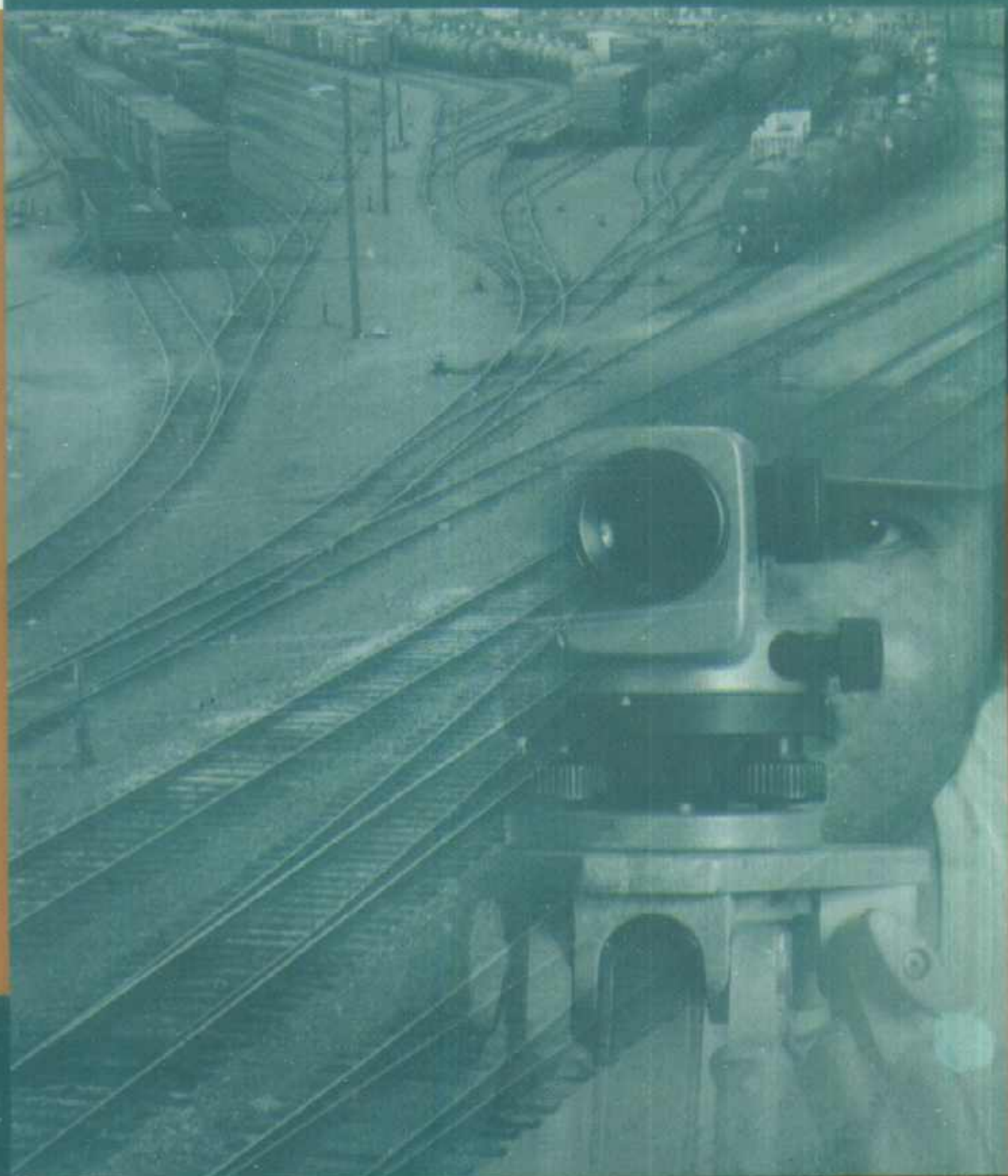




高等学校土木工程专业系列教材



铁路选线设计

易思蓉 主编
郝瀛 主审

302

高等学校土木工程专业系列教材

铁路选线设计

主编 易思蓉

主审 郝 瀛

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本教材是在 1987 年出版的《铁路选线设计》教材，并参阅了近年来出版的有关规范、手册和书籍的基础上编写的，主要阐述铁路选线设计的基本理论和方法。全书共分八章，主要介绍铁路能力、线路平面及纵断面设计、铁路定线、方案比选、车站设计和既有线改建与增建二线设计；同时，为适应铁路发展方向和城市轨道交通发展的需要，介绍了高速铁路和重载运输、城市轨道交通线路规划与设计等内容。本教材在内容编写上以培养 21 世纪高级专门人才为宗旨，改革旧的教学内容，尽可能纳入铁路选线设计中的新理论和新方法，更加注重内容体系的科学性和合理性。

