

■ 城市生态园林设计与技术丛书

C Yuanlin Chengshi 城市园林



绿化工程施工技术

陈艳丽◎主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

城市生态园林设计与技术丛书

C Yuanlin Chengshi 城市园林

绿化工程施工技术

陈艳丽◎主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书依据园林工程最新的技术规范《城市园林绿化评价标准》(GB/T 50563—2010)、《园林绿化工程施工及验收规范》(CJJ 82—2012)及行业最新的技术要点进行编写,系统地介绍了园林工程施工方法,注重专业施工人员操作技能的提高,内容有园林土方工程施工、园林绿植绿化施工、园林置石、假山工程施工、园林水景工程施工、园路工程施工、园林给水与排水工程施工等。

本书可供园林景观设计人员、施工技术人员、管理人员使用,还可供高等院校风景园林等相关专业学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市园林绿化工程施工技术/陈艳丽主编. —北京:中国电力出版社, 2017.3

(城市生态园林设计与技术丛书)

ISBN 978-7-5198-0052-9

I. ①城… II. ①陈… III. ①城市-园林-绿化-工程施工-研究 IV. ①S731.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 280159 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:王晓蕾 联系电话:010-63412610

责任印制:郭华清 责任校对:王开云

北京市同江印刷厂印刷·各地新华书店经售

2017 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·14.5 印张·340 千字

定价:48.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编委会成员

主 编 陈艳丽

副主编 袁海燕

参 编 郭爱云 徐树峰 马立棉 刘彦林

张素景 孙兴雷 李志刚 刘 义

杨 杰 梁大伟 曾 彦 毛新林

马富强 杨晓方

前 言

园林能够有效地改善环境质量，它借助于景观环境、绿地构造、园林植物等多方面的因素合理地改善着人们的生活环境，从而为大家提供良好的生活环境，创造优越的游览、休息和活动平台，也为旅游业的发展提供了十分有利的条件。

优秀的风景园林工程，不但可以持续地使用，还能提高环境效益、社会效益和经济效益。随着社会经济的不断进步和发展，园林工程建设越来越受到国家的重视。园林工程通过在城市中建造具有一定规模的绿色生态系统，以缓减人们对大自然的破坏，改善生活环境的质量，促进环境和社会经济的可持续发展。

改善生态环境、提高人居质量，成为我国目前建设的主旋律。为解决空气污染、噪声污染、热岛效应等不利于人们身体健康的“城市病”，我国许多地区正致力于发展城乡一体的绿化，竞相为人们营造一道绿色的“生态屏障”。据专家预测，园林产业的发展路途久远，前景深广，距离引领世界园林趋势潮流还有相当的距离。

现阶段园林行业从业者，特别是技术人员水平良莠不齐，兼职和跨行业技术人员所占比例很大，而园林行业复合型技术人才所占比例很小，并且处在供不应求的状态，特别是园林科研、设计、养护、绿化、工程管理及预算的技术人才更为急需。园林相关图书近几年已有一定的市场占有率，但是真正将生态理念融合到园林设计、施工、养护，包括材料选用的书还很少，市场已有的图书大多是传统的园林设计施工方式叙述，单独的案例罗列。因此，能将生态绿化从材料选用到园林修缮甚至与其他建筑、人、动物和谐为一体的园林图书应是迎合专业读者和市场需求的。

本系列丛书系统地阐述了当前社会所提倡的可持续、生态、海绵等园林设计、施工领域新的发展观及应用技术，注重客观实际及与相关建筑、文化等的跨界、融合。内容有城市园林景观设计、城市园林绿植养护、城市园林工程施工技术（主要指栽植）、城市园林施工常用材料等，其中园林景观设计主要讲园林绿化及景观建筑的选址、布置等；绿化施工主要讲园林树木栽植方法和栽植要点；园林绿植养护主要讲花卉及植物的调理、灌溉施肥及修剪方法；城市园林施工常用材料主要是配合当今绿色及环保的主题而选用生态材料来做园林的各种新型材料。

本书讲究“知识与技能”的有序性，以“市场需求和行业发展趋势”为导向，以“理论与技能”并重为宗旨，以“培养高技能实用型人才”为目标进行编写。

本书的具体特色如下：

1. 选择在园林领域具有经验的人员编写。
2. 在选材方面，选用典型、具有生态园林需求的案例或材料。
3. 在写法上力求简明扼要、重点突出、范例实用、图文并茂，注重直观，体现可操作性。

