

土壤农化 分析手册

TU
RANG
NONG
HUA
FEN
XI
SHOU
CE

劳家桢 主编

农业出版社

土壤农化分析手册

王、所联部基中土时农研所编土部包《物七得农研农土》
新 正海农 研部基中土时农研所 编 农学出版社 宝属部封版印原
不籍页每均 去代 劳家桎 主编 部农研所农部基中土时农研所
部农研所 部农研所 部农研所 部农研所 部农研所 部农研所

部农研所 部农研所 部农研所 部农研所 部农研所 部农研所

农业出版社

部农研所 部农研所 部农研所 部农研所 部农研所 部农研所

土壤农化分析手册

《土壤农化分析手册》包括土壤农化分析工作基础知识、土壤物理性质测定、土壤化学分析、肥料分析及植物分析五部分。各部分皆广为收集目前可用的多种分析方法，以便根据不同地域、所需准度和精度及各实验室的条件而选用。本书后附有常用表52种，尤便于土化分析者查阅。

本“手册”可供县以上土化实验室分析人员、农业科技干部及农业院、校师生参考使用。

土壤农化分析手册

劳家铨 主编

* * *

责任编辑 徐蒲生

农业出版社出版（北京朝阳区枣营路）

新华书店北京发行所发行 天水新华印刷厂印刷

850×1168毫米32开本 26.25印张 1插页 708千字

1988年12月第1版 1988年12月甘肃第1次印刷

印数 1—1,840册 定价 13.20元

ISBN 7-109-00186-5/S·133

前 言

农业是国民经济的基础。三中全会后，党的农业政策极大地激励了广大农民的积极性，促进了农业生产迅速发展。随着生产的发展，农民和农业科技干部要求有关适地、适种和合理施肥的农业科学技术。土壤农化分析技术是这方面的重要手段之一，为适应这一需要，我们应农业出版社的委托，编写了这本“手册”。

本“手册”内容包括五部分：土壤农化分析基本知识和几种常用仪器的使用；土壤物理性质测定方法；土壤化学分析方法；肥料分析方法和植物分析方法。每个项目的测定都选列几种比较成熟的方法，读者可根据具体条件和要求选择。分析步骤的叙述尽量求其详尽明确，于关键处并加注释（从经验中得到的），供使用时参考。为提供查用资料的方便，本“手册”收集常用表解52种，基本上可满足土壤农化分析工作的一般需要。

全书由沈阳农业大学劳家桎、陈小萱、祁明楣和纪宝华编写，劳家桎主编。书中错误和不妥之处，恳希读者给予批评指正。

本书的大部分章节承蒙李酉开教授详细审阅，部分章节承蒙周鸣铮教授、胡童坤教授、刘孝义教授审阅，皆提出宝贵修改意见；书中插图由奕桂林、洪时二位同志清绘。谨此一并致以衷心感谢。

编 者
于沈阳农学院

目 录

前言

第一章 土壤农化分析的基本知识 (1)

第一节 分析天平的使用 (1)

一、天平的种类 (2)

二、天平的零点、灵敏度和感量 (5)

三、砝码和称量 (6)

四、天平的维护和一般故障的维修 (7)

第二节 纯水和分析试剂的制备 (8)

一、纯水的制备和质量检查 (8)

二、试剂的选用和试剂溶液的配制 (11)

第三节 器皿的种类、使用及洗涤 (19)

一、器皿的种类与性质 (19)

二、容量器皿的使用与校准 (22)

三、玻璃器皿的洗涤 (27)

第四节 土壤农化分析的结果表示与数据处理 (29)

一、有效数字及运算法则 (29)

二、误差来源及允许误差范围 (33)

三、误差的检验和减免 (35)

四、误差的表示方法和分析数据的处理 (38)

第二章 几种常用的仪器分析方法 (42)

第一节 比色分析的一般原理及应用 (42)

一、比色分析基本原理 (42)

