

XINBIAN LUJILUMIAN GONGCHENG

新编路基路面工程

主 编 刘黎萍
主 审 陆鼎中 程家驹



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

参 考 文 献

1. 交通部公路总局编,《公路工程技术标准》,人民交通出版社,1979年。
2. 交通部公路总局编,《公路工程施工技术规范》,人民交通出版社,1979年。
3. 交通部公路总局编,《公路工程质量检验评定标准》,人民交通出版社,1979年。
4. 交通部公路总局编,《公路养护技术规范》,人民交通出版社,1979年。
5. 交通部公路总局编,《公路养护工程预算定额》,人民交通出版社,1979年。
6. 交通部公路总局编,《公路养护工程概算定额》,人民交通出版社,1979年。
7. 交通部公路总局编,《公路养护工程材料消耗定额》,人民交通出版社,1979年。
8. 交通部公路总局编,《公路养护工程机械台班定额》,人民交通出版社,1979年。
9. 交通部公路总局编,《公路养护工程人工定额》,人民交通出版社,1979年。
10. 交通部公路总局编,《公路养护工程材料供应定额》,人民交通出版社,1979年。

新编路基路面工程

主 编 刘黎萍

主 审 陆鼎中 程家驹

责任编辑 孙家驹

封面设计 孙家驹

上海人民交通出版社

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）

面 积 基 础 设 计

孙家驹 编

上海人民交通出版社

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）



同 济 大 学 出 版 社

TONGJI UNIVERSITY PRESS

（上海南京路1000号）

（上海南京路1000号）

内 容 提 要

本书是根据我国最新颁布的有关道路工程的技术标准、规范,并吸收近几年来取得的科技成果,在《路基路面工程》(第二版)基础上补充修订而成。全书共分 12 章,主要阐述影响路基路面结构性能的荷载、环境和材料因素;路基设计和稳定性分析;沥青和水泥路面结构分析理论和设计方法;路面状况调查和评定内容;路基路面施工等。书中配有计算实例、复习思考题以及测验作业,方便读者自学。

本书可作为高等院校道路与交通工程专业本科教材,也可作为成人教育相关专业教材,也可供道路工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

新编路基路面工程 / 刘黎萍主编. — 上海: 同济大学出版社, 2011. 2

ISBN 978-7-5608-4429-9

I. ①新… II. ①刘… 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. ①U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 183016 号

新编路基路面工程

主编 刘黎萍

责任编辑 凌 岚 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 21.25

印 数 1—3 100

字 数 530 000

版 次 2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-4429-9

定 价 40.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

《路基路面工程》(第二版)(陆鼎中、程家驹编著)自出版以来,以其浅显、易懂、简明的风格受到广大读者的青睐。但随着路基路面工程技术的发展,已出现了很多新的技术成果,有关部门也对相关的路基、路面设计和施工技术规范进行了修订,为将最新的科技成果纳入教材,遂决定对《路基路面工程》(第二版)进行改版,以满足教学和读者的需要。

考虑到原版教材的使用效果,新版教材是在秉承《路基路面工程》(第二版)编写风格的基础上,根据我国最新颁布的有关道路工程的技术标准、规范,并吸收近年来取得的相关科研成果编著而成。总体上仍保持原来的框架和格局,仍为十二章,但个别章节进行了调整,如将原第10章(路面状况调查与评价)调整为第12章,变动较多的章节是第4, 6, 8, 9, 11, 12章。

本教材着眼于学生掌握路基、路面工程的基本概念、基本理论和方法,树立道路工程专业意识,通过本课程学习,能分析和解决路基、路面工程中的一些基本问题。但因篇幅、时间和编者能力所限,内容并未涵盖所有路基、路面工程的新技术,读者尚需结合其他相关书籍一并学习。

本书第1~4, 8, 11章由刘黎萍改(编)写,第5~7, 10章由黄琴龙改(编)写,第9章由周玉民编写,第12章由陈长编写。全书由陆鼎中和程家驹老师担任主审。感谢他们对本书的贡献!

