

建筑工人技术丛书

建筑施工技术

陈世孝 许申玉 黄复兴 编

山东科学技术出版社

一九八五·济南

建筑工人技术丛书

建筑施工技术

陈世孝 许申玉 黄复兴 编

山东科学技术出版社

一九八五·济南

建筑工人技术丛书

建筑施工技术

陈世孝 许申玉 黄复兴 编

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东人民印刷厂印刷

*

787×1092毫米16开本 29.25印张 599千字

1985年2月第1版 1985年2月第1次印刷

印数：1—81,000

书号 15195·119 定价 4.95 元

出版说明

建筑业在国民经济中占有重要地位，是国民经济的五大产业部类之一。充分发挥建筑业在国民经济中的作用，已成为我国经济建设的重要任务。建筑业的发展，是国民经济兴旺繁荣，人民安居乐业，国家富裕强盛的标志。

为了适应建筑业发展的需要，以及配合当前的职工教育，我们组织编写了这套《建筑工人技术丛书》。

这套丛书包括《建筑工人应用数学》、《建筑识图》、《建筑工程测量》、《建筑材料》、《建筑施工技术》等数种，今后将陆续出版。

这套丛书有以下几方面的特点：第一，以讲基础理论和技术知识为主，对理论问题不作过深的阐述；第二，从读者对象现有的文化程度和技术水平出发，尽可能联系实际，力求解决读者在施工中遇到的一些具体问题；第三，注意介绍一些比较适用的新技术、新工艺、新材料，以适应当前和今后一段时期的需要；第四，各分册在取材方面虽互有联系，但在内容方面各有其独立性，读者可根据需要进行选购和阅读；第五，内容深入浅出，文字通俗易懂，并附有插图，便于读者学习和理解。

这套丛书可供具有初中以上文化程度的建筑工人、技术员和现场施工管理人员学习和参考，也可作为建筑职工教育和业余技术培训班的教材；同时，可供市政、交通、水利、桥梁、铁路等现场施工人员参考。

目 录

第一章 土方及地基工程	1
第一节 土的性质和分类	1
第二节 土方工程的组织计划	8
第三节 土方工程施工	15
第四节 基底处理	33
第五节 人工地基	36
思考题	40
第二章 桩基础工程	43
第一节 桩基础的一般概念	43
第二节 钢筋混凝土预制桩	46
第三节 灌注桩施工	56
思考题	66
第三章 脚手架和砌体工程	67
第一节 脚手架工程	67
第二节 砌石工程	82
第三节 砌砖工程	86
第四节 砌块砌体工程	97
第五节 砌体冬季施工	102
思考题	106
第四章 钢筋混凝土工程	108
第一节 模板工程	109
第二节 钢筋工程	130
第三节 混凝土工程	148
第四节 滑升模板施工	180
第五节 大模板施工	190
第六节 混凝土工程冬季施工	205
思考题	208
第五章 预应力钢筋混凝土工程	210
第一节 预应力的工作原理	210
第二节 先张法	211
第三节 后张法	221
第四节 电张法	228
思考题	235
第六章 结构安装工程	236
第一节 索具与设备	236
第二节 起重机和起重拔杆	254
第三节 单层工业厂房的结构安装	271
第四节 多层工业厂房的结构安装	298
第五节 墙板结构安装	306
第六节 升板结构安装(升板法)	311
第七节 结构安装工程的质量要求和 安全技术	319
思考题	321
第七章 屋面及防水工程	323
第一节 卷材防水屋面	324
第二节 刚性防水屋面	336
第三节 构件自防水屋面	342
第四节 防水涂料屋面	345
第五节 瓦屋面	348
第六节 地下防水工程	355
第七节 屋面维修及堵漏技术	361
第八节 屋面和防水工程的安全技术	364
思考题	364
第八章 装修工程	365
第一节 门和窗	365
第二节 隔墙与隔断	376
第三节 顶棚	384
第四节 贮藏设施	389
第五节 厨房和浴厕设施	390
第六节 栏杆和花格	395
第七节 木装修	400
第八节 玻璃工程	404
第九节 白铁工程	407
思考题	411
第九章 饰面工程	412
第一节 外墙饰面工程	412
第二节 内墙饰面工程	428
第三节 楼地面工程	443
第四节 油漆涂料工程	453
思考题	461

