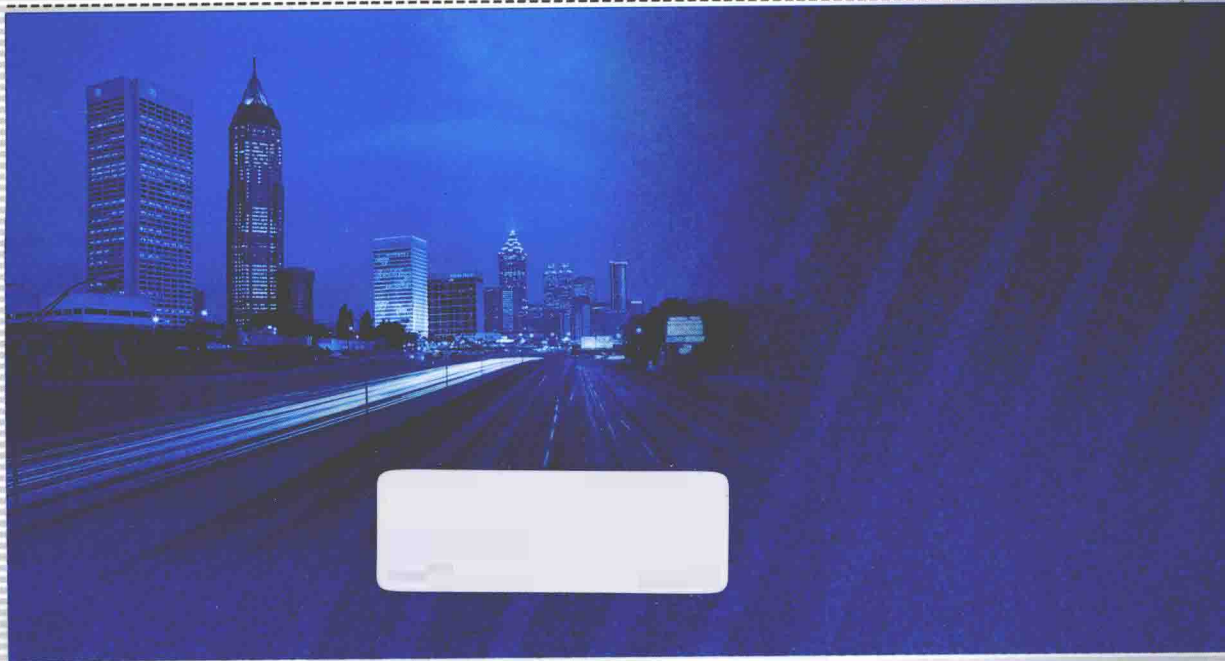




高等职业教育“十二五”规划教材
——道路桥梁工程技术专业系列规划教材

路基路面工程

◎ 肖念婷 主编



LUJI LUMIAN GONGCHENG



免费提供
电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材
道路桥梁工程技术专业系列规划教材

路基路面工程

主 编 肖念婷
副主编 麻文燕 王晓文
参 编 蒋博林 皮映星 潘 登 张 秀
主 审 田万涛



机械工业出版社

本书根据高职高专人才培养目标和专业教学改革的要求,以及工作过程系统化的理念,通过对毕业生的跟踪调查及路桥施工企业的调研,在编者多年的教学实践基础上编写而成。本书在部分内容的编排和选取上有所侧重,弱化了设计计算内容,增加了案例分析、能力拓展的内容,以加强对学生专业技能的培养。

全书除绪论外,共分为8个教学情境:一般路基设计;路基防护工程与施工;路基排水设计;路基施工;路面基层与施工;沥青路面构造与施工;水泥混凝土路面构造与施工;路面排水设计。

本书既可作为高职高专道路桥梁工程技术专业、监理专业、检测专业等交通、土建类专业的教材,也可作为有关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

路基路面工程/肖念婷主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 12

高等职业教育“十二五”规划教材. 道路桥梁工程技术专业系列规划教材

ISBN 978-7-111-44691-0

I. ①路… II. ①肖… III. ①路基工程—高等职业教育—教材②路面—道路工程—高等职业教育—教材 IV. ①U416

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第263715号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张荣荣 责任编辑:张荣荣

版式设计:常天培 责任校对:樊钟英

封面设计:张静 责任印制:李洋

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2014年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15印张·371千字

标准书号:ISBN 978-7-111-44691-0

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

出版说明

近年来,随着国家经济建设的迅速发展,道路桥梁的发展规模不断扩大,建设速度不断加快,对道桥专业具备高等职业技能的人才需求也随之不断加大。为了贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的精神,我们通过深入调查,组织了全国二十余所高职高专院校的一批优秀教师,编写出版了本套教材。

