

住房和城乡建设领域
职业培训教材

建筑施工技术

建设部干部学院 主编



《华中科技大学出版社

住房和城乡建设领域职业培训教材

建筑施工技术

建设部干部学院 主编

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/建设部干部学院 主编.

—武汉:华中科技大学出版社,2009.9

住房和城乡建设领域职业培训教材

ISBN 978-7-5609-5534-6

I. 建… II. 建… III. 建筑工程—工程施工—施工技术—
技术培训—教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 111109 号

建筑施工技术

建设部干部学院 主编

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

地 址:武汉市武昌珞喻路 1037 号(邮编:430074)

出 版 人:阮海洪

策划编辑:孙学良

封面设计:曾新蕾

责任编辑:王 亮

责任监印:张正林

印 刷:天津泰宇印务有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:21

字 数:421 千字

版 次:2009 年 9 月第 1 版.

印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5609-5534-6/TU·669

定 价:35.00 元

投稿热线:(010)64155588—8000 邮箱:hjztg@163.com

销售电话:(022)60266190,60266192,60266193,(022)60266199(兼传真)

网 址:www.hustpas.com;www.hustp.com

(凡购本书,如有缺页、脱页,请向本社发行部调换)

《住房和城乡建设领域职业培训教材》

编审委员会

主编单位:建设部干部学院

审定专家:丁绍祥 祁政敏 方展和 王庆生 张维德 王振生
熊爱华 彭爱京 史新华 吴月华 张玉海 邓祥发

编审委员:李禄荣 王亚雄 于拴根 何 钧 柳 伟 张建波
孙 威 耿承达 张心平 王 磊 焦建国 孟 波
宋国生 萧 宏 高 杰 丛向阳 宫本军 李鸿飞
孙忠波 于 超 戴 炜 霍振兴 王占良 白志忠
李艳杰 刘艳品 姚亚亚 仲伟嘉 王 震 杨又申
茹瑞英 冯育平 张 本 刘丙雨 曹聪慧 刘 丽
龙 齐 马慧慧 张海秀 裘荃荃 彦庭圆 霍月光
李 慧 王艳秋 赵 键

前 言

住房和城乡建设领域岗位技术管理人员(施工员、质量员、造价员、材料员、测量员、资料员、试验员、安全员)是建筑施工企业项目一线的技术骨干,对推动建筑业技术与管理的进步,促进建设工程领域的健康发展,起到了极其重要的作用。他们的专业知识水平和实际工作能力,不仅直接影响到建设工程项目的施工质量及企业经济效益,也在很大程度上影响着建筑业的发展进程与方向。建筑工程技术管理人员的教育与培训工作,一直是国家和地方建设行政主管部门及建筑施工企业的工作重点之一。

考虑到工程建设技术人员分散性、流动性以及施工任务繁忙、学习时间少等实际情况,为适应新形势下工程建设领域的技术发展和教育培训的工作特点,建设部干部学院组织了一批长期从事建筑专业教育培训的老师和有着丰富的一线施工经验的专业技术人员、专家,进行了多次的座谈并深入施工现场做了细致、系统的调研工作。在聆听了工程建设技术人员对自身工作和学习成长需求的基础上,根据建筑施工企业最新的技术发展,结合国家及各地方对于建筑施工企业技术管理人员考核的要求,编制了这套可读性强,技术内容最新,知识系统、全面,适合不同层次、不同岗位技术人员学习,并与其工作需要相结合的培训教材。

同时,这套教材也充分考虑、尊重并吸收了众多培训老师的意见和建议,对于建筑教育培训工作中教材的科学性、可读性、生动性等做了必要的调整和补充。

本套教材根据国家、行业及地方最新的标准、规范要求,结合了建筑工程技术管理人员实际工作和建筑工程施工技术体系特点,紧扣建筑施工新技术、新材料、新工艺、新产品的发展步伐,对涉及建筑施工的专业知识,进行了科学、合理的划分,由浅入深,重点突出。本套教材力求做到技术全面、系统、先进、实用;做到内容编排形式生动、易理解、可读性强;做到读者能在学习过程中提高工作能力,在实际工作中熟练运用专业技术知识。

