



PUTONG GAODENG YUANXIAO
SHIERWU TUMUGONGCHENG LEI GUIHUA XILIE JIAOCAI
普通高等院校“十二五”土木工程类规划系列教材

建筑施工

JIANZHU SHIGONG

主 编 胡利超 高涌涛

JIANZHU SHIGONG



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)



PUTONG GAODENG YUANXIAO
SHIERWU TUMUGONGCHENG LEI GUIHUA XILIE JIAOCAI
普通高等院校“十二五”土木工程类规划系列教材

建筑施工

JIANZHU SHIGONG

主 编 胡利超 高涌涛
副主编 刘 静 谢冰莹

西南交通大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工 / 胡利超, 高涌涛主编. —成都: 西南
交通大学出版社, 2013.9
普通高等院校“十二五”土木工程类规划系列教材
ISBN 978-7-5643-2662-3

I. ①建… II. ①胡… ②高… III. ①建筑工程—工
程施工—高等学校—教材 IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 214899 号

普通高等院校“十二五”土木工程类规划系列教材
建筑施工

主编 胡利超 高涌涛

*

责任编辑 杨 勇

助理编辑 姜锡伟

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(四川省成都市金牛区交大路 146 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 28.5

字数: 820 千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-2662-3

定价: 62.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

“建筑施工”是土木工程、工程管理专业重要的专业基础课。2010 年以后，我国土木工程领域相继实施《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2011)等新规范，本次编写为了及时适应新规范的内容，对施工技术的内容进行了调整。考虑到高校的专业建设和课程内容体系改革，也为读者学习方便，本书更新了建筑施工技术方面的内容，同时增加了道路桥梁和施工组织设计的内容。

本书由攀枝花学院胡利超和成都理工大学高涌涛任主编，一共 15 章，由施工技术和施工组织两部分内容组成。各章内容和编者为：土方工程（高涌涛）、地基处理与桩基础工程（胡利超）、砌体工程（攀枝花学院刘静）、钢筋混凝土工程（胡利超）、预应力混凝土工程（高涌涛）、结构安装工程（胡利超）、防水工程（高涌涛）、装饰装修工程（高涌涛）、路面工程施工（高涌涛）、桥梁结构工程施工（高涌涛）、建筑施工组织设计概论（攀枝花学院谢冰莹）、流水施工基本原理（刘静）、网络计划技术（胡利超）、单位工程施工组织设计（刘静）、施工组织总设计（谢冰莹）。

本书在编写过程中得到了攀枝花学院、成都理工大学等有关部门的大力支持和同志们们的热情帮助，同时引用了部分专家学者的文献资料，在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2013 年 6 月

目 录

第 1 章 土方工程	1
1.1 土方工程的内容和施工要点	1
1.2 土的工程性质及工程分类	1
1.3 场地平整	3
1.4 土方开挖	11
1.5 土方填筑	22
1.6 土方机械化施工	25
1.7 排水、降水	33
第 2 章 地基处理与桩基础工程	46
2.1 地基处理	46
2.2 桩基础工程	56
2.3 地下连续墙	78
第 3 章 砌体工程	80
3.1 砌体材料	80
3.2 脚手架及垂直运输设施	82
3.3 石砌体施工	95
3.4 砖砌体工程	99
3.5 空心砌块砌体工程	104
3.6 填充墙砌体工程	106
3.7 砌体工程冬期施工	108
第 4 章 钢筋混凝土工程	110
4.1 模板工程	110
4.2 钢筋工程	127
4.3 混凝土工程	146
第 5 章 预应力混凝土工程	175
5.1 预应力混凝土工程概述	175
5.2 先张法	176
5.3 后张法	184
5.4 无黏结预应力混凝土	197
第 6 章 结构安装工程	199
6.1 起重机械	199
6.2 单层工业厂房结构安装	207
6.3 钢结构安装	226

