

全国普通高等院校**土木工程类**
实用创新型系列规划教材

路基路面工程

钟 阳	主 编
程培风	副主编
苏跃宏	主 审
王端宜	



科学出版社
www.sciencep.com

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



路基路面工程

钟 阳 主 编
程培风 苏跃宏 副主编
王端宜 主 审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分路面工程和路基工程两个部分,共十五章。在第一部分(路面工程)中,首先介绍了路面材料及路用特性、沥青路面结构设计及水泥混凝土路面设计,然后介绍柔性路面施工和水泥混凝土路面施工。在第二部分(路基工程)中,首先介绍了路基设计概论、路基用土的工程分类及其工程性质、路基的湿度状况及路基的强度和稳定性,然后介绍路基主体工程设计、路基排水设计、路基稳定性分析和路基防护与加固,最后对特殊路基的设计给予了简要介绍。

本书为高等院校土木工程专业中公路工程、城市道路工程、桥梁隧道工程、机场工程方向必修课的教学用书,也可作为工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

路基路面工程/钟阳主编. —北京:科学出版社,2005

(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 7-03-015652-8

I. 路… II. 钟… 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. U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 058637 号

责任编辑:童安齐 何舒民 / 责任校对:刘彦妮

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>

新蕾印刷厂 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

2005年9月第一次印刷 印张:23 3/4

印数:1—3 000 字数:544 000

定价:33.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

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

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

前 言

“路基路面工程”是高等院校土木工程专业中公路工程、城市道路工程、桥梁隧道工程、机场工程等方向的必修课之一。

本书根据全国高等院校土木工程学科专业指导委员会审定通过的教学大纲编写。本书以我国最新出版的有关工程技术标准、规范为依据,力求反映本学科的最新进展及关键技术。本书在较系统介绍路面工程和路基工程的同时,突出实用性和创新性,计算实例翔实。

全书分路面工程和路基工程两个部分。具体编写分工如下:大连理工大学钟阳编写第一章和第七章,甘肃工业大学司晓丽编写第二章和第五章,东北林业大学程培风编写第三章、第十章和第十一章,山东建筑工程学院任瑞波编写第四章、第九章和第十四章,内蒙古工业大学苏跃宏编写第六章、第八章和第十五章,北京工业大学金江编写第十二章和第十三章。全书由钟阳统稿;华南理工大学王端宜主审。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,希望读者批评指正。

目 录

第一部分 路面工程

前言

第一章 总 论	3
1.1 道路工程发展概况	3
1.2 路基路面工程的特点	8
1.3 影响路基路面稳定的因素	10
1.4 公路自然区划	11
1.5 路面结构及层位功能	14
1.6 路面的等级与分类	16
1.7 行车荷载	17
1.8 环境因素影响	27
第二章 路面材料及路用特性	31
2.1 块石类、碎(砾)石类路面材料及特点	31
2.2 碎(砾)石路面材料及其特点	35
2.3 石灰(水泥)稳定土基(垫)层材料	39
2.3.1 石灰稳定类基层(底基层)	39
2.3.2 水泥稳定类基层	42
2.4 石灰工业废渣稳定基层	46
2.5 其他综合稳定土类材料	48
2.6 石灰、水泥稳定类基层材料的开裂问题	50
2.7 沥青类路面及路用特性	52
2.7.1 沥青类路面材料的类型及特性	53
2.7.2 沥青路面材料的力学特性	58
2.7.3 沥青路面高温稳定性	66
2.7.4 沥青路面低温缩裂	68
2.7.5 沥青路面抗滑性	69
2.7.6 沥青路面类型的选择	70
2.7.7 沥青混合料的组成设计	71
第三章 沥青路面结构设计	74
3.1 路面结构的破坏状态和设计标准	74
3.1.1 路面结构的损坏模式	74
3.1.2 设计的控制标准	81

