

TIELU GONGCHENG SHIGONG

# 铁路工程施工

(修订版)

王 进 编

中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# 铁路工程施工

## (修订版)

王 进 编

中国铁道出版社

2015年·北京

## 内 容 简 介

本书是为高等学校土木工程专业学生编写的。全书共分十章。包括铁路路基工程、轨道工程、桥梁工程和隧道工程的施工。主要讲述铁路工程结构的施工方法和主要工序,并对施工中应引起高度重视的注意事项作了较为详细的说明。反映了国内外铁路工程施工技术的新水平,力求体现适用、简明和新颖等特点。

本书可作为普通高等院校、成人高校土木工程类专业的教材外,也可作为继续教育的培训教材,对从事工程实践的技术人员和管理人员,也是非常有益的专业参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

铁路工程施工/王进编. —2版(修订本). —北京:  
中国铁道出版社,2015.5

ISBN 978-7-113-20242-2

I. ①铁… II. ①王… III. ①铁路施工—高等学校—  
教材 IV. ①U215

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 068457 号

书 名:铁路工程施工(修订版)  
作 者:王 进

策 划:江新锡

责任编辑:张卫晓

编辑部电话:010-51873065

邮箱:zhxiao23@163.com

封面设计:王镜夷

责任校对:王 杰

责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:中煤涿州制图印刷厂北京分厂

版 次:2002年7月第1版 2015年5月第2版 2015年5月第1次印刷

开 本:787mm×1 092mm 1/16 印张:21 字数:528千

书 号:ISBN 978-7-113-20242-2

定 价:49.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:市电(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

# 前 言

随着我国国民经济的飞速发展,铁路建设事业呈现突飞猛进的势头。在新的铁路干线的建设过程中,出现了许多新型结构,涌现了很多新技术、新方法。在这种情况下,原有的《铁路工程施工》教材已不能适应专业需要及科学技术的发展,有必要对教材内容作相应调整。本书的修订工作正是针对这一目标而开展。书中既有对传统施工方法的介绍和评价,也有对新技术、新方法的详细阐述。本书旨在为铁路高等院校土木工程类学生提供教材,也为施工现场的工程技术人员提供一本比较有参考价值的工具书。

全书共分十章。第一章至第三章为铁路路基工程施工;第一章主要介绍铁路路基工程的一般施工方法,第二章和第三章对特殊土地地区路基以及特殊条件下的路基施工作了较为详细的叙述。第四章介绍铺轨工程的主要施过程,着重介绍铺轨、铺道岔及铺砟整道内容,并补充无砟轨道施工的相关内容。第五章至第七章讲述铁路桥梁工程施工,分为两大部分:基础与墩台的施工以及桥梁上部结构的施工。第五章着重介绍桥梁工程中常用的明挖基础、桩基础以及沉井基础的施工方法;桥梁墩台施工中主要包含目前最为常见的几种施工方法,重点对滑模施工的工艺流程进行细致描述;并对墩台施工中采用爬模施工和翻模施工的情况加以阐述。第六章至第七章为桥梁上部结构的施工,分桥梁上部结构预制法施工及现浇法施工两大部分。第八章至第十章为铁路隧道工程施工。第八章主要介绍了铁路隧道施工的常规施工方法——传统矿山法及新奥法,同时对其他隧道施工方法——掘进机法、盾构法、沉管法等,有不同程度的简介。第九章是有关隧道施工辅助作业的内容。第十章是对不良地质情况下铁路隧道施工的介绍。

在本书编写及修订过程中,得到了中南大学土木工程学院工程管理系全体教师的大力支持,他们提供许多技术资料,积极地提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,教材中不可避免存在谬误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2014 年 10 月

# 目 录

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第一章 路基施工         | 1   |
| 第一节 路基施工基本概念     | 1   |
| 第二节 施工准备工作       | 3   |
| 第三节 土石方调配        | 7   |
| 第四节 路堤施工         | 11  |
| 第五节 路堑施工         | 18  |
| 第六节 路基边坡及挡土墙     | 22  |
| 第七节 铁路路基过渡段施工    | 29  |
| 第八节 环境保护及季节性施工措施 | 31  |
| 第二章 特殊地区的路基施工    | 37  |
| 第一节 特殊路基施工综述     | 37  |
| 第二节 软土地基施工概述     | 38  |
| 第三节 土质改良法        | 40  |
| 第四节 复合地基         | 46  |
| 第五节 多年冻土地区路基施工   | 52  |
| 第六节 裂隙黏土地区路基施工   | 55  |
| 第七节 盐渍土地区路基施工    | 57  |
| 第三章 特殊条件下的路基施工   | 60  |
| 第一节 崩塌地段的路基施工    | 60  |
| 第二节 风沙地区的路基施工    | 64  |
| 第三节 滑坡地段的路基施工    | 68  |
| 第四节 泥石流地区的路基施工   | 72  |
| 第四章 轨道施工         | 76  |
| 第一节 轨道施工综述       | 76  |
| 第二节 有砟轨道施工       | 77  |
| 第三节 无砟轨道施工       | 86  |
| 第四节 道岔铺设         | 93  |
| 第五节 铺砟整道         | 100 |
| 第五章 铁路桥梁基础及墩台身施工 | 105 |
| 第一节 引 言          | 105 |
| 第二节 明挖基础施工       | 106 |

