



现代远程教育系列教材

道路路基与路面工程

主 编 潘宝峰
副主编 张铁志 耿立涛
主 审 钟 阳



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

道路路基与路面工程

主 编 潘宝峰

副主编 张铁志 耿立涛

主 审 钟 阳

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

道路路基与路面工程/潘宝峰主编. —大连:大连理工大学出版社,2009.8

(现代远程教育系列教材)

ISBN 978-7-5611-4979-9

I. 道… II. 潘… III. ①路基—道路工程—远距离教育—教材 ②路面—道路工程—远距离教育—教材 IV. U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 148789 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 传真:0411-84701466 邮购:0411-84703636

E-mail: dulp@dulp.cn URL: <http://www.dulp.cn>

大连业发印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm	印张:15.75	字数:356 千字
2009 年 8 月第 1 版	2009 年 8 月第 1 次印刷	

责任编辑:孙楠 杨文杰	责任校对:虞培培
封面设计:戴筱冬	

ISBN 978-7-5611-4979-9

定 价:36.80 元

出版说明

基于计算机网络条件下的远程教育,即网络教育,亦称现代远程教育,已经成为当今推进我国高等教育大众化的新途径。经批准,大连理工大学于2002年2月成为全国68所现代远程教育试点高校之一,并已在网络高等学历教育方面取得了显著成绩。为贯彻教育部关于网络教育要“积极发展,规范管理,强化服务,提高质量,改革创新”的指导思想,在教学方面要继续做好网络教育平台建设、网络教育资源及视听教材建设、开展好网上学习的支持服务的同时,积极组织编好具有远程教育特色的高水平纸质教材十分重要。为此,大连理工大学决定将网络教育系列纸质教材的编辑出版工作列入《现代远程教育类教学改革基金项目》加以实施。

按照教改立项的要求,要配合网络课件、视听教材的建设,制订相应的网络教育纸质教材建设计划,有组织、有步骤地开展好这项工作。

按照教改立项的要求,网络教育纸质教材必须以网络课件的教学大纲为基础进行编写,并努力凸现远程教育的特色,为培养应用型人才服务。

按照教改立项的要求,网络教育纸质教材的内容取舍、理论深度、文字处理,既要力求适合大多数网络教育学生的实际接受能力,适应网络教育学生自主学习的需要,又要确保达到网络高等教育的基本要求,为高等教育大众化服务。

按照教改立项的要求,网络教育纸质教材的编著者应有丰富的教学经验,在本学科有较厚的基础,了解本门课程发展动态,有较高的学术水平,有较好的文字功底,并且优先选聘本课程网络课件的主讲教师担任编写工作。

现在,经过不断的努力,现代远程教育系列教材将陆续出版问世,特向各位编著者及审稿专家表示感谢,同时敬请社会各界同行对不足之处给予批评指正。

大连理工大学网络教育学院

2008年12月

前 言

《道路路基与路面工程》网络教育纸质教材是遵照2007年9月28日大连理工大学网络教育学院《关于加强现代远程教育文字教材建设的意见》，以本课程网络课件的教学大纲为基础进行编写的。由于本课程是专业课，实践性较强，结合主讲教师和编写教师多年的实践经验，在章节安排、内容取舍上，对理论与实践两个部分的权重做了恰当的把握与配置，以满足为培养应用型人才服务、为高等教育大众化服务的要求。

全书共分七章，各章作者在教材编写过程中，充分考虑网络教育特点，力求结构严谨、思路清晰、深入浅出、删繁就简、通俗实用。以最新的标准和规范为依据，着重基础知识、基本方法的阐述，突出工程实践性和应用性。

本教材是为道路与桥梁工程专业的网络教育、成人教育的学生编写的。适于学生自学，也可用于授课，同时也可作为从事道路桥梁专业工程技术人员的参考书。

本教材第1、5章由大连理工大学潘宝峰副教授编写，第2、3、4章由辽宁科技大学张铁志副教授编写，第6、7章由耿立涛博士编写。全书由潘宝峰副教授统稿并担任主编，由大连理工大学钟阳教授主审。

