

土壤肥料丛书之四



土壤物理簡易測定法

中国农业科学院土壤肥料研究所

刘昌智、陈玲爱、吴乐民、王庆編

农 业 出 版 社

土壤肥料叢書之四

土壤物理簡易測定法

刘昌智 陈玲爱 編
吳乐民 王 庆

农 業 出 版 社

目 录

前言.....	3
一、土壤样品的采集.....	5
二、土壤团粒结构测定.....	6
三、土壤含水量测定.....	8
四、土壤比重测定.....	10
五、土壤容重测定.....	12
六、土壤孔隙度测定.....	13
七、土壤透气性测定.....	15
八、土壤透水性测定.....	17
九、土壤坚实度测定.....	18
十、土壤机械组成简易测定.....	18
十一、土壤温度测定.....	20

前 言

在党的鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义总路线的光辉照耀下，农业生产全面大跃进和文化技术革命大发展都取得了巨大的成就。1958年粮食、棉花产量比1957年翻一番还多，油料等其它作物也获得了显著的增产，人民公社建立了自己的土壤化验室，出现了群众办科学的新气象，丰富和发展了土壤科学的内容。

农业生产大跃进和农业科学大发展的新形势提出了农业土壤科学研究工作的新任务，并为发展农业土壤科学指出了正确的方向和开辟了广阔的道路。

土壤物理状况是调节土壤肥力的枢纽。它与土壤中的温热、空气、水分、养分和生物的状况都有着密切的联系。它决定着土壤中微生物活动的方向和过程；决定着土壤中养分的分解与积累。因此测定土壤物理性质就成为极其重要的工作了。编写这本书的目的，就是为了适应新形势的需要，满足人民公社、农业学校和农业科学机关研究农业土壤物理的要求。

在一般土壤分析方法书刊中，土壤物理分析法，特别是土壤物理简易分析法介绍得很少。有鉴于此，把我们在工作中所采用的方法，并搜集其他已有的资料，编写成“土壤物理简易测定法”这本书，书中尽可能全面地介绍测定土壤物理性质的方法，内容包括土壤团粒结构、含水量、比重、容重、孔隙度、透气性、透水性、坚实度、机械组成和土壤温度十项测定方法。这些都是土

壤的重要物理特性,对土壤和农作物均有重大的影响。

在编写本书过程中,我们力求作到深入浅出,简便易行,比较繁冗的分析法,我们都未介绍。在设备和取材方面,力求作到经济和容易,因为我们希望本书能为人民公社、农业学校和农业科学研究机关供作参考资料,对普及农业土壤科学起到一定的作用。

当前还没有统一的土壤物理分析法,甚至某些方法还有争论;再加以编写这本书的时间仓促,遗憾之处,在所难免,衷心期望读者的批评和指正。

一、土壤样品的采集

田间采取土壤样品应当选择具有代表性的地段，而多次取样却是增加样品可靠性的保证。为了避免在作物生育期间伤害植株、减少劳力的消耗，在取样时，应当尽量不挖剖面。在我们提出的测定项目中，普遍皆可使用土壤透气性—容重钻进行采样。对土壤样品的自然状态要求特别严格时，例如土壤团粒结构测定，应当用原状结构取土器采样，如单作某一项目（土壤水分），使用普通土钻也可。

取样时首先选点，然后在选定的地点采样。采样时应详细记载取样日期、地形、位置、深度和土壤剖面中所能观察到的情况，以及作物生育的详细情况，因为它们对测定结果的分析有很大的参考价值。

各个测定项目的采样方法，取样数目以及应有的重复，详见下表（表1）。

表1

测定项目	采 样 方 法	取样数目	重复次数
土壤团粒结构	原状结构取土器或挖剖面。	2	2—3
土壤含水量	土壤透气性—容重钻或普通土钻。	3—5	3
土壤比重	同 上	1	3
土壤容重	土壤透气性—容重钻或容重圈。	3	>5
土壤孔隙度	同 上		
土壤透气性	土壤透气性—容重钻。	>5	3
土壤透水性	容重圈。	3	>5
土壤坚实度	土壤坚实度测定仪。	>30	1
土壤机械组成	土壤透气性—容重钻或普通土钻。	1	2
土壤温度	温度计	2	1
备 注	取样数目与重复次数也可依据当时测定情况确定。		