建 筑 施 工 JIANZHUSHIGONG

第 7 章 防水工程	235
7.1 屋面防水工程	235
7.2 地下防水工程	241
第 8 章 装饰装修工程	247
8.1 抹灰工程	247
8.2 饰面工程	251
8.3 涂饰工程	255
第 9 章 路面工程施工	257
9.1 路面等级与类型	257
9.2 沥青混凝土和沥青碎石混凝土路面	259
9.3 水泥混凝土路面	263
第 10 章 桥梁结构工程施工	269
10.1 桥梁结构施工常用施工机具与设备	269
10.2 混凝土结构桥梁施工方法	270
10.3 钢桥施工	295
第 11 章 建筑施工组织设计概论	300
11.1 绪 论	300
11.2 施工准备工作	301
11.3 施工组织设计概念	304
第 12 章 流水施工基本原理	309
12.1 流水施工的基本概念	309
12.2 流水施工参数	313
12.3 流水施工分类及计算	317
第 13 章 网络计划技术	325
13.1 网络计划技术概述	325
13.2 网络图的建立	327
13.3 网络计划时间参数的计算	336
13.4 非肯定型网络计划	341
13.5 日历网络计划	346
13.6 搭接网络计划	352
13.7 流水网络计划	362
13.8 网络计划的优化	365
第 14 章 单位工程施工组织设计	379
14.1 单位工程施工组织设计的任务、内容及编制依据	379
14.2 编制单位工程施工组织设计的基本原则	382
14.3 施工方案的拟订	384
14.4 施工进度计划、准备工作及资源计划	394

14.5	施工平面图	398
14.6	技术组织措施	402
14.7	单位工程施工组织设计的技术经济分析	403
14.8	单位工程施工组织设计的执行与管理	407
第 15 章	施工组织总设计	415
15.1	施工组织总设计的编制依据和内容	415
15.2	施工部署	419
15.3	施工总进度计划的编制	421
15.4	劳动力和主要技术物资需要量计划的编制	425
15.5	施工总平面图的设计	427
参考文献		447

第1章 土方工程

1.1 土方工程的内容和施工要点

土方工程是土木工程施工中主要的分部工程之一，任何一项工程施工都是从土方工程开始的。

1.1.1 土方工程的内容

在土木工程施工中，常见的土方工程有：

- (1) 场地平整，其中包括确定场地设计标高，计算挖、填土方量，合理地进行土方调配等。
- (2) 开挖沟槽、基坑、竖井、隧道，修筑路基、堤坝，其中包括施工排水、降水，土壁边坡和支护结构等。
- (3) 土方回填与压实，其中包括土料选择、填土压实的方法及密实度检验等。

此外，在土方工程施工前，应完成场地清理、地面水的排除和测量放线工作；在施工中，则应及时采取有关技术措施，预防产生流砂、管涌和塌方现象，确保施工安全。

1.1.2 土方工程的施工要点

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，土方量少，工期短，费用省。但由于土方工程施工具有面广量大、劳动繁重、施工条件复杂等特点，因此，在施工前，要做好土方工程施工的组织规划工作。

(1) 为了减轻繁重的体力劳动、提高劳动生产率、加快工程进度、降低工程成本，在组织土方工程施工时，应尽可能采用先进的施工工艺和施工组织，实现土方工程施工综合机械化。

(2) 要合理安排施工计划，尽量避开冬雨季施工；否则，应做好相应的准备工作。

(3) 为降低土方工程施工费用、减少运输量和占用农田，要对土方进行合理调配、统筹安排。

(4) 施工前要进行调查研究，了解土壤的种类和工程性质，土方工程的施工工期、质量要求及施工条件，施工地区的地形、地质、水文、气象等资料，以便编制切实可行的施工组织设计，拟订合理的施工方案。

1.2 土的工程性质及工程分类

土的工程性质对土方工程施工有直接影响，也是进行土方施工设计必须掌握的基本资料。土的工程性质主要有土的密度、土的含水量、土的渗透性和土的可松性。

1. 土的密度

与土方工程施工有关的土的密度是天然密度 ρ 和干密度 ρ_d 。土的天然密度是指土在天然状态下单位体积的质量，它影响土的承载力、土压力及边坡的稳定性。土的干密度是指单位体积土中固体颗粒的质量，即土体空隙中无水时的单位土重，它在一定程度上反映了土颗粒排列的紧密程度，可用来作为填土压实质量的控制指标。

2. 土的含水量

土的含水量 w 是土中所含水的质量与土的固体颗粒质量之比，以百分数表示，即

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \tag{1-1}$$

式中 m_w ——土中水的质量；
 m_s ——土中固体颗粒经温度为 105℃ 烘干后的质量。

3. 土的渗透性

土的渗透性是指水在土体中渗流的性能，一般用渗透系数 K 表示，即单位时间内水透过土层的能力，常见土的渗透系数见表 1.1。土根据渗透系数不同，可分为透水性土和不透水性土。

