

» 高等教育工程造价系列规划教材

建筑工程施工

ENGINEERING COST

● 房树田 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等教育工程造价系列规划教材

建筑工程施工

主 编 房树田

副主编 马 哲 罗 章

参 编 董艳秋 金景慧 崔燕伟

满 媛 李冠鹏

主 审 何 建



机械工业出版社

本书包括土方工程、地基与基础工程、砌体工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构吊装工程、钢结构工程、防水工程、装饰工程、冬期与雨期施工共十章。

本书注重培养应用型人才,强调实践性、实用性。系统介绍了建筑施工中各主要工种工程的施工工艺、技术和方法,特别增加了当前正推广应用的新材料、新工艺、新技术等方面的内容。

本书为工程造价系列教材之一,可作为高等院校应用型本科及高职高专层次的工程造价、工程管理、建筑工程专业教材,也可供土木工程施工技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程施工/房树田主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 12

(高等教育工程造价系列规划教材)

ISBN 978-7-111-28596-0

I. 建… II. 房… III. 建筑工程—工程施工—高等学校—教材
IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 193286 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:冷 彬 责任编辑:冷 彬 版式设计:霍永明

封面设计:张 静 责任校对:李秋荣 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·19 印张·368 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-28596-0

定价:31.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

高等教育工程造价系列规划教材

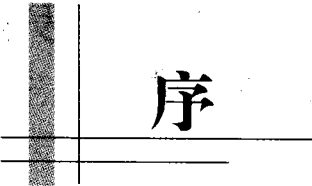
编 审 委 员 会

主任委员：齐宝库

副主任委员：陈起俊

委 员 (按姓氏笔画排序)：

于英乐	于香梅	马楠	王东欣	王秀燕
王俊安	王炳霞	王赫	白丽华	刘亚臣
刘迪	刘钦	庄丽	朱峰	闫瑾
齐宝库	冷彬	吴信平	张国兴	张爱勤
李旭伟	李希胜	李锦华	杨会云	邵军义
陈起俊	李顺利	房树田	郑润梅	赵秀臣
都沁军	崔淑杰	曹晓岩	董立	赖少武



序

伴随着人类社会经济的发展和物质文化生活水平的提高,人们对工程项目的功能和质量要求越来越高,另一方面又体现在期望工程项目建设投资尽可能少、效益尽可能好。随着经济体制改革和经济全球化进程的加快,现代工程项目建设呈现出投资主体多元化、投资决策分权化、工程发包方式多样化、工程建设承包市场国际化以及项目管理复杂化的发展态势。而工程项目所有参建方的根本目的都是追求自身利益的最大化。因此,工程建设领域对具有合理的知识结构、较高的业务素质和较强的实作技能,胜任工程建设全过程造价管理的专业人才需求越来越大。

高等院校肩负着培养和造就大批满足社会需求的高级人才的艰巨任务。目前,全国 300 多所高等院校开设的工程管理专业几乎都设有工程造价专业方向,并有近 50 所院校独立设置工程造价(本科)专业。要保证和提高专业人才培养质量,教材建设是一个十分关键的因素。但是,由于高等院校的工程造价(本科)专业教育才刚刚起步,尽管许多专家、学者在工程造价教材建设方面付出了大量心血,但现有教材仍存在诸多不尽如人意之处,并且均未形成能够满足工程造价专业人才培养需要的系列教材。

机械工业出版社审时度势,于 2007 年下半年在全国范围内对工程造价专业教学和教材建设的现状进行了广泛的调研,并于年底在北京召开了“工程造价系列规划教材编写研讨会”,成立了“高等教育工程造价系列规划教材编审委员会”。本人同与会的各位同仁就该系列教材的体系以及每本教材的编写框架进行了讨论。随后的两三个月内,详细研读了陆续收到的各位作者提供的教材编写大纲,并提出自己的修改意见和建议。许多作者在教材编写过程中与我进行了较为充分的沟通。

通过作者们一年多的辛勤劳动,“高等教育工程造价系列规划教材”的撰写工作即将全面告竣,并将于 2009 年 5 月起陆续正式出版。该套系列教材是作者们在广泛吸纳各方面意见,认真总结以往教学经验的基础上编写的,充分体现了以下特色:

(1) 强调知识体系的系统性。工程项目建设全过程造价管理是一个十分复

杂的系统工程，要求其专业人才具有较为扎实的工程技术、管理、经济和法律四大平台知识。该套系列教材注重四大平台知识的融合、贯通，构建了全面、完整、系统的专业知识体系。

