




建筑施工技术

邬永华 何光 主编

 东华大学出版社

建筑施工技术

邬永华 何光 主编

王贞寰 副主编

东华大学出版社

内 容 提 要

本书分为四个部分,第一部分为地基与基础分部工程,包括土方工程、桩基础工程;第二部分为主体结构分部工程,包括钢筋混凝土工程、砌筑工程、预应力工程、结构安装工程;第三部分为建筑防水分部工程,包括屋面防水和地下防水工程;第四部分为装饰分部工程,包括门窗工程、室内外装饰工程和楼地面工程。

本书适合土木工程、建筑工程、建筑施工管理等相关专业的学生作为教材;也可作为建筑施工技术人员和管理人员参考用书。

图书在版编目 (C I P) 数据

建筑施工技术/邬永华,何光主编. —上海:东华大学出版社,2004. 5

ISBN 7 - 81038 - 814 - 2

I. 建... II. ①邬... ②何... III. 建筑工程—工程施工—高等学校—教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 040841 号

建 筑 施 工 技 术

邬永华 何 光主编

东华大学出版社出版

上海市延安西路 1882 号

邮政编码: 200051 电话: (021) 62193056

新华书店上海发行所发行 常熟市大宏印刷有限公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 16.5 字数: 390 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

印数: 0001 ~ 6000

ISBN 7 - 81038 - 814 - 2/TU·08

定价: 35. 00 元

责任编辑: 张益储 封面设计: 天 水

前 言

《建筑施工技术》是土木工程施工与管理专业、建筑工程专业的主要专业课教材。本书根据高职高专人才培养目标要求编写,吸取了近年来一些新的建筑施工技术和我国有关新标准、新规范和强制性条文(在本教材表述中,黑体字为强制性条文)等内容。本教材按建筑工程的“地基与基础工程”、“主体结构工程”、“建筑防水工程”、“装饰工程”四个分部工程进行编写。

本书主要介绍目前最常用的施工技术,力求按高职高专教育的特点,编出专业特色,强调实用性。

本教材由邬永华、何光主编,王贞宸任副主编。第一、二章由邬永华编写,第三、四章由王贞宸编写,第五、六章由何光编写,第七章由邱忠良、沈锐编写,第八章由陈蓉编写,本书插图由倪霞娟绘制,凌源、黄华峰教授审阅了部分书稿。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004年4月

目 录

第一部分 地基与基础工程

第一章 土方工程	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 场地平整土方量计算和调配	(5)
第三节 基坑(槽)施工土方量计算	(8)
第四节 土方工程施工前的准备和辅助工作	(9)
第五节 土方工程机械化施工	(23)
第六节 土方的填筑与压实	(26)
第七节 基坑(槽)施工	(28)
第八节 土方工程的安全技术	(30)
第二章 桩基础施工	(32)
第一节 概 述	(32)
第二节 钢筋混凝土预制桩施工	(32)
第三节 混凝土和钢筋混凝土灌注桩	(41)
第四节 桩基工程的安全技术措施	(49)

第二部分 主体结构工程

第三章 钢筋混凝土结构工程	(50)
第一节 模板工程	(51)
第二节 钢筋工程	(72)
第三节 混凝土工程	(109)
第四节 钢筋混凝土预制构件	(130)
第五节 钢筋混凝土工程施工的安全技术	(134)
第四章 砌筑工程	(138)
第一节 脚手架及垂直运输设施	(138)
第二节 砌体的材料准备	(148)
第三节 砌筑施工	(153)
第四节 砌筑工程的质量及安全技术	(164)
第五章 预应力混凝土工程	(165)
第一节 概 述	(165)

第二节	先张法	(168)
第三节	后张法	(173)
第四节	无粘结预应力混凝土	(185)
第六章	结构安装工程	(189)
第一节	索具设备	(189)
第二节	起重机械	(193)
第三节	单层工业厂房结构吊装	(204)

第三部分 防水工程

第七章	屋面及地下防水工程	(216)
第一节	屋面工程	(216)
第二节	地下防水工程	(228)

第四部分 装饰工程

第八章	装饰工程	(235)
第一节	概 述	(235)
第二节	门窗工程	(236)
第三节	吊顶工程和轻质隔墙工程	(239)
第四节	抹灰工程	(243)
第五节	饰面板(砖)工程	(245)
第六节	幕墙工程	(249)
第七节	涂饰和裱糊工程	(250)
第八节	地面工程	(252)

