



普通高等教育“十三五”交通类规划教材

轨道交通机车 车辆概论

Introduction to Rail Transit
Locomotive and Rolling Stock

李宁洲 卫晓娟 ◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十三五”交通类规划教材

轨道交通机车 车辆概论

主 编 李宁洲 卫晓娟
参 编 陈智文 杨 喆 张德宝
主 审 丁旺才

机械工业出版社

本书系统全面地介绍了轨道交通所涉及的线路、车站、信号与通信、行车组织、牵引供电系统等基础知识,以及轨道交通机车车辆和动车组的基本组成与结构、动车组的运行及控制、轨道交通车辆造型设计、轨道交通机车车辆曲线通过、轨道交通机车车辆动力学等知识。

本书内容阐述清楚、结构合理,文字通俗易懂,可作为高等院校、高等职业院校铁道机车车辆、动车组、城市轨道交通车辆、电力机车运用与检修等相关专业教材,也可作为轨道交通领域广大工程技术人员的参考用书。

本书配有电子课件 PPT,免费提供给采用本书作为教材的教师,可登录 www.cmpedu.com 注册后下载。

图书在版编目 (CIP) 数据

轨道交通机车车辆概论/李宁洲,卫晓娟主编. —北京:机械工业出版社,2016.2

普通高等教育“十三五”交通类规划教材
ISBN 978-7-111-52294-2

I. ①轨… II. ①李… ②卫… III. ①城市铁路-铁路车辆-高等学校-教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 301005 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:宋学敏 责任编辑:宋学敏 崔立秋 王保家

版式设计:霍永明 责任校对:刘怡丹

封面设计:张 静 责任印制:李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2016 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·471 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-52294-2

定价:39.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

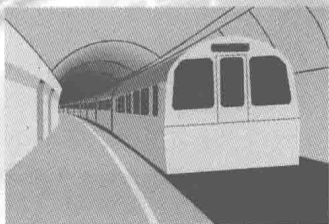
机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版



前言

随着我国社会经济的持续发展以及人们对于出行质量要求的不断提高,我国轨道交通业已进入高速发展时期,轨道交通运输及其装备制造、检修等行业必将保持良好的发展势头。为适应我国轨道交通技术的迅速发展,作为高等工科院校相关专业的学生,学习和掌握轨道交通所涉及的线路、车站、信号与通信、行车组织、牵引供电系统等基础知识,以及轨道交通机车车辆和动车组的基础知识和相关技术显得尤为重要。

本书是编者在总结多年从事轨道交通及相关专业教学和科研工作的实践经验,并吸收国内外许多优秀论著和教材的编写方法和应用实例的基础上编写的,以期能够适应高等院校相关专业教学的需要,使学生通过本书的学习,为其今后从事相关技术工作奠定基础。

与国内同类教材相比,本书具有以下几个主要特点:

1. 内容安排深入浅出,通俗易懂。从初学者的视角开始,较为全面地介绍轨道交通的基础知识、轨道交通机车车辆和动车组的基本组成与结构、动车组的运行及控制、轨道交通车辆造型设计、轨道交通机车车辆曲线通过以及轨道交通机车车辆动力学等内容,使初学者能够轻松地跨过学习门槛。

2. 注重理论与实践结合,通过相应实例,帮助读者掌握具体分析过程及方法(如轨道交通机车车辆曲线通过计算、轨道交通机车车辆动力学基本分析等)。

3. 紧扣当前主流车型,读者可了解目前我国轨道交通运输及装备的最新发展。

4. 结构合理,内容系统、翔实,章节安排有利于授课教师根据不同教学要求进行组合。

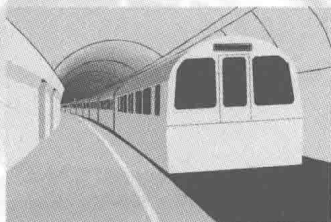
全书共8章。主要内容包括:绪论、轨道交通基础知识、轨道交通车辆、轨道交通机车、轨道交通动车组、轨道交通车辆造型设计简介、轨道交通机车车辆曲线通过、轨道交通机车车辆动力学简介。

本书由兰州交通大学李宁洲和卫晓娟主编,兰州交通大学丁旺才教授主审。其中,李宁洲编写第一、三、四章,卫晓娟编写第二、七章,陈智文编写第五、八章,杨喆和张德宝编写第六章。甘慧萍、周学舟参与了本书图稿的绘制和文字校核等工作,在此谨致谢意。此外,衷心感谢书后所附参考文献的各位作者。

