



高等学校城市地下空间工程专业规划教材

轨道交通线路与轨道工程

GUIDAO JIAOTONG XIANLU YU GUIDAO GONGCHENG

戴学臻 马书红◎主编

彭 辉◎主审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

要 录 容 内

高等学校城市地下空间工程专业规划教材

轨道交通线路与轨道工程

戴学臻 马书红 主 编

彭 辉 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书对轨道工程基础知识进行了系统的阐述,主要侧重点在于对轨道工程基础知识、轨道交通选线问题及其必备理论基础的介绍,以求为轨道交通线路设计从业者提供全面系统的知识架构。本教材主要内容有铁路能力计算、轨道结构组成与类型、轨道几何形位、轨道结构力学分析、选线设计、轨道交通和环境分析以及课程设计部分。

本书内容侧重于选线设计方面,适合交通土建专业铁路方向与城市轨道交通方向的学生学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

轨道交通线路与轨道工程 / 戴学臻, 马书红主编

— 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017. 6

高等学校城市地下空间工程专业规划教材

ISBN 978-7-114-13841-6

I. ①轨… II. ①戴… ②马… III. ①城市铁路—轨道交通—铁路线路—高等学校—教材 ②城市铁路—轨道(铁路)—铁路工程—高等学校—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 112791 号

高等学校城市地下空间工程专业规划教材

书 名: 轨道交通线路与轨道工程

著 者: 戴学臻 马书红

责任编辑: 张征宇 赵瑞琴

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 19.75

字 数: 452 千

版 次: 2017 年 6 月 第 1 版

印 次: 2017 年 6 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13841-6

定 价: 45.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校城市地下空间工程专业规划教材

编 委 会

主任委员:张向东

副主任委员:宗 兰 黄 新 马芹永 周 勇
金 奕 齐 伟 祝方才

委 员:张 彬 赵延喜 郝 哲 彭丽云
周 斌 王 艳 叶帅华 宁宝宽
平 琦 刘振平 赵志峰 王 亮

序 言

近年来,我国城市建设以前所未有的速度加快发展,规模不断扩大,人口急剧膨胀,不同程度地出现了建设用地紧张、生存空间拥挤、交通阻塞、基础设施落后等问题,城市可持续发展问题突出。开发利用城市地下空间,不但能为市民提供创业、居住环境,同时也能提供公共服务设施,可极大地缓解中心城市密度,疏导交通增加城市绿地,改善城市生态。

为适应城市地下空间工程的发展,2012年9月,教育部颁布了《普通高等学校本科专业目录》(以下简称专业目录),专业目录里将城市地下空间工程专业列为特设专业。目前国内已有数十所高校设置了城市地下空间工程专业并招生,在这个前所未有的发展时期,城市地下空间工程专业系列教材的建设明显滞后,一些已出版的教材与学生实际需求存在较大差距,部分教材未能反映最新的规范或标准,也没有形成体系。为满足高校和社会对于城市地下空间工程专业教材的多层次要求,人民交通出版社股份有限公司组织了全国十余所高校编写“高等学校城市地下空间工程专业规划教材”,并于2013年4月召开了第一次编写工作会议,确定了教材编写的总体思路,于2014年4月召开了第二次编写工作会议,全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下,目前这套规划教材陆续出版。

这套教材包括《地下工程概论》《地铁与轻轨工程》《岩体力学》《地下结构设计》《基坑与边坡工程》《岩土工程勘察》《隧道工程》《地下工程施工》《地下工程监测与检测技术》《地下空间规划设计》《地下工程概预算》《轨道交通线路与轨道工程》等12门课程,涵盖了城市地下空间工程专业的主要专业核心课程。该套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”,体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色,充分考虑知识体系的完整性、准确性、正确性和适用性,强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例,做到通俗易懂,图文并茂。

为方便教师的教学和学生的自学,本套教材配有多媒体教学课件,课件中除教学内容外,还有施工现场录像、图片、动画等内容,以增加学生的感性认识。

反映城市地下空间工程领域的最新研究成果、最新的标准或规范,体现教材的系统性、完整性和应用性,是本套教材力求达到的目标。在各高校及所有编审人员的共同努力下,城市地下空间工程专业系列规划教材的出版,必将为我国高等学校城市地下工程专业建设起到重要的促进作用。

高等学校城市地下空间工程专业规划教材编审委员会
人民交通出版社股份有限公司

前 言

随着轨道交通的快速发展,轨道工程和轨道交通线路设计两者之间的关系越来越密不可分。目前关于这两个方面的教材众多,将两者结合起来的教材尚属空白,于是在教学中无法系统地向学生进行知识教授,也加大了学生的学习难度。本书的出版有效地解决了这一难题。

