

文章编号: 1000-5692(2005)04-0449-05

# 浙江省森林资源动态监测体系方案

刘安兴<sup>1, 2</sup>

(1. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 浙江省森林资源监测中心, 浙江 杭州 310020)

**摘要:** 介绍了浙江省森林资源动态监测体系的框架技术方案。体系建设的目标是实施全省与县级森林资源年度公报制度。要实现这一目标大体上通过3个途径来实现: 一是提高监测的时间分辨率, 即进行省级、县级等各个监测级别上的年度监测, 以掌握森林资源和生态状况的最新变化情况。二是提高监测的空间分辨率, 实现可以提供同一时刻的省级、县级和重点区域的森林资源和生态状况数据的目的。三是扩充监测内容, 即根据林业和生态建设的需要, 在监测体系里加入社会各界需要的新的监测内容, 实现森林多资源和森林生态状况的综合监测。参14

**关键词:** 森林经理学; 森林资源; 动态监测; 年度监测; 时间分辨率; 空间分辨率  
**中图分类号:** S757      **文献标识码:** A

根据林业和生态建设的需要, 浙江省在1998年提出进行省级森林资源年度监测, 并随即进行方案的研究, 之后从1999年开始一直进行年度监测的实践和研究。目前, 浙江省根据林业发展的最新情况和需要, 在已取得经验基础上, 借鉴国内外先进经验, 正在将年度监测扩充发展为森林资源动态监测体系。森林资源动态监测体系的目标大致可以从提高2个分辨率和1个扩充来说明。分辨率之一为时间分辨率。省级森林资源信息需要通过森林资源连续清查(也称一类调查)获得, 地方(主要指县级)森林资源信息需要通过森林资源规划设计调查(也称二类调查)获得, 而目前按有关规定一类调查每5 a进行1次。二类调查通常每10 a进行1次, 就是说, 要得到一套新的省级数据和新的地方数据, 要等待5 a和10 a, 新体系要将时间分辨率提高到1 a, 有些特殊数据甚至更短。分辨率之二为空间分辨率。一类调查只能提供以省级为总体的数据, 不能提供县级或局部如流域、重点工程等的数据, 而二类调查以10 a为复查间隔期, 而且一般情况下二类调查不可能全省所有的县同时进行, 所以要得到同时刻的全省的地方森林资源数据实际上不可能, 这样就导致监测的空间分辨率低。一个扩充, 就是要扩充监测内容, 将森林健康、生态状况方面的因子尽快纳入监测内容, 实现森林多资源的综合监测。

## 1 国内外森林资源监测的发展趋势

### 1.1 国外森林资源监测的发展趋势

国外森林资源监测的发展趋势大体上表现在3个方面: 监测体系的综合化, 监测周期的年度化和

收稿日期: 2005-03-25; 修回日期: 2005-05-25

基金项目: 国家林业局资助项目(200401)

作者简介: 刘安兴, 教授级高级工程师, 博士研究生, 从事森林经理学研究。E-mail: lax@zjfr.com

高新技术的大量应用。

监测体系的综合化, 表现为监测内容日益丰富, 跨部门的协同合作和信息共享。传统的森林资源监测重点主要在森林的蓄积和面积上。而目前监测内容已经扩展到森林生态系统的各个方面, 如森林健康、森林生物量、生物多样性、野生动植物和湿地资源等。德国等欧洲国家从 20 世纪 80 年代开始在森林资源调查中增加有关森林损害调查<sup>[1,2]</sup>。美国在 1998 年通过法案要求将森林资源监测系统 (Forest Inventory and Analysis Program, FIA) 与森林健康监测系统 (Forest Health Monitoring, FHM) 合并成一个新的 FIA 系统<sup>[3~7]</sup>。监测周期的年度化, 表现为各国逐步将监测周期缩短到 1 a, 美国老的 FIA 系统平均监测周期为 10 a, 从 20 世纪 90 年代开始讨论年度监测的问题, 1998 年通过的法案在要求将 FIA 与 FHM 合并成新的 FIA 的同时, 要求新的 FIA 将监测周期缩短为 1 a, 即进行年度监测。欧洲的森林健康监测、瑞典的森林资源监测等也都是按年度进行的<sup>[8]</sup>。为提高监测效率和精度, 高新技术如遥感、地理信息系统、全球定位系统等的应用已十分普遍, 野外数据采集仪的应用也越来越多。

1.2 我国及浙江省森林资源监测技术的发展趋势

从 20 世纪 70 年代末开始, 我国开始以省为单位, 间隔期为 5 a 的一类调查。全国每年调查大约 1/5 的省(市、自治区), 5 a 完成一个轮回, 国家每 5 a 进行 1 次全国范围的汇总。汇总基于各省不同调查年份的数据, 所以汇总的结果是全国过去 5 a 的森林资源的情况。一类调查一直注重森林面积和蓄积数据, 近年来随着对森林健康和生态现状重视程度的提高, 也增加了一些这方面的内容, 但从总体设计以及从数据的处理、分析和利用看, 重点依然在森林的面积和蓄积上。国家林业局在 1998 年提出建立国家森林资源综合监测体系, 进行森林多资源和森林生态现状的综合和动态监测。

浙江省从 1953 年开始到目前共进行了 5 次二类调查。在这些调查中逐步应用了数理统计、遥感和地理信息系统等先进技术<sup>[9]</sup>。作为国家体系的一部分, 浙江省的一类调查体系于 1979 年建立。从 1999 年开始, 在一类调查中大规模应用遥感技术, 2004 年开始在一类外业调查中全面使用全球定位系统(GPS), 大幅提高了样地定位精度。1999 年开始, 浙江省森林资源监测中心组织技术力量就森林资源年度监测和年度公告问题开展技术研究和实践<sup>[10]</sup>。

1.3 当前我国森林资源监测体系的主要不足

首先, 监测的时间分辨率低, 数据时效性差。5 a (一类)或 10 a (二类)一个调查周期太长。不能监测 1 个周期内发生的许多林木生长、消耗、病虫害等变化情况, 能监测到的也存在时效问题。其次, 监测的空间分辨率低。一类调查只能提供以省级为总体的数据, 不能提供县级或局部如流域、重点工程等的的数据, 而二类调查以 10 a 为复查间隔期, 调查时间有先后, 在时间上不能与一类调查重叠, 这样就得不到全省和县级同一时刻的数据, 实际上造成了监测的空间分辨率低。再次, 监测的内容单调。虽然目前也有湿地、野生动植物、火灾和病虫害等方面的监测内容, 但仍然缺乏森林健康和生态现状方面的内容, 如生物量、大气污染等内容。另外, 还存在数据共享性差, 对社会服务不够, 技术手段及装备落后, 体系惯性大不易及时做出调整等问题。

2 森林资源动态监测体系框架设计与研究

体系设计要考虑充分利用现有监测资源, 如现有的一类调查体系和二类调查体系; 要充分考虑国家目前正在研究的森林资源与生态状况综合监测体系的发展动向, 并积极与之衔接; 要考虑具有一定的先进性和前瞻性, 在实施上可以不强求一步到位, 但在设计上要给今后进一步提高和完善留有充足余地。

2.1 基本框架设计

基本框架由 3 个监测层次构成: 一类调查、二类调查、三类调查。下面从提高监测时间分辨率、空间分辨率和扩充监测内容 3 个方面来说明这 3 个监测层次的建设。

2.2 提高时间分辨率

一类调查以现有 5 a 复查 1 次的森林资源连续清查体系为基础。为了提高时间分辨率, 需要进行年度监测。年度监测原则上每年调查总固定样地的 1/3。1/3 这个数字是根据以往实践取得的经验、

权衡精度要求和调查成本确定的。作为年度监测，出于成本考虑，不可能调查太多的地面样地，所以调查方法和统计方法的优化十分重要，以尽最大可能利用以前的信息。另外，单纯通过抽样调查(即使所有样地全部调查)也得不到满意结果，所以，适当的补充调查也是必要的，例如火烧迹地、新造林地等小地类数据。

森林资源动态监测体系年度监测的样地抽取方法与美国等国的样地轮换法不同。美国是每年抽取  $1/5$ ，5 a 为 1 个轮回。这种做法的缺点是：年度之间没有样地复测，不利于进行某些年度的变化分析；统计时用到最近 5 a 的调查数据，其统计结果不是真正意义上的年度数据。森林资源动态监测体系将采用二相抽样技术。全部固定样地组成一相样本，当年抽取的  $1/3$  为二相样本，通过一、二相样本之间的联系，对当年总体数据作出估计。抽取的  $1/3$  样地中，有一部分是前 1 年调查过的，一部分是前 2 年调查过的，等等。原则上，从前 1 年调查的样地中抽取约  $1/3$ ，前 2 年调查的样地中抽取约  $1/3$ ，等等。这样有利于年度间的动态分析，也有利于提高抽样效率。二相样本的抽取，可采用系统抽样方法，也可以采用简单随机抽样方法。从操作上说，随机抽取较为方便，可以将各年调查的样地放在一起以  $1/3$  的比例抽取，这样各年调查样地抽中的比例一般也在  $1/3$  左右，可以允许多一点或少一点。建立复查样地前后期数据之间的蓄积多元回归模型，自变量为前期蓄积，根据情况也可包括前期样地的年龄、地类、树种组、复查间隔年份等，后期蓄积平均数的估计依据这个模型。后期面积依据前后期地类面积转移矩阵和前期面积比例估计。

二类调查主要指的是县级以小班调查为基础的森林资源动态监测。二类调查的时间分辨率通过建立县级森林资源动态监测体系来实现。实现的基本途径是：以最新的二类调查数据为基础，建立森林资源地理信息系统和动态数据库，作为数据更新和管理的平台；对有计划的采伐、造林、抚育等活动及已经核实的火灾、病虫害等情况建立规范的档案，并直接输入计算机，更新原有数据及图件；未发生突变而处于自然生长的小班通过生长模型进行自动更新。生长模型是一个体系，包括保留木模型、进界生长模型、零星采伐和枯损模型等。由于小班情况复杂，模型系统中可能既包括单木模型，也包括林分模型；通过遥感判读和补充调查对相应数据进行更新；设计一种抽样回归方法，每年调查部分样地，建立样地数据和样地所在小班的模型更新数据的回归关系，对模型数据进行修正。通过这一系列方法，将二类调查的监测时间分辨率提高到 1 a，即实现县级森林资源数据的年度更新和监测。

三类调查一般情况下作为补充调查方法，有时作为一类调查的补充，有时作为二类调查的补充，如森林火灾、病虫害受损害面积和受损程度调查，林地征占和造林实绩核查等，时间上更为灵活。

2 3 提高空间分辨率

单纯的一类调查只能提供大区域的统计数据。县级森林资源数据实现年度更新和监测后，就可获得同一时间省级、县级或某一局部地区的森林资源数据，加上三类调查，就达到了提高空间分辨率的目的。

2 4 扩充监测内容

在森林资源动态监测体系基本框架的基础上，根据林业发展和生态建设的需要，扩充监测内容。一类、二类调查的扩充内容基本相同。目前需要增加的主要为森林生态状况及多资源方面的内容，如森林生物量、生物多样性、森林健康、森林涵养水源、森林固土保肥等，以及其他可派生数据的计算分析，如森林固碳放氧量、植物储能量、光能利用率等。有些内容虽然目前已经包括了，但还需要进一步丰富和完善，如湿地、野生动植物、土壤等。在生态监测方面，除了在一类、二类调查中增加调查内容外，还需要建立典型森林类型的定位观测站，建立一系列的数学模型，如各树种组乔木、灌木、草本生物量模型、森林涵养水源模型等。

2 5 监测的主要技术手段

森林资源动态监测体系的主要技术手段包括：①地面调查技术。包括地面样地调查(固定样地、临时样地、典型样地等)、地面小班调查和其他地面调查。尽管将采用遥感等越来越先进的各种新技术，地面调查数据在相当长的时间内依然是最直接、最精确和最可靠的信息来源，具有不可替代的地位。②抽样技术。年度监测每年都要进行各种调查，如何节约人力物力是个重要的问题。人力物力的

节省主要通过减少地面工作量来实现，但地面工作量的减少要在保证精度的前提下进行，所以设计高效的抽样方法十分重要。完整的抽样方法包括抽样框的确定，样地的抽取方式和估计方法等。在一类、二类调查中需要根据情况设计不同的抽样方法。③遥感技术。遥感数据具有时效性好和宏观性好以及性价比高等优势，是一种重要的数据源，一类、二类、三类调查中将根据不同情况应用。④地理信息系统和数据库系统技术。这些技术是实现县级小班数据年度更新的基础。⑤全球定位技术。该项技术在样地定位，森林火灾受损面积和病虫害受损面积测定，小班界变更测定，珍稀动植物监测等方面具有重要作用。⑥生长模型技术。这项技术主要用于县级小班数据的更新。对于省级系统，当要增加预测功能时也需要这种技术。⑦网络技术。该项技术用于系统之间的信息交流、技术培训和成果发布等方面。⑧经营档案技术。经营管理活动应该有规范的档案记载。这些档案材料对于小班数据更新十分重要。森林火灾、病虫害档案对于省级汇总也是必不可少的。

2.6 体系的预期输出成果

省级、县级和重点工程区域都有相应的阶段报告和年度报告。省级阶段报告每 5 a 为 1 次，与国家的森林资源连续清查年一致，其内容更为详尽深入。年度报告在内容上可简略一些，有些变化缓慢的因子如土壤等可只在阶段报告中出现。报告一般提供给政府部门，另外可出相应的阶段公告和年度公告，将森林资源和森林生态状况及时公告于社会。

3 分析与结语

浙江省建立森林资源动态监测体系主要从 3 个方面着手，即提高监测时间分辨率，提高监测空间分辨率和扩充监测内容。提高时间分辨率就是进行省级、县级等各个监测级别上的年度监测，以掌握森林资源和生态状况的最新变化情况。提高监测空间分辨率就是实现可以提供同一时刻的省级、县级和重点区域的森林资源和生态状况数据。扩充监测内容，就是根据林业和生态建设的需要，在监测体系里加入社会各界需要的新的监测内容，实现森林多资源和森林生态状况的综合监测。该动态监测体系的建设，将整体大幅提升浙江省的森林资源监测水平。

浙江省在年度监测方面已进行了数年研究和实践，积累了很多经验<sup>[10-11]</sup>。我国有很多县级森林资源监测方面的研究成果可供借鉴<sup>[12-14]</sup>。这些经验是成功进行下一步工作的基础。本文讨论的是体系的框架结构，尚未涉及具体细节问题，如一类调查中二相抽样的样地抽取方法及统计算法，县级森林资源动态监测体系的具体构建等。作者将另文进行相关专题的深入探讨。

参考文献:

[1] 周昌祥, 石军南, 刘龙惠, 等. 德国、瑞士森林资源监测技术考察报告[J]. 林业资源管理, 1994, (4): 35—37.  
[2] 陆元昌. 森林健康状态监测技术体系综述[J]. 世界林业研究, 2003, (1): 20—25.  
[3] USDA Forest Service. *FIA National Core Field Guide* (1) *Field Data Collection Procedures for Phase 2 Plots; Version 2.0* [DB/OL]. Available from [http://fia.fs.fed.us/library/field-guides-methods-proc/docs/core\\_ver\\_2-0\\_01\\_04.pdf](http://fia.fs.fed.us/library/field-guides-methods-proc/docs/core_ver_2-0_01_04.pdf). 2005-05-25.  
[4] USDA Forest Service. *FIA National Core Field Guide* (1) *Phase 3 Field Guides* [DB/OL]. Available from [http://fia.fs.fed.us/library/field-guides-methods-proc/docs/p3sec9e\\_02-03\\_final.pdf](http://fia.fs.fed.us/library/field-guides-methods-proc/docs/p3sec9e_02-03_final.pdf). 2005-05-25.  
[5] USDA Forest Service. *FIA Program Components FIA Fact Sheet Series* [DB/OL]. Available from [http://fia.fs.fed.us/library/fact-sheets/overview/Pgm\\_Components\\_Fs.pdf](http://fia.fs.fed.us/library/fact-sheets/overview/Pgm_Components_Fs.pdf). 2003-09-01.  
[6] FIA. *Program Structure for Forest Inventory and Monitoring FIA Fact Sheet Series* [DB/OL]. Available from [http://fia.fs.fed.us/library/fact-sheets/overview/Pgm\\_Structure\\_Fs.pdf](http://fia.fs.fed.us/library/fact-sheets/overview/Pgm_Structure_Fs.pdf). 2003-09-31.  
[7] 叶荣华. 美国国家森林资源清查体系的新设计[J]. 林业资源管理, 2003, (3): 65—68.  
[8] 聂祥永. 瑞典国家森林资源清查的经验与借鉴[J]. 林业资源管理, 2004, (1): 65—70.  
[9] 浙江省林业志编纂委员会. 浙江省林业志[M]. 北京: 中华书局, 2001.  
[10] 张国江, 刘安兴. 森林资源年度监测中若干问题研讨[J]. 华东森林经理, 2002, (2): 37—39.  
[11] 张国江, 刘安兴. 森林资源连续清查中未测采伐量测算方法[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(3): 251—254.  
[12] 项小强, 王金治, 查印水, 等. 变时相生长模型技术及其在小班数据更新中的应用[J]. 浙江林学院学报, 1999, 16(3): 279—282.  
[13] 檀庆忠, 檀学仁, 夏程登, 等. 小班数据更新生长模型研究[J]. 福建林学院学报, 1999, 19(3): 255—258.

[14] 蔡良良 蔡霞, 朱红伟. 县级森林资源动态信息系统实施中的问题及对策[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(2): 228-230.

# Design of dynamic forest resources monitoring system of Zhejiang Province

LIU An-xing<sup>1,2</sup>

(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. Forest Resources Monitoring Center for Zhejiang Province, Hangzhou 310020, Zhejiang, China)

**Abstract:** The design framework of dynamic forest resources monitoring system of Zhejiang Province was introduced. The objective of constructing the system was to produce annual reports of forest resources at province and county levels. Three approaches were used to achieve the objective of the system. The first was to increase the monitoring time resolution, i. e., to monitor the forest annually at all levels including province level, county level and project level. The second was to increase the monitoring space resolution, i. e., to make the system provide data on forest resources at all levels in the same time. The third was to expand the monitoring components according to the demands of the society and to realize the integrated monitoring of forest resources. [Ch, 14 ref.]

**Key words:** forest management; forest resources; dynamic forest monitoring; annual forest monitoring; time resolution; space resolution

## 欢迎订阅《南京农业大学学报》

《南京农业大学学报》是综合性农业科学学术期刊。主要刊登动、植物遗传育种, 生理生化, 生物技术; 作物栽培、病虫害防治; 园艺学; 食品科学; 动物医学与动物科学; 资源与环境科学; 农业应用化学; 农业经济管理; 土地管理及农业工程等专业学术论文、实验技术、文献综述和科研简报。读者对象主要为国内外农业院校、综合性大学和师范大学生物系的师生, 以及科研院所研究人员。

《南京农业大学学报》为中国自然科学核心期刊, 科技部中国科技论文统计源期刊。论文被国内外多种重要数据库和文摘期刊收录, 同时发行光盘版。2001 年入选“中国期刊方阵”; 被中国科学技术信息研究所评为 2001 年度和 2003 年度“百种中国杰出学术期刊”; 2002 年荣获“第二届国家期刊奖百种重点期刊”称号; 2004 年荣获全国高校优秀科技期刊一等奖; 2004 年在第二届“江苏期刊方阵”评选中被评为“双十佳期刊”。2003 年影响因子为 0.391。

《南京农业大学学报》为季刊, A4 开本, 定价每期 10.00 元, 全年 40.00 元。公开发行, 全国各地邮局均可订阅, 邮发代号 28-53, 欢迎订阅。错过订阅时间可向编辑部直接办理邮购。

编辑部地址: 210095 南京卫岗 1 号《南京农业大学学报》编辑部

联系电话: 025-84395214                      E-mail: [nauxb@njau.edu.cn](mailto:nauxb@njau.edu.cn)