第一部分 地基与基础工程

第一章 土方工程

第一节 概 述

土方工程是建筑工程施工的主要工程之一。它是由主要施工过程和准备、辅助工作组成。主要施工过程包括土的挖掘、填筑和运输等过程；准备与辅助工作包括排水、降水和土壁支撑。常见土方工程有：场地平整、基坑（槽）与管沟开挖或回填、地坪填土及路基填筑等。

土方工程的施工有工程量大和施工条件复杂等特点。大型的土方工程量可达百万立方米以上，而且土方工程施工又受气候、水文、地质、地下障碍、相邻建筑物和构筑物等因素的影响较大，不确定因素较多。因此，在组织土方工程施工前，必须制定施工组织设计，选择适宜的施工机械和经济的土方调配方案，安排好运输道路和工程所需的辅助和准备工作，制定针对可能出现的质量和安全事故所应采取的相应措施。

一、土的工程分类

土的分类较多，土的类型不同使得土方工程施工的方案选择、机械选择以及辅助准备工作选择都有很大的影响。在土方施工中，根据土的坚硬程度和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、特坚石等八类。（表 1-1）

二、土的工程性质

（一）土的组成

土一般由土颗粒（固相），水（液相）和空气（气相）三部分组成。三者之间的比值不是定值，是随周围条件的变化而变化的。三者的比例关系反映出土的干湿和疏密程度的变化和不同。

为便于阐述，现将混合分布的土体三相物质划分出来，用三相图表述。（图 1-1）

图中 m ——土的总质量（ $m = m_s + m_w$ ）（kg）；

m'_s ——土中固体颗粒的质量（kg）；

m'_w ——土中水的质量（kg）；

V ——土的总体积（ $V = V_s + V_w + V_a$ ）（ m^3 ）；

V_s ——土中固体颗粒的体积（ m^3 ）；

V_w ——土中水所占的体积（ m^3 ）；

V_a ——土中空气所占的体积（ m^3 ）；

V_a ——土中的孔隙体积（ $V_a = V_a + V_w$ ）（ m^3 ）。

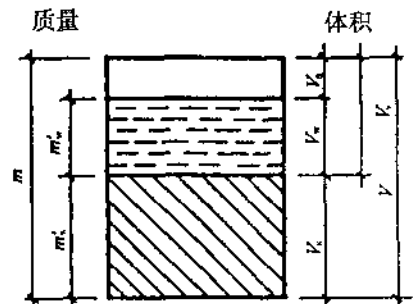


图 1-1 土的三相示意图

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;粉土;冲击砂土层;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 (普通土)	粉质粘土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;种植土;填筑土及粉土混卵(碎石)	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)	中等密实粘土;重粉质粘土;粗砾石;干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质粘土;压实的填筑土	1.24~1.30	1.04~1.07	主要用镐,少许用锹、条锄挖掘
四类土 (砂砾坚土)	坚硬密实的粘性土及含碎石、卵石的粘土;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、条锄挖掘,少许用撬棍挖掘
五类土 (软石)	硬质粘土;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,部分用爆破方法
六类土 (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 (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	1.45~1.50	1.20~1.30	用爆破方法开挖

注: K_s ——最初可松性系数; K'_s ——最后可松性系数。

(二)土的物理性质

1. 土的天然含水量(ω)

土的天然含水量是指在天然状况下,土体中水的质量与固体颗粒质量比值的百分率,反映了土的干湿程度。即:

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

式中 m_w ——土中水的质量(kg); m_s ——土中固体颗粒的质量(kg)。

土的干湿程度将影响土方工程的施工难易程度,如天然含水量过大,将使施工机械打滑或陷车,影响施工的进行。

2. 土的天然密度(ρ)和干密度(ρ_d)

土的天然密度:天然状态下,单位体积土的质量,即土中总质量与总体积的比值。

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

式中 m ——土的总质量(kg); V ——土的体积(m^3)。

一般粘土的密度约为 $1800 \sim 2000\text{kg}/m^3$ 。

土的干密度:土中固体颗粒的质量与总体积之比。

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

3、密实度(λ_c)

