

中华人民共和国冶金工业部制订

冶金工业建设工程地质勘察 土工试验操作规程

冶金工业出版社

中华人民共和国冶金工业部制订

冶金工业建设工程地质勘察 土工试验操作规程

冶金工业出版社

中华人民共和国冶金工业部制订
**冶金工业建设工程地质勘察
土工试验操作规程**

冶金工业出版社出版
新华书店北京发行所发行
冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/32 印张 6 3/4 插页 1 字数 147 千字
1979年2月第一版 1979年2月第一次印刷
印数00,001~11,350册
统一书号: 15062·3404 定价(科三) 0.55 元

目 录

第一章	总则	1
第二章	含水量试验	1
第三章	容重试验	4
第四章	比重试验	7
第五章	液、塑限试验	13
第六章	相对密度试验	22
第七章	颗粒大小分析试验	28
第八章	自由膨胀率试验	43
第九章	膨胀试验	47
第十章	收缩试验	52
第十一章	湿化试验	58
第十二章	渗透试验	59
第十三章	击实试验	75
第十四章	压缩试验	82
第十五章	黄土湿陷性试验	94
第十六章	直接剪切试验	104
第十七章	多次直剪试验	110
第十八章	三轴剪切试验	113
第十九章	静止侧压力系数试验	139
第二十章	静弹性模量试验	144
第二十一章	无侧限抗压强度试验	153
第二十二章	天然坡角试验	162
第二十三章	易溶盐全量试验	165

第二十四章 有机质含量试验	176
第二十五章 烧灼失重试验	180
第二十六章 扰动土试样制备	131
附录一 比重瓶校正	187
附录二 比重计校正	188
附录三 压缩仪校正	193
附录四 直剪仪校正与检定	194
附录五 基本物理性指标的计算	197
附录六 有关表格	199

第一章 总 则

第1条 土工试验人员必须努力学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，高举毛主席的伟大旗帜，紧跟英明领袖华主席，坚决贯彻执行党的十一大路线，为建设社会主义的现代化强国而奋斗。

第2条 土工试验工作必须贯彻“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线，根据工作需要，面向现场，了解设计要求和地质情况，合理安排试验，精心进行操作，提供正确的土性指标。

第3条 本规程适用于冶金工业一般工程和地基的工程地质勘察，为冶金勘察土工试验必须遵循的技术标准，但其中带*号的是建议性项目与方法，可在实践中参考执行。

第4条 在执行本规程的过程中，应坚持实践第一的观点，凡经过试验行之有效的经验，均可结合具体情况使用。

第二章 含水量试验

第1条 土的含水量是土在温度 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 下烘至恒重时所失去的水分重量与达到恒重后干土重量的百分比。

第2条 本试验的目的是测定土的含水量，供计算干容重、孔隙比、饱和度和液性指数等用。

第3条 本试验适用于各种土，但有机质含量超过10%者除外。

第4条 本试验以烘干法为标准方法。如无烘土设备或

要求快速测定含水量时，可以采用酒精燃烧法。

甲、烘 干 法

第5条 本试验需用下列仪器设备：

1. 电热烘箱、红外线烘箱或其他烘土设备：保持温度105~110°C；

2. 天平：感量0.01及0.2克；

3. 其他：干燥器、等重量的称量盒等。

第6条 操作步骤：

1. 选取具有代表性的试样不少于15克（砂土或不均匀的土应多取），放入称量盒内，立即盖好盒盖，将其擦净后称重。称重时，在天平放砝码的盘内放上与称量盒等重的物体，直接称得湿土重。

2. 打开盒盖，放入烘箱。使试样在温度105~110°C下烘至恒重。然后取出，盖好盒盖。置于干燥器内，冷却至室温，称其干土重。

注：（1）烘至恒重所需时间，可根据比较试验决定。

（2）称量盒的重量应定期校正。

3. 本试验称重准确至0.01克。如土重在100克以上，称重准确至0.2克。

第7条 按下式计算含水量：

$$w = \frac{W_s - W_g}{W_g} \cdot 100$$

式中 w ——含水量，%；

W_s ——湿土重，克；

W_g ——干土重，克。

计算至0.1%。

第 8 条 本试验须进行平行测定，取其算术平均值，以整数 (%) 表示。其平行差值不得大于下列规定：

含水量 (%)	允许平行差值 (%)
≤30	1
>30	2

第 9 条 本试验记录格式如下：

含水量试验记录

工程号：76-1

试验日期：1976.1.6

土号	称量盒号	湿土重 (克)	干土重 (克)	水重 (克)	含水量 (%)	平均含水量 (%)
		(1)	(2)	(3) = (1) - (2)	(4) = $\frac{(3)}{(2)} \cdot 100$	
117	977	23.80	19.60	4.20	21.4	22
	34	21.58	17.74	3.84	21.6	
118	33	19.94	16.10	3.84	23.8	24
	193	24.57	19.87	4.70	23.7	