本书在轨道工程和轨道交通线路设计两类教材的基础上进行整合编撰,对相关知识进行整理融合,力求精简易懂,编排顺序由简到繁、循序渐进,使得读者按照由浅入深、从理论到实践的步骤进行课程学习,以达到较好的学习效果,给读者构建完整的轨道交通及其选线设计知识体系。本书适合交通土建专业铁路方向与城市轨道交通方向的学生学习使用。本书在介绍轨道结构的基础上,偏向于选线设计方面,较为适合有线路设计需求的专业使用。另外,也可根据具体情况取舍不同的内容,以适应不同的教学对象。

本教材分为两个部分:第一部分是正文,包括八章。第一章为绪论,主要介绍轨道交通的定义、发展历史以及轨道的建设标准和程序;第二章给出了铁路的分类、等级划分及其标准,着重介绍了铁路的运输能力及其计算;第三章作为本书的基础内容部分,对轨道的各部分结构以及不同的轨道类型进行阐述;第四章介绍轨道的几何形位;第五章为轨道结构的力学分析;第六章阐述选线设计的原则与方法;第七章对铁路路基工程的知识进行补充和拓展;第八章分析了轨道交通的振动和噪声污染产生的原因,并提出了防治措施。第二部分为课程设计,旨在通过课程设计的方法引导读者进行实践学习,对理论知识进行融会贯通。

本书由长安大学公路学院交通工程研究所的戴学臻和马书红主编,长安大学公路学院交通工程研究所彭辉教授主审。具体编写分工为:西安科技大学杨洁编写了第六章、第七章,长安大学陈元元参与了第二章的编写,高赛宇参与了第三章的编写,刘青云参与了第五章的编写,吕桃参与了第四章的编写,裴文杰参与第八章的编写。本书在定稿过程中得到了许多领导、学者和朋友的帮助,在此一并表示感谢。

限于编者水平,本书难免不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2017年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 轨道交通的定义及发展	1
第二节 轨道的类型与发展	11
第三节 轨道交通的地位与作用	15
第四节 轨道交通的建设	16
第二章 铁路能力	21
第一节 铁路种类	21
第二节 铁路等级划分及设计标准	22
第三节 运量预测方法	29
第四节 运输能力	51
第三章 轨道结构组成与类型	54
第一节 概述	54
第二节 钢轨	54
第三节 扣件	66
第四节 轨枕	74
第五节 道岔	78
第六节 有砟轨道	108
第七节 无砟轨道	112
第八节 无缝线路	117
第四章 轨道几何形位	137
第一节 机车车辆基本知识	137
第二节 城市轨道交通线路平面与纵断面及线路限界	143
第三节 轨道几何形位基本要素	147
第四节 曲线轨道轨距加宽	151
第五节 曲线轨道外轨超高	156
第五章 轨道结构力学分析	162
第一节 概述	162
第二节 轨道结构垂向受力分析及计算方法	163
第三节 轨道强度检算	170

第四节	曲线轨道横向受力分析	183
第六章	选线设计	190
第一节	线路走向选择	190
第二节	区间线路平面设计	193
第三节	区间线路纵断面设计	202
第四节	桥涵、隧道、路基地段的平纵断面设计	219
第五节	定线方法	221
第七章	铁路路基工程	235
第一节	概述	235
第二节	铁路路基本体工程	240
第三节	铁路路基排水工程	256
第四节	铁路路基防护支挡工程	265
第八章	铁路与城市轨道交通的振动与噪声	276
第一节	振动的产生及评价方法和标准	276
第二节	噪声的产生及评价方法和标准	279
第三节	铁路噪声的组成	282
第四节	轮轨噪声	285
第五节	轨道交通减振降噪技术措施	289
第六节	减振降噪型轨道结构	291
	课程设计基本内容	293
	课程设计任务书	294
	课程设计说明书格式(参考)	295
	参考文献	305

第一章 绪 论

第一节 轨道交通的定义及发展

一、轨道交通的一般定义

(1)狭义的轨道交通是指运送乘客或货物的车辆依靠动力驱动在铺设轨道的线路上运行的一类交通系统,主要包括火车、地铁、轻轨等传统钢轮钢轨方式的轨道交通系统。

(2)广义的轨道交通是指运送乘客或货物的车辆依靠动力驱动沿固定导轨运行的一类交通系统,除上述传统钢轮钢轨方式轨道交通系统外,还包括磁浮交通、新交通系统、独轨等轨道交通系统。

