

高等职业教育教材

高速铁路信号与通信

GAOSU TIELU XINHAO YU TONGXIN

□ 刘建国 张仕雄 主编 □ 姜家富 谢静高 主审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内容简介

高等职业教育教材

高速铁路信号与通信

刘建国 张仕雄 主 编
 郑毛祥 副主编
 姜家富 谢静高 主 审

中国铁道出版社

2016年·北京

ISBN 978-7-113-21133-1
 定价：49.00元
 中国铁道出版社
 北京

内 容 简 介

本教材由具有高速铁路信号与通信运用、维护和管理经验的生产一线工程技术人员和具有丰富课堂教学实践的“双师型”教师组成的校企合作团队共同编写。教材全面、系统地介绍了高速铁路信号与通信的基本概念、基本原理、基本知识、基本设备及维护的基本技能,以及世界各国高速铁路信号与通信技术及设备的发展情况。全书共分为十二章,主要包括绪论、列车运行控制系统、调度集中系统、计算机联锁系统、信号集中监测系统、高速铁路信号系统集成、传输系统、数据网系统、移动通信系统、FAS系统、综合视频监控系统,以及会议电视系统与铁路应急通信系统等内容。

本书为高等职业院校铁道信号自动控制专业和铁道通信与信息化技术专业的学历教材,也可作为从事高速铁路信号与通信运用、维修、管理等专业技术人员及现场技术工人的培训教材,以及对高速铁路信号与通信技术有兴趣人士的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

高速铁路信号与通信/刘建国,张仕雄主编. —北京:中国铁道出版社,2016.1
高等职业教育教材
ISBN 978-7-113-21147-9

I. ①高… II. ①刘… ②张… III. ①高速铁路—铁路信号—高等职业教育—教材 ②高速铁路—铁路通信—高等职业教育—教材 IV. ①U284 ②U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 286782 号

书 名: 高速铁路信号与通信
作 者: 刘建国 张仕雄 主编

策 划: 金 锋
责任编辑: 吕继函
封面设计: 崔丽芳
责任校对: 孙 玫
责任印制: 李 佳

编辑部电话: 010-63589185-3096

电子信箱: lvjih@tqbooks.net

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: 三河市宏盛印务有限公司
版 次: 2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷
开 本: 787mm×960mm 1/16 印张: 13.75 字数: 375千
书 号: ISBN 978-7-113-21147-9
定 价: 29.00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

前言

“红灯停、绿灯行”是传统铁路或轨道交通的行车凭证。作为常识人们知道,没有铁路信号和通信设备,铁路(或说轨道)上行驶的列车就像瞎子和聋子在大路上行走,难以到达目的地。长期以来,火车司机都是以地面信号为行车凭证,控制列车的运行状况,地面信号机早已成为铁路行业的标志性设施之一。

然而,随着列车运行速度的提高,尤其是高速铁路的出现,作为行车凭证的地面信号已经无法满足高速运行列车的需要。这是因为,在普通铁路上两信号机间距离(也称区间)一般在600~1000 m左右,列车在常、中速运行时,一旦发生紧急情况,通过地面信号告知司机,司机从确认到采取有效措施有足够的时间使列车停下来,以确保行车安全。而当列车运行速度达到200 km/h及以上时,列车运行1000 m的时间仅需18 s,甚至更短,致使一旦发生紧急情况司机从确认信号到采取措施的时间大大缩短,或说已经根本没时间(因超出了人的肉眼视力反应的极限速度)采取有效措施了。因此,当今世界各国高速铁路普遍采用了具有超速防护功能的列车运行控制(TCS)系统来确保行车安全。

高速铁路上动车组能高速度、大密度地安全运行,除有大功率牵引动力和坚实的线路设备、供电系统支撑外,还有一套完整的列车运行控制(TCS)系统。

我国高速铁路信号与通信技术,在引进吸收、学习借鉴、实践积累、探索创新的基础上,经过不懈努力,已经形成一整套并拥有自主知识产权的全新系统——中国列车运行控制系统CTCS(Chinese Train Control System),并进入到产业升级、产品换代、快速发展的全新时代,受到国内外同行的关注。具备参与世界高速铁路列车控制系统建设和运营市场竞争的能力,是我国现代控制技术中的一个极具特色和发展前景的璀璨明珠。

高速铁路信号与通信系统是保障高速动车组运行安全,提高运输效率

的关键技术装备。它是集计算机技术、现代通信技术和现代遥感技术、自动控制技术、机电一体化技术为一体的行车指挥、列车运行控制和管理自动化系统。是保障动车组行车安全、提高运输效率的核心技术和设备,同时也是我国轨道交通技术装备现代化的重要组成部分,受到世界各国科技工作者的高度重视并得到快速发展。