本书在编写过程中得到大连理工大学网络教育学院翟钢军院长、杨长贺副院长及资源建设中心吕盈主任的大力支持，在此表示诚挚的谢意。

同时在编写过程中，参考了书后所列书目，从中吸取了许多有益的内容，在此向各位编著者一并致谢。

作者
于大连理工大学
2009年8月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 我国道路工程发展简介	1
1.2 路基路面工程的特点及设计内容	3
1.2.1 路基路面工程的特点	3
1.2.2 路基路面工程的设计内容	5
1.3 路基土的分类及其工程性质	6
1.3.1 路基土的分类	6
1.3.2 路基土的工程性质	8
1.4 路基湿度状况与公路自然区划	9
1.4.1 路基湿度状况	9
1.4.2 公路自然区划	16
1.5 路基的变形、破坏原因与措施	18
1.5.1 路基的主要病害	18
1.5.2 路基病害的防治	19
1.6 路面结构与分类	20
1.6.1 路面结构及层位功能	20
1.6.2 路面的分类	22
习 题	23
第 2 章 行车荷载、环境因素与材料的力学特性	24
2.1 荷载作用	24
2.2 交通分析	28
2.3 环境因素影响	30
2.4 土基的力学强度特性	32
2.4.1 路基受力与工作区	32
2.4.2 路基的力学特性	35
2.5 土基的承载能力	38
2.5.1 路基回弹模量	38
2.5.2 地基反应模量	42
2.5.3 加州承载比 CBR	43
2.6 路面材料的力学强度特性	44
2.6.1 抗剪强度	44
2.6.2 抗拉强度	45

2.6.3 抗弯拉强度	46
2.6.4 应力-应变特性	47
2.7 路面材料的累积变形与疲劳特性	50
2.7.1 累积变形	50
2.7.2 疲劳特性	51
习 题	53
第3章 一般路基设计	54
3.1 路基设计概述	54
3.1.1 路基设计的一般要求	54
3.1.2 路基典型的横断面及其设计要点	55
3.2 路基的横断面设计及路基的附属设施	59
3.2.1 路基的横断面设计	59
3.2.2 路基的附属设施	65
3.3 路基排水设计	67
3.3.1 概 述	67
3.3.2 地面排水设计	69
3.3.3 地下排水设计	76
3.3.4 路基排水的综合设计	79
3.4 路基边坡稳定性分析	80
3.4.1 边坡的稳定性分析	80
3.4.2 浸水路堤稳定性验算	86
3.4.3 陡坡路堤稳定性验算	89
3.4.4 软土地基上的路堤稳定性	90
3.5 路基防护与加固	92
3.5.1 概 述	92
3.5.2 坡面防护	93
3.5.3 冲刷防护	96
3.6 挡土墙设计	99
3.6.1 挡土墙的类型和适用条件	99
3.6.2 挡土墙土压力的计算	102
3.6.3 重力式挡土墙的设计	113
3.6.4 浸水及地震地区挡土墙设计简介	127
3.6.5 加筋土挡土墙设计	133
习 题	136
第4章 碎(砾)石路面	137
4.1 碎、砾石路面的强度特性	137
4.2 碎石路面与基层	138
4.2.1 填隙碎石基层	138

4.2.2 水结碎石路面	139
4.2.3 泥结碎石路面	139
4.2.4 泥灰结碎石路面	140
4.3 级配砾(碎)石路面	140
4.3.1 级配砾(碎)石路面与基(垫)层的厚度和材料	140
4.3.2 级配砾(碎)石路面与基(垫)层的施工	141
4.4 优质级配碎石基层	142
4.5 碎(砾)石路面的养护与维修	143
习 题	145
第5章 无机结合料稳定路面	146
5.1 概 述	146
5.2 无机结合料稳定材料的干缩特性与温缩特性	146
5.2.1 干缩特性	146
5.2.2 温缩特性	147
5.2.3 减少开裂的措施	147
5.3 石灰稳定类基层	148
5.3.1 石灰稳定土强度形成原理	148
5.3.2 影响石灰土结构强度的因素	149
5.3.3 材料要求及混合料组成设计	150
5.4 水泥稳定类基层	152
5.4.1 水泥稳定土强度形成原理	152
5.4.2 影响强度的主要因素	154
5.4.3 材料要求及混合料组成设计	155
5.5 工业废渣稳定基层	157
5.5.1 石灰工业废渣强度形成机理	158
5.5.2 对材料的要求	158
5.5.3 石灰粉煤灰基层	160
5.5.4 石灰煤渣类基层	160
习 题	161
第6章 沥青路面	162
6.1 概 述	162
6.1.1 沥青路面的基本特性	162
6.1.2 沥青路面的分类	162
6.2 沥青路面材料的力学特性与稳定性	165
6.2.1 沥青混合料的强度特性	165
6.2.2 沥青混合料的应力-应变特性	169
6.2.3 沥青混合料的疲劳特性	171
6.2.4 沥青混合料的高温稳定性	171

