

## 02 土方工程计算

### 一、任务说明

某造价咨询公司造价师张某接到 1 号办公楼基础土石方工程造价编制任务，该工程基础土石方开挖简况如下：

基础平面图和断面图所示，土质为普通土，采用挖掘机挖土（大开挖，坑内作业），自卸汽车运土，运距为 500m。张某现需要结合《房屋建筑与装饰工程工程量计算规范》（GB50854-2013）、《山东省建筑工程消耗量定额》（SD 01-31-2016）和《山东省建筑工程价目表》（2017 年）计算该基础土石方工程量（不考虑坡道挖土），计算工程量并编制工程量清单。

### 二、任务分析

1. 哪些地方需要挖土方？
2. 根据基础类型的不同基础土方又分为哪些类型，如何进行划分？
2. 基础土方的计算规则是什么？
3. 基础土方的工程量如何计算？
4. 如何统计基础土方的工程量？

### 三、任务实施

#### （一）挖土方基本知识

土石方工程是建设工程的主要工程之一。它包括土石方的开挖、运输、填筑、平整与

压实等主要施工过程，以及场地清理、测量放线、排水、降水、土壁支护等准备工作和辅

助工作。土木工程中，常见的土石方工程有场地平整、基坑（槽）与管沟开挖、路基开挖，

人防工程开挖，地坪填土、路基填筑以及基坑回填等。土石方工程按施工方法分人工土石

方和机械土石方。

土石方工程包括本部分定额包括单独土石方、基础土方、基础石方、平整场地及其他四节。主要有平整场地、挖土方、挖淤泥和流沙、挖沟槽、挖基坑、回填土、运土方、支挡土板、打夯、基地钎探等项目。

## (二) 土石方计算规则

### 1. 清单计算规则

编号	项目名称	单位	计算规则
010101002	挖一般土方	m <sup>2</sup>	按设计图示尺寸以基础垫层底乘以挖土深度计算
010101004	挖基坑土方	m <sup>2</sup>	按设计图示尺寸以基础垫层底乘以挖土深度计算

### 2. 定额计算规则

(1) 土石方开挖、运输，均按开挖前的天然密实体积计算。土方回填，按回填后的竣工体积计算。不同状态的土石方体积，按表 1-5 的规定换算。

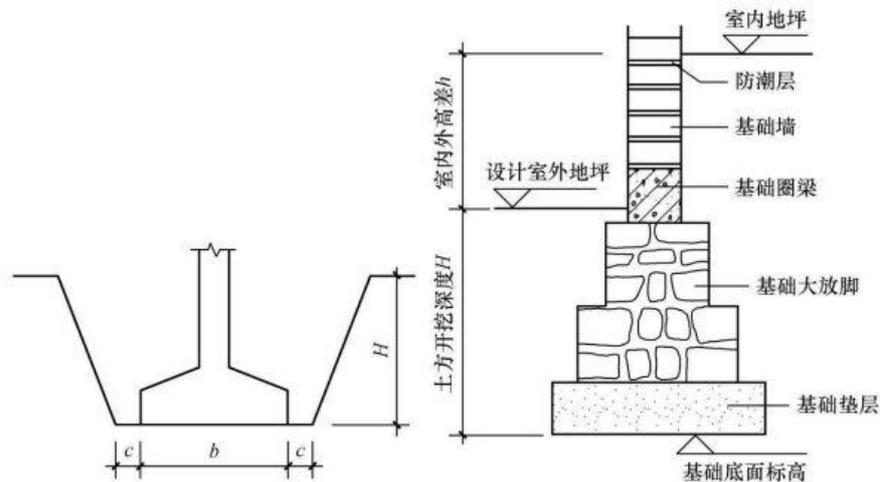
表 1-5 土石方体积换算系数表

名称	虚方	松填	天然密实	夯填
土方	1.00	0.83	0.77	0.67
	1.20	1.00	0.92	0.80
	1.30	1.08	1.00	0.87
	1.50	1.25	1.15	1.00
石方	1.00	0.85	0.65	-
	1.18	1.00	0.76	-
	1.54	1.31	1.00	-
块石	1.75	1.43	1.00	1.67
砂夹石	1.07	0.94	1.00	-