二、轨道交通的基本类型

从服务的区域范围来看,轨道交通可以分为城市间铁路和城市轨道交通,如图 1.1-1 所示。

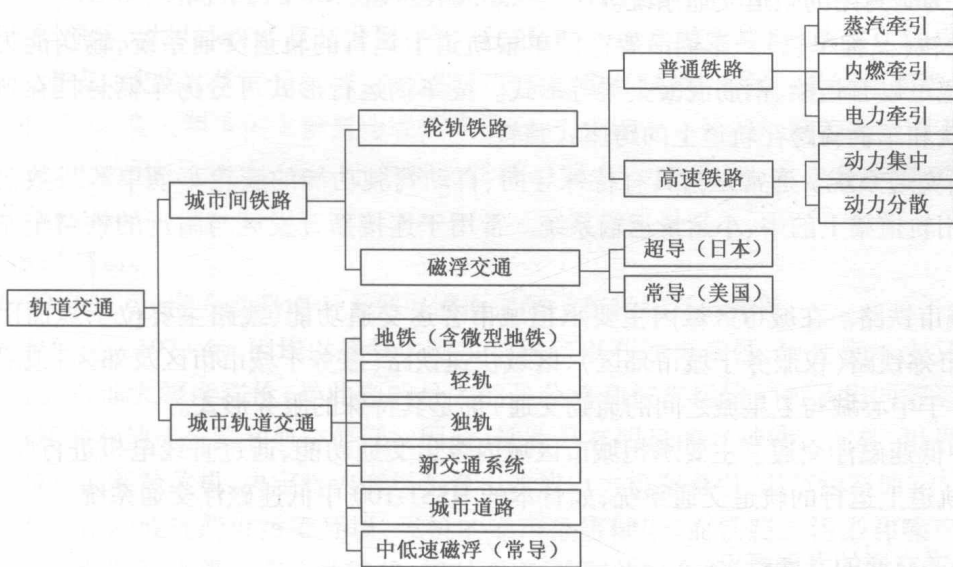


图 1.1-1 轨道交通系统基本类型

城市间铁路从车辆与轨道的相互关系方面,可以分为轮轨铁路系统和磁浮交通系统。其中,轮轨铁路系统按列车运行速度高低可以区分为普通铁路和高速铁路。从列车动力方面来看,普通铁路又可以细分为蒸汽机车牵引铁路(1988 年我国国铁线上的蒸汽机车基本被淘汰,2005 年 12 月,世界最后一台蒸汽机车退役)、内燃机车牵引铁路和电力机车牵引铁路;高速铁



路又可分为动力集中型高速铁路(以法国高速铁路为代表)和动力分散型高速铁路(以日本新干线为代表);而高速磁浮交通系统可分为超导型的高速磁浮交通系统和常导型的高速磁浮交通系统。

(1)普通铁路。主要承担城市间客货运运输功能。通常是指列车最高运行速度小于120km/h的铁路。

(2)高速铁路。主要承担城市间客运交通功能或客货共运交通功能、列车最高运行速度大于200km/h的铁路。我国目前在建的客运专线铁路均为高速铁路。

(3)高速磁浮交通。主要承担城市间客运交通功能,通过直线电机驱动使列车悬浮在轨道上运行、全封闭的非钢轮钢轨式高速轨道交通系统。以德国高速常导磁浮列车 transrapid 为代表的常导型磁浮交通系统,利用电磁铁引起的电磁吸力原理将列车悬起,悬浮的气隙较小,一般为10mm左右,速度可达400~500km/h;而以日本MAGLEV为代表的超导型磁浮交通系统,利用超导磁体产生的电磁斥力将列车悬起,悬浮气隙较大,一般为100mm左右,速度可达500km/h以上。

城市轨道交通系统一般可以区分为地铁(含微型地铁)、轻轨、独轨、新交通系统、城市铁路、中低速磁浮(如我国的长沙磁悬浮交通系统)交通系统等。

(1)地铁。线路全部或大部分位于市区,能适应远期单向高峰小时客流量为3万~6万人次,为全封闭的轨道交通系统。而微型地铁是指线路主要位于市区、隧道断面较一般地铁小、依靠线性电机驱动、能适应大坡道和急弯曲线需要、中等运量、全封闭的轨道交通系统。

(2)轻轨。线路全部或大部分位于市区,能适应远期单向高峰小时客流量为1万~3万人次,基本上为全封闭的轨道交通系统。

(3)独轨(又称单轨)。车辆沿架空的单根轨道上运行的轨道交通系统,输送能力与轻轨相当。轨道可以有钢梁、钢筋混凝土梁等形式。按车辆运行形式可分为车辆悬挂在轨道上的悬挂式独轨和车辆骑跨在轨道上的跨座式独轨。

(4)新交通系统。通常是指具有特殊导向、自动驾驶功能的胶轮车辆单车或数辆车编组运行在专用轨道梁上的中、小运量运输系统。常用于连接新开发区与附近的铁路车站或交通枢纽。

(5)城市铁路。在城市区域内主要承担城市客运交通功能、线路主要位于地面以上的铁路系统。市郊铁路(仅服务于城市郊区)、区域快速铁路(服务于城市市区及郊区)或通勤铁路(主要服务于中心城与卫星城之间的通勤交通)都是其特殊的服务形式。