《住房和城乡建设领域职业培训教材》丛书包括 19 个分册:《房屋建筑构造》、《建筑材料及试验》、《建筑力学》、《建筑结构》、《地基与基础》、《工程测量》、《建筑识图》、《建筑工程施工质量控制与验收》、《建筑工程质量事故分析与处理》、《建筑施工技术》、《建筑工程造价及相关知识》、《建筑工程施工组织设计与管理》、《建筑施工安全技术与管理》、《建筑工程资料管理与实务》、《建筑设备安装》、《建筑施工企业经营管理》、《建筑材料供应与管理》、《建筑电气》、《建筑施工机械》,包括建筑工程施工理论基础、建筑施工企业经营管理、建筑施工技术应用与施工管理、安全、职业健康及环境保护等知识,系统、全面、科学地对建筑工程

领域相关知识进行了阐述。

本丛书的特点是以相关考核大纲为依据,专业基础理论知识紧密结合现场施工实际,学习与工作并重,简明扼要,可读性强。

本丛书可以作为各地建筑施工企业、建筑业相关培训机构的职业培训教材,也可作为建筑工程技术人员日常工作、学习的参考用书。

本套丛书由建设部干部学院组织,众多专业技术人员及培训老师共同参与编写,由于我们组织经验不足以及时间仓促,书中难免存在一些疏漏、错误之处。敬请各省市有关培训单位和技术人员将问题以及意见反馈给我们,以便再版时修订。

《住房和城乡建设领域职业培训教材》编委会

2009年6月

目 录

第一章 土方工程	1
第一节 概述	1
第二节 土方工程量的计算	4
第三节 土方开挖	12
第四节 土方的填筑与压实	18
第五节 场地平整	21
第六节 排水与降水	22
第七节 基坑支护	27
第八节 季节性施工与安全施工	40
第二章 地基与基础工程	43
第一节 地基处理与加固	43
第二节 浅基础	52
第三节 桩基础施工	57
第四节 地下连续墙施工	70
第三章 钢筋混凝土结构工程	72
第一节 模板工程	72
第二节 钢筋工程	82
第三节 混凝土工程	107
第四节 季节性施工与安全施工	126
第四章 预应力混凝土工程	131
第一节 概述	131
第二节 先张法	131
第三节 后张法	142
第四节 无黏结预应力施工	159
第五节 安全施工	161
第五章 结构安装工程	162
第一节 索具设备	162
第二节 起重机械	174
第三节 单层厂房结构吊装	182
第四节 轻钢结构厂房安装	183
第五节 网架结构安装	186
第六节 膜结构安装	192

第六章 砌筑工程	197
第一节 脚手架及垂直运输设施	197
第二节 砂浆的制备和运输	208
第三节 砌体施工	211
第四节 季节性施工与安全施工	222
第七章 防水工程	225
第一节 屋面防水	225
第二节 地下防水工程	247
第三节 楼地面防水工程	260
第四节 季节性施工	264
第八章 装饰装修工程	266
第一节 地面工程	266
第二节 抹灰工程	277
第三节 门窗工程	286
第四节 吊顶与轻质隔墙工程	291
第五节 饰面板(砖)工程	298
第六节 涂饰工程	315
第七节 裱糊与软包	321
附录 住房和城乡建设领域职业培训教材《建筑施工技术》教学大纲	324
参考文献	328

第一章 土方工程

第一节 概 述

一、土方工程的施工特点

1. 工程量大,劳动强度高

大型建筑场地的平整,土方工程量可达数百万立方米以上,施工面积达数平方千米,大型基坑的开挖有的深达 20 多米,施工工期长,任务重,劳动强度高。在组织施工时,为了减轻繁重的体力劳动,提高生产效率,加快施工进度,降低工程成本,应尽可能采用机械化施工。

