



高等学校教材

TIEDAO GONGCHENG
铁道工程

西南交通大学 郝瀛 主编

铁
道
工
程

The background of the cover is a collage of blue-toned images related to railways. The top left shows a curved railway track with overhead power lines. The bottom left features a large, traditional Chinese-style building, likely a railway station or university building, with a modern train in the foreground. The right side shows a perspective view of multiple railway tracks receding into the distance under a clear sky.

中国铁道出版社

高等学校教材

铁 道 工 程

西南交通大学 郝 瀛 主编
北方交通大学 曾学贵 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 0 年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是根据教学改革的需要,在原教材《铁路轨道》《路基》《铁路选线设计》的基础上改编的。

全书共分十八章。第一至六章为铁路轨道部分,主要介绍轨道结构、轨道几何形位、轨道结构力学分析、道岔、无缝线路和轨道维护及管理;第七至十一章为路基部分,主要介绍路基构造、路基基床、路基稳定分析、挡土墙设计和特殊路段路基;第十二至十八章为选线设计部分,主要介绍铁路能力、线路平纵断面设计、铁路定线、方案比选、车站设计和既有线改建与第二线设计,同时还介绍了适应铁路发展方向的高速铁路和重载运输等内容。

本书为铁路高等院校土木工程专业大学本科教材,也可供有关工程技术人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁道工程/郝瀛主编. -北京:中国铁道出版社,2000 高等学校教材

ISBN 7-113-03632-5

I. 铁… II. 郝… III. 铁道工程-高等学校-教材 IV. U21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 77038 号

书 名:铁道工程

作 者:郝 瀛

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑:刘桂华

封面设计:李艳阳

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:30.75 字数:776 千

版 本:2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~5000 册

书 号:ISBN 7-113-03632-5/U·994

定 价:38.10 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

本书是根据国家教改发展趋势和社会需求而改编的。经原国家教委审批,定为国家级重点教材。按照土木工程大类培养目标的要求,将原铁路轨道、路基、选线设计进行整合,重新编写为一本新教材——铁道工程。

为适应新的教学计划,压缩教材篇幅,适当合并、删节了原轨道、路基与选线设计三门课程之间少量交叉和重复的内容,兼顾了各章论述的系统性和完整性。书中重点阐明铁路工程的基本原理、基本知识和基本技能,以满足工程技术人员工作的需要;书中还扼要介绍了科技发展的新技术、新理论,以启迪学生的思路;结合我国铁路发展动向,书中还编入了客运提速、重载运输和高速铁路的基础知识。书中第一章至第六章为轨道部分,第七章至第十一章为路基部分,第十二章至第十八章为选线设计部分;在使用本教材时,可根据各院校教学计划安排情况,选用有关内容。

本书由西南交通大学郝瀛主编,孙国瑛、蔡英、马炜担任副主编,分别负责轨道、路基、选线三部分内容的统筹协调工作;北方交通大学曾学贵主审,陈岳源、周锡九、魏庆朝协助审阅轨道、路基、选线三部分内容。

参加编写的有西南交通大学:郝瀛(绪论,第十三、十八章,第十七章第三节);孙国瑛(第一、五章);王平(第四章);刘学毅(第六章);蔡英(第七、八章);刘昌清(第十章,第十一章第二节);罗强(第十一章第一、三节);马炜(第十二章第一、二、四、五节,第十五章,第十七章第一、二节);王齐荣(第十二章第三节);长沙铁道学院:周小林、陈秀方(第二章);詹振炎(第十四章);兰州铁道学院:段固敏(第三章);梁波(第九章,第十一章第四节);石家庄铁道学院:陈进杰(第十六章)。

本书参考、选用了已出版的铁路高校铁道工程专业编写的教材部分内容,并且得到各铁路高校铁道工程专业老师们的大力协助。在此,致以衷心的感谢。

编 者

一九九九年九月十五日

1999/9/15

目 录

绪 论	1
第一章 轨道结构	10
第一节 概 述	10
第二节 钢 轨	10
第三节 轨 枕	20
第四节 联结零件	28
第五节 道 床	34
第六节 板式轨道	39
第七节 轨道结构的合理配套	41
第二章 轨道几何形位	46
第一节 概 述	46
第二节 机车车辆走行部分的构造	46
第三节 直线轨道的几何形位	48
第四节 曲线轨距加宽	52
第五节 曲线轨道外轨超高	55
第六节 缓和曲线	59
第三章 轨道结构力学分析	66
第一节 概 述	66
第二节 轨道结构竖向受力的静力计算	67
第三节 轨道强度计算的有限单元法	72
第四节 轨道动力响应的准静态计算	74
第五节 轨道部件强度检算	77
第六节 钢轨接头受力分析	81
第七节 轨道结构横向受力分析	84
第八节 车辆的脱轨条件	89
第四章 道 岔	92
第一节 道岔的功用及类型	92
第二节 单开道岔的构造	93
第三节 单开道岔的几何尺寸	100
第四节 单开道岔的总布置图	104
第五节 过岔速度和提高过岔速度的措施	110
第五章 无缝线路	118
第一节 概 述	118
第二节 无缝线路纵向受力分析	119

