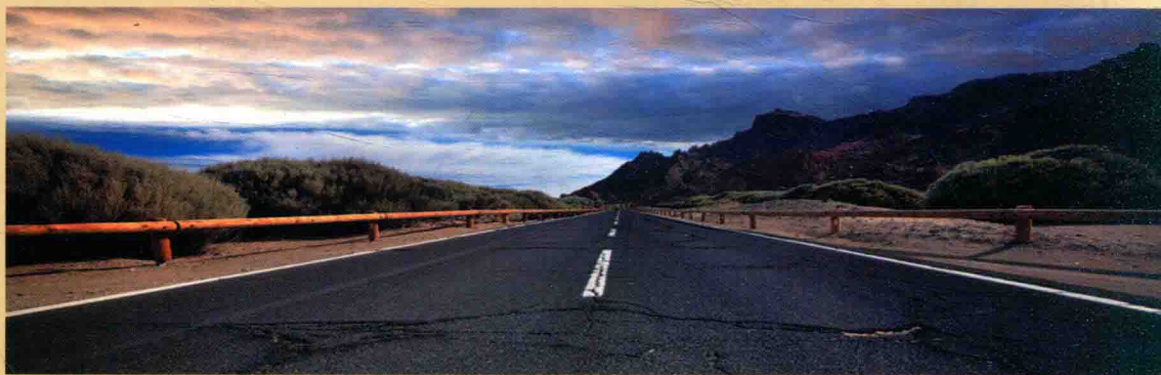




普通高等教育“十二五”国家级规划教材



“十二五”江苏省高等学校重点教材



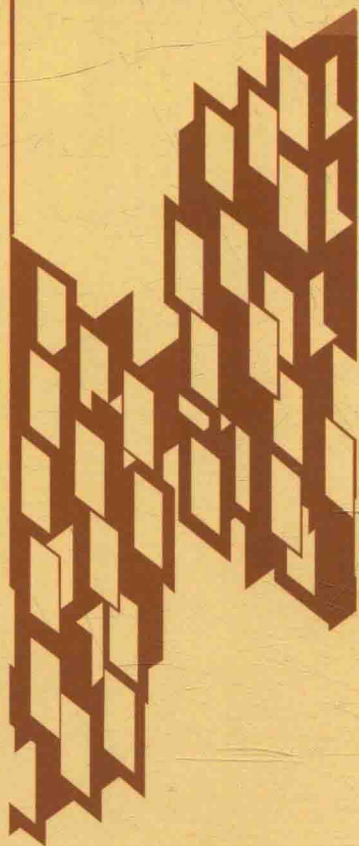
第三届中国大学出版社图书奖优秀教材二等奖
新世纪土木工程专业系列规划教材

路基路面工程

LUJI LUMIAN GONGCHENG

(第3版)

黄晓明 李昶 马涛 编著



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十二五”国家级规划教材
“十二五”江苏省高等学校重点教材(2013-1-074)
第三届中国大学出版社图书奖优秀教材二等奖
新世纪土木工程专业系列规划教材

路基路面工程

(第3版)

黄晓明 李昶 马涛 编著

东南大学出版社

内 容 提 要

全书分12章,主要介绍路基路面设计、施工、管理相关的基本概念、方法。内容包括一般路基设计、挡土墙设计、路基施工、路基防护和特殊路基设计、交通荷载及路面设计参数、碎(砾)石路面、无机结合料稳定材料基层、沥青路面及其结构设计、水泥混凝土路面及其结构设计、路面施工及路面养护与管理等。

作为高等学校道路与桥梁方向的专业课教材,编者结合多年的教学与科研经验,力求根据路基路面工程课程教学的基本环节及要求,着重介绍相关的基础理论、基本概念、基本方法,使读者通过本课程的学习夯实基础、拓宽视野。

本书在编写过程中适当地介绍了路基路面工程结构、材料、工艺最新的趋势,并在每章开头部分明确提出了学习目的和教学要求,便于学生学习和掌握本章的内容。

本书可作为高等学校土木工程专业(道路与桥梁工程)或其他相关专业的教材,既适用于本科和专科的教学,也适用于电大、职大、函大、自学考试及各类培训班的教学,并可供有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

路基路面工程/黄晓明,李昶,马涛编著.—3版.