2. 施工条件复杂

土方工程施工多为露天作业,受气候、水文、地质条件影响很大,施工中不确定因素较多。因此,在施工前必须进行充分的调查研究,做好各项施工准备工作,制定合理的施工方案,确保施工顺利进行,保证工程质量。

3. 受场地影响

任何建筑物基础都有一定的埋置深度,基坑(槽)的开挖、土方的留置和存放都受到施工场地的影响,特别是城市内施工,场地狭窄,往往由于施工方案不妥,导致周围建筑设施出现安全问题。因此,施工前必须充分熟悉施工场地情况,了解周围建筑结构形式和地质技术资料,科学规划,制定切实可行的施工方案,确保周围建筑物安全。

二、土的工程分类与鉴别

在建筑施工中,按照施工开挖的难易程度将土分为八类,如表 1-1 所示,其中,一至四类为土,五到八类为岩石。

表 1-1 土的工程分类

类 别	土的名称	可松性系数		开挖方法 及工具
		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	能用锹、锄头挖掘

续表

类 别	土的名称	可松性系数		开挖方法 及工具
		K_s	K'_s	
二类土 (普通土)	粉质黏土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;填筑土及粉土混卵(碎)石	1.14~1.28	1.02~1.05	用锹、条锄挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	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、条锄挖掘
四类土 (砂砾坚土)	坚硬密实的黏性土及含碎石;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	1.26~1.37	1.06~1.09	整个用镐、条锄挖掘,少许用撬棍挖掘
五类土 (软石)	硬质黏土;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	用镐或撬拽、大锤挖掘,部分用爆破方法
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、微风化的安山岩、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

注: K_s ——最初可松性系数; K'_s ——最后可松性系数。

作为工程管理人员,管理过程中有时需要对土的类别进行鉴别,可按表 1-1 中土的类别鉴别方法,再经过长期现场实践经验,就可准确地确定开挖土方的工程类别。

三、土的基本性质

1. 土的三相组成

土由土颗粒、水和空气三相组成,如图 1-1 所示。土的三相比例不同,决定了各类土的性质不同,如干燥或潮湿、疏松或密实等。

2. 天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量,称为土的天然密度(单位为 g/cm^3 、 t/m^3),按式(1-1)计算,即

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

式中 m ——土的总质量,kg;

V ——土的天然体积, m^3 。

土的干密度,是指土的固体颗粒质量与土的总体的比值,按式(1-2)计算,即

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

式中 m_s ——土中固体颗粒的质量,kg。

土的干密度愈大,表示土愈密实。工程上常把干密度作为评定土体密实程度的标准,以控制填土工程的质量。

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

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 m_w ——土中的水的质量,kg;

m_s ——固体颗粒质量,是指经过 105°C 烘干的质量,kg。

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。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度有直接影响。

4. 可松性与可松性系数

自然状态下的土称为原状土,开挖后土颗粒变松散,体积增大,如再将其用以回填,虽经压实但仍不能恢复至原状土相同的体积,土的这种经扰动而体积改变的性质称为土的可松性,用于表达土的可松性程度的系数称为可松性系数,有最初可松性系数和最终可松性系数,表示为

$$K_s = \frac{V_2}{V_1}; K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-4)$$

式中 K_s 、 K'_s ——土的最初、最终可松性系数;

V_1 ——原状土的体积, 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 。

各类土的可松性系数见表 1-1。土的可松性对土方量的平衡调配、确定场地设计标高、计算运土机具的数量、填土挖方所需体积等均有直接影响。

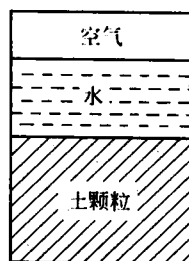


图 1-1 土的三相组成示意图

第二节 土方工程量的计算

在土方工程施工前,通常要计算土方工程量,根据土方工程量的大小,拟定土方工程施工方案,组织土方工程施工。土方工程外形往往很复杂,不规则,要准确计算土方工程量难度很大。一般情况下,将其划分成一定的几何形状,采用具有一定精度又与实际情况近似的方法进行计算。

