

# 高速铁路概论

## (第四版)

佟立本 主编



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# 高速铁路概论

(第四版)

佟立本 主编

中国铁道出版社

2012年·北京

## 内 容 简 介

本书以普及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,简要介绍相关专业的基础设备、基础构造和基本原理。本次修订增加了近年来高速铁路建设所取得的先进技术成果,改动较大,包括牵引供电、动车组、计算机联锁、列车控制系统及新一代调度集中系统等。力求为广大读者全面、系统、概要了解高速铁路提供一个良好的平台。

### 图书在版编目(CIP)数据

高速铁路概论/佟立本主编. —4版. —北京:  
中国铁道出版社, 2012. 8  
ISBN 978-7-113-15124-9

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(2012)第174556号

书 名: 高速铁路概论(第四版)  
作 者: 佟立本

---

责任编辑: 吴 军 编辑部电话: 010-51873094  
封面设计: 冯龙彬  
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,北京市西城区右安门西街8号)  
网 址: <http://www.tdpress.com>  
印 刷: 化学工业出版社印刷厂  
版 次: 1994年6月第1版 1999年12月第2版 2006年8月第3版  
2012年8月第4版 2012年8月第12次印刷  
开 本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 12 字数: 329千  
书 号: ISBN 978-7-113-15124-9  
价: 28.00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,请与本社读者服务部联系调换。

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

## 第四版前言

高速铁路是技术创新的硕果。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，无不体现了高新技术的集成。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，提高服务质量和经济效益。

我国作为世界铁路的一个客货运输大国，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。在这种形势下，《高速铁路概论》出版至今，已经四次再版。为便于广大读者对不断发展的高速铁路有一个新的概括了解，这次我们对本书作了一个较大的修订，包括牵引供电、动车组、计算机联锁、列车控制系统以及新一代调度集中系统等部分，使本书内容更加充实，可供教学以及铁路职工学习参考。

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）、杨浩（第五章、第六章）、韩宝明（第七章、第八章）、董志升（第九章）。

本书在编写过程中参考了国内外文献资料，参阅了许多专家的研究成果。由于参考的资料较多，只能就其中主要的列于书后。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

2012年6月于北京交通大学

# 目 录

## 第一章 绪 论

第一节	国外高速铁路的发展	1
第二节	高速铁路技术经济优势	17
第三节	我国高速铁路建设与发展	21

## 第二章 高速铁路线路

第一节	概 述	28
第二节	高速铁路线路平面和纵断面	30
第三节	路基与桥隧建筑物	40
第四节	高速铁路轨道结构	48
第五节	轨道技术监测与维修管理	64

## 第三章 高速铁路牵引动力与供电系统

第一节	概 述	71
第二节	高速铁路的牵引动力	75
第三节	高速铁路牵引供电系统	86

## 第四章 高速铁路客车

第一节	概 述	105
第二节	车体和车内设施	107
第三节	高速客车转向架	115
第四节	车辆连接装置	120
第五节	制动装置	125
第六节	动 车 组	130

## 第五章 高速铁路信号与控制系统

第一节	概 述	144
第二节	计算机联锁系统	152
第三节	列车运行控制系统	159
第四节	调度集中系统	193

## 第六章 高速铁路通信系统

第一节	概 述	207
第二节	数字通信系统	212
第三节	铁路运输调度通信系统	218
第四节	综合移动通信系统	233

## 第七章 高速铁路运输组织

第一节	概 述	259
第二节	高速铁路车站布局设计与作业组织	263
第三节	高速铁路列车开行方案与列车运行图	278
第四节	高速铁路调度指挥	292
第五节	高速铁路旅客服务	308
第六节	高速动车组运用与维修	317

## 第八章 高速铁路环境保护

第一节	概 述	332
第二节	高速铁路噪声及其控制	335
第三节	高速铁路振动及其控制	343
第四节	高速铁路电磁干扰及其防护	346
第五节	高速铁路微气压波及其防护	351
第六节	高速铁路对生态和其他环境的影响及其防护	353