限于编者水平,且时间仓促,错误和不足之处难免,恳请读者指正。

编 者

2010年4月

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 路基路面的功能和要求	1
1.2 路基路面的构造	2
1.3 路基路面工程的特点与内容	7
1.4 本课程与其他课程的关系	9
2 行车荷载分析	11
2.1 车辆的类型和轴型	11
2.2 车辆的重力作用	14
2.3 行车的动态影响	15
2.4 交通分析	17
3 自然因素的影响	24
3.1 公路自然区划	24
3.2 路面温度状况	27
3.3 路基湿度状况	33
4 路基路面材料组成及其力学特性	38
4.1 粒料类材料的组成	38
4.2 无机结合料稳定类材料和水泥混凝土的组成	41
4.3 沥青混合料的组成	45
4.4 变形特性	47
4.5 强度特性	55
4.6 疲劳特性	58
4.7 荷载-弯沉关系	63
5 一般路基设计	69
5.1 路基的病害和设计要求	69
5.2 填料选择和压实标准	73
5.3 路基边坡和地基要求	76

5.4	路基排水	82
5.5	路基防护与加固	89
6	路基稳定性分析	99
6.1	基本分析方法	99
6.2	条分法的解	100
6.3	稳定性验算	104
6.4	软土地基的路基稳定性分析	108
6.5	浸水路堤的稳定性分析	110
6.6	路基边坡抗震稳定性分析	115
7	挡土墙设计	119
7.1	挡土墙的类型、构造和布置	119
7.2	挡土墙土压力计算	126
7.3	挡土墙设计原则	136
7.4	挡土墙验算	138
7.5	加筋土挡土墙设计	147
7.6	轻型挡土墙设计	154
8	沥青路面结构设计	167
8.1	沥青路面的损坏类型、设计指标与标准	167
8.2	沥青路面结构的力学分析	171
8.3	沥青路面结构组合设计	178
8.4	我国公路沥青路面结构设计方法	185
8.5	沥青路面加铺层设计	202
9	水泥混凝土路面结构设计	210
9.1	水泥混凝土路面的损坏模式 and 设计要求	210
9.2	弹性地基板的应力分析	212
9.3	结构层组合设计 and 要求	224
9.4	路面结构厚度的确定	226
9.5	接缝和配筋设计	237
9.6	混凝土加铺层设计	243
10	路基施工技术	249
10.1	概述	249
10.2	土方作业	255
10.3	石方爆破	264
10.4	特殊土质路基施工	277

11 路面施工技术	282
11.1 垫层和基层施工.....	282
11.2 沥青面层施工.....	286
11.3 水泥混凝土面层施工.....	297
12 路面状况调查与评价	304
12.1 概述.....	304
12.2 路面行驶质量评价指标与方法.....	304
12.3 路面损坏状况调查与评价.....	310
12.4 路面结构承载能力测定与评价.....	317
12.5 路面抗滑性能测定与评价.....	321
12.6 路面管理系统简介.....	324
参考文献	332

1 绪 论

提 要

路基路面是道路的基本组成部分,它们共同承受行车荷载和自然因素的作用。路基路面结构稳固耐久,路面表面平整抗滑,直接关系到道路的正常使用与服务质量。路基路面的构造,除路基基身和路面层次外,还应采取必要的排水、防护与加固等工程措施。路基路面是一种露天的线型工程,其行为受行车荷载和自然因素的影响很大,加之筑路材料多样,性质变化不定,这就增加了设计与修建工作的难度。学习本课程时,必须结合所学的其他课程,密切联系工程实践,注意掌握基本原理和方法,以提高解决实际问题的能力。

通过本章的学习,应该达到以下三个要求:

1. 明确路基路面的功能和对它们的基本要求。
2. 掌握路基路面的断面构造。
3. 熟悉路基路面设计与修筑要解决的问题及其途径。

1.1 路基路面的功能和要求

道路主体主要是由路基和路面组成的。路基是在地表按照道路路线位置和一定技术要求开挖或堆填而成的岩土结构物。路面是在路基顶面用各种筑路材料铺设的层状结构物。有了路基路面,车辆才能沿着预定的路线,通畅、快速、安全、舒适、经济地运行。

在行车荷载和自然因素的作用下,路基路面会产生各种损坏和变形,从而影响道路的使用品质。因此,对路基路面提出下列基本要求:

1. 路基整体应稳定坚固

在地表修筑路基,必然会改变原地层所处的状态。由于各种因素(地质、水文、气候、行车荷载等)的影响,就有可能使高陡的路堑边坡发生崩坍、软弱地层上的路堤出现下沉和滑动、沿河路基受到水毁等,从而导致交通阻断或行车事故。为了道路运输的畅通与安全,就要正确选定路基的断面形状和尺寸,采取必要的排水、防护和加固措施,以保证路基整体结构(包括周围的地层)具有足够的稳定性。

