

工程建设理论与  
实践丛书



GONGLU QIAOLIANG GONGCHENG  
SHIGONG YU XIANGMU GUANLI

# 公路桥梁工程

## 施工与项目管理

李 刚 宁尚勇 林 智 主编



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

## 图书在版编目(CIP)数据

公路桥梁工程施工与项目管理/李刚,宁尚勇,林智主编.—武汉:华中科技大学出版社, 2022.4

ISBN 978-7-5680-8123-8

I. ①公… II. ①李… ②宁… ③林… III. ①公路桥-桥梁施工-施工管理  
IV. ①U448.145.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 055082 号。

公路桥梁工程施工与项目管理

李 刚 宁尚勇 林 智 主编

Gonglu Qiaoliang Gongcheng Shigong yu Xiangmu Guanli

策划编辑:周永华

责任编辑:陈 忠

封面设计:王 娜

责任监印:朱 玟

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:19.5

字 数:350千字

版 次:2022年4月第1版第1次印刷

定 价:98.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

## 作者简介



### 李刚

路桥高级工程师，越秀交通基建有限公司副总工程师、工程技术部总经理。荣获广州市2018年度及2019年度产业高端人才称号，荣获2018年度“中国公路学会科学技术奖”二等奖、2020年度“中国公路学会科学技术奖”一等奖等奖项。对高速公路路面养护和桥梁加固、公路建设项目管理、公路桥梁勘察设计、工程项目监理、工程项目经济分析及工程施工有独到的见解。



### 宁尚勇

高级工程师，2009年1月毕业于吉林大学，现任中交公路规划设计院有限公司检测中心授权签字人、高速公路交竣工项目负责人。自获评高级工程师以来，一直从事CMA与公路综合甲级实验室资质申请及换证等，重点是高速公路第三方中心实验室与交竣工项目的建设、验收与管理工作。曾连续2年获得泉厦漳联盟路项目“先进个人”，参加“中国交建第一期试验技能人才高端培训班”培训。对高速公路第三方检测项目中心试验室建设与管理及交竣工项目验收有一定的研究。



### 林智

中共党员，高级工程师，2005年6月毕业于长沙理工大学，现任浙江交投矿业有限公司董事长。自获评高级工程师以来，在省部级刊物上发表论文6篇，主持编写工法2项，且均已通过中国公路建设行业协会的关键技术鉴定。共有实用新型专利2项、发明专利2项获得授权。作为项目负责人申报的《高品质机制砂石骨料生产质量控制及高质化利用技术研究》成功立项2021年浙江省交通集团研究课题。

# 编 委 会

- 主 编** 李 刚 越秀交通基建有限公司  
宁尚勇 中交公路规划设计院有限公司土木工程  
检测维护分公司  
林 智 浙江交投矿业有限公司
- 副主编** 王 维 中国电建集团成都勘测设计研究院有限  
公司  
杜景余 中交第四公路工程局有限公司
- 编 委** 韩丹丹 中铁七局集团广州工程有限公司  
鹿书剑 中铁七局集团广州工程有限公司  
玉俊杰 中国公路工程咨询集团有限公司  
张宝刚 中建四局第五建设工程有限公司  
王科辉 成都华辰建设工程有限公司  
管文中 中国市政工程中南设计研究总院有限公司

# 前 言

随着国家大力发展经济,运输业变得尤为重要,特别是公路桥梁工程占据了其中很大的比例,随着中央明确“将加快交通运输发展作为事关国民经济全局的战略性和紧迫性任务”,公路桥梁工程建设迎来了大发展的历史机遇。公路桥梁工程的项目管理对有效提升工程的质量和综合效益有重要意义。本书以“公路桥梁工程施工与项目管理”为课题,针对公路桥梁工程施工与项目管理应用问题展开分析,采取有效的针对性措施,完善项目管理的模式,确保公路桥梁项目管理体系的健全和国家经济运作环境的稳定开展,有效协调其内部各个应用环节。

全书共分为8章,内容涉及路基工程施工、路面工程施工、桥梁工程施工、公路工程项目管理、桥梁工程项目管理、公路工程试验检测、公路桥梁工程项目管理的优化及其建养一体化信息管理等。

