



高等职业技术教育“十二五”规划教材

——土木工程类

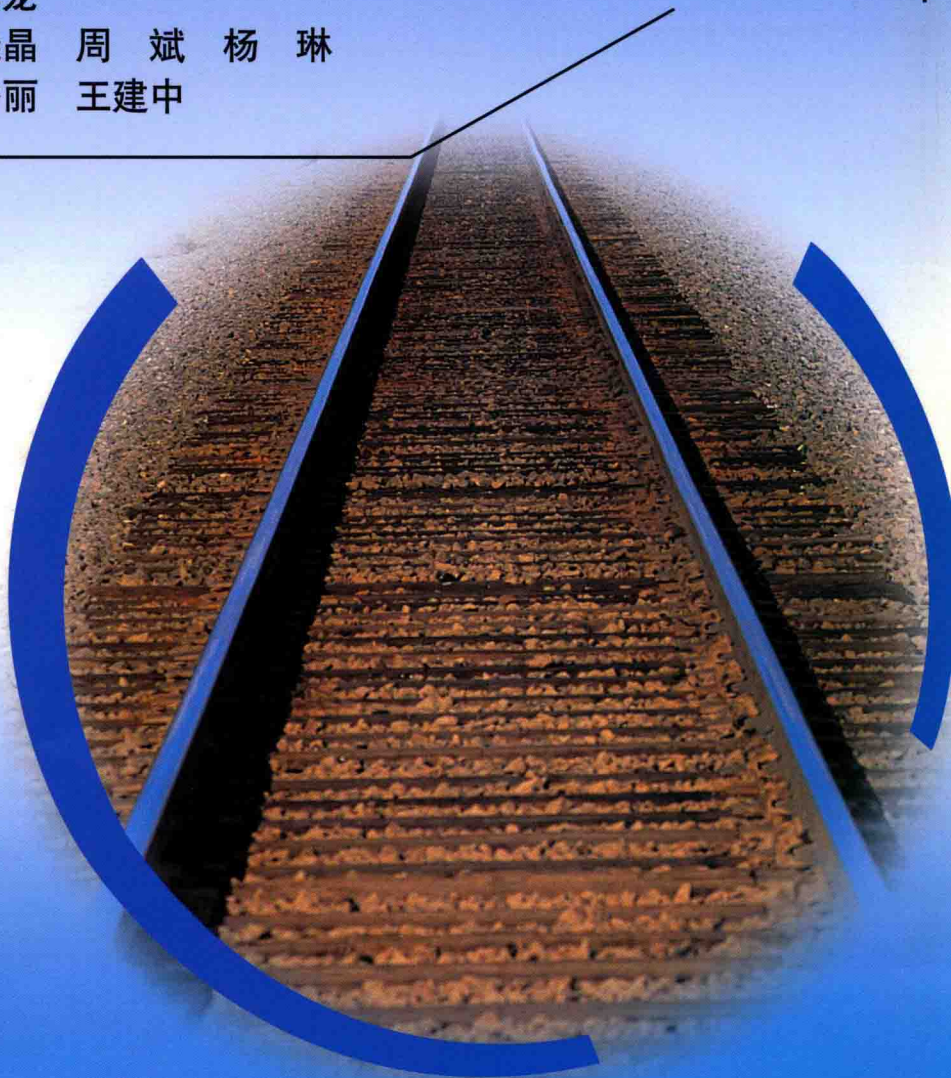
TIELU LUJI SHIGONG YU YANGHU

铁路路基施工与养护

主 编 王军龙

副主编 侯晓晶 周 斌 杨 琳

主 审 王秀丽 王建中



西南交通大学出版社

[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

高等职业技术教育“十二五”规划教材——土木工程类

铁路路基施工与养护

主 编 王军龙

副主编 侯晓晶 周 斌 杨 琳

主 审 王秀丽 王建中

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书主要根据目前最新的铁路与高速铁路工程标准、规范以及相关规程编写而成,将企业的岗位标准和学生的专业能力有机地结合在一起,主要方向为各铁路工程局和运输局等相关行业。全文系统地介绍了普通地区铁路路基、特殊地区铁路路基以及高速铁路路基的施工及养护技术等,主要内容包括铁路与高速铁路路基工程特点及断面形式、路基的压实方法及控制指标、路基的排水、路基防护与加固、路桥过渡段的处理等。本书力求简明扼要,重点突出,突显校、企结合紧密,行业特色明显的优点。

本书可作为高职高专院校土木工程类相关专业方向,如铁道工程技术、高速铁道工程技术、城市轨道交通工程及相近专业的教材,也适用于在职职工的岗位培训;同时,也可以作为广大铁路工程技术人员的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路路基施工与养护 / 王军龙主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2012.8

高等职业技术教育“十二五”规划教材. 土木工程类
ISBN 978-7-5643-1907-6

I. ①铁… II. ①王… III. ①铁路路基—工程施工—
高等职业教育—教材②铁路路基—铁路养护—高等职业教育—教材 IV. ①U213.1②U216.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 194491 号

高等职业技术教育“十二五”规划教材——土木工程类

铁路路基施工与养护

主编 王军龙

*

责任编辑 杨 勇

特邀编辑 曾荣兵

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都中铁二局永经堂印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 12.25