—南京:东南大学出版社,2016.5

(新世纪土木工程专业系列规划教材)

ISBN 978-7-5641-6479-9

I. ①路… II. ①黄…②李…③马… III. ①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. ①U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 087719 号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼2号 邮编210096)

出版人:江建中

网址: <http://www.seupress.com>

江苏省新华书店经销 扬中市印刷有限公司印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:26.50 字数:660千字

2006年10月第1版 2011年6月第2版

2016年5月第3版 2016年5月第1次印刷

印数:1—4000册 定价:56.00元

(凡因印装质量问题,可直接向出版社营销部调换。电话:025-83791830)

新世纪土木工程专业系列规划教材编委会

顾 问 丁大钧 容柏生 沙庆林

主 任 吕志涛

副主任 蒋永生 陈荣生 邱洪兴 黄晓明

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁大钧 王 炜 冯 健 叶见曙 石名磊 刘松玉

吕志涛 成 虎 李峻利 李爱群 沈 杰 沙庆林

邱洪兴 陆可人 舒赣平 陈荣生 单 建 周明华

胡伍生 唐人卫 郭正兴 钱培舒 曹双寅 黄晓明

龚维明 容柏生 程建川 蒋永生

序

东南大学是教育部直属重点高等学校,在 20 世纪 90 年代后期,作为主持单位开展了国家级“20 世纪土建类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践”课题的研究,提出了由土木工程专业指导委员会采纳的“土木工程专业人才培养的知识结构和能力结构”的建议。在此基础上,根据土木工程专业指导委员会提出的“土木工程专业本科(四年制)培养方案”,修订了土木工程专业教学计划,确立了新的课程体系,明确了教学内容,开展了教学实践,组织了教材编写。这一改革成果,获得了 2000 年教学成果国家级二等奖。

这套新世纪土木工程专业系列教材的编写和出版是教学改革的继续和深化,编写的宗旨是:根据土木工程专业知识结构中关于学科和专业基础知识、专业知识以及相邻学科知识的要求,实现课程体系的整体优化;拓宽专业口径,实现学科和专业基础课程的通用化;将专业课程作为一种载体,使学生获得工程训练和能力的培养。

新世纪土木工程专业系列规划教材具有下列特色:

1. 符合新世纪对土木工程专业的要求

土木工程专业毕业生应能在房屋建筑、隧道与地下建筑、公路与城市道路、铁道工程、交通工程、桥梁、矿山建筑等的设计、施工、管理、研究、教育、投资和开发部门从事技术或管理工作,这是新世纪对土木工程专业的要求。面对如此宽广的领域,只能从终身教育观念出发,把对学生未来发展起重要作用的基础知识作为优先选择的内容。因此,本系列的专业基础课教材,既打通了工程类各学科基础,又打通了力学、土木工程、交通运输工程、水利工程等大类学科基础,以基本原理为主,实现了通用化、综合化。例如工程结构设计原理教材,既整合了建筑结构和桥梁结构等内容,又将混凝土、钢、砌体等不同材料结构有机地综合在一起。

2. 专业课程教材分为建筑工程类、交通土建类、地下工程类三个系列

由于各校原有基础和条件的不同,按土木工程要求开设专业课程的困难较大。本系列专业教材从实际出发,与设课群组相结合,将专业课程教材分为建筑工程类、交通土建类、地下工程类三个系列。每一系列包括有工程项目的规划、选型或选线设计、结构设计、施工、检测或试验等专业课系列,使自然科学、工程技术、管理、人文学科乃至艺术交叉综合,并强调了工程综合训练。不同课群组可以交叉选课。专业系列课程十分强调贯彻理论联系实际的教学原则,融知识和能力为一体,避免成为职业的界定,而主要成为能力培养的载体。

3. 教材内容具有现代性,用整合方法大力精减

对本系列教材的内容,本编委会特别要求不仅具有原理性、基础性,还要求具有现代性,纳入最新知识及发展趋向。例如,现代施工技术教材包括了当代最先进的施工技术。

在土木工程专业教学计划中,专业基础课(平台课)及专业课的学时较少。对此,除了少而精的方法外,本系列教材通过整合的方法有效地进行了精减。整合的面较宽,包括了土木工程各领域共性内容的整合,不同材料在结构、施工等教材中的整合,还包括课堂教学内容与实践环

节的整合,可以认为其整合力度在国内是最大的。这样做,不只是为了精减学时,更主要的是可淡化细节了解,强化学习概念和综合思维,有助于知识与能力的协调发展。

4. 发挥东南大学的办学优势

东南大学原有的建筑工程、交通土建专业具有 80 年的历史,有一批国内外著名的专家、教授,他们一贯严谨治学,代代相传。按土木工程专业办学,有土木工程和交通运输工程两个一级学科博士点、土木工程学科博士后流动站及教育部重点实验室的支撑。近十年已编写出版教材及参考书 40 余本,其中 9 本教材获国家和部、省级奖,4 门课程列为江苏省一类优秀课程,5 本教材被列为全国推荐教材。在本系列教材编写过程中,实行了老中青相结合,老教师主要担任主审,有丰富教学经验的中青年教授、教学骨干担任主编,从而保证了原有优势的发挥,继承和发扬了东南大学原有的办学传统。

