

新疆土壤分析



新疆人民出版社

新疆土壤分析

中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所 李培清编著

新疆人民出版社

新疆土壤分析

中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所 李培清编著

新疆人民出版社出版

(乌鲁木齐市解放路306号)

新疆新华书店发行 甘肃酒泉印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 8.125印张 150千字

1982年6月第1版 1983年6月第1次印刷

印数: 1—3,000

统一书号: 13098·28 定价: 0.85元

前 言

农业是国民经济的基础，土壤是农业生产的条件，而土壤分析是研究土壤基本理化特征的重要手段。对土壤进行理化分析，把各种土壤的特征用分析数据表示出来，可以为进一步认识、评价、改良和利用土壤提供科学依据。

在农业生产中进行土壤分析，对摸清土壤性质与肥力特性，实行因土施肥、因土排灌、因土耕作、因土种植和因土改良，有着十分密切的关系。

新疆属于典型的干旱荒漠区，土壤中含有大量的可溶性盐分和石灰；南北疆还有碱化土和碱土。因此，如何按照这些不同土壤的特点，采取切实可行的科学方法进行测定与分析，就是一个需要从理论和实践上认真加以解决的问题。

近几年来，全疆各地先后开展了土壤普查和农业区域规划；同时，为了实现科学种田，也必须开展土壤分析工作。现在，不少基层科研、生产单位和国营农场，已经恢复和新建了土壤研究机构，充实了技术人员，开展了业务工作。当前的问题是，大家迫切希望能建立一套适合新疆情况的土壤分析方法。

为了适应这一需要，作者以新疆生物土壤沙漠研究所分析室所编的《土壤分析操作规程》为基础，根据自己多年来的实践与体会，学习前人的有益经验，写成《新疆土壤分析》这本中级应用技术读物，期以能对建立比较完整的新疆土壤分析方法有所帮助。这本书的读者对象，主要是基层生

产、科研单位和国营农牧场土壤分析室的技术人员、化验员，也可供从事土壤科学研究和土壤普查工作的同志参考。

本书在编写过程中，得到了新疆生物土壤沙漠研究所各级领导的支持与鼓励。初稿完成后曾两次请新疆八一农学院常直海副教授在百忙中审阅，並承高明珠、姜金汉、张累德等同志分别审核了全稿，对书稿提出了许多宝贵意见。书中插图请张荣生同志绘制。在此谨向为本书出版付出辛勤劳动的同志，致以衷心的感谢。

编著者

1981年12月

目 录

第一章 土壤常规分析的基本知识	(1)
一、土壤分析用的蒸馏水、试剂和器皿	(1)
(一) 蒸馏水的制备与检查	(1)
(二) 试剂的选择与保存	(2)
(三) 器皿的选择与洗涤	(3)
二、土壤化学分析的准确度和精密度	(5)
(一) 误差及其来源	(5)
(二) 误差的减少	(6)
(三) 准确度和精密度	(6)
(四) 常量分析与微量分析允许的误差范围	(8)
三、土壤样品的采集与制备	(10)
(一) 土壤样品的采集	(10)
(二) 土壤样品的制备	(11)
第二章 土壤可溶性盐的测定	(13)
一、概述	(13)
二、土壤水浸出液的制备	(14)
三、土壤总盐量的测定	(17)
(一) 残渣烘干法	(17)
(二) 电导法	(18)
四、碳酸根和重碳酸根离子的测定	(23)
五、氯离子的测定	(27)
六、硫酸根 (SO_4^{2-}) 离子的测定	(29)
(一) 重量法	(29)
(二) EDTA容量法	(31)
(三) 硫酸钡比浊法	(33)

