

建築物地基土物理力学性指标的 試驗室測定指南

苏联建造部地基与基础科学研究所 編

建 筑 工 程 出 版 社

建築物地基土物理力学性指标的
試驗室測定指南

梅劍云 譯

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

1A554/07

內容提要 本指南敘述了土的物理力學性指標的測定方法。了解這些方法對於確定土的稱稱和狀態以及按變形和穩定來計算建築物和房屋的地基都是必要的。

本指南供生產性的土工試驗室和工程地質查勘部門的工作人員之用。

原本說明

書 名 РУКОВОДСТВО ПО ЛАБОРАТОРНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ОСНОВАНИЙ СООРУЖЕНИЙ

編 著 者 Министерство строительства СССР
Научно-исследовательский институт оснований и фундаментов

出 版 者 Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре

出版地点及年份 Москва—1959

**建築物地基土物理力學性指標的
試驗室測定指南**

梅 劍 云 譯

1959年9月第1版

1959年9月第1次印刷

3,545冊

787×1092 1/32 · 65千字 · 印張27/8 · 插頁1 · 定價(9)0.32元

建築工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店發行 · 書號: 1595

建築工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第052號)

目 录

一般指示	(1)
第一章 土样的采取、封装、貯藏和运送	(1)
第二章 含水量(以重量計)的測定	(4)
第三章 砂类土和粘类土的容重的測定	(5)
第四章 土的比重的測定	(9)
第五章 粘类土搓滾限度时含水量的測定	(12)
第六章 粘类土流动限度时含水量的測定	(13)
第七章 砂类土和粘类土顆粒成分的測定	(15)
第八章 无側向膨脹条件下砂类土和粘类土压縮性的測定	(31)
第九章 砂类土和粘类土的抗剪强度的測定	(45)
第十章 粘类大孔性土相对湿陷性的測定	(57)
第十一章 半岩質土在單軸压縮下极限强度的測定	(61)
第十二章 砂类土和粘类土滲透系数的測定	(64)
第十三章 砂类土天然坡角的測定	(75)
第十四章 土中植物殘余物含量(以重量計)的測定	(78)
第十五章 用标准击实方法測定粘类土的最优密度和最优含水量	(80)
第十六章 以压板挤压法測定非剛性路面的粘性土地基的形变模数	(84)

一般指示

本指南供生产性固定或半固定的土工試驗室研究工业、民用、水工和道路等建筑物地基土之用。

对于各种結構（未扰动的和扰动的）、各种密度和含水量（天然的和人工制备的）的土，欲測定其指标时，則測定方法的选择由設計或勘测机构决定。

对于每一个土試样，在測定土指标时的应力及水力坡降等数值，以及补充（重复）測定次数亦由設計或勘测机构决定。

送到試驗室的土样，其采取、封装、貯藏和运输等不合乎要求（見下述）者，不应予以接受。

本指南中述及的土指标的測定方法，不适用于冻土、踏勘性質的勘察以及根据特殊任务所进行的研究。对于这些情况，在測定結果中必須注明所采用的方法。

第一章 土样的采取、封装、貯藏和运送

甲、土样的采取

第 1 条 从露天的試坑中取出立方体的岩类或半岩类土样，其立方体的尺寸应不小于 $100 \times 100 \times 100$ 公厘。如在現場难于取得規定形状的样品时，允許采取任意形状的样品，但其尺寸应大于上述規定。

第 2 条 采取坚硬的或可塑状态的粘类土时，采取的土样形状为平行六面体或立方体，立方体的尺寸应不小于 $150 \times 150 \times 150$ 公厘。

第 3 条 无刚性套环不能保持其形状的土样，用薄的切土环（或用内部带有环刀的套筒）进行切取。

切土环的内径不得小于80公厘；高不得大于直径，且不小于直径之半。环壁厚度不得大于直径的0.02倍。

为了便于切取试样，切土环上部配有环帽，在切土环切入土的过程中，不允许切土环发生倾斜，如发现倾斜，试样即行作废。

第 4 条 从钻孔中清除干净的平面上，用取样器取出土样，取样器应能保持土的不扰动结构和天然含水量。土样直径不得小于80公厘。

第 5 条 开凿取原状土样的钻孔时，不应灌水，并须切断含水层。采用冲击式器具（会破坏土结构）钻孔时，只允许钻至距采样深度浅1公尺的地点为止。在崩落和碎散的土中钻孔时，必须具有套管。

