

轨道交通职业教育“一带一路”建设系列教材

# 铁路路基

主 编 杨美玲

副主编 陈国升 张 愿 杭丽芬

主 审 梁 斌 朱茂栋

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内容简介

本书共分为路基构造、路基施工、路基维护三个模块，由十四章组成，内容包括路基本体、路基排水、路基防护和路基加固设备的构造认知、施工工艺和质量检测方法介绍、保养维修技术和防洪抢修方法等。

本教材适用于高等职业教育铁道工程技术专业、高速铁路工程技术专业、铁路桥梁与隧道工程技术专业、城市轨道交通工程技术专业和高铁综合维修技术专业，也适用于以上专业国际化方向人才培养；可供本科同类或相近专业国际留学生使用，或用于从事国外铁路施工与维护方面工作的岗前培训，也可作为国内外铁路工程施工企业和工务系统在职人员自学或参考用书。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

铁路路基 / 杨美玲主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2020.11  
ISBN 978-7-5643-7734-2

I. ①铁… II. ①杨… III. ①铁路路基—高等职业教育—教材 IV. ①U213.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第196171号

---

Tielu Luji

铁路路基

责任编辑 / 刘 昕  
杨美玲 / 主 编      助理编辑 / 韩洪黎  
封面设计 / 吴 兵

西南交通大学出版社出版发行  
(四川省成都市金牛区二环路北一段111号西南交通大学创新大厦21楼 610031)  
发行部电话: 028-87600564 028-87600533  
网址: <http://www.xnjdcbs.com>  
印刷: 四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm  
印张 13.25 字数 313 千  
版次 2020年11月第1版  
印次 2020年11月第1次

书号 ISBN 978-7-5643-7734-2  
定价 39.00 元

课件咨询电话: 028-81435775  
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

本教材根据铁道工程技术专业标准、铁道工程技术专业（国际班）人才培养方案和铁路路基课程标准进行编写。

“一带一路”倡议的实施，铁路企业在项目与产品“走出去”的同时，急需大批国际化人才的支撑。为加强对铁路施工与维修养护的国际化人才培养，需要与之相匹配的教材，以适应铁道工程技术专业国际化发展的需要，推动铁道工程技术专业的建设和发展。本教材力求产教融合，根据铁道工程技术专业（国际班）的多年授课经验，以校企合作模式针对铁路路基的构造、施工和维护三大块内容，在介绍铁路路基基本概念、基本理论和基本知识的基础上，对新技术、新标准、新设备、新工艺的应用进行了阐述，并辅以现场图片和能力训练信息化素材，使教材具备实用、简单、易懂的特点。

本教材由柳州铁道职业技术学院杨美玲担任主编，柳州铁道职业技术学院陈国升、张愿、杭丽芬担任副主编，柳州铁道职业技术学院梁斌、广州南方高速铁路测量技术有限公司朱茂栋担任主审。具体编写分工如下：参与编写“路基构造”的有柳州铁道职业技术学院杨美玲、廖桂柳、罗荣海，中国铁路南宁局集团有限公司蒋伟兴，广东交通职业技术学院张向东；参与编写“路基施工”的有柳州铁道职业技术学院陈国升、杭丽芬、陈琰，广西铁路投资集团有限公司廖磊毅，中铁二十五局集团第四工程有限公司林俊、黄拥军；参与编写“路基维护”的有柳州铁道职业技术学院张愿、陈晨，中国铁路南宁局集团有限公司王耐龙，广西沿海铁路股份有限公司蒋航。在本教材的编写过程中，还得到了中国铁路南宁局集团有限公司工务部门、中铁二十五局集团第四工程有限公司和广西沿海铁路股份有限公司等企业的大力支持，编者也参考了相关教材、著作和文章，在此向有关单位和编著者表示感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者  
2020年10月



# 目 录

## 模块 1 路基构造

项目 1 路基本体的认知 .....	002
任务 1.1 路基横断面的认知 .....	002
任务 1.2 路基本体的认知 .....	004
任务 1.3 路基横断面的识读 .....	013
任务 1.4 过渡段的认知 .....	016
能力训练 .....	019
项目 2 路基排水的认知 .....	021
任务 2.1 地面排水构造的认知 .....	021
任务 2.2 地下排水构造的认知 .....	023
任务 2.3 站场排水构造的认知 .....	028
能力训练 .....	030
项目 3 路基防护的认知 .....	031
任务 3.1 坡面防护构造的认知 .....	031
任务 3.2 冲刷防护构造的认知 .....	039
任务 3.3 土工合成材料的认知 .....	045
能力训练 .....	048
项目 4 路基加固的认知 .....	049
任务 4.1 重力式挡土墙的认知 .....	049
任务 4.2 轻型挡土墙的认知 .....	053
任务 4.3 抗滑桩的认知 .....	056
能力训练 .....	057

## 模块 2 路基施工

项目 5 施工准备 .....	060
任务 5.1 施工图识读 .....	060
任务 5.2 施工测量 .....	064
任务 5.3 施工调查 .....	066
任务 5.4 施工组织设计 .....	068
任务 5.5 技术交底 .....	070
能力训练 .....	071
项目 6 基底处理 .....	073
任务 6.1 开挖换填 .....	073
任务 6.2 CFG 桩施工 .....	076
任务 6.3 水泥搅拌桩施工 .....	080
能力训练 .....	083
项目 7 路堤填筑 .....	085
任务 7.1 “三阶段、四区段、八流程”填筑工艺 .....	085
任务 7.2 基床以下路堤填筑 .....	086
任务 7.3 基床底层路堤填筑 .....	090
任务 7.4 基床表层路堤填筑 .....	092
任务 7.5 路基施工机械 .....	096
任务 7.6 路基密实度测试 .....	102
任务 7.7 地基系数测试检测 .....	105
任务 7.8 动态变形模量测试检测 .....	109
能力训练 .....	112
项目 8 路堑开挖 .....	114
任务 8.1 土、石质路堑开挖 .....	114
任务 8.2 土石方数量计算及调配 .....	120
能力训练 .....	125
项目 9 路基防护施工 .....	127
任务 9.1 植物防护施工 .....	127
任务 9.2 轻型防护施工 .....	132
任务 9.3 圪工护坡、护墙施工 .....	134

任务 9.4 土工合成材料防护施工 .....	138
能力训练 .....	141
<b>项目 10 路基加固施工 .....</b>	<b>144</b>
任务 10.1 重力式挡土墙的施工 .....	144
任务 10.2 轻型挡土墙的施工 .....	147
任务 10.3 抗滑桩的施工 .....	153
能力训练 .....	155

### **模块 3 路基维护**

<b>项目 11 路基维护管理 .....</b>	<b>159</b>
任务 11.1 基本任务及管理体系 .....	159
任务 11.2 路基维护管理规定 .....	160
能力训练 .....	168
<b>项目 12 路基常规维护 .....</b>	<b>169</b>
任务 12.1 路基排水设备的常规维护 .....	169
任务 12.2 路基防护设备的常规维护 .....	172
任务 12.3 路基加固设备的常规维护 .....	175
能力训练 .....	176
<b>项目 13 路基基床病害整治 .....</b>	<b>177</b>
任务 13.1 基床病害的类型及特征 .....	177
任务 13.2 基床翻浆冒泥的整治 .....	182
任务 13.3 基床下沉及挤出病害的整治 .....	184
任务 13.4 基床冻害的整治 .....	187
能力训练 .....	193
<b>项目 14 路基防洪与抢修 .....</b>	<b>194</b>
任务 14.1 防洪准备工作 .....	194
任务 14.2 临险抢护 .....	195
任务 14.3 水害抢修 .....	199
能力训练 .....	201
<b>参考文献 .....</b>	<b>203</b>