(2) 自然地坪与设计室外地坪之间的单独土石方，依据设计土方竖向布置图，以体积计算。

(3) 基础土石方的开挖深度，按基础（含垫层）底标高至设计室外地坪之间的高度计算。交付施工场地标高与设计室外地坪不同时，应按交付施工场地标高计算。岩石爆破时，基础石方的开挖深度，还应包括岩石爆破的允许超挖深度。

如图 1-9 所示，H 即土方开挖深度



(4) 基础施工的工作面宽度，按设计规定计算；设计无规定时，按施工组织设计（经过批准，下同）规定计算；设计、施工组织设计均无规定时，自基础（含垫层）外沿向外，按下列规定计算：

1) 基础材料不同或做法不同时，其工作面宽度按表 1-6 的规定计算。

表 1-6 基础施工所需工作面宽度计算表

基础材料	单位工作面宽度 / mm
砖基础	200
毛石、方整石基础	250
混凝土基础（支模板）	400
混凝土基础垫层（支模板）	150
基础垂直面做砂浆防潮层	400（自防潮层外表面）
基础垂直面做防水层或防腐层	1000（自防水、防腐层外表面）
支挡土板	100（在上述宽度外另加）

2) 基础施工需要搭设脚手架时，其工作面宽度，条形基础按 1.50m 计算（只计算一面），独立基础按 0.45m 计算（四面均计算）。

- 3) 基坑土方大开挖需做边坡支护时，其工作面宽度均按 2.00m 计算。
- 4) 基坑内施工各种桩时，其工作面宽度均按 2.00m 计算。
- 5) 管道施工的工作面宽度按表 1-7 的规定计算。

(5) 基础土方放坡。

1) 土方放坡的起点深度和放坡坡度，设计、施工组织设计无规定时，按表 1-8 的规定计算。

表 1-8 土方放坡起点深度和放坡坡度表

土壤类别	起点深度 / m (八)	放坡坡度			
		人工挖土	机械挖土		
			基坑内作业	基坑上作业	槽坑上作业
普通土	1.20	1:0.50	1:0.33	1:0.75	1:0.50
坚土	1.70	1:0.30	1:0.20	1:0.50	1:0.30