4. 本书从专业及从业人员实际需求的角度加以阐述,将专业知识与应用技能交汇编写,内容充实全面。

5. 本书的内容及阐述方式均采用大众风格和语言编写,以达到普及和迎合更多群体的目的。

6. 从内容组成上来说,本书兼顾生态绿化理论性与技术实用性,力求做到理论精简、技术实践问题突出,从而满足读者的需要。

本书在编写过程中,得到了其他有丰富理论及经验的优秀园林设计人员的指引及建议,也参考了行业内很多文献资料,在此深表感谢。

限于作者水平,加之时间仓促,书中不妥不足之处在所难免,敬请读者朋友们提出宝贵的意见,我们将在本书再版时加以完善,在此不胜感激!

编 者

目 录

前言

第一章 园林土方工程施工	1
第一节 园林土方工程施工准备	1
一、土质了解	1
二、工程量计算	3
三、人员材料准备	7
四、现场清理	7
第二节 园林土方施工操作技术	9
一、土方开挖	9
二、土方运输	10
三、土方填筑	10
四、土方边坡及支护	11
五、土方施工排水与地下水位的降低	13
第三节 园林土方工程施工质量检验	14
一、分部分项工程的划分	14
二、施工质量检验	15
三、挖湖堆山质量的一般要求	15
第二章 园林绿植绿化施工	17
第一节 乔木灌木	17
一、乔灌木配置	17
二、苗木选择	24
三、苗木起挖	26
四、运苗	29
五、苗木假植	30
六、定点放线、穴位挖掘	30
七、修剪	31
八、栽植	32
九、树丛栽植	35
十、树林栽植	35
十一、乔灌木地被栽植工程质量标准	36

十二、常见乔灌木移植	41
十三、乔灌木养护	45
第二节 花坛、花境、花台	46
一、花坛	46
二、花境	52
三、花台	56
第三节 草坪与地被植物	58
一、草坪	58
二、地被植物	66
第四节 水生、水面植物	68
一、水生植物	68
二、水面植物	77
第五节 大树移植	78
一、大树移植工程	78
二、大树移植的特点	79
三、大树移植时间	79
四、大树的选择	79
五、大树移植前的准备工作	80
六、大树移植的方法	83
七、大树移植的起吊和装运	88
八、大树的定植	90
九、挖栽植穴	90
十、大树移植后的管理	91
十一、大树移植工程质量标准	94
第六节 园林植物修剪与整形	95
一、修剪、整形简介	95
二、园林植物修整的目的	96
三、园林植物修整的原则	97
四、园林植物的修剪	98
五、园林植物的整形	106
第三章 园林置石、假山工程施工	109
第一节 置石	109
一、置石简介	109
二、置石的功能	109
三、现代园林置石的风格与特点	110
四、置石的设计原则	111
五、置石的设计形式	111
第二节 园林假山	115

一、假山简介	115
二、假山的功能	116
三、假山的设计原则	116
四、假山的类型	117
五、假山的布置	118
六、假山的施工	119
七、假山的质量验收	126
八、塑山施工	129
第四章 园林水景工程施工	132
第一节 人工湖	132
一、人工湖简介	132
二、人工湖的分类	133
三、人工湖的布置	133
四、驳岸	134
五、护坡	135
六、园林人工湖施工技术要点	136
第二节 水池	141
一、水池简介	141
二、水池的类型	141
三、水池的结构	142
四、水池施工技术要点	143
第三节 瀑布	147
一、瀑布简介	147
二、瀑布的构成和分类	147
三、瀑布的布置	149
四、瀑布施工技术要点	149
第四节 喷泉	150
一、简介	150
二、喷泉的分类	150
三、现代喷泉类型	151
四、喷泉的布置	152
五、喷泉构筑物	152
六、喷泉的控制	153
七、喷泉施工技术要点	154
第五章 园路工程施工	156
第一节 园路基本知识	156
一、园路简介	156
二、园路的功能	156

