



高职高专道路桥梁工程技术专业规划教材

道路工程技术

主 编 于国锋
主 审 欧阳伟



東北大學出版社
Northeastern University Press

高职高专道路桥梁工程技术专业规划教材

道路工程技术

主编 于国锋

主审 欧阳伟

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 于国锋 2006

图书在版编目 (CIP) 数据

道路工程技术 / 于国锋主编. — 沈阳: 东北大学出版社, 2006.8
(高职高专道路桥梁工程技术专业规划教材)

ISBN 7-81102-297-4

I. 道… II. ①于… III. 道路工程—教材 IV. TV·U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 091087 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳市第六印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm×260mm

印 张: 12.5

字 数: 320 千字

出版时间: 2006 年 8 月第 1 版

印刷时间: 2006 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑: 张德喜 刘宗玉

责任校对: 张淑萍

封面设计: 唐敏智

责任出版: 杨华宁

丛书定价: 348.00 元 (本册定价: 32.00 元)

序 言

辽宁省交通高等专科学校道路桥梁工程技术专业，已有 55 年的办学历史，具有深厚的专业积淀，培养了大批道路桥梁工程技术专业人才。

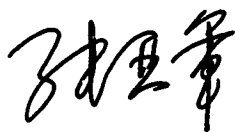
为了进一步适应公路交通行业发展的需求，我校在广泛深入调研的基础上，从 1999 年开始，进行了面向施工一线的教育教学改革，将道路桥梁工程技术专业特色定位为“精施工、懂设计、会管理”。2002 年，该专业被教育部确定为高等职业教育教学改革试点专业，同年，辽宁省交通厅以教学科研项目立项，资助该专业深入开展教育教学改革和建设研究，有力地推动了专业人才培养水平的提高。2005 年，该专业被辽宁省教育厅确定为示范专业。

高等职业教育专业教学改革和建设，核心是课程改革和建设。课程改革和建设的重点是教学内容的改革和建设，教材建设是最重要的方面，要充分体现应用性、先进性和实践性，兼顾现实应用能力与技术跟踪能力的培养，使教学内容与一线实际和今后发展接轨。正是出于上述考虑，我校道桥专业的教师及有关工程技术专家编写出这套专业规划教材。

这套规划教材的出版是这一课程改革和建设思想探索与实践的成果，是全体专业教师、工程技术专家、一线技术人员共同劳动的结晶，同时也为今后进行更深入的课程改革和建设，打下了很好的基础。

这套规划教材适用于道路桥梁工程技术专业，也可供相关专业选用，希望这套书能被多所院校所采用，供大家借鉴，并得以推广，使其发挥更大作用。

辽宁省交通高等专科学校校长



2006 年 5 月

前 言

随着道路建设事业的迅速发展,需要大量的道路建设工程的技术人员。为培养出具有较强动手能力的高职高专学生,根据辽宁省交通专科学校教学大纲的要求,结合现行的《公路工程技术标准》《公路路线设计规范》《城市道路设计规范》《公路路基设计规范》《公路沥青路面设计规范》《公路水泥混凝土路面设计规范》《公路路基施工规范》《公路沥青路面施工规范》和《公路水泥混凝土路面施工规范》,特编写本教材。

全书共分两篇,主要阐述公路路基与路面设计的基本原理与实用方法,包括路基工程总论、路基的强度与稳定性、一般路基设计、特殊路基设计、路基排水设计、路基防护与加固、挡土墙设计、沥青类路面设计、水泥混凝土路面设计等内容。本书力求言简意赅,并与工程设计的实际相结合,为本专业学生今后从事道路设计与施工的工作打下基础。

本书可作为道路桥梁工程施工专业高职高专学生教材,也可供其他相关专业学生及道路桥梁工程技术人员参考。

本书第1章、第2章、第3章由韩丽馥编写,第4章由张家宇编写,第5章、第6章、第7章、第8章、第9章、第10章由于国锋编写,第11章、第12章、第13章由孙兆辉编写。全书由于国锋统稿,并由欧阳伟进行审核。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,敬请读者指正。

