

国家级实验教学示范中心植物学科系列实验教材



Turang Feiliaoxue  
Shiyan

# 土壤肥料学 实验

姜佰文 戴建军 主编

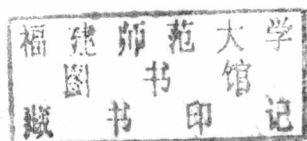


北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

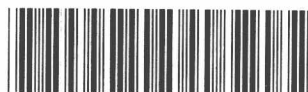
国家级实验教学示范中心植物学科系列实验教材

# 土壤肥料学实验

主 编 姜佰文 戴建军



• 1053575



T1053575



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 图书在版编目(CIP)数据

土壤肥料学实验/姜佰文,戴建军主编. —北京:北京大学出版社,2013.1

(国家级实验教学示范中心植物学科系列实验教材)

ISBN 978-7-301-21707-8

I. ①土… II. ①姜…②戴… III. ①土壤肥力—实验—高等学校—教材 IV. ①S158-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 290312 号

书 名: 土壤肥料学实验

著作责任者: 姜佰文 戴建军 主编

责任编辑: 黄 炜

标准书号: ISBN 978-7-301-21707-8/S·0024

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: [zpup@pup.cn](mailto:zpup@pup.cn)

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752038 出版部 62754962

印 刷 者: 北京大学印刷厂

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 9 印张 220 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 20.00 元

---

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)



# “国家级实验教学示范中心植物学科系列 实验教材”编写委员会

主任 张宪省（山东农业大学）  
吴伯志（云南农业大学）

副主任 李 滨（山东农业大学）  
崔大方（华南农业大学）  
杨立范（北京大学出版社）

委员（按姓氏笔画排列）  
张宪省（山东农业大学）  
吴伯志（云南农业大学）  
项文化（中南林业科技大学）  
李 滨（山东农业大学）  
李保同（江西农业大学）  
杨立范（北京大学出版社）  
杨学举（河北农业大学）  
肖建富（浙江大学）  
张金文（甘肃农业大学）  
陈建斌（云南农业大学）  
邹德堂（东北农业大学）  
周 琴（南京农业大学）  
崔大方（华南农业大学）  
彭方仁（南京林业大学）  
蔺万煌（湖南农业大学）  
燕 玲（内蒙古农业大学）

# 《土壤肥料学实验》编写人员

主 编	姜佰文	东北农业大学
	戴建军	东北农业大学
副主编	焦晓光	黑龙江大学
	王春宏	东北农业大学
参 编	刘 芳	华南农业大学
	刘春梅	八一农垦大学
	刘学生	东北农业大学
	杜志勇	青岛农业大学
	贾俊香	山西农业大学

# 前 言

《土壤肥料学实验》是根据国家级实验教学示范中心教材建设规划要求,由多所高校中长期从事土壤肥料的教学及科研工作的一线教师,通过收集国内外有关资料,并结合自己多年的教学实践经验联合编写而成。

土壤肥料学实验是全国高等农业院校种植类各专业农学、园艺、园林、植物保护、植物科学与技术等本科必修的专业基础课程实验。《土壤肥料学实验》分为土壤学实验和肥料学实验两部分。其中土壤学实验除了包括常规的土壤理化性质实验内容外,还增加了土壤有效微量元素测定及评价综合实验、土壤速效养分测定及模拟推荐施肥综合实验、土壤成土母质中的矿物、岩石的识别、土壤剖面形态特征的观察等实验内容;肥料学实验除了包括常规的肥料学实验内容外,增加了肥料粒度和抗压强度、土壤对不同形态化学氮肥的吸持力、尿素含氮量的检测与评价、堆肥和沤肥的制作、几种绿肥生长状况及生态特征观察等实验内容。此外,还增添了标准酸碱溶液的配制和标定方法、常用酸碱溶液的浓度及配法等附录内容,以备查用。

本书突出土壤学和肥料学的基本原理,知识要点和基本指标阐述清晰,内容精简,使学生容易掌握基本的土壤性质、肥料性质的测试方法,本书还注重理论与生产实践的密切结合,培养学生分析问题和解决问题的能力,既可以作为高校各种植类专业的实验教材,也可作为肥料企业农化服务人员和土肥工作者的参考书。

