

土质学与土力学

试验指导书

刘新亮 余素萍 编写

广东交通职业技术学院土木系

目 录

试验一	土粒比重试验-----	(1)
试验二	含水量试验-----	(4)
	(一) 烘干法-----	(4)
	(二) 酒精燃烧法-----	(6)
试验三	土的密度试验-----	(6)
	(一) 环刀法 -----	(6)
	(二) 灌砂法-----	(8)
试验四	击实试验-----	(12)
试验五	土的颗粒分析-----	(17)
	筛分法-----	(17)
试验六	土的液限塑限试验-----	(20)
	液限塑限联合测定法-----	(17)
试验七	固结试验-----	(24)
	(一) 单轴固结仪法-----	(24)
	(二) 快速试验法-----	(31)
试验八	直接剪切试验-----	(32)
	(一) 粘质土的慢剪试验-----	(32)
	(二) 粘质土的固结快剪试验-----	(33)
	(三) 粘质土的快剪试验-----	(36)
补 充	土的工程分类-----	(37)
	(一) 一般规定-----	(37)
	(二) 巨粒土的分类-----	(38)
	(三) 粗粒土的划分-----	(38)
	(四) 细粒土的划分-----	(39)
附 录 B	土类的名称和代号-----	(41)

试验一 土粒比重试验（比重瓶法）

一、定义：

1.物理学定义:指土固体颗粒单位体积的重力。即:

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} = \frac{m_s \cdot g}{V_s} (KN/m^3) \text{-----} (1)$$

γ_s :土粒的比重; W_s : 土粒的重力 m_s : 土粒的质量; V_s : 土粒的体积。

2.材料定义:给定体积材料的质量和同体积某一标准材料质量。

设给定材料质量为 m , 体积为 v , 同体积的某一标准材料质量为 m_t , 则给定材料的比重:

$$G = \frac{m}{m_t} \text{ (无量纲)} \text{-----} (2)$$

如选用 4℃ 时蒸馏水做为标准材料, 则:

$$\text{给定材料的比重: } G = \frac{m}{m_{w4}} \text{-----} (3)$$

$$\text{前述某一标准材料的比重: } G_t = \frac{m_t}{m_{w4}} \text{-----} (4)$$

$$\text{则有: } G = \frac{m}{m_{w4}} = \frac{m}{m_t} \cdot \frac{m_t}{m_{w4}} = \frac{m}{m_t} \cdot G_t \text{-----} (5)$$

由 (5) 式可知, 即使试验时无法使用 4℃ 蒸馏水, 我们也可以采用其他的某一标准材料进行试验。

3. 《土规》定义: 指土在温度 105℃-110℃ 下烘干至恒量时的质量与同体积的 4℃ 时的蒸馏水质量的比值, 即:

$$G_s = \frac{m_s}{m_{w4}} \text{ (无量纲)} \text{-----} (6)$$

按《土规》中, 土的常用物理指标计算中已将 γ_s 改为 ρ_s ($\gamma_s = \rho_s \cdot g$)

设土粒体积为 V_s , 则有:

$$G_s = \frac{m_s}{m_{w4}} = \frac{\frac{m_s}{V_s}}{\frac{m_{w4}}{V_s}} = \frac{\rho_s}{\rho_{w4}} \text{-----} (7)$$

由于蒸馏水在 4℃ 时其密度 $\rho_{w4} = 1g/cm^3$, 故 G_s 在数值上等于 ρ_s 。

$$\rho_s = G_s \cdot \rho_{w4} \text{ ————— (8)}$$

二、目的:

测定土的颗粒比重,它是土的物理性基本指标之一。

三、适用范围:

适用于粒径小于 5mm 的土。

四、主要仪器设备

- 1.比重瓶:容量 100(或 50)ml
- 2.天平:称量 200g,感量 0.001g。
- 3.恒温槽:灵敏度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。
- 4.砂浴。
- 5.真空抽气设备。
- 6.温度计:刻度为 $0-50^\circ\text{C}$,分度值为 0.5°C 。
- 7.其它:如烘箱、蒸馏水、中性液体(如煤油)、孔径 2mm 及 5mm 筛、漏斗、滴管等。