第 6 条 在露天的试坑或钻孔中，均可采取扰动土样。如需保持其天然含水量，则开挖时不得灌水，并须切断含水层。

取样体积不得少于500立方公分。

乙、封 装

第 7 条 从试坑或钻孔中一经取出原状土样后，应立即在其上标出“向上”字样。

第 8 条 为保持原状土样具有天然含水量，土样取出后应立刻使其与外界空气隔绝，为此：

(1) 不用剛性套環取出的土樣，則用細紗布將土樣嚴密地包裹兩層後浸以石蠟，並注意將整個紗布浸透；浸蠟以前在試樣頂面上貼上標籤（第12條），標籤卷在塗了蠟的透明紙內，然後將另一浸了蠟的標籤貼在浸蠟試樣的上面；

(2) 借剛性套環（取土器的套筒或環刀）取出的土樣可連套環送至實驗室，露出的土面，用附有橡皮墊的硬蓋蓋住，或用蠟封住，對另一情況則在封口處用浸過蠟的紗布包幾層。

在土樣上面，在蓋子與橡皮墊之間，或兩層蠟之間放一標籤，另一標籤貼在套環的表面。

第 9 條 為了增加封樣蠟的塑性，在蠟中加添蜜蠟（20～25%，以重量計）松脂（5～10%）及礦物油（3～5%）。在缺乏蠟時，允許採用具有同樣隔離性質的代替品。

第 10 條 為了保持扰动土的天然含水量，可將其放在有密封蓋子的盒（玻璃的、金屬的或塑料的）中。每一盒中的土均應填滿。用蠟紙包一標籤放在盒里，用另一標籤貼于盒的側面上。

第 11 條 對於毋需保持其天然含水量的土，可放在任意套環中，但須保證細土粒不致損失（例如厚實的小布袋或紙袋）。用蠟紙包一標籤放于套環中，另一標籤貼在封皮上，或把標籤內容寫在封皮上。

第 12 條 標籤應包括下列說明：

- (1) 勘測機構名稱及小組（勘測隊）名稱；
- (2) 取樣地點；
- (3) 試坑名稱及編號；
- (4) 取樣深度；
- (5) 用肉眼鑑別的土的初步命名；

(6) 采样人的姓名、职别及签名;

(7) 采样日期。

丙、貯藏及運輸

第 13 条 用于試驗的土样凡要求保持其不扰动結構及天然含水量或仅需保持天然含水量者, 在封装后, 其貯藏溫度应为 $2 \sim 20^{\circ}$ 。貯藏期限不应超过一个半月(从取样到进行試驗), 溫度过高时(至 30°), 貯藏期限不应超过10天。

土样在運輸及貯藏时, 必須采取防护措施, 以防止土样的干涸或浸湿。

第 14 条 如采样地点距試驗室較远, 土样可盛入木箱, 每箱装土不宜超过20公斤。土样須放置紧实, 并用木屑或鈹花等物填滿其中空隙。于箱上編号, 并标以“向上”和“不得倒置”等字样。每只箱中附一土样清單。

