

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

草坪科学实习试验指导

龙瑞军 姚 拓 主编

中国农业出版社

5688.4-45

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

草坪科学实习试验指导

龙瑞军 姚 拓 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

草坪科学实习试验指导/龙瑞军, 姚拓主编. —北京:
中国农业出版社, 2004. 7
全国高等农业院校教材
ISBN 7-109-08994-0

I. 草... II. ①龙...②姚... III. 草坪-观赏园艺-
高等学校-教学参考资料 IV. S688. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 065885 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 毛志强 范 林

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 18.5

字数: 330 千字

定价: 24.70 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

草坪科学本科系列教材编写委员会

主 任 韩烈保 孙吉雄

副主任 (按姓氏笔画排列)

王明玖 龙瑞军 刘荣堂 苏德荣 张志国
张新全 阿不来提·阿不都热依木 周 禾
俞国胜

委 员 (按姓氏笔画排列)

干友民 马宗仁 王建光 尹淑霞 田 媛
边秀举 毕玉芬 刘卫东 米福贵 汤楚宙
李贻学 李希来 李新文 李善林 杨志民
杨知建 何胜江 张志翔 张德罡 武三安
呼天明 罗富成 赵 鸣 赵桂琴 姚 拓
聂立水 郭振飞 黄 璜 阎景彩 韩正晟
谢应忠 蔡庆生 薛 明 薛福祥

草坪科学本科系列教材审稿委员会

主 任 胡自治 陈佐忠 云锦凤

副主任 (按姓氏笔画排列)

刘 若 孙吉雄 牟新待 李伦良 顾正平
徐 琪 康绍忠

草坪科学实习试验指导编写人员

主 编 龙瑞军 (甘肃农业大学)

姚 拓 (甘肃农业大学)

副主编 (按姓氏笔画排序)

千友民 (四川农业大学)

王明玖 (内蒙古农业大学)

何胜江 (贵州大学)

李希来 (青海大学)

谢应忠 (宁夏大学)

参 编 (按姓氏笔画排序)

牛菊兰 (甘肃农业大学)

尹淑霞 (北京林业大学)

兰 剑 (宁夏大学)

卢小良 (华南农业大学)

刘卫东 (西南林学院)

刘国道 (华南热带农业大学)

安沙舟 (新疆农业大学)

曲善民 (黑龙江八一农业大学)

张小虎 (兰州大学)

张永亮 (内蒙古民族大学)

李新文 (甘肃农业大学)

李新举 (山东农业大学)

杨志民 (南京农业大学)

陈 平 (仲恺农业技术学院)

陈 功 (云南农业大学)

赵桂琴 (甘肃农业大学)

贾生海 (甘肃农业大学)

寇建村 (西北农林科技大学)

阎景彩 (湖南农业大学)

董宽虎 (山西农业大学)

韩正晟 (甘肃农业大学)

主 审 胡自治 (甘肃农业大学)

孙吉雄 (甘肃农业大学)

序

草坪是人类为了保护、改善和美化自己的生存条件和生活环境所创造的一种物质和精神文明产物。草坪科学是草业科学和环境科学相结合而产生的新的科学。草坪生态系统不仅是草业生态系统的一部分，同时也是景观生态系统的重要组成部分。当前，我国大力开展生态环境保护与建设，草坪科学和草坪业也担负着十分重要的任务。

草坪业是草业的重要组成部分之一。在草业生态系统的前植物生产—植物生产—动物生产—后生物生产这四个生产层中，草坪业属于前植物生产的范畴，它的特点是不以生产物质产品为目的，而以草坪的景观和环境效应产生经济价值。因此，也可以将前初级生产层称为环境生产层。人类社会越进步，草坪的环境生产功能就越重要、越普遍，产生的经济价值也就越大。

近20年是我国从草业的概念建立到草业迅速发展的时期，而草坪业又是草业中发展速度最快的一个部门。这一时期的草坪业不仅在产值上快速增加，而且在生产的内容上也有很大的扩展。草坪业在20世纪80年代初规模很小，只有建植和养护单一的生产，而现在已发展到具有不同生产层次和系列生产部门的庞大产业体系。与此同时，草坪业的发展和进步对草坪科学和教育不断提出了新的要求并推动其同步发展。适应草坪业生产新的和更高的要求并引领草坪业发展，是草坪科学的首要任务。