五、试验步骤:

- 1.将比重瓶洗净、烘干称其质量。
- 2.将比重瓶烘干,将约 15g 烘干土装入 100ml 比重瓶内(若用 50ml 比重瓶,装烘干土约 12g),称量(瓶加土质量)。
- 3.为排除土中空气,将已装有干土的比重瓶,注蒸馏水至瓶的一半处,摇动比重瓶,并将瓶在砂浴中煮沸,煮沸时间自悬液沸腾时算起,砂及低液限粘土应不少于 30min,高液限粘土应不少于 1h,使土粒分散。注意沸腾后调节砂浴温度,不使土液溢出瓶外。然后冷却至室温。
- 4.如系长颈比重瓶,用滴管调整液面恰至刻度(以弯液面下缘为准),擦干瓶外及瓶内壁刻度以上部分的水,称瓶、水、土总质量。如系短颈比重瓶,将纯水注满,使多余水分自瓶塞毛细管中溢出,将瓶外水分擦干后,称瓶、水土总质量,称量后立即测出瓶内水的温度,准确至 0.5°C 。
- 5 根据测得的温度,从已绘制的温度与瓶、水总质量关系曲线中查得瓶水总质量。如比重瓶体积事先未经温度校正,则立即倾去悬液,洗净比重瓶,注入事先煮沸

过且与试验时同温度的蒸馏水至同一刻度的刻度处，短颈比重瓶则注水至满，按本试验的步骤4调整液面后，将瓶外水分擦干，称瓶、水总质量。

6.如系砂土，煮沸时砂粒易跳出，允许用真空抽气法代替煮沸法排除土中空气，其余步骤与本试验步骤4到5相同。

7.对含有某一定量的可溶盐，不亲性胶体或有机质的土，必须用中性液体（如煤油）测定，并用真空抽气法排除土中气体。真空压力表读数宜为100Pa，抽气时间1-2h（直至悬液内无气泡为止），其余步骤同本步骤4-5。

8.本试验称量应准确至0.01g。

六、结果整理：

用蒸馏水测定时，按下式计算比重，

$$G_s = \frac{m_s}{m_1 + m_s - m_2} \times G_{wt}$$

式中： G_s ——土的比重：

m_s ——干土质量，g：

m_1 ——瓶、水总质量，g：

m_2 ——瓶、水、土总质量，g：

G_{wt} —— $t^{\circ}\text{C}$ 时蒸馏水的比重（水的比重可查物理手册），准确至0.001。

用中性液体测定时，按下式计算比重：

$$G_s = \frac{m_s}{m'_1 + m_s - m'_2} \times G_{kt}$$

式中： m'_1 ——瓶、中性液体总质量，g：

m'_2 ——瓶、土、中性液体总质量，g：

G_{kt} —— $t^{\circ}\text{C}$ 时中性液体比重（应实测），准确至0.001

七、精密度和允许差

本试验必须进行二次平行测定，取其算术平均值，以两位小数表示，其平行差值不得大于0.02。

八、报告

1、土的鉴别分类和代号。

2、土的比重 G_s 值。

比重试验记录（比重瓶法）

工程名称_____ 试验方法_____ 试验日期_____

试验者_____ 计算者_____ 校核者_____

试验编号	比重瓶号	温度℃	液体比重	比重瓶质量(g)	瓶、干土总质量(g)	干土质量(g)	瓶、液总质量(g)	瓶、液、土总质量(g)	与干土同体积的液体质量(g)	比重	平均值
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
						4-3			5+6-7	$2 \times 5/8$	
	1	15.2	0.999	34.886	49.831	14.94	134.714	144.225	5.434	2.746	
	2	15.2	0.999	34.287	49.227	14.94	134.696	144.191	5.445	2.741	2.75

