

919

TU74-43

Y35

高等职业教育建筑施工专业系列教材

建筑施工技术

中国建设教育协会组织编写

姚谨英 主编



A0938292

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工技术/姚谨英主编. —北京: 中国建筑工程工业出版社, 2000. 12

高等职业教育建筑施工专业系列教材

ISBN 7-112-04234-8

I. 建... II. 姚... III. 建筑工程-工程施工-技术-高等教育: 职业教育-教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 53395 号

本教材为高等职业教育建筑施工专业系列教材之一。它从综合运用有关学科的基本知识和理论出发, 以解决生产实践问题为目的。

本书共分为十章, 其内容包括: 绪论、土方工程、地基处理与基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、屋面及防水工程、装饰工程、冬期与雨期施工。

本教材可作为高职、高专建筑施工专业教材, 亦可供土建类工程技术人员参考。

高等职业教育建筑施工专业系列教材

建 筑 施 工 技 术

中国建设教育协会组织编写

姚谨英 主编

*

中国建筑工程出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 28 字数: 562 千字

2000 年 12 月第一版 2000 年 12 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 37.90 元

ISBN 7-112-04234-8

TU·3336 (9709)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

“建筑施工技术”是建筑施工专业的主要职业技术课之一。它研究建筑工程各主要工种的施工工艺、技术和方法。

建筑施工技术课程实践性强、知识面广、综合性强、发展快，必须结合实际情况，综合运用有关学科的基本理论和知识，采用新技术和现代科学成果，解决生产实践问题。本书着重基本理论，基本原理和基本方法的学习和应用，并注意保证质量、安全生产、提高劳动生产率和降低成本。

本教材是按中国教育协会成人高等教育委员会 1998 年 4 月审定的《高等职业教育建筑施工专业培养方案》和 1999 年 7、8 月分别在兰州、无锡审定的《建筑施工技术教学大纲》要求编写。编写中力求按成人教育的特点，编出专业特色，强调实用性，能反映国内外先进技术水平。

本教材由姚谨英主编，阙济兴任副主编，赵兴仁主审。第一、二、十章由姚谨英编写，第三、四、八章由阙济兴编写，第五章由向伟明编写，第六、七章由黄昌利编写，第九章由龚武仕、丁辅华编写。

由于编写时间仓促，水平有限，书中难免尚有不足之处，恳切希望读者批评指正。

第一章 绪 论

一、“建筑施工技术”课程的研究对象和任务

建筑业在国民经济发展和四个现代化建设中起着举足轻重的作用。从投资来看,国家用于建筑安装工程的投资,约占基本建设投资总额的60%左右。另一方面,建筑业的发展对其他行业起着重要的促进作用,它每年要消耗大量的钢材、水泥、地方性建筑材料和其他国民经济部门的产品;同时建筑业的产品又为人民生活和其他国民经济部门服务,为国民经济各部门的扩大再生产创造必要的条件。建筑业提供的国民收入也居国民经济各部门的前列。目前,不少国家已将建筑业列为国民经济的支柱产业。在我国,随着“四化”建设的发展,改革开放政策的深入贯彻,建筑业的支柱作用,也正日益得到发挥。

一栋建筑的施工是一个复杂的过程。为了便于组织施工,我们常将建筑的施工划分为若干分部和分项工程。一般民用建筑按工程的部位和施工的先后次序将一栋建筑划分为基础工程、主体工程、屋面工程、装饰工程等四个分部。按施工工种不同分土石方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、结构安装工程、屋面防水工程、装饰工程等分项工程。一般一个分部工程由若干不同的分项工程组成。如基础分部是由土石方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程等分项工程组成。

每一个工种工程的施工,都可以采用不同的施工方案、施工技术和机械设备以及不同的劳动组织和施工组织方法来完成。“建筑施工技术”就是以建筑工程施工中不同工种施工为研究对象,根据其特点和规模,结合施工地点的地质水文条件、气候条件、机械设备和材料供应等客观条件,运用先进技术,研究其施工规律,保证工程质量,做到技术和经济的统一。即通过对建筑工程主要工种施工的施工工艺原理和施工方法,保证工程质量和施工安全措施的研究,选择最经济、最合理的施工方案,保证工程按期完成。