编 者

2006年2月

目 录

第一篇 路基工程设计

第 1 章 路基工程总论	1
1.1 路基工程特点	1
1.2 路基的破坏形式与原因分析	2
第 2 章 路基的强度和稳定性	5
2.1 路基土的分类及工程性质	5
2.2 路基的强度	9
2.3 路基的干湿类型和路基临界高度	11
2.4 路基的水温稳定性	18
2.5 中国公路自然区划	21
第 3 章 一般路基设计	23
3.1 路基的基本构造	23
3.2 路基的附属设施	28
3.3 一般路基设计要求	30
第 4 章 特殊路基设计	36
4.1 概 述	36
4.2 边坡稳定性力学验算法.....	38
4.3 浸水路堤边坡稳定性验算.....	45
4.4 陡坡路堤稳定性验算	49
第 5 章 路基排水	53
5.1 路基排水的目的及设计一般原则	53
5.2 地表排水设施的构造与布置	53
5.3 地面排水沟渠的加固	60
5.4 地下排水设施的构造与布置.....	61
5.5 路基排水的综合设计	65

第6章 路基防护与加固	67
6.1 防护与加固工程的基本概念	67
6.2 坡面防护	68
6.3 冲刷防护	72
6.4 湿软地基加固	74
第7章 挡土墙设计	77
7.1 挡土墙的类型及使用条件	77
7.2 重力式挡土墙的构造	79
7.3 挡土墙的设计计算	83

第二篇 路面设计

第8章 路面设计概述	92
8.1 我国道路路面发展概况及对路面的要求	92
8.2 路面结构及其层次划分	94
8.3 路面类型	97
第9章 行车荷载、环境因素	99
9.1 行车荷载	99
9.2 环境因素对路面的影响	106
第10章 路面基(垫)层	110
10.1 路面基(垫)层分类及特点	110
10.2 碎(砾)石基(垫)层	110
10.3 无机结合料稳定类基层	117
第11章 沥青类路面	128
11.1 沥青类路面分类及基本特征	128
11.2 沥青混合料性质	130
11.3 新型沥青混凝土路面简介	134
第12章 沥青路面设计	138
12.1 沥青路面的设计任务、设计程序与设计原则	138
12.2 沥青路面的损坏模式与设计标准	139
12.3 土基与路面材料强度指标	142
12.4 沥青路面结构设计	148
12.5 新建沥青路面厚度计算	152
12.6 原有路面补强设计	156

第 13 章 水泥混凝土路面设计	160
13.1 概 述	160
13.2 损坏模式和设计标准	161
13.3 设计内容与设计参数	164
13.4 混凝土路面结构层组合设计.....	167
13.5 接缝构造设计	171
13.6 配筋设计	174
13.7 素混凝土路面板厚的计算	179
参考文献.....	187

第一篇 路基工程设计

第1章 路基工程总论

1.1 路基工程特点

1.1.1 路基的作用及其特点

路基是按照路线位置和一定技术要求修筑的带状构造物，是路面的基础，承受由路面传递下来的行车荷载。它贯穿公路全线，与桥梁、隧道相连，构成公路的整体。

作为公路建筑的主体，路基工程具有以下特点：工程数量大、耗费劳力多、涉及面广、投资高等。以平原微丘区三级公路为例，每公里土石方数量约 $8000 \sim 16000 \text{m}^3$ ，而山岭重丘区三级公路每公里土石方数量可达 $20000 \sim 60000 \text{m}^3$ 以上，据新中国成立以来的部分资料分析，一般公路的路基修建投资占公路总投资的 $25\% \sim 45\%$ ，个别山区公路可达 65% 。路基是带状的土工建筑，路基施工改变了原有地面的自然状态，挖、填、借、弃土涉及当地生态平衡、水土保持和农田水利等自然环境。因此，路基设计和施工必须与当地农田水利建设和环境保护相配合。路基工程对工期影响大，在工程地质和水文条件复杂的路段，不但工程技术问题多，施工难度大，增加工程投资，而且常成为影响全线工期的关键。路基工程质量对公路的质量和运营具有十分重要的影响，路基质量差，将引起路面沉降变形和破坏，增加养护维修费用，影响行车舒适、安全和道路的服务水平。因此，对路基的设计和施工质量必须予以重视，确保路基工程质量。

