

第一章第三节 土方工程施工

一、石方工程施工的基础知识

1、土的工程分类

在建筑安装工程统一劳动定额中，按土石坚硬程度和开挖方法及使用工具，将土分为八类：松软土、普通土、坚土、沙砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石。

2、土方工程的种类

土方工程根据其使用期限和施工要求，可分为永久性和临时性两种。

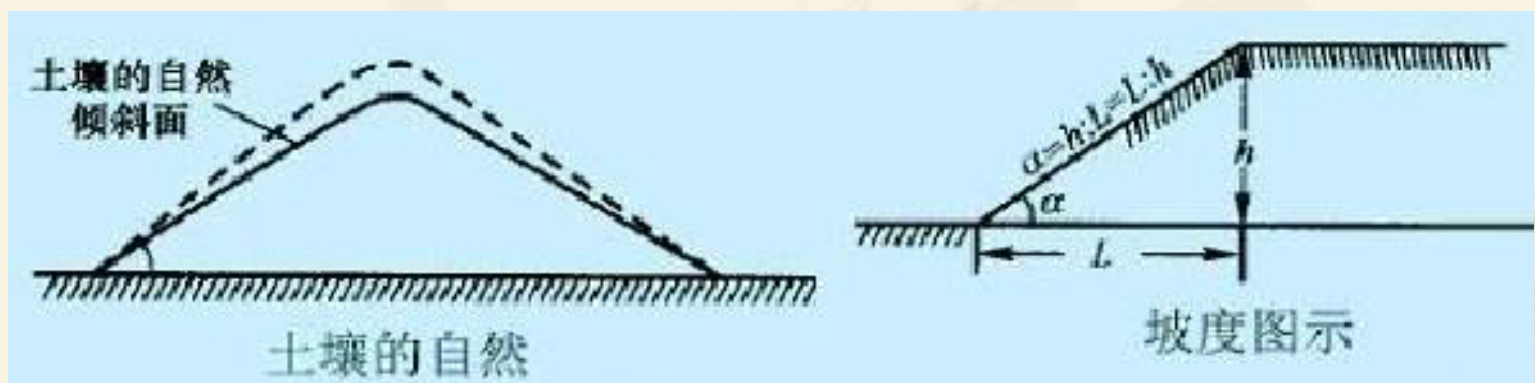
❖ 3、土壤的工程性质

❖ 1) 土壤的容重

❖ 单位体积内天然状况下的土壤重量，单位为 kg/m^3 ，土壤容重的大小直接影响着施工的难易程度，容重越大挖掘越难。在土方施工中把土壤分为松土、半坚土、坚土等类。

❖ 2) 土壤的自然倾斜角（安息角）

❖ 土壤自然堆积，经沉落稳定后的表面与地平面所形成的夹角，就是土壤的自然倾斜角，以 α 表示。



- ❖ 不同种类和质地的土壤，其自然倾斜角的大小是有区别的，土壤自然倾斜角还受到土壤含水量的影响。
- ❖ 土方工程的边坡坡度以其高和水平距之比表示，工程界习惯以 $1:m$ 表示， m 是坡度系数。 $1:m=1:L/h$ ，所以，坡度系数是边坡坡度的倒数。
- ❖ 在分层施工中深挖或者高填，都应考虑各层土壤的性质及其所受压力的变化，并根据其压力的变化而采取不同的边坡坡度。

一般土壤自然放坡坡度允许值

序号	土 壤 类 别	坡度允许值 (高宽比)
1	粘土、亚粘土、亚砂土、砂土 (不包括细砂、粉砂), 深度不超过 3m	1 : 1.00 ~ 1 : 1.25
2	土质同上, 深度 3 ~ 12m	1 : 1.25 ~ 1 : 1.50
3	干燥黄土、类黄土, 深度不超过 5m	1 : 1.00 ~ 1 : 1.25



❖ 3) 土壤含水量

- ❖ 土壤的含水量是土壤孔隙中的水重和土壤颗粒重的比值。土壤含水量在5%以内称干土，在30%以内称潮土，大于30%称湿土。土壤含水量的多少，对土方施工的难易也有直接的影响。
- ❖ 土壤含水量过小，土质过于坚实，不易挖掘。
- ❖ 含水量过大，土壤易泥泞，也不利施工，人力或机械施工工效均降低。