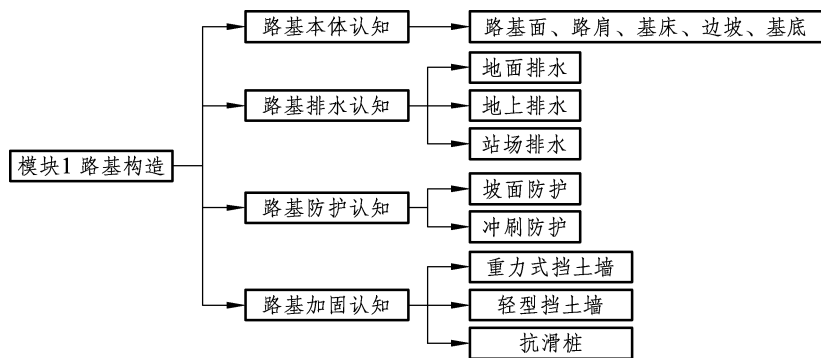
# 模块1 路基构造

## 【学习引导】

**知识目标** 通过本模块的学习，学生应该理解路基横断面图，掌握铁路路基的构造，从横断面图上识别主要组成部分和构造尺寸。

**技能目标** 学生能够熟练绘制路基横断面图，标识路基主要设备，标注构造尺寸。

**主要内容** 本模块的主要内容结构如下图所示。



# 项目 1 路基本体的认知

## 任务 1.1 路基横断面的认知

### 1.1.1 概 念

路基横断面，是指铁路路基在垂直于线路中心线方向上截取的断面。

### 1.1.2 路基横断面形式

依据路基所处的地形条件不同，路基横断面有路堤和路堑两种基本形式，俗称填方和挖方。如图 1.1.1 所示。



图 1.1.1 铁路路基

#### 1. 路基横断面基本形式

(1) 路堤。当铺设轨道的路基面高于天然地面时，全部以填筑方式构成的路基，称为路堤，如图 1.1.2 (a) 所示。

(2) 路堑。当铺设轨道的路基面低于天然地面时，全部以开挖方式构成的路基，称为路堑，如图 1.1.2 (b) 所示。

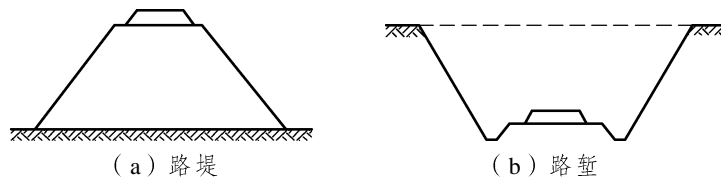


图 1.1.2 铁路路基横断面图（一）

## 2. 路基横断面其他形式

(1) 半路堤。当天然地面横向倾斜，路堤的路基面和天然地面相交，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，如图 1.1.3 (a) 所示。

(2) 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，如图 1.1.3 (b) 所示。

(3) 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，如图 1.1.3 (c) 所示。

(4) 不填不挖路基。当路基的路基面和经过清理后的天然地面平齐，路基无填挖工作量时，这种路基称为不填不挖路基，如图 1.1.3 (d) 所示。

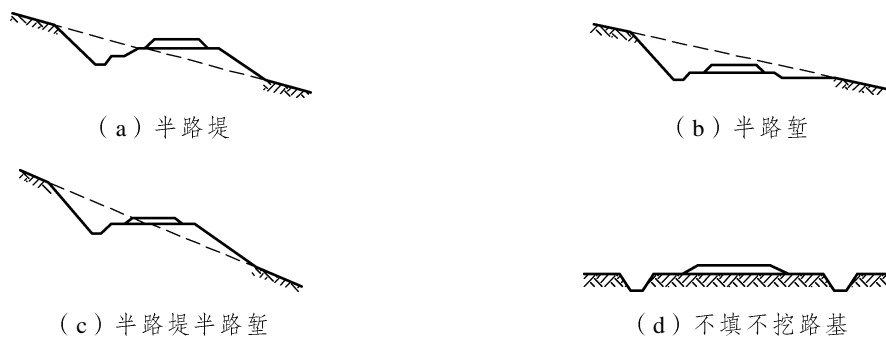


图 1.1.3 铁路路基横断面图（二）

## 1.1.3 路基横断面构造

铁路路基指的是按照线路设计位置和一定技术要求而修筑的线形建筑物，是用天然土石所修筑而成的土工结构物，是铁路轨道铺设的基础。

铁路路基由路基本体和路基附属设备两大部分组成。

### 1. 路基本体

路基本体是按线路设计要求，满足轨道结构铺设而构筑的承受轨道和列车荷载的部分。它是路基工程中的主体结构物，与路基附属设备（路基排水、防护和加固设备）一起构成路基工程，如图 1.1.4 所示。



(a)

(b)

图 1.1.4 铁路路基本体

路基本体由路基面、路肩、基床、边坡、基底五部分组成，如图 1.1.5 所示。

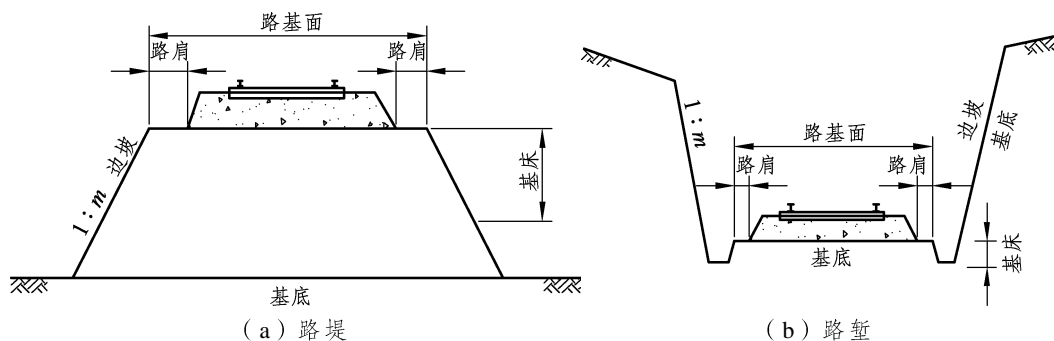


图 1.1.5 路基本体横断面

(1) 路基面，也称路基顶面。由直接在上面铺设轨道的部分及路肩组成，在路堑中为堑体开挖后形成的构造面。

(2) 路肩。路基面中，道床覆盖以外的部分称为路肩。

(3) 基床。基床是指路基上部受轨道和列车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和速度的提高。

(4) 边坡。路基两侧的边线称为路基边坡。边坡每一坡段坡面的斜率以  $1:m$  方式表示，称为坡度。坡度即边坡上下两点间的高差与水平距离之比，当高差为 1 单位长时，水平距离折算为  $m$  单位长，斜率则为  $1:m$ 。

