

本书配课件



人民交通出版社

“十二五”职业教育规划教材

铁路线路 施工技术

(双色版)

主编 / 张建华 邹琼

主审 / 张雯



人民交通出版社

China Communications Press



“十二五”职业教育规划教材

铁路线路施工技术

(双色版)

主编 / 张建华 邹琼

主审 / 张雯



人民交通出版社
China Communications Press

北京

内 容 提 要

本书除绪论外共分三篇九个单元,主要包括:路基设计、路基施工、路基排水及防护加固、特殊条件下的路基施工、普速铁路轨道构造与施工、高速铁路轨道结构与施工、轨道的平顺标准、无缝线路、铁路设计概述。

本书可作职业院校铁道类专业教材,也可供工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

铁路线路施工技术 / 张建华, 邹琼主编. —北京:
人民交通出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-114-10782-5

I. ①铁… II. ①张…②邹… III. ①铁路线路—工
程施工 IV. ①U215

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 161405 号

“十二五”职业教育规划教材

书 名: 铁路线路施工技术

著 作 者: 张建华 邹 琼

责任编辑: 刘彩云 卢 珊

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 21.25

字 数: 544 千

版 次: 2013 年 8 月 第 1 版

印 次: 2013 年 8 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10782-5

定 价: 39.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

随着我国经济的快速发展,铁路建设进入了全面发展的阶段。为更好地落实铁路人才发展规划,强化人才培养和实践锻炼,本着立足当前、着眼未来、瞄准前沿、务求实用的原则编写了本书。

本书结合“铁路线路课程教学大纲”并针对铁道工程专业技术岗位需要,以应知应会、实作技能为重点,涵盖了路基设计、路基施工、普通轨道、无砟轨道、无缝线路原理及施工、铁路设计等专业系统知识。内容通俗易懂,信息量大,专业性强。

本书由成都铁路工程学校张建华、新疆铁道职业技术学院邹琼担任主编,张建华负责全书的统稿工作。成都铁路工程学校刘东菊、范杰、张吕,第二勘察设计院刘卫东参与了具体的编写工作。成都铁路工程学校教学副校长、高级讲师张雯对本书内容进行了审核。对于他们的辛苦付出和大力支持,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2013 年 6 月

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 路 基

单元一 路基设计	5
第一节 路基设计内容	5
第二节 路基构造	8
第三节 《高速铁路设计规范(试行)》(TB 10621—2009)	18
第四节 路基标准横断面图认识	19
单元二 路基施工	25
第一节 路基施工准备	25
第二节 路基土石方调配	30
第三节 地基处理方法	36
第四节 土质路堤填筑	39
第五节 土质路堑开挖	49
第六节 石质路基施工	52
第七节 过渡段施工	56
第八节 路堤预留沉降量及沉降观测	57
单元三 路基排水及防护加固	61
第一节 路基排水	61
第二节 路基防护	68
第三节 路基加固	79
单元四 特殊条件下的路基施工	94
第一节 滑坡地段路基	94
第二节 崩塌及岩溶地段路基	98
第三节 泥石流	100
第四节 浸水路堤	102
第五节 软土地区路基	104
第六节 膨胀土地区路基	108
第七节 冻土地区路基	110

第二篇 轨 道

单元一 普速铁路轨道构造与施工	117
第一节 钢轨	117
第二节 轨枕	121

第三节	联结零件·····	124
第四节	道床·····	131
第五节	线路爬行及防爬设备·····	134
第六节	道岔·····	136
第七节	普速轨道的施工·····	142
单元二	高速铁路轨道结构与施工·····	150
第一节	无砟轨道概述·····	150
第二节	CRTS I 型板式无砟轨道 ·····	153
第三节	CRTS II 型板式无砟轨道 ·····	162
第四节	CRTS I 型双块式无砟轨道 ·····	179
第五节	无砟轨道用扣件系统·····	191
第六节	无砟高速道岔·····	203
单元三	轨道的平顺标准·····	226
第一节	直线轨道·····	226
第二节	曲线轨道·····	231
第三节	缓和曲线·····	239
第四节	控制轨道平顺的各种工具介绍·····	242
单元四	无缝线路·····	257
第一节	无缝线路概述·····	257
第二节	温度应力和温度力·····	259
第三节	轨温、锁定轨温和轨温变化度数 ·····	261
第四节	基本温度力图 and 伸缩区长度计算·····	266
第五节	无缝线路施工·····	268

