



普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材



路基路面工程

主编 廖明军 王文华
主审 徐 辉



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

014057241

U416-43
14

普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材

路基路面工程

主 编 廖明军 王文华
副主编 石桂梅 张互助
汪 莉 张 青
主 审 徐 辉



U416-43



北航 C1742158



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

路基路面工程/廖明军,王文华主编. —武汉:武汉大学出版社,2014.8
普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材
ISBN 978-7-307-13512-3

I. 路… II. ①廖… ②王… III. ①路基工程—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(2014)第 120897 号



责任编辑:余 梦

责任校对:李嘉琪

装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

开本:850×1168 1/16 印张:26.5 字数:730 千字

版次:2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-13512-3

定价:46.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材 编审委员会

(按姓氏笔画排名)

主任委员:刘殿忠

副主任委员:张利 孟宪强 金菊顺 郑毅 秦力

崔文一 韩玉民

委员:马光述 王睿 王文华 王显利 王晓天

牛秀艳 白立华 吕文胜 仲玉侠 刘伟

刘卫星 李利 李栋国 杨艳敏 邱国林

宋敏 张自荣 邵晓双 范国庆 庞平

赵元勤 侯景鹏 钱坤 高兵 郭靳时

程志辉 蒙彦宇 廖明军

总责任编辑:曲生伟

秘书长:蔡巍

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。

本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。



本书基本数字教学资源及读者信息反馈表请登录www.stmpress.cn下载,欢迎您对本书提出宝贵意见。

前 言

本书在编写过程中采用理论与实际相结合的方法,充分体现能力本位的思想,注重在学习理论知识的基础上重点培养学生的实践能力,提高学生各种必备的技术应用能力。同时,还要充分考虑满足学生的学习要求和实际需求,既要教会学生运用理论去观察和分析问题,又要培养学生解决问题的能力。本书除了课后思考题外,还有配套习题集、试题和相关案例等教学资源,方便学生对学习内容的理解以及教师的课堂讲授。

本书依据高等学校土木工程本科指导性专业规范编写,共分 13 章,主要内容包括:绪论、行车荷载和环境因素、一般路基设计、路基边坡稳定性设计、路基防护与加固、挡土墙设计、路基路面排水工程、路基施工、碎(砾)石和块料路面、无机结合料稳定路面、面层类型与施工、沥青路面设计、水泥混凝土路面设计。

由于篇幅限制,本书无法对每个专题进行详尽阐述。比如,本书不包括路面使用品质和路况评定内容,如果读者需要学习这部分内容,可参考道路养护与管理相关书籍。另外,本课程还涉及土质土力学、弹性力学及工程材料等相关学科的知识,如果对涉及的术语或原理不熟悉,可以参考相关领域的专业书籍或研究成果。

本书由北华大学廖明军、长春工程学院王文华担任主编;黑龙江工程学院石桂梅、吉林建筑大学张互助、白城师范学院汪莉和张青担任副主编。全书由廖明军和王文华负责修订和统稿。

具体编写分工为:

北华大学,廖明军(前言、第 4 章、第 6 章、第 8 章、第 9 章);

吉林建筑大学,张互助(第 1 章、第 2 章、第 5 章);

白城师范学院,汪莉(第 3 章、第 11 章);

长春工程学院,王文华(第 7 章、第 10 章);

白城师范学院,张青(第 8 章、第 9 章);

黑龙江工程学院,石桂梅(第 12 章、第 13 章)。

大连市市政工程设计院徐辉高级工程师担任本书主审,并详细审阅了编写大纲和全部书稿,提出了宝贵的修改意见,在此表示深深的谢意。

本书参考了许多行业相关技术规范及国内外大量的教材、论文和其他研究成果,在此,对这些作者表示感谢!