第三节	无缝线路稳定性分析·····	126
第四节	普通无缝线路设计·····	137
第五节	桥上无缝线路·····	139
第六节	超长无缝线路·····	146
第六章	轨道维护及管理 ·····	152
第一节	轨道检测·····	152
第二节	线路维修及管理·····	154
第三节	线路大修及管理·····	158
第四节	缩短轨及曲线整正计算·····	161
第七章	路基构造 ·····	170
第一节	路基工程的组成及特点·····	170
第二节	路基横断面·····	171
第三节	路基排水·····	177
第八章	路基基床 ·····	179
第一节	路基的荷载·····	179
第二节	基床的动力特性·····	186
第三节	路基基床结构·····	188
第四节	基床病害及整治·····	192
第九章	路基的稳定分析 ·····	195
第一节	路基边坡稳定性分析·····	195
第二节	路堤·····	202
第三节	路堑·····	209
第十章	挡土墙设计 ·····	212
第一节	挡土墙的作用、分类与构造·····	212
第二节	挡土墙设计中的土压力计算·····	215
第三节	重力式挡土墙检算·····	225
第四节	轻型支挡结构·····	234
第十一章	特殊路段路基 ·····	242
第一节	软土地区路基·····	242
第二节	滑坡地段路基·····	252
第三节	膨胀土地区路基·····	261
第四节	其它特殊地区路基·····	269
第十二章	铁路能力 ·····	286
第一节	铁路运量·····	286
第二节	列车牵引质量及其限制条件·····	289
第三节	运行速度与运行时分·····	307
第四节	铁路通过能力与输送能力·····	315
第五节	铁路等级与主要技术标准·····	319
第十三章	线路平面和纵断面设计 ·····	327
第一节	概 述·····	327

第二节	区间线路平面设计	328
第三节	区间线路纵断面设计	340
第四节	桥涵、隧道、路基地段的平纵断面设计	359
第五节	站坪的平面和纵断面设计	361
第十四章	铁路定线	365
第一节	选线设计	365
第二节	定线的基本方法	371
第三节	主要自然条件下的定线原则	377
第四节	桥涵、隧道及道口地段的定线问题	383
第五节	平面、纵断面的机助设计	387
第六节	环境保护	392
第十五章	方案技术经济比较	394
第一节	概 述	394
第二节	经济比较的基础数据	395
第三节	方案的经济比较方法	401
第四节	方案的技术经济比较	402
第十六章	车站设计概要	404
第一节	会让站和越行站	404
第二节	中间站	406
第三节	区段站	418
第四节	编组站	421
第五节	枢 纽	423
第十七章	既有线改建与第二线设计	425
第一节	既有线能力加强	425
第二节	第二线设计	442
第三节	客运提速	455
第十八章	高速铁路与重载运输	464
第一节	世界高速铁路的发展动态	464
第二节	京沪高速铁路	472
第三节	重载运输	478
主要参考文献		484

绪 论

一、世界铁路的由来和发展

世界铁路已有 170 多年的历史,它的发展过程大体上可划分为四个阶段。

(一)初建时期

世界铁路的产生和发展是与科学技术进步和大规模的商品生产分不开的。1804 年英国人特雷维西克试制了第一台行驶于轨道上的蒸汽机车,1825 年英国在大林顿到斯托克顿之间修建了世界上第一条铁路,长 21 km。以后,欧、美比较发达的资本主义国家竞相仿效,法国(1828 年)、美国(1830 年)、德国(1835 年)、比利时(1835 年)、俄国(1837 年)、意大利(1839 年)等国纷纷修建铁路;到 19 世纪 50 年代初期,亚、非、拉地区也开始出现了铁路,如印度(1853 年)、埃及(1854 年)、巴西(1854 年)、日本(1872 年)等国。自 1825 年开始到 1860 年间,世界铁路已修建了 105 000 km。

(二)筑路高潮时期

在资本主义国家,铁路是资本家赚钱牟利的工具,形成盲目修建、剧烈竞争的局面。自 1870 年到 1913 年第一次世界大战前,铁路发展最快,每年平均修建 20 000 km 以上;主要资本主义国家,大部分投资用于修建铁路,大量钢材用于轧制钢轨,如美国从 1881 年到 1890 年的十年间,每年平均建成 10 000 km 铁路,1887 年一年就建成 20 619 km 铁路,当年钢产量仅 339.2 万 t。世界铁路营业里程到 1870 年为 21.0 万 km,1880 年为 37.2 万 km,1890 年为 61.7 万 km,1900 年为 79.0 万 km,1913 年为 110.4 万 km;铁路的绝大部分集中在英、美、德、法、俄五国。19 世纪末叶,帝国主义为了掠夺和侵略落后国家,开始在殖民地半殖民地国家修建铁路。

(三)停滞不前时期

第一次世界大战后到第二次世界大战前的二十多年间,主要资本主义国家的铁路基本停止发展。而殖民地、半殖民地、独立国、半独立国的铁路则发展较快,到 1940 年世界铁路营业里程达到 135.6 万 km。

