



新世纪高职高专土建类系列教材

建筑施工技术

JIAN ZHU SHI GONG JI SHU

陈守兰 主编

(第二版)

申琪玉 鲁亚波 郭志 副主编



科学出版社

新世纪高职高专土建类系列教材

建筑施工技术

(第二版)

陈守兰 主 编

申琪玉

鲁亚波 副主编

郭 志



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为《新世纪高职高专土建类系列教材》之一。本书主要介绍建筑施工技术,内容包括土方工程、地基与基础工程、砌体工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、钢结构工程、防水工程、装饰工程等。本书对建设部在“九五”期间及今后推广的十项施工新技术均有介绍。

本书可作为高职高专土建类专业教材,也可作为土建类本科生参考教材及建筑施工技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/陈守兰主编. —2版. —北京:科学出版社,2003

(新世纪高职高专土建类系列教材)

ISBN 7-03-011937-1

I. 建… II. 陈… III. 建筑工程-工程施工-高等学校;技术学校-教材
IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 066587 号

责任编辑:童安齐/责任校对:宋玲玲

责任印制:刘士平/封面设计:速海勇

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码 100717

<http://www.sciencep.com>

西康印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年8月第 一 版 开本 B5 (720×1000)

2003年10月第 二 版 印张 27 1/2

2003年10月第四次印刷 字数 535 000

印数 10001—14 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

《新世纪高职高专土建类系列教材》

编 委 会

主任委员 沈养中

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王志军 邓庆阳 司马玉洲 李继业

李维安 董平 童安齐

委 员 (以姓氏笔画为序)

王长永 王振武 石静 田云阁

史书阁 付玉辉 刘正保 刘念华

李洪岐 李树枫 肖翥 张力霆

张丽华 张献奇 陈守兰 孟胜国

郝延锦 郭玉起 袁雪峰

出版说明

当前,高职高专教育中土建类及其相关专业已成为各高职高专学校的主要专业之一,专业人数不断扩大,教学要求越来越高,以往出版的教材已难以满足教学需要。为了促进高职高专教学改革,加强高职高专教材建设,我们组织了《新世纪高职高专土建类系列教材》。与同类教材相比,本套教材有以下几个显著特点:

1. 针对性强,适合高职高专的培养目标;
2. 吸收了我国近10年来教学改革的阶段性成果,并以我国现行建筑行业的最新政策、法规为依据;
3. 内容更新,重点突出,注意整体的逻辑性、连贯性,具有适用性、实用性。

参加本套教材编写的主要单位有:邢台职业技术学院、河北工程技术高等专科学校、山东农业大学土木工程学院、华北矿业高等专科学校、华北航天工业学院、山西阳泉煤炭专科学校、南阳理工学院。

由于时间仓促,错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

《新世纪高职高专土建类
系列教材》编委会
2003年4月

第二版前言

《建筑施工技术》自 2001 年出版以来,因其具有通俗易懂、应用性知识突出、可操作性强的特点,受到高职高专土建专业师生及广大建筑从业人员的喜爱。但两年来随着我国建筑工程勘察设计、施工质量验收、材料等标准规范的重新修订实施,以及新技术、新工艺、新材料的应用和发展,为了适应我国加入 WTO 以后建筑业与国际接轨的要求,特对《建筑施工技术》第一版内容进行修订。本次修订内容如下:

1. 将第一版十三章合并为九章。
2. 第二章基础工程改为地基与基础工程,增加了地基处理内容。
3. 将模板工程、钢筋工程、混凝土工程合并为混凝土结构工程。
4. 将脚手架工程、砌体工程合为一章,统称为砌体工程。
5. 删除装配式大板建筑安装及升滑工程两部分内容。

经修订后,本书有以下特点:

1. 充分体现本书的科学性、先进性、实用性,突出理论与实践有机结合的特点。
2. 紧密结合新颁布实施的国家系列规范,采用新的规范标准要求,进一步扩大了本书的可实施性,以满足高职高专土建类师生及建筑工程广大施工技术人员需要。