由于作者水平有限,书中难免有诸多不妥之处,敬请各位读者批评指正。本书作者联系信箱为:mingjunliao@gmail.com。

编 者

2014 年 3 月

目 录

1 绪论	1
1.1 道路工程发展概况/1	
1.2 路基路面工程的特点与基本性能/3	
1.3 公路等级与路面结构/6	
1.4 路基路面稳定的影响因素/10	
1.5 路基土分类及特性/11	
1.6 路基路面设计和施工内容/24	
知识归纳/25	
思考题/26	
2 行车荷载和环境因素	27
2.1 行车荷载/27	
2.2 交通分析/34	
2.3 公路自然区划/37	
2.4 路基水温状况及干湿类型/41	
2.5 路基的变形、破坏及防治/49	
知识归纳/51	
思考题/51	
3 一般路基设计	53
3.1 路基设计的一般要求/53	
3.2 路基类型和构造/54	
3.3 路基设计/57	
3.4 路基附属设施/67	
知识归纳/69	
思考题/69	
4 路基边坡稳定性设计	70
4.1 边坡稳定性分析原理和方法概述/70	
4.2 边坡稳定性分析参数确定/73	
4.3 土质路基边坡稳定性设计方法/75	
4.4 岩石路堑边坡稳定性设计方法/84	
4.5 浸水路堤稳定性分析设计/87	

4.6 陡坡路堤稳定性分析设计/90

知识归纳/93

思考题/93

5 路基防护与加固

94

5.1 概述/94

5.2 坡面防护/95

5.3 冲刷防护/101

5.4 不良土地基加固/105

知识归纳/108

思考题/109

6 挡土墙设计

110

6.1 概述/110

6.2 挡土墙构造和布置/114

6.3 挡土墙土压力计算/119

6.4 荷载组合和设计准则/137

6.5 重力式挡土墙设计/139

6.6 衡重式挡土墙设计/148

6.7 浸水路堤挡土墙设计/150

知识归纳/154

思考题/154

7 路基路面排水工程

155

7.1 概述/155

7.2 路基排水设施的构造与布置/157

7.3 路面排水设计/167

7.4 明渠的水力水文计算/177

知识归纳/184

思考题/184

8 路基施工

185

8.1 概述/185

8.2 路基土的分类与选择/186

8.3 土质路基施工/191

8.4 石质路基施工/206

知识归纳/210

思考题/210

9 碎(砾)石和块料路面

211

9.1 级配碎(砾)石路面/211

9.2 碎石路面/218

9.3 碎(砾)石路面的强度构成/221

9.4 块料路面/223

知识归纳/229

思考题/229

10 无机结合料稳定路面

230

10.1 概述/230

10.2 无机结合料稳定材料的力学特性/230

10.3 石灰稳定类基层(底基层)/233

10.4 水泥稳定类基层/240

10.5 工业废渣基层/246

知识归纳/250

思考题/250

11 面层类型与施工

250

11.1 概述/250

11.2 沥青混合料面层/251

11.3 水泥混合料面层/295

知识归纳/324

思考题/324

12 沥青路面设计

325

12.1 概述/325

12.2 弹性层状体系理论简介/326

12.3 沥青路面结构组合设计/329

12.4 我国沥青路面设计方法/336

12.5 国外沥青路面设计方法简介/356

知识归纳/359

思考题/359

13 水泥混凝土路面设计

360

13.1 概述/360

13.2 弹性地基板体系理论简介/361

13.3 水泥混凝土路面应力分析/364

13.4 水泥混凝土路面可靠度设计/369

13.5 水泥混凝土路面结构组合设计/372

13.6 我国水泥混凝土路面设计方法/376

13.7 国外水泥混凝土路面设计方法简介/398

知识归纳/407

思考题/408

参考文献

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

078

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

079

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

080

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)

《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)

绪 论

内容提要

本章主要内容包括道路工程发展概况、路基路面工程特点与基本性能、公路等级划分、路面结构组成及特点、路基路面稳定的影响因素、路基土分类与特性,以及路基路面设计和施工内容等。本章的教学重点为路基路面基本性能、公路等级划分、路面结构分层及层位功能、路基路面稳定的影响因素、路基土的分类方法和特性,以及路基路面设计和施工内容;教学难点为路基土的分类方法和力学特性。

能力要求

通过本章的学习,要求学生掌握路基路面的基本概念、基础理论和相关基本知识,为路基路面工程学科理论体系的建立和后续章节的学习奠定基础,以便具有运用所学知识分析与解决路基路面工程实际问题的能力。

