

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

路基工程

(铁道工程专业方向适用)

刘建坤 岳祖润 主编
罗 强 主审

中国建筑工业出版社

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

路 基 工 程

(铁道工程专业方向适用)

刘建坤	岳祖润	主 编
	曾巧玲	副主编
沈宇鹏	王天亮	田亚护
方 焘	冯瑞玲	张 彧
		罗 强
		参 编
		主 审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

路基工程/刘建坤, 岳祖润主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 8

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材 (按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写) (铁道工程专业方向适用)

ISBN 978-7-112-18328-9

I. ①路… II. ①刘…②岳… III. ①铁路路基-铁路施工-高等学校-教材 IV. ①U213.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 175857 号

本书根据高等学校土木工程学科专业指导委员会制定颁布的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》编写, 介绍了铁路路基工程的最新建设理论和技术, 全书共 11 章, 主要包括: 一般路基设计、路基填土的压实与填筑质量控制、路基受力与变形、铁路路基工后沉降控制及基底处理技术、路基与其他建筑物的连接、路基排水和防护、路基边坡稳定性分析、路基支挡结构设计、复杂地带路基、特殊土地区路基、土工合成材料在路基工程中的应用等。

本书可作为土木工程、交通运输工程、铁道工程、城市轨道交通工程等专业方向的教材, 也可供从事路基工程设计与施工的工程技术人员参考使用。

为支持本课程教学, 作者制作了配套的教学课件, 请需要的老师发送邮件至: jiangongkejian@163.com 免费索取。

责任编辑: 王 跃 吉万旺

责任设计: 陈 旭

责任校对: 刘 钰 关 健

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

路 基 工 程

(铁道工程专业方向适用)

刘建坤	岳祖润	主 编	
	曾巧玲	副主编	
沈宇鹏	王天亮	田亚护	参 编
方 焘	冯瑞玲	张 彧	
		罗 强	主 审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

环球东方(北京)印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 字数: 418 千字

2016 年 2 月第一版 2016 年 2 月第一次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-18328-9

(27593)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本系列教材编审委员会名单

主 任：李国强

常务副主任：何若全 沈元勤 高延伟

副 主 任：叶列平 郑健龙 高 波 魏庆朝 咸大庆

委 员：（按拼音排序）

陈昌富	陈德伟	丁南宏	高 辉	高 亮	桂 岚
何 川	黄晓明	金伟良	李 诚	李传习	李宏男
李建峰	刘建坤	刘泉声	刘伟军	罗晓辉	沈明荣
宋玉香	王 跃	王连俊	武 贵	肖 宏	徐 蓉
徐秀丽	许 明	许建聪	杨伟军	易思蓉	于安林
岳祖润	赵宪忠				

组 织 单 位：高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社

出版说明

近年来,高等学校土木工程学科专业教学指导委员会根据其研究、指导、咨询、服务的宗旨,在全国开展了土木工程学科教育教学情况的调研。结果显示,全国土木工程教育情况在2000年以后发生了很大变化,主要表现在:一是教学规模不断扩大,据统计,目前我国有超过400余所院校开设了土木工程专业,有一半以上是2000年以后才开设此专业的,大众化教育面临许多新的形势和任务;二是学生的就业岗位发生了很大变化,土木工程专业本科毕业生中90%以上在施工、监理、管理等部门就业,在高等院校、研究设计单位工作的本科生越来越少;三是由于用人单位性质不同、规模不同、毕业生岗位不同,多样化人才的需求愈加明显。土木工程专业教指委根据教育部印发的《高等学校理工科本科指导性专业规范研制要求》,在住房和城乡建设部的统一部署下,开展了专业规范的研制工作,并于2011年由中国建筑工业出版社正式出版了土建学科各专业第一本专业规范——《高等学校土木工程本科指导性专业规范》。为紧密结合此次专业规范的实施,土木工程教指委组织全国优秀作者按照专业规范编写了《高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(专业基础课)》。本套专业基础课教材共20本,已于2012年底全部出版。教材的内容满足了建筑工程、道路与桥梁工程、地下工程和铁道工程四个主要专业方向核心知识(专业基础必需知识)的基本需求,为后续专业方向的知识扩展奠定了一个很好的基础。