字数: 306 千字

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-1907-6

定价: 24.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

根据高职高专院校土木工程专业指导委员会编制的教学大纲以及 21 世纪高等职业技术教育规划教材的编写要求,结合新的设计规范及编写人员多年的教学经验,在以必须、够用为原则的情况下,确定了本书的结构和内容,目的是为学生提供铁路路基施工及养护方面的基本知识和实用技能,同时满足工程建设对技能型人才的需要。本书充分汲取了高职高专院校在探索和培养技术应用型人才方面的成功经验,并将实用型和创新型结合在一起,体现了高职高专教育的应用特色和能力定位,突出人才创新素质和创新能力的培养。

为了适应铁路的快速发展,本书结合高职高专学生的特点,以普通铁路为基础,同时将高速铁路的相关内容融入到其中,全面系统地介绍了普通铁路和高速铁路路基工程特点及断面形式等知识,重点对铁路路基压实、排水、防护、加固及路桥段过渡处理等方面问题进行详解,使学生对本书所述能够做到好理解、能接受、会应用。书中各章都附有大量的工程实例,每章还给出了思考题和习题,内容丰富,实用性较强,以便于学生自我考核和练习。另外,建议教师在授课时根据学生的具体情况,并结合不同的专业特点选择讲授重点和自学章节。

本书由西安铁路职业技术学院王军龙担任主编,西安铁路职业技术学院侯晓晶、周斌、杨琳任副主编,全书共分为 8 章。第 1 章由西安铁路职业技术学院王军龙编写,第 2 章由西安铁路职业技术学院杨琳编写,第 3 章由西安铁路职业技术学院林楠编写,第 4 章由西安铁路职业技术学院侯晓晶编写,第 5 章由西安铁路职业技术学院周斌编写,第 6 章由西安铁路职业技术学院冷鑫编写,第 7 章由西安铁路职业技术学院李晋编写,第 8 章由西安铁路职业技术学院徐金锋编写,全书由西安铁路职业技术学院王秀丽、王建中担任主审。在此书编写过程中,得到了铁路第一勘测设计院刘建利、铁路第三勘测设计院赵爱军及中交集团二公司总工程师黄少华的大力支持,在此作者一并表示衷心地感谢。

本书可供各类开设高职高专课程教育的院校使用,也可以供专业培训人员参考。本书编写过程中引用了相关资料和部分内容,谨此向作者表示衷心地感谢,同时也对参编者所在院校的领导及组织者的关心与支持表示感激。

由于作者水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者和专家批评指正,并提出宝贵的意见和建议,以便再版时及时更正。

编 者

2012 年 3 月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 铁路路基工程的特点	1
1.2 一般铁路路基的主要技术标准	3
1.3 高速铁路路基简介	10
第 2 章 铁路路基施工控制与分析	14
2.1 铁路路基土的压实机理与特点	14
2.2 影响铁路路基土压实的主要因素	14
2.3 铁路路基填土的压实方法	17
2.4 铁路路基压实质量控制指标与检测方法	21
2.5 过渡段的主要技术标准及处理方法	27
第 3 章 铁路路基排水与防护技术	33
3.1 铁路路基排水技术	33
3.2 铁路路基边坡坡面防护技术	41
第 4 章 铁路路基边坡稳定性分析	48
4.1 路基边坡稳定概述	48
4.2 直线滑动面的边坡稳定性分析	50
4.3 圆弧破裂面法	53
4.4 固定滑面的稳定检算——传递系数法	60
4.5 增强土坡稳定性的措施	61
第 5 章 铁路路基支挡结构及应用技术	63
5.1 挡土墙的分类、构造及布置	63
5.2 挡土墙计算	74
5.3 重力式挡土墙	80
5.4 锚杆挡土墙	84
5.5 锚定板挡土墙	87
5.6 加筋土挡土墙	90
5.7 薄壁式挡土墙施工	97
第 6 章 特殊土地区的路基施工与养护技术	99
6.1 软土地区路基	99

6.2	膨胀土地区路基	108
6.3	黄土地区路基	113
6.4	冻土地区路基	117
6.5	盐渍土地区路基	122
第 7 章	复杂地区路基的施工与养护技术	126
7.1	浸水路基施工	126
7.2	滑坡地段路基施工	130
7.3	地震地区路基施工	133
7.4	危岩、落石和崩塌地段路基施工	137
第 8 章	铁路路基的监测、评价及病害整治技术	141
8.1	铁路路基工后沉降监测与控制标准	141
8.2	铁路路基常见病害及防治措施	149
8.3	铁路路基工务管理	168
附 表		178
参考文献		190

第1章 绪论

1.1 铁路路基工程的特点

铁路路基是为了保证和满足铁路轨道铺设及运营而修建起来的土工建筑物。作为轨道的基础结构,它不仅承载着轨道本身的重力,而且承受着来自轨道上的列车车辆等荷载的作用,并将荷载向地基深处传递扩散。在路基纵断面上,路基必须保证轨顶需要的标高;而在平面上,路基与桥梁、隧道等连接组成完整、贯通的铁路线路。在铁道工程的发展过程中,路基为轨道结构的不断更新、改善和轨道定型化提供了必要的条件。所以,路基是线下工程不可缺少的重要组成部分,也是保证列车正常运行的主要建筑物。另外,高速铁路的出现对铁路传统的设计、施工和养护维修等提出了新的挑战和要求,在许多方面深化和改变了传统的设计观念。高速铁路对填筑材料的压实标准、变形控制、检测要求等较现行铁路的标准都有很大提高,同时还要强化基底结构,特别是基床表层。