(6)中低速磁浮交通。主要承担城市区域内客运交通功能、通过直线电机进行驱动、使列车悬浮在轨道上运行的轨道交通系统,如日本的HSST-100中低速磁浮交通系统。

三、轨道交通的发展概况

1. 世界铁路发展概况

1) 世界铁路的三个发展时期

铁路是一种有轨运输工具。简单来说,车厢由机车驱动,靠车轮在轨道上转动前进。它的诞生,便利了人类的迁徙和政治、经济、军事活动,改变了人类的生活面貌,在人类的发展史上

产生了深刻的影响。

世界上第一条铁路产生于19世纪初,它的出现可以说是工业革命的产物。1825年,英国在达林顿(Darlington)至斯托克顿(Stockton)间修建了第一条铁路,这条耗时3年多修建成功的线路,标志着商业铁路的正式运营,也拉开了近代世界铁路轰轰烈烈的发展序幕。世界铁路的发展经历了以下三个时期:

(1) 快速发展时期。

1840~1913年第一次世界大战前,铁路发展最快,全世界每年平均修建铁路20000km以上。美国在1881~1890年的10年间,平均每年建成10000km铁路。到1913年,美国铁路营业里程达402000km。德国在1866~1870年间,用投资的70%来修建铁路,共修建了2443km长的铁路。在第一次世界大战前,美国、英国、法国、德国、意大利、比利时、西班牙等国先后建成了各自的铁路网,铁路成了这些国家工业化的先驱,并奠定了工业化的基础。

到1913年,世界铁路营业里程达1100000km,其中80%集中在美、英、法、德、俄五国。当时,铁路垄断了陆上的交通运输,其承担的运输量一般高达80%以上。

19世纪后半期,铁路的兴建才由欧洲、美国扩展到殖民地和半殖民地国家。1870年,亚洲、非洲、澳洲及美洲(美国除外)的铁路只是世界铁路总长的9.4%。19世纪末期,美、英、法、德、俄等老牌帝国主义为了对殖民地和附属国进行政治控制、军事侵略及经济掠夺,在殖民地和附属国修建了大量铁路。到1913年,上述四大洲(美国除外)的铁路里程达到世界铁路网总长的31.8%。

(2) 衰落期。

1913~1970年,期间经历了第二次世界大战。一方面,西欧各国的经济受到战争的破坏。直到1955年前后,世界经济才复苏发展;另一方面,第二次世界大战后,铁路运输受到公路和航空运输的挑战,铁路客货运量锐减,而公路和航空运量却猛增。因此,铁路亏损严重。英国、美国、法国、德国、意大利等国大量封闭或拆除铁路,不少国家不得不把铁路收归国有。第二次世界大战后,苏联和第三世界国家铁路有所发展。到1970年为止,全世界铁路的营业里程为1279000km。

(3) 振兴时期。

自1970年以后,世界铁路由于下列原因而得到了振兴和新的发展:

①能源危机。1973年,因埃以战争中阿拉伯国家以石油为武器,致使资本主义国家爆发了能源危机,石油大幅度涨价,受此影响最大的是公路和航空运输。而承担同等运力的情况下,铁路所耗的石油比公路和航空要低。因此,铁路具有明显的优越性。此外,世界资本主义国家为摆脱石油能源危机,决定将内燃机车牵引改成电力机车牵引,以节约石油。

②汽车排出的废气严重污染环境,飞机的噪声危害健康,而铁路的污染和噪声较小。另外,汽车的车祸严重,飞机的安全性较差,相对而言,铁路的安全性比较好,所以,从环境和安全角度出发,铁路具有明显的优越性。现在,铁路已被公认为“绿色交通工具”。世界铁路重振雄风是势在必行。

铁路运输现代化的标志是高速列车和重载列车的出现,这率先发生在欧美国家和日本。20世纪60年代,高速铁路技术横空出世,成为铁路现代化的一个主要标志。根据《高速铁路设计规范》(TB 10621—2014)的定义,高速铁路是指新建铁路旅客列车设计最高行车速度达



到 250km/h 及以上的铁路。依据此标准,我国新建的客运专线基本上都是高速铁路。

2) 高速铁路发展

1964 年 10 月,日本在东海道新干线东京至大阪高速铁路以 210km/h 的速度运行,法国在 1981 年修建第一条高速铁路(TGV 东南线),高速铁路显示出旺盛的生命力。由于它具有明显的经济效益和社会效益,所以欧洲、北美洲和亚洲等许多国家和地区纷纷兴建、改建或规划修建高速铁路。据国际铁路联盟(UIC)的最新统计,截至 2013 年年底,全世界运营中的高速铁路营业里程总长达 22633km。如图 1.1-2 所示为瑞典 X2000 摆式列车,其最高设计速度达 260 ~ 350km/h,最高运营速度可达 160 ~ 250km/h,此类摆式列车属于较为典型的利用既有有线来提高运行车速的列车。