截止到2014年年底,全国高速铁路营业里程已突破1.6万km,超过世界高速铁路运营总里程一半以上。自2007~2014年,高速铁路累计发送旅客31.6亿人,占铁路旅客发送量的比重,由4.8%增长到38.5%左右;2015年春运期间,高速铁路动车组的日均发送旅客263.4万人,占全路旅客总发送量的41.7%;目前,全路高速铁路日均开行动车组2500多列,日均发送旅客249万人,成为铁路客运的主力军。随着我国高速铁路建设的发展和运营公里数量的增加,其在国民经济及人们日常出行生活中的影响和作用日显突出。因此,高速铁路运行的安全、稳定和可靠性备受世人关注。

与此同时,高速铁路的快速发展,对高速铁路信号与通信的施工、检测、维修、管理等方面的专业技术人才的数量和质量需求,提出了迫切要求。如何尽快、高质量地培养一大批能够全面、系统地掌握和驾驭高速铁路信号与通信技术的复合型技术技能人才,是施工、检测、维修、管理好高速铁路信号与通信设备的基础和保证。

为迅速打造一支掌握高速铁路信号与通信技术的专业人才队伍,满足高速铁路信号与通信施工、检测、维修、管理等方面对高层次、高技能、专业化、复合型技术人才的需求,推广、传播高速铁路列车运行控制专业知识,我们组织具有高速铁路信号与通信方面施工、检测、维修、管理实践经验的生产一线工程技术人员和具有丰富教学实践的“双师型”教师,组成教材编写团队,通过校企合作共同编写了此教材。

本教材在教学内容的编排上,注重理论联系实际,突出基本概念、基本

原理、基本知识、基本设备及基本操作等内容,图文并茂地介绍了世界各国高速铁路信号与通信设备的典型型式和发展动态,力求使满足教学需要与符合学生的学习、认知规律相统一,以期达到教学内容的全面性、系统性、时代性、实用性及可操作性。

本教材由武汉铁路职业技术学院编写团队共同完成,其中刘建国、张仕雄任主编,策划并统稿全书,郑毛祥任副主编,中国铁路总公司运输局高级工程师姜家富、中铁第四勘察设计院集团有限公司高级工程师谢静高任主审。其中,第一章由刘建国编写;第二章由柯倩编写;第三章由张仕雄编写;第四章、第五章由张艳编写;第六章、第七章由卢冬霞编写;第八章、第十一章、第十二章由郑毛祥编写;第九章由鄢江艳编写;第十章由高莹编写。

本教材编写过程中得到了武汉铁路局、广州铁路(集团)公司、武广和沪蓉高速铁路有关专家与技术人员的大力支持和帮助,并参考、借鉴、吸收了其提供的相关文献及资料,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限且编写时间仓促,教材中难免存在疏漏、不妥之处。诚恳希望各院校师生及相关读者提出批评及改进意见。

编者
2015年10月

**第一章 绪论** 1

第一节 高速铁路的发展与特征	1
第二节 高速铁路信号系统的构成特征及发展趋势	11
第三节 高速铁路通信系统的构成特征及发展趋势	14
思考题	20

第二章 列车运行控制系统 21

第一节 列车运行控制系统概述	21
第二节 CTCS-2 级列控系统	26
第三节 CTCS-3 级列控系统	28
思考题	32

第三章 调度集中系统 33

第一节 调度集中系统概述	33
第二节 调度集中自律控制原理	37
第三节 调度集中系统控制中心子系统	42
第四节 车站子系统	46
第五节 网络子系统	48
思考题	50

第四章 计算机联锁系统 51

第一节 计算机联锁系统概述	51
第二节 计算机联锁系统工作原理及结构	52
第三节 DS6-K5B 计算机联锁系统	56
第四节 EI32-JD 型计算机联锁系统	59
思考题	62

第五章 信号集中监测系统 63

- 第一节 信号集中监测系统概述 63
- 第二节 与其他系统的接口 69
- 第三节 监测信息及对象 72
- 思考题 74

第六章 高速铁路信号系统集成 75

- 第一节 高速铁路信号系统集成概述 75
- 第二节 既有线提速的信号系统集成 77
- 第三节 时速 200~250 km 高速铁路的信号系统集成 80
- 第四节 时速 300~350 km 高速铁路的信号系统集成 81
- 第五节 京津城际铁路信号系统集成 83
- 思考题 86