3. 重点突出,内容更新,增加补充了建设部重点推广的新技术、新工艺,删除了比较落后的施工工艺和方法。

本书由陈守兰担任主编,申琪玉、鲁亚波、郭志担任副主编;袁兴信、葛科、杨雪玲参加了编写。具体分工为:陈守兰撰写第六、七章,申琪玉撰写第四章,鲁亚波撰写第二、九章,郭志撰写第五章,袁兴信撰写第三章,葛科撰写第一章,杨雪玲撰写第八章。

本书由山东农业大学李继业教授担任主审,他对本书提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 8 月

第一版前言

本书按照先进性、针对性、地区性和规范性的原则,突出理论与实践的有机结合,重点介绍了建筑工程中的主要施工技术、基本操作方法;并在参考有关资料和教材的基础上,介绍了许多近 10 年来我国在建筑工程上比较成熟的新知识、新理论、新成果、新工艺。

本书具有应用性知识突出、可操作性较强、通俗易懂、重点突出等特点,尤其适用于高职高专土建类学生的学习,也适用于建筑工程施工第一线人员的自学,使用价值较高。因此,本书既可以作为高职高专土建类有关专业的教材,也可以作为建筑工程类培训的教材,还可以作为建筑施工技术人员的技术参考书。

本书由李继业担任主编并负责统稿,由陈守兰、刘念华、段绪胜、井国茂担任副主编,袁兴信、周翠玲、郭志、鲁亚波、葛科参加了编写。具体分工为:李继业撰写第五章;陈守兰撰写第九章、第十章;刘念华撰写第十三章;段绪胜撰写第八章、第十二章;井国茂撰写第六章;袁兴信撰写第三章、第七章;周翠玲撰写第四章;郭志撰写第十一章;鲁亚波撰写第二章;葛科撰写第一章。

本书由山东科技大学王连国副教授(博士)担任主审,他对本书提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2001 年 8 月

目 录

出版说明

第二版前言

第一版前言

第一章 土方工程	1
1.1 概述	1
1.2 土方工程量计算	5
1.3 基坑开挖	15
1.4 土方施工机械	29
1.5 土方填筑与压实	34
思考题	38
习题	39
第二章 地基与基础工程	40
2.1 地基处理	40
2.2 浅基础	52
2.3 桩基础	64
思考题	79
第三章 砌体工程	81
3.1 砌体材料	81
3.2 砖砌体的施工	86
3.3 中小型砌块施工	97
3.4 砌体工程冬期施工	101
3.5 砌筑用脚手架	105
3.6 砌筑工程的垂直运输	122
思考题	127
第四章 混凝土结构工程	129
4.1 模板工程	129
4.2 钢筋工程	142
4.3 混凝土工程	177
思考题	200
习题	201
第五章 预应力混凝土工程	203

5.1 概述	203
5.2 预应力筋	204
5.3 预应力施工工艺	209
思考题	239
习题	239
第六章 结构安装工程	241
6.1 建筑起重机械	241
6.2 单层工业厂房结构施工	255
6.3 多层装配式框架结构施工	275
思考题	284
习题	284
第七章 钢结构工程	286
7.1 钢结构的类型	286
7.2 钢结构的施工	294
思考题	322
第八章 防水工程	323
8.1 防水材料	323
8.2 屋面防水工程	335
8.3 地下防水工程	349
8.4 厕浴间防水施工	367
思考题	370
第九章 装饰工程	371
9.1 抹灰工程	371
9.2 饰面板(砖)工程	376
9.3 建筑地面工程	387
9.4 门窗工程	396
9.5 吊顶工程	403
9.6 轻质隔墙工程	414
9.7 涂饰工程	419
思考题	424
参考文献	425

第一章 土方工程

本章主要介绍了土方工程的种类及特点、土的工程分类及其与施工有关的性质,土方工程量计算的基本方法以及土方施工机械。重点阐述了地下水控制、边坡稳定及土壁支护、土方填筑与压实。