第二次世界大战中,西欧各国的铁路受到战争破坏,直至 1955 年前后才恢复旧貌。战后,公路和航空运输发展较快,主要资本主义国家的铁路与公路、航空的竞争更为剧烈,铁路客货运量的比重日益减少,很多铁路无利可图、亏损严重。不少国家不得不将铁路收归国有,美、英、德、法、意等国继续封闭并拆除铁路。如美国的铁路营业里程自 1916 年的 40.8 万 km,到 1980 年为 31.8 万 km,缩短了 9 万 km;英国铁路的营业里程自 1929 年的 3.28 万 km,到 1980 年为 1.77 万 km,缩短了 1.51 万 km,相当于减少 46% 的营业里程;法国铁路的营业里程自 1937 年的 6.48 万 km,到 1980 年为 3.39 万 km,缩短了 3.09 万 km,相当于减少 47% 的营业里程。

自 20 世纪 30 年代到 60 年代初,一方面资本主义世界的铁路营业里程有所萎缩,另一方面亚、非、拉与部分欧洲国家的铁路营业里程有所增长,所以世界铁路营业里程基本保持在

130 万 km 左右。

(四)现代化时期

20 世纪 60 年代末期,世界铁路的发展又开始复苏。特别是 70 年代中期世界石油产生危机后,因为铁路能源消耗较飞机、汽车低,噪声污染小,运输能力大,安全可靠,作为陆上运输的骨干地位被重新确认;很多国家都确定以电力牵引为铁路发展方向。近 30 年的期间内,先进技术广泛采用,如牵引动力的改革,集装箱和驮背运输的发展,通信信号的改进,轨道结构的加强,以及管理自动化的迅速发展。更值得注意的是高速铁路方兴未艾,重载运输日新月异。

1964 年日本建成东京到大阪的东海道高速铁路新干线,实现了与航空竞争的预期目的,客运量逐年增加,利润逐年提高。对亏损严重的资本主义国家铁路,提供了一种解脱困境可资借鉴的出路。于是自 60 年代末,很多资金充裕、科技先进的国家,纷纷兴建新线和改建旧线,以实现 250~300 km 的最高时速。

传统的粘着铁路只能达到 450 km 左右的时速;要实现更高的速度需要采用磁浮技术。日本和德国的磁浮铁路技术比较先进,日本计划在东京至大阪间修建时速为 500 km 的超导磁浮铁路,德国计划于柏林至汉堡间修建时速为 450 km 以上的常导磁浮铁路。我国西南交通大学已于 90 年代研制出载人的常导磁浮车,1998 年与四川省合作计划在都江堰青城山下修建 2.0 km 长的常导磁浮线。

铁路的重载列车近十几年发展甚快,牵引吨数都在 6 000 t 以上,有的超过 10 000 t。美国、加拿大、澳大利亚等国,采用同型车辆固定编组,循环运转于装卸点之间,称为单元重载列车。原苏联除积极发展重载列车外,还大量开行两列甚至三列合并运行的组合列车,在不需普遍延长站线的情况下,提高铁路的输送能力。

到 90 年代末,世界铁路营业里程已达到 140 多万 km,美洲占 42.6% 以上,欧洲占 33.8% 以上,亚洲占 13.8%,非洲和大洋洲约占 9.8%。

据 1995 年统计,铁路营业里程最长的五个国家是:美国(I 级铁路)20.1 万 km,俄罗斯 8.6 万 km,加拿大 7.3 万 km,印度(国营铁路)6.3 万 km,中国国营铁路 5.46 万 km(不包括大陆地方铁路 5 034 km,香港特区地方铁路 35 km,台湾省地方铁路 1 108 km)。

二、我国铁路建设概况

(一)旧中国铁路的特点

19 世纪后期,帝国主义国家开始对我国进行经济、政治、军事侵略。1865 年英国商人杜兰德在北京宣武门外修建了窄轨铁路约 0.5 km 试行小火车,清政府以“见者骇怪”为理由,命令拆除;1876 年英国怡和洋行在上海至吴淞之间修建了 15 km 轨距为 762 mm 的窄轨铁路,清政府又出银 28.5 万两将路赎回拆除。

直到 1880 年,清政府才同意英商在唐山至胥各庄(今丰南)之间修建一段 9 km 的铁路,以运送唐山开滦煤矿的煤,但只允许用骡马牵引。这段铁路 1881 年竣工,轨距为 1 435 mm,以后广泛采用,成为我国铁路的标准轨距。1882 年改用机车牵引,这台机车是由旧锅炉改制而成,时速 32 km,可牵引 100 多吨,是我国制造的第一台蒸汽机车。

自 1840 年到 1900 年,帝国主义国家接连发动侵华战争,迫使清政府割地赔款,订立种种不平等条约,在我国划分势力范围,夺取筑路特权。于是在 1900 年前后,形成了帝国主义掠夺中国的“筑路高潮”。如帝俄建的中东铁路,德国建的胶济铁路,比利时建的京汉铁路,英国建的沪宁铁路,日本建的安奉铁路,法国建的滇越铁路。这些用中国劳动人民血汗修建起来的铁

路,却成了帝国主义对我国进行经济掠夺和军事侵略的工具,铁路过处,主权尽失。在全国舆论“保路”“赎路”的压力下,清政府才自行筹款,修建了京张、株萍等少量铁路。到1911年清帝退位时,全国铁路通车里程约7 800 km。