本书为高等院校交通运输、交通土建、铁路航测、采矿等专业的本科教材，以及土木工程专业的参考教材；也可作为相关专业大专课程的选用教材；并可供有关工程技术人员学习、参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

铁路选线设计/易思蓉主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2001.6

ISBN 7-81057-549-X

I. 铁... II. 易... III. 铁路线路—设计—高等学校—教材 IV. U212.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 030073 号

高等学校土木工程专业系列教材

铁 路 选 线 设 计

主编 易思蓉

*

出版人 宋绍南

责任编辑 李彤梅

封面设计 肖 勤

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行科电话: 7600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbs@center2.swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 17.5

字数: 425 千字 印数: 1 ~ 5000 册

2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 7-81057-549-X/U · 043

定价: 28.00 元

前 言

本教材是根据“铁路选线设计”课程教学大纲，并在1987年由西南交通大学主编、由中国铁道出版社出版的《铁路选线设计》教材，以及2000年由西南交通大学主编、中国铁道出版社出版的《铁道工程》教材的基础上，参阅了近年来出版的有关规范、设计手册和书籍等编写的。

“铁路选线设计”是一门面向多专业教学的专业课程，需要一本满足不同专业、不同层次教学要求的教材。1987年由中国铁道出版社出版的《铁路选线设计》教材已不再版，该教材的选材、体系结构基本符合铁路选线设计教学的要求，但是随着技术的发展，该教材中有的内容已显得陈旧，有的内容需要修改；本教材在体系上继承了1987年版《铁路选线设计》教材的体系结构，在内容编写上采用了最新的数据资料，增加了近年来发展起来的新技术、新知识。为了提高教材的时间延续性，本教材在编写中重点阐明铁路选线设计的基本原理、基本知识和基本方法，避免直接引用规范的条款。书中还扼要介绍了铁路选线设计中的新理论、新技术，以启迪学生的思路；结合我国铁路的发展动向，书中还编入了客运提速、高速铁路和重载运输的基础知识。为了适应未来城市轨道交通系统的发展，书中介绍了城市轨道交通系统的基本概念、线路规划与线路设计的基本知识。本教材在内容编写上以培养21世纪高级专门人才为宗旨，改革旧的教学内容，尽可能纳入铁路选线设计中的新理论和新方法，更加注重内容体系的科学性和合理性。

本教材适用于各高等院校交通运输领域的道路与铁道工程专业、交通土建工程、铁路航测、交通运输等专业、矿业学院的采矿等专业的本科、大专教学用书。对于铁路航测等学时较少的专业，方案比选、车站设计和既有线改建设计等内容可以少讲或不讲。

本教材由西南交通大学易思蓉教授主编，郝瀛教授主审。参加编写的有：李远富（绪论；第三章第三、四节；第六章第二节；第七章）、王齐荣（第一章；第二章）、刘万明（第四章）、易思蓉（第三章第一、二、五节；第五章、第六章第一、三、四节；第八章）。

本书以1987年版《铁路选线设计》的体系和内容为基础，在此向该书的主编郝瀛教授和有关的编写者表示衷心的感谢。本书还参考、引用了已出版的《铁路线路设计手册》、《牵引计算规程》、《铁路线路设计规范》、《铁路站场与枢纽设计规范》、《铁路主要技术政策》等文献的数据和资料，以及其他有关的参考书籍和资料，在此一并表示衷心感谢。

