

环境科学与工程实习教程

李元 主编
祖艳群

陈海燕 副主编
陈建军
湛方栋



THE PRACTICE GUIDE TO ENVIRONMENTAL SCIENCE
AND ENGINEERING

中国环境科学出版社

普通高等教育规划教材

环境科学与工程实习教程

主编 李 元 祖艳群

副主编 陈海燕 陈建军 湛方栋

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

环境科学与工程实习教程/李元, 祖艳群主编. —北京:
中国环境科学出版社, 2012.2

(普通高等教育规划)

ISBN 978-7-5111-0876-0

I. ①环… II. ①李…②…祖 III. ①环境科学—实
习—高等学校—教材②环境工程—实习—高等学校—教
材 IV. ①X-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 014075 号

责任编辑 黄晓燕
文字编辑 李兰兰
责任校对 唐丽虹
封面设计 何 唯

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112735
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2012 年 5 月第 1 版
印 次 2012 年 5 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 19.5
印 数 1—2000
字 数 350 千字
定 价 35.00 元



【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

本书编写委员会

主 编 李 元 祖艳群

副主编 陈海燕 陈建军 湛方栋

编 委 王吉秀 李 元 李明锐 何永美

高召华 陈建军 陈海燕 祖艳群

秦 丽 湛方栋

前 言

环境科学与工程是研究人类环境质量以及保护与改善的学科。环境科学与工程是一个庞大的学科体系，是具有较强的交叉性、综合性和实践性的学科。环境科学与工程学科主要包括环境科学专业和环境工程专业。在环境科学、环境工程的教学过程中，既有理论教学，又有实践教学。对于培养环境科学、环境工程学生的实践能力和创新能力，实践教学就显得越来越重要。实习教学是实践教学的重要基础和重要内容。构建环境科学、环境工程专业的实验教学体系，编写综合、系统、规范的环境科学、环境工程专业实习教程，提高环境科学、环境工程专业的实习教学水平，是环境科学与工程教育工作者面临的重要任务之一。

加强高等学校环境科学、环境工程专业的实习教学，培养学生的实践能力和创新能力，提高实习教学水平，是高校环境科学、环境工程专业教学的重要任务。然而，高等学校环境科学、环境工程专业的教材主要为课堂教学课本，并且，各门课程分别编写实习指导教材，容易带来知识点的重复或漏洞。环境科学、环境工程专业各门课程实习指导教材多为校内印刷，未见到包括环境科学、环境工程专业所有专业基础课和专业课的系统完整的实习指导教程，不能满足实习教学的需要。《环境科学与工程实习教程》就是在这种情况下应运而生的，能弥补该方面的不足。

根据《云南省教育厅 云南省财政厅关于实施云南省高等学校教学质量与教学改革工程的意见》（云教高[2009]6号）的精神，按照《云南省教育厅关于普通高等学校申报云南省“十二五”规划教材建设立项项目的通知》（云教高[2010]35号）的要求，经过云南农业大学推荐申报，云南省教育厅组织专家评审通过，根据《云南省教育厅关于公布2010年云南省“十二五”规划教材建设立项项目名单的通知》（云教高[2010]110号），该书被列为云南省普通高等学校“十二五”规划教材。

该教程主要包括环境生态学、环境土壤学、环境工程学、环境监测、农用化学物质污染及防治、环境规划与管理6门课程,共27个实习的教学内容,涉及调查、观测、监测、评价、诊断、规划、工艺、利用、处置、综合整治、效益对策分析等方面。该教程涵盖了环境科学、环境工程专业所有需要实习的课程,所选择的实习内容翔实,针对性强,可操作性强,对学生的实习将起到非常好的指导作用。该教程是一部综合、系统、规范的环境科学、环境工程专业实习指导书,避免了各门课程分别编写实习指导带来的重复或漏洞,能够满足环境科学、环境工程专业所修专业基础课和专业课实习教学的需求。对于环境科学、环境工程专业的实习教学,培养学生的实践能力和创新能力,将具有积极的推动作用。