国民党统治时期,先后建成了粤汉路株(洲)韶(关)段、陇海、浙赣、同蒲、江南(南京至芜湖)、淮南(田家庵—裕溪口)等铁路。1931年“九一八”事变后,日本帝国主义侵占东北,为了经济掠夺和军事侵略,先后修建了吉(林)长(春)、四(平)洮(南)、四(平)辑(安)、图(们)佳(木斯)、锦(州)承(德)、叶(柏寿)赤(峰)等铁路。到1937年抗日战争爆发前夕,东北铁路通车里程达8 300km,全国铁路通车里程达19 000 km。

抗日战争时期,铁路员工利用撤退时拆卸的铁路器材,修建了湘桂路的衡(阳)来(宾)段、黔桂路的柳(州)都(匀)段、叙(府)昆(明)路的昆沾(益)段,以及宝(鸡)天(水)线、綦江线(猫儿沱至三江)。抗战末期(1945年),在国民党统治区内勉强通车的铁路只剩下1 409 km了。

旧中国的铁路,自1881年兴建唐胥铁路到1949年全国解放前夕,如果将所有通车的铁路都计算在内,里程为21 800 km(台湾省未计入),在这69年间,平均每年兴建铁路才320 km,发展速度非常缓慢。各个历史时期的营业里程如表0—1所示。

表 0—1 旧中国铁路营业里程

起迄年份	年数	新建铁路营业里程	每年平均筑路里程	营业铁路总里程	备 注
1882~1911	30	7 800	260	7 800	清朝统治期间
1912~1936	25	11 200	448	19 000	军阀混战,国民党统治期间
1937~1945	9	2 700	300	21 800	抗日战争期间
1946~1949	4	0	0	21 800	解放战争期间

注:以上统计数字,未包括台湾省与香港特区的铁路。

旧中国的铁路多为帝国主义修建,为它们的侵略服务,分布极不合理,铁路集中于东北地区与沿海各省,而西北、西南的广大地区,却几乎没有铁路。

旧中国的铁路,设备简陋,标准低。全路的机车车辆,不但数量少,而且破损不堪,机车有120多种型号,全路钢轨竟有130多种类型。粤汉线最小曲线半径仅194 m;沪宁、沪杭线的最短坡道长度仅152 m;浙赣线某些路段无信号设备,未铺设道碴;宝天线绝大部分隧道没有衬砌,坍方断道经常发生。旧中国铁路的凋零残破,千疮百孔,给解放后铁路的恢复和改建造成不少困难。

(二)新中国的铁路建设

1949年新中国成立以后,铁路建设有了很大的发展。在路网建设、线路状况、技术装备和运输效率上,都取得了光辉的成就。

路网建设:在崇山峻岭的西南地区,修建了成渝、宝成、黔桂、川黔、贵昆、成昆、湘黔、襄渝、阳安、来睦(来宾—睦南关)、黎湛、内宜、达成、南昆等干线,构成了大西南的路网骨架。在解放前根本没有铁路的西北地区,建成了天兰、兰新、兰青、青藏(西宁—格尔木)、南疆、包兰、干武、宝中、北疆等干线,加强了大西北与内地的联系。在华北地区,建成了丰沙、京承、京原、京通、通坨、京秦、太焦、邯长、新菏、侯西等干线,以及纵贯南北的京九大干线,首都北京已形成九条干线引入的大型枢纽。在东南沿海,建成了兰烟、兖石、肖甬、鹰厦、外福、皖赣、阜淮、广梅汕、三茂等干线;在华中地区,建成了焦枝、枝柳、汉丹、武大、大沙、合九等干线;在东北地区,修建了沟海、通让等联络线,汤林、牙林、长林、嫩林、林碧等森林线,以及霍林河、伊敏河等煤矿支

线。截止到1996年,建国47年来,我国共建成干、支线120余条,增加营业里程3.5万km;每年平均建成742km的新线,修建速度为解放前的2.3倍。

我国路网情况如图0—1所示。

路网布局已大为改观,解放前满洲里至昆明一线以西几乎没有铁路,目前铁路已延伸到西南、西北的边远地区,京广线西侧的铁路营业里程已占全国铁路的45%左右。

路网骨架已基本形成,南北干道有:哈大、京沈、津沪、京九、京广、太焦—焦枝—枝柳、宝成一成昆、成渝—川黔—黔桂—湘桂(柳州至友谊关)等线;东西干道有:滨洲—滨绥、京秦—京包—包兰、石太—石德—胶济、新焦—新菏—兖石、陇海—兰新、沪杭—浙赣—湘黔—贵昆、广梅汕—三茂等线。

截止到1997年底,国营铁路的营业里程已达57 566 km,其中复线为19 046 km,电气化铁路里程为12 027 km,内燃化铁路里程为30 940 km,分别占营业里程的33.1%、20.9%、53.7%。此外,各省区建成的地方铁路还有5 339 km。