本书选材新颖,知识系统完整,结构层次分明,内容通俗易懂、严谨,文字表达准确。本书既可用于广大高等院校教学,也可作为在职人员业余参考用书。

本书在撰写过程中,参考了很多专家、学者的著作和研究成果,同时得到了广大业内人士的热情帮助,获得了许多宝贵意见,在此表示深深的感谢。由于时间仓促,加之作者水平有限,书中内容难免存在不足之处,敬请各位读者批评指正。

# 目 录

<b>第 1 章 路基工程施工</b> .....	(1)
1.1 路基工程概述 .....	(1)
1.2 一般路基施工 .....	(4)
1.3 特殊路基施工 .....	(17)
<b>第 2 章 路面工程施工</b> .....	(38)
2.1 路面工程概述 .....	(38)
2.2 路面基层施工 .....	(50)
2.3 路面面层施工 .....	(60)
<b>第 3 章 桥梁工程施工</b> .....	(85)
3.1 桥梁的组成和分类 .....	(85)
3.2 桥梁下部结构施工 .....	(90)
3.3 桥梁上部结构施工 .....	(118)
<b>第 4 章 公路工程项目管理</b> .....	(143)
4.1 工程项目管理的常识 .....	(143)
4.2 设备管理与信息管理 .....	(169)
4.3 进度管理与质量管理 .....	(184)
4.4 安全管理与环境管理 .....	(204)
<b>第 5 章 桥梁工程项目管理</b> .....	(215)
5.1 桥梁安全运行管理 .....	(215)
5.2 城市桥梁养护管理 .....	(232)
5.3 城市桥梁应急管理 .....	(244)
<b>第 6 章 公路工程试验检测</b> .....	(253)
6.1 试验检测现状及对策 .....	(253)
6.2 试验检测的质量控制 .....	(255)
6.3 试验检测技术及应用 .....	(258)
<b>第 7 章 公路桥梁工程项目管理的优化</b> .....	(262)
7.1 公路桥梁施工技术的优化管理 .....	(262)

7.2	公路桥梁施工项目管理优化的策略 .....	(265)
7.3	公路桥梁养护工程项目质量控制 .....	(267)
<b>第8章</b>	<b>公路桥梁建养一体化信息管理 .....</b>	<b>(275)</b>
8.1	建养一体化信息管理认知 .....	(275)
8.2	建养一体化信息需求分析 .....	(278)
8.3	建养一体化信息管理过程分析 .....	(287)
8.4	建养一体化信息管理案例分析——以马鞍山长江大桥为例 .....	(296)
<b>参考文献</b>	.....	<b>(302)</b>
<b>后记</b>	.....	<b>(304)</b>

# 第 1 章 路基工程施工

## 1.1 路基工程概述

### 1.1.1 路基的概念与分类

公路路基是路面的基础,是线形承重主体,它承受着土体的自重和路面结构的重量,以及由路面传递下来的行车荷载。没有稳定坚固的路基,就不会有一个好的路面,松软的路基会产生不均匀下沉现象,造成路面开裂和不平整,进而影响行车的速度、安全性、舒适度和道路的畅通。

根据填挖情况的不同,路基可分为路堤、路堑和填挖结合路基三种类型。路堤是指全部用岩、土(或其他填料)填筑而成的路基;路堑是指全部开挖形成的路基;当天然地面横坡比较大,一侧开挖,另一侧填筑时,称为填挖结合路基,也称半堤半堑路基。

对于一级公路和高速公路,路基又可分为整体式断面路基和分离式断面路基两类。对于路堤来讲,按路基的填土高度不同,又可划分为矮路基(小于 1.5 m)、一般路基(1.5~18 m)和高路基(大于 18 m);按填料不同,又可分为土质路基、石质路基和土石混合路基。路基在结构上分为上路堤和下路堤、路床。路床是指路面底面以下 0~0.8 m 的路基部分,又可分为上路床和下路床。上路堤是指路面底面以下 0.8~1.5 m 的填方部分,下路堤是指上路堤以下的填方部分。