2) 基础土方放坡，自基础（含垫层）底标高算起。

3) 混合土质的基础土方，其放坡的起点深度和放坡系数，按不同土类厚度加权平均计算。

4) 计算基础土方放坡时，不扣除放坡交叉处的重复工程量，如图 1-10 所示。

5) 基础土方支挡土板时，土方放坡不另计算。

6) 土方开挖实际未放坡，或实际放坡小于本部分相应规定时，仍应按规定的放坡系数计算土方工程量，如图 1-11 所示。

(6) 基础石方爆破时，槽坑四周及底部的允许超挖量，设计、施工组织设计无规定时，按松石 0.20m、坚石 0.15m 计算。

(7) 沟槽土石方，按设计图示沟槽长度乘以沟槽断面面积，以体积计算。

1) 条形基础的沟槽长度，设计无规定时，按下列规定计算：

①外墙条形基础沟槽，按外墙中心线长度计算。

②内墙条形基础沟槽，按内墙条形基础的垫层（基础底坪）净长度计算。

③框架间墙条形基础沟槽，按框架间墙条形基础的垫层（基础底坪）净长度

计算，如图 1-12 所示。

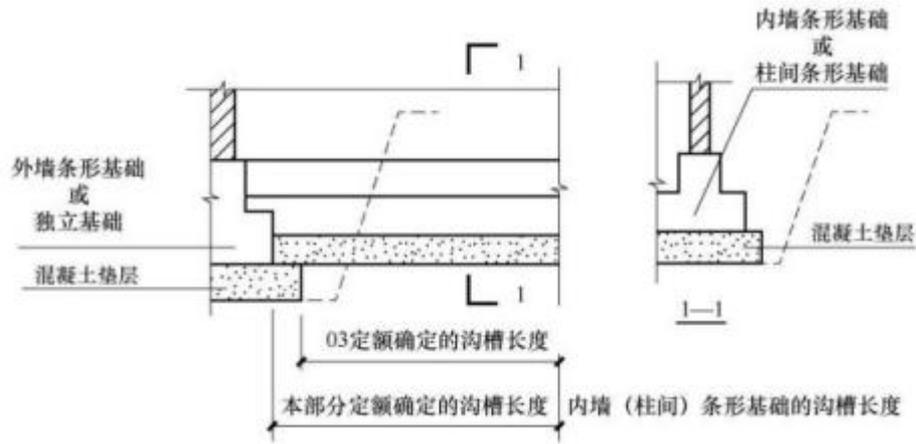


图 1-12 内墙（柱间）条形基础沟槽长度计算示意图

④凸出墙面的墙垛的沟槽，按墙垛凸出墙面的中心线长度，并入相应工程量内计算。

2) 管道的沟槽长度，按设计规定计算；设计无规定时，以设计图示管道垫层（无垫层时，按管道）中心线长度（不扣除下口直径或边长 $\leq 1.5\text{m}$ 的井池）计算。下口直径或边长 $> 1.5\text{m}$ 的井池的土石方，另按地坑的相应规定计算。

3) 沟槽的断面面积，应包括工作面、土方放坡或石方允许超挖量的面积。

(8) 地坑土石方，按设计图示基础（含垫层）尺寸，另加工作面宽度、土方放坡宽度或石方允许超挖量乘以开挖深度，以体积计算，如图 1-13 所示。

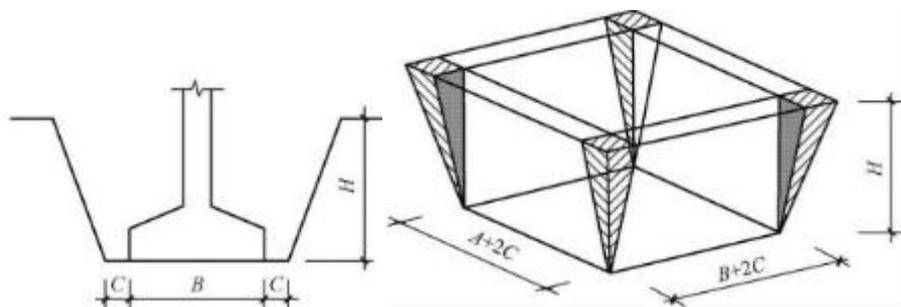


图 1-13 地坑土方开挖断面图与立体示意

1) 矩形等坡地坑土方体积可用下面最直观、最简单的公式计算：

$$V = (A + 2C + KH) \times (B + 2C + KH) \times H + 1/3 \times K^2 \times H^3$$

式中  $V$ —地坑土方体积 ( $\text{m}^3$ )；

A, B-设计图示矩形基础（含垫层）长边、短边的宽度（m）；

C-矩形基础（含垫层）工作面宽度（m）；

H-地坑开挖深度（m）；

K-土方综合放坡系数（等坡）。

2) 用下面棱台体积公式直接计算，误差率<1%，几乎接近正确。

其中体积=1 / 3 [上顶面积+（上顶面积 x 下底面积） / 2+下底面积] x 深

度

$$\text{下底面积 } S_m = (A + 2C) \times (B + 2C)$$

$$\text{上顶面积 } S_m = (A + 2C + 2KH) \times (B + 2C + 2KH)$$

(9) 一般土石方，按设计图示基础（含垫层）尺寸，另加工作面宽度、土方放坡宽度或石方允许超挖量乘以开挖深度，以体积计算。机械施工坡道的土石方工程量，并入相应工程量内计算。

### 3. 定额计价相关说明

(1) 本部分定额包括单独土石方、基础土方、基础石方、平整场地及其他四节。

(2) 土壤、岩石类别的划分。本部分土壤及岩石按普通土、坚土、松石、坚石分类，其具体分类见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 土壤分类表

