

水利科学技术丛书之六

人民公社的 简易土壤化验

水利科学研究院灌溉研究所編

水利电力出版社





在大跃进的1958年中，我国农业生产获得了飞跃的发展，粮食和棉花的产量都翻了一番。在去年为了实现农业生产的巨大跃进，迅速提高生产水平，全国各地先后蓬勃地开展起了群众性的水利和农业科学研究工作，进行了广泛地观测试验，取得了不少的成就。在这一年中，水利土壤改良研究工作也有了很大的进展。所有这些，在我国科学史上是空前的。在人民公社成立以后，群众性的试验研究工作更有着无比优越的条件和广阔的前途。为了适应人民公社群众性的土壤普查、土壤改良和农业试验研究工作，以及公社规划农业生产的需要，为试验研究和规划生产提供大量的科学依据，人民公社的群众性的土壤简易化验工作就被提到了一个很重要的位置。

但是土壤分析是需要有一定设备和一定操作技术的精细工作，由于目前农村中有一些具体条件的限制，设备上应力求价廉适用，因地制宜，先简后繁，并应就地取材制造一些土设备。操作方法应该在能保证质量的基础上力求简易迅速，使具有高小或初中文化程度的同志们能尽快地掌握土壤简易化验的基本技术。去年水利科学研究院灌溉研究所原阳工作组（河南省新乡专区），根据当地工作的需要，曾协助该县建立了一个简易化验室（本书最末一章中将有详细的介绍）。这个化验室的建立给我们提供了许多经验，但是，在具体工作中，颇感缺乏一本比较完善的适合农村情况的土壤简易化验工作的参考书和农民化验员的培训教材。因此，我们根据在原阳工作的体会编写了这本小册子。

在这本小册子中介绍的一些方法，一般以快速简易的方法为主，并适当地介绍了一些正规的且精度要求较高的方法，各地可根据具体情况选用。

由于时间仓促，加上水平有限，书中错误与不妥之处在所难免，我们希望人民公社的有关同志多提意见。

目 录

第一章 土壤化驗的一般常識	4
一、化驗工作中常用的術語和名詞	4
二、一般化驗器皿的使用	10
三、藥品的分級購運和保管知識	16
四、化驗工作的安全知識	17
五、樣品的采集與制备	19
第二章 土壤鹽分和水質的測定	21
一、鹽分測定的意義	22
二、土壤水浸提液的制备	22
三、全鹽量的測定	24
四、碳酸根(CO_3^{2-})及重碳酸根(HCO_3^-)的測定	27
五、氯根(Cl^-)的測定	31
六、硫酸根(SO_4^{2-})的測定	33
七、鈣、鎂(Ca^{++} 、 Mg^{++})的測定(特里隆法)	39
八、碱金屬離子(K^+ + Na^+)总量的測定	44
九、化驗結果的整理與審查	45
十、土壤鹽分速測箱簡介	48
第三章 土壤肥力的測定(速效性)	49
一、土壤肥力測定的意義	49
二、硝酸態氮的測定	50
三、氨態氮的測定	52
四、速效磷的測定	54
五、速效鉀的測定	57
六、化驗結果的處理	63
七、土壤养分速測箱簡介	63

第四章 其他項目的測定	65
一、土壤中有機質的測定(丘林法)	65
二、土壤中碳酸鈣的測定	69
三、土壤溶液及水質的酸度(PH)測定	73
四、土壤含水率的測定	74
第五章 怎樣建立人民公社或縣的簡易土壤化驗室	77
一、人民公社簡易土壤化驗室的任務	77
二、試驗室的設計與內部布置	78
三、土制設備	81
四、儀器藥品的購置	89
五、化驗室組織管理與農民化驗員的培訓	95
六、原陽縣土壤化驗室簡介	97
七、土壤鹽分及水質各項測定計算表	99
八、土壤及水質化驗成果報告表	120
九、蒸餾水的檢查及質量要求	122
附錄	122

