



人民交通出版社“十三五”  
高职高专土建类专业规划教材

# 公路施工技术

主编 张艳红 李晓彤

HIGHWAY CONSTRUCTION TECHNOLOGY

配课件

免费下载



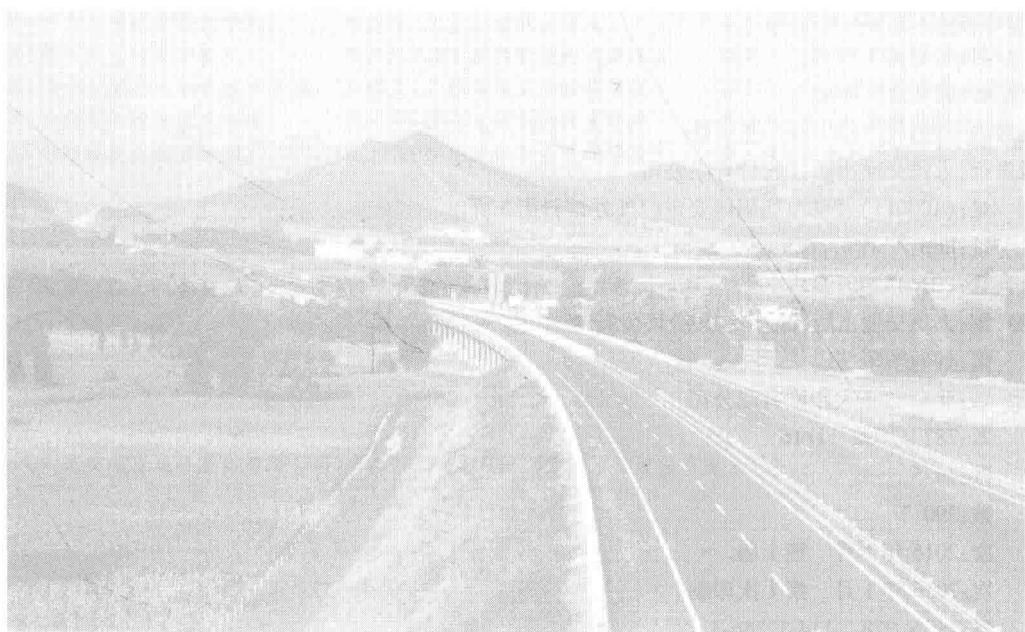
人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.



人民交通出版社“十三五”  
高职高专土建类专业规划教材

# 公路施工技术

| 主编 张艳红 李晓彤



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

## 内 容 提 要

本书按现行公路施工的有关规范编写,既有先进适用的理论知识和实际施工方法,又有施工案例。全书共分为11个单元,包括:单元一,概论;单元二,施工放样;单元三,软土地基处理;单元四,路基施工;单元五,砂垫层、砂砾垫层和碎石垫层施工;单元六,石灰稳定土施工;单元七,水泥稳定级配碎石施工;单元八,沥青混凝土路面施工;单元九,水泥混凝土路面施工;单元十,排水设施施工;单元十一,防护、支挡工程施工。

本书可作为高职高专道路桥梁工程技术专业的教材,也可作为成人教育培训教材及供道桥工程技术人员学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

公路施工技术/张艳红,李晓彤主编. —北京:  
人民交通出版社股份有限公司,2016.1  
ISBN 978-7-114-12386-3

I. ①公… II. ①张… ②李… III. ①道路施工—工  
程技术 IV. ①U415.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第154138号

书 名:公路施工技术  
著 者:张艳红 李晓彤  
责任编辑:陈力维 邵 江 王景景  
出版发行:人民交通出版社股份有限公司  
地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号  
网 址:<http://www.ccpress.com.cn>  
销售电话:(010)59757973  
总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部  
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:16.5  
字 数:390千  
版 次:2016年1月 第1版  
印 次:2016年1月 第1次印刷  
书 号:ISBN 978-7-114-12386-3  
定 价:35.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

# 高职高专土建类专业规划教材编审委员会

## 主任委员

吴泽(四川建筑职业技术学院)

## 副主任委员

赵研(黑龙江建筑职业技术学院) 危道军(湖北城市建设职业技术学院) 袁建新(四川建筑职业技术学院)  
李峰(山西建筑职业技术学院) 申培轩(济南工程职业技术学院) 王强(北京工业职业技术学院)  
许元(浙江广厦建设职业技术学院) 韩敏(人民交通出版社股份有限公司)

## 土建施工类分专业委员会主任委员

赵研(黑龙江建筑职业技术学院)

## 工程管理类分专业委员会主任委员

袁建新(四川建筑职业技术学院)

