

高等专科工业与民用建筑专业系列教材

建 筑 施 工

(第 二 版)

方承训 郭立民 主编

中国建筑工程出版社

前 言

《建筑施工》是“工业与民用建筑”专业的一门主干专业课程。

本书研究建筑施工技术和施工组织的基本原理和基本方法。由于建筑施工实践性强、涉及面广、综合性大、发展快，必须紧密联系实际，学会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，以解决生产实践问题；要注重基本工艺、基本原理的学习与应用，善于抓住工种工程的施工关键和施工组织的主要矛盾；不断强化质量意识、安全生产，提高劳动生产率，降低成本。

《建筑施工》教材第一版是由武汉工业大学出版社出版的。本书是在原书基础上按照现行国家标准、施工规范，对第一版的有关章节内容、基本数据、施工工艺要求和质量标准，进行了修改，并力求做到内容精炼、体系完整、紧密联系实际，能反映国内外先进技术水平。为便于组织教学，根据本课程教学特点，各章附有例题、思考题及习题。由于水平有限，书中不足和错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

本书编写工作由方承训（湖南大学）、郭立民（武汉工业大学）主持。由郭立民修改、统稿。具体分工如下（按章节次序）：郭立民——第一章、第二章、第六章、第十二章第一节；方承训、罗麒麟（湖南大学）——第三章；方承训、邓铁军（湖南大学）——第四章、第五章；汪声瑞、郭立民（武汉工业大学）——第九章、第十二章第二、三、四、五节；刘文华（武汉工业大学）——第七章、第八章、第十章、第十一章。

(京)新登字 035 号

本书系根据高等专科“工业与民用建筑”专业系列教材编写总纲要求编写。书中阐述工业与民用建筑工程施工技术与施工组织的基本原理和基本方法。

全书共分十二章,其内容为:土方工程、桩基础工程、砌体工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程、施工组织设计概论、流水施工原理、网络计划技术及单位工程施工组织设计等。

本书可作为“工业与民用建筑”专业全日制专科的教科书,也适用于自考、电教、函授和夜大学使用,还可供土建类工程技术人员参考。

高等专科工业与民用建筑专业系列教材

建 筑 施 工

(第二版)

方承训 郭立民 主编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京二二〇七工厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:22 $\frac{1}{4}$ 字数:538千字

1997年6月第二版 1997年6月第一次印刷

印数:1—8000册 定价:23.80元

ISBN7-112-03007-2

TU·2299(8122)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

出版说明

为了满足高等专科学校房屋建筑工程（工业与民用建筑）专业的教学需要，培养从事建筑工程施工、管理及一般房屋建筑结构设计的高等工程技术人才，中国建筑工业出版社组织编写了这套“高等专科工业与民用建筑专业系列教材”。全套教材共15册，其中《混凝土结构》（上、下）、《砌体结构》、《钢结构》、《土力学地基与基础》、《建筑工程测量》、《建筑施工》、《建筑工程经济与企业管理》8册是由武汉工业大学、湖南大学等高等院校编写的原高等专科“工业与民用建筑专业”系列教材，经原作者重新精心修订而成的。按照教学计划与课程设置的要求，我们又新编了《建筑制图》、《建筑制图习题集》、《房屋建筑学》、《建筑材料》、《理论力学》、《材料力学》、《结构力学》等7册。

本系列教材根据国家教委颁发的有关高等专科学校房屋建筑工程专业的培养目标和主要课程的教学要求，紧密结合现行的国家标准、规范，以及吸取近年来建筑领域在科研、施工、教学等方面的先进成果，贯彻“少而精”的原则，注重加强基本理论知识、技能和能力的训练。考虑到教学的需要和提高教学质量，我们还将陆续出版选修课教材及辅助教学读物。

本系列教材的编写人员主要是武汉工业大学、湖南大学、西安建筑科技大学、哈尔滨建筑大学、重庆建筑大学、西北建筑工程学院、沈阳建筑工程学院、山东建筑工程学院、南京建筑工程学院、武汉冶金科技大学等有丰富教学经验的教师。

本系列教材虽有8册书已在我国出版发行近10年，各册书的发行量均达10~20万册，取得了一定的成绩，但由于教学改革的不深入，以及科学技术的进步，这套教材的安排及书中不足之处在所难免，希望广大读者提出宝贵意见，以便不断完善。