二、建筑施工技术发展简介

古代,我们的祖先在建筑技术上有着辉煌的成就,如殷代用木结构建造的宫室,秦朝所修筑的万里长城,唐代的山西五台山佛光寺大殿,辽代修建的山西应县66m高的木塔及北京故宫建筑,都说明了当时我国的建筑技术已达到了相当高的水平。

新中国成立50多年来,随着社会主义建设事业的发展,我国的建筑施工技术也得到了不断的发展和提高。在施工技术方面,不仅掌握了大型工业建筑、多高

层民用建筑与公共建筑施工的成套技术,而且在地基处理和基础工程施工中推广了钻孔灌注桩、旋喷桩、挖孔桩、振冲法、深层搅拌法、强夯法、地下连续墙、土层锚杆、“逆作法”施工等新技术。在现浇钢筋混凝土模板工程中推广应用了爬模、滑模、台模、筒子模、隧道模、组合钢模板、大模板、早拆模板体系,粗钢筋连接应用了电渣压力焊、钢筋气压焊、钢筋冷压连接、钢筋锥螺纹连接等先进连接技术,混凝土工程采用了泵送混凝土、喷射混凝土、高强混凝土以及混凝土制备和运输的机械化、自动化设备。在预制构件方面,不断完善了挤压成型、热拌热模、立窑和折线形隧道窑养护等技术。在预应力混凝土方面,采用了无粘结工艺和整体预应力结构,推广了高效预应力混凝土技术,使我国预应力混凝土的发展从构件生产阶段进入了预应力结构生产阶段。在钢结构方面,采用了高层钢结构技术、空间钢结构技术、轻钢结构技术、钢-混凝土组合结构技术、高强度螺栓连接与焊接技术和钢结构防护技术。在大型结构吊装方面,随着大跨度结构与高耸结构的发展,创造了一系列具有中国特色的整体吊装技术。如集群千斤顶的同步整体提升技术,能把数百吨甚至数千吨的重物按预定要求平稳地整体提升安装就位。在墙体改革方面,利用各种工业废料制成了粉煤灰矿渣混凝土大板、膨胀珍珠岩混凝土大板、煤渣混凝土大板、粉煤灰陶粒混凝土大板等各种大型墙板,同时发展了混凝土小型空心砌块建筑体系、框架轻墙建筑体系、外墙保温隔热技术等,使墙体改革有了新的突破。近年来,激光技术在建筑施工导向、对中和测量以及液压滑升模板操作平台自动调平装置上得到应用,使工程施工精度得到提高,同时又保证了工程质量。另外,电子计算机、工艺理论、装饰材料等方面,也掌握和开发了许多新的施工技术,有力地推动了我国建筑施工技术的发展。

但是,我国目前的施工技术水平,与发达国家的一些先进施工技术相比,还存在一定的差距,特别是在机械化施工水平、新材料的施工工艺及微机系统的应用等方面,尚需加倍努力,加快实现建筑施工现代化的步伐。

三、本课程的学习要求

建筑施工技术是一门综合性很强的职业技术课。它与建筑材料、房屋建筑构造、建筑测量、建筑力学、建筑结构、地基与基础、建筑机械、施工组织设计与管理、建筑工程预算等课程有密切的关系。它们即相互联系,又相互影响,因此,要学好建筑施工技术课,还应学好上述相关课程。

建筑工程施工要加强技术管理,贯彻统一的施工验收标准,提高施工技术水平,保证工程质量,降低工程成本。我们除了要学好上述相关课程外,还必须认真学习国家颁发的建筑工程施工及验收规范,这些规范是国家的技术标准,是我国建筑科学技术和实践经验的结晶,也是全国建筑界所有人员应共同遵守的准则。

建筑工程施工常用的施工及验收规范是按工业与民用建筑的分部分项工程分别制订的,如《土方与爆破工程施工及验收规范》(GBJ 201—83)、《地基与基础

工程施工及验收规范》(GBJ 202—83)、《砖石工程施工及验收规范》(GBJ 203—83)、《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB 50204—92)等。规范对建筑材料及其半成品、成品的质量标准,施工准备,施工质量要求,质量的控制方法和检验方法及施工技术要点等作了规定。这些规定是保证工程质量的必要条件。

