



新世纪现代交通类专业系列教材

# 现代道路 路基路面工程

(第2版)

尤晓玮 主编  
王梓夫 主审



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>



新世纪现代交通类专业系列教材

# 现代道路路基路面工程

(第2版)

尤晓晔 主编

王梓夫 主审

清华大学出版社

北京交通大学出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书是根据路基路面工程教材大纲而编写的,全书共分为18章,其主要内容分别为:总论,路基的强度和稳定性,一般路基设计,路基边坡稳定性设计,路基排水设计,路基防护与加固,挡土墙设计,土质路基施工,石质路基爆破施工,行车荷载、自然因素及材料的力学特性,碎(砾)石路面、稳定土路面与工业废渣基层,沥青路面,沥青路面设计,水泥混凝土路面,水泥混凝土路面设计,路面评定与管理,路基路面工程的养护与维修等。

本书作为高等学校土木工程领域中公路工程、城市道路工程、桥梁隧道工程、机场工程等专业的教材,也可供从事公路与城市道路建设、交通部门有关技术及管理人员参考。

**版权所有,翻印必究。**

**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。**

(本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。)

## 图书在版编目(CIP)数据

现代道路路基路面工程/尤晓晔主编. —2版. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2004.11

(新世纪现代交通类专业系列教材)

ISBN 7-81082-416-3

I. 现… II. 尤… III. ①公路路基—道路工程—高等学校—教材 ②路面—道路工程—高等学校—教材 IV. U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 31 号

责任编辑:韩 乐

出版者: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:北京瑞达方舟印务有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:29 字数:724千字

版 次:2004年11月第2版 2004年11月第1次印刷

书 号:ISBN 7-81082-416-3/U·6

印 数:1~5000册 定价:39.00元

## 前 言

路基路面工程是高等院校土木工程类的公路与城市道路工程、桥梁与隧道工程及机场工程等专业的一门重要课程。本书是根据我国最新颁布的《公路工程技术标准》及有关规范编写的。这门课程是一门理论与实践并重、工程性较强的课程,课程教学包括课堂教学、课程设计和施工实习等环节。课堂教学如有条件借助幻灯、录像、多媒体课件配合进行,则效果更好;课程设计可根据教学条件安排挡土墙或路面设计,以培养学生的设计能力;施工实习是贯彻理论与实践相结合的重要环节,应选择施工技术及管理较先进的工地进行,培养学生的动手能力。此外,还应安排试验课,进行旧路路基路面调查及路面品质评定等试验。

本书是根据高等学校路桥及交通工程专业教学指导委员会审议通过的路基路面工程教材编写大纲而编写的。全书由尤晓玮主编,王梓夫主审。

本书是作者在近年来讲授路基路面工程课程的基础上,在部分教师的协助下逐步形成的,这是集体研究的成果,也是作者本人从事教学研究的心得。

本书第1版于2003年出版发行以来,得到了读者的厚爱。第2版原则上保留了第1版的基本框架,在某些内容上进行了调整、更新和充实。在编写过程中,力求吸取近年来国内外在道路路基路面方面的研究成果,全面适应新颁技术规范 and 标准。

在编写和修订过程中,本书参阅了大量国内外有关路基路面工程的著作和文献资料,对于它们的作者、编者,我们一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不足和错误之处在所难免,敬请使用本书的单位和个人多提宝贵意见,以便及时修改完善。