2. 路基上层应密实均匀

在行车荷载作用深度范围内的路基,称为路基工作区。而直接位于路面结构层下0.8 m厚的路基部分,则称路床。路床是路面的基础。土质路床,又称土基。如果土基较为松软或水温条件差,在行车荷载作用下就会产生过大的沉陷变形,甚至引起翻浆现象,使路面失去坚强而均匀的支承,导致路面结构过早损坏。为了保证路面的使用性能,减轻路面的

负担,降低工程的造价,土基应具有足够的承载能力和水温稳定性。因此,路基上层部分最好选用良好的土填筑,要注意充分压实,必要时,设置隔离层或采取其他处治措施。

3. 路面结构应稳固耐久

在行车荷载作用下,路面结构内会产生拉、压、剪切等应力和变形。如果路面结构整体或某一部分的强度和抗变形能力不足,路面就会出现开裂、沉陷或车辙等损坏现象,使路况迅速恶化,而严重影响道路的服务质量。这就要求路面结构必须具备同行车荷载相适应的强度和刚度。

路面结构处于自然环境中,经常受到水分和温度变化的影响,其性状也会发生相应的改变。例如,沥青路面在夏季高温时会因发软而出现车辙和推移;冬季低温时会因变脆和收缩受阻或土基冻胀而开裂。因此,在设计时,应考虑当地的自然条件,采取合适的材料组成和结构措施,使路面结构在不利季节仍足够坚强和稳定。

在使用过程中,由于行车荷载和气候因素(冷热,干湿)的多次重复作用,路面结构会出现疲劳破坏、塑性变形累积和表面磨损。另外,路面结构还可能因材料的老化衰变而导致破坏。因此,路面在使用一定年限后,就需要进行修复或改建。路面的使用年限过短,将增加养护工作量和费用,并严重干扰路上的正常交通。所以,设计和修建的路面应该经久耐用,具有较高的抗疲劳能力。

4. 路面表面应平整抗滑

不平整的路面会加大行车阻力,造成车辆颠簸,使车速受到限制,机件和油料的损耗过大,同时还影响驾驶的平稳和乘客的舒适。另一方面,车辆的颠簸又反过来对路面施加冲击力,不平整的路面容易积滞雨水,从而加剧路面的损坏。因此,路面表面应保持一定的平整度,以减小冲击力,提高行车速度和舒适性;道路的等级(设计车速)越高,对平整度的要求也越高。平整的路面,要依靠合理选用路面结构、严格控制施工质量和经常及时的养护来获得。

在光滑的路面上,车轮与路面之间缺乏足够的附着力和摩擦阻力,当雨天车辆启动、加速、制动、爬坡或转弯时,容易出现打滑或溜滑现象,迫使车速降低,甚至引起严重的交通事故。为了保证高速行驶的安全性,对路面的抗滑性能要求就应提高。路面表面的抗滑能力可以通过选用坚硬、耐磨、粗糙的表层材料或者采取表面拉毛或刻槽等工艺措施来实现。另外,路面上的积雪、浮冰或污泥等,也会降低路面的抗滑性,必须及时予以清除。

此外,路基路面结构物还应满足环境保护和道路景观等方面的要求。

1.2 路基路面的构造

路基路面的构造,通常用横断面图来表示。路基除本体(基身)外,还应包括保证其正常工作所需的排水、防护与加固设施,以及路侧的取土坑和弃土堆等。在各种车道(包括行车道、变速车道和爬坡车道等)、路缘带和硬路肩等处均应铺筑路面。路面设置在路基顶部,可由一层或数层(面层、基层和垫层)组成,并考虑排水等措施。

1.2.1 路基的断面型式

由于路线情况和自然条件的不同,路基横断面型式有多种多样。按照基身的填挖情况,

路基可分为路堤、路堑和半填半挖等三种类型。

1. 路堤

路堤是指基身顶面高于原地面的填方路基,有一般路堤、浸水路堤和陡坡路堤等基本型式(图 1-1)。一般路堤位于地面横坡平缓的地段。在路堤边坡低矮和迎水的一侧,应设置边沟和截水沟等排水沟渠,以防止地面水浸湿和冲刷路堤。建造路堤时在路侧设置的取土坑,应同排水沟渠或农田水利相结合。路堤堤身与路侧取土坑或水渠之间,以及高路堤或浸水路堤的边坡中部,可视需要设置宽至少 1 m(并高出设计水位 0.5 m)的平台;称为护坡道,以保证路堤边坡的稳定。高路堤和浸水路堤的边坡,常按其受力情况采取上陡下缓的变坡形式。容易受到水流侵蚀和淘刷的路堤边坡,还应进行适当的防护与加固。在软土地基上的路堤,需要采取加固地基和调整路堤结构等稳定措施。在横坡较陡(陡于 1:2.5)的地面上填筑的路堤,称为陡坡路堤,其下侧边坡常需设置石砌护脚或挡土墙,以防止路堤向下滑动,并能收缩填方坡脚,减少填方数量和占地宽度。