为更好地宣传、贯彻专业规范精神,土木工程教指委组织专家于2012年在全国二十多个省、市开展了专业规范宣讲活动,并组织开展了按照专业规范编写《高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(专业课)》的工作。教指委安排了叶列平、郑健龙、高波和魏庆朝四位委员分别担任建筑工程、道路与桥梁工程、地下工程和铁道工程四个专业方向教材编写的牵头人。于2012年12月在长沙理工大学召开了本套教材的编写工作会议。会议对主编提交的编写大纲进行了充分的讨论,为与先期出版的专业基础课教材更好地衔接,要求每本教材主编充分了解前期已经出版的20种专业基础课教材的主要内容和特色,与之合理衔接与配套、共同反映专业规范的内涵和实质。此次共规划了四个专业方向29种专业课教材。为保证教材质量,系列教材编审委员会邀请了相关领域专家对每本教材进行审稿。

本系列规划教材贯彻了专业规范的有关要求,对土木工程专业教学的改革和实践具有较强的指导性。在本系列规划教材的编写过程中得到了住房和城乡建设部人事司及主编所在学校和单位的大力支持,在此一并表示感谢。希望使用本系列规划教材的广大读者提出宝贵意见和建议,以便我们在重印再版时得以改进和完善。

高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社
2014年4月

前 言

本书是为普通高等院校土木类专业开设铁道工程相关课程的需要而编写的一本教材，主要介绍一般铁路路基设计，高速铁路路基设计，路基填土的压实原理，路基受力与变形，路基沉降计算与基底处理，路基与其他结构物的连接，路基排水及防护，路基边坡稳定性分析，路基支挡结构，特殊土及复杂条件下路基，土工合成材料在路基中的应用等。

全书由刘建坤、岳祖润主编。来自北京交通大学、石家庄铁道大学、华东交通大学、兰州交通大学的教师们参与了编写。其中绪论部分及第2、3章由北京交通大学刘建坤、曾巧玲编写；第1章1.1和1.2节由曾巧玲编写，1.3节由石家庄铁道大学王天亮、岳祖润编写；第4章及9.4、9.5、10.1、10.2节由北京交通大学沈宇鹏编写；第5及第7章由华东交通大学方焘编写；第6章由王天亮、岳祖润编写；第8章由曾巧玲编写；第9章9.1、9.2、9.3节及第10章10.5节由北京交通大学田亚护编写；10.3由北京交通大学冯瑞玲编写；10.4节由兰州交通大学张彧编写；10.6节和10.7节由王天亮编写；第11章由曾巧玲、杨广庆（石家庄铁道大学）编写。

全书由刘建坤、岳祖润统稿，西南交通大学罗强主审。

本书编写过程中参考了大量文献，对其作者们表示衷心的感谢。

本书难免出现各种错误，敬请提出宝贵意见，并请发送到 jkliu@bjtu.edu.cn。

编者

2015年2月于北京

目 录

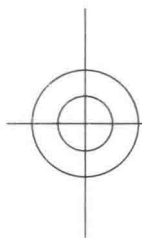
绪论	1	2.4.1 路基填筑质量的物理检测 指标	46
第1章 一般路基设计	6	2.4.2 路基填筑质量的力学检测 指标	47
1.1 一般铁路路基设计	6	2.4.3 路基填筑质量的基本要求	49
1.1.1 路基横断面形式	6	思考题	51
1.1.2 路基横断面基本组成及设计	7	第3章 路基受力与变形	53
1.2 路基设计的基本内容和步骤	22	3.1 土动力学基础知识	53
1.2.1 路基设计分类	22	3.1.1 土体动荷载的常见类型	53
1.2.2 路基设计的基本内容	23	3.1.2 土体动强度等概念	54
1.2.3 路基设计的程序	23	3.2 铁路路基受力状况	56
1.2.4 路基设计所需资料	26	3.2.1 路基面上的静荷载及简化计算 方法	56
1.2.5 路基设计文件	26	3.2.2 路基面上的动荷载	58
1.3 高速铁路路基设计	27	3.2.3 路基本体内部附加动应力分布 特征	61
1.3.1 高速铁路对路基的要求	27	3.3 路基弹性变形与临界动应力	63
1.3.2 高速铁路路基特点	27	3.3.1 路基面上的弹性变形	63
1.3.3 高速铁路路基断面形式及 设计	30	3.3.2 基床土的疲劳特性与临界动 应力	64
思考题	34	3.3.3 基床结构的要求	66
第2章 路基填土的压实与填筑质量 控制	35	思考题	67
2.1 路基土的压实原理	35	第4章 铁路路基工后沉降控制及基底 处理技术	68
2.1.1 土的压实	35	4.1 路基工后沉降	68
2.1.2 土的压实机理	36	4.1.1 路基工后沉降的定义	68
2.1.3 击实试验	37	4.1.2 工后沉降组成	69
2.2 压实土的性质及影响因素	39	4.1.3 路基工后沉降的计算	70
2.2.1 压实土的性质	39	4.1.4 路基工后沉降的实用计算 方法	71
2.2.2 影响土压实性的因素	40	4.2 铁路路基基底处理	74
2.3 路基土的压实施工方法	42	4.2.1 铁路路基基底的基本要求	74
2.3.1 压实机械的分类	42		
2.3.2 压实机械的适用范围	44		
2.3.3 压实过程中的注意事项	45		
2.4 路基压实质量控制指标与检测 方法	46		