环境科学与工程实习教程由李元、祖艳群提出编写提纲,编者共同讨论、确定提纲。各位编者执笔编写。陈海燕负责初步统稿。最后,由李元、祖艳群、陈海燕、陈建军、湛方栋共同定稿。

该书在编写过程中,得到云南省教育厅的资助,得到云南农业大学和中国环境科学出版社的大力支持。该书参考了多部相关的实验指导书和有关资料,在此一并向作者致谢。由于我们水平有限,加之实习教材编写经验不足,该教程难免有不足之处,恳请各位专家、学者和读者批评指正,以便改进和完善。

本书主要读者对象为各大专院校环境科学专业、环境工程专业、农业资源与环境专业、生态学专业及相关专业学生、教师等。本书也可作为从事相关专业教学、研究的人员和研究生的实习参考书。

李 元

2011年12月20日

目 录

第一章 环境生态实习.....	1
实习一 植物群落调查.....	1
实习二 湿地生态系统调查.....	14
实习三 磷矿废弃地调查.....	24
实习四 森林水文生态调查.....	32
实习五 作物间套作生态功能调查.....	48
第二章 环境土壤实习.....	61
实习一 土壤剖面的挖掘与观察.....	61
实习二 温室大棚土壤性状观察.....	74
实习三 水土流失与土壤侵蚀调查.....	85
实习四 土壤重金属污染调查.....	98
第三章 环境工程实习.....	109
实习一 滇池水体污染现状调查.....	109
实习二 城市污水处理工艺流程.....	115
实习三 参观工业废水处理工艺流程.....	128
实习四 农业固体废弃物综合利用.....	138
实习五 城市垃圾焚烧处理工艺.....	152
实习六 城市垃圾卫生填埋处置.....	166
实习七 火电厂烟气脱硫脱硝技术.....	179
第四章 环境监测实习.....	188
实习一 水质监测.....	188
实习二 校园空气质量监测.....	206
实习三 校园噪声监测.....	216
实习四 公路建设项目环境影响评价.....	219

第五章 农用化学物质污染及防治实习	232
实习一 农业面源污染调查	232
实习二 农药污染的调查与诊断	241
实习三 蔬菜中农药残留分析	247
第六章 环境规划与管理实习	256
实习一 环境规划实习	256
实习二 城市公园的费用效益分析	268
实习三 农村环境综合治理	282
实习四 环境意识调查与环境教育对策分析	286
第七章 实习报告的写作要求	299
参考文献	301

第一章 环境生态实习

实习一 植物群落调查

一、目的

通过实习让学生熟悉和掌握本地区常见植物种类；通过样方调查掌握群落分析的基本方法，了解群落的组成与结构、种群格局、群落动态；学会对数据进行分析与总结。

二、原理

（一）群落的基本概念

群落（生物群落，*biotic community*）指一定时间内居住在一定空间范围内的生物种群的集合。它包括植物、动物和微生物等各个物种的种群，共同组成生态系统中有生命的部分。生物群落包括植物群落、动物群落和微生物群落。从目前来看，植物群落学研究得最多，也最深入。

（二）植物群落中物种的分类

在植物群落研究中，根据物种在群落中的作用进行分类。

1. 优势种和建群种

优势种（*dominant species*）：对群落的结构和群落环境的形成有明显控制作用的植物称为优势种。

建群种（*constructive species*）：优势层中的优势种称为建群种。

在森林群落中，乔木层中的优势种既是优势种，又是建群种；而灌木层中优势种就不是建群种，原因是灌木层在森林群落中不是优势层。

2. 亚优势种 (subdominant species)

指个体数量与作用都次于优势种，但在决定群落环境方面仍起着一定作用的种类。

3. 伴生种 (companion species)

伴生种为群落常见种类，它与优势种相伴存在，但不起主要作用。

4. 偶见种 (rare species)

偶见种是那些在群落中出现频率很低的种类，多半是由于群落本身稀少的缘故。偶见种可能是偶然地由人们带入或随着某种条件的改变而侵入群落中，也可能是衰退中的残遗种。有些偶见种的出现具有生态指示意义，有的还可作为地方性特征种来看待。