二、比色分析方法 (45)

三、比色分析的误差 (50)

第二节 分光光度法 (51)

一、分光光度法的基本原理 (52)

二、分光光度计的构造及使用 (54)

第三节 火焰光度计	(58)
一、火焰光度法的基本原理	(58)
二、火焰光度计的构造及安装	(60)
三、火焰光度计的使用方法	(62)
四、定量分析法	(65)
五、误差、干扰及其消除	(65)
第四节 原子吸收分光光度计	(67)
一、基本原理	(68)
二、仪器装置	(73)
三、干扰及其消除与控制	(77)
四、原子吸收分光光度计的使用	(80)
第五节 电导仪	(84)
一、基本原理	(85)
二、电导仪的基本结构	(90)
三、电导仪的使用 (DDS-11型为例)	(91)
四、使用电导仪的注意事项	(93)
第六节 酸度计	(94)
一、酸度计的基本结构及性能	(94)
二、酸度计的基本原理	(98)
三、使用和注意事项	(99)
四、酸度计的应用举例 (土壤pH值的测定)	(101)
第七节 离子选择性电极	(102)
一、基本原理	(103)
二、离子选择性电极的几个重要特性	(105)
三、离子选择性电极的类型	(108)
四、分析方法	(115)
五、使用注意事项	(117)
第三章 土壤分析样品的采集和处理	(119)
一、土壤样品的采集	(119)
(一) 土壤剖面样品的采集	(119)
(二) 土壤物理性质测定样品的采集	(119)
(三) 土壤盐分动态样品的采集	(120)
(四) 耕作土壤混合样品的采集	(120)

二、土壤样品的处理	(121)
第四章 土壤基本物理性状的测定	(123)
第一节 土壤基本物理性质的测定	(123)
一、土壤比重的测定	(123)
二、土壤容重的测定	(126)
(一) 环刀法 (容重环法)	(126)
(二) 蜡封法	(127)
(三) 浸水法	(129)
三、土壤孔隙的测定	(130)
(一) 土壤总孔隙度的测定和计算	(130)
(二) 土壤毛管孔隙度的测定	(131)
(三) 土壤非毛管孔隙度的计算	(132)
(四) 土壤各级孔隙度的计算	(132)
(五) 土壤当量孔隙容积的测定	(133)
第二节 土壤的物理机械性质的测定	(136)
一、土壤坚实度的测定	(136)
(一) NTL-75型坚实度仪测定旱田土壤坚实度	(137)
(二) TE-3型土壤硬度计	(140)
(三) SY-1型水田静载式承压仪	(141)
(四) TFS-Ⅱ型土壤硬度计 ^①	(142)
(五) 简易土壤坚实度仪	(143)
二、土壤粘着力和粘结力的测定	(144)
(一) 土壤粘着力的测定	(144)
(二) 土壤粘结力的测定	(147)
三、土壤塑性的测定	(148)
(一) 土壤流限的测定	(149)
(二) 土壤塑限的测定	(151)
(三) 土壤塑性指数计算	(151)
四、土壤膨胀性的测定	(152)
第五章 土壤机械组成及结构的测定	(155)
第一节 土壤机械组成的测定	(159)
(一) 筛分法	(159)
(二) 静水沉降法	(159)

(三) 吸管法 (160)

(四) 比重计法 (168)

(五) 鉴别土壤质地的感官法测定 (173)

第二节 土壤结构的分析 (175)

一、土壤大团聚体水稳性的测定 (175)

(一) 萨维诺夫法 (175)

(二) 约得尔法 (177)

二、土壤微团聚体的测定 (179)

(一) 土壤微团聚体组成的测定 (179)

(二) 土壤分散系数、结构系数及团聚度换算 (181)

三、团聚体孔隙度的测定 (182)

(一) 石蜡法 (182)

(二) 显微镜法 (185)

第六章 土壤空气和温度的测定 (188)

第一节 土壤空气的测定 (189)