编 者

2001年4月

目 录

| | |
|-----------------------------|------------|
| 绪 论 | 1 |
| 一、世界铁路的由来和发展 | 1 |
| 二、我国铁路建设概况 | 2 |
| 三、铁路运输的性质与特点 | 6 |
| 四、铁路总体设计 | 8 |
| 五、铁路设计中应遵循的规程与规范 | 11 |
| 第一章 铁路能力 | 12 |
| 第一节 铁路运量 | 12 |
| 第二节 牵引计算 | 16 |
| 第三节 运行速度与运行时分 | 34 |
| 第四节 铁路通过能力与输送能力 | 41 |
| 第五节 铁路等级与主要技术标准 | 45 |
| 第二章 线路平面和纵断面设计 | 54 |
| 第一节 概 述 | 54 |
| 第二节 区间线路平面设计 | 55 |
| 第三节 区间线路纵断面设计 | 72 |
| 第四节 桥涵、隧道、路基地段的平纵断面设计 | 92 |
| 第五节 站坪的平面和纵断面设计 | 94 |
| 第六节 线路平面图和详细纵断面图 | 98 |
| 第三章 铁路定线 | 100 |
| 第一节 选线设计 | 100 |
| 第二节 定线的基本方法 | 106 |
| 第三节 主要自然条件下的定线原则 | 113 |
| 第四节 桥涵、隧道及道口地段的定线问题 | 119 |
| 第五节 计算机辅助选线设计 | 124 |
| 第四章 方案技术经济比较 | 131 |
| 第一节 概 述 | 131 |

| | | |
|---------------------|----------------------------|------------|
| 第二节 | 经济比较的基础数据 | 133 |
| 第三节 | 方案的经济评价方法 | 139 |
| 第四节 | 方案的综合评价 | 141 |
| 第五章 | 车 站 | 143 |
| 第一节 | 会让站和越行站 | 143 |
| 第二节 | 中间站设计 | 145 |
| 第三节 | 区段站设计概要 | 162 |
| 第四节 | 编组站与枢纽概述 | 167 |
| 第六章 | 既有线改建与第二线设计 | 169 |
| 第一节 | 既有铁路能力加强 | 169 |
| 第二节 | 客运提速 | 183 |
| 第三节 | 既有线改建设计 | 190 |
| 第四节 | 第二线设计 | 210 |
| 第七章 | 高速铁路与重载运输概述 | 231 |
| 第一节 | 世界高速铁路的发展动态 | 231 |
| 第二节 | 京沪高速铁路 | 239 |
| 第三节 | 重载运输 | 243 |
| 第八章 | 城市轨道交通规划与线路设计 | 249 |
| 第一节 | 概 述 | 249 |
| 第二节 | 轨道交通路网结构分析 | 251 |
| 第三节 | 轨道交通路网设计 | 254 |
| 第四节 | 轨道交通线路设计 | 259 |
| 第五节 | 轨道交通车站设计概述 | 265 |
| 主要参考文献 | | 274 |

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、激烈竞争的局面。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 10 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。到 1870 年世界铁路营业里程为 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；绝大部分铁路集中在英、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 20 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、航空的竞争更为激烈，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，资本主义国家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年的时间内，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—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。我国已于2001年3月正式开工修建上海磁悬浮高速运营示范线。

铁路的重载列车近十几年发展很快，牵引吨数都在6000 t以上，有的超过10000 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。前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20世纪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1999年统计，铁路营业里程最长的五个国家是：美国（一级铁路）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5.79万 km（不包括大陆地方铁路5034 km，香港特区地方铁路35 km，台湾省地方铁路1108 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—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—胥各庄（今丰南）之间修建一段长为 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 t，是我国制造的第一台蒸汽机车。

1840~1900 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—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 8 300 km，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了 1 409 km。

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。

旧中国的铁路多为帝国主义修建，并为它们的侵略服务，故铁路分布极不合理，多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，都取得了极大的成就。

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1999年，建国50年来，我国共建成干、支线130余条，增加营业里程3.8万km；每年平均建成700多km的新线，修建速度为解放前的2倍多。我国路网情况如图所示。

路网布局已大为改观，解放前满洲里—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1999年底，国营铁路的营业里程已达57923km，其中复线为20925km，电气化铁路里程为14025km，内燃化铁路里程为36859km，分别占营业里程的36.1%、24.2%、63.6%。此外，各省区建成的地方铁路还有6218.4km。