第一章 土方及地基工程

土方工程的施工，由于地形、水文地质、气候条件、建筑物的性质等不同而差异颇大。在大型工程和厂房建设中，土方工程规模庞大，尤其在山区或丘陵地区更为复杂。组织好土方的施工，与降低成本、缩短工期有密切的关系。因此，在施工前，要做好施工组织设计，选择施工方法，决定土方机械的型号，制订合理的调配方案，实行科学管理，以保证施工质量。

地基承担建筑物的全部重量，建筑物的质量与地基处理有直接关系，以往由于地基处理不当而造成工程质量事故乃至倒坍的教训是屡见不鲜的。

地基处理方案与土方施工是互相制约的，要经过综合性的技术经济分析。在土方施工时，应满足地基处理的各项要求；在确定地基处理方案时，应考虑土方量多少和难易程度，以及水文地质条件等因素。

第一节 土的性质和分类

一、土的性质

土的性质是确定地基处理方案和制订土方工程施工方案的重要依据之一。不同组成成分的土，有不同的物理力学性能和施工特征。

(一) 土的组成

土由固体、液体和气体三态所组成。固体是土的颗粒及各种固体成分，液体是土中所含水分，气体为土内孔隙中的气体。土的性质除因所含物质的性质而异外，还与三态的组成比例有关，如干燥与潮湿、紧密与疏松、坚硬或松软等。为了便于说明问题，可参考图 1—1 土的三相图。图内的符号分别表示：

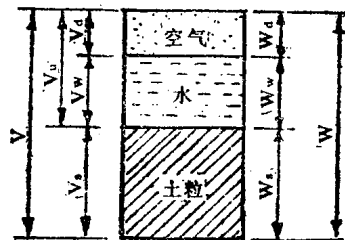


图 1—1 土的三相示意图

- V ——土的总体积；
- V_s ——土中固体所占的体积；
- V_w ——土中水所占的体积；
- V_a ——土中气体所占的体积；
- V_v ——孔隙的体积，即 $V_w + V_a$ ；
- W ——土的总重量；
- W_s ——土中固体颗粒的重量；
- W_w ——土中水的重量；

W_d ——土中气体的重量，可认为0。

(二) 土的容重

土在自然状态下单位体积的重量，叫土的容重，以吨/米³或公斤/米³为单位。容重越大，土越密实，强度也越高。一般粘土的容重约为1400~2000公斤/米³，砂及砂质土约为1200~2000公斤/米³，岩石约为1700~3000公斤/米³。土的容重符号用 γ 表示：

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

施工时常用于容重作为检验回填土质量的标准。干容重是单位体积土中固体颗粒的重量，以 γ_d 表示：

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

土的密度越大，颗粒的重量越大，干容重越大。一般干容重在1.6吨/米³以上，土比较密实。确定土的干容重，是用取土环切出未扰动的土样，放在烘箱内烘干，测定其单位体积的重量。

(三) 土的含水量

土的干湿程度，用含水量 W 表示，即土中所含水的重量和固体颗粒重量之比，用%表示：

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100(\%)$$

土的含水量越大，土越潮湿，对施工不利。制定土方施工方案、选择土方机械和决定地基处理时，均应考虑土的含水量。夯实填土时，土的含水量与夯实程度有密切关系。使填土夯至最密实时的含水量，称为最佳含水量。砂土的最佳含水量为8~12%，亚砂土为9~15%，亚粘土为12~15%，粘土为19~23%。

土的饱和度是土中水的体积与孔隙体积之比，用%表示，符号为 S_r ：

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} (\%)$$

饱和度是确定土的干湿程度的另一指标，如 $S_r = 0$ ，则土处于完全干燥状态； $S_r = 100\%$ ，则土处于饱和状态。饱和的砂土，在地震时会液化，在作地基处理时，应给以足够的重视。

(四) 土的孔隙比和孔隙率

孔隙比 e 是土的孔隙体积和固体体积之比，用下式表示：

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

孔隙率 n 是土的孔隙体积与总体积之比，以百分率表示：

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100(\%)$$

孔隙比和孔隙率说明土的密实程度。孔隙比和孔隙率越小，土越密实。砂土的密实度，通常用孔隙比表示。表1—1为砂土的密实度分类。

表 1—1

砂 土 的 密 实 度

砂 土 类 别	密 实	中 密	稍 密	松 散
砾砂、粗砂、中砂	$e < 0.60$	$0.60 \leq e \leq 0.75$	$0.75 \leq e \leq 0.85$	$e > 0.85$
细砂、粉砂	$e < 0.70$	$0.70 \leq e \leq 0.85$	$0.85 \leq e \leq 0.95$	$e > 0.95$

