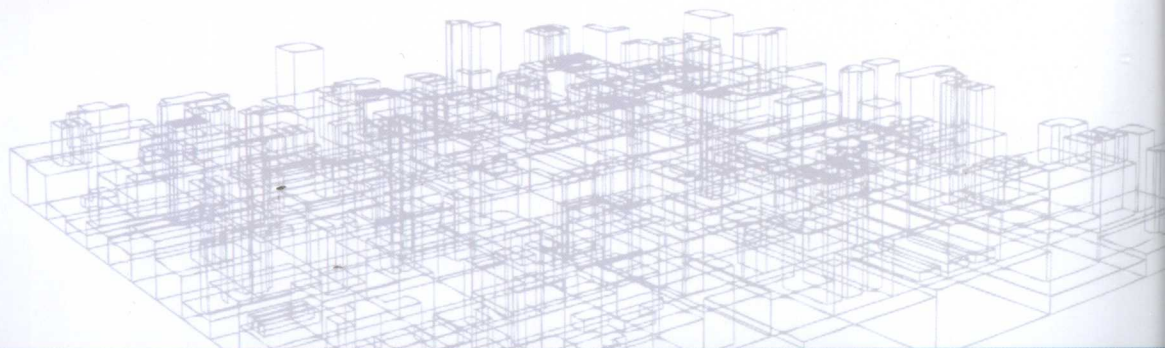




建筑系列精品新理念教材  
全国校企联合应用型人才项目课程教材



# 建筑施工技术

JIANZHU SHIGONG JISHU

王守剑 毛润山 / 主编

JIANZHU  
SHIGONG JISHU



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

WWW.NEUP.COM

东北师范大学出版社

# 建 筑 施 工 技 术

主 编 王守剑 毛润山

副主编 夏晋华 刘惠霞

赵临春 赵世杰

东北师范大学出版社  
长 春

---

**图书在版编目(CIP)数据**

建筑施工技术/王守剑,毛润山主编. —长春:东北师范大学出版社,2014. 8

ISBN 978 - 7 - 5602 - 9217 - 5

I. ①建… II. ①王… ②毛… III. ①建筑工程—工程施工—高等职业教育—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 194268 号

---

☐责任编辑:于韶辉 ☐封面设计:刘 强

☐责任校对:万英瑞 ☐责任印制:刘兆辉

---

东北师范大学出版社出版发行

长春净月经济开发区金宝街 118 号(邮政编码:130117)

网址:<http://www.nenup.com>

东北师范大学出版社旗舰店:<http://nenup.taobao.com>

读者服务部:0431-84568069 0431-84568084

电子函件:[sdcbs@mail.jl.cn](mailto:sdcbs@mail.jl.cn)

东北师范大学出版社激光照排中心制版

北京市通县华龙印刷厂印装

2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:24.75 字数:550 千

---

定价:47.80 元

# 前 言

项目化教学改革作为一项重要改革举措,对于探讨新时期下有效的职业教学模式、提高职业人才培养的质量必将产生积极而深远的影响。为了更好地适应职业教育的人才培养要求和发展趋势,必须进一步深化对传统的教学模式和教学方法的改革,从而培养出能够满足社会需求的职业技能人才。

“建筑施工技术”是建筑施工专业的主要职业技术课之一,它研究建筑工程各主要工种的施工工艺、施工技术和方法。本课程实践性强、知识面宽、综合性好、发展快,必须结合实际情况,综合运用有关学科的基本理论和知识,采用新技术和现代科学成果,解决生产实践问题。

本书采用基于工作过程的“项目教学”的理念设计编写大纲并组织全书内容。全书结构新颖,共分为10个项目,每个项目又划分若干个工作任务,并提出知识目标。知识目标是本项目必须掌握的理论知识点和实践知识点;在教材中,穿插一些知识链接,以拓展学生的知识视野;还用“特别提示”的方式,对在学习或施工中容易混淆或出错的问题予以强调;课后习题的题型多样、灵活。本书内容新颖,根据新规范进行及时调整;本书针对职业教育的特点,做到理论知识适用、够用,专业技能实用、管用,密切联系实际。

本书实现了“校企合作”的编写方式,引入建筑设计及施工生产企业一线核心技术人员参与教材编写,使教材内容更贴近生产实践。全书突出实践教学、项目教学,将理论知识融入实践教学中,在实践中发现问题,然后用理论知识加以解决,克服了学生对枯燥理论知识的畏惧和厌烦,能起到事半功倍的效果。

本书由河南建筑职业技术学院王守剑、毛润山担任主编,赵临春、刘惠霞(河南省纺织建筑设计院有限公司)、夏晋华(郑州信息科技职业学院建筑工程系)、赵世杰(河南省第五建筑安装工程有限公司)任副主编,许红(河南建筑职业技术学院)任主审。具体分工如下:项目1、项目8由王守剑编写,项目2、项目9由夏晋华编写,项目3由刘惠霞编写,项目4由赵世杰编写,项目5由赵临春编写,项目6由毛润山编写,项目7由王民伟(河南省纺织建筑设计院有限公司)编写,项目10由嵇莉(河南建筑职业技术学院)编写。全书由王守剑负责统稿。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请各位读者批评指正。