密实度也称压实系数,是指填土干密度与实验所得最大干密度的比值。

$$\lambda_c = \frac{\rho_d}{\rho_{dmax}} \quad (1-4)$$

式中 ρ_{dmax} ——试验所得最大干密度。

填土根据使用性质可分为承载土和非承载土,作为承载土必须对其密度土进行检测,如果土体作为地基主要持力层范围以下,则它的密实度为 $0.93 \sim 0.96$;如果土体在砖石结构、条形基础和独立基础范围下,则它的密实度应大于 0.96 。

4、土的孔隙比(e)和孔隙率(n)

孔隙比是土的孔隙体积与固体体积之比。

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1-5)$$

式中 V_v ——土的孔隙体积(m^3)

孔隙率是指土的孔隙体积与总体积之比的百分率。

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (1-6)$$

5、土的可松性与可松性系数:

土的可松性:即天然状态下的土经开挖后,其体积因松散而增大。以后虽经回填夯实,仍不能恢复到原来的体积。

土的可松性系数可分为最初可松性系数和最后可松性系数。

最初可松性系数:土经开挖后的松散体积与原自然状态下的体积之比。它是决定挖土机械和运输机械的重要参数。

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-7)$$

式中 K_s ——最初可松性系数; V_1 ——天然状态下土的体积; V_2 ——开挖后松散土的体积。

最后可松性系数:土经回填压实后的体积与其自然状态下的体积之比。它是决定取土体积的重要参数。

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-8)$$

式中 K'_s ——最后可松性系数; V_3 ——经回填压实后土的体积。

例1 已知某基坑体积为 1000 立方米,为普通土,最初可松性系数为 1.15 ,最后可松性系数为 1.02 ,开挖后全部外运,然后取相同土回填。

问 (1)外运土方量为多少?

(2)回填所需挖土方量?

解 (1)外运土方量: $V_2 = K_3 V_1 = 1.15 \times 1000 = 1150(\text{m}^3)$

(2)取土挖土方量: $V_1 = \frac{V_3}{K'_s} = \frac{1000}{1.02} = 980.39(\text{m}^3)$

6、土的渗透系数(K)

土的渗透性系数表示单位时间内水穿透土层的能力,以 m/d 表示。根据土的渗透系数不同,可分为透水性土(如砂土)和不透水性土(如粘土)。它影响施工降水和排水速度,一般土的渗透系数见表 1-2。

表 1-2 土的渗透系数参考表

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

7、土的压缩性:

松土经填压后会压缩,一般松土的压缩率见表 1-3。

表 1-3 土的压缩率

土的类别	土的名称	土的压缩率 (%)	每立方米松散土压实后的体积(m^3)	土的类别	土的名称	土的压缩率 (%)	每立方米松散土压实后的体积(m^3)
一~二类土	种植土	20	0.80	三类土	天然湿度黄土	12~17	0.85
	一般土	10	0.90		一般土	5	0.95
	砂土	5	0.95		干燥坚实黄土	5~7	0.94

8、原状土经机械压实后的沉降量:

原状土经机械往返压实或经其它压实措施后,会产生一定的沉陷。根据不同土质,其沉陷量一般在 $3 \sim 30\text{cm}$ 之间。可按下述经验公式计算。

$$S = \frac{P}{C} \tag{1-9}$$

式中 S ——原状土经机械压实后的沉降量(cm);

P ——机械压实的有效作用力(MPa);

C ——原状土的抗陷系数(MPa)(可按表 1-4 取值)。

表 1-4 不同土的 C 值参数

原状土质	C(MPa)	原状土质	C(Mpa)
沼泽土	0.01 ~ 0.015	大块胶结的土、潮湿粘土	0.035 ~ 0.06
凝滞的土、细粒砂	0.018 ~ 0.025	坚实的粘土	0.1 ~ 0.125
松砂、松湿粘土、耕土	0.025 ~ 0.035	泥灰石	0.13 ~ 0.18

第二节 场地平整土方量计算和调配

场地平整就是将施工区域内高低不平的自然地面,通过开挖和填筑达到施工所需要的设计标高。所以,在场地平整前要确定:场地设计标高,土方开挖和回填的工程量以及土方的调配方案。

一、场地设计标高的确定

如设计文件对场地设计标高无明确规定和特殊要求,可先得出场地的初步设计标高。确定场地初步设计标高的目的是使场地内的挖土方量和填土方量相同。

确定场地初步设计标高可按以下步骤进行。

(一)、划分方格网

根据现场地形图划分成若干个边长为 10m ~ 50m(通常为 20 ~ 40m)的方格网。如果地形起伏较大,则方格网的边长应取小值;如果地形较缓,方格网的边长可适当放大。

