

高等学校教材

路基工程

池淑兰 孔书祥 编

中国铁道出版社

2002年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书内容包括一般路基的设计、路基排水和防护、路基病害整治、挡土墙设计、特殊条件下的路基以及路基施工和管理。各章列有例题和习题,以引导学生运用所学理论知识,解决实际问题。

本书是土木工程专业高等教育教材,可作为道路、铁路、工程地质、岩土工程等本科和高职本科的教材,也可供有关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

路基工程/池淑兰,孔书祥编. —北京:中国铁道出版社,2002.2

高等学校教材

ISBN 7-113-04363-1

I. 路… II. ①池…②孔… III. 路基—道路工程—高等学校—教材
IV. U416.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 066785 号

书 名:路基工程

作 者:池淑兰 孔书祥

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:程东海

编辑部电话:路电(021)73135 市电(010)51873135

封面设计:

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:13.25 字数: 千

版 本:2002年 月第1版 2002年 月第1次印刷

印 数:1~ 册

书 号:ISBN 7-113-04363-1 /TU·675

定 价:18.50元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话:路电(021)73169,市电(010)63545969

前 言

路基是轨道或路面的基础,它承受着轨道及机车车辆或路面及交通荷载的静荷载和动荷载,并将荷载向地基深处传递扩散。它必须稳定、坚固,以确保线路的良好状态,不出现可能危及线路正常运营的变形,尤其是对运量大,行车密度高的线路和重载铁路、高速公路以及正在修建中的高速铁路,路基性状尤为重要。它不仅与工程设计中所依据的资料和设计方法有关,也与施工方法、工程质量管理及线路养护工作等有关。近年来,路基工程技术及新材料使用均有较大发展,《铁路路基设计规范》(TB10001—99)和《铁路路基支挡结构设计规范》(TB10025—2001)均已实施,这些在本书的体系和内容上都有较充分的体现。

本教材的特点是在巩固理论的基础上,重实践、重应用,多介绍经验,多进行练习。

本书由西南交通大学峨眉校区池淑兰、孔书祥主编,参加编写的有西南交通大学峨眉校区池淑兰(绪论,第五、六章),孔书祥(第一、二章),余小红(第三章),孔德惠(第四章),胡合昌(第七章)。最后由池淑兰统稿审核。本书编写过程中曾得到同行的大力协助,在此表示感谢。

本书是土木工程专业高等教育教材,可供道路、铁路、工程地质、岩土工程等本科和高职本科教学用,也可供土木工程专业工程技术人员参考。

编 者

2001年7月

目 录

绪 论	(1)
第一章 路基构造及一般路基设计	(5)
第一节 路基横断面形式和组成	(5)
第二节 路基面及基床	(10)
第三节 路 堤	(22)
第四节 路 堑	(37)
第五节 铁路基床病害及其防治	(42)
习题	(45)
第二章 路基排水和路基防护	(47)
第一节 路基排水	(47)
第二节 路基防护	(55)
第三节 路基防护工程	(65)
习题	(66)
第三章 路基支挡建筑物	(67)
第一节 概 述	(67)
第二节 土 压 力	(70)
第三节 重力式挡土墙设计计算	(90)
习题	(101)
第四章 软土地区路基	(103)
第一节 软土的成因类型与工程性质	(103)
第二节 软土地基上路堤的稳定分析	(106)
第三节 软土地基的加固措施	(111)
第四节 软土地基固结理论及固结度计算	(119)
第五节 砂井加固软土地基的有关设计计算	(126)
第六节 软土路堤施工观测与控制	(139)
习题	(141)
第五章 滑坡地段路基	(142)
第一节 滑坡稳定性分析	(142)
第二节 滑坡稳定分析中计算指标的确定	(145)
第三节 排水和防护工程	(149)
第四节 支挡工程和其他措施	(153)
习题	(158)
第六章 特殊条件地区路基	(159)
第一节 浸水路基	(159)

第二节	地震地区路基	(163)
第三节	黄土地区路基	(166)
第四节	多年冻土地地区路基	(171)
第五节	膨胀土地区路基	(176)
	习题	(181)
第七章	路基施工与管理	(182)
第一节	路基施工	(182)
第二节	路基工程监理	(193)
附 录		(197)
参考文献		(204)

绪 论

一、路基的作用及其在土木工程中的地位

路基是轨道或路面的基础,它承受着轨道及机车车辆或路面及交通荷载的静荷载和动荷载,并将荷载向地基深处传递扩散。在纵断面上,路基必须保证路线需要的高程;在平面上,路基与桥、隧连接组成完整贯通的线路。

在土木工程中,路基在施工数量、占地面积及投资方面都占有重要地位。

路基工程包括路基本体工程、路基排水工程、路基防护和加固建筑物以及由于修筑路基而必须的改河、改沟工程等。由这些工程组成完整的体系,以保证路基正常、良好地工作。

二、路基工程的特点和建筑要求

(一)路基工程的特点

线路穿越万水千山,是绵延千万里的线型建筑。它建于岩土之上,大自然之中,有以下主要特点。

1. 路基建筑在岩土地基上,并以岩土为建筑材料

岩和土都是不连续介质具有破碎性、孔隙性和多相性,其性质复杂多变,不仅由于线路通过的地形、地质条件不同而具有完全不同的性质,即使同一种岩土,由于气候四季循环、水位涨落、受力状况的变异等都将对其工程性质产生根本的影响。研究土石性质的土力学和岩石力学(或合称岩土力学)是发展中的年轻学科,过去的研究中大都将土石视为弹性体,假设其应力—应变关系是线性的,在许多计算中采用材料力学和弹性力学的既有公式;或将土石视为刚塑性体。这些假设都不能与土石受力后的性状完全相符。路基设计理论主要建立在岩土力学的基础上,并借鉴于岩土力学的科技成果。近年来,随着岩土力学的发展和新型材料的应用,将为路基设计提供良好的条件。