二、土壤团粒結構測定

(一)意义 团粒結構是土壤肥力的基础,起着小水庫和小肥料庫的作用。团粒結構的多少,标志着土壤的肥沃程度、物理狀況和养分狀況,以及微生物活动的优劣。因此測定团粒結構可以获得有关土壤肥力的重要資料。

(二)測定方法

1. 湿篩法

(1)原理:在農業上最有价值的是具有水稳性的团粒結構。本法是根据团粒結構对遭受水的冲击的抵抗力,来識別它的水稳性的程度。

(2)设备:帶有 1/2 匹馬力的团粒分析机 1 架(包括篩子六套;每套包括 3、2、1、0.5、0.25、0.1 毫米篩孔的篩子共 6 个),烘箱 1 个,天秤(感量 1/10 称重 200 克) 1 架,瓷盤 36 个,停表(或普通秒表) 1 只。

(3)方法:將分析篩按篩孔大小順次叠好(篩孔从大到小),置入分析机內(見圖 1)。均匀称取原狀風干样品 50 克,散开放在分析篩最上面的一个篩子里,同样称取同一样品二份,放在另二套篩子里;再取另一个样品三份,置于其他三套篩內,加水入分析机內,至水面較篩子边稍低为止,按上电插头,

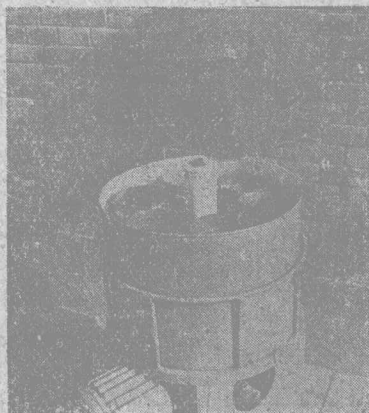


圖 1

使之震盪，每分鐘震盪 30 次，震幅 26 厘米，準確震盪 30 分鐘為止，放完分析機內的水，順序取出篩子，放在已編號的瓷盤中，移入 105°C 烘箱中烘干 4 小時以上，稱取各級團粒重量。

如分析出來的團粒中含有的砂子較多，則需洗砂。把稱完重量的團粒(包括砂子)放在原來的篩子里，用水沖洗掉土粒，遺留下來的砂粒烘干稱重，將第一次稱重減去第二次稱重即為團粒重。

$$(4) \text{計算: } \frac{\text{團粒平均重(克)}}{50 \text{ 克}} \times 100 = \text{團粒}\%$$

$$\text{或 } \frac{\text{團粒平均重} - \text{砂粒平均重}}{50 \text{ 克}} \times 100 = \text{團粒}\%$$

2. 安得里阿諾夫法

(1)原理:根據土壤團粒浸潤在水中遭受破壞所需的時間,以鑑定團粒結構的水穩性。

(2)設備:孔徑 5 及 3 毫米的篩子各 1 個,濾紙(7×8 厘米)1 張,金屬網 1 個,小水浴 1 個,鑷子 1 把,鉛筆 1 支,尺子 1 把,表 1 只。

(3)方法:取 30 個大小為 3 毫米的土壤團粒,把它們放在划有小方格(大小為 1 厘米)的濾紙上,然後把濾紙放在能透水的金屬網上,並使這些團粒的毛細管孔隙在 3 分鐘內被水飽和,然後再加一點水,以使土壤團粒處在水下,從此時起準確計算每經過 1 分鐘散開的團粒數目,觀察在 11 分鐘以後停止,每分鐘作一次記載。把經過一定時間(11 分鐘)以後仍未散開的團粒數目對全部團粒數目的百分數,當作水穩性的評定。

3. 簡易測定法

(1)原理:同濕篩法。

(2)設備:簡易團粒分析機 1 架(包括分析篩 2 套;每套包括

篩孔 5、1、0.25 毫米直徑的篩子 3 个)，天秤 1 架(感量 1/10 克 称重 200 克)，沙盤 1 个，蒸發皿(直徑 7.5 厘米) 6 个，洗瓶 1 个，酒精灯 1 个，溫度表 1 只，鉄架 1 个。

(3)方法：將分析篩按篩孔大小(从大到小)放好置于分析机 內，均匀称取風干土样 50 克，放在分析篩的第一个篩上，同样称 取样品 50 克放在另一套篩內，于分析前，往分析机水桶中灌水 至水面較篩子边稍低为止，用脚踩踏板，使分析篩上下移动(距 离为 3 厘米)，繼續震盪共 300 次(約 10 分鐘左右)，震盪速度应 注意均匀，放掉分析机內的水，取出分析篩，用洗瓶將篩中的团 粒小心洗入蒸發皿內(应預先编号，免得弄錯)，待团粒沉至皿 底，輕輕倒掉上層的清水，將皿移至砂盤，用酒精灯烘干(如有烘 箱可直接烘干)。根据团粒結構的多少，烘干約需 30—45 分鐘， 將烘干后的团粒称重，兩次重复平均，再計算出团粒%。如分析 出的团粒中含砂較多，則需洗砂，同湿篩法。

(4)計算：同湿篩法。

三、土壤含水量測定

(一)意义 土壤水分的測定，可以观察作物生育期內对土 壤水分的消耗，作为合理灌溉的参考依据。

(二)方法

1. 烘干法

(1)原理：利用烘箱烘干的方法以測定土壤中水分的含量。

(2)設備：烘箱 1 个，天秤 1 架，土盒 10 个，土鑽 1 个等。

(3)方法：采取土壤样品約 50 克，置土盒中，連同土盒称取重 量(即湿土重+盒重)，記錄其重，在 105°C 条件下，用烘箱烘烤 至少 6 小时，拿出称重(即干土重+盒重)，以后依据公式計算土

壤含水量。

$$\text{土壤含水量}(\%) = \frac{\text{失去水分重}}{\text{干土重}} \times 100$$

2. 簡易測定法

(1)原理:利用酒精灯加热使水分蒸發的方法,以測定土壤中水分的含量。

(2)設備:天秤1台,直徑5厘米的磁蒸發皿10个,玻璃棒2根,酒精灯1个,200°C 溫度表1只,砂盤1个(盤內盛有砂)。

(3)方法:準確取土样10克,放入磁蒸發皿中,將皿置砂盤上,在酒精灯上慢火烘干。当火烘烤时,用玻璃棒徐徐搅动并用溫度計測定皿內溫度,不使加热超过110°C,最好維持在105°C約20分鐘。冷却后称干土重量,查表即得水分%(見表2)。

表2 土壤水分換算表

烘干土重(克)	水分(%)	烘干土重(克)	水分(%)	烘干土重(克)	水分(%)
9.95	0.5	8.75	14.3	7.55	32.5
9.90	1.0	8.70	14.9	7.50	33.3
9.85	1.5	8.65	15.6	7.45	34.2
9.80	2.0	8.60	16.3	7.40	35.1
9.75	2.5	8.55	17.0	7.35	36.1
9.70	3.1	8.50	17.6	7.30	37.0
9.65	3.6	8.45	18.3	7.25	37.9
9.60	4.2	8.40	19.0	7.20	38.9
9.55	4.7	8.35	19.8	7.15	39.9
9.50	5.3	8.30	20.5	7.10	40.8
9.45	5.8	8.25	21.2	7.05	41.8
9.40	6.4	8.20	22.0	7.00	42.9
9.35	7.0	8.15	22.7	6.95	43.9
9.30	7.5	8.10	23.5	6.90	44.9
9.25	8.1	8.05	24.2	6.85	46.0
9.20	8.7	8.00	25.0	6.80	47.1
9.15	9.3	7.95	25.8	6.75	48.1
9.10	9.9	7.90	26.6	6.70	49.3
9.05	10.5	7.85	27.4	6.65	50.4
9.00	11.1	7.80	28.2	6.60	51.5
8.95	11.7	7.75	29.0	6.55	52.7
8.90	12.4	7.70	29.9	6.50	53.8
8.85	13.2	7.65	30.7		
8.80	13.6	7.60	31.6		

此法的优点为簡易快速,可直接在田間測定,不受土壤中有機質含量的影响,計算方便(称得烘干土重后查表即得水分%)。

3. 酒精燃燒法

(1)原理:利用酒精燃燒蒸發的方法測定土壤含水量。

(2)設備:天秤 1 架,土盒或磁蒸發皿 4 个,酒精 500 克,玻璃棒 1 根,火柴 1 匣等。

(3)方法:測定时,在蒸發皿或土盒中加入均匀的土样(如有大的植物根及石粒需揀出)約 3 克称重(湿土+皿重),傾入酒精 3 毫升,稍加震盪,使混合均匀,此时点燃酒精,用玻璃棒輕輕攪动,燃燒畢再加入酒精 2 毫升,进行第二次燒灼;如系粘重土壤且水分含量較大时,土样未干,应再加入 2 毫升酒精,进行第三次燒灼,燒完后冷却至室温称重(干土重+皿重)。以燒后土粒呈松散状态为准;若呈焦黃色,即为燒过火的表现。按下式計算水分含量。

$$\text{水分}(\%) = \frac{\text{燒失水重}}{\text{干土重}} \times 100$$

此法优点是快速簡易可在田間測定,适于在土壤有机質不大于 2% 的情况下采用,否則誤差較大。

四、土壤比重測定

(一)意义 土壤的固体比重,即土壤固体相重量与同等数量水的重量之比。根据比重可以判断各种土壤的組成和生产价值。

(二)原理 用一定量的土壤排去比重瓶內水的体积以測定土壤的比重。比重瓶是一个容积为 50 立方厘米的玻璃瓶,瓶有磨口塞,塞上有一狹長的孔,在磨口瓶頸下端刻有表明瓶之容积

的刻度。

(三)設備 50立方厘米比重瓶3个,蒸餾水500毫升,小漏斗1个,天秤(感量1/1000或1/100)1台,篩孔1—3毫米的篩各1个,小水浴1个,三角架1个,鉄絲网1个,酒精灯1个,100°C的温度表1支,抹布1塊,小燒杯1个,烘箱1个,干燥器1个,勺子和刮子各1个。

(四)方法 称出比重瓶的重量,往瓶中加蒸餾水至瓶塞下端(刻度)为止,煮沸5—7分鐘除去空气,煮沸时,空气和水汽一律从瓶塞孔中逸出。后将比重瓶放在小水浴中,冷却至室温,5—10分鐘后再往比重瓶中加蒸餾水至刻度,仔細擦干瓶之外面,在分析天秤(可用精确度1/100天秤)称重,把盛水之比重瓶的重量(A)記在記錄本上,然后把水从瓶中倒出,稍微烘烤一下以除去瓶內水滴,称空瓶的重量并記下来,再用小漏斗將瓶中的土加进1—3毫米篩中,篩出的烘干土約5克(B),加蒸餾水到容积一半为止,煮沸5—7分鐘,应注意不要使瓶中的液体从瓶塞的孔中溢出,应把瓶塞拿下来搖动液体然后再繼續煮沸。煮完后,往瓶中加水至刻度,冷却至室温,称其重量,記下盛有水和土的比重瓶重量(C)。

土壤比重可以依据下列公式計算:

$$D = \frac{B}{A+B-C}$$

D——土壤比重

A——盛有水的比重瓶的重量

B——絕對干燥的土壤的重量

C——盛有水和土的比重瓶的重量

五、土壤容重測定

(一)意义 土壤容量是在自然状态下,單位体积內土壤的重量。它反映着土壤是疏松还是紧密。土壤容重的大小,直接关系到种子的出苗,作物的根系發育以及透水性、透气性等土壤物理性狀,因此容重的測定可为采取适宜的农業技术措施提供参考依据。

(二)原理 測定一定容积里的干土重(未被破坏),依据干土重之多少来计算土壤容重,單位以克/立方厘米来表示。

(三)设备 土壤透气性—容重鑽 1 把,扳刀 1 把,备用铁錘 1 个,天秤一架,土盒 10 个,水分速測工具和容重圈等。

(四)方法

1. 土壤透气性—容重鑽法: 將土壤透气性—容重鑽 (見圖

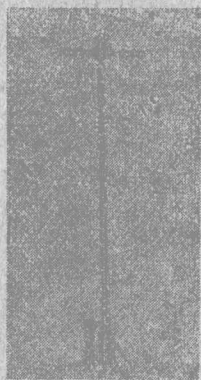


圖 2



圖 3

2、3) 打下到所需深度,將鑽拔出,擰下鑽头,用三齿圓錐从鑽头下部三个縱槽插入,小心取出容重圈,称取容重圈(50.3 立方

厘米)內土壤濕重,採用一般方法烘乾得干土重;或从中取土 10 克,用水分速測法烘乾(詳見“土壤含水量測定”一節),以求得干土重,再以容重圈土壤濕重折算容重圈干土重,單位以克/立方厘米表示,詳見下式:

$$\text{容重圈內土壤干土重} = \frac{10 \text{ 克干土重} \times \text{容重圈濕重}}{10}$$

$$\text{土壤容重} = \frac{\text{容重圈內土壤干土重}}{50.3}$$

2. 容重圈法:選擇適宜地段,將圈放在欲測之處,平穩下按,待容重圈與圈外土面水平時停止,用刀切去周圍土壤,小心用刀削平底部土壤,取回室內烘乾容重圈內濕土,得干土重;計算土壤容重,詳見下式:

$$\text{土壤容重} = \frac{\text{容重圈內干土重}}{\text{容重圈容積}}$$

也可从中稱取土樣 10 克進行水分速測,計算按土壤透氣性—容重鑽法公式。

六、土壤孔隙度測定

(一)意義 土壤單位體積內全部孔隙之總容積叫作孔隙度。它決定着土壤對溫度、水分和空氣的狀況,因而影響到土壤中所發生的物理、化學、生物過程,孔隙度對土壤肥力和作物產量的高低起着很大作用。

(二)原理 採用土壤比重與土壤容重數字計算土壤總孔隙度,以百分數來表示。

(三)設備 土壤容重測定用的器具;
土壤比重測定用的器具。

(四)方法 可以采用上述土壤比重与容重测得的数字,应用下列公式来计算总孔隙度:

$$P(\%) = (1 - \frac{d}{D}) 100$$

P——土壤总孔隙度(%)

d——土壤容重

D——土壤比重

或由表 3 查得。

表 3 土壤孔隙度换算表

总孔隙度(%) 容重	比重									
	2.75	2.70	2.65	2.60	2.55	2.50	2.45	2.40	2.35	2.30
0.5	82	81	81	81	80	80	80	79	79	78
0.6	78	78	78	77	76	76	75	75	74	74
0.7	74	74	74	73	73	72	71	71	70	70
0.8	71	70	70	69	69	68	67	67	66	65
0.9	67	67	66	65	65	64	63	63	62	61
1.0	63	63	62	62	61	60	59	58	57	57
1.1	60	59	58	58	57	56	55	54	53	52
1.2	56	56	55	54	53	52	51	50	49	48
1.3	53	52	51	50	49	48	47	46	45	43
1.4	49	48	47	46	45	44	43	42	40	39
1.5	45	44	43	42	41	40	39	38	36	35
1.6	42	41	40	38	37	36	35	33	32	30
1.7	38	37	36	35	33	32	31	29	28	26
1.8	34	33	32	31	29	28	26	25	23	22

七、土壤透气性測定

(一)意义 空气穿透过土壤的能力就叫土壤透气性。透气性是土壤重要物理性狀之一，它决定了土壤与大气間空气的交換速度，因此严格影响着土壤空气組成和微生物活动的过程，以及种子發芽、根系發育等一系列的土壤理化生物性狀与作物的生育。土壤透气性的好坏，除了决定于土壤結構性和机械組成外，更重要的是决定于土壤的非毛管孔隙度和水分含量，当非毛管孔隙度很小或含水量很高时，透气性都会急剧减少，甚至降低到零。

(二)原理 用压力計法，即在一定体积的容器內，增加一定的气体体积，然后讓空气通过一定体积的土体，根据空气穿透过土壤的时间来计算透气性，單位为毫升/秒。

(三)設備 土壤透气一容重測定器(包括透气一容重鑽、透气瓶、膠皮管)1套，秒表1只，板刀1把，旋錐1个，备用鉄錘1把。

(四)方法 土壤透气一容重測定器是由透气一容重鑽和透气瓶兩部分組成的。透气一容重鑽又可分为鑽头、鑽杆和鑽把三部分。鑽头內徑为4厘米，高11厘米，土壤透气性測定的容积为88立方厘米(內包括一个特制的容重圈，以供同时測定土壤容重之用)。鑽杆(帶有以厘米为單位的刻度)是空心的，頂端用膠皮管联結透气瓶。透气瓶主要是用一个簡單的水銀压力表、貯气瓶、减压开关和打气球四部分組成的。

当測定透气性时，兩手平推透气一容重鑽的鑽把，垂直用力下按至欲測土層的深度(忌避旋轉下鑽，如果土壤紧实，可以用备用鉄錘下砸至所需深度)，然后用膠皮管与透气瓶联通，檢查