



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

Geishuipaishui
Gongcheng
Shigong
Jishu

给水排水工程施工技术

(第二版)

(给水排水工程技术专业适用)

边喜龙 主编



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

给水排水工程施工技术

(第二版)

(给水排水工程技术专业适用)

	边喜龙	主 编
田长勋	邓曼适	副主编
	范柳先	主 审

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

给水排水工程施工技术/边喜龙主编. —2版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011.7

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材. 给水排水工程技术专业适用

ISBN 978-7-112-13295-9

I. ①给… II. ①边… III. ①给水工程-工程施工②排水工程-工程施工 IV. ①TU991.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 109143 号

本书主要介绍了给水排水工程施工中常见的施工方法和施工技术。全书共分为十章, 分别介绍了土石方工程、施工排水及地基处理、给水排水管道开槽与不开槽施工、给水排水管道水下施工、建筑内部给水排水管道及卫生器具安装、给水排水机械设备安装与制作、给水排水构筑物施工、管道及设备的防腐与保温、给水排水管道的维护与修理。同时, 编写了一定数量的工程实例。

本书可供高等职业院校给水排水工程技术专业的师生使用, 亦可供从事本专业施工的技术人员参考。

责任编辑: 齐庆梅 朱首明

责任设计: 董建平

责任校对: 陈晶晶 赵颖

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

给水排水工程施工技术

(第二版)

(给水排水工程技术专业适用)

边喜龙 主编

田长勋 邓曼适 副主编

范柳先 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 字数: 484 千字

2011 年 9 月第二版 2012 年 8 月第十一次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-13295-9

(20746)

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)

目 录

第一章 土石方工程	1
第一节 土的性质与分类.....	1
第二节 给排水厂(站)场地平整.....	8
第三节 沟槽及基坑的土方施工.....	15
第四节 沟槽及基坑支撑.....	25
第五节 土方回填.....	30
第六节 土石方工程冬、雨期施工.....	34
第七节 土石方工程的质量要求及安全技术.....	35
复习思考题.....	36
第二章 施工排水及地基处理	38
第一节 明沟排水.....	38
第二节 人工降低地下水位.....	40
第三节 地基处理.....	59
复习思考题.....	69
第三章 给水排水管道开槽施工	70
第一节 测量与放线.....	70
第二节 下管与稳管.....	72
第三节 给水管道施工.....	74
第四节 排水管道施工.....	83
第五节 PE、PVC 管道施工.....	89
第六节 管道工程质量检查与验收.....	94
复习思考题.....	101
第四章 给水排水管道不开槽施工	103
第一节 概述.....	103
第二节 掘进顶管.....	105
第三节 盾构法.....	127
第四节 其他暗挖法.....	133
第五节 盾构施工方案编制实例.....	136
复习思考题.....	145
第五章 给水排水管道水下施工	146
第一节 水下沟槽开挖.....	147
第二节 水下管道接口.....	150
第三节 水下管道敷设.....	154

复习思考题·····	158
第六章 建筑内部给水排水管道及卫生器具安装 ·····	159
第一节 施工准备与配合土建施工·····	159
第二节 钢管加工与连接·····	161
第三节 非金属管的连接·····	172
第四节 管道安装·····	175
第五节 卫生器具安装·····	184
第六节 建筑内部管道工程质量检查·····	191
复习思考题·····	194
第七章 给水排水机械设备安装与制作 ·····	196
第一节 水泵的安装·····	196
第二节 鼓风机安装·····	202
第三节 非标设备制造·····	214
复习思考题·····	226
第八章 给水排水构筑物施工 ·····	227
第一节 检查井等附属构筑物施工·····	227
第二节 钢筋混凝土构筑物施工·····	235
第三节 沉井工程施工·····	256
第四节 管井施工·····	268
第五节 大口井施工·····	273
第六节 渗渠·····	275
复习思考题·····	277
第九章 管道及设备的防腐与保温 ·····	278
第一节 管道及设备的表面处理·····	278
第二节 管道及设备的防腐·····	280
第三节 管道及设备的保温·····	287
复习思考题·····	294
第十章 给水排水管道的维护与修理 ·····	296
第一节 建筑内部给水系统的维护与修理·····	296
第二节 建筑内部排水系统的维护与修理·····	299
第三节 室外给水系统维护与修理·····	304
第四节 室外排水系统的维护与修理·····	309
复习思考题·····	311
参考文献·····	312

第一章 土石方工程

在给水排水管道工程施工中都是由土石方工程开始的。土石方工程是其他分部工程施工的先行，并且工程量较大；同时，土石方工程受土的种类、性质、水文地质条件、气候条件影响很大。因此，研究土石方工程，对搞好给水排水管道施工是非常重要的。

