建筑施工技术

王立新 许红主编

郑州大学出版社

内容简介

本书是根据建筑施工技术的教学要求编写。全书共分9个模块:土方工程、地基处理与桩基础工程、砌筑工程、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、季节性施工。

本书可作为土建类高职高专建筑施工技术课程的教材,也可作为土建类工程技术人员培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/王立新,许红主编. —2版. —郑州:郑州大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5645-2998-7

Ⅰ.①建… Ⅱ.①王…②许… Ⅲ.①建筑工程-工程施工-高等职业教育-教材 Ⅳ.①TU74

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第082396号

郑州大学出版社出版发行
郑州市大学路40号　　邮政编码:450052
出版人:张功员　　发行电话:0371-66966070
全国新华书店经销
郑州龙洋印务有限公司印制
开本:787 mm×1 092 mm　1/16
印张:33.75
字数:823千字
版次:2016年8月第2版　　印次:2016年8月第3次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-2998-7　　定价:59.00元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

本书作者

主　　编　王立新　许　红

副 主 编　刘　萍　陈学文

编　　委　(以姓氏笔画为序)

丁宪良　王立新　吕秀娟

刘　萍　刘洪伟　许　红

张照方　陈学文　侯　琳

第一版前言

建筑施工技术是高职高专建筑工程技术专业的一门必修课程，主要研究建筑工程施工技术的一般规律。

全书共分9个模块：土方工程、地基处理与桩基础工程、砌筑工程、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、季节性施工。

建筑施工技术是一门实践性很强的专业技术课程，因此在教材编写过程中我们依据两套图纸（砖混结构办公楼、框架结构教学楼）进行内容的组织编排，这样做既能使学生在学习本门课程时很好地与实际工程结合起来，又能起到使学生熟悉图纸、提高图纸阅读能力的作用。

本书着重基本理论、基本工艺和基本方法的学习和应用，每一模块都提出了知识目标、能力目标、学习重点等内容，引入“工程引例”以增加与实际工程的结合，根据学生实际情况，增加“知识链接”“特别提示”等，方便学生学习。

本书可用于土建类高职高专建筑施工技术课程的教材，也可作为土建类工程技术人员培训教材。

本书由河南建筑职业技术学院丁宪良、许红、王立新担任主编，吕秀娟担任副主编。具体分工是：模块1 土方工程由刘萍编写；模块2 地基处理与桩基础工程由王守剑编写；模块3 砌筑工程由刘洪伟编写；模块4 钢筋混凝土工程任务4.1、4.2由吕秀娟编写、任务4.3、4.4由许红编写；模块5 预应力混凝土工程由王立新编写；模块6 结构安装工程由张照方编写；模块7 防水工程由陈学文编写；模块8 装饰工程任务8.1～8.3由丁宪良编写，任务8.4～8.9由刘洪伟编写；模块9 季节性施工由陈学文编写。

限于编者的水平，书中难免有不足之处，恳请广大同仁和读者批评指正。

编者

2013年5月

目录

■ 模块1　土方工程 …… 1
任务1.1　土方施工基础知识 …… 2
任务1.2　土方工程量计算及土方调配 …… 7
任务1.3　土方施工辅助工作 …… 16
任务1.4　土方开挖 …… 43
任务1.5　土方回填 …… 52
■ 模块2　地基处理与桩基础工程 …… 61
任务2.1　地基处理及加固 …… 62
任务2.2　浅基础工程 …… 71
任务2.3　桩基础工程 …… 83
■ 模块3　砌筑工程 …… 112
任务3.1　砌筑工程基础知识 …… 113
任务3.2　脚手架工程 …… 122
任务3.3　砖砌体施工 …… 142
任务3.4　框架填充墙的施工 …… 158
任务3.5　混凝土空心砌块施工 …… 166
■ 模块4　钢筋混凝土工程 …… 178
任务4.1　模板工程 …… 179
任务4.2　钢筋工程 …… 192
任务4.3　混凝土工程施工 …… 219
任务4.4　钢筋混凝土工程施工安全技术 …… 246
■ 模块5　预应力混凝土工程 …… 251
任务5.1　先张法预应力混凝土工程 …… 252
任务5.2　后张法有黏结预应力混凝土工程 …… 260