第三篇 铁路设计概述

第一节	铁路等级及铁路主要技术标准·····	285
第二节	线路平面和纵断面设计·····	293
第三节	站场概述·····	304
参考文献	·····	328

绪 论

一、世界铁路发展史

英国是铁路的故乡,1825年英国修建了世界上第一条蒸汽机车牵引的铁路——斯托克顿至达林顿铁路。在通车典礼上,由机车、煤水车、32辆货车和1辆客车组成的载质量约90t的“旅行”号列车,由设计者斯蒂芬森亲自驾驶,上午9时从伊库拉因车站出发,下午3时47分到达斯托克顿,共运行了31.8km(见图0-0-1)。

现代高速铁路主要有日本新干线系统、法国TGV系统和德国ICE系统三大类。日本新干线以“子弹列车”闻名,在1964年东京奥运会前夕通车营运。日本第一条路线是连接东京与大阪的东海道新干线。这条路线也是全世界第一条载客营运的高速铁路系统。新干线通车至今从未发生过因人为因素导致死亡的事故,因此号称全球最安全的高速铁路之一。其稳定运行全靠日本的良好电力技术,列车运行间距可以缩短至3min,是唯一适合大量运输的高速铁路系统。除此之外,新干线也是世界上行驶过程最平稳的线路之一。



图0-0-1 斯托克顿—达林顿铁路

法国TGV是法文的缩写,译为高速列车,是由阿尔斯通公司和法国国家铁路公司设计建造的高速铁路系统。1981年,TGV在巴黎与里昂之间开通,如今已形成以巴黎为中心、辐射法国各城市及周边国家的铁路网络。

德国ICE系统是一个连接各大城市的高速铁路系统。德国境内的ICE线路旨在连接各大城市形成完整路网,而非求取点对点间的最短行车时间。在整个ICE路网中,列车只可以在两段高速路线上达到300km/h的最高营运速率。

二、中国铁路发展史

1. 中国第一条办理营业的铁路——吴淞铁路(见图0-0-2)

1876年4月,全长9mile(约14.5km)的吴淞铁路全线完工,7月1日正式通车营业。这是一条轨距为0.762m的窄轨铁路,采用每米重13kg的钢轨,列车速度为24~32km/h。通车后16个月就拆除了。

2. 1881年6月9日,中国第一条铁路——唐山至胥各庄铁路

唐胥铁路全长11km,轨距为1.435m,每米轨重15kg。由于这段铁路用骡马牵引货车,所



图0-0-2 吴淞铁路

以被世人称为“马车铁路”。

3. 中国人自行修建的第一条铁路——京张铁路

京张铁路连接北京丰台,经八达岭、居庸关至河北张家口,全长约200km,于1909年建成,是中国人自行完成、投入营运的铁路,詹天佑是建设本条铁路的总工程师。

4. 新中国第一条铁路——成渝铁路(见图0-0-3)

成渝铁路是一条连接成都市与重庆市的铁路,全长505km,于1950年6月15日动工,邓小平同志莅临致辞,贺龙同志亲手将一面绣有“开路先锋”的锦旗授予筑路大军。它是中华人民共和国成立后修建的第一条铁路。1952年7月1日

全线通车。

5. 新中国第一条电气化铁路——宝成铁路(见图0-0-4)

宝成铁路北起陕西省宝鸡,南至四川省成都,全长669km,是沟通西北与西南的第一条铁路干线。这条铁路的建成,改变了“蜀道难”的局面,为发展西南地区经济建设创造了重要条件。