(2) 突出教材内容的实践性。近年来，我国建设工程计价模式、方法和管理体制发生了深刻的变化。该套系列教材紧密结合我国现行工程量清单计价和定额计价并存的特点，注重以定额计价为基础，突出工程量清单计价方法，并对《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)在工程造价专业教学与工程实践中的应用与执行进行了较好的诠释；同时，教材内容紧密结合我国造价工程师等执业资格考试和注册制度的要求，较好地体现出培养工程造价专业应用型人才的特色。

(3) 注重编写模式的创新性。作者们结合多年对该学科领域的理论研究与教学和工程实践经验，在该套系列教材中引入和编写了大量工程造价案例、例题与习题，力求做到理论联系实际、深入浅出、图文并茂和通俗易懂。

(4) 兼顾学生就业的广泛性。工程造价专业毕业生可以广泛地在国内外土木建筑工程项目建设全过程的投资估算、经济评价、造价咨询、房地产开发、工程承包、招标代理、建设监理、项目融资与项目管理等诸多岗位从业，同时也可以在政府、行业、教学和科研单位从事教学、科研和管理工作。该套系列教材所包含的知识体系较好地兼顾了不同行业各类岗位工作所需的各方面知识，同时也兼顾了本专业课程与相关学科课程的关联与衔接。

在本套系列教材即将面世之际，我谨代表高等教育工程造价系列规划教材编审委员会，向在教材撰写中付出辛劳和心血的同仁们表示感谢。还要向机械工业出版社高等教育分社的领导和编辑表示感谢，正是他们的适时策划和精心组织，为我们教学一线上的同仁们创建了施展才能的平台，也为我国高等院校工程造价专业教育做了一件好事。

工程造价在我国还是一个年轻的学科领域，其学科内涵和理论与实践知识体系尚在不断发展之中，加之时间有限，尽管作者们作出了极大努力，但该套系列教材仍难免存在不妥之处，恳请各高校广大教师和读者对此提出宝贵意见。我坚信，该套系列教材在大家的共同呵护下，一定能够成为极具影响力的精品教材，在高等院校工程造价专业人才培养中起到应有的作用。

齐宝琛

2009年4月于沈阳

前言

本书的编写以注重培养应用型人才为目标，强调实践性、实用性。全书系统介绍了建筑施工中各主要工种工程的施工工艺、技术和方法。同时，介绍了国内外在施工技术方面的新工艺和科研成果，力求科学地反映当前建筑工程施工的高科技水平。

本书由黑龙江工程学院房树田任主编，并编写第四章；河南城建学院马哲和湖南工程学院罗章任副主编，并分别编写第三章和第二章；河南城建学院李冠鹏编写第一章和第九章；长春工程学院金景慧编写第六章；河南城建学院满媛编写第五章；河南城建学院崔燕伟编写第七章；黑龙江工程学院董艳秋编写第八章和第十章。全书由哈尔滨工程大学何建教授主审。