路堑按其横断面的不同,可分为全挖式路基、台口式路基和半山洞式路基;按其材质不同,又可分为土质路堑和石质路堑。

### 1.1.2 路基施工的特点和基本要求

#### 1. 路基施工的主要特点

(1)土石方数量大,不同路段工程数量差别大。一般平原微丘区的二级公路,每千米土石方数量为 10000~22000 m<sup>3</sup>,山岭重丘区更是数量巨大。

(2) 材质差别大。不论是填方路段还是挖方路段,路基工程都是宜土则土、宜石则石。土路基本身也有不同土质类型,如粉性土、砂性土、黏性土、黄土,还有须加固处理的软土等。石质路基材质有可能是石灰岩、沉积岩、变质岩或火山岩,不论其风化程度如何,只要其强度满足要求,都可以用作路基填料。在同一道路的同一路段,多种材质混合的可能性比较大。

(3) 施工方法因地制宜。由于地形地貌、地质水文、气象、现有交通条件等诸多条件的制约,路基施工方法多种多样、因地制宜。

(4) 路基工程和桥梁、涵洞、防护工程、路面工程等在施工中相互干扰、相互影响,应认真组织,妥善安排。

(5) 应注意环境和生态保护,防止取土、弃土和排水沟、边沟等影响农田水利和排灌系统。

## 2. 车辆荷载对路基工程的基本要求

(1) 具有足够的整体稳定性。

(2) 具有足够的强度,即抵抗变形的能力。

(3) 具有足够的水温稳定性,即在最不利的水温条件下,保证路基的强度仍能满足设计和行车荷载对路基的要求。

## 3. 路基工程施工的基本要求

(1) 路基工程施工应满足设计和使用要求,并把试验检测作为主要的监控手段来指导路基工程施工。

(2) 路基施工宜移挖作填,即使用路堑段的挖方用作路堤填筑段的填方,这样可减少占用土地并有利于保护环境。同时应减少对自然景观的破坏,保持与地形地貌的协调。

(3) 路基施工应严格按照规范要求来组织,特殊地区的路基施工应采取相应的技术措施。

(4) 石方挖方路基的施工,不宜采取大爆破的方法进行;必须使用时,须请有相应设计施工资质的单位,做出专门的设计,反复论证后,按大爆破的有关规定组织和实施。

### 1.1.3 路基填料

路基填筑工程量巨大,路基填料的选择一般采用因地制宜的原则,宜土则土,宜石则石。凡是具有规定强度且能被压实到规定密实度和能形成稳定路基



的材料均为适用的填料。也就是说,不论是细粒土、粗粒土还是爆破之后的岩石或工业废渣,只要符合一定的技术要求,均可以用作路基填料,但在路基填料的选择上还要注意以下几点。

(1)路基填方应优先考虑使用级配较好的砾类土、砂类土等粗集料作填料,填料的 $\text{最大粒径}$ 应小于 $150\text{ mm}$ 。

(2)泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机土及易溶盐超过允许含量的土,不得直接用于填筑路基。液限大于 $50\%$ 、塑性指数大于 $26$ 的细粒土以及含水量超过规定的土,也不得直接用于路基填料。确需使用上述土或黄土填筑路基时,必须采取一定的改善措施,使其满足要求,并取得监理工程师批准。

(3)钢渣、粉煤灰等可用作路基填料,其他工业废渣使用前应进行有害物质的检测,以免对土地和水源造成污染。

(4)浸水路基应选用渗水性良好的材料填筑,如中等颗粒的砂砾、级配碎石等,不应直接采用粉质土填筑。如必须采用细砂、粉砂等易液化的材料作填料时,应考虑防止震动液化的技术措施。

