



全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材  
高等职业教育铁道工程专业“十二五”规划教材

# 铁路路基施工与维护

解宝柱 曾润忠 主 编  
张全良 赵 勇 副主编

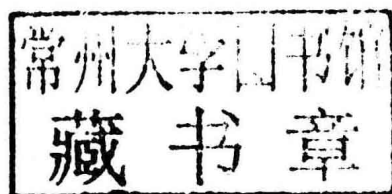
中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教  
高等职业教育铁道工程专业“十二五”规划教材

# 铁路路基施工与维护

解宝柱 曾润忠 主 编

张全良 赵 勇 副主编



中国铁道出版社

2012年·北京

## 内 容 简 介

本书共分9个项目,主要讲述路基构造及施工图、路基施工准备与组织、路基地基处理、一般路基施工、特殊路基施工、路基支挡结构施工、路基排水及防护设施施工、高速铁路路基施工、路基养护与维修等内容。

本书为高职高专铁道工程技术专业的教学用书,也可作为铁路职工相关专业的培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

铁路路基施工与维护/解宝柱,曾润忠主编. —北京:中国铁道出版社,2012.10  
高等职业教育铁道工程技术专业“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-113-14682-5

I. ①铁… II. ①解… ②曾… III. ①铁路路基—工  
程施工—高等教育—教材 ②铁路路基—维修—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104465号

书 名: 铁路路基施工与维护

作 者: 解宝柱 曾润忠 主编

---

责任编辑: 李丽娟

电话: 010-51873135

读者热线: 400-668-0820

封面设计: 冯龙彬

责任校对: 胡明锋

责任印制: 李 佳

---

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 三河市兴达印务有限公司

版 次: 2012年10月第1版 2012年10月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 20 字数: 505千

书 号: ISBN 978-7-113-14682-5

定 价: 38.00元

---

### 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。

电 话: 市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010)63549504,路电(021)73187



# 前言

本教材是根据铁道工程技术专业“铁路路基施工与维护”课程教学计划和大纲编写的。

编写教材时,针对铁路施工和运营企业对铁道工程技术专业学生施工和维修岗位能力要求,以项目为载体,重点介绍了铁路路基施工和养修的作业方法和工艺技术。本书共有9个项目,系统地介绍了路基施工的主要工艺过程和技能。为使铁道工程技术专业学生也能及时了解和掌握高速铁路路基施工技术和工艺,本教材也专用一个项目介绍了相关内容。本书内容密切联系现场实际,力求反映当前路基工程的新技术、新工艺和新规范。为便于自学,每个项目都明确了学生需要达到的知识、能力和素质目标,每个项目都精选了相关案例,并列出了配套知识和拓展知识,给出了作为技术依据的相关规章和规范。

本书由辽宁铁道职业技术学院解宝柱、华东交通大学曾润忠任主编,天津铁道职业技术学院张全良、辽宁铁道职业技术学院赵勇任副主编。参加编写的有张全良(绪论、项目3、附录),解宝柱(项目1),郑州铁路职业技术学院谢小山(项目2),曾润忠(项目4、项目6),西安铁路职业技术学院杨琳(项目5典型工作任务5.1、5.2、5.3)、周斌(项目5典型工作任务5.4、5.5、5.6),赵勇(项目9典型工作任务9.1、9.2、9.3、9.4、9.7),包头铁道职业技术学院张沛、李瑞(项目5典型工作任务5.7、项目9典型工作任务9.5、9.6),湖南高速铁路职业技术学院谢松平(项目8)。在本书编写过程中,编者参考了大量相关优秀的教材、著作、文章,在此向有关编著者表示谢意。

由于编者水平有限,书中谬误在所难免,敬请读者批评指正。

编者  
2012年5月



# 目录

绪 论 .....	1
复习思考题 .....	5
项目 1 路基构造及施工图认知 .....	6
典型工作任务 1.1 路基横断面形式及组成的认知 .....	7
典型工作任务 1.2 路基横断面图的识读 .....	10
典型工作任务 1.3 路堤的构造认知 .....	18
典型工作任务 1.4 路堑的构造认知 .....	22
复习思考题 .....	25
项目 2 路基施工准备与组织 .....	26
典型工作任务 2.1 路基施工准备与土质调查 .....	27
典型工作任务 2.2 路基施工组织设计 .....	32
复习思考题 .....	47
项目 3 路基地基处理 .....	49
典型工作任务 3.1 换填施工 .....	50
典型工作任务 3.2 排水固结法加固地基施工 .....	55
典型工作任务 3.3 碎石(砂)桩加固地基施工 .....	63
典型工作任务 3.4 CFG 桩加固地基施工 .....	67
典型工作任务 3.5 高压旋喷桩加固地基施工 .....	71
典型工作任务 3.6 灰土挤密桩加固地基施工 .....	75
典型工作任务 3.7 强夯法加固地基施工 .....	78
典型工作任务 3.8 土工材料加固地基施工 .....	83
复习思考题 .....	89
项目 4 一般路基施工 .....	90
典型工作任务 4.1 路堤填筑施工 .....	91
典型工作任务 4.2 路堑开挖施工 .....	96
典型工作任务 4.3 既有线改建及增建第二线施工 .....	104
典型工作任务 4.4 路基施工检测 .....	110
复习思考题 .....	122
项目 5 特殊路基施工 .....	123
典型工作任务 5.1 浸水路基施工 .....	124

