



高职高专土木工程专业新编系列教材

线路设计

张全良 主编

中国铁道出版社

高职高专土木工程专业新编系列教材

线 路 设 计

张全良 主 编

中 国 铁 道 出 版 社

2006年·北京

内 容 简 介

本书内容分为两部分:第一部分为铁路勘测设计,第二部分为公路勘测设计。第一至五章主要叙述了铁路选线的基本理论,包括铁路能力、线路平纵断面设计、中间站、既有线改造与第二线设计。第六章讲述了公路平纵断面设计的基本知识。

本书为高职高专土木工程专业教学用书,也可供中等职业学校相关专业及现场技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

线路设计/张全良主编. —北京:中国铁道出版社,2006.7

(高职高专土木工程专业新编系列教材)

ISBN 7-113-07072-8

I. 线... II. 张... III. 铁路线路—设计—高等学校:技术学校—教材
IV. U212.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 063971 号

书 名: 铁路设计

作 者: 张全良 主编

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)

策划编辑: 李丽娟

责任编辑: 李丽娟

印 刷: 北京市彩桥印刷有限责任公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10.75 字数: 263 千

版 本: 2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 7-113-07072-8/TU·837

定 价: 16.50 元

版权所有 侵权必究

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。

编辑部电话 (010) 51873135 发行部电话 (010) 63545969



本教材是根据铁道部颁布的建筑工程专业课程教学计划和大纲而编写的,内容包括铁路平、纵断面设计;铁路选线;公路平、纵断面设计的基本知识。

本教材内容分为两部分,第一章至第五章为铁路设计部分,主要叙述了铁路选线的基本理论,从注重铁道工程专业实际需要和后续课程设置考虑,与以往教材相比,本书铁路设计部分除针对《铁路线路设计规范》(GB 50090—99)进行部分内容的修改外,还增加了《新建时速 200 公里客货共线铁路设计暂行规定》(铁建函 2003—439 号)的有关内容;第六章为公路勘测设计部分,是根据《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)的规定编写的。根据需要本书还编写了部分算例,并且在每章后附有复习题。

本教材由天津铁道职业技术学院张全良任主编。第一章和第四章由张全良编写;第二章由天津铁道职业技术学院贾玉福编写;第三章由天津铁道职业技术学院王慧林编写;第五章由天津铁道职业技术学院柏明利编写;第六章由天津铁道职业技术学院冯思归编写。在本书的编写过程中,铁道部建筑工程专业教学指导委员会、天津铁道职业技术学院的有关领导和老师给予了大力帮助和支持。

在使用本教材过程中,如发现有不妥之处,请提出宝贵意见。

编 者

2006 年 1 月



第一章 铁路线路设计概述	1
第一节 铁路建设及发展.....	1
第二节 铁路基本建设程序和勘测设计任务.....	5
第三节 铁路等级及主要技术标准.....	6
习题与思考题	10
第二章 铁路能力	11
第一节 概 述	11
第二节 列车上的各种作用力	11
第三节 牵引质量计算及检查	19
第四节 单位合力曲线图及其应用	22
第五节 铁路通过能力和输送能力	25
习题与思考题	29
第三章 线路平面和纵断面设计	30
第一节 概 述	30
第二节 区间线路平面设计	30
第三节 区间线路纵断面设计	37
第四节 桥、隧、路基、车站、道口地段平纵面设计要求	46
第五节 铁路定线的基本原则	52
第六节 铁路定线的基本方法	57
第七节 线路平面图和详细纵断面图	61
第八节 计算机辅助设计简介	65
习题与思考题	67
第四章 中 站	69
第一节 中间站客货运设备	69
第二节 中间站布置	71
第三节 中间站平面计算	79
习题与思考题	84
第五章 既有线改造与第二线设计	86
第一节 既有铁路能力加强的措施	86

第二节 既有线改建设计	91
第三节 既有线提速	107
第四节 第二线设计	112
习题与思考题	121
第六章 公路勘测设计	122
第一节 公路设计主要技术标准	123
第二节 公路勘测设计的任务、阶段和依据	126
第三节 公路平面设计	128
第四节 纵断面设计	140
第五节 横断面设计	148
第六节 公路交叉设计	150
习题与思考题	163
参考文献	164

