

中等专业学校试用教材

施 工 技 术

(上 册)

饶 勃 主 编



能源出版社

一九八七

中等专业学校试用教材

施 工 技 术

(上 册)

饶 勃 主 编

能源出版社

一九八七

内 容 简 介

本书较系统而又详细地介绍了建筑工程中各主要工程的施工工艺、原理和方法。全书分上下两册。上册包括：土方工程、桩基础工程、钢筋混凝土工程、预应力工程。下册包括：结构安装工程、防水工程、装饰工程、滑板、爬板、大模板工程、升板工程、冬季施工等内容。

全书在介绍理论知识的同时，还总结了中建总公司近期在国内、外施工中的先进经验，介绍了地下连续墙、大孔径灌注桩、多功能门型脚手架、组合钢模板、钢筋气压焊、整体预应力、爬模、高级装饰等先进的施工技术。

本书依据新的规范和法定计量单位编号，已被城乡建设环境保护部选为职工中专试用教材。既是建筑专业师生的教学用书，也可做为土木建筑设计、施工人员的学习和参考用书。

施 工 技 术 (上)

饶 勃 主 编

能源出版社出版 新华书店首都发行所发行

华勘517队印刷厂印制

787×1092 1/16开本 24.4印张 587千字

1987年12月第一版 1987年12月第一次印刷

印数1—10000

书号：ISBN7-80018-058-1/TU2 定价：9.80元

前 言

本教材是根据中国建筑工程总公司一九八五年拟定的职工中专建筑施工与管理专业“施工技术”教学大纲编写的。

书中较系统地介绍了在建筑施工技术方面的基本理论，基本知识和基本施工方法。同时也介绍了国内外当前在建筑施工技术方面的新工艺、新材料和新的施工方法。

本书分上、下两册，上册共五章，下册七章。由饶勃同志主编。

上册的第一章由杨应玺编写；第二章由沈义编写；第三、四章由饶勃编写；第五章由顾敏煜、覃良庭编写。全书由顾敏煜主审。

由于我们的实践经验不足，理论水平有限，再加上时间仓促，缺点在所难免。恳切希望读者给予批评指正，作为我们修改的依据。

编者1986年10月

目 录

第一章 土方与爆破工程	(1)
第一节 土的分类及其工程性质.....	(1)
一、土的工程分类.....	(1)
二、土的工程性质.....	(2)
第二节 场地平整.....	(7)
一、的场地平整的土方量计算.....	(7)
二、土方调配.....	(21)
三、场地平整施工.....	(23)
第三节 基坑(槽)开挖.....	(28)
一、施工排水和降低地下水位.....	(28)
二、基坑(槽)开挖.....	(40)
第四节 填土与压实.....	(56)
一、影响填土压实的因素.....	(56)
二、填方的压实方法.....	(58)
三、回填土施工.....	(60)
第五节 爆破工程.....	(63)
一、爆破的基本知识.....	(63)
二、爆破材料.....	(65)
三、药包量的计算.....	(70)
四、起爆方法.....	(72)
五、爆破方法.....	(78)
六、爆破安全技术.....	(86)
第二章 桩基、沉井及地下连续墙	(91)
第一节 钢筋混凝土预制桩的施工.....	(92)
一、钢筋混凝土桩的预制.....	(92)
二、打入桩的施工.....	(94)
三、静力压桩.....	(100)
四、水冲沉桩.....	(102)
五、试桩.....	(102)
第二节 灌注桩施工.....	(103)
一、钻孔灌注桩.....	(104)
二、打拔管灌注桩.....	(108)
三、爆扩灌注桩.....	(110)
四、混凝土的浇注.....	(112)
五、灌注桩的质量问题.....	(112)