由于本学科涉及的知识面广、实践性强,而且技术发展迅速,学习中必须坚持理论联系实际的学习方法。除了对课堂讲授的基本理论、基本知识加强理解和掌握外,还应利用幻灯、录相等电化教学手段来进行直观教学,并应重视习题和课程设计、现场教学、生产学习、技能训练等实践性教学环节,让学生应用所学施工技术知识来解决实际工程中的一些问题,做到学以致用。

第二章 土方工程

工业与民用建筑工程施工中常见的土方工程有：场地平整，基坑（槽）与管沟的开挖，人防工程及地下建筑物的土方开挖，路基填土及碾压等。土方工程的施工有土的开挖或爆破、运输、填筑、平整和压实等主要施工过程，以及排水、降水和土壁支撑等准备工作与辅助施工工作。

第一节 概 述

一、土方工程的施工特点

土方工程的工程量大，施工工期长，劳动强度大。建筑工地的场地平整，土方工程量可达数百万立方米以上，施工面积达数平方公里，大型基坑的开挖，有的深达 20 多米。土方施工条件复杂，又多为露天作业，受气候、水文、地质等影响较大，难以确定的因素较多。因此在组织土方工程施工前，必须做好施工组织设计，选择好施工方法和机械设备，制订合理的调配方案，实行科学管理，以保证工程质量，并取得较好的经济效益。

二、土的工程分类

土的分类方法较多，如根据土的颗粒级配或塑性指数分类；根据土的沉积年代分类和根据土的工程特点分类等。而土的工程性质对土方工程施工方法的选择、劳动量和机械台班的消耗及工程费用都有较大的影响，应高度重视。在土方施工中，根据土的坚硬程度和开挖方法将土分为八类（表 2-1）。

三、土的基本性质

（一）土的组成

土一般由土颗粒（固相）、水（液相）和空气（气相）三部分组成，这三部分之间的比例关系随着周围条件的变化而变化，三者相互间比例不同，反映出土的物理状态不同，如干燥、稍湿或很湿，密实、稍密或松散。这些指标是最基本的物理性质指标，对评价土的工程性质，进行土的工程分类具有重要意义。

土的三相物质是混合分布的，为阐述方便，一般用三相图（图 2-1）表示，三相图中，把土的固体颗粒、水、空气各自划分开来。

土的工程分类与现场鉴别方法

表 2-1

土的分类	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
二类土 (普通土)	粉质粘土；潮湿的黄土；夹有碎石、卵石的砂；种植土；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)	中等密实粘土；重粉质粘土；粗砾石；干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质粘土；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)	坚硬密实的粘性土及含碎石、卵石的粘土；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、条锄挖掘，少许用撬棍挖掘
五类土 (软石)	硬质粘土；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	用镐或撬棍、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。

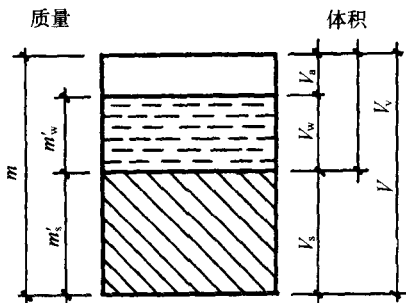


图 2-1 土的三相示意图

图中符号：

m ——土的总质量 ($m=m_s+m_w$) (kg)；

m'_s ——土中固体颗粒的质量 (kg)；

m'_w ——土中水的质量 (kg)；

V ——土的总体积 ($V=V_a+V_w+V_s$) (m^3)；

V_a ——土中空气体积 (m^3)；

V_s ——土中固体颗粒体积 (m^3)；

V_w ——土中水所占的体积 (m^3)；

V_v ——土中孔隙体积 ($V_v=V_a+V_w$) (m^3)。

(二) 土的物理性质

1. 土的可松性与可松性系数

天然土经开挖后,其体积因松散而增加,虽经振动夯实,仍然不能完全复原,这种现象称为土的可松性。土的可松性用可松性系数表示:即:

最初可松性系数:

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (2-1)$$

最后可松性系数:

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (2-2)$$

式中 K_s 、 K'_s ——土的最初、最后可松性系数;

V_1 ——土在天然状态下的体积 (m^3);

V_2 ——土挖后的松散状态下的体积 (m^3);

V_3 ——土经压(夯)实后的体积 (m^3)。

可松性系数对土方的调配,计算土方运输量都有影响。各类土的可松性系数见表 2-1。

2. 土的天然含水量

在天然状态下,土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率叫土的天然含水量,反映了土的干湿程度,用 w 表示,即:

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (2-3)$$

式中 m_w ——土中水的质量 (kg);

m_s ——土中固体颗粒的质量 (kg)。

3. 土的天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量,叫土的天然密度(简称密度)。一般粘土的密度约为 $1800 \sim 2000 \text{kg/m}^3$,砂土约为 $1600 \sim 2000 \text{kg/m}^3$ 。土的密度按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-4)$$

式中 m ——土的总质量 (kg);

V ——土的体积 (m^3)。

干密度是土的固体颗粒重量与总体积的比值,用下式表示:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (2-5)$$

4. 土的孔隙比和孔隙率

孔隙比和孔隙率反映了土的密实程度。孔隙比和孔隙率越小土越密实。

孔隙比 e 是土的孔隙体积 V_v 与固体体积 V_s 的比值,用下式表示:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \tag{2-6}$$

孔隙率 n 是土的孔隙体积 V_v 与总体积 V 的比值，用百分率表示：

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \tag{2-7}$$

5. 土的渗透系数

土的渗透性系数表示单位时间内水穿透土层的能力，以 m/d 表示。根据土的渗透系数不同，可分为透水性土（如砂土）和不透水性土（如粘土）。它影响施工降水与排水的速度，一般土的渗透系数见表 2-2。

土的渗透系数参考表 表 2-2

土的名称	渗透系数 K (m/d)	土的名称	渗透系数 K (m/d)
粘土	<0.005	中砂	5.00~20.00
粉质粘土	0.005~0.10	均质中砂	35~50
粉土	0.10~0.50	粗砂	20~50
黄土	0.25~0.50	圆砾石	50~100
粉砂	0.50~1.00	卵石	100~500
细砂	1.00~5.00		

第二节 土方工程量计算及土方调配

在土方工程施工之前，必须计算土方的工程量。但各种土方工程的外形有时很复杂，而且不规则。一般情况下，将其划分成为一定的几何形状，采用具有一定精度而又和实际情况近似的方法进行计算。

一、基 坑

基坑土方量可按立体几何中的拟柱体体积公式计算（图 2-2）。即

$$V = \frac{H}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \tag{2-8}$$

式中 H ——基坑深度（m）；

A_1 、 A_2 ——基坑上、下的底面积（ m^2 ）；

A_0 ——基坑中截面的面积（ m^2 ）。

基槽和路堤管沟的土方量可以沿长度方向分段后，再用同样方法计算（图 2-3）。即：

$$V_i = \frac{L_i}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \tag{2-9}$$

式中 V_i ——第 i 段的土方量 (m^3);

