

森林资源综合监测研究综述

罗仙仙^{1,2}, 亢新刚¹

(1. 北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 泉州师范学院 理工学院, 福建 泉州 362000)

摘要: 从核心概念出发, 介绍森林资源调查与监测方法, 比较国内外森林资源清查体系特点, 同时分析了世界主要林业发达国家森林资源综合监测现状。在分析中国森林资源监测现状与存在问题的基础上, 针对中国森林资源监测的实际情况与社会形势对监测工作的需求, 指出中国森林资源综合监测的发展趋势和建设目标为监测内容多样化、监测周期年度化、监测技术标准化、监测手段一体化和监测信息共享化。参 41

关键词: 森林经理学; 森林资源综合监测; 国家森林资源清查; 研究进展

中图分类号: S757 文献标志码: A 文章编号: 1000-5692(2008)06-0803-07

Progress in research on the comprehensive monitoring of forest resources

LUO Xian-xian^{1,2}, KANG Xin-gang¹

(1. The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. School of Science and Technology, Quanzhou Normal College, Quanzhou 362000, Fujian, China)

Abstract: From the perspectives of the core concepts, the inventory and monitoring methods of forest resources were introduced, and the characteristics of national forest inventory at home and broad were compared. At the same time, the status quo of forest resources monitoring in the major developed forestry countries was analyzed. Based on the current conditions and existing problems in forest resources monitoring in China, according to the actual conditions and the social requirements for forest resources monitoring, the paper pointed out that the development trend and construction goal of forest resources comprehensive monitoring in China should be the diversification of monitoring content, annual monitoring period, the standardization of monitoring technology, the integration of monitoring measures and the sharing of monitoring information. [Ch, 41 ref.]

Key words: forest management; forest resources comprehensive monitoring; national forest resources inventory; research progress

20 世纪 80 年代可持续发展战略的提出, 人类—资源—环境的相互依存与协调发展的问题已成为世界各国关注的焦点之一。随着人类对森林的价值及其环境服务功能、经济效益和社会效益认识的提高和深化, 近 20 a 来, 森林问题已经成为全球社会关注的焦点。在资源与环境这一巨系统中, 森林资源与生态环境监测是当前全球变化研究以及可持续发展的热点之一^[1]。监测的概念是指对事物及时连续的追踪, 即以时间为单位收集数据, 最终得到足够的信息以了解监测对象的状态, 合理管理监测的对象, 控制事物发展形势。刘安兴^[2]指出监测就是对某一种对象进行静态和动态的监视和测定。监测含有测定、检查比较的意思。监测以调查为基础, 多次连续的调查或清查就是监测。从调查到监测

收稿日期: 2007-12-29; 修回日期: 2008-05-09

基金项目: “十一五”国家科技支撑项目(2006BAD23B01); 泉州师范学院资助项目(2007KJ010)

作者简介: 罗仙仙, 讲师, 博士研究生, 从事森林资源监测、工程索道和悬索理论等研究。E-mail: luoxianxian@sina.com

体现了动态、反馈和控制思想。国际林联组织(IUFRO, International Union of Forest Research organizations)把监测定义为对选取的物理、化学、生物参数进行周期性的测量或观察以建立基准、测定与确定变化^[3]。森林资源监测是指在一定时间和空间范围内,利用各种信息采集和处理方法,对森林资源状态进行系统的测定、观察、记载、分析和评价,以揭示区域森林资源变动过程中各种因素的关系和变化的内在规律,展现现实区域森林资源演变轨迹和变化趋势,满足对森林资源评价的需要,为合理管理森林资源,实现可持续发展提供决策依据^[1]。森林资源和生态状况综合监测是指在一定时间和空间范围内,利用各种信息采集、处理和分析技术及其他相关技术,对森林生态系统、湿地生态系统、荒漠生态系统及其他相关的生态系统进行系统观察、测定、分析和评价,以全面展现监测期间森林资源和生态状况变化,综合揭示各种因素的相互关系和内在变化规律,为林业和生态建设以及国家宏观决策和社会公众及时提供全面准确的信息服务^[4]。综合监测的目的主要在于实现大系统约束下的对小系统的控制。

1 世界主要林业发达国家森林资源综合监测现状

1.1 森林资源调查与监测方法

20世纪20年代,瑞典、芬兰、挪威首先实施国家森林资源调查^[5]。1847年法国的Gurnaud,提出一个新的森林经营方法,1880年瑞士的Biolley加以发展,即检查法(control method; checking method)^[6]。美国、加拿大、北欧及中国开展的连续清查体系就是在检查法基础上发展起来的^[7]。森林资源调查与监测方法参见文献^[8]。

1.2 世界主要林业发达国家森林资源清查体系比较

世界各国森林资源清查一般经历了3个发展阶段^[9],即木材资源调查、森林综合资源调查(多资源调查)和森林环境监测。林业发达国家森林资源监测已经向着资源和环境监测一体化的方向发展^[1],不仅调查木材资源,还定期调查分析与公布旅游、游憩、水资源、鱼类、野生动物、矿产资源、草原资源、环境舒适度和氮素等数据。森林环境变化监测主要是病虫害、风害、雪害、森林活力、森林健康和酸雨等的形成机制、环境作用及其对游憩等所产生的影响。舒清态等^[10]从监测体系、监测内容、监测方法和监测技术等4个方面阐述21世纪国际森林资源监测的状况,从林业数字测绘技术、遥感信息传输机制和森林资源与环境信息提取技术、森林资源与环境空间信息系统开发、3S(遥感、地理信息系统和全球定位系统)技术的森林资源与环境定量估测、森林与环境可视化技术几方面对未来国际森林资源监测的趋势进行了分析。世界主要林业发达国家森林资源清查体系比较见表1。

从表1可看出,德国和瑞士均采用分层双重抽样。双重分层抽样曾被国际林业研究联合会定为最佳的森林资源调查方法^[11]。德国在相同的抽样体系框架下进行森林环境监测。瑞士监测周期最短。

1.3 世界主要林业发达国家森林资源综合监测现状

国际森林资源监测实现了从森林面积和木材蓄积监测,到多资源或多功能监测的过渡,并逐渐向与林业可持续发展相适应的森林生态系统监测发展^[12]。目前,国际上流行的森林资源监测涉及的监测内容^[13]包括:土地利用、土地覆盖、土地退化、立地类型、土壤类型、地形、权属、可及度、生物量、木材蓄积、其他林产品、生物多样性、森林健康、野生动物、人为影响和流域等16大项,但不同层次的监测,其侧重点有所不同。层次越低,监测内容越具体。省级森林资源监测中,土地利用、土地覆盖、生物多样性、森林健康、野生动物、人为影响及流域等都是重要监测项目。不同层次和不同类别的监测各有侧重又互为相关,一般很少单独进行,而是综合开展以服务于不同的目的。

许多国家和地区以及一些国际组织纷纷设立相关的研究项目,旨在建立资源与环境综合的监测和评价体系,实现资源的可持续利用和人类生存环境的不断改善。1985年泛欧洲开始启动了31个国家统一方法体系的“空气污染对森林影响评价和监测计划”(International cooperative programme on assessment and monitoring of air pollution effects on forests, ICP)。欧洲国家森林资源连续清查收集的样地信息有100~400个^[14]。

美国于1999年建立了综合森林资源清查与分析(forest inventory and analysis, FIA)和森林健康监

表 1 世界主要林业发达国家森林资源清查体系比较

Table 1 Comparison of national forest inventory of main developed countries

国 家	抽样方法	调查周期/a	抽样强度	清查特点
美 国	三阶抽样设计	5	一阶：林地和非林地 二阶：约 2 428.23 hm ² 1 个样地 三阶：每 16 个样地中抽取 1 个三阶样地	① 全国统一的系统抽样设计； ② 形成统一的森林资源清查与监测体系； ③ 组织机构健全完善； ④ 较为完善的经费投入机制。
加拿大	分层抽样	10 (变化缓慢 20 a)	基本抽样间距为 4 km × 4 km； 全国采用 20 km × 20 km 网格抽样	① 全国采用统一的抽样网格； ② 根据生态区进行分层，每层采用不同的抽样强度； ③ 利用了遥感资料、森林经营档案和其他辅助信息源； ④ 组织机构健全完善，但相对分散和独立； ⑤ 没有统一的经费投入机制； ⑥ 形成成熟的基于航空像片和卫星遥感的多阶抽样调查技术。
德 国	分层双重抽样	不同内容不同调查周期	4 km × 4 km	统一的抽样体系框架。
瑞 士	双重分层抽样	3	1 km × 1 km	① 应用航片进行双重分层抽样； ② 采用部分重复抽样法作为估计生长量
中 国	系统抽样	5	一般为 2 km × 2 km 至 8 km × 8 km	形成了以 3S 技术为支撑，采用遥感监测与地面调查技术相结合的双重分层抽样遥感监测体系

测体系 (forest health monitoring, FHM) 的森林资源清查与监测体系 (forest inventory and monitoring, FIM), 全国采用统一的核心监测指标、统一标准和定义^[9]。从 2003 年开始, 美国的森林资源清查全面采用新的设计^[15], 共同完成对森林资源与森林健康的清查与监测。森林健康的监测内容主要包括^[16,17]: 探测性监测 (detection monitoring)、评价监测 (evaluation monitoring)、定点强化监测 (intensive site ecosystem monitoring)。

加拿大各省负责森林资源的经营管理和监测, 联邦政府并不进行国家森林资源清查, 国家级的森林资源数据主要依靠各种数据源的统计汇总^[18]。从 2002 年开始新的基于样地的森林资源连续清查设计^[19], 即分层抽样设计。同时, 进行了森林可持续发展的地球观测项目 (Earth observation for sustainable development of forests, EOSD)^[20]。

德国各州从 1986 年到 1988 年开始森林资源清查。目前, 德国森林资源监测体系正向资源与环境监测一体化的方向发展^[21]。从内容上, 德国国家森林资源环境监测体系由 3 部分组成^[22]: 一是全国森林资源清查, 二是全国森林健康调查, 三是全国森林土壤和树木营养调查。3 种调查周期不同, 内容不同, 综合起来, 构成了德国森林资源监测的技术体系。从抽样体系上看, 德国的森林环境监测体系分为 3 个层次^[23]: 第 1 个层次是以高斯—大地坐标系为基准建立的系统性网状抽样监测样地体系, 称为大规模森林状态监测体系, 简称水平 监测体系。第 2 层次是在典型的森林地区建立固定观测样地进行的森林生态系统强化监测体系, 简称为水平 监测体系; 第 3 个层次是由研究森林生态系统过程的一些集中的研究组织和研究场地构成。德国的现代森林资源监测内容和方法是和酸沉降导致的森林衰亡紧密相联的。新监测内容的中心是森林健康状况和与树木生长密切相关的许多生态环境因子。

2 中国森林资源监测现状与存在问题

中国林业正处在全面实施以生态建设为主的林业发展战略, 加速推进传统林业向现代林业转变, 着力构建林业生态和产业体系, 促进林业又好又快发展的重要时期。中国林业监测体系, 根据目前各类监测的内容和侧重点不同, 大体可分为 6 类^[24]: 森林资源监测、荒漠化沙化与石漠化土地监测、湿地资源监测、野生动植物资源监测、森林生态定位监测和其他专项监测 (森林火灾监测、森林病虫害

监测和森林资源管理专项监测)。

2.1 中国森林资源监测现状

2.1.1 中国森林资源调查体系的类型和方法 中国森林资源调查管理制度的基本依据是《森林法》和《森林法实施条例》。森林资源调查包括森林资源连续清查(简称一类调查)、森林资源规划设计调查(简称二类调查)、森林作业设计调查(简称三类调查)和年度森林资源专项调查和专业调查^[9]。不同调查类型调查总体、落实单位和间隔期不同,但调查方法不断进步,从单纯的航空照片目测小班蓄积调查到分层抽样,数量化航空蓄积调查方法到基于遥感数据的森林资源调查,数据获取技术手段由目测、航空照片、卫星数据、利用雷达数据及3S技术等的进步。

2.1.2 中国森林资源连续清查体系的发展现状 中国是森林资源连续清查体系建立得较早的国家之一。国家森林资源连续清查体系是以数理统计抽样调查为理论基础,以省(市、自治区)为抽样总体,系统布设固定样地,定期复查,通过计算机进行统计和动态分析,从而提供森林资源的现状及消长变化的清查方法。复查间隔期规定为5 a。2008年中国即将完成第7次森林资源连续清查。前6次清查时间分别为1973-1976年、1977-1981年、1984-1988年、1989-1993年、1994-1998年、1999-2003年,分别经历3个阶段^[25]:萌芽酝酿阶段(20世纪70年代初);初建与发展阶段(1977-1988年);优化与完善阶段(1989年以来)。前5次的森林资源清查是以木材生产为主,主要是对地面样地进行的传统地面调查,第6次森林资源清查增加了林木权属、病虫害等级等内容,全面引入遥感应用技术,形成了以3S技术为支撑,采用遥感监测与地面调查技术相结合的双重分层抽样遥感监测体系^[17]。目前,正在进行的第7次全国森林资源清查工作把森林生态功能、森林健康和生物多样性等反映生态状况的内容纳入到监测范畴之内,森林资源连续清查体系正朝着森林资源与生态状况综合监测体系的方向发展^[9]。

2.1.3 中国台湾森林资源调查体系现状^[26] 依据调查的地域范围和目的,中国台湾森林资源调查可以分为:以大区域为对象的森林资源调查,为编订事业区经营计划而设计的检订调查,为森林作业需要而设定的专案调查等。这3种调查可上下贯穿,相互补充,形成森林资源调查体系,是进行合理性、永续性森林经营,实现森林多功能永续利用,以及建立和健全森林资源管理和森林经营计划体制的基本工作。目前,中国台湾以区域为对象的森林资源调查共进行3次,调查周期为15 a,时间分别为1954-1956年、1972-1977年、1990-1993年。从抽样方法看,前2次区域森林资源调查均采用双重分层抽样,第3次采用分层抽样方法。从调查方法看,第1次采用5层同心圆样地调查;第2次采用水平样线调查,第3次采用矩形样地调查。从样地选择上看,第1次调查以Neyman公式计算地面样地,依最优级分配决定;第2次采用系统取样,再随机取样;第3次采用系统取样。

2.2 中国森林资源监测存在问题

森林资源一类清查和二类调查,是国家和地方森林资源监测体系的重要组成部分。中国的森林资源监测体系至今监测的主要因子仍为森林面积和蓄积,样地调查因子只有75个^[27]。虽然在第6次全国森林资源清查中增加了一些新调查因子,但生物量、生物多样性和森林健康等3项重要指标,在中国目前的一类清查中还完全没有涉及。曾伟生等^[28]从技术角度,指出在当前新的林业发展形势下,中国现行的一类清查主要存在5个问题:一是不能满足新形势林业发展和参与全球资源评价的需要;二是森林资源清查成果时效性差,与林业发展和生态建设的要求不相适应;三是体系惯性大,抗干扰能力弱;四是经费投入不足,科技进步较慢,新技术应用不充分;五是缺乏专家支持系统。

现行的森林资源二类调查方法往往采用抽样控制和小班调查相结合的方法,即以森林资源抽样调查控制总体蓄积精度,用小班调查方法将资源数据(主要是面积和蓄积)落实到小班(地块)。二类调查因资金投入不足,仪器设备和相对落后导致全国各县调查工作不平衡,调查质量参差不齐,调查方法费时费力,调查手段落后,调查内容不能适应新形势的需要;监测周期长,无法满足现代林业动态监测要求;林业数表陈旧,致使统计计算结果误差大。余光辉等^[29]针对中国尤其南方森林资源二类调查存在的问题,提出了以县为总体、小班为基本单元(或小班的组合)的不等概抽样的方案,以及森林资源固定角规点的动态监测体系。

一类清查以全省为总体建立的，全国全部采用系统抽样体系（广西除外），由于抽样调查的局限性，监测结果只适用于全省，而无法分解到地方各市、县。

3 中国森林资源综合监测体系建设的总体思路

3.1 体系建设的研究进展

20 世纪 90 年代以来，中国对现行森林资源监测体系进行了一系列的优化和改进工作。1993 - 1997 年，中国得到联合国开发计划署(UNDP)等机构的援助，开展了“建立国家森林资源监测体系”的研究。1997 年原林业部提出了建立国家森林资源和生态环境综合监测及评价体系的设想^[30]，并由国家林业局调查规划设计院完成了总体方案设计^[31]，1998 年完成了国家森林资源和生态环境综合监测及评价体系的技术方案和技术规定的编制工作。2004 年 12 月 15 日，中国全面启动森林资源和生态状况综合监测体系建设框架研究^[32]。该项目于 2006 年 10 月 13 日通过国家林业局科技司组织的专家验收^[33]，确定体系建设的战略目标，创新性提出了中国森林资源和生态状况综合监测体系建设的总体思路和基本框架。目前，森林资源综合监测大多集中在监测的意义、指导思想、总体目标、基本思路^[34-37]，但监测内容、监测指标、监测技术、监测方法、监测标准和监测评价全国尚无统一标准。根据社会形势对监测工作的需求，如何整合现有的监测项目，改进和完善现有的监测内容？技术上怎么实现？是综合监测迫切解决的问题。

3.2 体系建设的总体框架

森林资源和生态状况监测是林业管理和生态建设的重要基础工作，是建设林业两大体系，发展现代林业的重要支撑和保障，是强化森林资源管理，保护和发展森林资源的基本前提和中心工作之一，也是新世纪盛世兴林第三部曲“依法治林，人才强林，科教兴林”的重要内容。体系建设的总体框架^[33]是围绕林业和生态建设的总体要求，以国家森林资源连续清查（一类清查）为主体，结合现有的森林、荒漠、湿地、野生动植物、森林火灾、森林病虫害、土壤沙化和生态定位等专项监测，通过技术进步和机制创新，实现监测资源的有效整合，建立森林资源与生态状况信息管理和服系统，形成组织、内容、技术和信息高度综合的森林资源与生态状况综合监测体系。

3.3 体系建设的主要内容

整合各项监测资源，建立完善的森林资源和生态状况综合监测体系，是中国林业监测工作的当务之急。根据社会监测体系的需求，综合监测体系的监测项目为 6 个项目 133 项调查因子^[31]，即土地覆盖和土地利用，土壤与立地；土地退化；森林功能效益；木材及其他林产品；森林健康状况与森林灾害；生物量与生物多样性。

3.4 体系建设的几个要素

组织体系、经费投入和技术体系是森林资源与生态状况综合监测体系建设的三要素。这三要素构成了支撑森林资源与生态状况监测体系建设的 3 个基本点^[38]。组织体系主要由国家级综合监测中心（含国家中心和区域中心）、省级综合监测中心和市县级综合监测站 3 个层次组成，实行分级管理负责制；技术体系建设是森林资源与生态状况监测体系建设的核心。完善监测技术体系的关键是要立足现有监测资源，将监测对象从森林资源、湿地资源和荒漠化土地资源等提升到相应的生态系统，科学整合监测方法、监测指标以及信息资源，实现一体化综合监测信息采集，进行监测信息统一处理，对森林资源和生态系统状况进行综合分析和评价，集成各项监测信息资源，规范信息管理，为各层次用户提供信息服务。

4 中国森林资源综合监测体系的发展趋势与建设目标

4.1 监测内容多样化

中国逐步开展森林多资源综合监测。微观监测涉及水、气、土等环境监测，既可监测森林资源的状态，从而发现森林生长的规律，又可从微观监测中找到影响自然生长的外因。有关环境监测将是森林资源综合监测中一个新的发展方向，也是国际发展趋势。

4.2 监测周期年度化

近年来,监测的一个重点变化趋势是改周期监测为年度监测,代表国家是美国。1999年浙江省根据新形势下林业发展的需要,提出了进行森林资源年度监测和年度公告研究和试验。刘安兴^[2,39]指出国外森林资源监测的发展趋势呈现出监测体系的综合化、监测周期的年度化和高新技术的大量应用的特点。为赶超林业发达国家,监测周期年度化是一个重要的发展趋势。

4.3 监测技术标准

整合监测项目,扩展监测内容,根据项目需求建立和完善统一的抽样方法和样本单元。在国家和经营单位级层次上针对不同对象建立统一的监测与评价指标,把环境监测有关的各种自然资源监测在同一抽样框架上进行,减少采集工作量,提高信息间的有机联系。关于数据采集、传输、分析、集成和交换技术的标准化、规范化是目前和未来综合监测发展的关键问题之一。统一全国森林资源监测体系各类数据编码方法,形成一个完善的编码体系,有利于信息充分共享。

4.4 监测手段一体化

现代化的森林调查监测技术不是一个很单一的技术,其发展也不是单科独进的发展,而是多种技术乃至多种学科的综合和集成^[40]。目前,航天遥感、航空遥感、全球定位系统、全球信息系统、数据库技术及计算机网络技术等高新技术在林业发达国家得到不同程度应用。从单个技术上看,地面监测无法满足宏观分析的需要,航空像片数字化的数据量太大等原因限制了它在大面积森林资源调查工作中的应用,卫星监测不能满足监测信息的详细程度的需求。因此,在监测技术上,必须把地面监测、航空监测和航天监测有机地结合,根据所需信息的内容、精度和周期,利用3S技术和野外调查技术相结合的手段,开展天—地—空一体化监测,多渠道、多层次获得监测信息,才能有效地为森林资源综合监测服务。

4.5 监测信息共享化

森林资源与生态状况监测信息呈现多源性、多样性、多态性、多粒度和异构性等特征^[41],致使信息资源横向不能共享,纵向不能贯通,形成信息孤岛问题。在系统集成思想指导下,综合集成计算机网络技术、数据库技术、3S技术、模型模拟技术,综合集成资源、灾害和工程,构建统一森林资源综合监测公共服务平台,促进监测信息资源的开发、整合和应用,为林业发展和生态建设提供实时、动态、开放式的信息服务,提高综合评价和预测预警能力。

参考文献:

- [1] 孙玉军. 资源环境监测与评价[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 127.
- [2] 刘安兴. 森林资源监测技术发展趋势[J]. 浙江林业科技, 2005, 25(4): 70-76.
- [3] HUANG S M, YANG Y Q, HEIDT J. A proposed framework for developing an integrated growth and yield monitoring system for Alberta[J]. *For Chron*, 2004, 80(1): 114-126.
- [4] 丁洪美. 综合监测——新时期的使命[N]. 中国绿色时报, 2006-10-19(A03).
- [5] 赵宪文. 林业遥感定量估测[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 6.
- [6] 亢新刚. 森林资源经营管理[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 161.
- [7] 于政中. 森林经理学[M]. 2版. 北京: 中国林业出版社, 1993: 226-234.
- [8] 郑小贤. 德国、奥地利和法国的多目的森林资源监测述评[J]. 北京林业大学学报, 1997, 19(3): 79-84.
- [9] 肖兴威. 中国森林资源清查[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 4.
- [10] 舒清志, 唐守正. 国际森林资源监测的现状与发展趋势[J]. 世界林业研究, 2005, 18(3): 33-37.
- [11] 宋新民, 李金良. 抽样调查技术[M]. 2版. 北京: 中国林业出版社, 2007: 53-211.
- [12] 肖兴威. 中国森林资源与生态状况综合监测体系建设的战略思考[J]. 林业资源管理, 2004(3): 1-5.
- [13] International Union of Forestry Research Organization. *International Guidelines for Forest Monitoring* [R]. Vienna: IUFRO World Series, 1994.
- [14] RONALD E McR, ERKKI O T. Remote sensing for national forest inventories[J]. *Remote Sensing Environ*, 2007, 110: 412-419.

- [15] 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.
- [16] 赵良平. 森林健康理论与病虫害可持续控制——对美国林业考察的思考[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2002, 26 (1): 5 - 9.
- [17] 王彦辉, 肖文发, 张星耀. 森林健康监测与评价的国内外现状和发展趋势[J]. 林业科学, 2007, 43 (7): 78 - 85.
- [18] 张煜星, 王祝雄. 遥感技术在森林资源清查中的应用研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007: 1 - 13.
- [19] GILLIS M D, OMULE A Y, BRIERLEY T. Monitoring Canada's forests: the national forest inventory [J]. *For Chron*, 2005, 81 (2): 214 - 221.
- [20] GILLIS M D, STEPHEN L G, DENNIS C, *et al.* Canada's national forest inventory: what can it tell us about old growth? [J]. *For Chron*, 2003, 79 (3): 421 - 428.
- [21] 王忠仁, 韩爱惠. 德国·奥地利森林资源监测与经营管理的特点及启示[J]. 林业资源管理, 2007 (3): 103 - 108.
- [22] 张会儒. 德国森林资源和环境监测技术体系及其借鉴[J]. 世界林业研究, 2002, 15 (2): 63 - 70.
- [23] 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, 16 (1): 20 - 25.
- [24] 周光辉, 曾伟生, 陈雪峰. 我国森林资源和生态状况监测存在的问题与对策[J]. 中南林业调查规划, 2006, 25 (4): 1 - 9.
- [25] 陈雪峰. 试论国家森林资源连续清查体系的建设[J]. 林业资源管理, 2000 (2): 3 - 8.
- [26] 陈朝圳. 台湾森林调查体系之探讨[C]//林金树. 2007 两岸森林经营学术研讨会论文集. 嘉义: 嘉义大学森林暨自然资源学系, 2007: 17 - 38.
- [27] 国家林业局. 国家森林资源连续清查技术规定[EB/OL]. [2008-05-14]. <http://www.cfern.org/wjpicture/upload/wjxz/wjxz2007-4-11-10-35-58.DOC>
- [28] 曾伟生, 周佑明. 森林资源一类和二类调查存在的主要问题与对策[J]. 中南林业调查规划, 2003, 22 (2): 8 - 11.
- [29] 余光辉, 林国忠, 温小荣, 等. 森林二类调查方法的改进及角规抽样监测体系的建立[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2007, 31 (5): 11 - 14.
- [30] 林进, 叶荣华. 关于建设国家森林资源和生态环境综合监测评价体系的几点设想[J]. 林业资源管理, 1998 (3): 14 - 19.
- [31] 叶荣华, 周卫东, 黄国胜, 等. 国家森林资源和生态环境综合监测及体系评价的一个技术方案[J]. 林业资源管理, 2000 (3): 17 - 21.
- [32] 卜昌炯. 我国启动森林资源和生态状况综合监测体系建设框架研究[J]. 中国林业产业, 2005(1): 4.
- [33] 丁洪美. 国家林业局一重点科研项目通过专家评审[N]. 中国绿色时报, 2006-10-17 (A01).
- [34] 李宝银. 福建生态公益林监测技术研究[J]. 林业资源管理, 2005 (2): 47 - 50.
- [35] 黄力平, 张小平, 赵直. 新疆森林资源动态监测体系的构想[J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 2005, 24 (3): 136 - 140.
- [36] 李土生. 浙江省公益林森林资源与生态状况综合监测方案[J]. 林业资源管理, 2006 (1): 43 - 46.
- [37] 李晖, 管远保. 湖南省森林资源与生态状况综合监测初步探讨[J]. 林业资源管理, 2007 (1): 29 - 33.
- [38] 傅宾领, 古育平, 聂祥永. 新时期加强森林资源与生态状况监测的对策措施[J]. 林业资源管理, 2007 (1): 25 - 28.
- [39] 刘安兴. 浙江省森林资源动态监测体系方案[J]. 浙江林学院学报, 2005 22 (4): 449 - 453.
- [40] 朱胜利. 国外森林资源调查监测的现状和未来发展特点[J]. 林业资源管理, 2001 (2): 21 - 26.
- [41] 聂祥永. 森林资源与生态状况监测信息资源整合架构探析[J]. 林业资源管理, 2006 (2): 51 - 56.