

全国高等院校土建类应用型规划教材

住房和城乡建设领域关键岗位技术人员培训教材

# 市政工程施工技术

第三版

主 编 解振坤 杨江妮

副主编 林 丽 陈 哲

组编单位

住房和城乡建设部干部学院

北京土木建筑学会

中国林业出版社

China Forestry Publishing House

全国高等院校土建类应用型规划教材  
住房和城乡建设领域关键岗位技术人员培训教材

# 市政工程施工技术

主 编：解振坤 杨江妮

副主编：林 丽 陈 哲

组编单位：住房和城乡建设部干部学院  
北京土木建筑学会

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

市政工程施工技术 / 《市政工程施工技术》编委会  
编. — 北京 : 中国林业出版社, 2018. 7

住房和城乡建设领域关键岗位技术人员培训教材

ISBN 978-7-5038-9640-8

I. ①市… II. ①市… III. ①市政工程—工程施工—  
技术培训—教材 IV. ①TU99

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 152694 号

本书编写委员会

主 编: 解振坤 杨江妮

副主编: 林 丽 陈 哲

组编单位: 住房和城乡建设部干部学院、北京土木建筑学会

---

国家林业和草原局生态文明教材及林业高校教材建设项目

策 划: 杨长峰 纪 亮

责任编辑: 陈 惠 王思源 吴 卉 樊 菲

---

出版: 中国林业出版社

(100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)

网站: <http://lycb.forestry.gov.cn/>

印刷: 固安县京平诚乾印刷有限公司

发行: 中国林业出版社发行中心

电话: (010)83143610

版次: 2018 年 7 月第 1 版

印次: 2018 年 12 月第 1 次

开本: 1/16

印张: 20.25

字数: 320 千字

定价: 120.00 元

## 编写指导委员会

组编单位：住房和城乡建设部干部学院 北京土木建筑学会

名誉主任：单德启 骆中钊

主任：刘文君

副主任：刘增强

委员：许科 陈英杰 项国平 吴静 李双喜 谢兵  
李建华 解振坤 张媛媛 阿布都热依木江·库尔班  
陈斯亮 梅剑平 朱琳 陈英杰 王天琪 刘启泓  
柳献忠 饶鑫 董君 杨江妮 陈哲 林丽  
周振辉 孟远远 胡英盛 缪同强 张丹莉 陈年

参编院校：清华大学建筑学院

大连理工大学建筑学院

山东工艺美术学院建筑与景观设计学院

大连艺术学院

南京林业大学

西南林业大学

新疆农业大学

合肥工业大学

长安大学建筑学院

北京农学院

西安思源学院建筑工程设计研究院

江苏农林职业技术学院

江西环境工程职业学院

九州职业技术学院

上海市城市科技学校

南京高等职业技术学校

四川建筑职业技术学院

内蒙古职业技术学院

山西建筑职业技术学院

重庆建筑职业技术学院

策划：北京和易空间文化有限公司

# 前 言

“全国高等院校土建类应用型规划教材”是依据我国现行的规程规范，结合院校学生实际能力和就业特点，根据教学大纲及培养技术应用型人才的总目标来编写。本教材充分总结教学与实践经验，对基本理论的讲授以应用为目的，教学内容以必需、够用为度，突出实训、实例教学，紧跟时代和行业发展步伐，力求体现高职高专、应用型本科教育注重职业能力培养的特点。同时，本套书是结合最新颁布实施的《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300—2013）对于建筑工程分部分项划分要求，以及国家、行业现行有效的专业技术标准规定，针对各专业应知识、应会和必须掌握的技术知识内容，按照“技术先进、经济适用、结合实际、系统全面、内容简洁、易学易懂”的原则，组织编制而成。

考虑到工程建设技术人员的分散性、流动性以及施工任务繁忙、学习时间少等实际情况，为适应新形势下工程建设领域的技术发展和教育培训的工作特点，一批长期从事建筑专业教育培训的教授、学者和有着丰富的一线施工经验的专业技术人员、专家，根据建筑施工企业最新的技术发展，结合国家及地方对于建筑施工企业和教学需要编制了这套可读性强，技术内容最新，知识系统、全面，适合不同层次、不同岗位技术人员学习，并与其工作需要相结合的教材。

