



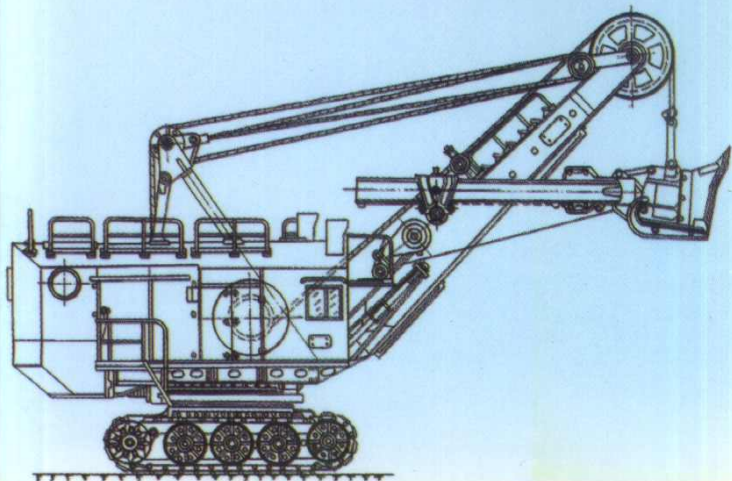
中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

公路工程施工技术

公路与桥梁专业

主编 苏建林



5.6-43



人民交通出版社

124

(1041.6-4)

571

中等职业教育国家规划教材

Gonglu Gongcheng Shigong Jishu

公路工程施工技术

(公路与桥梁专业)

主 编	苏建林
责任主审	胡大琳
审 稿	邬晓光
	苏寅申

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是中等职业教育国家规划教材,突出了以能力与素质培养为主的职业教学模式,突出了公路工程施工的全面系统性、实用性、实践性和指导性。主要内容包括:绪论、路基基本构造、路基施工准备、土质路基施工、石质路基施工、湿软地基加固、路基工程质量检测方法、路基排水设施与施工、路基防护与加固、路面基层施工技术、沥青路面施工技术、水泥混凝土路面施工技术、路面工程质量检测与评定方法、竣工文件。全书共14章。

本书作为中等职业学校公路与桥梁专业教学用书,亦可供公路工程技术人员学习与参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程施工技术 / 苏建林主编. —北京: 人民交通出版社, 2002. 7
ISBN 7-114-04323-6

I. 公... II. 苏... III. 道路工程—施工技术
IV. U415.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040927 号

中等职业教育国家规划教材 公路工程施工技术

(公路与桥梁专业)

主 编 苏建林

责任主审 胡大琳

审 稿 邬晓光
苏寅申

版式设计: 王静红 责任校对: 戴瑞萍 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街10号 010 64216602)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13 字数: 300千

2002年7月 第1版

2002年7月 第1版 第1次印刷 总第1次印刷

印数: 0001 - 10000册 定价: 15.80元

ISBN 7-114-04323-6

U · 03176

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的“职业教育课程改革和教材建设规划”，教育部全面启动了中等职业教育国家规划教材建设工作。交通职业教育教学指导委员会路桥工程学科委员会组织全国交通职业学校(院)的教师，根据教育部最新颁布的公路与桥梁专业的主干课程教学基本要求，编写了中等职业教育公路与桥梁专业国家规划教材共 8 册，并通过了全国中等职业教育教材审定委员会的审定。

本套教材的编写融入了全国各交通职业学校(院)公路与桥梁专业的教学改革成果，并结合了最新的技术标准、规范以及公路科技进步等情况，具有较强的针对性。新教材较好地贯彻了素质教育的思想，力求体现以人为本的现代理念，从交通行业岗位群的知识与技能要求出发，并结合对培养学生创新能力、职业道德方面的要求，提出教学目标并组织教学内容，在教材的理论体系、组织结构、内容描述上与传统教材有了明显的区别。

《公路工程施工技术》是中等职业教育公路与桥梁专业国家规划教材之一，内容包括：绪论、路基基本构造、路基施工准备、土质路基施工、石质路基施工、湿软地基加固、路基工程质量检测方法、路基排水设施与施工、路基防护与加固、路面基层施工技术、沥青路面施工技术、水泥混凝土路面施工技术、路面工程质量检测与评定方法、竣工文件共 14 章。

