

563  
18012  
下1

528080

建

筑

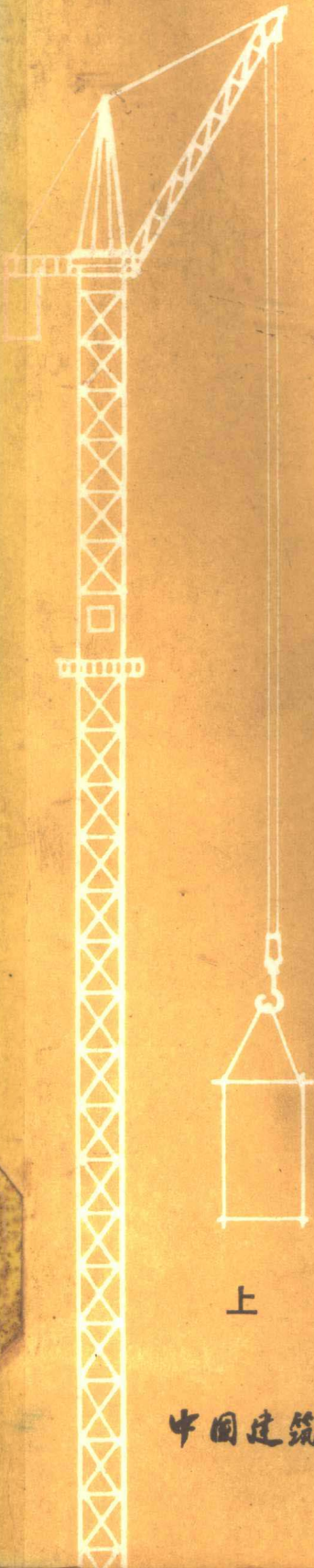
施

工

上

册

中国建筑工业出版社



# 建 筑 施 工

上 册

《建筑施工》编写组

中国建筑工业出版社

本书着重阐述有关土建工程的施工技术和施工组织中带有规律性的基本知识；同时，对土建施工的新技术和新工艺也做了简要的介绍。全书分上、下两册。上册包括：土石方工程、桩基础工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、滑升模板施工和地下防水工程等。下册包括：单层工业厂房结构吊装、多层装配式框架结构吊装、大跨度屋盖结构吊装、砌块、墙板工程、升板法施工以及建筑施工准备和施工组织总设计、单位工程施工组织设计和统筹方法在编制进度计划中的应用等。

本书可供土建工程施工技术人员参考，也可供高等院校工业与民用建筑专业作教材使用。

\* \* \*

参加本书编写的有：

湖南大学：贝效良、强益寿、方承训

华南工学院：凌崇光、姜营琦、谢尊渊

南京工学院：方先和、杨宗放、钱昆润、杜训

武汉建筑材料工业学院：顾敏煜、詹锡奇

华东交通大学：陈新

## 建 筑 施 工

### 上 册

《建筑施工》编写组

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

武汉重江印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/16 印张：28 字数：677千字

1979年1月第一版 1979年1月第一次印刷

印数：1—98,430册 定价：2.00元

统一书号：15040·3501

## 前 言

1973年由湖南大学、华南工学院、南京工学院、武汉建筑材料工业学院有关教师编写了《建筑施工》一书，作为部分高等院校《建筑施工》课程的教材，曾在内部印发过两次。随着社会主义革命和社会主义建设事业的深入发展，广大建筑施工技术人员迫切需要一本建筑施工方面的技术读物，以提高业务理论水平和供工作上的参考。为此，我们从1976年开始，又邀请了华东交通大学的有关教师参加，着手对原书作了全面的修订和较多的增补，作为建筑施工方面的技术参考书正式出版。

近年来，建筑技术不断发展，施工工艺有了新的创造，施工机具出现了新的成果。例如钻孔灌注桩在基础工程中正逐步得到推广；现浇混凝土施工工艺中滑升模板、大模板、喷射混凝土等施工工艺得到迅速推广；混凝土搅拌站的后台上料系统，基本上实现了机械化、半自动化；预制构件制作的挤压成型、推压成型、热拌热模、立窑养护等工艺不断完善；预应力混凝土发展迅速；在墙体改革方面，推广了大板及“一模三板”体系；升板法施工有了新的发展；大跨度结构的吊装特别是平板型钢网架的吊装工艺也有了显著的进展。其他如应用统筹法组织施工以及激光和电子技术的应用等都取得了很好的效果。我们在编写及修订过程中深入施工现场，向工人及技术人员学习，对我国建筑施工人员在三大革命运动实践中取得的这些丰富经验和成就以及科研单位、高等院校的一些科研成果，都力求在书中得到反映。

本书在介绍有关工种的施工工艺及建筑施工组织的同时，着重对建筑施工中的一些基本理论和基本知识以及影响工程施工质量的因素进行了理论探讨及科学分析，对操作方法一般只作简单的叙述。有关设计计算问题则附有实例，使读者更易于理解及供读者在工作中参考。至于砌筑工程、装饰工程等，考虑到地区性及操作性较强，暂不编入。