第一节 土的性质与分类

一、土的组成

土是由岩石风化生成的松散沉积物，是由矿物颗粒（固相）、水（液相）和空气（气相）组成的三相体系，如图 1-1 (a) 所示。

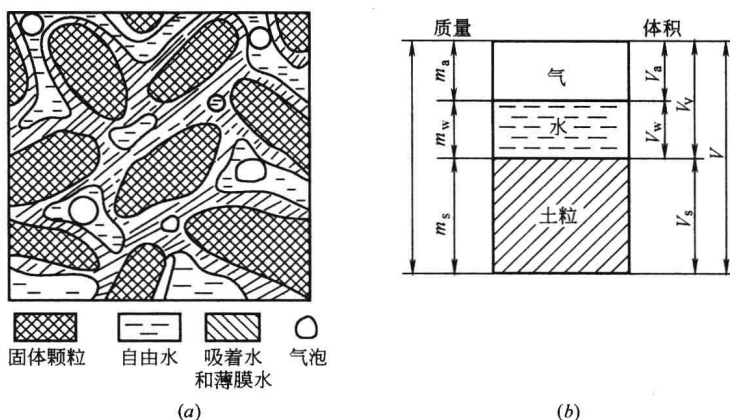


图 1-1 土的组成及三相图

(a) 土的组成；(b) 土的三相图

V —土样的体积； V_s —土样中固体颗粒的体积； V_v —土样中孔隙的体积；

V_w —土样中水的体积； V_a —土样中气体的体积； m_a —土样中气体质量；

m_s —土样的固体颗粒的质量； m_w —土样中水的质量

矿物颗粒构成土的骨架，空气和水填充骨架间的空隙，这就是土的三相组成。土的三相组成比例，反映了土的物理状态，如干燥、稍湿或很湿、密实、稍密实或松散。这些最基本的物理性质指标，对评价土石方工程的性质，进行土的工程分类具有重要的意义。

土的三相物质是混合分布的，取一土样将其三相的各部分集合起来，由图 1-1 (b) 表示。图中各指标定义：

m_s ——土粒的质量；

m_w ——土中水的质量；

m_a ——土中气的质量 ($m_a \approx 0$)；

m ——土的质量， $m = m_s + m_w$

V_s ——土粒的体积；
 V_w ——土中水的体积；
 V_a ——土中气的体积；
 V ——土的体积， $V=V_s+V_w+V_a$ 。

土的结构主要是指土体中土粒的排列与连接。土的结构有单粒结构、蜂窝结构和绒絮结构，如图 1-2 所示。

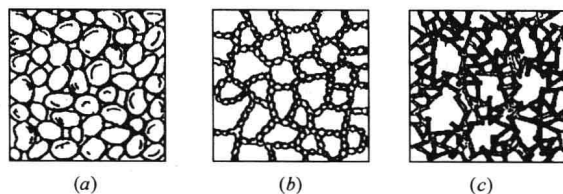


图 1-2 土的结构

(a) 单粒结构；(b) 蜂窝结构；(c) 绒絮结构

具有单粒结构的土是由砂粒等粗土组成，土粒排列越密实，土强度越大。具有蜂窝结构的土是由粉粒串联而成，存在着大量的空隙，结构不稳定。绒絮结构与蜂窝结构类似，所以研究土的结构对工程施工是非常重要的。

二、土的性质

土的性质对土石方稳定性、施工方法及工程量均有很大影响。

(一) 土的物理性质

1. 土的质量密度和重力密度

天然状态单位体积土的质量称为土的质量密度，简称土的密度，用符号 ρ 表示。天然状态单位体积土所受的重力称为土的重力密度，简称土的重度，用符号 γ 表示。

$$\rho = m/V \quad (1-1)$$

$$\gamma = G/V = m \cdot g/V = \rho \cdot g \quad (1-2)$$

式中 m ——土的质量，t；

V ——土的体积， m^3 ；

G ——土的重力，kN；

g ——重力加速度， m/s^2 。

天然状态下土的密度值变化较大，通常砂土 $\rho=1.6\sim 2.0t/m^3$ ，黏性土和粉砂 $\rho=1.8\sim 2.0t/m^3$ 。通常砂土 $\gamma=16\sim 20kN/m^3$ ，黏性土和砂土 $\gamma=18\sim 20kN/m^3$ 。