1.1 道路工程发展概况

1.1.1 道路工程发展历史

我国是一个有 5000 多年文明历史的国家。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、车辆制造及交通管理等方面,都取得了辉煌的成就,这些成就是我国古代灿烂文化的一部分。道路交通对于繁荣经济、交流文化及维护民族团结和国家统一,都作出了巨大的贡献。我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。

道路的名称源于周朝。道路原为导路,“路者露也,赖以行车马者也”。秦朝以后称“驰道”或“驿道”,元朝称“大道”。清朝由京都至各省会的道路为“官道”,各省会间的道路为“大路”,市区街道为“马路”。20 世纪初,汽车出现后则称为“公路”或“汽车路”。

根据《史记》记载,早在 4000 多年前,我国已有了车和行车的路。商代(公元前 1600 年—公元前 1046 年)开始有驿道传送。西周(公元前 1046 年—公元前 771 年)开创了以都市为中心的道路体系,还建立了比较完善的道路管理制度。秦代(公元前 221 年—公元前 206 年)修驰道、直道,建立了规模宏大的道路交通网,总里程有 1.2 万多千米。西汉时期(公元前 206 年—公元前 23 年)设驿亭 3 万处,道路交通呈现出更加繁荣的景象,特别是连接欧亚大陆的“丝绸之路”的开通,为东西方经济文化交流作出了重要贡献。唐代(618—907 年)是我国古代经济和文化的昌盛时期,建成了以长安城(今西安)为中心 2.2 万多千米的驿道网。到了宋、元、明、清各代(960—1911 年),道路交通又有所发展。

尽管我国曾经创造了领先于世界的古代道路文化,但是由于长期的封建制度和近百年帝国主

义列强的侵略和掠夺,束缚了生产力的发展,我国近代道路发展得十分缓慢,至20世纪初,我国道路的兴建才开始有所发展。

清末,在原有驿道上修建了一些很简陋的公路。20世纪初,我国开始从发达工业国家进口汽车,起初只是在上海等大城市街道上行驶,1913年在湖南省修建了从长沙至湘潭的公路,揭开了我国交通运输史上公路与汽车运输的新篇章。1912—1949年新中国成立前,全国先后共修建了13万千米的公路,但这些公路大多标准很低,设施简陋,路况很差。到1949年全国解放时能维持通车的公路不过8万千米,其中沥青、水泥混凝土路面仅315 km,全国有1/3的县不通公路,西藏地区没有一条公路。汽车运输是从1901年由国外输入第一辆汽车开始的,到1949年全国汽车保有量约5万辆,且大多数已经破旧不堪,全国大部分地区主要还是依靠人力和畜力运输。

1.1.2 道路工程发展现状

1949年新中国成立以来,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的社会主义新时期,公路建设也开创了崭新的局面。截至2012年年底,全国公路总里程达423.75万千米,公路密度为44.14 km/100 km²,全国公路客、货运量分别达到354.3亿人和322.1亿吨。公路运输已经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。

自20世纪80年代中期开始,我国大陆开始兴建高速公路。1988年10月1日全长15.9 km的上海至嘉定高速公路的建成通车实现了我国高速公路零的突破。至今20多年间,在《国道主干线系统规划》和《国家高速公路网规划》的指导下,我国高速公路总体上实现了持续、快速和有序的发展,特别是1998年以来,国家实施积极的财政政策,高速公路得到快速发展,年均通车里程超过4000 km以上。到2012年年底,我国高速公路通车里程达9.62万千米,继续保持世界第二。高速公路的发展,极大提高了我国公路网的整体技术水平,优化了交通运输结构,对缓解交通运输的“瓶颈”制约发挥了重要作用,有力地促进了我国经济发展和社会进步。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,标志着我国的公路运输事业和科学技术水平进入了一个崭新的时代。