第一章 铁路线路设计概述

第一节 铁路建设及发展

一、世界铁路发展综述

世界铁路已有 170 多年的历史。纵观世界铁路的产生和发展是与科学技术的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。自 1825 年开始到 1860 年间,世界铁路已修建 105 000 km。在随后的四十几年(1870~1913)中,世界铁路得到迅猛的发展,每年平均修建 20 000 km 以上。截止到 1913 年,世界铁路营业里程达到 110.4 万 km。

进入 20 世纪以后,汽车、航空、水运和管道运输迅速发展,汽车的短途客货运输量逐渐超过了铁路运输量。尤其是高速公路网的形成,不仅吸引了大量的中短途旅客,而且大型集装箱的运输能快捷方便的达到目的地。各国铁路客货运输量呈逐年下降趋势,尤其是发达国家出现了大幅度下降,连年经营亏损。到了 20 世纪 50 年代,在发达国家铁路运输业成了夕阳产业。直到 1964 年 10 月,日本建成世界第一条现代化高速铁路——东海新干线,运营速度为 210~230 km/h。这条高速线吸引了东京至大阪 90% 的乘客,取得了举世瞩目的成就。由此,铁路运输尤其高速铁路运输引起世界各国的高度重视。

近 20 年来,一些经济技术发达国家相继修建了高速铁路。日本继东海新干线后,又建成山阳、上越、东北等新干线,总长度达 1 835 km。目前,日本高速列车客运量为世界之最,2000 年客运周转量为 712 亿人·km。1983 年法国开通第一条现代化高速铁路——巴黎东南新干线,最大运营速度为 270 km/h,1989 年建成大西洋干线,最高运营速度 300 km/h。法国现已建成高速铁路 1 281 km,高速列车 TGV 运行速度为 350 km/h,最高试验速度为 515.3 km/h;德国从 1985 年开始研究 ICE 高速列车,1991 年投入运营,已有高速铁路 700 多 km,ICE 高速列车最高运行速度达 330 km/h。1991 年瑞典开通了 X2000 摆式列车,1992 年,西班牙引进法、德两国的技术建成了 471 km 长的马德里至塞维利亚高速铁路。1994 年英吉利海峡隧道把法国与英国连接在一起,开创了第一条高速铁路国际连接线。1997 年,从巴黎开出的“欧洲之星”又将法国、比利时、荷兰和德国连接在一起,很快对该区间的航空运输形成了强大的竞争力。2001 年开通巴黎至马赛 740 km 的 TGV 高速线,旅行时间只要 3 h。穿越法意边界的阿尔卑斯山长达 52.7 km 的隧道,已于 2002 年 5 月开工,预计 2012 年建成开通,到时阿尔卑斯山就不再成为发展欧洲高速铁路网的障碍。在西欧国家,目前初步形成了高速铁路网,到 2000 年,欧洲高速客运量已接近日本的水平。到 2010 年,西欧铁路将超过 6 000 km,到 2020 年增加到 10 000 km。目前世界 20 多个经济技术发达国家正在修建和筹建高速铁路线总共 46 条,总长约 8 000 km。世界铁路运输业又进入了新的高峰发展时期。

高速铁路速度目标值一直在提高。20 世纪 60 年代到 80 年代初,列车速度由 210 km/h

提高到 250 km/h 以上,80 年代中期到 90 年代末,列车速度由 250 km/h 提高到 300 km/h。到现在为止,国际上高速列车和线路运行速度达到 350 km/h 已是成熟的技术。许多国家即将修建的高速铁路大多瞄准这个目标值。

世界铁路运输另一个发展方向是——货物重载。在高速客运取得成功不久,世界许多国家发展铁路重载运输技术。20 世纪 70 年代,美国、加拿大和墨西哥三国进行了大规模路网合理化改造和建设,完成一体化进程,同时开始发展以提高轴重、加大列车编组数量为特征的重载技术。通过开行了重载单元列车提高运输能力,降低了运输成本,提高了生产效率。从 1980 年到 1999 年,重载运输成本降低了 65%,铁路货运在全部货运市场占有份额从 37.5% 增加到 40.3%,2000 年增加到 41%,事故率降低了 64%,目前北美一级重载铁路货运已达到历史上货运收入最高水平 81 亿美元。1973 年澳大利亚采用了重载运输技术后,劳动生产率逐年提高,成本逐年下降。2000 年,澳大利亚 BHP 矿山公司年利润达 500 亿澳元。2001 年 6 月,BHP 公司开行了总重达 99 734 t 的重载列车,用 8 台机车牵引 682 辆运煤敞车,全长达 7 300 m,创造了重载列车世界之最。其他国家,如瑞典、巴西、挪威、俄罗斯和印度在重载铁路技术研究和应用方面也取得快速进展。由于铁路采用了重载运输技术取得了良好的效益,也充分说明了铁路重载运输在经济建设中所发挥的作用。在 21 世纪,北美、澳大利亚重载铁路的轴重普遍采用 33 t,甚至 35 t。美国正在试验 39 t 轴重的可行性。