一、土壤空气采样 (189)

二、土壤空气中 CO_2 和 O_2 的分析 (190)

第二节 土壤温度的测定 (194)

一、轻便插入式温度计 (194)

二、曲管地温计 (195)

三、直管地温计 (196)

四、土壤温度的资料整理 (197)

第三节 土壤结冻及解冻深度的测定 (199)

一、挖坑测定法 (199)

二、土钻测定法 (200)

三、土温记录法 (200)

四、结冻仪测定法 (200)

五、电阻测定法 (201)

第七章 土壤水分、蒸发及渗透的测定 (203)

第一节 土壤自然含水量的测定 (203)

(一) 烘箱法 (204)

(二) 红外线法 (204)

(118)	(三) 定容称量法	(205)
(119)	(四) 土壤湿度计法	(206)
(120)	(五) 中子测量法	(207)
	第二节 土壤水分常数的测定	(208)
	一、土壤最大吸湿水的测定	(208)
(113)	(一) 10% H_2SO_4 溶液测定法	(208)
(114)	(二) 饱和 K_2SO_4 法	(209)
(115)	二、土壤稳定凋萎含水量的测定	(209)
(116)	三、土壤田间持水量的测定	(212)
(117)	(一) 铁框法	(212)
(118)	(二) 环刀法 (容重环法)	(213)
(119)	(三) 原状土柱法	(213)
(120)	四、土壤田间持水当量的测定	(214)
(121)	五、土壤毛管持水量的测定	(215)
(122)	六、土壤饱和含水量的测定	(216)
	第三节 土壤蒸发的测定	(217)
(123)	一、土壤蒸发器测定法 (称重法)	(218)
(124)	二、水分平衡法	(219)
	第四节 土壤渗透系数的测定	(220)
(125)	一、田间土壤渗透系数测定	(221)
(126)	(一) 渗透筒法	(221)
(127)	(二) 渗透管法	(225)
(128)	二、室内土壤渗透系数测定	(226)
(129)	(一) 原状土柱法	(226)
(130)	(二) 环刀法 (容重环法)	(227)
	第八章 土壤有机质的测定	(229)
(131)	一、干烧法	(230)
(132)	二、湿烧法	(231)
(133)	三、灼烧法	(233)
(134)	四、重铬酸钾容量法 (外加热法)	(234)
(135)	五、重铬酸钾容量法 (水合热法)	(236)
(136)	六、土壤腐殖质组成的测定 (焦磷酸钠浸提-重铬酸钾法)	(237)

第九章 土壤中氮的测定(241)

第一节 土壤中全氮量的测定(241)

一、样品分解(242)

(一) 半微量开氏法 ($H_2SO_4-K_2SO_4-CuSO_4-Se$ 消煮剂)(242)

(二) 半微量开氏法 ($H_2SO_4-HClO_4$ 消煮剂)(243)

二、消煮液中铵的测定(244)

(一) 蒸馏法(244)

(二) 扩散定氮法(246)

(三) 氨气敏电极法(247)

(四) 流动注射靛酚蓝比色法(251)

第二节 土壤中水解氮的测定(253)

一、碱解扩散法(253)

二、酸解法 (丘林法)(254)

第三节 土壤铵态氮及硝态氮的测定(255)

一、土壤铵态氮及硝态氮总量的测定 (蒸馏法)(255)

二、土壤铵态氮的测定(257)

(一) 蒸馏法(257)

(二) 靛酚蓝比色法(258)

三、土壤硝态氮的测定(260)

(一) 酚二磺酸比色法(260)

(二) 锌还原的紫外分光光度法 (称差值法)(262)

第十章 土壤中磷的测定(266)

第一节 土壤全磷的测定(266)

一、全磷样品的分解(268)

(一) 碳酸钠熔融法(268)

(二) 氢氧化钠熔融法(269)

(三) 硫酸高氯酸消煮法(270)