一、基坑与基槽土方量的计算

1. 基坑土方量

基坑是指长宽不大于 3 m 的矩形土体。基坑土方量可按立体几何中棱柱体(由两个平行的平面作底的一种多面体)体积公式计算,如图 1-2 所示。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 。

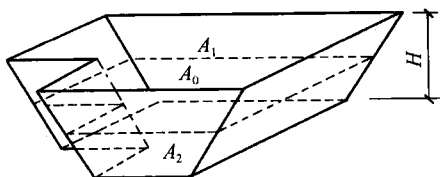


图 1-2 基坑土方量计算

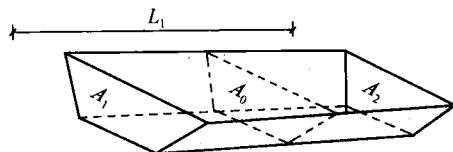


图 1-3 基槽土方量计算

2. 基槽土方量

基槽土方量计算可沿长度方向分段后,按照上述同样的方法计算,如图 1-3 所示。即

$$V_1 = \frac{L_1}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-6)$$

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,即得总土方量为:

$$V = V_1 + V_2 + \cdots + V_n \quad (1-7)$$

式中 $V_1, V_2, \cdots, V_n$ ——各段土方量, m^3 。

二、场地平整土方量的计算

场地平整就是将天然地面平整成施工要求的设计平面。场地设计标高是进行场地平整和土方量计算的依据,合理选择场地设计标高,对减少土方量,提高施工速度具有重要意义。场地设计标高是全局规划问题,应由设计单位及有关部门协商解决。当场地设计标高无设计文件和特定要求时,可按场区内“挖填土方量平衡法”经计算确定,可达到土方量少、费用低、造价合理的效果。

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:

满足建筑规划和生产工艺及运输的要求;尽量利用地形,减少挖填方数量;场地内的挖、填土方量力求平衡,使土方运输费用最少;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。

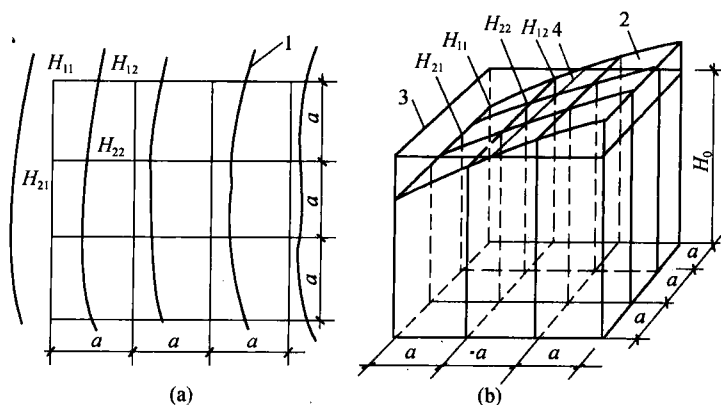


图 1-4 场地设计标高计算简图

(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—设计标高平面;4—自然地面与设计标高平面的交线(零线)

如图 1-4 所示,将场地地形图划分为边长 $a=10\sim 40\text{m}$ 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。

按照挖填平衡原则,场地设计标高可按下式计算:

$$H_0 Na^2 = \sum \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (1-8)$$

$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1-9a)$$

式中 N ——方格数。

由图 1-4 可见, H_{11} 系一个方格的角点标高; H_{12} 、 H_{21} 系相邻两个方格公共角点标高; H_{22} 则系相邻的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_{11} 这样的角点标高加一次, 类似 H_{12} 的角点标高加两次, 类似 H_{22} 的角点标高要加四次。因此, 上式可改写为:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + \sum H_2 + \sum H_3 + \sum H_4}{4N} \quad (1-9b)$$