7.2.8 混凝土路面特殊部位的处理	213
7.2.9 接缝材料及技术要求	214
7.3 弹性地基板体系理论	215
7.3.1 水泥混凝土路面的受力特点	216
7.3.2 小挠度弹性薄板的基本假设	216
7.3.3 板挠曲面微分方程	217
7.4 水泥混凝土路面荷载应力分析	219
7.4.1 文克勒地基板的荷载应力分析	219
7.4.2 弹性半空间体地基板的荷载应力分析	221
7.5 温度应力分析	226
7.5.1 胀缩应力	226
7.5.2 翘曲应力	227
7.6 水泥混凝土路面板厚设计方法	229
7.6.1 设计内容	229
7.6.2 水泥混凝土路面板厚的设计步骤	230
习 题	239
参考文献	240

第1章 绪 论

1.1 我国道路工程发展简介

中国是一个有五千多年文明史的国家,中国古代道路和桥梁建筑,在世界上曾处于领先地位。各朝各代道路交通都有不同程度的发展,但是由于长期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,旧中国道路发展十分缓慢。建国以前,全国能够维持通车的公路仅有8万千米,而且大多标准很低,设施简陋,路况很差。当时全国有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年新中国成立以后,公路交通事业得到了一定的发展。特别是1978年以后,公路建设开创了崭新的局面。到2008年年底,全国公路总里程达368万千米,公路通车总里程和公路密度比1978年增长了3倍多,建成的公路桥梁总量是1978年的近5倍,一批施工难度大、科技含量高的世界级公路桥梁和长大隧道陆续建成通车,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。

据交通运输部提供的资料,美国是世界上拥有高速公路最多的国家,拥有约10万千米的高速公路,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。中国大陆自20世纪80年代中期开始兴建高速公路,1988年10月31日,上海至嘉定18.5千米高速公路建成通车,使中国大陆有了第一条高速公路。多年来,陆续投入运行的主要高速公路有沈大、京石、京津塘、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,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。我国高速公路建设迅速,年增长幅度之大在世界公路建设史上罕见:1998年末达到8733千米,居世界第六;1999年10月,突破了1万千米,跃居世界第四位;2000年末,达到1.6万千米,跃居世界第三;2001年末,达到1.9万千米,跃居世界第二,仅次于美国;2002年10月达到2万千米;2003年底达到2.98万千米;2004年8月底突破了3万千米,比世界第三的加拿大多出近一倍。“十五”期间中国共建成高速公路2.47万千米,是“八五”和“九五”建成高速公路总和的1.5倍。到2005年底,高速公路总里程达到4.1万千米;2006年末,达到了4.53万千米;2007年底达5.36万千米,2008年底我国高速公路通车总里程6.03万千米,继续稳居世界第二位,创造了世界高速公路发展的奇迹。而在20多年前,中国的高速公路连一米都没有。

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	国家	里程(千米)
1	美国	100 000
2	中国	60 300
3	加拿大	16 500
4	德国	11 000
5	法国	10 000
6	意大利	6 300
7	日本	6 114
8	英国	3 090

修高速公路投资巨大,在一般平原微丘区,双向四车道高速公路平均每千米造价为 3 000 万元左右,在山区,高速公路平均每千米造价接近 4 000 万元左右。为了修路,国家从政策上给予了大力支持,国务院确定了贷款修路、收费还贷、征收车辆购置附加费等政策,作为公路建设专项基金;国家对交通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规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 1 200 亿元的年投入水平,到 2006 年增加到 5 481 亿元。

按照 2005 年公布的高速公路网发展规划,我国正在全力以赴地加快国家高速公路网主骨架建设,到 2020 年,基本建成国家高速公路网。届时,中国高速公路通车总里程将达 10 万千米。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 亿多人口,直接服务区域 GDP 占全国总量的 85% 以上;实现东部地区平均 30 分钟、中部地区平均 1 小时、西部地区平均 2 小时抵达高速公路,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、省际以及大中城市间的快速客货运输,提供高效、便捷、安全、舒适的服务。新路网由 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”。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,总规模约 8.5 万千米,其中:主线 6.8 万千米,地区环线、联络线等其他路线约 1.7 万千米。具体是:

(1) 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。

(2) 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、二连浩特—广州、包头—茂名、兰州—海口、重庆—昆明。

(3) 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,主要有:公路自然区划的确定;土的工程分类;路基强度与稳定性研究;高路
堤修筑技术与支挡结构研究;软土地基稳定技术研究;岩石路基爆破技术研究;沥青路面
整套技术研究;水泥混凝土路面整套技术研究;柔性路面设计理论和方法;刚性路面设计
理论和方法;半刚性路面结构研究;路面养护管理网络系统的建立。

路基路面工程作为一个学科分支,在我国正以较快的速度向前发展。

1.2 路基路面工程的特点及设计内容

1.2.1 路基路面工程的特点

路基和路面是道路的主要工程结构物。路基是在天然地表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,是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证,而路面结构层的存在又保
护了路基,使之避免了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,实际上是不可分离的整体,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。路面结构在道路造价中所占比重很大,一般都要达到30%左
右,因此精心设计,精心施工,使路基路面能长时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,有的延续数百千米,甚至
上千千米。公路沿线地形起伏,地质、地貌、气象特征多变,再加上沿线城镇经济发达程度
与交通繁忙程度不一,因此决定了路基与路面工程复杂多变的特点。工程技术人员必须
掌握广博的知识,善于识别各种变化的环境因素,恰当地进行处理,建造出理想的路基路
面工程结构。

现代化公路运输,要求路面具有良好的使用性能,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寿命,要求路基路面具有下述一系列基本性能。

1. 承载能力

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,路基路面结构会出现沉陷,路面表面会出现波浪或车辙,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个方面,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、剪切等各种破坏。路基路面整体结构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,保证不发生车辙、沉陷或波浪等各种病害。

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袒露在大气之中,经常受到大气温度、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,或者由于坡体推动作用,而出现路堤沉陷或坡体坍塌破坏。路线如选取在不稳定的地层上,则填筑或开挖路基会引发滑坡或坍塌等病害出现。因此在选线、勘测、设计、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结构层,而导致强度下降,产生沉陷、松散等病害,因此防水、排水是确保路基路面稳定的重要方面。

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季节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,在低温冰冻季节,水泥混凝土路面、沥青路面、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,低温引起路基的不稳定是多方面的,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随之发生断裂。融冻季节,在交通繁重的路段,有时引发翻浆,路基路面发生严重的破坏。

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为数十年。承重并经受车辆直接碾压的路面部分要求使用年限 20 年以上,因此路基路面工程应具有耐久的性能。路基路面在车辆荷载的反复作用与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变,路面材料的各项性能也可能由于老化衰变,而引起路面结构的损坏。至于路基的稳定性,也可能在长期经受自然因素的侵袭后,逐年削弱。因此,提高路基路面的耐久性,保持其强度、刚度、几何形态经久不衰,除了精心设计、精心施工、精心选料之外,要把长年的养护、维修、恢复路用性能的工作放在重要的位置。

4. 表面平整度

路面表面平整度是影响行车安全、行车舒适性以及运输效益的重要使用性能。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作用。这种振动作用会造成行车颠簸,影响行车的速度和安全、驾驶的平衡和乘客的舒适,同时,振动作用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。而且,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,提高行车速度和增进行车舒适性、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以及经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。

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或摩擦力。雨天高速行驶,或紧急制动、突然启动,或爬坡、转弯时,车轮也易产生空转或打滑,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。对于高速公路高速行驶车道,要求具有较高的抗滑性能。路面表面的抗滑能力可以通过采用坚硬、耐磨、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 路基路面工程的设计内容

路基应根据公路的性质、等级和技术标准,结合当地的自然条件等进行设计。

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路基的填挖高度,结合沿线地形、地质、水文调查资料,进行路基横断面设计。对于一般路基,可根据规范(或设计手册)规定,按路基典型断面直接绘制路基横断面图。对于高填、深挖及各种特殊条件下的路基需进行单独设计。

(3)根据公路沿线水文情况,进行排水系统的总体布置,以及地面、地下排水结构物的结构设计。

(4)路基防护与加固设计。

(5)路基工程的其他附属设施(如取土坑、弃土堆等)设计。

路面设计应根据公路的使用任务、性质和要求,结合当地气候、水文、土质、材料、施工

技术、实践经验以及环境保护要求等,通过技术经济分析确定。

无论是沥青路面还是水泥混凝土路面,其设计主要包括两个方面内容:

(1)路面结构组合设计,包括结构层次的多少、搭配、厚度等。

(2)各路面结构层的材料组成设计,包括选材、配合比设计等。

其中水泥混凝土路面设计除上述两方面工作外还要进行接缝构造和钢筋配置等设计。

1.3 路基土的分类及其工程性质

1.3.1 路基土的分类

1. 粒组划分

在土的工程分类法中,主要有两大分支,一是从地基承载力的观点出发,认为土的塑性指数是关键指标,因而主张以塑性指数的大小分类。二是从路基稳定性的观点出发,认为颗粒组成(特别是土的粉粒含量多少)对水稳定性影响巨大,因此主张以颗粒组成作为分类标准。目前国际通用做法是:对粗粒土主要以颗粒组成为主分类,对细粒土以塑性图为主分类。我国公路部门根据多年的工程实践,吸收国外土壤分类法中的体系和原则,结合土的基本工程属性以及公路工程的特点在《公路土工试验规程》(JTG E40—2004)中制订了公路路基土的分类方法。首先按土的粒径分为巨粒土、粗粒土、细粒土和特殊土四个大组,其划分见表 1-2。并进一步划分为 11 种,土分类总体系如图 1-1。

表 1-2 粒组划分表

200 60 20 5 2 0.5 0.25 0.074 0.002(mm)									
巨粒组		粗粒组						细粒组	
漂石 (块石)	卵石 (小块石)	砾(角砾)			砂			粉粒	黏粒
		粗	中	细	粗	中	细		

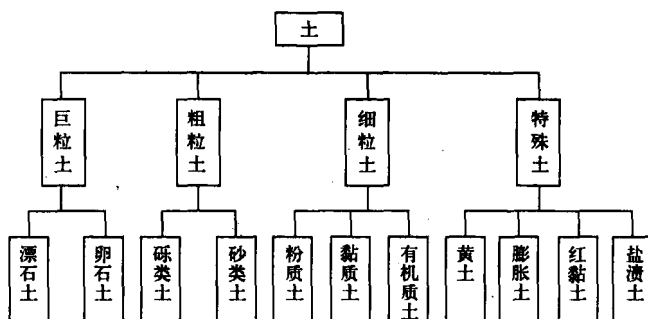


图 1-1 土分类总体系

2. 土的符号表示和命名方法

(1)符号表示

公路用土分类的基本代号如表 1-3 所示。土类名称可用一个基本代号表示,也可用两个或三个基本代号构成。当由两个基本代号构成时第一个表示土的主要成分,第二个代号表示副成分(土的液限或级配)。当由三个基本代号构成时第一个代号表示土的主要成分,第二个代号表示液限的高低(或级配的好坏),第三个代号表示土中所含的次要成分。例如:CL 表示低液限黏土,MHO 表示有机质高液限粉质土。

表 1-3		土的基本代号表				
代 号 特 征	土 类	巨粒土	粗粒土	细粒土	有机土	特殊土
	成分代号	漂石 B 块石 Ba 卵石 Cb 小块石 Cba	砾 G 角砾 Ga 砂 S	粉质土 M 黏质土 C 细粒土(C 和 M 合称)F 粗细粒土合称 SJ	有机土 O	黄土 Y 膨胀土 E 红黏土 R 盐渍土 St
级配和液限 高低代号		级配良好 W 级配不良 P	高液限 H 低液限 L			

(2)各类土的分类与命名

①巨粒土

巨粒组质量大于总质量 75% 的土称漂(卵)石;巨粒组质量为总质量 50%~75% 的土称漂(卵)石夹土;巨粒组质量为总质量 15%~50% 的土称漂(卵)石质土;巨粒组质量小于总质量 15% 的土,可扣除巨粒,按粗粒土或细粒土的相应规定分类定名。

漂(卵)石按下列规定定名:漂石粒组质量大于卵石粒组的土称漂石,记为 B。漂石粒组质量小于或等于卵石粒组的土称卵石,记为 Cb。

漂(卵)石夹土按下列规定定名:漂石粒组质量大于卵石粒组的土称漂石夹土,记为 BSI。漂石粒组质量小于或等于卵石粒组的土称卵石夹土,记为 CbSI。

漂(卵)石质土按下列规定定名:漂石粒组质量大于卵石粒组的土称漂石质土,记为 SIB。漂石粒组质量小于或等于卵石粒组的土称卵石质土,记为 SICb。如有必要,可按漂(卵)石质土中的砾、砂、细粒土含量定名。