## 委员 (以姓氏笔画为序)

丁春静(辽宁建筑职业学院)	马守才(兰州工业学院)	毛燕红(九州职业技术学院)
王安(山东水利职业学院)	王延该(湖北城市建设职业技术学院)	王社欣(江西工业工程职业技术学院)
邓宗国(湖南城建职业技术学院)	田恒久(山西建筑职业技术学院)	边亚东(中原工学院)
刘志宏(江西城市学院)	刘良军(石家庄铁道职业技术学院)	刘晓敏(黄冈职业技术学院)
吕宏德(广州城市职业学院)	朱玉春(河北建材职业技术学院)	张学钢(陕西铁路工程职业技术学院)
李中秋(河北交通职业技术学院)	李春亭(北京农业职业学院)	宋岩丽(山西建筑职业技术学院)
肖伦斌(绵阳职业技术学院)	陈年和(江苏建筑职业技术学院)	侯洪涛(济南工程职业技术学院)
钟汉华(湖北水利水电职业技术学院)	涂群岚(江西建设职业技术学院)	郭起剑(江苏建筑职业技术学院)
郭朝英(甘肃工业职业技术学院)	肖明和(济南工程职业技术学院)	蒋晓燕(浙江广厦建设职业技术学院)
韩家宝(哈尔滨职业技术学院)	蔡东(广东建设职业技术学院)	谭平(北京京北职业技术学院)

## 顾问

杨嗣信(北京双圆工程咨询监理有限公司) 尹敏达(中国建筑金属结构协会)  
杨军霞(北京城建集团) 李永涛(北京广联达软件股份有限公司)

## 秘书处

邸江(人民交通出版社股份有限公司) 陈力维(人民交通出版社股份有限公司)

近年来我国职业教育蓬勃发展,教育教学改革不断深化,国家对职业教育的重视达到前所未有的高度。为了贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》的精神,提高我国工程建设领域的职业教育水平,培养出适应新时期职业要求的高素质人才,人民交通出版社深入调研,周密组织,在全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的热情鼓励和悉心指导下,发起并组织了全国四十余所院校一大批骨干教师,编写出版本系列教材。

本套教材以《高等职业教育土建类专业教育标准和培养方案》为纲,结合专业建设、课程建设和教育教学改革成果,在广泛调查和研讨的基础上进行规划和展开编写工作,重点突出企业参与和实践能力、职业技能的培养,推进教材立体化开发,鼓励教材创新,教材组委会、编审委员会、编写与审稿人员全力以赴,为打造特色鲜明的优质教材做出了不懈努力,希望以此能够推动高职土建类专业的教材建设。

本系列教材已先后推出建筑工程技术、工程监理和工程造价三个土建类专业共计六十余种主辅教材,随后将在全面推出土建大类中七类方向的全部专业教材的基础上,对已出版的教材进行优化、修订,并开发相关数字资源。最终出版一套体系完整、特色鲜明、资源丰富的优秀高职高专土建类专业教材。

本系列教材适用于高职高专院校、成人高校、继续教育学院和民办高校的土建类各专业使用,也可作为相关从业人员的培训教材。

人民交通出版社股份有限公司

2015年7月



# 前 言

QIANYAN

本书根据最新公路、桥梁规范编写,在内容结构、难易程度等方面符合高职高专教育教学特点。全书共分为 11 个单元。单元一,概论,简单介绍了公路的构成及基本类型;单元二,施工放样,介绍了公路施工放样的基本工具,并附实际中桩放样案例;单元三,软土地基处理,介绍了抛石挤淤、换填砂石、粉喷桩、挤密砂桩、碎石桩、袋装砂井、土工合成材料、塑料排水板等的施工;单元四,路基施工,介绍了路堤填筑施工和路堑开挖施工;单元五,砂垫层、砂砾垫层和碎石垫层施工;单元六,石灰稳定土施工;单元七,水泥稳定级配碎石施工;单元八,沥青混凝土路面施工;单元九,水泥混凝土路面施工,主要介绍了滑膜摊铺机和三辊轴机组路面施工;单元十,排水设施施工,主要介绍了边沟、截水沟、排水沟、跌水与急流槽、渡槽与倒虹吸、暗沟、渗沟、渗井的设置与施工;单元十一,防护、支挡工程施工,主要介绍了植物防护、土工合成材料与植草复合防护、空心砖内植草护坡、骨架护坡、喷护、挂网喷护、砌石防护、重力式挡土墙、薄壁式挡土墙、锚定式挡土墙、加筋土挡土墙、抗滑桩等的施工。

本教材由黑龙江建筑职业技术学院张艳红、李晓彤共同编写。在本书编写过程中,黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司李伟为本教材的编写提供了大量资料;黑龙江建筑职业技术学院张常明、张然进行了图表的制作及文字的校核,付出了辛勤劳动。