编 者

2004年8月于北京

# 目 录

## 第 1 篇 路基工程

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| 第 1 章 路基工程总论 .....              | ( 1 )  |
| 1.1 路基工程特点和路基设计的基本内容 .....      | ( 1 )  |
| 1.1.1 路基及其作用 .....              | ( 1 )  |
| 1.1.2 路基工程的特点 .....             | ( 1 )  |
| 1.1.3 路基设计的基本内容 .....           | ( 2 )  |
| 1.2 路基的常见病害及对路基的基本要求 .....      | ( 2 )  |
| 1.2.1 路基的常见病害 .....             | ( 2 )  |
| 1.2.2 路基破坏原因综合分析 .....          | ( 3 )  |
| 1.2.3 路基病害的防治 .....             | ( 4 )  |
| 1.2.4 对路基的基本要求 .....            | ( 4 )  |
| 1.3 影响路基稳定性的因素 .....            | ( 5 )  |
| 思考题 .....                       | ( 6 )  |
| 第 2 章 路基的强度和稳定性 .....           | ( 7 )  |
| 2.1 路基土的分类及工程性质 .....           | ( 7 )  |
| 2.1.1 路基土的分类 .....              | ( 7 )  |
| 2.1.2 各类土的工程性质 .....            | ( 11 ) |
| 2.2 路基水温状况及干湿类型 .....           | ( 11 ) |
| 2.2.1 路基湿度的来源 .....             | ( 11 ) |
| 2.2.2 大气温度对路基水温状况的影响 .....      | ( 12 ) |
| 2.2.3 路基干湿类型 .....              | ( 12 ) |
| 2.3 路基的强度与稳定性 .....             | ( 20 ) |
| 2.3.1 路基的受力与路基工作区 .....         | ( 20 ) |
| 2.3.2 土基的强度指标 .....             | ( 21 ) |
| 2.3.3 保证路基强度与稳定性的措施 .....       | ( 25 ) |
| 2.4 路基土的回弹模量值 .....             | ( 25 ) |
| 2.4.1 现场实测法 .....               | ( 25 ) |
| 2.4.2 查表法 .....                 | ( 26 ) |
| 2.4.3 室内试验法 .....               | ( 29 ) |
| 2.4.4 换算法 .....                 | ( 29 ) |
| 2.5 公路自然区划 .....                | ( 30 ) |
| 2.5.1 道路工程特征相似的原则 .....         | ( 32 ) |
| 2.5.2 地表气候区划差异性的原则 .....        | ( 32 ) |
| 2.5.3 自然气候因素既有综合又有主导作用的原则 ..... | ( 32 ) |
| 思考题 .....                       | ( 33 ) |
| 第 3 章 一般路基设计 .....              | ( 35 ) |
| 3.1 路基设计的一般规定 .....             | ( 35 ) |



|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| 3.2 路基的类型与构造 .....         | (36)        |
| 3.2.1 路堤 .....             | (36)        |
| 3.2.2 路堑 .....             | (36)        |
| 3.2.3 半填半挖路基 .....         | (37)        |
| 3.3 路基设计 .....             | (38)        |
| 3.3.1 路基宽度 .....           | (39)        |
| 3.3.2 路基高度 .....           | (40)        |
| 3.3.3 路基边坡坡度 .....         | (40)        |
| 3.3.4 路基填料 .....           | (44)        |
| 3.4 路基的附属设施 .....          | (45)        |
| 3.4.1 取土坑与弃土堆 .....        | (45)        |
| 3.4.2 护坡道与碎落台 .....        | (46)        |
| 3.4.3 堆料坪与错车道 .....        | (46)        |
| 思考题 .....                  | (46)        |
| <b>第4章 路基边坡稳定性设计 .....</b> | <b>(47)</b> |
| 4.1 边坡稳定性分析概述 .....        | (47)        |
| 4.1.1 影响路基边坡稳定性的因素 .....   | (47)        |
| 4.1.2 边坡稳定性分析方法 .....      | (47)        |
| 4.1.3 边坡滑动面形状 .....        | (48)        |
| 4.1.4 边坡稳定性分析的计算参数 .....   | (48)        |
| 4.2 边坡稳定性分析方法 .....        | (50)        |
| 4.2.1 直线法 .....            | (50)        |
| 4.2.2 圆弧法 .....            | (52)        |
| 4.2.3 表解法 .....            | (57)        |
| 4.3 边坡稳定性分析工程地质法 .....     | (61)        |
| 4.4 浸水路堤稳定性分析 .....        | (62)        |
| 4.4.1 浸水路堤的特点 .....        | (62)        |
| 4.4.2 浸水路堤的高度与断面形式 .....   | (63)        |
| 4.4.3 渗透动水压力的计算 .....      | (64)        |
| 4.4.4 浸水路堤边坡稳定性分析 .....    | (64)        |
| 4.5 陡坡路堤的稳定性分析 .....       | (65)        |
| 4.5.1 陡坡路堤 .....           | (65)        |
| 4.5.2 陡坡路堤边坡稳定性分析方法 .....  | (66)        |
| 4.6 几种特殊地区的路基设计 .....      | (67)        |
| 4.6.1 黄土地区路基 .....         | (67)        |
| 4.6.2 泥沼及软土地区路基 .....      | (68)        |
| 4.6.3 多年冻土地区路基 .....       | (69)        |
| 4.6.4 盐渍土地区路基 .....        | (70)        |
| 思考题 .....                  | (72)        |
| <b>第5章 路基排水设计与计算 .....</b> | <b>(73)</b> |
| 5.1 路基排水的目的及设计的一般原则 .....  | (73)        |