目前,城市轨道交通已成为缓解世界许多国家大中城市交通拥挤堵塞状况的另一个有效措施。城市市郊快速铁道、地下铁道、轻轨交通、单轨交通等促进了城市向多中心发展,使城市的功能变得更加完善,商贸旅游变得更加活跃,有效地降低了城市污染和噪声。从英国伦敦建成第一条地下铁道以来,现在世界上已有 44 个国家和地区,115 个城市修建了地下铁道,总运营线路 6 000 多公里。

从世界铁路发展来看,以先进技术为依托,不断提高列车运行速度,是发展铁路的共同选择。世界铁路的发展历程,从根本上说就是不断提高运输速度的创新历程。以高速技术为支撑的高速铁路,列车运行速度实现了历史性的跨越,带来了铁路产业的复兴。

二、我国铁路建设与发展

(一)旧中国铁路的特点

中国铁路建设起步较晚。1881 年,由清政府主持修建的唐山至胥各庄铁路,全长 9.7 km,采用 1 435 mm 的轨距,成为中国的第一条标准轨距铁路。

自 1840 年到 1900 年,帝国主义国家接连发动侵华战争,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。1825 年,清政府自行筹款,修建了京张铁路。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)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)等铁路。

至 1949 年新中国成立前,旧中国只有 2.2 万 km 的铁路,其中由中国自己修建的铁路不足 40%,而且近一半由于战争破坏而处于瘫痪状态,能通车的只有 1 万多 km。中华人民共和国成立后,中央人民政府铁道部统一管理全国铁路的运输生产、基本建设和机车车辆工业。1949 年一年共抢修、恢复了 8 278 km 铁路。到 1949 年底,全国铁路营业里程共达 21 810 km。

(二) 新中国铁路建设

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、技术设备和运输效率上,都取得了光辉的成就。

在西南地区,修建了成渝、宝成、黔桂、川黔、贵昆、成昆、湘黔、襄渝、达成、南昆、内昆等干线,构成了大西南的路网骨架。在西北地区,建成了天兰、兰新、兰青、青藏、南疆、包兰、宝中等干线,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、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、鹰厦、皖赣、阜淮、广梅汕等干线。在华中地区,建成了焦枝、枝柳、汉丹、武大、大沙等干线;在东北地区,修建了哈大、秦沈客运专线等。至 2005 年,我国铁路营运里程达到 7.5 万 km,如图 1-1 所示。

20 世纪中后期,世界各国相继建成的高速铁路,最高时速都在 300 km 以上。在许多国家,越来越多的旅客把乘坐舒适、便捷的高速列车作为出行的首选。可以说,提高速度使人们的生活质量不断提升,提高速度使世界铁路焕发了勃勃生机,提高速度使铁路发展进入了一个崭新阶段。跨入 90 年代后,我国铁路进入快速发展时期。1992 年,我国第一条重载铁路大同至秦皇岛全线建成通车,全长 653 km,单机牵引 6 000 t,双机牵引 1 万 t。到 2010 年,大秦线源端地区煤的外运输量达 2 亿 t/年。1994 年我国建成第一条深广准高速铁路,列车运营速度为 160 km/h,开行摆式列车最高时速达 200 km/h。2003 年秦沈高速客运专用线建成,设计运营速度 200~220 km/h。

