



普通高等教育铁道部规划教材

铁路路基养护维修

刘建坤 主编 郭战伟 主审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路路基养护维修

郭战伟 主 审

中国铁道出版社

2010年·北京

内 容 简 介

本书阐述了铁路路基养护的基本原则和路基各组成部分的功能及保证其工作状态的基本要求,讲述了铁路路基的基本技术要求及检测方法、既有铁路路基常见病害的分类与整治、路基监测与预报、路基维修工作的实施及质量标准、路基大修工作的实施及质量标准。

本书为普通高等学校铁道工程专业教学用书,也可作为高职院校和铁路维修养护人员及相关技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路路基养护维修/刘建坤主编. —北京:中国铁道出版社,2010.8

普通高等教育铁道部规划教材

ISBN 978-7-113-11624-8

I. ①铁… II. ①刘… III. ①铁路路基—铁路养护—高等学校—教材

②铁路路基—维修—高等学校—教材 IV. ①U216.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 131348 号

书 名: 铁路路基养护维修

作 者: 刘建坤 主编

责任编辑: 李丽娟 电话: 010-51873135 电子信箱: LLJ704@163.com 教材网址: www.tdjiaocai.com

封面设计: 崔丽芳

责任校对: 孙 玫

责任印制: 陆 宁

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)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 河北省遵化市胶印厂

版 次: 2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 8.75 字数: 210 千

书 号: ISBN 978-7-113-11624-8

定 价: 18.00 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

本书是普通高等教育铁道部规划教材,是由铁道部教材开发领导小组组织编写,并经铁道部相关业务部门审定,适用于高等院校铁路特色专业教学以及铁路专业技术人员使用。本书为铁道工程系列教材之一。

铁路路基是轨道的基础,它的工作状态的好坏直接影响着线路的运行安全。路基养护维修就是要保证其一直处于良好的工作状态,保证列车的正常运营。由于不同历史时期铁路建设的水平和标准不同,我国既有铁路线路长期以来一直处于不断的养护维修之中。在铁路大面积提速过程中,路基的养护维修工作变得更加繁重,提速之后的路基养护维修也变得复杂,技术要求也随之提高。路基养护维修是铁路工务部门非常重要的、持久的工作内容,如何组织、实施路基养护维修工作是铁道工程专业学生应掌握的基本内容。本书就是针对这一需要而编写的介绍既有铁路路基养护维修方面知识的教材。

本书由北京交通大学刘建坤主编,铁道部运输局郭战伟主审。全书共分七章:第一章主要介绍铁路路基养护维修的意义和主要原则,由广州铁路(集团)公司谢纫秋编写;第二章主要介绍铁路路基各个组成部分应有的状态及检测方法,由北京交通大学田亚护、刘建坤、冯瑞玲编写;第三章主要介绍铁路路基的主要病害及其治理方法,由谢纫秋编写;第四章介绍铁路路基的监测内容及方法,由北京交通大学彭丽云、刘建坤编写;第五章介绍铁路路基维修工作的质量标准,由谢纫秋编写;第六章介绍路基大修工作的实施和标准,由谢纫秋编写;第七章主要介绍特殊条件下铁路路基养护的特点和注意事项,由田亚护编写。

本教材的编写参考了大量前人的工作、成果及法规等,未能一一列出,在此一并致谢。书中难免出现错误和不当之处敬请读者指正并谅解。

编 者

2010年8月

目 录

第一章 总 论	1
第二章 铁路路基的基本技术要求及检测方法	4
第一节 路基本体	4
第二节 路基附属设备	12
第三节 路基检测	13
复习思考题	20
第三章 既有铁路路基常见病害的分类与整治	21
第一节 既有铁路路基常见病害的一般分类	21
第二节 路基基床的常见病害与治理	22
第三节 路基边坡的常见病害与治理	28
第四节 路基连接处及基底的常见病害与治理	68
复习思考题	78
第四章 路基监测	79
第一节 路基监测概述	79
第二节 路基监测常用方法	80
第三节 路基本体及其特殊地段监测项目	88
第四节 路基监测预报	89
复习思考题	90
第五章 路基维修工作的实施及质量标准	91
第一节 路基维修工作范围	91
第二节 路基维修工作实施	91
第三节 路基维修质量验收	94
第四节 路基保养质量评定	100
第五节 路基设备状态评定和病害分级	101
复习思考题	104
第六章 路基大修工作的实施及质量标准	105
第一节 路基大修工作范围	105



