

# 土壤分析法

李庆逵 魯如坤 陈家坊 編

科学出版社

# 土 壤 分 析 法

李慶遠 魯如坤 陳家坊 編

科 學 出 版 社

1958年1月

## 內 容 提 要

本書包括土壤全量和土壤粘粒的組成、土壤的有機碳和氮、土壤酸度、土壤代換性及石灰需用率、可溶性鹽、速效性氮磷鉀以及土壤機械組成等各項分析方法。對於這些方法，根據我們自己的和文獻上所介紹的經驗，把操作過程中應注意的細節都詳為說明，忽視這種操作上的細節常會引起工作中的困難和錯誤。

有的測定，我們介紹了兩個以上的方法，以便在實驗室設備不同的條件下，能夠適當選擇。在介紹每一項目測定以前，我們敘述了分析意義，並結合已有的中國土壤的分析結果，加以總結和扼要解釋。

本書可供有關科學研究機關的工作人員和農學院土壤農化系學生參考。

## 土 壤 分 析 法

---

編 者 李 庆 遠 魯 如 坤 陳 家 坊

出版者 科 學 出 版 社

北 京 朝 陽 門 大 街 117 號

北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號

印刷者 北 京 西 四 印 刷 廠

總經售 新 華 書 店

---

1957 年 1 月第 二 版

1958 年 10 月第 五 印 刷

(京)12,675-17,684

書 號 · 1023 字 數 : 172,000

開 本 : 850×1168 1/32

印 張 : 7  $\frac{1}{4}$  插 頁 : 1

定 價 : (10) 1.20 元

## 再 版 附 言

土壤分析法一書，自1954年發行以來，已經重印了三次，在最近幾年來又有許多分析化學原理比較具體地應用於土壤分析中，因此，我們認為有必要加以再版，在再版中有下列主要的修改和補充：

（一）分析方法上的變更：例如全磷測定的硝酸鎂氧化法，已經發覺不能適用於土壤分析，所以加以改換；硅、鐵、鈣、鎂以及氫離子、硫酸根等測定，補充了較成熟的新方法；“活性硅、鐵、鋁的測定”一章，其中“代換性氫及代換鋁的測定”一節併入了“土壤酸度”這一章，而“活性硅、鐵、鋁的測定”這一節考慮到應用不會普遍而予刪去；等等。

（二）在本書第一次付印以後，我們又積累了一部分有關中國土壤的分析結果，現在把這些結果的概略說明，分別補充在分析意義一節中。

（三）有關本冊所介紹的各項分析方法或引用材料，其參考文獻已全列出。

再版中的“機械分析”一章，由袁劍舫同志重予編寫。

讀者對本書內容如有意見，請函南京九華山中國科學院土壤研究所。

編 者

1957年1月

# 目 錄

## 再版附言

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 一、土壤分析工作通論              | (1)  |
| (一) 天平使用法               | (1)  |
| 1:1:1 普通等臂天平            | (1)  |
| 1:1:2 鏈碼天平              | (1)  |
| 1:1:3 普通分析天平的使用手續       | (2)  |
| 1:1:4 “Mettler” 式電動天平   | (4)  |
| 1:1:5 “Mettler” 式電動天平用法 | (6)  |
| 1:1:6 天平防潮劑             | (7)  |
| (二) 儀器使用                | (7)  |
| 1:2:1 洗液的配製及儀器的洗滌       | (7)  |
| 1:2:2 玻璃儀器              | (7)  |
| 1:2:3 磁質儀器              | (8)  |
| 1:2:4 白金儀器              | (8)  |
| 1:2:5 乾燥器               | (9)  |
| 1:2:6 鎳質儀器              | (10) |
| 1:2:7 古氏坩堝              | (10) |
| 1:2:8 過濾用玻璃坩堝           | (11) |
| 1:2:9 試驗桌的加漆            | (11) |
| 1:2:10 瓷器及玻璃儀器的號碼書寫法    | (12) |
| (三) 容量分析技術              | (12) |
| 1:3:1 常用容量分析儀器          | (12) |
| 1:3:2 酸鹼指示劑             | (15) |
| 1:3:3 氧化還原指示劑           | (16) |
| 1:3:4 藥品及試劑             | (17) |
| (四) 重量分析技術              | (19) |
| 1:4:1 熔化                | (19) |