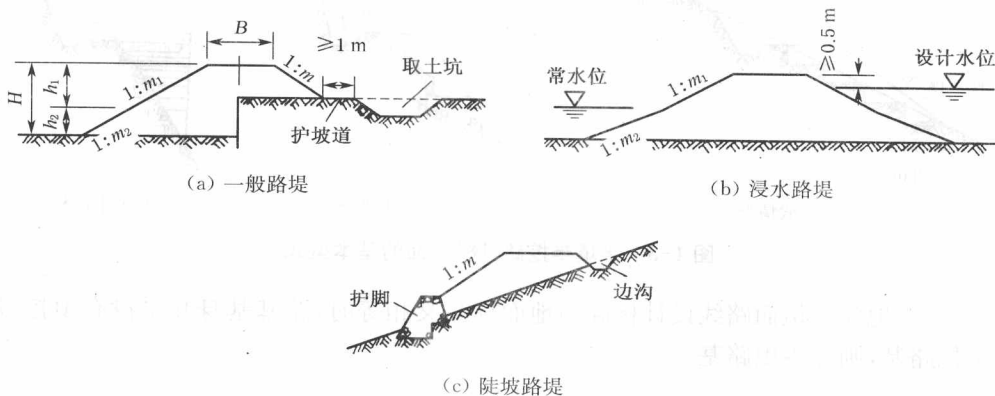


图 1-1 路堤横断面的基本型式

2. 路堑

全部为挖方的路基称为路堑。它有全路堑、半路堑(又称台口式)和半山洞三种型式(图 1-2)。挖方边坡的坡脚应设置边沟,以汇集和排除路基基身表面的水。路堑上方应设置截水沟,以拦截上侧山坡的地面水。边坡可按地层构造情况采用直线或折线等形式,易风化或碎落时,宜进行抹面防护或设置碎落台(图 5-1);破碎或不稳定时,则可采用护墙或挡土墙。路侧弃土堆的设置,应不妨碍路基排水,不危及边坡的稳定。弃土堆内侧坡脚到堑顶之间的距离 d 应随土质条件和路堑边坡高度而定,一般不小于 5 m。

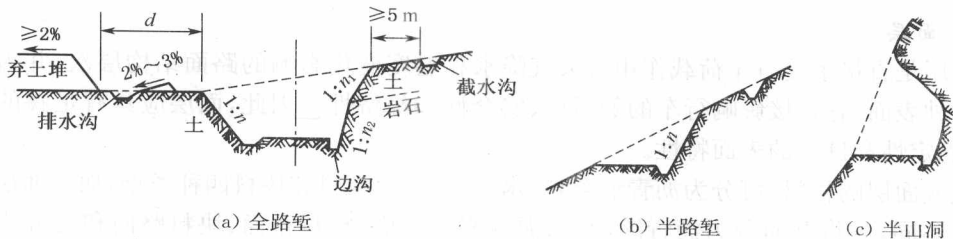


图 1-2 路堑横断面的基本型式

3. 半填半挖路基

整个横断面上既有填方又有挖方的路基,称为半填半挖路基。它出现在地面横坡较陡,路基又较宽,而路中线的设计标高与地面标高相差不大的地方。半填半挖路基可看做由半路堤和半路堑组合而成,其横断面的型式同地面横坡与地层情况有密切关系(图 1-3),兼有路堤和路堑的设置要求。为提高路基的稳定性,填方部分的地面应挖成台阶或凿毛。有时视需要,填方和挖方部分可设置挡土墙等支挡结构物。如果填方部分遇到地面陡峻出现悬空,而纵向又有适宜的基岩时,则可采用桥梁(如石拱桥)跨越,构成半山桥路基。对于填方高度(或路肩墙等结构物顶面高出地面)大于或等于 6 m 以及急弯、陡峻山坡、桥头引道等危险路段,应设置护栏(图 1-3(b),图 1-3(c)),作为指示、诱导交通的安全设施。