尽管编者已尽最大努力,但由于学识水平有限,疏漏和不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

目 录



前言	
第一章 绪论	1
第一节 轨道交通发展概况	1
一、世界轨道交通的发展	1
二、我国轨道交通的发展	2
第二节 轨道交通的种类	5
一、按速度划分	5
二、按所有权划分	6
第三节 我国轨道交通发展目标和规划	8
一、发展目标	9
二、规划原则	9
三、规划方案	9
第四节 我国轨道交通机车车辆发展现状	10
一、我国机车车辆发展历程	10
二、我国轨道交通机车车辆发展业绩	11
第二章 轨道交通基础知识	13
第一节 线路	13
一、概述	13
二、铁路线路的平面和纵断面图	14
三、路基、桥隧建筑物和道口、交叉及线路接轨	18
四、轨道	21
五、铁路限界	27
第二节 车站	28
一、车站基础知识	28
二、中间站、会让站、越行站	34
三、区段站	35
四、编组站	37
五、铁路枢纽	42
第三节 信号与通信	43
一、信号	43
二、车站联锁设备	47
三、区间闭塞设备	54
四、行车调度指挥自动化系统	58
五、通信	61
第四节 行车组织	65
一、列车的编组	65
二、车流组织及货物列车编组计划	66
三、列车运行图及通过能力	68
四、车站行车组织工作	69
五、铁路运输生产计划与调度指挥	71
第五节 牵引供电系统	73
一、牵引供电系统概述	73
二、牵引网	75
三、牵引供电系统供电方式	77
第三章 轨道交通车辆	81
第一节 轨道交通车辆概述	81
一、轨道交通车辆的特点及组成	81
二、轨道交通车辆的用途及分类	82
三、车辆代码、标记及方位	83
四、车辆主要技术参数	85
第二节 轨道交通车辆车体	86
一、货车车体	86
二、客车车体	98
第三节 轨道交通车辆转向架	102
一、转向架结构原理及基本部件	102
二、货车转向架	108
三、客车转向架	118
第四节 轨道交通车辆车端连接装置	124
一、车钩缓冲装置	125
二、风挡装置	126
三、车端阻尼装置	127

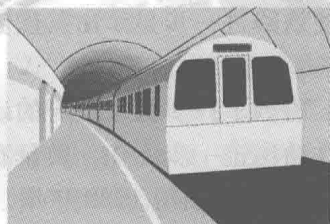


第四章 轨道交通机车	128	四、SDB-80 型地铁车辆转向架	189
第一节 轨道交通机车概述	128	第四节 动车组连接装置	190
一、机车概述	128	一、铰接式车体与转向架间的连接	
二、机车的分类	129	装置	190
三、机车型号	130	二、密接式车钩缓冲装置	191
四、机车轴列式	130	第五节 动车组电力牵引与电力传动	192
第二节 轨道交通机车设备布置	131	一、动车组电力牵引的传动方式	193
一、轨道交通机车设备布置概述	131	二、高速动车组交流传动技术	193
二、HXD ₃ 型电力机车设备布置	132	第六节 动车组制动系统	199
三、DF ₈ 型内燃机车总体布置	136	一、动车组制动系统概述	200
第三节 轨道交通机车转向架	139	二、高速动车组复合制动系统	207
一、轨道交通机车转向架的主要任务和		三、高速动车组制动控制技术	208
技术要求	139	第七节 动车组通信网络与运行控制	
二、HXD ₃ 型电力机车转向架	140	系统	210
三、SS ₇ 型电力机车转向架	143	一、高速动车组通信网络	211
第四节 轨道交通机车驱动机构	146	二、高速动车组运行控制系统	216
一、电传动车对驱动机构的要求	146	第六章 轨道交通车辆造型设计简介 ..	219
二、齿轮传动装置	146	第一节 轨道交通车辆造型美学因素	219
三、牵引电动机的悬挂方式	149	一、轨道交通车辆造型的美学特征	219
第五节 轨道交通机车连接装置	154	二、轨道交通车辆造型设计的美学	
一、轴箱	154	要素	221
二、车体和转向架间的连接装置	156	三、轨道交通车辆造型的美学设计	
第六节 轨道交通机车辅助系统	160	理念	226
一、机车通风冷却系统	160	第二节 轨道交通车辆造型文化因素	228
二、空气管路系统	163	一、轨道交通车辆造型设计的文化性	228
三、机车辅助电源系统	164	二、我国传统文化与轨道交通车辆造型	
四、内燃机车柴油机辅助系统	166	设计	229
第五章 轨道交通动车组	172	第三节 轨道交通车辆造型的人机工程	232
第一节 动车组概述	172	一、人机工程学概述	232
一、动车组分类与模式	172	二、人机工程学与乘坐空间设计	236
二、动车组组成	173	三、人机工程学与驾驶空间设计	242
三、世界典型动车组简介	175	第七章 轨道交通机车车辆曲线通过 ..	248
四、我国引进动车组简介	176	第一节 轨道交通机车车辆几何曲线	
第二节 动车组车体	178	通过	248
一、动车组车体结构设计要求和轻量化		一、便利轨道交通机车车辆几何曲线	
措施	178	通过的措施	248
二、动车组铝合金车体	179	二、轨道交通机车车辆几何曲线通过	
三、引进并合作生产的 CRH ₂ 型动车组的		图示法	250
车体结构	181	三、转向架转心	251
第三节 几种典型动车组转向架	185	四、轨道交通机车车辆几何曲线通过	
一、CRH ₂ 型动车组转向架	185	解法	252
二、CRH ₁ 型动车组转向架	187	第二节 轨道交通机车车辆动力曲线	
三、CRH ₅ 型动车组转向架	188	通过	258





一、曲线超高度与缓和曲线长度	258	第三节 轨道交通机车车辆横向动力学	281
二、动力曲线通过计算	260	一、轮对和转向架的蛇行运动	281
三、改善轨道交通机车车辆动力曲线 通过的措施	267	二、蠕滑机理	284
第八章 轨道交通机车车辆动力学		三、二轴车或二轴转向架横向动力学	285
简介	271	第四节 列车空气动力学	289
第一节 引起车辆振动的原因	271	一、明线（非隧道）上运行的列车	290
第二节 轨道交通机车车辆垂向动力学	272	二、隧道中运行的列车	292
一、具有一系悬挂的无阻尼车轮载荷系统 的振动	272	三、在压力波作用下的舒适度标准	293
二、具有两系悬挂的无阻尼车轮载荷系统 的振动	274	第五节 轨道交通机车车辆动力学分析 工具简介	293
三、轨道交通车辆运行平稳性和车辆振动 对轨道的动作用力	277	一、动力学分析软件的发展背景	293
		二、主要轨道交通车辆动力学分析软件 简介	294
		参考文献	298



