

“一带一路”倡议下轨道交通类专业特色教材

# 路 基 工 程

刘振勇 ◎ 主 编

汪 磊 于东彬 ◎ 副主编

西南交通大学出版社  
· 成 都 ·

# 前言 Preface

近年来，随着我国经济与社会的迅速发展，我国的铁路建设也取得了巨大进步，铁路路基设计理论和方法也逐步完善。为适应我国铁路发展的需要，本书结合我国最新出版的工程技术标准和行业规范，主要阐述了铁路路基工程的基本概念、基本原理和设计方法。

为适应我国高等教育改革，满足高等学校对应用型、复合型人才的培养目标，本书在内容安排上强调知识性和实用性，并综合运用实际工程案例，力求将铁路路基工程的基本原理、基本方法与工程实际相结合，从而使学生能够全面、系统地建立铁路路基工程的知识体系，并具备初步解决铁路路基工程实际问题的能力。

本书共 9 章，包括绪论、一般路基设计、路基填料、路基受力和变形、路基排水与路基防护、路基边坡的稳定性、路基支挡结构、特殊土路基、特殊地段路基。

本书由上海应用技术大学刘振勇高级工程师担任主编，上海工程技术大学汪磊教授、中铁第六勘察设计院集团有限公司于东彬高级工程师担任副主编。第 1 章由上海应用技术大学刘振勇高级工程师编写；第 2、3 章由上海工程技术大学汪磊教授编写；第 4、6 章由上海海事大学耿韩副教授编写；第 5、8 章由梧州市城乡建设规划设计院萧斐工程师、中铁第六勘察设计院集团有限公司于东彬高级工程师编写；第 7、9 章由中铁上海设计院集团有限公司孙天荣高级工程师编写。参与本书整理及校对工作的有硕士研究生郭起孟、曹进彭、马嘉良、何海豹等。全书由刘振勇负责统稿工作，中国铁路设计集团有限公司隋孝民教授级高级工程师负责主审。

本书在编写过程中参考和借鉴了行业相关书籍、规范和技术标准等资料，在此向作者们表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正，提出宝贵意见，以便进一步修正完善。

编 者

2023 年 4 月

# 目录 Contents

---

## 第1章 绪论

---

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 1.1 路基及其作用 .....         | 002 |
| 1.2 路基工程的特点及性能要求 .....   | 002 |
| 1.3 路基工程设计的基本内容 .....    | 003 |
| 1.4 路基工程的勘察设计流程 .....    | 004 |
| 1.5 路基工程设计所需资料 .....     | 005 |
| 1.6 路基工程与其他相关工程的关系 ..... | 006 |

---

## 第2章 一般路基设计

---

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 2.1 一般路基设计的基本要求 ..... | 008 |
| 2.2 路基横断面基本形式 .....   | 008 |
| 2.3 路基本体横断面构造 .....   | 009 |
| 习 题 .....             | 020 |

---

## 第3章 路基填料

---

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 3.1 路基填料的分类与性质 .....      | 023 |
| 3.2 路基土的压实原理与影响因素 .....   | 028 |
| 3.3 路基土的压实施工方法与注意事项 ..... | 030 |
| 3.4 路基压实质量控制指标 .....      | 030 |
| 习 题 .....                 | 033 |

---

## 第4章 路基受力和变形

---

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 4.1 路基面上的荷载 .....     | 036 |
| 4.2 路基沉降 .....        | 040 |
| 4.3 路基与其他建筑物的连接 ..... | 048 |
| 习 题 .....             | 056 |

---

## 第5章 路基排水与路基防护

---

|                  |     |
|------------------|-----|
| 5.1 路基地面排水 ..... | 059 |
|------------------|-----|

|            |       |     |
|------------|-------|-----|
| 5.2 路基地下排水 | ..... | 061 |
| 5.3 路基防护   | ..... | 068 |
| 习 题        | ..... | 075 |

---

## 第 6 章 路基边坡的稳定性

---

|                    |       |     |
|--------------------|-------|-----|
| 6.1 路基边坡的失稳形式及分析方法 | ..... | 078 |
| 6.2 直线滑面的边坡稳定性分析   | ..... | 081 |
| 6.3 圆弧滑面的边坡稳定性分析   | ..... | 084 |
| 6.4 折线滑面的边坡稳定性分析   | ..... | 094 |
| 习 题                | ..... | 096 |

## 第 7 章 路基支挡结构

---

|                     |       |     |
|---------------------|-------|-----|
| 7.1 路基支挡结构设计要求和设计荷载 | ..... | 099 |
| 7.2 挡土墙             | ..... | 102 |
| 7.3 其他支挡结构          | ..... | 144 |
| 习 题                 | ..... | 153 |

## 第 8 章 特殊土路基

---

|             |       |     |
|-------------|-------|-----|
| 8.1 软土地区路基  | ..... | 157 |
| 8.2 膨胀土地区路基 | ..... | 172 |
| 8.3 黄土地区路基  | ..... | 178 |
| 8.4 盐渍土地区路基 | ..... | 185 |
| 8.5 冻土地区路基  | ..... | 190 |
| 习 题         | ..... | 196 |

## 第 9 章 特殊地段路基

---

|                  |       |     |
|------------------|-------|-----|
| 9.1 浸水路基         | ..... | 199 |
| 9.2 滑坡地段路基       | ..... | 202 |
| 9.3 地震地区路基       | ..... | 204 |
| 9.4 危岩、落石和崩塌地段路基 | ..... | 206 |
| 9.5 风沙地区路基       | ..... | 207 |
| 习 题              | ..... | 208 |

参考文献..... 209

# Chapter 1

---

## 第1章 绪论

---

## 1.1 路基及其作用

路基是按照线路位置和一定技术要求，经过开挖或填筑而形成的土工结构物。路基由路基本体和路基设施组成，路基本体是指各种断面形式的填挖部分，即直接铺设轨道结构并承受列车荷载的部分，例如路堤、路堑等；路基设施是指为保证路基本体结构性能的稳定而采用的必要的附属工程设施，它包括排水设施和防护支挡加固设施，有时还包括由于修筑路基可能引起的改河、改沟等配套设施。

路基的主要作用是为轨道铺设及列车运营提供必要条件，并承受轨道及列车的静荷载和动荷载，同时将荷载向地基深处传递与扩散。在纵断面上，路基必须保证线路需要的高程；在平面上，路基与桥梁、隧道连接组成完整贯通的线路。

## 1.2 路基工程的特点及性能要求

### 1. 路基工程的特点

路基作为在地表填挖形成的线性结构物，在地域空间上跨度很大，可绵延上千千米。与其他结构物相比，路基具有以下特点。

#### 1) 路基材料复杂，性能不稳定

路基工程主要以岩土体为材料。岩土体是不连续的、破碎的、多孔隙的三相体，物理力学性能复杂，随着线路经过的地形、水文地质条件和工程地质条件的差异，具有时空变异性。路基设计计算理论是建立在岩土力学的基础上，正确选取反映材料性能的物理力学指标，并建立岩土体应力-应变-时间关系的本构模型，是提高路基设计和路基施工水平的基础。