(5)桥梁台背应优先选用渗水性好的填料,在渗水材料缺乏的地区,可以使用石灰、水泥、粉煤灰等单独或综合处置的细粒土。

(6)填石路基的石块 $\text{最大粒径}$ 应小于厚度的 $2/3$ ,路床顶面 $50\text{ cm}$ 厚度内不得使用石块填筑。

### 1.1.4 路基施工期间的防水与排水

(1)在路基施工期间,为防止工程或附近农田、建筑物及其他设施受冲刷淤积,应修建临时排水设施,以保持施工场地处于良好的排水状态。

(2)临时性排水设施应与永久性排水设施相结合。施工场地流水不得排入农田、耕地或污染自然水源,也不应引起淤积、阻塞和冲刷。

(3)施工时,不论挖方或填方,均应做到各施工层表面不积水。因此,各施工层应随时保持一定的泄水横坡或纵向排水通道。挖方路基顶面或填方基底含水率过大时,应采取措施降低其含水率。

(4)临时排水设施及排水方案应报请监理单位检查验收。

### 1.1.5 路基基本施工方法

(1)人工施工:采用手工工具,如小推车运、扁担挑、铁锹挖、人工填筑、人工

夯实的施工方法。人工施工工效低、进度慢,古代和近代的道路基本使用这种方法施工。目前的道路施工中,特别小的项目和施工机械无法进入的区域,如庭院人行小路、块石路面,也主要采取人工施工方法。

(2)简易机械化施工:以人工为主、简易机械作业为辅的施工方式,仅在碾压、整形等环节使用机械作业。20世纪80年代以前,由于缺乏机械,我国道路施工和河道清淤多采取这种施工方式。

(3)机械法施工:使用配套机械(个别工序辅以人工)相互协调,共同形成主要工序的综合机械化施工方法,目前高等级公路的施工都采用这种方法。

(4)爆破法施工:主要适用于石质路堑和隧道施工。

(5)水力机械法施工:使用水泵、水枪等水力机械喷射强力水流,冲散土层使之流至指定地点沉积。这种方法对电力和水源要求高,且沉积时间长,难以控制工程质量,目前在公路施工中很少使用。

### 1.1.6 路基填方试验路段

对于一级以上公路,或使用新材料、新技术、新工艺、新设备的施工路段,施工单位在正式施工之前,应首先进行一定长度的试验路段施工,试验路段的施工方法与正式施工相同。进行试验路段的目的是:确定填方施工的松铺厚度,验证最佳含水量范围,确定碾压组合形式,确定最佳的机械配套和施工组织。路段试验应对所有的试验环节做好记录,包括:压实设备的类型,碾压组合方式,碾压速度和碾压遍数,含水量的大小及均匀程度,有无翻浆及处理办法,填料的松铺厚度及压实厚度,最后实测的压实度等。试验结果作为以后该种填筑材料施工控制的重要依据。

## 1.2 一般路基施工

### 1.2.1 土质路堤施工

#### 1. 施工取土

(1)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。

(2)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,以便利于复耕。原地面耕植土应先集中存放,以利再用。

(3)自行选定取土方案时,应符合下列技术要求:①地面横向坡度大于1:10时,取土坑应设在路堤上侧;②桥头两侧不宜设置取土坑;③取土坑与路基之间的距离,应满足路基边坡稳定的要求,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;④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,纵坡不宜小于0.2%,平坦地段不宜小于0.1%;⑤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。

(4)对取土造成的裸露面,应采取整治或防护措施。

## 2. 施工方法

### (1) 分层填筑法。

分层填筑是指路堤填筑根据不同的土质,从原地面逐层填起并分层压实,每层填土的厚度可按压实机具的有效压实深度和压实度确定。分层填筑法又可分为水平分层填筑和纵向分层填筑两种。

①水平分层填筑:填筑时按照横断面全宽分成水平层次,逐层向上填筑,如原地面不平,应由最低处分层填起,每填一层,经过压实符合规定要求之后,再填上一层,依此循环进行,直至达到设计高程。

②纵向分层填筑:适用于推土机从路堑取土且填筑距离较短的路堤,按纵坡方向分层,逐层向上填筑,原地面纵坡大于12%的地段常采用此法。

### (2) 竖向填筑法。

竖向填筑是指从路基一端或两端同时按横断面的全部高度,逐步推进填筑。此方法适用于无法自下而上填筑的深谷、陡坡、断岩、泥沼等机械无法进场的路堤。

竖向填筑因填土过厚、不易压实,施工时要选用沉陷量较小、透水性较好及颗粒粒径均匀的砂石材料或附近开挖路堑的废石方,并一次填满路堤全宽度;选用振动式或夯击式压实机械;暂时不修建较高级的路面,容许短期内自然沉落。

