

中國地質大學地質學院圖書館

土质学实验实习指导

地質部宣化地質學校編

目 录

第一章 土样的采取和保藏	6
§ 1. 概述	6
§ 2. 从試坑、探井中采取原状土样的方法	6
§ 3. 土样的保藏	11
第二章 顆粒大小分析試驗	13
§ 1. 顆粒分析的簡易方法	13
实验一、用目测法测定土的顆粒成分	13
实验二、用魯特科夫斯基法测定土的顆粒成分	16
§ 2. 顆粒分析的实验室方法	21
实验三、用篩析法测定土的顆粒成分	21
实验四、用沙巴宁法测定土的顆粒成分	24
实验五、用移液管法测定土的顆粒成分	30
实验六、用比重計法测定土的顆粒成分	35
第三章 土的物理性質	45
§ 1. 比重試驗	45
实验七、用比重瓶法测定土的比重	45
实验八、用虹吸筒法测定土的比重	48
§ 2. 容重試驗	50
实验九、用环刀法测定土的容重	50
实验十、用蜡封法测定土的容重	52
§ 3. 含水量試驗	54
实验十一、用烘干法测定土的含水量	54
实验十二、用酒精燃燒法测定土的含水量	55
实验十三、用炒干法测定土的含水量	57
§ 4. 相对密度試驗	58
实验十四、测定砂土的相对密度	58
第四章 土的水理性質	62

	5
§ 1. 稠度試驗	62
實驗十五、用錐式液限儀測定土的塑性上限	62
實驗十六、用搓條法測定土的塑性下限	65
§ 2. 膨脹、收縮和崩解試驗	67
實驗十七、膨脹試驗	67
實驗十八、收縮試驗	71
實驗十九、崩解試驗	74
§ 3. 最大分子水容度試驗	75
實驗二十、用吸水介質法測定土的最大分子水容度	75
實驗廿一、用高柱法測定土的最大分子水容度	78
§ 4. 滲透試驗	79
實驗廿二、用達爾西儀測定土的滲透系數	80
實驗廿三、用齊姆儀測定土的滲透系數	85
實驗廿四、用卡明斯基儀測定土的滲透系數	86
實驗廿五、用卡明斯基管測定土的滲透系數	88
§ 5. 毛細水上升高度試驗	92
實驗廿六、用直接觀測法測定土的毛細水上升高度	92
實驗廿七、用卡明斯基法測定土的毛細水上升高度	93
第五章 土的力學性質	96
§ 1. 壓縮試驗	96
實驗廿八、槓桿加壓法壓縮試驗	96
實驗廿九、快速壓縮試驗	106
實驗三十、黃土壓縮試驗	107
§ 2. 抗剪強度試驗	114
實驗卅一、用慢剪法測定粘性土的抗剪強度	115
實驗卅二、用固結快剪法測定粘性土的抗剪強度	121
實驗卅三、砂的抗剪強度試驗	123
實驗卅四、天然休止角試驗	126
§ 3. 击实試驗	128
實驗卅五、击实試驗	128
第六章 試驗成果的資料整理	134

中等专业学校教材試用本

土質学实验实习指导

地質部宣化地質学校 編

(中等地質学校水文地質工程地質专业适用)

(内部讀物 注意保存)

地質出版社

1960·北京

本書是中等地質學校教材試用本，其內容講述土樣的採取和保藏方法及疏松土各種物理技術性質測定的實際操作方法。有關土質學的原理已在我社出版之一套工程地質學教材中土質學部分詳細敘述；故在本實驗實習指導中完全省略。

本書適于中等地質學校水文工程地質專業作教材，也可作為幹部業餘教育用的教材。

土質學實驗實習指導

編 者 地 質 部 宣 化 地 質 學 校

出版者 地 質 出 版 社

北京西四羊市大街地質部內

北京市書刊出版業營業許可証出字第050号

發行者 新 華 書 店 科 技 發 行 所

印刷者 北 京 西 四 印 刷 廠

印數(京) 1—550 冊

1960年9月北京第1版

開本 850×1168¹/₃₂

1960年9月第1次印刷

字數 110 000

印張4¹/₁₆ 插頁1

定價(9) 0.60元

出版者的話

一、为了配合当前大办学校，广泛开展业余教育的形势，我社及时組織、出版一套地質专业用的大学、中等学校和地質勘探技工学校教材。这套教材出版的用意在于使广大新办学校开学后立即有書可用，不致因課本而延誤教学。