#### 2) 路基受环境影响大

路基完全暴露在大自然中，不可避免地受到气候、水文、地震和温度变化等自然条件的影响，容易引发各种路基病害。如膨胀土路基干缩湿胀引起的边坡破坏、北方地区冬冻春融引起的翻浆冒泥、地震时的砂土液化引起的路基失稳等路基病害，均与自然条件有密切关系。路基的设计、施工与养护均不能离开具体的自然条件。

#### 3) 路基同时承受动、静荷载的作用

路基上的轨道以及附属结构物产生静荷载，运行的列车产生动荷载。动荷载是产生路基病害的主要原因。研究路基结构在动力作用下的变形、稳定问题时，必须了解路基材料的动力性质，例如土的震陷、动孔隙水压力增长及消散模式等。在一般路基设计中，将动荷载视为静荷载计算，而在高速铁路路基设计中，必须考虑作用在路基面上的动荷载的特性。

### 2. 路基工程的性能要求

根据路基工程的特点，为使路基正常工作，路基除断面尺寸应符合设计标准外，还应满足以下性能要求。

#### 1) 路基必须具有足够的强度和刚度

行驶在轨道上的车辆，通过车轮把荷载传给轨道，由轨道传给路基，在路基内部产生应

力、应变及位移。如果路基结构整体或某一组成部分的材料强度或抗变形能力不足以抵抗这些应力、应变及位移，则轨道结构会出现沉陷，轨道表面会出现不平顺的情况，使路况恶化，服务水平下降。因此，要求路基结构具有与列车荷载相适应的强度和刚度。

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，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，同时给轨道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。同时，为保证路基在荷载作用下，不致产生超过允许范围的变形，要求路基应具有一定的刚度。

### 2) 路基必须具有足够的稳定性

路基建成后，改变了原来地面的天然平衡状态。新建的路基暴露在大气之中，受到大气温度、降水和湿度变化的影响，其物理、力学性能随之发生变化。路基结构能否经受住这种变化，保持工程设计所要求的几何形态及物理力学性能，称为路基结构的稳定性。

例如，在土质不良地区，修筑路基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，可能导致边坡失稳；天然坡面特别是陡坡面上的路堤，可能因自重而下滑。另外，在地表水和地下水作用下，路基强度会降低。特别是在季节性冰冻地区，由于周期性的冻融作用，在水和温度的共同作用下土体会发生冻胀，造成轨面变形，春融期局部土层过湿软化。

在选线、勘察、设计和施工中，必须因地制宜地采取一定措施，使修筑在当地气候条件下的路基结构具有足够稳定性。而且还应保证在最不利的水温条件下，路基结构承载力不至显著降低，即要求路基应具有足够的水温稳定性。

### 3) 路基必须具有足够的耐久性

路基工程投资大，使用年限长，需要长期满足行车的使用要求，一般的铁路工程使用年限至少数十年，因此，路基工程应具有良好的耐久性。

所谓路基的耐久性，是指路基在各种环境因素（风、雨、雪、温度等）和列车荷载的作用影响下，能长久保持其使用性能的性质。

在列车荷载与大气水温周期性的重复作用下，路基性能将逐年下降，强度与刚度将逐年衰变，路基的稳定性也可能在长期经受自然因素的侵袭后，逐年削弱。要提高路基的耐久性，保持其强度、刚度、几何形位经久不变，除了精心设计、精心施工、精心选材外，还要把长年的养护、维修工作放在重要位置。

## 1.3 路基工程设计的基本内容

路基设计应根据铁路的性质、等级和技术标准，结合当地的自然条件，拟定正确的设计方案作为施工的依据。

路基工程设计分为一般路基设计和个别路基设计两类。

一般路基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《铁路路基设计规范》(TB 10001—2016) 中所规定的范围，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。

个别路基设计是指除上述一般路基设计以外，在特殊条件下的路基工程设计，包括以下3种：

(1) 路基边坡高度超过规定的路基。

(2) 特殊地段的路基。如滑坡地段路基、岩溶地段路基、崩塌地段路基、岩堆地段路基、泥石流地段路基等。

(3) 特殊土路基。如软土地区路基、盐渍土地区路基、多年冻土地区路基、黄土地区路基、膨胀土地区路基等。

路基设计的具体内容包括以下5个方面：

(1) 做好沿线自然情况的勘察工作，收集必要的设计资料，作为路基设计的依据。如沿线地区的地质、水文、地形、地貌及气象等资料。

(2) 根据线路纵断面设计确定的填挖高度，结合沿线地质、水文调查资料，进行路基本体工程设计。一般路基可根据《铁路路基设计规范》(TB 10001—2016)规定，按路基典型断面直接绘制路基横断面图，个别路基需进行单独设计，对路基断面和边坡、基底的设计要进行必要的检算。采用各种防护加固措施时，常需做多种方案的技术经济比选，以确保路基的安全可靠，经济合理。

(3) 根据线路沿线地面水和地下水情况，进行排水系统的总体布置，以及地面、地下排水结构物的设计。

(4) 路基防护与加固设计。包括坡面防护、冲刷防护与支挡结构物等的布置与设计计算。

(5) 路基工程其他设施的布设与计算，如取土坑、弃土堆和护坡道等。

## 1.4 路基工程的勘察设计流程

路基工程属于铁路项目的一个组成部分，其勘察设计的阶段和流程与铁路项目相同。由于铁路勘测设计的环境复杂与要求涉及面广，考虑因素多，需经过由广到狭，由概略到精细的过程。铁路勘测设计大致分为项目前期、项目实施两个阶段，包括：规划研究→预可行性研究→初步现场测量（简称初测）→可行性研究→定线现场测量（简称定测）→初步设计→补充定线现场测量（简称补定测）→施工图设计→配合施工→竣工验收。其中，从规划研究到可行性研究属于项目前期阶段，从定测到竣工验收属于项目实施阶段。各环节工作要点如下：

(1) 规划研究。主要对全国或者区域的路网进行系统分析研究，在总结过去建设成果的基础上，对目前存在的问题进行分析，提出未来发展方向和重点规划建设任务。规划研究一般是比较宏观性的研究。

(2) 预可行性研究。主要对某一条线路或者车站、桥隧等重点工程在区域路网中的功能定位进行分析研究，确定这条铁路按照什么类型建设，是客运专线铁路、客货共线铁路还是重载货运铁路。在此基础上，确定线路主要技术标准，选定线路的大致走向和主要建设方案，并对项目的投资进行匡算。上级部门（业主）在组织审查预可行性研究的基础上，批复项目建议书。

(3) 初步现场测量（简称初测）。主要是对工程现场的水文、气象、地质、地形、地貌、当地材料及人工价格、既有铁路平纵断面等进行初步调查和测量，为项目可行性研究奠

定基础。

(4) 可行性研究。主要是在初测成果的基础上，对项目建设方案进行深入选定，并对站前、站后各个专业进行较为详尽的设计，对项目投资进行估算，并对项目的社会效益、经济效益进行测定。上级部门（业主）在组织审查可行性研究的基础上，由相关单位履行土地、环保等必要前置手续后，批复项目可行性研究报告。可行性研究报告的批复是一个标志，意味着本项目经过前期充分论证和调查研究，具备建设的必要性和可行性，可以进入实施阶段。