## 目 录

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 项目 1 土方工程施工 .....        | 1   |
| 1.1 土方工程预备知识 .....       | 1   |
| 1.2 场地平整 .....           | 8   |
| 1.3 土方工程施工降水 .....       | 16  |
| 1.4 基坑(槽)开挖 .....        | 27  |
| 1.5 土方回填 .....           | 41  |
| 【习 题】 .....              | 45  |
| 项目 2 地基与桩基础工程施工 .....    | 47  |
| 2.1 地基处理及加固 .....        | 47  |
| 2.2 桩基础工程施工 .....        | 57  |
| 【习 题】 .....              | 75  |
| 项目 3 砌筑工程施工 .....        | 77  |
| 3.1 脚手架工程 .....          | 77  |
| 3.2 砌筑工程施工准备 .....       | 91  |
| 3.3 砖砌体施工 .....          | 97  |
| 3.4 中小型砌块的砌筑 .....       | 110 |
| 3.5 砌筑工程安全技术 .....       | 114 |
| 【习 题】 .....              | 116 |
| 项目 4 钢筋混凝土工程施工 .....     | 118 |
| 4.1 模板工程 .....           | 118 |
| 4.2 钢筋工程 .....           | 133 |
| 4.3 混凝土工程 .....          | 151 |
| 4.4 钢筋混凝土工程施工安全技术 .....  | 169 |
| 【习 题】 .....              | 170 |
| 项目 5 预应力混凝土工程施工 .....    | 172 |
| 5.1 概 述 .....            | 172 |
| 5.2 先张法预应力混凝土施工 .....    | 174 |
| 5.3 后张法有黏结预应力混凝土工程 ..... | 181 |
| 5.4 后张法无黏结预应力混凝土工程 ..... | 195 |
| 【习 题】 .....              | 198 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 项目 6 结构安装工程施工 .....    | 200 |
| 6.1 常用起重机械 .....       | 200 |
| 6.2 单层工业厂房安装 .....     | 206 |
| 6.3 钢结构安装 .....        | 224 |
| 【习 题】 .....            | 233 |
| 项目 7 防水工程 .....        | 235 |
| 7.1 概 述 .....          | 235 |
| 7.2 屋面防水工程 .....       | 238 |
| 7.3 地下防水工程 .....       | 248 |
| 7.4 室内及其他部分防水工程 .....  | 257 |
| 【习 题】 .....            | 259 |
| 项目 8 装饰工程施工 .....      | 261 |
| 8.1 抹灰工程 .....         | 261 |
| 8.2 楼地面工程 .....        | 271 |
| 8.3 饰面工程 .....         | 284 |
| 8.4 吊顶与轻质隔墙工程 .....    | 292 |
| 8.5 门窗工程施工 .....       | 304 |
| 8.6 幕墙工程 .....         | 310 |
| 8.7 涂料工程 .....         | 314 |
| 8.8 裱糊工程 .....         | 319 |
| 【习 题】 .....            | 323 |
| 项目 9 建筑节能工程施工 .....    | 325 |
| 9.1 外墙外保温系统施工 .....    | 325 |
| 9.2 屋面保温隔热系统工程施工 ..... | 336 |
| 9.3 建筑节能门窗工程施工 .....   | 341 |
| 【习 题】 .....            | 344 |
| 项目 10 季节性施工 .....      | 345 |
| 10.1 冬期施工基本知识 .....    | 345 |
| 10.2 土方工程冬期施工 .....    | 347 |
| 10.3 砌筑工程冬期施工 .....    | 352 |
| 10.4 钢筋混凝土结构冬期施工 ..... | 356 |
| 10.5 装饰工程冬期施工 .....    | 371 |
| 10.6 雨期施工 .....        | 374 |
| 【习 题】 .....            | 386 |
| 参考答案 .....             | 387 |

## 项目1 土方工程施工

### 【知识目标】

- 了解土的工程分类和性质。
- 熟悉土方边坡、土方量计算、场地设计标高的确定和土方调配。
- 掌握土壁支护、井点降水、流砂防治和填土压实的方法。
- 掌握常用土方机械的类型、性能及提高生产率的措施。

### 1.1 土方工程预备知识

#### 1.1.1 土的工程分类

土的工程类别在选择土方施工机械和确定基坑边坡支护方式等方面都有重要影响。

在土方工程施工中,按土的开挖难易程度分为八类,一至四类为土,五至八类为岩石。土的分类与现场鉴别方法见表1-1。

表1-1 土的工程分类与现场鉴别方法

| 土的分类          | 土 的 名 称                                    | 可松性系数     |           | 现场鉴别方法                  |
|---------------|--------------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------|
|               |                                            | $K_s$     | $K'_s$    |                         |
| 一类土<br>(松软土)  | 砂,亚砂土,冲积砂土层,种植土,泥炭(淤泥)                     | 1.08~1.17 | 1.01~1.03 | 能用锹、锄头挖掘                |
| 二类土<br>(普通土)  | 亚黏土,潮湿的黄土,夹有碎石、卵石的砂,种植土,填筑土及亚砂土            | 1.14~1.28 | 1.02~1.05 | 用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松          |
| 三类土<br>(坚土)   | 软及中等密实黏土,重亚黏土,粗砾石,干黄土及含碎石、卵石的黄土、亚黏土,压实的填筑土 | 1.24~1.30 | 1.04~1.07 | 要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍     |
| 四类土<br>(砂砾坚土) | 重黏土及含碎石、卵石的黏土,粗卵石,密实的黄土,天然级配砂石,软泥灰岩及蛋白石    | 1.26~1.32 | 1.06~1.09 | 整个用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分用楔子及大锤 |
| 五类土<br>(软石)   | 硬石灰纪黏土,中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土,胶结不紧的砾岩,软的石灰岩       | 1.30~1.45 | 1.10~1.20 | 用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法     |