第一章 土壤化驗的一般常識

土壤化驗工作是一个比較細致的工作，化驗人員必須具有一定的基本知識，才能掌握化驗技術，獲得滿意的結果。

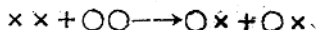
一、化驗工作中常用的術語和名詞

元素 具有一定种类的原子(詳見后述)和具有相同的化学性質的物质都叫作元素。世界上一切物质都是由这些元素組成的。到目前为止，已发现的元素有一百多种，如氧、鉀、鈉、鈣、鎂等。元素不能用普通的化学方法分解成简单物质。

分子 分子是組成物質的能独立存在的最小粒子。它們各有自己的特性，物质的性質就是由它們決定的。

原子 物质的分子在起变化时，可以再分成更小的微粒，这种微粒叫作原子。原子是参加化学变化的最小单位。

現以氯化氫为例來說明原子与分子的关系：



一个氢分子 一个氯分子 二个氯化氢分子

×代表一个氢原子；○代表一个氯原子。

原子团 二个或二个以上的不同原子結合在一起即称为原子团。这种原子团能参加各种化学反应而不分裂，如 NH_4^+ 等。

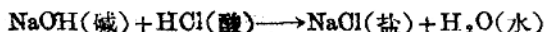
离子 带正电或負电的原子或原子团称为离子。带正

(阳)电的叫正(阳)离子,带负(阴)电的叫负(阴)离子,例如氯化钠(NaCl 食盐)在溶液中生成带正电的钠离子(Na^+)和带负电的氯离子(Cl^-)。

酸 凡是在水溶液中能生成氢离子(H^+)(而且也只生成氢离子,不生成其他阳离子的)和一种其他阴离子的物质(化合物)称为酸,它有气态(如氯化氢 HCl)、液态(如硫酸 H_2SO_4)和固态(如硼酸 H_3BO_3)等三种状态。但在水溶液中,它们都具有共同的特性。我们在化验中所用的酸实际上都是不同浓度的水溶液。

具有酸性的水溶液有如下特征:

1. 水溶液都有酸味;
2. 水溶液能使蓝色石蕊试纸变成红色,即呈酸性反应;
3. 与碱作用生成盐和水,如:



4. 所含的氢离子能被活泼的金属代出,如:



化验中常见的如盐酸(HCl)、硝酸(HNO_3)、硫酸(H_2SO_4)、磷酸(H_3PO_4)、醋酸(乙酸 CH_3COOH)等。

碱 凡是金属或其他正离子(如 NH_4^+)与氢氧根(OH^-)结合而成的化合物,并且在水溶液中能生成氢氧根(OH^-)的任何物质(化合物)都称为碱。其水溶液都具有下列几种性质:

1. 有滑腻的感觉及涩味;
2. 呈碱性反应即能使红色石蕊试纸变成蓝色;
3. 与酸作用生成盐和水;

化验中常见的如苛性钠(氢氧化钠 NaOH)、苛性钾(氢氧化钾 KOH)、氢氧化铵(NH_4OH)、氢氧化铝(AlOH_3)

等。

盐 酸与碱以一定的比例化合时，酸的氢离子便和碱的氢氧离子化合成水，而碱中的阳离子与酸根就化合成盐。它们溶于水能生成(电离)非氢离子的正离子和非氢氧离子的负离子。

如氯化钠(NaCl)、氯化铵(NH_4Cl)、碳酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$ 、重铬酸钾($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)、碳酸钠(Na_2CO_3)、高锰酸钾(KMnO_4)等。

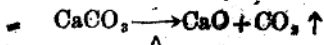
化合 二种或二种以上的物质依一定比例互相作用生成新物质的化学反应称为化合。

如：
$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

化合物 二种或二种以上的物质依一定比例化合生成的新的物质，其性质与组成它的物质的原有性质(即在单质状态时的性质)是完全不同的，但可以再用化学方法把它们分解，这种新物质就称为化合物。例如氢氧化合生成水，水就是一个化合物。