第一章

绪 论

第一节 轨道交通发展概况

一、世界轨道交通的发展

自 1825 年英国修建世界上第一条以蒸汽机车牵引的 21km 长的铁路——斯托克顿 (Stockton) 至达林顿 (Darlington) 铁路以来, 已有 190 多年了。16 世纪中叶, 英国兴起了采矿业, 为了将煤炭和矿石运到港口, 便铺了两根平行木材作为轨道, 17 世纪时才逐步将木轨换成角铁形的板轨, 角铁的一边起导向作用, 以防车轮脱轨, 马车则在另一边上行驶。板轨经过多年的不断改进, 逐渐形成今日的钢轨。因为现在的钢轨是从铁轨演变而来的, 所以世界各国都习惯地把它叫作“铁路”。

世界能源资源紧缺和环境恶化的现实, 迫使各国重新认识加快发展铁路的重要性, 铁路以其独特的技术经济特征, 再次进入人们的视野。在高新技术的推动下, 高速铁路技术与货运重载技术快速发展, 使铁路自身所具有的节能、环保、快捷、安全的优势更加突出。按照完成单位运输周转量发生的环境成本测算, 航空、公路客运分别是铁路的 2.3 倍和 3.3 倍, 货运分别是铁路的 15.2 倍和 4.9 倍。同时, 在完成同样运输任务的情况下, 铁路的占地和排放量远远小于其他交通方式。由于铁路具有降耗和减排的显著优势, 许多国家纷纷把发展铁路作为交通产业政策调整的重点。

1964 年, 世界上第一条高速铁路——东海道新干线在日本诞生, 开创了世界铁路的新纪元。高速铁路的诞生和成功, 让世界重新审视铁路的价值, 经过 50 多年的发展, 世界上已有法国、德国、日本、中国、意大利、西班牙等十余个国家拥有了高速铁路, 欧洲国家还计划把各国高速铁路建成泛欧洲铁路网。建设快捷、绿色、节能、安全、方便的高速铁路已经成为世界性的共识。高速铁路的诞生和发展, 极大地改变了人们的时空观念, 提高了铁路在客运市场中的竞争力。它集中反映了各个国家铁路线路结构、列车牵引动力、高速运行控制、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。

货物运输方面, 自 20 世纪 50 年代起, 随着大功率电力机车和内燃机车、大轴重大容量



的货车的使用以及列车无线控制技术的发展,铁路重载运输在一些幅员辽阔的、矿产资源丰富的国家迅速发展,成为世界铁路发展的一个重要趋势。

世界经济的发展以及人们对于能源、环保的理解和要求,使铁路进一步显示出其优势和强大的生命力。

铁路正是由于顺应了当代经济社会可持续发展的内在要求,得到了许多国家政府的政策支持和社会的广泛认同,从而取得了可喜的变化。首先,世界铁路网进一步优化,质量有了新的提高。2005年,世界电气化铁路营业里程达到25万km,比低谷时期的1980年增加了9万km,增长57%。一些国家的铁路复线水平大幅度提高,2005年日本铁路复线里程比1980年增长5倍,加拿大增长3倍,德国增长47%。其次,世界铁路客货运量实现较大回升。客运量增势明显,2005年,世界铁路共同完成旅客发送量约为281亿人,增长13.1%;旅客周转量约完成22808亿人·km,增长63.4%。货运量稳步上升,2005年,世界铁路货运量完成约107亿t,增长7.4%,货运周转量约完成88388亿t·km,增长31.6%。尤其值得关注的是,主要国家客货运量增长明显,如:客运量美国增长19%、日本增长27.2%、法国增长42.5%、英国增长41.8%;货运量美国增长40.3%、印度增长176.1%。最后,高速铁路快速发展。2014年末,全球速度200km/h以上的高速铁路营业里程约15000km,这些线路仅占世界铁路总营业里程的1.5%,却担负着各拥有国铁路较大部分的客运量。例如,法国现有的3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%,承担了一半以上的旅客周转量;德国正在运营的高速线路及速度达200km/h的ICE列车的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;日本现有的4条新干线约占日本铁路(JR)总营业里程的9%,承担了铁路旅客周转量的1/3。

通过对世界铁路发展概况的了解可以看出,世界铁路正处在逐步复兴、加快发展的重要历史时期,铁路对全球经济和人类社会的发展作用不仅没有削弱,而且显示出强大的生命力。

二、我国轨道交通的发展

1. 我国早期的几条铁路

我国铁路的发展和建设起源于帝国主义对我国的侵略,他们为了控制铁路,进而实现瓜分我国的野心,在我国建设了很多的铁路。1876年,英国侵略者在上海修建了中国领土上的第一条铁路,其全长14.5km,轨距为762mm的窄轨轨距,采用13kg/m的钢轨;用一台名为“先导号”的机车牵引,其质量仅为15t,速度为24~32km/h,客货车辆也是小型的。

1881年,为了解决开平矿务局的煤炭运输问题,我国建成第一条自己创办的铁路——唐胥铁路(唐山至胥各庄)。该铁路全长10km,采用15kg/m的钢轨,轨距采用了1435mm的标准轨距,开始时使用骡马推拉车辆,1882年改用“龙号”蒸汽机车牵引。随后,唐胥铁路逐渐发展为现在的京沈铁路。