第 15 条 如采样地点临近試驗室, 土样可不装箱运送, 但必須有勘測队的工作人員护送, 負責保管运送的土样。

第二章 含水量(以重量計)的測定

第 1 条 土样中所含水重与土样在溫度 $100 \sim 105^{\circ}$ 下烘干至恒重时的重量比, 称为土的以重量計的含水量 w 。

第 2 条 將不少于10克的土放在預先称过重量的附有盖子的玻璃或鋁質称量盒中, 盖好盒盖, 并称其重量。

第 3 条 將称量盒(盖子开着)中的土放在烘箱中, 在溫度 $100 \sim 105^{\circ}$ 下烘烤 5 小时。

第 4 条 将装有烘干土的称量盒的盖子盖上，并从烘箱中取出，移入装有氯化钙或其他吸水剂的干燥器中，冷却 30~40 分鐘后，称其重量。

第 5 条 重复第 3、4 条步骤，直至連續两次称量差小于 0.02 克时为止。每次重烘时间为 2 小时。取土与称量盒的最小值为称量結果。

含有机残余物的土，在重复烘烤时，重量有时可能会增加，在此情况下，亦取重量的最小值为称重結果。

第 6 条 按下式計算土的含水量（以百分数計）：

$$w = \frac{g_1 - g_0}{g_0 - g} 100, \quad (1)$$

式中： g_1 ——在烘烤前土与称量盒（带盖）的重量（克）；

g_0 ——烘干至恒重后土与称量盒（带盖）的重量（克）；

g ——空称量盒（带盖）的重量（克）。

第 7 条 所有称重皆在精度为 0.01 克的普通天平上进行。含水量（以重量計）計算結果用百分数表示，准确至一位小数。

第 8 条 每个試样的含水量（以重量計）的平行測定至少两次。取其数学平均值为土样的含水量（以重量計）。

第三章 砂类土和粘类土的容重的測定

甲、一般指示

第 1 条 土的單位体积的重量称为土的容重。

第 2 条 容重分为：

（1）原状土的容重 γ_{so} ，为具天然含水量的土重与其体

积之比:

(2) 土的干容重 δ (包括孔隙在内), 为土在温度 100—105° 下烘至恒重时的干土重与其原有体积之比。

第 3 条 测定容重的方法:

(1) 环刀法;

(2) 浸蜡法。

第 4 条 环刀法适用于易于切削且不致碎散, 同时仅在具有刚性套环时切样方能保持其体积和形状的土。

第 5 条 浸蜡法适用于难以切削并易切碎, 但切样时能保持其单块体积和形状的土。

第 6 条 原状砂类土的容重仅能在现场用环刀法取样测定。

乙、仪器要求

第 7 条 用环刀法测定土的容重时, 所用环刀及修土刀应满足下列要求:

(1) 环刀应为正圆柱体, 下端的外缘具有锐口。用于粘类土的环刀, 内径不得小于 50 公厘; 用于砂类土的环刀, 则不得小于 70 公厘。环刀高度不得大于其直径, 且不得小于其直径之半。环壁厚度不得大于直径的 0.02 倍;