图0-0-3 成渝铁路

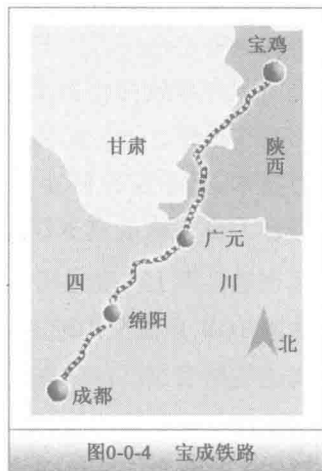


图0-0-4 宝成铁路

6. 新丝绸之路——兰新铁路(见图0-0-5)

兰新铁路是新疆通往内地的唯一铁路运输干线,是构成中国西北地区铁路网络的重要组成部分。兰新铁路东起甘肃兰州,西跨黄河,穿越海拔3000m的乌鞘岭,到达乌鲁木齐,全长1903km,是新中国成立后修建的最长的铁路干线。

7. 世界海拔最高的铁路——青藏铁路(见图0-0-6)

青藏铁路由青海省省会西宁至西藏自治区首府拉萨,全长1956km,其中西宁至格尔木段长约814km,已于1984年投入运营。

2001年开工修建的格尔木至拉萨段,是目前世界上海拔最高、线路最长的高原铁路。自青海省格尔木市起,至拉萨市,全长1142km。铁路穿越海拔4000m以上地段达960km。翻越唐古拉山铁路最高点海拔为5072m。2006年7月1日全线通车。



图0-0-5 兰新铁路



图0-0-6 青藏铁路

三、铁路运输的基本技术设备

铁路的技术设备由土建工程和各种设备构成。

1. 土建工程类

(1) 线路

①轨道。轨道包括钢轨、联结零件、轨枕、道床、防爬设备、道岔。

②路基。路基包括路堤(填方)和路堑(挖方)、排水、支挡建筑物。根据自然条件不同有各种特殊路基,如软土路基、冻土路基、盐渍土路基、沙漠路基、水库区路基等。

(2) 桥梁和涵洞

①桥梁。桥梁包括梁部构造(钢桁梁、钢板梁、钢筋混凝土梁、拱桥、斜拉桥等)、墩台(空心、实体桥墩,U形、T形、耳墙式桥台等)、基础(明挖基础、桩基础、沉井基础等)。

②涵洞。涵洞有箱形、圆形、拱形,还有虹吸管、渡槽等。

(3) 隧道

隧道包括洞门、洞身,并应根据围岩种类设计衬砌。

(4) 车站

车站是铁路对外联系的门户,根据作业性质和规模的不同,单线有会让站,双线有越行站,还有一般中间站、区段站、编组站、客运站、货运站等。

(5) 铁路枢纽

铁路枢纽位于几条铁路相互衔接交叉的地区,是设有各种专业车站和联络线、进站线路、专用线以及很多中间站等设施的综合体。专业车站包括编组站、旅客站、货物站、区段站等。

2. 铁路设备类

(1) 机车

机车是铁路列车的牵引动力,机车牵引种类有蒸汽、内燃、电力三种。

(2) 车辆

车辆是运送旅客和货物的工具。

(3) 通信信号设备

通信信号设备好像铁路运输的耳目,是保证列车运行安全和提高运输效率的重要手段。

铁路运输设备是铁路完成运输任务的物质基础。为了保证列车安全、正点和不间断地运行,运输设备要有一定的数量和完好的质量,并应经常保持良好的状态。为了进行设备的养护和检修工作,铁路沿线设有各种专业性质不同的修理工厂、业务段和检修所。运输设备经常维修工作的一个特点是边运用边检修,也就是在运用过程中进行检修。以线路、车辆和信号设备为例,它们的维修工作通常只能利用列车运行的间隙或在车站上的停留时间内进行,而不应干扰列车运行的计划和运输工作的正常秩序。