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

任务5.3　后张法无黏结预应力混凝土工程 …… 278
■ **模块6　结构安装工程** …… 284
任务6.1　起重机械与索具 …… 286
任务6.2　单层工业厂房安装 …… 298
任务6.3　钢结构的安装 …… 325
■ **模块7　防水工程** …… 345
任务7.1　屋面防水工程 …… 346
任务7.2　地下防水工程 …… 358
任务7.3　室内及其他部分防水工程 …… 367
■ **模块8　装饰工程** …… 374
任务8.1　抹灰工程 …… 376
任务8.2　楼地面工程 …… 388
任务8.3　饰面工程 …… 400
任务8.4　吊顶与轻质隔墙工程 …… 410
任务8.5　涂料工程 …… 419
任务8.6　裱糊工程 …… 437
任务8.7　幕墙工程 …… 442
任务8.8　建筑节能工程 …… 459
■ **模块9　季节性施工** …… 489
任务9.1　冬期施工的基本知识 …… 490
任务9.2　土方工程冬期施工 …… 492
任务9.3　砌筑工程冬期施工 …… 499
任务9.4　钢筋混凝土结构冬期施工 …… 503
任务9.5　装饰工程冬期施工 …… 519
任务9.6　雨期施工 …… 522
■ **答案** …… 527
■ **参考文献** …… 530

模块1　土方工程

知识目标

1. 熟悉土的工程性质、分类。
2. 了解土方工程施工的主要内容、土方施工准备工作的内容。
3. 掌握土方工程量、井点降水的计算方法。
4. 了解土壁塌方的原因，熟悉常见的基坑支护的方法。
5. 熟悉常用土方施工机械的特点、性能、适用范围及提高生产率的方法。
6. 掌握基坑(槽)开挖、回填的工艺流程、施工要点及质量检验标准。

能力目标

知识要点	能力要求	相关知识	权重
土方施工基础知识	能判别土的种类	土方工程施工的主要内容，土的分类与判别，土的工程性质	20%
土方开挖	1. 能做好土方开挖的准备工作； 2. 会计算土方量； 3. 能合理选择土方施工机械； 4. 会检验土方开挖质量	土方开挖的准备工作，基坑支护的方式；降水，基坑(槽)土方量的计算，定位放线，基坑(槽)开挖工艺流程及施工要点，土方开挖质量检验	60%
土方回填	1. 能正确选择回填土的填方土料及填筑压实方法； 2. 会土方回填质量检验	土方回填的工艺流程、施工要点，填土压实的方法，土方回填质量检验与安全技术要求	20%

学习重点

土的工程分类；基坑(槽)土方量、井点降水的计算；基坑(槽)开挖、回填的工艺流程和施工要点；基坑支护的方法。

工程引例

根据图纸,郑州市某小学教学楼采用框架结构,总建筑面积为 1628.9 m^2,基底面积为 864.45 m^2。主体地上 2 层,室内外高差 0.450 m,建筑最外轴线之间的尺寸为 45 m×17.4 m,基底标高-1.700 m,采用天然地基,柱下独立基础,JC-1 型基础底面尺寸为 2.0 m×2.0 m,JC-2 型基础底面尺寸为 2.8 m×2.8 m,垫层厚 100 mm,每边宽出基础边缘 100 mm。根据岩土工程勘察报告,建设场地无不良地质作用,未发现影响工程安全的地下埋藏物,属于可进行建设的一般场地。历史最高水位为地坪以下 3.0 m。

思考:(1)该工程该如何开挖?

(2)开挖机械如何选择?

(3)土方量如何计算?

