

交通类成人高等教育系列教材

路基路面工程

主 编 王春生
副主编 董思学 朱峰

Jiaotonglei
Chengren Gaodeng
Jiaoyu Xilie Jiaocai



山东大学出版社

交通类成人高等教育系列教材

路基路面工程

主 编 王春生
副主编 董思学 朱 峰

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

路基路面工程/王春生主编. — 济南: 山东大学出版社, 2007. 12
ISBN 978-7-5607-3511-5

I. 路...

II. 王...

III. ①路基—道路工程—成人教育: 高等教育—教育

②路面—道路工程—成人教育: 高等教育—教材

IV. U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 187752 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码: 250100)

山东省新华书店经销

山东省恒兴实业总公司印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/16 22 印张 500 千字

2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

定价: 30.00 元

版权所有, 盗印必究

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社营销部负责调换

前 言

《路基路面工程》是普通高等教育、成人高等教育、高等教育自学考试土木工程专业使用的教材,也可供有关专业技术人员参考。

本书系按照土木工程专业《路基路面工程》课程教学大纲编写,内容精练,重点突出,理论与实践并重,且突出其工程性。编写过程中,根据现行《公路工程技术标准》(JTGB01-2003)、《公路路基设计规范》(JTGD30-2004)、《公路路基施工技术规范》(JTGF10-2006)、《公路路面基层施工技术规范》(JTJ034-2000)、《公路沥青路面设计规范》(JTGD50-2006)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)、《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2002)、《水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)的规定,对教材相关内容作了修改、补充和完善。在教学过程中,应贯彻理论与实践相结合原则,结合所在施工工地情况,加强学生施工工艺与方法、质量控制与检测技能以及动手能力的培养。为方便成人高等教育、高等教育自学考试学员业余学习,各章附有考核要求及复习题,书后附有自学进度表,可供学习时参考。

本书分为两部分,上篇“路基工程”,下篇“路面工程”,共16章。内容包括:总论、路基强度特征、一般路基设计、路基边坡稳定性设计、路基排水设计、软土地基处理、路基的防护与支挡、土质路基施工、石质路基施工、路面的作用及结构组成、中、低级路面与基层、无机结合料稳定路面基层、沥青路面、沥青路面设计、水泥混凝土路面、水泥混凝土路面设计。

本书由山东交通学院王春生任主编,董思学、朱峰任副主编。第1章、第10章、第12章由山东交通学院朱峰编写;第2章、第11章、第13章(第1~4节)由菏泽公路局董思学编写;第3章、第7章由山东交通学院董强编写;第4章、第6章由山东交通学院吴兆启编写;第5章、第9章由山东交通学院董吉福编写;第8章由山东济南公路管理局庄建伟编写;第13章(第5~6节)、第14~16章由山东交通学院王春生编写,并负责全书的统稿工作。

本书由山东交通学院万德臣教授担任主审。

在本书编写过程中,得到了山东交通学院领导和专家的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,不妥或错误之处在所难免,敬请广大读者指正。

编者
2007年9月

目 录

第 1 篇 路基工程

第 1 章 总 论	(3)
1.1 路基工程特点	(3)
1.2 影响路基稳定性的因素	(4)
1.3 路基的常见病害	(6)
1.4 对路基的基本要求	(8)
1.5 路基设计的任务和基本内容	(9)
第 2 章 路基的强度特性	(10)
2.1 路基用土分类及各类土的工程性质	(10)
2.2 路基工作区	(18)
2.3 中国公路自然区划划分	(20)
2.4 路基的干湿类型	(22)
2.5 路基的水温稳定性	(28)
2.6 路基强度表征指标	(32)
第 3 章 一般路基设计	(38)
3.1 路基设计的一般要求	(38)
3.2 路基横断面的基本形式	(39)
3.3 路基基本构造	(42)
3.4 路基工程的有关附属设施	(50)
第 4 章 路基边坡稳定性设计	(53)
4.1 概 述	(53)

