为 0.1,高速铁路比高速公路低 5~10 dB。现代的交通运输,特别是汽车运输造成的环境污染日益严重,汽车排出的废气及噪声对生态环境和人民健康的影响越

来越大。长期生活在噪声环境中,会使人听觉器官受损害,甚至耳聋。因此,在高速铁路两侧修建隔音墙,有效解决了铁路噪声对环境的污染问题。

为防止地球上臭氧层被破坏而造成的气候异常现象,除应力争使汽车排放的废气减少 25% 和控制高速公路无计划发展外,还应力争以高速铁路网运输逐步代替国内和国际大城市间的航空运输。

8. 效率高,效益好

高速公路的交通堵塞和事故给国民经济带来了巨大的损失,高速铁路不仅具有旅行时间短、能源消耗低、对环境污染小、安全可靠等优点,社会效益良好更是一个突出的特点。如,日本每年节省的时间效益相当于当时修建东海道新干线所需全部费用的 1.3 倍多,仅计算东海道新干线从开通至 1996 年,累计节约的时间价值高达 1.7×10^4 亿日元,这说明新干线的社会效益是相当惊人的。其他国家高速铁路也同样取得了满意的社会效益和经济效益。

高速铁路是用高新技术改造、更新传统铁路的一项创新工程体系,在世界运输市场激烈的竞争中取得了较好的市场份额,推动了国民经济的发展与国土的开发,客运高速化已是当今世界铁路发展的共同趋势。

二、高速铁路的修建模式

发展高速铁路采用什么途径,不同的国家根据本国的国情和路情,做出了不同的选择。归纳起来,修建高速铁路有如下几种模式。

1. 新建双线高速铁路,专门用于旅客快速运输。如日本新干线和法国高速铁路。

2. 新建双线高速铁路,实行客货共线运行。如意大利罗马—佛罗伦萨高速铁路,客运速度 250 km/h,货运速度 120 km/h。

3. 部分新建高速线与部分既有线混合运行。如德国柏林—汉诺威线,承担着客运和货运任务。

4. 既不修建新线,也不对既有线进行大量改造,而是在既有线

上采用摆式车体的车辆组成的动车组运行,旅客列车和货物列车混用。这在欧洲国家多见,如瑞典采用 X2000 型。

高速铁路进一步的发展趋势是联线成网。原来欧洲各国已经建成的和正在修建的高速铁路,都是各自独立的,现已在几个国家间沟通,今后将进一步发展成国内、国际的高速铁路网,并与既有线相衔接,在轨距、信号、供电、机车车辆等技术设备方面都制定了统一的标准,使欧洲的高速铁路网形成一个综合性整体。亚洲高速铁路也正在不断延伸、发展,今后将形成洲际的高速铁路网。

第二节 国外高速铁路的发展

目前,全世界高速铁路里程约 33 400 km。日本开通运营 6 条新干线,总长度 2 700 多 km;法国开通运营 9 条高速新线,总长度约为 2 100 km;德国正在运营的高速线及时速达 200 km 的 ICE 列车的通达里程为 2 331 km。截至 2016 年年底,我国高速铁路运营里程超过 22 000 km,占全世界高速铁路的 60%以上。

一、世界高速铁路的发展阶段

自 1964 年日本建成世界上第一条高速铁路东京—大阪高速铁路以来,高速铁路从无到有。归纳起来,高速铁路的发展可以划分为 3 个不同的阶段。

1. 初期阶段:1964 年—1990 年(表 1-2-1)

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—佛罗伦萨高速铁路以及德国的汉诺威—维尔茨堡高速新线,推动了高速铁路的第一次建设高潮。

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,成为高速铁路技术的保有国。

表 1-2-1 初期阶段已经建成的高速铁路新线

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

2. 第二阶段:1990年—1998年(表 1-2-2)

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 型摆式列车,1992年,西班牙引进法、德两国的技术建成了长 471 km 的马德里—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。日本高速路网的建设开始向全国普及发展,并于 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,也实施了既有线的改造。