(5) 定线现场测量（简称定测）。设计单位将可行性研究批复的建设方案到建设现场放线，对工程现场的水文、气象、地质、地形、地貌、当地材料及人工价格、既有铁路平纵断面等进行详尽调查和测量，为项目初步设计奠定基础。

(6) 初步设计。主要是在可行性研究和定测的基础上，对工程内容和建设方案进行较为详尽的设计工作，对项目投资进行较为准确的测算。上级部门（业主）在组织审查初步设计的基础上，批复初步设计。

(7) 补充定线现场测量（简称补定测）。在定测的基础上，对初步设计较可行性研究内容变化的线路重新进行详尽测量，为施工图设计奠定基础。

(8) 施工图设计。在初步设计和补定测的基础上，对项目所涉及的每处工点进行详尽设计，满足现场施工需求。

(9) 配合施工。设计单位派出较有经验的工程师作为设计代表到现场配合施工单位进行现场施工作业，并及时协助建设单位办理变更设计等。

(10) 竣工验收。铁路项目在完成各项主要工程内容建设，并顺利进行联调联试后，国家和行业主管部门对项目进行各类验收（包含环保、工程质量等诸多方面），合格后对铁路项目颁发相应证明。

一个铁路项目从规划研究到竣工验收，短则数年，长则十余载甚至二十余载。例如京沪高速铁路，从 20 世纪 80 年代初开始规划研究，一直到 2011 年才建成投产，历经近 30 年。

## 1.5 路基工程设计所需资料

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，所需资料的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。需要个别设计的地段，有大比例尺平面图与工点横断面图、线路等级、轨道标准等。

(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。气象资料包括年降水量、降雪量、气温、冻结深度与时间、风向、风力、风速等资料；水文资料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，对旧线地段则需将病害资料、防治情况等收集备用。

综上所述，虽然两个设计阶段应交付的文件图表有详略不同，但其设计文件一般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及土石方调配、施工、养护注意事项及有待进一步解决的问题等。
- (2) 设计图表。包括一般路基横断面设计图并附排水系统图。个别设计路基应有设计地段路基的平面、纵断面、横断面图并附地质资料以及结构大样图。
- (3) 工程数量、材料数量、机械种类及数量、工程预概算、线路用地明细表等。

## 1.6 路基工程与其他相关工程的关系

### 1. 路基工程与线路工程的关系

线路设计中，线型的布置与设计标高的控制，必须考虑路基的稳定性、工程难易性、土石方量大小和占用农田多少以及环境保护等因素。如在多雨的平原区，其地面平坦、地下水源充沛、地下水位较高、沟河纵横交错，故保证路基稳定性的最小填土高度是线路设计标高的主要控制因素之一；在山岭区，其地形变化大、地面自然坡度大，故线路设计标高主要由纵坡和坡长控制，同时也要从土石方平衡和路基附属工程合理等方面综合考虑。因此，路基设计与线路设计是相辅相成的。

### 2. 路基工程与桥涵工程的关系

桥头引道路基与桥位选择和桥孔设计关系密切，其勘测与设计应互相配合，路基与涵洞等结构物，也应配合恰当，故在线路纵断面设计中应考虑路基和桥涵在布置和标高方面的关系。处在河滩的桥头引道路基，还应进行稳定性设计与检算。

### 3. 路基工程与隧道工程的关系

隧道洞口一般与路堑相连共同构成线路，隧道及路基之间的断面应保持一致并相互对应，保证正常行驶的列车不会出现安全问题。有时候还需要综合考虑洞口位置、坡度等与路基工程的关系，进行方案技术经济比选。

# **Chapter 2**

---

## **第 2 章**

### **一般路基设计**

---

## 2.1 一般路基设计的基本要求

一般路基设计是指在一般（正常）工程地质、水文地质条件下修筑填挖高度不超过设计规范所允许的范围，可直接参照现行规范规定或标准图，结合当地实际条件进行，不必个别论证和详细检算的设计。

路堤边坡高度应结合铁路等级、轨道类型、地基条件、填料来源、用地性质及环境因素等综合确定，不宜超过 20 m。

路堑边坡高度应根据地层岩性、岩体破碎程度、水文条件等综合确定，不宜超过 30 m。当路堑边坡高度超过 20 m 时，边坡坡率、形式等应通过稳定性分析计算确定。

路基工程是保证行车安全、舒适运行的关键工程，要求路基应具有足够的强度和稳定性，不让路基本体或其地基产生破坏和位移，以保证行车安全。另外，由于路基会受各种复杂自然因素的影响，如风、雨、雪等气候变化，因此应采取适当的保护措施，使路基具有足够的耐久性。这要求在进行路基设计时要充分考虑其强度、刚度、稳定性和耐久性，并符合环境保护、水土保持、文物保护等方面的相关要求。

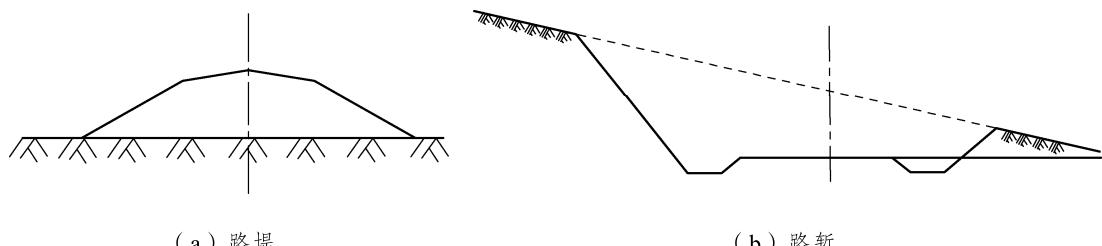
路基设计前，要收集沿线气候、水文、地形、地貌、地质、地震、路基填料等资料，通过地质调绘、综合勘探、试验和分析，查明沿线的工程地质、水文地质情况以及填料的性质和分布。

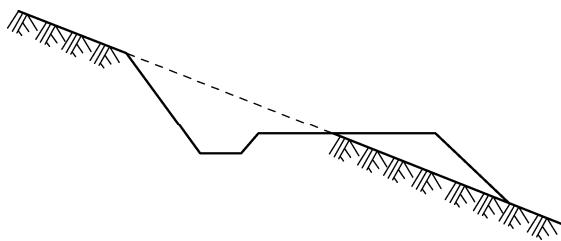
路基工程设计应根据铁路等级、技术标准等因素因地制宜，合理选用工程材料；并应控制不均匀变形，避免产生过大的沉降量；还要考虑与桥梁、隧道等其他结构之间的衔接过渡，保证路基的性能。

## 2.2 路基横断面基本形式

通常把垂直于线路中心线方向的截面称为路基横断面。路基的横断面形式、构造尺寸、各部分组成均可以从路基的横断面图上反映。路基横断面图是路基设计的主要文件之一。

通常根据线路设计确定的路基标高与天然地面标高是不同的。路基设计标高高于天然地面标高时，需要进行填筑；路基设计标高低于天然地面标高时，需要进行挖掘。由于填挖情况的不同，路基可以分为路堤、路堑和填挖结合等三种基本类型，如图 2-1 所示。