续 表

| 土的分类          | 土 的 名 称                                           | 可松性系数     |           | 现场鉴别方法         |
|---------------|---------------------------------------------------|-----------|-----------|----------------|
|               |                                                   | $K_s$     | $K'_s$    |                |
| 六类土<br>(次坚石)  | 泥岩, 砂岩, 砾岩, 坚实的页岩, 泥灰岩, 密实的石灰岩, 风化花岗岩, 片麻岩        | 1.30~1.45 | 1.10~1.20 | 用爆破方法开挖, 部分用风镐 |
| 七类土<br>(坚石)   | 大理岩, 辉绿岩, 粗、中粒花岗岩, 坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩, 风化痕迹的玄武岩 | 1.30~1.45 | 1.10~1.20 | 用爆破方法开挖        |
| 八类土<br>(特坚硬石) | 玄武岩, 花岗片麻岩, 坚实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、辉长岩、辉绿岩              | 1.45~1.50 | 1.20~1.30 | 用爆破方法开挖        |

### 1.1.2 土的工程性质

土的工程性质对土方工程的施工有直接影响, 其中基本的工程性质有: 土的密度、可松性、含水量、渗透性等。

#### 1. 土的密度

土的密度分天然密度和干密度。土的天然密度, 指土在天然状态下单位体积的质量。它影响土的承载力、土压力及边坡的稳定性。

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中:  $\rho$ ——土的天然密度;

$m$ ——土的总质量;

$V$ ——土的天然体积。

土的干密度, 指单位体积土中固体颗粒的质量。土的干密度愈大, 表示土越密实。工程上常把干密度用以检验填土压实质量的控制指标。

$$\rho_d = \frac{m_s}{V}$$

式中:  $\rho_d$ ——土的干密度;

$m_s$ ——土中固体颗粒的质量;

$V$ ——土的天然体积。

土的密度可用环刀试验确定。

#### 2. 土的可松性

土的可松性是指在天然状态下的土经开挖后, 其体积因松散而增大, 以后虽经回填压实, 也不能恢复其原来的体积。土的可松性程度用可松性系数表示, 即

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

式中:  $K_s$ ——最初可松性系数;

$K'_s$ ——最后可松性系数; 不同类型土的可松性系数可参照表 1-1。



$V_1$ ——土在天然状态下的体积 ( $\text{m}^3$ );

$V_2$ ——土经开挖后的松散体积 ( $\text{m}^3$ );

$V_3$ ——土经回填压实后的体积 ( $\text{m}^3$ );

由于土方工程量是以天然状态的体积来计算的,所以在土方调配、计算土方机械生产率及运输工具数量等的时候,必须考虑土的可松性。 $K_s$ 是计算土方施工机械及运土车辆等的重要参数, $K'_s$ 是计算场地平整标高及填方时所需挖土量等的重要参数。

### 3. 土的含水量

土中所含水的质量与土的固体颗粒质量之比的百分率。

$$W = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% = \frac{m_w}{m_s} \times 100\%$$

式中:  $m_{\text{湿}}$ ——含水状态时土的质量, kg;

$m_{\text{干}}$ ——烘干后土的质量, kg;

$m_w$ ——土中所含水的质量, kg;

$m_s$ ——土的固体颗粒的质量, kg。

### 特别提示

土的含水量影响土方施工方法的选择、边坡的稳定和回填土的夯实质量,如土的含水量超过 25%~30%,则机械化施工就困难,容易打滑、陷车。每种土都有其最佳含水量,例如黏土、砂质土的最佳含水量分别为 19%~23%和 8%~12%土,在这种含水量的条件下,使用同样的压实功进行压实,所得到的密度最大。

### 4. 土的渗透性

土的渗透性是指水在土体中渗流的性能,一般以渗透系数  $K$  表示。渗透系数  $K$  值将直接影响降水方案的选择和涌水量计算的准确性,一般应通过扬水试验确定,表 1-2 所列数据可供参考。

表 1-2 土的渗透系数参考值

| 土的种类    | $K$ (m/d) | 土的种类       | $K$ (m/d) |
|---------|-----------|------------|-----------|
| 亚黏土、黏土  | $<0.1$    | 含黏土的中砂及纯细砂 | 20~25     |
| 亚黏土     | 0.1~0.5   | 含黏土的细砂及纯中砂 | 35~50     |
| 含亚黏土的粉砂 | 0.5~1.0   | 纯粗砂        | 50~75     |
| 纯粉砂     | 1.5~5.0   | 粗砂夹砾石      | 50~100    |
| 含黏土的细砂  | 10~15     | 砾石         | 100~200   |