式中 H_1 ——一个方格独有的角点标高;

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(1-9a)或(1-9b)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。

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, 场地各点设计标高的求法。

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 1-5), 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 ——场地内任意一点的设计标高;

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 1-5 中 H_{52} 点的设计标高为:

$$H_{52} = H_0 - li = H_0 - 1.5ai$$

2)双向泄水时,场地各点设计标高的求法。

场地用双向泄水时,以 H_0 作为场地中心点的标高(图 1-6),场地内任意一点的设计标高为:

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-11)$$

式中 l_x, l_y ——该点对场地中心线 xx, yy 的距离;

i_x, i_y —— xx, yy 方向的泄水坡度。

例如:图 1-6 中场地内 H_{42} 点的设计标高为:

$$H_{42} = H_0 - 1.5ai_x - 0.5ai_y$$

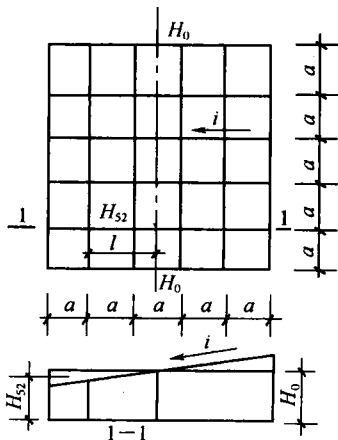


图 1-5 单向泄水坡度的场地

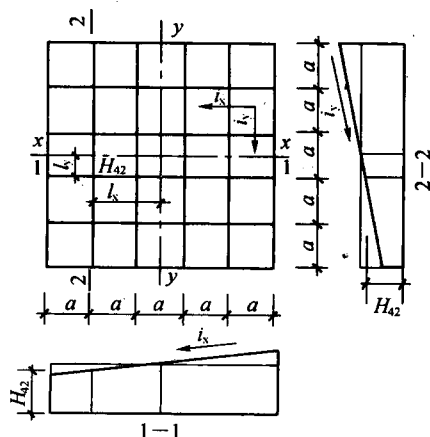


图 1-6 双向泄水坡度的场地

2. 方格网法计算场地土方量

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)计算场地各方格角点的施工高度。

各方格角点的施工高度为角点的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施工高度。各方格角点的施工高度按式(1-12)计算:

$$h_n = H_n - H \quad (1-12)$$

式中 h_n ——角点的施工高度,即填挖高度(以“+”为填,“-”为挖),m;

H_n ——角点的设计标高,m;

H ——角点的自然地面标高,m;

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。

当同一方格四个角点的施工高度同号时,该方格内的土方则全部为挖方或填方,如果同一方格中一部分角点的施工高度为“+”,而另一部分为“-”,则此方格中的土方一部分为填方,另一部分为挖方,沿其边线必然有一不挖不填的点,即为“零点”,如图 1-7 所示。

零点位置按式(1-13)计算:

$$x_1 = \frac{ah_1}{h_1 + h_2} \quad x_2 = \frac{ah_2}{h_1 + h_2} \quad (1-13)$$

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,均用绝对值表示,m;

a ——方格的边长,m。

在实际工作中,为省略计算,确定零点的办法也可以用图解法,如图 1-8 所示。方法是用尺在各角点上标出挖填施工高度相应比例,用尺相连,与方格相交点即为零点位置。此法甚为方便,同时可避免计算或查表出错。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。