1.1 概 述

1.1.1 土方工程的种类与特点

土方工程是建筑施工中主要分部工程之一,也是建筑工程施工过程中的第一道工序。它包括场地平整、基坑(槽)开挖、土方填筑与压实,降低地下水位和基坑土壁支护等辅助工作。

土方工程按施工内容和方法不同,一般包括以下四项。

1. 场地平整

场地平整是将天然地面改造成符合设计要求的平面。其特点是面广量大,工期长,施工条件复杂,受气候、水文、地质等影响因素多。因此,施工前应深入调查,详尽地掌握以上各种资料,根据施工工程的特点、规模,拟定合理的施工方案,尽可能采用新技术和机械化施工,为整个工程的后续工作提供一个平整、坚实、干燥的施工场地,并为基础工程施工做好准备。

2. 基坑(槽)及管沟开挖

基坑(槽)及管沟开挖是指在地面以下为浅基础、桩承台及地下管道等施工而进行的土方开挖。其特点是要求开挖的断面、标高、位置准确,它受气候影响较大,所以施工前必须做好施工准备,制定合理的开挖方案,以加快施工进度,保证施工质量。

3. 地下大型土方开挖

地下大型土方开挖是指在地面以下如人防工程、大型建筑物的地下室、深基础及大型设备基础等而进行的土方开挖。它涉及降低地下水位,边坡稳定及支护,临近建筑物的安全防护问题,因此在开挖土方前,应进行认真研究,制定切实可行的施工技术措施,组织施工。

4. 土方填筑

土方填筑是对低洼处用土方分层填平。包括大型土方填筑,基坑、基槽、管沟回填,前者与场地平整同时进行,后者在地下工程施工完后进行。对土方填筑,要求严格选择土料、分层填筑、分层压实。

1.1.2 土的工程分类及性质

1. 土的工程分类

土的种类很多,其分类方法也很多,在土方工程施工中,根据土的开挖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。前四类为一般土,后四类为岩石。正确区分和鉴别土的种类,可以合理地选择施工方法和准确地套用定额,计算土方工程费用。土的工程分类详见表 1.1。

表 1.1 土的工程分类

土的分类	土的级别	土的名称	坚实系数 f	密度 /(t/m^3)	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	I	砂土;粉土;冲积砂土层;疏松的种植土;淤泥(泥炭)	0.5~0.6	0.5~1.5	用锹、锄头挖掘,少许用脚蹬
二类土 (普通土)	II	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;填土	0.6~0.8	1.1~1.6	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	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;压实的填土	0.8~1.0	1.75~1.9	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	IV	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;软泥灰岩	1.0~1.5	1.9	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)	V	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	1.5~4.0	1.1~2.7	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	XI~XII	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	4.0~10.0	2.2~2.9	用爆破方法开挖,部分用风镐
七类土 (坚石)	X~XIII	大理石;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;微风化安山岩;玄武岩	10.0~18.0	2.5~3.1	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	XIV~XVI	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、玢岩、角闪岩	18.0~25.0 以上	2.7~3.3 以上	用爆破方法开挖

2. 土的工程性质

土有各种工程性质,其中影响土方工程施工的有土的质量密度、可松性、含水量和渗透性。

(1) 土的质量密度

土的质量密度分天然密度和干密度。土的天然密度,指土在天然状态下单位体积的质量,它影响土的承载力、土压力及边坡稳定性。土的干密度,指单位体积土中固体颗粒的含量,用以检验压实质量的控制指标。

(2) 土的可松性

自然状态下的土(原土)经开挖后,其体积因松散而增加,虽经回填夯实,仍不能恢复到原状土的体积,这种性质称为土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示如下:

$$K_p = \frac{V_2}{V_1} \quad (1.1)$$

$$K_p' = \frac{V_3}{V_1} \quad (1.2)$$

式中: K_p ——最初可松性系数;

K_p' ——最终可松性系数;

V_1 ——自然状态下土的体积;

V_2 ——土经开挖后的松散体积;