以英明领袖华主席为首的党中央一举粉碎了祸国殃民的“四人帮”，高举毛主席的伟大旗帜，提出了抓纲治国的伟大战略决策。全国人民意气风发，斗志昂扬，决心在党的十一大路线指引下，为实现敬爱的周总理根据伟大领袖毛主席的指示在四届人大提出来的四个现代化的宏伟规划，把我国建设成为伟大的社会主义现代化强国而努力奋斗。为迎接社会主义经济建设的新高潮，编者希望本书的出版在推广建筑施工的新技术、新经验，发展基建战线的大好形势能有所裨益。但是，由于我们的政治和业务水平低，实践经验不足，书中肯定存在不少缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

本书编写过程中得到有关省、市基建局和建筑施工单位以及冶金、电力战线施工部门的大力协助，在此谨表示衷心感谢。

《建筑施工》编写组

1977年12月

# 目 录

第一章 土石方工程	1
第一节 场地平整	2
一、土方量计算与调配	3
二、场地平整施工	15
第二节 基坑开挖	20
一、基坑排水	21
二、土方开挖	36
三、施工中常遇到的问题及其处理	44
四、施工方案实例	48
第三节 地下不开槽施工	52
一、顶管法	52
二、盾构法	62
第四节 爆破施工	63
一、爆破原理及药包量计算	63
二、炸药和起爆器材	65
三、爆破方法	70
四、钻眼	76
五、爆破安全措施	77
第二章 桩基础工程	78
第一节 钢筋混凝土预制桩施工	79
一、桩的预制、起吊、运输和堆放	80
二、打桩	81
三、压桩	83
四、振动沉桩	93
五、桩的静荷载试验	93
六、确定单桩承载力的经验公式和打桩公式	95
第二节 就地灌注桩施工	98
一、冲击振动灌注桩	99
二、振动灌注桩	102
三、钻孔灌注桩	105
四、爆扩灌注桩	110
第三章 钢筋混凝土工程	119
第一节 钢筋工程	120
一、钢筋冷处理(冷加工)	120
二、钢筋焊接	126
三、钢筋的制备和安装	137
第二节 现浇钢筋混凝土结构施工	143
一、模板工程	143
(一) 框架结构木模板系统的构造和装拆	144
(二) 模板放线图	148
(三) 模板的革新	150
(四) 模板系统的设计计算	158
二、混凝土工程	174

(一) 混凝土的配料及拌制 .....	174
(二) 混凝土的运输 .....	182
(三) 混凝土的灌注 .....	187
(四) 现浇钢筋混凝土框架结构的施工方案 .....	194
(五) 混凝土工程的质量检查、养护与拆模、缺陷修补 .....	198
(六) 厚大钢筋混凝土结构的灌注方法 .....	200
(七) 喷射混凝土施工 .....	204
(八) 水下灌注混凝土施工简介 .....	210
(九) 混凝土外加剂的应用 .....	211
三、混凝土的冬季施工 .....	218
(一) 灌注前使混凝土升温 .....	219
(二) 加热混凝土冬季施工中应注意的问题 .....	220
(三) 加热混凝土的养护 .....	221
(四) 外加剂混凝土的冬季施工 .....	236
(五) 混凝土冬季施工中质量控制问题 .....	238
第三节 钢筋混凝土预制构件的制作 .....	239
一、现场就地制作钢筋混凝土预制构件 .....	239
二、预制厂制作钢筋混凝土预制构件 .....	244
第四章 预应力混凝土工程 .....	259
第一节 先张法 .....	260
一、台座 .....	260
二、张拉机具设备 .....	274
三、先张法施工工艺 .....	282
四、折线张拉工艺简介 .....	289
第二节 后张法 .....	291
一、锚具和预应力筋的制作 .....	291
二、张拉机具设备 .....	299
三、后张法施工工艺 .....	306
四、计算实例 .....	313
第三节 后张自锚法 .....	315
一、后张自锚法的原理 .....	315
二、张拉夹具和承力架 .....	316
三、后张自锚法施工工艺 .....	318
第四节 电热法 .....	321
一、钢筋伸长值的计算 .....	322
二、电热设备的选择 .....	326
三、电热张拉工艺 .....	328
四、计算实例 .....	329
第五章 滑升模板施工 .....	331
第一节 滑升模板的组成和滑升原理 .....	332
第二节 滑升模板的构造 .....	333
一、模板系统各部件的构造 .....	333
二、操作平台系统各部件的构造 .....	336
三、提升机具系统各部件的构造 .....	337
第三节 滑升模板的施工工艺 .....	346
一、滑升模板的组装 .....	346
二、滑升模板的施工过程 .....	349
三、施工中易发生的问题及其处理 .....	361