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| 1:4:2蒸發.....                           | (19) |
| 1:4:3沉澱.....                           | (20) |
| 1:4:4過濾及洗滌.....                        | (20) |
| 1:4:5燒灼.....                           | (23) |
| (五) 比色分析技術.....                        | (24) |
| 1:5:1比色法所根據的原理.....                    | (24) |
| 1:5:2常用比色儀器.....                       | (24) |
| 1:5:3濾光板的作用及選擇方法.....                  | (27) |
| (六) 分析結果誤差的限制 .....                    | (29) |
| (七) 分析標本的制備 .....                      | (30) |
| 二、礦質部分的全量分析 .....                      | (31) |
| (一) 分析意義及計算問題的討論.....                  | (31) |
| (二) 土壤中的硅、鋁、鐵、鈦、錳、鈣、鎂等成分的系統分析<br>..... | (35) |
| (三) 水分、燃灼減重和結合水 .....                  | (36) |
| 2:3:1分析意義.....                         | (36) |
| 2:3:2水分.....                           | (38) |
| 2:3:3燃灼減重及結合水.....                     | (38) |
| (四) 硅、鋁、鐵的測定.....                      | (39) |
| 2:4:1分析意義.....                         | (39) |
| 2:4:2分析方法.....                         | (40) |
| (1) 熔化.....                            | (40) |
| (2) 硅的測定.....                          | (42) |
| (3) 鐵及鋁的沉澱.....                        | (43) |
| (4) 氧化鐵的測定.....                        | (48) |
| (5) 氧化鋁的計算.....                        | (50) |
| (五) 亞鐵 (FeO) 的測定 .....                 | (50) |
| (六) 鈦的測定——比色法 .....                    | (51) |
| 2:6:1分析意義和應注意之點.....                   | (51) |
| 2:6:2分析方法.....                         | (52) |

---

|                      |      |
|----------------------|------|
| 2:6:3 分析結果的改正        | (54) |
| (七) 鈣、鎂的測定           | (54) |
| 2:7:1 分析意義           | (54) |
| 2:7:2 鈣的測定           | (55) |
| 2:7:3 鎂的測定           | (56) |
| (八) 磷的測定             | (58) |
| 2:8:1 分析意義           | (58) |
| 2:8:2 全磷測定方法的討論      | (60) |
| 2:8:3 礆熔容量法          | (61) |
| 2:8:4 礆熔比色法          | (64) |
| 2:8:5 混合酸法 (比色法)     | (66) |
| (九) 錳、硫的測定           | (68) |
| 2:9:1 分析意義           | (68) |
| 2:9:2 錳的測定           | (70) |
| 2:9:3 硫的測定           | (72) |
| (十) 鉀、鈉的測定           | (73) |
| 2:10:1 分析意義          | (73) |
| 2:10:2 鉀的測定          | (74) |
| 2:10:3 鈉的計算          | (81) |
| 三、土壤粘粒部分全量分析         | (82) |
| (一) 分析意義及討論          | (82) |
| (二) 粘粒部分的提取方法        | (84) |
| 3:2:1 去有機質及可溶鹽       | (84) |
| 3:2:2 分散土壤           | (85) |
| [附錄] 土壤鹽酸浸出液的研究      | (86) |
| 四、土壤有機成分的測定 (碳和氮)    | (88) |
| (一) 有機碳的測定           | (88) |
| 4:1:1 分析意義           | (88) |
| 4:1:2 關於各種分析有機質方法的總結 | (90) |
| 4:1:3 乾燒法            | (92) |

