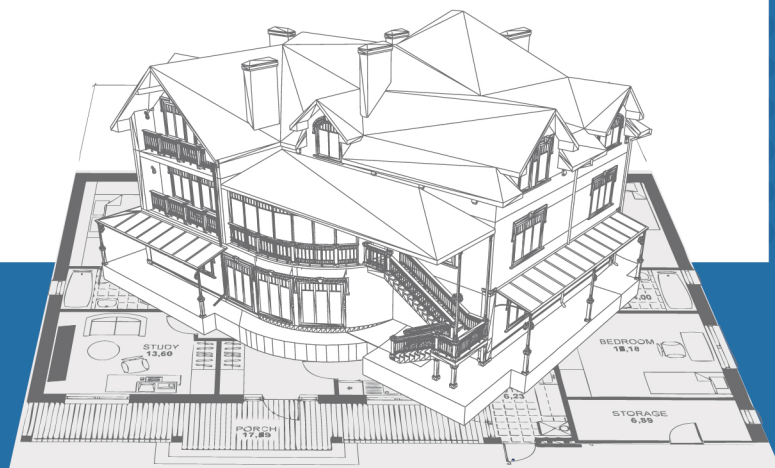


JIANZHU SHIGONG JISHU
建筑施工技术



策划编辑: 邹莹
责任编辑: 唐卫葳
封面设计: 蔡小兵



定价: 55.00元

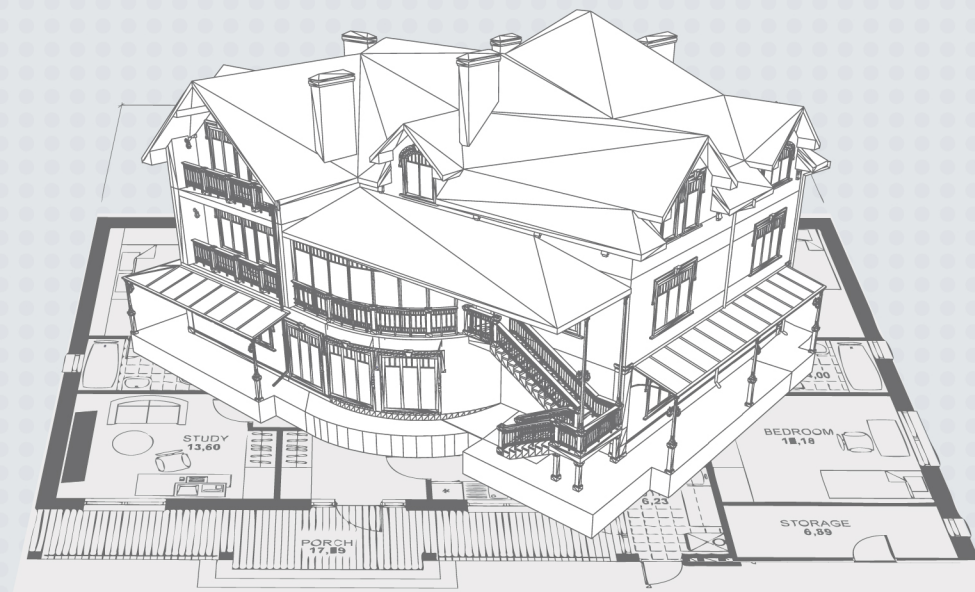
高等职业教育土建系列教材

建筑施工技术

国防科技大学出版社

高等职业教育土建系列教材

“互联网+”立体化教材



建筑施工技术

主编 初艳鲲 苏晓华

- 将“互联网+”思维融入教材
- 纸质教材与数字资源有机整合
- 通过扫描书中二维码呈现
- 移动学习, 随时随地

国防科技大学出版社

高等职业教育土建系列教材
“互联网+”立体化教材

建筑施工技术

主 编 初艳鲲 苏晓华
副主编 杨 清 孙 超

国防科技大学出版社

【内容简介】本书按照高等职业教育土建类专业的教学要求,以国家现行建设工程标准、规范和规程为依据,根据编者多年的工作经验和教学实践,在自编讲义的基础上与山东圣大建设集团公司等施工企业的技术人员合作编纂而成。本书对房屋建筑工程的施工工序、工艺、质量标准等作了详细的阐述,坚持以就业为导向,突出实用性、实践性,内容通俗易懂,文字规范、简练,图文并茂。全书有7个项目,分别为土方工程、地基与基础工程、砌体工程、钢筋混凝土工程、防水工程、装饰工程、保温节能工程。

本书可作为高等职业教育土建类相关专业的教学用书,也可供建设单位的经济管理工作、建筑安装施工企业的工程造价管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/初艳鲲,苏晓华主编. —长沙:
国防科技大学出版社,2013.2(2023.7重印)

ISBN 978-7-5673-0084-2

I. ①建… II. ①初…②苏… III. ①建筑工程—工
程施工—高等教育—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 026394 号

出版发行:国防科技大学出版社

责任编辑:唐卫葳

印刷者:三河市金元印装有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:20.5

字 数:499 千字

版 次:2023 年 7 月第 1 版第 9 次印刷

定 价:55.00 元

前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神,按照土建类专业指导性教学计划及教学大纲,融入职业标准与企业工作任务,与山东圣大建设集团实训基地联合开发组织编写的。

由于建筑施工技术课程是一门实践性很强的课程,因此,本书始终坚持以“素质为本、能力为主、需要为准、够用为度”的原则进行编写,在内容设置和安排上突出了实用、创新和时代特色,真正做到贴合建筑工程施工实际。本书在内容上对土方工程、地基与基础工程、砌体工程、钢筋混凝土工程、防水工程、装饰工程和保温节能工程等土建工程施工工艺作了详细阐述,依据工程建设“工作过程”为主线,以施工工艺和技术要求为核心,融入了建筑材料、施工质量管理、施工安全管理、施工组织管理等内容。全书理论联系实际,强调了学生实践能力的培养,契合高职教育的理念。

本书建议安排 60~80 学时进行教学,具体可根据各院校各专业情况灵活安排。具体内容及学时安排建议如下表。

内 容	建议学时
土方工程	10
地基与基础工程	10
砌体工程	8
钢筋混凝土工程	16
防水工程	8
装饰工程	6
保温节能工程	6
合计	64

本书由济宁职业技术学院初艳鲲副教授、苏晓华副教授任主编,杨清、孙超任副主编,吕厚伟、张和鹏、白东丽、王晓强等参加了编写工作。具体分工如下:初艳鲲、张和鹏编写项目 1,白东丽编写项目 2,孙超编写项目 3,苏晓华编写项目 4,吕厚伟编写项目 5,王晓强编写项目 6,杨清编写项目 7。

本书引用了有关的专业文献和资料,未在书中一一注明出处,在此对有关文献的作者表示感谢。由于编者水平有限,难免存在不足之处,诚恳地希望读者批评指正。

编 者

目 录

项目 1 土方工程	1
1.1 土方工程简介	1
1.2 土方工程量的计算	4
1.3 土方开挖	14
1.4 土方的填筑与压实	22
1.5 基坑排水、降水方法	25
1.6 冬季施工和雨季施工措施	30
1.7 安全事故的预防	32
实训 1 编制井点降水施工方案	33
思考与练习	34
项目 2 地基与基础工程	36
2.1 地基处理与加固	36
2.2 浅基础工程施工	46
2.3 桩基础工程施工	49
2.4 地下连续墙施工	68
2.5 箱形基础工程施工	75
实训 2 编制钢筋混凝土独立基础施工方案	77
思考与练习	78
项目 3 砌体工程	81
3.1 脚手架及垂直运输	81
3.2 砂浆的制作与运输	93
3.3 砌体施工	95
实训 3 砌体工程施工	106
思考与练习	107
项目 4 钢筋混凝土工程	110
4.1 模板的构造与施工	110



4.2 钢筋工程施工	120
4.3 混凝土施工	170
4.4 钢筋混凝土工程施工安全技术	190
实训4 钢筋混凝土施工	191
思考与练习	192
项目5 防水工程	195
5.1 卷材防水屋面施工	195
5.2 刚性防水屋面工程	211
5.3 地下防水工程	219
5.4 厕浴间防水技术	234
实训5 屋面防水施工方案与技术交底	237
思考与练习	240
项目6 装饰工程	242
6.1 抹灰工程	242
6.2 饰面材料施工	250
6.3 地面施工	258
6.4 吊顶与轻质隔墙施工	267
6.5 门窗施工	277
6.6 涂饰施工	282
6.7 裱糊施工	287
6.8 幕墙施工	289
实训6 地砖铺贴	292
思考与练习	293
项目7 保温节能工程	295
7.1 墙体保温节能工程施工	295
7.2 幕墙保温节能工程施工	309
7.3 门窗保温节能工程施工	313
实训7 编写节能施工方案	318
思考与练习	318
参考文献	321

项目 1 土方工程

学习目标

- ◎ 掌握土的种类和鉴别方法。
- ◎ 掌握土方工程量的计算方法。
- ◎ 了解流砂发生的条件及防治措施,掌握轻型井点布置、施工工艺。
- ◎ 掌握常用土方施工机械的性能、特点和适用范围。
- ◎ 正确选择基坑回填的填方土料及填筑压实方法。
- ◎ 掌握基坑排水、降水方法。
- ◎ 掌握土方工程冬季和雨季施工措施。
- ◎ 掌握安全事故的预防措施。

1.1 土方工程简介

土方工程是建筑工程施工中的主要工程之一。常见的土方工程有场地平整、基坑(基槽)与管沟开挖、地坪填土、路基填筑及基坑回填等。土方工程施工包括土(石)的挖掘、运输、填筑、平整和压实等主要施工过程,以及排水、降水和土壁支撑等准备工作与辅助工作。

1.1.1 土方工程的施工特点

(1)工程量大,劳动强度高。大型建筑场地的平整,施工面积可达数百万平方米;大型基坑的开挖,施工深度能超过 20 m。土方工程施工工期长,任务重,劳动强度高。在组织施工时,为了减轻繁重的体力劳动,提高生产效率,加快施工进度,降低工程成本,应尽可能采用机械化施工。

(2)施工条件复杂。土方工程施工多为露天作业,受气候、水文、地质条件影响很大,施工中不可确定因素较多。因此,在施工前必须进行充分的调查研究,做好各项施工准备工作,制定合理的施工方案,以确保施工顺利进行,保证工程质量。

(3)受场地影响。任何建筑物基础都有一定的埋置深度,基坑(槽)的开挖、土方的留置和存放都受到施工场地的影响,特别是城市内施工,场地狭窄,往往由于施工方案不妥,导致

周围建筑设施出现安全稳定问题。因此,施工前必须充分熟悉施工场地情况,了解周围建筑的结构形式和地质技术资料,科学地进行规划,制定切实可行的施工方案,以确保周围建筑物的安全。

1.1.2 土的工程分类与鉴别方法

在土方工程施工中,根据土体开挖的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、特坚石 8 类。前 4 类属于一般土,后 4 类属于岩石,其分类和鉴别方法见表 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		开挖方法及工具
		K_s	K'_s	
一类土 (松软土)	砂土;粉土;冲积砂土层	1.08~1.07	1.01~1.03	用锹、锄头挖掘,少 许用脚蹬
	疏松的种植土;泥炭(淤泥)	1.20~1.30	1.03~1.04	
二类土 (普通土)	粉质黏土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;粉土混卵(碎)石;种植土;填土	1.14~1.28	1.02~1.05	用锹、条锄挖掘,少 许用镐翻松
三类土 (坚土)	软及中等密实的黏土;重粉质黏土、粉质黏土;砾石土;干黄土、含有碎石卵石的黄土;压实的填土	1.24~1.30	1.04~1.07	主要用镐,少许用锹、 锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	坚硬密实的黏性土或黄土;含碎石、卵石的中等密实的黏性土或黄土;粗卵石;天然级配砂石	1.26~1.32	1.06~1.09	整个先用镐、撬棍,后 用锹挖掘,部分用楔子 及大锤
	软泥炭岩及蛋白石	1.33~1.37	1.11~1.15	
五类土 (软石)	硬质黏土;中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土;胶结不紧的砾岩;软的石灰岩及贝壳石灰岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用镐或撬棍、大锤挖 掘,部分用爆破方法
六类土 (次坚石)	泥岩;砂岩;砾岩;坚实的页岩;密实的石灰岩;风化花岗岩、片麻岩及正长岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法挖掘,部 分用风镐
七类土 (坚石)	大理岩;辉绿岩;玢岩;粗、中粒花岗岩;坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩;微风化的安山岩、玄武岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	安山岩;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、玢岩、角闪岩	1.45~1.50	1.20~1.30	用爆破方法开挖

土的开挖难易程度直接影响土方工程施工方案的执行、劳动量消耗的多少和工程费用高低。土体越硬,劳动消耗量越大,工程成本越高。只有正确区分和鉴别土的种类,才能合理地选择施工方法和准确套用定额,计算土方工程的费用。



提示

土的种类繁多,其分类方法也很多。根据土的颗粒级配或塑性指数可将土分为碎石类土(漂石和块石、卵石和碎石、圆砾和角砾)、砂土(砾砂、粗砂、中砂、细砂、粉砂、粉土)和黏性土(黏土、粉质黏土)等;根据土的沉积年代,黏性土可分为老黏性土、一般黏性土、新近沉积黏性土等;根据土的工程特性,又可分出特殊性土,如软土、人工填土、黄土、膨胀土、红黏土等。不同的土,其物理力学性质不同,只有充分掌握各类土的特性,才能正确选择土方工程的施工方法。