新世纪土木工程专业系列教材肩负着“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”的重任。因此,为了出精品,一方面对整合力度大的教材坚持经过试用修改后出版,另一方面希望大家在积极选用本系列教材中,提出宝贵的意见和建议。

愿广大读者与我们一起把握时代的脉搏,使本系列教材不断充实、更新并适应形势的发展,为培养新世纪土木工程高级专门人才作出贡献。

最后,在这里特别指出,这套系列教材,在编写出版过程中,得到了其他高校教师的大力支持,还受到作为本系列教材顾问的专家、院士的指点。在此,我们向他们一并致以深深的谢意。同时,对东南大学出版社所作出的努力表示感谢。

中国工程院院士 吴志清

前 言

(第3版)

路基路面工程是土木工程专业的专业课。由于国家本科专业目录的调整,现有的土木工程专业涵盖原有的建筑工程、交通土建工程、桥梁工程、地下工程等专业。为了适应宽口径培养的需要,土木工程专业的本科生必须掌握本课程的基础内容,以适应未来工作的挑战。同时,为了培养在道路与桥梁工程方向更专业的人才,教育部又增加了道路桥梁及渡河工程本科专业,路基路面工程更是必须掌握的专业课之一。

为更好地融入最新的规范、标准和方法,本教材在第二版的基础上,结合最新的《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTJ D40—2011)、《公路工程技术标准》(JTJ B01—2014)、《公路路基设计规范》(JTJ D30—2015)和《公路路面基层施工技术细则》(JTJ/T F20—2015),对第四版的部分内容进行了详细修订。

第三版具体修订和补充的内容如下:

第一章,补充了“路基土的基质吸力与饱和度”“路基平衡湿度状况和路基平衡湿度预估方法”“路基高度填土要求”,修订了路床范围划分要求。

第二章,修订了软土地基路堤的稳定安全系数容许值、高路堤与陡坡路堤稳定安全系数、路堑边坡稳定安全系数。

第三章,修订了填料内摩擦角或综合内摩擦角、抗滑动和抗倾覆的稳定系数、圪工结构轴向力合力的容许偏心距、圪工构件或材料的抗力分项系数及荷载效应组合系数值、轴心受压构件纵向弯曲系数、圪工结构轴向力合力的容许偏心距;挡土墙的算例。

第四章,修订了路基压实度要求、硬质石料压实质量控制标准、中硬石料压实质量控制标准、软质石料压实质量控制标准、岩石分类表。

第六章,补充了“车辆超载超限的技术要求”“路基土动态回弹模量标准试验方法”“路基模量参数及路基材料 CBR 要求”;修订了“路基填料最小承载比要求”“路基材料参数”等内容。

第七章,补充了“级配碎石或砾石的推荐级配范围”“未筛分碎石或砾石的推荐级配范围”“级配碎石材料的 CBR 强度标准”“级配碎石级配范围”等《公路路面基层施工技术细则》(JTJ/T F20—2015)对应路面基层级配碎石类材料设计与施工控制的技术要求。

第十章,修订了“水泥混凝土路面交通分级”水泥混凝土路面设计方法。

第十一章,修订了“石灰的技术要求”“粗集料的技术要求”“细集料的技术要求”“集料的分级要求”“不同类型稳定集料的级配范围要求”等《公路路面基层施工技术细则》(JTJ/T F20—2015)对应路面基层无机结合料稳定材料设计与施工控制的技术要求。

补充了每章后的习题,修订和更新了讨论内容。

修改了其他各章中的部分错误和遗漏。

本书各章中规范代号后取消了年份,请注意参考最新规范。

本课程经过十一五“国家精品课程”和十二五“国家资源共享课”的建设,结合国家最新的技

术规范和研究成果,形成了完整的讲课视频、讲课 PPT 等内容,具体可见爱课程网站http://www.icourses.cn/coursestatic/course_2658.html。

本书绪论、第 1、6、7 章由黄晓明教授编写,第 2、3、4、5、9、11 章由马涛博士编写、第 8、10、12 章由李昶博士编写,全书由黄晓明统编。

本书采用国家法定计量单位,即国际单位制(SI)。本书如有未尽善之处,希望有关院校师生及读者提出宝贵意见,以便及时修改完善,联系邮箱:huangxmseu@gmail.com。

