

新世纪高职高专土建类系列教材

建筑施工技术

李继业 主 编

陈守兰 刘念华 副主编
段绪胜 井国茂

科学出版社

2001 ·

内 容 简 介

本书为《新世纪高职高专土建类系列教材》之一。本书主要介绍建筑施工技术,内容包括土方工程、深基础工程、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、预应力混凝土工程、脚手架工程、结构安装工程、升板工程、防水工程、建筑装饰工程和砌体工程等。本书对建设部在“九五”及今后推广的十项施工新技术均有介绍。

本书可作为高职高专土建类专业教材,亦可作为土建类本科生参考教材及建筑施工技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/李继业主编. —北京:科学出版社,2001
(新世纪高职高专土建类系列教材)
ISBN 7-03-009498-0

I. 建… II. 李… III. 建筑工程—工程施工—技术—高等学校:技术学校—教材 N. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年8月第一版 开本:720×1000 B5

2001年8月第一次印刷 印张:39 3/4

印数:1—5 000 字数:761 000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

前 言

本书按照先进性、针对性、地区性和规范性的原则,突出理论与实践的有机结合,重点介绍了建筑工程中的主要施工技术、基本操作方法;并在参考有关资料和教材的基础上,介绍了许多近10年来我国在建筑工程上比较成熟的新知识、新理论、新成果、新工艺。

本书具有应用性知识突出、可操作性较强、通俗易懂、重点突出等特点,尤其适用于高职高专土建类学生的学习,也适用于建筑工程施工第一线人员的自学,使用价值较高。因此,本书既可以作为高职高专土建类有关专业的教材,也可以作为建筑工程类培训的教材,还可以作为建筑施工技术人员的技术参考书。

本书由李继业担任主编并负责统稿,由陈守兰、刘念华、段绪胜、井国茂担任副主编,袁兴信、周翠玲、郭志、鲁亚波、葛科参加了编写。具体分工为:李继业撰写第五章;陈守兰撰写第九章、第十章;刘念华撰写第十三章;段绪胜撰写第八章、第十二章;井国茂撰写第六章;袁兴信撰写第三章、第七章;周翠玲撰写第四章;郭志撰写第十一章;鲁亚波撰写第二章;葛科撰写第一章。

本书由山东科技大学王连国副教授(博士)担任主审,他对本书提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

第一章 土方工程

本章介绍了土的工程分类及其与施工有关的性质;场地平整的规划设计、土方量计算的基本方法、土方调配和施工;降低地下水位的方法、边坡稳定、支护结构设计和基坑开挖;土方的填筑与压实。

土方工程是建筑施工中主要工程之一。它一般包括场地平整、基坑(槽)开挖、地坪填土、路基填筑及基坑回填等。所以土方工程施工过程中的主要工作有:开挖、运输、填筑与夯实,以及降低地下水位和土壁支撑等辅助性工作。

土方工程的工程量大,劳动繁重,施工工期长。因此,为了减轻繁重的劳动强度、提高生产效率、缩短施工工期、降低工程成本,在组织施工时,应尽可能采用机械化施工。此外,土方工程施工条件复杂,其施工的难易程度,直接受地形、地质、水文、施工季节及施工环境等因素的影响。所以,施工前应深入调查,详尽地掌握以上各种资料,根据该工程的特点和规模,拟订合理的施工方案及其相应的技术措施组织施工。

土的种类繁多,其分类方法也很多,在土方工程施工中,根据土的开挖难易程度将土分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石及特坚石等八类。

自然状态下的土称为原状土,开挖后土粒松散,体积增大,如再将其用以回填,虽经压实但仍不能恢复至原状土相同的体积,土的这种经扰动而体积改变的性质称之为可松性。可松性的程度用可松性系数表示如下:

$$K_s = \frac{V_2}{V_1}; K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1.1)$$

式中: K_s ——最初可松性系数;

K'_s ——最终可松性系数;

V_1 ——原状土的体积;

V_2 ——土经开挖后的松散体积;

V_3 ——土经回填压实后的体积。

土的最初可松性系数及最终可松性系数见表 1.1。由于土方工程量是以自然

表 1.1 土的可松性系数

土的类别	K_s	K'_s
一类土	1.08~1.17	1.01~1.03
二类土	1.14~1.24	1.02~1.05
三类土	1.24~1.30	1.04~1.07
四类土	1.26~1.45	1.06~1.20
五类土	1.30~1.50	1.10~1.30
六类土	1.45~1.50	1.28~1.30

状态的体积来计算的,所以土的可松性对场地平整、土方量的平衡调配,确定运土机具数量以及计算填方所需的挖方体积等均有直接影响。

1.1 场地平整

场地平整就是将天然地面改造成我们所要求的设计平面。在目前总承包施工中,三通一平的工作往往由施工单位实施,因此场地平整也成为开工前的一项工作内容。场地平整前,要进行场区竖向规划设计,计算挖方和填方的工程量,确定挖方和填方的平衡调配方案,然后根据工程规模、施工期限、现有条件,选择土方机械,拟定施工方案。

1.1.1 场区竖向规划设计

场地设计标高是进行场地平整和土方量计算的依据,也是总体规划和竖向设计的依据。合理地确定场地的设计标高,对减少土方量,节约土方运输费用,加快施工进度等都有重要的经济意义。选择设计标高时应考虑以下因素:

- (1) 满足生产工艺和运输的要求。
- (2) 尽量利用地形,使场内挖填平衡,以减少土方运输费用。
- (3) 有一定泄水坡度($\geq 2\%$),满足排水要求。
- (4) 考虑最高洪水位的影响。

场地设计标高一般应在设计文件上规定,若设计文件没有规定时,可按下述步骤和方法确定。

1. 初步计算场地设计标高

首先将场地的地形图根据要求的精度划分成边长为 $10\sim 40\text{m}$ 的方格网,见图 1.1(a)。在各方格左上角逐一标出其角点的编号。然后求出各方格角点的地面标