典型工作任务 5.2	软土地地区路基施工 .....	127
典型工作任务 5.3	膨胀土路基施工 .....	130
典型工作任务 5.4	黄土地区路基施工 .....	134
典型工作任务 5.5	多年冻土地地区路基施工 .....	137
典型工作任务 5.6	滑坡地段路基施工 .....	139
典型工作任务 5.7	盐渍土地地区路基施工 .....	142
复习思考题	.....	144
<b>项目 6</b>	<b>路基支挡结构施工 .....</b>	<b>145</b>
典型工作任务 6.1	重力式挡土墙施工 .....	146
典型工作任务 6.2	加筋土挡土墙施工 .....	160
典型工作任务 6.3	锚杆挡土墙施工 .....	168
典型工作任务 6.4	抗滑桩施工 .....	175
复习思考题	.....	182
<b>项目 7</b>	<b>路基排水及防护设施施工 .....</b>	<b>183</b>
典型工作任务 7.1	路基排水设施施工 .....	184
典型工作任务 7.2	路基坡面防护施工 .....	194
典型工作任务 7.3	路基冲刷防护施工 .....	205
复习思考题	.....	214
<b>项目 8</b>	<b>高速铁路路基施工 .....</b>	<b>215</b>
典型工作任务 8.1	高速铁路路基构造认知 .....	216
典型工作任务 8.2	高速铁路路基填筑施工 .....	231
典型工作任务 8.3	高速铁路路基工后沉降监测 .....	241
复习思考题	.....	251
<b>项目 9</b>	<b>路基养护与维修 .....</b>	<b>252</b>
典型工作任务 9.1	路基病害的认知 .....	253
典型工作任务 9.2	路基基床病害整治 .....	256
典型工作任务 9.3	路基边坡病害防治 .....	261
典型工作任务 9.4	路基冻害防治 .....	270
典型工作任务 9.5	路基地质病害防治 .....	274
典型工作任务 9.6	路基维修与大修作业 .....	286
典型工作任务 9.7	路基防洪与抢修 .....	292
复习思考题	.....	301
<b>附 录</b>	.....	<b>302</b>
<b>参考文献</b>	.....	<b>314</b>

# 绪 论

## 1. 铁路路基工程技术特点

### (1) 路基工程技术的现状

长期以来,我国新建铁路没有把路基当成土工结构物来对待,而普遍冠名以土石方。在“重桥隧、轻路基,重土石方数量、轻质量”的倾向下,路基翻浆冒泥、下沉、边坡坍滑、滑坡等病害经常发生,使新建铁路交付运营后乃至运营多年不能达到设计速度与运量,经济效益与社会效益较差。

据铁路维修部门反映,路基技术状态不佳,强度低,稳定性差,严重威胁铁路运输和安全,已成为铁路运输的主要薄弱环节。因此,路基质量问题已逐渐被人们所认识与重视。由于我国铁路运输承担了全国70%左右的货物周转量和60%左右的旅客周转量,因此国家确定了发展重载列车及高速客运专线的技术政策。为了适应这一变化,相关部门提出了与之相适应的高要求的路基设计标准,并严格控制工程质量,从而使我国铁路路基的设计施工水平有了较大幅度地提高,极大地促进了路基工程的技术进步。

### (2) 路基工程技术的发展

高速铁路、重载铁路和大运量铁路的兴建,对铁路线路的质量提出了新要求。因此,路基的性状必须与之相一致。在确保路基稳定的前提下,在线路养护维修允许的条件下,路基在各种因素作用下的变形应控制在确保线路不出现不良状态的范围内。近年来的进步主要表现在:

#### ① 设计计算技术逐步提高,设计理念逐渐转变

计算技术的发展促进了对岩土本构关系的研究,国内外出现的上百种非线性弹性、弹塑性土石本构关系模型,对土石变形和破坏机理的研究翻开了崭新的一页。

利用现有计算技术,能方便地对地基土石的物理力学指标进行概率统计处理,为可靠性设计奠定了基础。国内已有多个行之有效的计算机程序,可以完成路基的初步设计和施工设计。在不断应用的过程中,它必然会日臻完善。

随着高速铁路的出现和发展,深化了传统的路基设计理念。由于高速行驶对线路变形的严格要求,使路基设计由强度控制设计逐渐向变形控制设计转变,因为一般在路基强度破坏之前,已经出现了不能容许的大变形。

