

21世纪高等学校土木工程专业规划教材

土木工程施工

(精编本)

李珠 苏有文 主编



武汉理工大学出版社
Wuhan University of Technology Press

【内容简介】

《土木工程施工》以现行国家标准及相应新规范为依据,以方便教学和自学为原则,针对应用型本科教学需要,编写了这本具有继承性、创新性和实用性的土木工程施工教材。主要内容包括土木工程中主要工种工程施工方法和工艺原理,施工项目组织原理以及计算机在土木工程施工中的应用等共 17 章内容。并在每章附有内容提要、小结、思考题和习题。

本教材可作为大学本科土木工程专业的学科基础课教材,也可供土木工程技术人員参考,还可作为自考教材。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/李珠,苏有文主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2007.7

ISBN 978-7-5629-2568-2

I. 土… II. ①李… ②苏… III. 土木工程-工程施工 IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 106319 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

印刷者:武汉理工大印刷厂

经销者:各地新华书店

开本:850×1168 1/16

印张:30.75

字数:805 千字

版次:2007 年 7 月第 1 版

印次:2007 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—3000 册

定价:35.00

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

版权所有,盗版必究。

21 世纪土木工程专业规划教材 编审委员会

主 任 石永久 郑航太 王汝恒 雷绍锋

副主任 战高峰 杨德健 何渐渐 周 东 周 云 孙 凌

刘永坚 冯仲仁 岳建平 胡长明 柳炳康 张敏江

刘 平 王 来 冯为民 王俊佳 王泽云 张科强

委 员 (按姓氏笔画顺序排列)

马芹永 王汝恒 王成刚 王 来 王月明 王 宁

王志伟 王俊佳 王泽云 王文仲 石永久 田道全

冯为民 冯仲仁 刘声扬 刘永坚 刘 平 刘瑾瑜

孙 凌 孙靖立 沈小璞 何渐渐 李 珠 李京玲

李玉顺 李文渊 李世禹 宋少民 苏有文 张敏江

张科强 张长友 陈伟清 陈国平 汪 汇 周 东

周 云 杨德健 林德忠 房树田 岳建平 姜康乐

姚 勇 胡长明 柳炳康 赵 平 郑航太 战高峰

黄林青 舒秋华 崔清洋 熊丹安

总责任编辑 徐 扬

秘 书 长 蔡德民

前言

土木工程施工是土木工程专业的一门主要专业课程。其主要任务是研究土木工程施工技术与施工组织的一般规律,内容包括土木工程中主要工种工程施工方法和工艺原理,施工项目组织原理,以及土木工程施工中的新技术、新材料、新工艺的发展和应用。土木工程施工课程在培养学生独立分析和解决土木工程施工中有关施工技术和组织计划问题的基本能力方面,起着重要作用。

土木工程施工学科涉及面广,综合性、实践性强,其发展又日新月异。随着高等教育改革的深入,土木工程施工课程的教学在教材、教学手段等方面面临更新,为适应土木工程专业培养高素质的专业人才的需要,本书着眼于编写一本具有继承性、创新性、实用性的土木工程施工教材。

新编写的《土木工程施工》有如下特点:

教材注重理论联系实际。阐述了土木工程施工的基本理论及其工程应用,在内容上力求符合国家现行法规、条例、规范、标准的要求,培养学生综合运用土木工程施工及其相关学科的基本理论解决工程实际问题的能力。

教材注重优化课程结构。考虑了土木工程大专业的整体性,突出不同专业方向的基本概念、基本原理、基本方法,以培养学生具有“大土木”的意识,并获得土木工程施工的基本知识,旨在培养宽口径、厚基础的专门人才。

教材注重推陈出新。在充分体现传统施工技术、工艺及组织的前提下,摒弃陈旧或已被淘汰的原材料,已不再使用的施工机具、设备及落后的施工工艺等内容,纳入土木工程领域新材料、新技术、新工艺、新结构的成果应用,增加对学生创新能力培养的内容。

教材注重突出施工学科的实践性、社会性。对结合科研成果改进教学内容体系设置,进行了初步的尝试和探索,如首次在施工教材中引入数字化施工、信息化施工及计算机在土木工程施工中的应用等内容。同时出于前瞻性的考虑,引入了保温节能工程施工等内容,力图以社会发展和科技进步的新近成果充实、更新教学内容,以期提高教学质量,培养土木工程应用型人才。