(5) 基底。路堤下地基内承受路堤、轨道和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。

## 2. 路基附属设备

为确保路基的稳固，保证列车正常运营，除了路基主体建筑物外，还需要修筑一些附属建筑物，包括路基排水、防护和加固设备。

(1) 路基排水设备。

路基排水设备属于路基的附属建筑物，如排除地面水的排水沟、侧沟、天沟，排除地下水的排水槽、渗水暗沟、渗水隧洞等。

(2) 路基防护设备。

路基防护设备属于路基的附属建筑物，如坡面防护、冲刷防护等。

(3) 路基加固设备。

路基加固设备也属于路基的附属建筑物，如重力式挡土墙、轻型挡土墙等。

## 任务 1.2 路基本体的认知

路基横断面设计中，要解决的主要问题是确定路基本体各部分的形状和尺寸，如路基面的形状和宽度、路肩标高、路基边坡的形状和坡度等。

### 1.2.1 路基面

#### 1. 路基面的形状

水是造成路基病害的重要原因，良好的排水条件是保证路基正常工作的基本原则。因此，路基面的形状，应避免路基面形成积水，浸泡路基，使之软化，造成病害。

##### (1) 区间路基面。

路基面采用什么形状，与基床土的性质有关。采用一般的非渗水性材料建筑的路基，为迅速排除路基地表水，需要设置路拱，以利于排出雨水、雪水等。采用岩石、渗水性材料填筑的路基，排水性能好，因此不设置路拱。

##### ① 有路拱的路基面。

路基面建成有横向排水坡的拱状，称为路拱，以利于排除雨水、雪水等。路拱的形状多为三角形，由路基中心线向路基面两侧设 4% 的人字形横向排水坡，路拱的形状也有做成梯形的，如图 1.2.1 所示。基床底层的顶部和基床以下填料部位的顶部也应设 4% 的人字形排水坡。

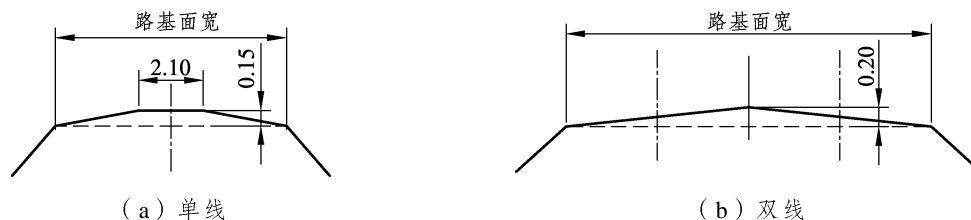


图 1.2.1 有路拱的路基面

曲线加宽时，路基面仍应保持原有形状，仅将路拱外侧坡度放缓。

##### ② 无路拱的路基面。

当路基填料为岩石、渗水材料时，路基面则可做成无路拱的水平状，如图 1.2.2 所示。

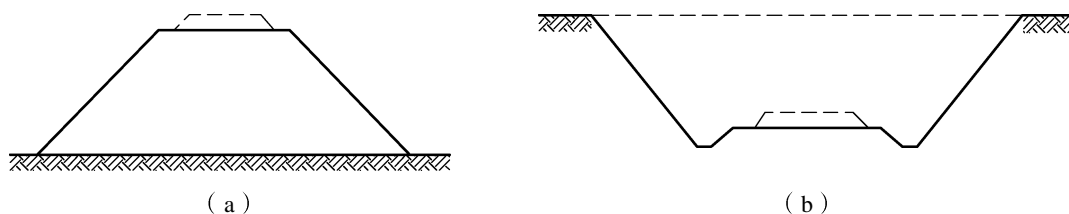


图 1.2.2 无路拱的路基面

##### (2) 站场路基面。

站场路基面应有一定的横向坡度，以保证及时排走路基面上的雨水和雪水，保持路基

面、基床干燥。根据站场路基的宽度、排水要求和路基填挖情况，根据站场路基面设计成单形坡的横断面。横向坡度的大小为 2% ~ 4%。

① 单面坡。用于中小站，坡向要根据正线和站台位置而定。一般从正线向到发线倾斜，如图 1.2.3 所示。当有两个站台时，坡向可考虑到发线向正线倾斜，以减少因调整各股道轨顶差所用的道砟，如图 1.2.4 所示。

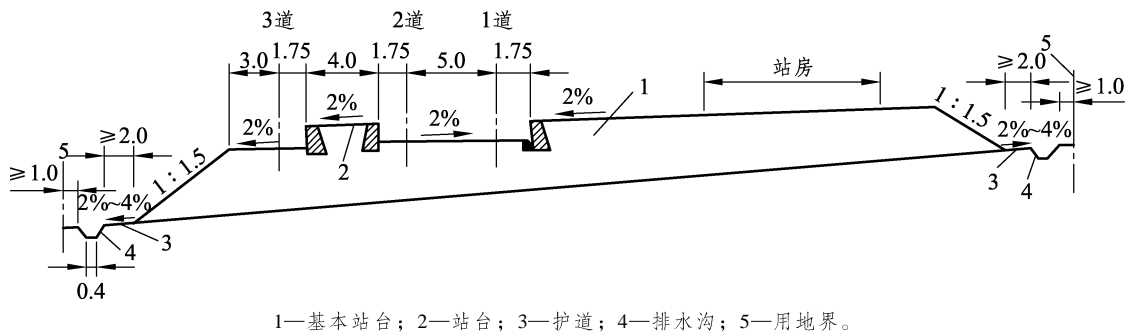


图 1.2.3 会让站路堤横断面 (单位: m)

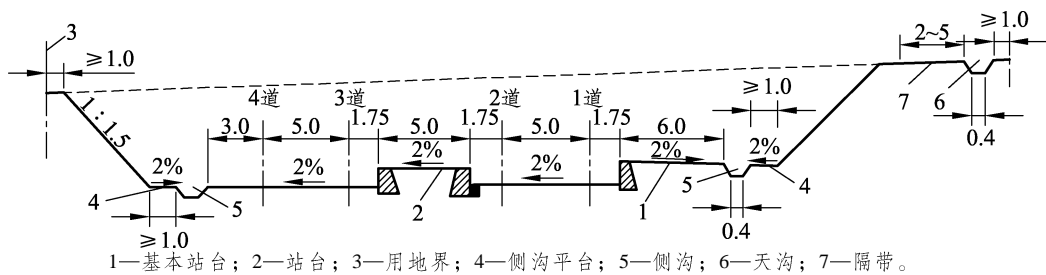


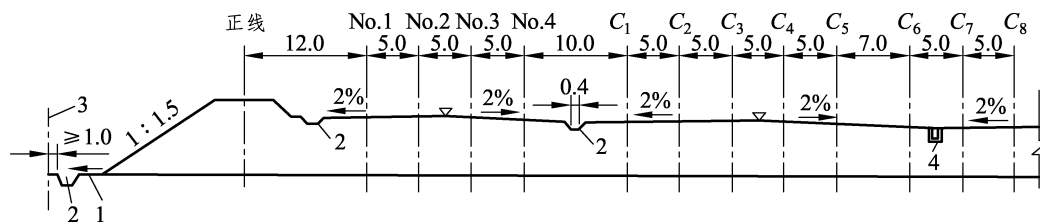
图 1.2.4 中间站路堑横断面 (单位: m)

② 双面坡。大站股道数目多，若在同一坡面上设置股道太多，调整各股道轨顶高差需用道砟量太大时，则可采用双面坡。双面坡分坡点的位置依据调整各股道轨顶高差所用道砟量较少确定。

③ 锯齿形路基面。因为路基面由几个双面坡组成，像是锯齿，所以称为锯齿形路基面，用于股道数量很多的大型车站，如图 1.2.5 所示。



(a)