(五) 土的渗透系数

土的渗透系数是指一昼夜内, 水在土中渗透的距离, 以米/昼夜表示。

在地下水位以下施工时, 应设法排水, 在选择地基方案时, 应考虑地下水对建筑物的影响, 这些都与渗透系数有关。影响渗透系数的因素包括土的密实度、地下水的压力和土的结构。施工时, 应通过试验确定渗透系数, 见表 1—2。

表 1—2

土 的 渗 透 系 数 参 考 表

土 的 名 称	渗 透 系 数	土 的 名 称	渗 透 系 数
粘 土	< 0.005	均 质 中 砂	35~50
亚 粘 土	0.005~0.10	粗 砂	20~50
轻 亚 粘 土	0.10~0.50	圆 砾	50~100
黄 土	0.25~0.50	卵 石	100~500
粉 砂	0.50~1.00	无填充物的卵石	500~1000
细 砂	1.00~5.00	稍有裂隙的岩石	20~60
中 砂	5.00~20.00	裂隙多的岩石	> 60

(六) 土的可松性和可松系数

原土开挖后, 由密实状态变为松散状态, 体积增大。松散土再经夯实, 密实度一般低于原土, 这就是土的可松性。土的可松性用可松系数K表示:

$$K_1 = \frac{V_1}{V}$$

$$K_2 = \frac{V_2}{V}$$

式中:

K_1 ——土的最初可松系数;

K_2 ——土的最终可松系数;

V——原土的体积;

V_1 ——原土开挖后的松散体积;

V_2 ——松散土经压实后的体积。

在计算土方的挖填数量、运输数量时, 均要考虑可松系数, 见表 1—3。

表 1—3

土的可松系数

类别	名称	最初可松系数 K_1	最终可松系数 K_2
1	松软土	1.08~1.07	1.01~1.03
2	普通土	1.20~1.30	1.03~1.04
3	坚土	1.14~1.28	1.02~1.05
4	砂砾坚土	1.24~1.30	1.04~1.07
5	特坚砂质土	1.26~1.32	1.06~1.09
6	软岩石	1.33~1.37	1.11~1.15
7	硬岩石	1.30~1.45	1.10~1.20
8	特坚岩石	1.45~1.50	1.20~1.30

二、土的分类

(一)按工程分类

土按建筑工程的性质可分为五大类:

1. 岩石: 分软岩石和硬岩石。软岩石有粘土岩、页岩、云母岩等, 其抗压强度在 300公斤/厘米²以下。硬岩石有花岗岩、玄武岩、石灰岩、石英岩等, 其抗压强度在 300公斤/厘米²以上。

2. 碎石土: 岩石经风化与水的冲刷, 变为块粒状, 称为碎石土, 其成分比较复杂。碎石土根据块粒大小与形状分为六种, 见表 1—4。

表 1—4 碎石土分类表

名称	块粒形状	颗粒级配
漂石土 块石土	圆状或圆棱状为主 尖棱状为主	粒径>200毫米的颗粒超过全重的50%
卵石土 碎石土	圆状或圆棱状为主 尖棱状为主	粒径>20毫米的颗粒超过全重的50%
砾石土 角砾土	圆状或圆棱状为主 尖棱状为主	粒径>2毫米的颗粒超过全重的50%

表 1—5 是碎石土的密实度分级。

表 1—5 碎石土按密实度分级

密实度	颗粒含量	颗粒排列	开挖情况	钻探情况
密实	占总重的70%以上	交错排列, 连续接触	用撬棍挖, 土壁稳定	钻进很困难, 冲击钻探时 钻杆、吊锤跳动剧烈
中密	占总重的60~70%	交错排列, 大部分接触	用镐挖, 土壁有掉块现象	钻进较困难, 冲击钻探时 钻杆、吊锤跳动不剧烈
稍密	占总重的60%以下	混乱排列, 大部分不接触	用锹挖, 土壁易坍塌	钻进较容易, 冲击钻探时 钻杆稍有跳动

3. 砂土：为无粘性的松散体。按颗粒级配可分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂，见表1—6。

