

看 图 学 技 术

公 路 工 程

张海鹰 主编

GONGLU GONGCHENG

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

看图学技术

公路工程

张海鹰 主编

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 提 要

本书共分四章,其主要内容包括:路基工程、路面工程、桥涵工程、隧道工程。

本书内容翔实、重点突出,具有较强的指导性,可作为从事土木工程施工技术人员
的参考用书,也可以作为大中专院校相关专业师生的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程/张海鹰主编. —北京:中国铁道出版社,2013.4

(看图学技术)

ISBN 978-7-113-16022-7

I. ①公… II. ①张… III. ①道路施工—图解

IV. ①U415-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 019284 号

书 名: 看图学技术
公路 工程

作 者: 张海鹰

策划编辑: 江新锡 陈小刚

责任编辑: 冯海燕 张卫晓 电话: 010-51873193

封面设计: 郑春鹏

责任校对: 焦桂荣

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: 航远印刷有限公司

版 次: 2013年4月第1版 2013年4月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 15.5 字数: 388 千

书 号: ISBN 978-7-113-16022-7

定 价: 39.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。

电 话: 市电(010)51873170, 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010)63549504, 路电(021)73187

前言

随着我国经济的快速发展,建设已成为当今最具有活力的一个行业。纵观全国,数以万计的高楼拔地而起;公路、铁路建设发展迅猛,成就斐然,纵横交错的公路网和铁路网不断延伸、完善,有力地推动着国民经济持续快速健康增长。

当前,建设工程的规模日益扩大,种类日益繁多,呈现出蓬勃发展的势头。对于整个建设行业来说,提高施工人员的技术水平和专业技能,可以有效地提高产品质量和社会效益。对于施工人员来说,提高自身的专业素质,特别是一些高技术含量的操作水平,可以大大提升劳动生产效率、降低劳动强度、加快工程进度、减少安全事故。因此,提高广大施工人员的专业技术水平,已成为当今建设行业的重中之重。

为了帮助工程技术人员,尤其是刚刚参加工作的施工人员系统地、快速地学习和掌握施工技术,我们组织编写了《看图学技术》丛书。本丛书共分为五分册,即《公路工程》、《铁路工程》、《土建工程》、《机电安装工程》、《装饰装修工程》。本丛书的最大特点是图文并茂、言简意赅。对于一些重难点,我们避免用繁琐的文字叙述,而是采用了直观、形象的图例进行讲解。

参与本丛书的编写人员主要有张海鹰、孙昕、乔魁元、尚晓峰、汪硕、张婧芳、栾海明、王林海、孙占红、宋迎迎、武旭日、张正南、李芳芳、孙培祥、张学宏、王双敏、王文慧、彭美丽、李仲杰、乔芳芳、张凌、魏文彪、白二堂、贾玉梅、王凤宝、曹永刚、张蒙等,在此深表感谢!

由于我们水平有限,加之编写时间仓促,书中的错误和疏漏在所难免,敬请广大读者不吝赐教和指正!

编者
2013年3月

目 录

第一章 路基工程	1
第一节 路基的类型与原地面处理要求	1
第二节 路基工程主要施工机械	2
第三节 填方路基的施工技术	26
第四节 挖方路基的施工技术	32
第五节 特殊路基施工技术	37
第二章 路面工程	45
第一节 路面结构分类与图例	45
第二节 路面工程主要施工机械	48
第三节 基层施工技术	57
第四节 路面面层施工技术	71
第三章 桥涵工程	91
第一节 桥梁的组成和分类	91
第二节 桥涵工程主要施工机械	96
第三节 桥梁基础施工技术	108
第四节 梁桥下部结构施工技术	127
第五节 桥梁上部结构施工技术	142
第六节 桥梁桥面系施工技术	167
第七节 涵洞施工技术	175
第四章 隧道工程	185
第一节 隧道的基础知识	185
第二节 隧道工程主要施工机械	189
第三节 隧道施工方法简介	197

第四节 隧道开挖与洞口洞身施工技术	200
第五节 隧道支护与衬砌	214
第六节 隧道防排水施工技术	230
第七节 隧道辅助施工技术	235
参考文献	241

第一章 路基工程

第一节 路基的类型与原地面处理要求

一、路基类型

1. 一般路基

一般路基是指按照路线位置和一定技术要求修筑的带状构造物,是路面的基础,承受由路面传来的行车荷载。

2. 特殊路基

特殊路基是指位于特殊土(岩)地段、不良地质地段,或受水、气候等自然因素影响强烈的路基。特殊路基主要有:

(1)湿黏土路基、红黏土地区路基、膨胀土地区路基、黄土地区路基、盐渍土地区路基、风积沙及沙漠地区路基;