4) 土壤的相对密实度

它是用来表示土壤在填筑后的密实程度的，可用下面的公式表达：

$$D = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}$$

式中：

D—土壤相对密实度；

ε_1 —填土在最松散状况下的孔隙比；

ε_2 —经碾压或夯实后的土壤孔隙比；

ε_3 —最密实情况下土壤孔隙比。（孔隙比是指土壤空隙的体积与固体颗粒体的比值）

- ❖ 在土方工程中土壤的相对密实度是检查土壤施工中密实程度的标准，一般采用机械压实，其密实度可达95%，人力夯实在87%左右。

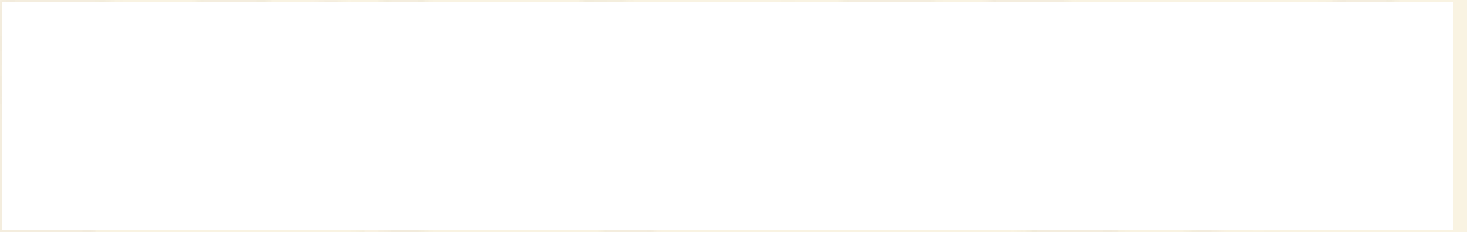
❖ 5) 土壤的可松性

- ❖ 土壤经挖掘后，其原有紧密结构遭到破坏，土体松散而使体积增加的性质。
- ❖ 土壤可松性系数，是指自然土壤经开挖并运至填方区夯实后的体积与原来的体积比值，这个数值用百分比表示。一般挖出1方土只能填0.7-0.8方，因此在计算填方量时一定要加入松散系数。
- ❖ 土壤可松性可用下列式子表示：
- ❖ 最初可松性系数=开挖后土壤的松散体积/开挖前土壤的自然体积
- ❖ 最后可松性系数=运至填方区夯实后土壤的体积/开挖前土壤的自然体积

几种土壤的松散系数

系数名称	土壤种类	系数 (%)
松散系数	非粘性土壤 (砂、卵石)	1.5~2.5
	粘性土壤 (粘土、亚粘土、亚砂土)	3.0~5.0
	岩石类土壤	10.0~15.0
压实系数	大孔性土壤 (机械夯实)	10.0~15.0

❖ 就开挖后体积增加的百分比而言，可用下列式子表示：



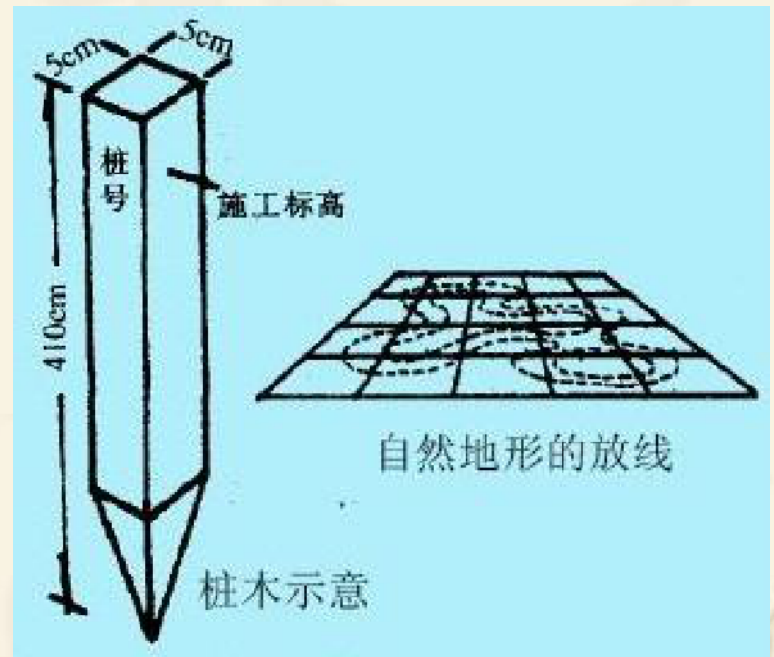
❖ 一般情况下，土壤容重越大，土质越坚硬密实，则开挖后体积增加越多，可松性系数越大，对土方平衡和土方施工的影响也就越大。

