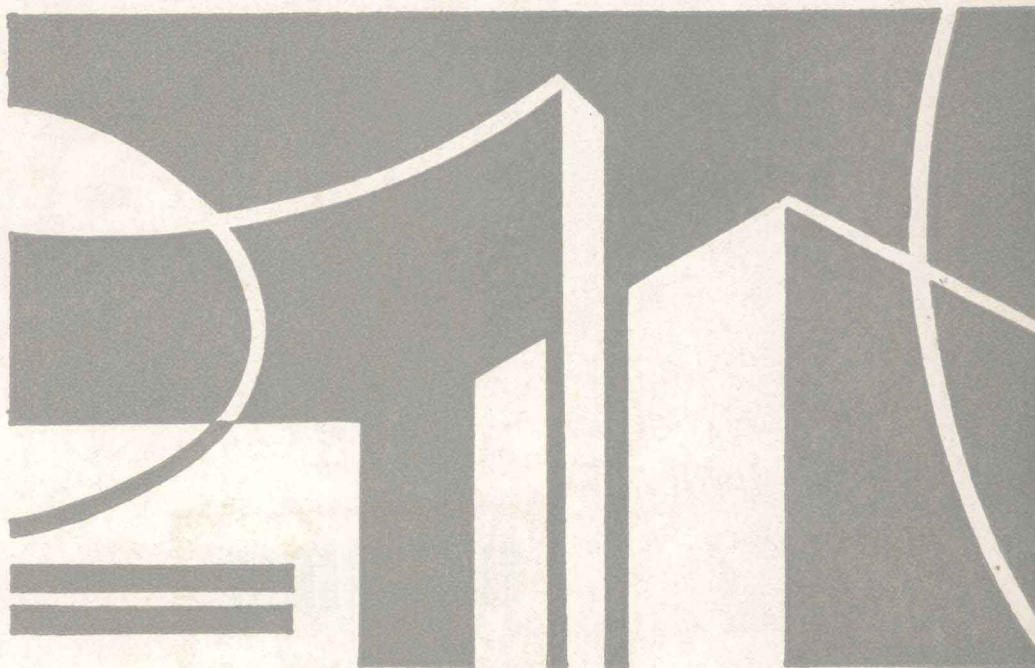


中等专业学校试用教材

给水排水 工程施工

田会杰 雷福元 编
于 利 贺力民



中国建筑工业出版社

中等专业学校试用教材

给水排水工程施工

田会杰 雷福元 编
于利 贺力民



中国建筑工业出版社

编写说明

本书是根据建设部批准的给水排水专业给水排水工程施工课程大纲编写的通用教材，在编写中力求能总结现代化施工经验，从理论和实践两方面讲述施工知识，在吸取了近年来的一些新技术、新工艺的同时，也注意到我国各地发展的不平衡。对那些仍在沿用的传统施工技术也保留了适当的篇幅；针对中等专业教育的特点，充实了实践性较强的环节；另外还注意了拓宽专业知识面的问题。

本书编写分工如下：第一、二章由抚顺城市建设学校于利编写；第五、六、七、九章由衡阳铁路工程学校雷福元编写；第三、四、八、十章由北京城市建设学校田会杰、贺力民编写；全书由田会杰主编，北京市市政工程局职工中等专业学校校长、高级工程师王九龄主审。

本书在编写过程中，承蒙兄弟学校和施工单位大力协助和提供宝贵意见，在此深切致意。

由于编者水平有限，书中缺点和不妥之处在所难免，欢迎各校师生及广大读者提出批评指正。

编 者

1988.10.

目 录

第一章 土石方工程	1
第一节 土的性质及分类	1
第二节 给排水厂(站)场地土方开挖	4
第三节 沟槽及基坑的土方开挖与回填	8
第四节 土石方爆破	15
第五节 土石方工程冬、雨季施工	16
第六节 土石方工程施工的安全技术	17
第二章 施工排水及地基土的加固	20
第一节 集水井明沟排水	20
第二节 人工降低地下水位	21
第三节 地基土的加固	30
第四节 管道地基基础的局部处理	35
第三章 砖石工程	36
第一节 砖石工程的材料	36
第二节 砖石砌体的施工	37
第三节 砖石工程安全技术	46
第四章 钢筋混凝土工程	48
第一节 模板工程	48
第二节 钢筋工程	60
第三节 混凝土工程	69
第四节 混凝土工程的冬季施工	80
第五章 沉井工程	88
第一节 概述	88
第二节 井筒制作	89
第三节 井筒下沉	90
第四节 井筒下沉的质量控制	91
第五节 沉井封底	92
第六章 地下水取水构筑物施工	94
第一节 管井施工	94
第二节 大口井施工	102
第三节 渗渠施工	103
第七章 室外地下管道开槽法施工	105
第一节 下管和稳管	105
第二节 压力管道接口施工	109
第三节 重力流管道接口施工	117