(2)季节性冻土地区路基、多年冻土地区路基、涎流冰地区路基、雪害地区路基;

(3)滑坡地段路基、崩塌与岩堆地段路基、泥石流地区路基;

(4)岩溶地区路基、采空区路基;

(5)沿河、沿溪地区路基、水库地区路基、滨海地区路基。

软土地区路基:以饱水的软弱黏性土沉积为主的地区称为软土地区。软土包括饱水的软弱黏性土和淤泥。在软土地基上修建公路时,容易产生路堤失稳或沉降过大等问题。我国沿海、沿湖、沿河地带都有广泛的软土分布。

滑坡地段路基:滑坡是指在一定地形地质条件下,由于各种自然的和人为的因素影响,山坡的不稳定土(岩)体在重力作用下,沿着一定的软弱面(带)作整体的、缓慢的、间歇性的滑动变形现象。滑坡有时也具有急剧下滑现象。

膨胀土地区路基:膨胀土系指土中含有较多的黏粒及其他亲水性较强的蒙脱石或伊利石等黏土矿物成分,且有遇水膨胀,失水收缩的特点,是一种特殊膨胀结构的黏质土。多分布于全国各地二级及二级以上的阶地与山前丘陵地区。

3. 路基的干湿类型

路基的干湿类型表示路基在最不利季节的干湿状态,分为干燥、中湿、潮湿和过湿四类。原有公路路基的干湿类型,可以根据路基的分界相对含水量或分界稠度划分;新建公路路基的干湿类型可以用路基临界高度来判别。

二、原地面处理要求

路基范围内的原地面应在路基施工前按下列要求进行处理。

(1)路基用地范围内的树木、灌木丛等均应在施工前砍伐或移植清理,砍伐的树木应移置

于路基用地之外,进行妥善处理。

(2)路堤修筑范围内,原地面的坑、洞、墓穴等,应在清除沉积物后,用合格填料分层回填分层压实,压实度应不小于90%。

(3)原地基为耕地或松土时,应先清除有机土、种植土、草皮等,清除深度应达到设计要求,一般不小于15 cm,平整后按规定要求压实。

(4)基底原状土的强度不符合要求时,应进行换填,换填深度应不小于30 cm,并予以分层压实到规定要求。

(5)基底应在填筑前进行压实。高速公路、一级公路、二级公路路堤基底的压实度应不小于90%,当路堤填土高度小于路床厚度(0.8 m)时,基底的压实度不宜小于路床的压实度标准。

(6)路堤填筑时,当原地面纵坡大于12%或横坡陡于1:5时,应按设计要求挖台阶,或设置成坡度向内并大于4%、宽度大于2 m的台阶。

第二节 路基工程主要施工机械

公路建设具有工程量大、工程质量要求高、施工工艺复杂等特点。为了提高施工的经济效益,机械化施工在公路工程施工中占有越来越重要的地位。施工机械起着决定性作用。路基工程施工铲运机械有:推土机、平地机、装载机、挖掘机等。

一、推土机

(一)推土机的分类、特点及适用范围

推土机的分类、特点及适用范围见表1-1。

表1-1 推土机的分类、特点及适用范围

分类形式	分类	特点及适用范围
按发动机功率分	小型	发动机功率小于44 kW
	中型	发动机功率为59~103 kW
	大型	发动机功率为103~235 kW
	特大型	发动机功率为235 kW
按行走机构分	履带式	此类推土机与地面接触的行走部件为履带。由于它具有附着牵引力大、接地比压低、爬坡能力强及能胜任较为险恶的工作环境等优点,因此,是推土机的代表机种
	轮式	此类推土机与地面接触的行走部件为轮胎,具有行驶速度高、作业循环时间短、运输转移不损坏路面、机动性好等优点
按用途分	普通型	此类推土机具有通用性,广泛应用于各类土石方工程中,主机为通用的工业拖拉机
	专用型	此类推土机适用于特定工况,具有专一性能,属此类推土机的有:湿地推土机、水陆两用推土机、水下推土机、爆破推土机、船舱推土机、军用快速推土机等