试验二 含水量试验（烘干法、酒精燃烧法）

（一）烘干法

一、定义和适用范围

1 土的含水量是在 105-110℃下烘至恒量时所失去的水分质量和达恒量后干土质量的比值，以百分数表示，本法是测定含水量的标准方法。

2 本试验方法适用于粘质土、粉质土、砂类土和有机质土类。

二、仪器设备

- 1 烘箱：可采用电热烘箱或温度能保持 105~110℃的其它能源烘箱，也可用红外线烘箱。
- 2 天平：感量 0.01g。
- 3 其它：干燥器、称量盒（为简化计算手续，可将盒质量定期（3-6 个月）调整为恒质量值）等。

三、试验步骤

- 1 取具有代表性试样，细粒土 15-30g，砂类土、有机土为 50g，放入称量盒内，立即盖好盒盖，称质量。称量时，可在天平一端放上与该称盒等质量的砝码，移动天平游码，平衡后称量结果即为湿土质量。
- 2 揭开盒盖，将试样和盒放入烘箱内，在温度 105-110℃恒温下烘干。烘干时间对细粒土不得少于 8h,对砂类土不得少于 6h。对含有机质超过 5%的土，应将温度控制在 65-70℃的恒温下烘干。

3 将烘干后的试样和盒取出，放入干燥器内冷却（一般只需 0.5h-1h）即可）。冷却后盖好盒盖，称质量，准确至 0.01g。

四、结果整理

按下式计算含水量：

$$\omega = \frac{m - m_s}{m_s} \times 100$$

式中：ω ——含水量，%；

m——湿土质量，g；

m_s——干土质量，g。

计算至 0.1%。

本试验记录格式如下表：

含水量试验记录（烘干法）

工程编号_____ 土样说明_____ 试验日期_____

试验者_____ 计算者_____ 校核者_____

盒号			1	2	3	4
盒质量	g	1	20	20	20	20
盒+湿土质量	g	2	38.87	40.54	40.65	40.45
盒+干土质量	g	3	35.45	36.76	36.16	35.94
水分质量	g	4=2-3	3.42	3.78	4.49	4.51
干土质量	g	5=3-1	15.45	16.76	16.16	15.94
含水量	g	6=4/5	22.1	22.6	27.8	28.3
平均含水量	%	7	22.4		28.1	

五、精密度和允许差

本试验须进行二次平行测定，取其算术平均值，允许平行差值应符合如下表规定。

含水量测定的允许平行差值

含 水 量 (%)	允许平行差值 (%)
5 以下	0.3
40 以下	≤1
40 以上	≤2

六、报告

- 1 土的鉴别分类和代号.
- 2 土的含水量.

(二) 酒精燃烧法

一、目的和适用范围

本试验方法适用于快速简易测定细粒土(含有机质的除外)的含水量。

二、仪器设备

1 称量盒(定期调整为恒质量)。

2 天平:感量 0.01%。

3 酒精:纯度 95%。

4 滴管、火柴、调土刀等。

三、试验步骤

1 取代表性试样(粘质土 5~10g,砂类土 20~30g),放入称量盒内,称湿土质量。

2 用滴管将酒精注入放有试样的称量盒中,直至盒中出现自由液面为止。为使酒精在试样中充分混合均匀,可将盒底在桌面上轻轻敲击。

3 点燃盒中酒精,燃至火焰熄灭。

4 将试样冷却数分钟,按本试验 2 至 3 方法重新燃烧两次。

5 待第三次火焰熄灭后,盖好盒盖,立即称干土质量,准确至 0.01g。

其余同烘干法。

试验三 土的密度试验

(一) 环刀法

一、目的和适用范围

本试验方法适用于测定细粒土的密度。

二、仪器设备

1 环刀:内径 6~8cm,壁厚 1.5~2mm,高 2~3cm。

2 天平:感量 0.1g。

3 其它:修土刀、钢丝锯、凡士林等。

三、试验步骤

1 按工程需要取原状土或制备所需状态的扰动土样,整平两端,环刀内壁涂一薄层凡士林,刀口向下放在土样上。

- 2 用修刀或钢丝锯将土样上部削成略大于环刀直径的土柱，然后将环刀重直下压，边压边削，至土样伸出环刀上部为止。削去两端余土，使与环刀口面齐平，并用剩余土样测定含水量。
- 3 擦净环刀外壁，称环刀与土合质量 m_1 ，准确至 0.1g。