二、施工现场准备

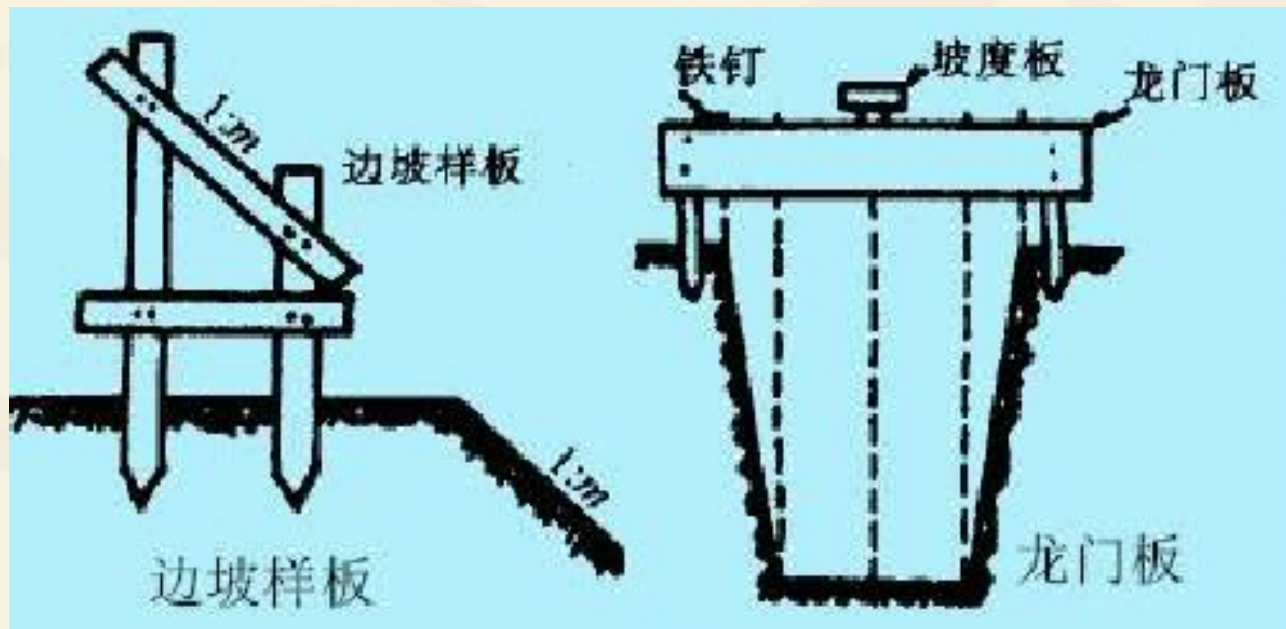
- ❖ 1、清理现场：
 - ❖ 建筑物或地下构筑物的拆除，
 - ❖ 砍伐树木，大树的伐除要慎而又慎，凡能保留的要尽量设法保留。
- ❖ 2、做好排水设施
 - ❖ 在施工区域内设置临时性或永久性排水沟，将地面水排走或排到低洼处，再设水泵排走；排水沟纵向坡度一般不小于2‰，山坡地区，在离边坡上沿5-6M处，设置截水沟、排洪沟。
- ❖ 3、定点放线
 - ❖ 在工程施工区域设置测量控制网，包括控制基线、轴线和水平基准点；做好轴线控制的测量和校核。控制网要避开构筑物、土方机械操作及运输线路，并有保护标志。