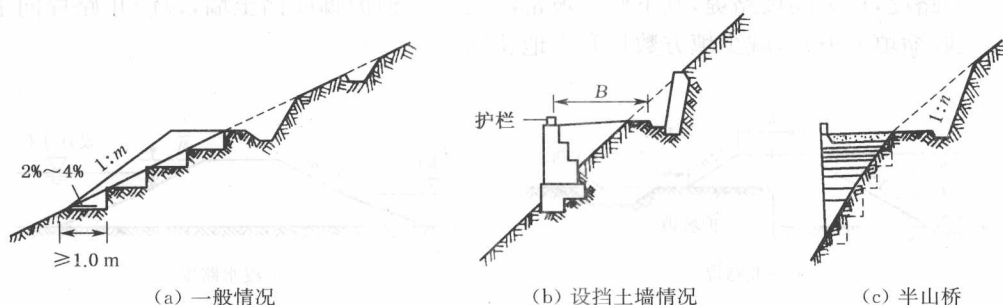


图 1-3 半填半挖路基横断面的基本型式

此外,当地面平坦而路线设计标高与地面标高又相等时,路基基身几乎没有填挖,形成不填不挖路基,则称零填路基。

1.2.2 路面的结构组成

行车荷载和自然因素对路面的影响,随深度的增加而逐渐减弱;对路面材料的强度、抗变形能力和稳定性等要求也随深度的增加而逐渐降低。为适应这一特点,绝大部分路面的结构是多层次的,按使用要求、受力状况、土基支承条件和自然因素影响程度的不同,在路基顶面采用不同规格和要求的材料分别铺设垫层、基层和面层等结构层。另外,为侧向支持路面结构,在其外侧设有路肩(或道肩),它使路面结构过渡到无铺面的地表。路肩结构也是多层次的复合结构。为排除降落到路面上的地表水,采用路面表面排水措施;而为排除渗入路面结构内的自由水,可设置路面结构内部排水系统。图 1-4 绘出了路面结构组成的横断面。

1. 面层

面层是直接承受行车荷载作用及大气降水和温度变化影响的路面结构层次,并为车辆提供行驶表面,它直接影响行车的舒适性、安全性和经济性。因此,面层应具有足够的结构强度、稳定性和良好的表面特性。

组成面层的材料,可分为沥青混合料、水泥混凝土、粒料和块料四种类型;而按面层所用材料的不同,可将路面分为沥青路面、水泥混凝土路面、粒料路面、块料路面和复合式路面五类。

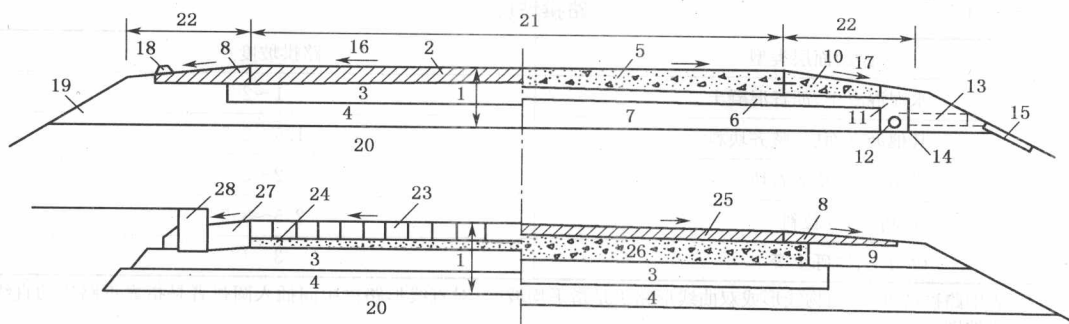


图 1-4 路面结构组成的横断面

- 1—路面结构;2—沥青面层;3—基层;4—垫层;5—水泥混凝土面层;6—排水基层;7—不透水垫层;
 8—沥青路肩面层;9—路肩基层;10—水泥混凝土路肩面层;11—纵向集水沟;12—纵向集水管;
 13—横向排水管;14—反滤织物;15—坡面冲刷防护;16—行车道横坡;17—路肩横坡;18—拦水带;
 19—路基边坡;20—路床;21—行车道宽度;22—路肩宽度;23—块料面层;24—垫砂层;
 25—沥青上面层;26—连续配筋混凝土下面层;27—平石;28—侧石

沥青面层可分为由沥青和集料拌和、碾压而成的沥青混合料,沥青和集料分层撒铺、碾压而成的沥青表面处治以及沥青灌入碎石集料层的沥青贯入碎石三种类型。沥青混合料具有较好的使用品质,可用作高级路面的面层。它们通常分为上、下两层。上面层(或表面层)起磨耗层的作用,它应具有良好的表面特性(抗滑、平整、低噪声),通常采用较细的集料、较多的沥青用量,混合料密实不透水,或者也可做成多孔隙排水性表面层。下面层称作联结层,起承重作用,可采用较粗的集料,在层厚较厚时,需分两层摊铺碾压,这时分别称此两层为中面层和下面层。沥青表面处治主要起封层和磨耗层的作用,用以改善路面的行驶条件。沥青贯入碎石含有较多空隙,用作面层时,应加铺封层,这种面层属次高级路面。