教材注重增强可操作性。结合现阶段课程设置的实际情况,取材尽量避免与其它课程内容设置重复,同时取材考虑了与当前执业资格考试内容相结合,使学生在专业课时减少的情况下能真正涉猎土木工程施工各知识点,为学生的就业及胜任土木工程各专业方向工作提供帮助。

本书在内容上力求满足实际需要,文字上力求深入浅出,并在每章附有内容提要、小结、思考题和习题,以便于组织教学和自学。

本书由太原理工大学李珠、西南科技大学苏有文任主编,内蒙古科技大学李晓光、黄石理工学院吴洁任副主编,太原理工大学张泽平、太原理工大学刘元珍、西南科技大学古松、内蒙古科技大学吕宏云、太原理工大学聂云靖、河北建筑工程学院李雪飞参编,太原理工大学杨秋学教授任主审。具体编写分工为:李珠编

写前言及第 5 章,李珠、刘元珍合编第 17 章,苏有文编写第 4 章,李晓光编写第 1、2、3 章,吴洁编写第 14、15、16 章,张泽平编写第 13 章,古松编写第 6 章,刘元珍编写第 7、12 章,吕宏云编写第 10 章,聂云靖编写第 11 章,李雪飞编写第 8、9 章。全书由李珠统稿,全书的图表处理、文字校对由刘元珍完成。

限于水平有限和时间仓促,书中难免存在不足之处,诚挚地希望广大师生与读者提出宝贵意见,给予批评指正,以期进一步修订完善。

本书在编写过程中,参考了相关专家的教材、著作,引用了一些实际工程中的案例,在此一并致谢!

本书系武汉理工大学出版社组织编写的“21 世纪高等学校土木工程专业精编系列教材”之一,在编写过程中承蒙编写委员会的指导、出版社的大力支持,在此谨表示衷心感谢!

编 者

2006 年 9 月

目 录

1	土方工程	(1)
1.1	概 述	(1)
1.2	土的工程分类及性质	(2)
1.3	土方量计算与调配	(4)
1.4	土方工程的辅助工程	(14)
1.5	土方工程的机械化施工	(38)
1.6	土方填筑与压实	(46)
2	地基处理与桩基工程	(50)
2.1	地基加固处理	(50)
2.2	桩基础工程概述	(54)
2.3	钢筋混凝土预制打入桩施工	(55)
2.4	灌注桩施工	(62)
2.5	其它深基础施工	(72)
3	砌筑工程	(76)
3.1	概 述	(76)
3.2	砌筑工程的准备工作	(76)
3.3	砖砌体施工	(85)
3.4	中小型砌块砌体施工	(90)
3.5	石砌体施工	(94)
3.6	砌体工程冬期施工	(95)
4	混凝土结构工程	(98)
4.1	混凝土结构工程概述	(98)
4.2	模板工程	(99)
4.3	钢筋工程	(114)
4.4	混凝土工程	(131)
4.5	混凝土冬期施工	(147)
4.6	混凝土的质量检查	(150)
4.7	混凝土的缺陷处理	(152)
5	预应力混凝土工程	(156)
5.1	概 述	(156)
5.2	预应力混凝土材料和设备	(157)
5.3	先张法施工	(162)
5.4	后张法施工	(168)
5.5	无粘结预应力混凝土施工	(175)
5.6	预应力数字化张拉技术	(177)