(1) 平整场地的放线

- ❖ 用经纬仪将图纸上的方格测设到地面上，并在每个交点处立桩木，边界上的桩木依图纸要求设置。桩木的规格及标记方法如图所示。侧面须平滑，下端削尖，以便打入土中，桩上应表示出桩号（施工图上方格网的编号）和施工标高（挖土用“-”号，填土用“+”号）。



- ❖ (2) 自然地形的放线，
- ❖ 首先应确定堆山或挖湖的边界线，把施工图中的方格网放到地面上，而后把设计地形等高线和方格网的交点，一一标到地面上并打桩，桩木上要标明桩号及施工标高。
- ❖ 岸线和岸坡的定点放线应该准确，为了精确施工，可以用边坡样板来控制边坡坡度
- ❖ 开挖沟槽时应使用龙门板。每隔30-100m设龙门板一块，其间距视沟渠纵坡的变化情况而定。板上应标明沟渠中心线位置、沟上口、沟底的宽度等。板上还要设坡度板，用坡度板来控制沟渠纵坡。龙门板桩一般应离开坑缘1.5-2m, 以利保存。



三、土方施工

土石方工程施工包括挖、运、填、压四方面内容。

(一) 挖方工程

1. 人力挖方 一般多在中小规模的土石方工程中采用。在挖土施工工程中，要特别注意安全，随时检查和排除安全隐患。
 - ❖ a保证每一个工人有足够的施工工作面积。一般平均每一个人的施工活动范围应保证在4-6m²以上。
 - ❖ b挖方工人不能在土壁下向里凹进着挖土，要避免土壁坍塌。
 - ❖ c土坡顶上施工的人，要随时注意坡下的情况。坡下有人时一定要不能将土块、石块等重物滚落坡下。
 - ❖ d在1.5m以上深度的土槽中挖土作业时，必须用木板、铁管架等对土壁进行支撑，以避免坍塌。

- ❖ e挖土施工中一般不垂直向下挖得很深，要有合理的边坡。必须垂直向下挖土的，则在松软土情况下挖深不超过0.7m，中密度土质的挖深不超过1.25m，硬土情况下不超过2m深。

2. 机械挖方

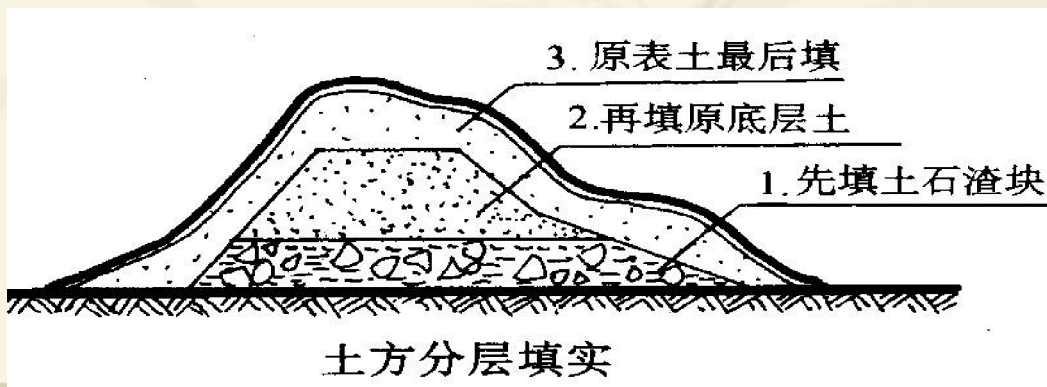
- ❖ 机械挖方方式一般最适用于大面积的挖湖工程或广场整平工程。并且，在边缘、转角处和狭小地方，还应结合人力挖方进行补挖和地形的整修。
- ❖ 在施工期间，施工技术人员应和推土机手密切配合，随时随地用测量仪器检查桩点和放线情况。
- ❖ 挖土工程中对原地面表土要注意保护。

（二）土方的转运

- ❖ 在土方调配图中，一般都按照就近挖方就近填方的原则，采取土石方就地平衡的方式，从而能够节省人力，降低施工费用。
- ❖ 土方转运的方法有两种，即人力转运和机械或半机械转运。
- ❖ 土方的装卸应有专人指挥，要做到卸土位置准确，运土路线顺畅，能够避免混乱和窝工。