目前，作为本科一级学科的草业科学，只有一个草业科学二级专业。随着草业在四个生产层的轨迹上迅速发展，草业科学一级学科的二级专业分化已是学科发展的必然。以草坪为主体内容的新的二级专业正在孕育或者说已在试行之中。中国农业出版社组织的全国高等农业院校“十五”规划教材的草坪科学本科系列教材11部，为草坪专业的正式诞生，在最主要的教学条件——教材建设上做好了准备。

草坪科学是应用科学。重视实践和动手能力的培养，是全面提高草坪专业学生的知识水平和贯彻素质教育的重要方法。为此目的，草坪科学本科系列教材特别确定出版《草坪科学实习试验指导》。本书将系列教材中其他10部教材的92个实习试验集中在一起，分为草坪土壤与营养、草坪草与地被植物、草坪草育种、草坪设计建植与工程学、草坪管理、草坪机械、草坪经营学、高尔

足球场和专用运动场 8 部分编写出版。它结构合理, 内容丰富, 既是综合性的草坪科学实习试验教材, 方便学生使用, 又是科学试验专著, 方便草坪业各界人士应用。因此, 本书不仅是一本实用的教材, 也是一本实用的专著, 填补了这方面的空白, 从这个意义来说, 它确是一个创造。

《草坪科学实习试验指导》一书, 由主编邀请了全国 21 所院校的 28 位专业教师编写, 他们都是相关课程的专家, 有丰富的教学和实践经验, 因而从质量上保证了本教材的综合性、先进性、系统性和实用性。从实习试验的数量来看, 各部分的内容都很全面和丰富, 考虑到了各层次各方面的需要, 因此, 教师可根据学时、实习实验条件和教学要求予以取舍。

本教材是这项工作的初次尝试, 它需要在实践中不断完善和提高, 以便逐渐成为一本适合草坪专业本科生使用的高质量和权威性的实习试验教材, 因此希望包括广大教师 and 同学们在內的草坪界人士提出批评和改进意见, 以便再版时修正和提高。

本人有幸成为《草坪科学实习试验指导》的第一位读者, 在阅读了本教材后, 不仅学习到了很多新的知识, 还深刻地体会到了我国草坪科学的快速发展和取得的进步。作为草业科学和教育战线的一名老兵, 我为此感到十分高兴和欣慰, 当主编邀我为本书作序时, 便欣然命笔, 写了上面的话, 权作为序。

胡自治

2004 年 4 月 15 日于兰州

前 言

高校教学环节中,实验教学是贯彻理论联系实际教学原则的重要而有效的手段。实践是认识的先导,又是检验认识的标准。通过实验教学,使学生更好地解读和消化理论知识,巩固和加深对理论知识的掌握。因此,实验教学已成为高校全面实施素质教育,提高学生综合素质和适应未来社会的必要手段。而实验实习指导书则是实验教学的一个有力和必需的“助手”。

《草坪科学实习试验指导》是在中国农业出版社教材出版中心的指导和组织下编写的,旨在配合全国高等农业院校“十五”规划教材草坪科学本科系列教材的教学内容,帮助学生理解和掌握草坪科学的基础理论、原理和实践技能。

为了提供更多的信息量,拓宽学生知识视野、培养学生动手能力,尤其是方便毕业生实习试验,本书在内容编排上尽可能涵盖草坪科学的多个方面,如草坪土壤与营养、草坪草与地被植物、草坪草育种、草坪设计与工程、草坪管理、草坪机械、草坪经营案例、高尔夫球场和专用运动场等。同时,每一方面的内容相对较丰富,但限于目前各门课程学时较少,教师可结合当地条件和教学要求,有选择地进行实验或实习教学。

本书由甘肃农业大学草业学院龙瑞军教授和姚拓博士主持编写。各部分具体分工如下:王明玖教授负责第一部分统稿(各实验后附有编写者姓名,下同);李希来副教授负责第二、第三部分统稿;何胜江副教授负责第四部分统稿;姚拓博士负责第五部分统稿;谢应忠教授负责第六、七部分统稿;千友民副教授负责第八部分统稿。全书最后由龙瑞军教授和姚拓博士统稿和定稿。为保证质量,特聘请甘肃农业大学胡自治教授和孙吉雄教授审稿,谨此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,疏漏之处敬请广大读者指正。