1.1.2 路基设计的一般要求

路基除断面尺寸应符合设计标准外，还应满足下列基本要求。

(1) 具有足够的整体稳定性

路基是直接在地面上填筑或挖去一部分地面建成的。路基建成后，改变了原地面的天然平衡状态。在工程地质不良地区，修建路基则可能加剧原地面的不平衡状态；开挖路堑使两侧边坡土体失去支承力，可能导致边坡坍塌或滑坡；天然坡面特别是陡坡面上的路堤，可能因自重而下滑。对于上述种种情况，都必须因地制宜地采取一定措施来保证路基的整体稳定性。

(2) 具有足够的强度

公路上的行车荷载，通过路面传递给路基，对其产生一定压力，路基自重及路面的重量也给予路基和地基一定压力。这些压力都可使路基产生一定的变形，使路面变形而遭到破坏，直接影响路面的使用品质。因此，要求路基应具有足够的强度，以保证在外力作用下，

路基不致产生超过容许范围的变形。

(3) 具有足够的水温稳定性

路基在地面水和地下水作用下,其强度将显著地降低。特别是在季节性冰冻地区,由于水温状况的变化,路基将发生周期性冻融作用,使路基强度急剧下降。因此,对路基不仅要求其具有足够的强度,而且还应保证在最不利的水温状况下,强度不致显著地降低,以使路面处于正常稳定状态,亦即要求路基具有足够的水温稳定性。

1.1.3 路基设计与施工的基本内容

从工程性质和结构特点来说,路基是一种由土石修筑而成的土工建筑物。它的结构形式虽然简单,但由于是设在地面之上,暴露于大气中,受地形、地质、水文和气候等自然因素的影响极大,如果设计、施工不当,容易产生各种经常性的病害,导致路面遭到破坏,影响交通和行车安全,或耗费大量投资进行修复。同时,公路建设还与其他人类经济活动密切相关,因此路基设计、施工还必须妥善处理好与周围环境及农田水利基本建设的关系。

为了搞好路基工程,消除病害,路基设计与施工必须做到严格掌握技术标准,精心设计,精心施工,确保工程质量。其具体内容应包括以下几个方面。

(1) 设计

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。

② 根据路线纵断面设计确定的填挖高度,结合沿线地质、水文调查资料,进行路基主体工程(路堤、路堑、半挖半填路基及有关工程等)设计。

一般路基,可根据规范规定,按路基典型断面直接绘制路基横断面图。

对下列情况须进行单独设计:工程地质、水文条件复杂或边坡高度超过规范规定高度的路基;修筑在陡坡上的路堤;在各种特殊条件下的路基,如浸水路堤;采用大爆破施工的路基及软土或震害严重地区的路基等。

③ 根据沿线地面水流及地下水埋藏情况,进行路基排水系统的总体布置,以及地面和地下排水结构物的设计与计算。

④ 路基防护与加固设计,包括坡面防护、冲刷防护与支挡结构物等的布置与计算。

⑤ 路基工程其他设施的设计,包括取土坑、弃土堆、护坡道、碎落台及辅道等的布设与计算。

(2) 施工

① 进行现场调查,研究和核对设计文件。编制施工组织计划,确定施工方案,选择施工方法,安排施工进度。完成施工前的组织、物质和技术准备工作。

② 开挖路堑,填筑路堤,修建排水及防护加固结构物,进行路基主体工程及其他工程的施工。

③ 按照设计要求,对各项工程进行检查验收,绘制路基施工竣工图。

1.2 路基的破坏形式与原因分析

路基变形、破坏的形式主要有以下几种。

(1) 路基的沉陷

路基沉陷的特征是路基表面产生较大的竖向位移。路基的沉陷一般为不均匀的沉陷,如

图 1-1 所示。

路基沉陷分为堤身沉陷和地基沉陷两种情况。堤身的沉陷一般是由于填料选择不当, 填筑方法不合理, 压实不足, 在荷载和水、温度综合作用下引起的。地基沉陷是由于原地面为软弱土层, 例如泥沼、流沙或垃圾堆积等, 填筑前未经换土或压实处理, 造成承载力不足, 发生侧面剪裂凸起, 地基发生下沉。