表1—6 砂土的颗粒级配

名称	颗粒级配
砾砂	粒径大于2毫米的颗粒占全重的25~50%
粗砂	粒径大于0.5毫米的颗粒占全重的50%以上
中砂	粒径大于0.25毫米的颗粒占全重的50%以上
细砂	粒径大于0.1毫米的颗粒占全重的75%以上
粉砂	粒径大于0.1毫米的颗粒不超过全重的75%

砂土的野外鉴别方法见表1—7。

表1—7 砂土的野外鉴别方法

名称	颗粒大小	干燥时状态	湿润时用手拍	粘着程度
砾砂	有1/4以上的颗粒比高粱米大	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感
粗砂	有一半以上的颗粒比小米大些	颗粒中个别有粘结	表面无变化	无粘着感
中砂	有一半的颗粒似砂糖粒	颗粒大多分散，部分粘结，一碰即散	表面偶有水印	无粘着感
细砂	多数颗粒与粗玉米粉相似	颗粒少量粘结，稍加碰撞即散开	表面有水印	偶有轻度粘着感
粉砂	大部分颗粒介于玉米粉和面粉之间	颗粒大部分粘结，稍压即散开	表面有显著水印	有粘着感

砂土除按上述方法分类外，其密实度在施工中也有实用意义。密实的砂土一般有较高的强度，结构稳定，压缩性小，是良好的地基。松散的砂土，尤其是饱和状态的细砂与粉砂，结构不理想，能变成流砂，极不稳定，作为建筑物的地基必须作相应的处理，开挖时也要有适当的措施。

砂土的密实度是用孔隙比 e 来分定的，但这种方法有缺点，未考虑级配。同样密实的砂土，颗粒大小单一时， e 值较大；颗粒大小搭配时， e 值就较小，所以应通过试验来确定砂土的相对密度。相对密度 D_r 用下式表示：

$$D_r = \frac{e_{最大} - e}{e_{最大} - e_{最小}}$$

式中：

- e ——砂土在天然状态下的孔隙比；
- $e_{最大}$ ——砂土在最松散状态下的孔隙比；
- $e_{最小}$ ——砂土在最紧密状态下的孔隙比。

所谓最松散状态就是将干砂样通过长颈漏斗倒入容器内自然形成松散状，测出其容重，可算出 $e_{最大}$ 。将干砂样分层装入容器，并振动击实，直到不能再压缩时测定其容重，即可算出 $e_{最小}$ 。砂土在各种密实度时的相对密度 D_r 见表1—8：

表 1—8

砂 土 的 相 对 密 度

砂土的密实度	最松散	很松散	稍松散	中密	密实	最密
相对密度 D_r	0	<0.2	0.2~0.33	0.33~0.67	≥ 0.67	1

4. 粘土：按工程地质特征分为老粘性土、一般粘性土、淤泥和淤泥质土、红粘土。老粘性土是指五千年前沉积而成的土层，这种土耐压能力强，粘结性好，压缩变形小，是理想的天然地基土。一般粘性土是指近代沉积土，如冲积平原、古河道及干涸湖泊地都是此类土，分布较广，扰动原状土时会变软，常含姜结石、贝壳及少量碎砖瓦、朽木等。淤泥质土在沿海地区和河流下游较多，这种土含水量高，强度低，压缩性大，不宜用作天然地基。红粘土呈棕红或褐黄色，分布在我国西南一带，强度高，压缩性小，是良好的天然地基。

粘土按成分和可塑性，分为粘土、亚粘土和轻亚粘土。亚粘土含有少量砂粒，轻亚粘土含的砂粒多些，亚粘土和轻亚粘土合称为砂质粘土。粘土的野外鉴别法见表 1—9。

表 1—9

粘 土 的 野 外 鉴 别 法

名称	湿时刀切	手 感	粘 结 强 度	可 塑 性
粘 土	切面光滑，刀刃有粘阻	手摸有滑感，湿时粘手，感觉不出颗粒	湿时易粘起物体，干后不易剥离，用水才能洗掉	能搓成直径0.5毫米的土条，长15厘米时手持一端不断裂
亚粘土	切面规则，稍有光滑面	稍有滑感和粘滞感，仔细捻摸时有少量颗粒	能粘起物体，干后极易剥掉	能搓成直径0.5~2毫米的土条
轻亚粘土	切面粗糙，无光滑面	手感粗糙，有细颗粒存在，有轻微粘滞	一般不粘物体，干后一碰即掉	能搓成直径2~3毫米的土条

