

土 壤 分 析 法

李慶遠、魯如坤

中國科學院土壤研究所編輯

中 國 科 學 院 出 版

土 壤 分 析 法

李慶遠 魯如坤

中國科學院土壤研究所編輯

中 國 科 學 院 出 版

1953 年 12 月

土 壤 分 析 法

編 著 者	李 慶 遠 魯 如 坤
編 輯 者	中國科學院土壤研究所
出 版 者	中 國 科 學 院
印 刷 者	北 京 新 華 印 刷 廠
發 行 者	中國圖書發行公司

書號: 53058 (土壤) 01
(京) 0001—6,200
字數: 116,800

1953年12月初版
定價: 24,000 元

序 言

本篇中的分析方法，完全根據現在通行的土壤學和化學文獻所編寫。對於這些方法的應用，大體上，我們都有比較熟練的經驗。所以在編寫的時候，我們把操作過程中應該注意的細節，詳為說明，忽視這種操作上的細節，常常引起工作中的困難。

在介紹每種分析方法以前，編者把分析原理、分析意義、對於中國土壤的一般結果和結果的解釋，扼要加以說明。這樣，希望分析者對於他所進行的工作，能有比較具體的了解。

本書中的譯名，對於化學方面，儘可能採用中國化學會印行的“化學名詞草案”。土壤學名詞，沿用土壤研究所出版品中的譯法。對於複雜的有機化學名詞，除寫出分子式外，並加英文附註。

全書包括了比較全面的土壤分析項目，涉及的參考書文，相當廣泛。我們仔細考慮，認為詳細的註明每項材料，讓讀者查考原文，在今天恐怕並非必要。其中有一部份分析方法，如各項元素的全量分析，在各種文獻中，基本上很少出入。也有另一部份方法，如各種速效性養分的測定，方法本身，受不同土類的限制，應用於中國土壤時，在最近一定有所補充的。對於速效性養分的分析方法，我們相信這本書中所介紹的材料，只能供目下急迫需要中的臨時參考。

下面是本篇材料的主要來源：

(1) Петербургский А. В., 1952, Практикум по Агрохимии. Сельхозгиз, Москва (第二章, 土壤分析)。

(2) Аринушкина, Е. В., 1949, Валовой химический анализ Почв и Грунтов, Издательство Московского университета, Москва.

(3) Kolthoff, I. M., and Sandell, E. B., 1952, Textbook of Quantitative Inorganic Analysis. The MacMillan Co. New York.

(4) Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 1951 7th Ed. A. O. A. C, Washington 4. D. C. (第三章, 土壤分析)。

(5) Wright, C. H., 1939, Soil Analysis, Thomas Murby and Co., London.

(6) Piper, C. S., 1947, Soil and Plant Analysis, Interscience Publishers Inc. New York.

關於物理及微生物的土壤分析法，土壤研究所計畫另編專冊，本書中僅就機械分析加以介紹，這一章是由夏家淇、田積瑩兩同志編寫的，挿圖由張續錦同志清繪。

編者 1953年7月26日於南京

目 錄

序言

一、土壤分析工作通論	(1)
(一) 天平使用法	(1)
(二) 儀器使用	(8)
(三) 容量分析技術	(14)
(四) 重量分析技術	(21)
(五) 比色分析技術	(27)
(六) 分析標本製備	(31)
二、礦質部分的全量分析	(33)
(一) 水分、燃灼減重和結合水	(33)
2:1:1 分析意義	(33)
2:1:2 水分	(34)
2:1:3 燃灼減重和結合水	(34)
(二) 矽、鋁、鐵的測定	(35)
2:2:1 分析意義	(35)
2:2:2 分析方法	(36)
(三) 鈦的測定——比色法	(45)
2:3:1 分析意義和應注意之點	(45)
2:3:2 分析方法	(46)
(四) 鈣、鎂的測定	(47)

2:4:1 分析意義	(47)
2:4:2 鈣的測定	(48)
2:4:3 鎂的測定	(50)
(五) 磷的測定	(51)
2:5:1 分析意義	(51)
2:5:2 硝酸鎂法	(52)
2:5:3 過氧化鈉法	(56)
(六) 錳、硫的測定	(56)
2:6:1 分析意義	(56)
2:6:2 錳的測定	(58)
2:6:3 硫的測定	(60)
(七) 鉀、鈉的測定	(61)
2:7:1 分析意義	(61)
2:7:2 鉀的測定	(63)
2:7:3 鈉的計算	(69)
三、土壤有機成分的測定 (碳和氮)	(70)
(一) 有機碳的測定	(70)
3:1:1 分析意義	(70)
3:1:2 關於各種分析有機質方法的總結	(71)
3:1:3 乾燒法	(73)
3:1:4 濕燒法	(76)
3:1:5 速測法 (容量法)	(80)
(二) 全氮的測定	(82)
3:2:1 分析意義	(82)
3:2:2 分析方法	(84)
四、酸度和碳酸鈣	(87)
(一) 分析意義	(87)
(二) 酸度	(89)
4:2:1 緩衝液的配製	(89)