在土方填筑时，根据不同土层的渗透系数，确定其填铺顺序；在降低地下水时，根据土层的渗透系数来确定降水方案和计算涌水量。

表 1.1 土的渗透系数

土的种类	$K / (\text{m/d})$	土的种类	$K / (\text{m/d})$
亚黏土、黏土	<0.1	含黏土的中砂及纯细砂	20 ~ 25
亚黏土	0.1 ~ 0.5	含黏土的细砂及纯中砂	35 ~ 50
含亚黏土的粉砂	0.5 ~ 10	纯粗砂	50 ~ 75
纯粉砂	1.5 ~ 5.0	粗砂夹卵石	50 ~ 100
含黏土的粉砂	10 ~ 15	卵石	100 ~ 200

4. 土的可松性

自然状态下的土，经过开挖后，其体积因松散而增大，回填以后虽经压实，仍不能恢复成原来的体积，这种性质称为土的可松性。各类土的可松性系数见表 1.2。

表 1.2 各种土的可松性参考值

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
一类土（种植土除外）	8 ~ 17	1 ~ 2.5	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.03
一类土（植物性土、泥炭）	20 ~ 30	3 ~ 4	1.20 ~ 1.30	1.03 ~ 1.04
二类土	14 ~ 28	2.5 ~ 5	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05
三类土	24 ~ 30	4 ~ 7	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07
四类土（泥灰岩、蛋白石除外）	26 ~ 32	6 ~ 9	1.26 ~ 1.32	1.06 ~ 1.09
四类土（泥灰岩、蛋白石）	33 ~ 37	11 ~ 15	1.33 ~ 1.37	1.11 ~ 1.15
五至七类土	30 ~ 45	10 ~ 20	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20
八类土	45 ~ 50	20 ~ 30	1.45 ~ 1.50	1.20 ~ 1.30

土的可松性程度用可松性系数表示。土经开挖后的松散体积与原自然状态下的体积之比，称为最初可松性系数；土经回填压实后的体积与原自然状态下的体积之比，称为最终可松性系数。即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1}, \quad K'_s = \frac{V_3}{V_1} \tag{1-2}$$

式中 K_s ——土的最初可松性系数；

- K'_s ——土的最终可松性系数;
 V_1 ——土在天然状态下的体积;
 V_2 ——土在开挖后的松散体积;
 V_3 ——土经回填压实后的体积。

1.3 场地平整

场地平整就是将原始地面改造成满足人们生活、生产所需要的场地平面,如满足后续建筑场地与已有建筑场地的标高对应关系,满足整个场地的排水要求等,并要力求场地内挖填平衡且总的土方量最小的过程。因此,必须针对具体情况进行科学合理的设计。

1.3.1 场地设计标高的确定

场地设计标高是进行场地平整和土方量计算的依据。在确定场地设计标高时,需要考虑以下因素:

- (1) 应满足建筑功能、生产工艺和运输的要求,同时需要考虑最高洪水水位的要求。
- (2) 应充分利用地形,尽量使挖填方平衡,尽量减少总的土方量。
- (3) 要有一定的排水坡度,使其能满足排水要求。

一般情况下,可按下列方法步骤确定场地设计标高。

1. 初步计算场地设计标高

初步确定场地设计标高根据场地挖填土方量平衡的原则进行,即场地内挖方总量等于填方总量。其确定方法和步骤如下:

- (1) 分方格网。在具有等高线的地形图上将施工区域划分为若干个方格,方格边长 a 一般为 10~40 m,通常取 20 m,如图 1.1(a) 所示。
- (2) 确定各方格的角点高程。可以根据地形图上相邻两等高线的高程,用线性插入法求出。
- (3) 按挖填方平衡原则确定场地设计标高 H_0 ,如图 1.1(b) 所示,即

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

$$H_0 = \sum \left(\frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4n} \right) \quad (1-3)$$

式中 H_0 ——所计算的场地设计标高(m);

a ——方格边长(m);

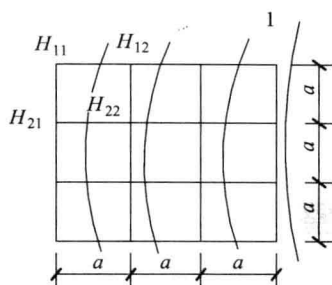
n ——方格数;

