



高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材

总主编 何若全

土木工程施工技术与组织

TUMU GONGCHENG
SHIGONG
JISHU YU ZUZH

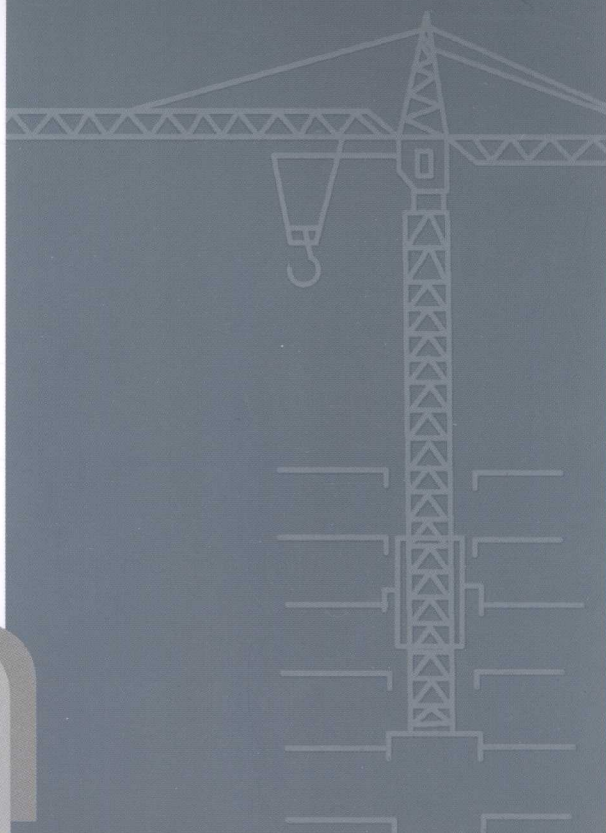
主 编 姚 刚 华建民

主 审 林文虎



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>



014030793

TU74
48



高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材

总主编 何若全

土木工程施工技术与组织

TUMU GONGCHENG
SHIGONG
JISHU YU ZUZH

主 编 姚 刚 华建民

参 编 刘光云 康 明

张爱莉 朱正刚

刘新荣 林 琳

何理勇 许 旻

胡英奎

主 审 林文虎



重庆大学出版社

TU74/48



北航

C1719566

内 容 提 要

本教材依据《高等学校土木工程本科指导性专业规范》的要求编写而成。教材涵盖了建筑工程、道路工程、桥梁工程、隧道工程等专业施工内容,主要包括土方工程、基础工程、砌体工程、混凝土结构工程、结构安装工程、建筑结构设计、桥梁结构工程施工、路面施工、隧道施工、装饰工程、防水工程、施工组织概论、流水施工、网络计划技术、单位工程施工组织设计、施工组织总设计等内容。

本教材力求符合国家现行规范标准,突出行业特色,反映现代土木工程施工的新技术、新工艺,适应高等学校土木工程专业教学的需要,主要作为普通高等学校土木工程专业本科的教学用书,亦可供其他相关专业师生及工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工技术与组织/姚刚,华建民主编. —重庆:

重庆大学出版社,2013.8(2013.12重印)

高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材

ISBN 978-7-5624-7433-3

I. ①土… II. ①姚… ②华… 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(2013)第 147470 号

高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材

土木工程施工技术与组织

主 编 姚 刚 华建民

主 审 林文虎

责任编辑:林青山 桂晓澜

版式设计:莫 西

责任校对:陈 力

责任印制:赵 晟

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆五环印务有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:24.75 字数:618千

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 12 月第 2 次印刷

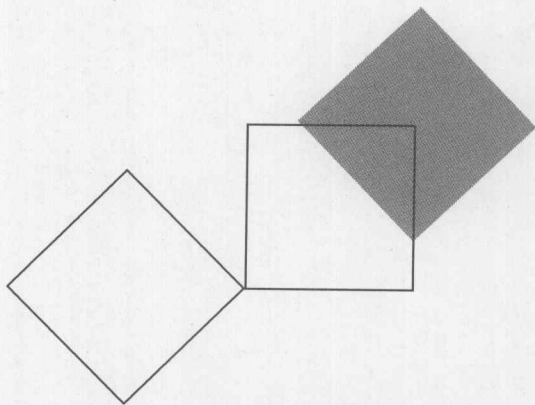
印数:3 001—7 000

ISBN 978-7-5624-7433-3 定价:42.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究