续上表

分类形式	分类	特点及适用范围
按铲刀形式分	直铲式	也称固定式。此类推土机的铲刀与底盘的纵向轴线构成直角;铲刀的切削角是可调的。对于重型推土机,铲刀还具有绕底盘的纵向轴线旋转一定角度的能力。一般来说,特大型与小型推土机采用直铲式的居多,因为它的经济性与坚固性较好
	角铲式	也称回转式。此类推土机铲刀,除了能调节切削角度外,还可在水平方向上回转一定角度(一般为 125°)。角铲式推土机作业时,可实现侧向卸土,应用范围较广,多用于中型推土机上
按传动方式分	机械传动式	此类推土机的传动系全部由机械零部件所组成。机械传动式推土机具有制造简单、工作可靠、传动效率高等优点,但操作笨重、发动机容易熄火、作业效率较低
	液力机械传动式	此类推土机的传动系由液力变矩器、动力换挡变速箱等液力与机构相配合的零部件组成,具有操纵灵便、发动机不易熄火、可不停车换挡、作业效率高等优点,但制造成本较高、工地修理较难。它仍是目前推土机产品发展的主要方向
	全液压传动式	此类推土机,除工作装置采用液压操纵外,其行走装置的驱动也采用了液压马达。它具有结构紧凑、操作轻便、可原地转向、机动灵活等优点,但制造成本高、维修较难。由于液压马达等元件制造难度较大,目前在国内的发展尚受一定限制
	电气传动式	此类推土机的工作装置、行走机构均采用电动机作动力。它具有结构简单、工作可靠、作业效率高、污染少等优点,但受电源、电缆的限制,使用受到局限。一般用于露天矿、矿井作业较多
按铲刀操纵方式分	钢绳式	铲刀升降由钢绳操纵。它简单可靠、维修方便,但不能强制切土,影响性能,所以发展受到一定限制
	液压式	铲刀在液压油缸作用下升降。它可实现强制切土,作业性能较好,有取代钢绳式的趋势

推土机的型号用字母 T 表示, L 表示轮式, Y 表示液压式, 后面的数字表示功率。例如, TY120 表示功率为 120 kW 的液压推土机。

(二) 推土机的构造

推土机是由发动机、底盘、工作装置、液压系统和电气系统等组成,如图 1-1 所示。推土机的发动机多为柴油机,常布置在其前端,通过减振装置固定在机架上。底盘部分包括离合器(变矩器)、变速器、后桥、行走装置和机架等。底盘的作用是支承整机质量并将动力传给行走机构和液压操纵机构。主离合器装在柴油机和变速器之间,用来平稳地接合和分离动力,变速器和后桥用来改变推土机的行走速度、方向和牵引力。行走装置是支承机体并使推土机行走的机构。机架是整机的骨架,用来安装发动机、底盘和工作装置,使全机成为一个整体。电气

系统包括发动机的电启动部分和全机的照明系统、控制系统和发电机等。除此之外,推土机还有燃油箱、液压油箱和驾驶室等外部设备。

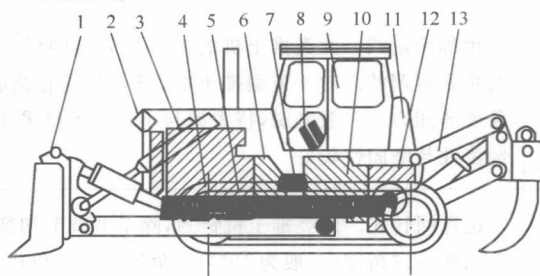


图 1-1 推土机的组成

1—推土铲;2—电气系统;3—发动机;4—行走装置;5—机架;6—主离合器;
7—万向节;8—操纵机构;9—驾驶室;10—变速器;11—柴油箱;12—后桥;13—松土器

(三)推土机的基本作业方法

推土机的基本作业是铲土、运土、卸土和空回四个工作过程组成一个作业循环,如图 1-2 所示。铲运土的作业方法主要有波浪式铲土法、接力式推土法、槽式推土法、并列式推土法和下坡推土法等。