第二节 路基大修工作实施.....	105
第三节 路基大修验收标准.....	108
复习思考题.....	114
第七章 特殊条件下路基的养护维修.....	115
第一节 冻土地区路基的养护维修.....	115
第二节 黄土地区路基的养护维修.....	118
第三节 膨胀土地区路基的养护维修.....	120
第四节 盐渍土与盐湖地区路基的养护维修.....	122
第五节 风沙地区路基的养护维修.....	125
第六节 粉土地区路基的养护维修.....	128
复习思考题.....	130
参考文献.....	131

第一章 总论

我国铁路在国民经济中具有不可替代的重要地位。随着社会的发展、科技的进步,我国铁路已发展成为具有运量大、距离长、安全、不间断等优点的大能力的骨干交通运输工具。根据现有的基本国情,我国铁路要在市场竞争中保持与提高已有的地位,必须按照铁路发展的主要技术政策,建立“速度快、密度高、重量大”的运输新模式,努力提高铁路运输服务质量水平。这不但对新建铁路提出了更高的设计标准与施工质量,对既有铁路的养护维修工作亦提出了更高的要求。

一、铁路路基养护维修的重要性

在本教材中,铁路路基养护维修的工作对象系指既有铁路上承担运营任务的铁路路基,铁路路基养护维修的工作内容包括路基的维修工作与路基的大修工作。

铁路路基与桥梁、隧道和轨道一起构成了铁道线路的整体,铁路路基作为重要的土工结构物,是轨道的基础。铁路路基主要包括了路基本体部分和路基防护设备、支挡及加固设备、排水设备等附属部分。铁路路基的长度与工程投资在整个铁道建筑工程中占有很大的比重。同时,由于铁路路基是在多种复杂作用下工作的土工结构物,它不仅承载着铁路轨道的全部重量,经受列车荷载的反复作用;还经常遭受水流、风沙、雨雪、严寒、高温、地震等自然营力的侵袭和各种不良地质条件及人为因素的影响。

在铁路线路不间断地运营条件下,铁路路基不可避免地会发生程度不同、形态不同的变形与病害。因此,及时发现、消灭和修复这些变形与病害,使路基本体与附属设备各部分都保持完好状态,提高其强度与稳定性,提高其抵御灾害和满足运输条件的能力,才能确保轨道的畅通无阻,更好地体现铁路安全、经济和高效能。这就是既有铁路路基养护维修工作的重要性所在。

二、铁路路基养护维修的基本原则

路基维修工作贯彻“预防为主,修养并重,综合整治,排水第一”的原则,做到预防性计划维修、小型病害整治与经常保养相结合,并加强检查和巡守工作,对路基病害治早、治小,防患于未然。

路基大修工作主要承担对工作量较大、技术较复杂的路基病害工点,根据路基本体及其附属设备的技术状态和病害程度,按照轻重缓急安排计划进行修理和病害整治,改善和提高路基的稳固性,为铁路行车提供安全稳定的基础。

路基维修、大修工作应采用先进的信息化管理技术,积极应用新技术、新材料、新工艺及先进的检测手段,努力发展机械化,不断改善劳动条件、提高作业效率,保证工程质量。同时,应

建立健全路基检定制度及机构,以及及时掌握路基设备技术状态,确保路基设备满足行车速度和载重的需要。

三、铁路路基养护维修的基本任务和工作范围

铁路路基养护维修的基本任务有三大项。第一,经常保持路基本体及其排水、防护、支挡及加固等附属设备的完好状态,延长设备使用寿命;第二,及时整治路基病害,预防病害的发生和发展;第三,有计划地改善路基设备状态,不断提高路基整体强度。