H_{11} 、 H_{12} 、 H_{21} 、 H_{22} ——任一方格的四个角点的标高(m)。

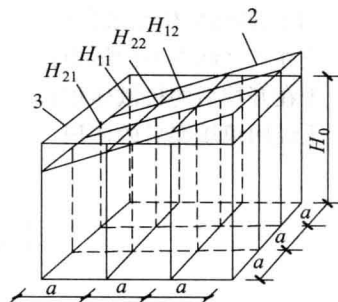
从图 1.1(a) 可以看出, H_{11} 系一个方格的角点标高, H_{12} 及 H_{21} 系相邻两个方格的公共角点标高, H_{22} 系相邻的四个方格的公共角点标高。如果将所有方格的四个角点相加,则类似 H_{11} 这样的角点标高加一次,类似 H_{12} 、 H_{21} 的角点标高需加两次,类似 H_{22} 的角点标高要加四次。如令 H_1 为一个方格仅有的角点标高, H_2 为两个方格共有的角点标高, H_3 为三个方格共有的角点标高, H_4 为四个方格共有的角点标高,则场地设计标高 H_0 的计算公式可改写为下列形式

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

建筑施工 JIANZHUSHIGONG



(a) 方格网划分



(b) 场地设计标高示意图

图 1.1 场地设计标高 H_0 计算示意图

1—等高线；2—自然地面；3—场地设计标高平面

2. 场地设计标高的调整

按上述公式计算的场地设计标高 H_0 仅为—理论值，在实际运用中还需考虑以下因素进行调整。

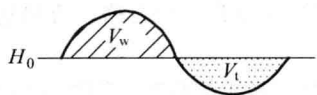
1) 土的可松性影响

由于土具有可松性，如按挖填平衡计算得到的场地设计标高进行挖填施工，填土多少有富余，特别是当土的最后可松性系数较大时更不容忽视。如图 1.2 所示，设 Δh 为土的可松性引起设计标高的增加值，则设计标高调整后的总挖方体积 V'_w 应为

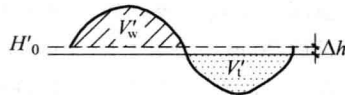
$$V'_w = V_w - F_w \times \Delta h \quad (1-5)$$

总填方体积 V'_t 应为

$$V'_t = V'_w K'_s = (V_w - F_w \times \Delta h) K'_s \quad (1-6)$$



(a) 理论设计标高



(b) 调整设计标高

图 1.2 设计标高调整计算示意

此时，填方区的标高也应与挖方区一样提高 Δh ，即

$$\Delta h = \frac{V'_t - V_t}{F_t} = \frac{(V_w - F_w \times \Delta h) K'_s - V_t}{F_t} \quad (1-7)$$

移项整理简化得（当 $V_t = V_w$ ）

$$\Delta h = \frac{V_w (K'_s - 1)}{F_t + F_w K'_s} \quad (1-8)$$

故考虑土的可松性后，场地设计标高调整为

$$H'_0 = H_0 + \Delta h \quad (1-9)$$

式中 V_t 、 V_w ——按理论设计标高计算的总挖方、总填方体积；
 F_w 、 F_t ——按理论设计标高计算的挖方区、填方区总面积；
 K'_s ——土的最后可松性系数。

2) 场地挖方和填方的影响

由于场地内存在大型基坑挖出的土方、修筑路堤填高的土方，以及经过经济比较而将部分挖方

就近弃土于场外或将部分填方就近从场外取土,上述情况均会引起挖填土方量的变化。必要时,亦需调整设计标高。

为了简化计算,场地设计标高的调整值 H'_0 可按下列近似公式确定,即

$$H'_0 = H_0 + \frac{Q}{na^2} \quad (1-10)$$

式中 Q ——场地根据 H_0 平整后多余或不足的土方量。

3) 场地泄水坡度的影响

按上述计算和调整后的场地设计标高平整后,场地是一个水平面。但实际上由于排水的要求,场地表面均有一定的泄水坡度,平整场地的表面坡度应符合设计要求;如无设计要求时,一般应向排水沟方向做成不小于 2‰ 的坡度。所以,在计算的 H_0 或经调整后的 H'_0 基础上,要根据场地要求的泄水坡度,最后计算出场地内各方格角点实际施工时的设计标高。当场地为单向泄水及双向泄水时,场地各方格角点的设计标高求法如下:

(1) 单向泄水时场地各方格角点的设计标高(图 1.3 (a))。

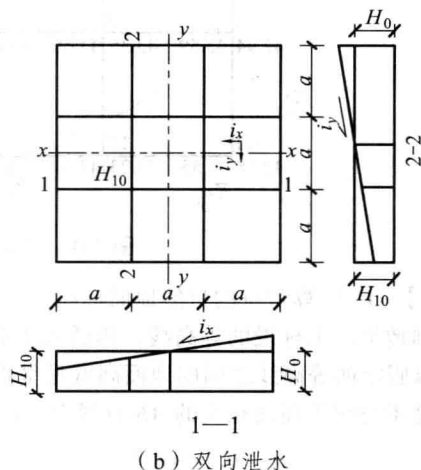
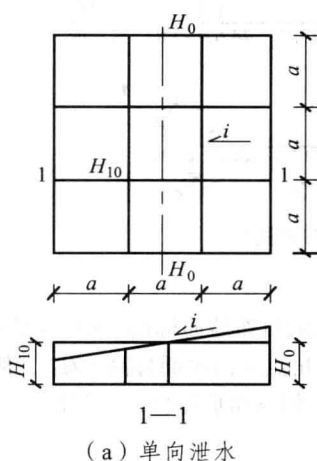


图 1.3 场地泄水坡度示意图

以计算出的设计标高 H_0 或调整后的设计标高 H'_0 作为场地中心线的标高,场地内任意一个方格角点的设计标高为

$$H_{dn} = H_0 \pm li \quad (1-11)$$

式中 H_{dn} ——场地内任意一点方格角点的设计标高 (m);

l ——该方格角点至场地中心线的距离 (m);

i ——场地泄水坡度 (不小于 2‰);

$\pm$ ——该点比 H_0 高则取 “+”, 反之取 “-”。

例如, 图 1.3 (a) 中场地内角点 10 的设计标高:

$$H_{d10} = H_0 - 0.5ai$$

(2) 双向泄水时场地各方格角点的设计标高(图 1.3 (b))。

以计算出的设计标高 H_0 或调整后的标高 H'_0 作为场地中心点的标高, 场地内任意一个方格角点的设计标高为

$$H_{dn} = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-12)$$

建筑施 JIANZHUSHIGONG

式中 l_x 、 l_y ——该点于 x - x 、 y - y 方向上距场地中心线的距离 (m);

i_x 、 i_y ——场地在 x - x 、 y - y 方向上的泄水坡度。

例如, 图 1.3 (b) 中场地内角点 10 的设计标高

$$H_{d10} = H_0 - 0.5ai_x - 0.5ai_y$$

【例 1.1】 某建筑场地的地形图和方格网如图 1.4 所示, 方格边长为 20 m×20 m, x - x 、 y - y 方向上泄水坡度分别为 2‰和 3‰。由于土建设计、生产工艺设计和最高洪水水位等方面均无特殊要求, 试根据挖填平衡原则 (不考虑可松性) 确定场地中心设计标高, 并根据 x - x 、 y - y 方向上泄水坡度推算各角点的设计标高。

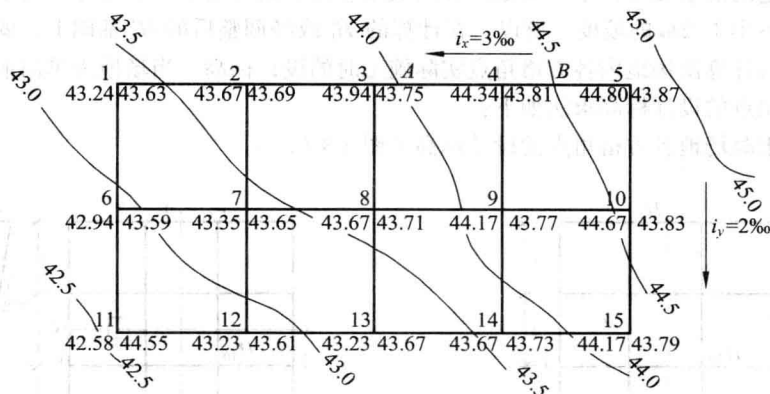


图 1.4 某建筑场地方格网布置图*

【解】 ① 计算角点的自然地面标高。

根据地形图上标设的等高线, 用插入法求出各方格角点的自然地面标高。由于地形是连续变化的, 可以假定两等高线之间的地面高低是呈直线变化的。如角点 4 的地面标高 (H_4), 从图 1.4 中可看出, 处于与两等高线相交的 AB 直线上。由图 1.5, 根据相似三角形特性, 可写出:

$$h_x : 0.5 = x : l$$

则

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

得

$$H_4 = 44.00 + h_x$$

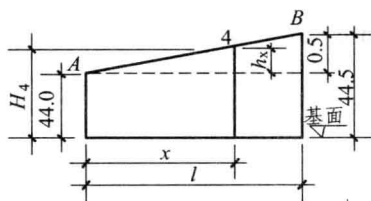


图 1.5 插入法计算标高简图

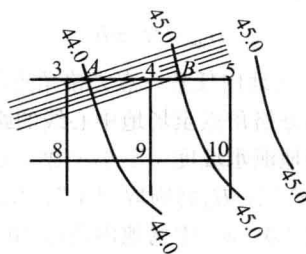


图 1.6 插入法的图解法

在地形图上, 只要量出 x (角点 4 至 44.0 等高线的水平距离) 和 l (44.0 等高线和 44.5 等高线与 AB 直线相交的水平距离) 的长度, 便可算出 H_4 的数值。但是, 这种计算是烦琐的, 所以, 通常采用图解法来求得各角点的自然地面标高。如图 1.6 所示, 用一张透明纸, 上面画出 6 根等距离的

* 编者注: 本书图中尺寸未标注单位者, 除标高为 m 外, 其余皆为 mm。

平行线（线条尽量画细些，以免影响读数的准确），把该透明纸放到标有方格网的地形图上，将 6 根平行线的最外两根分别对准点 A 与点 B，这时 6 根等距离的平行线将 A、B 之间的 0.5 m 的高差分成 5 等份，于是便可直接读得角点 4 的地面标高 $H_4 = 44.34$ 。其余各角点的标高均可类此求出。用图解法求得的各角点标高见图 1.4 方格网角点左下角。

② 计算场地设计标高 H_0 （略）。

1.3.2 场地及边坡土方量计算

场地土方量的计算方法有两种：方格网法和断面法。场地地形较为平坦时，一般采用方格网法；场地地形较为复杂或挖填深度较大、断面不规则时，一般采用断面法。

1. 方格网法

1) 划分方格网并计算场地各方格角点的施工高度

根据已有地形图（一般用 1:500 的地形图）划分若干个方格网，尽量与测量的纵横坐标网对应，方格一般采用 $10\text{ m} \times 10\text{ m} \sim 40\text{ m} \times 40\text{ m}$ ，将角点自然地面标高和设计标高分别标注在方格网点的左下角和右下角（图 1.7）。角点设计标高与自然地面标高的差值即各角点的施工高度，表示为

$$h_n = H_{dn} - H_n \quad (1-13)$$

式中 h_n ——角点的施工高度，以“+”为填，以“-”为挖，标注在方格网点的右上角；

H_{dn} ——角点的设计标高（若无泄水坡度时，即为场地设计标高）；

H_n ——角点的自然地面标高。

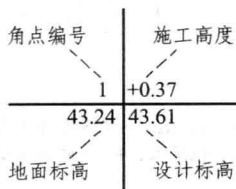


图 1.7

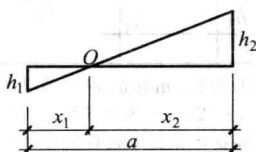


图 1.8

2) 计算零点位置

在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，即不挖不填点，并标注于方格网上。由于地形是连续的，连接零点得到的零线即成为填方区与挖方区的分界线（表 1.3）。零点的位置按相似三角形原理（图 1.8）用下式计算：

$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \times a, \quad x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} \times a \quad (1-14)$$

式中 x_1, x_2 ——角点至零点的距离（m）；

h_1, h_2 ——相邻两角点的施工高度（m），均用绝对值；

a ——方格网的边长（m）。

3) 边坡土方量计算

为了维持土体的稳定，场地的边沿不管是挖方区还是填方区均需做成相应的边坡，因此在实际工程中还需要计算边坡的土方量。边坡土方量计算较简单，但限于篇幅这里就不介绍了，图 1.9 所示是场地边坡的平面示意图。