桥梁隧道:解放前天堑长江上没有一座桥梁,目前已建成攀枝花、安边、宜宾、重庆、枝城、武汉、九江、南京等8座铁路长江大桥。解放前黄河上只有郑州、济南两座桥梁,目前自刘家峡至济南段,又建起20余座黄河铁路桥。解放后新建铁路桥梁两万余座,总延长1 600多公里。解放前标准轨距营业线的隧道仅238座,总延长89 km;截止到1996年底,路网(不含台湾省)中共有隧道4 970多座,总延长达2 323 km,居世界之冠。

轨道结构:铺设无缝线路的里程已达24 286 km,占正线里程的31%;钢轨采用60 kg/m以上的线路已占正线的48%;铺设钢筋混凝土轨枕的正线已占铁路线的80%以上。

闭塞方式:半自动闭塞里程为41 175 km,自动闭塞里程为17 344 km;调度集中里程为2 332 km。

线路装备的改善,为提高铁路的输送能力奠定了基础,为行驶大型机车车辆和提高行车速度创造了条件。

机车车辆:刚解放时全路仅有蒸汽机车4 096台。解放后陆续建成了制造蒸汽、内燃和电力机车的工业体系,截止到1997年底,电力机车保有量为2 821台,占机车总数的18.4%;内燃机车保有量为9 583台,占机车总数的62.5%;电力、内燃机车完成的客货总重吨公里已超过总运量的90%。客车保有量为34 346辆;货车保有量为436 488辆,标准轨货车的平均标记载重已达59.4t。

运输效率:随着我国复线、电气化和内燃化水平的提高,铁路运输效率也随之提高,有的技术指标已进入世界先进行列。1997年主要技术指标如下:

主要指标	客运	货运
周转量	3 544 亿人 km	13 046 亿 tkm
平均列车密度	18.5 列/d	37.7 列/d
平均技术速度	62.8 km/h	45.3 km/h
平均旅行速度	53.3 km/h	31.4 km/h
保有车辆年产量	1 031.7 万人 km/辆	298.1 万 tkm/辆
货运机车日产量		94.5 万 tkm/台
货物列车平均牵引质量		2 632 t