本教材根据国家、行业及地方最新的标准、规范要求，结合了建筑工程技术人员和高校教学的实际，紧扣建筑施工新技术、新材料、新工艺、新产品、新标准的发展步伐，对涉及建筑施工的专业知识，进行了科学、合理的划分，由浅入深，重点突出。

本教材图文并茂，深入浅出，简繁得当，可作为应用型本科院校、高职高专院校土建类建筑工程、工程造价、建设监理、建筑设计技术等专业教材；也可做为面向建筑与市政工程施工现场关键岗位专业技术人员职业技能培训的教材。

# 目 录

第一章 道路工程概述 .....	1
第二章 路基施工技术 .....	7
第一节 土质路基施工 .....	7
第二节 石质路基施工 .....	12
第三节 路基防护与加固 .....	14
第四节 特殊路基施工 .....	20
第五节 路基排水设施施工 .....	31
第六节 路基整修、检查验收及维修 .....	40
第三章 路面施工技术 .....	46
第一节 路面基层（底基层）施工 .....	46
第二节 沥青路面面层施工 .....	63
第三节 水泥混凝土路面面层施工 .....	85
第四章 桥梁基础施工 .....	104
第一节 明挖基础施工 .....	104
第二节 桩基础施工 .....	122
第三节 沉井基础施工 .....	130
第五章 桥梁墩台施工 .....	138
第一节 圻工墩台施工 .....	138
第二节 装配式墩台施工 .....	146
第三节 高桥墩的滑动模板施工 .....	150
第四节 支座安装施工 .....	154
第六章 桥梁上部结构施工 .....	157
第一节 简支梁桥施工 .....	157
第二节 拱桥施工 .....	197
第三节 桥面及附属设施施工 .....	206
第四节 大跨度桥梁施工 .....	211
第七章 市政管道工程概述 .....	227
第一节 给水管道工程 .....	227

第二节	排水管道工程	237
第三节	其他市政管线工程	252
第八章	市政管道开槽施工	261
第一节	管道的铺设与安装	261
第二节	管道压力试验及严密性试验	271
第三节	沟槽回填	275
第九章	市政管道不开槽施工	277
第一节	掘进顶管法	277
第二节	挤压土顶管和管道牵引不开槽铺设	292
第三节	盾构法施工	296
第四节	其他暗挖法施工	304
第十章	附属构筑物施工	308
第一节	附属构筑物施工	308
第二节	阀门安装	314

# 第一章 道路工程概述

道路工程是供各类无轨车辆和行人等通行的基础设施。道路是一种带状构筑物,它的中心线是一条空间曲线,它具有高差大、曲线多且占地狭长的特点。道路工程施工图的表现方法与其他工程图有所不同。道路工程施工图由平面图、纵断面图、横断面图及构造详图组成(见图 1-1)。

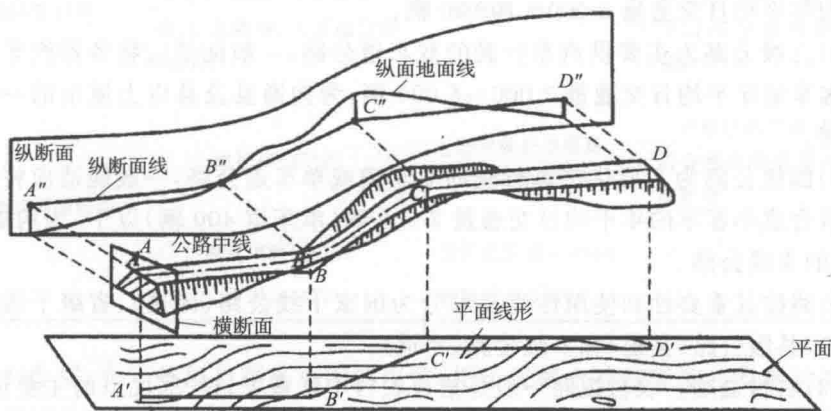


图 1-1 道路平面、纵断面及横断面图

## 1. 道路的分类

(1)城市道路。城市道路的功能是综合性的,为发挥其不同的功能,保证城市中生产、生活正常进行和交通运输经济合理,按道路在道路网中的地位、交通功能以及对沿线建筑物的服务等,我国 CJJ37-2012《城市道路工程设计规范》将城市道路分为四类:

1)快速路:城市道路中设有中央分隔带,具有四条以上机动车道,全部或部分采用立体交叉与控制出入,供汽车以较高速度行驶的道路,又称汽车专用道。

2)主干路:以交通功能为主,连接城市各分区的主要道路。

3)次干路:主要承担主干路与各分区间的交通集散,兼有服务功能。

4)支路:次干路与街坊路(小区路)的连接线,以服务功能为主。

(2)公路。公路是指在城市以外,连接相邻市县、乡村、港口、厂矿和林区等,

主要供汽车行驶,且具备一定技术条件和交通设施的公路。根据其功能和适应的交通量可分为5个等级:高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路。

1)高速公路为专供汽车分向、分车道行驶,并应全部控制出入的多车道公路,一般能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量25 000辆以上(四车道:25 000~55 000辆;六车道:45 000~80 000辆;八车道:60 000~100 000辆)。

2)一级公路为供汽车分向、分车道行驶,并可根据需要部分控制出入及部分立体交叉的多车道公路,一般能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量15 000~55 000辆(四车道:15 000~30 000辆;六车道:25 000~55 000辆)。

3)二级公路为供汽车行驶的双车道公路,一般能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量5 000~10 000辆。

4)三级公路为主要供汽车行驶的双车道公路,一般能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量2 000~6 000辆,为沟通县及县以上城市的一般干线公路。

5)四级公路为主要供汽车行驶的双车道或单车道公路,一般能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量2 000辆(单车道400辆)以下,为沟通县、镇、乡的支线公路。

公路按其重要性和使用性质又可分为国家干线公路(国道)、省级干线公路(省道)、县级公路(县道)和乡级公路(乡道)。

(3)农村道路。农村道路一般是指在农村中联系乡、村、居民点的主要道路,其交通性质、特点、技术标准要求等均与公路不同。

(4)专用道路。专用道路包括厂矿道路和林区道路。厂矿道路是指修建在工厂、矿区内部以及厂矿到公路、城市道路、车站、港口衔接处的对外连接段,主要为工厂、矿山运输车辆通行的道路。林区道路是指修建在林区,主要供各种林业运输工具通行的道路。

## 2. 道路工程的组成

道路工程的基本组成部分包括:路床、路基、路面、桥梁、涵洞、隧道、防护与加固工程、排水设施、山区特殊构造物,城市道路还包括各种管线等,以及为保证汽车行驶的安全、畅通和舒适的各种附属工程,如公路标志、路用房屋、加油站及绿化栽植等。此外,还包括为防止路基填土或山坡土体坍塌而修筑的承受土体侧压力的挡土墙,以及为保持路基稳定和强度而修建的地表和地下路基排水设施,包括边沟、截水沟、排水沟、急流槽、渗沟、渗水井等。

## 3. 道路工程的结构与材料

不论是沥青路面还是混凝土路面,均包括面层、基层、垫层等结构层。

## (1) 沥青道路路面的结构

1) 面层应具有较高的强度、刚度、耐磨、不透水和高低温稳定性,且面层应具有良好的平整度和粗糙度。高等级路面的面层可划分为磨耗层、面层上层、面层下层,或称之为上面层、中面层、下(底)面层。

2) 基层是路面结构中的承重层,应具有足够的均匀的承载力即强度和刚度,在沥青类面层下应有足够的水稳定性。基层主要材料如表 1-1。

表 1-1 基层的主要材料

名称	包含内容	特点	适宜层次
整体性材料	无机结合料基层,如石灰粉煤灰砂砾、石灰稳定砂砾、石灰煤渣、水泥稳定碎(砾)石	强度高、整体性好	适用于交通量大、轴载重的道路,其中工业废渣类适用于各种路面的基层
嵌锁型和级配型	级配碎(砾)石	在中湿和潮湿路段时,应掺石灰	天然砂砾可做基层,不符合要求时宜做底基层或垫层
	泥灰结碎(砾)石	骨料粒径直 $\leq 40\text{mm}$	
	水泥结碎石	骨料粒径宜 $\leq 70\text{mm}$	