图 1.1-2 瑞典 X2000 摆式列车

明显的经济效益和社会效益,所以欧洲、北美洲和亚洲等许多国家和地区纷纷兴建、改建或规划修建高速铁路。据国际铁路联盟(UIC)的最新统计,截至 2013 年年底,全世界运营中的高速铁路营业里程总长达 22633km。如图 1.1-2 所示为瑞典 X2000 摆式列车,其最高设计速度达 260 ~ 350km/h,最高运营速度可达 160 ~ 250km/h,此类摆式列车属于较为典型的利用既有有线来提高运行车速的列车。

3) 重载列车

伴随着高速铁路技术的迅猛发展,重载铁路技术也在快速发展。世界铁路重载运输起步于 20 世纪 50 年代。伴随着牵引动力的现代化改造,新型大功率电力机车和内燃机车逐步取代了蒸汽机车,开启了铁路重载运输的新纪元。世界各国重载铁路借助于高新技术,促使重载列车牵引质量不断增加,重载列车最高牵引质量的世界纪录已达 10 万 t,最高平均牵引力达 3.9 万 t。随着重载运输的发展,国际重载协会(IHHA)在 2005 年国际重载运输协会巴西年会上对重载铁路的标准做了最新的修订,重载铁路必须至少满足下列 3 条标准中的 2 条:重载列车牵引质量至少达到 8000t;轴重(或计划轴重)为 27t 及以上;在至少 150km 的线路区段上年运量达到 4000 万 t 及以上。

50 多年来,重载运输技术在美国、加拿大、俄罗斯、澳大利亚、中国、巴西等一些幅员辽阔、矿产资源丰富的国家得到快速发展,并逐渐成为世界铁路发展的一个重要趋势。这些国家充分地发挥了重载运输的优势,取得了良好的社会效益和经济效益,并在交通运输业中占据重要的地位。

2. 国内铁路的发展

1) 我国铁路修建的几个阶段

(1) 开创时期(1876 ~ 1893 年)。

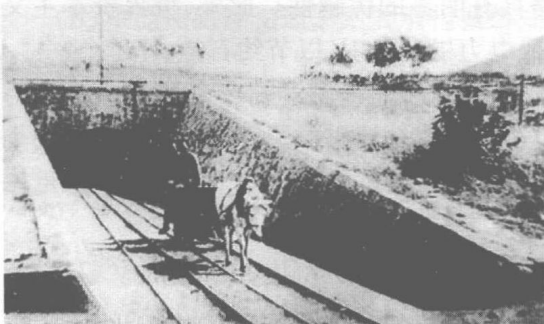


图 1.1-3 唐胥铁路

中国第一条铁路是 1876 年英商在上海至吴淞间修建的上海吴淞铁路,长 145km,轨距 762mm,轨重 13kg/m,是我国第一条营业性铁路。

1881 年我国自办的第一条铁路唐胥铁路(图 1.1-3)建成,自唐山起至胥各庄止,全长 9.7km,采用 1435mm 的轨距和 15kg/m 的钢轨,掀开了中国铁路建设的序幕。

1886 年,开平铁路公司成立。开平铁路公司

是我国自办的第一个铁路公司。

(2) 缓慢发展时期(1894 ~ 1948 年)。

1876 ~ 1911 年,清政府修建铁路约 9400km,其中,京张铁路(北京至张家口)是第一条由中国人主持修建的铁路干线。

1912 年,孙中山先生提出要修建 16 万 km 铁路的规划。这是中国最早的铁路网布局设想。

1912 ~ 1927 年,北洋政府在关内修了约 2100km 铁路,大都是原有铁路的展筑和延续;在东北修了约 1800km 铁路,多数是日本帝国主义采用借款、垫款或“合办”等方式修建和控制的,还有一些是官商合办的铁路。

1928 ~ 1948 年,南京国民党政府共修建铁路约 13000km。

(3) 抢修恢复铁路运输生产时期(1949 ~ 1952 年)。

1949 年一年共抢修恢复了 8278km 铁路,到 1949 年年底,全国铁路营业里程共达 21810km,客货换算周转量 314.01 亿 t · km。

1952 年 6 月 18 日,满洲里至广州间开行了第一列直达列车,全程 4600km 畅通无阻。至 1952 年年底,全国铁路营业里程增加到 22876km,客货换算周转量达 802.24 亿 t · km。

在三年经济恢复时期(1949 ~ 1952 年),相继完成了成渝、天兰铁路的铺轨通车任务,接着又动工新建兰新、宝成、丰沙铁路。

(4) 铁路网骨架基本形成时期(1953 ~ 1978 年)。

从 1958 ~ 1965 年,新建铁路干线有包兰、兰新、兰青、干武、黔桂铁路都匀至贵阳段、京承、太焦、外福、萧甬铁路等,建成第一条宝成铁路宝鸡至凤州段 91km 的电气化铁路区段。