第四节	滑升模板的设计	366
一、	设计的原则和程序	366
二、	滑升模板装置总体设计的步骤和方法	369
三、	采用滑升模板施工对建筑设计的要求	381
第五节	滑升模板在钢筋混凝土烟囱施工中的应用	384
一、	烟囱施工用的无井架液压滑升模板的构造	386
二、	施工程序及方法	393
第六节	滑升模板在钢筋混凝土框架结构施工中的应用	398
一、	框架结构滑升模板的构造特点	398
二、	千斤顶和提升架的布置	400
三、	操作平台的布置	402
四、	柱及主、次梁的施工方法	403
五、	变截面柱及牛腿的处理	405
六、	建筑平面变化时的处理	407
七、	楼板的施工	407
第七节	滑升模板在墙板结构施工中的应用	409
一、	千斤顶和操作平台的布置	409
二、	墙体的施工	409
三、	楼板的施工	411
四、	阳台与楼梯的施工	414
五、	遮阳板的施工	414
六、	外墙装修	415
第六章	地下防水工程	416
第一节	概述	416
一、	地下水对地下构筑物的影响	416
二、	地下工程防水设计原则及防水方案	416
三、	地下防水工程施工期间的排水	417
第二节	排水措施	417
一、	盲沟排水	417
二、	内排法排水	418
三、	渗排水层排水	419
第三节	防水混凝土的配制与施工	419
一、	普通防水混凝土	421
二、	外加剂防水混凝土简介	423
第四节	水泥砂浆防水层与卷材防水层施工	425
一、	水泥砂浆防水层施工	425
二、	卷材防水层施工	428
第五节	变形缝及管道穿墙部位处理	431
一、	变形缝处理	431
二、	管道穿墙部位处理	433
第六节	补漏措施	434
一、	快硬水泥胶浆补漏法	434
二、	氰凝灌浆堵漏法	436

# 第一章 土石方工程

工业与民用建筑施工中，常见的土石方工程有：场地平整、基坑（槽）与管沟开挖、人防工程开挖、地坪填土、路基填筑以及基坑回填等。

土石方工程施工具有以下特点：

（1）面广量大、劳动繁重 建筑工地的场地平整，面积往往很大，某些大型工矿企业工地，土石方施工面积可达数平方公里，甚至数十平方公里。在场地平整和大型基坑开挖中，土石方工程量可达几百万立方米以上。对于面广量大的土石方工程，应尽可能采用全面机械化施工。

（2）施工条件复杂 土石方工程施工多为露天作业，土又是一种天然物质，成分较为复杂，因此，施工中直接受到地区、气候、水文和地质等条件的影响。

组织土石方工程施工，要进行调查研究，采用土洋结合的办法，大搞技术革新、技术革命。在有条件和可能利用机械施工时，尽可能采用机械化施工，在条件不够或机械设备不足时，则应创造条件，采取半机械化和革新工具相结合的方法，以代替或减轻繁重的体力劳动。另一方面，要合理安排施工计划，尽可能不安排在雨季施工，否则，应作好防洪排水等准备。此外，为了降低土石方工程施工费用，贯彻不占或少占农田和可耕地并有利于改地造田的原则，要作出土石方的合理调配方案，统筹安排。

随着我国社会主义革命和社会主义建设的迅速发展，土石方工程的机械化程度和技术水平不断得到发展和提高。对于大型土石方工程，基本上实现了机械化。各种新的、小型液压挖土机，不断涌现。此外，各种土洋结合的改良工具，各地都有所创造，从而大大地改善了土石方工程的施工条件，提高了劳动生产率，加快了我国基本建设的速度。

土的种类繁多，其工程性质会直接影响土石方工程的施工方法、劳动量消耗和工程费用，应予以重视。土的工程分类见表1-1。

土具有可松性，即自然状态下的土，经过开挖后，其体积因松散而增加，以后虽经回填压实，仍不能恢复成原来的体积。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（表1-2）；

$K'_s$ ——最后可松性系数（表1-2）；

$V_1$ ——土在天然状态下的体积；

$V_2$ ——土经开挖后的松散体积；

$V_3$ ——土经回填压实后的体积。

土的可松性对土方的平衡调配、计算运输工具数量等有直接的影响，施工中不可忽视。



土、石工程分类

表 1-1

土石等级	类别名称	土石名称	钻眼 1米 所需时间			爆破 1米 <sup>3</sup> 所需 炮眼长度(米)		开挖方法
			湿式凿岩一字合金钻头 (净钻分钟)	湿式凿岩普通淬火钻头 (净钻分钟)	双人打眼 (工天)	路 堑	隧道导坑	
I	松 土	砂类土、腐植土、种植土、中密的砂粘土及粘砂土、松散的水分不大的粘土、含有30毫米以下的树根或灌木根的泥炭土						用铁锹挖,脚蹬一下到底的松散土层
II	普通土	水分较大的粘土、密实的砂粘土及粘砂土、密实半干硬的黄土、含有30毫米以上的树根或灌木根的泥炭土、碎石类土(不包括块石土及漂石土)						部分用镐刨松,再用铁锹,以脚蹬锹需连蹬数次才能挖动的
III	硬 土	硬粘土、密实的硬黄土、含土较多的块石土及漂石土、各种风化土状的岩石						必须用镐先整个刨过,才能用锹的
IV	软 石	各种松软岩石、岩盐、胶结不紧的砾石、泥质页岩、砂岩、煤、较坚实的泥灰岩、块石土及漂石土、软的节理多的石灰岩		7以内	0.2以内	0.2以内	0.2以内	部分用撬棍或十字镐及大锤开挖,部分用爆破法开挖
V	次 坚 石	硅质页岩、砂岩、白云岩、石灰岩、坚实的泥灰岩、软玄武岩、片麻岩、正长岩、花岗岩	15以内	7~20	0.2~1.0	0.2~0.4	2.0~3.5	用爆破法开挖
VI	坚 石	硬玄武岩、坚实的石灰岩、白云岩、大理岩、石英岩、闪长岩、粗粒花岗岩、正长岩	15以上	20以上	1.0以上	0.4以上	3.5以上	用爆破法开挖