## 1.1.3 土方工程施工中常用的土方机械

当前土方的开挖、运输、填筑、压实等施工过程均已采用机械化施工,常用的土方施工机械有推土机、铲运机、平土机、松土机、单斗挖土机和各种碾压、夯实机械。

### 1. 推土机

推土机操作机动灵活,运转方便迅速,所需工作面小,易于转移,在建筑工程中应用最多。按行走的方式,可分为履带式推土机和轮胎式推土机。履带式推土机附着力强,爬

坡性能好，适应性强，其外形如图 1-1 所示。轮胎式推土机行驶速度快，灵活性好。

推土机适用于场地清理和平整，开挖深度 1.5 m 以内的基坑，填平沟坑，也可配合铲运机和挖土机工作。推土机可推挖一至三类土，经济运距为 100 m 以内，40~60 m 时效率最高。

为提高生产率，推土机可采用下坡推土、并列推土、槽形推土和多铲集运四种推土方法。

#### (1) 下坡推土

推土机顺地面坡度沿下坡方向切土和推土，以借助机械本身的重力作用，增加推土能力和缩短推土时间。一般可提高生产效率 30%~40%，但推土坡度应在 15° 以内。

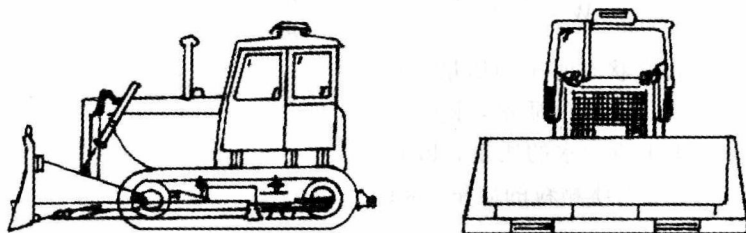


图 1-1 推土机

#### (2) 并列推土

平整场面积较大时，可用 2~3 台推土机并列作业。铲刀相距 15~30 cm，一般两机并列推土可增大推土量 15%~30%，但平均运距不宜超过 50~70 m，也不宜小于 20 m。

#### (3) 槽形推土

推土机重复多次在一条作业线上切土和推土，使地面逐渐形成一条浅槽，以减少土从铲刀两侧流散，可以增加推土量 10%~30%。

#### (4) 多铲集运

在硬质土中，切土深度不大，可以采用多次铲土，分批集中，一次推送的方法，以便有效地发挥推土机的作用，缩短运土时间。

### 2. 铲运机

铲运机是一种能够独立完成铲土、运土、卸土、填筑、整平的土方机械。可在一至三类土中直接挖、运土，常用于坡度在 20° 以内的大面积土方挖、填、平整和压实，大型基坑、沟槽的开挖，路基和堤坝的填筑，不适于砾石层、冻土地带及沼泽地区使用。坚硬土开挖时要用推土机助铲或用松土机配合。

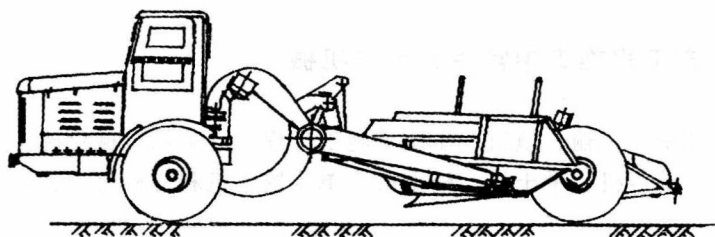


图 1-2 自行式铲运机

铲运机按行走方式分为自行式和拖式两种。如图1-2、图1-3所示。自行式铲运机行走速度快,适用于运距800~3500 m的大型土方,一般经济运距为800~1500 m,但开挖时必须用推土机助铲。拖式铲运机适用于运距80~800 m的土方工程,运距在600 m以内较为适宜,当运距在250~350 m时效率最高。

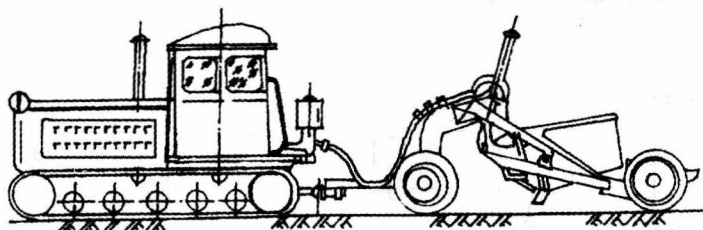


图1-3 拖式铲运机

铲运机运行路线应根据填方、挖方区的分布情况并结合当地具体条件进行合理选择,一般有以下两种形式:

#### (1) 环形路线

当地形起伏不大,施工地段较短时,多采用环形路线。如图1-4(a)(b)所示。环形路线每一循环只完成一次铲土和卸土,挖土和填土交替;挖填之间距离较短时,则可采用大循环路线。如图1-4(c)所示。一个循环能完成多次铲土和卸土,这样可减少铲运机的转弯次数,提高工作效率。采用环形路线时,为了防止机件单侧磨损,应每隔一定时间按顺、反时针方向交换行驶,避免仅向一侧转弯。