本套教材编写中注重培养学生的实践能力,基础理论贯彻“实用为主、必需和够用为度”的原则,基本知识采用广而不深、点到为止的编写方法,基本技能贯穿教学的始终。在教材的编写中,力求文字叙述简明扼要、通俗易懂。本套教材结合了专业建设、课程建设和教学改革成果,在广泛的调查和研讨的基础上进行规划和编写,在编写中紧密结合职业要求,力争能满足高职高专教学需要并推动高职高专道桥类专业的教材建设。

本系列教材共十六本,包括《基础工程》、《桥涵工程施工技术》、《道路 CAD》、《道路工程材料》、《道路工程测量》、《工程力学》、《路基路面工程》、《桥梁工程》、《土质学与土力学》、《公路工程造价》、《公路工程施工监理》、《道路工程制图》、《道路工程制图习题集》、《公路勘测设计》、《结构设计原理》、《公路工程检测技术》。

本系列教材适合高职高专院校、成人高校及二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校的道桥类专业使用,也可作为相关从业人员的培训教材。

机械工业出版社

前 言

路基路面工程是高职高专土建大类的道路桥梁工程技术专业的专业核心课程。本书根据高职高专人才培养目标和专业教学改革的要求,以及工作过程系统化的理念,在编者多年的教学实践基础上编写而成。

高职高专院校专业设置和课程内容的选取要充分考虑企业的实际需要和毕业生就业岗位的需求。传统高职教材只是对原有本科教材进行压缩,内容选取上没有突出对学生技能的培养,设计计算部分学习较为困难,多数学生丧失学习兴趣,导致学生毕业后对岗位的适应期较长。由于本专业核心岗位为路桥施工员,所以,通过对毕业生的跟踪调查及路桥施工企业的调研,将传统高职教材的内容进行重组,列出8个教学情境;根据调研结果,本书在部分内容的编排和选取上有所侧重,编写中力图体现基础理论以“必需、够用、能用”的原则,加强应用性、实用性和针对性;在内容上突出了基础理论知识的应用和实践能力的培养;弱化了设计计算内容,增加了案例分析、能力拓展的内容,以加强对学生专业技能的培养。

全书除绪论外,共分为8个教学情境,主要内容包括:一般路基设计;路基防护工程与施工;路基排水设计;路基施工;路面基层与施工;沥青路面构造与施工;水泥混凝土路面构造与施工;路面排水设计。本书图文并茂地详述了专业基本知识、结构构造,注重施工技术,重视理论联系实际,并力求做到叙述简明、文字简练。

本书由肖念婷任主编,麻文燕、王晓文任副主编。绪论、情境六由重庆工程职业技术学院肖念婷编写;情境一由重庆工程职业技术学院张秀编写;情境二由河南交通职业技术学院潘登编写;情境三由重庆工程职业技术学院麻文燕编写;情境四由重庆工程职业技术学院皮映星编写;情境五由重庆工程职业技术学院蒋博林编写;情境七、情境八由重庆交通职业学院王晓文编写。全书由肖念婷进行统稿、修改。黄河水利职业技术学院的田万涛老师任本书的主审,提出许多合理的建议,在此表示感谢。

由于编者的理论水平和实践经验有限,书中疏漏和不足之处在所难免,恳请专家、同仁及广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

绪论..... 1

任务一 公路的组成..... 1

任务二 路基路面工程的特点..... 3

任务三 路面结构、层次划分..... 5

任务四 路基土的分类及 工程特性..... 8

任务五 公路自然区划 10

任务六 路基干湿类型及 临界高度 11

情境一 一般路基设计 18

任务一 路基的变形、 破坏与防治 18

任务二 路基设计的一般要求 20

任务三 路基的类型 21

任务四 路基构造 25

任务五 路基附属设施 30

情境二 路基防护工程与施工 34

任务一 坡面防护 34

任务二 冲刷防护 38

任务三 挡土墙构造与施工 40

任务四 地基加固 52

* 能力拓展 重力式挡土墙 设计实例 55

情境三 路基排水设计 60

任务一 路基排水要求及一 般设计原则 60

任务二 路基排水设施的构 造与设置 61

任务三 路基综合排水 69

情境四 路基施工 72

任务一 施工准备工作 73

任务二 填方路堤施工 77

任务三 路堑开挖 87

任务四 土方机械化施工 90

任务五 路基压实 94

任务六 路基整形、检查验收 及维修..... 100

* 能力拓展 高速公路路基 施工方案..... 102

情境五 路面基层与施工..... 112

任务一 路面基层分类及特点..... 112

任务二 碎(砾)石基层 114

任务三 半刚性基层..... 119

任务四 路面基层施工质量 控制..... 134

情境六 沥青路面构造与施工..... 142

任务一 沥青路面基本认知..... 142

任务二 沥青路面设计的 基本知识..... 145

任务三 沥青路面结构设计..... 147

任务四 沥青路面的原材料..... 152

任务五 沥青路面施工..... 153

* 能力拓展一 高速公路沥青路面设计 实例..... 171

* 能力拓展二 沥青混凝土路面施 工方案..... 173

情境七 水泥混凝土路面构造与 施工..... 180

任务一 水泥混凝土路面基 本认知..... 180

任务二 普通水泥混凝土路面 的构造..... 182

任务三 水泥混凝土路面对组成材料 的要求..... 192

任务四 常用的水泥混凝土路面 施工机械..... 198

VI

任务五 水泥混凝土路面施工·····	206	任务一 路面表面排水·····	223
任务六 水泥混凝土路面施工		任务二 中央分隔带排水·····	226
质量控制·····	216	任务三 路面内部排水·····	227
情境八 路面排水设计·····	222	参考文献·····	233