#### ② 新工艺、新技术、新材料层出不穷

随着新材料、新工艺、新技术的不断出现,使路基工程面貌焕然一新。对滑坡的处理除采用重力式挡土墙外,经历了抗滑桩、仰斜排水孔、锚杆等,发展到应用预应力锚索及锚索桩;对软土地基的处理,从采用砂井、反压护道,经历了袋装砂井、塑料排水板、真空预压等,发展到粉喷桩、旋喷桩及土工合成材料加筋地基;对基床病害的处理经历了换填砂石料,敷设沥青面层,设盲沟排水等措施,发展到较普遍地应用土工合成材料进行加筋和隔离;边坡防护技术正在从工程防护向绿色生物防护发展。

#### ③ 测试手段和设备进一步提高,检测方法更加合理

室内土工试验仪器精密化、自动化程度的提高,为研究土体的应力历史、应力路径,判别砂

土液化的可能性,确定动荷载作用下土的强度和变形等提供了条件。土工离心机模拟试验可直观显示构筑物因重力引起的应力、应变状态,以便于研究其破坏机理,此成果现已用于研究软土地基上路堤临界高度、路堤沉降分析以及支挡结构物的作用机理等课题中。

利用原位测试手段了解现场土的物理力学状态,克服了取样试验的一些局限性。通过大量试验,对各试验指标之间及各试验指标与室内试验相应指标之间的相互关系的研究取得了许多成果。

路基施工质量的检测方法正在由以前单一的压实系数  $K$  指标逐渐向多指标(压实系数  $K$ 、地基系数  $K_{30}$ 、空隙率  $n$ 、动态变形模量  $E_{vd}$ )检测过渡。

#### ④规范逐步完善和更新

制定规范可以说是各项建筑工程的“国策”,有了规范才有章可循。只有建设者遵守规范,才能加强工程设计和施工管理及统一验收标准,确保工程质量。在调查研究,总结经验,吸取科研成果的基础上,我国相继制定和修改了若干有关铁路路基勘测、设计、施工及质量评定的规范。如《客货共线路基工程施工技术指南》(TZ 202—2008)、《铁路路基工程施工安全技术规程》(TB 10302—2009)、《铁路路基设计规范》(TB 10001—2005)、《铁路路基工程施工质量验收标准》(TB 10414—2003)等。随着我国铁路建设事业的发展,规范本身也将不断改革和更新。

### (3)路基工程施工技术特点

#### ①路基施工的主要内容

##### a. 施工前的准备工作

为保证施工正常进行,施工前的准备工作极为重要,必须给予足够重视并认真做好。施工前的准备内容较多,大致可归纳为组织准备、物质准备和技术准备三个方面。

##### b. 路基施工的基本工作

施工的基本工作包括路基和小型人工构筑物两部分。路基施工主要内容为开挖路堑、填筑路堤、路基压实、修筑排水沟渠及防护加固设施等。小型人工构筑物包括小桥、涵洞和挡土墙的修筑等。

##### c. 路基工程的检查与验收

加强工程质量管理,确保工程质量在施工过程中按施工标准和技术规范的要求进行检查与验收。中间检查应在施工过程中某一部分工程完成时,特别是隐蔽工程,应按设计图纸、设计文件和技术规范的要求进行检查与验收。中间检查的目的在于检查分部工程质量,及时发现存在问题,采取补救措施,以便下一步工序顺利进行。在全部工程完工后,还应由施工单位会同设计、监理、使用和养护单位进行交工验收。

路基工程检查与验收的项目主要包括路基有关工程的位置、高程、断面尺寸、压实指标等,这些项目应满足规范规定的允许误差,不符合时应设法进行整修。

#### ②路基施工的基本程序

施工单位从投标接受施工任务到竣工验收,路基施工大致要经过如图 0-1 所示的几个阶段。

#### ③路基施工技术特点

线路是一种人工构造物,是通过设计和施工消耗大量的人力、材料和机械而完成的建筑产品。和工业生产比较,虽然铁路施工同样是把一系列的资源投入产品(即工程)的生产过程,其生产上的阶段性和连续性,组织上的专门化和协作化也与工业生产基本相符,但是,铁路施工



与一般工业生产和其他土建工程施工(如房屋建筑)仍有所不同:

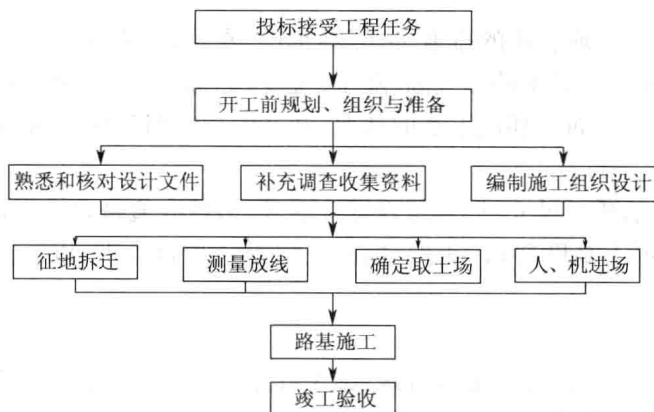


图 0-1 路基施工程序

a. 路基工程是线形建筑物,施工面狭长,流动性大,临时工程多,施工易受到其他工程和外界的干扰,施工管理工作量大。

b. 由于路基施工系野外作业,受水文,气候、地质等自然条件的影响很大。特别是雨季和冬季,使一些地区的施工增加了许多困难,施工作业受到极大限制,甚至无法进行。

c. 铁路经过的区域地形地貌差别很大,致使工程数量不均匀,给各施工项目之间的协调工作带来困难。

d. 由于铁路是永久性建筑,占用土地较多,一般不可能拆除重建,再加上路基暴露于外界,长年经受列车动荷载作用,因此,对工程的质量要求尤为重要。

## 2. 影响路基稳定性因素分析

### (1) 概述

路基土石方工程量大,沿线分布不均匀,不仅与路基工程相关的设施,如路基排水、防护与加固等相互制约,而且同铁路工程的其他项目,如桥涵、隧道、路面及附属设施相互交错。路基工程的项目较多,如土方,石方及圻工砌体等,在设计、施工方法与技术操作方面各不相同,且耗费劳动力多,工程投资大。

另外,路基施工改变了沿线原有自然状态,挖填及弃土石方涉及当地生态平衡、水土保持和农田水利等方面。路基工程对施工期限的影响较大,土石方相对集中或条件比较复杂的路段,往往是施工期限的关键。实践证明:路基稳定与否,对保持上部线路工程质量影响甚大,关系到铁路的正常投入使用。因此,做好路基工程设计、施工与养护,不容忽视。

### (2) 影响路基稳定的因素

路基是一种裸露在大气中的线形结构物,其稳定性在很大程度上由当地自然条件所决定。因此,应深入调查沿线的自然条件,分析研究从整体到局部,从大区域到具体路段的自然情况,掌握其规律及对路基稳定性的影响,因地制宜地采取有效的工程措施,以达到正确进行路基设计、施工和养护的目的。影响路基稳定的主要因素包括以下内容。

#### ① 工程地质和水文地质条件

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、层理和厚度,有无夹层或遇水软化的夹层,以及有无断层或其他不良地质现象(岩溶、冰川、泥石流、地震等)。水文地质条件如地下水位、地下水移动,有无层间水、裂隙水、泉水等。这些因

素对路基的稳定性有直接的影响。

### ②水文与气候条件

水文条件如铁路沿线地表水的排泄、河流洪水位、常水位,有无地表积水和积水时期的长短,河岸的淤积情况等。气候条件如气温、降水、湿度、冰冻深度、日照、蒸发量、风向、风力等,这些都会影响铁路沿线地面水和地下水的状况,并且影响到路基的水温情况。

### ③路基设计

路基设计是指路基断面尺寸、形式是否符合要求,边坡取值是否恰当,填方、挖方布置是否合理,是否满足最小填土高度要求,防护、加固工程设计是否合理,以及排水设计是否满足要求等。

### ④路基施工

路基施工是指路基填、挖方法是否合理,施工程序是否恰当,是否分层填筑,路基压实方法是否恰当,压实度是否满足要求;是否盲目采用大爆破施工,是否按设计要求和操作规程施工,工程质量是否达到标准要求等。

### ⑤养护措施

包括一般措施及在设计中、施工中未及时采用或在养护中由于情况变化而应加以补充的改善措施。

上述原因中,地质条件和水文地质条件是影响路基工程质量和产生病害的基本前提,水是造成路基病害的主要原因。因此,设计前应详细进行地质与水文的勘察工作,针对具体条件及各种因素的综合作用,采取正确的设计方案与施工方法,确保路基工程质量。

## (3)路基的总体要求

### ①具有足够的整体稳定性

路基的整体稳定性是指路基整体在列车及自然因素作用下,不致产生不允许的变形和破坏的性能。路基是直接在地面上填筑或挖去一部分地面而建成的结构物。路基修建后,改变了原地面的天然平衡状态。因此,为防止路基结构在列车荷载及自然因素作用下发生不允许的变形或破坏,必须因地制宜地采取一定的措施来保证路基整体结构的稳定性。

### ②具有足够的强度

路基的强度是指在列车荷载作用下,路基抵抗变形与破坏的能力。因为列车荷载及线路设备自重对路基和地基产生一定的压力,这些压力可使路基产生一定的变形,当其超过某一限度时,将导致其破坏。为保证路基在外力作用下,不致产生超过容许范围的变形,要求路基应具有足够的强度。

### ③具有足够的水温稳定性

路基的水温稳定性是指路基在水和温度的作用下保持其强度的能力,包括水稳定性和温度稳定性。路基在地面水和地下水作用下,其强度将会显著地降低。特别是季节性冰冻地区,由于水温状况的变化,路基将受到周期性冻融作用,出现冻胀和翻浆等病害,使路基强度急剧下降。因此,对于路基,不仅要求其具有足够的强度,而且还应保证在最不利的水温状况下,强度不致显著降低,这就要求路基应具有足够的水温稳定性。