## 第九章 磁悬浮铁路

第一节	概 述	360
第二节	磁悬浮铁路基本制式和工作原理	364
第三节	磁悬浮铁路基本设备	369
参考文献		375



# 第一章 绪 论

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。

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。

目前，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。

## 第一节 国外高速铁路的发展

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 15 个以上，新建高速铁路里程达 8 455 km，其中日本新干线 2 451 km，法国 1 923 km，德国 991 km，意大利 508 km，西班牙

1 579 km, 韩国 409 km。目前世界正在建设高速铁路的国家有中国、法国、德国、意大利、西班牙、比利时、荷兰、澳大利亚、美国、俄罗斯、日本、韩国等。此外, 欧洲国家已计划把欧洲各国高速铁路建成泛欧高速铁路网。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。

## 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以来, 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 3 个不同的阶段。

### 1. 初期阶段: 1964 年~1990 年 (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维尔茨堡高速新线, 推动了高速铁路的第一次建设高潮。

表 1-1-1 初期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	

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. 第二阶段：1990年~1998年（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。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。

表 1-1-2 第二次高潮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
第二次 高速铁 路建 设	西班牙	马德里—塞维利亚	1987~1992	471 km
	法国	TGV 北方线	1990~1994	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

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. 第三阶段：1998年~2005年（表1-1-3）

1998年10月在德国柏林召开了第三次世界高速铁路大会 Eurail-speed98，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。

表 1-1-3 第三次高潮正在建设中的高速铁路新线

时期	国家或地区	项目	建设年代	线路长度	备注
第三次 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	1995~2002	204 km	
		纽伦堡—茵格斯塔德—慕尼黑	1997~2003	171 km	
	意大利	罗马—那不勒斯	1992~2001	204 km	
		博洛尼亚—佛罗伦萨	1996~2005	92 km	
	英国	海峡隧道连接线（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	亚洲
	日本	北陆新干线	1989~1997	117 km	
		上越新干线	1971~1982	303 km	
		东北新干线	1971~1991	535 km	
	韩国	汉城—釜山	1992~2003	426 km	
中国台湾	台北—高雄	1997~2003	345 km		
澳大利亚	悉尼—堪培拉	2000~2003	270 km	澳洲	
总计	11	15		4 088 km	

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。

## 二、世界主要国家高速铁路概况

### 1. 日本高速铁路(表 1-1-4)

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2008年底,新干线全部营业里程已达2451.1 km,是世界上高速铁路总延长里程最多的国家。目前,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,尽管经常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,是支持日本经济发展的支柱,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。

表 1-1-4 日本高速铁路概要表

线名 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
运营时间	1964	1975	1991	1982	1997	1999	1997	2002
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	17	16	17	17

## 2. 法国高速铁路

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 年开始了东南线高速铁路 (TGV) 的建设, 从此以后, 法国 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, 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, 试验记录达到 380 km/h, 打破了传统铁路运行速度的概念。几十年来, 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 年度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 333 km。北方线由巴黎以北的喀内斯到里尔, 在里尔分为两条支线, 一条向西穿越英吉利海峡隧道到达英国伦敦, 另一条通向比利时的布鲁塞尔, 东连德国的科隆, 北通荷兰的阿姆

斯特丹, 成为一条重要的国际通道。被称为“欧洲之星”的高速列车于 1994 年 11 月在法、英、比 3 国首都间正式投入运营。1997 年 12 月以巴黎、布鲁塞尔、科隆、阿姆斯特丹 4 个城市市首命名的 TGV—PB-KA 高速列车开始运行。1994 年 5 月大巴黎区外环线建成后, 北方线、东南线和大西洋线可绕过巴黎相对联结成为一个高速铁路网系统。法国的高速铁路后来居上, 在一些技术、经济指标上超过日本而居世界领先地位。这一期间, 法国高速铁路获得了前所未有的飞跃发展, 1999 年已拥有高速铁路新线 1 280 km, 2001 年地中海高速线开通, 全长 295 km, 运行速度 350 km/h, 2007 年, 巴黎—斯特拉斯堡的东线 (TGV Est Europeen) 建成, 全长 320 km, 运行速度 350 km/h, 截至 2008 年底, 法国已有高速线总里程约 1 923 km。高速列车 TGV 可以提供服务的路网范围达 5 900 km, 见表 1-1-5。