铁路路基工程的主要内容包括路基本体工程、路基防护工程、路基排水工程、路基支挡和加固工程以及由于修筑路基可能引起的改河、改沟等配套工程。

1.1.1 路基工程的特点

路基作为一种较为复杂而特殊的土工复合结构物,具有与桥梁和隧道等结构物不同的特点。具体表现如下:

(1) 材料复杂。路基工程主要以土为材料,其力学性质具有极大的不确定性。土的成因、成分、颗粒大小、级配、结构不同,其力学性质就会明显不同,在计算路基变形和稳定性分析中所用的参数就会不同。因此,能否正确确定土的应力-应变关系和计算参数,能否正确预报路基的变形是路基设计计算的关键。

(2) 路基受环境影响大。路基完全暴露在大自然中,很容易受到气候、水和四季温度变化的影响。如膨胀土路基干缩湿胀会引起边坡破坏;北方地区路基受寒冷气候的影响会引起冻胀;黄土路基由于经常性的雨水的影响而遭受潜蚀破坏;西北一些地区的路基容易遭受风蚀、沙埋等。

(3) 路基同时承受动、静荷载的作用。路基上的轨道荷载是静荷载;列车荷载是动荷载,属交通荷载,其特点为多次重复作用,是引起路基病害的主要原因之一。路基土在重复荷载作用下产生累积变形,而且土的强度会降低,表现出疲劳的特性。此外,路基同轨道结构一起共同组成的这种线路结构是一种相对松散连接的结构形式,其抵抗动荷载的能力较弱。

1.1.2 高速铁路路基的特点

与一般铁路工程的施工相比,高速铁路施工具有如下特点:

(1) 填土高度增加。为了减少横向交通干扰,必须在高速铁路下设置行人和车辆行走的设施。对于山岭重丘区,可利用地形布置天桥式横穿道;对于平原区,则只能以提高路基填土高度来满足设置下穿式通道的要求,其填土高度一般都在4~5 m。由于填土高度增加,路基本体发生大变形和不均匀沉降变形的可能性增大,而高速铁路对路基的变形控制非常严格,因此,必须对填料的性质、含水量、压实标准等指标要求相应提高。

(2) 取土、弃土的矛盾较突出。当路线通过山区和丘陵地区时,由于线形标准的提高,设计时很难考虑好土方的填挖平衡,有可能增大借土或弃土的数量,从而使铁路用地范围扩大,给工程施工造成困难。

(3) 工程地质情况复杂、特殊地质条件的路基较多。由于高速铁路线形的重要性,路线通过不良地质地段的机会较多。在山区,通常会遇到大的滑坡体、泥石流以及稻田、水库等障碍;在冲积平原和三角洲地区修建高速铁路时,还会遇到大面积的深层软土地基。针对以上情况,在工程施工中就要求采取特殊的施工工艺。

(4) 路基边坡的技术要求高。在高速铁路上,为了行车的舒适和安全,对路基边坡的稳定性和线形的美化程度均有较高的要求。路基边坡的防护和加固工程较多,其施工的技术要求和美学要求也较高。

(5) 高速铁路建设项目繁多,工程投资巨大,工程任务艰巨,工期要求紧,质量要求高,这就使得路基施工的组织与管理更加严格。

(6) 路基施工机械化程度高。这使得各种新工艺、新材料、新技术得到广泛应用。

1.1.3 对路基工程的基本要求

为了使路基能够正常工作,路基除断面尺寸应符合设计标准外,还应满足如下要求:

(1) 路基必须具有足够的整体稳定性。

路建成建后,改变了原来地面的天然平衡状态。在土质不良地区修筑路基时,可能加剧原地面的不平衡状态;开挖路堑使两侧边坡土体失去支承力,可能导致边坡溜坍或滑坡;天然坡面特别是陡坡面上的路堤,可能因自重而下滑。对于上述种种情况,都必须因地制宜地采取一定措施来保证路基的整体稳定性。

(2) 路基必须具有足够的强度和刚度。

强度和刚度是两个不同的力学特性,两者既有区别又有联系。强度是指路基抵抗应力作用和避免破坏的能力,而刚度则是指路基抵抗变形的能力。为防止路基在车辆荷载及各种自然因素作用下发生破坏与失稳,同时给轨道或路面提供一个坚实的基础,必须针对具体情况,采取一定的措施来保证路基具有足够的强度。另外,为保证路基在荷载作用下不产生超过允许范围的变形,也要求路基应具有一定的刚度。

(3) 路基必须具有足够的水热稳定性。

路基在地表水和地下水作用下,其强度会降低。特别是在季节性冰冻地区,由于周期性的冻融作用,在水和低温共同作用下,土体会发生冻胀,造成轨面或路面变形,春融期局部土层过湿软化,路基强度急剧下降。因此,不仅要求路基要有足够的刚度和强度,而且还应保证在最不利的水热条件下,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热稳定性。

总之,铁路路基的稳定性可能在长期经受自然因素的侵袭后逐年削弱,因此,提高路基的耐久性,保持其强度、刚度、几何形态经久不衰,除了精心设计、精心施工、精选材料之外,要把长期的养护、维修工作放在重要的位置。