V_3 ——土经回填压实后的体积。

可松性系数对土方的调配,计算土方运输量、填方量及运输工具都有影响,尤其是大型挖方工程,必须考虑土的可松性系数。各类土的可松性系数见表 1.2。

表 1.2 各类土的可松性系数

序号	土 的 类 别		体积增加比例/%		可松性系数	
			最初	最终	K_p (最初)	K_p' (最终)
1	一 类	种植土除外	8~17	1~2.5	1.08~1.17	1.01~1.03
		植物性土、泥炭	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
2	二 类		14~28	1.5~5	1.14~1.28	1.02~1.05
3	三 类		24~30	4~7	1.24~1.30	1.04~1.07
4	四 类	泥灰岩、蛋白石除外	26~32	6~9	1.26~1.32	1.06~1.09
		泥灰岩、蛋白石	33~37	11~15	1.33~1.37	1.11~1.15
5	五~七类		30~45	10~20	1.30~1.45	1.10~1.20
6	八 类		45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30

注:最初体积增加百分比= $(V_2-V_1)/V_1 \times 100\%$;最终体积增加百分比= $(V_3-V_1)/V_1 \times 100\%$, V_1, V_2, V_3 含义同式(1.1)和式(1.2)。

(3)土的含水量

土的含水量是指土中所含的水与土的固体颗粒之间的质量比,以百分数表示:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1.3)$$

式中: m_1 ——含水状态时土的质量;

m_2 ——烘干后土的质量;

m_w ——土中水的质量;

m_s ——固体颗粒的质量。

土的含水量对土方边坡的稳定性和填土压实质量均有影响。土方回填时则需要有最优含水量方能夯压密实,获得最佳干密度。土的最优含水量和最大干密度参考值见表 1.3。

表 1.3 土的最优含水量和最大干密度参考值

项次	土的种类	变动范围		项次	土的种类	变动范围	
		最优含水量 (质量比)/%	最大干密度 /(t/m ³)			最优含水量 (质量比)/%	最大干密度 /(t/m ³)
1	砂土	8~12	1.80~1.88	3	粉质黏土	12~15	1.85~1.95
2	黏土	19~23	1.58~1.70	4	粉土	16~22	1.61~1.80

注:1. 表中土的最大干密度应以现场实际达到的数字为准;

2. 一般性的回填,可不做此项测定。

(4)土的渗透性

土的渗透性是指水在土体中渗流的性能,一般以渗透系数 K 表示。地下水在土中渗流速度可按达西定律计算:

$$V = Ki \quad (1.4)$$

式中: V ——水在土中渗流速度,m/d 或 cm/s;

i ——水力坡度;

K ——土的渗透系数,m/d 或 cm/s。

渗透系数 K 值反映出土透水性的强弱,它直接影响降水方案的选择和涌水量计算的准确性,一般可通过室内渗透试验或现场抽水试验确定,一般土的渗透系数参考值见表 1.4。

表 1.4 一般土的渗透系数参考值

土类	渗透系数 K /(cm/s)	渗透性
纯 砾	$>10^{-1}$	高渗透性
纯砂与砾混合物	$10^{-3} \sim 10^{-1}$	中渗透性
极细砂	$10^{-5} \sim 10^{-3}$	低渗透性
粉土、砂与黏土混合物	$10^{-7} \sim 10^{-5}$	极低渗透性
黏 土	$<10^{-7}$	几乎不透水

1.2 土方工程量计算

1.2.1 基坑、基槽土方量计算

基坑土方量的计算可近似按拟柱体(由两个平行的平面做上下底的多面体)体积 V 公式来计算(图 1.1):

$$V = \frac{H}{6}(F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1.5)$$

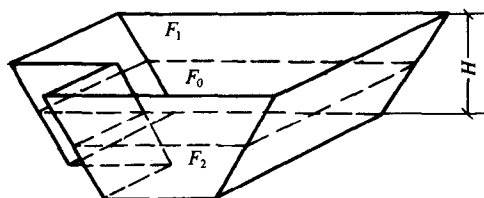


图 1.1 基坑土方量计算

式中: H —— 基坑深度, m ;

F_1 —— 基坑上底面积, m^2 ;

F_2 —— 基坑下底面积, m^2 ;

