

“十二五”规划精品教材

GONG LU

GONGCHENG

公路工程

■ 赵亚兰 郭红兵 主编
■ 张军艳 副主编



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社

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

“十二五”规划精品教材

公路工程

赵亚兰 郭红兵 主 编
张军艳 副主编

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书分为公路勘测设计和路基路面两篇,第1篇公路勘测设计,包括绪论、公路平面、公路横断面、公路纵断面、公路勘测与选线及公路交叉口,共6章;第2篇路基路面,包括公路路基设计、公路路基施工及质量控制、公路路面设计、公路路面施工及质量控制,共4章。

本书可作为高等职业院校路桥相关专业(公路监理、公路检测、公路养护、工程测量)和非路桥专业(交通工程、筑路机械、城市规划、建筑工程、地下工程等)的专科和高职教材,亦可供相关专业的工程技术人员及函授人员学习参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

公路工程/赵亚兰,郭红兵主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2010.8
ISBN 978-7-81123-622-4

I. ①公… II. ①赵… ②郭… III. ①道路工程 IV. ①U41

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第146639号

责任编辑:杨正泽

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:25.75 字数:580千字

版 次:2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-622-4/U·55

印 数:1~4 000册 定价:38.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

本教材以培养高职高专人才为目标,以学生为中心,以就业为导向,课程在内容设计中突出职业教育的特色,注重内容的针对性,以够用、实用、必需为原则,注重学生基本素质、基本技能的培养,注重工学结合,课程密切联系公路工程建设实践,理论和实践结合,循序渐进,有助于培养学生扎实的职业技能基本功。

依据授课中以往所用教材存在的问题,本教材在编写中从公路工程的线形设计和结构设计两方面阐述:线形设计着重阐述清楚公路路线平、纵、横的基本组成和技术指标及基本成果,结构设计着重介绍路基路面的基本要求、基本构造、基本材料、施工流程及质量控制等。弱化理论分析,注重培养学生对公路的基本知识、基本施工方法等的认识、理解和应用,突出职业教育实用、够用、应用的特色。

本书由陕西交通职业技术学院赵亚兰、郭红兵主编并统稿,由陕西交通职业技术学院张军艳副主编。第1、3、5、6由陕西交通职业技术学院赵亚兰编写;第2章由陕西交通职业技术学院张军艳编写;第4、8章由南京交通职业技术学院耿巍编写;第7、9章由陕西交通职业技术学院郭红兵编写;第10章由陕西交通职业技术学院殷青英编写。

本教材在编写过程中参考了有关标准、规范、手册、教材和有关论著,在此谨向有关编者表示衷心的感谢。

因编者水平有限,教材内容编排不当、错误或遗漏之处在所难免,敬请读者指正。

相关教学课件可以从出版社网站(<http://press.bjtu.edu.cn>)下载,也可以发邮件至 cbsyzz@jg.bjtu.edu.cn 索取。

编者

2010年8月

目 录

第 1 篇 公路勘测设计

第 1 章 绪论	3
1.1 公路的发展概况	3
1.1.1 综合交通运输系统	3
1.1.2 公路的发展概况	4
1.2 公路的基本组成	8
1.2.1 线形组成	8
1.2.2 结构组成	9
1.3 公路的分级与技术标准	14
1.3.1 道路的分类	14
1.3.2 公路分级	14
1.3.3 技术标准	17
1.4 公路勘测设计依据及设计文件组成	18
1.4.1 公路勘测设计依据	18
1.4.2 公路勘测设计文件的组成	22
1.5 公路基本建设程序	23
1.5.1 公路规划与研究阶段	24
1.5.2 公路勘测设计阶段	26
1.5.3 公路建设实施阶段	26
1.5.4 公路日常管理阶段	28
◇ 本章小结	28
◇ 思考题与习题	29
第 2 章 公路平面	30
2.1 公路平面线形组成	30
2.1.1 直线	31
2.1.2 圆曲线	33
2.1.3 缓和曲线	37
2.2 公路平曲线超高	45
2.2.1 路拱	45