## (4)保证路基强度和稳定性的措施

由于路基的强度与稳定性,受水、温度、土质等方面的影响,为保证路基强度和稳定性,必须深入进行调查研究,细致分析各种自然因素与路基的关系,抓住主要问题,采取有效措施。保证路基稳定性的一般措施如下:

- ①合理选择路基断面形式,正确确定边坡坡率;
- ②选择强度和水温稳定性良好的土填筑路堤,并采取正确的施工方法;
- ③充分压实路基,提高路基的强度和水稳定性;
- ④搞好地面排水,保证水流畅通,防止路基过湿或水毁;
- ⑤保证路基有足够高度,使路基工作区保持干燥状态;
- ⑥设置隔离层或隔温层,切断毛细水上升,阻止水分迁移,减少负温差的不利影响;
- ⑦采取边坡加固与防护措施,以及修筑支挡结构物。



### 复习思考题

1. 路基施工的主要内容是什么?
2. 影响路基稳定的因素有哪些?

# 项目 1 路基构造及施工图认知



## 项目描述

铁路路基是为满足铁路轨道铺设和运营条件而修筑的土工建筑物,必须保证轨顶设计高程,并与桥梁、隧道等建筑物平顺连接以形成完整贯通的铁路线路。铁路路基主要由路基本体、路基防护和加固建筑物、路基排水设备等附属部分组成。路基的横断面形式、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。

通过本项目的学习,重点使学生掌握路基横断面图,为今后进行路基施工和维护工作打下良好基础。



## 拟实现的教学目标

### 1. 能力目标

能够正确识读路基施工图。

### 2. 知识目标

(1)掌握路基的横断面形式、构造尺寸。

(2)掌握路基填料、边坡、压实等技术要求和标准。

### 3. 素质目标

(1)培养学生自学和独立思考的能力。

(2)培养严谨的工作态度和信息收集、处理的能力。

(3)培养团结协作和沟通协调的能力。



## 相关案例——洛湛铁路梧州段路基构造

洛湛铁路是我国铁路运输的“八纵八横”铁路干线之一[大(同)湛(江)通道之一段],北起河南省洛阳市,途经河南、湖北、湖南、广西、广东五省区,南至湛江市,全长 2 008 km。洛湛铁路通道与京广、京九、成昆铁路共同构成中国铁路纵向路网骨架,形成中西部地区通往华南各港口的重要出海通道。

洛湛铁路梧州段包括梧州、岑溪和石桥 3 个中间站,并设龙田、旺甫、梧州北、孔良、垌南、五垌、安平、糯垌、岑溪北、马路圩 10 个会让站。此段路基工程较复杂,主要包括软基处理、路基填筑、路堑开挖、过渡段施工、路基排水设施及边坡防护工程等。洛湛铁路梧州段路基为常见的一般路基构造形式,填方路堤段有高路堤(填方高度大于 20 m)及一般路堤;挖方路堑段有深路堑(挖方深度大于 20 m)及一般路堑;排水设施由吊沟和两侧排水沟组成。边坡防护形式主要有浆砌(干砌)片石护坡、桩板挡土墙、框架梁锚杆、片石混凝土挡土墙、拱形骨架内喷播

植草(撒草籽)、种植灌木等形式。

由此案例可以看出,路基主要有路堤和路堑两种构造形式。为保证路基的稳定性,路基工程除路基本体结构外,还包括路基防护和加固、路基排水等附属设施。路基的横断面图综合反映了路基的横断面形式、构造尺寸、各部分组成和主要设备。因此学习路基构造,必须重视对横断面图的理解和掌握。

## 典型工作任务 1.1 路基横断面形式及组成的认知

### 1.1.1 工作任务

通过学习路基横断面的形式与组成等相关知识,能够承担以下工作任务:

- (1)认识路基横断面形式与组成。
- (2)掌握路基本体知识。

### 1.1.2 相关配套知识

#### 1. 路基横断面形式

路基横断面是指垂直于线路中心线截取的断面。依其所处的地形条件不同,有两种基本形式:路堤[图 1-1(a)]和路堑[图 1-1(b)]。

此外,还有半路堤、半路堑、半路堤半路堑、不填不挖路基,如图 1-1(c)、(d)、(e)、(f)所示。

- (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。

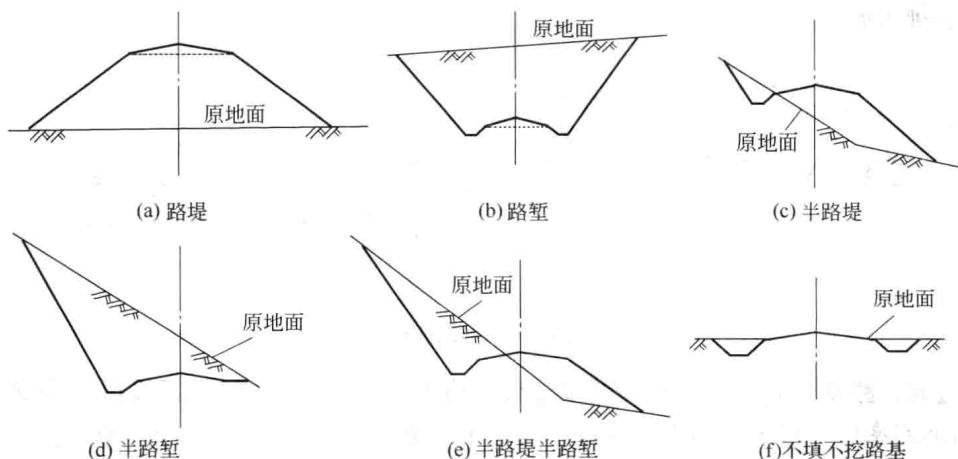


图 1-1 路基横断面形式

(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。如路基的路基面和经过清理后的天然地表面平齐,路基无填挖土方时,这种路基称为不填不挖路基。

在进行路基设计时,先要进行横断面设计。路基横断面设计要解决的主要问题是确定横断面各部分的形状和尺寸,如路基面的形状和宽度,路基边坡的形状和坡率等。

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。如路堤与路堑的过渡、纵向排水设计、挡土墙纵向设计等。

## 2. 路基本体的组成

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。路基本体由路基面、路肩、基床、边坡、基底几部分组成,如图 1-2 所示。

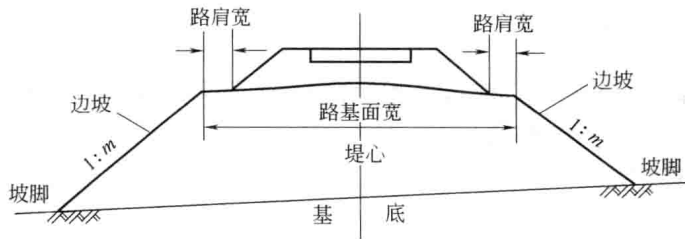


图 1-2 路基本体组成

(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。在路堑中为堑体开挖后形成的构造面。

(2)路肩。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,供埋设各种标志、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。

(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和速度的提高。基床分为表层及底层,表层厚度为 0.6 m,底层厚度为 1.9 m,总厚度为 2.5 m,如图 1-3 所示。基床底层的顶部和基床以下填料部位的顶部应设 4%的人字排水坡。

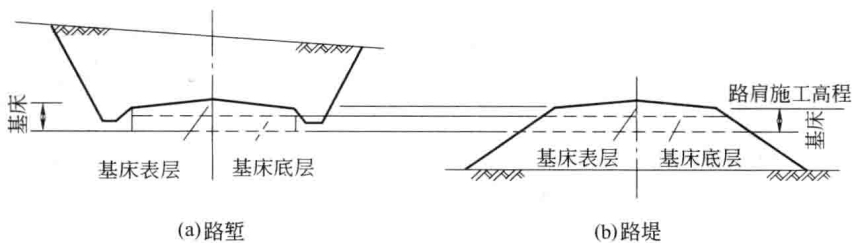


图 1-3 基床结构图

(4)边坡。路基两侧的边线称为路基边坡。边坡常修筑成直线形、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 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  $1:m$  方式表示的斜率称为坡率。边坡与地面的交点,在路堤中称为坡脚,在路堑中称为堑顶边缘。

(5)基底。路堤下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以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正常运营。

### 3. 路基附属设备

#### (1) 排水工程

为了保持路基的稳定,使路基能经常处于干燥和坚固状态,应将可能停滞在路基范围内的地面和地下水及时排除,并防止路基范围以外的水流入或渗入路基范围内。路基排水设施分为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并使其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。路基地表水的排除设施有:排水沟、侧沟、天沟(截水沟)、缓流井和跌水、急流槽等。

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。地下排水措施有明沟、排水槽、边坡渗沟、支撑渗沟、渗水暗沟、渗水隧洞、渗井、渗管和仰斜式钻孔等。地下排水设施应与地表排水设施相配套,保证水路畅通无隐患;地下排水设施的位置、断面、排水坡率、出水口地点应符合设计要求,且排水通畅,无阻塞现象。

#### (2) 防护、加固工程

路基边坡施工完成后,在长期的自然风化营力和雨水冲刷的作用下,将发生溜坍、掉块和冲沟等坡面变形和破坏;而修建在河滩上和水库边的路堤,必然经常的或周期性的受到水流的冲刷作用,路基边坡的稳定性将受到很大的影响或遭到破坏。因此路基防护的主要内容包括路基坡面防护和路基冲刷防护两部分。