绪 论

情境导入

路基和路面是道路的主要工程结构物。我们已经学习了先修课程道路勘测设计,掌握了路线的平面、纵断面和横断面的基本概念,也掌握了路基设计的步骤与方法,本章将从整体上对道路工程施工所需的基本知识进行介绍,主要介绍公路的组成、路基路面工程的特点、路面结构层次划分、路基土的分类及工程特性、公路自然区划、路基干湿类型及临界高度。

学习目标

知识目标

➤ **掌握:** 路基路面工程的组成;路面结构层次划分及层位功能;路面的等级与分类;路基的干湿类型;路基土的工程特性。

➤ **理解:** 路基干湿类型的划分(根据平均稠度划分,根据临界高度划分)。

➤ **了解:** 路基土的分类;公路自然区划。

能力目标

➤ 能正确判断路基的干湿类型。

➤ 能正确分析路基路面常见病害的原因。

➤ 能根据具体条件选择路基路面结构形式。

➤ 能正确识读路基路面结构设计图。

重点与难点

➤ **重点:** 路基路面结构层位的基本概念、功能;路基的干湿类型;路基土的分类和工程性质。

➤ **难点:** 影响路基路面稳定的因素分析,路基干湿类型及临界高度的划分。

任务一 公路的组成

一、公路基本组成

公路是一种带状的三维空间实体,它的中心线是一条空间曲线。公路中线及沿线地貌、地物在水平面上的投影图称为路线平面图。沿路线中线切开再展开的断面图称为路线纵断面图。中桩处垂直于公路中心线方向的剖面图称为横断面图,如图0-1所示。

公路的基本组成部分包括:路基、路面、桥梁、涵洞、防护与加固工程、排水设备、山区特殊构造物(如半山桥、明洞)等。此外,还有各种沿线交通安全、管理、服务、环保等设施。

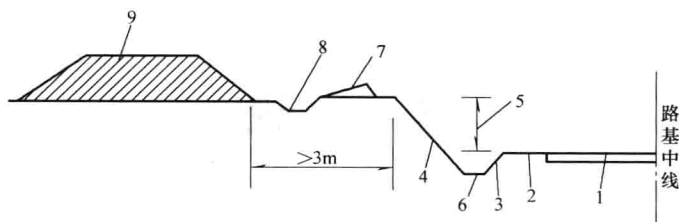


图 0-1 公路横断面示意图

1—路面 2—路肩 3—内侧边坡 4—外侧边坡 5—边坡高度
6—边沟 7—土埂 8—截水沟 9—弃土堆

二、路基路面的主要组成部分

路基和路面是道路的主要工程结构物。

(1) 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）的要求开挖或填筑而成的带状岩土结构物。路基是路面结构的基础，承受由路面传来的行车荷载。

(2) 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。其结构和构造如图 0-2、图 0-3 所示。

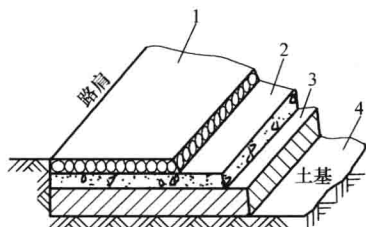


图 0-2 路面结构示意图

1—面层 2—基层 3—垫层 4—土基

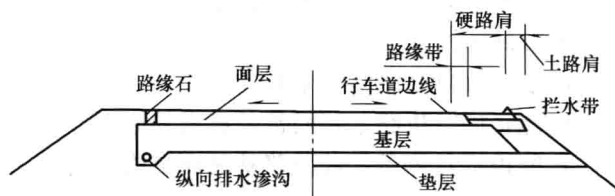


图 0-3 路面的构造

路基是路面结构的基础，为路面结构长期承受汽车荷载提供了重要的支撑，而路面结构层的存在又保护了路基避免直接遭受车辆和大气的破坏作用，使路基长期处于稳定状态。所以，路基和路面相辅相成，是不可分离的整体。

(3) 路床。是指路面底面以下 80cm 范围内的路基部分，在结构上分为上路床（0 ~ 30cm）及下路床（30 ~ 80cm）两层。

(4) 路肩。是指位于行车道外缘至路基边缘，具有一定宽度和横坡度的带状结构部分（包括硬路肩与土路肩）。路肩用以保持行车道的功能和供临时停车使用，并作为路面的横向支承。