任务 1.1　土方施工基础知识

1.1.1　土方工程施工主要内容

土方工程是建筑工程施工中的主要分部工程之一,也是建筑工程施工的第一道工序。它包括土的开挖、运输、回填压实等主要施工过程,以及排水、降水和土壁支护等辅助过程。

常见的土方工程有场地平整、挖基坑、挖基槽、挖土方和土方回填。

※知识链接※

1. 场地平整

场地平整是指为将天然地面改造成设计要求的平面所进行的挖、填、找平工作。

2. 挖基坑

挖基坑是指挖土底面积在 20 m^2 以内,且底长不大于底宽 3 倍的土体。

3. 挖基槽

挖基槽是指挖槽底宽度在 3 m 以内,且槽长大于 3 倍槽宽的土体。

4. 挖土方

挖土方指挖土宽度大于 3 m,挖土底面积大于 20 m^2,平整场地厚度大于 0.3 m 者。

5. 土方回填

常见的土方回填有基础回填、室内回填和管道沟渠的回填。

1.1.2　土方施工的特点

土方工程施工具有工程量大、施工工期长、施工条件复杂、劳动强度高、易受场地影响

等特点。

大型建筑工地的场地平整,土方工程量可达数百万立方米以上,施工面积达数平方公里,有的大型基坑深达20多米。土方工程施工多为露天作业,受气候、水文、地质条件影响很大,施工中不确定因素很多。同时,土方的开挖、留置、存放等都受到施工场地的限制,特别是城市内施工,场地狭窄,周围建筑物较多,往往由于施工方案不当,导致周围建筑物设施出现安全与稳定的问题。因此,在施工前必须充分做好各项准备工作,制订合理的施工方案,确保施工质量和施工过程的顺利进行。

1.1.3　土的分类

土的种类繁多,其分类方法也很多。在土方施工中,根据土的坚硬程度和开挖方法将土分为八类,其分类方法见表1-1。

表1-1　土的工程分类

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)	砂土、粉土、冲积砂土层、疏松的种植土、淤泥(泥炭)	1.08~1.17	1.01~1.03	用锹、锄头挖掘,少许用脚蹬
二类土(普通土)	粉质黏土,潮湿的黄土,夹有碎石、卵石的砂,粉土混卵(碎)石,种植土及填土	1.14~1.28	1.02~1.05	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土(坚土)	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、粉质黏土及压实的填土	1.24~1.30	1.04~1.07	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土(砂砾坚土)	坚硬密实的黏性土或黄土,含碎石、卵石的中等密实的黏性土或黄土,粗卵石,天然级配砂石及软泥灰岩	1.26~1.32	1.06~1.09	整个先用镐、撬棍,后用锹挖掘,部分用楔子及大锤
五类土(软石)	硬质黏土,中密的页岩、泥灰岩、白垩土,胶结不紧的砾岩,软石灰及贝壳石灰石	1.30~1.45	1.10~1.20	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法
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、片麻岩及正长岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法开挖,部分用风镐

续表 1-1

土的分类	土的名称	可松性系数		开挖方法及工具
		K_s	K'_s	
七类土（坚石）	大理石，辉绿岩，粉岩，粗、中粒花岗岩，坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩，微风化安山岩及玄武岩	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、粉岩及角闪岩	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 —最终可松性系数。

※知识链接※

土的开挖难易程度直接影响土方工程的施工方案、劳动量消耗和工程费用。土的类别不同，单位工程消耗的人工或机械台班也不相同，因而施工费用就不同，施工方法也不同。土体越硬，劳动消耗越大，工程成本越高。正确区分和鉴别土的种类，对合理选择开挖方法、准确套用定额和计算土方工程费用有重大意义。

1.1.4 土的工程性质

土的工程性质对土方施工有直接的影响，在施工之前应详细了解，避免造成工程事故。

1.1.4.1 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，这三部分之间的比例关系随着周围条件的变化而变化，三者相互间比例不同，反映出土的物理状态不同，如干燥、稍湿或很湿，密实、稍密或松散。这些指标是最基本的物理性质指标，对评价土的工程性质，进行土的工程分类具有重要意义。

土的三相物质是混合分布的，为阐述方便，一般用三相图表示，如图 1-1 所示。三相图中，把土的固体颗粒、水、空气划分开来。

1.1.4.2 土的含水量

在天然状态下，土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率叫土的含水量，反映了土的干湿程度，用 ω 表示，即：