图 1-1 路基沉陷

(2) 路基边坡的塌方

按其破坏规模与原因的不同, 路基边坡的塌方可分为剥落、碎落、滑坍、崩坍和坍塌等, 如图 1-2 所示。

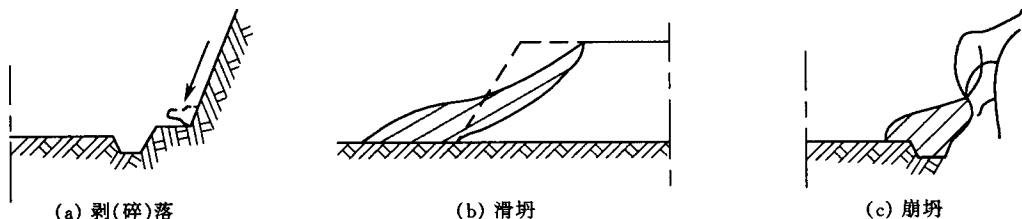


图 1-2 路基边坡塌方

剥落是指边坡土层或风化岩层表面, 在大气的干湿或冷热的循环作用下, 表面发生胀缩现象, 使表层土或岩石成片状或带状从坡面上剥落下来, 而且老的脱落后, 新的又不断产生。

碎落是坡面岩石成碎块的剥落现象, 其规模与危害程度比剥落严重。

滑坍是指路基边坡土体或岩石沿着一定的滑动面整体向下滑动, 其规模与危害程度较碎落更为严重, 有时滑动体可达数百方以上。

崩坍是大的石块或土块脱离原有岩体或土体而沿边坡倾落下来, 崩坍体的各部分相对位置在移动过程中完全打乱。

崩坍主要是在土体(或土石混杂的堆积物)遇水软化, 而边坡又在 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间, 且边坡无支撑情况下产生。

路基边坡塌方的主要原因有: 边坡过陡; 填筑路堤方法不当; 土体过于潮湿; 坡脚被水冲刷; 岩石破碎和风化严重等。

(3) 路基沿山坡滑动

在较陡的山坡上填筑路基, 如果原有地面较光滑, 未做必要的处理, 如未进行凿毛或人工开挖台阶, 或草丛未清除, 坡脚又未进行必要的支撑, 特别是在受到水的浸润后, 填方路基与原地

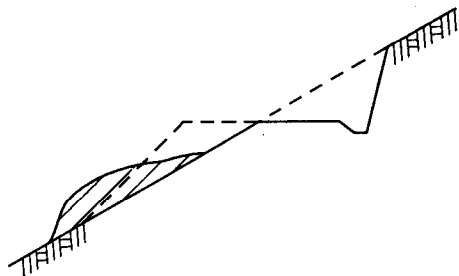


图 1-3 路基沿山坡滑动

面之间摩擦阻力减小,路基整体或局部沿地面向下移动。如图 1-3 所示。

(4) 不良地质水文条件造成的路基破坏

公路通过不良地质水文地区,或遭受较大的自然灾害作用,如巨型滑坡、泥石流、地震及特大暴雨等,均能导致路基的大规模破坏。

综上所述,路基发生变形、破坏的主要原因归纳为如下几个方面:

- ① 不良的工程地质与水文地质条件;
- ② 不利的水文与气候因素;
- ③ 设计不合理;
- ④ 施工不符合有关规定。

上述原因中,地质条件是影响路基工程质量和产生病害的基本前提,水是造成路基病害的主要原因。

第2章 路基的强度和稳定性

2.1 路基土的分类及工程性质

自然界的土往往是各种不同大小颗粒的混合物。在公路工程的勘察、设计与施工中,需要对组成路基土的混合物进行分析、计算与评价。因此,对地基土进行科学的分类与定名十分必要。

各国、各地区、各部门,根据自己的传统与经验,都有自己的分类标准。例如,按照美国的统一分类,把各种土分成砾石、砂、无机粉土和细砂、无机黏土、有机粉土和黏土等共5大组,再细分为若干亚组。

世界各国公路用土的分类方法虽然不尽相同,但是分类的依据则大致相近,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,分巨粒土、粗粒土、细粒土和特殊土4类,并进一步细分为11种土。土的颗粒组成特征用不同粒径粒组在土中的百分含量表示。