(2) 修土刀应具有直的刀口, 刀口长度大于环刀直径。

第 8 条 用浸蜡法测定土的容重时, 所用石蜡不应含有杂质, 并须事先测定其比重。

第 9 条 在水下 (第 13 条) 称量蜡壳中的土样时, 采用普通饮用水。

第 10 条 所有称重, 均在精度为 0.01 克的普通天平上进行。

丙、測定步驟

用环刀法測定容重

第 11 条 用修土刀整平待試的土块或土柱表面，将环刀銳緣置于土上。环刀的內部体积和重量須事先求出。

第 12 条 将环帽放在环上，以手輕按，将环刀下的土柱削成略大于环徑的土柱。将环刀置于土柱上，在环帽上輕輕施压，使环刀嵌入土內，但不得使环刀傾斜。

取下环帽，削去突出环端上部的多余土，用修土刀沿环边削平土面，盖上一事先称过重量的平玻璃板。

第 13 条 从距环刀下緣約10公厘处切断土柱，将带有土的环刀倒置于桌上，同样切去环端多余土样，削平土面，在該面上也盖上演先称过重量的平玻璃板。

第 14 条 称环刀、土及盖于其上的玻璃板的总重量。按第二节指示測定环中土的含水量，为此，在称过环刀重量后，从环內土中取出不少于两个試样。

第 15 条 按下式計算土的容重 γ_{00} 。

$$\gamma_{00} = \frac{g - g_1 - g_2}{V} \text{ (克/立方公分)} \quad (2)$$

式中： g ——环刀、环內土及盖于其上的玻璃板的总重量（克）①；

g_1 ——环刀重（克）；

g_2 ——盖在土上的玻璃板重（克）；

V ——土的体积，等于环刀內部体积（立方公分）。

① 原文为：“环內土及盖于其上的玻璃板的总重量（克）”。原文有誤。——譯者注。

利用所求得的 γ_{00} 值，按下式計算土的干容重 δ ：

$$\delta = \frac{\gamma_{00}}{1+0.01w} \text{ (克/立方公分)} \quad (-3)$$

式中： w ——以百分數計的土的含水量， $0.01w$ 是將含水量用小数表示。

用浸蜡法測定容重

第 16 条 將体积大于50~60立方公分的試样，用刀修整，削去其突出部分的棱角，并稱其重量 g_0 （克）。

第 17 条 將試样浸入温度略过熔点（57~60°）的蜡中1~2秒鐘（先浸一面，然后浸另一面），使試样包以蜡壳。壳上不应有裂紋，土与蜡壳間不得有气泡。如发现裂紋，即用热針涂平，如有气泡，用热針刺破，压蜡壳使紧贴試样，并涂平之。同样將試样涂第二层蜡后，稱蜡土合重 g （克）。

第 18 条 將浸过蜡的試样置于水中稱其重量 g_1 （克）。为此，在天秤架上的秤盘上，放一盛有水的容器，使其重量量不傳于天秤橫杆上。用一細綫，一端系住試样，另端挂于天秤橫杆的挂勾上，將試样吊在水中稱重。綫的長度应足使整个試样沉于水中。

第 19 条 从水中取出稱过重量的浸蜡土，用吸水紙吸去表面殘留水分，在空气中再稱重一次，以檢查是否有水浸入試样，如发现比浸蜡試样的原重增大0.02克以上，則应予作廢。

第 20 条 剝掉試样蜡壳，取出两个以上試样，測定其含水量。

第 21 条 按下式計算試样容重 γ_{00}

$$\gamma_{06} = \frac{g_0 \gamma_n \gamma_w}{\gamma_n(g - g_1) - \gamma_w(g - g_0)} \text{ (克/立方公分) } \quad (4)$$

式中： γ_n 与 γ_w ——蜡与水的比重（克/立方公分）。

土的干容重 δ 可按（3）式計算。

对每个土样，不論用何种測定方法，測定次数皆不得少于两次。平行測定的差值不容許大于0.03克/立方公分。从各次測定結果中取其数学平均值作为土的容重。測定精度准确至两位小数。

在容重的測定結果中，要同时說明土的結構情况（如不扰动的性質、土取自填土中等等）以及測定时含水量数值的資料。

第四章 土的比重的測定

甲、一般指示

第 1 条 砂类土与粘类土的比重 γ_r 是在100~105°下烘干的土粒重量与为其排开的液体体积之比。

第 2 条 比重的測定在蒸餾水中进行。对于盐漬土（海相生成的土，盐土及外表已褪色的盐土等等），用不含杂質的煤油代替蒸餾水。煤油的比重須事先測定。

第 3 条 測定比重所用量器（量瓶或比重瓶）的容积不得小于100立方公分。所有称量步骤均在普通天平上进行，精度为0.01克。

第 4 条 每个土样的比重进行两次平行測定，其測定差值不得大于0.02克/立方公分。

取两次測定結果的数学平均值作为土的比重，測定精度

准确至两位小数。

乙、土样制备

第 5 条 将风干土样置于瓷钵中研碎。从研细的土中用四分法（第七章第 7 条）取代表性试样约 30 立方公分，并通过孔径为 1 公厘的筛。将过筛后残留筛上的土倒入瓷钵研磨，在同样的筛上再行过筛。

第 6 条 将全部过筛土样细心混和，从其中取出一部分试样测定其比重。试样重量按测定比重的量瓶的容量来计算，每 100 立方公分用 15 克土。

同时从通过筛的土中取出两个试样，按第七章第 29~30 条步骤测定其吸着水（以百分数计）。

丙、非盐渍土的比重测定

第 7 条 借漏斗将取出的试样倾入称过重量的量瓶（比重瓶）中，称瓶土合重。由瓶加土重中减去瓶重求得瓶中风干土重 g_1 （克）。按公式（6）计入吸着水的校正，求得干土重 g_0 （克）。