2. 路基完全暴露在大自然中

随着铁路和公路的延伸,路基常遇见各种复杂的地形、地质、气候、水文以及地震等自然条件的影响,从而引发路基各种病害。如路堑边坡被水流冲蚀,膨胀土路基干缩湿胀引起路基边坡坍塌,路基冻害,雨季发生大滑坡以及地震时砂土液化引起路基滑走等路基病害,均与自然条件有密切关系。路基的设计、施工和养护均不能离开具体的自然条件,而应该充分调查研究,认识和克服自然灾害,是路基工作的重要内容。

3. 路基同时受静荷载和动荷载的作用

路基上的轨道或路面结构和附属建筑物产生静荷载,列车或汽车运行产生动荷载。动荷载是造成路床或基床病害的主要原因之一。研究土体在动力作用下的变形、稳定问题,必须了解土的动力性质,包括土的动强度和液化、动孔隙水压力增长及消散模式、土的震陷等。一些新的测试手段和计算模型的出现,为进一步研究基(路)床土动力响应,为我国铁路重载高速铁路或高速公路的发展提供了更完善的条件。在一般路基设计中,将动荷载视为静荷

载计算。

(二)路基建筑要求

根据上述的路基特点,为使路基正常工作,路基建筑应满足如下要求:

1. 路基必须平顺,路基面有足够宽度和上方限界

路基平顺状态指路肩高程和平面位置与线路平面、纵断面设计相符。路基的平面位置以其中心线表示。路基面宽度应满足轨道或路面铺设和养护要求。在路基面上方应有足以保证行车安全和便于线路维修养护的安全空间,当路基面上方或两侧有接近线路的建筑物时,必须按照铁路或公路限界的規定设置在限界范围以外。

2. 路基必须坚固、稳定

不允许路基丧失稳定和产生容许限度范围以外的各种变形。由于未查清地质条件或设计施工不妥而导致路基失稳,如某软土地基上填筑的路堤,只填到 2~3 m 就连同地基一起滑动,其影响范围纵横向均接近百余米,这种尚未建成已破坏的路基当然不能使用。由于基底土体压缩性大以及填筑不密实,预留沉降量不足,必然导致路基面下沉,所以应正确估算总下沉量及设法减少运营期的下沉量。因此,路基设计中,应采取必要工程措施,以确保路基有足够的强度和稳定性。

3. 路基的设计和施工应满足技术经济要求

路基修筑的经济效益不仅指设计施工的投资,而且包括日后维修养护费用。同时,还要根据国家建设政策考虑少占农田,便利工农生产,便利人民生活。例如结合当地水文条件,综合考虑水利规划;结合当地气候和劳动条件,合理安排工期;根据地形、建筑材料条件制定土石方调配计划等。

总之,路基修筑是一项系统工程,要求技术上合理、经济上合算、建筑周期短,并与有关工程相协调。

三、路基设计分类

路基设计分为一般设计和个别设计两类。

一般设计是指在一般的工程地质、水文地质条件下,边坡高度不超过《公路路基设计规范》(JTJ013—95)或《铁路路基设计规范》(TB10001—99)(以下简称《路规》)中所规定的边坡表的范围,可采用一般的施工方法施工的路基。一般路基的设计可采用标准设计。这种路基在线路中最常见,工程量也很大。

路基的个别设计是指除上述一般设计以外,在特殊条件下的路基工程设计,包括:

1. 工程地质及水文地质条件复杂或路基边坡高度超过表 1—12、表 1—23 和表 1—13、表 1—24 规定的路基。

2. 修筑在陡坡上的路堤

所谓“陡坡”是指地面横向坡度等于或陡于 1:2.5 的情况,若填料与基底均为不易风化的岩石时,则指地面横向坡度等于或陡于 1:2 的情况。

3. 在滑坡地段、崩塌地段、岩堆地段、泥石流地区、水库地区、河滩及滨河地段、软土和泥沼地区、裂隙黏土地区、岩溶及其他坑洞地区、多年冻土地区、风砂地区、雪害地区等特殊条件下的路基。

4. 有关路基的防护加固及改移河道工程。

5. 采用大爆破及水力冲填施工方法的路基。

个别设计的路基,应作好工程地质和水文地质的调查,对路基断面和边坡、基底的设计要进行必要的检算。采用各种防护加固设施时,常需作多种方案的综合技术经济比较,以确保路基的坚固稳定。

四、路基工程技术的发展和展望

建国以来,我国在路基工程的建设上取得了难能可贵的成绩。特别是对特殊地区、特殊土路基以及各种复杂地形、地质、气候条件下的路基,无论在科研、工程实践水平、测试技术上都有很大发展和提高,积累了丰富的经验。在勘测手段上不断更新,如以钻孔配合地球物理勘探了解地层层序、地质构造、岩溶溶洞范围;用静力触探仪、十字板剪力仪、旁压仪查明软土地基地层结构、强度、承载力等。在设计方面,用电子计算机对路基稳定、支挡结构进行优化设计;采用袋装砂井、塑料排水板、粉喷桩加固软土地基;采用锚定板、加筋土等轻型结构作支挡建筑;采用高分子聚合物材料整治病害等。在施工方面,引进和研制了一些土石方挖、装、运机械;以核子密度仪快速控制填土压实质量;土石方调配也冲出了只满足移挖作填的思想束缚而讲究填料质量,用运筹学理论进行规划。为了保证并提高工程质量,在大量工程经验和理论研究资料的基础上,编制了《铁路路基设计规范》(TB10001—99)、《铁路路基施工规范》(TBJ202—96)和《路基压实技术规则》等。