3) 垫层,介于基层与路基之间的层位,用于改善土基的湿度和温度状况。垫层材料应具备良好的水稳定性。垫层材料有粒料和无机结合料稳定土两类。粒料包括天然砂砾、粗砂、炉渣等。

## (2) 混凝土路面的结构

1) 面层一般采用设接缝的普通混凝土。面层板的平面尺寸较大或形状不规则,路面结构下埋有地下设施,在高填方、软土地基、填挖交界段的路基等可能产生不均匀沉降的地方,应采用设置接缝的钢筋混凝土面层。最终水泥混凝土面层应具有足够的强度、耐久性、表面抗滑性、耐磨性和平整性。

2) 基层类型宜依照交通等级按表 1-2 选用,混凝土预制块面层应采用水泥稳定粒料基层。

表 1-2 适宜各交通等级的基层类型

交通等级	基 层 类 型
特重交通	贫混凝土、碾压混凝土或沥青混凝土基层
重交通	水泥稳定粒料或沥青稳定碎石基层
中等或轻交通	水泥稳定粒料、石灰粉煤灰稳定粒料或级配粒料基层

湿润和多雨地区,路基为低透水性细粒土的高速公路、一级公路、承受特重或重交通的二级公路,宜采用排水基层。排水基层可选用多孔隙的级配水泥稳定碎石、沥青稳定碎石或碎石,其孔隙率约为 20%。

基层下未设垫层,上路床为细粒土、黏土质砂、级配不良砂(承受特重或重交通时)或者为细粒土(承受中等交通时),应在基层下设置底基层。底基层可采用级配粒料、水泥稳定粒料或石灰粉煤灰稳定粒料。

无论何种基层都应具有足够的抗冲刷能力和一定的刚度。

3)防冻垫层和排水垫层宜采用砂、砂砾等颗粒材料;半刚性垫层可采用低剂量无机结合料稳定粒料或土。

#### 4. 道路工程施工常用机械

(1)土石方机械,主要有:推土机、铲运机、挖掘机、装载机、平地机等

1)推土机。推土机是一种多用途的自行式土方工程建设机械,它能铲挖并移运土壤。例如,在道路建设施工中,推土机可完成:路基基底的处理;路侧取土横向填筑高度不大于 2m 的路堤;沿道路中心线铲挖移运土壤的路基挖填工程;傍山取土修筑半堤半堑的路基。推土机还可用于平整场地、局部碾压、给铲运机助铲和预松土、堆集松散材料、清除作业地段内障碍物,以及牵引各种拖式土方机械等作业。

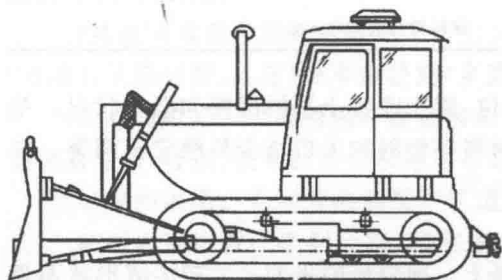


图 1-2 推土机

推土机按行走装置不同分为履带式和轮胎式,按工作装置不同分为固定式铲刀(直铲)和回转式铲刀(斜铲),按操纵方式不同分为钢丝绳机械操纵和液压操纵等类型。对工程量较为集中的土石方工程一般采用液压操纵的履带式推土机(图 1-2)。推土机适用的经济运距为 50~100m,不宜超过 100m。

2)铲运机。铲运机有拖式铲运机和自行式铲运机(图 1-3)两种。铲运机的特点是能独立完成铲土、运土、卸土、填筑、压实等工作,对行驶道路要求较低,常用于坡度在 20°以内的大面积场地平整,开挖大型基坑、沟槽,以及填筑路基等土方工程。铲运机可在 I~III 类土中直接挖土、运土,适宜运距为 600~1500m,当运距为 200~350m 时效率最高。作业方式通常有:一次铲装法、交替铲装法、波浪式铲土法、下坡铲土法。

3)单斗挖掘机。单斗挖掘机是一个刚性或挠性连续铲斗,以间歇重复式循环进行工作,是一种周期作业自行式土方机械,如图 1-4 所示。当地起伏高差较大、土方运输距离超过 1000m,且工程量大而集中时,可采用单斗挖掘机挖土,配合自卸汽车运土,并在卸土区配备推土机平整土堆。