(b)

1—护道；2—侧沟；3—用地界；4—盖板暗沟。

图 1.2.5 大型车站路堤及其横断面 (单位: m)

## 2. 路基面的宽度

### (1) 路基面的宽度标准。

路基面的宽度等于道床覆盖的宽度加上两侧路肩的宽度之和。当道床的标准为既定时，路基面的宽度便由路肩的宽度确定。

### (2) 直线地段路基面宽度的确定因素。

#### ① 区间路基面宽度的确定。

区间路基面宽度，应根据旅客列车设计行车速度、远期采用的轨道类型、正线数目、线间距、曲线加宽、路基面两侧沉降加宽、路肩宽度、养路形式、接触网立柱的设置位置等，通过计算确定，必要时还应考虑光、电缆槽及声屏障基础的设置。

区间直线地段标准路基面宽度如表 1.2.1、表 1.2.2 所示。

表 1.2.1 客货共线非电气化铁路直线地段标准路基面宽度

项目	单位	I 级铁路								II 级铁路		
		200		160		120		≤120				
设计速度	km/h	200		160		120		≤120				
双线线间距	m	4.4		4.2		4.0		4.0				
单线道床顶面宽度	m	3.5		3.4		3.4		3.4				
道床结构	层	单		双	单		双	单		双	单	
道床厚度	m	0.35	0.30	0.50	0.35	0.30	0.50	0.35	0.30	0.45	0.30	
路基面宽度	单线	m	7.7	7.5	7.8	7.2	7.0	7.8	7.2	7.0	7.5	7.0
	双线	m	12.3	12.1	12.2	11.6	11.4	12.0	11.4	11.2	11.7	11.2

注：表中计算条件如下：① 无缝线路轨道、60 kg/m 钢轨；② I 级铁路采用 III 型混凝土枕，II 级铁路采用新 II 型混凝土枕。

表 1.2.2 高速铁路标准路基面宽度

项目	单位	有砟轨道			无砟轨道		
		350	300	250	350	300	250
设计速度	km/h	350	300	250	350	300	250
双线线间距	m	5.0	4.8	4.6	5.0	4.8	4.6
道床厚度	m	0.35	0.35	0.35	—	—	—

路基边线	单线	m	8.8	8.8	8.8	8.6	8.6	8.6
	双线	m	13.8	13.6	13.4	13.6	13.4	13.2

② 站场路基面宽度的确定。

站场路基面宽度，应根据站房用地、站台数量、股道数量及其线间距以及站内排水设备等因素确定。

(3) 曲线地段路基面宽度的确定因素。

有砟轨道的曲线地段路基面宽度，除了考虑直线地段路基面宽度的确定因素外，还要考虑因曲线外轨超高引起的加宽值。

在曲线地段，曲线外轨需设置超高。有砟轨道的外轨超高是采用加厚外轨一侧枕下道砟的厚度来实现的。由于道砟加厚，道床坡脚外移，因而在曲线外侧的路基宽度也应随超高的不同而相应加宽才能保证路肩所需的宽度标准。如图 1.2.6 所示，曲线外轨超高时路基的加宽值为  $W$ 。

曲线外轨超高引起加宽的数值可根据超高计算确定，如表 1.2.3、表 1.2.4 所示。加宽值应在缓和曲线范围内线性递减。因此，区间单线曲线地段路基面宽度等于区间单线直线地段路基面宽度，加上曲线地段路基加宽值。

区间双线或多线的曲线地段路基宽度除按单线在外侧加宽外，还须考虑为保证规定的安全行车空间的线间距的加宽值。因此，区间双线或多线曲线路基面加宽值，应根据外轨超高、线间距、道床宽度及坡度、路拱形状等计算确定。

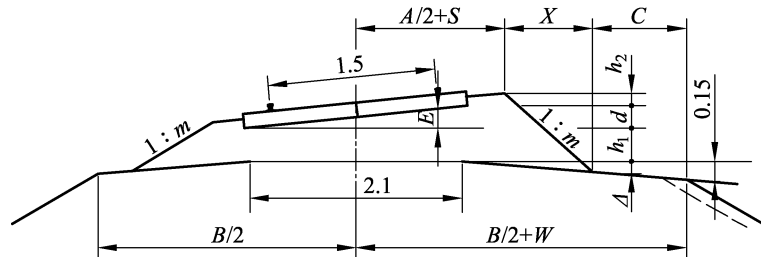


图 1.2.6 曲线外轨超高引起的加宽

表 1.2.3 客运共线铁路曲线地段路基面加宽值

铁路等级	设计速度 / ( km/h )	曲线半径 $R/m$	路基面外侧加宽值/m
I 级铁路	200	$2\ 800 \leq R < 3\ 500$	0.4
		$3\ 500 \leq R < 6\ 000$	0.3
		$R < 6\ 000$	0.2
	160	$1\ 600 \leq R < 2\ 000$	0.4
		$2\ 000 \leq R < 3\ 000$	0.3
		$3\ 000 \leq R < 10\ 000$	0.2
		$R < 10\ 000$	0.1
120	$800 \leq R < 1\ 200$	0.4	



		$1\ 200 \leq R < 1\ 600$	0.3
		$1\ 600 \leq R < 5\ 000$	0.2
		$R < 5\ 000$	0.1
II 级铁路	120	$800 \leq R < 1\ 200$	0.4
		$1\ 200 \leq R < 1\ 600$	0.3
		$1\ 600 \leq R < 5\ 000$	0.2
		$R < 5\ 000$	0.1

表 1.2.4 有砟轨道高速铁路曲线地段路基面加宽值

设计速度/(km/h)	曲线半径 $R/m$	路基面外侧加宽值/m
250	$R < 4\ 000$	0.6
	$4\ 000 \leq R < 5\ 000$	0.5
	$5\ 000 \leq R < 7\ 000$	0.4
	$7\ 000 \leq R < 10\ 000$	0.3
	$R < 10\ 000$	0.2
300	$R < 5\ 000$	0.6
	$5\ 000 \leq R < 7\ 000$	0.5
	$7\ 000 \leq R < 9\ 000$	0.4
	$9\ 000 \leq R < 1\ 400$	0.3
	$R < 1\ 400$	0.2
350	$R < 6\ 000$	0.6
	$6\ 000 \leq R < 9\ 000$	0.5
	$9\ 000 \leq R < 1\ 200$	0.4
	$R < 1\ 200$	0.3

## 1.2.2 路 肩

路肩的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，供养护维修人员作行走、避车、放置养护机具，供防洪抢险临时堆放砂石料，供埋设各种标

志、通信信号、电力给水设备等。

因此，必须保证路肩具有足够的宽度和相应的最小高程，以满足其功能需要，但又不能太宽和太高，以免过多地增加路基土石方数量和工程费用。

### 1. 路肩宽度

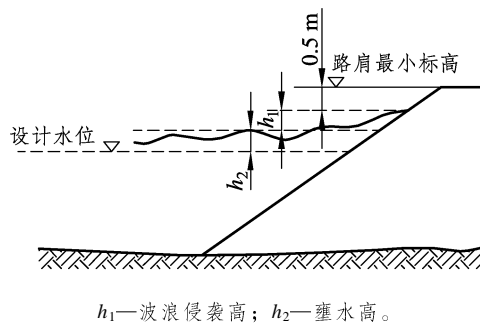
路肩宽度由设计速度、边坡稳定、养护维修、路肩上设备设置要求等条件综合确定，并符合我国现行《铁路路基设计规范》(TB 10001)规定，如表 1.2.5 所示。