②粗粒土

土中巨粒组土粒质量小于或等于总质量 15%,且巨粒土粒与粗粒土粒质量之和大于总土质量 50% 的土称粗粒土。

粗粒土分砾类土和砂类土两种。粗粒土中砾粒组质量大于砂粒组的土称为砾类土,砾类土应根据其中细粒含量和类别以及粗粒组的级配进行分类。

砾类土中细粒组质量小于或等于总质量 5% 的土称砾。按土的级配指标的不均匀系数 C_u 和曲率系数 C_c [$C_u = d_{60}/d_{10}$, $C_c = (d_{30})^2 / d_{10} \times d_{60}$ 。式中: d_{10} 、 d_{30} 、 d_{60} 分别为土的粒径分布曲线上对应通过率 10%、30%、60% 的粒径,mm] 指标定名;当 $C_u \geq 5$ 、 $C_c =$

1~3 时,称级配良好砾,记为 GW;若此条件不满足称级配不良砾,记为 GP。砾类土中细粒组质量为总质量的 5%~15%(含 15%)的土称含细粒土砾,记为 GF。砾类土中细粒组质量大于总质量的 15%,并小于或等于总质量的 50% 时称细粒土质砾。

粗粒土中砾类组质量小于或等于砂粒组的土称为砂类土。砂类土应根据其中细粒含量和类别以及粗粒组的级配进行分类。分类时根据粒径由大到小,以首先符合者命名。砂类土中细粒组质量小于或等于总质量的 5% 的土称砂,按下列级配指标定名:当 $C_u \geq 5$ 、 $C_c = 1 \sim 3$ 时,若此条件满足称级配良好砂,记为 SW;若此条件不满足称级配不良砂,记为 SP。需要时,砂可进一步细分为粗砂、中砂和细砂。粗砂是指粒径大于 0.5 mm、颗粒质量大于总质量 50% 的砂;中砂是指粒径大于 0.25 mm、颗粒质量大于总质量 50% 的砂;细砂是指粒径大于 0.074 mm、颗粒质量大于总质量 75% 的砂。砂类土中细粒组质量为总质量的 5%~15%(含 15%)的土称含细粒土砂,记为 SF。砂类土中细粒组质量大于总质量的 15%,并小于或等于总质量的 50% 时称细粒土质砂,按细粒土在塑性图中的位置定名。

③ 细粒土

细粒组土粒质量大于或等于总质量 50% 以上的土称为细粒土。细粒土中粗粒组质量小于或等于总质量 25% 的土称为粉质土或黏质土;细粒土中粗粒组质量为总质量 25%~50%(含 50%)的土称为含粗粒的粉质土或黏质土;有机质含量大于或等于总质量的 5%,且小于 10% 的土称为有机质土,大于 10% 的土称为有机土。

④ 特殊土

特殊土主要包括黄土、膨胀土、红黏土、盐渍土等。

1.3.2 路基土的工程性质

1. 漂石(块石)、卵石(碎石)

属于巨粒土,具有很高的强度及稳定性,是填筑路基很好的材料。

2. 砾石质土

属于粗粒土,由于粒径较大,内摩擦系数亦大,因而强度和稳定性均能满足要求。级配良好的砾石混合料,密实度好。对于级配不良的砂砾混合料,填筑时应保证密实程度,防止由于空隙大而造成土基积水、不均匀沉陷或表面松散等病害。对于浸水后易于软化的岩石,只能以石代土,不能按砾石质土使用。

3. 砂土

无塑性,透水性能好,毛细水上升高度很小,具有较大的内摩擦系数,强度和水稳定性较好。但由于黏性小,易于松散,压实困难,需用振动法或灌水法才能压实,经充分压实的砂土其压缩变形小。在有条件时,可添加一些黏性大的土,以提高稳定性,改善土基使用质量。

4. 砂性土

既含有一定数量的粗颗粒,使土基具有足够的强度和水稳定性;又含有一定数量的细颗粒,使其具有一定的黏结性,不致过分松散。遇水干得快、不膨胀、湿时不黏着,雨天不泥