2.2.2	超高	46
2.2.3	超高缓和段	47
2.3	公路平曲线加宽	52
2.3.1	加宽及作用	52
2.3.2	加宽的规定与要求	53
2.3.3	加宽缓和段	54
2.4	中桩坐标计算	55
2.4.1	导线点坐标计算	55
2.4.2	交点坐标计算	56
2.4.3	中桩坐标计算	56
2.5	公路行车视距	61
2.5.1	视距的种类	61
2.5.2	停车视距	62
2.5.3	超车视距	63
2.5.4	视距保证方法	64
2.6	公路平面线形设计	68
2.6.1	平面线形设计要求	68
2.6.2	平面线形的组合形式	70
2.7	公路平面设计成果	72
2.7.1	路线平面设计图	72
2.7.2	直线、曲线及转角表	74
2.7.3	逐桩坐标表	76
◇	本章小结	77
◇	思考题与习题	77
第3章	公路纵断面	79
3.1	公路纵断面组成	79
3.1.1	纵断面基本知识	79
3.1.2	纵断面设计的基本规定	80
3.2	直坡段的规定与要求	81
3.2.1	纵坡设计的一般要求	81
3.2.2	最大纵坡与最小纵坡	82
3.2.3	坡长限制	83
3.2.4	缓和坡段	84
3.2.5	平均纵坡	85
3.2.6	合成坡度	85
3.3	竖曲线设计	86

3.3.1 竖曲线	86
3.3.2 竖曲线要素计算	86
3.3.3 竖曲线设计标准	87
3.3.4 竖曲线的设计与计算	89
3.4 平纵组合设计	90
3.4.1 平纵组合设计及原则	90
3.4.2 平、纵线形组合类型	91
3.5 纵断面设计	95
3.5.1 纵断面设计要点	95
3.5.2 纵断面设计方法与步骤	96
3.6 纵断面设计成果	97
3.6.1 纵断面图	97
3.6.2 路基设计表	98
3.6.3 纵坡竖曲线表	101
◇ 本章小结	101
◇ 思考题与习题	102
第4章 公路横断面	104
4.1 公路横断面组成	104
4.1.1 路基标准横断面	105
4.1.2 路基典型横断面	109
4.2 公路建筑限界与公路用地	110
4.2.1 公路用地范围	110
4.2.2 公路建筑限界	110
4.3 横断面设计	111
4.3.1 基本要求	111
4.3.2 设计方法与步骤	111
4.4 路基土石方数量计算与调配	112
4.4.1 路基土石方数量计算	112
4.4.2 路基土石方调配	114
4.5 横断面设计成果	117
4.5.1 横断面图	117
4.5.2 路基土石方数量计算及调配表	117
◇ 本章小结	121
◇ 思考题	121
第5章 公路勘测与选线	122

5.1 公路选线的基本知识	122
5.1.1 公路选线的一般原则	122
5.1.2 自然条件对公路选线的影响	123
5.1.3 选线的步骤和任务	124
5.2 公路外业勘测	125
5.2.1 公路调查	125
5.2.2 公路初测	126
5.2.3 公路定测	129
5.3 公路选线	133
5.3.1 平原地区选线	133
5.3.2 山岭重丘区选线	136
5.3.3 丘陵区选线	148
5.4 公路定线与放线	149
5.4.1 纸上定线	150
5.4.2 实地定线	153
5.4.3 平曲线半径选定	157
◇ 本章小结	160
◇ 思考题与习题	161
第6章 公路交叉口	163
6.1 公路平面交叉	163
6.1.1 平面交叉口的设计内容	164
6.1.2 交叉口的交通分析	164
6.1.3 交叉口的形式、类型及选择	165
6.1.4 平面交叉的一般规定	167
6.2 公路立体交叉	168
6.2.1 公路立体交叉的基本组成	168
6.2.2 公路立体交叉的类型及适用条件	171
6.2.3 公路与公路立体交叉的一般规定	174
6.2.4 公路立体交叉设计成果	174
6.3 公路与其他线路相交	175
6.3.1 公路与铁路相交	175
6.3.2 公路与乡村道路交叉	176
6.3.3 公路与管线交叉	177
◇ 本章小结	178
◇ 思考题	178

第2篇 路基路面

第7章 公路路基设计	181
7.1 路基的基本知识	181
7.1.1 路基的特点及要求	181
7.1.2 路基的受力工作区	182
7.1.3 路基用土	184
7.1.4 路基干湿类型	185
7.1.5 路基的强度指标	189
7.1.6 路基主要病害	190
7.1.7 公路自然区划	191
7.2 一般路基设计	195
7.2.1 路基的基本类型	195
7.2.2 路基的基本构造	197
7.2.3 路基的附属设施	201
7.3 路基稳定性设计	203
7.3.1 路基稳定性分析的基本知识	203
7.3.2 边坡稳定性分析	205
7.3.3 陡坡路堤稳定性分析	212
7.4 路基排水设计	214
7.4.1 路基排水的目的与要求	214
7.4.2 地表排水设计	215
7.4.3 地下排水设计	219
7.4.4 排水系统设计	223
7.5 路基防护与加固	226
7.5.1 坡面防护	226
7.5.2 冲刷防护	234
7.5.3 支挡工程	236
7.5.4 湿软地基加固	245
◇ 本章小结	250
◇ 思考题与习题	251
第8章 公路路基施工及质量控制	253
8.1 路基施工方法和程序	253
8.1.1 路基施工方法	253
8.1.2 路基施工程序	254