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| 4:1:4 濕燒法                                      | (95)  |
| 4:1:5 容量法(速測法)                                 | (99)  |
| (二) 全氮的測定                                      | (102) |
| 4:2:1 分析意義                                     | (102) |
| 4:2:2 方法原理                                     | (104) |
| 4:2:3 分析方法(I)                                  | (106) |
| 4:2:4 分析方法(II)                                 | (109) |
| 五、土壤酸度(酸鹼度)                                    | (111) |
| (一) 分析意義                                       | (111) |
| 5:1:1 活性酸度                                     | (112) |
| 5:1:2 潛性酸度                                     | (114) |
| (二) 水浸出液pH值(即活性酸度)的測定                          | (116) |
| 5:2:1 緩沖液的配制                                   | (116) |
| 5:2:2 電位測定法(玻璃電極)                              | (120) |
| 5:2:3 比色法                                      | (122) |
| (三) 鹽浸出液pH值的測定                                 | (127) |
| (四) 代換性酸度的測定                                   | (127) |
| 5:4:1 方法說明                                     | (127) |
| 5:4:2 總酸量的測定                                   | (128) |
| 5:4:3 代換性氫的測定                                  | (128) |
| 5:4:4 代換性鋁的計算                                  | (129) |
| (五) 水解性酸度的測定                                   | (129) |
| (六) 碳酸鈣的測定                                     | (130) |
| 5:6:1 重量分析法                                    | (131) |
| 5:6:2 約測法                                      | (133) |
| 5:6:3 $\text{CaCO}_3$ 與 $\text{MgCO}_3$ 的分別測定法 | (134) |
| 六、土壤代換性及石灰需用率                                  | (136) |
| (一) 分析意義                                       | (136) |
| (二) 中性或酸性土壤代換量及代換性鹽基的測定——醋                     |       |

|                                                              |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|
| 酸鉍淋洗法                                                        | (139) |
| 6:2:1 方法原理                                                   | (139) |
| 6:2:2 提取步驟                                                   | (141) |
| 6:2:3 代換性鹽基總量的測定                                             | (142) |
| 6:2:4 代換性鈣、鎂、鉀的測定                                            | (142) |
| 6:2:5 代換量的測定                                                 | (144) |
| 6:2:6 代換性氫的測定                                                | (144) |
| (三) 鹽土及礫土的代換量及代換性鈉的測定                                        | (144) |
| (四) 石灰性土壤代換性的分析                                              | (146) |
| (五) 石灰需用率                                                    | (147) |
| 6:5:1 分析意義及原理                                                | (147) |
| 6:5:2 滴定法                                                    | (148) |
| 6:5:3 石灰需用率的計算                                               | (149) |
| 七、土壤溶液的研究及土壤中可溶鹽的測定                                          | (152) |
| (一) 分析土壤溶液的意義                                                | (152) |
| (二) 可溶鹽的測定——水浸出法                                             | (156) |
| 7:2:1 分析意義                                                   | (156) |
| 7:2:2 分析方法                                                   | (159) |
| (1) 乾物質總量及陽離子的測定                                             | (159) |
| (A) 溶液的提取                                                    | (159) |
| (B) 去有機質的方法                                                  | (160) |
| (C) 乾物質總量及殘渣的測定                                              | (160) |
| (D) 鈣                                                        | (161) |
| (E) 鎂                                                        | (162) |
| 〔附錄〕 應用有機試劑 EDTA 測定水浸出液中的 Ca<br>與 Mg                         | (163) |
| (F) 鈉                                                        | (164) |
| (G) 鉀                                                        | (165) |
| (2) 陰離子的測定                                                   | (166) |
| (A) 碳酸根( $\text{CO}_3^{=}$ )及重碳酸根( $\text{HCO}_3^{-}$ )的測定—— |       |