3.1.3 设计方法	83
3.2 层状弹性体系简介及应力分析	93
3.3 路面结构组合设计	98
3.3.1 路面结构层次	98
3.3.2 路面结构组合的原则和方法	99
3.3.3 常用的路面结构组合示例	103
3.4 我国现有沥青路面设计方法	107
3.4.1 理论及力学模型	107
3.4.2 标准轴载及当量轴次	111
3.4.3 路面结构设计指标和设计参数的确定	113
3.4.4 新建柔性路面设计步骤	129
3.4.5 路面弯沉值竣工验收	130
3.5 旧柔性路面改建计方法	131
第四章 水泥混凝土路面设计	136
4.1 水泥混凝土路面的种类及构造	136
4.1.1 水泥混凝土路面的种类	136
4.1.2 水泥混凝土路面的构造	136
4.2 弹性地基板的荷载应力分析	146
4.2.1 刚性路面的力学特点与计算理论	146
4.2.2 弹性地基板的荷载应力分析	148
4.2.3 弹性地基板的温度应力分析简介	155
4.3 水泥混凝土路面结构设计	158
4.3.1 水混凝土路面的损坏模式及控制标准	158
4.3.2 设计内容	160
4.3.3 水泥混凝土路面板厚的设计步骤	160
第五章 柔性路面施工	169
5.1 洒铺法沥青路面面层的施工	169
5.2 路拌沥青碎石路面的施工	173
5.3 热拌沥青混合料路面的施工	173
5.4 沥青路面施工质量管理和检查	178
5.5 沥青路面交工质量检查与验收	180
5.6 工程施工总结	181
第六章 水泥混凝土路面施工	182
6.1 材料要求与混合料组成设计	182
6.1.1 材料要求	182
6.1.2 混凝土配合比设计	184
6.2 施工工艺	187
6.2.1 施工准备工作	187

6.2.2 混凝土拌和与运输	190
6.2.3 混凝土板的施工程序和施工技术	191
6.3 质量控制和检查	195
6.3.1 控制和检查的内容	195
6.3.2 质量检验评定标准	197
6.3.3 交工质量检查验收	197

第二部分 路基工程

第七章 路基设计概论	201
7.1 路基工程的特点	201
7.2 路基的典型断面	201
7.3 路基的常见“病害”	203
7.4 路基设计基本任务	205
第八章 路基用土的工程分类及其工程性质	206
8.1 路基土的分类体系和分类方法	206
8.1.1 粒组划分	206
8.1.2 我国原公路用土的分类	206
8.1.3 新土分类原则和命名方法	209
8.2 路基用土的一般工程性质	214
第九章 路基的湿度状况	216
9.1 路基的湿度来源和变迁	216
9.1.1 路基湿度的来源	216
9.1.2 路基含水量的变化	216
9.2 路基的干湿类型	217
9.3 路基湿度的预估	217
9.4 调节路基水温状态的措施	223
第十章 路基的强度和稳定性	224
10.1 路基受力及工作区	224
10.2 路基的力学性质及强度指标	227
10.2.1 路基土的应力-应变特性	227
10.2.2 荷载与路基的变形关系	230
10.2.3 路基承载能力的评定	231
10.3 路基压实与强度构成	242
10.3.1 压实的重要意义	242
10.3.2 压实的机理	242
10.3.3 密实度和压实度	244
10.3.4 影响路基压实的因素	245

10.3.5 压实标准的确定	249
10.3.6 压实土的特性分析	250
第十一章 路基主体工程设计	253
11.1 路基设计的一般要求	253
11.2 路基典型的横断面形式	254
11.2.1 路堤	254
11.2.2 路堑	255
11.2.3 半填半挖路基	257
11.3 路基的断面尺寸设计	258
11.3.1 路基宽度	258
11.3.2 路基高度	259
11.3.3 路基边坡	260
11.4 路基的附属设施	265
11.4.1 取土坑与弃土堆	265
11.4.2 护坡道与碎落台	266
11.4.3 堆料坪与错车道	267
11.4.4 护栏	267
第十二章 路基排水设计	268
12.1 路基排水概述	268
12.1.1 排水的目的与要求	268
12.1.2 路基排水设计的一般原则	268
12.1.3 常用的排水设施	269
12.2 地面排水设计	269
12.2.1 地面排水构造物的结构设计	269
12.2.2 明渠的水文水力计算 1. 设计流量	271
12.3 地下排水设计	273
12.3.1 地下排水设计的要点	273
12.3.2 地下排水构造物的设计	274
12.4 有中央分隔带时弯道超高路段的排水设计	276
12.5 路基的综合排水	278
第十三章 路基稳定性分析	279
13.1 边坡的稳定性分析	279
13.1.1 边坡的剪切破坏	279
13.1.2 边坡稳定性分析的力学验算方法	279
13.1.3 浸水路堤稳定性验算	284
13.1.4 边坡稳定性分析的工程地质法	286
13.2 陡坡路堤稳定性验算	287
13.2.1 陡坡路堤可能滑动形式	287