1.1.3 土的工程性质

土的工程性质不仅直接影响着土方工程施工,也是确定土方施工方案的基本资料。土的工程性质有土的含水量、质量密度、可松性和渗透性。

1. 土的含水量

土的含水量是指土中水的质量与土的固体颗粒质量的百分比,其计算公式为

$$\omega = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中, m_1 为含水状态土的质量(kg); m_2 为烘干后土的质量(kg); m_w 为土中水的质量(kg); m_s 为固体颗粒的质量,是指土经过 105℃ 烘干的质量(kg)。

含水量表示土体的干湿程度。含水量在 5% 以下的土称为干土;含水量为 5%~30% 的土称为潮湿土;含水量大于 30% 的土称为湿土。土的含水量随气候条件、雨雪和地下水的影响而变化,对土方边坡的稳定性及填方的密实程度有直接影响。

2. 土的质量密度

土的质量密度分为天然密度和干密度,它表示土体的密实程度。

(1) 土的天然密度。土的天然密度是指土在天然状态下单位体积的质量,它与土的密实程度和含水量有关。土的天然密度的计算公式为

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-2)$$

式中, ρ 为土的天然密度(kg/m³); m 为土的总质量(kg); V 为土的体积(m³)。

土的天然密度随着土颗粒的组成、孔隙的多少和含水量的变化而变化,一般黏性土的天然密度为 1 600~2 200 kg/m³,密度越大,土体越硬,挖掘越困难。

(2) 土的干密度。土的干密度是指土的固体颗粒质量与土的总体积的比值,其计算公式为

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-3)$$

式中, ρ_d 为土的干密度(kg/m³); m_s 为土的固体颗粒质量(kg); V 为土的总体积(m³)。

在一定程度上,土的干密度反映了土颗粒排列的紧密程度。土的干密度越大,表示土体

越密实。在土方填筑时,常以土的干密度来控制土的夯实标准。

3. 土的可松性

自然状态下的土经开挖后,其体积因松散而增加,虽经振动夯实,仍然不能恢复到原状土的体积,土的这种性质称为土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示,即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-4)$$

$$K_s' = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-5)$$

式中, K_s 、 K_s' 为土的最初、最终可松性系数; V_1 为土在天然状态下的体积(m^3); V_2 为土挖出后在松散状态下的体积(m^3); V_3 为土经压(夯)实后的体积(m^3)。

土的最初可松性系数 K_s ,是计算车辆装运土方体积及挖土机械的主要参数;土的最终可松性系数 K_s' ,是计算填方所需挖土工程量的主要参数,各类土的可松性系数见表 1-1。

4. 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性能,用渗透系数 K 表示。渗透系数表示单位时间内水穿透土层的能力,一般由试验确定,单位为 m/d 。渗透系数与土的颗粒级配、密实程度等有关,是人工降低地下水位及选择各类井点的主要参数。土的渗透系数见表 1-2。

表 1-2 土的渗透系数

土的名称	渗透系数 $K/(m/d)$	土的名称	渗透系数 $K/(m/d)$
黏土	<0.005	中砂	$5.00 \sim 20.00$
粉质黏土	$0.005 \sim 0.10$	均质中砂	$35 \sim 50$
粉土	$0.10 \sim 0.50$	粗砂	$20 \sim 50$
黄土	$0.25 \sim 0.50$	圆砾石	$50 \sim 100$
粉砂	$0.50 \sim 1.00$	卵石	$100 \sim 500$
细砂	$1.00 \sim 5.00$	—	—

1.2 土方工程量的计算

在土方工程施工前,通常要计算土方工程量,根据土方工程量的大小,拟定土方工程施工方案,组织土方工程施工。土方工程外形往往很复杂、不规则,要准确计算土方工程量的难度很大。因此,一般情况下,可将其划分成一定的几何形状,采用具有一定精度又与实际情况近似的方法进行计算。

1.2.1 基坑与基槽土方量的计算

1. 基坑土方量

基坑是指长宽比不大于 3 的矩形土体。基坑土方量可按立体几何中拟柱体(由两个平

行的平面作底的一种多面体)的体积公式计算,如图 1-1 所示。即

$$V = \frac{H}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-6)$$

式中, H 为基坑深度(m); A_1 、 A_2 为基坑上、下底的面积(m^2); A_0 为基坑中截面的面积(m^2)。

2. 基槽土方量

基槽土方量计算可沿长度方向分段后,按照上述方法计算,如图 1-2 所示。即

$$V_1 = \frac{L_1}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-7)$$

式中, V_1 为第一段的土方量(m^3); L_1 为第一段的长度(m)。

将各段土方量相加,即得总土方量为

$$V = V_1 + V_2 + \cdots + V_n \quad (1-8)$$

式中, $V_1, V_2, \cdots, V_n$ 为各段土方量(m^3)。

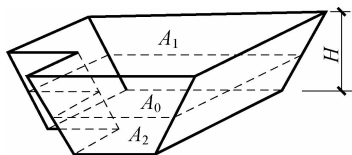


图 1-1 基坑土方量计算

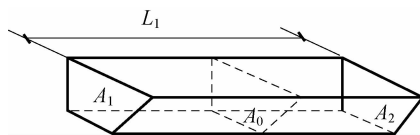


图 1-2 基槽土方量计算

1.2.2 场地平整土方量的计算

场地平整就是将天然地面平整成施工要求的设计平面。场地设计标高是进行场地平整和土方量计算的依据,合理选择场地设计标高,对减少土方量、提高施工速度具有重要的意义。场地设计标高是全局规划问题,应由设计单位及有关部门协商解决。当场地设计标高无设计文件特定要求时,可按场区内“挖填土方量平衡法”经计算确定,以达到土方量少、费用低、造价合理的效果。

场地平整土方量的计算方法有方格网法和断面法两种。断面法是将计算场地划分成若干横截面后逐段计算,最后将逐段计算结果汇总。断面法计算精度较低,可用于地形起伏变化较大、断面不规则的场地。当场地地形较平坦时,一般采用方格网法。

1. 方格网法

大面积场地平整的土方量,通常采用方格网法计算。即根据方格网各方格角点的自然地面标高和实际采用的设计标高,算出相应的角点填挖高度(施工高度),然后计算每一方格的土方量,并算出场地边坡的土方量。这样便可求得整个场地的填、挖土方总量。其步骤如下。

1) 场地设计标高的确定

确定场地设计标高时应考虑的因素有:①满足建筑规划、生产工艺及运输的要求;②尽量利用地形,减少挖、填方数量;③场地内的挖、填土方量力求平衡,使土方运输费用最少;④有一定的排水坡度,满足排水要求。

如设计文件对场地设计标高无明确规定和特殊要求时,可参照下述步骤和方法确定。

(1)初步计算场地设计标高。初步计算场地设计标高的原则是场地内挖填方平衡,即场地内挖方总量等于填方总量。



如图 1-3 所示,将场地地形图划分为边长 $a=10\sim 40\text{ m}$ 的若干个方格,尽量使方格网与测量的纵、横坐标网对应。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,用插入法求得;当地形起伏较大(用插入法有较大误差)或无地形图时,则可在现场用木桩打好方格网,然后用测量的方法求得。

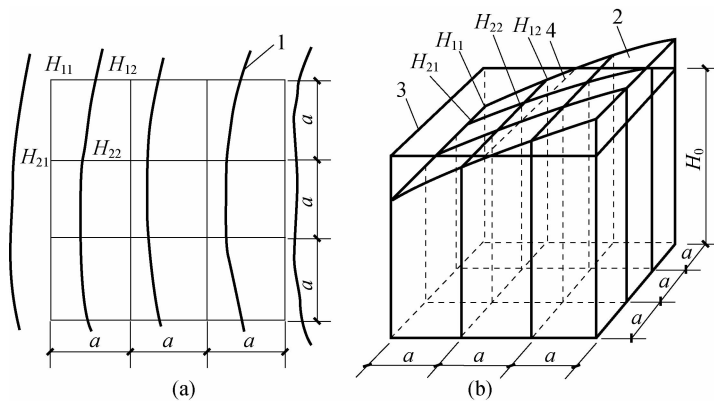


图 1-3 场地设计标高计算简图

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)

按照挖填平衡原则,场地设计标高 H_0 可按式计算

$$H_0 Na^2 = \sum (a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4}) \quad (1-9)$$

$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1-10)$$

式中, N 为方格数; H_{11} 、 H_{12} 、 H_{21} 、 H_{22} 为任意方格的四个角点的标高(m)。

由图 1-3 可见, H_{11} 是一个方格的角点标高; H_{12} 、 H_{21} 是相邻两个方格公共角点标高; H_{22} 是相邻的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_{11} 这样的角点标高加一次,类似 H_{12} 的角点标高加两次,类似 H_{22} 的角点标高要加四次。因此,上式可改写为

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4N} \quad (1-11)$$

式中, H_1 为一个方格独有的角点标高; H_2 为两个方格共有的角点标高; H_3 为三个方格共有的角点标高; H_4 为四个方格共有的角点标高。

(2)场地设计标高的调整。按式(1-10)或式(1-11)计算的设计标高 H_0 是理论值,因此,实际上还需考虑以下因素进行调整。

①由于土具有可松性,按 H_0 进行施工,填土将有剩余,必要时可相应地提高设计标高。

②由于受到设计标高以上的填方工程用土量,或设计标高以下的挖方工程挖土量的影响,设计标高应降低或提高。

③由于边坡挖填方量不等,或经过经济比较后将部分挖方就近弃于场外、部分填方就近从场外取土而引起挖填土方量的变化,需相应地增减设计标高。

(3)考虑泄水坡度对角点设计标高的影响。按上述计算及调整后的场地设计标高进行场地平整时,整个场地将处于同一水平面上,但实际上由于排水的要求,场地表面均应有一

定的泄水坡度。因此,应根据场地泄水坡度的要求(单向泄水或双向泄水),计算出场地内各方格角点实际施工时所采用的设计标高。

①单向泄水时,场地各点设计标高的求法。场地采用单向泄水时,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(见图 1-4),场地内任意一点的设计标高为

$$H_n = H_0 \pm li \quad (1-12)$$

式中, H_n 为场地内任一点的设计标高(m); l 为该点至场地中心线的距离(m); i 为场地泄水坡度(不小于 2‰)。当该点比 H_0 高时,式(1-12)取“+”号,反之取“-”号。

例如,图 1-4 中 H_{52} 点的设计标高为

$$H_{52} = H_0 - li = H_0 - 1.5ai$$

②双向泄水时,场地各点设计标高的求法。场地采用双向泄水时,以 H_0 作为场地中心点的标高(见图 1-5),场地内任意一点的设计标高为

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-13)$$

式中, l_x 、 l_y 为该点对场地中心线 xx 、 yy 的距离; i_x 、 i_y 为 xx 、 yy 方向的泄水坡度。

例如,图 1-5 中场地内 H_{42} 点的设计标高为

$$H_{42} = H_0 - 1.5ai_x - 0.5ai_y$$

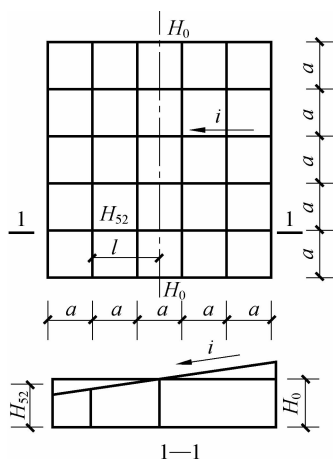


图 1-4 单向泄水坡度的场地

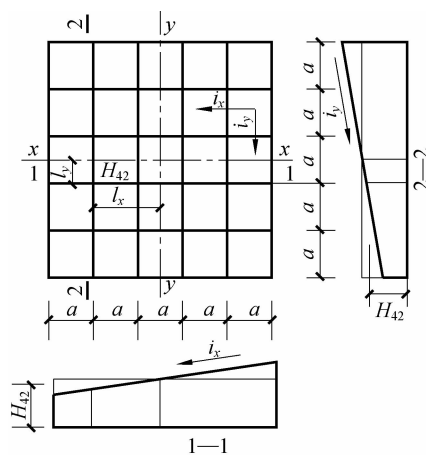


图 1-5 双向泄水坡度的场地

2) 计算各方格角点的施工高度

将设计标高和自然地面标高分别标注在方格点的左下角和右下角。各方格角点的施工高度的计算公式为

$$h_n = H_n - H \quad (1-14)$$

式中, h_n 为角点施工高度,即填挖高度,以“+”为填,“-”为挖; H_n 为角点的设计标高(若无泄水坡度时,即为场地的设计标高); H 为角点的自然地面标高。

设计标高和自然地面标高分别标注在方格点的左下角和右下角。

3) 计算零点位置

当一个方格网内同时有填方或挖方时,要先算出方格网边的零点位置,并标注于方格网上,再连接零点就得到零线(填方区与挖方区的分界线)。如图 1-6 所示,零点位置的计算公式为



$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} a; \quad x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} a \quad (1-15)$$

式中, x_1 、 x_2 为角点至零点的距离(m); h_1 、 h_2 为相邻两角点的施工高度(m), 均用绝对值; a 为方格网的边长(m)。

在实际工作中, 为省略计算, 常采用图解法直接求出零点。如图 1-7 所示, 用尺在各角点上标出相应比例, 连线与方格相交的点即为零点位置, 此法甚为方便, 同时可避免计算或查表出错。