表 1.2.5 路肩的宽度

铁路等级	设计速度/(km/h)	路肩宽度/m
客货共线铁路	$120 \leq v \leq 160$	$\geq 0.8$
	$v = 200$	$\geq 1.0$
城际铁路		$\geq 0.8$
高速铁路	单线	$\geq 1.5$
	双线	$\geq 1.4$
重载铁路	路堤	$\geq 1.0$
	路堑	$\geq 0.8$

### 2. 路肩高程

路肩的高程应保证路基不致被洪水淹没，也不致在地下水最高水位时因毛细水上升至路基面而产生冻胀或翻浆冒泥等病害。因此，对路肩高程有一个最小值要求，即：路肩的最小高程应满足洪水频率的设计水位，加波浪侵袭高和壅水高，再加 0.5 m 富余量，并满足现行《铁路路基设计规范》(TB 10001)的要求，如图 1.2.7 所示。



$h_1$ —波浪侵袭高； $h_2$ —壅水高。

图 1.2.7 路肩最小高程

设计水位的洪水频率，在一般情况下，I、II级铁路为 1/100，III级铁路为 1/50。

### 1.2.3 路基边坡

路基边坡设计是路基横断面设计的主要内容，它包括边坡形状的设计和边坡坡度的确定。边坡的形状常设计为直线形、折线形和阶梯形。边坡的坡度常设计为 1:1.5 和 1:1.75。土质路堑边坡如图 1.2.8 所示。

边坡坡度必须保证路基的稳定性。设计的边坡是否稳定，一般要结合地质条件通过稳定检算来评价，同时还应考虑到某些不可能在计算中涉及的外界因素的影响，如雨水冲刷对边坡的损坏等。

#### 1. 路堤边坡

路堤边坡坡度应根据填料的物理力学性质、边坡高度、轨道类型和列车荷载及地基工程地质条件等通过稳定性分析计算确定。一般确定规则如下：

(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。



(a)



(b)

图 1.2.8 土质路堑边坡

(2) 当填方高度大于 8 m 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。

如果地基条件良好，边坡高度不大时，其边坡形式和坡率可按表 1.2.6 设计。当路堤边坡高度大于表 1.2.6 的数值时，其超出的下部边坡形式和坡率，应根据填料的性质等通过稳定性分析计算确定，最小稳定安全系数为 1.15~1.25，边坡形式宜采用阶梯形。

表 1.2.6 路堤边坡形式和坡率

填料名称	边坡高度/m			边坡坡率		边坡形式
	全部高度	上部高度	下部高度	上部坡率	下部坡率	
细粒土、易风化的软块石土	20	8	12	1:1.50	1:1.75	折线形或台阶形
粗粒土(细砂、粉砂除外)、漂石土、卵石土、碎石土、不易风化的软块石土	20	12	8	1:1.50	1:1.75	折线形或台阶形

硬块石土	8	—	—	1:1.30	直线形
	20	—	—	1:1.50	直线形

## 2. 路堑边坡

### (1) 土质路堑边坡。

土质路堑边坡形式及坡度应根据工程地质、水文地质条件、土的性质、边坡高度、排水措施、施工方法并结合自然稳定山坡和人工边坡的调查及力学分析综合确定。当边坡高度不大于 20 m 时，边坡坡率可按表 1.2.7 设计。当边坡高度大于 20 m 时，其边坡坡率应按表 1.2.7 规定并结合边坡稳定性分析计算确定，最小稳定安全系数应为 1.15 ~ 1.25。

表 1.2.7 土质路堑边坡坡率

土的类别		边坡坡度
黏土、粉质黏土、塑性指数大于 3 的粉土		1:1 ~ 1:1.5
中密以上的中砂、粗砂、砾砂		1:1.5 ~ 1:1.75
漂石土、块石土、卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土	胶结和密实	1:0.5 ~ 1:1.25
	中密	1:1.25 ~ 1:1.5

注：① 细砂、粉砂、黄土、膨胀土等路堑边坡形式及坡率应按《铁路特殊路基设计规范》(TB 10035) 有关规定执行；

② 有可靠的资料和经验时，可不受本表限制。

### (2) 岩石路堑边坡。

岩石路堑边坡形式及坡率应根据工程地质、水文地质条件、岩性、边坡高度、施工方法，并结合岩体结构、结构面产状、风化程度和地貌形态及自然稳定边坡和人工边坡的调查综合确定，必要时可采用稳定分析法予以检算。

当边坡高度不大于 20 m 时，边坡坡率可按表 1.2.8 设计。边坡高度大于 20 m 时，边坡坡度、形式应通过稳定性分析计算确定。

表 1.2.8 岩石路堑边坡坡率

序号	岩石类别	风化程度	边坡坡度	备注
1	硬质岩	未风化、微风化	1:0.1 ~ 1:0.3	
2		弱风化、强风化	1:0.3 ~ 1:0.75	
3		全风化	1:0.75 ~ 1:1	
4	软质岩	未风化、微风化	1:0.3 ~ 1:0.75	
5		弱风化、强风化	1:0.5 ~ 1:1	
6		全风化	1:0.75 ~ 1:5	

注：① 膨胀岩等特殊岩质路堑边坡形式及坡率应按有关规定执行；

② 有可靠的资料和经验时，不受本表数据限制。

## 1.2.4 基 床

基床的结构由基床表层和基床底层组成。客货共线铁路的基床结构如图 1.2.9 所示。

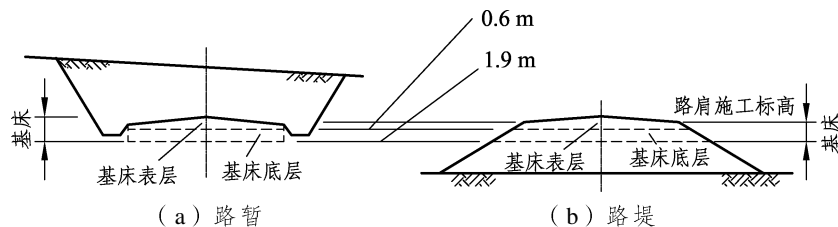


图 1.2.9 基床结构

铁路常用路基基床厚度见表 1.2.9。

表 1.2.9 常用路基基床结构厚度

铁路等级		基床表层/m	基床底层/m	总厚度/m
客货共线铁路		0.6	1.9	2.5
城际铁路	有砟轨道	0.5	1.5	2.0
	无砟轨道	0.3	1.5	1.8
高速铁路	有砟轨道	0.7	2.3	3.0
	无砟轨道	0.4	2.3	2.7
重载铁路	设计轴重 250 kN、270 kN	0.6	1.9	2.5
	设计轴重 300 kN	0.7	2.3	3.0

## 1.2.5 基 底

路堤基底，即路堤的地基，路堤填筑的天然地面以下受填料自重及轨道、列车荷载影响的土体部分。路堑是在地基内以开挖方式构成的，路堑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。

基底部分土体的稳固程度，极大地影响整个路基本体的稳定性，同时影响铺设在上面的轨道的稳定性。由此可见，在软弱基底上修筑路基时，必须对基底进行有效的处理，以免影响正常运营，甚至危及行车安全。