参加本书编写工作的有：河北交通职业技术学院苏建林(编写绪论、第一篇的第一、二、三、四、六、七章，第二篇的第一、二、三章)、南京交通职业技术学院夏卫国(编写第二篇的第四章)、内蒙古大学职业技术学院蔚建华(编写第二篇的第五章、第三篇)，全书由河北交通职业技术学院苏建林担任主编，四川交通职业技术学院李全文担任责任编辑。人民交通出版社聘请湖南交通职业技术学院文德云高级讲师担任本套教材的总统稿人。

本书由长安大学胡大琳教授担任责任主审，长安大学邬晓光教授、苏寅申副教授审稿。他们对书稿提出了宝贵意见，在此，表示衷

前 言

心感谢。

限于编者经历及水平,教材内容很难覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广国家规划教材的同时,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业教育教学指导委员会
路桥工程学科委员会
二〇〇二年五月

目
录

总论..... 1

第一篇 路基工程施工技术

第一章 绪论..... 5

 第一节 影响路基稳定性的因素..... 5

 第二节 路基土的工程性质..... 6

 第三节 路基的主要工程特性..... 7

第二章 路基基本构造 11

 第一节 路基典型横断面 11

 第二节 路基的基本构造 13

 第三节 路基的附属设施 17

第三章 路基施工准备 19

 第一节 概述 19

 第二节 施工前的准备工作 21

 第三节 施工组织设计 24

 第四节 导线复测与恢复中线测量 29

 第五节 施工测量 34

第四章 土质路基施工 39

 第一节 土质路基施工方案 39

 第二节 土质路基的施工机械 44

 第三节 影响路基压实效果的因素 48

 第四节 土质路基压实施工 51

 第五节 桥涵及其他构造物处的填筑 54

 第六节 路基的检查验收与整修 56

第五章 石质路基施工 57

 第一节 爆破作用原理及影响因素 58

 第二节 炸药、起爆器材及起爆方法..... 59

 第三节 常用的爆破方法 61

 第四节 填石路基施工及石方路基质量控制 64

第六章 湿软地基加固 66

 第一节 概述 66

目 录

第二节	湿软地基加固	66
第七章	路基工程质量检测方法	69
第一节	最佳含水量和最大干密度的确定	69
第二节	土基压实质量控制与检测	72
第八章	路基排水设施与施工	77
第一节	路基排水的目的及设置原则	77
第二节	地表排水设施的类型、构造与施工	77
第三节	地下排水设施的类型、构造与施工	80
第四节	路基排水综合设计及质量控制	83
第九章	路基防护与加固	85
第一节	防护与加固工程的基本概念	85
第二节	路基坡面防护	86
第三节	冲刷防护	90
第四节	路基挡土墙	91
第五节	防护与加固工程的质量检测方法	96

第二篇 路面工程施工技术

第一章	绪论	99
第一节	路面结构概述	99
第二节	路面的分级与分类	100
第三节	路面施工准备	100
第二章	路面基层施工技术	103
第一节	填隙碎石的施工	103
第二节	级配类路面结构层的施工	106
第三节	半刚性路面基层的施工	107
第四节	半刚性路面基层的机械化施工	112
第五节	施工质量控制与检查验收	116
第三章	沥青路面施工技术	120
第一节	材料质量要求	120
第二节	热拌沥青混合料路面施工	124
第三节	沥青路面机械化施工	133

第四节	其他沥青路面施工·····	136
第五节	沥青路面施工质量控制与验收·····	142
第六节	沥青与沥青混合料基地·····	145
第四章	水泥混凝土路面施工技术·····	147
第一节	施工前的准备工作·····	147
第二节	施工操作程序与方法·····	148
第三节	混凝土路面的养生与填缝·····	152
第四节	真空吸水工艺·····	153
第五节	滑模式摊铺机施工·····	155
第六节	特殊季节施工·····	156
第七节	其他水泥混凝土路面施工·····	158
第八节	质量控制与验收·····	159
第五章	路面工程质量检测与评定方法·····	162
第一节	平整度的测定与评价·····	162
第二节	弯沉值的测定与评价·····	165
第三节	路面抗滑性能的测定·····	171
第三篇 竣工文件		
第一节	概述·····	177
第二节	竣工资料的整理·····	181
第三节	竣工资料的组卷、装订、保存·····	187
参考文献	·····	195

总 论

一、公路的主要组成部分

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。沿路线中线的竖向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。

公路的基本组成部分包括:路基、路面、桥梁、涵洞、隧道、防护与加固工程、排水设施、山区特殊构造物等。此外,为保证汽车行驶的安全、畅通和舒适,还需要有各种附属工程,如公路标志、路用房屋、加油站及绿化栽植等。