5.7	预应力工程施工管理	(181)
6	结构安装工程	(185)
6.1	起重机械	(185)
6.2	混凝土预制结构安装工程	(196)
6.3	金属结构制作、安装工程	(211)
7	保温节能工程施工	(223)
7.1	保温节能工程概述	(223)
7.2	外墙外保温工程	(224)
7.3	夹芯墙体保温工程	(239)
7.4	外墙内保温工程	(249)
7.5	几种常见屋面保温工程施工	(253)
7.6	特殊保温结构工程施工技术	(256)
8	防水工程	(262)
8.1	卷材防水屋面施工	(262)
8.2	涂膜防水屋面施工	(266)
8.3	刚性防水屋面施工	(268)
8.4	地下工程防水施工	(269)
9	装饰工程	(273)
9.1	门窗工程	(273)
9.2	抹灰工程	(275)
9.3	楼地面工程	(278)
9.4	饰面工程	(280)
9.5	吊顶工程	(282)
9.6	涂料工程	(284)
9.7	裱糊工程	(286)
10	桥梁结构工程	(289)
10.1	桥梁基础施工	(289)
10.2	装配式钢筋混凝土与预应力混凝土梁桥施工	(298)
10.3	预应力混凝土桥梁悬臂法施工	(302)
10.4	预应力混凝土连续梁桥顶推法施工	(312)
10.5	拱桥施工	(317)
11	道路工程	(328)
11.1	路基工程施工技术	(328)
11.2	路面工程施工技术	(333)
12	施工组织概论	(345)
12.1	基本建设程序	(345)
12.2	建筑产品及施工的特点	(349)
12.3	施工组织设计	(351)
12.4	组织施工的原则及准备	(353)
13	流水施工原理	(360)

13.1	流水施工概念	(360)
13.2	流水施工的参数	(363)
13.3	流水施工分类	(367)
13.4	流水施工的组织方法	(368)
14	网络计划技术	(379)
14.1	基本概念	(379)
14.2	网络图的绘制	(383)
14.3	网络计划时间参数的计算	(389)
14.4	双代号时标网络计划	(398)
14.5	网络计划的优化	(403)
15	施工组织总设计	(418)
15.1	施工部署和主要项目施工方案	(418)
15.2	施工总进度计划	(420)
15.3	暂设工程	(423)
15.4	施工总平面图	(435)
16	单位工程施工组织设计	(439)
16.1	单位工程施工组织设计的内容、编制依据和编制程序	(439)
16.2	工程概况和施工特点分析	(445)
16.3	施工方案的选择	(447)
16.4	施工进度计划	(458)
16.5	资源需要量计划	(462)
16.6	施工平面图设计	(464)
17	计算机在土木工程施工中的应用	(471)
17.1	建筑业应用信息化施工技术的历史及现状	(471)
17.2	建筑业应用信息化施工技术的未来	(477)

1 土方工程

本章提要

本章内容包括土方规划、土方工程施工的辅助工程、土方工程机械化施工。在土方规划中,涉及了土方工程的分类和特点、土的工程分类和性质、土方边坡、土方量计算、场地设计标高的确定和土方调配等问题。在土方工程施工的辅助工程中,重点论述了土壁稳定、施工排水、流砂防治和填土压实,这都是土方工程施工的关键。在土方工程机械化施工中,着重阐述常用土方机械的类型、性能及提高生产率措施。

1.1 概 述

1.1.1 土方工程施工的分类和特点

1.1.1.1 施工分类

主要工作:场地平整,基坑(槽)及管沟开挖,地坪填土、路基填筑、隧道开通及基坑回填等。

辅助工作:施工排、降水,土壁支撑,运输等。

1.1.1.2 施工特点

- (1)量大面广。
- (2)劳动强度大,人力施工效率低、工期长。
- (3)施工条件复杂,受地质、水文、气候影响大,不确定因素多。

1.1.2 土方工程施工的准备工作

土方工程施工前应做好以下准备工作,主要有:场地清理,排除地面水;修筑好临时道路,准备好供水、供电等临时设施;做好材料、机具、物资及人员的准备工作;设置测量控制网,打设方格网控制桩,进行建筑物、构筑物的定位放线;制订土方工程的施工方案及根据土方工程施工方案做好边坡稳定、基坑(槽)支护和降低地下水等工作。

1.1.3 组织土方工程施工的要求

- (1)在条件允许的情况下应尽可能采用机械化施工。
- (2)合理安排施工计划,尽量避开冬、雨期施工。
- (3)为了降低土石方工程施工费用,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)在施工前要做好调查研究,拟定合理的施工方案和技术措施,以保证工程质量和安全,加快施工进度。

1.2 土的工程分类及性质

1.2.1 土的工程分类

在土方工程施工和工程预算定额中,根据土的开挖难易程度,将土分为一类土(松软土)、二类土(普通土)、三类土(坚土)、四类土(砂砾坚土)、五类土(软石)、六类土(次坚石)、七类土(坚石)、八类土(特坚石)共八类。前四类为一般土,可以采用机械或人工直接开挖,后四类为岩石,必须采用爆破开挖等施工方式,如表 1.1。