本教材参考了国内外有关专著、研究报告和文献,也借鉴了国内一些相关的施工工艺和论文。在此,我们对广大作者表示衷心感谢。

限于编写人员水平,书中定有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者  
2015 年 6 月

# 目 录

## MULU

单元一 概论	1
单元二 施工放样	8
任务一 概述	8
任务二 路线中桩施工放样(案例)	10
单元三 软土地基处理	19
任务一 软土的工程特性与危害	19
任务二 软土地基处理方法	20
任务三 抛石挤淤施工	21
任务四 换填砂石施工	24
任务五 粉喷桩施工	26
任务六 挤密砂桩施工	29
任务七 碎石桩施工	31
任务八 袋装砂井施工	34
任务九 土工合成材料施工	36
任务十 塑料排水板施工	40
单元四 路基施工	44
任务一 概述	44
任务二 土方路堤填筑施工	46
任务三 石方路堤填筑施工	56
任务四 土方路堑开挖施工	59
任务五 石方路堑爆破施工	65
单元五 砂垫层、砂砾垫层和碎石垫层施工	78
任务一 原材料及其要求	78
任务二 施工准备	80
任务三 施工工艺及技术要求	82
任务四 施工中质量控制与管理	86
任务五 质量检验评定	87
单元六 石灰稳定土施工	90
任务一 一般规定	90
任务二 原材料及其要求	92
任务三 混合料组成设计	93
任务四 先导段施工	95
任务五 石灰稳定土路拌法施工工艺及技术要求	96
任务六 石灰稳定土厂拌法施工工艺及技术要求	101
任务七 质量检验评定	104

<b>单元七 水泥稳定级配碎石施工</b> .....	107
任务一 一般规定.....	107
任务二 原材料及其要求.....	108
任务三 施工准备.....	111
任务四 混合料的组成设计.....	115
任务五 拌和站.....	115
任务六 施工工艺及技术要求.....	116
任务七 施工中质量控制要点.....	125
任务八 质量检查评定.....	127
<b>单元八 沥青混凝土路面施工</b> .....	132
任务一 沥青混凝土路面的分类.....	132
任务二 原材料及其要求.....	134
任务三 沥青混凝土组成设计.....	149
任务四 沥青混凝土拌和厂的建设.....	150
任务五 沥青混凝土路面施工机械.....	151
任务六 施工工艺及技术要求.....	155
任务七 质量检验与评定.....	163
<b>单元九 水泥混凝土路面施工</b> .....	167
任务一 水泥混凝土路面的构造.....	167
任务二 水泥混凝土路面对材料的要求.....	174
任务三 水泥混凝土路面施工机械及设备.....	179
任务四 水泥混凝土路面先导段施工.....	185
任务五 滑模机械铺筑水泥混凝土路面.....	191
任务六 三辊轴机组铺筑水泥混凝土路面.....	197
任务七 检查评定及验收.....	201
<b>单元十 排水设施施工</b> .....	207
任务一 概述.....	207
任务二 边沟的设置与施工.....	208
任务三 截水沟的设置与施工.....	211
任务四 排水沟的设置与施工.....	214
任务五 跌水与急流槽.....	215
任务六 渡槽与倒虹吸.....	217
任务七 路基常用的地下排水设施.....	218
<b>单元十一 防护、支挡工程施工</b> .....	224
任务一 概述.....	224
任务二 防护工程施工.....	225
任务三 支挡工程.....	239
<b>参考文献</b> .....	251



# 单元一 概论

## 【教学目标】

1. 熟悉公路组成。
2. 熟悉公路路基横断面基本形式。
3. 熟悉公路结构组成。

公路是一种建筑在大地上的一条线形的带状空间结构物,它主要承受各种汽车车轮荷载的重复作用和经受各种自然因素的长期影响。因此,公路不仅要有平顺的线形、缓和的纵坡,而且还要有坚固稳定的路基、平整和抗滑性好的路面、牢固可靠的桥涵以及必要的防护工程和附属设施,以满足公路交通运输的要求。

## 一 公路组成

公路工程由路线工程和结构工程两大部分组成。

### 1. 路线组成

公路路线即公路的中心线。公路路线为平面上有曲线、纵面上有起伏的立体空间线形。

公路路线的平面线形,由直线和平曲线组成,平曲线又包括圆曲线和缓和曲线。

公路路线的纵面线形,由直线坡段和竖曲线两大部分组成。

公路路线的平面、纵断面和横断面是公路的几何组成部分。

### 2. 结构组成

公路的结构组成,主要包括:路基、路面、桥涵、隧道、排水工程(包括地下排水和地面排水)、防护工程(包括挡土墙、护脚等)、路线交叉工程及公路沿线设施。高等级公路为进行交通组织,保证交通安全,提高服务质量,发挥公路效能,还设置了较完善的公路安全设施、管理服务设施、通信系统、监控系统、收费系统、供电照明系统、环境绿化工程等。