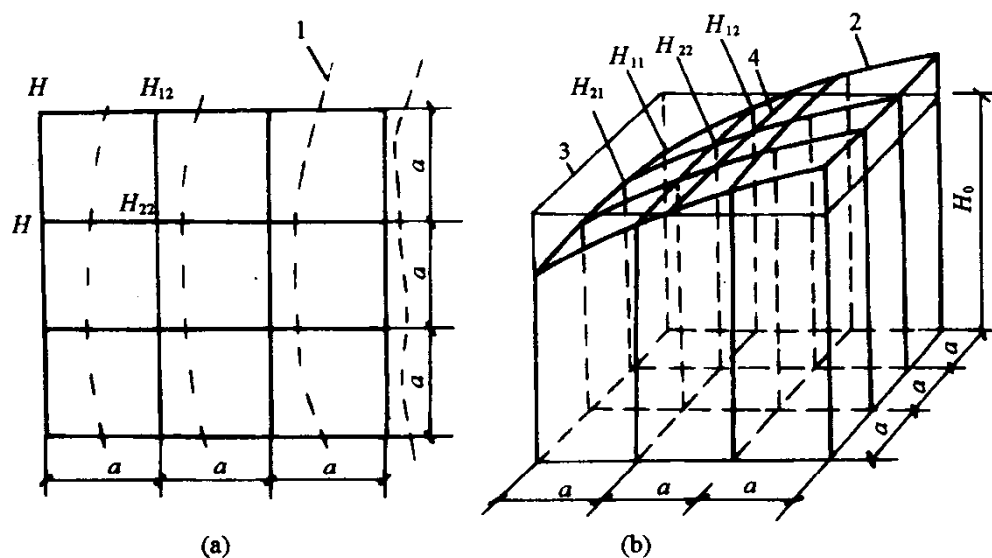


图 1.1 场地设计标高计算示意图

(a)方格网划分;(b)场地设计标高示意图

1. 等高线;2. 自然地面;3. 设计标高平面;4. 自然地面与设计标高平面的交线(零线)

高,标于各方格的左下角。地形平坦时,可根据地形图上相邻两等高线的标高,用插入法求得。地形起伏较大或无地形图时,可在地面用木桩打好方格网,然后用仪器直接测出。

单纯平整性的设计标高,一般是按场地内土方的平整前及平整后相等,即挖填平衡的原则按下式计算,如图 1.1(b)所示。

$$H_0 n a^2 = \sum (a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4})$$

$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4n}$$

式中: a ——方格边长;

n ——方格数;

$H_{11} \cdots H_{22}$ ——任一方格各个角点标高。

从图 1.1(a)中可见, H_{11} 系一个方格的角点标高, H_{12} 及 H_{21} 系相邻两个方格的公共角点标高,而 H_{22} 系相邻四个方格的公共角点标高。如果将所有方格的四个角点标高相加,则类似 H_{12} 的角点标高需加两次,而类似 H_{22} 的角点标高要加四次,所以上式可改写成下列的形式:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4n} \quad (1.2)$$

式中: H_1 ——一个方格仅有的角点标高;

H_2 ——两个方格共有的角点标高;

H_3 ——三个方格共有的角点标高;

H_4 ——四个方格共有的角点标高。

2. 场地设计标高的调整

1) 土的可松性影响。

由于土具有可松性,按理论计算出的 H_0 进行施工,填土会有剩余,需相应地提高设计标高。如图 1.2 所示。若 Δh 为土的可松性引起设计标高的增加值,则设计标高调整后的总挖方体积 V'_w 应为

$$V'_w = V_w - F_w \cdot \Delta h$$

总填方体积应为

$$V'_T = V_T + F_T \cdot \Delta h$$

而

$$V'_T = V'_w \cdot K'_S$$

所以

$$V_T + F_T \cdot \Delta h = (V_w - F_w \cdot \Delta h) K'_S$$

移项整理得 $\Delta h = \frac{V_w K'_S - V_T}{F_T + F_w K'_S}$ 。当 $V_w = V_T$ 时,上式化为

$$\Delta h = \frac{V_w (K'_S - 1)}{F_T + F_w K'_S} \quad (1.3)$$

故考虑土的可松性后,场地设计标高应调整为

$$H'_0 = H_0 + \Delta h \quad (1.4)$$

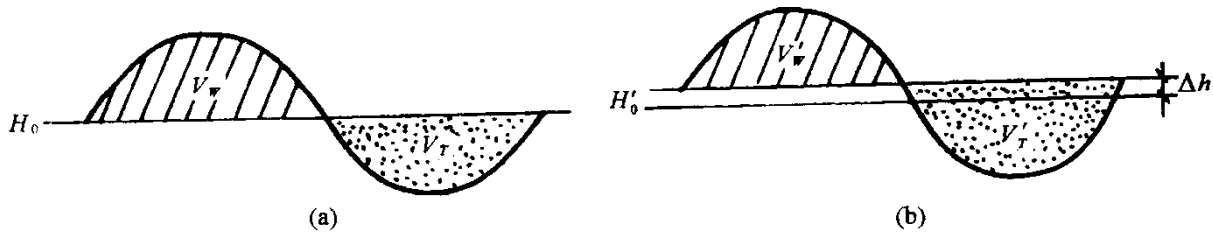


图 1.2 设计标高调整计算示意图

2) 由于设计标高以上的各种填方工程的用土量或设计标高以下的各种挖方工程的挖土量的影响,以及经过经济比较而将部分挖方就近弃土于场外(弃土),或部分填方就近从场外取土(借土),都会导致设计标高的降低或提高。因此必要时,亦需重新调整设计标高。