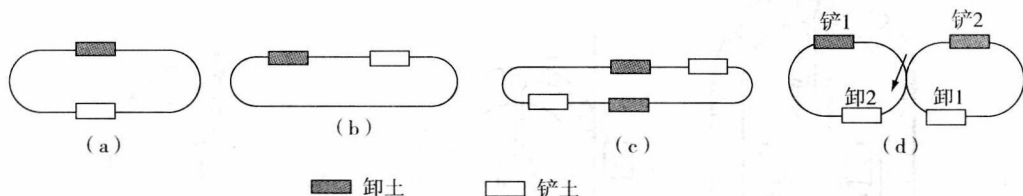


图1-4 铲运机运行路线

(a)(b) 环形路线 (c) 大环形路线 (d) “8”字形路线

#### (2) “8”字形路线

施工地段较长或地形起伏较大时,多采用“8”字形运行路线,如图1-4(d)所示。铲运机在上下坡时斜向行驶,每一循环完成两次作业,即两次铲土和卸土,比环形路线运行时间短,减少了转弯和空驶距离。

### 3. 单斗挖土机

单斗挖土机按工作装置不同分为正铲挖土机、反铲挖土机、拉铲挖土机、抓铲挖土机及装载机。按操纵机构不同分为机械式和液压式两种,如图1-5所示。

#### (1) 正铲挖土机

正铲挖土机的特点是:前进向上,强制切土,如图1-6所示。可以用于开挖停机面以上的一至三类土和爆破后的岩石、冻土等。需与相当数量的自卸运土汽车配合作业,其挖掘力大,生产率高,可以用于开挖大型干燥基坑以及土丘等。

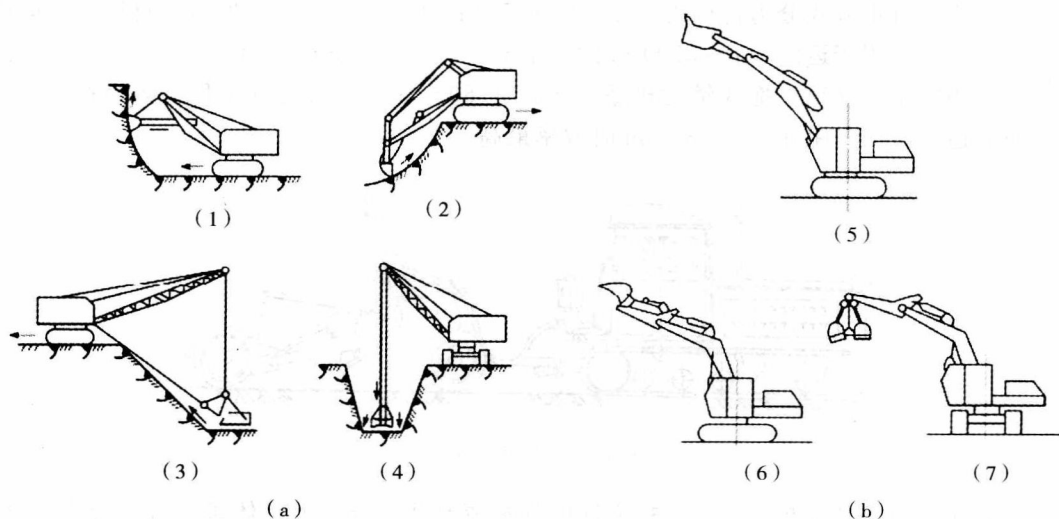


图 1-5 单斗挖土机

(a) 机械式 (b) 液压式

(1)、(5) 正铲挖土机 (2)、(6) 反铲挖土机 (3) 拉铲挖土机 (4)、(7) 抓铲挖土机

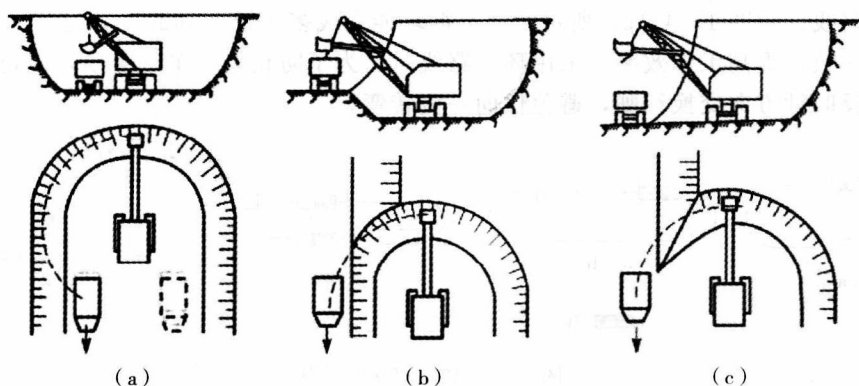


图 1-6 正铲挖土机开挖方式示意图

(a) 后方卸土装车 (b)、(c) 侧向卸土装车

正铲挖土机有两种挖土方式：一种是正向挖土，后方卸土，如图 1-6 (a) 所示，即挖土机沿前进方向挖土，运输车辆停在挖土机后方装土。此法挖土机卸土时动臂转角大、生产率低，运输车辆要倒车进入，一般在基坑窄而深的情况下采用。另一种是正向挖土，侧向卸土，如图 1-6 (b)、(c) 所示。即挖土机沿前进方向挖土，运输车辆停在侧面装土。