4.2	土质路基边坡稳定性验算方法	(56)
4.3	陡坡路堤整体稳定性验算方法	(70)
第5章	路基排水设计	(74)
5.1	路基排水的目的及设计的一般原则	(74)
5.2	地面排水设计	(75)
5.3	排水明沟计算	(84)
5.4	地下排水设计	(86)
5.5	排水系统的综合设计	(88)
第6章	软土地基处理	(91)
6.1	概 述	(91)
6.2	软土地基的沉降及稳定性	(92)
6.3	软土地基加固措施	(94)
6.4	软土地基方案设计	(103)
第7章	路基的防护与支挡	(110)
7.1	路基防护与支挡的意义	(110)
7.2	边坡坡面防护	(111)
7.3	边坡冲刷防护	(113)
7.4	支挡结构物的类型及特点	(116)
7.5	重力式挡土墙	(119)
7.6	加筋土挡土墙	(126)
第8章	土质路基施工	(135)
8.1	概 述	(135)
8.2	施工前的准备工作	(137)
8.3	路堤填筑施工	(140)
8.4	土质路堑施工	(148)
8.5	路基的压实与质量控制	(154)
第9章	石质路基施工	(164)
9.1	石质路堤的填筑与压实	(164)
9.2	土石混合路堤施工	(170)
9.3	石质路堑开挖方式	(173)
9.4	石质路堑爆破施工原理	(175)
9.5	石质路堑综合爆破方法与安全技术管理	(182)

第 2 篇 路面工程

第 10 章 路面的作用及结构组成	(193)
10.1 对路面的基本要求	(193)
10.2 路面结构组成	(195)
10.3 路面分级与分类	(198)
第 11 章 中、低级路面与基层	(200)
11.1 块料路面	(200)
11.2 碎、砾石路面的力学特性	(201)
11.3 中级路面与基层	(203)
11.4 中、低级路面的养护与维修	(211)
第 12 章 无机结合料稳定路面基层	(216)
12.1 概 述	(216)
12.2 石灰稳定土基层(底基层)	(217)
12.3 水泥稳定土基层	(225)
12.4 工业废渣稳定土基层	(231)
第 13 章 沥青路面	(236)
13.1 沥青路面特点	(236)
13.2 沥青路面材料的强度与变形特性	(239)
13.3 沥青混合料的疲劳特性	(243)
13.4 沥青路面的温度稳定性与水稳定性	(243)
13.5 沥青路用混合料	(245)
13.6 沥青路面施工与质量控制	(253)
第 14 章 沥青路面设计	(264)
14.1 概 述	(264)
14.2 行车荷载与交通分析	(265)
14.3 沥青路面的破坏状态与设计标准	(272)
14.4 弹性层状体系理论	(274)
14.5 沥青路面结构组合设计	(275)
14.6 我国沥青路面的设计方法	(280)
第 15 章 水泥混凝土路面	(294)
15.1 概 述	(294)

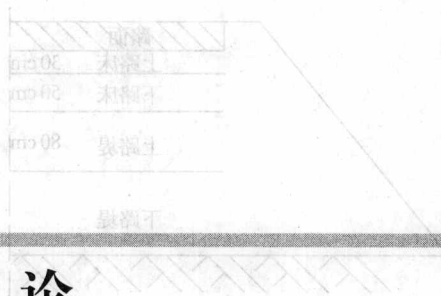
15.2	水泥混凝土路面构造	(295)
15.3	水泥混凝土路面材料与配合比设计	(305)
15.4	水泥混凝土路面施工及质量控制	(312)
第 16 章	水泥混凝土路面设计	(322)
16.1	概 述	(322)
16.2	水泥混凝土路面结构组合设计	(327)
16.3	水泥混凝土路面板厚的计算方法	(328)
附录	自学进度表	(340)
	主要参考文献	(341)

第 1 篇

路基工程

第 1 章

总 论



学习目标

1. 应会的内容:路基工程特点、影响路基稳定性的因素及路基的常见病害类型。
2. 应了解的内容:路基在道路结构体系中的作用,路基设计的主要内容。
3. 应掌握的重点内容:路基的概念、影响路基稳定性的自然因素与人为因素、路基的主要病害类型、对路基的主要要求。

1.1 路基工程特点

路基是按照路线位置和一定技术要求修筑的带状构造物,是公路的重要组成部分。路基贯穿公路全线,构成公路线形的主体,与沿线的桥梁、涵洞和隧道等相连接。

为了便于研究和分析,我们通常将公路线形分为三个投影面。在平面上的投影称为公路平面图;在平行公路中线立面上的投影称为公路纵断面图;在垂直于公路中线立面上的投影称为公路横断面图。公路横断面图,表明了公路沿线各桩号的路基填挖情况和几何形状。一般常见的路基横断面形式有路堤和路堑两种,高于天然地面的填方路基称为路堤(见图 1.1.1a),低于天然地面的挖方路基称为路堑(见图 1.1.1b),介于两者之间的称为半填半挖路基(见图 1.1.1c)。