5. 人工填土：城市附近较多，成分复杂，有新填土和老填土之分。填土内以碎石、砂土、粘土为主的叫素质土；含有建筑垃圾、生活垃圾、工业废料和有机物的叫杂填土；由水力冲填的泥砂形成的叫冲填土。

新填土不宜作为建筑物的天然地基。老填土作为多层房屋的地基时，应测定地耐力和采取技术措施。

(二) 按坚实程度分类

土按坚实程度一般分为八类，前四类属一般土，后四类属岩石，见表 1—10。

普氏系数即土的坚实系数，以岩石的极限强度的 $1/100$ 表示，即普氏系数 $f = k/100$ ， k 为岩石的极限抗压强度，以公斤/厘米²表示。

三、地区性特殊土

我国幅员广阔，除以上所述的各类土外，尚有一些具有地区特性的土，有的外观和普通土相近似，但一旦忽视而不作特殊处理时，将会造成严重后果。这类土有湿陷性黄土、膨胀土等。

表 1—10

土 的 分 类

类别	名 称	内 容	开 挖 及 工 具	相当普氏系数
1	松 软 土	疏松砂土、略带粘性的砂土、疏松的种植土、泥炭	用锹挖掘	0.5~0.6
2	普 通 土	湿粘土及黄土，含建筑垃圾、石子的堆积土和种植土	大部分用锹，少量用镐	0.6~0.8
3	坚 土	中等干实的粘土与黄土，含建筑垃圾、石子的湿粘土和黄土	大部分用镐，少量用锹，个别处用撬棍	0.8~1.0
4	砂 砾 坚 土	坚硬干密的粘性土与黄土，含较多较大的石块的中等干密的粘性土与黄土，硬化的盐碱土	用镐与撬棍开挖，局部要用钢楔锤击	1.0~1.5
5	软 石	松砂石，硬石炭纪粘土，中等紧密的页岩、泥灰岩、白垩土、软石灰岩	少量用镐，多数用撬棍、大锤开挖，局部爆破	1.5~4.0
6	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	少量用撬棍，多数用爆破	4.0~10.0
7	坚 石	大理岩，辉绿岩，粗中花岗岩，坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩，有风化痕的玄武岩和安山岩	用爆破开挖	10.0~18.0
8	特 坚 石	安山岩、玄武岩、花岗片麻岩、细粒花岗岩、石英岩、闪长岩、辉长岩、玢岩	用爆破开挖	18.0~25.0

(一) 湿陷性黄土

黄土在一定压力下受水浸蚀后，结构迅速破坏，产生严重变形，强度大大降低，称为湿陷性黄土。在我国东北、中南，尤其是华北和西北分布最多。湿陷性黄土又分为自重湿陷性黄土和非自重湿陷性黄土。

在工地识别湿陷性黄土，其特征是：颜色与普通黄土相似，呈灰黄或褐黄色，天然状态下有肉眼可见的较大孔隙和生物形成的管状孔隙，故又名大孔土。天然土剖面有竖向节理。湿陷性黄土含有石英、高岭土和石灰质结核（即姜石）。土块浸入水中，冒出大量气泡并迅速崩解，但干燥时强度大，挖土时能保持直立的土壁。

用湿陷性黄土作天然地基时，除设计中应采取相应措施外，施工中应避免地基被水浸泡，做好防水与排水，保证管道和用水构筑物的质量，避免漏水。

(二) 膨胀土

在我国西南和中南一带常有膨胀土分布，其外观近似粘土，一般强度较大，压缩性小。此种土内含有较多的亲水性强的蒙脱土（微晶高岭土）和伊利土（水云母），遇水膨胀，失水收缩，以至造成基础位移，地面开裂，甚至破坏建筑物，施工中必须注意。

膨胀土的特征是：干燥时坚硬，易脆裂，手感比粘土滑润，无颗粒；干旱时有明显的竖向裂缝和水平开裂。分布有时长达数百米，都沿等高线延伸，裂缝平滑且有蜡样光泽；被水侵蚀后，裂缝回缩或闭合。

现场测定膨胀土的膨胀力可采用挖试坑加荷的方法。先按基础埋置深度挖试坑，试坑方形，边长不小于2米，安装荷载台，其承压板尺寸不小于5000平方厘米。用砂井或砂沟双面浸水，待土发生膨胀时逐级加荷，使承压板不得上升，当加到某一荷载而承