水泥混凝土面层可分为普通水泥混凝土、钢筋混凝土、连续配筋混凝土、钢纤维混凝土和预应力混凝土五种类型。这类面层具有强度高、刚度大、使用寿命长的特点,能承受较繁重的车辆荷载作用。

块料面层可由整齐或半整齐的石块、嵌锁式水泥混凝土模制块料或其他材料块料铺砌而成。面层下需铺设薄垫砂层,以调节砌块高度,形成块料间的嵌挤作用。这类面层可按不同图案和色彩铺筑,能承受较重的荷载,但表面平整度较差。

复合式面层系由水泥混凝土(连续配筋混凝土或设传力杆的水泥混凝土)做下面层、沥青混合料做上面层组成。这类面层综合了水泥混凝土强度高、寿命长和沥青混合料舒适性好、便于修补的长处,是一种经久耐用的优质面层。

粒料面层由各种碎石或砾石混合料组成,其顶面需铺设砂土磨耗层。这类面层只能承受中等或轻交通,属中级和低级路面。

路面面层表面应具有一定的横向坡度,以利排水。除超高路段外,路面横断面通常做成中间拱起的形状,称为路拱。平整度和水稳性较好、透水性也小的路面面层,可采用较小的路拱坡度;反之,则应采用较大的路拱坡度。各种不同面层类型路面的路拱坡度,可按表 1-1 规定选用。

表 1-1

路拱坡度

路面面层类型	路拱坡度/%
水泥混凝土、沥青混凝土	1~2
其他沥青面层、整齐块料	1.5~2.5
半整齐、不整齐石块	2~3
碎(砾)石等粒料	2.5~3.5
碎石土、砂砾土等	3~4

注:1. 表中路拱坡度,对抛物线形或双曲线形路拱是指平均坡度;对直线形路拱中间插入圆弧者是指靠近路边的直线段坡度。

2. 路面较窄,干旱和积雪地区及设有较大纵坡的路段可取低值;反之,宜取高值。

2. 基层

基层是路面结构中的承重部分,它主要承受车辆荷载的竖向力,并把由面层传下来的应力扩散到垫层或土基,故基层应具有足够的强度和扩散应力的能力。基层受自然因素的影响虽不如面层强烈,但仍应有足够的水稳定性,以防基层湿软后变形过大,从而导致面层损坏。水泥混凝土面层下的基层则还应具有足够的耐冲刷性。基层顶面也应平整,具有与面层相同的横坡,以保证面层厚度均匀。

用作基层的材料主要有以下五类:

- (1) 贫水泥混凝土,碾压混凝土;
- (2) 沥青稳定碎(砾)石混合料;
- (3) 无机结合料(水泥、石灰、粉煤灰)稳定碎(砾)石混合料或土;
- (4) 碎(砾)石混合料,天然砂砾;
- (5) 片石、块石或圆石。

起承重作用的基层有时选用两层,其下面一层称作底基层。对底基层材料(包括集料和结合料)的要求可低于上基层。其设置的目的在于分担承重作用以减薄上基层的厚度,并充分利用地方材料。

为保护面层的边缘,基层每侧应比面层至少宽出 25 cm。底基层每侧宜比基层宽 15 cm。但膨胀土路基上的基层(底基层)或透水性基层(底基层),其宽度应横贯整个路基,也可在边缘设置排水渗沟,如图 1-4 所示,以排除渗入该层的水分,避免引起路面损坏。

3. 垫层

垫层是介于基层和土基之间的层次,其主要作用为改善土基的湿度和温度状况,以保证面层和基层的强度稳定性和抗冻胀能力;扩散由基层传来的荷载应力,以减少土基所产生的变形。因此,通常在季节性冰冻地区和土基水温状况不良时设置。

垫层材料的强度要求不一定高,但其水稳定性要好。常用的垫层,一类是由松散的颗粒材料如砂、砾石、炉渣等组成的透水性垫层,另一类是低剂量水泥、石灰或粉煤灰稳定土等稳定类垫层。垫层应比基层(底基层)每侧至少宽出 25 cm,或与路基同宽。