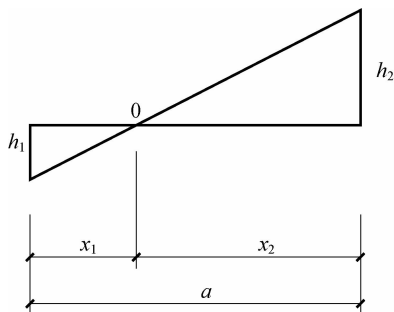


图 1-6 零点位置计算示意图

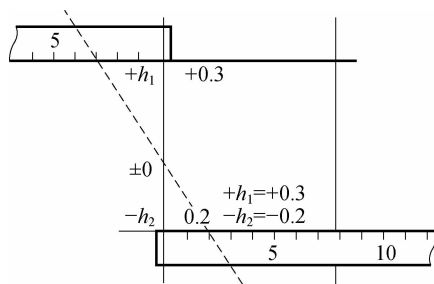


图 1-7 零点位置图解法

4) 计算方格土方量

按照方格网图形底面积和表 1-3 所列的公式, 计算每个方格内的挖方量与填方量。

表 1-3 常用方格网点计算公式

项 目	图 示	计算公式
一点填方或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2} bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bch_3}{6}$ 当 $b = a = c$ 时, $V = \frac{a^2 h_3}{6}$
二点填方或挖方 (梯形)		$V_+ = \frac{b+c}{2} a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (b+c)(h_1 + h_3)$ $V_- = \frac{d+e}{2} a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (d+e)(h_2 + h_4)$
三点填方或挖方 (五角形)		$V = (a^2 - \frac{bc}{2}) \frac{\sum h}{5}$ $= (a^2 - \frac{bc}{2}) \frac{h_1 + h_2 + h_4}{5}$

续表

项 目	图 示	计算公式
四点填方或挖方 (正角形)		$V = \frac{a^2}{4} \sum h = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$

注:1. a 为方格的边长(m); b 、 c 为零点到一角的边长(m); h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 为方格网四角点的施工高度,用绝对值代入(m);
 $\sum h$ 为填方或挖方施工高度的总和,用绝对值代入(m); V 为填方或挖方的体积(m^3)。

2. 本表计算公式是按各计算图形底面积乘以平均施工高度得出的。

5)边坡土方量计算

边坡土方量可以划分为两种近似几何体计算,一种为三角棱锥体,另一种为三角棱柱体,其计算公式如下。

(1)三角棱锥体边坡体积。如图 1-8 中①所示,三角棱锥体边坡体积的计算公式为

$$V_1 = \frac{1}{3} A_1 l_1 \tag{1-16}$$

式中, V_1 为三角棱锥体边坡①的体积(m^3); l_1 为三角棱锥体边坡①的长度(m); A_1 为三角棱锥体边坡①的端面积(m^2)。

(2)三角棱柱体边坡体积。如图 1-8 中④所示,三角棱柱体边坡体积的计算公式为

$$V_4 = \frac{A_1 + A_2}{2} l_4 \tag{1-17}$$

当两端横断面面积相差很大时,边坡体积的计算公式为

$$V_4 = \frac{l_4}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \tag{1-18}$$

式中, l_4 为三角棱柱体边坡④的长度(m); A_1 、 A_2 、 A_0 为三角棱柱体边坡④两端及中部横断面面积(m^2)。

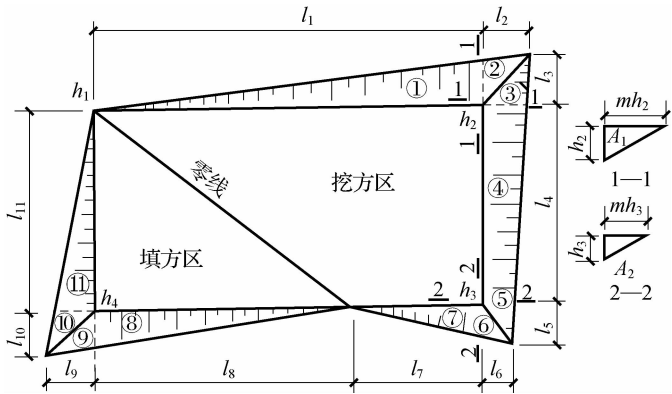


图 1-8 场地边坡平面图

6)计算土方总量

将挖方区(或填方区)所有方格计算的土方量和边坡土方量汇总,即得该场地挖方和填方的总土方量。



2. 断面法

沿场地取若干个相互平行的断面(可利用地形图或实际测量定出),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,如图 1-9 所示,则面积为

$$A_1' = \frac{h_1 d_1}{2}, \quad A_2' = \frac{(h_1 + h_2) d_2}{2}, \quad \dots$$

某一断面面积为

$$A_i = A_1' + A_2' + \dots + A_n'$$

若 $d_1 = d_2 = \dots = d_n = d$, 则

$$A_i = d(h_1 + h_2 + \dots + h_{n-1})$$

设各断面面积分别为 $A_1, A_2, \dots, A_m$, 相邻两断面间的距离依次为 $L_1, L_2, \dots, L_{m-1}$, 则所求的土方体积为

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} L_1 + \frac{A_2 + A_3}{2} L_2 + \dots + \frac{A_{m-1} + A_m}{2} L_{m-1} \quad (1-19)$$

用断面法计算土方量时,边坡土方量已包括在内。

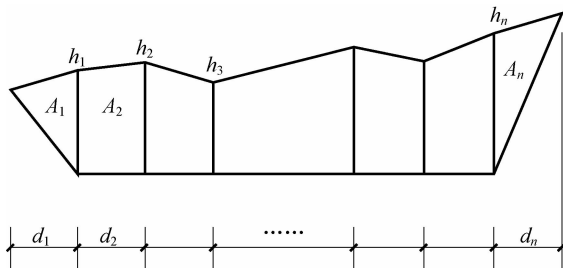


图 1-9 断面法示意图



应用案例

某公司施工的某建筑场地地形图和方格网如图 1-10 所示,图中 $a=20$ m。土质为粉质黏土,场地设计泄水坡度: $i_x=3\%$, $i_y=2\%$ 。在建筑设计、生产工艺和最高洪水位等方面均无特殊要求。试确定场地设计标高(不考虑土的可松性影响,如有余土,用以加宽边坡),并计算填、挖土方量(不考虑边坡土方量)。

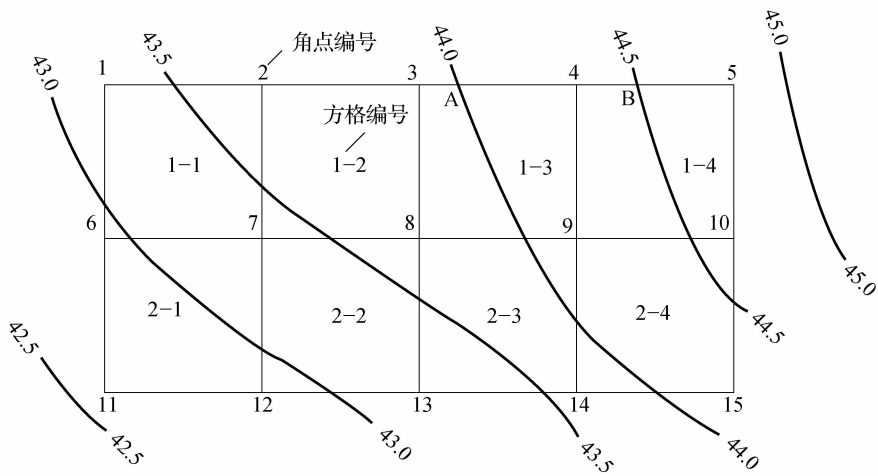


图 1-10 某建筑场地地形图和方格网布置

案例解析

1. 计算各方格角点的地面标高

各方格角点的地面标高,可根据地形图上所标等高线,假定两等高线之间的地面坡度按直线变化,用插入法求得。如求角点4的地面标高(H_4),由图1-11有

$$h_x : 0.5 = x : l$$

则

$$h_x = \frac{0.5}{l}x$$

得

$$H_4 = 44.0 + h_x = 44.0 + \frac{0.5}{l}x$$

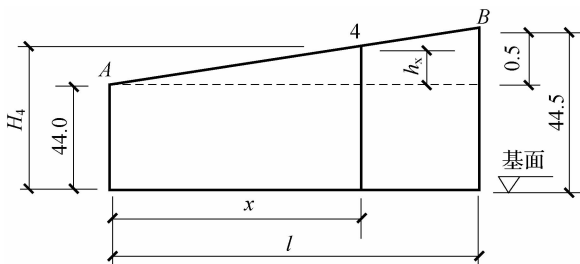


图 1-11 插入法计算简图

为了避免烦琐的计算,通常采用插入法的图解法,如图1-12所示。在一张透明纸上画出6根等距离的平行线。将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两点之间的0.5 m高差分成5等分,于是便可直接读得角点4的地面标高 $H_4 = 44.34$ m。其余各角点标高均可用图解法求出。本例各方格角点的标高可参照图1-13所示的地面标高各值。

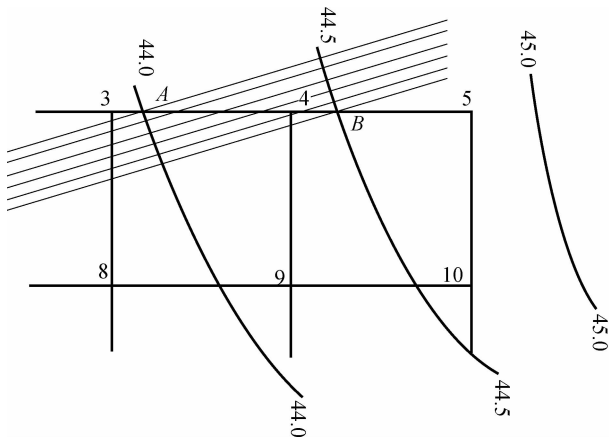


图 1-12 插入法的图解法

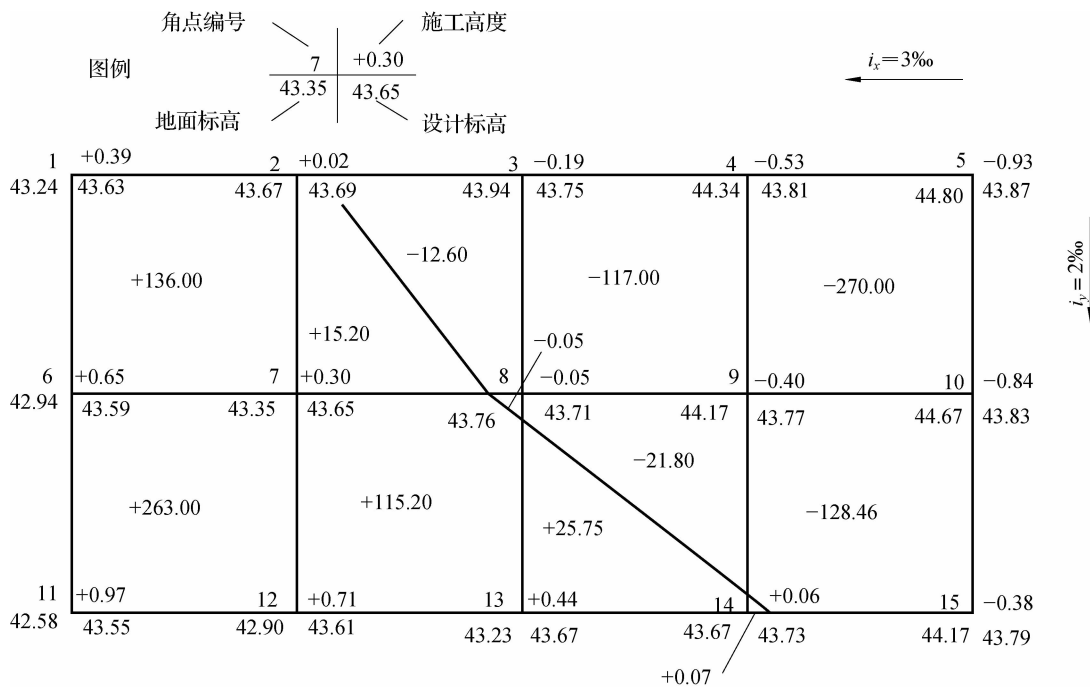


图 1-13 方格网法计算土方工程量图

2. 计算场地设计标高 H_0

$$\sum H_1 = 43.24 + 44.80 + 44.17 + 42.58 = 174.79(\text{m})$$

$$2\sum H_2 = 2 \times (43.67 + 43.94 + 44.34 + 44.67 + 43.67 + 43.23 + 42.90 + 42.94) = 698.72(\text{m})$$

$$3\sum H_3 = 0$$

$$4\sum H_4 = 4 \times (43.35 + 43.76 + 44.17) = 525.12(\text{m})$$

由式(1-11)

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4N} = \frac{174.79 + 698.72 + 525.12}{4 \times 8}$$

$$\approx 43.71(\text{m})$$

3. 计算方格角点的设计标高

以场地中心角点 8 为 H_0 (如图 1-13 所示),由已知泄水坡度 i_x 和 i_y ,各方格角点设计标高按式(1-13)计算。

$$H_1 = H_0 - 40 \times 3\% + 20 \times 2\% = 43.71 - 0.12 + 0.04 = 43.63(\text{m})$$

$$H_2 = H_1 + 20 \times 3\% - 43.63 + 0.06 = 43.69(\text{m})$$

$$H_6 = H_0 - 40 \times 3\% - 43.71 - 0.12 = 43.59(\text{m})$$

其余各角点设计标高算法同上,其值见图 1-13 中设计标高各值。

4. 计算角点的施工高度

用式(1-14)计算,各角点的施工高度为

$$h_1 = 43.63 - 43.24 = +0.39(\text{m})$$

$$h_2 = 43.69 - 43.67 = +0.02(\text{m})$$

$$h_3 = 43.75 - 43.94 = -0.19(\text{m})$$

其余各角点施工高度详见图 1-13 中施工高度各值。

5. 确定零线

首先求零点,有关方格边线上零点的位置由式(1-15)确定。2~3 角点连线零点距角点 2 的距离为

$$x_{2-3} = \frac{0.02 \times 20}{0.02 + 0.19} \approx 1.9(\text{m}), \text{则 } x_{2-3} = 20 - 1.9 = 18.1(\text{m})$$