路基是按照路线位置和一定技术要求修筑的带状构造物,承受由路面传递下来的行车荷载,并承受自然因素的作用。路基断面示意图如图 0-1 所示。

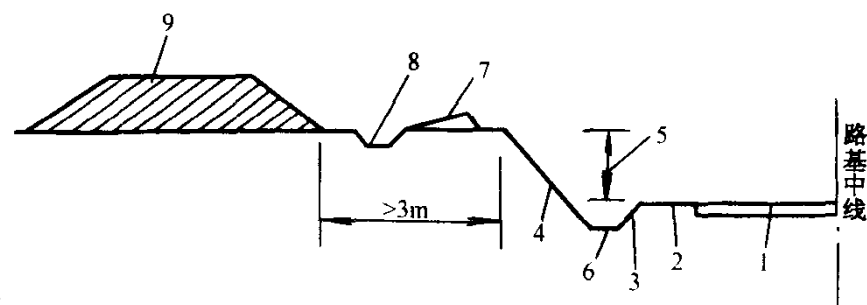


图 0-1 路基横断面示意图

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

路面是用各种筑路材料铺筑在公路路基顶面上供汽车行驶的构造物。其作用是加固行车部分,使汽车在其上安全舒适地行驶。常见的路面类型有沥青类路面、水泥混凝土路面、碎(砾)石路面等。

路床是路面的基础,是指路面底面以下 80cm 范围内的路基部分,承受由路面传来的荷载。在结构上分上路床(0~30cm)及下路床(30~80cm)两层。

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)。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。

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,在坡面上所做的各种铺砌和栽植总称为护坡。

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。

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。

二、对路基的基本要求

在公路建设中,路基工程的主要特点是:工艺较简单,工程数量大,耗费劳力多,涉及面较广,耗资亦很多。根据部分资料分析表明,一般公路的路基修建投资约占公路总投资的 25%~45%,个别山区公路可达 65%。路基施工改变了沿线原有的自然状态,挖填及借弃土石方涉及当地生态平衡、水土保持和农田水利。路基稳定与否,对路面工程质量影响甚大,关系到公路的正常投入使用。实践证明,没有坚固稳定的路基,就没有稳固的路面,因此,做好路基工程设计、施工与养护,不容忽视。路基应满足下列基本要求:

1. 路基横断面形式及尺寸

应符合交通部部颁标准《公路工程技术标准》(JTJ 001—97)(以下简称《标准》)的有关规定和要求。

2. 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。路基修建后,改变了原地面的自然平衡状态。在工程地质不良的地区,修建路基可能加剧原地面的不平衡状态,从而导致路基发生各种破坏现象。因此,为防止路基结构在行车荷载及自然因素作用下不致发生不允许的变形或破坏,必须因地制宜地采取一定的措施来保证路基整体结构的稳定性。

3. 具有足够的强度

路基的强度是指在行车荷载作用下,路基抵抗变形与破坏的能力。因为行车荷载及路基路面的自重使路基下层和地基产生一定的压力,这些压力可使路基产生一定的变形,直接损坏路面的使用品质。为保证路基在外力作用下不致产生超过容许范围的变形,要求路基应具有足够的强度。

4. 具有足够的水温稳定性

路基的水温稳定性在这里主要是指路基在水和温度的作用下保持其强度的能力。路基在地面水和地下水的作用下,其强度将会显著地降低。特别是季节性冰冻地区,由于水温状况的变化,路基将发生周期性冻融作用,形成冻胀和翻浆,使路基强度急剧下降。因此,对于路基,不仅要求有足够的强度,而且还应保证在最不利的水温状况下强度不致显著降低,这就要求路基应具有一定的水温稳定性。

三、对路面的基本要求

路面是公路的重要组成部分。路面的好坏直接影响行车速度、运输成本、行车安全和舒适性。相同等级的公路沥青路面同砂石路面相比,行车速度一般可以提高 80% ~ 200%,油料消耗降低约 15% ~ 20%,轮胎行驶里程增加约 20%,运输成本下降约 18% ~ 20%。同一类型路面,因施工和养护质量的优劣,也会使运输效率与成本以及服务质量产生很大的差异。路面在公路造价中占很大比重,一般高级路面修建投资约占总投资的 60% ~ 70%,低级路面约占 20% ~ 30%。所以,修好路面对发挥整个公路的运输经济效益具有十分重要的意义。路面必须满足下述各项基本要求:

1. 具有足够的强度和刚度

由于受到行驶的汽车荷载所产生的各种力的综合作用,路面将逐渐出现磨损、开裂、坑槽、沉陷和波浪等病害,这就会影响公路的使用质量,严重时还可能中断交通。因此,路面结构整体及各组成部分必须具备足够的强度以抵抗行车荷载的作用,避免路面产生过大的变形与破坏。

刚度,是指路面结构整体或某一组成部分抵抗变形的能力。如刚度不足,即使强度足够,在车轮荷载作用下也会产生过量的变形而形成车辙、沉陷或波浪等破坏。

2. 具有足够的稳定性

路面结构袒露于大气之中,经常受到温度和水分变化的影响,其力学性能随之不断发生变化,强度和刚度不稳定,路况时好时坏。例如:沥青路面在夏季高温时会变软而产生车辙和推挤,冬季低温时又可能因收缩或变脆而产生开裂;水泥混凝土路面在高温时可能发生拱胀现象,温度急剧变化时会翘曲而产生破坏;砂石路面在雨季时因雨水渗入路面结构而强度下降,产生沉陷、车辙或波浪。因此,要求路面结构在各种气候条件下应能够保持其强度。

3. 具有足够的平整度

路面的平整度(或不平整度)通常是以试验汽车每行驶 1km 距离,车身和后桥相对垂直位移的累计数(m)来表示的。不平整的路面表面会增大行车阻力,并使车辆产生附加的振动作用。振动作用会造成行车颠簸,影响行车速度、行车安全和舒适性。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与轮胎的磨耗,并增大油料的消耗。不平整的路面还会积滞雨水,加速路面的破坏。

为了减小车辆对路面的冲击力,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。公路等级越高,设计行车速度越大,对路面平整度的要求也越高。

4. 具有足够的抗滑性能

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(或摩擦阻力)。在雨天高速行驶,或紧急制动或突然起动,或爬坡或转弯时,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。因此,路面表面应具有足够的抗滑性能,即具有足够的粗糙度。设计车速越大,对路面抗滑性能的要求也越高。

5. 具有足够的耐久性

路面结构承受行车荷载和冷热、干湿气候因素的多次重复作用,由此而逐渐产生疲劳破坏和塑性形变累积。路面材料还可能由于老化衰变而导致破坏。这些都将缩短路面的使用年限,增加养护工作量。因此,路面结构必须具备足够的抗疲劳、抗老化和抗形变累积的能力,以保持或延长路面的使用寿命。

6. 具有尽可能低的扬尘性

汽车在砂石路面上行驶时,车身后部所产生的真空吸力会将面层表面或其中的细粒料吸起而飞扬尘土,甚至产生路面松散、脱落和坑洞等病害。扬尘还会加速汽车机件的损坏,影响行车视距和旅客的舒适及沿线居民的卫生条件。因此,应尽量减少路面的扬尘性。

7. 路面断面形式及尺寸

应符合《标准》的有关规定要求。

四、路基、路面施工技术的发展

公路运输在国民经济发展中起着极其重要的作用。因此,最近 20 年来,随着我国国民经济的蓬勃发展,公路运输业也在迅速地发展。在 20 世纪 80 年代初,我国公路里程不足 90 万 km,有铺装路面的不足 20%,而且没有一级公路和高速公路。到 2001 年底,全国公路通车里程达到 143.5 万 km,其中高速公路达到 1.9 万 km,高速公路通车总里程仅次于美国,居世界第二位。继京沈、京沪高速公路建成之后,西南公路出口大通道又顺利贯通。随着我国西部大开发工程的全面启动,我国的公路建设将会有更大的发展。

公路建设的迅速发展靠的是工程施工技术与施工机械现代化。最初修路时,路基的填挖主要靠人工利用锹镐、箩筐等简单工具进行。而目前的土方工程基本使用配套的机械进行施工。挖掘机、铲运机,推土机和平地机的使用不但改善了劳动条件,提高了劳动生产率,加快了施工进度,而且提高了工程质量,降低了工程成本。路基的压实也由原来的轻型压路机械(如推土机、轻型压路机)发展为重型压实机械(如重型压路机和振动压路机等)压实。20 世纪 60 年代至 70 年代初中期,我国公路在铺筑沥青路面时,使用的是大锅熬油,表面处治工艺,这种方法不但工效低,劳动强度大,而且质量也不容易保证。进入 20 世纪 80 年代后,随着公路建设步伐的加快,不断引入国外先进的施工设备,而且还自主或联合开发公路施工机械与设备,