4.2.2 铁路路基基底处理分类	74	7.3.1 圆弧滑面的边坡稳定分析 方法	141
4.2.3 换填法	76	7.3.2 圆弧滑面的边坡稳定分析方法在 路基工程中的应用	146
4.2.4 排水固结法	80	7.3.3 稳定参数图解法	147
4.2.5 复合地基法	83	7.4 任意形状滑面的边坡稳定性分析 ——传递系数法	149
思考题	89	7.4.1 传递系数法简介	149
第5章 路基与其他建筑物的连接	90	7.4.2 传递系数法在路基工程中的 应用	150
5.1 路基与其他铁道建筑物过渡段的 基本问题	90	思考题	152
5.1.1 过渡段的受力特点与变形 规律	90	第8章 路基支挡结构设计	153
5.1.2 过渡段的几何不平顺与力学不 平顺	91	8.1 概述	153
5.2 过渡段的基本要求	92	8.1.1 挡土墙结构的分类	153
5.3 过渡段的设计	93	8.1.2 挡土墙的设置	154
5.3.1 过渡段一般处理原则与方法 ...	93	8.1.3 挡土墙的一般设计原则与 要求	154
5.3.2 不同等级线路过渡段设计	94	8.1.4 作用于挡土墙上的荷载	156
思考题	98	8.1.5 基础设置的一般规定	156
第6章 路基排水和防护	99	8.2 挡土墙土压力计算	157
6.1 路基排水设计	99	8.2.1 朗肯土压力和库仑土压力 理论	158
6.1.1 汇水面积及水沟流量计算	99	8.2.2 第二破裂面的土压力计算	167
6.1.2 路基地面排水	102	8.2.3 折线形墙背的土压力计算	172
6.1.3 路基地下水的排除	104	8.2.4 地震和浸水条件下的土压力 ...	175
6.2 路基防护措施	113	8.3 重力式挡土墙设计	178
6.2.1 路基面防护	113	8.3.1 重力式挡土墙的构造	178
6.2.2 路基坡面防护	116	8.3.2 重力式挡土墙的设计计算	181
6.2.3 路基冲刷防护	121	8.3.3 重力式挡土墙常用设计参数 ...	188
6.3 路基边坡绿色防护技术	128	8.4 悬臂式和扶壁式挡土墙	190
6.3.1 路基边坡坡面植物防护技术 ...	128	8.4.1 构造要求	190
6.3.2 路基边坡绿色防护设计	133	8.4.2 设计荷载及土压力计算	192
思考题	135	8.4.3 悬臂式和扶壁式挡土墙的设计 计算	193
第7章 路基边坡稳定性分析	136	8.5 加筋土挡土墙	197
7.1 路基边坡的破坏形式	137	8.5.1 加筋土挡土墙的分类	197
7.2 直线滑面的边坡稳定性分析 ...	137	8.5.2 加筋土挡土墙的组成与构造 要求	198
7.2.1 直线滑面的边坡稳定分析 方法	137		
7.2.2 直线滑面的边坡稳定分析方法在 路基工程中的应用	138		
7.3 圆弧滑面的边坡稳定性分析 ...	141		