表 1.3 方格土方工程量计算公式

项 目	图 示	计算公式
1 点填方或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2}bc \cdot \frac{\Sigma h}{3} = \frac{bch_3}{6}$ 当 $b = c = a$ 时, $V = \frac{a^2h_3}{6}$
2 点填方或挖方 (梯形)		$V_- = \frac{b+c}{2} \cdot a \cdot \frac{\Sigma h}{4} = \frac{a}{8}(b+c)(h_1+h_3)$ $V_+ = \frac{d+e}{2} \cdot a \cdot \frac{\Sigma h}{4} = \frac{a}{8}(d+e)(h_2+h_4)$
3 点填方或挖方 (五边形)		$V = \left(a^2 - \frac{bc}{2}\right) \frac{\Sigma h}{5} = \left(a^2 - \frac{bc}{2}\right) \frac{h_1+h_2+h_4}{5}$
4 点填方或挖方 (正方形)		$V = \frac{a^2}{4} \cdot \Sigma h = \frac{a^2}{4}(h_1+h_2+h_3+h_4)$

注: 1. a ——方格网的边长 (m); b 、 c ——零点到一个角的边长 (m); h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 ——方格网四角点的施工高程 (m), 用绝对值带入; Σh ——填方或挖方施工高程的总和 (m), 用绝对值带入; 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而得出的。

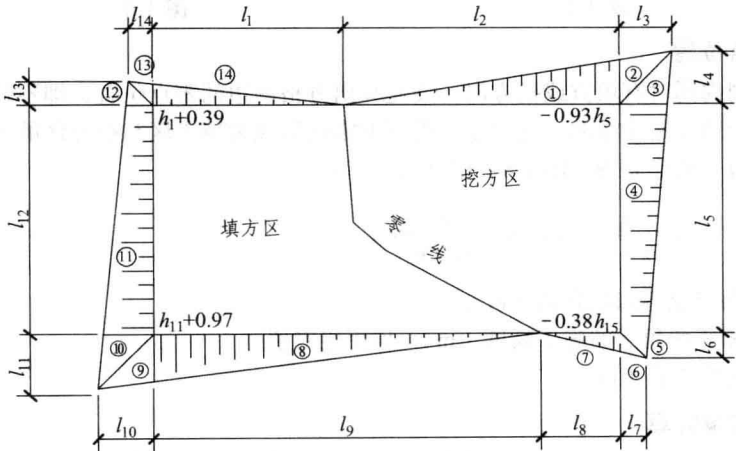


图 1.9 场地边坡平面图

2. 断面法

沿场地的纵向或相应方向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

第1章 土方工程

取的每个断面（包括边坡）划分成若干个三角形和梯形，如图 1.10 所示。对于某一断面，其中三角形和梯形的面积为

$$f_1 = \frac{h_1}{2}d_1, \quad f_2 = \frac{h_1 + h_2}{2}d_2, \quad \dots, \quad f_n = \frac{h_n}{2}d_n \quad (1-15)$$

该断面面积为

$$F_i = f_1 + f_2 + \dots + f_n$$

若

$$d_1 = d_2 = \dots = d_n = d$$

则

$$F_i = d(h_1 + h_2 + \dots + h_n) \quad (1-16)$$

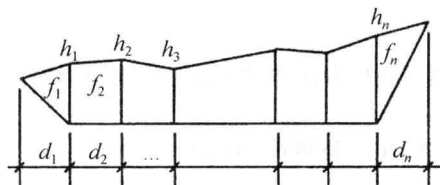


图 1.10 断面法计算图

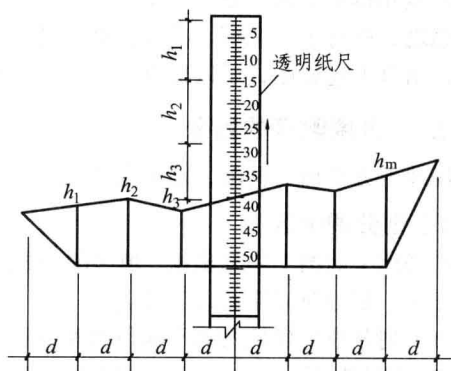


图 1.11 用累高法求断面面积

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

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2}l_1 + \frac{F_2 + F_3}{2}l_2 + \dots + \frac{F_{n-1} + F_n}{2}l_n \quad (1-17)$$