使路面施工机械得到了飞速的发展。现在,一般的施工单位都有沥青混合料拌和机械、摊铺机械和压实机械。特别是在高速公路施工时,为保证工程质量,现代化的机械设备如大型自动控制沥青混凝土拌和机、自动找平沥青混凝土摊铺机以及稳定土拌和机械已成为必备条件,而且在路面修筑中发挥了巨大的作用。

随着水泥混凝土路面施工技术的发展,水泥混凝土路面施工机械在我国也有了长足的发展,先进的现代化施工机械在不断增加,从而也保证了水泥混凝土路面的施工质量。从目前看,正在由人工及半机械化的摊铺和振捣方法向机械化施工的方向转化,水泥混凝土路面使用轨道式摊铺机和滑模摊铺机进行施工的施工技术正在普及。这些机械在一次行程过程中可完成混合料的摊铺、振实、成型、切缝和拉毛等工作,日铺筑路面长度可达 3km 左右,与旧的施工技术不可同日而语。这些新技术、新设备的推广应用,必将推动我国水泥混凝土路面的发展。

五、路面测试技术的发展

路面检测技术作为路面质量控制与管理、路面使用品质评价的重要手段已受到广泛的重视,过去那种只凭眼观目测的简单方法已逐步被科学的先进的测试技术所代替。对于那些能引起路面局部破损的检测方法也已被检测速度快、精度高的无损检测技术所取代。如从前测定路面结构层密度采用灌砂法;路面平整度使用 3m 直尺;路面厚度采用挖坑或钻取法,而现在逐步被核子密度仪、路面平整度仪、超声波厚度测定仪和路面综合测试车所取代。随着路面质量控制指标的增加,相对应的检测手段不断涌现,测试仪器的研制也从未间断过。近年来我国自己研制和改进了许多新的仪器,如路面厚度测定仪、平整度测定仪、强度测定仪、抗滑测定仪、渗水分析仪以及沥青路面车辙、裂缝分析仪等已逐步研制成功并投入使用。这些仪器综合电、声、光和磁等多种测试技术,可多项目、多指标的对工程进行综合测试与检测,并在检测速度、精度和数据处理上向着自动化、智能化方向发展。高等级公路路面的评价往往依据多项指标。国外发达国家普遍装备了“路面综合测试车”,我国各省厅一般也进行了装备,只要到测试现场一次,就能测得各种所需的数据,方便且效率高。这无疑为保证路面施工质量和延长路面使用寿命奠定了有利的基础。

六、本课程的任务和学习方法

本课程是公路与桥梁专业的一门主干综合专业课程,是中国加入 WTO 进行职业教育改革的一门重要课程。其主要介绍路基构造、受力与工作状态,路基排水构造与施工,公路施工的基本程序,公路施工放样技术,路基防护与加固的基本类型、构造和施工技术,土质路基和石质路基的施工技术,特殊路基的施工,沥青类路面和水泥混凝土路面的施工技术,路基路面工程施工质量检测的方法,竣工资料的整理、存档等内容。

本课程具有多方面的内容,涉及其他学科较多,因而要求有较广泛的先修课知识,如土工技术、道路材料试验、公路桥涵设计、公路几何设计、路面结构等,应注意紧密联系。

在学习中,应抓住重点,掌握基本概念、基本原理、基本构造、施工方法、施工程序,其中路基土石填筑技术、沥青类路面施工技术、水泥混凝土路面施工技术应是我们掌握运用的重点,施工机械的配套选择与使用也是学习和注意的另一个重要方面。通过系统学习,使学生达到既能够熟练运用公路工程施工技术,又懂得现代机械设备应用,进行现场指导施工的目的。由于课程内容与工程实践联系密切,并考虑地区差异,在学习时还应注意理论与实际的紧密配合,认真参加实验及实习,做到理论结合实践,提高运用所学知识独立解决实际问题的能力。

第一篇 路基工程施工技术

第一章 绪 论

第一节 影响路基稳定性的因素

公路路基是一种常年暴露于大自然中的线形构造物,其稳定性在很大程度上是由当地自然条件所决定。因此,深入调查公路沿线的自然条件,从整体(地区)和局部(具体路段)去分析研究,掌握各有关自然因素的变化规律及水温情况、人为因素对路基稳定性的影响,从而因地制宜地采取有效的工程技术措施,这是正确进行路基设计、施工、养护,进而提高公路使用质量的重要前提。