2. 土粒相对密度

土粒单位体积的质量与同体积的 $4^\circ C$ 时纯水的质量相比，称为土粒相对密度，用符号 d_s 表示。土粒比重见表 1-1。

$$d_s = m_s/V_s \cdot 1/\rho_w \quad (1-3)$$

式中 ρ_w —— $4^\circ C$ 时水的单位体积质量为 $10kN/m^3$ 。

土粒相对密度参考值

表 1-1

土的种类	砂土	粉土	黏性土	
			粉质黏土	黏土
土粒相对密度	2.65~2.69	2.70~2.71	2.72~2.73	2.73~2.74

3. 土的含水量

土中水的质量与土颗粒质量之比的百分数称为土的含水量，用符号 w 表示。

$$w = m_w / m_s \times 100\% \quad (1-4)$$

含水量是表示土的湿度的一个指标。天然土的含水量变化范围很大。含水量小，土较干；反之土很湿或饱和。

4. 土的干密度和干重度

土的单位体积内颗粒的质量称为土的干密度，用符号 ρ_d 表示；土的单位体积内颗粒所受重力称为土的干重度，用符号 γ_d 表示。

$$\rho_d = m_s / V \quad (1-5)$$

$$\gamma_d = G_s / V = m_s \cdot g / V = \rho_d \cdot g \quad (1-6)$$

式中 G_s ——土颗粒所受的重力，kN。

一般土的干密度为 $1.3 \sim 1.8 \text{ t/m}^3$ ，土的干密度愈大，表明土愈密实，工程上常用这一指标控制回填土的质量。

5. 土的孔隙比与孔隙率

土中孔隙体积与颗粒体积相比称为孔隙比，用符号 e 表示；土中孔隙体积与土的体积之比的百分数称为土的孔隙率，用符号 n 表示。

$$e = V_v / V_s \quad (1-7)$$

$$n = V_v / V \times 100\% \quad (1-8)$$

孔隙比是表示土的密实程度的一个重要指标。一般来说 $e < 0.6$ 的土是密实的，土的压缩性小； $e > 1.0$ 的土是疏松的，土的压缩性高。

6. 土的饱和重度与土的有效重度

土中孔隙完全被水充满时土的重度称为饱和重度，用符号 γ_{sat} 表示；地下水位以下的土受到水的浮力作用，扣除水的浮力和单位体积上所受的重力称为土的有效重度，用符号 γ' 表示。

$$\gamma_{\text{sat}} = (G_s + V_w \cdot \gamma_w) / V \quad (1-9)$$

$$\gamma' = (G_s - V_w \cdot \gamma_w) / V \quad (1-10)$$

或
$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w \quad (1-11)$$

式中 γ_w ——水的重度， kN/m^3 ；

$$\gamma_w = \rho_w \cdot g \quad (1-12)$$

土的饱和重度一般为 $18 \sim 23 \text{ kN/m}^3$ 。

7. 土的饱和度

土中水的体积与孔隙体积之比的百分数称为土的饱和度，用符号 S_r 表示。

$$S_r = V_w / V_v \times 100\% \quad (1-13)$$

根据饱和度 S_r 的数值可把细砂、粉末等土分为稍湿、很湿和饱和三种湿度状态，见表 1-2。

砂土湿度状态划分 表 1-2

湿度	稍湿	很湿	饱和
饱和度 S_r (%)	$S_r \leq 50$	$50 < S_r \leq 80$	$S_r > 80$

8. 土的可松性和压密性

土的可松性是指天然状态下的土经开挖后土的结构被破坏，因松散而体积增大，这种现象称为土的可松性。

土经过开挖、运输、堆放而松散，松散土与原土体积之比用可松性系数 K_1 表示。

$$K_1 = V_2 / V_1 \quad (1-14)$$

土经回填后，其体积增加值用最后可松性系数表示：

$$K_2 = V_3 / V_1 \quad (1-14')$$

式中 V_1 ——开挖前土的自然状态下体积；

V_2 ——开挖后土的松散体积；

V_3 ——压实后土的体积。

可松性系数的大小取决于土的种类，见表 1-3。

土的可松性系数

表 1-3

土 的 名 称	体积增加百分比		可松性系数	
	最初	最后	K_1	K_2
砂土、粉土	8~17	1~2.5	10.8~1.17	1.01~1.03
种植地、淤泥、淤泥质土	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
粉质黏土、潮湿土、砂土混碎(卵)石、粉质黏土、混碎(卵)石、素填土	14~28	1.5~5	1.14~1.28	1.02~1.05
黏土、重粉质黏土、砾石土、干黄土、黄土混碎(卵)石、粉质黏土、混碎(卵)石、压实素填土	24~80	4~7	1.24~1.30	1.04~1.07
重黏土、黏土混碎(卵)石、卵石土、密实黄土、砂岩	26~32	6~9	1.26~1.32	1.06~1.09
泥灰岩	33~37	11~15	1.33~1.37	1.11~1.15
软质岩石、次硬质岩石	30~45	10~20	1.30~1.45	1.10~1.20
硬质岩石	45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30

注：1. K_1 是用于计算挖方工程量装运车辆及挖土机械的主要参数；

2. K_2 是计算填方所需挖土工程的主要参数；

3. 最初体积增加百分比 = $(V_2 - V_1) / V_1 \times 100\%$ ；

4. 最后体积增加百分比 = $(V_3 - V_1) / V_1 \times 100\%$ 。

土的压缩性是指土经回填压实后，使土的体积减小的现象。

土的压实或夯实程度用压实系数表示，压实系数用符号 λ_c 表示。

$$\lambda_c = \rho_d / \rho_{dmax} \quad (1-15)$$

式中 ρ_d ——土的控制干密度；

ρ_{dmax} ——土的最大干密度。

土的密实度与土的含水量有关。其含水量的大小都会影响土的密实度，实践证明应控制土的最佳含水量，在土方回填时应具有最佳含水量，当土的自然含水量低于最佳含水量 20% 时，土在回填前要洒水渗浸。土的自然含水量过高，应在压实或夯实前晾晒。