第七章 传输系统 87

- 第一节 传输系统概述 87
- 第二节 SDH 传输技术 88
- 第三节 MSTP 传输技术简介 98
- 第四节 WDM 传输技术简介 103
- 第五节 OTN 传输技术简介 108
- 思考题 112

第八章 数据网系统 113

- 第一节 高速铁路数据网 113
- 第二节 网络安全 129
- 思考题 131

第九章 移动通信系统 132

- 第一节 GSM-R 系统概述 132
- 第二节 GSM-R 系统网络结构 133
- 第三节 GSM-R 相关系统的功能与应用 147

第四节 CIR 设备组成与功能	157
思考题	160

第十章 FAS 系统 161

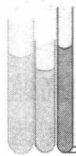
第一节 高速铁路 FAS 系统概述及基本原理	161
第二节 高速铁路 FAS 调度通信系统设备组成	168
思考题	173

第十一章 综合视频监控系统 174

第一节 综合视频监控系统的构成	174
第二节 综合视频监控系统的应用	187
思考题	194

第十二章 会议电视系统与铁路应急通信系统 195

第一节 会议电视系统	195
第二节 铁路应急通信系统	205
思考题	209
参考文献	210



第一章

绪论

本章提要:本章主要介绍了高速铁路的发展及特征,重点分析了高速铁路信号系统及通信系统的构成及其特征,展望了高速铁路信号系统及通信系统的发展趋势。

第一节 高速铁路的发展与特征

随着科学技术和市场经济的不断发展,各种交通运输工具被陆续开发研制出来,并相互间展开了激烈的竞争。虽然不同时期竞争的重点不同,但其竞争的焦点不外乎是安全、速度、环保和舒适等,其中最核心的仍然是速度(即快捷)。为满足人们对现代化交通工具的需要,适应环境保护、节能降耗、市场竞争的需要,世界各发达国家积极开展新型交通工具的研究和开发。经过近半个多世纪的艰苦努力,在现代科技的支持下,在对传统铁路管理体制进行改革和技术设备全面改造升级的基础上,高速铁路这一快捷、安全、舒适、环保、节能、大运量的新型交通工具应运而生,并迅速推广,成为当今许多国家交通运输中的“新宠儿”。

一、国外高速铁路的发展

1825年英国人修建了世界上第一条铁路,因火车运行速度大大高于当时的轮船和马车的速度,且有运量大、全天候、可靠性高等优点,从而,在19世纪后半叶到20世纪初得以在世界各国迅速发展,并很快形成网络,成为发达国家交通运输的骨干,对当时工业化发展和社会经济文化繁荣起到了极大的推动作用。

从20世纪50年代开始,世界交通运输工具进入了现代化、多样化、大众化阶段。汽车及高速公路的出现,以及飞机等新型运输方式的快速发展,使得它们分别以其快速、灵活、便利、舒适的特点进入交通运输市场,从而使铁路这一传统运输方式逐步处于市场竞争的劣势。受到这些长短途新型运输工具快速发展的两面夹击,铁路面临了前所未有的严峻挑战。自20世纪60年代开始,铁路在西方发达国家首先陷入“夕阳产业”的被动局面,一度处于停顿或撤除



的状态。它迫使铁路运输企业不得不思考如何通过体制创新和提高技术创新,并通过列车运行速度来拯救铁路产业,夺回失去的市场。

铁路运输管理体制的改革,让西方大多数国家的铁路由国有走向私有、民营或混合管理模式,使铁路运输企业降低成本,增加了活力,出现了新的生机,但要真正夺回失去的市场,还要通过技术创新,提高列车运行速度,增强其市场竞争能力,才能赢得市场。

为此,从20世纪初至20世纪50年代,德国、法国、日本、瑞典等国进行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,德国人用电动车首创了试验速度达210 km/h的历史纪录;1955年3月28日,法国人用两台电力机车牵引三辆客车,使试验速度达到了331 km/h。但直到20世纪60年代,高速铁路技术才在日本首次投入商业运营。

日本从20世纪50年代末开始,为迎接第18届奥运会在东京召开,加快了研究和建设高速铁路的步伐。1964年10月1日,世界上第一条高速铁路——日本东海道新干线(Shinkansen)建成,并在10月10日第18届国际奥运会开幕前正式投入运营,列车最高运行速度达到210 km/h,打破了保持多年的铁路旅客列车运营速度的世界纪录,使东京至大阪的旅行速度较此前提高了一倍。

