



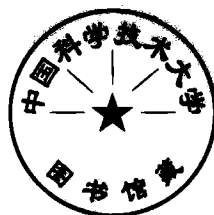
土壤肥料分析手册

山西省农业科学院 編
土壤肥料科学研究所

山西人民出版社

土壤肥料分析手册

山西省农业科学院土壤肥料科学研究所 编



山西人民出版社

一九六一年·太原

內 容 提 要

本书包括基本操作知識，土壤养分分析、土壤盐分分析、土壤物理分析、肥料分析以及附录等七部分。

有的測定，我們介紹了两个以上的方法，以便在實驗室設備不同的条件下能够适当选择。在每个土壤分析方法中，分別叙述了分析原理、分析方法、結果計算及試剂配制，并附有实例解答，以便初学分析工作者应用。

本书可供我省各农、林院校、專、县农科所、人民公社小农場，以及从事实际工作的同志們参考。

土 壤 肥 料 分 析 手 冊

山西省农业科学院
土壤肥料科学研究所 編

山西人民出版社出版 (太原并州路七号)

山西省书刊出版业营业許可証晋出字第2号

山西省新华书店发行 各地新华书店經售

太 原 印 刷 厂 印 刷

开本: 787×1092 毫米 $1\frac{3}{32} \times 4\frac{1}{4}$ 印张 • 90,000 字

一九六一年三月第 一 版

一九六一年三月太原第一次印刷

印数: 1—11,120 册

統一书号: 16088•93

定、价: 0.38 元

序

近年来，群众性的科学研究活动风起云涌，許多小型的土肥实验室，春笋般的建立起来，經常有不少同志来信向我們索取关于土壤肥料分析方面的資料。为滿足这种需要，促进农业科学研究的澎湃发展，我們編写了这本小册子，以便对生产实践能有所帮助。

目前，各地出版的有关这方面的书籍虽为数不少，但是，各地的土壤条件不同，其分析方法也不尽相同。因此在編写这部小册子时，紧密地結合了我省的土壤性質，根据我省的特点，把分析內容作了适当的安排。本文所介紹的一些方法，大部分是經過我們几年来的实践被認為适合在我省的石灰性土壤上应用，其次也有我們摸索出来的一些点滴經驗，供讀者参考。

在介紹分析方法时，我們尽量做到操作簡便，節約費用，但对确有实用价值的部分，我們較詳細的敘述了这些部分的方法和理論，用意在于一方面使初学者获得一些理論知識；另一方面能使实际工作者创造性的解决生产上和科学研究中所遇到的具体問題。但是由于我們的學識、經驗都很缺乏，錯誤在所难免，我們热誠的欢迎来自各方面的批評和指教。

編者：石元堂 胡学銘

孟子良 王萊芳 苏育安

• 1960年 太原

(AE88/01)

目 录

序

(一) 基本操作知識

一	天平的使用法.....	(1)
二	称量.....	(5)
三	仪器与使用.....	(9)
四	分析前的試样准备.....	(16)

(二) 土壤养分分析

一	土壤水分的測定.....	(19)
二	土壤PH值的測定	(20)
三	土壤中有機質的測定.....	(28)
四	土壤中腐植質的測定.....	(30)
五	土壤中全氮量的測定.....	(31)
六	土壤中銨态氮的測定.....	(33)
七	土壤中硝态氮的測定.....	(35)
八	土壤中全磷量的測定.....	(38)
九	石灰性土壤中有效磷的測定.....	(43)
十	土壤中全鉀量的測定.....	(47)
十一	石灰性土壤中有效鉀的測定.....	(53)

(三) 土壤盐分分析

一	全盐量的测定.....	(60)
二	碳酸根 ($\text{CO}_3^{\ominus}$) 及重碳酸根 (HCO_3^-) 的测定.....	(60)
三	氯根 (Cl^-) 的测定	(61)
四	硫酸根 ($\text{SO}_4^{\ominus}$) 的测定	(62)
五	钠 (Na^+) 离子的测定	(63)
六	钾 (K^+) 离子的测定	(64)
七	钙 (Ca^{++}) 离子的测定	(65)
八	镁 (Mg^{++}) 离子的测定	(66)

(四) 土壤物理分析

一	土壤真比重的测定.....	(68)
二	土壤假比重的测定.....	(69)
三	土壤孔隙率的测定.....	(70)
四	土壤机械组成的测定.....	(70)
五	土壤结构性 (水稳性团粒) 的测定.....	(79)