(四) 盐酸联苯胺法.....	(35)
七、钙、镁含量和钙的测定.....	(37)
八、钾(K^+)、钠(Na^+)的测定.....	(40)
(一) 差数计算法.....	(40)
(二) 火焰光度计测定 K^+ 、 Na^+	(41)
九、分析结果的整理与表示法.....	(42)
第三章 土壤肥力分析.....	(45)
一、土壤有机质的测定.....	(45)
二、土壤腐殖质组成的测定.....	(50)
三、土壤全氮的测定.....	(55)
(一) 重铬酸钾—硫酸法.....	(55)
(二) 高氯酸—硫酸消化法	(58)
四、土壤速效氮的测定.....	(61)
(一) 蒸馏法.....	(61)
(二) 碱解法.....	(62)
五、土壤硝酸态氮的测定(酚二磺酸法)	(64)
六、土壤铵态氮的测定.....	(67)
七、土壤全磷的测定.....	(68)
(一) 高温熔烧, 三酸消煮法.....	(69)
(二) 过氯酸—硫酸消煮法.....	(71)
(三) 氢氧化钠碱熔法.....	(74)
八、土壤速效磷的测定.....	(77)
九、土壤全钾的测定.....	(79)
(一) 碳酸钙—氯化铵熔融法.....	(81)
(二) 火焰光度计法.....	(83)
(三) 钾离子选择性电极法.....	(84)
十、土壤速效钾的测定.....	(86)
第四章 石灰性土壤代换性能与酸碱度(pH)的测定	
.....	(90)
一、代换性总量的测定.....	(90)

二、代换性钠的测定	(94)
三、土壤碱化度的计算	(97)
四、代换性钙、镁的测定	(97)
五、土壤酸碱度 (pH) 的测定	(100)
(一) 电位测定法	(102)
(二) 比色法	(103)
第五章 土壤中石灰、石膏、碳酸镁和亚铁的测定	(106)
一、土壤中石灰的测定	(106)
(一) 蒸馏法	(106)
(二) 简易测定石灰含量的方法	(108)
二、土壤中石膏的测定	(108)
三、土壤中石膏需要量的测定	(111)
四、碳酸钙与碳酸镁的混合测定	(113)
五、土壤 (水稻土) 中亚铁的测定	(115)
第六章 土壤物理分析	(117)
一、土壤水分的测定	(117)
(一) 烘干法	(117)
(二) 红外线法	(118)
(三) 电导仪测定土壤水分	(118)
二、土壤机械组成的测定	(120)
(一) 土壤的机械组成及其特性	(120)
(二) 土壤颗粒成分和颗粒组成的分类	(121)
(三) 颗粒组成的测定	(121)
三、土壤团聚体组成的测定	(140)
(一) 概述	(140)
(二) 测定方法—H·N 萨维诺夫法	(141)
四、土壤微团聚体的测定	(144)
五、土壤容重的测定	(147)
六、土壤比重的测定	(148)

七、土壤毛管水、饱和水的测定	(151)
(一) 土壤毛管水的测定	(151)
(二) 土壤饱和水的测定	(152)
八、土壤总孔隙度、毛管孔隙及非毛管孔隙的测定	(152)
第七章 土壤及作物的养分诊断	(155)
一、土壤和作物营养情况概述	(155)
二、土壤化学诊断速测法	(159)
(一) 土样的采集和处理	(159)
(二) 土壤含水量速测法	(161)
(三) 土壤酸碱度 (pH 值) 的速测	(163)
(四) 土壤有机质的速测	(164)
(五) 土壤硝酸态氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 的速测	(166)
(六) 土壤铵态氮 ($\text{NH}_4\text{-N}$) 的速测	(167)
(七) 土壤速效磷的速测	(168)
(八) 土壤速效钾的速测	(168)
(九) 土壤养分速测所需试剂及配制	(168)
三、作物的化学诊断速测法	(170)
(一) 汁液的浸提与速测	(172)
(二) 植株压榨汁液的速测	(175)
(三) 试剂配制	(175)
四、以产定肥, 确定施肥量计算	(176)
第八章 土壤分析常用试剂	(186)
一、溶液浓度的表示方法	(186)
(一) 比例浓度	(186)
(二) 百分浓度	(186)
(三) 克分子浓度 (摩尔浓度 M)	(187)
(四) 当量浓度 (N)	(187)
(五) 滴定度	(187)
(六) ppm (百万分浓度)	(188)