“文革”期间,铁路建设遭受了极大的干扰,但施工生产没有完全停滞,建成铁路干线有贵昆、成昆、湘黔、京原、焦枝等铁路。

到 1980 年年底,铁路营业里程达 49940km,全国铁路网骨架基本形成,如图 1.1-4 所示,客货换算周转量达 7087 亿 t · km。

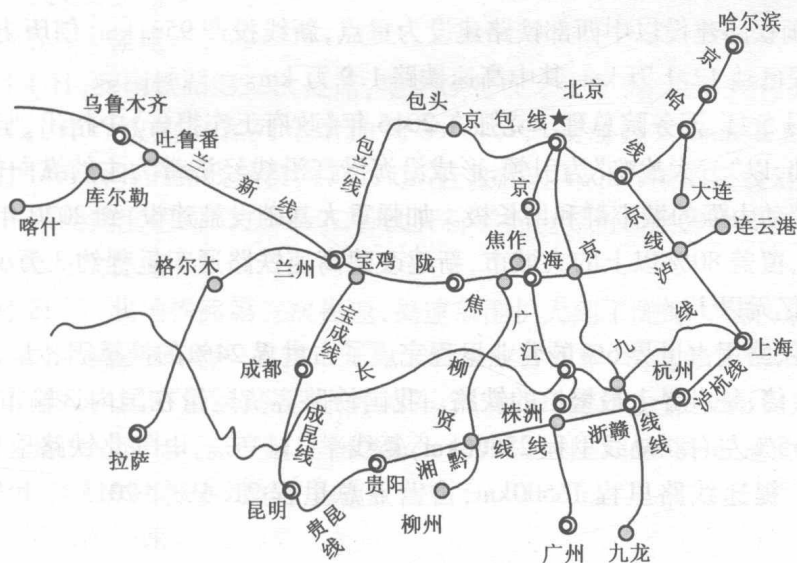


图 1.1-4 铁路路网图骨架



(5) 新的发展时期(1979 ~ 2002 年)。

1986 年开始进入第七个五年计划时期(1986 ~ 1990 年),京秦、大秦(第一工程)等双线电气化铁路相继竣工。全长超过 14km 的大瑶山隧道顺利打通,使南北主要大干线——京广铁路双线全线通车,大大提高了通过能力。兰新铁路修到了阿拉山口,完成了横贯我国东西的钢铁运输线。

1992 年 8 月,国务院批准中央与地方合资建设铁路的政策。合资建设铁路政策的实施,调动了中央和地方两方面建设铁路的积极性,带来了铁路建设和运营体制上的变革,加快了铁路建设速度,促进了地区经济的发展。至 1996 年,全国建成的合资铁路有三茂线、集通线、阳涉线、合九线、广梅汕线、漳泉肖线、成达线、西北疆线和孝柳线,正在建设的有广大、金温、石长、横南、邯济、水柏、朔黄等铁路。

1997 年,国家铁路全年完成货物发送量 17.2 亿 t,货物周转量 13253 亿 t;完成全年旅客发送量 9.3 亿人次,旅客周转量 3585 亿人·km。

(6) 跨越式发展新时期(2003 年至今)。

2004 年 4 月 18 日,铁道部*对列车运行图进行了大的调整,增开北京至上海、杭州、南京、哈尔滨、武汉、西安、长沙等 19 对一站到达的直达特快旅客列车。

截至 2009 年年底,我国铁路营业里程达到 8.6 万 km,超过俄罗斯,跃居世界第二位。2010 年,全国铁路营业里程达到 9 万 km 以上,快速客运网总规模达到 2 万 km 以上。

2012 年铁路新线建成路线包括京石武、哈大、盘锦到营口、津秦、地下直径线(北京枢纽北京站至北京西站地下直径线,简称地下直径线)、合蚌、宁杭、杭甬、杭州东、厦深、汉宜、龙厦、湘桂扩能改造、合肥三线电改、遂渝二线、沾六复线、南疆二线,6366km 铁路新线中包括 7 条高速铁路,总里程 3400km。

2013 年有一批重要的铁路线路开通运营,包括津秦客专、宁杭客专、杭甬客专、厦深铁路、武汉黄冈城际、武咸城际等,其中大部分铁路为 200km/h 的城际间线路。

2015 年我国铁路建设以中西部铁路建设为重点,新线投产 9531km,创历史最高纪录。我国铁路营业里程已达 12.1 万 km,其中高速铁路 1.9 万 km。

2016 年 3 月 5 日,国务院总理李克强在 2016 年《政府工作报告》中指出,坚持以区域发展总体战略为基础,以“三大战略”为引领,形成沿海沿江沿线经济带为主的纵向横向经济轴带,培育一批辐射带动力强的城市群和增长极。加强重大基础设施建设,到 2020 年高铁营业里程将达到 3 万 km、覆盖 80% 以上的大城市,新建改建高速铁路通车里程约 3 万 km。2016 年铁路投资达 8000 亿元以上。

