



高等学校水土保持与荒漠化防治专业教材



水土保持与荒漠化 防治实验教程

SOIL AND WATER CONSERVATION AND DESERTIFICATION
COMBATING EXPERIMENTS

赵雨森 王克勤 辛颖 主编

中国林业出版社

高等学校水土保持与荒漠化防治专业教材

水土保持与荒漠化防治 实验教程

赵雨森 王克勤 辛颖 主编

中国林业出版社

内容提要

本教材分为水土保持与荒漠化防治两部分。水土保持部分内容主要包括：土壤性质与侵蚀实验、降雨因子与侵蚀实验、林地枯落物水文实验、植物根系抗剪强度的测定等室内实验，模拟（降雨）实验，各类侵蚀调查、水土流失综合治理评价等野外实验与实习。荒漠化防治部分内容主要包括：沙物质粒度测定与分析、沙物质矿物成分分析、盐碱土盐分测定等室内实验，模拟（风动）实验，荒漠化土壤类型识别与土壤剖面观察、林带结构参数测定、荒漠化成因调查与判别、天然植被恢复效果调查、沙地人工植被综合效益评价等野外实验与实习。

本教材可作为高等农林院校水土保持与荒漠化防治专业本科生和研究生的实验教学参考书，还可供相关从业人员学习参考。

图书在版编目（CIP）数据

水土保持与荒漠化防治实验教程/赵雨森，王克勤，辛颖主编. —北京：中国林业出版社，2013.3
高等学校水土保持与荒漠化防治专业教材
ISBN 978-7-5038-6957-0

I. ①水… II. ①赵… ②王… ③辛… III. ①水土保持—高等学校—教材 ②沙漠化—防治—高等学校—教材 IV. ①S157 ②P941.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 028577 号

中国林业出版社·教材出版中心

责任编辑：高红岩

电话：83221489 83220109

传真：83220109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocai@public.163.com 电话: (010)83224477

http://lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店
印 刷 北京市昌平百善印刷厂
版 次 2013年3月第1版
印 次 2013年3月第1次印刷
开 本 850mm × 1168mm 1/16
印 张 19
字 数 400千字
定 价 35.00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

《水土保持与荒漠化防治实验教程》 编写人员

主 编 赵雨森 王克勤 辛 颖

副主编 李钢铁 吴祥云 马建刚

编 委(按拼音排序)

丁国栋(北京林业大学)

胡兵辉(西南林业大学)

胡振华(山西农业大学)

雷泽勇(辽宁工程技术大学)

李钢铁(内蒙古农业大学)

李继红(东北林业大学)

李小英(西南林业大学)

卢炜丽(西南林业大学)

马建刚(西南林业大学)

脱云飞(西南林业大学)

王克勤(西南林业大学)

王曰鑫(山西农业大学)

吴祥云(辽宁工程技术大学)

辛 颖(东北林业大学)

赵雨森(东北林业大学)

郑子成(四川农业大学)

左合军(内蒙古农业大学)

主 审 朱清科(北京林业大学)

我国是世界上受水土流失和荒漠化危害最严重的国家之一，随着人类对生态环境问题认识程度的逐渐加深，水土保持与荒漠化防治已成为我国一项十分重要的战略任务。它不仅是经济建设的重要基础，是社会经济可持续发展的重要保障，也是保护和拓展中华民族生存与发展空间的长远大计。几十年来，我国虽然投入巨大的人力、物力和财力进行了大规模的防治工作，但生态环境仍然十分脆弱，面对水土流失与荒漠化的严峻形势，水土保持荒漠化防治工作任重道远，我们需要培养更多、更优秀的创新与创业型专业人才，以满足未来国土整治工作的需要。