六、承台施工·····	(113)
第三节大直径挖孔灌注桩·····	(114)
一、挖孔桩的设计构造与特点·····	(114)
二、施工程序及方法·····	(116)
三、质量标准及安全措施·····	(119)
第四节 沉井施工·····	(120)
一、沉井的分类·····	(121)
二、沉井的构造·····	(121)
三、沉井的制作·····	(122)
四、沉井的下沉·····	(126)
五、沉井的封底·····	(128)
第五节 地下连续墙·····	(128)
一、地下连续墙的施工程序及其施工方法·····	(129)
二、护壁泥浆循环工艺·····	(137)
第三章 砌筑工程·····	(142)
第一节 砌筑用的脚手架·····	(142)
一、外脚手架·····	(142)
二、里脚手架·····	(150)
三、脚手架的安全措施·····	(150)
第二节 垂直运输设备·····	(151)
一、井架·····	(151)
二、龙门架·····	(153)
三、附壁式升降机·····	(153)
第三节 砖砌体施工·····	(155)
一、施工准备工作·····	(155)
二、砖墙的组砌形式与连接·····	(155)
三、砖砌体的砌筑·····	(158)
第四节 中小型砌块施工·····	(166)
一、施工准备·····	(166)
二、中小型砌块的规格和排列要求·····	(167)
三、施工工艺·····	(168)
四、砌块施工要点及质量要求·····	(168)
第四章 钢筋混凝土工程·····	(170)
第一节 模板工程·····	(170)
一、对模板工程的基本要求·····	(170)
二、模板工程的分类·····	(170)
三、木模板·····	(170)
四、模板设计·····	(174)
五、组合钢模板·····	(176)

六、整体式钢模板安装的允许偏差·····	(208)
七、现浇模板的拆除·····	(208)
八、其它模板简介·····	(209)
第二节 钢筋工程 ·····	(212)
一、钢筋的分类、检验与验收·····	(212)
二、钢筋的冷拉·····	(215)
三、钢筋的冷拔·····	(220)
四、钢筋的焊接·····	(221)
五、钢筋配料单的编制·····	(228)
六、钢筋的加工·····	(234)
七、钢筋绑扎与安装·····	(237)
八、钢筋的代换·····	(238)
第三节 混凝土工程 ·····	(241)
一、混凝土施工工艺分析·····	(241)
二、混凝土的制备·····	(242)
三、混凝土的运输·····	(245)
四、混凝土浇灌与振捣·····	(249)
五、混凝土的养护·····	(258)
六、混凝土强度的检测与质量验收·····	(261)
七、混凝土质量事故的发生及其防治·····	(263)
第四节 钢筋混凝土预制构件的制作 ·····	(265)
一、现场就地制作钢筋混凝土预制构件·····	(266)
二、预制厂制作钢筋混凝土构件·····	(268)
三、预制构件的质量检查与验收·····	(278)
第五节 钢筋混凝土工程的安全技术 ·····	(279)
第五章 预应力混凝土工程 ·····	(280)
第一节 先张法 ·····	(281)
一、台座·····	(282)
二、张拉机具设备·····	(287)
三、先张法施工工艺·····	(293)
四、折线张拉工艺简介·····	(297)
第二节 后张法 ·····	(298)
一、锚具和预应力筋的制作·····	(300)
二、张拉机具设备及其检验·····	(314)
三、后张法施工工艺·····	(328)
第三节 电热法 ·····	(343)
一、电热法的基本原理及其适用范围·····	(343)
二、钢筋电热法伸长值的计算·····	(343)
三、电热设备的选择·····	(346)

四、电热拉张工艺..... (348)

第四节 无粘结预应力施工工艺..... (349)

 一、无粘结预应力束的制作..... (350)

 三、无粘结预应力施工工艺..... (354)

第五节 整体预应力结构的施工..... (356)

 一、整体预应力板柱结构的施工..... (357)

 二、整体预应力框架结构的施工..... (363)