铁路路基维修的工作范围主要包括设备的计划维修、小型病害整治、经常保养和巡守工作。其中,计划维修的工作内容含有:整修各种排水设备;修补边坡植被;整修各种防护、加固设备;修理路基范围内的河岸防护、河流调节等建筑物;整修路基安全设备(栏杆、检查梯、检查台阶等);清除或固定危石;修补坡面岩石裂缝;修补隔离栅栏等。属于小型路基病害整治的系指技术不太复杂、整治工程量较小(圪工 100 m^3 、土石方 500 m^3 以下)的病害,包括堑坡或山坡上的危岩、岩(土)体裂缝;边坡溜坍或风化剥落;基床下沉外挤或翻浆冒泥;河岸冲刷;排水不良等。需要进行路基经常保养的工作范围有:少量修补边坡植被;清除零星坍体及设备上的土石堆积;清除坡面的零星活石、松动孤石及危树,清除防护加固设备坡面的杂草,疏通各种路基建筑物的泄水孔,夯填砌体与土体间离缝,勾补脱落损坏的灰缝;夯填(填塞)影响坡面稳定的土质坡面裂缝(岩石裂缝);整平土质路肩,清除路堤肩缘下的弃渣弃土,处理路肩低洼处的积水;清除排水设备内的淤积物及杂草,勾补脱落损坏的灰缝,修补沟内及沟帮外缘的漏水部位,保持水沟出入口畅通;经常保持路基防护栏杆、检查梯(井)等检查设备及线路隔离栅栏的完整牢固,按期涂漆防锈及加固修补;负责路基范围内的崩塌、落石、滑坡、泥石流等病害处所的报警设施的检修保养;做好路基禁耕范围内的水土保持工作,提出路基坡面、堤脚及堑顶植被防护计划;修筑、整修上山下河检查小道以及其他临时修补工作。路基巡守工作主要系指对威胁行车安全的病害处所设置专人看(巡)守。

铁路路基大修的工作范围主要分为两方面。第一方面是治理路基维修工作范围以外的各种路基病害(如滑坡、边坡溜坍、崩坍落石、风化剥落、陷穴、基床下沉外挤与翻浆冒泥、河岸冲刷、水浸路基、排水不良、沙害、冻害、雪害、泥石流等)及地基问题。第二方面是恢复及改善路基设备的技术状态,如加宽路基,改善基床、边坡,增设、接长、翻修路基附属设备等。

四、铁路路基养护维修的管理机制

为了满足目前旅客列车设计行车速度 200 km/h 及以下、货物列车设计行车速度 120 km/h 及以下和客货共线标准轨距的既有铁路的运营需求,加强路基大修维修工作,提高设备抵御灾害和适应运输的能力,铁道部制定了《铁路路基大修维修规则》,作为指导铁路路基养护维修的工作法规。

按照铁道部现有的管理模式与组织方式,各铁路局(公司)负责铁路路基维修工作的组织与管理;同时亦是路基大修工程的建设(法人)单位,负责计划审查立项、工程投资拨款、设计预算审批、监督并检查代建单位的施工管理,主持重点工程验收。各铁路局(公司)根据路基设备的数量合理设置组织机构和配备人员。

工务段是路基维修工作的责任单位。工务段设置实施专业管理的路基科(室)、路基领工区、路基工区(包括危岩工区)、路基工队。路基领工区负责领工区管内路基维修及设备管理工

工务段是路基大修工程代建(委托法人)单位,同时也是路基大修工程竣工后的设备接受单位。工务段负责计划申报、施工发包与监理(规模较大的重点工程由建设单位委托监理单位监理),协助施工单位办理与铁路运输有关的计划,以及组织工程竣工验收。

• 3 •

第二章

铁路路基的基本技术要求及检测方法

铁路路基是为满足轨道铺设和运营条件而修筑的土工构筑物,必须保证轨顶设计标高,并与桥梁、隧道等建筑物平顺连接以形成完整贯通的铁铁路线路;运营过程中,在列车荷载作用和各种人为因素作用下,路基的变形不允许超过容许限度,更不能失稳。