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

式中 m_w ——土中水的质量（kg）；

m_s ——土中固体颗粒的质量(kg)。

含水量表示土的干湿程度。土的含水量随气候条件、雨雪和地下水的影响而变化。

※特别提示※

土的含水量对土方边坡的稳定性及填方压实程度均有直接影响。

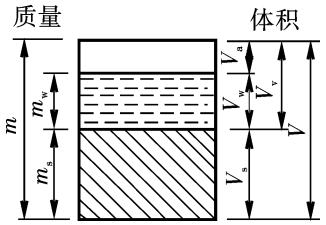


图 1-1　土的三相示意图

其中:

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_a ——土中空气的体积(m^3);

V_w ——土中水的体积(m^3);

V_s ——土中固体颗粒的体积(m^3);

V_v ——土中孔隙的体积 ($V_v = V_w + V_a$) (m^3)。

1.1.4.3　土的天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量叫土的天然密度。土的天然密度用 ρ 表示。

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1-2}$$

土的天然密度随着土颗粒的组成、孔隙的多少和含水量的变化而变化,一般黏性土的天然密度为 1800 ~ 2000 kg/m^3,砂土为 1600 ~ 2000 kg/m^3。天然密度越大,土体越硬,挖掘越困难。

干密度是土的固体颗粒质量与总体积的比值,用 ρ_d 表示。

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \tag{1-3}$$

式中　ρ、ρ_d ——土的天然密度和干密度(kg/m^3);

m ——土的总质量(kg);

m_s ——土中固体颗粒的质量(kg);

V ——土的总体积(m^3)。

※特别提示※

在一定程度上,土的干密度反映了土体颗粒排列的紧密程度。土的干密度越大,表示

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

土体越密实。因而常将土的干密度作为填土压实质量的控制指标之一。

1.1.4.4 土的可松性

天然状态下的土经挖掘以后,组织破坏,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。这种现象称为土的可松性。土的可松性用可松性系数表示,即:

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \tag{1-4}$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \tag{1-5}$$

式中 K_s、K'_s——土的最初、最终可松性系数;

V_1——土在天然状态下的体积(m^3);

V_2——土在松散状态下的体积(m^3);

V_3——土经压(夯)实后的体积(m^3)。

※特别提示※

土的最初可松性系数 K_s,是计算车辆装运土方体积及挖土机械数量的主要参数;土的最终可松性系数 K'_s,是计算填方所需挖土工程量的主要参数。各类土的可松性系数见表 1-1。

1.1.4.5 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性能。土的渗透性用渗透系数 K 表示,即单位时间内水穿透土层的能力,一般可通过室内渗透试验或现场抽水试验确定,常见土的渗透系数见表 1-2。根据土的渗透性不同,可分为透水性土(如砂土)和不透水性土(如黏土)。

表 1-2 土的渗透系数

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

※特别提示※

土的渗透系数与土的颗粒级配、密实程度有关,直接影响降水方案的选择和涌水量的计算。

任务 1.2　土方工程量计算及土方调配

在场地平整、挖基坑与挖基槽等土方施工前，都要计算土方的工程量，根据土方工程量的大小，拟订土方工程施工方案，组织土方工程施工。但各种土方工程的外形往往很复杂，而且不规则，要准确计算土方工程量难度很大。一般情况下，将其划分成一定的几何形状，采用具有一定精度而又和实际情况近似的方法进行计算。