|            |                  |              |
|------------|------------------|--------------|
| 5.1.1      | 路基排水的目的与要求       | (73)         |
| 5.1.2      | 路基排水设计的一般原则      | (73)         |
| 5.2        | 地面排水设计           | (74)         |
| 5.2.1      | 边沟               | (74)         |
| 5.2.2      | 截水沟              | (76)         |
| 5.2.3      | 排水沟              | (77)         |
| 5.2.4      | 跌水与急流槽           | (79)         |
| 5.2.5      | 倒虹吸与渡水槽          | (80)         |
| 5.2.6      | 蒸发池              | (82)         |
| 5.3        | 地下排水设计           | (83)         |
| 5.3.1      | 暗沟               | (83)         |
| 5.3.2      | 渗沟               | (84)         |
| 5.3.3      | 渗井               | (85)         |
| 5.4        | 明渠的水文水力计算        | (85)         |
| 5.4.1      | 设计流量的计算          | (85)         |
| 5.4.2      | 水力计算             | (86)         |
| 5.4.3      | 最佳水力横断面的水力要素     | (88)         |
| 5.4.4      | 沟渠水力计算方法与示例      | (89)         |
| 5.5        | 暗沟的水文水力计算        | (91)         |
| 5.5.1      | 渗流流量与流速的基本关系     | (91)         |
| 5.5.2      | 完整式渗沟的降落曲线方程与流量  | (91)         |
| 5.5.3      | 不完整式渗沟的降落曲线方程与流量 | (92)         |
| 5.5.4      | 渗水井的降落曲线与流量      | (93)         |
| 5.5.5      | 几个主要参数           | (93)         |
| 5.5.6      | 渗沟的水力计算          | (95)         |
| 5.6        | 路基排水的综合设计        | (98)         |
| 5.6.1      | 综合设计的意义          | (98)         |
| 5.6.2      | 综合排水设计的基本要求      | (98)         |
| 5.6.3      | 排水系统总体规划图        | (99)         |
|            | 思考题              | (101)        |
| <b>第6章</b> | <b>路基防护与加固</b>   | <b>(102)</b> |
| 6.1        | 防护与加固的目的和分类      | (102)        |
| 6.1.1      | 防护与加固的目的         | (102)        |
| 6.1.2      | 防护与加固工程的分类       | (102)        |
| 6.2        | 坡面防护             | (103)        |
| 6.2.1      | 植物防护             | (103)        |
| 6.2.2      | 工程防护             | (104)        |
| 6.3        | 冲刷防护             | (106)        |
| 6.3.1      | 直接防护             | (107)        |
| 6.3.2      | 间接防护             | (109)        |
| 6.4        | 地基加固             | (110)        |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 6.4.1 换填土层法 .....               | (110) |
| 6.4.2 重锤夯实法 .....               | (110) |
| 6.4.3 排水固结法 .....               | (111) |
| 6.4.4 挤密法 .....                 | (112) |
| 6.4.5 化学加固法 .....               | (112) |
| 思考题 .....                       | (113) |
| <b>第7章 挡土墙设计</b> .....          | (114) |
| 7.1 挡土墙的类型及使用条件 .....           | (114) |
| 7.1.1 挡土墙的用途 .....              | (114) |
| 7.1.2 挡土墙的类型 .....              | (115) |
| 7.1.3 各种挡土墙的特点与使用条件 .....       | (115) |
| 7.2 挡土墙的布置与构造 .....             | (118) |
| 7.2.1 挡土墙的设置场合 .....            | (118) |
| 7.2.2 挡土墙的布置 .....              | (118) |
| 7.2.3 挡土墙的构造 .....              | (119) |
| 7.3 挡土墙的土压力计算 .....             | (123) |
| 7.3.1 作用在挡土墙上的力系 .....          | (123) |
| 7.3.2 一般条件下库仑主动土压力的计算 .....     | (123) |
| 7.3.3 大俯角墙背的主动土压力——第二破裂面法 ..... | (128) |
| 7.3.4 黏性土土压力计算 .....            | (130) |
| 7.3.5 折线形墙背的土压力计算 .....         | (132) |
| 7.3.6 不同土层的土压力计算 .....          | (134) |
| 7.3.7 有限范围填土的土压力计算 .....        | (134) |
| 7.3.8 被动土压力计算 .....             | (135) |
| 7.3.9 车辆荷载的换算 .....             | (136) |
| 7.4 挡土墙稳定性验算 .....              | (136) |
| 7.4.1 挡土墙的破坏形式及稳定性要求 .....      | (136) |
| 7.4.2 挡土墙稳定性验算 .....            | (137) |
| 7.4.3 增加挡土墙稳定性的措施 .....         | (140) |
| 7.5 浸水路堤挡土墙设计 .....             | (143) |
| 7.5.1 浸水挡土墙土压力计算 .....          | (143) |
| 7.5.2 静水压力、动水压力和上浮力的计算 .....    | (145) |
| 7.5.3 浸水挡土墙稳定性验算 .....          | (146) |
| 7.6 地震地区挡土墙设计 .....             | (147) |
| 7.6.1 水平地震力的计算 .....            | (147) |
| 7.6.2 地震作用下的土压力计算 .....         | (148) |
| 7.6.3 地震条件下挡土墙的稳定性验算 .....      | (149) |
| 7.6.4 地震地区挡土墙设计应注意的问题 .....     | (149) |
| 7.7 加筋土挡土墙设计 .....              | (149) |
| 7.7.1 加筋土挡土墙的特点 .....           | (149) |
| 7.7.2 加筋土的基本原理 .....            | (150) |



