



新世纪普通高等教育土木工程类课程规划教材

土木工程施工

TUMU GONGCHENG SHIGONG

主 编 郑少瑛 周东明 曹 杨
主 审 钱大行



大连理工大学出版社



新世纪普通高等教育土木工程类课程规划教材

土木工程施工

TUMU GONGCHENG SHIGONG

主 编 郑少瑛 周东明 曹 杨

副主编 曲成平 寇媛媛 王力强

柳建军 李晓芝

主 审 钱大行



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工 / 郑少瑛, 周东明, 曹杨主编. — 大连: 大连理工大学出版社, 2015. 10
新世纪普通高等教育土木工程类课程规划教材
ISBN 978-7-5611-9755-4

I. ①土… II. ①郑… ②周… ③曹… III. ①土木工程—工程施工—高等学校—教材 IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 030296 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

发行: 0411-84708842 邮购: 0411-84708943 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连力佳印务有限公司印刷

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 24 字数: 614 千字

印数: 1~2000

2015 年 10 月第 1 版

2015 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑: 白 璐

责任校对: 孙 静

封面设计: 张 莹

ISBN 978-7-5611-9755-4

定 价: 52.00 元

普通高等教育土木工程类课程规划教材编审委员会

主任委员：

李宏男 大连理工大学

副主任委员(按姓氏笔画排序)：

于德湖 青岛理工大学
牛狄涛 西安建筑科技大学
年廷凯 大连理工大学
范 峰 哈尔滨工业大学
赵顺波 华北水利水电大学
贾连光 沈阳建筑大学
韩林海 清华大学
熊海贝 同济大学
薛素铎 北京工业大学

委员(按姓氏笔画排序)：

马海彬 安徽理工大学
王立成 大连理工大学
王海超 山东科技大学
王崇倡 辽宁工程技术大学
王照雯 大连海洋大学
卢文胜 同济大学
司晓文 青岛恒星学院
吕 平 青岛理工大学
朱伟刚 长春工程学院
朱 辉 山东协和学院
任晓菘 同济大学
刘 明 沈阳建筑大学
刘明泉 唐山学院
刘金龙 合肥学院
许成顺 北京工业大学
苏振超 厦门大学

李伙穆	闽南理工学院
李素贞	同济大学
李哲	西安理工大学
李晓克	华北水利水电大学
李帼昌	沈阳建筑大学
何芝仙	安徽工程大学
张玉敏	济南大学
张金生	哈尔滨工业大学
张鑫	山东建筑大学
陈长冰	合肥学院
陈善群	安徽工程大学
苗吉军	青岛理工大学
周广春	哈尔滨工业大学
周东明	青岛理工大学
赵少飞	华北科技学院
赵亚丁	哈尔滨工业大学
赵俭斌	沈阳建筑大学
郝冬雪	东北电力大学
胡晓军	合肥学院
秦力	东北电力大学
贾开武	唐山学院
钱江	同济大学
郭莹	大连理工大学
唐克东	华北水利水电大学
黄丽华	大连理工大学
康洪震	唐山学院
彭小云	天津武警后勤学院
董仕君	河北建筑工程学院
蒋欢军	同济大学
蒋济同	中国海洋大学

前 言

《土木工程施工》是新世纪普通高等教育教材编审委员会组编的土木工程类课程规划教材之一。

“土木工程施工”是土木工程专业的一门专业主干课程,是由多个学科组成的复合型专业。

本教材从土木工程专业教学的需要出发,根据国家提出的“宽口径,厚基础”的高等教育办学思想编写而成,注重内容的全面完整,以满足土木工程专业教学的需要。本教材阐述了土木工程施工的基本理论及其工程应用,编者将最新的技术、规范、标准纳入教学内容,力求符合国家现行规范、标准的要求;采用新技术和现代科学成果,解决生产实践的问题,以学生能力培养、技能训练为目标,系统、全面地介绍建筑施工技术和组织管理的知识体系,对培养学生独立解决土木工程施工中有关问题的能力具有重要作用。

本教材主要包含施工技术和施工组织管理知识两部分内容。施工技术知识面宽、内容多、综合性强、知识体系复杂、实践性强、知识更新快。施工组织管理着重于基本概念、基本原理和基本方法的学习与应用,是学生毕业后从事施工技术和组织管理工作的必备技能之一,在整个人才培养计划中具有举足轻重的地位。

本教材内容主要包括土方工程、桩基础工程、钢筋混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、砌筑与脚手架工程、防水工程、装饰工程等施工技术方面的内容,土木工程施工准备工作、土木工程流水施工的基本方法、网络计划技术的原理以及建筑工程单位工程施工组织设计、建筑工程施工组织总设计的编制等组织管理方面的内容。

本教材设置了知识目标、技能目标、基础训练、技能训练等栏目,内容通俗易懂,文字规范简练,图文并茂,形象生动,图表清晰,有助于学生尽快掌握和领悟教材中的理论知识。

本教材由青岛理工大学郑少瑛、周东明,青建集团股份有限公司曹杨任主编;由青岛理工大学曲成平、青岛海德路桥工程股份有



限公司寇媛媛、沈阳高等专科学校王力强、沈阳建筑大学柳建军、唐山学院李晓芝任副主编；青岛方圆建设监理有限公司曲亮，青岛理工大学周妙妍，青岛理工大学琴岛学院侯蕾，青岛理工大学费县校区王兴蕊，安徽新华学院杨坦，青岛理工大学王斌、张磊、张恒参与了教材编写。具体编写分工如下：第1章由郑少瑛、曲亮、王斌编写，第2章由郑少瑛、寇媛媛编写，第3章由郑少瑛、侯蕾、张磊编写，第4章由周东明、周妙妍编写，第5章由郑少瑛、曲亮、张恒编写，第6章由周东明、李晓芝、侯蕾编写，第7章由曹杨、柳建军编写，第8章由周东明、周妙妍编写，第9章由曲成平、王兴蕊编写，第10章由郑少瑛、周妙妍、王斌编写，第11章由郑少瑛、王力强编写，第12章由郑少瑛、杨坦、张磊编写，第13章由曲成平、王力强、张恒编写，第14章由郑少瑛、周妙妍编写。郑少瑛、周东明负责统稿。洛阳理工学院钱大行审阅书稿，并提出了宝贵意见。

尽管我们在教材的特色建设方面做出了许多努力，教材中仍有疏漏之处，恳请各相关教学单位和读者在使用过程中给予关注并提出改进意见，以便我们进一步修订和完善。

编者

2015年10月

所有意见和建议请发往：dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站：<http://www.dutpbook.com>

联系电话：0411-84708445 84708462



第 1 章	土方工程	1
1.1	土的工程分类及性质	1
1.2	场地平整土方量计算与调配	4
1.3	土方边坡与支护	10
1.4	降水	18
1.5	土方机械化施工	24
1.6	土方填筑与压实	33
第 2 章	桩基础工程	41
2.1	桩基础工程概述	41
2.2	混凝土灌注桩	51
2.3	桩基础验收	61
第 3 章	钢筋混凝土结构工程	65
3.1	模板工程	66
3.2	钢筋工程	80
3.3	混凝土工程	103
第 4 章	预应力混凝土工程	132
4.1	先张法预应力混凝土	132
4.2	后张法预应力混凝土	138
4.3	无黏结预应力混凝土	142
4.4	质量标准	144
第 5 章	结构安装工程	148
5.1	起重机械	148
5.2	索具设备	155
5.3	单层厂房的构件安装	156
5.4	结构吊装方案	165
5.5	钢结构安装	173
第 6 章	砌筑与脚手架工程	179
6.1	砌筑材料	179
6.2	砌筑施工	181
6.3	砌块建筑的墙体构造	184
6.4	脚手架施工	189
6.5	砌体工程冬季施工	194
第 7 章	防水工程	197
7.1	地下结构防水工程	197
7.2	屋面防水工程	203
第 8 章	装饰工程	216
8.1	抹灰工程	216
8.2	饰面工程	223
8.3	涂料和裱糊工程	225



第9章 施工组织总论	229
9.1 施工组织概述	229
9.2 与施工组织有关的基本概念	229
9.3 施工组织设计的作用与分类	235
9.4 土木工程产品及其生产的特点	237
9.5 施工组织的基本原则	238
第10章 土木工程施工准备工作	240
10.1 土木工程施工准备工作的意义和内容	240
10.2 施工资料的收集	241
10.3 技术资料的准备	244
10.4 施工现场的准备	247
10.5 物资的准备	250
10.6 施工队伍的准备	251
10.7 冬、雨季施工的准备	252
第11章 土木工程流水施工	256
11.1 基本概念	256
11.2 主要流水作业参数的确定	260
11.3 组织流水作业的基本方法	265
11.4 多层流水作业	271
第12章 网络计划技术	277
12.1 网络计划技术的性质和特点	278
12.2 网络图的类型	278
12.3 双代号网络图及单代号网络图的绘制	281
12.4 网络计划时间参数的计算	287
12.5 双代号时标网络计划	297
12.6 网络计划的优化	301
第13章 建筑工程单位工程施工组织设计	323
13.1 编制单位工程施工组织设计	323
13.2 工程概况和施工特点分析	325
13.3 施工方案设计	326
13.4 单位工程施工进度计划	338
13.5 资源需要量计划	344
13.6 单位工程施工平面图	345
第14章 建筑工程施工组织总设计	355
14.1 施工组织总设计的作用、编制依据和程序	355
14.2 工程概况	356
14.3 施工部署和施工方案	357
14.4 施工总进度计划	358
14.5 资源需要量计划	360
14.6 临时设施工程	361
14.7 施工总平面图	372
参考文献	376

第1章 土方工程

知识目标

1. 掌握土方工程施工特点及土的工程性质；
2. 熟悉土方量计算方法及计算过程；
3. 熟悉基坑支护的基本方法和基本原理；
4. 熟悉土方工程的排水、降水方法；
5. 熟悉土方施工机械的性能；
6. 熟悉地基回填土的填方土料；
7. 熟悉土方填筑与压实方法。

技能目标

1. 能够在施工现场熟练确定填土的最优含水量；
2. 能够运用土方量计算方法解决实际工程土方挖方与填方量；
3. 能正确选用土方施工机械,并能正确计算挖掘机械的数量以及配备的自卸汽车数量；
4. 能根据土方工程施工条件正确选用排水、降水方法；
5. 能正确选择地基回填土的填方土料；
6. 能够进行一般的地基处理。

1.1 土的工程分类及性质

土方工程施工是土木工程施工的主要工种工程。常见的土方工程有:场地平整、基坑(槽)及管沟开挖与回填、路基开挖与填筑、地坪填土与碾压等。土方工程的施工有:土的开挖(爆破)、运输、填筑、平整、压实等主要施工过程,以及排水、降水和土壁支护等辅助施工过程。

一、土方工程施工特点

(1)土方量大面广、劳动繁重。在场地平整及大型基坑(槽)、道路、管线等土方开挖工程中,土方施工面积达数千平方米甚至数十万平方米,土方量可达几万甚至几百万立方米。

(2)施工条件复杂。土方工程多为露天作业,直接受地区、气候、水文、地质、地下障碍物等

因素的影响,难以确定的因素较多。

因此在组织土方施工时,应详细分析各项技术资料,根据现场情况、施工条件及质量要求,拟定合理可行的施工方案,尽可能采用机械化施工,以降低劳动强度,提高劳动生产率。而且要合理安排施工计划,尽可能避免雨季施工,及时做好施工排水和降水、土壁支护等工作。

二、土的工程分类

土的种类繁多,其分类方法也很多。土根据其颗粒级配或塑性指数不同可分为岩石、碎石土、砂土、粉土、黏土、人工填土。岩石根据其坚固性不同可分为硬质岩石、软质岩石,根据风化程度不同可分为微风化岩石、中等风化岩石、强风化岩石。黏土根据其状态不同可分为坚硬黏土、硬塑黏土、可塑黏土、软塑黏土、流塑黏土。人工填土可分为素填土、杂填土、冲填土。在建筑工程中,最终按照开挖的难易程度将土分为八类(表 1-1):松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石。

表 1-1 土的工程分类

土的分类	土的名称	可松性系数		开挖工具及方法
		K_s	K'_s	
一类土 (松软土)	砂;粉土;冲积砂土层;种植土;泥炭(淤泥)	1.08~1.17	1.01~1.03	用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	粉质黏土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;种植土;填筑土及粉土	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)	软质及中等密实黏土;重粉质黏土;粗砾石;干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质黏土;压实的填筑土	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)	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	先用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分用楔子、大锤
五类土 (软石)	硬石炭纪黏土;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、撬棍或大锤挖掘,部分用爆破方法开挖
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;风化的花岗岩、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;有风化痕迹的安山岩、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

三、土的工程性质

土的工程性质即土的物理性质,在一定程度上决定了土的力学性质,其指标在工程计算中常被直接应用。土的物理性质是指土的固、液、气三相的质量与体积之间的相互比例关系及固、液两相相互作用表现出来的性质;前者称为土的基本物理性质,主要研究土的密实程度和

干湿状况;后者主要研究黏土的可塑性、胀缩性及透水性。土的工程性质对土方工程的施工方法及工程量大小有直接影响。土的基本工程性质有以下五个方面。

(一) 土的天然密度

土在天然状态下单位体积的质量,称为土的天然密度,用 ρ 表示,计算公式为

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 m ——土的总质量(kg);

V ——土的天然体积(m^3)。

土的天然密度随着土的颗粒组成、孔隙多少和水分含量而变化。天然密度大的土较坚硬,挖掘困难。土的天然密度的常见值为 $1.6 \sim 2.2 \text{ g/cm}^3$,它是一个实测指标,测定方法通常为环刀法。

(二) 土的干密度

单位体积土中的固体颗粒的质量称为土的干密度,用 ρ_d 表示,计算公式为

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-2)$$

式中 m_s ——土中固体颗粒的质量(kg);

V ——土的天然体积(m^3)

干密度与土中含水多少无关,只取决于土的矿物成分和孔隙性。土的干密度一般为 $1400 \sim 1700 \text{ kg/m}^3$ 。

(三) 土的可松性

天然土经开挖后,组织被破坏,体积因松散而增大,以后虽经回填压实仍不能恢复原来的体积的性质称为土的可松性。土的可松性一般用可松性系数表示(表 1-1),即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-3)$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-4)$$

式中 K_s ——最初可松性系数;

K'_s ——最终可松性系数;

V_1 ——土在天然状态下的体积(m^3);

V_2 ——土经开挖后在松散状态下的体积(m^3);

V_3 ——土经回填压实后的体积(m^3)。

K_s 在土方施工中是计算运输工具数量和挖土机械生产率的主要参数; K'_s 是计算填方土所需挖方土工程量的主要参数。

(四) 土的含水量

土中水的质量与固体颗粒的质量之比的百分率称为土的含水量,即

$$w = \frac{m_w}{m_s} \quad (1-5)$$

式中 m_w ——土中水的质量(kg);
 m_s ——土中固体颗粒的质量(kg)。

(五)土的压缩性

土的压缩性是指土受压时体积压缩变小的性质。土的压缩性一般用压缩率表示,见表 1-2。

表 1-2 土的压缩率

土的类别	土的名称	土的压缩率/%	每立方米松散土压实后的体积/m ³	土的类别	土的名称	土的压缩率/%	每立方米松散土压实后的体积/m ³
一~二类土	种植土	20	0.80	三类土	天然湿度黄土	12~17	0.85
	一般土	10	0.90		一般土	5	0.95
	砂土	5	0.92		干燥坚实黄土	5~7	0.94

1.2 场地平整土方量计算与调配

场地平整前,要确定场地设计标高,计算挖填土方量以便据此进行土方挖填平衡计算,确定平衡调配方案,并根据工程规模、施工期限、现场机械设备条件等选用土方机械,拟定施工方案。

一、场地设计标高的确定

对较大面积的场地平整,正确地选择场地设计标高(平整高度),对节约工程投资、加快建设速度均具有重要意义。在符合生产工艺和运输的条件下,尽量利用地形以减少挖方量,场地内的挖方与填方量应尽可能达到互相平衡,以降低土方运输费用。因此,需考虑以下因素:

- (1)满足生产工艺与运输要求;
- (2)尽量利用地形,减少挖、填方土方量;
- (3)挖、填方平衡,土方运输费用最少;
- (4)有一定的泄水坡度。

(一)初步确定场地设计标高 H_0

场地设计标高计算常用的方法为挖填土方量平衡法,因其概念直观,计算简便,精度能满足工程要求,在工程中应用最为广泛。

计算场地设计标高时,将场地划分成边长为 a 的方格网(图 1-1),将方格网每个方格角点的原标高标在图上,一般可根据地形图上相邻两等高线的标高用插入法求得。当无地形图时,也可在现场钉木桩做方格网,然后用仪器直接测出。

根据场地内的土方在平整前和平整后相等而达到挖方和填方平衡,场地设计标高可按下式计算:

$$H_0 N a^2 = \sum_1^N (a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4}) \quad (1-6)$$

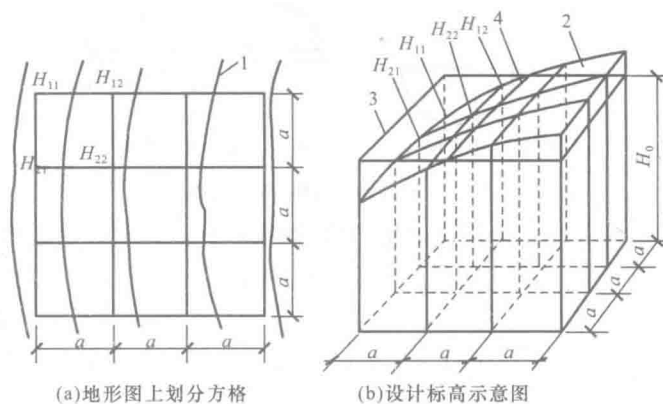


图 1-1 场地设计标高计算简图

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

$$H_0 = \frac{\sum_1^N (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1-7)$$

式中 H_0 ——场地设计标高(m);

a ——方格边长(m);

N ——方格个数;

$H_{11}, H_{12}, H_{21}, H_{22}$ ——任一方格四个角点的标高(m)。

由图 1-1 可以看出, H_{11} 是一个方格的角点标高; 由于相邻方格具有公共角点, 在一个方格网中, H_{12}, H_{21} 是相邻两个方格的公共角点标高, 在计算场地设计标高时, 其角点标高要加两次; H_{22} 是相邻四个方格的公共角点标高, 在计算场地设计标高时其角点标高要加四次; 在不规则场地中, 角点标高也有加三次的情况。因此, 式(1-7)可改写成下列形式:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4N} \quad (1-8)$$

式中 H_1 ——一个方格仅有的角点标高(m);

H_2 ——两个方格共有的角点标高(m);

H_3 ——三个方格共有的角点标高(m);

H_4 ——四个方格共有的角点标高(m)。

(二) 计算场地设计标高的调整值

式(1-8)计算的 H_0 值为理论数值, 实际尚需考虑的因素有: 土的可松性; 设计标高以下各种填方工程用土量或设计标高以上的各种挖方工程量; 边坡填挖土方量不等; 部分挖方就近弃土于场外或部分填方就近从场外取土; 泄水坡度等。考虑这些因素所引起的挖填土方量的变化后, 适当提高或降低场地设计标高。

1. 考虑土的可松性对场地设计标高的影响

由于土具有可松性, 会造成填土的多余, 需相应地提高设计标高, 如图 1-2 所示。



图 1-2 设计标高调整计算示意图

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

$$V'_w = V_w - A_w \cdot \Delta h \quad (1-9)$$

总填方体积为

$$V'_T = V'_w \cdot K'_s = (V_w - A_w \cdot \Delta h) \cdot K'_s \quad (1-10)$$

此时填方区的标高应与挖方区的标高一样,提高 Δh ,即

$$\Delta h = \frac{V'_T - V_T}{A_T} = \frac{(V_w - A_w \Delta h) K'_s - V_T}{A_T} \quad (1-11)$$

因 $V_T = V_w$,则

$$\Delta h = \frac{V_w (K'_s - 1)}{A_T + A_w \cdot K'_s} \quad (1-12)$$

场地设计标高可调整为

$$H'_0 = H_0 + \Delta h \quad (1-13)$$

式中 V_T, V_w ——按初定场地设计标高 H_0 计算得出的总挖方、总填方体积(m^3);

A_T, A_w ——按初定场地设计标高 H_0 计算得出的挖方区、填方区总面积(m^2)。

2. 借土或弃土的影响

由于设计标高以上的各种填方工程(如修筑路堤)影响设计标高的降低,设计标高以下的各种挖方工程(如开挖基坑、基槽)影响设计标高的提高,所以根据经济比较的结果会将部分挖方就近弃于场外或者将部分填方就近取于场外,最终会引起填挖土方量的变化,则需对设计标高进行调整。为简化计算,场地设计标高的调整可按式(1-14)确定:

$$H'_0 = H_0 \pm \frac{Q}{N \cdot a^2} \quad (1-14)$$

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 ——场地方格个数;

a ——方格边长。

3. 考虑泄水坡度对场地设计标高的影响

式(1-14)计算的 H_0 未考虑场地的排水要求,整个场地表面均处于同一个水平面上。但实际场地表面有一定泄水坡度如图 1-3 所示,且泄水坡度要符合设计要求。若设计无要求时,如场地面积较大,应有 2‰ 以上的排水坡度,且考虑排水坡度对设计标高的影响,故场地内任一点实际施工时所采用的设计标高都可由下式计算:

$$\text{单向排水时} \quad H_n = H_0 \pm L \cdot i \quad (1-15)$$

$$\text{双向排水时} \quad H_n = H_0 \pm L_x \cdot i_x \pm L_y \cdot i_y \quad (1-16)$$

式中 L_x, L_y ——计算点沿 x, y 方向距中心点的距离(m);

i_x, i_y ——场地沿 x, y 方向的泄水坡度;

±——计算点比中心点高时取“+”,计算点比中心点低时取“-”。

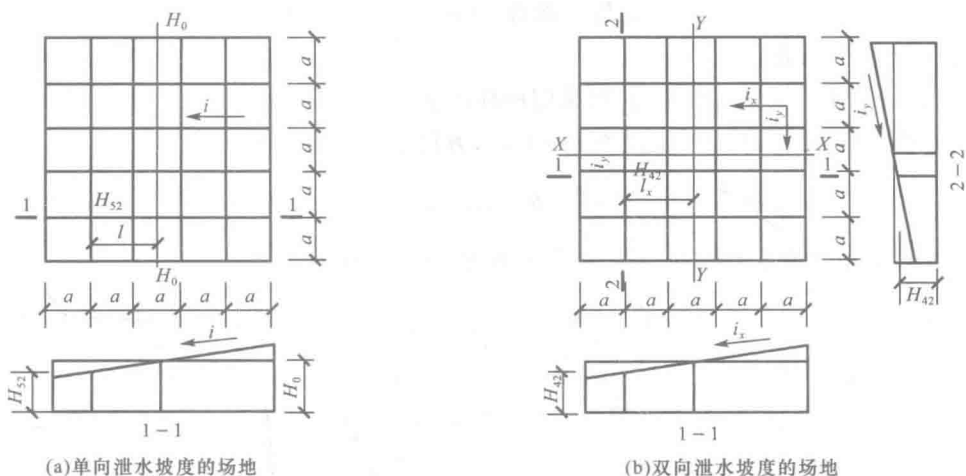


图 1-3 有泄水坡度的场地

二、场地平整土方量计算

在编制场地平整土方工程施工组织设计或施工方案,进行土方的平衡调配以及检查验收土方工程时,常需要进行土方量的计算。计算方法有方格网法和断面法两种。

(一) 方格网法

大面积平整的土方量计算通常采用方格网法,其计算步骤如下:

1. 划分方格网

根据已有地形图将欲计算场地划分成若干个方格网,尽量与测量的纵、横坐标网对应。一般方格边长为 10~40 cm,并将相应的设计地面标高和自然地面标高分别标在方格角点的左下角和右下角。将自然地面标高与设计地面标高的差值,即各角点的施工高度(挖或填)填在方格网的右上角;其中挖方为负值,填方为正值。

2. 计算各方格角点的施工高度

$$h_n = H_n - H'_n \quad (1-17)$$

式中 h_n ——各方格角点的施工高度(m);

H_n ——角点的设计地面标高(m);

H'_n ——角点的自然地面标高(m)。正值为填方,负值为挖方。

3. 确定零线

零点是指方格网中不挖不填的点,零线是填方区和挖方区的分界线。零线的确定方法为:在一个方格网内同时有填方或挖方时,应先算出方格网边上的零点的位置,并标注在方格网上,连接零点即得填方区与挖方区的分界线(即零线)。零点的计算图解如图 1-4 所示,零点的位置按式(1-8)计算:

$$X = \frac{h_1}{h_1 + h_2} a \quad (1-18)$$

式中 X_1 、 X_2 ——角点至零点的距离(m);

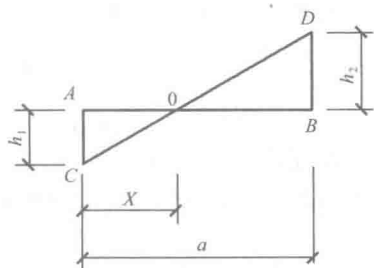


图 1-4 零点的计算图解

h_1, h_2 ——相邻两角点施工高度的绝对值(m)。

4. 计算方格土方量

利用方格网计算土方工程量时,可采用棱柱体法。

(1)方格四角点均为挖方或填方时(图 1-5),方格土方工程量为

$$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1-19)$$

(2)方格相邻两角点为挖方,另两角点为填方时(图 1-6)有

挖方量:
$$V_{1,2} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_1^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1-20)$$

填方量:
$$V_{3,4} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_3^2}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^2}{h_1 + h_4} \right) \quad (1-21)$$

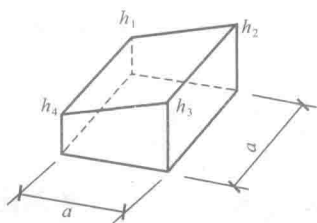


图 1-5 全挖或全填的方格

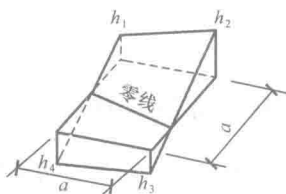


图 1-6 两挖和两填的方格

(3)方格三个角点为挖(填)方,另一角点为填(挖)方时(图 1-7)有

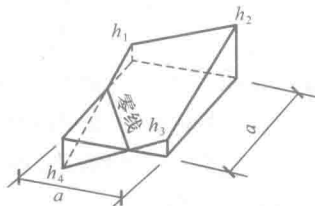


图 1-7 三挖(填)一填(挖)的方格

挖(填)方量:
$$V_4 = \frac{a^2}{6} \frac{h_4^3}{(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)} \quad (1-22)$$

挖(填)方量:
$$V_{1,2,3} = \frac{a^2}{6} (2h_1 + h_2 + 2h_3 - h_4) + V_4 \quad (1-23)$$

5. 计算土方工程量总量

将挖方区(或填方区)所有方格计算的土方工程量总量汇总,即得该场地挖方和填方的总土方工程量。

(二)断面法

断面法适用于地形起伏变化较大地区或者地形狭长且挖填深度较大且不规则的地区,计算方法较为简单方便,但精度较低。

三、土方调配

土方量计算完成后即可着手土方的调配。土方调配就是对挖土的利用、堆弃和填土取得三者之间的关系进行综合协调处理。好的土方调配方案应该是使土方运输费用达到最小,而