

Forest Inventory Methodology and Applications

森林资源调查 方法与应用

[芬] Annika Kangas & Matti Maltamo 著

黄晓玉 雷渊才 译



中国林业出版社

森林资源调查

——方法与应用

[芬] Annika Kangas and Matti Maltamo 著

黄晓玉 雷渊才 译

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

森林资源调查：方法与应用 / (芬) 安妮卡, (芬) 马蒂著; 黄晓玉, 雷渊才译. -- 北京: 中国林业出版社, 2010.9

书名原文: Forest Inventory: Methodology and Applications

ISBN 978-7-5038-5958-8

I. ①森… II. ①安… ②马… ③黄… ④雷… III. ①森林资源调查—调查方法 IV. ①S757.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第195226号

Translation from the English language edition:

**Forest Inventory; Methodology and Applications” by Annika Kangas & Matti Maltamo;
ISBN 978-90-481-3164-8**

**Copyright © 2006 Springer, The Netherlands as a part of Springer Science+Business Media
All Rights Reserved**

Chinese Edition Copyright© 中国林业出版社

本书中文简体字版经Springer授权由中国林业出版社独家出版发行。本书图和文字的任何部分, 事先未经出版者书面许可, 不得以任何方式或手段转载或刊登。

著作权合同登记号: 图字: 01—2010—5881

中国林业出版社·环境景观与园林园艺图书出版中心

责任编辑: 李 顺

电话、传真: 83229512

出 版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)
网 址: <http://lycb.forestry.gov.cn>
发 行: 新华书店北京发行所
印 刷: 北京画中画印刷有限公司
版 次: 2010 年9月第1版
印 次: 2010 年9月第1次
开 本: 787mm*1092 mm 1/16
印 张: 12.75
字 数: 440千字
印 数: 1~2000册
定 价: 58.00 元

丛书主编

Klaus von Gadow

哥廷根大学
哥廷根，德国

Timo Pukkala

约恩苏大学，
约恩苏，芬兰

Margarida Tomé

Institute Superior de Agronomia
里斯本，葡萄牙

目的与范围

营运良好的森林与林地就是可再生资源，能够以最低的浪费并使用最少量的能源生产出基本的原材料。森林中良好的生态环境和多样化的物种有利于保持生态系统的稳定，能够吸收沉积的有害物质和削减其他干扰，通过保持稳定的养分和能量循环、防止土壤退化和流失对周边生态系统进行保护。

人们经营森林是为了生产木材和保护物种、栖息地及其变化过程。通过对提供多方使用的经营到生态经营的观察，我们可以注意到一种细微的变化。这种新型的、多功能森林资源管理的生态观建立在生态系统的多样性、稳定性与弹性以及生产与再生产的动态平衡之上。

充分使用高新技术是当今森林资源管理所面临的挑战。获取资源信息的财政预算是有限的，这就要求我们合理地安排资源评估活动的时间，充分利用多种数据来源。合理的生态系统管理像其他管理活动一样取决于有效的预测和实际的操控。

森林生态系统管理系列丛书旨在介绍最新的科研成果以及有关的森林资源管理经验。丛书的作者们久负盛名，应邀撰稿。每一本参考书、每一篇专题论文或每一本论文集都围绕一个具体的专题展开。丛书突出的论题是：资源评估方法、评估同林龄和异林龄森林的可持续性、多目标的经营管理、预测、资源开发、优化森林资源管理、生物多样性管理和监控、风险评估和经济分析。

该丛书的书名在本册最后一页列出。

译者前言

森林资源调查是应用统计学的一个重要领域,涉及测量、测树、遥感、数据处理等技术与方法,是获取不同林业层面决策所需的森林资源信息的惟一技术手段。森林资源调查的信息对于林业局(场)作业设计、森林经营中期规划和国家制定林业政策和规划有着及其重要的意义和作用。

《森林资源调查——方法与应用》是目前具有影响力的一本集理论、技术方法与实践于一体的森林抽样调查的学术专著。它从介绍森林资源调查的抽样理论基础入手,阐述了森林资源抽样调查的最新理论、技术和实践方法(如稀疏总体的资源调查、非木质资源调查、森林资源时间和空间分布调查以及现代遥感技术调查等),分析了树木测量、样地布设以及遥感调查等森林资源调查领域方法上特有的问题。本书指出:森林资源调查涵盖不同的空间范围,从小面积林分到大面积森林,从一个地区到整个国家乃至全球。这些不同的调查范围所采用的技术与方法是不同的。此外,本书还比较全面地介绍了世界不同国家进行森林资源调查所采用的不同的技术方法和体系。

本书最大的特点是不仅介绍了理论与技术方法的应用,而且还阐明了如何采用最简单的方法来解决最复杂的问题,以及这种处理问题的方法背后所包含的内在涵义和思想。书中介绍了很多方法和技术应用的案例,其中很大一部分实例都是来自于森林资源调查技术比较先进的国家,直观生动,易于理解。本书既可作为国内林业院校大学生、研究生、教师了解和学习国外先进的森林资源调查方法和技术的教科书和参考书,也可作为我国一线林业科研工作者以及实践工作人员的技术指导手册。本书对许多相关的理论和技术作了深入的探讨,读者如需要了解更为复杂和详细的内容,可以从本书每一章后面所附的参考文献中找到相关的文献来源。

本书的翻译是在国家林业局“948”引进项目(2006-4-34)和科技部社会公益研究专项(2005DIB5J142)的资助下完成的。参加本书初稿翻译工作的人员有:中国林科院资源信息研究所助理研究员李春明,博士研究生朱光玉和硕士生研究生王维枫、武纪成和史京京。在此一并表示感谢。

我们还要向出版社工作人员表示感谢,他们为本书的出版做了认真细致的审稿和编辑工作,使之得以顺利出版。

由于本书涉及的知识面广,技术性强,为了力求做到译文准确、达意和通顺,在本书的翻译过程中,译者参阅了大量的抽样理论和森林资源调查的相关书籍和资料。但由于译者水平所有限,译文难免会出现错误和不足之处。对此,恳请读者和同行不吝批评指正。

译者
2010年5月

前言

这本书可作为学生学习森林资源调查的教科书，也可作为一线林业工作者的工作手册。我们试图使书中的数学运算保持在通俗易懂的水平上。因此，虽然我们涉及到许多问题，包括非常复杂的方法，我们也尽量首先阐明这些问题背后的内在思想。对于那些需要更多信息的林业工作者，我们提供了相关的科学论文以及统计学和生物统计学书籍的参考书目。

森林资源调查书籍大多数都涉及到抽样和测量的问题，本书第一部分也作了详细介绍。但是，由于许多国家的森林资源调查所涵盖的内容远不止这些，我们在书中还讲叙了林业应用方面的内容。如今，大多数应用都涉及到遥感技术，因此本书的第二部分主要描述遥感材料的使用。第三部分介绍世界各地展开的自然资源调查活动。第四部分是对未来森林资源调查方法的展望。

主编

Annika Kangas

芬兰赫尔辛基大学林业资源管理系
测树学和管理学教授

Matti Maltamo

芬兰约恩苏大学林学系
测树学教授

致 谢

除了各章节的作者以外，许多世界各地的科研工作者给予我们以帮助，他们审稿、提出修改意见、甚至检查我们的计算。我们谨向这些审稿人表示致谢，感谢他们对修改本书所做的努力。本书其余的错误全部归于作者。

Burk Thomas	McRoberts Ronald
Czaplewski Raymond	Næsset Erik
Eerikäinen Kalle	Nilsson Mats
Ek Alan	Økland Tonje
Gillis Mark	Olsson Håkan
Gregoire Timothy	Penttinen Antti
Hagner Olle	Rawat Jagdish Kumar
Hame Tuomas	Ringvall Anna
Hobbelstad Kåre	Robinson Andrew
Iles Kim	Salemaa Maija
Kleinn Christopher	Ståhl Göran
Lämås Thomas	Tuomainen Tarja
Lund Gyde	Uuttera Janne
Lundström Anders	Valentine Harry
Magnussen Steen	Varjo Jari
Mandallaz Daniel	Wulder Mike

我们还应感谢 Heikki Surakka 和 Antti Mäkinen，是这两位林业工作者计算了书中的例题和绘制了书中的图表。感谢 Malcolm Hicks 修改本书的英文。最后，我们要感谢林业工作者基金提供的资助。

撰稿作者名单

Dr. Jeffrey H. Gove
USDA Forest Service
Northeastern Research Station
P. O. Box 640
Durham, NH 03824
Email: jgove@fs.fed.us

Dr. Juha Heikkinen
Metla Helsinki Research Unit
Unioninkatu 40 A
00170 Helsinki
Email: juha.heikkinen@metla.fi

Dr. Markus Holopainen
Department of Forest Resource Management
P. O. Box 27
00014 University of Helsinki
Email: markus.holopainen@helsinki.fi

M. Sc. Jouni Kalliovirta
Department of Forest Resource Management
P. O. Box 27
00014 University of Helsinki
Email: jouni.kalliovirta@helsinki.fi

Prof. Annika Kangas
Department of Forest Resource Management
P. O. Box 27
00014 University of Helsinki
Email: annika.kangas@helsinki.fi

Dr. Matti Katila
Metla Helsinki Research Unit
Unioninkatu 40 A
00170 Helsinki
Email: matti.katila@metla.fi

Dr. Jyrki Koivuniemi
Metla Research Forest Service,
Vantaa Research Unit
P. O. Box 18
01301 Vantaa
Email: jyrki.koivuniemi@metla.fi

Dr. Kari. T. Korhonen
Metla Joensuu Research Unit
P. O. Box 68
80101 Joensuu
Email: kari.t.korhonen@metla.fi

Dr. Juha Lappi
Metla Suonenjoki Research Unit
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Email: juha.lappi@metla.fi

Prof. Matti Maltamo
University of Joensuu
Faculty of Forestry
P. O. Box 111
80101 Joensuu
Email: matti.maltamo@joensuu.fi

Dr. Lauri Mehtätalo
Metla Joensuu Research Unit
P. O. Box 68
80101 Joensuu
Email: lauri.mehtatalo@metla.fi

Dr. Anssi Pekkariinen
Joint Research Centre
Institute for Environment and Sustainability
Climate Change Unit (T. p. 051)
I - 21020 Ispra (Va)
Email: anssi.pekkariinen@metla.fi

Prof. Simo Poso
Department of Forest Resource Management
P. O. Box 27
00014 University of Helsinki
Email: simo.poso@helsinki.fi

Dr. Charles T. Scott
USDA Forest Service
Northeastern Research Station

11 Campus Boulevard
Suite 200
Newtown Square, PA 19073
Email: ctscott@fs.fed.us

Prof. Timo Tokola
Department of Forest Resource Management
P. O. Box 27
00014 University of Helsinki
Email: timo.tokola@helsinki.fi

Prof. Erkki Tomppo
Metla Helsinki Research Unit
Unioninkatu 40 A
00170 Helsinki
Email erkki.tomppo@metla.fi

M. Sc. Sakari Tuominen
Metla Helsinki Research Unit
Unioninkatu 40 A
00170 Helsinki
Email: sakari.tuominen@metla.fi

目 录

丛书主编
目的与范围
前 言
译者前言
致 谢
撰稿作者名单

第一部分 理论

第一章 导 论	(2)
1.1 概要	(2)
1.2 抽样理论的历史背景	(3)
1.3 森林资源调查史	(3)
参考文献	(6)
第二章 基于设计的抽样与推理	(9)
2.1 概率抽样的基础	(9)
2.2 简单随机抽样	(10)
2.3 样本大小的确定	(12)
2.4 系统抽样	(12)
2.5 分层抽样	(17)
2.6 群团抽样	(20)
2.7 比率估计和回归估计	(21)
2.8 与样本大小成比例的概率抽样(PPS)	(22)
2.9 非线性估计	(23)
2.10 重复抽样	(24)

2.11 抽样方法的选取	(25)
参考文献	(26)
第三章 基于模型的抽样与推理	(28)
3.1 基于模型的抽样推理基础	(28)
3.2 模型	(29)
3.3 基于模型的抽样方法在森林资源调查中的应用	(33)
3.4 基于模型与基于设计推理的比较	(34)
参考文献	(35)
第四章 关于测树方面的问题	(38)
4.1 抽样样地	(38)
4.1.1 样地的大小	(38)
4.1.2 样地的形状	(39)
4.2 点抽样	(40)
4.3 固定大小的样地和样点的比较	(41)
4.4 位于林地边缘或斜坡上的样地	(42)
4.4.1 边缘校正	(42)
4.4.2 坡度校正	(43)
参考文献	(44)
第五章 固定样地的森林资源变化监测	(46)
5.1 概念和符号	(46)
5.2 样地类型的选择和树木测量	(48)
5.3 样地水平的生长因素的估计	(49)
5.4 在样地水平上监测两个或两个以上测量周期的蓄积及蓄积生长量	(51)
5.5 估计总体参数	(56)
5.6 结语	(57)
参考文献	(58)
第六章 从样本树木信息推出一般性结论	(60)
6.1 检测木的回归估计	(60)
6.2 在一个次总体中推出样本树木信息的一般性结论	(65)
6.2.1 混合估计	(65)
6.2.2 应用混合模型	(65)
6.3 仔细考查三级模型结构	(70)
参考文献	(73)

第七章 辅助信息的使用	(75)
7.1 校正估计	(75)
7.2 小面积估计	(77)
参考文献	(81)
第八章 稀少总体抽样	(83)
8.1 稀少总体抽样方法	(83)
8.1.1 原理	(83)
8.1.2 带状抽样	(83)
8.1.3 线截抽样	(84)
8.1.4 适应性群团抽样	(88)
8.1.5 样条速测镜和点速测镜抽样	(90)
8.1.6 指导性样条抽样	(91)
8.2 野生动物总体	(92)
8.2.1 样线法	(92)
8.2.2 捕获—再捕获法	(94)
8.2.3 野生动物三角普查法	(95)
参考文献	(95)
第九章 植物、野生浆果和蘑菇的调查	(98)
9.1 基本原理	(98)
9.2 植物调查	(98)
9.2.1 植物描述的方法	(98)
9.2.2 物种丰度记录	(99)
9.2.3 植被分析的抽样方法	(100)
9.3 植被调查实例	(102)
9.4 蘑菇和野生浆果的调查	(103)
参考文献	(105)
第十章 空间系统抽样不确定性的评估	(108)
10.1 引言	(108)
10.2 符号、定义与假设	(109)
10.3 基于区域差异的方差估计	(110)
10.3.1 简单随机抽样的限制	(110)
10.3.2 基于区域差异的估计的发展	(111)
10.4 芬兰全国森林调查中的方差估计	(112)
10.5 基于模型的方法	(114)
10.5.1 建立空间变差模型	(114)
10.5.2 基于模型的方差及其估计	(115)

10.5.3 描述性与分析性推理	(118)
10.5.4 调查中的克里金法	(119)
10.6 其他不确定性来源	(120)
参考文献	(121)

第二部分 应用

第十一章 芬兰全国森林调查	(124)
11.1 引言	(124)
11.2 第九次全国森林调查中采用的野外抽样系统	(125)
11.3 基于野外数据的估计法	(128)
11.3.1 面积估计	(128)
11.3.2 蓄积估计	(128)
11.4 生长量估计	(130)
11.5 结论	(133)
参考文献	(134)
第十二章 芬兰全国多源森林调查——小面积估计和地图制作	(136)
12.1 引言	(136)
12.1.1 背景	(136)
12.1.2 芬兰多源森林调查的进展	(138)
12.2 k-NN 基本法和改进法数据集的输入	(139)
12.2.1 野外数据多源计算的处理	(139)
12.2.2 卫星图像	(140)
12.2.3 数字地图数据	(140)
12.2.4 大面积森林资源数据	(141)
12.3 k-NN 基本估计法	(141)
12.4 改进的 k-NN 法	(145)
12.4.1 遗传算法概述	(148)
12.4.2 遗传算法的应用	(149)
12.4.3 在像素水平和区域水平估计中偏差和标准误的减少	(150)
12.5 结论	(155)
参考文献	(156)
第十三章 小面积森林调查估计中地图误差的校正	(159)
13.1 简介	(159)
13.2 土地利用分类面积的校准	(160)
13.3 样地权重的校准	(161)
参考文献	(165)

第十四章 多阶段抽样法	(166)
14.1 引言	(166)
14.2 估计总体参数时的分层双重抽样	(167)
14.3 双重回归抽样	(171)
14.4 两阶段抽样在森林调查中的应用	(172)
14.4.1 分组法—两阶段分层抽样法, 每层中只抽取一个第二阶段样本 单元	(172)
14.4.2 用平均向量估计法进行分层	(173)
14.4.3 用于平均向量估计的 k-最近邻法	(174)
14.5 两个阶段以上的多阶段抽样法	(175)
14.6 估计检验	(175)
14.7 结束语	(176)
参考文献	(177)
第十五章 分 割	(179)
15.1 引言	(179)
15.2 图像分割	(179)
15.2.1 概况	(179)
15.2.2 图像分割技术	(180)
15.2.3 分割软件	(181)
15.3 森林调查中的分割方法	(182)
15.4 分割实例	(183)
15.4.1 概述	(183)
15.4.2 实例资料	(184)
15.4.3 例 1: 基于像素的分割	(184)
15.4.4 例 2: 边缘检测	(186)
15.4.5 例 3: 区域分割	(188)
参考文献	(189)
第十六章 林班调查	(192)
16.1 基本概念和背景	(192)
16.2 芬兰调查方法的历史沿革	(192)
16.3 当今的林班调查	(193)
16.3.1 调查方法	(193)
16.3.2 估计方法	(194)
16.4 林班调查方法的精确度和误差源	(194)
参考文献	(196)

第十七章 对世界森林的评价	(198)
17.1 全球问题	(198)
17.1.1 引起关注的问题	(198)
17.1.2 森林面积	(199)
17.1.3 木材蓄积和林木生物量	(200)
17.1.4 生物多样性与自然资源保护	(200)
17.2 研究方法	(202)
17.2.1 全球森林资源评估	(202)
17.2.2 温带和北半球的森林评估	(203)
17.2.3 泛热带林遥感测量	(204)
17.2.4 全球图的绘制	(205)
17.2.5 森林信息数据库	(207)
参考文献	(207)

第三部分 实例

第十八章 欧 洲	(210)
18.1 瑞典	(210)
18.1.1 瑞典的全国森林调查	(210)
18.1.2 森林经营规划调查	(212)
18.2 德国	(213)
18.2.1 全国森林调查：天然林	(214)
18.2.2 地区性调查	(216)
18.2.3 森林经营规划：林班水平的调查	(216)
18.3 欧洲其他地区	(217)
参考文献	(219)
第十九章 亚 洲	(221)
19.1 印度	(221)
19.1.1 森林覆盖绘图	(222)
19.1.2 森林调查	(223)
19.1.3 林外树木(TOF)和庭院树的调查	(224)
19.1.4 森林经营规划	(225)
19.2 印度尼西亚	(226)
19.2.1 全国森林调查	(226)
19.2.2 特许权更新绘图	(228)
19.2.3 森林经营规划：天然林林班水平的调查	(228)
19.2.4 森林经营规划：林班水平的人工林调查	(229)
19.3 中国	(230)

19.3.1 全国森林调查:天然林	(231)
19.3.2 森林经营规划:林班水平的调查	(231)
19.3.3 中国台湾地区	(231)
19.4 亚洲其他地区	(231)
参考文献	(232)
第二十章 北美洲	(234)
20.1 加拿大	(234)
20.1.1 省级森林经营调查	(234)
20.1.2 全国森林调查:全国数据汇总	(235)
20.1.3 工业林经营调查	(237)
20.2 美国	(239)
20.2.1 全国森林调查	(240)
20.2.2 工业用材林的经营规划:林分水平的调查	(243)
20.2.3 勘测、测量和蓄积估计	(243)
20.3 墨西哥	(243)
参考文献	(245)
第四部分 前景	
第二十一章 森林调查数据获取的现代方法	(248)
21.1 引言	(248)
21.2 遥感技术	(248)
21.2.1 数字航空照片	(248)
21.2.2 光谱分析仪图像	(248)
21.2.3 高分辨率卫星图片	(249)
21.2.4 微波雷达	(249)
21.2.5 侧面成像	(249)
21.2.6 激光扫描	(250)
21.3 现代遥感在森林调查中的应用	(250)
21.3.1 森林调查中遥感的精确度	(250)
21.3.2 在数字化航空照片上林分、样地和树木水平的测量	(251)
21.3.3 使用激光扫描的林分、样地和树木水平的测量	(254)
21.3.4 航空照片和激光扫描的综合使用	(254)
21.4 在遥感分析中提高地面实测数据的质量	(255)
21.4.1 野外测量设备的研发	(255)
21.4.2 采用伐木机获取野外数据	(258)
参考文献	(258)
森林生态系统管理	(264)