二、溶液中磷的测定 (钼锑抗比色法)(271)

第二节 土壤有效磷的测定(273)

一、 $0.5mol$ 碳酸氢钠浸提 (钼锑抗比色法)(273)

二、 $0.03N NH_4F-0.025N HCl$ 浸提 (钼锑抗比色法)(275)

第三节 土壤磷的分级方法(277)

(808)	一、无机磷的分离测定	(277)
(808)	(一) 磷酸铝的分离测定	(277)
(808)	(二) 磷酸铁的分离测定	(277)
(808)	(三) 磷酸钙的分离测定	(278)
(808)	(四) 还原态可溶磷酸盐(闭蓄磷酸盐和磷酸铝)的测定	(278)
(708)	二、有机磷的分离测定	(279)
(708)	(一) 有机磷的分离测定(方法1)	(279)
(808)	(二) 有机磷的分离测定(方法2)	(280)
	第十一章 土壤中钾的测定	(282)
	第一节 土壤全钾的测定	(284)
	一、样品分解	(284)
(818)	(一) 碳酸钠熔融法	(284)
(818)	(二) 氢氧化钠熔融法	(284)
(818)	(三) 氢氟酸—高氯酸消煮法	(285)
(818)	(四) 碳酸钙—氯化铵法	(286)
	二、溶液中钾的测定	(288)
(818)	(一) 火焰光度法	(288)
(818)	(二) 四苯硼钠重量法	(289)
(818)	(三) 四苯硼钠容量法(季铵盐法)	(291)
	第二节 土壤缓效性钾的测定	(295)
(828)	1N热HNO ₃ 浸提(火焰光度计法)	(295)
	第三节 土壤速效钾的测定	(296)
(828)	一、1N中性醋酸铵浸提(火焰光度计法)	(296)
(828)	二、1N硫酸钠浸提(四苯硼钠比浊法)	(297)
	第十二章 土壤植株中养分的速测及诊断	(299)
	第一节 土壤样品的采集与浸提	(299)
(828)	一、采样	(299)
(828)	二、浸提	(300)
	第二节 土壤养分速测方法及诊断	(301)
(828)	一、土壤含水量的测定	(301)
(828)	二、土壤酸碱度(pH值)的速测	(302)
(828)	三、土壤硝态氮的测定	(304)

α -萘胺法 (硝酸试粉法)	(304)
四、土壤铵态氮的测定	(305)
纳氏试剂比色法	(305)
五、土壤速效磷的测定	(306)
0.1N盐酸-钼酸铵浸提 (钼蓝比色法)	(306)
六、土壤速效钾的测定	(307)
1N硫酸钠浸提 (四苯硼钠比浊法)	(307)
第三节 植株内氮、磷、钾的速测及诊断	(308)
一、植株中硝酸态氮的速测	(310)
硝酸试粉—浸提速测法	(310)
二、植株中磷素营养的速测	(311)
汁液或水浸液的点滴比色法	(311)
三、植株中钾素营养的速测	(312)
六硝基二苯胺试纸法	(312)
第十三章 土壤阳离子交换性能的测定	(317)
第一节 中性、酸性土壤交换量和交换性阳离子 的测定	(318)
一、交换量的测定	(318)
(一) 醋酸铵法	(318)
(二) 氯化钙-醋酸钠法	(321)
(三) 氯化镁-EDTA快速法	(323)
二、交换性盐基总量的测定	(324)
(一) 醋酸铵法	(324)
(二) 0.05N HCl交换法 (快速测定法)	(325)
三、交换性钙、镁的测定	(325)
(一) 醋酸铵-EDTA容量法	(325)
(二) 原子吸收光谱法	(327)
四、交换性钾、钠的测定	(329)
火焰光度法	(329)
五、交换性酸和水解性酸的测定	(331)
(一) 氯化钾法	(331)
(二) 氯化钡-三乙醇胺 (TEA) 法	(333)
六、活性酸 (pH) 的测定	(333)

(808)	(一) 混合指示剂比色法	(333)
(808)	(二) 永久色阶比色法	(335)
(808)	(三) 电位测定法	(336)
(07)	七、盐基饱和度的计算	(339)
(07)	八、石灰需用率的测定及石灰施用量的计算	(339)
(178)	(一) 石灰需用率的测定	(339)
(178)	(二) 石灰施用量的计算	(340)
	第二节 石灰性土壤交换量及交换性阳离子的测定	(341)
	一、交换量的测定	(341)
(378)	(一) 醋酸钠—火焰光度法	(341)
(378)	(二) 醋酸钙法	(343)
	二、交换性阳离子的测定	(345)
(378)	交换性钙、镁总量的测定(П.В.马达诺夫,Д.М.伏以金法)	(345)
	第三节 盐碱土交换量和交换性钠的测定	(347)
	一、交换量的测定	(347)
(378)	(一) 醋酸钠法	(347)
(378)	(二) 醋酸钠—氯化钠法	(347)
	二、交换性钠的测定	(349)
(378)	(一) 醋酸铵—氢氧化铵(火焰光度法)	(349)
(378)	(二) 盖德罗依茨法($\text{CaCO}_3 - \text{CO}_2$ 浸提—中和滴定法)	(351)
(378)	(三) 石膏法	(352)
	三、土壤碱化度的计算	(354)
	第十四章 土壤中可溶性盐分的测定	(355)
	第一节 土壤水溶性盐的浸提	(356)
	一、饱和土浆浸出液的制备	(356)
(378)	二、1:1水土比浸出液的制备	(358)
(378)	三、5:1水土比浸出液的制备	(359)
(378)	四、火棉胶袋渗析法	(361)
	第二节 土壤总盐量的测定	(362)
(378)	一、土壤泥浆电导法	(362)
(378)	二、电导法	(365)
	第三节 阴离子的测定	(368)

一、碳酸根和重碳酸根的测定	(368)
(一) 双指示剂滴定法	(368)
(二) 电位滴定法	(369)
二、氯根的测定	(370)
(一) 硝酸银滴定法 (莫尔法)	(370)
(二) 硝酸汞滴定法	(371)
三、硫酸根的测定	(372)
(一) 重量法	(372)
(二) 硫酸钡比浊法	(373)
(三) EDTA容量法	(375)
第四节 阳离子的测定	(376)
一、钙、镁离子的测定	(376)
(一) EDTA容量法	(376)
(二) 原子吸收光谱法	(377)
二、钾、钠离子的测定	(379)
(一) 火焰光度法	(379)
(二) 钠电极法	(380)
(三) 钾的四苯硼钠比浊法	(381)
(四) 差减法	(382)
第五节 土壤中的石膏及石膏需要量的测定	(383)
一、土壤中石膏的测定 (电导法)	(383)
二、土壤石膏需要量的测定	(384)
第六节 土壤中碳酸钙的测定	(386)
一、气量法	(386)
二、容量法	(389)
第十五章 土壤矿物成分的全量分析	(392)
第一节 矿物胶体样品的制备	(392)
第二节 样品的熔融与提取	(397)
一、碳酸钠熔融法	(397)
二、氢氟酸-高氯酸法	(399)
第三节 硅的测定	(400)
一、重量法	(400)