四、结果整理

- 1 按下列公式计算湿密度及干密度：

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{V}$$

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0.01\omega}$$

式中： ρ ——湿密度， g/cm³；
 m_1 ——环刀与土合质量， g；
 m_2 ——环刀质量， g；
 V —— 环刀体积
 ρ_d ——干密度， g/cm³；
 ω ——含水量， %。

- 2 本试验记录格式如下表：

密度试验记录（环刀法）

土 样 编 号			1		2		3	
环 刀 号			1	2	3	4	5	6
环刀容积	(cm ³)	①	100	100	100	100	100	100
环刀质量	(g)	②						
土 + 环刀质量	(g)	③						
土样质量	(g)	④	③－②	178.6	181.4	193.6	194.8	205.8
湿密度	(g/cm ³)	⑤	④ / ①	1.79	1.81	1.94	1.95	2.06
含水量	(%)	⑥		13.5	14.2	18.2	19.4	20.5
干密度	(g/cm ³)	⑦	⑤ / (1 + 0.01⑥)	1.58	1.58	1.64	1.63	1.71
平均干密度	(g/cm ³)	⑧		1.58		1.64		1.71

五、精密度和允许差

本试验须进行二次平行测定，取其算术平均值，其平行差值不得大于 0.03g/cm³。

六、报告

- 1、土的鉴别分类和状态描述。
- 2、土的含水量 ω (%)。
- 3、土的湿密度 ρ (g/cm^3)
- 4、土的干密度 ρ_d (g/cm^3)。

(二)、灌砂法

一、目的和适用范围

本试验法适用于现场测定细粒土、砂类土和砾类土的密度。试样的最大粒径不得超过 15mm，测定密度层的厚度为 150-200mm。

注：①在测定细粒土的密度时，可以采用直径 100mm 的小型灌砂筒。

②如最大粒径超过 15mm，则应相应地增大灌砂筒和标定罐的尺寸，例如，粒径达 40-60mm 的粗粒土，灌砂筒和现场试洞的直径应为 150-200mm。

二、仪器设备

- 1 灌砂筒（分大小灌砂筒）。
- 2 金属标定罐：内径 100mm，高 150mm 和 200mm 的金属罐各一个，上端周围有一个罐缘。（如由于某种原因，试坑不是 150mm 或 200mm 时，标定罐的深度应该与拟挖试坑深度相同。）
- 3 基板：一个边长 350mm，深 40mm 的金属方盘，盘中心有一直径 100mm 的圆孔。
- 4 打洞及从洞中取料的合适工具，如凿子、铁锤、长把勺、长把小簸箕、毛刷等。
- 5 玻璃板：边长约 500mm 的方形板。
- 6 饭盒（存放挖出的试样）若干。
- 7 台秤：称量 10-15kg，感量 5g。
- 8 其它：铝盒、天平、烘箱等。

三、量砂

粒砂 0.25-0.5mm、清洁干燥的均匀砂，约 20-40kg。应先烘干，并放置足够时间，使其与空气的湿度达到平衡。

四、仪器标定

确定灌砂筒下部圆锥体内砂的质量，其步骤如下：

- 1 在储砂筒内装满砂。筒内砂的高度与筒顶的距离不超过 15mm。称筒内砂的质量 m_1 ，准确至 1g。每次标定及而后试验都维持这个质量不变。
- 2 将开关打开，让砂流出，并使流出砂的体积与工地所挖试洞的体积相当（或等于