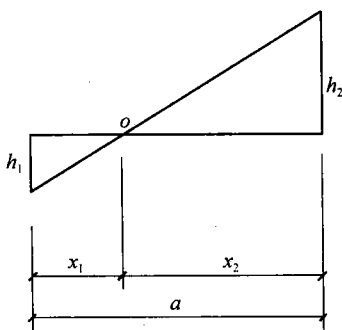


图 1-7 零点位置计算示意图

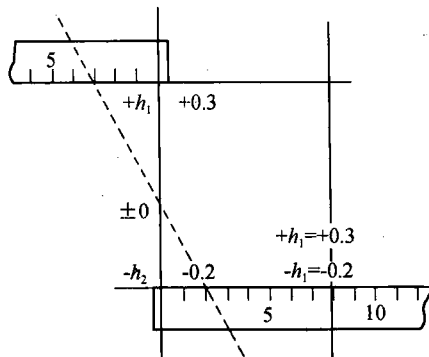


图 1-8 零点位置图解法

(3)计算方格土方工程量。

按方格底面积图形和表 1-2 所列计算公式,计算每个方格内的挖方量或填方量。

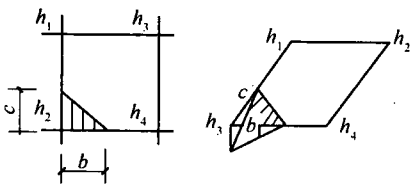
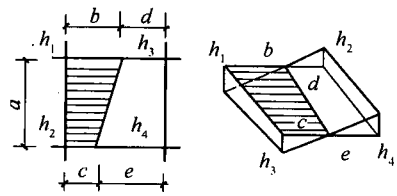
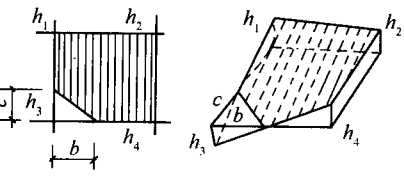
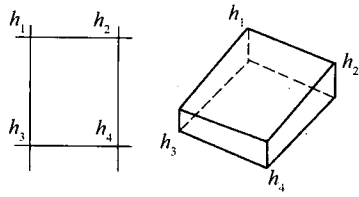
(4)边坡土方量的计算。

场地的挖方区和填方区的边沿都需要做成边坡,以保证挖方土壁和填方区的稳定。边坡的土方量可以划分成两种近似的几何形体进行计算:一种为三角

棱锥体,另一种为三角棱柱体。

表 1-2

常用方格网点计算公式

项目	图示	计算公式
一点填方 或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2}bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bch_3}{6}$ 当 $b = a = c$ 时, $V = \frac{a^2 h_3}{6}$
二点填方 或挖方 (梯形)		$V_+ = \frac{b+c}{2}a \frac{\sum h}{4}$ $= \frac{a}{8}(b+c)(h_1+h_3)$ $V_- = \frac{d+e}{2}a \frac{\sum h}{4}$ $= \frac{a}{8}(d+e)(h_2+h_4)$
三点填方 或挖方 (五角形)		$V = (a^2 - \frac{bc}{2}) \frac{\sum h}{5}$ $= (a^2 - \frac{bc}{2}) \frac{h_1+h_2+h_3}{5}$
四点填方 或挖方 (正方形)		$V = \frac{a^2}{4} \sum h$ $= \frac{a^2}{4}(h_1+h_2+h_3+h_4)$

注: 1. a —方格的边长, m ; b, c —零点到一角的边长, m ; h_1, h_2, h_3, h_4 —方格网四角点的施工高度, 用绝对值代入, m ; $\sum h$ —填方或挖方施工高度总和, 用绝对值代入, m ; V —填方或挖方的体积, m^3 。

2. 本表计算公式是按各计算图形底面积乘以平均施工高度而得出的。

1) 三角棱锥体边坡体积。

三角棱锥体边坡体积, 如图 1-9 中 ① ~ ③、⑤ ~ ⑦ 所示, 计算公式如式(1-14):

$$V_1 = \frac{1}{3}A_1 l_1 \quad (1-14)$$