随着我国高速铁路、重载铁路和大运量铁路的兴建,对铁路路基工程的质量和标准提出了新的要求。虽然过去 50 年来路基工程取得了很大成绩,但为了适应上述要求,还存在着一些必须重视、急待解决的问题。首先是路基施工必须满足技术标准要求的问题,尤其是基床直接受动荷载和季节循环的影响,并与轨道结构互相作用,没有稳定可靠的基床,轨道结构强度再高,也不能适应运量增长的要求。所以,在施工时就要严格把关,对基床土质和密度加强检测,健全施工管理制度。路基质量问题已逐渐被人们所认识和重视。根据运输发展的紧张趋势,提高客货列车速度和增大运量,已成为提高运输质量的主要目标,因此,只有保证施工质量,才能改变路基在铁路工程结构中历来是最薄弱环节的现状。其次,应继续组织路基科研工作,如在设计计算中研究计算机程序的成套设计,即软件包的使用;在抗滑支挡工程中,黏性土抗滑桩中桩上荷载的研究;软土地基加固措施及设计计算方法的研究;运筹规划管理原则在施工中的应用;养护工作中处理基床病害的新材料、新技术的开发;滑坡落石的报警装置;路堤和基底质量快速检测及安全性评判技术等国内、外注意的研究课题,必须及时、因地制宜地将研究成果变成生产力,使我国的路基工程适应国家建设和国防要求。

五、一般路基的设计顺序及文件组成

(一)路基设计所需的资料

不论是路基的标准设计或个别设计,随着设计阶段(初步设计、施工图设计)与设计要求的不同,所需资料内容与详细程度也有所不同。一般所需资料包括下列内容:

1. 线路与列车载重资料:线路地形平面图、线路纵断面图与横断面图。作个别设计的地段,有大比例尺平面图与工点横断面图、机车类型、轨道标准、路面类型标准与荷载等。

2. 地质资料:线路的地质平面、纵断面、横断面图、工程地质说明书、土质与地下水水质试验资料、地下水位、流向、渗透系数资料等。

3. 气象水文资料:其中包括年降雨量、降雪量、气温、冻结深度与时间、风向、风力、风速等资料;水文方面包括路基设计地段河流的最高和最低水位、流量、流向、流速、浪高、壅水高的资

料以及冲刷防护设计所需的资料等。

4. 其他资料:如设计任务书的要求、建筑材料的分布与调查资料,以及水准基点,其他线路标志如坡度、高程、桥、隧、车站的里程、类型,对旧线地段更需将病害资料、防治情况等收集备用。

(二)路基设计应交的成套文件

新建与改建铁路干线、支线、专用线、枢纽、特大桥等工程,一般采用两阶段设计,即初步设计、施工图设计。初步设计主要提供设计对象(线路、站场……)的设计方案、设计原则、主要设备类型、规模,提出各方案的工程数量、材料、设备、劳动力、用地面积的数量;提出工程概算。施工图设计主要是提供各项建筑物、设备和有关附属建筑物的施工图表、工程数量及必要的说明交付施工。对于工程简易,方案明确,主要技术原则已经确定了设计对象,可采用一阶段设计。

随着设计阶段的不同,应交的路基设计文件图表亦有所不同。一般说来应包括下列主要内容:

1. 设计说明书:说明路基设计地段的地形、地质条件及设计原则,包括路基加固附属工程以及土方调配等方面,施工及养护注意事项及有待进一步解决的问题等。

2. 设计图表:包括一般路基的横断面设计(附排水系统图)。个别设计的路基,应有设计地段路基的平面(附地质资料)、纵断面、横断面及结构大样图。

3. 工程数量、材料数量、机具以及工程概算、用地数量明细表等。

路基设计工作的顺序为:根据设计任务书的要求,充分掌握路基设计地段的资料与情况,根据既有的地形、地质、气象、水文情况,对设计对象在满足稳定与经济的基础上,提出几种可供选择的设计方案。待方案选定以后,作既定方案的细部尺寸与形状的设计检算。最后,根据设计图计算工程量、材料数量以及工程概预算,编写工程设计说明书及整理图表资料,设计图应达到施工图的要求。

第一章 路基构造及一般路基设计

路基 (subgrade) 是轨道 (track) 和路面 (pavement) 的基础, 路基工作状态的好坏, 直接影响到轨道或路面状态的完好以致线路状态的优劣, 所以路基设计必须满足稳定、坚固、不产生有害变形等条件, 同时还应考虑技术经济条件、工期限制、节约用地等要求。而这些要求的实现, 又主要是通过垂直于线路中心线的路基横断面 (subgrade cross-section) 设计来体现的。

第一节 路基横断面形式和组成

一、路基横断面形式

在铁路线路或道路工程中, 路基有下面几种形式:

1. 路堤 (embankment)

当铺设轨道或路面的路基面高于天然地面时, 路基以填筑方式构成, 这种路基称为路堤, 如图 1-1(a) 所示。

2. 路堑 (cutting)

当铺设轨道或路面的路基面低于天然地面时, 路基以开挖方式构成, 这种路基为路堑, 如图 1-1(b) 所示。

3. 半路堤 (part-fill section)