目 录

第一章 土方工程.....	1
第一节 土方工程量计算与土方调配.....	3
第二节 土方工程施工准备与辅助工作.....	19
第三节 土方机械化施工.....	35
第四节 爆破施工.....	44
思考题.....	50
习 题.....	51
第二章 桩基础工程.....	52
第一节 钢筋混凝土预制桩施工.....	53
第二节 混凝土及钢筋混凝土灌注桩施工.....	62
思考题.....	73
第三章 砌体工程.....	74
第一节 砌体材料准备及运输.....	74
第二节 砌筑用脚手架.....	76
第三节 砖砌体施工.....	79
第四节 中、小型砌块砌体施工.....	84
思考题.....	85
习 题.....	85
第四章 钢筋混凝土工程.....	86
第一节 钢筋工程.....	86
第二节 模板工程.....	99
第三节 混凝土工程.....	110
第四节 混凝土冬期施工.....	121
第五节 液压滑升模板施工.....	131
思考题.....	140
习 题.....	141
第五章 预应力混凝土工程.....	143
第一节 先张法.....	143
第二节 后张法.....	153
思考题.....	176
习 题.....	176
第六章 结构安装工程.....	178
第一节 起重机械.....	178
第二节 单层工业厂房结构吊装.....	192
第三节 多层房屋结构吊装.....	217
第四节 升板结构施工.....	229

思考题	241
习 题	241
第七章 防水工程	243
第一节 屋面防水工程	243
第二节 地下防水工程	250
思考题	254
第八章 装饰工程	255
第一节 抹灰工程	255
第二节 饰面板(砖)工程	260
第三节 涂料、刷浆及裱糊工程	263
思考题	269
第九章 建筑施工组织设计概论	271
第一节 建筑产品生产的特点与程序	271
第二节 施工组织设计的种类	273
第三节 施工组织设计的内容	274
第四节 施工组织设计的编制程序	275
思考题	276
第十章 流水施工原理	278
第一节 基本概念	278
第二节 组织流水施工的基本方式	282
思考题	288
习 题	289
第十一章 网络计划技术	290
第一节 双代号网络图	290
第二节 单代号网络图	302
第三节 双代号时标网络计划	307
第四节 网络计划的工期优化	309
思考题	311
习 题	312
第十二章 单位工程施工组织设计	314
第一节 施工方案	314
第二节 施工进度计划与资源计划	320
第三节 施工平面图	324
第四节 质量安全措施与主要技术经济指标	327
第五节 单位工程施工组织设计实例	328
思考题	348

第一章 土 方 工 程

工业与民用建筑工程施工中，常见的土方工程有：场地平整，基坑、基槽与管沟开挖，人防工程及地下建筑物的土方开挖，地坪、路基填筑及基坑回填等。

土方工程的特点是面广量大，一个大型建设项目的场地平整、房屋及设备基础、厂区道路及管线的土方施工，面积往往可达数十平方公里，土方量可达数百万立方米。土方工程多为露天作业，受地区的气候条件影响劳动条件差。土的种类繁多，成分复杂，工程地质及水文地质变化多，对施工影响大，施工条件复杂。

土方工程施工要求：标高、断面准确，土体有足够的强度和稳定性。施工前，应根据施工区域的地形、地质、水文、气象及施工条件，工程性质、质量要求等资料，拟定合理可行的施工方案，并在开工前做好场地清理、地面水的排除和测量放线等准备工作。施工中，则应及时做好施工降水与土壁支撑等工作以确保工程质量，防止流砂、塌方等意外事故的发生。