3) 泄水坡度的影响。

按上述计算和调整后的场地设计标高,平整后场地是一个平面。但实际上由于排水的要求,场地表面需要有一定的泄水坡度,其大小应符合设计规定。因此,在计算的 H_0 (或经调整后的 H'_0) 基础上,要根据场地要求的泄水坡度(单向泄水或双向泄水),最后计算出场地内各方格角点实际施工时的设计标高。

单向泄水时,以计算出的实际标高 H_0 (或调整后的设计标高 H'_0) 作为场地中心线的标高。场地内任意一个方格角点的设计标高为

$$H_n = H_0(H'_0) \pm l \cdot i \quad (1.5)$$

式中: l ——该方格角点距场地中心线的距离(m);

i ——场地泄水坡度(不小于 2‰)。例如:图 1.3(a)中场地内角点 10 的设计标高为 $H_{10} = H_0 - 0.5 \cdot a \cdot i$ 。

当场地表面为双向泄水时,设计标高的求法原理与单向泄水坡度时相同。场地内任意一个方格角点的设计标高为

$$H_n = H_0(H'_0) \pm l_x \cdot i_x \pm l_y \cdot i_y \quad (1.6)$$

式中: l_x, l_y ——该点于 $x-x, y-y$ 方向上距场地中心线的距离(m);

i_x, i_y ——场地在 $x-x, y-y$ 方向上的泄水坡度。例如,图 1.3(b)中场地内角点 10 的设计标高, $H_{10} = H_0 - 0.5a \cdot i_x - 0.5a \cdot i_y$ 。

1.1.2 场地平整土方量计算

场地平整土方量的计算方法,通常有方格网法和断面法两种。当场地地形较为平坦时宜采用方格网法;当场地地形起伏较大,断面不规则时,宜采用断面法。

1. 方格网法

方格边长一般取 10m、20m、30m、40m 等。根据每个方格角点的自然地面标高

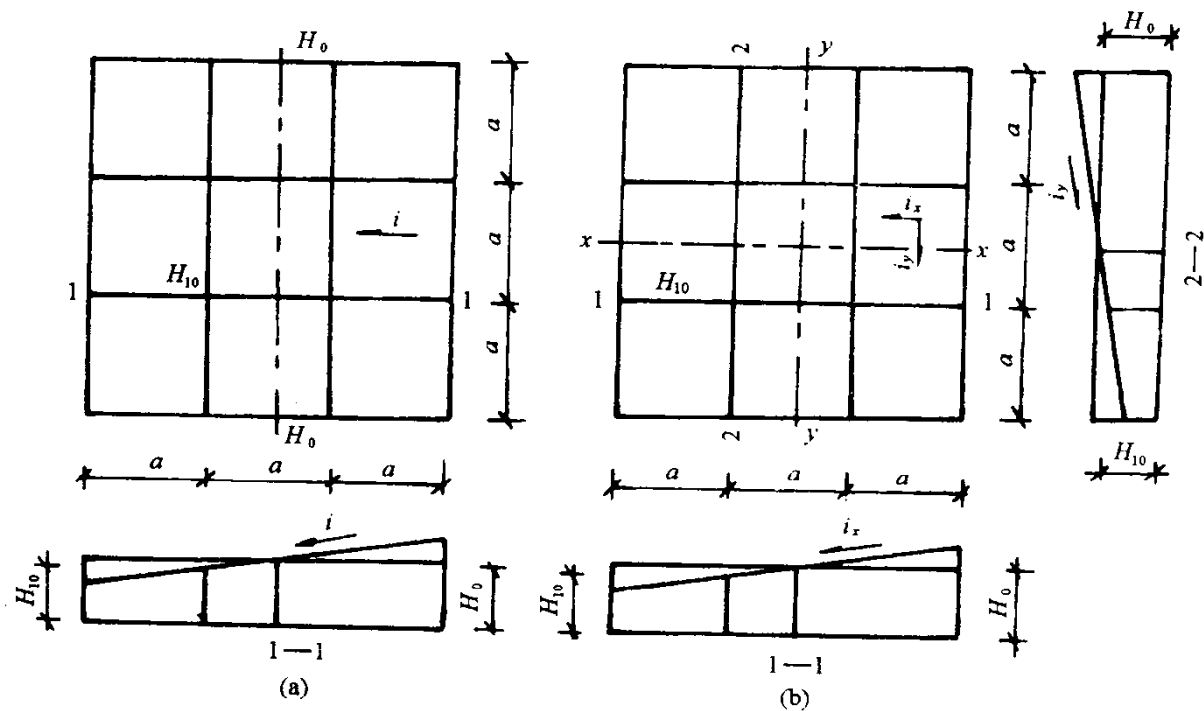


图 1.3 场地泄水坡度示意图

(a)单向排水;(b)双向排水

和设计标高,算出相应的角点挖填高度,然后计算出每一个方格的土方量,并算出场地边坡的土方量,这样即可求得整个场地的填、挖土方量。其具体步骤如下:

(1)计算场地各方格角点的施工高度

各方格角点的施工高度即需要挖或填的高度,可按下式计算:

$$h_n = H_n - H \quad (1.7)$$

式中: h_n ——角点的施工高度,以“+”为填,“-”为挖;

H_n ——角点的设计标高;