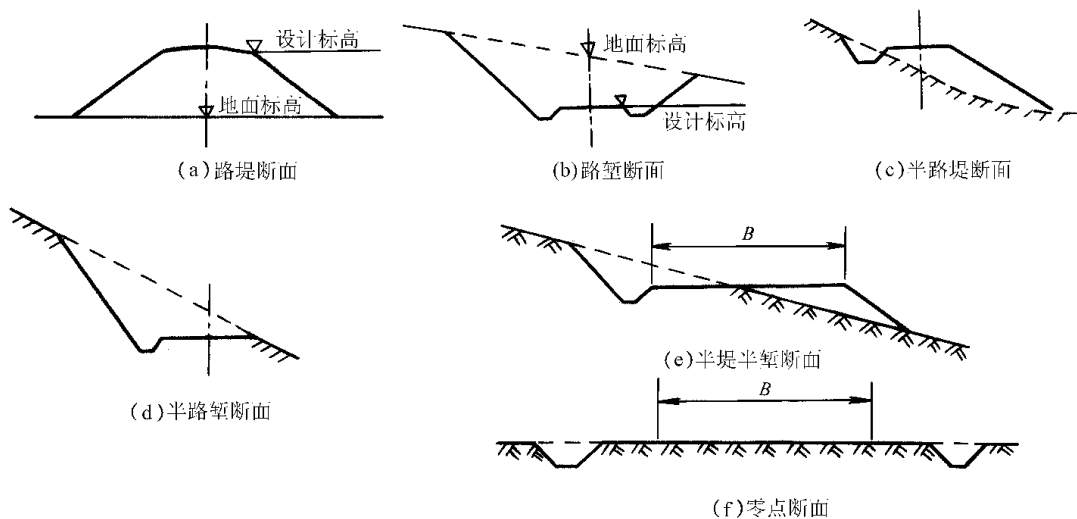


图 1-1 路基横断面形式

当天然地面横向倾斜,路堤的路基面边线和天然地面相交时,路堤体在地面和路基面相交线以上部分无填筑工程量,这种路堤称为半路堤,如图 1-1(c)。

4. 半路堑(part-cut)

当天然地面横向倾斜,路堑路基面的一侧无开挖工作量时,这种路基称为半路堑,如图 1-1(d)。公路通过陡峻山坡上的半路堑用台口式,对整体性好的坚硬岩层可用半山洞式路基。

5. 半路堤半路堑(part-cut part-fill section)

当天然地面横向倾斜,路基一部分以填筑方式构成而另一部分以开挖方式构成时,这种路基称为半路堤半路堑,如图 1-1(e)。

6. 不填不挖路基(zero grade subgrade)

当路基的路基面和经过清理后的天然地面平齐,路基无填挖土方时,这种路基称为不填不挖路基,如图 1-1(f)。

二、路基横断面基本构造

路基由路基本体和路基本设备两部分组成。

(一)路基本体

在各种路基形式中,为了能按线路设计要求铺设轨道或路面而构筑的部分,称为路基本体。在路基横断面中,路基本体由路基顶面、路肩、基床、边坡、基底几部分构成,如图 1-2 所示。

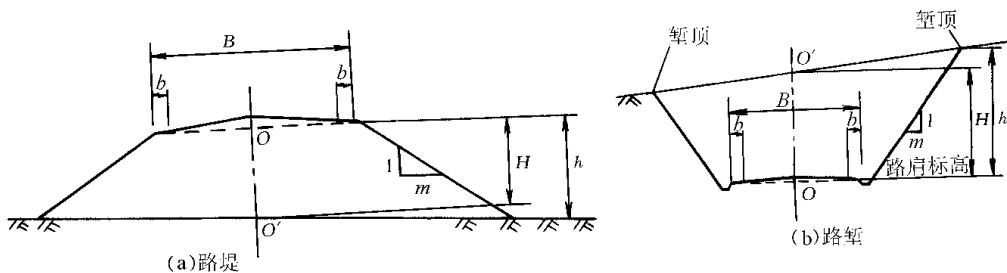


图 1-2 路基本体

B —路基宽度; b —路肩; H —路基中心高; h —路基边坡高

1. 路基顶面(subgrade surface)

能直接在其上面铺设轨道或铺筑面层的部分及路肩组成,称为路基顶面或简称路基面。在路堤中路基顶面即为路堤堤身的顶面,也称路堤顶面;在路堑中,路基顶面即为堑体开挖后形成的构造面。

2. 路肩(shoulder of subgrade)

铁路路基顶面中,道床覆盖以外的部分称为路肩。其作用是保护路堤受力的堤心部分,防止道碴失落,保持路基面的横向排水,供养护维修人员作业行走避车,放置养护机具,防洪抢险临时堆放砂石料,埋设各种标志、通信信号、电力给水设备等。因此,路肩必须在考虑了施工误差、高路堤的沉落与自然剥蚀等因素以后,保持必要的宽度。在线路设计中,路基的设计高程以路肩边缘的高程表示,称为路肩高程。

公路路基沿横断面方向,行车道以外的两侧部分称为路肩,由硬路肩和土路肩所组成。

3. 基床(subgrade bed)

铁路路基面以下受到列车动荷载作用和受水文、气候四季变化影响的深度范围称为基床。其状态直接影响到列车运行的平稳和速度的提高,设计时应严格执行《路规》对基床厚度、填料及其压实度、排水等的规定。

4. 边坡(side slope)