同理求得

$$x_{7-8} = 17.1 \text{ m}, x_{8-7} = 2.9 \text{ m};$$

$$x_{13-8} = 18.0 \text{ m}, x_{8-13} = 2.0 \text{ m};$$

$$x_{14-9} = 2.6 \text{ m}, x_{9-14} = 17.4 \text{ m};$$

$$x_{14-15} = 2.7 \text{ m}, x_{15-14} = 17.3 \text{ m}。$$

相邻零点的连线即为零线,如图 1-13 所示。

6. 计算土方量

根据方格网挖填图形,按表 1-3 所列公式计算土方工程量。

方格 1—1,1—3,1—4,2—1 四角点全为挖(填)方,按正方形计算,其土方量为

$$V_{1-1} = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) = 100 \times (0.39 + 0.02 + 0.30 + 0.65) = (+)136(\text{m}^3)$$

同样计算得: $V_{2-1} = (+)263 \text{ m}^3$, $V_{1-3} = (-)117 \text{ m}^3$, $V_{1-4} = (-)270 \text{ m}^3$ 。

方格 1—2,2—3 各有两个角点为挖方;另两角点为填方,按梯形公式计算,其土方量为

$$V_{1-2}^{\text{填}} = \frac{a}{8}(b+c)(h_1 + h_3) = \frac{20}{8}(1.9 + 17.1)(0.02 + 0.3) = (+)15.2(\text{m}^3)$$

$$V_{1-2}^{\text{挖}} = \frac{a}{8}(d+e)(h_2 + h_4) = \frac{20}{8}(18.1 + 2.9)(0.19 + 0.05) = (-)12.6(\text{m}^3)$$

同理得 $V_{2-3}^{\text{填}} = (+)25.75 \text{ m}^3$, $V_{2-3}^{\text{挖}} = (-)21.8 \text{ m}^3$

方格网 2—2,2—4 为一个角点填方(或挖方)和三个角点挖方(或填方),分别按三角形和五角形公式计算,其土方量为

$$V_{2-2}^{\text{填}} = (a^2 - \frac{bc}{2}) \frac{h_1 + h_2 + h_4}{5} = (20^2 - 2.9 \times 2) \frac{0.3 + 0.71 + 0.44}{5} \approx (+)115.2(\text{m}^3)$$

$$V_{2-2}^{\text{挖}} = \frac{bch_4}{6} = \frac{2.9 \times 2 \times 0.05}{6} \approx (-)0.05(\text{m}^3)$$

同理 $V_{2-4}^{\text{填}} = (+)0.07 \text{ m}^3$, $V_{2-4}^{\text{挖}} = (-)128.46 \text{ m}^3$

将计算出的土方量填入相应的方格中(如图 1-13 所示),从而得到场地各方格土方量总计:填方量为 555.15 m^3 ;挖方量为 549.91 m^3 。

1.2.3 土方调配

土方调配是土方工程施工组织设计(土方规划)中的重要内容,在场地土方工程量计算完成后,即可着手土方的调配工作。土方调配,就是对挖土、堆弃和填土三者之间的关系进

行综合协调地处理。

1. 土方调配原则

(1)力求达到挖方与填方基本平衡和运距最短,使挖方量与运距的乘积之和最小,即土方运输量或费用最小,降低工程成本。

(2)近期施工与后期利用相结合。当工程分期分批施工时,若先期工程有土方余额,则应结合后期工程的需求来考虑其利用量与堆放位置,以便就近调配,以避免重复挖运和场地混乱。

(3)应分区与全场相结合。分区土方的余额或欠额的调配,必须考虑全场土方的调配,不可只顾局部平衡而妨碍全局。

(4)尽可能与大型建筑物的施工相结合。大型建筑物位于填土区时,应将开挖的部分土方予以保留,待基础施工后再进行填土,以避免土方重复挖、填和运输。

(5)选择适当的调配方向和运输路线,使土方机械和运输车辆的功效得到充分发挥。

总之,在进行土方调配时,必须依据现场的具体情况、有关技术资料、工期要求、土方施工方法与运输方法等,综合考虑上述原则,并经计算比较,选择经济合理的调配方案。

2. 土方调配方案的编制

土方调配方案的编制,应根据施工场地地形及地理条件,把挖方区和填方区划分成若干个调配区,计算各调配区的土方量,并计算每对挖、填方区之间的平均运距,即挖方区重心至填方区重心的距离,然后确定各调配区的土方调配方案。土方调配的最优方案,应使土方总运输量最小或土方运输费用最少,工期短、成本低,而且便于施工。

调配方案确定后,绘制土方调配图,如图 1-14 所示。在土方调配图上要注明挖填调配区、调配方向、土方数量和每对挖填之间的平均运距。图中的土方调配,仅考虑场内挖方和填方的平衡,W 表示挖方,T 表示填方,箭头上面的数值表示土方调配量(m^3),箭头下面的数值表示平均运距(m)。

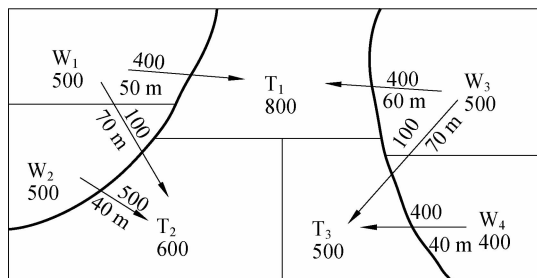


图 1-14 土方调配图

1.3 土方开挖

1.3.1 施工准备

土方开挖前需要做好下列准备工作。

(1)场地清理。对施工区域内的障碍物要调查清楚,制订方案,并征得主管部门的意见和同意,拆除影响施工的建筑物、构筑物;拆除和改造通信和电力设施、自来水管、煤气管道和地下管道;迁移树木。

(2)排除地面积水。尽可能利用自然地形和永久性排水设施,采用排水沟、截水沟或挡水坝等,及时排除施工区域内的雨雪自然水和低洼地区的积水,使场地保持干燥,以方便土方工程施工。

(3)测设地面控制点。大型场地平整时,需要利用经纬仪、水准仪,将场地设计平面图的方格网在地面上测设固定下来,各角点用木桩定位,并在桩上注明桩号和施工高度数值,便于施工。

(4)修筑临时设施。修好临时道路和电力、通信及供水设施,以及生活和生产用临时房屋。

1.3.2 土壁稳定

土壁的稳定主要是靠土体内的摩阻力和黏聚力来保持平衡的,一旦失去平衡,土壁就会引起塌方,这不仅会造成人身安全事故,还会影响基坑、基槽的开挖和基础的施工。

1. 土壁塌方的原因

根据工程实践调查分析,造成土壁塌方的主要原因有以下几点。

- (1)土质差,边坡过陡,土体自身稳定性不够。
- (2)地面雨水及地下水渗入基坑,使土体重力增大、抗剪能力降低。
- (3)在基坑(槽)边缘附近大量堆土,或停放机具、材料,或由于动荷载的作用,使土体产生的剪应力超过土体的抗剪强度。

2. 土方边坡

如图 1-15 所示,土方边坡的坡度以挖方深度(或填方深度) h 与底宽 b 之比表示,即

$$\text{土方边坡坡度} = h/b = 1/(b/h) = 1/m \quad (1-20)$$

式中, m 和 b/h 称为边坡系数。

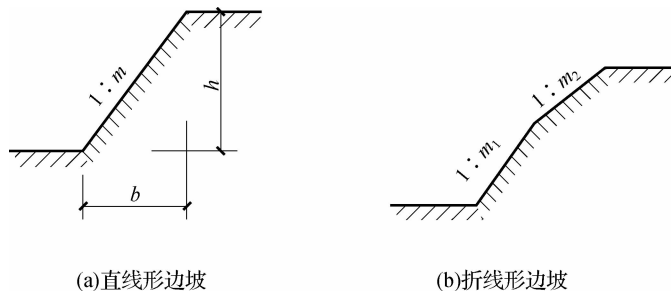


图 1-15 土方边坡

土方边坡的大小主要与土质、开挖深度、开挖方法、边坡留置时间长短、边坡附近各种荷载状况及排水情况有关。当土质条件良好、土质均匀且地下水位低于基坑(槽)或管沟底面



微课
土方边坡



标高时,挖方边坡可做成直立土壁而不加支撑,但开挖深度要满足下列规定:密实、中密的砂土和碎石类土(充填物为砂土)不超过 1.0 m;硬塑、可塑的粉土及粉质黏土不超过 1.25 m;硬塑、可塑的黏土和碎石类土(充填物为黏性土)不超过 1.5 m;坚硬的黏土不超过 2 m。

当挖土深度超过上述规定时,应考虑放坡或做成直立土壁加支撑。

基坑(槽)或管沟挖好后,应及时进行基础工程或地下结构工程施工。在施工过程中,应经常检查坑壁的的稳定情况。当挖基坑较深或晾槽时间较长时,应根据实际情况采取护面措施,如帆布覆盖、塑料薄膜覆盖、坡面拉网或挂网等。

当地质条件良好,土质均匀且地下水位低于基坑(槽)或管沟底面标高时,挖方深度在 5 m 以内且不加支撑的边坡的最陡坡度应符合表 1-4 的规定。

表 1-4 深度在 5 m 内的基坑(槽)、管沟边坡的最陡坡度(不加支撑)

土的种类	边坡坡度(高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎石类土(充填物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的粉土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土(充填物为黏性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土(经井点降水后)	1:1.00	—	—

注:1. 静载是指堆土或材料等,动载是指机械挖土或汽车运输作业等。静载或动载距挖方边沿的距离应保证边坡或直立壁的稳定,堆土或材料距挖方边沿不应小于 0.8 m,高度不超过 1.5 m。

2. 当有成熟施工经验时,可不受本表限制。

永久性挖方边坡坡度应按设计要求放坡。临时性挖方的边坡值应符合表 1-5 的规定。

表 1-5 临时性挖方的边坡值

土的种类		边坡值(高:宽)
砂土(不包括细砂、粉砂)		1:1.25~1:1.50
一般性黏土	坚硬	1:0.75~1:1.00
	硬塑	1:1.00~1:1.25
	软	1:1.50 或更缓
碎石类土	充填坚硬、硬塑黏性土	1:0.50~1:1.00
	充填砂土	1:1.00~1:1.50

注:1. 设计有要求时,应符合设计标准。

2. 如采用降水或其他加固措施,可不受本表限制,但应计算复合。

3. 软土的开挖深度不应超过 4 m,硬土的开挖深度不应超过 8 m。

3. 土壁支撑

土壁支撑形式应根据开挖深度和宽度、土质和地下水条件以及开挖方法、相邻建筑物等

情况进行选择和设计。

(1)横撑式支撑。横撑式支撑由挡土板、楞木和工具式横撑组成。根据挡土板放置方式的不同,分为水平挡土板和垂直挡土板两类,如图 1-16 所示。横撑式支撑主要用于宽度不大、深度较小的沟槽开挖的土壁支撑。

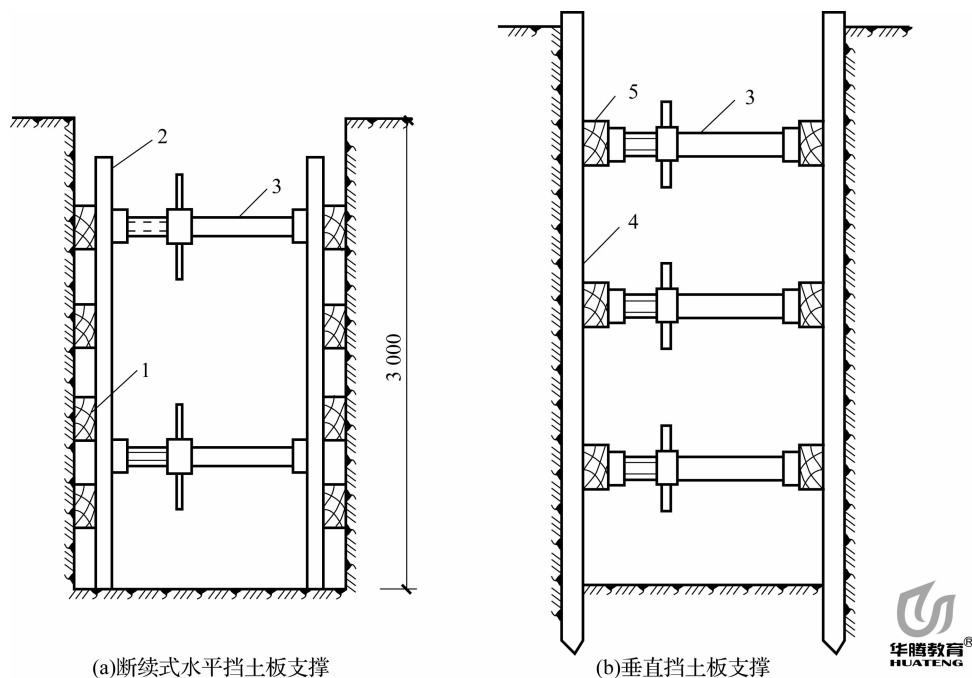


图 1-16 横撑式支撑

1—水平挡土板;2—竖楞木;3—工具式横撑;4—垂直挡土板;5—横楞木

(2)板桩式支撑。板桩式支撑特别适用于地下水位较高且土质为细颗粒、松散饱和的土层,可防止流砂现象的发生。板桩种类很多,有木板桩、钢板桩及钢筋混凝土板桩等,其中钢板桩应用最广。