标定罐的容积)。然后关上开关,并称量筒内砂的质量 m_3 , 准确到 1g。

- 3 将灌砂筒放在玻璃板上, 打开开关, 让砂流出, 直到筒内砂不再下流时, 关上开关, 并细心地取走罐砂筒。
- 4 收集并称量留在玻璃板上的砂或称量筒内的砂, 准确到 1g。玻璃板上的砂就是填满灌砂筒下部的圆锥体的砂。
- 5 重复上述测量, 至少三次。最后取其平均值 m_2 , 准确至 1g。

五、确定量砂的密度 ρ_s (g/cm^3)

- 1 用水确定标罐的容积 V (cm^3), 方法如下:

将空罐放在台秤上, 使罐的上口处于水平位置, 读记罐质量 m_7 , 准确到 1g。向标定罐中灌水, 注意不要将水弄到台秤上或罐的外壁, 将一直尺放在罐顶, 当罐中水面快要接近直尺时, 用滴管往罐中加水, 直到水面接触直尺。移去直尺, 读记罐和水的总质量 m_8 。重复测量时, 仅需要用吸管从罐中取出少量水, 并用滴管重新将水加满到接触直尺。标定罐的体积按下式计算:

$$V = m_8 - m_7$$

- 2 在储砂筒中装入质量为 m_1 的砂, 并将罐砂筒放在标定罐上, 打开开关, 让砂流出, 直到储砂筒内的砂不再下流时, 关闭开关。取下罐砂筒, 称筒内剩余的砂质量, 准确到 1g。
- 3 重复上述测量, 至少三次, 最后取其平均值 m_3 , 准确至 1g。
- 4 按下式计算填满标定罐所需砂的质量 m_a (g):

$$m_a = m_1 - m_2 - m_3$$

式中: m_1 ——灌砂入标定罐前, 筒内砂的质量, g;

m_2 ——灌砂筒下部圆锥体内砂的平均质量, g;

m_3 ——灌砂入标定罐后, 筒内剩余砂的质量, g;

- 5 按下式计算量砂的密度 ρ_s (g/cm^3):

$$\rho_s = \frac{m_a}{V}$$

式中: V ——标定罐的体积, cm^3 。

六、试验步骤

- 1 在试验地点, 选一块约 40cm X 40 cm 的平坦表面, 并将其清扫干净。将基板放在

此平坦表面上。如此表面的粗糙度较大，则将盛有量砂 m_5 (g) 的灌砂筒放在基板中间的圆孔上。打开灌砂筒开关，让砂流入基板的中孔内，直到储砂筒内的砂不再下流时关闭开关。取下罐砂筒，并称筒内砂的质量 m_6 准确到 1g。

- 2 取走基板，将留在试验地点的量砂收回，重新将表面清扫干净。将基板放在清扫干净的表面上，沿基板中孔凿洞，洞的直径 100mm。在凿洞过程中，应注意不使凿出的试样丢失，并随时将凿松的材料取出，放在已知质量的塑料袋内，密封。试洞的深度应等于碾压层厚度。凿洞毕，称此塑料袋中全部试样的质量，准确至 1g。减去已知塑料袋质量后，即为试样的总质量 m_1 。
- 3 从挖出的全部试样中取有代表性的样品，放入铝盒中，测定其含水量 ω_0 样品数量：对于细粒土，不少于 100g；对于粗粒土，不少于 500g。
- 4 将基板安放在试洞上，将灌砂筒安放在基板中间（储砂筒内放满砂至恒量 m_1 ），使灌砂筒的下口对准基板的中孔及试洞。打开灌砂筒开关，让砂流入试洞内。关闭开关，仔细取走灌砂筒，称量筒内剩余砂的质量 m'_4 ，准确至 1g。
- 5 如清扫干净的平坦的表面上，粗糙度不大，则不需放基板，将罐砂筒直接放在已挖好的试洞上，打开筒的开关，让砂流入试洞内。在此期间，应注意勿碰动灌砂筒。直到储砂筒内的砂不再下流时，关闭开关。仔细取走灌砂筒，称量筒内剩余砂的质量 m_4 ，准确至 1g。
- 6 取出试洞内的量砂，以备下次试验时再用。若量砂的湿度已发生变化或量砂中混有杂质，则应重新烘干，过筛，并放置一段时间，使其与空气的湿度达到平衡后再用。
- 7 如试洞中有较大的孔隙，量砂可能进入孔隙时，则应按试洞外形，松弛地放入一层柔软的纱布。然后再进行灌砂工作。