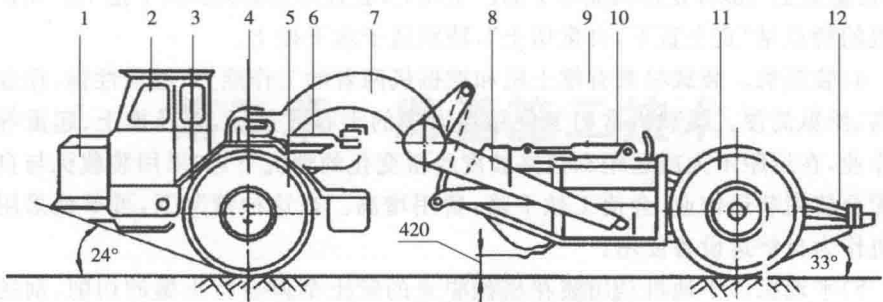


图 1-3 铲运机

1-发动机;2-驾驶室;3-传动装置;4-中央框架;5-前轮;6-转向油缸;7-曲梁;8-II型架;9-铲运斗;  
10-斗门油缸;11-后轮;12-尾架

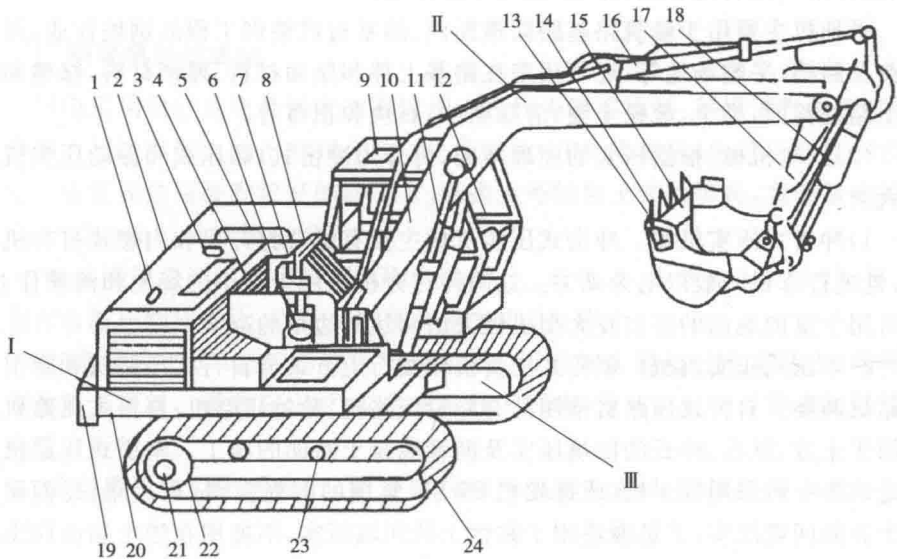


图 1-4 单斗挖掘机

1-柴油机;2-机罩;3-油泵;4-多路阀;5-油箱;6-回转减速器;7-回转马达;8-回转接头;9-驾驶室;10-动臂;  
11-动臂油缸;12-操纵台;13-边齿;14-斗齿;15-铲斗;16-斗杆油缸;17-斗杆;18-铲斗油缸;19-平衡重;  
20-转台;21-行走减速器;22-行走马达;23-托链轮;24-履带;I-工作装置;II-上部转台;III-行走机构

单斗挖掘机有内燃驱动、电力驱动、复合驱动装置,挖斗有正铲挖掘机、反铲挖掘机、拉铲挖掘机、抓铲挖掘机等形式。正铲挖掘机的特点是“前进向上,强制切土”,能开挖停机面以上的I~IV级土,适用在地质较好、无地下水的地区工作。反铲挖掘机的特点是“后退向下,强制切土”,能开挖停机面以下的I~III级土,适宜开挖深度4m以内的基坑,对地下水位较高处也适用。拉铲挖掘机的特点是“后退向