目前,我国铁路用占世界 6% 的营业里程完成了占世界 24% 的换算周转量,换算密度为世界平均水平的 4 倍,是世界上最繁忙的铁路。我国铁路客货运量在国内运输市场占有份额分别达到 35% 和 55% 左右。复线里程 25566km,复线率 33.4%。电气化铁路里程 21604km,电气化率 28.2%。提速线路里程 16500km,占营业总里程 21.6%。2015 年我国铁路网如图 1.1-5 所示。

* 铁道部现已并入交通运输部。

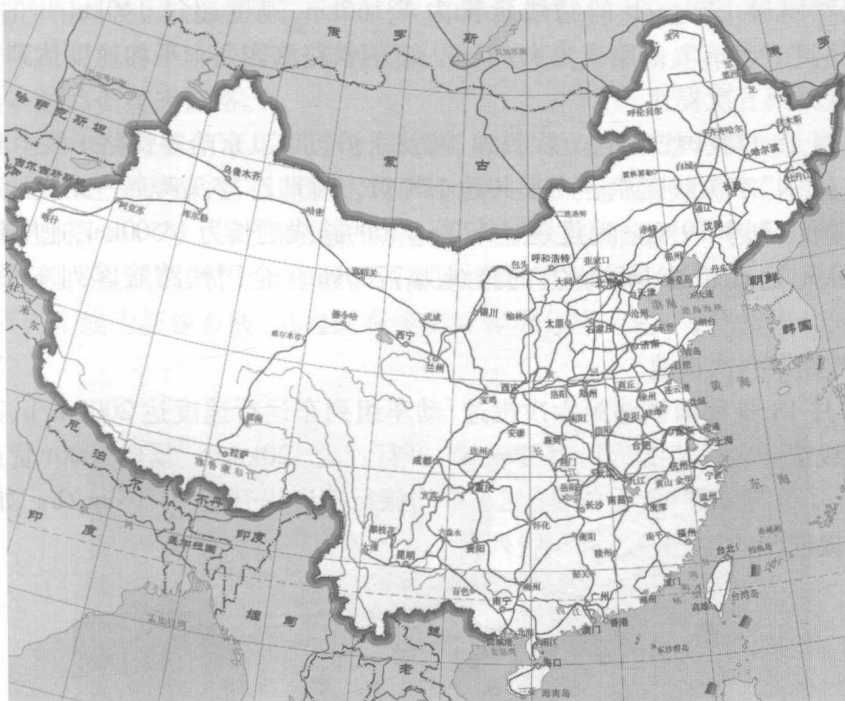


图 1.1-5 2015 年我国铁路网

2) 我国铁路的六次提速

(1) 我国铁路第一次提速。

1997 年 4 月 1 日,我国铁路第一次提速,主要在京广、京沪、京哈三大干线进行,开行 9 对快速旅客列车。速度超过 120km/h 的路线延长为 1398km,其中有 588km 线路开行 140km/h 快速旅客列车。全国铁路旅客列车旅行速度由 1993 年的 48.1km/h 提高到 54.9km/h;首次开行了快速列车和夕发朝至列车。

(2) 我国铁路第二次提速。

1998 年 10 月 1 日,我国铁路第二次提速,重点还是北京至上海、北京至广州和北京至哈尔滨三大铁路干线,开行快速旅客列车增加到 39 对。速度超过 120km/h 的路线延长为 6449km,速度超过 140km/h 的路线延长为 3522km,速度超过 160km/h 的路线延长为 1104km。全国铁路旅客列车平均速度达到 55.2km/h,首次开行了行包专列和旅游热线直达列车。

(3) 我国铁路第三次提速。

2000 年 10 月 21 日,我国铁路第三次提速,提速范围扩大到了陇海、兰新、京九、浙赣等繁忙干线,北京至绝大部分省、自治区、直辖市开行了特快旅客列车、快速旅客列车。共开行“T”字头特快旅客列车 49 对,“K”字头快速旅客列车 39 对,开始了全路全面提速。速度超过 120km/h 的路线延长为 9581km,速度超过 140km/h 的路线延长为 6458km,速度超过 160km/h 的路线为 1104km。全国铁路旅客列车平均速度达到 60.3km/h。

(4) 我国铁路第四次提速。

2001 年 10 月 21 日,我国铁路第四次提速,主要范围是京九线、武昌—成都、哈大线、浙赣线、京广线南段。开行“T”字头特快旅客列车和“K”字头快速旅客列车共 98 对,实现了全路



全面提速。速度超过 120km/h 的路线延长为 13166km, 速度超过 140km/h 的路线延长为 9779km, 速度超过 160km/h 的路线为 1104km。全国铁路旅客列车平均速度达到 61.6km/h。