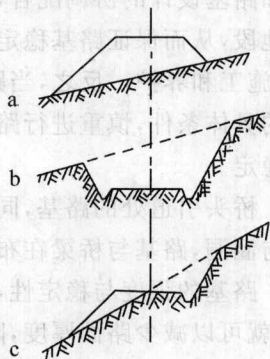


图 1.1.1 路基横断面形式

a. 路堤 b. 路堑 c. 半填半挖路基

路面底面以下 80cm 范围内的路基部分称为路床,路床是路面的基础,承受由路面传来的荷载。在结构上分为上路床(0~30cm)及下路床(30~80cm)两层。路床以下的路堤分为上、下两层:路面底面以下 80~150cm 范围内的填方部分称为上路堤;上路堤以下的填方部分称为下路堤(见图 1.1.2)。

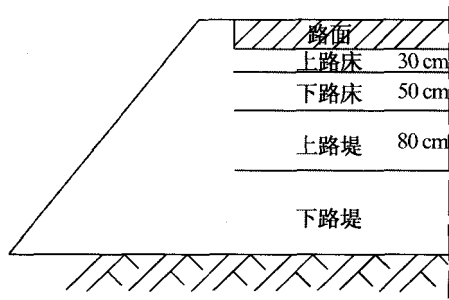


图 1.1.2 路堤结构组成

在公路建设中,路基的修筑大多是由土石填筑或挖掘而成的。路基工程的特点是:工艺较简单,工程数量大,耗费劳力多,占用投资大,涉及面广,施工中影响干扰因素较多等。路基工程的投资约占全部投资的 25%~45%,个别山区公路可达 65%左右。当遇到高填、深挖、高长路堤及严重不良地质和水文地质路段的路基工程或填挖边坡高度虽在边坡坡度表列范围之内,由于岩层的产状对路基稳定十分不利以及在软土、强膨胀土、大型滑坡、泥石流、雪崩和崩塌等危害严重地段的路基重点工程时,投资急剧增大。路基工程占地多,路基施工改变了沿线原有的自然状态,填挖和土石方影响到当地生态平衡、水土保持和农田建设。路基工程对施工工期影响较大,土石方相对集中或路基重点工程路段,往往是公路建设期限的关键。路基稳定与否,对路面工程质量影响甚大,关系到公路的使用质量和寿命。

路基工程的难易与路线设计的关系很大。一般情况下,路线设计直接影响到路基设计,因为路基的稳定条件、工程难易和土石方数量大小、占用农田多少,主要决定于路线走向和定位,特别是路线通过山岭地区的工程困难地段或地质不良路段,更需要注意路线设计和路基设计的协调配合,合理选定线位,尽可能避开难以处理的地质不良路段和工程困难地段,从而保证路基稳定,减少工程数量,节约工程投资,缩短工程期限,利于路基的设计、施工和养护。反之,当路线不可能避开地质不良路线和工程困难地段时,必须根据当地的具体条件,慎重进行路基设计,通过正确的路基设计,作出恰当处理以保证路基的整体稳定。

桥头引道处的路基,同桥位设计和桥孔设计密切相关其勘测与设计两者相互配合,路基与涵洞,路基与桥梁在布置与标高方面的关系,应注意配合恰当。

路基的强度与稳定性,是保证路面强度与稳定性的基本条件,提高路基的强度与稳定性,就可以减少路面厚度,降低路面造价。当前,我国公路交通量在迅速增长,公路等级在逐步提高,势必较多地采用高级和次高级路面,对路基强度和稳定性的要求就更高。因此,应综合进行路基路面设计。

1.2 影响路基稳定性的因素

公路路基裸露在大气中,其稳定性在很大程度上由当地自然条件所决定,并受人为因

素的影响。因此,深入调查公路沿线的自然条件,从地区和具体路段的情况去分析研究,掌握各有关自然因素的变化规律及其对路基稳定性的影响,才能因地制宜地采取有效工程技术措施,以保证路基具有足够的强度和稳定性。

影响路基稳定性的自然因素主要有:

1.2.1 地理条件

公路沿线的地形、地貌和海拔高度不仅影响路线的选定和线形设计,也影响到路基设计。平原、丘陵、山岭各区地势不同,路基的水温情况也不同。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;丘陵区 and 山岭区地势起伏较大,排水设计至关重要,否则易造成冲毁,影响路基的稳定。