#### (1) 路基

路基是公路的重要组成部分,是线形构造物的主体。路基是路面的基础,它与路面共同承受车辆荷载的作用,所以路基必须具有足够的强度和整体稳定性。由于路基通常由天然土石材料修筑而成,因此要求路基应具有足够的水稳定性。

## (2) 路面

路面是公路与汽车车轮直接接触的结构层,主要承受车轮荷载和磨损。它是用各种不同的材料铺筑于路基顶面的单层或多层结构。因此要求路面具有足够的强度、稳定性、平整度和粗糙度,以利车辆在其表面安全而舒适地行驶。路面工程的质量直接影响到公路的使用性能和服务质量。

## (3) 桥梁与涵洞

公路路线常常需要跨越大小不同的障碍物(如河流、山谷、铁路、公路),故需要修筑桥梁和涵洞。凡单孔跨径大于或等于5m或多孔跨径总长大于或等于8m者,都称为桥梁,当小于上述值时则称为涵洞。

## (4) 隧道

山区公路,路线往往要翻越垭口或穿越山梁,为了获得较高的路线线形标准,减少过大的土石方开挖工程量,往往以隧道方式通过。隧道在施工技术和工程造价上比一般路基要高一些,但它具有避免路线在平面上绕行、改善平面线形、减缓纵坡、缩短路线里程、提高路线标准、降低运输成本等诸多优点,故山区高等级公路常常选取隧道方案。

除上述各种基本构造物外,为保证行车安全、舒适和公路美观,公路的组成还包括防护与加固设施、排水设施、交通安全设施、交通管理设施、停车设施、公路养护和营运房屋等设施及公路绿化等。

# 二 路基类型与构造

为满足行车要求,适应天然地面的起伏,路基高程与天然地面高程的相互关系必然频繁变化,有些路段路基高程高于天然地面高程,需要进行填筑,有些路段路基高程低于天然地面高程,需进行挖掘。由于填挖情况的不同,路基横断面可归纳为以下4种类型:路堤、路堑、半填半挖和不填不挖。路堤是指全部用岩土填筑而成的路基;路堑是指全部在天然地面开挖而成的路基,此两种是路基横断面的基本类型。当原地面横坡大,需一侧开挖而另一侧填筑时,称为半填半挖路基。不填不挖路基是指路基高程与原地面高程相同的路基。

## (1) 路堤

图1-1是路堤的几种常用横断面形式。

按其填土高度不同,可将路堤划分为矮路堤、高路堤和一般路堤。填土高度低于1.0~1.5m者,属于矮路堤;填土高度大于规范规定的数值,即填方总高度超过18m(土质)或20m(石质)的路堤,属于高路堤;介于两者之间的为一般路堤。随路堤所处的条件和加固类型不同,还有沿河路堤、护脚路堤、护肩路堤、砌石路堤、挡土墙路堤等形式。

由于路堤高于天然地面,通风干燥,排水条件好,路基经常处于干燥状态,因此路堤病害较少,是经常采用的路基形式。

## (2) 路堑

图1-2是路堑横断面的几种基本形式,有全挖式路基、台口式路基及半山洞路基。挖方边坡可视高度和岩土情况设置成直线或折线。

全挖式路基为典型路堑,路基两侧坡脚处均设置边沟,用以汇集和排除路基范围内的地表径流。为防止山坡水流向路堑,在路堑边坡上方的适当位置应设置截水沟。

陡峻山坡上的半路堑,为避免路基外侧的少量填方不易稳定,路中心宜向内移,尽量采用台口式路基。在坚硬的岩层,为节省石方工程,在确保安全可靠的前提下,有时也可采用半山洞式路基。