由于编者水平有限，书中缺点和不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第一章 土方工程 1

第一节 土的种类和性质 1

第二节 土方施工 4

第三节 土方施工机械 13

第四节 基坑排水、降水方法 18

复习题 26

第二章 地基与基础工程 27

第一节 地基处理与加固 27

第二节 条形基础施工 33

第三节 桩基础施工 36

第四节 其他形式深基础施工 39

复习题 41

第三章 砌体工程 43

第一节 砌体材料 43

第二节 砌体施工工艺 47

第三节 脚手架 62

第四节 砌筑工程垂直运输设施 65

复习题 69

第四章 钢筋混凝土工程 71

第一节 模板工程 71

第二节 钢筋工程 90

第三节 混凝土工程 111

复习题 134

第五章 预应力混凝土工程 136

第一节 预应力混凝土及其分类 136

第二节 预应力夹具和锚具 138

第三节 先张法施工 141

第四节 后张法施工 146

复习题 157

第六章 结构吊装工程 158

第一节 起重机械 158

第二节 索具设备 171

第三节 装配式钢筋混凝土单层工业
厂房结构吊装 174

复习题 188

第七章 钢结构工程 190

第一节 钢结构构件的加工制作 190

第二节 钢结构构件焊接 195

第三节 紧固件连接工程 197

第四节 单层钢结构工程 198

第五节 多层及高层钢结构工程 207

第六节 钢网架结构安装工程 213

第七节 钢结构涂装工程 224

复习题 227

第八章 防水工程 228

第一节 屋面防水工程 228

第二节 地下防水工程 243

复习题 250

第九章 装饰工程 251

第一节 楼地面装饰施工工艺 251

第二节 墙柱体表面装饰施工工艺 254

第三节 天棚施工工艺 261

第四节 门窗工程施工工艺 262

第五节 涂料、油漆和裱糊施工
工艺 266

复习题 273

第十章 冬期与雨期施工	274	工	283
第一节 概述	274	第五节 装饰工程的冬期施工	290
第二节 土方工程的冬期施工	276	第六节 雨期施工	291
第三节 砌筑工程的冬期施工	280	复习题	293
第四节 混凝土结构工程的冬期施		参考文献	294

第一章

土方工程

土方工程是建筑工程施工中的主要分部工程之一。土方工程包括土的分类、土的挖掘、填筑和运输等过程以及排水、降水等准备。在土木工程当中，常见的土方工程有场地平整、基坑（槽）及管沟开挖与回填、地坪填土与碾压及路基填筑等。

土方工程施工受气候、地质、水文等因素的影响较大，而且往往工程量大，不确定因素多。需周密地进行组织安排，详细分析与核对各项技术资料，制定出技术可行经济合理的施工方案，以便经济而又快速地完成施工，为后续工程创造有利的条件。

第一节 土的种类和性质

一、土的分类与现场鉴别方法

土是岩石经风化、搬运和沉积之后，所形成的粗细颗粒堆积在一起的散粒体。粗至粒径大于200mm的块石，细至粒径小于0.005mm的粘土颗粒，统称为土。土的种类很多，其分类方法也很多。按土的基本物质组成分类有岩石、碎石、砂土、粘性土和特殊土；岩石按坚固性分类可分为硬质岩石和软质岩石；按风化程度又可分为微风化、中等风化、强风化、全风化和残积土；碎石土又有漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾。砂土可分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂；按密实度又分为松散、稍密、中密和密实的砂土；粘性土可分为粘土和粉质粘土两种；并根据其状态可分为坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑的粘性土。

在建筑施工中，根据开挖的难易程度将土分为：松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石等八类。松软土和普通土可直接用铁锹开挖，或用铲运机、推土机、挖土机施工；坚土、砂砾坚土和软石要用镐、



撬棍开挖，或预先松土，部分用爆破的方法施工；次坚石、坚石和特坚石一般要用爆破方法施工。前四类属于一般土，后四类属于岩石。土的这八类分类法及现场鉴别方法见表 1-1。

表 1-1 土的工程分类与现场鉴别方法

土的分类	土的名称	可松性系数		现场鉴别方法
		K_s	K_s'	
一类土 (松软土)	砂，亚砂土，冲积砂土层，种植土，泥炭（淤泥）	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.03	能用锹、锄头挖掘
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	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	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07	要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍
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	1.26 ~ 1.32	1.06 ~ 1.09	整个用镐、撬棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	硬石炭纪粘土，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	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	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20	用爆破方法开挖，部分用风镐
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，风化痕迹的安山岩、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，花岗岩，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	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。



二、土的工程性质

1. 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，以后虽经回填压实，仍不能恢复。土方工程量是以自然状态的体积来计算的，所以在土方调配、计算土方机械生产率及运输工具数量等的时候，必须考虑土的可松性。