铁路路基由路基本体和路基附属设备两部分组成。其中路基本体工程主要包括路基面、路肩、基床、边坡、路基基底等部分;路基附属结构是路基的组成部分,是为确保路基本体的稳固性而采用的必要的工程措施,包括排水结构和防护、加固结构两大类。路基本体是路基中很容易出现病害的关键部分,铁路路基养护维修中关于路基本体的养护维修在整个路基养护维修中占有很大比重,路基本体工作状态的好坏,直接影响到线路的完好及列车的安全运营。

铁路路基横断面如图 2-1 所示。铁路路基主要应满足以下要求:

- (1)平顺性,且路基面有足够的宽度和限界。
- (2)有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性。

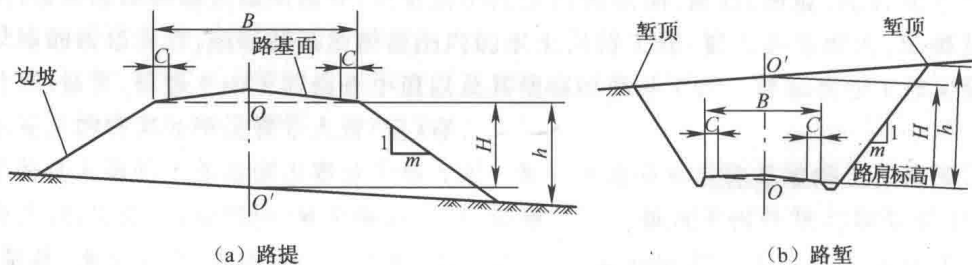


图 2-1 铁路路基横断面图

B —路基宽度; C —路肩宽; H —路基中心高; h —路基边坡高

第一节 路基本体

一、路基面

直接在其上铺设轨道的部分,称为路基顶面简称路基面。在路堤中路基面为路堤的顶面;在路堑中,路基面为堑体开挖后形成的构造面。

(一)路基面的构筑要求

路基面的高程应使轨面标高符合设计要求,当其高程可能因路基面以下土体压密等出现变化时,应先做好加大路基面宽度等的预处理工作,以使用加厚道床的措施保持轨面标高不变。

路基面的宽度除了应满足轨道铺设的要求外,还应满足基面以下土体的稳定、线路养护,设置线路标识、通信电力设施和其他需要。路基面形状应便于轨道的铺设与养护,且有利于排水。



(二)路基面的形状

路基面的形状为三角形路拱,由路基中心线向两侧设4%的人字排水坡。曲线加宽时,路基面仍应保持三角形。

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,其路肩高程应高于非渗水土的路肩,高出尺寸按下式计算:

$$h = (h_1 - h'_1) + \frac{B - B'}{2} \times 0.04$$

式中 h_1 ——土质路基直线地段的标准道床厚度(m);

h'_1 ——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 ——土质路堤直线地段的标准路基面宽度(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)。

(三)路基面的宽度

区间单线路基面的宽度由铺设轨道部分和路肩部分组成;区间双线路基面的宽度由线间距加左、右两侧线路中心以外轨道的铺设宽度和路肩宽度组成。区间路基面宽度应根据铁路等级、正线数目、远期采用的轨道类型、路基面形状、曲线加宽、路肩宽度等计算确定。

路肩的作用是保护轨道以下的路基土体,防止其在列车动荷载作用下侧向挤动;防止路基面边缘部分的土体稍有塌落时,影响轨道道床的完整状态;方便养护维修等作业。《铁路路基设计规范》(TB 10001—2005)规定时速 160 km 以内的 I、II 级线路的路肩宽度为:路堤不应小于 0.8 m,路堑不应小于 0.6 m。路肩要经常保持干燥、平整、无杂草,并能及时有效地疏干道床底部积水。