在同一时期,我国建成的铁路还有1891年完成的从台北向东到基隆港的一段28km多的铁路和1893年完成的从台北向西南至新竹的一段78km的铁路,两段共长107km。这条铁路铺设的钢轨是从英、德两国购买的,每米18kg/m,轨距为1067mm。这条铁路是我国人民自己集资、自己设计并自己施工建成的。



1905年10月修建的京张铁路,南起北京丰台,北至张家口,全长201km,采用1435mm标准轨距,是在我国杰出的爱国工程师詹天佑主持下,全部用我国人民自己的智慧和才能建成的。

2. 资本主义国家直接在我国修建的铁路

19世纪末侵略中国的资本主义国家主要有沙俄、英国、德国、法国和日本等。他们为了掠夺和控制我国,把修建铁路作为争夺的焦点。

- 1) 沙俄占据东北,修建中东铁路。
- 2) 德国占据山东,修建胶济铁路。
- 3) 英国在香港修建铁路。
- 4) 法国在中越边界修建滇越铁路中国段,采用法国轨距,为1m,也称米轨铁路。
- 5) 日本侵占南满铁路和修建台湾铁路。

总之,旧中国铁路具有浓厚的半封建半殖民地的色彩。不仅铁路的分布极不合理、不均衡,而且技术设备落后,主要表现为少、偏、低三大特点。

3. 新中国轨道交通的建设

1949~2010年,除修复战争破坏的铁路和对既有线路进行大规模的技术改造外,我国还规划设计了新线的建设。特别是进入21世纪以来,我国铁路建设取得了举世瞩目的发展。截至2010年底全国铁路营业里程9.1万km,铁路复线里程3.7万km,电气化里程4.2万km。2010年全路固定资产总规模为8426.52亿元,其中基本建设投资7074.59亿元;完成新线铺轨7514km,复线铺轨6794.4km,新线投产4908.4km,复线投产3792.4km,电气化投产6029.7km,快速铁路通车里程达1.3万km。

新中国成立后,党和政府十分重视铁路建设。对全国铁路实行统一管理,组建勘测设计和施工专业队伍,建设新线,改造旧线,大力发展铁路。1952年建成通车的成渝铁路全长505km,是我国自行设计、自行施工、使用自产材料修建的第一条千里干线,结束了四川人民40多年没有正式铁路的历史。1958年修建了宝成铁路,全长668.2km。1961年将宝凤段建成了电气化铁路,由此拉开了我国电气化铁路建设的序幕。

1958年建成的包兰铁路东起包头,西到甘肃兰州—全长989.78km。兰新铁路(兰州—阿拉山口),全长2363km,成为我国通往哈萨克斯坦、俄罗斯等国的主要干线。阿拉山口站为换轨和货物换装站,建有跨度30m、面积达6663m²的货物换装库,是亚洲最大的换装站。“东方快车”直通独联体和欧洲,并办理国际集装箱联运。

成昆铁路(成都—昆明)建成于1970年,全长1000km,是我国在艰险山区建成的第一条超过1000km的重要干线。它起自成都,穿大小凉山,跨大渡河、金沙江,抵达昆明。

1987年,在我国南北铁路大动脉的京广线上修建了长14.295km的大瑶山隧道,是当时国内最长的复线铁路隧道,居世界双线铁路隧道的第10位。大瑶山隧道的建成,结束了我国不能修建10km以上长大隧道的历史,标志着我国隧道建设技术达到了世界先进水平。

1989年在我国铁路网中赋有铁路心脏之称的郑州北站,建成了亚洲最大的铁路综合自动化编组站。它使我国铁路编组站现代化技术迈进了世界先进行列。

1996年,建成了纵贯我国南北的京九铁路。京九铁路(北起北京,南至深圳,经广九铁路与香港九龙相连)沿线行经京、津、冀、鲁、豫、皖、鄂、赣、粤9省市,正线全长2397.5km,另加天津至霸州、麻城至武汉联络线155.7km,共计长2553.2km。



进入 21 世纪以后,我国铁路建设进入了黄金机遇期,铁路现代化建设事业发展更为显著,取得了世人瞩目的辉煌成就。

(1) 粤海铁路——我国第一条跨海铁路通道 2003 年,由广东省境内的湛江市,经雷州、徐闻至海安南站,纵贯雷州半岛,在海安南站通过火车轮渡跨越琼州海峡,正式开上了海南岛。

(2) 青藏铁路——世界一流高原铁路 青藏铁路自青海省省会西宁至西藏自治区首府拉萨,全长 1956km,分两期修建。一期工程由西宁至格尔木,长 814km,已于 1984 年建成通车。2001 年 6 月 29 日,我国西部大开发的标志性工程——青藏铁路二期工程由格尔木至拉萨段开工建设,全长 1142km,其中包括 32km 的格尔木至南山口段既有线改造,新建铁路 1110km,于 2005 年 12 月 12 日全线铺通,经过客货列车运营试验,最终于 2006 年 7 月 1 日全线开通运营。青藏铁路是我国人民凭借自己的力量,在有“世界屋脊”之称的青藏高原,面对多年冻土、高寒缺氧、生态脆弱三大世界难题取得重要突破,建成的世界上海拔最高、线路最长的高原铁路,成为与首都相连,并能与世界接轨的钢铁大动脉,是世界铁路建设史上最宏伟的工程,开创了西藏交通史上一个新纪元。