8.2 土质路基施工	257
8.2.1 土质路堤填筑	257
8.2.2 土质路堑开挖	261
8.2.3 路基压实	263
8.3 石质路基施工	267
8.3.1 填石路堤	267
8.3.2 土石路堤	268
8.3.3 石质路基开挖	268
8.4 路基的整修与维护	273
8.4.1 路基整修	273
8.4.2 路基维护	274
8.5 路基工程质量检测	275
8.5.1 一般规定	275
8.5.2 基本要求	275
8.5.3 实测项目	276
◇ 本章小结	277
◇ 思考题	278
第9章 公路路面设计	279
9.1 路面的基本知识	279
9.1.1 路面的基本要求	279
9.1.2 路面的结构层次	280
9.1.3 路面的分类与分级	282
9.2 路面的基(垫)层材料	283
9.2.1 路面垫层材料	283
9.2.2 路面基层材料分类	284
9.2.3 无机结合料稳定类基层	285
9.2.4 粒料类基层	291
9.3 沥青路面	293
9.3.1 沥青路面的特点	293
9.3.2 沥青路面的要求	293
9.3.3 沥青路面的分类	294
9.3.4 沥青路面厚度设计方法	296
9.3.5 新建沥青路面结构层厚度计算示例	308
9.3.6 沥青路面补强设计	313
9.4 水泥混凝土路面	315

9.4.1 水泥混凝土路面的特点	315
9.4.2 水泥混凝土路面的结构层次	316
9.4.3 水泥混凝土路面的接缝	319
9.4.4 水泥混凝土路面厚度设计	321
◇ 本章小结	330
◇ 思考题与习题	330
第10章 公路路面施工及质量控制	332
10.1 路面施工准备	332
10.1.1 组织准备	333
10.1.2 物质准备	333
10.1.3 技术准备	333
10.1.4 拌和厂布置	334
10.1.5 铺筑试验路段	335
10.1.6 编制开工报告	335
10.2 基层(底基层)施工及质量控制	335
10.2.1 半刚性基层施工	335
10.2.2 粒料类基层施工	344
10.2.3 基层施工质量控制	349
10.3 沥青路面施工及质量控制	354
10.3.1 沥青路面材料要求	354
10.3.2 层铺法施工	358
10.3.3 厂拌法施工	362
10.3.4 沥青路面施工质量控制	370
10.4 水泥混凝土路面施工及质量控制	376
10.4.1 水泥混凝土路面材料要求	376
10.4.2 水泥混凝土路面施工	381
10.4.3 水泥混凝土路面施工质量控制	388
10.5 路面病害及养护	390
10.5.1 路面养护的目的	390
10.5.2 路面养护的分类	391
10.5.3 沥青路面主要病害	392
10.5.4 水泥混凝土路面主要病害	394
◇ 本章小结	394
◇ 思考题	395
参考文献	397

第1篇

公路勘测设计

- 第1章 绪论
- 第2章 公路平面
- 第3章 公路纵断面
- 第4章 公路横断面
- 第5章 公路勘测与选线
- 第6章 公路交叉口

第 1 章

绪 论

本章概述

本章主要介绍了公路的发展概况，公路的基本组成，公路分级及分级依据，《公路工程技术标准》的认识，公路设计依据和设计文件组成，公路建设程序及公路设计阶段等有关公路工程技术的知识。

学习目标

1. 知道公路的基本组成。
2. 会确定公路等级。
3. 熟悉公路设计的基本依据，即交通量、设计速度与设计车辆的含义。
4. 知道公路设计文件的组成。
5. 知道公路建设程序与公路设计阶段。