编 者

2004年4月10日

目 录

序

前言

第一部分 草坪土壤与营养 1

实验一 草坪土壤样品采集与处理	1
实验二 草坪土壤主要物理性状测定	4
实验三 草坪土壤主要化学性质测定	8
实验四 草坪土壤速效养分测定	12
实验五 坪床土壤与坪床结构的优化改良	17
实验六 坪床土壤加热保温系统的安装	19
实验七 草坪草溶液培养及缺素症状观察	21
实验八 草坪草种子丸化技术	25
实验九 草坪无土栽培营养液的配制	28

第二部分 草坪草与地被植物 31

实验一 常见草坪草特征识别	31
实验二 草坪草种子的识别与品质检验	35
实验三 草坪幼苗识别	41
实验四 草坪营养繁殖	47
实验五 草坪植物根量与群落特征测定	52
实验六 草坪坪用质量性状综合评价（加权评分法）	57

第三部分 草坪草育种 60

实验一 育种试验设计	60
实验二 草坪草的田间选择和无性系建立	62
实验三 草坪草越冬率和越冬率的测定	64
实验四 草坪草开花习性的观察	66
实验五 禾本科草坪草有性杂交技术	70

实验六	豆科草坪草有性杂交技术	72
实验七	草坪草无融合生殖的鉴定	73
实验八	草坪草多倍体的诱导及鉴定	75
实验九	草坪草染色体的镜检	77
实验十	草坪草品种评比实验	81
实验十一	草坪草抗逆性测定	85
实验十二	CTAB 法分离草坪植物基因组 DNA	89
第四部分	草坪设计建植与工程学	91
实验一	草坪排水系统制图实习	91
实验二	草坪草种子处理	94
实验三	喷头水力性能测试	96
实验四	北方城区草坪喷灌系统规划设计	103
实验五	土的含水量测定	104
实验六	水击演示	106
实验七	草坪工程费用的概算与预算	107
实验八	城市广场草坪绿地系统总体规划	111
实验九	草坪绿地工程投标书的编制	113
实验十	城市草坪绿地利用价值的评价	116
实验十一	草坪绿化工程施工的旁站监理	118
实习十二	草皮生产	119
实习十三	典型草坪工程考察与分析	123
实习十四	喷灌系统认识	127
实习十五	喷灌系统安装	129
第五部分	草坪管理	132
实验一	草坪修剪试验	132
实验二	草坪施肥试验	134
实验三	常见草坪杂草的识别	137
实验四	草坪常见病害症状观察	145
实验五	培养基制作及其灭菌	148
实验六	草坪病原真菌的分离与培养	151
实验七	草坪病原细菌的分离与培养	153
实验八	草坪病原线虫的分离	155

实验九 草坪病害病原真菌营养体及特殊结构观察	158
实验十 草坪病害病原真菌繁殖体观察	159
实验十一 草坪病原物致病性测定	163
实验十二 草坪种子带菌检验技术	167
实验十三 昆虫形态特征观察	170
实验十四 草坪昆虫生物学特性观察	174
实验十五 草坪昆虫重要目识别及直翅目分科	176
实验十六 草坪昆虫主要科的识别	179
实验十七 草坪养护与管理方案制定	182
实习十八 草坪生长调节剂选择与使用	184
实习十九 草坪灌溉制度的制定	187
实习二十 草坪杂草的化学防治	190
实习二十一 草坪病害调查	194
实习二十二 草坪病害标本的采集与制作	199
实习二十三 草坪病害田间诊断	200
实习二十四 草坪病害化学防治及防效调查	205
实习二十五 草坪虫情调查	207
实习二十六 草坪虫害化学防治	210
第六部分 草坪机械	213
实习一 发动机构造	213
实习二 拖拉机驾驶	215
实习三 草坪修剪机噪声测定	216
实习四 草坪修剪机械操作演示	218
实习五 病虫害防治机械操作演示	219
第七部分 草坪经营学	221
实习一 经济合同的编制	221
实习二 草坪企业经济效益案例分析	224
实验三 草坪企业投资效益案例分析	226
实习四 草坪工程项目可行性研究报告的编制	229
实习五 草坪草产品营销方案的编制	232