1. 直线地段标准路基面宽度

单线直线地段标准路基面宽度(图 2-2)为

$$B = A + 2x + 2C$$

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

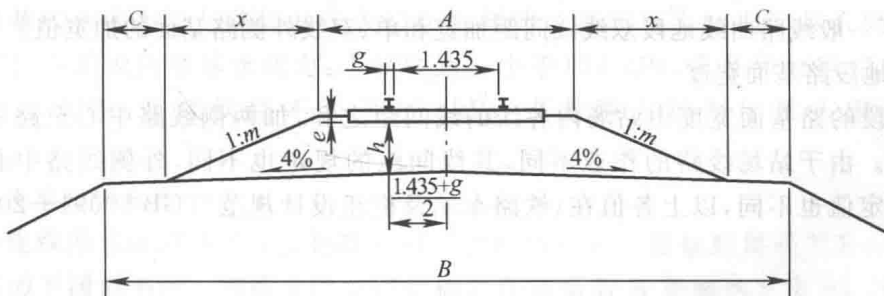


图 2-2 单线直线地段标准路基面宽度

式中 B ——路基面宽度;

A ——道床顶宽;

m ——道床边坡坡率;

h ——钢轨中心的轨枕底以下的道床厚度;



g ——轨头宽度;

x ——砵脚至砵肩的水平距离。

双线直线地段标准路基面宽度(图 2-3)为

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

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

式中 D ——双线的线间距;

h ——靠路基中心侧的钢轨枕下的道床厚度。

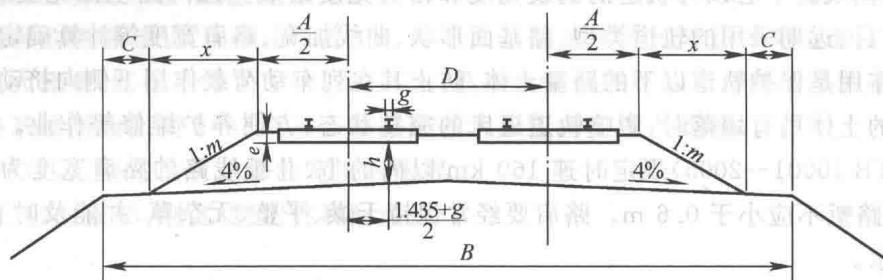


图 2-3 双线直线地段标准路基面宽度

2. 曲线地段路基面宽度

在曲线地段,由于曲线轨道的外轨设置超高,外侧道床加厚及道床坡脚外移,故曲线外侧的路基面应进行加宽,加宽的数值可根据超高计算确定。曲线外侧路基面的加宽量应在缓和曲线范围内向直线递减。

为保证会车时的安全行车空间,曲线地段的双线线间距也要进行加宽。《铁路路基设计规范》已给出了一般线路曲线地段双线线间距加宽和单、双线外侧路基面的加宽值。

3. 站场地段路基面宽度

站场地段的路基面宽度由站场内各线的线间距之和,加两侧线路中心至路基面边缘的规定值得。由于站场线路的作业不同,其线间距的规定也不同,外侧线路中心线至路基面边缘的规定值也不同,以上各值在《铁路车站及枢纽设计规范》(GB 50091—2006)中均有规定。

二、基 床

铁路路基面以下受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,一般认为附加应力占自重应力 20% 的深度为路基基床厚度。基床状态直接影响到列车运行的平稳性和速度的提高,设计时应严格执行《铁路路基设计规范》对基床厚度、填料及其压实度、排水等的规定。



(一)基床的基本要求

基床是铁路路基最重要的部位,也是列车动荷载作用最明显的部位。路基基床要满足强度要求、刚度要求、防渗要求,在可能发生冻害的地区,还有防冻等特殊要求。

(二)基床结构

我国铁路路基基床的结构分为表层和底层,对于时速不超过160 km的Ⅰ、Ⅱ级铁路,《铁路路基设计规范》规定基床表层厚度为0.6 m,底层厚度为1.9 m,基床总厚度为2.5 m;《新建时速200~250公里客运专线铁路路基设计暂行规定》中规定,基床表层厚度为0.6~0.7 m,底层厚度为1.9~2.3 m,基床总厚度为2.5~3.0 m。