随着世界性的能源危机、环境污染、交通拥堵等问题的愈演愈烈,迫使各国政府重新认识铁路在环保、节能、全天候、大运量方面的比较优势。世界发达国家根据本国经济发展、科技实力、国土幅员、工商业布局、人口分布等具体国情,从国民经济发展的需要出发,先后研发或采用了高速铁路这一现代客运交通工具。与此同时,随着与高速铁路有关的一系列新技术、新工艺、新设备、新产品的研究取得突破和发展,以及各国铁路运输管理体制改革的逐步深入到位,世界铁路进入了一个高速铁路大发展的新时期。

目前,世界上运行时速在200 km及以上的新建高速铁路营业里程已超过2万 km。这些线路虽仅占世界铁路总营业里程的1.5%左右,但却担负着各拥有国铁路较大一部分的客运量且经济效益十分显著。如日本现有四条新干线,约占日本铁路(JR)总营业里程的9%,却承担了铁路旅客周转量的1/3;法国现有三条高速新线和TGV列车通行网络,分别占法国铁路网总营业里程的4%和18%,却承担了一半以上的旅客周转量;德国正在运营的高速铁路及时速达200 km的ICE列车通达里程只占德国铁路总营业里程的1%和10%,却担负着50%的旅客周转量。

随着高速铁路技术的完善和发展,以及高速列车运行速度的不断提高,从20世纪60年代时速210 km,80年代时速250~300 km,90年代末到21世纪初时速已达350 km左右。有些国家通过对既有线进行改造,使列车的运行时速也达到了200 km及以上,个别线路时速甚至达到220~225 km。

旅行时间的节约、乘车环境的改善、出行费用的降低、安全可靠性的增强,再加上国际社会对人们赖以生存的地球的环保节能意识的增强,使得高速铁路在世界范围内呈现出蓬



勃发展的强劲势头。欧洲、美洲、亚洲许多国家和地区,正在计划进一步加快高速铁路的建设。专家预测,21世纪的铁路将会出现一个高速铁路全面发展,全球性高速铁路网大建设的新时代。

纵观世界高速铁路的建设和发展历程,大约可划分为三个阶段:

(1)20世纪60年代至80年代末期——高速铁路建设的第一次高潮。

1964—1990年,建设并投入运营的高速铁路有:日本的上越、东北、山阳和东海道新干线;法国的大西洋TGV线,东南TGV线;德国的汉诺威—维尔茨堡高速新线;意大利的罗马—佛罗伦萨线。高速铁路总里程达3 198 km。此间,遍布全国的新干线网主体结构在日本建成。除北美外,世界上经济技术最发达的日本、法国、德国、意大利等,共同推动了高速铁路的快速发展,带来了世界高速铁路建设的第一次高潮。

(2)20世纪80年代末至90年代中期——高速铁路网建设的第二次高潮。

高速铁路建设在日本、德国和法国取得的成功,影响了其他很多国家。20世纪80年代末,世界各国对高速铁路的高度关注和研究重视,酝酿了高速铁路的第二次建设高潮。第二次建设高峰形成于20世纪90年代的欧洲,涉及的国家主要有:英国、瑞典、荷兰、比利时、西班牙、意大利、德国、法国等。1991年,瑞典开通了X2000型号的摆式列车;1992年,西班牙引进德国、法国的技术,建成了471 km的马德里—塞维利亚高速铁路线;1994年,英国和法国通过吉利海峡隧道连接在一起,建成了世界上第一条跨国跨海高速铁路连接线;1997年,从巴黎开出的“欧洲之星”,又将德国、荷兰、比利时、法国连接在一起。这一时期,意大利、德国、法国,以及日本对高速铁路的发展进行了全面规划,推动了世界高速铁路建设的第二次高潮。

(3)20世纪90年代中期形成至今——高速铁路建设的第三次高潮。

20世纪90年代中期,形成了高速铁路建设研究的第三次高潮。这次高潮波及大洋洲、北美、亚洲及整个欧洲,形成了一场世界性的铁路运输复兴运动。自1992年以来,荷兰、英国、澳大利亚、韩国、俄罗斯等国家,以及我国台湾省等地区,均先后开始建设高速铁路新干线。据不完全统计,为配合欧洲高速铁路网建设,东部和中部欧洲的罗马尼亚、希腊、捷克、奥地利、波兰,以及匈牙利等国家,正在全面改造干线铁路,此间,修建高速铁路新线的国家和地区已经达到12个,修建新线里程达3 509 km,形成了世界高速铁路建设的第三次高潮。