黄晓明

2016 年 1 月于东南大学

前 言

(第 2 版)

路基路面工程是道路桥梁与渡河工程专业、土木工程专业道路工程方向、交通工程专业道路工程方向的专业课。由于国家本科专业目录的调整及专业建设的需要,现有的土木工程专业、交通工程专业等扩展培养道路与桥梁工程方向的学生。为了适应宽口径培养的需要,从事交通土建工程(含道路、桥梁、港航等)的本科生必须掌握本课程的基础内容,以适应未来工作的挑战。

由于路基路面工程涉及路基设计与施工、路面设计与施工、路基路面工程的养护与管理等内容,为了突出基本概念、基础理论和设计方法,编者结合多年的教学和科研经验,力求使读者通过本书的学习达到夯实基础、拓宽视野的目的。本书主要内容包括概论、一般路基设计、挡土墙设计、路基施工、路基加固与防护及特殊地基处理、交通荷载及路面结构设计参数、碎(砾)石路面、无机结合料稳定基层、沥青路面及其结构设计、水泥混凝土路面及其结构设计、路面施工、路面养护与管理等。

东南大学“路基路面工程”课程教学小组经过多年的教学实践,形成了较为完整的教学成果,2008年取得国家精品课程的荣誉称号。目前课程网站已经含有全套教学课件、网络课程、教学视频等(校外学生浏览地址 <http://zlgc.seu.edu.cn/jpkc/2008jpkc/2008ljlmgc/ljlmkcwz.index.html>,校内学生也可浏览 <http://jpkc.seu.edu.cn/book-show/flex/book.html?courseNumber=21073010>)。

本书第2版重点补充了路基稳定性分析中的瑞典法和简化的 Bishop 法,补充了最新的规范内容,修订了部分不合适的表述,增加了网络课件和网络课程的地址,使教材更加完整、内容更加新颖。

本书第1章由黄晓明教授编写,第2、3、4、5、6、7章由马涛博士编写,第8、9、10、11、12章由李昶副教授编写,全书由黄晓明统编。

希望读者在使用过程中多提意见(电子信箱 huangxmseu@foxmail.com),使本书日臻完善。

黄晓明 李 昶 马 涛

2011年4月

前 言

(第 1 版)

本书是《新世纪土木工程专业系列规划教材》之一。

路基路面工程是土木工程专业的专业课。由于国家本科专业目录的调整,现有的土木工程专业涵盖原有的建筑工程、交通土建工程、桥梁工程、地下工程等专业。为了适应宽口径培养的需要,土木工程专业的本科生必须掌握本课程的基础内容,以适应未来工作的挑战。同时,为了培养在道路与桥梁工程方向更专业的人才,教育部又增加了道路桥梁及渡河工程本科专业,路基路面工程更是必须掌握的专业课之一。

道路工程是线形结构物,由于其地质、环境、材料、施工及控制、交通荷载等的复杂性,其结构和材料与其他土木工程基础设施相比更具特殊性。路基路面工程是露天结构物,它不仅受到气候与环境的影响,更受到交通荷载的重复作用,因此要求路基路面工程不仅有良好的强度、耐久性和稳定性,而且要求具有良好的安全性和舒适性。因此,在路基路面设计、施工与管理时,要求专业工程师从以人为本、资源节约、全寿命费用的理念出发,合理设计路基路面结构、科学施工、规范管理,保证路基路面工程的耐久性和可靠性。

由于路基路面工程涉及路基设计与施工、路面设计与施工、路基路面工程的养护与管理等内容,为了突出基本概念、基础理论和设计方法,编者结合多年的教学和科研经验,力求使读者通过本书的学习达到夯实基础、拓宽视野的目的。因此,本书主要内容包括概论、一般路基设计、挡土墙设计、路基施工、路基防护、交通荷载及路面结构设计参数、碎(砾)石路面、无机结合料稳定基层、沥青路面及其结构设计、水泥混凝土路面及其结构设计、路面施工、路面养护与管理等,为了更好地掌握本课程的现状与趋势,读者应在认真学习本教材的同时,浏览相关的专业教材与专著等。