1.1.3 道路工程发展展望

近年来,随着社会经济的迅猛发展和公路建设的稳步推进,工业化、城镇化的步伐逐渐加快,国家公路网规模在不断的发展变化中体现了更为巨大的需求。据推算,若要符合生产力发展规律,到2030年我国公路交通客货运输需求及客货周转量将是现在的2.2~3.6倍,这就意味着我们可能将面临更大的交通压力。为此,交通运输部于2013年6月20日发布了《国家公路网规划(2013—2030年)》,这是我国继1981年的《国家干线公路网(试行方案)》、1992年的《国道主干线系统规划》、2004年的《国家高速公路网规划》之后第四个国家级干线公路网规划。《国家公路网规划(2013—2030年)》提出构建“两张网”:一张网是普通国道网,包括12条首都放射线、47条北南纵线、60条东西横线和81条联络线,覆盖全国所有县,总规模约26.5万千米;另一张网是国家高速公路网,由7条首都放射线、11条北南纵线、18条东西横线以及地区环线、并行线和联络线等组成,总计约11.8万千米;除此之外,还提出了远期展望线计划1.8万千米,主要发展西部地区,总规模约40万千米。也就是说,到2030年,我国将基本实现首都辐射省会、省际多路连通、地市高速通达、县县国道覆盖的目标。



1.1.4 路基路面工程发展概况

路基路面直接承受车辆荷载作用,是道路工程的重要组成部分,通常根据车辆行驶的需要,选用优质材料修筑而成。如我国古代曾以条石、块石或石板等铺筑道路路面,以供人畜及人力、畜力车辆的运行;公元前 3500 年,在美索不达米亚(Mesopotamia),欧洲人继发明了车轮后不久,即用石料修筑了世界上第一条有硬质路面的道路;古罗马的范·阿派(Via Appia)在公元前 312 年修筑的道路目前仍然在使用;大约公元前 3000 年前,闪族人(Sumerians)开始使用沥青胶结贝壳或石料铺筑行车路面。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。路基路面工程作为一个学科分支,半个多世纪以来,广大道路工程科技工作者从我国实际和建设需要出发,刻苦钻研、反复实践,积极汲取交叉学科的新成就及世界各国的先进技术,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,全面推动了路基路面工程学科的发展,为我国的交通运输现代化作出了积极贡献。

1.2 路基路面工程的特点与基本性能

路基和路面是道路的主要工程结构物。路基是在天然地表面按照道路的设计线形(位置)和设计横断面(几何尺寸)的要求开挖或堆填而成的岩土结构物。路面是在路基顶面的行车部分用各种混合料铺筑而成的层状结构物。路基是路面结构的基础,坚强而又稳定的路基为路面结构长期承受汽车荷载提供了重要的保障,而路面结构层的存在又保护了路基,使之避免直接经受车辆和大气的破坏作用,长期处于稳定状态。路基和路面相辅相成,是不可分离的整体,应综合考虑它们的工程特点,综合解决两者的强度、稳定性等工程技术问题。

1.2.1 工程特点

路基与路面工程是道路工程的主要组成部分,工程数量十分可观,例如微丘区的三级公路,每千米土石方数量为 $8000 \sim 16000 \text{ m}^3$,山岭、重丘区的三级公路每千米可达 $20000 \sim 60000 \text{ m}^3$,对于高速公路,数量更为可观。路基路面结构在整个道路工程造价中所占比重很大,一般公路路基工程投资占公路总投资的 $25\% \sim 45\%$,个别山区公路可达 65% 左右,路面工程可达 30% 左右。因此精心设计,精心施工,使路基路面能长期具备良好的使用性能,对节约投资、提高运输效益,具有十分重要的意义。

路基路面是一项线形工程,有的公路延续数百千米,甚至上千千米。公路沿线地形起伏,地质、地貌和气象特征多变,材料组成和性能变异很大,再加上交通组成与繁忙程度不一,决定了路基与路面工程复杂多变的特点。因此,对于这种本身性质变异性很大而又在复杂环境和条件下工作的结构物,工程技术人员不仅要掌握广博的知识,而且要善于识别各种变化的环境因素,并进行恰当的处理,这样才能建造出理想的路基路面工程结构。

另外,路基工程施工改变了公路沿线原有的自然状态,填挖借弃土石方涉及当地生态平衡、水土保持和农田水利等多方面,牵扯范围广,施工安排不易,对整个工程的施工质量和施工期限的影响较大。