H ——角点的自然地面标高。

(2)确定零线

当同一方格的四个角点的施工高度同号时,该方格内的土方则全部为挖方或填方,如果同一方格中一部分角点的施工高度为“+”,而另一部分为“-”时,则此方格中的土方一部分为填方,另一部分为挖方。挖、填方的分界线,称为零线,零线上的点不填不挖,称之为不开挖点或零点。确定零线时,要先确定方格边线上的零点,位置可按下式计算(见图 1.4)

$$x = \frac{ah_A}{h_A + h_B} \quad (1.8)$$

式中: x ——零点距角点 A 的距离;

a ——方格边长;

h_A, h_B ——相邻两角点 A 与 B 的填挖施工高度,以绝对值代入。

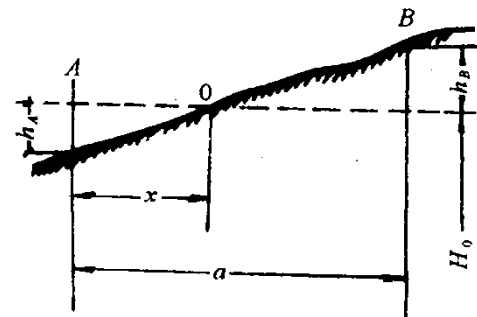


图 1.4 零点位置计算

将方格网中各相邻的零点连接起来,即为不开挖的零线。零线将场地划分为挖方范围和填方范围两部分。

(3)计算场地方格挖填土方量

场地各方格土方量的计算,一般有下列四种类型,可采用四角棱柱体的体积计算方法。

1)方格四个角点全部为填方(或挖方),如图 1.5 所示,其土方量为

$$V = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1.9)$$

2)方格的相邻两角点为挖方,另两角点为填方,如图 1.6 所示,其挖方部分的土方量为

$$V_{1,2} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_1^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1.10)$$

填方部分的土方量为

$$V_{3,4} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_4^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_3^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1.11)$$

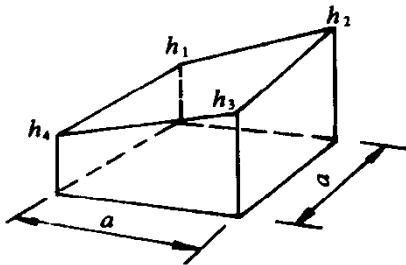


图 1.5 全挖(全填)方格

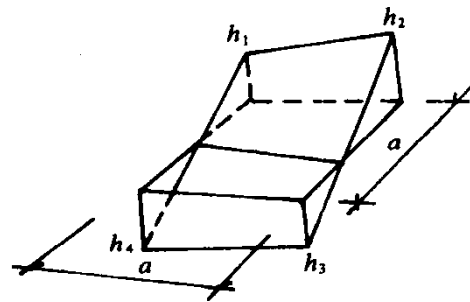


图 1.6 两挖两填方格

3)方格的三个角点为挖方,另一个角点为填方,或者相反时,如图 1.7 所示。其填方部分土方量为

$$V_4 = \frac{a^2}{6} \frac{h_4^3}{[(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)]} \quad (1.12)$$

