

路基路面工程

(第二版)

陆鼎中 程家驹 编著



同济大学出版社

U416

L81

451453

(2)

路 基 路 面 工 程

(第二版)

陆鼎中 程家驹 编著

同济大学出版社

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》(第一版)基础上补充修订而成。全书共分十二章,主要介绍路基路面工程的概貌;影响路基路面结构性能的诸因素(行车荷载、环境条件、材料特性等)分析;一般路基设计、路基稳定性分析和挡土墙设计;沥青路面和水泥混凝土路面结构设计理论和方法;路面状况调查和评定;路基土方作业和石方爆破;路面结构层的材料组成及施工技术等内容。书中配有计算实例、复习思考题和习题以及测验作业。

本书为高等院校交通土建工程(道路工程)专业本科教材,也可作为成人教育有关专业教材,还可供道路工程技术人员学习参考。

责任编辑 李炳钊

封面设计 李志云

路 基 路 面 工 程

(第二版)

陆鼎中 程家驹 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号 邮编:200092)

新华书店上海发行所发行

浙江新昌印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:21 字数:530 千字

1999 年 3 月第 2 版 1999 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—3000 定价:30.00 元

ISBN7-5608-0931-6/U·12

再版前言

《路基路面工程》自1992年2月出版以来,因需者不断,又先后于1993年4月、1995年3月及1998年1月进行了三次印刷,以飨读者。近年来,我国公路和城市道路等道路工程建设突飞猛进,成就举世瞩目;大量高等级道路的修建,促进了路基路面工程技术的发展,取得了许多新的科技成果。有关部门亦已据此重新修订了有关路基、路面工程的设计、施工规范和手册等。为将最新的科技成果及时纳入教材,遂决定对《路基路面工程》修订后再版,以满足教学和读者的需要。

考虑到学生初学、自学的特点,以及第一版的使用效果,《路基路面工程》(第二版)基本上保持原来的框架和格局,对各章节内容则作了更新、补充或改写。变动较多的部分是柔性路面结构设计、水泥混凝土路面结构设计等章节。

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,期望通过课程学习和工程实践,能逐步应用所学知识,参考及运用有关规范,分析和解决路基路面工程中的问题。由于篇幅与学时以及手头资料所限,加之工程技术又在不断发展,所以,在内容上挂一漏万在所难免,好在本教材意在作为专业入门的钥匙,为读者今后在专业领域里驰骋铺垫基础。

程家驹改编第二章、第八章、第十章及第十二章,其余各章由陆鼎中改编。

限于编者水平,错误与不足之处还望读者不吝指正。

编著者

1998年2月

前 言

随着交通运输事业的发展,许多从事道路工程的技术人员,迫切要求提高专业素养,以适应工作需要。因此,近年来,函授道路专业的学生逐年增多。鉴于函授教学以自学为主的特点,不宜直接选用日校本科的教材,而作为道路专业主干课程的“路基路面工程”,多年来一直沿用日校教材,给教与学带来一定困难,影响教学效果。为此,编著者根据多年的教学实践,以及近年来在路基路面工程的基本理论、设计方法、施工技术等方面的新成果,依照函授教学大纲的要求,编写了本教材,以应函授教育发展之需。

本教材主要介绍:影响路基路面结构性能的诸因素;一般路基设计、路基稳定性分析和挡土墙设计;柔性路面与水泥混凝土路面结构分析理论和设计方法;路面状况调查和评定;路基、基(垫)层与面层的材料组成及施工工艺等。着眼于学生掌握路基路面工程的基本理论和方法,使学生通过本课程的学习,能从学科的高度来认识和解决路基路面工程中的问题。

鉴于路基路面工程的各种技术规范常随时间而作修改、补充和更新。所以,本教材所列各种规定、参数和计算公式,一般不能作为规范加以直接应用。

每一章开头都列有提要,指导学生阅读教材内容;末尾均有小结,帮助学生掌握本章内容的主要点;每章均列有复习思考题和习题,供学生进一步消化各章内容;教材最后还附有测验作业,以便检查学习情况。