## (2) 反铲挖土机

反铲挖土机的工作特点是：后退向下，强制切土。其挖掘力比正铲小，能开挖停机面以下的一至三类土。适用于一次开挖深度在 4 m 左右的基坑、基槽、管沟，亦可用于地下水位较高的土方开挖，比较经济的挖土深度为 1.5 m~3.0 m。对于较大较深的基坑可

采用多层接力法开挖，可配备自卸汽车运土。

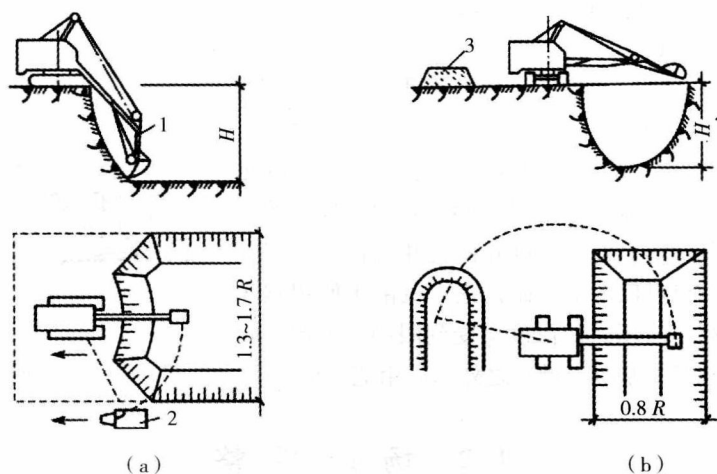


图 1-7 反铲挖土机开挖方式示意图

1-反铲挖土机 2-自卸汽车 3-弃土堆

(a) 沟端开挖 (b) 沟侧开挖

反铲挖土机的开挖方式有沟端开挖和沟侧开挖两种，如图 1-7 所示。沟端开挖，就是挖土机停在基坑（槽）的端部，向后倒退挖土，汽车停在基槽两侧装土。沟侧开挖，就是挖土机沿基槽的一侧直线移动，边走边挖土。

### (3) 拉铲挖土机

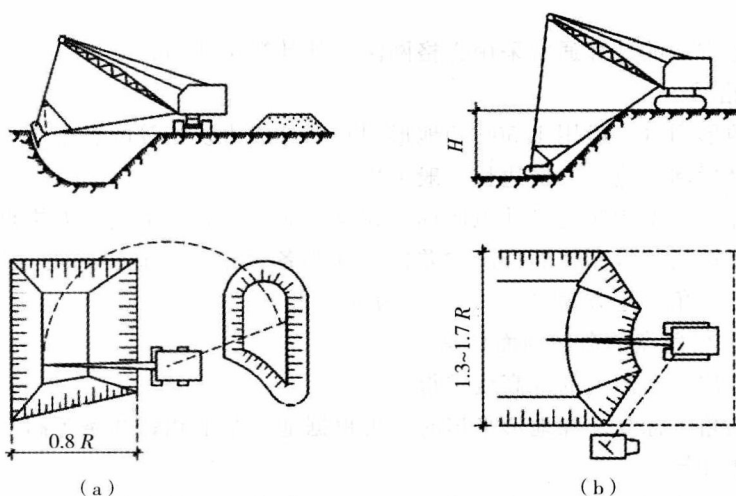


图 1-8 拉铲挖土机开挖方式示意图

(a) 侧弃土 (b) 汽车运土

拉铲挖土机的工作特点是：后退向下，自重切土，如图 1-8 所示。其挖土深度和挖土半径较大，由于铲斗是挂在钢丝绳上，可以甩得较远，挖得较深，但不如反铲灵活。适用于挖掘停机面以下的一至二类土，开挖较深较大的基坑（槽）、沟渠，挖取水中泥土以

及填筑路基、修筑堤坝等。最大挖土深度 16.3 m。拉铲挖土可将土直接甩在坑、槽、沟旁，或配备推土机将土推送到较远处堆放，或配备自卸汽车运土。

#### (4) 抓铲挖土机

抓铲挖土机的工作特点是：直上直下，自重切土，如图 1-9 所示。只能开挖停机面以下的一至二类土。宜于挖窄而深的基坑，疏通旧有渠道以及挖取水中淤泥等，或用于装卸碎石、矿渣等松散材料，在软土地基的地区，常用于开挖基坑等，也可直接开挖直井或在开口沉井内挖土，可以装车也可以甩土。抓铲挖土机由于使用钢丝绳牵拉，工效不高，液压式的深度又受到限制，因此在面积小的深基础及深基坑（槽）之外，应用范围很小。