挖方部分土方量为

$$V_{1,2,3} = \frac{a^2}{6} (2h_1 + h_2 + 2h_3 - h_4) + V_4 \quad (1.13)$$

4)方格的一个角点为挖方,相对角点为填方,另两个角点为零点时,如图 1.8

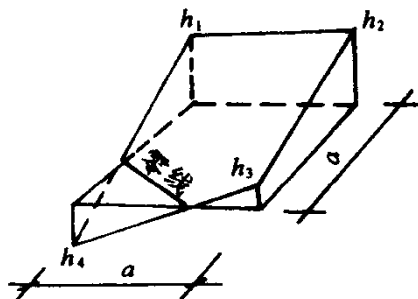


图 1.7 三挖一填(或三填一挖)方格

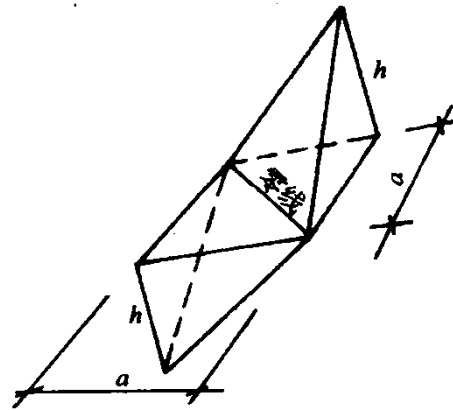


图 1.8 一挖一填方格

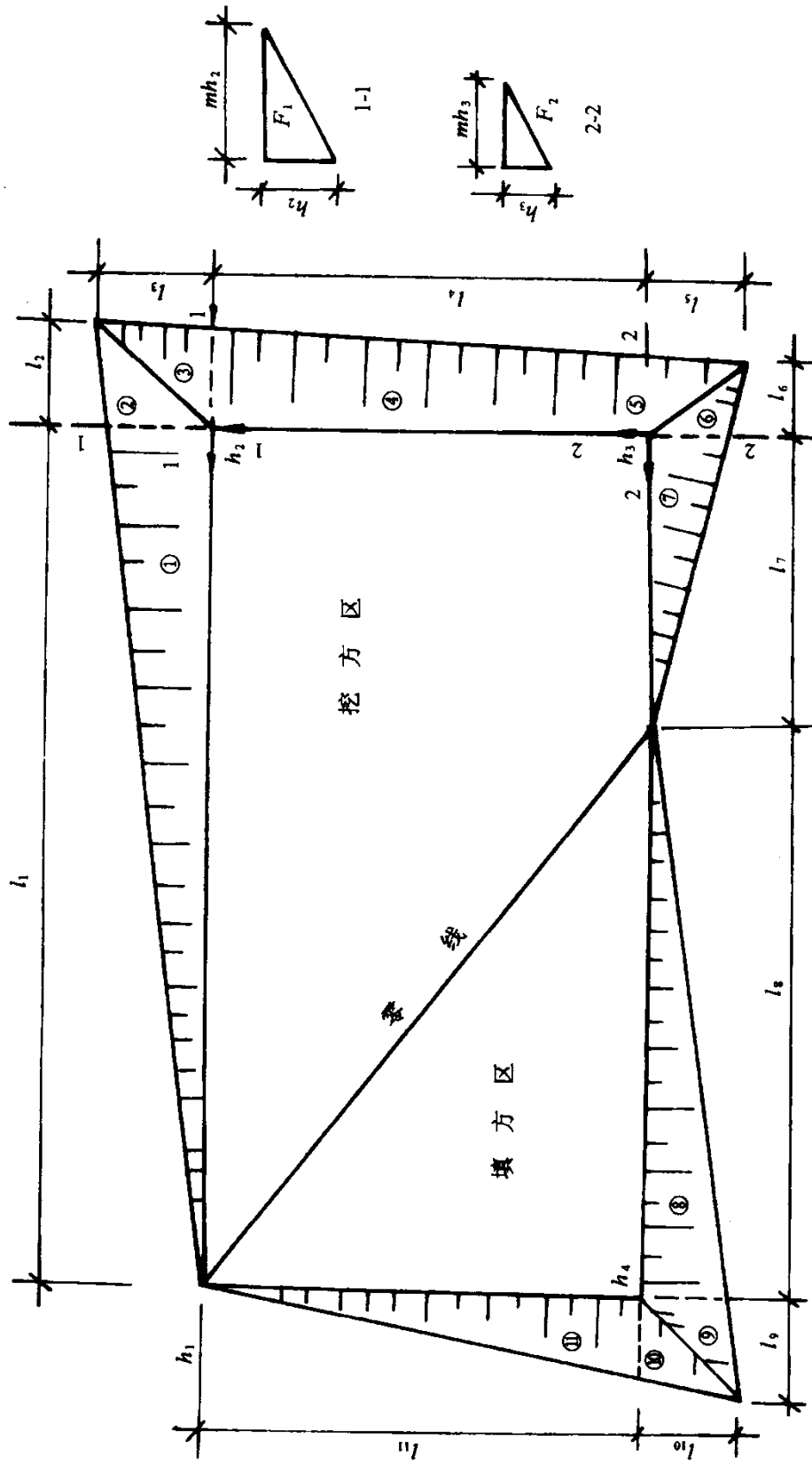


图 1.9 场地边坡平面图

所示,其挖(填)方土方量为

$$V = \frac{a^2}{6}h \quad (1.14)$$

必须指出,以上的计算公式是根据平均中断面的近似公式推导而得,当方格中地形不平时误差较大,但计算简单,目前用人工计算土方量时多用此法。为提高计算精度,也可将方格网按等高线走向再划成三角棱柱体进行计算,此法计算工作量太大,一般适宜用电子计算机计算土方量,在此不作赘述。

(4)计算场地边坡土方量

在场地平整施工中,沿着场地四周都需要作成边坡,以保持土体稳定,保证施工和使用的安全。边坡土方量的计算,可先把挖方区和填方区的边坡画出来,然后将边坡划分为两种近似的几何形体,如三角棱柱体或三角棱锥体(见图 1.9),分别计算其体积,求出边坡土方的挖、填土方量。

1)棱锥体边坡体积。

例如,图 1.9 中的①,其体积为

$$V_1 = \frac{1}{3}F_1l_1 \quad (1.15)$$

式中: l_1 为边坡①的长度; F_1 为边坡①的端面积。

2)三角棱柱体边坡体积。

例如,图 1.9 中的④,其体积为

$$V_4 = \frac{F_1 + F_2}{2}l_4 \quad (1.16)$$

在两端横断面面积相差很大的情况下,则

$$V_4 = \frac{l_4}{6}(F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1.17)$$

2. 断面法

沿场地取若干个相互平行的断面(当精度要求不高时,可利用地形图定出,若精度要求较高,应实地测量定出),将所取的每个断面(包括边坡断面)划分为若干个三角形和梯形(见图 1.10),则面积

$$f_1 = \frac{h_1d_1}{2}; f_2 = \frac{(h_1 + h_2)d_2}{2}, \dots$$

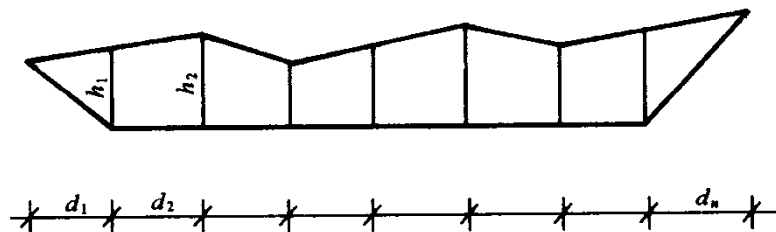


图 1.10 断面法示意图

某一断面面积为

$$F_i = f_1 + f_2 + \cdots + f_n$$

若 $d_1 = d_2 = \cdots = d_n = d$, 则

$$F_i = d(h_1 + h_2 + \cdots + h_{n-1})$$

设各断面面积分别为 F_1, F_2, \cdots, F_m , 相邻两断面间的距离依次为 L_1, L_2, \cdots, L_m , 则所求土方体积为

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L_1 + \frac{F_2 + F_3}{2} L_2 + \cdots + \frac{F_{m-1} + F_m}{2} L_{m-1} \quad (1.18)$$

可见, 用此法计算土方量时, 边坡土方量已包括在内。

1.1.3 土方调配

土方工程量计算完成以后就可进行土方的调配。土方调配, 就是对挖方的土需运至何处(利用或堆弃), 填方所需的土应取自何方, 进行综合协调处理。其目的是在土方运输量最小, 或土方运输费用最小的条件下, 确定挖填方区土方的调配方向、数量及平均运距; 从而缩短工期, 降低成本。