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1600多km。解放前标准轨距营业线的隧道仅238座，总延长89km；截止到1999年底，路网（不含台湾省）中有隧道5456座，总延长达2740.447km；桥梁398911座，总延长259.59km。

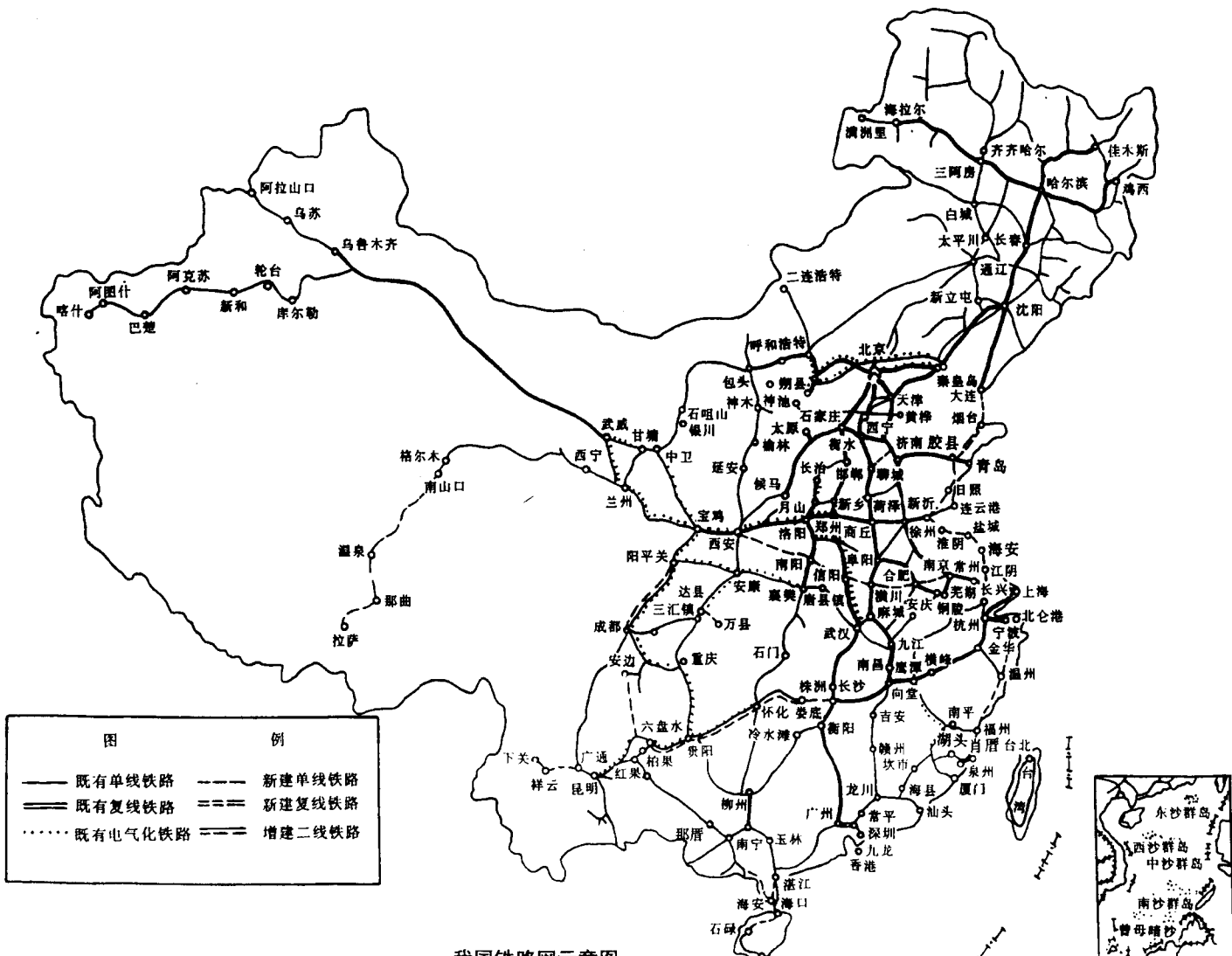
轨道结构 铺设无缝线路的里程已达27448.6km，占正线里程的34.1%；钢轨采用60kg/m以上的线路已占正线的54.6%；铺设钢筋混凝土轨枕的正线已占铁路线的80%以上。