1997 年 4 月 1 日,低速行驶了几十年的中国铁路列车第一次普遍提速。京哈、京广、京沪三大干线开行的快速列车,最高时速达 140 km,货车最高时速达 80 km;1998 年 10 月 1 日,我国铁路进行第二次大面积提速,京哈、京广、京沪线最高时速达到 140 至 160 km,全路旅客列车平均旅行时速达到 55.16 km;2000 年 10 月 21 日,我国铁路进行第三次大提速,集中在陇海、兰新线,以及京九线和浙赣线上。提速后旅客特快列车时速达 140 km 以上,全国旅客列车平均时速提高 25.4%。这次提速后,我国铁路构成了京哈、京广、京沪、京九线纵向提速通道,陇海(兰新)、浙赣线横向提速通道的“四纵两横”提速网络,提速线路总里程近 1 万 km,覆盖全国铁路主要干线;2001 年 11 月 21 日,我国铁路进行第四次提速,提速范围主要是京九线、武昌—成都(汉丹、襄渝、达成)、京广线南段、浙赣线和哈大线;提速里程再次增长,线路允许速度超过时速 120 km 的线路延长达 13 166 km,其中时速 140 km 的线路延长达 9 779 km,时速 160 km 的线路延长达 1 104 km。2004 年 4 月 18 日,中国铁路进行了第五次大面积提速。第五次提速使中国铁路的生产布局调整、机车运用机制发生了新变化。全中国铁路机务交路的调整,以六大干线为重点,绝大部分由局范围内的实施扩充为跨局实施。

(三) 中长期铁路网规划

中长期铁路网规划,明确了我国铁路网中长期建设目标和任务,描绘了铁路网至 2020 年的宏伟蓝图。到 2020 年,全国铁路营业里程达到 10 万 km,主要繁忙干线实现客货分线,复线率和电化率均达到 50%,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。

为实现 2020 年铁路网发展目标,提出了在路网总规模扩大的同时,突出繁忙干线实现客货分线,人口稠密地区发展城际客运系统,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。