表 1.1 土的工程分类

土的分类	土的名称	土的可松性		现场鉴别方法
		K_s	K'_s	
一类土 (松软土)	砂,亚砂土,冲击砂土层,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)	亚黏土,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)	软及中等密实土,重亚黏土,粗砾石,干黄土及含碎石、卵石的黄土,亚黏土,压实的填筑土	1.24~1.30	1.04~1.07	主要用镐、锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	重黏土及含碎石、卵石的黏土,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,部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	硬石灰,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
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	常用爆破方法开挖
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,玢岩	1.45~1.50	1.20~1.30	常用爆破方法开挖

1.2.2 土的工程性质

(1)土的含水量(W)

土的含水量 W 是指土中水的质量与固体颗粒质量之比,以百分率表示

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} = \frac{m_w}{m_s} \quad (1.1)$$

式中 m_1 ——含水状态时土的质量(kg);

m_2 ——烘干后土的质量(kg);

m_w ——土中水的质量(kg);

m_s ——固体颗粒的质量(kg)。

天然含水量是土在天然状态下的含水量。土的含水量影响边坡稳定和填土压实的质量。如含水量超过 25% 以上,机械开挖时行车困难,容易陷车。

最佳含水量是可使填土获得最大密实度的含水量(可通过击实试验确定)。

(2) 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,是指土在天然状态下单位体积的质量,用 ρ 表示,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(105℃,烘干 3~4h),用 ρ_d 表示;它是检验填土压实质量的控制指标。

(3) 土的渗透性

土的渗透性是指水在土体中渗流的性能,一般以渗透系数 K 表示。

渗透系数 K 的意义:在水力坡度($I=\Delta h/L$)为 1 的渗流作用下,水从土中渗出的速度(达西地下水流动速度公式 $v=KI$),它同土的颗粒级配、密实程度等有关。

其用途:选择降低水位方法,回填土。

K 的单位:m/d(黏土 $< 0.1\text{m/d}$,粗砂 $50\sim 75\text{m/d}$,卵石 $100\sim 200\text{m/d}$)。

(4) 土的可松性

自然状态下的土经开挖后,内部组织破坏,其体积因松散而增加,以后虽经回填压实仍不能恢复其原来的体积,土的这种性质称为土的可松性。土的可松性用可松性系数表示。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,称为最后可松性系数,即

$$K_s = V_2/V_1 \quad (1.08\sim 1.5) \quad (1.2)$$

$$K'_s = V_3/V_1 \quad (1.01\sim 1.3) \quad (1.3)$$

式中 K_s ——最初可松性系数;

K'_s ——最后可松性系数;

V_1 ——土在自然状态下的体积(m^3);

V_2 ——土经开挖后松散状态下的体积(m^3);

V_3 ——土经回填压实后的体积(m^3)。

由于土方工程量是以自然状态的体积来计算的,所以土的可松性对土方开挖、运输、场地平整、土方量的平衡调配、土方存放、挖土回填、留回填松土等均有很大的影响。砂土的渗透实验如图 1.1 所示。

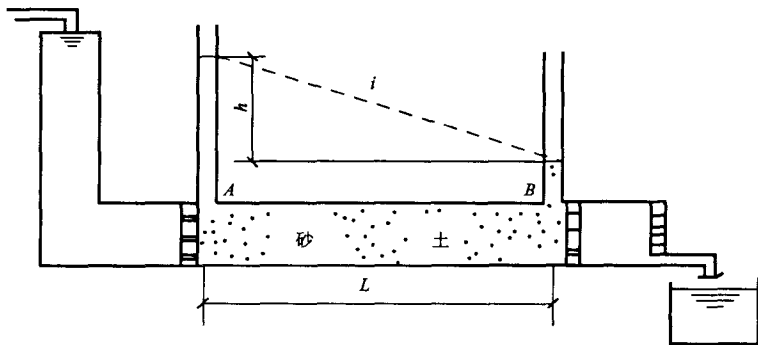


图 1.1 砂土的渗透实验

【例 1.1】 某建筑物外墙为带形毛石基础,基础平均截面面积为 2.5m^2 。基槽深 1.5m ,底宽为 2.0m ,边坡坡度为 $1:0.5$ 。地基土质为粉土, $K_s=1.25$, $K'_s=1.05$ 。计算 100m 长的基槽挖方量、需留填方用松土量和弃土量。