(5) 路基边坡。是指为保证路基稳定，在路基两侧做成的具有一定坡度的坡面。为了防止水流对边坡的冲刷，会在坡面上做各种铺砌和栽植，这些铺砌和栽植统称护坡。

(6) 挡土墙。为防止路基填土或山坡土体坍塌而修筑的承受土体侧压力的墙式构造物称为挡土墙。它是路基加固工程的一种结构形式。

(7) 路基排水设施。为保持路基稳定和强度而修建的地表和地下排水措施称为路基排

水设施,包括边沟、截水沟、排水沟、急流槽、跌水、蒸发池、渗沟、渗水井等。

任务二 路基路面工程的特点

一、路基路面必需的基本性能

为了保证道路最大限度地满足车辆运行的要求,提高车速,增强行车安全性和舒适性,降低运输成本和延长道路使用寿命,要求路基路面具备下述一系列基本性能。

(1) 足够的承载能力。行驶在路面上的车辆,通过车轮把荷载传给路面,再由路面将荷载传给路基,在路基路面结构内部会产生各种应力、应变及位移。在此综合作用下,路基路面结构会出现断裂、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。路基路面结构还应具有足够的刚度,使其在车轮荷载作用下不发生过量的变形,保证不产生车辙、沉陷或波浪等各种病害。

(2) 足够的稳定性。在天然地表面建造的道路结构物改变了地表自然的平衡,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,经受着降水、大气温度与湿度变化的影响,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。路基路面结构能经受住这种不稳定状态,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,应尽量避免填挖筑路而引起不平衡,导致路基失稳,避免出现路堤沉落或坡体坍塌破坏。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。

大气降水使路基路面结构内部的湿度状态发生变化。如果排水不良,长期积水,则会使矮路堤软化,失去承载能力;山坡路基引发滑坡或边坡滑塌;水泥混凝土路面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;砂石路面会因雨水冲刷和渗入结构层导致其强度下降,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措施。

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车辙和推移;水泥混凝土结构会因结构变形产生过大的内应力,导致路面压曲破坏。在低温冰冻季节,水泥混凝土路面、沥青路面、半刚性基层都会因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。春天融冻季节,在交通繁重的路段,有时会出现翻浆,路基路面发生严重的破坏。所以,要求路基路面具备足够的温度稳定性。

(3) 足够的耐久性。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在二十年以上。因此,路基路面工程

应具有足够的耐久性。

在车辆荷载与冷热干湿周期性的反复作用下,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,逐年减弱。因此,提高路基路面的耐久性,保持其强度、刚度,几何形态经久不变,除了精心设计、精心施工、精心选材之外,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) 足够的表面平整度。路面表面平整度是影响行车安全、行车舒适性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,驾驶的平稳和乘客的舒适。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。此外,不平整的路面还会积滞雨水,加速路面的破坏。因此,为了减少车辆对路面的冲击力,提高行车速度,增进行车舒适性、安全性,路面应保持一定的平整度,公路等级越高,对平整度的要求也越高。

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程序,以及经常和及时的养护来保证。同时,路面的平整度也要求整个路面结构和路基顶面具有足够的强度和抗变形能力,能经受车轮荷载的反复作用,不易出现沉陷、车辙和推挤破坏。

(5) 足够的表面抗滑性。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、紧急制动、突然起动、爬坡和转弯时,车轮易空转或打滑,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能力。

路面表面的抗滑能力可以通过采用坚硬、耐磨、表面粗糙的粒料作为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,路面上的积雪、浮冰或污泥等,也会降低路面的抗滑能力,必须及时予以清除。

(6) 尽可能低的扬尘性。汽车在砂石路面行驶时,车身后产生的真空吸力会将面层表面或其中的细粒料吸起造成尘土飞扬,甚至产生路面松散、脱落和坑洞等病害。此外,扬尘还会加速汽车机件损坏,影响行车视距和产生环境污染。因此,路基路面应具有尽可能低的扬尘性。

二、影响路基路面稳定的因素

路基路面结构直接暴露在大气之中,经受着自然环境因素的影响,当地的自然条件在很大程度上决定了路基路面的稳定性。因此,按照从总体到局部,从大区域到具体路段的方法深入调查公路沿线的自然条件,分析研究并掌握其对路基路面稳定性影响的内在规律,因地制宜地采取有效的工程措施,以确保路基路面结构具有足够的强度和稳定性。

路基路面结构的稳定性与下列因素有关。

(1) 地理条件。公路沿线的地形、地貌和海拔高度既影响路线的选定,又影响路基与路面的设计。平原、丘陵、山岭、重丘各区地势不同,路基的水温状况也不同。平原区地势平坦,排水困难,地表易积水,地下水位相应较高,因而路基需要保持一定的最小填土高

度,路面结构层应选择水稳定性良好的材料,并采取一定的结构排水设施;丘陵区 and 山岭重丘区,地势起伏较大,路基路面排水设计至关重要,否则会导致路基路面稳定性下降,甚至会出现破坏现象。

