

# 森林资源清查

(内部参考)



# 森林资源清查

(内部资料)

大兴安岭地区勘察设计大队

一九七四

Forest Inventory Section, Federal Research  
Organization for Forestry and  
Forest Products, Reinbek  
F. Loetsch and K. E. Haller  
FOREST INVENTORY  
VOLUME 1

**内 容 提 要**

书中除概論外共有两大部分：森林資源清查的統計学和从航空象片上取得的資料。在这两部分中，作者結合实际例子叙述了有关森林資源清查的基本理論和方法，比較通俗易懂。

本书可供从事森林調查、林业或其它工作的科学技术人員、学校教师参考。

## 编 译 说 明

这本书由两位西德人（联邦林业与林产品局森林资源清查科的工作人员）所著，并由另外一位西德人译成英文。在西德联邦政府和联合国粮食与农业组织的资助下，于一九六四年出版英文版。西德联邦粮食、农业和林业部林业与林产品局局长克劳兹和联合国粮农组织林业与林产品部主任 N. A. 奥塞拉分别为该书写了序和前言。

原林业部森林综合调查队于一九六五年将该书英文版全部译出，南京林产工业学院林学系测树教研组于一九七二年也对该书进行了翻译。一九七三年，在全国森林资源清查北方点试点期间，参加试点的部分农林院校的教师对两分译稿进行了校订。具体参加校订的人员有：南京林产工业学院的林昌庚同志、方有清同志，云南林学院的董乃钧同志，东北林学院的马建维同志，河南农学院的刘元本同志，河北林业专科学校的郝祖渊同志等。最后，我们对译文定稿。黑龙江省林业总局森林资源管理局的王叶圣和我队一些等同志复制了插图。

这本书基本上包括了世界上目前广泛采用的森林资源清查技术，反映了这方面的世界技术水平。为了不断发展我国的森林资源清查技术，赶上和超过世界先进水平，现作为内部资料印刷了这本书。由于作者的资产阶级世界观所决定，本书在立场观点和思想方法以至具体技术细节方面都会存在一定的问题。虽然我们尽力作了删节和订正，仍希读者本着“洋为中用”的精神，批判地参阅。

由于编译者的经验不足，水平有限，缺点和错误难免，希批评指正。

## 原 书 前 言

在发展中国家，森林工业的发展对促进经济的增长能够起重要作用。不过森林工业的发展必须建立在现实森林资源的稳固基础上；森林资源要通过森林资源清查来获得，这种清查可得到有关总蓄积量及其状况、森林的可及性、更新情况和其他重要因子的有用资料。定期清查生产资料和产品是完善的森林经理的重要组成部分。

森林资源清查的方法比商业和工业中所用的方法复杂得多。有效地查清大片林区，需要采用抽样、调查、摄影测量和数据计算的先进技术，以及大家熟知的测树方法。现代森林资源清查技术最初是在温带林中发展起来的，直到最近森林资源清查的积极性在温带林已受很大限制。工业化国家对木材的迫切需要和年轻的、新兴的国家对开发本国自然资源的迫切要求，已把注意力集中到全世界的亚热带和热带林。所用的森林资源清查技术必须适应热带林的相当不同的条件和要求，并且直到有足够的经验时，拟定专门的热带林的森林资源清查技术才有利于本地区的经营。一些发展中国家同时发展了新的森林资源清查技术。共同的特点是，通过使用航空象片（主要是对抽样地区分层）和有效的抽样程序及数据分析，大大减少外业工作量。按其结果，新方法比常规方法快和省钱。因此，这个方法特别适用于热带林区。在这里开发森林资源和森林工业广泛而迫切地需要充分的、及时的，但又便宜的资料。

联合国粮农组织根据各国本身的基础着手制定了热带和

亚热带发展中国家的森林资源清查规划。劳兹什教授曾多年配合这个规划，并参加了泰国、马来西亚和印度尼西亚的外业工作，从而积累了清查热带林的实践经验。在温带的森林资源清查中补充了他的这些经验。这本书引用了这个领域中大量技术文献的数据和两位作者的丰富经验。本组织欢迎这部在森林资源清查领域中有现代水平的著作。本书收编的森林资源清查中广泛流传的和实际林业工作者难得的资料，对于科研、教学和生产都有重要参考价值。

联合国粮农组织林业和林产品部主任

N. A. 奥塞拉

# 目 录

## 第一篇(1) 概 论

- 第一章(11) “资源清查”与“森林”的概念……(1)
- 第二章(12) 森林资源清查在世界林业中的作用……(7)
- 第三章(13) 森林资源清查技术的历史……(9)
- 第四章(14) 森林资源清查是林学的一个专门  
学科……(15)

## 第二篇(2) 森林资源清查 的 统 计 学

- 第一章(21) 引言……(17)
- 第二章(22) 抽样理论的一些基本概念……(19)
  - 第一节(22.1) 说明基本理论和不同抽样设计  
的例子……(19)
  - 第二节(22.2) 总体……(25)
  - 第三节(22.3) 样本……(81)
  - 第四节(22.4) 各种基本抽样方法的练习……(153)
- 第三章(23) 具有质量标志的总体的抽样……(273)
  - 第一节(23.1) 质量标志……(273)
  - 第二节(23.2) 具有质量标志总体中的平均数、  
方差及其估计值的计算……(274)

|                |                         |              |
|----------------|-------------------------|--------------|
| 第三节(23.3)      | 频数分布和成数的置信限·····        | (277)        |
| 第四节(23.4)      | 用整群抽样估计成数·····          | (283)        |
| <b>第四章(24)</b> | <b>回归·····</b>          | <b>(286)</b> |
| 第一节(24.1)      | 回归和相关的定义及其应用·····       | (286)        |
| 第二节(24.2)      | 直线回归·····               | (287)        |
| 第三节(24.3)      | 复回归·····                | (314)        |
| 第四节(24.4)      | 曲线回归·····               | (344)        |
| <b>第五章(25)</b> | <b>多相抽样·····</b>        | <b>(358)</b> |
| 第一节(25.1)      | 引言·····                 | (358)        |
| 第二节(25.2)      | 在两个互相独立相抽样·····         | (359)        |
| 第三节(25.3)      | 在两个互不独立相抽样·····         | (365)        |
| 第四节(25.4)      | 多于两相的抽样·····            | (402)        |
| 第五节(25.5)      | 连续抽样(连续森林<br>资源清查)····· | (408)        |
| <b>第六章(26)</b> | <b>序贯抽样·····</b>        | <b>(437)</b> |
| 第一节(26.1)      | 序贯抽样的特点·····            | (437)        |
| 第二节(26.2)      | 序贯抽样设计·····             | (439)        |

### 第三篇(3) 从航空象片

#### 上取得的资料

|                |                          |              |
|----------------|--------------------------|--------------|
| <b>第一章(31)</b> | <b>航空象片在森林资源清查中的应用</b>   |              |
|                | 简介·····                  | (457)        |
| 第一节(31.1)      | 航空象片·····                | (458)        |
| 第二节(31.2)      | 航空象对的立体观察·····           | (477)        |
| <b>第二章(32)</b> | <b>由航空象片取得的面积资料·····</b> | <b>(482)</b> |
| 第一节(32.1)      | 根据地图测定各类林地面积·····        | (483)        |

|                     |                                |       |
|---------------------|--------------------------------|-------|
| 第二节(32.2)           | 不在地图上分层, 用航空象片<br>抽样来估计面积..... | (495) |
| 第三章(33)             | 森林资源清查中航空象片的森林细部<br>判读.....    | (532) |
| 第一节(33.1)           | 关于单株立木的资料.....                 | (532) |
| 第二节(33.2)           | 林地的判读.....                     | (570) |
| 第三节(33.3)           | 判读员的训练.....                    | (631) |
| 第四章(34)             | 航空摄影的费用.....                   | (636) |
| 附 表                 | .....                          | (641) |
| 一、随机数字表             | .....                          | (642) |
| 二、t 分布表             | .....                          | (644) |
| 三、 $\chi^2$ 分布表     | .....                          | 插页    |
| 四、 $P=0.05$ 的 F 分布表 | .....                          | (647) |
| 五、 $P=0.05$ 的分布表    | .....                          | (649) |
| 英汉名词对照              | .....                          | (651) |

# 第一篇(1) 概 论

## 第一章(11) “资源清查”与 “森林的概念”

“资源清查”原来是一个商业用语，意思是定期对库存商品的数量、质量和单价进行盘点，列出可靠的和完备的资料清单。在森林资源清查中，如何取得可靠的资料，是相当重要的。因为在森林中收集资料，需要应用专门的、常常是复杂且费用很高的技术。从这个意义上讲，本书的内容可概括为“用尽可能低的费用，在森林中收集可靠而满意的资料的技术。”

在森林经营中的资源清查，如果只收集在清查时已成为商品的立木资料是不够的。因为按照施业案进行森林经理的年采伐量，是根据永续的和最大经济效益的原则去调整的。所以甚至可以说森林资源清查的对象，主要地不是商品货物，而是生产性的财富，即是从幼小的直到成熟的全部林木总体。森林资源清查，必须提供林木蓄积生产率资料，以便为达到永续生产和最大经济效益的目标和编制经营方案打下基础。所以，除收集将要收获成为木材商品的立木蓄积这部份资料之外，还必须收集林木生长量、树种组成、径级分布和立木蓄积的质量等资料。

关于森林的定义很多。这里引用联合国粮农组织1958年在森林资源清查征求意见表中所下的定义，即“凡生长着以

任何大小林木为主体的植物群落，不论采伐与否，但具有木材或其它林产品的生产能力，并能影响气候和水文状况，或能庇护家畜和野兽的土地称为森林。”

所以森林是和土地面积联系在一起的。如前所述如果仅收集立木的资料，就不能表达出森林的完整景象。因而森林资源清查需要收集森林面积的大小和生长在该面积上的林木特征两方面的资料。后者指的是一个林分或林区的实际森林面积上的立木蓄积量；或者指的是单位面积，如一公顷林地的蓄积立方米。一定面积上的立木资料中更为重要的资料，是分树种、分径级和分品质的立木蓄积组成。

在永续经营中，林地上立木蓄积的生长和自然损失的资料是重要的。因为这种净生长量连同立木蓄积的组成资料，是调整年采伐量的依据。森林的抚育和森林更新情况，对于永续经营也是重要。

在森林经营中，最小的林地单位是林分。林分的标志，通常是同一林分的树木具有一些共同的特征。例如：它们属于同一树种，或几个树种混交；或者属于同一龄组，或属于同一地位级等。象中欧那种高度集约经营的森林的林分面积，可能小到不足一公顷，在某种原始热带雨林中的林分面积则大到几千公顷。其次，较大的林地单位通常是林班。林班常常是人为区划的。其界线可以用砍线、道路，或者按自然特征，如河道、山脊或其它永久性的地形特征等来区划。在经营过程中，林分是变化的，林班则是永久不变的。中欧集约经营林的林班大小为20到50公顷。在热带、美国和加拿大的一些粗放经营的森林中，林班则较大，一般超过500公顷。在沙捞越的原始林中，用第一轮年伐面积来划分林班，其大小范围约为200到2,000公顷。

如果有若干独立经营单位的大面积森林资源进行资源清查，根据资源清查目的所得的资料，可能属于整个林区或各个独立经营单位；或者属于具有某些共同特性（如同一树种或树种组、或同一龄级或地位级）的一些林分组；或者最后是属于整个林区内的每一单独的林分。在森林资源清查中，要求取得一定面积上的立木资料，其清查对象的全部面积称作清查单位。清查单位也可分成若干级，从第一级单位（林区）直到最后一级单位（单独的林分）。在森林资源清查实际工作中，对取得资料所要求的精度来讲，最低级单位一般要求也最低；对于林分组、经营单位直到最高一级整个林区，其精度要求，一级比一级高。对不同等级单位要求不同精度，在森林资源抽样调查中有重要作用。

如果资源清查对象是全国森林，而不是编制施业案的一个经营单位的林地，清查单位的分级则显然不同。这时一级单位是国内的全部林地。根据全国性森林资源清查的目的要求，还要按省、按不同森林的所有制或森林类型取得精度较低的调查资料。

从1948年起，联合国粮农组织着手进行每五年一次的世界性森林资源清查。在这个调查中，一级清查单位是全世界的森林，此外，还提出了有关各洲、各国的森林以及按森林种类划分的森林资源资料。这种森林种类是按其可及性(accessible)和不可及性(non-accessible)、经营的和未经营的、有生产能力的和没有生产能力的等特点分类的。因此，森林资源清查最大可能的清查单位是全世界的森林面积，最小可能的清查单位则是面积要小得多的单个林分了。

森林资源清查所收集的资料，是编制平衡经济发展计划所必需的。这种计划内容，可能是对永续经营的某一森林资

源可伐量的调整，可能是对开发某一原始林的收获量的估计，可能是对营林作业法的调整；或在全国性资源清查中，可能是为了颁布森林法、介绍目的在于防止森林灾害及毁坏森林的方法、或有关开发和利用迄今尚无收益但有潜在价值的原始森林的方法。森林资源清查也还有其它目的，如为编制采伐计划、采脂方案等提供资料。

从制订计划出发的这些目的应称为“森林资源清查的总目的”。这个总目的决定着森林资源清查的技术目的。以区域性调查中一定面积上的立木资料来说，往往要决定应该绘制的是林区图还是森林类型图；或是否应该用抽样法来获取关于不同森林类型面积的资料；抽样调查是利用航空象片进行，还是采用地面抽样。在集约的资源清查中，林相图是必不可少的。根据采用的调查方法的不同，所需要获得的一定面积上的立木资料有三方面的技术目标：

1. 达到总目的所需要的立木资料。
2. 清查单位所需要的资料。
3. 各级清查单位的一定面积上立木资料的精度要求。

例如，如果在一个热带地区发展中的国家里，所进行的森林资源清查的总目标是想把迄今尚未利用的森林变成可生产的森林，往往要进行踏查，以便对森林情况有个全面了解。因而可能采用一些大的清查单位，并把一定面积上的立木资料限于只估计可成为商品木材的某些树种的资料和所规定树种的起始直径限度以上的总材积，同时，每一清查单位资料的精度不一定要很高。

中欧一带集约经营的森林中，情况则迥然不同。清查单位可以很小。每个林分可能都需要有调查资料，其精度要求则随森林面积的增大而提高。对用以决定可伐量的整个“林

分区”所要求的精度，就比对单个林分所要求的更高些。用来编制计划的立木调查资料，比起上述热带地区的踏查内容多样而详尽。编制计划的主要要求是按树种、径级和材质来区分立木蓄积。作为判断森林生产力高低的重要依据和调整可伐量的重要指标的蓄积生长量，还要按直径级、龄级和树种予以分类。一定面积上有关疏伐计划指标的资料，则是每公顷的立木株数、混交林木的空间分布、母树的空间分布。同样，为评定更新情况，还需要充分的和合乎更新要求的适生树种的幼树密度等系统资料。

林业生产周期很长，各独立经营单位每隔十年或更长的时间就要进行定期的资源复查。有时需要在两次资源清查之间，取得组织经营单位的部分资料，例如，为了估计林价，或是计算抚育作业，或是对正在进行更新伐的森林进行核对，都需要这类资料。收集这类资料所采用的各种技术，同清查整个经营单位时所用的完全相同。因此，两次资源清查之间的调查也叫作“森林资源清查”。这种临时森林资源清查，对热带森林的经营有特别重要的作用。例如在马来亚，只有经过更新抽样查明林班内更新下种良好时，这个林班才开始采伐等等。

在森林研究方面，一般都是通过永久样地来收集资料。所用的技术，都和森林资源清查所用的有密切联系，但其方法和目的则有根本的区别。作为另一门学科的测树学，并不是一般森林资源清查学科内的一个组成部分。测树学已发展成为包括用来收集森林资料的一切技术，在理论上也包括面积测定的技术。而森林资源清查，只包括测树学中那些为实施森林资源清查所需的测算技术。林学是一门应用科学，因为这门学科所提供的知识，其目的始终都是为了改善森林经

营工作。因此，森林资源清查和测树学二者之间研究范畴的界限，并不那么明显。关于森林研究收集资料的一些技术问题，不属本书阐述的范围，但有时候也会指出森林的研究技术和实际森林资源清查技术之间的密切关系。

## 第二章(12) 森林资源清查在 世界林业中的作用

1958年由联合国粮农组织所进行的最近一次世界森林资源清查，对将来预期进行的世界森林资源清查的规模作了全面的介绍。

全世界森林面积为 44.05 亿公顷，其中 62% 列为“可及林”，34% 属于“利用中的森林”(forests in use)。根据这一次资源清查，目前实际上正在利用的森林只占可及林的半数。

在 27.33 亿公顷的可及林中，约有 22.38 亿公顷即 82% 可看作是有潜在生产力的森林。如按照 1961 年 J. 韦克的推测，在 16.72 亿公顷不可及林中有 65% 的森林面积是有潜在生产力的。则将来可资利用的森林面积可再增加 10.85 亿公顷。这样，全部有潜在生产力的森林面积就可达 33.23 亿公顷。另外，把占总森林面积 12%，或占有潜在生产力森林面积 17% 的 5.48 亿公顷列为“经营计划中的森林”(forest under working plan)。假定这 5.48 亿公顷经营计划中的森林需要进行定期资源清查，并暂以 20 年为一资源清查周期，则每年有 2,740 万公顷的森林面积需要进行不同强度的资源清查。这个面积等于欧洲（不包括苏联）经营计划中的森林的 42%。

1958 年联合国粮农组织的世界森林资源清查，也对 1950~1952 年和 1955~1957 年期间所采伐的木材和薪材作了比较。这两个时期内，木材采伐量增加 20%，而薪材采伐量仅

增加3%。这是世界用材方面的主要趋势。世界木材年产量的增长说明林业工作者的任务，必须加强对现有利用林的经营，并使全世界具有潜在生产力但尚未被利用的森林投入生产。

任何林业计划，不论其规模大小和具体目标如何，都需要通过森林资源清查提供可靠而充分的数据。因此，近来来对于全国性的、区域性的、编制施业案需要的以及为了某些专门目的进行的森林资源清查都日益受到重视。此外，资源清查的目的不单纯是为了估计森林的生产潜力。因为森林在调节气候，涵养水源等方面都起着重要的作用，显著地影响整个农业生产。例如，1957年在泰国北部进行的一次区域性森林资源清查，其目的之一就是估计海拔1,000米以上山地森林由于轮流耕作而毁坏的森林面积和毁坏程度。森林的作用不仅是收获木材，还能起到影响溪流流量、改善环境卫生等公共福利作用。一个国家的政府不能光追求最有经济效益的木材生产。尤其在那些由于人口增加和工业发展而使森林面积已大为缩小的国家，发挥森林公共福利功能的重要性正在日益受到重视。所以就常常需要从区域性或全国性森林资源清查取得资料，以便对森林的公共福利作用作系统的调节。