四、未来的中国铁路

1. 2020 年铁路网规划

根据我国中长期铁路网规划,到 2020 年,铁路营业里程将达到 12 万 km 以上。其中,新建高速铁路将达到 1.6 万 km 以上,加上其他新建铁路和既有线提速线路,我国铁路快速客运网将达到 5 万 km 以上,连接所有省会城市和 50 万人口以上城市,覆盖全国 90% 以上人口。

2. 磁悬浮示范线

磁悬浮列车利用“同名磁极相斥,异名磁极相吸”的原理,让磁铁具有抗拒地心引力的能力,使车体完全脱离轨道,悬浮在距离轨道约 1cm 处,腾空行驶,创造了近乎“零高度”空间飞行的奇迹(见图 0-0-7)。

由于磁悬浮列车行驶过程中,轨道与机车之间不存在任何实际的接触,故几乎没有轮、轨之间的摩擦,运行速度快,平稳、舒适,无噪声,不排出有害的废气,有利于环境保护,是一种绿色交通工具。

上海磁悬浮列车是世界上第一段投入商业运行的高速磁悬浮列车(见图 0-0-8),线路长度 30km,设计最高运行速度为 430km/h,现运营最高时速 301km。

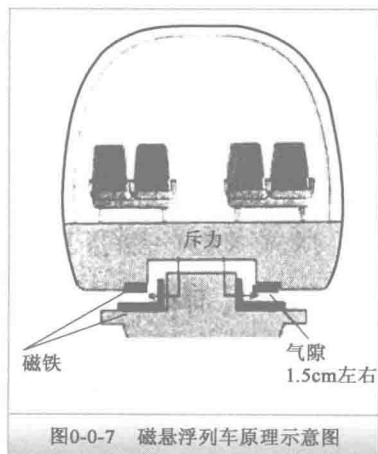


图0-0-7 磁悬浮列车原理示意图



图0-0-8 上海磁悬浮示范线

第一篇 路 基

单元一 路 基 设 计



引言

○○○○○○○○○○○○

路基,顾名思义就是铁路线路的基础,是为了满足轨道铺设和运营条件而修建的土工构筑物。它承受来自轨道、机车车辆及其荷载的压力。

铁路路基是铁路线路的重要组成部分,它与桥梁、隧道相连,共同组成一个线路整体。路基工程是铁路轨下基础工程的重要组成部分,是保证列车高速、安全、舒适运行系统中的关键工程。

路基排水系统设计不完善,路基防护或加固措施不妥,路基填筑时,没有达到相关规范要求的压实度要求等,均会造成路基破坏。路基工程一旦破坏,维修难度高,对运营的影响很大。