二、这套教材是根据部分地質院校、中等技术学校和技工学校現行使用的較好的講义加以修訂而成的，沒有經過有关教育領導部門审訂，只作試用本出版。希望采用这套課本的学校和广大师生，随时提出意見，促使課本內容日臻完善，以便将来地質部教育司审定后作为正式教材出版。

三、为了适合业余教育教学需要，本書的理論部分——工程地質学土質学部分附有学习方法指导書。在指导書中分章（节）提出教学要点、学习要求和复习思考題，帮助业余学校学员及自学的同志学习。

四、在这套教材的組織、編写和修訂过程中，地質部教育司和各校党委，以及各位教师給予了极大的重視和支持，他們表現了冲天的革命干劲，发揚了共产主义大协作的精神，从而使这套教材能很快地与讀者見面，在此我們表示誠懇的感謝。

地質出版社

1960年3月

目 录

第一章 土样的采取和保藏	6
§ 1. 概述	6
§ 2. 从試坑、探井中采取原状土样的方法	6
§ 3. 土样的保藏	11
第二章 顆粒大小分析試驗	13
§ 1. 顆粒分析的簡易方法	13
实验一、用目测法测定土的顆粒成分	13
实验二、用魯特科夫斯基法测定土的顆粒成分	16
§ 2. 顆粒分析的实验室方法	21
实验三、用篩析法测定土的顆粒成分	21
实验四、用沙巴宁法测定土的顆粒成分	24
实验五、用移液管法测定土的顆粒成分	30
实验六、用比重計法测定土的顆粒成分	35
第三章 土的物理性質	45
§ 1. 比重試驗	45
实验七、用比重瓶法测定土的比重	45
实验八、用虹吸筒法测定土的比重	48
§ 2. 容重試驗	50
实验九、用环刀法测定土的容重	50
实验十、用蜡封法测定土的容重	52
§ 3. 含水量試驗	54
实验十一、用烘干法测定土的含水量	54
实验十二、用酒精燃烧法测定土的含水量	55
实验十三、用炒干法测定土的含水量	57
§ 4. 相对密度試驗	58
实验十四、测定砂土的相对密度	58
第四章 土的水理性質	62

	5
§ 1. 稠度試驗	62
實驗十五、用錐式液限儀測定土的塑性上限	62
實驗十六、用搓條法測定土的塑性下限	65
§ 2. 膨脹、收縮和崩解試驗	67
實驗十七、膨脹試驗	67
實驗十八、收縮試驗	71
實驗十九、崩解試驗	74
§ 3. 最大分子水容度試驗	75
實驗二十、用吸水介質法測定土的最大分子水容度	75
實驗廿一、用高柱法測定土的最大分子水容度	78
§ 4. 滲透試驗	79
實驗廿二、用達爾西儀測定土的滲透系數	80
實驗廿三、用齊姆儀測定土的滲透系數	85
實驗廿四、用卡明斯基儀測定土的滲透系數	86
實驗廿五、用卡明斯基管測定土的滲透系數	88
§ 5. 毛細水上升高度試驗	92
實驗廿六、用直接觀測法測定土的毛細水上升高度	92
實驗廿七、用卡明斯基法測定土的毛細水上升高度	93
第五章 土的力學性質	96
§ 1. 壓縮試驗	96
實驗廿八、槓桿加壓法壓縮試驗	96
實驗廿九、快速壓縮試驗	106
實驗三十、黃土壓縮試驗	107
§ 2. 抗剪強度試驗	114
實驗卅一、用慢剪法測定粘性土的抗剪強度	115
實驗卅二、用固結快剪法測定粘性土的抗剪強度	121
實驗卅三、砂的抗剪強度試驗	123
實驗卅四、天然休止角試驗	126
§ 3. 击实試驗	128
實驗卅五、击实試驗	128
第六章 試驗成果的資料整理	134

第一章 土样的采取和保藏

§1. 概 述

在研究土的物理技术性質时，采取土样按結構情况可以分二种类型：一种是結構已被破坏的土样，称为扰动土样；另一种是結構未被破坏的土样，称为原状土样。

采取扰动土样，拿到实验室来分析并没有什么特殊的困难；但是要采取原状土样，拿到实验室来分析，則相当困难。因为原状土样在采取、搬运和保藏时，很可能发生天然結構的破坏和天然湿度的变化等情况。因此，实验室研究成果的正确性乃取决于运到实验室去的土样結構的完整性和天然湿度。