水土保持与荒漠化防治是一门实践性很强的专业课程，使学生具备水土保持与荒漠化防治的基本理论、基本知识和基本技能是本课程教学的重要目标，只有理论学习没有实践教学，这一目标是很难达到的，因此实践环节必不可少。我国第一所农业院校，直隶公立农业专门学校校长、近代农业教育家郝元溥说过“农业教育非实习不能得真谛，非试验不能探精微，实习、试验二者不可偏废”。几十年来，水土保持工作者们在教学、科研和实践工作中不断丰富水土保持与荒漠化防治理论，出版了一批优秀的水土保持与荒漠化防治教材。但是已有的教材多以基本理论教学为主，还缺少专门的水土保持与荒漠化防治实验实习教材。随着水土保持事业的发展，越来越需要一本水土保持与荒漠化防治实验教程，以满足新时期人才培养的教学需求，并为水土保持工作者们提供参考。在高等学校水土保持与荒漠化防治专业教材编写指导委员会制订“十一五”规划教材的契机下，东北林业大学与北京林业大学、西南林业大学、内蒙古农业大学、辽宁工程技术大学、山西农业大学和四川农业大学等兄弟院校精诚合作，经过多次召开编写人员会议讨论教材的编写提纲，修订和审定教材内容，共同完成了《水土保持与荒漠化防治实验教程》。

本教材分为水土保持和荒漠化防治两篇。每一篇都包含室内实验、模拟实验和野外实验观测与调查三部分内容。第1篇水土保持部分的第Ⅰ部分室内实验以土壤物理性质、枯落物层的水文特性为主；第Ⅱ部分以模拟降雨实验为主；第Ⅲ部分主要介绍水土保持相关的野外实验观测与调查，包括截留降雨观测、径流泥沙观测、各类侵蚀调查、水土流失综合治理评价等。第2篇荒漠化防治部分的第Ⅳ部分室内实验以沙物质粒度测定、盐碱土盐分测定、植物抗旱性和耐盐性实验、沙生旱生植物和盐生植物识别、风成地貌和沙丘类型遥感影像识别为主；第Ⅴ部分以模拟风洞实验为主；第Ⅵ部分主要介绍荒漠化防治相关的野外实验观测与调查，包括沙粒起动风速观测、输沙

率与风沙流结构特征观测、沙区和次生盐渍化土壤类型识别与土壤剖面观察、林带疏透度、透风系数、防护距离和有效防护距离观测、荒漠化成因调查、天然植被恢复效果调查、沙地人工植被综合效益评价等内容。教材所包含的内容基本能够满足水土保持与荒漠化防治专业教学及科研工作的要求。

本教材由赵雨森、王克勤和辛颖主编。具体编写分工如下：第1篇水土保持：第Ⅰ部分室内实验由胡兵辉和马建刚共同编写，第Ⅱ部分模拟(降雨)实验由卢炜丽、脱云飞、李小英和王克勤共同编写，第Ⅲ部分野外实验观测与调查由李小英、卢炜丽、马建刚、脱云飞和王克勤共同编写；第2篇荒漠化防治：第Ⅳ部分室内实验中实验45、46由赵雨森和辛颖共同编写，实验47~49由辛颖编写，实验50、51、77由吴祥云编写，实验52、53由李继红编写；第Ⅴ部分模拟(风洞)实验由李钢铁、左合军和丁国栋共同编写。第Ⅵ部分野外实验观测与调查中实验63~69由郑子成编写，实验70~76由王曰鑫和胡振华共同编写，实验78~80由雷泽勇编写。全书由赵雨森和辛颖统稿。

本教材由北京林业大学朱清科教授主审。高等学校水土保持与荒漠化防治专业教材编写指导委员会和中国林业出版社对本书出版给予了大力支持，在此表示衷心的感谢！

由于编者的水平有限，本书难免有不妥之处，衷心期望读者给予批评、指正，以便在今后教学和科研工作中不断改进和提高。

编 者
2012年11月

前 言

第1篇 水土保持

I	室内实验	2
	实验 1 土壤物理性质测定	2
	实验 2 土壤水分测定	13
	实验 3 土壤可蚀性测定	15
	实验 4 土壤抗蚀性测定	20
	实验 5 土壤抗冲性测定	23
	实验 6 土壤渗透性测定	26
	实验 7 不同粒径砂粒休止角观测	30
	实验 8 土壤水稳性团粒组成的测定	33
	实验 9 土壤抗剪强度的测定	35
	实验 10 林冠枝叶持水率测定	39
	实验 11 枯落物吸水实验	42
	实验 12 枯枝落叶物抗冲实验	44
	实验 13 枯枝落叶物阻延流速实验	47
	实验 14 植物根系抗剪强度的测定	49
II	模拟（降雨）实验	52
	实验 15 雨滴与雨滴特性观测	52
	实验 16 雨滴击溅侵蚀量测定	57
	实验 17 模拟降雨渗透实验	61
	实验 18 模拟降雨坡面径流与侵蚀	64
	实验 19 模拟降雨面蚀观测	68
	实验 20 模拟降雨细沟侵蚀观测	71
	实验 21 植物作用系数模拟实验	73

