



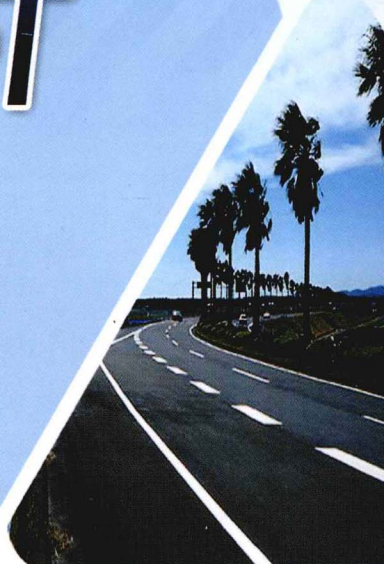
全国普通高等院校土木工程类  
实用创新型系列规划教材

# 道路勘测设计


(第二版)

张志清 主 编

朱照宏 主 审



科学出版社



中国科学院教材建设专家委员会教材建设立项项目

全国普通高等院校土木工程类**实用创新型**系列规划教材

---



# 道路勘测设计

(第二版)

张志清 主编

朱照宏 主审

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书全面、系统地介绍了公路与城市道路勘测设计的基本理论与实用方法。主要内容包括汽车行驶特性,道路平、纵、横断面设计,道路选定线方法,道路交叉设计,公路与城市道路排水设计,道路计算机辅助设计以及公路建设项目可行性研究和小桥涵勘测设计方法等。

本书可作为土木工程专业及交通工程专业的专业教材,也可供从事公路、城市道路的设计和科研人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

道路勘测设计/张志清主编. —2版. —北京:科学出版社,2012

(全国普通高等院校土木工程类实用创新型系列规划教材)

ISBN 978-7-03-034190-7

I. ①道… II. ①张… III. ①道路测量-高等学校-教材②道路工程-设计-高等学校-教材 IV. ①U412

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 082479 号

责任编辑:任加林/责任校对:马英菊

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2005年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年6月第 二 版 印张:28

2012年6月第六次印刷 字数:605 900

定价:48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(铭浩))

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026 (HA03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

# 全国普通高等院校土木工程类实用创新型 系列规划教材编委会

**主任** 霍 达

**副主任** (按姓氏笔画排序)

周 云 阎兴华 童安齐

**秘书长** 张志清

**委 员** (按姓氏笔画排序)

白晓红 石振武 刘继明 何浙浙 何舒民

张文福 张延庆 张志清 沈 建 周 云

周亦唐 宗 兰 徐向荣 阎兴华 翁维素

傅传国 程赫明 韩建平 童安齐 雷宏刚

霍 达

## 第二版前言

本书第一版自 2005 年 9 月发行以来,每年重印,已连续印刷五次,总发行量超过 10000 册,成为全国高等院校土木工程专业及相关专业的主选教材之一。

5 年来,第一版经过土木工程专业及相关专业师生的共同使用,其内容的实用性、知识的先进性和编排的系统性得到体现,编写的弹性教学内容能够较好地为教学提供平台,有利于教师主导教学和学生的自学,“实用创新”的编写初衷基本达到。

随着新标准的更新和新技术的应用,作者及时汲取了本专业发展中的新技术,在教与学的过程中发现了第一版的错误和不足,因而对其进行了修订。第二版与第一版相比,在总体框架和主要内容方面未做重大改变,主要是技术内容的修改和更新。

本书由张志清担任主编并进行全书统稿,周亦唐和杨林为副主编,同济大学朱照宏教授担任主审。

感谢同济大学朱照宏教授的悉心指导和潘晓东教授的耐心帮助。

限于编者水平,本书难免存在欠妥之处,恳请有关院校师生及读者批评指正。

张志清

2011 年 7 月

## 第一版前言

1998年7月教育部对本科专业目录进行调整,要求培养宽口径复合型人才,交通土建专业统一以土木工程专业招生。为适应21世纪对人才的需求,顺应高等教育改革的形势,高等院校更加注重培养具备基本素质、基本技能的实用创新型人才。考虑到各类高等院校发展的不平衡及教学时数的紧缩,本教材在新颁布的《公路工程技术标准》及《公路路线设计规范》(JTG D20—2006)的基础上,对以往教材中内容陈旧、明显落后于生产实践的部分进行了删减,同时注意先进性与实用性的协调和新规范、新成果的引用,编写了弹性教学内容,为教学提供了有利于教师主导教学和学生自学的平台。