本教材也可用于全日制本科生,但在讲授时,应对各章内容稍加调整和补充。

本书程家驹编写第二章、第八章和第十章,陆鼎中编写其余各章并统稿。

限于编著者水平,难免有错误和不足之处,敬请读者指正。

编著者

1990年5月于同济大学

目 录

再版前言

前 言

第一章 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	(6)
1.4 本课程与其他课程的关系	(8)
第二章 行车荷载的分析	(10)
2.1 车辆的类型和轴型	(10)
2.2 车辆的重力作用	(12)
2.3 行车的动态影响	(13)
2.4 交通分析	(16)
第三章 自然因素的影响	(22)
3.1 公路自然区划	(22)
3.2 路面温度状况	(25)
3.3 路基湿度状况	(30)
第四章 材料的力学特性	(38)
4.1 极限强度	(38)
4.2 疲劳特性	(41)
4.3 变形特性	(44)
4.4 荷载-弯沉关系	(50)
第五章 一般路基设计	(57)
5.1 路基的病害和设计要求	(57)
5.2 填料选择和压实标准	(61)
5.3 路基边坡和地基要求	(65)
5.4 路基排水	(72)
5.5 路基防护与加固	(78)
第六章 路基稳定性分析	(88)
6.1 基本分析方法	(88)
6.2 条分法的解	(89)
6.3 稳定性验算	(93)
6.4 整治措施	(100)
第七章 挡土墙设计	(102)
7.1 挡土墙的类型、构造和布置	(102)

7.2	土压力计算	(109)
7.3	挡土墙验算	(119)
7.4	加筋土结构计算	(127)
第八章	柔性路面结构设计	(136)
8.1	柔性路面的损坏模式和设计标准	(136)
8.2	弹性层状体系的应力和位移计算	(139)
8.3	路面结构层次的组合	(156)
8.4	以弯沉为设计指标的路面结构厚度计算方法	(160)
8.5	路面结构层的应力验算及防冻层厚度检验	(172)
8.6	路面补强层设计	(181)
第九章	水泥混凝土路面结构设计	(192)
9.1	混凝土路面的损坏模式 and 设计要求	(192)
9.2	弹性地基板的应力分析	(194)
9.3	结构层组合设计	(207)
9.4	路面板尺寸的确定	(209)
9.5	接缝和配筋设计	(216)
9.6	混凝土加铺层设计	(222)
第十章	路面状况的调查和评定	(230)
10.1	概述	(230)
10.2	路面行驶质量的评定	(232)
10.3	路面抗滑性能的评定	(235)
10.4	路面损坏状况的评定	(238)
10.5	路面结构承载能力的评定	(241)
10.6	路面管理系统简介	(243)
第十一章	路基建筑	(250)
11.1	概述	(250)
11.2	土方作业	(256)
11.3	石方爆破	(264)
第十二章	路面建筑	(279)
12.1	石灰(水泥)稳定类基(垫)层	(279)
12.2	砂石类结构层	(288)
12.3	沥青类结构层	(293)
12.4	水泥混凝土结构层	(311)
阶段测验作业		(322)
主要参考文献		(325)

第一章 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。路基路面结构的稳固耐久,路面表面的平整抗滑,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,行车荷载、自然因素和材料性质又变化不定,损坏状况则错综复杂,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. 了解路基路面的断面构造。
3. 懂得路基路面设计与建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。路面是在路基顶面行车部分用各种坚硬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,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. 路基整体应稳定牢固

在地表修筑路基,必然会改变原地层所处的状态。由于不利因素(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,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 0.8m 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。如果土基较为松软和水温条件差,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,招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. 路面结构应坚强耐久

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,则就会出现断裂、沉陷和波浪等损坏现象,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,其性状也就发生相应的改变。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,机件和油料的损耗剧增,还影响驾驶的平稳和乘客的舒适。同时,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。为了保证高速行车的安全性,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的浅槽(俗称路槽)内,可由一层或数层(面层、基层和垫层)组成,并考虑排水等措施。

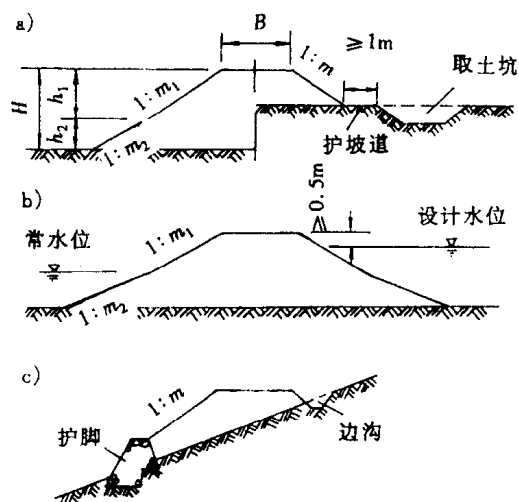
一、路基的断面型式

由于路线情况和自然条件的不同,路基横断面形式有多种多样。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,还有高路堤或浸水路堤的边坡中部,可视需要设置宽至少 1m(并高出设计水位 0.5m)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。



a) 一般路堤; b) 浸水路堤; c) 陡坡路堤

图 1-1 路堤横断面的基本型式

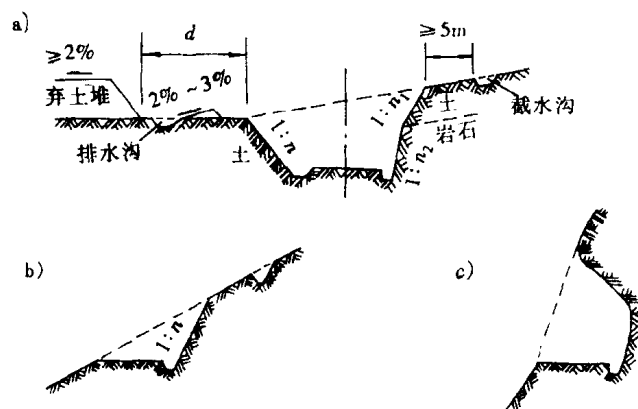
2. 路堑

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(见图 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 5m。