(3) 高速轨道交通建设 第一条客运专线—秦沈客运专线建成后,根据经济社会发展的需要,我国已规划修建“四纵四横”等客运专线以及城际客运系统。秦沈客运专线于 2003 年投入运营,这是由我国自行研究、设计和施工的客运专线铁路,为我国大规模建设快速铁路以及在北京至上海间修建速度 350km/h 的高速铁路,积累了宝贵的数据资料和经验。

北京至天津的城际铁路,全长 120km,共设北京南站、亦庄站、永乐站、武清站、天津站 5 座车站,在 2008 年北京奥运会开幕前运营通车。京津间形成“半小时经济圈”,对于北京、天津两市的一体化进程,以及环渤海地区经济社会的快速、协调发展,发挥了十分重要的推动作用。

京津城际铁路是我国高速铁路的示范性工程,是铁路高新技术的协调集成。京津城际铁路在建设中研制了速度为 350km/h 的高速动车组;集成创新了 CTCS-3D 列车运行控制系统;采用了满足速度为 350km/h 运行的轻量化的简单链形悬挂接触网系统;采用了具有自主知识产权的 CRTS II 型板式无砟轨道技术;自主设计开发了高速铁路客运服务系统;研制了高速综合检测列车等。它是我国第一条全新意义上的高速铁路,也是我国铁路全面进入高速时代的里程碑。

继京津城际高速铁路建成之后,2010 年 7 月,在我国上海举办世界博览会之际,上海至南京的沪宁城际高速铁路正式开通运营,线路全长 300km。

2011 年 6 月 30 日,京沪高速铁路正式通车。京沪高速铁路是我国《中长期铁路网规划》中投资规模大、技术水平高的一项工程,是新中国成立以来一次建设里程长、投资大、标准高的高速铁路。它全长 1318km,纵贯北京、天津、上海三大直辖市和冀、鲁、皖、苏四省,连接环渤海和长江三角洲两大经济区;总投资约 2209 亿元,设 23 个车站。基础设施设计速度为 380km/h,目前运营速度降低为 300km/h。2015 年 1 月,京沪高铁公司的消息显示,2014 年京沪高铁运送旅客超过 1 亿人次,比上年同期增长 27%,实现利润约 12 亿元。

来自中国铁路总公司的最新数据显示,至 2015 年我国铁路通车里程已达到 12.3 万 km,其中高速铁路达 1.8 万 km 左右,包括时速 200~250km 的高速铁路 1.13 万 km,时速 300~350km 的高速铁路 0.67 万 km,基本覆盖我国 50 万以上人口的城市。



第二节 轨道交通的种类

一、按速度划分

根据列车的最高运行速度的不同,轨道交通可以划分为低速、快速、高速和超高速等类型。

1. 低速轨道交通

列车最高运行速度小于等于 120km/h 的称为低速轨道交通,也称普速铁路或常速铁路。这种轨道交通大部分为客货混线运输。目前世界上的绝大多数轨道交通属于这种形式。我国 I 级铁路原本最高设计速度为 120km/h ,即在铁路提速以前(20 世纪 90 年代之前),我国的铁路均属于低速轨道交通的范畴。

根据《铁路主要技术政策》的划分:

低速轨道交通一般包括特别繁忙干线、繁忙干线、干线、支线及城际铁路。

(1) **特别繁忙干线** 在国家重要的交通运输大通道担当客货运输主力,在路网中起极重要的骨干作用,且客货行车量达到或超过 100 对的线路称为特别繁忙干线。

(2) **繁忙干线** 连接经济发达地区或经济大区,在路网中起重要的骨干作用,且客货行车量单线达到或超过 30 对和双线达到或超过 60 对的线路称为繁忙干线。

(3) **干线** 连接大中城市,在路网中起骨干作用,且客货行车量超过 15 对的线路称为干线。

(4) **支线** 连接中小城市,在路网中起辅助、联络作用,或为地区经济交通运输服务,或客货行车量不超过 15 对的线路称为支线。

(5) **城际铁路** 长度在 500km 以下。客货运输繁忙、相邻两大城市间的铁路称为城际铁路。

2. 快速轨道交通

列车最高运行速度在 $120 \sim 200\text{km/h}$ 的铁路称为快速轨道交通,其中以客运为主的轨道列车的最高运行速度不低于 160km/h 。快速轨道交通有时也称中速轨道交通。我国铁路大提速的速度目标值大部分都是由低速轨道交通的速度范围提高到快速轨道交通的速度范围。目前我国的主要干线铁路已由低速轨道交通升级为快速轨道交通。未来的铁路大提速将在更大范围内将低速轨道交通改造为快速轨道交通。

我国曾经将列车最高运行速度在 $160 \sim 200\text{km/h}$ 的铁路称为准高速铁路,如广深铁路曾经被称为广深准高速铁路。但原铁道部 2000 年颁布的《铁路主要技术政策》已将准高速铁路归为快速轨道交通。

3. 高速轨道交通

一般将列车最高运行速度在 $200 \sim 350\text{km/h}$ 的铁路称为高速铁路或高速轨道交通。关于高速铁路的最低速度值,目前国际上没有统一的标准。日本 1970 年在《全国新干线铁路整备法》中规定:在主要区间能以 200km/h 以上速度运行的干线铁路为新干线(即高速铁路)。在西欧,新建铁路的列车最高运行速度达到 $250 \sim 300\text{km/h}$,既有线达到 200km/h 的铁路称为高速铁路。联合国欧洲经济委员会 1985 年规定:新建客运专线列车最高运行速度