土的可松程度用可松性系数表示。土的可松性系数可分为最初可松性系数和最终可松性系数。

最初可松性系数：土经开挖后的松散体积与原自然状态下的体积之比。它是选用挖土机械和运输机械的重要参数。

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-1)$$

式中 K_s ——最初可松性系数；

V_1 ——天然状态下土的体积 (m^3)；

V_2 ——开挖后松散土的体积 (m^3)。

最终可松性系数：土经回填压实后的体积与自然状态下的体积之比。它是决定取土体积的重要参数。

$$K_s' = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-2)$$

式中 K_s' ——最终可松性系数；

V_3 ——经回填压实后土的体积 (m^3)。

土的可松性系数是挖填土方时，计算土方机械生产率、回填土方量、运输机具数量、场地平整规划竖向设计、土方调配的重要参数。

2. 土的透水性

土的透水性是指水流通过土中空隙的难易程度。地下水的流动以及在土中的渗透速度都与土的透水性有关。

地下水在土中的渗透速度一般可按达西定律计算 (见图 1-1)。

$$v = Ki \quad (1-3)$$

式中 v ——水在土中的渗透速度 (m/d)；

i ——水力梯度， $i = \frac{H_1 - H_2}{l}$ ，即 A、B

两点水头差与水平距离之比；

K ——土的渗透系数 (m/d)。

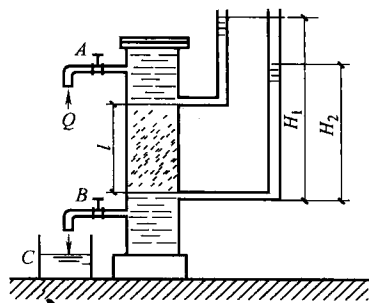


图 1-1 水的渗流

K 值的大小反映土透水性的强弱。土的渗透系数可以通过室内渗透试验或现场抽水试验测定。一般土的渗透系数见表 1-2。

表 1-2 土的渗透系数

土的种类	渗透系数 $K/(\text{m/d})$	土的种类	渗透系数 $K/(\text{m/d})$
粘土、亚粘土	<0.1	含粘土的中砂及纯细砂	20 ~ 25
亚砂土	0.1 ~ 0.5	含粘土的纯细砂及纯中砂	35 ~ 50
含粘土的粉砂	0.5 ~ 1.0	纯粗砂	50 ~ 75
纯粉砂	1.5 ~ 5.0	粗砂加鹅卵石	50 ~ 100
含粘土的细砂	10 ~ 15	卵石	100 ~ 200

3. 土的含水量

土的含水量 (w) 是土中水的质量与固体颗粒质量之比, 以百分数表示, 即:

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 m_w ——土中水的质量;

m_s ——土中固体颗粒经温度为 105°C 烘干后的质量。

一般土的干湿程度, 用含水量表示。含水量在 5% 以下称为干土; 在 5% ~ 30% 以内称为潮湿土; 大于 30% 称为湿土。含水量越大, 土就越潮湿, 对施工就越不利。含水量对挖土的难易、施工时的放坡、回填土的夯实等均有影响。在一定含水量的条件下, 用同样的夯实机具, 可使回填土达到最大的密实度, 此含水量称为最佳含水量。各类土的最佳含水量如下: 砂土为 8% ~ 12%; 粉土为 9% ~ 12%; 粉质粘土为 12% ~ 15%。

第二节 土方施工

土方工程主要包括场地平整、基坑(槽)及管沟开挖、土方填筑等。

一、场地平整

(一) 概述

场地平整就是将天然地面改造成工程上所要求的设计平面。由于场地平整时全场地兼有挖和填, 而挖和填的体形常常不规则, 所以在场地平整前要确定场地设计标高、土方开挖和回填的工程量以及土方的调配方案。一般采用方格网方法分块计算。

选择场地设计标高的原则是:

1) 在满足总平面设计的要求, 并与场外工程设施的标高相协调的前提下,

考虑挖填平衡，以挖作填。

2) 如挖方少于填方，则要考虑土方的来源；如挖方多于填方，则要考虑弃土堆场。

3) 场地设计标高要高出区域最高洪水位，在严寒地区，场地的最高地下水位应在土壤冻结深度以下。

平整场地前应先做好各项准备工作，如清除场地内所有地上、地下障碍物，排除地面积水，铺筑临时道路等。

(二) 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，也是总图规划和竖向设计的依据。

1. 初步确定场地设计标高 H_0 。

对于场地比较平缓，设计标高无特殊要求，可按下述方法确定：将场地划分成边长为 a 的若干方格，并将方格网角点的原地形标高标在图上。原地形标高可利用等高线，用插入法（见图 1-2）求得或在实地测量得到。