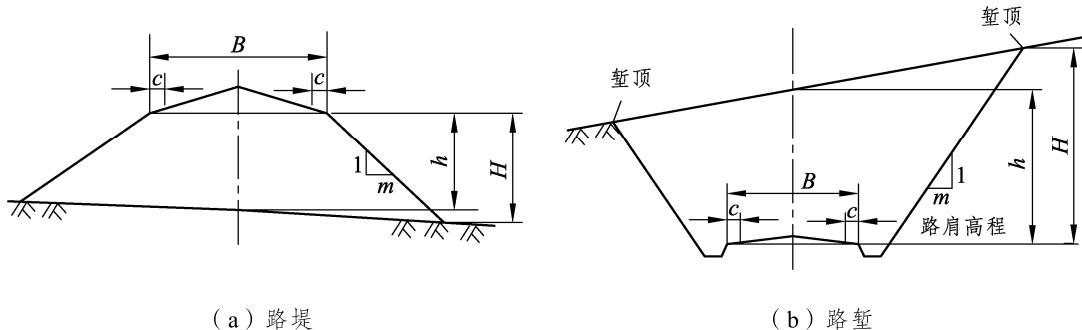
(c) 半填半挖路基

图 2-1 路基横断面形式

路堤是指在地面上用土、石填筑的路基。路堑是自地面向下开挖的路基。填挖结合路基(半填半挖路基)是指按照横断面左右分开,一部分挖方,一部分填方,这种路基一般适用于丘陵或山区。

### 2.3 路基本体横断面构造

路基本体由路基面、路肩、基床、边坡、路基基底等部分组成。路基本体如图 2-2 所示。



$B$ —路基宽度;  $c$ —路肩宽度;  $h$ —路基中心高;  $H$ —路基边坡高。

图 2-2 路基本体

#### 2.3.1 基 床

铁路路基面以下受到列车动荷载作用和受水文、气候变化影响的深度范围称为基床,基床结构如图 2-3 所示。在铁路线路中,列车运行是否平稳和速度能否提高与基床厚度及其状态有直接关系。因此,组成基床的材料要有足够的强度、刚度、耐磨性及反滤特性。基床性能越好,线路的强度和路基的坚固稳定性会越好。

设计时通常按列车荷载产生的动应力与路基自重应力之比为 0.2 的原则确定基床厚度。基床厚度范围内的土层又分为表层和底层。常用路基基床结构厚度应按表 2-1 确定。需要注意的是,基床厚度以路肩高程为计算起点。

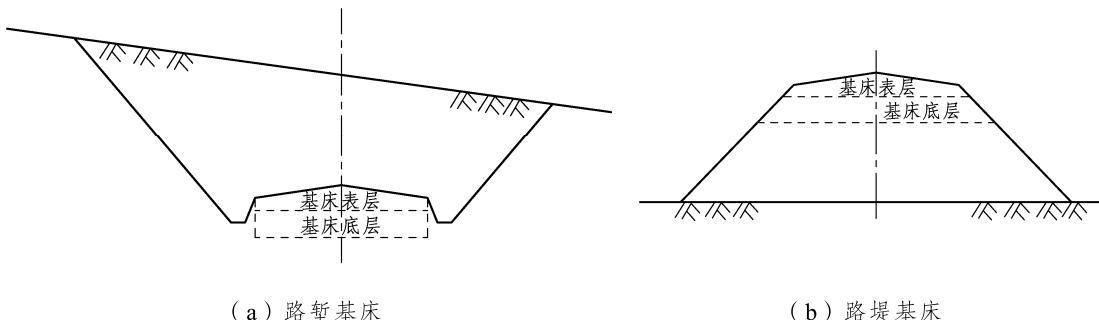


图 2-3 基床结构

表 2-1 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   |

### 2.3.2 基 底

路堤填土的天然地面以下受填土自重及轨道、列车荷载作用的部分称为路堤基底。路堑边坡土体内和堑底路基面以下的地基内，因开挖而产生应力变化的部分称为路堑基底。基底部分土体的稳固性，对整个路基本体以及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。

路基的基底相当于建筑物的地基，应该满足承载力的要求。基床底层范围内的天然地基基本承载力应符合下列规定：

(1) 设计速度 200 km/h 及以上的有砟轨道铁路、无砟轨道铁路及重载铁路均不小于 180 kPa。

(2) 设计速度 200 km/h 以下的有砟轨道铁路不小于 150 kPa。

否则需要对天然地基进行处理。根据软弱土层的性质、厚度、含水率、地表积水等情况进行排水、换填、抛石挤淤或填砂砾石等地基处理措施。

### 2.3.3 边 坡

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肩顶。边坡与地面的交点，在路堤中称为坡脚，在路堑中称为路堑堑顶边缘。路肩高程与坡脚高程的差为路堤边

坡高度，路肩高程与堑顶边缘高程的差为路堑边坡高度。路基边坡的形式如图 2-4 所示，有直线形、折线形和台阶形，每一段坡面的坡率以边坡断面图取其上、下两点间的高差与水平距离之比表示，当两点间的高差为 1 单位长时，水平距离经折算为  $m$  单位长时，则坡率为  $1:m$ 。在路基本体构造中，边坡的形状和坡度的大小对路基的稳定和工程造价的高低有很大影响。

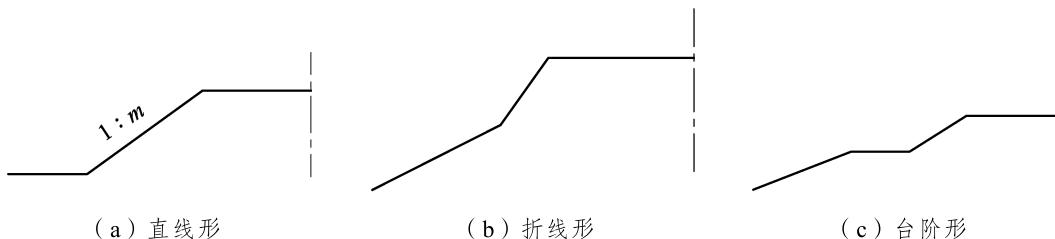


图 2-4 路基边坡形式

### 1. 路堤边坡

路堤边坡形式和坡度应根据轨道类型、列车荷载、填料的物理力学性质、边坡高度及地基工程地质条件等，由稳定分析计算确定。

当地基条件良好，边坡高度不大于表 2-2 范围，其边坡形式和坡率可按表 2-2 采用。

表 2-2 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<br>坡率 | 下部<br>坡率 |             |
| 细粒土、易风化的<br>软块石土                               | 20     | 8    | 12   | 1:1.50   | 1:1.75   | 折线形或<br>台阶形 |
| 粗粒土（细砂、粉砂除<br>外）、漂石土、卵石土、<br>碎石土、不易风化的<br>软块石土 | 20     | 12   | 8    | 1:1.50   | 1:175    | 折线形或<br>台阶形 |
| 硬块石土   | 8      | —    | —    | 1:1.30   |          | 直线形         |
|  | 20     | —    | —    | 1:1.50   |          | 直线形         |