(七) ppb (r)	(188)
二、标准溶液的计算、配制与标定	(188)
(一) 酸、碱、盐标准溶液的计算、配制与标定 ...	(188)
(二) 氧化还原标准溶液的计算、配制与标定	(190)
三、缓冲溶液的作用、原理与计算	(195)
附 录	(204)
一、几种洗涤液的配制法	(204)
二、化验室急救措施	(204)
三、化验室规则和须知	(206)
四、分析化验主要用表	(207)

第一章 土壤常规分析的基本知识

一、土壤分析用的蒸馏水、试剂和器皿

(一) 蒸馏水的制备与检查

1. 蒸馏水的制备

分析工作中需用蒸馏水的量很大，它用于各种试剂的配制和各种器皿的洗涤；它的质量对分析结果的准确与否影响较大，因此，必须注意节约、水质检查和正确保存，勿使受器皿和空气的污染。必要时还需装苏打-石灰管防止二氧化碳溶解沾污。其制备方法一般有以下两种。

制备蒸馏水常用蒸馏法和离子交换法。蒸馏法制得的蒸馏水，由于经过了高温处理，不易长霉；但蒸馏器多用钢制或铝制，因此水中难免有痕量的这些重金属离子存在。可用煤加热，或用电加热蒸馏器，使不纯的自来水（河水或井水）沸腾，所产生的蒸汽通过弯曲的冷凝装置冷凝后，即成为蒸馏水。结果将蒸馏水再蒸一次，即为二次蒸馏水，纯度更高。

离子交换法可制得质量很高的纯水——去离子水。但因未经高温灭菌，往往易长霉。其原理是将自来水分别通过活化或再生处理过的阴、阳离子交换树脂，使自来水中的杂质被阴、阳离子交换树脂所吸附，成为纯水。其交换装置可以自己安装，也可在市上购买。

2. 水质的检查

(1) 水质的化学检查

检查重金属离子：取水样10毫升，加pH10的缓冲液2毫升，加0.2%络黑T 2滴，呈蓝色表示无重金属离子。如为紫红色，表明含有钙、镁、铁、铝、铜等金属离子，这种蒸馏水不合格。

检查氯离子：取水样10毫升，加浓硝酸1滴，用0.1N硝酸银4滴，几分钟后无乳白色浑浊生成即为无氯离子，此蒸馏水为合格；否则为不合格。

检查pH值：pH应在5.5—7.5范围之内。水样用0.5%酚酞检查为无色；用0.1%甲基红指示剂检查应呈现黄色。也可用广泛试纸检查。

(2) 用电阻大小来检查：一般常量分析用水其电阻值不低于30—50万欧姆；作为电极和原子吸收光谱用水，电阻值不低于70—100万欧姆。

(二) 试剂的选择与保存

土壤常规分析中一般都用化学纯又称三级试剂(CP)配制溶液；要求准确度较高的分析及配制标准溶液，应采用分析纯又称二级(AR)试剂。如果配制的基准溶液或标定标准溶液，应用优级纯或保证试剂又称一级试剂(GR)。光谱分析用的标准物质有时须用光谱纯试剂(SP)；分析用量较大和精度要求不高，一般用工业用试剂，又称四级试剂(LR)。

试剂的保存：试剂的种类繁多，贮藏时应按照酸、碱、盐、单质、指示剂、溶剂、有机试剂等类分别存放。盐类试剂最多，可先按阳离子顺序排列(如钾、钠、铵、钙、镁等)；同一阳离子的盐类再按阴离子顺序排列。强酸强碱、强氧化剂、易燃品、异臭和易挥发性试剂应另外单独存放在