第八部分 高尔夫球场和专用运动场	235
实验一 室内测定高尔夫球场果岭根系层土壤配比	235
实验二 果岭球速测定仪的使用	237
实习三 运动场草坪质量的评价标准与品质评定	239
实习四 足球场草坪养护管理技术	242
实习五 足球场草坪比赛前后的管理	245
实习六 果岭草坪球速的测定	248
实习七 果岭洞杯的移动与球痕的修复	251
实习八 果岭坪床的建造与草坪建植	253
实习九 果岭草坪的维护与保养	261
实习十 暖地型果岭草坪的冬季交播	263
实习十一 发球台、球道坪床建造与草坪建植	266
实习十二 发球台和球道草坪管理技术	269
实习十三 沙坑的建造与管理	271
实习十四 球场机械	275
附录 常用法定计量单位与非法定计量单位对照表	280
主要参考文献	283

第一部分 草坪土壤与营养

实验一 草坪土壤样品采集与处理

一、实验目的

采集和处理土壤样品主要用于草坪土壤分析。土壤分析的目的是为了进一步了解土壤的组成及性质，为改土、施肥、建植均匀美观的高质量草坪提供科学依据。土壤分析必须能够正确反映所分析土壤的真实特征，为此，除了要考虑采样分析项目的选择和分析方法的可靠性外，土壤样品的采集、处理就成为土壤分析研究的关键环节，是关系到分析结果是否正确可靠的先决条件。所以，土壤样品的正确采集与处理是一项十分细致和重要的工作。

本次实验要求同学们掌握土壤样品采集、处理的基本步骤与方法。

二、实验原理

分析测定，使用的是土壤样品，通过样品的分析，达到揭示土壤总体的目的。因此，分析用的土样必须能正确反映土壤的实际情况。由于土壤在自然状态及在人为利用条件下都是不均匀的，要求土壤采样时必须经过选择而具有最大的代表性，减少误差。土样处理，应根据分析项目的不同要求而采用不同的方法。每一份土样的各部分必须是拌和均匀的。在样品的处理和保存中，应绝对避免造成发霉或污染，如 NH_3 、 SO_2 、 Cl_2 、灰尘等造成的污染。

三、实验材料与用具

(一) 实验材料

计划建植草坪的地块土壤。

(二) 用具

分组准备实验用具，每组需准备的采样工具有：铁锹、小土铲、卷尺各 1 把，环刀 1 套，布袋或塑料袋、剖面记载簿或记录表格、铅笔、记号笔、标签、土样保存盒若干。土样处理的工具有：木盘或木板（数量依需要风干土样的多少而定），木制或塑料直尺 1 把，圆木棒 1 根，土壤筛 1 套，电子天平或

分析天平, 广口瓶, 油布, 土壤研钵, 标签纸, 土壤勺, 记录笔等。

四、实验步骤及方法

(一) 土壤样品的采集

土壤采样最基本的要求是具有代表性。但代表性的具体要求, 应根据实验和研究目的的不同而有所区别。

1. 土壤剖面样品采集: 分析土壤基本理化性质, 必须按土壤发生层次采样。在建设面积较大、土壤条件差别明显的草坪时, 如高尔夫球场、运动场、广场草坪等, 应在场地的代表性部位采集剖面样品。具体做法是选择好挖掘土壤剖面的位置后, 先挖一个 $1\text{m} \times 1.5\text{m}$ (或 $1\text{m} \times 2\text{m}$) 的长方形土坑, 把长方形较窄的向阳面作为观察面, 把挖出的土壤放在土坑两侧, 土坑的深度根据具体情况确定, 一般要求在 $1 \sim 2\text{m}$ 之间。然后根据土壤剖面的颜色、结构、质地、松紧度、湿度、植物根系分布等, 自上而下划分土层, 进行仔细观察, 描述记载, 将剖面形态特征逐一记入剖面记载簿内, 作为草坪建植和管理的基础依据, 也可作为分析结果审查时的参考。观察记载后, 自下而上逐层采集分析样品, 通常采集各发生土层中部位的土壤, 而不是整个发生层都采。切记不可自上而下采样, 以免上层土壤对下层土壤造成污染。采样时要直接将样品放入布袋或塑料袋内。一般采集土样 1kg 左右, 在土袋的内外应附上标签, 写明采集地点、剖面号、土层厚度、采样日期和采样人。