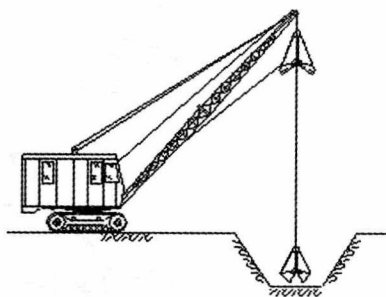


图 1-9 抓铲挖土机

## 1.2 场地平整

一般情况下，场地平整的基本原则是场地内挖填平衡，即场地内总挖方量等于总填方量。

场地平整的一般施工工艺流程为：

现场勘察→清除地面障碍物→标定整平范围→设置水准基点→确定场地设计标高→设置方格网→计算土方挖填工程量→编制土方调配方案→挖、填土方→场地碾压→验收。

### 1.2.1 场地平整的土方量计算

场地平整土方量的计算通常采用方格网法，其计算步骤为：

#### 1. 划分方格网

依据已有地形图（一般用 1/500 的地形图）划分成边长相等的若干个方格网，尽量与测量的纵、横坐标网对应，方格边长一般采用  $a=20\sim40\text{ m}$ 。

在后续计算中，将相应的设计地面标高和自然地面标高分别注在方格点的左下角和右下角。设计地面标高与自然地面标高的差值，即为各个角点的施工高度（挖或填），并标注在方格点的右上角，挖方为（-），填方为（+）。

#### 2. 确定各方格角点的自然地面标高

方法一：利用地形图上的等高线求得。

每个方格的角点标高，在地形平坦时，可根据地形图上相邻两条等高线的高程求得。

##### (1) 插入法计算

假定两等高线之间的地面坡度按线变化，某相邻两等高线分别与方格网的某条边交于 A、B 两点，角点 n 位于 A、B 之间，如图 1-10 所示，可由 A、B 两点的高程  $H_a$ 、 $H_b$  求得角点 n 的高程  $H_n$ ，即：

$$\text{由 } \frac{h_n}{h_b} = \frac{l_1}{l}, \text{ 得 } h_n = \frac{l_1}{l} h_b = \frac{l_1}{l} (H_b - H_a)$$

$$H_n = h_n + H_a$$

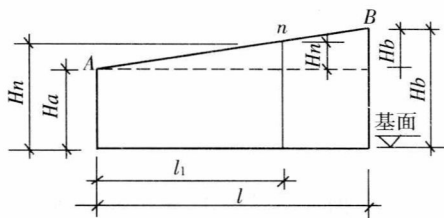


图 1-10 插入法计算简图

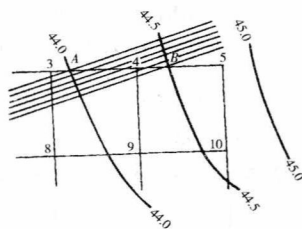


图 1-11 图解法

## (2) 图解法

为避免繁琐的计算,可采用图解法,如图 1-11 所示,图中 A、B 两点之间的高差为  $44.5 - 44.0 = 0.5$  m,用一张透明纸,上面画 6 根等距离的平行线,即 5 等分。把该透明纸放到标有方格网的地形图上,将 6 根平行线的最外边两根分别对准 A 点和 B 点,这时 6 根等距离的平行线将 A、B 之间的 0.5 m 高差分成 5 等分,每份 0.1 m,于是便可直接读得角点 4 的地面标高  $H_4 = 44.34$  m。