L_i ——第 i 段的长度 (m)。

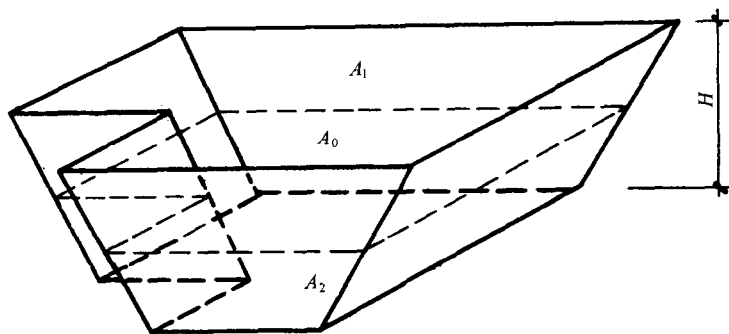


图 2-2 基坑土方量计算

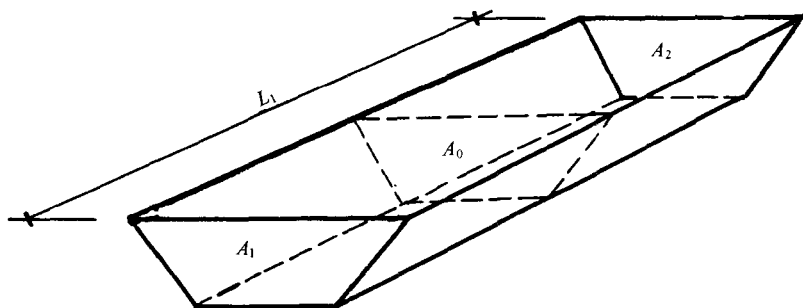


图 2-3 基槽土方量计算

将各段土方量相加即得总土方量 $V_{\text{总}}$:

$$V_{\text{总}} = \sum V_i$$

二、场地平整土方量计算

场地平整是将现场平整成施工所要求的设计平面。场地平整前,首先要确定场地设计标高,计算挖、填土方工程量,确定土方平衡调配方案。并根据工程规模,施工期限,土的性质及现有机械设备条件,选择土方机械,拟定施工方案。

(一) 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:

①满足建筑规划和生产工艺及运输的要求;②尽量利用地形,减少挖填方数量;③场地内的挖、填土方量力求平衡,使土方运输费用最少;④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。

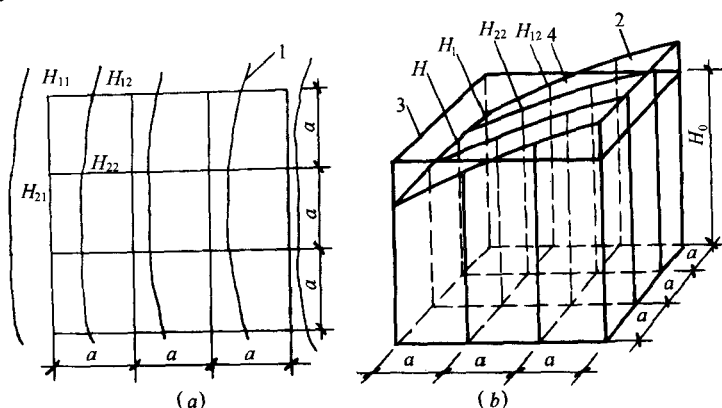


图 2-4 场地设计标高计算简图

(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 2-4 所示，将场地地形图划分为边长 $a=10\sim40\text{m}$ 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；当地形起伏大（用插入法有较大误差），或无地形图，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：

$$H_0 N a^2 = \sum \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (2-10)$$

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

式中 N ——方格数。

由图 2-4 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：

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4N} \quad (2-11b)$$

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 (2-11a) 或 (2-11b) 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 2-5), 场地内任意一点的设计标高为:

$$H_n = H_0 \pm li \quad (2-12)$$

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 2-5 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 2-6), 场地内任意一点的设计标高为:

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (2-13)$$

式中 l_x 、 l_y ——该点对场地中心线 $x-x$ 、 $y-y$ 的距离;

i_x 、 i_y —— $x-x$ 、 $y-y$ 方向的泄水坡度。

例如: 图 2-6 中场地内 H_{42} 点的设计标高为:

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

(二) 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. 划分方格网并计算各方格角点的施工高度

根据已有地形图（一般用 1/500 的地形图）划分成若干个方格网，尽量使方格网与测量的纵、横坐标网对应，方格的边长一般采用 20~40m，将设计标高和自然地面标高分别标注在方格点的右上角和右下角。