土的分类方法较多，施工中根据土的开挖难易程度将土分为八类（表 1-1），称为土的工程分类。

土 的 工 程 分 类

表 1-1

土的级别	土的分类	土 的 名 称	开 挖 方 法
I	一类土 (松软土)	砂、亚砂土，冲积砂土层，种植土、泥炭（淤泥）	能用锹、锄头挖掘
II	二类土 (普通土)	亚粘土，潮湿的黄土，夹有碎石、卵石的砂，种植土，填筑土及亚砂土	用锹、锄头挖掘少许用镐翻松
III	三类土 (坚土)	软及中等密实粘土，重亚粘土，粗砾石，干黄土及含碎石、卵石的黄土、亚粘土，压实的填筑土	主要用镐，少许用锹、锄头、部分用撬棍
IV	四类土 (砂砾坚土)	重粘土及含碎石、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	整个用镐，撬棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
V ~ VI	五类七 (软石)	硬石灰纪粘土，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	用镐或撬棍、大锤，部分使用爆破
VII ~ IX	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	用爆破方法，部分用风镐
X ~ XII	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，风化痕迹深安山岩、玄武岩	用爆破方法
XIV ~ XVI	八类土 (特坚石)	安山岩，玄武岩，花岗岩麻岩，坚实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、辉长岩、辉绿岩、玢岩	用爆破方法

土的工程性质对土方工程的施工有直接影响，其基本工程性质有：

一、土的可松性

自然状态下的土，经过开挖以后，其体积因松散而增大，以后虽经回填压实，仍不能恢复成原来的体积，这种性质称为土的可松性。

由于土方工程量是以自然状态下土的体积计算的，所以在计算土方调配、土方机械及运输工具数量时，应考虑土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示，即：

最初可松性系数 $K_s = \frac{\text{土经开挖后的松散体积 } V_2}{\text{土在天然状态下的体积 } V_1}$ (1-1)

最后可松性系数 $K'_s = \frac{\text{土经回填压实后的体积 } V_3}{\text{土在天然状态下的体积 } V_1}$ (1-2)

土的可松性与土质有关，根据土的工程分类，可松性系数可参考表 1-2。

各种土的可松性参考值 表 1-2

土 的 类 别	体积增加百分数		可松性系数	
	最 初	最 后	最初 K_s	最后 K'_s
一、(种植土除外)	8~17	1~2.5	1.08~1.17	1.01~1.03
一、(植物性土、泥炭)	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
二、	14~28	2.5~5	1.14~1.28	1.02~1.05
三、	24~30	4~7	1.24~1.30	1.04~1.07
四、(泥灰岩、蛋白石除外)	26~32	6~9	1.26~1.32	1.06~1.09
四、(泥灰岩、蛋白石)	33~37	11~15	1.33~1.37	1.11~1.15
五~七	30~45	10~20	1.30~1.45	1.10~1.20
八、	45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30

二、土的含水量

土的含水量是土中所含的水与土的固体颗粒间的重量比，以百分数表示。

$$w = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \times 100\% \tag{1-3}$$

式中 G_1 ——含水状态下土的重量；

G_2 ——烘干后土的重量。

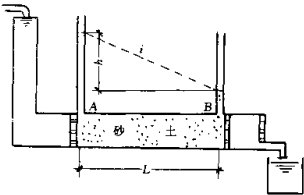


图 1-1 砂土渗透实验

土的含水量对土方边坡的稳定性及填方施工有直接影响。

三、土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性质。土体孔隙中的自由水在重力作用下会发生流动，当基坑开挖至地下水位以下，地下水的平衡破坏后，地下水会不断流入基坑。地下水在土中渗流时受到土颗粒的阻力，其大小与土的渗透性及地下水渗流路线长短有关。法国学者达西根据图 1-1 所

示的砂土渗透实验，发现水在土中的渗流速度（ v ）与水力坡度成正比，即：

$$v = Ki \tag{1-4}$$

水力坡度 i 是 A 、 B 两点的水位差 h 与渗流路程长度 L 之比，即 $i=h/L$ 。显然，渗流速度 v 与 A 、 B 两点水位差成正比，与渗流路程长度 L 成反比。比例系数 K 称土的渗透系数（ m/d ）。

土的渗透系数 K 应经试验确定。表 1-3 的数值可供参考。

土的渗透系数				表 1-3
土 的 种 类	K (m/d)	土 的 种 类	K (m/d)	
亚粘土、粘土	<0.1	含粘土的中砂及纯细砂	20~25	
亚粘土	0.1~0.5	含粘土的细砂及纯中砂	35~50	
含亚粘土的粉砂	0.5~10	纯粗砂	50~75	
纯粉砂	1.5~5.0	粗砂夹砾石	50~100	
含粘土的细砂	10~15	砾 石	100~200	