在地基主要受力层范围内，按不同结构类型，要求压实系数达到 0.94~0.96 以上。

(二) 土的力学性质

1. 土的抗剪强度

土的抗剪强度就是某一受剪面上抵抗剪切破坏时的最大剪应力，土的抗剪强度可由剪

切试验确定，如图 1-3 所示。土样放在面积为 A 的剪切盒内，施加一个竖向压力 N 和水平力 T 的作用，在剪切面上产生剪切应力 τ 。 τ 随水平力 T 增大而增大。 T 增加到 T' 时在剪切面上土颗粒发生相互错动，土样破坏。此时的剪切应力 τ_f ：

$$\tau_f = T' / A \quad (1-16)$$

土样内产生的法向应力 σ ：

$$\sigma = P / A \quad (1-17)$$

τ 与 σ 成正比。

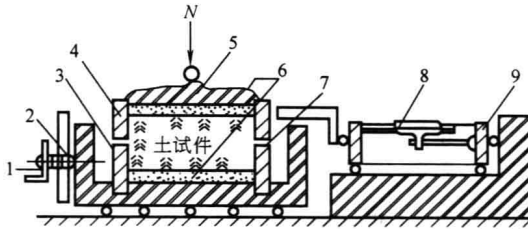


图 1-3 土的剪应力实验装置示意

1—手轮；2—螺杆；3—下盒；4—上盒；5—传压板；
6—透水石；7—开缝；8—测量计；9—弹性量力环

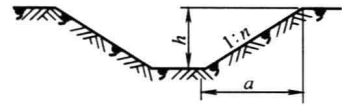


图 1-4 挖方边坡

砂是散粒体，颗粒间没有相互的黏聚作用，因此砂的抗剪强度即为颗粒间的摩擦力。即

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg} \phi \quad (1-18)$$

式中 ϕ ——内摩擦角。

黏性土颗粒很小，由于颗粒间的胶结作用和结合水的连锁作用，产生黏聚力。即

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg} \phi + C \quad (1-19)$$

式中 C ——黏聚力。

黏性土的抗剪强度由内摩擦力和一部分黏聚力组成。

工程上需用的砂土 ϕ 值和黏土 ϕ 值及黏聚力 C 值都应由土样试验求得。

由于不同的土抗剪强度不同，即使同一种土其密实度和含水量不同，抗剪强度也不同。抗剪强度决定着土的稳定性，抗剪强度愈大，土的稳定性愈好，反之，亦然。

完全松散的土自由地堆放在地面上，土堆的斜坡与地面构成的夹角，称为自然倾斜角。为此要保证土壁稳定，必须有一定边坡，边坡以 $1:n$ 表示，如图 1-4 所示。

$$n = a/h \quad (1-20)$$

式中 n ——边坡率；

a ——边坡的水平投影长度；

h ——边坡的高度。

含水量大的土，土颗粒间产生润滑作用，使土颗粒间的内摩擦力或黏聚力减弱，土的抗剪强度降低，土的稳定性减弱，因此，应留有较缓的边坡。当沟槽上荷载较大时，土体

会在压力作用下产生滑移，因此，边坡也要缓或采用支撑加固。

2. 侧土压力

地下给水排水构筑物的墙壁和池壁，地下管沟的侧壁，施工中沟槽的支撑，顶管工作坑的后背，以及其他各种挡土结构，都受到土的侧向压力作用，如图 1-5 所示。这种土压力称为侧土压力。

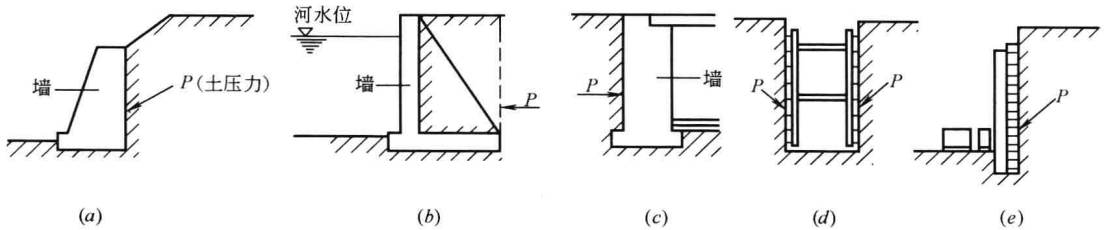


图 1-5 各种挡土结构

(a) 挡土墙；(b) 河堤；(c) 池壁；(d) 支撑；(e) 顶管工作坑后背

根据挡土墙受力后的位移情况，侧土压力可分为以下三种：

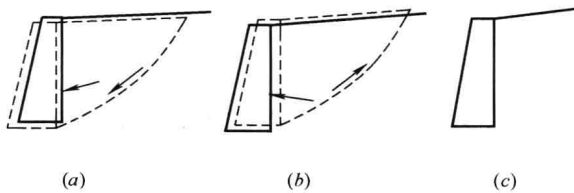


图 1-6 三种土压力

(a) 主动土压力；(b) 波动土压力；(c) 静止土压力

(1) 主动土压力。挡土墙在墙后土压力作用下向前移动或移动土体随着下滑，当达到一定位移时，墙后土达极限平衡状态，此时作用在墙背上的土压力就称为主动土压力，如图 1-6 (a) 所示。