(三)我国铁路建设规划

铁路是国民经济的大动脉,在社会主义建设中发挥了重大作用。但是我国铁路的密度仍

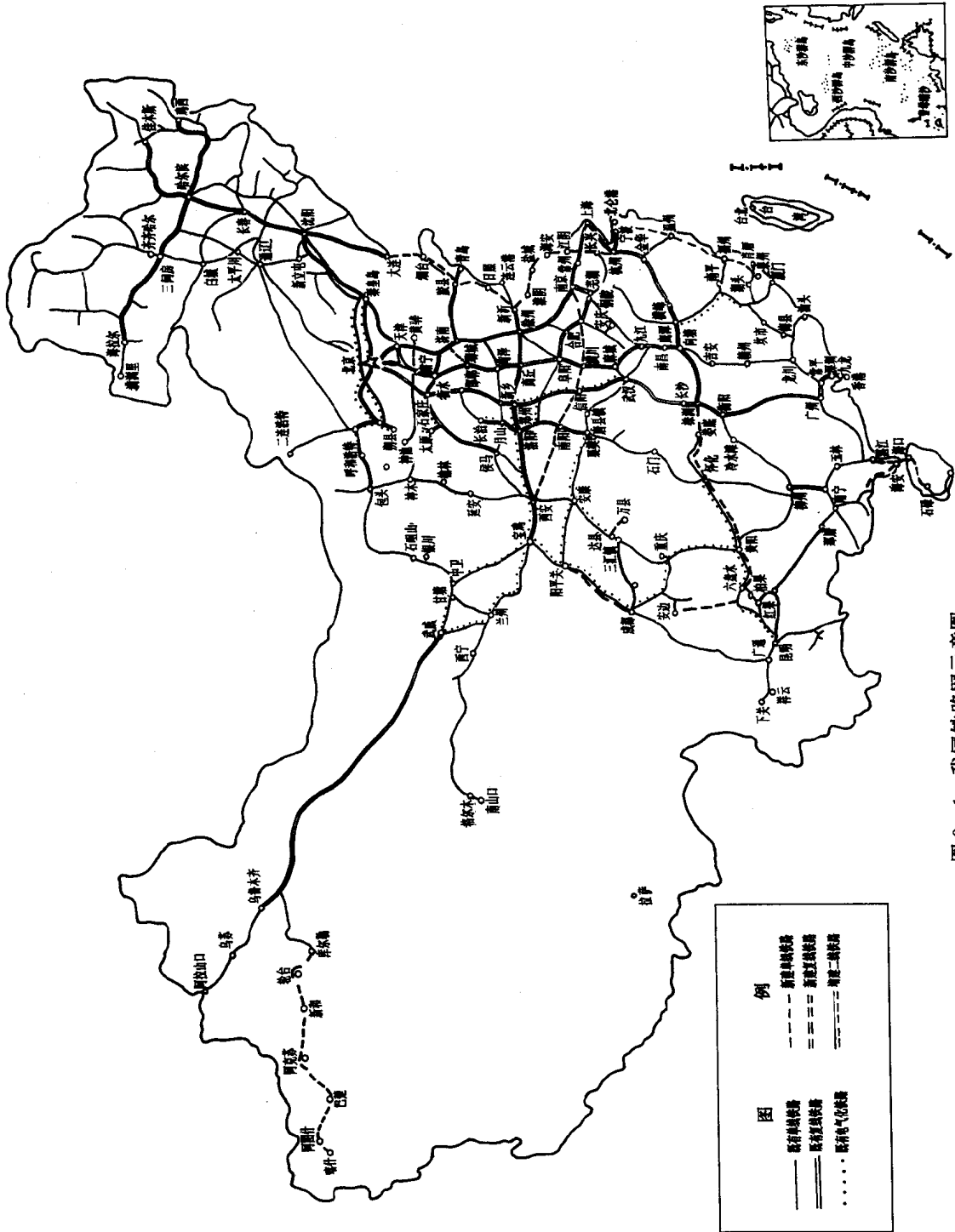


图 0—1 我国铁路网示意图

然较低,按人口计,人均约5.3 cm,在世界各国的排位上,居于100位之后;按国土面积计,每平方公里约6.6 cm,在世界上排在60位之后。为适应国民经济持续稳定、快速增长的需要,铁路应有一个历史性的大发展。

铁路建设要服从和服务于国民经济和社会发展的战略需要;在适应社会主义市场经济体制和扩大对外开放的形势下,要确立超前发展的战略思想;以建立大能力通道作为战略重点,以打通限制口为突破方向;投资重点要向中西部倾斜,打通西南通道,扩展西部路网,促进中西部经济协调发展;要坚持科技兴路的战略方针,满足客运快速和货运重载的需要;要重视前期工作,要讲究经济效益。

最近国家加大了包括铁路在内的基础设施投入,以拉动经济发展,铁路建设形势大好。1998~2002年铁路建设的总体部署是:决战西南,强攻煤运,建设高速,扩展路网,突破七万。初步安排是建成新线5340 km,复线2580 km,既有线电气化线路4400 km以及地方铁路1000 km。铁路建设面临新的高潮,任重道远,前途光明。

三、铁路运输的性质与特点

(一) 铁路运输的性质

铁路运输业是一个独立的、特殊的物质生产部门,是发展国民经济、提高人民物质文化生活水平的重要基础设施。

铁路运输具有物质生产的三个要素:车、机、工、电各部门运输职工的劳动;线路、机车、车辆、通信、信号等劳动资料;作为劳动对象的人或物(旅客或货物)。铁路运输使旅客与货物的场所发生预定的变化,从而具有使用价值。运送旅客可满足人民旅行的需要,运送货物是生产性质的价值增值过程,也是生产过程在流通领域的继续。所以铁路运输是一个独立的物质生产部门。

铁路运输生产的三要素中,人的劳动和劳动资料虽然由铁路支配,但劳动对象即运送的旅客和货物,铁路只是提供服务而不能自由支配,所以铁路运输虽然是一个物质生产部门,但还具有服务的功能。这就决定了铁路运输在各种运输方式的协作配合、合理分工的条件下,要能安全、舒适、快捷地满足运输需求,以适应国民经济的发展。

在社会主义市场经济条件下,铁路还具有企业性质,必须重视投入产出问题,建立竞争机制与营销策略,讲究经济效益,以保证铁路的生存和发展。

(二) 铁路运输的特点

铁路运输的生产过程不改变物质的形态或性质,只改变旅客和货物的场所,属于空间变化,其产品是人和物的位移,用人公里和吨公里来衡量铁路运输的生产量。

工农业生产的产品既可以储存,又可以调拨。而以人公里和吨公里表示的铁路运输生产量,则是在运输生产过程中完成的,它不能作为独立的物体存在于运输过程之外,只能在运输过程中被同时消费。所以,铁路运输的产品是不能在运输过程以外进行储存和调拨的。因之在国民经济发展的总体规划中,铁路建设应当适度超前,避免铁路成为制约因素和瓶颈产业,以保证国民经济持续稳定的发展;同时,在一条铁路的规划设计中,也需要使其能力具有一定储备,以适应铁路经行地区工农业迅猛增长的运输需求。

(三) 铁路运输的生产量

铁路运送旅客的生产量用人公里衡量,称为旅客周转量,按下式计算:

$$\text{旅客周转量} = \sum(\text{旅客人数} \times \text{旅行距离的公里数})$$

铁路运送货物的生产量用吨公里来衡量,称为货物周转量,按下式计算:

$$\text{货物周转量} = \sum(\text{货物吨数} \times \text{货物运距的公里数})$$

为了统计铁路客货运输的综合生产量,习惯上可将每一“人公里”的旅客周转量折算为一个“吨公里”的货物周转量。这样,就可以将旅客周转量和货物周转量直接相加,称为客货周转量或换算周转量,单位为“换算吨公里”。换算周转量可以综合体现铁路完成客货综合生产量的大小。

平均每公里铁路每年运送的旅客人数称为客运密度,平均每公里铁路每年运送的货物吨数称为货运密度,平均每公里铁路每年完成的换算吨数称为运输密度。运输密度是衡量铁路运输效能最重要的指标。