本书的主要特点是更加注重内容的实用性、知识的先进性和编排的系统性。如第六章“道路选线与定线”,将选线和定线编在一起,突出了道路选定线工作的连贯性,并增加了旧路改扩建设计、特殊地区和不良地质地区道路设计的选定线方法及3S技术在道路选定线中的应用等新的实用内容;第七章“道路平面交叉设计”在编排组织上也有较大改进;增补了第九章的“道路排水设计”,使内容更加全面;第十章“道路计算机辅助设计”较以往有较大更新,特别是对现代化的道路勘测设计方法有较详细的阐述;本书编入的附录,有利于学生在生产实习时作为参考材料。总之,本教材较以往同类教材在“少而精、新而全”诸方面做了努力,力争做到重点突出、实用创新。

对学时分配的建议:总学时不超过64学时,实际讲课48学时,包括需要学生重点掌握的32学时和重点理解的16学时,并结合生产实习,安排16学时自学。在此基础上再安排一定的工程实践课:1.5周的课程设计(包括1周的公路设计和0.5周的城市道路设计)及4周的生产实习。

北京工业大学张志清负责全书的统稿。同济大学道路工程系朱照宏教授对全书进行了详细审阅,并提出了许多宝贵的意见。本教材具体编写分工如下:张志清编写第一章,第六章第6.3节和6.6节,第十章第10.1节,10.2节的10.2.1~10.2.4小节,10.3~10.7节;昆明理工大学周亦唐编写第二、九章;内蒙古工业大学崔亚楠编写第三、四、五章;东北林业大学杨林编写第六章第6.1、6.2、6.4、6.7节;北京建筑工程学院张蕊编写第七、八章;兰州理工大

学刘汉青编写第六章第 6.5 节及附录一;昆明理工大学费维水编写第十章第 10.2 节的 10.2.5 小节及附录二。

在编写本教材过程中参考了有关标准、规范和论著,特别是得到同济大学朱照宏教授和潘晓东教授的热情帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。反馈信箱:zhangzhiqing@bjut.edu.cn。

# 目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
1.1 交通运输系统组成与道路运输的特点	1
1.1.1 交通运输系统组成	1
1.1.2 道路运输的特点与发展概况	1
1.2 道路的基本组成	6
1.2.1 线形组成	6
1.2.2 结构组成	6
1.2.3 沿线设施	8
1.3 道路的分类、分级与技术标准	10
1.3.1 道路的分类	10
1.3.2 公路分级与技术标准	10
1.3.3 城市道路分类与技术标准	13
1.4 道路勘测设计程序	14
1.4.1 公路基本建设程序	14
1.4.2 公路勘测设计程序	15
1.5 道路勘测设计依据	17
1.5.1 技术依据	17
1.5.2 自然条件	17
1.5.3 交通条件	18
1.5.4 道路网规划	23
1.6 本课程研究的主要内容及教学建议	26
1.6.1 本课程研究的主要内容	26
1.6.2 本课程教学建议	27
思考题	27
第二章 汽车行驶理论	28
2.1 概述	28
2.1.1 研究汽车行驶理论的意义	28
2.1.2 汽车在道路上的行驶轨迹	29
2.1.3 汽车的行驶性能	29
2.2 汽车的牵引力与牵引平衡	31
2.2.1 汽车行驶中的受力分析	31
2.2.2 牵引力的产生及传递	33
2.2.3 汽车的行驶阻力	35