本书概论及第 1、6、7、11 章由黄晓明教授编写,第 2、3、4、5、9 章由朱湘副教授编写,第 8、10、12 章由李昶副教授编写,全书由黄晓明统稿。

希望读者在使用过程中多提意见,使本书日臻完善。

黄晓明 朱 湘 李 昶

2006 年 2 月

目 录

第 1 章 概论	(1)
§ 1-1 路基路面的发展概况	(1)
§ 1-2 路基路面工程结构的功能要求	(8)
§ 1-3 路基路面结构及层位功能	(11)
§ 1-4 路基土的分类及其工程性质	(16)
§ 1-5 路基的水文状况、干湿类型及路基临界高度	(21)
§ 1-6 公路的自然区划	(29)
习题与讨论	(32)
第 2 章 一般路基设计	(34)
§ 2-1 路基设计的一般要求	(34)
§ 2-2 路基设计	(37)
§ 2-3 路基稳定性分析	(43)
§ 2-4 路基附属设施	(70)
习题与讨论	(72)
第 3 章 挡土墙设计	(74)
§ 3-1 概述	(74)
§ 3-2 挡土墙土压力计算	(78)
§ 3-3 挡土墙设计	(85)
§ 3-4 浸水路堤挡土墙设计	(100)
§ 3-5 地震地区挡土墙设计	(105)
§ 3-6 轻型挡土墙	(106)
习题与讨论	(110)
第 4 章 路基施工	(112)
§ 4-1 概述	(112)
§ 4-2 施工要点	(114)
§ 4-3 路基压实	(120)
§ 4-4 结构物背后的回填材料与施工	(125)
习题与讨论	(128)
第 5 章 路基防护和特殊路基设计	(129)
§ 5-1 概述	(129)
§ 5-2 坡面防护	(130)
§ 5-3 冲刷防护	(133)
§ 5-4 特殊路基设计	(137)
习题与讨论	(142)

第 6 章 交通荷载及路面设计参数	(144)
§ 6-1 交通荷载及其对路面的作用	(144)
§ 6-2 标准轴载、轴载换算与累计标准轴载作用次数	(151)
§ 6-3 路基土的力学强度特性及其设计参数	(155)
§ 6-4 路面材料的设计参数	(165)
习题与讨论	(181)
第 7 章 碎(砾)石路面	(183)
§ 7-1 碎(砾)石路面的力学特性	(184)
§ 7-2 碎(砾)石路面与基层	(191)
§ 7-3 级配碎(砾)石路面	(194)
§ 7-4 优质级配碎石基层	(195)
§ 7-5 碎(砾)石路面养护	(198)
习题与讨论	(201)
第 8 章 无机结合料稳定材料基层	(202)
§ 8-1 概述	(202)
§ 8-2 无机结合料稳定材料的物理及力学特性	(203)
§ 8-3 石灰稳定类基层	(206)
§ 8-4 水泥稳定类基层	(209)
§ 8-5 工业废渣稳定基层	(211)
习题与讨论	(212)
第 9 章 沥青路面及其结构设计	(214)
§ 9-1 概述	(214)
§ 9-2 沥青路面的分类以及特性	(216)
§ 9-3 弹性层状体系理论(沥青路面的应力、应变与弯沉)	(232)
§ 9-4 沥青路面的破坏状态、设计指标及标准	(237)
§ 9-5 沥青路面结构组合设计	(239)
§ 9-6 沥青路面厚度设计	(242)
§ 9-7 路面结构排水设计	(258)
§ 9-8 沥青路面补强设计	(268)
习题与讨论	(271)
第 10 章 水泥混凝土路面及其结构设计	(273)
§ 10-1 概述	(273)
§ 10-2 水泥混凝土路面的分类与构造	(274)
§ 10-3 弹性地基板理论	(280)
§ 10-4 水泥混凝土路面的温度应力与应变分析	(288)
§ 10-5 水泥混凝土路面的破坏状态、设计指标及标准	(290)
§ 10-6 路面结构设计的可靠度理论	(295)
§ 10-7 水泥混凝土路面结构组合设计	(299)
§ 10-8 水泥混凝土路面厚度设计	(303)
§ 10-9 特种水泥混凝土路面设计	(313)