土的可松性系数参考数值 表 1-2

土石类别	$K_s$	$K'_s$
一类土	1.08~1.17	1.01~1.03
二类土	1.14~1.24	1.02~1.05
三类土	1.24~1.30	1.04~1.07
四类土	1.26~1.45	1.06~1.20
五类土	1.30~1.50	1.10~1.30
六类土	1.45~1.50	1.28~1.30

## 第一节 场地平整

实际施工中,由于建筑工程的性质、规模、施工期限以及技术力量等条件的不同,并考虑到基坑(槽)开挖的要求,场地平整的顺序,通常有以下三种:

(1) 先平整整个场地,后开挖建筑物基坑(槽)。这种做法,使大型土方机械有

较大的工作面,能充分发挥其工作效能,也可减少与其他工作的相互干扰,但工期较长。此法适用于场地的填挖土方量较大的工地。

(2) 先开挖建筑物基坑(槽),后平整场地。此法适用于地形平坦的场地。这样作,可以加快建筑物的施工速度,也可减少重复填挖土方的数量。

(3) 边平整场地,边开挖基坑(槽)。这种做法,是按照现场施工的具体条件,划分施工区,有的区先平整场地,有的区则先开挖基坑(槽)。

场地平整前，必须确定场地的设计标高（一般均在设计文件上规定）、计算挖方和填方的工程量、确定挖方填方的平衡调配，并选择土方机械，拟定施工方案。

## 一、土方量计算与调配

### （一）场地设计标高确定

较大面积的场地平整，正确地选择设计标高是十分重要的。选择设计标高，需考虑以下因素：

- （1）满足生产工艺和运输的要求；
- （2）尽量利用地形，以减少挖方数量；
- （3）场地以内的挖方与填方能达到相互平衡（面积大、地形又复杂时则例外），以降低土方运输费用；
- （4）要有一定的泄水坡度（ $\geq 2\%$ ），使能满足排水要求；
- （5）考虑最高洪水位的要求。

当设计文件上对场地标高无特定要求时，场地的设计标高，可照下述步骤和方法确定。

#### 1. 初步计算场地设计标高

如图 1-1 a，将地形图划分方格。每个方格的角点标高，一般根据地形图上相邻两等高线的标高，用插入法求得；在无地形图情况下，也可在地面用木桩打好方格网，然后用仪器直接测出。

一般说来，理想的设计标高，应该使场地内的土方在平整前和平整后相等而达到挖方和填方的平衡（图 1-1 b），即：

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

所以 
$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N}$$

式中  $H_0$ ——所计算的场地设计标高（米）；

$a$ ——方格边长；

$N$ ——方格数；

$H_{11} \dots H_{22}$ ——任一方格的四个角点的标高。

从图 1-1 中可看出， $H_{11}$  系一个方格的角点标高， $H_{12}$  和  $H_{21}$  均系两个方格公共的角点标高， $H_{22}$  则系四个方格公共的角点标高。如果将所有方格的四个角点标高相加，那末，类似  $H_{11}$  这样的角点标高加到一次，类似  $H_{12}$  的标高加到两次，而类似  $H_{22}$  的标高则要加到四次。因此，上式可改写成下列的形式：

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

式中  $H_1$ ——一个方格仅有的角点标高（米）；

$H_2$ ——二个方格共有的角点标高（米）；

$H_3$ ——三个方格共有的角点标高（米）；

$H_4$ ——四个方格共有的角点标高（米）。

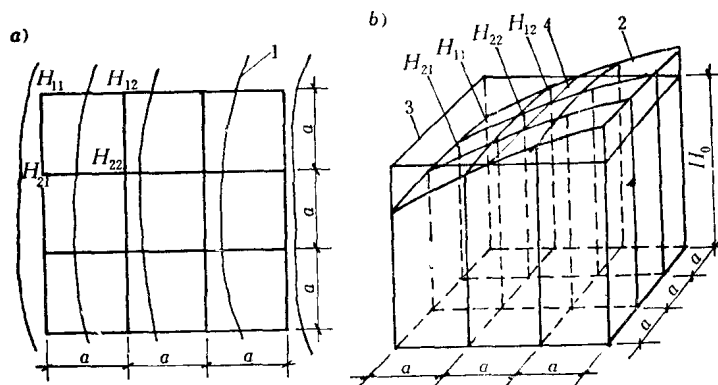


图 1-1 场地设计标高计算简图

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)

## 2. 计算设计标高的调整值

公式(1-1)所计算的设计标高, 纯系一理论数值, 实际上, 还需考虑以下因素进行调整。

- (1) 由于土具有可松性, 必要时应相应地提高设计标高;
- (2) 由于设计标高以上的各种填方工程用土量而影响设计标高的降低, 或者由于设计标高以下的各种挖方工程的挖土量而影响设计标高的提高;
- (3) 由于边坡填挖土方量不等(特别是坡度变化大时)而影响设计标高的增减;
- (4) 根据经济比较结果, 而将部分挖方就近弃土于场外, 或将部分填方就近取土于场外而引起挖填土方量的变化后需增减设计标高。