|                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| 礫度.....                                                         | (166) |
| (B) 氯離子 ( $\text{Cl}^-$ ).....                                  | (167) |
| (C) 硫酸根 ( $\text{SO}_4^{=}$ ) .....                             | (168) |
| (3) 應用離子交換劑測定鹽鹼土水浸出液的陰離子總量及<br>強酸陰離子總量及 $\text{SO}_4^{=}$ ..... | (172) |
| (4) 全鹽量的電阻測定法.....                                              | (174) |
| (5) 土壤中石膏的測定.....                                               | (177) |
| 八、速效性氮、磷、鉀的分析 .....                                             | (179) |
| (一) 分析意義及方法選擇 .....                                             | (179) |
| (二) 速效性鉀 .....                                                  | (181) |
| 8:2:1分析方法.....                                                  | (181) |
| 8:2:2結果的計算.....                                                 | (183) |
| 8:2:3分級標準.....                                                  | (183) |
| (三) 速效性磷 .....                                                  | (184) |
| 8:3:1酸性及中性土壤中速效性磷的測定.....                                       | (184) |
| (四) 速效性氮的分析 .....                                               | (186) |
| 8:4:1水解性氮的分析.....                                               | (186) |
| 8:4:2硝酸態氮的分析.....                                               | (188) |
| 九、機械分析 .....                                                    | (190) |
| (一) 通論 .....                                                    | (190) |
| 9:1:1分析方法介紹.....                                                | (190) |
| 9:1:2顆粒分級方法介紹.....                                              | (191) |
| 9:1:3土壤質地的分類.....                                               | (192) |
| (二) 吸管法 .....                                                   | (195) |
| 9:2:1標本的處理.....                                                 | (195) |
| 9:2:2標本的分散和懸液的制備.....                                           | (197) |
| 9:2:3土壤顆粒沉降速度和樣品吸取時間的計算.....                                    | (198) |
| 9:2:4樣品的吸取.....                                                 | (201) |
| 9:2:5各級顆粒百分數的計算.....                                            | (202) |
| (三) 比重計法 .....                                                  | (205) |

---

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 9:3:1標本的處理、分散及懸液的制備 ..... | (205) |
|---------------------------|-------|

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 9:3:2機械成分的測定 ..... | (206) |
|--------------------|-------|

## 十、附 錄

|              |       |
|--------------|-------|
| (一) 藥品 ..... | (208) |
|--------------|-------|

|              |       |
|--------------|-------|
| (二) 儀器 ..... | (212) |
|--------------|-------|

|                   |       |
|-------------------|-------|
| (三) 重量分析計算表 ..... | (214) |
|-------------------|-------|

|                   |       |
|-------------------|-------|
| (四) 容量分析計算表 ..... | (216) |
|-------------------|-------|

|                     |       |
|---------------------|-------|
| (五) 1952年原子量表 ..... | (217) |
|---------------------|-------|

|                   |       |
|-------------------|-------|
| (六) 二氧化碳比重表 ..... | (218) |
|-------------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| (七) 對數表 ..... | (219) |
|---------------|-------|

## 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，分爲普通等臂天平、鏈碼天平及電動天平。

**1:1:1 普通等臂天平** 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， $K_1K_2$ 爲二尖棱向上的瑪瑙刀口，以懸掛蹬形鉤 $St_1$ 、 $St_2$ ，蹬形鉤上掛二金屬盤 $P_1$ 、 $P_2$ 。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 $S_1$ 、 $S_2$ 支持而懸空，以保護B樑及刀口K。盤托 $PS_1$ 、 $PS_2$ 以V調節使之上下，以支持兩盤 $P_1$ 、 $P_2$ 。B樑上附有刻度，由游碼R讀出10毫克（也有5毫克的）以下的重量。游碼R由RR調節，由於物體質量和支點距離的關係。游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。 $J_1$ 、 $J_2$ 爲可向內向外移動的螺旋，用以調節零點， $LS_1$ 、 $LS_2$ 爲底座螺旋，以調節天平使呈水平。