三、园路类型	157
四、园路系统的布置	158
五、园路的结构	159
六、附属工程	159
七、常用园路铺装材料	160
第二节 园路工程施工技术	161
一、施工前的准备	162
二、路槽开挖	163
三、基层施工	163
四、结合层	165
五、面层	166
六、道牙施工	166
七、块料路面	166
八、碎料路面	168
九、特殊园路技术要点	169
第六章 园林给水与排水工程施工	172
第一节 园林给水工程施工	172
一、园林给水系统组成	172
二、园林用水特点	172
三、水源	173
四、园林给水管网的布置	173
五、园林给水管网的铺设	175
六、给水工程施工质量标准与验收	180
七、节水灌溉的意义	184
八、节水灌溉的内容	184
九、喷灌	186
十、微灌	193
十一、滴灌	197
十二、渗灌的概念、特点及分类	200
十三、集水灌溉	203
第二节 园林排水工程施工	207
一、园林排水系统组成	207
二、园林排水方式	208
三、园林排水系统管网布置	211
四、园林排水系统施工	212
五、园林污水处理	217
六、排水工程施工质量标准	218
参考文献	221



第一章

园林土方工程施工

第一节 园林土方工程施工准备

一、土质了解

1. 土的性质

(1) 土壤容重和含水量。土壤的容重指单位体积内天然状况下的土壤重量,单位为 kg/m^3 。土壤容重可以作为土壤坚实度的指标之一,同等质地条件下,容重小的,土壤疏松;容重大的,土壤坚实。土壤容重大小直接影响土方施工的难易程度,容重越大挖掘越难。

土壤的含水量是土壤孔隙中的水重和土壤颗粒重的比值。土壤虽具有一定的吸持水分的能力,但土壤水的实际含量是经常发生变化的。土壤含水量小于 5% 称为干土,在 5% ~ 30% 之间称为潮土,大于 30% 称为湿土。土壤含水量过小或过大,对土方施工都有直接影响。过小,土质坚实,不易挖掘;过大,土质泥泞,也不利施工。

(2) 土壤的相对密实度。相对密实度用来表示土壤在填筑后的密实程度,可用下式来表示

$$D = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_2 - \varepsilon_3} \quad (1-1)$$

式中 D ——土壤相对密实度;

ε_1 ——填土在最松散状况下的孔隙比;

ε_2 ——经碾压或夯实后的土壤孔隙比;

ε_3 ——最密实情况下的土壤孔隙比。

孔隙比是指土壤空隙的体积与固体颗粒体积的比值。

在填方施工中,常用土壤的相对密实度来检查土壤的密实程度。为达到土壤设计要求的密实度,可采用机械夯实或人力夯实等方法,一般机械夯实的密实度可达 95%,人力夯实的密实度在 87% 左右。

(3) 土方松散度。土方从自然状态被挖动后,会出现体积膨胀的现象,这种现象与土壤类型有着密切的关系。施工时往往因土体膨胀而造成土方剩余,或造成塌方,从而给施工带来困难和不必要的经济损失。土壤膨胀的一般经验数值是虚方比实方大 14% ~ 50%,一般砂为 14%、砾为 20%、黏土为 50%。填方后土体自落的快慢要看利用哪种外力的作用。若任其自然回落则需要 1 年时间,而一般以小型运土工具填筑的土体要比大型工具回



落得快。当然如果随填随压，则填方较为稳定，但也要比实方体积大 3%~5%。由于虚方在经过一段时间回落后方能稳定，故在进行土方量计算时，必须考虑这一因素。土壤的实方与虚方之比，便是土壤的松散度。

$$\text{土壤松散度} = \frac{\text{原土体积(实方)}}{\text{松土体积(虚方)}} \tag{1-2}$$

若该土的松散度是 0.05，则其可松性系数应是 $1+0.05=1.05$ 。因此在土方计算中，计算出来的土方体积应乘以可松性系数，方能得到真实的虚方体积。

(4) 土壤的自然倾斜面和安息角。松散状态下的土壤颗粒自然滑落而形成的天然斜坡面，叫作土壤自然倾斜面。该面与地平面的夹角，叫作土壤自然倾斜角（安息角）

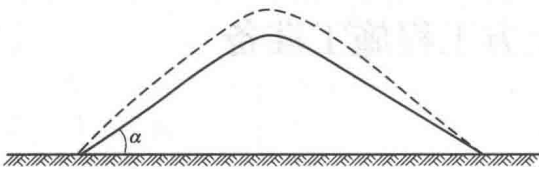


图 1-1 土壤自然倾斜角示意

(图 1-1)。在工程设计时，为了使工程稳定，就必须有意识地创造合理的边坡，使之小于或等于自然安息角。随着土壤颗粒、含水量、气候条件的不同，各类型土壤的自然安息角也有所不同，见表 1-1。