(二)、确定场地初步设计标高的一般方法

首先须测出每个方格各角点的自然标高,通过(1-10)得出每个方格的平均标高 H_{n1} 。

$$H_{n1} = \frac{H_{11} + H_{12} + H_{13} + H_{14}}{4} \quad (1-10)$$

然后通过式(1-11)得出场地初步设计标高。

$$H_0 = \frac{H_{n1} + H_{n2} + \dots + H_{nm}}{n} \quad (1-11)$$

从上式可以看到若角点为两个方格共有,此点被加了二次;若角点为三个和四个方格共有,此点被分别加了三次和四次,故也可通过式(1-12)得出场地初步设计标高。

$$H_0 = \frac{1}{4n} (\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4) \quad (1-12)$$

式中 H_1 ——一个方格独有的角点标高;

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。

二、场地平整土方量计算

(一)、确定角点施工高度(即挖方或填方的高度)

在得知各方格角点的自然标高和设计标高后,可按式(1-13)计算各方格角点的施工高度,并将其注在该角点上。

$$h_n = H_s - H_i \quad (1-13)$$

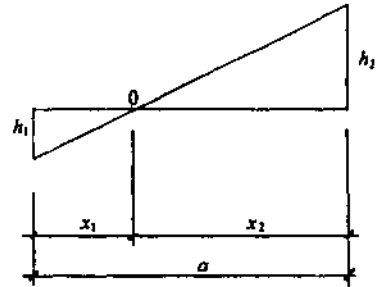
式中 h_n ——角点的施工高度,得值为“+”即为填,“-”为挖(m);

H_s ——角点的设计标高(m);

H_n ——角点的自然标高(m)。

(二)确定“零线”

如果在一方格内有一部分角点的施工高度为填方,另一部分为挖方,这时,该方格的边线上就有不挖不填点,即“零点”。将方格网内相邻边线上的零点连接起来,即为“零线”,即挖方区和填方区的分界线(图 1-2)。



确定零点的位置可按下式求得(图 1-3):

$$x = ah_1 / (h_1 + h_2) \quad (1-14)$$

式中 x ——零点距角点得位置(m);

a ——方格边长(m);

h_1 、 h_2 ——相邻两角点挖填方施工高度(以绝对值代入)(m)。

图 1-2 零点位置计算图

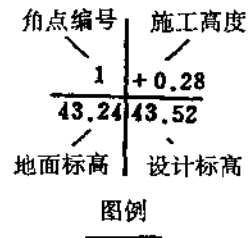
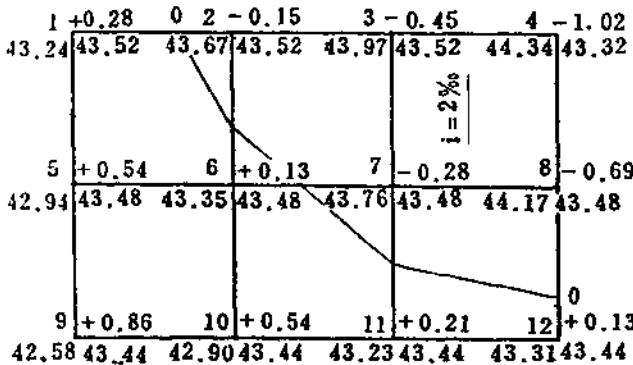


图 1-3 方格网法计算土方工程量

(三)计算各方格的挖填土方量

零线标出后,场地的挖方区和填方区也随之分开。根据不同类型计算每个方格的挖填方量。方格的挖填形式通常为:四个角点为全部挖方或全部填方、二挖二填、三挖一填或三填一挖等。各种方格场地平整土方量计算方式(表 1-5)。

表 1-5 常用方格网点计算公式

项目	图式	计算公式
一点填方 或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2} bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bch_3}{6}$ <p>当 $h = c = a$ 时, $V = \frac{a^2 b_3}{6}$</p>

项 目	图 式	计 算 公 式
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)		$V = \left(a^2 - \frac{bc}{2} \right) \frac{\sum h}{5} = \left(a^2 - \frac{bc}{2} \right) \frac{h_1+h_2+h_4}{5}$
四点填方 或挖方 (正方形)		$V = \frac{a^2}{4} \sum h = \frac{a^2}{4} (h_1+h_2+h_3+h_4)$