土方调配工作的内容主要包括: 划分调配区; 计算土方调配区之间的平均运距; 选择最优的调配方案及绘制土方调配图表。

1. 土方调配的原则

(1) 应力求达到挖、填平衡和运距最短。但实际工程中往往难以同时满足上述两个要求, 因此, 有时可根据场地和周围地形条件, 考虑在填方区周围就近取土或在挖方区周围就近弃土, 这样反而更加经济合理。

(2) 应考虑近期施工和后期利用相结合。当工程分批分期施工时, 先期工程的土方余额应结合后期工程的需要, 考虑其利用的数量和堆放位置, 以便就近调整。堆放位置应为后期工程创造良好的工作面和施工条件, 力求避免重复挖运。

(3) 应分区与全场相结合。分区土方的余额或欠额的调配, 必须配合全场性的土方调配进行, 不可只顾局部的平衡而妨害全局。

(4) 土方调配还应尽可能与大型地下建筑物的施工相结合。如大型建筑物位于填土区时, 应将部分填土区予以保留, 待基础施工之后再行填土, 以避免土方的重复挖、填和运输。

2. 土方调配的程序

(1) 划分调配区

在场地平面图上先划出挖、填方区的分界线(即零线), 然后在挖、填方区适当划出若干调配区。调配区的划分应与建筑物的平面位置及土方工程量计算用的方格网相协调, 通常可由若干个方格组成一个调配区。同时, 还应满足土方及运输机械的技术要求。例如, 调配区的范围应大于或等于机械的铲土长度。当土方运距较大或场地范围内土方不平衡时, 可根据附近地形, 考虑就近借土或就近弃土, 这时

一个借土区和一个弃土区都可作为一个独立的调配区,见图 1.11。

(2)计算各调配区的土方量,并标明在调配图(见图 1.11)上

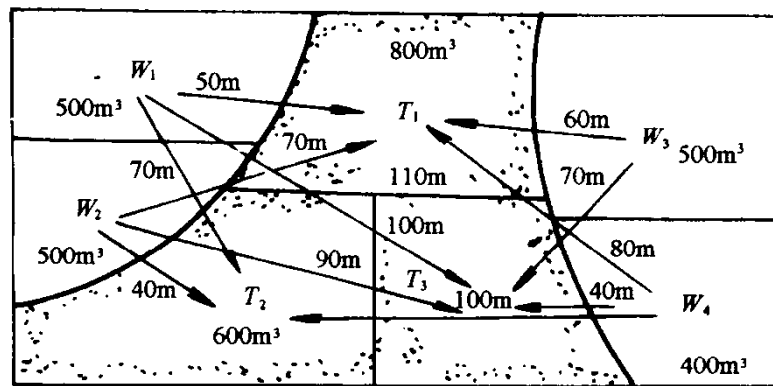


图 1.11 挖填分区及土方量分布图(图中土方量单位为 100m^3)

(3)计算各挖、填方调配区之间的平均运距

当用铲运机或推土机平土时,挖方调配区和填方调配区土方重心之间的距离,通常就是该挖、填方调配区之间的平均运距。因此求平均运距,需先求出每个调配区的重心。其方法如下:

取场地或方格网中的纵横两边为坐标轴,分别求出各调配区土方的重心位置,即

$$\bar{X} = \frac{\sum V_i x_i}{\sum V_i}; \bar{Y} = \frac{\sum V_i y_i}{\sum V_i} \quad (1.19)$$

式中: \bar{X}, \bar{Y} ——挖方调配区或填方调配区的重心坐标;

V_i ——每个方格的土方量;

x_i, y_i ——每个方格的重心坐标。

为了简化 x_i, y_i 的计算,可假定每个方格上的土方是各自均匀分布的,从而可用图解法求出形心位置以代替重心位置。

重心位置求得后,可用下式计算挖、填方调配区的平均运距:

$$L = \sqrt{(\bar{X}_w - \bar{X}_T)^2 + (\bar{Y}_w - \bar{Y}_T)^2} \quad (1.20)$$

也可将重心位置标于相应的调配区图上,然后用比例尺量出每对调配区之间的平均运距。

当挖、填方调配区之间的距离较远,采用汽车,自行式铲运机或其他运土工具沿工地道路或规定线路运土时,其运距应按实际情况进行计算。

(4)确定土方调配的初始方案

以挖方区与填方区土方调配保持平衡为原则,采用“最小元素法”来确定土方调配的初始方案,见表 1.2。

表 1.2 初始调配方案

挖方区	填方区			挖方量(100m ³)
	T ₁	T ₂	T ₃	
W ₁	50 500	70 ×	100 ×	500
W ₂	70 ×	40 500	90 ×	500
W ₃	60 300	110 100	70 100	500
W ₄	80 ×	100 ×	40 400	400
填方量(100m ³)	800	600	500	1900 1900

(5)确定土方调配的最优方案

利用“最小元素法”确定的初始方案优先考虑就近调配,所以求得的总运输量是较小的,但这并不能保证其总运输量是最小的。因此,还需确定最优调配方案。一般采用的是“闭回路法”或“位势法”。最后确定的最优方案见表 1.3。

表 1.3 最优调配方案

位势数 挖方区	填方区	T ₁	T ₂	T ₃	挖方量 (100m ³)
		v ₁ =50	v ₂ =70	v ₃ =60	
W ₁	u ₁ =0	50 400	70 100	100 +	500
W ₂	u ₂ =-60	70 +	40 500	90 +	500
W ₃	u ₃ =10	60 400	110 +	70 100	500
W ₄	u ₄ =-20	80 +	100 +	40 400	400
填方量(100m ³)		800	600	500	1900