阴凉、干燥、通风之处。药品柜中不能放氨水和浓盐酸等挥发性药品，否则会使柜内试剂污染。定氮用的浓硫酸和定钾用的各种试剂，尤其要严防氨的沾污，否则会引起分析结果的严重错误。氢氟酸有很强的腐蚀性和毒性，腐蚀玻璃和皮肤，特别是指甲很难痊愈，因此使用氢氟酸时应戴橡皮手套，并在通风橱中操作。氯化亚锡等易被空气氧化（或吸湿）的试剂，必须注意密封保存。

（三）器皿的选择与洗涤

1. 玻璃器皿

玻璃器皿一般分软质玻璃、硬质玻璃和石英玻璃三种。软质玻璃又叫钠玻璃，含有钠等可溶性硅酸盐类，化学抗蚀力差，可溶性杂质较多，热膨胀系数大，不宜用来作加热处理，只宜作一般稀酸、稀碱溶液滴定和作为野外速测之用。硬质玻璃器皿热膨胀系数小，便于加热处理，可溶性杂质较少，宜作一般化学常量元素的分析用。石英玻璃器皿是用纯二氧化硅制成，化学抗蚀力强，热膨胀系数极小，熔点高，价格昂贵，一般作为微量元素分析之用。

玻璃器皿用毕应立即洗刷，一般污痕可用洗衣粉（合成洗涤剂）或去污粉刷洗。用上法不能洗去的特殊污垢，须将水沥干后，选用洗液浸泡，如果是难溶的无机物（铁锈、水垢等）用废弃的或粗的稀盐酸或稀硝酸；油脂用温热的铬酸洗液或碱性酒精洗液或碱性高锰酸钾洗液；盛高锰酸钾后，遗下的二氧化锰等氧化性难溶物，用二氯化锡的盐酸液或草酸的硫酸液；难溶的银盐（ AgCl 、 Ag_2O 等）用硫代硫酸钠、氨水或1:3硝酸洗。浸泡后的器皿再用清水充分洗刷，最后用蒸馏水冲洗3次。

2. 瓷质器皿

瓷质器皿是用质量较高的氧化铝制成，化学抗蚀力比玻璃器皿好得多，尤其对碱性溶液的抗蚀性能更为优越。在实验中，凡是蒸发，反复加热提取，应用瓷器皿为好。碱性试剂放入瓷质器皿中高温烧灼或熔融都会严重腐蚀。氢氟酸也不能放入瓷质器皿中，因为要发生腐蚀。瓷质器皿一般加温到 1200°C 重量无改变。洗涤方法与玻璃器皿相同。

3. 铂制器皿

铂制器皿熔点很高（ 1700°C ），便于高温处理样品。铂对化学试剂比较稳定，特别是对氧很稳定，同时对碱金属的碳酸盐和氢氟酸及强酸如硫酸、盐酸等单独溶液都有很大的抗蚀性。铂器皿是贵重的器皿，使用时要特别注意如下几点：

（1）勿用手捏或与坚硬物碰撞。变形后可用木制的圆棒整形。

（2）高温时，铂易与金属形成质地脆弱的合金。因而高温时只能用镶有铂头的坩埚钳来夹取。

（3）铂器加热时不允许用还原焰，特别是有烟的火焰加热；灰化滤纸和有机物样品时须先在通风条件下低温灰化，然后再移入高温电炉灼烧。

（4）铂器皿长久灼烧后有重结晶现象而失去光泽，易裂损。可用滑石粉的水浆擦拭，恢复光泽后洗净备用。垫铂坩埚的石棉板，须经高温灼烧去除有机质后才能应用。

铂器皿的洗涤可用单独的盐酸或硝酸煮沸，溶解一般的难溶碳酸盐和氧化物；耐酸的氧化物可用焦硫酸钾（ $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ）或硫酸氢钾（ KHSO_4 ）熔融；硅酸盐可用碳酸钠（ Na_2CO_3 ）、硼酸熔融，或用氢氟酸加热洗涤。熔融物须倒入干燥的容器，切勿倒入水盆或湿缸，以防爆溅。