(五) 肥料分析

一	有机肥料中氮素的分析.....	(85)
二	化学肥料中氮素的分析.....	(87)
三	有机肥料中磷、钾的分析.....	(87)
四	矿物质肥料中磷酸的分析.....	(91)

(六) 适用人民公社的土壤化驗方法

- 一 养分化驗方法 (94)
- 二 盐分化驗方法 (99)

附 录

- 一 各种溶液浓度的配制 (103)
- 二 附表 (1—9)

(一) 基本操作知識

一 天平的使用法

實驗室所用的天平，按精确度的不同，可分为粗天平和精細天平（分析天平）。为了方便和节省時間起見，分析时必须用少量試料，这·对称量的准确度就有高度的要求。通常在實驗室內所用的分析天平可以准确地称至0.0002克，即称至0.2毫克。

这种天平的构造如图 1 及图 2。

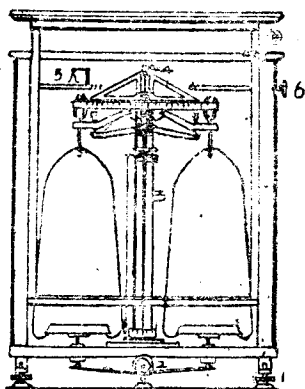


图1. 分析天平

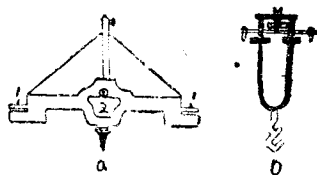


图2. 分析天平的零件

天平梁是分析天平的主要部分，梁上安装着三个瑪瑙質或上等鋼制成的三棱柱（如图 2）。中央一个三棱角，支在

• 3 •

特別小心琢磨过的天平柱的平面上，它是梁的支点。两端两个三棱柱，用特別的鈎，悬挂着天平盘（如图 2）。

长針 3（图 1）固定在天平梁的中央。指針的下部尖端，在天平摆动时沿着刻度尺移动，使我們能够判断天平梁对平衡位置的偏向。

用分析天平称量时准确度的大小，主要由分析天平对重量改变的反应程度而定，即由天平灵敏度而定。添加 1 毫克的重量于天平的盘中，根据由此所引起的指針偏向角度的大小来判断天平的灵敏度，这个角度愈大，天平愈灵敏，反之則愈不灵敏。

天平灵敏度的大小，主要是由各个工作部分接触部位上的磨擦小到何种程度而定。因此，三个三棱柱的棱角磨得愈尖，支持这三个三棱柱的表面磨得愈光，天平便愈灵敏。用这种天平，便可以达到較大的称量准确度。

在使用天时，各个工作表面逐渐磨損，磨擦逐渐增加，因此称量的准确度便随之降低。为了使天平的这种磨耗尽量减低起見，天平上安装有休止器，即可以引起天平梁或休止天平梁的装置。当天平休止时，三棱柱不与相应的支持小台接触，因而不会变鈍。休止器的扭柄 2（如图 1）固定在天平匣底部中間。在不使用时，天平应經常保持休止状态。天平时常由于各种激烈的振蕩和移动而受到磨損。所以，不对未休止的天平作任何接触，是使用分析天平的基本規則。因此只有預先休止天平之后，才可将被称物品和砝碼放在天平盘上，或自天平上取下。甚至在休止时亦应小心避免任何激烈的振动。只有当天平指針摆动接近中点时，才可用輕輕的动作，小心扭轉休止器扭柄。

在称量时，根据天平指針的摆动，判断平衡的到达。在

天平未放置物品时，指针的偏向在刻度尺中点两侧应该相等。如果不是这样，可以利用在平衡梁上部的螺旋4（图1）调节天平。但通常应由指导者负责校正，一般初学者不可自行调节。

如果指针偏向一边与它偏向另一边仅相差 $1 \sim 2$ 度，可以不必调整天平。遇到这种情况时，只要观察出偏向于哪一边较大并且大多少度，在称量时，亦设法使它达到相同的偏向差数即可。

分析天平的平衡位置，常因各种意外的原因（如室内温度的改变）而改变。所以在每次称量前（或在一组连续称量前）必须检查天平。

天平应放置在玻璃匣中。玻璃匣可以保护天平不致受尘埃、空气流动、工作者呼吸等外因的影响。匣支持在螺旋1上（图1），利用螺旋并根据固定在平衡柱（在后面）上的悬锤，使天平处于水平位置。为了使天平正确地工作，必须使天平经常处于水平状态。