路基横断面两侧的边线称为路基边坡。边坡与路基顶面的交点称为顶肩。边坡与地面的交点,在路堤中称为坡脚;在路堑中称为路堑顶边缘,其高程与路肩高程的差为路堑边坡高度。路堤的边坡高度为路肩高程与坡脚高程之差。

5. 基底(ground)

基底即为路堤的地基,也就是路堤填土的天然地面以下受填土自重及轨道、列车动载影响的土体部分。基底部分土体的稳固性,对整个路基本体以至轨道的稳定性都是极为关键的,特别是在软弱土的基底上修建路堤,必须对基底作妥善处理,以免危及行车安全与正常运营。

(二)路基设备

路基设备是路基的组成部分,是为确保路基体的稳固性而采用的必要的经济合理的附属工程措施。它包括排水设备和防护、加固设备两大类。

路基的排水设备分地面排水设备和地下排水设备两种。地面排水设备用以拦截地面径流,汇集路基范围内的雨水并使其畅通地流向天然排水沟谷,以防止地面水对路基的浸湿、冲刷而影响其良好状态。地下排水设备用以拦截、疏导地下水和降低地下水位,以改善地基土和路基边坡的工作条件,防止或避免地下水对地基和路基体的有害影响。

路基防护设备用以防止或削弱风霜雨雪、气温变化及流水冲刷等各种自然因素对路基体所造成的直接或间接的有害影响。其种类很多,类型各异。常用的防护设备是坡面防护和冲刷防护。为了防止路基边坡和坡脚受坡面雨水的冲刷,防止日晒雨淋引起土的干湿循环,防止气温变化引起土的冻融变化等因素影响边坡的稳固,常采用坡面防护。为了防止河水对边坡、坡脚或坡脚处地基不断的冲刷和淘刷,应设冲刷防护。防护位置和所采用的类型则常视水流运动规律及防护要求而定。特殊条件下的路基的防护类型更多,例如在多年冻土地区,为防止冻融线路的剧烈变化应采用各种保温措施;在泥石流地区,为防止泥石流对路基体的威胁,常设置多种拦蓄与疏导工程;在风砂地区为防止路基体砂蚀和被掩埋,常采用各种防砂、固砂设施等。

路基加固设备是用以加固路基本体或地基的工程设施,在路基工程中,有护堤、挡土墙、支垛、抗滑桩及其他地基加固措施等。路基加固设备是提高路基稳定的一种有效措施。

三、铁路标准路基横断面图式

在铁路路基工程中,路基的本体的各种防护和加固设施,在设计中常遇到设计要求和设计条件相同,或基本相似的情况。为了减少或避免做重复性的设计计算工作,将各种在设计中常遇到并可以共用的设计图式加以认定,便成为可直接引用的标准图式。

路基横断面标准设计,是根据《路规》有关规定,对路基边坡高度与坡度、地面排水设备、路堤基底的处理、路堤取土坑与路堑弃土堆的位置等设计内容作了系统研究后确定的,并编制成路基标准设计横断面图集。它适用于工程地质和水文地质条件良好、土质均一、边坡高度在规定范围内和采用一般施工方法的新建铁路路基。当所设计的断面条件和标准设计适用条件相同时,可直接采用路基标准横断面,不需要另作设计计算。

(一)路堤标准横断面

路堤的标准设计断面系根据土的种类、地面横向坡度及边坡高度等分别给出，如图 1—3 (a) 为边坡高度不大于 8 m，地面横坡 $i \leq 1:10$ ，两侧设有取土坑 (borrow pit) 的一般黏性土路堤标准设计断面。图 1—3 (b) 为地面横坡大于 $1:5$ 而小于 $1:2.5$ 的黏性土路堤标准设计断面。

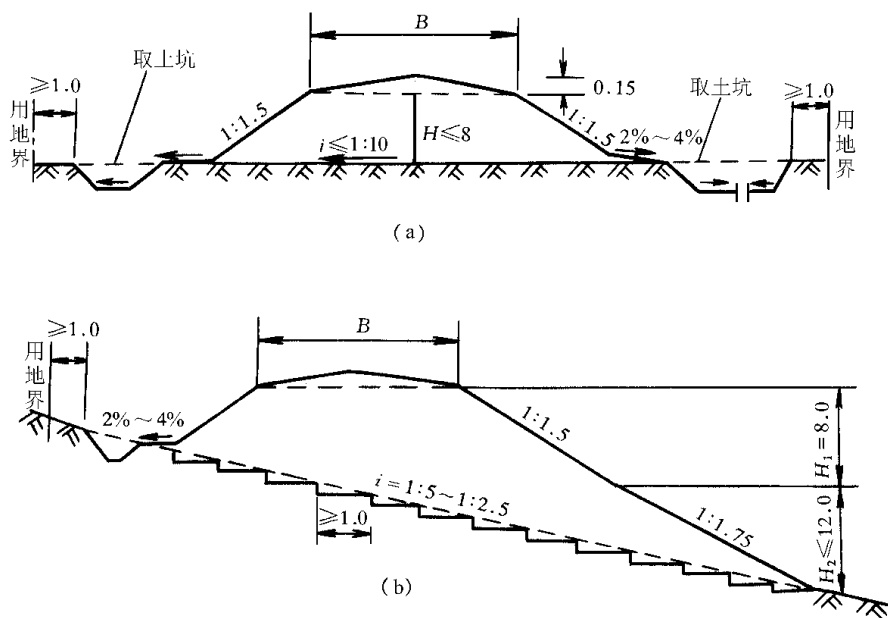


图 1—3 路堤标准横断面(单位:m)