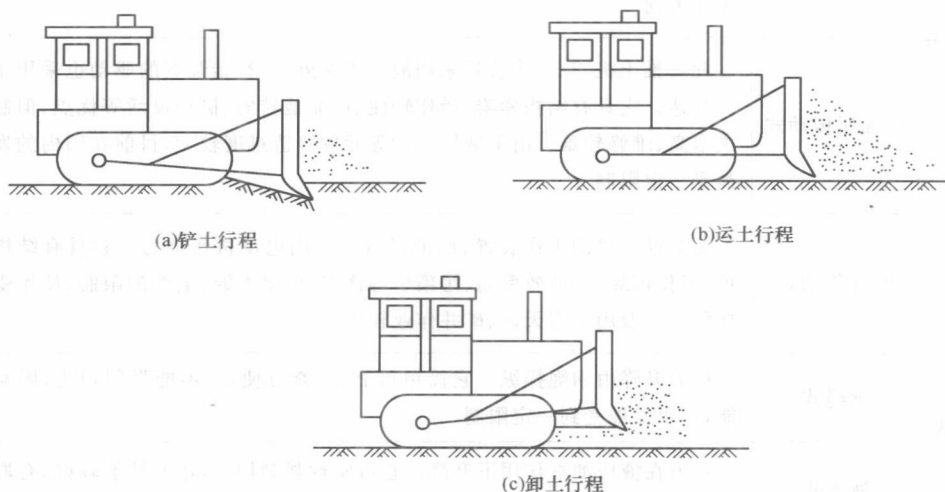


图 1-2 推土机基本作业

1. 波浪式铲土法

推土机波浪式铲土法的优点是可使发动机功率得到充分发挥并缩短铲土时间和距离,缺点是空回时产生颠簸,如图 1-3 所示。

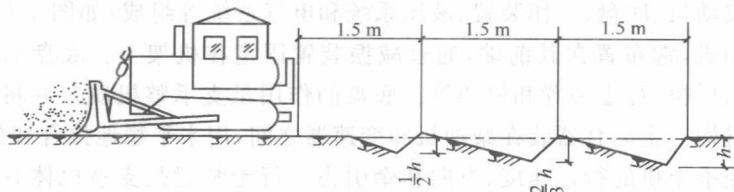


图 1-3 波浪式铲土法示意图

2. 接力式推土法

在取土场较长而土质较硬的场地作业时,可自近而远分段将土推送成堆,然后再由远而近地将各段土推一次推送到卸土地。

3. 槽式推土法

在运送土时,为了尽可能减少运土损失,可在一个固定作业线上多次推运使之形成一条土槽,或者利用铲刀两端外漏的土形成土埂而产生的土槽推运,可以增加一次推运土的体积,提高生产率。

4. 并列推土法

即两台以上同类型推土机并列起来同步推运土,可以减少运土损失,两铲刀间隔以 15~20 cm 为宜,必须掌握好每台推土机的运行速度和方向,避免碰车。

5. 下坡推土法

利用下坡时推土机重力的分力,加速铲土过程和增大运土量以提高作业效率。一般坡度不宜超过 20° 。

(四) 推土机施工技术

1. 填筑路堤

推土机填筑路堤的作业方式一般为直接填筑。施工方法主要有两种即横向填筑与纵向填筑。在平原地区多采用横向填筑,而在丘陵和山区多采用纵向填筑。

(1) 横向填筑路堤。

这种作业方式是推土机在路堤的两侧或一侧取土,向路堤依次移送土。单台或多台推土机施工时,最好采用分段进行,这样可以增大工作面,分段距离一般以 20~40 m 为宜,每段也可以按班组的能力划分。

在一侧取土时,每段一台推土机,作业线路可采用“穿梭”法进行,如图 1-4 所示。在施工中,推土机推满土后,可向路堤直送到路堤坡脚,卸土后按原推土路线退回到挖土始点。这样在同一线路中按槽式推土法送两、三刀就可挖到 0.7~0.8 m。此后推土机作小转弯倒退,以便向一侧移位,仍按同法推邻侧的土。以此类推地向一侧转移,直至一段路堤完工。然后推土机反向侧移,推平取土坑所遗留的各条土埂。

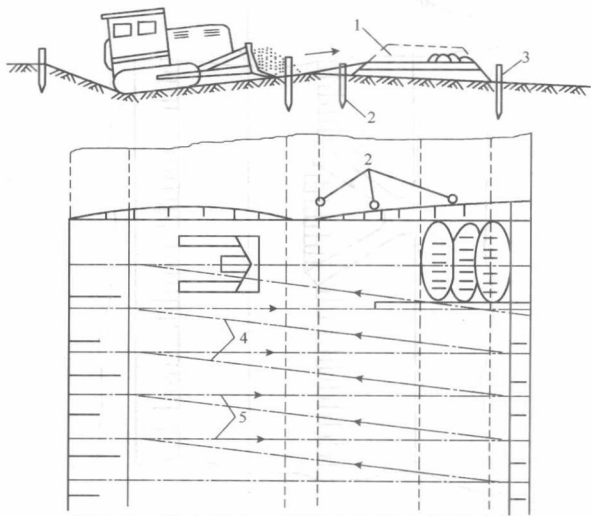


图 1-4 推土机从一侧取土坑取土填筑路堤

1—路堤;2—标定桩;3—间距为 10 m 的高标杆;4、5—推土机“穿梭”作业运行线

当推土机由两侧取土坑推土时,每段最好用两台并以同样的作业法,面对路堤中心线推土,但双方一定要推过中心线一些,并注意路堤中心线的压实。如图 1-5 所示为从两侧取土时的作业线路图。当路堤填高时,应分层有序地进行,一般每层厚度为 20~30 cm,并分层压实。