### (3) 混合填筑法。

混合填筑是指在路堤下层竖向填筑,上层水平分层填筑,使上部填土经分层压实获得需要的压实度。此方法适于因地形限制或填筑堤身较高,不宜采用水平分层填筑法和竖向填筑法自始至终进行填筑的情况。在深谷陡坡地段填筑路堤,尽量采用混合填筑法。施工时可以单机作业,也可多机作业,一般沿线路分段进行,每段距离以20~40 m为宜,多在地势平坦或两侧有可利用的山地土方

的场合采用。

### 3. 施工要点

(1)地基表层处理应符合下列规定。①二级及二级以上公路路堤基底的压实度应不小于90%；三、四级公路应不小于85%。路基填土高度小于路面和路床总厚度时，基底应按设计要求处理。②原地面坑、洞、穴等，应在清除沉积物后，用合格填料分层回填、分层压实。③泉眼或露头地下水，应按设计要求，采取有效导排措施后方可填筑路堤。④当地基为耕地、松散土、水稻田、湖塘、软土、高液限土时，应按设计要求进行处理，局部软弱的部分也应采取有效的处理措施。⑤地下水位较高时，应按设计要求进行处理。⑥陡坡地段、土石混合地基、填挖界面、高填方地基等都应按设计要求进行处理。

(2)路堤填筑应符合下列规定。①性质不同的填料，应水平分层、分段填筑，并分层压实。同一水平层路基的全宽应采用同一种填料，不得混合填筑。每种填料的填筑层压实后的连续厚度不宜小于500 mm。填筑路床顶最后一层时，压实后的厚度应不小于100 mm。②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范围内，宜填筑透水性好的填料。③在透水性不好的压实层上填筑透水性较好的填料前，应在其表面设2%~4%的双向横坡，并采取相应的防水措施。不得在由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。④每种填料的松铺厚度应通过试验确定。⑤每一填筑层压实后的宽度不得小于设计宽度。⑥路堤填筑时，应从最低处起分层填筑，逐层压实；当原地面纵坡大于12%或横坡大于1:5时，应按设计要求挖台阶，或设置坡度向内并大于4%、宽度大于2 m的台阶。⑦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，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2 m。

(3)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施工机械。填方压实应配备专用碾压机具。

(4)压实度检测应符合以下规定。①用灌砂法、灌水(水袋)法检测压实度时，取土样的底面位置为每一压实层底部；用环刀法试验时，环刀中部应处于压实层厚的1/2深度；用核子仪试验时，应根据其类型，按说明书要求处理。②施工过程中，每一压实层均应检验压实度，检测频率为每1000 m<sup>2</sup>至少检验2点，不足1000 m<sup>2</sup>的检验2点，必要时可根据需要增加检验点。



## 1.2.2 填石路堤施工

### 1. 填料要求

路堤填料粒径应不大于 500 mm, 并不宜超过层厚的 2/3, 不均匀系数宜为 15~20, 路床底面以下 400 mm 范围内, 填料粒径应小于 150 mm; 路床填料粒径应小于 100 mm。膨胀岩石、易溶性岩石不宜直接用于路堤填筑, 强风化石料、崩解性岩石和盐化岩石不得直接用于路堤填筑。

### 2. 填筑方法

填石路堤的填筑施工方式有倾填(含抛填)和分层填筑两种。倾填又可分为石块从岩面爆破后直接散落在准备填筑的路堤内和用推土机将爆破后堆置在半路堑上的石块及用自卸汽车从远处运来的爆破石块推入路堤两种情况。高速公路、一级公路和铺设高级路面的其他等级公路的填石路堤不宜采用倾填方式施工, 而应采用分层填筑、分层压实的方法。二级及二级以下且铺设低级路面的公路, 在陡峻山坡段施工特别困难或大量爆破以挖作填时, 可采用倾填方式将石料填筑于路堤下部, 但倾填路堤在路床底面下不小于 1.0 m 范围内仍应分层填筑、分层压实。