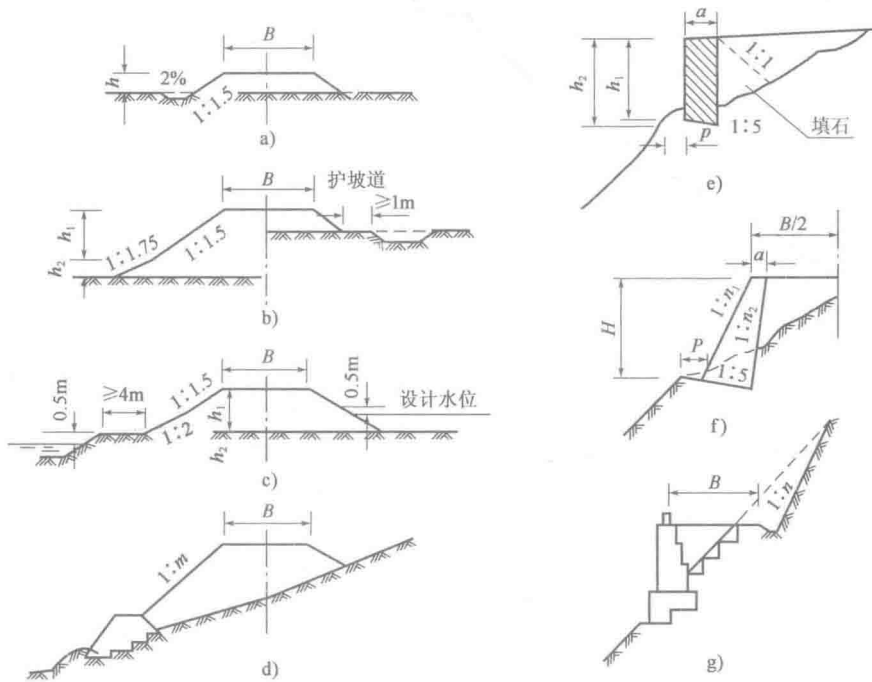


图 1-1 路堤的几种常用横断面形式

a)矮路堤;b)一般路堤;c)沿河路堤;d)护脚路堤;e)护肩路堤;f)砌石路堤;g)挡土墙路堤

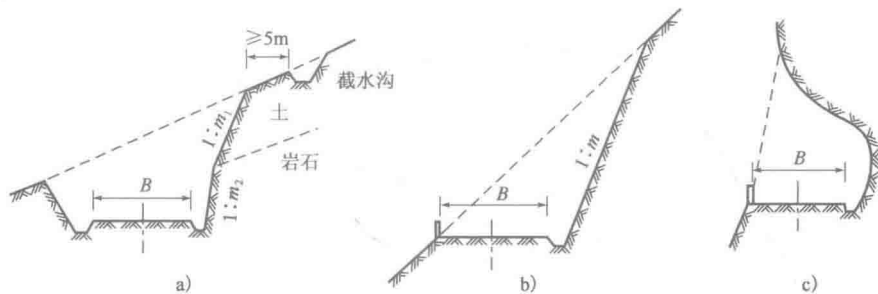


图 1-2 路堑横断面的基本形式

a)全挖式路基;b)台口式路基;c)半山洞式路基

路堑开挖后,破坏了原地层的天然平衡状态,边坡稳定性主要取决于自然产状的地质与水文地质条件以及边坡高度和坡度。挖方弃土可以堆放在路堑的下方。如边坡坡面易风化时,在坡脚处及坡面适当位置设置 0.5 ~ 1.0m 的碎落台,坡面可以采取防护措施。此外,路堑呈巷道式,不利于排水和通风,病害多于路堤,行车视距较差,使行驶条件降低,而且深路堑施工较困难,故在设计时应结合地形条件合理选用断面形式。

(3) 半填半挖路基

半填半挖路基断面的基本形式如图 1-3 所示,主要位于较陡的山坡上路基,通常取路中心的高程接近原地面高程,以便减少土石方数量,保持土石方数量横向平衡,形成填挖结合路基,它是路堤和路堑的综合形式。以挖作填,给施工带来方便,如若处理得当,路基稳定可靠,是比较经济的断面形式。