图 1-1-1 为某工程施工过程中出现的路基病害。

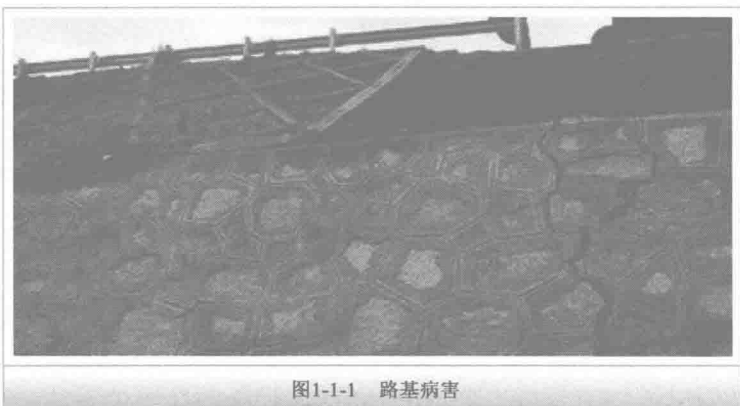


图1-1-1 路基病害

第一节 路基设计内容

路基工程是铁路轨下基础工程的重要组成部分,是保证列车高速、安全、舒适运行的关键工程。

一、路基工程的组成

路基工程由三部分建筑物组成,如图 1-1-2 所示。

(1) 路基本体

路基本体是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,它是路基工程的主体建筑物。

(2) 路基防护和加固建筑物

路基防护和加固建筑物不直接承受轨道结构和列车荷载,属于路基的附属建筑物。例如护坡、支挡结构等,如图 1-1-3 所示。

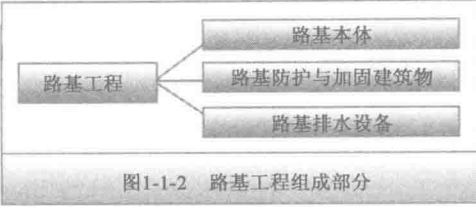


图1-1-2 路基工程组成部分

(3) 路基排水设备

路基排水设备也属于路基的附属建筑物,例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,如图 1-1-4 所示。



图1-1-3 路基防护



图1-1-4 排水沟

二、路基设计的分类

路基设计有一般设计和个别设计之分。一般设计通常是指在正常的地质和水文等条件下,边坡高度不超过规范规定的高度范围,路基可采用标准设计。现行路基设计规范为《铁路路基设计规范》(TB 10001—2005),如图 1-1-5 所示。

特殊条件下的路基采用的个别设计一般包括以下几项:

(1) 路基边坡高度超过《铁路路基设计规范》(TB 10001—2005)中路基边坡表规定的路基。

(2) 工程地质及水文地质条件复杂的路基。

(3) 修筑在陡坡上的路堤(填料与基底均为不易风化岩石时,地面横坡等于或陡于 1:2,其他情况等于或陡于 1:2.5)。

(4) 在滑坡地段、崩塌地段、泥石流地区、水库地区、河滩及滨河地段、软土和泥沼地区、裂隙黏土地区、多年冻土地地区、雪害地区等特殊条件下的路基。

(5) 有关路基的防护加固及改移河道工程。

(6) 采用大爆破及水力冲填施工方法的路基。

个别设计的路基,应做好工程地质和水文地质的调查,对路基断面和边坡、基底的设计,要进行必要的检算。采用各种防护加固设施时,常需作多种方案的综合技术经济比



图1-1-5 《铁路路基设计规范》(TB 10001—2005)

较,以确保路基的坚固稳定。

三、一般路基设计的内容

路基的设计内容,在初步设计和施工图设计两个阶段各不相同。

1. 初步设计阶段

初步设计阶段,主要为编制总概预算提出主要工程数量、材料、劳力、用地面积等,以便上报批准后作为编制施工图设计的依据。

(1) 路基设计说明书包括以下几项:

①路基一般设计(路基面宽度、路基基床、横断面形式、边坡坡度、预留设计沉降量、侧沟和边坡平台的宽度、护道宽度、机械化养路作业平台等)。

②路基个别设计(含路基支挡、加固防护、改河改沟、路基排水工程等,以及特殊路基、按类型说明分布情况、地形和地质条件、设计原则及采取的工程措施等)。

③路基土石方调配、路基排水及用地设计原则。

④采用新技术、新结构的设计说明和需进行科学试验的目的、内容与经费。

⑤路基修建对生态环境与水土保持(地表径流、植被沙化、野生动物通道等)的影响及采取的措施。

(2) 设计文件图表,包括:路基工点表、挡土墙表、路基加固和防护工程数量表、改河改沟(渠)表、路基地面排水工程数量表、路基土石方数量总表、路基土石方数量调配汇总表、用地数量表、用地数量汇总表,有关协议、纪要及公文、图纸目录。

2. 施工图设计阶段

(1) 路基设计说明书包括以下几项:

①初步设计审批意见及执行情况。

②设计说明(说明总的工程情况、设计内容、采用的先进技术及其他必要的说明)。

③环境保护与水土保持措施。

④施工、养护注意事项。

(2) 设计文件图表包括附件及图纸。

①附件包括:路基工点表、挡土墙表、路基加固及防护工程数量表、改河改沟(渠)表、路基地面排水工程数量表、路基土石方数量总表、路基土石方数量调配汇总表(附调配说明)、路基土石方数量调配明细表(或图)、用地数量表(含土地类别、数量和所属单位)、用地数量汇总表(含其他各篇用地,列出土地类别、数量等)、机械化养路作业平台设置表(土石方数量列入路基土石方数量表内)、路基面宽度及填挖高度表,有关协议、纪要及公文,采用标准图、通用图一览表、图纸目录等。

②图纸包括:路基一般设计横断面图、路基个别设计图、路基排水系统图、用地图、路基环境保护设计图。

四、高速铁路路基设计特点

- (1) 路基按照结构物设计,填料及压实的标准高;
- (2) 严格控制路基变形和工后沉降,控制变形是路基设计的关键;
- (3) 路桥及横向建筑物间设置过渡段;
- (4) 路基动态设计;
- (5) 地基处理类型多。

五、路基设计的工作顺序

根据设计任务书的要求,充分掌握路基设计地段的资料与情况,根据既有的地形、地质、气象、水文情况,对设计对象在满足稳定与经济的基础上,提出几种可供选择的设计方案。待方案选定以后,作既定方案的细部尺寸与形状的设计检算。最后,根据设计图计算工程量、材料数量以及工程概算,并编写工程设计说明书及整理图表资料,设计图应达到施工图的要求。

第二节 路基构造

一、路基的组成



图1-1-6 路基

路基(见图1-1-6)是由填筑或开挖形成的直接支承轨道的结构。路基与桥梁、隧道相连,共同构成一条线路。路基由路基本体、路基防护和加固建筑物、路基排水设备三部分建筑物所组成。