分析天平的盘，用某种轻金属制成，为了避免氧化盘面通常镀着金或铂。使用时绝对不可将被称物品直接放在天平盘上称量。除此而外，还不应将称物质放在一张小纸上。因为：第一、纸是能吸湿的；第二、不能毫无损失地将称物质从纸上移入进行溶解的器皿中（一部分物质必定残留在纸上）。因此被称物质应放在特别的有磨合盖的称瓶中（图3）或表玻璃上（图4）或坩埚、试管中。

为了使被称物品接



图3. 称瓶



图4. 表玻璃

近于天平温度，要把物品置于天平之旁二十分钟以上。为了不使这个物品在放置于天平旁时自空气中吸取水气，因而增加重量，通常把它放在特殊的仪器——干燥器中（图5）冷

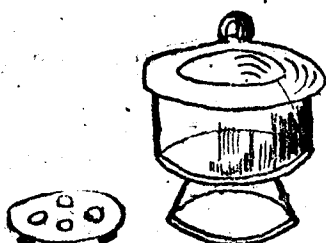


图5. 干燥器及其孔架

却。在干燥器的下部通常放置若干块烘过的氯化钙或注入浓硫酸。因这些物质极易吸收水气，可使干燥器内的空气变得十分干燥。所以置于干燥器内部（置于干燥器内的瓷制孔架上，在图的左边）的物质在冷却时不会吸收水气。

在干燥器的磨合边上，须很好地涂上一薄层凡士林或油脂。打开干燥器时，应将它的盖向旁边移动，而不宜向上提起。同样在盖干燥器时，应将它的盖从侧面拿过来盖上。将干燥器自一处搬运至他处时，必须用两手的大拇指将盖按住，否则它易于落下并且打碎。

分析天平的砝码，为了避免因氧化而改变重量，都镀着一层金或铂。小砝码（克的分数）亦用某种不易氧化的金属（例如铝或铂）制成。砝码放在特别的匣内（图6），匣中还放有镊子，须用镊子将砝码放在天平盘上或自天平盘取下。

显然，为了避免砝

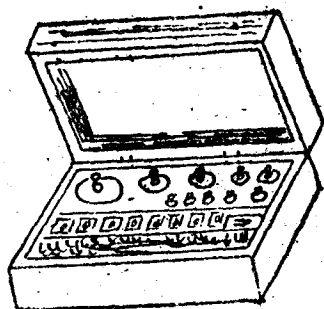


图6. 匣与砝码

砝重量的改变，●絕對不允許用手接触砝碼。为了使鑷子不会擦坏砝碼的表面，鑷子上装着角制的尖头。

砝碼按照一定的次序放在匣中。砝碼的系統通常为： $5:2:2:1$ 或 $5:2:1:1:1$ 。在第一种情况下，匣内有50，20，20，10，5，2，1克的大砝碼。克的分数作成同样的系統，同时为了使小砝碼易于互相区别起見，將它們做成各种不同的形状，例如：有数字5的克分数（即0.5和0.05克）做成六角形，有数字2的克分数（即0.2和0.02克）做

成正方形，有数字1的克分数（即0.1和0.01克）做成三角形△。每个小砝碼均具有弯成直角的部分（或“小耳”），拿取小砝碼时就用鑷子夹住此处。在称量完毕后，应将每个砝碼放在专门放它的匣孔中，絕對不要弄乱砝碼的排列順序。如果严格遵守这条規則，工作者便能检查砝碼計算的正确性。先根据空的匣孔进行計算，然后在把砝碼自天平上取下，并把它們放回匣中时校对一遍。