1.2 一般铁路路基的主要技术标准

1.2.1 一般铁路路基的横断面形式

铁路路基横断面是指垂直线路中心线截取的截面。路基的断面形式、构造尺寸、各部分组成和主要设备均可从路基的横断面图上得到反映,路基横断面图是路基设计的主要文件之一。铁路路基横断面常见的主要形式有以下6种(见图1.1):

(1)路堤。当铺设轨道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。

(2)路堑。当铺设轨道的路基面低于天然地面时,路基以开挖方式构成,这种路基称为路堑。

(3)半路堤。当天然地面横向倾斜,路堤的路基面边线和天然地面相交,因此,路堤体在地面和路基面相交线的以上部分无填筑工作量,这种路基称为半路堤。

(4)半路堑。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。

(5)半路堤半路堑。当天然地面横向倾斜,路基的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。

(6)不填不挖路基或零断面。如路基的路基面与经过清理后的天然地基面平齐,路基无填挖土方时,这种路基称为不填不挖路基。如果经换填后的路基面与天然地基面在一个水平面上时,也称为零断面。

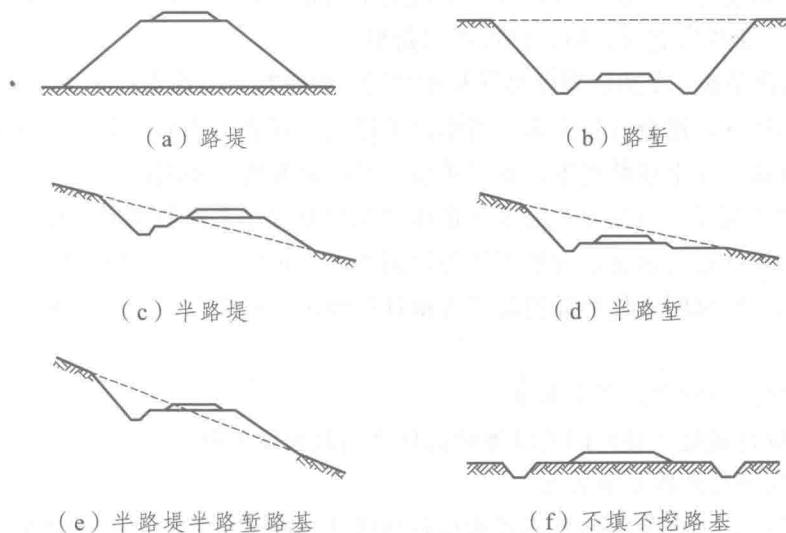


图 1.1 铁路路基横断面常见的形式

1.2.2 铁路路基横断面的基本组成

路基断面的设计主要包括路基本体设计及路基附属结构设计。在各种路基形式中,为了能按线路设计要求铺设轨道而构筑的部分,称为路基本体。路基横断面设计主要对路基本体的各组成部分如路基面、路肩、填料、基床、边坡、路基基底等部分按照规范进行设计,如图 1.2 所示。路基附属结构是路基的组成部分,是为确保路基本体工程的稳定而采用的必要辅助措施,主要包括排水结构和防护、加固结构两大类。

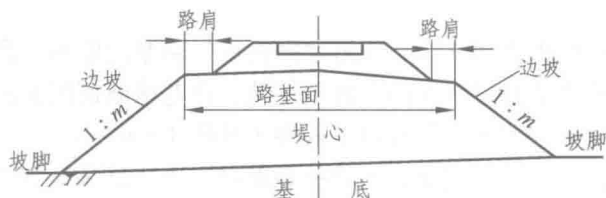


图 1.2 路基本体结构

路基本体主要由路基面、路肩、基床、边坡及基底等部分组成,下面重点介绍路基本体的主要组成。

1. 路基面

由直接在其上面铺设轨道的部分及路肩组成,称为路基顶面或简称路基面。在路基中为整体开挖后形成的构造面,区间路基根据基床土性质分为有路拱路基面和无路拱路基面两种类型。

(1) 有路拱路基面。为了便于排水,路基面的形状应该设计为三角形路拱,由路基中心线向两侧设 4% 的人字排水坡,使雨水能够尽快排出,避免路基面上的积水使土浸湿软化,以保证路基土体的稳定。一般这样形成的单线路基的路拱高约 0.15 m,一次修筑双线路基的路拱高约 0.2 m。曲线加宽时,路拱仍保持三角形。

(2) 无路拱路基面。无路拱即路基面是水平的。当路基面为渗水性土或不易风化岩石时,由于土本身渗水性强,能及时将雨水、雪水向下渗走,或者由于岩石坚硬、抗水性强,浸水后不致软化,因此,在上述情况下,对于单线、双线路基均不做路拱。

(3) 路基面的宽度。路基面宽度等于道床覆盖的宽度加上两侧路肩的宽度。区间路基面宽度应根据列车设计运行速度、远期采用的轨道类型、正线数目、线间距、曲线加宽、路肩宽度、养路形式、接触网立柱的设置位置等由计算确定,必要时还要考虑光缆、电缆及声屏障基础的设置。