## 3. 考虑泄水坡度对设计标高的影响

如果按照式(1-1)计算出的设计标高进行场地平整, 那末, 整个场地表面将处于同一个水平面; 但实际上由于排水要求, 场地表面均有一定的泄水坡度。因此, 还需根据场地泄水坡度的要求(单面泄水或双面泄水), 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 当考虑场内挖填平衡的情况下, 用式(1-1)计算出的设计标高  $H_0$ , 作为场地中心线的高(图 1-2), 场地内任意一点的设计标高则为:

$$H_n = H_0 \pm li \quad (1-2)$$

式中  $H_n$ ——场内任意一点的设计标高(米);

$l$ ——该点至  $H_0$  的距离(米);

$i$ ——场地泄水坡度(不小于 2‰);

$\pm$ ——该点比  $H_0$  高则取“+”号, 反之取“-”号。

例如欲求  $H_{5.2}$  角点的设计标高, 则:

$$H_{5.2} = H_0 - li = H_0 - 1.5ai$$

(2) 双向泄水时, 场地各点设计标高的求法 其原理与前相同, 如图 1-3 所示。  $H_0$  为场地中心点标高, 场地内任意一点的设计标高为:

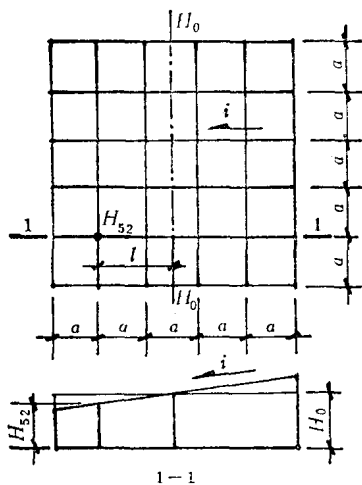


图 1-2 单向泄水坡度的场地

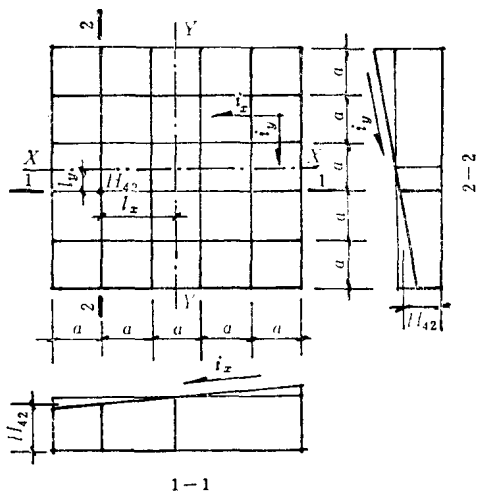


图 1-3 双向泄水坡度的场地

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-3)$$

式中  $l_x$ 、 $l_y$ ——该点于  $x-x$ 、 $y-y$  方向距场地中心线的距离；

$i_x$ 、 $i_y$ ——该点于  $x-x$ 、 $y-y$  方向的泄水坡度。其余符号表示的内容同前。

例如欲求  $H_{42}$  角点的设计标高，则

$$H_{42} = H_0 - l_x i_x - l_y i_y = H_0 - 1.5 a i_x - 0.5 a i_y$$

## (二) 场地土方量计算

编制土方工程施工方案，以及检查、验收实际土方工程数量等，都需要进行土方量的计算。场地土方量的计算方法，通常有方格网法和断面法两种。方格网法适用于地形较为平坦的地区，断面法则多用于地形起伏变化较大的地区。

### 1. 方格网法

用方格网控制整个场地。方格边长主要取决于地形变化的复杂程度，一般为10米、20米、30米或40米等，通常多采用20米。根据每个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，然后计算每一个方格的土方量（大规模场地土方量的计算可使用专门的土方工程量计算表），并算出场地边坡的土方量，这样即可得到整个场地的挖、填土方总量。

场地诸方格的土方量，一般可分为下述三种不同类型进行计算。

(1) 方格四个角点全部为填或全部为挖 如图1-4所示，其土方量为：

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

式中  $V$ ——挖方或填方体积（米<sup>3</sup>）；

$h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$ 、 $h_4$ ——方格角点填挖高度，均用绝对值（米）。

若  $a=20$ 米， $h$ 用厘米代入，则上式可写为：

$$V = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (1-4b)$$

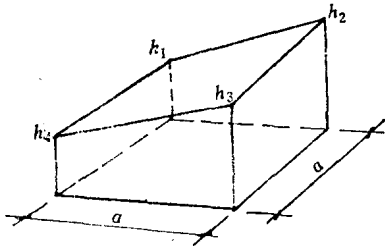


图 1-4 全挖或全填的方格

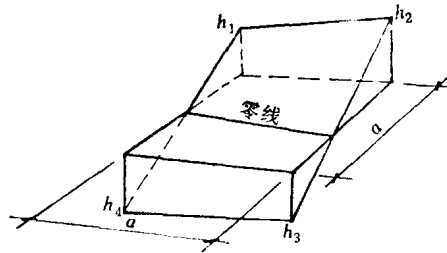


图 1-5 两挖和两填的方格

(2) 方格的相邻两角点为挖方, 另两角点为填方 如图 1-5 所示, 其挖方部分的土方量为:

$$V_{1,2} = \frac{a^2}{4} \left( \frac{h_1^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1-5a)$$