4:2:2 電位測定法 (玻璃電極)	(92)
4:2:3 比色法	(95)
(三) 碳酸鈣	(99)
4:3:1 重量分析法	(99)
4:3:2 約測法	(101)
五、土壤代換性及石灰需用率	(103)
(一) 分析意義	(103)
5:1:1 名詞說明	(103)
5:1:2 結果解釋	(104)
5:1:3 方法選擇	(105)
(二) 土壤代換性的分析	(106)
5:2:1 中性及酸性土壤的分析	(106)
5:2:2 鹽土及鹹土的分析	(109)
5:2:3 石灰性土壤的分析	(111)
(三) 石灰需用率	(111)
5:3:1 滴定法	(111)
5:3:2 石灰需用率的計算	(112)
六、可溶鹽	(115)
(一) 分析意義	(115)
(二) 分析方法	(117)
6:2:1 全鹽量及陽離子的分析	(117)
6:2:2 陰離子的分析	(120)
(三) 全鹽量的電阻測定法	(122)
6:3:1 標準曲線的繪製	(123)
6:3:2 土壤標本的製備	(123)
6:3:3 土壤質地的校正	(123)
6:3:4 溫度的校正	(124)
6:3:5 其他應該注意的地方	(125)
七、活性矽、鋁、鐵的測定	(126)

(一) 分析意義及方法說明	(126)
7:1:1 分析意義	(126)
7:1:2 方法說明	(127)
(二) 總酸量及活性鋁 (應用於灰壤及黃壤)	(128)
7:2:1 試劑	(128)
7:2:2 總酸量的測定	(128)
7:2:3 代換性氫的測定	(128)
7:2:4 活性鋁的計算	(128)
(三) 活性矽、鋁、鐵的測定 (應用於紅壤)	(129)
7:3:1 試劑	(129)
7:3:2 分離方法	(129)
7:3:3 分析方法	(132)
八、速效性氮、磷、鉀的分析	(133)
(一) 分析意義及方法選擇	(133)
(二) 速效性鉀	(135)
8:2:1 分析方法	(135)
8:2:2 結果的計算	(137)
8:2:3 分級標準	(138)
(三) 速效性磷	(138)
8:3:1 酸性及中性土壤中速效性磷的測定	(138)
8:3:2 石灰性土壤中速效性磷的測定	(140)
(四) 速效性氮的分析	(142)
8:4:1 水解性氮的分析	(142)
8:4:2 硝酸態氮的分析	(144)
九、機械分析	(146)
(一) 通論	(146)
9:1:1 分析方法介紹	(146)
9:1:2 顆粒分級方法介紹	(147)
9:1:3 土壤質地的分類	(148)

(二) 吸管法	(149)
9:2:1 標本的處理	(149)
9:2:2 標本的分散	(151)
9:2:3 機械成分的測定	(152)
9:2:4 土壤顆粒沉降率的計算	(154)
(三) 比重計法	(158)
9:3:1 標本的處理及分散	(158)
9:3:2 機械成分的測定	(159)
十、附錄	(161)
(一) 藥品	(161)
(二) 儀器	(165)
(三) 重量分析計算表	(167)
(四) 容量分析計算表	(169)
(五) 1952年原子量表	(170)
(六) 二氧化碳比重表	(171)
對數表	(172)