二、我国高速铁路的发展

高速铁路代表了当代世界铁路发展的新趋势,是20世纪交通运输发展的重大成就,是人类智慧的结晶和共同财富。我国作为一个地域宽广、人口众多、能源资源相对匮乏、环境保护任务十分繁重的发展中国家,大力发展高速铁路,对于推动国民经济又好又快发展、解决长期



困扰我们的铁路运输速度不快、运能不足、舒适度不高、难以满足人们出行需要等问题来说,可谓是一次难得的机遇和明智的选择。

我国铁路运输网的形成及对高速铁路的研究相对世界发达国家起步较晚,但自 21 世纪以来,高速铁路的研究和建设得到快速发展。20 世纪 80 年代末,我国铁路科技工作者在跟踪、引进、吸收、消化国外高速铁路技术的基础上,开始了我国的高速铁路研究工作,同时开始了京沪高速铁路构思阶段。1990 年,原铁道部完成了《京沪高速铁路线路方案构想报告》,并提交全国人大会议讨论,这是我国首次正式提出兴建高速铁路。在“八五”期间,也开始着手高速铁路的前期研究,但由于众多原因,实质性进展不大。

1998 年 5 月,广深铁路电气化提速改造完成,将最高时速提高到 200 km/h。为研究摆式列车在中国铁路既有线运行至高速的可行性,同年 8 月,广深铁路有限公司租赁瑞典 X2000 摆式高速动车组投入运用。由于全线采用了众多 20 世纪 90 年代国际上先进水平的铁路技术和设备,因此,当时广深铁路被视为中国铁路由既有线改造踏入高速铁路的开端。1998 年 6 月,韶山 8 型电力机车在京广线郑州至漯河试验中跑出了时速 240 km 的速度,创下了当时的“中国铁路第一速”,成为了国产第一款高速铁路机车。

自 1997 年开始,我国铁路在全路先后进行了六次旅客列车大面积提速,并为发展高速铁路进行了各项技术准备。1999 年我国开始兴建秦皇岛至沈阳的秦沈客运专线,这是我国建设的第一条高速铁路线,设计时速为 250 km。同时,它也是我国高速铁路的前期实验段。

2004 年,我国开始着手全面引进国外高速铁路技术。在对国外高速铁路进行引进、吸收、消化、改造、创新的基础上,通过以市场换技术等既竞争又合作的机制,仅用短短五年多的时间,就走完了国外长达 30 年甚至半个世纪的发展历程。经过不断学习、研发、创新,到目前为止,我国已经全面系统地掌握了时速 200~350 km 的动车组制造、自动控制系统、线路工程技术、牵引供电设备及技术、综合检测检修的生产研发等成套技术,并且有了“中国标准”的速度 350 km/h 的动车组,我国高速铁路的建设和运用技术达到国际领先水平。

“十一五”期间,在世界金融危机的形势下,我国加大了对发展高速铁路等基础设施建设的投入,不仅使我国抵御了金融危机的影响,宏观经济保持稳步增长,并且使我国高速铁路无论是技术发展还是在开工建设、投入运营的里程,都处于世界领先地位。尤其是 2010 年 10 月 26 日沪杭高速铁路运营线上,我国取得了时速 486.1 km 的试验速度,再次刷新了世界铁路运营线上最高运行时速的纪录。截止 2014 年底,我国高速铁路营业里程已经突破 1.6 万 km,占世界高速铁路运营总里程的 50% 以上,稳居世界高速铁路运营里程的榜首。已成为世界上高速铁路发展最快、系统技术最全、集成能力最强、运营里程最长、运营速度最高、在建规模最大的国家。

2004 年 1 月,国务院通过了《中长期铁路网规划》,确定了到 2020 年将建设高速铁路的目标,具体规划如图 1-1 所示。

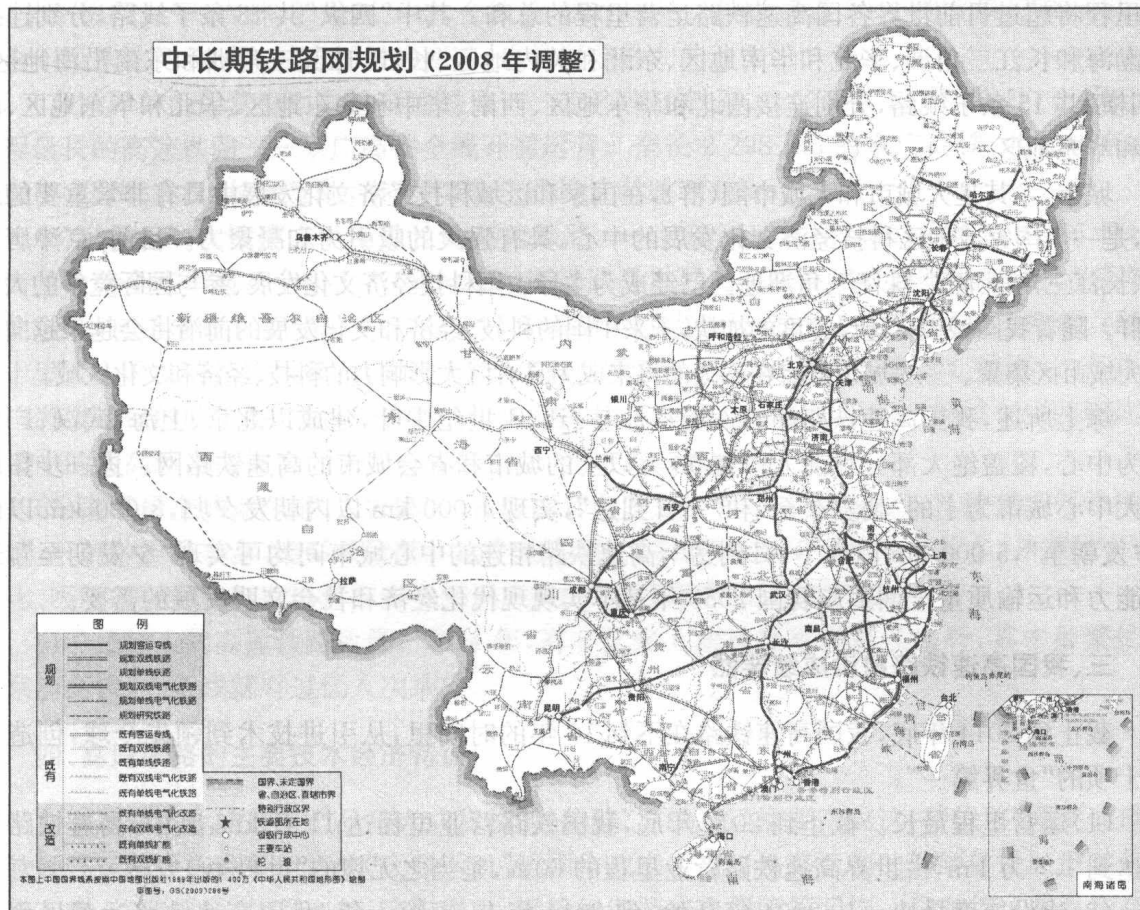


图 1-1 我国“四纵四横”高速铁路网规划图

(1)“四纵”。北京—上海高速铁路,贯通京津至长江三角洲东部沿海经济发达地区;北京—武汉—广州—深圳高速铁路,连接华北和华南地区;北京—沈阳—哈尔滨(大连)高速铁路,连接东北和关内地区;杭州—宁波—福州—深圳高速铁路,连接长江、珠江三角洲和东南沿海地区。

(2)“四横”。徐州—郑州—兰州高速铁路,连接西北和华东地区;杭州—南昌—长沙高速铁路,连接华中和华东地区;青岛—石家庄—太原高速铁路,连接华北和华东地区;南京—武汉—重庆—成都高速铁路,连接西南、华中和华东地区。

(3)三个城际高速铁路。环渤海地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区城际高速铁路,覆盖区域内主要城镇。

按这一规划,到 2020 年我国铁路运营里程将达到 12 万 km 以上,其中高速铁路将达到 2 万 km 左右,将建成“四纵四横”高速铁路网,它将遍布全国各主要经济区域和大中城市,其运



营里程将超过目前世界各国高速铁路运营里程的总和。其中“四纵”共 18 条子线路,分别连接环渤海和长江三角洲、华北和华南地区、东北和关内地区、长江、珠江三角洲和东南沿海地区。“四横”共 15 条子线路,分别连接西北和华东地区、西南、华中和华东地区、华北和华东地区、西南和华东地区。

城市,尤其是大城市和大城市圈(群),在国家 and 区域科技经济文化发展中具有非常重要的地位,是一个国家或地区科技经济文化发展的中心,具有强大的吸引力和凝聚力。目前,京津唐地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区已经成为主导中国科技经济文化发展、参与国际竞争的大城市群。随着我国城镇化建设速度的加快,未来中国的科技、经济和文化发展的前沿将会越来越向各个大城市区集聚。三大城市群将在不久的将来成为具有巨大影响力的科技、经济和文化区域。

综上所述,我国高速铁路网的发展目标是:到 21 世纪中叶,建成以北京、上海、武汉、广州等为中心,覆盖绝大部分目前人口在 50 万以上的城市和省会城市的高速铁路网。进一步拓展四大中心城市为主的“朝发夕至”和“一日到达”,实现 1 000 km 以内朝发夕归,3 000 km 以内“夕发朝至”,5 000 km 以内“一日到达”,高速铁路相连的中心城市间均可实现“夕发朝至”,运输能力和运输质量全面适应我国 2050 年基本实现现代化经济和社会文明发展的需要。

三、我国高速铁路建设成绩斐然

截止到 2014 年底,我国高速铁路在不到 10 年的时间里,从引进技术到领先全球,创造多达十项的“世界第一”。

(1)运营里程最长。截止到 2014 年底,我国铁路营业里程达 11 万 km,其中,高速铁路里程达到 1.6 万 km,占世界高速铁路营业里程的 60%,是当之无愧的“世界第一”。

(2)建设速度最快。从 2004 年开始,到 2014 年末,短短十年,我国高速铁路运营里程达 1.6 万 km,一张以高速铁路为骨架,包括区际快速铁路、城际铁路及既有线提速线路等构成的快速铁路网基本建成,总规模达 4 万 km 以上,基本覆盖 50 万人口以上城市。

(3)运营速度最高——486.1 km/h。时速 486.1 km 是喷气飞机低速巡航的速度。2010 年 12 月 3 日,在京沪高铁枣庄至蚌埠试验段,CRH380AL 新一代高速动车组创造了时速 486.1 km 的“世界铁路运营第一速”。

(4)轮轨试验时速最高——605 km/h。2011 年 12 月,由中国南车研制的更高速度试验列车,在高速列车国家工程实验室中创造了 605 km/h 的最高轮轨试验速度。

(5)世界等级最高的高速铁路——京沪高速铁路。2011 年 6 月,京沪高速铁路建成投产,它贯穿北京、天津、河北、山东、安徽、江苏、上海 7 省市,连接环渤海和长三角两大经济区,全长 1 318 km,是世界上一次建成线路最长、标准最高的高速铁路。

(6)世界首条高寒高速铁路——哈大高速铁路。2012 年 12 月 1 日,中国首条,也是世界第一条新建高寒地区长大高速铁路哈尔滨—大连高速铁路投入运营。全长 921 km,设计时速



350 km,纵贯辽宁、吉林、黑龙江三省,全线设 23 个车站。根据最近 30 年的气象记录,东北三省全年温差达到 80 ℃,是中国最为寒冷、也是温差最大的地区。

(7)世界单条运营里程最长高速铁路——京广高速铁路。2012 年 12 月 26 日,全球运营里程最长的高速铁路——京广高铁全线开通运营。全长 2 298 km 的京广高铁,北起北京,经石家庄、郑州、武汉、长沙等地,南至广州,全线设计时速 350 km。

(8)世界上一次性建成里程最长的高速铁路——兰新高速铁路。2014 年 12 月 26 日,兰新高速铁路全线贯通。全长 1 776 km 的兰新铁路是世界上一次性建成通车里程最长的高铁。除此之外,它还享有不少“第一”:一是它是首条穿越沙漠大风区的高速铁路,途经烟墩、百里、三十里及大阪城等四大风景区,同时沿线有塔克拉玛干、古尔班通固特等几处沙漠;二是跨过我国海拔最低的吐鲁番盆地;三是横穿海拔最高的祁连山高速铁路隧道。16.3 km 的祁连山隧道中的最高轨面海拔为 3 607.4 m,被誉为“世界高速铁路第一高隧”。

(9)谱系最全的动车组“大家庭”。我国拥有世界上从 200~500 km/h 各种速度等级的动车组,可谓种类最丰富、谱系最完整。这个动车组“大家庭”融合了世界先进技术,并通过引进、消化、吸收、再创新,打造出具有自主知识产权的“中国标准”的高端产品。

(10)最惊人的高速铁路运量。2014 年,有 8 亿多人次选择乘坐高铁出行,其中最繁忙的是京沪高铁,一条线就有过亿人次乘坐。

四、高速铁路的主要技术经济特征

交通运输企业的最终产品是人或货物的“位移”。铁路运输要完成这一“位移”则要通过多种软硬件运输设施设备组成的“大联运机”协同作战来实现。铁路运输的软硬件设施设备包括机车车辆、线路桥隧、信号通信、牵引供电、运输组织及安全保障等系统。只有将这些系统有机地组织在一起,相互配合、相互协调且技术、设备、能力上相互匹配,才能顺利进行并发挥较大效率。而高速铁路正是在这样一个传统的轮轨交通工具及系统的基础上,广泛运用现代科学技术、设备设施、新型材料和管理手段而发展起来的一种新型现代化交通运输工具。