(三) 填方工程

- ❖ 满足填方强度和填方区地面稳定的要求，应当是土方填埋工序的二条施工原则。
- ❖ 1、一般土方的填埋步骤
- ❖ 填方时必须要根据填方地面的功能和用途，选择土质适用的土壤和简便高效的施工方法。填土步骤及方法如下。
- ❖ 1) 填埋顺序: (1) 先填石方，后填土方。
- ❖ (2) 先填底土，后填表土。 (3) 先填近处，后填远处。



❖ 2) 埋方式

- ❖ (1) 一般的土石方埋，都应采取分层填筑方式，最好能够填一层就筑实一层，层层压实。在要求质量较高的填方中，每层的厚度应为30cm以下，而在一般的填方中，每层的厚度可为30-60cm。
- ❖ (2) 在自然斜坡上填土时，要注意防止新填土方沿着坡面滑落。为了增加新填土方与斜坡的咬合性，可先把斜坡挖成阶梯状，然后再填入土方。

- ❖ 2、土山的堆造

- ❖ 1) 定点放线

- ❖ 将堆填区的范围线或外圈等高线在地面绘出，并在山头中心点、凹谷中心线或等高线的转折点等处立起标高杆，在山脚边界线附近按设计方格网图钉下坐标桩，用来控制堆土高度和堆土的范围。

- ❖ 标高杆上的刻度，最好按土山设计图上的等高距确定。

❖ 2) 堆造山体

- ❖ 在土山的堆土过程中也要分层堆筑。先在地面的土山边线范围内填上第一层土，筑实后的土层厚度相当于标高杆一个刻度高。然后把土面略为整平，再依据标高杆和坐标桩在土面放线，将第二层的等高线在地面上绘出。接着堆填第二层土并压实到标高杆的第二刻度高。按这样的程序从下而上顺序堆成，一直堆出山顶为止。

（四）夯实工程

- ❖ 填土应尽量采用同类土填筑，并宜控制土的含水率在最优含水量范围内。
- ❖ 当采用不同的土填筑时，应按土类有规则地分层铺填：
- ❖ 将透水性大的土层置于透水性较小的土层之下，不得混杂使用；
- ❖ 边坡不得用透水性较小的土封闭，以利水分排除和基土稳定，并避免在填方内形成水囊和产生滑动现象；
- ❖ 填工应从最低处开始，由下向上整个宽度分层铺填碾压或夯实。
- ❖ 填土应预留一定的下沉高度，以备土体逐渐沉落密实。
- ❖ 当土方用机械分层夯实时，其预留下沉高度（以填方高度的百分数计）：对砂土为1.5%；对粉质粘土为3-3.5%。

- ❖ 1) 含水量控制
- ❖ 含水量过小，夯压（碾压）不实；含水量过大，则易成橡皮土。
- ❖ 遇到粘性土或排水不良的砂土时，其最优含水量与相应的最大干密度，应用击实试验测定。
- ❖ 土料含水量一般以手握成团、落地开花为适宜。
- ❖ 当含水量过大，应采取翻松、晾干、换土回填、掺入干土或其他吸水性材料等措施；

- ❖ 如土料过干，则应预先洒水润湿，亦可采取增加压实遍数或使用大功能压实机械等措施。
- ❖ 2) 夯实的密实度要求
- ❖ 填方的密实度要求和质量指标通常以压实系数 λ_c 表示。压实系数为土的控制（实际）干土密度与最大干土密度的比值。最大干土密度是当最优含水量时，通过标准的击实方法确定的。密实度要求一般由设计根据工程结构性质、使用要求以及土的性质确定。

表 2-22

土的最优含水量和最大干密度参考表

项次	土的种类	变动范围		项次	土的种类	变动范围	
		最优含水量 (%)(重量比)	最大干密度 (t/m^3)			最优含水量 (%)(重量比)	最大干密度 (t/m^3)
1	砂土	8~12	1.80~1.88	3	粉质粘土	12~15	1.85~1.95
2	粘土	19~23	1.58~1.70	4	粘土	16~22	1.61~1.80