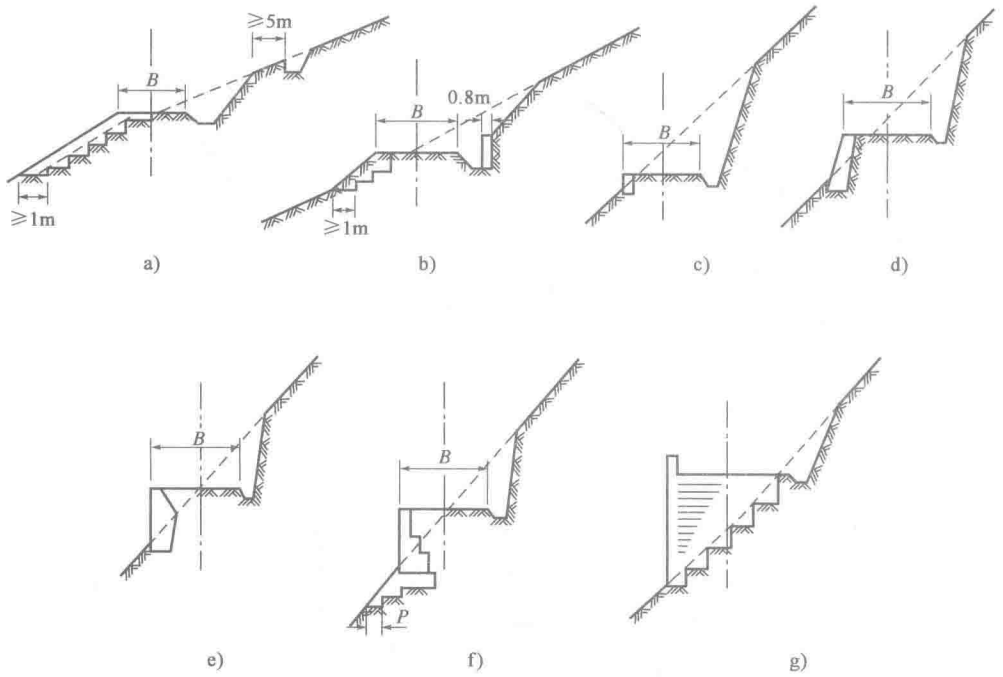


图 1-3 半填半挖路基横断面形式

a)一般挖填路基;b)矮挡土墙路基;c)护肩路基;d)砌石坡路基;e)砌石护墙路基;f)挡土墙支撑路基;g)半山桥路基

原地面的横坡度关系到路基横断面形式及稳定性。填方部分在自重作用下有可能沿原地面下滑,为使填方部分与原地面很好地结合,增强接触面的抗滑能力,要求在填筑之前,清除原地面松土和杂草,拉毛原地面。当原地面坡度陡于 1:5 时,填方部分的土质原地面应挖成台阶,每个台阶宽度不小于 1m;原地面坡度陡于 1:2 时,会导致占地太宽、无法填筑或填方数量过大,此时可根据实际情况,利用废石方,修筑护肩、护墙、砌石及挡土墙等支撑建筑物,形成各种形式的半填半挖路基。

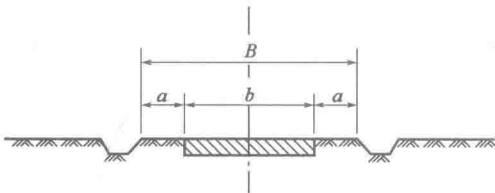


图 1-4 不填不挖路基横断面形式  
B-路基宽度;b-路面宽度;a-路肩宽度

(4) 不填不挖路基

原地面与路基高程相同构成不填不挖的路基横断面形式,如图 1-4 所示。这种形式的路基,虽然节省土石方,但对排水非常不利,易发生水淹、雪埋等病害,常用于干旱的平原区和丘陵区以及山岭区的山脊线。

### 三 路面类型与构造

#### 1. 路面标准横断面

路面标准构造横断面如图 1-5 所示。

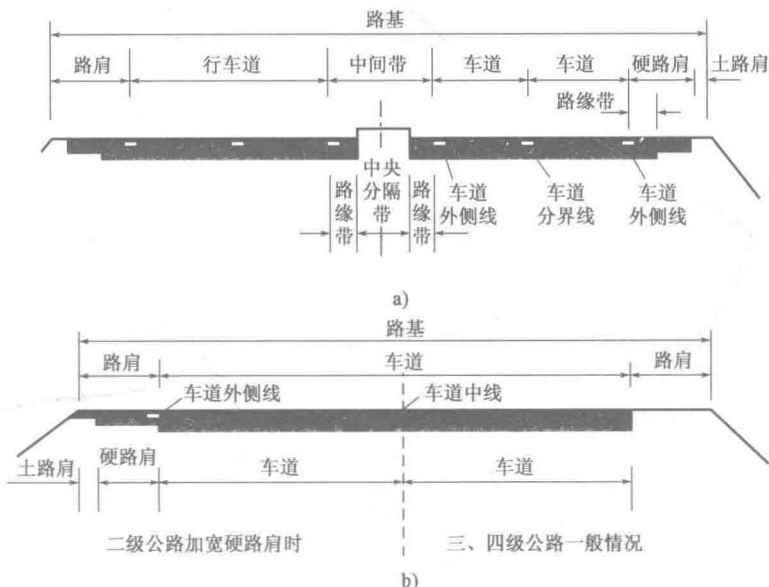


图 1-5 路面的标准构造横断面

a) 高速公路和一级公路横断面; b) 二、三级公路横断面

#### 2. 路面结构

路面结构通常是分层铺筑的,按照使用要求、受力状况、土基支承条件和自然因素影响程度的不同,分成若干层次。通常按照各个层位功能的不同,划分为三个层次,即面层、基层和垫层,如图 1-6 所示。