注:1. 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 ——方格网四角点的施工高程(m),用绝对值代入; $\sum h$ ——填方或挖方施工工程的总和(m),用绝对值代入; V ——挖方或填方体积(m^3)。

2. 本表公式是按各计算图形底面积乘以平均施工高程面得出的。

也可利用近似公式计算挖填方量:

(1) 当方格为全挖或全填时,方格内的挖或填的土方量可由下式算得:

$$V = \frac{a^2}{4} (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \quad (1-15)$$

式中 a ——方格网的边长;

H_1, H_2, H_3, H_4 ——方格角点的施工高度。

(2) 当方格内为部分填(+)部分挖(-)时,可利用下式分别算出方格内的填土方量 V_+ 和挖土方量 V_- :

$$V_{+(-)} = \frac{a^2 (\sum H_{+(-)})^2}{4 \sum H} \quad (1-16)$$

式中 a ——方格网的边长;

$\sum H_{+(-)}$ ——方格内填方区(或挖方区)角点施工高度之和;

$\sum H$ ——方格各角点施工高度(取绝对值)之和。

三、土方调配

在完成土方挖填量的计算后,即可进行土方的调配,即对土的场内利用、外运和场外取土三者之间的关系进行综合协调的处理。

土方调配的目的:是在总运输量最小、土方施工费用最小和运输成本最小的前提下,确定土方调配的方案和数量。以求缩短工期,降低成本。

土方调配的原则:

(1)力求挖填平衡,就近调配的原则,使挖方量与运距的乘积之和尽可能最小,即土方运输量或费用最小;

(2)考虑近期施工和后期利用想结合的原则、分区与全场想结合的原则,以避免重复挖运和场地混乱;

(3)合理布置分区线,选择恰当的调配方向和运输路线的原则,使土方机械和运输车辆的性能得到充分发挥;

(4)好土用在回填质量要求高的地区的原则。

第三节 基坑(槽)施工土方量计算

一、坡度和坡度系数

基坑、(槽)施工时,经常采用放坡的形式,边坡可以作成直线形、折线形或踏步形,如图 1-4。

坡度系数

$$m = \frac{B}{H} \quad (1-17)$$

土方边坡坡度

$$\frac{H}{B} = 1:m \quad (1-18)$$

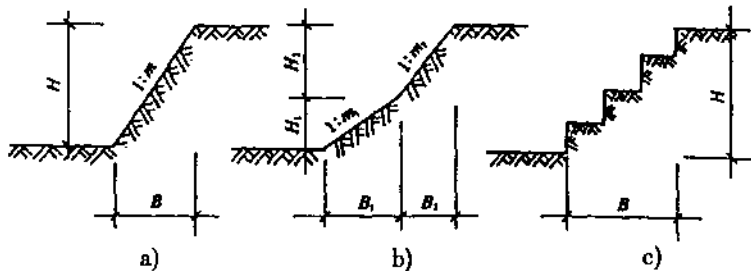


图 1-4 土方边坡
a)直线形 b)折线形 c)踏步形

二、基坑(槽)施工土方量计算

在基坑(槽)施工前,应根据设计要求或施工方案计算出挖土方量。

(一)、基坑土方量计算

基坑通常为两个平行的平面做上下底的多面体,但形状有时不规则。可将其分割成若干个规则的矩形(图 1-5),按拟柱体计算其体积,即挖土方量。

$$V = \frac{h}{6} (F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1-19)$$

式中 h ——基坑深度(m);

F_1 、 F_2 ——基坑上底、下底面积(m^2);

F_0 ——基坑深处 $h/2$ 的面积(m^2)。

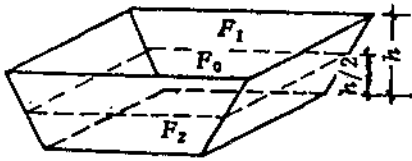


图 1-5 基坑土方量计算简图

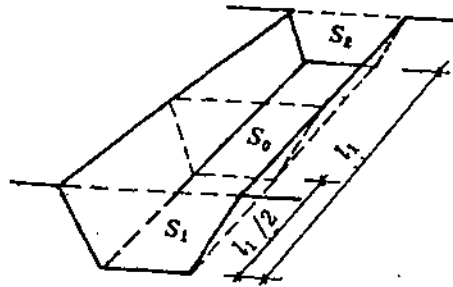


图 1-6 基槽土方量计算简图

(二)基槽土方量的计算

基槽(管沟)一般是窄而长,故其土方量沿其长度方向分段进行,然后相加得土方量。当两端截面积相差较大时(如图 1-6),可按式 1-20 计算其分段土方量。

$$V_1 = \frac{l_1}{6} (S_1 + 4S_0 + S_2) \quad (1-20)$$

式中 S_1, S_2 ——第一段两端横截面面积(m^2);

l_1 ——第一段的长度(m);