下,自重切土”,能开挖停机面以下的I~II级土,适宜大型基坑及水下挖土。抓铲挖掘机的特点是“直上直下,自重切土”,特别适于水下挖土。

4)装载机。装载机兼有推土机和挖掘机两者的工作能力,适应性强、作业效率高、操纵简便。装载机常用于公路建设中的土石方铲运,以及推土、起重等多种作业,在运距不大或运距和道路坡度经常变化的情况下,如采用装载机与自卸车配合使用装运作业,会使工效下降,费用增高。在这种情况下,可单独采用装载机作为自铲运设备使用。

5)平地机。平地机是用装在机械中央的铲土刮刀进行土壤的切削、刮送和整平连续作业,并配有其他多种辅助作业装置的轮式土方施工机械。配置推土铲、土耙、松土器、除雪犁、压路辊等附属装置和作业机具时,可进一步扩大使用范围,提高工作能力或完成特殊要求的作业。通常的作业方式有:选择铲土直角、选择刮刀回转角、倾斜作业、刮刀移土作业。

平地机主要用于修筑路基路面横断面、路基边坡整理工程的刷坡作业,开挖边沟及路槽,平整场地等;还可用来在路基上拌和路面材料、摊铺材料,修整和养护土路基路面,推土,疏松土壤,清除杂物、石块和积雪等。

(2)压实机械:根据压实的原理不同,可分为冲击式、碾压式和振动压实机械三大类

1)冲击式压实机械。冲击式压实机械主要有蛙式打夯机和内燃式打夯机两类,蛙式打夯机一般以电为动力。这两种打夯机适用于狭小的场地和沟槽作业,也可用于室内地面的夯实及大型机械无法到达的边角的夯实。

2)碾压式压实机械。碾压式压实机械按行走方式分自行式压路机和牵引式压路机两类。自行式压路机常用的有光轮压路机、轮胎压路机;自行式压路机主要用于土方、砾石、碎石的回填压实及沥青混凝土路面的施工。牵引式压路机的行走动力一般采用推土机(或拖拉机)牵引,常用的有光面碾、羊足碾;光面碾用于土方的回填压实,羊足碾适用于黏性土的回填压实,不能用在沙土和面层土的压实。

3)振动压实机械。振动压实机械是利用机械的高频振动,把能量传给被压土,降低土颗粒间的摩擦力,在压实能量的作用下,达到较大的密实度。

振动压实机械按行走方式分为手扶平板式振动压实机和振动压路机两类。手扶平板式振动压实机主要用于小面积的地基夯实。振动压路机按行走方式分为自行式和牵引式两种。振动压路机的生产率高,压实效果好,能压实多种性质的土,主要用在工程量大的大型土石方工程中。

## 第二章 路基施工技术

### 第一节 土质路基施工

土质路基施工分为土质路堤施工与土质路堑施工。

#### 一、土质路堤施工

##### 1. 路堤填料的选择

不得采用设计或规范规定的不适用土料作为路堤填料,路堤填料强度(采用单位压力与标准压力之比的百分数——承载比 CBR 来衡量)应符合规范和设计规定。应优先选用级配较好的砂类土、砾类土等粗粒土作为填料,填料最大粒径应小于 150mm。具体规定如下:

(1)路堤填料不得使用淤泥、沼泽土、冻土、有机土、含草皮土、生活垃圾、树根和含有腐朽物质的土,以及有机质含量大于 5% 的土。

(2)液限大于 50,塑性指数大于 26 的土,以及含水量超过规定的土,不得直接作为路基填料。需要应用时,必须采取技术措施,使其满足设计要求并经检验合格后方可使用。

(3)当采用细粒土填筑时,路堤填料最小强度和最大粒径应符合表 2-1 的规定。

表 2-1 路基填料最小强度和最大粒径

填料应用部位 路面底标高以下深度/m	填料最小强度(CBR)/%			填料最大 粒径/mm
	高速公路、 一级公路	二级公路	三、四级公路	
上路床(0~0.30)	8	6	5	100
下路床(0.30~0.80)	5	4	3	100
上路堤(0.80~1.50)	4	3	3	150
下路堤(>1.50)	3	2	2	150

(续)

填料应用部位 路面底标高以下深度/m	填料最小强度(CBR)/%			填料最大 粒径/mm	
	高速公路、 一级公路	二级公路	三四级公路		
零填及	0~0.30	8	6	5	100
挖方路基	0.30~0.80	5	4	3	100