|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 7.7.3 加筋土挡土墙的构造 .....          | (150) |
| 7.7.4 加筋土挡土墙的结构计算 .....        | (152) |
| 7.8 轻型挡土墙设计简介 .....            | (158) |
| 7.8.1 锚杆挡土墙 .....              | (158) |
| 7.8.2 悬壁式挡土墙 .....             | (161) |
| 7.8.3 锚定板挡土墙 .....             | (168) |
| 思考题 .....                      | (170) |
| <b>第8章 土质路基施工</b> .....        | (172) |
| 8.1 概述 .....                   | (172) |
| 8.1.1 路基施工的重要性 .....           | (172) |
| 8.1.2 路基施工的基本方法 .....          | (172) |
| 8.1.3 路基施工的一般程序 .....          | (173) |
| 8.1.4 施工前的准备工作 .....           | (174) |
| 8.2 土质路基施工要点 .....             | (175) |
| 8.2.1 基本要求 .....               | (175) |
| 8.2.2 路堤填筑 .....               | (176) |
| 8.2.3 路堑开挖 .....               | (178) |
| 8.2.4 机械化施工 .....              | (179) |
| 8.3 路基压实 .....                 | (181) |
| 8.3.1 路基压实的意义与机理 .....         | (181) |
| 8.3.2 影响压实效果的主要因素 .....        | (181) |
| 8.3.3 压实机具选择与操作 .....          | (183) |
| 8.3.4 土基压实标准 .....             | (185) |
| 思考题 .....                      | (186) |
| <b>第9章 石质路基爆破施工</b> .....      | (187) |
| 9.1 爆破作用原理 .....               | (187) |
| 9.1.1 药包在无限介质内的爆破作用 .....      | (187) |
| 9.1.2 药包在有限介质内的爆破作用与爆破漏斗 ..... | (188) |
| 9.1.3 药包用药量计算 .....            | (188) |
| 9.1.4 爆破设计参数 .....             | (189) |
| 9.2 炸药、起爆器材及起爆方法 .....         | (192) |
| 9.2.1 炸药的性质 .....              | (192) |
| 9.2.2 炸药的分类 .....              | (192) |
| 9.2.3 起爆器材与起爆方法 .....          | (193) |
| 9.3 常用爆破方法 .....               | (194) |
| 9.3.1 一般规定 .....               | (194) |
| 9.3.2 中小型爆破 .....              | (195) |
| 9.3.3 大爆破 .....                | (197) |
| 9.3.4 爆炸药品的管理 .....            | (197) |
| 9.3.5 瞎炮处理及清渣撬石 .....          | (197) |
| 思考题 .....                      | (198) |