试验者：

计算者：

复核者：

乙、酒精燃烧法

第10条 本试验需用下列仪器设备：

1. 天平：感量0.01克；
2. 酒精：浓度96%以上；
3. 其他：干燥器、等重量的称量盒、滴管等。

第11条 操作步骤：

1. 选取切碎具有代表性的试样，粘性土3~5克，砂土20~30克，放入称量盒内，立即盖好盒盖，将其擦净后称重。称重时，在天平放砝码的盘内，放上与称量盒等重的物

体，直接称得湿土重。

2. 打开盒盖，用滴管将酒精注入试样内，直至盒内呈现自由液面为止。将盒底在桌上轻轻敲击，使试样充分湿润。点燃酒精，烧至火焰熄灭。

3. 待冷却约1分钟后，再按本章第11条操作步骤2进行操作，重复燃烧。粘性土共烧三次，砂土共烧二次。

4. 最后一次火焰熄灭后，立即盖上盒盖，置于干燥器内，冷却至室温，称其干土重。

5. 本试验称重准确至0.01克。

第12条 按本章第7条计算含水量。

第13条 本试验须进行平行测定，取其算术平均值，以整数(%)表示。

第14条 本试验记录格式与本章第9条相同。

第三章 容重试验

第1条 土的容重是土的单位体积重量。

第2条 本试验的目的是测定土的容重，供计算干容重孔隙比等用。

第3条 本试验根据土的不同情况，分别采用环刀法或蜡封法。环刀法适用于能用环刀切削的土。蜡封法适用于难以切削并易碎裂的土，但具有大孔的土除外。

甲、环刀法

第4条 本试验需用下列仪器设备：

1. 环刀：内径60~80毫米，高20~40毫米，壁厚1.5~2.0毫米；

2. 天平：感量0.2及0.5克；
3. 其他：平口刀、钢丝锯、润滑油等。

第5条 操作步骤：

1. 整平土样两端，将环刀内壁涂一薄层润滑油，然后刃口向下放在土样上。

2. 用平口刀或钢丝锯将土样削成略大于环刀内径的土柱，然后将压环套在环刀上垂直下压，边压边削，直至土样伸出环刀为止。取下压环，削去环刀两端余土，将其修平，修平时不得在试样表面往返涂抹。

对于较软的土，宜用钢丝锯先将土样分段，然后用环刀切取。

注：环刀的容积和重量及平口刀，根据使用情况应及时校正。

3. 擦净环刀外壁，称重。称重时，在天平放砝码的盘内放上与环刀等重的物体，直接称得湿土重，准确至0.2克，如湿土重超过200克，称重准确至0.5克。

第6条 按下式计算容重：

$$\gamma = \frac{W_s}{V}$$

式中 γ ——容重，克/厘米³；

W_s ——湿土重，克；

V ——环刀容积，厘米³。

计算至0.01克/厘米³。

第7条 本试验须进行平行测定，其平行差值不得大于0.03克/厘米³。取其算术平均值，以两位小数表示。

第8条 本试验记录格式如下：

容重试验记录

工程号：76—7

(环刀法)

试验日期：1976. 2. 20

土号	环刀号	湿土重 (克)	环刀容积 (厘米 ³)	容重 (克/厘米 ³)	平均容重 (克/厘米 ³)	备注
		(1)	(2)	(3) = $\frac{(1)}{(2)}$		
417	10	197.5	100.0	1.98	1.98	
	11	197.3	100.0	1.97		

试验者：

计算者：

复核者：

乙、蜡封法

第9条 本试验需用下列仪器设备：

1. 天平：感量0.01克；
2. 其他：蜡、烧杯、修土刀、细线、针、电炉等。

第10条 操作步骤：

1. 切取体积不小于30立方厘米具有代表性的试样，弃其松浮表土及尖锐棱角，以细线缚好后称重。

2. 持线将试样浸入温度刚过熔点的蜡液中，待全部浸没后，立即将试样提出。

3. 细心检查试样四周的蜡膜。若有气泡存在，则用热针刺破，并涂平其孔口；若封蜡不完整，则再将试样浸入蜡液中，至封蜡完整为止。冷却后，称重。

4. 放一盛有蒸馏水的烧杯于天平之一端，将封蜡的土块挂在天平的吊钩上，使其浸没于水中，称重。称重时，试样不得与烧杯接触。

5. 本试验称重准确至0.01克。

第11条 按下式计算容重：

$$\gamma = \frac{W_s}{\frac{W_1 - W_2}{\gamma_w} - \frac{W_1 - W_s}{\gamma_L}}$$

式中 W_1 ——土加蜡重, 克;