III 野外实验观测与调查	75
实验 22 林冠截留降雨观测	75
实验 23 树干茎流观测	78
实验 24 枯枝落叶物截留降雨实验	81
实验 25 植物根系拉拔强度观测	83
实验 26 坡面地表糙度观测	86
实验 27 地表水流挟沙量观测	88
实验 28 径流场径流泥沙观测	93
实验 29 集水区径流泥沙观测	96
实验 30 小流域径流泥沙观测	99
实验 31 面蚀观测与调查	108
实验 32 坡面细沟侵蚀调查	111
实验 33 山洪调查	113
实验 34 黄土区泥石流调查	115
实验 35 泥石流观测与调查	118
实验 36 重力侵蚀调查	122
实验 37 冻融侵蚀调查	128
实验 38 冰川侵蚀调查	131
实验 39 淋溶侵蚀调查	133
实验 40 岩溶侵蚀调查	135
实验 41 小流域土壤侵蚀强度调查	139
实验 42 植被调查	142
实验 43 土地利用现状调查	148
实验 44 水土流失综合治理评价	152

第 2 篇 荒漠化防治

IV 室内实验	156
实验 45 沙物质粒度测定与分析	156
实验 46 沙物质矿物成分分析	158
实验 47 盐碱土盐分测定	164
实验 48 植物抗旱性实验	185
实验 49 植物耐盐性实验	189
实验 50 沙生旱生植物识别、形态特征观察	192

实验 51	盐生植物识别、形态特征观察	195
实验 52	风成地貌遥感影像识别	198
实验 53	沙丘遥感影像识别	203
V	模拟 (风洞) 实验	208
实验 54	砂粒起动风速测定	208
实验 55	风沙流结构测定	211
实验 56	输沙率测定	213
实验 57	风速廓线测定	215
实验 58	沙障透风系数与防风效果测定	217
实验 59	沙障防护距离和有效防护距离测定	219
实验 60	沙障对气流影响的测定	221
实验 61	网格沙障内风速分布场观测与绘制	223
实验 62	风沙运动蚀积规律模拟	225
VI	野外实验观测与调查	228
实验 63	砂粒起动风速观测	228
实验 64	风蚀地表粗糙度的观测	230
实验 65	输沙率与风沙流结构特征观测	232
实验 66	沙区土壤类型识别与土壤剖面观察	236
实验 67	盐渍化土壤类型识别与土壤剖面观察	242
实验 68	秸秆沙障设置与固阻沙效应的观测	245
实验 69	灌丛堆效应观测	248
实验 70	林带疏透度观测	250
实验 71	林带透风系数观测	252
实验 72	林带防护距离和有效防护距离观测	254
实验 73	林带对气流流线影响实验	256
实验 74	林网内风速分布场观测与绘制	259
实验 75	林带肋地效应观测	262
实验 76	防护林小气候观测	265
实验 77	荒漠化区植物群落生物量及净初级生产力观测	269
实验 78	荒漠化成因调查与判别	271
实验 79	天然植被恢复效果调查	278
实验 80	沙地人工植被综合效益评价	282

附录 1 各种标准物质与标准数据	287
附录 2 沙区土壤类型识别与土壤剖面观察	289
附录 3 次生盐渍化土壤类型识别与土壤剖面观察	291

第 1 篇

水土保持

I 室内实验

实验1 土壤物理性质测定

【实验目的】

土壤基质是土壤的固体部分，它是保持和传导物质(水、溶质、空气)和能量(热量)的介质，它的作用主要取决于土壤固体颗粒的性质和土壤孔隙状况。土粒密度、土壤容重和土壤孔隙度是反映土壤固体颗粒和孔隙状况最基本的参数，土粒密度反映了土壤固体颗粒的性质；土壤容重综合反映了土壤固体颗粒和土壤孔隙的状况，土壤孔隙状况与土壤团聚体直径、土壤质地及土壤有机质含量有关，它们对土壤中的水、肥、气、热状况和农业生产有显著影响。

习惯上，常用基质中三相物质比表达土壤三相之间的关系，并用来定义土壤的一些物理参数，常用质量或容积为基础表示。图 1-1 为土壤三相关系示意图，图右侧表示固、液、气三相物质的质量，用 m 表示，图左侧表示各相位置的容积，用 V 表示。 m, V 的下标分别用 s, w, a 表示土壤的固相、液相和气相， V_p 表示孔隙容积， m_t 和 V_t 分别表示土壤基质的总质量和总容积。

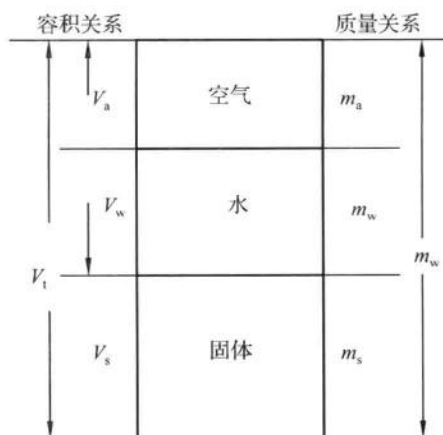


图 1-1 土壤三相关系

土壤物理性质测定实验主要包括土粒密度、土壤容重、土壤孔隙度以及土壤颗粒分析 4 项。由于土粒密度、土壤容重和土壤孔隙度之间关系密切，故把这 3 个实验放在一起介绍，便于学生理解和学习，具体的测定原理与方法见下面的具体实验。

(一) 土粒密度的测定——比重瓶法

严格地说，土粒密度应称为土壤固相密度或土粒平均密度，用符号 ρ_s 表示，其公式是：

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$$

绝大多数矿质土壤的 ρ_s 在 $2.6 \sim 2.7 \text{ g/cm}^3$ 之间，常规工作中多取平均值 2.65 g/cm^3

cm^3 。这一数值很接近沙质土壤中存在丰富的石英的密度，各种铝硅酸盐黏粒矿物的密度也与此相近。土壤中氧化铁和各种重矿物含量多时则 ρ_s 增高，有机质含量高时则 ρ_s 降低。

文献中传统常用比重一词表示 ρ_s ，其准确含义是指土粒的密度与标准大气压下 4.0°C 时水的密度之比，又称相对密度， $d_s = \rho_s / \rho_w$ 。一般情况下水的密度取 1.0 g/cm^3 。

【实验原理】

将已知质量的土样放入水中或其他液体，排尽空气，求出由土壤置换出的液体的体积，以 105.0°C 烘干土的质量除以求得的土壤固相体积，即得土粒密度。

【器材与用品】

感量 0.001 g 天平、容积 50.0 mL 比重瓶、电热板、 $\pm 0.01^\circ\text{C}$ 温度计、真空干燥器、真空泵和烘箱。

【实验步骤】

1. 称取通过 2.0 mm 筛孔的风干土样约 10.0 g (精确至 0.001 g)，倾入 50.0 mL 的比重瓶内，另称 10.0 g 土样测定吸湿水含量，由此可求出倾入比重瓶内的烘干土样重 m_s 。

2. 向装有土样的比重瓶中加入蒸馏水，至瓶内容积约 $1/2$ 处，然后徐徐摇动比重瓶，驱逐土壤中的空气，使土样充分湿润，与水均匀混合。

3. 将比重瓶放于砂盘，在电热板上加热，保持沸腾 1.0 h ，煮沸过程中经常要摇动比重瓶，驱逐土壤中的空气，使土样和水充分接触混合。注意，煮沸时温度不可过高，否则易造成土液溅出。

4. 从砂盘上取下比重瓶，稍冷却，再把预先煮沸排除空气的蒸馏水加入比重瓶，至比重瓶水面略低于瓶颈为止。待比重瓶内悬液澄清且温度稳定后，加满已经煮沸排除空气并冷却的蒸馏水，然后塞好瓶塞，使多余的水自瓶塞毛细管中溢出，用滤纸擦干后称重(精确到 0.001 g)，同时用温度计测定瓶内的水温 t_1 (准确到 0.1°C)，求得 m_{bws1} 。

5. 将比重瓶中的土液倾出，洗净比重瓶，注满冷却的无气水，测量瓶内水温 t_2 ，加水至瓶口，塞上毛细管塞，擦干瓶外壁，称取 t_2 时的瓶、水合重 m_{bw2} 。若每个比重瓶事先都经过校正，在测定时可省去此步骤，直接由 t_1 在比重瓶的校正曲线上求得 t_1 时这个比重瓶的瓶、水合重 m_{bw1} ，否则要根据 m_{bw2} 计算 m_{bw1} 。

6. 含可溶性盐及活性胶体较多的土样，须用惰性液体(如煤油、石油)代替蒸馏水，用真空抽气法排除土样中的空气，抽气时间不得少于 0.5 h ，并经常搅动比重瓶，直至无气泡逸出为止，停止抽气后仍需在干燥器中静置 15.0 min 以上。

7. 真空抽气也可代替煮沸法排除土壤中的空气，并且可以避免在煮沸过程中由于土液溅出而导致的误差，同时较煮沸法快。

8. 风干土样都含有不同数量的水分, 需测定土样的风干含水量, 用惰性液体测定比重的土样, 须用烘干土而不是风干土进行测定, 且所用液体须经真空除气。

9. 如无比重瓶也可用 50.0 mL 容量瓶代替, 这时应加水至标线。

【数据记录及结果分析】

1. 用蒸馏水测定时可按下式计算:

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + m_{bw1} - m_{bws1}} \rho_{w1}$$

式中 ρ_s —— 土粒密度 (g/cm^3);

ρ_{w1} —— t_1 时蒸馏水密度 (g/cm^3);

m_s —— 烘干土样质量 (g);

m_{bw1} —— t_1 时比重瓶 + 水质量 (g);

m_{bws1} —— t_1 时比重瓶 + 水质量 + 土样质量 (g)。

当 $t_1 \neq t_2$, 必须将 t_2 时的瓶、水合重 m_{bw2} 校正至 t_1 时的瓶、水合重 m_{bw1} 。由表 1-1 查得 t_1 和 t_2 时水的密度, 忽略温度变化所引起的比重瓶的胀缩, t_1 和 t_2 时水的密度差乘以比重瓶容积 V 即得由 t_2 换算到 t_1 时比重瓶中水重的校正数, 比重瓶的容积由下式求得:

$$V = \frac{m_{bw2} - m_b}{\rho_{w2}}$$

式中 V —— 比重瓶容积 (cm^3)

m_b —— 比重瓶质量 (g);

ρ_{w2} —— t_2 时水的密度 (g/cm^3)。

表 1-1 不同温度下水的密度

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	密度 (g/cm^3)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	密度 (g/cm^3)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	密度 (g/cm^3)
0.0 ~ 1.5	0.999 9	20.5	0.998 1	30.5	0.995 5
2.0 ~ 6.5	1.000 0	21.0	0.998 0	31.0	0.995 4
7.0 ~ 8.0	0.999 9	21.5	0.997 9	31.5	0.995 2
8.5 ~ 9.5	0.999 8	22.0	0.997 8	32.0	0.995 1
10.0 ~ 10.5	0.999 7	22.5	0.997 7	32.5	0.994 9
11.0 ~ 11.5	0.999 6	23.0	0.997 6	33.0	0.994 7
12.0 ~ 12.5	0.999 5	23.5	0.997 4	33.5	0.994 6
13.0	0.999 4	24.0	0.997 3	34.0	0.994 4
13.5 ~ 14.0	0.999 3	24.5	0.997 2	34.5	0.994 2
14.5	0.999 2	25.0	0.997 1	35.0	0.994 1
15.0	0.999 1	25.5	0.996 9	35.5	0.993 9
15.5 ~ 16.0	0.999 0	26.0	0.996 8	36.0	0.993 7
16.5	0.998 9	26.5	0.996 7	36.5	0.993 5
17.0	0.998 8	27.0	0.996 5	37.0	0.993 4
17.5	0.998 7	27.5	0.996 4	37.5	0.993 2
18.0	0.998 6	28.0	0.996 3	38.0	0.993 0
18.5	0.998 5	28.5	0.996 1	38.5	0.992 8
19.0	0.998 4	29.0	0.996 0	39.0	0.992 6
19.5	0.998 3	29.5	0.995 8	39.5	0.992 4
20.0	0.998 2	30.0	0.995 7	40.0	0.992 2

2. 用惰性液体测定时,按下式计算:

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + m_{bk} - m_{bkl}} \rho_k$$

式中 ρ_s ——土粒密度(g/cm^3);

ρ_k —— t_1 时煤油或其他惰性液体的密度(g/cm^3);

m_s —— 烘干土样质量(g);

m_{bk} —— t_1 时比重瓶 + 煤油质量(g);

m_{bkl} —— t_1 时比重瓶 + 煤油质量 + 土样质量(g)。

用煤油代替其他惰性液体如不知其密度时,可将此液体注满比重瓶称重,并测定液体温度,以液体质量除以比重瓶容积,便可求得此液体在该温度下的密度。

样品须进行两次平行测定,取其算术平均值,小数点后取两位,两次平行测定结果允许差为 0.02。

【注意事项】

比重瓶的校正步骤:

1. 洗净比重瓶,置于烘箱中 105.0°C 烘干,取出放入干燥器中,冷却后称其质量(精确至 0.001g)。

2. 向比重瓶内加入煮沸过并已冷却的蒸馏水或煤油,使水面近至刻度。

3. 将盛水的比重瓶全部放入恒温水槽中,控制温度,使槽中水的温度自 5.0°C 逐步升高到 35.0°C 。在各个温度下,调整各比重瓶液面到标准刻度或达到瓶塞口,然后塞紧瓶塞,擦干比重瓶外部,称其质量(精确至 0.001g)。

4. 用上述称得的各个温度下相应的瓶加上水(或煤油)质量的数值做纵坐标,以温度为横坐标,绘制出比重瓶校正曲线,每一比重瓶都必须做相应的校正曲线。

(二) 土壤容重(土壤密度)的测定——环刀法

严格来讲,土壤容重应称干容重,又称土壤密度,用符号 ρ_s 表示,其含意是干基物质的质量与总容积之比:

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_t} = \frac{m_s}{V_s + V_w + V_a}$$

总容积 V_t 包括基质和孔隙的容积,大于 V_s , 因而 ρ_b 必然小于 ρ_s 。若土壤孔隙 V_p 占土壤总容量 V_t 的 $1/2$, 则 ρ_b 为 ρ_s 的 $1/2$, 约为 $1.30 \sim 1.35 \text{ g}/\text{cm}^3$, 压实的沙土 ρ_b 可高达 $1.60 \text{ g}/\text{cm}^3$, 不过即使最紧实的土壤 ρ_b 也显著低于 ρ_s , 因为土粒不可能将全部孔隙堵实,土壤基质仍保持多孔体的特征。松散的土壤,如有团粒结构的土壤或耕翻耙碎的表土, ρ_b 可低至 $1.00 \sim 1.10 \text{ g}/\text{cm}^3$, 泥炭土和膨胀的黏土, ρ_b 也低,所以 ρ_b 可以作为土壤松紧程度的一项尺度。

【实验原理】

用一定容积的环刀切割未搅动的自然状态土样,使土样充满其中,烘干后称量计

算单位容积的烘干土质量，本法适用一般土壤，对坚硬和易碎的土壤不适用。

【器材与用品】

容积为 100.0 cm^3 的环刀(见图 1-2)、天平、烘箱、环刀托、削土刀、钢丝锯和干燥器等。

【实验步骤】

1. 在田间选择挖掘土壤剖面的位置，按使用要求挖掘土壤剖面，若只测定耕层土壤容重，则不必挖土壤剖面。
2. 用修土刀修平土壤剖面，并记录剖面的形态特征，按剖面层次，分层取样，耕层 4 个，下面层次每层重复 3 个。
3. 将环刀托放在已知质量的环刀上，环刀内壁稍涂点凡士林，将环刀刃口向下垂直压入土中，直至环刀筒中充满土样为止。
4. 用修土刀切开环刀周围的土样，取出已充满土的环刀，细心削平环刀两端多余的土，并擦净环刀外面的土，同时在同层取样处，用铝盒采样，测定土壤含水率。
5. 把装有土样的环刀两端立即加盖，以免水分蒸发，随即称重(精确到 0.01 g)，并记录。
6. 在室内将装有土样的铝盒烘干称重(精确到 0.01 g)，测定土壤含水率，或者直接从环刀筒中取出土样测定土壤含水量。

【数据记录及结果分析】

$$\rho_b = \frac{m}{V(1 + \theta_m)}$$

- 式中 ρ_b ——土壤容重(g/cm^3)；
 m ——环刀内湿样质量(g)；
 V ——环刀容积，一般为 100.0 cm^3 ；
 θ_m ——样品质量含水量(%)。
 允许平行绝对误差 $< 0.03 \text{ g}$ ，取算术平均值。

(三) 土壤孔隙度的测定——计算法

【计算方法】

土壤孔隙度 f 也称土壤孔度，指单位容积土壤中孔隙容积所占的分数或百分数，可用下式计算：

$$f = \frac{V_t - V_s}{V_t} = \frac{V_p}{V_t}$$



图 1-2 环刀

大体上,粗质地土壤孔隙度较低,但粗孔隙较多,细质地土壤正好相反。土壤孔隙度一般都不直接测定,而是由土粒密度和容重计算求得,由上式可得:

$$f = \frac{V_p}{V_t} = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}$$

判断土壤孔隙状况优劣,最重要的是看土壤孔径分布,即大小孔隙的搭配情况,土壤孔径分布在土壤水分保持和运动,以及土壤对植物的供水研究中有非常重要的意义。

(四) 土壤颗粒分析——比重计法

【实验原理】

土壤经过分散剂的处理使土粒分散于悬液中,让土粒在一定容积的水液中自由降落,利用物理学上司笃克斯定律,计算出粒径大于某一粒级的土粒下沉至某一深度(如10.0cm)以下所需要的时间,在这个时间测定一定深度液层内小于某种粒径土粒悬浊液的密度,则为比重计法,如果测定该粒径土粒的总数则为吸管法。特制的鲍氏土壤比重计(甲种)的刻度范围为0~60cm,单位(度)为每升悬液内含土的克数。

司笃克斯定律说明一种密度为 d_1 的光滑球体(此处相当于土粒)、在密度为 d_2 及黏度为 η 的介质(此处为水)中自由下沉的速度 V 和球体的半径 r ,有如下的关系:

$$V = \frac{2}{9} g r^2 \frac{d_1 - d_2}{\eta}$$

式中 V ——半径为 r 的土粒在介质中沉降的速度(cm/s);

g ——物体自由下落时的重力加速度,为 981cm/s^2 ;

r ——土粒的半径(cm);

d_1 ——土粒的密度,平均为 2.65g/cm^3 ;

d_2 ——介质(水)的密度(g/cm^3);

η ——介质(水)的黏滞系数[$\text{g}/(\text{cm} \cdot \text{s})$]。

本实验采用卡庆斯基的土壤质地分类法,只测定 $<0.01\text{mm}$ 粒径的土粒含量,便可确定土壤质地。

【器材与用品】

器材:土壤比重计(甲种)、温度计、橡皮头玻棒、100mL量筒、1000mL量筒、搅拌棒、秒表、600mL塑料杯、洗瓶、粗天平、称样纸和角匙。

试剂:0.5mol/L草酸钠溶液、0.5mol/L氢氧化钠溶液、0.5mol/L六偏磷酸钠溶液、软水(在普通自来水中加入2.0%的碳酸钠溶液,调节至pH 9.5放置一夜,使碳酸钙及碳酸镁等皆沉淀析出,取出清液即为软水)。

【实验步骤】

1. 土壤样本的处理

称取通过3mm筛的风干样本两份各50.0g,分别置于600mL塑料杯中,其中一份