## 第2篇 路面工程

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 第10章 路面工程总论 .....              | (199) |
| 10.1 路面的功能及对路面的要求 .....        | (199) |
| 10.1.1 路面的功能 .....             | (199) |
| 10.1.2 路面的使用性能 .....           | (199) |
| 10.1.3 对路面的要求 .....            | (200) |
| 10.2 路面的结构及组成 .....            | (202) |
| 10.2.1 路基横断面 .....             | (202) |
| 10.2.2 路拱横坡度 .....             | (203) |
| 10.2.3 路面排水 .....              | (203) |
| 10.2.4 路面结构层及其功能 .....         | (203) |
| 10.3 路面面层类型的适用范围与分类 .....      | (205) |
| 10.3.1 路面面层类型的适用范围 .....       | (205) |
| 10.3.2 路面的分类 .....             | (205) |
| 10.4 我国路面工程的发展 .....           | (206) |
| 10.4.1 路面材料和结构 .....           | (206) |
| 10.4.2 路面设计理论与方法 .....         | (207) |
| 10.4.3 路面施工技术 .....            | (207) |
| 10.4.4 路面测试与评价技术 .....         | (207) |
| 思考题 .....                      | (208) |
| 第11章 行车荷载、自然因素及材料的力学特性 .....   | (209) |
| 11.1 行车荷载对路面的影响 .....          | (209) |
| 11.1.1 车辆的种类 .....             | (209) |
| 11.1.2 汽车的轴型 .....             | (209) |
| 11.1.3 汽车对公路的静态作用 .....        | (212) |
| 11.1.4 运动车辆对公路的动态影响 .....      | (213) |
| 11.1.5 交通分析 .....              | (215) |
| 11.2 自然因素对路面的影响 .....          | (218) |
| 11.2.1 湿度变化对路面的影响 .....        | (219) |
| 11.2.2 气温变化对路面的影响 .....        | (219) |
| 11.2.3 水温共同作用的结果——冻胀与翻浆 .....  | (220) |
| 11.3 路面材料的强度形成原理和力学特性 .....    | (221) |
| 11.3.1 力学特性 .....              | (221) |
| 11.3.2 粒料类路面的强度形成原理与构成原则 ..... | (221) |
| 思考题 .....                      | (223) |
| 第12章 碎(砾)石、块料与无机结合料稳定路面 .....  | (224) |
| 12.1 碎(砾)石路面与基层 .....          | (224) |
| 12.1.1 强度形成原理 .....            | (224) |
| 12.1.2 碎(砾)石基层 .....           | (227) |

|               |                   |              |
|---------------|-------------------|--------------|
| 12.1.3        | 级配碎(砾)石基层         | (229)        |
| 12.1.4        | 级配碎(砾)石路面         | (232)        |
| 12.2          | 块料路面              | (232)        |
| 12.2.1        | 块料路面的定义及特点        | (232)        |
| 12.2.2        | 天然块料路面            | (233)        |
| 12.2.3        | 机制块料路面            | (235)        |
| 12.3          | 石灰稳定类基层           | (236)        |
| 12.3.1        | 强度形成原理            | (236)        |
| 12.3.2        | 影响石灰土强度的因素        | (237)        |
| 12.3.3        | 石灰土基层的应用          | (239)        |
| 12.3.4        | 石灰稳定土基层缩裂防治       | (239)        |
| 12.3.5        | 石灰稳定土混合料设计        | (239)        |
| 12.3.6        | 石灰稳定土底基层的施工       | (240)        |
| 12.3.7        | 碎(砾)石灰土底基层        | (243)        |
| 12.4          | 水泥稳定类基层           | (243)        |
| 12.4.1        | 强度形成原理            | (244)        |
| 12.4.2        | 影响强度的因素           | (245)        |
| 12.4.3        | 材料要求及混合料组成设计      | (246)        |
| 12.4.4        | 水泥稳定粒料施工          | (247)        |
| 12.5          | 工业废渣稳定基层          | (249)        |
| 12.5.1        | 对材料的要求            | (250)        |
| 12.5.2        | 混合料组成设计           | (251)        |
| 12.5.3        | 石灰煤渣类基层           | (251)        |
| 12.5.4        | 石灰粉煤灰类基层          | (251)        |
| 12.6          | 半刚性路面面层简介         | (253)        |
|               | 思考题               | (255)        |
| <b>第 13 章</b> | <b>沥青路面</b>       | <b>(256)</b> |
| 13.1          | 概述                | (256)        |
| 13.1.1        | 沥青路面的基本特性         | (256)        |
| 13.1.2        | 沥青路面的分类           | (256)        |
| 13.1.3        | 沥青路面类型的选择         | (258)        |
| 13.1.4        | 沥青路面对路基及基层的要求     | (258)        |
| 13.2          | 沥青路面材料的力学特性与温度稳定性 | (259)        |
| 13.2.1        | 沥青混合料的强度特性        | (259)        |
| 13.2.2        | 沥青混合料的应力-应变特性     | (263)        |
| 13.2.3        | 沥青混合料的疲劳特性        | (266)        |
| 13.2.4        | 沥青路面的温度状况         | (268)        |
| 13.2.5        | 沥青路面的高温稳定性        | (269)        |
| 13.2.6        | 沥青路面的低温抗裂性        | (271)        |
| 13.2.7        | 沥青路面的水稳性          | (272)        |
| 13.3          | 对沥青路面材料的要求        | (272)        |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 13.3.1 对原材料的要求 .....       | (272) |
| 13.3.2 沥青混合料的组成设计 .....    | (275) |
| 13.4 沥青路面的施工及质量控制 .....    | (279) |
| 13.4.1 沥青表面处治的施工 .....     | (279) |
| 13.4.2 沥青贯入式路面的施工 .....    | (282) |
| 13.4.3 路拌沥青碎石路面的施工 .....   | (283) |
| 13.4.4 热拌沥青混合料路面的施工 .....  | (284) |
| 13.4.5 沥青路面施工质量管理和检查 ..... | (289) |
| 13.4.6 沥青路面交工质量检查与验收 ..... | (290) |
| 13.4.7 工程施工总结 .....        | (291) |
| 思考题 .....                  | (291) |