第四节	管道水下施工	119
第五节	管道工程冬、雨季施工	121
第六节	管道工程质量检查与验收	121
第八章	地下管道不开槽法施工	128
第一节	掘进顶管法	128
第二节	挤压顶管法	136
第三节	盾构法	136
第九章	室内给排水管道及卫生器具的安装	139
第一节	钢管的加工	139
第二节	管道的安装	145
第三节	卫生器具安装	150
第四节	管道及设备的防腐	153
第五节	管道试压及验收	155
第十章	地下构筑物防水	157
第一节	疏导地下水法	157
第二节	地下构筑物防水	157
第三节	防水工程堵漏技术	163

第一章 土石方工程

给水排水工程施工,如同其他土建工程一样,都是由土石方工程开始的。土石方工程量的大小及其施工的难易程度,取决于工程规模、性质及建设地区的工程地质条件和地形等情况。

土石方工程的特点:一是工程量较大,而且又必须在其他分部分项工程施工之前完成,因此,土石方工程施工应尽量选用先进的施工机具和合理的施工方法,并力争土方调配平衡,以降低工程成本,保证工程质量和工期。二是施工条件受很多因素影响,如土的种类、水文地质条件、气候条件等对土石方工程施工都有很大的影响。

因此,在土石方工程施工时,应对工程地质、水文地质等资料进行认真的分析,采取相应的对策,制定合理的施工方案是非常必要的。

第一节 土的性质及分类

一、土的性质

研究土的性质,主要是研究土的物理性质,尤其是与给排水工程施工关系较密切的物理性质,有的称之为土的工程性质。土的工程性质对于土方的稳定性、施工方法及工程量等都有影响,进而也影响工程造价。所以,研究土的性质有着重要的实际意义。

(一)土的容重

土的容重根据工程用途、土的含水量大小及自然状态位置,可分为天然容重、干容重、饱和容重以及浮容重。

1.天然容重

天然容重是指天然状态下单位体积土的重量,用 γ 表示。其单位为 kN/m^3 。

土的天然容重随着土的颗粒组成,孔隙多少和含水量大小而不同。容重大的土较密实,强度较高,挖掘困难。

2.干容重

单位体积土内固体颗粒的重量称为干容重,用 γ_d 表示。干容重愈大,表示土愈密实,在填方和夯实中,常以土的干容重来控制。

3.饱和容重及浮容重

充水饱和的单位体积土的重量称为饱和容重,用 γ_s 表示。在地下水浮力作用下,单位体积土的重量称为浮容重或浸水容重,用 γ_f 表示。

饱和容重在给排水工程的土石方施工中有重要意义。饱和容重越小,则土的孔隙愈多,土的强度越低。

(二)土的天然含水量

它是指天然土中含有水的重量与土的固体颗粒重量之比,以百分数表示:

$$W = \frac{W_a}{W_s} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 W ——土的天然含水量；

W_a ——土的内部含有水的重量；

W_s ——土的固体颗粒重量。

实际应用中，常以试验室内的烘干法来确定，计算公式如下：

$$W = \frac{A - B}{B} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中 A ——含水状态时土的重量；

B ——经105°C烘干后土的重量。

(三) 土的密实度

土的密实度是土方回填工程的重要质量指标，它与土的容重和含水量有关。其表达式如下：

$$D = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d \max}} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 γ_d ——压实土的干容重；

$\gamma_{d \max}$ ——压实土的最大容重；

D ——压实土的密实度。

填方施工前，应根据工程特点、填料种类、设计密实度、施工条件等合理选择压实机具，并确定填料含水量的控制范围、铺土厚度和压实遍数等参数。

当采用粘土回填时，填土前应检查其含水量是否在控制范围内。如含水量偏高，可采用翻松、晾晒、均匀掺入干土等措施；如含水量偏低(低于最佳含水量2%时)可采用预先洒水润湿、增加压实遍数等措施。在填土工程中，应使填土达到设计要求的密实度。对于重要工程的填土或采用新型压实机具时，密实度通过压实试验确定。

(四) 土的可松性与可松性系数

土的可松性是指在自然状态下的土经开挖后组织破坏，因松散而体积增大，以后虽经回填压实，也不能完全恢复的性质。土的可松性程度；一般用最初可松性系数和最后的可松性系数表示。