第一节 土方工程量计算与土方调配

一、基坑与基槽土方量计算

基坑的土方量的计算可近似地按拟柱体体积公式计算（图 1-2a）。

$$V = \frac{1}{6}h(F_1 + 4F_0 + F_2) \tag{1-5}$$

式中 h ——基坑深度（ m ）；
 F_1 、 F_2 ——基坑上下两底面积（ m^2 ）；
 F_0 ——基坑中（ $h/2$ 截面处）截面面积（ m^2 ）。

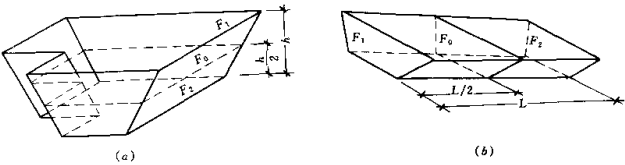


图 1-2 基坑、基槽土方量计算简图

基槽土方量计算可沿长度方向分段计算。当基槽某段内横截面尺寸不变时，其土方量即为该段横截面的面积乘以该基槽长度。如某段内横截面的形状、尺寸有变化时，亦可近似按拟柱体体积公式计算（图 1-2b），此时，公式（1-5）中的 h 应换为槽段长度 L ，各槽段土方量之和，即为基槽总土方量。

二、场地平整土方量计算

场地平整是将现场平整成施工所要求的设计平面。场地平整前,要确定平整与基坑(槽)开挖的施工顺序,确定场地的设计高,计算挖、填土方量,进行土方调配等。

场地平整与基坑开挖的施工顺序,通常有三种不同情况:

(1) 对场地挖、填土方量较大的工地,可先平整场地,后开挖基坑。这样,可为土方机械提供较大的工作面,使其充分发挥工作效能,减少与其他工作的相互干扰。

(2) 对较平坦的场地,可先开挖基坑,待基础施工后再平整场地。这样可减少土方的重复开挖,加快建筑物的施工进度。

(3) 当工期紧迫或场地地形复杂时,可按照现场施工的具体条件和施工组织的要求,划分施工区,施工时,可平整某区场地后,随即开挖该区的基坑,或开挖某区的基坑,并做完基础后进行该区的场地平整。

(一) 场地设计标高的确定与调整

场地设计标高是进行场地平整和土方量计算的依据,也是总图规划和竖向设计的依据。合理地确定场地设计标高,对减少土方量、加快建设速度都具有重要的经济意义。在确定场地设计标高时,应结合现场的具体条件并进行必要的技术经济比较,选定最优方案。在满足建筑规划、生产工艺和运输、排水及最高洪水水位等要求的前提下,尽量使场地内土方挖填平衡且土方量最少。如场地设计标高无其它特殊要求,可参照下述步骤和方法确定。

1. 初步计算场地设计标高 H 。

初步计算场地设计标高的原则是场地内挖填方平衡,即场地内的土方体积在平整前后相等。

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。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;当地形起伏大,用插入法有较大误差,或无地形图,则可在现场用木桩打好方格网,然后用测量的方法求得。

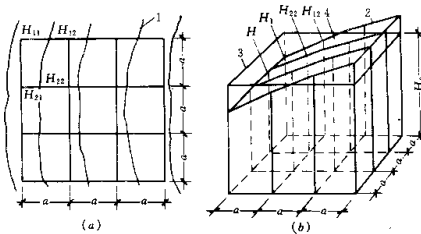


图 1-3 场地设计标高计算简图

(a) 地形图上划分方格; (b) 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)

按照挖填平衡原则，场地设计标高可按下式计算：

$$H_0 N a^2 = \Sigma \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right)$$

$$\text{即 } H_0 = \frac{\Sigma (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1-6)$$

式中 N ——方格数。

从图 1-3 可见， H_{11} 系一个方格的角点标高； H_{12} 、 H_{21} 系相邻两个方格公共角点标高； H_{22} 则系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：

$$H_0 = \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4}{4N} \quad (1-7)$$