钢板桩又可分平板桩和波浪式板桩两类。平板桩的防水和承受轴向压力的性能良好,易打入地下,但长轴方向的抗弯强度较小,如图 1-17 所示。波浪式板桩的防水和抗弯性能都较好,施工中多采用。

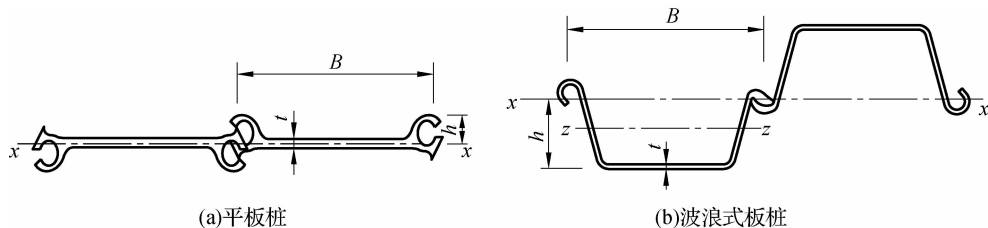


图 1-17 钢板桩示意图

B —钢板桩板宽; h —有效高度; t —板厚

1.3.3 土方机械化施工

土方工程施工包括土方开挖、运输、填筑和压实等。由于土方工程量大,劳动繁重,施工时应尽量采用机械化施工,以减轻繁重的体力劳动,加快施工进度。

1. 推土机施工

推土机由拖拉机和推土铲刀组成。按铲刀的操纵机构不同,推土机分为钢索式和液压式两种。目前使用的主要是液压式,如图 1-18 所示。

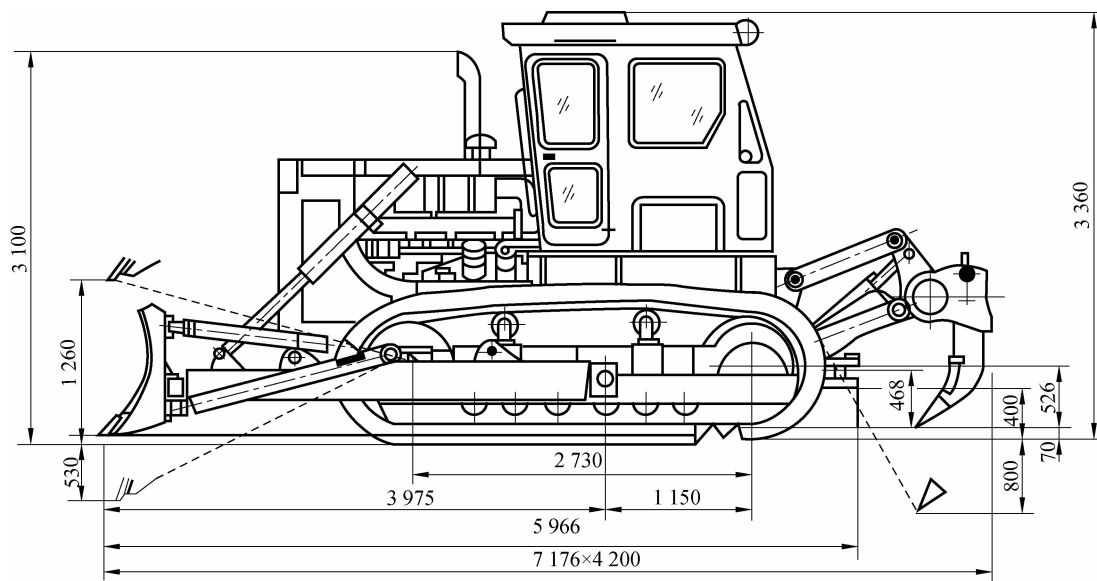


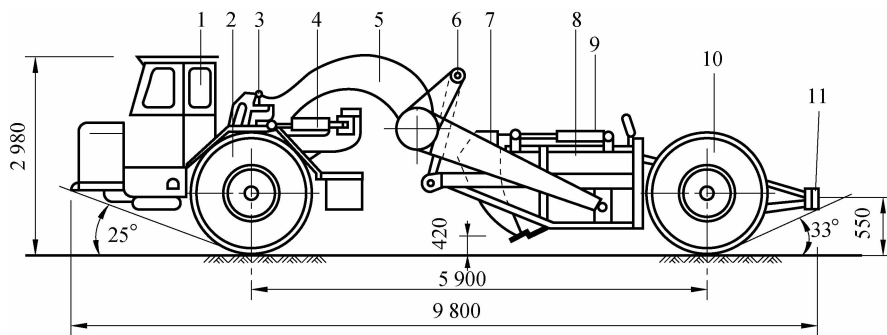
图 1-18 T-L180 型推土机外形图

推土机能够单独完成挖土、运土和卸土工作,具有操作灵活、运转方便、所需工作面小、行驶速度快、易于转移等特点。

推土机的经济运距在 100 m 以内,效率最高的运距为 60 m。为提高生产效率,可采用槽形推土、下坡推土及并列推土等方法。

2. 铲运机施工

铲运机是一种能独立完成铲土、运土、卸土、填筑、场地平整的土方施工机械,按行走方式分为牵引式和自行式(见图 1-19),按铲斗操纵系统可分为液压操纵式和机械操纵式。



图片
自行式铲运机

图 1-19 自行式铲运机

1—驾驶室;2—前轮;3—中央框架;4—转角油缸;5—铰架;6—提斗油缸;
7—斗门;8—铲斗;9—油缸;10—后轮;11—尾架

铲运机对道路要求较低,操纵灵活,具有生产效率较高的特点,经济运距为 600~1 500 m,运距为 800 m 时效率最高。铲运机常用于坡度在 20° 以内的大面积场地的平整、大型基坑开挖及填筑路基等,适合在一至三类土中直接挖、运土不适用于淤泥层、冻土地带及沼泽地区。

为了提高铲运机的生产效率,可以采取下坡铲土、推土机推土助铲等方法缩短装土时间,并使铲斗的土装得较满。在运行铲运机时,应根据填、挖方区的分布情况,结合当地具体条件,合理选择运行路线,提高生产率。一般有环形路线和“8”字形路线两种形式。

3. 单斗挖土机施工

单斗挖土机是土方开挖中常用的一种机械。按工作装置不同,单斗挖土机可分为正铲、反铲、拉铲和抓铲,如图 1-20 所示;按其行走装置不同,分为履带式 and 轮胎式两类;按操纵机构的不同,可分为机械式和液压式两类。其中液压式单斗挖土机调速范围大,作业时惯性小,转动平稳,结构简单,一机多用,操纵省力,易实现自动化。



随堂测试

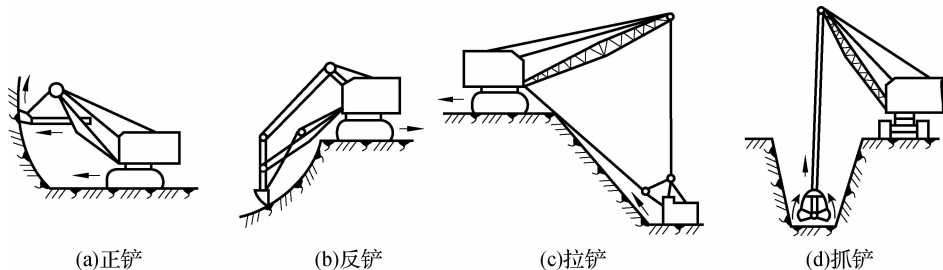


图 1-20 单斗挖土机工作装置类型

1) 正铲挖土机

正铲挖土机的工作特点是:前进行驶,铲斗由下向上强制切土,挖掘力大,生产效率高,适用于开挖停机面以上一至三类土,能与自卸汽车配合完成整个挖掘运输作业,可用于挖掘大型干燥的基坑和土丘等。

正铲挖土机的开挖方式,根据开挖路线与运输车辆相对位置的不同,可分为正向挖土,反向卸土和正向挖土,侧向卸土两种,如图 1-21 所示。

(1) 正向挖土,反向卸土。挖土机沿前进方向挖土,运输车辆停在挖土机后方装土。这种作业方式所开挖的工作面较大,但挖土机卸土时动臂回转角度大、生产率低,运输



动画
正铲挖土



车辆要倒车开入,一般只适宜开挖工作面较小且较深的基坑。

(2)正向挖土,侧向卸土。挖土机沿前进方向挖土,运输车辆停在侧面装土。采用这种作业方式,挖土机卸土时动臂回转角度小,运输工具行驶方便、生产率高、使用广泛。

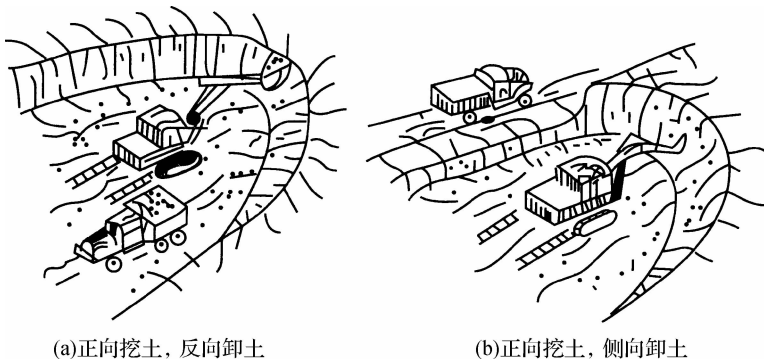


图 1-21 正铲挖土机作业方式

2)反铲挖土机

反铲挖土机的工作特点是:机械后退行驶,铲斗由上而下强制切土。挖土能力比正铲小。反铲挖土机用于开挖停机面以下的一至三类土,适用于深度不大于 4 m 的基坑、基槽和管沟的开挖,也可用于湿土、含水量较大及地下水位以下土壤的开挖。

反铲挖土机的开挖方式有沟端开挖和沟侧开挖两种。采用沟端开挖时,挖土机停在沟端,向后倒退挖土,汽车停在两旁装土,开挖工作面宽,如图 1-22(a)所示。采用沟侧开挖时,挖土机沿沟槽一侧直线移动挖土,挖土机的移动方向与挖土方向垂直,如图 1-22(b)所示,此法能将土弃于距沟较远处,但挖土宽度受到限制。

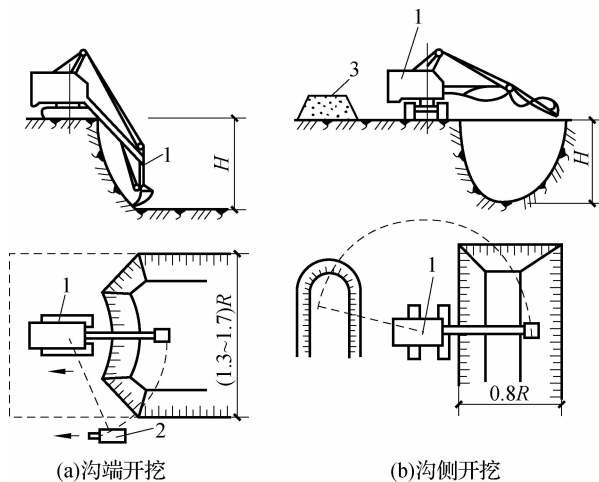


图 1-22 反铲挖土机开挖方式

1—反铲挖土机;2—自卸汽车;3—弃土堆

3)拉铲挖土机

拉铲挖土机工作时利用惯性,把铲斗甩出后靠收紧和放松钢丝绳进行挖土或卸土,铲斗由上而下,靠自重切土,可以开挖一、二类土壤的基坑、基槽和管沟,特别适用



动画
反铲挖土



动画
拉铲挖土流程

于含水量较大的水下松软土和普通土的挖掘。拉铲的开挖方式与反铲挖土机相似,有沟端开挖和沟侧开挖两种。

4) 抓铲挖土机

抓铲挖土机主要用于开挖土质比较松软,施工面比较狭窄的基坑、沟槽和沉井等,特别适于水下挖土。土质坚硬时不能用抓铲施工。



提示

装载机按行走方式分为履带式和轮胎式两种,按工作方式分单斗装载机、链式装载机和轮斗式装载机。土方工程主要使用单斗式装载机,它具有操作灵活、轻便和快速等特点。适用于装卸土方和散料,也可用于松软土的表层剥离、地面平整和场地清理等工作。



动画

抓铲挖土流程

4. 压实机械

根据土体压实机理,压实机械可分为冲击式、碾压式和振动压实机械三大类。

(1) 冲击式压实机械。冲击式压实机械主要有蛙式打夯机和内燃式打夯机两类。蛙式打夯机一般以电为动力。这两种打夯机适用于狭小场地和沟槽的作业,也可用于室内地面的夯实及大型机械无法到达的边角的夯实。

(2) 碾压式压实机械。按行走方式不同,碾压式压实机械可分为自行式压路机和牵引式压路机两类。自行式压路机常用的有光轮压路机和轮胎压路机,主要用于土方、砾石、碎石的回填压实及沥青混凝土路面的施工。牵引式压路机一般采用推土机(或拖拉机)牵引,常用的有光面碾、羊足碾。光面碾用于土方的回填压实,羊足碾适用于黏性土的回填压实,而不能用于砂土和面层土的压实。

(3) 振动压实机械。振动压实机械是利用机械的高频振动,把能量传给被压土,降低土颗粒间的摩擦力,使土在压实能量的作用下达到较大的密实度。按行走方式的不同,振动压实机械分为手扶平板式振动压实机和振动压路机两类。手扶平板式振动压实机主要用于小面积的地基夯实。振动压路机按行走方式分为自行式和牵引式两种。振动压路机的生产效率高,压实效果好,能压实多种性质的土,主要用在工程量大的大型土方工程中。