(2) 被动土压力。挡土墙在外力作用下向后移动或转动，挤压填土，使土体向后位移，当挡土墙向后达到一定位

移时，墙后土体达到极限平衡状态，此时作用在墙背上的土压力称为被动土压力，如图 1-6 (b) 所示。

(3) 静止土压力。挡土墙的刚度很大，在土压力作用下不产生移动和转动，墙后土体处于静止状态，此时作用在墙背上的土压力称为静止土压力，如图 1-6 (c) 所示。

上述三种土压力，在相同条件下，主动土压力最小，被动土压力最大，静止土压力介于两者之间。三种土压力的计算可按库仑土压力理论或者朗肯土压力理论计算。

掌握土的压力，对于处理施工中的支撑工作坑后背，各类挡土墙的结构是极其重要的。

(三) 土的工程分类及野外鉴别方法

1. 土的分类

土的种类很多，分类方法也很多，一般按土的组成，生产年代和生产条件对土进行分类。按《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002) 将地基土分为岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土、人工填土六类。每类又可以分成若干小类。

(1) 岩石。在自然状态下颗粒间连接牢固，呈整体或具有节理裂隙的岩体。

(2) 碎石土。粒径大于 2mm 的颗粒占全重 50% 以上，根据颗粒级配和占全重百分率不同，分为漂石、块石、卵石、圆砾和角砾，如表 1-4 所示。

碎石土的分类

表 1-4

土的名称	颗粒形状	土的颗粒在干燥时占全部重量(%)
漂石块石	圆形及亚圆形为主棱角形为主	粒径大于 200mm 的颗粒超过全重 50%
卵石碎石	圆形及亚圆形为主棱角形为主	粒径大于 20mm 的颗粒超过全重 50%
圆砾角砾	圆形及亚圆形为主棱角形为主	粒径大于 2mm 的颗粒超过全重 50%

注：定名时应根据表中粒径分组由大到小以最先符合者确定。

(3) 砂土。粒径大于 2mm 的颗粒含量小于或等于全重 50% 的土。砂土根据粒径和占全重的百分率不同，又分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂，如表 1-5 所示。

砂土的分类

表 1-5

土的名称	土的颗粒在干燥时占全部重量(%)
砾砂	粒径大于 2mm 且小于等于 2mm 的颗粒占全重 25%~50%
粗砂	粒径大于 0.5mm 且小于等于 0.5mm 的颗粒超过全重 50%
中砂	粒径大于 0.25mm 且小于等于 0.25mm 的颗粒超过全重 50%
细砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒超过全重 50%
粉砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒不超过全重 50%

(4) 粉土。粉土性质介于砂土与黏性土之间。塑性指数 $I_P \leq 10$ 。当 I_P 接近 3 时，其性质与砂土相似；当 I_P 接近 10 时，其性质与粉质黏土相似。

(5) 黏性土。黏土按其粒径级配、矿物成分和溶解于水中的盐分等组成情况的指标，分为粉土、粉质黏土和黏土、人工填土。

按其生成分为素填土、杂填土和冲填土三类。

1) 素填土。由碎石土、砂土、黏土组成的填土。经分层压实的统称素填土，又称压实填土。

2) 杂填土。含有建筑垃圾、工业废渣、生活垃圾等杂物的填土。

3) 冲填土。由水力冲填泥沙产生的沉积土。

2. 土的工程分类及野外鉴别方法

按土石坚硬程度和开挖方法及使用工具，将土分为八类，见表 1-6

土的工程分类

表 1-6

土的分类	土(岩)的分类	密度 (t/m ³)	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	略有黏性的砂土、粉土、腐殖土及疏松的种植土、泥炭(淤泥)	0.6~1.5	用锹、少许用脚蹬或用锄头挖掘
二类土 (普通土)	潮湿的黏性和黄土，软的盐土和碱土，含有建筑材料碎屑、碎石、卵石的堆积土和植土	1.1~1.6	用锹、需用脚蹬，少许用镐
三类土 (坚土)	中等密实的黏性土或黄土，含有碎石，卵石或建筑材料碎屑的潮湿的黏性土或黄土	1.8~1.9	主要用镐、条锄，少许用锹
四类土 (砂砾坚土)	坚硬密实的黏性土或黄土，含有碎石、砾石的中等密实黏性土或黄土，硬化的重盐土，软泥灰岩	1.9	全部用镐、条锄挖掘，少许用撬棍
五类土 (软岩)	硬的石灰纪黏土；胶结不紧砾岩；软的、节理多的石灰岩及贝壳石灰岩；坚实白垩	1.2~2.7	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	坚硬的泥质页岩，坚硬的泥灰岩；角砾状花岗岩；泥灰质石灰岩；黏土质砂岩；云母页岩及砂质页岩；风化花岗岩、片麻岩及正常岩；密石灰岩等	2.2~2.9	用爆破方法开挖，部分用风镐
七类土 (坚石)	白云岩；大理石；坚实石灰岩；石灰质及石英质的砂岩；坚实的砂质页岩；以及中粗花岗岩等	2.5~2.9	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	坚实细粗花岗岩；花岗片麻岩；闪长岩、坚实角闪岩、辉长岩、石英岩；安山岩、玄武岩；最坚实辉绿岩、石灰岩及闪长岩等	2.7~3.3	用爆破方法开挖