(6)绘出土方调配图

确定土方调配的最优方案后,即可绘出土方调配图以指导土方工程施工。土方调配图见图 1.12。

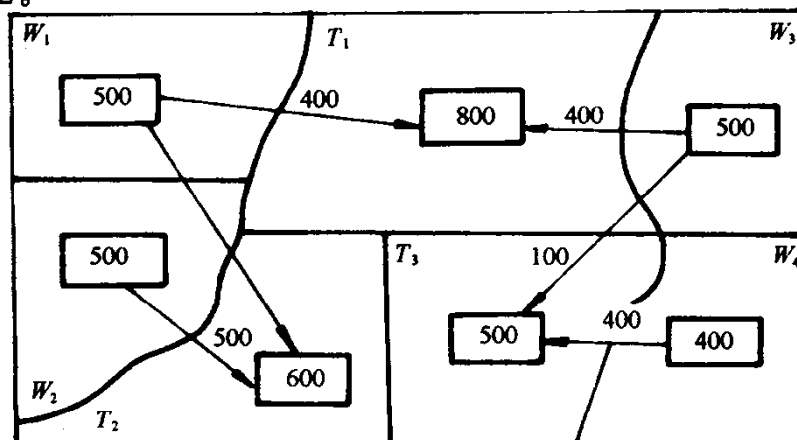


图 1.12 土方调配图

总之,进行土方调配,必须根据现场具体情况、有关技术资料、进度要求、土方施工方法,综合考虑上述原则和要求,并经过计算比较,选择出经济合理的调配方案。

1.1.4 场地平整施工机械

场地平整施工包括土方开挖、运输、填筑与压实等。由于工程量大,劳动繁重,施工时,应尽可能采用机械化,半机械化施工,以减轻繁重的体力劳动,加快施工进度。场地平整施工中常用的施工机械有推土机和铲运机,本节主要介绍它们的施工作业方式和应用。

1. 推土机施工

推土机是一种在拖拉机上装有推土铲刀等工作装置而成的土方机械。按行走机构的形式,推土机可分为履带式 and 轮胎式两种,履带式推土机附着牵引力大,接地压力小,但机动性比轮胎式推土机差。按推土铲刀的操纵方式不同,可分为索式和液压式两种,索式推土机的铲刀依靠本身自重切入土中,而液压式推土机是用液压操纵,能使铲刀强制切入土中,切土深度比较大,此外还可以调整铲刀的切土角度,具有更大的灵活性。因此,液压式推土机目前更为常用。

推土机的特点是:可以独立完成铲土、运土及卸土三种作业,操作灵活,运转方便,所需工作面较小,行驶速度较快,易于转移,可爬 30° 左右的缓坡,因此应用较广。主要适用于一~三类土的浅挖短运,例如施工场地的清理与平整,深度不大的基坑的开挖及回填。此外,在推土机后面还可牵引其他无动力的土方机械,如拖式铲运机、松土机及羊足碾等进行土方其他作业。推土机的推运距离应在100m以内,运距过远,土将从推土铲刀的两侧流失过多,大大影响其工作效率。当推运距离在30~60m时是比较理想的。

推土机的生产效率主要取决于推土铲刀前推运的土壤体积、切土、推运、回程等工作的循环时间。所以,为了减少推土过程中土的散失,提高推土机的生产效率,常采取以下施工方法。

(1) 下坡推土法

推土机顺地面坡度沿下坡方向开行切土,推运,这样可借助机械本身的重力作用,增大切土深度和运土数量,缩短铲土时间。一般可提高生产率30%左右,但推土坡度不宜超过 15° ,否则推土机后退爬坡困难。

(2) 并列推土法

平整大面积的场地时,可用2~3台推土机并列推土。铲刀相距30cm左右,这样可以增大推土量,减少土的散失。但平均运距不宜超过50~75m,不宜小于20m,且推土机数量不宜超过3台,否则行驶不一致反而影响生产效率的提高。

(3) 槽形推土法

当推运距离较远且挖土层较厚时,推土机可重复多次在一条作业线上切土和

推运,使地面逐渐形成浅槽这样就可减少推土铲刀前土的散失,增加推土量。

(4)多铲集运法

在较硬的土层中,铲刀切土深度较小,宜采取多次铲土,将每次铲起的少量土先聚集在一个中间地点,再一次将其全部推运的方法,以便在铲刀前保持满载,有效利用推土机的功率,缩短推运时间,提高生产率。

2. 铲运机施工

铲运机按行走方式可分为拖式铲运机和自行式铲运机两种。见图 1.13 和图 1.14。按铲斗的升降操纵系统的不同拖式铲运机又可分为索式和油压式两种。其运距在 300m 左右时生产效率最高,最大运距不宜超过 800m。自行式铲运机的行驶和工作都靠本身的动力装置,可适用于稍长距离的挖运,一般在 800~1500m 范围最好,最大运距不宜超过 3500m。