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。

2. 场地设计标高的调整

按式 (1-7) 计算的设计标高 H_0 系一理论值，实际上还需考虑以下因素进行调整：

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；

由于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，使设计标高降低或提高；

由于边坡挖填土方量不等，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，则整个场地将处于同一水平面，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（图 1-4），场地内任意一点的设计标高为：

$$H_n = H_0 \pm l \cdot i \quad (1-8)$$

式中 H_n ——场地内任一点的设计标高；

l ——该点至场地中心线的距离；

i ——场地泄水坡度（不小于 2‰）。

例如：图 1-4 中 H_{s2} 点的设计标高为：

$$H_{s2} = H_0 - l \cdot i = H_0 - 1.5ai$$

(2) 双向泄水时，场地各点设计标高的求法

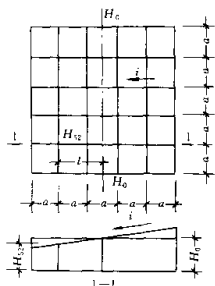


图 1-4 单向泄水坡度的场地

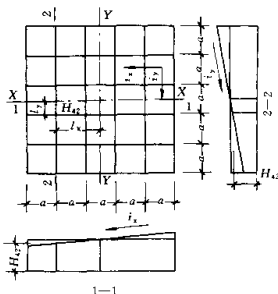


图 1-5 双向泄水坡度的场地

场地用双向泄水时，以 H_0 作为场地中心点的标高（图 1-5），场地内任意一点的设计标高为：

$$H_n = H_0 \pm l_x \cdot i_x \pm l_y \cdot i_y \quad (1-9)$$

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

i_x 、 i_y —— $x-x$ 、 $y-y$ 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：

$$H_{42} = H_0 - 1.5a \cdot i_x - 0.5a \cdot i_y$$

（二）场地土方量计算

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. 计算场地各方格角点的施工高度

各方格角点的施工高度按下式计算：

$$h_n = H_n - H \quad (1-10)$$

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（若无泄水坡度时，即为场地的设计标高）；

H ——角点的自然地面标高。

2. 确定“零线”

如果一个方格中一部分角点的施工高度为“+”，而另一部分为“-”时，此方格中的土方一部分为填方，一部分为挖方。计算此类方格的土方量需先确定填方与挖方的分界线，即“零线”。

“零线”位置的确定方法是：先求出有关方格边线（此边线一端为挖，另一端为填）上的“零点”（即不挖不填的点），然后将相邻两个“零点”相连即为“零线”。

如图 1-6 所示, 设 h_1 为填方角点的填方高度, h_2 为挖方角点的挖方高度, 0 为零点位置。则可求得:

$$x = \frac{ah_1}{h_1 + h_2} \quad (1-11)$$

3. 计算场地填挖土方量

场地土方量计算可采用四方棱柱体法或三角棱柱体法。

用四方棱柱体法计算时, 根据方格角点的施工高度, 分为三种类型。

(1) 方格四个角点全部为填(或挖)如图 1-7 所示, 其土方量为:

$$V = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1-12)$$

式中 V ——挖方或填方的体积 (m^3);

h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 ——方格角点的施工高度, 以绝对值代入 (m)。

(2) 方格的相邻两角点为挖, 另两角点为填(如图 1-8), 其挖方部分土方量为:

$$V_{1,2} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_1^2}{h_1 + h_2} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1-13)$$

填方部分的土方量为:

$$V_{3,4} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_3^2}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^2}{h_1 + h_4} \right) \quad (1-14)$$

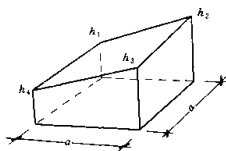


图 1-7 全挖或全填的方格

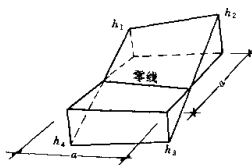


图 1-8 两挖和两填的方格

(3) 方格的三个角点为挖, 另一角点为填(或相反)如图 1-9 所示, 其填方部分的土方量为:

$$V_4 = \frac{a^2}{6} \cdot \frac{h_4^2}{(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)} \quad (1-15)$$