2.1.1 土的分类依据

根据《公路土工试验规程》中对公路路基土的分类,把以下特征作为土的分类依据。

① 土的颗粒组成特征以土的级配指标的不均匀系数(C_u)和曲率系数(C_c)表示。

不均匀系数(C_u)反映土的粒径分布曲线上土粒分布范围,其计算公式为

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

曲率系数(C_c)反映土的粒径分布曲线上土粒分布形状,其计算公式为

$$C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \times d_{60}}$$

式中 d_{10} , d_{30} , d_{60} ——土的粒径分布曲线上对应通过率10%, 30%, 60%的粒径。

当 $C_u \geq 5$, $C_c = 1 \sim 3$ 时,属良好级配;如不同时满足此条件,则属不良级配。

② 土的塑性指标以塑限(ω_p)、液限(ω_L)和塑性指数(I_p)表示。

③ 土中的有机质存在情况。

2.1.2 路基土的分类

首先按有机质含量分为有机土和无机土两大类;其次将无机土按粒组含量分为巨粒组、粗粒组和细粒组。表2-1所列为不同粒组的划分界限及范围。

表 2-1

粒组划分表

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

土分类总体包括 4 类并且细分为 11 种，如图 2-1 所示。

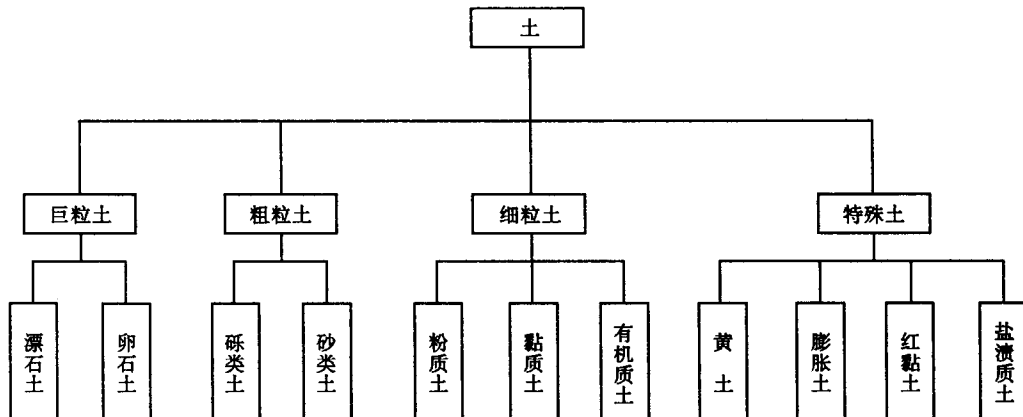


图 2-1 土分类总体系框图

公路用土分类的基本代号如表 2-2 所示。

表 2-2

土的基本代号

土 类	巨粒土	粗粒土	细粒土	有机土
成分代号	漂石 B	砾 G	粉土 M	有机土 O
	块石 Ba	角砾 Ga	黏土 C	
	卵石 Cb	砂 S	细粒土(C 和 M 合称)F	
	小块石 Cba		粗细粒土合称 S1	
级配和液限高低代号	级配良好 W		高液限 H	
	级配不良 P		低液限 L	

说明：① 土类名称可用一个基本代号表示。当由两个基本代号构成时，第一个代号代表土的主成分，第二个代号代表副成分(级配或液限)，当由三个基本代号构成时，第一个代号表示土的主成分，第二个代号表示液限(或级配)，第三个代号表示土中所含次要成分；

② 液限的高低以 50 划分；级配以不均匀系数(C_u)和曲率系数(C_c)表示。

① 巨粒组(大于 60mm 的颗粒)质量多于总质量 50% 的土称为巨粒土，巨粒土分类如表 2-3 所示。

表 2-3

巨粒土分类表

土 组		土组代号	漂石粒(>200mm 颗粒)含量(%)
漂(卵)石	漂 石	B	> 50
	卵 石	Cb	≤50
漂(卵)石夹土 (大于 60mm 颗粒>75%)	漂石夹土	BS1	> 50
	卵石夹土	CbS1	≤50
漂(卵)石质土 (大于 60mm 颗粒 75%~50%)	漂石夹土	S1B	> 卵石粒含量
	卵石夹土	S1Cb	≤卵石粒含量