路基本体是路基的主要部分。它是在天然的地层里挖成的堑槽或在天然地面上用土石堆成的堤埂,其各部分组成如图1-1-7所示。

(1) 路基顶面:直接在其上面铺设轨道的面,称为路基顶面或简称路面。

(2) 路肩:指路基顶面上未被道砟覆盖的部分。在线路设计中,路基设计高程用路肩边缘的高程表示,称为路肩高程。

(3) 路基面宽度:为两路肩边缘(路基面的边缘)之间的距离。

(4) 路基高度:为路基设计高程与路基中心地面高程之差。

(5) 基床:铁路路基面以下受列车动荷载作用和受水文、四季气候变化影响的深度范围称为基床。

(6) 路基边坡:在路堤的路肩边缘以下和路堑路基面两侧的侧沟外,因填挖而形成的斜坡面,称为路基边坡。

(7) 路基边坡坡度:用边坡上两点间的垂直距离和水平距离之比 $1:m$ 表示。

(8) 路基边坡高度:指坡顶与坡脚的高程差,如果左右两侧的高度不等,则规定以大者代

表该横断面的边坡高度。

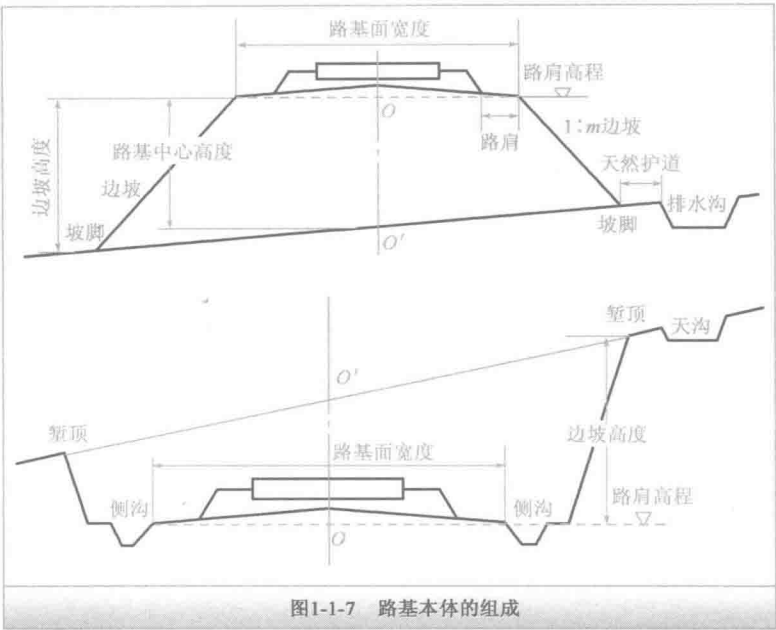


图1-1-7 路基本体的组成

(9) 路基基底:路堤基底是指堤身所覆盖的地面线以下的地层。路堑基底是指路堑路基面下的天然地层。

(10) 天然护道:指路基边坡线与地面线的交点以外的一定距离。在此距离内不许开垦或引水灌溉,以维持路基边坡原有湿度,从而稳定边坡。

二、路基横断面的形式

路基横断面是指垂直于线路中心线的断面。依其所处的地形条件不同,有两种基本形式,如图 1-1-8 所示。

(1) 路堤,如图 1-1-9a)、图 1-1-10 所示。

(2) 路堑,如图 1-1-9b)、图 1-1-11 所示。

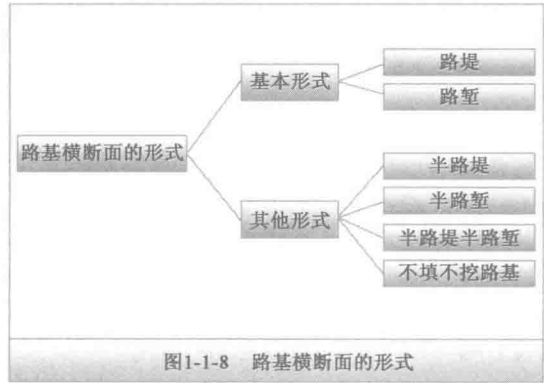


图1-1-8 路基横断面的形式

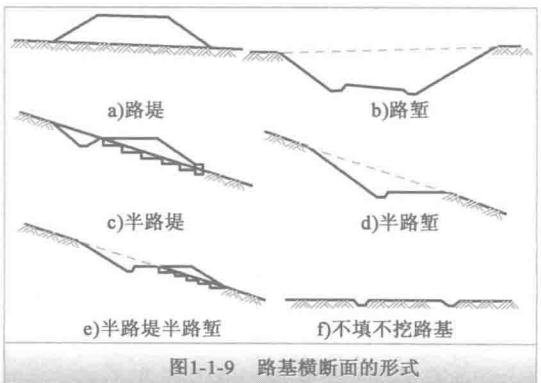


图1-1-9 路基横断面的形式

此外,还有半路堤、半路堑、半路堤半路堑、不填不挖路基,如图 1-1-9c) ~f) 所示。



图1-1-10 路堤



图1-1-11 路堑

三、横断面各构成部分的设计原则

1. 路肩高程

路肩高程的最小值,应保证在洪水期间路肩不致被淹而影响行车,以及在地下水或地面积水达到最高水位时,不致因洪水上升到基床,使土的含水率增加而降低路基的强度和承载力或者发生冻胀、翻浆冒泥病害,如图 1-1-12 所示。

滨河、河滩路基的路肩高程应高出设计水位 + 壅水高 h_2 + 波浪侵袭高 h_1 + 河床淤积影响高度 + 0.5m,如图 1-1-13 所示。



图1-1-12 翻浆冒泥

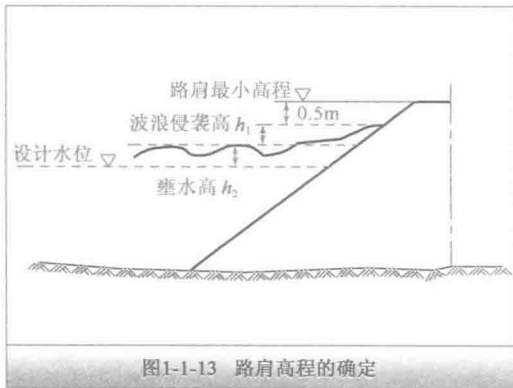


图1-1-13 路肩高程的确定

2. 路基面的形状

路基面是指路基表面包括铺设轨道的部分。路基面的形状分为有路拱和无路拱两种。

路基面的作用是使降落在路基面的雨水能迅速排走,以免浸泡路基面,降低其强度。因此,用非渗水土修筑的路基面,都应做成路拱;而用岩石、渗水土修建的路基面,由于渗水性强可以做成无路拱的水平面。