从采取原状土样的实践中可看出，要采取結構绝对不受破坏的土样目前尚不可能。因此，目前研究者和設計者的精力还应集中在創造这类仪器和采样的方法，以便使我們能利用这些仪器和方法采取到結構较少受到破坏的原状土样。

采取土样时所采用的方法取决于坑道的类型（探井、鑽孔、剝槽、露天采矿場等）及土的性質和状态（粘土、砂土、致密的、稀释的等）。

研究土的各项物理技术性質时所需土样的数量和构造列表于1。

§2. 从試坑、探井中采取原状土样的方法

在試坑、探井或天然地面上采取粘性土的原状土样时，所采用的取土器为一直径40—50至120—150毫米、高20—30至200毫米的圓筒，切刃向一边傾斜，为取土方便起見，筒頂常套上一特

表 1

研究土的各项物理技术性质时所需土样的数量和构造

試驗項目	土的类型		土样构造	土样的重量 体积或尺寸	备 注
顆粒大小分析	砂	砾	扰动	600—3000 ^{立方厘米}	
"	砂	土	"	200—600 "	
"	粘	土	原状	50—200 "	
天然含水量	砂	土	扰动	20—50 克	
"	粘	土	"	20—50 克	
比 重	砂	土	"	20—30 克	
"	粘	土	"	20—30 克	
容 量	砂	土	原状	10×10×10厘米	
"	粘	土	"	10×10×10厘米	
疏松及紧密结构的 容 量	砂	土	扰动	500立方厘米	
孔 隙 率	粘	土	由計算求之		設用飽和法求之
"	砂	土	扰动	500立方厘米	
临界孔隙比	"	"	求土的抗剪力时同时計算之		
相对密度	"	"	原状	10×10×10厘米	
塑限及液限	粘	土	"	10×10×10厘米	
"	"	"	扰动	500克	
收 縮	粘	土	原状	10×10×10厘米	扰动土样, 当土用作建筑材料时試驗之
"	"	"	扰动	1 公斤	
膨 脹	粘	土	原状	10×10×10厘米	
"	"	"	扰动	1 公斤	
粘 滯 性	粘	土	扰动	1 公斤	与收縮同
最大分子水容度	粘	土	扰动	300克	設用湿体法求之
崩 解 性	粘	土	原状	10×10×10厘米	
"	"	"	扰动	1 公斤	与收縮同

續表 1

試驗項目	土的类别	土样构造	土样的重量 体积或尺寸	备 注
飽 和 水 量	粘 土	由計算求之		
"	砂 土	扰 动	1000立方厘米	設用飽和法求之
散 水 性	砂 土	由計算求之		
毛細上升高度	粘 土	原 状	10×10×10厘米	設用毛細試驗仪測定之
滲透系数:	砂 土	扰 动	1000立方厘米	
A) 滲压 仪	粘 土	原 状	10×10×10厘米	
	粘 土	扰 动	1 公斤	
B) 威 姆 仪	砂 土	扰 动	1500—2000立方厘米	
C) 卡明斯基仪	粘 土	原 状	15×15×15厘米	
	砂 土	原 状	15×15×15厘米	
D) 卡別茲基仪	砂 土	原 状	15×15×15厘米	
E) "	砂 土	扰 动	2000立方厘米	
F) 卡明斯基仪	砂 土	扰 动	5000立方厘米	
G) "СПЕЦИО" 管	粘 土	原 状	10×10×10厘米	
压 縮 系 数	粘 土	原 状	10×10×10厘米	
	砂 土	扰 动	500—800克	
內磨擦角及粘聚力	粘 土	原 状	10×10×10厘米	根据試驗仪器式样的不同, 原状土样需要2至6个
	砂 土	扰 动	3000—3500立方厘米	
休 止 角	砂 土	扰 动	1000—2500立方厘米	
矿 物 組 成	粘 土	扰 动	500 克	
	砂 土	扰 动	500 克	
化 学 組 成:				
A) 水 萃 取 法	粘土和砂土	扰 动	500 克	
B) 純粹化学分析法	粘土及砂土	扰 动	500 克	

注: 表列土样的尺寸、重量及数目, 有时比实验室所需者稍多。因此給实验室在作試驗之前以选择样品和作同样与校正試驗的机会。

殊手把（图1）。用此筒取样时，其步骤如下：在坑中选定的深度处，先清理土的表面，再把圆筒放在土面上，用刀切成比圆筒内径大1—2毫米的土柱，一面切一面将土柱上的圆筒渐渐下压，这样多余的土被筒刃切去，当筒内土柱高出筒顶时，表示土柱已填满筒内，再由筒底侧面把筒底下的土掏去，取下筒与土，最后将筒上下两端多余的土切去。