## 第 14 章 沥青路面设计 .....

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 14.1 弹性层状体系理论分析 .....             | (292) |
| 14.1.1 基本假设与解题方法 .....            | (292) |
| 14.1.2 主应力计算 .....                | (294) |
| 14.2 沥青路面的破坏状态与设计标准 .....         | (294) |
| 14.2.1 沉陷 .....                   | (294) |
| 14.2.2 车辙 .....                   | (295) |
| 14.2.3 疲劳开裂 .....                 | (295) |
| 14.2.4 推移 .....                   | (296) |
| 14.2.5 低温缩裂 .....                 | (296) |
| 14.2.6 路面弯沉设计标准 .....             | (296) |
| 14.3 沥青路面结构组合设计 .....             | (297) |
| 14.3.1 路面结构组合的原则与方法 .....         | (297) |
| 14.3.2 路面典型结构组合示例 .....           | (299) |
| 14.4 新建沥青路面的结构厚度计算 .....          | (300) |
| 14.4.1 计算图式 .....                 | (300) |
| 14.4.2 路面的容许弯沉值和设计弯沉值 .....       | (300) |
| 14.4.3 标准轴载与轴载换算 .....            | (303) |
| 14.4.4 路面材料设计参数值 .....            | (304) |
| 14.4.5 结构层材料的容许拉应力 .....          | (306) |
| 14.4.6 容许剪应力 .....                | (306) |
| 14.4.7 简化公式和查图法计算弯沉和结构层底拉应力 ..... | (307) |
| 14.4.8 多层路面的等效换算 .....            | (314) |
| 14.4.9 弹性层状体系理论的计算机程序解 .....      | (316) |
| 14.4.10 新建路面结构设计步骤 .....          | (316) |
| 14.5 沥青路面改建设计 .....               | (321) |
| 14.5.1 路面结构状况调查与评定 .....          | (321) |
| 14.5.2 原路面当量回弹模量的计算 .....         | (322) |
| 14.5.3 补强厚度的计算 .....              | (323) |
| 思考题 .....                         | (323) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| <b>第 15 章 水泥混凝土路面</b>   | (325) |
| 15.1 概述                 | (325) |
| 15.1.1 水泥混凝土路面的分类       | (325) |
| 15.1.2 水泥混凝土路面的特点       | (325) |
| 15.2 水泥混凝土路面的构造         | (326) |
| 15.2.1 土基               | (326) |
| 15.2.2 基层               | (326) |
| 15.2.3 混凝土面板            | (327) |
| 15.2.4 接缝的构造与布置         | (328) |
| 15.2.5 特殊部位混凝土路面的处理     | (331) |
| 15.2.6 接缝材料及技术要求        | (334) |
| 15.2.7 对面层混凝土材料的要求      | (335) |
| 15.3 水泥混凝土路面施工工艺与质量控制   | (337) |
| 15.3.1 施工前的准备工作         | (337) |
| 15.3.2 施工工艺             | (337) |
| 15.3.3 施工质量控制和检验        | (341) |
| 15.4 其他类型混凝土路面简介        | (343) |
| 15.4.1 钢筋混凝土路面          | (343) |
| 15.4.2 连续配筋混凝土路面        | (343) |
| 15.4.3 装配式混凝土路面         | (344) |
| 15.4.4 组合式(双层式)混凝土路面    | (345) |
| 15.4.5 纤维混凝土路面          | (345) |
| 15.4.6 混凝土小块铺砌路面        | (346) |
| 15.4.7 碾压混凝土路面          | (346) |
| 思考题                     | (347) |
| <b>第 16 章 水泥混凝土路面设计</b> | (348) |
| 16.1 弹性地基板力学分析          | (348) |
| 16.1.1 小挠度弹性薄板的基本假设     | (348) |
| 16.1.2 板挠曲面微分方程         | (349) |
| 16.1.3 文克勒地基板的荷载应力分析    | (350) |
| 16.1.4 弹性半空间地基板的荷载应力分析  | (352) |
| 16.2 水泥混凝土路面温度应力分析      | (356) |
| 16.2.1 胀缩应力             | (356) |
| 16.2.2 翘曲应力             | (357) |
| 16.3 水泥混凝土路面的破坏形式与设计标准  | (360) |
| 16.3.1 破坏形式             | (360) |
| 16.3.2 设计标准             | (360) |
| 16.4 水泥混凝土路面板厚的确定       | (361) |
| 16.4.1 设计内容与标准          | (361) |
| 16.4.2 设计参数             | (362) |
| 16.4.3 荷载疲劳应力           | (366) |

|               |                           |       |
|---------------|---------------------------|-------|
| 16.4.4        | 温度疲劳应力 .....              | (367) |
| 16.4.5        | 板厚的确定 .....               | (368) |
| 16.5          | 复合式混凝土路面板厚的计算 .....       | (369) |
| 16.5.1        | 设计参数 .....                | (369) |
| 16.5.2        | 等效单层板 .....               | (369) |
| 16.5.3        | 荷载应力计算 .....              | (370) |
| 16.5.4        | 设计标准 .....                | (370) |
| 16.6          | 水泥混凝土路面加铺层设计 .....        | (371) |
| 16.6.1        | 旧水泥混凝土路面的技术调查与强度评定 .....  | (371) |
| 16.6.2        | 水泥混凝土路面加铺层设计 .....        | (373) |
| 16.6.3        | 钢纤维混凝土加铺层设计 .....         | (373) |
| 思考题           | .....                     | (373) |
| <b>第 17 章</b> | <b>路面的评定与管理</b> .....     | (375) |
| 17.1          | 路面的功能及其评价 .....           | (375) |
| 17.2          | 路面行驶质量的评定 .....           | (376) |
| 17.2.1        | 平整度测定方法 .....             | (376) |
| 17.2.2        | 国际平整度指数 .....             | (377) |
| 17.2.3        | 行驶质量评价 .....              | (377) |
| 17.3          | 路面结构损坏状况的评定 .....         | (378) |
| 17.3.1        | 损坏类型 .....                | (378) |
| 17.3.2        | 损坏分级 .....                | (379) |
| 17.3.3        | 损坏调查 .....                | (380) |
| 17.3.4        | 损坏状况评价 .....              | (380) |
| 17.4          | 路面抗滑性能的评定 .....           | (381) |
| 17.4.1        | 测定方法 .....                | (381) |
| 17.4.2        | 抗滑性能评价 .....              | (382) |
| 17.5          | 路面结构承载能力的评定 .....         | (383) |
| 17.5.1        | 评定方法 .....                | (383) |
| 17.5.2        | 结构承载能力的评价 .....           | (385) |
| 17.6          | 路面管理系统简介 .....            | (387) |
| 17.6.1        | 路面管理系统的基本概念 .....         | (387) |
| 17.6.2        | 路面管理系统的分级 .....           | (389) |
| 17.6.3        | 路面管理系统的结构与组成 .....        | (390) |
| 17.6.4        | 路面管理系统的功能 .....           | (392) |
| 17.6.5        | 路面管理系统的数据库 .....          | (393) |
| 17.6.6        | 路面损坏的预测模型 .....           | (394) |
| 17.6.7        | 决定需求维修年和实施维修年 .....       | (395) |
| 思考题           | .....                     | (396) |
| <b>第 18 章</b> | <b>路基路面工程的养护与维修</b> ..... | (397) |
| 18.1          | 概述 .....                  | (397) |
| 18.1.1        | 公路养护工作的任务及工程分类 .....      | (397) |



|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 18.1.2 我国公路养护工作的方针与技术政策 ..... | (403) |
| 18.1.3 公路养护管理的发展方向 .....      | (404) |
| 18.2 路基工程的养护与维修 .....         | (406) |
| 18.2.1 路基养护工作的内容要求 .....      | (406) |
| 18.2.2 路基的日常养护与维修 .....       | (407) |
| 18.3 路面工程的养护与维修 .....         | (420) |
| 18.3.1 沥青类路面的养护与维修 .....      | (421) |
| 18.3.2 水泥混凝土路面的养护与维修 .....    | (432) |
| 18.3.3 粒料路面的养护与维修 .....       | (439) |
| 思考题 .....                     | (444) |
| 参考文献 .....                    | (445) |

# 第 1 篇 路基工程

## 第 1 章 路基工程总论

**提要** 本章主要介绍路基工程的特点和路基设计的基本内容,路基的常见病害及对路基的基本要求,影响路基稳定性的因素。通过学习,使学生了解路基工程的特点,掌握路基的常见病害及对路基的基本要求,掌握影响路基稳定性的因素。

### 1.1 路基工程特点和路基设计的基本内容

#### 1.1.1 路基及其作用

公路是一种线形工程构造物。它主要承受和满足汽车荷载的重复作用和经受各种自然因素的长期影响。由于地形、地质和经济条件的限制,公路中线在平面上有弯曲,在竖直方向上有起伏,因此它是一条空间线,其形状称为公路的线形。

路基是公路线形的主体,贯穿于公路全线,与沿线的桥梁、涵洞和隧道等相连接。

路基是按照路线位置和一定技术要求修筑的作为路面基础的带状构造物。

路基是路面的基础,它与路面共同承受行车荷载的作用。路面是用硬质材料铺筑于路基顶面的层状结构。路面靠路基来支承。没有稳固的路基就没有稳固的路面。

#### 1.1.2 路基工程的特点

作为公路建筑的主体,路基工程具有以下特点:工程数量大,耗费劳力多,涉及面广,投资高等。以平原微丘区三级公路为例,每公里土石方数量约  $8\,000 \sim 16\,000 \text{ m}^3$ ,而山岭重丘区三级公路每公里土石方数量可达  $20\,000 \sim 60\,000 \text{ m}^3$  以上。据建国以来的部分资料分析,一般公路的路基修建投资占公路总投资的  $25\% \sim 45\%$ ,个别山区公路可达  $65\%$ 。路基是带状的土工构造物,路基施工改变了原有地面的自然状态,挖、填、借、弃土涉及当地生态平衡、水土保持和农田水利等自然环境。因此,路基设计和施工必须与当地农田水利建设和环境保护相配合。路基工程对工期影响大,在工程地质和水文条件复杂的路段,不但工程技术问题多,施工难度大,增加工程投资,而且常成为影响全线工期的关键。路基工程质量对公路的质量和运营具有十分重要的影响,路基质量差,将引起路面沉降变形和破坏,增加养护维修费用,影响行车舒适、安全和公路的服务水平。因此,对路基的设计和施工质量必须予以重视,确保路基工程质量。

### 1.1.3 路基设计的基本内容

路基设计应根据公路的性质、等级和技术标准,结合当地的自然条件,拟定正确的设计方案,作为施工的依据。

路基设计的具体内容包括以下几个方面。

(1) 做好沿线自然情况的勘察工作,收集必要的设计资料,作为路基设计的依据,如沿线地区地质、水文、地形、地貌及气象等资料。

(2) 根据路线纵断面设计确定的填挖高度,结合沿线地质、水文调查资料,进行路基主体工程(路堤、路堑、半填半挖路基等)设计。一般路基,可根据规范规定,按路基典型断面直接绘制路基横断面图。对下列情况,需进行单独设计:工程地质、水文条件复杂或边坡高度超过规范规定高度的路基;修筑在陡坡上的路堤;在各种特殊条件下的路基,如浸水路堤、采用大爆破施工的路基及软土或震害严重地区的路基等。

(3) 根据公路沿线地面水和地下水流情况,进行排水系统的总体布置,以及地面、地下排水结构物的设计。

(4) 路基防护与加固设计,包括坡面防护、冲刷防护与支挡结构物等的布置与设计计算。

(5) 路基工程其他设施的布设与计算,如取土坑、弃土堆和护坡道等。

## 1.2 路基的常见病害及对路基的基本要求

### 1.2.1 路基的常见病害

路基裸露在大气中,经受着土体自重、行车荷载和各种自然因素的作用,路基的各个部位将产生变形。路基的变形分为可恢复的变形和不可恢复的变形,路基的不可恢复变形将引起路基标高和边坡坡度、形状的改变。严重时,造成土体位移,危及路基的整体性和稳定性,造成路基各种破坏。

路基的常见病害有以下几种。

#### 1. 路基沉陷

路基沉陷是指路基表面在垂直方向产生较大的沉落,如图 1-1(a)所示。路基的沉陷可以有两种情况:一是路基本身的压缩沉降;二是由于路基下部天然地面承载能力不足,在路基自重的作用下引起沉陷或向两侧挤出而造成的。

路基的沉陷是因路基填料选择不当,填筑方法不合理,压实度不足,在路基堤身内部形成过湿的夹层等因素,在荷载和水湿综合作用之下,引起路基沉陷,如图 1-1(b)所示。

地基的沉陷是指原天然地面有软土、泥沼或不密实的松土存在,承载能力极低,路基修筑前未经处理,在路基自重作用下,地基下沉或向两侧挤出,引起路基下陷,如图 1-1(c)所示。

#### 2. 边坡滑塌

路基边坡滑塌是最常见的病害,根据边坡土质类别、破坏原因和规模的不同,可分为溜方与滑坡两种情况。

(1) 溜方:由于少量土体沿土质边坡向下移动所形成。溜方通常指的是边坡上表面薄层土体下溜,主要是由于流动水冲刷边坡或施工不当而引起的,如图 1-2(a)、(b)所示。