编委会名单

总 主 编：何若全

副总主编：杜彦良 邹超英 桂国庆 张永兴

编 委（按姓氏笔画为序）：

卜建清	王广俊	王连俊	王社良
王建廷	王雪松	王慧东	仇文革
文国治	龙天渝	代国忠	华建民
向中富	刘 凡	刘 建	刘东燕
刘尧军	刘俊卿	刘新荣	刘曙光
许金良	孙 俊	苏小卒	李宇峙
李建林	汪仁和	宋宗宇	张 川
张忠苗	范存新	易思蓉	罗 强
周志祥	郑廷银	孟丽军	柳炳康
段树金	施惠生	姜玉松	姚 刚
袁建新	高 亮	黄林青	崔艳梅
梁 波	梁兴文	董 军	覃 辉
樊 江	魏庆朝		

总 序

进入 21 世纪的第二个十年,土木工程专业教育的背景发生了很大的变化。“国家中长期教育改革和发展规划纲要”正式启动,中国工程院和国家教育部倡导的“卓越工程师教育培养计划”开始实施,这些都为高等工程教育的改革指明了方向。截至 2010 年底,我国已有 300 多所大学开设土木工程专业,在校生达 30 多万人,这无疑是世界上该专业在校大学生最多的国家。如何培养面向产业、面向世界、面向未来的合格工程师,是土木工程界一直在思考的问题。

由住房和城乡建设部土建学科教学指导委员会下达的重点课题“高等学校土木工程本科指导性专业规范”的研制,是落实国家工程教育改革战略的一次尝试。“专业规范”为土木工程本科教育提供了一个重要的指导性文件。

由“高等学校土木工程本科指导性专业规范”研制项目负责人何若全教授担任总主编,重庆大学出版社出版的《高等学校土木工程本科指导性专业规范配套系列教材》力求体现“专业规范”的原则和主要精神,按照土木工程专业本科期间有关知识、能力、素质的要求设计了各教材的内容,同时对大学生增强工程意识、提高实践能力和培养创新精神做了许多有意义的尝试。这套教材的主要特色体现在以下方面:

(1) 系列教材的内容覆盖了“专业规范”要求的所有核心知识点,并且教材之间尽量避免了知识的重复;

(2) 系列教材更加贴近工程实际,满足培养应用型人才对知识和动手能力的要求,符合工程教育改革的方向;

(3) 教材主编们大多具有较为丰富的工程实践能力,他们力图通过教材这个重要手段实现“基于问题、基于项目、基于案例”的研究型学习方式。

据悉,本系列教材编委会的部分成员参加了“专业规范”的研究工作,而大部分成员曾为“专业规范”的研制提供了丰富的背景资料。我相信,这套教材的出版将为“专业规范”的推广实施,为土木工程教育事业的健康发展起到积极的作用!

中国工程院院士 哈尔滨工业大学教授

沈世钊

前 言

本教材以全国高等学校土木工程专业指导委员会制定并通过的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》为依据,由重庆大学土木工程学院主持编写。本教材继承了重庆大学编写的《建筑施工》(“九五”国家级重点教材)、《土木工程施工》(“十五”“十一五”国家级规划教材)的风格,并在教材体系上做了较大的改变,以满足大土木工程培养宽口径专业人才的要求。教材涵盖了建筑工程、道路工程、桥梁工程、隧道工程等专业施工内容,力求符合国家现行规范标准,突出行业特色,反映现代土木工程施工的新技术、新工艺,适应高等学校土木工程专业教学的需要。

本教材的编写得到了全国高等学校土木工程专业指导委员会、重庆大学土木工程学院、重庆大学出版社的大力支持,在此,向关心支持本教材编写工作的单位和个人表示衷心的感谢!