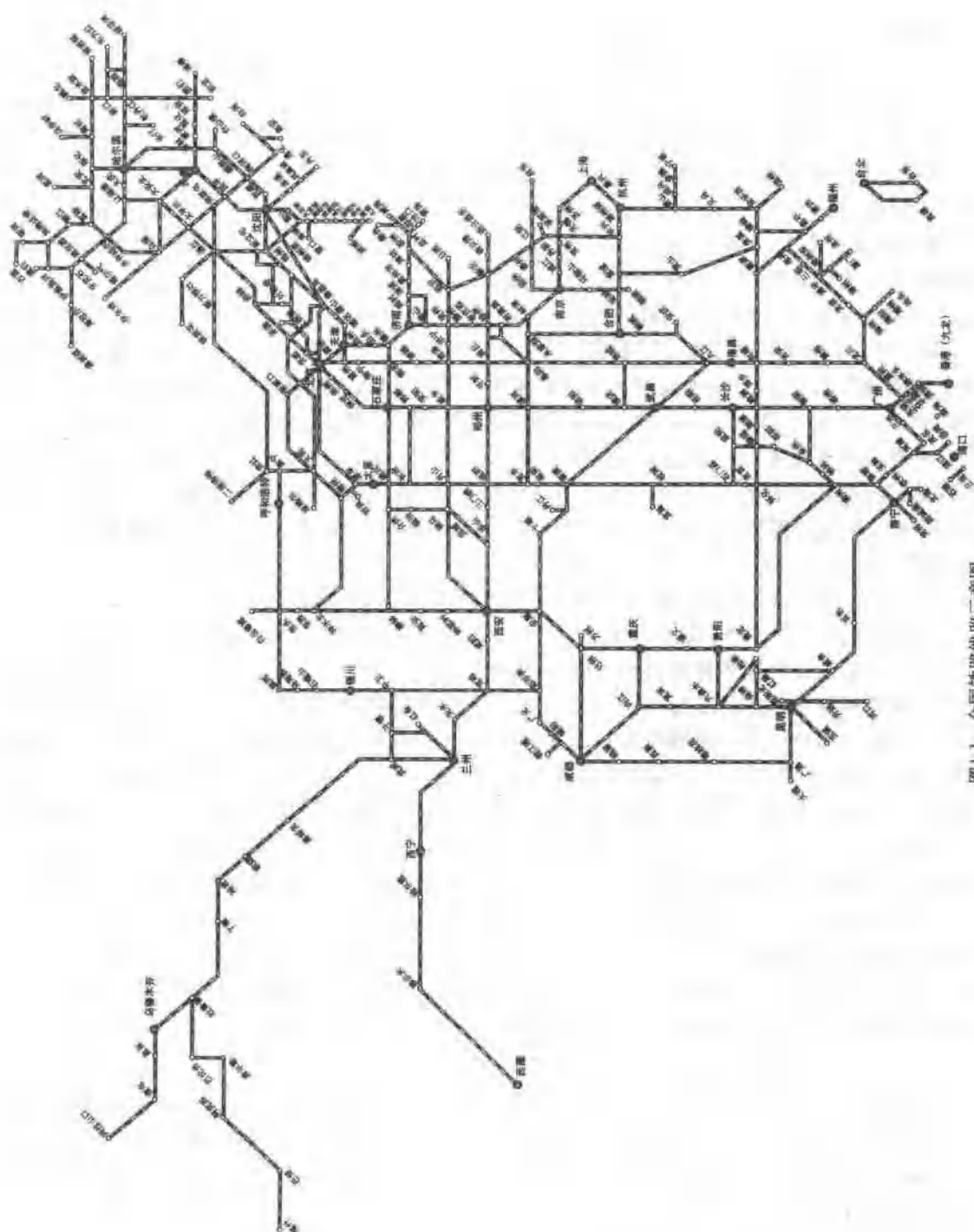


图1-1 全国铁路线路示意图

为满足快速增长的旅客运输需求,建立省会城市及大中城市间的快速客运通道,以及环渤海地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区三个城际快速客运系统。建设客运专线 1.2 万 km 以上。

完善路网布局和西部开发性新线。以扩大西部路网规模为主,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。规划建设新线约 1.6 万 km。形成西北、西南进出境国际铁路通道,西北至华北新通道,西北至西南新通道,新疆至青海、西藏的便捷通道。完善西部地区和东中部铁路网络。

加强既有路网技术改造和枢纽建设,提高路网既有通道能力。规划既有线增建二线 1.3 万 km,既有线电气化 1.6 万 km。

与此同时,铁道部还将加大既有线改造力度。加快推进大秦线扩能改造,实现 2 亿 t 的输送目标。加快胶济电化、徐郑电化、浙赣电化、武九线扩能改造、兰武复线等项目建设,如期高质量完成技改任务。抓紧满洲里、绥芬河、二连浩特等口岸站扩能改造收尾工程,为口岸运输“大进大出”创造条件。抓好第一批集装箱中心站和双层集装箱运输通道建设。随着铁路跨越式发展理念的提出,中国新一轮的铁路建设高潮拉开了序幕。

第二节 铁路基本建设程序和勘测设计任务

一、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设计两个阶段,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,与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作;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,环保评价等。

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。

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. 施工图设计

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. 后期评估

在铁路经营若干年后,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。

二、铁路勘测设计的任务

铁路勘测设计是一项涉及面很广的系统工程。勘测是指对设计线综合地进行经济调查和技术调查,收集设计线所需的一切资料。包括经济资料,如设计线在路网中的地位 and 作用、客货运量、车站装卸量等;技术资料,如地形、地质、水文、给水水源和建筑材料产地等。其主要内容如下:

1. 根据国家政治、经济、国防的需要,结合经行地区的自然条件、资源分布、工农业发展等情况,规划线路的基本走向,选定线路的主要技术标准。

2. 根据沿线的地形、地质、水文等自然条件和城镇、交通、农田、水利设施等的具体情况,设计线路的空间位置,在保证行车安全的条件下,力争提高线路质量,降低工程造价,节省运营支出。

3. 布置线路上各种建筑物,如车站、桥梁、隧道、涵洞、路基、挡墙等,并确定其类型或大小,使其总体上互相配合,全局上经济合理。

在铁路设计中,要坚持从国家的全局出发,统筹兼顾,正确处理好铁路建设与工农业的关系,近期与远期的关系;要注意与水利、公路、航运、管道以及城乡建设的配合;要贯彻以农业为基础的方针,节省用地,少占良田、有利灌溉、方便交通,并结合工程改地造田。

铁路设计中应坚持勤俭节约,因地制宜,就地取材的原则,努力降低工程造价,必须讲究铁路的经济效益,同时必须重视社会效益。

要从我国实际情况出发,合理地采用新技术、新工艺、新材料、新设备和新结构,用先进技术装备新线和改造既有线,逐步实现铁路现代化。

三、设计文件审批

铁路大中型建设项目的建议书和可行性研究报告按国家规定报批。初步设计文件和总概算由铁道部审查。如总概算超过批准的可行性研究报告总估算时,应报原批准机关同意。工程简易的建设项目,可直接进行可行性研究,编制可行性研究报告按铁道部规定审批。施工图除铁道部指定要审查者外,一般不再审批。经审查批准后的总概算,是国家控制基本建设项目总规模和总投资的依据,是主要设备和主要材料订货的依据。