2.2.4	汽车的牵引平衡和行驶条件	37
2.2.5	动力性能分析	38
2.3	汽车在道路上行驶的稳定性	39
2.3.1	汽车行驶的纵向稳定性	40
2.3.2	汽车行驶的横向稳定性	42
2.3.3	汽车行驶的纵横组合向稳定性	45
2.4	汽车的制动性能	45
2.4.1	汽车的制动过程分析	46
2.4.2	制动时汽车的运动方程	46
2.4.3	汽车制动性能的评价指标	47
	思考题	48
<b>第三章</b>	<b>平面设计</b>	49
3.1	概述	49
3.1.1	路线平面的基本线形	49
3.1.2	平面线形设计的基本要求	49
3.2	直线	51
3.2.1	直线的特点	51
3.2.2	直线的运用	52
3.2.3	直线的长度	52
3.3	圆曲线	54
3.3.1	圆曲线的线形特征	54
3.3.2	汽车在圆曲线上的行驶特性	55
3.3.3	圆曲线的半径和长度	57
3.4	缓和曲线	59
3.4.1	缓和曲线的线形特征与作用	59
3.4.2	汽车在缓和曲线上的行驶特性分析	62
3.4.3	缓和曲线的长度及参数的设计标准	63
3.5	平面线形组合设计	68
3.5.1	平面线形设计的一般原则	68
3.5.2	平面线形的组合设计	69
3.6	行车视距	75
3.6.1	视距的定义	75
3.6.2	视距的确定与视距的应用	76
3.7	道路平面设计成果	81
3.7.1	公路路线平面设计图	84
3.7.2	城市道路平面设计图	85
	思考题	87
	习题	89
<b>第四章</b>	<b>纵断面设计</b>	90
4.1	概述	90

4.1.1 路线纵断面的基本线形 .....	90
4.1.2 路线纵断面线形设计的基本要求 .....	91
4.2 纵坡及坡长设计 .....	91
4.2.1 坡度设计 .....	91
4.2.2 坡长设计 .....	95
4.2.3 缓和坡段 .....	97
4.2.4 其他纵坡标准 .....	98
4.3 竖曲线 .....	99
4.3.1 竖曲线的作用和性质 .....	99
4.3.2 竖曲线的最小半径 .....	100
4.3.3 竖曲线设计 .....	105
4.4 道路平、纵线形组合设计 .....	107
4.4.1 线形组合设计要点 .....	107
4.4.2 线形组合设计方法 .....	109
4.5 爬坡车道 .....	112
4.5.1 设置爬坡车道的条件 .....	113
4.5.2 爬坡车道的设计 .....	113
4.6 纵断面设计要点与方法 .....	115
4.6.1 纵断面设计要点 .....	115
4.6.2 纵断面设计方法与步骤 .....	116
4.7 城市道路纵断面设计要求及锯齿形街沟设计 .....	118
4.7.1 城市道路纵断面设计要求 .....	118
4.7.2 锯齿形街沟设计 .....	120
4.8 道路纵断面设计成果 .....	122
4.8.1 公路路线纵断面设计图 .....	122
4.8.2 城市道路纵断面设计图 .....	122
思考题 .....	125
习题 .....	125
<b>第五章 横断面设计 .....</b>	<b>126</b>
5.1 概述 .....	126
5.2 道路横断面组成 .....	126
5.2.1 公路横断面组成 .....	126
5.2.2 城市道路横断面组成 .....	134
5.3 行车道宽度 .....	138
5.3.1 公路行车道宽度的确定 .....	139
5.3.2 城市道路的行车道宽度 .....	140
5.4 曲线的超高、加宽与视距保证 .....	142
5.4.1 曲线超高 .....	142
5.4.2 曲线加宽 .....	149
5.4.3 视距保证 .....	152

5.5	道路建筑限界与道路用地	155
5.5.1	道路建筑限界	155
5.5.2	道路用地	158
5.6	横断面设计方法	159
5.6.1	公路横断面	159
5.6.2	城市道路横断面设计	160
5.7	路基土石方数量计算及调配	162
5.7.1	横断面面积计算	163
5.7.2	土石方数量计算	163
5.7.3	路基土石方调配	164
	思考题	166
	习题	167
<b>第六章</b>	<b>道路选线与定线</b>	<b>168</b>
6.1	概述	168
6.1.1	选线的原则	168
6.1.2	选线的步骤和方法	169
6.1.3	路线方案的比选	169
6.2	不同地形条件下路线走向的选择	175
6.2.1	平原区选线	175
6.2.2	山岭区选线	178
6.2.3	丘陵区选线	197
6.3	特殊地区和不良地质地区路线走向的选择	202
6.3.1	特殊地区道路选线	202
6.3.2	不良地质地区道路选线	205
6.4	定线方法	209
6.4.1	纸上定线	209
6.4.2	实地放线	216
6.4.3	直接定线	229
6.4.4	航测定线	236
6.5	改扩建道路选(定)线设计方法实例分析	240
6.5.1	改扩建道路选(定)线的基本方法	240
6.5.2	提高原路线形标准选(定)线方法实例分析	241
6.6	3S技术在道路选定线中的应用	245
6.6.1	3S技术简介	245
6.6.2	3S技术在道路选定线中的应用	246
6.7	城市道路网规划	249
6.7.1	城市道路网规划的基本要求	249
6.7.2	城市道路网结构形式	250
6.7.3	城市道路网规划主要技术指标	252
6.7.4	城市道路网规划设计的一般程序	254