注:1. 表中所列强度按《公路土工试验规程》(JTG E40—2007)规定的浸水 96h 的 CBR 试验方法测定;

2. 三、四级公路铺筑沥青混凝土和水泥混凝土路面时,应采用二级公路的规定值;

3. 表中上、下路堤填料最大粒径 150mm 的规定不适用于填石路堤和土石路堤。

## 2. 填筑取土

路基填方取土,应根据设计要求,结合路基排水和当地土地规划、环境保护要求进行,不得任意挖取。施工取土应不占或少占良田,尽量利用荒坡、荒地,取土深度应结合地下水等因素考虑,利于复耕。原地面耕植土应先集中存放,以利再用。地面横向坡度大于 10% 时,取土坑应设在路堤上侧。桥头两侧不宜设置取土坑。取土坑与路基之间的距离,应满足路基边坡稳定的要求。取土坑与路基坡脚之间的护坡道应平整、密实,表面设 1%~2% 向外倾斜的横坡。取土坑兼作排水沟时,其底面宜高出附近水域的常水位或与永久排水系统及桥涵出水口的标高相适应。线外取土坑等与排水沟、鱼塘、水库等蓄水(排洪)设施连接时,应采取防冲刷、防污染的措施。对取土造成的裸露面,应采取整治或防护措施。

## 3. 土质路堤基底处理

路堤基底是指土石填料与原地面的接触部分。为使两者结合紧密,防止路堤沿基底发生滑动,或路堤填筑后产生过大的沉陷变形,则可根据基底的土质、水文、坡度和植被情况及填土高度采取相应的处理措施。

(1) 密实稳定的土质基底。当地面横坡不陡于 1:5, 应将原地面草皮等杂物清除。地面横坡为 1:5~1:2.5 时,在清除草皮杂物后,还应将原地面挖成台阶,每级台阶宽度应不小于 1m,高度不大于 30cm,台阶顶面做成向内倾斜 2%~4% 的斜坡,如图 2-1 所示。当横坡陡于 1:2.5 时,必须检算路堤整体沿路

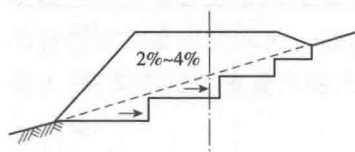


图 2-1 斜坡基底的处理

基底及基底下软弱层滑动的稳定性,抗滑稳定系数不得小于规范规定值,否则应采取改善基底条件或设置支挡结构物等作防滑处治。

(2) 覆盖层不厚的倾斜岩石基底。当地面横坡为 1:5~1:2.5 时,需挖除覆盖层,并将基岩

挖成台阶。当地面横坡度陡于 1:2.5 时,应进行特殊处理,如设置护脚或护墙。

(3)耕地或松土基底。路堤基底为耕地或松土时,应先清除有机土、种植土,平整压实后再进行填筑。在深耕地段,必要时应将松土翻挖、土块打碎,然后回填、找平、压实。经过水田、池塘或洼地时,应根据具体情况采取排水疏干、挖除淤泥、打砂桩、抛填片石或砂砾石等处理措施,以保持基底的稳固。

(4)路堤基底原状土的强度不符合要求时。应进行换填,其深度应不小于 30cm,并予以分层压实,压实度应达到设计要求。

(5)加宽旧路堤时,所用填土宜与旧路相同或选用透水性较好的土,清除地基上的杂草,并沿旧路边坡挖成向内倾斜的台阶,其宽度不小于 1m。

(6)做好原地面临时排水设施,并与永久排水设施相结合。当路基稳定受到地下水的影响时,应予拦截或排除,引地下水至路堤基底范围以外。如处理有困难时,则应当在路堤底部填以渗水土或不易风化的岩块,使基底形成水稳性好的厚约 30cm 的稳定层或采用土工织物设置隔离层的方法处理。