我国建国之初的1949年,全国铁路完成的旅客周转量为130.01亿人 km,货物周转量为184.00亿 tkm,换算周转量为314.01亿换算 t·km。当时的铁路营业里程为21 810 km,客运密度仅59.6万人,货运密度仅84.4万 t,运输密度仅144.0万换算吨。1995年,铁路旅客周转量为3 542.61亿人 km,货物周转量为12 836.01亿 t·km。换算周转量为16 378.61亿换算 t·km(不含补票与行包工作量),为1949年的52.2倍。1995年铁路营业里程为54 616.3 km,客运密度的648.6万人,货运密度为2 350.2万 t,分别为1949年的10.9倍和27.8倍;运输密度达2 998.8万换算吨,为1949年的20.8倍,也就是说1995年每公里铁路的生产量为1949年的20.8倍。

(四)发展交通运输应以铁路为重点

80年代以前,铁路与公路、水运、民航和管道五种运输方式中,铁路基本处于垄断地位,全国的长短途客货运输非铁路莫属。自80年代起,国民经济迅猛发展,交通运输全面紧张;公路和民航发展很快,铁路客运被大量分流;在社会主义市场经济逐步完善的过程中,运输市场的竞争日益显著,铁路的垄断地位已被削弱。

在综合交通运输体系中,五种运输方式应当发挥各自的优势,协调发展,共同为国民经济持续、稳定、快速发展服务。铁路运输能力大,运输成本低,是中长距离客货运输的主力,在地区间物资交流和大宗货物运输中具有明显优势,是我国陆上运输的骨干。公路运输机动灵活,在广大城乡集散客货的面上运输中非公路莫属,是短途运输的主力。水运投资省、运力大、成本低、能耗少,沿海和内河水运应当充分利用。管道运输投资省、运力大、建设周期短,占地极少,是输送油、气的最佳运输方式。航空运输速度快、运达快,但能耗大、成本高、运力有限,主要担负中长途高级客流和贵重货物的快速运送任务。

交通运输是国民经济的基础设施,制约着国民经济发展的规模和速度。发展综合运输体系要符合我国的国情民情,要以铁路为重点。因为:

1. 我国疆域辽阔,人口众多,且处于小康水平,中长距离的出行,需要运力大、运费低的铁路运输。

2. 我国东部工业发达,中西部资源丰富,形成了北煤南运、西煤东运、南粮北调、西棉东调等大宗货物长距离运输的格局,只有铁路才能承担这样繁重的运输任务。

3. 我国还处于社会主义初级阶段和工业化前期,决定了运输物品多为煤炭、矿产品、原材料和粗加工的大宗货物,量大而价低,为了减少销售成本中的运费支出,必将选择运费低廉,安全可靠的铁路运输。

四、铁路的基本建设

(一) 铁路设计工作的演进

我国铁路兴建之初,管理权为外人把持,设计工作也为外人包办。那时,铁路的规划要符合帝国主义的侵略政策,铁路的设计要满足资本家投资少获利多的要求。因此,造成我国旧有铁路标准低劣,能力很小,互不配合的落后局面。

中国人民是勤劳智慧的人民,在铁路修建的实践中,也涌现出许多有成就的中国铁路工程师;1905年至1909年勘测设计京张铁路并领导施工的詹天佑,就是一个杰出的代表。京张铁路由北京丰台经西直门至张家口,翻越燕山山脉,工程非常艰巨。詹天佑选定了一条经南口进入关沟,穿居庸关,越八达岭,过康庄、沙城、宣化而到达张家口的路线,走向顺直、节省造价,是当时情况下的最佳决策。铁路由南口至康庄的关沟段,地形困难纵坡陡峻。詹天佑创造性地采用了2-8+8-2型双节蒸汽机车与33‰的最大坡度,并引进国外的自动车钩车辆;利用青龙桥车站设计了人字型展线,减少了工程数量,缩短了越岭隧道长度,使工程造价大大降低;在长达1 091 m的八达岭隧道施工中,开挖两个竖井,在怀来河大桥的架梁中预先就地拼装,加快了施工进度。克服了资金不足,材料机具缺乏,技术工人不足等困难,使这条铁路比原计划提前两年建成,工程费结余白银28万两;詹天佑坚持在京张铁路采用1 435 mm的轨距,并建议作为全国的标准轨距是很有远见的;詹天佑还编定了“京张铁路标准图”和“行车、养路、机车、电报”等规则共33章,可谓是我国最早的设计规范与管理规程。

辛亥革命后,我国的铁路工程师勘测设计了不少铁路,其中粤汉路株(洲)韶(关)段的选线和浙赣路钱塘江大桥的修建,誉满中外。

新中国成立以后,我国铁路勘测设计工作面貌一新,铁道部成立了专门的勘测设计总队,以后逐步发展为地区性和专业性的设计院,铁路勘测设计的实践和理论,都有了长足的进展。为了统一全路的设计标准,提高勘测设计质量,铁道部颁布并多次修订了铁路设计规范,编制了一系列指导勘测设计的基本文件,建立了各个设计阶段鉴定审批的工作程序。在有关规定中和勘测设计的实践中,体现了总体设计思想,并制定了总体设计负责人和专业负责人的岗位责任制,强调勘测中要重视地质情况和水文条件,明确了设计铁路要根据国家运输要求,有的放矢地设计铁路能力。设计方案的选定,要经过技术经济比较。航空勘测、遥感技术和电算程序已在勘测设计中广泛采用。这些措施,有力地推动了设计质量的提高。