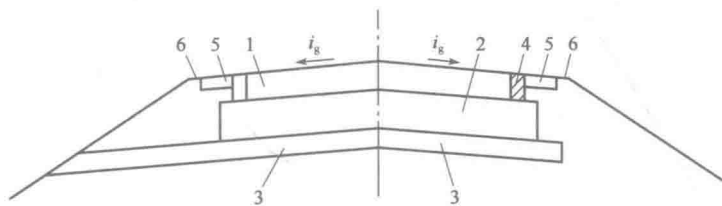


图 1-6 路面结构层示意图

1-面层;2-基层(包括底基层);3-垫层;4-路缘石;5-加固路肩;6-土路肩

##### (1) 面层

面层是直接同行车和大气接触的表面层次,它承受较大行车荷载垂直力、水平力和冲击力的作用,同时还受到降水的侵蚀和气温变化的影响。因此,与其他层次相比,面层应具备较高的结构强度、抗变形能力、较好的水稳定性和温度稳定性,而且应当耐磨、不透水,其表面还应有良好的抗滑性和平整度。修筑面层所用的材料主要有水泥混凝土、沥青混凝土、沥青碎砾石



混合料、砂砾或碎石掺土或不掺土的混合料以及块料等。面层有时分两层或三层铺筑,如高速公路沥青面层总厚度为 18~20cm,可分为上、中、下三层铺筑,并根据各分层的要求采用不同的级配等级。水泥混凝土路面也有分上下两层铺筑的,分别采用不同强度等级的水泥混凝土材料。水泥混凝土路面上加铺 4cm 沥青混凝土,这样的复合式结构也是常见的。但是砂石路面上所铺的 2~3cm 厚的磨耗层或厚 1cm 的保护层,以及厚度不超过 1cm 的简易沥青表面处治,不能作为一个独立的层次,应看成是面层的一部分。

### (2) 基层

基层主要承受由面层传递来的车辆荷载垂直力,并将其扩散到下面的垫层和土基中去。因此,基层是路面结构中的承重层,它应具有足够的强度和刚度,并具有良好的扩散应力的能力。基层遭受大气因素的影响虽然比面层小,但是仍然有可能经受地下水和通过面层渗入雨水的浸蚀,所以基层结构应具有足够的水稳定性。基层表面虽不直接供车辆行驶,但仍然要求有较好的平整度,因为这是保证面层平整性的基本条件。修筑基层的材料主要有各种结合料(如石灰、水泥或沥青等)稳定土或稳定土碎砾石、贫水泥混凝土、天然砂砾、各种碎石或砾石、片石、块石或圆石,各种工业废渣(如煤渣、粉煤灰、矿渣、石灰渣等)和土、砂、石所组成的混合料等。根据所用的材料,可分为无机结合料稳定类整体型(也称半刚性型)、粒料类嵌锁型和级配型三大类。

基层类型表基层厚度太厚时,为保证工程质量,可分两层或三层铺筑。基层的最下层称为底基层,对底基层材料质量的要求较低,可使用当地材料来修筑。

### (3) 垫层

垫层介于土基和基层之间,它的功能是改善土基的湿度和温度状况,以保证面层和基层的强度、刚度及稳定性不受土基水温状况变化所造成的不良影响。另外,垫层能将基层传下的车辆荷载应力加以扩散,以减小土基产生的应力和变形。同时也能阻止路基土挤入基层中,影响基层结构的性能。修筑垫层的材料,强度要求不一定高,但水稳定性和隔温性能要好。常用的垫层材料分为两类:一类是由松散粒料,如砂、砾石、炉渣等组成的透水性垫层;另一类是用水泥或石灰稳定土等修筑的稳定类垫层。

## 3. 路面结构图

通过路面结构图,可以看出路面、基层的位置以及组成。路面结构分层排列顺序是一定的,但按照不同的公路等级及通行交通量,沿线分段典型断面上的路基土质、水温状况等条件,结合考虑对各个层次功能的具体要求及层次间的配合,组合而成设计施工中的路面结构。表 1-1 为常见各类路面结构层组合表,图 1-7 为某高速公路路面结构图图例。

常见各类路面结构层组合表

表 1-1

①表面层						
中面层	②表面层					
下面层	下面层	③表面层				
基层	基层	下面层	④面层			
底基层	底基层	基层	基层	⑤面层	⑥面层	⑦保护层
垫层	垫层	垫层	垫层	基层	整平层	基层
土基	土基	土基	土基	土基	土基	土基

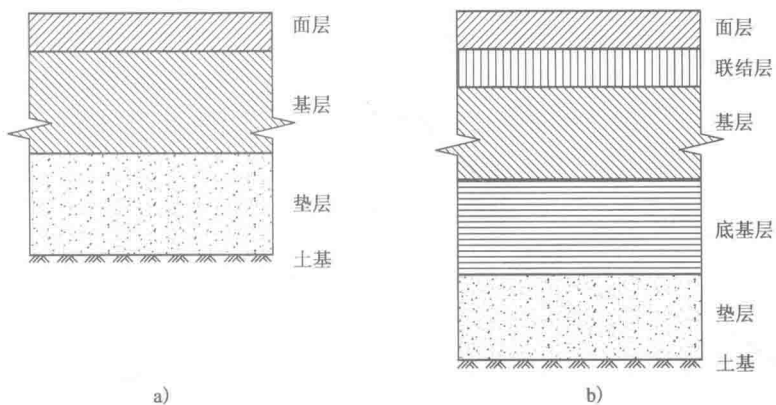


图 1-7 高速公路路面结构图图例  
a) 低、中级路面; b) 高级路面

### ◀ 小 结 ▶

本单元按照公路路基和路面的分类,分别介绍了公路的结构和组成,为以后的公路施工奠定了基础。

### 思考与练习

1. 画出公路的结构图。
2. 路基横断面有哪些基本形式?