② 粗粒土分砾类土和砂类土两种, 砾粒组(2~60mm 的颗粒)质量多于总质量 50% 的土称为砾类土, 如表 2-4 所示。砾粒组含量少于或等于 50% 的土称为砂类土, 如表 2-5 所示。

表 2-4 砾类土分类表

土 组		土组代号	漂石粒(<0.074mm 颗粒)含量/%
砾	级配良好	GW	<5
	级配不良砾	GP	
含细粒粒土砾		GF	5~15
细粒土质粒	粉土质砾	GM	15~20
	黏土质砾	GC	

表 2-5 砂类土分类表

土 组		土组代号	漂石粒(<0.074mm 颗粒)含量/%
砂	级配良好	SW	<5
	级配不良砾	SP	
含细粒粒土砂		SF	5~15
细粒土质粒	粉土质砂	SM	15~50
	黏土质砂	SC	

③ 细粒组(小于 0.074mm 的颗粒)质量多于总质量 50% 的土总称为细粒土。细粒土中粗粒组(2~60mm 颗粒)质量少于总质量 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。

细粒土的分类及性质很大程度上与土的塑性指标相关联。细粒土的分类如表 2-6 所示。

表 2-6 细粒土的分类

土 组		土组代号	粗粒组含量/%	砾粒含量
粉质土	高液限粉土	MH	≤25	
	低液限粉土	ML		
	含砾高液限粉土	MHG	25~50	>砂粒
	含砾低液限粉土	MLG		
	含砂高液限粉土	MHS		<砂粒
	含砂低液限粉土	MLS		
黏质土	高液限黏土	CH	≤25	
	低液限黏土	CL		
	含砾高液限黏土	CHG	25~50	>砂粒
	含砾低液限黏土	CLG		
	含砂高液限黏土	CHS		<砂粒
	含砂低液限黏土	CLS		
有机质土	有机质高液限黏土	CHO	土的塑性图上的 A 线以上	
	有机质低液限黏土	CLO		
	有机质高液限粉土	MHO	土的塑性图上的 A 线以下	
	有机质低液限粉土	MLO		

特殊土主要包括黄土(Y)、膨胀土(E)、红黏土(R)和盐渍土(St)。黄土属低液限黏土(CLY), $\omega_L < 40\%$; 膨胀土属高液限黏土(CHE), $\omega_L > 50\%$; 红黏土属高液限粉土(MHR), $\omega_L > 55\%$ 。

盐渍土按照土层中所含盐的种类和质量百分率进行分类, 如表 2-7 所示。

表 2-7

盐渍土分类

名 称	被利用的土层中平均总盐量(以质量百分比计)	
	氯化物和硫酸盐氯化物	氯化物硫酸盐和硫酸盐
弱盐渍土	0.3~1.0	0.3~0.5
中盐渍土	1~5	0.5~2
强盐渍土	5~8	2~5
过盐渍土	>8	>5

2.1.3 各类路基土的工程性质

各类公路用土具有不同的工程性质, 在选择路基填筑材料, 以及修筑稳定土路面结构层时, 应根据不同的土类分别采取不同的工程技术措施。

① 巨粒土, 包括漂石(块石)和卵石(块石), 有很高的强度和稳定性, 用以填筑路基是良好的材料, 亦可用于砌筑边坡。

级配良好的砾石混合料, 密实程度好, 强度和稳定性均能满足要求, 除了填筑路基之外, 可以用于铺筑中级路面, 经适当处理后可以铺筑高级路面的基层、底基层。

② 砂土, 无塑性, 透水性强, 毛细上升高度小, 具有较大的内摩擦系数, 强度和水稳定性较好, 但砂土黏结性小, 易于松散, 压实困难, 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, 以改善级配组成。

③ 砂性土, 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的砂性土是理想的路基填筑材料。如细粒土质砂土, 其粒径组成接近最佳级配, 遇水不黏着、不膨胀, 雨天不泥泞, 晴天不扬尘, 便于施工。