由于水平有限,教材难免有不足之处,诚挚希望读者提出宝贵意见,以便再版时修订完善。

本教材由姚刚教授、华建民副教授主编,由林文虎教授主审。

教材编写分工为:刘光云——1、6、11章(其中6章与华建民、何理勇合编),康明——2、12、13、14、15章(其中15章与林琳合编,14章与何理勇合编,13章与胡英奎合编),张爱莉——3、5章、华建民——4、6章(其中4章与许旻合编,6章与刘光云、何理勇合编),朱正刚——7、8章,刘新荣——9章,林琳——15、16章(其中16章与康明合编),何理勇——6、10、14章(其中6章与华建民合编,14章与康明合编)。

由于时间紧迫,编者水平有限,疏漏或错误之处在所难免,恳请读者指正。

编 者

2013年6月

目 录

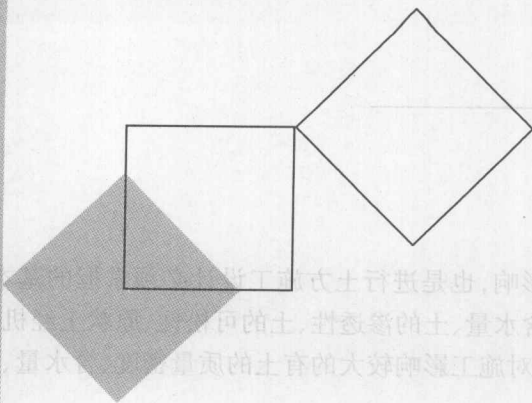
108	土方工程	1
108	1.1 概述	1
110	1.2 土方工程量的计算与调配	3
110	1.3 土方工程的辅助工程	14
110	1.4 土方工程的机械化施工	26
110	1.5 土方的填筑与压实	31
114	1.6 爆破施工	33
124	思考题	38
124	习题	39
128	2 基础工程	41
128	2.1 浅基础施工	41
128	2.2 桩基础施工	48
128	2.3 沉井施工	57
128	思考题	61
130	3 砌体工程	62
130	3.1 砖砌体施工	62
130	3.2 砌块砌体施工	67
130	3.3 砌体的冬期施工	69
130	3.4 脚手架工程	70
130	思考题	80
132	4 混凝土结构工程	81
132	4.1 钢筋工程	82
132	4.2 模板工程	85
132	4.3 混凝土工程	90
132	4.4 预应力混凝土工程	98

思考题.....	108
习题.....	108
5 结构安装工程	110
5.1 起重机械与设备	110
5.2 混凝土结构安装工程	116
思考题.....	124
6 建筑结构施工	126
6.1 砖混结构施工	126
6.2 单层工业厂房结构安装	130
6.3 多层装配式结构安装	137
6.4 钢结构安装	139
思考题.....	158
7 桥梁结构工程施工	160
7.1 桥梁墩台施工	160
7.2 桥梁上部结构施工	164
思考题.....	179
8 路面施工	181
8.1 沥青混凝土路面施工	181
8.2 水泥混凝土路面施工	189
思考题.....	197
9 隧道施工	198
9.1 概述	198
9.2 隧道施工方法	201
9.3 隧道掘进	207
9.4 隧道支护和衬砌	217
9.5 塌方事故的处理	228
思考题.....	231
10 装饰工程	232
10.1 建筑地面工程.....	232
10.2 抹灰工程.....	239
10.3 门窗工程.....	246
10.4 饰面板(砖)工程	249
10.5 建筑幕墙工程.....	254

10.6	涂饰工程	256
10.7	裱糊工程	262
	思考题	264
11	防水工程	265
11.1	屋面防水工程	265
11.2	地下防水工程	271
	思考题	276
12	施工组织概论	277
12.1	施工组织的基本原则	277
12.2	建筑产品及其生产的特点	278
12.3	施工准备工作	280
12.4	施工组织设计	283
	思考题	288
13	流水施工	289
13.1	流水施工原理	289
13.2	流水施工的基本参数	294
13.3	流水施工的组织方法	297
	思考题	306
	习题	306
14	网络计划技术	308
14.1	网络计划技术的基本概念	308
14.2	双代号网络计划	309
14.3	单代号网络计划	329
14.4	网络计划的优化	340
	思考题	347
	练习题	348
15	单位工程施工组织设计	350
15.1	概述	350
15.2	施工部署与施工方案	352
15.3	单位工程施工进度计划和资源配置计划	355
15.4	单位工程施工平面布置	361
15.5	施工管理计划与主要技术经济指标	367
	思考题	369