第三节 铁路等级及主要技术标准

一、铁路设计年度

设计线交付运营后,运量是随着国民经济的发展逐年增长的,设计线的能力必须与之相适应。运量参数也需分设计年度提供。铁路的设计年度一般分为近、远两期,分别为交付运营后的第五年和第十年。必要时,也可增加初期,为交付运营后的第三年。各期运量均应通过经济调查确定,铁路的建筑物和设备,应根据设计年度的运量分期加强,使铁路设施的能力与运量

增长相适应,既能满足日益增长的运输要求,又可节约铁路初期投资。对于可逐步改、扩建的建筑物和设备,应按初、近期运量和运输性质确定,并预留远期发展的条件。对于不易改、扩建的建筑物和设备,应按远期运量和运输性质确定。

二、铁路等级

铁路所行经的地区,其经济、文化和国防意义不同,在运输系统中的地位和作用不同,所担负的运输任务也不同,故有必要将铁路划分为若干等级。不同等级的铁路配备相应的技术标准和装备,以求工程及运营上的经济合理和便于使用管理。

铁路等级是铁路设计的重要依据,是铁路最主要的技术标准,是区分、选用其他技术标准的先决条件,所以在设计铁路前必须先确定铁路等级。

在我国,铁路网是交通系统的重要组成部分,根据路网意义划分铁路等级是不可忽视的重要因素。按运量(包括客运量和货运量)划分铁路等级,是当前世界各国广泛采用的分级办法。任何铁路的修建,都是为了运送货物和旅客,任何铁路的经济效益,首先体现在运量上,如果没有运量,也就没有铁路的经济效益。我国多次修改规范,基本上都是以运量作为划分铁路等级的主要指标。

《铁路线路设计规范》(以下简称《线规》)规定:新建和改建铁路(或区段)的等级,应根据其在铁路网中的作用、性质和远期客货运量确定。

铁路等级划分为三级:

I级铁路 铁路网中起骨干作用的铁路,远期年客货运量大于或等于 20 Mt 者;

II级铁路 铁路网中起骨干作用的铁路,远期年客货运量小于 20 Mt;或铁路网中起联络、辅助作用的铁路,远期年客货运量大于或等于 10 Mt 者;

III级铁路 为某一地区服务具有地区运输性质的铁路,远期年客货运量小于 10Mt 者。

上述年货运量为重车方向,每对旅客列车上下行各按 1.0 Mt / 年货运量折算。

三、铁路主要技术标准

选定铁路主要技术标准是设计铁路的基本决策,应根据国家要求的年输送能力和确定的铁路等级,考虑沿线资源分布、国家科技发展规划和技术政策,并结合设计线的地形、地质等自然条件,经过论证比选确定。

(一)影响牵引吨数的主要技术标准

1. 牵引种类和机车类型

我国铁路目前主要采用电力、内燃牵引,蒸汽机车已停产多年,仅次要线路和地方铁路仍在使用。

(1)电力机车

电力机车具有利用率高、功率大、造价低、计算速度高、牵引力大、不污染环境,且乘务员工作条件好等优点,但需用接触网供电,机车独立性稍差。对于山区大坡度或越岭线,采用电力机车可充分发挥其优势,提高铁路通过能力。

目前,我国电力机车已形成不同轴数的韶山型系列(SS₁~SS₉),可供不同运营条件的设计线选用。

(2)内燃机车

内燃机车不需要供电设备,机车独立性好,最高速度高。缺点是机车构造复杂,造价较高。

高温、高海拔地区牵引功率降低,污染相对较大。在平原或丘陵等缓坡地区,采用内燃机车可充分发挥其高速特点,而在大坡道为主的地区,其较低的计算速度将降低铁路通过能力。目前,我国内燃机车已形成不同轴数的东风型系列,可供不同运营条件的设计线选用。