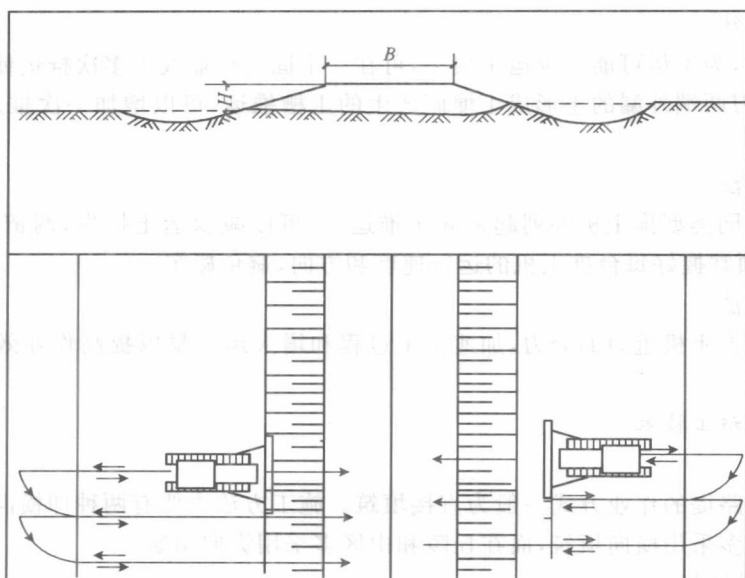


图 1-5 推土机从两侧取土坑取土填筑路堤作业线路图

B—路基宽;H—路基高

当推土机单机推土填筑路堤高度超过 1 m 时,应设置推土机进出坡道,如图 1-6 所示。坡道的坡度应不大于 1:2.5,宽度应与工作面宽度相同,长度为 5~6 m。当采用综合机械化施工时,路堤填筑高度超过 1 m 后,多用铲运机完成。

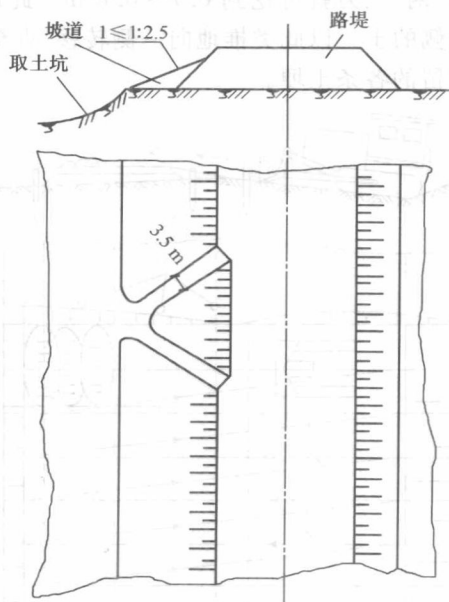


图 1-6 推土机作业坡道设置

(2)纵向填筑路堤。

这种作业方法多用于移挖作填工程,其开挖深度与填筑高度可按设计标高规定,不受其他限制,只要挖方的土性质适用于填筑路堤即可。这种施工方法最经济,但应注意开挖部分的坡度不能大于 $1:2$,开挖中应随时注意复核路基标高和宽度,避免出现超挖或欠挖。在填土过程中,应根据施工地段的施工条件,分层填筑、分层压实。纵向填筑作业法如图 1-7 所示。

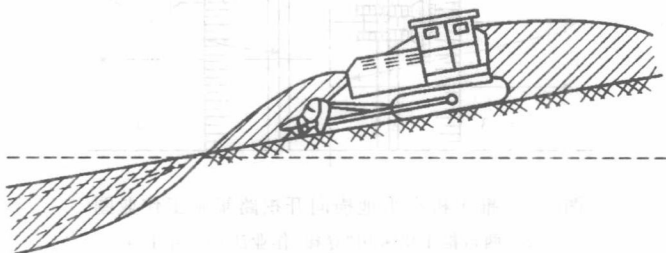


图 1-7 推土机纵向填筑作业法

(3)综合作业法填筑路堤。

这种作业法实际上是横向纵向联合作业。将路堤沿线路 $60\sim 80\text{ m}$ 分为若干段,在每段的中部设一横向送土道,采用横向填筑法,将土由通道送到路堤上,再由推土机纵向推送散土,分层填筑,分层压实,如图 1-8 所示。