|             |                        |            |
|-------------|------------------------|------------|
| 第三节         | 沉入桩施工                  | 122        |
| 第四节         | 沉井基础施工                 | 141        |
| 第五节         | 墩台身施工                  | 154        |
| 第六节         | 桥梁墩台特殊施工方法             | 163        |
| <b>第六章</b>  | <b>铁路桥梁预制法施工</b>       | <b>170</b> |
| 第一节         | 钢筋混凝土简支梁制造             | 170        |
| 第二节         | 预应力钢筋混凝土简支梁制造          | 178        |
| 第三节         | 简支梁的架设                 | 184        |
| <b>第七章</b>  | <b>铁路桥梁现浇法施工</b>       | <b>191</b> |
| 第一节         | 就地浇筑施工                 | 191        |
| 第二节         | 逐孔施工法                  | 195        |
| 第三节         | 悬臂法施工                  | 201        |
| 第四节         | 顶推法施工                  | 214        |
| <b>第八章</b>  | <b>铁路隧道施工</b>          | <b>221</b> |
| 第一节         | 隧道施工概述                 | 221        |
| 第二节         | 隧道基本施工方法               | 224        |
| 第三节         | 隧道施工爆破技术               | 231        |
| 第四节         | 洞 口 施 工                | 238        |
| 第五节         | 洞 身 开 挖                | 242        |
| 第六节         | 隧道装、运渣                 | 255        |
| 第七节         | 支 护 工 程                | 264        |
| 第八节         | 开挖面稳定辅助措施              | 280        |
| 第九节         | 现场监控量测及超前地质预报          | 286        |
| 第十节         | 辅 助 坑 道                | 291        |
| <b>第九章</b>  | <b>铁路隧道施工辅助作业</b>      | <b>296</b> |
| 第一节         | 通风与防尘                  | 296        |
| 第二节         | 供 风                    | 301        |
| 第三节         | 施工供水与防排水               | 303        |
| 第四节         | 施工供电与照明                | 308        |
| <b>第十章</b>  | <b>不良及特殊地质地段铁路隧道施工</b> | <b>312</b> |
| 第一节         | 概 述                    | 312        |
| 第二节         | 溶洞地段施工处置方法             | 313        |
| 第三节         | 岩爆的处理                  | 316        |
| 第四节         | 施工遇有流砂治理措施             | 319        |
| 第五节         | 瓦斯隧道施工预防对策             | 320        |
| 第六节         | 坍方的处理                  | 325        |
| <b>参考文献</b> |                        | <b>330</b> |

# 第一章 路基施工

## 第一节 路基施工基本概念

铁路路基是由不同密度的土、石构成的土工合成物,是轨道结构的基础,是保证列车高速、安全运行,线路稳定、平顺的必要条件。要确保线路质量,路基必须具有足够的稳定性、坚固性与耐久性,即在其本身静力作用下地基不应发生过大沉陷;在车辆动力作用下不应发生过大的弹性或塑性变形;路基边坡应能长期稳定而不坍塌;同时还要经受各种自然因素的破坏。

所谓路基施工,就是以设计文件和施工技术规范为依据,以工程质量为中心,有组织、有计划地将设计图纸转化成工程实体的建筑活动。铁路路基由铁路路基本体、路基防护、加固建筑物、路基支挡建筑物以及路基排水设施组成,其典型横断面如图 1-1-1 所示。按路基本体的横断面形式可分为路堤和路堑,路堤是用土石在地面填筑而成的土体,堤顶面为路基面,高于天然地面,两侧为路堤边坡;路堑是将山体开挖成堑,堑底为路基面,低于天然地面,两侧为路堑边坡。此外,在一定条件下也可不经填筑和开挖而直接以天然地面作路基面。

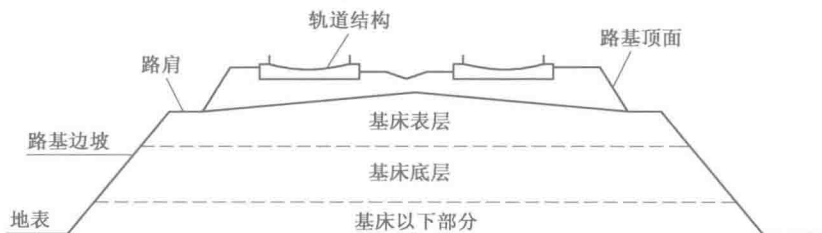


图 1-1-1 路基典型横断面图

作为承受并传递轨道重力及列车动态作用并保证列车运行的重要建筑物,路基工程应精心施工,将地基处理、路基填筑、基床表层、边坡防护及路基排水等作为系统工程,严格按照工程质量标准进行管理,加强施工过程控制及质量检测工作,确保路基工程质量。

### 一、路基施工的技术特点

1. 路基本体及基床下部均优先选用 A、B 类优质填料,对 C 类以下填料进行改良,基床表层采用级配碎石强化结构,且填筑压实标准要求更高。
2. 对路基基底处理、分层填筑、基床加固和检测控制更加严格,特别是软土路基地基处理,常采用粉喷桩、碎石桩、土工材料加筋补强和排水固结等措施控制路基变形和工后沉降。
3. 对桥涵等刚性结构物与路基的过渡段进行特殊设计,强化过渡段施工质量控制。
4. 更加重视路基排水与坡面防护设施,增加土工材料、植被防护、截排水管槽、浆砌骨架、拼装或砌筑式水沟等。

## 二、路基工程总体施工方案

路基工程作为沉降变形控制十分严格的土工结构物,为实现工后沉降、不均匀沉降等控制目标,主体结构质量零缺陷,以满足轨道技术条件要求,应制定工场化、信息化、系统化、机械化、最优化的总体施工方案。