闭塞方式 到1999年止，半自动闭塞里程为40788km，自动闭塞里程为17969km；调度集中里程为1401km。

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4096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1999年底，电力机车保有量为3344台，占机车总数的23.1%；内燃机车保有量为10121台，占机车总数的69.9%；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34535辆；货车保有量为436236辆，标准轨货车的平均标记载重已达59.6t。

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。1999年主要技术指标如下：



我国铁路网示意图

| 主要指标 | 客 运 | 货 运 |
|------------|------------------|---------------------|
| 周转量 | 4 046 亿人·km | 12 578 亿 t·km |
| 平均运输密度 | 699.0 万人·km / km | 2 171.5 万 t·km / km |
| 平均技术速度 | 65.7 km / h | 46.5 km / h |
| 平均旅行速度 | 56.0 km / h | 32.4 km / h |
| 货运机车日产量 | | 97.0 万 t·km / 台 |
| 货物列车平均牵引质量 | | 2 654 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 km² 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新发展。

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，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 5 340 km，复线 2 580 km，既有线电气化线路 4 400 km 以及地方铁路 1 000 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。运送旅客可满足人们旅行的需要，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。

在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，铁路只是为其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，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·km”和“t·km”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·km”和“t·km”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。因此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·km”衡量，称为旅客周转量，按下式计算：

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

铁路运送货物的生产量用“t·km”来衡量，称为货物周转量，按下式计算：

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

为了统计铁路客货运输的综合生产量，习惯上可将每“人·km”的旅客周转量折算为一个“t·km”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 t·km”。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 t·km，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 t。1999 年，铁路旅客周转量为 4 046.27 亿人·km，货物周转量为 12 578.89 亿 t·km。换算周转量为 16 625.16 亿换算 t·km（不含补票与行包工作量），为 1949 年的 52.9 倍。1999 年铁路营业里程为 57 923 km，客运密度为 699 万人，货运密度为 2 171 万 t，分别为 1949 年的 2.65、11.7 倍和 25.7 倍；运输密度达 2 870 万换算 t，为 1949 年的 19.9 倍，也就是说 1999 年每公里铁路的生产量为 1949 年的 19.9 倍。

（四）发展交通运输应以铁路为重点

80 年代以前，在铁路与公路、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。

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、铁路总体设计

(一) 我国铁路设计工作的发展过程

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。但是，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。1905~1909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。勘测时，詹天佑在西直门沙城间选出了三条比较线。第一条出西直门、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；第二条由西直门，经昌平、明陵，出得胜口，过延庆沿妫水到达沙城；第三条由西直门西行，经石景山、三家店，沿永定河河谷而达沙城。当时投资有限，第三条比较线虽然直短，但工程大，造价高，而第二条比较线又迂回太远，因而选定第一条比较线进行勘测设计。该线路走向顺直、节省造价，是当时情况下的最佳决策。

京张铁路由南口至康庄的关沟段，穿越八达岭，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形展线。通过这样精心设计，减少了工程数量，仅隧道总延长就较英国人选定的线路缩短2000m，使工程造价大大降低。在施工组织过程中，詹天佑编制了隧道施工组织规划，并在长达1091m的八达岭隧道施工中，开挖两个竖井，以加快施工进度。他还亲自进行精密测量，亲自指导工人打眼放炮；在怀来河大桥的架梁中预先就地拼装，加快了施工进度。并采取措施，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1435mm的轨距，并建议作为全国的标准轨距，这是很有远见的。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，目前拥有几万人的勘测设计队伍，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、遥感技术和计算机辅助设计技术已在勘测设计中广泛采用，基于计算机及其辅助设备的铁路勘测设计一体化正在逐步实现，铁路勘测设计智能化技术正在抓紧研究。这些措施，有力地推动了设计质量的提高。