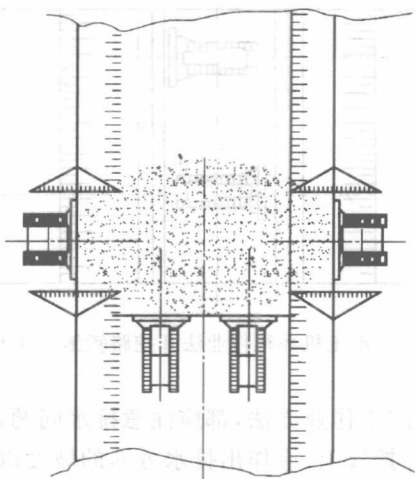


图 1-8 推土机综合作业填筑路堤

2. 开挖路堑

用推土机开挖路堑有两种施工情况,一种是在平地上挖浅路堑;另一种是在山坡上开挖路堑或移挖作填开挖路堑。

(1)平地上两侧弃土,横向开挖路堑。

用推土机横向开挖路堑,其深度在 2 m 以内为宜,如图 1-9 所示。开始推土机以路堑中线为界,向两侧横向按“穿梭”作业法进行,将路堑中挖出的土送至两侧弃土堆,最后,再做专门的清理与平整。如开挖深度超过 2 m ,则需与其他机械配合施工。

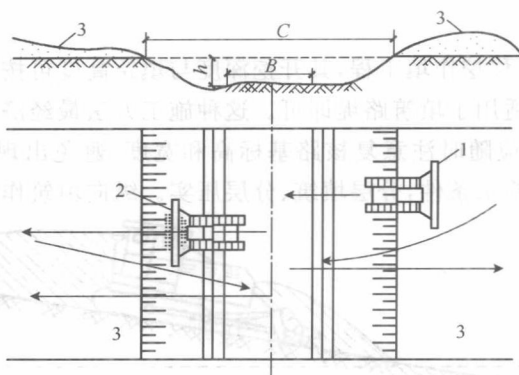


图 1-9 推土机在平地横向开挖路堑施工作业图

1,2—两台推土机采用“穿梭”作业法;3—弃土堆

 h —路堑深度; B —路基宽度; C —路堑宽度

此外,对上述施工作业,推土机也可用环形作业法施工,如图 1-10 所示。施工时推土机可按椭圆形或螺旋形路线运行,这种运行路线可以对弃土堆进行分层平整和压实。

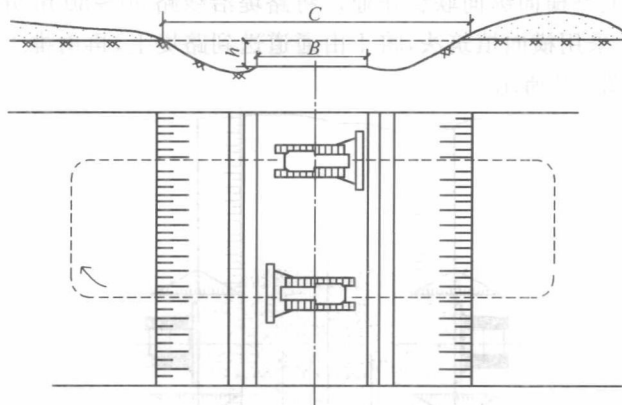


图 1-10 推土机环形作业法开挖路堑施工作业图

不论采用何种开挖路堑和施工作业方法,都应注意排水问题,绝对不允许使路堑的中部下凹,以免积水。在整个路堑的开挖段上,应作出排水方向的坡度以利排水。在接近挖至规定断面时,应随时复核路基的标高和宽度,以免出现超挖或欠挖。通常在挖出路堑的粗略外形后,多采用平地机来整修边坡和边沟。

(2) 纵向开挖山坡路堑。

1) 开挖傍山半路堑。一般多用角铲式推土机进行,开挖时先由路堑边坡上部开始,沿路中线行驶,渐次由上而下,分段分层将土送至坡下填筑路堤处。由于推土机沿山边施工,要特别注意安全。推土机应在坚实稳定的土上行驶,填土时应保持道路内侧低于外侧,行驶纵坡度不要超过推土机的最大爬坡角。

推土机的平面角应根据土的性质来调整。在一、二级土上施工时,可调至 60° ;在三、四级土上施工时,可调至 45° 。推土时用铲刀的右角切入土,使被切下的土沿刀身向外送出。推土机开挖山边半路堑时,如果山坡不大(25° 以下),也可用直铲推土机,但在下坡送土时,最好铲