① 区间直线地段标准路基面宽度。

《铁路路基设计规范》对区间直线地段的标准路基面宽度规定见表 1.1。

② 区间曲线地段的路基面宽度。

区间单、双线曲线地段的路基面宽度应在曲线外侧按表 1.2 的数值进行加宽,加宽值应在缓和曲线范围内线性递减。

表 1.1 直线段标准路基面宽度（单位：m）

铁路等级	轨道类型	单线						双线					
		非渗水土			岩石、渗水土			非渗水土			岩石、渗水土		
		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	0.5	7.9	7.5	0.35	7.2	6.9	0.5	12.3	11.9	0.35	11.7	11.3
	重型	0.5	7.8	7.4	0.35	7.1	6.8	0.5	12.2	11.8	0.35	11.6	11.2
Ⅰ、Ⅱ级	次重型	0.45	7.5	7.1	0.3	6.9	6.5	0.45	11.3	11.7	0.30	11.1	10.7
Ⅱ级	中型	0.4	7.0	6.6	0.3	6.6	6.2	0.4	11.2	10.8	0.30	10.8	10.4
Ⅲ级	轻型	0.35	6.3	5.9	0.25	5.7	5.7	0.35	10.5	10.1	0.25	9.9	9.9

表 1.2 曲线地段路基面加宽值

铁路等级	列车设计速度	曲线半径 R/m	路基面外侧加宽值/ m
Ⅰ级	160 km/h	$1\,600 \leq R \leq 2\,000$	0.4
		$2\,000 < R < 3\,000$	0.3
		$3\,000 \leq R < 10\,000$	0.2
		$R \geq 10\,000$	0.1
	140 km/h	$1\,200 \leq R \leq 1\,400$	0.4
		$1\,400 < R < 2\,000$	0.3
		$2\,000 \leq R < 6\,000$	0.2
		$R > 6\,000$	0.1
Ⅰ、Ⅱ级	120 km/h	$800 \leq R \leq 1\,200$	0.4
		$1\,200 < R < 1\,600$	0.3
		$1\,600 \leq R < 5\,000$	0.2
		$R \geq 5\,000$	0.1
Ⅱ级	100 km/h	$600 \leq R \leq 800$	0.4
		$800 < R < 1\,200$	0.3
		$1\,200 \leq R < 4\,000$	0.2
		$R \geq 4\,000$	0.1
	80 km/h	$500 \leq R \leq 600$	0.3
		$600 < R \leq 1\,800$	0.2
		$R > 1\,800$	0.1

注：对于无缝线路 $R < 800\text{ m}$ ，有缝线路 $R < 600\text{ m}$ 的曲线外侧路基面应在表 1.2 所列数据的基础上再加宽 0.1 m 。

2. 路 肩

在路基顶面上，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，防止道砟滚落，保持路基面的横向排水，供养护维修人员行走、避车、放置养护机具，供防洪

抢险临时堆放砂石料,以及埋设各种标志、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。

路肩宽度对于线路的维护和路基边坡的稳定性有重要影响。路肩宽度大,有利于维修作业的开展,也有利于路基边坡的稳定,但工程造价就相应地增加。我国《铁路路基设计规范》(TB10001—2005)规定了时速 160 km 以内的 I、II 级线路路肩宽度:路堤不应小于 0.8 m,路堑不应小于 0.6 m。另外,对于有特殊需要的线路和各种非标准轨距的线路等,应根据实际情况进行特殊设计。

3. 基 床

基床是指路基上部受列车动荷载作用和水文气候变化影响较大的土层,其状态直接影响列车运行的平稳性和速度的提高。基床分为表层与底层,我国《铁路路基设计规范》规定,对于时速不超过 160 km 的 I、II 级铁路,其表层厚 0.6 m,底层厚 1.9 m,基床总厚度为 2.5 m,如图 1.3 所示。基床厚度以路肩施工高程为计算起点。

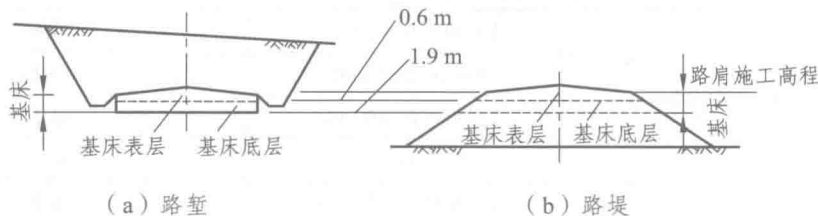


图 1.3 路基基床结构示意图

4. 边 坡

路基两侧的边线称为路基边坡。边坡常修筑成单坡形、折线形和阶梯形,每一坡段坡面的斜率以边坡上下两点间的高差与水平距离之比表示,当高差为 1 个单位长时,水平距离折算为 m 单位长,则斜率为 $1:m$ 。在路基工程中,以 $1:m$ 形式表示的斜率称为坡度。边坡与地面的交点,在路堤中称为坡脚,在路堑中称为堑顶。

5. 基 底

路堤以下的地基内承受路堤及轨道、列车等荷载作用的部分称为路堤基底。在路堑中,因为路基是在地基内以开挖方式构成的,所以,路堑的基底为路堑边坡土体内和堑底路基面以下的地基内产生应力变化的部分。基底的稳固对路基本体乃至轨道的稳定性都至关重要。因此,在软弱基底上修筑路堤时,必须对基底进行处理,以免危及行车安全与线路正常运行。