8.5.3 加筋土挡土墙的基本工作 原理	200	10.1.3 软土地区路基设计	250
8.5.4 加筋土挡土墙的设计计算	200	10.1.4 软土地区地基的加固及处理 措施	254
8.6 锚固式挡土墙	205	10.2 膨胀土地区路基	254
8.6.1 锚杆式挡土墙	205	10.2.1 膨胀土的工程特性	254
8.6.2 锚定板挡土墙	209	10.2.2 膨胀土的判别标准与分类 指标	256
8.6.3 土钉墙	212	10.2.3 膨胀土路基的常见病害	257
思考题	215	10.2.4 膨胀土地区的选线原则	258
第9章 复杂地带路基	217	10.2.5 膨胀土路基设计	258
9.1 浸水路基	217	10.3 黄土地区路基	261
9.1.1 浸水路堤的稳定性分析	217	10.3.1 黄土的定名和特征	261
9.1.2 浸水路堤的设计	218	10.3.2 黄土的分类及工程性质	262
9.2 滑坡地段路基	220	10.3.3 黄土的湿陷性评价	263
9.2.1 滑坡的涵义	220	10.3.4 黄土地区的路基设计	266
9.2.2 滑坡发生和发展的条件	221	10.3.5 湿陷性黄土地基的处理	269
9.2.3 滑坡的分类	222	10.3.6 黄土陷穴及处理	269
9.2.4 滑坡稳定性分析及推力计算	223	10.4 盐渍土地区路基	270
9.2.5 滑坡地带路基设计原则	227	10.4.1 盐渍土的定名及分类	270
9.2.6 滑坡防治	228	10.4.2 盐渍土的矿物成分、结构及对 工程性质的影响	271
9.2.7 滑坡动态观测	229	10.4.3 盐渍土地区的路基设计	271
9.3 地震地区路基	230	10.4.4 盐渍土路基的主要病害	273
9.3.1 地震地区路基的设计原则	231	10.4.5 盐渍土地基处理及边坡防护	273
9.3.2 路基抗震稳定性分析	231	10.5 冻土地区路基	274
9.3.3 路基抗震措施	233	10.5.1 季节性冻土路基	274
9.4 危岩、落石和崩塌与岩堆地段 路基	235	10.5.2 多年冻土路基	278
9.4.1 概述	235	10.6 粉土地区路基	284
9.4.2 形成原因	235	10.6.1 粉土的定名、成因及分布 情况	284
9.4.3 预防和整治	236	10.6.2 粉土路基常见病害成因分析	286
9.5 风沙地区路基	238	10.6.3 粉土路基病害防治措施	287
9.5.1 概述	238	思考题	289
9.5.2 风沙地区路基设计原则	241	第11章 土工合成材料在路基工程中的 应用	290
9.5.3 路基本体及其防护的设计	242	11.1 土工合成材料介绍	290
思考题	245	11.1.1 土工合成材料的种类	290
第10章 特殊土地区路基	247	11.1.2 土工合成材料的性能指标	293
10.1 软土地区路基	247		
10.1.1 软土的成因及分类	247		
10.1.2 软土的力学性质	248		

11.1.3 土工合成材料在路基工程中的 应用范围	294
11.2 土工合成材料在路基工程中的 具体应用	294
11.2.1 路堤加筋	294
11.2.2 软土地基加固	296

11.2.3 路基防护	297
11.2.4 路基排水	301
11.2.5 铁路基床加固与处理	303
思考题	305
参考文献	306



绪 论

一、路基工程的主要内容及特点

铁路路基是轨道的基础,是经过开挖或填筑而形成的土工建筑物,其主要作用是满足轨道的铺设、承受轨道和列车产生的荷载、提供列车运营的必要条件。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。

路基工程的主要内容包括路基本体工程、路基防护工程、路基排水工程、路基支挡和加固工程以及由于修筑路基可能引起的改河、改沟等配套工程,还有针对复杂地带和特殊土地地区的路基特殊设计,用于路基加固的土工合成材料的应用更是路基工程的主要发展前景。

路基作为一种线性结构物工程承受路面车辆和人行荷载,具有以下一些特点:

(一) 材料复杂。路基工程主要以岩土体为材料,受各种自然力作用,在不同的地质环境及地质年代中发生复杂的物理化学变化,其力学性质具有极大的不确定性,土的成因、成分、颗粒大小、级配、结构不同,其力学性质就会明显不同,在计算路基变形和稳定性分析中所用的参数就会不同。因此能否正确确定土的应力应变关系和计算参数,能否正确预报路基的变形是路基设计计算的关键。

(二) 路基受环境影响大。路基完全暴露在大自然中,很容易受到气候、水和四季温度变化的影响。如膨胀土路基干缩湿胀会引起边坡破坏;北方地区路基受寒冷气候的影响会引起冻胀;黄泛区粉土路基经常由于雨水的影响而遭受潜蚀破坏;西北一些地区的路基容易受到风蚀、沙埋等。