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;路堤基床为渗水土而其下为非渗水土时,非渗水土层顶面应设4%的横向排水坡;路堑基床表层换填渗水土时,其底层顶面应设4%的横向排水坡。陡坡地段的半填半挖路基,路基面以下1m基床范围内应予以挖出换填,填料应符合基床土的要求。

(三)基床填料的选择

Ⅰ级铁路应优先选用A组填料(砂类土除外)填筑基床,当缺乏A类填料时,通过经济比选后可选用级配碎石和级配砂砾石。Ⅱ级铁路应选用A组填料,其次为B组填料。对不符合要求的填料,应采取土质改良或加固措施。填料的粒径不得大于150 mm。

Ⅰ级铁路基床底层应选用A、B组填料,否则应采取土质改良或加固措施。Ⅱ级铁路可采用A、B、C组填料作为基床底层。当采用C组填料时,当年平均降水量大于500 mm时,填料塑性指数不得大于12,液限不得大于32%,否则应采取土质加固或改良措施。底层填料的粒径不应大于200 mm,或不超过摊铺厚度的2/3。

高度小于2.5 m的低路堤,基床表层范围内的天然地基土的土质和天然密实度要达到规范对基床表层填料和压实质量的要求。基床底层范围内天然地基的承载力要足够,Ⅰ级铁路不小于180 kPa,或者静力触探比贯入阻力 P_s 不小于1.5 MPa;Ⅱ级铁路不小于150 kPa,或者静力触探比贯入阻力 P_s 不小于1.2 MPa。

路堤基床以下部位宜选A、B、C组填料,当选择D组时应采取加固或土质改良;路堤浸水部分的填料应采用渗水土填料。使用不同填料填筑路基时,应分层填筑,每一水平层全宽应以同一填料填筑。

路堑路基的基床表层与路堤基床表层在填料的选择和压实标准上具有同等的要求;基床底层范围内的天然地基承载力:Ⅰ级铁路不小于150 kPa,或者静力触探比贯入阻力 P_s 不小于1.2 MPa;Ⅱ级铁路不小于120 kPa,或者静力触探比贯入阻力 P_s 不小于1.0 MPa。

(四)基床填料的压实标准

目前新建线路基床填料的压实标准有双控指标体系和三控指标体系之分,依据线路的性质和等级的不同而不同。细粒土的双控指标为压实系数 K 和地基系数 K_{30} ,粗粒土的双控指标为相对密度 D_r 或孔隙率 n 和 K_{30} ;线路等级提高以后,应采用三控体系指标,即在双控指标体系的基础上增加了动态变形模量 E_{vd} 的标准。动态变形模量 E_{vd} 的最大特点就是能够反映动应力对路基的真实作用状况,反映的是路基动应力状态下的弹性变形和刚度指标。

现行规范规定的普通铁路路基压实标准见表2-1、表2-2所示。



表 2-1 基床表层的压实标准

层位	填 料 类 别 铁 路 等 级 压 实 指 标	细粒土 粉砂、改良土		砂类土 粉砂除外		砾石土		碎石土		块石土	
		I 级	Ⅱ级	I 级	Ⅱ级	I 级	Ⅱ级	I 级	Ⅱ级	I 级	Ⅱ级
基床表层	压实系数 K	—	(0.93)	—	—	—	—	—	—	—	—
	地基系数 K_{30}	—	(100)	—	110	150	140	150	140	—	—
	相对密度 D_r	—	—	—	0.8	—	—	—	—	—	—
	孔隙率 n	—	—	—	—	28	29	28	29	—	—

注：细粒土、粉土、改良土一栏中，有括号的仅为改良土的压实标准，无括号的为细粒土、粉土、改良土的压实标准。

表 2-2 基床底层的压实标准

层位	填 料 类 别 铁 路 等 级 压 实 指 标	细粒土 粉砂、改良土		砂类土 粉砂除外		砾石土		碎石土		块石土	
		I 级	Ⅱ级	I 级	Ⅱ级	I 级	Ⅱ级	I 级	Ⅱ级	I 级	Ⅱ级
基床底层	压实系数 K	(0.93)	0.91	—	—	—	—	—	—	—	—
	地基系数 K_{30}	(100)	90	100	100	120	120	130	130	150	150
	相对密度 D_r	—	—	0.75	0.75	—	—	—	—	—	—
	孔隙率 n	—	—	—	—	31	31	31	31	—	—