1. 工场化:改良土、级配碎石场拌施工;混凝土电子计量集中拌和;砂浆采用机械拌和;挡护工程构件集中预制;设置 A、B 组填料集料场,实施路基工程结构物材料集中供应,工场化、标准化生产。

2. 信息化:将施工中获得的工程地质核查资料、施工工艺及存在问题、试验检测数据、试验段路基各项施工参数、路基沉降变形分析及路堑高边坡变形监测等信息随机反馈到各相关环节中,形成“监测—分析—调整”循环,实行动态管理和信息化施工。

3. 系统化:将地基处理、填料施工设计、路基填筑、路堑开挖、支挡结构、边坡防护、路基排水及沉降变形监测、分析等作为系统工程,并与相关工程、附属设施密切配合,严格按照工程质量标准进行管理,加强施工过程控制及质量检测工作,确保路基工程质量,实现路基系统功能。

4. 机械化:配备功能齐全、性能先进的地基处理设备, A、B 组填料集料破碎、筛分、拌和,改良土、级配碎石场拌、摊铺,路基填筑,路堑开挖及路基相关工程施工机械设备,实施机械化施工。

5. 最优化:在路基施工安排时,应优先安排预压路基和先架梁区段的路基施工,确保运架梁通道畅通和满足轨道及道岔的施工工期需求。后架梁方向预压路基地段施工须根据预压期、运架梁工期和轨道施工时间综合安排,选择先压后架或先架后压的施工组织方案。路桥相间地段,合理组织路基预压与运架梁的工期计划,减小工期压力,为成段连续施工轨道提供条件。

路基施工的基本方法,按其技术特点可分为:人力施工、简易机械化施工、综合机械化施工和爆破法施工等。

## 三、路基的施工组织原则

路基的施工组织须遵循如下原则:

1. 集中力量保证重点工程分段施工。对于重点工程还应编制个别实施性施工组织计划,按建设程序批准后据以施工。对于路基工程来说,这些重点工程包括:①技术复杂、特殊土地地区和特殊条件下的路基工程;②一次用药量在 5 t 以上的路基爆破工程;③区段站路基工程、既有线站场改建、扩建工程和改线、改坡线路的路基工程;④控制工程的数量大于  $3 \times 10^5 \text{ m}^3$  的站场土石方工程。

2. 实现机械化施工,推广应用新技术、新材料、新工艺、新机具、新测试方法。在施工中应认真作好原始记录、积累资料,不断总结经验,提高路基施工技术水平。

3. 实现工厂化施工。工厂化施工主要指各原材料选择、级配比例、拌和以及各构件预制均应满足工厂化施工要求,以科学的机械化施工确保高质量。

4. 全体不间断流水施工。不间断流水施工主要是通过合理安排多点作业,确保工序转换衔接紧密,保证工程连续性。同时不间断流水施工可减少工序交叉作业产生的干扰,有利于集中优势资源,攻坚克难,以快取胜。

5. 积极推广经济数学方法。经济数学方法主要应用于土石方调配、路基填土压实以及施

工机械选择配套之中。倘能加以合理运用,既能减少施工成本,又可获得优质工程。

6. 若在路基上埋设电缆、电杆,应保证路基的完整和稳定。因为在路基上挖槽、埋设电缆、电杆,不论是与基床、路基层面同时施工或在其后施工,均可能对路基的外形、排水乃至稳定性产生不良影响。在土质基床上不应有沟槽、坑,以防渗水或其他因素危害路基。

## 第二节 施工准备工作

要保证工程项目能够如期高质量地完成,任何一项工程在正式开工前,都必须做好必要的施工准备工作。施工准备工作要贯穿在整个施工过程的始终,根据施工顺序的先后,有计划、有步骤、分阶段进行。按准备工作的性质,铁路路基施工准备工作大致归纳为五个方面:技术准备、施工现场准备、物资准备、施工队伍准备以及试验段施工。

### 一、技术准备

#### (一)开展现场调查

铁路路基工程的施工调查除了调查全线或全段共同需要的项目外,还应根据工程特点着重调查收集下列内容的资料,并写出调查报告。

1. 施工范围内的地质、水文、气象等情况。
2. 核对土石类别及分布,调查施工环境条件及取、弃土困难地段的填料来源、弃土位置和运土条件等。
3. 调查核对级配填料,收集级配填料的拌和场地等有关资料。
4. 大量石方爆破地段的地形、地貌、地质和附近居民、建筑物、交通与通信设施情况。
5. 大型土石方施工机械的运输及组装场地。
6. 农作物收割、播种季节及平均产量和为办理用地、补偿工作所需的资料。
7. 为办理房屋、道路、管线、线路等拆迁补偿工作和清理施工场地所需的资料。
8. 修建各项临时工程,并采取施工防排水措施。
9. 采用新技术、新工艺、新机具、新材料、新型结构等所需的资料。

#### (二)做好图纸会审和技术交底工作

施工图表是铁路施工单位进行铁路施工的重要依据,路基工程必须按照批准的设计文件施工。如需变更,应按变更设计处理办法执行。在设计技术交底会上,施工单位应认真听取设计单位对工程设计依据、意图和功能要求的说明,提出疑问并给出合理化建议,形成记录文件,作为指导施工的依据。在此基础上,施工单位应组织有关技术人员进行图纸审核,及时到施工现场核对。如发现误差,应与设计人员联系,更正设计错误。必要时,会同设计单位、建设单位(监理单位)进行图纸会审,共同解决设计文件中的差、错、漏等问题。会审会议必须做好相应的会议纪要,并尽快发放到参加会议的各方代表手中。会议纪要要竣工资料的重要组成部分,具有与施工图表一样的法律效力。同样,施工前也要做好施工技术交底,将设计内容、施工组织设计、施工计划和施工技术要求,自上而下逐级向施工班组、工人进行交底。