七、结果整理

- 1 按下式计算填满试洞所需的质量 m_b (g)：

灌砂时试洞上放有基板的情况：

$$m_b = m_1 - m_4 - (m_5 - m_6)$$

灌砂时试洞上不放基板的情况：

$$m_b = m_1 - m'_4 - m_2$$

式中： m_1 ——灌砂入试洞前筒内的砂的质量，g；

m_2 ——灌砂筒下部圆锥体内砂的平均质量，g；

m_4 、 m'_4 ——灌砂入试洞后，筒内剩余砂的质量，g；

(m_5-m_6) ——灌砂筒下部圆锥体内及基板和粗糙表面间砂的总质量，g。

2 按下式计算试验地点土的湿密度 $\rho(g/cm^3)$ ：

$$\rho = \frac{m_t}{m_b} \times \rho_s$$

式中： m_t ——试洞中取出的全部土样的质量，g；

m_b ——填满试洞所需砂的质量，g；

ρ_s ——量砂的密度， g/cm^3 。

3 按下式计算土的干密度 $\rho_d(g/cm^3)$ ：

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0.01\omega}$$

灌砂法仪器标定与砂的密度标定

标定前筒加砂的总质量 $m_1 =$ g

标定罐的质量 $m_7 =$ g

次数	圆锥体部分砂的质量 g: m_2	装入标定罐后筒加剩余砂的质量 g (至砂静止): m_3	标定罐所需砂的质量 (g) $m_a = m_1 - m_2 - m_3$	标定罐加满水总质量 (g) m_8	标定罐的体积(cm^3) $V = m_8 - m_7$	砂的密度 (g/cm^3) $\rho_s = m_a/V$
第一次						
第二次						
第三次						
平均值						

密度检测记录（灌砂法）

工程名称：_____ 砂 的 密 度(g/cm³)： _____
施工单位：_____ 灌砂筒下部圆锥体内砂的质量 m₂(g)： _____
检测层位：_____ 灌砂入试洞前砂+筒质量 m₁ (g)： _____
（灌砂筒下部圆锥体及基板和粗糙表面间内砂的质量 m₅-m₆(g)： _____）

取样桩号	取样位置	试洞中湿试样质量 m _t (g)	灌满试洞后剩余砂+筒质量 m ₄ (g)	试洞内砂质量 m _b (g)	试洞体积 V (cm³)	湿密度 ρ g/cm³	含 水 量 测 定							干密度 ρ _d = ρ/(1+w) (g/cm³)
							盒号	盒+湿试样质量(g)	盒+干试样质量(g)	盒质量(g)	干试样质量(g)	水质量(g)	含水量 w (%)	

试验：_____ 计算：_____ 复核：_____ 附： m_b=m₁-m₄-m₂ (m₅-m₆

试验四 击实试验

一、目的和适用范围

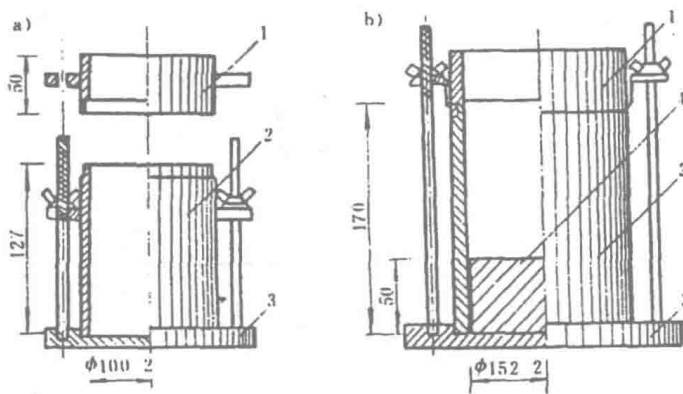
本试验分轻型击实和重型击实。试验目的是测定土的最佳含水量及最大干密度，小试筒适用于粒径不大于 25mm 的土，大试筒适用于粒径不大于 38mm 的土。