第一章 土方与爆破工程

任何建筑物或构筑物，都是由土石方工程开始施工。土石方工程的数量及其施工难易程度，取决于工程的性质与该地区的地质条件和地形情况。

土石方工程的施工特点：一是工程量大，在工业建筑中，每立方米的建筑物体积，就有1.5~2.0立方米的土方量；在民用建筑中，亦有0.5立方米的土方量。尤其是建设一个大型企业，往往有几十万、几百万，甚至几千万立方米的土方量，其施工面积可达数平方公里，甚至几十平方公里。在建筑工程中，若土方工程全部由人工来完成，那么所需消耗的劳动量将占全部工程总劳动量的50%以上。因此，在组织土石方工程的施工时，应尽可能的采用机械化或半机械化的施工方法，并且力求作到土石方合理调配，节省施工费用。其次是施工条件复杂，因为土是一种天然物质，成分较为复杂，且土石方工程的施工多为露天作业，施工中直接受到地区、气候、水文和地质等条件的影响。因此，施工前应进行周密的调查和试验研究工作，制订合理的施工方案，合理安排施工计划。

第一节 土的分类及其工程性质

一、土的工程分类

在工程上，土根据开挖的难易程度分为八类。土的开挖难易程度直接影响土石方工程的施工方案、劳动量消耗和工程费用。土越硬，劳动量消耗越多，工程成本越高；土的软硬情况不一样，采用的施工方法也就不同。为了正确编制土石方工程施工方案，降低劳动量的消耗和工程成本，所以将土按开挖的难易程度进行工程分类。

土的工程分类见表 1-1。其中：1~4类土为土，5~8类土为岩石。

土的工程分类的鉴别方法有两种：一是土地直观的鉴别方法，就是根据开挖的难易

表 1-1 土的工程分类

土 的 分 类		土 的 级 别	土 的 名 称	普氏系数 (f)	开挖方法及工具
一类土	松软土	I	砂，亚砂土，冲积砂土层；种植土，泥炭（淤泥）	0.5~0.6	能用锹、锄头挖掘
二类土	普通土	II	亚粘土，潮湿的黄土，夹有碎石、卵石的砂、种植土、填筑土及亚砂土	0.6~0.8	用锹、锄头挖掘，少量用镐翻松
三类土	坚 土	III	软及中等密实粘土，重亚粘土，粗砾石，干黄土及含碎石、卵石的黄土，亚粘土，压实的填筑土	0.8~1.0	主要用镐、少量用锹、锄头挖掘、部分用撬棍

续表

土的分类		土的级别	土 的 名 称	普氏系数 (f)	开挖方法及工具
四类土	砂砾坚土	Ⅳ	重粘土及含碎石、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	1.0~1.5	整个用镐、撬棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
五类土	软 石	V~Ⅵ	硬石灰纪粘土；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	1.5~4.0	用镐及撬棍、大锤挖掘、部分使用爆破方法
六类土	次坚石	Ⅶ~Ⅷ	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	4.0~10	用爆破方法开挖、部分用风镐
七类土	坚 石	Ⅸ~Ⅺ	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；风化痕迹的安山岩、玄武岩	10~18	用爆破方法开挖
八类土	特坚石	XⅣ~XⅤ	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、辉绿岩和玢岩	18~25 以上	用爆破方法开挖

程度和开挖中使用的不同工具来进行分类；另一种方法是用普氏系数进行鉴别，见表1—1。普氏系数是反映土壤、岩石强度指标的一个系数，可作为土壤、岩石类别划分标准之一，是苏联普罗托奇杨科诺夫教授根据研究求得土壤及岩石的强度系数值f的经验公式：

土壤 $f \approx \operatorname{tg} \varphi$

岩石 $f \approx \frac{1}{100} R$

式中：φ——土壤内摩擦角；
R——岩石抗压极限强度，并考虑岩石天然层理的条件（裂缝及节理等）。
普氏系数小于1.5的为土，等于或大于1.5的为岩石。

二、土的工程性质

土的容重，天然含水量、密实度、可松性、土的自然休止角和倾斜角，以及渗透系数等主要工程性质，直接与土方工程的质量，土体的稳定性有关，因此也涉及到土方开挖的难易程度、土方工程量的大小和施工方案的选择，从而影响土方工程的劳动力消耗量及其工程造价。所以，每一个工程技术人员必须了解和掌握土的工程性质，并在施工实践中加以正确使用。