采用分层填筑方式施工, 又可分为机械作业和人工作业两种方法。机械施工分层填筑时, 高速公路及一级公路分层松铺厚度一般为 50 cm, 其他公路为 100 cm。施工中应安排好石料运行路线, 由专人指挥, 按水平分层, 先低后高、先两侧后中央的顺序卸料。由于每层填筑厚度较大, 故摊铺平整工作必须采用大型推土机进行, 个别不平处应配合人工用细石块、石屑找平, 如果石块级配较差、粒径较大、填层较厚, 石块间的空隙较大时, 可于每层表面的空隙里扫入石渣、石屑、中砂、粗砂, 再以压力水将砂冲入下部, 反复数次, 使空隙填满。人工摊铺、填筑填石路堤, 当铺填粒径 25 cm 以上的石料时, 应先铺填大块石料, 大面向下、小面向上、摆平放稳, 再用小石块找平、石屑塞填, 最后压实; 铺填粒径 25 cm 以下的石料时, 可直接分层摊铺、分层碾压。

### 3. 施工要点

(1) 基层处理时, 其承载力应满足设计要求; 在非岩石地基上填筑填石路堤前, 应按设计要求设过渡层。

(2) 路堤施工前应先修筑试验路段, 确定满足孔隙率标准的松铺厚度、压实机械型号及组合、压实速度及压实遍数、沉降差等参数。

(3)路床施工前应先修筑试验路段,确定能达到最大压实干密度的松铺厚度、压实机械型号及组合、压实速度及压实遍数、沉降差等参数。

(4)岩性相差较大的填料应分层或分段填筑,严禁将软质石料与硬质石料混合使用。

(5)中硬、硬质石料填筑路堤时应进行边坡码砌。码砌边坡的石料强度、尺寸及码砌厚度应符合设计要求。边坡码砌与路基填筑宜基本同步进行。

(6)压实机械宜选用自重不小于 18 t 的振动压路机。

(7)在填石路堤顶面与细粒土填土层之间应按设计要求设过渡层。

#### 4. 质量检验

(1)上、下路堤的压实质量标准应符合相关规定。

(2)填石路堤施工过程中的每一压实层,可用试验路段确定的工艺流程和工艺参数来控制压实过程,并用试验路段确定的沉降差指标检测压实质量。

(3)填石路堤填筑至设计标高并整修完成后,其施工质量应符合相关规定。

(4)填石路堤成型后的外观质量标准:路堤表面无明显孔洞;大粒径石料不松动,铁锹挖动困难;边坡码砌紧贴、密实,无明显孔洞、松动,砌块间承接面向内倾斜,坡面平顺。

### 1.2.3 土石路堤施工

土石路堤是指石料含量占总质量 30%~70%的土石混合材料填筑的路堤。

#### 1. 填料要求

(1)膨胀岩石、易溶性岩石等不宜直接用于路堤填筑,崩解性岩石和盐化岩石等不得直接用于路堤填筑。

(2)天然土石混合填料中,中硬、硬质石料的最大粒径不得大于压实层厚的 2/3,石料最大粒径不得大于压实层厚。

#### 2. 填筑方法

土石路堤不得采用倾填方法,只能分层填筑、分层压实。

当土石混合料中石料含量超过 70%时,宜采用人工铺填,即先铺填大块石料,且大面向下、放置平衡,再铺小块石料、石渣或石屑嵌缝找平,最后碾压。当土石混合料中石料含量小于 70%时,可用推土机将土石混合料铺填,每层铺填厚度应根据压实机械类型和规格确定,不宜超过 40 cm。用机械铺填时应注意避免硬质石块。