方法二:用水准仪现场实测。

当地形起伏较大(用插入法有较大误差)或无地形图时,可在现场用木桩打好方格网,用水准仪现场实测得到。

## 3. 计算场地的设计标高 $H_0$

场地设计标高应满足规划、生产工艺及运输、排水及最高洪水水位等要求,并力求使场地内土方挖填平衡且土方量最小。

按挖填平衡原则确定设计标高。如场地高差起伏不大,对场地设计标高无特殊要求,可按照挖、填土方量相等的原则确定场地设计标高  $H_0$ ,如图 1-12 所示。

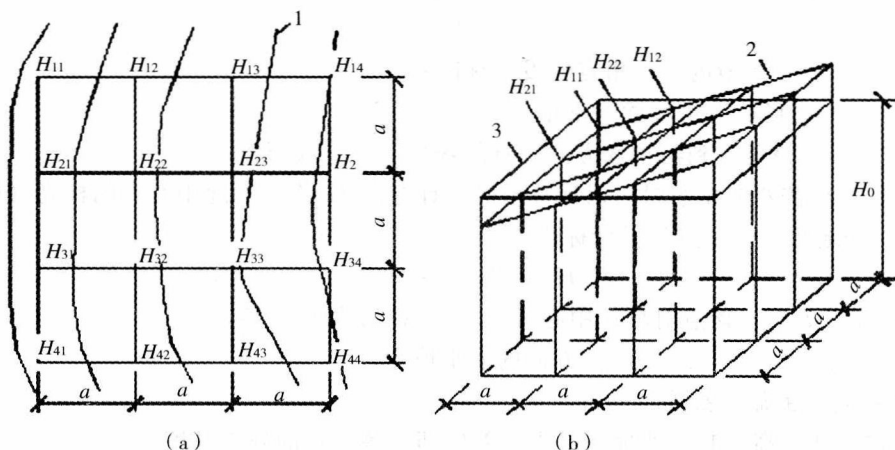


图 1-12 场地设计标高计算示意图

(a) 地形图方格网 (b) 设计标高示意图

1 - 等高线 2 - 自然地面 3 - 设计平面

$$H_0 = (\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4) / 4N$$

$H_1$ ——一个方格独有的角点地面标高。



$H_2$ ——二个方格共有的角点地面标高。

$H_3$ ——三个方格共有的角点地面标高。

$H_4$ ——四个方格共有的角点地面标高。

$N$ ——方格的数量。

#### 4. 计算各方格角点的设计标高 $H_n$

实际场地往往须有一定的泄水坡度，因此，应根据泄水要求计算出实际施工时所采用的设计标高。

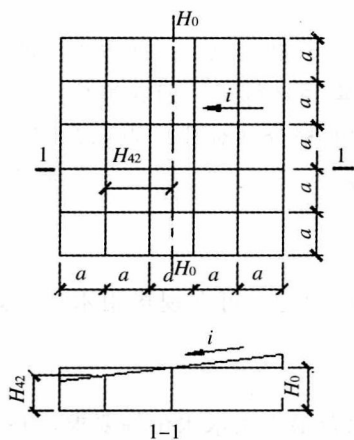


图 1-13 单向泄水坡度的场地

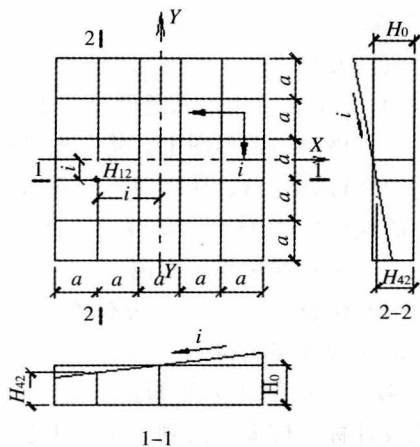


图 1-14 双向泄水坡度的场地

(1) 当场地按单向排水时，以计算出的设计标高  $H_0$  作为场地中心线（与排水方向垂直的中心线）的标高（如图 1-13 所示），场地内任一角点的设计标高为：

$$H_n = H_0 \pm li$$

式中： $H_n$ ——场地内任一角点的设计标高；

$i$ ——场地泄水坡度（不小于 2‰）；

$l$ ——该角点到与排水方向垂直的场地中心线的距离。

(2) 当场地按双向排水时，以计算出的设计标高  $H_0$  作为场地中心点的标高（如图 1-14 所示），场地内任一角点的设计标高为：

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y$$

式中： $l_x$ 、 $l_y$ ——该点对场地中心线  $x-x$ 、 $y-y$  轴的距离。

$l_x$ 、 $l_y$ —— $x-x$ 、 $y-y$  方向的泄水坡度。

#### 5. 求各角点的施工高度

各角点设计标高与其自然地面标高的差值即为该角点的施工高度。

$$h_n = H_n - H$$

式中： $h_n$ ——角点施工高度，即填挖高度（以“+”为填，“-”为挖）；

$H_n$ ——角点的设计标高；

$H$ ——角点的自然地面标高。

#### 6. 计算“零点”位置，确定零线

在方格网中，凡是一端施工高度为“+”，另一端施工高度为“-”的方格网边线，

其上必然存在一个既不需要挖也不需要填的点，此点即为“零点”，如图 1-15 所示 O 点。将方格网中各相邻的零点连接起来，即为零线。零线将场地划分为挖方和填方两个部分。

零点的位置按下式计算：

$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} a \quad x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} a$$

式中： $x_1$ 、 $x_2$ ——角点至零点的距离（m）；

$h_1$ 、 $h_2$ ——两相邻角点的施工高度（m），均用绝对值；

$a$ ——方格网的边长（m）。

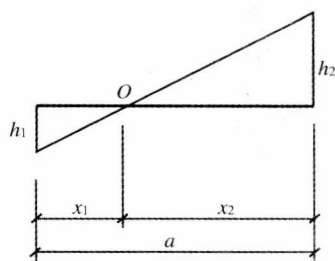


图 1-15 零点位置计算示意图

### 7. 计算方格土方工程量

根据各方格底面图形按表 1-3 所列计算公式，逐格计算每个方格内的挖方量或填方量。

表 1-3 常用方格网点计算公式

| 序号 | 项目               | 图式 | 计算公式                                                                                                                                           |
|----|------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 一点填方或挖方<br>(三角形) |    | $V = \frac{1}{2} bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bch_3}{6}$<br>当 $b=c=a$ 时, $V = \frac{a^2 h_3}{6}$                                                |
| 2  | 两点填方或挖方<br>(梯形)  |    | $V_+ = \frac{b+c}{2} a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (b+c)(h_1+h_3)$<br>$V_- = \frac{d+e}{2} a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (d+e)(h_2+h_4)$ |
| 3  | 三点填方或挖方<br>(五边形) |    | $V = (a^2 - \frac{bc}{2}) \frac{\sum h}{5}$<br>$= (a^2 - \frac{bc}{2}) \frac{h_1+h_2+h_3+h_4}{5}$                                              |
| 4  | 四点填方或挖方<br>(正方形) |    | $V = \frac{a^2}{4} \sum h = \frac{a^2}{4} (h_1+h_2+h_3+h_4)$                                                                                   |

注： $a$ ——方格网的边长（m）；

$b$ 、 $c$ ——零点到一角的边长（m）；

$h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$ 、 $h_4$ ——方格网角点的施工高程（m），用绝对值代入；

$\sum h$ ——填方或挖方施工高程的总和（m），用绝对值代入；