一、土壤分析工作通論

(一) 天平使用法

實驗室所用的天平，以其精確度不同，分爲粗天平及精細天平（分析天平）；精細天平又以構造不同，分爲等臂天平，鏈碼天平及電動天平。

1:1:1 等臂天平：通常所用的等臂天平其最大荷重量爲 100 或 200 克，準確度爲 0.1 毫克（萬分之一克），其構造如圖 1。B 爲一富彈性的輕金屬樑，在中央支柱 C 上安置一瑪瑙刀口 K。K₁ K₂ 爲二尖棱向上的瑪瑙刀口，以懸掛蹬形鈎 St₁、St₂，蹬形鈎上掛二金屬盤 P₁、P₂。N 爲附於樑中央的長指針，中央支柱的基部有一刻度板 S，兩端重量是否相等即以指針在 S 上的偏轉指示之。BR 爲一可上下的樑，以 U 扭調節之。在加減砝碼時，或天平不用時，轉 U，BR 上移，使 B 樑爲 S₁、S₂ 支持而懸空，以保護 B 樑及刀口 K。盤托 PS₁、PS₂ 以 V 調節使之上下，以支持兩盤 P₁、P₂。B 樑上附有刻度，由遊碼 R 讀出 10 毫克（也有 5 毫克的）以下的重量。遊碼 R 由 RR 調節，由於物體質量和支點距離的關係，遊碼所表示的重量等於 B 樑上的刻度。

G 爲附於指針上的一可上下移動的金屬體，用以調節天平自由擺動部分的重心。如調節 G 上升，則整個可自由擺動部分的重心亦隨之上移，因而此天平的靈敏度增加。J₁、J₂ 爲可向內向外

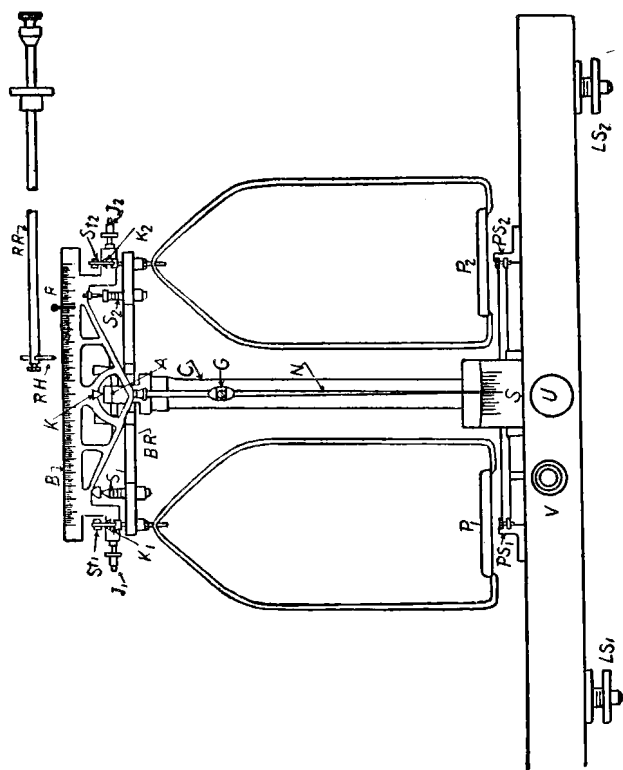


圖 1. 等臂天平的構造

移動的螺旋，用以調節零點， LS_1 、 LS_2 為底座螺旋，以調節天平呈水平。

1:1:2 鏈碼天平：鏈碼天平外觀如圖 2，此種天平較等臂天平在操作上比較方便，因在 100 毫克以下的重量，可應用金鏈來調節，從其所附的遊標上（圖 3）讀得重量，如圖 3 所示之讀數為 33.8 毫克。