一、影响路基稳定性的自然因素

影响公路路基稳定性的自然因素一般有:

(1)地形 平原地区地势平坦,一般来说地面水容易积聚,地下水水位较高,因此,路基需要保持一定的最小填土高度;山岭重丘地区地势陡峻,路基的强度与稳定性特别是稳定性不易保证,需要采取某些防护与加固措施。

(2)地质 沿线岩土的种类、成因、岩层的走向、倾向和倾角、风化程度等,都影响路基的强度与稳定性。

(3)气候 公路沿线地区的气温、降雨量、降雪量、冰冻深度、日照、年蒸发量、风力、风向等,都影响路基的水温状况。

(4)水文与水文地质 水文是指地面径流、河道的洪水位,河岸的冲刷与淤积情况等;水文地质则是指地下水位、地下水移动的规律,有无泉水及层间水等。所有这些都会影响路基的稳定性,如处理不当,往往会导致路基产生各种病害。

二、影响路基稳定的人为因素

(1)荷载作用 静载、活载及其大小和重复作用次数等。

(2)路基结构 路基形式、路基填土或填石的类别与性质、排水结构物与支挡结构物的设置等。

(3)施工方法 填筑方法(是否分层填筑)、压实方法(是否分层压实)、压实度是否充分以及是否采用大爆破等。

(4)养护措施 一般措施及在设计、施工中未及时采用而在养护中加以补充的改善措施。此外还有沿线附近的人工设施如水库、排灌渠道、水田以及其他人为活动等。

第二节 路基土的工程性质

一、路基土的工程性质

按照《公路土工试验规程》(JTJ 051—93)中土的工程分类方法,将土分为巨粒土、粗粒土、细粒土和特殊土四大类,分类总体系如图 1-1-1 所示。各类土的主要工程性质如下:

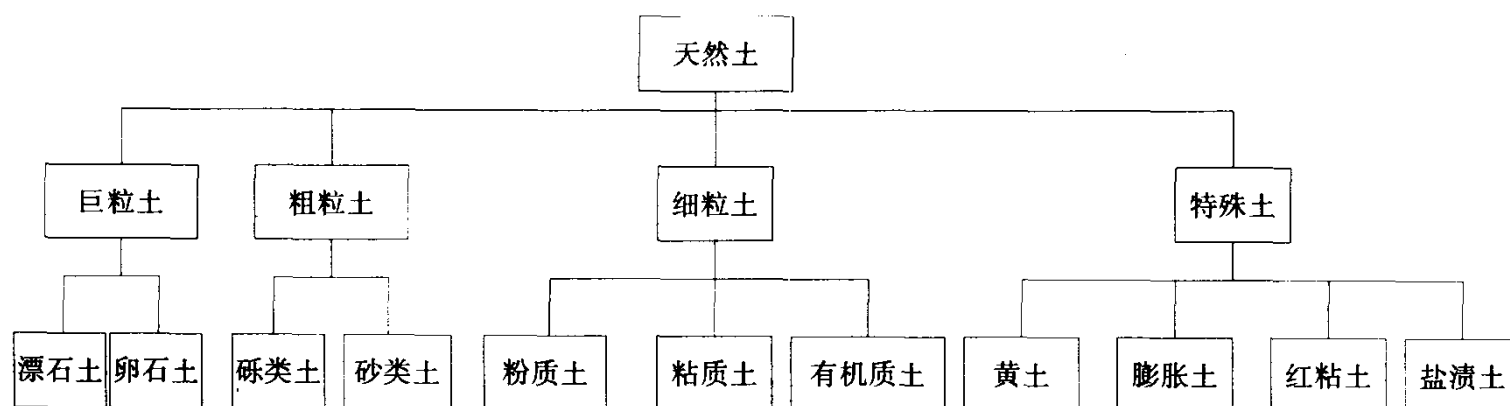


图 1-1-1 土分类总体系

1. 巨粒土

巨粒土有很高的强度及稳定性,是填筑路基的很好材料。对于漂石土,在码砌边坡时,应正确选用边坡值,以保证路基稳定。对于卵石土,填筑时应保证有足够的密实度。

2. 粗粒土

砾类土由于粒径较大,内摩擦力亦大,因而强度和稳定性均能满足要求。级配良好的砾类土混合料,密实程度好。对于级配不良的砾类土混合料,填筑时应保证密实度,防止由于空隙大而造成路基积水、不均匀沉陷或表面松散等病害。