土数次后,将土堆成堆,最后再将土一起推送到边坡前沿。这样不但可以提高生产率,而且也比较安全。

2)开挖深路堑。开挖深路堑运土填筑路堤施工时,应首先做好准备工作。要在开挖路堑的原地面线顶端各点和填挖相间的零点立起小标杆,同时挖平小丘,使推土机可以进入施工现场。如果推土机能够沿斜坡驶至最高点,则可以由路堑的顶点开始,逐层开挖推送至路堤处。开挖时可用1~2台推土机沿路中心线的平行线进行纵向堆填,如图1-11(a)所示。等路堑挖至其深度的一半时,再用1~2台推土机,横向分层推削路堑斜坡,如图1-11(b)所示。从斜坡上往下推的土仍由下面的推土机送到填土区,这样挖到路堑与路堤全部完成为止。

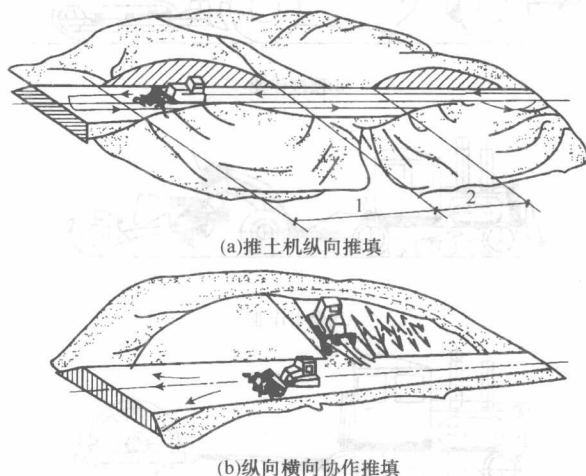


图 1-11 推土机深挖路堑作业

1—挖方区;2—填方区

这种深路堑的开挖顺序,如图1-12所示。而且每层可按槽式推土法开挖,并尽量利用地形做到下坡推土。

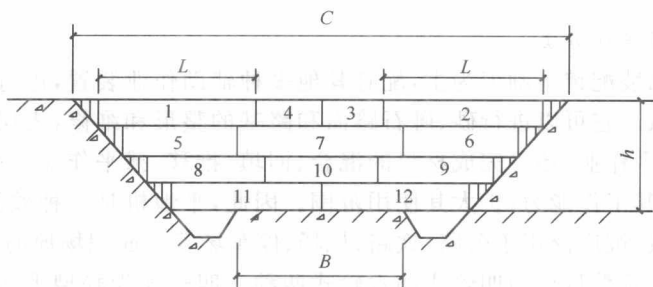


图 1-12 推土机开挖深路堑运行顺序横断面图

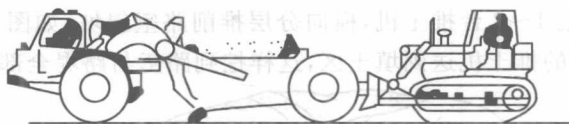
L —一次开挖宽度; B —路基宽度; C —路堑宽度

3. 推土机其他辅助作业

推土机不但可以从事大土方量的工程施工,而且也可以从事其他辅助作业,如图1-13所示。如平整场地和回填土作业。在平整场地时,应选用角铲式推土机,在一、二级土上施工,平面角可调至 60° 。开始平整时,推土机应从已经平整过的相当于设计标高的平坦部位开始,绝对不能在不平的位置处开始平整,否则当推到较远距离时,很容易形成一个斜面。若平整场地

较大,最好分若干小区,再在各小区中选定标高,放平推土机再进行平整。如果场地是松散土,不平度也较小,也可用直铲式推土机,将铲刀送放在地面上,以倒驶的方法拖平。总之在场地平整中,不论是前进还是倒驶拖平,均应随时注意分块比平,以便随时纠正。

推土机进行涵洞回填时,也应选用角铲式推土机。回填时从涵洞的两侧交替推土,并尽可能地分层进行,以免压裂涵管。如用直铲式推土机回填,推土机驶离卸土位置时不要提升铲刀,应顺势后拖,顺便摊平土堆。当涵洞上面填土高过1 m后,方可在涵洞上行驶。



(a) 顶推作业



(b) 牵引作业



(c) 牵引作业

图 1-13 推土机助推和拖挂作业

二、平地机

(一) 平地机的用途和分类

平地机是一种以装配铲土刮刀为主,配有其他多种辅助作业装置,进行土的切削、刮送和整平作业的工程机械。它可以进行砂、砾石路面和路基的整形和维修,表层土或草皮的剥离,挖沟,修刮边坡等整平作业,还可完成材料的混合、回填、推移、摊平作业。平地机配以辅助装置,可以进一步提高其工作能力,扩大其使用范围。因此,平地机是一种效能高、作业精度好、用途广泛的施工机械,被广泛用于公路、铁路、机场、停车场等大面积场地的整平作业。