(三) 路基同时承受动、静荷载的作用。路基上的轨道或路面结构以及附属结构物产生静荷载,运行的列车或车辆产生动荷载。动荷载是产生路基病害的重要原因。行驶在轨道或路面上的车辆,通过车轮把荷载传给轨道或路面,由轨道或路面传给路基,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,则轨道或路面结构会出现沉陷,表面会出现不平顺,使路况恶化,服务水平下降。因此,要求路基结构具有与行车荷载相适应的承载能力。

结构承载能力包括强度与刚度两方面。路基结构层应具有足够的刚度,使得在车轮荷载作用下不发生过量的变形,保证不发生不平顺病害。

(四) 路基的稳定性不易维持。在天然地表面建造的路基结构物改变了自

然的平衡,在达到新的平衡状态之前,路基结构物处于一种暂时的不稳定状态。新建的路基结构袒露在大气之中,经常受到大气温度、降水与湿度变化的影响,结构物的物理、力学性质将随之发生变化,处于另外一种不稳定状态。路基结构能否经受这种不稳定状态而保持工程设计所要求的几何形态及物理力学性质,称为路基结构的稳定性。

在地表上开挖或填筑路基,必然会改变原地面地层结构的受力状态。原来处于稳定状态的地层结构,有可能由于填挖筑路而引起不平衡,导致路基失稳。如在软土地层上修筑高路堤,或者在岩质或土质山坡上开挖深路堑时,有可能由于软土层承载能力不足,或者由于坡体失去支承,而出现路堤沉落或坡体坍塌破坏。路线如选在不稳定的地层上,则填筑或开挖路基会引发滑坡或坍塌等病害出现。因此在选线、勘测、设计、施工中应密切注意,并采取必要的工程措施,以确保路基有足够的稳定性。

大气降水使得路基结构内部的湿度状态发生变化,低洼地带路基排水不良,长期积水,会使得矮路堤软化,失去承载能力。山坡路基,有时因排水不良,会引发滑坡或边坡滑塌。因此,防水、排水是确保路基稳定的重要方面。

在严重冰冻地区,低温引起路基的不稳定是多方面的,低温会引起路基收缩裂缝,地下水源丰富的地区,低温会引起冻胀,路基上面的路面结构也随之发生断裂。春天融冻季节,在交通繁重的路段,有时引发翻浆,使路基路面发生严重的破坏。

(五)路基的使用年限长。路基工程投资昂贵,从规划、设计、施工至建成通车需要较长的时间,对于这样的大型工程都应有较长的使用年限,一般的道路、铁道工程使用年限至少数十年,因此路基工程应具有耐久性。

路基的稳定性可能在长期经受自然因素的侵袭后逐年削弱,因此,提高路基的耐久性,保持其强度、刚度、几何形态经久不衰,除了精心设计、精心施工、精选材料之外,要把长年的养护、维修工作放在重要的位置。

二、影响路基稳定性的因素

路基是一种线性结构物,具有线路长、与大自然接触面广的特点,其稳定性在很大程度上由当地自然条件所决定。路基的稳定性与下列因素有关:

(一) 地理条件

公路沿线的地形、地貌和海拔高度不仅影响路线的选定,也影响到路基的设计。平原、丘陵、山岭各区地势不同,路基的水温情况也不同。平原区地势平坦、排水困难、地表易积水、地下水位相应较高,因而路基需要保持一定的最小填土高度,路面结构层应选择水稳定性良好的材料,并采取一定的结构排水设施;丘陵区 and 山岭区,地势起伏较大,路基排水设计至关重要,否则会导致稳定性下降,出现破坏现象,影响路基路面的稳定性。

（二）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，岩石走向，倾向、倾角、层理和岩层厚度，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）都对路基的稳定性有一定的影响。

（三）气候条件

气候条件如气温、降水、湿度、冰冻深度、日照、蒸发量、风向、风力等都会影响线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。

在一年之中，气候有季节性的变化，因此路基的水温情况也随之变化。气候还受地形的影响，例如山顶与山脚、山南坡与山北坡气候有很大的差别，这些因素都会严重影响路基的稳定性。

（四）水文和水文地质条件

水文条件是指如线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。水文地质条件是指如地下水位、地下水移动的规律，有无层间水、裂隙水、泉水等。所有这些地面水及地下水都会影响路基的稳定性，如果处理不当，常会引起各种病害。