(2) 地质条件。沿线的地质条件,如岩石的种类、成因、节理,风化程度和裂隙情况,岩石走向、倾向、倾角、层理和岩层厚度,有无遇水软化的夹层,以及有无断层或其他不良地质现象(岩溶、冰川、泥石流、地震等),都对路基路面的稳定性有一定的影响。

(3) 气候条件。气候条件如气温、降水、湿度、冰冻深度、日照、蒸发量、风向、风力等都会影响公路沿线地面水和地下水的状况,并且影响到路基路面的水温情况。

在一年之中,气候有季节性的变化,因此路基路面的水温情况也随之变化。气候还受地形的影响,例如山顶与山脚,山南坡与山北坡气候有很大的差别。这些因素都会严重影响路基路面的稳定性。

温度和湿度是对路基路面结构有重要影响的自然环境因素。路基路面结构的温度和湿度状况随周围环境的变化而变化,路基土和路面材料的强度与刚度随路面结构内部温度和湿度的变化有时会有大幅度的增减,路基路面结构的性质与状态也随之发生变化。

(4) 水文和水文地质条件。水文条件(如公路沿线地表水的排泄,河流洪水位、常水位,有无地表积水和积水时间的长短,河岸的淤积情况等)和水文地质条件(如地下水位,地下水移动的规律,有无层间水、裂隙水、泉水等)都会影响路基路面的稳定性,如果处理不当,常会引起各种病害。

(5) 土的类别。土是建筑路基和路面的基本材料,不同的土类具有不同的工程性质,因而会直接影响路基和路面的强度与稳定性。

不同的土类含有不同粒径的土颗粒。砂粒成分多的土,强度构成以内摩擦力为主,强度高,受水的影响小,但施工时不易压实。较细的砂,在渗流情况下,容易流动,形成流砂。黏粒成分多的土,强度形成以黏聚力为主,其强度随密实程度的不同,变化较大,并随湿度的增大而降低。粉土类土毛细现象强烈,路基路面的强度和承载力随着毛细水上升,湿度增大而下降,在负温度坡差作用下,水分通过毛细作用移动并积聚,使局部土层湿度大幅度增加,造成路基冻胀,最后导致路基翻浆、路面结构层断裂等各种破坏。

(6) 养护措施。养护措施包括一般措施及在设计中、施工中未及时采用或在养护中由于情况变化而加以补充的改善措施。养护措施对维持路基路面的稳定性有重要作用。

上述因素中,地质条件和水文条件是影响路基工程质量和产生病害的基本因素,水是造成路基路面病害的主要因素。因此,设计前应详细进行地质与水文的勘察工作,针对具体条件及各种因素的综合作用,采取正确的设计方案与施工方法,确保路基路面的工程质量。

任务三 路面结构、层次划分

一、路面横断面

在路基顶面铺筑的面层结构,沿横断面方向由行车道、硬路肩和土路肩组成。路面横断面的形式随道路等级的不同而有所差别,通常分为槽式和全铺式两类,如图 0-4 所示。

(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,

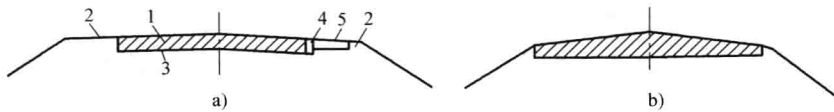


图 0-4 路面横断面的类型

a) 槽式 b) 全铺式

1—路面 2—土路肩 3—路基 4—路缘石 5—加固路肩

形成浅槽，在槽内铺筑路面。

(2) 全铺式横断面。在路基宽度范围内全幅铺筑路面。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，可全宽铺筑中、低级路面。