16 施工组织总设计	370
16.1 概述	370
16.2 工程概况	372
16.3 施工部署和主要项目施工方案	373
16.4 施工总进度计划	374
16.5 资源配置计划	375
16.6 全场性暂设工程	376
16.7 施工总平面布置	378
思考题	381

参考文献	383
------------	-----



土方工程

本章导读:

- **基本要求** 了解土方工程的施工特点;掌握场地平整施工中的竖向规划设计、土方量计算、土方调配和施工;掌握基坑开挖施工中的降低地下水位原理及方法;掌握边坡稳定原理,了解常用支护结构类型;熟悉常用土方机械的性能和使用范围;掌握填土压实和路基填筑的要求和方法;了解爆破施工原理及方法。
- **重点** 场地平整施工中的竖向规划设计、土方量计算、土方调配;井点降水原理及方法,边坡稳定原理及常用支护结构类型;土方机械的性能和使用范围;填土压实和路基填筑的要求和方法。
- **难点** 场地平整施工中的竖向规划设计、土方量计算、土方调配;井点降水原理及方法。

1.1 概述

在土木工程中,常见的土方工程有:场地平整,基坑、基槽与管沟的开挖与回填;人防工程、地下建筑物或构筑物的土方开挖与回填;地坪填土与碾压;路基填筑等。此外,还包括排水、降水、土壁支撑等准备工作和辅助工程。

1.1.1 土的工程分类

土的分类繁多,其分类法也很多,如按土的沉积年代、颗粒级配、密实度、液性指数等分类。在土木工程施工中,按土的开挖难易程度将土分为8类:松软土、普通土、坚土、砾砂坚土、软石、次坚石、坚石和特坚石。

1.1.2 土的工程性质

土的工程性质对土方工程施工有直接影响,也是进行土方施工设计必须掌握的基本资料。土的主要工程性质有:土的质量密度、土的含水量、土的渗透性、土的可松性、原状土经机械压实后的沉降量、土的抗剪强度、土压力等,其中对施工影响较大的有土的质量密度、含水量、渗透性和可松性等。

1) 土的质量密度

土的质量密度分为土的天然密度和干密度。土的天然密度,是指土在天然状态下,单位体积土的质量。它与土的密实程度和含水量有关。土的天然密度按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1)$$

式中 ρ ——土的天然密度, kg/m^3 ;

m ——土的总质量, kg ;

V ——土的体积, m^3 。

干密度是土的固体颗粒质量与总体积的比值,用下式表示:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1.2)$$

式中 ρ_d ——土的干密度, kg/m^3 ;

m_s ——固体颗粒质量, kg ;

V ——土的体积, m^3 。

在一定程度上,土的干密度反映了土的颗粒排列紧密程度。土的干密度愈大,表示土愈实。土的密实程度主要通过检验填方土的干密度和含水量来控制。

2) 土的含水量

土的含水量是指土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率,它反映了土的干湿程度。

$$w = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1.3)$$

式中 $m_{\text{湿}}$ ——含水状态土的质量, kg ;

$m_{\text{干}}$ ——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 。

土的含水量随气候条件、雨雪和地下水的影响而变化,对土方边坡的稳定性及填方密实程度有直接的影响。

3) 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性质,一般用渗透系数 K 表示。渗透系数表示单位时间内水穿透土层的能力,以 m/d 表示;它与土的颗粒级配、密实程度等有关,是人工降低地下水位及选择各类井点的主要参数。

4) 土的可松性

土具有可松性,即自然状态下的土,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。土的可松性程度用可松性系数表示,即:

$$K_s = \frac{V_2}{V_1}; \quad K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1.4)$$

式中 K_s ——最初可松性系数;

K'_s ——最后可松性系数;

V_1 ——土在天然状态下的体积, m^3 ;

V_2 ——土经开挖后的松散体积, m^3 ;

V_3 ——土经回填压实后的体积, m^3 。

在土方工程中,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的主要参数;土的最后可松性系数 K'_s 是计算填方所需挖土工程量的主要参数。