#### 4. 土质路堤填筑施工

性质不同的填料,应水平分层、分段填筑,分层压实。同一水平层路基的全宽应采用同一种填料,不得混合填筑。填筑路床顶最后一层时,压实后的厚度应不小于 100mm。对潮湿或冻融敏感性小的填料应填筑在路基上层。强度较小的填料应填筑在下层。在有地下水的路段或临水路基范围内,宜填筑透水性好的填料。路堤施工中,各施工作业层面应设 2%~4% 的双向排水横坡,层面上不得有积水,并采取相应的防水措施,防止水流冲刷边坡。不得在透水性较好的填料所填筑的路堤边坡上覆盖透水性不好的填料。每种填料的松铺厚度应通过试验确定。每一填筑层压实后的宽度不得小于设计宽度。路堤填筑时,应从最低处起分层填筑,逐层压实。填方分几个作业段施工时,接头部位如不能交替填筑,则先填路段,应按 1:1 坡度分层留台阶;如能交替填筑,则应分层相互交替搭接,搭接长度不小于 2m。

选择施工机械,应考虑工程特点、土石种类及数量、地形、填挖高度、运距、气候条件、工期等因素,经济合理地确定。填方压实应配备专用碾压机具。土质路基压实度应符合表 2-2 的规定。

表 2-2 土质路基压实度标准

填挖类型	路顶面以下深度/m	压实度/%			
		高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路	
路堤	上路床	0~0.30	≥96	≥95	≥94
	下路床	0.30~0.80	≥96	≥95	≥94
	上路堤	0.80~1.50	≥94	≥94	≥93
	下路堤	>1.50	≥93	≥92	≥90

(续)

填挖类型	路床面以下深度/m	压实度/%		
		高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路
零填及挖方路基	0~0.30	≥96	≥95	≥94
	0.30~0.80	≥96	≥95	—

- 注: 1. 表中所列压实度以现行《公路土工试验规程》(JTJ E40-2007)重型击实试验法测定为准;  
 2. 三、四级公路铺筑水泥混凝土路面或沥青混凝土路面时,其压实度应采用二级公路的规定值;  
 3. 路堤采用特殊填料或处于特殊气候地区时,压实度标准根据试验路在保证路基强度要求的前提下可适当降低;  
 4. 特别干旱地区的压实度标准可降低2%~3%。

## 二、土质路堑施工

路堑是道路通过山区与丘陵地区的一种常见路基形式,由于是开挖建造,结构物的整体稳定是路堑设计和施工的中心问题。

### 1. 路堑开挖方案

土质路堑开挖,应根据挖方数量大小及施工方法的不同而确定开挖方案。

(1)纵向全宽掘进开挖(横挖法)。纵向全宽掘进开挖是在路线一端或两端,沿路线纵向向前开挖,如图2-2所示。单层掘进开挖,其高度即等于路堑设计深度,掘进时逐段成型向前推进,由相反方向运土送出。单层掘进的高度受到人工操作安全及机械操作有效因素的限制,如果施工紧迫,对于较深路堑,可采用双层或多层开挖纵向掘进开挖,上层在前,下层随后,下层施工面上留有上层操作的出土和排水通道,层高视施工方便且能保证安全而定,一般为1.5~2.0m。

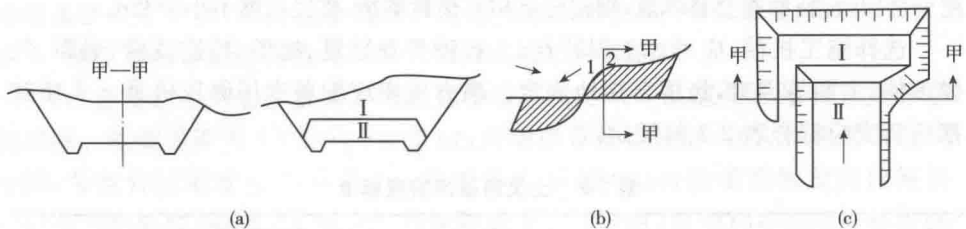


图 2-2 纵向全宽掘进开挖示意图

(a)横剖面;(b)纵剖面;(c)平面

(2)横向通道掘进开挖(纵挖法)。横向通道掘进开挖是先在路堑纵向挖出通道,然后分段同时由横向掘进,如图2-3所示。此法工作面多,既可人工施工,亦可机械施工,还可分层纵向开挖,即将路堑分为宽度和深度都合适的纵向层次