13.2.2 验算方法	288
13.3 软土地基上的路堤稳定性	289
第十四章 路基防护与加固	291
14.1 路基防护的分类与一般要求	291
14.1.1 路基防护与加固工程的要求和分类	291
14.1.2 坡面防护	291
14.1.3 冲刷防护	294
14.2 挡土墙的类型和适用条件	296
14.2.1 挡土墙的用途	296
14.2.2 挡土墙的类型	297
14.2.3 各种挡土墙的特点与使用条件	299
14.3 石砌重力式挡土墙的设计	300
14.3.1 石砌重力式挡土墙的构造	300
14.3.2 挡土墙的布置	303
14.3.3 挡土墙上压力的计算系	304
14.3.4 车辆荷载的换算	315
14.3.5 重力式挡土墙的结构设计与验算	316
14.4 浸水及地震地区挡土墙设计简介	324
14.4.1 浸水地区挡土墙设计	324
14.4.2 地震地区挡土墙设计	329
14.5 加筋土挡土墙设计	331
14.5.1 加筋土结构的特点和基本工作原理	332
14.5.2 加筋体的材料与构造	332
14.5.3 加筋土挡土墙的结构设计	334
第十五章 特殊路基设计简介	341
15.1 季节性冰冻地区路基	341
15.1.1 季节性冰冻地区道路工程的特点	341
15.1.2 水分迁移与冻胀现象	341
15.1.3 影响冻胀和翻浆的因素	342
15.1.4 设计原则和防治措施	343
15.2 多年冻土地区地基	345
15.2.1 多年冻土地区不良的物理地质现象	345
15.2.2 路基常见“病害”及原因的分析	349
15.2.3 设计原则和防治措施	349
15.3 雪害地区路基	350
15.3.1 公路上风吹雪现象	350
15.3.2 积雪地区路线设计和路基设计	352
15.3.3 防治风吹雪的措施	353

15.4 风沙地区路基.....	353
15.4.1 风沙运动的基本规律	353
15.4.2 风沙对路基的危害	354
15.4.3 路基设计原则和防治措施	355
15.5 黄土地区路基.....	357
15.5.1 黄土的基本知识	357
15.5.2 黄土地基处理	360
15.6 盐渍土地区路基.....	361
15.6.1 盐渍土的基本知识	361
15.6.2 盐渍土的工程性质与路基“病害”	362
15.6.3 盐渍土地区路基设计原则	364
主要参考文献.....	367

第一部分 路面工程

第一章 总 论

1.1 道路工程发展概况

根据交通部提供的资料可知,美国是世界上拥有高速公路最多的国家,拥有 8.8 万 km 的高速公路,约占世界高速公路总里程的一半,连接了所有 5 万人以上的城镇。

我国目前拥有 3 万多 km 高速公路,位居世界第二位,但平均密度低。横贯东西、纵跨南北的“两纵三横三条主要路段”国道主干线网将于 2005 年建成。表 1.1 列出了世界各国高速公路里程和排位。

表 1.1 世界各国高速公路里程和排位

排位	1	2	3	4	5	6	7	8
国家	美国	中国	加拿大	德国	法国	意大利	日本	英国
里程/km	88 000	34 000	16 000	11 000	10 000	6300	6114	3090

世界最早正式修建高速公路的国家是德国。当时德国为解决 1929 年因“大恐慌”造成的失业救济这一严峻的社会问题,从 1933 年开始,着手制定建设以柏林为中心,通往各边境的辐射式道路以及与之连接的环形道路,总计 7500km 的庞大高速公路网建设计划。但由于战争,工程后来被迫中断,只完成 3895km。从 1950 年起,随着经济的高速发展,高速公路建设也进入了一个新的历史阶段。当时的联邦德国按 1959 年到 1970 年公路建设 12 年发展计划,要修建 3000km 高速公路和 12 000km 的联邦道路,于 1970 年,总计完成 4500km 的高速公路。随着经济的发展和收入的增加,旅游交通兴旺起来,这又进一步促进了高速公路网的发展。从 1971 年开始的公路建设 15 年发展计划,建设重点转向交通不便的经济落后地区和旨在加强与欧洲共同体联系,改善国际交通的边境地区。

20 世纪初,美国的汽车保有量急剧增长,并很快进入了“汽车化社会”。美国正式开始高速公路建设是在 1939 年。同年,经议会讨论,制定了称为“州际国防公路网”的高速公路建设计划。在此基础上,于 1944 年由议会审议通过了修建 65 600km(后改为 68 000km)的州际公路网发展计划,全国形成一个纵横贯通、城市覆盖率达 90%以上的高速公路网。进入 1960 年以后,随着产业活动的展开,影响到各项经济活动的高速公路才被提到重要位置。在这一历史背景下,以连通和改善州际交通干线为重点的州际高速公路建设才取得真正的进展。目前,美国已完成以州际高速公路为核心,总长度居世界首位(88 000km)的高速公路网。