土经开挖后，体积增加值用最初可松性系数 K_s 表示：

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-4)$$

土经回填后，体积增加值，用最后可松性系数 K'_s 表示：

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-5)$$

式中 V_1 ——开挖前土的自然状态下体积；

V_2 ——土挖掘后的松散体积；

V_3 ——土经回填压实后的体积。

各类土的可松性系数见1-1表。

二、土的分类和野外鉴别

(一) 土的规范分类

根据GBJ201—83《土方与爆破工程施工及验收规范》，土的分类如下：

1. 根据土的颗粒级配或可塑性指数可分为碎石土、砂土和粘性土。

2. 根据土的沉积年代粘性土又可分为：

(1) 老年性土：第四纪晚更新世及其以前沉积的粘性土，一般具有较高的强度和较低的压缩性。

(2) 一般粘性土：第四纪全新世（文化期以前）沉积的粘性土。

(3) 新近沉积粘性土：文化期以来新近沉积的粘性土。

3. 根据土的工程特性尚可分出特殊性土。特殊性土包括软土、人工填土、黄土、膨胀土、红粘土、盐渍土和冻土。

(二) 土的工程分类

土方工程施工中，常按土的坚硬程度，开挖难易进行分类。此种分类方法将土分为八类并以此作为劳动定额的依据，具体分类情况见表1-1。

土的工程分类及可松性系数

表 1-1

土的分类	土 的 名 称	开挖方法及工具	可 松 性 系 数	
			K_s	K'_s
一 类 土 (松软土)	砂、亚砂土，冲积沙土层，种植土、泥炭(淤泥)	能用锹、锄头挖掘	1.08~1.17	1.01~1.03
二 类 土 (普通土)	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	用锹、锄头挖掘少许用镐翻松	1.20~1.30	1.03~1.04
三 类 土 (坚土)	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	主要用镐，少许用锹、锄头、部分用橇棍	1.14~1.28	1.02~1.05
四 类 土 (砂砾坚土)	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	整个用镐、橇棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤	1.24~1.30	1.04~1.07
五 类 土 (软石)	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	用镐或橇棍、大锤，部分使用爆破	1.26~1.32	1.06~1.09
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	用爆破方法，部分用风镐	1.33~1.37	1.11~1.15
七 类 土 (坚石)	大理岩，辉绿岩，坚实的白云岩，砂岩、砾岩、片磨岩、石灰岩	用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
八 类 土 (特坚石)	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	用爆破方法	1.45~1.50	1.25~1.30

(三) 土的野外鉴别

土的野外鉴别是工程技术人员所必须掌握的基本技能。除表1-1所列用开挖难易程度鉴别类别，作为鉴定任务单、工程决算外，还要观察与确定构筑物或管沟等基底土质。土的野外鉴别方法见表1-2。

土的野外鉴别方法

表 1-2

项 目		粘 土	亚 粘 土	轻 亚 粘 土	砂 土
湿润时用刀切		切面光滑、有粘刀阻力	稍有光滑面，切面平整	无光滑面，切面稍粗糙	无光滑面，切面粗糙
湿土用手捻摸时的感觉		有滑腻感，感觉不到有砂粒，水分较大时很粘手	稍有滑腻感，有粘滞感，感觉到有少量砂粒	有轻微粘滞感或无粘滞感，感觉到砂粒较多、粗糙	无粘滞感，感觉到全是砂粒、粗糙
土的状态	干 土	土块坚硬，用锤才能打碎	土块用力可压碎	土块用手捏或抛扔时易碎	松散
	湿 土	易粘着物体，干燥后不易剥去	能粘着物体，干燥后较易剥去	不易粘着物体，干燥后一碰就掉	不能粘着物体
湿土搓条情况		塑性大，能搓成直径小于0.5mm的长条(长度不短于手掌)，手持一端不易断裂	有塑性，能搓成直径为0.5~2mm的土条	塑性小、能搓成直径为2~3mm的短条	无塑性，不能搓成土条

第二节 给排水厂(站)场地土方开挖

净水厂、污水处理厂(站)的建设，一般都具有占地面积较大，地下或半地下构筑物多的特点。因此，土方工程量大而集中，其作业有以下三种：

1. 先平整整个场地，而后开挖构筑物或建筑物的基坑(槽)。这种做法，可使大型土方机械发挥其工作效能，也可减少与其他工作的相互干扰，但有重复的土方工程量。此种方法适用于挖填土方量较大的场地。

2. 先开挖构筑物或建筑物基坑(槽)，而后平整场地。此法适用于地形平坦的场地。这样做可以加快施工速度，也可减少重复挖填土方的数量。

3. 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，划分施工区段。在平整场地和开挖基坑(槽)互不干扰的情况下采用。

净水厂、污水处理厂(站)高程设计时，应充分利用地形，以满足高程设计的工艺要求。施工时，应将构筑物、管沟、建筑物及设备基础挖方统筹考虑，进行土方规划调配，并妥善安排施工顺序，减少重复挖填，降低工程投资。

场地开挖前，必须确定场地的设计标高，计算挖方和填方的工程量，确定挖填的平衡调配，并选择土方施工机具，拟定施工方案等。

一、土方工程量的计算与调配

(一) 土方量的计算

在给排水厂(站)场地开挖中，其土方工程量可根据设计提供的土方规划调配图计算。土方调配图是将1:500~1:1000的建设场地实测地形图分成边长为10~20m的方格网。其计算步骤如下：

1. 求施工高程

根据方格网角点设计标高与地面实测标高求得施工高程。即，

施工高程 = 地面标高 - 设计标高

当地面标高大于设计标高时则为挖方；当地面标高小于设计标高时则为填方。其计算结果应填入方格网的角点上。地面标高由实地测量得到，设计标高根据挖填平衡的原理确定。

2. 求零线

施工高程为零点的连线称为零线，此线也就是挖方区和填方区的分界线。如图 1-1 所示，“0”点的位置与相邻的挖方高程 $+h_2$ 和填方高程 $-h_1$ 有直接关系，即“0”点至各角点的距离可根据下式求得：

$$x = \frac{ah_1}{h_1 + h_2} \quad (1-6)$$

式中 x —— “0” 点至 1 点的距离(m)；

a —— 方格网的边长(m)；

h_1 、 h_2 —— 1 点与 2 点的施工高程(m)。

计算时均以绝对值代入公式。

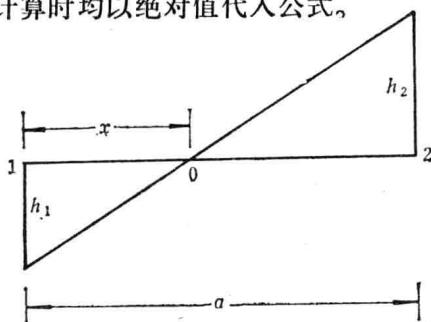


图 1-1 零点位置计算示意图

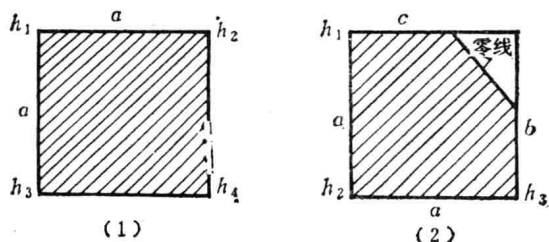


图 1-2 土方量计算几何形状

3. 计算各方格的土方工程量 V (m^3)

按确定出零线后各方格的几何形状计算各方格的土方量，并确定其挖方或填方。

根据零线通过方格网的情况，不外乎出现以下四种几何形状（如图 1-2 所示）。

(1) 零线未通过方格的计算公式[如图 1-2(1)所示]为：

$$V = a^2 \frac{(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{4} \quad (1-7)$$

式中 a —— 方格边长(m)；

h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 —— 各角点施工高程(m)。均以绝对值代入公式，施工高程为正，则为挖方，反之为填方。

(2) 底面为正五边形截头棱柱的计算公式[如图 1-2(2)所示]为：

$$V = \left[a^2 - \frac{(a-b)(a-c)}{2} \right] \frac{(h_1 + h_2 + h_3)}{5} \quad (m^3) \quad (1-8)$$

式中 h_1 、 h_2 、 h_3 同公式 (1-7)；

b 、 c 为计算图形的相应两个计算边长

(3) 底面为三角形截头锥体的计算公式（如图 1-2(3)所示）为：

$$V = \frac{1}{6} b \cdot c \cdot h \quad (m^3) \quad (1-9)$$

式中 h_1 同公式 (1-7)；

b 、 c 同公式 (1-8)。

(4) 底面为梯形的截头棱柱的计算公式[如图 1-2(4)所示]为：

$$V = \frac{(b+c)}{2} \cdot a \cdot \frac{(h_1+h_2)}{4} \quad (\text{m}^3) \quad (1-10)$$

式中 h_1 、 h_2 同公式(1-7)；

b 、 c 同公式(1-8)。

4. 将计算的各方格土方工程量列表汇总，分别求出总的挖方工程量和填方工程量。

(二) 土方的平衡调配

土方工程量计算完成后，即可着手土方的调配工作。土方的调配，就是对挖土的利用、堆弃和填方三者之间的关系进行综合协调处理的过程。好的土方调配方案，应是土方运输费最低，又便于施工。因此，土方调配应掌握下列原则：

1. 力求挖、填平衡和运距最短。
2. 近期施工应与后期利用结合起来考虑。
3. 应采取分区与全场相结合来进行土方调配。
4. 在满足高程设计要求的前提下，土方调配应与地下或半地下构筑物的施工相结合。
5. 应使土方机械和运输车辆的功效能得到充分发挥。

总之，土方的调配必须根据现场的具体情况、有关技术资料、进度要求、土方施工方法与运输方法，综合考虑上述原则，进行技术经济比较，选择出最佳的调配方案。

二、场地土方开挖

(一) 场地土方开挖前的准备

场地土方开挖前，需做好下列准备工作：

1. 清理障碍物

开挖前应对施工区域内的所有障碍物调查清楚，确定处理方案。如高压线、管道、电缆等，凡是影响施工的均应进行拆除和清理。

2. 地表的处理

凡是施工区域内影响工程质量的软弱土层、腐植土等都应进行处理。

3. 地面水的排除

排除施工区域内的地面水、应尽量利用天然地形设置临时或永久性排水设施，将水直接排至场外或流至低洼坑塘内。主排水沟最好设置在施工区域的边缘或道路两旁，其纵向坡度一般不小于2‰。

4. 作好供水供电准备，修筑临时道路，以供土方机械进场、土方开挖及运输之用。

(二) 场地开挖施工

场地开挖系由土方开挖、运输、填筑等施工过程组成。其中土方开挖是主导施工过程。

场地土方开挖，通常有人工、半机械化、机械化和爆破等数种方法。目前机械化施工程度较高，一般土方开挖宜采用大型施工机械，如挖土机、铲运机和推土机等。

1. 推土机施工

推土机是给排水施工场地常用的一种施工机械。其特点是：构造简单，操纵灵活，运输方便，所需工作面较小，功率较大，行驶速度快，易于转移，能爬30°左右的缓坡。

场地土方开挖中常用的推土机型号及主要性能见表1-3。

推土机适用于挖土深度不大的场地平整，铲出腐植土并送到附近的填方（或弃土）

各种推土机型号及主要性能指标

表 1-3

性能指标	机 型		
	T ₂ —60	T ₁ —100	T ₂ —120
操纵方式	液 压	机械/液压	机械/液压
发动机功率(W)	44100	73500	102900/88200
推土刀尺寸(m) 宽×高	2.28×0.78	3×1.1/3.8×0.86	3.8×0.8/3.9×1
切土深度(m)	0.29	0.18/0.65	0.28/0.35
外形尺寸(m)			5.75×3.9×2.73
长×宽×高(m)	4.214×2.28×2.3	5×3.03×2.99	5.34×3.76×3.1
总重(kg)	5900	13430	16880/1620

区；回填基坑或沟槽；推筑路基、围堰、堤坝；运送松散的硬土、岩石或冻土；还能牵引其他无动力的土方施工机械。

2. 铲运机施工

铲运机有拖式铲运机和自行式铲运机两种。铲运机能完成铲土、运土、卸土、填筑、压实等工作，对行驶道路要求较低。常用的铲运机铲斗容量一般为3~12m³。

铲运机适用于场地地形起伏不大，坡度在20°以内，土的含水量不超过27%的大面积场地平整。当铲运三、四类较坚硬土时，宜先用松土机配合，把土翻松0.2~0.4m深度，以减少机械磨损，提高施工效率。

(三) 场地填方与压实

1. 填方质量要求

在场地填方工程中，为了保证填土的强度和稳定要求，必须严格遵守施工验收规范，正确选择填料和填筑方法。

(1) 填方施工前基底的处理：根据填方的重要性及填土厚度确定天然基底是否需要处理。如当填方厚度在1.0~1.5m以上时可以不处理；但在建筑物或构筑物下面地基主要受力范围内，填方场地坡度陡于1/10时则要处理。当填方地面坡度陡于1/5时应将填方地基做成阶梯形，阶高0.2~0.3m，阶宽大约1m（如图1-3所示）。当填方位于水田、池塘或含水量较大的松软地段应根据具体情况采取适当的措施处理。如排水疏干，全部挖土，抛石块等。

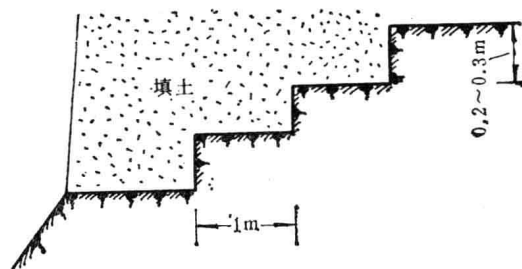


图 1-3 阶梯形填方

一切基底处理都应选用与基底相同的土质进行回填夯实。

(2) 填方土料的选择：用于填方的土料应保证填方的强度和稳定性。土质、含水量等要符合有关规定。如对于含水量大的粘土、耕植土、含有5%以上水溶性硫酸土等不可用于回填工程。同一填方工程应尽量采用同一类土填筑，若采用不同填料时，必须分层铺填。

(3) 填筑方法：填方每层铺土厚度和压实遍数应根据土质、压实系数和机具性能确

定，或按表1-4选用。分段填筑时，每层接缝处应做成斜坡形，碾迹重叠0.5~1.0m。上、下层错缝距离不应小于1 m。

表 1-4

压 实 机 具	每层铺土厚度(mm)	每层压实次数(次)
平 碾	200~300	6~8
羊 足 碾	200~350	8~16
蛙 式 打 夯 机	200~250	3~4
人 工 打 夯	不大于200	3~4

注：人工打夯时，土块粒径不应大于5cm。

(4) 填方的质量检查：填方密实度的要求根据工程性质及设计要求确定，并用规定的干容重或相应的密实度来作为填方的检查标准。填土压实后的干容重，应有90%以上符合设计要求，其余10%的最低值与设计值的差，不得大于 78.4N/m^3 ，且应分散，不得集中。

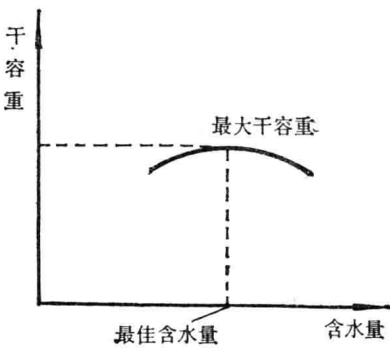


图 1-4 土的干容重与含水量的关系

2. 影响填方压实的因素

影响压实的因素较多，如选用的机械所做的功、土的含水量和填方的压实厚度等。

在同一压实条件下，土的含水量与压实质量有直接关系，土的干容重与含水量的关系如图1-4所示。

3. 填方的压实方法

填方的压实方法有碾压、夯实、振动等数种方法，也可利用运土机具压实。

第三节 沟槽及基坑的土方开挖与回填

一、沟槽断面形式

在管道开槽施工中，沟槽断面形式有直槽、梯形槽、混合槽和联合槽等多种形式（如图1-5所示）。

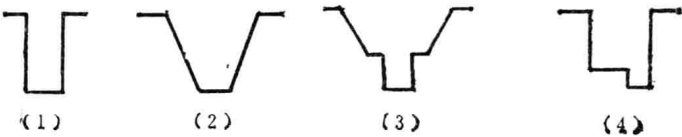


图 1-5 沟槽断面种类

(1)直槽；(2)梯形槽；(3)混合槽；(4)联合槽

合理选择沟槽开挖断面，有利于简化施工程序，便于施工作业，并能在保证工程质量和施工安全的前提下，以最经济的土方开挖量来完成管道敷设任务。选择沟槽断面的形式应考虑下列因素：土的种类，地下水情况，管道断面尺寸、埋深和施工环境等。

沟槽底宽由下式确定(如图1-6所示)。

$$B = D + 2b \quad (1-11)$$

式中 B ——沟槽底宽(m)；
 D ——管道结构宽度(m)；
 b ——工作面宽度(m)。

工作面宽度 b 决定于管道断面结构尺寸和施工方法，每侧工作面宽度应符合表1-5要求。

沟槽深度 H 根据管道覆土深度确定。槽底标高可按管顶的设计标高减掉管道外径、基础厚度 h_2 和垫层厚度 h_1 而定。

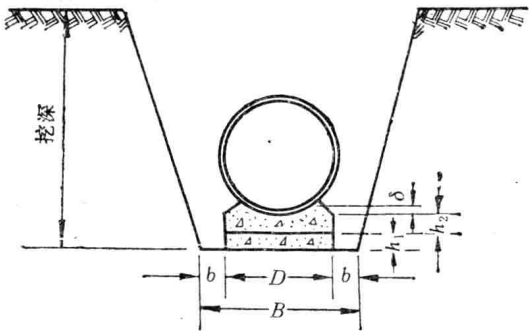


图 1-6 沟槽构造图

沟 槽 底 部 每 侧 工 作 面 宽 度 表 1-5

管道结构宽度(mm)	每 侧 工 作 面 宽 度 (mm)	
	非 金 属 管 道	金 属 管 道 或 砖 沟
200~500	400	300
600~1000	500	400
1100~1500	600	600
1600~2500	800	800

注：1.管道结构宽度无管座时，按管道外皮计；有管座时，按管座外皮计；砖砌或混凝土管沟按管沟外皮计。
 2.沟底需设排水沟时，工作面应适当增加。
 3.有外防水的砖沟或混凝土沟，每侧工作面宽度宜取800mm。

二、沟槽及基坑土方量计算

(一) 沟槽土方量的计算可采用断面法，其计可采用断面法，其计算步骤如下：

- 1.划分计算段。将沟槽纵向划分成若干段，分别计算各段的土方量。每段的起点一般为沟槽坡度变化点、沟槽转折点、断面形状变化点、地形起伏突变点等处。
- 2.确定各计算段沟槽横断面形式和面积。
- 3.计算各计算段的土方量。计算公式如下：

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} \times L \quad (1-12)$$

式中 V ——计算段的土方量(m^3)；
 L ——计算段沟槽长(m)；
 F_1 、 F_2 ——计算段两端横断面积(m^2)。

沟槽横断面积大小取决于沟槽深度及沟槽的形式。当土质较好，且地下水位低于沟槽底面时，可采用直槽且不加支撑，但挖方深度不易超过表1-6的规定。

当超过上述规定，且挖方深度在5m以内不加支撑时，边坡最陡应符合表1-7的规定。

直槽挖方深度允许值

表 1-6

土 的 种 类	允 许 挖 方 深 度(m)
密实、中密实砂土、碎石类土(充填物为砂土)	≤ 1
硬塑、可塑的轻亚粘土及亚粘土	≤ 1.25
硬塑、可塑性粘土和碎石类土(充填物为粘性土)	≤ 1.5
坚硬粘土	≤ 2

【例 1-1】 已知某一给水管线纵断面设计如图1-7所示，土质为粘性土，无地下水，采用开槽法施工，其开槽边坡采用1:0.25，工作宽度 $b = 0.3\text{m}$ ，试计算土方量。

不加支撑情况下沟槽边坡坡度允许值

表 1-7

土 的 类 别	边 坡 坡 度 (高:宽)		
	坡 顶 无 荷 载	坡 顶 有 静 荷 载	坡 顶 有 动 荷 载
中密砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎砂类土(充填砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的轻亚粘土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土(充物为粘土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的亚粘土、粘土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33

注：1.静荷载是指堆土或材料等；动荷载是指机械作业等。

2.当有成熟施工经验时，可不受本表限制。

3.表中的高是指沟槽深 H ，而宽则是指沟槽上、下口宽度差值的一半 a 。一般称 $\frac{a}{H}$ 为边坡，工程上，一般以 $1:\frac{a}{H}$ 表示坡度。

4.计算总的土方数量。

【解】

桩号0+150处开槽断面积

$$\text{沟槽底宽 } B_1 = D + 2b = 0.5 + 2 \times 0.3 = 1.1\text{m}$$

$$\text{沟槽上口宽 } B'_1 = B_1 + 2(0.25H_1) = 1.1 + 2[0.25(54.5 - 52.2)] = 2.25\text{m}$$

$$\text{即开槽断面 } F_1 = \frac{1}{2}(B_1 + B'_1)H_1 = \frac{1}{2}(1.1 + 2.25) \times 2.3 = 3.85\text{m}^2$$

桩号0+280处开槽断面积

$$\text{沟槽底宽 } B_2 = D + 2b = 0.5 + 2 \times 0.3 = 1.1\text{m}$$

$$\text{沟槽上口宽 } B'_2 = B_2 + 2(0.25H_2) = 1.1 + 2[0.25(54.20 - 51.0)] = 2.70\text{m}$$

$$\text{即开槽断面 } F_2 = \frac{1}{2}(B_2 + B'_2)H_2 = \frac{1}{2}(1.1 + 2.7) \times 3.2 = 6.08\text{m}^2$$

$$\text{故 土方量} = \frac{1}{2}(F_1 + F_2)L = \frac{1}{2}(3.85 + 6.08)(280 - 150) = 645.5\text{m}^3$$

(二) 基坑的土方量计算

构筑物基坑的土方量计算可根据上述有关规定按其基坑的几何形状计算。一般常见的基坑是台体，则土方量即为台体的体积。

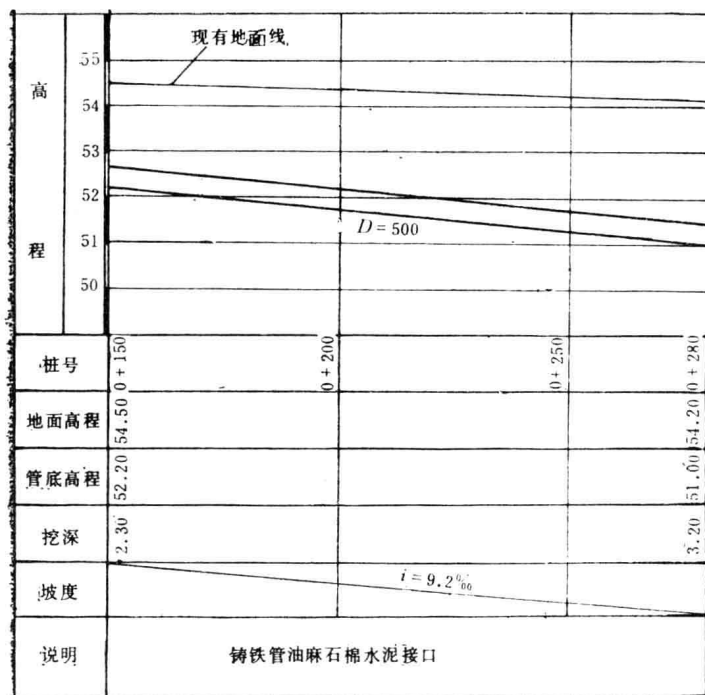


图 1-7 管线纵断面图

三、沟槽及基坑的土方开挖与运输

(一) 土方开挖的一般原则

1. 沟槽及基坑开挖时，应合理确定开挖顺序和分层开挖深度。如相邻沟槽和基坑开挖时，应遵循先深后浅或同时进行的施工顺序。当接近地下水位时，应先完成标高最低处的挖方，以便在该处集中排水。在土方开挖过程中，应对土质情况、地下水位标高等的变化随时测量，作好原始记录及绘制断面图。当挖到设计标高以后，应会同设计单位（或建设单位）验槽检查地基土质是否符合要求。

2. 土方开挖不得超挖，并尽量减少对基底土的扰动。采用机械挖土时，可比设计标高保留20cm土层不挖，待人工清理。人工挖土后，如不能立即进行基础或垫层施工时，仍要留15cm厚土层暂时不挖。若个别地方超挖时，应用与基底土相同的土质填补，并要分层夯实达到要求的密实度。

3. 采用机械开挖时，应指派专人负责掌握标高，以防超挖。保护好测量标志，对地下电缆、管道等要有醒目标志，以防损坏。

4. 软土、膨胀土地区开挖土方或进入季节性施工时，应遵照施工验收规范的有关规定。

(二) 开挖的方法

土方开挖可采用人工、半机械化及机械化等方法。当土方量不大或不适于机械开挖时，采用人工开挖。凡有条件的均采用机械开挖。

1. 单斗挖掘机施工

单斗挖掘机为循环式挖土机械，它是基坑和沟槽开挖中最常用的一种机械，可分为正

铲、反铲、拉铲和抓铲等（如图1-8所示）。常用的履带式挖掘机可使用同一机身，将工作装置换成正铲、反铲、拉铲和抓铲，也可换成起重机或打桩机。目前多采用的是液压式单斗挖掘机，它的特点是能够比较准确地控制挖土深度。

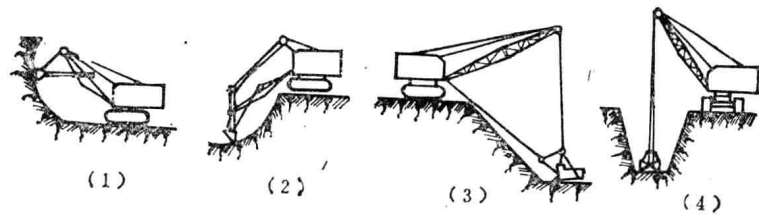


图 1-8 单斗挖掘机工作简图

(1)正铲挖掘机；(2)反铲挖掘机；(3)拉铲挖掘机；(4)抓铲挖掘机

(1) 正铲挖掘机

正铲挖掘机的特点是：前进向上，强制切土，挖掘力大，生产率高，能开挖停机面以上的一~四类土，它用于开挖高度大于2m的干燥基坑，施工时常以自卸式汽车配合运土。

(2) 反铲挖掘机

反铲挖掘机广泛用于开挖沟槽和基坑。它可开挖停留面以下的土方，受地下水影响较小，它适用于开挖一~三类土。

反铲挖掘机的开挖方法有沟端开挖和沟侧开挖两种，如图1-9所示。



图 1-9 反铲挖掘机正、侧挖土

(1)沟端挖土；(2)沟侧挖土

反铲挖掘机工作性能见表1-8。

反 铲 挖 掘 机 工 作 性 能 表 1-8

技 术 性 能	单 位	机 械 型 号			
		W3-30	W1-50	W4-60	W1-100A
斗 容 量	(m³)	0.3	0.5	0.6	1.2
最大挖土深度	(m)	4	5.56	4.63	6.8
最大挖土半径	(m)	7.8	9.2	8.3	12
最大卸土高度	(m)	5.6	6.14	—	6.3
最大卸土半径	(m)	6.8	8.1	—	10.2

注：开挖基坑时，反铲挖掘机离坑边有一段安全距离，因此，挖掘深度要小于最大挖土深度。

(3) 拉铲挖掘机

拉铲挖掘机的功能与反铲挖掘机基本相同，但其挖掘半径和深度比反铲挖掘机大，适用在不太坚硬的土层或水中开挖。