# 单元二

## 施工放样

### 【教学目标】

1. 掌握公路施工放样的工具。
2. 掌握恢复公路中线的方法。

### 任务一 概述

8

#### 一 施工放样概念

施工放样是以地面控制点为基础,根据图纸上的建筑物的设计数据,计算出建(构)筑物各特征点与控制点之间的距离、角度、高差等数据,将建(构)筑物的特征点在实地标定出来,以便施工,这项工作称为施工放样。施工放样包括路线中线、横断面、边坡坡率、设计高程、填挖高度、边桩位置等内容。

施工放样的精度取决于公路等级和设计要求以及施工控制测量的精度,如工程的性质、规模、材料、施工方法等因素。测量时应从工程设计和施工精度需要出发,确定与之相匹配的测量技术相应的精度等级,确定满足精度要求的测量方案,使放样的结果满足施工的需要。

#### 二 施工放样工具(针对高等级公路)

##### 1. 水准仪

水准仪是一种提供水平视线来测量高差的仪器,主要用来观测水平目标,如图 2-1 所示。

水准仪构成主要有望远镜、水准器及基座三部分。

水准仪的基本操作程序,包括安置仪器、粗略整平、瞄准水准尺、精平和读数等操作步骤。在测量学中已经学过,在此不再赘述。

##### 2. 经纬仪

经纬仪是一种用来观测路线转角处两相邻直线间水平角的仪器,它也能测量竖直角的大小,如图 2-2 所示。



经纬仪构造主要分基座、水平度盘和照准部。

经纬仪的基本操作程序,主要包括经纬仪的对中、整平、瞄准和读数等操作步骤。其原理与使用方法在测量学中已经学过,在此不再赘述。

### 3. 全站仪

全站仪,具有角度测量、距离(如斜距、平距、高差)测量、三维坐标测量、导线测量、交会点测量和放样测量等多种用途,内置专用软件后,功能还可进一步拓展,如图 2-3 所示。

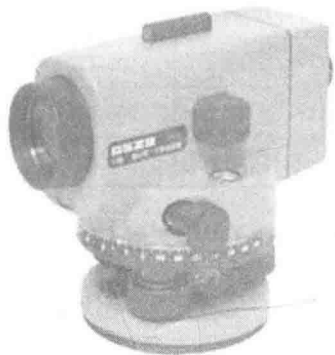


图 2-1 水准仪

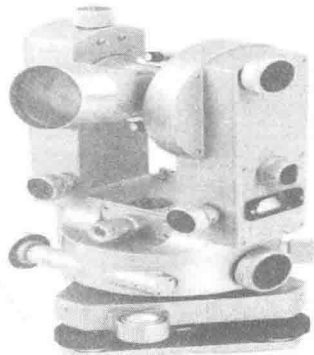


图 2-2 经纬仪



图 2-3 全站仪

全站仪是目前公路测量的主要工具。

全站仪主要由两大部分组成,即采集数据设备和微处理器。

全站仪是一种把光电测距、微型计算机与经纬仪结为一体的先进的经纬仪,与光学经纬仪的根本区别在于它用微机控制的电子测角系统代替光学读数系统。

### 4. GPS

GPS 是英文 Global Positioning System(全球定位系统)的简称,如图 2-4 所示。

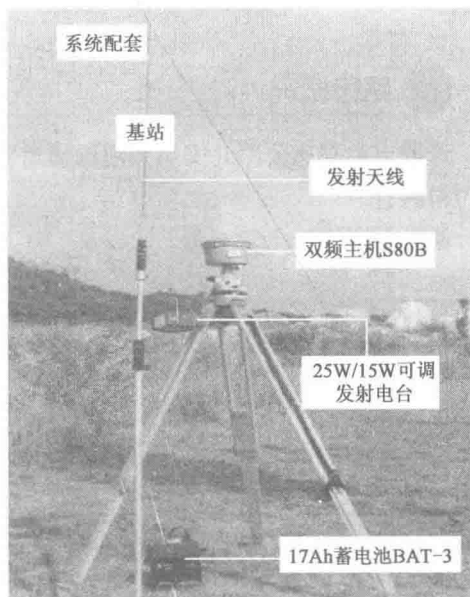


图 2-4 GPS