- 注：1. 路基浸水或填料为粉细砂、膨胀土、盐渍土等时，其边坡形式和坡率应符合《铁路特殊路基设计规范》(TB 10035—2018) 的相关规定。  
2. 边坡高度较高时可采用台阶形。  
3. 当有可靠资料和经验时，可不受本表限制。

当路堤边坡高度大于表 2-2 所列的数值时，则需要分别检算路堤施工期及铁路运营期的稳定安全系数，以运营期的稳定安全系数作为设计指标，以施工期的稳定安全系数作为检算指标。铁路运营期路基边坡最小稳定安全系数应满足下列要求：

- (1) 永久边坡。一般工况边坡的最小稳定安全系数应为 1.15~1.25；地震工况边坡的最小稳定安全系数应为 1.10~1.15。  
(2) 临时边坡。边坡稳定安全系数应不小于 1.05~1.10。

在有排水沟或取土坑的地区，为避免排水沟或取土坑水流冲刷沟壁和由于水的浸润作用而影响路堤的稳定性，或为防止在未设置排水沟、取土坑的地段开垦农田而影响路堤的稳定性，需要在路堤坡脚外设置不小于 2 m 宽的天然护道。

在经济作物区高产田地段，其土地可贵，要尽可能少占田地，并在路堤坡脚设置必要的防护措施，如做护坡或坡脚墙，或设宽度不小于 1 m 的人工护道，以保持路堤的稳定。

## 2. 路堑边坡

碎石类土、砂类土、易风化岩石及其他土质的路堑边坡，如果不设防护措施，易风化剥落，且土中的细颗粒成分也易被地表水流冲至坡脚，堵塞侧沟。因此这种地段的路堑一般都设置侧沟平台。软质岩及强风化的硬质岩路堑侧沟平台宽度最小采用 0.5 m，土质路堑侧沟平台宽度最小采用 1.0 m。

在现场调查中，常见到土和风化岩石两种地层组成的较深路堑，由于坡面水流的冲刷和侵蚀，在土石交界处及坡脚部位被冲刷淘空，导致边坡坍塌。另外，在养护维修中因边坡较高，无平台可利用，作业极为不便，因此，有必要设置边坡平台。边坡平台的宽度不仅要考虑工程自身的安全，还需考虑后期养护维修的需要。结合多年铁路工程建设经验，确定边坡平台的宽度为不小于 2 m。

当路堑边坡高度大于 20 m 时，边坡形式及坡率应通过稳定性分析计算确定，最小稳定安全系数与路堤边坡的要求相同。

### 1) 土质路堑边坡

土质路堑边坡形式及坡率应根据工程地质、水文地质和气象条件、边坡高度、防排水措施、施工方法，并结合自然稳定边坡和人工边坡的调查及力学分析综合确定。土质路堑边坡高度小于 20 m 时，边坡坡率可按表 2-3 确定。当存在不利地层分界面、滑动面、地下水出露等特殊情况，需通过稳定性分析计算确定。

表 2-3 土质路堑边坡坡率

| 土的类别                 | 边坡坡率          |
|----------------------|---------------|
| 黏土、粉质黏土、塑性指数大于 3 的粉土 | 1:1.00~1:1.50 |
| 中密以上的中砂、粗砂、砾砂        | 1:1.50~1:1.75 |
| 漂石土、卵石土、碎石土、粗砾土、细砾土  | 胶结和密实         |
|                      | 中密            |

注：1. 特殊土质路堑边坡形式及坡率应符合《铁路特殊路基设计规范》(TB 10035—2018) 的相关规定。

2. 有可靠的资料和经验时，可不受该表限制。

由于我国各地的气候、地质及其他自然因素变化较大，因此表中只列出了边坡坡率的上、下界限值。具体设计时要结合现场的实际情况，在表中设定的范围内选取适合的坡度。

### 2) 岩石路堑边坡

影响岩石路堑边坡稳定性的因素有很多，因此，设计岩石路堑边坡形式及坡度时应根据工程地质、水文地质和气象条件、岩性、边坡高度、施工方法，并结合岩体结构、结构面产

状、风化程度及自然稳定边坡和人工边坡的调查等因素综合确定。

岩石路堑边坡高度小于 20 m 时，岩石路堑边坡坡率可按表 2-4 确定。

表 2-4 岩石路堑边坡坡率

| 岩石类别 | 风化程度    | 边坡坡率          |
|------|---------|---------------|
| 硬质岩  | 未风化、微风化 | 1:0.10~1:0.50 |
|      | 弱风化、强风化 | 1:0.30~1:0.75 |
|      | 全风化     | 1:0.75~1:1.00 |
| 软质岩  | 未风化、微风化 | 1:0.30~1:0.75 |
|      | 弱风化、强风化 | 1:0.50~1:1.00 |
|      | 全风化     | 1:0.75~1:1.50 |

- 注：1. 特殊岩石路堑边坡形式及坡率应符合《铁路特殊路基设计规范》(TB 10035—2018) 的相关规定。  
 2. 存在不利结构面的岩质边坡应通过稳定计算确定。  
 3. 有可靠的资料和经验时，可不受本表限制。

### 2.3.4 路肩

路基面两侧自道床坡角至路基面边缘具有一定宽度的带状部分称为路肩。路肩的作用是防止道砟散落于路基下，保证轨道道床的完整状态；防止路基土体在列车动荷载作用下向两侧挤压，并加强路基的稳定性；为线路两侧设置线路标志和信号标志提供空间位置。当路堤浸水后，其边坡部分会出现土质软化现象，此时路堤在其自重与列车产生的振动冲击的共同作用下，容易发生边坡浅层坍滑。而当路肩较宽时，即使边坡发生坍滑，也不会影响路堤的承载力，从而可大幅度减少因边坡坍滑而影响列车正常运行的事故。在线路养护维修作业中，路肩是线路器材存放处和辅助工作面，并且铁路线路的标志，信号设备和一些通信、电力及给排水设施也都设置在路肩上或设槽埋置在路肩下。

在线路设计中，进行路基的设计高程时，通常以路肩外缘的标高表示，称为路肩高程  $h$ 。路肩高程应保证路基不被洪水淹没，也不致在地下水最高水位时因毛细水上升而使路基面产生冻胀或翻浆冒泥等病害。

当路肩高程受洪水位或潮水位控制时，应计算设计水位，一般采用的设计洪水频率或重现期标准应采用 1/100。

滨河、河滩路堤的路肩高程应大于 [设计水位+壅水高（包括河道卡口或建筑物造成的壅水，河湾水面超高）+波浪侵袭高或斜水流局部冲高+河床淤积影响高度+安全高度]，其中“波浪侵袭高或斜水流局部冲高”应取二者中的较大值。

水库路基的路肩高程应大于 [设计水位+波浪侵袭高+壅水高（包括水库回水及岸边壅水）+安全高度]。当按规定洪水频率计算的设计水位低于水库正常高水位时，应采用水库正常高水位作为设计水位。

当滨海路堤顶部未设防浪胸墙时，其路肩高程应大于 [设计高潮水位+波浪侵袭高（波浪爬高）+安全高度]；当设有防浪胸墙时，路肩高程应大于 (设计高潮水位+安全高度)。