综上所述,路基路面工程具有结构形式简单、工程数量大、工程投资多、工程复杂多变、影响因

素多和施工安排不易等特点,在公路建设与运营过程中,应针对这些特点采取有效的工程技术措施,以保证路基路面工程具有良好的基本性能。

1.2.2 路基路面基本性能

现代化公路运输,不仅要求道路能全天候通行车辆,而且要求车辆能以一定的速度,安全、舒适、经济地在道路上运行,这就要求路基路面具有良好的使用性能,并提供良好的行驶条件和服务水平。为了保证公路与城市道路最大限度地满足车辆运行的要求,提高车速,增强安全性和舒适性,降低运输成本和延长道路使用年限,要求路基路面具有下述一系列基本性能。

1.2.2.1 承载能力

行驶在路面上的车辆,通过车轮把荷载传给路面,由路面传给路基,在路基路面结构内部产生应力、应变及位移。如果路基路面结构整体或某一组成部分的强度或抗变形能力不足以抵抗这些应力、应变及位移,则路面会出现断裂,路面表面会出现波浪或车辙,路基路面结构会出现沉陷,使路况恶化,服务水平下降。因此,要求路基路面结构整体及其各组成部分都具有与行车荷载相适应的承载能力。

结构承载能力包括强度与刚度两方面。路面结构应具有足够的强度以抵抗车轮荷载引起的各个部位的各种应力,如压应力、拉应力、剪应力等,保证不发生压碎、拉断和剪切等各种破坏。路基路面结构整体或各个结构层应具有足够的刚度,使得在车轮荷载作用下不发生过量的变形,尽可能推迟路面车辙、沉陷或波浪等各种病害的发生。

1.2.2.2 稳定性

在天然地表面建造的道路结构物改变了自然的平衡,在达到新的平衡状态之前,道路结构物处于一种暂时的不稳定状态。新建的路基路面结构裸露在大气之中,经受着大气温度、降水与湿度变化的影响,结构物的物理、力学性质将随之发生变化,处于另外一种不稳定状态。路基路面结构能否经受这种不稳定状态,而保持工程设计所要求的几何形态及物理力学性质,称为路基路面结构的稳定性。

在地表上开挖或填筑路基,必然会改变原地面地层结构的受力状态。原来处于稳定状态的地层结构,有可能由于填挖筑路而引起不平衡,导致路基失稳。如在软土地层上修筑高路堤,或者在岩质或土质山坡上开挖深路堑时,有可能由于软土层承载能力不足,或者由于坡体失去支承,而出现路堤沉陷或坡体坍塌破坏。路线如选在不稳定的地层上,则填筑或开挖路基会引发滑坡、坍塌等病害出现。因此,在选线、勘测、设计和施工中应密切注意,并采取必要的工程措施,以确保路基有足够的稳定性。

大气降水使得路基路面结构内部的湿度状态发生变化,低洼地带路基排水不良,长期积水,会使得矮路堤软化,失去承载能力。山坡路基有时因排水不良,会引发滑坡或边坡滑塌;水泥混凝土路面如果不能及时将水分排出结构层,会发生唧泥现象,冲刷基层,导致结构层提前破坏;沥青混凝土路面中水分的侵蚀,会引起沥青结构层剥落,结构松散;砂石路面在雨季时会因雨水冲刷和渗入而导致强度下降,产生沉陷、松散等病害。因此,防水、排水是保持路基路面结构稳定性的重要方面。

大气温度周期性的变化对路面结构的稳定性有重要影响,高温季节沥青路面软化,在车轮荷载作用下产生永久性变形,水泥混凝土结构在高温条件下因结构变形产生过大内应力,导致路面压曲破坏。北方冰冻地区,在低温冰冻条件下,水泥混凝土路面、沥青路面和半刚性基层由于低温收缩产生大量裂缝,最终失去承载能力。在严重冰冻地区,低温引起路基不稳定的原因是多方面的:低

温会引起路基收缩裂缝;地下水源丰富的地区,低温会引起冻胀,路基上面的路面结构也将随之发生断裂;春天融冻季节,在交通繁重的路段,低温有时会引发翻浆,路基路面发生严重的破坏。

1.2.2.3 耐久性

路基路面工程投资大,从规划、设计、施工至建成通车需要较长的时间,对于这样的大型工程都应有较长的使用年限,一般的道路工程使用年限至少十年,承重并经受车辆直接碾压的路面部分要求使用年限在20年以上,因此路基路面工程应具有耐久性。