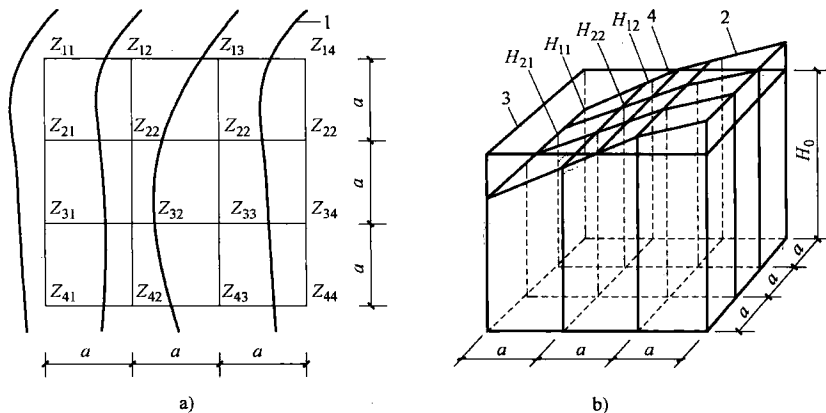


图 1-2 场地设计标高简图

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—设计地面 4—零线

按照挖填土方量相等的原则，场地设计标高 H_0 可按下列公式计算：

$$H_0 n a^2 = \sum_{i=1}^n \left(a^2 \frac{z_{i1} + z_{i2} + z_{i3} + z_{i4}}{4} \right) \quad (1-5)$$

即

$$H_0 = \frac{1}{4n} \sum_{i=1}^n (z_{i1} + z_{i2} + z_{i3} + z_{i4})$$

式中

H_0 ——所计算场地的设计标高 (m)；

n ——方格数；

$z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}, z_{i4}$ ——第 i 个方格四个角点的原地形标高 (m)。

由图 1-2 可见, 11 号角点为一个方格所有, 而 12、13、21、24 号角点为两个方格共有, 22、23、32、33 号角点为四个方格共有。在用式 (1-5) 计算 H_0 的过程中类似 11 号角点的标高仅加一次, 类似 12 号角点的标高加两次, 类似 22 号角点的标高则加四次, 这种在计算过程中被应用的次数 P_i , 反映了各角点标高对计算结果的影响程度, 测量上的术语称为“权”。考虑各角点的标高的“权”, 式 (1-5) 可改写成更便于计算的形式:

$$H_0 = \frac{1}{4n} (\sum z_1 + 2 \sum z_2 + 3 \sum z_3 + 4 \sum z_4) \quad (1-6)$$

式中 z_1 ——一个方格独有的角点标高;

z_2, z_3, z_4 ——二、三、四个方格所共有的角点的标高。

2. 场地设计标高的调整

初步确定场地设计标高 (H_0) 为理论值, 实际上, 还需考虑以下因素对初步场地设计标高 (H_0) 值进行调整。

(1) 土的可松性影响 由于土具有可松性, 会造成填土的多余需要相应地提高设计标高, 如图 1-3 所示, 设 Δh 为土的可松性引起设计标高的增加值, 则设计标高调整后总挖方体积 V_w' 应为:

$$V_w' = V_w - F_w \Delta h \quad (1-7)$$

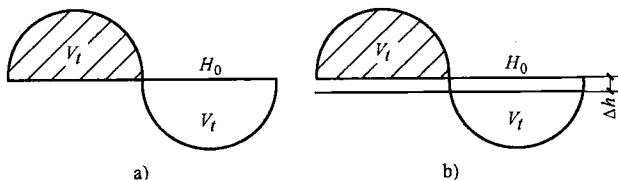


图 1-3 设计标高调整示意图

a) 理论设计标高 b) 调整设计标高

总填方体积为:

$$V_t' = V_w' K_s' = (V_w - F_w \Delta h) K_s' \quad (1-8)$$

填方区的标高应与挖方区的相同, 提高 Δh , 即:

$$\Delta h = \frac{V_t' - V_t}{F_t} = \frac{(V_w - F_w \Delta h) K_s' - V_t}{F_t} \quad (1-9)$$

移项整理简化得

$$\Delta h = \frac{V_w K_s' - V_t}{F_t + F_w K_s'} \quad (1-10)$$

式中 V_w, V_t ——按初定场地设计标高 (H_0) 计算得出的总挖方、总填方体积;

F_w, F_t ——按初定场地设计标高 (H_0) 计算的出的挖方区、填方区总面积;

K_s' ——土的最终可松性系数。

故考虑土的可松性后场地设计标高应调整为:

$$H_0' = H_0 + \Delta h \quad (1-11)$$

(2) 借土或弃土的影响 由于场地内有大型基坑挖出的土方、修筑路堤填高的土方, 有时将部分挖方就近弃于场外(弃土)或将部分填方就近取土于场外等原因, 均会引起挖填方量的变化。必要时, 亦需重新调整设计标高。