6. 路基附属结构

路基附属结构作为路基本体的一个辅助部分,同样具有很重要的作用。它主要包括排水结构和防护加固结构两大类。

路基的排水设施分地面排水设施和地下排水设施两种。地面排水设施用以拦截地面径流、汇集路基范围内的大气降水,使水流畅通地流向天然排水沟谷,以防止地表水对

路基的浸湿、冲刷而影响其良好状态。地下排水设施用以拦截、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本体的有害影响。

路基防护设施用来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本体所造成的直接或间接的有害影响,其种类很多,类型各异。常用的防护设施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。特殊条件下路基的防护类型更多,例如在多年冻土地区,为防止冻土的退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本体的威胁,常设置多种拦蓄与疏导工程;在风沙地区,为防止路基本体砂蚀和被掩埋,常采用各种防砂、固砂设施等。

路基加固设施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。路基加固设施是提高路基稳定性的一种有效措施。

1.2.3 铁路路基标准横断面

路基标准横断面是按照《铁路路基设计规范》对路基边坡的高度与坡度、地面排水设备、路堤基底的处理(如基底横坡较陡的处理等)、路堤的取土坑、路堑的弃土堆位置等内容,作了系统考虑后确定的,仅适用于一般水文、地质条件,填挖高度不大的普通土质路基,并制成标准设计横断面图集,以使用作一般路基设计时套用。

1. 路堤标准横断面

(1) 路堤常用的标准横断面。

在路基直线地段,普通土质路堤标准横断面图如图 1.4 及图 1.5 所示。

① 当边坡高度不大于 8 m 时,采用直线形的单一坡率,如 1:1.5。

② 当填方高度大于 8 m 而小于 20 m 时,采用上陡下缓的变坡坡率,如上部 1:1.5 和下部 1:1.75。

③ 地面横坡大于 1:5 而小于 1:2.5 的斜坡,原地面应挖台阶,台阶宽度不应小于 2 m。

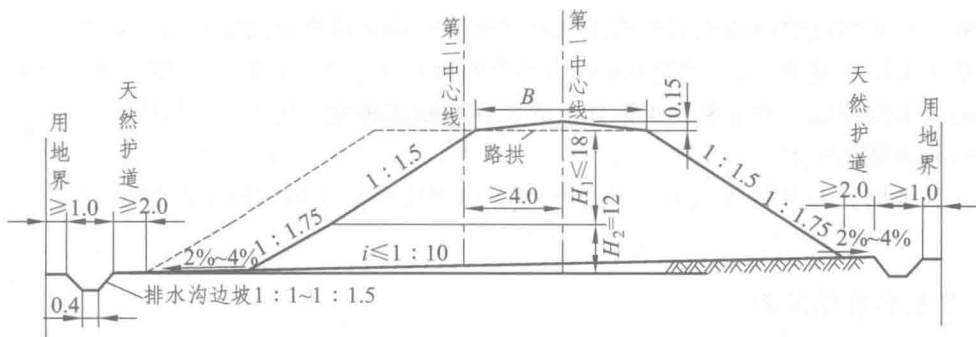


图 1.4 有排水沟路堤标准横断面图(单位:m)

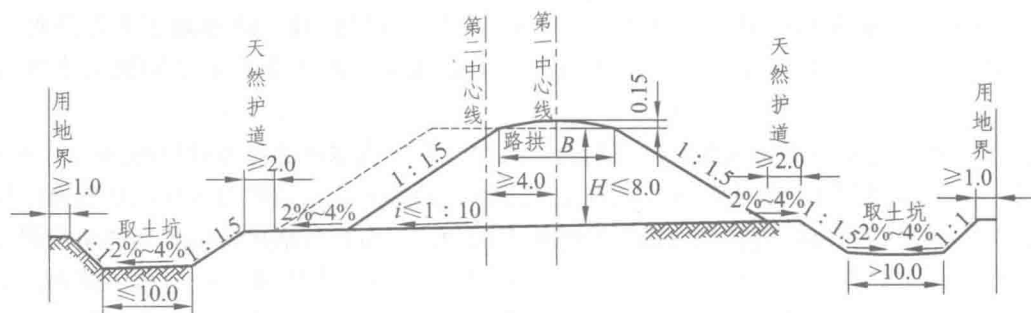


图 1.5 有取土坑路堤标准横断面图 (单位: m)

(2) 护道。

路堤坡脚与排水沟 (或取土坑边缘) 之间的天然地面称为护道, 其宽度不小于 2.0 m, 以保护路堤坡脚免受排水沟或取土坑中水流的冲刷而危及路堤边坡的稳定性。地质及排水条件良好的, 或者经济作物高产田地, 若采取一定措施后 (如护坡或坡脚墙等) 足以保证路堤稳定时, 可将护道宽度减为 1.0 m。另外, 护道表面应平顺, 并有 2%~4% 的向外排水坡。如果天然地面达不到要求应由人工修整。

(3) 取土坑。

当无弃土作填土来源或弃土运距太远而不经济时, 可在护道以外设取土坑就近取土。取土坑的设置应根据取土数量, 结合路基排水、地形、土质、施工方法、节约用地以及未来路基加宽要求等, 统一规划, 并符合以下规定:

① 取土坑的土质应符合路基填料要求。

② 地形平坦地段, 宜设在路堤一侧。当地面横坡陡于 1:10 时, 宜设在路堤上侧, 以汇集和排除地表水。

③ 桥头河滩路堤的取土坑必须设在下游侧。

④ 兼作排水的取土坑, 应确保水流通畅排出。其深度不宜超过该地区地下水位并应与桥涵进口高程相衔接, 其纵坡不应小于 2‰, 平坦地段也不应小于 1‰。

⑤ 当取土坑较深时, 边坡坡脚至取土坑距离应保证路堤边坡稳定, 取土坑内侧坑壁应采取防护措施。

(4) 排水沟。

路堤填筑有弃土可利用时, 路堤地表排水应在护道以外迎水一侧或两侧设排水沟。排水沟的设置及纵向坡度的一般规定与取土坑要求相同。路基排水沟的断面除需按流量计算加大外, 一般可采用底宽 0.4 m、深度 0.6 m 的梯形断面; 干旱少雨地区, 深度可减至 0.4 m。此外, 为防止水沟冲刷, 当流速大于该处土的容许冲刷流速时, 应予铺砌加固, 并应注意沟内水下渗影响路基的稳定。

在无其他防护与加固设施时, 铁路用地界可划定在取土坑或排水沟外侧顶缘外不小于 1 m 处。

2. 路堑标准横断面

(1) 路堑常见的标准横断面图。

有弃土堆和无弃土堆的不同土质路堑标准横断面图如图 1.6 和图 1.7 所示。

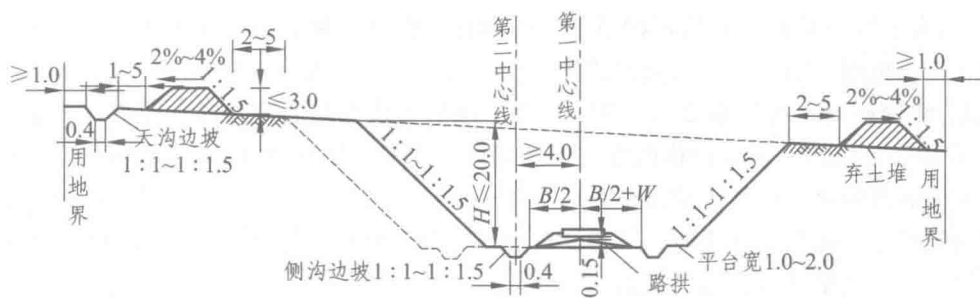


图 1.6 曲线地段一般黏性土路堑标准横断面图 (单位: m)

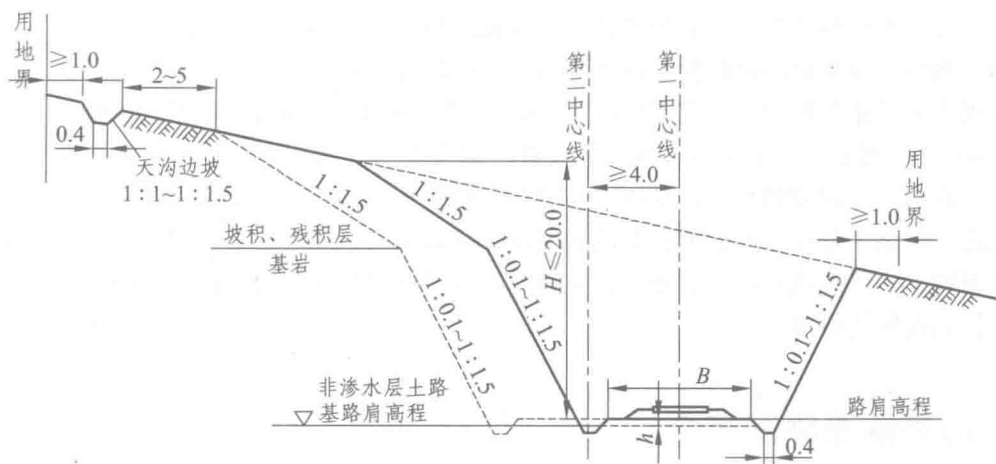


图 1.7 直线地段岩石路堑标准横断面图 (单位: m)

(2) 路堑平台(碎落台)。当路堑边坡为碎石等类土、砂类土、易风化岩石或其他不良土质(如膨胀土)时,为防止坍落的土和碎石堵塞侧沟,应在侧沟外侧设置平台,平台宽度不宜小于 1.0 m,如边坡高度大于 20 m 时,可酌情增宽至 1.5~2.0 m。如边坡已全部设防护加固工程时可不设平台。平台面上应有 2%~4% 向侧沟方向的排水坡。

由不同地层组成、高度为 15~20 m 及以上的路堑边坡,由于坡面流水较大,土层交接处或坡脚易被冲刷淘空,形成边坡坍塌;同时为便于养护作业,在边坡中部或不同地层分界处设平台,并在平台上设置截水沟或挡水墙,平台宽度不宜小于 2 m。在年平均降水量小于 400 mm 的地区,边坡平台上可不设截水沟,但应设置向坡脚方向不小于 4% 的排水横坡。

(3) 弃土堆。路堑顶缘以外部分称为路堑堑顶, 置于堑顶的弃土应建成弃土堆。其边坡不得陡于 1:1, 高度不宜超过 3 m。一般情况下, 置于堑顶两侧的弃土堆应符合以下要求:

① 弃土堆的设置不应影响山体或边坡稳定,弃土堆内侧坡脚至堑顶距离应根据路堑土质条件和边坡高度确定,不宜小于 5 m。

② 陡坡路基和深路堑地段的弃土堆应置于山坡下侧，并间断堆填，以保证弃土堆内侧地面水能顺利排出。

③ 桥头弃土不得挤压桥墩台, 阻塞桥孔。

④ 对弃土堆应采取必要的挡护措施,以确保边坡稳定和符合环保要求。当堑顶上坡方向一侧无弃土堆时,如有地表水流向路堑,应设天沟截引,天沟与堑顶边缘的距离应不小于 5 m;加防渗铺砌时,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。天沟的横断面与侧沟相同,一般采用底宽 0.4 m,深度 0.6 m 的梯形断面,天沟的两侧边坡根据土质条件可取为 1:1~1:1.5。天沟不应向路堑侧沟排水;如受地形限制需经边坡向侧沟排水时,应修建急流槽,急流槽应作单项设计。堑顶水流由侧沟排出时,侧沟应按流量计算,加大截面。

另外,当沿河弃土时,不得阻塞河流,抬高水位及改变水流性质。弃土也不得压缩桥孔或涵管口,改变水流方向,危及桥梁或涵洞安全。在地面横坡陡于 1:1.25 的路堤边坡和滑坡路堤边坡上不应堆置弃土,必须堆置时,应采取加强路堤边坡稳定的措施。

(4) 侧沟。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,深度可减至 0.4 m。一般黏性土的侧沟边坡,靠线路一侧为 1:1,靠田野一侧与边坡陡度一致。岩石路堑的侧沟可修建成槽形,底宽和深度均不应小于 0.4 m。侧沟的纵坡不应小于 2‰,一般应取与路堑线路纵坡相同的坡度;若路堑地段线路纵坡为零或小于 2‰ 时,侧沟可做成单面坡或双面坡,长路堑宜作成双面坡,以免侧沟下游段开挖过深,增大路堑开挖数量。在困难条件下,侧沟纵坡坡度可减至 1‰。

1.3 高速铁路路基简介

1.3.1 高速铁路的特点

高速铁路列车运行速度快、技术标准高、对路基的要求比普通铁路路基标准要求更高,因此,控制路基变形已成为高速铁路路基的最大特点。高速铁路路基与普通铁路路基相比存在着很大的区别,主要体现在以下几个方面:

- (1) 基床表层厚度增加。
- (2) 压实标准提高。
- (3) 对填料及路桥过渡段的刚度提出了更高要求。
- (4) 高速铁路路基属于多层结构系统。
- (5) 控制变形成为高速铁路路基设计的关键。

(6) 路基控制参数较多(如弹性系数、阻尼、参振质量、变形模量、动刚度、固有频率以及与之相联系的压实度和含水量等)。

1.3.2 高速铁路主要参数设计

1. 路基面宽度

- (1) 直线地段路基面宽度。

直线地段高速铁路路基宽度可参考表 1.3 所列数值。

表 1.3 直线地段高速铁路路基面宽度

轨道 类型	设计最高速度 (km/h)	线 间 距/m	路 基 面 宽 度/m	
			单 线	双 线
有砟轨道	300 ~ 350	5	8.8	13.8
无砟轨道	300	4.8	8.6	13.4
	350	5	8.6	13.6

(2) 曲线地段路基面加宽值。

曲线加宽值应在缓和曲线内渐变,对于无砟轨道路基面一般不加宽。

2. 路肩宽度

路肩虽不直接承受列车荷载作用,但它对保证路基本体工程的稳定性十分重要,路肩的宽度应满足敷设接触网宽度、安置通信信号设备、埋设必要的线路标志的需要。通行养路机具等要求。路肩宽度主要取决以下四个因素:

(1) 路基稳定的需要,特别是浸水后路基边坡的稳定性。

(2) 满足养护维修的需要。

(3) 保证行人的安全,符合安全退避距离的要求。

(4) 为路堤压密与道床边坡坍落留有余地。

在参照国外相关资料的基础上,我国提出高速铁路路肩根据列车的最高行车速度,其宽度在 1.2 m ~ 1.5 m 范围选取。

3. 基 床

(1) 对基床的要求。

① 强度要求。应有足够的强度以抵抗列车荷载产生的动应力而不致破坏;能抵抗道砟压入基床土中,防止道砟陷槽等病害的形成;在路基填筑阶段能承受重型施工车辆走行而不形成印坑,以免留下隐患。

② 防渗要求。能够防止雨水浸入造成路基土软化、翻浆冒泥等病害,并在可能发生冻害的地区,还有防冻等特殊要求。

③ 刚度要求。在列车荷载的反复作用下,塑性累积变形很小,避免形成过大的不均匀下沉造成轨道的不平顺,增加养护维修的困难;在列车高速行驶时,基床的弹性变形应满足高速行驶的安全性和舒适性要求,同时还能保障道床的稳固。

(2) 基床结构。

高速铁路基床结构通常采用多层系统和强化基床结构两种形式。它一般分为表层和底层,通常表层厚 0.7 m、底层厚 2.3 m,共厚 3.0 m。

4. 基 底

高速铁路的地基不允许发生破坏,也不允许发生过大的工后沉降。因此,对于高速铁路路基基础来说,除了有强度和刚度要求之外,还有变形条件的要求,并应根据地形、地质条件以及路基高度、所处位置对地基采取不同的处理措施。