1.3.4 土方开挖方式与机械选择

在土方工程施工中合理地选择土方机械,充分发挥机械的性能,并使各种机械相互配合使用,对加快施工进度、提高施工质量、降低工程成本具有十分重要的意义。

1. 场地平整

场地平整有土方的开挖、运输、填筑和压实等工序。对地势较平坦、含水量适中的大面积平整场地,选用铲运机较适宜;当地形起伏较大,挖方、填方量大且集中的平整场地,运距在 1 000 m 以上时,可选择正铲挖土机配合自卸车进行挖土、运土,在填方区配备推土机平整及压路机碾压施工;当挖填方高度不大,运距在 100 m 以内时,采用推土机施工比较灵活、经济。



微课

土方开挖方式
与机械选择



2. 基坑开挖

单个基坑和中小型基础的基坑,多采用抓铲挖土机和反铲挖土机开挖。抓铲挖土机适用于一、二类土质和较深的基坑。反铲挖土机适用于土质为四类以下、深度在 4 m 以内的基坑。

3. 基槽、管沟开挖

在地面上开挖具有一定截面、长度的基槽和沟槽,或开挖大型厂房的柱列基础和管沟,宜采用反铲挖土机挖土。如果水中取土或开挖土质为淤泥,且坑底较深,则可选择抓铲挖土机挖土。如果土质干燥、槽底开挖不深、基槽长在 30 m 以上,可采用推土机或铲运机施工。

4. 整片开挖

基坑较浅、开挖面积大且基坑土干燥,可采用正铲挖土机开挖。若基坑内土体潮湿,含水量较大,则可采用拉铲或反铲挖土机作业。

5. 柱基础基坑、条形基础基槽开挖

对于独立柱基础的基坑及小截面条形基础的基槽,可采用小型液压轮胎式反铲挖土机配以翻斗车来完成这类浅基坑(槽)的挖掘和运土。

1.4 土方的填筑与压实



微课

填土与压实

建筑工程的土方填筑主要有地基、基坑(槽)、室内地坪、室外场地、管沟和散水等的土方回填,回填土一定要密实,以使回填后的土体不致产生较大的沉陷。

1.4.1 填方土料的要求

碎石类土、砂土和爆破石渣,可用作表层以下的填料。当填方土料为黏土时,在填筑前应检查其含水量是否在控制范围内,含水量大的黏土不宜用做填土。含有大量有机质的土,吸水后容易变形,承载能力降低。含水溶性硫酸盐大于 5% 的土,在地下水的作用下,硫酸盐会逐渐溶解消失,形成孔洞,影响土的密实性。这两种土以及淤泥、冻土、膨胀土等均不应作为填土使用。

填土应分层进行,并尽量采用同类土填筑。当采用不同土填筑时,应将透水性较大的土层置于透水性较小的土层之下,不能将各种土混杂在一起使用,以免填方内形成水囊。

当碎石类土或爆破石渣作填料时,其最大粒径不得超过每层铺土厚度的 $2/3$,使用振动碾时,不得超过每层铺土厚度的 $3/4$,铺填时,大块料不应集中,且不得填在分段接头或填方与山坡连接处。

1.4.2 填土压实的方法

填土压实的方法一般有碾压法、夯实法和振动压实法,如图 1-23 所示。

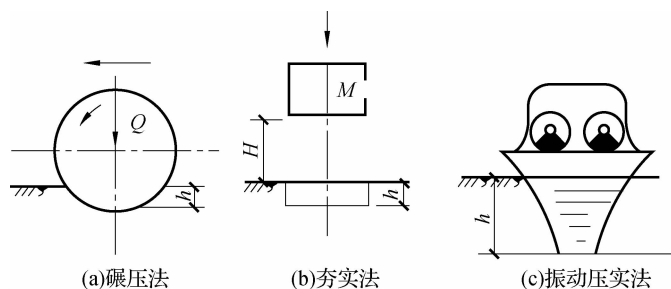


图 1-23 填土压实的方法

1. 碾压法

碾压法是利用机械滚轮的压力压实土壤,使之达到所需的密实度,此法多用于大面积填土工程。碾压机械有光面碾(压路机)、羊足碾和气胎碾。光面碾对砂土、黏性土均可压实;羊足碾需要较大的牵引力(见图 1-24),且只宜压实黏性土;气胎碾在工作时是弹性体,其压力均匀,填土压实质量较好。

利用运土机械进行碾压,也是较经济合理的压实方案。施工时使运土机械的行驶路线大体均匀地分布在填土面积上,并达到一定的重复行驶遍数,可满足填土压实质量的要求。

碾压机械在压实填方时,行驶速度不宜过快,一般平碾控制在 2 km/h,羊足碾控制在 3 km/h,否则会影响压实效果。

2. 夯实法

夯实法是利用夯锤自由下落的冲击力来夯实土壤,主要用于小面积回填。夯实法分人工夯实和机械夯实两种,适用于夯实砂性土、湿陷性黄土、杂填土以及含有石块的填土。常用的夯实机械有夯锤、内燃夯土机和蛙式打夯机(见图 1-25)。

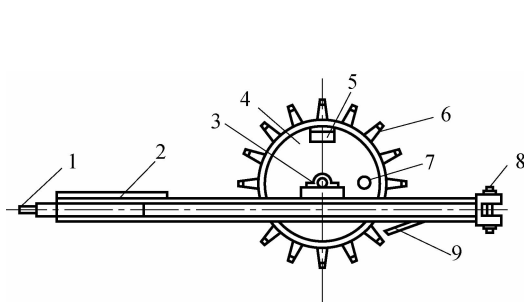


图 1-24 羊足碾构造示意图

1—前拉头;2—机架;3—轴承座;4—碾筒;5—装砂口;
6—羊碾头;7—水口;8—后拉头;9—铲刀

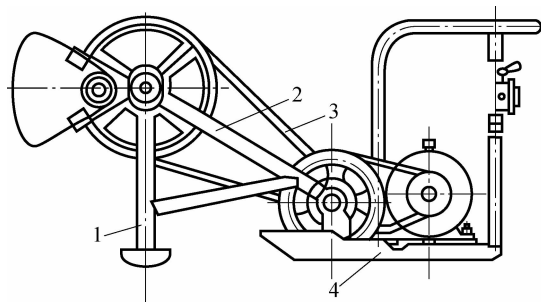


图 1-25 蛙式打夯机示意图

1—夯头;2—夯架;3—三角带;4—底盘

3. 振动压实法

振动压实法是将振动压实机械放在土层表面,借助振动机械使压实机械振动,土颗粒在振动力的作用下发生相对位移而达到紧密状态。这种方法用于振实非黏性土效果较好。

1.4.3 填土压实的影响因素

填土压实的质量与许多因素有关,其中主要影响因素有压实功、土的含水量以及每层铺土厚度。

1. 压实功的影响

填土压实后的密实度与压实机械在其上所施加的功有一定的关系。土的密度与所耗的功的关系如图 1-26 所示。土的含水量一定,开始压实时,土的密度会急剧增加,待到接近土的最大密实时,虽然压实功增加很多,但土的密度变化甚小。实际施工中,对于砂土只需碾压或夯击 2~3 遍,对粉土碾压或夯击 3~4 遍,对粉质黏土或黏土碾压或夯击 5~6 遍即可。此外,松土不宜用重型碾压机械直接滚压,否则土层会有强烈起伏现象,效率不高。如果先用轻碾压实,再用重碾压实就会取得较好的效果。

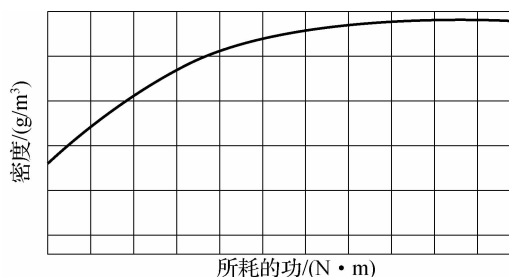


图 1-26 土的密度与压实功的关系示意图

2. 含水量的影响

在同一压实功条件下,填土的含水量对压实质量有直接影响。较为干燥的土,颗粒之间的摩阻力较大,因此不易压实。当土的含水量超过一定限度时,土颗粒之间的孔隙因被水填充而呈饱和状态,也不易压实。当土的含水量适当时,水起润滑作用,土颗粒之间的摩阻力减少,压实效果好。每种土都有其最佳含水量,在该含水量的条件下,使用同样的压实功进行压实,所得到的密度最大(见图 1-27)。不同土的最佳含水量:砂土为 8%~12%,黏土为 19%~23%,粉质黏土为 12%~15%,粉土为 15%~22%。

工地简单检验黏性土含水量的方法一般是以“手握成团,落地开花”为标准。

为了保证填土在压实过程中处于最佳含水量状态,当土过湿时,应翻松晾干,也可掺入同类干土或吸水性土料;当土过干时,则应预先洒水润湿。

3. 铺土厚度的影响

土在压实功的作用下,其应力随深度的增加而逐渐减小,如图 1-28 所示,其影响深度与压实机械、土的性质和含水量等有关。铺土厚度应小于压实机械压土时的作用深度,但其中还有最优土层厚度的问题。铺得过厚,要压很多遍才能达到规定的密实度;铺得过薄,则也要增加机械的总压实遍数。最优的铺土厚度应能使土方压实而机械的功耗费最少,可按照表 1-6 选用。

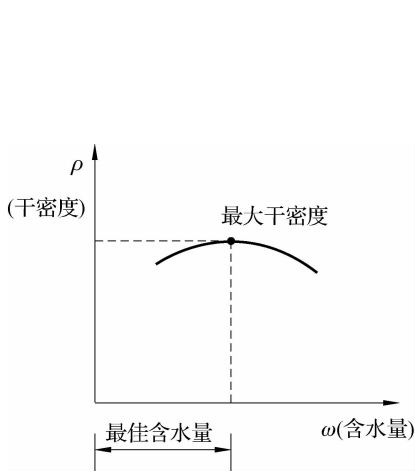


图 1-27 土的干密度与含水量的关系

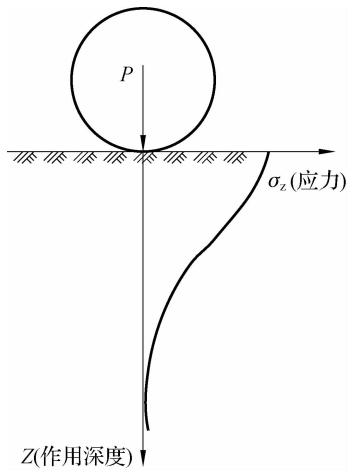


图 1-28 压实作用沿深度变化

表 1-6 每层铺土厚度与压实遍数

压实机具	每层铺土厚度/mm	每层压实遍数/遍
平碾	250~300	6~8
振动压实机	250~350	3~4
柴油打夯机	200~250	3~4
人工打夯	<200	3~4

以上三方面的因素相互影响,为了保证压实质量,提高压实机械生产效率,应根据土质和压实机械在施工现场进行压实试验,以确定达到规定密实度所需的压实遍数、铺土厚度及最优含水量。

1.5 基坑排水、降水方法

在土方工程施工过程中,当开挖的基坑底面低于地下水位时,地下水会不断渗入坑内,如果不采取降水措施,就会恶化施工条件。为了保持基坑干燥,防止由于水的浸泡而发生边坡塌方和地基承载力下降,必须做好基坑的排水、降水工作。降低地下水位的方法有集水井降水法和井点降水法。

1.5.1 集水井降水法

集水井降水法是一种设备简单、应用普遍的人工降低地水位的方法。在开挖基坑或沟槽的过程中,当基底挖至地下水位以下时,应沿坑底周围开挖具有一定坡度的排水沟,设置集水井,使地下水经排水沟流入井内,然后用水泵抽出坑外,如图 1-29 所示。

集水井应设置在基础范围以外、地下水流的上游。根据地下水量的大小、基坑平面形状及水泵能力,集水井应每隔 20~40 m 设置一个。集水井的直径或宽度一般为 0.6~0.8 m。其深度随着挖土深度的增加而加深,要经常保持低于挖土面 0.7~1.0 m。当基坑挖至设计

标高后,集水井底应低于基坑底 1~2 m,并铺设碎石滤层,以免抽水时将泥浆抽走,并防止井底土被扰动。

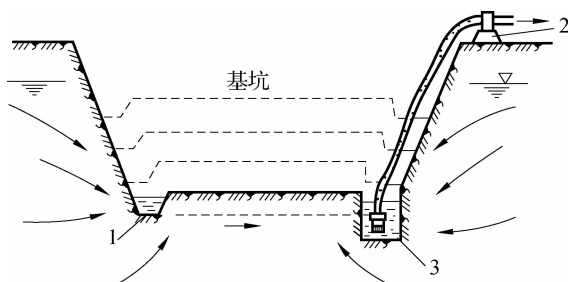


图 1-29 集水井降水法
1—排水沟;2—水泵;3—集水井

当基坑开挖深度大、地下水位较高而土质为细砂或粉砂时,如果采用集水井降水法开挖,当挖至地下水位以下时,坑底下面的土会形成流动状态,随地下水一起流动涌入基坑,这种现象称为流砂。发生流砂现象时,土体完全丧失承载力,引起基坑边坡塌方。如果附近有建筑物,流砂现象会使得地基被掏空从而引起建筑物下沉、倾斜,甚至倒塌。因此,集水井降水不宜用于细砂土和粉砂土层,而适用于水流较大的粗粒土层和渗水量较小的黏性土土层。