4. 银和镍质器皿

在空气中易氧化，所以不用来称重沉淀物。它对碱金属的氢氧化物或氧化物抗蚀力较强，通常用于过氧化钠或氢氧化钠的熔融。

可用氢氧化钠熔融洗涤，或用 1 : 3 盐酸短时间浸泡，然后用水冲洗。

5. 塑料器皿

特点是对氢氟酸的抗蚀力较强，可用盛放某些待测液或标准溶液。聚四氟乙烯制的坩埚能耐热至 260℃（勿超过 300℃），可代替铂坩埚进行氢氟酸的处理。塑料器皿对于微量元素和钾钠的分析工作尤为有利。洗涤的方法同于玻璃器皿。

二、土壤化学分析的准确度和精密度

（一）误差及其来源

误差：是测定值与真值间的差值，测定值比真值大，误差为正；测定值比真值小，误差为负。根据误差性质和来源，实验室内的误差可分为系统误差和偶然误差两大类。

1. 系统误差（又叫测定误差）

由于仪器误差（计量仪器未校准）；试剂误差（试剂含有杂质，纯度不高或标准溶液浓度不准）；方法误差（方法本身存在的缺陷）和主观误差（读取数字时每个人都会有些差异）引起的误差，称系统误差。这种误差对分析结果影响比较固定，误差大小往往可以估计。因此，可以设法减小或加以校正。

2. 偶然误差

由于是难以控制的因素，如工作过失、室温、气压等变化或不正确的称样方法、仪器沾污、记录和计算上的错误造成的误差，称偶然误差。产生这种误差的原因往往是不固定的，有时是正值，有时为负值。减少偶然误差的方法，主要是加强工作责任心。

(二) 误差的减少

1. 平行实验

求其平均值，只能检查结果精确度，不能说明准确度。

2. 重复实验

校正测定结果的可靠性，检查方法的再现性。

3. 标准样品作校准

每次分析未知样品时插入标准样品，可检查系统误差。

4. 作空白实验

检查系统误差和偶然误差，对分析结果进行校正。

(三) 准确度和精密度

准确度是指测定值与真实值彼此相接近的程度，通常用误差来表示。误差越小则分析结果越准确，即准确度越高。误差表示方法有两种，即绝对误差和相对误差。在实际工作中，分析结果的准确度是无法求得，一般用精密度来判断分析结果。精密度是在相同条件下重复测定若干次，然后计算其合理程度。精密度的大小决定于偶然误差的大小。通常用偏差表示。偏差大就是精密度低，反之精密度就高。偏差又可分为绝对偏差和相对偏差。

绝对误差 = 测定值 - 真值

相对误差 = $\frac{\text{测定值} - \text{真值}}{\text{真值}} \times 100\%$

例如：甲、乙、丙三人同测一土壤样品中的石灰含量（若真值是28.36%），各分析四次，测得值如下（表1、图1）。

表1 土壤石灰含量三人四次重复结果

次 数	甲 (%)	乙 (%)	丙 (%)
1	28.20	28.40	28.36
2	28.20	28.30	28.35
3	28.18	28.25	28.34
4	28.17	28.23	28.33

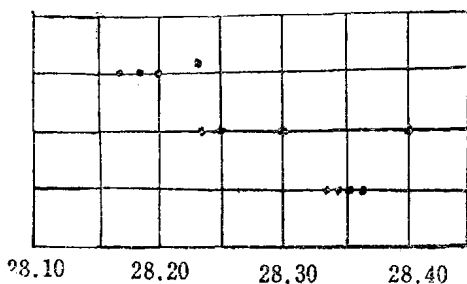


图1 精密度与准确度的关系

讨论三人的分析结果。由图1看出：甲的分析结果精密度很高，但平均值与真值相差太大，说明准确度低；乙的分析结果精密度不高，准确度也不高；丙的分析结果精密度和准确度都比较高。由此可见，准确度高，一定需要精密度高。但精密度高不一定准确度高。精密度是保证准确度的先决条件。精密度低说明所测结果不可靠。对一个分析工作者来说，首先应使自己的分析结果有较高的精密度，才能使分析结果准确可靠。