思考题 .....	256
<b>第七章 道路平面交叉设计</b> .....	<b>257</b>
7.1 概述 .....	257
7.1.1 交叉口的类型及其适用条件 .....	257
7.1.2 交叉口的交通运行特征分析 .....	260
7.1.3 交叉口设计的基本要求和内容 .....	261
7.2 交叉口的交通组织设计及参数确定 .....	262
7.2.1 车辆交通组织方法 .....	262
7.2.2 行人及非机动车交通组织 .....	266
7.2.3 设计车速、通行能力及车道数的确定 .....	267
7.3 交叉口平面设计 .....	270
7.3.1 交叉口设计的基本原则 .....	270
7.3.2 交叉口的几何设计 .....	271
7.3.3 环形交叉口设计方法和步骤 .....	280
7.4 交叉口的竖向设计 .....	285
7.4.1 交叉口竖向设计的要求和原则 .....	285
7.4.2 交叉口竖向设计的基本类型 .....	286
7.4.3 交叉口竖向设计的方法与步骤 .....	287
思考题 .....	296
习题 .....	296
<b>第八章 道路立体交叉设计</b> .....	<b>297</b>
8.1 概述 .....	297
8.1.1 立体交叉的组成、分类及适用条件 .....	297
8.1.2 立交设计的基本要求与主要内容 .....	304
8.2 立体交叉的规划与选型 .....	305
8.2.1 立体交叉的布置规划 .....	305
8.2.2 立体交叉的形式选择 .....	307
8.3 立体交叉的主要线形设计 .....	310
8.3.1 主线线形设计 .....	310
8.3.2 匝道的线形设计 .....	311
8.3.3 端部线形设计 .....	321
8.3.4 立体交叉综合设计的方法与步骤 .....	326
思考题 .....	327
<b>第九章 道路排水设计</b> .....	<b>329</b>
9.1 概述 .....	329
9.1.1 公路排水系统 .....	329
9.1.2 城市道路排水系统 .....	330
9.2 公路排水设计 .....	330
9.2.1 公路排水设计的一般要求 .....	330
9.2.2 公路地表排水 .....	331

9.2.3 公路地下排水 .....	336
9.3 城市道路排水设计 .....	337
9.3.1 排水系统的制度 .....	337
9.3.2 城市道路排水设计的一般要求 .....	338
9.3.3 雨水管道及其构造物沿道路的布置 .....	339
9.3.4 雨水管渠水文、水力计算 .....	344
9.3.5 雨水管道计算示例 .....	348
思考题 .....	351
<b>第十章 道路计算机辅助设计</b> .....	<b>352</b>
10.1 概述 .....	352
10.1.1 国外道路 CAD 新技术的现状与发展趋势 .....	352
10.1.2 国内道路 CAD 新技术的开发和应用概况 .....	353
10.1.3 道路 CAD 新技术的发展前景 .....	353
10.2 地形数据的采集与处理 .....	354
10.2.1 地形数据采集的分类与特点 .....	354
10.2.2 地形图数字化采集地形数据 .....	356
10.2.3 全站仪采集地形数据 .....	358
10.2.4 航测数据的采集 .....	359
10.2.5 全球定位系统(GPS)数据采集 .....	363
10.3 数字地面模型的建立 .....	368
10.3.1 数字地面模型的类型及特点 .....	368
10.3.2 数字地面模型的建立 .....	370
10.3.3 数字地面模型在道路设计中的应用 .....	374
10.4 道路路线计算机辅助设计 .....	374
10.4.1 系统的总体设计 .....	374
10.4.2 路线的平、纵、横设计 .....	375
10.4.3 路线设计图表的自动生成 .....	379
10.5 公路透视图的绘制及设计成果的三维动态实时显示 .....	383
10.5.1 道路透视图的绘制 .....	383
10.5.2 道路透视图三维动画实时显示 .....	385
10.6 道路测设一体化 .....	387
10.6.1 现状评述 .....	387
10.6.2 道路测设一体化集成系统 .....	388
10.6.3 道路测设一体化与 GIS .....	390
10.7 国外优秀道路软件简介 .....	391
10.7.1 德国 CARD/1 软件 .....	391
10.7.2 美国 Intergraph 公司的 InRoads 软件 .....	392
10.7.3 英国 MXRoad 软件 .....	392
10.7.4 其他一些外国软件简介 .....	392
<b>附录一 公路建设项目的可行性研究</b> .....	<b>394</b>
附 1.1 可行性研究的基本概念 .....	394