【解】 基槽挖方量: $V_1 = \frac{2 + (2 + 2 \times 1.5 \times 0.5)}{2} \times 1.5 \times 100 = 412.5\text{m}^3$

$$\text{填方量: } V_3 = 412.5 - 2.5 \times 100 = 162.5 \text{ m}^3$$

$$\text{填方需留松土体积: } V_{2\text{留}} = V_3 \times \frac{K_s}{K'_s} = 162.5 \times \frac{1.25}{1.05} = 193.5 \text{ m}^3$$

$$\text{弃土量(松散): } V_{2\text{弃}} = V_1 \times K_s - V_{2\text{留}} = 412.5 \times 1.25 - 193.5 = 322.1 \text{ m}^3$$

1.3 土方量计算与调配

1.3.1 基坑、基槽和路堤的土方量计算

基坑、基槽(见图 1.2、图 1.3)和路堤的土方量可按棱柱体的体积公式计算

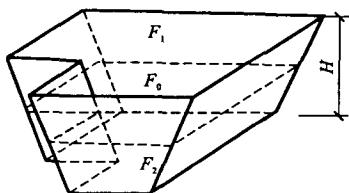


图 1.2 基坑土方量计算

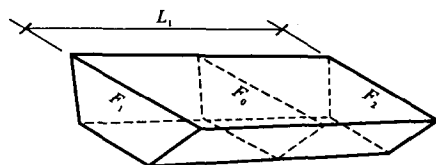


图 1.3 基槽土方量计算

$$V = \frac{H}{6} (F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1.4)$$

式中 H ——基坑深度(m);

F_1, F_2 ——基坑上下两底面面积(m^2);

F_0 —— F_1 与 F_2 之间的中截面面积(m^2)。

1.3.2 场地平整标高与土方量

场地平整土方量的计算思路是先确定一个场地设计标高,以此标高为基准分别计算标高以下的填方量和标高以上的挖方量。考虑的因素有:满足生产工艺和运输的要求;尽量利用地形,减少挖填方数量;争取在场区内挖填平衡,降低运输费;有一定泄水坡度,满足排水要求。

场地设计标高一般在设计文件上规定,如无规定时,小型场地用“挖填平衡法”,大型场地用“最佳平面设计法”(应用“最小二乘法”原理,使挖填平衡且总土方量最小)。下面主要介绍“挖填平衡法”的原理和步骤。

1.3.2.1 确定场地设计标高

(1)初步确定场地设计标高 H_0 。

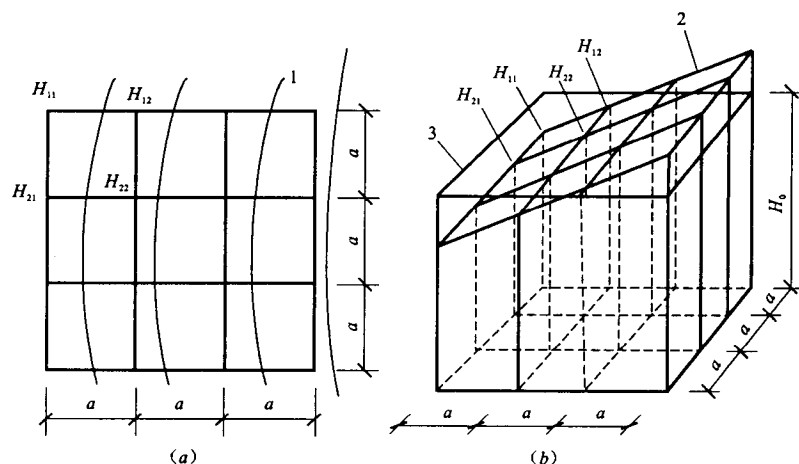
1)在具有等高线的地形图上将施工区域划分为边长 $a=10\sim40\text{m}$ 的若干方格,如图 1.4(a)所示。

2)确定各小方格的角点高程。可根据地形图上相邻两等高线的高程,用插值法求得。在无地形图的情况下,也可以在地面用木桩或钢钎打好方格网,然后用仪器直接测出方格各角点标高。