进行路基横断面标准设计时，在排水方面只考虑大气降雨的影响。对于路堤来说，地面排水设备是排水沟或按规定挖通的取土坑。地面有明显横坡时，排水沟或作排水用的取土坑应设在路堤迎水一侧。地面横坡不明显时，可设置在路堤两侧。排水沟尺寸，一般底宽为 0.4 m，深 0.6 m。如汇水量过大而有漫溢可能时，则应根据径流流量，在迎水一侧加设一道或数道截水沟，或加大排水沟断面。

排水沟或取土坑至路堤坡脚(toe of side slop)应有一定的距离，这一位置称为天然护道(berm)，其宽度一般不小于 2 m。设护道是为了使水沟或坑内的水不影响路堤的稳固性。在无排水沟或取土坑的一侧也应设护道，以免雨水在坡脚滞留和农田积水对路堤产生不利影响。在地质和排水条件良好的地段或经济作物高产田地，若采取一定措施足以保证路堤稳定时，可将天然护道宽度减至 1.0 m。

排水沟或取土坑至用地界应留有不少于 1 m 的宽度，以保持沟壁的完整。

(二)路堑标准横断面

路堑的标准设计断面根据土质条件有多种形式，如图 1—4(a)为有弃土堆(waste bank)的一般黏性土路堑标准设计断面。图 1—4(b)为无弃土堆的粗砂、中砂路堑标准设计断面。图 1—4(c)为岩石路堑标准设计断面。

图中路基面两侧的排水沟称为侧沟，用以排引路基面和边坡上的地面水。一般黏性土和

细砂土的路堑侧沟，底宽不应小于 0.4 m，沟深不小于 0.6 m，干旱少雨地区沟深可减至 0.4 m。一般黏性土的侧沟边坡，靠线路一侧为 1:1，靠田野一侧与边坡坡度一致。岩质路堑的侧沟可修建成槽形，底宽和深度均不应小于 0.4 m。一般应与路堑地段的线路纵坡相同；若线路的纵坡为零或小于 2‰，侧沟可作成单面坡或双面坡，后者常用于长路堑内，以免侧沟下游段开挖太深，双面坡侧沟的分水点处，沟深可减至 0.2 m。在困难条件下，侧沟沟底纵坡可减至 1‰。

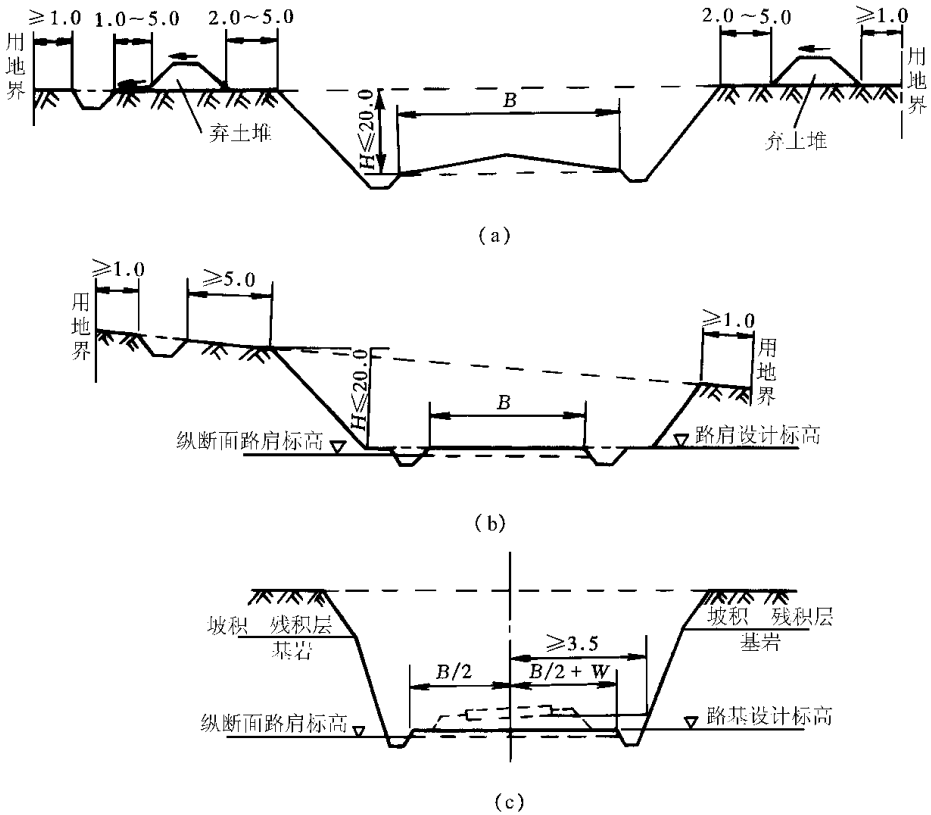


图 1-4 路堑标准横断面(单位:m)

路堑顶缘以外部分称为路堑堑顶(top of cutting)，置于堑顶的弃土应建成弃土堆。为保证路堑边坡的稳定，弃土堆内侧坡脚至堑顶边缘间应保持一定的距离。其大小随边坡的土质条件与边坡高度而定，一般为 2~5 m。若无弃土堆，路堑顶缘至天沟边缘距离一般不小于 5 m。如土质良好堑坡不高或天沟铺砌时，可减至 2 m。湿陷性黄土路堑天沟至路堑顶缘间的距离，一般不小于 10 m，并应加固防渗。