2. 土壤物理性质样品采集: 进行土壤物理性质的测定, 须采原状样品。如果测定土壤容量和孔隙度等物理性质, 直接用环刀在各土层中部取样。对于研究土壤结构的样品, 采样时须注意土壤湿度, 不宜过干或过湿, 最好在不粘铁铲的情况下采取。在取样过程中, 保持土块不受挤压, 不使样品变形, 并需剥去土块外面直接与铁铲接触而变形的部分, 保留原状土样, 然后将样品置于不怕挤压的盒中保存, 携回室内进行处理。

3. 盐分动态样品采集: 研究盐分在剖面中的分布和变动时不必按发生层次采样, 而是自地表起每隔 10cm 或 20cm 采集一个样品。

4. 坪床土壤混合样品采集: 多数草坪草根分布较浅, 坪床土壤是实验研究的重点。为了研究草坪生长期坪床土壤中养分供求情况, 采样一般不需挖土坑, 只需取坪床土壤 20cm 左右深度, 最多达到犁底层。对根系较深的草种, 土壤采样可适当增加深度。为了正确反映土壤养分动态和草坪长势间的关系, 可根据试验区面积确定采样点的多少, 通常为 $5 \sim 20$ 个点, 采用蛇形取样方法进行采样。每个点上采集的样品集中起来混

合均匀。面积大的草坪土壤，可根据需要分成几个地段，在地段内采集混合样品。

(二) 土壤样品的数量

采来的土壤样品如果数量太多，可用四分法将多余的土壤弃去，一般 1kg 左右的土壤样品即够供化学、物理分析之用。四分法的方法是把采集的土壤样品弄碎混合并铺成四方形，划分对角线分成 4 份，弃去对角的 2 份，把剩下的 2 份并成 1 份，如果所得的样品仍然很多，再用四分法处理，直到所需数量为止。

(三) 土壤样品的处理

对于采来的土样，应及时进行风干，以免发霉引起性质的改变。其方法是将土壤样品弄成碎块平铺在干净的纸上，堆成薄层放于室内阴凉风干，并经常翻动，加速干燥。切忌阳光直接暴晒或在有盐碱的环境中风干。风干后的土样再进行磨细过筛处理。

进行物理分析时，取风干土 100~200g，放在油布上用圆木棍反复碾碎，使全部土壤过筛。留在筛上的碎石称重后保存，以备称重计算之用，同时将过筛的土样称重，以计算碎石百分含量，然后将土样混匀后盛于广口瓶内，作为土壤颗粒分析及其他物理性质测定之用。若在土壤中有铁锰结核、石灰结核、铁子或半风化体等物质，绝不能用木棒碾碎，应细心拣出称重、保存。

化学分析时，取风干样品 1 份，仔细挑去石块、动植物残体及各种新生体和侵入体，用圆木棒将土样碾碎，使全部通过 18 号筛 (1mm)。直径大于 1mm 的石块等不必研碎，需筛出弃去。这种土样可供速效性养分及交换性能、pH 等项目的测定。分析有机质、全氮等项目时，可取一部分已通过 18 号筛的土样进一步研磨，并使之完全通过 100 号筛 (0.14mm)。如用酸溶法分析全钾、全氮等项目时，必须对土样研磨，使全部通过 140~170 号筛备用。研磨过筛后的样品混匀后，即可装瓶或装袋，内外均附上标签，注明号码、土样名称、采样地点、部位、时间、采集和处理人、过筛孔径等，保存在阴凉、干燥处备用。

五、作业

1. 每组采 1 份土样，按要求进行处理、保存，待以后分析时使用。
2. 通过实验回答，处理土样时若不用圆木棒先碾碎土壤，而直接在磁研钵中研磨行不行？为什么？

(王明玖)