二、仪器设备

1 标准击实仪（见图 1、图 2）。轻、重型试验方法和设备的主要参数应符合下表的规定。

击实试验方法种类 表 1

试验方法	类别	锤底直径 (cm)	锤质量 (kg)	落高 (cm)	试筒尺寸			层数	每层击数	击实功 (KJ/m³)	最大粒径 (mm)
					内径 (cm)	高 (cm)	容积 (cm³)				
轻型 I 法	I.1	5	2.5	30	10	12.7	997	3	27	598.2	25
	I.2	5	2.5	30	15.2	12	2177	3	59	598.2	38
重型 II 法	II.1	5	4.5	45	10	12.7	997	5	27	2687.0	25
	II.2	5	4.5	45	15.2	12	2177	3	98	2677.2	38



击实筒 (单位: mm)

a) 小击实筒; b) 大击实筒;

1-套筒; 2-击实筒; 3-底板; 4-垫块

图 1 击实筒

2 烘箱及干燥器。

3 天平: 感量 0.01g。

4 台秤: 称量 10kg, 感量 5g。

5 圆孔筛: 孔径 38mm、25mm、19mm 和 5mm

各 1 个。

6 拌和工具: 400mm×600mm、深 70mm 的金属盘、

7 其它: 喷水设备、碾土器、盛土盘、量筒、推土器、铝盒、修土刀、平直尺等。

试料用量

表 2

使用方法	类别	试筒内径 (cm)	最大粒径 (cm)	试料用量 (kg)
干土法 试样重复使用	a	10	5	3
		10	25	4.5
		15.2	38	6.5
干土法, 试样 不重复使用	b	10	至 25	至少 5 个试样, 每个 3
		15.2	至 38	至少 5 个试样, 每个 6
湿土法, 试样 不重复使用	c	10	至 25	至少 5 个试样, 每个 3
		15.2	至 38	至少 5 个试样, 每个 6

三、试样

本试验可分别采用不同的方法准备试样。各方法可按上表准备试料。

1 干土法 (土重复使用) 将具有代表性的风干土或在 50℃ 下烘干的土样放在橡皮板上, 用圆木棍碾散, 然而过不同孔径的筛 (视粒径大小而定)。对于小试筒, 按四

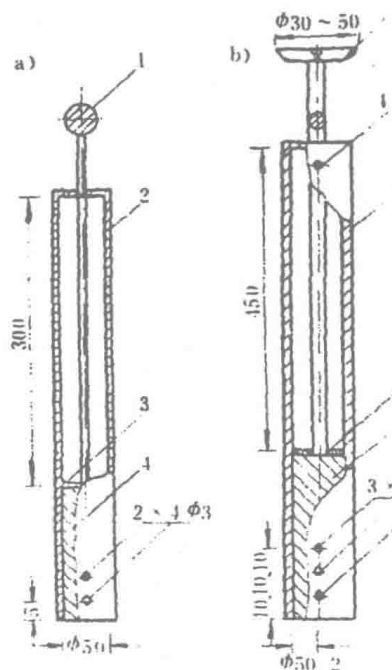


图 2 击锤和导管

a) 2.5kg 击锤 (落高 30cm)

b) 4.5kg 击锤 (落高 45cm)

1、提手 2、导管

3、硬橡皮垫 4、击锤

分法取筛下的土约 3kg；对于大试筒，同样按四分法取样约 6.5kg。

估计土样风干或天然含水量，如风干含水量低于开始含水量太多时，可将土样铺于一不吸水的盘上，用喷水设备均匀喷洒适当用量的水，并充分拌和，闷料一夜备用。

- 2 干土法（土不重复使用）按四分法至少准备 5 个试样，分别加入不同水分（按 2-3% 含水量递增），拌匀后闷料一夜备用。
- 3 湿土法（土不重复使用）对于高含水量土，可省略过筛步骤，用手拣除大于 38mm 的粗石子即可。保持天然含水量的第一个土样，可立即用于击实试验，其余几个试样，将土分成小土块，分别风干，使含水量按 2%-3% 递减。