(5) 我国铁路第五次提速。

2004 年 4 月 18 日我国铁路第五次提速, 涉及京沪、京广、京哈等铁路干线。开行“T”字头特快旅客列车和“K”字头快速旅客列车共达 118 对, 开行“Z”字头跨局一站直达(途中不进行技术作业)特快旅客列车 19 对。速度超过 120km/h 的路线延长为 16500km, 速度超过 140km/h 的路线为 8800km, 速度超过 160km/h 的路线为 7700km。全国铁路旅客列车平均速度达到 65.7km/h。

(6) 我国铁路第六次提速。

2007 年 4 月 18 日我国铁路第六次提速, 动车组列车运行速度达 200km/h, 其中京哈、京广、京沪、胶济线部分区段速度达到 250km/h。开行速度 120km/h、载重 5000t 货运重载列车。至此, 我国进入了高速铁路时代。全国列车平均旅行速度提升到 70.18km/h。如图 1.1-6 所示为第六次大提速中的“和谐号”动车组列车。



图 1.1-6 第六次大提速中的“和谐号”动车组列车

3) 我国高速铁路、重载铁路的发展

(1) 重载铁路。

20 世纪中期, 重载铁路得到长足的发展, 现已成为铁路运输技术的重要发展方向。重载铁路的主要技术特征是加大列车轴重, 加大列车编组, 实现全程直达运输。利用一条线路, 按照具体的技术条件, 尽可能多地输送车流, 充分发挥铁路集中、大宗、长距离、全天候的运输优势, 提高运输能力, 取得了良好的经济、社会效益。我国幅员辽阔、资源丰富, 为满足国家建设对资源物资的需求, 20 世纪 90 年代初, 我国建成第一条重载铁路——大同一秦皇岛运煤专线, 开行 6000t 及 10000t 重载列车。2004 年 12 月成功开行了 20000t 重载列车, 2008 年的年运量达到 3.4 亿 t, 成为世界上年运量最大的铁路线, 这标志着我国重载运输达到国际先进水平。2010 年 12 月 26 日, 大秦铁路提前完成年运量 4 亿 t 的目标, 为原设计能力的 4 倍; 2011 年大秦铁路的年运量达到 4.4 亿 t, 相比 2010 年增长了 10%。此外, 在京沪、京广、京哈等重要干线普遍开行了 5000t 重载列车、轴重 25t 的双层集装箱列车。重载铁路占据了我国货运市场 54.6% 的份额, 取得了显著的经济效益, 为国民经济建设做出了巨大的贡献。

(2) 高速铁路。

我国铁路客、货列车在很长时间里都是同一条线上混跑, 这种情况很难提高客运列车的

速度,由于速度相差较大,快速列车开得越多,扣除系数就越大;此外,客运提速与货运重载对线路的要求存在一定的矛盾。因此,要想提高客车速度就必须新建客运专线。目前,我国新建的客运专线一般都是高速铁路。

2008年4月18日,历经十几年讨论,总投资2209.4亿元的京沪高速铁路全线开工,并于2011年6月30日正式开通,运行速度达到350km/h,它的建成使北京和上海之间的往来时间缩短到5h以内(图1.1-7)。京沪高速铁路是《中长期铁路网规划》中投资规模最大、技术含量最高的一项工程,是目前世界上里程最长的高速铁路,正线全长约1318km,与既有京沪铁路的走向大体并行,全线为新建双线,可与既有线实行客货分线运输,可使新线和既有线的能力得到充分发挥。



图1.1-7 2011年6月30日开通运行的京沪高速铁路

为满足快速增长的旅客运输需求,建立从省会城市到各大中城市间的快速客运通道,我国《中长期铁路网规划(2008年调整)》确立了客运专线铁路网“四纵四横”以及经济发达地区和人口稠密地区城际客运系统的建设蓝图,具体如下所述:

①“四纵”客运专线。

a. 北京—上海客运专线(京沪高速铁路,全长1318km),贯通京津至长江三角洲东部沿海经济发达地区。

b. 北京—武汉—广州—深圳客运专线(京广客运专线,全长2230km),连接华北和华南地区。

c. 北京—沈阳—哈尔滨(大连)客运专线(京哈客运专线,全长1860km,含北京至哈尔滨1230km,天津至秦皇岛260km,沈阳至大连370km),连接东北和关内地区。

d. 上海—杭州—宁波—福州—深圳客运专线(沪甬深客运专线,全长1600km),连接长江、珠三角和东南沿海地区。

②“四横”客运专线。

a. 徐州—郑州—兰州客运专线(徐兰客运专线,全长1400km),连接西北和华东地区。

b. 杭州—南昌—长沙—贵阳—昆明客运专线(杭长客运专线,全长680km),连接西南、华中和华东地区。

c. 青岛—石家庄—太原客运专线(青太客运专线,全长770km),连接华北和华东地区。

d. 南京—武汉—重庆—成都客运专线(宁汉蓉客运专线,全长1900km),连接西南和华东地区。