(三) 植物群落结构

1. 植物群落的结构单元

群落空间结构决定于两个要素，即群落中各物种的生活型及相同生活型的物种所组成的层片 (synusia)，它们可看做群落的结构单元。

生活型 (life form) 是生物对外界环境适应的外部表现形式，同一生活型的生物，不但体态相似，而且在适应特点上也是相似的。对植物而言，其生活型是植物对综合环境条件的长期适应，而在外貌上反映出来的植物类型。它的形成是植物对相同环境条件趋同适应的结果。

在同一类生活型中，常常包括了在分类系统上地位不同的许多种，因为不论各种植物在系统分类上的位置如何，只要它们对某一类环境具有相同（或相似）的适应方式和途径，并在外貌上具有相似的特征，它们就都属于同一类生活型。例如，生活于非洲、北美、澳洲和亚洲的许多荒漠植物，虽然它们可能属于不同的科，却都发展了叶子细小的特征。细叶是一种减少热负荷和蒸腾失水的适应。Shimper 在 1903 年发现了这一植物的地理规律，即在世界不同地区的相似环境趋于重复地出现相似的生活型植物。一些学者建立了各种植物生活型分类系统，其中应用最广的是丹麦生态学家 Raunkiaer 的生活型分类系统，他以植物体在度过生活不利时期（冬季严寒、夏季干旱）对恶劣条件的适应方式作为分类的基础。具体的是以休眠芽或复苏芽所处位置的高低和保护的方式为依据，把陆生植物划分为五类生活型。

(1) 高位芽植物 (phanerophytes)：休眠芽位于距地面 25 cm 以上，又依高度分为四个亚类，即大高位芽植物（高度 > 30 m）、中高位芽植物（8~30 m）、小高位芽植物（2~8 m）与矮高位芽植物（25 cm~2 m）。如乔木、灌木和一些生长在热带潮湿气候条件下的草本等。

(2) 地上芽植物 (chamaephytes): 更新芽位于土壤表面之上, 25 cm 之下, 多为半灌木或草本植物。受土表的残落物保护, 在冬季地表积雪地区也受积雪的保护。

(3) 地面芽植物 (hemicryptophytes): 又称浅地下芽植物或半隐芽植物, 更新芽位于近地面土层内, 在不利季节, 地上部分全枯死, 即为多年生草本植物。

(4) 地下芽植物 (cryptophytes): 又称隐芽植物, 更新芽位于较深土层中或水中, 多为鳞茎类、块茎类和根茎类多年生草本植物或水生植物。

(5) 一年生植物 (therophytes): 是只能在良好季节生长的植物, 以种子的形式度过不良季节。

上述 Raunkiaer 生活型被认为是植物在其进化过程中对气候条件适应的结果, 因此, 它们的组成可作为某地区生物气候的标志。

统计某个地区或某个植物群落内各类生活型的数量对比关系称为生活型谱。通过生活型谱可以分析一定地区或某一植物群落中植物与生境 (特别是气候) 的关系。

制定生活型谱的方法, 首先是把同一生活型的种类归到一起。按下列公式计算:

某一生活型的百分率 = 该地区该生活型的植物种数 / 该地区全部植物的种数 $\times 100\%$

从不同地区或不同群落的生活型谱的比较, 可以看出各个地区或各个群落的环境特点, 特别是对于植物有重要作用的气候特点。

2. 群落的垂直结构

群落的垂直结构, 主要指群落分层现象。陆地群落的分层, 与光的利用有关。层 (layer) 的分化主要决定于植物的生活型, 因为生活型决定了该种处于地面以上不同的高度和地面以下不同的深度; 换句话说, 陆生群落的成层结构是不同高度的植物或不同生活型的植物在空间上垂直排列的结果, 水生群落则在水面以下不同深度分层排列。森林群落的林冠层吸收了大部分光辐射, 往下光照强度渐减, 并依次发展为林冠层、下木层、灌木层、草本层和地被层等层次。

成层性是植物群落结构的基本特征之一, 也是野外调查植被时首先观察到的特征。成层现象不仅表现在地上而且也表现在地下。一般来讲, 温带夏绿阔叶林的地上成层现象最为明显, 寒温带针叶林的成层结构简单, 而热带森林的成层结构最为复杂, 草本植物群落的结构更为简单。

乔木的地上成层结构在林业上称为林相。从林相来看, 森林可分为单层林和复层林。植株上的苔藓、地衣等附生植物、藤本植物等, 由于很难将它们划分到某一层中, 因此, 通常将其称为层间植物或层外植物。

对群落地下分层的研究,一般多在草本植物间进行。主要是研究植物根系分布的深度和幅度。地下成层性通常分为浅层、中层和深层,研究草原时重视根系的研究。一般来说草原根系的特点是:地下部分较密集,根系多分布在5~10cm处;气候干旱,根系也随着加深;丛生禾草根系的总长度较长,而杂草类的根较重,并有耐牧性。

在层次划分时,将不同高度的乔木幼苗划入实际所逗留的层中。其他生活型的植物也是如此。另外,生活在乔木不同部位的地衣、藻类、藤本及攀缘植物等层间植物(也叫层外植物)通常也归入相应的层中。

成层现象是群落中各种群之间以及种群与环境之间相互竞争和相互选择的结果。它不仅缓解了植物之间争夺阳光、空间、水分和矿质营养(地下成层)的矛盾,而且由于植物在空间上的成层排列,扩大了植物利用环境的范围,提高了同化功能的强度和效率。成层现象越复杂,即群落结构越复杂,植物对环境利用越充分,提供的有机物质也就越多。群落成层性的复杂程度,也是对生态环境的一种良好的指示。一般在良好的生态条件下,成层构造复杂,而在极端的生态条件下,成层结构简单,如极地的苔原群落十分简单。

3. 群落的水平结构

群落的水平结构是指群落的配置状况或水平格局,有人称为群落的二维结构。植物群落水平结构的主要特征就是它的镶嵌性(mosaic)。镶嵌性是植物个体在水平方向上分布不均匀造成的,从而形成了许多小群落(microcoense)。小群落的形成是由于环境因子的不均匀性,如小地形和微地形的变化、土壤湿度和盐渍化程度的差异、群落内部环境的不一致、动物活动以及人类的影响等。分布的不均匀性也受到植物种的生物学特性、种间的相互关系以及群落环境的差异等因素制约。

4. 群落的时间结构

如果说植物种类组成在空间上的配置构成了群落的垂直结构和水平结构的话,那么不同植物种类的生命活动在时间上的差异,就导致了结构部分在时间上的相互配置,形成了群落的时间结构。在某一时期,某些植物种类在群落生命活动中起主要作用;而在另一时期,则是另一些植物种类在群落生命活动中起主要作用。如在早春开花的植物,在早春来临时开始萌发、开花、结实,到了夏季其生活周期已经结束,而另一些植物种类则达到生命活动的高峰。所以在一个复杂的群落中,植物生长、发育的异时性会很明显地反映在群落结构的变化上。因此,周期性就是植物群落不同季节和不同年份内其外貌按一定顺序变化的过程,它是植物群落特征的另一种表现。植物群落的外貌在不同季节是不同的,随着气候季节性交替,群落呈现不同的外貌,称为季相。如北方的落叶阔叶林,在春季开

始抽出新叶,夏季形成茂密的绿色林冠,秋季树叶一片枯黄,到了冬季则树叶全部落地,呈现出明显的四个季相。植物生长期的长短,复杂的物候现象是植物在自然选择过程中适应周期性变化的生态环境的结果,它是生态-生物学特性的具体体现。

(四) 亚热带常绿阔叶林

常绿阔叶林是指分布在亚热带大陆东岸湿润地区的、由常绿的双子叶植物所构成的森林群落,又称照叶林、月桂树林、樟栲林等。

常绿阔叶林主要由壳斗科、樟科、山茶科、木兰科和金缕梅科的常绿树种组成,区系成分极其丰富,地理成分复杂,富有起源古老的孑遗植物,或系统进化上原始或孤立的科属及特有植物;乔木层树种具有樟科月桂树叶子的特征:小型叶、渐尖、革质、光亮、无茸毛、排列方向与光线垂直等。外貌终年常绿,林相整齐,季相变化不明显。群落结构较为复杂,林木层、下木层均有亚层次的分化,草本层以蕨类植物为主。藤本植物较为丰富,但多为革质或木质小藤,板根、茎花、叶面附生现象大大减少,附生植物中很少有被子植物。

三、实习地介绍

1. 西山植被

昆明西山古称碧鸡山。为碧蛲山、华亭山、太华山、罗汉山的总称。在昆明西郊,滇池西岸,距市区 15 km,隔滇池与金马山遥遥相对。北起碧鸡关,南至海口,绵延 35 km。最高峰罗汉峰,海拔 2511 m。

全山森林茂密,植物种类繁多,誉为滇中高原“绿翡翠”。全山除岩石嶙峋的罗汉崖外,均为繁茂的原始次生林,随高度变化森林垂直带谱十分明显。山体下部有以栎类为主的亚热带常绿阔叶林,山体上部是云南松、华山松为主的针叶林,在海拔 2150 m 以上的石灰岩地带,分布有冲天柏林和多种落叶阔叶林。西山植物多而集中,分布有 167 个科、594 个属、1086 种灌木和其他植物,药用植物也多达 90 余种。木本植物有 80 多科、180 属、近 300 种,主要有云南松、华山松、杉、楸、榆、柏等,还有杜鹃、十里香等野生花木。产白芨、草乌、沙参等药用植物 90 多种。还生长了一些珍稀树种,如台榿、鹅耳枥、化香树、八角枫、滇紫荆、云南樟、长柄桢楠等四季常青的树木。

2. 筇竹寺植被

筇竹寺,位于昆明西北郊蜿蜒起伏的玉案山上,距昆明 7 km,筇竹寺为昆明的佛教圣地,驰誉中外的五百罗汉的彩塑就在这里。

该地有昆明地区为数不多的原生半湿润常绿阔叶林。半湿润常绿阔叶林是滇

中、滇北高原山地广泛分布的主要植被类型。其中海拔范围为 1500~2500 m。群落垂直结构由乔木上层、亚乔木层、灌木层、草本层构成。组成上层乔木的优势树主要为壳斗科,以滇青冈属、栲属、石栎属中的滇青冈、沅江栲、黄毛青冈、高山栲、滇石栎等为主,区系上主要为中国—喜马拉雅成分;乔木层中常傍生有耐寒耐旱的硬叶高山栎类,如灰背栎、川西栎等,还含有一些落叶树种,其中有我国东部亚热带地区常见的种类,如黄连木、栓皮栎等;还有一些特有树种,如滇朴、滇楸、滇合欢、皮哨子、滇皂角等。乔木层树种一般都具有明显的旱生特征,例如,叶片较小、革质、稍硬、有时叶背具毛,树干多弯曲,树皮稍厚等。由于受人为干扰较少,植被保护较好。林下具有很厚的枯枝落叶层,土体有丰富的有机质,土质肥沃。

四、实习内容

(一) 环境调查

在环境生态学野外实习或调查过程中,必须对所调查的植物或植物群落的周围环境条件进行详细调查和记录,其目的是为了更好地考察、研究环境与植物或植物群落的关系。一般来说,应该对海拔、坡向、坡度、环境状况、人为干扰、群落类型等做较为详细的调查和记录。

将结果记录在表 1-1 和表 1-2 中。

(二) 用样方法了解群落的基本特征

样方,即方形样地,是面积取样中最常用的形式,也是植被调查中使用最普遍的一种取样技术。一般地,群落越复杂,样方面积越大。样方的数目一般不少于 3 个,数目越多,取样误差越小。

1. 乔木样方

用样方绳围起 10 m×10 m 的正方形(3 个)。记录植物的名称、高度、胸径、株数、盖度、物候期、生活力,填入表 1-3 中。

2. 灌木样方

用样方绳围起 5 m×5 m 的正方形(3 个)。记录植物的名称、高度、冠径、丛径、株丛数、盖度、物候期、生活力,填入表 1-4 中。

3. 草本样方

用样方绳围起 1 m×1 m 的正方形(3 个)。记录植物的名称、花序高、叶层高、冠径、丛径、株丛数、盖度、物候期、生活力,填入表 1-5 中。

五、方法

1. 海拔的测定

用海拔仪可对所在地的海拔进行测定。但应注意的是：在使用海拔仪之前，必须在已知的海拔地点校正海拔仪的准确测高，然后才能使用海拔仪。由于海拔仪的工作受气压影响很大，所以晴天和阴天所测海拔略有差异，应给予必要的校正。

海拔仪中外圈的数字（0~999）表示海拔高度 0~999 m，而 900 数字下方的椭圆形中的数字表示 km。如果椭圆形的指针在 0 和 1 之间，长指针所指的外圈数字就是当地的海拔高度；如果椭圆形的指针在 1 和 2 之间，当地的海拔高度则是 1000 加上长指针所指的外圈数字，例如，椭圆形的指针在 1 和 2 之间，而长指针所指的外圈数字为 610，那么当地的海拔高度就是 1610 m；如果椭圆形的指针在 2 和 3 之间，当地的海拔高度则是 2000 加上长指针所指的外圈数字；依此类推。

2. 坡向的测定

用一般的罗盘仪可对所在地的坡向进行测定。站在坡面上，面对整个下坡，手持罗盘仪，使之保持水平状态，并使罗盘仪与自己的身体呈垂直状态，然后从罗盘仪上读数。注意：缠有紫色铜丝的指针（S 极）无论在什么时候都指的是南，而另一指针（N 极）指的是北。

罗盘仪中有 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 的刻度，认真思考指针和刻度之间的关系，就不难看出自己脚下坡面的坡向。例如，S 极所指数字为 235° ，N 极所指数字为 45° ，那么坡向应该是北坡偏东 45° ，记作 $N45^{\circ}E$ ；S 极所指数字为 130° ，N 极所指数字为 310° ，那么坡向应该是西坡偏北 40° ，记作 $W40^{\circ}N$ 。

3. 坡度的测定

用一般的罗盘仪可对所在地的坡度进行测定。站在坡面上，面对整个下坡，将罗盘仪竖起，使罗盘仪中底部的半圈数字向下，让罗盘仪有镜的一方向外，并使罗盘仪的上部平面与坡面呈平行状态，右手扳动罗盘仪背部的杠杆，使得罗盘仪中长形水平管中气泡居中，此时长形水平管下方的指针所指示的数字便是该坡面的坡度。

4. 树高和干高的测量

树高指一棵树从平地到树梢的自然高度（弯曲的树干不能沿曲线测量）。通常在做样方的时候，先用简易的测高仪（例如魏氏测高仪）实测群落中的一株标准树木，其他各树则估测。估测时均与此标准相比较。

目测树高的两种简易方法，可任选一种。其一为积累法，即树下站一人，

举手为 2 m, 然后 2、4、6、8, 往上积累至树梢; 其二为分割法, 即测者站在距树远处, 把树分割成 1/2、1/4、1/8、1/16, 如果分割至 1/16 处为 1.5 m, 则 $1.5 \text{ m} \times 16 = 24 \text{ m}$, 即为此树高度。

干高即为枝下高, 是指此树干上最大分枝处的高度, 这一高度大致与树冠的下缘接近, 干高的估测与树高相同。

5. 胸径和基径的测量

胸径指树木的胸高直径, 大约指距地面 1.3 m 处的树干直径。严格的测量要用特别的轮尺 (即大卡尺), 在树干上交叉测两个数, 取其平均值, 因为树干有圆有扁, 对于扁形的树干尤其要测两个数。在地植物学调查中, 一般采用钢卷尺测量即可, 如果碰到扁树干, 测后估一个平均数就可以了, 但必须株株实地测量, 不能仅在远处望一望, 任意估计一个数值。

如果碰到一株从根边萌发的大树, 一个基干有 3 个萌干, 则必须测量三个胸径, 在记录时要用括弧画在一个植株上。

胸径 2.5 cm 以下的小乔木, 一般在乔木层调查中都不必测量, 应在灌木层中调查。

基径是指树干基部的直径, 是计算显著度时必须用的数据, 测量时, 也要用轮尺测两个数值后取其平均值。一般用钢尺也可以。一般树干直径的测量位置是距地面 30 cm 处。

6. 冠幅、冠径和丛径的测量

冠幅指树冠的幅度, 专用于乔木调查时树木的测量, 严格测量时要用皮尺, 先通过树干在树下量树冠投影的长度, 然后再测通过树干与长度垂直的树冠投影的宽度。例如, 长度为 4 m, 宽度为 2 m, 则记录下此株树的冠幅为 $4 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ 。

冠径和丛径均用于灌木层和草本层的调查。冠径指植冠的直径, 用于不成丛的单株散生的植物种类, 测量时以植物种为单位, 选测一个平均大小 (即中等大小) 的植冠直径, 如同测胸径一样, 记一个数字即可, 然后再选一株植冠最大的植株测量直径记下数字。丛径指植物成丛生长的植冠直径, 在矮小灌木和草本植物中各种丛生的情况较常见, 故可以丛为单位测量一般丛径和最大丛径。

7. 盖度 (总盖度、层盖度、种盖度) 的测量

群落总盖度是指一定样地面积内植物覆盖地面的百分率。这包括乔木层、灌木层、草本层、苔藓层的各层植物。总盖度不管重叠部分, 只要投影覆盖地面者都同等有效。如果全部覆盖地面, 其总盖度为 100%。草地植被的总盖度可以采用缩放尺实绘于方格纸上, 再按方格面积确定盖度的百分数。

层盖度指各分层的盖度, 乔木层有乔木层的盖度, 草本层有草本层的盖度。实测时可用方格纸在林地内勾绘, 比估测要准确。

种盖度指各层中每个植物种所有个体的盖度，一般也可目测估计。盖度很小的种，可忽略不计，或记小于1%。

个体盖度即单株植物的盖度。

由于植物的重叠现象，故个体盖度之和不小于种盖度，种盖度之和不小于层盖度，各层盖度之和不小于总盖度。

8. 频度和相对频度

频度=某种植物出现的样方数/样方总数 $\times 100\%$

相对频度是指一个群落中在已算好的各个种的频度基础上，再进一步求出各个种的频度相对值。其计算公式如下：

相对频度=某种植物的频度/全部植物的频度之和 $\times 100\%$

9. 多优度-群聚度的估测

多优度和群聚度相结合的打分法和记分法是法瑞学派传统的野外工作方法。它是一种主观观测的方法，要有一定的野外经验。该方法包括两个等级，即多优度等级和群聚度等级。书写格式为先写多优度，再写群聚度，两者之间用圆点隔开。

多优度等级共6级，以盖度为主结合多度。

- 5：样地内某种植物的盖度在75%以上者（即3/4以上者）；
- 4：样地内某种植物的盖度在50%~75%者（即1/2~3/4者）；
- 3：样地内某种植物的盖度在25%~50%者（即1/4~1/2者）；
- 2：样地内某种植物的盖度在5%~25%者（即1/20~1/4者）；
- 1：样地内某种植物的盖度在5%以下者，或数量尚多者；
- 十：样地内某种植物的盖度很小，数量也少。

单株群聚度等级分5级，聚生状况与盖度相结合。

- 5：集成大片，背景化；
- 4：小群或大块；
- 3：小片或小块；
- 2：丛或小簇；
- 1：个别散生或单生。

因为群聚度等级也有盖度的概念，故在中、高级的等级中，多优度与群聚度常常是一致的，故常出现5·5、4·4、3·3等记号情况，当然也有4·5、3·4等情况，中级以下因个体数量和盖度常有差异，故常出现2·1、2·2、2·3、1·1、1·2、十·十、十·1、十·2的记号情况。

10. 物候期的记录

这是全年连续定时观察的指标，群落物候反映季相和外貌，故在一次性调