场地设计标高的调整可按以下近似公式确定, 即:

$$H_0'' = H_0' \pm \frac{Q}{na^2} \quad (1-12)$$

式中 Q ——假定按初步场地设计标高(H_0)平整后多余或不足的土方量;

n ——场地方格数;

a ——方格边长。

(3) 考虑泄水坡度的影响 按调整后的同一设计标高进行场地平整时, 整个场地表面将处于统一水平面。但实际上由于排水的要求, 场地表面需要有一定的泄水坡度。因此, 还需要根据场地泄水坡度的要求, 计算场地内各方格角点实际施工所用的设计标高。

1) 单向泄水时的设计标高计算。将已调整的设计标高(H_0'')作为场地中心线标高(见图1-4), 场地内任意一点的设计标高为:

$$H_{ij} = H_0'' \pm li \quad (1-13)$$

式中 H_{ij} ——场地内任一点的设计标高;

l ——该点至 $H_0'' - H_0''$ 中心线的距离;

i ——场地单向泄水坡度 ($\geq 2\%$)。

2) 双向泄水时设计标高计算。将已调整的设计标高(H_0'')作为场地纵横方向的中心点(见图1-5)。

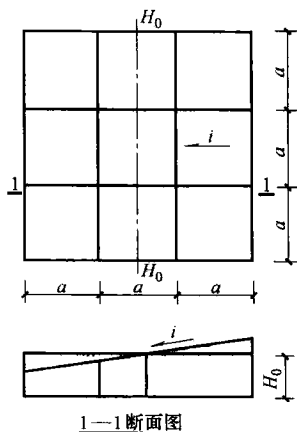


图 1-4 场地单向排水

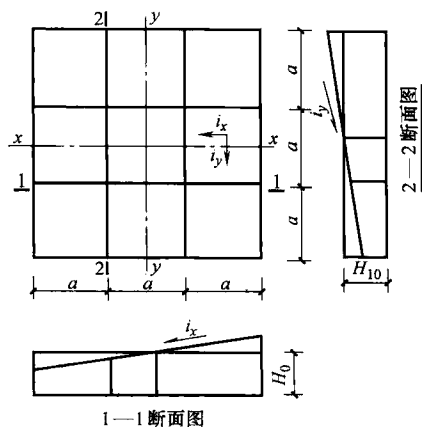


图 1-5 场地双向排水

场地内任一点的设计标高为：

$$H_{ij} = H_0'' \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-14)$$

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

i_x 、 i_y ——该点沿 $x-x$ 、 $y-y$ 方向的泄水坡度。

(三) 场地及边坡土方量计算

在场地设计标高确定后，需平整的场地各角点的施工高度可求得，然后按每个方格角点的施工高度算出填、挖土方量，并计算场地边坡的土方量，这样即得整个场地的填、挖土方总量。计算前先确定“零线”的位置，有助于了解整个场地的挖、填区域。零线的确定方法是：在相邻角点施工高度为一挖一填的方格线上，用插入法求出零点的位置，将各相邻的零点连接起来即为零线。零线确定后，即可进行土方量的计算。方格中土方量的计算有四方棱柱体法和三角棱柱体法两种方法。

1. 四方棱柱体的体积计算方法

1) 如图 1-6a 所示，方格四个角点全部为挖方或全部为填方时，其挖方或填方的体积为：

$$V = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1-15)$$

式中 V ——挖方或填方的体积 (m^3)；

h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 ——方格四个角点的填挖高度，均取绝对值 (m)；

a ——方格边长 (m)。

2) 如图 1-6b 所示，方格四个角点，部分是挖方，部分是填方时，其零线将三角形分成两部分，一个是底面为三角形的锥体，一个是底面为四边形的楔体，其挖方土方量为：

$$V_{1,2} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_1^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1-16)$$

其填方土方量为：

$$V_{3,4} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_3^2}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^2}{h_1 + h_4} \right) \quad (1-17)$$

3) 如图 1-6c 所示，方格的三个角为挖方，另一个角为填方时（或方格的三个角为填方，另一个角为挖方时），其填方部分土方工程量为：

$$V_4 = \frac{a^2 h_4^3}{6(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)} \quad (1-18)$$

其填方部分土方工程量为：

$$V_{1,2,3} = \frac{a^2(2h_1 + h_2 + 2h_3 - h_4)}{6} + V_4 \quad (1-19)$$