土质路基边坡的防护工程应使边坡保持平整,对坡面裂缝、坑穴、冲沟应填补夯实,必要时采用防护和加固措施,以保持边坡稳定。路堑边坡易发生崩塌、错落、滑坡、溜坍、风化剥落等病害,应根据具体情况,采取综合措施进行防护、加固,以保证边坡的稳定。

为防止河岸冲刷,应修建护岸、导流堤、挑水坝等防冲刷措施,确保路基边坡的稳定;对于特殊地区的路基防护,应根据具体情况,提出技术要求。

#### 4. 路基横断面与线路平、纵断面的几何关系

图 1-4(a)表示一个土质路堤横断面。路肩与边坡的交点  $a$  称为路基顶肩,左右两侧顶肩的连线  $aa'$  与横断面中线的交点为  $O$ ,这个特征点  $O$  位于线路平、纵断面图的中心线上。而它在地面上的投影  $O'$  即为线路中心桩的位置。因此,在纵断面图上线路中心线的高程就是横断面图上  $O$  点的高程,即所谓路基高程。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。

对于某一个横断面,路基中心高度是指横断面上  $O$  点所表示的高度,也就是纵断面图上线路中心线所表示的填挖高度,对于路堑则称为路堑深度。路堤的边坡高度为路肩高程与坡脚高程之差,而路堑边坡高度为堑顶高程与路肩高程的差。如果左右两侧的边坡高度不等,则规定以大者代表横断面的边坡高度,如图 1-4 所示。

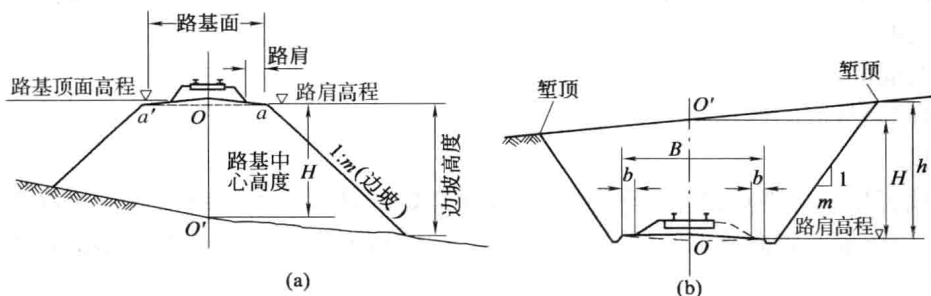


图 1-4 路基横断面与线路平、纵断面的几何关系

## 典型工作任务 1.2 路基横断面图的识读

### 1.2.1 工作任务

通过学习路基横断面知识,能够承担以下工作任务:

- (1)能够正确识读路基横断面图,确定路基断面各部分尺寸。
- (2)正确运用相关规范和技术标准。

### 1.2.2 相关配套知识

#### 1. 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,并满足《铁路路基设计规范》(TB 10001—2005)规定。

(1)滨河、河滩路堤的路肩高程应高出设计水位加壅水高(包括河道卡口或建筑物造成的壅水,河湾水面超高)加波浪侵袭高或斜水流局部冲高,加河床淤积影响高度,再加 0.5 m。其中波浪侵袭高与斜水流局部冲高应取二者中之大值。

(2)水库路基的路肩高程应高出设计水位加波浪侵袭高加壅水高(包括水库回水及边岸壅水),再加 0.5 m,如图 1-5 所示。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。

(3)滨海路堤,当顶部未设防浪胸墙时,其路肩高程应高出设计高潮水位加波浪侵袭高(波浪爬高),再加不少于 0.5 m 的安全高度。当设有防浪胸墙时,路肩高程应高出设计高潮水位以上不小于 0.5 m。

上述设计水位的洪水频率,一般采用:Ⅰ、Ⅱ级铁路为 1/100,Ⅲ级铁路为 1/50。

(4)地下水水位和地面积水水位较高地段的路基,其路肩高程应高出最高地下水水位或最高地面积水水位加毛细水强烈上升高度,再加 0.5 m。

(5)季节冻土地区,路肩高程应高出冻前地下水水位或冻前地面积水水位,加毛细水强烈上升高度,加有害冻胀深度,再加 0.5 m。

(6)盐渍土路基的路肩高程,应高出最高地下水水位或最高地面积水水位,加毛细水强烈上升高度加蒸发强烈影响深度,再加 0.5 m。

当路基采取降低水位、设置毛细水隔断层等措施时,路基高程可不受以上第(4)、(5)、(6)项规定的限制。

#### 2. 路基面的形状

##### (1)区间路基面的形状

##### 1)路拱

水的危害是造成路基病害的重要原因,保证良好的排水条件是路基设计的重要原则。因此,路基面应作成有横向排水坡的拱状,称为路拱,以利于排除雨水,避免路基面处积水使土浸湿软化,造成病害。