混合物 把二种或二种以上的物质(不论单质的或化合物)用机械的方法调混在一起，既不发生变化，又不失去原有单独存在时的性质，并能再用机械方法分开的物质称为混合物。例如糖溶在水中。

分解 一种物质分为二种或二种以上的性质不同的物质，叫做分解。如石灰石(碳酸钙 CaCO_3)煅烧后分解成石灰(氧化钙 CaO)和二氧化碳(CO_2)二种物质，反应如下：



中和反应 酸与碱相互作用生成盐和水的反应，称为中和反应。中和反应是一切酸和碱的特征之一。例如：



溶解 溶质在溶媒(剂)中不断扩散的过程称为溶解。

溶解度 某一溶质在一定温度和压力下, 溶解于 100 克的溶媒(剂)中的最大的量(克数)。例如在 20°C 时, 食盐 (NaCl) 在水里的溶解度是 35.9 克, 石膏 (CaSO_4) 的溶解度为 0.2 克。

溶液 各种物质(凡能溶解的)无论是固体, 液体或气体和一种液体均匀地混合成透明液状的混合物都叫作溶液。如氯化钠(NaCl)溶液、酒精溶液、二氧化碳(CO_2)溶液等。

溶媒 能溶解他种物质的液态物质叫作溶媒(剂), 例如水就是常见的溶媒之一。

溶质 凡能溶解在溶媒(剂)中的物质都称为溶质。例如氯化钠溶液中的氯化钠、酒精(乙醇)溶液中的酒精和二氧化碳溶液中的二氧化碳等。

标准溶液 制备的一定 PH 值的溶液, 如在此等溶液中加入一些强酸或强碱或加水冲淡时, 对溶液内的氢离子 (H^+) 浓度(用 PH 表示)几乎没有影响。此种能保持一定氢离子浓度(PH)的溶液就叫做缓冲溶液。一般缓冲溶液都是由弱酸与弱碱所生成的盐(如 $\text{HAc} + \text{NaAc}$)或弱碱与弱碱所生成的盐(如 $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$)组成的。

溶液浓度 是指一定重量或一定体积的溶液中所含溶质的多少, 称为该溶液的浓度。含溶质多时就称浓溶液, 含溶质少时就称稀溶液。

常用浓度表示方法有百分浓度、当量浓度、克分子浓度和 P.P.M. 等数种, 现分述如下。

1. 百分浓度: 以 100 克溶媒中所含溶质的量来表示(百分数)。例如在 100 克溶液中含有 10 克氯化钡 (BaCl_2) 就叫

10%的氯化鋇(BaCl_2)溶液(此溶液含90克水与10克 BaCl_2)。

2. 当量濃度: 当量就是元素互相化合的量, 又称化合量。

$$\text{当量} = \frac{\text{原子量}}{\text{原子价}}$$

例如已知鈉的原子量为22.997(查原子量表), 而鈉为一价, 則其当量 = $\frac{22.997}{1} = 22.997$ 。其单位以克表示就叫克当量。

当量濃度(又称規定濃度)即在一升(1,000 毫升)溶液中含有几个克当量的溶质, 一般用拉丁字母 N 表示。 $1N$ 溶液就是一公升溶液中含一个克当量的溶质。如一升中含 37 克 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 此溶液称 $1N \text{ Ca}(\text{OH})_2$ (一当量的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液)。

3. 克分子濃度: 克分子就是以克表示的化合物的分子量(各元素原子量相加), 例如 CaO 的克分子量是 $40.08 + 16 = 56.08$ 克。

克分子濃度即在 1 升溶液中含有几个克分子的溶质, 又称摩尔濃度, 一般用拉丁字母 M 表示。 $1M$ 即表示 1 升溶液中含有 1 个克分子溶质, 如一升溶液中含 74 克 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 此溶液的克分子濃度就称为一克分子($1M$) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

4. P.P.M.: 一种物质中, 含某种物质百万分之一份即称为 1 P.P.M.。例如 1 毫克/1,000 克或 1 毫克/1,000 毫升水为 1 P.P.M.; 2 毫克/1,000 克或 2 毫克/1,000 毫升水为 2 P.P.M.。