（二）铁路选线设计的基本任务

铁路设计的基本任务是提出质量可靠的设计文件，以保证铁路投资的经济效益。铁路设计是一项涉及面广、技术比较复杂的工作，必须按照规定的程序进行勘测，提供设计所需要的资料。因此，铁路勘测与设计是一项综合性的整体工作。

铁路设计所需要的资料包括经济资料（如设计线的客运量、货运量、地方运量与直通运量的比重、车站装卸量等）与技术资料（如铁路沿线的地形、地质、气象等）两类。经济资料与技术资料分别通过经济勘察（即经济调查）与技术勘测获得。

铁路选线设计是整个铁路设计中一项关系全局的总体性工作，它的基本任务是：

（1）根据国家政治、经济、国防的需要，结合线路经过地区的自然条件、资源分布、工农业发展等情况，规划线路的基本走向，选定铁路的主要技术标准。

（2）根据沿线的地形、地质、水文等自然条件和村镇、交通、农田、水利设施等具体情况，设计线路的空间位置（平面、立面），并在保证行车安全的前提下，力争提高线路质量，降低工程造价，节约运营支出。

（3）与其他各专业共同研究，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，为进一步单项设计提供依据。

铁路选线设计工作必须从国家的全局出发，统筹兼顾，正确处理铁路与工农业的关系，近期与远期的关系。要做好铁路建设与水利、公路、航运以及城乡建设的配合；要贯彻“以农业为基础”的方针，节约用地，少占良田，保证农业灌溉，方便农村交通，并结合工程改地造田。

铁路选线设计工作要坚持勤俭节约的原则，既要防止标准过高，又要照顾到将来的发展。要因地制宜，就地取材，力求节约人力、物力和财力。要加速实现铁路现代化，积极而慎重地采用新技术、新结构、新设备、新材料。

铁路选线设计必须讲究经济效益，既要考虑铁路的部门效益，又要考虑全局的社会效益；在拟定设计决策和评选原则方案时，更应着眼于社会效益。

铁路选线设计中，要认真进行调查研究工作，切实做好经济调查和地形、地质、水文的

勘测工作。要从大面积着手，由面到带，逐步接近，实事求是地评选比较方案，选定合理的线路位置。

（三）铁路基本建设程序

1998年铁道部制定的《铁路基本建设工程设计程序改革实施方案》和1999年8月发布的《铁路基本建设项目预可行性研究、可行性研究和设计文件编制办法》规定：铁路大中型建设项目的决策阶段应进行预可行性研究和可行性研究，铁路设计按两阶段设计，即初步设计和施工图。对于工程简易的建设项目，可不编制预可行性研究文件，设计可按一阶段设计，即施工图设计，文件深度应满足项目决策和工程实施的要求，同时加强铁路建成后的后评估工作。

1. 预可行性研究。预可行性研究文件是项目立项的依据，应按铁路建设的长远规划，充分利用国家和行业资料，经调查踏勘后编制。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。其内容和深度主要包括：系统研究建设项目在路网及交通运输中的意义和作用，论证项目的必要性；解决拟建规模、线路起讫点和线路走向方案（改建铁路则应针对其运能与运量不相适应的薄弱环节拟定改建初步方案，铁路枢纽则应结合总图规划拟定研究年度的建设方案）；提出主要技术标准、各项主要技术设备设计原则的初步意见和主要工作内容；对相关工程和外部协作条件作初步分析；提出建设时机及工期、主要工程数量、投资估算、资金筹措设想；初步进行经济评价；从宏观上分析对自然和社会环境的影响。

预可行性研究中，对影响线路走向方案选择的长距离、大面积地质条件极其复杂的地区，应开展遥感工作，编制遥感地质报告，对线路走向方案做出地质评价。

地形地质特别复杂，线路可能方案较多，范围较大的地区，应在预可行性研究中提出加深地质工作的具体意见，经审查后，在初测前安排加深地质工作，确定初测方案，指导后续地质工作。