在野外粗略地鉴别各类土的方法，分别参见表 1-7 和表 1-8。

碎石土、砂土野外鉴别方法

表 1-7

类别	土的名称	观察颗粒粗细	干燥时的状态及强度	湿润时用手拍击状态	黏着程度
碎石土	卵(碎)石	一半以上的颗粒超过 20mm	颗粒完全分散	表面无变化	无黏着感觉
	圆(角)砾	一半以上的颗粒超过 2mm	颗粒完全分散	表面无变化	无黏着感觉
砂土	砾砂	约有 1/4 以上的颗粒超过 2mm	颗粒完全分散	表面无变化	无黏着感觉
	粗砂	约有 1/2 以上的颗粒超过 0.5mm	颗粒完全分散,但有个别胶结一起	表面无变化	无黏着感觉
	中砂	约有 1/2 以上的颗粒超过 0.25mm	颗粒基本分散,局部胶结但一碰即散	表面偶有水印	无黏着感觉
	细砂	大部分颗粒与粗豆米粉近似	颗粒大部分分散,少量胶结,部分稍加碰撞即散	表面有水印	偶有轻微黏着感觉
	粉砂	大部分颗粒与小米粉近似	颗粒少部分分散,大部分胶结,稍加压力可分散	表面有显著翻浆现象	偶有轻微黏着感觉

土的野外鉴别方法

表 1-8

土的名称	湿润时用刀切	湿土用手捻摸时的感觉	土的状态		湿土搓条情况
			干土	湿土	
黏土	切面光滑,有黏力阻力	有滑腻感,感觉不到有砂料,水分较大时很黏手	土块坚硬用锤才能打碎	易黏着物体,干燥后不易剥去	塑性大,能搓成直径小于 0.5mm 的长条,手持一端不易断裂
粉质黏土	稍有光滑面切面平整	稍有滑腻感,有黏着感,感觉到有少量砂粒	土块用力可压碎	能黏着物体,干燥后易剥去	有塑性,能搓成直径为 0.5~2.0mm 土条
粉土	无光滑面,切面粗糙	有轻微黏着感或无黏滞感,感觉到砂粒较多	土块用手捏或抛扔时易碎	不易黏着物体,干燥后一碰就掉	塑性小,能搓成直径为 2~3mm 的短条
砂土	无光滑面,切面粗糙	无黏滞感,感觉到全是砂粒	松散	不能黏着物体	无塑性,不能搓成土条

第二节 给排水厂(站)场地平整

一、场地平整及土方量计算

场地平整就是将天然地面改为工程上所要求的设计平面。场地设计平面通常由设计单位在总图竖向设计中确定，由设计平面的标高和天然地面的标高差，可以得到场地各点的施工高度（填挖高度），由此可以计算场地平整的土方量。其计算步骤如下：

(1) 划分方格网。根据已有地形图（一般 1/500 的地形图）划分成若干个方格网，其边长为 10m×10m、20m×20m 或 40m×40m。

(2) 计算施工高度。根据方格网，将自然地面标高与设计地面标高分别标注在方格网角点的右上角和右下角，自然地面标高与设计地面标高差值，即各角点的施工高度，将其填在方格网的左上角，挖方为（+），填方为（-）。

(3) 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，并标注在方格网上。将零点连线就得到零线，它是填方区和挖方区的分界线，在此线上各点施工高度等于零。零点位置可按式计算（如图 1-7 所示）：

$$X_1 = a \times h_1 / (h_1 + h_2) \quad (1-21)$$

$$X_2 = a \times h_2 / (h_1 + h_2) \quad (1-22)$$

式中 X_1 、 X_2 ——角点至零点的距离，m；

h_1 、 h_2 ——相邻两角的施工高度，m，计算时均采用绝对值；

a ——方格网的边长，m。

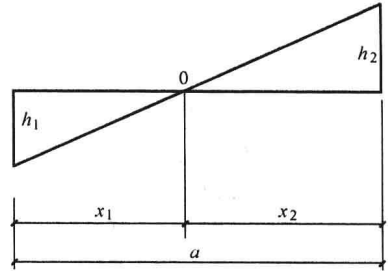


图 1-7 零点位置

(4) 计算方格土方工程量。方格土方工程量计算公式，参见表 1-9。

常用方格网点计算公式

表 1-9

项 目	图 式	计 算 公 式
一点填方或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2} bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bch_3}{6}$ 当 $b=c=a$ 时, $V = \frac{a^2 h_3}{6}$
二点填方或挖方 (梯形)		$V_- = \frac{b+c}{2} \cdot a \cdot \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (b+c)(h_1+h_3)$ $V_+ = \frac{d+e}{2} \cdot a \cdot \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (d+e)(h_2+h_4)$
三点填方或挖方 (五角形)		$V_- = \frac{1}{2} bc \cdot \frac{\sum h}{3} = \frac{bch_3}{6}$ $V_+ = \left(a^2 - \frac{bc}{2}\right) \frac{\sum h}{5} = \left(a^2 - \frac{bc}{2}\right) \frac{h_1+h_2+h_4}{5}$
四点填方或挖方 (正方形)		$V_+ = \frac{a^2}{4} \sum h = \frac{a^2}{4} (h_1+h_2+h_3+h_4)$