（五）土的类型

土是建筑路基的基本材料，不同的土类具有不同的工程性质，因而将直接影响路基的强度与稳定性。

不同的土类含有不同粒径的土颗粒，砂粒成分多的土，强度构成以内摩擦力为主，强度高，受水的影响小，但施工时不易压实。较细的砂，在渗流情况下，容易流动，形成流砂。黏粒成分多的土，强度形成以黏聚力为主，其强度随密实程度的不同变化较大，并随湿度的增大而降低。粉土类土毛细现象强烈，路基的强度和承载力随着毛细水上升、湿度增大而下降，在负温度坡差作用下，水分通过毛细作用移动并积聚，使局部土层湿度大幅度增加，造成路基冻胀，最后导致路基翻浆，路面结构层断裂等各种破坏。

三、对路基工程的基本要求

为了保证铁路最大限度地满足车辆运行的要求，提高车速，增强安全性和舒适性，降低运输成本和延长线路使用年限，根据路基工程的特点，路基除断面尺寸应符合设计标准外，还应满足如下要求：

1. 路基必须具有足够的整体稳定性

路基建成后，改变了原来地面的天然平衡状态。在土质不良地区，修筑路基则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，

可能导致边坡溜坍或滑坡；天然坡面特别是陡坡面上的路堤，可能因自重而下滑。对于上述种种情况，都必须因地制宜地采取一定措施来保证路基的整体稳定性。

2. 路基必须具有足够的强度和刚度

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与失稳，同时给轨道或路面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，同时要求路基应具有一定的刚度。

3. 路基必须具有足够的水热稳定性

路基在地表水和地下水作用下，其强度会降低。特别是在季节性冰冻地区，由于周期性的冻融作用，在水和负温度共同作用下，土体会发生冻胀，造成轨面或路面变形，春融期局部土层过湿软化，路基强度急剧下降。因此，不仅要求路基要有足够的刚度和强度，而且还应保证在最不利的水热条件下，路基不致冻胀和在春融期强度不致发生显著降低，这就要求路基应具有足够的水热稳定性。

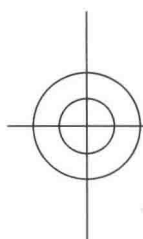
四、路基工程发展与展望

长期以来，我国铁路建设中没有把路基作为一种土工结构物对待，而普遍冠名土石方，致使早期建成的线路路基没有根据受力情况对基床部分的填料和结构进行专门设计，路基填料质量不好，导致基床翻浆冒泥、下沉，边坡坍塌，滑坡等路基病害。如黄泛区粉土路基经常遭遇水害；北方一些地区的铁路和公路路基由于填筑了一些冻胀敏感性土，冬期产生冻胀，春期产生翻浆，给线路正常运营造成危害。这些情况影响着铁路的正常运营以及后续的重载和提速，制约着铁路发展。目前对既有铁路路基的评价与加固，是铁路提速建设必须进行的重要工作。

近年来由于不断的新线建设，既有线提速和高速铁路的建设，使路基工程得到了突飞猛进的发展，从对路基重视的程度，设计思路的转变到新材料、新技术的应用方面都有充分的体现。路基已经作为一种土工结构物来进行专门的设计、研究。一般路基的设计、路基附属结构的设计已经普遍采用计算机辅助方法。随着大面积的提速和高速铁路的建设，路基设计的指导思想从单纯按照强度设计发展到按照变形设计，提出了工后沉降的严格要求。对于路基与其他建筑物连接处开始给予充分的重视，即把路基的纵向平顺性作为一种目标在设计中贯穿，对于路桥过渡、路堤路堑的过渡以及隧道入口等部位进行专门的设计。路基断面结构各个部位的材料的选择和尺寸的确定已经按照动载荷作用的水平和动、静变形进行合理的设计。实验技术有飞跃，20世纪50年代、80年代一直到90年代我国进行了为数不多的中等速度及准高

