

高等学校教学用书

土壤改良土壤学实习

C. B. 阿斯塔波夫著

高等教育出版社

高等学校教學用書



土壤改良土壤学實習

C. B. 阿斯塔波夫 著
武漢水利学院水利土壤改良教研組譯

高等教育出版社



本書係根据苏联國立農業書籍出版社 (Сельхозгиз) 出版的農業科学博士阿斯塔波夫 (С. В. Астапов) 著的“土壤改良土壤学實習” (Практикум по мелиоративному почвоведению) 1947 年版譯出的。

本書可供水利土壤改良学院、系的教學參考之用。

本書係由武漢水利学院水利土壤改良教研組譯出。參加本書校訂工作的有山东大学教授賈玉鈞等同志。

土壤改良土壤学實習

C. В. 阿斯塔波夫著

武漢水利学院水利土壤改良教研組譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇五四號)

北京印刷一廠印刷 新華書店總經售

書号502(課441) 開本 850×1168 1/32 印張 5 7/16 字數 125,000

一九五五年十一月北京第一版

一九五五年十二月北京第一次印刷

印數 1—2,200 定價 (8) 0.84

目 錄

序言.....	5
1. 土壤含水量的測定方法.....	7
重量法.....	9
比重法.....	11
碳化物法.....	12
酒精法.....	14
2. 土壤孔隙度的測定.....	16
用層簡法測定土壤容重.....	17
用土蠟法測定土壤容重.....	18
用水銀排出法測定土壤容重.....	19
野外条件下土壤容重的測定.....	19
土壤比重的測定.....	21
3. 土壤孔隙有效容積的測定.....	23
4. 土壤極限持水量的測定.....	35
極限持水量及依澆水定額而定的濕潤深度之測定.....	34
水分平衡計算.....	36
土壤極限持水量的整段標本法測定.....	37
在野外条件下土壤極限持水量的測定.....	41
5. 土壤含水當量的測定.....	43
6. 按 A. Ф. 列別捷夫的膜滲平衡法測定土壤最 大分子持水量.....	45
7. 按 A. B. 尼古拉耶夫法測定土壤最大吸着水量.....	47
8. 用斯科非里德法測定土壤中水分的 pF	49
9. 土壤顆粒分析(機械分析和團粒分析).....	59
用吸量管法測定土壤機械成分.....	60

土壤小团粒成分的测定.....	70
10. 土壤結構的 Н.И. 沙弗温諾夫法测定	76
11. 顆粒分析指标的計算	79
12. 土壤中水的吸收和滲漏.....	85
吸收及滲漏曲線的求取.....	85
野外水分吸收速度及土壤滲潤範圍的測定.....	90
13. 土壤中水分和鹽溶液的毛細管上升	99
土壤中水分和鹽溶液毛細管上升高度的測定.....	99
在野外条件下土壤中水分和鹽溶液的毛細管上升速度及高度之測定.....	102
14. 土壤中水的負压力之測定	105
15. 土壤中水溶性鹽類的測定	117
密实沉渣的測定.....	119
正碳酸鹽碱度的測定.....	120
重碳酸鹽碱度的測定.....	121
總碱度的測定.....	122
氯离子的測定.....	123
鈣的測定.....	124
鎂的測定.....	125
硫酸离子的測定.....	127
鈉离子數量的計算.....	128
吸收性鈣的測定.....	129
16. 土壤懸濁液在電解質作用下的凝聚	131
17. 鈉性鹽土和鈣性鹽土的冲洗	134
18. 在野外条件下鹽化土的冲洗	137
19. 用万能指示剂測定实际酸度(pH)	145
20. 泥炭分解度的測定	148
21. 整段标本形态描述及其土壤改良上的鑑定.....	153
22. 土壤圖的閱看和分析.....	156
23. 土壤学野外教学實習.....	162

序 言

高等水利土壤改良学校的土壤改良土壤学 課程教 学大綱,包括講課、試驗和野外教学實習。

在我們的参考文献中,在这門課程的理論方面 有許多 符合於教学大綱的参考書,而在試驗和野外教学實習 方面的 参考書,則迄今尙付缺如,这就使学生的學習和教学人員的工作,感到困难。

本書是以莫斯科威廉士水利土壤改良学院土壤学教研室的多年經驗为基础,按照批准的大綱編寫的。編寫本書的 首要 目的是为了教学——使学生更好地掌握理論課程中的各个基本原理。

所有对本書的意見、建議和批評,請照下列地址投寄:莫斯科,阿里科夫大街 3 号,國立農業書籍出版社。

1. 土壤含水量的測定方法

土壤含水量測定的任务是確定：

- (1) 土壤中的水分在調查時處於何種物理狀態；
- (2) 在哪些因素影響下造成土壤水分的這種分配狀態；
- (3) 這種分配狀態是否會改變，改變的方向如何，速度如何；
- (4) 我們用什麼方法和在何種範圍內能夠影響土壤含水量的這種天然變化過程。

由此可知，具體地測定土壤中為某種作物生育所需的水量，就是研究土壤含水量的目的。因為並不是土壤中的全部水分都可供植物吸收，所以顯然，我們應該能夠從一定的總水量(M)中將可供植物吸收的、或稱有效水量區別出來。如果按照現行的標準，認定不能供植物吸收的水量變化範圍為土壤最大吸着水的1.5倍到2倍，那末我們在每一特定時刻測定的 P 值(可供吸收的水量)，就應為 M 與 $2M$ ($2M$ ——兩倍最大吸着水)的差數。因此，所謂在每一個時間內對土壤剖面每一點上含水量的具體測定，歸結起來就是確定：
(1) 該點上土壤的總含水量和(2) 最大吸着水量。

必須指出，我們把以 P 值來表示的全部水量(在兩倍吸着水量之上而直至土壤完全飽和的這一部分水量)，看作可供植物吸收的有效水量，完全是一種假定。這個數量必然會由於下列兩個因素的影響而減少：(1) 植物所需的土壤空氣體積(佔土壤孔隙度10—20%)和(2) 土壤的鹽分狀況(因為土壤含鹽量達到某種濃度時，土壤含水量縱使超過吸着水兩倍，也不能供植物吸收)。例如，假定在土壤中含有0.1%有害鹽分，而土壤暫時乾涸到原含水量的10%，則植物仍不致受害。在這些條件下，土壤溶液中的鹽類濃度

为:

$$\frac{0.1 \times 100}{10} = 1.0\%.$$

如果我们把这种浓度定为能让植物正常发育的极限浓度,那末当土壤中的含盐量为 0.2% 时,要使浓度不致超出这个限度,我们便不能让土壤含水量降低到 20%。一般说来,盐渍土含水量的最低极限值,按罗佐夫教授的意見应用下式来计算:

$$r_{\text{最低}} = \frac{100 \times S}{\lambda},$$

式中 S ——土壤中盐分重量百分率, λ ——土壤溶液中盐类的极限浓度。

上面列举的土壤有效水量的计算是粗略的计算。实际上,每一种土壤的无效贮水量都应按该土壤本身所特有的具体枯萎系数,即相当于植物开始枯萎时的土壤含水量来计算。就非盐渍土来说,美国人测定枯萎系数的方法是將‘含水当量’除以 1.84; 斯柯非里德认为枯萎系数相当于 $pF=4.2$ 的含水量。列别捷夫教授根据自己的观测,认为枯萎系数相当于最大分子含水量(薄膜水)。而石揭勒则认为,可让植物吸收的含水量极限值相当于吸收力等于一个大气压力或 $pF=3$ 的含水量,他将这种含水量命名为土壤‘临界含水量’。

采样深度 应该将整个根系分佈范围内的土壤含水状况记录下来,因此,为测定土壤含水量而进行采样的深度,就可能而且应该因植物的不同及植物生长时间的不同而异。

采集供测定含水量之用的土壤样品时,应该从剖面坑上逐层采取,每层厚 5—7 公分,进行时,先从地面开始,直至根系分佈的深处。

按土壤垂直剖面来排列这些土样时,应一个接一个地,每个厚

5—7 公分,不使有所間斷。同時注意不讓兩個物理性質不同的土壤層的土壤落入一個樣品內。這種方法雖然很好,但很繁瑣,因為樣品的數目很多。

採用任意間隔(如 5—10—15 公分等)的取樣辦法是完全不適當的。只有嚴格地按照演化土層採取樣品的辦法,才是正確的,而且也是實際上易於接受的。這種辦法更應當用在土層分化性明顯的土壤上。其所以必須按各演化土層來採樣,原因就在於我們評定土壤含水量時,並不是以含水總量為依據,而是要按吸着水量和孔隙度的大小來修正的;而且這兩個數值的大小又因每一土層而異。所以如果不考慮到這種情況,那末我們評定整個土壤剖面的含水量時,就可能造成極大的錯誤。

如果各層土壤的厚度不大(7—10 公分),我們可於每一層取一個樣;但如果厚度很大,那末根據成層土壤內水分分佈的一般規律,即兩土層界面(пограничная плоскость)附近的含水量會起變化的規律,我們最低限度也得採集三個樣品:土層上部邊界附近一個,下部邊界附近一個,中央一個。

重量法

風乾土壤 用角匙或刮子從已準備好的風乾土壤樣品中取出平均樣品 5—6 克,放入預先秤量過的、有蓋的稱量瓶內。要取得實際‘平均’的樣品,必須用孔徑 1 公厘的篩子仔細篩動,使樣品在一張紙上散佈成均勻的一層,然後在它上面 8—10 個點上取樣,並用分析天秤稱量。

濕潤土壤 對質地相同的土壤來說,最好是採取平均樣品。採取時,先從土壤表面開始,直至深處。樣品採成薄層狀,並使其形成一連續不斷的帶子,每段 5 公分,重 50—60 克。

採取分化性明顯的土層上樣時,必須嚴格地按照這些土層的

層次來進行，不能用幾何平均的辦法來處理。

在稱量之前，必須檢查天秤裝置得是否正確，裝置得正確的天秤，应符合下列條件：

- (1) 天秤柱處於完全垂直的狀態；
- (2) 兩個天秤盤平衡；
- (3) 當兩個天秤盤平衡時，指針與零度相重合，擺動時，兩邊偏差的度數相等。

天秤柱是否垂直，可根據懸錘來判定。調節支承着天平台的螺旋，便能使天平柱垂直。調節固定在天秤梁兩端的螺旋，就可以使天秤盤平衡，和使指針往兩邊擺動的度數相同。檢驗天秤時，必須判明稜形柱 (призма) 上的鈎環 (дужки) 懸掛得是否正確。

檢查天秤之後，便將濕的平均土壤試樣放入鋁盒內，然後加

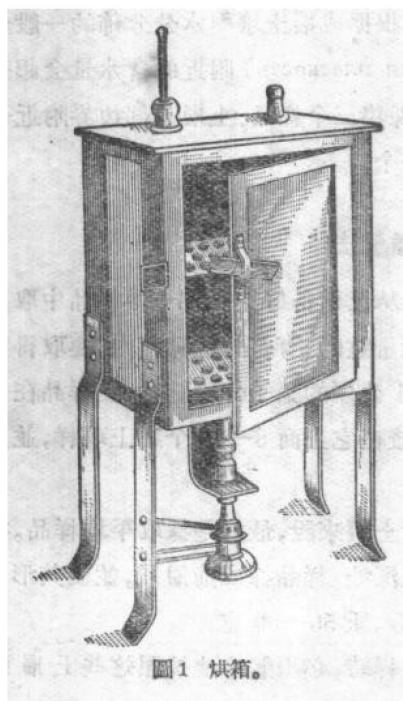


圖1 烘箱。

蓋，並置於粗天秤(精確度達 0.01 克)上稱量。如果分析含水量時需要較大的準確度，那末就在分析天秤上稱量。稱量後，將鋁盒上的蓋子取下，套在盒底上，將鋁盒放入烘箱(圖 1)中，烘箱內的溫度保持 $100-105^{\circ}\text{C}$ 。從達到這個溫度的時候開始，將各鋁盒內的土壤乾燥處理六小時。

經過六小時的乾燥處理後，將各鋁盒置於乾燥器內冷卻，然後進行稱量；

把鋁盒連土壤的重量記下來，再次進行乾燥處理兩小時，再稱量之。如果第一次與第二次兩次乾燥處理後的重量差數小於0.01克，則後一次稱得的重量計算作最後重量；但如果這個差數大於0.01克，則應將各個鋁盒再置於定溫箱內兩小時，直至其重量差數小於0.01克為止。

測定結果的記錄及計算表

鋁盒號碼	鋁盒重 (克)	鋁盒重 + 濕土重 (克)	鋁盒重 + 乾土重 (克)	土壤稱取量中的水分重量 (克)	乾土重 (克)	含水量(以乾土重的百分數計) $\frac{(5) \times 100}{(6)}$ (6)	含水量(以濕土重的百分數計) $\frac{(5) \times 100}{(3-2)}$
1	2	3	4	5	6	7	8
—	—	—	47.73	—	—	—	—
—	—	—	47.50	—	—	—	—
51	20.82	57.92	47.50	10.42	26.68	59.05	28.01

用具：鋁盒2個，刮子1個，天秤1架，烘箱1個，乾燥器1個。

比重法

用比重法來測定土壤含水量的原理，是以求得絕對乾土和濕土不同的比重數值為基礎的。

如以 A 表示稱取量，則： $x + y = A$ ，式中 x ——絕對乾土量， y ——土壤中的水分重量。

根據 $\frac{x}{v} = D$ 這個關係式，便能求得絕對乾土的比重，式中 v ——土壤骨架的體積；按 $\frac{x+y}{v+y}$ 這個比式，便能求得濕土的比重(d)。由此，我們可以列出三個帶三個未知數的等式。若解此三個等式，則：

$$x + y = A,$$

$$\frac{x}{v} = D,$$

$$\frac{x+y}{v+y} = d,$$

$$y = \frac{A(D-d)}{(D-1)d},$$

$$x = \frac{AD(d-1)}{(D-1)d}.$$

由此可知,以絕對乾土重的百分數來計算的土壤含水量,等於:

$$r = \frac{(D-d)100}{D(d-1)}.$$

而以濕土重的百分數來計算的土壤含水量,則等於:

$$r_1 = \frac{(D-d)100}{d(D-1)}.$$

所以,要用比重法來測定土壤含水量,必須知道絕對乾土的比重和測定濕土的比重。

举例 濕土稱取量 48 克;絕對乾土的比重 2.5;濕土比重 2。
因此,以絕對乾土重的百分數來計算的含水量等於:

$$\frac{(2.5-2) \times 100}{2.5 \times (2-1)} = 20\%.$$

以濕土重百分數來計算的含水量等於:

$$\frac{(2.5-2) \times 100}{2 \times (2.5-1)} = 16.66\%.$$

这个方法準確度的大小,依測定該样品絕對乾土比重和濕土比重的準確度而定。

碳化物法

碳化物法以碳化鈣與水的反應為基礎。根據反應結果,即放出的乙炔量與一常數的相乘積,則可確定土壤試樣中的水分百分

含量。这个換算係數是按乙炔分子重量与水分子重量的比例求得的。如果参与反应的是化学性純粹的碳化物,那末这个係數就等於下面的比值:

$$\frac{2\text{H}_2\text{O}}{\text{C}_2\text{H}_2} = \frac{36.03}{26} = 1.385.$$

实际上使用工業碳化物也可以獲得成效;根据許多資料証明,这时的係數可定为 1.47。

用碳化物法測定土壤含水量的儀器 目前已設計出好幾種儀器,这些儀器在複雜的程度上都有或多或少的不同。从完善这一方面來說,B.西比爾斯基設計的一種儀器是最好的,但過於複雜。

A. 瓦賽尼娜所設計的儀器十分簡單輕便。这个儀器(圖2),

是一个双頸的薄壁玻璃瓶,容積为150毫升,測定時將濕土的称取量放入瓶內。瓶的闊頸口塞有一个圓錐形毛玻璃管,管子的上下兩口都用橡皮塞塞住。將碳化物的粉末裝入这管内,粉末重量为濕土称取量的三倍。穿过管子上面的橡皮塞,緊实地插入一条金屬桿,其作用是推開下面的塞子,好讓管內的碳化物落入瓶中。在瓶的窄頸口处,塞有一条盛有粒狀碳化物的小管,小管末端有一个本生活閥。这条小管的用途是收集和分解由乙炔气流帶來的水蒸气。

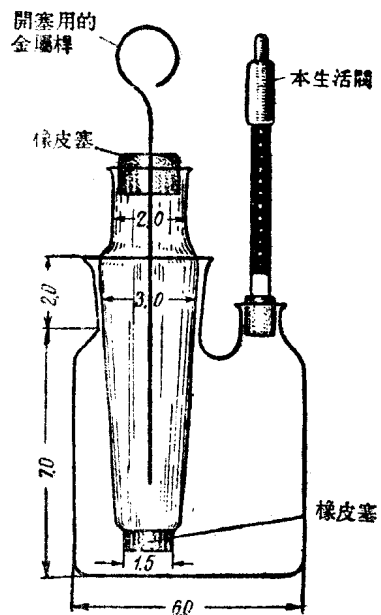


圖2 A. 瓦賽尼娜設計
的用碳化物法測定土壤含
水量的儀器。

測定手續 先將碳化物裝入

兩條管內，然後稱量儀器，稱量後使將濕土放入儀器中，並再次稱量。所用的天秤為粗天秤，其精確度達0.01克。第一次和第二次稱量的差數，便是濕土的重量。取濕土稱取量約15—20克。

利用儀器上的金屬桿，把承接管內碳化鈣粉末的下面塞子推開，碳化鈣便撒入盛有土壤的容器內。這樣，碳化鈣便立刻與土壤的水分起反應。為了使土壤與碳化鈣充分混和，必須將容器搖動6—10分鐘。

如果土壤含水量很高，那末同時放出乙炔和水蒸氣的反應就很劇烈，一部分水蒸氣便被乙炔氣流挾帶到盛有粒狀碳化鈣的小管內，在小管內進行分解；凝聚在容器壁上的大部分水蒸氣，在搖動容器時則被容器內的碳化鈣所分解。冷卻後，將儀器再次稱量。第二次與第三次稱量的差數，就是放出來的乙炔量(克)。將這個乙炔量乘以係數1.47，便求得土壤試樣的含水量(克)。

這一含水量用絕對乾土重的百分數表示。

碳化物法的準確度 根據 A. 瓦裘尼娜的研究，證明在大多數情況下，用碳化物法測得的土壤濕度，比用乾燥法測得的要低。在100次測定中，所測得的絕對值有80—82次兩者相差0.1—2%，有18—20次相差竟達2—3%。

如果土壤含水量不多，則不宜用碳化物法。

酒精法

這個方法的原理如下：如果將濕土與一定濃度的酒精混和，則酒精的濃度便會由於土壤中含有水分而降低。因此，知道了酒精在試驗前和試驗後的濃度，便可以測知土壤中的含水量。

用具 特種酒精比重計1個、25毫升的刻度量筒1個、100毫升的刻度量筒1個、小砂箱(箱內垂直地裝置一個容積為25毫升的量筒)1個、直徑0.5公分的金屬棒一條、乙醇或甲醇。