路面的标准构造横断面如图 0-5 所示。

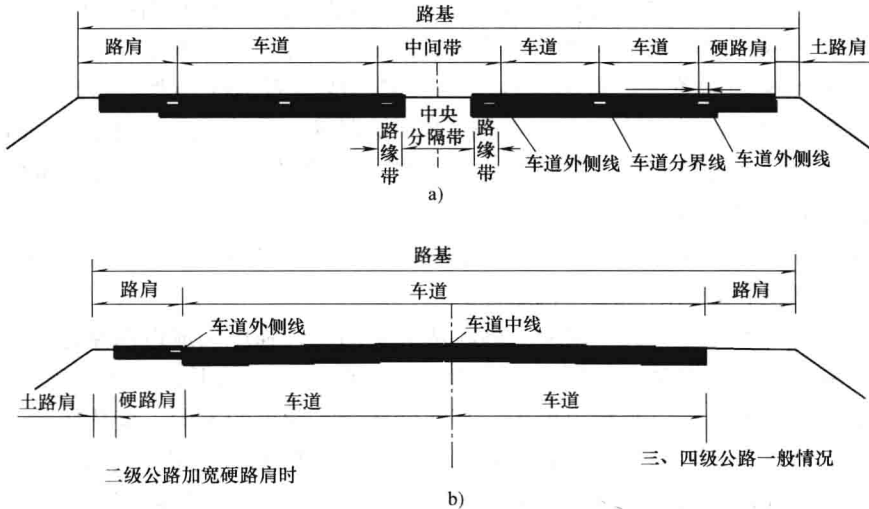


图 0-5 路面横断面

a) 高速一级公路横断面 b) 二、三、四级公路横断面

二、路面层位功能

行车荷载和自然因素对路面的影响，随路面结构深度的增加而逐渐减弱。为适应这一特点，路面结构通常是分层铺筑的，按照使用要求、受力状况、土基支承条件和自然因素影响程度的不同，分成若干层次。通常按照层位功能的不同，将路面结构划分为三个层次，即面层、基层和垫层。以沥青类路面为例，路面结构层如图 0-6 所示。

(1) 面层。面层包括最表面的磨耗层，是直接同行车和大气接触的表面层，它承受较大的行车荷载的垂直力、水平力和冲击力的作用，也直接经受降水和气温变化的影响。因此，同其他层相比，面层应具备较高的结构强度、抗变形能力，以及较好的水稳定性和温度稳定性，而且应当耐磨，不透水；其表面还应有良好的抗滑性和平整度。

修筑面层所用的材料主要有：沥青混凝土、水泥混凝土、沥青碎石混合料、砂砾或碎石

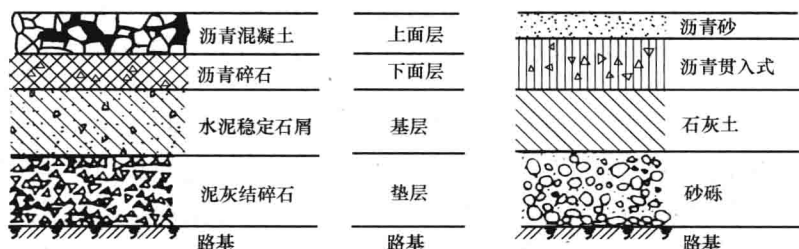


图 0-6 沥青类路面结构层示意图

掺土的混合料及块料等。

面层可分两层或三层铺筑，如高速公路沥青面层总厚度为 18 ~ 20cm，可分为上、中、下三层铺筑，并根据各分层的要求采用不同的级配等级。水泥混凝土路面也可分上下两层铺筑，分别采用不同强度等级的水泥混凝土材料。水泥混凝土路面上加铺 4cm 厚的沥青混凝土，这样的复合式结构也是常见的。但是砂石路面上所铺的 2 ~ 3cm 厚的磨耗层或 1cm 厚的保护层，以及厚度不超过 1cm 的简易沥青表面处治，不能作为一个独立的层次，应将其看作面层的一部分。

(2) 基层。基层主要承受由面层传来的车辆荷载的垂直力，并将其扩散到下面的垫层和土基中去，它是路面结构中的承重层，应具有足够的强度和刚度，并具有良好的扩散应力的能力。基层仍然有可能经受地下水和通过面层渗入的雨水的浸湿，所以基层还应具有足够的水稳性。基层表面虽不直接供车辆行驶，但仍然要求有较好的平整度，这是保证面层平整度的基本条件。

基层主要由半刚性材料（石灰土、水泥砂砾等）和砾石材料做成，基层太厚时，为保证工程质量可分为两层或三层铺筑。当采用不同材料修筑基层时，基层的最下层称为底基层。对底基层材料质量的要求较低，可使用当地材料。

(3) 垫层。垫层介于土基与基层之间，它的功能是改善土基的湿度和温度状况，即隔离路基土中水的上冒或防止路面下的冰冻深度深入至土基引起春融翻浆，从而保证面层和基层的强度、刚度和稳定性不受土基水温变化所造成的不良影响。另一方面的功能是将基层传递的车辆荷载应力加以扩散，以减小土基产生的应力和变形。同时，也阻止路基土挤入基层，以免影响基层结构的性能。

修筑垫层的材料，强度要求不一定高，但水稳定性和隔热性能要好。常用的垫层材料分为两类：一类是由松散粒料，如砂、砾石、炉渣等组成的透水型垫层；另一类是用水泥或石灰稳定土等修筑的稳定型垫层。

三、路面的分类与选用

1. 路面的分类

路面类型可以从不同角度来划分，但是一般都按面层所用的材料划分，如水泥混凝土路面、沥青路面、砂石路面等。但是在工程设计中，主要从路面结构的力学特性和设计方法的相似性出发，将路面划分为柔性路面、刚性路面和半刚性路面三类。

(1) 柔性路面。柔性路面的总体结构刚度较小，在车辆荷载作用之下产生较大的弯沉

变形，路面结构本身的抗弯拉强度较低，它通过各结构层将车辆荷载传递给土基，使土基承受较大的单位压力。柔性路面主要包括各种未经处理的粒料基层和各类沥青面层组成的路面结构。