这种检查是非常必要的，因为在計算砝碼时所产生的任何錯誤，会使全部分析結果变成无效。

为了使可能因砝碼不准确而产生的誤差尽量减小，在全部分析期間，应使用同一套砝碼。

二 称 量

在着手分析时，先确定未載重天平的平衡位置。为此，不要打开天平匣子，小心地将休止器的扭柄尽量向反时針方向扭轉，并观察天平指針的摆动。在扭轉时必须使天平指針

• • •

不越出最后一度（第十度）不越出刻度尺的第五度更佳。当指针的振幅小时，指针摆动比较迟缓，用本书所述的方法称量可以得到更准确的结果。

如果不能立刻达到所需的指针振幅，小心休止天平，然后重新开放休止器。当达到所需的指针振幅时，观察指针的摆动。最初二次指针的偏向是由天平匣中空气流动和振动所引起的，可不予以注意。从第三次摆动开始，根据刻度尺读出指针的偏向，同时设法估计度以下的分数，这对稍有经验的工作同志来说很容易做到。在读出度数时，必须保持头部不动，并且头部始终在天平的同一位置上，否则在读出时将产生误差。如果指针在自己摆动时偏向于某一边比偏向于相反一边大 $1 \sim 2$ 度时，将它记下。确定未载重天平的平衡位置后，便着手称量。为此，先休止天平，然后小心打开天平匣的侧门。其次将接近天平温度的被称物品（坩埚、称瓶、表玻璃等）放在天平左盘的中央。用镊子将砝码放在右盘中。为了能更迅速地计算砝码的重量，必须将砝码按照它们在匣中排列的次序放在天平上，不要随便乱放。

我们用具体例子来研究称量过程，如：假定我们来称称瓶，从砝码中开始选择显然比称瓶重的砝码（例如20克的砝码）。将它放在天平盘上，然后轻轻扭转休止器的扭柄，为的是要弄明白指针移到那一边。在该情况下指针向左移。因此，砝码确实过重。休止天平，然后自天平上取下砝码，并放置其次一个10克砝码。假定它太轻，在这种情况下，先休止天平，然后添加一个5克砝码。5克砝码太多。将它取下，然后放上2克（太少），再放上2克（还太少）。因为5克已多，所以不必添加1克。而开始找寻一克的十分之几和百分之几，其法完全同上。

在达到有砝码的盘由于添加百分之一克开始过重以后（例如14.78克太少，而14.79克太多），便着手计数千分之几克和万分之几克。这种计数已不用砝码而用游码进行。游码是重0.01克的弯曲的细金属丝，它应该在开始称量前用镊子悬挂在天平匣内的小钩5上（见图）1。这个小钩固定在水平杆上，水平杆的头露在天平的外面。移动和扭转该杆，便可把游码放在梁的任何部位上。

在天平梁上刻有度尺。零度恰在支点上，即在中央三棱柱的棱角之上，而第十度在两个两端的三棱柱之上。因此每一梁臂划分为10等分（按次序刻上度数）。如果游码置于第十度上那么它能平衡在相反天平盘上的，等于游码自身重量的（即0.01克）重物。如将它放在第一度上，则根据杠杆定律它能平衡十分之一的重物（即0.001克），放在第二度上能平衡0.002克，放在第五度上能平衡0.005克，余此类推。因此梁的每一度相当于0.001克，即1毫克。同时在两个相邻刻度之间的部位又划分成5等分。显然，每一等分相当于0.0002克（0.2毫克）。因此，如果游码位于图7中所示的位置时天平达到平衡，则梁上的计数等于0.0044克。

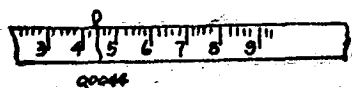


图7. 天平梁的刻度尺上的游码

着手计数千分之几克和万分之几克时，关闭天平匣门，休止天平，然后把游码放在右

梁臂的第五度上。

然后升高悬挂游码杆的小钩，并开放休止器，以观察指针的摆动。视指针偏于哪一边较大，用游码杆将游码向左或向右移，同时不要忘记此时每次都要休止天平。最后，我们便找到这样的游码位置，即在这种位置时达到以前观察到的

天平平衡位置。例如：如果以前发现未載重天平偏右大于偏左，并相差一度，那么在称量时亦要設法达到相同的指針偏向差数。

达到这种情况后，便按砝碼匣的空孔計算砝碼，記錄結果，然后自天平上取下砝碼（从大的开始）并把它們放回匣中，同时检查自己的記錄是否正确。其次讀取游碼在刻度尺上的位置，并将相当的度数作为第三位和第四位小数加入砝碼重量中。