四、试验步骤

- 1 根据工程要求，按表 1 规定选择轻型或重型试验方法，根据土的性质（含易击碎风化的石数量多少，含水量高低），按表 2 规定选用干土法（土重复或不重复使用）或湿土法。
- 2 将击实筒放在坚硬的地面上，取制备好的土样分 3-5 次倒入筒内。小筒按三层法时，每次约 800-900g（其量应使击实后的试样等于或略高于筒高的 1/3）；按五层法时，每次约 400-500g（其量应使击实后的土样等于或略高于筒高的 1/5）。对于大试筒，先将垫块放入筒内底板上，按五层法时，每层需试样约 900g（细粒土）-1100g（粗粒土）；按三层法时，每层需试样 1700g 左右。整平表面，并稍加压紧，然后按规定的击数进行第一层土的击实，击实时击锤应自由垂直落下，锤迹必须均匀分布于土样面，第一层击实完后，将试样层面“拉毛”，然后再装入套筒，重复上述方法进行其余各层土的击实。小试筒击实后，试样不应高出筒顶面 5mm；大试筒击实后，试样不应高出筒顶面 6mm。
- 3 用修土刀沿套筒内壁削刮，使试样与套筒脱离后，扭动并取下套筒，齐筒顶细心削平试样，拆除底板，擦净筒外壁，称量，准确至 1g。
- 4 用推土器推出筒内试样，从试样中心处取样测其含水量，计算至 0.1%。测定含水量用试样的数量按下表取样，（取出有代表性的土样）。两个试样含水量的精度应符合含水量试验的规定。

测定含水量用试样的数量 表 3

最大粒径 (mm)	试样质量 (g)	个数
<5	15-20	2
约 5	约 50	1
约 19	约 250	1
约 38	约 500	1

5 对于干土法（土重复使用），将试样搓散，然后按本试验第三点方法进行洒水、拌和，但不需闷料，每次约增加 2%-3%的含水量，其中有两个大于和两个小于最佳含水量，所需加水量按下式计算：

$$m_w = \frac{m_i}{1 + 0.01\omega_i} \times 0.01(\omega - \omega_i)$$

- 式中： m_w ——所需的加水量，g；
 m_i ——含水量 ω_i 时土样的质量，g；
 ω_i ——土样原有含水量，%；
 ω ——要求达到的含水量，%。

按上述步骤进行其它含水量试样的击实试验。

对于干土法（土不重复使用）和湿土法，按第三条制备各个试样，分别按上述步骤进行击实试验。

五、结果整理

1 按下式计算击实后各点的干密度：

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0.01\omega}$$

- 式中： ρ_d ——干密度，g/cm³；
 ρ ——湿密度，g/cm³；
 ω ——含水量，%。

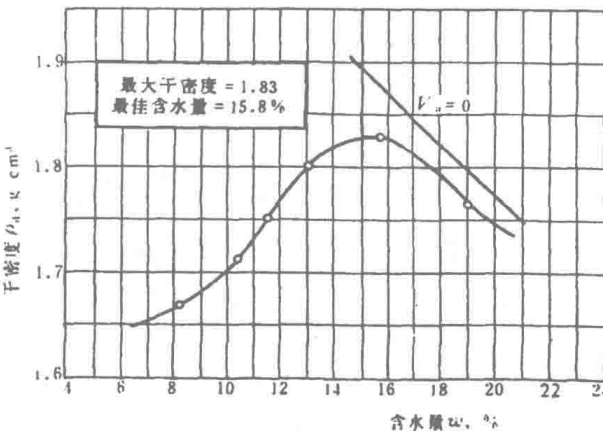


图 3 含水量与干密度的关系曲线