（一）土的容重

天然状态下土的单位体积重量称为容重。或称它为自然容重，单位是kg/m³。表达式为：

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

(1 — 1)

B——烘干后的土重。

(三) 土的密实度

$$D_y = \gamma_d / \gamma_{max} \quad (1-3)$$
 γ_{max} ——最大干容重 (kg/m^3)。表 1—3 地基填土施工质量控制值D₁

结构类型	填 土 部 位	密实度 (D_r)	控制含水量 (%)
砖石承重结构和框架结构	在地基主要受力层范围内	> 0.96	$W_y \pm 2$
	在地基主要受力层范围以下	$0.93 \sim 0.96$	
筒支结构和排架结构	在地基主要受力层范围内	$0.94 \sim 0.97$	
	在地基主要受力层范围以下	$0.91 \sim 0.93$	

(四) 土的可松性

$$K_s = V_2 / V_1 \quad (1-4)$$
$$K_s' = V_3 / V_1 \quad (1-5)$$

V_3 ——土经夯实后的体积 (m^3)。

- 4 -

各类土的可松性系数见表 1—4。

表 1—4

各类土的可松性系数参考数值

土 的 类 别		体积增加百分比(%)		可 松 性 系 数	
		最 初	最 终	K_s	K'_s
一 类 土	除种植土外	8—17	1—2.5	1.08—1.17	1.01—1.03
	植物性土泥炭	20—30	3—4	1.20—1.30	1.03—1.04
二类土		14—28	1.5—5	1.14—1.28	1.02—1.05
三类土		24—30	4—7	1.24—1.30	1.04—1.07
四 类 土	泥灰岩、蛋白石除外	26—32	6—9	1.26—1.32	1.06—1.09
	泥灰岩、蛋白石	33—37	11—15	1.33—1.37	1.11—1.15
五至七类土		30—45	10—20	1.30—1.45	1.10—1.20
八 类 土		45—50	20—30	1.45—1.50	1.20—1.30

以取土作回填土为例：某工程基坑回填的体称为 100m^3 ，取土地场的土为三类土，查表1—4三类土的最后可松性系数取 $1.04\sim 1.07$ ，则需取土的数量为 $\frac{100}{1.04\sim 1.07}=93.5\sim 96(\text{m}^3)$ ，也就是说，挖三类土 $93.5\sim 96\text{m}^3$ ，即可回填 100m^3 体积的基坑。

(五) 土的自然休止角(α)和倾斜角(β)

土颗粒之间的相互位移而产生摩擦力；土颗粒之间的胶结力和分子之间的引力，而产生颗粒之间的凝聚力。由于各类土的颗粒之间的摩擦力和凝聚力不同，边坡的土面保持稳定时与地面的水平夹角也有差异，边坡土面保持稳定时与地面的水平夹角称作为土的自然休止角(α)，在满足 α 角条件下土壁基本稳定，因此水工建筑物的土坝和永久性土工建筑物，为保持其土壁稳定，常取用自然休止角作为其坡度角。

在施工中开挖深度较大的基坑(槽)，为了保持施工阶段的土壁稳定而必需放坡，该坡度角称作为倾斜角 β 。边坡的表示方法如图(1-1)所示。

图中 m 为边坡系数，其含义为：当边坡的高度已知为 h 时，边坡的宽度 b 则等于 mh 。当边坡高度较大时，可根据不同的土层及其所受压力，在满足土体稳定的条件下，作成折线形的边坡(图1-1b)，以减少土方量。