本书的编写分工为:姜佰文(土壤学实验 1~7、实验 11、实验 12),戴建军(土壤学实验 13~15,肥料学实验 21~25、实验 27、实验 28),焦晓光(土壤学实验 16、实验 19、附录一~五),王春宏(土壤学实验 8~10,附录六~八),刘芳(肥料学实验 26、实验 27),刘春梅(土壤学实验 9、实验 10),刘学生(土壤学实验 13、实验 20),杜志勇(肥料学实验 31、实验 32),贾俊香(土壤学 17、实验 18)。焦晓光、贾俊香、刘芳和杜志勇分别对土壤学实验和肥料学实验部分进行了认真的校对工作。

值此书出版之际,我们谨向本书中被参考引用其著述的作者们致谢。由于编者的知识水平和能力有限,书中难免有不足之处,敬请业界同仁和广大读者批评指正,以便我们对后续版的修订,使其完善和提高。

编 者

2012年6月16日

# 目 录

## 上篇 土壤学实验

实验 1	土壤样品的采集与处理 .....	(3)
实验 2	土壤质地的测定(简易密度计法和手测法) .....	(6)
实验 3	土壤团粒分析(机械筛分法) .....	(12)
实验 4	土壤成土母质中的矿物、岩石的识别 .....	(14)
实验 5	土壤剖面形态特征的观察 .....	(20)
实验 6	土壤密度的测定(密度瓶法) .....	(26)
实验 7	土壤容重和孔隙度的测定(环刀法) .....	(28)
实验 8	土壤含水量、田间持水量、饱和持水量和土水势的测定 .....	(30)
实验 9	土壤有机质含量的测定 .....	(35)
实验 10	土壤酸碱度 pH、氧化还原电位 $E_h$ 的测定 .....	(38)
实验 11	土壤全氮的测定 .....	(41)
实验 12	土壤碱解氮的测定 .....	(45)
实验 13	土壤全磷的测定 .....	(47)
实验 14	土壤速效磷的测定 .....	(50)
实验 15	土壤速效钾的测定 .....	(52)
实验 16	土壤缓效钾的测定 .....	(54)
实验 17	土壤有效微量元素测定及评价(综合性) .....	(55)
实验 18	土壤阳离子交换量测定 ——1 mol/L 中性 $\text{NH}_4\text{OAc}$ 法,适用于酸性、中性土壤 .....	(64)
实验 19	土壤水溶性盐总量的测定 .....	(67)
实验 20	土壤水溶性盐组成的测定 .....	(72)

## 下篇 肥料学实验

实验 21	化学肥料的定性鉴定 .....	(83)
实验 22	作物缺素症状的形态诊断 .....	(86)
实验 23	作物组织营养的化学诊断 .....	(92)
实验 24	氮肥挥发量的测定(设计性) .....	(97)
实验 25	土壤对不同形态氮的吸附测定(设计性) .....	(99)
实验 26	水溶性磷在土壤中的固定现象(设计性) .....	(104)
实验 27	肥料粒度和抗压强度的测定 .....	(107)

实验 28	尿素含氮量的检测与评价	
	—— $H_2SO_4$ 消煮甲醛法(综合性)	(109)
实验 29	铵态氮肥中氮的测定	(111)
实验 30	过磷酸钙中有效磷的测定	
	——钼钼黄比色法	(113)
实验 31	有机肥料粗灰分和有机质总量的测定	(115)
实验 32	有机肥料样品的采集、制备及氮、磷和钾含量的测定	(117)
实验 33	目标产量法对作物施肥量的确定(综合性)	(123)
附录		(126)
参考文献		(136)



上 篇

---

---

土壤学实验



# 实验 1 土壤样品的采集与处理

## 【实验目的】

土壤样品的科学采集,是保证土壤分析结果可靠的前提。由于土壤,特别是耕地土壤的差异很大,如果采样不合理,分析结果就会产生较大的误差,甚至出现错误。因此,要使所取的少量土壤样品能反映采样地土壤的实际情况,就必须选择代表性地点和代表性土壤,按规定采集有代表性的样品。否则,分析结果再准确,也不能正确反映所研究土壤的真实情况。此外,还要根据分析目的的不同,采用不同的采样方法和处理方法。