挖方部分土方量为:

$$V_{1,2,3} = \frac{a^2}{6} (2h_1 + h_2 + 2h_3 - h_4) + V_4 \quad (1-16)$$

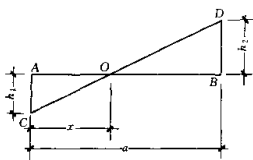


图 1-6 求零点的图解法

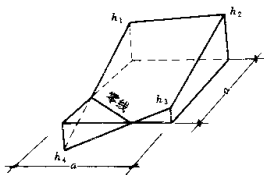
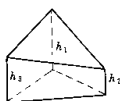
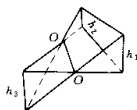


图 1-9 三挖一填（或相反）的方格



(a)



(b)

图 1-10 三角棱柱体法

(a) 全挖或全填；(b) 有挖有填

（使用以上各式时，注意 h_1, h_2, h_3, h_4 系顺时针连续排列，第二种类型 h_1, h_2 同号， h_3, h_4 同号，第三种类型中， h_1, h_2, h_3 同号， h_4 为异号）。

用三角棱柱体法计算场地土方量，是将每一方格顺地形的等高线沿对角线划分为两个三角形，然后分别计算每一三角棱柱（锥）体的土方量。

1) 当三角形为全挖或全填时（图 1-10a），

$$V = \frac{a^2}{6} (h_1 + h_2 + h_3) \quad (1-17)$$

2) 当三角形有挖有填时（图 1-10b）则其零线将三角形分为两部分，一个是底面为三角形的锥体，一个是底面为四边形的楔体。其土方量分别为：

$$V_{\text{锥}} = \frac{a^2}{6} \frac{h_3^3}{(h_1 + h_3)(h_2 + h_3)} \quad (1-18)$$

$$V_{\text{楔}} = \frac{a^2}{6} \left[\frac{h_3^3}{(h_1 + h_3)(h_2 + h_3)} - h_3 + h_2 + h_1 \right] \quad (1-19)$$

计算场地土方量的公式不同，计算结果精度亦不相同。当地形平坦时，采用四方棱柱体，并将方格划分得大些可以减少计算工作量。当地形起伏变化较大时，则应将方格网划分得小一些，或采用三角棱柱体法计算，以使结果准确些。

场地四周边坡土方量的计算，是在场地角点边坡宽度确定并绘图边坡平面轮廓尺寸图后，近似地按两种几何形体（三角棱锥体或三角棱柱体）计算的。图 1-11 所示为边坡土方

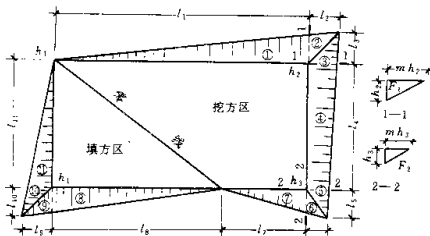


图 1-11 场地边坡平面图

量分段计算示意图。

(三) 场地平整土方量计算示例

某建筑场地地形图和方格网 ($a=20\text{m}$) 如图 1-12 所示。土质为亚粘土, 场地设计泄水坡度: $i_x=3\%$, $i_y=2\%$ 。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)。

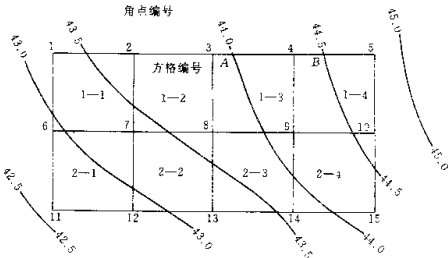


图 1-12 某建筑场地地形图和方格网布置

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 (H_4), 由图 1-13 有:

$$h_x : 0.5 = x : l$$

则

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

$$h_4 = 44.00 + h_x$$

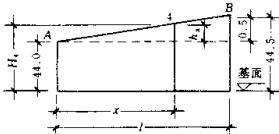


图 1-13 插入法计算简图

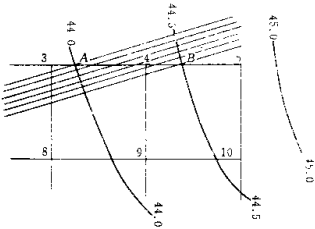


图 1-14 插入法的图解法

为了避免烦琐的计算,通常采用图解法(图 1-14)。用一张透明纸,上面画 6 根等距离的平行线。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 根等距的平行线将 A、B 之间的 0.5m 高差分成 5 等分,于是便可直接读得角点 4 的地面标高 $H_4=44.34\text{m}$ 。其余各角点标高均可用图解法求出。本例各方格角点标高见图 1-15 中地面标高诸值。