1.2 土方工程量的计算与调配

在土方工程施工之前,通常要计算土方的工程量。但土方工程的外形往往复杂,不规则,要得到精确的计算结果很困难。一般情况下,都将其假设或划分成为一定的几何形状,并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(槽)和路堤的土方量计算

基坑的土方量可按立体几何中的拟柱体(由两个平行的平面作底的一种多面体)体积公式计算(图 1.1),即

$$V = \frac{H}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1.5)$$

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 。

基槽和路堤的土方量可沿长度方向分段后,再用同样的方法计算(图 1.2),即

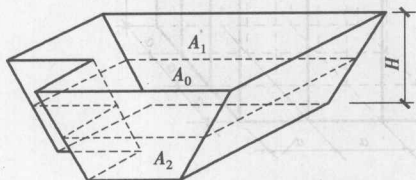


图 1.1 基坑土方量计算

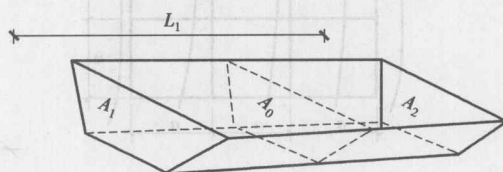


图 1.2 基槽土方量计算

$$V_1 = \frac{L_1}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1.6)$$

式中 V_1 ——第一段的土方量, m^3 ;

L_1 ——第一段的长度, m。

将各段土方量相加即得总土方量:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_n \quad (1.7)$$

1.2.2 场地平整土方量的计算

大型工程项目通常都要确定场地设计平面,进行场地平整。场地平整就是将自然地面改造成人们所要求的设计平面。由设计平面的标高和天然地面的标高之差,可以得到场地各点的施工高度,由此可计算场地平整的土方量。

场地平整土方量计算有方格网法和横截面法两种。横截面法是将要计算的场地划分成若干横截面后,用横截面计算公式逐段计算,最后将逐段计算结果汇总。横截面法计算精度较低,可用于地形起伏变化较大地区。对于地形较平坦地区,一般采用方格网法。方格网法计算场地平整土方量的步骤如下:

1) 场地设计标高的确定

确定场地设计标高时应考虑以下因素:a. 满足建筑规划和生产工艺及运输的要求;b. 尽量利用地形,减少挖填方数量;c. 场地内的挖填土方量力求平衡,使土方运输费用最少;d. 有一定的排水坡度,满足排水要求。

如设计文件对场地设计标高无明确规定和特殊要求,可参照下述步骤和方法确定:

(1) 初步计算场地设计标高

初步计算场地设计标高的原则是场地内挖填方平衡,即场地内挖方总量等于填方总量。

如图 1.3 所示,将场地地形图划分为边长 $a = 10 \sim 40$ m 的若干个方格。每个方格的角点标高,在地形平坦时,可根据地形图上相邻两条等高线的高程,用插入法求得;当地形起伏较大(用插入法有较大误差)或无地形图时,则可在现场用木桩打好方格网,然后用测量的方法求得。

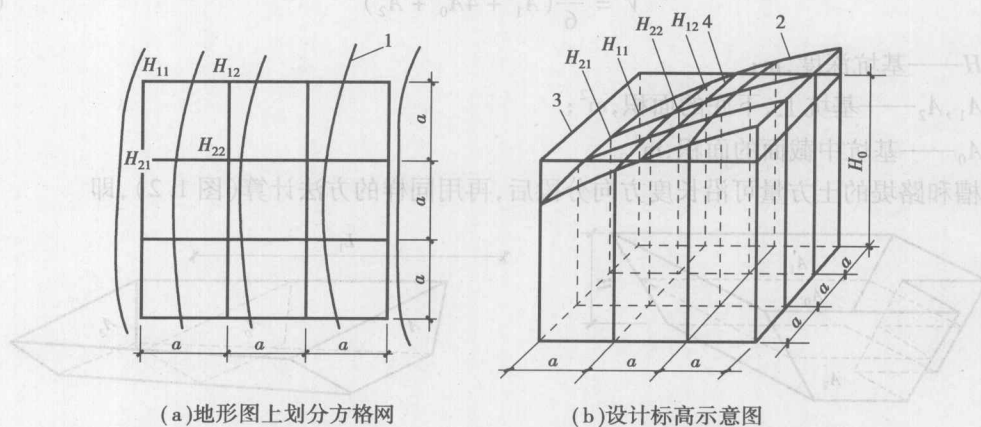


图 1.3 场地设计标高计算示意图

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)