#### (三)编制实施性施工组织设计

确定合理的施工方案及技术组织措施;确定施工季节及施工进度;制定材料及机具设备计划,选择施工机具设备,制定施工机械化配套方案;制定完善质量保证措施、安全保证措施及环保措施;明确工地施工便道、机械停放位置、材料和成品存放位置等,并绘制工点场地平面布置

图;实施性施工组织设计报监理单位和建设单位批准后方可实施;根据掌握的资料,对投标时初步拟定的施工方法和技术措施等进行重新评价和深入研究,制定详尽、实用的施工方案。

(四)测量放线

根据工程施工特点,成立工地测量组并配备相应仪器设备,进行开工前测量。施工控制测量采用全站仪进行,放样完成后,施工作业工区测量小组之间交叉复核检查。开工前测量包括:与设计单位交接桩、导线复测、中线复测、水准点复测和加密、施工控制网布设等。

修筑路基以前,需要在地面上把标志路基的施工界线桩钉出来,作为线路施工的依据,这些桩称为边桩。测设边桩的工作,称为路基边坡的放样。具体来说就是要沿线路中线桩两侧用桩标志出路堤边坡坡脚和路堑边坡坡顶的位置,作为填土或挖土的边界。路基工程的填挖方都是根据边桩起坡的,因此,正确确定边桩的位置对整个施工都十分重要。

线路中线是线路施工的平面控制系统,也是铁路路基的主轴线,在施工时必须保持定测时的位置。由于定测以后往往要经过一段时间才进行施工,定测时所钉设的桩点不可避免会丢失或被移动。因此,在线路施工开始之前,必须进行一次中线复测,把定测时的中线恢复起来;同时还应检查定测资料的可靠性,这项工作称为线路复测。线路复测包括钉好百米标桩、边桩和加桩,钉好圆曲线和缓和曲线,核对地面高程和原有水准基点,并增设施工时需要的临时水准基点等。设置加桩的目的是由于在施工阶段对土石方的计算要求比设计阶段准确,横断面要求测得密些,所以需要设置加桩。

1. 图解法

图解法(图 1-2-1)就是在路基横断面上,按图的比例尺量出路基坡脚或坡顶至中线桩的距离,并把它填在边桩位置表中(表 1-2-1)。到现场即可根据此表,用方向架、皮尺直接量出边桩的位置,钉上木桩,并在各桩间标出界线(撒石灰或犁出沟槽)作为填挖方起坡的依据。为避免施工中毁坏、丢失,应在边桩外数米处(横断面方向线上)加钉断面控制桩,并注明距边桩的距离。

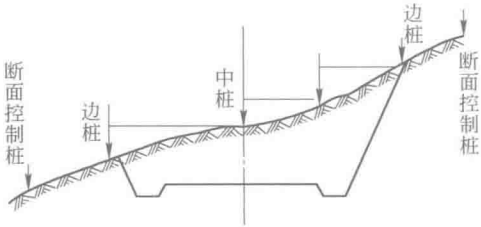


图 1-2-1 路基桩点布置图

此法优点是手续简单,速度快,适用于地形变化不大的地段,但当地形变化很大,横断面测量不够准确时误差较大。

表 1-2-1 边桩位置表

| 里程      | 填挖高(m) |     | 边桩位置(m) |     | 备注 |
|---------|--------|-----|---------|-----|----|
|         | 填      | 挖   | 左       | 右   |    |
| DK7+540 | 1.8    |     | 4.8     | 5.5 |    |
| DK7+750 |        | 2.2 | 6.3     | 5.6 |    |
| DK7+900 | 2.0    |     | 5.9     | 6.7 |    |

2. 逐步接近法

(1)平地上放边桩:当地面无横向坡度时,可根据路基面的宽度、边坡坡度、填挖高度,计算边桩距离,如图 1-2-2 所示,其计算公式如下:

$$D_1 = D_2 = \frac{b}{2} + mH \tag{1-2-1}$$

式中  $D_1$ 、 $D_2$ ——线路中心至边桩的距离(m)；  
 $b$ ——路基顶面宽度(m)；  
 $m$ ——边坡坡率(%)；  
 $H$ ——路堤高度或路堑深度(m)。

计算出  $D$  值后,用皮尺从线路中心桩,向垂直线路方向量出距离  $D_1$ 、 $D_2$ ,即为边桩位置。

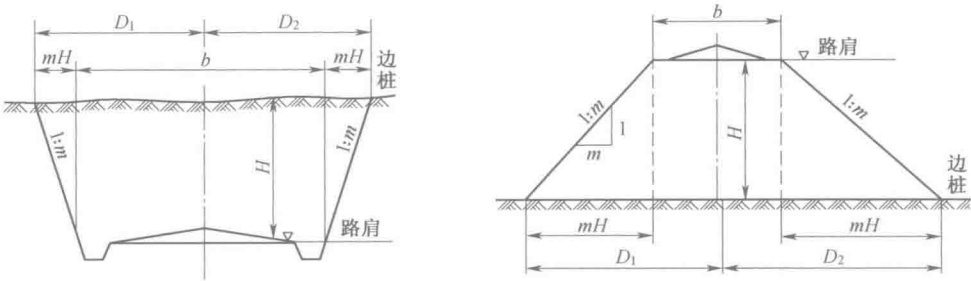


图 1-2-2 平地上放边桩示意图

(2)坡地上放边坡:在有横向坡度的地面上放边桩,其  $D_1$ 、 $D_2$  不等,因而只能采用试算的方法,如图 1-2-3 所示。其计算公式如下:

$$D_1 = \frac{b}{2} + mH - mh'_1 \quad (1-2-2)$$

$$D_2 = \frac{b}{2} + mH + mh \quad (1-2-3)$$

式中  $h$ ——路堑中桩与上坡侧边桩试算点的高差(m)；  
 $h'_1$ ——路堑中桩与下坡侧边桩试算点的高差(m)。

其他符号同前。

此式用于路堤放边桩,则上坡侧用  $D_1$  式,下坡侧用  $D_2$  式。

具体做法是:先在断面图上量取边桩距离,或大致估计边桩位置,图 1-2-3 中的 A 点,测得中桩至 A 点的高差为  $h'_1$ ,水平距离为  $D'_1$ ,用公式(1-2-2)计算  $D_1$ 。若  $D_1 \neq D'_1$  时,则需要重新移动边桩位置,每移动一次 A 点,就有一个新的  $D'_1$ 、 $h'_1$ ,同时算出一个  $D_1$ ,直至  $D_1 = D'_1$ 。一般试算一两次即可定出边桩位置。

路基工程一旦开工,路基填挖断面以内的桩点将遭到损坏,因此,在复测后,应将中线主要桩移到取土或弃土地点或者施工机械走行的范围以外,设置护桩,桩上应写明桩号及填挖高度,并在桩侧插立标杆。

总之,标志线路中心位置的中线桩和标志路基施工界线的边桩是铁路施工的重要依据,必须加以妥善保护,以确保工程的顺利完成。

此外,与设计单位交接桩及施工复测应符合下列要求:

- (1)交接桩应在现场进行,并办理书面交接手续。
- (2)中线、高程必须与相邻地段贯通闭合,两端为桥梁或隧道时,应以桥梁或隧道中线、高

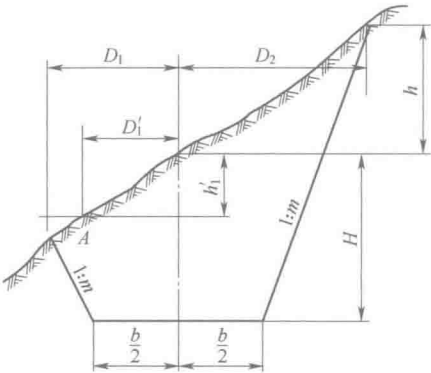


图 1-2-3 坡地上放边桩示意图

程为准。在两个施工单位的分界处,应由双方共同复测,线路中线与水准点必须与管界外的控制桩和水准点闭合。

(3)线路控制桩和路基中线、高程测量误差按现行铁路工程测量的有关规定,必须贯彻“双检制”,对主要的中线控制桩应测设护桩并作出记录。边桩应根据贯通后的中线、高程测设,在地形、地质变化处应加测横断面的地面线。

## 二、施工现场准备

### (一)征地拆迁

征地拆迁工作是工程建设按期、顺利进行的前提和基础。由于拆迁工作政策性强、涉及面广、难度大,施工单位要积极配合地方政府及业主做好征拆工作。开工前要详细调查并制订征拆计划,重点做好建设用地的正式手续、“三电”和地下管线、道路、管道和企事业单位建筑物的调查、迁改工作。对先期开工工程要提前办理相关手续,确保按时开工。涉及环境保护和水土保持的项目需要提前取得允许开工的各项手续。同时,对拆迁户应按照国家有关规定给予补偿。拆迁工作要突出“顺序、统一、一次到位”的原则,杜绝二次拆迁、重复拆迁。

### (二)改移线路

对于施工用地范围内的各种管线,如水渠、通信电缆、电网等,必须在工程开工前与相关部门取得联系,尽快进行线路改移。改移道路的施工原则确定为:正线施工对既有道路干扰较大甚至中断既有道路的,应先施工改移道路,后施工正线工程;正线施工对既有道路干扰不大的,可视情况先施工正线工程,后施工改移道路。

### (三)临时工程

临时工程是为保证施工期间的工程运输、居住、通信、水电供应等功用而临时修建的工程,主要包括临时通车便线、临时岔线以及施工便道等。

临时通车便线是指新建铁路长大干线施工中对影响全线铺轨的控制工程或地段,可修建铁路便线,先行铺轨通车,作为临时通车方案。

临时岔线是为解决工程材料和设备的中转、存放、加工、组装等问题以及满足其他施工需要而设置岔线。

施工便道是施工运输的大动脉,应保证畅通无阻,所以便道应按标准修建。当无设计标准时,施工便道的修筑标准应按施工运量和施工机械的最大荷载确定,并满足施工需要。便道的设置原则如下:

(1)利用地形做到走向合理,运距短捷,线路平顺,工程简单,造价低廉,同时可尽量利用原有道路。

(2)尽可能靠近线路及施工用料地点,并接近铁路高程,照顾重点工程减少便线长度。

(3)减少与既有线的交叉,避免施工对行车造成干扰。

(4)重点土石方工程考虑贯通便道,贯通便道沿路基两侧征地范围设置,以减少租地。

### (四)路基改良土及级配碎石拌和站

拌和站设置地点要尽量靠近填筑施工现场,设于远离村落、交通便利之所。土源点离施工现场较近时,拌和场应设置于取土场或附近;级配碎石拌和站要尽量利用改良土拌和站的既有设施,必要时独立设置。