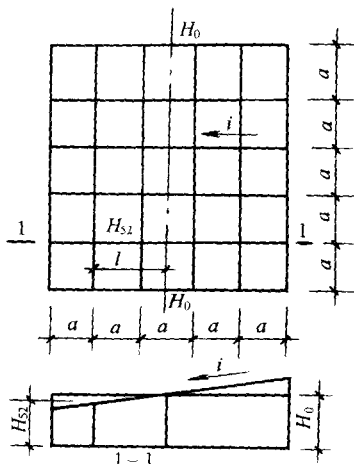


图 2-5 单向泄水坡度的场地

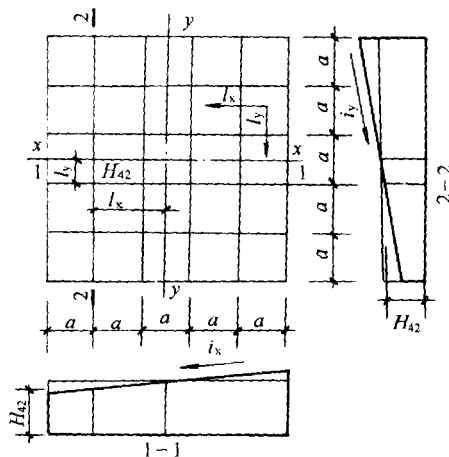


图 2-6 双向泄水坡度的场地

各方格角点的施工高度按下式计算：

$$h_n = H_n - H \quad (2-14)$$

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。

2. 计算零点位置

在一个方格网内同时有填方或挖方时，要先算出方格网边的零点位置，并标注于方格网上，连接零点就得零线，它是填方区与挖方区的分界线（图 2-7）。

零点的位置按下式计算：

$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \cdot a; \quad x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} \cdot a \quad (2-15)$$

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（m），均用绝对值；

a ——方格网的边长（m）。

在实际工作中，为省略计算，常采用图解法直接求出零点，如图 2-8 所示，用尺在各角上标出相应比例，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。

3. 计算方格土方工程量

按方格网底面积图形和表 2-3 所列公式，计算每个方格内的挖方或填方量。

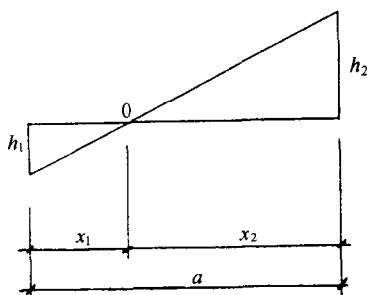


图 2-7 零点位置计算示意图

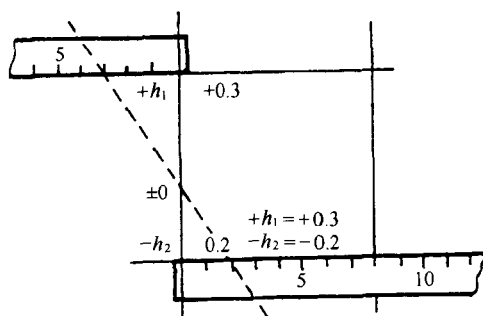


图 2-8 零点位置图解法

常用方格网点计算公式

表 2-3

项 目	图 式	计 算 公 式
一点填方 或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2} bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bc h_3}{6}$ 当 $b=c=a$ 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)		$V = \left(a^2 - \frac{bc}{2} \right) \frac{\sum h}{5} = \left(a^2 - \frac{bc}{2} \right) \frac{h_1+h_2+h_4}{5}$
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 ——方格网的边长 (m); b 、 c ——零点到一个角的边长 (m); h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 ——方格网四角点的施工高程 (m), 用绝对值代入; $\sum h$ ——填方或挖方施工高程的总和 (m), 用绝对值代入; V ——挖方或填方体积 (m^3)。