边坡坡度应根据不同的挖土高度和土的类别，以及边缘受力情况，按施工验收规范的规定取用，见表1—5和表1—6。例如：开挖中等密实的矿土基槽，槽深 3m ，要求

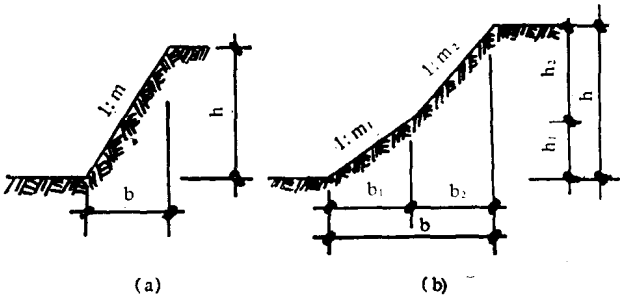


图 1—1 土方的边坡
(a) 直线形边坡；(b) 折线形边坡

I——水力坡度。

$$I = \frac{h_1 - h_2}{1}$$

即水头差与渗透路程长度之比，称为水力坡度。

水的渗透性大小，取决于土的形成条件、颗粒级配、胶体颗粒的含量，以及土的结构等因素。根据土的渗透性不同，可分为渗透水性土（如砂土）和不透水性土（如粘土）。在透水性土中挖方时，由于地下水多，在挖方前应作好排水措施。一般土的渗透系数K值见表1-7。

表 1—7 含水层内土的渗透系数经验近似值

含水层土的类型	渗透系数K (m/昼夜)	含水层土的类型	渗透系数K (m/昼夜)
漂石(无砂质充填)	500~1000	粉砂	0.5~1
卵石	100~500	黄土	0.25~0.5
砾石	50~150	粘性土	0.1~0.5
粗砂	20~50	轻质粘土	0.05~0.1
中砂	5~20	重质粘土	0.001~0.05
细砂	1~5	粘土	<0.001

第二节 场地平整

由于建筑工程的性质、规模、施工期限以及技术力量等条件的不同，并考虑到基坑（槽）开挖的要求，场地平整施工有以下三种做法：

先平整整个场地，后开挖建筑物基坑（槽）。这种做法，使大型土方机械有较大的工作面，能充分发挥其工作效能，也可减少与其它工作的相互干扰，但工期较长。此法适用于场地的填挖土方量较大的工地。

先开挖建筑物基坑(槽),后平整场地。此法适用于地形平坦的场地。这样做可以加快建筑物的施工速度,也可减少重复填挖土方的数量。

边平整场地，边开挖基坑（槽）。这种做法，是按照现场施工的具体条件，划分施工区，有的区先平整场地，有的区则先开挖基坑（槽）。

场地平整前，必须确定场地的设计标高（一般均在设计文件上规定），计算挖方和填方的工程量、确定挖方填方的平衡调配，并选择土方机械，拟定施工方案。

一、场地平整的土方量计算

为了编制土方工程的施工方案,合理地组织施工,对挖方进行综合利用与合理的调配,为此在施工之前必须进行土方量的计算。场地平整土方量计算常用方格网法和断面法,方格网法适用于地形较为平坦的地区,对于路堑、路基等线形工程或地形起伏较大的地区多用断面法。下面主要介绍方格网法和断面法计算土方工程量的方法。

(一) 方格网法

方格网法计算土方工程量,是在新平整的场地范围内,划分成边长相等的方格,以

此分别计算各方格的土方量并加以汇总，得出总的土方量的方法，如图1-3所示。用方格网法计算土方量的步骤一般为：确定场地的设计标高；计算方格角点的填挖深度；计算方格土方量；计算边坡土方量；汇总土方量