## 任务 1.3 路基横断面的识读

在进行路基设计时，先要进行路基横断面图的设计。横断面确定以后，再全面综合考虑路基工程在纵断面上的配合以及路基本体工程与其余各项工程的配合等。例如路堤与路

堑的过渡、纵向排水设计、挡土墙纵向设计等。

### 1.3.1 路基设计概述

路基设计分为一般设计和个别设计两类。

(1) 路基的一般设计是指地形、地质条件良好，山坡、边坡及基底稳定，其边坡高度不超过《铁路路基设计规范》(TB 10001)规定的高度，无须进行检算，设计时可按《铁路路基设计规范》(TB 10001)规定和《路基标准横断面图集》进行设计。

(2) 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，包括以下内容：

- ① 工程地质及水文地质条件复杂或路基边坡高度超过《铁路路基设计规范》(TB 10001)中的路基边坡高度。
- 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。
- ③ 修筑在特殊条件下的路基，例如滑坡、软土、裂隙黏土(膨胀土)、冻土、水库等路基。
- ④ 路基的防护加固及改移河道工程。
- ⑤ 采用大爆破或水力冲填法施工的路基。

### 1.3.2 路基横断面与线路平面图、纵断面图的几何关系

路基横断面图是路基设计的主要文件，图上标明有地面线、岩层分界线等地质资料以及路基本体和各种附属设施的横向构造形式及尺寸。

如图1.3.1所示，路肩与边坡的交点 $a$ 、 $a'$ 称为路基顶肩，点 $O$ 位于线路平、纵面图的中心线上。点 $O$ 在地面上的投影 $O'$ 即为线路中心桩的位置。因此，在纵断面图上路基中心线的高程就是横断面图上 $O$ 点的高程，即路基高程。因为 $O$ 点的高程又与路肩高程(路基顶肩的高程)相同，所以，为测量工作方便起见，常用路肩高程代替路基高程。

#### 1. 路堤横断面与线路平面图、纵断面图的几何关系

如图1.3.1(a)所示路堤横断面，路基中心高度 $H$ 是指横断面上点 $O$ 与 $O'$ 所表示的高程差，也就是纵断面图上路基中心线所表示的填方高度，称为路堤高度。在路堤横断面图中，路堤边坡与地面的交点称为坡脚。路堤的边坡高度 $h$ 为路肩标高与坡脚标高之差。

#### 2. 路堑横断面与线路平面图、纵断面图的几何关系

如图1.3.1(b)所示路堑横断面，路基中心高度 $H$ 是指横断面上点 $O$ 与 $O'$ 所表示的高程差，也就是纵断面图上路基中心线所表示的挖方高度，称为路堑深度。在路堑横断面图中，路堑边坡与地面的交点称为堑顶。路堑的边坡高度 $h$ 为堑顶标高与路肩标高之差。

如果左右两侧的边坡高度不等，则规定以较大者代表该横断面的边坡高度。

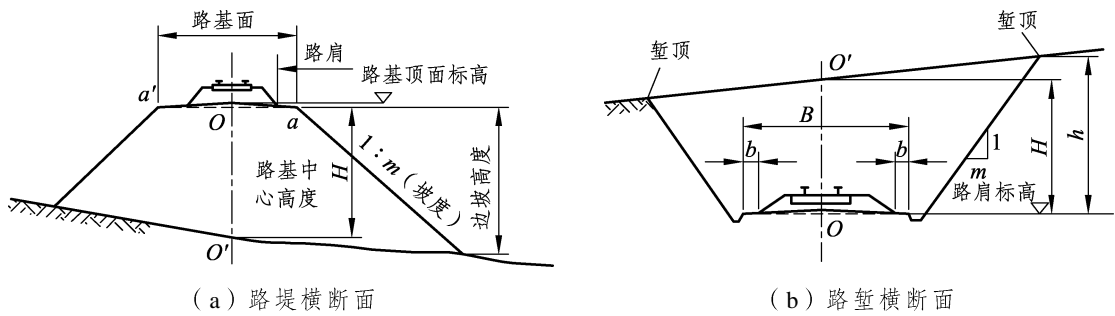


图 1.3.1 路基横断面与线路平面、纵断面的几何关系

### 1.3.3 路基标准横断面图

在路基设计工作中对具有普遍意义的设计内容，编制成全国性的标准设计和地区性的通用设计是简化设计工作，加快设计速度，保障设计质量的重要措施，也是计算机辅助设计的技术依据之一。

路基标准横断面是按照《铁路路基设计规范》(TB 10001)对路基边坡、排水设备、基底处理、取土坑和弃土堆位置等内容，做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，以便于一般路基设计时套用。

#### 1. 路堤标准横断面图

直线地段，普通土质路堤标准横断面如图 1.3.2 及图 1.3.3 所示。

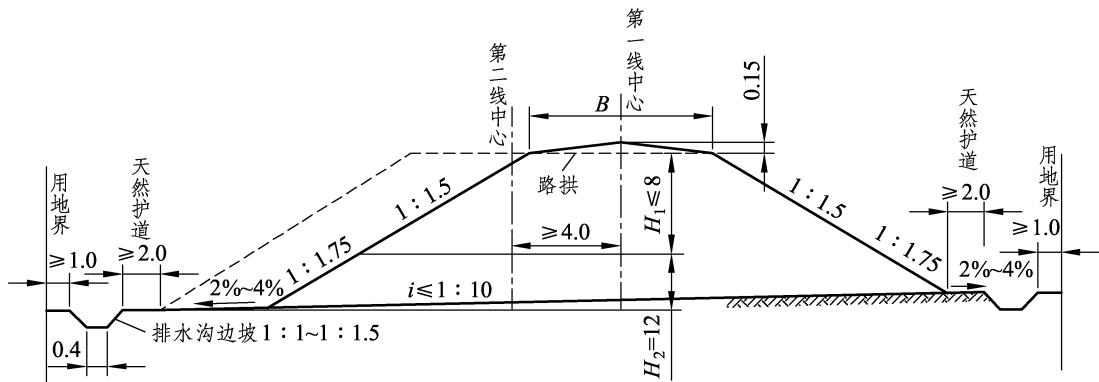


图 1.3.2 路堤标准横断面 (排水沟) (单位: m)

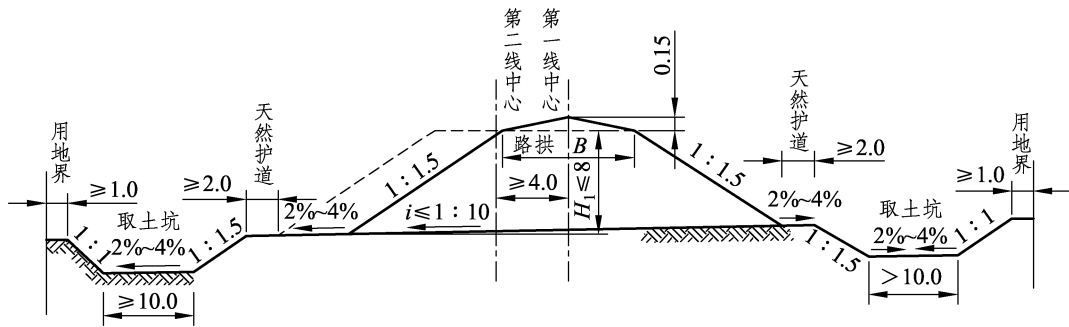


图 1.3.3 路堤标准横断面 (取土坑) (单位: m)

(1) 护道。

在上图中, 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 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。护道表面应平顺, 并有 2%~4% 的向外排水坡。