2. 可行性研究。可行性研究是项目决策的依据，应根据批准的项目建议书，从技术可行性、经济合理性上进行全面深入的论证，采用初测资料编制。其内容和深度主要包括：解决线路方案、接轨点方案、建设规模、铁路主要技术标准和主要技术设备的设计原则（改建铁路则应解决改建方案、分期提高通过能力方案、增建二线的第二线位方案，以及重大施工过渡方案；铁路枢纽则应解决主要站段方案和规模、枢纽内线路方案及其铁路主要技术标准、重大施工过渡方案；铁路特大桥则应解决桥址方案，初步拟定桥式方案）；进一步落实各设计年度的客货运量，提出主要工程数量、主要设备概数、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、外资使用方案、建设及经营管理体制的建议；深入进行财务评价和国民经济评价；阐明对环境与水土保持的影响和防治的初步方案，以及节约能源的措施。可行性研究的工程数量和投资估算要有较高的精度。

3. 初步设计。初步设计文件是项目建设的主要依据，应根据批准的可行性研究，采用定测资料编制。其内容和深度主要包括：解决各项工程设计原则、设计方案和技术问题；提出工程数量、主要设备数量、主要材料数量、用地及拆迁数量、施工组织设计及总概算；确定环境保护和水土保持措施。初步设计文件经审查、修改、批准后，作为控制建设总规模和总概算的依据，应满足工程招标承包、设备采购、征用土地和进行施工准备的需要。初步设计概算（静态）与国家批复的投资估算（静态）差额不应大于10%。

4. **施工图**。施工图是工程实施的依据，应根据已审批的初步设计和补充定测资料编制。应为施工提供需要的图表和必要的设计说明，详细说明施工时应注意的具体事项和要求，并编制投资检算。

5. **工程施工和设备安装**。

6. **验交投产**。由建设单位会同设计、施工和铁道部有关单位组织验收；验收合格，铁路交管局投入运营，基本建设阶段结束。

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。

(四) 总体设计负责制

铁路建设是国家基本建设的重要组成部分。按照设计程序，设计单位根据铁道部下达的任务，首先指派专人对建设项目进行调查研究，编制《预可行性研究报告》作为铁道部编制建设项目计划任务书（或设计任务书）的基础资料。设计单位以下达的计划任务书为依据，任命总体设计负责人（简称“总体”）负责设计的总体性管理工作。同时，任命专册负责人（简称“专册”）。专册包括的专业有：（1）经济与运量；（2）行车组织；（3）地质；（4）线路、路基及轨道；（5）桥涵；（6）隧道；（7）站场；（8）机务设备；（9）车辆设备；（10）给水排水；（11）通信；（12）信号；（13）电力；（14）房屋建筑；（15）施工组织及概算。

总体设计负责人主要负责事项：编写《可行性研究报告》；进行勘测设计的准备工作，拟定必要的勘测设计阶段；对建设项目的技术标准、线路主要方案的比选、车站分布等技术问题直接负责，并对设计文件的总体性、完整性和统一性负责；施工阶段亲临现场领导现场设计组配合施工，直到完工交付运营为止。

专册负责人在勘测设计过程中，对专业设计方案、设计原则推荐的正确性、经济合理性以及专册文件的总体性、完整性和统一性负直接责任。

五、铁路设计中应遵循的规程与规范

《铁路技术管理规程》（简称《技规》）是为铁路各部门和各工种安全、迅速、准确、协调地进行生产活动而制定的基本法规，所有铁路工作人员都必须严格遵守执行。《技规》内容包括：技术设备、行车组织、信号显示和对铁路运输工作人员的要求四大部分。《技规》是我国广大铁路职工长期生产实践经验的总结，随着技术装备的更新和科学技术的发展，其内容也在不断更新和完善。铁路线路养护维修应符合《技规》的规定。

《铁路线路设计规范》（简称《线规》）属于国家标准（现行标准为 GB50090-99）。《线规》是线路设计的依据，与本课程有密切关系，内容包括：总则、术语、符号、线路的平面和纵断面、车站分布、铁路与道路的交叉、正线轨道等。《线规》将随着铁路技术装备的更新和行车组织方式的改进，而不断地修订和完善。从事铁路选线设计工作的人员应掌握制订标准的理论基础，创造性地运用《线规》。

此外，还有铁道部颁布的车站、信号、桥涵、隧道、路基工程等设计规范，以及《列车牵引计算规程》（简称《牵规》），在设计工作中均应遵守。