### 3. 施工要点

(1) 在陡、斜坡地段,土石路堤靠山一侧应按设计要求做好排水和防渗处理。

(2) 压实机械宜选用自重不小于 18 t 的振动压路机。

(3) 施工前应根据土石混合材料的类别分别进行试验路段施工,确定能达到最大压实干密度的松铺厚度、压实机械型号及组合、压实速度及压实遍数、沉降差等参数。

(4) 碾压前应使大粒径石料均匀分散在填料中,石料间孔隙应填充小粒径石料、土和石渣。

(5) 压实后透水性差异大的土石混合材料,应分层或分段填筑,不宜纵向分幅填筑。如确需纵向分幅填筑,应将压实后渗水良好的土石混合材料填筑于路堤两侧。

(6) 土石混合材料来自不同料场,其岩性或土石比例相差较大时,宜分层或分段填筑。

(7) 填料由土石混合材料变换为其他填料时,土石混合材料最后一层的压实厚度应小于 300 mm,该层填料最大粒径宜小于 150 mm,压实后,该层表面应无孔洞。

(8) 中硬、硬质石料的土石路堤,应进行边坡码砌,码砌边坡的石料强度、尺寸及码砌厚度应符合设计要求。边坡码砌与路堤填筑宜基本同步进行。软质石料土石路堤的边坡按土质路堤边坡处理。

### 4. 质量检验

(1) 中硬、硬质石料土石路堤在施工过程中的每一压实层,可用试验路段确定的工艺流程和工艺参数来控制压实过程,并用试验路段确定的沉降差指标检测压实质量。路基成型后质量应符合规定。

(2) 软质石料填筑的土石路堤应符合地基表层处理的规定。

(3) 土石路堤的外观质量标准:路基表面无明显孔洞;大粒径填石不松动,铁锹挖动困难;中硬、硬质石料土石路基边坡码砌紧贴、密实,无明显孔洞、松动,砌块间承接面向内倾斜,坡面平顺。

## 1.2.4 挖方路基施工

### 1. 土质路堑开挖

(1) 土方开挖方法。

路堑开挖施工,除需考虑当地的地形条件、采用的机具等因素外,还需考虑

土层的分布及利用。在路堑开挖前,应做好现场伐树除根等清理工作和排水工作。如果移挖作填,还应将表层土单独掘弃,或按不同的土层分层挖掘,以满足路堤填筑的要求。路堑的开挖方法根据路堑深度、纵向长短及现场施工条件,可采用横挖法、纵挖法和混合式掘进开挖法。

①纵向全宽掘进开挖(横挖法):在路线一端或两端,沿路线纵向向前开挖。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。单层掘进的高度会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。双层或多层开挖,增加了施工工作面,加快了施工进度,层高应视施工方便且能保证安全而定,一般为 1.5~2.0 m。

②横向通道掘进开挖(纵挖法):先在路堑纵向挖出通道,然后分段同时从横向掘进。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向前掘进开挖,可采用各式铲运机施工。当距离短或坡度大时,可用推土机施工;对于较长、较宽的路堑,可用铲运机并配以运土机具进行施工。

③混合式掘进开挖:横挖法和纵挖法的混合使用,即先顺路堑开挖通道,然后沿横向坡面挖掘,以增加开挖坡面,每一开挖坡面应能容纳一个施工组或一台开挖机械作业。在较大的挖土地段,还可沿横向再挖沟,配以传动设备或布置运土车辆。当路线纵向长度和深度都很大时,宜采用混合式掘进开挖法。

## (2)土方开挖施工要点。

①土方开挖应自上而下进行,不得乱挖超挖,严禁掏底开挖,土方应分类开挖、分类使用,非适用材料应按设计要求处理或作为弃方按规定处理。开挖过程中,应采取措施保证边坡稳定。开挖至边坡线前,应预留一定宽度,预留的宽度应保证刷坡过程中设计边坡线外的土层不受到扰动。

②路基开挖中,基于实际情况,如需修改设计边坡坡度、截水沟和边沟的位置及尺寸等,应及时按规定报批。边坡上稳定的孤石应保留。开挖至零填、路堑路床部分后,应尽快进行路床施工;如不能及时进行,宜在设计路床顶标高以上预留至少 300 mm 厚的保护层。应采取临时排水措施,确保施工作业面不积水。挖方路基路床顶面终止标高,应考虑因压实而产生的下沉量,其值通过试验确定。

③边沟与截水沟应从下游向上游开挖,截水沟通过地面凹处时,应将凹处填