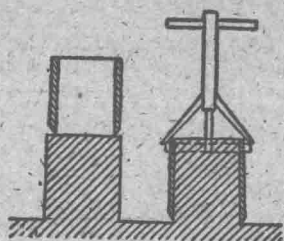


图 1. 取土筒

取土器也可用铁皮制的立方体盒来采取原状土样，其方法与上述相似。

为了保持土原有的湿度，取得的土样应立即把它封蜡。封蜡时需一套封蜡的设备：要直径30—40厘米的溶蜡锅和加热的炉子，以及涂蜡的刷子等。当使用取土筒或方盒的土样封蜡时，只要把开口的面封上蜡，将土样需要封蜡的面浸在溶化的蜡液（温度约70°C，不宜煮沸）中，立即（1—2秒钟）提出，这样浸二至三次，则在土样面上可以封上约1.5毫米厚的蜡皮。如果蜡面有气泡出现，可用热针刺之，并重新沾蜡。

对粘性很高的土，采取土样时可不用圆筒和方盒，其方法更为简单。在试坑底或壁上预先选定的深度处，用小钎子挖成方形柱体，然后在柱体根部把它截断（图2），再用刀削成要求土样的尺寸（一般实验室要求土样的尺寸为10×10×10厘米或20×20×20厘米）的立方体。在立方体土样的外面需要裹以纱布或纸，然后封蜡。

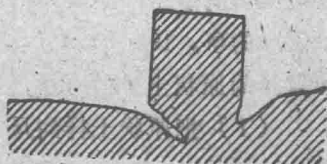


图2. 粘性土的取样方法

封蜡的方法与上面所述的相同，但土样的六个面都要封上约1.5毫米厚的蜡皮。

所采取的每一土样都要贴上标签，注明取样的地点、时间与

取样深度等，并登記在土样登記表上，送至實驗室。土样标籤和土样登記表格式如表2、表3所示。

土样标籤格式

表2

土样编号	土的名称
取样地点	土的结构
坑号与标高	采取日期
取样深度	采取人
备 注:	

土样登記表格式

表3

土样 编号	送至实 驗室的 日期	取样 地点	坑号与 地面 标号	取样 深度	土的 名称	結 构	包装 类别	試驗 項目	試驗 終結 日期	备 注

上述取样方法不适用于采取輕輕震动就破碎的土样（例如：不大潮湿的砂土）。至今仍旧認為对这类土采取原状土样还是十分困难的事。1940年 H. B. 罗季昂諾夫提出一种选取未胶結的砂土質土的原状土样的方法，这种方法規定：

（1）把原状土样的尺寸尽量縮減，因而，也就減少了其重量，这样就可以保証試样有比較高的完整性；

（2）在原状土样周围造成一个致密的外壳，以防止土样的干化和破坏；

（3）在原状土样周围形成可塑的介質，这样当試驗仪器环切入时，可保护土样。

按罗季昂諾夫方法，以下列方式来选取土样：

在土层中切一个不大的土柱，在土柱上套上紙板制的环（图3），該环的大小須比原状土样的高度与直径大1—1.5厘米，把由50%（按重量計）蜡和50%无色松香制成的热熔合物，灌滿环与土之間的空隙，这熔合物具有不高的熔点，并有相当大的可塑性。从下面将原状土样切开，将其两端也浇以熔合物。然后，將該土样送往實驗室。

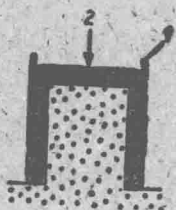


图3. 原状砂样的选取
（罗季昂諾夫）
1—厚紙环；2—熔合物

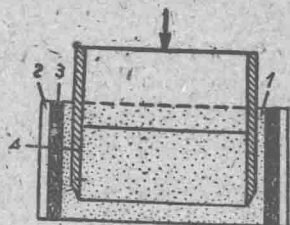


图4. 按罗季昂諾夫方法，
用切削环制备土样
1—土壤；2—金属环；
3—熔合物；4—切削环

在实验室内，把試样两端的熔合物削掉，并清理土样表面。把土样放在濾紙上，于其上套以一直径比土样直径大1—2厘米的金属环，土样和环之間的空隙，借助于吸液管灌入热熔合物。在原状土样上放置用来进行土样試驗仪器的切削环（图4），用不大的压力将其压入土样中。再将环压下时，随时都注意保持环壁垂直。在压入过程中，土便填入空环內，把带有土样的环推出，并沿环边缘将土样切平，然后放置与切土环相应的仪器中进行試驗。