W_2 ——土加蜡在水中重, 克;

γ_w ——蒸馏水的容重 (≈ 1 克/厘米³);

γ_L ——蜡的容重 (需实测), 克/厘米³;

准确至0.01克/厘米³;

其余符号同前。

计算至0.01克/立方厘米。

第12条 本试验须进行平行测定, 其平行差值不得大于0.03克/厘米³。取其算术平均值, 以两位小数表示。

第13条 本试验记录格式如下:

第四章 比重试验

第1条 土的比重是土在温度105~110°C下烘至恒重时的重量与同体积4°C蒸馏水重量的比值。

取 录 试 验 记 录 单

工程号: 76-7

(蜡封法)

试验日期: 1976.2.20

土号	湿土重 (克)	土+蜡重 (克)	土+蜡在水中重 (克)	蜡重 (克)	土+蜡的体积 (厘米 ³)	蜡的体积 (厘米 ³)	土的体积 (厘米 ³)	容重 (克/厘米 ³)	平均容重 (克/厘米 ³)
	(1)	(2)	(3)	(4) = (2) - (1)	(5) = (2) - (3)	(6) = $\frac{(4)}{\gamma_L}$	(7) = (5) - (6)	(8) = $\frac{(1)}{(7)}$	
468	63.65	68.19	29.73	4.54	38.46	5.04	33.42	1.90	1.92
	66.70	71.85	31.53	5.15	40.42	5.72	34.60	1.93	

试验者:

计算者:

复核者:

第2条 本试验的目的是测定土的比重，供计算孔隙比、饱和度等用。

第3条 本试验适用于各种土，但有机质含量超过10%者除外。

第4条 按土的粒径不同，分别采用下列方法测定比重：

1. 粒径小于5毫米的土或大于5毫米的土粒含量不多的土，用比重瓶法；

2. 含大于5毫米的土粒较多的土，其大于5毫米部分用虹吸筒法，小于5毫米部分用比重瓶法，取其加权平均值作为土的比重。

甲、比重瓶法

第5条 本试验需用下列仪器设备：

1. 比重瓶：容量100或50毫升；
2. 天平：感量0.01克；
3. 温度计：测量范围0~50°C，精确至0.5°C；
4. 恒温水槽：灵敏度±1°C；
5. 真空抽气设备：附真空压力表；
6. 其他：砂浴、烘箱、铁研钵、孔径为2及5毫米的筛、蒸馏水、中性液体（如煤油）、滴管等。

第6条 操作步骤：

1. 将具有代表性的风干土样或在温度不高于110°C下烘干的土样约100克，放在铁研钵中捣碎，并通过孔径为2毫米的筛。留筛部分应继续捣碎，直至全部过筛为止。如土样中不含大于2毫米的土粒，则不需过筛。

2. 将捣碎的土样在105~110°C下烘至恒重，然后放入干燥器中冷却至室温。

3. 注蒸馏水入洗净的比重瓶内，约至其容积的一半。当使用100毫升的比重瓶时，称取烘干试样15克；如使用50毫升比重瓶，则称取烘干试样10克。通过漏斗细心倒入比重瓶内，并将漏斗上的土刷净入瓶，勿使土粒飞扬或遗失。