定额分 类	《房屋建筑与装饰工程工程量计算规范》(GB 50854-2013) 分类		
	土壤分类	土壤名称	开挖方法
普通土	一、二类土	粉土、砂土（粉砂、细砂，中砂、粗砂、砾砂）、粉质黏土、弱中盐渍土、软土（淤泥质土、泥炭、泥炭质土）、软塑红黏土、冲填土	用锹，少许用镐、条锄开挖。机械能全部直接铲挖满载者
坚土	三类土	黏土、碎石土（圆砾、角砾）、混合土、可塑红黏土、硬塑红黏土、强盐渍土、素填土、压实填土	主要用镐、条锄，少许用锹开挖。机械需部分刨松方能铲挖满载者，或可直接铲挖但不能满载者

	四类土	碎石土（卵石、碎石、漂石、块石）、坚硬红黏土、超盐渍土、杂填土	全部用镐、条锄挖掘，少许用撬棍挖掘。机械需普遍刨松方能铲挖满载者
--	-----	---------------------------------	----------------------------------

表 1-2 岩石分类表

定额分类	《房屋建筑与装饰工程工程量计算规范》（GB 50854-2013）分类			
	岩石分类	代表性岩石	开挖方法	
松石	极软岩		1. 全风化的各种岩石； 2. 各种半成岩	部分用手凿工具、部分用爆破法开挖
	软质岩	软岩	1. 强风化的坚硬岩或较硬岩； 2. 中等风化~强风化的较软岩； 3. 未风化~微风化的页岩、泥岩、泥质砂岩等	用风镐和爆破法开挖
坚石		较软岩	1. 中等风化~强风化的坚硬岩或较硬岩； 2. 未风化~微风化的凝灰岩、千枚岩、泥灰岩、砂质泥岩等	用爆破法开挖
	硬质岩	较硬岩	1. 中风化的坚硬岩； 2. 未风化~微风化的大理岩、板岩、石灰岩、白云岩、钙质砂岩等	用爆破法开挖
		坚硬岩	未风化~微风化的花岗岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、石英砂岩、硅质砾岩、硅质石灰岩等	用爆破法开挖

(3) 干土、湿土、淤泥的划分。

1) 干土、湿土的划分，以地质勘测资料的地下常水位为准。地下常水位以上为干土，以下为湿土，如图 1-2 所示。地表水排出后，土壤含水率 $\geq 25\%$ 时为湿土。含水率超过液限，土和水的混合物呈现流动状态时为淤泥。温度在  $0^{\circ}\text{C}$  及以下，并夹含有冰的土壤为冻土。本定额中的冻土，指短时冻土和季节冻土。

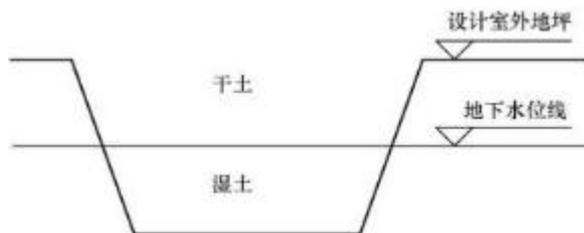


图 1-2 干、湿土的划分界限

注：同一种黏性土随其含水量的不同而分别处于固态、半固态、可塑状态及流动状态。土由可塑状态到流动状态的界限含水量称为液限。土的液限可通过试验得到。

2) 土方子目按干土编制。人工挖、运湿土时，相应子目人工乘以系数 1.18；机械挖、运湿土时，相应子目人工、机械乘以系数 1.15。采取降水措施后，人工挖、运土相应子目人工乘以系数 1.09，机械挖、运土不再乘系数。

(4) 单独土石方、基础土石方的划分。本部分第一节单独土石方子目，适用于自然地坪与设计室外地坪之间、挖方或填方工程量 $>5000\text{ m}^3$ 的土石方工程，如图 1-3 所示；且同时适用于建筑、安装、市政、园林绿化、修缮等工程中的单独土石方工程。