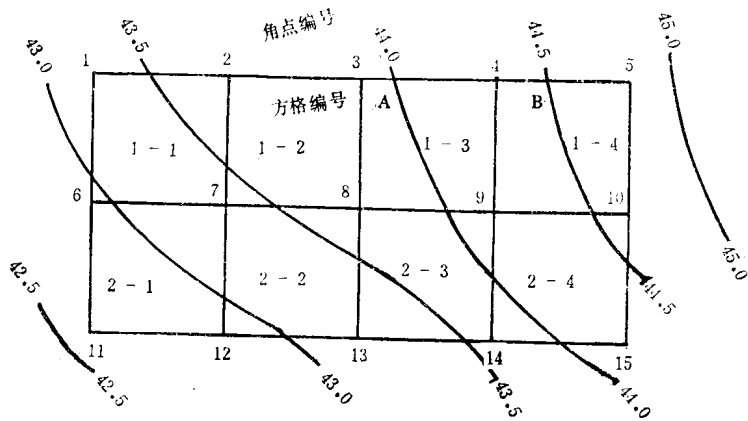


图 1 - 3 某建筑场地地形图方格网布置

并进行平衡等。当经计算的填方和挖方不平衡时，则根据需要进行设计标高的调整，并重复以上计算步骤，重新计算土方量。据此步骤分别叙述场地平整求解土方量的方格网法。

1、确定场地设计标高

场地平整设计标高 H_0 的确定，一般有二种情况，一种情况是在总体规划设计时，确定场地设计标高，此时必须综合考虑下述因素：要与已有建筑物标高相适应；要能满足生产工艺和运输的要求；要尽量利用地形、减少挖方数量；要求场地内的挖方和填方基本平衡，以降低土方运输费用；要有一定的泄水坡度，以满足排水需要等等。在总图上确定了设计标高 H_0 值后，据此设计标高计算土方量，若所计算的挖方量大于填方量，则设置弃土区把多余的土方调出；若填方量大于挖方量，则从取土区调进土方。另一种情况是竖向规划没有确定设计标高时，按场地内挖填平衡降低运输费用为原则确定设计标高。下面主要介绍填、挖方平衡求解设计标高的方法和步骤。

(1) 划分方格 在地形图上根据平整场地范围划分方格，如图1-4所示。图中的等高线表示地形自左向右升高， a 是方格的边长，其值根据地形复杂情况取 $a=10\sim50m$ ，地形复杂取小值，平坦地形取大值，但一般取 $a=20m$ 。

(2) 确定方格角点地面标高 确定各方格角点地面标高的方法有两种：当精度要求较高或地形起伏变化较大时，用水平仪直接测定各方格角点的地面标高，即先将方格各角点测设于地面上，再测出各角点的地面标高，标注在各角点上；反之，则根据地形图上的等高线，用插入法求出各方格角点的地面标高，如图1-3所示。插入法又分数解法和图解法，下面分别介绍这两种方法。