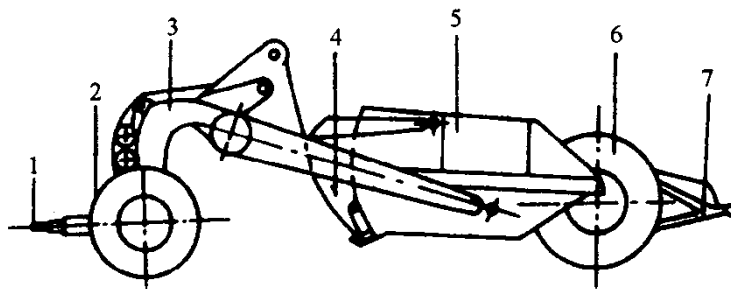


图 1.13 C₅-6 型拖式铲运机

1. 拖把; 2. 前轮; 3. 轱架; 4. 斗门; 5. 铲斗; 6. 后轮; 7. 尾架

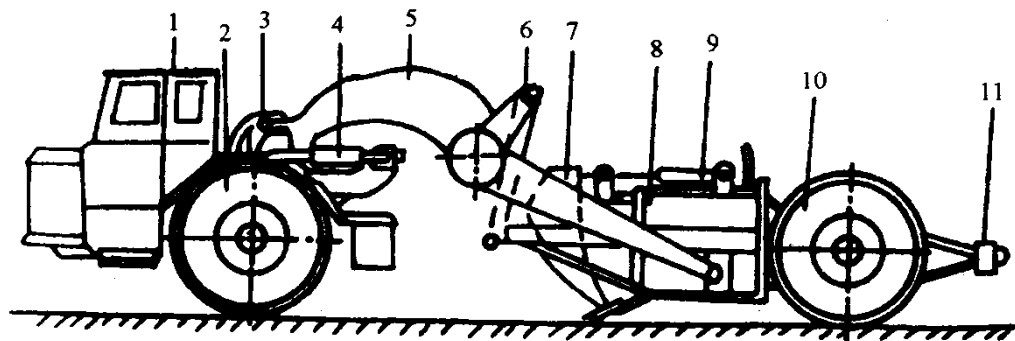


图 1.14 C₄-7 型自行式铲运机

1. 驾驶室; 2. 前轮; 3. 中央框架; 4. 转向油缸; 5. 轱架; 6. 提斗油缸;
7. 斗门; 8. 铲斗; 9. 斗门油缸; 10. 后轮; 11. 尾架

铲运机的特点是:能够独立完成铲土、运土、卸土、填筑、整平等多项工作。对行驶道路要求低,行驶速度快,操纵灵活,易于控制运行路线,生产效率高。一般适用于一~三类土的直接挖运,对于硬土需用松土机预松后再挖。所挖土的含水量以不大于 27%为宜,否则卸土困难。不适于在砾石层、冻土地带及沼泽区施工。

(1)铲运机的开行路线

铲运机由挖土至卸土运行的循环路线称之为开行路线,应根据挖、填方区的分布预先合理选择,因为开行路线选择的合理与否将直接影响生产效率。铲运机的开行路线一般有以下几种:

1) 环行路线。

对于地形起伏不大,而施工地段又较短和填方不高的场地平整工程宜采用图 1.15(a),(b)所示的环行路线。环行路线每一循环只完成一次铲土和卸土,挖土和填土交替。当挖填交替,且互相距离又较短时,则可采用大环行路线,见图 1.15(c)。优点是每一循环可以完成两次或多次铲卸作业,减少了铲运机的转弯次数,从而提高工作效率。采用环行路线,铲运机定向转弯会造成机件单侧磨损,所以需要每隔一定时间变换铲运机的运行方向,避免始终向一侧转弯。

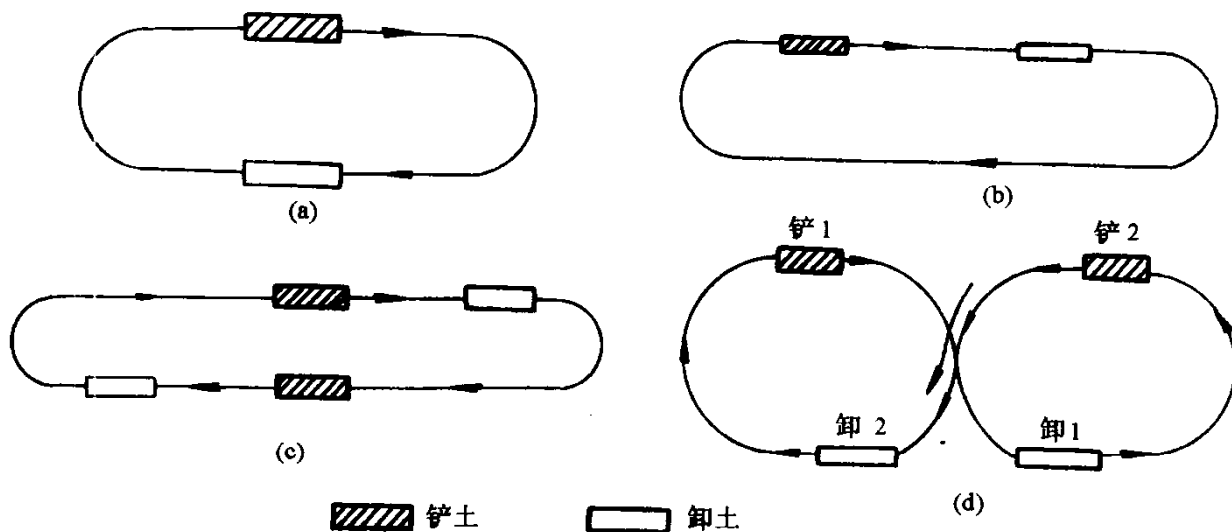


图 1.15 铲运机开行路线

(a)、(b)环形路线;(c)大循环路线;(d)8字形路线

2) “8”字形路线。

对于地形起伏较大或施工地段较长的场地平整工程宜采用“8”字形路线。见图 1.15(d)。这种开行路线的优点是;铲运机上坡取土时是斜向开行,可减小坡度影响,而且每一循环能完成两次铲卸作业,所以“8”字形路线比环行路线运行时间短,减少了转弯次数及空驶距离,可提高生产效率,而且由于每一循环铲运机沿两个方向转弯,所以机件的磨损也比较均匀。

拖拉式和自行式铲运机,都是在机车后拖挂铲斗,机组较长,所以其铲土的操作应在直线行驶时进行。如果在转弯时铲土,铲刀将因受力不均而易引起翻车事故。所以组织开行路线时,铲运机直线行驶的最短距离应能保证铲土装满土斗。

(2) 提高铲运机生产效率的措施

1) 下坡铲土法。

铲运机利用地形沿下坡方向铲土,借助铲运机的自重,加大铲斗的切土深度,缩短铲土时间。

2) 跨铲法。

铲运机间隔铲土,预留土埂。这样在间隔铲土时由于形成一个土槽,减少了向