填方部分的土方量为:

$$V_{3,4} = \frac{a^2}{4} \left( \frac{h_3^2}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^2}{h_1 + h_4} \right) \quad (1-5b)$$

(3) 方格的三个角点为挖方(或填方), 另一角点为填方(或挖方) 如图 1-6 所示, 其填方部分的土方量为:

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

挖方部分的土方量为:

$$V_{1,2,3} = \frac{a^2}{6} (2h_1 + h_2 + 2h_3 - h_4) + V_1 \quad (1-6b)$$

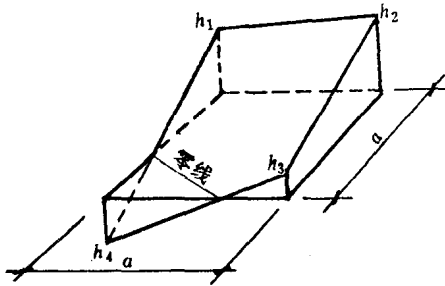


图 1-6 三挖一填(或相反)的方格

## 2. 断面法

沿场地取若干个相互平行的断面(可利用地形图定出或实地测量定出), 将所取的每个断面(包括边坡断面)划分为若干三角形和梯形, 如图 1-7 所示, 则面积:

$$f_1 = \frac{h_1}{2} d_1, \quad f_2 = \frac{h_1 + h_2}{2} d_2, \quad \dots$$

而某一断面面积为:  $F_i = f_1 + f_2 + \dots + f_n$

若  $d_1 = d_2 = \dots = d_n = d$ , 则

$$F_i = d(h_1 + h_2 + \dots + h_n)$$

断面面积求出后, 即可计算土方体积。设各断面面积分别为  $F_1, F_2, \dots, F_n$ , 相邻两断面间的距离依次为  $l_1, l_2, \dots, l_n$ , 则所求土方体积为:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} l_1 + \frac{F_2 + F_3}{2} l_2 + \dots + \frac{F_{n-1} + F_n}{2} l_n \quad (1-7)$$

断面法求面积的一种简便方法是累高法, 见图 1-8。此法不需用公式计算, 只要将所取的断面绘于普通方格坐标纸上( $d$  取值相等), 用透明纸尺从  $h_1$  开始, 依次量出(用大头针向上拨动尺子)各点标高( $h_1, h_2, \dots$ ), 累计得各点标高之和, 然后将此值与  $d$  相

乘，即为所求断面面积。

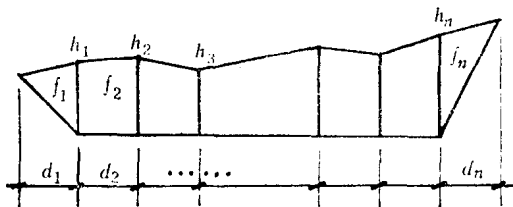


图 1-7 断面法

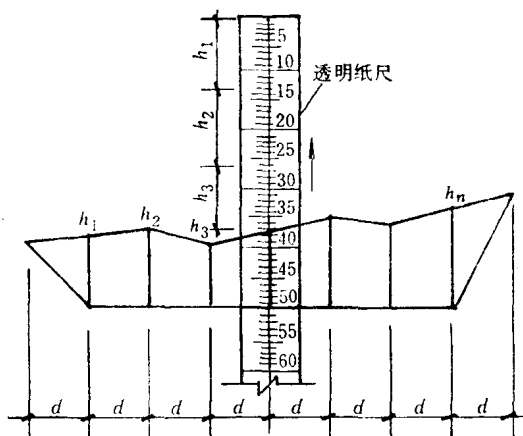


图 1-8 用累高法求断面面积

### (三) 边坡土方量计算

#### 1. 边坡的确定

为了保持土体的稳固和施工安全，挖方和填方的边沿，都应作成一定坡度的边坡。边坡的表示方法如图 1-9 所示。图中  $m$  称坡度系数，其含义为：当边坡的高度已知为  $h$  时，边坡的宽度  $b$  则等于  $mh$ 。若边坡高度较大，可根据不同的土层及其所受的压力，在满足土体稳固的条件下作成折线形的边坡（图 1-9 b），以减小土方量。

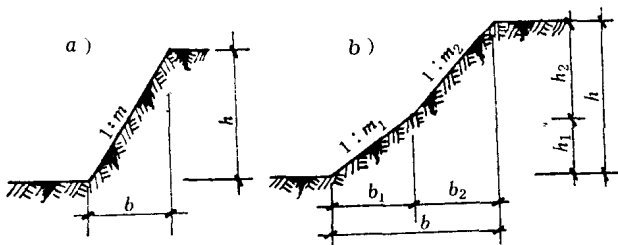


图 1-9 土方边坡

a) 直线形边坡；b) 折线形边坡

边坡坡度应根据不同的挖填高度、土的物理性质和工程的重要性由设计规定。如设计文件上未作规定时，则应按照《土方和爆破工程施工及验收规范》GBJ4-64（修订本）的规定采用。常用的挖方边坡坡度和填方高度限值见表 1-3 和表 1-4。