地下水水位或地面积水水位较高地段的路基，其路肩高程应大于（最高地下水水位或最高地面积水水位+毛细水强烈上升高度+安全高度）。

季节性冻土地区路基的路肩高程应大于（冻前地下水水位或冻前地面积水水位+毛细水强烈上升高度+有害冻胀深度+安全高度）。

盐渍土路基的路肩高程应大于（最高地下水水位或最高地面积水水位+毛细水强烈上升高度+蒸发强烈影响深度+安全高度）。当盐渍土路基存在季节性冻害时，应按季节性冻土地区路基和本条的规定分别计算路肩高程，取二者中的较大值。

上述的安全高度宜取 0.5 m。

有砟轨道两侧的路肩宽度  $c$  应根据设计速度、边坡稳定、养护维修、路肩上设备设置要求等条件综合确定，并符合下列规定：

- (1) 客货共线设计速度 200 km/h 铁路不应小于 1.0 m，设计速度 200 km/h 以下铁路不应小于 0.8 m。
- (2) 高速铁路双线不应小于 1.4 m，单线不应小于 1.5 m。
- (3) 城际铁路不应小于 0.8 m。
- (4) 重载铁路路堤不应小于 1.0 m，路堑不应小于 0.8 m。

### 2.3.5 路基面

路基两侧路肩外缘之间的作业面，称为路基顶面（简称路基面）。在路堤中，路基面即为路堤堤身的顶面，也称路堤顶面；在路堑中，路基面即为堑体开挖后形成的构造面。为使积聚在路基面上的水较快地排出，避免路基面土体软化，保持基床的强度和稳定性，有砟道路基面的形状应设计为三角形路拱，由路基中心线向两侧设不小于 4% 的人字排水坡，一般这样形成的单线路基的路拱高约为 0.15 m，一次修筑双线路基的路拱高约为 0.2 m。曲线加宽时，路基面仍保持三角形。无砟轨道支承层（或底座）底部范围内路基面可水平设置，支承层（或底座）外侧路基面应设置不小于 4% 的横向排水坡。

站场内路基面的形状可根据站内股道数目的多少选用单坡形、人字坡或锯齿形，路基面的横向排水坡度为 2% ~ 4%，并在低谷处设置排水设备。

不同填料在基床衔接时，应设长度不小于 10 m 的渐变段。渐变段应在路肩设计高程较高的段内逐渐顺坡至路肩设计高程较低处。渐变段的基床表层应采用相对较好的填料填筑。双线铁路中并行等高地段与局部单线地段连接时，应在局部单线地段内逐渐顺坡至并行等高地段，其顺坡长度要大于 10 m。

路基面宽度  $B$  等于道床覆盖的宽度加上两侧路肩的宽度之和。区间路基面宽度应根据列车设计运行速度、轨道类型、正线数目、线间距、曲线加宽、路肩宽度、电缆槽、养路形式、接触网支柱类型和基础类型等因素计算确定，必要时还要考虑声屏障基础的设置。

#### 1. 客货共线非电气化铁路路基面宽度

##### 1) 单线标准路基面宽度

客货共线非电气化铁路单线标准路基面宽度可按式（2-1）、式（2-2）计算，其直线地段标准横断面如图 2-5 所示。

$$B = A + 2x + 2c \quad (2-1)$$

$$x = \frac{h + \left( \frac{A}{2} + \frac{1.435 + g}{2} \right) \times 0.04 + e}{\frac{1}{m} - 0.04} \quad (2-2)$$

式中： $B$ ——路基面宽度（m）；

$A$ ——单线地段道床顶面宽度（m）；

$m$ ——道床边坡坡率，正线道床一般取 1.75；

$h$ ——钢轨中心的轨枕底以下的道床厚度（m）；

$e$ ——轨枕埋入道砟深度（m），Ⅲ型混凝土轨枕为 0.185 m，Ⅱ型混凝土轨枕为 0.165 m；

$g$ ——轨头宽度（m），75 kg/m 轨为 0.075 m，60 kg/m 轨为 0.073 m；

$c$ ——路肩宽度（m）；

$x$ ——砟肩至砟脚的水平距离（m）。

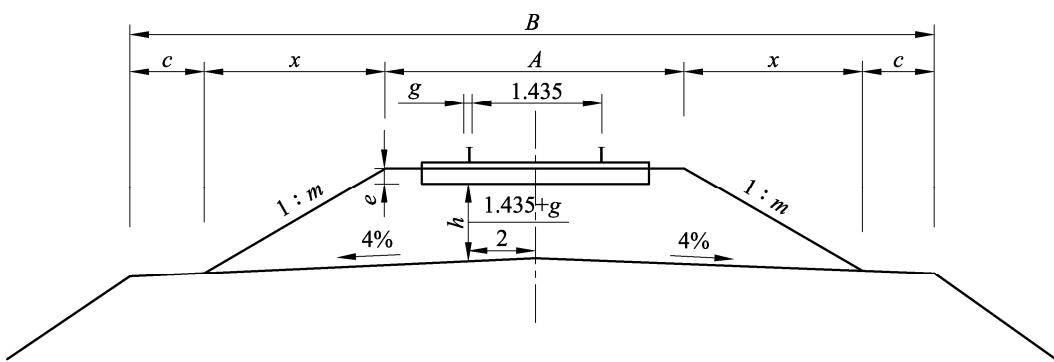


图 2-5 非电气化铁路单线直线地段标准横断面

## 2) 双线标准路基面宽度

客货共线非电气化铁路双线标准路基面宽度可按式（2-3）、式（2-4）计算，其直线地段标准横断面如图 2-6 所示。

$$B = 2 \left( c + x + \frac{A}{2} \right) + D \quad (2-3)$$

$$x = \frac{h + \left( \frac{A}{2} + \frac{1.435 + g}{2} \right) \times 0.04 + e}{\frac{1}{m} - 0.04} \quad (2-4)$$