1.2.1　基坑、基槽土方量计算

1.2.1.1　基坑

基坑土方量可按立体几何中拟柱体（所有的顶点都在两个平行平面内的多面体）体积公式计算，如图 1-2 所示，即：

$$V = \frac{H}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \tag{1-6}$$

式中　H ——基坑深度（m）；

A_1、A_2——基坑上、下底的面积（m^2）；

A_0 ——基坑中截面的面积（m^2）。

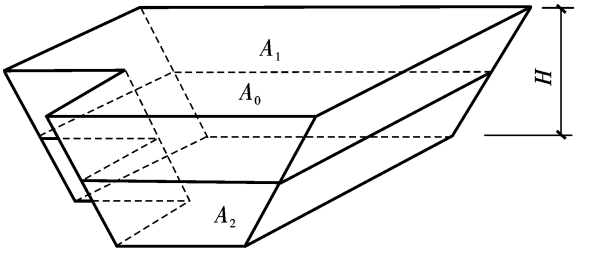


图 1-2　基坑土方量计算

1.2.1.2　基槽

基槽土方量计算可沿长度方向分段后，按照上述同样的方法，将每一分段土体的横断面看作拟柱体的平行面，进行土方量计算，如图 1-3 所示，即：

$$V_i = \frac{L_i}{6}(A_{i1} + 4A_{i0} + A_{i2}) \tag{1-7}$$

式中　V_i ——第 i 段的土方量（m^3）；

L_i ——第 i 段的长度（m）；

将各段土方量相加，即得总土方量 $V_{总}$：

$$V_{总} = \sum V_i \tag{1-8}$$

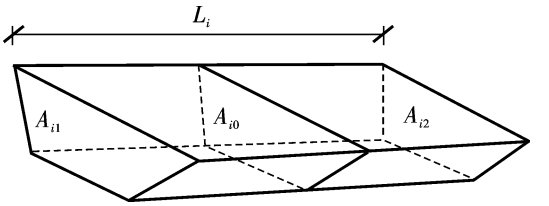


图 1-3　基槽土方量计算

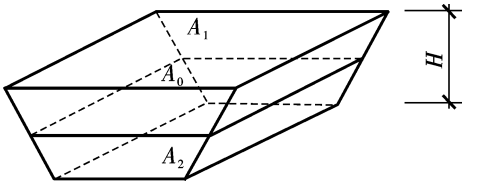
※特别提示※

基坑(基槽)上口宽度由基坑底面宽度及边坡坡度来决定,若浅基础,坑底宽度每边应比基础宽出 15 ~ 30 cm(即施工工作面宽度),若为深基础,坑底宽度每边应比基础宽出 1 ~ 1.5 m,以便施工操作。

※图纸连接※

例 1-1　郑州市某小学教学楼采用框架结构,基底面积为 864.45 m^2。室内外高差 0.450 m,建筑最外轴线之间的尺寸为 45 m×17.4 m,基底标高-1.700 m,采用天然地基,柱下独立基础,JC-1 型基础底面尺寸为 2.0 m×2.0 m,JC-2 型基础底面尺寸为 2.8 m×2.8 m,垫层厚 100 mm,每边宽出基础边缘 100 mm。根据岩土工程勘察报告,建设场地无不良地质作用,未发现影响工程安全的地下埋藏物,属于可进行建设的一般场地。详见结施 2。其土方量如何计算?

解答　基坑底面尺寸的确定如下:



根据结施 2,教学楼的轴线长度为 45 m×17.4 m,考虑基础及垫层的尺寸,则垫层外边缘之间的距离为 47.7 m×22.95 m,取施工工作面宽度 $c=0.3$ m。则基坑底面尺寸为 48.3 m×23.55 m。

则 $A_2=48.3\times23.55=1137.5(m^2)$

室内外高差 0.450 m,则室外地坪标高为-0.045 m。

基底标高-1.700 m,垫层厚 100 mm,则基坑底部标高为-1.800 m。

基坑深度为:$H=1.8-0.45=1.35(m)$

查相关资料,郑州市地区地表为粉土,根据表 1-7 可知,不能直壁开挖,考虑基坑的深度不大,采取放坡方式以防塌方,按表 1-8,最陡边坡为 1 ∶ 0.67。取边坡系数 $m=0.67$,此时开挖的土方量为最小值。

则 $A_1=(48.3+2mH)\times(23.55+2mH)$

$=(48.3+2\times0.67\times1.35)\times(23.55+2\times0.67\times1.35)=1270.7(m^2)$

$A_0=(48.3+mH)\times(23.55+mH)=(48.3+0.67\times1.35)\times(23.55+0.67\times1.35)$

$=1161(m^2)$

基坑土方量$=1.35\times(1270.7+4\times1161+1137.5)/6=1586.7(m^3)$

1.2.2　场地平整土方量计算

场地平整是将建筑工程施工范围内的自然地面,通过人工或机械挖填平整改造成设计所需要的平面,以利于现场平面布置和文明施工。因此,场地平整成为工程开工前的一项重要内容。