§3. 土样的保藏

为了防止在原状土样运输和保存期間，蜡皮外壳发生开裂而使土样干化，或者由于冲击而使土的结构受到破坏，在运输过程

中，应把包好蜡皮外壳的土样放在专门制备的箱子中。箱子大小必须在箱壁和试样间能够有 3—5 厘米的空隙。为了避免原状土样受冲击起见，于箱中土样的周围塞满刨片（柴草、稻草、纸条、锯屑）。

为了使土样能有更好的完整性，最好事先用石蜡将箱壁封起来，再将土样四周的锯屑稍微浸湿。

有时，我们可以把几个原状土样用一个箱子隔成数格来运送和保藏。

冬季为了防备土样的冻结，最好在运送时用绝热材料仔细地 将土样包装好。

如果采取用来测定天然湿度、尺寸不大的土样，经常可用带有磨盖的玻璃称量瓶，或铅制的筒子来运送。用熔融蜡浇灌装有湿土的称量瓶或筒子，然后装入箱子中。在包装前，为了避免损坏外壳，将每个称量瓶都用棉花包裹起来。

第二章 顆粒大小分析試驗

土的顆粒成分是指土中各种不同粒径顆粒的相对重量百分含量。

为了测定土的顆粒成分須进行的試驗称为顆粒大小分析試驗（简称顆粒分析）。顆粒分析就是按顆粒直径大小由最大的顆粒开始将土划分成各个土粒組，然后测定各土粒組所占地总重量的百分比。

顆粒分析的方法可以分为两种：

（1）簡易方法：可提供出近似的結果，多半是在野外或工地上进行的。属于这种方法的有目測法、魯特科夫斯基法。

（2）實驗室方法：能提供較准确的結果，但須有相当复杂和專門的設備。它們应用于根据簡單分析資料所选出来的标准試驗上以及应用于科学研究方面。属于这种方法的有篩析法、沙巴宁法、比重計法、移液管法等。篩析法适用于分析粒径大于0.1毫米的土；而沙巴宁法、比重計法、移液管法等，适用于分析小于0.1毫米的土。若土中粗細兼有，則可联合篩析法和比重計法（或沙巴宁法、移液管法等）进行試驗。

§1. 顆粒分析的簡易方法

實驗一、用目測法測定土的顆粒成分

一、儀器設備：

- （1）瓦西里耶夫斯基圖（見圖5）；
- （2）放大鏡；
- （3）其它：小刀、小錘子等。

二、操作步骤：

(1) 假如被分析的土是砂土或砾石，那么决定它们颗粒的大小用瓦西里耶夫斯基图。把砂粒撒在瓦氏图内圆圈的中央，用放大镜确定砂粒直径，来与图 5 中的环比较。根据占绝对优势的砂粒直径来确定土的名称。

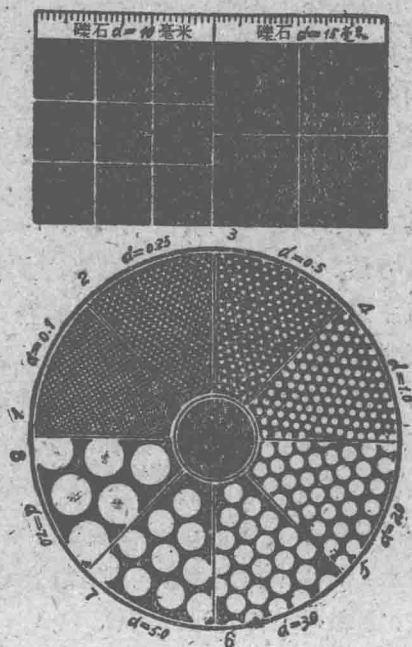


图5. 砂的颗粒成分简单测定 (瓦西里耶夫斯基图)

对于大于10毫米以上的砾石，可用正方形网格来对比确定颗粒直径。

(2) 假如被分析的土是粘性土，那么可以把土放在手掌上，用手指揉碾，并用放大镜检查，按菲拉托夫所列举的方法（见表4），确定土的颗粒成分，并按土加水搓滚时状态确定土的名称。