如果土层中产生局部流砂现象,则应采取减小动水压力的处理措施,使坑底土颗粒稳定,不受水压干扰;如果条件许可,应尽量安排枯水期施工,使最高地下水位不高于坑底 0.5 m;在水中挖土时,应尽量不抽水或减少抽水,以保持坑内水压与地下水压基本平衡。此外,可采用井点降水法、打板桩法和地下连续墙法,以防止流砂产生。

1.5.2 井点降水法

井点降水法是在基坑开挖前,在基坑四周预先埋设一定数量的滤水管(井),在基坑开挖前和开挖过程中,利用抽水设备不断抽出地下水,使地下水位降到坑底以下,直至土方和基础工程施工结束为止的方法。通过这种方法,可使基坑挖土始终保持干燥状态,从根本上杜绝流砂现象发生。同时,由于土层水分的排出,使得土体密实,地基承载力增大,土方边坡可以陡些,从而减少挖方量。

井点降水的方法有轻型井点、电渗井点、喷射井点、管井井点及深井井点等,实际工程中可参考表 1-7 选用。下面仅就轻型井点的降水方法进行介绍。

表 1-7 降水类型及适用条件

降水类型	土层渗透系数/(m/d)	降低水位深度/m
单层轻型井点	0.1~50	3~6
多层轻型井点	0.1~50	6~12
喷射井点	0.1~50	8~20
电渗井点	<0.1	根据选用井点确定
管井井点	20~200	3~5
深井井点	10~250	>15

1. 轻型井点的降水设备

轻型井点降水是指沿基坑四周或一侧以一定间距将井点管(下端为滤管)埋入蓄水层内,井点管上端通过弯联管与总管连接,利用抽水设备将地下水经滤管抽入井管,再经总管不断被抽出,从而使原有地下水位降至坑底以下。轻型井点降水法如图 1-30 所示。

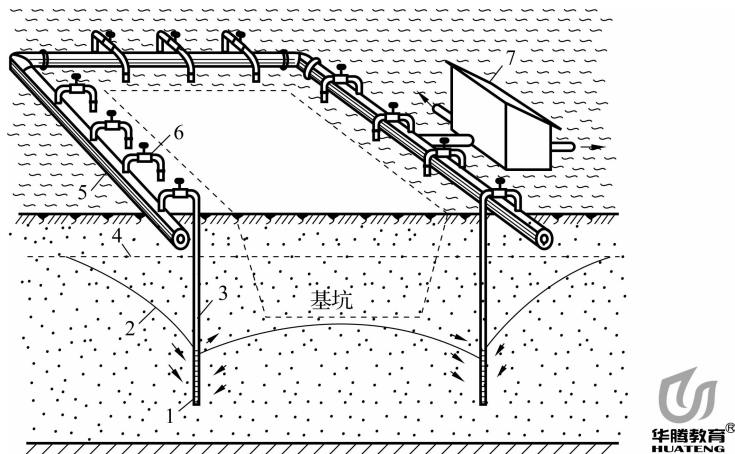


图 1-30 轻型井点降水法示意图

1—滤管;2—降低后的地下水位线;3—井点管;4—原有地下水位线;
5—总管;6—弯联管;7—水泵房

轻型井点的降水设备由管路系统和抽水设备组成。

管路系统包括滤管、井点管、弯联管及总管等。滤管为进水设备,如图 1-31 所示,一般采用长度为 1.0~1.5 m,直径为 38~55 mm 的无缝钢管,管壁上钻有直径为 12~18 mm 的梅花形滤孔。管壁外包两层滤网,内层为细滤网,采用 3~5 孔/mm² 的黄铜丝布或生丝布,外层为粗滤网,采用 0.8~1.0 孔/mm² 的铁丝网或尼龙布。为使水流通畅,在管壁与滤网间用铁丝或塑料管隔开,滤网外面再绑一层粗铁丝保护网。滤管下面为一铸铁塞头,滤管上端与井点管用螺钉套头连接。井点管采用直径为 38~51 mm,长为 5~7 m 的钢管。集水总管采用直径为 100~127 mm 的钢管,每段长 4 m,其上装有与井点管连接的端接头,间距为 0.8 m 或 1.2 m。总管与井点管用 90° 弯头连接,或用塑料管连接。

抽水设备由真空泵、离心泵和集水箱等组成。

2. 轻型井点的布置

轻型井点的布置应根据基坑的大小与深度、土质、地下水位的高低与流向和降水深度的要求等来确定。

(1)平面布置。当基坑或沟槽宽度小于 6 m,且水位降低深度不超过 5 m 时,可采用单排线状井点,布置在地下水流的上下游一侧,其两端延伸长度一般以不小于基坑(槽)宽度为宜,如图 1-32 所示。如果基坑宽度大于 6 m,或土质不良、土的渗透系数较大时,宜采用双排井点。

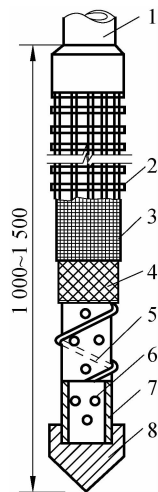


图 1-31 滤管构造示意图

1—井点管;2—粗钢丝保护网;3—细滤网;
4—粗滤网;5—缠绕的塑料管;
6—管壁上的小孔滤管;
7—钢管;
8—铸铁头

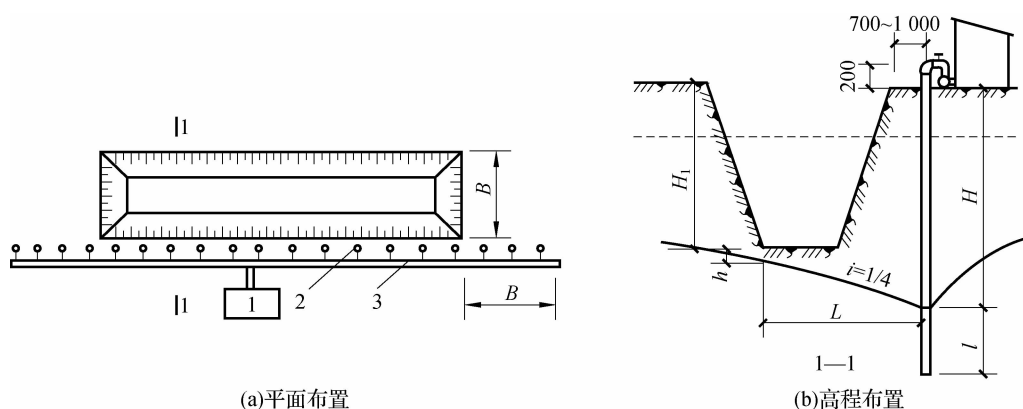


图 1-32 单排线状井点布置图

1—抽水设备;2—井点管;3—总管

基坑面积较大时,宜采用环状井点,如图 1-33 所示。为便于挖土机械和运输车辆出入基坑,可不封闭,布置为 U 形环状井点。井点管距离基坑壁一般不宜小于 0.7~1.0 m,以防局部发生漏气。井点管间距应根据土质、降水深度、工程性质等决定,一般采用 0.8~1.6 m。

一套抽水设备能带动的总管长度一般为 100~120 m。采用多套抽水设备时,井点系统要分段,各段长度要大致相等。

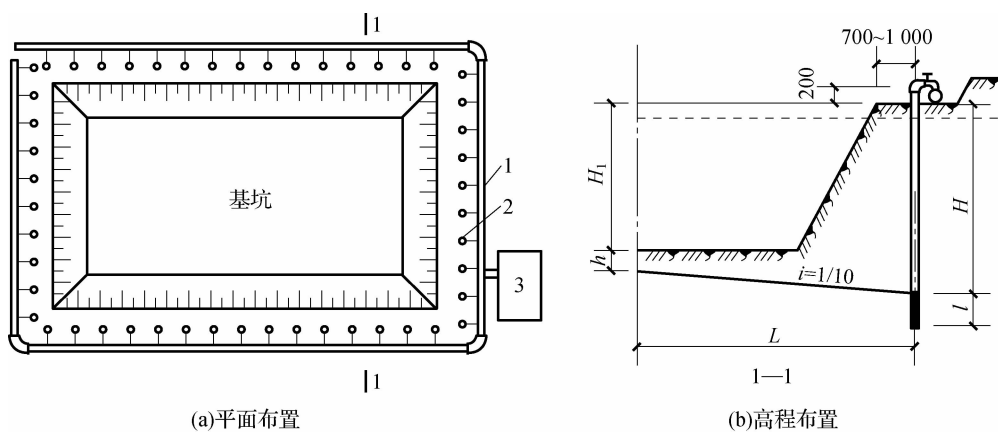


图 1-33 环状井点布置图

1—总管;2—井点管;3—抽水设备

(2)高程布置。在考虑到抽水设备的水头损失以后,井点降水深度一般不超过 6 m。如图 1-33(b)所示,井点管的埋设深度 H (不包括滤管)的计算公式为

$$H = H_1 + h + iL \quad (1-21)$$

式中, H_1 为井点管埋设面至基坑底的距离(m); h 为基坑中心处坑底面(单排井点时,为远离井点一侧坑底边缘)至降低后地下水位的距离,一般为 0.5~1.0 m; i 为地下水降落坡度,环状井点为 1/10,单排线状井点为 1/4; L 为井点管至基坑中心的水平距离(在单排井点中为井点中,管至基坑另一侧的水平距离,m)。

当一级井点系统达不到降水深度要求时,可采用二级井点,即先挖去第一级井点所疏干

的土,然后在基坑底部装设第二级井点,使降水深度增加,如图 1-34 所示。

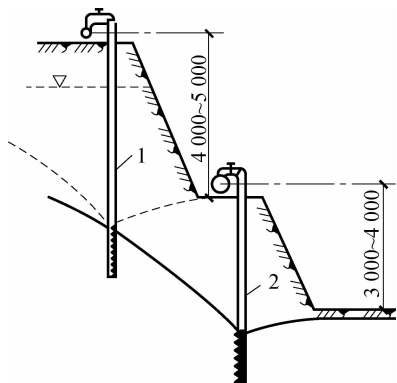


图 1-34 二级轻型井点降水示意图

1——一级井点降水;2——二级井点降水

3. 轻型井点降水法的施工

轻型井点的安装是根据降水方案,先布设总管,再埋设井点管,然后用弯联管连接井点管与总管,最后安装抽水设备。

井点管的埋设一般用水冲法施工,分为冲孔和埋管两个过程,如图 1-35 所示。冲孔时,先利用起重设备将冲管吊起,并插在井点位置上,然后开动高压水泵将土冲松,冲管则边冲边沉。冲孔要垂直,直径一般为 300 mm,以保证井管四壁有一定厚度的砂滤层。冲孔深度要比滤管底深 0.5 m 左右,以防冲管拔出时部分土颗粒沉于底部而触及滤管。

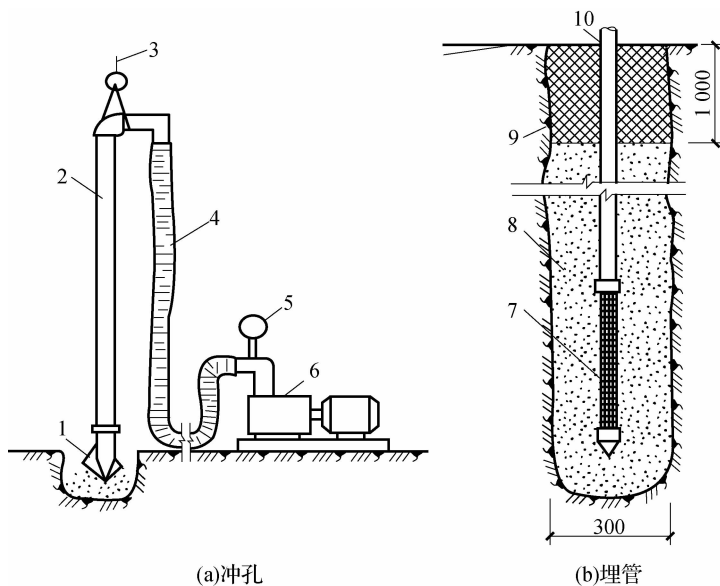


图 1-35 井点管的埋设

1—冲嘴;2—冲管;3—起重机吊钩;4—胶管;5—压力表;6—高压水泵;
7—滤管;8—粗砂;9—黏土封口;10—井点管



井孔冲成后,随即拔出冲管,插入井点管。井点管与井壁间应立即用粗砂灌实,灌至距地面1~1.5 m深处,以防孔壁塌土,并保证水流畅通。井点管上口须用黏土填塞密实,防止漏气。

4. 轻型井点的使用

轻型井点运行后,应保证连续不断抽水。如果井点淤塞,一般可以通过听管内水流声响、手摸管壁感到有震动、手触摸管壁有冬暖夏凉的感觉等简便方法检查,发现问题,及时排除隐患,确保施工正常进行。

轻型井点法适用于土壤的渗透系数为0.1~50 m/d的土层降水,一级轻型井点水位降低深度为3~6 m,二级井点水位降低深度可达6~9 m。

1.6 冬季施工和雨季施工措施

1.6.1 土方工程的冬季施工

冬季施工是指室外日平均气温降低到5℃或5℃以下,或者最低气温降低到0℃或0℃以下时,用一般的施工方法难以达到预期目的,必须采取特殊措施进行的施工。土方工程冬季施工造价高,功效低,因此一般应在入冬前完成。如果必须在冬季施工,其施工方法应根据本地区气候、土质和冻结情况,并结合施工条件进行技术比较后确定。