场地设计标高即为各个方格标高之和的平均值,可按式计算

$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1.5)$$

式中 H_0 ——所计算的场地设计标高(m);

图 1.4 设计标高 H_0 计算示意图

(a) 方格网划分; (b) 场地设计标高示意图

1—等高线; 2—自然地面; 3—场地设计标高平面

 N ——方格数; $H_{11}, \dots, H_{22}$ ——任一方格的四个角点的标高(m)。如令 H_1 ——1个方格仅有的角点标高; H_2 ——2个方格共有的角点标高; H_3 ——3个方格共有的角点标高; H_4 ——4个方格共有的角点标高。则场地设计标高 H_0 可改写成下式

$$H_0 = \frac{1 \sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4N} \quad (1.6)$$

(2) 场地设计标高 H_0 的调整按上述公式所计算的设计标高 H_0 系一理论值, 实际上还需要考虑以下因素进行调整:

1) 土的可松性影响(如图 1.5 所示)

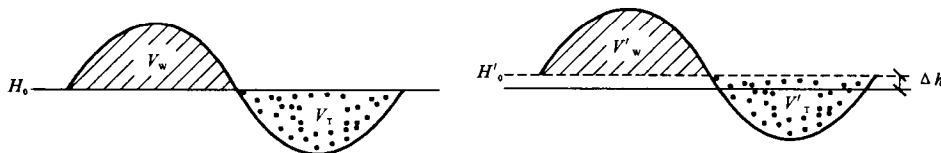


图 1.5 考虑土的可松性调整设计标高计算示意图

$$\Delta h = \frac{V_w(K'_s - 1)}{F_T + F_w K'_s} \quad (1.7)$$

$$H'_0 = H_0 + \Delta h \quad (1.8)$$

式中 V_w ——按理论标高计算出的总挖方体积(m^3); F_w, F_T ——按理论设计标高计算出的挖方区、填方区总面积(m^2); K'_s ——土的最后可松性系数。

2) 场内挖方和填土的影响

根据经济比较结果而将部分挖方就近弃土于场外, 或将部分填方就近从场外取土而引起挖、填土方量变化, 导致场地设计标高的降低或升高。

3) 场地泄水坡度的影响(如图 1.6 所示)

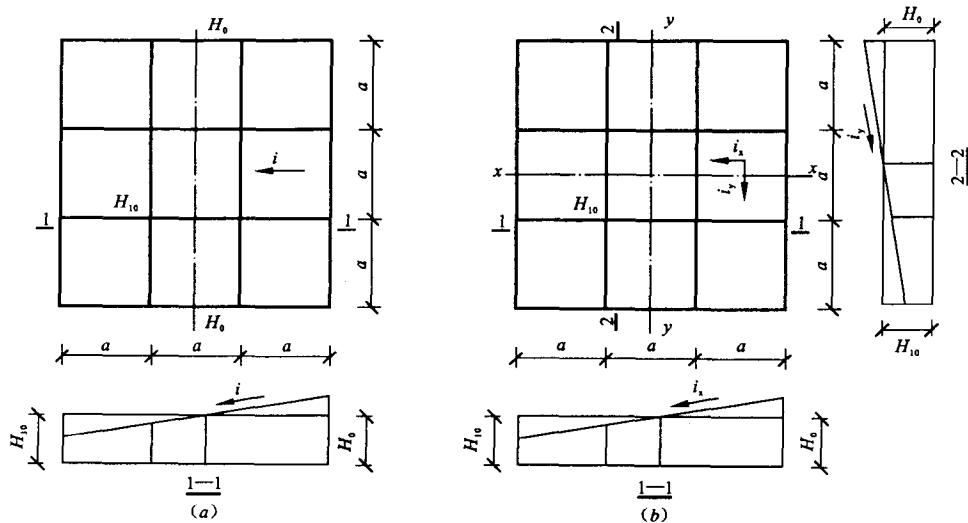


图 1.6 场地泄水坡度示意图

(a) 单向泄水; (b) 双向泄水

① 单向泄水时各方格角点的设计标高

$$H_n = H_0 \pm li \quad (1.9)$$

② 双向泄水时各方格角点的设计标高

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1.10)$$

1.3.2.2 场地土方量计算

(1) 计算场地各方格角点的施工高度(即挖、填方高度) h_n

$$h_n = H_n - H'_n \quad (1.11)$$

式中 h_n ——该角点的挖、填高度,以“+”为填方高度,以“-”为挖方高度(m);

H_n ——该角点的设计标高(m);

H'_n ——该角点的自然地面标高(m)。

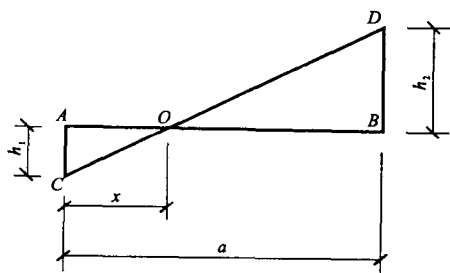


图 1.7 零点位置计算图

(2) 绘出“零线”

方格线上的零点位置见图 1.7,可按下列式计算

$$x = \frac{ah_1}{h_1 + h_2} \quad (1.12)$$

式中 h_1, h_2 ——相邻两角点的挖、填方施工高度(以绝对值代入)(m);

a ——方格边长(m);

x ——零点距角点 A 的距离(m)。

(3) 场地土方量计算

1) 四方棱柱体法

全挖全填格(图 1.8)

$$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1.13)$$

式中 V ——挖方或填方的土方量(m^3);

h_1, h_2, h_3, h_4 ——方格四个角点的挖填高度(以绝对值代入)(m)。

部分挖部分填格(图 1.9 和图 1.10)

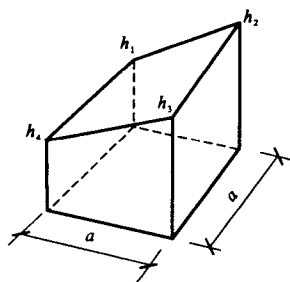


图 1.8 全挖全填格

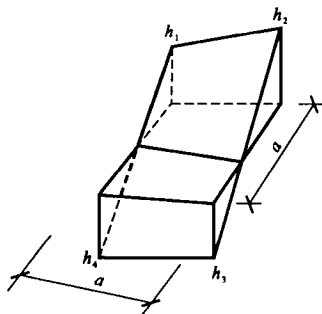


图 1.9 两挖两填格

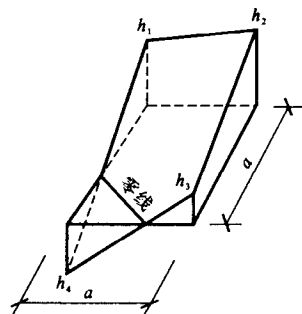


图 1.10 三挖一填格

$$V_{挖} = \frac{a^2 (\sum h_{挖})^2}{4 \sum h} \quad (1.14)$$

$$V_{填} = \frac{a^2 (\sum h_{填})^2}{4 \sum h} \quad (1.15)$$

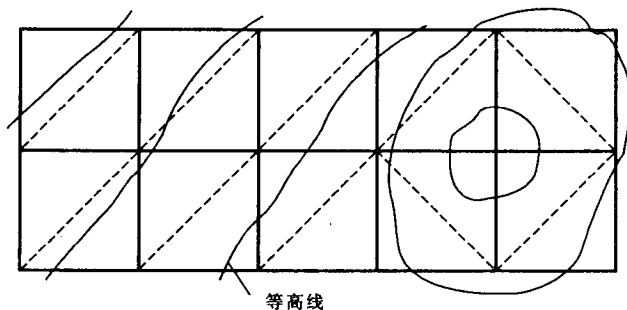


图 1.11 按地形将方格划分成三角形

2) 三角棱柱体法

全挖全填格, 见图 1.12(a)

$$V = \frac{a^2}{6} (h_1 + h_2 + h_3) \quad (1.16)$$

式中 a ——方格边长(m);

h_1, h_2, h_3 ——三角形各角点的施工高度(用绝对值代入)(m)。

有挖有填格, 见图 1.12(b)

其中锥体部分的体积为:

$$V_{锥} = \frac{a^2 h_3^3}{6(h_1 + h_2)(h_2 + h_3)} \quad (1.17)$$

楔体部分的体积为:

$$V_{楔} = \frac{a^2}{6} \left[\frac{h_3^3}{(h_1 + h_3)(h_2 + h_3)} - h_3 + h_1 + h_2 \right] \quad (1.18)$$