2. 本表公式是按各计算图形底面积乘以平均施工高程而得出的。

4. 边坡土方量计算

边坡的土方量可以划分为两种近似几何形体计算，一种为三角棱锥体，另一种为三角棱柱体，其计算公式如下：

(1) 三角棱锥体边坡体积

三角棱锥体边坡体积（图 2-9 中的①）计算公式如下：

$$V_1 = \frac{1}{3} A_1 l_1 \quad (2-16)$$

式中 l_1 ——边坡①的长度；

A_1 ——边坡①的端面积，即

$$A_1 = \frac{h_2(mh_2)}{2} = \frac{mh_2^2}{2} \quad (2-17)$$

h_2 ——角点的挖土高度；

m ——边坡的坡度系数， $m = \frac{\text{宽}}{\text{高}}$ 。

(2) 三角棱柱体边坡体积

三角棱柱体边坡体积（图 2-9 中的④）计算公式如下：

$$V_4 = \frac{A_1 + A_2}{2} l_4 \quad (2-18a)$$

当两端横断面面积相差很大的情况下，则：

$$V_4 = \frac{l_4}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (2-18b)$$

式中 l_4 ——边坡④的长度；

A_1 、 A_2 、 A_0 ——边坡④两端及中部的横断面面积，算法同上（图 2-9 剖面系近似表示，实际上，地表面不完全是水平的）。

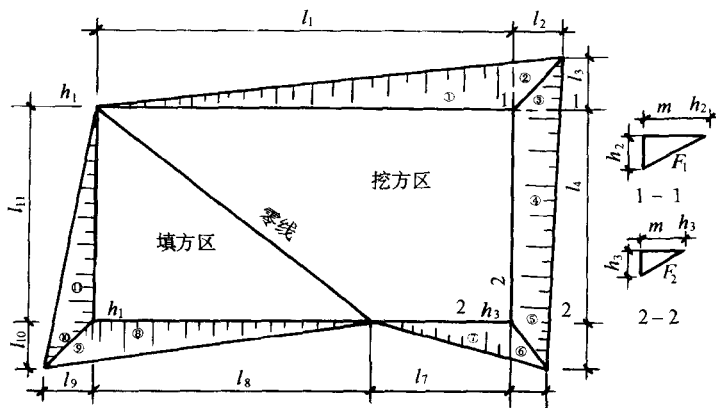


图 2-9 场地边坡平面图

5. 计算土方总量

将挖方区（或填方区）的所有方格土方量和边坡土方量汇总后即得场地平整挖（填）方的工程量。

【例】

某建筑场地地形图和方格网（ $a=20\text{m}$ ），如图 2-10 所示。土质为亚粘土，场地设计泄水坡度： $i_x=3\text{‰}$ ， $i_y=2\text{‰}$ 。建筑设计、生产工艺和最高洪水位等方面均无特殊要求。试确定场地设计标高（不考虑土的可松性影响，如有余土，用以加宽边坡），并计算填、挖土方量（不考虑边坡土方量）。

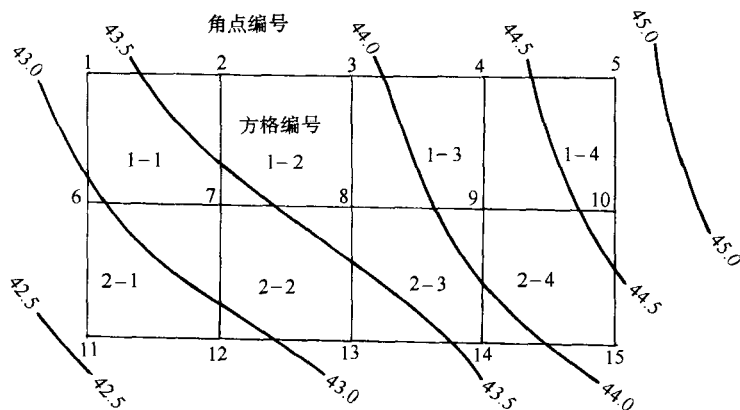


图 2-10 某建筑场地地形图和方格网布置

【解】 (1) 计算各方格角点的地面标高

各方格角点的地面标高，可根据地形图上所标等高线，假定两等高线之间的地面坡度按直线变化，用插入法求得。如求角点 4 的地面标高（ H_4 ），由图 2-11 有：

$$h_x : 0.5 = x : l$$

则

$$h_x = \frac{0.5}{l} x$$

$$h_4 = 44.00 + h_x$$

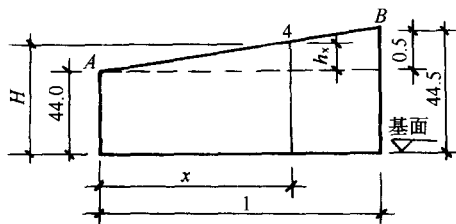


图 2-11 插入法计算简图

为了避免繁琐的计算，通常采用图解法（图 2-12）。用一张透明纸，上面画 6 根等距离的平行线。将该透明纸放到标有方格网的地形图上，将 6 根平行线的最