为保证弃土堆本身的稳定，其边坡不得陡于 1:1，高度不宜超过 3 m，弃土堆在山坡迎水一侧应连续堆积。弃土堆至堑顶边缘间的地面应整平成倾向路堑的缓坡以利排水。必要时，此处地面及堑坡加以防护加固。弃土堆如在山坡下侧时，应间断堆积，每隔 50~100 m 留出 1 m 以上的缺口，以便弃土堆内侧的水顺利排出。

沿河弃土时，应防止下游路基与河岸的冲刷，避免弃土阻塞、污染河道，必要时应设置挡护设施。桥头弃土不得挤压桥墩，阻塞桥孔。

第二节 路基面及基床

一、路基面(subgrade surface)形状和宽度

(一)路基面形状

1. 铁路路基面形状

路基面是否需要设置路拱(crown),应根据基床填料的渗水性及水稳性而定。不易渗水的填料必须设置路拱,使道床下的积水能迅速向路基两侧排出,以保持路基面的干燥,防止基床因浸水强度下降产生病害;而渗水性好的填料,进入路基面的水能够较快地向下渗出,故不需设置路拱;岩石(年平均降水量大于 400 mm 地区的易风化泥质岩石除外)由于水稳性良好,不怕水浸,也不需设置路拱。故路基面形状可分为有路拱和无路拱两种。路基面形状应符合下列规定:

(1)非渗水土和用封闭层处理的路基面应设路拱。路拱形状为三角形,单线路基的路拱高 0.15 m,一次修筑双线路基的路拱高 0.2 m,底宽等于路基面宽度。曲线加宽时,仍保持三角形。如图 1-5 所示。

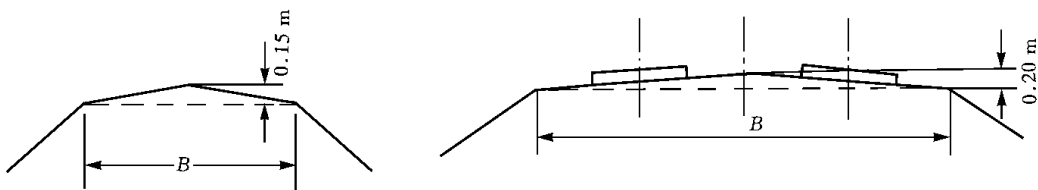


图 1-5 单、双线路基路拱图

B—路基宽度

(2)渗水土和岩石(年平均降水量大于 400 mm 地区的易风化泥质岩石除外)的路基面均为平面。其路肩应高于非渗水土路基的路肩,高出尺寸 Δh 按下式计算:

$$\Delta h = (h_1 - h_1') + \Delta$$

式中 h_1 ——非渗水土路基的道床厚度(m);

h_1' ——渗水土路基的道床厚度(m);

Δ ——轨下路拱高度(m)。

无路拱和有路拱路基间,因两者路基顶面的形状、宽度及道床厚度不同,应设过渡段,使无路拱的路基面逐渐顺坡下降与有路拱的路基面相衔接,过渡段长度应不小于 10 m,如图 1-6 所示。

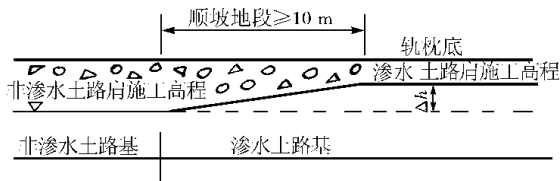


图 1-6 岩石、渗水土路基与非渗水土路基的衔接

站场路基顶面,由于线路股道较多,可依据排水要求和地形条件成一面坡或两面坡或锯齿形。路基面的横向排水坡度为 2%~4%。如图 1-7 所示。

2. 公路路面形状

在路基顶面铺筑面层结构,沿横断面方向由行车道、硬路肩和土路肩所组成。路面横断面

的形式随道路等级的不同,可选择不同的形式,通常分为槽式横断面和全铺式横断面,如图 1-8 所示。

(1)槽式横断面

在路基上按路面行车道及硬路肩设计宽度开挖路槽,保留土路肩,形成浅槽,在槽内铺筑路面,也可采用培槽方法,在路基两侧培槽,或半填半挖的方法培槽。

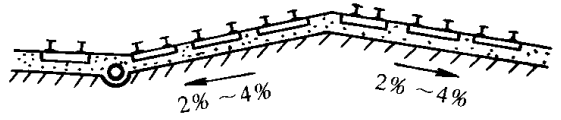


图 1-7 站场多股道锯齿形路基顶面图

(2)全铺式横断面

在路基全部宽度内都铺筑路面。在高等级公路建设中,有时为了将路面结构内部的水分迅速排出,在全宽范围内铺筑基层材料,保证水分由横向排入边沟。有时考虑到道路交通的迅速增长,为适应扩建的需要,将硬路肩及土路肩的位置全部按行车道标准铺筑面层。在盛产石料的山区或较窄的路基上,全宽铺筑中、低级路面。路面横断面形式见图 1-8 所示。