二、容量法	(404)
第四节 铁、铝氧化物总量的测定	(407)
一、氢氧化铵法	(407)
二、醋酸钠法	(409)
第五节 铁的测定	(410)
一、重铬酸钾容量法	(410)
二、邻菲罗啉比色法	(412)
三、原子吸收分光光度法	(413)
第六节 铝的测定	(415)
一、差减法	(415)
二、氟化钾取代EDTA容量法	(415)
三、氟电极电位滴定法	(418)
第十六章 土壤中还原性物质及活性硅铁铝锰的测定	(420)
第一节 土壤还原性物质的测定	(420)
一、还原性物质总量的测定〔 $Al_2(SO_4)_3$ 浸提— $K_2Cr_2O_7$ 滴定法〕	(420)
二、活性还原物质的测定〔 $Al_2(SO_4)_3$ 浸提— $KMnO_4$ 滴定法〕	(422)
第二节 酸性土壤中活性硅的测定(硅钼蓝比色法)	(423)
第三节 酸性土壤中活性铝的测定(氟化钾取代EDTA容量法)	(425)
第四节 酸性土壤中活性铁的测定(邻菲罗啉比色法)	(426)
第五节 酸性土壤中活性锰的测定	(427)
一、过硫酸铵比色法	(427)
二、活性铁、锰的原子吸收光谱法	(428)
第十七章 肥料样品的采集、水分测定及养分简易鉴定	(429)
第一节 肥料样品的采集和处理	(429)
一、样品采集	(429)
(一) 无机肥料	(429)
(二) 有机肥料	(430)

(二、样品处理	(431)
(一) 无机肥料	(431)
(二) 有机肥料	(431)
第二节 肥料中水分测定	(432)
(一、烘干法	(432)
(一) 105℃恒重法	(432)
(二) 130℃快速烘干法	(433)
(三) 60℃真空恒重法	(433)
(四) 25—30℃真空干燥法	(434)
(二、电石气量法	(434)
(三、中和滴定法	(435)
(四、平衡干燥法	(436)
第三节 肥料中养分简易鉴定	(438)
(一、无机肥料鉴别	(438)
(二、有机肥料及肥源质量鉴定	(443)
第十八章 氮素化肥的含氮量测定	(447)
第一节 铵态氮肥中氮的测定	(448)
(一、蒸馏法	(448)
(二、甲醛法	(449)
(三、甲醛改进法	(450)
(四、中和法	(452)
(五、比重法	(454)
第二节 硝态氮肥中氮的测定	(454)
(一、硫酸亚铁-锌还原法	(454)
(二、铁粉还原法	(456)
(三、达氏(德瓦达)合金还原法	(457)
(四、差值法	(457)
第三节 硝铵态氮肥中氮的测定	(458)
第四节 酰胺态氮肥中氮的测定	(459)
(一、酸水解法	(459)
(二、尿素酶水解法	(460)
第五节 氰氨态氮肥中氮的测定	(461)

一、蒸馏法	(461)
二、硝酸银容量法	(462)
第十九章 磷素化肥中含磷量的测定	(465)
第一节 磷肥中磷素测定的待测液制备	(467)
一、水溶性磷	(467)
二、有效磷	(467)
(一) 微碱性柠檬酸铵浸提	(467)
(二) 中性柠檬酸铵浸提	(469)
(三) 2%柠檬酸浸提	(470)
三、全磷	(471)
(一) 王水分解法	(471)
(二) 盐酸分解法	(472)
(三) 硫酸分解法	(473)
第二节 磷肥中磷素的测定方法	(473)
一、磷钼酸喹啉重量法	(473)
二、磷钼酸喹啉容量法	(475)
三、磷钼酸铵重量法	(476)
四、磷钼酸铵容量法	(478)
五、柠檬酸铵-磷酸镁铵重量法	(480)
六、钼钒黄比色法	(481)
第二十章 钾素化肥及复合肥料的测定	(484)
第一节 钾素化肥中钾的测定	(484)
一、火焰光度法	(484)
二、四苯硼钠重量法	(485)
三、四苯硼钠容量法	(486)
第二节 复合肥料中氮、磷、钾含量的测定	(486)
一、复合肥料中氮的测定	(486)
二、复合肥料中磷的测定	(487)
三、复合肥料中钾的测定	(487)
第二十一章 化肥中有害成分的测定	(488)
第一节 游离酸的测定	(488)
一、游离硫酸(包括硝酸和盐酸)的测定	(488)