S_0 —— $\frac{l_1}{2}$ 处横截面面积(m^2)。

第四节 土方工程施工前的准备和辅助工作

一、土方工程施工前的准备工作

土方工程施工前需做好以下主要准备工作:

1、现场障碍清除

包括上空、地面和地下各种障碍。上空指对施工安全有影响的电力电缆的移位或保护,地下建筑物和构筑物的拆除或保护,地下水、电、煤、通讯等各种管线的拆除、移位或保护,地下建筑物、墓穴、树根和局部硬地基的处理以及耕植土和河塘淤泥等的清除;

2、排除地面水

包括场地内积水的排除和场外水和雨水的排除,使场地保持干燥,便于土方施工。

通常采用方法有排水沟、截水沟和挡土坝等措施;

3、修筑临时设施

内容包括施工用水(临水)、施工用电(临电)、施工道路(临时便道)以及施工用房(临房)等临时设施;

4、做好材料、机具及土方机械的准备和试运转的工作及其它进场准备工作;

5、做好土方工程测量、放线工作;

6、根据土方施工做好施工组织设计;

包括土方工程辅助工作的设计和准备工作,如开挖形式和方法的确定,边坡稳定的措施,基坑(槽)支护形式的确定和设计,降低地下水位方案的确定和计算等。

二、边坡稳定

边坡稳定是确保地面以下工程能安全施工的重要因素,因此当基坑开挖超过一定深度,就需要采用放坡或加临时支撑的方法来保持土壁稳定,防止塌方。

在开挖有边坡的基坑(槽)前,应对边坡作稳定分析,选择合适的边坡坡度和恰当的支护方法,以防发生边坡土体滑动。边坡土体滑动一般是指土方边坡在一定范围内整体地沿某一滑动面向下和向外移动,使边坡失稳,俗称塌方。

造成边坡失稳的原因往往是由于外界不利因素导致的土体剪应力增加或土体自身的抗剪强度降低。

造成土体剪应力增加的情况主要有:坡顶有堆物、行车等荷载;雨水或地面水渗入土中使土的含水量提高而使土体自重增加;地下水渗流对土体产生一定的动水压力;土体竖向裂缝中的积水产生侧向静水压力等。

导致土体自身抗剪强度降低的因素主要有:气候的因素使土质松散;土体内含水量增加产生的润滑作用使土体内摩阻力降低;饱和的细砂、粉砂土质受振动而液化等。

三、土壁支护

土壁支护指对土壁支撑(拉锚)和围护。

土壁支护主要形式有:坡面保护、土钉墙、横撑式支撑、板桩支护、重力式围护、地下连续墙等。

(一)坡面保护(简称护坡):

基坑(槽)开挖至一定深度后,在边坡表面喷射细石混凝土(内宜配置钢丝网),使土体表面形成整体。适用于有条件放坡且开挖不深的基坑(槽)。

(二)土钉墙:

在基坑表面喷射混凝土并安放钢筋网片形成壁面混凝土墙;在土体中植筋、注浆,形成土钉,并与混凝土墙有效连接成整体的一种土壁支护形式。

1. 土钉墙的工艺流程:

开挖工作面,修整边坡→喷射第一层混凝土→钻孔安设土钉、注浆,安设连接件→绑扎钢筋网,喷射第二层混凝土→开挖下一工作面→设置坡顶、坡面和坡脚的排水系统。

2. 土钉墙的构造要求:

土钉墙墙面坡度大宜大于1:0.1,为确保土钉和面层有效连接,应设置承压板或加强钢筋等,并与土钉螺栓连接或钢筋焊接连接;土钉的长度宜为开挖深度的0.5~1.2倍,间距宜为1~2m,与水平面夹角宜为5°~20°;土钉钢筋宜采用Ⅱ、Ⅲ级钢筋,钢筋直径宜为16~32mm,钻孔直径宜为70~120mm;注浆材料宜采用强度不低于M10的水泥浆或水泥砂浆;喷射混凝土面层宜配置直径为6~10mm,间距为150~300mm的钢筋网片;混凝土强度等级不宜低于C20,厚度不宜小于80mm;坡面上下段钢筋网搭接长度应大于300mm。