砂类土又可分为砂、含细粒土砂(或称砂土)和细粒土质砂(或称砂性土)三种。砂和含细粒土砂无塑性,透水性强,毛细上升高度很小,具有较大的摩擦系数,强度和水稳定性均较好。但由于粘性小,易于松散,压实困难,需用振动法或灌水法才能压实。为克服这一缺点,可添加一些粘质土,以改善其使用质量。

细粒土质砂既含有一定数量的粗颗粒,使路基具有足够的强度和水稳性,又含有一定数量的细颗粒,使其具有一定的粘性,不致过分松散。一般遇水干得快,不膨胀,干时有足够的粘结性,扬尘少,容易被压实。因此,细粒土质砂是修筑路基的良好材料。

3. 细粒土

粉质土为最差的筑路材料。它含有较多的粉土粒,干时稍有粘性,但易被压碎,扬尘性大,浸水时很快被湿透,易成稀泥。粉质土的毛细作用强烈,上升速度快,毛细上升高度一般可达 0.9~1.5m,在季节性冰冻地区,水分积聚现象严重,造成严重的冬季冻胀,春融期间出现翻浆,故又称翻浆土。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。

粘质土透水性很差,粘聚力大,因而干时坚硬,不易挖掘。它具有较大的可塑性、粘结性和膨胀性,毛细管现象也很显著,用来填筑路基比粉质土好,但不如细粒土质砂。浸水后粘质土能较长时间保持水分,因而承载能力小。对于粘质土如在适当的含水量时加以充分压实和有良好的排水设施,筑成的路基也能获得稳定。

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

4. 特殊土

黄土属大孔和多孔结构,具有湿陷性;膨胀土受水浸湿发生膨胀,失水则收缩;红粘土失水后体积收缩量较大;盐渍土潮湿时承载力很低。因此,特殊土也不宜作路基填料。

二、路基标高与最小填土高度

新建公路的路基设计标高:高速公路和一级公路采用中央分隔带的外侧边缘标高;二、三、四级公路采用路基边缘标高,在设计超高、加宽地段为设超高、加宽前该处边缘标高。改建公路的路基设计标高:一般按新建公路的规定办理,也可视具体情况而采用中央分隔带中线或行车道中线标高。

路基临界高度是指在不利季节当路基处于某种干湿状态时,路槽底面距地下水位或地面长期积水位的最小高度,可根据土质、气候因素按当地经验确定。

路基最小填土高度是指为保证路基稳定,根据土质、气候和水文地质条件所规定的路肩边缘距原地面的最小高度。为利于排水,干燥路基最小填土高度规定为:细粒土质砂0.3~0.5m;粘质土0.4~0.7m;粉质土0.5~0.8m。

挖方或填筑路堤有困难的地段可加深边沟,使路肩边缘距边沟底面的高度符合上述规定。当路基填土高度不能满足上述规定时,则应采取相应的措施,以保证路基的强度与稳定。沿河受水浸淹的路基高度应高出路基设计洪水频率计算水位加壅水高加波浪侵袭高以上0.5m。

第三节 路基的主要工程特性

路基的主要工程特性表现在路基变形、破坏、受力与工作区等几个方面。

一、路基的变形、破坏形式及其原因

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沉陷,如图1-1-2所示。



图 1-1-2

a) 堤身下陷; b) 地基下沉

路基本身的沉陷一般主要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。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,亦引起路堤下陷。