压板开始下降时，此荷载即为膨胀土的膨胀力。

采用膨胀土作为建筑物的天然地基时，除设计中采取措施外，施工时要注意防水。严禁基槽和基坑灌水，并不得曝晒，尽可能保持天然湿度。

第二节 土方工程的组织计划

土方工程施工前，应做好组织计划，如计算土方量，制订调配方案，布置施工道路，制订排水方案，确定施工方法，选择施工机械，提出冬雨季施工措施等。

一、土方的计算

在设计中，现场上的建筑物、构筑物、管道及各处地坪，均已定出标高，这是土方施工的基本依据。有了设计标高和现场地形图，即可计算土方量。如手头没有地形图，可经实地测量，确定自然标高。

土方量的计算有断面法、分块局部计算法和方格网法。

(一) 断面法

此法适用于自然地形比较复杂、地面起伏比较大的地区，如山坡地，坑穴较多的地段，以及开挖河道，修筑堤坝等。断面法计算简单，精确度取决于断面的数量和位置。其计算步骤为：

1. 划分断面：如图1—2(a)为现场等高线地形图。根据地形特征和设计要求，将该地段划分为若干段，AA'、BB'、CC'、DD'和EE'即为断面位置。断面应接近垂直于等高线或垂直于建筑物的长边，各断面之间的距离不必强求相等，应根据地形确定。变化复杂处断面加密，平坦处距离可大一些，一般为20~50米，最大不超过100米。

2. 绘断面图：按比例绘制各断面的设计标高和自然标高所包含的断面，即为挖方和填方的断面。图1—2(b)中，A'aa'为填方断面，Aaa''为挖方断面，这两个断面均可近似地看作三角形。

3. 计算断面积：将断面图形划分为若干个三角形和梯形，按表1—11的公式计算出断面积。

4. 计算土方量：根据断面面积和相邻两断面之间的距离，依次计算出土方量。公式如下：

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L$$

式中：

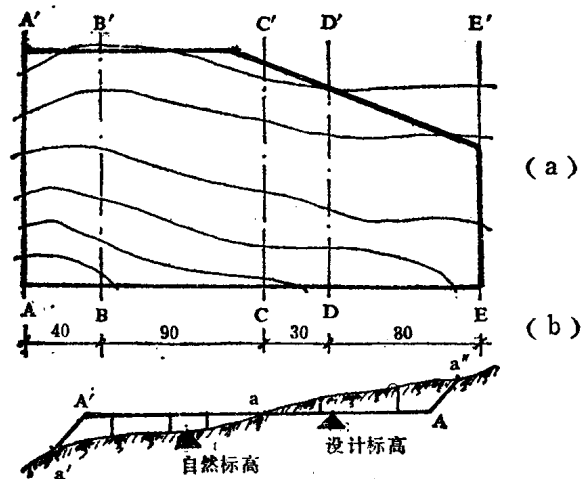


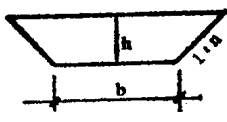
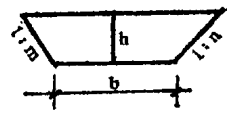
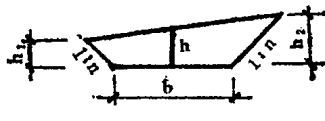
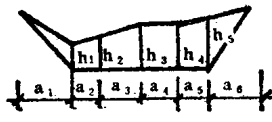
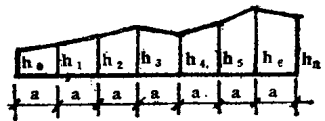
图1—2 划分断面

V——相邻两断面间的土方量(米³)；

F₁和F₂——相邻两个断面的断面积,挖方与填方分别计算(米²)；

L——相邻两断面的距离(米)。

表 1—11 常用断面计算公式

断 面 图 形	计 算 公 式
	$F = h(b + nh)$
	$F = h \left[b + \frac{h(m+n)}{2} \right]$
	$F = (h_1^2 + h_2^2) \frac{n}{2} + bh$
	$F = h_1 \frac{a_1 + a_2}{2} + h_2 \frac{a_2 + a_3}{2} + h_3 \frac{a_3 + a_4}{2} + h_4 \frac{a_4 + a_5}{2} + h_5 \frac{a_5 + a_6}{2}$
	$F = \frac{a}{2} [h_0 + 2(h_1 + h_2 + \dots + h_{n-1}) + h_n]$