蒸发 即濃縮溶液的过程。

重量分析 根据称得化学反应物的重量来判断被测定元

素的量的定量方法叫重量分析。如用 BaSO_4 重量法测 SO_4^{2-} 时，即以 BaCl_2 沉淀 SO_4^{2-} 生成 BaSO_4 后，称出 BaSO_4 的重量，而计算出欲知 SO_4^{2-} 的含量。

容量分析 通过已知浓度的标准溶液在一定指示剂的参与下(或溶液本身有指示剂性质，而不必另加指示剂)，滴定被测溶液，再由滴定所用去的标准溶液的浓度和体积，计算出被测物质的含量的定量，这种方法即称为容量分析。按其性质主要可分为下列数种：

1. 中和法：包括用标准酸液滴定碱性物质的酸滴定法(如测定 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 时，用甲基橙作指示剂以标准 H_2SO_4 溶液滴定)和用标准碱液滴定酸性物质的碱滴定法(如用 NaOH 滴定 H_2SO_4)。

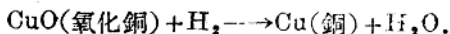
2. 氧化还原法：系用一种氧化剂的标准溶液滴定还原物质，或用还原剂的标准溶液滴定氧化物质的方法(如用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 滴定 FeSO_4)。

氧化作用是物质与氧化合的反应，如：



生成物质称为氧化物。

还原作用是指从一个物质中夺取氧的反应，如：



氧化剂即是能供给别种物质以氧的物质(如上述 CuO 和 O_2)；还原剂即是能从别的物质中夺取氧的物质(如上述 Cu 和 CO_2)。

3. 沉淀滴定法(或称饱和法)：是用一种沉淀剂的标准液，滴定被测物质而使之沉淀的方法。如测定 Cl^- 的 AgNO_3 滴定法。

4. 络合滴定法：用标准络合剂来滴定被测物质，使之生

成难解离的稳定络合物，从而测知未知物含量的方法。如用标准乙二胺四乙酸鈉滴定测定 Ca^{++} 、 Mg^{++} 的方法。

比色分析 利用被测物质与某种特定的试剂在一定条件下生成的颜色来比较颜色深度，而求得被测物含量的方法。如磷的钼蓝比色法，PH的比色法等。

二、一般化验器皿的使用

洗瓶的制作与使用

洗瓶是用于洗滌沉淀和化验器皿的，一般市面上可以买到。但也可自制(如图1)，选一500毫升的平底烧瓶或其他合适的玻璃瓶，安上合适的橡皮塞4，上面钻两个孔，插入已弯好的玻璃管(2, 3)即成。

其中2为进气管，用咀吹气洗液即自管3中射出。

容量瓶 化验工作中用以准确量取一定容量之液体，也用作配制标准溶液时定容，形如图2所示。普通用的容量瓶



图1

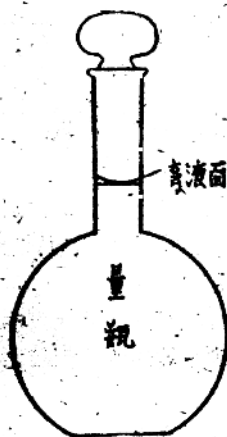


图2

規格有1,000毫升、500毫升、250毫升、200毫升、100毫升、50毫升等數種。因為瓶頸較細，並有刻度，所以用其量取液體比用量筒較為準確。

量筒(如图3)，用以粗略地量取一定體積的溶液，使用方便。其規格有1,000毫升、500毫升、250毫升、200毫升、100毫升、50毫升、25毫升、20毫升、15毫升、10毫升、5毫升等數種。