注蒸馏水入比重瓶（装有土）约至半满，将瓶摇动几下。

将装有土试样及水的量瓶放在砂浴上煮沸，并勿使溅出瓶外。如沸腾时形成泡沫很多，则应降低砂浴温度。

装砂土或亚砂土的量瓶煮沸 30 分钟，装亚粘土或粘土的瓶煮沸 1 小时。

注煮沸过的蒸馏水入比重瓶至刻线处，并放在水槽中冷却至室温。测瓶中悬浮液温度，准确至 0.5° 。

第 8 条 加数滴蒸馏水使弯液面下缘恰好至刻线处。

用一块滤纸卷成纸筒，細心拭净瓶內刻綫上部水分。然后用拭布細心拭净瓶外，称其重量 g_2 （克）。

第 9 条 傾掉瓶內悬浮液，細心洗淨，注入煮沸过的蒸餾水至刻綫处，放入水槽冷却至悬浮液的溫度。

重复第 8 条步驟，并称瓶加水重 g_3 （克）。

第 10 条 按下式計算土的比重 γ_r ：

$$\gamma_r = \frac{g_0}{g_0 + g_3 - g_2} \gamma_w (\text{克/立方公分}), \quad (5)$$

式中： g_0 ——土試样干重（克）；

g_2 ——瓶、水、土合重（克）；

g_3 ——瓶水合重（克）；

γ_w ——水的比重（克/立方公分）。

丁、盐漬土的比重測定

第 11 条 用煤油代替蒸餾水用抽气代替煮沸。依次完成第 5～7 条步驟，注煤油入瓶至刻綫处，并置量瓶于水槽中使达室溫。

第 12 条 借抽气排除瓶內土中空气。真空度的大小以土中气泡开始逸出为度，量瓶在此真空度下維持 1 小时以上。

第 13 条 用煤油代替蒸餾水，完成第 8、9 条步驟。按公式（5）計算土的比重，在式中以相应的煤油比重 γ_w 代替水的比重 γ_w 。

第五章 粘类土搓滚限度时

含水量的测定

甲、一般指示

第 1 条 将土和水調制成的稠泥糊，搓滚成 3 公厘的土条时，开始断裂，这时以重量計的土的含水量（以百分数計），称为土的搓滚限度 w_p 。

第 2 条 对于主要由小于 1 公厘的土粒所組成的非胶結性土，須测定其搓滚限度。

乙、測定步驟

第 3 条 取天然含水量的土样約 50 立方公分，首先加水（如果需要的話），用調土刀調拌均匀，或用帶橡皮头的研杵研散，剔除其中大于 1 公厘的植物殘根，然后挤过或通过（視含水量而定）孔徑为 1 公厘的篩。

第 4 条 将通过篩的土移入玻璃容器或磁皿中，加湿（当需要时），拌和成稠糊状，然后用复盖盖住皿口，保存 10 小时以上。

第 5 条 仔細調匀湿土糊，挖取一小块，在平整的木板上用手搓成直徑为 3 公厘的土条。如土条不断裂，加以揉捏并重新搓成 3 公厘的土条。搓滚时在土条上輕微施压。

当土条直徑搓成約为 3 公厘时沿全長开始断裂成为 3 ~ 5 公厘長的小段时，即認為达到搓滚限度。

如果湿土不可能搓成直徑約为 3 公厘的土条时，則認為

該土不具有搓滾限度。

第 6 条 取断裂土条放入称过重量的玻璃或鋁質称量盒中，盖紧盒盖，按第二章指示測定其含水量。

盒中断裂土条在烘烤前的重量应不少于10克。

每个土样平行測定搓滾限度应不小于两次，以重量計的含水量的差值不得大于2%。

取測得的含水量的数学平均值（以百分数整数計）为土样的搓滾限度的含水量。

第 7 条 在搓滾限度含水量的測定結果中，应注明土中大于 1 公厘的土粒含量百分数（以重量計）。如果按第十四章确定的植物殘根的最大含量超过土的矿物部分重量的 5 % 时，也应在結果中注明。

第六章 粘类土流动限度时 含水量的測定

甲、一般指示

第 1 条 在水和土調成的泥糊中，标准“平衡錐”在自重作用下經 5 秒鐘，沉入土中深度为10公厘，这时土中以重量計的含水量百分数，称为土的流动限度 ω_T 。

第 2 条 对于主要由小于 1 公厘的土粒所組成，并具有搓滾限度的非胶結性土，須測定其流动限度。

乙、仪器要求

第 3 条 測定流动限度的平衡錐（图 1），由以下几