1.2.2 地质条件

公路沿线的地质条件,如岩石的种类、成因、节理、风化程度和裂隙情况,岩层走向、倾向、倾角、层理和岩层厚度,有无软弱夹层或遇水软化的夹层,以及有无断层或其他特殊的地质现象(如岩溶、泥石流等),都对路基的稳定性有一定影响。

1.2.3 气候条件

气候条件如气温、降水、湿度、冰冻深度、日照、蒸发量等,都影响公路沿线地面水和地下水的状况,并影响路基的水温情况。不同的气候条件,使路基的强度和稳定性的变化规律,具有各自不同的特点。

气候的季节性变化会影响到路基水温情况,使之呈现季节性的周期变化规律。

在山岭区,气候的日变化剧烈,温湿度变化幅度大,风化作用强烈。

1.2.4 水文和水文地质条件

水文条件如公路沿线地表水的排泄条件,河流洪水位、常水位,有无地表积水和积水期的长短,河岸的冲刷和淤积情况等。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。所有这些地面水和地下水,都会影响路基的稳定,如处理不当,常会引起路基各种病害。

1.2.5 土的种类

不同的土类具有不同的工程性质,因而影响到路基的设计与施工。

砂粒成分多的土,其强度构成以内摩擦力为主,强度较高,受水的影响小,但施工时不易压实。在渗流情况下,较细的砂容易流动,形成流砂。

黏粒成分多的土,其强度构成以黏聚力为主,其强度随密实情况的不同变化较大,并随湿度增大而降低。

粉土类土毛细现象强烈,其强度随湿度增大而降低。在负温度坡差作用下,水分移动并积聚,使局部土层湿度显著增大,是造成道路冻害的主要土类。

影响路基稳定性的人为因素主要体现在设计与施工的合理性和养护管理的科学性等

方面,主要有:

- (1)汽车荷载的大小和作用的频繁程度。
- (2)路基结构的形式。
- (3)路基施工的方法和施工质量。
- (4)日常的养护工作质量。
- (5)沿线的各种人为设施,如旱田、水田、水库、沟渠等,也将对路基的稳定性产生一定的影响。

1.3 路基的常见病害

路基裸露在大气中,经受着土体自重、行车荷载和各种自然因素的作用,路基的各个部位将产生变形。路基的变形分为可恢复的变形和不可恢复变形,路基的不可恢复变形将引起路基标高和边坡坡度、形状的改变,严重时造成土体位移,危及路基的整体性和稳定性,造成路基各种破坏。

路基的主要病害有以下几种:

1.3.1 路基沉陷

路基沉陷是指路基表面在垂直方向产生较大的沉落,如图 1.3.1a 所示。路基的沉陷可以有两种情况:一是路基本身的压缩沉降;二是由于路基下部天然地面承载能力不足,在路基自重的作用下引起沉陷或向两侧挤出而造成的地基沉陷。

路基的沉陷是因路基填料选择不当,填筑方法不合理,压实度不足,在路基堤身内部形成过湿的夹层等因素,在荷载和水温综合作用之下,引起路基沉陷,如图 1.3.1b 所示。



图 1.3.1 路基沉陷

地基的沉陷是指原天然地面有软土、泥沼或不密实的松土存在,承载能力极低,路基修筑前未经处理,在路基自重作用下,地基下沉或向两侧挤出,引起路基下陷,如图 1.3.1c 所示。

1.3.2 边坡滑塌

路基边坡滑塌是最常见的路基病害,根据边坡土质类别,破坏原因和规模的不同,可分为溜方与滑坡两种情况。

(1)溜方

由于少量土体沿土质边坡向下移动所形成。溜方通常指的是边坡上表面薄层土体下溜。主要是由于流动水冲刷边坡或施工不当而引起的,如图 1.3.2a 所示。

(2)滑坡

一部分土体在重力作用下沿某一滑动面滑动。滑坡主要是由于土体的稳定性不足所引起的,如图 1.3.2c 所示。

路堤边坡坡度过陡,或边坡坡脚被冲刷淘空,或填土层次安排不当是路堤边坡发生滑坡的主要原因。

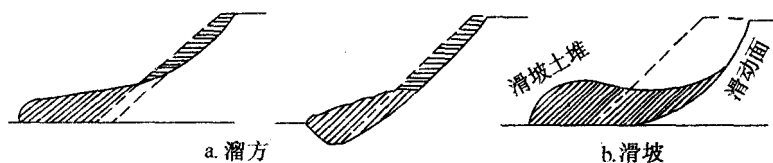


图 1.3.2 路基边坡的破坏

路堑边坡滑坡的主要原因是边坡高度和坡度与天然岩土层次性质不相适应。黏性土层和蓄水的砂石层交替分层蕴藏,特别是有倾向于路堑方向的斜坡层理存在时,就容易造成滑动。

1.3.3 碎落和崩塌

剥落和碎落是指路堑边坡风化岩层表面,在大气温度与湿度的交替作用,以及雨水冲刷和动力作用之下,表层岩石从坡面上剥落下来,向下滚落。大块岩石脱离坡面沿边坡滚落称为崩塌。