(5) 将计算的各方格土方工程列表汇总，分别求出总的挖方工程量和填方工程量。

二、土方调配

土方工程量计算完成后，即可进行土方的调配工作。土方调配，就是对挖土的利用、堆弃和填方三者之间关系进行综合协调处理的过程。一个好的土方调配方案，应该是使土方运输量或费用达到最小，而且又能方便施工。为使土方调配工作做到更好应掌握如下原则：

(1) 力求使挖方与填方基本平衡和就近调配使挖方与运距的乘积之和尽可能为最小，亦即使土方运输和费用最小。

(2) 考虑近期施工与后期利用相结合的原则；考虑分区与全场相结合的原则；还应尽可能与大型地下建筑物的施工相结合，使土方运输无对流和乱流的现象。

(3) 合理选择恰当的调配方向、运输路线，使土方机械和运输车辆的功率能得到充分发挥。

(4) 土质好的土使用在回填质量要求高的地区。

总之，土方的调配必须根据现场的具体情况、有关资料、进度要求、质量要求、施工方法与运输方法，综合考虑的原则，进行技术经济比较，选择最佳的调配方案。

为了更直观地反映场地调配的方向及运输量，一般应绘制土方调配图表，其编制程序如下：

(1) 划分调配区。在场地平面图上先划出挖、填方区的分界线；根据地形及地理条件，可在挖方区和填方区适当地分别划出若干调配区。

(2) 计算各调配区的土方工程量，标在图上。

(3) 求出每对调配区之间的平均运距。平均运距即挖方区土方重心至填方区土方重心的距离。

(4) 进行土方调配。采用线性规划中的“表上作业法”进行。

(5) 画出土方调配图，如图 1-8 所示。

(6) 列出土方工程量平衡表，参见表 1-10。

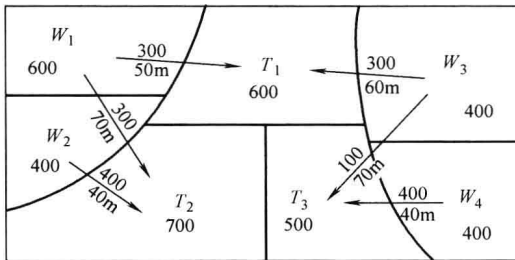


图 1-8 土方调配图

注：箭头上面的数字表示土方量 (m^3)、箭头下面的数字表示运距 (m)；W 为挖方区；T 为填方区。

土方量调配平衡表 表 1-10

挖方区 编号	挖方数量 (m^3)	填方区编号、填方数量(m^3)			
		T ₁	T ₂	T ₃	合计
		600	700	500	1800
W ₁	600	300	300		
W ₂	400		400		
W ₃	400	300		100	
W ₄	400			400	
合计	1800				

注：表中右上角小方格内的数字为平均运距。

【例题 1-1】 某给水厂场地开挖的土方规划方格网，如图 1-9 所示。方格边长 $a=20\text{m}$ ，方格角点右上角标注为地面标高，右下角标注为设计标高，单位均以 m 计，试计

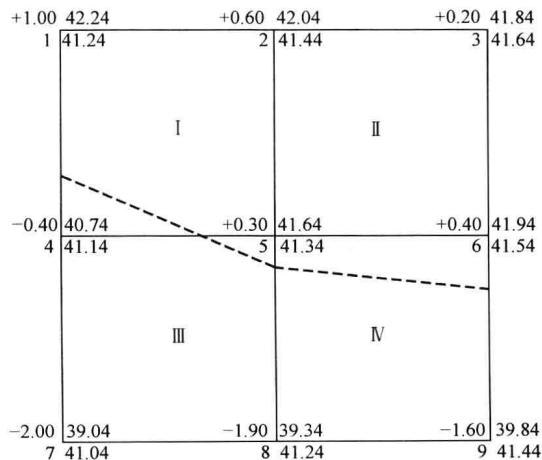


图 1-9 土方规划方格图

算其土方量。

【解】 1. 计算各角点施工高度

$$\text{施工高度} = \text{地面标高} - \text{设计标高}$$

如 1 点, 施工高度 = $42.24 - 41.24 = +1.0$, 其他计算如上, 标在角点的左上角 (+) 为挖方, (-) 为填方。

2. 计算零点位置, 确定零点线位置

在方格网中任一边的两端点的施工高度符号不同时, 在这条边上肯定存在着零点。

如 1—4 边上的零点计算, 零点距角点 4 的距离:

$$x_4 = h_4 / (h_4 + h_1) \cdot a = 0.4 / (0.4 + 1.0) \times 20 = 5.71\text{m}$$

4—5 边上零点距角点 5 的距离:

$$x_5 = h_5 / (h_4 + h_5) \cdot a = 0.3 / (0.3 + 0.4) \times 20 = 8.57\text{m}$$

5—8 边上零点距角点 8 的距离:

$$x_8 = h_8 / (h_5 + h_8) \cdot a = 1.9 / (0.3 + 1.9) \times 20 = 17.27\text{m}$$

6—9 边上零点距角点 6 的距离:

$$x_6 = h_6 / (h_6 + h_9) \cdot a = 0.4 / (0.4 + 1.6) \times 20 = 4.0\text{m}$$

将各零点连接成线, 即可确定零点线位置, 如图虚线所示。

3. 计算方格土方量, 计算公式见表 1-9。

按方格网底面积图形计算方格土方量, 方格网 I 的土方量:

$$\begin{aligned} V_{I(-)} &= 1/6b \cdot c \cdot h_4 = 1/6 \times 5.71 \times (20 - 8.57) \times 0.4 = 4.35\text{m}^3 \\ V_{I(+)} &= (a^2 - bc/2) \cdot (h_1 + h_2 + h_5) / 5 \\ &= [20^2 - 1/2 \times 5.71(20 - 8.57)] \times (1.0 + 0.6 + 0.3) / 5 \\ &= 139.6\text{m}^3 \end{aligned}$$

方格网 II 的土方量:

$$V_{II(+)} = a^2 / 4 (h_2 + h_3 + h_5 + h_4) = 20^2 \times (0.6 + 0.2 + 0.3 + 0.4) = 150\text{m}^3$$

同理, 方格网 III 的土方量:

$$\begin{aligned} V_{III(+)} &= 1.17\text{m}^3 \\ V_{III(-)} &= 256.28\text{m}^3 \end{aligned}$$

方格网 IV 的土方量:

$$\begin{aligned} V_{IV(+)} &= 17.67\text{m}^3 \\ V_{IV(-)} &= 291.11\text{m}^3 \end{aligned}$$

4. 土方量汇总

$$\begin{aligned} \text{方格网总挖方量 } V_{(+)} &= V_{I(+)} + V_{II(+)} + V_{III(+)} + V_{IV(+)} \\ &= 139.60 + 150 + 1.17 + 17.67 \\ &= 308.44\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{方格网总填方量 } V_{(-)} = V_{I(-)} + V_{II(-)} + V_{III(-)} + V_{IV(-)}$$

$$= 4.35 + 0 + 256.28 + 291.11 = 551.74 \text{m}^3$$

三、场地土方施工

场地土方施工由土方开挖、运输、填筑等施工过程组成。

(一) 场地土方开挖与运输

场地土方开挖与运输通常采用人工、半机械化、机械化和爆破等方法，目前主要采用机械化施工法。下面介绍几种常用的施工机械。

1. 推土机

推土机是土方工程施工时的主要机械之一，是在拖拉机上安装推土板等工作装置的机械。

推土机施工特点是：构造简单，操作灵活，运输方便，所需工作面较小，功率较大，行驶速度快，易于转移，可爬 30° 左右的缓坡。

目前我国生产的推土机有：红旗 100、T-120、T-180、黄河 220、T-240、T-240 和 T-320 等。推土板有钢丝绳操纵和用油操纵两种。油压操纵的 T-180 型推土机外形，如图 1-10 所示。

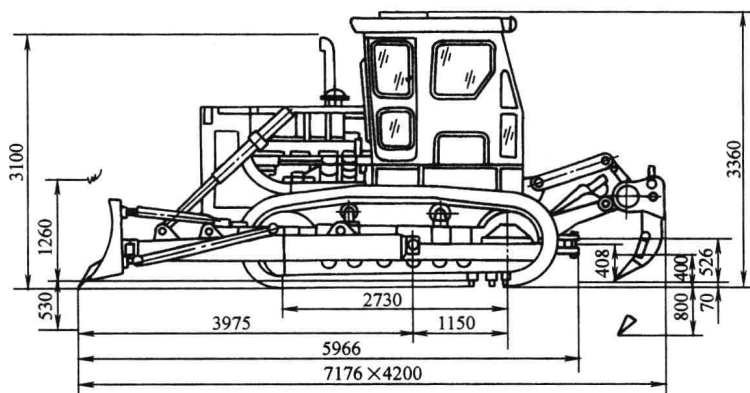


图 1-10 T-180 型推土机外形图

推土机多用于场地清理和平整，在其后面可安置，以破松硬土和冻土，还可以牵引其他无动力土方施工机械，可以推挖一~三类土，经济运距在 100m 以内，效率最高时运距为 60m。



图 1-11 下坡推土

推土机的生产效率主要取决于推土刀推移土的体积及切土、推土、回程等工作循环时间，所以缩短推土时间和减少土的损失是提高推土效率的主要影响因素。施工时可采用下坡推土（如图 1-11）、并列推土（如图 1-12）和利用前次推土的槽型推土（如图 1-13）等方法。

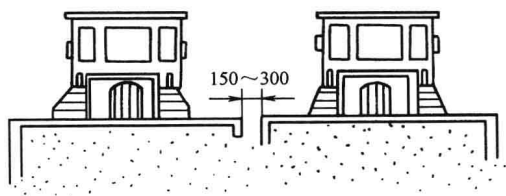


图 1-12 并列推土

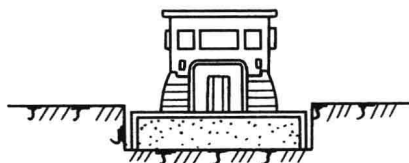


图 1-13 槽型推土