2. 路基边坡的坍方

按其破坏规模与原因的不同,路基边坡的坍方可分为剥落、碎落、滑坍、崩坍、坍塌等,如图

1-1-3 所示。

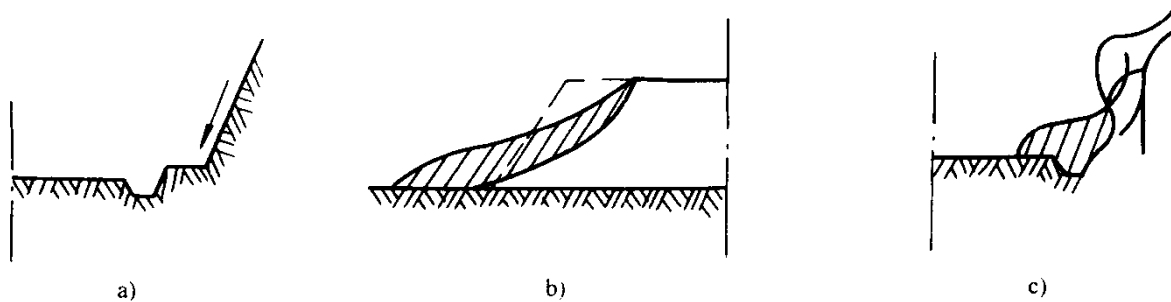


图 1-1-3 路基边坡坍方

a)剥(碎)落;b)滑坍;c)崩坍

剥落是指边坡土层或风化岩层表面,在大气的干湿或冷热循环作用下,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一种剥落现象,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。

坍塌(亦称堆坍)主要是由于土体(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。路基边坡坍方的主要原因有:边坡过陡冲刷;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,未作必要的处理,如未进行凿毛或人工开挖台阶,或丛草未清除,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 1-1-4 所示。

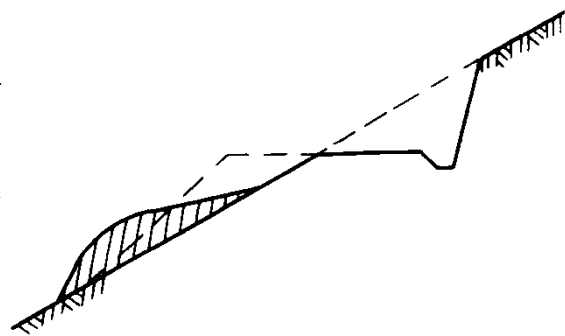


图 1-1-4 路堤沿山坡滑动

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。

二、路基的受力与工作区

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。理想的状态是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式(1-1-1)近似计算:

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

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式(1-1-2)计算:

$$\sigma_2 = \gamma Z \quad (1-1-2)$$

式中: γ ——土基的湿容重(kN/m^3);

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1-1-5所示。

2. 路基工作区

由图1-1-5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)。

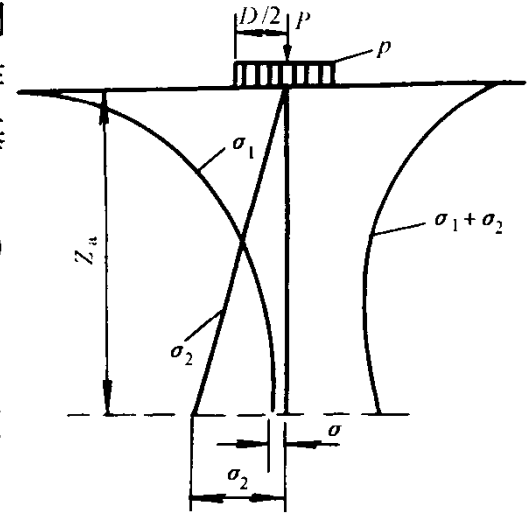


图 1-1-5 土基应力分布图

路基工作区深度

表 1-1-1

汽车型号	每侧后轮重 $P(\text{kN})$	工作区深度 Z_a (m)
解放 CA—10B 载重汽车	$(1/2) \times 60.85$	1.6
东风 EQ—140 载重汽车	$(1/2) \times 69.20$	1.7
黄河 JN—150 载重汽车	$(1/2) \times 101.60$	1.9
北京 BJ—130 载重汽车	$(1/2) \times 27.18$	1.2
黄河 QD—351 倾卸汽车	$(1/2) \times 97.15$	1.9
上海 SH—380 倾卸汽车	$(1/2) \times 360.00$	2.9
天津 TJ—644C 大客车	$(1/2) \times 75.30$	1.7
红旗 CA—773 小客车	$(1/2) \times 15.75$	1.0

注:该表系以 $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{1}{5}$ 和 $\gamma = 18\text{kN}/\text{m}^3$ 计算而得。

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 $1/10 \sim 1/5$,在此深度 Z_a 以下,车轮荷载对土基强度和稳定性的影响甚小,故而可略去不计。将 $\frac{P}{1 + 2.5 \left(\frac{Z_a}{D}\right)^2} = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{5}\right) \gamma \cdot Z_a$ 则可得出车轮荷载所引起的应力分布深度 Z_a 。我们把经受车轮荷载作用影响较大的土基范围称为路基工作区, Z_a 称为路基工作深度。几种汽车车型的路基工作区深度的