实验二 草坪土壤主要物理性状测定

土壤坚实度测定

一、实验目的

土壤坚实度是土壤对外界垂直穿透力的反抗力,这种反抗力的大小反映了土壤孔隙状况及土间结持力的大小。土壤坚实度直接关系到耕作阻力、草坪出苗及根系生长发育,对土壤水分入渗、保持和供应、土壤通气性也有影响,同时间接影响土壤养分的转换、运输和土壤热特性,因此测定土壤坚实度对于了解土壤肥力状况非常重要。

二、仪器

测定土壤坚实度的仪器为土壤坚实度计,仪器由探头、挡土板、弹簧、具有刻度的套筒和指示游标组成(图1-1)。

三、测定

1. 根据土壤气孔选用适合的弹簧和探头,安装好仪器后,检查仪器标尺,在弹簧未受压条件下,读数为零。

2. 选好测点,清除土面上的石砾,把仪器平置土面上,一手握住仪器外壳,用垂直土面的力把仪器压向土面,使探头入土直至外壳下端的挡土板恰好与土面接触。

3. 读取标尺所指的入土深度值,求得土壤坚实度或土壤硬度。

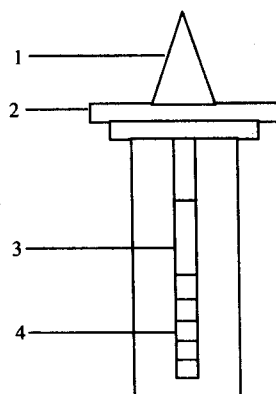


图1-1 土壤坚实度计

1. 探头 2. 挡土板 3. 游标 4. 弹簧

土壤孔隙度测定

一、实验目的

土壤孔隙度是指单位容积土壤中,孔隙容积占土壤容积的百分数,它直接关系到土壤的通气性,是土壤的主要物理特性之一。

二、仪器

瓷盘、采土环刀、铁铲、铝盒、滤纸。

三、操作步骤

(一) 总孔隙度的计算

土壤总孔隙度一般不直接测定，而是先测定土壤的容重和比重，然后根据容重、比重进行计算。

$$P_t = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}\right) \times 100\%$$

式中 P_t : 土壤总孔隙度, %; ρ_b : 土壤容重, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$; ρ_s : 土壤比重, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

(二) 毛管孔隙度的测定

1. 将环刀擦净后，套上环刀套筒，放在欲测土层上，轻轻把环刀打入土中，待环刀套筒与土面相平时为止。

2. 用铁锹将环刀取出，除去周围土壤，取下环刀套筒，细心地用小刀修平环刀两端的土壤，盖上环刀盖（一端为带孔的盖子，并垫有滤纸），装入木箱带回室内。

3. 打开环刀盖子，将有孔且垫有滤纸的一端置于盛有薄层水的瓷盘中，让其借土壤毛管力将水分吸入土体中。一般砂性土需 4~6h，黏性土需 8~12h。

4. 浸入水中的环刀到达预定时间后，由于吸水，必然发生膨胀，其体积会超出环刀，此时，须把超出部分的土壤用小刀小心地切除干净，立即称重。然后将环刀再放入薄层水中，砂土 2h，黏土 4h 后再称重。如果 2 次重量无明显差异，即从环刀中自上而下均匀取出部分样品，放入铝盒中，测定含水量，计算环刀中烘干样品重及土壤保持的水分重量，按下式计算毛管孔隙度：

$$P_c = \frac{W}{V} \times 100\%$$

式中 P_c : 毛管孔隙度, %; W : 环刀内土壤保持的水分，相当于水的体积, cm^3 ; V : 环刀容积, cm^3 。

此法计算的毛管孔隙度包括无效孔隙，如不包括，则可按下式计算：

毛管孔隙度 (%) = (田间持水量% - 凋萎系数%) $\times$ 土壤容重

(三) 非毛管孔隙度的计算

$$P_n = P_t - P_c$$

式中 P_n : 非毛管孔隙度, %; P_t : 土壤总孔隙度, %; P_c : 毛管孔隙度, %。

土壤田间持水量测定——铁框法

一、实验目的

田间持水量与土壤保水、供水能力关系十分密切，其为土壤保存有效水的