測定含水量之前，將酒精比重計校準。

比重計的校準 將水 10 毫升加到所採用的 50 毫升酒精上，並確定在一定溫度下（例如 20°C ）在加水時比重計的上升度數。假定上升了 $(a-b)$ ；則 $10:(a-b)$ 便等於一個分度值，即相當於比重計一度的水量毫升數。

進行測定 將校準過比重計的酒精 50 毫升傾入容積為 100 毫升的量筒內，然後放入 20 克濕土並用金屬棒將其攪勻。經過這樣處理之後，將量筒靜置，直至大部分土壤沉澱為止。濾出約 18—20 毫升濾液，置於容積為 25 毫升的量筒內，放入比重計，進行讀取並測定濾液的溫度。相當於溫度變化 1°C 的酒精含量改正數為 0.2%；如果溫度低於 20°C ，則改正數為負數。

將酒精與濕土混合之前和混合之後比重計讀取的差數，乘以前面求得的水當量（водный эквивалент），使得稱取量中的含水量（以毫升計）。

本法的精確度 就粗粒土壤來說，使用酒精法可以求得滿意的結果；但對重土壤來說，其誤差就很大。根據研究證明，如果是粘土，就必須仔細攪拌 30 分鐘使其與酒精混和。

如果需要迅速（但粗略）測定土壤含水量，我們可以採用下述各個土壤乾燥法。將土壤稱取量 30—40 克置於蒸發皿中，在火焰上乾燥處理，同時用金屬刮子仔細攪拌土壤 15—20 分鐘。然後將其繼續輕微烘焙，直至蒸發皿連土壤的重量不變為止。

乾燥處理土壤時，也可以採用波伊尤科斯法。

採用此法時，用 20—25 毫升乙醇或甲醇淋在 20—25 克的稱取量之土壤上，然後將其燃燒；在酒精燒盡和土壤冷卻之後，再稱量之。為了使土壤達到乾燥狀態，將 10—15 毫升酒精淋在土壤上，並再次燃燒。就用這樣的辦法，使土壤重量達到不變時為止。

使用上述土壤簡化乾燥法時，必須仔細觀察烘焙或酒精燃燒

的过程,並且祇有在土壤內有机物質含量百分數不大的情況下,才能取得良好的結果。

参考文献

Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение.

Качинский Н. А. О влажности почвы и методах её изучения.

Вадюнина А. К. К оценке карбидного метода определения влажности почвы. Журнал «Почвоведение», 1936 г., № 1.

Анрианов П. А. К методике пикнометрического определения влажности и скважности почвы. «Научно-агрономический журнал», 1925 г., № 9.

Bouyoucos G. J. The alcohol method for determining moisture content of soils. «Soil Science», 1931 № 32.

Bouyoucos G. J. Evaporating the water with burning alcohol as a rapid means of determining moisture content of soils. «Soil Science», 1937, vol. 44, № 5.

Колошников Г. В. Новый способ определения влажности. Журнал «Советская агрохимия» 1939 г., вып. 2—3.

Кульман А. Г. Быстрый метод определения влаги в с.-х. объектах. Журнал «Химизация социалистического земледелия», 1940 г., № 2—3.

Межинский Т. Н. Определение влажности почвы с помощью ацетона. Журнал «Почвоведение», 1939 г., № 5 (реферат).

Воскресенский М. Н. и Левина С. И. Скорый метод определения влажности почвы. Журнал «Почвоведение», 1939 г., № 12.

2. 土壤孔隙度的測定

孔隙度就是土壤單位体積內全部空隙的總容積。这个特性本身就决定了土壤飽和持水量和飽和容氣量的大小。土壤單位体積的重量及天然土層中的土壤對水工建築物內的穩定性,都在很大的程度上取決於孔隙度。