(五) 客运专线路基的主要设计参数

设计时速 200 km 以上的客运专线、客货共线以及客运专线无砟轨道线路都对路基有更高的要求，一般路基面及路基的宽度比普通铁路宽，基床厚度更大。表 2-3 给出了几类不同设计速度线路路基的主要参数，可以看出设计速度越高，路基面、路肩的宽度越大，基床厚度越大。

表 2-3 不同设计时速客运专线路基的主要参数

线路类型	路肩宽度(路堤)(m)	路基面宽度(路堤)(m)		基床尺寸(m)		
		单线	双线	表层	底层	总厚度
200 km/h 客货共线	1	7.7	12.1	0.6	1.9	2.5
新建 200~250 km/h	1.2	8.2	13	0.7	2.3	3.0
新建 300~350 km/h	1.4(双)1.5(单)	8.8	13.8	0.7	2.3	3.0
京沪高速 350 km/h	1.4	8.8	13.8	0.7	2.3	3.0

设计时速 200 km 以上的铁路客运专线路基，以及客运专线无砟轨道线路路基对填筑质量有更高的要求，其压实指标一般采用多指标控制。客运专线路基压实控制指标见表 2-4。

表 2-4 客运专线路基压实控制指标

指 标 线 路		基床表层				基床底层				路基本体							
		填料	$K_{30} \geq$	$E_{vd} \geq$	$n \leq$	$E_{v2} \geq$	填 料	$K_{30} \geq$	$K \geq$	$n \leq$	$E_{vd} \geq$	$E_{v2} \geq$	填 料	$K_{30} \geq$	$K \geq$	$n \leq$	$E_{v2} \geq$
200 km/h 客货 共线		190		18			细粒土	110	0.95				改良细粒土	90	0.90		
		130		18			粗粒土	120		28			砂类土及细砾土	110		31	
							碎石土	150		28			碎石类及粗砾土	130		31	
							改良细粒土	110	0.95		40		改良细粒土	90	0.90		
200~250 km/h 客运专线		190	55	18			砂类土及细砾土	130		28	40		砂类土及细砾土	110		31	
							碎石类及粗砾土	150		28	40		碎石类及粗砾土	130		31	
							改良细粒土	110	0.95		40		改良细粒土	90	0.90		
							砂类土及细砾土	130		28	40		砂类土及细砾土	110		31	
300~350 km/h 客运专线		190	55	18			碎石类及粗砾土	150		28	40		碎石类及粗砾土	130		31	
							改良细粒土	110	0.95		40		改良细粒土	90	0.90		
							砂类土及细砾土	130		28	40		砂类土及细砾土	110		31	
							碎石类及粗砾土	150		28	40		碎石类及粗砾土	130		31	
无砟轨道客运 专线							改良细粒土	110	0.95			60	改良细粒土	90	0.92		45
		190	50	18		120	砂类土及细砾土	130		28		60	砂类土及细砾土	110		31	45
							碎石类及粗砾土	150		28		60	碎石类及粗砾土	130		31	45

注: K_{30} 的单位为 MPa/m; E_{vd} 的单位为 MPa; n 的单位为 %; E_{v2} 的单位为 MPa。



三、边 坡

在路堤的路肩边缘以下和在路堑路基两侧的侧沟外,因填挖而形成的斜坡面称为路基边坡。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。边坡的坡形在路基工程中常修筑成单坡形、折线形或阶梯形,每一段坡面的斜率以边坡断面图上取上下两点的高差与水平距离之比表示,当高差为 1 m 水平距离经折算为 m 单位长时,则斜率为 $1:m$ 。在路基本体构造中,边坡的坡形和坡度的陡缓对本体的稳定和工程经济关系很大,必须十分重视。