①数解法 采用数解法计算时，假定每两根等高线之间的地面标高是呈直线变化的。如求角点4的地面标高(H_4)，从图1-5中，根据相似三角形特性有：

$$h_x : 0.5 = x : 1$$

则
$$h_x = \frac{0.5}{1} x$$

得
$$H = 44 + h_x$$

在地形图上只要量出 x 和 1 的长度，便可算出 H 的数值。

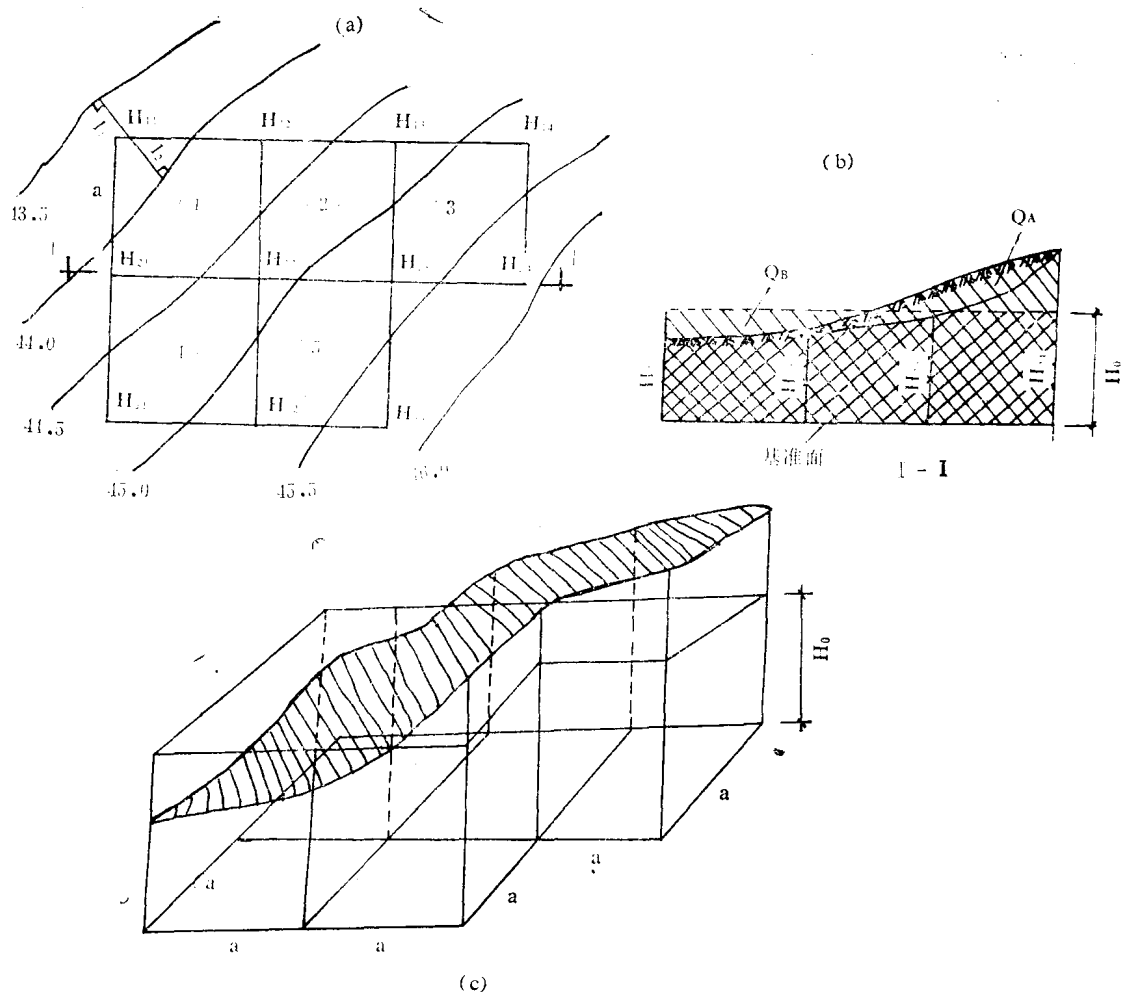


图 1-4 场地设计标高计算简图

(a) 划分方格的地形图, (b) I-I剖面图, (c) 场地平整范围透视图(有阴影线为自然地面)。

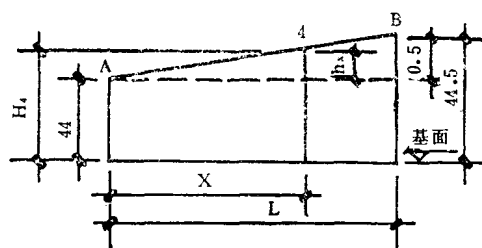


图 1-5 数解法计算简图

②图解法 因数解法计算比较烦琐,故通常多采用图解法求各角点的地面标高,其原理同数解法。

如图1-6所示,用一张透明纸,上面画六根等距离的平行线(线条要尽量画的细,否则影响读数),将该透明纸放到标有方

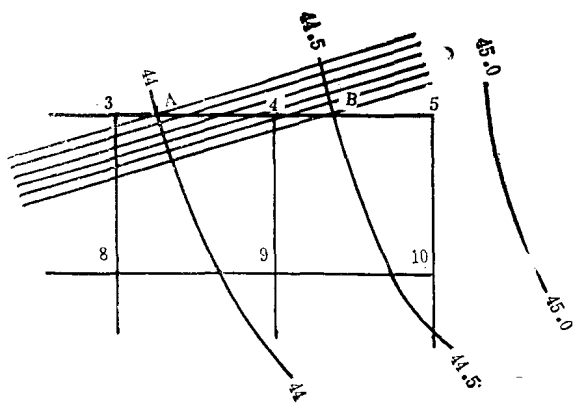


图 1-6 插入法的图解法