在加拿大,公路和汽车在社会生活中占有很重要的地位。政府十分重视公路建设和养护,并逐年投入大量资金予以扶持。资金主要来源是汽油税和汽车牌照费等。加拿大公路管理体制是以各省为主,联邦政府只对全国主要干线进行规划、协调,并给予资金补助。加拿大高速公路不征收车辆通行费,所以路上没有收费站、检查站。

法国的高速公路建设是以 1942 年巴黎西线高速公路的建成通车为开端,起初发展速

度较慢,到1962年,全国高速公路总里程也只有200km左右,而且初期修建的高速公路都是在巴黎周边地区。此后,为缓解和改善交通拥挤及过分集中的问题,开始修建连接主要港湾与内陆及主要地区的高速公路。为加快建设速度,采取了以大量吸收民间投资为主的建设计划,有力地推动了高速公路的建设。

到1949年中国能够维持通车的公路仅有8万km,但大多标准很低,设施简陋,路况很差。全国有1/3的县不通公路,西藏地区没有一条公路,全国大部分地区主要还是依靠人力和畜力运输。1949年后,公路交通事业得到一定的发展,特别是1978年以后,公路建设也开创了崭新的局面。到1998年底,全国公路通车里程达到127.8万km,其中高速公路里程为8733km,全国汽车保有量约为1500万辆。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。

自20世纪80年代中期开始,我国开始兴建高速公路,1988年10月31日,上海至嘉定18.5km高速公路建成通车,使我国有了高速公路。10年中,陆续投入运行的主要高速公路有京石、京津塘、沈大、合宁、济青、开洛、广深、太旧、合芜、成渝、沪宁、桂柳、呼包、哈大、泉厦、石安、安新等20余条线路,于1998年底总里程为8733km。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。我国高速公路建设加速延伸,年增长幅度之大在世界公路建设史上罕见:1998年末达到8733km,居世界第六位;1999年10月,突破了1万km,跃居世界第四位;2000年末,达到1.6万km,跃居世界第三位;2001年末,达到1.9万km,跃居世界第二位;2002年10月达到2万km;2003年底达到2.98万km;2004年8月底突破了3万km,比世界第三位的加拿大多出近1倍,保持世界第二位。

修高速公路投资巨大。在一般平原微丘区,高速公路平均每千米造价为3000万元左右;在山区,高速公路平均每千米造价接近4000万元左右。为了修路,国家从政策上给予大力支持,国务院确定了贷款修路、收费还贷、征收车辆购置附加费的政策,作为公路建设专项基金;国家对交通投融资体制进行了改革,打开了封闭的市场大门,公路建设资金从主要依靠交通征费发展到向银行贷款,向社会发行债券、股票和有偿转让收费公路经营权及利用外资等多种方式;尤其是1998年以来,国家实施积极的财政政策,我国公路建设获得了前所未有的资金投入。从1997年1200亿元的年投入水平,到2003年增加到年投入3600多亿元。

为了满足我国经济飞速发展的需要,国家又制定了新的高速公路网规划。根据规划,我国将建成布局为“7918”的高速公路网络,即7条射线、9条纵线、18条横线,总里程约8.5万km。国家高速公路网规划建成后,可以形成“首都连接省会、省会彼此相通、连接主要地市、覆盖重要县市”的高速公路网络。这个网络能够覆盖10多亿人口,直接服务区域GDP占全国总量的85%以上;实现东部地区平均30min、中部地区平均1h、西部地区平均2h抵达高速公路,客货运输的机动性将有显著提升。国家高速公路网是中国公路网中最高层次的骨干通道,主要连接大中城市,包括国家和区域性经济中心、交通枢纽、重要对外贸易口岸;主要承担区域间、省际间以及大中城市间的快速客货运输,保障提供高效、便捷、安全、舒适的服务。

国家高速公路网规划采用放射线与纵横网格相结合的布局方案,形成由中心城市向外放射以及横连东西、纵贯南北的大通道,由7条首都放射线、9条南北纵向线和18条东

西横向线组成,简称为“7918网”,总规模约8.5万km,其中:主线6.8万km,地区环线、联络线等其他路线约1.7万km。

首都放射线7条:北京—上海、北京—台北、北京—港澳、北京—昆明、北京—拉萨、北京—乌鲁木齐、北京—哈尔滨。

南北纵向线9条:鹤岗—大连、沈阳—海口、长春—深圳、济南—广州、大庆—广州、呼和浩特—广州、包头—茂名、兰州—海口、重庆—昆明。

东西横向线18条:绥芬河—满洲里、珲春—乌兰浩特、丹东—锡林浩特、荣成—乌海、青岛—银川、青岛—兰州、连云港—霍尔果斯、南京—洛阳、上海—西安、上海—成都、上海—重庆、杭州—瑞丽、上海—昆明、福州—银川、泉州—南宁、厦门—成都、汕头—昆明、广州—昆明。