1.3.4 路基沿山坡滑动

在较陡的山坡填筑路基,若路基底部被水浸湿,形成滑动面,坡脚又未进行必要的支撑,在路基自重和行车荷载作用下,整个路基沿倾斜的原地面向下滑动,路基整体失去稳定。

1.3.5 不良地质和水文条件造成的路基破坏

公路通过不良地质条件(如泥石流、溶洞等)和较大自然灾害(如大暴雨)地区,均可能导致路基的大规模毁坏。

1.3.6 季节性冰冻地区的冻胀与翻浆

翻浆是季节性冰冻地区公路特有的路基病害。形成公路翻浆的主要自然因素是路基土质、水分、温度,三者的同时作用,形成翻浆。胀涨是路基冻害的另一个方面,路基内聚冰带的形成破坏了土层的原有结构,使土体积增大,形成冻胀。春融时,冰晶体融解使局部土层含水过多,往往超过土的液限含水量,在有车辆荷载作用和路面较薄时,泥浆涌出,造成翻浆。

为提高路基的稳定性,防治各种病害的产生,主要有以下一些措施:

- (1) 正确设计路基横断面。
- (2) 选择良好的路基用土填筑路基,必要时对路基上层填土作稳定处理。
- (3) 采取正确的填筑方法,充分压实路基,保证达到规定的压实度。

(4)适当提高路基,防止水分从侧面渗入或从地下水位上升进入路基工作区范围。

(5)正确进行排水设计(包括地面排水、地下排水、路面结构排水以及地基的特殊排水)。

(6)必要时设计隔离层隔绝毛细水上升,设置隔温层减少路基冰冻深度和水分累积,设置砂垫层以疏干土基。

(7)采取边坡加固、修筑挡土结构物、土体加筋等防护技术措施,以提高其整体稳定性。

以上各项技术措施的宗旨在于限制水分侵入路基,或使已浸入路基的水分迅速排除,保持干燥,提高路基的整体强度与稳定性。

1.4 对路基的基本要求

由于路基的作用重要,路基必须密实、均匀、稳定。填方路基的填料选择,路床的质量要求以及填方路堤的基底处理应符合相关公路路基设计规范的要求。为了保证路基的强度和稳定性,必须采取防止地面水和地下水浸入路基的措施,使路基处于干燥或中湿状态,加强路基排水的技术措施进行综合治理。高速公路、一级公路土基回弹模量 E_0 低限值为 30MPa,其余公路低限值为 25MPa。

除路基断面尺寸应符合设计标准外,还应满足下列基本要求:

1.4.1 具有足够的整体结构稳定性

路基是直接天然地面上填筑或开挖部分地面而建成的。路基修建后改变了原地面的自然平衡状态。为防止路基在行车荷载及各种自然因素作用下,发生过大的变形和破坏,必须针对当地的具体情况,采取必要的措施来保证路基整体结构的稳定性。

1.4.2 具有足够的强度

路基的路床部分要与路面共同作用,来抵抗行车荷载和路基路面自重产生的变形。这种抵抗变形的能力就是路基的强度,可保证在外力的作用下,不致产生超过容许范围的变形。路基的变形常占路面总变形中较大部分,路基过大的变形,会降低路面的使用品质,甚至会造成路面的破坏,为此要求路基应具有足够的强度。

1.4.3 具有足够的水温稳定性

在地面水和地下水作用下,路基强度会发生显著降低的现象。在季节性冰冻地区,由于周期性的冻融作用,在水和负温度坡差共同作用下,会发生冻胀,造成路面隆起;春融期局部土层过湿软化,路基强度急剧下降。因此,不仅要求路基具有足够的强度,而且要保证在最不利的水温条件下,路基不致冻胀和在春融期强度不致发生显著降低,这就要求路基应具有足够的水温稳定性。