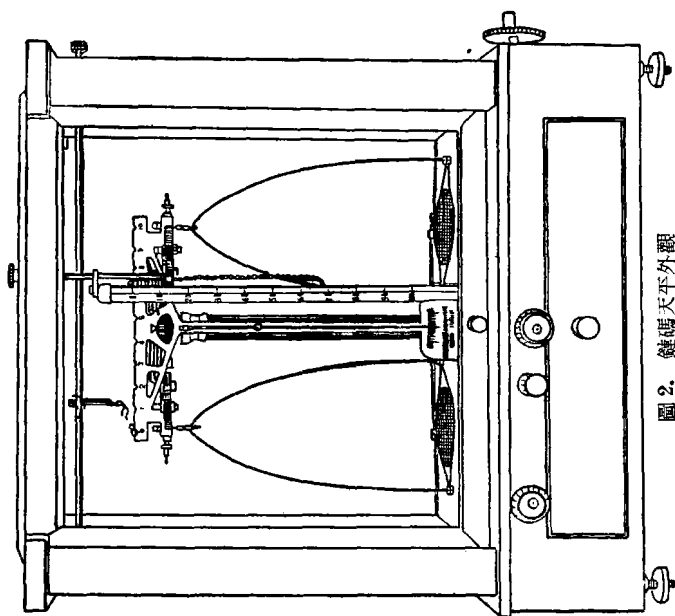


圖 2. 鐘碼天平外觀

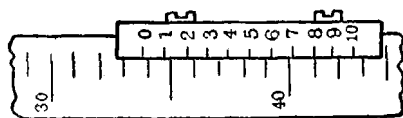


圖 3. 鐘碼天平游標

1:1:3 普通分析天平的使用手續：稱重前先以軟駝毛刷，掃淨秤盤，然後調節天平底座螺旋，使呈水平。注意之點爲：(i) 升降秤樑的機件是否靈活，(ii) 盤上未置物時，指針擺動是否向左右擺出相等距離，(iii) 秤樑放落時盤托與秤盤是否相接。

如上述諸項均妥時，即行校正平衡點（零點），在一般情況下，平衡點的偏差是由於灰塵的沾污而引起，可以用毛刷或乾軟布拂刷而恢復平衡。在特殊情況下，特別經過振動以後，我們才用 J_1, J_2 （圖 1）二個螺旋來調節平衡點。平衡點校正後即可進行稱重。稱重時左盤放欲稱重之物（一般稱重時，欲權之物放於稱量瓶中），右盤放砝碼，加砝碼時應按重量順序加入，由指針的偏擺推知所加砝碼過重或過輕，至相差之數在 10 毫克以下時，再用遊碼完成權重手續。最後不必等待指針靜止，只需指針左右偏擺的刻度相同，即可看做平衡。一般如兩邊偏擺不等時，如向左擺動 +5，向右擺動 -4，則 $(+5-4) \div 2 = +0.5$ ，即表示指針的平衡點應在偏左 0.5 處，然後再用靈敏度校正。如天平的靈敏度（即一方增重 1 毫克，指針偏轉的刻度數）為 1，即當右方超重 1 毫克時，指針向左偏轉至 +1，今偏轉至 0.5，故將所得重量加 0.5 毫克即為真重。

1:1:4 “Mettler” 式電動天平：此式天平，稱量迅速，且具有高度的準確性，其構造上較一般天平特異的地方，在於只有一個托盤（圖 4）。這個托盤加上附於天平內部的 200 克砝碼，便和槓桿另一端的金屬物體（10）相平衡。在操作時托盤上加入要秤的物質，因此必需在托盤的一方拿出重量等於加入物質的砝碼以達到新的平衡，所以秤重的物質也不能超過 200 克。（9）為數個圓形金屬板，其總面積與盤（2）相等則 9 與（2）因水氣凝集而增加的重量必然相等，故因水氣凝集而增加的重量可以對消。（4）（8）為瑪瑙刀口，（3）為砝碼（由 100 克至 0.1 克），（7）為可調節平衡點的小螺旋，（6）為調節天平靈敏度的螺旋，（5）為一蹬形鈎，（11）為一長 2 毫米刻為 100 等分的刻度，光通過此透明的刻度即投影於圖 6 右邊的毛玻璃上。