拌和场供应的经济半径宜控制在 15 km 范围之内,施工区段长不宜超过 20 km。

### 三、物资准备

路基施工要消耗大量材料,因此开工前应进行所需材料的购进、采集、加工、调运和储备工作。对主要物资材料,要做好材质、产量调查及询价,按质量体系程序文件对供方进行评价,签订供货合同;选择质量好、信誉高的供方。按规定做好材料试验及检验等工作,保证物资按计划供应,满足开工及正常施工的需要。

做好施工机械和机具的准备、对已有的机械机具做好维修试车工作;对尚缺的机械机具应立即订购、租赁或制作。

### 四、施工队伍准备

施工队伍准备工作主要是建立健全工程管理机构 and 施工队伍,明确各自的施工任务,将项目管理目标细化、分解,责任到人,落实到位。进场前,对施工人员进行有针对性的培训。进场后,对施工人员进行技术、安全操作规程以及环保、医疗、消防和文明施工等方面的教育。

健全各项劳动力组织管理制度,建立完善的医疗保障体系,成立后勤保障系统,制定合理的饮食卫生及营养方案,以人为本,确保广大施工人员的生命安全和身心健康。

### 五、试验段施工

高速铁路、一级铁路、特殊地区铁路以及采用新技术、新工艺、新材料的路基,在正式施工前,应采用不同的施工方案和施工方法,铺筑试验段并进行相关试验分析,从中选出最佳施工方案和施工方法以指导大面积路基施工。所铺筑的试验段应具有代表性,施工机械和工艺过程要与以后全面施工时相同。通过试验段施工要达到以下目的:

- (1) 填料性质分析和填料选择。
- (2) 摊铺系数、松铺厚度的确定。
- (3) 确定整平和整形的合适机具。
- (4) 确定压实机械的选择和组合以及压实的顺序、速度和遍数。
- (5) 填料的颗粒级配、最优含水率及控制。
- (6) 实测压实指标与设计指标的差异。
- (7) 确定挖、装、运输机械和整平、碾压机械的协调和配合。
- (8) 确定压实指标采用的检测方法。
- (9) 确定最佳施工工艺。
- (10) 关注安全环保措施的有效性及其改进措施。
- (11) 形成合理的路基施工管理组织机构。

## 第三节 土石方调配

为了有成效地组织路基施工,首先要解决的是土石方的调配问题。所谓土石方调配就是要解决从路堑里挖出来的土应该运到哪里去,路堤上需要的土应该从哪里运来的问题。

### 一、路基横断面面积的计算

计算路基土石方数量必须先求出路基横断面的面积。对于地面比较平坦规则的断面,可

将其分成矩形、梯形、三角形分别计算。对于不规则地面的断面,通常采用两脚规量算法,可以较快地求出面积。图 1-3-1 为按一定比例尺(1:200)绘制的路基横断面。从横断面的中心向两侧每隔 1 m 画一竖线,如图中  $a, b, c, \dots, a_1$  等(如用方格纸绘制横断面图,则可利用印好的格线),用两脚规逐次量其纵距并累计起来(可以逐渐张开两脚规的两脚求其总合)即得横断面图的面积。

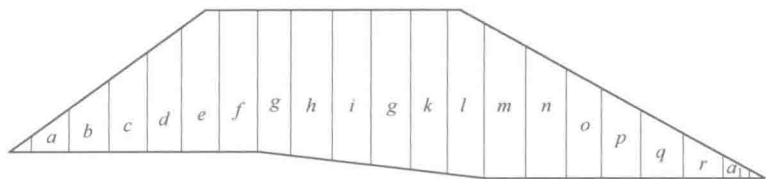


图 1-3-1 路基横断面

由图 1-3-1 可知纵距  $a$  及  $a_1$  为左右两侧小三角形的底边,同时  $a, b, c, \dots, a_1$  等为中间各梯形的底边,由于这些纵距的间隔为 1 m,即中间各梯形的高均为 1 m。如两端小三角形的高均认为它是 1 m(这样取近似值不会产生较大的误差,对于计算土石方数量来说精度已足够),则路基横断面的面积为:

$$F = \frac{a}{2} + \frac{a+b}{2} + \frac{b+c}{2} + \dots + \frac{a_1}{2}$$

$$= a + b + c + \dots + a_1 \quad (1-3-1)$$

可见,路基横断面的面积等于相隔 1 m 的纵距之和。

利用两脚规量算路基横断面面积时,一般每个断面应量两次,取其平均值,并且两次数值的差不得超过断面面积的 2%,否则应重新量算。

## 二、土石方工程量计算

计算线路土石方工程量的方法通常有两种,即平均断面法和平均距离法。

### (1) 平均断面法

按照线路测量桩号分段计算。每段土石方的体积等于该段前后两个断面面积的平均数乘上该段的长度。图 1-3-2 的土石方体积为:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} \times l \quad (1-3-2)$$

### (2) 平均距离法

如图 1-3-3 所示,该段土石方的体积为:

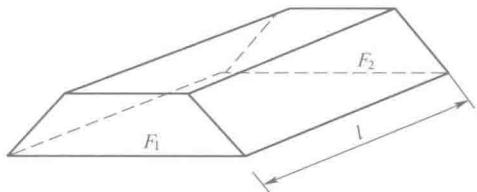


图 1-3-2 平均断面法

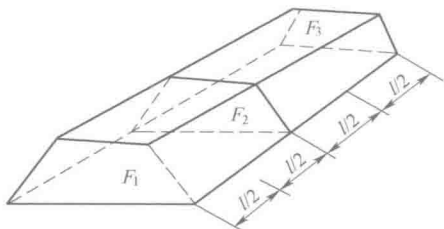


图 1-3-3 平均距离法

$$V = F_1 \times \frac{l_1}{2} + F_2 \times \frac{l_1 + l_2}{2} + F_3 \times \frac{l_2}{2} \quad (1-3-3)$$

由于施工现场的地形千变万化,路基横断面积的数值也随之不断变化,因此在实际工作中常常采用平均距离法计算土石方工程量。

### 三、土石方调配原则

从路堑挖出的土体,一般应尽量用来填筑路堤,这称为移挖作填。这是路基工程的一个重要特点,在经济比较的前提下,争取最大限度的移挖作填,就能最大限度地降低施工工程量。土石方调配就是解决这一问题的方法。

在这里先介绍两个术语——断面方和施工方。设计单位根据测量结果算出来的填挖方数量叫做断面方。例如,某段线路的路堑挖方是 56 000 m<sup>3</sup>,路堤填方是 30 000 m<sup>3</sup>,那么工程量是 86 000 m<sup>3</sup>断面方。施工时所做的挖运土方数叫做施工方。这段线路如果采用横向运土,有 86 000 m<sup>3</sup>断面方就得做 86 000 m<sup>3</sup>施工方,即路堑里的 56 000 m<sup>3</sup>是挖出来弃掉的,而路堤上需要的 30 000 m<sup>3</sup>则另外从取土坑运来;如果移挖作填,作一方施工方就可以完成两方断面方,所以,如果采用纵向运土移挖作填可以利用 27 000 m<sup>3</sup>,其余 3 000 m<sup>3</sup>填方取土填筑,那么施工方就只有 29 000(弃土)+27 000(利用)+3 000(取土)=59 000 m<sup>3</sup>。

应该特别引起注意的是,路基土石方工程的施工工程数量并不决定于路基建筑几何体积的计算,而是决定于路基土石方调配方案。因此在正式开工前做好最优的土石方调配工作,可以大大减少工程造价。

在进行土石方调配的规划时,以下原则是应该加以考虑的:

1. 节约用地,尽量利用荒地、劣地、空地作为取土、弃土的场地,少占耕地,并结合施工改地造田。取土坑的深度与弃土的堆置地点,要考虑排水系统的全面规划,禁止弃土堵塞渠道。取土坑的深度应使坑底高程与桥涵沟底高程相适应,以利排水。
2. 好土应尽量用在回填质量要求较高的地段。
3. 挖方量与运距之积尽可能为最小,即总土方运输量或运输费用为最小。
4. 充分利用移挖作填,减少废方和借方,使挖方和填方基本达到平衡;同时选择恰当的调配方向、运输路线,使土方运输无对流现象。

如果挖方少于填方数量时,可以先横向取土填筑路堤底部,再纵向利用路堑的挖土填筑路堤的上部。如果路堤两侧取土有困难时,可采用放缓路堑边坡或扩大断面的方法取土。当挖方数量大于填方数量时,可先横向将多余土方丢弃,再纵向运输到路堤处填筑,如图 1-3-4 所示。

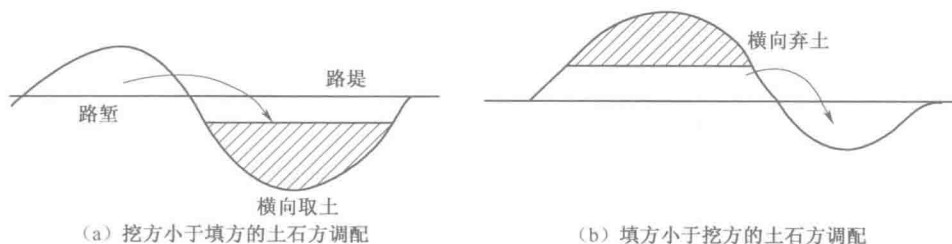


图 1-3-4 土石方调配示意图

5. 在规划土源时也应考虑附近其他余土的利用问题。可充分利用改河、改沟、改移公路等附属工程的土方。隧道开挖出来的坚石、次坚石可充分利用来修建桥涵、挡土墙等建筑物,

还可用作线路道砟。预留的复线位置或拟扩建站场的范围,都不应在其挖方上弃土,亦不应在预留填方处取土,最好将挖方上的弃土弃于预留填方处。

6. 在调配土方平衡土源时,还应考虑以下因素:

(1)土、石方经过挖掘、运输、填筑及压实后,其体积较原来有所变化。有的体积增加,有的却减少,可以用松散率或压缩率表示,其数值的大小与土石成分、性质、夯实密度、含水率和施工方法等有关。在调配时土石方的数量,应根据其压缩率或松散率的经验数值进行调整。

(2)路堤基底的沉陷量(约为路堤填土高度的1%~4%)。

(3)土石的挖、装、运、卸过程中的损耗。

(4)用机械填筑路堤时,为了保证路基边沿部分的填土压实,施工时须将路堤每侧填宽约0.2 m。

一般来说,可按填土的断面方数增加15%来规划取土土源,但计算所完成的工程量时,只能按设计的断面方数计算。

7. 土石方调配与施工方法密切相关。施工方法不同,土石方调配的方数和经济运距也不同。

要做好土石方调配工作,不能单靠设计文件和图纸,必须进行现场调查。只有结合现场的实际情况进行调配,才能使调配的方案具有实际的意义。

#### 四、土石方调配方法

区间的路基是线形土石方建筑物,大型站场的路基是广场型土石方建筑物,在对两者进行土石方调配时,所采用的调配方法是不同的。通常对区间的路基土石方调配采用线法调配,而对大型站场的路基土石方调配采用面法调配。