④ 粉性土, 含有较多的粉土颗粒, 干时虽有黏性, 但易于破碎, 浸水时容易成为流动状态。粉性土毛细作用强烈, 毛细上升高度大(可达 1.5m)。在季节性冰冻地区容易造成冻胀、翻浆等病害。粉性土属于不良的公路用土, 如必须用粉性土填筑路基, 则应采取技术措施改良土质, 并加强排水及采取隔离水等措施。

⑤ 黏性土, 细颗粒含量多, 土的内摩擦系数小而黏聚力大, 透水性小而吸水能力强, 毛细现象显著, 有较大的可塑性。黏性土干燥时较坚硬, 施工时不易破碎。浸湿后能长期保持水分, 不易挥发, 因而承载力小。对于黏性土如在适当含水量时加以充分压实和设置良好的排水设施, 筑成的路基也能获得稳定。

⑥ 重黏土, 工程性质与黏性土相似, 但其含黏土矿物成分不同时, 性质有很大差别。黏土矿物主要包括蒙脱土、伊里土、高岭土。蒙脱土主要分布在东北地区, 其塑性大, 吸湿后膨胀强烈, 干燥时收缩大, 透水性极低, 压缩性大, 抗剪强度低。高岭土分布在南方地区, 其塑性较低, 有较高的抗剪强度和透水性, 吸水和膨胀量较小。伊里土分布在华中和华北地区, 其性质介于上述两者之间。重黏土不透水, 黏聚力强, 塑性很大, 干燥时很坚硬, 施工时难以挖掘与破碎。

总之,土作为路基本建筑材料,砂性土最优,黏性土次之,粉性土属不良材料,最容易引起路基病害,重黏土特别是蒙脱土是不良的路基土。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)以及含易溶盐的土(盐渍土)等,用以填筑路基时必须采取相应技术措施。

2.2 路基的强度

2.2.1 路基受力与工作区

(1) 路基受力状况

一般情况下,路基承受两种荷载,一种是路面和路基自重引起的静力荷载;另一种是车轮荷载引起的动力荷载。在两种荷载的共同作用下,使路基土处于受力状态。理想的设计应使路基受力时只产生弹性变形,而车轮驶过以后恢复原状,以确保路基的相对稳定,不致引起路面破坏。

当车轮荷载为圆形均布荷载时,圆形均布荷载中心下土基的垂直压应力可用下式近似计算:

$$\sigma_1 = \frac{P}{1 + 2.5 \left(\frac{Z}{D} \right)^2} \quad (2-1)$$

式中 P ——车轮的单位压力, kPa;

D ——圆形均布荷载作用面积的直径, m;

Z ——应力作用深度, m。

自重引起土基中的压应力,考虑到在一定深度以下,同路基自重相比较,路面重力的影响不大,所以在研究荷载作用最大深度时,为简化计算,近似地将路面材料相当于土基材料,则土基材料自重引起的压应力可用下式计算:

$$\sigma_z = \rho Z \quad (2-2)$$

式中 ρ ——土基的湿密度, kN/m³;

Z ——应力作用深度, m。

车轮荷载所产生的垂直应力 σ_1 , 土基自重引起的垂直应力 σ_2 及两者的应力曲线如图 2-2 所示。

(2) 路基工作区

由图 2-2 可以看出,车轮荷载引起的应力 σ_1 随着深度增加而逐渐减小(曲线变化),自重引起的应力 σ_2 则随着深度增加而增大(直线变化)。在某一深度 Z_a 处,车轮荷载所产生的应力仅为自重应力的 1/10~1/5,在此深度 Z_a 以下,车轮荷载对土基强度和稳定性影响甚小,故而可略去不计。利用

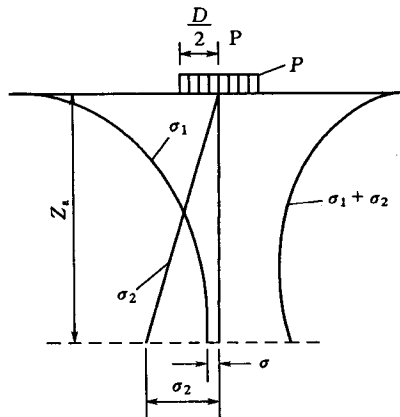


图 2-2 土基应力分布

$$\frac{P}{1 + 2.5 \left(\frac{Z_a}{D} \right)^2} = \left(\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10} \right) \rho Z_a$$