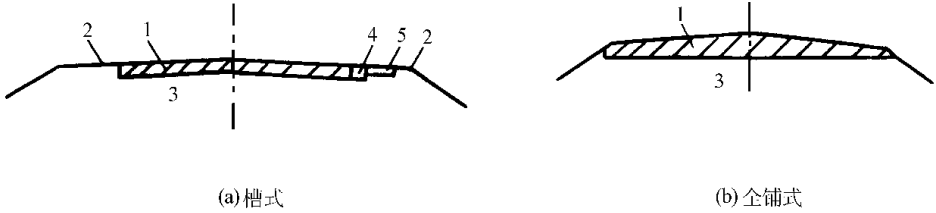


图 1-8 路面横断面形式

1—路面;2—土路肩;3—路基;4—路缘石(侧石);5—加固路肩

为了保证路面上雨水及时排出,减少雨水对路面的浸润和渗透而减弱路面结构强度,路面表面应做成直线形或抛物线形的路拱。等级高的路面,平整度和水稳定性较好,透水性也小,通常采用直线形路拱和较小的路拱横坡度。等级低的路面,为了有利于迅速排除路表面积水,一般采用抛物线形路拱和较大的路拱横坡度。表 1-1 列出了各种不同类型路面的路拱平均横坡度。

选择路拱横坡度,应充分考虑有利于行车平稳和有利于横向排水两方面的要求。在干旱和有积雪、浮冰地区,应采用低值,多雨地区采用高值;当道路纵坡较大或路面较宽,或行车速度较高时,或交通量和车辆载重较大时,或常有拖挂汽车行驶时,应采用平均横坡度的低值;反之则应取用高值。

表 1-1 各类路面的路拱平均横坡度

路面类型	路拱平均横坡度(%)
沥青混凝土、水泥混凝土	1~2
厂拌沥青碎石、路拌沥青碎(砾)石、沥青贯入碎(砾)石、沥青表面处治、整齐石块	1.5~2.5
半整齐石块,不整齐石块	2~3
碎石、砾石等粒料路	2.5~3.5
炉渣土、砾石土、砂砾土等	3~4

高速公路和一级公路设有中央分隔带。通常采用两种方式布置路拱横断面。若分隔带未设置排水设施,则做成中间高,两侧路面低,由单向横坡向路肩方向排水。若分隔带设置排水设施,则两侧路面分别单独做成中间高两边低的路拱,向中间排水设施和路肩两个方向排水。

路肩横坡度一般较路面横坡大 1%。但是高速公路和一级公路的硬路肩采用与路面行车道相同的结构时,应采用与路面行车道相同的路面横坡度。

(二)路基面宽度(width of subgrade)

1. 铁路路基面宽度

区间路基面宽度应根据铁路等级、正线数目、线间距、远期采用的轨道类型、路基面形状、曲线加宽、路肩宽度等由计算确定。

路肩宽度: I 级铁路,一般情况下,路堤不应小于 0.8 m,路堑不应小于 0.6 m,困难条件下,路堤不得小于 0.6 m,路堑不得小于 0.4 m; II 级铁路的路堤不得小于 0.6 m,路堑不得小于 0.4 m; III 级铁路的路堤和路堑均不得小于 0.4 m。

各种情况下的路基宽度及其计算方法如下:

(1)标准轨距区间直线地段路基面宽度

标准轨距区间直线地段的路基面宽度如表 1-2 所示。

表 1-2 直线地段路基面宽度(m)

铁路等级	轨道类型	单 线						双 线					
		非渗水土			渗水土、岩石			非渗水土			渗水土、岩石		
		道床厚度	路基面宽度		道床厚度	路基面宽度		道床厚度	路基面宽度		道床厚度	路基面宽度	
			路堤	路堑		路堤	路堑		路堤	路堑		路堤	路堑
I 级	特重型	0.50	7.5	7.1	0.35	6.6	6.2	0.50	11.6	11.2	0.35	10.6	10.2
	重 型	0.50	7.5	7.1	0.35	6.6	6.2	0.50	11.6	11.2	0.35	10.6	10.2
	次重型	0.45	7.1	6.7	0.30	6.3	5.9	0.45	11.3	10.9	0.30	10.3	9.9
II 级	次重型	0.45	6.7	6.3	0.30	5.9	5.5	—	—	—	—	—	—
	中 型	0.40	6.5	6.1	0.30	5.9	5.5	—	—	—	—	—	—
III 级	中 型	0.40	6.2	6.2	0.30	5.5	5.5	—	—	—	—	—	—
	轻 型	0.35	5.6	5.6	0.25	5.0	5.0	—	—	—	—	—	—

- 注:1.表中宽度值系按无缝线路道床顶宽计算,当铺设无缝线路时,特重型与重型轨道路基面宽度均应增加 0.2 m,次重型轨道路基面宽度均应增加 0.3 m;
- 2.困难条件下,当路肩宽度为路堤 0.6 m、路堑 0.4 m 时, I 级铁路路基面宽度可减小 0.4 m;
- 3.单线路堑自线路中心沿轨枕底面水平至路堑边坡的距离,一边不应小于 3.5 m(曲线地段系指曲线外侧),双线路堑两边均不应小于 3.5 m;
- 4.表中的非渗水土是指黏性土(填料中的细粒土)、粉砂(填料中的黏砂、粉砂)以及黏性土含量大于等于 15% 的碎石类土、砂类土(填料中的岩块和粗粒土,但粗粒土中黏砂、粉砂除外);
- 5.年平均降水量大于 400 mm 地区的易风化泥质岩石,可按非渗水土一栏考虑。

当铁路线路不采用表列的各项计算标准时,如有特殊要求的线路和各种非标准轨距的线路等,则可建立公式对路基面宽度进行计算,以满足特定道床覆盖宽度和所需路肩宽度的要求。路基面宽度的计算公式如下:

①单线非渗水土路基面宽度

图 1-9 中 B ——路基面宽度;

A ——道床顶面宽度;

c ——路肩宽度;

m ——道床边坡坡率;