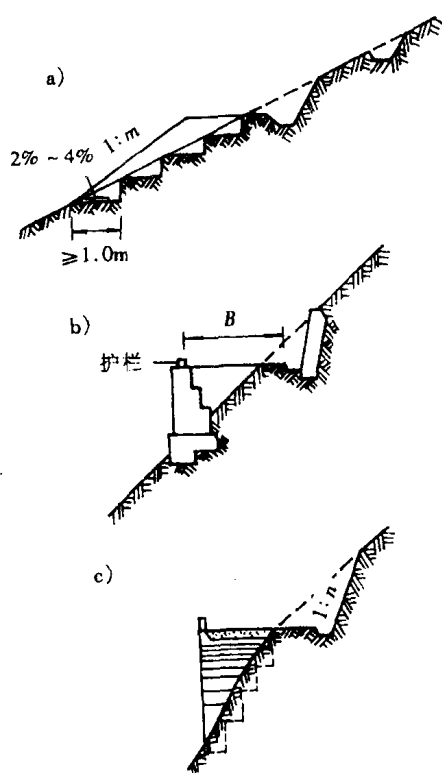
3. 半填半挖路基

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。半填半挖路基可看作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(见图 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 6m 以及急弯、陡峻山坡、桥头引道等危险路段,应设置护栏(如图 1-3b), c) 所示),作为指示,诱导交通的安全设施。

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



a) 全路堑; b) 半路堑; c) 半山洞
图 1-2 路堑横断面的基本型式



a) 一般情况; b) 设挡土墙情况; c) 半山桥
图 1-3 半填半挖路基横断面的基本型式

不填不挖路基,则称零填路基。

二、路面的结构组成

行车荷载和大气因素对路面的影响,随深度而逐渐减弱;同时,路基的水温状况也会影响路面的工作。为适应这一特点,路面大多采用不同性质的材料,建成多层次的结构。路面

结构层,按其层位和作用,可分为面层、基层和垫层(见图 1-4)。

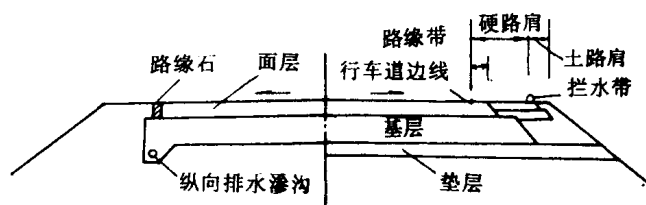


图 1-4 路面的构造

1. 面层

面层是直接同车轮和大气相接触的结构层。它承受行车荷载(竖直力,特别是水平力和冲击力)的反复作用,又受到降水的侵蚀和气温变化的不利影响。因此,同其他层次相比,面层应具有较高的结构强度和气候稳定性,而且要耐久、防渗,其表面还应有良好的平整度和粗糙度。

路面的使用品质主要取决于面层。例如,面层采用水泥混凝土、沥青混凝土铺筑的路面,具有强度高、耐久性好、平整无尘等特点,能承担繁重交通,并保证高速行驶和常年通行,属于高级路面。次高级路面的面层类型有热拌沥青碎石、乳化沥青碎石混合料、沥青贯入式(含上拌下贯式)和沥青表面处治等。面层采用泥结碎石、级配砾(碎)石及半整齐石块铺筑的路面,因强度和耐久性较低,易生尘土,平整度差,只适用于车速不高和交通量较小的情况,属于中级路面。采用各种粒料加固或改善土铺筑的低级路面,强度和水稳性均差,能承担的交通量最小,只可低速行驶,在雨季经常不能通车;工程造价虽低,但养护工作量大,而且运输成本高。

面层可由 1~3 层组成,如沥青上拌下贯式,上层采用沥青混合料而下层为沥青贯入碎石。碎(砾)石路面上所铺的砂土磨耗层和松散保护层,也可看作是碎(砾)石面层的组成部分。

水泥混凝土面层应设置纵、横向接缝,以减小伸缩变形和翘曲变形受阻而产生的内应力,并满足施工的需要。

路面面层表面应具有一定横向坡度,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。

2. 基层

基层主要承受由面层传下来的行车荷载竖直力的作用,并把它扩散到垫层和土基,故基层应具有足够的强度和刚度,但可不考虑耐磨性能。基层受气候因素的影响虽不如面层强烈,但由于仍可能受到地下水和路表水的渗入,其结构还应有足够的水稳性。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。