F_0 —— 基坑中截面面积, m^2 。

基槽和路堤土方量可沿其长度方向分段后,用同样方法计算(图 1.2):

$$V_1 = \frac{L_1}{6}(F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1.6)$$

式中: V_1 —— 第一段的土方量, m^3 ;

L_1 —— 第一段的长度, m 。

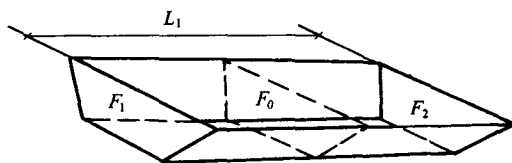


图 1.2 基槽土方量计算

然后将各段的土方量相加,即得总土方量 V :

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (1.7)$$

式中: $V_1, V_2, \dots, V_n$ —— 各段的土方量, m^3 。

1.2.2 场地平整土方量计算

场地平整就是将天然地面平整成施工所要求的设计平面。在目前总承包施工

中,三通一平的工作往往由施工单位实施,因此场地平整也成为开工前的一项工作内容。场地平整前,要进行场区竖向规划设计,确定场地设计标高,计算挖方和填方的工程量,然后根据工程规模、施工期限、现有条件选择土方机械,拟定施工方案。

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,也是总图规划和竖向设计的依据。合理确定场地的设计标高,对减少土方量,节约土方运输费用,加快施工进度等都有重要的经济意义。选择设计标高时应考虑以下因素:

- 1) 满足生产工艺和运输的要求。
- 2) 尽量利用地形,使场内挖填平衡,以减少土方运输费用。
- 3) 有一定泄水坡度($\geq 2\%$),满足排水要求。
- 4) 考虑最高洪水水位的影响。

场地设计标高一般应在设计文件上规定,若设计文件没有规定时,可按下述步骤和方法确定。

(1) 初步确定场地设计标高

首先将场地的地形图根据要求的精度划分成边长为 $10 \sim 40\text{m}$ 的方格网,见图 1.3(a)。在各方格左上角逐一标出其角点的编号;然后求出各方格角点的地面标高,标于各方格的左下角;地形平坦时,可根据地形图上相邻两等高线的标高,用插入法求得;地形起伏较大或无地形图时,可在地面用木桩打好方格网,然后用仪器直接测出。

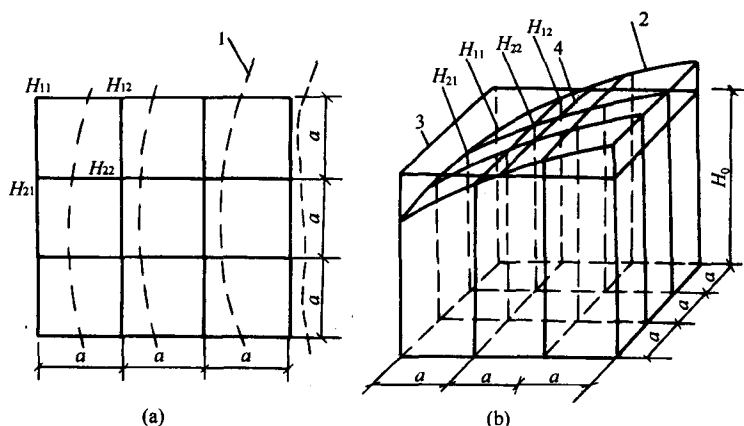


图 1.3 场地设计标高计算示意图

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)

按照场地内土方在平整前及平整后相等的原则,场地设计标高可按下列公式计算:

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

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

式中: a ——方格边长;

n ——方格数;

$H_{11}, \dots, H_{22}$ ——任一方格各个角点标高。

从图 1.3(a)中可见, H_{11} 是一个方格的角点标高, H_{12} 及 H_{21} 是相邻两个方格的公共角点标高, 而 H_{22} 是相邻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_{12} 的角点标高需加 2 次, 而类似 H_{22} 的角点标高要加 4 次, 为便于计算, 上式可改写成式 (1.8) 的形式:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4n} \quad (1.8)$$

式中: H_1 ——一个方格仅有的角点标高;