此外,规划方案还有:辽中环线、成渝环线、海南环线、珠三角环线、杭州湾环线共5条地区性环线、2段并行线和30余段联络线。

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。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。

半个世纪以来,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。现给予简要介绍。

1) 公路自然区划。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》分三级区别,一级区别是根据地理、地貌、气候、土质等因素将我国划分为7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。

2) 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11种土。确认土的类别需要应用标准的仪器,按统一的规程进行测试界定。为了在野外勘察中能对不同土类做鉴别,系统地总结了“简易鉴别、分类和描述”的方法与细节。

3) 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中基取得十分宝贵的经验。

4) 高路堤修筑技术与支挡结构。为了提高高路堤路基的稳定性,研究提出的技术措施包括减轻路堤自重,采用轻质粉煤灰,或采用轻质塑料块修筑路基;修筑轻型路基支挡结构,特别是加筋土挡墙的研究和工程建设在我国取得了许多成果。例如,条带加筋、网络加筋、土工织物加筋等均取得良好效果。

5) 软土地基稳定技术。在软土地基上修筑路基路面,天然地面的自然平衡状态将发生改变,在很长时间内路基将处于不稳定状态。为此广泛研究了软土的调查与判别方法,改变软土性质的技术措施,如沙井或塑料板排水固结法;沙层排水加载预压法;无机结合料深层加固法等。在力学分析的研究方面,通过现场跟踪观测与建立预测分析模型,来预估与控制土地基加固后的工后沉降,从而提高路基的稳定性。

6) 岩石路基爆破技术。利用爆破技术开山筑路在我国有悠久的历史。但是在近几十年中我国在山区筑路工程中有新的发展,创造了系统的大爆破技术,每次总装炸药量多达数十吨,一次爆破可清除岩石数十万立方米。大爆破以现代爆破理论为基础,事先进行周密的勘测与调查,经过精心设计的大爆破不仅能降低造价,缩短工期,而且能够使爆破后形成的坡面状况十分接近路基横断面设计要求。

7) 沥青路面结构。20世纪60年代初,随着我国石油资源的大规模开发,揭开了用国产沥青筑路的序幕。早期的沥青路面主要是铺设在现在路面上的薄层表面处置层,以改善其行车条件。70年代末,逐步形成了以贯入式路面为主的沥青路面承重结构。80年代末,开始兴建高速公路,沥青路面作为一种主要形式,大量采用总厚度超过70cm的重型沥青路面结构。通过长期的科学研究形成了适合我国实际的沥青路面整套技术,包括沥青材料的生产工艺、装备;沥青材料的技术指标与标准、试验设备及方法;沥青混合料的技术指标与标准、混合料设计技术、混合料性能检测设备及方法;沥青路面现代化施工整套设备、施工技术与施工管理等。

8) 水泥混凝土路面结构。20世纪70年代中期,交通运输发展加快,部分干线公路、城市道路及厂矿道路为提高承重能力,相继采用水泥混凝土路面结构。随后,针对水泥混凝土路面各方面存在的问题,开展了系统而具有相当规模的科学研究,从而在我国形成了关于水泥混凝土路面结构的整套技术,包括道路水泥的性能、指标、标准以及生产工艺;水泥混凝土路面基层的作用,水泥混凝土路面结构性能与设计方法;接缝构造、工作原理以及接缝设计方法;水泥混凝土路面小规模施工和大规模现代化施工成套装备及施工方法、施工组织管理等。

9) 柔性路面设计理论和方法。半个世纪来,中国道路科技工作者通过广泛的调查研究和理论探索,形成了符合中国实际的柔性路面设计理论和方法体系,它吸取了世界上各种流派的学术思想,以及各个国家设计方法的优点。在力学理论基础方面,建立了弹性力学多层次结构承受多个圆形荷载的分析系统及相应的计算机程序;提出了能控制路面结构主要性能的设计指标体系;形成了符合我国当前交通状况的荷载模式及交通分析方法;形成了完整的设计参数指标、标准、测试仪器与方法;建立了切实可行的设计计算方法系统。近年来,在路面功能设计、可靠度设计等方面的研究取得了明显的进展,将不断地充实到现有的系统中去。

10) 刚性路面设计理论和方法。20世纪70年代起,我国道路科技工作者对刚性路面设计进行了较系统而具有相当规模的研究。在力学基础理论方面,运用解析法及有限元法