达到 300km/h、客货混运达到 250km/h 的铁路称为高速铁路。1986 年国际铁路联盟秘书长勃莱认为,列车最高运行速度至少达到 200km/h 的铁路才能称为高速铁路。目前国际上一般认为列车最高运行速度达到 200km/h 及以上的铁路才能称为高速铁路。我国《铁路主要技术政策》中规定,列车最高运行速度大于 200km/h 的铁路称为高速铁路。

世界上的第一条高速铁路是日本的东海道新干线,于 1964 年 10 月建成通车。

低速、快速、高速轨道交通有一个共同的特点:列车依靠轮轨接触方式驱动,即列车车轮紧贴着钢轨运行,钢轨为车辆提供支承、牵引及导向三大功能。

4. 超高速轨道交通

为了与轮轨接触的高速轨道交通相区别,我们建议将列车最高运行速度超过 350km/h 的铁路称为超高速铁路或超高速轨道交通。

目前一般认为轮轨接触型铁路的实用最高速度为 350km/h 左右,故欲使列车达到更高的运行速度,难以依靠传统的轮轨接触方式,而要依靠其他的牵引方式来降低列车运行阻力,尤其是轮轨摩擦阻力。为此国际上曾研制过气垫列车、磁悬浮列车等新型的铁路运输工具,但目前比较成熟的超高速铁路技术仍然为磁悬浮铁路技术。

磁悬浮铁路目前分为低速、中速、高速、超高速磁悬浮几种类型,列车最高运行速度超过 350km/h 的磁悬浮铁路称为超高速磁悬浮铁路。目前中美两国正在准备研制磁悬浮飞机,其最高运行速度为 500km/h。这种磁悬浮飞机也应该归入超高速磁悬浮铁路。

二、按所有权划分

按照铁路的所有权划分,铁路可分为以下几类。

1. 国家铁路

国家铁路是指由国务院铁路主管部门管理的铁路,简称国铁。国务院铁路主管部门就是指中国铁路总公司(原铁道部),管理是指对国家铁路的行政管理。由于国家铁路的性质十分重要,因此对国家铁路的管理不仅仅是行政管理,而且国家还要求铁路总公司对国家铁路实行高度集中、统一指挥的运输管理体制,也就是把国家铁路的一部分业务管理权交给国务院铁路主管部门。

截至 2014 年年底,我国铁路营业里程已达到 11.2 万 km,拥有各种机车 2.11 万台,铁路客车 6.06 万辆,货车 71.01 万辆,承担着全国 54.6% 的货物运输量和 36.3% 的旅客运输量。

2. 地方铁路

地方铁路是指由地方人民政府管理的铁路。地方铁路与国家铁路相比,所不同的是管理主体的变化,一个是国务院铁路主管部门,一个是地方人民政府;前者是代表国家,代表的是中央人民政府的总体经济利益,后者虽然也是国家的一个部分,但代表的是地方本地区的经济利益。

地方铁路主要是由地方自行投资修建或者与其他铁路部门联合投资修建,担负地方公共旅客、货物短途运输任务的铁路。我国地方铁路是在新中国成立以后不断发展起来的,目前营业里程达 0.4 万 km。

地方铁路的经营管理方式大体上分为三种类型。第一种是自营性质,即在省、自治区、直辖市人民政府直接管辖下,设置专门机构。如河南省设有地方铁路运输总公司,系一级职



能机构,负责全省的地方铁路的规划、建设和日常工作,其下设铁路分局,直接指挥运输生产。目前河南省在全国地方铁路中是比较发达的一个省份,已成为河南省交通运输中一支重要的力量。也有的省在交通厅设置地方铁路管理机构,管理本省的地方铁路。如湖南省的地方铁路管理局、辽宁省的地方铁路管理处,这些局或者处都是交通厅下边的一个职能机构,重大问题都需要经交通厅审核后由省政府决定。第二种是自建联营,以标准轨距为主,地方铁路和国家铁路联合经营。如四川省青白江至灌县铁路,即青白线,于1984年由四川省地方铁路管理局与成都铁路局达成了联合经营的协议,成立四川省地方铁路公司,实行自负盈亏、独立核算。山西省神池至河曲铁路,即神河线,由地方与北京铁路局联合经营,其效果也很好。第三种是地方建路,委托国家铁路下属邻近的铁路局代管。广东省、广西壮族自治区属于这种类型。在国家铁路总局下属铁路局设立地方铁路处,负责领导地方铁路的日常运输生产工作,财务上,政府的财政办理结算,铁路局只管运输生产活动。

地方铁路从无到有,目前已发展成为我国地方运输事业中的一支重要的运输力量,在地方经济发展中起着重要的、积极的作用。

3. 合资铁路

合资建设铁路,是在我国改革开放后出现的新事物。对于我国铁路建设和管理,建立适应市场经济的新体制,是一种有益的探索。

“七五”期间,是合资铁路探索起步阶段。在改革开放方针指引下,国民经济持续快速增长,铁路成为制约国民经济和社会发展的“瓶颈”。一些省、市、自治区政府为发展经济,修建铁路的愿望十分迫切,这是合资铁路建设的良好机遇。20世纪80年代初期,在南方铁路建设中,广西壮族自治区政府与铁道部共同探索了合作途径,出现了合资建路的雏形。“七五”末期,在三茂铁路建设中,广东省政府与铁道部合作,组建了三茂铁路公司,共同出资建成了我国第一条中央与地方合资的铁路。