通过本实验,要求掌握正确的土壤样品采集和处理的方法。

## 【实验设备及用品】

铁锹,土钻,土样粉碎机,研钵,土壤筛。

## 【实验步骤】

### 1. 土壤样品的采集

#### (1) 剖面样品的采集

在研究土壤基本理化性质及土壤类型时,必须按土壤发生层次采样。采样时,首先选好挖掘土壤剖面的位置,然后挖一个 $1\text{m}\times 1.5\text{m}$ 的长方形土坑。以窄面向阳作为观察面,挖出的土壤应放在土坑两侧。土坑深度可依具体情况而定,一般要求达到母质或地下水,多数在 $1\sim 2\text{m}$ 之间。然后根据剖面的颜色、结构、质地、松紧度、新生体、湿度、植物根系分布等,自上而下地划分土层,并进行仔细观察,描述记录,该记录可作为审查分析结果的参考。然后自下而上地逐层采集待分析的样品,通常采集各发生土层中部位置的土壤,而不是整个发生层。所采集的样品放入布袋或塑料袋内,质量约为 $1\text{kg}$ 。在土袋内外附上标签,写明采样地点、剖面编号、土层深度、采样深度、采集日期和采样人等信息。

#### (2) 耕作土壤混合样品的采集

① 混合样品:在一个采样单元内把各点所采集的土壤混合起来构成混合样品,混合样品具有较高的代表性。为了要了解土壤养分状况,以及与施肥有关的一些性状所用的土样,一般不需挖坑,只需取耕层约 $20\text{cm}$ ,最多采到犁底层的土壤,要求混合样品能代表该面积、该土层内养分的实际情况。

② 划定采样区:要使混合样品真正具有代表性,就要正确划定采样区,每一采样区采取一个混合土样。划定采样区时,应事先了解该地区的土壤类型、地形、作物茬口、耕地措施、施肥和灌溉等情况。同一采样区内上述情况应力求大体一致。采样区的面积大小视要求的精度而定,试验地一般以处理小区为采样区;大面积耕地肥力调查,每一采样区面积一般不超过 $2\sim 3\text{hm}^2$ (公顷 $\text{hm}^2$ , $1\text{hm}^2=10^4\text{m}^2$ )。

③ 确定采样点:在采样区内采样点的分布尽量照顾到土壤的全面情况,不要过于集中,可根据采样面积大小和土壤差异程度,一般设定 $5\sim 10$ 点或 $10\sim 20$ 点。目前多以“S”形的路线取样,此外,还有棋盘状布点取样法和对角线取样法。采样点应避免特殊地点,例如,粪堆、坟头、路边

和翻乱土层的地方等。

④ 采样：在确定好的每个采样点上，先把表层 2~3 mm 的表土刮去，再用土钻插入耕层采取土样。如无土钻，也可用小土铲垂直插入耕层，切取土片宽度和厚度均应上下一致大小均相等。然后，把采样点所取的土样在田头摊放在塑料布上，打碎土块，除去石砾和根、叶、虫体等杂质，并充分拌匀，即构成混合土样。最后，再用四分法从混合土样中缩取其一部分（约 1 kg），放入样品袋中，袋内外附上标签，用铅笔写明采样地点、土壤名称、采样深度、采样日期、采样人等信息。

## 2. 土壤样品的处理和保存

从野外采回的土样，登记编号后，需经过风干、磨细、过筛、混合制成分析样品，才可进行各项分析。

处理样品的目的是：

- ① 使样品可长期保存，不致因微生物活动而变质；
- ② 去除非土部分，使样品能代表土壤本身的组成；
- ③ 使样品适当磨细和充分混合均匀，令分析时所称土样具有较高的代表性，以减少误差；
- ④ 使样品磨细，增大土样的表面积，令样品中成分易于提取，进而使反应达到均匀、完全。

样品处理方法和步骤如下：

### (1) 风干

除了某些项目（例如田间水分、硝态氮、铵态氮、亚铁等）需用新鲜土样外，一般项目分析均用风干样品。样品的风干可在通风橱中进行，也可以平铺在木板或牛皮纸上，在晾土架上进行风干。为使样品风干均匀，需摊成 2 cm 厚，并时常翻动。倘若有较大的土块，应在半干时用手捏碎。风干场所必须干燥、通风、无阳光直射，而且不受水汽、化学气体及尘埃影响，以免影响分析结果。

样品风干后，挑出粗大的动植物残体（根、茎、叶、虫体）和石块、结核（铁锰结核和石灰结核）等，以免影响分析结果。

在测定硝态氮、铵态氮、亚铁、水分等的含量时，必须采用新鲜土样，因为这些成分的含量在放置或风干过程中会逐渐改变。如果不能及时测定，可在每 500 g 土样中加入 2~3 mL 甲苯或少量石炭酸，以防微生物活动，抑制硝化或氨化作用，密封于冷凉处储存。用新鲜样品时，必须同时测定土壤水分，以换算分析结果。

### (2) 磨细和过筛

风干后的土样用木棒在木板上压碎，不可用铁棒或矿物粉碎机磨细，以防压碎石块或沾污上铁质。磨细的土样，用孔径为 1 mm 的筛子过筛（机械分析和可溶性盐的分析有时过 2 mm 筛）；未通过筛的土样需重新压碎过筛，直至全部过筛过止。但石砾切勿研碎，要随时拣出，必要时需称量，计算它占全部风干土样重量的百分率，以便换算机械分析结果。少数细碎的植物根、叶经滚压后能通过 1 mm 筛孔者，可视为土壤有机质部分，不再挑出；较大的动植物残体则应随时除去。

上述通过 1 mm 筛孔的土样，经充分混匀后，即可供一般项目化学分析之用。土壤矿质全量分析以及测定全量氮、磷、钾、有机质等所用的样品，由于样品称量少，分解困难，需继续处理。将通过 1 mm 筛孔的土样铺成薄层，划成许多小方格，用牛角勺多点取出样品 20 g。在玛瑙研钵中

小心研磨,使之全部通过 0.25 mm 筛孔。装入广口瓶,贴上标签,供测定之用。

机械分析用的样品要用采回的混合样直接制备:先筛分出直径大于 1 mm 的粒子,将此粗粒部分放在瓷皿中加水淹泡,煮沸约 1 h,经常搅动,将浊液倾入另一皿中,再用水洗 1~2 次,直至倾出清水为止。浊液蒸干后把残渣均匀地混入小于 1 mm 的细粒部分中。粗粒部分烘干后称量,计算其占全部样品的百分率;必要时尚须通过一套孔径为 10、5、3、2、1 mm 的筛组,分别计算各级的百分率。

在土壤分析工作中所用的筛子有两种:一种以筛孔直径大小表示,如孔径为 2、1、0.5 mm 等;另一种以每英寸长度内的筛孔数表示,40 孔者为 40 目(或称 40 号筛)。筛孔数越多,孔径越小。筛目与孔径之间的关系见表 1-1:

表 1-1 筛目与孔径之间的关系

筛孔/目	10	18	35	60	100	120	140	200
孔径/mm	2.0	1.0	0.50	0.25	0.15	0.125	0.105	0.074

### (3) 保存

一般样品,通常在广口瓶中保存 1 年左右,以备必要时查核之用;标准样品或对照样品则须长时期妥善保存,不能使被测成分发生改变。样品瓶贴上标签,标签上注明土样号码、采样地点、土类名称、试验区号、深度、采样日期、采样人和过筛孔径等信息。

### 思考题

- (1) 采集一个有代表性的土样有哪些要求,应注意什么?
- (2) 土壤样品制备过程中应注意哪些事项?

## 实验 2 土壤质地的测定(简易密度计法和手测法)

### 【实验目的】

土壤质地也称土壤机械组成,是土壤的基本物理性质之一。土壤质地(机械组成)是指土壤中各粒级土粒的配合比例,即由不同比例、不同粒径的颗粒(通称土粒)组成。世界各国大多按土粒粗细分为砾、砂粒、粉粒和黏粒 4 个粒级,但具体界限和每个粒级的进一步划分有一定差异。我国是借用美国、前苏联和国际土壤学会通过的分级方案,其划分尺度见表 2-5。

土壤质地直接影响土壤水分、空气、养分、温度、微生物活动、耕性等,与作物的生长发育有密切的关系。土壤质地的测定是认识土壤肥力性状,进行土壤分类,因土改良,因土种植,因土耕作,因土灌溉,合理利用土壤的重要依据。因此,此项测定具有重要意义。

粒径分析目前最为常用的方法为吸管法和密度计法。吸管法虽然操作烦琐,但较精确;密度计法操作较简单,适于大批测定,但精度略差,计算也较麻烦。如果要求精度较低,也可采用简易密度计法和手测法。

### 【实验原理】

简易密度计法原理:一定量的土粒经物理、化学处理后分散成单粒,将其制成一定体积的悬浊液,使分散的土粒在悬液中自由沉降。由于土粒大小不同,沉降的速度也不一样,所以不同时间、不同深度的悬液表现出不同的密度。因此,在一定的时间内,待某一级土粒下降后,用甲种土壤密度计可测得悬浮在密度计所处深度的悬液中的土粒含量(g/L),经校正后可计算出各级土粒的质量分数( $\omega$ ),然后查表确定出质地名称。

密度计法测定土壤质地,一般分为分散、筛分和沉降 3 个步骤。

#### 1. 土壤样品的分散处理

根据要求的精度不同,采取分散土粒的方法不同。对于要求精度不高的土样,分析时可省去去除有机质和脱钙的手续,可采用直接分散法,并根据土壤 pH 采用不同的分散剂:

(1) 酸性土壤(50 g) + 0.5 mol/L NaOH 40 mL,其作用在于中和酸度,并使土壤胶体形成代换性钠的胶体。

(2) 中性土壤(50 g) + 0.25 mol/L  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  20 mL,其作用在于草酸钠使土壤胶体形成代换性钠的胶体。

(3) 石灰性土壤(50 g) + 0.5 mol/L  $(\text{NaPO}_3)_6$  60 mL,其作用在于  $(\text{NaPO}_3)_6$  对于 0.002 mm  $\text{CaCO}_3$  表面形成不溶的胶状保护物,致使  $\text{CaCO}_3$  不再溶解;并使土壤胶体上的代换性钙全部被钠所代换,使土壤胶体形成代换性钠的胶体。

#### 2. 粗土粒的筛分

粒径  $> 0.6$  mm 的粗土粒,用孔径粗细不同的土壤筛相继筛分,经分散处理的土样悬液,可得到不同粒径的土粒数量。常规粒径分析应该只对  $> 0.25$  mm 的土粒进行筛分,但由于粒径  $> 0.10$  mm 的土壤颗粒在水中沉降速度太快,悬液测定常常得不到较好的结果。因此,筛分范围可放宽到 0.1 mm,即对粒径  $> 0.1$  mm 的土粒进行筛分。



### 3. 细土粒的沉降分离(Stokes 定律的应用)

当充分分散的土粒均匀地分布在静水中,由于重力作用,土粒开始沉降,沉降一开始,土粒速度渐增。由此引起的介质的黏滞阻力(摩擦阻力)也随之增加,仅在一瞬间,重力与阻力即达平衡(加速度为零),土粒便作匀速沉降。此时,其沉降速度与土粒半径平方成正比,此即斯托克斯(Stokes)定律,其公式为

$$V = \frac{2}{9}gr^2 \times \frac{d_s - d_w}{\eta_w} = kr^2$$

式中,  $V$ : 土粒沉降速度,  $\text{cm/s}$ ;  $g$ : 重力加速度,  $981 \text{ cm/s}^2$ ;  $r$ : 土粒半径,  $\text{cm}$ ;  $d_s$ : 土粒密度(密度),  $\text{g/cm}^3$ ;  $d_w$ : 介质(水)密度,  $\text{g/cm}^3$ ;  $\eta_w$ : 介质(水)的黏滞系数,  $\text{g}/(\text{cm} \cdot \text{s})$ ;  $k$  为常数, 即  $k = \frac{2}{9}g \times \frac{d_s - d_w}{n}$ 。

把胶结土壤颗粒的物质去除,使土壤颗粒全部分散成单粒状态,在一定高度的容器中成悬液状态,粗颗粒沉降最快,细的颗粒沉降较慢(表 2-1)。

表 2-1 小于某粒径颗粒沉降时间表

温度/ $^{\circ}\text{C}$	粒径小于 $x$ 的沉降时间				温度/ $^{\circ}\text{C}$	粒径小于 $x$ 的沉降时间			
	0.05 mm	0.01 mm	0.005 mm	0.001 mm		0.05 mm	0.01 mm	0.005 mm	0.001 mm
4	1'32"	43'	2 h 55'	48 h	23	54"	24'30"	1 h 45'	48 h
5	1'30"	42'	2 h 50'	48 h	24	54"	24'	1 h 45'	48 h
6	1'25"	40"	2 h 50'	48 h	25	53"	23'30"	1 h 40'	48 h
7	1'23"	38'	2 h 45'	48 h	26	51"	23'	1 h 35'	48 h
8	1'20"	37'	2 h 40'	48 h	27	50"	22'	1 h 30'	48 h
9	1'18"	36'	2 h 30'	48 h	28	48"	21'30"	1 h 30'	48 h
10	1'18"	35'	2 h 25'	48 h	29	46"	21'	1 h 30'	48 h
11	1'15"	34'	2 h 25'	48 h	30	45"	20'	1 h 28'	48 h
12	1'12"	33'	2 h 20'	48 h	31	45"	19'30"	1 h 25'	48 h
13	1'10"	32'	2 h 15'	48 h	32	45"	19'	1 h 25'	48 h
14	1'10"	31'	2 h 15'	48 h	33	44"	19'	1 h 20'	48 h
15	1'08"	30'	2 h 15'	48 h	34	44"	18'30"	1 h 20'	48 h
16	1'06"	29'	2 h 5'	48 h	35	42"	18'	1 h 20'	48 h
17	1'05"	28'	2 h	48 h	36	42"	18'	1 h 15'	48 h
18	1'02"	27'30"	1 h 55'	48 h	37	40"	17'30"	1 h 15'	48 h
19	1'00"	27'	1 h 55'	48 h	38	38"	17'30"	1 h 15'	48 h
20	58"	26'	1 h 50'	48 h	39	37"	17'	1 h 15'	48 h
21	56"	26'	1 h 50'	48 h	40	37"	17'	1 h 10'	48 h
22	55"	25'	1 h 50'	48 h					

在一定深度的那一段液柱内,它的悬液密度将逐渐降低,利用特制的土壤密度计,在规定时间内,测定某一深度内悬液的密度,从而换算出土壤中粗细颗粒的比例,并可推算出土壤质地等级。

充分分散成单粒的土壤在沉降筒中沉降,使土壤悬液的密度发生变化。用密度计测定之,可

以反映出土粒分布情况,甲种(鲍氏)土壤密度计(土壤相对质量密度计),可以直接指示出密度计所处深度的悬液中土粒含量。即可从密度计刻度上直接读出每升悬液中所含土粒的质量。不同粒径的土粒含量可按不同温度下土粒沉降时间测出。

### 【实验设备及用品】

- ① 甲种土壤密度计(鲍氏密度计,刻度范围 0~60,最小刻度单位 1 g/L)。
- ② 沉降筒(或 1000 mL 量筒),带搅拌棒 1 个(系不锈钢制成,也可用粗玻棒为杆,高 55 cm,下端装上直径 5 cm 的带孔铜片或厚胶板),1 mm 土壤筛和 0.25 mm 小铜筛各 1 个。
- ③ 铝盒,瓷蒸发皿,250 mL 三角瓶,洗瓶,胶头玻璃棒或大号橡皮塞,研钵。
- ④ 温度计 50℃ 或 100℃,100 mL 量筒。
- ⑤ 电热板或砂浴,烘箱,振荡机,百分之一天平。

### 【试剂配制】

- ① 0.5 mol/L NaOH 溶液:20 g NaOH(化学纯)溶于水,稀释至 1 L(用于酸性土壤)。
- ② 草酸钠溶液, $c(1/2 \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  为 0.5 mol/L:35.5 g  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (化学纯)溶于水,稀释至 1 L(用于中性土壤)。
- ③ 六偏磷酸钠溶液, $c[1/6 (\text{NaPO}_3)_6]$  为 0.5 mol/L:51 g  $(\text{NaPO}_3)_6$ (化学纯)溶于水,稀释至 1 L(用于碱性土壤)。

### 【实验步骤】

#### (1) 1 mm 的石砾处理

将土样风干,拣去枯枝落叶、草根等粗有机质,磨碎过 1 mm 筛,大于 1 mm 的石砾装在皿器中,加水煮沸,用带橡皮头的玻璃棒轻轻擦洗,倾去浊水,再加水煮洗。如此反复进行,直至将石砾洗清。将石砾烘干,过 3 mm 筛。分别称量,并称量通过 1 mm 筛孔的全部土量,算出石砾的百分含量(具体计算见本节(4)③)。如果没有石砾,则过 1 mm 筛孔的细土无需称量。

#### (2) 样品分散

可省去去除有机质和脱钙的手续,采用直接分散法。称取通过 1 mm 筛孔的风干样品 50 g,置于 500 mL 三角瓶中,加蒸馏水湿润样品,另称 10 g 置于铝盒中,测吸湿水含量,以计算烘干土量。根据土壤酸碱性将相应的分散剂加入三角瓶中,再加蒸馏水,使三角瓶内土液体积达 250 mL,盖上小漏斗,摇匀,静置 20 min 后加热,并经常摇动三角瓶,以防土粒沉积瓶底结成硬块或烧焦,影响分散或使三角瓶破裂。应保持沸腾 0.5 h。煮沸过程中如泡沫多,可加 1~2 滴异戊醇去沫,防止煮沸液溢出。

冷却后将三角瓶内的消煮液全部无损地移至 1000 mL 沉降筒中,加蒸馏水至 1000 mL,放置于温差变化小的平稳桌面上,准备好密度计、秒表、温度计( $\pm 0.1^\circ\text{C}$ )、记录纸等。

#### (3) 测定悬液密度

用搅拌器搅拌悬液 1 min(上下各约 30 次),从停止搅拌时开始记录时间,并测定悬液温度。参照表 2-1 所列温度、时间和粒径的关系来确定测定悬液密度的时间。提前 30 s 将密度计轻轻插入悬液中,到了选定时间立刻读数,并再次测试悬液温度,要求两次测温误差不超过  $0.50^\circ\text{C}$ ,否则重新搅拌。按照上述步骤,可分别测出  $<0.05$ , 0.01, 0.005, 0.001 mm 等各级土粒的密度计读数。

读完后取出密度计,洗净拭干、保存。然后再用搅拌器搅拌土液,至第二次应测时间再进行土液的密度和温度的测定。

(4) 测定值校正及密度计校正

① 分散剂校正值(即每 L 悬液中所含分散剂的数量):加入样品中的分散剂充分分散样品并分布在悬液中,故对 0.1 mm 以下各级颗粒含量均需校正。

由于在计算中各级含量百分数由各级依次递减而算出。所以,分散剂占烘干样品的质量分数可直接从测得最小一级的粒径含量中减去。

② 密度计读数的温度校正:土壤密度计的刻度是以 20℃ 为准的。但由于密度计读数时不一定为标准的 20℃,因而温度不同时,必须将密度计读数加以校正,根据第二次测试的土液的实际温度根据校正值表(表 2-2)进行校正。

表 2-2 土壤密度计温度校正值表

温度/℃	校正值	温度/℃	校正值	温度/℃	校正值	温度/℃	校正值	温度/℃	校正值
6~8.5	-2.2	15.5	-1.1	20.5	+0.15	25.5	+1.9	30.5	+3.8
9~9.5	-2.1	16	-1.0	21	+0.3	26	+2.1	31	+4.0
10~10.5	-2.0	16.5	-0.9	21.5	+0.45	26.5	+2.2	31.5	+4.2
11	-1.9	17	-0.8	22	+0.6	27	+2.5	32	+4.6
11.5~12	-1.8	17.5	-0.7	22.5	+0.8	27.5	+2.6	32.5	+4.9
12.5	-1.7	18	-0.5	23	+0.8	28	+2.9	33	+5.2
13	-1.6	18.5	-0.4	23.5	+1.1	29	+3.3	33.5	+5.5
13.5	-1.5	19	-0.3	24	+1.3	28.5	+3.1	34	+5.8
14~14.5	-1.4	19.5	-0.1	24.5	+1.5	29.5	+3.5	34.5	+6.1
15	-1.2	20	0	25	+1.7	30	+3.7	35	+6.4

③ 当石砾含量<5%时,应将 1~3 mm 石砾含量归入砂粒之内,并包括在分析结果的 100%之内;若>5%,则在质地命名时,冠以“石质性”土(表 2-4),例如“石质性细砂土”,“石质性粗砂土”等。

【结果与分析】

1. 结果计算

将结果整理计入表 2-3。

表 2-3 结果记录表

粒径/mm	密度计原读数	温度/℃	温度校正值	分散剂校正值	校正后密度计读数	烘干土样质量	小于某粒径土粒含量/(%)
<0.05							
<0.01							
<0.005							
<0.001							

将风干土样重换算成烘干土样质量,对密度计读数进行必要的校正。

校正数=原读数-(分散剂校正值+温度校正值)

分散剂校正值(g/L)=加入的分散剂的毫升(mL)数×分散剂浓度(mol/L)×分散剂的摩尔