平地机按行走车轮数目分为四轮式和六轮式两种。四轮式为轻型平地机,六轮式为大中型平地机。

平地机按转向方式分为前轮转向式、全轮转向式和铰接转向式三种。

平地机还可按车轮对数或轴数进行分类,其表示方法为:车轮总对数(或轴数)×驱动轮对数(或轴数)×转向轮对数(或轴数)。六轮的有 $3 \times 2 \times 1$ (前轮转向,中后轮驱动), $3 \times 3 \times 1$ (前轮转向,全轮驱动), $3 \times 3 \times 3$ (全轮转向,全轮驱动);四轮的有 $2 \times 1 \times 1$ (前轮转向,后轮驱动), $2 \times 2 \times 2$ (全轮转向,全轮驱动)。平地机驱动轮数越多,在工作中所产生的附着牵引力越大;转向轮数越多,机械的转弯半径越小。所以上述几种形式中以 $3 \times 3 \times 3$ 型性能最好,大中型自行式平地机多采用这种形式,且大多采用铰接式机架,具有更小的转弯半径,其机动灵活性也

更好。

平地机还可按刮刀长度或发动机功率分为轻、中、重型三种。

平地机按工作装置(刮刀)和行走装置的操作方法,可分为机械操纵和液压操纵两种。目前,平地机多采用液压操纵。

平地机机型编号的第一个字母为P,第二个字母Y表示液压式,后面的数字表示发动机功率。例如,PY180表示功率为180 kW的液压平地机。

(二)平地机的构造

平地机主要由发动机、传动系统、行走装置、转向装置、车架、工作装置、液压操纵的倾斜机构、操纵系统及电器系统等组成。如图1-14所示为平地机外形图。

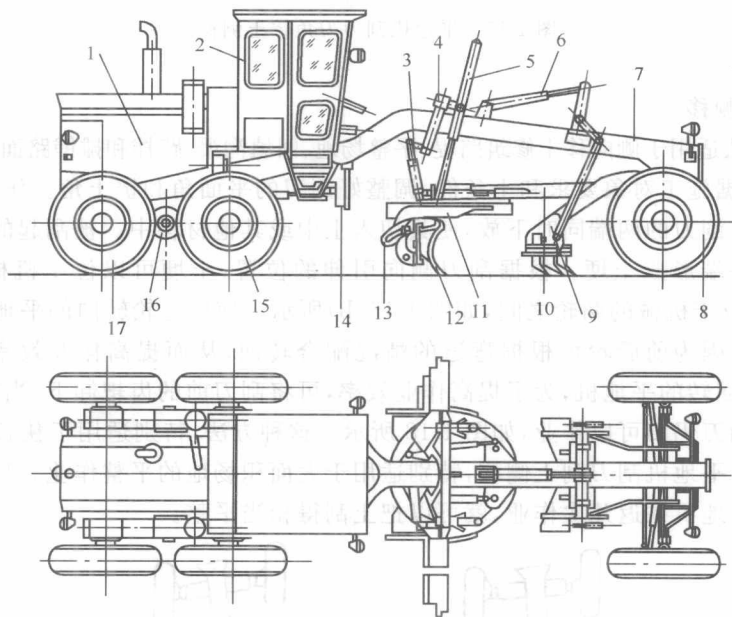


图 1-14 平地机外形图

- 1—发动机;2—驾驶室;3—牵引架引出油缸;4—摆架机构;
5—升降油缸;6—松土器收放油缸;7—车架;8—前轮;9—松土器;
10—牵引架;11—回转圈;12—刮刀;13—角位器;14—传动系统;15—中轮;16—平衡箱;17—后轮

(三)平地机的基本作业方法

平地机常用的四大基本功能,即刮刀刀角铲土侧移、刮刀刮土侧移、刮土直移、机外刮土。

1. 刮刀刀角铲土侧移

这种作业方法适用于开挖边沟,并利用开挖的土修整路基断面或填筑低路堤。作业时,应首先根据土的性质调整好刮刀的铲土角和平面角,平地机以低速挡前进,使刮刀的前端下降、后端升起,形成较大的倾斜角切土,如图1-15(a)所示。被铲起的土沿刀身外移,铺于左右轮之间。在运行过程中,根据刮刀阻力大小,可适当调整切土深度,每次调整量不宜太大,以免开挖后的边沟产生波浪形纵断面,给下一个行程作业造成困难。

为了便于掌握平地机的方向,刮刀的前端应正对前轮之后,遇到特殊情况,也可将刮刀前端置于机身外。但必须注意,此时刮出的土也应卸于前轮内侧,如图1-15(b)所示,避免后轮压上,影响平地机的牵引力的发挥。