---

附 1.2	可行性研究的编制阶段 .....	394
附 1.3	可行性研究的任务与要求 .....	396
附 1.4	公路建设项目可行性研究的主要内容及编制步骤 .....	397
附 1.5	公路建设项目交通量评价 .....	400
附 1.6	项目经济评价 .....	402
附 1.7	公路建设项目可行性研究编制中应注意的问题 .....	409
<b>附录二</b>	<b>小桥涵勘测设计 .....</b>	<b>410</b>
附 2.1	小桥涵位置和类型的选择 .....	410
附 2.1.1	小桥涵位置选择 .....	410
附 2.1.2	小桥涵类型选择 .....	412
附 2.2	小桥涵设计流量及孔径确定 .....	413
附 2.2.1	水文资料调查及流量计算 .....	413
附 2.2.2	孔径计算 .....	423
附 2.3	小桥涵外业勘测 .....	429
附 2.3.1	桥涵位置测量 .....	429
附 2.3.2	桥涵地质调查 .....	430
<b>主要参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>431</b>

# 第一章 绪 论

## 1.1 交通运输系统组成与道路运输的特点

### 1.1.1 交通运输系统组成

交通运输作为国民经济的基础产业之一,是联系国民经济各领域及城市和乡村、生产和消费的纽带,是推动社会经济发展和人类文明进步的重要因素。

现代交通运输系统是由铁路、公路、水运、航空及管道运输五种方式组成,这些运输方式在技术经济上各有特点。铁路运输对于远程的大宗客货运输具有明显的优势;水运具有通过能力高、运量大、耗能小、成本低的优点,但受自然条件限制大,速度慢;航空运输速度快,但运量小,运价高;管道运输适于运输液态、气态及散装物品,具有连续性强、运输成本低、损耗少、安全性好的特点;道路运输机动灵活,可以实现门到门的运输,覆盖面广,避免中转和重复装卸,是综合交通运输系统中最活跃的一种运输方式。

### 1.1.2 道路运输的特点与发展概况

#### 1. 道路运输的特点

道路是国家经济和国防建设的基础设施,道路运输是随着人类社会经济和文化活动的发展而逐步发展起来的,是人类社会经济活动的基本条件之一。道路运输在整个交通运输系统中也处于基础地位。社会经济水平和交通运输需求决定着道路的发展进程,而道路也会制约社会经济和交通运输的发展水平。世界各国国民经济的发展进程无不与道路运输及其发展有着密切的联系。道路运输与其他运输方式相比,主要有以下特点。

1) 灵活性。道路运输受固定设施的限制较小,可以自成体系,能够在需要的时间和规定的地点迅速集散货物,而其他运输方式却需要道路运输为其提供集散条件,并通过道路运输来完成。