用作基层的材料有沥青稳定类(包括热拌沥青碎石、乳化沥青碎石混合料、沥青贯入碎石等)、无机结合料稳定类(又称半刚性类型,分为水泥稳定类、石灰稳定类、工业废渣稳定类等)、粒料等(包括各种碎、砾石材料和天然砂砾等)以及片(块)石或圆石等。

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	1.5~2.5
半整齐石块	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。

沥青面层与半刚性基层之间可设置上基层,以加强面层与基层的共同作用或减少基层收缩所引起的反射裂缝。上基层采用沥青稳定类材料或级配碎石铺筑。在基层之下,还可设置底基层,以分担基层的承重作用,并减薄其厚度。底基层常用符合要求的当地材料铺筑。

为保护面层的边缘,基层每侧应比面层至少宽出 25cm。底基层每侧宜比基层宽 15cm。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

当路基水温状况不良和土基湿软时,应在路基与基层(底基层)之间加设垫层,起排水、隔水、防冻、防污和扩散应力等作用。垫层可采用颗粒材料(如砂砾、煤渣等)或无机结合料稳定粗粒土等铺筑。垫层应比基层(底基层)每侧至少宽出 25cm,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,又可改善行车间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 15~25cm。

路肩横坡一般应比路拱坡度大 1%,以利排水。设拦水带时,硬路肩的横坡宜采用 5%。

1.3 路基路面工程的特点与内容

一、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,常是多种复杂的。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。

二、设计与建筑的内容

路基路面设计与建筑的基本任务,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。

(一) 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:

(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:

(1) 根据道路等级、使用任务、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

对可能提供的若干设计方案,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。

(二) 路基路面建筑的内容

路基路面建筑是设计的延续,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

建造路基的基本工作:

(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、摊铺、拌和、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建筑的基本知识、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,涉及到“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”紧密相连;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,还有弹粘塑性理论、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关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扎实的基础。

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,应坚固而平糙,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

- 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 路基路面设计与建筑的基本任务是什么? 有何特点? 包括哪些主要内容?

第二章 行车荷载的分析

提 要

道路上的行车,主要是指汽车。汽车是路面服务的对象,也是使路面结构损坏、路基失稳的主要因素。要设计和修建出使用性能良好又经久耐用的路基路面结构物,必须首先了解汽车对路基路面作用力的大小、特性、分布、持续时间、在使用期内行车的变化情况及数量等。

本章首先介绍汽车的种类和轴型,再从静态的角度来分析汽车荷载的作用图式和大小,接着考察运动着的车轮荷载对路面的影响,并探讨如何分析和考虑在使用年限内所经受的汽车荷载的累计作用次数。学习本章的基本要求如下:

1. 了解车辆的类型、轴型,明确我国设计规范选用的标准荷载。
2. 了解车辆对路面的作用力及动态特点,熟悉轴载、轮载、轮压、接触面积的计算和换算,建立荷载的单圆图式和双圆图式的概念。
3. 区分交通量和轴载谱的含义,建立轴载换算和轮迹横向分布的基本概念,熟悉累计轴载次数的计算方法。

2.1 车辆的类型和轴型

一、车辆的类型

道路上行驶的汽车通常有如下几种:

1. 小型客车 包括小卧车、小面包车等。它们的车速高,空车重量和满载重量都较小,总重一般大于 12kN,最高车速一般大于 100km/h。
2. 大型客车 用于城市公共交通及城乡间客运,有些地方还使用铰接式大客车(包括汽车和无轨电车)。满载重量一般大于 100kN,最高车速通常不小于 60km/h。
3. 载货汽车 包括一般载货汽车、自卸汽车、牵引车及被牵引的拖挂车、平板车和集装箱车等。载货汽车一般总重为 50~150kN,最高车速约为 70~80km/h。自卸汽车总重在 150~500kN 以上,主要用于矿山内部运输及施工工地的材料运输,一般不作长途运输,最高车速仅为 40~50km/h。牵引车自重约为 50kN,被牵引的拖挂车、平板车、集装箱车的最大重量大于 1000kN。在路面设计中,一般将特种工程车辆视作为载货汽车。

由于大型客车、载货汽车重量远较小型客车为大,在路面结构设计及路基稳定性验算中,主要计及大型客车和载货汽车的作用。但是,当评定路面的表面特性(如平整度、抗滑性能)时,则应考虑到小型客车高速行驶的安全和舒适性。

二、汽车的轴型

汽车的重量通过车轮作用于路面,再经路面传至路基。不同类型的汽车,其车轴和车轮