(2) 取土坑。

当无弃土做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、节约用地以及路基加宽要求等, 统一规划。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 2 m 或 3 m 处。

2. 路堑标准横断面图

不同土质路堑标准横断面如图 1.3.4 和图 1.3.5 所示。

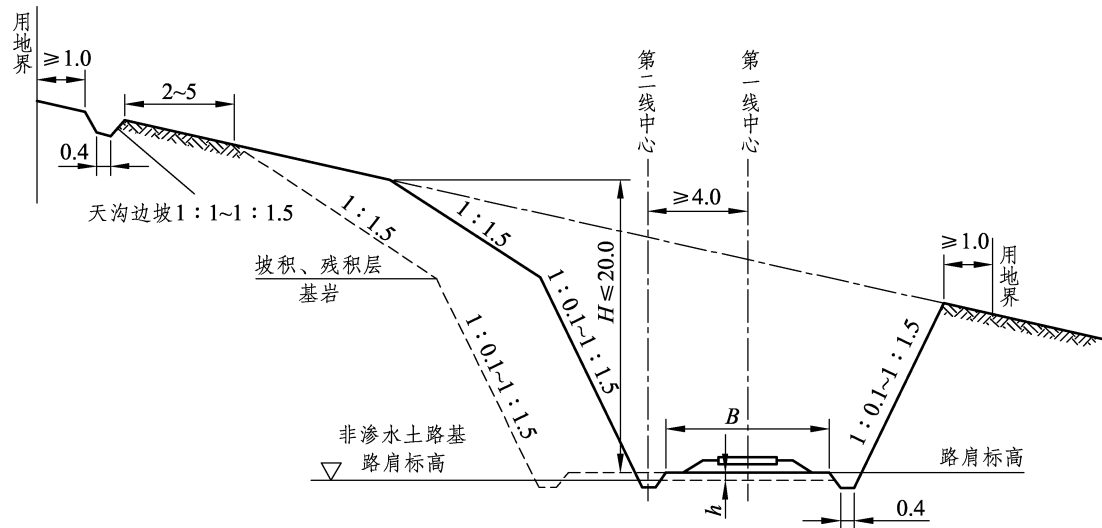


图 1.3.4 直线地段岩石路堑标准横断面 (排水沟) (单位: m)





$n$ ——常数，过渡段纵向边坡斜率  $1:n$ ， $n$  取  $2\sim 5$ ；  
 $H$ ——台后路堤高度（m）；  
 $h$ ——基床表层厚度（m）。

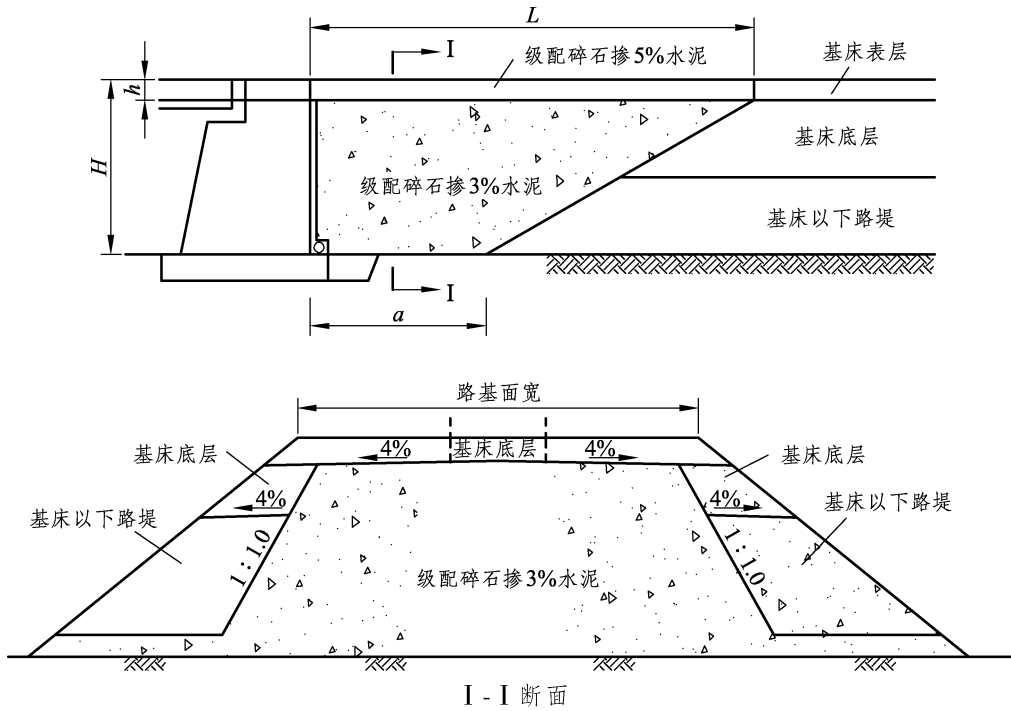
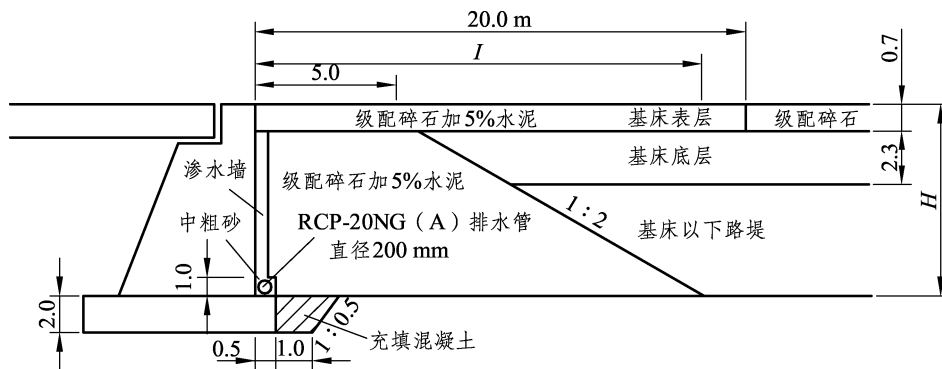