在线路设计方面,无论是山区铁路、电气化、内燃化铁路,还是高速重载铁路,以及既有线改建和第二线设计,都积累了丰富的经验,取得了长足进步。对高填深挖、风沙、冻土、软土、盐渍土、膨胀土的路基设计,以及轻型挡墙、抗滑桩等支挡建筑物的设计方面,都取得了突破和创新。在对新型混凝土轨枕、整体道床、焊接长钢轨、可动心轨道岔以及钢轨扣件等轨道结构条件的改善方面,都取得了可喜的成就。铁道工程设计技术已创立了我国自己的特色。

(二) 铁路基本建设程序

1998年铁道部制定了新的《铁路基本建设工程设计程序改革实施方案》,将铁路建设项目的前期工作划分为预可行研究和可行性研究两个阶段。将铁路设计调整为初步设计和施工图两个阶段,并计划加强铁路建成后的后评估工作。

1. 预可行性研究。在预可行性研究中,要从宏观上论证项目的必要性,为项目建议书提供必要的基础资料。工作内容包括:研究建设项目在路网中的意义和作用,邻接铁路的能力制约及加强措施,设计线的客货运量调查、远期预测及设计能力,对地区国民经济发展的意义,外

部协作条件及相关工程;线路走向,接轨方案,主要技术标准的初步意见;建设年限,投资估算,资金筹措设想与经济评价;环保评价。

2. 可行性研究。为了提高投资与效益的估算精度,决定将现行初测和初步设计的部分工作,特别是线路、地质工作提前到可行性研究阶段进行。工作内容包括:线路方案、建设规模、主要技术标准、主要设计原则、主要设备制式、类型和概数、主要工程数量、主要材料概数、用地及拆迁概数、建设工期、投资估算,资金筹措方案及外资使用方案建议、财务评价和国民经济评价。文件组成增加了环保与节能章节。

3. 初步设计。工作深度要求达到现行技术设计水平,应解决各类工程的设计方案和技术问题、工程数量、主要设备数量、主要材料数量,用地拆迁数量、施工组织设计及概算。文件经审查批准后,作为控制建设项目总规模和总投资的依据。

4. 施工图。工作深度与现行施工图阶段相同,应详细说明施工具体事项和要求。

5. 工程施工和设备安装。

6. 验交投产,正式运营。

7. 后评估。在铁路运营若干年后,由建设单位会同有关部门对立项决策、设计质量、施工质量、技术经济指标、投资和经济效益等进行后评估,以总结经验提高决策水平。

第一章 轨道结构

第一节 概 述

轨道是铁路的主要技术装备之一,是行车的基础。轨道是由钢轨、轨枕、道床、道岔、联结零件及防爬设备组成。它的作用是引导机车车辆运行,直接承受由车轮传来的荷载,并把它传布给路基或桥隧建筑物。轨道必须坚固稳定,并具有正确的几何形位,以确保机车车辆的安全运行。

钢轨是轨道的主要部件,用于引导机车车辆行驶,并将所承受的荷载传布于轨枕、道床及路基。同时,为车轮的滚动提供阻力最小的接触面。

轨枕是轨道结构的重要部件,一般横向铺设在钢轨下的道床上,承受来自钢轨的压力,使之传布于道床。同时利用扣件有效地保持两股钢轨的相对位置。轨枕主要有木枕和混凝土枕两类。

联结零件是联结钢轨或联结钢轨和轨枕的部件。前者称接头联结零件,后者称中间联结零件(或扣件)。其作用是有效地保证钢轨与钢轨或钢轨与轨枕间的可靠联结,尽可能地保持钢轨的连续性与整体性。阻止钢轨相对于轨枕的纵横向移动,确保轨距正常,并在机车车辆的动力作用下,充分发挥缓冲减振性能,延缓线路残余变形的积累。

防爬设备能有效地防止钢轨与轨枕之间发生纵向的相对移动,制止钢轨爬行。

道床是轨枕的基础,在其上以规定的间隔布置一定数量的轨枕,用以增加轨道的弹性和纵、横移动的阻力,并便于排水和校正轨道的平面和纵断面。主要材料有碎石和筛选卵石等。

道岔是机车车辆从一股轨道转入或越过另一股轨道时必不可少的线路设备,在铁路站场布置中应用极为广泛。它是轨道结构的重要组成部分。

第二节 钢 轨

一、钢轨的功能及基本要求

(一)钢轨的功能及类型

钢轨是铁路轨道的主要组成部件。它的功用在于引导机车车辆的车轮前进,承受车轮的巨大压力,并传递到轨枕上。钢轨必须为车轮提供连续、平顺和阻力最小的滚动表面。在电气化铁道或自动闭塞区段,钢轨还可兼做轨道电路之用。

钢轨的工作条件十分复杂。车轮施加于钢轨上的作用力,其大小、方向和位置都具有很大的随机性。这些都和机车车辆与轨道的相互作用有关。除轮载外,气候及其他因素对钢轨受力也有影响,例如,轨温的变化可以使钢轨内部产生很大的温度力,特别是无缝线路上。