场地平整前,首先要确定场地设计标高,计算挖、填土方工程量,确定土方调配方案,组织人力物力进行平整工作。

※知识链接※

场地平整的工艺流程为:现场勘察→清除地面障碍物→标定整平范围→设置水准基点→设置方格网,测量标高→计算土方挖填工程量→编制土方调配方案→平整土方→场地碾压→验收。

场地平整这项工作通常由业主委托有资质的拆卸拆除公司完成,发生费用由业主承担。

场地平整土方量的计算方法有方格网法和断面法两种。

1.2.2.1　方格网法

方格网法用于地形较平缓或台阶宽度较大的地段,计算方法较为复杂,但精度较高。

(1)绘制方格网图

在地形图(一般为 1∶500 的地形图)上,将建筑场地划分为若干个方格,尽量与测量的纵、横坐标网对应,方格边长主要取决于地形变化复杂程度,一般取边长 $a=10$ m、20 m、30 m、40 m 等,并标注方格编号,如图 1-4 所示。

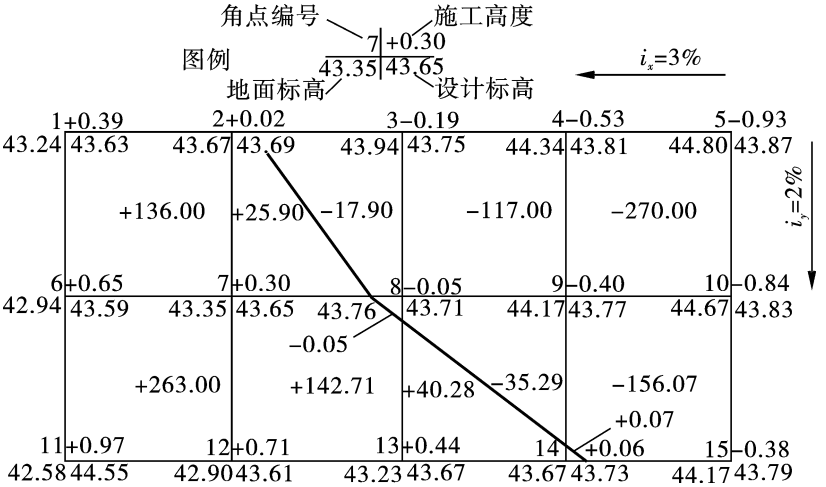


图 1-4　方格网法计算土方工程量

(2)计算场地设计标高

场地设计标高是进行场地平整和土方量计算的依据,合理选择场地设计标高,对减少土方量,提高施工速度具有重要意义。场地设计标高的确定要考虑满足总体规划、生产施工工艺、交通运输和场地排水等要求,并尽量使土方的挖填平衡,减少运土量和重复挖运。

如设计文件对场地设计标高无明确规定和特殊要求,可按照下述计算步骤和方法确定:

1)初步计算场地设计标高。

场地设计标高(H_0)由各角点的自然地面标高(H_{mn})进行计算,而各角点的自然标高可通过等高线或测量得到,如图 1-5 所示,则按照"挖填平衡"原则:

$$H_0 = (\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4)/4N \tag{1-9}$$

式中 H_1——1 个方格独有的角点自然地面标高(m);

H_2——2 个方格共有的角点自然地面标高(m);

H_3——3 个方格共有的角点自然地面标高(m);

H_4——4 个方格共有的角点自然地面标高(m);