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 (1.8) 所计算的设计标高 H_0 是一理论值, 实际上还需要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, 按理论计算出的 H_0 进行施工, 填土会有剩余, 需相应地提高设计标高。如图 1.4 所示, 若 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 为

$$V'_w = V_w - F_w \Delta h$$

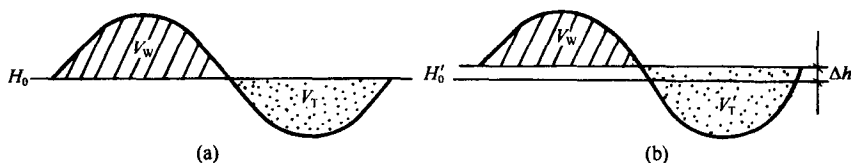


图 1.4 设计标高调整计算示意图

总填方体积为

$$V'_T = V_T + F_T \Delta h$$

而

$$V'_T = V'_w K_s$$

所以

$$V_T + F_T \cdot \Delta h = (V_w - F_w \cdot \Delta h) K_s$$

移项整理, 得

$$\Delta h = \frac{V_w K'_s - V_T}{F_T + F_w K'_s}$$

当 $V_w = V_T$ 时, 上式化为

$$\Delta h = \frac{V_w (K'_s - 1)}{F_T + F_w K'_s} \quad (1.9)$$

故考虑土的可松性后, 场地设计标高应调整为

$$H'_0 = H_0 + \Delta h \quad (1.10)$$

2) 借土或弃土的影响。由于受设计标高以上的各种填方工程的用土量或设计标高以下的各种挖方工程的挖土量影响, 以及经过经济比较而将部分挖方就近弃土于场外(弃土), 或部分填方就近从场外取土(借土), 都会导致设计标高的降低或提高。因此, 必要时也需重新调整设计标高。

3) 泄水坡度的影响。按上述计算和调整后的场地设计标高, 平整后场地是一个平面, 但实际上由于考虑排水的要求, 场地表面需要有一定的泄水坡度, 其大小应符合设计规定。因此, 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(单向泄水或双向泄水), 最后计算出场地内各方格角点实际施工时的设计标高。

单向泄水时, 以计算出的实际标高 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

$$H_n = H_0 (H'_0) \pm li \quad (1.11)$$

式中, l ——该方格角点距场地中心线的距离, m;

i ——场地泄水坡度(不小于 2‰)。

例如, 图 1.5(a) 中场地内角点 10 的设计标高 H_{10} :

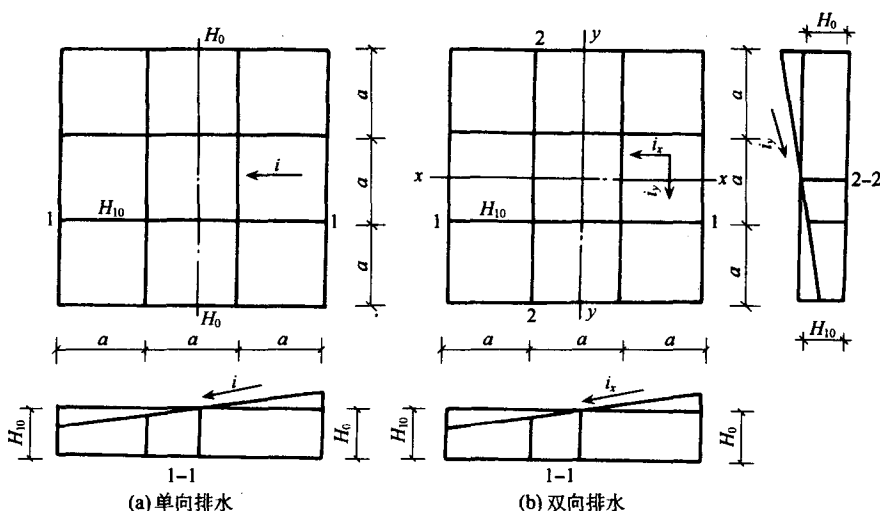


图 1.5 场地泄水坡度示意图