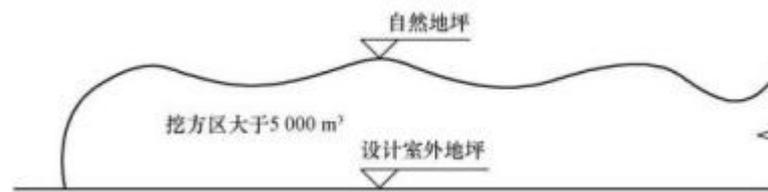


图 1-3 单独土石方

本部分除第一节外，均为基础土石方子目，适用于设计室外地坪以下的基础土石方工程，以及自然地坪与设计室外地坪之间、挖方或填方工程量 $\leq 5000\text{ m}^3$ 的土石方工程。单独土石方子目不能满足施工需要时，可以借用基础土石方子目，但应乘以系数 0.90。

(5) 沟槽、地坑、一般土石方的划分。底宽（设计图示垫层或基础的底宽，下同） $\leq 3\text{m}$ ，且底长 $>3$ 倍底宽为沟槽，如图 1-4 (a) 所示。

坑底面积 $\leq 20\text{ m}^2$ ，且底长 $\leq 3$ 倍底宽为地坑，如图 1-4 (b) 所

示。

超出上述范围，又非平整场地的，为一般土石方，如图 1-4 (c) 所示。

(6) 小型挖掘机是指斗容量 $\leq 0.30 \text{ m}^3$ 的挖掘机，适用于基础（含垫层）底宽 $\leq 1.20\text{m}$ 的沟槽土方工程或底面积 $\leq 8 \text{ m}^2$ 的地坑土方工程。

(7) 下列土石方工程，执行相应子目时乘以系数：

1) 人工挖一般土方、沟槽土方、基坑土方，当 $6\text{m} < \text{深度} \leq 7\text{m}$ 时，按深度 $\leq 6\text{m}$ 相应子目人工乘以系数 1.25；当 $7\text{m} < \text{深度} \leq 8\text{m}$ 时，按深度 $\leq 6\text{m}$ 相应子目人工乘以系数 1.252；以此类推。

2) 挡土板下人工挖坑槽时，相应子目人工乘以系数 1.43，如图 1-5 所示。

3) 桩间挖土不扣除桩体和空孔所占体积，相应子目人工、机械乘以系数 1.50，如图 1-6 所示。

注：桩间挖土是指桩承台外缘向外 1.20m 范围内、桩顶设计标高以上 1.20m（不足时按实计算）至基础（含垫层）底的挖土；但相邻桩承台外缘间距离 $\leq 4.00\text{m}$ 时，其间（竖向同上）的挖土全部为桩间挖土。

4) 在强夯后的地基上挖土方和基底钎探，相应子目人工、机械乘以系数 1.15。

### （三）挖土方工程量计算

#### 1. 识读图纸

分析结施 02-基础平面图，回答以下问题：

- (1) 图中基础类型是什么？
- (2) 基础开挖为基坑土方还是大开挖土方？
- (3) 垫层底标高是多少？

## 2. 计算挖土方工程量

基坑底面积  $S_a = (a + 2c) \times (b + 2c) = (3.3 \times 3 + 1.24) \times (5.4 + 1.24) = 73.97 \text{ (m}^2\text{)}$

基坑顶面积  $S_m = (a + 2c + 2KH) \times (b + 2c + 2KH) = (3.3 \times 3 + 1.24 + 2 \times 0.33 \times 1.7) \times (5.4 + 1.24 + 2 \times 0.33 \times 1.7) = 95.18 \text{ (m}^2\text{)}$

挖土方总体积  $V = 1 / 3 \times (S_a + S_a + S_x S_m) = 1.7 / 3 \times (73.97 + 95.18 + \sqrt{73.97 \times 95.18})$   
 $= 143.40 \text{ (m}^3\text{)}$

## 3. 编制土方工程量清单

序号	项目编码	项目名称	项目特征	计量单位	工程数量
1	010101004	挖基坑土方	1. 土壤类别：普通土 2. 挖土深度：1.7m 3. 弃土运距：500m	M <sup>3</sup>	143.40