表 1-1-5 法国高速铁路概要表

线名 项目	东南线	大西洋线	北方线	东南延伸线	地中海线	巴黎联络线	东线
起讫点	巴黎—里昂	巴黎—勒芒 巴黎—图尔	巴黎—里尔 巴黎— 英吉利海峡	里昂— 瓦朗斯	瓦朗斯— 马赛	环巴黎	巴黎— 斯特拉斯堡
营业里程 (km)	390	282	333	148	295	128	320
运营时间	南段 1981 北段 1983	到勒芒 1989 到图尔 1990	到里尔 1993 到加莱 1994	北段 1992 南段 1994	2001	南部 1994 西部 1996	2007
最高运行 速度 (km/h)	270	300	300	300	350	300	350
运输模式	客运专线	客运专线	客运专线	客运专线	客运专线		
高速列车 类型	TGV—PSE	TGV—A	TGV—R TGV—TMST	TGV—2N	TGV—2N	TGV—R	TGV—R
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
动车轴重 (t)	16	17	17				



### 3. 德国高速铁路

德国是世界上较早研究高速铁路技术的国家, 1901 年西门子公司和哈尔斯科公司生产的四轴三相交流试验用电力机车, 在马林佛尔德—措森间创造了 162.5 km/h 的世界纪录。1936 年 5 月 11 日德国又创造了用建设系列 05 型 Borsin 流线型蒸汽机车牵引新型客车, 从汉堡到柏林, 创造了最高速度 200.4 km/h 的世界新纪录。但直到 20 世纪 80 年代中期, 原联邦德国政府才认识到以往交通政策的失误, 同时由于欧洲共同体统一市场的形成, 欧洲国家之间的联系正愈来愈密切, 为了适应这一国际形势, 建立一个欧洲高速铁路网络已势在必行。

高速问题的解决方案是建立 ICE 系统, 这是一个从列车、接触网、牵引供电、安全系统、线路(曲线、桥梁、隧道)、道床直到检测系统各个环节都相互关联和匹配的整体工程。ICE 是一项由原联邦德国工业界与铁路合作研制的成果, 以不污染环境、快捷迅速为其突出优点, 它以 250~300 km/h 的速度将两方面的优点理想地结合在一起。作为高速铁路(ICE)系统, 如今 400 km/h 的运行速度在技术上已经不是不可逾越了。但人们从经济上权衡的速度目标值为: 在客货两用的高速线路上, 最高速度应为 280 km/h; 在 ICE 客运专线上, 应为 300 km/h, 甚至为 350 km/h。

目前, 德国已建成的高速铁路共有 4 条: ①汉诺威—维尔茨堡线全长 327 km, 1991 年全部投入使用。②曼海姆—斯图加特线全长 107 km, 其中新线 99 km, 1991 年投入使用。这两条线均采用客货混合运输模式。最小曲线半径 7 000 m (特殊地段 5 700 m), 最大坡度 12.5‰。客运采用 ICE1 型动车组, 运行速度最高 280 km/h, 一般为 250 km/h。货物列车运行速度为 80~120 km/h。除 ICE1 型列车外, 传统的 IC 列车和地区间的列车也在新线上运行。③汉诺威—柏林高速铁路, 这条铁路总长 264 km, 1998 年 9 月竣工投入运营。此线也采用客货混合运输模式, 全线中 170 km 为新建双线, 曲线半径为 4 400 m, 最大坡度为 12.5‰, 最高速度为 280 km/h。沃尔夫斯堡区段为既有线改造, 适应 200 km/h 速度, 而沃尔夫斯堡—柏林为新线, 与既有线平行, 从环境保护观点考