“八五”期间,是合资铁路快速发展阶段。1991年,国家计委、铁道部在广东省联合召开了全国合资铁路工作会议,肯定了合资铁路发展的方向。1992年,国务院对合资铁路建设提出了“统筹规划、条块结合、分层负责、联合建设”的方针,并颁发了《关于发展中央和地方合资建设铁路意见的通知》,明确指出:“修建合资铁路是对传统的建设和管理体制一大突破,是深化铁路改革的一条新路”“国家对合资铁路实行特殊运价,并给予其他必要的优惠政策”。这有力地推进了合资铁路的发展。这一时期,先后有达成、广大、广梅汕、邯济、合九、石长、横南、金温等13个合资铁路项目开工建设,并建成了我国最长的合资铁路——集通铁路,连接亚欧第二条铁路大陆桥的重要组成部分的北疆铁路以及连接海南岛的粤海铁路。

截至2013年年底,全国合资铁路总里程达3.2万km。合资铁路打破了多年来我国铁路建设投资主体单一的局面,调动了中央和地方两方面积极性,拓宽了筹资渠道,铁路建设初步形成了投资主体多元化的格局。

4. 专用铁路

专用铁路是指由企业或者其他单位管理,专为本企业或者本单位内部提供运输服务的铁路。专用铁路的概念也是从管理权限和管理主体上来划分的。一般来说,专用铁路大都是大中型企业自己投资修建,自备机车车辆,用来为完成企业自身的运输任务的铁路。也有一些



军工企业、森林管理部门为运输生产需要修建了一些专用铁路。截至 2013 年年底,我国共有专用铁路 25000 多 km,其中工矿铁路 13000 多 km,森林铁路有 9000 多 km,其他专用铁路 3000km。

在我国大型企业中,拥有专用铁路线路比较多,其下设有工务段、机务段、电务段、车辆段、大修段和车站。

森林铁路共有 34 条,主要分布在黑龙江省、吉林省和内蒙古自治区等林业产地。各地林业局下设森林铁路管理处,负责森林铁路的日常事务工作。森林铁路一般都采用 762mm 窄轨轨距,钢轨类型为 15~24kg/m。森林铁路不仅为林业企业运输生产服务,而且也要为林区人民的生活服务,森林铁路兼顾公共客货运输,是林区人民的重要的交通工具。

专用铁路在企业或者有关单位的内部运输生产方面起着重要的积极作用,是我国铁路运输网的一个组成部分,同时也是整个交通运输网的一个组成部分。因此加强对专用铁路的管理,是国家的一项重要任务。在过去的几十年里,我国专用铁路的管理取得了一定的成绩,也存在不少问题,尤其是运输安全管理确实到了需要依法管理的地步。特别是兼办公共客货运输营业的专用铁路,其运输生产活动必须遵守铁路运输企业的有关规定,要依法经营,依法管理,依法维护本单位的合法权益和铁路运输安全。

5. 专用线

铁路专用线是指由企业或者其他单位管理的与国家铁路或者其他铁路部门线路接轨的岔线。铁路专用线与专用铁路都是企业或者其他单位修建的主要为本企业内部运输服务的铁路。两者所不同的是,专用铁路一般都自备动力,自备运输工具,在内部形成运输生产的一套系统的运输组织,而铁路专用线则仅仅是一条线,其长度一般不超过 30km,其运输动力使用的是与其相接轨的铁路的动力。

铁路专用线也是铁路运输网的组成部分。目前铁路运输的大宗物资大多数是在铁路专用线装车。有的铁路专用线还开展共用,吸引铁路专用线周围的运量,既起到货物集散的作用,又起到了货物的蓄水池的作用;既利于国家,又利于企事业单位。如截至 2012 年年底,北京铁路局管内已开展使用的铁路专用线为 1600 多条,总长度为 2200 多 km,80% 的货物都在铁路专用线上装卸。铁路专用线的管理方式为“谁投资谁管理”,即如果投资单位为冷库,则管理单位就为冷库。

铁路专用线的修建虽然是为解决企业或者单位内部的运输需要而修建的,但是其本身也是国家铁路网的一个组成部分。

第三节 我国轨道交通发展目标和规划

经济发展和社会进步为铁路发展提供了良好的机遇,同时铁路也将面临严峻的挑战。随着我国经济持续、快速、健康增长,促使客货运输需求总量快速增加,这要求铁路有足够的与之相适应的运输能力。铁路在运输效率、能源消耗以及环境污染等方面的优势为世界公认,应在实施国家可持续发展战略中发挥重要作用。

2008 年 10 月经国务院审议通过了《中长期铁路网调整规划》(简称《调整规划》),提出了我国铁路至 2020 年的发展规划。



一、发展目标

铁路网要扩大规模、改善结构、提高质量、快速扩充运输能力、迅速提高装备水平。到2020年,全国铁路营运里程达到12万km以上,复线率和电气化率分别达到50%和60%以上,主要繁忙干线实现客货分线,基本形成布局合理、结构清晰、衔接顺畅的铁路网络,运输能力满足国民经济和社会发展需要,主要技术装备达到或接近国际先进水平。

二、规划原则

1) 贯彻国家总体发展战略,统筹考虑经济布局、人口和资源分布、国土开发、对外开放、国防建设、经济安全和社会稳定的要求,并体现主题功能区规划明确的促进区域协调均衡发展的方向。