对行车道两侧的路缘带和路肩进行加固(铺设路面),既可增加行车道的有效宽度,便利临时停放车辆,又可改善行车道路面边缘部分的工作条件,延长其使用寿命。高速公路、一级公路的路缘带及硬路肩的路面结构和厚度,宜与行车道部分相同。其他各级公路的路肩

加固部分可视交通繁重程度分别采用级配砾(碎)石、沥青表面处治、沥青混合料等铺面。为了保护路面边缘,也有用块石、条石或水泥混凝土预制块设置路缘石,其宽度和厚度为15~25 cm。

路肩横坡一般应比路拱坡度大0.5%~1%,以利排水。

1.3 路基路面工程的特点与内容

1.3.1 工程特点

路基路面是一种设置在地表面,暴露于大自然,由筑路材料构成的线型工程。它具有结构形式简单、影响因素多变、牵涉范围很广、施工安排不易等特点。

一条道路,绵延可达数十公里以至数百公里,沿线的气候、地形、水文和地质等自然条件往往很不一样。即使在较短的路段内,路基填挖情况、岩土和水文条件仍会有较大的差别。各段路面结构层的材料来源和施工状况也很难相同。环境(自然)条件的变迁对土和路面材料的物理力学性质及路基路面结构体系的性状影响很大。作用在路面上的行车荷载,无论是大小、数量或者作用图式和频率,都是因时因地而变的随机因素。路基路面的损坏状态和原因,常是错综复杂的。因此,在路基路面设计时,必须调查沿线的自然条件和交通情况,分析各种不利因素对路基路面的危害,掌握足够的设计资料和确切的计算参数,针对具体情况采取切实可行和经济合理的工程技术措施。但是,这样做的工作量和难度均很大,设计阶段往往不易尽善,需要在施工和养护过程中不断加以修改和补充。

路基路面设计与路线设计是相辅相成的。在选定路线时,除考虑线形外,还要顾及路基路面的工程情况;反之,当路线难以绕避地质不良地段时,也可对路基路面采取恰当的措施,以提高道路的使用质量。路基路面工程,除路基和路面外,还有道路排水、防护和加固等设施,并同桥涵和地下管线相关联,应该相互配合和综合考虑。建造道路时,会涉及生态环境、水土保持和其他地物(如农田、水利、房屋等),必须妥善处理各方面的关系。

路基路面工程的项目和数量,特别是路基土石方,沿线分布常不一致,各段采用的施工方法、劳力和机具配备就有差异,而且工作面狭窄,又受天气的影响,给施工组织和管理带来不少困难。在土石方量集中、水文和地质条件复杂的地段,遇到的技术问题多而难,常成为道路建设的关键。因此,采用先进的施工技术、合理的施工组织、科学的施工管理,对于确保工程质量、提高劳动生产率、缩短工期、降低造价、节省土地、安全生产,都有重要意义。总之,实现上述要求,并非轻而易举的事。

1.3.2 设计与修筑的内容

路基路面设计与修筑的基本任务,在于以最低的代价(包括资金、材料、劳力、时间等方面),提供符合一定使用要求(即足够稳固)的路基路面结构物。

1.3.2.1 路基路面设计的内容

路基路面设计应根据道路使用要求和当地自然情况,参照有关规范和经验,考虑技术和经济条件,选定合理的结构方案,绘出设计图纸,作为施工的依据。其具体步骤和内容如下:

1. 勘察调查

设计前,应收集沿线的地质、水文、气象以及材料和交通等方面的资料,了解现有道路的使用状况,进行必要的测试工作。

2. 路基设计

路基设计的主要内容包含以下几个方面:

(1) 根据路线设计确定的路基填挖高度和顶面宽度,结合沿线的地形和岩土情况,确定路基基身的横断面形状和边坡坡度;

(2) 根据沿线地表径流和地下水埋藏情况,进行道路排水系统的布置以及地面和地下排水结构物的设计;

(3) 根据当地水文、地质、地形及筑路材料等情况,采取边坡坡面防护、堤岸冲刷防护、路基支挡及软弱地层加固等措施,并进行相应的设计(例如,路基支挡用的挡土墙设计)。

3. 路面设计

路面设计的主要内容有以下几个方面:

(1) 根据道路等级、使用任务、交通繁重程度、当地自然环境、路基支承条件和材料供应等情况,选择面层类型,并提出结构层组合方案;

(2) 根据对所选材料的性状要求和当地自然条件,进行各结构层材料的组成设计;