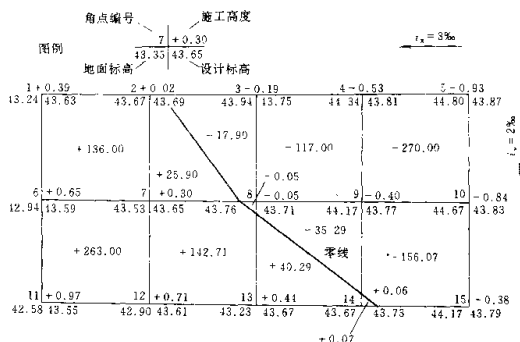


图 1-15 方格网法计算土方工程量图

2. 计算场地设计标高 H_0

$$\Sigma H_1 = 43.24 + 44.80 + 44.17 + 42.58 = 174.79\text{m}$$

$$\begin{aligned} 2\Sigma H_2 &= 2 \times (43.67 + 43.94 + 44.34 + 44.67 \\ &\quad + 43.67 + 43.23 + 42.90 + 42.94) \\ &= 698.72\text{m} \end{aligned}$$

$$3\Sigma H_3 = 0$$

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

根据式 (1-7)

$$\begin{aligned} H_0 &= \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4}{4N} \\ &= \frac{174.79 + 698.72 + 525.12}{4 \times 8} \\ &= 43.71\text{m} \end{aligned}$$

3. 根据要求的泄水坡度计算方格角点的设计标高

以场地中心角点 8 为 H_0 (图 1-15), 各方格角点设计标高按式 (1-9) 计算:

$$\begin{aligned} H_1 &= H_0 - 40 \times 3\% + 20 \times 2\% \\ &= 43.71 - 0.12 + 0.04 = 43.63\text{m} \end{aligned}$$

$$H_2 = H_1 + 20 \times 3\%_0 = 43.63 + 0.06 = 43.69\text{m}$$

$$H_6 = H_0 - 40 \times 3\%_0 = 43.71 - 0.12 = 43.59\text{m}$$

其余各角点设计标高算法同上，其值见图 1-15 中设计标高诸值。

4. 计算角点的施工高度

用式 (1-10) 计算，各角点的施工高度为：

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

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

其余各角点施工高度详见图 1-15 中施工高度诸值。

5. 确定零线

首先求零点，有关方格边线上零点的位置由式 (1-11) 确定，相邻零点的连线即为零线。

本例各零点位置及零线见图 1-15。

6. 计算土方量

第一种类型方格，即全挖全填的方格，由式 (1-12) 计算，其土方量为：

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

同样计算

$$V_{2-1} = (+)263\text{m}^3$$

$$V_{1-3} = (-)117\text{m}^3$$

$$V_{1-4} = (-)270\text{m}^3$$

第二种类型方格，由式 (1-13) 和式 (1-14) 计算，(当 a 用 20m， h 用 cm 代入，可简化为下式)，其土方量为：

$$V_{1-2}^{\text{挖}} = \frac{h_1^3}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^3}{h_2 + h_3} = \frac{30^3}{30 + 5} + \frac{2^3}{2 + 19} = (+)25.90\text{m}^3$$

$$V_{1-2}^{\text{填}} = \frac{h_3^3}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^3}{h_1 + h_4} = \frac{19^3}{2 + 19} + \frac{5^3}{30 + 5} = (-)17.90\text{m}^3$$

同理：

$$V_{2-3}^{\text{挖}} = (+)40.28\text{m}^3$$

$$V_{2-3}^{\text{填}} = (-)35.29\text{m}^3$$

第三种类型的方格，由式 (1-15) 和式 (1-16) 计算 (a 为 20m， h 用 cm 代入，简化为下式)，其土方量为：

$$\begin{aligned} V_{2-2}^{\text{挖}} &= \frac{2}{3} \frac{h_4^3}{(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)} \\ &= \frac{2}{3} \times \frac{5^3}{(44 + 5)(30 + 5)} \\ &= (-)0.05\text{m}^3 \end{aligned}$$