4. 摇动比重瓶，使土粒分散。然后将比重瓶放在砂浴上煮沸。煮沸时要注意调节砂浴温度，避免瓶内悬液溅出。煮沸时间从悬液开始沸腾算起不少于30分钟。

如采用真空抽气代替煮沸，则应将比重瓶放入真空箱内进行抽气。抽气时真空度须接近1个大气压，抽至土液中无气泡逸出为止，但抽气时间不得少于1小时。

5. 将煮沸过或已抽气的蒸馏水注入比重瓶至近满，然后放比重瓶于恒温水槽（或水盆）内，待瓶内悬液温度稳定后，测记其温度，准确至 0.5°C 。

6. 插好瓶塞，使多余水分自瓶塞毛细管中溢出，擦干比重瓶外部的的水分，称瓶、水、土合重。

7. 本试验称重准确至0.01克。

第7条 按下式计算比重：

$$G = \frac{W_g}{W_g + W_1 - W_2} \cdot \frac{\gamma_{wT}}{\gamma_{w0}}$$

式中 G ——土粒比重；

W_g ——干土重，克；

W_1 —— $T^{\circ}\text{C}$ 时瓶、水合重，克；

W_2 —— $T^{\circ}\text{C}$ 时瓶、水、土合重，克；

γ_{wT} —— $T^{\circ}\text{C}$ 时水的容重，克/厘米³，准确至0.001克/厘米³；

γ_{w0} —— 4°C 时水的容重，克/厘米³。

计算至0.01。

第8条 水溶盐含量超过0.5%的土，须用中性液体（如煤油等）代替蒸馏水，并按本章第6条操作步骤4的规定用真空抽气法排除土中空气。

第9条 按下式计算比重：

$$G = \frac{W_g}{W_g + W'_1 - W'_2} \cdot \frac{\gamma_{zT}}{\gamma_{w0}}$$

式中 W'_1 —— $T^\circ\text{C}$ 时瓶、中性液体合重，克；

W'_2 —— $T^\circ\text{C}$ 时瓶、中性液体、土合重，克；

γ_{zT} —— $T^\circ\text{C}$ 时中性液体的容重，克/厘米³，准确至0.001克/厘米³；其余符号同前。

计算至0.01。

第10条 本试验须进行平行测定，其平行差值不得大于0.02，取其算术平均值，以两位小数表示。

第11条 本试验记录格式如下：

乙、虹吸筒法

第12条 本试验需用下列

试验日期：1976.1.24

比重试验记录 (比重瓶法)

工程号：76—7

土号	称量盒号	比重瓶号	干土重(克)	瓶、液体、土合重(克)	瓶、液体、土合重(克)	瓶、液体、土合重(克)	瓶、液体、土合重(克)	排开液体重(克)	土粒比重	
									(1)	(2)
417	3	10	15	143.06	158.06	152.58	152.56	5.48	2.73	2.73
		159	15	143.06	158.06	152.56	152.56	5.50	2.72	

复核者：

计算者：

试验者：

仪器设备：

1. 虹吸筒：见图 1，大小各一个。3000~7000克试样用大筒；1000~1500克试样用小筒；

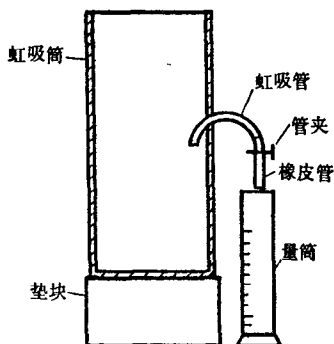


图 1 虹吸筒装置

2. 台秤：感量 1 及 5 克；
3. 量筒：容量大于 1000 及 3000 毫升；
4. 其他：烘箱、孔径为 5 毫米的筛等。

第13条 操作步骤：

1. 取具有代表性的大于 5 毫米的试样，其数量规定列于表 1：

试样数量与粒径范围关系表

表 1

粒 径 范 围 (毫米)	试 样 数 量 (克)
10毫米以下	1000
20毫米以下	1500
40毫米以下	3000
40毫米以上	7000

2. 将试样浸在水中一昼夜后取出，晾干（或用布擦干）其表面水分，称重，准确至1克（试样数量为7000克时，准确至5克，下同）。

3. 注清水入虹吸筒，至管口有水溢出时为止。待管中水流停止后，关闭管夹，将试样缓缓放入筒中，边放边搅，至无气泡逸出时为止。搅动时勿使水分溅出筒外。

4. 待筒中水面平静后，开管夹，使试样排出的水通过虹吸管流入量筒中。

5. 称量筒与水合重，准确至1克。

6. 取出虹吸筒内试样，烘干，称重，准确至1克。

第14条 按下式计算比重：

$$G_1 = \frac{W_g}{W_1 - W_0 - W + W_g} \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_{w0}}$$

式中 G_1 ——大于5毫米试样的比重；

W_g ——烘干土重，克；

W_1 ——量筒加水合重，克；

W_0 ——量筒重，克；

W ——晾干土重，克；

γ_w ——水的容重（ ≈ 1 ），克/厘米³；

其余符号同前。

第15条 本试验须进行平行测定，取其算术平均值，以两位小数表示。

第16条 按下式计算平均比重：

$$G = (G_1 \cdot P_1 + G_2 \cdot P_2) \cdot 0.01$$

式中 G ——平均比重；

G_1 ——大于5毫米土粒的比重；

G_2 ——小于5毫米土粒的比重；