水文地质条件良好时永久性挖方边坡的最大坡度

表 1-3

项次	土的名称、性质及挖方深度	边坡坡度(1:m)
1	在天然湿度、层理均匀、不易膨胀的粘土、亚粘土、亚砂土和砂土（不包括细砂、粉砂）内挖方，深度不超过 3 米	1:1 ~ 1:1.25
2	土质同上，深度为 3~12 米	1:1.25 ~ 1:1.50
3	干燥地区内土的结构未经破坏的干燥黄土及类黄土，深度不超过 12 米	1:0.1 ~ 1:1.25
4	在碎石土和泥灰岩土内的挖方，深度不超过 12 米	1:0.5 ~ 1:1.50

永久性填方边坡坡度  
为 1:1.5 时的高度限值 表 1-4

项次	土的名称	填方高度(米)
1	粘土类土、黄土、类黄土	6
2	亚粘土、泥灰岩土	6~7
3	亚砂土	6~8
4	中砂和粗砂	10
5	砾石和碎石土	10~12
6	易风化的岩石	12

## 2. 边坡土方量计算

图1-10是一场地边坡的平面示意图。从图中可看出：边坡的土方量可以划分为两种近似的几何形体进行计算，一种为三角棱锥体（如体积 1~3, 5~11），另一种为三角棱柱体（如体积 4）。

(1) 三角棱锥体边坡体积 例如图1-10中的①，其体积为：

$$V_1 = \frac{1}{3} F_1 l_1 \quad (1-8)$$

式中  $l_1$ ——边坡 1 的长度；  
 $F_1$ ——边坡 1 的端面积，即

$$F_1 = \frac{h_2(mh_2)}{2} = \frac{mh_2^2}{2}$$

$h_2$ ——角点的挖土高度；  
 $m$ ——边坡的坡度系数。

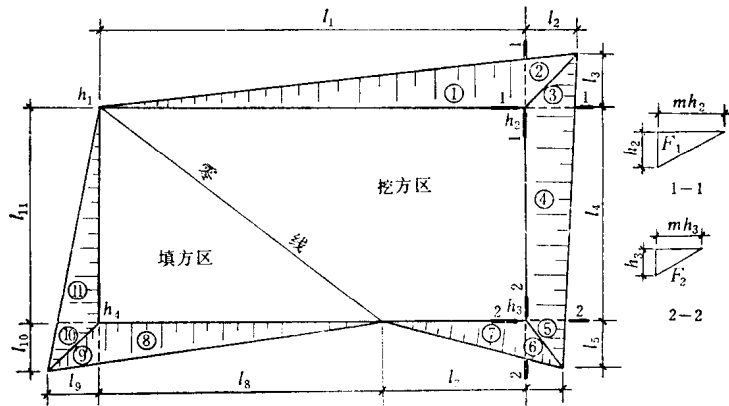


图 1-10 场地边坡平面图

(2) 三角棱柱体边坡体积 例如图1-10中的④，其体积为：

$$V_4 = \frac{F_1 + F_2}{2} l_4 \quad (1-9a)$$

当两端横断面面积相差很大的情况下，则：

$$V_4 = \frac{l_4}{6} (F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1-9b)$$

式中  $l_4$ ——边坡 4 的长度；

$F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_0$ ——边坡 4 两端及中部的横断面面积，算法同上（图 1-10 剖面系近似表示。实际上，地表面不完全是水平的）。