【例 1.2】 某建筑场地方格网及地面标高如图 1.13 所示, 方格边长 $a=20\text{m}$ 。泄水坡度 $i_x=2\%$, $i_y=3\%$, 不考虑土的可松性的影响, 确定方格各角点的设计标高。

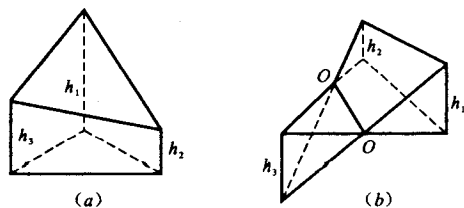


图 1.12 三角棱柱体法

(a) 全挖全填格; (b) 有挖有填格

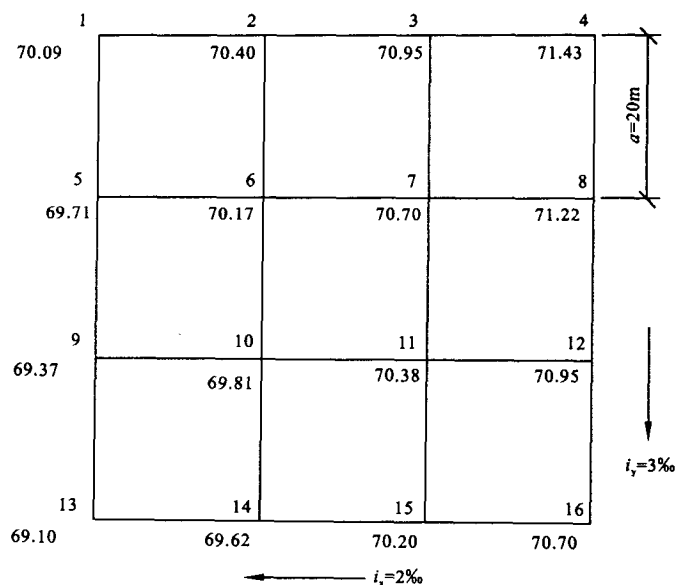


图 1.13 某建筑场地方格网和地面标高图

【解】 (1)初步计算设计标高(场地平均标高):

$$H_0 = (\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4) / 4N$$

$$= [70.09 + 71.43 + 69.10 + 70.70 + 2 \times (70.40 + 70.95 + 69.71 + \dots) + \dots] / (4 \times 9) = 70.29\text{m}$$

(2)按泄水坡度调整设计标高:

$$H_1 = 70.29 - 30 \times 2\text{‰} + 30 \times 3\text{‰} = 70.32\text{m}$$

$$H_2 = 70.29 - 10 \times 2\text{‰} + 30 \times 3\text{‰} = 70.36\text{m}$$

$$H_3 = 70.29 + 10 \times 2\text{‰} + 30 \times 3\text{‰} = 70.40\text{m}$$

其它见图 1.14。

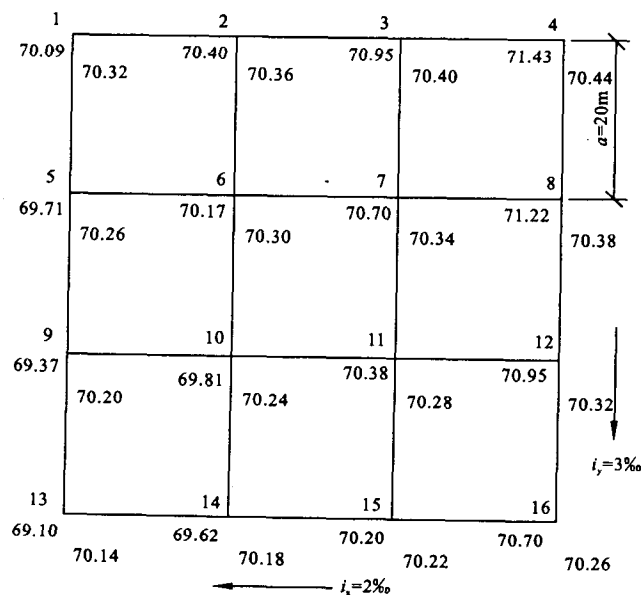


图 1.14 按泄水坡度调整初步设计标高