N——方格数量。

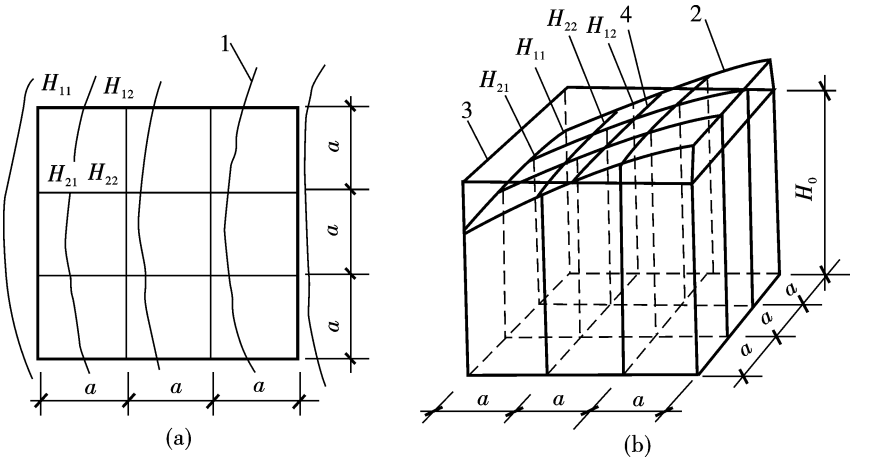


图 1-5 场地设计标高计算简图

(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)场地设计标高的调整。

按式(1-9)计算的 H_0 为一理论数值,实际尚需考虑其他因素对设计标高的影响。如未考虑场地的排水要求,见图 1-6 和图 1-7。

单向排水时,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,场地内任意一点的设计标高为:

$$H_{mn}^0 = H_0 \pm il \tag{1-10}$$

双向排水时,以计算出的设计标高 H_0 作为场地中心点的标高,场地内任意一点的设

计标高为：

$$H_{mn}^{0} = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \tag{1-11}$$

式中　H_{mn}^{0}——某角点的设计标高(m)；

i——场地的泄水坡度(≥2‰)；

i_x、i_y——泄水坡度(≥2‰)；

l——该点至场地中心线的距离(m)；

l_x、l_y——该点至场地中心线 $x-x$、$y-y$ 的距离(m)；

±——该点比 H_0 高时取“+”，低时取“-”。

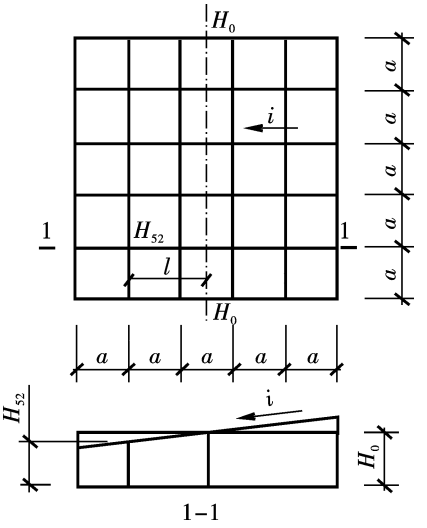


图 1-6　单向泄水坡度的场地

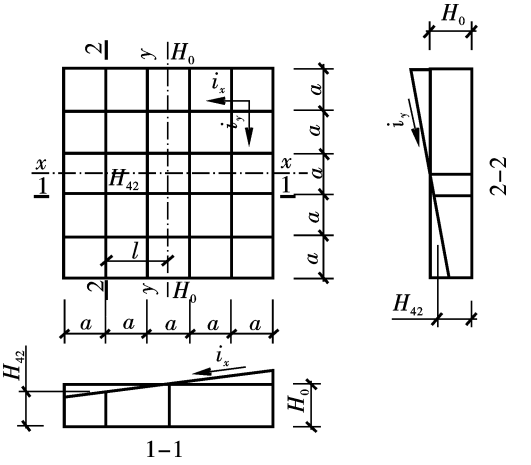


图 1-7　双向泄水坡度的场地

※特别提示※

场地设计标高的调整需考虑的因素：

1)由于土具有可松性，按 H_0 进行施工，填土将有剩余，必要时可相应提高设计标高；

2)部分挖方就近弃土于场外，或部分填方就近从场外取土；

3)泄水坡度。

(3)计算各方格角点的施工高度

将相应设计标高和自然地面标高分别标注在方格各角点的右下角和左下角，如图 1-4所示。施工高度是以角点设计标高为基准的挖方或填方的高度。各角点的施工高度(h_n)按下式计算，并标注在方格各角点的右上角。

$$h_n = H_{mn}^{0} - H_{mn} \tag{1-12}$$

式中　h_n——某角点的施工高度，即填挖高度(m)，“+”为填，“-”为挖；

H_{mn}^{0}——某角点的设计标高(m)；

H_{mn}——某角点的自然地面标高(m)。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com