表 1-1 土壤含水量与自然倾斜角的关系

土壤质地名称	不同含水量土壤的自然倾斜角（%）			土壤颗粒大小/mm
	干的	湿润的	潮湿的	
砾石	40	40	35	2~20
卵石	35	45	25	20~200
粗砂	30	32	27	1~2
中砂	28	35	25	0.5~1
细砂	25	30	20	0.05~0.5
黏土	45	35	15	0.001~0.005
壤土	50	40	30	—
腐殖土	40	35	25	—

2. 土的工程分类

关于土的类型有着不同的划分标准。工程部门为便于确定技术措施和施工成本，根据土质和工程特点，对土方加以分类，见表 1-2。

表 1-2 土的工程分类

土的分类	土的级别	土 的 名 称	坚实系数 <i>f</i>	容重 / (t/m ³)	开挖方法 及工具
一类土 (松软土)	I	砂土、粉土、冲击砂土层、疏松的种植土、淤泥（泥炭）	0.5~0.6	0.6~1.5	用铁锹、锄头挖掘，少许用脚蹬
二类土 (普通土)	II	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，回填土	0.6~0.8	1.1~1.6	用铁锹、锄头挖掘，少许用镐翻松

续表

土的分类	土的级别	土 的 名 称	坚实系数 <i>f</i>	容重 / (t/m ³)	开挖方法 及工具
三类土 (坚土)	Ⅲ	软及中等密实黏土, 重粉质黏土、砾石土, 干黄土, 含有碎石、卵石的黄土, 粉质黏土, 压实的填土	0.8~1.0	1.75~1.9	主要用镐, 少许用铁锹、锄头挖掘, 部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	Ⅳ	坚硬密实的黏性土或黄土, 含碎石、卵石的中等密实黏性土或黄土, 粗卵石, 天然级配砂石, 软泥灰岩	1.0~1.5	1.9	先用镐、撬棍挖掘, 然后用铁锹挖掘, 部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	V~Ⅵ	硬质黏土, 中密的页岩、泥灰岩、白垩土, 胶结不紧的砾岩, 软石类及贝壳石灰石	1.5~4.0	1.1~2.7	用镐、撬棍或大锤挖掘, 部分使用爆破方法开挖
六类土 (次坚石)	Ⅶ~Ⅸ	泥岩、砂岩、砾岩, 坚实的页岩、泥灰岩、密实的石灰岩, 风化花岗石、片麻岩及正长岩	4.0~10.0	2.2~2.9	用爆破方法开挖, 部分用风镐
七类土 (坚石)	X~ⅩⅢ	大理石, 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、微风化安山岩, 玄武岩	10.0~18.0	2.5~3.1	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	ⅩⅣ~ⅩⅥ	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	18.0~25.0	2.7~3.3	用爆破方法开挖

注 1. 土的级别为相当于一般 16 级土石分类级别。
2. 坚实系数为相当于普氏岩石强度系数。

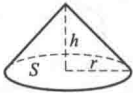
施工中, 根据土的分类级别, 选择合适的施工方法和施工机具, 供计算劳动力、确定工作量及工程取费时使用。

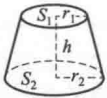
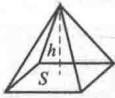
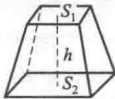
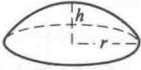
二、工程量计算

1. 体积公式估算法

体积公式估算法就是把所设计的地形近似地假定为锥体、棱台等几何形体, 然后用相应的求体积公式计算土方量。该方法简便、快捷但精度不够, 一般多用于规划方案阶段的土方量估算 (表 1-3)。

表 1-3 体积公式估算土方工程量

序 号	几何体名称	几何体形状	体 积
1	圆锥		$V=\frac{1}{3}\pi r^2h$

序 号	几何体名称	几何体形状	体 积
2	圆台		$V=\frac{1}{3}\pi h\left(r_1^2+r_2^2+r_1r_2\right)$
3	棱锥		$V=\frac{1}{3}Sh$
4	棱台		$V=\frac{1}{3}h\left(S_1+S_2+\sqrt{S_1S_2}\right)$
5	球缺		$V=\frac{\pi h}{6}\left(h^2+3r^2\right)$