**1:1:2 鏈碼天平** 鏈碼天平外觀如圖2，此種天平較普通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

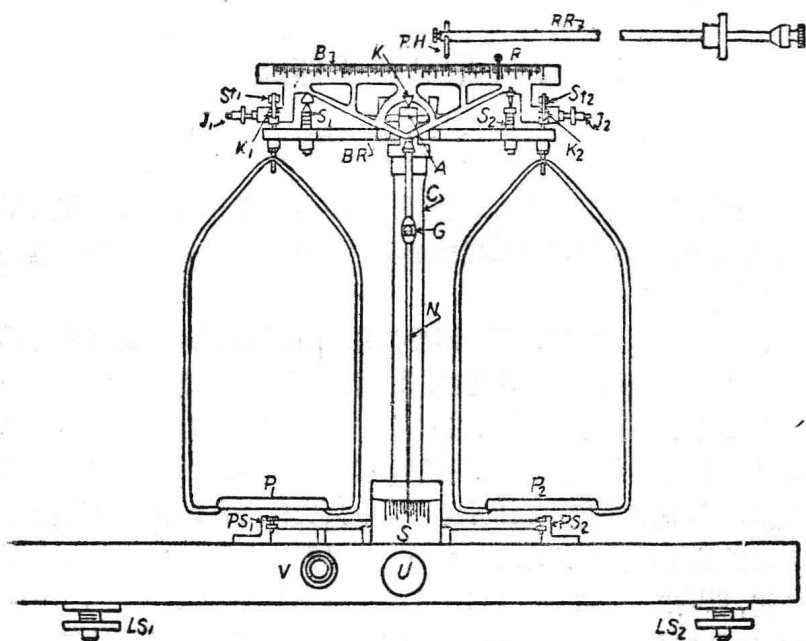


圖 1 等臂天平的構造

調節，從其所附的游標(圖3)上讀得重量，如圖3所示之讀數為 33.8 毫克。

**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。注意之點為：(i) 升降秤梁的機件是否靈活，(ii) 盤上未置物時，指針擺動是否向左右擺出相等距離，(iii) 秤梁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，可以用毛刷或干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

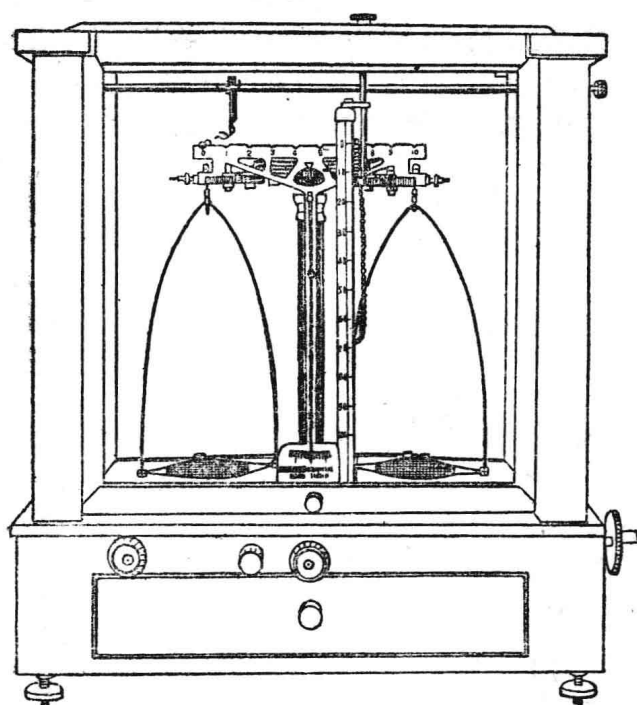
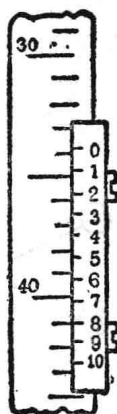


圖 2 錠碼天平外觀

圖 3 錠碼  
天平游標

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不得直接放於秤盤上),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,再用游碼完成權重手續。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稱的物質，