总之,牵引种类应根据路网的牵引动力规划、线路特征和沿线自然条件及动力资源分布情况合理选定。运量大的主要干线,大坡度、长隧道或隧道毗连的线路应优先采用电力牵引。

机车类型应根据牵引种类、运输需求以及与线路平、纵断面标准相协调的原则,结合车站分布和邻线的牵引质量,经技术经济比选确定。

2. 限制坡度

限制坡度是设计线单机牵引时限制列车牵引质量的最大坡度。它不仅影响线路走向、线路长度和车站分布,而且直接影响运输能力、行车速度、工程投资、运营支出和经济效益,是铁路全局性技术标准。一般来说,限制坡度越大,线路坡段长度越短,工程费用越小,但牵引质量减小,列车次数增多,相应运营支出必增大。

设计线(或区段)的限制坡度应根据铁路等级、地形类别、牵引种类和运输需求比选确定,并应考虑与邻接线路的牵引定数相协调,但不得大于《线规》规定的数值。

3. 到发线有效长度

到发线有效长度是车站到发线能停放货物列车而不影响相邻股道作业的最大长度。它对货物列车长度(即牵引吨数)起限制作用,从而影响列车对数和运行指标,对工程投资、运输成本等经济指标也有一定影响。

货物列车到发线有效长度应根据运输需求和货物列车长度确定,且宜与邻接线路的到发线有效长度相协调,并应采用 1 050 m、850 m、750 m、650 m、550 m 等系列值。

改建既有线和增建第二线的到发线有效长度采用上述系列值引起较大工程时,可根据实际需要计算确定。

近期货物列车长度一般较远期为短,若近期到发线有效长度按远期铺设,则不但增加近期投资,而且增大近期调车作业行程,增加运营支出,故近期有效长度应按实际需要铺设。

(二)影响通过能力的主要技术标准

1. 正线数目

单线和双线铁路的通过能力悬殊,双线的通过能力远远超过两条单线的通过能力,而双线的投资比两条平行单线少约 30%,旅行速度比单线高约 30%,运输费用低约 20%。由此可见,运量大的线路修建双线是经济的。

平原、丘陵地区的新建铁路,远期年客货运量大于或等于 35 Mt/年,山区新建铁路远期年运量大于或等于 30 Mt/年时,宜按双线设计,分期实施;近期年客货运量达到上述标准者,宜一次修建双线。远期年客货运量虽未达到上述标准者,但按国家要求的年输送能力和客车对数折算的年客货运量大于或等于 30 Mt/年者,宜预留双线。

2. 车站分布

车站分布距离的长短决定列车在站间的往返走行时分,从而影响通过能力。车站分布距离影响车站数量、起停次数和旅行速度,放对工程投资及运营支出有较大影响。

车站分布必须满足国家要求的年输送能力和客车对数,并应考虑站间通过能力的均衡性。在站间通过能力设计中,应考虑日均综合维修“天窗”时间。新建单线铁路站间距离不宜小于 8 km;新建双线铁路不宜小于 15 km。

3. 闭塞方式

铁路为了保证行车安全、提高运输效率,利用信号设备等来管理列车在站间运行的方法,称为闭塞方式。

闭塞方式决定车站作业间隔时分,从而影响通过能力。我国的基本闭塞方式有半自动闭塞和自动闭塞两种。

半自动闭塞是闭塞机与信号机发生联锁作用的一种闭塞装置。列车进入区间的凭证是出站信号机显示绿灯,但出站信号机受闭塞机的控制,只有在区间空闲、双方办理好闭塞手续后,出站信号机方能显示绿灯。

自动闭塞时,区间被分为若干闭塞分区,进一步缩短了同向列车的行车间隔距离。列车运行完全根据色灯信号机的显示,红色灯光表示前方的闭塞分区被占用,列车需要停车,黄色灯光表示前方只有一个闭塞分区空闲,要求列车减速;绿色灯表示前方至少有两个闭塞分区空闲,列车可以按规定速度运行。由于信号的显示完全由列车所在位置通过轨道电路来控制,故称自动闭塞,如图 1-2 所示。

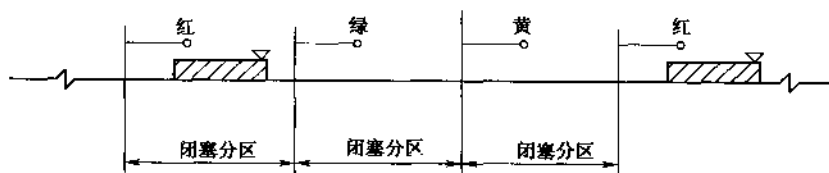


图 1-2 自动闭塞示意图

铁路设计中,一般单线上使用半自动闭塞,采用成对运行图。双线采用自动闭塞,采用追踪式运行图,可使列车的追踪间隔时分缩短到 8~10 min,通过能力达 100 对/天以上。