(2) 刚性路面。刚性路面主要是指用水泥混凝土做面层或基层的路面结构。水泥混凝土的强度高，与其他筑路材料比较，它的抗弯拉强度高，并且有较高的弹性模量，故呈现出较大的刚性。在车辆荷载作用下，水泥混凝土结构层处于板体工作状态，竖向弯沉较小，路面结构主要靠水泥混凝土板的抗弯拉强度承受车辆荷载，通过板体的扩散分布作用，传递给基础上的单位压力较柔性路面小得多。

(3) 半刚性路面。用水泥、石灰等无机结合料处治的土或碎（砾）石及含有水硬性结合料的工业废渣修筑的基层，在前期具有柔性路面的力学性质，后期的强度和刚度均有较大幅度的增长，但是最终的强度和刚度仍远小于水泥混凝土基层。由于这种材料的刚性处于柔性路面与刚性路面之间，因此把这种基层和铺筑在它上面的沥青面层统称为半刚性路面，这种基层称为半刚性基层。

刚性路面、柔性路面和半刚性路面，这种以力学特性为标准的分类方法主要是为了便于从功能原理和设计方法出发进行定性区分，并没有绝对的定量分界界限。近年来材料科学的发展正在逐步改变这种属性，如水泥混凝土的增塑研究，正在使它的刚性降低而保留它的高强性质；沥青的改性研究使得沥青混凝土随气候而变化的力学性质趋向于稳定，大幅度提高其刚度。

2. 路面类型的选用

《公路工程技术标准》（JTG B01—2003）列出了各类型路面适用的公路等级范围，见表 0-1。

表 0-1 路面面层类型及适用范围

面层类型	适用范围
沥青混凝土	高速、一级、二级、三级、四级公路
水泥混凝土	高速、一级、二级、三级、四级公路
沥青贯入、沥青碎石、沥青表面处治	三级、四级公路
砂石路面	四级公路

注：砂石路面是以砂石等为骨料，以土、水、灰为结合料，通过一定的配比铺筑而成的路面的统称，包括级配碎（砾）石路面、泥结碎（砾）石路面、水结碎石路面、填隙碎石路面及其他粒料路面。

任务四 路基土的分类及工程特性

一、路基土的分类

世界各国公路用土的分类方法虽然不尽相同，但是分类的依据大致相近，一般都根据土颗粒的粒径组成、土颗粒的矿物成分或其余物质的含量、土的塑性指标进行划分。我国公路用土依据土的颗粒组成特征、土的塑性指标和土中有机质存在的情况，分为巨粒土、粗粒土、细粒土和特殊土四类，并进一步细分为 11 种土，如图 0-7 所示。

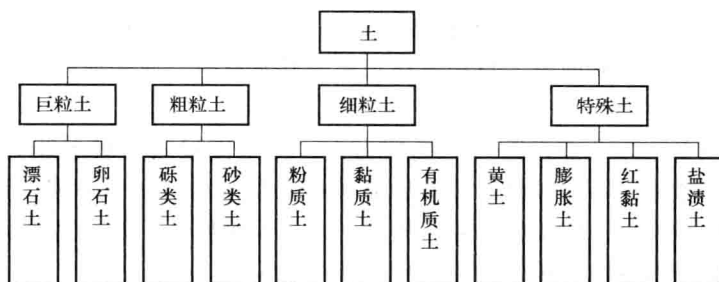


图 0-7 路基土的分类

巨粒土（粒径大于 60mm 的颗粒）质量大于总质量 50% 的土称为巨粒土。巨粒土分漂石土和卵石土。

粗粒土分为砾类土和砂类土两种。砾粒组（粒径为 2 ~ 60mm 的颗粒）质量大于总质量 50% 的土称为砾类土，砾粒组（粒径为 2 ~ 60mm 的颗粒）质量小于或等于总质量 50% 的土称为砂类土。

细粒土（粒径小于 0.074mm 的颗粒）质量大于总质量 50% 的土称为细粒土；粗粒土（粒径为 2 ~ 60mm 的颗粒）质量小于总质量 25% 的土称为细粒土；粗粒组质量为总质量 25% ~ 50% 的土称为含粗粒的细粒土。含有机质的细粒土称为有机质土。

特殊土主要包括黄土、膨胀土、红黏土和盐渍土。黄土、膨胀土、红黏土按塑性指数和液限划分，根据特殊塑性图上的位置定名。黄土属于低液限黏土， $w_L < 40\%$ ；膨胀土属于高液限黏土， $w_L > 50\%$ ；红黏土属于高液限粉土， $w_L > 55\%$ 。盐渍土按照土层中所含盐的种类和质量百分率进行分类，分为弱盐渍土、中盐渍土、强盐渍土和过盐渍土。