路拱的形状有梯形和三角形两种,《铁路路基设计规范》(TB 10001—2005)规定:

(1) 单线路基的路拱横断面应做成梯形,上宽 2.1m,高 0.15m,底边等于路基面宽度。由

线加宽时,路拱上宽保持不变。

(2) 一次修筑双线路基的路拱横断面应做成三角形,高 0.2m,底边等于路基宽度,曲线加宽时,仍保持三角形。路拱的各部分尺寸如图 1-1-14 所示。

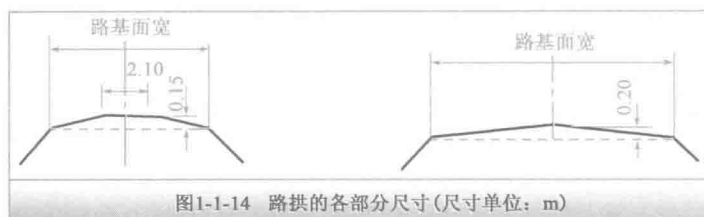


图1-1-14 路拱的各部分尺寸(尺寸单位: m)

单线路基的路拱采用的形状,在我国许多地区都能适用。我国标准轨距的单线路拱顶宽规定为 2.1m。路拱底宽则等于路基面宽度,并随着线路的等级不同而改变。

(3) 单线或双线的路基为岩石(年平均降雨量大于 400mm 地区易风化的泥质岩石除外)或渗水土时,路基面应做成水平面(即无路拱时形状)。

(4) 岩石(渗水土)路基的路基面提高部分与相邻的土质路基相连接时,应向土质路基方向渗水土顺坡,其长度一般应大于或等于 10m,如图 1-1-15 所示。

3. 路基面的宽度

(1) 直线地段路基面宽度

路基面宽度等于道床坡脚间所占用的路基宽度再加上两侧路肩的宽度,如图 1-1-16 所示。

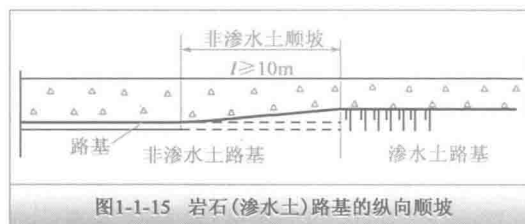


图1-1-15 岩石(渗水土)路基的纵向顺坡

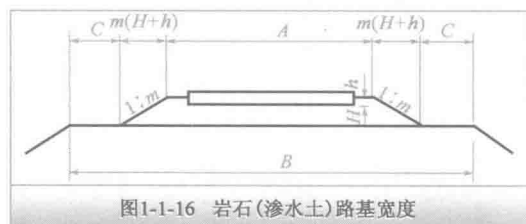


图1-1-16 岩石(渗水土)路基宽度

路基面宽度计算公式为:

$$B = 2C + A + 2m(H + h) \quad (1-1-1)$$

式中: C ——路肩宽度(m);

m ——道床边坡率;

H ——道床厚度(m);

h ——轨枕埋入道床的深度(m);

A ——道床顶面宽度(m)。

对路肩宽度的要求:

I 级铁路,路堤不应小于 0.8m,路堑不应小于 0.6m,困难条件下路堤不得小于 0.6m,路堑不得小于 0.4m;

II 级铁路,路堤不得小于 0.6m,路堑不得小于 0.4m;

III 级铁路,路堤、路堑均不得小于 0.4m。