(三)影响行车速度的主要技术标准

1. 最小曲线半径

最小曲线半径是设计线采用曲线半径的最小值。最小曲线半径选用得小,可适应地形,减少工程费用,但会限制行车速度,影响行车安全和旅客舒适,增加轮轨磨耗,增加轨道设备及线路维修工作量等。最小曲线半径应根据铁路等级、路段旅客列车设计行车速度和工程条件比选确定,但不得小于《线规》规定值。

2. 机车交路

铁路上运转的机车都在一定路段内往返行驶。机车往返行驶的路段称为机车交路,其长度称为机车交路距离。机车交路两端的车站设有机务段或机务折返段。

机车交路的类型有三种:

长交路:一个单程交路由一班乘务组承担。

短交路:一个往返交路由一班乘务组承担。

超长交路:一个单程交路由两班乘务组承担。

根据我国铁路的运输情况,机车交路距离:短交路一般为 70~120 km,长交路一般为 150~250 km,超长交路可达 300~500 km,采用轮乘制时交路距离更长。

机车交路应根据牵引种类、机车类型、车流特点、乘务制度、线路条件,结合路网规划、机务设备布局,经技术经济比选确定,一般宜采用长交路。

习题与思考题

1. 为什么要划分铁路等级？我国划分铁路等级的依据和方法是什么？
2. 铁路主要技术标准有哪些？
3. 简述最小曲线半径、限制坡度对工程和运营的影响。
4. 简述铁路勘测设计的基本任务及应遵守的基本原则。

第二章 铁路能力

第一节 概 述

牵引计算是研究列车在各种外力作用下沿轨道运行时的各种实际问题。它是根据动力学原理,结合科学试验资料,在运营实践的基础上得出的,所以很多算式及参数采用经验公式及试验数据。为了便于对列车在运动中的各种问题进行分析,需要根据理论与实践做出一些假定。

牵引计算的任务包括:研究作用在列车上的各种力;研究在这些力的相互作用下列车的运行情况;研究解决一些实际问题包括:牵引质量、列车运行速度、列车运行时间、制动问题等。这些指标在新线设计与既有线改建中,是计算铁路通过能力、输送能力、车站分布和运营支出等的基本资料,也是评选各设计方案的依据。

第二节 列车上的各种作用力

作用在列车上的力有机车牵引力、列车运行阻力和列车制动力。分析这三种力的形成是建立列车运动方程的前提条件。

一、机车牵引力

机车牵引力由机车产生,可以由司机控制,用以牵引机车前进,用 $F(N)$ 表示机车的全部牵引力;为了便于计算,常用 $f(N/t)$ 表示平均到每吨列车质量的机车单位牵引力。

(一) 机车牵引力的形成

机车是一种能量转换装置。无论是电力机车的电能,还是内燃机车的燃料化学能,最后总是转变为机械能,并传送到机车的动轮上,使机车动轮受到一个转矩。动轮上的转矩能使动轮旋转。由于轮轨间的黏着作用,当动轮旋转时,钢轨依靠与轮对的黏着作用,对动轮而言产生一个向前的作用力。这个力作用在轮周上,故称为轮周牵引力(图 2-1)。在牵引计算中,以后如无特别说明,通常采用轮周牵引力。

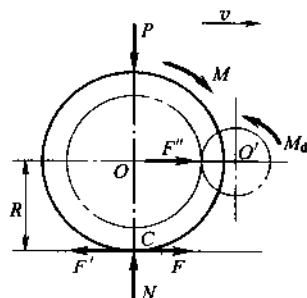


图 2-1 机车牵引力形成

(二) 黏着牵引力的限制

根据图 2-1 分析,转矩 M 增大,钢轨作用于车轮的作用力即轮周牵引力随之增大。但当轮周牵引力过大时,轮轨之间的黏着会破坏,动轮发生空转,黏着系数下降,从而导致牵引力下降,并造成轮轨之间的硬性磨损。因此,在操纵机车牵引列车时,