二、土的工程特性

各类公路用土具有不同的工程性质，在选择其作为路基填料，以及修筑稳定土路面结构层时，应分别采取不同的工程技术措施。各类土的主要工程性质如下。

(1) 巨粒土。巨粒土包括漂石（块石）和卵石（小块石），有很高的强度及稳定性，是填筑路基的良好材料。漂石还可用于砌筑边坡。

(2) 粗粒土。级配良好的砾石混合料，密实程度好，内摩擦力大，因而强度和稳定性均能满足要求，除了填筑路基外，可用于铺筑中级路面，经适当处理后，还可铺筑高级路面的基层、底基层。

砂土无塑性，透水性强，毛细水上升高度很小，具有较大的摩擦系数，强度和水稳定性均较好。但砂土粘结性差，易松散，压实困难，需用振动法或灌水法才能压实。但是经充分压实的砂土路基，压缩变形小，稳定性好。为了加强压实和提高稳定性，可以采用振动法压实，并可掺加少量黏土，以改善其使用质量。

砂性土既含有一定数量的粗颗粒，又含有一定数量的细颗粒，级配适宜，强度、稳定性等都能满足要求，是理想的路基填料。如细粒土质砂土，其粒径组成接近最佳级配，遇水不粘着、不膨胀，雨天不泥泞，晴天不扬尘，便于施工。

(3) 细粒土。粉质土含有较多的粉土颗粒，干时虽有黏性，但易被压碎，扬尘性大，浸水时易成稀泥。粉质土的毛细作用强烈，上升速度快，毛细水上升高度一般可达 0.9 ~

1.5m, 在季节性冰冻地区, 水分积聚现象严重, 造成严重的冻胀、翻浆等病害。粉质土属于不良的公路用土, 如遇粉质土, 特别是在水文条件不良时, 应采取一定的措施, 改善其工程性质。

黏质土细颗粒多, 内摩擦系数小而黏聚力大, 透水性很差而吸水能力强, 毛细现象显著。干燥时坚硬, 施工时不易破碎, 浸湿后能长期保持水分, 不易挥发, 因而承载能力小。用来填筑路基比粉质土好, 但不如粗粒土质砂土。对于黏质土, 如在适当的含水量时加以充分压实并有良好的排水设施, 筑成的路基也能获得稳定。

有机质土(如泥炭、腐殖土等)不宜做路基填料, 如遇有机质土, 应在设计和施工上采取适当措施。

(4) 特殊土。特殊土主要包括黄土、膨胀土、红黏土和盐渍土。黄土属于大孔和多孔结构, 具有湿陷性; 膨胀土受水浸湿发生膨胀, 失水则收缩; 红黏土失水后体积收缩量较大; 盐渍土潮湿时承载力很低。因此, 特殊土也不宜做路基填料。

总之, 土作为路基建筑材料, 砂质土最优; 黏质土次之; 粉质土属于不良材料, 最容易引起路基病害。重黏土, 特别是蒙脱土也是不良的路基土。此外, 还有一些特殊土类, 如有特殊结构的土(黄土)、含有机质的土(腐殖土)及含易溶盐的土(盐渍土)等, 用以填筑路基时必须采取相应的技术措施。

任务五 公路自然区划

我国地域辽阔, 又是一个多山国家。南北跨热带、温带和寒带, 东西高程相差 4000m 以上, 因此自然因素变化极为复杂。而这些自然条件的差异与公路建设密切相关。为了区分不同地理区域的自然条件对公路工程影响的差异性, 并在路基、路面的设计、施工和养护中采取适当的技术措施和采用合适的设计参数, 体现各地公路设计与施工的特点, 侧重必须解决的问题, 以保证路基、路面的强度和稳定性, 我国相关部门制定了公路自然区划。

为使自然区划便于在实践中应用, 结合我国地理、气候特点, 以自然气候因素的综合性与主导性相结合为原则, 将全国的公路自然区划分为三个等级。一级区划首先将全国划分为多年冻土、季节冻土和全年不冻土三大地带, 再根据水热平衡和地理位置, 划分为冻土、湿润、干湿过渡、湿热、潮暖、干旱和高寒七个大区。二级区划是在一级区划的基础上以潮湿系数为主进一步划分。三级区划是在二级区划内划分更低一级的区域或类型单元。一、二级区划的具体位置与界限, 详见“中华人民共和国公路自然区划图”。

一、一级区划

根据不同地理、气候、构造、地貌界限的交错和重叠, 将我国分为七个一级自然区。即: I 北部多年冻土区; II 东部湿润季冻区; III 黄土高原干湿过渡区; IV 东南湿热区; V 西南潮湿区; VI 西北干旱区; VII 青藏高寒区。

二、二级区划

二级区划仍以气候和地形为主导因素, 但具体标志与一级区划有显著差别。一级自然区有其共同标志, 即气候因素是潮湿系数 K (即年降水量与年蒸发量之比), 地形因素是独立