

中国科技核心期刊
中国林业核心期刊

ISSN 1671-3168
CN 53-1172/S

林业调查规划

FOREST INVENTORY AND PLANNING



第38卷 第2期
Vol. 38 No.2

2013 2

云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第38卷 第2期 (总第183期) 2013年4月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 38 No. 2 (Sum No. 183) Apr. 2013

主办单位 云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

Sponsored by: Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning,
Southwest Forestry Information Centre

《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 赵元藩

副主任委员 温庆忠

委 员 (按姓氏笔画排序)

王卫斌 司志超 艾建林 许易琦 吕树英
华朝朗 俞新华 吴霞 张清 张正全
张良实 李东 李建友 李春燕 周远
周小平 杨建祥 胥辉 赵元藩 施化云
胡宗华 秋新选 陶晶 彭华 温庆忠
董建昌 魏小平 瞿林

Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHAO Yuan-fan

Associate Director of the Board: WEN Qing-zhong,

Members:

Wang Wei-bin, SI Zhi-chao, Ai Jian-lin, XU Yi-qi,
LV Shu-ying, HUA Chao-lang, YUN Xin-hua, WU Xia,
ZHANG Qing, ZHANG Zheng-Quan, ZHANG Liang-shi,
LI Dong, LI Jian-you, LI Chun-yan, ZHOU Yuan, ZHOU Xiao-ping,
YANG Jian-xiang, XU hui, ZHAO Yuan-fan, SHI Hua-yun,
HU Zong-hua, QIU Xin-xuan, TAO Jin, PENG Hua,
WEN Qing-zhong, DONG Jian-chang, WEI Xiao-ping, QU Lin

《林业调查规划》编辑部

主 编 赵元藩

副 主 编 许易琦

编辑部成员 邓 砚 刘平书 许易琦
许春霞 罗娅妮 张瑞君

Chief Editor: ZHAO Yuan-fan

Associate Editor: XU Yi-qi

Editor: DENG Yan, LIU Ping-shu, XU Yi-qi,
XU Chun-xia, LUO Ya-ni, ZHANG Rui-jun

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地 址 昆明市人民东路289号
云南省林业调查规划院

邮 编 650051

电 话 0871-63318347; 63332538

传 真 0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

http://lydcgh.periodicals.net.cn/

印 刷 昆明锦润印刷有限公司

订 购 处 《林业调查规划》编辑部

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

Post Code: 650051

Tel: 86-0871-63318347; 63332538

Fax: 86-0871-63318347

E-mail: ynfip@vip.163.com

http://lydcgh.periodicals.net.cn/

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

国际标准刊号 ISSN 1671-3168

国内统一刊号 CN 53-1172/S

广告经营许可证号 5300004000093

国内定价 10.00元(全年60.00元)

ISSN 1671-3168

CN 53-1172/S

Ad. Licence: 5300004000093

Price(abroad): 5.00 dollars(30.00 dollars yearly)

林业调查规划

第38卷 第2期

(总第183期)

2013年4月

目次

●森林经理

- 天然林单木生长模型研究综述 包昱君, 亢新刚, 杜志, 等(1)
基于缨帽变换的景洪市时间序列 Landsat 影像森林扰动自动识别方法研究 张连华, 庞勇, 岳彩荣, 等(6)
基于空间分析的区位优势度模型及其应用分析 王昆, 王珊, 孔宪娟, 等(13)

●研究与探索

- 西南桦人工林与天然林土壤种子库特征初步比较 陈勇, 刘海姣, 张劲峰, 等(20)
常见陆地温室气体通量测量方法比较 张鑫, 林茂, 吴京科(27)
泡核桃嫁接苗与铁核桃嫁接苗的鉴别技术研究 武少平(31)
工厂化和常规化育苗造林成活率对比试验 徐明艳, 赵航文, 杨明志, 等(34)

●森林资源管理

- 森林资源价值评价中重复计算问题的研究 仇琪, 冯仲科, 高原, 等(38)
德钦县生态公益林管理现状与对策 李贤(42)
云南省生态公益林建设现状及对策 赵书学(46)

●林火研究

- 昆明西山森林公园地表可燃物类型划分与载量研究 李旭, 王秋华, 李世友, 等(50)
森林小班林火蔓延模型信息化研究 马天, 郑君, 王智超(55)
曲靖市森林防火地理信息系统构建及应用 吴斌(60)

●自然保护区

- 哈巴雪山保护区大果红杉林的分布格局及其保护价值初探 袁凤军, 余昌元(65)
变革理论在高黎贡山国家级自然保护区生物走廊带环境保护与教育中的应用 段红莲, 蔺汝涛, 何茜(69)
白马雪山自然保护区维西片区开展社区共管活动的效果分析 赵翠娟(73)

●森林保护

- 2种蛀干类害虫引诱剂诱捕害虫效果研究 贾丽萍, 王宏勋, 李祥康, 等(76)
思茅松苗期立枯病防治技术研究 蒋家顺, 钟华, 周灵昌, 等(81)
武定县史密斯桉造林后灾害发生情况及对策 杨丽祥(85)

●论坛

- 云南山地村镇规划中雨水资源利用与景观营造 杨旭(88)
高黎贡山自然保护区社区居民对生态旅游的认知与参与 李翠花, 刘宁, 艾怀森, 等(91)
云南省观赏苗木产业发展现状及对策研究 王学花(94)
云南省核桃种苗质量管理及检测情况浅析 曾丽芬, 李基平(97)

●森林培育

- 极度濒危植物毛果木莲的种子检测及育苗技术研究 张畋, 楚永兴(101)
麻栗坡含笑幼林抚育技术研究 朱峰, 董文渊, 付建生, 等(107)
牛角瓜的栽培管理技术及应用前景 魏静, 赵元藩, 张燕平(112)
红河州桉树引种栽培现状及发展建议 金同伟(116)

●生态建设

- 香格里拉县土地荒漠化现状及治理对策 张学全(121)
云南省生态工程建设对石漠化演变的影响与评价 张钦云, 孙丽娟(125)
城市社区植被生态服务功能价值评估 毕坤, 史明昌, 衣晓丹, 等(130)

- 西双版纳热带雨林一隅 许易琦摄(封面)
高原草甸 璐红敏摄(封底)

信息:本刊在第四届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”和“优秀栏目奖”。

Contents

● Forest Management

- Research Overview on Growth Model of Individual-tree in Natural Forest BAO Yu-jun, et al (1)
- Forest Disturbance Automatic Identification Method Based on Time Series Landsat Image of Tasseled Cap Transformation
..... ZHANG Lian-hua, et al (6)
- Location Advantage Value Model and Its Application Based on Spatial Analysis WANG Kun, et al (13)

● Research and Exploration

- Soil Seed Bank characteristics Preliminary Comparison between Plantation and Natural Forest of *Betula alnoides*
..... CHEN Yong, et al (20)
- Common Terrestrial Greenhouse Gas Fluxes Measurement Method Comparison ZHANG Xin, et al (27)
- Identification Techniques of Grafted Seedlings between Bubble Walnut and Iron Walnut WU Shao-ping (31)
- Comparison Test of Afforestation Survival Rate between Industrialized and Conventional Seedling XU Ming-yan, et al (34)

● Forest Resource Management

- Repeated Calculation Problem in Forest Resources Value Evaluation QIU Qi, et al (38)
- Status and Countermeasures of Deqin County Ecological Non-commercial Forest Management LI Xian (42)
- Status and Countermeasures of Ecological Non-commercial Forest in Yunnan Province ZHAO Shu-xue (46)

● Forest Fire Research

- Types and Capacity of Forest Surface Combustible in Xishan Forest Park of Kunming LI Xu, et al (50)
- Informatization Research on Forest Fire Spread Model of Forest Sub-compartment MA Tian, et al (55)
- Construction and Application of Forest Fire Prevention GIS in Qujing City WU Bin (60)

● Nature Reserve

- Distribution Pattern and Conservation Value of *Larix potaninii var. macrocarpa* Forest in Haba Snow Mountain Reserve
..... YUAN Feng-jun, et al (65)
- Revolution Theory for Environmental Protection and Education in Gaoligongshan National Nature Reserve Biological Corridors
..... DUAN Hong-Lian, et al (69)
- Effect of Community Co-management Activities on Weixi District of Baima Snow Mountain Nature Reserve
..... ZHAO Cui-juan (73)

● Forest Conservation

- Effect of Two Kinds Moth Attractants on Trapping Pests JIA Li-ping, et al (76)
- Prevention Technology of *Rhizoctonia solani* in Seedling Stage of *Pinus Khasys* JIANG Jia-shun, et al (81)
- Disasters Occurrence after *Eucalyptus smithii* Afforestation and Its Countermeasures in Wuding County YANG Li-xiang (85)

● Forum

- Rainwater Resources Utilization and Landscape Construction in Mountainous Village Planning of Yunnan province
..... YANG Xu (88)
- Awareness and Participation of Gaoligongshan Nature Reserve Community Residents on Eco-tourism LI Cui-hua, et al (91)
- Current Status and Strategy of Ornamental Nursery Stock Industry in Yunnan Province WANG Xue-hua (94)
- Analysis of Walnut Seedling Quality Management and Inspection in Yunnan Province ZENG Li-fen, et al (97)

● Forest Cultivation

- Seed Detection and Seedling Nursery Technology for Endangered Plant *Trichocarpa manglietia* ZHANG Tian, et al (101)
- Study on Tending Technique for Young Forest Stand of *Michelia chartace* ZHU Feng, et al (107)
- Cultivation and Management Technology of *Calotropis gigantea* and
Its Utilization Prospects WEI Jing, et al (112)
- Introduction and Cultivation Status and Development Suggestions of *Eucalyptus* in Honghe Prefecture JING Tong-Wei (116)

● Ecological Construction

- Land Desertification Status and Control Countermeasures in Shangri-La County ZHANG Xue-quan (121)
- Influence and Evaluation of Ecological Projects on Rocky Desertification in Yunnan Province ZHANG Qin-yun (125)
- Value Evaluation of Urban Community Vegetation Ecosystem Service Functions BI Kun, et al (130)

- Tropical rainforest of Xishuangbanna Photographed By XU Yi-qi (Front cover)
- Plateau meadow Photographed JU Hong-min (Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.001

天然林单木生长模型研究综述

包昱君, 亢新刚, 杜志, 杨新霞
(北京林业大学林学院, 北京 100083)

摘要: 建立天然林单木生长模型的难点有林分年龄、树种组成、立地质量和林木竞争效应的表达等问题, 介绍针对这些问题的解决办法, 但目前仍没有广泛认可的理论体系, 仍需进行大量的研究工作。阐述了天然林单木生长模型的种类及研究现状, 从机理化模型的研究、模型预估精度的提高、三维模型及可视化研究等方面总结了其发展趋势。

关键词: 天然林, 单木生长模型, 研究综述

中图分类号: S718.551.1; S758.1; S711 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0001-05

Research Overview on Growth Model of Individual-tree in Natural Forest

BAO Yu-jun, KANG Xin-gang, DU Zhi, YANG Xin-xia
(College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Forest stand age, species composition, site quality, competition are considered as difficulties of developing individual-tree growth model in natural forests. Solutions for the difficulties are summarized, but there are no widely accepted theory, and much work on these issues are still needed. Types and research status of individual-tree growth model in natural forests are elaborated. Moreover, the developing trends of individual-tree growth model in natural forests are also put forward from aspects of mechanization model study, forecasting precision improving of models, three-dimensional models, visualization research etc.

Key words: natural forest, individual-tree growth model, research review

森林是人类巨大的自然资源, 具有多种功能, 为人类社会贡献着巨大的经济效益、社会效益和生态效益。天然林作为我国森林资源的主体, 是这些效益的主要承担者, 然而我国森林质量低下, 迫切需要提高其生产力。因此, 研究天然林生长规律, 通过林分生长和收获预估模型对其生长动态进行分析预测, 并据此制定科学的经营管理方案, 是当今林业研究的重大课题。

林分生长模型是由 Bruce 在 1987 年的世界林

分生长模型和模拟会议上提出的。近年来, 林分生长和收获模型经过了众多学者的研究, 其数量和范围都达到了相当的程度, 从最为初期的标准收获表到较前沿的混合单木模型, 已经形成了一个全面完整的体系, 其发展主要受到了 4 个方面的影响: ①森林的经营对象从简单的同龄纯林转向复杂的天然混交林; ②随着研究的深入, 随机关系越来越被学者重视; ③森林经营目标发生根本性变化, 不仅仅是包括林木生长和收获的经济目标, 还包括了生态效益

收稿日期: 2013-02-28.

作者简介: 包昱君 (1988-), 男 (蒙古族), 内蒙古赤峰人, 硕士研究生。研究方向为森林可持续经营理论与技术。Email: baoyj@foxmail.com

通信作者: 亢新刚, 男, 教授, 博士生导师。主要从事森林可持续经营研究。

及社会效益;④计算机在林业研究中开始得到大范围应用^[1]。因此,林分生长模拟的复杂性和深度广度也逐渐增加,模拟的尺度从全林分逐渐到单木,模型拟合从经验模型到过程模型再到混合模型,目标也从林分收获预测到生态过程描述^[2]。对于同龄纯林生长模型和生长规律的研究,已经有了较为统一的认识,即将林分生长模型分为 3 个类别:全林分模型,径阶模型和单木模型^[3]。但天然林的结构和生长动态变化较同龄纯林更为复杂,对其生长模型的研究还在早期阶段,还没有较为统一的认识。本文论述了天然林生长模拟的困难之处,介绍了对其的研究和模型种类,展望了其发展趋势。

1 建立天然林生长模型的难点及解决途径

生长和收获模型在天然林中的应用不如在纯林中广泛的原因是多方面的。由于天然林一般由多个树种组成,包含多个龄级,树种间的相互作用和关系非常复杂,复层现象明显,树木间竞争和生长及周围环境关系随时间变化,人们虽然认识到了这些,但却没有完全理解。因此,这些问题制约了天然林生长模型的建立和使用。天然林的上述特点决定了在构建和使用天然林生长模型时,必须解决天然林年龄、立地质量、树种组成、林木竞争关系、树木枯损的表达问题^[4]。

1.1 林分年龄

年龄或时间是林分生长模拟中的一个重要变量。与多树种有关的异龄现象是天然林的一个显著特征,其呈现不规则的年龄结构,从而使得年龄在建立林木因子方面的作用很不明显。隐去年龄的单木生长方程是解决天然林的异龄问题的一种方法,有学者用不包含年龄变量的单木生长量模型替代包含年龄的单木生长量模型^[5-6],但这只是简单的回避了问题,并没有完全解决年龄在建立生长模型中的问题,因为不同年龄同样大小的林木绝对没有相似的生长量。还有学者意图用胸径代替年龄作为方程变量,但研究表明,用胸径代替年龄作为方程变量的效果并不理想^[7]。

1.2 树种组成问题

天然林的树种组成是在建立生长模型时必须考虑的问题,因为各树种有不同的生态学和生物学特性,生长率不同,对环境及竞争的反应也不相同。

在建立单木生长模型过程中,表达天然林的树种组成时,通常是将组成树种进行分组和合并。分组和合并方法通常有 2 种:①根据林分组成树种的

生物学特性合并为优势树种组或者是合并为森林类型。根据组成树种的喜光特性进行树种组的划分是较常用的手段,有学者在建立与密度有关的多树种矩阵生长模型时将树木分为 3 个树种组,分别是耐荫树种组,中度耐荫树种组和不耐荫树种组^[8];②根据树高和树木在冠层中的位置进行划分,如有学者在建立挪威云杉和白桦混交林的生长模型时,将组成树种分为上层的优势云杉、中下的受压云杉和白桦 3 个树种组^[9]。此外,还有一些不同的分组和合并方法,比如主成分分析法和 F 检验法等。有些研究还根据不同样地间树种组成的差异性进行树种组的分组和合并,比如有学者在研究长白山地区落叶松云冷杉针阔混交林的生长规律时,就以此将组成树种分成落叶松、红松、云杉、冷杉、慢阔(色木、水曲柳、椴树和枫桦)和中阔(白桦、榆树和杂木)6 个树种组^[11]。

1.3 立地质量问题

立地质量是影响森林生长和收获的一个主要因素,是当前生长模拟研究中的一个相当主要的问题。现在常用的一些立地质量指标都适用于同龄纯林,而不能很好地应用于天然林。比如,以树高和年龄关系为基础的立地指数,用指定年龄时的优势木平均高来表示,虽然能够很好地应用于同龄纯林,但在面对有着复杂和多变的林分结构的天然林时,有意义的立地指数难以建立,根本原因是天然林树高和年龄间的关系不是很强,有着不规则的年龄结构。

对于解决天然林立地质量的问题,虽然有多种方法被提出并使用,比如调整压抑状态、利用树高和直径的关系、用土壤与植物群落代表等,但是能够得到广泛认可的理论依然没有提出,因此,天然林立地质量仍是一个值得深入研究的问题。

1.4 林木竞争效应

林木竞争是森林中的普遍现象,它推动了森林的演替发展。相比于同龄纯林,天然林中不同树种树木间的竞争效应尤为复杂,对天然林的生长模拟应考虑到竞争效应,包括树种间的相互作用,尤其应考虑单木间的作用。竞争指数常用来量化林分中相邻木对对象木生长的影响,目前,对竞争指数的研究已经有很多,许多竞争指数被提出并被应用于单木生长模型中。竞争指数构造的好坏与否,直接影响了单木模型的精度。理论上说,一个好的竞争指数不仅要能够客观地反映林木之所有的竞争信息,还要排除一切干扰因素。

单木竞争指数根据是否需要单木的位置信息将

其分为与距离有关和与距离无关 2 类竞争指数^[12]。现介绍几个应用较广泛的单木竞争指数。

1.4.1 与距离无关的竞争指数

1) 每公顷株数

每公顷株数是以林木株数来表示林分密度,但它不能很好地说明树木的密度程度。因为即使在单位面积上有相同的株数,林分平均直径却很可能不同,则胸高断面积也不相同。另外,由于天然林幼龄阶段竞争激烈,株数变化很大,因此,密度不是良好的指标。只有当株数达到相对稳定阶段,每公顷株数才能较为有效地表示密度的大小。但是每公顷株数测量简便,是造林和抚育中常用的指数,常作为自变量用于生长模型。

2) 每公顷断面积

每公顷断面积是生长模型中最常用的变量,其值随着年龄增加,但其有一个为常数的最大值,即单位面积上胸高断面积的最大值是个常数。每公顷断面积与立地质量有着较为密切的关系,立地质量好,林分每公顷断面积就大;反之则小。

3) 相对密度

相对密度由柯蒂斯在 1981 年提出,其公式为:

$$RD = BA \sqrt{D_q}$$

式中:RD 为相对密度,BA 为林分每公顷断面积, D_q 为林分二次平均直径。

由于相对密度是林分每公顷断面积与二次平均直径的综合指标,因此它具有每公顷断面积这一指数的优点,同时与年龄和立地质量无内在联系,能够较好地应用在天然林的单木生长模型中。有学者在研究帽儿山地区椴树的生长模拟时应用了这一指数^[13]。

4) 林分密度指数

林分密度指数(SDI)是林分在标准平均胸径时所具有的单位面积上的株数,利用单位面积株数(N)与林分平均胸径(D_g)之间预先确定的最大密度线关系计算而得。

选取 15% 的样地数据拟合下面的方程式^[14]:

$$\ln N = \ln \alpha - \beta \ln D_g$$

从而得到最大林分密度 $N-D_g$ 式。

根据林分密度指数的定义,按照下式计算每个林分的林分密度指数 SDI:

$$SDI = N \times (D_0 / D_g)^{-\beta}$$

林分密度指数是林分平均胸径和株数的综合体现,它即可以表示林分株数大小,也可以表示树木

大小。

5) 大于对象木的断面积

大于对象木的断面积 BAL 的定义是:大于对象木胸径的所有林木的断面积之和。其计算公式为:

$$BAL = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\pi D_i^2}{4} \times m \right) \text{ 式中 } m = \begin{cases} 1 & \text{如果 } D_i > D_0 \\ 0 & \text{如果 } D_i \leq D_0 \end{cases}$$

式中: D_0 为对象木的胸径, D_i 为第 i 棵竞争木的胸径,n 为株数。

BAL 是一个描述光竞争的竞争指数,可以合理地描述对象木与所有林木之间的位置关系。BAL 在生物学上比较合理、概念和计算均较为简单,所需的野外调查因子容易获取,常被认为可以在林分模拟中推广使用^[15]。很多研究将 BAL 与其他竞争指数进行对比之后认为,BAL 是最好的竞争指标之一^[16-17]。

6) 其他

除上述 5 个应用较广泛的指数外,与距离无关的竞争指数还有郁闭度、疏密度、每公顷蓄积量、树木面积比、冠积指数、森林立木度、生长空间指数、树冠竞争因子等,但它们中有些较为粗放,有些需要测量较多的因子,限制了它们在天然林单木生长模型中的应用。

1.4.2 与距离有关的竞争指数

在与距离有关的竞争指数中,使用最广泛的是 Hegyi 简单竞争指数。其定义为:

$$HgCI_i = \sum_{j=1}^n \frac{1}{dist_{ij}} \cdot \frac{d_j}{d_i}$$

式中: $HgCI_i$ 为第 i 株林木的竞争指数, $dist_{ij}$ 为第 j 株竞争木距第 i 株对象木的距离, d_j 是第 j 株竞争木的胸径, d_i 是第 i 株对象木的胸径,n 为竞争木的株数。

在使用 Hegyi 简单竞争指数时,最需要注意的问题是竞争木数量的确定和边缘木的处理。最初竞争木株数定义为半径 10 英尺(约 3.05 m)范围内的所有林木。后来,学者根据需要自己选择半径大小,有些人采用 5 m 或 6 m^[18-19],其目的是为了选取更多竞争木。也有学者不根据半径大小确定株数,而是每株对象木都选择距离其最近的固定数目的对象木,比如有学者在研究落叶松时选取与对象木距离最近的 4 株树木^[20-21],也有学者选择与对象木最近的 8 株树^[22]。对于边缘木的处理问题,很多研究直接不考虑边缘效应^[21]。

除了 Hegyi 简单竞争指数外,与距离有关的竞争指数还有潜在可利用面积、大小比指数、株距指

数、点密度、竞争压力指数、生长空间竞争指数,但它们均需测量较多的指标,因此限制了它们在天然林单木生长模型中的应用。

2 天然林单木生长模型的种类及研究现状

单木生长模型是用来描述单株树木生长过程的模型。其按预测方法可以分为 2 种:①“生长潜力×修正因子”的类型,这种类型通常选择有生物学意义的基本潜在生长函数,它强调模拟修正因子的方法和阐述它怎么影响生长函数^[23]。②基于因变量和自变量间的经验关系函数,其常把生长量表示为树木特征和林分特征的函数^[24],因变量通常是直径、断面积或者树高的生长量。按是否含有林木间的相对位置信息,单木模型又可以分为与距离有关的单木生长模型和与距离无关的单木生长模型。

2.1 与距离有关的单木生长模型

这类模型不单需要单木信息(胸径、树高、冠幅)和林分信息(树种组成和竞争指数),还要获取树木的位置信息。有学者以寒带混交林为对象,建立了白云杉的高生长模型,其中的变量就包括胸径、树高、直径生长量、单木竞争指数、各树种的每公顷断面积、物种组成和立地生产力指数^[24]。相比于距离无关的模型,与距离有关的模型可以更好地阐述竞争效应,因此通常用来研究竞争对单株木生长的影响,最典型的例子就是 COMMIX^[25]。虽然有学者认为,研究单木生长模型用与距离有关的模型更好^[10],但是用其来研究天然林时有 2 点不足:①获取单株木坐标费时费力,建立模型的成本很高;②一般这种模型的样地不够大,不能很好地代表天然林。

2.2 与距离无关的单木生长模型

这类模型主要是以林木特征(如林木大小状况、各种林分密度指标等)的分布为基础,一般以林分断面积或者林分相对断面积等指标作为竞争指数,并利用相对优势度来反映林分内个体间的差异。Prognosis 模型是一个与距离无关的且不需要地位指数和年龄的单木生长模型,并在天然林中有应用潜力,其最新版本为 FVS(Forest Vegetation Simulator,森林植被模型)。模型最大的特点是它能预测任何组成林分从纯林到混交林和异龄林的生长和收获。也可以在疏伐、施肥和修枝等各种不同经营措施下预测林分未来的发展状况,并且可在区域和群体水平上模拟林分和树木的生长过程及收获状态。

林窗模型也是一个与距离无关的单木模型,林分被作为一组林窗,计算其中每株林木的更新、生长

和死亡,考虑养分循环,实现对全林分的模拟^[26]。

2.3 天然林单木生长模型研究现状

目前对于天然林单木模型的研究主要有着以下几个特点:

1)由早期的生长方程向单木生长量模型转变。天然林的异龄问题是建立单木生长模型时无法忽略的问题,单木生长量模型不需考虑林木的实际年龄,只需确定调查间隔期。最常见的间隔期是 1 年和 5 年^[14],有学者在建立太白红杉的单木生长模型时,用近 2 年胸径相对生长率作为预估因子^[27],还有学者利用二类调查数据建立了落叶松单木生长模型,把 10 年间平方直径生长量作为预估因子^[28]。

2)模型预测精度相对较低。由于天然林生长数据具有层次结构,造成同一样地不同树木之间具有相关性,同一树木连续多次观测值间具有相关性,这种“样地效应”和“样木效应”使得误差不能满足独立同分布的假设,随机误差包括了样地内个体之间的和同一个体复测的随即效应,这使得天然林单木生长模型的预测精度普遍较低^[11]。

3)与距离无关的竞争指数使用较多。由于与距离有关的单木竞争指数在数据调查及后期处理方面均较为复杂,这使得其应用比与距离无关的单木竞争指数受到更多的限制,因此,与距离无关的竞争指数比与距离有关的竞争指数应用广泛。

3 天然林单木生长模型的发展趋势

3.1 机理化模型的研究

随着对天然林研究的深入,将单木间的作用和环境对林木生长的影响考虑到生长模型的建立中来,是目前生长模型发展的重要趋势。单木模型的研究重点是描述个体的竞争,组织径级水平和林分水平的信息。机理化模型能反应林木生长的现实状态和森林的生长演替过程,有着较高的模拟精度。上文中提到的 FVS 就是一种机理化单木模型。

3.2 模型预估精度的提高

目前建立的天然林单木模型的预测精度普遍较低,研究提高单木模型预估精度会成为发展趋势。有学者以长白山地区落叶松云冷杉针阔混交林为对象,在建立单木断面积生长模型时引入了随即参数,显著改善了模型,决定系数从 0.38~0.64 提高到 0.82~0.89^[11]。

3.3 三维模型及可视化研究

三维模型近年来逐渐得到重视,复杂的模型可视化已经成为单木模型研究的又一个主要内容。如

国内有学者完成了长白落叶松单木生长三维可视化系统的研发,成功地模拟了长白落叶松单木静态和动态的三维图形^[29]。

3.4 逐步解决天然林单木生长模型的难点

虽然近年来学者对于天然林单木生长模型的难点问题进行了一定的研究,但是还没有一个完善的理论体系,模型的建立及精度问题依然受到这些难点的影响。因此,解决这些难点将成为天然林单木生长模型研究的另一个重要领域。

参考文献:

- [1] Porte A, Bartelink H H. Modelling mixed forest growth: a review of models for forest management [J]. *Ecological Modelling*, 2002(150):141-188.
- [2] Peng C H. Growth and yield models for uneven-aged stands: past, present and future [J]. *For Ecol Manage*, 2000(132):259-279.
- [3] 唐守正, 李希菲, 孟昭和. 林分生长模型研究的进展 [J]. 林业科学研究, 1993, 6(6):672-679.
- [4] 雷相东, 李希菲. 混交林生长模型研究进展 [J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(3):105-110.
- [5] 葛宏立, 项小强, 何时珍, 等. 年龄隐含的生长模型在森林资源连续清查中的应用 [J]. 林业科学研究, 1997, 10(4):420-424.
- [6] Tome J, Tome M, Barreiro S, et al. Age-independent difference equations for modelling tree and stand growth [J]. *Canadian Journal of Forest Research*, 2006, 36(7):1621-1630.
- [7] Nunifu K T. Calibrating the mixed-wood growth model (MGM) for Lodgepole Pine (*Pinus contorta*) and associated species in Alererta [D]. *University of Alberata*, 2003.
- [8] Lin C R, Buongiorno J, Vasievich M. A multispecies, density dependent matrix growth model to predict tree diversity and income in northern hardwood [J]. *Ecol Model*, 1996(91):193-211.
- [10] Jogiste K. Productivity of mixed stands of Norway spruce and birch affected by population dynamics: a model analysis [J]. *Ecol Model*, 1998(106):77-91.
- [11] 雷相东, 李永慈, 向玮. 基于混合模型的单木断面面积生长模型 [J]. 林业科学, 2009, 45(1):74-80.
- [12] Biging G S, Dobbartin M. Evaluation of competition indices in individual tree growth models [J]. *For Sci*, 1995, 41(2):360-377.
- [13] 闫明准, 刘兆刚. 帽儿山地区次生林椴树单木胸高断面面积生长模型的研究 [J]. 森林工程, 2009, 25(2):1-4.
- [14] 王文斗, 李凤日, 那冬晨, 等. 辽东栎单木生长模型的研究 [J]. 林业科技, 2005, 30(2):11-13.
- [15] Uzoh F C C, Oliver W W. Individual tree height increment model for managed even-aged stands of ponderosa pine throughout the western United States using linear mixed effects models [J]. *Forest ecology and management*, 2006(221):147-154.
- [16] Kiernan D H, Bevilacqua E, Nyland R D. Individual-tree diameter growth model for sugar maple trees in uneven-aged northern hardwood stands under selection system [J]. *Forest Ecology and Management*, 2008(256):1579-1586.
- [17] Roberts S D, Harrington C A. Individual tree growth response to variable-density thinning in coastal Pacific Northwest forests [J]. *Forest Ecology and Management*, 2008(255):2771-2781.
- [18] 张思玉, 郑世群. 笔架山常绿阔叶林优势树种群内种间竞争的数量研究 [J]. 林业科学, 2001, 37(1):185-188.
- [19] 邹春静. 沙地云杉种内、种间竞争的研究 [J]. 植物生态学报, 1998, 22(3):269-274.
- [20] 张成程, 李凤日, 赵颖慧. 落叶松人工林空间结构优化的探讨 [J]. 植物研究, 2008, 28(5):632-636, 640.
- [21] 张成程. 落叶松人工林空间结构优化经营及可视化模拟的研究 [D]. 东北林业大学, 2009.
- [22] 江希钿, 邱学清. 杉木简单竞争指数及生长模型的研究 [J]. 福建林学院学报, 1994, 14(3):195-200.
- [23] Gourlet S, Houllier F. Modelling diameter increment in a lowland evergreen rain forest in French Guiana [J]. *For Ecol Manage*, 2000(131):269-289.
- [24] Huang S M, Titus S J. Estimating a system of nonlinear simultaneous individual tree models for white spruce in boreal mixed2species stands [J]. *Can J For Res*, 1999(29):1805-1811.
- [25] Bertelink H H. A growth model for mixed forest stands [J]. *For Ecol Manage*, 2000(134):29-43.
- [26] 桑卫国. 森林动态模型概论 [J]. 植物学通报, 1999, 16(3):193-200.
- [27] 王孝安, 段仁燕, 王明利. 太白红杉单木胸径生长模型的研究 [J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(2):157-162.
- [28] 杜纪山. 用二类调查样地建立落叶松单木直径生长模型 [J]. 林业科学研究, 1999, 12(2):160-164.
- [29] 雷相东, 常敏, 陆元昌, 等. 长白落叶松单木生长可视化系统设计 [J]. 计算机工程与应用, 2006(17):180-183.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.002

基于缨帽变换的景洪市时间序列 Landsat 影像森林扰动 自动识别方法研究

张连华^{1,2}, 庞勇², 岳彩荣¹, 李增元²

(1. 西南林业大学, 云南 昆明 650224; 2. 中国林业科学研究院资源信息研究所, 北京 100091)

摘要: 森林扰动是森林生态系统演替的主要过程, 对区域生态平衡与稳定起着重要作用。Landsat 影像不仅具有较高的分辨率(30 m), 而且具有海量的免费数据获取源, 适合于做时间序列的森林干扰信息提取。作者以云南省景洪市为例, 根据影像的光谱特征, 首先自动获取纯净森林训练样本, 然后结合缨帽变换过程中得到的土壤亮度、植被绿度以及湿度等信息, 建立归一化的扰动指数图像, 最后结合时间序列分析提取森林扰动信息, 并对精度做了验证与评价。结果表明, 该方法在不受季相影响的情况下能准确地检测出森林扰动信息, 具有较高的精度。对如何减弱季相与部分农作物的影响还有待于进一步研究。

关键词: 时间序列; Landsat 影像; 扰动指数; 缨帽变换; 森林扰动; 景洪市

中图分类号: S757; P283.8 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0006-07

Forest Disturbance Automatic Identification Method Based on Time Series Landsat Image of Tasseled Cap Transformation

ZHANG Lian-hua^{1,2}, PANG Yong², YUE Cai-rong¹, LI Zeng-yuan²

(1. Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

2. Research Institute of Forest Information Techniques, Chinese Academy of Forestry Science, Beijing 100091, China)

Abstract: Forest disturbance is the main course of forest ecological system development, which played an important role of the regional ecological balance and stability. Landsat image not only has the high resolution of 30m, but also has mass of free data acquisition source, which is suitable for time series of forest disturbance information extraction. According to the image spectral features, and taking Jinghong city of Yunnan province as example, pure forest training samples was automatic obtained at first, then combining the information of soil brightness, vegetation greenness and humidity got from tasseled cap transformation process, the normalized disturbance index image was established, finally forest disturbance information was obtained combining with time series analysis, and the accurate was evaluated and verified. The results showed that the algorithm of training data automation could accurately detect forest disturbance infor-

收稿日期: 2013-02-14.

基金项目: 国家 863 课题“全球森林生物量和碳储量遥感估测关键技术(编号: 2012AA12A306)”和亚太森林恢复与可持续管理网络项目“Forest Cover and Aboveground Biomass Mapping in the Greater Mekong Subregion and Malaysia (编号: 2011PA004)”资助。

作者简介: 张连华(1989-), 男, 山东聊城人, 硕士研究生。从事遥感数据处理与分析、3S 技术在林业中的应用等研究。Email: sdzhanglh@126.com

通讯作者: 庞勇(1976-), 男, 安徽太和人, 副研究员。从事激光雷达森林参数反演、林业遥感机理模型等研究。Email: caf_pang@gmail.com

mation without seasonal effect and have high precision, but how to reduce the impact of seasonal and some crops still needs further studies.

Key words: time series; Landsat image; disturbance index; tasseled cap transformation; forest disturbance; Jinghong

森林是陆地上最大的生态系统,由于其群落结构复杂,且多分布于湿润较湿润地区,因此其种群密度和群落结构能够长期处于稳定状态。然而剧烈的森林大火和大规模砍伐会使茂密的森林冠层消失,从而使得森林群落更替为疏林、低矮灌丛甚至草地。这是一种打破稳定的突发质变过程,而恢复森林群落结构特征一般需要较长的时间,因此森林扰动严重影响着区域生态平衡与稳定,而且也是全球变化研究中重要的组成部分^[1-2]。

传统的森林变化检测主要采用地面调查与测量的方法,工作量大且更新周期长。随着遥感技术的发展,国内外学者陆续开展了相应的方法研究,但是这些方法受分析人员经验、分类体系、地理环境等因素的影响,阈值的设定也因影像获取的时间与地点的不同而不同,因此这些方法无法得到广泛的推广^[2-3]。因此,研究一种全自动的、不受阈值限定的较高分辨率的快速森林扰动识别方法具有深刻的实际意义。

Landsat 影像具有较高的空间分辨率(30 m),并且可以从美国地质调查局 USGS(United States Geological Survey)免费获得连续的多时间序列正射影像,其时间分辨率也可以达到检测每年森林扰动的要求^[4]。因此本研究采用空间分辨率与时间分辨率均较高的 Landsat 影像,参考国外专家学者的最新森林扰动自动识别研究成果,探索使用时间序列扰动指数自动识别热带森林扰动的方法。

1 试验区及数据

1.1 试验区

以云南省景洪市市区及周边为试验区,地理位置为东经 100°42'~100°52',北纬 21°50'~22°4'。该试验区属北热带和南亚热带湿润季风气候,长夏无冬,干湿季分明,基本无霜。近些年,随着景洪市社会经济的发展,其经济发展方式转变为经济林业和农业,森林结构发生了巨大变化,而目前并没有利用较高分辨率尺度的遥感数据进行森林扰动识别的研究。

1.2 Landsat ETM+数据

对于订购自 USGS 的 Landsat 影像首先应该进

行针对性的选取以便获得高质量的时间序列影像,从而得到更好的扰动分析结果。影像的选取主要依靠以下 2 个原则^[5]:

1) 由于云覆盖会影响地表像元的真实识别,因此选取的影像应该保证较低的云覆盖度。

2) 由于落叶时期影像的森林像元会受地表土壤的影响,为了保证扰动识别的精度,需要选取成像时间为有叶时期的影像。

受印度季风导致的季节性水分胁迫影响,该地区的热带雨林在干季(11月~次年4月)会出现明显的凋落高峰,并且随着海拔的升高凋落量会增加^[6]。此外,景洪市的森林砍伐一般发生在雨季来临之前的 12 月至次年 2 月,为识别出这些扰动信息,订购了美国地质调查局(USGS)中景洪市(轨道号 p130r045)1999~2010 年间所有云覆盖低于 20% 的湿季 Landsat 影像,然后从每一年影像中选取一景质量最好的影像(表 1)进行 2000~2010 年森林扰动的自动识别检测与制图,可为国内相关领域的研究与决策提供一定的参考。

表 1 研究所使用的 ETM+数据
Tab. 1 ETM+ data used in this study

影像 ID	成像时间	云覆盖/%
LE71300451999359EDC00	1999. 12. 25	0
LE71300452000074SGS00	2000. 03. 14	0
LE71300452001108SGS00	2001. 04. 18	8
LE71300452002111SGS00	2002. 04. 21	0
LE71300452003322ASN01	2003. 11. 18	6
LE71300452004117ASN02	2004. 04. 26	3
LE71300452005119PFS00	2005. 04. 29	3
LE71300452006138PFS00	2006. 05. 18	16
LE71300452007109SGS00	2007. 04. 19	9
LE71300452008112SGS00	2008. 04. 21	1
LE71300452009114PFS00	2009. 04. 24	5
LE71300452010309EDC00	2010. 11. 05	5

对于每一年的影像首先进行预处理:包括辐射定标以及基于“MODIS/6S”模型的大气校正,从而

得到 1999~2010 年间的时间序列地表真实反射率影像^[7]。

1.3 外业调查数据

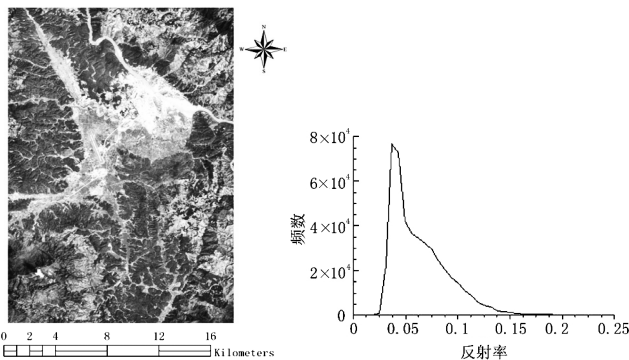
研究后期还结合扰动制图的结果进行了外业验证样本点的调查。外业首先根据扰动制图结果得到每一个样本点的地理坐标,并通过 GPS 导航等方式找到其大体位置,然后通过询问当地人员或判断幼龄林年龄的方法来判断该样本点的具体扰动年份。为确保验证样本的准确可靠性,利用差分 GPS 技术测定每一验证样本点的经纬度信息,同时使用数码相机以该样本点为中心分别取上、下、东、西、南、北 6 个方向进行拍照记录,以便后续验证工作的整理与分析。为保证验证样本点不受遥感影像分辨率的影响,每个验证样本点均距林缘 100 m 以上。

2 时间序列森林扰动自动识别

2.1 森林训练样本自动提取

2.1.1 云及暗物质掩膜

由于绿色植被的光吸收以及森林冠层的遮挡作用,森林在有叶时期 Landsat 影像的部分波段中相对于其他地物如裸土、建筑物等具有较低的亮度值,因此在直方图中森林出现在反射率较低边缘的一侧。当影像中存在足够多的森林像元时,就可以在直方图中形成森林峰值(图 1)。因此,可以利用该光谱特性在直方图中自动识别出森林像元。



(a) 2000 年原始 ETM+真彩色合成影像(R:3 G:2 B:1)

(b) 第三波段直方图

图 1 依据直方图的森林峰值提取森林训练样本的方法

Fig. 1 Method of distinguishing forest training data using forest peak in a histogram

在实际的遥感影像中,往往存在比森林像元反射率更低的物质,如水体、云阴影等,这些地物在直

方图中往往会在森林之前形成峰值,从而干扰森林峰值的自动识别^[3]。为了消除这些比森林更暗物质对森林峰值识别的影响,首先基于光谱规则对云阴影以及水体进行自动识别并掩膜^[8]。

同样,由于试验区位于热带地区,不可避免地会存在很多具有云覆盖的影像,这些云覆盖区域的很多重要地物信息根本无法提取,对扰动的识别具有很大的影响,因此必须在扰动研究之前进行云的识别并掩膜^[9]。目前自动云覆盖评估 ACCA (Automatic Cloud Cover Assessment) 算法已广泛应用于 Landsat 7 影像的云覆盖自动识别,并得到了全球专家的一致认可^[10]。同时,为了尽可能地消除云以及云阴影边界的影响,对于掩膜区域进行了一定的缓冲区膨胀处理^[11]。

2.1.2 森林训练样本自动提取

经过上述暗物质掩膜之后的影像直方图中反射率值低于森林峰值的像素便是纯净森林像素,同时由于一景 Landsat 影像扫面宽度为 185 km,其覆盖范围一定具有多种不同的森林类型,而不同的森林类型其红光反射会存在差异而导致形成的森林峰值也有所不同,为使得提取的森林训练样本包含尽可能多的森林类型,应该将一景 Landsat 影像划分成多个窗口分别进行直方图分析。经过实验分析发现,窗口大小为 400×400 像素范围时,不但能保证形成森林峰值,而且能够提取不同类型的森林训练样本。按照该种方式,将一景 Landsat 影像逐一窗口地进行直方图分析便可以提取出该景影像的纯净森林训练样本^[3]。

2.2 扰动指数计算

2.2.1 缨帽变换

缨帽变换最早是由 Kauth 和 Thomas (1976) 提出,因此也称为 K-T 变换,指在多维光谱空间中,通过线性变换、多维空间的旋转,将植物、土壤信息投影到多维空间的一个平面上,在这个平面上使植被生长状况的时间轨迹(光谱图形)和土壤亮度轴相互垂直。其中植被生长过程的光谱图形呈所谓的“缨帽”图形,而土壤光谱则构成一条土壤亮度线,有关土壤特征的光谱变化都沿土壤亮度线方向产生^[12]。

针对 Landsat 7 的 ETM+反射率影像数据,其缨帽变换的系数如表 2 所示^[13]:

表 2 ETM+反射率影像缨帽变换系数

Tab. 2 Coefficient of tasseled cap transformation of ETM+ reflectance image

指数	波段 1	波段 2	波段 3	波段 4	波段 5	波段 7
亮度	0.3561	0.3972	0.3904	0.6966	0.2286	0.1596
绿度	-0.3344	-0.3544	-0.4556	0.6966	-0.0242	-0.2630
湿度	0.2626	0.2141	0.0926	0.0656	-0.7629	-0.5388

其中第一分量亮度反映的是土壤亮度信息,第二分量绿度与绿色植被长势、覆盖度等信息直接相关,第三分量为湿度^[12],如图 2 所示。

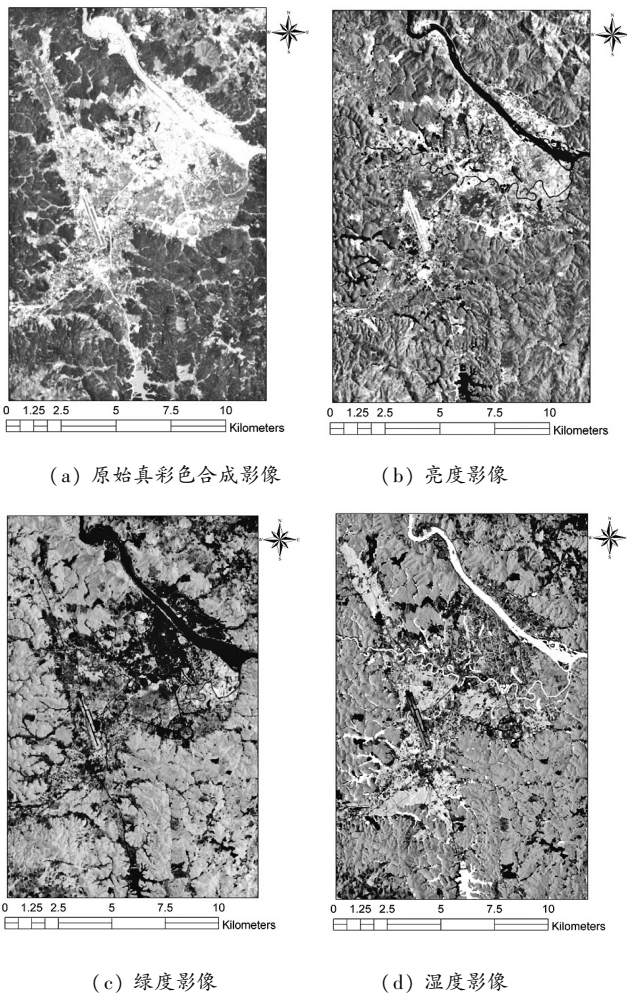


图 2 缨帽变换前三分量影像

Fig. 2 Three component images of tasseled cap transformation

通过对三分量的影像解译识别可以看出:在亮度影像中,森林相对于城镇、裸地等具有较低的亮度值,而在绿度影像中,森林相对于城镇、裸地、农田等有较高的亮度值;在湿度影像中,森林也具有相对较

高的亮度值。因此,根据这 3 个主成分可以将森林与其他地物如城镇、裸地、农田等区分开来。

2.2.2 影像归一化——扰动指数的计算

将上述提取出的每一景 Landsat 影像中的纯净森林训练样本以及缨帽变换得到的三主成分亮度、绿度、湿度影像进行进一步分析,计算每一像素与纯净森林像素的相似性,并依此判断该像素是森林像素的可能性大小。在此定义扰动指数 DI (Disturbance Index) 用于表征该相似性,即每一像素 p 与该景影像中纯净森林训练样本空间中心的归一化距离^[2]:

$$DI_p = \frac{b_p - \bar{b}}{SD_b} - \frac{g_p - \bar{g}}{SD_g} - \frac{w_p - \bar{w}}{SD_w} \quad (\text{公式 1})$$

其中 $\bar{b}, \bar{g}, \bar{w}$ 以及 SD_b, SD_g, SD_w 分别表示该景影像中纯净森林训练样本亮度、绿度、湿度的均值以及方差,而 b_p, g_p, w_p 则代表该景影像中像素 p 的亮度、绿度、湿度。由上述分析可知,森林像素具有较低的亮度值与较高的绿度、湿度值,因此由该公式不难看出: DI_p 越小代表该像素距森林训练样本空间中心越近,越有可能是森林像元,相反, DI_p 越大越有可能是非森林像素^[2]。

2.3 时间序列分析

2.3.1 时间差值

通过上述步骤,已经将每年的 Landsat 影像归一化为各自的扰动指数 (DI) 影像,但是由于在归一化之前做了水体、云以及云阴影等掩膜,因此在云以及云阴影覆盖的区域并无有效的地物信息,这对干扰的识别检测会产生较大的影响。为了减弱该影响,在时间序列分析之前应该首先对这些掩膜区域进行时间差值分析。对于第 i 年掩膜的像素 x 而言,其值可以使用该像素在前一年 p 与后一年 n 的未被掩膜的 DI_p 与 DI_n 均值替代,而如果前一年 p 同时也被掩膜,则采用最邻近法使用后一年 n 的未被掩膜的 DI_n 替代。同理,如果后一年 n 被掩膜,则使用前一年 p 的未被掩膜的 DI_p 替代^[1]。这样,经过时间差值优化后的扰动指数影像便消除了前期预处理中掩膜对于后期扰动识别检测的影响。

2.3.2 扰动识别

基于上述分析可知,如果一个像素在某一年的 DI 值较小,说明该像素在该时期可能为森林,相反,值越大越有可能为非森林。经过实际森林像素提取算法试验以及影像的时间序列分析发现:未发生扰动的森林像素其 DI 值一般每年均小于 5.0,而发生扰动的森林像素(如采伐更新、城镇建设等)一般恢

复森林特征需要 3 年或更长时间,因此这些扰动像素在其扰动年份以及扰动之后的 3 年内 DI 值均大于 5.0(图 3)。根据这些时间——指数属性即可判断识别出未发生变化的森林、非森林像素,并进一步判断识别出扰动像素的具体扰动年份信息等,同时得到扰动制图结果。

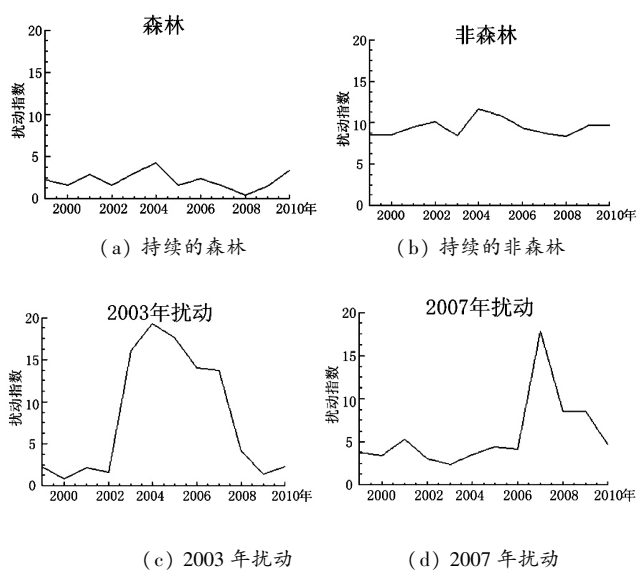


图 3 主要森林覆盖及扰动的时序分布

Fig. 3 Time series distribution of main forest coverage and disturbance and disturbance

1) 持续的水体

由于水体在森林样本识别之前已经作为暗物质而被掩膜处理,因此,如果一个像素在整个时间序列影像中均是被掩膜处理的,即其 DI 值始终为 0,而其他掩膜处理的云、云阴影等在时间差值处理之后无法表现出持续性,因此这些在时间序列影像中均被掩膜处理的像素就应该是持续的水体像素。此外,由于某些水体像素受气候等因素的影响,在某些年份的影像中可能没有被掩膜处理,为了避免该影响,如果一个像素在时间序列中的前 1/3 时间段、中间 1/3 时间段、后 1/3 时间段均被掩膜处理,而且总的掩膜处理次数超过时间序列总年数的一半以上,那么该像素仍为持续的水体像素。

2) 持续的森林

上步中未被分为持续的水体的像素将会被进一步地分析,由于森林具有较低的 DI 值,因此如果一个像素在时间序列 DI 影像中值始终低于 5.0,那么该像素即为持续的森林像素。

3) 持续的非森林

非森林像素一般具有较高的 DI 值,虽然某些非森林像素(如部分农作物等)在特定的季节会有较低的 DI 值,但是绝大部分非森林像素具有这种连续较低 DI 值的时间段记录较短。在此设定 3 年为时间段阈值,如果一个像素连续 3 年或更长时间段 DI 值均低于 5.0,那么该像素在该时间段内即为森林像素。相反,如果最长时间段记录小于 3 年,那么该像素即为持续的非森林像素。

4) 扰动识别

经过上述 3 步骤已经分类识别出了持续的水体、森林以及非森林像素,剩下的未分类像素即为在一定时间段内具有森林特征的像素。由于扰动以及某些噪音,如未被掩膜的云、云阴影等会导致 DI 值变大,但是噪音一般只会影响 1~2 年的影像,而扰动后的森林若恢复森林特征一般需要更长的时间,因此根据这些时间属性信息可以识别出扰动信息。由于研究区域位于热带,植被成长相对温带、寒带较快,因此设置 3 年为扰动识别的时间段阈值,如果一个像素 DI 值连续 3 年或更长时间大于 5.0,那么该像素在该时间段内即为非森林像素,并且若该像素在该时间段前同时具有森林像素的特征,那么该像素即为本时间段起始年份的扰动像素。相反,若连续大于 5.0 的时间段小于 3 年,则表明这些较高的异常值为噪音干扰所致,因此认为这些最后未被识别为扰动的像素仍然是持续的森林像素^[1]。

2.4 精度验证

2.4.1 验证样本的选择

通过对时间序列分析之后得到的扰动制图结果目视解译可知,该方法有效地识别出了森林与非森林的覆盖范围,同时准确地识别了森林扰动发生的年份,但是由于发生扰动的森林相对未发生扰动的森林而言较为稀少,因此为了保证每年扰动类别的验证精度,扰动样本的选择采取随机分层抽样的方式。即所有的扰动样本中,每年扰动样本个数所占的比例与制图结果中每年扰动像素总数所占总扰动像素的比例一致。同时,为了保证样本不受人为主观因素的影响,在此采用随机的方法使每一年的扰动样本尽可能地平均分布在研究区范围之内^[14]。此外,为了保证精度验证的可靠性,每年的扰动样本数均应不少于 10 个。而由于持续的森林所占比例较大,因此其样本采用系统抽样的方法进行选择^[1]。本研究按照经纬度每隔 1' 选择 1 个森林样本点。同时,为了确保样本选择的合理性,每一个样

本点的邻域必须与该样本点属于同一类型^[4]。而由于持续的水体像素相对较为稀少,验证时将其划分为持续的非森林类型之中。

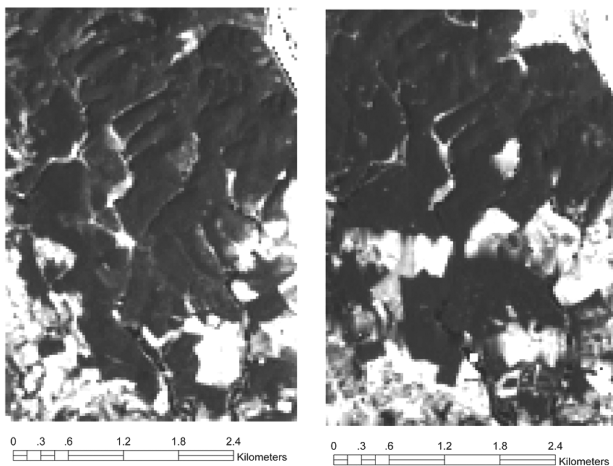
2.4.2 验证方法

由于森林扰动信息的验证需要得到当地时间序列的每年森林覆盖情况,并且其分辨率应高于 30 m,但是目前并没有如此高空间分辨率的时间序列森林覆盖图。因此,针对每种识别类型中的典型样本点于 2011 年 12 月 17 日~2012 年 1 月 12 日进行了外业实地考察验证,通过对当地人员的询问了解以及照片拍摄等方法获得准确的验证样本信息^[1]。根据样本点的经纬度信息与外业调查的先验知识,对所有时间序列 Landsat 反射率影像进行目视解译,判断每一样本点的扰动信息,并将该判别结果与实际 DI 算法制图结果进行对照验证。在目视判读过程中,充分结合 Google Earth 软件提供的历史影像查询功能中的高分辨率影像,使得经验判别的结果更加合理准确^[14]。根据上述样本选择及验证的方法,针对所选取的样本点逐一进行目视解译,然后计算得到混淆矩阵。

3 结果分析

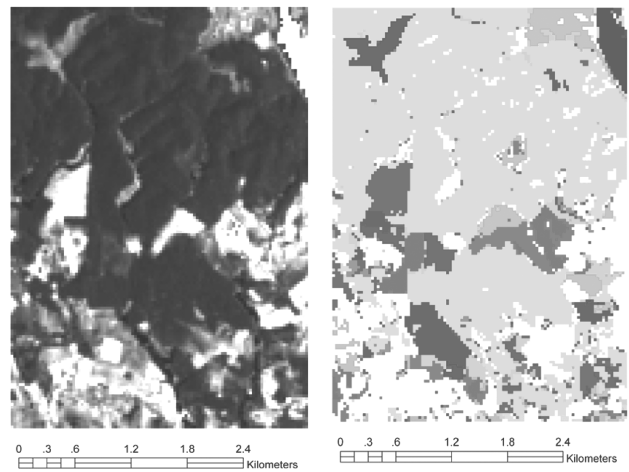
3.1 扰动制图结果

基于森林训练样本需要包含多种森林类型的原则,将大气校正之后的 p130r045 整景影像分窗口进行直方图分析,然后计算扰动指数,从而得到了该景影像每年的扰动指数专题图,然后对这些专题图进行时间序列分析,即可得到森林扰动的自动识别制图结果(图 4)。



(a) 2000 年扰动指数影像

(b) 2005 年扰动指数影像



(c) 2009 年扰动指数影像

(d) 扰动制图结果

图 4 景洪市某一区域 2000、2005、2009 年的扰动指数影像与扰动制图结果

Fig. 4 Disturbance index images of 2000, 2005 and 2009 and disturbance mapping in Jinghong area

3.2 精度分析

根据经纬度信息,从 p130r045 整景扰动制图结果中裁剪出景洪市的试验区范围(图 5),然后按照前述方法进行精度验证,得到所有样本点所组成的混淆矩阵(表 3)。

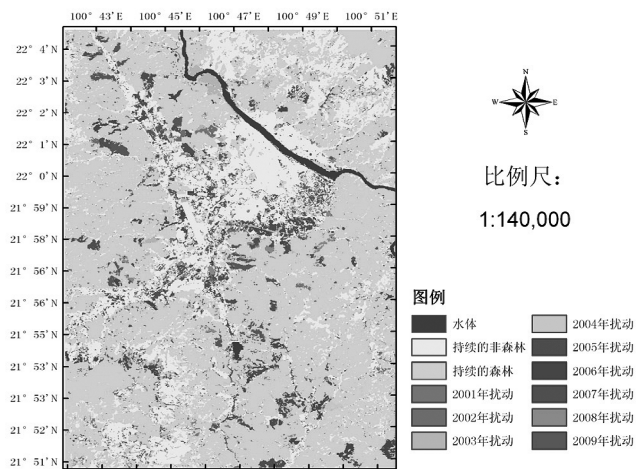


图 5 基于缨帽变换的景洪市森林扰动制图

Fig. 5 Forest disturbance mapping based on tasseled cap transformation of JingHong

由表 3 可以看出,该识别方法中,每一类别的识别精度均达到 75% 以上,总体精度为 79.89%。但

表 3 扰动制图结果的精度验证混淆矩阵

Tab. 3 Precision validation confusion matrix of disturbance mapping

	森林	非森林 (含水体)	2001 年 扰动	2002 年 扰动	2003 年 扰动	2004 年 扰动	2005 年 扰动	2006 年 扰动	2007 年 扰动	2008 年 扰动	2009 年 扰动	用户 精度	总数
森林	83	4	1			1		1		2	3	87.37%	95
非森林 (含水体)	13	67		2	2		1					78.82%	85
2001 年扰动			9	1	2							75.00%	12
2002 年扰动	1			9								90.00%	10
2003 年扰动		3			16	1						80.00%	20
2004 年扰动	4	2	6	3	2	25	2			1		55.56%	45
2005 年扰动							18					100.00%	18
2006 年扰动		1						17	1			89.47%	19
2007 年扰动		7							17	1		68.00%	25
2008 年扰动		1								9		90.00%	10
2009 年扰动		5							1		28	82.35%	34
生产者精度	82.18%	74.44%	56.25%	60.00%	72.73%	92.69%	85.71%	94.44%	89.47%	69.23%	90.32%	79.89%	
总数	101	90	16	15	22	27	21	18	19	13	31		373

是,由于影像选取的限制,2003 年为 11 月末干季的影像,橡胶林存在一定的落叶影响,同时坡度较大地区受太阳高度角影响较大,使得 2004 年扰动识别的精度较低,仅为 55.56%;此外,由于部分农作物与森林在红光波段反射率相近,导致部分农作物(非森林)识别为森林,尤其是近些年景洪市周边更改农作物种植类型以及部分农地变为建筑用地等,从而导致该部分区域被识别为扰动,尤其是 2007 年的扰动识别精度仅为 68.00%。

4 结论

缨帽变换目前已广泛应用于植被遥感中,本研究结合自动提取森林训练样本 TDA (Training Data Automation) 算法对时间序列的 Landsat 影像进行了森林扰动的自动识别研究,并对扰动识别结果进行了分析,主要结论如下:

1) 森林训练样本自动提取 TDA (Training Data Automation) 算法可有效地提取纯净的森林训练样本,为森林/非森林分类以及扰动识别提供原始数据。

2) 缨帽变换方法一定程度上提高了森林与非森林(如农田、土壤、城镇等)的可区分性,通过计算扰动指数 DI (Disturbance index) 保证了扰动识别的精度。

3) 影像选取的季相会对扰动识别产生一定影

响,尤其是存在落叶期的人工纯林以及地形复杂地区,在扰动识别时应选取森林生长最好季节的影像。

4) 部分农作物一定程度上会影响森林的自动识别,下一步研究将会提高 TDA 算法的提取精度。

参考文献:

- [1] Huang C, Goward S N, Masek J G, et al. An Automated Approach for Reconstructing Recent Forest Disturbance History Using Dense Landsat Time Series Stacks [J]. Remote Sensing of Environment, 2010, 114(1): 183-198.
- [2] Masek J G, Huang C, Wolfe R, et al. North American Forest Disturbance Mapped from a Decadal Landsat Record [J]. Remote Sensing of Environment, 2008, 112(6): 2914-2926.
- [3] Huang C, Song K, Kim S, et al. Use of a Dark Object Concept and Support Vector Machines to Automate Forest Cover Change Analysis [J]. Remote Sensing of Environment, 2008, 112(3): 970-985.
- [4] Huang C, Kim S, Song K, et al. Assessment of Paraguay's Forest Cover Change Using Landsat Observations [J]. Global and Planetary Change, 2009, 67(1-2): 1-12.
- [5] Huang C, Goward S N, Masek J G, et al. Development of Time Series Stacks of Landsat Images for Reconstructing Forest Disturbance History [J]. International Journal of Digital Earth, 2009, 2(3): 195-218.

(下转第 19 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.003

基于空间分析的区位优势度模型及其应用分析

王 昆¹, 王 珊¹, 孔宪娟², 宁亮亮¹, 焦志敏¹

(1. 北京林业大学林学院, 北京 100083; 2. 清华城市规划设计研究院, 北京 100085)

摘要:区位优势度是衡量一个地区经济、社会发展的重要指标。为加强区域内部资源整合与生产力要素合理配置, 区位优势度评价在城乡体系规划中起到日益重要的作用。基于网格思想, 建立统一的空间分析评价基础模型, 提出以交通网络密度优势度、距交通线路距离优势度、经济影响力优势度作为区位优势度基本指标的评价模型, 经济影响力优势度指标是以各城镇 GDP 数据来计算的, 较以往模型中的行政地理区位影响指标更具有合理性。模型计算的每一类指标都可以量化比较, 可从不同角度对城镇发展潜力进行量化评价与对比分析。利用 GIS 强大的空间分析能力实现了环渤海地区区位优势度的综合评价分析。

关键词:区位优势度模型; 空间分析; GIS 技术; 指标评价; 环渤海地区

中图分类号: S711 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0013-07

Location Advantage Value Model and Its Application Based on Spatial Analysis

WANG Kun¹, WANG Shan¹, KONG Xian-juan², NING Liang-liang¹, JIAO Zhi-min¹

(1. College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Tsinghua Urban Planning & Design Institute, Beijing 100085, China)

Abstract: Location advantage value is an important indicator to evaluate regional economy and social development. In order to strengthen the integration of regional internal resources and the rational allocation of production factors, location advantage value evaluation plays an increasingly important role in urban and rural system planning. Based on the idea of grid, to build an integrated base model of spatial analysis and evaluation, proposals were made to take advantage values of traffic network density, distance from transport line and economic influence as location advantage value basic indexes of evaluation model. The advantage value of economic influence here is calculated by GDP data of towns, and it is more reasonable than the influence indicator of administrative geographical area from previous model. Each class index that is calculated by model can be quantitatively compared, and urban development potential can be quantitatively evaluated and compared at a different angel. Finally, the results show that this model better reflects difference of the location advantage value in Areas Surrounding Bohai.

Key words: location advantage value model; spatial analysis; GIS technique; index evaluation; Area surrounding Bohai

收稿日期: 2013-02-25.

作者简介: 王 昆(1988-), 男, 硕士研究生。研究方向为地图学与地理信息系统。Email: wangkun.toby@163.com

截至 2010 年,我国城市化率已达到 47.5%,预计到 2050 年将会达到 70%。这意味我国正在大规模的城市化进程,城市的发展日新月异。国外城市化进程经验表明,区域统筹规划与发展是城市化的必然方向。发展小城镇推进城市现代化是我国 21 世纪的热点问题,但是在发展过程中,不能盲目发展,要根据当地的实际情况因地制宜、合理规划。区位优势度这一概念应运而生,其作为衡量一个地区经济、社会发展的重要指标,对一个地区现状的评价及其发展定位具有很大的指导性。各级城市的区位优势分析已成为城市区域规划的重要分析内容。为保证区域社会经济的可持续发展,通过研究进行区域功能定位和制定各类区域发展规划成为指导区域经济建设、环境管理的重要手段。而区域功能定位、区域发展规划的研究中不可避免地需要分析区域发展现状和潜力,因此,以区位优势度作为量化指标进行区域优势的研究具有重要的理论与应用价值。

目前对区位优势度评价的研究较少,主要集中在人居环境方面^[1~3]。此外,区域交通优势度的研究较区位优势度评价的研究更加成熟,由于交通对于区域发展的好坏起着决定性的作用,所以很多交通优势度模型可以为区位优势度模型提供很大的借鉴作用^[4~8]。在已有的交通优势度模型和区位优势度模型中,通常都会用到行政地理区位这一指标,此指标是根据城市性质设定城市等级,不同等级城市设定不同影响权重进行评价,但是即使同一等级的城市在经济发展水平上存在很大的差异,笼统地将其归为同一等级进行分析存在不合理性。本文认为用经济影响力优势度这一指标代替行政地理区位影响进行区位优势度建模更加合理,所用到的经济数据是通过查统计年鉴获取,数据来源可靠且可持续,因此在先前模型的基础上进行了改进,并将新建立的模型应用于环渤海地区区位优势度分析。

1 区位优势度模型的提出

1.1 指标的选取

交通对于一个地区的发展至关重要,物流、能流、信息流等都是依托交通的发展兴起进而高速运转,区域经济很大程度上受到交通网络布置及道路建设水平的制约。此外,区域经济的发展需要一个良好的平台,而这个良好的平台即其周边城市群的经济水平,如果周边城市群的经济水平高,自然会带动此区域经济高速发展,反之,会限制区域经济的发展。综上所述,本文拟选取交通网络密度

优势度、距交通线路距离优势度和经济影响力优势度作为区位优势度评价的三大指标。

区位优势度是反映区域经济、社会发展现状和潜力的重要指标。从影响区域与社会发展的主要因素道路与城镇 GDP 出发,进行区位优势度理论与方法研究。综合不同专家的意见和建议,建立评价公式如下:

$$T_{(y)} = af_{(x1)} + bf_{(x2)} + cf_{(x3)} \quad (1)$$

式中, $T_{(y)}$ 为区位优势度, $f_{(x1)}$ 为交通网络密度优势度,反映了区域交通线路的稠密程度,交通线路的通达能力; $f_{(x2)}$ 为距交通线路距离优势度,离交通线路距离越近,城市优势度越大; $f_{(x3)}$ 为经济影响力优势度,不同经济发展水平,城市影响力不同。 a 、 b 、 c 分别为各指标的权重系数,其值根据层次分析法得出。

1.2 评价指标及算法

网格法就是将研究区域按照一定原则划分成一定大小、一定数量形状规则的网格,然后根据掌握的基础资料和野外考察得到的分析对象的分布特征,对各个网格进行不同指标的评分,并根据具体模型得出各个网格的综合评价结果,最终通过插值分析得出整个研究区评价结果的方法。其制图精度取决于网格大小,网格越小,精度越高。网格大小的确定取决于研究目的、比例尺和掌握基础资料的详细程度等。网格法既可表示分析对象的数量特征,也可表示其质量特征。

网格法的优点:①按照分析目的确定网格的粒度,即选择合适的精度;②具有统一的空间划分标准,统一的空间计算分析基础;③通过插值法可以使图像过渡更加光滑。

正是基于网格法的以上优点,采用 GIS 空间分析方法,将研究范围划分为均匀网格,通过以下方法计算网格得分。

1.2.1 交通网络密度优势度

交通网络密度反映区域交通线路的稠密程度,交通线路的通达能力。交通网络密度优势度以高速公路、国道、省道、铁路等为评价主体,其数据来源需为国家权威部门公布数据。

$f_{(x1)}$ 为交通网络密度优势度,设定各类交通线路的影响范围和影响程度,以网格中心点为圆点,以一定的半径画圆,统计圆内各类交通线路的当量长度的和,再除以圆面积,即可以得到各个网格点的交通网络密度,密度越大的区域优势度越大。具体计算方法:

- i. 对不同等级道路长度影响设定不同权重 W_i ;
- ii. 以网格点中心为圆心,以制定半径画圆,统计圆内包含的各类道路的当量长度, $L = \sum_1^n L_i W_i$

其中: L_i 为圆内第 i 条路段的长度, W_i 为该路段相应等级的权重(图 1);

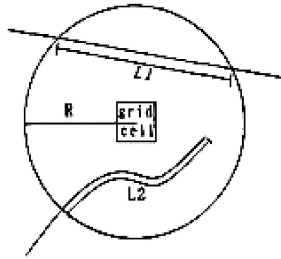


图 1 交通网络密度优势度解析

Fig. 1 Analytical diagram of advantage value of traffic network density

- iii. 计算各个网格中心点的交通网络密度 TD;
 $TD = L/S$
- iv. 为了便于综合分析时指标叠加,归一化处理,得到归一化交通网络密度值 TD1。

1.2.2 距交通线路距离优势度

距交通线路距离优势度用以反映不同级别道路对某一空间计算单元的影响程度之和,随距道路距离增大,对空间单元的影响度逐渐降低直到消失。

$f_{(x2)}$ 为距交通线路距离优势度,设定各类交通线路的影响范围和影响程度,计算各个网格点到各类交通线路的距离,离交通线路距离越近的区域优势度越大。具体计算方法:

- i. 不同等级道路设置不同的影响范围 Max_i ;
- ii. 设定不同等级道路的影响权重 W_i ;
- iii. 计算不同等级道路影响的衰减速度 K_i ;
- iv. 计算每个网格点到各个道路的距离 X ;
- v. 计算各个网格点的交通干线影响度 T_i ,其中 i 代表道路编号;
- vi. 为了便于综合分析时指标叠加,归一化处理,得到归一化的交通干线影响度。

1.2.3 经济影响力

经济影响力优势度反映了不同经济发展水平地区对某一空间计算单元的影响程度之和,随距发达城市距离增大,对空间单元的经济影响力逐渐降低,反之增大。

$f_{(x3)}$ 为经济影响力优势度,查统计年鉴获取研

究范围内地级市以上城市若干年经济数据,能够获取的县级市也加入。以计算网格点到各个城市代表点的距离,离城市越近,GDP 影响值越大,各个城市的影响结果叠加,即得到经济影响力优势度。具体步骤:

- i 查询或者计算城市经济总量(现阶段采用 GDP 总量);
- ii. 设定城市的最大影响范围 Max_i ;
- iii. 计算不同城市随距离变化经济的影响衰减速度 A_i ;
- iv. 计算每个网格点到各城市点的距离 X_i ;
- v. 计算各个网格点的经济影响度 U_i ,其中 i 代表城市编号;
- vi 为了便于综合分析时指标叠加,归一化处理,得到归一化的城市经济影响力。

1.2.4 综合区位优势度

城市综合区位优势度是交通网络密度、距交通线路距离和城市经济影响力 3 个分析结果的加权计算结果。为了现状和规划分析结果可比较,对计算结果进行归一化。

2 区域优势度模型的应用与分析

2.1 研究区概况

渤海是我国的内海。三面环陆,在辽宁、河北、山东、天津三省一市之间。具体位置为 $37^{\circ}07' \sim 41^{\circ}0'N$ 、 $117^{\circ}35' \sim 121^{\circ}10'E$ 。“环渤海地区”亦或是“环渤海经济圈”,狭义上是指辽东半岛、山东半岛、环渤海滨海经济带,同时延伸辐射到山西、辽宁、山东以及内蒙古中东部,分别约占全国国土面积的 13.31% 和总人口的 22.2%。区域内包括北京、天津、唐山、秦皇岛、沈阳、大连、太原、济南、青岛、保定、石家庄等多座城市,共五省(区)二市(京、津、冀、晋、内蒙、辽、鲁等。本文研究区域主要是北京市、天津市、河北省和山东省的部分城市。

分析需要涉及到的数据有研究区域内公路、国道、省道、铁道、县道矢量分布图,区域内土地面积数据和 GDP 数据,数据来源于国家基础地理数据和各省市 2009 年统计年鉴。

2.2 模型应用与分析

根据实际需要,将网格实际大小确定为 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ 。

1) 交通网络密度优势度

一个区域的交通网络密度越大,其交通运输干线越密集,说明区域内联系紧密度越高,交通设施保

障水平和支撑能力也越高。

按照上述模型中所述,首先为不同等级道路长度影响设定不同权重(表 1),然后按照交通网络密度计算步骤得到环渤海地区交通网络密度分析图(图 2)。

2) 距交通线路距离优势度

交通干线等级越高,距离交通干线距离越近,得到的距交通线路距离优势度越大。首先为不同等级不同距离交通干线设定权重(表 2),然后进行计算,得到环渤海地区交通干线距离影响分析图(图 3)。

表 1 不同等级道路影响权重赋值

Tab. 1 weighted value of different grade road

类型	高速公路	国道	省道	铁路
权重赋值	1.5	0.5	0.4	1.5

3) 经济影响力优势度

根据环渤海地区统计年鉴资料,查得分析区域内各城镇 GDP 数据,设定最大影响范围为 40 km,衰减系数为 0.001,按照上述模型计算得出环渤海

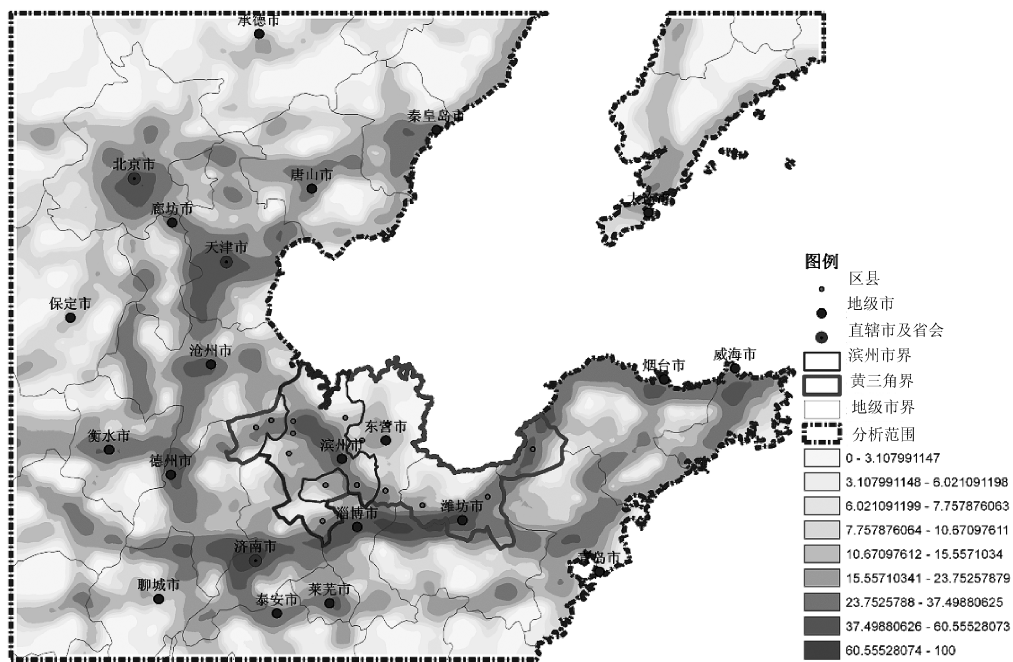


图 2 环渤海地区交通网络密度分析

Fig. 2 Spatial configuration of traffic network density in Areas Surrounding Bohai

表 2 交通干线技术水平权重赋值

Tab. 2 weighted value of the technical level of the technical level of the traffic artery

类型	子类型	标准/km	权重赋值
铁路	复线铁路	$X \leq 5$	2
		$5 < X \leq 30$	1.5
		$30 < X \leq 60$	1
	单线铁路	$X \leq 5$	1
		$5 < X \leq 30$	0.5
		$X > 30$	0
公路	高速公路	$X \leq 5$	1.5

续表

类型	子类型	标准/km	权重赋值	
		$5 < X \leq 30$	1	
		$30 < X \leq 60$	0.5	
		$X > 60$	0	
国道公路		$X \leq 10$	0.5	
		$X > 10$	0	
机场	干线机场	$X \leq 5$	1.5	
		$5 < X \leq 50$	1	
		$50 < X \leq 100$	0.5	
		$X > 100$	0	
		支线机场	$X \leq 5$	0.5
			$X > 5$	0

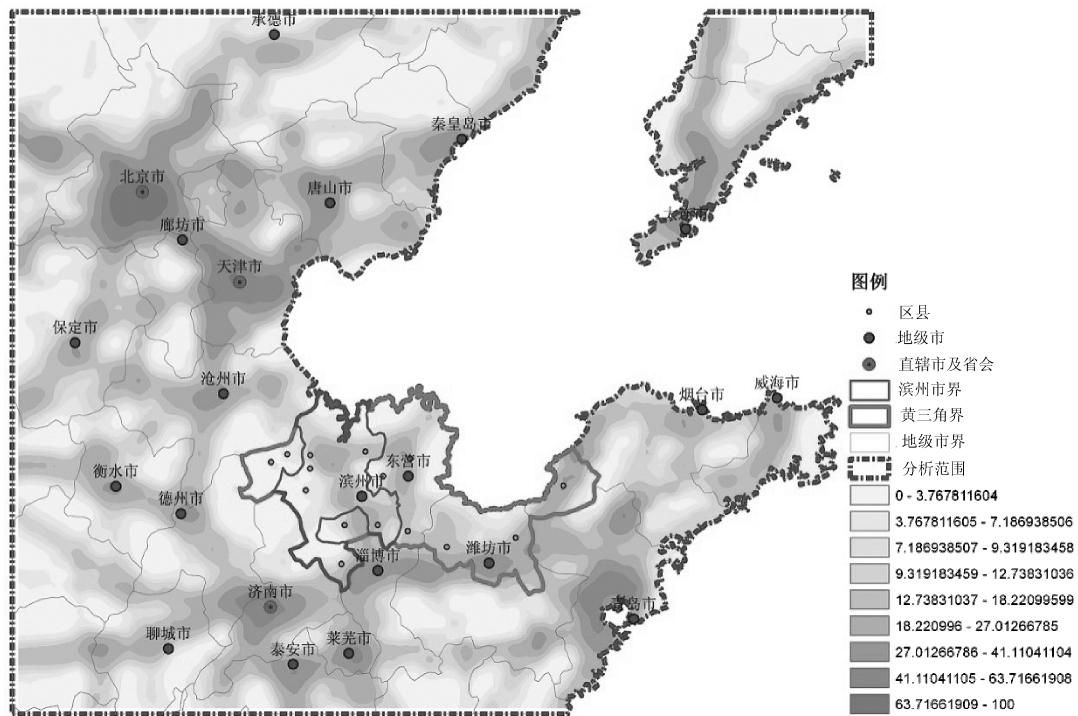


图 3 环渤海地区交通干线距离影响分析

Fig. 3 Analysis chart of distance influence of traffic trunk lines in Areas Surrounding Bohai

地区经济影响力优势度分析图(图 4)。

4) 综合区位优势度

对于交通网络密度优势度、距交通线路距离优势度、经济影响力优势度 3 个要素的权重赋值,采取层次分析法进行分析。结果得出,对于环渤海地区,交通网络密度优势度的权重为 1.43,距交通线路距离优势度权重为 2.54,而经济影响力优势度权重为 0.86。将归一化的环渤海地区交通网络密度优势度、距交通线路距离优势度、经济影响力优势度结果,按照上述模型以及权重计算,得出环渤海地区综合区位优势度分析图(图 5)。

区位优势度综合评价反映出不同地域的相对区位优势。由图 5 可知,环渤海都市圈区位水平等级以北京市、济南市、天津市、潍坊市为中心向外逐级递减。其中,北京市具有最高的综合区位等级。若以 50、25 为界,将环渤海地区区位优势度分布分成高、中、低 3 级,具有高级区位优势度的城市有:北京市、济南市、天津市;具有中级区位优势度的城市有:潍坊市、莱芜市、淄博市、德州市、泰安市、廊坊市、唐山市、大连市、沧州市、衡水市、秦皇岛市、滨州市、保定市;具有低级区位优势度的城市有:聊城市、承德市。以上区位优势度定量分析结果与实际基本吻

合。由于未考虑港口因素对区位优势度的影响,导致了一些沿海城市的区位优势度偏低。区位优势度较低的城市往往交通状况比较差,因此,在地区发展的过程中要注意交通设施的建设。

3 结论

1) 区位优势度是一个重要的概念,其对于一个区域自身定位及发展前景具有日益重要的意义。区域优势度可以为城镇现有状况作出评估,并对其规划发展指明方向。因此,应该加强对区位优势度评价的重视程度。

2) 将城镇 GDP 指标引入到新模型中,将大大提高区位优势度评价的精度。

3) 基于网格思想,将 GIS 技术应用于区位优势度分析中,利用 GIS 强大的空间分析与图形表现功能实现了对基本指标模型与区位优势度的分析与计算。

4) 随着现代交通的发展,交通对经济发展的影响日益强烈。环渤海地区整体发展程度不高,区域内部资源整合有待加强、区域整体竞争力有待提升。目前,只有大力加强交通基础设施建设,不断完善综合运输体系,以加强核心区的区位优势度及各地区

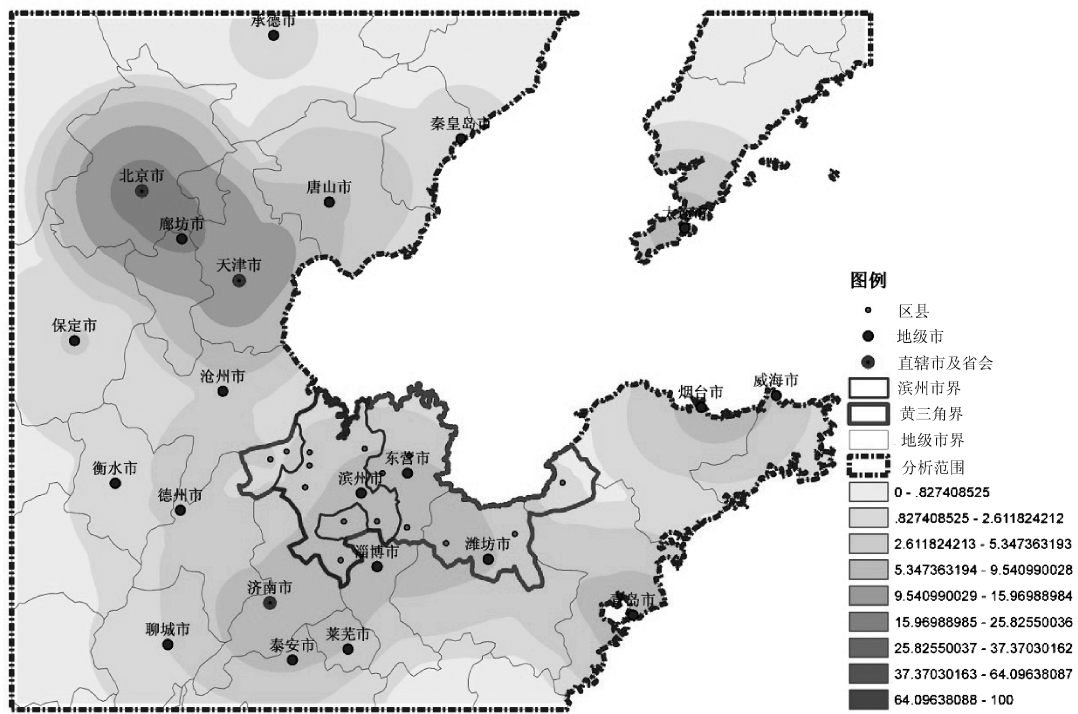


图 4 环渤海地区经济影响力优势度分析

Fig. 4 Analysis chart of advantage value of economic influence in Areas Surrounding Bohai

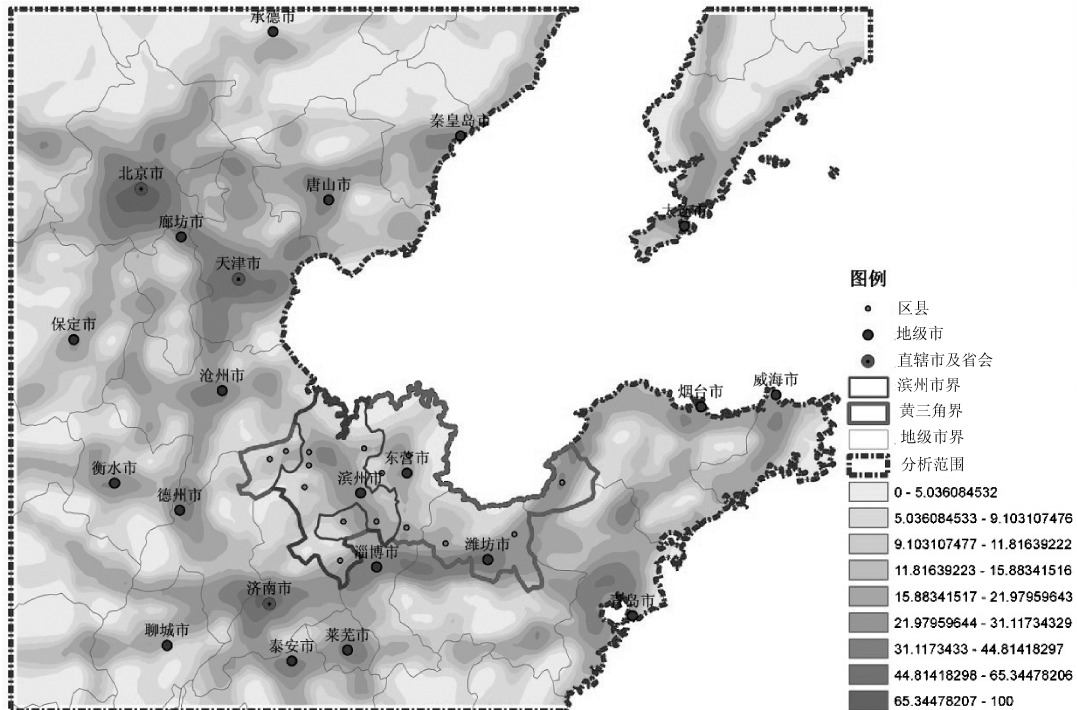


图 5 环渤海地区综合区位优势度分析

Fig. 5 Analysis chart of integrated location advantage value in Areas Surrounding Bohai

之间的可达性与连通性。

5) 分析结果表明: 鉴于模型未考虑水运和航空

的影响, 在沿海地区的应用中存在一定的缺陷, 导致青岛等沿海城市区位综合优势度等级偏低。因此,

此模型最好应用于内陆地区区位优势度评估。

参考文献:

- [1] 常瑞敏,刘小鹏,何健. 银川市城市居住空间区位优势度分析[J]. 宁夏工程技术,2011,10(3):278-281.
- [2] 张文忠,刘旺,孟斌. 北京市区居住环境的区位优势度分析[J]. 地理学报,2005,60(1):23-30.
- [3] Asami Y. *Residential environment; methods and theory for evaluation*[M]. Tokyo:University of Tokyo press,2001.
- [4] 张新,刘海炜,董文,等. 省级主体功能区划的交通优势度的分析与应用——以河北省为例[J]. 地球信息科学学报,2011,13(2):170-176.
- [5] 徐明德,王森. 基于道路和城镇的区位优势度分析[J]. 世界地理研究,2009,18(4):91-99.
- [6] 陈洁,陆锋. 京津冀都市圈城市区位与交通可达性评价[J]. 地理与地理信息科学,2008,24(2):53-56.
- [7] 王成新,王格芳,刘瑞超,等. 区域交通优势度评价模型的建立与实证——以山东省为例[J]. 人文地理,2010,25(1):113-116.
- [8] 马仁锋,张海燕,沈玉芳,等. 省域尺度的区域发展潜力评价方法研究[J]. 开发研究,2009(3):18-23.
- (上接第 12 页)
- [6] Zheng Zheng, Li Yourong, Liu Hongmao, et al. Litterfall of Tropical Rain Forests at Different Altitudes, Xishuangbanna, Southwest China [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2005, 29(6):884-893.
- [7] Masek J G, Vermote E F, Saleous N E, et al. A Landsat Surface Reflectance Dataset for North America, 1990-2000 [J]. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2006, 3(1):68-72.
- [8] Baraldi A, Puzzolo V, Blonda P, et al. Automatic Spectral Rule-Based Preliminary Mapping of Calibrated Landsat TM and ETM+ Images [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2006, 44(9):2563-2586.
- [9] Huang C, Thomas N, Goward S N, et al. Automated Masking of Cloud and Cloud Shadow for Forest Change Analysis Using Landsat Images [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2010, 31(20):5449-5464.
- [10] Irish R R. Landsat 7 Automatic Cloud Cover Assessment [C]//SPIE. *Algorithms for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery*. Orlando, FL, USA:SPIE, 2000:348-355.
- [11] Bodart C, Eva H, Beuchle R, et al. Pre-processing of a Sample of Multi-scene and Multi-date Landsat Imagery Used to Monitor Forest Cover Changes over the Tropics [J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2011, 66(5):555-563.
- [12] Zhao Yingshi, et al. *Principle and Method of Remote Sensing Application and analysis* [M]. Beijing: Science Press, 2003.
- [13] Huang C, Wylie B, Yang L, et al. Derivation of a Tasseled Cap Transformation Based on Landsat 7 At-satellite Reflectance [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2002, 23(8):1741-1748.
- [14] Thomas N E, Huang C, Goward S N, et al. Validation of North American Forest Disturbance Dynamics Derived from Landsat Time Series Stacks [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2011, 115(1):19-32.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.004

西南桦人工林与天然林土壤种子库特征初步比较

陈 勇¹, 刘海姣¹, 张劲峰², 耿云芬²

(1. 西南林业大学, 云南 昆明 650224; 2. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650204)

摘要:以西南桦人工林与天然林的土壤种子库为研究对象,采用室内萌发法对云南热区的西南桦人工林与天然林下 0~10 cm 深度的土壤种子库的种子储量及其垂直分布进行了研究。研究结果表明:①西南桦人工林有活力种子储量为 2 027 粒/m²,天然林有活力种子储量为 3 043 粒/m²;②西南桦人工林土壤种子库由 21 科 38 属的 42 种植物组成,其中乔木 4 种,占全部种类的 0.69%;灌木 16 种,占 7.70%;多年生草本 10 种,占 14.90%;1 a 生草本 9 种,占 73.36%;藤本 3 种,占 3.35%。西南桦天然林土壤种子库由 24 科 43 属的 49 种植物组成,其中乔木 6 种,占全部种类的 10.56%;灌木 15 种,占 18.31%;多年生草本 14 种,占 4.38%;1 a 生草本 10 种,占 65.06%;藤本 4 种,占 1.69%;③乔木、灌木的植物数量占总数的比例为天然林>人工林,而草本和藤本为天然林<人工林;④西南桦人工林与天然林土壤种子库有活力种子密度自上而下都呈现下降趋势,0~5 cm 种子数量较 5~10 cm 多。

关键词:土壤种子库;种子储量;垂直分布;物种组成;西南桦

中图分类号:S792.1591;S714.5;S722.17 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0020-07

Soil Seed Bank Characteristics Preliminary Comparison between Plantation and Natural Forest of *Betula alnoides*

CHEN Yong¹, LIU Hai-jiao¹, ZHANG Jin-feng², GENG Yun-fen²

(1. Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, China)

Abstract: Taking soil seed bank of *Betula alnoides* plantation and *Betula alnoides* natural forest as the object, seeds storage and vertical distribution of soil seed bank under depth of 0~10cm were studied in Yunnan hot zone by using indoor germination method. The results showed that: (1) Vigor seed reserves of *Betula alnoides* plantation was 2027 seeds/ m², and natural forest was 3043 seeds/ m²; (2) Soil seed bank of *Betula alnoides* plantation was consisted of 42 plant species belonging to 21 family and 38 genus, including 4 kinds of Arbor species, accounting for 0.69% of all species; 16 kinds of shrubs, accounting for 7.70%; 10 kinds of perennial herbs, accounting for 14.90%; 9 kinds of annual herb, accounting for 73.36%; 3 kinds of Fujimoto, accounting for 3.35%. Soil bank of *Betula alnoides* natural forest was consisted of 49 plant species belonging to 24 family and 43 genus, including 6 kinds of trees, accounting for 10.56% of all species; 15 kinds of shrubs, accounting for 18.31%; 14 kinds of perennial herbs,

收稿日期:2013-01-25.

基金项目:国家林业局林业公益性行业科研专项(201204110)。

作者简介:陈 勇(1987-),男,硕士研究生。研究方向:恢复生态。Email:chenyong_9955@126.com

通讯作者:张劲峰(1967-),男,博士,研究员。研究方向:山地退化生态系统恢复。Email:zhjfl2114@yahoo.com.cn

accounting for 4.38%; 10 kinds of annual herb, accounting for 65.06%; 4 kinds of Fujimoto, accounting for 1.69%;(3) The proportion of the number of trees and shrubs to the total number was followed as natural forest>plantations, and the proportion of herbs and vine was followed as natural forest<plantations; (4)The vigor seeds density of the soil seed bank of *Betula alnoides* plantation and *Betula alnoides* natural forest showed a downward trend from top to bottom, which the seeds number under depth of 0 ~ 5cm were more than the depth of 5~10 cm.

Key words: soil seed bank; seed storage; vertical distribution; species composition; *Betula alnoides*;

土壤种子库是指土壤上层凋落物和土壤中全部存活种子的总和^[1,2]。土壤种子库是植物种群动态过程中的一个重要阶段,Harper(1977)称它为潜种群阶段^[3]。土壤中的种子是组成群落的重要部分,影响植被的动态历史和发展趋势^[4],所以要全面准确地掌握植物群落的结构和动态就必须包含埋藏在土壤中的种子。在高等植物占大多数的生境中,以休眠形式存在的植物数量远远超过地上植物的个体数量^[5]。土壤种子库作为植被天然更新的物质基础^[6],可预测种群未来的发展方向及趋势^[7]。土壤种子库动态的研究对了解种群生态对策、物种进化、植物地理学等方面的问题具有重要的科学意义,而研究土壤种子库的组成及其在植被恢复和演替中的作用,又有助于对农田、森林、自然保护区和生态脆弱区进行管理,可为人类进行环境治理提供科学依据。

土壤种子库的研究在国内虽然起步较晚,但相关的研究工作正在逐步深入地展开。土壤种子库的研究内容主要包括种子库的动态^[3]、种子库与地上植被的关系^[8]、干扰对种子库的影响^[9]、种子库对植被恢复的作用^[10]等,研究范围主要以森林的土壤种子库为主^[11,12],也有对湿地、丘陵、农田、盐碱地、草地、沼泽、矿业废弃地、沙地的土壤种子库进行的

研究^[13,14]。但对西南桦人工林土壤种子库的研究则未见报道,对其土壤种子库进行研究,可为西南桦人工林的可持续经营提供科学依据。

1 研究地概况

试验林地(表1)位于云南省西双版纳州景洪市北部,地处东经101°6',北纬22°25',海拔860 m,气候属于热带北缘季风类型。由于受潮湿的西南季风和干暖的西风南支急流交替控制,干湿季分明,11月至次年4月为干季,5~10月为雨季。年均气温20.1℃,≥10℃年积温7459℃,持续日数达364.1 d,最热月(7月)均温23.9℃,最冷月(1月)均温13.9℃,极端最高温38.3℃,极端最低温-0.7℃。年均降水量1655.3 mm,是西双版纳降水最多的地区。雨季时,降雨量占全年的86%,月均降雨量可达140~356 mm;干季中,最少月降雨量也在20 mm以上。冬春多雾,年均有雾日达145.5 d,多雾不但可以缓解干旱,而且形成了山地逆温层。年均相对湿度83%,干燥度0.71。在气候区划上恰处于北热带北缘与南亚热带南缘的交界处。热带和南亚热带树种均能在此生长^[15]。

表 1 样地基本情况

Tab. 1 General information of the plots

群落类型 Community types	海拔/m Elevation	坡向 Aspect	坡度 Slope	坡位 Position	土壤类型 Soil type	pH 值 pH value	有机质含量 /(g·kg ⁻¹) Organic matter
西南桦人工林(BAP)	890	SW15°	18°~26°	中 Middle	赤红壤 Lateritic red soil	4.51	22.62
西南桦天然林(BANF)	880	SW12°	15°~19°	中 Middle	赤红壤 Lateritic red soil	4.66	11.86

Notes: BAP-*Betula alnoides* plantation I (西南桦人工林), BANF-*Betula alnoides* natural forest (西南桦天然林)

20 a 生西南桦人工林,人工林定植于1992年8月,原生植被为山地雨林。人工林的整地方式是在全面炼山的基础上,采取穴状整地,种植穴的规格为

40 cm×40 cm×40 cm,株间行距为2 m×3 m,最初的种植密度为1665株/hm²;雨季土壤湿透后再定植幼苗,在定植当年的10月末铲除杂草,第2年夏季、

冬季再各除杂草 1 次,定植后第三年只要去除缠绕藤本植物及非西南桦树种即可,林下植物则任其自然生长。20 a 生西南桦天然林是在修路破坏了原有的次生林后天然更新起来以西南桦为优势种的次生天然林,林分密度为 2 666 株/hm²。

西南桦人工林乔木层只有一层,为西南桦单优种,高 25~30 m,胸径 20~25 cm,林相整齐,盖度 70%~80%;灌木层高 3~4 m,盖度 80%以上,组成物种丰富,以山地雨林和季风常绿阔叶林乔木幼树为主,以披针叶楠(*Phoebe lanceolata*)为优势种;草本层也较发达,盖度 15%~25%左右,以滇姜花(*Hedychium yunnanensis*)为优势种。西南桦天然林乔木层高 30~35 m,胸径 25~30 cm,盖度 85%~90%,以西南桦占绝对优势;灌木层高 3~4 m,盖度 50%左右,以中平树为优势种;草本层高 0.3~1.5 m,盖度 5%~10%,以棕叶芦(*Thysanolaena maxima*)为优势种。

2 研究方法

2.1 土壤种子取样时间

Warr 等^[16]认为在多年生植物占优势的群落中,要想土壤中同时包含持久种子库和短暂土壤种子库中的种子,就应该在冬天或早春取样,即种子成熟散落开始萌发前。在云南热区,西南桦的种子成熟时间为 1~3 月,所以本实验定于 2 月下旬进行土壤采样。

2.2 土壤种子取样方法

在西南桦人工林和天然林地各选择具有代表性的地段设置 3 个 20 m×20 m 的大样方,然后采用大数量小样方方法,小样方面积为 10 cm×10 cm,取样点为每个样地的对角线交点上设置 1 个小样方,交点与角点的中点上各取 1 个,4 个角点上各设置 1 个,最后在样地里随机设置 1 个,清除取样点的枯枝落叶,取样深度为 10 cm,分为上层(0~5 cm),下层(5~10 cm),共取 120 个土样。

2.3 室内萌发及定种

土样取回后,首先要将塑料袋中的土壤弄碎并筛选出其中的树根,然后将标记好的土壤平整地铺在萌发盆中,厚度约为 5 cm,架上铁制拱棚并覆盖上薄膜,以防止外来的种子进入。棚内温度保持在 25~30℃,湿度保持在 70%左右。3~5 d 浇一次水,使土壤保持湿润。观测并记录种子的萌发和生长情况。

种子萌发后,对能鉴定的物种,边计数鉴定边清除幼苗。对于很难鉴定的幼苗,将其移栽到其它容器中,待其长大后再进行鉴定。

3 结果与分析

3.1 土壤种子库储量及其物种组成

西南桦人工林与天然林土壤种子库萌发结果表明(表 2):西南桦人工林土壤种子库有活力种子总储量为 2 027 粒/m²,西南桦天然林土壤种子库有活力种子总储量为 3 043 粒/m²。西南桦人工林土壤种子库由 42 种植物组成,分属 24 科 38 属,其中禾本科(Gramineae)2 种,占 41.64%;菊科(Asteraceae)7 种,占 39.27%;大戟科(Euphorbiaceae)、茜草科(Rubiaceae)各 4 种;蝶形花科(Papilionaceae)、荨麻科(Pellioniarepens)各 3 种;紫金牛科(Myrsinaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、莎草科(Cyperaceae)各 2 种;锦葵科(Malvaceae)、芸香科(Rutaceae)、山茶科(Theaceae)、楝科(Meliaceae)、野牡丹科(Melastomataceae)、玄参科(Scrophulariaceae)、樟科(Lauraceae)、伞形科(Umbelliferae)、薯蓣科(Dioscoreaceae)、茄科(Solanaceae)、鸭跖草科(Commelinaceae)、桦木科(Corylaceae)、姜科(Zingiberaceae)各 1 种,占 19.09%。其中乔木 4 种占全部种类的 0.69%;灌木 16 种,占 7.70%;多年生草本 10 种,占 14.90%;1 a 生草本 9 种,占 73.36%;藤本 3 种,占 3.35%。西南桦天然林土壤种子库由 49 种植物组成,分属 24 科 43 属,其中禾本科(Gramineae)4 种,占 64.54%;榆科(Ulmaceae)1 种,占 8.58%;苦苣苔科(Gesneriaceae)1 种,占 4.57%;菊科(Asteraceae)10 种,占 2.00%;茜草科(Rubiaceae)4 种;大戟科(Euphorbiaceae)、荨麻科(Pellioniarepens)各 3 种;蝶形花科(Papilionaceae)、蔷薇科(Rosaceae)、鸭跖草科(Commelinaceae)、野牡丹科(Melastomataceae)、玄参科(Scrophulariaceae)、紫金牛科(Myrsinaceae)各 1 种,占 20.31%。其中:乔木 6 种,占全部种类的 10.56%;灌木 15 种,占 18.31%;多年生草本 14 种,占 4.38%;1 a 生草本 10 种,占 65.06%;藤本 4 种,占 1.69%,说明西南桦人工林和天然林土壤种子库的物种组成都以草本为主,且均以 1 a 生草本为主。

上述数据表明,西南桦人工林的种子数量和植物种类均少于天然林,两者的植物种类也不相同,有些只存在于人工林中,如象鼻藤(*Dalbergia mimosoides*)、积雪草(*Herba Glechomae Longitubae*)等,

而有些只存在于天然林中,如淡竹叶(*Lophatherum gracile*)、白花蛇舌草(*Hedyotis diffusa*)等;它们的生活型也有很大的不同,天然林的乔木、灌木的数量占总数的比例明显高于人工林,而草本和藤本所占比例明显低于人工林。

3.2 土壤种子库垂直分布

通过对 0~5 cm、5~10 cm 土层的土壤进行萌发实验,结果表明,不同土壤层的种子数量和种类都有所不同(表 2)。

从表 2 可以看出,西南桦人工林与天然林土壤种子库中的植物在 I 层(0~5 cm)和 II 层(5~10 cm)中都显示分布不均匀。有些植物只分布在 I 层,如西南桦人工林中的石生楼梯草(*Elatostema rupestre* Wedd.)、白背桐(*Mallotus paniculatus*)等,而西南桦天然林中有胜红蓟(*Ageratum conyzoides* L.)、刺齿泥花草(*Lindernia ciliata*)等;有些植物只分布在 II 层,如西南桦人工林中的艾纳香(*Blumea balsamifera* (Linn.) DC)和苕麻(*Boehmeria*),西南桦天然林中有毛八角枫(*Alangium kurzii* Craib)、地不容(*Stephania epigaea*)等,但是绝大部分植物种类在 2 层都有分布。在西南桦人工林的 42 种植物中, I 层有 40 种,种子密度为 1 608 粒/m²,占种子总数的 79.33%; II 层有 29 种,种子密度为 419 粒/m²,占种子总数的 20.67%,而在西南桦天然林的 49 种植物中, I 层有 44 种,种子密度为 1 881 粒/m²,占种子总数的 61.81%; II 层有 41 种,种子密度为 1 162 粒/m²,占种子总数的 38.19%。上述数据表明,西南桦人工林与天然林土壤种子库的种子都是大部分分布在上层(0~5 cm)的土壤中,而上下层植物种类和种子数量差异均为人工林>天然林。

4 结论与讨论

1)西南桦人工林土壤种子库有活力种子储量为 2 027 粒/m²,由 42 种植物组成,分属 24 科 38 属,乔木 4 种,占全部种类的 0.69%;灌木 16 种,占 7.70%;多年生草本 10 种,占 14.90%;1 a 生草本 9 种,占 73.36%;藤本 3 种,占 3.35%,占优势的为草本,且为 1 a 生草本;西南桦天然林土壤种子库有活力种子储量为 3 043 粒/m²,由 49 种植物组成,分属 24 科 43 属,乔木 6 种,占全部种类的 10.56%;灌木 15 种,占 18.31%;多年生草本 14 种,占 4.38%;1 a 生草本 10 种,占 65.06%;藤本 4 种,占 1.69%,1 a 生草本占优势。由于草本植物有种子结实数量大、体积小和质量轻的特点,所以草本植物的

种子能在经过一部分腐烂、一部分被昆虫和动物的啃食等因素影响后而大量保存下来,经过雨水渗透、土壤缝隙和重力作用进入土壤,形成土壤种子库。然而草本植物种子的活力可以持续很长一段时间,这就使得植被的天然更新成为可能。

2)西南桦人工林的种子数量和植物种类均少于天然林,两者的植物种类也不相同,大部分植物种类是两者共有,但是也有少部分或只存在于人工林中,或只存在于天然林中;它们的生活型也有很大的不同,乔木、草本和藤本的植物种类为天然林>人工林,而灌木为天然林<人工林;乔木、灌木的植物数量占总数的比例为天然林>人工林,而草本和藤本为天然林<人工林。产生上述结论可能是由于人工林在造林时受到强烈的人为干扰而处于植被的演替初期,而天然林没有受到人为的干扰进入演替的后期,演替初期是 1 a 生草本作为先锋种进入,占据优势地位,随着演替的进行,其后是多年生草本,接下来是灌木,然后是乔木,最后演替进入顶级群落。

3)西南桦人工林与天然林土壤种子库有活力种子密度自上而下都呈现下降趋势,0~5 cm 种子数量较 5~10 cm 多,西南桦人工林中 0~5 cm 种子数量占 0~10 cm 种子库种子总数的 79.33%;西南桦天然林中 0~5 cm 种子数量占 0~10 cm 种子库种子总数的 61.81%。由于种子有质量形态等方面的差异,一些种子只会停留在浅层土中,而有些种子则进入了 5~10 cm 的深层土中,但是大部分种子都留在了 0~5 cm 的浅层土中。西南桦天然林中 0~5 cm 种子数量占 0~10 cm 种子库种子总数的比例远远小于西南桦人工林,可能是由于人工林在造林时受到强烈的人为干扰(全面炼山),土壤里面的生活力较弱的种子都被杀死,所以形成的土壤种子库由于形成时间有限(20 a),所以大部分种子来不及进入深层土壤;而西南桦天然林一直以来很少受到人为干扰,土壤种子库形成时间较长,种子可以在外力作用下进入深层土壤。

4)鉴定结果发现,西南桦人工林萌发盆中只有极少数(5 棵)的西南桦小苗,远远少于西南桦天然林萌发盆中萌发的小苗数量(52 棵),可能有以下 3 点原因:①由于西南桦人工林林地内竹子生长茂盛,根系发达,阻止了西南桦种子进入土壤;②西南桦人工林林地缓坡,人类活动较为频繁,而西南桦天然林地陡坡,基本上没有受到人类的干扰,所以西南桦人工林地萌发的西南桦小苗少于天然林地。③据观察,西南桦可以在道路旁或裸露地上大量萌发且

表 2 西南桦人工林与天然林土壤种子库的植物种类和组成及其在各土层的分布情况

Tab. 2 Plant species and composition and distribution in the soil layer of soil seed bank of *Betula alnoides* plantation and *Betula alnoides* natural forest

样地	生活型	植物种类	科	种子密度 /(粒·m ⁻²)	种子密度/(粒·m ⁻²)		比例/%		
					土层	土层	土层	土层	
					0~5 cm	5~10 cm	0~5 cm	5~10 cm	
西南桦人工林	乔木	白背桐 <i>Mallotus paniculatus</i>	大戟科	3	3	0	0.19	0	
		银柴 <i>Aporosa dioica</i>	大戟科	1	1	0	0.06	0	
		川楝 <i>Fructus Toosendan</i>	楝科	5	4	1	0.25	0.23	
		西南桦 <i>Betula alnoides</i>	桦木科	5	2	3	0.12	0.71	
		灌木	中平树 <i>Laggera pterodonta</i>	大戟科	16	15	1	0.94	0.23
			银叶巴豆 <i>Croton cascarilloides</i>	大戟科	2	1	1	0.06	0.23
			多花抗子梢 <i>Multiflorus clovershrub</i>	蝶形花科	2	2	0	0.12	0
			圆叶舞草 <i>Codariocalyx gyroides</i>	蝶形花科	1	1	0	0.06	0
			苎麻 <i>Boehmeria</i>	荨麻科	1	0	1	0	0.23
			多苞莓 <i>Rubus mltribracteus</i>	蔷薇科	56	42	14	2.62	3.33
			地桃花 <i>Urena lobata</i>	锦葵科	6	5	1	0.31	0.23
			三桠苦 <i>Evodia lept</i>	芸香科	2	1	1	0.06	0.23
			多花野牡丹 <i>Melastoma affine</i>	野牡丹科	46	40	6	2.49	1.43
			木姜子 <i>Litsea euosma</i>	樟科	3	2	1	0.12	0.23
	光叶薯蓣 <i>Dioscorea glabra</i>		薯蓣科	2	1	1	0.06	0.23	
	岗稔 <i>Eurya groffii</i>		山茶科	9	6	3	0.37	0.71	
	水茄 <i>Solanum torvum</i>		茄科	1	1	0	0.06	0	
	粗毛水锦树 <i>Wendlandia tinctoria</i>		茜草科	6	4	2	0.25	0.47	
	1 a 生草本	毛杜茎山 <i>Maesa permollis</i>	紫金牛科	2	2	0	0.12	0	
		乌口树 <i>Tarenna attenuata</i>	茜草科	1	1	0	0.06	0	
		小叶荩草 <i>Arthraxon lancifolius</i>	禾本科	776	606	170	37.69	40.57	
		秀竹 <i>Microstegium nodosum</i>	禾本科	68	55	13	3.43	3.09	
		胜红蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	菊科	601	477	124	29.66	29.57	
		革命菜 <i>Gynura crepidioides Benth</i>	菊科	18	16	2	1.01	0.47	
		鬼针草 <i>Herba Bidentis Bipinnatae</i>	菊科	2	1	1	0.06	0.23	
		红果莎 <i>Carex baccans</i>	莎草科	13	8	5	0.50	1.19	
		鱼眼草 <i>Dichrocephala integrifolia</i>	菊科	4	4	0	0.25	0	
		长尖莎草 <i>Cyperus cuspidatus</i>	莎草科	4	1	3	0.06	0.71	
		黄鹤菜 <i>Youngia japonica</i>	菊科	1	1	0	0.06	0	
		多年生草本	脉耳草 <i>Hedyotis costata</i>	茜草科	37	32	5	2.00	1.19
			宽叶母草 <i>Lin-dernia montana</i>	茜草科	29	27	2	1.69	0.47
			卵叶耳草 <i>Hedyotis ovata</i>	茜草科	31	24	1.49	7	1.67
			积雪草 <i>Herba Glechomae</i>	伞形科	29	14	15	0.88	3.56
			粗齿冷水花 <i>Pilea fasciata</i>	荨麻科	1	1	0	0.06	0
			波缘水竹叶 <i>Murdannia trigueta</i>	鸭跖草科	1	1	0	0.06	0
			艾纳香 <i>Blumea balsamifera</i>	菊科	1	0	1	0	0.23
			石生楼梯草 <i>Elatostema rupestre</i>	荨麻科	3	3	0	0.19	0
	舞花姜 <i>Globba racemosa</i>		姜科	1	1	0	0.06	0	
	飞机草 <i>Eupatorium odoratum</i>		菊科	169	152	17	9.46	4.04	
	藤本		象鼻藤 <i>Dalbergia mimosoides</i>	蝶形花科	23	12	11	0.75	2.62
			酸藤子 <i>Embelia laeta</i>	紫金牛科	9	7	2	0.44	0.47
			红毛悬钩子 <i>Rubus pinfaensis</i>	蔷薇科	36	30	6	1.88	1.43
			总计		2027	1608	419	100	100
	乔木		川楝 <i>Fructus Toosendan</i>	楝科	1	1	0	0.05	0
		白背桐 <i>Mallotus paniculatus</i>	大戟科	5	2	3	0.11	0.26	

续表

样地	生活型	植物种类	科	种子密度 /(粒·m ⁻²)	种子密度/(粒·m ⁻²)		比例/%	
					土层 0~5 cm	土层 5~10 cm	土层 0~5 cm	土层 5~10 cm
西南桦天然林	灌木	山黄麻 <i>Trema tomentosa</i>	榆科	261	175	86	9.31	7.39
		西南桦 <i>Betula alnoides</i>	桦木科	52	39	13	2.07	1.12
		毛八角枫 <i>Alangium kurzii</i>	八角枫科	1	0	1	0	0.09
		乌柏 <i>Sapium sebiferum</i>	大戟科	1	0	1	0	0.09
		中平树 <i>Laggera pterodonta</i>	大戟科	87	44	43	2.34	3.69
		多花野牡丹 <i>Melastoma affine</i>	野牡丹科	53	25	28	1.33	2.41
		台湾榕 <i>Ficus formosana</i>	桑科	103	84	19	4.47	1.64
		岗稔 <i>Eurya groffii</i>	山茶科	44	31	13	1.65	1.12
		三桠苦 <i>Evodia lepta</i>	芸香科	9	7	2	0.37	0.17
		线柱苣苔 <i>Rhynchotechum obovatum</i>	苦苣苔科	139	100	39	5.33	3.36
		多苞莓 <i>Rubus mltribracteaus</i>	蔷薇科	71	41	30	2.18	2.58
		毛杜茎山 <i>Maesa permollis</i>	紫金牛科	4	2	2	0.11	0.17
		木姜子 <i>Litsea euosma</i>	樟科	2	2	0	0.11	0
		粗毛水锦树 <i>Wendlandia tinctoria</i>	茜草科	7	5	2	0.27	0.17
		山芝麻 <i>Radix Helicteris</i>	梧桐科	5	3	2	0.16	0.17
		肾叶山蚂蝗 <i>Desmodium renifolium</i>	蝶形花科	7	4	3	0.21	0.26
		苎麻 <i>Boehmeria</i>	荨麻科	7	4	3	0.21	0.26
		金锦香 <i>Osbeckia chinensis</i>	野牡丹科	18	12	6	0.64	0.52
		地桃花 <i>Urena lobata</i>	锦葵科	1	0	1	0	0.09
		1 a 生草本	革命菜 <i>Gynura crepidioides Benth</i>	菊科	19	17	2	0.90
		莠竹 <i>Microstegium nodosum</i>	禾本科	1872	1098	774	58.38	66.60
		红果莎 <i>Carex baccans</i>	莎草科	20	11	9	0.58	0.77
		胜红蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	菊科	5	5	0	0.27	0
		鱼眼草 <i>Dichrocephala integrifolia</i>	菊科	2	1	1	0.05	0.09
		鬼针草 <i>Herba Bidentis Bipinnatae</i>	菊科	4	2	2	0.11	0.17
		刺齿泥花草 <i>Lindernia ciliata</i>	玄参科	3	3	0	0.16	0
		小叶苎草 <i>Arthraxon lancifolius</i>	禾本科	1	1	0	0.05	0
		白花蛇舌草 <i>Hedyotis diffusa</i>	茜草科	23	8	15	0.42	1.29
		黄鹤菜 <i>Youngia japonica</i>	菊科	2	1	1	0.05	0.09
	多年生草本	艾纳香 <i>Blumea balsamifera</i>	菊科	14	13	1	0.69	0.09
		加拿大飞蓬 <i>Erigeron canadensis</i>	菊科	6	4	2	0.21	0.17
		石生楼梯草 <i>Elatostema rupestre</i>	荨麻科	10	6	4	0.32	0.34
		淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i>	禾本科	80	68	12	3.61	1.03
		粗齿冷水花 <i>Pilea fasciata</i>	荨麻科	12	7	5	0.37	0.43
		紫茎泽兰 <i>Eupatorium coelestinum</i>	菊科	2	2	0	0.11	0
		飞机草 <i>Eupatorium odoratum</i>	菊科	16	9	7	0.48	0.60
		波缘水竹叶 <i>Murdannia triguetra</i>	鸭跖草科	2	1	1	0.05	0.09
		皱叶狗尾草 <i>Setaria plicata</i>	禾本科	11	4	7	0.21	0.60
		蓝耳草 <i>Cyanotis vaga</i>	鸭跖草科	4	3	1	0.16	0.09
		卵叶耳草 <i>Hedyotis ovata</i>	茜草科	2	1	1	0.05	0.09
		臭灵丹 <i>Laggera pterodonta</i>	菊科	1	1	0	0.05	0
		宽叶母草 <i>Lin-dernia montana</i>	玄参科	2	1	1	0.05	0.09
		脉耳草 <i>Hedyotis costata</i>	茜草科	1	0	1	0	0.09
	藤本	地不容 <i>Stephania epigaea</i>	防己科	1	0	1	0	0.09
		葛藤 <i>Puerarialobata</i>	蝶形花科	5	3	2	0.16	0.17
	红毛悬钩子 <i>Rubus pinfaensis</i>	蔷薇科	32	22	10	1.17	0.86	
	酸藤子 <i>Embelia laeta</i>	紫金牛科	13	8	5	0.42	0.43	
	总计		3043	1881	1162	100	100	

生长良好,而西南桦人工林的植被郁闭度低于天然林,所以人工林地里的西南桦种子可能遇上适宜的条件就萌发了,而没有进入土壤,以至于人工林土壤种子库里的西南桦种子低于天然林。

致谢:感谢王达明和司马永康 2 位老师对实验的指导和帮助!

参考文献:

- [1] Simpson R L. Ecology of seed bank [M]. San Diego: Academic Press, 1989: 149-209.
- [2] Major, J. et al. Buried viable seeds in California bunchgrass sites and their bearing on the definition of a flora, vegetation [J], 1966(13): 253-282.
- [3] Harper J L. Population Biology of Plant [M]. London: Academic Press, 1977: 256-263.
- [4] Mole. A T. & D. R. Drake, potential contribution of the seed rain and seed bank to regeneration of native forest under plantation pine in New Zealand [J]. New Zealand Journal of Botany, 1999(37): 83-93.
- [5] Grime, J P. seed bank in ecological perspective. In: Jeck, M A., V T. Parker & R I. Simpson eds. ecology of soil seed bank [M]. San Diego: Academic Press, 1989.
- [6] Cohen D. Optimizing reproduction in a randomly as rying environment [J]. Theory. Boil, 1966(12): 119-129.
- [7] 张志权. 土壤种子库 [J]. 生态学杂志, 1996, 15(6): 36-42.
- [8] 唐勇, 曹敏, 张建候, 等. 西双版纳热带森林土壤种子库与地上植被的关系 [J]. 应用生态学报, 1999, 10(3): 279-282.
- [9] 张咏梅, 何静, 潘开文, 等. 土壤种子库对原有植被恢复的贡献 [J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(3): 326-332.
- [10] 唐勇, 曹敏. 刀耕火种对山黄麻林土壤种子库的影响 [J]. 云南植物研究, 1997, 19(4): 423-428.
- [11] 曹敏, 唐勇. 西双版纳热带森林的土壤种子库储量及优势成分 [J]. 云南植物研究, 1997, 19(2): 177-183.
- [12] 杜有新, 曾平生. 森林土壤种子库研究进展 [J]. 生态环境, 2007, 16(5): 1557-1563.
- [13] 李伟, 刘贵华, 周进, 等. 淡水湿地种子库研究综述 [J]. 生态学报, 2002, 22(3): 395-402.
- [14] 冯远娇, 王建武. 农田杂草种子库研究综述 [J]. 土壤与环境, 2001, 10(2): 158-160.
- [15] 王达明. 西双版纳普文试验林场自然条件 [C] // 云南省林业科学院. 热区造林树种研究论文集. 昆明: 云南科技出版社, 1996: 5-9.
- [16] Warr. SJ, Kent M, Thompson JP. Seed bank composition and variability in five woodlands in southwest England [J]. J. Biology, 1994, 21: 152-168.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.005

常见陆地温室气体通量测量方法比较

张鑫¹, 林茂², 吴京科¹

(1. 北京林业大学, 水土保持学院, 北京 100083; 2. 美国环保协会, 北京 100007)

摘要: 陆地生态系统对温室气体的排放有重要贡献, 从而影响着全球气候变化。通量测量主要包括箱法、微气象学法、土壤浓度廓线法等。系统地介绍了箱法、微气象法、土壤浓度廓线法以及同位素法的优缺点和适用情况, 并且对不同方法进行了比较, 认为温室气体测定方法与其他学科以及新技术的结合必将成为未来的发展趋势。

关键词: 温室气体; 通量测量方法; 箱法; 微气象学法; 土壤浓度廓线法; 同位素法

中图分类号: S625.5; S718 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0027-04

Common Terrestrial Greenhouse Gas Fluxes Measurement Method Comparison

ZHANG Xin¹, LIN Mao², WU Jing-ke¹

(1. School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Environmental Defense Fund, Beijing 100007)

Abstract: Terrestrial ecosystem makes an important contribution to greenhouse gas emissions, thereby affects on global climate change. Gas flux measurement methods include chamber method, micro-meteorology method, and soil concentration profiling method and so on. This paper introduced the application and advantages and disadvantages of chamber method, micro-meteorological method, soil concentration profiles method and isotope methods, and made a comparison of different methods, also pointed out that the combination of greenhouse gas measurement method with other disciplines as well as the new technology will become the future trends.

Key words: greenhouse climate; fluxes measurement methods; chamber method; micro-meteorology method; soil concentration profile method; isotope methods.

随着人类活动的加剧和化石燃料使用的增多, 大气中 CO₂、CH₄ 以及 N₂O 等温室气体不断增加, 全球气候表现出不断变暖的趋势, 全球大气的平均温度在过去 100 年间增加了约 0.5 ~ 0.6°C^[1-2]。其中, CO₂、CH₄、N₂O 的浓度不断上升, 由工业革命前

的 280×10⁻⁶、715×10⁻⁶、270×10⁻⁶ 上升到了 2005 年的 379×10⁻⁶、1774×10⁻⁶、319×10⁻⁶^[3]。据推测, 如果继续维持现状而不对此采取行动, 气温有可能每年上升 0.02°C, 全球平均温度将在 100 年以后增加约 2°C。对各类生态系统温室气体收支(源与汇)状况

收稿日期: 2013-03-07.

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目(2012CB417103)

作者简介: 张鑫(1988-), 男, 硕士研究生。研究方向为: 湿地生态。Email: xinyeking@yahoo.com.cn

通信作者: 吴京科, 男, 高级实验师。主要研究方向为土壤仪器分析。

的研究,可以预测未来气候变化以及它对社会经济的影响。陆地是受人类活动影响最大的区域,同时也是支撑人类持续发展的生命系统。温室气体的排放和吸收过程在陆地生态系统中比较复杂,由于多种温室气体会产生相互影响,测量工作难度变得更大,同时当前的测量精度不足,因此测量结果准确性不足。所以,对温室气体通量测定方法的评价非常重要。目前在陆地生态系统温室气体通量测量中使用的主要方法包括箱法、微气象学法、同位素法和遥感方法、超大箱长光程红外色谱法以及土壤浓度廓线法等^[6],其中最常用的是箱法和微气象学法。

1 测量方法

1.1 箱法

箱法是目前最常用的方法,用来测量土壤和大气间微量气体交换通量^[7-8],工作原理简单,用特制箱子罩在一定面积的下垫面上方,隔绝箱内外气体的交换,随时间的变化测定箱内温室气体,根据计算得出气体交换通量。主要分为 3 种类型:密闭式静态箱、密闭式动态箱和开放式动态箱^[9]。密闭式静态箱又包括碱液吸收法和气相色谱法 2 种,碱液吸收法是用溶液吸收 CO₂ 形成碳酸根,主要是 NaOH 或 KOH 溶液,吸收结束后进行滴定,计算出土壤在这一段时间内的 CO₂ 排放量。气相色谱法是指每隔一定时间抽取箱内气体,利用气相色谱仪测定该气体浓度,从而计算出被测气体的交换通量^[10]。采样箱分为透明箱和暗箱 2 种。透明箱一般用薄聚酯纤维或有机玻璃制成,在理想状况下该法可测得土壤界面或植被界面与大气间痕量气体的交换通量,但太阳辐射会使箱内温度升高进而影响结果^[11-13]。暗箱是指避光的采样箱,其采样原理和操作方法基本与明箱一样,使用暗箱的主要目的就是减少太阳辐射的影响^[14-15]。动态箱法测定温室气体通量开始于 20 世纪 70 年代^[16],这种方法是指气体在气室和传感器之间循环,利用传感器来测量气室内待测气体浓度的变化。分为密闭式动态箱和开放式动态箱。密闭式动态箱只是增加了气体的循环过程,具体测量原理与静态箱原理相似。而开放式动态箱气体并不再回流,并且是通过计算箱入口和出口处气体浓度差异来确定气体的排放通量^[17]。

1.2 微气象学法

微气象学方法是通过测定近地层的湍流状况以及微量气体的浓度变化,进而推导出气体排放通量

的方法^[18]。它要求所测位置上风向较大的区域内气体排放通量均匀,被测表面大尺度宏观均匀,并且在测量周期内大气状态基本不变。满足以上条件后就可认为观测位置附近的垂直输送通量不随高度变化而改变,从而在一定高度上的气体输送通量能够代表所测通量^[14]。但这种方法不适合测定痕量气体的通量,例如 N₂O、CH₄ 等,因为在有植物覆盖的地表上,准确直接地测定气象要素以及垂直方向的痕量气体浓度变化是很难的^[19]。微气象学法主要包括涡度相关法、空气动力学法及质量平衡法等^[20]。涡度相关技术是比较典型的微气象学方法,是指通过测定和计算物理量的脉动与垂直风速脉动的协方差求算湍流输送通量的方法,是国际上测定 CO₂ 和水热通量的标准方法^[21]。空气动力学法是通过描述近地面层的空气动力学特征,然后利用这种特征解释其控制各种能量和物质输送的过程,能量和物质输送主要受到风速、温度、气体浓度等因素的制约,从而可以利用若干因子计算出气体通量。质量平衡法是利用某一垂直平面的水平气体通量推算垂直输送通量的方法。在实验过程中,该方法需要精确地测定被测气体浓度与该气体在所测区域本底浓度之差,所以在被测气体本底浓度较低或者被测气体排放通量较大的情况下更加适宜观测。

1.3 土壤浓度廓线法

该法是指假设土壤浓度均一,就可以通过测定土壤剖面不同深度的气体浓度来计算土壤与大气间的气体交换通量。土壤剖面温室气体浓度的测量方法主要有 2 类:土壤气体采样管和多层采样探头,但是无论哪一种,都必须先破坏土壤基质再进行管路或探头的埋设。

1.4 同位素法

该法是指含有较轻原子(如¹²C)的化学键活化能较低,产物中¹²C 浓度会由于化学或生物酶反应增加,而反应基质中则是¹³C 浓度增加,从而可以鉴定土壤中排放出来的 CH₄ 的量。由于在沉积物中氧化生成 CH₄,因此碳同位素比例上有很大不同,因此可通过实验测定土壤产生的 CO₂ 和 CH₄ 中的元素同位素组成。根据同样原理,也可用同位素¹⁵N 鉴定 N₂O。但 N₂O 含量较低,很难获得准确的分析结果^[19]。

2 方法比较

箱法操作简单,目前应用比较广泛。但密闭静

态箱对观测有扰动,并且多种因素都会对气体交换通量的测量产生影响。而所有微气象法对观测下垫面都有极为严格的要求。从测量原理分析,土壤浓度廓线法可以获得真实的气体交换通量,但测量土壤剖面 CO_2 浓度时,都必须先破坏土壤基质,采样过程中也同样会存在压差问题。而同位素法价格昂贵,难以广泛采用。

综上所述,现有的测量方法没有哪一种完美的。具体的方法比较见表 1。具体的方法选择要根据实际情况决定。Rainwater and landscape systems of mountain town

表 1 不同测量方法比较

Tab. 1 Comparison of different measuring method

方法	优点	缺点
密闭式静态箱—碱液吸收法	操作简单、测定费用低	低估土壤呼吸速率 ^[23-27] 、不可长时间连续测定、多种因素影响测量精度
密闭式静态箱—气相色谱法	操作简单、造价低,多种成分可同时分析	自然环境状态和湍流状态受影响,精度受限
密闭式动态箱法	准确度相对较高,对传感器测定精度要求低,测定时间短,设备简单	无法测定痕量气体
开放式动态箱法	能基本保持被测表面的环境状况接近于自然状态,适用于长期连续监测	要求气流处于准稳态,测定结果对于引入气流压力不足非常敏感,在排放通量很低时要求气体测量的精度很高
涡度相关法	原地测量,不破坏测点环境 ^[28-29] ,观测时间尺度自由 ^[30] ,观测通量代表性强 ^[31] ,取样面积较大	条件要求严格,需要高精密度仪器,仪器使用复杂
空气动力学法	仪器简单,可长期观测	要求高精密度仪器,估算精度不足
质量平衡法	不需要大面积均匀下垫面,理论基础简单,仪器简单	测定精度要求高
土壤浓度廓线法	操作简单、适应复杂地形	容易造成土壤样品浓度的较大偏差
同位素法	适用范围广,准确	需要很高的分析技术,仪器设备昂贵

3 温室气体通量测量方法应用与发展方向

3.1 与遥感技术结合

近年来,新兴的遥感技术被逐渐应用在通量研

究中,尤以 RS 和 GIS 技术应用广泛。早在 20 世纪 90 年代初,加拿大学者研究森林生态系统的碳库及其动态变化所用的就是 GIS 方法,取得了良好的效果,同时建立了气候变化和碳通量之间的关系模型。由于 RS 的连续动态监测能力和 GIS 的空间数据分析能力,使它们越来越多地被应用在通量研究中。

3.2 与高精度仪器结合

测量仪器的精密、准确程度决定了气体通量测量的准确性。近年来新兴的技术有可调谐二极管激光吸收光谱技术和美国 LICOR 公司的 LI-8150 系统,其中前者为快速测定温室气体浓度提供了新的手段,可实现多种土壤温室气体同步观测,而后者则可实现多点测定。因此,高精度仪器的研发及其各项功能的拓展有助于获得更精确的碳通量研究结果,并进一步推动气体通量及其相关研究的进程。

3.3 与其他学科的结合

学科交融以及边缘学科的出现促进了一些古老学科的研究手段和方法的改进。温室气体通量的测定受到周围环境、水文、土壤、气象因素的影响较大,因此,对此类影响因素变化规律的研究将更加科学、合理、准确地反应气体通量的变化规律。

参考文献:

- [1] Dalar R C, Allen D E. greenhouse gas fluxes from natural ecosystem[J]. Australia Journal Botany, 2008, 56(5): 69-407.
- [2] 邢如楠. 带生物泵三维全球海洋碳循环模式[J]. 大气科学, 2000, 24(3): 333-340.
- [3] IPCC. Climate Change 2007: 4th assessment report. Intergovernmental Panel on Climate Change[R]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [4] 张丁辰, 蔡典雄, 代快, 等. 旱地农田两种土壤呼吸测定方法的比较[J]. 中国土壤与肥料, 2011, 25(1): 61-70.
- [5] 张志栋, 刘景辉, 王永强, 等. 旱作燕麦不同耕作方式对土壤温室气体排放的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(3): 112-117.
- [6] 王明星. 中国稻田甲烷排放[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 19-31.
- [7] 李娜, 陈建中, 李宇飞. 湿地温室气体气相色谱分析及采样进样技术研究进展[J]. 分析测试技术与仪器, 2010, 16(4): 213-217.
- [8] 顾帅, 刘立新, 王木林, 等. 静态箱—气相色谱法 CO_2 和 CH_4 通量观测的质控方法研究[J]. 气象, 2010, 36(8): 87-101.
- [9] Livingston, G P, Hutchinson, G L. Enclosure-based

- measurement of trace gas exchange: applications and sources of error. In: Matson, P. A., Harriss, R. C. (Eds.), *Biogenic Trace Gases: Measuring Emissions from Soil and Water* [J]. Blackwell Science, Cambridge, 1995:14-50.
- [10] 贾庆宇,王宇,李丽光. 城市生态系统—大气间的碳通量研究进展[J]. 生态环境学报, 2011,20(10):1569-1574.
- [11] 郑循华,王明星,王跃思,等. 温度对农田 N_2O 产生与排放的影响[J]. 环境科学, 1997,18(5):1-5.
- [12] Manuel A, Marian P, et al. Soil surface CO_2 efflux measurements in Norway spruce forests: Comparison between four different sites across Europe— from boreal to alpine forest [J]. *Geoderma*, 2013,192:295-303.
- [13] 郑循华,徐仲均,王跃思,等. 开放式空气 CO_2 增高影响稻田—大气 CO_2 净交换的静态暗箱法观测研究[J]. *应用生态学报*, 2002,13(10):1240-1244.
- [14] 林茂. 土壤温室气体通量测定方法的比较和评价[J]. *湖南农业科学*, 2012(9):44-46,50.
- [15] 邹建文,黄耀,郑循华,等. 基于静态暗箱法的陆地生态系统—大气 CO_2 净交换估算[J]. *科学通报*, 2004,49(3):258-264.
- [16] Denmead O T. Chamber systems for measuring nitrous oxide emission from soils in the field[J]. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1979, 43:89-95.
- [17] 高程达,孙向阳,曹吉鑫,等. 土壤二氧化碳通量原位测定方法及装置[J]. *北京林业大学学报*, 2008,30(2):102-105.
- [18] Fang C, Moncrieff J B. An improved dynamic chamber technique for measuring CO_2 efflux from the surface of soil [J]. *Functional Ecology*, 1996, 10:297-305.
- [19] 薛红喜,李峰,李琪,等. 基于涡度相关法的中国农田生态系统碳通量研究进展[J]. *南京信息工程学报:自然科学版*, 2012,4(3):226-232.
- [20] 周广胜. 全球碳循环(第一版) [M]. 北京:气象出版社, 2003:162-189.
- [21] 郑泽梅,于贵瑞,孙晓敏,等. 涡度相关法和静态箱/气相色谱法在生态系统呼吸观测中的比较[J]. *应用生态学报*, 2008,19(2):290-298.
- [22] 张中杰. 川中丘陵旱地生态系统温室气体排放通量观测研究[D]. 重庆:西南农业大学,2004.
- [23] Ewel K C, Cropper W P, Gholz H L. Soil CO_2 evolution in Florida slash pine plantations[J]. *Canadian Journal of Forest Research*, 1987,17:325-329.
- [24] Nay S M, Mattson K G, Bormann B T. Biases of chamber methods for measuring soil CO_2 efflux demonstrated with a laboratory apparatus[J]. *Ecology*, 1994,75:2460-2463.
- [25] Haynes B E, Gower S T. Belowground carbon allocation in unfertilization and fertilized red pine plantations in northern Wisconsin [J]. *Tree Physiol*, 1995, 15: 317-325.
- [26] Jensen L S, Mueller T, Tate K R, et al. Soil surface CO_2 flux as an index of soil respiration in situ: A comparison of two chamber methods [J]. *Soil Biol. Biochem*, 1996,28(10/11):1297-1306.
- [27] Fang C, Moncrieff J B. An improved dynamic chamber technique for measuring CO_2 efflux from the surface of soil [J]. *Functional Ecology*, 1996,10:297-305.
- [28] Baldocchi D D, Valentini R, Running S R, et al. Strategies for measuring and modeling CO_2 and water vapor fluxes over terrestrial ecosystems [J]. *Global Change Biology*, 1996, 2(3):159-168.
- [29] Friend A D, Arneeth A, Kiang N Y, et al. Fluxnet and modeling the global carbon cycle [J]. *Global Change Biology*, 2007, 13(3):610-633.
- [30] Baldocchi D D, Falge E, Gu L, et al. Fluxnet: A New Tool to Study the Temporal and Spatial Variability of Ecosystem—Scale Carbon Dioxide, Water Vapor, and Energy Flux Densities [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2001, 82:2415-2434.
- [31] Baldocchi D D, Hicks B B, Meyers T P. Measuring biosphere—atmosphere exchanges of biologically related gases with micrometeorological methods [J]. *Ecology*, 1988, 69(5):1331-1340.
- [32] 王迎红. 陆地生态系统温室气体排放观测方法研究、应用及结果对比分析 [D]. 北京:中国科学院大气物理研究所,2005.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.006

泡核桃嫁接苗与铁核桃嫁接苗的鉴别技术研究

武少平

(昭阳区林业局种苗站,云南 昭通 657000)

摘要:针对在核桃产业建设的生产实践中容易采购、调运和使用到假苗、劣苗这一问题,通过对泡核桃和铁核桃嫁接苗不同生长时期的观察和实践,分析列举了二者的形态特征差异,阐述了泡核桃嫁接苗与铁核桃嫁接苗的鉴别方法,通过在不同生长时期的形态特征比较,结合“看、摸、闻”的综合判断,准确率可达 99%。

关键词:泡核桃;铁核桃;嫁接苗;鉴别技术

中图分类号:S792.13;S723.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0031-03

Identification Techniques of Grafted Seedlings between Bubble Walnut and Iron Walnut

WU Shao-ping

(Seedling Station of Zhaoyang District Forestry Bureau, Zhaotong, Yunnan 657000, China)

Abstract: Aimed at the problem of purchasing and using fake and bad seedling in the production practice of walnut industry construction, through observation and practice on bubble walnut and iron walnut grafted seedlings at different growth stages, morphological characters difference and identification techniques of grafted seedlings between bubble walnut and iron walnut were described and analyzed. By comparing morphological characteristics of grafted seedling at different growth stages, combined with comprehensive judgment of “see, touch, smell”, the accuracy rate was up to 99%.

Key words: bubble walnut; iron walnut; grafted seedlings; identification techniques

核桃苗是发展核桃产业的关键,核桃苗品质的好坏直接关系到核桃产业建设的成败。近年来,云南省核桃产业发展迅猛,核桃苗需求量巨大,由于泡核桃和铁核桃幼苗期差别不大,落叶后更容易混淆,许多群众没有鉴别能力,很容易吃亏上当,尽管各级种苗管理部门加大了监管力度,制定了各项严格的规章制度,但由于受利益的驱使,仍有部分核桃种苗生产经营者想方设法利用各种手段生产假苗、劣苗,以次充好,用铁核桃苗冒充泡核桃苗坑害群众,严重损害农民的利益,打击了农民种植核桃的积极性,制

约着核桃产业的发展。为避免购买到假苗损害核桃种植户的利益,危害核桃产业的健康发展,让种苗管理者和广大核桃种植户熟练掌握泡核桃嫁接苗与铁核桃嫁接苗的鉴别技术具有重要的现实意义。

1 泡核桃嫁接苗与铁核桃嫁接苗的定义

核桃属于胡桃科 Juglandaceae、胡桃属 Juglans,共有 20 多个种,分布于亚洲、欧洲和美洲(主要是北美)。我国原有的和引进栽培的共 9 个种,其中分布广且作为栽培的有 2 个种,即普通核桃和铁核

收稿日期:2013-01-28;修回日期:2013-02-19.

作者简介:武少平(1964-),男,云南昭通人,工程师。从事林木种苗生产管理和质量监督检验工作。

桃,其余有少量栽培或野生。要区分泡核桃苗和铁核桃苗,首先要弄清铁核桃与泡核桃的概念,在实际生产中所指的泡核桃与铁核桃是个广义概念,是根据核桃坚果壳的坚硬程度和取仁难易来对核桃进行泡核桃和铁核桃分类的,狭义的泡核桃和铁核桃是植物分类学中根据它们的生态特点、形态特征、坚果性状进行分类的。目前栽培的核桃主要是普通核桃和铁核桃,普通核桃如新疆核桃等,铁核桃如云南漾濞核桃等,也就是说实际生活中所说的泡核桃可能是植物分类学上的普通核桃,也可能是铁核桃,铁核桃不代表一定就是铁壳核桃,应注意区别。

1.1 泡核桃嫁接苗的定义

泡核桃嫁接苗是指从泡壳核桃母树上采集穗条嫁接具有泡壳核桃母树遗传特性的核桃苗。

1.2 铁核桃嫁接苗的定义

铁核桃嫁接苗是指从铁壳核桃母树上采集穗条嫁接具有铁壳核桃母树遗传特性的核桃苗。

1.3 存在泡核桃和铁核桃 2 种嫁接苗的原因

泡核桃嫁接苗是根据使用者需要,以栽培后能结出优良泡壳核桃坚果为目的,具有一定经济收益的优良品种苗木,由于受穗条来源和价格限制,泡核桃嫁接苗的生产成本远远高于铁核桃嫁接苗。而铁核桃嫁接苗是生产的桃核苗木,以经营者用铁核桃穗条进行嫁接或者直接在铁核桃苗上采取伪装嫁接口等手法生产的核桃苗木,以用于冒充泡核桃嫁接苗为目的,违背了使用者种植目的。由于铁核桃穗条获取容易、成本低,嫁接成活率高,生产成本大幅降低,一些不法生产经营户为了追求利润的最大化,不惜损害使用者的利益,制假卖假,从而产生了不是使用者所需要的铁核桃嫁接苗,严格来说是假苗。

2 两种核桃嫁接苗的形态特征

2.1 泡核桃嫁接苗的特征

2.1.1 叶的特征

幼苗期:嫩叶初展时先端部分呈淡红色,小叶锯齿不明显,头三轮有锯齿,三轮后绝无锯齿。叶色淡绿油亮,叶稍薄、光滑。生长期:叶尖渐尖、基部较圆,小叶叶脉白而明显,复叶叶片 9~13 片,顶叶较小和退化。叶色淡绿,叶柄呈绿色。泡核桃嫁接苗看起来具有家生栽培的明显特性,表现在叶面平整光滑发亮,质地厚实,无凹凸,无毛、无锯齿。

2.1.2 芽的特征(落叶期)

顶芽稍宽而尖或顶芽钝圆、大,侧芽钝圆肥硕、稍大。

2.1.3 杆的特征(生长期、落叶期)

叶痕平滑,稍小。苗茎褐色、淡绿色,多数苗茎圆、光滑无毛,皮孔大而明显,稍圆,稍黄。北方核桃和早实核桃苗茎光滑无毛,干茎颜色显灰白色。用手指轻轻触摸苗茎上的皮孔刮手不明显。

2.1.4 气味特征

揉烂后叶或折断后杆的气味清淡,不刺鼻。

2.2 铁核桃嫁接苗的特征

2.2.1 叶的特征

幼苗期:嫩叶初展时,先端部分呈暗红色,小叶具明显锯齿,叶色深绿,小叶叶脉细、淡绿,叶厚、不光滑,叶柄暗红色。生长期:叶尖极尖、长卵形、窄长形。侧脉之间叶面平行凸起,背面凹下,叶片弯曲,不平整不光滑,边缘有锯齿。叶色深绿。嫩叶紫红色,叶柄暗红色、基部肥大有腺点,复叶叶片 13 片以上。铁核桃苗的叶看起来具有明显的野生性,表现在叶质粗糙、不平整、有毛、有锯齿。

2.2.2 芽的特征(落叶期)

顶芽比一般泡核桃要狭尖而稍长,被密毛,侧芽小而尖。

2.2.3 杆的特征(生长期、落叶期)

杆茎绿色,多数苗茎被有灰褐色短毛,叶痕突出、稍大,皮孔小,用手指轻轻触摸苗茎上的皮孔刮手明显。

2.2.4 气味特征

揉烂后叶或折断后杆的气味浓烈,刺鼻。

3 鉴别技术

泡核桃嫁接苗与铁核桃嫁接苗由于是从不同的核桃母树上采穗条进行嫁接的,它们完整地保存了各自母树的生物学形态特征和遗传品质。泡核桃母树经过人类的长期栽培驯化,具有明显的家生栽培特征,铁核桃母树由于是在野生环境下生长的,具有明显的野生性特征。由于它们能够完整地保存各自不同的母本性状和形态特征,为鉴别它们提供了重要依据。泡核桃嫁接苗与铁核桃嫁接苗的鉴别技术正是根据二者在不同时期的形态特征,通过“看、摸、闻”等方法区分它们的不同来进行鉴别的。

3.1 看

通过目视仔细观察二者不同时期的形态特征,即叶、芽、苗茎的特征,反复仔细观察认真观察比较验证。

3.2 摸

用手指触摸感觉二者苗茎的手感,主要是感受苗茎的光滑程度,皮孔是否刮手指,反复比较验证。

3.3 闻

用鼻子闻二者揉烂后杆和叶的气味, 看气味是否浓烈、刺鼻, 反复吸闻比较验证

3.4 两者生物学特征差异比较

通过比较, 泡核桃嫁接苗与铁核桃嫁接苗生物学特征差异在不同时期主要表现如表 1、图 1 所示。

表 1 2 种核桃嫁接苗的生物学特征比较

Tab. 1 Comparison of biological characteristics of two kinds of grafted walnut seedlings

时期	铁核桃嫁接苗	泡核桃嫁接苗
幼苗期	嫩叶初展时, 先端部分呈暗红色, 小叶具明显锯齿, 叶色深绿, 小叶叶脉细、淡绿, 叶厚、不光滑, 叶柄暗红色。	嫩叶初展时先端部分呈淡红色, 小叶锯齿不明显, 头三轮有锯齿, 三轮后绝无锯齿。叶色淡绿油亮, 叶稍薄、光滑。
生长期	叶尖极尖、长卵形、窄长形。侧脉之间叶面平行凸起, 背面凹下, 叶片弯曲, 不平整不光滑, 边缘有锯齿。叶色深绿。嫩叶紫红色, 叶柄暗红色、基部肥大, 有腺点, 复叶叶片 13 片以上。叶看起来具有明显的野生性, 表现在叶质粗糙、不平整、有毛、有锯齿。	叶尖渐尖、基部较圆, 小叶叶脉白而明显, 复叶叶片 9~13 片, 顶叶较小和退化。叶色淡绿, 叶柄绿色。具有家生栽培的明显特性, 表现在叶面平整光滑发亮, 质地厚实, 无凹凸, 无毛、无锯齿。
落叶期	小枝褐红色、叶痕突出、稍大, 穗茎绿色、皮孔细长、白色, 顶芽尖、瘦, 侧芽小而尖。用手指轻轻触摸苗茎上的皮孔刮手明显。	叶痕平滑, 稍小。苗茎褐色、淡绿色, 多数苗茎圆、光滑无毛, 皮孔大而明显, 稍圆, 稍黄。北方核桃和早实核桃苗茎光滑无毛, 干茎颜色显灰白色。用手指轻轻触摸苗茎上的皮孔刮手不明显。

4 讨论

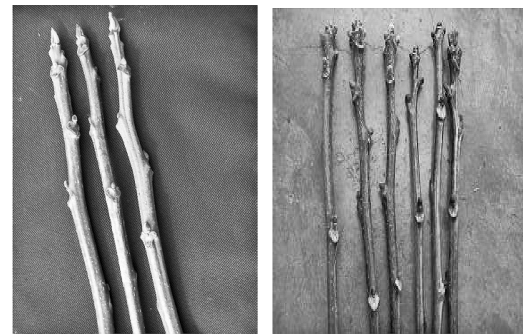
铁核桃嫁接苗与泡核桃嫁接苗的鉴别, 通过在



铁核桃 泡核桃 (幼苗期)



铁核桃 泡核桃 (生长期)



铁核桃 泡核桃 (落叶期)

图 1 2 种核桃嫁接苗在不同生长期的形态特征比较

Fig. 1 Comparison of morphological characteristics of two kinds of grafted walnut plants in different growth

不同生长时期的比较, 结合“看、摸、闻”的综合判断, 准确率可达 99%。但在实际工作中, 在购买和调运苗木时都已错过了苗木的生长期, 使用者和鉴别者已无法观察到苗木生长期内的生物学形态特征, 主要是根据苗木的芽、苗茎和气味等特征来综合判断鉴别苗木, 必须熟练掌握这 3 项特征, 反复比较验证, 才能正确鉴别出是否是泡核桃嫁接苗。

参考文献:

[1] 郗荣庭, 张志华. 核桃栽培技术问答[M]. 天津: 天津科学技术出版社.
 [2] 朱丽华, 张毅萍. 核桃高产栽培技术[M]. 上海: 金盾出版社.
 [3] 李基平. 铁核桃泡核桃形态特征区别讲义[Z].
 [4] 董润泉. 铁核桃苗和泡核桃苗的区别讲义[Z].

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.007

工厂化和常规化育苗造林成活率对比试验

徐明艳,赵航文,杨明志,王自明,龚怡
(云南省林木种苗工作总站,云南 昆明 650051)

摘要:2005~2010年,在云南的晋宁、石林、龙陵、瑞丽等县(市),选用云南松、华山松、圆柏、墨西哥柏等10个树种进行工厂化育苗与常规育苗造林成活率对比试验。结果表明,工厂化育苗造林成活率明显高于常规育苗。

关键词:常规化育苗;工厂化育苗;造林成活率;云南省

中图分类号:S723.1;S725 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0034-04

Comparison Test of Afforestation Survival Rate between Industrialized and Conventional Seedling

XU Ming-yan, ZHAO Hang-wen, YANG Ming-zhi, WANG Zi-ming, GONG Yi
(Yunnan General Tree Seedlings Station, Kunming 650051, China)

Abstract: Ten tree species including *Pinus yunnanensis*, *Pinus armandi*, *Sabina chinesensis*, *Portuguese cypress* were selected from Jinlin, shilin, Longling, Ruili County of Yunnan Province for afforestation survival rate comparison test between industrialized and conventional seedling from 2005 to 2010. Result showed that afforestation survival rate of industrialized seedling was significantly higher than conventional seedling.

Key words: conventional seedling; industrialized seedling; survival rate of afforestation; Yunnan Province

工厂化育苗是在容器育苗技术基础上发展起来的现代育苗技术。由于具有节省种子、苗木生产周期短、优质苗比率高、便于集约经营管理等特点,在林业上得到广泛应用。早在20世纪60年代,我国的广东、广西就已经采用容器育苗技术进行桉树和木麻黄等树种的造林试验,80年代,随着国外育苗温室的引进和钢架塑料大棚的推出,工厂化育苗技术才开始逐渐推广开来,并越来越受到林业生产单位和广大林农的青睐,在一些树种和地域取得了比较显著的成绩^[1-12]

当前,见种就采,有种就播,容器类型单一,管理

粗放等现象在云南省育苗生产中还十分突出,不注重种子的质量和先进育苗技术的应用,导致苗木质量不高,造林成效不显著,难以采取最经济有效的措施和办法培育价格低廉、质量优良的种苗用于造林,影响了苗木质量和造林成效,增加了造林成本。针对这种状况,为了改善落后的育苗生产方式,加快先进育苗技术的应用和推广,充分利用先进的设施设备提高造林质量和成效,云南省林木种苗工作总站 在滇中和滇西地区开展了云南松、华山松、墨西哥柏、圆柏、蓝桉、榉木、西南桦、旱冬瓜、川滇桉木、膏桐等10个树种的工厂化育苗及造林试验示范,通过

收稿日期:2013-01-09;修回日期:2013-03-06.

作者简介:徐明艳,女(1979-),助理工程师。主要从事林木种苗科技管理工作。

通讯作者:龚怡,女(1977-),助理工程师。主要从事林木种苗科技管理工作。

开展工厂化育苗及造林与常规育苗及造林对比试验,旨在探索轻型基质穴盘育苗与常规育苗生产成本、苗木质量、造林成活率和保存率以及造林生长量间差异,为今后推广工厂化育苗提供理论依据和先导。

1 试验概况

1.1 试验时间

2005~2010年。

1.2 试验地点

工厂化育苗地点设在昆明维生公司种苗基地,常规育苗地点设在各个造林试验点,造林试验地点设在石林县、马龙县、晋宁县、寻甸县、新平县、红塔区、沾益县、姚安县、瑞丽市、华宁县、隆阳区、龙陵县、昌宁县。

1.3 参试树种

参试树种有云南松、华山松、圆柏、墨西哥柏、川滇桉木、榉木、蓝桉、旱冬瓜、膏桐和西南桦等10个树种。

1.4 试验方法

1.4.1 工厂化育苗试验方法

工厂化苗木按苗龄(苗龄90d)和育苗容器(200穴容器)进行育苗。程序如下。

1) 种子精选及播前处理

为使种子发芽迅速、整齐,在播种前要进行种子品质检验及精选,然后进行消毒、催芽(表1)。

2) 育苗营养基质配制

采用工厂化育苗和常规育苗2种育苗方式育苗。工厂化育苗基质为泥炭土80%+珍珠岩20%,肥料为水溶性复合肥。

3) 填料打孔

将配制好的育苗基质通过基质生产线将其填充到选择好的穴盘中,并按压穴孔,让基质在穴孔内略微下凹,以便于播种。

4) 播种及覆料

播种方式为撒播,将准备好的种子均匀撒播在苗盘内,并对已播种的育苗盘进行覆料,覆料为营养基质。

5) 发芽室及温室苗期培育

将已播好种子的育苗盘放在活动发芽架上推入发芽室,等催芽时间到后,移出发芽室进入温室。播种后做好移苗前的观测记录。

6) 移苗及苗期管理

待苗木出齐后,多数苗木长出1~3片真叶时,开始进行移苗。移苗前做好营养基质的配制、穴盘

表1 种子处理方法

Tab. 1 Seeds treatments methods

树种	工厂化育苗	常规处理
云南松	清水浸种24h,催芽3d	清水浸种24h
华山松	高锰酸钾消毒2h,清水浸种24h,催芽5d	清水浸种24h
圆柏	高锰酸钾消毒0.5h,清水浸种10h,催芽15d	清水浸种24h
墨西哥柏	高锰酸钾消毒0.5h,清水浸种10h,催芽15d	清水浸种24h
川滇桉木	纱布包裹,高锰酸钾消毒0.5h,清水浸种6h,催芽7d	不浸种
蓝桉	清水浸种6h,催芽3d	不浸种
榉木	高锰酸钾消毒2h,清水浸种18h,催芽9d	不浸种
西南桦	纱布包裹,高锰酸钾消毒0.5h,清水浸种6h,催芽15d	不浸种
西南桦	高锰酸钾消毒0.5h,不浸种,催芽15d	不浸种
旱冬瓜	纱布包裹,高锰酸钾消毒0.5h,清水浸种6h,催芽7d	不浸种
膏桐	高锰酸钾消毒2h,清水浸种24h,催芽3d	清水浸种24h

的准备等工作。移苗时取苗、移栽要及时,一般要边取边栽。取苗要轻柔,苗木要栽直,使根系充分舒展,并做好苗木的补移工作。

苗期应注意苗木水分管理、温度控制、光照控制、施肥、通风与湿度控制及病虫害的防治。

7) 炼苗

当苗木生长至10cm左右时,在温室内对苗木进行炼苗。炼苗时应逐渐加强光照和通风,注意控水控肥,以提高苗木适应自然环境的能力,待苗木出圃前一周左右,移出温室炼苗。

8) 苗木出圃

苗木出圃包括起苗、分级、包装和运输等工序。苗木运输要选择阴天或有雨的天气进行,以免灼伤苗木。起苗要与造林相衔接,做到随起、随运、随栽植。都用一级苗造林

1.4.2 常规化育苗试验方法

按一般的常规育苗方法育苗,具体步骤如下:

1) 种子精选及播前处理

程序与工厂化育苗,在播种前要进行种子品质检验、精选、消毒、催芽。

2) 育苗营养土配制

基质为:①火烧土78%+腐熟的堆肥20%+过磷酸钙2%;②黄心土(红土)60%+腐殖质土、(泥炭土、火烧土)20%+土杂肥15%+过磷酸钙5%。

3) 育苗容器选择

选用 8 cm×10 cm 塑料袋作为育苗容器, 培育营养袋苗。

4) 装袋及容器排列

采用人工营养土装袋, 土面的高度应比容器边缘低 0.5~1 cm, 摆放时宽度在 1 m 左右, 袋要直立, 排列整齐压实, 袋面要平, 还要保持容器的通气性, 利于排水和蒸腾, 促进袋内团根的生成。

5) 播种

播种时间为 2007 年 3 月 8 日左右, 播种采用撒播的方式。播种后覆土不宜过厚, 以不见种子为宜。可加盖覆盖物, 还可用拱形塑料地膜进行遮荫。播种后及时浇水, 做好苗期观测记录。

使用覆盖物的, 待幼苗出土后在傍晚或阴天分批逐渐揭开; 用地膜覆盖的育苗地, 待苗木出齐后, 在中午高温时, 逐步揭开地膜, 做好通气和降温工作, 以免灼伤幼苗。经 5~7 d 后将薄膜完全撤除。

6) 移苗

待幼苗展开 2~4 对互生叶时, 及时移入容器, 但不宜过晚, 否则会降低成活率。移苗时, 用木棍等物先插孔, 然后将苗植于袋中, 轻提使根系舒展后压实, 及时浇足定根水, 并进行遮荫, 以免灼伤幼苗。移苗后要注意观察, 对没有移栽成活的幼苗要及时进行补移。

① 水分管理: 苗期要适时适量浇水。苗木生长初期要多次少量; 苗木速生期要多量少次。

② 除草: 除草要掌握“除早、除小、除了”的原则, 做到容器内、床面和步道上无杂草。

③ 病虫害防治: 对苗木病虫害要以预防为主, 综合防治为原则。常见的苗木病害有白斑病、叶枯病等, 一般用波尔多液、高锰酸钾、敌克松等进行防治。

④ 其它灾害预防: 主要是防风及鼠害、鸟害。对鼠害, 用杀鼠剂(如毒鼠磷)毒杀。对鸟害, 以人工驱赶为主, 辅以其它驱除措施。

1.4.3 造林试验方法

苗木质量按照云南省地方标准《主要造林树种苗木》DB53/062-2006 中的苗木等级进行分级, 都用一级苗造林, 造林时间为 2007 年。

1) 试验区设计及造林

试验区采用完全随机区组设计, 设 6 个重复, 每个重复 2 个处理(处理 1 为工业化 90 d 苗, 处理 2 为常规 90 d 苗), 重复内每个处理定植 50 株(沿等高线方向栽植 5 行, 每行 10 株), 为长方形, 面积为 400 m², 株行距为 2 m×3 m。重复间间距 5 m, 处理

间间距 4 m。为便于施工和调查观测, 在每个重复明显位置栽一棵永久性水泥桩并标记重复号。

试验区采用沿等高线带状整地, 带宽 80~100 cm, 株行距要求规范。定植塘规格 30 cm×30 cm×40 cm。示范区沿等高线方向挖塘, 定植塘规格 30 cm×30 cm×40 cm。定植前每塘施复合肥 0.2 kg 或农家肥 0.5 kg 作基肥。

定植于 6 月下旬至 7 月上旬按试验区和示范区田间设计完成, 定植时要做到“苗正、打紧”, 回土略高于穴面。

造林后, 根据造林成活情况适时补植, 补植时所补植苗木要与原定植苗木为同一处理的苗木。

2007 年造林后, 在 10~11 月份对造林地抚育 1 次; 2008~2009 年每年 5~6 月、10~11 月各抚育 1 次, 连续抚育 5 年。

抚育管理包括定期除草、松土, 定期观测病虫害危害, 发现病虫害危害采用喷施多菌灵等药物防治。造林后一个月内进行成活率调查并进行补植。

2) 造林后观测内容和方法

成活率调查在造林当年的 10 月份进行, 每年调查 1 次。根据试验区各处理定植的株数, 调查得出各处理苗木成活株数, 计算出各处理的成活率, 再根据各处理的成活率, 计算出该树种的平均成活率。

1.5 分析方法

主要分析内容包括工厂化育苗与常规容器育苗苗木造林成活率差异分析, 数据分析采用数理统计方法进行分析。

2 试验结果与分析

2.1 造林成活率试验结果与分析

2.1.1 试验结果

对成活率共进行了 6 次重复调查, 通过统计, 各树种平均成活率见表 2、图 1 所示。

从表 2 和图 1 可以看出, 工厂化培育的苗木造林成活率明显高于常规育苗的。

2.2.2 方差分析

方差分析结果见表 3。

从方差分析结果可以看出, 华山松、川滇杞木、膏桐、旱冬瓜成活率差异不显著, 蓝桉、云南松在 0.01 水平上相差极显著, 圆柏、墨西哥柏、榉木、西南桦在 0.05 水平上相差显著。

3 结论与讨论

1) 工厂化培育的苗木造林成活率大于常规育

表 2 各树种造林成活率

Tab. 2 Afforestation survival rate of different tree species %

树种	工厂化苗木造林成活率	常规育苗造林成活率
蓝桉	84.33	71.67
云南松	96.00	80.00
华山松	89.00	84.50
圆柏	87.67	80.33
川滇杞木	95.00	94.33
墨西哥柏	96.00	84.33
膏桐	98.67	96.83
榉木	97.60	92.80
旱冬瓜	93.00	92.00
西南桦	99.67	95.67

表 3 成活率方差分析

Tab. 3 Variance analysis of survival rate

树种	F	显著性	F _{0.05}	F _{0.01}
蓝桉	15.10	15.10**	4.96	10.04
云南松	13.61	13.61**	4.96	10.04
华山松	2.29	2.29	4.96	10.04
圆柏	5.63	5.63*	4.96	10.04
川滇杞木	0.03	0.03	4.96	10.04
墨西哥柏	8.05	8.05*	4.96	10.04
膏桐	2.51	2.51	4.96	10.04
榉木	7.98	7.98*	4.96	10.04
旱冬瓜	2.14	2.14	4.96	10.04
西南桦	6.79	6.79*	4.96	10.04

注:**表示在 0.01 水平上显著相关,*表示在 0.05 水平上显著相关。

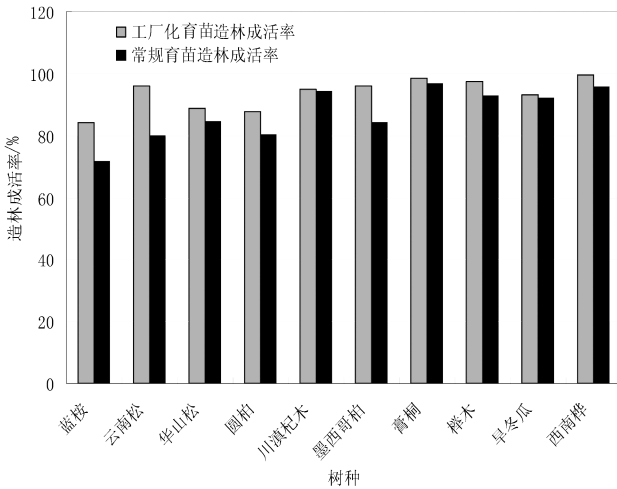


图 1 各树种造林成活率

Fig. 1 Afforestation survival rate of different tree species

苗。工厂化育苗 10 个树种的平均成活率为 93.6%，常规化育苗 10 个树种平均成活率为 87.2%。华山松、川滇杞木、膏桐、旱冬瓜成活率差异不显著，蓝桉、云南松在 0.01 水平上差异极显著，圆柏、墨西哥柏、榉木、西南桦在 0.05 水平上差异显著。

2) 工厂化育苗在提高造林成活率方面具一定优势,大部分树种的方差分析结果差异显著,但华山松、川滇杞木、膏桐、旱冬瓜方差分析不显著,甚至出现常规育苗造林成活率高于工厂化育苗造林,可能是由于管理措施不到位、实施项目缺乏经验、地域条件差异大,以及自然灾害等因素造成。

3) 对工厂化育苗造林后苗木的病虫害问题还

需作进一步研究,在试验中发现病虫害的情况,是否与苗木培育方式有关还待今后研究。

4) 本次研究时间较短,研究内容和方法还不够创新,研究结果还比较浅,对于工厂化育苗造林后的调查、研究今后还有很大空间。

参考文献:

- [1] 沈国舫. 森林培育学[M]. 北京:中国林业出版社, 2007(4),141-177.
- [2] 侯元兆. 现代林业育苗的理念与技术[J]. 世界林业研究,2007, 20(4):24-29.
- [3] 李春明,白卉,卢慧颖,等. 山杨工厂化技术体系的研究[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2011(3):25-27.
- [4] 刘志侠,张宏友,刘颖. 工厂化育苗精量播种装置现状分析[J]. 农机化研究,2005(2):22-24.
- [5] 李永峰. 工厂化育苗在林木种苗生产中的应用[J]. 科技情报开发与经济,2008(8):203-204.
- [6] 吴丽君. 巨尾桉工厂化育苗[J]. 林业勘察设计,1994(12):66-67.
- [7] 卢靖,徐保燕. 西南桦穴盘容器工厂化育苗造林生长状况分析[J]. 热带林业,2009(6):23-25.
- [8] 左慧忠. 谈谈工厂化育苗[J]. 种子科技,1992(2):22-24.
- [9] 唐凤. 工厂化育苗技术[J]. 甘肃农业,2011(2):94-95.
- [10] 周丽华,张华通,龚峥,等. 互叶白千层工厂化育苗技术[J]. 广东林业科技,2001(1):16-19.
- [11] 郝金魁,张西群,齐新,等. 工厂化育苗技术现状与发展对策[J]. 江苏农业科学,2012(1):357-359.
- [12] 陆金德,邓源,顾韵莉,等. 仙客来工厂化育苗技术[J]. 上海农业科技,2010(1):125-126.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.008

森林资源价值评价中重复计算问题的研究

仇 琪,冯仲科,高 原,黄晓磊,马松增

(北京林业大学测绘与“3S”技术中心,北京 100083)

摘要:针对森林价值评价中存在对物理量与货币量重复计算的问题,以山东省 2006 年森林资源价值计算为例,结合本地森林资源的特点及前期数据采集信息量分析确定新的核算体系。提出应将森林资源严格定义,并将收益价值与成本价值严格区分,扣除超出森林资源范围以及重复计算的部分,利用经济学原理确定新的核算体系,重新计算森林资源价值。2006 年山东省森林资源价值原核算结果为 3 679 亿元,重新核算的价值为 1 493 亿元,二者差异较大。

关键词:森林资源价值;评价;重复计算;核算体系

中图分类号:F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0038-04

Repeated Calculation Problem in Forest Resources Value Evaluation

QIU Qi, FENG Zhong-ke, GAO Yuan, HUANG Xiao-lei, MA Song-zen

(Surveying and Mapping and “3S” Technology Center, Beijing Forestry University Beijing100083, China)

Abstract: According to the existing problems of repeated calculation in physical quantity and currency quantity in forest value evaluation, taking forest resources value calculation of Shandong Province in 2006 for example, combined with characteristics of local forest resources and the preliminary data collecting information analysis, new accounting system was built. Suggestions were put forward such as to strictly define forest resources, strictly distinguish income value and cost value; deduct those exceed forest resources rang and repeated counting part, build new accounting system based on the principles of economics to recalculate the value of forest resources. The original accounting value of forest resources in Shandong Province in 2006 was 367.9 billion yuan, the recalculated value was 149.3 billion yuan, and the difference was significant.

Key words: forest resource value; evaluation; repeated calculation; accounting system

森林资源作为绿色 GDP 重要的组成部分,被越来越多的专家学者所关注。我国森林资源核算体系的差异性大,各个部门计算价值时采用的目标参数不同,使得森林资源价值认可度低。目前存在的最大问题是价值的重复计算,使得森林资源核算的价值与实际公允价值的差距扩大。现阶段我国森林资

源价值评价体系多是借鉴日本、美国等对森林资源管理较成熟的国家^[1],并以生态系统服务功能为主而建立起来的。由于生态系统主要计量单位为生物量,而生物量转化为价值量的这一过程,也是生态领域向经济学领域过渡的过程,两者之间权重关系非常重要。合理地划分生物量与价值量在森林资源之

收稿日期:2012-12-14;修回日期:2013-02-28.

作者简介:仇 琪(1987-),女,甘肃张掖人,硕士研究生。研究方向:不动产评估。

间的关系,是解决森林资源价值计算的核心问题之一。

1 研究区概况

山东省位于我国东部沿海地区,属于温带大陆性季风气候,总面积为 15.78 万 km²,拥有约 9 580 万人口。山东省生物资源种类多、数量大,其中包括各种果树 90 种,中药材 800 多种,以及大面积的花卉种植区。

2006 年山东省林业用地面积为 308.68 万 hm²,森林总蓄积量为 6 203.527 8 万 m³,森林覆盖率为 14.74%,占全省土地总面积的 20.28%;非林业用地 1 213.53 万 hm²,占 79.72%。在林业用地中,有林地 224.32 万 hm²,占林业用地面积的 72.67%;其次是无林地 44.63 万 hm²(包括宜林荒山荒地,采伐迹地,火烧迹地和宜林沙荒地),占 14.46%。

2 数据与方法

依据第六次森林资源清查资料以及基于“3S”技术的山东省森林资源调查,对所包含要素遥感影像的解译,采用立木倒算法、现实市价法、收益现值法将资产核算分为存量价值与流量价值,通过加总得出 2006 年山东省森林资源的总价值。本文基于上述基础,通过对此次调查中森林资源所有数据中生物量与价值量的分析^[2],对应当扣减的部分加以说明,并重新计算。最终得出新的核算体系重新计算山东省森林资源价值。

2.1 数据来源

原核算过程是通过表 1 的要素进行遥感解译,得出 2006 年山东省林业用地面积为 308.68 万 hm²,森林总蓄积量为 6 203.527 8 万 m³,森林覆盖率为 14.74%。总价值为 3 679 亿元。其中,林地资源的总价值为 161 亿元,经济林产品为 371 亿元,非林木产品为 317 亿元,森林的社会服务所引起社会效应的价值为 302 亿元(表 2、表 3)。

扣除以上非生态环境核算内容可得出,2006 年山东省森林生态环境资源的总价值为 2 825 亿元。

2.2 湿地部分的扣除

原评价体系中将湿地资源的价值也划分到森林资源中。但湿地资源作为一个独立的生态资源,不应笼统地划分到森林资源。湿地是位于陆生生态系统和水生生态系统之间的过渡性地带,在土壤浸泡在水中的特定环境下,生长着很多湿地的特征植物。

表 1 山东省 2006 年森林核算方案

Tab. 1 Forest accounting program in 2006 in Shandong Province

森林资产核算 存量价值		森林生产核算 流量价值	
林地资产	各类有林地、荒地	立木生长量	当年生长量
立木资产	天然林立木	经济林产品	当年产量
	人工林立木	非林木产品	当年产量
	经济林立木		水源涵养
湿地资产	土地		保育土壤
花卉资产	土地(含苗圃苗圃地)		固碳制氧
			农业防护
			生物多样性维护
			净化空气,调节气候
			景观游憩
		生态服务 湿地	生态服务

表 2 存量价值

Tab. 2 Stock value

森林资产核算内容	价值/亿元
林地资产	161
立木资产	141
湿地资产	70
花卉资产	3
森林生态资产(碳汇储备)	112
总计	487

表 3 流量价值

Tab. 3 Flow value

森林生产核算内容	价值/亿元
立木生长量	7
经济林产品	371
非林木产品	256
花卉生产	61
森林生态服务	1038
湿地生态系统产品与服务	1157
森林社会服务	302
总计	3192

山东省湿地资源多为浅海水域、淡水湖、库塘以及季节性间歇性河流。虽然也相应地穿插在森林资源内,对森林资源存在状态有一定的影响,但更重要的是湿地这种特殊环境资源自身的价值不应当计入森

林资源,这样无形中会夸大森林资源自身的价值。所以应由湿地的实物存量价值予以扣除,并将由湿地资源所产生的直接使用价值、间接使用价值予以扣除(直接使用价值:原材料生产、养殖、蓄水;间接使用价值:生物多样性、调节气候、净化水质、调蓄洪水)。

扣除后所得的山东省森林环境资源价值为 1 301 亿元。

2.3 重复计算部分的扣除

2.3.1 立木生长量

2006 年山东省森林资源的立木生长量所产生的价值为 7 亿元。生长量表现为林木生长的增量。所产生的价值量已经在存量价值中表现,所以应当在对森林资源总价值计算中将立木资产的存量价值予以相应地扣除。

扣除后所得的山东省森林环境资源价值为 1 294 亿元。

2.3.2 物理量与货币量的重复计算

森林生态环境服务资源估价的环境功能价值是其环境功能物理量与货币量的乘积。因此,森林资源环境功能的价值大小及准确可靠程度受到其物理量和货币量(单位价值量)的双重因素影响,既要考虑避免物理量的重复计算,又要考虑股价指标价格的夸大计算及替代、和理性问题(表 4)。

表 4 森林生态环境服务计算指标修正汇总

Tab. 4 Forest ecological environment service calculation index

correction summary

指标类别	估价标准	缺陷
涵养水源	调节水量 净化水质	非等效能价格替代
保育土壤	固土 保肥	属自身消耗、不应再计
固碳制氧	固碳 制氧	/ 非等效能价格替代
积累营养物质	林木营养积累 提供负离子	属自身消耗、不应再计
净化大气环境	吸收污染物 降低噪音 滞尘	非等效能价格替代
森林防护	森林防护	易将间接收益重复计算
生物多样性保护	物种保育	/
森林游憩	森林游憩	易将间接收益重复计算

在此项核算的过程中,对森林资源的生态环境

服务的计算主要设计以下几方面的因素:水源涵养、保育土壤、固碳制氧、农业防护、生物多样性维护、净化空气与调节气候、景观游憩 7 个方面。其中每一部分的价值如表 5 所示。

表 5 山东省森林生态环境服务流量价值账户

Tab. 5 Shandong province forest ecological environment services flow value account

森林生态服务	年价值/亿元
涵养水源	102. 60
保育土壤	10. 20
农业防护	36. 42
净化环境	7. 48
调节气候	746. 14
固碳制氧	固碳:4. 6974 供氧:2. 7900
景观游憩	4. 01
生物多样性	123. 66
合计	1038

1) 森林资源的涵养水源功能与保育土壤的功能是作为森林资源本身具有的功能,不具有价值增量的特性,是对森林本体的自身消耗,不应计入森林资源的生态环境服务价值中。

2) 森林资源中农业防护所产生的价值同样属于重复计算的部分。在存量价值的核算中,已经将防护后所产生的价值体现在所防护的相对目标物中,若再次计算,则会夸大防护林的实际价值。

3) 森林景观的游憩功能价值在《森林生态系统服务功能评价规范》中虽已明确指出:其价值是通过森林公园和自然保护区的旅游总收入来计算森林游憩的总价值。但是,在存量价值中,森林景观游憩有森林自身的直接价值已经在林木资源中得到体现。若将景观收入再次计入生态服务价值,就会引起重复计算。

4) 由于在存量价值的计算中,已将山东省森林资源的立木的固碳价值进行了计算,所以在流量价值的计算中,应当扣除固碳所产生的价值,只将制氧所产生的价值计入其中(表 6)。

扣除包含在森林资源生态服务价值中重复核算的部分可得出,由森林生态服务功能给森林资源产生的价值为 880. 1 亿元。

将森林资源最终可得到山东省环境资源价值为 1294-157. 9=1136. 1 亿元。

表 6 扣除防护林环境价值、景观游憩价值、及部分森林自身消耗的环境价值

Tab. 6 Deduction of protection forest environmental value, landscape recreational value, and part of forest consumes environmental value

森林资源生态服务		年价值/亿元
生态服务总价值		1038.00
涵养水源		102.60
保育土壤		10.20
扣除价值	农业防护	36.42
	固碳价值	4.70
	景观游憩	4.01
	小计	157.90
总计		880.10

2.4 重新计算及结果分析

森林资源的收益是指将森林资源视作产成品或半成品,在显性或隐性的交易市场或交易平台中所产生货币价值之后扣除交易或事项之前发生的成本、费用之后被权益人所拥有的价值。森林资源的成本是指,森林资源作为商品这种一般等价物,在自然生长这一特殊的生产过程中所要消耗的生产力与生产资料等生产要素所投入的货币价值。

2.4.1 从收益角度计算

原数据核算的碳储备价值计算中,非经济林产出的价值为 68.76 亿元,经济林产出价值为 43.24 亿元。

根据计算得出:森林资源的经济林收益价值为 414.24 亿元。森林资源的非经济林收益价值为 1 089.86 亿元。森林资源的花卉收益价值为 61 亿元。

2.4.2 从成本角度计算

原数据核算出立木资产的价值为 141 亿元,其中包括非经济林 95 亿元,经济林 46 亿元,花卉 3 亿元;林木的用地价值为 161 亿元,其中经济林用地价值为 130 亿元,非经济林用地为 25.4 亿元。假设将无林地近似地划分为花卉用地,其价值为 5.6 亿元。

根据计算得出:森林资源的经济林成本价值为 176 亿元。森林资源的非经济林成本价值为 120.4 亿元。森林资源的花卉成本价值为 8.6 亿元。

2.4.3 均衡价值的计算

引入经济学概念,可将经济林的价值理解为供求均衡的结果。可用最后的均值作为其价值(表 7)。

表 7 均衡价值计算结果

Tab. 7 Equilibrium value of calculated results 亿元

价值量		经济林	非经济林	花卉
成本价值	林地价值	130.00	25.40	5.6
	林木价值	46.00	95.00	3.0
合计		176.00	120.40	8.6
收益价值		414.24	1089.86	61.0
均衡价值		295.10	605.10	34.8

2.4.4 重新计算结果

重新计算后的山东省森林资源价值如表 8 所示。

表 8 重新计算后的山东省森林资源价值

Tab. 8 Computed value of forest resources in Shandong

Province					亿元
经济林	非经济林	花卉	社会服务效应	非林木产品	总计
295.1	605.1	34.8	302	256	1493

由表 8 可看出,2006 年山东省森林资源的价值为 1 493 亿元,其中由经济林产生的价值为 295.1 亿元,非经济林产生的价值为 605.1 亿元,花卉产生的价值为 34.8 亿元,非林木产品产生的价值为 256 亿元。2006 年由山东省森林资源所带来的的各项社会服务效益价值为 302 亿元。

3 结论与讨论

结合当地森林资源的特点及前期数据采集信息量分析确定新的核算体系。提出应将森林资源严格定义为扣除湿地在森林资源价值中所占的价值量,并将收益价值与成本价值严格区分,扣除有森林资源自身服务功能所产生的例如涵养水源、防护等功能衍生价值并利用经济学原理确定新的核算体系,重新计算森林资源价值。这样不仅可以将森林资源价值评价中生物量与价值量两者相区分,也增强了核算结果的可信度。最终得出 2006 年山东省森林资源总价值为 1 493 亿元,与原核算体系下所得的 3 679 亿元有很大的差异。

随着森林资源评价体系的不断完善,森林资源的评价价值将更加趋于合理化,就本文而言,研究过程中还存在以下问题有待于更好地解决:①从经济学角度考虑,在所有的计算中,都没有考虑到剩余价值

(下转第 54 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.009

德钦县生态公益林管理现状与对策

李 贤

(迪庆州林业局公益林管理站,云南 香格里拉 674400)

摘要:介绍德钦县生态公益林管理的组织机构、管护形式、管护办法等现状,目前公益林管理中尚存在着可利用森林资源减少,生态效益补偿缺乏合理性,补偿标准单一,宣传教育欠缺,档案建立滞后,林分质量低下,防护效益差等问题。藉此,提出推行以绩效管理为重点的公益林管理新机制,加大宣传力度,提高林分质量,增强生态防护效益,完善管理机制和队伍建设,严格保护,动态监测等生态公益林管理对策与建议。

关键词:生态公益林;生态效益补偿;管理机制;德钦县

中图分类号:S718.545;S750 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2013)02-0042-04

Status and Countermeasures of Deqin County Ecological Non-commercial Forest Management

LI Xian

(Non-commercial Forest Management Station of Diqing Forestry Bureau, Shangri-La, Yunnan 674400, China)

Abstract: Status of organization, management and protection, management and protection measures of ecological non-commercial forest management in Deqin County was introduced. Problems such as decreased usable forest resources, unreasonable ecological benefits compensation, lack of reasonable compensation standard, short of publicity and education, lag behind of file build, low quality of forest stand, poor protection effect still existed. Thus, countermeasures and suggestions of ecological forest management, i. e. practise new non-commercial forest management mechanisms focused on performance management, step up publicity efforts, improve quality of forest stand, and enhance effectiveness of ecological protection, improve management mechanism and team building, strict protection and dynamic monitoring were proposed.

Key words: ecological non-commercial forest; ecological benefit compensation; management mechanism; Deqin County

1 概况

德钦县位于云南省西北端,地处金沙江、澜沧江、怒江三江褶皱带,青藏高原南缘滇、川、藏三省结

合部。地理位置为 98°35'06"~99°32'02" E,27°33'04"~29°15'02" N,北靠西藏自治区芒康县,东临四川省甘孜州巴塘县、德荣县,南接维西县,西与西藏左贡县、察隅县及怒江州贡山县接壤。县境东西最

收稿日期:2013-01-08;修回日期:2013-02-07.

作者简介:李贤(1974-),男,云南德钦人,工程师。从事林业工作。

大横距 68 km,南北最大纵距 188 km。全县国土面积为 7 273 m²。德钦县地处青藏高原南延部分,横断山脉中段,两江峡谷褶皱带。从西向东依次有北南走向的怒山山脉、澜沧江、云岭山脉和金沙江相间并列,构成“两江夹一山和两山夹一江”的特殊地貌。境内山高谷深,山体庞大,异峰突起,沟谷交错,怒山山脉和云岭山脉,自北向南贯穿全境,地势西北高,东南低,高差十分悬殊。

境内最高点为滇藏交界处的梅里雪山卡瓦格博峰,海拔 6 740 m,为云南省第一高峰;最低点为巴东河与澜沧江交汇处,海拔 1 840.5 m,相对高差达 4 899.5 m。德钦县辖 6 乡 2 镇,即升平镇、奔子栏镇、羊拉乡、佛山乡、云岭乡、燕门乡、霞若傈僳族乡、拖顶傈僳族乡,共有 43 个村民委员会,466 个村民小组。全县 6 乡 2 镇,43 个村委会(社区),县政府驻地升平镇,距州府香格里拉县城建塘镇 182 km,距省会昆明市 899 km。

德钦县林地总面积为 56.30 万 hm²,其中有林地 39.37 万 hm²、疏林地 1 746.67 hm²、灌木林地 15.86 万 hm²、未成林地 1 333.33 hm²、宜林地 7 520.00 hm²、苗圃地 4.53 hm²。

公益林管理经过 1999 年森林分类经营区划、2004 年国家重点公益林区划界定、2008 年省级公益林区划界定、2010 年国家公益林分级区划界定、2011 年公益林修编、省校核控制德钦县公益林面积为 55.86 万 hm²,其中国家级公益林 44.65 万 hm²,省级公益林 10.87 万 hm²,县级公益林 0.34 万 hm²。

2 生态公益林管理现状

2.1 组织机构

德钦县国家级公益林森林管护组织体系是:德钦县公益林生态效益补偿工作领导小组办公室→各乡镇林业站(林场)→管护责任单位→管护人员,五级垂直管理。

2.2 管护形式

德钦县纳入国家级公益林生态补偿的林地权属有国有和集体,国家级公益林管护形式分专业管护和个体承包管护 2 种形式。根据德钦县林业局、各乡(镇)林业站、涉及村委会相关领导意见,德钦县国家级公益林管护形式国有林采取聘用专职护林员专业管护,集体林和个体林采取个体承包管护形式。

2.3 管护办法

德钦县人民政府与管护责任单位签订了禁伐协

表 1 德钦县林地面积及公益林资源结构

单位	地类	林地 总面积	公益林面积			
			合计	国家级	省级	州 (市)级 县(市、 区)级
	总计	56.30	55.86	44.65	10.87	0.34
	有林地	39.37	39.13	31.76	7.16	0.21
	疏林地	0.98	0.18	0.15	0.03	
德 钦 县	灌木林地	15.86	15.71	11.99	3.58	0.13
	未成林地	0.13	0.12	0.10	0.02	
	宜林地	0.75	0.72	0.65	0.08	
	苗圃地	0.01				

议 145 份,限伐协议 279 份。全县公益林共划分为 1 372 个管护责任区,管护责任单位 16 个,落实管护人员 1 372 人,平均每人管护 415.07 hm²,国有林管护责任区 750 个,落实管护人员 750 人,集体管护责任区 622 个,管护责任单位为所涉及的 8 个乡镇林业站及 8 个林场,共涉及全县公益林区划管护责任区中的 1 215 个。国有林由县级林业主管部门指定国有林场和乡镇林业站为管理单位;集体林由林业站承担。签订了管护合同 A 16 份,管护合同 B 1 215 份。

3 生态公益林管理存在的问题

3.1 可利用森林资源减少

德钦县 99.2% 的林地面积被区划为公益林,商品林面积锐减,公益林由原来的 50.43 万 hm² 增加到现在的 55.86 万 hm²,商品林由原来的 2.30 万 hm² 锐减到现在的 0.44 万 hm²,经济林和用材林所占比例逐年下降,用材林龄组结构不合理,大多是近熟林和成熟林,近期采伐后,后期采伐可利用率低。

3.2 现行的生态公益林生态效益补偿缺乏合理性

现行的生态公益林生态效益补偿机制不完善,林农经营管理积极性不高,公益林效益补偿与森林经营管理的投入和发挥相比,补偿标准偏低;国有的国家级公益林补偿标准为 75 元/(hm²·a);集体或者个人所有的国家级公益林补偿标准为 10 元/(hm²·a),加之集体林权制度改革后,林木、林地经济价值不断提升,造成经营商品林和经营公益林收益差距较大。林农的生态意识对生态公益林的发展具有十分重要的作用。林改后,生态公益林的经营

主体转为林农,林农在管护生态公益林上扮演主要角色,如果林农生态意识较低,在面对保护生态公益林而获得的较低的补偿与经营商品林的巨大经济利益的巨大反差面前,林农很有可能要求调出公益林或直接将公益林作为商品林经营,这样就直接影响公益林的管护,也导致优质公益林的流失。

3.3 现行的公益林补偿标准单一

现行的公益林管理中存在着管理好坏一个样、区位主次一个样、林分优劣一个样、年补偿标准都一样,这种早已被摒弃的大锅饭或平均主义的管理机制,给原本补偿标准过低的公益林管理造成极不公平和极不合理的状况,效率优先、兼顾公平的原则在现行公益林补偿及管理中没有得到全面贯彻,加之国家对公益林利用的政策没有明确,林权单位和个人以及管理者的积极性和创造性难以激活。

3.4 宣传教育欠缺,档案建立滞后

2009年公益林补偿试点中补偿权属为集体的4.60万 hm^2 国家级公益林和4.67万 hm^2 的省级公益林,补偿涉及面小,公益林宣传工作只能涉及到部分有补偿的村民小组,生态公益林政策宣传面小,宣传碑(牌)、永久性标牌建立不完善。2011年全面实行公益林补偿后,对国家级公益林44.65万 hm^2 、省级公益林10.87万 hm^2 未能做到及时加强宣传,宣传碑(牌)、永久性标牌的建立不完善,公益林档案建设滞后,这种基础性工作滞后给现行的公益林管理带来了较大困难。

3.5 林分质量低下,防护效益差

①生态公益林防护效益差,金沙江、澜沧江两岸(以下简称:两江流域)公益林地岩石裸露率达30%~70%,坡度在 25° 以上的地域水土流失严重,林地利用率低下,防护功能弱;②从树种结构看,林分树种结构单一;③从建设结构看,没有形成乔灌草复层异龄结构,存在纯林、单层林多,混交林、复层林少的问题,防护效益和防护功能较弱。

4 生态公益林管理对策与建议

加强德钦县生态公益林管理是一项长期的建设任务,必须建立一套完整的生态公益林建设和管理制度。

4.1 推行以绩效管理为重点的公益林管理新机制

探索建立公益林的经营模式。根据生态区位和生态功能发挥的不同,建议根据国家级公益林的分级区划模式,参照《云南省国家级公益林分级区划操作细则》,将全县的公益林管理实行分级保护,分

类施策,划分为3个管护等级模式。

1)特殊保护。保护对象主要是自然保护区,名胜古迹、革命纪念地,两江流域的第一面山区以及生态环境极端脆弱地区的森林,如白马雪山国家级保护区,三江并流梅里雪山景区等,采取禁封管护,严禁一切形式的采伐利用,逐步提高补偿标准到225元/ $(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。

2)重点保护。保护对象为重点区位中的特用林、防护林中坡度大于 25° ,林分相对脆弱的林地。建议措施以封育、人工促进天然更新、改造为主,适当开展生态疏伐,补偿标准为150元/ $(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。

3)一般保护。保护对象主要为防护林中坡度小于 25° 的林地,采取封育、抚育采伐、更新采伐等方法,使其逐步改造成复层林和混交林,增强其生态功能和景观效益,补偿标准为105元/ $(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 左右。

同时加强检查验收工作,对公益林管理问题较多,管理差,管护不利,检查验收不合格的集体,直接不兑现补偿资金,用于奖励管理好、质量高、问题少的集体,真正做到效率优先、兼顾公平,充分发挥管理效能作用,同时又又可以解决部分林分较好、区位重要而公益林补偿标准过低的问题。

4.2 加大对生态公益林的宣传力度

1)完善宣传基础设施。对于国家2011年公益林修编区划的公益林,在公益林区的交通路口设立宣传牌、监督岗、公示栏,对一些已经陈旧破损和内容有所调整的公益林宣传牌及时更新,同时丰富宣传手段,利用好各种宣传媒体进行广泛宣传。

2)加强宣传的针对性。主要针对林区群众最为关注的公益林建设和管理的热点问题,及时为林农释疑解惑,做好群众长期维护和支持公益林建设的思想工作等。

3)把领导干部纳入宣传对象。不断强化各级领导干部的生态公益林管护意识,把生态公益林建设当成一件关系地区生态安全的大事常抓不懈。

4)加强政策咨询和技术指导。通过开展林业部门林业科技送下乡活动,向林农发送宣传资料,开办专题讲座,使之家喻户晓,深入人心。

5)利用德钦藏区的民族文化,宗教信仰,自然崇拜,节制、适度的生产生活方式,结合公益林管理政策进行广泛宣传,形成公益林管理与地区文化、宗教信仰有效地统一。

4.3 提高林分质量,增强生态防护效益

加强对林分结构的改造。包括对公益林区的疏

残林,低效林分、灌木林地的改造。在扩大森林资源总量的基础上,增加林地生产力,提高林分质量,集中培育复层异龄混交林是增强公益林生态防护效益的关键措施。通过植树造林、封山育林、抚育间伐、引进树种等措施,培育复层混交林,同时加大科技力度,因生态公益林地处自然条件恶劣的地带,造林难度大,必须依靠先进科技,增加科技含量,才能建设高质高效的生态公益林。

4.4 完善管理机制和队伍建设

1) 队伍建设素质化。严格把关,聘请护林员首先由村委会推荐,乡镇林业站考核,乡镇政府审核,报县林业主管部门批准备案。并加强对护林员的培训教育,开展法律法规、政策、林业、资源保护方面知识的培训学习,为保护好公益林打下基础。

2) 管护责任化。乡镇、村、社层层签订责任状,并建立相应的管理机制,县林业主管部门考核乡镇,乡镇检查考核监管员,监管员检查考核护林员。哪个地块出问题,追究该地块护林员、监管员的责任。凡是不能及时发现案件或隐瞒不报的都要给予相应处理。每年对护林员进行综合评定,实行末位淘汰制,淘汰护林员的比例在5%左右。

3) 资金管理规范化。公益林补助资金做到专户存储、专款专用、单独建账。加大监督力度,不定期进行抽查、检查监督资金是否按时足额到位,资金发放与林权所有者是否一致,有效防止资金截留、挤占、挪用或造成资金浪费。

4) 加强对林地资源的规范化管理。工作中注重合同档案的管理,设立专兼职档案管理人员,利用电脑办公设备建立健全生态公益林资源数据库;公益林管护台账、区划界定书、管护合同等完全按照档案管理标准进行归档,为科学的管理提供依据。

5) 因地制宜、因村施策,选择制定符合当地实际的生态公益林管护模式。要依据各地村情、林情以及生态公益林自身的特点。针对林农对山林的依赖程度,因地制宜、因村施策、尊重民意,形式多样。在突出“均”字基础上,还要突出“联”字,即先分到户,再联合起来,以联为主,落实管护责任主体。建议采取的主要模式有“股份均山、联户管护”,“责任承包、专业管护”,“相对集中、委托管护”,“责任承包、分户管护”以及“统一管护”5种管护模式。建立分工明确的监督管理机制,充分发挥乡镇林业站、村“两委”的作用,加强对管护主体的监管,确保管护责任落实到位。

4.5 严格保护,动态监测

根据《森林法》等有关法律法规,对生态公益林进行严格保护,严禁非法征占用。经批准确认的公益林不得随意变更。确需变更的,必须逐级上报林业主管部门批准。积极出台生态公益林管理办法,规范管理,明确职责,加强法制,促进全县生态公益林建设。同时定期检查生态公益林发展情况,掌握动态,为政府提供决策依据。

参考文献:

- [1] 黄丽萍. 福建省漳平市生态公益林管理现状及建议[J]. 北京农业, 2012(12): 180-182.
- [2] 李扬裕. 浅谈森林生态效益补偿及实施步骤[J]. 林业经济问题, 2004(6): 369-371.
- [3] 谢利玉. 浅论公益林生态效益补偿问题[J]. 世界林业研究, 2000, 13(3): 70-76.
- [4] 朱金胡, 程素兰, 洪万旺. 对瑞安市梅屿乡生态公益林建设与管理的思考[J]. 现代农业科技, 2011(12): 222-223.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.010

云南省生态公益林建设现状及对策

赵书学

(云南省林业调查规划院生态分院,云南 昆明 650031)

摘要:介绍云南省各级生态公益林分权属、区位、地类、流域和保护级别等的面积,以及生态公益林建设成效。对区划界定不够合理;动态管理难度大;实施方案时效短,修编成常态化;补偿经费来源单一,补偿标准低;大部分生态公益林防护效益差,防护功能弱;大部分县(市、区)公益林管护责任区未统一划分等工程建设中存在的问题进行分析,藉此提出了相应对策与建议。

关键词:生态公益林;建设规模;区划界定;补偿机制

中图分类号:S718.54;F316.23 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2013)02-0046-04

Status and Countermeasures of Ecological Non-commercial Forest in Yunnan Province

ZHAO Shu-xue

(Ecological Branch of Yunnan Forestry Inventory and Planning Institute, Kunming 650031, China)

Abstract: An introduction related to ownership, location, land type, basin, protection level, and construction effect of all level ecological non-commercial forests in Yunnan province was made. Existing problems, i. e. unreasonable division; dynamic management difficulty; short effectiveness of embodiment, frequent revision; limited source of compensation funds, low compensation standards; poor efficiency of most ecological forests protection, weak protection service, non-uniform planning of most non-commercial forest areas, were analyzed. Corresponding countermeasures and suggestions were put forward.

Key words: ecological non-commercial forest; construction scale; division definition; compensation mechanism

生态产品是当今世界最短缺的公共产品,是公共财政的重点投资方向^[1]。生态公益林就是以生态功能利用为主要经营目的的森林,它以生态效益为主要产品。正是基于其固有的公共属性,在国家的正确引领下,云南省政府早已开始重视生态公益林建设,只是由于它是一个以自然、经济和社会多方面为基础的十分庞大的系统工程,要构建一个相对

完善的公益林建设体系,需要一个漫长的历史进程。它需要强有力的政策来扶持,有雄厚的财力作为铺垫,有相关部门的密切配合,有科学的经营技术作为支撑,有高素质的林农积极参与。它的完善程度在一定程度上体现了一个国家或地区生态文明和社会进步的程度。

云南省地处祖国的西南边陲、横断山区,六大河

收稿日期:2013-01-22;修回日期:2013-03-09.

作者简介:赵书学(1978-),女,贵州桐梓人,工程师。从事林业调查规划及设计工作。

流流经境内,地处5个东南亚国家的上游,生态区位十分重要,且生物多样性极为丰富,在应对气候变暖的今天,加强生态公益林建设意义重大。

要进一步建设好云南省的生态公益林,经营管理方面有哪些需要进一步完善的呢?笔者将就这一问题展开讨论。

1 生态公益林建设现状

云南省委和政府十分重视生态公益林建设,根据各区域生态区位的重要性和生态系统的脆弱性,按照相关标准分别区划界定了国家级公益林和省级公益林,奠定了云南省生态公益林的总体框架。在国家级公益林和省级公益林的总体框架下,部分州(市)、县(区、市)也根据各自的财力情况着眼于本区域的生态安全,区划界定了州(市)级、县(区、市)级公益林,进一步完善了公益林建设体系。

根据2011年底的公益林修编资料,云南省再一次确定了国家级公益林和省级公益林的建设规模和布局。

1.1 国家级公益林建设规模

云南省国家级公益林面积 7 918 466.7 hm², 其中:

1)按林地使用权分,国有面积 3 271 800.0 hm², 占41.3%;集体面积 3 443 000.0 hm², 占43.5%;个人面积 1 203 666.7 hm², 占15.2%。

2)按区位分,江河源头面积 85 266.7 hm², 占1.1%;江河两岸面积 1 919 200.0 hm², 占24.2%;自然保护区及自然遗产面积 2 103 933.3 hm², 占26.6%;湿地和水库面积 35 666.7 hm², 占0.4%;边境地区面积 568 466.7 hm², 占7.2%;荒漠化和水土流失严重地区面积 3 205 933.3 hm², 占40.5%。

3)按地类分,有林地 5 874 066.7 hm², 占74.2%;疏林地 35 200.0 hm², 占0.4%;灌木林地 1 891 533.4 hm², 占23.9%;未成林造林地 22 333.3 hm², 占0.3%;宜林地 95 333.3 hm², 占1.2%。

4)按工程区分,天保工程区面积 5 716 600.0 hm², 占72.2%;非天保工程区面积 2 201 866.7 hm², 占27.8%。

5)按流域分,金沙江流域面积 2 710 866.7 hm², 占34.2%;澜沧江流域面积 1 859 266.7 hm², 占23.5%;红河流域面积 1 248 533.3 hm², 占15.8%;南盘江流域面积 954 666.7 hm², 占12.0%;怒江

流域面积 709 733.3 hm², 占9.0%;伊洛瓦底江流域面积 435 400.0 hm², 占5.5%。

6)按保护等级分,Ⅰ级保护面积 4 171 400.0 hm², 占52.7%;Ⅱ级保护面积 3 621 533.4 hm², 占45.7%;Ⅲ级保护面积 125 533.3 hm², 占1.6%。

1.2 省级公益林建设规模

云南省省级公益林面积 3 944 533.3 hm², 其中:

1)按林地使用权分,国有面积 944 333.3 hm², 占23.9%;集体面积 2 274 133.3 hm², 占57.7%;个人面积 726 066.7 hm², 占18.4%。

2)按区位分,江河源头和两岸面积 1 562 606.7 hm², 占39.6%;大中型水库面积 150 786.7 hm², 占3.8%;自然保护区面积 120 513.3 hm², 占3.1%;高原湖泊和湿地面积 17 913.3 hm², 占0.5%;交通干线护路林面积 236 466.7 hm², 占6.0%;城市面山及饮水工程面积 245 340.0 hm², 占6.2%;森林公园面积 20 673.3 hm², 占0.5%;风景名胜古迹、革命纪念地和自然与文化遗产面积 5 940.0 hm², 占0.1%;其它重点水源区、风景区、环境保护区面积 1 584 293.3 hm², 占40.2%。

3)按地类分,有林地 2 935 646.7 hm², 占74.4%;疏林地 16 740.0 hm², 占0.4%;灌木林地 751 506.6 hm², 占19.1%;未成林造林地 85 820.0 hm², 占2.2%;宜林地 154 820.0 hm², 占3.9%。

4)按工程区分,天保工程区面积 3 053 206.7 hm², 占77.4%;非天保工程区面积 891 326.6 hm², 占22.6%。

5)按流域分,长江流域面积 1 564 633.4 hm², 占39.6%;澜沧江流域面积 929 573.3 hm², 占23.6%;红河流域面积 8 12 053.3 hm², 占20.6%;南盘江流域面积 433 660.0 hm², 占11.0%;怒江流域面积 130 313.3 hm², 占3.3%;伊洛瓦底江流域面积 74 300.0 hm², 占1.9%。

1.3 州(市)级、县(市、区)级公益林建设规模

州(市)级公益林面积 168 697.7 hm²。县(市、区)级公益林面积 508 607.5 hm²。

由于统计资料收集不全,不能提供州(市)级公益林和县(市、区)级公益林更详细的数据。

1.4 生态公益林建设成效

云南省自进行生态公益林建设以来,一直着力于森林资源的培育和保护,森林覆盖率和活立木蓄积得到了明显提高,生态环境和生物多样性得到了

有效恢复和发展,林农收入稳步提高,公益林管理机制进一步理顺,同时还培养了一批热爱公益林建设的骨干队伍,生态公益林建设成效显著。

2 生态公益林建设中存在的问题

2.1 区划界定不够合理

原因之一是在生态公益林区划界定时,建设规模的确定采取的是自上而下的操作方式,上级部门事先确定好区域内的两类林比例和生态公益林建设规模,然后再下达这些指标,并要求下级部门按这些指标进行规划。而为了应对这些指标要求,不可避免地会出现不能按生态区位重要性和生态系统脆弱性等原则要求进行界定生态公益林,而将部分立地条件好、林木长势好的本应规划为生态公益林的林地界定为商品林,将部分商品林又界定成了生态公益林。原因之二是在生态公益林区划界定时,过多地考虑了林权所有者的意愿。原因之三是在生态公益林区划界定时,过多地考虑了地方经济的发展,将本应加强保护的大面积森林让路给了城市上山、工业上山及其它一些工程建设。这势必会导致生态公益林区划界定不能统揽全局、因地制宜、合理布局,该保护的不能得到保护,不该保护的保护了起来。

2.2 动态管理难度大,实施方案时效短,修编成常态化

公益林动态管理难度大,如工程建设占用征收公益林地要求进行占补平衡设计或编制公益林调减说明,并及时进行数据更新,但由于各级管理部门的种种原因,导致数据更新不够及时甚至混乱,时间越长,动态管理难度也就越大。再如,有的地方政府为了让项目顺利通过林业主管部门的行政审批,在报件之前便对将使用的公益林地块进行调整,增加了公益林动态管理的难度。云南省生态公益林从 2004 年界定以来,除工程建设占用征收外,由于补偿范围变化、补偿标准提高、集体林权制度改革、管理政策调整和天保工程二期启动等原因,公益林实施方案历经了几次修编,仍然满足不了现实的需要,方案时效短,修编成常态化。

2.3 公益林补偿资金来源单一,补偿标准偏低,且所有者补偿费、管护劳务费和监管费不统一

目前,公益林的补偿资金均来源于同级财政,国家级公益林来源于中央财政,省级公益林来源于省财政,有的州(市)、县(市、区)虽然区划了公益林,但由于地方财政紧张,还没有相应的资金补偿能力。云南省现行的国家级公益林和省级公益林的补偿标

准是:权属为集体或个人的林地 150 元/hm²,与公益林本身所具有的价值相比和相对于当今的社会发展水平来说,这一标准偏低。现行的补偿资金兑现政策是:在这 150 元中,3.75 元为公共管护支出(国家级公益林由省和州(市)级财政部门分别列支 1.5 元和 2.25 元,省级公益林全由县级财政部门列支),146.25 元为管护补助支出。在 146.25 元中,所有者补偿费不低于 50%,管护劳务费不低于 40%,监管费不低于 10%。可以预见,这会导致各地在支付这 3 笔费用时变数很大,即使是在同一个县(市、区)也可能出现不统一的现象。

2.4 大部分生态公益林防护效益差,防护功能弱

由于在生态公益林区划界定时,要充分尊重林权所有者的意愿,这就给林权权利人很大的自由空间。虽然国家级公益林和省级公益林财政都有一定的补偿,但是相比相同立地条件和林分类型的商品林来说,这一补偿标准太低。而为了追求更高的经济收益,同时又不违背政府的要求,广大林农都自觉或不自觉地将防护效益差,防护功能弱的一些低质低效林让出来划为生态公益林。此外,又由于生态公益林区划界定时要求划的就是生态系统脆弱区域的林地,从而导致大部分生态公益林防护效益差,防护功能弱。

2.5 大部分县(市、区)公益林管护责任区未统一划分

2011 年底完成的《云南省国家级公益林生态效益补偿 XX 县(市、区)实施方案(2011 年修订)》和《云南省省级公益林生态效益补偿 XX 县(市、区)实施方案(2011 年修订)》,在管护责任区划分时由于两级公益林各成一体,同时受护林员人均管护面积不能大于 400 hm² 指标的控制,大部分县(市、区)都未合在一起统一划分,而是各自区划采用一套管护系统,这就可能导致出现同一个林班相邻地块在国家级公益林管护系统中是管护责任 1 区,而在省级公益林管护系统中又是别的管护责任区的情况,给公益林的管理和管护工作带来了许多麻烦。

3 促进生态公益林建设的对策与建议

3.1 合理区划界定生态公益林

在生态公益林区划界定时,采取自下而上的操作方式确定建设规模及两类林比例,各县(市、区)应站在全局的高度,统揽全局、因地制宜、合理规划,根据各级公益林的区位要求从高级到低级逐级进行区划界定,最后根据区划界定结果向上级部门上报

本区域的建设规模和两类林比例,这样便可以消除导致公益林区划不合理的一些因素。

3.2 保持公益林地块的相对稳定,以维持实施方案的相对有效性

公益林动态管理难大多是因为工程建设占用征收公益林地进行占补平衡或地方政府在报件之前对公益林地块进行调整造成的。如果公益林在区划界定时已采取了自下而上的操作方式,那么工程建设占用征收公益林地也就不需要进行占补平衡了,而只需进行调减便可。此外,各级政府批复或核准项目时要重视森林生态效益与经济效益的关系,认真对待环境保护与经济发展之间的关系,不忽视生态环境的承载能力而过度追求经济增长,不仅能使当期的经济较快发展,后期的经济增长也能得到有效保证;要根据“林地保护利用规划”中林地分级保护的要求对公益林地进行分级保护,不能片面地追求经济效益,盲目地给工程建设开绿灯,为了让项目顺利通过林业主管部门的行政审批而随意地进行公益林地块调整。从生态环境保护的角度看。能建的项目建,不能建的项目坚定不建。只有这样,才能保持公益林地块的相对稳定,并维持实施方案的相对有效性。

3.3 完善公益林补偿机制

公益林补偿要考虑到林农经营管理公益林时存在的问题:①公益林管护的费用;②因被划为公益林而丧失的经营商品林的机会成本;③公益林区丧失的发展相关产业的机会成本^[2]。综合考虑以上因素,并结合公益林本身所具有的价值和社会发展水平来说,目前的公益林补偿标准着实偏低,现阶段比较合理的补偿标准应该是 615~750 元/hm²^[3]。要提高公益林的补偿标准,可以从以下方面考虑:①解决公益林补偿资金的来源问题,让社会资金广泛参与,建立多元化的投融资模式;②为充分发挥生态公益林的多种效益,增强其自我补偿能力,在合理保护的前提下积极开展“以非木质林产品利用为主,木

质林产品利用为辅”的科学经营活动,如利用生态公益林丰富的林地、林木和景观资源,引导林农在公益林下种植珍贵树木、中药材、食用菌等,让林农收入得到增加。只要补偿标准提高了,林农得到实惠了,有关林农的工作也就好开展了,生态公益林保护也就不成问题了,生态安全也就有保障了。

此外,要让生态公益林补偿机制更健全,还需要固定公益林的各项补偿指标,不要用一个不确定的区间表示,而应该有具体的数字,避免出现同地不同金、同工不同筹的情况。

3.4 科学经营生态公益林,提高其防护效益,增强其防护功能

根据专家对不同林分的调查研究发现,不同的林分生态效益发挥的差异较大。对于那些林分质量不高、林地利用率低、防护效益差的生态公益林,各级财政要加大投入,强化管理,通过实施补植、封山育林、抚育等低效公益林改造措施,改善林木生长发育的生态环境条件,培育乔灌草相结合、多树种混交的复层异龄林,逐步改善林分质量,使生态公益林的多种效能得到充分发挥。

3.5 各级公益林合并编制一本实施方案,统一划分管护责任区

将各级公益林合并编制一本实施方案,一个数据库,在方案中进行分级统计,并分级落实不同的政策和管理措施。将各级公益林落在同一张图上,统一采用一套管护体系,这样,公益林的管理和管护工作就会减少许多不必要的麻烦。

参考文献:

- [1] 赵树丛. 2012 年全国林业计划财务工作的思路与任务[J]. 林业经济,2012(3):3-5.
- [2] 支玲,王术华,李谦,等. 林改后农户对集体公益林投入意愿影响因素分析[J]. 林业经济,2012(3):28-31.
- [3] 张志云,郭正福. 生态公益林补偿标准的确定[J]. 亚热带资源与环境学报,2010(3):19-25.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.011

昆明西山森林公园地表可燃物类型划分与载量研究

李旭¹, 王秋华², 李世友², 邢海涛¹, 刘斌¹, 张雨瑶¹, 陶汝坤²

(1. 西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224;

2. 西南林业大学土木工程学院, 云南森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

摘要:分析森林能否被引燃、如何蔓延以及整个火行为的过程中, 森林可燃物比任何其他因素都重要。而可燃物载量的大小直接决定了森林火灾燃烧的强度, 同时不同的可燃物类型会形成不同的燃烧特性。通过对昆明西山森林公园 8 个林分类型的地表可燃物载量、类型进行调查后发现, 华山松林内地表可燃物载量最高, 农田-果园最低。并利用植物群落分类法将可燃物划分为 5 个类型组共 6 个类型。

关键词:可燃物载量; 可燃物类型; 森林火灾; 昆明西山森林公园

中图分类号: S762.1; S759.91 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0050-05

Types and Capacity of Forest Surface Combustible in Xishan Forest Park of Kunming

LI Xu¹, WANG Qiu-hua², LI Shi-you², XING Hai-tao¹, LIU Bin¹, ZHANG Yu-yao¹, TAO Ru-kun²

(1. School of Forestry, Southwest Forest University, Kunming 650224, China; 2. Faculty of Civil Engineering, Southwest Forest University, Yunnan Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control, Kunming 650224, China)

Abstract: Forest combustible is the most important factor when analyzing forest fire behavior including whether forest can be ignited and how the forest fire can be spread etc. However, the size of combustible capacity directly determined the burning intensity of forest fire, at the same time different combustible types could form different combustion characteristics. After investigation on combustible types and capacity of forest surface at eight forest stand, results showed that the highest combustible capacity of forest surface was in *Pinus armandii* forest, while the lowest was in *Quercus acutissima* forest. Combustible could be classified into five categories including six types according to the plant communities' classification.

Key words: combustible capacity; combustible types; forest fire; Xishan Forest Park of Kunming

在森林燃烧三要素中, 森林可燃物是要素之一, 森林可燃物是森林燃烧的物质载体, 而可燃物载量的大小和森林火灾的火强度、火烈度、火行为密切相关。由于植物群落的不同和生长环境、地域差异、气

候、经纬度、海拔等因素影响, 导致了森林地表可燃物载量的不同。目前国内有关可燃物载量的研究主要集中在北方地区的寒带针叶林带及华南地区的针叶林带。我国的郑焕能等^[1]用可燃物、易燃物载量

收稿日期: 2013-02-20.

基金项目: 云南省应用基础研究计划(2011FZ136); 火灾科学国家重点实验室开放基金(HK2010-KF11); 云南省教育厅科研项目(2011Y279); 西南林业大学科研启动金(111101)。

作者简介: 李旭(1987-), 男, 江苏南京人, 硕士研究生。研究方向为林火管理。

通信作者: 王秋华(1978-), 男, 福建长汀人, 博士, 副教授。从事森林防火教学与科研工作。

等因子对林地燃烧性进行了分类研究;何忠秋等^[2]研究了大兴安岭北部地区 3 种可燃物类型火烧后不同时期的载量动态变化规律;高国平等^[3]对辽东地区森林地被可燃物载量进行了调查研究;王刚等^[4]对大兴安岭森林可燃物载量与林分因子关系进行了分析研究;胡海清等^[5]利用林分特征因子预测了森林地被可燃物载量。在南方地区,张国防等^[6]对杉檫混交林地地表可燃物载量进行了动态分析研究。张家来等^[7]对湖北主要森林可燃物类型及潜在火行为进行了研究,并且提出单层乔木防火林带不易采用的建议。但是关于滇中地区主要针阔叶树种可燃物载量及小尺度可燃物类型划分研究目前还较少。本研究重点分析了滇中具有代表性的几种针阔叶树种在 3 种时滞级别(1 h、10 h、100 h)的地表可燃物载量。同时根据对昆明西山森林公园的地表可燃物种类、绝对含水率的调查分析,应用植物分类法进行可燃物类型的划分。以期降低森林火险和更好地管理森林可燃物提供科学依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区概况

西山森林公园位于昆明西郊,东临滇池,南北长约 6.3 km,东西宽约 2.1 km。地处 102°637'E,25°032'N,属喜马拉雅造山运动中形成的断裂带区域,海拔 1 890~2 366 m。整个西山森林公园地区属于亚热带森林气候区,气候区域差异和垂直差异变化十分明显。受西南季风影响,整个研究地区夏无酷暑,冬无严寒,且日照充足,年均温 15℃,最热月均温 19.8℃,最冷月均温 7.7℃。年均降雨量 1 035 mm,年均相对湿度 74%,日照时间 2 448.7 h/a。土壤类型主要是红壤,又称“山地红壤”,母质风化程度较轻,酸度较小,土层也较薄^[8]。每年 12 月至次年 6 月为防火季节,天气干燥。整个西山森林公园均为原始次生林和人工林,且随高度变化森林垂直带谱十分明显。山体中上部有针叶乔木林为主的华山松(*Pinus armandii* Franch)、云南油杉(*Keteleeria evelyniana* Mast)以及灌木林地盘松(*Pinus yunnanensis* var. *pygmaea*)。山体下部的阔叶乔木林主要为旱冬瓜(*Alnus nepalensis* D. Don)、桉树(*Eucalyptus* spp)、麻栎(*Quercus acutissima* Carruth)、滇青冈(*Cyclobalanopsis glaucooides* Schotky)。本区植物受到当地政府较好地保护,植被接近自然状态,是研究森林可燃物的理想地点。

1.2 研究方法

于 2012 年 3~5 月对滇中昆明市西山森林公园进行外业调查和采样。样地的设置选择人为干扰较少的原始次生林。利用机械布点的方法设置 10 m×10 m 的样地共 13 块,收集样品共 144 份(表 1)。在样地的对角线上布置 1 m×1 m 的小样方 3 个,含灌木较多的样地面积扩大至 20 m×20 m,小样方面积为 2 m×2 m。收集样方内所有可燃物并称重,此外按层次分别称量每个小样方内 1 h、10 h、100 h 的可燃物重量及灌木重量,测量完毕后带回实验室在 105℃烘箱内烘 45~72h 至绝干重后测定绝对含水率。可燃物分类标准:1 h 时滞可燃物是直径小于 0.64 cm 的小枝、树叶、杂草。10 h 是直径在 0.64~2.54 cm 之间的细小枝叶可燃物。100 h 为直径在 2.54~7.62 cm 之间的粗大干枯可燃物。

$$\text{绝对含水率} = \frac{\text{湿重} - \text{干重}}{\text{干重}} \times 100\%$$

同时对各林型内的坡向、密度、郁闭度、树龄等立地因子和林分因子进行测定。

2 结果与分析

2.1 地表可燃物载量

不同林型地表可燃物载量与绝对含水率如表 1 和表 2 所示。

表 1 不同林型地表可燃物载量

林型	时滞载量/(kg·hm ⁻²)				总计 /(kg·hm ⁻²)	样本数 /份
	1 h	10 h	100 h	灌木		
华山松	7320	23420	26140	12210	69090	24
地盘松	6340	21350	26340	11200	65230	12
滇油杉	13810	17820	22640	10600	64870	24
滇青冈	5260	16930	21360	9500	53050	24
麻栎	7800	14550	6150	2400	30900	24
桉树	11020	3050	9340	3200	26610	18
旱冬瓜	7760	1840	8560	4100	22260	12
农田—果园	-	-	2370	1200	3570	6
合计						144

从表 1 可以看出,1 h 时滞地表可燃物载量范围在 5 260~13 810 kg/hm²,可燃物载量最高的为滇油杉,且所调查的滇油杉林为成熟的单层林,群落结构简单,林内风速较大,易在地表形成较厚的凋落

表 2 不同林型地表可燃物绝对含水率

Tab. 2 Absolute moisture content of surface combustible of different forest type

林型	绝对含水率/%					林龄 /a	郁闭度 /%	密度 /(株·hm ⁻²)	坡向
	1 h	10 h	100 h	灌木	草本				
华山松	21.25	15.80	11.77	192.32	132.58	20~30	80	2200	西南
地盘松	19.41	18.13	15.43	148.89	125.02	5~8	90	600	东南
滇油杉	28.11	30.41	16.66	184.63	142.65	20~30	70	1600	东南
滇青冈	20.21	16.23	10.32	150.34	129.54	35~40	40	900	东南
麻栎	31.41	27.26	39.78	125.85	133.91	20~25	80	1200	西南
桉树	22.69	24.77	16.32	-	-	5~8	35	1500	东南
旱冬瓜	43.54	29.56	37.06	-	123.84	20~25	80	2600	东南
农田-果园	-	-	41.79	-	139.54	-	-	-	-

物。同时滇油杉的枯落物和灌草丛的绝对含水率也是几种林型里比较高的,这与滇油杉性喜暖湿润的特性有关,所以火灾发生的系数不大,即便发生,其燃烧强度和火强度也比较小。10 h 时滞地表死可燃物载量范围在 1 840~23 420 kg/hm²,华山松林内的最高,旱冬瓜最低。因为华山松林密度大,生长快速,郁闭度高,较少有人上山采集林下腐殖松针作为无机肥料使用,故导致林下腐殖层不断积累。旱冬瓜林因林分单一,叶片大而薄,非常容易分解,所以可燃物载量较低。100 h 时滞可燃物载量范围在 2 370~26 340 kg/hm²。虽然采样地点林木密度不大,但都是处于阳坡地段和迎风面,林木长势较好,林下草本灌木丰富,且地盘松又是一种可为农村提供炭能源的植物种,人为干扰大,导致地盘松在 100 h 时滞可燃物载量最高,一旦起火,将会发生地表火,火强度将较大。调查发现 100 h 时滞可燃物载量最高的前 3 个林分全为针叶树种,这与针叶树种在滇中地区分布广泛而集中有关。因此,滇中地区的火灾次数多发、频发也和针叶树种集中生长有关^[9]。从表 1 可知,地表可燃物载量最高的为华山松林,最低的为农田-果园,因为华山松针叶油脂含量非常高,树皮厚度小,火烧时树皮对内部、韧皮部和形成层活组织的保护作用有限,耐火性差,易发生火灾^[10-11]。

2.2 可燃物类型划分

可燃物类型综合表现了植被类型所处的生境条件及适应于环境形成的林分结构特征,可燃物类型的不同,发生林火的难易程度和林火行为也有明显差异。因此,应用植物群落划分法,根据不同的优势

种构成和林下植物种类的不同,将西山森林公园可燃物划分为 5 个类型组 6 个类型。具体可燃物划分结果及特点见表 3 所示。

2.2.1 华山松次生林

该类型指林龄 20 a 以上的针叶林。大都生长于阳坡地段,林地郁闭度 0.8 以上,为密林。林下草本较为发达,地表可燃物载量非常高,平均载量为 69 090 kg/hm²,可燃物床层厚而疏松,厚度范围为 5~8 cm。华山松垂直方向枝叶生长密集,所调查地区坡度大,华山松在不同坡位交替生长,不加以修枝会导致地表火发展成连续的树冠火。

2.2.2 栎-冬瓜次生林

该类型主要指林龄 20 a 以上的麻栎次生林和麻栎-旱冬瓜混交林,多生长于阳坡或者半阳坡,林地郁闭度为 0.8 以上,为密林。旱冬瓜林内基本没有灌木生长,草本植物比较矮小,林下可燃物载量较小。可燃物床层较薄,厚度范围为 2~3 cm。其地表可燃物绝对含水率比较高,这可能和旱冬瓜叶片落地后分解较快,地表枯落物持水能力较强有关。由此可以看出,旱冬瓜林地地表可燃物载量小,几种时滞枯落物绝对含水率都较大,干燥灌草木非常少,因此载火能力较小,很难引发强度较大火灾^[12-13]。麻栎林下温热多湿润,林下亚乔木和矮小草本长势较好,大枝桠和粗木棍较多,这是因为麻栎在滇中分布非常广泛,常被当地村民用做薪炭。

2.2.3 蓝桉次生林

该类型属于比较特殊的类型,指的是蓝桉次生林及林下极稀少草本植物,林龄 5~8 a,其密度为 1 500 株/hm²,密度中等,郁闭度为 0.35,为中度郁

闭,平均载量为 26 610 kg/hm²。蓝桉林树冠小,透光率大,有利于林下灌草丛生长。但从调查结果来看,调查样地桉树林下基本没有灌草丛,这是因为桉树是速生树种,根系周围的水分和营养都被其吸收,造成土壤板结,土壤肥力严重下降,大面积生长桉树的区域土壤贫瘠,林内下木生长受抑制^[14]。同时发现桉树在 1 h 时滞载量较大,这是因为蓝桉生长快速,轮伐期短,病虫害少,是一种良好的工业用木材,人为干扰非常大。但是长期的进化使得桉树形成了独特的生长特点,其树皮较厚,导热系数低,桉树的营养输送管道都深藏在木质层的深部,往往大火只要不烧坏其木心,雨季过后又会生机勃勃。该类型发生火灾时常因地表火而将树木根部烧死。

表 3 可燃物类型划分

Tab. Types of combustible classification

类型组	类型	燃烧复合体	易燃性
亚热带针叶林	华山松次生林	灌木—草本—枯落物—华山松林	易燃
		枯落物—华山松林	易燃
亚热带常绿阔叶林	栎—冬瓜次生林	枯落物—麻栎林	可燃
		枯落物—早冬瓜林	难燃
	蓝桉次生林	枯落物—蓝桉林	易燃
亚热带针叶混交林	地盘松、云南松次生林	灌木—草本—枯落物—地盘松、云南松林	易燃
		灌木—枯落物—地盘松林	易燃
亚热带针阔混交林	油杉、青冈次生林	灌木—枯落物—滇油杉、滇青冈林	易燃
		枯落物—滇油杉、滇青冈林	易燃
农田—果园	农田、果园、草本	草本—果园	难燃

2.2.4 油杉—青冈次生林

该类型主要包括以滇油杉次生林、滇青冈次生林为主的高大树木。林龄 30 a 以上,大多位于山坡的中上部分生长,郁闭度为 0.7 以上,为密林。滇油杉冠幅度大,林分较稀疏,因为人为干扰严重,多生长在阔叶林中,其地表可燃物载量较高,以滇油杉的

枯落物为主兼有少量的草本植物。其中 1 h 时滞可燃物载量和其他林型相比最高。且可燃物床层比较厚,厚度范围 3~5 cm。该林分类型郁闭度较高,群落稳定,滇油杉树皮耐火性强,火灾发生时易发生树冠火。

2.2.5 地盘松—云南松次生林

该类型主要包括以地盘松为主的树种,幼龄云南松为伴生种的次生林。地盘松多呈星散块状分布,林龄 5 a 以上,林下灌草丛生长密集,林相杂乱,绝对含水率较低,郁闭度 0.9 以上,为密林。地盘松生长地段土层浅而贫瘠,多有侵蚀现象出现,但是其地表生物量较为丰富,地表可燃物平均载量为 65 230 kg/hm²。该类型极易燃,且蔓延速度快,是林火防范的重点区域。

2.2.6 农田—果园

该类型主要包括农田、果园和少量杂草,地表可燃物主要以莎草科等喜光杂草为主,因为该类型可燃物载量较低,绝对含水率高,较为难燃。

3 结论与讨论

3.1 结论

各林型地表可燃物载量最高的为华山松林,最低的为早冬瓜林。华山松林因为针叶油脂含量高,绝对含水率低,特别易燃。早冬瓜林因其地表可燃物载量小,绝对含水率高,林冠浓密,高密度种植在山脊地段可作为防火林带使用。将所调查林分类型按照植物分类法划分成 5 个类型组 6 个类型,易燃性从华山松次生林、油杉—青冈次生林、地盘松次生林、蓝桉次生林、栎—冬瓜次生林、农田—果园依次减弱。且针叶林为主要易燃树种,针阔混交林次之,常绿阔叶林最难燃。林型中地表可燃物以灌木、草本、枯落物为主的林型有华山松林和地盘松—云南松林,以灌木为主的有油杉—青冈林,以草本为主的有麻栎林,以枯落物为主的有早冬瓜林、蓝桉林。

可燃物载量最高的前 3 个林型林下燃烧复合体均包括灌木和枯落物,可燃物载量的不同层次空间分配直接影响了火灾的大小,因此在进行林分疏透和机械清除的时候应该具有较强的针对性。

3.2 讨论

在云南防火戒严期对西山森林公园的地表可燃物载量进行调查分析,进一步明确了可燃物载量在森林火灾发生、发展、蔓延中所起的重要作用。如何用简单而经济的技术措施实现地表可燃物的资源化利用将是今后森林防火与经营工作的主要方向。

我国目前划分可燃物类型是根据气候特点、地形、植被分布、森林火灾发生状况和林火管理水平,划分为 8 个森林燃烧区,共 36 个可燃物类型^[15]。但是这种大尺度的类型划分方法应用于局部森林火灾地区较难操作。本文根据不同的优势种构成,从小尺度范围将可燃物划分开来,并且根据所调查样地实际情况,进一步细化为不同可燃物复合体。今后应多对小尺度区域可燃物类型进行研究,为进一步分析林火特征提供现实和理论依据。

参考文献:

- [1] 郑焕能. 林火管理[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,1988:56-67.
- [2] 何忠秋. 森林可燃物负荷量模型研究[J]. 森林防火,1992,13(3):11-13.
- [3] 高国平,郝娜,冯莹. 辽东地区森林地被可燃物载量的调查研究[J]. 辽宁林业科技,2001(2):10-12.
- [4] 王刚,杜嘉林. 大兴安岭森林可燃物载量与林分因子关系的研究[J]. 林火研究,2004(2):17-19.
- [5] 胡海清. 利用林分特征因子预测森林地被可燃物载量的研究[J]. 林业科学,2005,41(5):96-100.
- [6] 张国防,陈志平. 杉栎混交林地表可燃物载量动态研究[J]. 江西农业大学学报,2004,26(2):178-180.
- [7] 张家来,曾祥福,胡仁华,等. 湖北主要森林可燃物类型及潜在火行为研究[J]. 华中农业大学学报,2002,21(6):550-554.
- [8] 李小双,宋亮,陈军文,等. 昆明西山半湿润常绿阔叶林及其次生演替群落的更新特征[J]. 广西植物,2012,32(4):475-482.
- [9] 王秋华,舒立福,李世友. 云南主要针叶林可燃物类型划分及特征[J]. 林业资源管理,2002(2):49-50.
- [10] 李世友,刘会龙,张凯,等. 预防华山松树冠火的最低修枝高度探讨[J]. 华中农业大学学报,2009,28(3):361-364.
- [11] 李世友,马爱丽,朱丽,等. 华山松树干耐火性初步研究[J]. 西北林学院学报,2009,24(2):105-107.
- [12] 王恒颖,欧晓昆. 昆明西山常见草本植物在不同群落中的关联[J]. 云南大学学报:自然科学版,2008,30(S2):391-397.
- [13] 刘爱荣,吴德友,李立俊. 早冬瓜天然林阻火功能的初步研究[J]. 森林防火,1996(1):11-13.
- [14] 熊朝耀. 桉树林、云南松林及松栎混交林下植物群落调查与分析[J]. 林业调查规划,2006,31(3):28-33.
- [15] 胡海清. 林火生态与管理[M]. 北京:中国林业出版社,2005:37-46.

(上接第 41 页)

的存在。即消费者剩余以及生产者剩余。②从自然科学的角度考虑,森林资源自身对水资源,土壤资源以及其他存活所依赖资源的消耗在现阶段没有可靠的计量,从而给成本价值的计算带来了一定的难度。③从社会科学方面考虑,森林资源的社会影响力不能够脱离所在区域的政策导向。森林资源投入、产出的价值量计算将很大程度上受到政策的影响,这方面所产生的隐性价值无法计量。④随着科学技术的发展,3S 技术被广泛应用,从目前所得出的相关数据来看,依据遥感影像解译分析后的森林资源分布及总量与实际还存在一定的误差。

参考文献:

- [1] 李浩,蔡晓铭. 森林资源价值评述[J]. 山东林业科技,2009(3):145,165-167.
- [2] 聂华. 森林资源估价的理论误区及方法修正研究[D]. 北京:北京林业大学,2011.
- [3] 张彦林. 基于 3S 技术的山东省森林蓄积量定量估测技术[D]. 北京:北京林业大学,2008.
- [4] 张玲. 绿色 GDP 的森林资源核算研究[D]. 北京:哈尔滨工业大学,2006.
- [5] 张永利,杨峰伟,鲁绍伟. 青海省森林生态系统服务功能价值评估[J]. 东北林业大学学报,2007(11):74-76,88.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.012

森林小班林火蔓延模型信息化研究

马 天, 郑 君, 王智超

(北京林业大学, 北京 100083)

摘要:针对我国森林小班林火蔓延模型信息化基础研究较薄弱的现状,以定量描述和分析小班林火蔓延为目的,在林业技术、地理信息系统技术、空间数学模型技术以及计算机信息等技术的支持下,以王正非和毛贤敏 2 位教授的林火蔓延模型为基础,建立基于八叉树理论的小班林火蔓延的数学模型,并在此基础上运用计算机技术与 arcgis engine 组件技术建立软件平台,实现小班林火蔓延的可视化模拟,揭示森林小班尺度的林火发生蔓延机理和过程,应用优化的林火蔓延模型实现林火蔓延空间预测。

关键词:森林小班;林火蔓延模型;信息化;八叉树

中图分类号:S762.34;S711 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0055-05

Informatization Research on Forest Fire Spread Model of Forest Sub-compartment

MA Tian, ZHENG Jun, WANG Zhi-chao

(Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Regarding the unsubstantial status of informatization research on forest fire spread model of forest sub-compartment, for the purpose of quantitative description and analyzing sub-compartment forest fire spread, supported by forestry technology, geographic information systems technology, spatial mathematical model and computer information technology, and on the base of forestry fire spread model created by professor of WANG Zheng-fei and professor MAO Xian-min, the mathematical model of forest fire spread of forest sub-compartment was established based on Octree theory. Moreover, using the computer technology and arcgis engine component technology, software platform was built to achieve the visual simulation of forest fire spread, and to reveal the mechanism and process of forest fire spread. Optimized forest fire spread model was used to achieve the spatial prediction of forest fire spread.

Key words: forest sub-compartment; forest fire spread model; infomationization; octree

森林是大自然的组成部分,它是人类文明的摇篮,是可持续发展的基础。森林作为可再生资源,是人类生存不可缺少的物质基础,为人类提供木材、竹材、林副产品、药材等,森林作为陆地最主要的生态系统,是人类发展的基本保障。森林可以涵养水源、

防风固沙、防止水土流失、消除噪音、净化空气。保护和发展森林资源,利在当代,功在千秋。植树造林,发展林业,在协调人口、资源、环境,协调当代人和后代人利益中,具有不可替代的作用,在实施可持续发展战略中居于重要地位。因此,保护森林成为

收稿日期:2013-02-28.

作者简介:马天(1987-),男,黑龙江哈尔滨人,硕士研究生。研究方向:“3S”技术在林业上的应用。

21 世纪人类最重要的任务之一。

但在诸多影响森林的自然因子中,火灾对森林的影响和破坏最为严重。森林一旦遭受火灾,最直观的危害是烧死或烧伤林木,一方面使森林蓄积下降,另一方面也使森林生长受到严重影响;森林火灾能烧毁珍贵的林下野生植物,或者由于火干扰后,改变其生存环境,使其数量显著下降,甚至使某些种类灭绝;森林遭受火灾后,会破坏野生动物赖以生存的环境,有时甚至直接烧死、烧伤野生动物,由于火灾等造成的森林破坏,不少野生动物种类已经灭绝或处于濒危;森林素有“绿色水库”之美称,当森林火灾过后这种功能会显著减弱,严重时甚至会消失,不仅会引起水土流失,还会引起山洪暴发、泥石流等自然灾害;森林火灾后的黑色物质(灰分等)大量吸收太阳能,使得下游河流水温升高,千万鱼类容易染病,特别是在冷水中生存鱼类,火烧后常常大量死亡;森林燃烧会产生大量的烟雾,其主要成分为二氧化碳和水蒸汽,这两类物质约占有烟雾成分的 90%~95%,还会产生一氧化碳、碳氢化合物、碳化物、氮氧化物及微粒物质,约占 10%~5%,都将危害人类身体健康及野生动物的生存。森林火灾常造成人员伤亡,全世界每年由于森林火灾导致千余人死亡。

因此森林防火工作是中国防灾减灾工作的重要组成部分,是国家公共应急体系建设的重要内容,是社会安定和人民安居乐业的重要保障,是加快林业发展,加强生态建设的基础和前提,事关森林资源和生态安全,事关人民群众生命财产安全,事关改革发展稳定的大局。预防森林火灾的发生,就要了解森林火灾发生的规律,采取行政、法律、经济相结合的办法,运用科学技术手段,最大限度地减少火灾发生次数。扑救森林火灾,就要了解森林火灾燃烧的规律,建立严密的应急机制和强有力的指挥系统,组织训练有素的扑火队伍,运用有效、科学的方法和先进的扑火设备及时进行扑救,最大限度地减少火灾损失。

针对我国森林小班林火蔓延模型信息化基础研究较薄弱的现状,以定量描述和分析小班林火蔓延为目的,在林业技术,地理信息系统技术,空间数学模型技术,以及计算机信息等技术支持下,以王正非和毛贤敏 2 位教授的林火蔓延模型为基础,建立基于二叉树理论的小班林火蔓延的数学模型,实现小班林火蔓延的可视化模拟,揭示森林小班尺度的林火发生蔓延机理和过程,应用优化的林火蔓延模

型实现林火蔓延空间预测,在林火蔓延基础研究领域形成一批原创性成果。

1 研究目标

以王正非和毛贤敏 2 位教授的林火蔓延速度数学模型为理论基础,在此基础上根据相应参数推导出以着火点为中心 8 个方向(上坡、下坡、左平坡、右平坡、左上坡,左下坡,右上坡,右下坡)上的蔓延速度,并根据 8 个方向的蔓延速度,对小班林火蔓延这一动态过程在计算机上进行动态模拟,以达到火灾范围的可视化效果以及火场面积可计算的效果。

2 研究内容

包括小班林火蔓延速度数学模型的研究和软件模拟蔓延的研究这两大部分。

2.1 小班林火蔓延 5 个方向速度数学模型

根据王正非的《山火初始蔓延速度测算法》中所总结出的数学模型,控制蔓延速度的因子主要有 4 个:①初始蔓延速度 R_0 (无风时在水平面上的蔓延速度,取决于可燃物种类及其干燥程度);②可燃物配置格局系数 K_s ;③风作用项 K_w ;④地形作用项 K_ϕ 。 R_0 与 K_s 在当时当地条件下,可近似地看作常数。

目前,国内比较先进并有可能业务实现的林火蔓延速度(R)计算方法是王正非提出的:

$$R = R_0 K_s K_w / \cos \phi$$

式中: ϕ 为地形坡度角, R_0 为蔓延的初速度, K_s 为可燃物系数, K_w 为风作用项系数。

王正非根据大兴安岭有关材料进行回归分析,得出林火蔓延的初始速度为:

$$R_0 = 0.0299T + 0.047W + 0.009(100 - h) - 0.0304$$

式中: R_0 为林火蔓延的初速度, T 为每天的最高气温, W 为中午的风力(级), h 为每天的最小相对湿度(%)。

毛贤敏为减小理论值与实测值之间的误差,将 K_s 和 $K_\phi(K_w / \cos \phi)$ 2 个参数进行拟合,得出林火蔓延速度的基本公式:

$$R = R_0 K_s K_w K_\phi = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V) \times \exp(3.533(\tan \phi)^{1.2})$$

毛贤敏通过讨论风向与地形的各种组合搭配,推出 5 个方向的林火蔓延速度公式:

5 个蔓延方向的具体方位如图 1:上坡为 OU,下

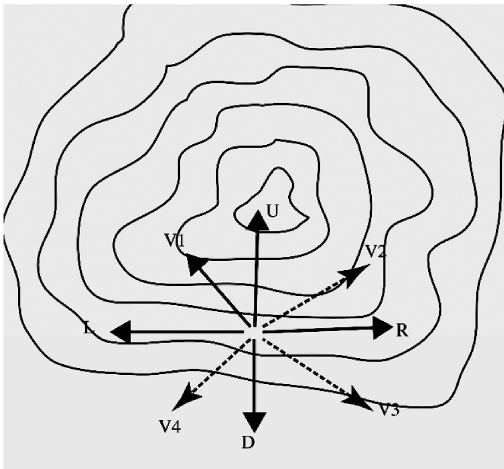


图 1 森林小班林火蔓延 5 个方向示例

Fig. 1 Five direction indication of subcompartment forest fire spread

坡为 OD,左平坡为 OL,右平坡为 OR,风方向 4 个象限都可能存在(V1、V2、V3、V4)。

上坡蔓延速度: $R=R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos \theta)$

$$\times \exp(3.533(\tan \phi)^{1.2})$$

下坡蔓延速度: $R=R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(180^\circ - \theta)) \times \exp(-3.533(\tan \phi)^{1.2})$

左平坡蔓延速度: $R=R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(\theta + 90^\circ))$

右平坡蔓延速度: $R=R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(\theta + 90^\circ))$

风方向蔓延速度: $R=R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V) \times \exp\{3.533[\tan(\phi \times \cos \theta)]^{1.2}\}$
 $(\theta = 0^\circ \sim 90^\circ \text{ 或 } 270^\circ \sim 360^\circ)$

$$R=R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \times \exp\{-3.533$$

$$[\tan(\phi \times \cos(180^\circ - \theta))]^{1.2}\} \quad (90^\circ < \theta < 270^\circ)$$

式中: R_0 为蔓延的初速度, K_s 为可燃物系数(树种与数值之间关系可由表 1 得出), ϕ 为地形坡度角, V 为风速, θ 为风向角(把正上坡方向 OV_1 作顺时针方向旋转,当与风向重合时,令其所旋转的角度等于 θ)。

表 1 可燃物修正值 K_s

Tab. 1 Combustibles correction value

可燃物类型 Fuel Type	平铺针叶 Flat Coniferous Forest	枯枝落叶 Deadwood Shatter	茅草杂草 Couch Grass and Ruderal	莎草、矮桦 Earth Almona Betula Japonica	牧场草原 Grassland	红松、华山松、云南松等林地 Korean Pine China Armand Pine
K_s	0.8	1.2	1.6	1.8	2.0	1.0

式中所有参数都可以经过相关仪器测量或当天气象局资料等获取,所以结合 R_0 初速度公式,便可根据参数得出在林火蔓延过程中小班上坡,下坡,左平坡,右平坡,风向这 5 个方向的蔓延速度。经过毛贤敏教授的测试,理论值与实际试验值误差在部分修正的情况下可达 20% 以下。

2.2 小班林火蔓延 8 个方向速度数学模型

随着当代科技的发展,科学家们对林火预测预防等工作越来越深入,模拟林火蔓延的方法也丰富起来,基于元胞自动机模型等林火蔓延的各种模拟算法也越来越成熟。在此环境下,提出运用计算机数据结构中类似八叉树的平面八叉树理论来模拟林火蔓延这一过程。

首先八叉树是一种用于描述三维空间的树状数据结构。八叉树的每个节点表示一个正方体的体积元素,每个节点有 8 个子节点,将 8 个子节点所表示

的体积元素加在一起就等于父节点的体积。在本研究中把八叉树想象成平面运动的模型,把第一个父节点看成为着火点,向 8 个方向蔓延代表了火焰向四面八方扩散,扩散后的子节点看成火焰的过火点,之后每个子节点同时重复父节点的扩散方式。

因此,要想通过此扩散模型算法来模拟林火蔓延,最重要的是求出 8 个方向上的林火蔓延速度。8 个方向是在上坡,下坡,左平坡,右平坡的基础上在每 2 个方向正中间再加一方向,一共 8 个方向,这样每相邻方向之间的夹角为 45° (图 2)。

根据毛贤敏教授所推导 5 个方向的公式可知:

$$R=R_0 K_s K_w K_\phi = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V) \times \exp(3.533(\tan \phi)^{1.2})$$

式中的 $\exp(0.1783V)$ 是风速对蔓延方向速度的增益参数,众所周知,风速 V 越大,风方向上的蔓延速度也越大,即风引起的增益值也越大。再根据风向

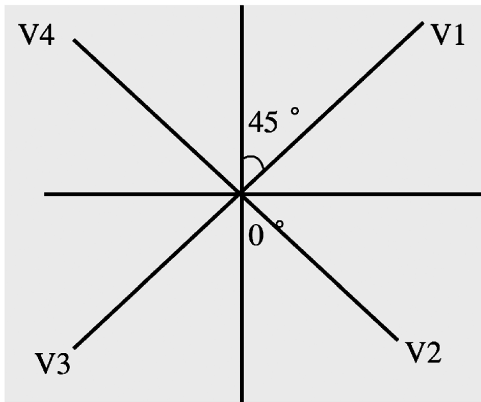


图 2 森林小班林火蔓延 8 个方向示例

Fig. 2 Five direction indication of subcompartment forest fire spread

与蔓延方向的关系(角),毛贤敏推出了 5 个方向上风速的增益参数。式中 $\exp(3.533(\tan\phi)^{1.2})$ 是地形坡度角对蔓延方向速度的增益参数,当坡度为零时(左平坡右平坡时),参数等于 1。

毛贤敏同样推出了 5 个方向上坡度对蔓延速度的增益参数。以下分别为 5 个方向的风速的增益参数和坡度对蔓延速度的增益参数:

风速增益参数:	坡度增益参数:
上坡: $\exp(0.1783V \cos\theta)$	$\exp(3.533(\tan\phi)^{1.2})$
下坡: $\exp(0.1783V \cos(180^\circ-\theta))$	$\exp(-3.533(\tan\phi)^{1.2})$
左平坡: $\exp(0.1783V \cos(\theta+90^\circ))$	1
右平坡: $\exp(0.1783V \cos(\theta-90^\circ))$	1
风方向: $(\theta=0^\circ\sim 90^\circ$ 或 $270^\circ\sim 360^\circ)$	$\exp\{3.533[\tan(\phi \times \cos\theta)]^{1.2}\}$
$(90^\circ<\theta<270^\circ)$	$\exp\{-3.533[\tan(\phi \times \cos(180^\circ-\theta))]^{1.2}\}$

因此根据以上参数可推导出其他 4 个方向的风速增益参数和坡度对蔓延速度的增益参数:

风速增益参数:	坡度增益参数:
右上坡(OV_1): $\exp(0.1783V \cos(\theta-45^\circ))$	$\exp\{3.533[\tan(\phi \times \cos45^\circ)]^{1.2}\}$

右下坡(OV_2): $\exp(0.1783V \cos(\theta-135^\circ))$	$\exp\{-3.533[\tan(\phi \times \cos45^\circ)]^{1.2}\}$
左下坡(OV_3): $\exp(0.1783V \cos(\theta-225^\circ))$	$\exp\{-3.533[\tan(\phi \times \cos(-45^\circ))]^{1.2}\}$
左上坡(OV_4): $\exp(0.1783V \cos(\theta-315^\circ))$	$\exp\{-3.533[\tan(\phi \times \cos(-45^\circ))]^{1.2}\}$

因此 8 个方向上速度的数学模型如下:

上坡: $R = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos\theta) \times \exp(-3.533(\tan\phi)^{1.2})$
右上坡: $R = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(\theta-45^\circ)) \times \exp\{3.533[\tan(\phi \times \cos45^\circ)]^{1.2}\}$
右平坡: $R = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(\theta-90^\circ))$
右下坡: $R = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(\theta-135^\circ)) \times \exp\{-3.533[\tan(\phi \times \cos45^\circ)]^{1.2}\}$
下坡: $R = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(180^\circ-\theta)) \times \exp(-3.533(\tan\phi)^{1.2})$
左下坡: $R = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(\theta-225^\circ)) \times \exp\{-3.533[\tan(\phi \times \cos(-45^\circ))]^{1.2}\}$
左平坡: $R = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(\theta+90^\circ))$
左上坡: $R = R_0 \times K_s \times \exp(0.1783V \cos(\theta-315^\circ)) \times \exp\{3.533[\tan(\phi \times \cos(-45^\circ))]^{1.2}\}$

式中: R_0 为蔓延的初速度, K_s 是可燃物系数(树种与数值之间关系可由表 1 得出), ϕ 为地形坡度角, V 为风速, θ 为风向角(把正上坡方向 OV_1 作顺时针方向旋转,当与风向重合时,令其所旋转的角度等于 θ)

这样通过对 8 个方向上速度的数学模型,便可根据之前的平面八叉树算法来模拟小班林火蔓延的过程。

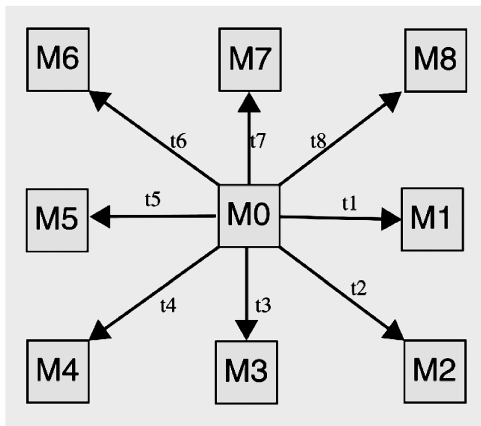
2.3 基于平面八叉树的林火扩散模型算法

由于基于类八叉树算法来实现林火扩散模型,最好采用栅格数据来进行模拟。栅格数据是包括高程、坡度等多维属性的数据,因此可利用地理信息系统软件输入地形图并矢量化,生成栅格数据后作为地形数据。为保证正确性栅格需要使用同一精度。同时栅格的分辨率越小,模拟的精度越高。

采用平面八叉树扩散算法,如图 3 所示,假设一火点 M_0 向周围蔓延,其相邻点有 8 个,起火点沿

图 3 平面八叉树扩散图形示例

Fig. 3 Proliferation indication of plane octree



每个方向的蔓延到下一火点的时间为:两火点之间的距离 S / 相应的方向的蔓延速度 R , 因此可依次得到 8 个方向的蔓延时间 $t_1 \sim t_8$ 。扩散算法采用类八叉树算法, 即每个火点向外扩散有 8 个方向的选择, 在计算林火蔓延路径时, 从起火点某一方向开始, 沿顺时针(或逆时针)方向检测, 每探测到某一方向, 计算从当前火点沿该方向蔓延到下一火点的时间 t , 若 t 值小于给定的蔓延时间, 则将该火点判定为过火点, 并且记录该火点的累计时间(该累计时间由于可由不同蔓延路径算出, 应经过判断后得出的最短累计时间), 当起火点 8 个方向检测完成后形成一个新的范围, 最新生成的边界点则成为下一次蔓延的着火点, 之后每个边界点继续进行 8 个方向的判断, 当一个点所有方向的 t 值都大于蔓延时间, 则该点记为过火点, 从下回合开始停止蔓延, 当所有的边界点的 8 个方向 t 值均大于蔓延时间时, 该模拟过程结束。所有标记成过火点的区域便是着火区域。

3 特点与结论

本研究是通过以数据结构思想的八叉树理论为基础, 将空间的八叉树模型转换成平面模型, 以 8 个方向的点扩散模式来模拟林火的蔓延, 并且在毛贤敏和王正非的数学模型基础上, 推导出小班林火 8 个方向蔓延速度的数学模型, 避免了先前只通过 5 个方向速度对林火进行模拟的不完善, 达到了计算精度高, 动态性强, 依赖参数少, 获取方便的目的。通过高效的数据用例计算、程式的负载均衡和完善的配置结构来提高模拟的精度和效率, 因而可准确定位到林火蔓延后各方向的位置, 使模型具有简单易行的特点。随着现代信息技术的发展, 特别是 3S

技术的迅速发展, 给森林防火研究带来新的思路, 通过与各个学科相结合, 用数学的逻辑思维与空间思维相结合, 再运用计算机技术进行实现和表达, 就能够有效提高森林防火工作效率和应急指挥能力。

参考文献:

- [1] 杜飞, 侯遵泽, 刘家琦. 森林地表火蔓延模拟方法及其计算机实现[J]. 火灾科学, 2001(04): 204-208.
- [2] 王明玉, 李涛, 任云卯, 等. 森林火行为与特殊火行为研究进展[J]. 世界林业研究, 2009(2): 45-49.
- [3] 李建微, 陈崇成, 於其之, 等. 虚拟森林景观中林火蔓延模型及三维可视化表达[J]. 应用生态学报, 2005(5): 838-842.
- [4] 田晓瑞, 舒立福, 王明玉. 利用 Keetch-Byram 干旱指数预测森林火险[J]. 火灾科学, 2003, 12(3): 151-156.
- [5] 温广玉, 刘勇. 林火蔓延的数学模型及其应用[J]. 东北林业大学学报, 1994(02): 31-36.
- [6] 王正非. 山火初始蔓延速度测算法[J]. 山地研究, 1983, 1(2): 42-51.
- [7] 毛贤敏. 风和地形对林火蔓延速度的作用[J]. 应用气象学报, 1993, 4(1): 100-104.
- [8] 宋卫国, 范维澄, 汪秉宏. 整数型森林火灾模型及其自组织临界性[J]. 火灾科学, 2001, 10(1): 53-56.
- [9] 单延龙, 金森, 李长江. 国内外林火蔓延模型简介[J]. 森林防火, 2004(4): 18-21.
- [10] 王菁. 北京森林火险监测预警系统设备工程项目后评价[D]. 长春: 吉林大学, 2007.
- [11] French I A. Visualization techniques for the computer simulation of bushfires in two dimensions. M. S. thesis, University of New South Wales[M], Australian Defense Force Academy, Canberra, Australia, 1992.
- [12] Richard C. Rothermel. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels [M]. USDA Forest Service, Research Paper INT-11.
- [13] Cheney N., J. Gould, W. Catchpole. The Influence of Fuel, Weather and Fire Shape Variables on Fire-Spread in Grasslands[J]. International Journal of Wildland Fire, 1993, 3(1): 31-44.
- [14] Luis M. D., M. J. Baeza, J. Raventós, et al. Fuel characteristics and fire behavior in mature Mediterranean gorse shrublands[J]. International Journal of Wildland Fire 2004, 13(1): 79-87.

(下转第 64 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.013

曲靖市森林防火地理信息系统构建及应用

吴 斌

(曲靖市林业局,云南 曲靖 655000)

摘要:阐述曲靖市森林防火地理信息系统的总体功能和应用目标,支持平台的软件、硬件选择、系统组成、系统应用。分析系统尚存在的推广和应用不足,系统管理和维护人员缺乏,经费投入不足等问题。

关键词:森林防火;地理信息系统;辅助决策;曲靖市

中图分类号:S762.33;P208 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0060-05

Construction and Application of Forest Fire Prevention GIS in Qujing City

WU Bin

(Forestry Bureau of Qujing, Qujing, Yunnan 655000, China)

Abstract: Overall function and application objective of forest fire prevention GIS, supporting platform software, hardware selection, system components, system applications and so on in Qujing City were described. Moreover, existing problems such as inadequate promotion and application, lack of system management and maintenance workers, lack of funding were also analyzed.

Key words: forest fire prevention; GIS; auxiliary decision; Qujing City

随着电子计算机技术的快速发展,林火卫星监测,红外探火、航空巡护、雷达探测、遥感技术、地理信息系统、全球定位系统等现代高科技已比较广泛深入地应用于森林防火领域,使森林防火工作的现代化步伐呈现出加速趋势。森林防火系统、森林防火数据库、人工智能系统、林火管理计算机辅助决策系统等现代化林火管理手段将得到广泛应用。

曲靖市属于滇东北火灾多发地区,部份地区属于云南省的老、少、边穷地区,经济条件差,交通不便,一旦发生火灾扑救极为困难。为了有效控制森林火灾,并提高林火扑救能力,结合曲靖市林火扑救实践,研究、设计开发了《曲靖市森林防火地理信息系统(FFMGIS)》,建立了林火管理决策支持系统。

1 总体功能和应用目标

曲靖市森林防火地理信息系统(FFMGIS)是将各种与扑火有关的资料以数据库的形式储存在计算机中,利用计算机建立图形库(如:行政区划图、地形图、林相图、交通图、可燃物类型分布图、林火发生图、火源分布图等),利用这些资料为扑救森林火灾提供服务。GIS 计算机扑火辅助决策就是利用 GIS 对林火扑救信息进行处理,把林火扑救知识信息分析综合起来,在最大程度上预见和再现各种宏观和微观过程,在较大的范围内,以最低代价预测出林火的发展、变化,为扑火指挥员提供决策依据与方案,辅助(支持)扑火指挥员做出正确的决策。

系统按照规划建成后,能够进一步实现森林防

收稿日期:2013-01-05.

作者简介:吴斌(1972-),男,云南曲靖人。从事信息化建设规划、项目实施及信息化日常管理等工作。

火工作的信息化和智能化,将在日常的防火内业管理和扑火指挥工作中发挥重要作用。该系统的功能与用途可以简单地概括为以下几方面:

1.1 查

查询、浏览各类综合信息,如本地区的政治、经济、社会、自然、环境、地形、地貌、交通、水系等公共信息;本地区的林业管理、森林资源分布、林相、防火设施设备、扑火力量分布、火险预报、卫星林火监测等专题信息。

1.2 图

电子地图功能。在计算机上使用和操作各类专题地图,如行政区划图、森林资源分布图、森林防火区划图、防火设施(了望台、防火线、防火检查站等)分布图、扑火队伍分布图、水系图、交通图、卫星监测热点图等,能够查图、看图、标图、定位、量算和打印,能够二维地操作平面图,也能三维立体地观看地形地貌(电子沙盘)。

1.3 跟

扑火队伍跟踪。实时采集 GPS 信息,把扑火队伍的动态位置显示在电子地图上,跟踪监控扑火队伍的动态,“可视化”地调度指挥扑火队伍。

1.4 辅

辅助决策支持。在扑火调度指挥工作中综合利用该系统的各项功能,为指挥员提供“图文并茂”的全方位信息,使指挥员能够方便快捷地在电子地图上查询火场环境信息、扑火力量情况和防火专题信息,分析火场发展态势,评估火灾损失,制定扑火方案,科学地决策指挥。

1.5 联

曲靖市森林防火地理信息系统主要由《市指挥中心森林防火地理信息系统(CGIS)》、《县指挥中心森林防火地理信息系统(OGIS)》、《乡(镇)林业站网络数据采集通讯系统(TDCT)》、《了望台网络遥感监测数据采集系统(LDCS)》4个部分组成。通过现有的 Internet 网络与 GSM 无线传输功能,将市、县指挥中心、乡(镇)林业站及了望台有机结合,实现数据、图形共享,森林防火指挥调度一体化。

2 支持平台选择

2.1 软件选择

当前国内外的 GIS 技术与产品发展都较快,可供选择的软件也很多。但从软件的功能、价格、管理、维护、技术特性、咨询服务、合作二次开发及今后

的软件升级换代费用等方面综合考虑,最终选择 ArcGIS 8.3、ArcIMS 等图形软件作为系统图形支持平台;以 Microsoft Windows 2000 Server SP4 软件作为操作系统,建立局域网运行环境;采用 Internet Information Server(IIS)作为系统 Web 信息发布服务器;采用 Oracle 9i 数据库软件,建立数字林业专题属性数据库;以 Visual Studio. Net 框架建立系统软件运行、开发平台。

2.2 硬件选择

根据成本效益的规律,本着投资小、效益大的原则进行全面地设计实施。因此,整个硬件环境应该是在充分利用硬件自有性能环境基础上,建立一个以 Windows 2000 Server Web 网络为信息发布(B/S 结构)、Windows 2000 为系统终端的 GIS 信息系统(C/S 结构)。网络平台可实现主干道为 100MB 的以太网架构,10MB ADSL 为工作站的基本传输速率。服务器为 Windows 2000 Server,工作站为 P4 2.4 以上的基本配置。

3 系统组成

结合云南省森林防火的特点,根据曲靖市在森林防火工作中多年所摸索的经验。把计算机应用、林火卫星监测、遥感技术(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)等系统有机地整合为一体,建立曲靖市统一的《曲靖市森林防火地理信息系统(FFMGIS)》。该系统总体由以下几个子系统(图 1)组成:

- ①市指挥中心森林防火地理信息子系统(CGIS);
- ②县指挥中心森林防火地理信息子系统(OGIS);
- ③乡(镇)林业站网络数据采集通讯子系统(TDCT);
- ④了望台网络遥感监测数据采集子系统(LDCS)。

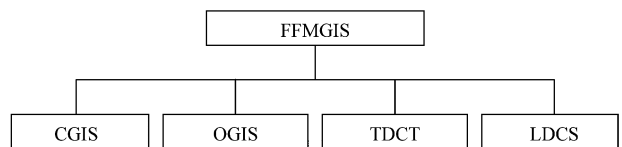


图 1 FFMGIS 子系统结构划分

Fig. 1 FFMGIS subsystem structure division

3.1 市指挥中心森林防火地理信息子系统 (CGIS)

曲靖市森林防火指挥中心下辖 10 个县 (区) 指挥中心, 因此对于森林火灾的防范、扑救、指挥起着指导作用, 因此市指挥中心必须全面了解全市范围内的林火信息、热点信息、气象信息、林火预报与监

测、图形数据等信息。因此, 将 CGIS 划分成基础信息管理、林火信息管理、林火预报与监测、林火扑救辅助决策、灾后评估、WebGis 查询、系统设置等 7 个主要部分。具体的模块功能划分见图 2。

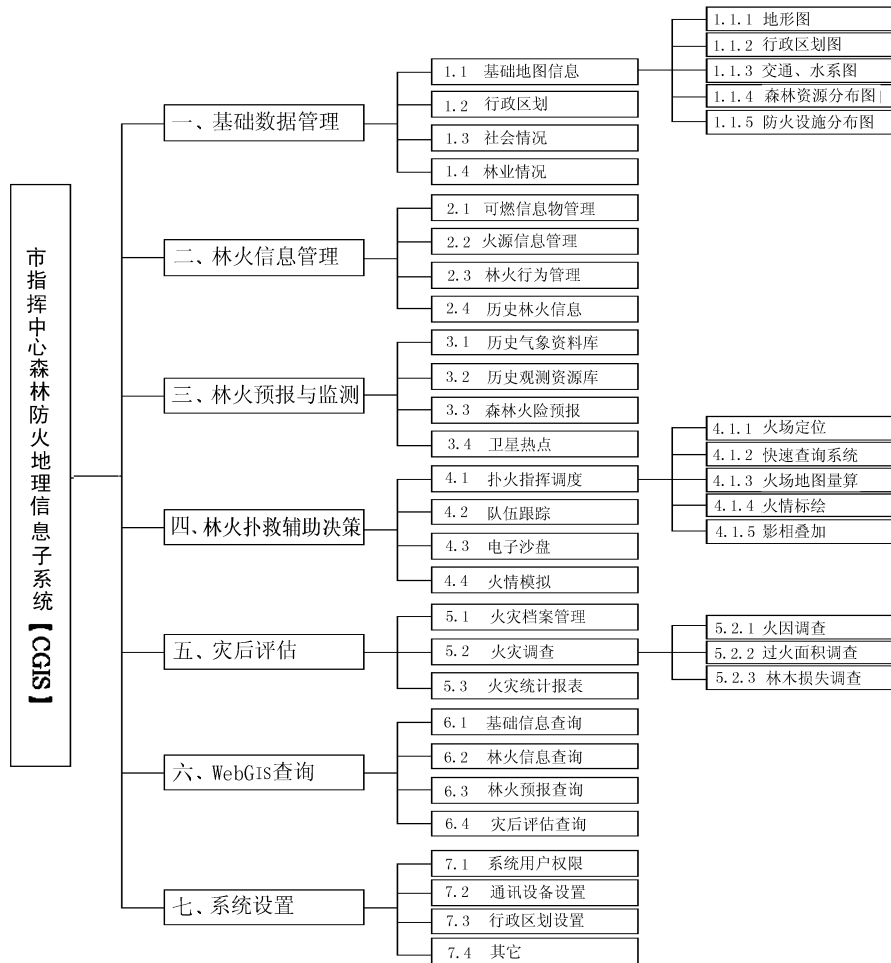


图 2 CGIS 模块功能划分

Fig. 2 CGIS module function division

1) 基础数据依托森林资源二类调查, 真实准确地反映森林资源的时空分布, 其特有的卫星摄影处理技术将传统的地形图与卫星影像相互叠加, 并利用计算机的三维图形模拟, 使全市各个区域的森林资源与地理信息资源相融合, 而成为真正的“电子沙盘”, 为数字林业的发展奠定基础, 为宏观决策提供依据。

2) 林火扑救辅助决策能够为森林防火信息的获取、管理和查询、检索等提供方便、快捷的工具和支持。不仅为森林防火的日常管理提供服务, 而且一旦当森林火灾发生时, 实现森林火灾的快速定位, 及时了解详实的火场及其周围的地理和资源环境。

在辅助决策系统的支持下, 制定合理的扑火方案, 实现扑火力量的最优配置, 缩短扑火出动时间, 提高扑火效率, 把森林火灾造成的损失尽可能地减少到最低限度。林火扑救辅助决策的建立和使用将使森林防火工作从传统的经验型的定性管理转化为自动化、标准化、规范化的定量管理, 极大地提高森林防火管理的效率和现代化水平, 进一步提高森林防火决策的科学性、合理性。在本系统中, 林火扑救辅助决策主要包括扑火指挥调度、队伍跟踪、电子沙盘、火情预测等功能。

3) WebGIS 信息查询系统采用浏览器/服务器模式 (Browser/Server) 进行开发, 客户端不需要安装

任何软件,只要操作系统包含 Internet 浏览器,就可以实现在互联网上对各种电子地图的基本查询,利用网络平台 (Client/Server) 将全市的各类综合信息以电子地图的方式建立远程的查询系统。WebGIS 查询使电子地图扩大了应用范围,在传统的上网查询文字信息的同时,还能够查看信息在地理空间的位置,实现电子地图信息资源的共享,方便各级防火工作人员对电子地图的使用,特别是需要进行移动办公(如指挥车)的时候。WebGIS 查询主要包括基础信息查询、林火信息查询、林火预报查询、灾后评估查询等。

3.2 县指挥中心森林防火地理信息子系统(OGIS)

县指挥中心森林防火地理信息子系统(OGIS)功能模块的划分与 CGIS 类似,不同之处在于 OGIS 只存储该县辖区内的地图信息、森林资源信息、防火设施信息、本辖区内的历史气候数据资料等。而

CGIS 存储的是曲靖市辖区内的所有信息数据。因此,为了保持市指挥中心的数据与县指挥中心数据的一致性,系统提供 OGIS 与 CGIS 数据(包括图形)交流与对照更新、共享功能。

3.3 乡(镇)林业站网络数据采集通讯子系统(TDCT)

乡(镇)林业站是森林防火体系中基层单位,当森林火灾发生时,在火场气象因子的收集、火场资源分布等方面均起着重要作用,使扑救森林火灾重要战略思想“三早”(就是早发现、早出动、早扑灭)得以实现。因此 TDCT 主要功能在于数据的采集、数据的通讯(将采集的数据发送到县/市指挥中心),让县、市指挥中心尽快地掌握和了解火灾现场的状况,迅速做出科学、合理的扑火决策。具体的模块功能划分见图 3 所示。

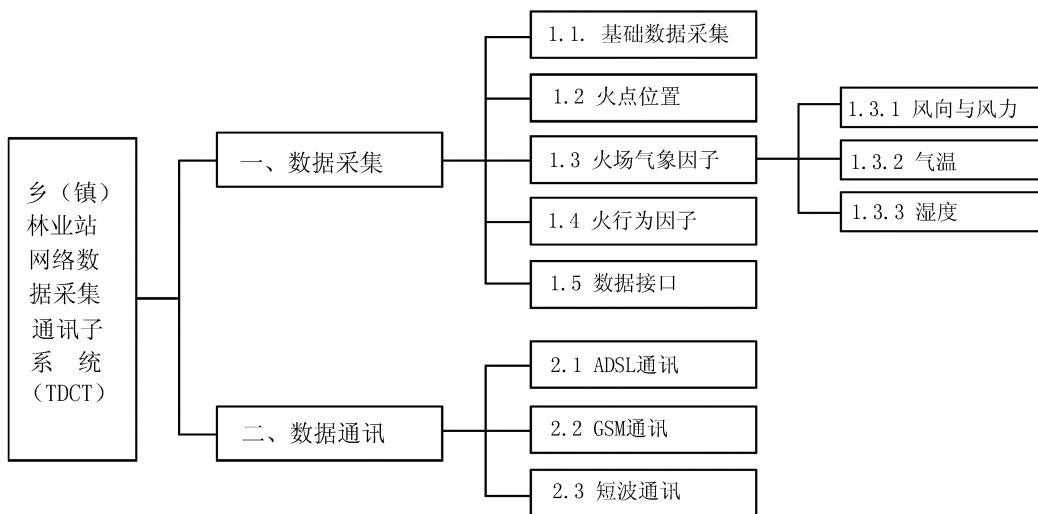


图 3 TDCT 模块功能划分

Fig. 3 TDCT module functional division

3.4 了望台网络遥感监测数据采集子系统(LDCS)

了望台是森林防火工作的重要固定设施,了望台的状态好坏,对于了望人员的人身安全和能否及时观察火情、报告情况、做好通讯联络等工作密切相关。了望台的主要功能是观察、监测火情,并将观测到的火情即时地通知乡(镇)林业站。因此, LDCS 主要以监测、数据通讯功能为主。其基本模块功能划分类似 TDCT。

了望台观测数据的传输可以通过 GSM 无线通讯来完成, LDCS 会自动将观测到的数据(方位角、

距离)按照一定的规则进行组合,发送到县/市指挥中心。县/市指挥中心接收到数据后,按组合规则进行解析并读出数据,自动在地图上完成标绘,并发出报警信号(声音、灯光)。具体流程见图 4 所示。

4 系统应用

曲靖市森林防火地理信息系统(CGIS)利用 3S 网络通讯高新技术,将基础地理空间信息、林火信息、态势信息、防火设施信息以及日常业务信息等进行综合管理。

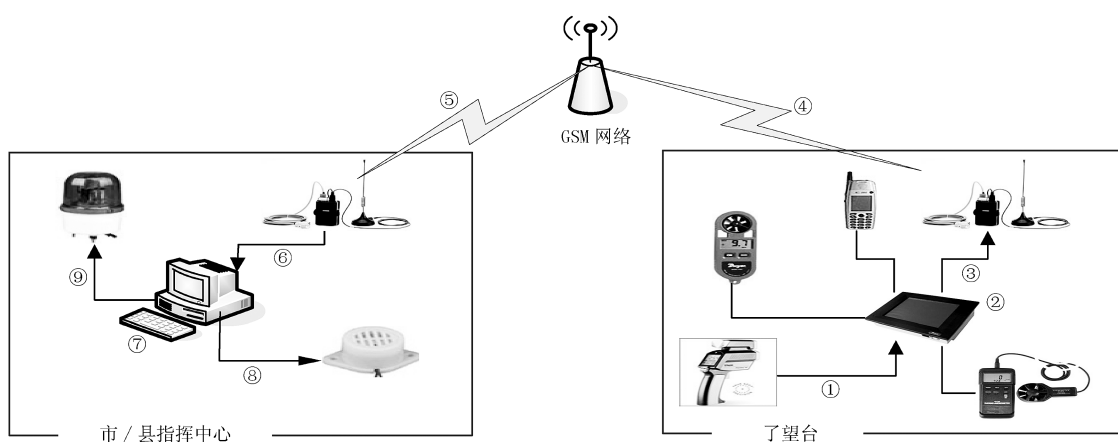


图 4 了望台数据通讯示意

Fig. 4 Lookout data communication schematic

当发生森林火灾时,利用该系统可以根据交通道路分布情况,以及扑火队伍的实际位置 and 要到达目的地的信息,自动计算出最佳和次佳行进路线,以及到达目的地所需的时间,并以图形和数字形式提供给指挥者。当林区发生火灾后,森林防火地理信息系统可以将这一区域的起火方位及附近水源、村庄、救火装备、设备、扑救力量分布情况以三维图像呈现出来,基本上具备了扑火指挥可视化的功能。还可以通过对可燃物载量、干燥度、气温、风向等因素的综合分析,进行火险等级预报,且及时了解详实的火场情况及其周围的森林资源,制定合理方案,实现扑火力量的最优配置,提高扑救效率,从而把森林防火造成的损失尽可能地减少到最低限度,进而提高预防、扑救工作的综合能力和管理水平,使曲靖市森林防火工作从行政手段和经验型的管理转化为标准化、规范化、科学化的管理,提高防火管理的效率和现代化水平,使森林防火工作更加科学、合理。

5 存在的问题

5.1 系统推广和应用不足

由于地方发展不平衡,部分地方领导对森林防火地理信息系统的了解不到位,对森林防火工作和管理的作用认识不够,并且基层林业部门缺少相关的维护和管理人员,因此,影响了森林防火地理信息系统在全市的推广和应用。

5.2 系统管理和维护人员缺乏

由于森林资源是动态变化的,因而对森林防火地理信息系统要进行不断地更新和完善,以及整个系统和网络的维护和操作等。要完成这项工作,必须长远考虑,培养相关人才,而这种人才既要有计算机方面的知识,又要有林业方面的知识。

5.3 经费投入不足

建立森林防火地理信息系统的投入属于基础设施建设方面的投入,短期内看不到明显的效益,因此容易造成对其软硬件投入的不足,影响了其功能的发挥。

(上接第 59 页)

[15] Streeks T. J. , M. K. Owens, S. G. Whisenant. Examining fire behavior in mesquite-acacia shrublands [J]. *International Journal of Wildland Fire*, 2005, 14(2) :131-140.

[16] Catchpole E. , W. Catchpole, R. Rothermel. Fire Behavior Experiments in Mixed Fuel Complexes [J]. *International Journal of Wildland Fire*, 1993, 3(1) :45-57.

[17] Andrews, Patricia L. BehavePlus fire modeling system, version 2.0; Variables. Gen. Tech. Rep. RMRS - GTR - 213WWW Revised. Fort Collins, CO:Department of Agriculture, Forest Service. Rocky Mountain Research Station,2003.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.014

哈巴雪山保护区大果红杉林的分布格局及其保护价值

袁凤军, 余昌元

(云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要: 针对哈巴雪山省级自然保护区大果红杉林的系统调查研究尚未有人做过, 在其他区域的调查研究也相对较少的状况。对保护区内分布的大果红杉林进行调查, 摸清其面积、斑块数量、空间分布格局和群落结构组成等情况, 从自然性、稀有特有性、生物多样性、脆弱性、在维护区域生态系统稳定中的重要性、景观价值等方面对其保护价值进行了评价。

关键词: 大果红杉林; 分布格局; 保护价值; 哈巴雪山保护区

中图分类号: S791.226; S759.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0065-04

Distribution Pattern and Conservation Value of *Larix potaninii* var. *macrocarpa* Forest in Haba Snow Mountain Reserve

YUAN Feng-jun, YU Chang-yuan

(Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: Regarding systematic inventory and research on *Larix potaninii* var. *macrocarpa* in Haba Snow Mountain Provincial Nature Reserve has not yet been done, while research in other regions is also relatively scarce. Investigation on distribution of *Larix potaninii* var. *macrocarpa* in the reserve was made to find out its area, the number of patches, the spatial distribution pattern and community structure. Its conservation value was evaluated from aspects of its naturality, rarity and endemism, biodiversity, vulnerability, its importance in the maintenance of the stability of regional ecosystem, as well as landscape value.

Key words: *Larix potaninii* var. *macrocarpa*; distribution pattern; conservation value; Haba Snow Mountain Reserve

大果红杉 (*Larix potaninii* var. *macrocarpa*) 为松科落叶松属落叶乔木, 属红杉 (*Larix potaninii*) 的变种, 为中国西部横断山特有种, 也是落叶松属在云南省境内有天然分布的 2 个种 (变种) 之一。

大果红杉为喜光的强阳性树种, 不耐庇荫, 耐高寒气候和瘠薄土壤, 在山顶、岩石裸露、土层浅薄、冰碛石上也能生长。怕水涝, 在深厚肥沃、排水良好的微酸性棕色森林土上生长良好。

大果红杉分布于四川西南部、云南西北部、西藏

东南部。在云南省境内分布范围较窄, 仅分布于滇西北的迪庆州香格里拉县、德钦县、维西县和丽江市玉龙县, 垂直分布海拔 2 700~4 200 m。中、下部与丽江云杉、苍山冷杉、云南黄果冷杉、高山松、华山松、红桦等混生, 上部除与长苞冷杉、川滇冷杉、方枝柏等混生外, 也常形成一定面积的纯林直达林线。在滇西北, 分布有大果红杉的国家级和省级自然保护区, 有白马雪山、哈巴雪山、碧塔海和玉龙雪山, 常组成纯林或与其它温性针叶林混交。

收稿日期: 2012-11-27; 修回日期: 2013-01-31.

作者简介: 袁凤军 (1971-), 男, 云南大理人, 工程师。从事林业调查规划工作。

1 研究区域概况

哈巴雪山省级自然保护区位于滇西北迪庆藏族自治州香格里拉县东南部,东部和南部临金沙江,东部紧邻举世闻名的虎跳峡与丽江市玉龙雪山隔江相望。在行政区划上涉及香格里拉县虎跳峡镇和三坝乡,于 1985 年 1 月经云南省人民政府批准(云政函(1984)36 号)建立省级自然保护区,地理位置为 $27^{\circ}10'00''\sim 27^{\circ}24'28''N$, $100^{\circ}02'18''\sim 100^{\circ}14'30''E$,南北长 25 km,东西宽 20 km,总面积为 21 908.0 hm^2 。

保护区地处青藏高原向云南高原过渡的地带,是横断山系三江并流世界自然遗产地的重要组成部分,是金沙江上游地区发育有现代海洋性山岳冰川的极高山之一。保护区最高点哈巴雪山主峰海拔 5 396 m,附近海拔超过 4 500 m 的高峰有 10 余座。最低点位于东北部金沙江谷底,海拔 1 550 m,相对高度为 3 846 m。

保护区内植被垂直带谱较为丰富和完整,以寒温带性针叶林为代表的植物类型自然性突出,同时拥有现代海洋性冰川、第四纪冰川遗迹、世界著名的高山峡谷、高山湖泊湿地等多样的自然景观和众多国家级保护野生动植物及高山资源植物。植被垂直带的恒雪线、森林上限和森林下限明显,在较小的空间内集中了从亚热带干暖河谷到高山寒带的各种植被类型,呈带状有规律地分布在不同的海拔高度上,形成完整、典型的植被垂直带景观,同时也孕育了丰富的物种多样性。

保护区自然植被可划分为 6 个植被型、11 个植被亚型、26 个群系、30 个群落。截至目前,保护区共记载维管束植物 1 125 种。包含保护区特有种 6 种,滇西北特有种 62 种;国家 I 级重点保护野生植物 2 种,国家 II 级重点保护野生植物 4 种及省级保护植物 3 种。此外,保护区内还分布有大量具有观赏、食用和药用等价值的资源植物。保护区现已记录到陆生野生脊椎动物 315 种。其中,哺乳动物 102 种;鸟类 186 种;两栖动物 12 种;爬行动物 15 种。包含国家 I 级重点保护野生动物 4 种,国家 II 级重点保护野生动物 34 种。

2 大果红杉林在保护区的分布格局

2.1 调查方法

1) 线路调查

利用 1:50 000 地形图和 SPOT 5 高分辨率卫星

影像图作为野外用图。在保护区均匀地布设 5~8 条线路,贯穿整个保护区,涉及到最低、最高海拔和各个坡向,而且照顾到保护区内所有的大果红杉林面状斑块。在此基础上,在所布设的每一条线路上,根据植被类型的划分条件,对大果红杉群落进行現地勾绘。

2) 群落调查

对已确定的大果红杉群落,为了进一步掌握其内部特征和组成特点,采用典型选样的方法,选择具有代表性的群落斑块,选取适当的位置,用罗盘仪测设面积为 0.04 hm^2 的 1~2 块标准地。在测设范围内进行树种、树高、胸径、郁闭度、年龄、灌木种类及多度、草本种类及多度、幼苗幼树的种类及数量等因子的详细调查记载。同时调查海拔、坡位、坡向及坡度、土壤等相关因子。

2.2 结果与分析

2.2.1 分布面积

通过現地调查,保护区内共分布有大果红杉林 734.1 hm^2 ,均为大果红杉单优纯林,占保护区总面积的 3.4%;占保护区寒温带性针叶林总面积的 13.9%。

2.2.2 分布特点

保护区内的大果红杉林主要分布于哈巴雪山主峰的西北部至东部,西南部亦有小块状分布,总体分布海拔为 3 190~4 060 m,共有 9 个斑块,平均斑块面积为 81.6 hm^2 (表 1)。

2.2.3 群落结构

大果红杉林群系属温带性针叶林植被型,寒温带性针叶林植被亚型。保护区内大果红杉林主要分布于保护区的东北坡海拔 3 300~4 000 m 的部分区域,保护区西南部的马鹿塘附近有少量分布。根据群落内物种优势度的差异,可将大果红杉林划分为大果红杉、亮鳞杜鹃(*Rhododendron helirolepis*)群落和大果红杉、凉山悬钩子群落。其中以大果红杉、亮鳞杜鹃群落占绝对优势。

大果红杉、亮鳞杜鹃群落分布地气候寒冷,并常常被云雾笼罩。外貌整齐,呈翠绿色,成片镶嵌于冷绿的冷杉林间。群落总盖度 90%,可分为 4 个层次,即乔木 I 层、乔木 II 层、灌木层和草本层。

乔木 I 层高 15~30 m,胸径 20~48 cm,层盖度为 50%~60%。以大果红杉为优势,其它伴生种类有长苞冷杉(*Abies georgei*)、糙皮桦(*Betula utilis*)、红桦(*Betula albo-sinensis*)等。

乔木 II 层高 5~10 m,胸径 8~20 cm,层盖度为

表 1 保护区大果红杉林斑块分布状况

Tab. 1 Plaque distribution of *Coniferopsida* forest in protected areas

斑块号	面积 /hm ²	大地坐标		分布海拔 /m	在保护区位置	坡位	群落
		X	Y				
1	155.8	17605664~17607145	3032191~3033309	3520~3893	西北	中	大果红杉、亮鳞杜鹃群落
2	206.0	17605151~17607836	3030012~3032459	3350~4060	西北	中	大果红杉、亮鳞杜鹃群落
3	28.0	17609333~17609862	3028009~3029031	3300~3740	北	中	大果红杉、亮鳞杜鹃群落
4	149.0	17609848~17612250	3026914~3028179	3320~3920	北	中	大果红杉、亮鳞杜鹃群落
5	44.4	17612539~17613657	3025654~3026457	3300~3790	东北	中	大果红杉、亮鳞杜鹃群落
6	104.2	17614751~17616290	3022453~3024127	3190~4020	东	中	大果红杉、亮鳞杜鹃群落
7	6.3	17605701~17606184	3014700~3014950	3490~3600	西南	中	大果红杉、凉山悬钩子群落
8	2.4	17606645~17606940	3014389~3014506	3620~3700	西南	中	大果红杉、凉山悬钩子群落
9	38.0	17606423~17607946	3013594~3014460	3530~3940	西南	中	大果红杉、凉山悬钩子群落
计	734.1						

20% ~ 30%。组成种类主要有亮鳞杜鹃、多对小叶花楸(*Sorbus multijuga*)、川滇柳(*Salix rehderiana*)等。

灌木层高 0.3~3 m, 层盖度为 10%~20%, 组成种类有限, 常见的有亮鳞杜鹃、扁刺蔷薇(*Rosa sweginzowii*)、川滇小檗(*Berberis jamesiana*)、匍匐栒子(*Cotoneaster adpressus*)、刚毛忍冬(*Lonicera hispidula*)、樱草杜鹃(*Rhododendron primulaeflorum*)、紫背杜鹃(*Rhododendron forrestii*)、多对小叶花楸、黑穗箭竹(*Fargesia melanostachys*)、川滇绣线菊等(*Spiraea schneideriana*)。

草本层高 0.1~0.8 m, 盖度在 20%~40%。组成种类较多, 以苔草(*Carex speciosa*)为优势。其它种类有凉山悬钩子(*Rubus fockeanus*)、腺毛老鹳草(*Geranium christensenianum*)、疏花车前(*Plantago asiatica* subsp. *erosa*)、喉毛花(*Comastoma pulmonarium*)、掌裂蟹甲草(*Parasenecio palmatisectus*)、异叶虎耳草(*Saxifraga diversifolia*)、椭圆叶花锚(*Halenia elliptica*)、羽叶鬼灯檠(*Rodgersia pinnata*)、烟管草(*Carpesium cernuum*)、异叶虎耳草(*Saxifraga diversifolia*)、抱茎蓼(*Polygonum amplexicaule*)、圆穗蓼(*Polygonum macrophyllum*)、假瘤蕨(*Phymatopteris* sp.)等。

3 保护价值

据云南省森林资源连续清查第四次复查成果资料, 全省落叶松林(含大果红杉和怒江红杉林)分布

面积为 14 400 hm², 属全省针叶林中分布面积最小的类型, 均为天然林且全部分布于滇西北。保护区内分布的 734.1 hm² 大果红杉林占全省总面积的 5.1%, 均为原生植被, 其群落的生态价值和科学价值具有不可替代性。

植被是植物群落的复合体, 其中蕴含着丰富的生物多样性和生物资源, 并为动物提供食物与栖息、繁衍的场所。在生物多样性保护日益迫切的情况下, 单纯保护物种是行不通的, 必须将物种栖息的场所(植物群落)纳入生物多样性保护的基本目标。单一植被的保护长期缺乏相关的标准与等级。因此, 结合大果红杉林的具体特点, 根据其自然性、稀有特有性、生物多样性、脆弱性、维护区域生态系统稳定中的重要性, 以及景观价值等方面来确定保护价值。

3.1 自然性

自然性的植被也就是原生的植被类型, 通常是区域气候决定的地带性植被和局部地形、土壤等因素主导的非地带性植被, 一般为长期演化形成的顶极群落或者是在一定因素主导下长期稳定的类型, 其中包含着最能代表一个地区的动植物区系, 其生态价值和科学价值具有不可替代性。原生植被是区域植被复原的具体目标, 也是植被恢复中乡土树种引种培育的种质资源宝库, 原生植被破坏以后的经济损失是难以估算的。保护区内的大果红杉林原生性强, 类型丰富, 属首要的植被保护目标。

3.2 稀有特有性

大果红杉作为中国西部横断山特有种,其分布区狭窄,代表性群落地段稀少,具有很高的稀有、特有性。保护区内的大果红杉林是特定区域特定气候条件特定历史演化进程形成的类型,群落内包含较多的横断山特有种,保护价值特殊。

3.3 生物多样性

保护区内大果红杉林的原生性使得该群落类型具有较高的生物多样性。群落的乔木层虽为大果红杉单优,但组成群落的灌木层和草本层物种的丰富度高,同时苔藓植物层也有很好的发育,充分说明了其物种多样性的价值,该群落包含着重要的种群基因库,应加以重点保护。

3.4 脆弱性

哈巴雪山保护区山高坡陡、土壤瘠薄,加之较为严酷的气候条件,使得整个生态环境极为脆弱。大果红杉林作为保护区垂直地带性植被中的一个组成部分,在长期的高山生境中形成了相对较窄的生态幅,离开特定环境往往会消亡。长期生长在脆弱的环境中其稳定性会受到挑战,抵御干扰的能力和在干扰下的自我恢复能力方面明显偏弱,其脆弱性显而易见。

3.5 在维护区域生态系统稳定中的重要性

大果红杉林的生态功能对生物多样性孕育和维护生态环境的稳定都具有重要意义。保护区地处金沙江中上游第一层山脊,植被的水源涵养和水土保持功能尤为重要。大果红杉林虽分布面积不大,但作为保护区主要的地带性原生植被之一,对于水源涵养、水土保持、提供持续发展的基础等方面的重要性不容忽视。

3.6 景观价值

保护区内的大果红杉林呈片状分布于海拔 3 190~4 060 m 的山体中部区域,鲜有人为干扰,基本保持了自然的状态。其树型高大挺拔,树干通直圆满,枝条平展,树冠圆锥形,显得尤为美观而大气。秋季来临,经过霜雪的侵染,大果红杉林色泽逐步变为金黄,在蓝天白云的映衬下显得更加艳丽,成为保护区森林景观中独特的风景线。

4 结语

1) 通过实地调查,初步摸清了大果红杉林在保护内的分布面积、斑块数量、空间分布格局和群落结构组成。

2) 保护区内分布的大果红杉林在自然性、稀有特有性、生物多样性和维护区域生态系统稳定中的重要性均十分突出,而自身的脆弱性也较为显著,景观价值独特而显著,显示出极高的保护价值。

参考文献:

- [1] 云南省林业调查规划院. 云南哈巴雪山省级自然保护区综合科学考察报告[R]. 1, 217-218, 237-238.
- [2] 中国科学院昆明植物所. 云南高等植物电子词典[Z]. 2010.
- [3] 云南林业科学研究所. 云南主要树种造林技术[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1989: 51.
- [4] 吴征镒, 朱彦丞. 云南植被[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 489-490.
- [5] 云南省林业厅. 云南省森林资源连续清查第四次复查成果[Z]. 2012: 53.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.015

变革理论在高黎贡山国家级自然保护区生物走廊带环境 保护与教育中的应用

段红莲¹, 蔺汝涛², 何 茜³

(1. 高黎贡山国家级自然保护区保山管理局隆阳分局, 云南 保山 678000; 2. 高黎贡山国家级自然保护区保山管理局, 云南 保山 678000; 3. 西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 瑞尔保护协会倡导的变革理论模型于 2008~2010 年在高黎贡山国家级自然保护区生物走廊带中推广。项目选择云南省隆阳区赧元村为工作区域, 通过保护意识教育、节柴改灶技术推广、节能改灶培训等基础工作, 逐步改变工作区居民依赖薪柴的传统生产、生活方式。项目设置宣传栏 3 块, 广告牌 1 块, 年历 10 000 份, 宣传海报 600 份, 宣传笔记本 1 000 本, 胸章 4 000 个; 在社区支持节柴改灶 100 口, 推广电饭锅 154 台、电磁炉 154 台; 培训技工 10 名、社区村民 200 余人; 1.4 万元投入作为相关设施的建设配套资金和培训费。项目实施结束后, 工作区域内薪柴消耗量显著下降, 监测林地样方内伐桩数量趋于平衡, 人对猿胁迫行为显著减少。变革理论在社区的环境教育中有积极的作用, 项目在减少社区居民对森林资源的威胁方面是成功的。

关键词: 变革理论; 生物走廊带; 环境保护与教育; 节柴改灶; 高黎贡山自然保护区

中图分类号: S759.9; X173 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0069-04

Revolution Theory for Environmental Protection and Education in Gaoligongshan National Nature Reserve Biological Corridors

DUAN Hong-Lian¹, LIN Ru-Tao², HE Xi³

(1. Longyang Substation, Gaoligongshan National Nature Reserve Baoshan Administration Bureau, Baoshan, Yunnan 678000, China; 2. Gaoligongshan National Nature Reserve Baoshan Administration Bureau, Baoshan, Yunnan 678000, China; 3 Faculty of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: Revolution theory model advocated by Rare Conservation was carried out in Gaoligongshan National Nature Reserve biological corridors from 2008 to 2010. Nankang village of Longyang district was chosen as work area. Through foundation work such as: protection awareness education, popularized technology of saving firewood, training of energy-saving etc, this project was aimed to gradually change the traditional production and living way of work area residents' depended on firewood. Three bulletin boards, one billboard, 10, 000 calendar copies, 600 publicity flyer copies, 1000 notebooks, 4000 badges were set; 100 fuel saving stoves were supplied, 154 electric and 154 induction cookers were promo-

收稿日期: 2013-03-05.

基金项目: 瑞尔保护协会“高黎贡山生物走廊带自募项目”资助; 云南省森林灾害预警与控制重点实验室开放基金(ZK11A108)和国家自然科学基金(31160419)支持。

作者简介: 段红莲(1975-), 女, 硕士, 工程师。从事自然保护区资源监测管理、社区共管及宣传教育等工作。Email: duanh1827@163.com

ted; and 10 artificers and more than 200 community villagers have been trained. 14,000 yuan was invested as matching funds for the construction related in facilities and training fees. After implementation of this project, firewood consumption was significantly decreased in the work area, and the number of stumps in woodland quadrates was tend to balance, and the intimidated behavior of apes to human were significantly reduced. The results showed that revolution theory have played an active role in community environmental education, and the project was successful in reducing the threat of community residents on forest resources.

Key words: revolution theory; biological corridor; environmental protection and education; change stove saving fuel; Gaoligongshan national Nature Reserve Biological Corridors

高黎贡山自然保护区生物走廊连接高黎贡山国家级自然保护区与小黑山省级自然保护区,地处保山市隆阳区、腾冲县、龙陵县 3 个县交界处,面积 4 848.2 hm²。生物走廊带保存有高等植物近千种,脊椎动物约 300 种,昆虫约 500 种;其中珍稀濒危灵长类 3 科 7 种,中国国家级和云南省级保护珍稀濒危动植物 40 余种^[1]。生物走廊带不仅是连接 2 个保护区的中间地带,同时也是多民族聚居的农、林、牧复合社区,有汉、傈僳、傣、德昂、彝、回、白等 7 个民族,组成 3 个乡(镇) 14 个村民委员会,人数达 3 万余人^[2]。周边社区居民生活贫困,经济收入、文化素质较低,约计 40%左右的居民年收入在 5 000 元以下,48%的居民文化程度在小学以下,约 16%的调查对象未受过正规教育^[3]。当地居民的生活长期依赖高黎贡山自然资源,是干扰保护区管理工作的主要因素之一^[4,5]。协调保护区周边社区与管理部部门间的关系,引导当地居民适当参与到保护区管理工作中,是促进自然保护区建设的重心。

瑞尔保护协会(Rare)是 1973 年成立于美国阿灵顿的环保机构,该机构在 2008 年启动“瑞尔中国自豪领导力开发项目”,引入以“知识(K)+态度(A)+人际交流(IC)+障碍清除(BR)→行为改变(BC)→威胁减少(TR)→环保目标(C)”为结构的变革理论模型。项目工作组运用变革理论模型的工作方法,在云南省高黎贡山国家级自然保护区选取白眉长臂猿为旗舰物种,旨在探寻影响高黎贡山自然保护区生物走廊带生物多样性的胁迫因素,推进保护区与社区之间的和谐相处。本文就变革理论在高黎贡山国家级自然保护区生物走廊带环境保护与教育中的应用做系统阐述,供国内外相近类型自然保护区社区管理和资源保护工作借鉴。

1 项目工作思路与方法

1.1 项目实施区域及时间

高黎贡山国家级自然保护区隆阳分局于 2008

年组织以“白眉长臂猿保护”为主题的相关利益群体研讨会^[3,6],生物走廊带 90%以上的薪柴是由赧亢村的沙田、寺门前和里寨等 3 个自然村的村民砍伐。因此选择赧亢村作为关键目标受众群体干预,以此为立足点设计符合高黎贡山生物走廊带的变革理论模型。变革理论模型相关工作自 2008 年 10 月实施,2010 年 10 月结束。

1.2 变革理论的目标设计

生物走廊带内社区居民的生产生活,是对高黎贡山自然保护区白眉长臂猿和其它灵长类动物造成威胁的主要来源,传统社区生产、生活方式改变,是有效降低社区对珍稀灵长类动物胁迫的途径^[6,7]。过度砍伐薪柴作为影响等级极高的方面,只有彻底改变群众的生活的方式,才能减少薪柴的砍伐,保护走廊带的森林资源。而社区居民对生态资源的保护意识,和传统获取经济效益的思想,是社区对保护区影响的重要方面,对受众的环境教育是解决社区对保护区之间矛盾的重要步骤^[8,9]。由工作目标返推工作思路,设计出以下模型:

1) 环保目标(C) 以白眉长臂猿为首的珍稀濒危灵长类动物数量稳定,分布区域扩大。

2) 威胁减少(TR) 拟达到环保目标,应有效恢复珍稀濒危灵长类动物生境,即减轻薪柴采集对森林的破坏行为。

3) 行为改变(BC) 对应需减少的威胁因子,拟改变依赖薪柴为主的生产、生活行为。

4) 知识(K)+态度(A)+人际交流(IC)+障碍清除(BR) 普及珍稀濒危灵长类保护及使用新型燃具、炊具的知识,改变依赖使用薪柴的传统习惯,通过居民交流扩大知识的传播,共同清除影响知识学习和传统改变的障碍。

1.3 成效监测

本项工作自 2008 年 10 月实施初期,设计多项 SMART 目标用于监测项目实施成效。结合问卷和

访谈 2 种形式,运用随机抽样的方法,在工作区域内选择 415 名常住居民为工作组;并在非工作区百花岭、芒合、从干、芒柳 4 个村选择 355 名常住居民作为对照组;分别在项目开始前和结束后开展了入户问卷调查,将工作组和对照组的 2 次调查数据进行对比分析。在 2009 年 3 月份开展的项目前调查旨在为变革理论模型中与知识、态度和行为这些变量相关的 SMART 目标建立一份基线数据。第二次调查是在 2010 年 6 月展开,目的是测量知识、态度和行为这些变量的变化以评估 SMART 目标的实现程度。另外,2 次问卷调查所选择的样本在社会经济和人口学特征上的数据是相近的,确保了 2 次问卷的可比性。

监测数据的保存和分析通过 SurveyPro 3.0 软件实现,项目前后收集的问卷数据输入同一个 SurveyPro 3.0 数据文件中分析,运算时遵守 $p=0.05$ 的置信区间以及 95% 的置信水准。SMART 目标的完成情况以百分比来表示。

2 工作步骤

参照变革理论中“知识(K)+态度(A)+人际交流(IC)+障碍清除(B 赧 R)→行为改变(BC)→威胁减少(TR)→环保目标(C)”的工作步骤,其中“知识(K)+态度(A)+人际交流(IC)+障碍清除(BR)”是变革理论的工作基础,行为改变(BC)、威胁减少(TR)、环保目标(C)是前期工作完成后,自然实现的工作结果。

2.1 知识(K)

知识学习以宣传教育为主。沙田、寺门前和里寨等 3 个自然村各设置户外宣传栏 1 块,生物走廊带自然公园设置户外广告牌 1 块,宣传白眉长臂猿的保护要点;2009、2010 年各设计年历 2 版,每版各 5 000 份发放村民张贴,年历内容为号召村民减少薪柴砍伐,提倡使用电炊具;制作宣传海报 600 份,号召村民减少薪柴砍伐,提倡使用电炊具;制作活动宣传板数块,在社区聚会或集市赶集的时候,结合人偶、海报、现场讲解等进行宣传。

2.2 态度(A)+人际交流(IC)

以赧亢村为中心,选择周边社区所有小学,每所小学至少开展一次学生环境教育活动,开展与“白眉长臂猿保护”主题相关的木偶剧表演、绘画、写作等,通过孩子们回家交流唤起父母们的保护意识;制作胸章 4 000 个,作为小礼品送给学生或成人受众,通过胸章的内容号召受众保护本地特有物种白眉长

臂猿;举办社区烹调大赛数次,让社区村民熟悉、了解电磁炉,使大家在活动中感受电磁炉带给生活的便利和愉快。

2.3 障碍清除(BR)

围绕节柴改灶技术,在沙田、寺门前和里寨等 3 个自然村开展培训。支持当地居民节柴改灶 100 口,示范、推广电炊具 154 套,并对电磁炉使用做示范使用教学。

3 工作实施成效

3.1 知识(K)

截至 2010 年 6 月,白眉长臂猿作为高黎贡山的特有珍稀保护动物被社区居民熟知,社区居民的认知率由项目实施初期的 36% 提升到 85%;薪柴砍伐会胁迫白眉长臂猿生存,该项认知由项目实施初期的 53% 提升到 90%。知识水平的工作目标提高了 40% 以上,SMART 目标完成率在 110% 以上。

3.2 态度(A)

2008 年 10 月,仅有 19% 的社区居民认为在走廊带砍伐薪柴并不是获取热能的唯一途径,持该态度的居民在项目结束时提升到 80%;为节约日常生活中的薪柴损耗,社区中愿意使用电炊具的居民从 75.4% 提高到 90%。关键目标社区受众平均上升了 45.7%,各个项目区受众平均上升了 16%,SMART 目标完成率在 100% 以上。

3.3 人际交流(IC)

截至 2010 年 6 月,薪柴砍伐胁迫白眉长臂猿生存这一事实已成为社区居民私下交流的话题,谈论该事实的居民由项目实施初期的 9% 提升到 50%;谈论节柴改灶或使用电炊具的居民由项目实施初期的 25% 提升到 60%。SMART 目标完成率为 72%

3.4 障碍清除(BR)

通过节柴改灶或使用电炊具是减轻薪柴砍伐的替代途径,推广节柴改灶技能和使用电炊具则是清除薪柴砍伐这一障碍的有效途径。2009 年 10、11 月,经保护区管理局协调,在生物走廊带周边社区举办 2 期节柴改灶技工培训,培训技工 10 名;2009 年 11 月和 2010 年 2 月分别在当地举办 3 期电炊具使用技术培训,培训社区村民 200 余人;2010 年 4 月,林业局能源站资助当地居民节能改灶,共计 1.4 万元投入作为相关设施的建设配套资金和培训费。

3.5 行为改变(BC)

通过上述 4 项活动,100 口节柴灶和 154 台电饭锅、154 台电磁炉在距离走廊带最近的村寨成功

推广。里寨、寺门前、沙田 3 个村中行为发生改变的人群达千余人,占关键目标地区人群的 41% (原为 2.1%)。

3.6 威胁减少 (TR)

2009 年 11 月至 2010 年 5 月,里寨、寺门前、沙田 3 个村中薪柴消耗量显著下降 (图 1);进入冬季后,监测林地样方内伐桩数量稍有上升,但年后趋于平衡,伐桩数没有显著增加 (图 2)。

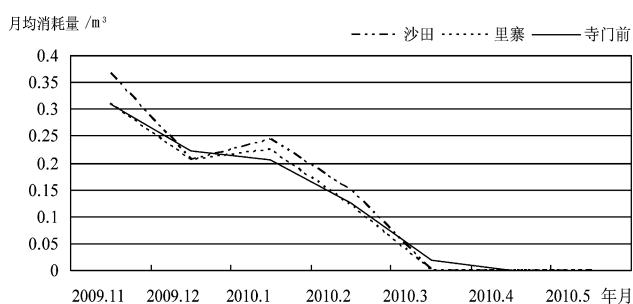


图 1 示范村平均每户薪柴消耗量

Fig. 1 Average consume of firewood

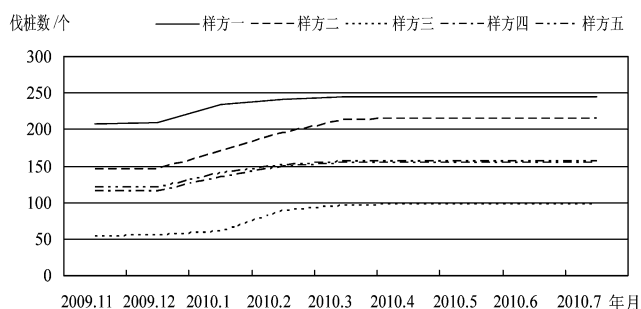


图 2 样方内伐桩数量变化

Fig. 2 Change of cut tree in the sample

3.7 环保目标 (C)

图 1 和图 2 显示,生物走廊带内薪柴砍伐的胁迫行为在逐渐减少,区域内森林资源得到有效保护。生物走廊带内白眉长臂猿种群数量稳定,近几年内没有猿个体失踪的报道。预计白眉长臂猿分布区域将会扩大,具体变化情况,需要持续监测数据。目前生物走廊带内,游人可近距离肉眼观赏猿个体活动,说明该区域内的白眉长臂猿对人类活动已充分习惯,是人对猿胁迫行为显著减少的表现,说明变革理论目标已达成。

4 经验总结

从项目理论产出结果可以看出,项目的开展使

受众在知识方面取得了变化,对生物走廊带资源的保护态度也发生了转变,并在一定程度上增加了村民之间的交流。受众对电磁炉使用和用电量的增加,及样方中伐桩数量趋于平衡,说明过度砍伐薪柴的威胁在减少,变革理论在社区的环境教育中是有积极作用的,项目在减少受众对森林资源的威胁方面是成功的。

社区对森林资源的依赖程度主要取决于经济发展的不均衡性^[10],社区对木质能源的使用方式只是利用森林资源的一个方面,社区环境教育虽然增强了群众的环保意识,促进了保护区与社区的和谐共处,但林下种植草果和采集非木质林产品等利用林业资源的方式,也是对林业资源产生胁迫的重要方面^[11-13]。如果没有更好的经济发展方法,在利益的驱使下,林下种植草果和采集非木质林产品等利用林业资源的“靠山吃山”的生活方式依然会延续下去。改善社区的经济发展方式,促进地区的经济发展,才能从根本上解除对保护区的威胁^[14,15]。加强保护区与社区共同管理的方式,解决社区与资源的矛盾,改善社区的发展^[16-18],从而更好地保护白眉长臂猿的栖息地。

参考文献:

- [1] 西南林学院. 高黎贡山国家级自然保护区[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [2] 熊清华, 朱明育. 高黎贡山周边社区研究·第一版[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 243-273.
- [3] 严娟, 周伟, 李旭, 等. 高黎贡山赧元森林资源利用与白眉长臂猿保护[J]. 林业经济问题, 2010, 30 (3): 224-228.
- [4] 王昌海, 温亚利, 胡崇德, 等. 中国自然保护区与周边社区协调发展研究进展[J]. 林业经济问题, 2010, 30 (6): 486-492.
- [5] 杨建美, Teri Allendorf, 查国志, 等. 保护区周边社区对保护区的认知研究—以高黎贡山国家级自然保护区为例[J]. 经济问题探索, 2011(5): 44-47.
- [6] 周伟, 严娟, 段红莲, 等. 高黎贡山赧元白眉长臂猿受胁因子分析及其缓解对策探讨[J]. 林业经济问题, 2009, 29(6): 480-484.
- [7] 詹明萍. 高黎贡山自然保护区与周边社区的冲突及对策[J]. 林业调查规划, 2006, 31(4): 68-71.
- [8] 周世强, 郭勤. 卧龙自然保护区与周边社区协调发展对策[J]. 林业调查规划, 2003(9): 43-46.
- [9] 文军, 李杰霞, 刘洋. 广西国家级自然保护区与周边社区协调发展研究—以十万大山和弄岗自然保护区为例[J]. 林业调查规划, 2009, 34(6): 76-79.

(下转第 80 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.016

白马雪山自然保护区维西片区开展社区共管活动的效果分析

赵翠娟

(白马雪山国家级自然保护区维西管理分局,云南迪庆 674600)

摘要:采用问卷、村民大会、访谈等参与式调查方法,对保护区开展的社区能源替代、林下产品采集、生计替代、减少野生动物危害等活动项目的实施效果进行调查与分析。结果认为,项目的开展增加了居民经济收入,提高了生活质量,增强了社区群众防范野生动物的意识,减少了经济损失,减少了森林资源消耗。提出合理开展社区共管项目活动的对策与建议。

关键词:社区共管;参与式评估;能源替代;林下产品采集;野生动物危害;白马雪山自然保护区

中图分类号:S759.9;F321.42 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0073-04

Effect of Community Co-management Activities on Weixi District of Baima Snow Mountain Nature Reserve

ZHAO Cui-juan

(Weixi Management Branch, Baima Snow Mountain National Nature Reserve, Diqing, Yunnan 674600, China)

Abstract: Taking participatory investigation methods like questionnaire, villagers' conference, interviews etc, implementation effect of projects such as community alternative energy, understory product acquisition, alternative livelihood, and reducing wildlife hazards in the nature reserve were analyzed. The results showed that implementation of the projects increased the income of residents, improved the quality of life, and enhanced the awareness of people in the community to protect wildlife, reduced economic losses and consumption of forest resources. Countermeasures and suggestions for reasonable development of community co-management activities were put forward.

Key words: community co-management; participatory assessment; alternative energy; understory acquisition; wildlife hazards; Baima Snow Mountain Nature Reserve

近年来,在自然保护区管理中越来越强调以人为本的重要性,特别关注保护区内社区居民合理生存权利和发展机会的实现。其中最为突出的表现是引入社区共管,通过保护区管理局与社区居民的深入合作来实现资源的较优保护。国内外众多保护区实践表明,这种管理方式在资源保护方面发挥了积极作用。但不可否认,无论是自然保护区管理者,还是自然保护区的研究者,对于社区共管的理解都偏

重于保护区管理局或外部组织的作用,强调通过他们与社区村民的合作来开展社区共管。

1 概况

白马雪山国家级自然保护区位于云南西北部,纵跨迪庆藏族自治州的德钦县和维西傈僳族自治县,地处青藏高原南延部分的横断山脉中断,其地理位置为 98°57'~99°25'E,27°02'~28°36'N,总面积

收稿日期:2012-09-17.

作者简介:赵翠娟(1969-),女,云南维西人,工程师。从事自然保护工作。

达 281 640 hm²。维西片区所辖区域位于白马雪山保护区南端,面积为 65 034 hm²,涉及巴迪、叶枝、康普、白济汛、攀天阁和塔城 6 个乡(镇),24 个村委会,170 余个村民小组,8 868 户,41 799 人,人均耕地 1 180 m²,人均有粮 328 kg,人均年收入 3 500 元。保护区内有傈僳族、彝族、藏族等。所有生活在保护区及周边社区的农村居民尚处于贫困状态。随着人口的增多,人均耕地面积将进一步减少,自产不能满足其生活需求,大部分生活必需品来自购买,这势必将恶化其生存状况。因此,寻找新的出路和生活方式将是未来几年需要迫切解决的最大现实难题。

2 开展社区共管效果调查分析方法

2003 年,“林业可持续发展项目”保护区管理项目活动在白马雪山保护区维西片区的 8 个社区(巴迪乡保马、叶枝镇后箐、康普乡米腰、攀天阁乡南山、塔城镇史垮底、格花箐、响古、响古箐)开展社区共管项目活动。采用参与式问卷调查、村民大会、群体访谈、个体访谈、直接观察、二手资料的收集、问题因果分析、矩阵排序等 PRA 调查方法和工具进行调查。把格花箐列为共管示范村,保马、南山列为减轻野生动物危害示范村,史垮底、响古、响古箐列为能源示范村。就森林资源保护与利用的冲突、村民生存发展的需要、限制因子、社区发展的机遇、能力建设、解决困难的途径等问题,采用参与式的调查方法,为项目活动筛选村庄提供信息资料。掌握项目实施地区的资源保护、社区经济发展、保护意识和资源利用方式等情况,分析比较项目实施前后各方面的变化情况。

3 结果与分析

3.1 能源替代项目

开展能源替代项目前后薪柴消耗情况见表 1。

表 1 薪材月均消耗对比

Tab. 1 Comparison of fuelwood average monthly consumption

时间	保马	后箐	米腰	南山	响古	响古箐	格花箐	史垮底
2003 年	3700	1400	1450	1916	1423	1050	2165	2566
2006 年	3100	1100	1333	2100	1423	850	1650	2000
变幅	-16	-21	-8	9	0	-19	-24	-22

在开展能源示范项目活动(推广太阳能热水器、节柴灶等)后,首先是薪材使用量明显下降,实施能源替代项目的社区薪材消耗量减少 15%~25%,没有实施项目的社区如南山比原来增加 9%。这些社区由于地理条件限制,农作物产量降低,大部分以畜牧业为主,饲料加热(喂养牲畜)、生活用水等影响薪材的使用量。其次,居民生活质量提高。太阳能热水器方便洁净,为社区的生产、生活用水提供了方便,使示范户卫生等生活状况有所改善,在明显改善社区居民精神面貌的同时,减少了远距离打柴的劳顿和烟熏之苦,对于社区群众身心健康也有很大改观。另外,调动了非示范户的积极性。项目实施,使社区群众得到了实惠,其它社区群众也产生了安装太阳能设施的愿望。

3.2 林下产品的采集

林产品的采集是保护区及周边社区群众经济收入的主要渠道之一,主要采集野生菌类、药材,如松茸、木耳、竹菌、重楼等,对保护区生物多样性的保护带来很大冲突。通过开展能源替代、农田改良、饲料加工、科学养蜂、种植秦艽、刺丝围栏等活动,使户均收入从 2003 年的 6 458 元增加到 2006 年的 7 664 元。随着社会的不断发展,以及农牧、科委、扶贫办等部门相关项目的实施,社区群众的经济收入增加,对森林资源的依赖程度降低,林下产品采集数量有所下降(表 2)。个别社区,如南山上组,由于交通不便,居民生产方式比较落后,政府相关部门在该社区实施的项目很少(调查发现该社区只有扶贫办实施安居工程),经济收入基本不变,而林下产品采集数量反而增加。这些数据足以说明,调整产业结构,开展各种项目活动,使社区群众增加经济收入,才能减少采集的数量,是生物多样性保护的有效途径。

表 2 户均林下产品采集收入情况

Tab. 2 Understory acquisition income of average per household

时间	保马	后箐	米腰	南山	响古	响古箐	格花箐	史垮底
2003	11165	4999	4750	1274	1063	4424	2330	2016
2006	1062	2356	4061	1542	1078	3100	1914	1855
变幅	-90	-53	-15	21	1	-30	-18	-8

3.3 生计替代项目

2004 年,白马雪山国家级自然保护区维西片区成立了格花箐社区共管委员会,编制了《格花箐村

资源管理计划》,制定了《格花箐社区保护基金管理 办法》。共管示范村开展了社区保护基金活动,实 施了替代能源项目和替代生计项目。通过社区共管 保护基金活动,使社区群众掌握了科学种植农作物 技术,并懂得如何进行后期的科学管理;通过农田改 良、玉米良种推广、科学养蜂和中药材种植,为村民 解决了缺粮的困难,增加了粮食产量,提高了经济收 入,从而降低了村民对保护区自然资源的依赖程度; 通过开展节能活动,降低了森林资源消耗量,缓解了 社区对保护区自然资源的压力,实现了社区共管的 预期目标。社区共管基金主要以物质的形式进行滚 动和发展,由社区共管委员会根据社区群众意愿和 实情购买优质良种,选择农户管理;结合良种改良和 推广的办法提高粮食产量,增加农户的收入并带动 全村的经济发展。社区共管委员会和保护区负责监 管,保障项目正常运行(表 3)。

表 3 生计替代项目开展后情况

Tab. 3 Status after alternative livelihood projects carried out

活动名称及内容	增加 收入	增加 幅度 /%	其他社会影响情况(观 念、意识、习惯、资源利 用方式等)
推广玉米、小麦良 种 700 kg,土地改 良 2.4 hm ²	粮食人均 增产 94 kg	35	土地利用率高,粮食 单产提高
科学养蜂 84 桶	人均增收 70 余元	12	经济收入增加,对自然 资源的依赖程度减轻
种植秦艽 1.33 hm ²	人均增收 50 元	5	经济收入增加,减轻对 自然资源的压力
提供饲料加工设备 1 套	增加收入 6 500 元	5	充分利用农作物秸秆, 缓和饲料不足的问题, 牲畜出栏率提高,村民 收入增加
培训兽医 1 名	增加收入 2 000 元	5	牲畜的防疫能力提高, 降低了牲畜死亡率

3.4 减少野生动物危害

基于 2003 年的探索性 PRA 调查,2006 年将巴 迪乡倮马上组和攀天阁乡南山上组列为减轻野生动 物危害示范点。在 2 个点上开展了水泥桩—刺丝围 栏的项目活动,共实施刺丝围栏 1 410 m。有效地 缓解了野生动物与人的冲突,降低了野生动物肇事 的损失(表 4)。

4 开展社区共管活动效果评价

通过项目活动的开展,增加了社区群众的保护 意识;能源示范项目(太阳能热水器、节柴灶)的开 展,调动了部分社区群众自行开展能源活动,使多数 居民有了实施能源替代的愿望,有利于今后项目的 进一步实施;共管示范项目活动,如:农田改良、饲料 加工、科学养蜂、种植秦艽等,增加了粮食单产和经 济收入,提高了居民生活质量,减少了森林资源消 耗,达到预期目的。减轻野生动物危害示范活动的 开展,增加了社区群众的防范意识,减少了经济损 失,起到了带头示范作用。

项目实施社区的农户生活条件的改善和经济收 入的加强,难免使其它社区产生心理不平衡,给社区 带来矛盾,不利于保护管理工作。由于项目的支持, 使实施项目的部分村民产生依赖性,怀着等、靠、要 的思想,缺乏自身发展意识,不利于社区经济的发 展。然而,项目支持的不持续,形成部分项目刚起 步,技术和资金支持即终止,社区群众尚未从中受 益,他们创收的途径依然回到森林资源消耗上,仍然 对森林资源保护和生物多样性保护产生压力。

5 合理开展社区共管项目活动的对策与建议

1) 加大宣传力度,调动一切可以调动的力量参

表 4 减轻野生动物危害示范活动情况

Tab. 4 Status of mitigating wildlife hazards demonstration activities

活动 内容	活动 时间	活动所在 示范村	受益 户数 /户	开展前 农作物 受损面积 /hm ²	活动后 农作物 受损面积 /hm ²	受损面 积减幅 /%	活动前 农作物 减收比例 /%	活动后 农作物 减收比例 /%	增收 幅度	对非示范 户影响	区域 影响	活动有效 性评价
铁丝网 围栏	2003- 2006 年	倮马、 南山	52	60	25	58	14	6	8	示范效果	辐射作用	可持续

(下转第 84 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.017

2 种蛀干类害虫引诱剂诱捕害虫效果研究

贾丽萍¹, 王宏勋¹, 李祥康², 杨云波¹

(1. 玉溪市红塔山自然保护区管理局森防站, 云南 玉溪 653100; 2. 玉溪市林检局, 云南 玉溪 653100)

摘要: 引诱剂 I 和引诱剂 II 是最常用的 2 种松墨天牛引诱剂。为了弄清蛀干类害虫引诱剂林间诱捕云南松蛀干害虫的效果, 于 2009~2012 年每年的 5~9 月蛀干害虫活动期在玉溪市红塔山自然保护区 2 个林区设 6 块样地进行 2 种蛀干害虫引诱剂诱捕蛀干类害虫实验。结果表明, 蛀干类害虫引诱剂可以诱捕到危害云南松枝梢和树干的 8 种害虫, 1 种待鉴定, 1 种天敌昆虫。松墨天牛、短角幽天牛、吉丁虫、木蠹象、松瘤象是云南松蛀干害虫的优势群体。连续使用害虫引诱剂能显著降低林间蛀干类害虫的虫口密度。

关键词: 蛀干类害虫; 引诱剂; 诱捕害虫; 虫口密度; 红塔山自然保护区

中图分类号: S767.33; S763.3; S759.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0076-05

Effect of Two Kinds Moth Attractants on Trapping Pests

JIA Li-ping¹, WANG Hong-xun¹, LI Xiang-kang², YANG Yu-bo¹

(1. Forest Pests and Diseases Prevention Station, Yuxi Hongtashan Nature Reserve Authority, Yuxi, Yunnan 653100, China;
2. Forest CIQ of Yuxi, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: Attractant I and II are the most commonly used two kinds of Attractants for *Monochamus alternatus*. In order to clarify the effect of moth attractant on trapping *Pinus yunnanensis* pests, experiment using two kinds of moth attractants to trap moth pests was conducted in two forest farm, on six sample plots of Hongtashan Nature Reserve during pest activity period every May to September from 2009 to 2012. Results showed that moth attractant could trap 8 kinds of pests damaged shoot and trunk of *Pinus yunnanensis* which one kind have to be identified, one kind was defined as natural enemy insects. *Monochamus alternatus*, *germari*, *Holcocerus*, etc., could be main pests for *Pinus yunnanensis*. Continuous using of pest attractant might significantly reduce population density of moth pests.

Key words: moth pests; attractant; trapping pests; population density; Hongtashan Nature Reserve

松墨天牛 (*Monochomus alternatus* Hope)、短角幽天牛 (*Spondylis bupuestoides* (L)) 等是云南松的主要蛀干害虫, 同时也能携带松材线虫, 其中松墨天牛是我国松树线虫病最重要的传播媒介, 在松树分布地区发生极为普遍, 其成虫啃食嫩枝、树皮, 造成寄主衰弱, 幼虫钻蛀树干致松树枯死, 且危害严重, 因

此做好松墨天牛的防治工作, 对保护松树资源和生态环境十分重要。由于松墨天牛具有生活隐蔽、世代不整齐、受外界环境和天敌影响小的特点, 药剂及天敌难以接触到虫体, 还缺少能大面积林间使用又经济有效的方法。为此, 进行了以蛀干类害虫引诱剂引诱松墨天牛等多种蛀干害虫的试验。

收稿日期: 2012-12-27.

作者简介: 贾丽萍 (1969-), 女, 云南玉溪人, 工程师。从事微生物制剂生产和森林病虫害防治工作。

1 试验地概况

试验地位于玉溪市红塔山自然保护区管理局东风管理所大弯山 12、14 林班,海拔 2 300 m 左右;灵秀管理所十三公里桃花岛路口绍河分界处 13 林班,海拔 1 764 m,属亚热带高原季风气候,林木为云南松人工林,树龄在 30 a 以上,平均树高 20 m,胸径 12 cm,郁闭度 0.7,林分受虫危害情况大体可分为 3 个等级:桃花岛及绍河区域受害较轻,极少数云南松有枯梢或枯枝,零星有枯死(占 1.54%)木;绍河分界受害程度偏重些,衰弱木占 45%,亚健康木占 25%,少数有枯死木;大弯山受害较轻,大平沙地受害程度严重,主要为衰弱木、濒死木和枯倒木,没有健康木。试验区面积共 26.67 hm²。

2 试验材料

2.1 诱捕器

诱捕器 I 为单位订制的伞形漏斗型,长 85 cm,由伞形盖,三片挡虫板,诱剂瓶可用易拉罐瓶自制,漏斗颈上拴一个接虫筒(20 cm×10 cm);诱捕器 II 为广东省林业科学研究院黄咏槐、黄焕华等专家设计,长 50 cm,由伞形盖,三片挡虫板,中空柱体药剂散发孔,可调大小的药剂瓶 12.5 cm×6 cm,漏斗和接虫器等部件构成,透明接虫瓶套在诱捕器漏斗颈上,瓶壁中部有 2 个漏水孔。

2.2 引诱剂

引诱剂 I 由福建省林业科学院研制,福建省森林病虫害防治检疫总站监制的 Fj-Ma-05 松墨天牛引诱剂,剂量为 500 ml;引诱剂 II 为广东省林业科学院研制,A-3 型松墨天牛引诱剂,剂量为 500 ml。2 种引诱剂为无公害、无刺激性气味透明液体。

2.3 饵木

在选择通风良好的试验样地内,距地面 2~3 m 两树之间用铁丝固定,挂置诱捕器 I,放引诱剂 I,距诱捕器 3~4 m 处砍倒 2 棵健康松树作饵木,以便统计松墨天牛的取食痕和产卵痕。

3 试验时间与方法

2009 年 5 月 12 日至 6 月 11 日、2010 年 8 月 11 日至 9 月 13 日、2011 年 7 月 12 日至 8 月 11 日,试验均在同一样地,15d 观测记录一次诱捕到的害虫数,并添加引诱剂 I;2012 年 4 月 30 日于十三公里绍河分界布设 11 个诱捕器(其中 10 个诱捕器 II,1

个诱捕器 I),终止时间为 8 月 30 日。

选取样地挂诱捕器 I 并设置饵木。在东风管理所大弯山设 3 块样地挂诱捕器 I,并砍倒 6 棵胸径在 8 cm 左右的健康松树,15 d 加一次引诱剂 I,用不同的记号笔记录饵木上松墨天牛的取食痕和产卵痕,同时也记录诱捕的蛀干害虫种类和数量;在灵秀管理所十三公里 13 林班也同样选 3 块样地,用同样的方法使用相同的诱捕器和引诱剂,3 年不同的月份在同一试验样地进行蛀干害虫的种类及数量调查。

在原 3 号样地上挂诱捕器 II。在前 3 a 调查的基础上,选择绍河分界诱捕松墨天牛最多的小班,从山脚到山顶布设 10 个诱捕器 II,每 50 m 设 1 个,在山顶通风处还布设 1 个诱捕器 I,用引诱剂 II,每 15 d 加一次引诱剂,并统计诱捕的各类蛀干害虫,直至 8 月 31 日为止。

4 结果与分析

4.1 利用引诱剂 I、诱捕器 I 及饵木诱测蛀干害虫种群分析

据 3 a 在不同的月份诱捕结果分析,蛀干类害虫主要有天牛科(Cerambycidae)、象甲科(Curculionidae)、小蠹科(Scolytidae)、吉丁虫科(Buprestidae),诱捕最多的是松墨天牛,共 462 头,占 3 a 诱虫总数的 49.67%,其次是吉丁虫(种类待鉴定),共 182 头,占总虫数的 19.57%。松墨天牛成虫从 5 月份开始出现,至 9 月份还有成虫活动危害松林;从饵木来观测松墨天牛的生活习性,取食痕 786 个,产卵痕 864 个,说明松墨天牛在补充营养和产卵期间有在健康云南松树皮上咬出密集刻槽的习惯,对此林仲桂等已有研究报道^[1]。这些无卵空槽因受机械损伤,必然招来更多松墨天牛成虫咬刻槽危害,有的可能还会在被害处产卵,导致健康松树树势衰弱,次年就成了衰弱木。在 6 块样地中诱捕松墨天牛数据显示,绍河分界处的诱捕最多,表明 3 号样地虫口密度最大;引诱 I 诱捕吉丁虫 182 头,主要在东风水库北岸 4 号、5 号、6 号样地危害最重,危害月份主要为 5~7 月;木蠹象共 106 头,占总虫数的 11.4%,在 5 号样地大弯山危害较重,常常集中危害,攻击亚健康或健康林木,造成林木快速枯死;松幽天牛共 90 头,占总虫数的 9.68%,发生在 6~7 月,在绍河分界发生较多;松纵坑切梢小蠹(*Blastophagus pinipetda* Linnaeus)诱捕不多,共 30 头,占总虫数的 3.13%(5 月该虫处于幼虫期,难诱集到,主要危害亚健康木和衰

弱木,造成树势的进一步衰弱和枯死)。蛀干类害虫引诱剂对松纵坑切梢小蠹虫效果不很明显。蛀干类害虫引诱剂 I 诱捕害虫数量统计见表 1。

表 1 蛀干害虫引诱剂 I 诱捕害虫种类及数量
Tab. 1 Trapping pest species and number of Moth attractant I

样地号	时间	饵木			引诱器 I					地点
		取食痕	产卵痕	松墨天牛	松幽天牛	吉丁虫	松瘤象	木蠹象	纵坑切梢小蠹	
1	(2009. 5. 12~6. 11)30 d	17	24	27						桃花岛路口
2	(2009. 5. 12~6. 11)30 d	31	46	6						绍河
3	(2009. 5. 12~6. 11)30 d	35	52	50		41	8			绍河分界
4	(2009. 5. 12~6. 16)35 d	21	77	10		96	24			大湾山
5	(2009. 5. 12~6. 16)35 d	6	29	11						大湾山
6	(2009. 5. 12~6. 16)35 d	40	99	7	3					大平沙地
1	(2010. 8. 11~9. 13)33 d	114	116	44	4	2	14		1	桃花岛路口
2	(2010. 8. 11~9. 13)33 d	90	27	32	1	2		10	6	绍河
3	(2010. 8. 11~9. 13)33 d	34	14	57				6	4	绍河分界
4	(2010. 8. 11~9. 13)33 d	15	5	14				21	6	大湾山
5	(2010. 8. 11~9. 13)33 d	14	30	3				39		大湾山
6	(2010. 8. 11~9. 13)33 d	11	23	4						大平沙地
1	(2011. 6. 13~7. 13)31 d	118	123	54	18	6	9	2	3	桃花岛路口
2	(2011. 6. 13~7. 13)31 d	112	170	41	26	1		1		绍河
3	(2011. 6. 13~7. 13)31 d	39	41	68	31	3	4	6	5	绍河分界
4	(2011. 6. 13~7. 13)31 d	35	29	16	1	20		4	1	大湾山
5	(2011. 6. 13~7. 13)31 d	23	25	13	7	11		17	4	大湾山
6	(2011. 6. 13~7. 13)31 d	13	34	5						大平沙地
合计			768	964	462	91	182	59	106	30

4.2 利用引诱剂 II 诱捕器 II 诱捕蛀干害虫种群数量分析

在绍河分界处设置的 10 个诱捕器 II,添加相同的引诱剂,9 号诱捕器在 4 个月诱捕的松墨天牛最多,共有 47 个,其设在接近山顶 50 m 处向西南边,山脚处 1 号由于通风较差,诱捕到的害虫最少,共 9 头,5 月份无虫记录;山顶上设 2 个不同诱捕器,用相同引诱剂,11 号诱捕效果最好,共 25 头,5 月份引诱的松墨天牛数量相同,为 2 头,10 号 8 月份与 11 号 7 月份诱虫数相同,为 11 头,4 个月引诱松墨天牛总数为 223 头,占总虫数(833 头)的 26.77%,雌成虫为 118 头,雄成虫为 105 头,雌雄比为 118:105,两者分布差别不大,除 1 号诱捕器 5 月没有诱到虫外,其它 10 个诱捕器诱捕到松墨天牛成虫 5~7 月份较多,9 号靠西南边的诱捕效果较好,8 月份逐渐

减少(10 号除外)。11 个诱捕器诱捕松墨天牛数量见图 1 所示。

诱捕到的短足幽天牛 (*Asremam amurense* Kraatz) 数量最多,共 419 头,占总数的 50.3%;诱捕器 10 诱捕害虫最多,共诱捕到 77 头,该虫 6~7 月份大量出现,8 月份逐渐减少,以老熟幼虫在树干越冬,1a 发生一代;其它天牛有杂木天牛和光肩星天牛,共 6 头;松瘤象 (*Hyposipadus gigas* Linnacus)、华山松木蠹象 (*Pissodes punctatus* Langor et zhan)、马尾松脚胫象 (*Shirahashizo patruelis* Voss) 都属于象甲科 (Curculionidae),引诱剂 II 对 3 种害虫的诱捕效果不是很好,其发生也不多,每个月都有少量,华山松木蠹象发生在 6~7 月的较多,共 73 头,占总虫数的 8.76%,多聚集危害,造成华山松大量流脂死亡;诱捕到松瘤象 32 头,占总虫数的 3.84%;诱捕到马尾

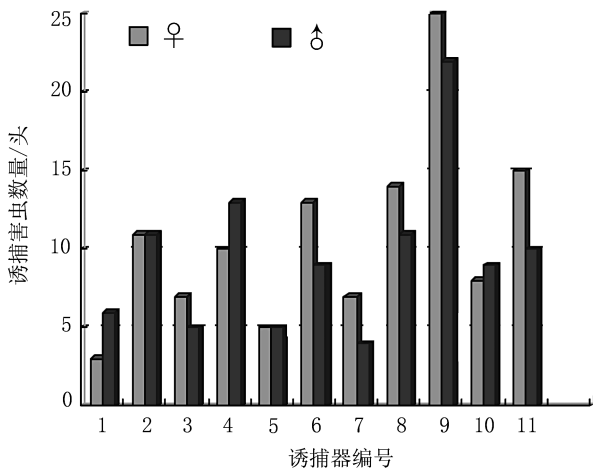


图 1 11 个诱捕器诱捕松墨天牛数量

Fig. 1 Trapping *Monochamus alternatus* number of 11 traps

松角胫象的数量也不多,有 8 头。绍河分界的这 3 种害虫虫口密度不算太大。吉丁虫 20 头,占总虫数的 2.4%,发生在 5~7 月份;叩甲 38 头,占总虫数的 4.56%,主要发生在 5~7 月份;松纵坑切梢小蠹 (*Blastophagus piniperda* Linnaeus) 有 14 头,占总虫数的 1.68%,其成虫在 5 月开始羽化飞入梢内危害,引诱剂对其诱杀效果不明显。诱捕到的叩头虫科 (Elateridae) 叩头虫 (种类待鉴定) 数量不多,共 38 头,占总虫数的 4.56%;天敌昆虫郭公虫有 203 头 (种类待鉴定),益害比为 203:833,引诱剂 II 能诱杀小蠹虫的天敌昆虫,因此在成份上如能改进,可更好地保护天敌,减少小蠹虫的危害。引诱剂 II 的诱虫种类及数量表 2。

5 结论与讨论

5.1 结论

在红塔山自然保护区管理局林间使用蛀干类害虫引诱剂,能诱集到的昆虫共有 6 科 10 种 (其它食叶害虫如金龟子未作统计),其中云南松蛀干害虫优势种为松墨天牛、短足幽天牛、吉丁虫、木蠹象、松瘤象。在绍河分界的短足幽天牛虫口密度是松墨天牛的数倍。从诱集到的蛀干害虫种群在林间的动态变化情况看,连续在林间使用蛀干害虫引诱剂诱杀害虫,不仅能降低主要诱捕对象松墨天牛在林间的虫口密度,控制松材线虫病的扩散蔓延,还能降低短足幽天牛、松瘤象、华山松木蠹象、马尾松角胫象等其它蛀干害虫在林间的虫口密度,减少其对松林的潜在危害。

表 2 引诱剂 II 的诱虫种类及数量
Tab. 2 Trapping pest type and number of attractant II

诱捕器	时间	松墨天牛	短足幽天牛	郭公虫	松瘤象	木蠹象	角胫象	吉丁虫	小蠹虫	叩头虫	其它天牛
1号诱捕器	5月		3					1		3	
	6月	3♂	15	8				1			
	7月	4(2♂+2♀)	2	13				1			
	8月	2(1♂+1♀)	3	1	2						
2号诱捕器	5月	9(5♀+4♂)	4		1				1	3	
	6月	8(4♀+4♂)	54	2	2				3	2	
	7月	1♂	9	3				1			3
	8月	4(2♀+2♂)	6	1	2						5
3号诱捕器	5月	4(2♀+2♂)									
	6月	6(4♀+2♂)	28		1	2					
	7月		1	3							
	8月	2(1♀+1♂)	3		1						
4号诱捕器	5月	4(2♀+2♂)	2			1	4	1	3		1
	6月	9(2♀+7♂)	38	2		3	1	2			2
	7月	7(4♀+3♂)	7	11		4					
	8月	3(2♀+1♂)	2		1						
5号诱捕器	5月	7(3♀+4♂)	1			1		1	2		
	6月	2(1♀+1♂)	11	2		3		2			
	7月	1(♀)	2	12	2	1					
	8月	1(♀)									5
6号诱捕器	5月	11(5♀+4♂)	1			1					
	6月	2(1♂+1♀)	21	10		8					
	7月	7(5♀+2♂)	2	15	2	2		1		2	
	8月	1(♂)	2								
7号诱捕器	5月	4(2♀+2♂)	1		2				1	2	
	6月	2(1♀+1♂)	18	4	2	3		1		1	
	7月	3(2♀+1♂)	7	2	3	7	3			1	
	8月	2(♀)	2								
8号诱捕器	5月	13(5♀+8♂)	1			5		2			
	6月	3(♀)	8	6		6		1			
	7月	9(6♀+3♂)	2		4	3		1			
	8月										
9号诱捕器	5月	14(4♀+10♂)	4								
	6月	13(8♀+5♂)	40	13		3					
	7月	18(12♀+6♂)	7	32		5					
	8月	2(1♀+1♂)	2	6							

续表

诱捕器	时间	松墨天牛	短足幽天牛	郭公虫	松瘤象	木蠹象	脚胫象	吉丁虫	小蠹虫	叩头虫	其它天牛
一 号 捕 捕 器	5月	2(♂)	2	2	1			1	3	4	
	6月	3(1♀+2♂)	54	8	1			3		1	
	7月	1(♂)	17	17		6					
	8月	11(7♀+4♂)	4	6	2						
二 号 诱 捕 器	5月	2(♂)	1								
	6月	8(5♀+3♂)	26	10	3	5				1	
	7月	11(9♀+3♂)	2	12		4				1	
	8月	4(2♀+2♂)	4	2						2	
合计		223(118♀+105♂)	419	203	32	73	8	20	14	38	6

5.2 影响松墨天牛数量的因子

用诱捕器 II 诱捕松墨天牛,结合红塔山保护区绍河分界林分条件进行分析,通风条件和设置的方向对松墨天牛数量影响比较大。在同等松林中,通风条件好,引诱效果就比较好,在林缘和松林中存在着差异,林缘的效果好于林间;不同的方向对引诱效果的影响也比较大,西南方向诱虫量最多,其次是南边;从海拔来看,低海拔的山脚不及高海拔的山顶的诱捕效果好。因此,在每年松墨天牛成虫活动期,应根据林地实际情况,尽量把诱捕器设置在通风条件

好,顺应季风的方向,这样可更好地发挥诱捕器的诱捕效果。

5.3 讨论

利用引诱剂诱捕松墨天牛属于仿生防治技术,不污染环境,是一项行之有效的监测和防治松墨天牛措施。特别是红塔山自然保护区位于几个水库的径流区,更是要注意对环境的保护,因此在松墨天牛成虫活动期的 5~8 月采用引诱剂诱集害虫是最有效、最安全的防治措施,能减轻次年松墨天牛的虫口密度。但引诱剂 II 是萜烯类等特异性植物成份和溶剂配制而成的趋性引诱剂,对松纵坑切梢小蠹虫的天敌昆虫郭公虫有很大的伤害,造成天敌资源的减少,今后应在药效持效期及药剂成份上做进一步的改进。

参考文献:

[1] 林仲桂,朱巽,黎家文. 松墨天牛成虫咬筑刻槽习性及其寄生性对寄主的危害[J]. 中国森林病虫,2006,25(1): 11-13.

[2] 袁素蓉. 松墨天牛成虫林间诱捕试验[J]. 云南森防工作简讯,2011(6):18-20.

[3] 云南省林业厅,中国科学院动物研究所. 云南森林昆虫[M]. 昆明:云南科技出版社,1987:643-645,596-697.

[4] 孙冬迎,马成深,孔新建,等. 捕食性郭公虫生物学和生态学概况[J]. 中国森林病虫,2008,27(6):27-29.

(上接第 72 页)

[10] 孙宏,武国华. 保山市高黎贡山周边社区森林能源现状与供需对策[J]. 云南林业科技,2003(1):34-38.

[11] 艾怀森. 高黎贡山地区的采集活动及其对生物多样性保护的影响研究[J]. 云南地理环境研究,2002,14(1):74-79.

[12] 段红莲,蔺汝涛. 对高黎贡山自然保护区开展非木质林产品利用现状调查的思考[J]. 林业调查规划,2004,29(3):46-49.

[13] 尹利伟,郭辉军,盛才余,等. 人为干扰对高黎贡山社区森林树种多样性的影响[J]. 中国生态农业学报,2005,13(1):41-45.

[14] 郭辉军,李恒,刀志灵. 社会经济发展与生物多样性相

互作用机制研究:以高黎贡山为例[J]. 云南植物研究,2000,12:42-51.

[15] 张爱美,谢屹,温亚利,等. 我国非木质林产品开发利用现状及对策研究[J]. 北京林业大学学报:社会科学版,2008,7(3):47-51.

[16] 左停,苟天来. 自然保护区合作管理(共管)理论研究综述[J]. 绿色中国,2005(8):56-59.

[17] 雷加雨. 社区共管下保护区发展战略探讨[J]. 林业经济,2009(6):65-70.

[18] 张佩芳,王玉朝,曾键. 自然保护区社区共管模式的可持续性研究[J]. 云南民族大学学报:哲学社会科学版,2010(1):42-45.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.018

思茅松苗期立枯病防治技术研究

蒋家顺¹, 钟华¹, 周灵昌¹, 贾平², 李倩², 唐红燕²

(1. 普洱市思茅区万掌山林场, 云南 普洱 665000; 2. 普洱市林业科学研究所, 云南 普洱 665000)

摘要:在普洱市林业科学研究所苗圃开展几种药物防治思茅松苗期立枯病试验, 采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计, 4 次重复, 随机区组排列, 研究基质、农药、农药的使用浓度对思茅松苗期立枯病的防治效果的影响, 对试验结果进行方差分析、多重比较。结果表明, 对防治思茅松苗期立枯病效果最佳的组合是: 基质为思茅松林下菌根土+普钙(3%), 农药种类为恶霉灵, 农药的使用浓度为 800 倍液。

关键词:思茅松; 苗期立枯病; 药物防治; 基质; 农药

中图分类号: S791.25911; S763.1; S723.1 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0081-04

Prevention Technology of *Rhizoctonia solani* in Seedling Stage of *Pinus khasys*

JIANG Jia-shun¹, ZHONG Hua¹, ZHOU Ling-chang¹, JIA Ping², LI Qian², TANG Hong-yan²

(1. Wanzhangshan Forest Farm of Simao District, Pu'er, Yunnan 665000, China;

2. Forestry Science Institute of Pu'er, Pu'er, Yunnan 665000, China)

Abstract: Prevention experiment of *Rhizoctonia solani* was carried out in nursery of Pu'er Forestry Science Institute, the effects of matrix, pesticides concentration on *Rhizoctonia solani* have also been studied by using $L_9(3^4)$ orthogonal experimental design, four times repeated, randomized block. Through variance analysis and multiple comparisons, results showed that the best combination of prevention and treatment of *Rhizoctonia solani* were: matrix of mycorrhizal soil + superphosphate (3%), and pesticides types of hymexazol, pesticide concentration of 800 times.

Key words: *Pinus khasys*; *Rhizoctonia solani* of seedling stage; drug prevention; matrix; pesticides

思茅松苗立枯病在普洱林区的各苗圃每年都有发生, 发病率为 20% 左右, 个别年份达 60% 以上, 甚者可引起绝产。思茅松苗立枯病的发生历史较长, 相关内容已有不少报道, 但针对普洱林区思茅松育苗生产的具体条件进行防治的研究却鲜见报道。因此, 于 2011 年对思茅松苗期立枯病的防治进行了试验, 以期有效防治思茅松苗期立枯病提供依据。

1 试验地概况

试验地位于普洱市林业科学研究所苗圃内, 海拔 1 250 m, 属亚热带季风气候, 干湿季分明, 11 月至次年 4 月为干季, 5~10 月为雨季。年温差小, 日温差大。冬春多雾, 年均雾日为 138 d。年降水量为 1 403.4 mm, 年均相对湿度为 81%, 年蒸发量为

收稿日期: 2012-12-24.

作者简介: 蒋家顺(1976-), 男, 云南普洱人, 助理工程师。长期从事森林培育工作。

通讯作者: 唐红燕(1976-), 女, 云南普洱人, 高级工程师, 硕士。从事森林培育研究。

1 036.7 mm, 土壤类型为红壤, 呈酸性, pH 值 4.6 ~ 6.3^[1]。

2 病害的类型

在普洱林区, 思茅松苗期立枯病常随气候变化及苗木生长发育时期的不同, 其发病率及病害症状也随之变化, 可分为以下 3 种类型。

2.1 烂种烂芽型

在播种后幼苗出土前, 种子或嫩芽在土中被种子附带的病菌或土壤中习居的病菌所侵染, 使组织坏死腐烂于土中, 造成幼苗不能出土, 形成缺苗现象。

2.2 猝倒型

幼苗出土后 1 个月以内, 茎部尚未木质化之前, 由于气候干旱、土壤表层温度达 20~25℃ 左右, 造成适合土壤习居菌——镰刀菌的繁殖条件, 使幼苗地茎部分被地表上层的病菌侵染, 受害部分组织细化, 病茎失去支撑全株的能力而倒伏。

2.3 立枯型

幼苗出土 50 d 以后, 正值气温高、多雨季节, 土壤温度一般在 26℃ 以上, 含水量高, 正适合土壤中丝核菌繁殖, 并由此侵染幼苗根部, 造成根皮坏死, 致使整株苗木死亡。这时因地上茎部已经木质化, 具有一定的支撑能力, 便形成幼苗直立凋萎枯死。此时将病苗拔出时, 烂根皮仍然留在土中。

3 材料与方法

3.1 供试材料

试验于 2011 年 3~7 月进行, 采用苗期喷药的方式进行田间试验。选用的防病类药有恶霉灵、多菌灵、甲基托布津。基质为: 山地红壤+普钙(3%)、松林下菌根土+普钙(3%)、山地红壤+普钙(3%)+草木灰(2%)。农药使用浓度为 0 倍、800 倍、1 000 倍。供试思茅松种子采用当年新种(普洱市思茅区万掌山林场思茅松母树林种子), 催芽后营养袋内播种。营养袋选用 7 cm×14 cm 的聚丙烯育苗专用营养袋。

3.2 试验方法

试验采用 3 因素 3 水平正交试验设计 $L_9(3^4)$, 3 次重复, 随机区组排列^[2]。每个处理 100 株, 共需 2 700 株。思茅松苗期立枯病防治因素与水平见表 1 所示, 思茅松苗期立枯病防治试验设计见表 2 所示。

表 1 思茅松苗期立枯病防治因素与水平

Tab. 1 *Phoma tracheiphila* control factors and levels in Simao pine seedling stage

水平	A 基质	B 农药种类	C 施药浓度
1	A ₁ 山地红壤+普钙(3%)	B ₁ 多菌灵	C ₁ 清水
2	A ₂ 松林下菌根土+普钙(3%)	B ₂ 恶霉灵	C ₂ 800 倍
3	A ₃ 山地红壤+普钙(3%)+草木灰(2%)	B ₃ 甲基托布津	C ₃ 1000 倍

表 2 思茅松苗期立枯病防治试验设计

Tab. 2 *Phoma tracheiphila* prevention trial design in Simao pine seedling stage

试验号	A 基质	B 农药种类	C 施药倍数(倍)
1	A ₁ 山地红壤+普钙(3%)	B ₁ (多菌灵)	C ₁ (0 倍)
2	A ₁ 山地红壤+普钙(3%)	B ₂ (恶霉灵)	C ₂ (800 倍)
3	A ₁ 山地红壤+普钙(3%)	B ₃ (甲基托布津)	C ₃ (1000 倍)
4	A ₂ 松林下菌根土+普钙(3%)	B ₁ (多菌灵)	C ₂ (800 倍)
5	A ₂ 松林下菌根土+普钙(3%)	B ₂ (恶霉灵)	C ₃ (1000 倍)
6	A ₂ 松林下菌根土+普钙(3%)	B ₃ (甲基托布津)	C ₁ (0 倍)
7	A ₃ 山地红壤+普钙(3%)+草木灰(2%)	B ₁ (多菌灵)	C ₃ (1000 倍)
8	A ₃ 山地红壤+普钙(3%)+草木灰(2%)	B ₂ (恶霉灵)	C ₁ (0 倍)
9	A ₃ 山地红壤+普钙(3%)+草木灰(2%)	B ₃ (甲基托布津)	C ₂ (800 倍)

3.3 苗木培育

3.3.1 苗床设置

苗床宽 1.0 m, 苗床之间设置 0.5 m 步道。装好基质后的营养袋整齐摆放在苗床上。播种前 2 d 用 0.5% 的高锰酸钾溶液对土壤进行消毒, 按照试验设计, 用塑料细线划分出小区界限, 小区旁插上对应试验标签, 以便于管理和调查。

3.3.2 种子处理

采用 0.5% 的高锰酸钾溶液浸泡 0.5~1.0 h 进行种子消毒, 捞出种子后用清水洗净, 洗至水清为止, 此过程一并除去浮粒, 然后浸种 24 h。

3.3.3 播种

遵照试验设计布设进行点播。播种前, 用捣碎的马勃拌种。播种完成后, 覆盖厚度为 0.5~1.0

表 3 思茅松苗期立枯病防治效果分析
Tab. 3 *Phoma tracheiphila* control effect analysis in Simao pine seedling stage

处理号	1 基质 (A)	2 农药种类 (B)	3 施药浓度 (C)	4 空白 (D)	发病率/%			处理和 /%
					I	II	III	
1	1	1	1	1	28.7	25.4	26.9	81.0
2	1	2	2	2	15.5	17.8	14.9	48.2
3	1	3	3	3	18.9	18.8	21.3	59.0
4	2	1	3	3	13.9	11.8	14.5	40.2
5	2	2	2	1	10.1	9.8	11.5	31.4
6	2	3	1	2	14.4	16.9	16.7	48.0
7	3	1	3	2	20.8	29.3	22.4	72.5
8	3	2	1	3	19.1	22.3	24.1	65.5
9	3	3	2	1	17.0	14.7	22.8	54.5
K1	188.2	193.7	194.5	166.9				
K2	119.6	145.1	142.9	168.7				
K3	192.5	161.5	162.9	164.7				
K1	20.9111	21.5222	21.6111	18.5444				
K2	13.2889	16.1222	15.8778	18.7444				
K3	21.3889	17.9444	18.1	18.3				
R	8.1	5.4	5.7333	0.4444				

cm 的细土。最后浇透水,让土壤湿透。

3.3.4 苗期管理

保持苗床土壤湿润,浇水时间在早上 9:00 以前或下午 5:00 以后。保持苗床无杂草,做到除早、除小、除了,避免杂草与苗木争夺水分、养分。

3.4 数据分析

本项试验调查的指标为思茅松苗期植株发病率,育苗后至出圃前统计发病株数。数据采用 EXCEL 统计,用统计软件 DPSv 7.05 对试验统计结果进行方差分析和多重比较。

4 结果与分析

思茅松苗期立枯病防治试验结果见表 3。对试验所得的结果进行直观分析和方差分析,并在此基础上进行多重比较。

从表 3 试验结果可以看出,基质的 R 值最大,所以基质是影响立枯病防治效果的主要因子,其次是施药浓度,再次是农药种类,3 个因子的主次顺序是:A>C>B。从试验结果看,水平组合 A₂B₂C₂ 试验指标最好,防治效果达 89.5%。

方差分析的 F 值检验结果(表 4)表明,因素 A、B、C 差异极显著,表明本试验中基质、农药的种类、

施药浓度是影响思茅松苗期立枯病防治效果的主要因素。

表 4 思茅松苗期立枯病方差分析

Tab. 4 Variance analysis of *Phoma tracheiphila* in Simao pine seedling stage

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值
A	371.8096	2	185.9048	30.7707**
B	135.8430	2	67.9215	11.2423**
C	150.4119	2	75.2059	12.448**
误差	96.6659	16	6.0416	
总变异	754.7304	22		

$F_{0.05}(2,16) = 3.63; F_{0.01}(2,16) = 6.23$; * 表示 0.05 水平上的差异显著; ** 表示 0.01 水平上的差异显著。

利用 LSD 检验方法对本项试验各因素的插穗生根率的平均数进行多重比较 ($LSD_{0.05} = 3.49$; $LSD_{0.01} = 5.18$) (表 5)。

思茅松苗期立枯病防治效果多重比较结果表明:

1) 基质:山地红壤+普钙(3%)与松林下菌根土+普钙(3%)及山地红壤+普钙(3%)+草木灰(2%)之间存在显著差异;而松林下菌根土+普钙

表 5 思茅松苗期立枯病防治效果多重比较

Tab. 5 *Phoma tracheiphila* control effect multiple comparisons in Simao pine seedling stage

基质	均值	5%显著水平	1%极显著水平	农药	均值	5%显著水平	1%极显著水平	浓度	均值	5%显著水平	1%极显著水平
1	21.39	a	A	1	21.52	a	A	1	21.61	a	A
3	20.91	a	A	3	17.94	b	B	3	18.10	b	B
2	13.29	b	B	2	16.12	b	B	2	15.88	b	B

(3%)与山地红壤+普钙(3%)+草木灰(2%)之间差异未达到显著水平。

2) 农药种类: 甲基托布津及多菌灵与恶霉灵对思茅松苗期立枯病防治效果达到极显著差异, 甲基托布津与多菌灵对思茅松苗期立枯病防治效果差异未达到显著水平。

3) 农药使用浓度: 0 倍、800 倍、1 000 倍对思茅松苗期立枯病防治效果差异达到极显著水平。

分析结果表明: 基质、农药的种类、农药的使用浓度对思茅松苗期立枯病的防治效果有极为显著的影响, 水平的最佳组合与表 3 结论一致。

5 结语

在本次试验中, 对思茅松苗期立枯病有明显防治效果的最佳处理组合是: 思茅松林下菌根土+普钙(3%)、农药种类为恶霉灵, 农药的使用浓度为 800 倍液。在生产过程中还要注意观察气候的变化情况及苗木生长情况, 做到早发现病害早治疗。

参考文献:

- [1] 云南省气象局. 云南省气候资料集[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1983.
- [2] 茆诗松, 周纪芄, 陈颖. 试验设计[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.

(上接第 75 页)

与到保护区建设中, 充分发挥社区群众参与项目建设的主观能动性和创造性, 才能建立保护区森林资源安全的保障。

2) 社区共管是实现有效保护的重要途径。增强社区群众的保护意识, 使社区群众自觉地参与到保护区建设活动中, 才是保护区可持续发展的根本出路。

3) 在项目活动中, 保护区提供部分资金和技术等服务, 村民自筹部分资金, 劳动力投入风险共担, 利益共享, 通过项目的实施, 村民得到实惠, 也降低了森林资源消耗, 实现互惠双赢。

4) 实施项目过程中, 多与群众沟通交流, 尊重当地少数民族风俗习惯, 以便于项目的开展。并把民族文化和民族风俗融入生物多样性保护中, 以民

族文化和经济发展推动自然保护工作。

5) 做好项目的跟踪管理工作, 评估项目实施成效, 为保护区科学、和谐、跨跃式发展提供保障。

致谢: 本文的写作得到了黎大勇老师和赵卫东、沈永生同事的大力帮助, 在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 云南林业厅. 白马雪山国家级自然保护区[M]. 昆明: 云南民族出版社, 2003.
- [2] 陈京华. 参与式理论在自然保护区有效性管理中的应用[M]. 北京: 中国大地出版社, 2002.
- [3] 赵卫东. 云南白马雪山国家级自然保护区管理计划[M]. 昆明: 云南民族出版社, 2009.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.019

武定县史密斯桉造林后灾害发生情况及对策

杨丽祥

(武定县林业局天保办,云南 武定 651600)

摘要:介绍史密斯桉的生物学、生态学特性及在武定县引种栽培概况。对造林后发生的红叶枯梢病害、冻害、肥害、涝害、旱灾、风灾危害情况及应对方法、措施进行阐述和分析,认为只有采用良种壮苗,适地适树、科学规划,高质量整地,精心栽植,加强抚育管理,并积极采取措施预防各种灾害的发生,才能确保造林成功。

关键词:史密斯桉;速生丰产林;肥害;冻害;病虫害;武定县

中图分类号:S792.39;S725 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0085-04

Disasters Occurrence after *Eucalyptus smithii* Afforestation and Its Countermeasures in Wuding County

YANG Li-xiang

(Nature Forest Conservation Office, Wuding County Forestry Bureau, Wuding, Yunnan 651600, China)

Abstract: Biological characteristics, ecological characteristics, as well as introduction and cultivation of *Eucalyptus smithii* in Wuding County were introduced in this paper. Disasters occurrence after *Eucalyptus smithii* afforestation including leaves dieback disease, freeze injury, fertilizer damage, flood disaster, drought, hurricane hazards and countermeasures were also described and analyzed. Results showed that in order to ensure the success of afforestation, relevant countermeasures such as using fine seedlings, matching species with the site, scientific planning, and high-quality soil preparation, careful planting, cultivation and management, and actively taking reasonable prevention measures had to be met.

Key words: *Eucalyptus smithii*; fast growing and high-yield plantation; fertilizer damage; frost damage; pests and diseases; Wuding County

1 概况

武定县位于滇中高原北部,地处 $25^{\circ}30' \sim 26^{\circ}11' N$ 、 $101^{\circ}54' \sim 102^{\circ}30' E$,国土面积为 $3\,322\text{ km}^2$,辖11个乡镇,133个村(居)委会,1569个村民小组。总人口274598人,全县国民生产总值为294440万元,地方财政总收入42181万元,农民人均纯收入3856元。林业用地 $210\,454.8\text{ hm}^2$,占全县总面

积的71.3%,森林覆盖率55.3%。其中有林地覆盖率53.0%,国家特别规定灌木林覆盖率2.3%。

武定县属于亚热带季风气候区,年均温 $15.1^{\circ}C$,年均降雨量998mm,降雨集中在5~10月,最多为7~8月。属典型的亚热带高原气候,具有全年气候温和,冬无严寒,夏无酷暑,年温差较小,日温差大,夏秋雨量充足,冬春雨量不足,霜期短,干湿分明,立体气候明显,水热同季的气候特点,比较适宜

收稿日期:2013-01-17;修回日期:2013-03-01.

作者简介:杨丽祥(1971-),男,云南武定人,工程师。从事退耕还林及天保工程技术及管理工作。

史密斯桉生长。

随着集体林权制度改革的不断深化以及低效林改造的实施,武定县林农营造速生丰产用材林的积极性越来越高,史密斯桉成为首选的造林树种之一,发展潜力巨大,经济效益较高。但在造林过程中也发现了很多问题和不足,经过 5 年多的造林实践,调查、分析存在问题,探索解决的对策措施。

2 史密斯桉生物学特性及用途

史密斯桉(*Eucalyptus smithii*)原产澳大利亚,属桃金娘科桉属高大乔木,喜温暖气候,但不耐湿热,气候过热时生长不良,气候冷凉情况下易遭受冻害,适生区要求最热月平均最高温 22~28℃,最冷月平均最低温为-2~6℃,年降雨量 750~1 700 mm。速生树种,干形通直饱满,树高可达 40~45 m,胸径可达 1.0~1.5 m;桉叶含油量高,质量好,材质优良,是很好的提炼粗油、造纸、建筑、桥梁、矿井等用材树种。史密斯桉适宜在云南省亚热带地区栽培,在海拔 1 600~2 400 m,年均温 14.5~16.5℃,年均降雨量 900~1 000 mm 的亚热带地区生长较好。耐寒性不强,仅能耐短时间-7℃左右的低温,如果在-5℃下经 2~3 d 就会产生不同程度的冻害,轻者小枝枯死,重者会全株枯死。史密斯桉性喜光,稍有遮荫即会影响生长速度。喜肥沃湿润的酸性土。在武定县良好环境下,1 a 生史密斯桉高可达 3 m,3 a 生高可达 9 m,5 a 生高可达 15 m。史密斯桉的年均生长量优于兰桉和直干桉,出材率分别高于兰桉、直干桉 51%和 30%,桉叶平均出油率达 1.86%,分别比兰桉、直干桉高 69.89%和 51.78%。

3 造林中发生的问题及对策

3.1 红叶枯梢病危害

2007 年 7 月,狮山镇姚铭村委会牛角寨造林 20.1 hm²,造林地类为荒山,海拔 2 400 m,坡向半阳坡。由于靠近九厂坝子的西北边缘,受九厂坝子小气候和季风的影响,气温相对高于同海拔的山地,不易发生霜冻危害。植被稀少,水土流失严重,土层瘠薄。用挖机开挖种植沟,整地规格 80 cm×80 cm,翻挖出来的全部为风化的黄色砂页岩碎片。种植时施复合肥 0.3 kg/株。种植后第二年 4 月,史密斯桉幼树平均长到 1.8 m 高,出现桉树红叶枯梢病,史密斯桉叶子发红,生长缓慢。经咨询相关人士,查阅相

关资料,用微量元素硼、镁、锌与复合肥混合施治取得明显效果,施用比例为 1 : 1 : 1 : 100,即每包复合肥(40 kg)拌 0.4 kg 硼砂、0.4 kg 钙镁磷、0.4 kg 硫酸锌混合施治,施肥量为 0.3 kg/株。5 月份开始施治,到 6 月下旬,1 个多月后,史密斯桉叶子转变为正常绿色,红叶枯梢病得到有效控治。

3.2 霜冻危害

2008 年 7 月,在狮山镇狮子山西坡的平头山营造史密斯桉 11.3 hm²。在海拔 2 350 m,坡向半阴坡,周围都是平均海拔 2 200 m 以上山地,由于受小气候的影响,气候冷凉,冬春季节霜大,易受霜冻危害。2009 年 3 月 14 日,武定县发生了一次倒春寒,多数林木如核桃、板栗均受害,平头山的史密斯桉也受害严重。根据调查,史密斯桉平均高 1.7 m,树冠顶端发的新梢木质化程度低,抗霜冻能力弱,霜冻危害相当严重,树梢部分 15~50 cm 被冻梢枯,受害率达 50%。但相距 2.5 km、狮子山东坡牛角寨片区的史密斯桉林木未发生霜冻危害。因此,要避免遭受冻害,史密斯桉造林地应尽量避免选择在阴坡、海拔 2 300 m 以上的山地。

3.3 肥害

2010 年 7 月,狮山镇乐美村委会大水井营造林 14.7 hm²,用挖机进行水平阶整地,带宽 4 m,然后开挖 80 cm×80 cm×70 cm 种植塘,施复合肥 0.2 kg/株。由于技术人员在指导造林时,对先施肥后回塘这 2 个环节顺序未掌握好,弄成先回塘后施肥,把土回填至离穴面 5~8 cm,有的甚至全部回满,复合肥施在回填土上,肥料施得过浅,拌土时又拌不均匀,栽植时肥料都在苗木营养土周围,使得栽植一周后史密斯桉苗木大量死亡,因肥害死亡的苗木达到 40%。将原来肥料集中的土壤挖开,重新回土进行补植,才保证了造林成活率。根据植物生理学原理,植物的根系吸收土壤中的水分、养分是靠根压和蒸腾拉力,通常水分是从高压流向低压。根系要从土壤中吸水,根部细胞溶液的渗透势必须低于土壤溶液的渗透势。当肥料施得过浅且过于集中时,肥料溶解造成土壤溶液浓度过高,苗木根部细胞液的渗透势反而较高,不但无法把土壤中水分、养分吸收到树体内,反而会失水,造成苗木大量死亡,即产生“烧苗”现象。因此,施肥一定要掌握好量及施肥的深度,以 30~40 cm 深为宜,最好施在塘底,并与土拌匀。

3.4 涝害、旱灾

2010 年 7 月,插甸乡乐茂河村委会营造史密斯桉 24.7 hm²,由于造林地下部平缓、低凹,土壤薄,

下面为铺山石,土壤渗透力差,部分种植穴回塘时土没有回满,7~8月雨量集中时,树塘内积水过多,造成“翻塘”,大量复合肥溶解液上翻,对造林苗木根系造成严重伤害,使苗木失水大量死亡,严重影响造林成活率。

2012年1~5月,气候极端干旱,因土壤缺乏水分造成该小班史密斯桉林木大量死亡,数量达10 000多株,于6月下旬进行补植,才确保造林保存率。因此,为避免严重旱灾的发生,造林地不宜选择在土层瘠薄、低凹,特别是下面为铺山石的地块。另外,栽植时一定要回满土,以防止积水受涝。

3.5 风灾

2010年7月狮山镇西和村委会洒普山实施史密斯桉造林14 hm²,造林地选择在V字形谷口的迎风坡,向阳,海拔2 150 m。该造林小班2011年2月幼树长到2 m时,在冬季遭受了一场霜冻危害,造成枯梢,萌发后分叉。2012年3~4月,平均树高达6 m,遇大风,从分叉处被风折断1 500多棵。史密斯桉枝叶发达、密集,抗风力弱,武定县多刮西南风,

栽后1年内幼树多被风吹得向东北方向倾斜,此时如果发生冻害,易被风折断。因此,史密斯桉应避免选择在风口、迎风坡造林,避免严重风灾的发生。

4 造林后树木生长情况

武定县从2007年开始引种史密斯桉,先后在狮山镇姚铭村村委会牛角寨、狮子山平头山,西和村委会小洒普、洒普山、滑坡村委会营盘山,乐美村委会大水箐,九厂村委会沙河,插甸乡老木坝村委会水冬瓜箐等地引种,近5年来,共营造了1 200多hm²史密斯桉速生丰产林。造林面积平均每片在25 hm²以上,造林成活率高,林木生长好。

笔者从2007年至今对狮山镇、插甸乡的部分史密斯桉造林地进行调查,史密斯桉生长高峰期为每年4~10月,根据做标记进行观察,平均每天高生长可达1~1.5 cm。2012年12月,对狮山镇、插甸乡近5年来营造的526.9 hm²史密斯桉速生丰产用材林进行调查,造林后生长情况如表1所示。

表 1 史密斯桉造林后生长情况

Tab. 1 Growth status of *Smith eucalyptus* afforestation

乡镇	造林地点	造林面积/hm ²	造林时间	株行距	整地方式	土壤种类	土层厚度/m	海拔/m	坡向	生长期/a	平均树高/m	平均胸径/cm
狮山	牛角寨	20.1	2007.7	1 m×3 m	撩壕整地	黄棕壤	35	2400	半阳	5.5	14.2	11.2
狮山	平头山	11.3	2008.7	2 m×2 m	撩壕整地	黄棕壤	80	2350	半阴	4.5	10.5	8.3
狮山	小洒普	79.7	2008.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	85	2080	阴	4.5	15.2	12.5
狮山	小河口	34.9	2008.7	2 m×2 m	全垦整地	紫色土	75	1850	阳	4.5	12.2	10.2
狮山	大新庄	22.7	2008.7	2 m×3 m	撩壕整地	紫色土	70	2000	半阴	4.5	11.5	9.4
狮山	康西保	26.7	2008.7	2 m×2 m	全垦整地	紫色土	85	2040	阴	4.5	12.5	10.5
狮山	滑石板	16.0	2009.7	2 m×2 m	全垦整地	红砂壤	105	2200	阳坡	3.5	14.5	12.4
狮山	麻栎棵	33.3	2010.7	1.5 m×	全垦整地	紫色土	60	2250	阳	2.5	7.5	5.5
狮山	洒普山	14.0	2010.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	75	2150	阳	2.5	8.2	6.1
狮山	南山	103.5	2010.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	75	2100	半阴	2.5	7.5	5.3
狮山	大新庄	10.0	2010.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	65	1950	半阳	2.5	7.2	5.1
狮山	背阴箐	22.0	2010.7	2 m×3 m	全垦整地	黄棕壤	65	2350	阳	2.5	6.5	4.5
狮山	滑坡	8.7	2010.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	70	2200	半阳	2.5	7.2	5.2
狮山	大水井箐	14.7	2010.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	75	2010	阴	2.5	9.2	7.5
狮山	麦田阱	30.0	2010.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	75	1950	半阴	2.5	7.8	6.0
插甸	降底	24.7	2010.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	50	1780	半阳	2.5	7.5	5.6
插甸	半箐	15.7	2010.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	80	2250	阳	2.5	9.5	8.0
狮山	沙河	19.7	2011.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	85	1820	半阳	1.5	4.5	2.5
狮山	大新庄	19.3	2011.7	2 m×3 m	全垦整地	紫色土	65	1970	半阳	1.5	3.8	2.1
合计		526.9										

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.020

云南山地村镇规划中雨水资源利用与景观营造

杨 旭

(昆明理工大学,云南 昆明 650500)

摘要:介绍云南省山地村镇布局形态各异且较为集中,多数按照垂直梯度空间布局的山地村镇规划特点。分析规划中雨水资源利用与景观营造方面存在的问题,提出雨水收集、净化、利用与景观营造的相关技术与建议。

关键词:山地村镇规划;雨水资源利用;景观营造

中图分类号:S731.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0088-03

Rainwater Resources Utilization and Landscape Construction in Mountainous Village Planning of Yunnan Province

YANG Xu

(Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

Abstract: Mountainous villages layout of Yunnan Province are in different style and relatively centralized, most of them have characteristic of vertical gradient spatial arrangement planning. Existing issues of rainwater resource utilization and landscape construction in planning were analyzed. Technique and suggestion on rainwater collecting, purification, utilization and landscape construction were proposed.

Key words: mountainous village planning; rainwater resource utilization; landscape construction

云南是一个高原山区省份,地貌类型复杂多样,全省土地面积中山地占 84%,高原、丘陵约占 10%,坝子(盆地、河谷)仅占 6%。全省各县(市)山区比重均在 70%以上,全省 285.3 万 hm^2 耕地,70%为山区,3 400 多万农村人口中,60%在山区^[1]。无论从区域还是季节上看,全省降雨分布都很不均匀,暴雨、泥石流和干旱等自然灾害频发,加之近年来新农村建设与城镇化进程的加快,如何有效、合理、科学地利用雨水资源营造景观具有重要的现实意义。

近年来,国内外相关部门都很关注有关雨水资源与景观营造方面的研究,如丘陵山地雨水集蓄工程研究,雨水花园营造研究等。在研究过程中以集合雨水收集、雨水净化、雨水渗透、雨水利用技术的

生态景观绿地为主,并且将艺术、雨水景观设计与与管理相结合。本文试图通过对雨水资源与景观营造的研究,为中国山地村镇规划和具有时代特色的节约型园林建设提供有益的参考。

1 山地村镇规划的特点

1.1 自然环境条件

从气候条件看,云南省包含寒、温、热 3 带;滇南、滇西南为热带、亚热带,滇西北主要为高寒气候带,温带分布范围最广。云南地处低纬度地带,大部分地区夏无酷暑、冬无严寒,干湿季分明。夏半年,受热带海洋气团控制,盛行西南季风和东南季风,水汽丰沛,多阴雨天气,若与南下冷空气相遇,往往易形

收稿日期:2013-01-10.

作者简介:杨旭(1982-),男,讲师。从事景观设计等研究。Email:1256116976@qq.com

成强度较大的暴雨;冬半年,受热带大陆气团控制,盛行西风、西南风,湿度小,气温高,降雨少。全省多年平均降雨量约为1 100 mm,汛期5~10月降雨量占年降雨量的85%左右,尤以6~8月所占比重为大,且是暴雨洪水频繁发生的季节。一般规律是,滇东早于滇西,滇南长于滇北,尤以滇东最为集中,多数发生在7、8两月^[2]。

1.2 山地村镇的空间构成

针对云南省山多坝少的特征,为解决坝区耕地保护与建设用地需求的矛盾,云南省将转变城乡建设用地方式,实施“城镇上山”计划,建设山地城镇。云南山区、半山区占全省总面积的94%,坝子(盆地、河谷)仅占6%,可利用的平地资源相当有限。云南山地村镇的空间特点如下:

1.2.1 布局形态各异且较为集中

山地村镇布局形态上按照当地的山体地形走势来定,由于地形的起伏变化与各地海拔的不同以及交通的因素,各地村镇在平面布局形态上呈现出不同的形状,村镇面积也大小各异。建筑沿着蜿蜒曲折的山势呈现出“自然生长”的态势,整体布局顺应等高线层次错落、层叠而上,既尊重自然肌理又与环境相协调,既规矩于等高线的内在秩序,自由、灵活、随意地展开,形成随山地变化自由布局的聚落空间。但同时也正由于地形、资源、水源等自然资源和地理环境的限制,相对来说云南大多数山地村镇在布局上比较集中紧凑。

1.2.2 多数按照垂直梯度空间布局

云南多数山地村镇规划中都是顺着山势的变化呈现垂直从上至下的3层式梯度分布:山顶为高山森林区,由祭祀(神林)、经济林、保护区林组成,就生态性来说兼具了净化空气、防止水土流失、储存雨水、提供高山水源等功能,经济上直接提供了部分生产生活需要的木材、水果等资源。大多山地中部或者中上部的平坦向南平坡可以获得更多的光照,并且交通方便,加上云南立体气候的影响,冬暖夏凉,大多主要的村镇建筑多半分布于此,并且因地势之便更方便从上获得水源并向下排放,同时较为安全。最下方的梯度多为梯田或坝子(盆地、河谷)分布,这样有利于水资源的利用,也方便农业生产。

2 规划中雨水资源利用与景观营造

2.1 雨水资源与景观营造的现状与问题

云南山地村镇规划中目前关于雨水资源与景观营造方面存在如下问题:

1)对于山地村镇雨水收集、净化、利用与景观营造的结合方面研究不多。

2)山地村镇雨水收集技术比较单一,如利用蓄水池、水窖等,净化和利用基本以农业生产为主。

3)在新技术、新材料、绿色经济、艺术性方面考虑不多。

4)山地村镇规划雨水利用的相关法规与规范比较欠缺。

2.2 营造的相关技术与建议

云南山地村镇规划中关于雨水资源与景观营造方面可以从收集、净化与利用3个方面考虑。

2.2.1 收集与景观

通过对汇水面和地形的分析,在地势高于村镇的位置,处于安全的考虑,适当偏离村镇集中分布的位置设计蓄水池,水池在材料上最好选择当地的天然材料如石材等,形状上接近天然水体。容量应按照当地最大暴雨容量计算,不透水,雨水汇集的同时增加过滤网或使用过滤井将其渗透至蓄水池,在池底设置闸口人工控制雨水的排放,并且设置溢水口在最大水位时将雨水加以疏导以保证安全,溢水口疏导雨水可以和闸口排放的雨水通过地势重力作用汇集于地表人工的跌水渠中以备输送到村镇。水池的边界可以适当地覆土,加入自然沙石,运用净化水的植物绿化,形态上接近自然景观水体。村镇中,由于紧凑的布局,针对道路、铺装广场等硬质景观,可一方面采用透水材料,如透水混凝土、透水砖、植草砖等让其自然渗透,另一方面可以利用地形将雨水引入雨水花园或绿地内与建筑汇集的雨水汇合。技术方法可以采用:①渗水盲沟,连接纳水口、地下渗蓄坑的径流通道,一方面雨水通过埋设于地下的渗水盲沟向四周土壤层渗透,另一方面盲沟也可接纳土壤重力水,然后经盲沟进入地下渗蓄坑。渗水盲沟由透水管和渗水材料组成,渗水材料包裹透水管,厚度为15~25 cm,渗水材料可采用卵石或碎砖、碎瓦等建筑垃圾,大大节省了成本。②蓄水池是用人工材料修建,具有防渗作用的地表蓄水设施,结合现场情况设在绿地相对较低的位置,形式上为一种雨水存贮与水景营造相结合的方式,以收集周围建筑、道路、高地及汇水洼地中富余的雨水,为水生植物提供适宜的环境,并缓解了村镇排水的压力,同时还兼具作为消防水体的功能。此外,在村镇景观设计中还可运用天然石子、树皮、稻壳、旧轮胎、混凝土再生碎块,废塑料、碎玻璃等材料,景观小品在发挥其艺术造景功能的同时兼具雨水收集功能,体量大

小可根据当地情况考虑,比如上海世博园世博轴上 6 个喇叭状阳光谷的设计就兼具了雨水收集功能。村镇下方可结合梯田与湿地来收集和储存雨水,从文化上符合云南地域文化并传承千百年来农耕景观。从生态和农业生产上可方便人工调节水资源的利用,并且在一定程度上改良当地的小气候并促进水循环。

2.2.2 净化与景观

首先,可以利用石笼网结合植物来净化收集雨水,石笼网本身具有经济、施工简便、有很强的抵御自然破坏及耐腐蚀和抗恶劣气候影响的能力,可以承受大范围的变形而仍不坍塌。笼子石头缝隙间的淤泥有利于植物生产,可与周围自然环境融为一体,具有良好的渗透性,可防止由流体静力造成的损害,有利于山坡和岸滩的稳定,节约运输费用(可将其折叠起来运输,在工地上装配)。在景观上柔性好,无结构缝,整体结构有延展性、耐腐蚀,能够根据场地文化的需要做成多种造型,针对山地村镇情况比较实用。可以结合山地地形做成不同大小的跌水景观,在收集雨水流动过程中过滤掉其中的部分杂质,同时增加了氧气的含量。还可以在石笼网跌水处种植一些净化水的植物。如果选择土壤渗透净化雨水,可以堆积 1 m 的土壤,土壤中土砂比为 7 : 1 最佳,并且土壤具有自我净化恢复能力。另外村镇内

的景观小品也可做一些叠水、喷泉以增加水的流动性,还可将这些跌水流动的条形水景与蓄水池、渗水盲沟、小型水体等连接起来,形成一个系统,通过过滤、沉淀、加氧、植物处理等完成雨水的净化。还可以适当地运用雨水净化设备与人工监测。

2.2.3 利用与景观

地势高于村镇位置的雨水经过收集后可以通过重力作用经过土壤渗透、跌水、植物景观的净化后到村镇内作为绿化灌溉、厕所、冲洗、防火用水,另外就村镇现状来看,许多选择了沼气能源,沼气池的水源可以选择雨水,农业灌溉用水、梯田、湿地景观也可以使用雨水。在使用过程中对于暴雨洪水或者过多的雨水可以用于景观塑造、人工湿地、土壤渗透、补给河川等。

3 结语

云南山地村镇规划中雨水资源结合景观的营造,在经过收集、净化、利用 3 个环节后实现了可持续性的发展,总的来说与当前村镇垂直空间梯度一致,3 层空间中,点、线、面结合形成一个系统(图 1),无论从经济、社会、生态上都可以解决现实存在的问题,结合当前云南山地村镇发展和未来需求的状况来看,具有广泛探讨和应用的前景。

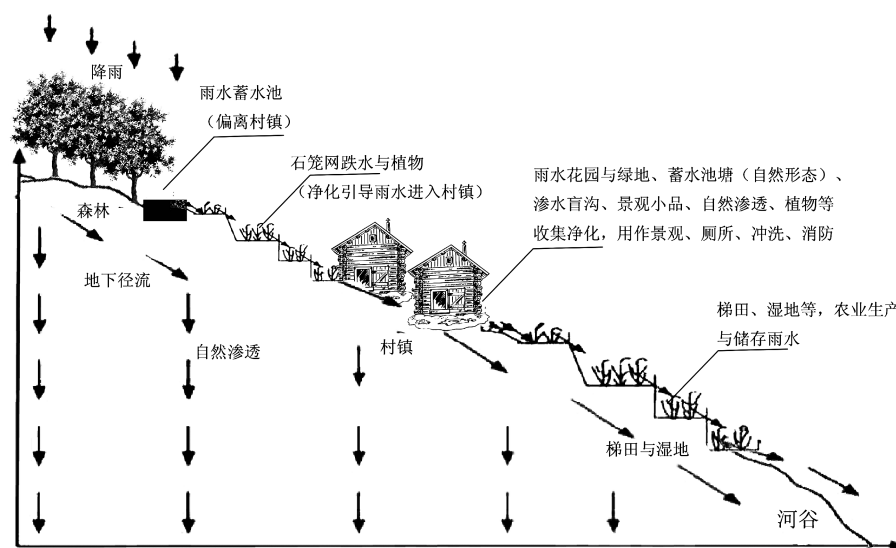


图 1 山地村镇雨水资源利用与景观营造系统

Fig. 1 Rainwater and landscape systems of mountain town

参考文献:

[1] 黄仁跃. 云南山地开发的几个问题[J]. 云南农业, 1998(8):4-5.
 [2] 云南省水利水电厅. 云南省暴雨洪水查算实用手册[Z]. 1992.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.021

高黎贡山自然保护区社区居民对生态旅游的认知与参与

李翠花¹, 刘宁¹, 艾怀森², 张鑫¹

(1. 西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224; 2. 高黎贡山国家级自然保护区保山管理局, 云南 保山 678099)

摘要:采用问卷调查、结构访谈、半结构访谈等方式,抽取高黎贡山自然保护区百花岭社区 47 户居民进行生态旅游认知等情况调查。结果表明,生态旅游开展之初,当地居民不理解甚至反感,但因十多年间从开展生态旅游服务中受益,已改变观念,绝大多数居民都有参与生态旅游服务的意愿,希望有参加相关知识和技能培训的机会。

关键词:生态旅游; 居民认知; 高黎贡山自然保护区

中图分类号: S788.2 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2013)02-0091-03

Awareness and Participation of Gaoligongshan Nature Reserve Community Residents on Eco-tourism

LI Cui-hua¹, LIU Ning¹, AI Huai-sen², ZHANG Xin¹

(1. Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

2. Baoshan Management Board, Gaoligongshan National Nature Reserve, Baoshan, Yunnan 678099, China)

Abstract: Taking methods of questionnaire interviews, structured interviews, and semi-structured interviews, a survey of awareness on eco-tourism was carried out by selected 47 residents from Gaoligongshan nature reserve community. The results showed that local residents did not understand or even dislike eco-tourism at the very beginning, but within ten years, due to the benefits from eco-tourism services, community residents have changed their mind. Most of them are willing to participate in eco-tourism services, and hope to take part in relevant knowledge and skill training.

Key words: ecotourism; awareness of resident; Gaoligongshan Nature Reserve

高黎贡山国家级自然保护区位于云南省西部,横断山脉南端,总面积 124 459 hm²,南北呈带状,长约 135 km。山势陡峭,两侧河谷深切,海拔高差达 3 000~4 000 m。如此独特的地理条件加上在云南独特的大气环流影响下,产生了亚热带、温带和寒温带型气候带^[1],适宜各种动植物的生存繁衍,保护区内动植物物种丰富,特有种、珍稀物种和古老物种

相当丰富,被誉为“物种基因库”。

百花岭一带不仅具有古老的原始森林、珍稀的野生动植物、温泉、瀑布、热带雨林等美丽独特的自然景观,还有保存完好的南方古丝绸之路的一部分,沿途风光旖旎,历史古迹众多,又有抗日战争时期遗留的战坑、碉堡等战争遗迹,同时百花岭又是一个多民族集聚的地方,具有独特的民族特色,是开展生态

收稿日期:2013-01-05.

基金项目:“高黎贡山小额科研基金——2012 年腾讯网友专项捐款项目”支持。

作者简介:李翠花(1986-),女,山东聊城人,硕士研究生。主要研究方向:自然保护区管理。Email:lazy2172006@126.com

通讯作者:艾怀森(1968-),男,正高级工程师。主要研究方向:野生动物学及文化生物学等领域的研究。Email:ahuais@yahoo.com.cn

旅游不可多得的宝地。

1 调查区概况及生态旅游发展现状

本研究选取了高黎贡山自然保护区生态旅游业开展较早的百花岭行政村的 2 个社区:汉龙和大鱼塘的居民作为调查对象,其中汉龙是高黎贡山自然保护区生态旅游活动的核心区域—高黎贡山生态旅游开发公司百花岭接待站所在地。

百花岭的生态旅游与高黎贡山自然保护区的生态旅游是同步的,基本上是从 1995 年开始的^[2]。高黎贡山自然保护区森林旅行社开发的百花岭旅游度假村现共开辟了 30 多个景点,各景点大都被绿树青山所围绕,气候舒适,适于徒步旅游。开展的百花岭生态旅游,根据旅游规划适宜开发 3~4 日游。由于尚处开发阶段,多数景区还待开发,目前只开放了一些景点,因此,当前以 2 日游为主^[3]。

汉龙位于高黎贡山南段东坡怒江流域的半山坡上,海拔 1 480 m 左右,旱地主要分布在寨子周边,用于种植玉米和核桃、板栗、咖啡及其他经济作物。集体林分布在村后,与高黎贡山国家级自然保护区相连。截至 2012 年 11 月,汉龙共有 50 户, 221 人,是一个汉族、白族、傈僳族等民族杂居的自然村。

大渔塘位于百花岭村公所所在地。它西面是汉龙寨的山林,北面是鸡心山的山沟,东北与烫习村的山林相连,东到大尖山的西坡,南与百花岭的集体林相接。距保泸公路约 10 km,至芒宽乡政府约 30 km^[4]。大渔塘现有 101 户,411 人。该村是汉族、回族、壮族、白族、傈僳族和彝族等民族大杂居的自然村。

汉龙和大渔塘现在尚在经营的农家乐有 4 户,其中经营时间较长、游客较多的是汉龙的老侯。老侯的农家乐是中国鸟网在高黎贡山的一个联络站,游客有一半左右是观鸟爱好者,其余有翻越高黎贡山的,也有附近游玩的散客。平时游客白天上山游玩、观鸟,吃住在农家乐,由于各种条件的改善,农家乐住宿的收费标准也由刚开始的 15 元/人·d 提高到 30~50 元/人·d,餐饮则根据游客选择的种类进行收费。

农家乐的规模较小,4 家农家乐床位最多一家为 28 个,总数不足 100 个,游客多时还要被安排到 10 km 以外的岗党,既浪费了游客的时间,又增加了游客的支出,其他各种生活条件也不能满足游客的要求;社区只有 5 家小型的家庭式的小商店,规模很小,商品种类也较少;社区的医疗设施几乎没有,只

有大渔塘有 2 家小型的私人门诊,只能看一些感冒类的小病,医疗设施及药品相对缺少,医务人员业务素质不高。

2 研究方法

采用问卷调查、结构访谈、半结构访谈方式进行调查。

2.1 调查对象基本情况

百花岭社区居民的环保觉悟程度比较高,早在 1995 年 12 月,中国第一个农民环保组织—高黎贡山农民生物多样性保护协会成立^[5],居民的生态环境保护意识进一步增强,为生态旅游的开展提供了基础支持。

选取 47 户中年龄在 20~55 周岁的居民进行了调查,其基本情况如表 1 所示。

表 1 被调查者基本情况

Tab. 1 Basic information of respondents

调查事项		人数/人
文化水平	具有高中、中专学历	3
	具有初中学历	28
	小学毕业	14
	不识字	2
收入水平	年收入 1 万元以下	1
	年收入 1~3 万元	30
	年收入 3~5 万元	14
	年收入 6~8 万元	2

2.2 数据处理

利用 Excel 软件对调查数据进行分析比较。

3 调查结果与分析

对百花岭居民的生态旅游认知情况调查结果如表 2 所示。

调查显示,生态旅游开展之初,当地居民是不理解甚至是非常反感的。经过十几年的开展,居民大多已经从高黎贡山自然保护区开展的生态旅游中获益,并且这种收益不仅仅是经济上的,还表现在生活中的各个方面:交通方便了、环境干净了、各种生活设施不断健全。多数居民表示,通过开展生态旅游,更多地接触到了外面的新潮流和信息,当地的核桃、板栗、咖啡等销路比以前好了,通过与外来旅游者的

表2 百花岭生态旅游居民认知情况

Tab. 2 Cognition of residents on Baihualing Mountain ecological tourism

调查项目	结果	
生态旅游开展程度	已得到很好的开发利用	4.3%
	尚需进一步的开发利用	80.8%
	说不清楚	4.9%
是否从生态旅游中受益	收益很大	7%
	多少有点收益	74%
	没什么收益	19%
对游客的态度	欢迎	95.8%
	无所谓	4.2%
	抵制	0%
参与生态旅游的愿望	强烈	83%
	一般	17%
	抵制	0%

接触和交流,增加了对外面世界和人的进一步的认识和了解,从中受益匪浅。

绝大多数的居民都有参与生态旅游的意愿,对游客都是持热烈欢迎的态度,但是大多数都没有具体的想法,也没有足够的资金支持,需要相关部门的引导和帮助。他们都愿意参加与生态旅游相关的各种培训,希望能更好地融入到生态旅游活动的开展中,希望游客可以更多地了解高黎贡山,也愿为保护高黎贡山的生态旅游资源贡献力量。

4 结论和建议

从调查结果可以看出,百花岭的生态旅游虽然

开展较早,但是一直处于开发的初级阶段,由于资金、政策等多方面的因素,很多基础设施还不健全和完善。从业人员文化素质也比较低,缺乏相关的、系统的技能培训,不能很好地将高黎贡山的生态旅游资源介绍给游客。社区居民对生态旅游的认识不足,大多都不了解生态旅游的内涵,对生态旅游知识的传播不足。

在大多数社区居民都渴望积极参与生态旅游的情况下,可以就生态旅游进行培训和宣传,使生态旅游的开展深入社区,充分发挥社区群众的作用,引导农家乐等旅游方式的开展、加强旅游所需的基础设施建设、培训当地居民做导游或增加一些民俗文艺表演,使居民的积极性被充分调动起来,使社区收益,把当地丰富的民俗文化挖掘出来,并继续传承下去,不仅能吸引游客,还能丰富当地居民的精神文化生活,减少一些不良社会现象的发生,让高黎贡山的生态旅游能更好地持续发展下去。

参考文献:

- [1] 西南林学院. 高黎贡山自然保护区[M]. 北京:中国林业出版社, 1995:2-3.
- [2] 艾怀森. 相佑千年[M]. 北京:知识产权出版社, 2010:50-62.
- [3] 蔺汝涛. 高黎贡山自然保护区旅游资源开发思路[J]. 林业调查规划, 2003, 28(4):18-22.
- [4] 肖朝霞. 生态旅游发展的社区影响研究[J]. 保山学院学报, 2010, 7(3):2.
- [5] 施晓春. 多民族农民环保组织在高黎贡山自然保护区与社区发展中的作用[J]. 保山师专学报, 2007, 26(5):1-2.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.022

云南省观赏苗木产业发展现状及对策研究

王学花

(云南省林业调查规划院昆明分院,云南 昆明 650200)

摘要:云南植物资源丰富,水热条件充足,具有发展观赏苗木产业的先天优势。目前云南省观赏苗木产业发展初具规模,区域布局基本形成,观赏苗木乡土树种被市场认可。然而,产业化水平低、市场营销体系不健全、产业内部结构不合理、区域发展不平衡等问题制约了整个产业做大做强。加强政策引导,加大扶持力度,完善市场营销体系,培育特色乡土树种市场是促进云南观赏苗木产业良好发展的保障。

关键词:观赏苗木;现状分析;发展

中图分类号:S723;S68;F416.88 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2013)02-0094-03

Status and Strategy of Ornamental Nursery Stock Industry in Yunnan Province

WANG Xue-hua

(Kunming Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650200, China)

Abstract: Yunnan province is rich in plant resources, water resource and heat conditions, which has congenital advantage for developing ornamental plant industry. Currently, there has been quite a scale of ornamental plant industry, and it has been accepted by market. However, it's hard to develop quickly because of the following limitations such as low industrialization level of ornamental plant industry; unsound marketing system, unreasonable structure of ornamental nursery stock industry and unbalanced regional development. Strategies were proposed to strengthen policy guiding; increase support efforts, perfect marketing system and cultivate feature native tree species market and so on.

Key words: ornamental nursery stock; analysis of current status; development

随着我国经济的快速增长,城镇化进程的加快,绿化美化、改善生态环境的工作越来越受到重视,各地纷纷提出建设园林城市、森林城市的目标,绿化苗木产业成为最有发展潜力的朝阳产业^[1]。浙江省苗木生产面积达 8 万 hm²,圃地产值达 60 亿元^[2];全国闻名的花木之乡南京市浦口区汤泉镇,30 多年来园林绿化苗木生产形成了 60 hm² 以上连片基地和 10 km 长的园林绿化苗木观光带,年销售花木收

入超过亿元^[3]。

云南省植物资源丰富,水热条件充足,发展观赏苗木产业优势明显,但与发达地区相比,云南观赏苗木产业经济效益不明显,资源及地域优势没有发挥出来。本文通过对云南省观赏苗木产业发展现状的分析,探讨云南省观赏苗木产业发展存在的问题,提出推动行业发展的建议,为今后相关政策的制定和实施提供一定的参考。

收稿日期:2013-01-09.

作者简介:王学花(1976-),女,云南祥云人,助理工程师。从事林业调查规划工作。

1 观赏苗木产业发展现状

1.1 观赏苗木产业初具规模

云南省观赏苗木产业起步于 20 世纪 80 年代,“99 昆明世界园艺博览会”开始掀起了园林绿化的浪潮,观赏苗木在品牌、规模、产能、苗木品种等方面呈现出良好的产业基础。2009 年,云南省委、省政府出台了《关于加快林业发展建设森林云南的决定》,提出加快培育观赏苗木产业,云南观赏苗木产业进入快速发展期。

据不完全统计,截至 2012 年 10 月,云南省观赏苗木基地达 3 402 个,昆明、楚雄、红河、大理及保山 5 地州(市)基地达 3 006 个,占全省总数的 88.4%;现有经营面积为 1.8 万余 hm^2 ,实际育苗 1.53 万 hm^2 ;培植的观赏苗木树种超过 200 个,主要有滇朴、滇润楠、长梗润楠、香樟、云南樟、天竺桂、石楠、紫薇、清香木、黄连木、木兰科植物、金叶女贞、黄连翘、黄杨、叶子花等。

全省从事观赏苗木生产及销售的苗木经营户 2 160 户(注册的),林业产业省级龙头企业 21 户,生产从业人数 2.81 万人。2011 年全省观赏苗木销售额达 12.8 亿元,实现产值 44.3 亿元。

1.2 观赏苗木区域布局基本形成

目前,已初步形成了以滇中的昆明、玉溪为主的北、中亚热带观赏苗木生产、经营区域;以滇东南的红河、文山为主的南亚热带观赏苗木生产、销售区域,大范围栽植董棕、竹柏、桫欏、剑叶龙血树、尖叶木犀榄、红河苏铁以及木兰科植物;以德宏、景洪、普洱为主的北热带和南亚热带观赏苗木生产区域,生产销售叶子花、紫薇、罗汉松、菩提树、沉香、鸡蛋花、刺葵、格木、大王棕、龙血树、灯台树、紫薇、重阳木等观赏苗木;以滇西的大理、保山为主的北亚热带观赏苗木生产区域,生产销售杜鹃、茶花、大青树及木兰科植物;以滇西北的丽江、迪庆为主的温带观赏苗木生产区域,形成了球花石楠、云南红豆杉、珙桐、山玉兰、厚朴、云南含笑、珙桐、云南红豆杉、云南榧、云杉、冷杉等观赏苗木生产区;以滇东北的曲靖、昭通为主的北亚热带观赏苗木生产区,形成了滇朴、四照花、枫香、五角枫等观赏苗木生产区。

1.3 观赏苗木乡土树种被市场认可

云南有 1.8 万种高等植物,其中供观赏的奇花异卉 2 500 多种^[4]。经过园林工作者的多年研究,探索出保护、培育、利用云南野生观赏植物的生产技术和合理开发方法,多个特色乡土树种成为园林绿

化树种,如云南山茶、滇朴、云南樱花、黄连木、清香木、山玉兰、红花木莲、云南拟单性木兰、云南含笑、马褂木、滇润楠、球花石楠、云南红豆杉、四照花、垂丝海棠、云南紫荆、马缨花、栾树、云南棕榈、小叶榕、高山榕等云南特色树种被广泛应用于园林绿化工程项目中。同时,培育出具有自主知识产权的晚春含笑、喜临门杜鹃、茶花杜鹃、娇艳杜鹃等新品种。

1.4 观赏苗木交易市场发展壮大

交易市场为观赏苗木搭建了交易平台,目前,在国内的主要苗木产区形成了浙江萧山、河南鄢陵、湖南浏阳、江苏武进、四川温江等苗木交易市场^[3]。云南通过几年的发展,在昆明市、宜良县等地建设了花木大世界、昆明泛亚花木城、植物王国等苗木交易市场。位于昆明市的云南植物王国展示中心占地 266.67 hm^2 ,2012 年 11 月成功举办了首届中国昆明(泛亚)国际观赏苗木展览会,展会涉及绿化观赏苗木、花卉、盆景、根雕、园艺资材、园林设施、园林机械工具、温室设施、喷灌设备、农林院校、科研院所、园林工程设计、行业媒体、行业协会等多个领域,来自北京、上海、江苏、浙江、四川、广东等 12 个省市以及云南省内 16 个州市共计 478 家单位以及意大利、荷兰、丹麦等国际国内知名绿化苗木企业进行了参展,1.1 万人次参观了展览,总成交额达到 7 864 万元^[5]。

2 存在的问题

2.1 产业化水平低

云南省观赏苗木生产主要以企业、农户自产自销为主,生产规模小,管理粗放,规模化、专业化、组织化程度较低,产品质量不高,未能有效形成产、供、销一体化的生产经营体系,“小而全”或“大而全”的绿化苗木生产方式普遍存在;缺乏对本土观赏苗木深层次的应用研究和技术开发,具有自主知识产权的观赏品种少,产品在国内外市场上缺乏核心竞争力。

2.2 市场营销体系不健全

市场营销平台缺乏统筹规划,已经建立的苗木交易市场还处在发展的初级阶段,未发挥应有的功能,市场开发、物流配送薄弱,运输渠道不畅,影响产品外销;专业协会、农村经济合作组织等中介服务机构少,信息手段落后,造成产销脱节;缺乏苗木经纪人队伍,信息渠道不畅,观赏苗木企业对全省和国内观赏苗木信息行情不清,盲目追从。

2.3 产业内部结构不合理

从观赏苗木生产、经营企业的组成结构看,多数企业选择“工程+基地”模式进行经营,即采取省外购买成品苗进行囤积以满足企业绿化工程建设需要;少数企业采用从省外购买半成品苗进行培育销售;极少数企业利用云南植物资源优势开展小规模特色乡土苗木生产。从观赏苗木的培育品种及产能上看,外来品种占主导,约占市场 80% 的份额,乡土品种极少,产能较低;从观赏苗木的规格结构上看,小苗过剩、中大苗短缺;产品类型单一,差异化不明显,整个苗木生产缺乏梯队培育计划。

2.4 云南特色乡土树种推广运用滞后

自主培育的观赏苗木还处于起步阶段,多数以小苗为主,人工培育的大、中型苗木少,资源优势还没有转变为经济优势。大部分优良乡土树种没有得到充分挖掘,如大理和保山的茶花、杜鹃,昭通的小叶楠、巧家五针松,红河的红河榕,文山的马关木莲、西畴含笑、麻栗坡含笑等,具有较高观赏价值,但这些未成为观赏苗木市场的主打产品。

2.5 区域发展不平衡

各地观赏苗木产业发展极不均衡,州市间、县域间差异大。观赏苗木产业主要集中在滇中经济圈,尤其以昆明最为突出,在基地的数量上、规模上、产值上都远远超过其他州市,其他地方的气候、土地、树种资源等特色优势没有得到有效发挥。

2.6 政策扶持措施不到位

各级政府出台了促进观赏苗木产业发展的措施,但只是局部的和零散的。国家和省里制定了四旁观赏苗木移栽、库区林地占用苗木移栽、林业贴息贷款、珍贵用材树种运输等政策,但多数地区相关的扶持政策措施还不健全、不到位,尚未形成长效政策机制保障。

3 对策与建议

3.1 发挥政府引导作用

政府要尽快出台云南省观赏苗木产业发展意见,明确观赏苗木产业的管理部门。根据各地观赏

苗木产业发展的基础、现状,制定省、州、县三级观赏苗木产业发展规划,确定重点发展品种、发展的规模,将苗木交易中心或苗木集散地建设纳入观赏苗木产业发展规划,引导全省观赏苗木产业合理发展。

3.2 加大政策扶持力度

对观赏苗木培育给予资金支持,特别是乡土树种培育的研发力度,大力扶持具有较高观赏价值、发展前景好的乡土树种培育研发工作,强化科技支撑,树立各地特色优良乡土树种名片,将资源优势转化为经济优势。协调区域发展,整合资源优势,对观赏植物资源优势明显但发展滞后的地区在资金、技术等方面给予重点扶持。

3.3 完善市场营销体系

搭建观赏苗木网络信息平台及网上交易平台,通过网络平台发布行业动态、苗木供应信息,实现信息、资源、技术共享。加强市场开发、物流配送建设,统一包装、运输标准;培训苗木经纪人,发展观赏苗木交易中介组织,建立观赏苗木行业协会等方式,健全观赏苗木产业发展社会化服务体系。

3.4 培育特色乡土树种市场

利用云南的乡土树种资源,打造产业化、规模化、标准化的产品。加强市场培育,用市场与乡土树种接轨,绿化工程鼓励推广使用本地乡土树种苗木,云南苗木产品占领云南绿化市场,进一步打开省外绿化市场,使地方资源得到充分发挥。

参考文献:

- [1] 肖雅杰. 园林绿化苗木现状及发展趋势[J]. 绿色科技, 2011(2): 9-12.
- [2] 王健朴. 成都市温江区园林苗木销售状况调查[D]. 四川: 四川农业大学, 2011.
- [3] 杨晓东. 中国园林绿化苗木产业的现状和发展趋势[D]. 北京: 北京林业大学, 2005.
- [4] 戴益源, 黄海燕, 张学星, 等. 云南城市绿化乡土野生观赏树种选育的关键问题分析[J]. 西部林业科学, 2010(3): 89-92.
- [5] 何锐. 2012 中国昆明(泛亚)国际观赏苗木展览会在昆举办[J]. 云南林业, 2012(6): 40.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.023

云南省核桃种苗质量管理及检测情况浅析

曾丽芬,李基平

(1.大理州林木种苗管理站,云南 大理 671000 2.云南省林木种苗工作总站,云南 昆明 650215)

摘要:介绍核桃种苗质量内容及各指标要求,以及核桃种苗质量检测与鉴定的难点。分析了核桃造林种苗种源不清,实生苗数量多,种苗质量检验缺乏或不规范等当前云南省各地种苗质量管理与检测方面存在的问题。藉此提出建立、健全种苗质量管理、检验机构,加强优良品种调查选优及采穗圃建设,规范使用“两证一签”等对策。

关键词:核桃;种苗;质量管理;检测;鉴定;云南省

中图分类号:S792.13;S723.13 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0097-04

Analysis of Walnut Seedling Quality Management and Inspection in Yunnan Province

ZENG Li-fen¹, LI Ji-ping²

(1. Forest Seedling Management Station of Dali Prefecture, Dali, Yunnan 671000, China;

2. General Work Station of Forest Seedlings of Yunnan Province, Kunming 650000, China)

Abstract: Content of walnut seedling quality, and index requirements, as well as the difficulty of inspection and identification of walnut seedling quality were introduced. Problems existed in seedling quality management and inspection in Yunnan province as unclear of walnut afforestation seedling provenance is, large of seedlings amounts, short or non-standard of seedling quality inspection were analyzed. Thereby countermeasures were put forward to establish and improve seedling quality management, inspection organizations to strengthen the fine varieties survey, selection and cutting orchard construction, and to regulate using the “two certificates and one authorization”.

Key words: walnut; seedlings; quality management; inspection; identification; Yunnan Province

核桃(*Juglans regia* L)是经济价值很高的果实与木材两用树种,在林业产业的发展中倍受广大林农的喜爱,常作为造林绿化的首选树种。特别是近年来政府采取积极扶持、鼓劲政策,核桃产业迅猛发展,每年所需种苗数量巨大。在这巨大的种苗需求量下,要保证充足的数量,就难免有鱼目混珠、以次充好、以假充真的种子、苗木混入种苗市场,给核桃产业的发展带来阴影。如苗木活力不高、弱小带病,

采用再深的塘、再多的肥、再好的管理措施都是无法补救的。另外,当把核桃树苗栽植三年五载后,开花、结实时才发现所栽品种低劣甚至是铁核桃时,多年心血、汗水付诸东流,损失无从估量,无法挽回。因此,从核桃种源选择、育苗开始就把好种源质量关,在种苗流通、使用的过程中把好品质检验关,是健康、有序地发展核桃产业的基础,也是提高核桃种苗质量,使广大林农增收致富的关键。

收稿日期:2013-01-09.

作者简介:曾丽芬(1963-),女,广东广州人,工程师。从事林木种苗质量检验工作。

1 核桃种苗质量

广义地说,核桃种苗质量既包含了核桃种苗的遗传品质,又包含了核桃种苗的播种育苗品质。要获得核桃栽培林木,不仅要靠播种得来,还要由嫁接产生。这播种的种子品质和嫁接的砧木、接穗品质,就是核桃的播种育苗品质。而遗传品质是指亲代能否将自身优良性状、表现遗传给子代或者子代的性状、表现是否与亲代保持相似现象。遗传品质的测定十分繁杂、专业,一般在林木种苗的检测中都不做此项测定。故通常所指的核桃种苗质量即是指核桃的播种育苗品质,其中播种品质用净度、千粒重、发芽率、优良度、生活力、含水量等指标表示。育苗品质有砧木品质、接穗品质。砧木品质用地径、苗高、主根长、大于 5 cm 的侧根数表示。接穗品质目前我国尚无标准,笔者认为可从接穗的粗度、长度、芽体饱满度、接穗芽数等 4 项指标判定接穗质量。

1) 接穗粗度:以接穗的中间直径表示,0.8~1.5 cm 合适。接穗粗壮,营养物质和水分含量充足,有利于生长、发芽,嫁接成活率高;但接穗过粗,易使接穗和砧木之间产生缝隙,形成层结合不紧密,影响苗木成活。同年接穗中,过细穗条发育不良、生长慢,与砧木愈合不好,也不宜采用。

2) 接穗长度:以修剪后用作接穗的长度表示,5~15 cm 合适。接穗的适当长度既可保证穗条的营养和水分,又能保证穗条的萌发芽数。

3) 芽体饱满度:以接穗上芽的饱满、半饱、干瘪状态确定。芽是枝条和花的原始体,在植物的营养生长阶段通常发育成枝叶,其可光合作用,制造养分,供给砧木生根、生长,还可形成一定数量的生长激素。芽饱满说明穗条营养充足,营养器官发育良好。

4) 接穗芽数:即每条接穗上最少芽体保存数应 ≥ 2 个。

2 核桃种苗质量检测与鉴定

对核桃种子质量的检验可依据《林木种子检验规程》(GB2772—1999)进行,苗木质量因目前实施的《主要造林树种苗木质量分级》(GB6000—1999)正在修订中,且其对核桃苗木检测方法已不适于当前种苗的生产发展,故可选用《主要造林树种苗木》(DB53/062—2006)云南省地方标准检测。至于核桃品种、类型的鉴定目前还是一个缺项。

据杨源编著的《云南核桃》所述,云南有泡核桃

类群 65 个,夹绵核桃类群 30 个,还未包括铁核桃类群。在这众多的核桃类群中,要区分、鉴定各个品种、类型是不容易的,特别是在没有果实、花朵的穗条采集期、嫁接育苗期更是难上加难,植物分类学家、核桃栽培专家也常束手无策。虽然近几年来,林业 DNA 指纹技术发展较快,从有些树种中可以获得重复性好、准确率高的鉴定结果。但要在生产实践中应用、推广,还得克服高昂的检测成本及长期资料、样品的收集试验难度。据笔者所知,目前我国还没有一个科研机构、检测机构在开展核桃品种的指纹鉴定。所以对核桃品种的鉴定,特别是泡核桃、铁核桃的区别,只得靠古老的形态鉴别法来完成。

林木的形态是林木生活史中最稳定的性状之一,是鉴别树种的重要依据,也是林木品种、类型鉴定方法中最简便、最快速、最经济、适用的鉴定方法。在目前及今后一段时期,在经济条件、技术水平不允许的前提下,运用林木品种、类型的形态鉴定方法,同样可以达到防止、减少假冒伪劣种苗用于生产的目的。

核桃形态鉴定包含树、果、苗的鉴定。

1) 树的鉴定因子有:树干高低、树冠宽窄、树皮滑涩、小枝粗细及颜色、小叶对生、互生及叶数、花序形状及颜色、花期、果熟期、抗低温等。

例:泡核桃,树高 10~30 m,分枝较低,树冠庞大;树皮纵裂较深,粗糙;小枝棕黄色,小叶对生,7~13 枚;雄花花序长 8~12 cm,2~4 朵,花期 3~4 月,果熟期 9 月下旬。

2) 果的鉴定因子有:青果形状、颜色、大小、茸毛;核果形状、颜色、大小、表面特征、缝合线粗细、喙(发芽口)大小、壳厚薄、单果重;仁重、内隔膜、取仁难易、出仁率、饱满度、仁颜色、味香等。

例:三台核桃,核果卵圆形,顶部渐尖,壳面多麻点且浅,缝合线隆起,壳厚 0.5~0.8 mm 内隔膜纸质,较易取到整仁,仁较泡核桃稍小,稍不饱满,黄白色、味香。

3) 苗的鉴定因子有:初生叶形态、颜色、小叶锯齿有无、小枝颜色、茸毛;穗条皮孔大小、颜色、光滑程度、顶芽侧芽大小、形状等。

例:铁核桃,小叶叶缘锯齿明显,颜色较泡核桃深绿、叶形较泡核桃尖长;小枝绿色有茸毛、皮孔较泡核桃密、大、不光滑;接穗绿色、皮孔较大、粗糙、顶芽偏尖、侧芽瘪偏。

3 核桃种苗质量管理与检测存在的问题

根据云南省林业厅2008年2月委托云南省林木种苗花卉产品质量检验站进行的核桃造林种苗质量检查的结果看,近年来云南核桃种苗质量存在以下主要问题:

3.1 核桃造林种苗种源不清

由于绝大多数林农、育苗者、用苗者,还不具备对核桃品种、类型的识别、鉴定能力,致使在核桃穗条的采集及嫁接育苗过程中出现泡、铁核桃相互混杂,品种、类型难以说清的混乱现象。在检查的苗圃、造林地中,除有从少量挂牌核桃母树上采条嫁接苗木外,大多数所采穗条都未进行来源登记,不能说清品种、类型。从理论讲,如每年造林26.7万 hm^2 ,按150株/ hm^2 计,需合格核桃苗4000万株。如以50%的嫁接成活率算,需8000万株苗,加上30%的嫁接穗条损失,共需泡核桃穗条1.04亿条。以云南核桃栽种资源算,如按嫁接育苗的技术要求,嫁接穗条应在生产健壮、丰产、稳产、无病虫、品质好的成年母树上采穗,且还应考虑到林农果树当年的挂果需要,则泡核桃穗条数量不足。在穗条紧缺,造林任务大的情况下,见条就采,有苗就造的现象又有发生。更有甚者,有人为采集铁核桃穗条作为造林苗木。

3.2 用实生苗造林数量不少

在泡核桃嫁接苗木供应不足的情况下,有些地方用新疆核桃、漾濞铁核桃直接育苗造林、播种造林,使用数量数百吨。其造林结果有2个不利:①如果今后要进行嫁接改造,既需要较多的技术熟练嫁接工,又增加造林成本;②如果今后不改造,那么,即使是泡核桃种子播种栽植,由于其遗传变异大,果实品质良莠不齐,商品价值差。

从遗传学理论说,通过核桃的无性繁殖,母株的遗传组成与它的无性系后代的遗传组成完全相同。它们不仅继承了母株的加性效应,而且还获得了非加性效应(显性效应与上位效应),从而获得最大遗传增益。所以,优良品种嫁接苗的使用是核桃产业发展的关键。

3.3 种苗质量检验缺乏或不规范

据检查数据显示,近几年来在核桃的种苗生产、经营、使用中,有50%以上的单位及个人都未在核桃出圃、造林前进行过种苗质量检验。特别是品种的鉴别更从未开展,导致造林使用的核桃种苗质量不清。即使有些种苗经过质量检验,但因检测人员未能掌握、理解检测方法,不能合法、规范地进行质

量检验。如有的县由林业局的种苗站、森防站进行种苗质量检验,出具检验证书,有的检验员仅凭对25~100株苗木的检测数据就为5万、10万、20万的苗批质量下定论;有的检验证书不是由持证林木种苗检验员检验并签字,使林农对苗木质量检验证书的有效性、可靠性产生质疑。

在核桃种苗质量检查中出错最多的是种苗检验证书、种苗标签。检验证书从证书编号、抽样基础、检测依据、检验结果、结论、检验员签字等都有填写问题、错误。种苗标签问题表现在:①不知应填写多少种苗标签,或一个种批、苗批只填写一张,或填写后存档保存了,没有与种苗同行;②标签填写随意性大,没有严格按照要求填写,特别是质量情况不是依据种苗检验证书的检验结果填写;③标签不填写经营者的地址、电话。

4 加强核桃种苗质量管理的对策

4.1 加强优良品种的调查选优,加快采穗圃建设

林木良种是推动核桃产业发展的核心动力,是促进核桃产品质量升级的有效途径,也是提高林农收入的保证。以云南省目前核桃产业的发展速度看,全省泡核桃穗条资源很难满足嫁接穗条的需求,特别是优良品种穗条、经过审(认)定的林木良种更加稀少。再加林木良种具有培育周期长、付出劳动大、科技含量高、资金投入不足等特点,要快速获得较多的林木良种是不可能的。在此情况下,加大核桃优良品种、类型的调查选优,把经当地林农、技术人员、林业专家选出来的优良母树进行挂牌、保护,采穗利用,以弥补林木良种资源的不足是行之有效的方法。

此外,近年来云南核桃嫁接用的穗条不但紧缺,而且难于保证质量,可供采穗的优良母树数量更少。随着穗条、嫁接苗价格的上涨,用铁核桃冒充泡核桃的现象时有发生。为根本扭转这一局面,使核桃产业走上健康、有序的发展轨道,迅速为核桃产业提供优质、健壮、充足的穗条来源,尽快实现核桃产业的良种化,在省内定点、定向建立核桃采穗圃,繁殖优良品种十分必要。

4.2 规范使用“两证一签”

核桃种苗质量的鉴定、检验是一项专业性、技术性较强的工作,广大育苗者和种苗使用者是不能鉴定、检验的。为保护用苗者的利益,《种子法》规定种苗生产、经营者要具备必要的生产、经营条件,这就是林木种子生产经营许可证、种苗标签(简称“两

证一签”)的使用。规范使用“两证一签”可以追溯核桃种苗来源,监督核桃种苗质量,防止假种、劣苗流入市场:

1)林农在购核桃种苗时要查看种苗生产经营者的林木种苗生产经营许可证,购苗数量多时还应与生产经营方签订购苗合同,学会用法律来保护自己。

2)要检查随种苗一起购买的种苗标签,标签应按苗木使用者的需要提供,购苗量少时,按每个容器一个标签或购苗者的意愿提供;用苗量多的造林项目,按造林作业设计每小班的用苗量提供,每小班 1 个。造林项目的苗木标签只应在造林乡、镇、林业站保管、记录,林业主管部门、生产经营单位不保管随苗同行的标签。种苗标签中的质量指标是苗木生产或经营者承诺的质量标准,填写必须以林木种子检验员出具的检验报告为依据,并与销售的苗木实际质量相符。

3)林业行政主管部门要利用对获得林木种子生产经营许可证的企业与个人进行定期、不定期的检查监督机会,帮助获证企业、个人完善生产经营条件,加强种苗质量检验;引导核桃种苗生产经营者遵章守法,不参杂使假。核桃种苗质量管理有赖于种苗执法的保证,没有种苗执法作后盾,核桃种苗质量管理就没有威慑力量。把法律措施和手段执行、实施到位,才能从源头上保证核桃种苗质量。

4.3 建立健全种苗管理机构,规范种苗质量检验

核桃种苗质量需经专业检验员使用专业仪器设备检验后才能判定的。但由于云南省多年来对种苗质量检测的基础设施投入严重不足,使得林木种苗检验机构较少,检验仪器设备缺乏,难以规范开展种苗质量检验。依据《种子法》的规定,“种子质量检

验机构对种子质量进行检验”,“承担种子质量检验的机构应当具备相应的检测条件和能力,并经省级以上人民政府有关主管部门考核合格。”但目前除云南省林木种苗质检站外,全省各州市、县要么未能设立种苗检验机构,要么设立的林木种苗质检机构,因无检验仪器设备及检测能力,不能正常、合法出具核桃种苗质量检测结果,失去了公正、公平、权威把关种苗质量的作用。至于人员,云南省现有林木种苗检验人员 600 多人,平均每县 3 人,但在实际工作中,有的检验员身兼多职,不能相对固定,有的检验员不从事检验工作,而是在其它部门工作,如森防、林政、调查队等。使得种苗检验人员人数虽多,在岗的却不多。特别是有一些临时性检验员,无资格、不负责任,不按标准进行检验,或者干脆不检验就开具检验证。

加强核桃种苗质量管理的关键是建立健全种苗管理机构、质检机构,理顺种苗质量管理体系。目前云南省绝大部分县(市)都没有专门成立有相应能力的种苗管理机构及质检机构,使种苗质量管理职能不能有效发挥。因此,尽快完善全省各州市、县种苗管理、检验基础设施建设,配备必需的种苗检验仪器、设备,培训考核合格的种苗质量检验员,是规范开展核桃种苗检验、质量把关的最基本要求,是提高核桃种苗质量的基础保障。

参考文献:

- [1] 郗荣庭. 中国核桃[M]. 北京:中国林业出版社,1992.
- [2] 杨源. 云南核桃[M]. 昆明:云南科技出版社,2001.
- [3] 李基平. 林木种苗检验技术应用[M]. 昆明:云南科技出版社,2008.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.024

极度濒危植物毛果木莲的种子检测及育苗技术研究

张 畋¹, 楚永兴²

(1. 红河县林业局, 云南 红河 654401; 2. 红河州林业科学研究所, 云南 蒙自 661100)

摘要:毛果木莲是受国家Ⅱ级重点保护的极度濒危植物,仅分布于云南河口及屏边的狭小区域,目前仅发现 10 株结果的单株。对 10 株结果单株进行分株采种,开展种子质量检测和种子育苗技术研究。结果表明,①毛果木莲平均每株结果 192 个,每个球果有种子 87 粒,球果径 38.6 mm,球果长 80.51 mm,球果重 49.54 g,心皮数 74 个,种子长 6.45 mm,种子宽 4.96 mm,种子厚 3.02 mm,单粒种子重 0.045 g;②相关性分析表明,毛果木莲的球果重量、种子重量的变异系数均大于 0.05,表明这 10 株毛果木莲的球果重量、种子重量差异不显著;③苗木生长健壮,1 a 生苗高达 37.9 cm,地径达 0.42 cm,苗木生长旺季为 7~9 月;④相关性分析结果,苗高、地径生长与种子质量成正相关,要培植生长健壮的苗木必须选用大粒的种子。

关键词:毛果木莲;极度濒危植物;种子检测;育苗技术

中图分类号:S722.16;S723.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0101-06

Seed Detection and Seedling Nursery Technology for Endangered Plant *Trichocarpa Manglietia*

ZHANG Tian¹, CHU Yong-xing²

(1. Honghe Forestry Bureau, Honghe, Yunnan 654401, China;

2. Forestry Research Institute of Honghe Prefecture, Mengzi, Yunnan 661100, China)

Abstract: *Trichocarpa Manglietia* is a critically endangered plant ranked state protection level II, only distributed in a narrow area between Hekou and Pingbian of Yunnan province. So far only 10 fruiting single plants were found. Through research on seed detection and seedling nursery technology, results showed that: (1) per plant of *Trichocarpa Manglietia* fruited 192 cones on average, each cone contented 87 seeds, diameter of cone was 38.6 mm, length was 80.51 mm, weight was 49.54 g, carpel number was 74, seed length was 6.45 mm, seed width was 4.96 mm, the seed thickness was 3.02 mm, single seed weight was 0.045g; (2) correlation analysis showed that variable coefficients of *Trichocarpa Manglietia* cones weight and seed weight were greater than 0.05, indicating that the difference of cones weight and seed weight of 10 *Trichocarpa Manglietia* plants was not significant; (3) seedling growth was robust, which the height of 1 a seedling was up to 37.9 cm, ground diameter of 0.42 cm, best seedling growth season was from July to September; (4) correlation analysis showed that height, ground diameter and seeds quality were positively correlated, so large grain seeds must be selected to cultivate

收稿日期:2013-01-16.

项目资助:云南省绿色环境发展基金会(基赠协 5 号)。

作者简介:张 畋(1968-),男,云南红河人,工程师。从事珍稀濒危植物调查及研究。

vigorous seedlings.

Key words: *Trichocarpa Manglietia*; critically endangered plant; seed detection; seedling nursery technology

毛果木莲(*Manglietia ventii*)为木兰科(Mangnoliaceae)木莲属(*Manglietia*),常绿乔木,高 30 m,胸径 40 cm,花纯白色,花大而芳香,花期 4~5 月,果熟期 8~9 月,树干挺拔通直,树皮光滑,木材结构细致,耐腐、抗虫,花色艳,是优良的用材和园林绿化树种^[1]。据文献记载,毛果木莲仅分布于云南省屏边县“大围山”,是木兰型植物中较原始的种类,对研究古植物区系及木兰科分类系统和演化有一定的科研学术价值^[1]。

种子是种子植物进行有性生殖的重要器官之一,是联系上下代植物体的纽带^[6]。因此,通过对毛果木莲种子检测和育苗试验研究,为探索毛果木莲的育苗技术,培育大量优质苗木,满足毛果木莲近地保护和回归引种试验需要,增加毛果木莲种群数量,解决其濒临灭绝现状,具有极其重要的现实意义。

1 试验材料及方法

1.1 试验地设置

试验地设置在屏边县大围山珍贵树种培植苗圃内,苗圃地距屏边县城 5 km。地理位置为 103°42'30"E,22°57'30"N,海拔 1 544 m。气候属亚热带季风气候类型,气候温和,干湿分明,无霜期 300 d,年均温 16.5℃,年日照时间 1 555 h,年降雨量 1 650 mm,蒸发量 1 200 mm,相对湿度 86%。圃地土壤为山地黄壤,质地轻,肥力中等,pH 值 5.5,≥10℃的有效积温 5 500~6 000℃。苗圃地交通、排灌条件良好。

1.2 采种母树基本情况

毛果木莲采种母树情况如表 1 所示。

1.3 种子采集及检测

1.3.1 种子的采集

种子采自大围山地区的 10 株毛果木莲母树,每株随机采集 50 个球果。2009 年 9 月完成采集,于常温条件下自然风干后,开始实验。

1.3.2 球果处理及检测方法

对采回的每株毛果木莲的 50 个球果分别标记编号,用天平称量每个球果的果重,以 g 表示,精度为 0.1 g;用电子游标卡尺测量每个球果的果长、果径,以 mm 表示。

表 1 毛果木莲采种母树调查记录

Tab. 1 Seed tree survey records of *trichocarpa manglietia* seed collecting

采种母株	采集地点	采集日期	株高 /m	胸径 /cm
1	河口县莲花滩乡小石板寨	2009-9-5	32	82
2	河口县莲花滩乡小石板寨	2009-9-6	36	85
3	河口县莲花滩乡小石板寨	2009-9-6	33	79
4	河口县莲花滩乡长虫坡后山	2009-9-6	25	140
5	河口县莲花滩乡长虫坡后山	2009-9-6	30	145
6	河口县莲花滩乡小石板寨	2009-9-6	30	156
7	河口县莲花滩乡小石板寨	2009-9-6	28	153
8	河口县莲花滩乡长虫坡后山	2009-9-6	36	150
9	河口县莲花滩乡长虫坡后山	2009-9-6	32	160
10	河口县莲花滩乡长虫坡后山	2009-9-6	33	190

1.3.3 种子处理及检测方法

等球果风干后,取出种子,并记录每个球果的种子数量。从中随机抽取 10 粒种子,用电子天平称量每粒种子的重量,以 g 表示,精度为 0.000 1 g;用电子游标卡尺测量种子的长、宽、厚,以 mm 表示^[4,5]。

1.3.4 运用 SPSS V13.0 软件进行统计分析

运用 SPSS V13.0 软件对毛果木莲球果及种子的各部分特征数据进行统计分析^[7,8]。

1.4 育苗方法

1.4.1 芽苗培植

苗圃架设荫棚,棚高 1.7 m,苗床宽 1.5 m。种子采回处理好后,将种子撒播于已做好的苗床上,盖上细土,盖土以不见种子为宜。播种后架设弓盖薄膜成小拱棚,保湿、增温,促进种子提早出苗。

1.4.2 育苗容器及基质的配制

选择容器袋作为育苗容器,容器袋以黑色薄膜袋制作而成,规格为直径 8 cm,高 12 cm,底部打直径 1 cm 的排水孔 6 个。营养土的配制,以腐殖质土 60%,黄心土 20%,土杂肥 20%。在培育容器苗时,先将装填好营养土的容器整洁摆放到苗床上,容器口平整一致,苗床四周用土培好,容器间隙用细土填实。

1.4.3 苗木上袋

播种后 60 d 左右苗木出齐,待苗木长出 2~3 片

叶子时,进行移苗。每一容器移栽 1 株。苗木移植前 1~2 d,用 1%的多菌灵进行土壤消毒。

1.4.4 苗期的管护措施

毛果木莲喜温暖湿润、土壤肥沃的环境,因此,水肥管理尤为重要。在 4~5 月的旱季,根据苗床土壤水分状况,适时喷水以保持土壤湿润;进入雨季及时排出积水,以利于苗木生长。在生长旺季(7~9 月)对苗木进行施肥。

1.4.5 病虫害防治

在幼苗出齐后,每月用 0.5%的波尔多液或 1%的多菌灵喷施苗木基部,防治苗木猝倒病和立枯病;每一个半月喷洒 40%的乐果乳剂 1 000 倍液或 50%敌敌畏 1 000 倍液防治虫害。

1.4.6 苗木调查方法

对每株母树培植的苗木随机抽取 3 块样地进行调查,每块样地的面积为 1 m×1 m,调查内容为苗木

总株数、苗高、地径、苗木根系等。

2 结果分析

2.1 球果、种子形态观察及相关性状检测

2.1.1 球果的形态观察

聚合果倒卵状球形或长圆状卵圆形,长 6~10 cm,残留有黄色长柔毛;萼筒狭圆锥体形,顶端具长 5~7 mm 的喙。

2.1.2 种子的形态观察

种子横椭圆形,长 6~7 mm,高约 5 mm,腹面有纵沟和小凹穴,背面具不规则的沟棱,基部有短尖。

2.1.3 毛果木莲球果及种子相关性状检测

对 10 株母树每株随机抽取 50 个球果,再从每个球果脱出的种子中随机抽取 10 粒种子进行检测,检测结果如表 2 所示。

表 2 毛果木莲种子检测记录

Tab. 2 Seed inspection records

采种 母树号	球果径 /mm	球果长 /mm	球果重 /g	心皮数 /个	种子粒数 /粒	种子长 /mm	种子宽 /mm	种子厚 /mm	种子重 /g
1	40.82	85.20	50.79	65	69	6.65	5.37	3.25	0.071
2	37.70	72.50	47.78	61	71	7.48	6.08	3.55	0.044
3	38.86	72.09	53.32	61	91	6.42	5.10	2.85	0.044
4	38.44	79.96	44.22	89	73	7.62	6.08	2.89	0.044
5	36.90	81.11	39.83	84	98	5.42	4.01	2.71	0.034
6	40.67	84.59	49.14	89	90	7.50	4.61	3.29	0.043
7	36.70	86.20	59.52	60	95	5.98	4.84	2.90	0.049
8	38.35	85.74	52.29	84	120	5.48	4.21	2.88	0.036
9	40.42	76.58	54.20	64	83	6.30	5.06	2.99	0.051
10	37.20	81.06	44.34	81	81	5.65	4.28	2.86	0.038
平均	38.61	80.50	49.54	74	87	6.45	4.96	3.02	0.045

注:检测日期:2009 年 10 月

2.2 差异性分析

2.2.1 球果性状差异性分析

1)球果重量差异性分析:对 10 株毛果木莲的球果重量进行统计分析,检测其变异情况(表 3)。

从表 3 可看出:10 株毛果木莲球果重量的变异系数均大于 0.05,表明这 10 株毛果木莲球果重量差异不显著。

由图 1 可以看出:10 株毛果木莲球果重量的变异系数由大到小依次为:第五株>第八株>第十株>第九株>第四株>第一株>第二株>第六株>第七株>第三株。

由图 2 可以看出:10 株毛果木莲球果重量的变异范围。

2)球果形态差异性分析

对 10 株毛果木莲的球果进行统计分析,检测其变异情况,以 3 个指标(果长/mm、果径/mm、果重/g)检测其变异情况(表 4)。

从表 4 可以看出:果长、果径、果重 3 个性状的变异系数都大于 0.5,变异小,表明这些球果性状差异不显著。果长的平均值为 80.51±13.03 mm,变异系数为 16.18%,变幅为 20.62~116.45 mm;果径的平均值为 38.60±5.81 mm,变异系数为 15.04%,

表 3 毛果木莲球果重量变异情况分析

Tab. 3 *Trichocarpa manglietia* fruit cones weight variation analysis

检测编号	检测数 /个	最大值 /g	最小值 /g	平均值	标准差	变异系数
1	50	105.00	23.35	51.57	18.56	35.98
2	50	92.35	18.20	47.78	15.91	33.30
3	50	93.50	23.90	53.32	15.50	29.07
4	50	80.85	19.20	44.22	17.06	38.54
5	50	77.70	11.10	39.83	17.57	44.11
6	50	90.70	22.10	49.49	15.13	30.58
7	50	106.25	25.65	59.52	18.01	30.27
8	50	92.80	14.95	52.29	21.17	40.49
9	50	97.80	11.85	54.20	21.54	39.74
10	50	90.10	12.30	44.34	17.77	40.08

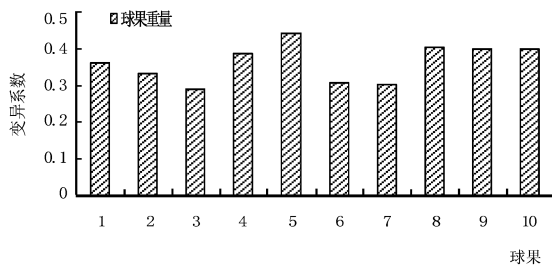


图 1 10 株毛果木莲球果重量的变异系数

Fig. 1 Cone weight variation coefficient of 10 *trichocarpa manglietia* plants

变幅为 27.50~95.01 mm; 果重的平均值为 49.54±18.60g, 变异系数为 37.47%, 变幅为 11.10~106.25 g。

2.2.2 种子重量差异性分析

对 10 株毛果木莲的种子重量进行统计分析, 检测其变异情况(表 5)。

从表 5 可以看出, 10 株毛果木莲种子重量的变异系数均大于 0.05, 表明这 10 株毛果木莲种子的重量差异不显著。

由图 3 可以看出, 10 株毛果木莲种子重量由大到小依次为: 第九株>第七株>第二株>第三株>第四株>第六株>第一株>第十株>第八株>第五株。

2.3 苗木生长情况分析

2.3.1 苗木出苗率情况

苗木播种后 40~45 d 开始出土, 50~55 d 开始

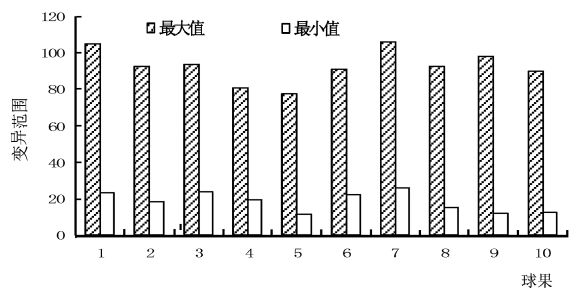


图 2 10 株毛果木莲球果重量的变异范围

Fig. 2 Cone weight variation range of 10 *trichocarpa manglietia* plants

表 4 毛果木莲球果形态变异情况分析

Tab. 4

检测项目	检测数 /个	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数
果长/mm	500	116.45	20.62	80.51	13.03	16.18
果径/mm	500	95.01	27.50	38.60	5.81	15.04
果重/g	500	106.25	11.10	49.66	18.60	37.47

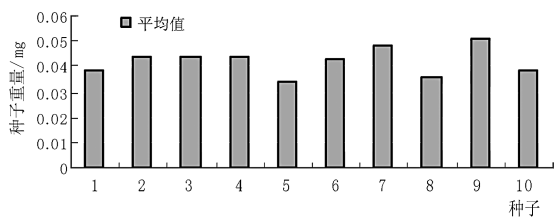


图 3 10 株毛果木莲的种子重量

Fig. 3 Seed weight of 10 *trichocarpa manglietia* plants

Tab. 5 *Trichocarpa manglietia* seed weight variation analysis

检测编号	检测数 /粒	最大值 /mg	最小值 /mg	平均值 /mg	标准差	变异系数
1	500	0.0956	0.0082	0.0385	0.01340	34.72
2	500	0.0998	0.0178	0.0440	0.01121	25.48
3	500	0.0798	0.0104	0.0437	0.01000	22.89
4	500	0.0843	0.0129	0.0435	0.01291	29.68
5	500	0.0840	0.0097	0.0343	0.01017	29.65
6	500	0.0819	0.0106	0.0426	0.01327	31.15
7	500	0.0815	0.0132	0.0486	0.01322	27.20
8	500	0.0991	0.0118	0.0356	0.01424	40.00
9	500	0.0955	0.0210	0.0506	0.01223	24.17
10	500	0.0956	0.0082	0.0385	0.01340	34.81

表 5 毛果木莲种子重量变异情况分析

长真叶。

2.3.2 苗木生长情况

高和地径。观测结果详见表 6。

2010 年 4 月至 11 月每个月观测 1 次, 观测苗

表 6 毛果木莲苗高、地径年生长情况

Tab. 6 *Trichocarpa Manglietia* height, diameter annual growth

cm

母树号	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	
1 号	苗高	6.35	9.99	13.49	19.04	26.46	36.65	37.51	37.64
	地径	0.162	0.216	0.227	0.227	0.324	0.388	0.410	0.410
2 号	苗高	6.49	9.79	13.49	18.35	26.85	34.67	38.47	40.09
	地径	0.216	0.227	0.237	0.248	0.313	0.377	0.421	0.422
3 号	苗高	5.58	8.77	11.97	17.74	25.18	33.21	37.38	38.46
	地径	0.183	0.248	0.281	0.291	0.334	0.388	0.421	0.421
4 号	苗高	5.11	8.05	11.9	17.36	25.18	33.16	36.68	38.27
	地径	0.194	0.227	0.227	0.237	0.302	0.378	0.421	0.421
5 号	苗高	5.28	8.79	12.73	17.92	24.53	29.66	32.34	33.02
	地径	0.151	0.216	0.216	0.227	0.281	0.302	0.345	0.357
6 号	苗高	5.44	8.83	12.63	16.49	25.95	32.95	36.11	38.26
	地径	0.129	0.227	0.259	0.281	0.334	0.345	0.367	0.418
7 号	苗高	6.99	9.98	13.45	17.86	26.47	34.39	37.6	40.99
	地径	0.183	0.248	0.259	0.259	0.356	0.399	0.421	0.429
8 号	苗高	6.24	8.48	11.46	16.16	22.17	28.87	32.33	33.35
	地径	0.129	0.215	0.269	0.281	0.313	0.345	0.378	0.378
9 号	苗高	7.35	10.44	14.61	19.45	29.98	39.67	42.91	43.41
	地径	0.162	0.316	0.37	0.381	0.414	0.478	0.543	0.543
10 号	苗高	4.52	7.62	11.46	17.37	24.61	30.52	33.69	35.93
	地径	0.173	0.237	0.259	0.281	0.324	0.356	0.388	0.389
平均	苗高	5.94	9.07	12.72	17.77	25.74	33.38	36.50	37.94
	地径	0.1682	0.2377	0.2604	0.2713	0.3295	0.3756	0.412	0.419

由图 4 和图 5 可以看出, 苗木生长旺季为 7~9 月, 10 株毛果木莲苗高、地径由大到小依次为: 第九株>第七株>第二株>第三株>第四株>第六株>第一株>第十株>第八株>第五株。这与种子重量的大小顺序相一致。

2.3.3 与同期育苗的同科植物苗木生长情况比较

毛果木莲与同期育苗的同科植物云南拟单性木兰、香木莲、华盖木、山玉兰等苗木的生长情况如表 7 所示。其苗高、地径和叶片生长情况见图 6、图 7 和图 8。

2.4 苗木抗性

2.4.1 病害

遮荫可有效防止苗木因日灼而引发的病害, 容器育苗由于生长快, 再加上基质土壤病源少, 且预防

及时, 除少数因其它原因(移栽、畜害)死亡外, 未发现病害。

2.4.2 虫害

本试验在老苗圃地上开展, 最主要虫害为地老虎及蛴螬(金龟类)。在育苗初期易发生虫害, 经调查种苗害虫率为 2%。但采用营养袋培植苗木, 因袋内基质土壤不带虫蛹、幼虫, 圃地害虫又有塑料壁隔绝, 因而未发现虫害。

3 结果及讨论

1) 方差分析表明, 果长、果径、果重 3 个性状的变异系数均大于 0.5, 变异小, 表明这些球果性状差异不显著, 变异系数由大到小依次为: 第五株>第八株>第十株>第九株>第四株>第一株>第二株>

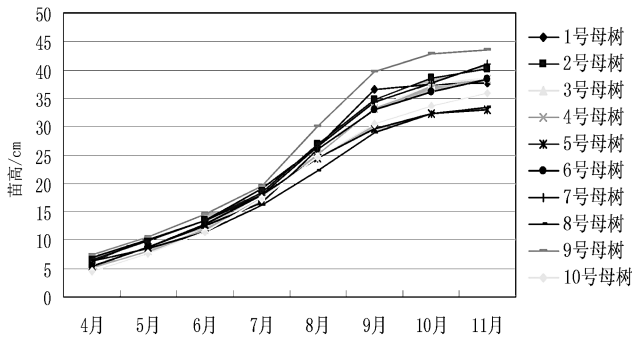


图 4 苗高年生长曲线

Fig. 4 Seedling height growth annual curve

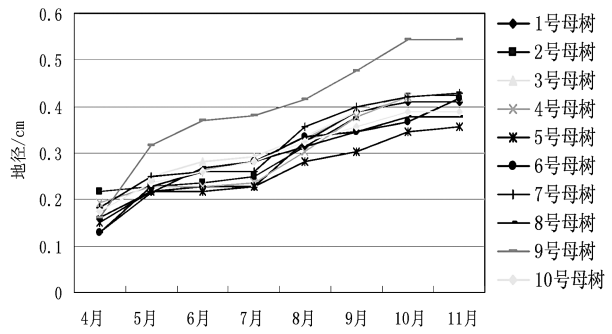


图 5 地径年生长曲线

Fig. 5 Ground diameter annual growth curve

表 7 毛果木莲与同期育苗的同科植物苗木生长情况
Tab. 7 Growth situation of *trichocarpa Manglietia* and same period same family nursery plants seedlings

树种	苗龄	苗高/cm	地径/cm	叶片数/片
毛果木莲	1 a 生	37.9	0.417	10.5
云南似单性木兰	1 a 生	22.2	0.346	13.2
香木莲	1 a 生	18.8	0.418	8.5
华盖木	1 a 生	17.1	0.366	11.9
山玉兰	1 a 生	11.5	0.354	9.2

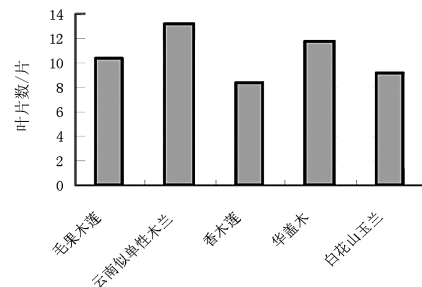


图 8 叶片生长情况

Fig. 8 Leaf growth status

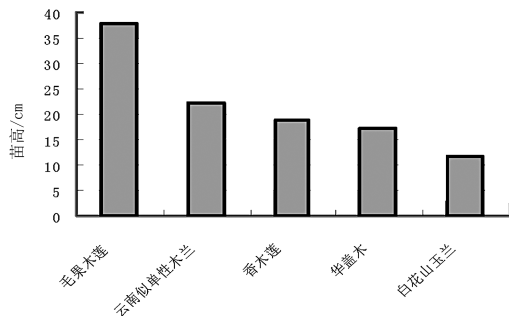


图 6 苗高生长情况

Fig. 6 Seedling height growth status

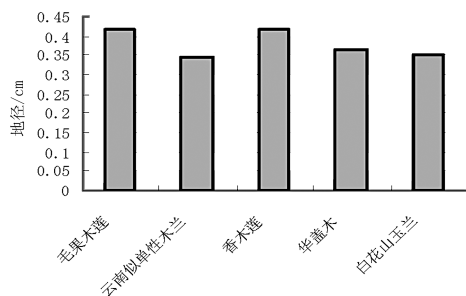


图 7 地径生长情况

Fig. 7 Ground diameter growth status

第六株>第七株>第三株;种子重量的变异系数均大于 0.05,表明这 10 株毛果木莲种子的重量差异不显著。变异系数由大到小依次为:第八株>第十株>第一株>第六株>第四株>第五株>第七株>第二株>第九株>第三株。

2) 培植出的苗木生长健壮,1 a 生平均苗高达 37.9 cm,平均地径达 0.42。分析发现,10 株毛果木莲种子重量由大到小依次为:第九株>第七株>第二株>第三株>第四株>第六株>第一株>第十株>第八株>第五株;通过苗木调查分析,毛果木莲苗高和地径的大小顺序也为:第九株>第七株>第二株>第三株>第四株>第六株>第一株>第十株>第八株>第五株,这与种子重量的大小顺序相一致,说明种子质量与苗高和地径生长成正比,要培植生长健壮的苗木必须采用大粒的种子。

3) 由于选用了合理的营养配比,基质营养充足,可显著促进幼苗生长。用容器育苗产苗量高,可培育 260 株/m² 左右,对节约土地,提高苗圃利用率有着较大的实用价值。

(下转第 111 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.025

麻栗坡含笑幼林抚育技术研究

朱 峰,董文渊,付建生,盛文东,张伟焕
(西南林业大学,云南 昆明 650224)

摘要:对 2 a 生麻栗坡含笑幼林进行不同抚育技术措施处理试验。结果表明,清除杂灌和松土处理对麻栗坡含笑生长的效果最好,其幼林树高、胸径、地径等生长指标分别比对照增长 20.5%、58.2% 和 41.1%。割除杂灌处理效果次之,树高、胸径、地径等生长指标分别增长 4.5%、16.6% 和 17.4%。合理的抚育技术措施处理对促进林木生长和加速幼林郁闭具有重要作用。

关键词:麻栗坡含笑;幼林抚育;抚育措施;生长指标

中图分类号:S792.189;S753 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0107-05

Study on Tending Technique for Young Forest Stand of *Michelia chartace*

ZHU Feng, DONG Wen-yuan, FU Jian-sheng, SHENG Wen-dong, ZHANG Wei-huan
(Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: Growth effects of two year old young forest stand of *Michelia chartace* under different tending measures were studied. The results showed that treatments of scavenging weeds and shrubs, and loosening soil had the best growth effect. The average height, DBH and ground diameter of young forest stand increased by 20.5%, 58.2%, 41.1% respectively compared with the control. The effect of scavenging weeds and shrubs took second place, the average height, DBH and ground diameter of young forest stand increased by 4.5%, 16.6% and 17.4% respectively. Reasonable scientific tending measures have an important effect on promoting the growth of trees and accelerating the crown closure of young trees.

Key words: *Michelia chartace*; young forest stand; tending technique; growth effects

幼林抚育是造林后至林分开始郁闭时进行的松土除草等技术措施,主要目的是改善土壤理化性质,清除杂草、灌木,使幼林迅速生长。麻栗坡含笑(*Michelia chartacea*)属木兰科含笑属植物,原产云南东南部,多生长于海拔 1 500~1 700 m 的常绿阔叶林,树干挺拔,花芳香美丽,可做庭院绿化树种^[1]。本研究在引进国外木兰科植物幼树抚育技术的基础上^[2-5],探讨麻栗坡含笑抚育管理技术,为促进其幼

林生长提供理论指导。

1 试验地概况

试验地设在普洱市思茅区思茅镇莲花村苦竹林,海拔 1 770~1 780 m,坡向为 NE30°,坡度 24°;年均温 17.5℃,年降雨量 1 600 mm,相对湿度 79%,年均日照时间 2 000 h。试验地为采伐迹地,伐前为思茅松(*Pinus kesiya* var. *langbianensis* (A.

收稿日期:2013-02-12.

基金项目:国家林业局 948 项目“木兰科珍稀种质资源及培育技术引进”(2009-4-16)。

作者简介:朱峰(1986-),男,硕士研究生。研究方向为森林生态学与森林培育。Email:melman@yeah.net

通讯作者:董文渊(1962-),男,贵州惠水人,教授,博士后、博导。主要从事森林培育、森林生态和生态旅游教学与科研工作。Email:wydong6839@sina.com

Chev.) Gaussen) 与扁刺锥 (*Castanopsis platyacantha* Rehd. & E. H. Wils)、西南木荷 (*Schima wallichii* Choisy) 等树种组成的混交林, 现存草本以紫茎泽兰 (*Eupatorium adenophorum* Spreng)、飞机草 (*Eupatorium odoratum* L.)、岩凤尾蕨 (*Pteris deltoodon* Bak.) 等为主。土壤为砖红壤, pH 值为 5.0~6.5, 土层厚 50~80 cm, 肥力中等, 土壤理化性状如表 1。

表 1 试验地土壤理化性状

Tab. 1 Physical and chemical properties of test land soil

土层深度 /cm	pH 值	有机质 /%	全氮(N) /%	全磷(P) /%	全钾(K) /%
0-20	6.82	1.960	1.101	0.051	1.785
21-50	6.24	1.145	0.043	0.031	1.752
50-100	5.72	0.600	0.044	0.040	1.691

2 研究方法

2.1 试验设计

以 2008 年 8 月栽植的 2 a 生麻栗坡含笑幼林为研究对象, 分别设抚育处理 I: 仅割除杂灌, 处理次数为 3 次, 时间分别为 2010 年 7 月、10 月, 2011 年 5 月; 抚育处理 II: 割除杂灌+松土; 处理次数为 3 次, 时间与处理 I 相同; 对照处理: 不进行任何抚育处理措施。试验小区面积为 40 m×30 m, 重复 2 次^[6-7]。试验设计如图 1 所示。

2.2 数据处理

2011 年 12 月分别测定不同抚育处理的麻栗坡

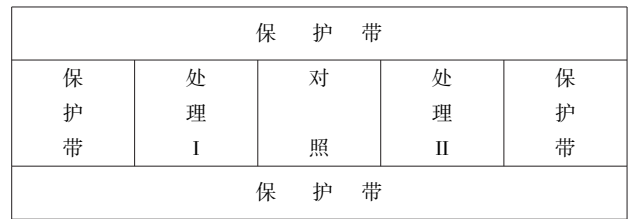


图 1 田间试验设计

Fig. 1 Field trial design

含笑幼树的树高、胸径和地径等生长指标, 并运用 SPSS 11.5 软件进行分析。

3 结果与分析

3.1 不同抚育措施对麻栗坡含笑树高生长的影响

通过对麻栗坡含笑树高数据进行方差齐性检验得到表 2。

表 2 麻栗坡含笑树高方差齐性检验

Tab. 2 Homogeneity test of variances of *Michelia chartace* height

Levene Statistic	df1	df2	Significance
2.450	2	87	0.092

从表 2 中可以看出, 显著性概率 Sig. = 0.092 > 0.05, 可以认为麻栗坡含笑幼树各树高样本方差一致, 可以进行单因素方差分析。

麻栗坡含笑树高与不同抚育措施单因素方差分析如表 3 所示。

表 3 麻栗坡含笑树高与不同抚育措施单因素方差分析

Tab. 3 One way variance analysis of *Michelia chartace* height and different tending measures

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Significance
Between Groups	(Combined)	130378.689	2	65189.344	29.104	0.000
	Linear Term	114057.600	1	114057.600	50.922	0.000
	Deviation	16321.089	1	16321.089	7.287	0.008
Within Groups		194866.467	87	2239.844		
Total		325245.156	89			

从表 3 得知, 麻栗坡含笑树高方差检验的 F 值为 29.104, 相伴概率为 0.000 < 0.05, 表明麻栗坡含笑不同抚育处理的树高差异性显著。

对不同抚育措施下麻栗坡含笑进行多重比较 (表 4)。

从表 4 可以看出, 处理 II 割除杂灌+松土与对照的差异性最显著, 其次是处理 I 割除杂灌。

不同抚育措施对麻栗坡含笑树高的影响见图 2 所示。

从图 2 可以看出, 处理 II 割除杂灌+松土, 平

表 4 不同抚育措施下麻栗坡含笑平均树高多重比较检验

Tab. 4 Multiple comparison test of average tree height of *Michelia chartace* in different tending measures

(I) 抚育措施	(J) 抚育措施	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Significance	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
对照	割除杂灌	-15.03	12.220	0.222	-39.32	9.25
	割除杂灌+松土	-87.20(*)	12.220	0.000	-111.49	-62.91
割除杂灌	对照	15.03	12.220	0.222	-9.25	39.32
	割除杂灌+松土	-72.17(*)	12.220	0.000	-96.45	-47.88
割除杂灌+松土	对照	87.20(*)	12.220	0.000	62.91	111.49
	割除杂灌	72.17(*)	12.220	0.000	47.88	96.45

* Mean difference is significant at 0.05...

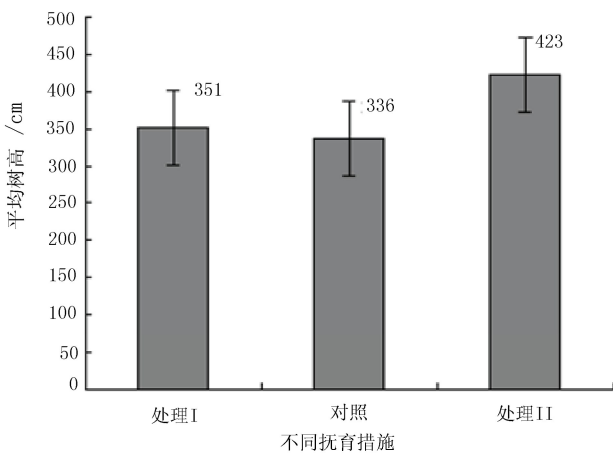


图 2 不同抚育措施对麻栗坡含笑树高生长的影响

Fig. 2 Effect of different tending measures on tree height growth of *Michelia chartace*

均树高为 423 cm,均高于处理 I 割除杂灌及对照,树高分别增长 20.5%和 4.5%,说明处理 II 割除杂灌+

松土处理的效果最好,有利于麻栗坡含笑幼林高的生长。

3.2 不同抚育措施对麻栗坡含笑胸径生长的影响

对麻栗坡含笑胸径数据进行方差齐性检验得到表 5。

表 5 麻栗坡含笑胸径方差齐性检验

Tab. 5 Homogeneity test of variances of *Michelia chartace* DBH

Levene Statistic	df1	df2	Significance
2.414	2	87	0.095

从表 5 可以看出,显著性概率 Sig. = 0.095 > 0.05,即麻栗坡含笑幼树各胸径样本方差一致,可以进行单因素方差分析。

麻栗坡含笑胸径与不同抚育措施单因素方差分析如表 6 所示。

表 6 麻栗坡含笑胸径与不同抚育措施单因素方差分析

Tab. 6 One way vvariance analysis of *Michelia chartace* DBH and different tending measures

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Significance
Between Groups	(Combined)	77.566	2	38.783	29.556	0.000
	Linear Term	72.997	1	72.997	55.630	0.000
	Deviation	4.570	1	4.570	3.483	0.065
Within Groups		114.159	87	1.312		
Total		191.725	89			

从表 6 单因素方差分析得知,麻栗坡含笑胸径方差检验的 F 值为 29.556,相伴概率为 0.000 < 0.05,即麻栗坡含笑不同处理的胸径差异性显著。

对不同抚育措施下麻栗坡含笑胸径进行多重比较检验(表 7)。

表 7 不同抚育措施下麻栗坡含笑胸径多重比较检验

Tab. 7 Multiple comparison test of average tree DBH of *Michelia chartace* in different tending measures

(I) 抚育措施	(J) 抚育措施	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Significance	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
对照	割除杂灌	-0.6250(*)	0.29577	0.037	-1.2129	-.0371
	割除杂灌+松土	-2.2060(*)	0.29577	0.000	-2.7939	-1.6181
割除杂灌	对照	0.6250(*)	0.29577	0.037	0.0371	1.2129
	割除杂灌+松土	-1.5810(*)	0.29577	0.000	-2.1689	-.9931
割除杂灌+松土	对照	2.2060(*)	0.29577	0.000	1.6181	2.7939
	割除杂灌	1.5810(*)	0.29577	0.000	0.9931	2.1689

* Mean difference is significant at 0.05

从表 7 可以看出,处理 II 割除杂灌+松土与对照的差异最为明显,其次为处理 I 割除杂灌。

不同抚育措施对麻栗坡含笑胸径生长的影响如图 3 所示。

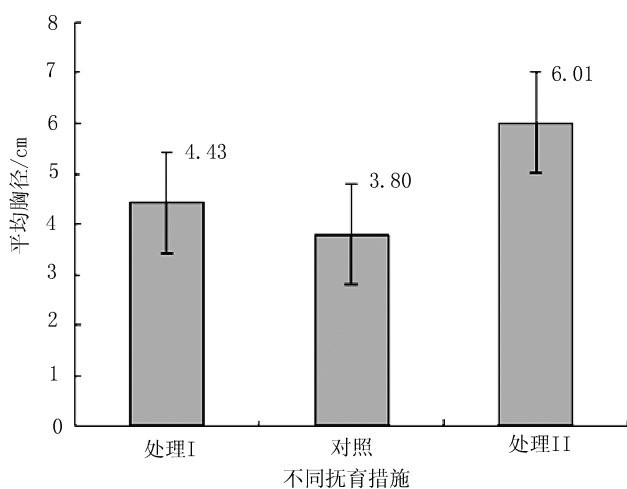


图 3 不同抚育措施对麻栗坡含笑胸径生长的影响

Fig. 3 Effect of different tending measures on DBH growth of *Michelia chartace*

从图 3 中可以看出,处理 II 割除杂灌+松土的平均胸径为 6.01 cm,高于处理 I 割除杂灌及对照。相对于对照组,处理 II 胸径增长 58.2%,处理 I 增长 16.6%,说明处理 II 的试验效果最为明显,处理 I 效果次之,即割除杂灌加松土处理试验效果最好。对麻栗坡含笑幼林进行割除杂灌与松土抚育处理,有利于胸径生长。

3.3 不同抚育措施对麻栗坡含笑地径生长的影响

不同抚育措施对麻栗坡含笑地径生长的影响见表 8 和图 4 所示。

表 8 不同抚育措施对麻栗坡含笑地径生长的影响

Tab. 8 Effect of different tending measures on ground diameter of *Michelia chartace*

生长指标	处理 I	对照	处理 II	Sig
地径/cm	7.34	6.25	8.82	0.00

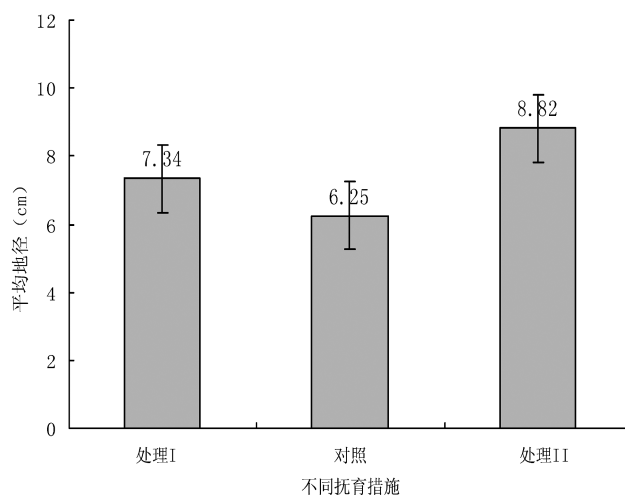


图 4 不同抚育措施对麻栗坡含笑地径生长影响

Fig. 4 Effect of different tending measures on ground diameter of *Michelia chartace*

由表 8 和图 4 可以看出,处理 II 割除杂灌+松土试验效果最为明显,比对照增长 41.1%;处理 I 割除杂灌效果次之,比对照增长 17.4%,即麻栗坡含笑幼林进行割除杂灌与松土抚育处理,能显著有利于地径生长。

4 结论与讨论

对麻栗坡含笑幼林进行不同抚育措施处理试验

结果表明,加强幼林抚育管理可以明显促进其树高、胸径和地径生长。

1)不同抚育措施中,处理 II(砍除杂灌和松土)对麻栗坡含笑幼林树高、胸径、地径等生长影响效果最好,分别增长 20.5%、58.2%和 41.1%;处理 I(割除杂灌)对麻栗坡含笑幼林树高、胸径、地径等生长影响次之,分别增长 4.5%、16.6%和 17.4%。

2)清除杂灌和松土是一种投入少、见效快的幼林抚育措施,在山区造林生产实践中值得推广应用。但由于不同抚育措施对幼林生长的影响还受立地条件、气候因子等综合条件的限制,本试验不同抚育措施处理的时间、次数等方面的研究还有待进一步深入探讨。

参考文献:

[1] 刘玉壶. 中国木兰[M]. 北京:北京科学技术出版

社,2004.

- [2] Jim Gardiner. *Manglietias A Gardeners' Guide*[M]. Portland, Oregon: Timber Press, 1989.
- [3] Dorothy J. Callaway. *The Word of Manglietias* [M]. Portland, London: Timber Press, 1994.
- [4] David Hunt. *Manglietias and their allies* [J]. U. K. :The Dendrology Charitable Company Ltd, 1998.
- [5] Rosemary Barrett. . *Manglietias* [M]. Canada: Firefly Books, 2002.
- [6] Cao Y-h, Chen C-j. Impacts of Different Intermediate Cutting on Crown Structure of Manglietia yuyuanensis in Mixed Stands with Cunninghamia lanceolata [J]. *Forest Research Chinese Academy of Forestry*, 2004, 17(5): 653.
- [7] 李肇锋. 不同抚育措施对杉木人工林生长量的影响[J]. 林业科技开发, 2007, 21(5): 55-57.

(上接第 106 页)

4)毛果木莲苗期生长较快,与同期育苗的几个同科植物相比,苗高和地径明显大于其它几个树种。

5)通过对毛果木莲种子检测和育苗试验研究,初步解决了毛果木莲的育苗技术问题,为培育优质苗木,满足毛果木莲近地保护和回归引种试验需要,增加毛果木莲种群数量,解决其濒临灭绝现状打下了坚实的基础。本研究对毛果木莲的保护具有极其重要的现实意义。

参考文献:

[1] 李玉媛. 云南国家重点保护野生植物[M]. 昆明:云南科技出版社, 2005: 234-235.

[2] 汪松,解焱. 中国物种红色名录(第一卷 红色名录)

[M]. 北京:高等教育出版社, 2004: 326-327.

- [3] 西南林学院云南省林业厅. 大围山综合考察报告[R]. 昆明:西南林学院. 1999.
- [4] 毛果木莲 [EB/OL]. [2011-02-26]. <http://baike.baidu.com/view/4650119>.
- [5] 丘兴华. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社, 1996.
- [6] 国家林业局野生动植物保护与自然保护区管理司. 全国极小种群野生植物亟待拯救保护[N]. 中国绿色时报, 2010-12-02(A4).
- [7] 杜荣骞. 生物统计学[M]. 北京:高等教育出版社, 2009.
- [8] 张力. SPSS13.0 在生物统计中的应用[M]. 厦门:厦门大学出版社, 2006.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.026

牛角瓜的栽培管理技术及应用前景

魏 静¹, 赵元藩², 张燕平¹

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224; 2. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要:介绍牛角瓜的生物学特性。国内外专家主要对牛角瓜的无性繁殖技术、纤维素开发价值、药用价值、固体燃料以及化合物的提取等方面开展了研究。文章阐述了牛角瓜繁殖栽培管理技术以及药用、能源和棉纺原料的开发利用,对栽培问题及研究方向提出建议和展望。

关键词:牛角瓜;栽培管理技术;药用价值;纤维原料

中图分类号:S725;S793.9 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0112-04

Cultivation and Management Technology of *Calotropis gigantea* and Its Utilization Prospects

WEI Jing¹, ZHAO Yuan-fan², ZHANG Yan-ping¹

(1. Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China;
2. Yunnan Institute of Forestry Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: A briefly introduction related to biological characters of *Calotropis gigantea* was given, Researchers at home and abroad have mainly studied on asexual reproduction, cellulose development value, medicinal value, solid fuel and compound extraction of *Calotropis gigantea* etc. This article elaborated the cultivation and management technology of *Calotropis gigantea* and development of pharmaceutical use, energy and cotton raw materials. Prospect on cultivation and research trends of *Calotropis gigantea* was proposed.

Key words: *Calotropis gigantea*; cultivation and management techniques; medicinal value; fibrous raw materials

牛角瓜属(*Calotropis*)隶属于萝藦科(*Asclepiadaceae*),该属约有 6 种,主要分布在亚洲和非洲的热带亚热带地区。我国盛产其中的 2 种,一种为牛角瓜(*Calotropis gigantea* L.),主要分布于海南、广东、四川和云南,另一种为白花牛角瓜(*Calotropis procera* L.),在广东、广西和云南有零星分布^[1]。牛角瓜和白花牛角瓜是牛角瓜属 6 个种中种植最广泛

的 2 个种^[2]。牛角瓜能够很好的在盐碱地上生长,且生长速度快,生物量很大,可对其进行多次割茬收获,有望作为能源植物被开发利用。本文将针对牛角瓜的栽培技术、国内外研究进展、利用价值及其应用前景进行重点阐述。通过对牛角瓜的生物生态学特性及分布、栽培技术及国内外研究现状进行阐述,希望能为牛角瓜的充分开发及栽培管理提供

收稿日期:2013-01-15.

基金项目:国家林业局“948”项目(2012-4-47)。

作者简介:魏 静(1987-),女,河南开封人,硕士研究生。主要从事经济林栽培方面的研究。Email:weijingdy@126.com

通讯作者:张燕平,研究员。Email:ypzhang99@163.com

参考。

1 生物学特性

牛角瓜为多年生灌木,树高达 3m,全株具乳汁,有毒;枝粗壮,幼枝部分被灰白色绒毛;叶对生,全缘,厚纸质,倒卵状或椭圆状长圆形,成熟叶长约 8~20 cm,宽 3.5~9.5 cm;嫩叶背面具白色绒毛,老叶逐渐脱落;聚伞状花序,花腋生或顶生,花序梗和花梗被灰白色绒毛,花梗长 2~2.5 cm,花冠直径 3~4 cm,紫蓝色,花萼裂片卵圆形;果萼葵单生,膨胀,端部外弯,表面被短柔毛,长 7~9 cm;种子长卵形,顶端具白色种毛;花、果期几乎全年。牛角瓜是阳性植物,适宜生长在 20~35℃ 的温度下。

2 国内外研究现状

国内外专家主要对牛角瓜的无性繁殖技术、纤维素开发价值、药用价值、固体燃料以及化合物的提取等方面开展研究。

高柱等^[3]在云南干热河谷地区对牛角瓜实生苗繁殖技术进行研究,探讨了种子处理、播种方法及播种季节对种子发芽性状与幼苗生长节律的影响。认为浸泡浅播能够促进种子的萌发,春播幼苗受温度影响生长较秋播迅速,牛角瓜育苗以晚春或初夏浸泡后浅播为宜。李克烈等^[4]通过对牛角瓜无菌叶片的愈伤组织诱导培养,探讨其成苗过程的特点,研究出牛角瓜的组培苗生根率可以到达 100%,移栽的成活率可达 85%以上,为牛角瓜的快速繁殖及种质资源的保存开拓一条途径。

牛角瓜纤维用于纺织生产可替代棉纤维,是一种生态环保的新型纤维材料,用其织成的面料既有丝绸的滑爽质感,又有类似棉织物的舒适感和透气性^[5]。牛角瓜纤维与木棉纤维类似,横截面具有极大的中空度,可作为潜在的吸水吸油材料、保暖材料和浮力材料等^[6]。相关研究表明,牛角瓜纤维还可用于纺织面料和作为纤维增加复合材料的替代原料^[7,8]。费魏鹤等^[9]对牛角瓜纤维的外观形态、结晶结构、机械性能和热稳定性能等方面进行研究,并与普通棉纤维做了比较,结果显示,牛角瓜的木质素和半纤维素具有较高含量,其纤维具有较小的结晶度、分解温度较低、壁薄、纤维的化学性能和耐酸性较好等优点。

相关研究表明,牛角瓜根的提取物能够帮助治疗腹泻^[10,11]和哮喘^[12]。Shittu, B. O 等^[13]认为白花

牛角瓜的叶片可作为天然的污水净化剂,能够通过过滤或点滴法减少污水中的微生物。Biiarathihalu 等^[14]从 3 个不同种牛角瓜的花中提取氯仿、甲醇和乙酸乙酯,结果发现,从白花的牛角瓜提取的化合物表现出较好的活性。P. Suresh Kumar 等从牛角瓜里提取出能够杀死蚊虫效果的萜类化合物^[15,16]。相关的研究表明,牛角瓜含有很多有价值的化合物,相关专家从牛角瓜叶片里提取的香树脂醇能够抑制甾体载体蛋白-2(AeSCP-2.)^[15]。Kattankulathur 等^[17]发现牛角瓜的叶片和乳胶的提取物能有效地抑制细菌的生长。孙世伟^[18]和 Ahmed 等^[19]利用乳汁分别在南方根结线虫和非洲瓜瓢虫的灭杀上取得显著成效,丰富了生物防治药剂提取原料。李瑞^[20]对牛角瓜(*C. gigantea*)产能分析,认为牛角瓜可作为固体燃料替代化石煤燃料,且能有效减少残渣和硫氧类对环境的污染,牛角瓜具有较大的开发价值。

王茂媛^[21]对我国的牛角瓜进行化合物的分离研究,从中分离得到 2 个结构新颖的甾体类化合物,这也在一定程度上丰富了牛角瓜化学成分结构类型,同时为牛角瓜的化学成分研究增添了新的内容。

3 繁殖栽培技术

3.1 育苗技术

牛角瓜主要为实生苗繁殖,周年开花,果实主要在夏、秋两季成熟。在播种前,需要将其种子在温水中浸泡 12 h,种植在无纺布袋内,一般的覆盖深度约为 1 cm,这样有利于其种子的萌发,播种后要保持土壤湿润,调查发现种子在 1 周后即可发芽,且发芽率可达 80%以上,待幼苗长至 40 d 左右即可移栽,移栽成活率可达 85%以上。牛角瓜在干热河谷地区可全年种植,但要幼苗生长的快而壮实,一般需要在春季播种^[22]。

近年来组织培养等快繁技术发展很快,李克烈等^[4]通过对牛角瓜无菌叶片的愈伤组织诱导培养,探讨其成苗过程的特点,研究出牛角瓜的组培苗生根率可达 100%,移栽的成活率可达 85%以上,这为牛角瓜的快速繁殖和种质资源的保存打下了基础。

3.2 管理方法

牛角瓜是阳性植物,需对其采用阳畦种植,株行距为 60 cm×60 cm 较易生长,幼苗移栽 10 d 后,每 15 d 施 1 次液态肥,肥料以氮、磷和钾肥为主,苗木生长的后期为了促进开花及果实膨大,需主要施磷肥和钾肥,牛角瓜株高长至 40 cm 左右即可开花,其开花量很大,但最终结果的花序却比较少,因此管理

中需要通过疏花处理来减少养分散失,在花期和果期为增加树体对养分的需求,则要增施有机肥料。牛角瓜的生长速度较快,会形成较大郁闭度,一部分枝条会慢慢地失去活力而枯死,因此需要在不同的季节对树体进行修剪,如春季要进行摘心处理,冬季剪去枯枝和过密枝等。另外,还需对牛角瓜有针对性地对病虫害防治。

4 开发利用研究

4.1 药用价值

牛角瓜具有广泛的药用价值,在印度被认为是传统的药用植物^[23],其根、茎、叶和果等均可药用,具有消炎、抗菌、化痰和解毒等作用,用于麻风病、哮喘、咳嗽、溃疡和肿瘤等疾病的治疗^[24,25]。牛角瓜的乳汁具有强心^[26]、保肝^[27]、镇痛消炎^[28-31]等疗效,树皮可治癣。2009年中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所的相关专家通过从牛角瓜中提取出的具有抗癌作用化合物,令我国又新增2项牛角瓜提取物抗癌新专利。

4.2 纤维原料开发价值

牛角瓜的果实经脱籽后取其种子的冠毛纤维,将该冠毛纤维经鞣软处理,便可得到具有一定柔软度的纤维。牛角瓜纤维用于纺织生产可替代棉纤维,织成的面料具有很多优点,不但有丝绸的滑爽质感,又有一定的透气性和舒适感,是一种值得推广的生态环保的新型纤维材料^[5]。牛角瓜的茎皮纤维可用于制绳索、造纸、人造棉和织麻布、麻袋等,其种毛可作填充物及丝绒原料。牛角瓜纤维与木棉纤维类似,其横截面的中空度较大,可以作为潜在的吸水吸油材料、保暖材料和浮力材料等^[6]。

5 存在的问题

牛角瓜资源分布相对较分散,且没有针对性的野生驯化栽培技术,这就使的牛角瓜的集约化种植及推广受到了一定的限制,全面收集、保存利用牛角瓜资源,并对其进行改良和创新是目前急需解决的问题。目前对牛角瓜种植技术方面的研究还鲜有报道,对牛角瓜来说,将其作为单一物种进行大规模的培养并不能达到理想的效果,因此对牛角瓜的集约化栽培技术尚需进一步深入的研究。牛角瓜的重要经济价值是其纤维可作为替代棉纺原材料,基于这个重要的价值,牛角瓜的综合开发更是迫在眉睫,由于牛角瓜的植株有毒且其果实成熟后比较容易爆

裂,因此对牛角瓜的采收及种毛分离也需研究出更为先进的方法。

6 前景展望

牛角瓜具有较高的利用价值,因此对其研究的长远目标是提高产量及选育出更多的新品种。为了保证牛角瓜在生产上的推广应用,应在充分了解牛角瓜生态学特性的基础上,对其施肥措施、栽植密度和株型控制等方面进行更进一步的研究,还可投入一些设施,对牛角瓜进行促成栽培,进而总结出关于牛角瓜的集约化栽培技术。为了更好地提高牛角瓜的经济价值,需要对其果子进行固定茬次采收,此外,为了平衡营养生长和生殖生长,还需要对牛角瓜进行花期控制,这不但能提高果实质量,还可以促进树体恢复和对果实以外器官的综合利用。

参考文献:

- [1] 中国科学院华南植物研究所编辑委员会. 海南植物志[M]. 北京:科学出版社,1974:260-261.
- [2] 中国科学院植物志编辑委员会. 中国植物志:第63卷[M]. 北京:科学出版社,1977:384-386.
- [3] 高柱,王小玲,马焕成,等. 干热河谷牛角瓜育苗技术及幼苗生长节律[J]. 云南农业大学学报,2012,27(4):503-507.
- [4] 李克烈,罗联忠,陈伟,等. 牛角瓜的组织培养[J]. 广西农业生物科学,2007,26(3):247-249.
- [5] 黄惠民. 一种纺纱用牛角瓜纤维棉条及其加工方法和设备:中国,CN 101565860[P]. 2009-10-28.
- [6] 胡真迎,沈勇,王黎明,等. 木棉纤维的性能及其应用[J]. 产业用纺织品,2008(11):1-3.
- [7] Nart Tuntawiroon, Poonsab Samootsakorn, Gritsanaruck Theeraraj. The environmental implications of the use of *calotropis gigantea* as a textile fabric. Agriculture[J]. *Ecosystem and Environment*, 1984, 11:203-212.
- [8] Asbori A (Ashori, Alireza), Bahreini Z (Bahreini, Zaker). Evaluation of *calotropis gigantea* as a promising raw material for fiber-reinforced composite [J]. *Journal of Composite Materials*, 2009, 43(11):1297-1304.
- [9] 费魏鹤,胡惠民,李璇,等. 牛角瓜纤维的结构与性能研究[J]. 中国纤维,2011,80-83.
- [10] Rumana Rahman, Fazlu. Rehman, Shashank. B, et al. Evaluation Of *Calotropis Gigantea* Root In Experimental Diarrhea. [J]. *Int. J. Pharm & Ind. Res*, 2012, 2(1), 10-15.
- [11] Havagiray R. Chitme, Ramesh Chandra, Sadhna Kaushik. Studies on anti-diarrhoeal activity of *calotropis*

- gigantea* r. br. in experimental animals [J]. *J Pharm Pharmaceut Sci*, 2004, 7(1):70-75.
- [12] Rahul Mayee, Ambrish Thosar, Arun Kondapure. Evaluation Of Antiasthmatic Activity Of Calotropis Gigantea roots [J]. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2011, 4(2), 33-35.
- [13] Shittu B O, Popoola T O S, Taiwo, O. Potentials Of *Calotropis procera* Leaves For Wastewater Treatment. [J]. Proceedings of the International Conference on Science & National Development, 2004:25-28.
- [14] Bharathi Halu, G. M. Vidyasagar. A Comparative Study; Differential Antimycoses Activity Of Crude Leaf Extracts Of *Calotropis* Spp. [J]. *Int J Pharm Pharm Sci*, 2012, 4(3):705-708.
- [15] P. Suresh Kumar, A. Chezhan, P. Senthil Raja, et al. Computational selections of terpenes present in the plant *Calotropis gigantea* as mosquito larvicide's by blocking the sterol carrying protein, AeSCP-2[J]. *Bangladesh J Pharmacol*, 2012, 7:1-5.
- [16] Shreya N, Raghavendra NP, Vivaswan Mukherji, et al. Larvicidal activity of *Calotropis gigantea* (L.) R. Br. on dengue and chikungunya vector *Aedes aegypti* [J]. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2012, 3(3):118-121.
- [17] Kattankulathur, Kancheepuram DT, Tamilnadu. Antimicrobial Activity Of Leaves And Latex Extract Of The Herbal Plant *Calotropis Gigantea* (Erukku In Tamil) [J]. *IJBPAS*, April, 2012, 1(3):261-270.
- [18] 孙世伟,刘爱勤,苟亚峰,等. 20种植物提取物对南方根结线虫的毒杀活性[J]. *热带农业科学*, 2009, 29(10):30-33.
- [19] Ahmed M A U, Bashier H H N, SHI Z H. Evaluation of insecticidal potentialities of extracts from *Calotropis procera* Ait. against *Henosepilachna elaterii* Rossi [J]. *Journal of Zhjiang University: Agriculture and Life Sciences*, 2006, 32(3):292-299.
- [20] 李瑞,曾建立,王晓东,等. 耐盐碱植物牛角瓜产能成分分析[J]. *过程工程学报*, 2007, 7(6):1217-1220.
- [21] 王茂媛. 牛角瓜的生理活性成分研究[D]. 海口:海南大学, 2008.
- [22] 高柱,王小玲. 牛角瓜开发价值及栽培技术研究[J]. *北方园艺*, 2011, (18):202-206.
- [23] Joshi H, Gururaja MP, Soares D. *Calotropis gigantea* R. Br. (Asclepiadaceae): A Review [J]. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 2011, 3(1):10-14.
- [24] Ravindra GM, Avinash SD. *Calotropis procera*; scientific validation of ayurvedic tradition from natural resources [M]. *J Res Educ Indian Med*, 2008:25-38.
- [25] 戴好富,王茂媛,梅文莉,等. 牛角瓜属植物化学成分与药理活性研究进展 [J]. *河南大学学报:医学版*, 2009, 2(1):1-7.
- [26] Argal A, Pathak A K. CNS activity of *Calotropis gigantea* roots [J]. *Journal of Ethnopharmacology* 2006, 106(1):142-145.
- [27] Padhy B M, Srivastava A, Kumar V L. *Calotropis procera* latex affords protection against carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in rats [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2007, 113(3):498-502.
- [28] Basu A, NAG Chaudhari A K. Preliminary studies on the antiinflammatory and analgesic activities of *Calotropis procera* root extract [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 1991, 31(3):319-324.
- [29] Dewan S, Sangruala H, Kumar V L. Preliminary studies on the analgesic activity of latex of *Calotropis procera* [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2000, 73(1/2):307-311.
- [30] Pathak A K, Argal A. Analgesic activity of *Calotropis gigantea* flower [J]. *Fitoterapia*, 2007, 78(1):40-42.
- [31] Rasik A M, Raghbir R, Gupta A, et al. Healing potential of *Calotropis procera* on dermal wounds in Guinea pigs [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 1999, 68(1/2/3):261-266.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.027

红河州桉树引种栽培现状及发展建议

金同伟

(红河州林业调查规划队,云南 蒙自 661100)

摘要:阐述红河州的桉树引种栽培历史、适应性表现、栽培品种及面积、桉树林产品的加工利用、引种栽培取得的成绩及经济效益等情况,分析红河州桉树发展中尚存在着品种较少、经营粗放、种植水平低下、产品利用单一等问题。藉此,提出扩大桉树品种,提高桉树种植水平,加大桉树科研工作,积极开展试验推广工作等对策与建议。

关键词:桉树;引种栽培;红河州

中图分类号:S792.39;S722.7;F316.23 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2013)02-0116-05

Introduction and Cultivation Status and Development Suggestions of *Eucalyptus* in Honghe Prefecture

JING Tong-Wei

(Forest Inventory and Planning Team of Honghe Prefecture, Mengzi, Yunnan 661100, China)

Abstract: Introduction and cultivation history, adaptive performance, cultivars and areas, processing and utilization of *eucalyptus* forest products, achievements and economic benefits of *eucalyptus* cultivation were elaborated. Issues of *eucalyptus* development such as less tree variety, extensive operating, low cultivation level, limited tree species, also were analyzed. Countermeasures and suggestions to increase *eucalyptus* varieties, improve level of *eucalyptus* planting, enhance research work of *eucalyptus* etc, were proposed

Key words: *eucalyptus*; introduction and cultivation; Honghe Prefecture

1 概述

桉树是桃金娘科(Myrtaceae)桉树属(*Eucalyptus*)树种的统称,天然分布于大洋洲的澳大利亚大陆,少数种原产于印度尼西亚的帝汶等岛屿和巴布亚新几内亚。桉属树种种类多,树种、亚种或变种达 900 多个,大多数自然分布于大洋洲,少数产于印度尼西亚、巴布亚新几内亚和菲律宾。

桉树是世界著名的速生树种,适应性强,用途广

泛,经济价值高,既可作用材林,又可作防护林,以及道路、庭园的绿化,是全球速生、经济和社会效益较好的优良树种。目前已引种到世界热带、亚热带地区 90 多个国家,全世界人工桉树林面积达 600 万 hm^2 ,年生产木材 6 000 万 m^3 ,约占世界人工林总面积的 1/3。近年来在亚洲、南美洲桉树人工林占造林面积的 70%以上。

中国引种桉树始于 1890 年,作为庭园观赏树木种植。新中国成立后,桉树发展迅速,特别是 20 世

收稿日期:2012-12-05.

作者简介:金同伟(1957-),男,云南华宁人,工程师。从事林业调查规划工作。

纪 80 年代以来,我国的桉树生产出现了蓬勃发展的局面,全国桉树人工林面积达 154 万 hm^2 ,年木材生长量超过 2 000 万 m^3 ,四旁栽植 18 亿株,桉树已成为我国三大造林树种之一。中国的桉树人工林面积居世界第三位,位于印度、巴西之后。我国桉树主要分布于南方 15 个省区,而广东、广西、福建面积最大,江西、四川、云南次之。桉树人工林的发展为缓解我国木材供需矛盾,增加森林资源发挥了重要作用。

桉树适应性强、生长快、木材生产周期短,木材和林副产品有很好的加工利用价值,投资回报率高。有利于发展山区经济,增加林农收入,改善生态环境,对地方经济的发展有着十分重要的现实意义。

红河州桉树大规模种植时间已有 20 多年,对绿化荒山,增加农民收入等方面起到了重要的作用。本文在调查基础上,通过论述红河州桉树的引种情况和发展前景,旨在为进一步推动红河州桉树产业的科学有序发展,促其形成大产业。

2 桉树引种栽培及发展概况

2.1 桉树种植的基本情况

红河州引种桉树于 1917 年,由法国一传教士引进蓝桉籽种植于弥勒县阿基邑村。存 2 株,其中 1 株于 1993 年自然倒倾死亡,1 株于 2003 年雷击死亡。1988 年测量最大一株高 38 m,胸径 1.4 m,材积 16.6 m^3 ,曾是我国存世最大的蓝桉。20 世纪 60 年代,弥勒县东风农场从外省引进直杆桉,种植约 14 hm^2 。80 年代初,弥勒县林科所从东风农场和省外引种直杆桉在全县推广,列入速生丰产林基地,全县大面积种植直杆桉。随之一些市县也开始引种直杆桉,形成高潮。弥勒、建水、泸西、开远、个旧等县市种植面积最大,截至 1995 年,红河州已拥有直杆桉 27 000 hm^2 。20 世纪 90 年代末期,社会上对桉树有不同看法,加之桉叶油价格下跌等因素影响,桉树发展缓慢。2000 年以来,随着退耕还林政策实施,农户纷纷把直杆桉作为退耕还林地的主要造林树种,5~6 年的时间,弥勒县、开远市、泸西县栽种直杆桉 10 000 hm^2 ,个旧、建水、蒙自等县市的退耕还林地也栽种了直杆桉。2007 年,全州拥有桉树 47 000 多 hm^2 ,其中弥勒、泸西、开远 3 县市约 28 000 hm^2 。截至 2010 年,红河州桉树面积约 7.2 万 hm^2 。开远—弥勒—泸西的公路两边的山上大片直杆桉林拔地而起,特别是石屏县采伐林场规模种植的桉树新品系(32 系列、广林 9 号等)引人注目,

与南部地区的元阳、屏边县退耕还林地上栽种成片的桉木(旱冬瓜)成为红河州退耕还林工程中引人注目的 2 个树种。

2.2 引种栽培的桉树品种及面积

据不完全统计,红河州引种栽培的主要桉树品种有直杆桉、蓝桉、尾叶桉、尾巨桉、巨尾桉、巨桉、史密思桉、尾细桉、细叶桉、赤桉、刚果 12 号桉、柠檬桉、窿缘桉、雷林 1 号桉、王桉、大叶桉、亮果桉、邓恩桉、铜钱桉、贝克桉、32 系列、广林 9 号、201-2 等 23 个。

直杆桉:全州广泛引种栽培,面积约 6 万 hm^2 ;

史密思桉:红河州芷村林场以及蒙自、个旧、建水、石屏、弥勒等县市引种栽培,面积约 2 000 hm^2 ;

32 系列:主要是石屏县采伐林场引种栽培,面积约 4 000 hm^2 ;

巨尾桉:开远、石屏、弥勒、元阳、个旧、屏边等县市引种栽培,面积约 1 400 hm^2 ;

广林 9 号:主要是石屏县采伐林场引种栽培,面积约 700 hm^2 ;

赤桉:红河州中北部弥勒、泸西、开远、建水、蒙自、个旧、石屏等县市引种栽培,面积约 700 hm^2 ;

蓝桉:红河州中北部弥勒、泸西、开远、建水、蒙自、个旧、石屏等县市引种栽培,面积约 700 hm^2 ;

其他桉树品种如尾叶桉、尾巨桉、巨桉、尾细桉、细叶桉、赤桉、刚果 12 号桉、柠檬桉、窿缘桉、雷林 1 号桉、王桉、大叶桉、亮果桉、邓恩桉、铜钱桉、贝克桉等,大部分为引种试验性栽培,面积约 700 hm^2 。

2.3 桉树在红河州的适应性表现

红河州中北部是桉树适生区,桉树已成为优良用材和绿化荒山的主要树种。泸西、弥勒、开远、石屏、个旧、蒙自、建水中北部海拔 1 200~1 700 m 的山区,年均温 17~19℃,年均降雨量 700~900 mm,土壤贫瘠,大部分是山地红壤和山地黄壤,呈酸性,土壤中含氮量、有效磷、有效钾偏低,肥力较差,干、酸、瘦、薄,地形破碎。平坝地区和坡地中土层深厚的地方已辟作农地,剩余的是石砾多,坡度大,植被稀少的山地。在这些地段营造用材林,绿化起来,难度大。几十年来,林业工作者先后种植云南松、马尾松、加勒比松、墨西哥柏、圆柏、直干桉等乔木树种,但从效果上比较,直干桉比其他树种适应性强、周期短、生长快、效益高;从形成的面积和规模来看,也是直干桉最大、最多。

桉树不休眠,只要温度和湿度适合,生长就不会停止。在红河州生长的直干桉,在 8 年内年均高生

长可达 1.5~2.0 m,粗生长可达 1.6~2.5 cm。而巨桉、巨尾桉生长更快。开远市林业局 2002 年 7 月在南盘江桥旁栽种巨尾桉,2007 年 7 月测量,年均高生长达 2 m,粗生长达 3.2 cm;红河州林科所 2003 年 7 月在一个旧乍甸栽种尾叶桉,2007 年 7 月测量,年均高生长 3.2 m,粗生长达 5.1 cm。红河州林科所 2001 年 7 月栽种的史密斯桉,2007 年 1 月测,年均高生长 1.1 m,粗生长达 3.1 cm。目前桉树的生长量已由 70 年代的 $10 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 提高到 $12\sim 30 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。桉树在人工林中轮伐期短。桉树作为纸浆材使用,轮伐期一般只要 6~7 a,而且伐后会在伐根上萌发新枝,如果及时追肥管理好,7~8 a 后又成大树,进入下一个轮伐。桉树生长快,其蓄积量也高。集约经营的巨桉、尾叶桉和巨尾桉人工林年均蓄积增长量达 $25\sim 45 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,而在巴西,优良的无性系桉树人工林蓄积增长量达到 $80\sim 100 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。所以,桉树是人工林中生长比较快、蓄积量增长比较多、轮伐期比较短的树种。

桉属的正种、亚种、变种、杂种有 900 多种。其中有适应干热、半干热、湿热气候的树种;有适应海拔 200~2 300 m 的不同树种;有适应滨海沙地、平原台地、缓坡、村边栽种的树种。在气候干旱、土壤贫瘠的坡地上也能生长,而在水肥条件较好,土层深厚的平坝沙地长势更旺。一般说,宽叶型的桉树喜水湿,窄叶形的桉树则耐干旱。喜水湿的桉树有尾叶桉、巨桉、大叶桉、薄皮大叶桉、野桉、赤桉、小果葡萄桉等;适生于湿润地带但要求排水良好的桉树有细叶桉、柳叶桉、小帽桉、斑叶桉、蓝桉、柳桉等;耐干旱的桉树有窿缘桉、柠檬桉、纤脉桉、斑皮桉、谷桉、伞房花桉、白皮桉等。蓝桉不适于生长在夏雨型的干旱地区;赤桉不适于生长在长期干热和瘠薄的立地;柠檬桉和窿缘桉不耐寒;雷林 1 号桉不耐阴湿和低温。

根据桉树在红河州引种的生长情况,参照原产地各个树种的分布范围和立地条件,红河州南部地区(金平、绿春、元阳、红河)桉树栽培适用品种有尾叶桉、尾巨桉、巨尾桉、尾细桉、细叶桉、赤桉、刚果 12 号桉、巨桉、柳桉、野桉、柠檬桉、窿缘桉、雷林 1 号桉、王桉等;红河州北部地区(泸西、弥勒、开远、石屏、个旧、蒙自、建水)适生树种有蓝桉、直杆蓝桉、史密斯桉、葡萄桉、赤桉、大叶桉、多枝桉、细叶桉、双肋桉、斑皮桉、异色桉、野桉、龙曼桉等。

2.4 桉树林产品的加工利用

桉树用途较广,主要是作为纸浆材的原料用于

造纸。此外,桉树木材作为三板(纤维板、刨花板、胶合板)的原料,并用于矿柱、枕木、房建、桥梁、箱架、家具、车辆、乐器、体育器材、电杆等。但在红河州大量桉树木材用作坑道矿柱,少量木材作为纸浆材和三板原料。过去公路部门砍伐行道树时,曾经将大径材桉树用于做木地板;在泸西县曾经将间伐材卖给泸粤林业有限公司用于做刨花板;在建水县曾经将桉树木材用于做中密度纤维板。2010 年桉树木材销售价为 $700\sim 1\ 200 \text{ 元}/\text{m}^3$,在泸西、弥勒县等地,小头直径在 16 cm 以上圆木销售价为 $1\ 000\sim 1\ 200 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

除了利用桉树树干外,在红河州利用最多的是以桉叶烤桉叶油。早在 80 年代靠桉叶油的收入就使不少农户致富。当时桉叶油在 10 元/kg 上下浮动,现在桉叶油已上涨到 40~50 元/kg,从中获利更高。2006 年,弥勒县农户烤桉叶油的收入达 4 000 万元左右,2009 年弥勒县农户烤桉叶油的收入达 6 000 万元左右;五山乡的一户姓王的农户,有桉树约 70 hm^2 ,近几年来桉叶油的年均收入达 10 多万元,2006 年收入就达 30 万元。在弥勒县虹溪镇普遍农户喜欢种植直干桉。

此外,桉树的花是很好的蜜源,在红河州中北部地区多养蜂加以利用“桉海蜜库”。

2.5 桉树引种栽培的经济效益

由于桉树用途广,经济效益好,生长周期短,农民喜欢栽种,2000~2003 年,种植直干桉达到高潮,以致严重缺苗。开远市林业局到陆良县调苗,有的农户已种印楝等其他树种,见其生长不如直干桉快,第二年便铲除后栽上直干桉。有的农户和林场职工获悉史密斯桉生长快且耐寒、含油量比直干桉高,不惜重金四处求购籽种。今年史密斯桉籽种价格达 1.8 万元/kg,还是有不少人购买栽种。群众喜欢种直干桉是因为直干桉回报高,桉叶油的收入也不菲。据调查,弥勒县桉树产值年均在 9 000 万元左右,泸西县仅舞街铺镇桉树产值年均在 1 500 万元左右。

3 桉树发展中存在的问题

红河州桉树发展存在的问题是品种较少,经营粗放,种植水平低下,产品利用单一。红河州桉树大规模种植时间已近 30 年,但是种植技术和水平不高,表现在:①桉树品种较少,绝大部分是直干桉,近年来虽已引种史密斯桉、巨桉、尾叶桉、巨尾桉等,但面积较小;②桉树育苗一直沿袭用籽种育苗的传统方法;③上山造林挖塘种植,种后极少施肥抚育,任

其生长;④种植水平粗放低下,没有集约经营;⑤投入较低,桉树生长量不高,没有达到应有的生长水平;⑥桉树产品一直是采叶子烤桉叶油,砍树作坑木矿柱,以卖原料为主,没有作深加工,附加值不高;⑦作为用量最大、产值高的造纸原料尚未开发利用,木片出口受到运输价格的制约。这些问题对桉树种植和产业发展影响极大。

4 对策与建议

4.1 在红河州中北部适合发展桉树地区重点发展

桉树是作为人工林中的速生丰产树种而被引种培育,全世界发展桉树很快,国内广东、广西、福建正加快发展步伐。近几年红河州在退耕还林地上栽桉树的农户越来越多,对发展桉树要有正确的认识,既不要在全州到处都种,也不要把发展步伐停顿下来。红河州中部、北部适合发展桉树,应作为发展桉树的重点地区,荒山坡地上能种植桉树的地方就种植桉树,南部地区适合发展桉树的地方也可以栽种。在荒山坡地上栽种桉树,尽快把这些地方绿化起来,不要与农争地,不在耕地里栽。与其他树种混合,乔灌结合,合理搭配,效果更好。

4.2 扩大桉树品种,提高桉树种植水平

桉树品种很多,要引进更多的优良品种,扩大品种范围,改变直干桉一花独放的局面。史密斯桉含油率高,比直干桉耐寒,适生海拔为 1 600~2 100 m,生长较快,可为红河州海拔 2 000 m 左右的山区新增一个很有价值的树种。还有尾叶桉、巨尾桉、柠檬桉、大叶桉等优良品种,这些品种生长迅速,树干通直,产量较高,收益较大,要大力引种。发展桉树商品林要增加投资、精细整地、施足肥料、适当灌溉、加强管护、集约经营、提高生长量、5~6 a 即可采伐,达到又好又快的效果。要组织人员赴广东、广西参观考察学习外地先进种植经验,积极引导桉树种植从粗放型向集约形转化,提高红河州桉树种植水平。

4.3 桉树产品要朝着多样性,收益高的方向发展

桉树的用途广泛,产品应多样化,增加产值。桉树是纸浆原料之一,集约经营的桉树在 4~5 a 后轮伐制成木片作为纸浆原料外销,这是桉树增值的主要产品。而红河州在木片生产方面一直是空白,为此要引进龙头企业,生产纸浆原料,提升桉树价值,改变只买原料作矿柱的状况。要采取措施,合理采摘桉树叶子,防止把桉树叶子摘光,影响桉树生长和观瞻。

4.4 加强桉树科研工作,积极开展试验推广工作

红河州林科所和弥勒县、建水县林科所在桉树种植技术及育苗技术方面开展过多项试验研究,取得了一批成果,有的达到国内先进水平,后因缺乏经费,一度停顿。要安排经费资助科研部门积极开展桉树试验的研究工作,从引进优良品种、建立桉树品种园、开展组培育苗、提高栽植水平等方面入手,取得成果,做出示范,进而推广,指导全州科学有序地发展桉树。

4.5 发展桉树产业要坚持的几个原则

桉树与国家的经济建设、人民的生产生活密切相关,发展桉树:“技术起点高,单位面积产量高,轮伐期短,木材市场广阔”,是个很好的“短、平、快”,高效益项目。在实际生产中要坚持以下几个原则:

1) 坚持适地适树适种源适无性系的原则。桉树为速生树种,需水、肥量相对较大,故较为贫瘠干旱的土地不宜选作桉树造林地,同时桉树品种、品系特别多,不同的品种、品系有其自身的生物学特性,有其适生的区域或范围,因此,同一座山,山脚和山顶由于海拔高差的变化也要选择不同的品种和品系。

2) 坚持良种壮苗上山造林的原则。桉树杂交优势十分明显,同时其遗传变异也很大,尤其是有性繁殖(种子繁殖)培育的苗木变异大,个体分化大,而无性系繁殖(组培或扦插)培育的苗木既能保持母体的优良品质,且也比较整齐。生产上尽量选择无性系培育且比较整齐的 I 级苗(包括补植用苗)上山造林,补植应及时,这样才能保证林相整齐,单位面积出材率才高。

3) 坚持因地制宜的整地方式。全垦、机耕固然好,但坡度大、水土流失严重,机械难以操作的山地在红河州占多数,实践中不必片面强求机耕或全垦这一方式,在土壤疏松的陡坡地采用人工挖穴也是一种比较好的整地方式。

4) 坚持合理密植的原则。前些年,退耕农户种植的桉树密度达 7 500 株/hm²,当然一方面退耕户种植直干桉的经营目的主要是获取桉叶烤油,密度大产量大,烤的桉油多,另一方面政府无偿提供种苗也是造林初植密度大的另一个原因。以材用为主的桉树造林密度不宜高于 1 665 株/hm²。

5) 坚持集约化经营的原则。桉树速生丰产,要适时补充养分,除施底肥外,适时追肥十分重要。同时,适时除草松土也是桉树经营中既重要又不可少的措施,要像种果树一样去种桉树,才能保证桉树的

产量和效益。

6)坚持高投入才能获得高产出的原则。桉树投资回报率高,据种植户测算,桉树种植成本 1.05 万元/hm²,4~5 a 一个轮伐期,桉树一个轮伐期的收入大约有 4.5 万元/hm²,扣除相应成本大约有 3 万元/hm² 的收入。桉树林地年均有 7 500 元/hm² 以上的纯收入。而砍伐后的桉树第二、第三代萌芽林比第一代的产量要更高,管理成本也会减小。但如果象种植生态林投资仅 3 000~4 500 元/hm²,造林方法简单粗放,既不按要求整地,也不施肥、除草、松土,采用“一锄法”,种植后不管,那么林木长势就差,形成低产林,最终影响经济效益。

参考文献:

[1] 祁述雄. 中国桉树[M]. 北京:中国林业出版社,2002.

[2] 曾德贤. 云南的桉树引种及遗传改良[J]. 云南林业科技,1995(2):11-17.

[3] 王豁然. 桉树分类学进展及其研究动向[J]. 林业科学,1986(4):393-399.

[4] 方玉霖,王豁然. 论中国热带、亚热带地区桉树人工林树种与种源选择[J]. 福建林学院学报,1993(1):86-92.

[5] 洪长福,安平. 说桉树 话引种[J]. 桉树科技,1996(1):40-43.

[6] 陈少雄. 中国桉树栽培区的分类研究[J]. 桉树科技,1996(2):1-7.

[7] 王国祥,扬民胜. 世界桉树人工林改良研究及发展动态[J]. 桉树科技,1995(1).

[8] 谢耀坚. 中国桉树人工林可持续经营战略初探[J]. 世界林业研究,2003(5):59-64.

[9] 黄峰,栗凤连,苏法仁,等. 尾叶桉萌芽林炼山与不炼山生长比较研究[J]. 林业调查规划,2011,36(1):128-130.

[10] 杨新华. 桉树纸浆林的可持续发展与营林技术[J]. 北京林业大学学报,1999(6):106-109.

[11] 温远光,刘世荣,陈放,等. 桉树工业人工林植物物种多样性及动态研究[J]. 北京林业大学学报,2005(4):17-22.

[12] 周庆宏,严毅,罗建中,等. 5 个桉树品种在昆明地区苗期适应性研究[J]. 林业调查规划,2012,37(6):120-122.

[13] 徐建民. 白嘉雨,陆钊华. 华南地区桉树可持续遗传改良与育种策略[J]. 林业科学研究,2001(6):587-594.

(上接第 87 页)

从表 1 调查数据可知,1 a 生史密斯桉平均树高达 3 m 以上,2 a 生平均树高达 6 m 以上,5 a 生平均树高可达 15 m 以上,平均胸径达 10 cm 以上。目前这些造林地已成为武定县大面积发展速丰林的示范基地,并取得了较好的经济、社会、生态效益,具有较好的示范推广作用。

5 结语

对武定县 5 年来史密斯桉的引种、造林情况进行调查分析,得出结论就是,只有采用良种壮苗,坚

持适地适树、科学规划的原则,高质量整地,合理确定造林密度,施足基肥,精心栽植、追肥,加强抚育管理,并采取科学措施积极应对各种灾害,才能确保造林成功,实现速生丰产。

参考文献:

[1] 卓开发,林晓辉. 桉树速生丰产栽培技术研究[J]. 林业勘察设计,2004(2):4-5.

[2] 温庆忠,魏雪峰,赵元藩,等. 雨雪冰冻灾害对滇东南 5 种人工林的影响[J]. 林业科学,2008,44(11):23-27.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.028

香格里拉县土地荒漠化现状及治理对策

张学全

(云南省林业调查规划院昆明分院,云南 昆明 650000)

摘要:基于香格里拉县 2009 年荒漠化调查成果资料,全县荒漠化土地总面积为 17 064.5 hm²。分析土地荒漠化的成因,主要为地形地貌及地质结构等自然原因和干旱少雨、植被稀少等气候因素以及过度樵采和放牧等人类活动。藉此提出了建立荒漠化动态监测与预报系统,加大资金投入,人工造林种草、封沙育林育草、恢复天然植被,设沙障固沙、发展水利、改良土壤等土地荒漠化治理对策。
关键词:土地荒漠化;成因;治理;香格里拉县

中图分类号:S717.193;P931.5 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2013)02-0121-04

Land Desertification Status and Control Countermeasures in Shangri-La County

ZHANG Xue-quan

(Kunming Branch, Forest Inventory and Planning Institute of Yunnan Province, Kunming 650000, China)

Abstract: Based on desertification survey of the Shangri-La County in 2009, the total desertification land area was 17064.5 hm². The main causes of desertification were analyzed as topography and geological structure, drought and sparse vegetation, as well as other human activities such as excessive firewood collecting and grazing. Countermeasures to build dynamic monitoring and forecasting system, increase capital investment, and plant artificial grass, restore natural vegetation and sand fixation, set up sand barriers, develop water conservancy, soil improvement have been put forward.

Key words: land desertification; causes; governance; Shangri-La County

狭义的荒漠化(即沙漠化)指在脆弱的生态系统下,由于人为过度的经济活动,破坏其平衡,使原非沙漠的地区出现了类似沙漠景观的环境变化过程。广义荒漠化指由于人为和自然因素的综合作用,使得干旱、半干旱甚至半湿润地区自然环境退化(包括盐渍化、草场退化、水土流失、土壤沙化、狭义沙漠化、植被荒漠化、历史时期沙丘前移入侵等以某一环境因素为标志的具体的自然环境退化)的总过程。在 1994 年通过的《联合国关于在发生严重干旱和/或荒漠化的国家特别是在非洲防治荒漠化的公

约》中,荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱(Arid)、半干旱(Semi-arid)和亚湿润干旱(Dry subhumid)地区的土地退化。

中国是世界上荒漠化较严重的国家之一。根据中国沙漠、戈壁和沙化土地普查及荒漠化调研结果表明,中国荒漠化土地面积为 262.2 万 km²,占国土面积的 27.4%,近 4 亿人口受到荒漠化的影响。据中、美、加国际合作项目研究,中国因荒漠化造成的直接经济损失约为人民币 541 亿元。中国荒漠化发展形势十分严峻。

收稿日期:2012-12-08.

作者简介:张学全(1966-),男,云南安宁人,工程师。从事林业调查规划工作。

1 研究区概况

香格里拉县地处云南省西北部,地理位置介于 $99^{\circ}20' \sim 100^{\circ}29' E$, $26^{\circ}52' \sim 28^{\circ}52' N$ 。南北长 218 km,东西宽 88 km。全县三面为金沙江环绕,属三江并流地区,是我国著名的高原纵谷地带。境内地势西北高、东南低,最高点为巴拉格宗山,海拔 5 545 m,最低点为洛吉吉函,海拔 1 503 m,相对高差 4 042 m。境内地貌按形态可分为山地、高原、盆地、河谷四类,按成因可分为冰川、冰缘、流水、湖成、岩溶等地貌类型。

香格里拉县属寒温带山地季风气候,主要受西南季风和南支西风的交替控制,形成了干湿季分明、四季不明显、夏秋多雨、冬春干旱的气候特征。气候随海拔升高而发生明显变化,从低海拔到高海拔依次出现北亚热带→暖温带→温带→寒温带→亚寒带→寒带 6 个气候带的典型立体气候。全县年太阳总辐射为 122.8 ~ 142.6 千卡/cm²,年日照时间为 2 137.7 h,日照百分率 48%。年降水量为 670.5 mm。年均温 6.7℃,年极端最低温-16.3℃,≥10℃年活动积温 1 529.8℃,全年无霜期 121 d。初雪多在 10 月,终雪在 4 月底,降雪期约 6 个月。

由于受地形、气候、生物的影响,土壤呈现出明显的垂直分布规律,从高海拔到低海拔依次为高山草甸土→漂灰土→暗棕壤→棕壤→黄棕壤→红壤→燥红土。

香格里拉县的森林植被属于青藏高原东南缘山地寒温性针叶林地带,森林植被垂直分布明显,从高海拔到低海拔依次出现高山灌丛草甸→寒温性针叶林→温性针叶林、湿性常绿阔叶林→暖性针叶林、半湿性常绿阔叶林→河谷灌丛。

境内河流均属金沙江水系。除金沙江干流外共有大小河流 244 条,其中年均流量为 3.7 ~ 43.7 m³/s 的一级支流有 13 条。境内有 298 个高山湖泊(含冰积湖),分布海拔在 3 000 ~ 4 500 m。其中面积较大的有纳帕海、碧塔海、属都湖、三碧海 4 个高原湖泊。

据 2007 年森林资源规划设计调查统计资料,全县各类土地总面积为 1 141 739.0 hm²,其中:林业用地 950 911.7 hm²,占总面积的 83.3%;非林业用地 190 827.3 hm²,占总面积的 16.7%。森林覆盖率 74.99%。

香格里拉县隶属于迪庆州,全县总人口 160 179 人,其中农业人口 114 763 万人,占总人口的 71.65%,劳动力 62 960 人,有藏、汉、纳西、傈僳、白、回、普米等多种民族。

2 调查研究方法

2.1 调查研究区域

根据国家荒漠化监测中心确定的监测地区,香格里拉县荒漠化主要分布在东旺河沿线,其主要特点是湿润指数为 0.05 ~ 0.65。

2.2 调查方法

根据《云南省第四次荒漠化和沙化监测实施细则》的相关要求,在国家荒漠化监测中心确定的监测区域内,按照土地利用类型、荒漠化类型、荒漠化程度、荒漠人为因素、植被覆盖等级、气候类型等图斑划分条件,用比例尺为 1:5 万的地形图和比例尺为 1:5 万的 SPOT-5 卫星影像图,现地采用目视和实测调查的方法进行图斑划分,确定地类界线,调查记载有关因子,并收集调查区域内近 5 年气象、水文、经济及土地利用情况,内业处理时用 GIS 软件求算各图斑面积。

2.2.1 主要调查因子

主要调查因子为土地利用类型、荒漠化类型、荒漠化程度、土壤类型、地貌类型、坡度、土壤石砾含量、治理措施、侵蚀沟面积比例、荒漠化人为因素、有效土层厚度、植被种类、植被盖度、植被高度、作物产量下降率、植物生长状况、荒漠化可治理程度、工程措施、退化植物种类等。

2.2.2 荒漠化程度评价方法

1) 草地、林地和未利用地:主要评价指标有植被盖度、坡度和侵蚀沟面积比例。各项指标评分标准见表 1。

表 1 草地、林地及未利用地荒漠化程度评分标准

Tab. 1 Desertification scores standard of grassland, woodland and unused land

	≥70%	69%~50%	49%~30%	29%~10%	≤10%
植被盖度	1	15	30	45	60
坡度	<3°	3°~5°	6°~8°	9°~14°	≥15°
评分	2	5	10	15	20
侵蚀沟面积比例	≤5%	6%~10%	11%~15%	26%~20%	>20%
评分	1	15	30	45	60

2)耕地:主要评价指标有作物产量下降率、坡度和工程措施。各项指标评分标准见表 2。

表 2 耕地荒漠化程度评分标准

Tab. 2 Arable land desertification scores standard

作物产量下降率	<5%	6%~14%	15%~34%	35%~74%	≥75%
	评分	3	10	20	35
坡度	<3°	3°~5°	6°~8°	9°~14°	≥15°
	评分	2	5	10	15
工程措施	水平梯田	坡式梯田	简易梯田	无工程措施	
	评分	0	10	20	30

根据以上各指标评分之和评价各图斑荒漠化程度:非荒漠化≤24分,轻度25~40分,中度41~60分,重度61~84分,极重度≥85分。

3 结果与分析

调查区域总面积为 48 129.8 hm²,其中荒漠化面积为 17 064.5 hm²,非荒漠化面积为 31 065.3 hm²。

3.1 荒漠化土地类型、程度、面积

香格里拉县荒漠化土地面积为 17 064.5 hm²,荒漠化类型为水蚀,气候类型为亚湿润干旱区。按荒漠化程度分:轻度面积为 732.8 hm²,中度面积为 5 722.9 hm²,重度面积为 2 030.1 hm²,极重度面积为 8 578.7 hm²(表 3)。

表 3 荒漠化土地面积按荒漠化程度统计

Tab. 3 Desertification land area statistics by the degree of desertification

荒漠化类型	气候类型	荒漠化程度				
		计	轻	中	重	极重
水蚀	亚湿润干旱区	17064.5	732.8	5722.9	2030.1	8578.7

3.2 荒漠化土地按土地利用类型面积统计

香格里拉县荒漠化土地面积按土地利用类型分,无立木林地 771.4 hm²,天然草地 8 100.8 hm²,裸沙地 2 839.4 hm²,裸土地 5 352.9 hm²(表 4)。

3.3 荒漠化土地面积按坡度级统计

香格里拉县荒漠化土地面积按坡度级分,陡坡

表 4 荒漠化土地面积按荒漠化程度统计

Tab. 4 Desertification land area statistics by the degree of desertification

合计	土地利用类型			
	无立木林地	天然草地	裸沙地	裸土地
17064.5	771.4	8100.8	2839.4	5352.9

(26°~35°) 14 998.6 hm²,急坡(36°~45°) 2 065.9 hm²。

3.4 荒漠化土地治理措施面积统计

香格里拉县荒漠化土地按治理措施分,人工造林 15 220.5 hm²,飞播造林 1 844.0 hm²。

3.5 荒漠化土地人为因素及可治理度面积统计

荒漠化土地按形成的人为因素分析,樵采面积为 16 630.9 hm²,过牧面积为 433.6 hm²。荒漠化可治理度全部为可治理荒漠化(表 5)。

表 5 荒漠化土地面积按荒漠化程度统计

Tab. 5 Desertification land area statistics by the degree of desertification

荒漠化可治理度	合计	荒漠化人为因素	
		樵采	过牧
可治理荒漠化	17064.5	16630.9	433.6

4 荒漠化成因分析

荒漠化是人为因素和自然因素综合作用于脆弱生态环境的结果,荒漠化程度及其在空间上的扩展受干旱程度和人畜对土地压力强度的影响。其中,自然因素形成荒漠化的过程是极其缓慢的,自然地理条件和气候变异只是产生荒漠化的必要因素。人类活动则激发和加速了荒漠化的进程,成为荒漠化的主要原因。

4.1 自然原因

4.1.1 地形地貌及地质结构原因

从调查结果来看,香格里拉县荒漠化土地主要分布在东旺河沿岸,该区域地处青藏高原东南缘横断山脉腹地,三江褶皱系与扬子准台地交接地带,境内山高坡陡,发生荒漠化的土地均为陡坡和急坡,山体切割较深。东旺河沿线的土壤母岩为片麻岩和砂岩,这类岩石的特点是二氧化硅含量高,主要矿物是长石、石英、云母等,土壤发育形成过程中受地质运动和风化作用,发育的土壤是以砂粒为主的砂质土壤,这些土壤属性易分散,不易凝聚,受压易碎,易风

化。风化后产生沉积物,这些大量松散沉积物是荒漠化形成的物质基础。

4.1.2 气候因素

东旺河沿线的气候特点是冬春干旱少雨,雨量多集中在 7~10 月。热量资源充足,气候干热,蒸发量大于降水量,土壤干旱瘠薄,小区气候类型属亚湿润干旱区。由于该地区降水量较少、蒸发量很大,是香格里拉县最为干旱脆弱的环境地带。气候趋于干燥,由于气候干旱,地表水缺乏,植被更加稀少,植被的涵养水源、保持水土的作用变差,地表物质变得更加疏松,再加上大风的吹扬,导致荒漠化进一步扩大。

4.2 人为因素

产生荒漠化的人为因素包括过度农垦、过度放牧、过度樵采和不合理利用水资源等。人类不合理的经济活动是导致生态环境遭到极大破坏最直接的原因。随着当地人口的急剧增长,人们对土地、森林、草原、能源、水资源等自然资源的压力日益增大,人口的增加会导致农田的扩大和大量森林植被的砍伐。另外,对牛羊等家畜的过度放牧,成片的草被吃光。人口增长对土地的压力,是土地荒漠化的直接原因。

5 土地荒漠化治理对策

荒漠化严重影响到当地人民群众生产、生活,制约着当地经济的发展。随着今后人口压力的增加和人类经济活动的进一步加强,如不采取应急措施,荒漠化将以更快的速度扩展。

5.1 宏观措施

1) 建立先进的荒漠化动态监测与预报系统,搞好决策,搞好信息管理与服务。

2) 严格执行计划生育政策,控制人口的过快增长,不断提高人口素质。

3) 完善法律法规,强化执法监督,依法保护环境,促进荒漠化防治。在荒漠化地区禁止乱砍滥伐破坏森林植被,严禁放牧、采樵、开垦、挖矿及其它工程建设。

4) 优化当地产业及能源结构,大力倡导和鼓励人民群众利用非常规能源,如沼气池、节能灶、太阳能等,按照市场要求合理配置农、林、牧、副各业比例,积极发展养殖业,以减轻对林、草地等资源的破坏。

5) 加大资金投入,建立有效的防治荒漠化的投资机制。香格里拉县的自然林保护工程及退耕还林

工程等国家投资的建设项目优先安排在东旺乡荒漠化严重地区实施。

6) 由单一措施、分散治理转为以流域为单元、按流域进行治理与开发。

5.2 技术措施

5.2.1 生物措施

1) 人工造林种草恢复天然植被

通过调查,香格里拉县荒漠化土地需要通过人工造林治理的面积为 15 220.5 hm²。在半湿润地区降雨较多,条件较好,可以乔木为主,树种可选择云南松、栎类,主带距 350 m 左右。东旺河沟谷两侧属半干旱地区,条件稍好,但坡度较陡,在造林时应选择根系发达,萌蘖性强,枝叶茂盛,固土作用大,耐旱耐瘠薄的灌木树种为主,选择树种以矮刺栎和苦刺为主,主带距 50 m 左右。在水源条件较好的地区及村庄周围可小块状种植花椒、杨树和柳树。部份地段也可采取人工模拟飞播造林。

2) 飞机播种造林种草

通过调查,香格里拉县荒漠化土地需要通过飞机播种造林种草治理的面积为 1 844.0 hm²。飞播造林具有速度快、用工少、成本低、效果好的特点,尤其对地广人稀、交通不便、偏远荒沙、荒山地区恢复植被意义更大。在东旺乡的中下部可选择的树种为云南松、华山松、栎类,在高海拔地区以灌草为主。

3) 封沙育林育草,恢复天然植被

实行一定的保护措施(设置围栏),建立必要的保护组织(护林站),严禁人畜破坏,给植物以繁衍生息的时间,逐步恢复天然植被。封育的同时可以加以人工补植补种,加速生态逆转。

5.2.2 工程措施

1) 沙障固沙

用枝条、柴草、秸秆、砾石、板条、塑料板及类似材料在沙面设置各种形式的障碍物,以控制风沙流动方向、速度、结构,达到固沙、阻沙、拦沙、防风、改造地形等目的。沙障作用重大,是生物措施无法替代的。

2) 农业措施

①发展水利,扩大灌溉面积,增施肥料,改良土壤;②防风蚀旱农作业措施,带状耕作、伏耕压青、种高秆作物等;③在地少人多的流域,应大力修筑梯田,使坡耕地变为高产农田,在农田上种植粮油作物、经济作物和果树。在地广人稀的流域,可将坡耕地修成坡式梯田或隔坡式梯田,在垄上或梯田窄带上营造高灌木带,可选择的树种为马桑、火棘、花椒等。

(下转第 129 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.029

云南省生态工程建设对石漠化演变的影响与评价

张钦云¹, 孙丽娟²

(1. 云南省林业调查规划院昆明分院, 云南 昆明 650200; 2. 云南省林职业技术学院, 云南 昆明 650224)

摘要:利用云南省岩溶地区石漠化监测数据,依据在监测间隔期内实施的生态工程建设对云南省石漠化演变类型的影响,分析了不同生态工程建设对石漠化演变类型的成效,并对其进行量化。结果表明,生态工程建设对岩溶地区石漠化演变成效指数为 0.35,说明生态工程建设在促进石漠化顺向演变、遏制石漠化逆向演变中作用显著。文中就各项生态工程建设对石漠化演变类型的成效进行了评价和讨论。

关键词:生态工程建设;石漠化演变;演变类型;成效指数;云南省

中图分类号:S718.557;P931.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0125-05

Influence and Evaluation of Ecological Projects on Rocky Desertification in Yunnan Province

ZHANG Qin-yun¹, SUN Li-juan²

(1. Kunming Branch, Forest Inventory and Planning Institute of Yunnan Province, Kunming 650200, China;
2. Yunnan Forestry Vocational and Technical College, Kunming 650224, China)

Abstract: Using rocky desertification monitoring data of Yunnan karst area, and based on influence of ecological projects implemented during monitoring interval on evolution types of rocky desertification in Yunnan Province, effectiveness of different ecological project on rocky desertification evolution types were analyzed and quantified. The results showed that evolution effectiveness index of ecological projects on rocky desertification in karst area was 0.35; indicating that ecological projects play significant role in promoting forward evolution and curbing reverse evolution in rocky desertification. Effectiveness of various ecological projects on rocky desertification evolution were evaluated and discussed.

Key words: ecological projects; rocky desertification evolution; evolution type; effectiveness index; Yunnan Province

喀斯特地区石漠化已成为全球性的生态问题之一,在我国尤为严重^[1]。石漠化指在热带、亚热带湿润一半湿润气候条件和岩溶极其发育的自然背景下,受人为活动干扰,使地表植被遭受破坏,造成土壤严重侵蚀,基岩大面积裸露,砾石堆积的土地退化现象,是岩溶地区土地退化的极端形式^[2-3]。一般

认为,它是脆弱生态地质背景和人类活动共同作用下的土地退化过程,强烈的岩溶化过程是其产生的主要自然原因,而人类对生态的破坏和土地的不合理利用激发了这一过程,是自然、社会与经济系统发展不协调而导致生态系统严重退化的结果。其治理方式应把生态建设和经济建设融为一体,使生态建

收稿日期:2012-11-07;修回日期:2013-02-06.

作者简介:张钦云(1981-),男,云南镇雄人,助理工程师。从事林业调查规划工作。

设与经济建设协调发展^[4]。目前,虽然已有专家提出了一系列的生态工程恢复模式^[5-7],但总体而言,生态工程建设对石漠化演变的影响缺乏科学数据,难以客观评价生态工程对石漠化的治理成效。本文利用云南省岩溶地区石漠化监测数据,依据在监测间隔期内实施的生态工程建设对云南省石漠化演变情况的影响,分析了不同生态工程对石漠化演变的成效,并对成效进行了量化和评价。

1 石漠化与生态工程建设概况

1.1 石漠化概况

云南省岩溶石漠化监测面积为 794.60 万 hm²,涉及 65 个县 662 个乡。其中:石漠化土地 284.00 万 hm²,潜在石漠化土地 177.10 万 hm²,非石漠化

土地 333.50 万 hm²。在石漠化土地中,轻度石漠化土地 137.40 万 hm²,中度石漠化土地 112.00 万 hm²,重度石漠化土地 25.00 万 hm²,极重度石漠化土地 9.60 万 hm²^[8]。

1.2 岩溶地区生态工程建设情况

按石漠化监测对生态工程的划分,以岩溶地区实施工程面积大于 1 万 hm² 的生态工程项目作为研究对象,这些工程包括石漠化综合治理工程、生态公益林保护工程、退耕还林还草工程、长江珠江防护林工程、天然林资源保护工程 5 个项目,其它工程合并到未实施工程项目的岩溶地区中。岩溶地区实施的上述生态工程建设共 133.23 万 hm²,占岩溶地区面积的 18.01%(表 1)。

表 1 岩溶地区生态工程项目实施面积

Tab. 1 Implementation area of ecological engineering project in karst region

生态工程 项目类型	实施工程						未实施 工程	总计
	石漠化综合 治理工程	生态公益林 保护工程	退耕还林 还草工程	长江珠江 防护林工程	天然林资源 保护工程	小计		
面积/万 hm ²	4.13	23.94	2.80	3.68	98.68	133.23	606.65	739.88
比例/%	0.56	3.24	0.38	0.50	13.34	18.01	81.99	100.00

2 研究方法

2.1 石漠化演变类型评价标准

针对石漠化、潜在石漠化和非石漠化的发生发展趋势情况,将石漠化演变类型分为明显改善型、轻微改善型、稳定型、退化加剧型和退化严重加剧型 5 个类型,其中:明显改善型和轻微改善型为顺向演变,退化加剧型和退化严重加剧型为逆向演变。

1) 明显改善型:石漠化状况顺向演变或者石漠化程度顺向演变 2 级或者 2 级以上。

2) 轻微改善型:石漠化程度顺向演变 1 级。

3) 稳定型:石漠化状况与石漠化程度均没有发生变化。

4) 退化加剧型:石漠化程度逆向演变 1 级。

5) 退化严重加剧型:石漠化状况逆向演变或者石漠化程度逆向演变 2 级或者 2 级以上^[2-3]。

2.2 研究数据来源与处理

本文研究数据来源于云南省岩溶地区石漠化监测。为得到生态工程建设对石漠化演变情况的影响,扣除了第二次石漠化监测中新增监测面积以及

石漠化变化为技术因素等不可比因素的面积,得到 2 期(2005 年、2011 年)可比数据 739.88 万 hm²(表 2)。

表 2 石漠化演变类型统计

Tab. 2 Statistics of rocky desertification evolution types

演变类型	明显 改善型	轻微 改善型	稳定型	退化 加剧型	退化严重 加剧型	总计
面积/万 hm ²	62.03	51.02	584.42	8.77	33.64	739.88
比例/%	8.38	6.90	78.99	1.19	4.55	100.00

2.3 研究方法

生态工程建设是国家生态安全的保障,同时也是治理石漠化的重要手段。用生态工程建设对应各石漠化演变类型面积在该演变类型实施过工程的总面积中所占的比例量化生态工程建设对石漠化演变影响的大小。

生态工程建设实施的好坏不仅检验着生态工程实施的科学性,同时也反映着石漠化治理的成效。生态工程建设对石漠化演变的成效是指生态工程对石漠化顺向演变的促进程度和逆向演变的遏制程

度,主要表现为生态工程建设对应石漠化演变类型在该生态工程在岩溶地区实施的总面积中所占的比例。

成效指数是指各生态工程建设对石漠化演变类型影响的大小,是将生态工程建设对石漠化的治理成效进行量化,它不仅可以改善和提高各生态工程实施的科学性,还可以检验石漠化治理成效,公式为:

$$Y_0 = R \times (S_0 / S_c),$$

$$Y = \sum Y_0,$$

式中, R 为成效参数, S_0 为生态工程对应石漠化演变类型面积; S_c 为该生态工程在岩溶地区实施的总面积; Y_0 为某生态工程对应某石漠化演变类型成效指数, Y 为某生态工程对石漠化演变类型总的成效指数。

成效参数选取:将岩溶地区实施生态工程对应石漠化演变类型为稳定型的成效参数设定为零,顺向演变的为正,逆向演变的为负。其中:将明显改善型的成效参数设定为 2,轻微改善型的成效参数设定为 1,稳定型的成效参数设定为 0,退化加剧型的成效参数设定为-1,退化严重加剧型的成效参数设定为-2。

3 结果与分析

3.1 岩溶地区生态工程建设对石漠化演变的影响

在监测间隔期内,岩溶地区实施的生态建设工

程对岩溶地区石漠化演变有着重要影响,使得石漠化区域生态环境有所改善,石漠化防治工作取得初步成效。岩溶地区实施过生态工程的面积为 133.23 万 hm^2 ,其中:明显改善型为 24.78 万 hm^2 ,占 18.60%;轻微改善型 17.43 万 hm^2 ,占 13.08%;稳定型 79.41 万 hm^2 ,占 59.61%;退化加剧型 2.63 万 hm^2 ,占 1.97%;退化严重加剧型 8.98 万 hm^2 ,占 6.74%。未实施生态工程的面积为 606.65 万 hm^2 ,其中:明显改善型为 37.25 万 hm^2 ,占 6.14%;轻微改善型 33.59 万 hm^2 ,占 5.54%;稳定型 505.01 万 hm^2 ,占 83.25%;退化加剧型 6.14 万 hm^2 ,占 1.01%;退化严重加剧型 24.66 万 hm^2 ,占 4.06%。

岩溶地区实施过生态工程的石漠化顺向演变所占比例明显高于未实施生态工程的顺向演变所占比例,说明生态工程建设对石漠化治理取得了良好的成效;岩溶地区实施过生态工程的石漠化稳定型所占比例大幅低于未实施生态工程的稳定型所占比例,说明实施生态工程后石漠化的稳定性受到影响,改变了石漠化状态;岩溶地区实施过生态工程的石漠化逆向演变所占比例略高于未实施生态工程的顺向演变所占比例,说明生态工程建设对石漠化治理的针对性还不强,实施过程存在不科学、不合理,加之连续几年的严重干旱,使得局部地区石漠化逆向演变。各项生态工程建设对石漠化演变的影响见表 3。

表 3 生态工程建设对石漠化演变的影响
Tab. 3 Effect of ecological projects on desertification evolution

万 hm^2 ; %

工程类型	生态工程建设		石漠化演变类型									
			明显改善型		轻微改善型		稳定型		退化加剧型		退化严重加剧型	
	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例
石漠化综合治理工程	4.13	3.10	0.88	3.55	0.98	5.62	2.09	2.63	0.01	0.38	0.17	1.89
生态公益林保护工程	23.94	17.97	4.37	17.64	2.91	16.70	14.54	18.31	0.10	3.80	2.02	22.49
退耕还林还草工程	2.80	2.10	0.57	2.30	0.56	3.21	1.52	1.91	0.02	0.76	0.13	1.45
长江珠江防护林工程	3.68	2.76	0.65	2.62	0.89	5.11	1.84	2.32	0.03	1.14	0.27	3.01
天然林资源保护工程	98.68	74.07	18.31	73.89	12.09	69.36	59.42	74.83	2.47	93.92	6.39	71.16
实施工程计	133.23	100.00	24.78	100.00	17.43	100.00	79.41	100.00	2.63	100.00	8.98	100.00

由表 3 可以看出,实施生态工程面积中石漠化顺向演变的面积大幅高于逆向演变的面积,说明生态工程对石漠化顺向演变贡献巨大。其中,天然林资源保护工程实施面积最大,其石漠化顺向演变所

占的比例也最大,客观上为石漠化的治理做了巨大贡献,但其退化加剧型所占比例大幅高于其实施面积所占比例,是因为其实施目的和措施并非针对石漠化,同时由于实施中存在各种不足,经营粗放,使

得局部地区石漠化逆向演变;石漠化综合治理工程实施面积较小,但其顺向演变所占比例高于其实施所占比例,逆向演变所占比例低于其实施所占比例,说明石漠化综合治理工程效果明显,但是局部仍然难控制石漠化逆向演变。

3.2 岩溶地区生态工程建设对石漠化演变的成效与评价

生态工程建设对石漠化演变类型的成效见

表 4。

由表 4 可以看出,实施生态工程的岩溶地区石漠化顺向演变所占比例远高于逆向演变所占比例,尤其是石漠化综合治理工程,其顺向演变比例最高,逆向演变比例最低。说明总体上生态工程建设促进了石漠化顺向演变,遏制了石漠化逆向演变,但局部地区石漠化治理难度大,部分工程项目仍然存在经营方式不当和管理不善。

表 4 生态工程建设对石漠化演变类型的成效

Tab. 4 Effectiveness of ecological projects on rocky desertification evolution type

%

工程类型	顺向演变			稳定型	逆向演变		
	明显改善型	轻微改善型	小计		退化加剧型	退化严重加剧型	小计
石漠化综合治理工程	21.31	23.73	45.04	50.61	0.24	4.12	4.36
生态公益林保护工程	18.25	12.16	30.41	60.74	0.42	8.44	8.86
退耕还林还草工程	20.36	20.00	40.36	54.29	0.71	4.64	5.35
长江珠江防护林工程	17.66	24.18	41.84	50.00	0.82	7.34	8.16
天然林资源保护工程	18.55	12.25	30.80	60.21	2.50	6.48	8.98
实施工程计	18.60	13.08	31.68	59.60	1.97	6.74	8.71

各生态工程对石漠化演变类型的成效指数见表 5。

表 5 生态工程建设对石漠化演变类型的成效指数

Tab. 5 Effectiveness index of ecological projects on rocky

desertification evolution type

工程类型	明显改善型	轻微改善型	稳定型	退化加剧型	退化严重加剧型	成效指数
石漠化综合治理工程	0.43	0.24	0.00	0.00	-0.08	0.59
生态公益林保护工程	0.37	0.12	0.00	0.00	-0.17	0.32
退耕还林还草工程	0.41	0.20	0.00	-0.01	-0.09	0.51
长江珠江防护林工程	0.35	0.24	0.00	-0.01	-0.15	0.43
天然林资源保护工程	0.37	0.12	0.00	-0.03	-0.13	0.33
实施工程计	0.37	0.13	0.00	-0.02	-0.13	0.35

由表 5 可以看出,生态工程建设对岩溶地区石漠化演变总体成效为正,成效指数为 0.35,说明生态工程建设促进石漠化顺序演变、遏制石漠化逆向

演变的作用是显著的。在生态工程建设中,石漠化综合治理工程成效指数最高,生态公益林保护工程成效指数最低。

4 讨论

探讨生态工程建设对石漠化演变类型的影响,不仅可以有针对性地完善生态工程建设中存在的问题,而且为改善石漠化治理成效提供决策参考。在实施生态工程的地区,石漠化总体顺向演变大幅高于逆向演变。说明生态工程建设对石漠化治理成效良好,但仍然存在局部逆向演变,甚至部分工程逆向演变比例高于其未实施工程的逆向演变比例;石漠化治理的难度大,由于云南省连续多年的干旱影响了部分工程的治理成效。

1)按成效指数排序可以看出,各工程对石漠化演变的成效高低为:石漠化综合治理工程>退耕还林还草工程>长江珠江防护林工程>天然林资源保护工程>生态公益林保护工程。

2)石漠化综合治理工程对石漠化演变类型成效指数最高,但其实施面积和顺向演变所占比较低,是因为石漠化治理工程针对性强,单位面积投资大,配套工程完善,但覆盖面不广,实施面积小,所以应

继续扩大石漠化治理工程实施范围。

3)天保工程实施面积和顺向演变所占比例最高,但其逆向演变所占比例也最高,成效指数较低,是因为天保工程实施面积大,范围广,工程措施并不专门针对石漠化治理,但也存在部分地区经营不当、管理不善,加上云南省连续多年干旱,使得部分地区石漠化逆向演变。

4)退耕还林还草工程实施面积最小,但其成效指数较高,是因为退耕还林还草工程实施质量较高,验收严格,且实施区域是陡坡耕地,对增加林草植被、减少水土流失成效显著,但涉及面小,今后应加大石漠化地区退耕还林还草工程的实施规模。

5)生态公益林保护工程实施面积较大,顺向演变所占比例也较高,但其逆向演变也较高,成效指数最低,是因为生态公益林保护工程实施在生态脆弱地区,石漠化治理难度大,其实施主要以管护为主,石漠化顺向演变以自然修复为主,而且生态补偿标准低,省级、国家级公益林仅补偿 150 元/hm²,州

(市)、县级公益林几乎没有补偿,影响了治理成效。

参考文献:

- [1] Diamond J. How and why eroded ecosystems should be restored[J]. *Nature*, 1985, 313: 629-630.
- [2] 云南省林业厅. 云南省岩溶地区第二次石漠化监测实施细则[S]. 2011.
- [3] 刘拓. 中国岩溶石漠化——现状、成因与防治[M]. 北京:中国林业出版社, 2009.
- [4] 梁亮. 喀斯特地区石漠化治理的理论模式探讨[J]. 应用生态学报, 2007, 18(3): 595-600.
- [5] 赖兴会. 云南石漠化土地的生态特征及其危机表现[J]. 林业调查规划, 2004, 29(2): 80-82.
- [6] 赖兴会. 云南石漠化土地的分区及其绿化造林树(草)种选择[J]. 林业调查规划, 2002, 27(增刊): 109-111.
- [7] 赖兴会. 云南的石漠化土地及其治理策略[J]. 林业调查规划, 2002, 27(4): 49-51.
- [8] 云南省林业厅. 云南省岩溶地区第二次石漠化监测报告[R]. 2012.

(上接第 124 页)

6 结语

从现地调查结果看,香格里拉县东旺河流域荒漠化非常严重,造成了环境的恶化。植被退化加剧了沙尘暴的发生,流入河流的泥沙增加。同时,发生荒漠化地区也是全县贫困人口最集中的地区,严重制约着当地经济的发展,荒漠化治理工作必须引起各级政府的高度重视。通过与前期对比,在各部们的大力努力下,部份地段已取得很好的治理效果。各级政府必须从实现可持续发展的战略高度,充分认识荒漠化治理的重大意义。

参考文献:

- [1] 董玉祥. 沙漠化若干问题研究[M]. 西安:西安地图出版社, 1995.
- [2] 朱震达. 中国北方沙漠化现状及发展趋势[J]. 中国沙漠, 1985(5).
- [3] 赵廷林,丁国栋,马履. 生态环境建设与管理[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2004.
- [4] 王礼先. 流域管理学[M]. 北京:中国林业出版社, 1999.
- [5] 张玉,宁大. 中国荒漠化灾害的经济损失评估[J]. 中国人口、资源与环境, 1996.
- [6] 张学全,段富. 香格里拉县荒漠化监测报告[R].

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2013.02.030

城市社区植被生态服务功能价值评估

——以北京林业大学校园为例

毕 坤¹, 史明昌¹, 衣晓丹¹, 江伟玲²

(1. 北京林业大学省部共建森林资源培育与保护教育部重点实验室, 北京 海淀区 100083;

2. 阳光凯迪生物能源投资有限公司, 湖北 武汉 430223)

摘要:根据测量数据和研究资料,采用条件价值、替代市场等方法,从调节气候、固碳释氧、净化空气、降低噪音和休闲娱乐等方面评价了北京林业大学社区植被生态系统服务功能的价值。统计得出,社区植被的生态服务功能价值为 80.86 万元/a。其中调节气候价值为 57.2 万元/a,固碳释氧价值为 1.81 万元/a,净化空气价值为 5.89 万元/a,降低噪音价值为 15.60 万元/a,休闲娱乐价值为 0.36 万元/a。提出扩大校园面积,增加乔、灌木层绿量,发展垂直绿化,常绿落叶树种搭配等改善社区植被生态系统服务功能的对策。

关键词:生态系统服务功能;城市社区植被;价值评估;北京林业大学校园

中图分类号:S718.56 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2013)02-0130-05

Value Evaluation of Urban Community Vegetation Ecosystem Service Functions

BI Kun¹, SHI Ming-chang¹, YI Xiao-dan¹, JIANG Wei-ling²

(1. Key laboratory for Silviculture and Conservation of Education Ministry, Beijing Forestry University, Beijing

100083, . China; 2. Sunshine Cadi Bio-energy Group Co., Ltd., Wuhan 430223, China)

Abstract: Based on measurement and research data, Using conditional value, alternative market and other methods, value evaluation of Beijing Forestry University community vegetation ecosystem services was made from aspects of adjusting micro-climate, carbon fixation and oxygen releasing, air purification, reducing noise and recreation. The statistic results showed that eco-service value would be 808.6 thousand Yuan annually, including 572 thousand Yuan for adjusting micro-climate, 18.1 thousand Yuan for carbon fixation and oxygen releasing, 58.9 thousand Yuan for air purification, 156 thousand Yuan for reducing noise and 3.6 thousand Yuan for recreation. Countermeasures to expand the campus area, increase green space area, develop vertical greening, collocate evergreen tree species etc., and have also been proposed for improving urban community vegetation ecosystem service functions.

Key words: ecosystem service function; Urban community vegetation; value evaluation; campus of Beijing Forestry University

收稿日期:2013-01-25.

作者简介:毕坤(1988-),男,山东济南人,硕士研究生。研究方向:林业信息化, GIS 在生态公益林管护中的应用。Email: bikun23@163.com

通信作者:史明昌,男,教授,博士。主要从事地理信息系统开发与应用研究。Email:shimc@bjfu.edu.cn

近年来,随着全球气候变暖、土地荒漠化、生物多样性锐减等全球性生态环境问题的加剧,生态系统的服务性功能逐渐引起人们的重视。自 1997 年, Costanza 首次对生态系统服务功能进行系统归纳研究,大致分为调节气候、固碳释氧、净化空气、降低噪音、休闲娱乐、保持水土、生物能源、林业食物和文化教育等内容^[1]。稍后, Harold 和 Paul 系统地讨论了生态多样性如何影响生态服务功能^[2]。自此,国内外的学者从生态系统过程、服务功能的维持及提高生态系统价值等多方面开展了研究,特别是欧阳志云^[3]等大批学者结合我国实际状况做了开创性的研究。但是,目前对森林生态系统服务功能的价值评价研究大多是在较宏观的层次上以全球、国家、省、大流域等为统计单位,而采用的多是一些粗略的数据资料,导致统计数据精确度不足,使得评价结果的实际操作性差,评价结果较难具有强的说服力和广泛的适用性。另外,相关研究的技术支持手段还比较落后,“3S”技术等高新技术的应用还未得到广泛深入,导致研究速度慢,费工费时,而且研究成果得不到很好地分析、管理和推广应用。

本文对北京林业大学校园进行社区植被生态服务功能及其价值进行了初步计量评价,旨在提高校园绿化规划管理水平,为促进城市社区植被规划建设提供基本的理论支持。

1 研究区概况

1.1 自然概况

北京位于华北平原西北边缘,地处暖温带半湿润大陆性季风气候区,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,春秋两季短促。年均温 12.0~15.0℃,无霜期 180~200 d。据 2012 年《中国气候公报》发布,2011 年北京全年降水量 731.7 mm,13 年首次超过 700 mm,降水季节分配极不均匀,76%集中在 6、7、8 月份。近年来北京冬季、春季多发沙尘暴和雾霾等恶劣天气状况,城区 PM 2.5 值持续超标。

北京林业大学位于北京市海淀区北四环外,人口高度密集。据统计,截至 2011 年 12 月,学校教职工达 1 697 人,在校学生达 32 430 人^[4]。人员结构以 18~25 岁青年学生为主,学校教工和家属区居民为辅,白天有大量活动人群。

1.2 校园植被资源现状

北京林业大学校园占地面积为 46.8 hm²,现有绿地面积约 20.12 hm²,绿化覆盖率达 44.7%。校

园内植物资源种类丰富,根据 2003 年资源与环境学院组织编撰的《校园木本植物志》统计,并结合实地现场调查,有蕨类以上高等植物 33 目 4 科 209 种,其中被子植物 184 种,裸子植物 25 种。落叶乔木主要树种有毛白杨、梧桐、银杏、五角枫、刺槐、皂荚、垂柳、白蜡、杜仲等;灌木主要有金银忍冬、华北紫丁香、榆叶梅、大叶黄杨、华北珍珠梅、月季、连翘等;主要针叶树种有圆柏、雪松、侧柏、油松、白皮松等。

2 生态系统服务功能价值评价方法

本研究就北京林业大学校园植被调节气候、固碳释氧、净化空气、降低噪音和休闲娱乐等生态系统服务功能进行评价和估算。

2.1 调节气候功能

校园植被通过蒸腾作用,将液态的水由叶片的气孔以气态形式散发到空气中,并从环境中吸收热量,降低周围环境的温度,增加湿度,从而达到调节周围环境小气候的作用^[5]。校园植被调节气候的功能可直接减少城市空调的使用,故而这项功能可用替代成本法即减少空调的耗电费来衡量。

2.2 固碳释氧功能

校园植被的生长过程中,利用太阳能发生光合作用吸收 CO₂ 和释放 O₂,以储存有机质的形式将大气中的 CO₂ 固定于植被的地上及地下 2 部分,从而发挥了碳汇或碳库和氧吧的功能。其中,地上部分包括林木的枝、干、叶及林下的草本植物,地下部分包括根、土壤腐殖质和未分解的枯枝落叶^[6]。

首先根据光合作用和呼吸作用方程式计算固定 CO₂ 和释放 O₂ 量,然后采用碳税法 and 造林成本法的平均值来估算北京林业大学校园植被的固定 CO₂ 价值,采用造林成本法和工业制氧的影子价格^[7] 的平均值估算释放 O₂ 的价值。

2.3 净化空气功能

校园植被对空气的净化作用主要包括 3 方面:森林吸收有毒物质作用;森林的滞尘作用;森林杀菌作用。对于目前我国城市环境较普遍的酸雨和尘污染来说,其净化功能可认为已得到有效发挥。本次试验研究了植被吸收 SO₂ 和滞尘 2 种功能进行评价,进而反映净化空气功能的价值^[8]:

1) 森林对 SO₂ 的吸收,可采用面积—吸收能力法、阈值法、叶干质量估算法。

2) 通常采用森林的平均滞尘能力乘以森林面积,再乘以削减粉尘的成本,计算植被的吸烟滞尘

价值。

2.4 降低噪音功能

植被可以通过分散反射、过滤声波和枝叶微振来降低城市噪音。没有树木的高层建筑的街道上空,其噪声要比种有行道树的街道高 5 倍以上。一般公路两边各造 10 m 林带,可降低噪音 25%~40%^[9]。

2.5 休闲娱乐功能

校园植被以多样的植物形态、生态特征以及绚烂多姿的色调,增添了社区美感,为学校师生和社区居民创造了休闲游憩的环境,提供了文化娱乐的场所。可根据北京市 11 个森林公园平均最大游憩收益^[10]来计算。

3 校园植被生态系统服务功能价值评估

3.1 调节气候价值

据测定,校园内平均每株乔木蒸发一昼夜的调温效果等于 800 kJ,相当于 1 台 1.5 匹空调机(制冷功率为 1 100W)在 40 m² 室内工作 8h。以普通节能型变频空调机单位耗电量 0.9 度/(h·台),电费 0.50 元/度计,则为 0.45 元/(h·台)。经实地调查,校园内健康树木约有 3178 株,北京市居民每年使用空调器的时间平均为 50d,得到北京林业大学校园植被调节气候功能的经济价值为:

$$3178 \text{ 株} \times 1 \text{ 台/株} \times 8 \text{ h/d} \times 50 \text{ d/a} \times 0.45 \text{ 元/(h} \cdot \text{台)} = 572040 \text{ 元/a}$$

3.2 固碳释氧价值

按照光合作用法计算得到北京林业大学校园植被每年固定 CO₂ 的数量为 20.28 t,释放 O₂ 的数量为 15.02 t。据侯元兆等人^[11]测定,我国固碳造林的成本为 273.3 元/t,采用造林成本法求出固定 CO₂ 的价值为 5 542.5 元/a;运用国际通常使用的瑞典碳税率法,大约为 150 美元/t^[12],美元对人民币汇率计为 1 6.28,估算出校园植被固定的价值为 19 103.8 元/a。取 2 种方法的平均值得到北京林业大学校园植被每年固定 CO₂ 的价值为 12 323.2 元/a。使用中国造林制氧成本 369.7 元/a^[13],计算得到北京林业大学校园植被释放 O₂ 的经济价值为 5 552.9 元/a;根据工业制 O₂ 的影子价格 400 元/t,可推算得校园植被释放 O₂ 的经济价值为 6 008.0 元/a,取 2 种方法的平均值得到北京林业大学校园植被释放 O₂ 的经济价值为 5 780.4 元/a。

3.3 净化空气价值

3.3.1 吸收 SO₂ 的价值。

根据《中国生物多样性国情研究报告》,阔叶林对 SO₂ 吸收能力值为 88.65 kg/(hm²·a),针叶林平均吸收能力值为 215.60 kg/(hm²·a),每削减 1t SO₂ 的投资成本为 600 元。采用吸收能力法,阔叶树吸收 SO₂ 为 1 272.9 kg/a,针叶树吸收 SO₂ 为 1 242.1 kg/a,则北京林业大学植被每年吸收 SO₂ 的价值为 1 509.0 元。

3.3.2 植被滞尘的价值。

据研究,阔叶林滞尘能力为 10.2 t/(hm²·a),针叶林滞尘能力为 33.20 t/(hm²·a),削减粉尘的成本为 170 元/t^[14]。研究得到校园植被每年滞尘的价值为 57 409.7 元/a。

因此,北京林业大学校园植被净化空气的总经济价值为:

$$1509.0 \text{ 元/a} + 57409.7 \text{ 元/a} = 58918.7 \text{ 元/a。}$$

3.4 降低噪音价值

目前降低噪声价值的估算是以造林成本的 15%计算。经统计得北京林业大学校园植被蓄积量约为 650 m³,以平均造林成本 240.03 元/m³^[15]计,则北京林业大学校园植被降低噪音的价值为 156 019.5 元/a。

3.5 休闲娱乐价值

根据北京 11 个森林公园年均最大游憩收益,测算得到北京林业大学校园植被休闲娱乐价值为 3 563.0 元/a。

整理上述校园植被各项生态价值得出,北京林业大学校园植被生态系统服务功能总价值为 752 071.6 元/a,各生态系统服务功能价值比较如表 1 所示。

表 1 北京林业大学校园植被生态系统服务功能价值
Tab. 1 Vegetation ecosystem service functions value of Beijing Forestry University urban community

项目	价值评价/(元·a ⁻¹)	价值构成/%
调节气候功能	572040.0	70.74
固碳释氧功能	18103.6	2.24
净化空气功能	58918.7	7.29
降低噪音功能	156019.5	19.29
休闲娱乐功能	3563.0	0.44
合计	808644.8	100.00

4 结论

北京林业大学校园拥有种类丰富的植被资源,经过多年的绿化建设,绿地面积约 20.12 hm²,绿化覆盖率已达 44.7%。经过测算得出,生态服务功能总价值为 80 9481.3 元/a(表 1)。其中植被调节气候功能价值为 572 040 元/a,占生态服务功能总价值的 70.74%;植被固碳释氧功能价值 18 103.6 元/a,占生态服务功能总价值的 2.24%;植被净化空气功能价值 58 918.7 元/a,占生态服务功能总价值的 7.29%;植被降低噪音功能价值 156 019.5 元/a,占生态服务功能总价值的 19.29%;植被休闲娱乐功能价值 3 563 元/a,占生态服务功能总价值的 0.44%。各项生态服务功能价值关系是:调节气候功能>降低噪音功能>净化空气功能>固碳释氧功能>休闲娱乐功能。

从表 1 分析可知,植被调节气候功能价值占比例最大,是北京林业大学校园植被最重要的生态服务功能。校园植被在调节气候、降低噪音和净化空气等三方面发挥作用突出,价值之和占总服务功能价值的 97%以上。随着城市化进程的加快,大量化石燃料的燃烧增加了温室气体的排放,城市的热岛效应也日趋严重,因此,城市绿地中调节气候的功能价值凸显。周边楼房建筑施工、通行车辆行驶以及校园运动场等是校园环境所面临的主要噪音来源,校园内乔灌草多层次搭配、行道树和绿篱的有效设置,充分保障了在校师生工作学习生活时拥有一个舒适安静的环境。近年来,北京市整体空气质量堪忧,空气中 PM 2.5 严重超标,连续出现严重的雾霾天气,虽然社区植被在净化空气中发挥了一定的作用,但因针叶树株数较少,冬季空气受外界影响依然较大。另外,校园植被在固碳释氧和休闲娱乐方面功能价值偏低,造成这个问题有若干原因:校园占地面积过小,仅有 46.7 hm²,即便是绿化覆盖率高达 44.7%,其固碳释氧量有限,直接影响了植被的固碳释氧功能;虽然学子情、主楼后、红楼南等休闲区域之间有一定的连贯性,但校内休闲设施数量和游憩空间不足,高大乔木数量有限,阔叶树种占据主导地位,常绿树种相对不足等是校园植被休闲娱乐功能价值偏低的原因。

5 社区植被生态系统服务功能改善对策

5.1 扩大校园面积

学校教职工达 1 697 人,在校学生达 32 430

人,而学校占地面积仅有 45 hm²。在学校人数短期内无法大幅度减少的情况下,扩大校园面积是一项可行的措施,可以通过合并收购周边闲置地段补充校内植被资源,使其发挥更大的固碳释氧和休闲娱乐功能。在条件允许的情况下,可以在学校林场开设整个固定教学生活区,并迁入相关专业的师生,减缓本校的人口压力。

5.2 增加乔、灌木层绿量

草坪层乔、灌木相比,草坪层厚度小、绿量少,生态功能弱、种植及维护费用高,不利于生物多样性保护,而茂密森林层厚度高,两者绿量差别明显。在不影响整体视觉美观度前提下,尽可能把草坪改造成乔、灌、草混交复层林,改善植物空间结构。采用复层林配置,把乔木、灌木、藤本、草本植物配置在一个种群间互相协调的生物群落中,有复合的季相和相宜的色彩,具有不同生态特性的植物能各得其所,能充分利用阳光、空气、土地空间、养分、水分等构成一个和谐有序的群落。这样就可以在有限的土地上最大限度地发挥植被的生态功能和社会效益。

5.3 发展垂直绿化

垂直绿化包括墙面、屋顶面、室内、阳台和利用攀援植物进行的棚架式垂直绿化。垂直绿化能充分利用了土地和空间,在短期内形成绿化效果,美化环境,还可以改善师生学习生活的环境质量。墙面绿化可保护墙体结构和保持室内适宜温度、湿度,增加空气负离子,减少粉尘和噪声。另外,楼顶面积占整个校园面积的比重较大,所以楼顶绿化可以大大提高绿化覆盖率,不仅有效提高校园植被发挥降低温度、固碳释氧等方面的功能,而且可以提供休闲娱乐的场所。

5.4 常绿落叶树种搭配

近来,北京市冬季空气污染问题逐渐突出,城区 PM_{2.5} 值连续突破 300 μg/m³。为提高校园植被冬季的防护效果和各项生态服务功能的体现,维持冬季较高的绿量是关键。在立地条件允许的情况下,可以适当补种滞尘能力较高的侧柏、刺柏、圆柏、油松等常绿树种。

6 讨论

目前,基于对森林生态效益的货币表现存在不同的认识,森林生态效益的评估方法多种多样,但并未形成一种世界各国所公认的方法。我国虽然对生态效益评估的研究起步较晚,但近年来发展较快,并有自己一套较为系统的理论,在引进国外评估方法

上也进行了尝试。本研究借鉴其中相应的条件价值法、替代市场法,对北京林业大学社区植被生态服务功能价值进行了评估。评估结果有助于人们对身边植被生态服务功能的认识,不仅可以为校方制定生态环境建设和改造方案提供参考,也可成为城市居民日常环境教育的依据,促进城市社区植被规划完善,充分发挥生态服务功能,进而从整体上推动绿色城市建设。

参考文献:

- [1] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al The value of the world's ecosystem services and natural capital. [J]. *Nature*, 1997, 387(6630):253-260.
- [2] Harold A M, Paul R E. *Ecosystem services: A fragmentary history* [M]// Daily G. *Natures Services; Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington DC: Island Press, 1997.
- [3] 欧阳志云,王效科,苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. *生态学报*, 1999, 19(5):608-613.
- [4] 北京林业大学学校简介, [数据源自: <http://www.bjfu.edu.cn/xxgk/57593.htm>].
- [5] 梁娟,蔺银鼎. 城市森林对周边小气候时空格局的影响[J]. *中国农学通报*, 2007, 23(7):379-385.
- [6] Schimel, D. S. *Terrestrial ecosystems and the carbon cycle* [J]. *Global Change Biology*, 1995 (1):77-91.
- [7] 肖寒,欧阳志云,赵景柱,等. 森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探——以海南尖峰岭热带森林为例[J]. *应用生态学报*, 2000, 4(11):481-484.
- [8] 赵同谦,欧阳志云,郑华,等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. *自然资源学报*, 2004, 4(7):480-491.
- [9] 蒋美珍. 城市绿地的生态环境效应[J]. *浙江树人大学学报*, 2003, 3(1):79-82.
- [10] 余新晓,秦永胜,陈丽华,等. 北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究[J]. *生态学报*, 2002, 22(5):783-786.
- [11] 侯元兆,张佩昌,王琦,等. 中国森林资源核算研究[M]. 北京:中国林业出版社,1995.
- [12] 康文星. 森林生态系统服务功能价值评估方法研究综述[J]. *中南林学院学报*, 2005, 25(6):128-131, 145.
- [13] 中国生物多样性国情研究报告编写组. 中国生物多样性国情研究报告[M]. 北京:中国环境科学出版社,1998.
- [14] 靳芳,张振明,余新晓,等. 甘肃祁连山森林生态系统服务功能及价值评估[J]. *中国水土保持科学*, 2005, 3(1):53-57.
- [15] 高琼,李月辉,肖笃宁,等. 沈阳市域森林生态系统服务功能价值评估[J]. *东北林业大学学报*, 2008, 36(2):69-72.

《林业调查规划》投稿指南

《林业调查规划》是全国性的林业科技类期刊,大16开本,国内外公开发行。本刊任务是报道林业和与林业有关的理论及实践研究成果、综合评述等。设有森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性、森林保护、林火研究、生态建设、自然保护区等多个栏目。本刊已被多个期刊数据库全文收录,为中国科技核心期刊和中国林业核心期刊,荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖。

1 来稿要求

1.1 文章内容与字数: 要求文稿真实、准确地反映当前林业生产、科研的新成果,内容具有先进性、科学性、实用性。来稿字数以4 000~8 000字为宜(含图表)。如为基金项目,请注明论文的基金资助名称和项目编号。

1.2 文题: 文题要言简意赅,以不超过20字为宜。

1.3 署名: 作者署名不超过5人,第一作者应是稿件的执笔人和修改人,作者之间用逗号“,”隔开。

1.4 单位: 要写全称,并注明所在省(区)、市(县)和邮编。

1.5 摘要和关键词: 摘要内容应完整准确概括论文的实质性内容,包括研究目的、方法、结论等要素,并具有独立性和自明性,不加注释和评论,不用“本文”、“笔者”等主语,字数控制在200字以内。关键词应选择紧扣文章主题、反映文章内容的单词、词组或术语3~8个,中间用分号“;”隔开,最后一个词不加标号。

1.6 正文: 正文中的各层次标题用阿拉伯数字连续编写,如1;1.1;1.1.1;2;2.1……,顶格书写,层次划分不超过3级。

1.7 图和表: 应有自明性,切忌与文字表述重复。插图要求用计算

机绘制,图序和图题应标在图的下方;采用三线表设计,不要表墙,表中参数应标明量和单位符号。

1.8 量、单位和符号: 请使用法定计量单位,量名称及符号、单位、数字等应符合国家标准,书写要规范,外文字母和符号必须注明大小写、正斜体及上下角标。例如:长度单位:km、m、cm、mm;面积单位:hm²、m²、dm²、cm²;体积单位:m³、l、ml;质量单位:t、kg、g、mg;时间单位:a、d、h、min、s。

1.9 数字的写法: 凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方,均应使用阿拉伯数字;公历世纪、年代、年、月、日均用阿拉伯数字。年代不能简写。

1.10 参考文献: 只列出作者直接阅读过并已公开发表的主要文献,未发表的著作、论文集、内部资料不列入参考文献范围。采用顺序编码制,即按文中出现的顺序连续编号,并用阿拉伯数字加方括号标于文中适当位置的右上角,并与文末参考文献序号对应一致。著录格式如下:①期刊:[序号]

作者(3人以上须满足3人后加等)。篇名[J]。刊名,年,卷(期);起止页码。②图书:[序号]作者。书名[M]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。③论文集:[序号]作者。篇名[A]。编著者。论文集名[C]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。④电子文献:[序号]主要责任者。电子文献题名[电子文献及载体类型标识]。电子文献的出处或可获得地址,发表日期/引用日期(任选)。参考文献类型代码分别为:普通图书[M]、会议录[C]、汇编[G]、报纸[N]、期刊[J]、学位论文[D]、报告[R]、标准[S]、专利[P]、数据库[DB]、计算机程序[CP]、电子公告[EB]。电子文献载体类型标志如下:磁带[MT]、磁盘[DK]、光盘[CD]、联机网络[OL]。对于专著、论文集中析出的文献,其文献类型标识采用[A],对于其他未说明文献类型的标识采用[Z]。每一参考文献条目的最后均以“.”结束。

作者对以上要求如有不明,可参考本刊近期文章或咨询编辑部。投稿前请对稿件认真逐项修改,补充有关内容。

2 投稿与稿件处理

1)投稿前,请登录本刊网站(<http://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx>)认真阅读本刊投稿指南中的各项说明,投稿后请电话告知编辑部以便查对。

2)本刊实行严格的审稿制度,稿件送相关专家审阅,并由编委会讨论定稿。来稿请勿一稿多投。编辑部收稿后将在10日内通知作者审稿结果。

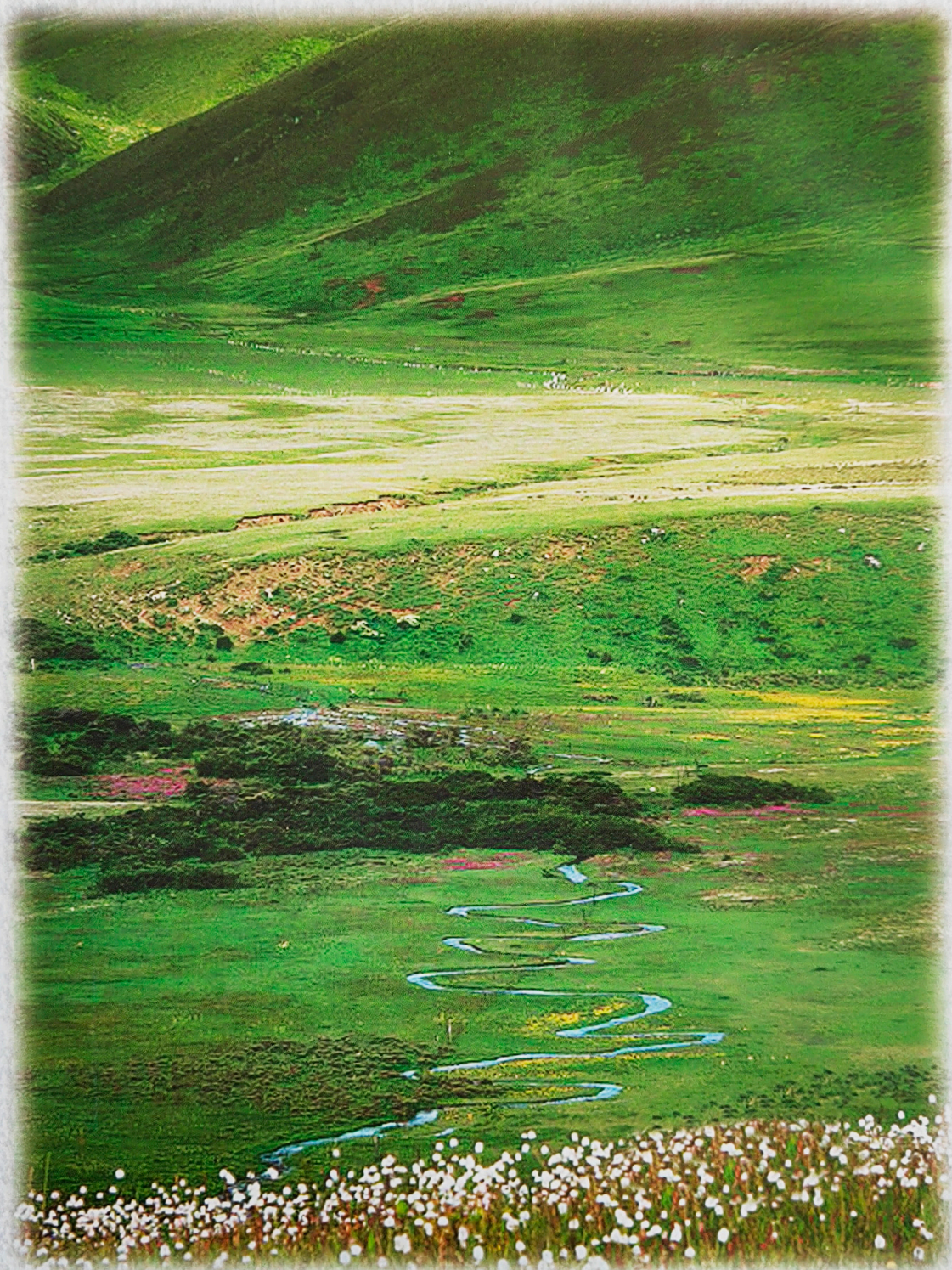
3)来稿一经刊用,将按规定收取专家审稿费,根据论文所占版面情况收取论文发表费,并付给作者稿酬。具体数额以本刊所发通知为准。另外,来稿所在当期期刊出版后,本刊将寄赠作者2册。对具创新性、高质量稿件,优先安排发表,并根据创新性水平减、免审稿费和版面费,稿酬从优。

4)来稿发表后,文章著作权归作者所有,文责自负,其编辑版权属本刊所有。

5)为拓宽学术交流渠道,本刊已加入“中国期刊全文数据库”和“数字化期刊群”等期刊数据库,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意文章入编,投稿时敬请说明。

6)本刊编辑部保留对来稿进行必要的文字修改、删节的权利,如作者不允许修改,请在来稿中注明。

7)编辑部地址:650051,云南省昆明市盘龙区人民东路289号,云南省林业调查规划院《林业调查规划》编辑部(电话:0871-63318347;Email:ynfip@vip.163.com;传真:0871-63318347)。



高原草甸

国内定价：10.00元（全年60.00元）
Price (abroad): 5.00 dollars (30.00 dollars yearly)

广告经营许可证号：5300004000093

ISSN 1671-3168



9 771671 316059