路拱的形状为三角形,由路基中心线向两侧设 4% 的人字排水坡,如图 1-6 所示。曲线加

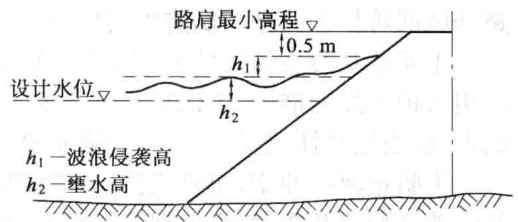


图 1-5 路肩最小高程



宽时,路基面应保持三角形,仅将路拱外侧坡度放缓。

2) 不同类型路基的衔接

对新建铁路,全线的线路纵断面均按土质路堤标准进行设计,线路纵断面上的高程为路肩设计高程。然而,绝大多数铁路中不仅有土质路堤(路肩宽度为

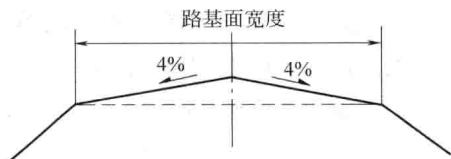


图 1-6 区间线路路拱的形状

0.8 m),而且有路堑(路肩宽度为 0.6 m)、级配碎石或级配砂砾石路基,曲线地段还要对曲线外侧进行加宽,软土路堤和高路堤还要对路基面两侧进行加宽;双线铁路中还有局部单线路基。

为使不同类型路基地段的轨面高程保持一致,并保证道砟厚度和路肩宽度满足要求,路基设计时须对线路纵断面的路肩设计高程进行抬高或降低。

①在单线铁路(或双线铁路并行等高地段)中,硬质岩石路堑及基床表层为级配碎石或级配砂砾石的路基,其路肩高程应高于土质路堤的路肩高程,如图 1-7 和图 1-8 所示。高出尺寸为按下式计算:

$$\Delta h = (h - h') + \frac{B - B'}{2} \times 0.04 \quad (1-1)$$

式中  $h$ ——土质路堤直线地段的标准道床厚度(m);

$B$ ——土质路堤直线地段的标准路基面宽度(表 1-1 中的值,m);

$h'$ ——硬质岩石路堑、级配碎石或级配砂砾石路基直线地段的标准道床厚度(m);

$B'$ ——硬质岩石路堑、级配碎石或级配砂砾石路基直线地段的标准路基面宽度(m)。

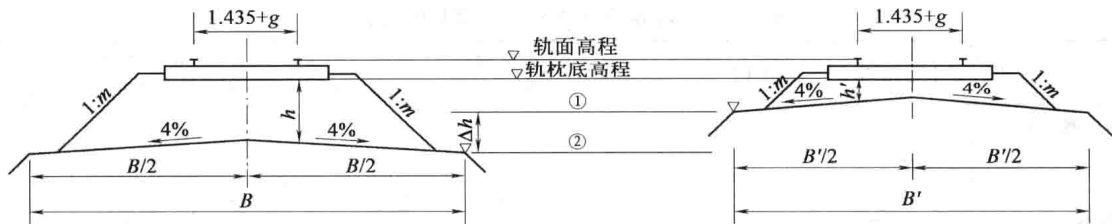


图 1-7 单线铁路直线地段标准路基面的路肩设计高程

①路堑及级配碎石(或砂砾石)路基标准路基面的路肩设计高程;②土质路堤标准路基面的路肩设计高程

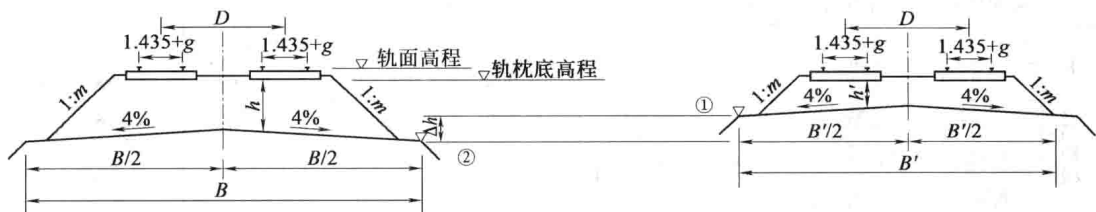


图 1-8 双线铁路并行等高直线地段标准路基面的路肩设计高程

①路堑及级配碎石(或砂砾石)路基标准路基面的路肩设计高程;②土质路堤标准路基面的路肩设计高程

②在双线铁路中,并行不等高或局部单线地段的路肩高程应高于双线铁路并行等高地段土质路堤的路肩高程,如图 1-9 所示。高出尺寸为

$$\Delta h = h_{sh} - h_d + \left( \frac{B_{sh} - D - B_d}{2} + 1.435 + \frac{g}{1000} \right) \times 0.04 \quad (1-2)$$

式中  $h_{sh}$ ——并行等高直线地段土质路堤的标准道床厚度(m);

$B_{sh}$ ——并行等高直线地段土质路堤的标准路基面宽度(表 1-1 中的值,m);

$D$ ——并行等高直线地段土质路堤的线间距(m);

$h_d$ ——并行不等高或局部单线直线地段的标准道床厚度(m);