##### 1. 线法调配

线法调配主要是借助于线路纵断面图和土积图来实现。所谓土积图是指在线路纵断面图下方,按照各桩号处的累计土石方数量(挖方为正,填方为负)所绘制的该段线路的土石方量累计曲线。通过线路纵断面图和土积图,可以确定区间路基土石方调配的最大经济运距,从而得出最合理的移挖作填方案。

采用线法调配通常有两个运土方向:纵向运土和横向运土。纵向运土是指从路堑运土到两端的路堤。横向运土是指从路堑运土到弃土堆或从取土坑运土到路堤。当从路堑挖一方土纵向运到路堤的费用,比起将路堑挖一方土横向运到弃土堆,再从取土坑挖一方土横向运土到路堤的总费用更低时,纵向运土是较为经济的。但随着纵向运土的距离增大,利用方的单价也随之增大。当纵向运土增加到一定的距离,使得从路堑挖运一方土到路堤的费用,比将土运到弃土堆,再从取土坑挖一方土运到路堤的总费用大时,则纵向运土应改为横向运土。这一运距叫做最大经济运距,可以由下式算出:

$$L_E \leq \frac{a + b(L_c + L_f) + d}{b} \quad (1-3-4)$$

式中  $a$  ——挖装  $1 \text{ m}^3$  土石方的费用,其值随施工方法和土的等级而不同;

$b$  ——  $1 \text{ m}^3$  土石方运送  $1 \text{ m}$  距离的费用,其值随运输方法而不同;

$d$  ——  $1 \text{ m}^3$  弃土和  $1 \text{ m}^3$  取土所占用土地的地亩费用;

$L_c$  ——  $1 \text{ m}^3$  土石方从路堑运送到弃土地点的运送距离;

$L_f$  ——  $1 \text{ m}^3$  土石方从取土坑运送到路堤的运送距离。

应当指出,移挖作填的合理运距不能单纯从经济上考虑。在线路穿经城镇、工矿、森林、农田、果园等地区时,必须尽可能压缩取、弃土用地宽度,适当加大移挖作填距离,这不仅在宏观上是合理的,而且随着运土机械的发展,也是可能的。而对于不可避免地必须占地的场合,则需要尽可能地不占好地,或通过施工改地造田,造地还田。

2. 面法调配

面法调配主要用于大型站场和重点高填深挖的大面积土石方调配。其运土方向无一定的规律性,只要能做到在站场范围内将土石方合理分配即可。

采用面法调配时必须同时考虑站场附近其他设施的施工对土石方调配的影响。如果对这些情况不了解,或者对其给土石方调配带来的影响程度估计不足,将使得调配工作复杂化,造成不必要的浪费,增大工程成本。在考虑填挖方数时,要把同一站场内施工的建筑物基坑、地道及其他可以利用作填方的挖土数量计算进去;在大量修建作为疏干场地用的排水沟及渗沟时,须计算其土方数量,因为这些土方有时数量很大,能影响土方调配;大型编组站施工进度计划中所规定的线群铺设及开通次序对土方工程施工方法的选择及土方调配具有决定性影响;对于附近是否有可以利用的设备、利用的程度等均要全盘考虑。

站场土石方调配类似房屋建筑土石方调配,可参照房建土石方调配的原则和方法进行。

第四节 路 堤 施 工

按路堤填料的不同,主要分为土质路堤、石质路堤以及加筋土路堤等形式。

一、路堤填筑基本要求

列车高速运行对线路平顺性的要求很高,路堤填筑质量的好坏直接关系到列车运行的舒适度和安全度。要保障路堤的填筑质量,应严格按照横断面、全宽度、逐层、水平铺填并夯实路基。“分层填筑”和“压实达到标准”是对路堤填筑的基本要求,至于在不同条件下保证其实现的做法要求,则应根据不同的情况分别考虑。同时,压实层的铺填厚度和压实遍数应通过试验合理确定。

填筑路堤应按照“三阶段、四区段、八流程”的施工工艺组织施工,如图 1-4-1 所示。

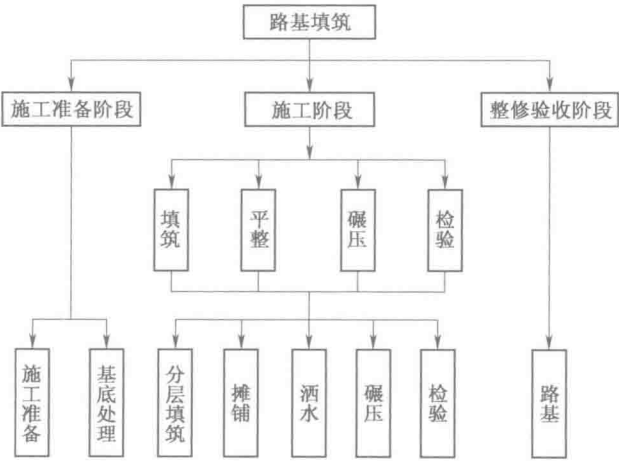


图 1-4-1 三阶段、四区段、八流程填筑施工工艺框图