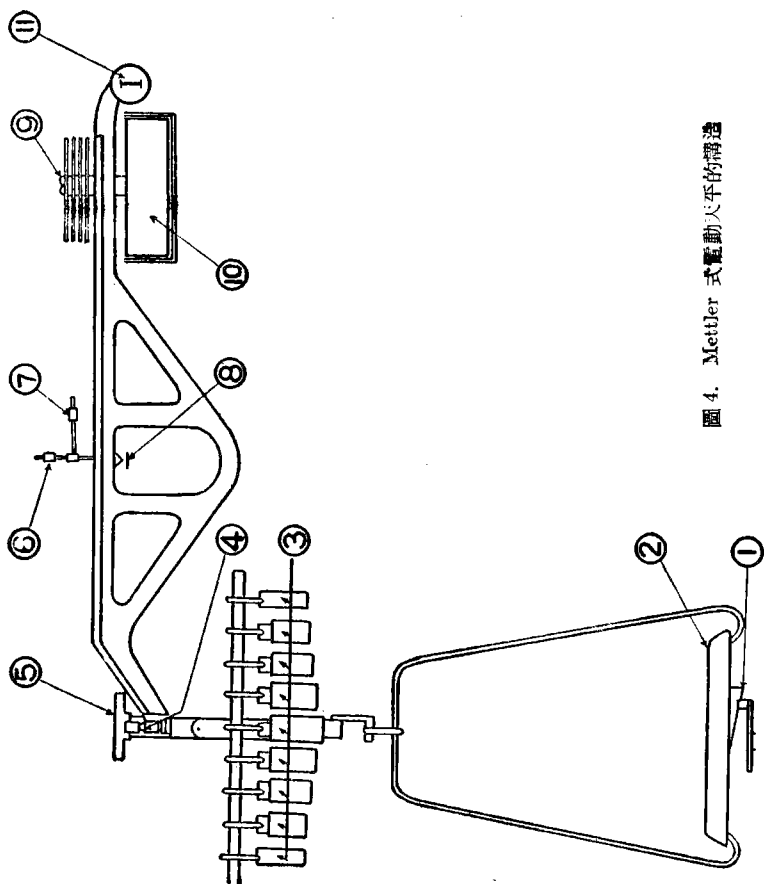


圖 4. Mettler 式電動天平的構造

圖5 爲其外觀，此天平砵碼的公差爲 ± 0.03 毫克，其準確度爲 ± 0.05 毫克，最高荷重爲 200 克。

砵碼的增減以一膠體扭爲之，左上之扭可調節 100 克的砵

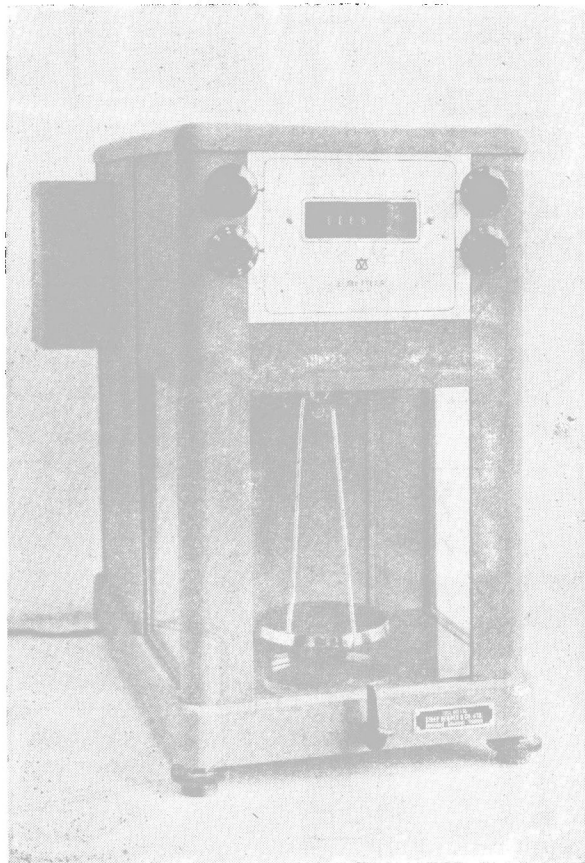


圖 5. Mettler 式電動天平外觀

碼，左下者可調節 10—90 克的砝碼，右上者可調節 1—9 克的砝碼，右下者可調節 0.1—0.9 克的砝碼。0.1 克以下則可於刻度的投影上直接讀得。其讀法如圖 6，即為 162.4304 克。

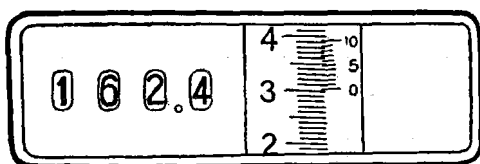


圖 6. 電動天平讀數

1:1:5 “Mettler” 式電動天平用法：

(1) 調節底座螺旋使水平器的氣泡位於中央，即示天平已呈水平。

(2) 零點：將稱盤以軟毛刷拭淨，開電門使刻度投影上的兩 0 相重，即為零點。若兩 0 數不能相重，轉動天平右壁上的小扭使相重合，然此扭所能調節的範圍僅約 3 毫克左右，如零點相差超過此範圍，可將天平上蓋揭下調節圖 4 的⑦。

(3) 靈敏度：加砝碼 0.1 克於秤盤中，開電門，則刻度投影上讀數應為 100，如偏轉過少，如只有 99，則調節圖 4 的⑥向右轉動（升高螺旋位置）；如偏轉過大則反向調節之（降低螺旋位置），直至刻度投影的讀數適為 100 為止，如此調節妥當後即可進行稱重。

用法注意：(1) 加減砝碼時必先將電門關閉；

(2) 開關電門要慢；

(3) 加減砝碼要徐徐轉動膠木扭，不可過猛；

(4) 在加減 1 克以下砝碼時，可將電門向右開啓，不必關閉。

1:1:6 天平防潮劑：分析天平，由於高度的靈敏性，故易受