边坡的形式和坡率应根据填料的物理力学性质、边坡高度、轨道和列车荷载,及地基工程的土质条件来确定。

(一)路堤边坡

当地基条件良好,边坡高度不大于表 2—5 范围时,其形式和坡率按照表中的数据取值。

当路堤高度大于表 2—5 中的数值时,其超出的下部边坡形式和坡率,应根据填料的性质由稳定分析计算确定,最小稳定安全系数应为 1.15~1.25,边坡形式宜用阶梯形。

表 2—5 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	全部高度	上部高度	下部高度	
细粒土、易风化的软块石土	20	8	12		1:1.5	1:1.75	折线形
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		1:1.5	1:1.75	折线形
硬块石土	8			1:1.3			直线形
	20			1:1.5			直线形

- 注:1. 当有可靠资料和经验时,可不受本表限制;
2. I 级铁路的路堤边坡高度不宜大于 15 m;
3. 填料为粉砂、细砂、膨胀土等时,其边坡形式和坡率按照《铁路路基设计规范》的有关规定设计。

路堤坡脚外应设置不小于 2 m 宽的天然护道,在经济作物区高产田地段,当能保证路堤稳定时,可设置宽度不小于 1 m 的人工护道或设置坡脚墙。

(二)路堑边坡

1. 土质路堑边坡

土质路堑边坡的形式及坡率应根据工程地质条件、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。

边坡高度不大于 20 m 时,边坡坡率按表 2—6 设计。路堑边坡高度大于 20 m 时,其边坡形式按现行规范有关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。

在碎石类土、砂类土及其他土质路堑中,应在侧沟外侧设置平台,其宽度应视边坡高度和



土的性质决定,不宜小于1 m。当边坡全部设有边坡防护加固工程时,可不设平台。

表 2-6 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		1:1~1:1.5
中密以上的中、粗砂砾		1:1.5~1:1.75
漂石土、块石土、卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土	1:1~1:1.5	1:1.05~1:1.25
	1:1~1:1.5	1:1.25~1:1.5

不同地层组成的较深路堑,宜在边坡中部或不同地层分界处设置平台,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地区,边坡平台上可不设置截水沟,但应设置向坡脚方向不小于4%的排水横坡,平台宽度不宜小于1 m。

2. 岩质路堑边坡

岩石路堑边坡的形式及坡率应根据工程地质水文条件、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以及自然稳定边坡和人工边坡的调查综合确定,必要时可采取稳定分析方法进行验算。边坡高度不大于20 m时,边坡坡率可按表2-7的规定设计。强风化及全风化的岩石路堑,可根据岩性以及边坡高度设置平台和排水设备。

表 2-7 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	1:0.1~1:0.3
	弱风化、强风化	1:0.3~1:0.75
	全风化	1:0.75~1:1
软质岩	未风化、微风化	1:0.3~1:0.75
	弱风化、强风化	1:0.5~1:1
	全风化	1:0.75~1:1.5

注:1. 膨胀岩等特殊岩质路堑边坡形式及坡率应按《特殊铁路路基设计规范》有关规定执行;
2. 有可靠资料和经验时,可不受该表限制。

边坡高度大于20 m的硬质岩路堑,可根据岩体结构、结构面产状、岩性,并结合施工影响范围内既有建筑物的安全性要求,采用光面、预裂爆破技术。边坡高度大于20 m的软弱松散岩质路堑,当岩层风化破碎、节理发育时,根据边坡工程的地质条件,结合机械化施工的工艺特点,宜采用分层开挖、分层稳定和坡脚预加固技术。岩石路堑边坡的形状,一般可取一坡到顶的直线形边坡;如为高边坡,边坡上出现性质和风化程度不同的明显变化时,可采用和岩质相适应的坡率,整个边坡呈折线形,在换层处设置边坡平台。

四、路基基底

基底即为路基的地基,也就是路基填土的天然地面以下受填土自重以及轨道、列车动载影响的土体部分。基底部分土体的稳定,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基,必须对基底做妥善处理,以免危及列车安全与正常运营。