高速铁路的诞生是 20 世纪继航天业之后,当今世界上最庞大、最复杂、最先进的系统工程之一。它涉及的学科之多、专业之广、门类之宽已充分反映了其系统的综合性、复杂性和先进性。作为现代科学技术标志的计算机及其应用,微电子技术、电力电子器件的实用化、微型化与遥控、自控技术的成熟,工程建设技术的现代化、新型复合材料、网络通信技术等高新技术的推广运用,为高速铁路的蓬勃发展奠定了坚实的科学技术基础。

高速铁路技术除了具备传统铁路的基本特征外,还体现在其广泛吸收应用当今机械、化工、材料、工艺、电子、信息、控制、节能、建筑工程、卫星通信、空气动力学、计算机网络、环境保护等领域高新技术的一项多学科、多专业、多门类的综合技术。集中体现了铁路的运输组织、桥梁隧道、机车车辆、信号通信、供变配电、线路工程等专业技术的巨大进步和发展。综合利用



桥梁、盾构、网络、信息传输、自动控制、机械制造、电子计算机、电力电子元件等多种新设备、新工艺、新技术、新材料、新产品等。它全面突破了普速铁路的理论、概念、技术,以及控制手段和方式。如突破了前人关于轮轨极限速度理论的设想;通过交—直—交电传动方式的技术突破,解决了大功率牵引电机在有限空间和重量下实现的技术难题;通过电气化供电和采用新设计、新结构和新材料,实现了流线型的高速车体外形、动力性能优良的高速转向架的制造并有效减轻列车重量;航天航空技术的移植、机电一体化向更高层次的发展、列车高速运行轮轨黏着、弓网规律探索研究的提升,为研制牵引和制动功率大、运行阻力小、环境噪声低的高速动车组提供了条件;融现代计算机、信号通信技术、网络技术和遥感技术于一体的动车组运行监测系统、列车运行自动控制系统和行车调度指挥系统的变革,以及桥梁线路、隧道工程、检测养护等技术的发展和进步、现代新型材料和成型技术的运用,使客室设施设备装饰技术大幅的提升,旅客乘车环境大大改善,为高速列车的安全、准时、舒适、快捷的运营创造了条件;高速铁路以其靠外部供电作为动力,不仅为降低动车组自重创造了条件,还有利于广泛利用各种新型能源,减少了对沿线环境的污染。同时,为进一步提高动车组运行速度留足了发展空间;它们与高效的运输组织与运营管理体系等综合集成,形成一种能与既有铁路路网兼容的新型快速交通运输系统。

高速铁路的出现,之所以在世界各国备受欢迎并得以快速发展,决非偶然。这不仅是由于高速铁路克服了传统铁路速度低、乘车环境差、对沿线环境影响大等缺点,还因为在与目前高速公路的汽车运输和中长途的航空运输相比较中,在下列技术经济指标中具有一定的比较优势。

1. 安全好

安全与否始终是人们选择出行交通运输方式的首要因素。当今从事交通运输的现代企业无不把提高安全性能作为重中之重,以提高其在运输市场中的竞争力。但即便如此,交通事故时有发生仍难杜绝。有资料表明,在各国交通运输中,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。与传统铁路相比,高速铁路普遍采用了对线路的全封闭和运行控制的自动化且有一系列完善的预警及安全保障体系,如先进的 ACT 列车速度控制系统,能自动控制列车运行速度、调整列车运行间隔,按照列车允许的行车速度,使列车自动减速或停车,故其安全可靠大大高于其他交通工具;同时,高速铁路中与行车有关的固定设施和移动设备,都装有信息化程度较高的诊断与监测系统,并建立了科学的养护维修制度;在铁路沿线设立自动报警装置,对可能危及行车安全的自然灾害进行监测。这一系统措施可以有效地防止人为过失、设备故障及自然灾害等突发事件引起的各类事故。高速铁路在国外曾有连续 45 年安全运营无人身伤亡事故的纪录。因此,相比高速公路上的汽车和民航运输等交通工具,高速铁路可称得上是当今世界上最安全的现代交通运输方式之一,高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统如图 1-2 所示。