路基路面在车辆荷载的反复作用和大气水温周期性的重复作用下,路面使用性能将逐年下降,强度与刚度将逐年衰减,路面材料的各项性能也可能由于老化衰退,而引起路面结构的损坏。至于路基的稳定性也可能在经受自然因素的长期侵袭后,逐年削弱。因此,提高路基路面的耐久性,保持其强度、刚度和几何形态变化不大,除了精心设计、精心施工和精选材料之外,还要把长年的养护、维修和恢复路用性能的工作放在重要的位置。

1.2.2.4 表面平整度

路面表面平整度是影响行车安全、行车舒适度及运输效益的重要性能。特别是高速公路,对路面平整度的要求更高。不平整的路表面会增大行车阻力,并使车辆产生附加的振动响应。这种振动响应会造成行车颠簸,影响行车的速度和安全、驾驶的平稳和乘客的舒适。同时,振动响应还会对路面施加冲击力,从而加剧路面和汽车机件的损坏和轮胎的磨损,并增大油料的消耗。此外,不平整的路面还会积滞雨水,加速路面的破坏。因此,为了减少振动冲击力,提高行车速度和增加行车舒适度和安全性,路面应保持一定的平整度。

优良的路面平整度,要依靠优良的施工装备、精细的施工工艺、严格的施工质量控制及日常和及时的养护来保证。同时,路面的平整度同整个路面结构和路基顶面的强度和抗变形能力有关,同结构层所用材料的强度、抗变形能力以及均匀性有很大关系。强度小和抗变形能力差的路基路面结构和面层混合料,经不起车轮荷载的反复作用,极易出现沉陷、车辙和推挤破坏,从而形成不平整的路面表面。

1.2.2.5 表面抗滑性能

路面表面要求平整,但不宜光滑,汽车在光滑的路面上行驶时,车轮与路面之间缺乏足够的附着力和摩擦力。雨天高速行车、紧急制动、突然启动,或爬坡、转弯时,车轮易产生空转或打滑,致使行车速度降低,油料消耗增多,甚至引起严重的交通事故。通常用摩擦系数表征抗滑性能,摩擦系数小,则抗滑能力低,容易引起滑溜交通事故。对于高速公路行车道,要求具有较高的抗滑性能。

路面表面的抗滑性能可以通过采用坚硬、耐磨和表面粗糙的粒料组成路面表层材料来实现,有时也可以采用一些工艺措施来实现,如水泥混凝土路面的刷毛或刻槽等。此外,路表面的积雪、浮冰或污泥等,也会降低路面的抗滑性能,必须及时予以清除。

1.2.2.6 不透水性

不透水性在道路工程上也称为抗透性。透水的路面,雨天水分容易沿缝隙渗入路面结构和路基土层中,这些滞留在路面表层、路面结构内部和土基中的水分,在大量高速行驶车辆的反复作用下,产生很大的动水压力不断冲刷路面,使路面出现剥落、坑洞、唧泥和网裂等早期水损害现象;被水渗透的土基会产生过大的变形,从而造成路面板与基层脱开,使路面的受力状况恶化,加速路基路面结构的破坏。

为避免路基路面结构产生水损害,应尽量采用不透水的路面面层,设置路面结构排水层或有效的防水层。

1.3 公路等级与路面结构

1.3.1 公路等级划分

1.3.1.1 公路的技术分级

按交通运输部颁发的《公路工程技术标准》(JTG B01—2003),根据功能和适应的交通量公路可分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路 5 个等级。

(1) 高速公路

高速公路为专供汽车分向、分车道行驶并应全部控制出入的多车道公路。四车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 25000~55000 辆;六车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 45000~80000 辆;八车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 60000~100000 辆。

(2) 一级公路

一级公路为供汽车分向、分车道行驶并可根据需要控制出入的多车道公路。四车道一级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 15000~30000 辆;六车道一级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 25000~55000 辆。

(3) 二级公路

二级公路为供汽车行驶的双车道公路。双车道二级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 6000~15000 辆。

(4) 三级公路

三级公路为主要供汽车行驶的双车道公路。双车道三级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量 2000~6000 辆。