### (四) 场地平整土方量计算示例

某建筑场地地形图和方格网（ $a = 20$ 米）布置如图1-11所示。该场地系亚粘土，地面

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），并计算挖、填土方工程量。

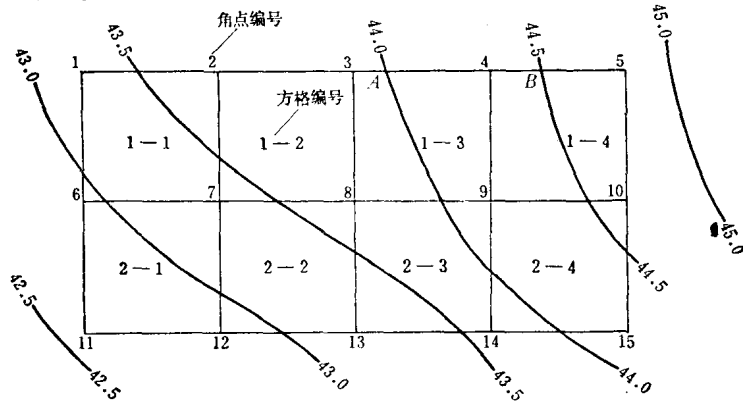


图 1-11 某建筑场地地形图和方格网布置

### 1. 计算角点的地面标高

根据地形图上所标等高线，用插入法求出各方格角点的地面标高。

采用插入法时，假定每两根等高线之间的地面高低是呈直线变化的。如求角点 4 的地面标高 ( $H_4$ )，从图 1-12 中，根据相似三角形特性有：

$$h_x : 0.5 = x : l$$

则

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

得

$$H_4 = 44.00 + h_x$$

在地形图上只要量出  $x$  和  $l$  的长度，便可算出  $H_4$  的数值。这种计算是很烦琐的，故通常多采用图解法（其原理同上述数解法）来求得各角点的地面标高。如图 1-13 所示，用一张透明纸，上面画六根等距离的平行线（线条要尽量画的细，否则影响读数），将该透明纸放到标有方格网的地形图上，将六根平行线的最外两根分别对准 A 点与 B 点，这时六根等距离的平行线将 A、B 之间的 0.5 米的高差分成五等分，于是便可直接读得角点 4 的地面标高  $H_4 = 44.34$ 。其余各角点标高均可用此法求出。

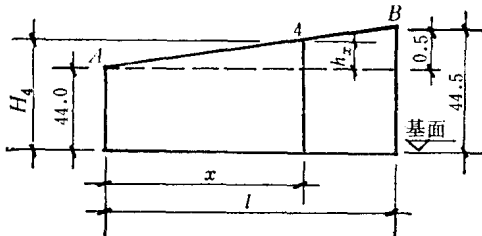


图 1-12 插入法计算简图

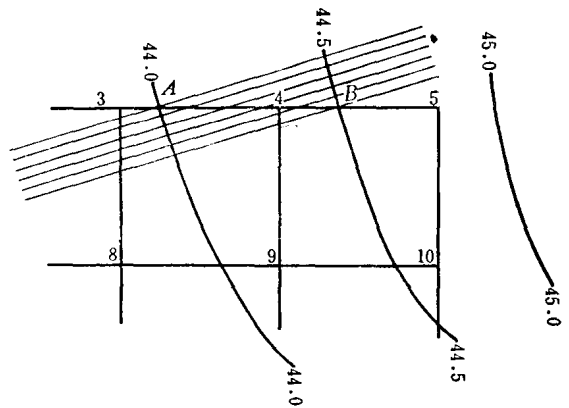


图 1-13 插入法的图解法



用图解法求得各角点标高见图1-14中地面标高诸值。

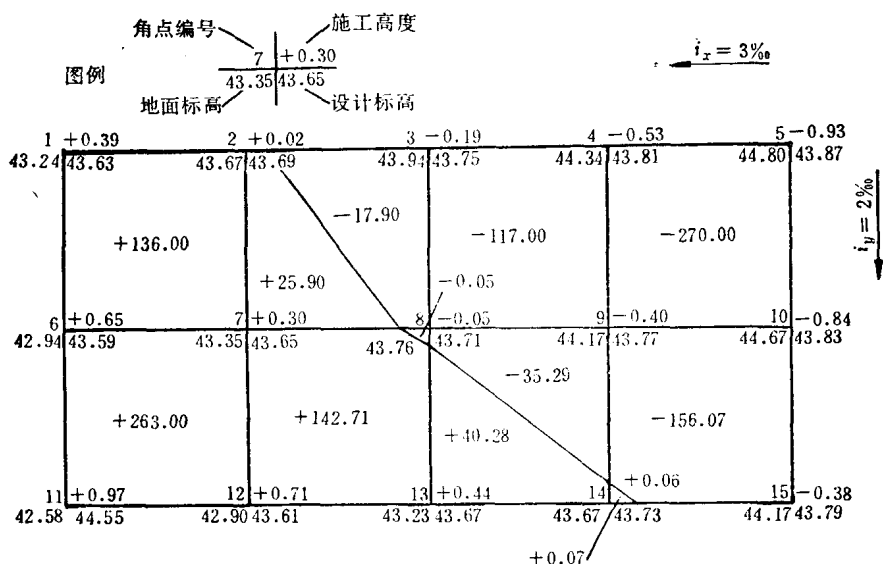


图 1-14 方格网法计算土方工程量图

## 2. 计算场地设计标高 $H_0$

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

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

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

根据公式(1-1), 得

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4}{4N} = \frac{174.79 + 698.72 + 525.12}{4 \times 8} = 43.71 \text{ (米)}$$

## 3. 根据要求的泄水坡度计算方格角点的设计标高

以场地中心点角点8为  $H_0$  (图1-14), 其余各角点设计标高为:

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

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

$$H_6 = H_0 - 40 \times 3\% \pm 0 = 43.71 - 0.12 = 43.59 \text{ (米)}$$

$$H_7 = H_6 + 20 \times 3\% = 43.59 + 0.06 = 43.65 \text{ (米)}$$

$$H_{11} = H_0 - 40 \times 3\% - 20 \times 2\% = 43.71 - 0.12 - 0.04 = 43.55 \text{ (米)}$$

$$H_{12} = H_{11} + 20 \times 3\% = 43.55 + 0.06 = 43.61 \text{ (米)}$$

其余各角点设计标高均可同样算出, 详见图1-14中设计标高诸值。

## 4. 计算角点的施工高度

角点施工高度, 习惯以“+”号表示填方, “-”号表示挖方。

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

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

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

.....