5. 汇总土方量：将挖方的土方量和填方的土方量分别算出，可用表 1—12 的格式汇总。

表 1—12 土 方 量 汇 总 表

断 面	挖方面积(米 ²)	填方面积(米 ²)	断面间距离(米)	挖方体积(米 ³)	填方体积(米 ³)
A—A'					
B—B'					
C—C'					
D—D'					
合 计					

(二) 分块局部计算法

分块局部计算法适用于自然地面起伏较大，或现场采用台阶式布置的地区，其计算方法为：

1. 将施工现场自然标高比较一致的地区划分成大小不等的分块，并计算各块的面积；
2. 将各个分块的设计标高和自然标高相减，得各分块的平均施工高度，即挖方或填方的高度；
3. 将每个分块的面积乘以该块的施工高度，即得该块的挖或填土方量，然后加以汇总。

(三) 方格网法

方格网法是将现场分为若干相等的方块，把每个方块的土方视作棱柱体，计算其挖填方量，然后加以汇总，其计算步骤为：

1. 在地形图上划分方格，方格的边长视地形复杂程度而定，一般为20~40米。局部方格可再加分小方格。面积大的平坦地，边长最大可达100米。

2. 将方格的交点编号，并在每点右下角标注该点的自然标高，在右上角标注该点的设计标高。自然标高可从地形图上的等高线得出，如无资料时可实地测量。设计标高按设计要求而得，一般变化有规律性，应考虑排水坡度，如图1—3所示。

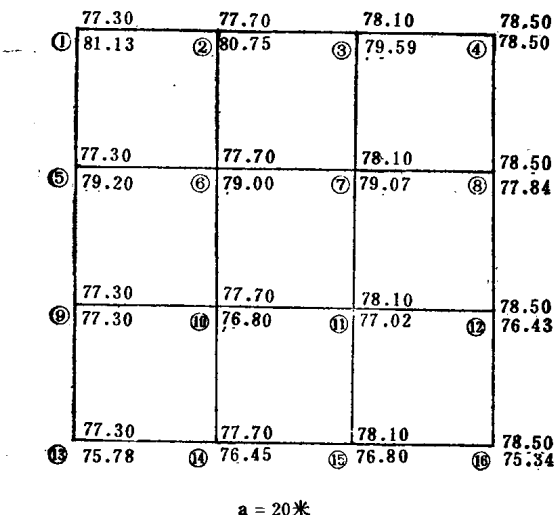


图1—3 方格网高程图

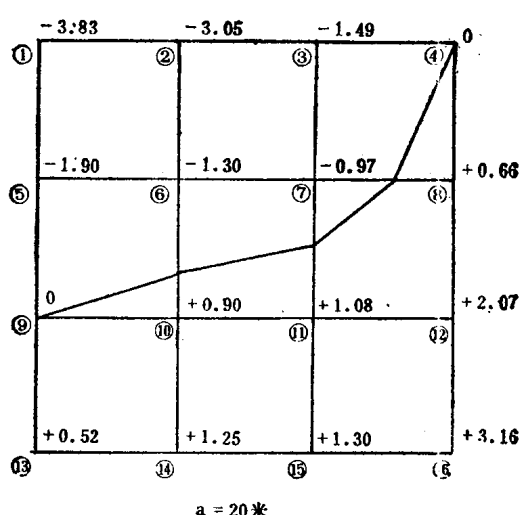


图1—4 方格网挖填方图

3. 另画一方格网，将各点的设计标高与自然标高的差值注于点上，即为该点的挖或填的高度，“-”号代表挖方，“+”号代表填方。

4. 绘出零线，作为挖方与填方的分界线。当一个方格内同时有挖方与填方时，应分别计算土方。在方格的边线上定出零点位置，将各零点相连，即为零线，如图1—4所示。

确定各边零点的位置，见图1—5。

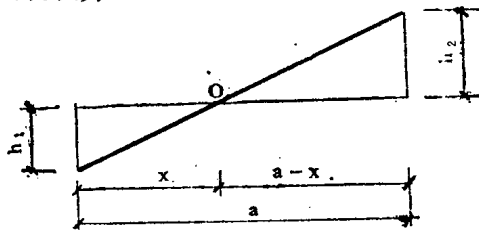


图1—5 求零点示意图

h_1 为某点的填方高度， h_2 为另一相邻点的挖方高度，边长为 a 。根据图中相似三角形可得：

$$x = \frac{ah_1}{h_1 + h_2}$$

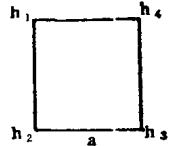
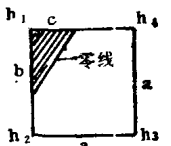
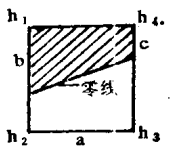
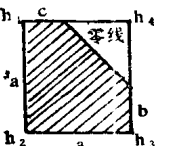
如图 1—4 中⑦点和⑩点之间的零点位置离⑩点的距离 x 为：