当地下水位高于基坑底面时,应采取降水或截水措施;土钉墙顶应采用砂浆或混凝土护面,坡顶和坡脚应设排水措施,坡面上可根据具体情况设置泄水孔。

3. 土钉墙施工

土钉墙支护工程施工前应熟悉地质资料、设计图纸及周围环境,降水系统应确保正常工作,必须的施工设备应能正常运转。基坑开挖和土钉墙施工应按设计要求自上而下分段分层进行。机械开挖后,应由人工配合修整坡面,坡面平整度偏差不大于 20mm;清除坡面虚土后开始喷射第一层混凝土。喷射混凝土时,喷头与受喷面应保持垂直,距离宜为 0.6~1.0m。喷射作业应分段进行,每段应自上而下,一次喷射厚度不宜小于 40mm。喷射混凝土终凝 2h 后,应喷水养护,养护时间根据气温确定,宜为 3~7h。安设土钉,用成孔机高压水冲孔,植入土钉钢筋并设定位支架。在注浆前将孔内残留或松动的杂土清理干净;注浆开始或中途停止超过 30mm 时,应用水或稀水泥浆润滑注浆泵及其管路。注浆材料选用水泥浆或水泥砂浆;水泥浆的水灰比宜为 0.5,水泥砂浆配合比宜为 1:1~1:2(重量比),水灰比宜为 0.38~0.45。注浆材料应拌合均匀,随拌随用,一次拌合的注浆料应在初凝前用完。注浆时注浆管应插至距孔底 250~500mm。孔口部位宜设置止浆塞及排气管,注浆时应注意实际注浆量不应小于设计注浆量。钢筋网铺设保护层不宜小于 20mm,采用双层钢筋网时,第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖后铺设,要确保与土钉钢筋有效连接,最后喷射第二层混凝土。上层土钉注浆体及喷射混凝土面层达到设计强度的 70%后,方可开挖下层土方及下层土钉施工。

4. 质量检验

(1)土钉采用抗拉试验检测承载力,同一条件下,试验数量不宜少于土钉总数的 1%,且不应少于 3 根。

(2)墙面喷射混凝土厚度应采用钻孔检测,钻孔数宜每 100m² 墙面积一组,每组不应少于 3 点。

(三)横撑式支撑

开挖较窄沟槽多用横撑式支撑。根据土质和开挖深度不同,可采用水平挡土板(图 1-7a)和垂直挡土板(图 1-7b)。水平挡土板又可分为断续式和连续式两种。当土体为湿土小的粘性土;且挖土深度小于 3m 时,可采用断续式水平挡土板支撑;当土体松散、湿度大,且挖土深度不超过 5m 时,可用连续式水平挡土板支撑。对土体松散、湿度很大,且挖土深度较深(可超过 5m),可采用垂直挡土板式支撑。采用横撑式支撑时,应随挖随撑,支撑要牢固。施工中应经常检查,如有松动、变形等现象时,应及时加固或更换。支撑的拆除应按回填顺序依次进行,多层支撑应自下而上逐层拆除,随拆随填。

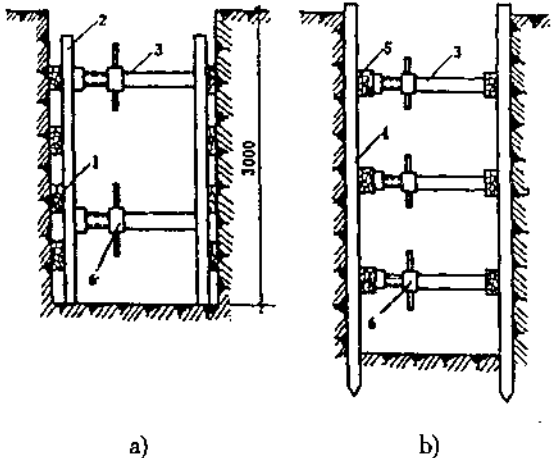


图 1-7 横撑式支撑
a)水平挡土板 b)垂直挡土板

(四)、板桩支护结构

板桩支护结构由两大系统组成:挡墙系统和支撑(或拉锚)系统。悬臂式板桩支护结构则不设支撑(或拉锚)。