式中： $D$ ——双线线间距（m）；

$h$ ——靠近路基面中心侧的钢轨中心处轨枕底以下的道床厚度（m）。

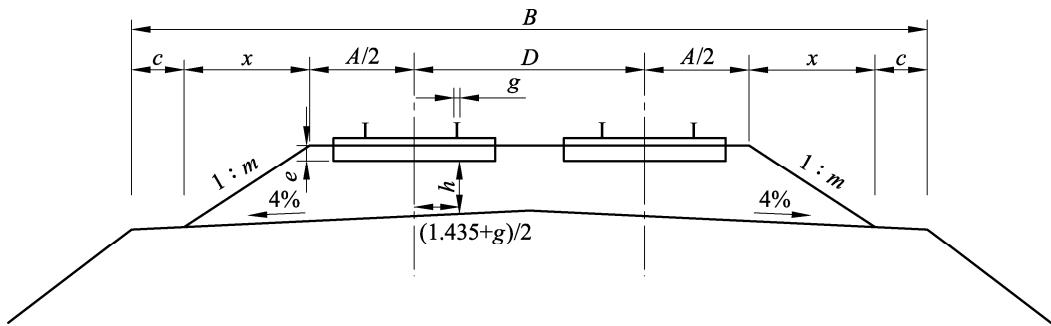


图 2-6 非电气化铁路双线直线地段标准横断面

常用客货共线非电气化铁路直线地段标准路基面宽度可按表 2-5 取值。

表 2-5 客货共线非电气化铁路直线地段标准路基面宽度

| 项目                                  |    | I 级铁路 |      |      |      |      |      | II 级铁路     |      |
|-------------------------------------|----|-------|------|------|------|------|------|------------|------|
| 设计速度 / ( km/h )                     |    | 200   |      | 160  |      | 120  |      | $\leq 120$ |      |
| 双线线间距 / m                           |    | 4.4   |      | 4.2  |      | 4.0  |      | 4.0        |      |
| 单线道床顶面高度 / m                        |    | 3.5   |      | 3.4  |      | 3.4  |      | 3.4        |      |
| 道床结构 / 层                            |    | 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 |
| 路基面<br>宽度 / m                       | 单线 | 7.7   | 7.5  | 7.8  | 7.2  | 7.0  | 7.8  | 7.2        | 7.0  |
|                                     | 双线 | 12.3  | 12.1 | 12.2 | 11.6 | 11.4 | 12.0 | 11.4       | 11.2 |
| 注：表中路基面宽度按下列条件计算确定，如有变化，应计算调整路基面宽度。 |    |       |      |      |      |      |      |            |      |

(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。

## 2. 客货共线电气化铁路直线地段标准路基面宽度

客货共线电气化铁路直线地段标准路基面宽度应按式 (2-5) 计算确定，其直线地段标准横断面如图 2-7 所示。当计算值小于非电气化铁路路基面宽度时，按非电气化铁路路基面宽度采用。常用电气化铁路直线地段标准路基面宽度可按表 2-6 取值；高速铁路、城际铁路、重载铁路标准路基面宽度可分别按表 2-7~表 2-9 取值。

$$B = 2 \left( D_1 + \frac{E}{2} + \frac{F}{2} + 0.25 \right) + D \quad (2-5)$$

式中：  $D_1$ ——路基面处接触网支柱内侧至线路中心的距离 (m)；

$E$ ——接触网支柱在路基面处的宽度 (m)；

$F$ ——接触网支柱基础在路基面处的宽度 (m)；

$D$ ——双线线间距 (m)。

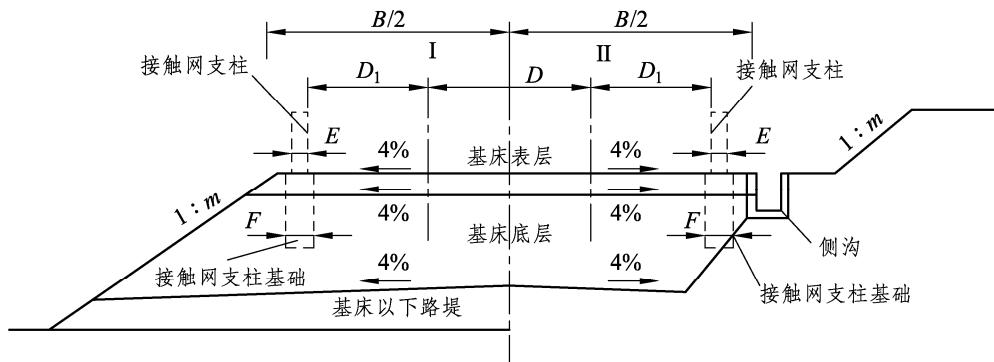


图 2-7 电气化铁路直线地段标准横断面

表 2-6 客货共线电气化铁路直线地段标准路基面宽度

| 项目             |      | I 级铁路            |                  |                  |                  |                  |                  | II 级铁路           |                  |                  |  |
|----------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|
| 设计速度/ ( km/h ) | 200  | 160              |                  |                  |                  | 120              |                  |                  |                  |                  |  |
| 双线线间距/m        | 4.4  | 4.2              |                  |                  |                  | 4.0              |                  |                  |                  |                  |  |
| 单线道床顶面高度/m     | 3.5  | 3.4              |                  |                  |                  | 3.4              |                  |                  |                  |                  |  |
| 道床结构/层         |      | 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/m        | 单线   | 8.1<br>( 7.7 )   | 8.1<br>( 7.7 )   | 8.1<br>( 7.8 )   | 8.1<br>( 7.7 )   |  |
|                | 双线   | 12.5<br>( 12.3 ) | 12.5<br>( 12.1 ) | 12.3<br>( 12.2 ) | 12.3<br>( 11.9 ) | 12.3<br>( 11.9 ) | 12.1<br>( 12.0 ) | 12.1<br>( 11.7 ) | 12.1<br>( 11.8 ) | 12.1<br>( 11.7 ) |  |

注：1. 表中路基面宽度按下列条件计算确定，如有变化，应计算调整路基面宽度。

(1) 路基面处接触网支柱内侧至线路中心的距离为 3.1 m。

(2) 无缝线路轨道，60 kg/m 钢轨。

2. 括号外为采用横腹杆式接触网支撑时的路基面宽度，括号内为采用环形等径支柱时的路基面宽度。

表 2-7 高速铁路标准路基面宽度

| 项目             |      | 有砟轨道 |      |      | 无砟轨道 |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 | —    | —    | —    |      |
| 路基面宽度/m        | 单线   | 8.8  | 8.8  | 8.8  | 8.6  | 8.6  | 8.6  |
|                | 双线   | 13.8 | 13.6 | 13.4 | 13.6 | 13.4 | 13.2 |

注：表中路基面宽度计算时是按路肩设电缆槽考虑，如有变化，应计算调整路基面宽度。

表 2-8 城际铁路直线地段标准路基面宽度

| 项目              |    |          | 有砟轨道 |      |      |      | 无砟轨道 |      |      |      |      |
|-----------------|----|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 设计速度 / ( km/h ) |    |          | 200  |      | 160  |      | 120  |      | 200  | 160  | 120  |
| 双线线间距/m         |    |          | 4.2  |      | 4.0  |      | 4.0  |      | 4.2  | 4.0  | 4.0  |
| 道床结构/层          |    |          | 单    |      | 单    | 双    | 单    | 双    | —    | —    | —    |
| 道床厚度/m          |    |          | 0.30 | 0.35 | 0.30 | 0.50 | 0.30 | 0.45 | —    | —    | —    |
| 路基面<br>宽度/m     | 单线 | 路肩上不设电缆槽 | 7.3  | 7.3  | 7.3  | 7.8  | 7.3  | 7.6  | 6.1  | 6.1  | 6.1  |
|                 |    | 路肩不设电缆槽  | 7.3  | 7.3  | 7.3  | 7.8  | 7.3  | 7.6  | 6.1  | 6.1  | 6.1  |
|                 | 双线 | 路肩上不设电缆槽 | 11.5 | 11.7 | 11.3 | 12.0 | 11.3 | 11.8 | 10.3 | 10.1 | 10.1 |
|                 |    | 路肩不设电缆槽  | 13.0 | 13.0 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 11.8 | 11.6 | 11.6 |