$$x = \frac{20 \times 1.08}{0.97 + 1.08} = 10.54 \text{米}$$

则零点离⑦点的距离为 $20 - 10.54 = 9.46$ 米

5. 计算土方量。根据以上资料，可用表 1—13 所列公式计算各方格的土方量，最后加以汇总。表 1—13 中的边长为 a ； b 、 c 为零点至某点的距离； h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 分别为方格四个角点的施工高度，均用绝对值代入； Σh 为各计算图形的所有点的施工高度之和，零点则用 0 代入。

表 1—13 常用方格网点计算公式

类别	计算公式	图形
四方棱柱体	$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$	
三角棱锥体	$V = \frac{1}{6} b \cdot c \cdot h_1$	
梯形截面体	$V = \frac{1}{8} a (b + c) (h_1 + h_4)$	
五边形截面体	$V = \frac{1}{10} (a^2 - ab - ac + bc) (h_1 + h_2 + h_3)$	

(四) 边坡土方

在挖方区(填方区)的边缘，为不使土方下坍，施工时应放坡，由此要增加一部分土方量，如图 1—6 所示。图中 h 为已知挖(填)方高度， b 为需要放出的宽度， m 为边坡系数，则：

$$b = mh$$

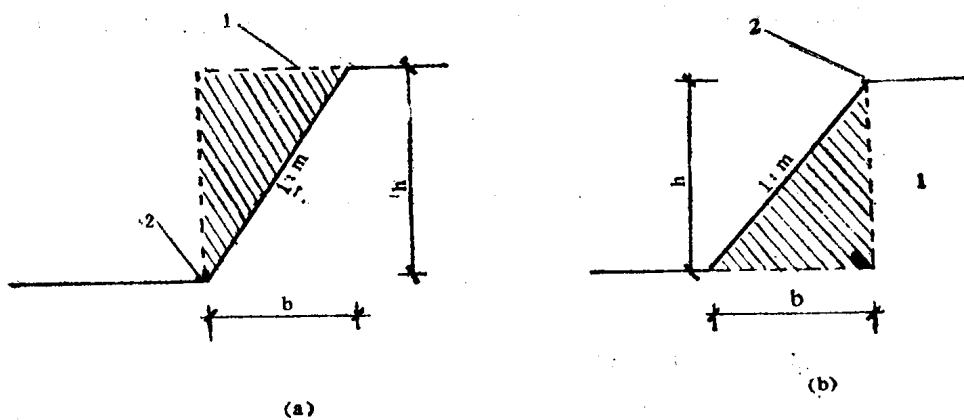


图 1—6 边坡增加土方量示意图

只要确定边坡为 $1:m$ ，即可计算出 b ，从而计算出增加的土方量。 m 值应根据土的性质、施工方法等因素来决定。表 1—14 为各种土挖方时的最大坡度；表 1—15 为边坡作为路堑时的坡度；表 1—16 为临时性填方边坡；表 1—17 为作永久填方边坡为 $1:1.5$ 时的高度限值。

表 1—14 挖方最大坡度

土的类别	人工挖土	机械挖土	
		机械在坑底	机械在坑边
砂土	1:1	1:0.75	1:1
亚砂土	1:0.67	1:0.50	1:0.75
亚粘土	1:0.50	1:0.33	1:0.75
粘土	1:0.33	1:0.25	1:0.67
含卵石的土	1:0.67	1:0.50	1:0.75
泥灰岩、白垩土	1:0.33	1:0.25	1:0.67
干黄土	1:0.25	1:0.10	1:0.33

表 1—15 边坡作为路堑时的坡度

土的类别	边坡最大高度(米)	边坡坡度
一般土	18	1:0.5~1:1.5
黄土及类黄土	18	1:0.1~1:1.25
砾石土、碎石土	18	1:0.5~1:1.5
风化岩石	18	1:0.5~1:1.5
一般岩石	不限	1:0.1~1:0.5
坚石	不限	1:0.1~直立壁