1.1 公路的发展概况

1.1.1 综合交通运输系统

交通运输是国民经济的重要组成部分，是国民经济的命脉。它把国民经济各领域和各个地区联系起来，担负着国家建设中原材料与产品的集散、城乡间的物质交流运输任务，并满足人们在物质文化生活上的需要，是联系工业和农业、城市和乡村、生产和消费的纽带。在国家的政治、经济、军事、文化建设中，在社会物质财富的生产和分配过程中，在广大人民生活中具有重要的作用。

1. 综合运输系统的构成

现代交通运输由铁路、公路、水运、航空及管道等 5 种运输方式组成。这些运输方式在技术上、经济上各具特点。

铁路运输适用于远程的大宗货物及旅客运输,其特点是运量大、迅速,特别是高速铁路的出现,使铁路运输能力进一步提高,但由于铁路运输需转运(二次、三次),装卸费用较高,使其一般只在远距离运输上占有优势。由于受铁路轨道的限制,铁路运输属线性运输。

水路运输是通航地区最廉价的运输方式,但速度慢,并受自然因素制约大。

航空运输适用于快速运送旅客、紧急物资及邮件,速度快,但成本高。航空运输由于受航线、机场限制,属于点运输。

管道运输是用于液态、气态及散装粉状材料运输的专用方式。

公路运输适用于旅客及货物各种运距的批量运输,它既是独立的运输体系,也是车站、港口和机场物资集散的重要方式,公路运输属于面的运输。

这些点、线、面交通运输组成国家综合运输系统,实现了全国不同需要的客流运输和货流的周转。

2. 公路运输的特点

公路运输与其他运输方式比较,具有如下特点。

① 机动灵活,直达运输。随着公路建设加快,公路运输网密度加大,公路运输车辆可以“无处不到、无时不有”,公路运输能迅速集中和分散货物,做到直达运输,不需中转,可以实现“门到门”的直接运输,节约时间和减少中转费用,减少货损。

② 适应性强,服务面广。受交通设施限制少,是最广泛的一种运输方式,可伸展到任何山区、农村、机关、单位,可承担其他运输方式的转运任务,是交通运输网中其他各种运输方式联系的纽带。公路运输时间上随意性强,同时既可适用于小批量运输和又可用于大宗运输。

③ 公路运输投资少,资金周转快,社会效益显著。

④ 与铁路、水运比较,公路运输由于汽车燃料价格高,服务人员多,单位运量小,所以在长途运输中,其运输成本偏高。但随着高速公路的迅速发展,汽车制造技术的不断改进,运输管理水平的不断提高,这些不足正在逐步得到改善。

由于公路运输的这些特点,使公路得以快速发展。到20世纪70年代,经济发达国家大多改变了一个多世纪以来以铁路运输为中心的局面,公路运输在各种运输方式中起了主导作用,特别是现代高速公路的出现,使公路运输在经济建设中发挥了更加重要的作用。公路运输成为我国综合运输体系中最活跃的一种运输方式,并显示出广阔的发展前景。

1.1.2 公路的发展概况

1. 公路的发展历史

道路伴随人类的活动而产生,促进了社会的进步和发展,而公路是现代交通运输发展的结晶,是人类文明的象征、科学进步的一个重要里程碑。

古代：早在公元前 2000 年前，就有了可以行驶牛、马车的道路。秦始皇统一六国后，大修驰道，颁布“车同轨”法令，使得道路建设得到一个较大的发展。

近代：1902 年，上海出现第一辆汽车，通行汽车的公路开始发展。1906 年，在现今广西友谊关修建了第一条公路。到 1949 年底，全国公路通车里程仅有 8.1 万公里，而且公路通行质量较差。

现代：1949 年以后，我国为了迅速恢复和发展国民经济，巩固国防，国家加快了公路建设的步伐，建成了川藏、青藏、昆洛、海榆、敦格、福温等公路。1975 年，公路建设里程达到 78 万公里，但公路等级普遍较低。

改革开放后，随着汽车交通量的大幅度增加，公路建设迅速发展。国家提出修建 70 条国道，允许利用国内外贷款、集资修路收取车辆通行费偿还贷款。1988 年 10 月，沪嘉（上海—嘉定）高速公路建成通车，这条高速公路全长 18.2 km，双向 4 车道，全路设计行车时速 120 km，中央分隔带宽 3 米，全封闭，全立交，沿线建有大型互通式立交桥 3 座，设有完整的交通标志、标线和交通监控系统。