§ 10-10 现代水泥混凝土路面新设计	(317)
习题与讨论	(322)
第 11 章 路面施工	(323)
§ 11-1 概述	(323)
§ 11-2 级配碎石层的组成设计与施工	(334)
§ 11-3 无机结合料稳定材料的组成设计	(337)
§ 11-4 无机结合料稳定材料层的施工与质量控制	(346)
§ 11-5 沥青混合料的组成设计与评价	(348)
§ 11-6 沥青混凝土路面的施工与质量控制	(356)
§ 11-7 水泥混凝土的配合比设计	(365)
§ 11-8 水泥混凝土路面的施工与质量控制	(372)
习题与讨论	(378)
第 12 章 路面养护与管理	(380)
§ 12-1 概述	(380)
§ 12-2 沥青路面主要病害及防治	(381)
§ 12-3 水泥混凝土路面主要病害及防治	(383)
§ 12-4 路面功能及其评价	(386)
§ 12-5 路面破损状况评价	(386)
§ 12-6 路面结构承载能力评价	(388)
§ 12-7 路面使用性能综合评价	(391)
§ 12-8 路面状况调查、评定与一般养护对策	(395)
§ 12-9 路面养护管理系统(PMS)	(401)
习题与讨论	(404)
参考文献	(405)

第1章 概 论

学习目的:路基路面结构由不同的层次铺筑而成,填方路基结构一般包括上路床、下路床、上路堤和下路堤,路面结构包括路面面层、基层、底基层等,不同的层位有不同的功能、不同的材料要求和不同的干湿类型要求。本章主要介绍路基路面设计的一些基本概念和基本要求。

教学要求:通过我国现有路面的交通实际、结构类型分析,讲解路基路面结构和各结构层的主要功能、路基路面结构设计的主要关键技术问题等;

通过对道路工程土的分类及工程应用的说明,掌握土的特点、土的类型和路基填土类型的选择;

重点讲解路基干湿类型的影响因素、划分及要求,掌握路基临界高度的概念,了解公路自然区划的概念及不同自然区划的特点。

§ 1-1 路基路面的发展概况

中国是一个有 5 000 多年文明史的国家。在这历史的长河中,我国勤劳、智慧的各族人民,在道路、桥梁的修建和车辆制造以及交通管理等方面都取得过辉煌的成就。道路交通对于繁荣经济和交流文化,对于维护民族团结和国家统一,都作出了巨大贡献。中国古代道路和桥梁建筑,在世界上曾处于领先地位,在世界道路交通史上留下了光辉的篇章。

公路,在我国历史上习称为“道路”。早在公元前 2000 年,我国已出现可行驶牛、马车的道路。秦朝时期的这种道路称为“驰道”,较长时期称为“驿道”,并强调“车同轨、书同文”。公元前 2 世纪,我国通往中亚细亚和欧洲的丝绸之路开始发展起来。唐代是我国古代道路发展的鼎盛时期,初步形成了以城市为中心的四通八达的道路网。元明时有“大道”之称。清代道路网系统分为三等,即将由京都通往各省会间的道路称为“官马大路”、由各省会通往各地城市的联络支线称为“大路”、市区内街道称为“马路”。“官马大路”分东北路、东路、西路和中路四大干线,共长 2 000 多 km。到了清代末期和民国初期,由于汽车和近代筑路法的输入,开始有了“汽车路”的名称。其后随着外文资料的输入,将英语“Public Road”译为“公路”,并将“Highway”一词也译为“公路”。国民政府成立后,一般将城市以外的汽车路称为“公路”,将市内和市郊的汽车路称为“道路”。在某些情况下,“公路”与“道路”两词互为通用。

近代的公路与古代的道路功能截然不同。公路为近代交通工具的载体,在交通流量和行驶速度日益增长的情况下,对公路的建设要求不断提高,这些都是古代道路无法比拟的。近代公路建筑,随着测量技术、筑路技术、筑路材料和检测技术的发展,其结构不断完善和发展,它包括了由路基、路面、桥梁、涵洞、隧道、渡口、防护、景观及交通工程等构成的公路建设内容。

汽车工业的发展,促进了公路建设的发展。公路运输较铁路、水运、航空、管道等运输方式,

有其独特的特点,即直达、迅速、适应性强和服务面广。因此,汽车运输一出现,就在经济、政治、军事、文化和旅游等方面占有重要的地位。为了提高汽车运输的服务质量,公路的通车里程在不断增长,路基路面的建设质量、公路的等级也在不断提高。

1949年建国以来,我国进入了社会主义建设的伟大时代。由于工农业生产迅速发展,人民生活水平逐步提高,尤其是建立和发展了汽车工业和石油工业,使我国公路交通事业得到了迅速的发展。特别是1978年以后,国家执行了以经济建设为中心的政策,开始了建设有中国特色社会主义的新时期,公路建设也开创了崭新的局面。到2014年底,中国公路总里程达446.39万km,其中高速公路总里程达11.19万km。公路运输已渗入到经济建设和社会生活的各个方面,在国民经济中占有越来越重要的地位。高速公路的建设和使用,为汽车快速、高效、安全、舒适地运行提供了良好的条件,标志着我国公路运输事业和科学技术水平进入了一个崭新的时代。