(5) 四级公路

四级公路为主要供汽车行驶的双车道或单车道公路。双车道四级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量 2000 辆以下;单车道四级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量 400 辆以下。

1.3.1.2 公路的行政分级

我国的公路按行政管理体制,根据其在国家政治、经济、国防和区域行政管理中的重要性和使用性质的不同,可划分为国道、省道、县道、乡道和专用公路 5 个行政等级,并实行分级管理。

(1) 国道

国道是指具有全国性政治、经济和国防意义的国家干线公路,包括重要的国际公路、国防公路、联结首都与各省和自治区的首府及直辖市的公路,以及联结各大经济中心、港站枢纽、商品生产地和战略要地的公路,编号为“G”。

(2) 省道

省道是指具有全省(自治区、直辖市)政治、经济意义的省级干线公路,包括联结省会与其卫星城市、中心城市、经济区的公路,以及不属于国道的国际公路和省际的重要公路,编号为“S”。

(3) 县道

县道是指具有全县(旗、县级市)政治、经济意义,联结县城和县内主要乡(镇)、主要生产与集散地的公路,以及不属于国道、省道的县际间的公路,编号为“X”。

(4) 乡道

乡道是指主要为乡(镇)村经济、文化、生活服务的公路,以及不属于县道以上公路的乡与乡之间及乡村与外部联络的公路,编号为“Y”。

(5) 专用公路

专用公路是指专线或主要供厂矿、林区、油田、农(牧)场、旅游区和军事要地等与外部联络的公路,编号为“Z”。

1.3.2 路面结构组成及特点

1.3.2.1 路面横断面

在路基顶面铺筑的路面结构,沿横断面方向由行车道、硬路肩和土路肩所组成。路面横断面的形式随道路等级的不同,可选择不同的形式,通常分为槽式横断面和全铺式横断面,如图 1-1 所示。

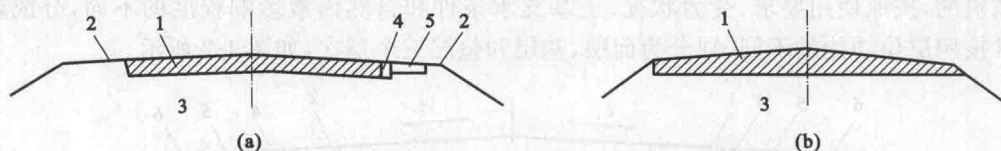


图 1-1 路面横断面形式

(a) 槽式; (b) 全铺式

1—路面; 2—土路肩; 3—路基; 4—路缘石(侧石); 5—硬路肩

(1) 槽式横断面

在路基上按路面行车道及硬路肩设计宽度开挖路槽,保留土路肩,形成浅槽,在槽内铺筑路面;也可采用培槽方法,在路基两侧培槽,或用半填半挖的方法培槽。

(2) 全铺式横断面

在路基全部宽度内全幅铺筑路面。在高等级公路建设中,有时为了将路面结构内部的水分迅速排出,在全宽范围内铺筑基层材料,保证水分由横向排入边沟。有时考虑到道路交通的迅速增长,为适应扩建的需要,将硬路肩及土路肩的位置全部按行车道标准铺筑面层。在盛产石料的山区或较窄的路基上,全宽铺筑中、低级路面。

1.3.2.2 路拱横坡度

为了保证路表面的雨水及时排出,减少雨水对路面的浸润和渗透而减弱路面结构强度,路面表面应做成直线形或抛物线形的路拱。等级高的路面,平整度和水稳定性较好,透水性也小,通常采用直线形路拱和较小的路拱横坡度。等级低的路面,为了有利于迅速排除路表面积水,一般采用抛物线形路拱和较大的路拱横坡度。表 1-1 列出了各种不同类型路面的路拱平均横坡度。

表 1-1

各类路面的路拱平均横坡度

路面类型	路拱平均横坡度/%
沥青混凝土、水泥混凝土	1~2
热拌沥青碎石、路拌沥青碎(砾)石、沥青贯入碎(砾)石、 沥青表面处置、整齐石块	1.5~2.5
半整齐石块,不整齐石块	2~3
碎石、砾石等	2.5~3.5
炉渣土、砾石土、砂砾土等	3~4