按照挖填平衡原则,场地设计标高可按式计算:

$$H_0 N a^2 = \sum_{i=1}^N \left(a^2 \cdot \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right)$$

即

$$H_0 = \frac{\sum_{i=1}^N (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1.8)$$

式中 N ——方格数。

由图 1.3 可见, H_{11} 系 1 个方格的角点标高; H_{12} 、 H_{21} 系相邻 2 个方格公共角点标高; H_{22} 则系相邻的 4 个方格的公共角点标高。如果将所有方格的 4 个角点标高相加, 则类似 H_{11} 这样的角点标高加 1 次, 类似 H_{12} 的角点标高加 2 次, 类似 H_{22} 的角点标高要加 4 次。因此, 上式可改写为:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4N} \quad (1.9)$$

式中 H_1 ——1 个方格独有的角点标高;

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。

(2) 场地设计标高的调整

按上式计算的设计标高 H_0 系一理论值, 实际上还需考虑以下因素进行调整:

① 由于土具有可松性, 按 H_0 进行施工, 填土将有剩余, 必要时可相应地提高设计标高, 以达到土方量的实际平衡。

② 由于设计标高以上的填方工程用土量, 或设计标高以下的挖方工程挖土量的影响, 使设计标高降低或提高。

③ 由于边坡挖填方量不等, 或经过经济比较后将部分挖方就近弃于场外, 部分填方就近从场外取土而引起挖填土方量的变化, 需相应地增减设计标高。

(3) 考虑泄水坡度对角点设计标高的影响

按上述计算及调整后的场地设计标高进行场地平整时, 则整个场地将处于同一水平面, 但实际上由于排水的要求, 场地表面均应有一定的泄水坡度。因此, 应根据场地泄水坡度的要求 (单向泄水或双向泄水), 计算出场地内各方格角点实际施工时所采用的设计标高。

① 单向泄水时, 场地各方格角点设计标高的计算。场地用单向泄水时, 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 (图 1.4a), 场地内任意一点的设计标高为:

$$H_n = H_0 \pm li \quad (1.10)$$

式中 H_n ——场地内任一点的设计标高;

l ——该点至场地中心线的距离;

i ——场地泄水坡度 (不小于 2‰)。

例如, 图 1.4(a) 中角点 10 的设计标高为:

$$H_{10} = H_0 - 0.5ai$$

② 双向泄水时, 场地各方格角点设计标高的计算。场地用双向泄水时, 以 H_0 作为场地中心点的标高 (图 1.4b), 场地内任意一点的设计标高为:

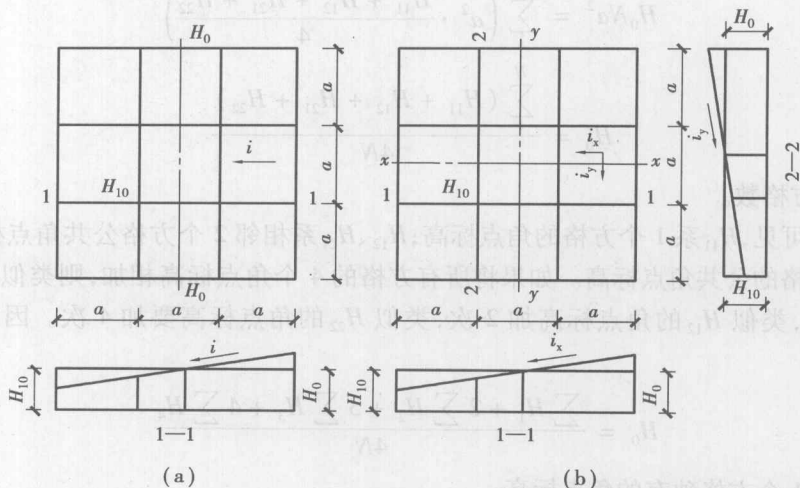


图 1.4 场地泄水坡度示意图

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1.11)$$

式中 l_x, l_y ——计算点沿 x, y 方向距场地中心点的距离;

i_x, i_y ——场地在 x, y 方向的泄水坡度。

例如,图 1.4(b)中角点 10 的设计标高为:

$$H_{10} = H_0 - 0.5ai_x - 0.5ai_y$$

2) 场地土方量计算

大面积场地平整的土方量,通常采用方格网法计算。即根据方格网各方格角点的自然地面标高和实际采用的设计标高,算出相应的角点填挖高度(施工高度),然后计算每一方格的土方量,并算出场地边坡的土方量。这样便可求得整个场地的填、挖土方总量。其步骤如下:

(1) 计算各方格角点的施工高度

施工高度为角点设计地面标高与自然地面标高之差,是以角点设计标高为基准的挖方或填方的高度。各方格角点的施工高度按下式计算:

$$h_n = H_n - H \quad (1.12)$$

式中 h_n ——角点施工高度,即填挖高度。以“+”为填,“-”为挖;

H_n ——角点的设计标高(若无泄水坡度时,即为场地的设计标高);

H ——角点的自然地面标高;

n ——方格的角点编号(自然数列 1, 2, 3, ..., n)。

(2) 计算“零点”位置,确定零线

若方格边线一端施工高程为“+”,另一端为“-”,则沿其边线必然有一不挖不填的点,即为“零点”(图 1.5)。

零点位置按下式计算:

$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \times a; \quad x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} \times a \quad (1.13)$$

式中 x_1, x_2 ——角点至零点的距离, m;

h_1, h_2 ——相邻两角点的施工高度,均用绝对值, m;

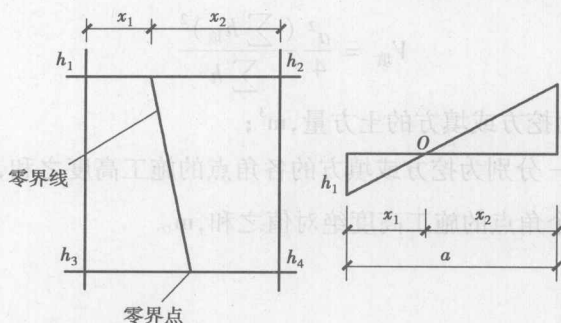


图 1.5 零点位置计算示意图

a ——方格网的边长, m。

将相邻的零点连接起来,即为零线。它是确定方格中挖方与填方的分界线。

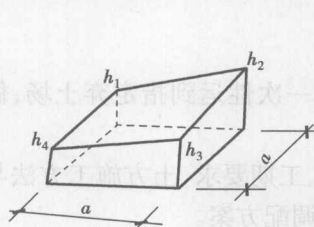
(3) 计算方格土方工程量

计算场地土方量时,先求出各方格的挖、填土方量和场地周围边坡的挖、填土方量,把挖、填土方量分别累加起来,就得到场地挖方及填方的总土方量。

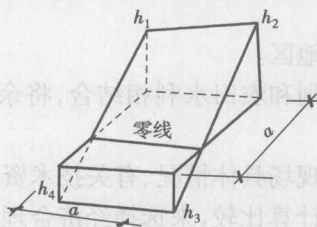
各方格土方工程量的计算,常采用“四方棱柱体法”和“三角棱柱体法”2种方法。下面仅介绍四方棱柱体法。

① 全挖(全填)方格

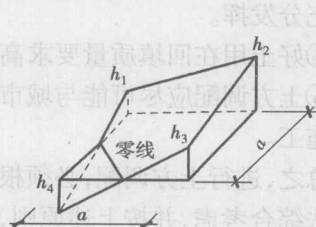
方格四个角点全部为挖或全部为填[图 1.6(a)]时,其挖或填的土方量为:



(a) 全挖(全填)方格



(b) 两挖两填方格



(c) 三挖一填(或三填一挖)方格

图 1.6 四方棱柱体法的体积计算

$$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1.14)$$

式中 V ——挖方或填方的土方量, m^3 ;

a ——方格边长, m;

h_1, h_2, h_3, h_4 ——方格 4 个角点的挖填高度,用绝对值代入, m。

② 部分挖部分填方格

方格的四个角点,部分是挖方、部分是填方[图 1.6(b)、(c)]时,该方格的挖方量或填方量为:

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