例如：如果砝碼的計算等于14.78克，而刻度尺的讀出等于0.0044克，那么被称的称瓶的重量便等于14.7844克。

在着手称量时，必須記住使用分析天平需要十分仔細和謹慎。为了使天平不致损坏和确保称量結果正确，必須严格遵守下列規則。

使用分析天平的規則：

1. 在每次称量前（或一組連續的称量前）要检查天平的状况。要用軟毛刷拭去盘上的尘埃并确定未載重天平的平衡位置。

2. 如果在检查天平时发现任何毛病，或在工作时不論发生什么毛病，絕對不要自行修理，而必須找指导者。

3. 不允許对未休止的天平作任何接触。要預先休止天平，然后将被称物品和砝碼放在天平盘上或自盘上取下。同样亦只有在天平休止后才可以將游碼在天平梁上任意移动。

4. 不要移动天平位置。

5. 不要把湿的或脏的物品放在天平中，不要把任何东西撒在或倒在天平內部。

6. 不要将被称物品直接放在天平盘上。同样也不要在一張紙上称物質，而必須放在坩堝、秤瓶、試管中或玻璃板上。

7. 吸湿性物質以及液体，特别是能放出腐蝕性蒸气的液体，必須在密閉的器皿中称。

8. 不要称热的(或过冷的)物品，被称物品應該已經接近天平的溫度，为此要將它們放在天平旁的干燥器中二十分鐘。

9. 勿用手接触天平砝碼或游碼，應該用特制的有角質尖头的鑷子放置或取下砝碼。要用这种鑷子將游碼悬挂在杆鉤上或把它取下。

10. 不要弄乱砝碼，必須將每一砝碼放在專門放它的匣孔中。

11. 在整个分析过程內要用同一台天平称，同时在称量時要用同一套砝碼。

三 仪器与使用

1. 洗液的配制及仪器的洗滌。

玻璃和磁質仪器，通常用重鉻酸鉀的浓硫酸溶液洗滌。洗液的配制方法是称重鉻酸鉀或重鉻酸鋇10克，放入一个500毫升的烧杯中，加热水20毫升溶解，將烧杯放于冷水中(或用自来水冲冷烧杯外壁)冷却后，緩緩加入普通浓硫酸175毫升，貯于有塞玻璃瓶中备用。用时，傾少許于仪器中加以轉动，使洗液均匀分布于仪器內壁，放置半小时，多余的洗液仍倒回原瓶中，以少量清水冲洗后傾于預置的磁鉢內(注意第一次冲洗的液体不可倒入下水道中，以防腐蝕鉄管)，繼續洗滌数次，最后用蒸餾水冲洗之后就可应用。

假若玻璃仪器或磁質仪器上有油垢存在，可以用热肥皂水或酒精性鹼液洗滌。酒精性鹼液的配法，是用普通酒精加

在同样重量的30%的氢氧化钠或氢氧化钾溶液中即成，洗滌清洁的玻璃器皿，經蒸馏水冲洗后，水膜应均布于内壁。如水呈小球存在，通常表示尚有油腻附着，要重新洗滌。

过分肮脏的器皿，最好用硫酸和硝酸的混合液洗滌。

2. 玻璃仪器：

在化驗工作中如用的玻璃仪器，質地低劣，就会发生很大的誤差。因为劣質玻璃，易被化学溶液所浸蝕，而将杂质帶入溶液中，所以在化驗中所用的玻璃多采用化学抗蝕力特强的特制玻璃，如硅硼玻璃，及鋅硅硼質玻璃，虽然这些玻璃能够較强的抵抗化学溶液的浸蝕，但仍不能絕對避免，尤其是硷性溶液对于玻璃的浸蝕力甚大，应特別注意。

这些特別玻璃除有較强的化学抗蝕力外，还有較优的物理性質，如膨脹系数小（約 32×10^{-6} ）和軟点高。虽然如此，在玻璃仪器的使用中，仍須加倍小心，尤其不可有过激的温度变化，加热时应加放鉄絲网或石棉板，以求热力均匀，防止破裂。

3. 磁質仪器：

磁質的化学抗蝕力及物理性，都較玻璃質为好，尤其对于硷性溶液的抗蝕性，是玻璃所远不及的，所以在实验中凡是温度較高，接触時間較长的步骤如蒸发等，都用磁質器皿。但是在有些情况下，仍然不能完全避免浸蝕，所以在精密的实验中，就必须改用白金仪器。

磁質仪器一般可热至 1200°C 而没有重量的改变，但是在高温时碳酸钠等硷性物質及氟氢酸等，不可放在磁質仪器中烧灼或熔化，不然就会严重的浸蝕磁質。

4. 白金仪器：

白金仪器有玻璃和磁質所远不及的优点，如熔点很高