(3) 根据路面结构的破坏标准、力学模型和相应的计算理论,或按经验方法,确定满足交通和环境条件及使用年限要求的各结构层尺寸。对于水泥混凝土路面还要进行接缝和配筋等方面的设计。

从路面力学特性出发,一般把由各种基层(半刚性基层除外)和各类沥青面层或碎(砾)石面层所组成的路面结构,称为柔性路面;用水泥混凝土作面层的路面结构,称为刚性路面。柔性路面(包括半刚性基层沥青路面在内)和水泥混凝土路面,分别采用不同的计算理论和方法。

4. 设计方案比选

对可能采取的若干设计方案,应综合考虑投资、施工、养护和使用性能等几方面因素,进行技术经济分析和比较,最后确定采用的方案。

1.3.2.2 路基路面修筑的内容

路基路面修筑是设计的延续,它把设计方案(图纸)实物化。其主要工作大致分为以下几个阶段:

1. 准备工作

施工前的准备工作如下:落实和培训施工队伍,现场核对设计文件和图纸,必要时对原设计作出某些修改;确定施工方案和施工组织计划;恢复并固定路线,施工放样;清理场地,修建临时设施(如便道、工棚等);配备机具,采购材料,落实水电供应等。

2. 路基施工

修筑路基的基本工作:

(1) 路基土方作业,包括开挖路堑或取土坑、运土填筑路堤或弃土、压实和整修路基表面;

(2) 路基石方爆破,包括凿眼、装药、引爆、清碴和整修等;

(3) 排水、防护与加固工程,例如,开挖截水沟或其他排水沟渠、建造跌水或急流槽、砌

筑护坡、护墙和挡土墙、进行地基加固等。

3. 路面施工

路面结构层的铺筑,根据材料性质、施工条件和设计规定,可分别采用层铺(灌注)、拌和或铺砌三种方式。各种类型结构层的施工工序,主要有清底、拌和、摊铺、整型、压实、养生等。

4. 质量控制和检验

在路基路面施工过程中及完工后,应对工程质量(包括结构物的位置和断面尺寸、材料规格、压实或砌筑及外观质量等)进行控制、检查及验收。

1.4 本课程与其他课程的关系

“路基路面工程”是一门重要的专业课程。它主要介绍路基路面设计与施工的基本知识、原理和方法。

本课程与各基础技术课程及其他专业课程有着密切的联系。例如,路基稳定性和石方爆破效果的分析,需要“工程地质”的基本知识;土质路基的稳定性验算、软土路堤的地基沉降计算、挡土墙的土压力计算和路基土的压实等,均引用“土质学与土力学”的有关内容;道路排水设计,涉及“水力学”和“桥涵水文”;路面材料的力学性能和组成设计,同“道路建筑材料”紧密相联;软土路基加固和挡土墙设计,在“桥梁基础工程”的相关部分中也有讨论;路基路面的结构设计,是“道路路线设计”中横断面设计的延续与补充;路基路面设计方案的经济分析、施工组织设计与工程质量管理等,均在“道路工程经济与管理”中介绍,等等。

随着交通运输的发展,科学技术的进步,新材料、新结构、新设备和新工艺的采用,还有弹黏塑性理论、断裂力学、数值分析、可靠性和系统工程等学科内容的相互渗透,使路基路面工程的理论和技术水平不断获得提高,有关的技术规范常常需要加以修改、增补和更新。

在学习本课程时,要注意路基路面工程的特点,结合有关课程的内容并联系工程实践来研读本教材及有关参考资料,通过分析、对比、归纳等方法,掌握基本概念和原理,做到举一反三、融会贯通,提高分析和解决实际问题的能力,以便为今后工作打下坚实的基础。

■ 小 结

路基是道路路线的主体,又是路面结构的基础。只有稳固的路基,才能维持道路的线形,保证路面的质量。路面作为道路行车部分的铺装,应坚固而平整,以满足车辆的运行要求。

路基路面在使用过程中受到行车荷载和自然因素的影响,会产生各种各样的病害与变形,导致路况逐步恶化。为了保证路基路面具有足够的强度和稳定性,应查明当地的自然条件和交通情况,运用工程地质、筑路材料、岩土力学和弹性理论等学科的知识进行结构分析,相应采取各种工程技术措施。

■ 复习思考题和习题

- 1.1 路基和路面在道路上各起什么作用？有哪些基本要求？
- 1.2 路基通常由哪几部分构成？
- 1.3 路面结构为何要分层？主要分为哪些层次？各层的作用及其对材料的要求如何？
- 1.4 路基路面设计与施工的基本任务是什么？有何特点？包括哪些主要内容？