从 20 世纪 90 年代开始，我国的公路建设进入了飞速发展的时代，各级政府对公路建设的力度之大，投资数量之多，建设标准之高，都是历史上从来没有的。

1990 年 9 月，沈阳至大连高速公路建成通车。沈大高速公路全长 375 km，连接沈阳、辽阳、鞍山、营口、大连 5 个城市，是当时公路建设项目中由我国自行设计、自行施工、规模最大、标准最高的工程，开创了我国建设长距离高速公路的先河，为 20 世纪 90 年代大规模的高速公路建设积累了经验。

1992 年，我国正式提出“五纵七横”十二条通道的国道主干线系统规划，总长 3.5 万公里，主要功能是将首都和省会以及大城市、重要的交通枢纽和经济中心连接起来。

1993 年，京津塘（北京—天津—塘沽）高速公路建成通车，这是我国第一条经国务院批准利用世界银行贷款进行国际公开招标建成的高速公路。到 1997 年底，我国相继建成了沈大、京津塘、成渝、济青等一批具有重要意义的高速公路，高速公路通车总里程达到 4 771 km。

1999 年，我国高速公路里程首次突破 1 万公里。2000 年，全国高速公路总里程达到 1.6 万公里，居世界第三位。京沈、京沪高速公路建成通车，在我国华北、东北、华东之间形成了快速、安全的公路运输通道。2001 年，有“西南动脉”之称的西南公路出海通道—重庆至湛江高速公路全线贯通，西南地区从此与大海不再遥远。同年我国高速公路总里程超过加拿大，位居世界第二位。

2002 年底，我国高速公路通车里程一举突破 2.5 万公里，此后突飞猛进，在 2004 年、2005 年、2007 年和 2008 年分别突破 3 万公里、4 万公里、5 万公里和 6 万公里，目前在世界上仅次于美国。目前，除西藏外，各省、自治区和直辖市都已拥有高速公路，全国有 11 个省份高速公路里程超过 2 000 km。我国用了不到 20 年时间，走过了许多发达国家一般需要 30 年到 40 年才能走完的路，创造了世界瞩目的发展速度。

2. 公路发展现状

新中国成立后,特别是改革开放以来,我国公路建设取得了巨大成就,但是与国际发达国家相比,无论在数量上或质量上都存在较大差距。我国公路目前主要存在以下几个方面问题。

1) 公路数量少,通达深度不够

2008年底,我国公路通车里程虽已达368万公里,居世界第四位,但与公路建设水平高的国家相比,仍然相差较大。我国公路密度为17.5公里/百平方公里,而美国公路密度为67公里/百平方公里、英国为160公里/百平方公里、法国为147公里/百平方公里、日本为303公里/百平方公里、印度为61公里/百平方公里。

2) 路网等级低、路面质量差、标准低

在通车里程中,二级以上的公路,只占公路总里程的13.1%多一点,等级以上公路所占比例为78.3%。高级、次高级路面里程占公路总里程的38.9%。无路面里程15.4万公里,占9%。有的公路防护设施不全,抗灾能力很差,据统计每年水毁公路造成的经济损失就达几亿元。

3) 发展不平衡

东西部差距较大,平原区与山区差别大。公路密度各省市差距大,上海164.95公里/百平方公里,北京125.02公里/百平方公里,江苏123.75公里/百平方公里。10公里/百平方公里以下的省、自治区有5个,分别为西藏、青海、新疆、内蒙古、甘肃。

4) 通行能力低

通行能力大、运营效益高的公路主骨架未形成。由于我国二级以上公路所占比重较小,在公路几何条件、交通组成和汽车行驶环境等条件影响下,公路通行能力普遍偏低。

5) 服务水平低

公路服务水平由汽车行驶速度、交通密度、交通中断情况、车辆行驶舒适度等衡量。总体看,我国的公路服务水平还较低,还不能完全达到人民群众对公路运输服务水平的要求。

3. 公路发展规划

1) 国道主干线系统——“五纵七横”规划

国道主干线系统是国道网中由高速公路和一、二级公路为主组成的快速通道。国道主干线系统,总里程约3.5万公里,由五纵七横12条路线组成。

连接首都、各省(自治区)省会(首府)、直辖市、中心城市、主要交通枢纽和重要口岸。这个系统形成后,车辆速度可提高一倍,城市间、省际间、经济区域间400~500公里的公路运输可当日往返,800~1000公里的可当日到达。

2) 国家高速公路网规划

为满足经济社会发展的需要,2004年交通部提出并经国务院审议通过了《国家高速公路网规划》,它标志着中国高速公路建设进入一个新的历史时期。

我国高速公路网规划将建成布局为“7918”的高速公路网络,即7条首都放射线、9条