

《中国森林生态系统结构与功能规律研究》项目组 编著

森林生态系统 定位观测提纲 及数据库设计



科学出版社

森林生态系统定位观测 提纲及数据库设计

《中国森林生态系统结构
与功能规律研究》项目组 编著

科 学 出 版 社

1993

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是一部有关森林生态系统定位、半定位观测研究的指导性著作。包括有最基本观测内容的提纲、观测记载及数据整理表格、微机管理的数据库设计,适用于我国不同类型的森林生态系统定位站、半定位站,对我国森林生态定位观测规范化和建立统一的数据库有重要指导意义。

可为林业、环境监测、自然保护等有关部门建立定位、半定位观测站点和网络,为生物、自然地理、农林等科研单位和高等院校建立森林定位研究站和开展相应研究,提供具体的参考和指导;其生态定位观测设计和数据库设计原理,也可应用于其它植被类型、人工群落类型。

森林生态系统定位观测提纲 及数据库设计

《中国森林生态系统结构
与功能规律研究》项目组 编著

责任编辑 曾桂芳 潘秀斌

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

科达激光照排中心激光照排

北京朝阳大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1993年4月第 一 版 开本:850×1168 1/32

1993年4月第一次印刷 印张:7

印数:1-600 字数:173 00Q

ISBN 7-03-003588-7/Q·448

定价:9.80 元

前 言

长期定位观测研究是国际上为研究、揭示生态系统的结构与功能变化规律而采用的重要手段。它是通过在典型自然的或人工的生态系统地段,建立生态定位观测站,在长期固定样地上,对生态系统的组成、结构、生物生产力、养分循环、水循环和能量利用等在自然状态下和某些人为活动影响下的动态变化格局与过程进行长期监测,是阐明生态系统发生、发展、演替的内在机制,生态系统自身的动态平衡,以及参与生物地球化学循环过程的不可代替的研究方法。森林生态系统是最重要、最复杂和分布广泛的陆地生态系统类型,在不同的自然地理区和气候带具有众多不同的特征,并以它们不同的结构和功能参与地圈-生物圈循环过程。当今全球气候变化,生物多样性减少和人类生存环境质量下降等重大生态学问题,都与森林资源破坏、森林面积迅速减少、类型多样性减小、系统功能衰退有密切的关系。

国外开展森林生态系统定位研究已有数十年的历史,著名的研究站有美国的布鲁克黑文、哈巴勃洛克和科威他等,前苏联的台勒尔曼、坚尼别克,瑞典的斯科加贝,德国的黑森,瑞士的埃曼泰尔等。过去的研究内容基本上都以森林生态系统自身的和与系统外循环有关功能过程为主,近些年来,则与区域性和全球变化相联系,积极参加一些国际性计划,如国际地圈生物圈计划,以探讨森林生态系统在更宏观范围内的作用。同时,国际上也出现了一些国家性的和国际区域性的生态系统定位观测的网络化趋势,如美国长期生态学计划(LTER)网络有全国 17 个生态类型站,其中有 8

个森林类型站;英国有环境变化研究网络(SUAN),还有欧洲森林生态系统研究网络(European FERN)等。我国的中国科学院系统、林业系统也已先后分别建立了十余个森林生态定位站,环境系统、农业系统也建立了诸如环境监测、立体农业等定位观测网点,其中都包括有森林和农业的复合类型。在我国生态定位观测近期内出现了一个蓬勃发展的局面。中国科学院、林业部、国家环保局、农业部已开始发展部门内的网络化,有的已与国际网络建立了联系。

无论在国际,还是在国内,森林生态系统定位观测都已发展到网络化的阶段,但是各定位站在观测研究上只有一个科学上约定俗成的大体相近的内容范围,在具体实施上则因条件不同而有所侧重,而且在相同内容的观测研究上,方法、手段、精度和仪器先进程度上也是千差万别,缺乏统一协调的研究大纲、研究方法、精度和规范化要求。因而,使各站之间的研究成果、观测数据没有一个比较好的可比性,难以使森林生态系统的观测研究成果汇入更高层次、更加宏观的研究中去。由于世界的和我国的森林生态系统结构、功能上的复杂性和多样性,不可能指望在短期内解决观测研究上的规范化问题。但是,为了促使向这个目标迈进一步,对森林生态系统定位观测的近期目标,提出一个基本的研究内容和观测数据的要求,供国内外正在兴起的观测研究参考,还是有积极意义的。

国家自然科学基金重大项目“中国森林生态系统结构与功能规律研究”在1990年立项时,曾尝试构建全国跨部门的森林生态系统定位观测网络和研制统一的数据库,经过一年多的努力,认为先实施各部门网络化是比较现实的,项目组结构和上述的任务目标已作了调整。但项目组认为,在我们一年多的时间里,由一些我国长期从事森林生态定位研究的专家们所讨论和研制的对森林生态系统定位观测的基本内容(研究大纲),对观测数据的基本要求和建立数据库的构想与设计要求,对推动我国森林生态系统及有关环境监测等定位观测向规范化方向发展仍然是十分有价值的。

愿以此向全国同行们提供参考。

《森林生态系统定位观测提纲及数据库设计》(以下简称《设计》)研制的出发点是:

(1)从当前国内外森林生态系统定位观测的现实情况和科学发展与观测手段出发,本《设计》不涉及有关第二性生产者(即消费者)的内容,观测内容围绕以第一性生产者为主体的结构与功能。

(2)即使在围绕第一性生产者为主体的结构、功能观测中,其内容也是十分丰富的,只是过去不同站点的研究繁简、粗细、深浅不一。本《设计》是从森林生态系统功能与结构定位观测最基本的要求出发,即从最低限度,但相对完整的要求出发提出的,其基本内容包括定位观测站点的自然地理本底特征,森林群落的组成结构与特征,生物量与生物生产力,养分循环,水循环与水量平衡,能量利用等当前所要求的基本数据资料。

(3)观测数据要求与建立数据库要求紧密结合。如观测数据内容与数据库结构设计相统一,数据库编码可以满足所有观测数据的特征,并且做到了观测数据表格与数据库登记表表格形式与内容一致等等。虽然对基本数据有统一要求,但各站点仍可以根据工作开展的条件取舍其中某功能部分,而且数据库对不同站点可能有的新的观测内容留有扩大的余地,因此,数据库结构在考虑了统一基本要求外,具有扩舍的弹性。

参加本《设计》研制的单位有中国林业科学研究院林业研究所、资源信息研究所,中国科学院植物研究所、生态环境研究中心,东北林业大学,北京林业大学。参加研制起草和审定的人员(按姓氏笔画)有:王彦辉、王丽丽、马雪华、冯宗炜、刘世荣、刘永敏、华网坤、肖文发、李一清、陈灵芝、周晓峰、徐德应、张淑娟、张家城、侯艳芳、聂道平、郭景唐、蒋有绪、蓝再平等。参加审议和提出修改建议的人员有:中国科学院昆明生态研究所谢寿昌,华南植物研究所孔国辉,四川林业科学研究院杨玉坡、李承彪,南京林业大学姜志林,西北林学院张仰渠、陈存根、雷瑞德等,东北林业大学李景文、詹鸿

振,内蒙古林学院冯林,浙江省林业研究所周重光、柴锡周,中国林业科学研究院热带林业研究所曾庆波等。本《设计》在研制中国国家自然科学基金会生命科学部林学学科组负责人杜生明参加了讨论和审定。在此谨向以上所有参加研制、审议和审定的专家表示感谢。

本《设计》各学科方面的负责人是:

- (1)自然地理背景及群落特征 蒋有绪(中国林业科学院林业研究所)
- (2)生物量与生物生产力 冯宗炜(中国科学院生态环境研究中心)
- (3)养分循环 陈灵芝(中国科学院植物研究所)
- (4)水文功能 马雪华、王彦辉(中国林业科学院林业研究所)
- (5)能量利用 徐德应(中国林业科学研究院林业研究所)
- (6)数据库 华网坤(中国林业科学研究院资源信息研究所)

负责组织研制及审定工作的是中国林业科学研究院蒋有绪、刘世荣、张淑娟、王彦辉。

希望各有关部门的森林生态,自然保护,环境监测和生态农、林业方面从事定位、半定位观测研究的同行们在参照试用本《设计》后提出宝贵意见。有关数据库软盘可与中国林业科学院林业科学研究所生态室联系。

《中国森林生态系统结构与功能规律研究》项目组主持人

蒋有绪

1992年8月

目 录

前言

森林生态系统定位观测研究基本要求	(1)
森林生态系统定位观测基本数据表	(12)
森林生态系统定位观测数据库设计	(65)
森林生态系统数据库结构及说明	(74)
森林生态系统数据库数据登记表	(148)
森林生态系统数据库编码表	(207)

森林生态系统定位观测研究基本要求*

本文对于协调森林生态系统定位观测站点的研究内容、测定的精度和取样方法以及数据整理有参考意义。分文字和表格两部分,表格中考虑到每个研究方面的完整性而可能略有重复,但使用时却比较方便。数据库的数据要求将在此基础上以数据库的要求形式提出。

一、研究地区的自然地理概况及群落特征

(一) 地理位置

省、区、县、乡或林场、试验站、地理坐标(经纬度)、山系、地貌、地形、坡度、坡向、海拔高度。

(二) 气候特点(可按附近气象站订正)

温度($^{\circ}\text{C}$)包括年平均温度、1月平均最低温度、7月平均最高温度、年积温($>10^{\circ}\text{C}$),年降水量(mm)、年蒸发量(mm)、年相对湿度、年日照时数、[年总辐射量(MJ/m^2)],年均风速、无霜期天数、气候生态图解。

(三) 定位站土壤类型

土壤名称,土壤剖面描述,母质和母岩特征。

* 凡加[]者,为定位站希望争取做到的内容。

(四) 植被状况及群落结构特征

[本地区垂直带谱]。

研究的森林类型名称、乔木层组成、林龄、平均胸径(cm)、平均树高(m)、郁闭度、疏密度、每公顷株数,如人工林则需要有造林时间、造林方式、采用苗木规格、株行距、初始密度及现存密度,如乔木层为多层异龄混交林则应分层记载。

天然更新状况:更新树种、年龄结构、每公顷株数。

要求森林植物群落表,森林植物群落垂直剖面平面投影图(片段)。

下木层:种类名称、高度、盖度、密度[频度]。

草本层:种类名称、高度、盖度、多度[频度]。

层外植物:种类、分布高度、多度。

二、森林生态系统生物生产力

(一) 生物量或现存量

1. 乔木层生物量

(1)样地面积

(2)采用测定方法

说明采用何种方法:如平均木法、径级选择法、相对生长法、皆伐法。

(3)乔木层单株立木各器官(树干、树皮、树枝、树叶、根系)生物量计算的回归模型,包括 a 、 b 参数,相关系数(R),以及胸径(D)和树高(H)。

(4)叶面积、计算方法或仪器测定法。

2. 下木层生物量

(1)样方面积和数量

(2)采集方法

3. 草本层生物量

(1) 小样方面积和数量

(2) 采用方法

(二) 枯枝落叶层现存量及[枯死生物量]

1. 枯枝落叶层现存量

(1) 样方面积和数量

(2) 采用方法

2. [枯死生物量]

指尚未凋落而留存各层中枯死部分、立枯枝、立枯木及枯倒木。

(三) 净生产量

1. 乔木层生长量

(1) 树干生长量(包括树皮生长量)

(2) 树枝生长量

(3) 叶生长量

(4) 根系生长量

2. 下木层生长量(说明计算的方法)

3. 草本层生长量(说明计算的方法)

(四) 年凋落物量的测定[能分层更好]

1. 乔木层枯死凋落量

2. 下木层凋落量

3. 草本层凋落量

(五) [动物采食量的估算]请说明一下动物采食状况

按生态系统归纳整理。

(六) 生态系统的生物量及其分配

1. 乔木层生物量及各器官生物量和分配百分率
2. 下木层生物量及各器官生物量和分配百分率
3. 草本层生物量及各器官生物量和分配百分率

(七) [生态系统枯死生物量及其分配]

1. 乔木层枯死生物量及其分配
2. 下木层枯死生物量及其分配
3. 草本层枯死生物量及其分配

(八) 生态系统平均年净生产量

(说明计算的方法,包括地上、地下两部分)

[生态系统净生产量及其分配]

1. 乔木层净生产量及其分配
2. 下木层净生产量及其分配
3. 草本层净生产量及其分配

(九) 生态系统的生产(产量)结构图

(十) 生态系统初级生产率

1. 叶净同化率
2. 干材生产的叶效率

(十一) 生态系统净初级生产力流程图

1. 乔木层净初级生产力及其分配
2. 下木层净初级生产力及其分配
3. 草本层净初级生产力及其分配
4. 年凋落量及其分配

5. 年枯死量(立枯量年增量)
6. 凋落物层年分解量及其分配

(十二) [林木生长过程]

三、森林生态系统养分元素循环

1. 基本元素为 N、P、K、Ca、Mg, 要注明元素测定的样品采集时间、方法与样品制备、分析方法(含仪器型号)

2. 乔木层元素浓度(%)及其贮存量(kg/ha)

(1) 不同乔木树种的枝、叶、干(可与树皮一起, 但最好干、皮分开)、根系(不同粗度)中的元素浓度及其季节变化

(2) 同种不同年龄的植株, 同株不同龄级、不同季节的叶、枝元素浓度

(3) 乔木层中各元素贮存量(kg/ha)

a. 叶中各元素贮存量 = 叶各元素浓度 × 叶生物量

b. 枝中各元素贮存量 = 枝各元素浓度 × 枝生物量

c. 干中各元素贮存量 = 干各元素浓度 × 干生物量(干、皮可分开计算)

d. 根系中各元素贮存量 = 根系元素浓度 × 根系生物量

e. 合计: 乔木层中各元素贮存量

3. 下木层中各元素浓度及其贮存量(kg/ha)

(1) 不同下木叶的各元素浓度及其季节变化

(2) 不同下木枝的各元素浓度及其季节变化

(3) 下木叶的各元素贮存量 = 各元素浓度 × 叶生物量

(4) 下木枝的各元素贮存量 = 各元素浓度 × 枝生物量

(5) 不同下木地下部分各元素浓度及其季节变化

(6) 下木地下部分各元素贮存量 = 各元素浓度 × 地下部分生物量

4. 草本层中各元素的浓度(%)及其贮存量(kg/ha)

(1) 草本层地上部分茎、叶各元素浓度及其季节动态

(2) 草本层地下部分各元素浓度及其季节动态

(3) 草本层地上部分各元素贮存量 = 各元素浓度 × 地上部分生物量

(4) 草本层地下部分各元素贮存量 = 各元素浓度 × 地下部分生物量

5. 枯枝落叶层中各元素浓度(%)及其贮存量(kg/ha)

(1) 地表枯枝落叶层中各元素浓度及其季节变化

(2) 不同季节(或某季节)地表枯枝落叶层中各元素贮存量 = 各元素浓度 × 枯枝落叶现存量

(3) 一年内不同季节凋落物的干重、组成及各元素浓度

(4) 年凋落物量中各类化学元素总量

(5) 地表枯枝落叶分解速率和分解过程中元素浓度变化

6. 土壤养分

(1) 提供土壤基本理化特性,如土壤容重等

(2) 土壤不同层次质地及土壤(0—30cm 或 0—50cm 或更深)中各元素浓度(平均值)(全量及有效态)及其季节变化

(3) 土壤各元素的贮存量(全量或有效态) = 各元素浓度 × 土壤容重 × 深度 × 面积

7. 森林对化学元素的持留量[kg/(ha · 年)]

(1) 乔木层的元素年吸收量及分配(各器官中各元素浓度 × 各器官第一性生产力的总和)

(2) 下木和草本层元素年吸收量及分配(各元素浓度 × 各层第一性生产力)

8. 降雨中各元素的输入及其进入系统后的变化

(1) 每月(或雨季)雨水中各元素浓度、变化状态和年输入量

(2) 冠流与茎流中各元素浓度及各季节变化

(3) 通过冠流和茎流进入系统内的各元素总量

- (4) 不同时期径流中的各元素浓度
- (5) 由径流输出的系统的各元素的总量
- (6) 其它水质测定数据(pH 值, 盐分总量等)
9. 系统的养分元素循环流程图

四、森林生态系统水量平衡

1. 运用点面结合方法, 即应用定位实测整理资料, 同时尽可能结合面上, 即所在地区有一定森林覆盖的流域(集水区)的历年水文气象和森林资源变化资料进行计算分析, 建立各种水文要素数学实验公式及降雨-径流综合模型等, 阐明各地区森林水文功能。

2. 森林水量平衡研究

(1) 降水量(降雨量, P), 包括历年降水总量、历年平均降水量、降水量按月分配、年内各种降雨强度及其频率。

(2) 林内雨量(P_i)、林冠截流量(I)、茎流量(P_s), 上述三项均按森林状况(林种、林龄、郁闭度等)、降雨状况(降雨量、降雨强度)分别计算。截留量还应包括草本层、枯枝落叶层的截留降水量。

林冠截留量和茎流经验式:

A. 截留率(%) $i_c = aP + b$

茎流量 $P_s = a'P + b'$

林内雨量 $P_i = a''P + b''$

B. 截留量(mm) $I = a \cdot \exp(-b/P)$

茎流量(mm) $P_s = S_e e^{ap}$

(3) 土壤水分部分(ΔW)

A. 各种主要土壤类型的土壤水文-物理性质(包括土层厚度、容重、各种孔隙度、各种持水量、渗透性、初渗、稳渗率等)并与其有关因素, 如土壤机械组成、质地、结构、微团聚体组成、有机质含量(%)等。

B. 土壤含水量的季节变化,产流前后土壤蓄水量的变幅。

月平均土壤含水量(W_t)变化的实验公式:建议采用与气候各要素的多元回归式。

$$W_t = a + a_1 P + a_2 T + a_3 E + a_4 R_H \cdots \cdots$$

$a, a_1, \cdots, a_n$ 参数

式中: P ——月降雨量; T ——大气温度; R_H ——大气相对湿度; E ——蒸发量。

(4) 径流量(R)

不同森林类型和森林植被覆盖度,以及人类经营活动(采伐、整地、烧垦等)对径流的影响。

两种测流法(流域对比法和坡面径流场法),根据条件所确定的任务选择其一。内容:流域和径流场的自然状况(面积、坡度、平均坡长、沟向、形状、植被覆盖情况等),水文状况(历年降水量年内分配、历年总径流量及年内分配、洪枯水流量、径流系数、径流模数、汇流时间等)。

(5) 总蒸散量(E_{pt})

包括林内地面蒸发(地表及下垫面的截拦蒸发)和林木植物的蒸腾量,可实测后通过水量平衡法推算:

$$E_{pt} = P - R \pm \Delta W$$

或通过经验公式求得*:

A. 桑思维特式:

$$E_{pt} = 0.533 D_0 \left(\frac{10 t_f}{J} \right)^a$$

B. 哈蒙式:

$$E_{pt} = 0.140 D_0^2 q_t$$

C. 彭曼式(Penman—Monteith):用日照时间、风速、气温

* 参见中野秀章,森林水文学,110—130页。式中符号参见该书125页。

和湿度资料推算月平均日蒸散量。

$$E_{pt} = \frac{\gamma e_a + R_0 \Delta}{\gamma + \Delta}$$

(6) 建立水量平衡表

无集水区者也应争取收集流域资料建立水量平衡。

五、能量平衡研究

根据条件,争取进行以下可以做到的内容:

1. 辐射平衡

要求在生长季节,对如下项目至少有两星期的观测(林外辐射要有全年资料):

总辐射(可用林外资料代替)

直接辐射(或观测散射辐射,可用林外资料)

反射辐射(林上和林外)

辐射平衡(林上和林外)

林上光合有效辐射

林下光合有效辐射

[林下分波段辐射]

照度(林内和林外)

2. 蒸散耗能

同“森林生态系统水量平衡”中(5),但补充如下:

观测要求在林上进行。所获得观测资料要能计算出全年的森林蒸散值。在国内没有全自动仪器情况下,可行的办法是利用林区气象站常年观测资料,用回归方程求得,为了对计算结果进行核对和分析,需要至少用两种方法进行森林蒸散的观测。

(1) Penman-Monteith 法

(2) 能量平衡法

本方法要求观测林上的辐射,可和前一项辐射平衡结合起来,