移液管(吸管) 在化驗工作中用以吸取并轉移一定容量之溶液的器皿，管中有刻度標志。一般規格有100毫升、50毫升、25毫升、10毫升、5毫升、2毫升、1毫升等數種，形狀如图4所示。使用時先拿好移液管，將其插入溶液中用咀吸，使溶液面稍超過刻度，按圖5所示的拿法，用中指與拇指轉動移液管，使液面降至刻度，再移至另一容器中，鬆開食指，讓溶液自由流出，最後將尖嘴觸

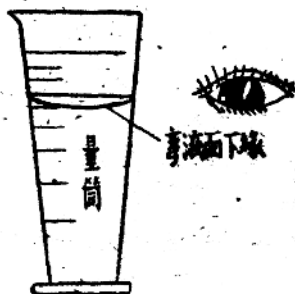


图3



图4

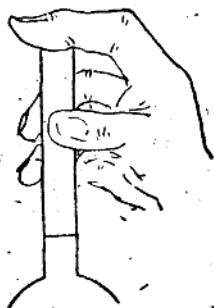


图 5

器壁，稍停片刻，此时一定注意不允许用嘴吹出吸管中剩余的溶液。

滴定管 - 滴定管是容量分析的主要工具，用它来精确地量出所消耗标准溶液的体积（见图 6）。一般有 50 毫升、25 毫升、10 毫升、5 毫升等规格，并有无色与棕色滴定管之分，视用途不同而选择。滴定管有两类：一类为玻璃管，用于装一般溶液和酸性溶液，故又称酸管；一类为安橡皮嘴的滴定管，用于装碱性溶液，故又称碱管。使用时先检查开关是否漏水和灵活，否则需取下玻璃管涂少许凡士林安上旋转，使其润滑、密合，以便在滴定时掌握自如。滴定管拿法见图 7。



图 6

以上量瓶、量筒、吸管、滴定管等在取溶液时，读取读数都以液面凹弯月面底部为准。

鋪濾紙的技术

首先根据沉淀顆粒的大小选择不同规格的滤紙(如中孔、細孔、定性、定量等)。折迭滤紙时,先将滤紙对折(如图8,甲),然后再对折(如图8,乙),撕角(如图8,丙),再将滤紙用手展开,折呈錐形(如图8,丁)。把滤紙放入漏斗中,看是否合适,如不合适需調整折

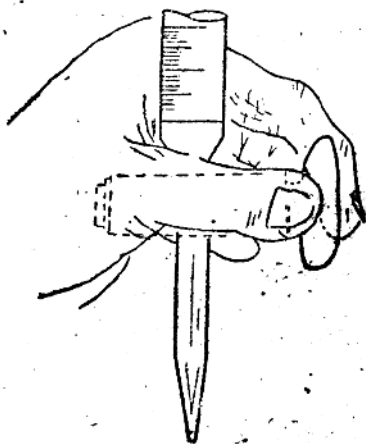
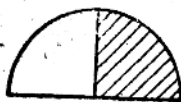
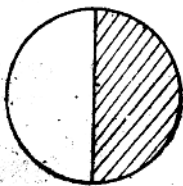


图7

乙再对折



甲对折



丙撕角



丁展开



图8

选角度。滤纸边缘最好比漏斗稍低，以免沉淀损失。

酒精灯的制作与应用

酒精灯是用来加热或灼烧的，市面上有出售的，但也可自制，制作方法甚为简便。可选一有金属盖的小玻璃瓶（墨水瓶亦可），盖上穿一孔，装上棉纱灯芯和酒精即可应用。

天平的称量技术与称量规则

天平的种类很多，一般化验室中常用的有粗天平（工业天平，准确度为0.1克或0.01克）和分析天平（准确度为0.0001克）两类。

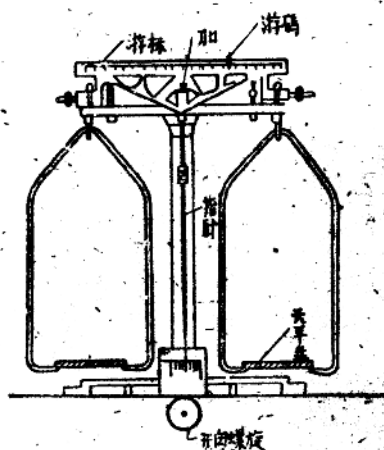


图9

天平是化验中不可缺少的仪器之一，也是比较贵重和容易受损坏的仪器，需要小心养护。

天平应放于不太冷、不太热、又比较干燥的地方。桌子要平稳不易震动，来往行人少和避免阳光直接照射。天平内要用一小烧杯放干燥剂（ CaCl_2 ，矽胶等）用来防潮，天平外面应有深色布缝制的布套防尘防光。