注：表中路基面宽度计算时是按路基面处接触网支柱内侧至线路中心的距离（有砟轨道为 3.1 m，无砟轨道为 2.5 m）计算的，如有变化，应计算调整路基面宽度。

表 2-9 重载铁路直线地段标准路基面宽度

| 项目          |    |    | 有砟轨道 |      |      |      |
|-------------|----|----|------|------|------|------|
| 双线线间距/m     |    |    | 4.0  |      |      |      |
| 道床结构/层      |    |    | 单    |      | 双    |      |
| 道床厚度/m      |    |    | 0.35 |      | 0.30 |      |
| 路基面<br>宽度/m | 单线 | 路堤 | 8.1  | 8.1  | 8.5  | 8.3  |
|             |    | 路堑 | 8.1  | 8.1  | 8.1  | 8.1  |
|             | 双线 | 路堤 | 12.1 | 12.1 | 12.7 | 12.5 |
|             |    | 路堑 | 12.1 | 12.1 | 12.3 | 12.1 |

注：表中路基面宽度计算时是按路基面处接触网支柱内侧至线路中心的距离（有砟轨道为 3.1 m）计算的，如有变化，应计算调整路基面宽度。

### 3. 客货共线铁路区间单、双线曲线地段的路基面宽度

客货共线铁路区间单、双线曲线地段的路基面宽度应在客货共线电气化和客货共线非电气化规定的基础上在曲线外侧按表 2-10 的数值加宽；有砟轨道高速铁路、城际铁路、重载铁路区间单、双线曲线的路基面加宽，应在表 2-7~表 2-9 基础上在曲线外侧按表 2-11~表 2-13 的数值加宽，加宽值应在缓和曲线范围内线性递减。

表 2-10 客货共线铁路曲线地段路基面加宽值

| 铁路等级   | 设计行车速度 / ( 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          |
|        |                   | $3\ 500 \leq R \leq 6\ 000$ | 0.3          |
|        |                   | $R > 6\ 000$                | 0.2          |
|        | 160               | $1\ 600 \leq R \leq 2\ 000$ | 0.4          |
|        |                   | $2\ 000 < R < 3\ 000$       | 0.3          |
|        |                   | $3\ 000 \leq R < 10\ 000$   | 0.2          |
|        |                   | $R \geq 10\ 000$            | 0.1          |
|        | 120               | $800 \leq R < 1\ 200$       | 0.4          |
|        |                   | $1\ 200 \leq R < 1\ 600$    | 0.3          |
|        |                   | $1\ 600 \leq R < 5\ 000$    | 0.2          |
|        |                   | $R \geq 5\ 000$             | 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          |
|        |                   | $R \geq 5\ 000$             | 0.1          |

表 2-11 有砟轨道高速铁路曲线地段路基面加宽值

| 设计行车速度 / ( 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          |
|                   | $R \geq 10\ 000$          | 0.2          |
| 300               | $R < 5\ 000$              | 0.6          |
|                   | $5\ 000 \leq R < 7\ 000$  | 0.5          |
|                   | $7\ 000 \leq R < 9\ 000$  | 0.4          |
|                   | $9\ 000 \leq R < 14\ 000$ | 0.3          |
|                   | $R \geq 14\ 000$          | 0.2          |
| 350               | $R < 6\ 000$              | 0.6          |
|                   | $6\ 000 \leq R < 9\ 000$  | 0.5          |
|                   | $9\ 000 \leq R < 12\ 000$ | 0.4          |
|                   | $R \geq 12\ 000$          | 0.3          |

表 2-12 有砟轨道城际铁路曲线地段路基面加宽值

| 设计行车速度 / ( km/h ) | 曲线半径 $R/m$                | 路基面外侧加宽值 / m |
|-------------------|---------------------------|--------------|
| 200               | $R < 3\ 100$              | 0.5          |
|                   | $3\ 100 \leq R < 4\ 000$  | 0.4          |
|                   | $4\ 000 \leq R < 6\ 000$  | 0.3          |
|                   | $6\ 000 \leq R < 10\ 000$ | 0.2          |
|                   | $R \geq 10\ 000$          | 0.1          |
| 160               | $R < 1\ 900$              | 0.5          |
|                   | $1\ 900 \leq R < 2\ 700$  | 0.4          |
|                   | $2\ 700 \leq R < 3\ 800$  | 0.3          |
|                   | $3\ 800 \leq R < 7\ 500$  | 0.2          |
|                   | $R \geq 7\ 500$           | 0.1          |
| 120               | $R < 1\ 200$              | 0.5          |
|                   | $1\ 200 \leq R < 1\ 500$  | 0.4          |
|                   | $1\ 500 \leq R < 2\ 200$  | 0.3          |
|                   | $2\ 200 \leq R < 5\ 000$  | 0.2          |
|                   | $R \geq 5\ 000$           | 0.1          |

表 2-13 重载铁路曲线地段路基面加宽值

| 曲线半径 $R/m$               | 路基面外侧加宽值 / m |
|--------------------------|--------------|
| $600 \leq R < 800$       | 0.5          |
| $800 \leq R < 1\ 200$    | 0.4          |
| $1\ 200 \leq R < 1\ 600$ | 0.3          |
| $1\ 600 \leq R < 5\ 000$ | 0.2          |
| $R \geq 5\ 000$          | 0.1          |

## 习题

### 一、填空题

- 一般路基设计时，路堤边坡高度不宜超过\_\_\_\_\_m，路堑边坡高度不宜超过\_\_\_\_\_m。当路堑边坡高度超过\_\_\_\_\_m时，边坡坡率、形式等应通过稳定性分析计算确定。
- 路基设计标高高于天然地面标高时，需要进行填筑；路基设计标高低于天然地面标高时，需要进行挖掘。由于填挖情况的不同，路基可以分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等三种基本类型。
- 路基本体由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等部分组成。
- 路基边坡的形状有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

5. 铁路区间路基面的形状应该设计为\_\_\_\_\_路拱，路基中心线向两侧应设不小于\_\_\_\_\_的人字排水坡。单线路基面路拱高约为\_\_\_\_\_，一次修筑的双线路基路拱高约为\_\_\_\_\_。

## 二、选择题

1. 设计基床厚度时，通常按列车荷载产生的动应力与路基自重应力之比为（     ）的原则确定。

- A. 0.5                  B. 0.3                  C. 0.2                  D. 0.1

2. 土质路堑一般需设置侧沟平台，其最小宽度采用（     ）m。

- A. 0.5                  B. 1.0                  C. 2.0                  D. 4.0

3. 基床厚度范围内的土层又分为表层和底层，对于高速铁路有砟轨道，其基床表层和底层的厚度分别为（     ）。

- A. 0.5、1.5              B. 0.3、1.5              C. 0.7、2.3              D. 0.4、2.3

4. 路基设计标高是指（     ）。

- A. 路肩边缘高程              B. 路基面中心高程  
C. 轨底高程                  D. 道砟顶面高程

## 三、简答题

1. 路基的类型有哪几种？各有什么特点？

2. 路基边坡有哪几种形式？影响边坡坡度的因素有哪些？

3. 确定路肩高程最小值应考虑哪些因素？

4. 路基面的宽度如何确定？