在这一时期对高速铁路又提出了更高的要求,因此,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,而是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。

表 1-2-2 第二阶段已经建成的高速铁路新线

时期	国家	项 目	建设年代	线路长度
第二阶段 高速铁路建设	西班牙	马德里—塞维利亚	1987—1991	471 km
	法 国	TGV 北方线	1990—1993	333 km
		TGV 东南延伸线	1992—1994	148 km
		TGV 路网连接线	1994—1995	102 km
	日 本	北陆新干线	1989—1997	117 km
	比利时	布鲁塞尔—里尔	1989—1998	83 km
德 国	柏林—汉诺威	1992—1998	172 km	
总计	5	7		1 426 km

3. 第三阶段:1998年—2005年(表 1-2-3)

1998年10月在德国柏林召开了第三次世界高速铁路大会 Eurailspeed98,提出高速地面交通系统的全球化,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。这次高潮波及亚洲、北美洲、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。

除了以上这些已经开工建设的项目,正在对高速铁路开展前期研究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。

表 1-2-3 第三阶段已建成的高速铁路新线

时期	国家	项目	建设年代	线路长度	备注
第三阶段 高速铁路建设	法国	地中海线	1995—1999	303 km	欧洲
	德国	莱茵/美茵—科隆 纽伦堡—茵戈施塔特—慕尼黑	1995—2002	204 km	
			1997—2003	171 km	
	意大利	罗马—那不勒斯 博洛尼亚—佛罗伦萨	1992—2001	204 km	
			1996—2005	92 km	
	英国	海峡隧道联接线(一期)	1998—2003	69 km	
	西班牙	马德里—巴塞罗那	1998—2004	300 km	
	荷兰	安特卫普—阿姆斯特丹	1999—2005	95 km	
	俄罗斯	莫斯科—圣彼得堡	1997	654 km	
	日本		北陆新干线	1989—1997	117 km
上越新干线			1971—1991	303 km	
东北新干线			1971—1991	535 km	
韩国	汉城—釜山	1992—2003	426 km	澳洲	
澳大利亚	悉尼—堪培拉	2000—2003	270 km		
总计	10	14		3 743 km	

二、世界主要国家高速铁路概况

(一) 日本高速铁路

1. 铁路概况

日本于 1964 年举办第 18 届奥运会之时, 建成了世界上的第一条高速铁路——东海道新干线。“光”号列车以 210 km/h 的最高速度行驶在线路上。东海道新干线(轨距 1 435 mm)全长 515.4 km, 东京—大阪的运行时间从 6 h 30 min 缩短到 3 h 10 min。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、秋田小型新干线等。目前新干线全部营业里程已达 2 700 多 km。

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,可直通到更多城市。小型新干线的开通,为既有线的提速改造开辟了一条新路。

日本高速铁路概况,见表 1-2-4。

表 1-2-4 日本高速铁路概要表

项 目 线 名	起 讫 点	营业里程 (km)	最高速度 (km/h)	运营时间
东海道新干线	东京—新大阪	515.4	270	1964
山阳新干线	新大阪—博多	553.7	300	1975
东北新干线	东京—盛冈	496.5	275	1991
东北新干线(延伸线)	盛冈—八户	96.6	275	2002
上越新干线	大宫—新潟	269.5	245	1982
长野新干线	高崎—长野	117.4	275	1997
山形小型新干线	福岛—新庄	148.6	130	1999
秋田小型新干线	盛冈—秋田	127.3	130	1997
九州岛新干线	新八代—鹿儿岛	126.1	260	2004

2. 运输组织模式

(1)日本新干线全部是新建的高速铁路,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),采用“全高速”或“全高速—换乘”模式,跨线旅客需要换乘。由于只运行高速列车,运输组织工作简便。

(2)合并列车。秋田小型新干线和山形小型新干线列车在开行前,都要与长途列车合并运行到终点站。