图 1.4.1 倒梯形过渡段示意图

(2) 正梯形结构，如图 1.4.2 所示。过渡段长度按式 (1.4.1) 确定，且不小于 20 m。



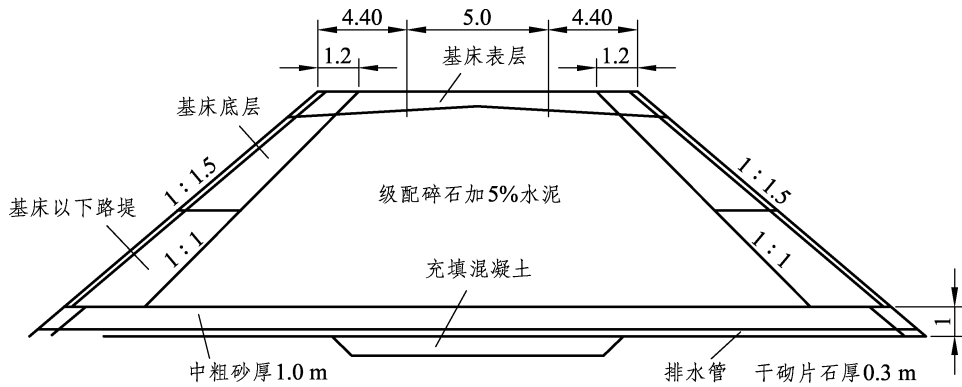


图 1.4.2 正梯形过渡段示意图

(3) 二次过渡结构, 如图 1.4.3 所示。过渡段长度按式 (1.4.2) 确定, 且不小于 20 m。

$$L = 2a + 2n \times (H - h) \quad (1.4.2)$$

式中字母的含义同式 (1.4.1)。

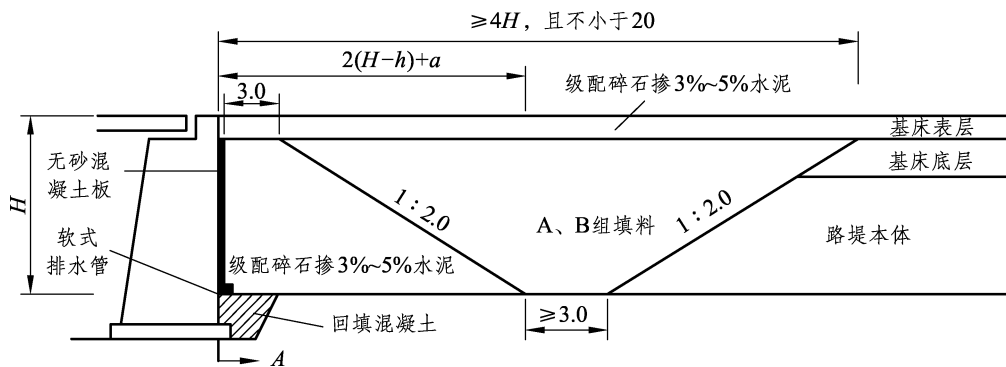


图 1.4.3 二次过渡结构过渡段示意图

## 2. 过渡段填料规格的选用

- (1) 路桥过渡段基床表层要求与邻近路基相同, 可采用级配碎石掺入 3% ~ 5% 的水泥。
- (2) 基床表层以下梯形部分填料, 通常采用级配碎石掺入 3% ~ 5% 的水泥。
- (3) 重载铁路或 200 km/h 以下的铁路梯形部分填料可用 A 组填料分层填筑。

## 1.4.2 路涵过渡段

路堤与横向结构物 (立交框架桥涵、盖板箱涵等) 连接处, 应设置过渡段。

### 1. 过渡结构形式

根据地形、地质条件, 一般采用沿线路纵向倒梯形结构形式, 如图 1.4.4 (a) 所示。如果过渡段施工先于邻近路基时, 可采用沿线路纵向正梯形结构形式, 如图 1.4.4 (b) 所示。有砟轨道铁路横向结构物顶面填土高度大于 3 m, 且大于路堤高度的 2/3 时可不设过渡段。

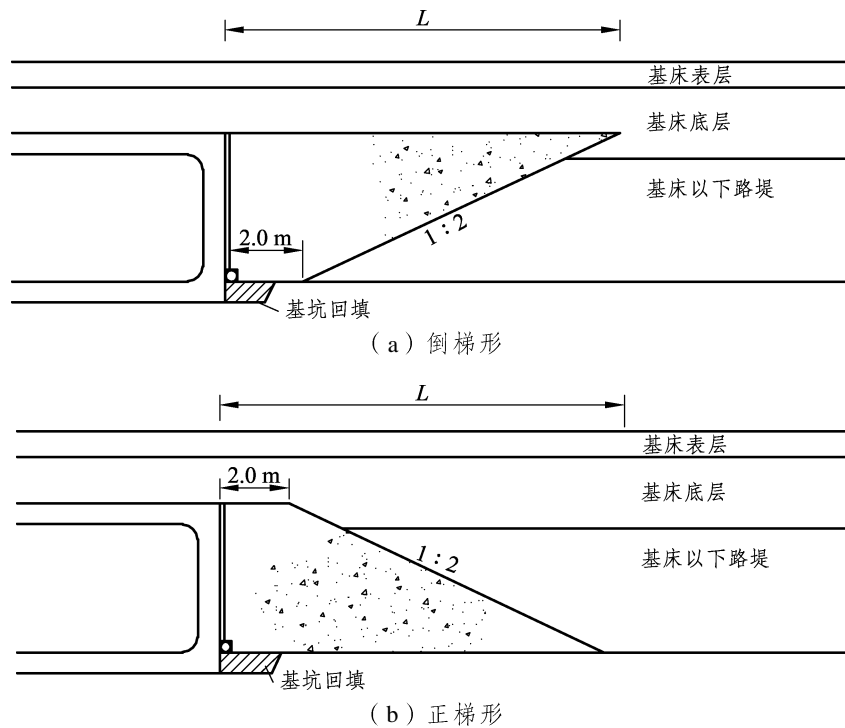


图 1.4.4 路涵过渡段示意图

2. 填料规格的选用  
参照路桥过渡段。

## 能力训练

### 一、单选题

- 当路基天然地面横向倾斜，路堤的路基面边线与天然地面相交，在交线以上部分无填筑工作量，这种路基属于（ ）路基横断面形式。  
A. 半路堑                      B. 半路堤                      C. 半路堤半路堑              D. 不填不挖
- 路基横断面的两种基本形式是（ ）。  
A. 半路堤、半路堑              B. 路堤、路堑  
C. 半路堤半路堑                      D. 不填不挖路基
- 路基边坡设计是横断面设计的主要内容，包括边坡（ ）的设计和边坡坡度的确定。  
A. 直线                      B. 形状                      C. 宽度                      D. 高度
- 路基的组成包括路基（ ）工程、路基排水工程、路基防护和加固工程等组成。  
A. 路面                      B. 本体                      C. 基床                      D. 附属
- 路基面中，道床覆盖以外的部分称为（ ）。  
A. 路基顶面                      B. 路肩                      C. 基床                      D. 基底

6. 基床结构由( )和( )组成。
- A. 基床上层、基床下层                      B. 基床表层、基床底层  
C. 路基面、路肩                              D. 基底、基面
7. 路基是一种( )结构物,以天然土石修筑而成的条形建筑物,是铁路轨道铺设的基础。
- A. 土木                      B. 土工                      C. 混凝土                      D. 混合
8. 路堤坡脚与排水沟或取土坑边缘之间的天然地面称为( )。
- A. 路肩                      B. 埡顶                      C. 平台                      D. 护道

## 二、多选题

1. 属于双线或多线有砟轨道曲线地段路基宽度应考虑的因素有( )。
- A. 轨道类型  
B. 设计最高时速  
C. 曲线外侧设置超高加宽  
D. 保证规定的安全行车空间的线间距  
E. 养路形式
2. 为保证路基稳定,路基两侧应做成具有一定坡度的坡面,边坡形状可分为( )。
- A. 直线形                      B. 台阶形                      C. 梯形  
D. 折线形                      E. 曲线形
3. 路桥过渡段的结构形式有( )。
- A. 正梯形                      B. 三角形                      C. 二次过渡  
D. 正方形                      E. 倒梯形

## 三、简答题

1. 过渡段设置有哪些类型。
2. 简述路基标准横断面的作用。
3. 简述路基面的形状。

## 四、绘图与计算题

1. 绘制路堤横断面基本形式示意图,表示出路堤本体的组成。
2. 某一有砟轨道高速铁路,路堤填筑至一桥台时,设置倒梯形过渡段,倒梯形底部沿线路纵向长 3 m,倒梯形沿线路纵向斜率为 1:2,桥台后路堤高 5 m,计算倒梯形过渡段长度。