2) 根据国家综合交通发展总体要求、线网布局、枢纽建设与其他交通运输方式优化、衔接和协调发展,提高组合效率和整体优势。

3) 增加路网密度,扩大路网覆盖面,繁忙干线实现客货分线,经济发达的人口稠密地区发展城际快速客运系统。

4) 加强各大经济区之间的连接,协调点线能力,使客货流主要通道畅通无阻。

5) 节约和集约利用土地,充分利用既有资源,保护生态环境。

三、规划方案

规划方案要在路网总规模扩大的同时,突出客运专线、区际干线和煤运系统的建设,提高路网质量、扩大运输能力,形成功能完善、点线协调的客货运输网络。

1. 建设客运专线

为满足快速增长的旅客运输要求,建立省会城市及大中城市间的快速客运通道,规划建设客运专线1.6万km以上。客运速度目标值达到200km/h及以上。要建设“四纵四横”8条客运专线及3个经济发达和人口稠密地区的城际客运系统,形成一个以北京、上海、广州、武汉、成都、西安为中心的快速客运网络,使这6个中心城市与全国主要城市的旅行时间大大缩短。

(1) “四纵”客运专线

- 1) 北京—上海客运专线,贯通京津至长江三角洲东部沿海经济发达地区。
- 2) 北京—武汉—广州—深圳客运专线,连接华北和华南地区。
- 3) 北京—沈阳—哈尔滨(大连)客运专线,连接东北和关内地区。
- 4) 上海—杭州—福州—深圳客运专线,连接长江、珠江三角洲和东南沿海地区。

(2) “四横”客运专线

- 1) 徐州—郑州—兰州客运专线,连接西北和华东地区。
- 2) 杭州—南昌—长沙—贵阳—昆明客运专线,连接西南、华中和华东地区。
- 3) 青岛—石家庄—太原客运专线,连接华北和华东地区。
- 4) 南京—武汉—重庆—成都客运专线,连接西南和华东地区。

(3) 三个城市客运系统

- 1) 环渤海地区:以北京、天津为中心,围绕北京—天津主轴进行建设,形成重要城镇



的城际客运铁路网络。

2) 长江三角洲地区: 以上海、南京、杭州为中心, 建成连接沪宁杭周边重要城镇的城际客运铁路网络。

3) 珠江三角洲地区: 以广深、广珠两条客运专线为主轴, 辐射广州、深圳、珠海等9个大中城市, 构建包括港澳在内的城市一小时经济圈。

2. 完善路网布局和西部开发性新线规划建设

《规划》提出, 在2020年以前, 以扩大西部地区路网规模为主, 规划建设新线约4.1万 km, 形成西部铁路网骨架, 完善中东部铁路网结构, 提高对地区经济发展的适应能力。

3. 加强路网既有线技术改造

加强既有路网技术改造和枢纽建设, 包括增建二线, 以提高既有路网通过能力。《规划》中既有线增建线路1.9万 km, 既有线电气化改造2.5万 km。

第四节 我国轨道交通机车车辆发展现状

一、我国机车车辆发展历程

我国轨道交通机车车辆工业的发展, 大体经历三个阶段。

1. 通过仿制起步, 培育开发能力, 闯过产业发展的幼稚期

新中国成立前, 我国没有一辆自己制造的机车, 少数工厂只能承担维修任务。新中国成立后, 我国从仿造国外机车着手, 1952年制造出第一台蒸汽机车, 1958年开始制造内燃机车和电力机车。通过仿制, 培养了我国自己的技术力量, 建立了自己的机车车辆制造业。20世纪60年代末, 国产内燃、电力机车已经批量生产并投入运营, 机车车辆工业成功地渡过了产业发展的幼稚期。

2. 引进吸收, 自主创新, 渡过产业发展的成长期

伴随着我国改革开放, 轨道交通机车车辆工业进入了成长期。20世纪70年代, 在引进、消化国外产品的基础上加强自主开发, 研制了东风4型、韶山3型等第二代内燃、电力机车。进入20世纪80年代, 铁路抓住扩大开放的机遇, 利用技贸结合的方式引进国外机车产品, 通过消化吸收, 自主创新, 在内燃机车的柴油机、电力机车的控制技术、半导体技术等核心技术领域取得了突破, 大幅度提高了国产电力、内燃机车的技术水平和工艺水平。我国自行研制的东风5、东风6、东风7、东风8型大功率内燃机车和韶山4、韶山6、韶山7型电力机车, 以及应用新型转向架、制动机、车钩、缓冲器的客车和货车, 技术含量不断提高, 制造工艺日趋成熟, 为铁路扩能、重载, 提供了急需的技术装备。90年代初, 为了支持铁路运输业应对日趋激烈的竞争形势, 机车车辆工业着手研制提速机车车辆, 取得了重大突破。与此同时, 铁路机车车辆工厂通过密集投资, 引进和自行研制了先进的工艺装备及生产线, 进行了大规模的技术改造, 制造工艺和开发能力上了一个新台阶。

3. 适应铁路发展需要, 全面提升产业技术水平, 进入产业发展的成熟期

20世纪90年代中期, 我国已经形成了具有很强开发制造能力的机车车辆工业体系。机车车辆工业在研制生产满足重载需要的机车车辆后, 又相继开发成功东风4D、东风11、韶山8、韶山9等准高速机车和25型提速客车, 适应了提速的需要。1994年底, 广深准高速