图 1.11 所示是用断面法求面积的一种简便方法，叫“累高法”。此法不需用公式计算，只要将所取的断面绘于普通坐标纸上（ d 取等值），用透明纸尺从 h_1 开始，依次量出（用大头针向上拨动透明纸尺）各点标高（ h_1 、 h_2 、 $\dots$ ），累计得出各点标高之和，然后将此值与 d 相乘，即可得出所求断面面积。

1.3.3 土方调配

土方调配是指对挖土的利用、堆土和填土的取得三者之间关系进行的综合处理，确定挖-填方区的调配方向和数量，使土方工程的施工费用少、工期短、施工方便。土方调配步骤包括：划分调配区、计算土方调配区之间的平均运距、确定土方的最优调配方案、绘制土方调配图表。

1. 土方调配原则

土方调配原则主要有：

（1）应力求达到挖、填平衡和运输量最小的原则。这样可以降低土方工程的成本。然而，仅限于场地范围的平衡，往往很难满足运输量最小的要求。因此，还需根据场地和其周围地形条件综合考虑，必要时可在填方区周围就近借土，或在挖方区周围就近弃土，而不是只局限于场地以内的挖、填平衡，这样才能做到经济合理。

建 筑 施 工 JIANZHUSHIGONG

(2) 应考虑近期施工与后期利用相结合的原则。当工程分期分批施工时, 先期工程的土方余额应结合后期工程的需要而考虑其利用数量与堆放位置, 以便就近调配。堆放位置的选择应为后期工程创造良好的工作面 and 施工条件, 力求避免重复挖运。如先期工程有土方欠额时, 可由后期工程地点挖取。

(3) 尽可能与大型地下建筑物的施工相结合。当大型建筑物位于填土区而其基坑开挖的土方量又较大时, 为了避免土方的重复挖、填和运输, 该填土区暂时不予填土, 待地下建筑物施工之后再行填土。为此, 在填方保留区附近应有相应的挖方保留区, 或将附近挖方工程的余土按需要合理堆放, 以便就近调配。

(4) 调配区大小的划分应满足主要土方施工机械工作面大小 (如铲运机铲土长度) 的要求, 使土方机械和运输车辆的效率能得到充分发挥。

总之, 进行土方调配, 必须根据现场的具体情况、有关技术资料、工期要求、土方机械与施工方法, 结合上述原则, 予以综合考虑, 从而做出经济合理的调配方案。

2. 土方调配区的划分

场地土方平衡与调配, 需编制相应的土方调配图表, 以便施工中使用。其方法如下:

1) 划分调配区

在场地平面图上先划出挖、填区的分界线 (零线), 然后在挖方区和填方区适当地分别划出若干个调配区。划分时应注意以下几点:

(1) 划分应与建筑物的平面位置相协调, 并考虑开工顺序、分期开工顺序。

(2) 调配区的大小应满足土方机械的施工要求。

(3) 调配区范围应与场地土方量计算的方格网相协调, 一般可由若干个方格组成一个调配区。

(4) 当土方运距较大或场地范围内土方调配不能达到平衡时, 可考虑就近借土或弃土, 一个借土区或一个弃土区可作为一个独立的调配区。

计算各调配区的土方量, 并将它标注于图上。

2) 求出每对调配区之间的平均运距

平均运距即挖方区土方重心至填方区土方重心的距离。因此, 求平均运距, 需先求出每个调配区的土方重心。其方法如下:

取场地或方格网中的纵横两边为坐标轴, 以一个角作为坐标原点, 分别求出各区土方的重心坐标 x_0 、 y_0 :

$$x_0 = \frac{\sum(x_i V_i)}{\sum V_i}, \quad y_0 = \frac{\sum(y_i V_i)}{\sum V_i} \quad (1-18)$$

式中 x_i 、 y_i ——第 i 块方格的重心坐标;

V_i ——第 i 块方格的土方量。

填、挖方区之间的平均运距 L_0 为

$$L_0 = \sqrt{(x_{0t} - x_{0w})^2 + (y_{0t} - y_{0w})^2} \quad (1-19)$$

式中 x_{0t} 、 y_{0t} ——填方区的重心坐标;

x_{0w} 、 y_{0w} ——挖方区的重心坐标。

为了简化 x_i 、 y_i 的计算, 可假定每个方格 (完整的或不完整的) 上的土方是各自均匀分布的, 于是可用图解法求出形心位置以代替方格的重心位置。

各调配区的重心求出后, 标于相应的调配区上, 然后用比例尺量出每对调配区重心之间的距离,