1. 地基土的保温防冻

土在冬季由于受冻变得坚硬,使挖掘变得困难。土的冻结有其自然规律,在整个冬季,土层的冻结厚度(冻结深度)可参见有关建筑施工手册,其中未列出的地区,在地面无雪和草皮覆盖的条件下全年标准冻结深度 Z_0 ,可按式计算

$$Z_0 = 0.28 \sqrt{\sum T_m + 7} - 0.5 \quad (1-22)$$

式中, $\sum T_m$ 为低于0℃的月平均气温的累计值(取连续10年以上的平均值),以正号代入。

土方工程冬季施工时,应采取防冻措施,常用的方法有松土防冻法、覆盖雪防冻法和隔热材料防冻法等。

(1)松土防冻法。入冬前,在挖土的地表层先翻松25~40 cm厚表层土并耙平,其宽度应不小于土冻结深度的2倍与基底宽之和。在翻松的土中,有许多充满空气的孔隙,可降低土层的传热性,达到防冻的目的。

(2)覆盖雪防冻法。在降雪量较大的地区,可利用所覆盖的较厚雪层作保温层,防止地基土冻结。对于大面积的土方工程,可在地面上与风主导方向垂直的方向设置篱笆、栅栏或雪堤(高度为0.5~1.0 m,间距为10~15 m),采用人工积雪防冻。对于面积较小的基槽(坑)土方工程,在土冻结前,可以在地面上挖积雪沟(深度为30~50 cm),并随即用雪将沟填满,以防止未挖土层冻结。

(3)隔热材料防冻法。对于面积较小的基槽(坑)的地基土防冻,可在土层表面直接覆盖炉渣、锯末、草垫、树叶等保温材料,其宽度为土层冻结深度的2倍与基槽宽度之和。

2. 冻土的融化

冻结土的开挖比较困难,可通过外加热使之融化,然后挖掘。这种方式费用较高,只适用于面积不大的工程。

(1)烘烤法。适用于面积较小、冻土不深、燃料充足的地区。常用锯末、谷壳和刨花等作为燃料。先在冻土上铺上杂草、木柴等引火材料,然后撒上锯末,并在上面压数厘米的土,使其能不起火苗地燃烧(250 mm厚的锯末经一夜燃烧可熔化冻土 300 mm左右)。开挖时需分层分段进行。

(2)蒸汽融化法。当热源充足、工程量较小时,可采用蒸汽融化法。具体操作是把带有喷气孔的钢管插入预先钻好的冻土孔中,通入蒸汽使冻土融化。

3. 冻土的开挖

冻土的开挖方法有人工法开挖、机械法开挖和爆破法开挖三种。

(1)人工法开挖。人工法开挖冻土适用于开挖面积较小、场地狭窄,不具备其他条件进行土方破碎开挖的情况。开挖时一般用大铁锤和铁楔子劈冻土。

(2)机械法开挖。机械法开挖适用于大面积的冻土开挖。破土机械应根据冻土层的厚度和工程量的大小来选用。当冻土层厚度小于 0.25 m 时,可直接用铲运机、推土机、挖土机挖掘开挖;当冻土层厚度为 0.6~1.0 m 时,用打桩机将楔形劈块按一定顺序打入冻土层,劈裂破碎冻土;或用起重设备将重为 3~4 t 的尖底锤吊至 5~6 m 高,然后使锤脱钩自由落下,击碎冻土层(击碎厚度可达 1~2 m),再用斗容量大的挖土机进行挖掘。

(3)爆破法开挖。爆破法开挖适用于面积较大,冻土层较厚的土方工程。采用打炮眼、填药的爆破方法将冻土破碎后,用机械挖掘施工。

4. 冬季回填土施工

由于冻结土块坚硬且不易破碎,回填过程中不易被压实,温度回升、土层解冻后又会引起较大的沉降,因此为保证冬季回填土的工程质量,冬季回填土施工必须按照施工及验收规范的规定进行组织。

冬季填方前,要清除基底的冰雪和保温材料,排除积水,挖除冻块或淤泥。对于基础和地面工程范围内的回填土,冻土块的含量不得超过回填土总体积的 15%,且冻土块的粒径应小于 15 cm。填方宜连续进行,且应采取有效的保温防冻措施,以免地基土或已填土受冻。填方时,每层的虚铺厚度应比常温施工时减少 20%~25%。填方的上层应用未冻的、不冻胀或透水性好的土料填筑。

1.6.2 土方工程的雨季施工

1. 雨季施工准备

在雨季到来之际,施工现场、道路及设施必须做好的排水准备。对施工现场的临时设施、库房也要做好防雨排水的准备。应对现场的临时道路进行加固、加高,或在雨季加铺炉渣、砂砾或其他防滑材料。施工现场应准备足够的防水、防汛材料(如草袋、油毡雨布等)和器材工具等。



2. 雨季施工措施

雨季开挖基槽(坑)或管沟时,开挖的施工面不宜过大,应从上至下分层分段依次施工,底部随时做成一定的坡度,应经常检查边坡的稳定,适当放缓边坡或设置支撑。雨季不要在滑坡地段进行施工。大型基坑在开挖时为防止被雨水冲塌,可在边坡上加钉钢丝网片,再浇筑 50 mm 厚的细石混凝土。对于地下的池、罐构筑物或地下室结构,在其完工后应抓紧进行基坑四周回填土的施工和上部结构的施工,否则会造成地下室和池子上浮事故的发生。

1.7 安全事故的预防

1.7.1 土方工程施工的质量标准

- (1)柱基、基坑、基槽和管沟基底的土质,必须符合设计要求,并严禁扰动。
- (2)填方的基底处理,必须符合设计要求或施工规范的规定。
- (3)填方施工时,必须按规定分层夯压密实。取样测定压实后的干密度,应有 90% 以上符合设计要求,其余 10% 的最低值与设计值的差不应大于 0.08 g/cm^3 ,且不应集中。
- (4)土方工程的外形尺寸与允许偏差和质量检验方法,应符合有关规定。

1.7.2 安全事故的预防措施

- (1)在土方工程施工前,必须清楚了解场地内的地上和地下管道、电缆及高压水管等情况。在特殊危险地区,必须设专人负责工程技术观测,挖土应采用人工方法进行。
- (2)基坑开挖时,两人开挖的操作间距应大于 2.5 m,多台机械开挖时,挖土机的间距应大于 10 m。挖土应由上而下逐层进行,严禁采用挖空底脚的施工方法。
- (3)基槽(坑)开挖应合理放坡。操作时应随时注意土壁变动情况,如发现有裂纹和部分坍塌现象,应及时进行支撑或放坡,并注意支撑的稳固和土壁的变化。
- (4)基槽(坑)开挖深度超过 3 m 以上时,应使用吊装设备吊土,起吊后,坑内操作人员应立即离开吊点的垂直下方,起吊设备距坑边不得少于 1.5 m,坑内人员应戴安全帽。
- (5)用手推车推土,应铺好道路,卸土回填时,不得放手让车自动翻转。用翻斗汽车运土,运输道路的坡度、转弯半径应符合有关安全规定。
- (6)深基坑上下应先挖好阶梯或设置靠梯,或开斜坡道,并采取防滑措施,禁止踩踏支撑上下。坑四周应设置安全栏杆或悬挂危险标志。
- (7)应经常检查基坑设置的支撑,雨后更应经常检查,如有松动或变形现象,应及时排除隐患。
- (8)槽(坑)、沟边 1 m 内不得堆土、堆料和停放机具,1 m 以外堆土,其高度不宜超过 1.5 m。坑(槽)、沟与附近建筑物的距离不得小于 1.5 m,危险时必须加固。

实训1 编制井点降水施工方案

一、实训目标

掌握识图知识、材料知识、工艺知识、安全知识。能分析图纸、做好施工准备、采用合理的施工工艺、了解安全施工和质量控制方法。

二、实训内容

1. 工程概况

拟建的××职工培训中心大楼工程位于××路与××路交叉处 200 m 路东,地上 16 层,地下 1 层,框剪结构,建筑物长为 50.6 m,宽为 21.0 m,基础埋深约为 4.5 m。

2. 地质概况

拟建场地属于黄河冲积平原,地形平坦。场地地下水属孔隙潜水,地下水位埋深 1.7~2.0 m,地下水年变幅为 0.8 m 左右,地下水质良好,对水泥混凝土无腐蚀作用。土层渗透系数采用经验值 $K=0.5 \text{ m/d}$ 。与降水有关的地质情况如下。

第①层新近沉积粉土:褐黄色,稍湿,稍密~中密,上部有 0.3~0.5 m 厚的填土层,局部夹厚度为 4.9~6.4 m 的粉质黏土,层底埋深为 4.9~6.4 m。

第②层新近沉积粉质黏土:灰黄色,灰褐色,软塑~可塑,含有少量蜗牛壳碎片,厚度为 1.9~3.2 m,层底埋深为 7.2~8.5 m。

第③层粉土夹粉砂:灰色,很湿,中密~密实,砂感强,厚度为 0.9~3.0 m,层底埋深为 9.0~10.8 m。

3. 施工方案编制内容

(1)工程概况。说明工程概况。

(2)编制依据。罗列相应规范、法律法规、技术标准等。

(3)施工准备。

①作业条件:说明井点降水施工前应具备的作业条件,如场地等施工中将会用到的主要材料。

②施工机具:施工中将会用到的主要机具。

(4)施工工艺流程。

①轻型井点降水系统设计:选择并画出平面布置形式。

②准备工作:说明井点设备,动力、水源及必要的材料准备,排水沟的开挖。

③井点系统的埋设:井点管的埋设步骤及埋设方法。

④轻型井点的使用。

⑤轻型井点的拆除。

⑥轻型井点的施工程序。

(5)质量控制。

①管路安装埋设中应注意的事项。

②质量通病的防治。

(6)安全控制。



①井点降水时防止基坑坍塌应注意的要点。

②对周围建筑物的沉降观测。



思考与练习

一、单项选择题

- 土方工程施工不具有的特点是()。
A. 土方量大 B. 劳动繁重 C. 工期短 D. 施工条件复杂
- 开挖高度大于 2 m 的干燥基坑,宜选用()。
A. 抓铲挖土机 B. 拉铲挖土机 C. 反铲挖土机 D. 正铲挖土机
- 当基坑或沟槽宽度小于 6 m,且降水深度不超过 5 m,可采用的布置是()。
A. 单排井点 B. 双排井点 C. 环形井点 D. U 形井点
- 集水坑深度应随挖土深度的增加而加深,要经常保持低于挖土面()。
A. 0.5~0.7 m B. 0.7~1.0 m C. 1.0~1.5 m D. 1.5~2.0 m
- 在基坑开挖过程中,保持基坑土体稳定主要是靠()。
A. 土体自重 B. 内摩阻力 C. 黏聚力 D. B 和 C

二、多项选择题

- 影响基坑边坡大小的因素有()。
A. 开挖深度 B. 土质条件 C. 地下水位 D. 施工方法 E. 坡顶荷载
- 下列各种情况中受土的可松性影响的是()。
A. 填方所需挖土体积计算 B. 确定运土机具数量
C. 计算土方机械生产率 D. 土方平衡调配
E. 场地平整
- 在轻型井点系统中,平面布置的方式有()。
A. 单排井点 B. 双排井点 C. 环状井点 D. 四排布置 E. 二级井点
- 影响填土压实质量的因素有()。
A. 土料的种类和颗粒级配 B. 压实功
C. 土的含水量 D. 每层铺土厚度
E. 压实遍数
- 正铲挖土机的作业特点有()。
A. 能开挖停机面以上一至四类土 B. 挖掘力大
C. 挖土时,直上直下自重切土 D. 生产效率高
E. 宜于开挖高度大于 2 m 的干燥基坑

三、思考题

- 土方工程施工中,土体根据开挖的难易程度可分为哪几类?
- 土的可松性对土方施工有何影响?
- 基坑及基槽土方量如何计算?
- 试述方格网法计算场地平整土方量的步骤和方法。
- 试述断面法计算场地平整土方量的步骤和方法。

- 6. 土方调配应遵循哪些原则？调配区如何划分？
- 7. 什么是边坡系数？影响边坡稳定的因素有哪些？
- 8. 人工降低地下水位的方法有哪些？适用范围如何？
- 9. 轻型井点系统的布置方案有哪些？
- 10. 单斗挖土机有哪几种类型？其工作特点和适用范围是什么？正铲、反铲挖土机开挖方式有哪几种？如何选择？
- 11. 填土压实有哪几种方法？各有什么特点？影响填土压实的主要因素有哪些？
- 12. 什么是土的最佳含水量？土的含水量和控制干密度对填土压实质量有何影响？
- 13. 土方工程冬季施工有哪些防冻措施？雨季施工应注意哪些问题？
- 14. 土方工程有哪些主要安全技术措施？
- 15. 某基坑底长为 85 m, 宽为 60 m, 深为 8 m, 工作宽度为 0.5 m, 四边放坡, 边坡系数为 0.5。试计算土方开挖工程量。
- 16. 某建筑场地, 如图 1-36 所示, 方格网边长为 40 m, 试用方格网法计算场地总挖方量和填方量。如填方区和挖方区的边坡系数均为 0.5, 试计算场地边坡挖填土方量。

角点编号 施工高度	设计地面标高 自然地面标高	1	70.30	2	70.36	3	70.40	4	70.44
			70.09		70.40		70.95		71.43
		5	70.26	6	70.30	7	70.34	8	70.38
			69.71		70.17		70.70		71.22
		9	70.20	10	70.24	11	70.28	12	70.32
			69.37		69.81		70.38		70.95
		13	70.14	14	70.18	15	70.22	16	70.26
			69.10		69.81		70.20		70.70

图 1-36 建筑场地方格网示意图