可按下列步骤使用天平：

1. 首先检查一下天平所有零件及砝码等是否完整，开关是否灵活。
2. 旋开升降枢后，观察指针向左右摆动情况，到最后

是否停于零点上。如果不在零点上，則应小心地調节“零点調整螺旋”，使指針摆动后能停在零点。校正准确后才可开始称量。

3. 将称量物放在左盘上；在右盘上加砝碼，先加大致相等的大砝碼，根据天平摆动情况再增减小砝碼，直到相差在10毫克以下时，关上天平門，用游碼鈎移动游碼，等待指針左右偏摆刻度相同时，完成称量手續，記下讀数。分析天平需称到和記錄到小数点后面第四位，如2.8467克。

称量的規則

1. 絕不可使天平負載的重量超过限度。
2. 絕不可把热的或冷的物体放在天平盘上。称量物必須先涼一下，待与天平温度一致时再称，否則会影响其准确度。
3. 称量前必須校对零点和观察整个天平是否水平。
4. 在物体放上天平盤上以前必須檢查盤上是否有污垢。
5. 放、取物体或砝碼时应把天平梁完全托住，以免损坏天平刀口。
6. 旋轉升降樞要輕、慢，防止损坏天平刀口。
7. 物体或砝碼要尽可能地放于天平盘的中央，防止厉害摆动，磨損天平刀口，影响称重准确度。
8. 必須用鑷子放、取砝碼，不得用手。
9. 关好天平門后才能观察指針摆动情况(开始两次不算)和記錄讀数。否則呼吸和气流都会影响称重結果。
10. 砝碼放入砝碼盒中指定的位置，不可乱放，以防砝碼丢失或称錯。
11. 根据砝碼盒中的空格来計算称重結果，在取回砝碼时再作一次校对，以免記錄錯誤。

12. 称量完毕后应检查天平梁是否托住,“門”是否已經美好,砝碼是否已完全取下有无丢失。

13. 每一个分析或一組互相有关的分析应该用同一架天平和同一套砝碼,这样可以抵消称量誤差。

14. 天平应設专人保管。

三、药品的分級購運和保管知識

药品規格(分級)

試剂(药品)的分級标准較多,是根据試剂的純度(含杂质质量多少)为标准划分的。至于选用那一級規格的試剂,完全取决于工作的需要(按照操作規程所要求的使用)。一般常用的是化学純(C.P.或三級品純Pure),有时配製一些标准溶液需要用更純的試剂如分析純(A.R.二級品)。

我們国家过去习惯上的分級是用英、美的标准,与苏联国家标准(ГОСТ)和我們国家“統一全国化学試剂质量标准方案(草案)”都不一致,現將各种分級标准介紹如下,位于同一纵行的純度規格是一样的。現在市售药品大部分是北京化学試剂厂的产品,故亦將該厂現行等級附于下表。

國定全苏标准 ГОСТ	化学純 X.P.(一級)	分析純 A.R.(二級)	純 P.(三級)	
我國习惯用的等級		分析純 A.R.	化学純 C.P.	化学用 L.R.
統一全国化学試剂 質量标准方案 (草案)	一級品	二級品	三級品	四級品
北京化学試剂厂現 行等級	一級品 保證試剂G.R.	二級品 分析純A.R.	三級品 純pure	四級品 化学用L.R.

北京化学試剂厂的产品,在瓶簽上印有規格,并区分以不同的顏色: