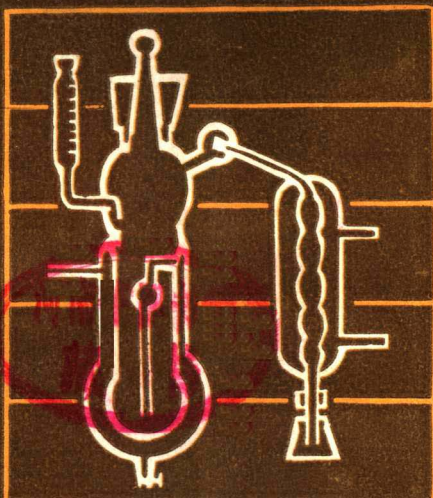


# 农业化学分析

Nongye  
huaxue  
fenxi



赵铁男主编

黑龙江人民出版社

# 农业化学分析

赵铁男 主编

黑龙江人民出版社

1980年·哈尔滨

封面设计：田甲

## 农业化学分析

赵铁男 主编

---

黑龙江人民出版社出版

(哈尔滨市道里森林街 14-5 号)

齐齐哈尔第一印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 1/32·印张 8 14/16·字数 189,000

1980 年 9 月第 1 版

1980 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—2,350

---

统一书号：16093·111

定价：0.93 元

## 编 者 的 话

农业化学分析，是农业科学研究工作的重要手段。当前我省广大农村社、队，国营农场和农业科研单位，为了进行土壤普查，研究土壤的物理性质，测定土壤肥力，创造丰产土壤类型，培育早熟、高产、质佳的优良品种，摸清农业生产规律，迫切要求掌握和提高农业化学分析技术。为此，结合我省具体情况，吸收了兄弟省市的一些经验，在总结我室二十年来农业化学分析工作的基础上，参考有关文献和资料，编写成《农业化学分析》一书。供农业战线从事农业化学分析的同志们参阅。

本书主要内容有：土壤、有机肥料、化学肥料、植株营养和种子品质分析，以及土壤物理性质的测定、作物与土壤营养诊断等。为帮助国营农场、人民公社建立简易化验室，还编写了农化分析基本知识一章。全书力图简单、易懂，便于掌握。

参加本书编写的同志有：赵铁男、郑云兰、孟广勤、张钦海、刘绍琮、李惠、崔瑛、张汝英、王亚兰、刘敏学等同志，全书由赵铁男同志主编。

由于我们水平有限，经验不足，编写的时间仓促，错误不当之处难免。望读者批评指正。

编 者

一九七九年二月

# 目 录

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 第一章 土壤分析 .....                                      | 1  |
| 一、土壤样本的采集、风干和保管 .....                               | 1  |
| (一) 土壤样本的采集 .....                                   | 1  |
| (二) 土壤样本的风干和保管 .....                                | 3  |
| 二、土壤水分的测定 .....                                     | 4  |
| 三、土壤 pH 值的测定 .....                                  | 5  |
| 四、土壤全氮量的测定 .....                                    | 9  |
| 五、土壤水解氮的测定 .....                                    | 15 |
| (一) 水解氮的测定 (丘林法) .....                              | 16 |
| (二) 水解氮的测定 (碱解法) .....                              | 18 |
| 六、土壤铵态氮及硝态氮的测定 .....                                | 19 |
| (一) 土壤铵态氮及硝态氮的测定<br>(德瓦达氏合金还原法) .....               | 20 |
| (二) 土壤铵态氮及硝态氮总量的测定<br>(锌—硫酸亚铁蒸馏法) .....             | 22 |
| 七、土壤全磷量的测定 .....                                    | 23 |
| 八、土壤速效磷的测定 .....                                    | 26 |
| (一) 中性、微酸性土壤速效磷的测定 .....                            | 27 |
| (二) 石灰性土壤有效磷的测定 .....                               | 28 |
| (三) 水稻土有效磷的测定 .....                                 | 30 |
| 九、土壤全钾量的测定 .....                                    | 33 |
| 十、土壤速效钾的测定 .....                                    | 36 |
| 十一、土壤有机质的测定 .....                                   | 39 |
| 十二、土壤水溶性盐的测定 .....                                  | 43 |
| (一) $\text{CO}_3^{2-}$ 及 $\text{HCO}_3^-$ 的测定 ..... | 43 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| (二) $\text{Cl}^-$ 的测定                            | 46 |
| (三) $\text{SO}_4^{2-}$ 的测定                       | 47 |
| (四) $\text{Ca}^{++}$ 和 $\text{Mg}^{++}$ 的测定      | 50 |
| (五) 水溶性 $\text{K}^+$ 的测定                         | 53 |
| 1. 水溶性钾的测定 (四苯硼钠比浊法)                             | 53 |
| 2. 水溶性 $\text{K}^+$ 及 $\text{Na}^+$ 的测定 (火焰光度计法) | 54 |
| 十三、土壤代换量的测定                                      | 56 |
| (一) 非石灰性土壤代换量的测定                                 | 56 |
| (二) 碳酸盐土壤代换量的测定                                  | 60 |
| 十四、土壤代换性钠的测定                                     | 63 |
| 十五、土壤有效硼的测定                                      | 65 |
| 十六、土壤有效铝的测定                                      | 67 |
| 第二章 有机肥料分析                                       | 71 |
| 一、有机肥料样本采集和处理                                    | 71 |
| 二、有机肥料全氮量的测定                                     | 71 |
| 三、有机肥料全磷量的测定                                     | 73 |
| 四、有机肥料全钾量的测定                                     | 73 |
| 五、腐植酸肥料的测定                                       | 76 |
| (一) 总腐植酸的测定 (容量法)                                | 76 |
| (二) 游离腐植酸的测定                                     | 79 |
| (三) 腐植酸的速测法                                      | 80 |
| 第三章 化学肥料分析                                       | 82 |
| 一、化学肥料样本采集与处理                                    | 82 |
| 二、化学肥料全氮量的测定                                     | 82 |
| (一) 铵态氮肥的测定                                      | 82 |
| (二) 氨水的快速测定                                      | 83 |
| (三) 硝态氮肥的测定                                      | 84 |
| (四) 酰胺态氮肥的测定                                     | 85 |
| (五) 氰氨态氮肥的测定                                     | 86 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 三、化学肥料全磷量的测定            | 87  |
| 四、磷矿粉中有效磷的测定            | 90  |
| 五、过磷酸钙中水溶性磷的测定          | 91  |
| 六、尿素中缩二脲的测定             | 92  |
| 七、化学肥料全钾的测定             | 94  |
| 第四章 植株分析                | 96  |
| 一、植株样本的采集和处理            | 96  |
| 二、植株全氮量的测定              | 96  |
| 三、植株全磷量的测定              | 98  |
| 四、植株全钾量的测定              | 100 |
| 五、植株可溶性糖的测定             | 103 |
| (一) 还原糖的测定              | 105 |
| (二) 蔗糖的测定               | 108 |
| 六、植株淀粉的测定               | 111 |
| 七、植株尿囊素态氮的测定            | 113 |
| 第五章 种子品质分析              | 117 |
| 一、种子总灰分的测定              | 117 |
| 二、谷类、油料作物种子水分的测定        | 119 |
| (一) 种子水分的测定 (105°C 烘干法) | 119 |
| (二) 种子水分的测定 (130°C 烘干法) | 121 |
| (三) 高水分种子的水分测定          | 121 |
| 三、谷类、豆类种子粗蛋白质的测定        | 123 |
| 四、种子粗脂肪的测定              | 127 |
| (一) 大豆含油量的快速测定 (浸泡法)    | 128 |
| (二) 大豆含油量的快速测定 (碱化法)    | 130 |
| (三) 大豆含油量的测定 (油重法)      | 132 |
| (四) 大豆含油量的测定 (残余法)      | 133 |
| 五、种子淀粉的测定               | 136 |
| 六、种子赖氨酸的测定              | 141 |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| (一) 种子赖氨酸的快速测定 (茚三酮染色法) .....         | 141        |
| (二) 种子赖氨酸的测定 (茚三酮比色法) .....           | 142        |
| (三) 种子赖氨酸的测定 (2-氯-3,5-二硝基吡啶比色法) ..... | 146        |
| 七、种子色氨酸的测定 .....                      | 151        |
| 八、种子丹宁的测定 .....                       | 155        |
| <b>第六章 土壤物理性质分析</b> .....             | <b>158</b> |
| 一、土壤容重的测定 .....                       | 158        |
| 二、土壤比重的测定 .....                       | 180        |
| 三、土壤总孔隙度和土壤空气的计算 .....                | 163        |
| (一) 土壤总孔隙度的计算 .....                   | 163        |
| (二) 土壤空气的计算 .....                     | 164        |
| 四、土壤团粒结构的测定 .....                     | 164        |
| (一) 土壤团粒结构的测定 (人工筛分法) .....           | 165        |
| (二) 土壤团粒结构的测定 (机械筛分法) .....           | 167        |
| 五、土壤透水性的测定 .....                      | 168        |
| 六、土壤机械组成的测定 .....                     | 169        |
| <b>第七章 作物与土壤营养诊断</b> .....            | <b>174</b> |
| 一、作物营养诊断 .....                        | 174        |
| (一) 作物样本的采集 .....                     | 174        |
| (二) 作物硝态氮的速测 .....                    | 177        |
| (三) 水稻体内氮素的速测 .....                   | 179        |
| (四) 作物体内磷素的速测 .....                   | 180        |
| (五) 作物体内钾素的速测 .....                   | 182        |
| 二、土壤营养诊断 .....                        | 185        |
| (一) 土壤含水量的速测 .....                    | 185        |
| (二) 土壤酸碱度的速测 .....                    | 186        |
| (三) 土壤硝态氮的速测 .....                    | 187        |
| (四) 土壤铵态氮的速测 .....                    | 189        |
| (五) 土壤水解性氮的速测 (之一) .....              | 192        |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| (六) 土壤水解性氮的速测 (之二) .....  | 194 |
| (七) 非石灰性土壤速效磷的速测 .....    | 195 |
| (八) 石灰性、中性土壤速效磷的速测 .....  | 197 |
| (九) 土壤速效钾的速测 .....        | 199 |
| (十) 土壤有机质的速测 .....        | 201 |
| <b>第八章 农化分析基本知识</b> ..... | 204 |
| 一、几个基本概念 .....            | 204 |
| 二、溶液的浓度 .....             | 205 |
| 三、容量分析计算 .....            | 207 |
| 四、标准溶液的配制 .....           | 209 |
| (一) 碱性标准溶液的制备 .....       | 209 |
| (二) 酸性标准溶液的制备 .....       | 210 |
| (三) 氧化、还原剂标准溶液的制备 .....   | 212 |
| 五、pH 值与计算 .....           | 214 |
| 六、化学试剂 .....              | 217 |
| (一) 化学试剂包装 .....          | 218 |
| (二) 化学试剂取用 .....          | 219 |
| (三) 化学试剂贮藏 .....          | 219 |
| 七、玻璃仪器 .....              | 220 |
| (一) 几种玻璃仪器的使用 .....       | 220 |
| (二) 玻璃仪器的洗涤 .....         | 227 |
| 八、分析天平 .....              | 228 |
| (一) 天平的种类 .....           | 228 |
| (二) 天平砝码 .....            | 228 |
| (三) 天平灵敏度 .....           | 231 |
| (四) 天平的使用 .....           | 231 |
| (五) 天平室管理制度 .....         | 232 |
| 九、常用仪器的使用及维护 .....        | 233 |
| (一) 72 型分光光度计 .....       | 233 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| (二) 581-G 光电比色计故障及其维护 | 238 |
| (三) pH 计的一般故障及其产生原因   | 240 |
| 十、化验室工作制度             | 243 |
| 十一、安全制度               | 243 |
| (一) 用电及电仪器            | 243 |
| (二) 药品                | 244 |
| 十二、化验室事故与急救措施         | 245 |
| 附 表                   | 247 |
| 一、主要化学肥料的组成及其成分       | 247 |
| 二、常用基准试剂的称量和处理方法      | 248 |
| 三、普通浓酸、浓碱试剂的浓度及比重表    | 249 |
| 四、酸、碱、盐溶液的配制          | 250 |
| 五、常用的指示剂及其配制          | 252 |
| 六、土壤分析实验室的仪器及试剂       | 254 |
| 七、标准筛孔对照表             | 265 |
| 八、葡萄糖换算表              | 266 |

# 第一章 土壤分析

## 一、土壤样本的采集、风干和保管

### (一) 土壤样本的采集

土壤样本的采集，是土壤分析工作中的一个重要环节，是关系分析结果是否正确的先决条件。由于采样产生的误差，比分析过程中引入的误差大的多。因此，采取土壤样本时，要全面综合土壤肥力状况，照顾地势分布，按着农业生产和科学试验的要求，应用不同的采样方法，严格遵守采样规则，采取具有代表性的样本。

试验目的不同，采样要求不一样。

为了解土壤肥力状况，拟定作物的施肥方案，农田基本建设规划或土壤改良措施等，一般应多点采样，样点不可过于集中或分散，不取地块边缘和粪堆底子的土样。

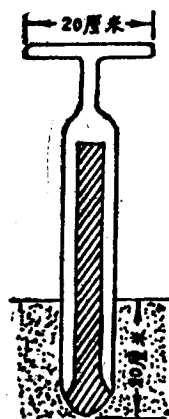
为了寻找作物生长失常的土壤原因(障碍因子)，要尽量根据作物的生长情况，按不同类型，分别采样，单独测定，以保持各自的典型性。

采样时间，随测定目的决定。在作物生长过程中，出现某种不正常症状，进行土壤化学测定时，应随时采样，随时测定。为制订施肥方案，进行土壤养分测定时，必须在作物种植前，即前茬作物收割后，后茬作物的肥料还未施用的时候，进行样本的采集。

#### 【采样方法】

一般分单样采取法和混合样采取法两种。

土壤单样采取法，可用采土钻（图 1）或筒锹，如用筒锹可取耕层 1 寸左右厚度的垂直土壤薄片，然后用刀切去两



边，中间只留 1 寸宽的长条，做为一个单样（约 1 两左右）。采样深度，一般以耕层 20 厘米左右为宜。也有根据科学研究需要分层取样的，以 0~10 厘米、10~20 厘米及 20~30 厘米各为一层，分层取之。土壤剖面土样的采取，可随土壤自然层次确定。

土壤混合样采取法，就是土壤样本是由几个或数个土壤单样均匀混合而成。其采样方法，有十字采样法、棋盘式采样法和蛇形采样法三种：

图 1 采土钻

十字取样法，又称对角线取样法。

这种方法适宜面积小，肥力均匀，地势平坦的地块，取土壤单样 10 点左右即可（图 2-A）。

棋盘式取样法，适宜面积中等，地势平坦，肥力较均的地块，取样点 15 点以上（图 2-B）。

蛇形取样法，适宜面积较大，肥力不均，地势不平坦的地块。取样时，每隔 10~20 步取单样一个，每个样本由 15~30 个适当分布的样点混合而成（图 2-C）。

混合的方法，是把取出的数点单样土壤，放在塑料布或牛皮纸上，把大块捣碎，混合均匀，并挑出秸秆和石块，平铺成方形，划两条对角线，取对面两块，其余弃之（图 3）。以上操作反复进行，一直达到所需用量（1 公斤左右）为止。如分析项目少，可适当减少，但不可少于 0.25 公斤。然后装

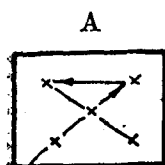


图 2-A 对角线采样法

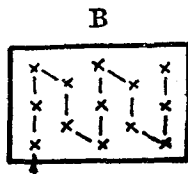


图 2-B 棋盘式采样法

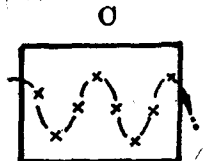


图 2-C 蛇形采样法

注：图中线条代表取样路线，X 代表采样点。

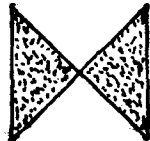
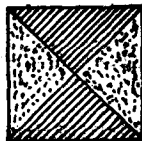
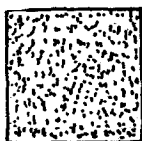


图 3 土量的选取

入布袋里，注明采集地点和时间，进行编号登记。编号卡片一式两份，内装一份，袋口上拴一份，送交化验室。

## (二) 土壤样本的风干和保管

从野外采回的土壤，送到化验室后，除了田间水分、硝态氮 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、氨态氮 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )、亚铁 ( $\text{Fe}^{++}$ ) 等项目用新鲜土样直接测定外，其余分析项目的土样，应立即放在塑料布、牛皮纸或晾晒盘上薄薄摊开，在通风避光处进行风干。

将风干后的样本，根据分析要求的精确度和分析方法，确定样本的粉碎程度，要求的精确度愈高，粉碎的应愈细，一般可按表 1 标准粉碎。

**表 1 各分析项目所需土壤样本粉碎程度**

| 分 析 项 目 | 处 理          |
|---------|--------------|
| 全 N, P  | 60 号筛        |
| 全 K     | 100 号筛       |
| 速效养分    | 搓碎挑除草根等混匀    |
| 代换量水解酸  | 20 号筛        |
| 有机质腐植酸  | 挑除草根通过 60 号筛 |

## 二、土壤水分的测定

土壤含水量是影响土壤肥力的一个重要因素，是作物生活的基本条件。及时掌握土壤水分的含量及其变化规律，人为地调节土壤水分的供给能力，是提高农作物产量的重要措施之一。

### 【方法选择】

目前测定土壤含水量方法，有烘干法、红外线法、酒精燃烧法等多种。其中以烘干法需要设备简单，应用广泛，测定结果稳定、准确，为目前多种分析法中的经典法。

### 【方法原理】

把被测土壤，放入 105℃ 烘箱中烘干，用烘干前后重量之差，计算土壤含水量。

### 【测定步骤】

在取样以前，先将干净的铝盒或称量瓶，置于 105~110℃ 烘箱中，烘干 2 小时，取出放入干燥器中，冷至室温称重。此操作反复进行，直至恒重为止（即两次相差，绝对重量不

得超过 1 毫克)。此铝盒或称量瓶，应事先编好号码，以备使用。

用分析天平精确称出充分混合好的土样 4~5 克，置于 105~110℃ 烘箱中烘 6 小时，加盖后取出放入干燥器中，冷却至室温（约 25~30 分钟），立即称重，如此再进行烘干 2 小时，冷却，称重，直到两次称重绝对误差，小于 3 毫克时为止。

### 【结果计算】

#### ① 土壤的水分百分数

$$\text{水分}(\%) = -\frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100$$

式中： $W_1$ ：铝盒或称量瓶重

$W_2$ ：铝盒（或称量瓶）重 + 风干土样重

$W_3$ ：铝盒（或称量瓶）重 + 烘至恒重的土样重

#### ② 水分系数：即为将风干土样换算成烘干土样的计算系数

$$\text{水分系数} = \frac{100}{100 - \text{水分的百分含量}}$$

举例：土样中含 5% 的水分，则水分系数

$$\text{为：} \frac{100}{100 - 5} = \frac{100}{95} = 1.052$$

## 三、土壤 pH 值的测定

土壤 pH 值，就是土壤酸碱度，是衡量土壤肥沃程度的一个极为重要的化学指标，它与土壤的物理性质和各种养分的有效性关系极大。土壤 pH 在 6.5~7.0 时，微生物活动最

为旺盛，速效养分的含量也高。pH 低于 5 时，微生物的活动受到限制，速效养分的释放也就受到了阻碍。我省黑土地地区土壤酸碱度，多数在 6.5~7.0 之间，盐碱土地地区多在 8.0~9.5 范围之内，及时掌握土壤 pH 值状况及其变化规律，对改良盐碱地，因地种植，因土施肥，有重要意义。

### 【方法选择】

土壤 pH 的测定方法，从混合指示剂的比色法开始，继而使用了氢电极、醌氢醌电极和锑电极等电位测定，其中以玻璃电极电位法应用普遍。此法简单，速度快，可从仪器的表头直接读取 pH 数值。

### 【方法原理】

用水溶液或盐溶液 (INKOL)，提取土壤中水溶性或代换性的氢离子，应用指示电极和参比电极测定该溶液的电位差，根据电位差计算出氢离子活度或 pH 值。

### 【试剂配制】

① pH4.01 缓冲液：称取 105℃ 烘干的苯二甲酸氢钾 ( $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ) 10.21 克，用无  $\text{CO}_2$  蒸馏水定容至 1 升。

② pH6.81 缓冲液：称取 105℃ 烘干的磷酸二氢钾 ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 4.539 克和磷酸氢二钠 ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 5.938 克，溶于无  $\text{CO}_2$  蒸馏水中，定容至 1 升。

③ pH9.2 缓冲液：称硼砂 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 3.81 克，溶于 1000 毫升无  $\text{CO}_2$  蒸馏水中。

④ 1N 氯化钾 (KCl) 溶液：用 1/10 天平称取 74.6 克 KCl，溶于 400~500 毫升蒸馏水中，用 10% 氢氧化钾 (KOH) 或盐酸 (HCl) 调节 pH 至 5.5~6.0 之间，而后稀释至 1 升。

### 【测定步骤】

称取通过 20 筛孔的风干土 5 克，放入 50 毫升小烧杯

中，加入蒸馏水（或 KOI）25 毫升（如果为盐碱土，称土 15~20 克，加蒸馏水 15~20 毫升），间歇地搅拌 30 分钟，静置平衡 30 分钟后，用 pH 计测定。具体测定方法如下：

①接通电源，预热 5 分钟。

②将指示电极—玻璃电极和参比电极—甘汞电极插入已知 pH 值的标准缓冲液中（酸性用 4.01，中性或石灰性土壤用 6.81），轻轻摇动，使之均匀。

③将温度补偿钮调节至与杯内缓冲液同一温度。

④将选择开关扭至 pH 处，范围开关扭至 7~0 位置，或 7~14 位置（由土壤酸度而定），读电表的相应刻度。

⑤旋转零点调节器，使电表指针在 7 处。

⑥按下读数按钮，并略预转动，使其固定在按下的位置。转动定位调节器，使电表读数恰为所用标准缓冲液的 pH 值（需用两个缓冲液同时校正，直至两个缓冲液值与指针值符合为止）。

⑦放开读数按钮，电表指针应恢复至 7 处，否则应重复 5、6、7 三步骤，直至指针分别与缓冲液 pH 值及 7 符合为止。此后应把定位器固定起来不再变动。

⑧取出电极、用蒸馏水充分洗后，再用滤纸轻轻吸去水分。然后把电极插入待测溶液中，轻轻摇动烧杯，使待测液和电极密切相接。这时务须加倍注意，稍疏忽即会将玻璃电极碰破。

⑨未知液温度应和缓冲液相同，如不同，则将温度补偿器改指在未知液的温度处。

⑩让电极和待测液接触 2~3 分钟后，按下读数按钮（注意按下前，指针应在 7 处，否则用零点调节器调到 7 处），这时电表所指读数即系未知溶液的 pH 值。如指针指到 pH 范