路基路面直接承受行驶车辆的作用,是道路工程的重要组成部分,通常都根据车辆行驶的需要,选用优质材料建成。如我国古代曾以条石、块石或石板等铺筑道路路面,以提供人畜以及人力、兽力车辆的运行。欧洲在公元前3500年,在美索不达米亚(Mesopotamia),继发明了车轮后不久,即用石料修筑了第一条有硬质路面的道路。在古罗马的范·阿派(Via Appia)公元前312年修筑的道路(图1-1)目前仍然在使用。大约公元前3000年,闪族人(Sumerians)开始使用沥青胶结贝壳或石料作为行车路面。



图 1-1 古罗马道路的表面

进入20世纪后,随着汽车工业和交通运输的发展,现代化公路的路基路面工程逐步形成了新的学科分支。它主要研究公路、城市道路和机场跑道路基路面的合理结构、设计原理、设计方法、材料性能要求以及施工、养护、维修和管理技术等。

半个多世纪,尤其是改革开放以来,我国广大道路工程科技工作者,从我国实际和建设需要出发,引进外国先进技术,刻苦钻研、反复实践,在路基路面工程建设和科学研究中,取得了许多突破性的系列成果,主要包括以下诸方面:

公路自然区划、温度区划与降雨区划 我国幅员辽阔,各地自然条件和道路的工程性质差异很大。为此将自然条件大致相近者划分为区,在同一区划内从事公路规划、设计、施工、管理时,有许多共性因素可以相互参照。我国现行的《公路自然区划标准》分三级区划,一级区划是根据地理、地貌、气候、土质等因素将我国划分为七个大区,二级区划以气候和地形为主导因素,三级区划以行政区域作为界限。

同时根据沥青路面的使用要求,对沥青路面的温度及降雨进行分区,见图1-2、图1-3。

图1-2中温度分区以高温作为一级分区指标,低温作为二级分区指标。具体是以最热月平均最高气温为标准,20~30℃为夏热区(分区代号2),超过这一区间则为夏炎热区(代号1),低于这一区间则为夏凉区(代号3),共三个分区;又以极端最低气温作为二级分区指标,分为4个分区:冬严寒区($< -37.0\text{℃}$)、冬寒区($-37.0\sim -21.5\text{℃}$)、冬冷区($-21.5\sim -9.0\text{℃}$)和冬温区($> -9.0\text{℃}$),分区编号为1、2、3和4。通过以上一、二级分区指标的组合,可以将全国划分为12个可能的区域,但其中夏凉区中有3个二级分区(极端最低气温范围)是不存在的,所

以,最后共划定了 9 个温度分区。

另外,将年降雨量作为三级分区标准,又可以在以上两级分区的基础上进一步细分,以考虑降雨对沥青路面的影响。降雨量的分界标准为:1 000 mm、500 mm、250 mm。这三个分界标准确定了四个三级分区,分别为潮湿区、湿润区、半干区和干旱区,分区编号 1、2、3 和 4,如图 1-3 所示。

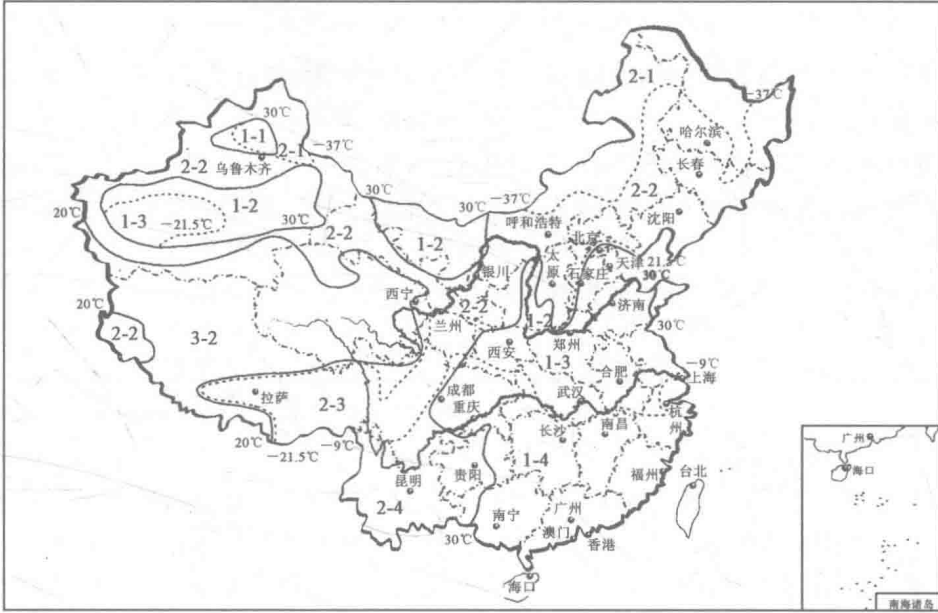


图 1-2 沥青路面气候分区——温度



图 1-3 沥青路面气候分区——降雨

沥青路面的气候分区如表 1-1 所示。下面以夏炎热区为例,说明如下:

1. 夏炎热冬严寒区,这种气候型在我国所占范围很少,仅在新疆北部很小的一范围准噶尔盆地为冷中心,极端最低气温 $<-37^{\circ}\text{C}$,气温由此冷中心向盆地四周升高。

2. 夏炎热冬寒区,它包括内蒙古高原阴山山脉以西地区、西北准噶尔盆地西部、塔里木盆地东部地区。南疆受天山阻挡,冷空气不易侵入,加上纬度较低,因此南疆比北疆暖。塔里木盆地夏季炎热干燥,冬季冷。新疆东部、甘肃西部,由于冷空气可以侵入,所以冬季要比塔里木盆地冷。

3. 夏炎热冬冷区,分布在燕山以南、太行山以东华北平原、浙江北部、苏、鲁、皖、鄂、秦岭以北渭水以南地区。

4. 夏炎热冬温区,在秦岭山脉、四川盆地以南,因有高山围绕,阻滞北方冷空气的入侵,夜间云量又多,地面辐射冷却效应大为减弱,是我国同纬度上冬季最暖的地方,也是我国雨量最多的地方。

沥青路面施工的主要技术要求应根据气候分区确定。

表 1-1 气候分区指标

气候型	型 名	温 度($^{\circ}\text{C}$)	
		七月平均最高气温	年极端最低气温
1-1	夏炎热冬严寒	$>30^{\circ}\text{C}$	$<-37.0^{\circ}\text{C}$
1-2	夏炎热冬寒	$>30^{\circ}\text{C}$	$-37.0\sim-21.5^{\circ}\text{C}$
1-3	夏炎热冬冷	$>30^{\circ}\text{C}$	$-21.5\sim-9.0^{\circ}\text{C}$
1-4	夏炎热冬温	$>30^{\circ}\text{C}$	$>-9.0^{\circ}\text{C}$
2-1	夏热冬严寒	$20\sim30^{\circ}\text{C}$	$<-37.0^{\circ}\text{C}$
2-2	夏热冬寒	$20\sim30^{\circ}\text{C}$	$-37.0\sim-21.5^{\circ}\text{C}$
2-3	夏热冬冷	$20\sim30^{\circ}\text{C}$	$-21.5\sim-9.0^{\circ}\text{C}$
2-4	夏热冬温	$20\sim30^{\circ}\text{C}$	$>-9.0^{\circ}\text{C}$
3-2	夏凉冬寒	$<20^{\circ}\text{C}$	$-37.0\sim-21.5^{\circ}\text{C}$

土的工程分类 土是填筑公路路基的主要材料,由于天然成因的差异,不同的路基土表现出截然不同的工程特性。我国依据土颗粒组成特征、土的塑性指标(塑限、液限和塑性指数)、土中有机质存在情况,将公路用土按不同的工程特性划分为巨粒土、粗粒土、细粒土和特殊土四大类,并细分为 12 种土。确认土的类别需应用标准的仪器,按统一的规程进行测试界定。为了在野外勘查中能对不同土类作鉴别,系统地总结了“简易鉴别、分类和描述”的方法与细节。

路基强度与稳定性 路基作为路面结构的基础,应具有足够的强度和稳定性。我国较早就确定以回弹模量作为评价路基强度与稳定性的力学指标,并形成了成套的室内外试验标准方法与仪器。为了在施工中以物理量指标控制工程质量从而保证达到规定的强度指标,广泛开展了不同土种的最佳含水量与最大密实度相关关系的研究,并且统一以重型击实试验法作为基本控制标准。为了提高路基的强度与稳定性,根据不同类别土壤的特性,研究了粒料加固、石灰加固、水泥加固、专用固化剂加固等行之有效的技术措施。在多年冻土地区、膨胀土地区、沙漠地区、黄土地区、盐渍土地区等特殊地区,通过研究采用各种有效技术修建公路路基取得了十分宝贵的经验。