速的路基动态测试，21 世纪初进行了时速超过 300km 的大量动态测试，为高速铁路的路基基础理论奠定了基础，也为路基设计标准的制定提供了依据。同时也针对路基开发出大型分析软件。施工质量控制方面由最初的单指标控制发展到现在的多指标控制，尤其是基床等填料的选择有了明确的指标要求，与以前相比有了质的飞跃。全国范围的既有线路的提速促进了其路基状态的评价方法与加固技术的发展。新材料得到了大量应用，土工合成材料（土工格栅、土工格室、土工布、土工膜、工业保温材料如 EPS、XPS 等）在路基支挡结构、排水设施、基底处理、特殊土路基等方面得到了大量应用。现场监测技术得到了很大发展，从青藏铁路开始将路基作为一种土工结构物进行长期监测。路基与环境的关系在路基工程中得到了前所未有的重视。生物工程方法补强路基得到了应用。

我国交通建设正处在一个大发展的阶段，路基工程的设计理论和建设技术将会在实践中得到大幅度的提高。



第1章

一般路基设计

本章知识点

【知识点】本章主要介绍路基横断面的主要组成部分以及这些组成部分的几何尺寸要求。

【重点】重点掌握基床表层和底层的设计以及填料的分类。

【难点】填料的分类内容较多而复杂，是理解的难点。

1.1 一般铁路路基设计

1.1.1 路基横断面形式

路基横断面是指垂直线路中心线截取的截面。路基的断面形式、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，路基横断面图是路基设计的主要文件之一。路基横断面的基本形式有下面几种：

1. 路堤

当路基面高于天然地面时，路基以填筑方式构成，这种形式的路基称为路堤，如图 1-1 (a) 所示。

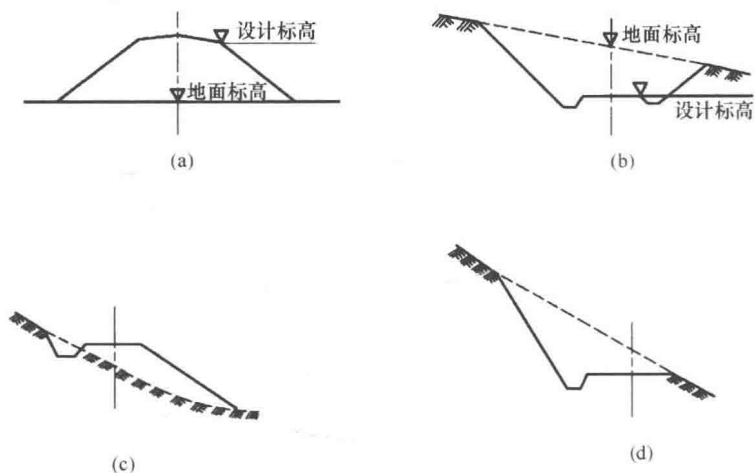


图 1-1 路基断面形式 (一)

(a) 路堤；(b) 路堑；(c) 半路堤；(d) 半路堑



图 1-1 路基断面形式 (二)

(e) 半路堤半路堑; (f) 不填不挖路基

2. 路堑

当路基面低于天然地面时,路基以开挖方式构成,这种形式的路基称为路堑,如图 1-1 (b) 所示。

3. 半路堤

当天然地面横向倾斜,路基面边线和天然地面相交时,路堤体在地面和路基面相交线以上部分无填筑工程量,这种路堤称为半路堤,如图 1-1 (c) 所示。

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,如图 1-1 (d) 所示。

5. 半路堤半路堑

当天然地面横向倾斜,路基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 (e) 所示。

6. 不填不挖路基或零断面

当路基的路基面和经过清理后的天然地基面平齐,路基无填挖土方时,这种路基称为不填不挖路基;或者如果经过换填后的路基面与天然地基面在一个水平面上,称为零断面,如图 1-1 (f) 所示。

1.1.2 路基横断面基本组成及设计

路基横断面主要由路基本体和路基附属结构两大部分组成。其中路基本体是为了能按线路设计要求铺设轨道而构筑的部分,包括路基面、路肩、填料、基床、边坡、路基基底等部位,如图 1-2 所示。路基附属结构是为确保路基本体的稳固性而采用的必要的附属工程措施,包括排水设施和路基防护措施。

路基横断面的设计主要内容如下。

1. 路基面

为了轨道的铺设而设置的作业面,称为路基顶面或简称路基面。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。为了便于排水,路基面的形状应该设计为三角形路拱,由路基中心线向两侧设 4% 的人字排水坡,使雨水能够尽快排出,避免路基面积水使土浸湿软化,保证路基土体的稳定。一般这样形成的单线路基的路拱高约 0.15m,一次修筑双线路基的路拱高约 0.2m,如图 1-3 所示。曲线加宽时,路拱仍保持三角形。