



# 高速铁路概论

钱仲侯 主编

中国·铁道出版社

1994年·北京

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

1993年9月于北方交通大学

(京) 新登字 063 号

### 内 容 简 介

高速铁路是我国铁路发展的必然趋势。本书比较全面、系统而又概要地阐述了高速铁路的基本知识、基本概念和基本原理。

全书共分九章，主要内容包括：国内外高速铁路概况，高速铁路线路、牵引动力、车辆、信号与控制系统、通信，以及高速铁路的运营管理。为更好地向高速铁路过渡，书中列专章介绍了准高速铁路。最后一章介绍了具有发展前途的磁悬浮铁路。

本书可供铁路运输、机务、工务、电务、机务、车辆等部门技术人员及干部、职工学习，并可用作铁路大、中专院校的培训教材。

### 高 速 铁 路 概 论

钱仲侯 主编

\*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 褚书铭 封面设计 翟 达

各地新华书店经售

北京燕山联营印刷厂印

---

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：9.25 字数：242 千

1994 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数：1—3000 册

---

ISBN 7-113-01748-7/U · 518 定价：8.15 元

## 前 言

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30年的历史。在这30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,它标志着铁路的未来!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。我国的第一条准高速铁路—广深线正在顺利地进行改建,而第一条高速铁路—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、系统而又概要地了解,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》(黄克毅主编,中国铁道出版社1993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。

本书由钱仲侯担任主编。参加编写的人员有:章育平(第一、七、八章)、佟立本(第二章)、杨超(第三章第1~4节)、黄子扬(第三章第5节)、缪龙秀(第四章)、张凤翥和高继祥(第五章)、李承恕(第六章)及董志升(第九章)。

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,准高速铁路正在改建,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

# 目 录

## 第一章 绪 论

- 第一节 世界高速铁路发展概况..... 2
- 第二节 高速铁路与其他运输方式的比较..... 6
- 第三节 我国高速铁路的建设 ..... 11

## 第二章 高速铁路的线路

- 第一节 概 述 ..... 20
- 第二节 线路的平面和纵断面 ..... 21
- 第三节 路基与桥梁 ..... 29
- 第四节 轨道 ..... 33
- 第五节 高速铁路的环境保护与列车风的影响及对策 ..... 42
- 第六节 轨道技术监测与维修管理 ..... 51

## 第三章 高速铁路的牵引动力

- 第一节 概 述 ..... 58
- 第二节 受电弓与传动装置 ..... 66
- 第三节 动力车车体及走行部 ..... 81
- 第四节 制动技术 ..... 87
- 第五节 牵引供电系统 ..... 93

## 第四章 高速铁路的车辆

- 第一节 概 述..... 105
- 第二节 车体和车内设施..... 106
- 第三节 摆式车体..... 114
- 第四节 空气调节装置..... 118
- 第五节 转向架 ..... 124
- 第六节 牵引缓冲装置..... 137

第七节	制动装置·····	141
<b>第五章</b>	<b>高速铁路的信号与控制系统</b>	
第一节	概    述·····	149
第二节	行车指挥自动化·····	156
第三节	列车运行自动化·····	163
<b>第六章</b>	<b>高速铁路的通信系统</b>	
第一节	概    述·····	182
第二节	有线通信·····	191
第三节	无线通信·····	194
第四节	数据通信与数字网·····	201
第五节	图象通信·····	204
第六节	信息处理系统·····	206
<b>第七章</b>	<b>高速铁路的运营管理</b>	
第一节	概    述·····	210
第二节	车站设置和客运服务·····	213
第三节	行车指挥和行车安全·····	226
第四节	运输收入和财务管理·····	234
第五节	我国高速铁路的运输组织方案·····	235
<b>第八章</b>	<b>我国的准高速铁路</b>	
第一节	概    述·····	244
第二节	线路设备·····	246
第三节	机车车辆·····	250
第四节	通信信号设备·····	255
第五节	运输组织·····	260
<b>第九章</b>	<b>磁悬浮铁路</b>	
第一节	概    述·····	265
第二节	世界磁悬浮铁路的试验与发展·····	268
第三节	磁悬浮铁路的基本制式和工作原理·····	272
第四节	磁悬浮铁路的车辆·····	277
第五节	磁悬浮铁路的线路·····	281

第六节	磁悬浮铁路的社会经济效益·····	283
第七节	我国磁悬浮列车的发展前景·····	286
<b>主要参考文献</b>	·····	<b>288</b>



# 第一章 绪 论

社会的进步与交通运输的发展是密切相关的。人类的智慧推动了交通运输的发展，交通运输的发展又促进了人类精神文明和物质文明的建设。一个国家或地区的经济繁荣和科学文化的昌盛，工农业之间、城乡之间、地区之间、企业之间的紧密联系，以及旅游事业的兴旺等都必须有相应的交通条件。因此，“要想富，先修路”，充分反映出交通运输是国民经济的“先行”部门，是发展经济，提高人民物质文化生活水平，巩固国防，加强国内各民族的团结以及国际之间交往的重要工具。

交通工具的主要任务之一就是节省人们的移动时间和减轻人们移动时的负担。也就是说，为了适应社会发展和人民生活水平提高的需要，现代交通运输在运送旅客方面必须致力于快速、舒适、安全、准确、方便、经济等指标的综合改善与提高。

现在，人们的时间价值观念越来越强，“时间就是生命，时间就是效益”。交通运输速度的提高能获得时间的节省，因此，力求提高运输速度已成为日益受到重视的重点科技课题之一。

1825年英国修建了世界上第一条铁路。由于当时在速度上大大高于轮船和马车，以及具有运量大、可靠性高等优点，使铁路在上个世纪后半叶和本世纪初迅速发展，成为各国的交通运输骨干，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作用。但是，社会和经济的发展与繁荣，又对交通运输提出了更多的需求。从本世纪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，使铁路在速度上居于

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，必须下决心研制、开发高速新科技，把铁路推向一个新的发展时期。

## 第一节 世界高速铁路发展概况

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，从本世纪初至 50 年代，德、法、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速度达 210 公里/小时的历史记录；1955 年 3 月 28 日，法国用两台电力机车牵引三辆客车试验速度达到了 331 公里/小时，刷新了世界高速铁路的记录。铁路高速技术，至 60 年代已进入实用阶段，80 年代又取得了一系列新成就、新突破，使铁路进入了“第二个新时代”。

当今世界上，铁路速度的分档一般定为：时速 100~120 公里称为常速；时速 120~160 公里称为中速；时速 160~200 公里称为准高速或快速；时速 200~400 公里称为高速；时速 400 公里以上称为特高速。对于“高速”的水平，随着技术进步而逐步提高。西欧把新建时速达到 250~300 公里、旧线改造时速达到 200 公里的称为高速铁路；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 公里，新建客货运列车混用型高速铁路时速为 250 公里。

1964 年 10 月 1 日，世界上第一条高速铁路——日本的东海道新干线正式投入运营，时速达到 210 公里，突破了保持多年的铁路运行速度的世界记录，从东京至大阪只须运行 3 小时 10 分钟（后来又缩短到 2 小时 56 分）。由于其旅行速度比原有铁路提高一倍，票价较飞机便宜，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首次取胜的实例。继东海道新干线之后，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 1831.5 公里，并

计划再修建 5000 公里高速铁路，成为日本陆地交通运输网的支柱。高速铁路的运营成绩和取得的巨大经济效益和社会效益，扭转了过去虽然通过理论研究和试验证明铁路具有大幅度提高速度的潜力，但受到安全、造价等认识的困扰，长期给人们以可望不可及之感；纠正了人们对铁路已不适应经济快速发展、工作节奏快和高流动社会需要的错觉，给各国铁路带来了新的生机。之后，法国在 1981 年建成了它的第一条高速铁路（TGV 东南线），列车时速达到 270 公里；后来又建成了 TGV 大西洋线，时速达到 300 公里；1990 年 5 月 13 日试验的最高速度已达 515.3 公里/小时，可使运营速度达到 400 公里/小时。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。现在已有高速铁路 700 多公里，而且由于 TGV 列车可以延伸到既有线上运行，因此 TGV 的总通车里程已达 2559 公里。预计到 1994 年，新建高速铁路的总里程将达 1261 公里，TGV 将承担起法国铁路旅客周转量的 50%。

在日本、法国修建高速铁路取得成效的基础上，世界上许多国家掀起了建设高速铁路的热潮，意大利、德国、英国、原苏联、西班牙等国也先后新建或改建了高速铁路，就连过去曾因铁路不景气拆掉一部分线路而被称为“汽车王国”的美国，也在重视并着手高速铁路的建设。韩国和我国的台湾也都分别规划在本世纪末要建成时速达 300~350 公里的高速铁路。目前，高速铁路技术在上世界上已经成熟，高速化已经成为当今世界铁路发展的共同趋势。现在，世界铁路总长度约 130 万公里，其中高速铁路共有 5000 多公里（参见表 1-1-1），约占总长度的 0.4%；到本世纪末，预计全世界高速铁路将比现在翻一番，达到 10000 多公里，约有 20% 的国家建成高速或准高速铁路。

归纳起来，当今世界上建设高速铁路有下列几种模式：

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：部分修建新线，部分旧线改造，旅客列车专用；

世界一些国家高速铁路概况表

表 1-1-1

国别	线路名称	运营年份	运营区间及其里程(公里)	运营方式	牵引方式	车型	编组内容	最高试验速度(公里/小时)	最高运行速度(公里/小时)	动车轴重(吨)	附注
日本	东海道新干线	1964.10	东京—新大阪 (515.4)	客运专线	电动车组	0系	动12辆	256	210	16	编组内容后改为动16
	山阳新干线	1975.3	新大阪—博多 (553.7)	"	"	0系	动10+拖6		270	14	1991年开始使用300系
	东北新干线	1982.6	上野—盛冈 (492.9)	"	"	100系	动6+拖4+动6		230	15	1972年新大阪冈山开始运营
	上越新干线	1982.11	大宫—新潟 (269.5)	"	"	200系	动12辆	319	260	17	1985年开始使用100系
	TGV巴黎东南线	1983.9	巴黎—里昂 (426.4)	"	"	TGV-PSE	动1+拖8+动1	380	270	16	1985年上野大宫才开始运营
法国	TGV大西洋线	1989.11	巴黎—勒芒、图尔 (308+12)	"	"	TGV-A	动1+拖8+动1	515.3	300	17	预计1993年TGVN(动1+拖18+动1)将投入运用

续上表

国别	线路名称	运营年份	运营区段及其里程(公里)	运营方式	牵引方式	车型	编组内容	最高试验速度(公里/小时)	最高运行速度(公里/小时)	动车轴重(吨)	附注
德国		1991	汉诺威—维尔茨堡(327)	客货混用	电力机车或电动车组	ICE	机1+客14	406.9	280	19	1988年5月富尔达—维尔茨堡投入运营
			曼海姆—斯图加特(105)				动1+拖1+动1				
意大利		1988.5	罗马—佛罗伦萨(262)	"	电动车组	ETR450 (摆式车体)	动10+拖1	316	250	12.5	
						动1+拖12+动1					
瑞典		1990.4	斯德哥尔摩—哥德堡	"	"	X2型 (摆式车体)	动1+拖5	250	210	17.5	1990年X2000型投入运营
西班牙		1989.9	巴塞罗纳—米兰	"	内燃机车	TALGO (摆式车体)	机1+客5	230	200以上		
英国		1989	伦敦—利兹(300)	"	电力机车	IC225	机1+客9	260	225	20.4	
			伦敦—爱丁堡(633)								
原苏联		1984.3	莫斯科—列宁格勒(650)	"	电动车组	3P200	动12	200	200	17	

3. 德国 ICE 模式：全部修建新线，旅客列车及货物列车混用；
4. 英国 APT 模式：既不修建新线，也不对旧有线进行大量改造，主要靠采用由摆式车体的车辆组成的动车组；旅客列车及货物列车混用。

高速铁路进一步的发展趋势，是联线成网。目前欧洲各国已经建成和正在修建的高速铁路，基本上都是各自独立的，今后将发展沟通成国内、国际间的高速铁路网，并与既有线相衔接；提出了“速度比小汽车快一倍，票价比飞机便宜一半”的目标，以充分发挥其优势。由于这将涉及到欧洲共同体等的 10 几个国家，因此在轨距、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不仅是各国高速铁路的总和，而且能形成一个综合性整体。计划分别于 1995 年、2005 年和 2015 年分三个阶段竣工，新建或改建 1.9 万公里可满足时速 250 公里以上的高速铁路网；以及 1.1 万公里的时速 160~200 公里的联络线和支线，以便连接欧洲所有的主要城市。届时欧洲将出现世界上最方便、最经济的地面高速运输系统，欧洲各大城市间都可通过高速铁路连接起来，并还将向亚洲延伸，形成洲际的高速铁路网。

在高速铁路的新技术方面，日本、德国、法国等正在研制磁悬浮铁路，使车体在轨道上浮起一定高度，然后以直线电机作为动力推动列车前进。其试验时速已达 517 公里。这种列车基本上无噪音、无污染，能源消耗低。美国还有人设想，在管道内利用真空原理，设计一种真空磁垫列车，最高时速将达 22000 公里。可见，随着科技的进步，高速铁路将日新月异，不断创新。

## 第二节 高速铁路与其他运输方式的比较

高速铁路之所以受到各国政府的普遍重视决非偶然，是由于高速铁路克服了普通铁路速度较低的不足，与高速公路的汽车运输和中长途航空运输相比较，在下列各项技术经济指标中具有明

显的优势所决定的。

1. 旅客送达时间。中长途旅客选乘交通工具首要考虑的是消耗的旅行总时间，即旅客从甲地到乙地的“门到门”时间。设由居民点到火车站或长途汽车站平均需 0.5 小时，到飞机场需 1 小时；检票、托运或提取行李、以及等候所需时间，铁路为 0.5 小时，长途汽车为 0.25 小时，飞机为 1.5 小时；乘坐小轿车出发或到达的市内走行时间为 0.4 小时；每小时的平均运行速度，高速公路为 100 公里，高速铁路为 240 公里，飞机为 750 公里。在旅行时间方面，其他交通工具与高速铁路相比，其经济旅行距离可按下式确定：

$$2t_{\text{他}} + \frac{l}{V_{\text{他}}} < 2t_{\text{铁}} + \frac{l}{V_{\text{铁}}}$$

$$l < \frac{2(t_{\text{铁}} - t_{\text{他}})}{\frac{1}{V_{\text{他}}} - \frac{1}{V_{\text{铁}}}} \quad (\text{公里})$$

式中  $t_{\text{铁}}$ 、 $t_{\text{他}}$  —— 铁路或其他运输方式的市内旅行和办理各种手续的时间之和（小时）；

$V_{\text{铁}}$ 、 $V_{\text{他}}$  —— 铁路或他种运输方式的平均时速（公里）；

$l$  —— 经济行程（公里）。

则乘坐长途公共汽车时

$$l < \frac{2(0.5 + 0.5 - 0.5 - 0.25)}{\frac{1}{100} - \frac{1}{240}} = 85(\text{公里});$$

乘坐小轿车时

$$l < \frac{2(0.5 + 0.5 - 0.4)}{\frac{1}{100} - \frac{1}{240}} = 205(\text{公里});$$

乘坐飞机时

$$l > \frac{2(1 + 1.5 - 0.5 - 0.5)}{\frac{1}{240} - \frac{1}{750}} = 1058(\text{公里})$$

上述情况表明，如果乘坐高速列车，行程在 85 公里以上时比

乘长途汽车快，在 205 公里以上时比乘小轿车快，在 1058 公里以内时比乘飞机快，也即行程在 85~1058 公里范围内，乘坐高速列车一般比乘坐其他公共交通工具节省时间。

2. 安全性和舒适度。安全和舒适也是旅客最为关心的因素。高速公路车祸频繁，美国每年因车祸死亡的人数约有 5.5 万人，死伤人数则共达 200 多万人；德、法、日每年的死亡人数也在万人以上，并有 10 万人因伤致残。民航失事也时有发生，而铁路因行车事故造成的旅客伤亡人数则大大低于公路和民航运输。1985 年联邦德国铁路、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，公路大轿车的事故率为铁路的 2.5 倍。日本对 70 年代以来所发生的旅客生命财产事故分析，汽车事故是铁路事故的 1570 倍，飞机是铁路的 63 倍。我国 1987 年至 1988 年统计，完成的换算周转量铁路为公路的 3 倍，而发生的故事件数仅为公路的 1/4，死亡人数为公路的 1/282，受伤人数为公路的 1/1500。至于高速铁路，从开始运营起，日本近 30 年、法国 10 多年从未发生过列车颠覆和旅客死亡事故。高速铁路的安全性和可靠性最高已被世人所公认。由于每一旅客所占有的活动空间，高速铁路比汽车和飞机都大得多，高速列车运行平稳，震动和摇摆幅度很小，夜间行车可以使用卧铺，因而和乘坐汽车或飞机相比，长途旅客可以享受较高的舒适度。

3. 准确性。随着生活节奏的加快，人们除了时间价值观念日益增强外，还对交通运输的准确性提出了更高的要求。航空运输受气候影响，航班很难做到准点，有时还会停航。国外高速公路经常发生堵塞，行车延误在所难免。高速铁路则是全天候行车，线路为全封闭式，设有先进的列车运行与调度指挥自动化控制系统，能确保列车运行安全正点，较其他交通运输方式准确可靠。

4. 能源消耗。根据日本近年来的统计，各种交通运输工具平均每一人公里的能耗，高速铁路 136 千卡，普通铁路 96 千卡，高速公路公共汽车 139 千卡，小轿车 788 千卡，飞机 714 千卡。如以普通铁路每一人公里的能耗为 1.0，则高速铁路为 1.42，公共



汽车为 1.45，小汽车为 8.2，飞机为 7.44。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。另外，在一般情况下，运价率是与能耗成正比的。

5. 运输价格。根据国外经验，高速铁路的票价，相当于普通铁路相同席别票价的 150% 左右，长途汽车票价比高速铁路稍低，飞机票价则比高速铁路高级包房软卧票价稍高。据此推算，1000 公里以内每人公里的平均运价率我国约为：高速铁路硬座 7 分，软座 11 分，软卧 24 分；高速公路豪华大客车 10 分，小型公共汽车 50 分，小轿车 100 分；大型客机国内航线 25 分，国际航线 10 美分。

6. 占用土地。4 车道高速公路的占地宽度为 26 米，复线铁路占地宽度为 20 米；如以单位运能占地相比较，高速铁路仅为高速公路的 1/3 左右。飞机航道虽不占用土地，但一个大型机场需用地 20 平方公里，相当于 1000 公里复线铁路的占地面积，而 1000 公里航线内至少要有 2~3 个大型机场，总用地约为铁路的 2~3 倍。

7. 综合造价。普通复线电气化铁路每公里造价约为 1000 万元，高速铁路标准高些，估计为 1300~2500 万元。每个座席摊到的机车车辆购置费，普通铁路约为 1.2 万元，高速铁路约为 5 万元左右。高速公路每公里造价约为 1100~2600 万元。豪华大客车每个座席摊到的购置费约为 1 万元，小轿车则高达 10 万元左右。大型机场至少有一条宽 60 米长 4 公里左右的跑道，路面标准高于高速公路，其他通道和停机坪也需硬面化，而配置的各种现代化导航设备，造价都是相当昂贵的。现代化大型客机每个座席的购置费约为 150 万元。这样，高速铁路的综合造价与高速公路相当而显著低于空运；如以每单位运能的综合投资进行比较时，则高速铁路将是其中最低的。

8. 运输能力。根据国外资料，高速铁路客运专线的列车追踪间隔时间为 4~5 分钟，扣除维修时间 4 小时，则每天可开行的旅客列车为： $(1440-240) \times 0.8 / 4 \sim 5 = 192 \sim 240$  对，如每列车平均