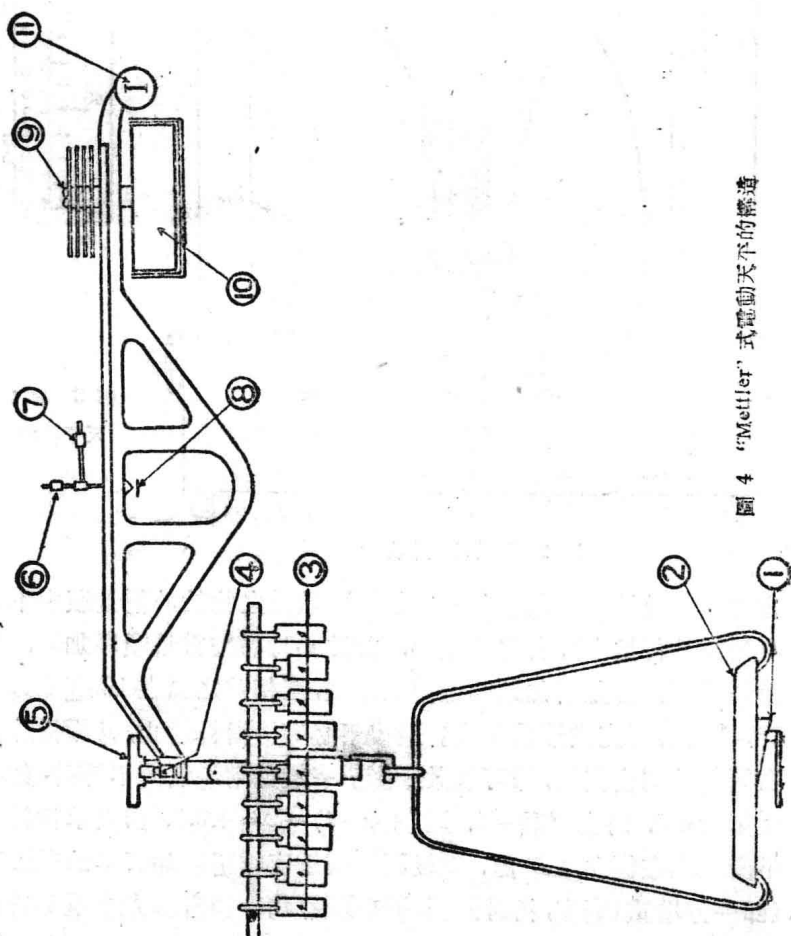


圖 4 “Mettler” 式電動天平的構造

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。④⑧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為一蹬形鉤，⑪為一長 2 毫米刻為

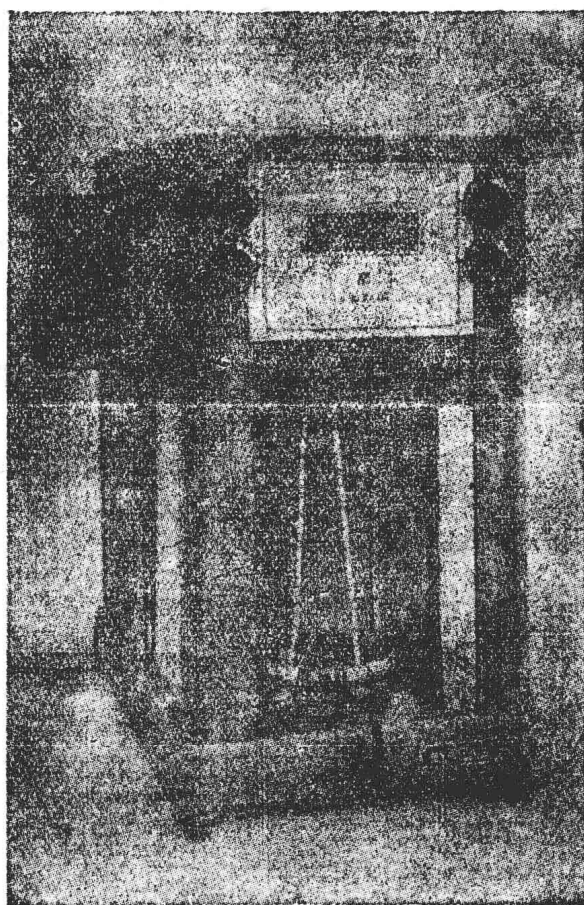


图 5 “Mettler” 式電動天平外觀

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 5 爲其外觀，此天平砝碼的公差爲  $\pm 0.03$  毫克，其準確度爲  $\pm 0.05$  毫克，最高荷重爲 200 克。同時，由於它在平衡時總是 200 克，因此，它的靈敏度不因稱量變化而變。

砝碼的增減以一膠扭爲之，左上之扭可調節 100 克的砝碼，左

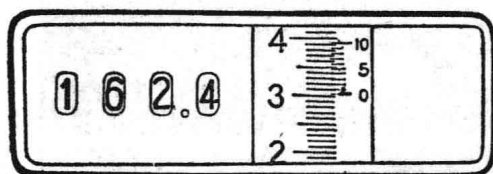


圖 6 電動天平讀數

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，即爲 162.4304 克。

### 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，即爲零點。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 克於稱盤中，開電門，則刻度投影上讀數應爲 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爲 100 爲止，如此調節妥當後即可進行稱重。

**用法注意：**(i) 加減砝碼時必先將電門關閉；

(ii) 開關電門要慢；

(iii) 加減砝碼要徐徐轉動膠木扭，不可過猛；

(iv) 在加減 1 克以下砝碼時，可將電門向右開啓，不