2. 等高面法

等高面法是在等高线处沿水平方向截取断面，断面面积即为等高线所围合的面积，相邻断面之间高差即为等高距。等高面计算法与垂直断面法基本相似（图 1-2），其体积计算公式如下

$$\begin{aligned}
 V &= (S_1+S_2)/2 \cdot h + (S_2+S_3)/2 \cdot h + (S_3+S_4)/2 \cdot h + \cdots + (S_{n-1}+S_n)/2 \cdot h + S_n/3 \cdot h \\
 &= \{ (S_1+S_n)/2 + S_2+S_3+S_4+\cdots+S_{n-1}+S_n/3 \} \cdot h
 \end{aligned}
 \tag{1-3}$$

式中 V ——土方体积， m^3 ；

S_i ——各层断面面积， m^2 ；

h ——等高距， m 。

这种方法最适于大面积自然山水地形的土方计算。

3. 垂直断面法

垂直断面法多用于园林地形纵横坡度有规律变化地段的土方工程量计算，如带状的山体、水体、沟渠、堤、路堑、路槽等。

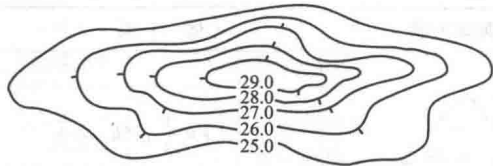
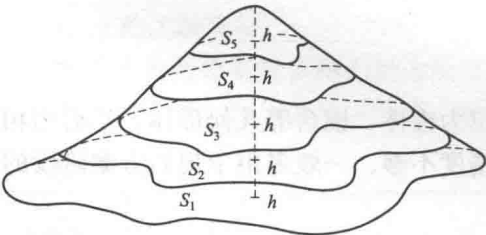


图 1-2 等高面法图示

这种方法是 以一组相互平行的垂直截断面将要计算的地形分截成“段”，然后分别计算每一单个“段”的体积，然后把各“段”的体积相加，求得总土方量。计算公式如下：

$$V=\frac{\left(S_1+S_2\right) L}{2}
 \tag{1-4}$$

式中 V ——相邻两断面的挖、填方量， m^3 ；

S_1 ——截面 1 的挖、填方面积， m^2 ；

S_2 ——截面 2 的挖、填方面积， m^2 ；

L ——相邻两截面间的距离， m 。

截断面可以设在地形变化较大的位置，这

种方法的精确度取决于截断面的数量,如地形复杂,要求计算精度较高时,应多设截断面;地形变化小且变化均匀,要求仅做初步估算,截断面可以少一些(图1-3)。

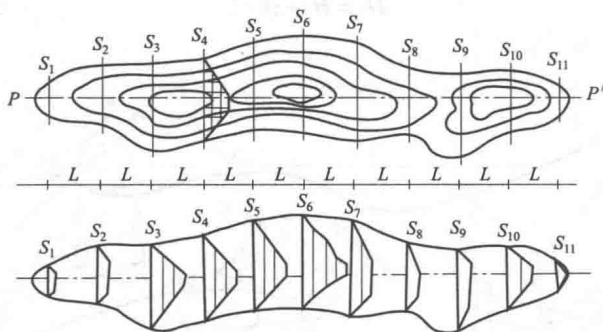


图 1-3 垂直断面计算法

4. 方格网法

用方格网法计算土方量相对比较精确,一般用于平整场地,即将原来高低不平的、比较破碎的地形按设计要求整理成平坦的具有一定坡度的场地。

(1) 划分方格网。先在附有等高线的地形图上划分若干正方形的小方格网。方格的边长取决于地形状况和计算精度要求。在地形相对平坦地段,方格边长一般可采用 20~40m;地形起伏较大地段,方格边长可采用 10~20m。

(2) 填入原地形标高。根据总平面图上的原地形等高线确定每一个方格交叉点的原地形标高,或根据原地形等高线采用插入法计算出每个交叉点的原地形标高,然后将原地形标高数字填入方格网点的右下角(图1-4)。当方格交叉点不在等高线上,就要采用插入法计算出原地形标高。插入法求标高时,公式如下



图 1-4 方格网点标高的注写

$$H_x = H_a \pm \frac{xh}{L} \quad (1-5)$$

式中 H_x ——角点原地形标高, m;

H_a ——位于低边的等高线高程, m;

x ——角点至低边等高线的距离, m;

h ——等高距, m;

L ——相邻两等高线间最短距离, m。

插入法求高程通常会遇到 3 种情况:

1) 待求点标高 H_x 在二等等高线之间(图1-5中①):

$$h_x : h = x : L, h_x = xh/L$$

$$H_x = H_a + xh/L$$

2) 待求点标高 H_x 在低边等高线 H_a 的下方(图1-5中②):

$$h_x : h = x : L, h_x = xh/L$$

$$H_x = H_a - xh/L$$

3) 待求点标高 H_x 在高边等高线 H_b 的上方 (图 1-5 中③):

$$h_x : h = x : L, \quad h_x = xh/L$$

$$H_x = H_a + xh/L$$

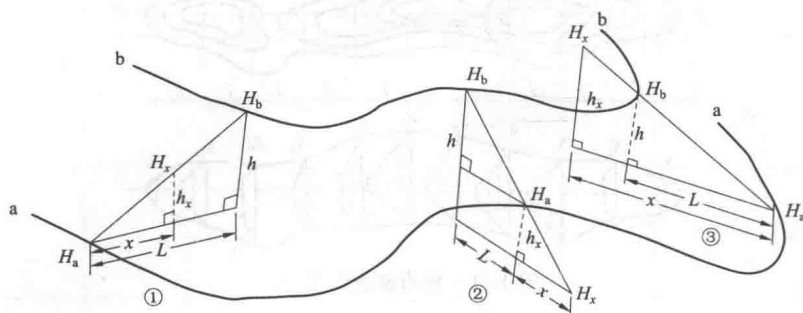


图 1-5 插入法求任意点高程

某一坡度的坡度可用下列公式计算:

$$i = \frac{h}{L} \quad (1-6)$$

式中 i ——坡度;

h ——高差, m;

L ——水平距离, m。

(3) 填入设计标高。根据设计平面图上相应位置的标高情况, 在方格网点的右上角填入设计标高。

(4) 填入施工标高。

$$\text{施工标高} = \text{原地形标高} - \text{设计标高} \quad (1-7)$$

得数为正 (+) 数时, 表示挖方, 得数为负 (-) 数时, 表示填方。施工标高数值应填入方格网点的左上角。

(5) 计算填挖零点线。计算出施工标高以后, 如果在同一方格中既有填土又有挖土部分, 就必须求出零点线。所谓零点就是既不挖土也不填土的点, 将零点互相连接起来的线就是零点线。零点线是挖方和填方区的分界线, 它是土方计算的重要依据。

可以用以下公式求出零点

$$X = h_1 \cdot \frac{a}{h_1 + h_3} \quad (1-8)$$

式中 X ——零点距 h_1 一端的水平距离, m;

h_1 、 h_3 ——方格相邻二角点的施工标高绝对值, m;

a ——方格边长, m。

(6) 土方量计算。根据方格网中各个方格的填挖情况, 分别计算出每一方格土方量。由于每一方格内的填挖情况不同, 计算所依据的图式也不同。计算中, 应按方格内的填挖具体情况, 选用相应的图式, 并分别将标高数字代入相应的公式中进行计算。几种常见的计算图式及其相应计算公式参见表 1-4。



表 1-4 土方量的方格网计算图式

		零点线计算 $b_1 = a \cdot \frac{h_1}{h_1 + h_3}, \quad b_2 = a \cdot \frac{h_3}{h_3 + h_1}$ $c_1 = a \cdot \frac{h_2}{h_2 + h_4}, \quad c_2 = a \cdot \frac{h_4}{h_4 + h_2}$
		四点挖方或填方 $V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$
		二点挖方或填方 $V = \frac{b + c}{2} \cdot a \cdot \frac{\sum h}{4}$ $= \frac{(b + c) \cdot a \cdot \sum h}{8}$
		三点挖方或填方 $V = \left(a^2 - \frac{bc}{2} \right) \cdot \frac{\sum h}{5}$
		一点挖方或填方 $V = \frac{1}{2} bc \frac{\sum h}{3}$ $= \frac{bc \sum h}{6}$

三、人员材料准备

- (1) 组织并配备各项专业技术人员、管理人员和技术工人。
- (2) 安排好作业班次，制定相应制度。
- (3) 对挖土、运输等工程机械及辅助设备与维修检查，并运至施工地点就位。
- (4) 准备好施工及工程用料，按施工平面图所指位置堆放。

四、现场清理

- (1) 拆除建筑物和地下构筑物。建筑物及构筑物的拆除，应根据其结构特点进行工作，并遵照《建筑工程安全技术规范》的有关规定进行操作。
- (2) 场地树木清理。土方开挖深度不大于 50cm，或填方高度较小的土方施工时，现场及排水沟中的树木必须连根拔除，对有利用价值的速生乔木、花灌木等，在挖掘时不要