2) 直达性。道路运输能够深入到客货集散点进行直接运输,而不需要中转,可以大大节约时间和费用,减少损耗,对于短途运输,效益更加显著。

3) 公益性。道路通达深度广,覆盖面大,可以到达工矿企业、城乡村镇,受益人群多,社会效益良好,容易受到社会各方面的关注和支持。

4) 主导性。随着我国道路网的不断改造和完善,特别是大量高速公路的建成通车,道路客货运量在交通运输体系中所占比重处于绝对优势。道路的发展程度已经成为衡量一个国家经济实力和现代化水平的重要标志。

5) 劣势。由于道路运输单位运量较少,行业服务人员和能源消耗较多,导致运输成本偏高。另外道路运输对环境污染较大,治理较为困难。

近年来,随着道路等级的逐渐提高,汽车性能的不断改善,以及高新技术在道路运输

中的广泛应用,使得道路运输越来越快捷、安全、舒适、方便,道路在国民经济和社会生活中的地位日益提高,道路运输已成为各国广泛采用的一种主要运输方式。

## 2. 我国道路运输的发展概况

### (1) 我国道路发展史

我国的道路建设曾经有过辉煌的时期,有着悠久的历史。早在公元前两千多年前,就有轩辕氏造舟车,到周朝又有“周道如砥,其直如矢”的记载,并将城乡道路按不同等级进行统一规划,修建了从镐京(周朝初年国都,今西安市西南)通往各诸侯城邑的牛马车道路,形成了以都城为中心的道路体系。秦始皇统一六国后,大修驰道,“东穷燕齐,南极吴楚,江湖之上,濒海之观毕至”,规模宏大,并颁布“车同轨”法令,使道路建设得到较大发展。西汉时期(前 202 年~公元 25 年),汉承秦制,随着城市的兴起和商业的发展,形成了举世闻名的“丝绸之路”。到唐代初步形成了以城市为中心的四通八达的道路网。到清代全国已形成了层次分明、功能较完善的道路系统——“官马大道”、“大路”、“小路”,分别为京城到各省城、省城至地方重要城市及重要城市到市镇的三级道路。

公元 1886 年,第一辆汽车在德国的“奔驰”公司诞生,开创了公路运输的新纪元。20 世纪初,汽车输入我国,公路开始发展。1906 年在广西友谊关修建了第一条公路。由于受战争、灾荒及其他因素的影响,到 1949 年,全国仅有汽车 5 万辆,公路通车里程 8 万 km。

中华人民共和国成立以来,我国公路建设取得了巨大的成就,到 2004 年底,我国已建成公路超过了 188 万 km,较新中国成立初期的 1949 年增长了 23 倍。我国高速公路通车里程也已经超过 3.4 万 km,继续保持世界第二,特别是 1998 年以来,年均通车里程超过了 4000km。高速公路的发展,极大地提高了我国公路网的整体技术水平,优化了交通结构,对缓解交通运输的瓶颈制约发挥了重要作用。

改革开放以来我国的公路建设取得了巨大成就,但由于公路交通基础薄弱,各地发展极不平衡,公路建设水平与发达国家相比,仍有很大差距,远远不能满足国民经济的发展对公路运输的需要。存在的主要问题:一是数量少。二是质量差,等级低。在通车里程中,大部分为等级较低的三、四级公路,还有一部分达不到技术标准的“等外路”。三是服务水平低。由于公路设施不完善,抗灾能力较差,交通量增长迅速,干线公路超负荷运行,平均运行速度低,交通堵塞严重。另外,公路运输市场不规范,公路运输管理较为混乱。因此,在今后相当长的时期内,加快公路建设和公路运输管理是我国公路建设的主要任务。

### (2) 我国道路发展规划

为促进我国交通事业的进一步发展,交通部按照“统筹规划、条块结合、分层负责、联合建网”的方针,制定了公路水运交通发展长远规划。即从“八五”开始用 30 年左右的时间建成公路主骨架、水运主通道、港站主枢纽和交通支持系统,即“三主一支持”,使我国的交通运输能够满足国民经济的需要,争取到 2050 年左右实现交通运输现代化。

“三主一支持”中的公路主骨架即为国道主干线系统,是由高等级公路组成的快速通道,由“五纵七横”12 条路线形成,总里程约 3.5 万 km,连接首都、各省(自治区)省会、直辖市、中心城市、主要交通枢纽和重要口岸,如图 1.1 所示。其中的“五纵”是:



