

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39卷 第4期  
Vol.39 No.4

2014 4

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39卷 第4期 (总第194期) 2014年8月

# Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 39 No. 4 (Sum No. 194) Aug. 2014

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 张子翼

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 张子翼  
张正全 张良实 李东 李建友 李春燕  
周远 周小平 杨建祥 胥辉 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: ZHANG Zi-yi

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, ZHANG Zi-yi, 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 张子翼

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: ZHANG Zi-yi

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 20.00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 39 卷 第 4 期

(总第 194 期)

2014 年 8 月

## 目 次

### ●森林经理

- 基于全极化 SAR 影像土地覆盖分类研究 ..... 田传召,范怀刚,岳彩荣,等(1)  
新疆地区地表反射率的时空变化分析 ..... 曹霸,杨小梅,岳彩荣(5)  
基于 Landsat 8 影像的西双版纳森林覆盖信息提取研究 ..... 杨正斌,余东莉(10)  
基于 ArcGIS 的林业专题图符号库的建立 ..... 李元杰(16)  
景洪市普文镇近年土地利用变化特征分析 ..... 文勇军,付小勇,周晓(21)

### ●研究与探索

- 中国滨海湿地及其生态系统服务功能研究概述 ..... 李伟,崔丽娟,赵欣胜,等(24)  
马尾松一代种子园母树营养特点研究 ..... 潘琼蓉(31)  
木棉植物相关研究进展 ..... 田向楠,伍建榕,郑艳玲,等(36)  
白马鸡的人工孵化研究 ..... 提布,肖林,江初农布,等(42)

### ●自然保护区

- 自然保护区生态旅游健康度的概念辨析与评价体系构建 ..... 鲁小波,陈晓颖,马斌斌,等(46)  
自然保护区在建设生态文明和美丽云南中的地位与作用 ..... 郑进焯,吴霞,华朝朗,等(51)  
广西大明山国家级自然保护区与周边社区协调发展研究 ..... 李杰霞,李顺利(54)  
云南省水生生物保护区现状及保护建议 ..... 杨树国,陈斐,曹国艳(57)

### ●生物多样性

- 西双版纳石灰山季节雨林兰科植物区系特征 ..... 黄国良,王涛(61)  
东折棱河椴树红松林和云冷杉红松林生物多样性比较 ..... 马菁(65)

### ●森林资源管理

- 甘肃木兰科植物种质资源调查及应用研究 ..... 何彦峰,王晓春(69)  
云南省湿地资源保护管理现状及建议 ..... 宋永全(74)  
基于 VBA 的云南省基层林业工作站信息管理系统的设计与构建 ..... 钱发斌,艾建林,杨建祥,等(80)  
云南省重点保护野生植物资源调查信息管理系统研建 ..... 冷天熙,年顺龙(84)

### ●林产业开发

- 精深加工视野下的云南木本油料产业发展 ..... 高志昂,谢萍(90)  
云南省园林苗木产业发展对策及发展模式探讨 ..... 魏园,文明,朱鸿铭(93)

### ●营造林技术

- 昆明市海口林场 3 种桉树低温冻害调查与造林前景分析 ..... 王亚婷,李子光,何银忠,等(98)  
“大姚三台核桃”良种采穗圃营建技术研究 ..... 施庭有,白永顺,董静(101)  
丽江市山区高效核桃栽培模式初探 ..... 李宏,木伟军,徐长山,等(106)  
昆明市主要城镇面山及交通沿线荒山荒坡现状与造林绿化对策 ..... 宋升治,李菊彩,马骏,等(110)  
光皮桦不同混交模式造林效果研究 ..... 刘国昌(114)  
广东省林业工程造林成效评价系统的研究与实现 ..... 孟先进(120)

### ●论坛

- 紫荇泽兰能源化利用初探 ..... 曾国揆(125)  
腾冲县香叶树产业发展现状与对策 ..... 谢令菊(128)  
后林改时代林权抵押贷款评估特点、问题及对策 ..... 刘祖军,马龙波(131)

### ●试验研究

- 施肥对川滇桉木幼苗叶绿素含量及光合生理的影响 ..... 刘英杰,郑增方,王齐,等(135)  
蔗糖和 B<sub>12</sub> 对昆明地区油橄榄扦插生根的影响 ..... 王有兵,王亚婷,严毅,等(139)  
美国竹柳在临沧市的引种试验 ..... 李秀君(142)

### ●苗木培育

- 柚木截杆苗培育技术研究 ..... 张荣贵(146)  
赤桉苗木抗旱性研究 ..... 李德,李福秀(151)  
不同轻型基质对桉树组培苗生长的影响 ..... 郑金镇,彭来真,曹春鹏,等(158)

- 纳木错圣湖 ..... 张子翼摄(封面)  
猕猴的家園 ..... 杨云锦摄(封底)

## Contents

### ● Forest Management

Land Cover Classification based on Perfect Polari-metric SAR Images ..... TIAN Chuan-zhao, et al (1)

Spatial Variation Analysis of Surface Reflectance in Xinjiang Region ..... CAO Ba, et al (5)

Information Extraction of Xishuangbanna Forest Coverage Based on Landsat8 Image ..... YANG Zheng-bin, et al (10)

ArcGIS-based Establishment of Forestry Thematic Map Symbol Library ..... LIYuan-jie (16)

Land Use Change Characteristic Analysis of Puwen Township in Recent Years ..... WEN Yong-jun, et al (21)

### ● Research and Exploration

An Overview of Chinese Coastal Wetland and Their Ecosystem Services ..... LI Wei, et al (24)

Seed Tree Nutritional Characteristics in Generation Seed Orchard of *Pinus massoniana* ..... PAN Qiong-rong (31)

Research Progress on *Bombax ceiba* ..... TIAN Xiang-nan, et al (36)

Research on Artificial Hatching of White Eared-pheasant ..... TI Bu, et al (42)

### ● Nature Reserve

Concept of Nature Reserve Ecotourism Health Degree and Its Evaluation System Building ..... LU Xiao-Bo, et al (46)

Preliminary Discussion on Position and Function of Natural Reserve in Construction of Ecological Civilization and Beautiful Yunnan ..... ZHENG Jin-xuan, et al (51)

Research on Coordinated Development of Damingshan National Nature Reserve and Surrounding Communities ..... LI Jie-xia, et al (54)

Aquatic Life Nature Reserve Status and Its Recommendations in Yunnan Province ..... YANG Shu-guo, et al (57)

### ● Biodiversity

Floristic Characteristics of Orchid in Limestone Rainforest of Xishuangbanna ..... HUANG Guo-liang, et al (61)

Biodiversity Comparison of Tilia Tuan-Korean Pine Forest and Spruce Fir-Korean Pine Forest in Dongzhelinghe ..... MA Jing (65)

### ● Forest Resource management

Survey and Application on Germplasm Resources of Magnoliaceae Plants in Gansu Province ..... HE Yan-feng, et al (69)

Conservation Management Status of Wetland Resources and Its Recommendations in Yunnan Province ..... SONG Yong-quan, et al (74)

Design and Construction of Yunnan Township Forestry Workstation Information Management System Based on VBA Programming Language ..... QIAN Fa-bin, et al (80)

Design and Construction of Yunnan key Protected Wild Plants Resources Information Management System ..... LENG Tian-xi, et al (84)

### ● Forestry Industry Development

Deep-processing Perspective of Yunnan Woody Oil Plant Industry Development ..... GAO Zhi-ang, et al (90)

Development Measures and Pattern of Yunnan Ornamental Nursery Stock Industry ..... WEI Yuan, et al (93)

### ● Afforestation Techniques

Investigation on Freeze Injury and Afforestation Prospect Analysis of Three Eucalyptuses in Haikou Forest Farm ..... WANG Ya-ting, et al (98)

Cutting Orchard Constructing Techniques of *Juglans sigillata* ..... SHI Ting-you, et al (101)

Efficient Mode of Walnut Cultivation in Mountainous Region of Lijiang City ..... LI Hong, et al (106)

Barren Mountain and Slopes Status at Traffic Side and Main Face Mountain Township of Kunming and Its Countermeasures of Forestation ..... SONG Sheng-zhi, et al (110)

Afforestation Effect of Different Mixed Patterns of *Betula luminifera* ..... LIU Guo-chang (114)

Research and Implementation of Performance Evaluation System of Guangdong Province Forestry Engineering Afforestation ..... MENG Xian-jin (120)

### ● Forum

Study on Utilization of *Eupatorium adenophorum* as Energy Resources ..... ZENG Guo-kui (125)

Industrial Development Situation of *Lindera communis* in Tengchong County ..... XIE Ling-ju (128)

Characteristic Problem and Solution for Forest Right Mortgage Loan in Post Forestry-reform Era ..... LIU Zu-Jun, et al (131)

### ● Experimental Research

Effects of Fertilization on Chlorophyll Content and Photosynthetic Physiology of *Alnus Cremastogyne* ..... LIU Ying-jie, et al (135)

Effects of Sucrose and B<sub>12</sub> on the Cuttage Rooting of Olive ..... WANG You-bing, et al (139)

Introduction Test of *Salicaceae magnoliophyta* in Lincang ..... LI Xiu-jun (142)

### ● Seedling Cultivation

Study on Cultivation Technique for Stem-cut Seedling of *Tectona grandis* L. f ..... ZHANG Rong-gui (146)

Drought Resistance of *Eucalyptus camaldulensis* Seedling ..... LI De, et al (151)

Effect of Different Light Mediums for Eucalyptus Tissue Cultural Seedling Growth ..... ZHENG Jin-zhen, et al (158)

Lake Nam ..... Photographed By ZHANG Zi-yi (Front cover)

Home of Macaque ..... Photographed By YANG Yun-jin (Back cove)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.001

## 基于全极化 SAR 影像土地覆盖分类研究

田传召, 范怀刚, 岳彩荣, 吕佳, 王栋  
(西南林业大学, 云南 昆明 650224)

**摘要:**基于云南石林地区 2009 年 4 月 23 日的 ALOS PALSAR 的 L 波段全极化散射矩阵单视复数据, 利用欧空局 PolSARPro 软件强大的极化处理功能, 首先对数据进行极化分解, 然后利用  $H/\alpha/A$ -Wishart 分类方法对该地区进行分类研究, 利用 2007 年的森林资源二类调查数据作为真实样本数据进行精度检验。结果表明, 全极化 SAR 数据可有效识别出建筑用地、林地、耕地、裸地和水域 5 种地物覆盖类型, 总体分类精度达 80.87%。

**关键词:**土地覆盖分类; PALSAR; 全极化; SAR 影像; 极化分解

中图分类号: S771.8; S758.4 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0001-04

## Land Cover Classification based on Perfect Polari-metric SAR Images

TIAN Chuan-zhao, FAN Huai-gang, YUE Cai-rong, LU Jia, WANG Dong  
(Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** Based on the perfect polari-metric scattering matrix haploopia data of ALOS PALSAR's L-band at April 23, 2009 in stone forest, Yunnan Province, combined with ESA PolSARPro polarization powerful processing software, the data was polarization decomposition, and then using  $H/\alpha/A$ -Wishart classification method, this region has been studied and conducted accuracy test by the use of 2007 forest resource inventory data as the real sample data. The results showed that perfect polarimetric SAR data could effectively identify five types' lands of building land, woodland, arable land, bare land and waters area, and the overall classification accuracy was counted for 80.87%.

**Key words:** land cover classification; PALSAR; perfect polar metric; SAR images; polarization decomposition

合成孔径雷达(Synthetic Aperture Radar, SAR)系统是目前应用比较广泛的一种雷达系统。相较于光学遥感影像, SAR 具有无可替代的优势。极化 SAR 不仅具备传统雷达全天候、全天时和穿透植被等特殊对地观测能力, 而且具备不同极化通道及其组合对目标散射体的形状和方向很敏感的特性。因

此, 极化 SAR 成为雷达微波遥感的前沿技术。纵览目前国内外已有的极化 SAR 图像分类方法, 大体分以下几类: ①基于统计分布的方法, 主要是图像在某种准则下进行分类, 前提是假设该极化 SAR 图像像元服从某种统计性分布, 此类算法主要以最大似然准则 ML 和最大后验概率准则 MAP 为主<sup>[1]</sup>; ②基于

收稿日期: 2014-05-05.

基金项目: 国家自然科学基金(31260156); 基于 TerraSAR-X/TanDEM-X 极化干涉数据森林树高反演; 西南林业大学科技创新基金资助项目; 利用多时相全极化 ALOS PALSAR 数据提取森林树高信息。

作者简介: 田传召(1989-), 男, 山东菏泽人, 硕士研究生。主要从事遥感及地理信息系统应用研究。Email: 604252865@qq.com

通信作者: 岳彩荣(1964-), 男, 云南建水人, 博士, 教授, 博士生导师。主要从事遥感和 GIS 应用的教学和科研。Email: cryue@163.com

神经网络极化 SAR 分类算法, 此类方法是在没有数据先验知识的前提下, 神经网络根据训练学习获得网络各种参数, 不需要对原始类别做任何概率分布假设, 基于神经网络自身特性, 越来越多地应用到 SAR 图像分类研究中; ③基于目标分解的极化 SAR 图像分类算法, 2007 年, 中国科学院曹芳等人提出在 SPAN/H/α-Wishart 分类结果的基础上, 基于反熵 A 的特性将类别分为 48 类后, 再利用 Wishart 分类器进行边界调整, 后对类别做合并运算<sup>[2]</sup>。

本文以 ALOS PALSAR 全极化雷达数据为数据源, 根据全极化 SAR 数据的统计特性和极化分解技术理论, 对全极化 SAR 数据进行了数据处理研究和地类提取分类研究。

### 1 实验区概况及数据源

石林彝族自治县位于云南省东部, 昆明市东南部, 属昆明市所辖的远郊县。全县国土面积 1 719 km<sup>2</sup>, 县城所在地海拔 1 679.8 m, 人口 24 万, 少数民族人口约占总人口的 34%。年均温 15.6℃, 最高温 31.6℃, 最低温 0.8℃, 降水量 954.2 mm, 日照时间 1 616.6 h, 总蒸发量 1 765.2 mm, 无霜期 263 d。森林覆盖率 37.02%, 云淡风清, 空气清新, 是最佳的旅游目的地和最适宜人居的生态环境。

实验数据为 2009 年 4 月 23 日的 ALOS PALSAR 的 L 波段全极化散射矩阵单视复数据。同时收集了本研究区域 2007 年的森林资源二类调查数据。

### 2 极化分解理论

本文采用的 Cloude-Pottier 分解方法, 1997 年 Cloude 和 Pottier 提出了一种基于相干矩阵特征分解的极化目标分解方法<sup>[3]</sup>。

由于相干矩阵  $T_3$  为半正定的 hermitian 矩阵, 因此它可以写成下列形式:

$$T_3 = U_3 \Lambda U_3^{*T} = U_3 \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{bmatrix} U_3^{*T}, U_3 = [u_1 u_2 u_3] \quad (1)$$

式中, \*<sup>T</sup> 表示复共轭转置,  $\Lambda$  的对角元素  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq 0$  是相干矩阵  $T_3$  的特征值,  $U_3$  为酉矩阵, 其元素  $u_1, u_2, u_3$  则是对应于  $T_3$  的特征值的正交特征向量, 表示为:

$$u_i = [\cos\alpha_i e^{i\varphi_i} \sin\alpha_i \cos\beta_i e^{i\delta_i} \sin\alpha_i \sin\beta_i e^{i\gamma_i}]^T (i = 1, 2, 3)$$

因此相干矩阵  $T_3$  又可写为 3 个相互独立的相干矩阵之和:

$$T_3 = \sum_{i=1}^3 \lambda_i [T_i] = \sum_{i=1}^3 \lambda_i u_i u_i^{*T}, [T_i] (i = 1, 2, 3) \quad (2)$$

这 3 个矩阵分别代表 3 种散射机制, 对应的  $\lambda_i$  表示其散射强度, 因此总散射功率计算公式为:

$$SPAM = |S_{HH}|^2 + 2|S_{HV}|^2 + |S_{VH}|^2 = \sum_{j=1}^3 \lambda_j \quad (3)$$

其中每种散射机制所占的比率为:  $P_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^3 \lambda_j}$

为了更容易地对相干矩阵特征分解提供的物理信息进行分析, Cloude 和 Pottier 定义了 3 个物理量<sup>[4]</sup>:

1) 散射熵 (Entropy)  $H$ :

$$H = -\sum_{i=1}^3 P_i \log_3 P_i \quad (4)$$

散射熵 ( $0 \leq H \leq 1$ ) 是对同一分辨单元内总散射机制的反映, 描述了媒质散射的随机性。当  $H$  值很小时, 认为整个系统弱去极化, 分辨单元内占主导地位的散射机制的目标散射矩阵为最大特征值所对应的特征向量, 其他特征向量可以忽略。当  $H$  值很大时, 目标去极化效应很强, 分辨单元内不再只包含一个等效的散射矩阵, 需考虑所有的特征向量。随着  $H$  值的增大, 由可分辨出的散射类别数目越来越少。当  $H=0$  时,  $\lambda_1 = SPAN, \lambda_2 = \lambda_3 = 0$ , 表示各向同性散射。当  $H=1$  时,  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = SPAN/3$ , 极化信息为 0, 此时表示完全随机散射, 即目标散射实际上是一个随机噪声过程。

2) 平均散射角 (Meanalphaangle)  $\alpha$ :

$$\alpha = \sum_{i=1}^3 P_i \alpha_i \quad (5)$$

当  $0^\circ \leq \alpha_i \leq 90^\circ$  表示散射类型,  $\alpha_i = 0^\circ$  表示各向同性奇次散射 (或表面散射),  $\alpha_i = 45^\circ$  表示偶极子散射 (或体散射);  $\alpha_i = 90^\circ$  表示各向同性偶次散射 (或二面角散射)。平均散射角  $\alpha$  表示从表面散射到二面角散射的平均散射机制。

3) 反熵 (Anisotropy)  $A$ :

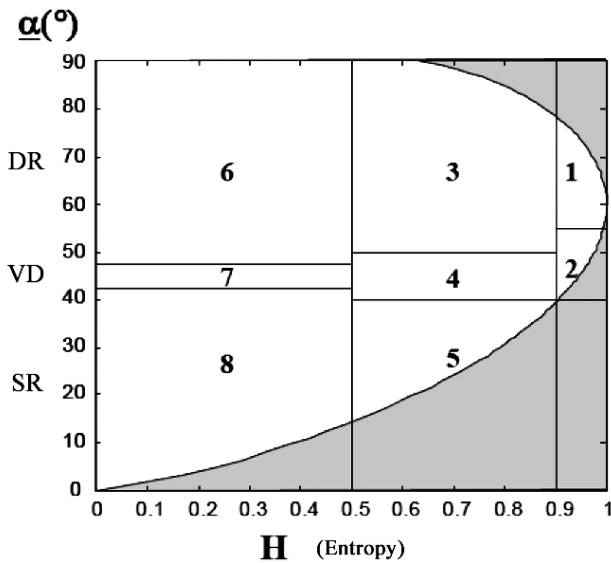
$$A = \frac{\lambda_2 - \lambda_3}{\lambda_2 + \lambda_3} \quad (6)$$

反熵  $A$  反映的是 Cloude-Pottier 分解中除去占优势的散射机制外的另 2 个相对较弱的散射分量间的关系, 是散射熵  $H > 0.7$  时的一个补充, 因为当  $H$

值较小时,第二和第三特征向量受噪声影响严重,故反熵也带有很多噪声。

### 3 Wishart/H/α/A 分类

1997 年,Cloude 和 Pottier 将散射熵  $H$  和平均散射角  $\alpha$  投射到  $H-\alpha$  二维特征空间内,把该空间分为 8 个有效区域和一个未定义区域,如图 1 所示为实验数据对应的  $H-\alpha$  特征空间。



- 1: 高熵二次散射 2: 高熵多次散射 3: 中熵二次散射
- 4: 中熵植被散射 5: 中熵表面散射 6: 低熵二次散射
- 7: 低熵偶极子散射 8: 低熵表面散射

图 1  $H-\alpha$  特征空间

Fig. 1  $H-\alpha$  feature space

图 1 中,  $DR$  表示偶次散射,  $VD$  表示体散射,  $SR$  表示表面散射。1~8 个有效区各自对应着不同的物理散射机制: A1 高熵多次散射、A2 高熵植被散射、A3 中熵多次散射、A4 中熵植被散射、A5 中熵表面散射、A6 低熵多次散射、A7 低熵偶极子散射和 A8 低熵表面散射。 $H/\alpha$  分类就是将落入每一区域的点划分为一类,是一种简单的非监督分类。

$H/\alpha$  分类方法的不足之处在于仅利用了  $H$  和  $\alpha$  2 个量,但它们并不能表达所有的极化信息,信息使用不完全,类别数固定为 8 类,在复杂地区缺乏灵活性。为克服上述不足,1998 年, Lee 等发现 *Wishart* 分布更符合散射机制的自然分布,因此将基于复 *Wishart* 分布的最大似然分类器用于  $H/\alpha$  分类过程中,形成了  $H/\alpha-Wishart$  分类方法,有效地改善了  $H/\alpha$  分类结果。 $H/\alpha-Wishart$  分类是把  $H/\alpha$  分类的

分类结果作为初始分类,然后使用 *Wishart* 分类器对其进行优化,得到最终的分类结果。 $H/\alpha-Wishart$  分类结果虽然也只有 8 类,但是这种方法能够比较清楚地区分开自然地物的主要类型,并考虑与后向散射强度有关的信息,以一种自适应的方式代替了  $H/\alpha$  分类中边界划分固定的缺点,改善了  $H/\alpha$  分类结果。

Pottier 等<sup>[5]</sup> 继续对  $H/\alpha-Wishart$  分类进行改进,将反熵  $A$  引入到分类过程中,形成  $H/\alpha/A-Wishart$  分类方法。 $H/\alpha/A-Wishart$  分类方法是在  $H/\alpha-Wishart$  分类结果的基础上,通过对反熵  $A$  设定一个阈值(通常为 0.5)把 8 类地物中的每一类进一步划分为 2 类,以 0.5 为阈值界点,  $A > 0.5$  为一类,  $A < 0.5$  为一类。通过该步骤将 8 个聚类中心进一步分为 16 个聚类中心,使得聚类中心的分布更为合理,而在同一  $H-\alpha$  特征空间区域内的不同类别也可以有效地被区分开,从而改善了分类结果<sup>[6]</sup>。

### 4 数据处理及分析

#### 4.1 数据处理流程

利用全极化 SAR 影像进行分类的主要流程如图 2 所示。

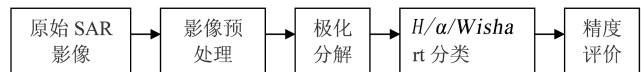


图 2 数据处理流程

Fig. 2 Data processing

首先,利用 PolSARPro 软件对原始数据进行预处理,将 PALSAR 数据导入软件进行分解生成该软件能够处理的 T3 矩阵,在生成 T3 矩阵的同时,将单视复数据进行了多视处理,设置距离向和方位向视数分别为 1 和 7,并采用 LEE 滤波模型,选择  $3 \times 3$  大小的窗口,然后对影像进行地理编码;其次,根据公式(1-6)对影像进行极化分解(图 3),图中(a)、(b)、(c)分别是极化分解后得到的散射熵  $H$ 、平均散射角  $\alpha$ 、反熵  $A$ ,图(d)是通过用  $H$ 、 $\alpha$ 、 $A$  3 个量合成的 RGB 影像;然后,对极化分解后的数据进行分类;最后,对分类图像进行分类后处理,并进行精度评价。

在得到 Cloude 分解结果后,首先以  $H$ 、 $\alpha$  作为初

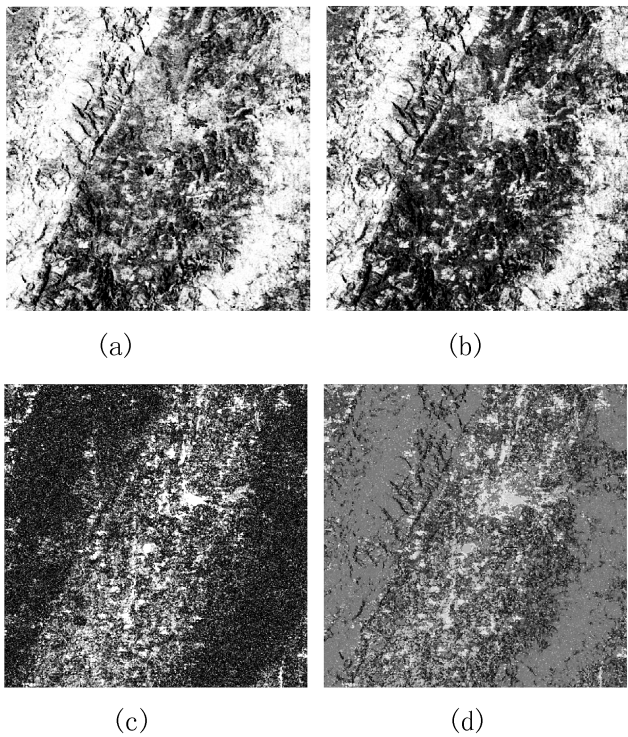


图 3 极化分解示意

Fig. 3 Polarization exploded view

始数据,进行复 Wishart 迭代分类,将实验区分为 8 类,之后再引入反熵 A 进行复 Wishart 迭代分,将实验区分为 16 类,最后对获得的分类数据结合目标区域的 Google earth 影像数据进行人工目视解译,再进行人工合并,最终将研究区分类为目标地类系统的建筑用地、林地、耕地、裸地、水域共 5 个地类。分类结果如图 4 所示。

### 4.2 数据分析

为了保证精度验证的可靠性,将以 2007 年的森林资源二类调查数据作为真实样本数据。将宜良县森林资源二类清查数据按照本研究的分类系统归并提取后,用分层随机抽样的方法提取得到 5 个地类的一定数量的样本数据,以该数据作为精度验证的真实参考地类样本数据,对分类结果采用混淆矩阵法进行精度评价(表 1)。标注清楚混淆矩阵行列各代表分类结果还是检验数据! 另外给出制图精度和生产者精度。

分类总体精度为 80.87%, kappa 系数为 0.697。从混淆矩阵可见,裸地与林地分类精度较高,农地与建筑用地分类精度其次,水域分类精度最低,由于水域地表反射为镜面反射,与农地类型中的塑料大棚容易混淆,所以分类精度差。

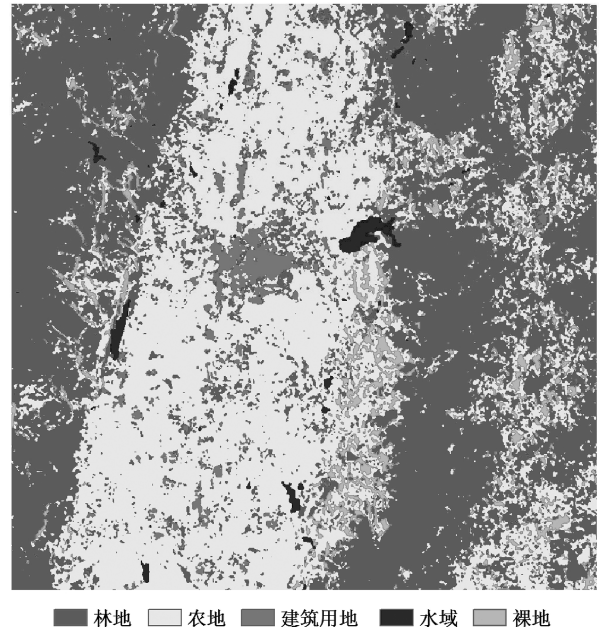


图 4 影像分类结果

Fig. 4 Image classification results

表 1 分类结果混淆矩阵

Tab. 1 Classification results confusion matrix

分类	验证					用户精度 /%	样点数 /个
	林地	农地	裸地	建筑用地	水域		
林地	84.98	15.37	3.62	6.93	16.79	80.58	149786
农地	10.44	77.63	9.8	13.69	18.26	85.92	150450
裸地	4.32	2.15	86.51	0.06	2.45	69.02	32051
建筑用地	0.17	4.58	0.01	79.24	1.09	63.06	21565
水域	0.08	0.26	0.05	0.08	61.41	89.63	5613
制图精度 /%	84.98	77.63	86.51	79.24	61.41		

## 5 讨论

全极化合成孔径雷达提供了比单极化或双极化 SAR 更加丰富的信息量,已成为国内外合成孔径雷达发展的热门方向之一。由于现有大多数极化分类算法分类精度低、实用性差。所以想要提高分类精度取决于以下 3 点:①影像分割的精度;②用于分类的特征参数的选择;③分类器的选择<sup>[7]</sup>。

总之,目前对全极化 SAR 影像分类方面的研究总体落后于极化 SAR 系统的发展,对探测到的极化散射信息的发掘程度还不够,分类正确率和精细度

(下转第 9 页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.002

## 新疆地区地表反射率的时空变化分析

曹 霸<sup>1</sup>, 杨小梅<sup>2</sup>, 岳彩荣<sup>1</sup>

(1. 西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224; 2. 贵州省第一测绘院, 贵州 贵阳 550000)

**摘要:** 对新疆地区一年的 MODIS 数据进行反演, 得到了新疆地区的地表反射率; 对新疆地表反射率在冷季和暖季的空间分布以及地表反射率的时间变化进行了分析, 并得出草地、林地、沙漠和水体的地表反射率在一年中的变化。分析结果认为, 下垫面的地物类型对地表反射率有较大影响。

**关键词:** 地表反射率; 时空变化特征; MODIS 数据; 新疆地区

中图分类号: S771.8; S758.4 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0005-05

## Spatial Variation Analysis of Surface Reflectance in Xinjiang Region

CAO Ba<sup>1</sup>, YANG Xiao-mei<sup>2</sup>, YUE Cai-rong<sup>1</sup>

(1. Forestry College, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;  
2. First Surveying and Mapping Institute of Guizhou Province, Guiyang 550000, China)

**Abstract:** By inverting one year MODIS data of Xinjiang region, surface reflectance of Xinjiang region has been obtained, spatial distribution and temporal change of surface reflectance in cold season and warm season also been analyzed, and surface reflectance of grassland, woodland, desert and water body of the year were put forward. Results concluded that the underlying surface feature types had a greater impact on surface reflectance.

**Key words:** surface reflectance; temporal-spatial features; MODIS data; Xinjiang region

地表反射率是指太阳辐射的反射辐射量与入射辐射量之比。随着定量遥感技术的迅速发展, 特别是利用遥感数据进行生物量和蓄积量估测、全球资源环境分析、气候变化检测等的需要, 遥感图像地面反射率研究越来越受到重视, 并已成为当前遥感领域研究的热点和难点。

新疆维吾尔自治区位于亚欧大陆中部, 地处中国西北边陲, 总面积为 166.49 万 km<sup>2</sup>, 占中国陆地总面积的 1/6, 其热力作用十分显著, 对亚洲季风的形成与演化及全球气候变化均具有十分重要的作用。目前对于地表大范围的瞬时地表反射率或某个

时间段平均地表反射率的确定主要有 2 种途径: 气候学计算和航空遥感。气候学计算因观测资料的代表性和地表参数的不确定性而影响精度<sup>[1]</sup>, 且实际观测的地表反射率分布大多只局限于短时间或只计算出一个平均值<sup>[2-3]</sup>。航空遥感以其大范围同步观测的优势, 使得地表反射率的计算结果在空间上具有较高的精度<sup>[4]</sup>。目前采用遥感数据反演地表反射率时一般是采用 MODIS 数据, 对遥感影像进行大气校正后采取波段组合的方式计算地表反射率, 但是这种统计关系是在特定的大气条件下针对特定的地表特征而建立的, 并不具有通用性<sup>[5]</sup>。因此, 本

收稿日期: 2014-05-12.

基金项目: 国家自然科学基金(31260156); 基于 TerraSAR-X/TanDEM-X 极化干涉数据森林树高反演。

作者简介: 曹 霸(1989-), 男, 安徽宿州人, 硕士研究生。主要研究方向: 林业 3S 技术研究。Email: c198904@163.com

通信作者: 岳彩荣(1964-), 男, 云南建水人, 博士, 教授, 博士生导师。主要从事遥感和 GIS 应用的教学和科研。Email: cryue@163.com

文主要是通过对比各种地表反射率的反演方法,从中择优选择一种精度较高且比较合适的地表反射率反演方法,分析新疆地区在 2012 年内地表反射率的时空分布变化,并且分析得出新疆地区每类地物的平均地表反射率在一年内的分布变化。

### 1 MODIS 数据介绍

MODIS(Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer)即中分辨率成像光谱仪,它搭载在 Terra 和 Aqua 2 颗卫星上,对于观测全球生物和物理过程具有很重要的作用。它具有 36 个中等分辨率水平的波段,具有很高的光谱分辨率。MODIS 数据的时间分辨率很高,每 1~2 d 对地球表面观测一次,获取地球表面温度、初级生产率、土地利用情况、云、气溶胶和火情等目标的图像。MODIS 数据的应用比较广泛,主要有以下几个特点:

1) 全球免费:MODIS 数据可以通过 NASA 官网免费下载,在国内也可以通过地理空间数据云下载,这就为科学研究提供了便利,这种免费政策在很大程度上扩展了 MODIS 数据的使用范围。

2) 光谱范围比较广:MODIS 数据共有 36 个波段,光谱范围 0.4~14.4 μm,辐射分辨率达到 12 bits,空间分辨率有 250 m、500 m 和 1 000 m,适用于大尺度宏观检测。MODIS 数据被广泛用于地球科学综合研究以及对大气、海洋和陆地的分类研究。

3) 数据更新频率高:搭载 MODIS 传感器的 TERRA 和 AQUA 卫星都是太阳同步极轨卫星,2 颗卫星分别在上午和下午过境,这样的数据更新频率高,对实时地球观测和应急处理有较大的实用价值。

MODIS 数据可以分为 6 级产品。0 级产品:也称原始数据,未经任何处理;1 级产品:指 L1A 数据,数据中包含了定标参数;2 级产品:指 L1B 级数据,经过定标定位后数据,数据格式为 EOS-HDF 格式,包含所有波段数据,是应用比较广泛的数据;3 级产品:在 L1B 数据的基础上,对在成像过程产生的蝴蝶结效应进行校正,产生 L3 级产品;4 级产品:根据参数文件,对图像进行几何纠正,辐射校正,该级产品是应用级产品的基础;5 级及以上产品:在 4 级产品的基础上,根据各种应用模型研发的产品。

### 2 MODIS 数据地表反射率反演方法

通过对地表反射率方法的比较,本文选择 ENVI

软件下的 FLAASH 模块进行地表反射率反演,FLAASH 模块是直接移植了 modtran4 中的辐射传输计算方法。FLAASH 能够精确补偿大气影响,其适用的波长范围包括可见光至近红外及短波红外,最大波长为 3μm,FLAASH 模型中输入的图像必须是经过辐射定标后的辐射亮度图像,格式为 BIP 或 BIL。本文的技术路线如图 1 所示。

### 3 地表反射率时空变化特征

#### 3.1 地表反射率的空间分布

新疆地区由于其复杂而特殊的地形,包括有塔里木盆地和古尔班通古特沙漠,准格尔盆地和塔克拉玛干沙漠,昆仑山脉和天山山脉,而且高山地区常年都有冰雪覆盖,因此新疆地区地表反射率的空间分布有其明显的特征。本文中分别介绍新疆地区地表反射率在冷季(11 月至次年 4 月)和暖季(5~10 月)的空间分布特征,以及在不同波段反射率的分布特点。

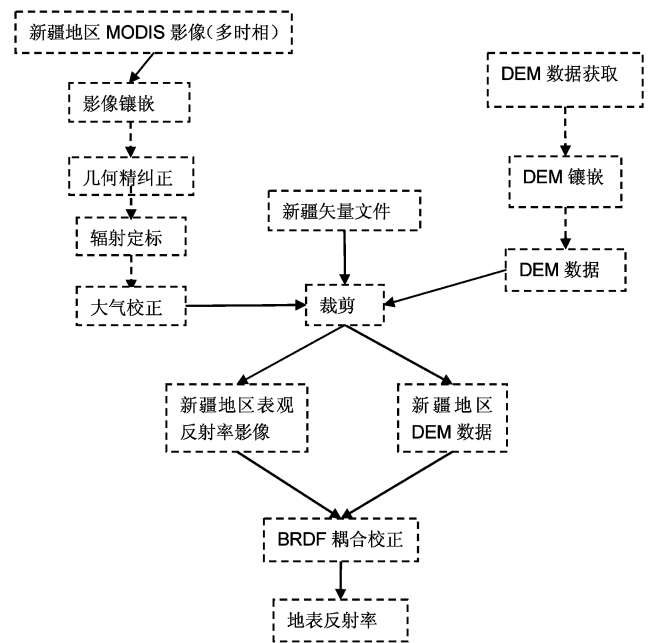


图 1 地表反射路线

Fig. 1 Surface reflectance route

#### 3.1.1 冷季反射率的空间分布

本文分别计算了新疆地区在红光波段,近红外波段,蓝光波段以及绿光波段的地表反射率,得出新疆地区在不同波段的地表反射率分布图(图 2)。

从图 2 中可以看出,在冷季新疆的地表反射率

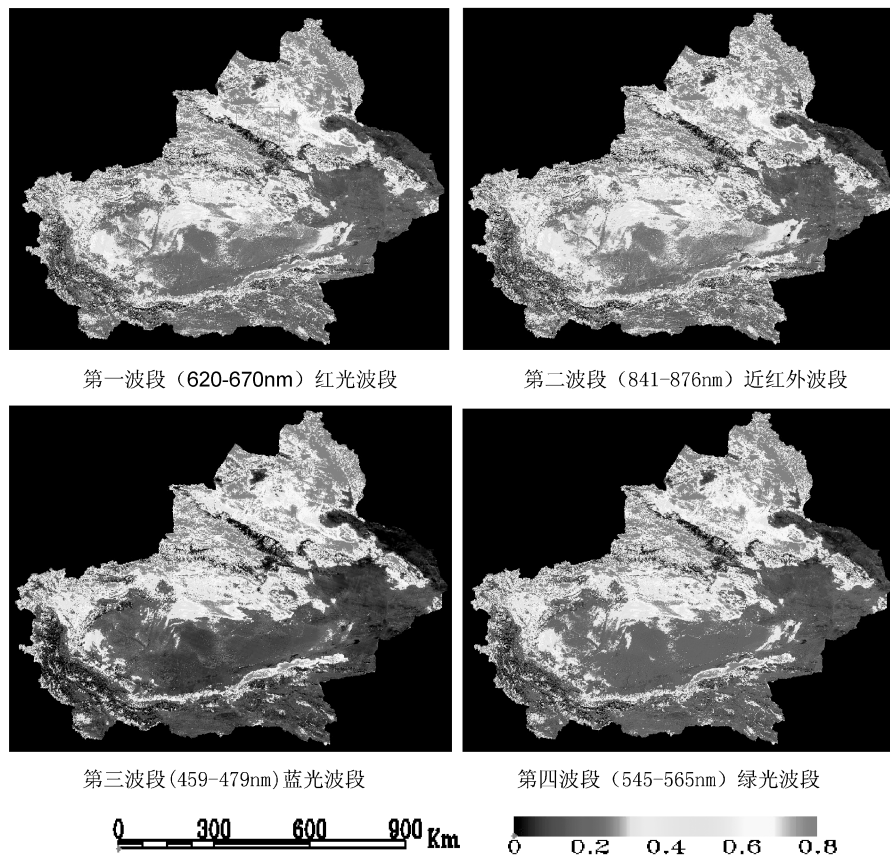


图 2 冷季反射率的空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of cold season reflectance

空间分布大致上是北疆大于南疆,其中在南疆偏东方向有一条狭长的高反射率区,反射率大约在 0.6~0.8,这是由于罗布泊附近的高山上积雪造成的。在北疆,大部分地区都是高反射率,也有一些小块是低反射率,这些小块是水体区域或者没有雪的覆盖区域。从整个图 2 可以看出,由于雪的存在,造成了高的地表反射率。从图中的对比可以看出,在蓝光波段有很大部分地区的反射率很低,大约在 0.1 左右,这是由于绿色植被在蓝光波段的反射率偏低,处在植被的吸收谷,所以地表反射率较低。冷季是全年中地表反射率最大的季节,而且南北差异明显。

冷季期间造成地表的反射率空间分布的原因是由于下垫面积雪的关系,反射率可以有很大的不同,它取决于雪覆盖的性质(干湿情况、密度、表面污化程度及雪覆盖的均匀性等)以及积雪的天数。在冷季新疆大多数地区被积雪覆盖,表现出高反射率,在没有被覆盖的地区,大多是一片荒地,枯草等。因此,新疆地区在冷季地表反射率的空间分布与其地形有着密切的关系。

### 3.1.2 暖季反射率的空间分布

暖季反射率的空间分布如图 3 所示。

从整个图 3 中可以看出,在红光波段和近红外波段,南疆和北疆的地表反射率都比较高,在北疆地区只有很少的一部分地区地表反射率比较低,这部分地区可能是干草地或者半沙漠地区,通常反射率是随表面粗糙度的增加而减少,当沙面有小卵石时,由于粗糙度的增加,地表反射率就会减小。从图 3 的 4 幅图中可以明显看出,罗布泊区域地表反射率很高,基本上都在 0.4 以上,这可能是因为这部分地区是沙漠,沙漠的地表反射率是很高的。暖季是全年反射率较小的季节,南北反射率差异也较小。

暖季期间,造成地表反射率空间分布的原因是由于暖季下垫面状况变化比较复杂。影响暖季地表反射率的主要因子是下垫面植被覆盖度、土壤湿度、土壤颜色、粗糙度等。

### 3.2 地表反射率的时间变化

新疆地表反射率随时间变化比较明显。造成这

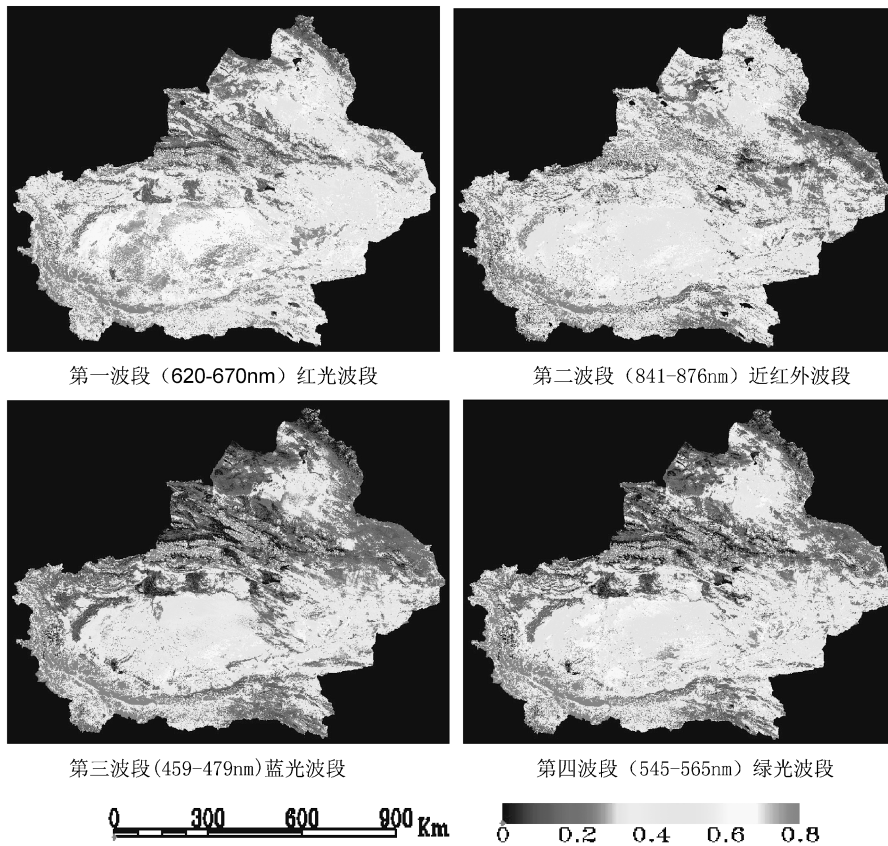


图 3 暖季反射率的空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of warm season reflectance

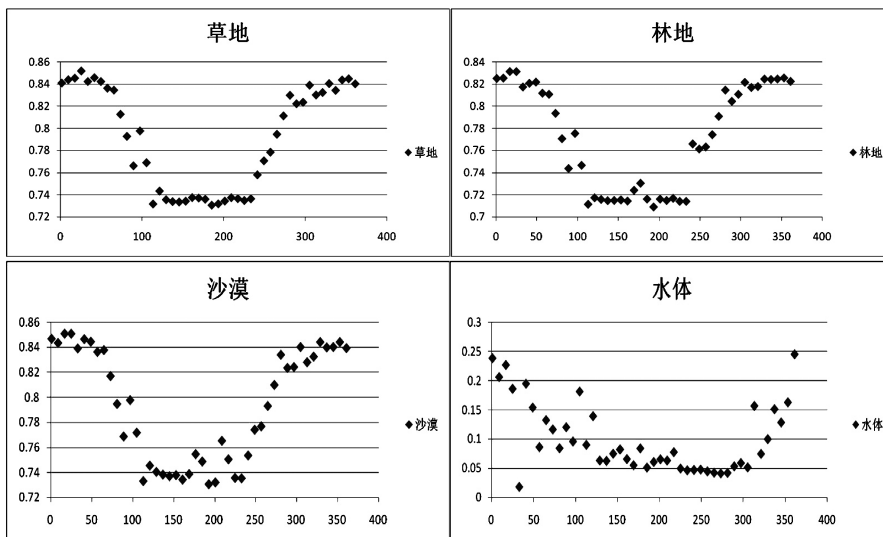


图 4 各类地物地表反射率在一年内的变化

Fig. 4 Reflectance change in a year of all kinds of land

种月变化的主要原因是由于高原地表一年中干湿季节分明,植被生长期和枯萎期比较明显,使得高原地

表反射率具有明显变化<sup>[6]</sup>。6~9月平均地表反射率最低,主要原因是6~9月刚好处于高原季风期

间,降水较多,地表植被生长很快,土壤湿度也很大,使得地表反照率偏小;而1月、2月、11月、12月处于干季,地表反照率高,除植被稀少甚至是裸地外,冰雪的覆盖也是主要原因<sup>[7]</sup>。

本文利用2012年MODIS数据,并利用8d的平均值获取了草地、林地、沙漠和水体的地表反射率在一年中的变化(图4)。

从图4中可以得出,近红外波段,草地、林地的地表反射率都很高,由于植被在近红外波段的反射率达到波峰,所以在夏天时,植被生长茂盛,植被的反射率也较高,而在冬季枯萎时,由于雪的覆盖,使得地表反射率普遍升高。沙漠地区反射率也普遍很高,在冬季由于雪的作用使得地表反射率升高。水体在近红外的反射率很低,对所有波段都有很强的吸收作用,所以水体的反射率在一年内都很低,一般不超过0.1。

#### 4 结论与讨论

本文通过对新疆地区一年的MODIS数据进行反演,得到了新疆地区的地表反射率,并对新疆地表反射率在空间和时间上的分布进行了分析,得出草地、林地、沙漠和水体的地表反射率在一年中的变

化,下垫面的地物类型对地表反射率有较大影响。文中尚未对每种地物类型的地表反射率在一年中的变化进行定量分析,有待今后进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 丁辉,凌文洲. 大面积地表反照率的气候计算模式[J]. 地理学与国土研究,1996,12(2):60-64.
  - [2] 陈隆勋,龚知本,温玉濮,等. 东亚地区大气辐射能收支[J]. 气象学报,1964,34(2):146-161.
  - [3] 谢贤群. 青藏高原1979年5~8月的地表反射率[C]// 青藏高原气象科学实验文集(二). 北京:科学出版社,1984:17-23.
  - [4] 王介民,高峰. 关于地表反照率遥感反演的几个问题[J]. 遥感技术与应用,2004,19(5):195-300.
  - [5] 刘三超,张万昌,蒋建军,等. 用TM和DEM获取黑河流域地表反射率和反照率[J]. 地理科学,2003,23(5):585-591.
  - [6] 程麟生,宋振鑫,杨德保. 青藏高原地表分类及其东北部辐射通量的二维数值模拟[J]. 高原气象,2000,19(2):198-213.
  - [7] 王鸽,韩琳,刘晓迎. 1982~2000年青藏高原地表反照率时空变化特征[J]. 安徽农业科学,2011,39(3):1587-1590.
- 
- (上接第4页)
- 还不够高,取得的成果与实际需求之间还有较大距离。因此,在极化SAR图像分类方面进行更为深入的研究很有必要<sup>[8]</sup>。不仅如此,如果再结合干涉雷达信息,将会获得散射体的空间分布和高度信息,那么SAR影像分类将会更加精确。
- 参考文献:**
- [1] 周晓光. 极化SAR图像分类方法研究[D]. 国防科学技术大学,2008.
  - [2] Dabboor M, Karathanassi V, Braun A. Multilevel hierarchical segmentation method for polarimetric SAR data based on scattering behaviour and histograms[J]. *Canadian Journal of Remote Sensing*,2010,36(2):142-153.
  - [3] Cloude S R, Pottier E. An entropy based classification scheme for land applications of Polarimetric SAR [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1997, 35(1):68-78.
  - [4] S. R. Cloude, E. Pottier. A review of target decomposition theorems in radar polarimetry[J]. *IEEE Transactions on GRS*, 1996, 34(2):498-518.
  - [5] Ferro-Famil L, Pottier E, Lee J S. Unsupervised Classification of Multifrequency and Fully Polarimetric SAR Images Based on the H/A/Alpha-Wishart Classifier [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2001, 39(11):2332-2341.
  - [6] 张艳梅. 融合极化和纹理特征的SAR影像[D]. 山东科技大学,2012.
  - [7] 谢春喜. 极化SAR影像分类方法研究[D]. 辽宁工程技术大学,2008.
  - [8] 王海江. 极化SAR图像分类方法研究[D]. 电子科技大学,2005.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.003

## 基于 Landsat 8 影像的西双版纳森林覆盖信息提取研究

杨正斌, 余东莉

(西双版纳国家级自然保护区研究所, 云南 景洪 666100)

**摘要:**以 Landsat 8 影像为数据源,在综合分析典型地物光谱、纹理和空间分布等特征的基础上,利用归一化湿度指数(NDMI)、纹理、地形等多源数据,构建了基于决策树规则的西双版纳森林覆盖信息提取模型。验证结果表明,该模型的总体精度达 99.08%,与传统的监督分类相比(96.08%)提高了 3 个百分点。

**关键词:**森林覆盖;信息提取;归一化湿度指数(NDMI);纹理特征;Landsat 影像;西双版纳

中图分类号:S771.8;S758.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0010-06

### Information Extraction of Xishuangbanna Forest Coverage Based on Landsat8 Image

YANG Zheng-bin, YU Dong-li

(Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China)

**Abstract:** Taking Landsat8 image, normalized humidity index (NDMI), textures, terrain and other multi-source as a data source, and based on a comprehensive analysis of a typical feature spectrum, texture and spatial distribution characteristics, information extraction model based on decision tree rules for Xishuangbanna forest coverage has been made. Verification results show that the overall accuracy of the model is up to 99.08%, compared with the traditional supervised classification model (96.08%), the accuracy is improved three percentage points.

**Key words:** forest coverage; information extraction; normalized humidity index (NDMI); texture; Landsat8 images; Xishuangbanna

西双版纳是我国重要的热带雨林分布区,同时也是全球生物多样性保护热点地区之一,随着近 20 年来橡胶、茶叶等经济作物的不断扩张,区内天然森林面积急剧下降,破碎化程度进一步加剧<sup>[1]</sup>。通过遥感动态监测森林的时空变化,无疑成为应对相关环境问题的一个重要手段。

影像解译标志和遥感信息模型的建立是遥感信息自动解译和提取的基础,也是遥感信息挖掘及遥感信息应用的一个重要发展方向<sup>[2,3]</sup>。遥感图像上

能具体反映和判别实际地物或现象的影像特征,随着地理地区、时段和影像种类等因素的不同而不同<sup>[4]</sup>,因而探求不同地区、不同遥感影像中各类地物解译特征一直是遥感分类研究的一个重要内容。滇南山区由于地形、地貌及气候条件多样,地物光谱构成复杂,异物同谱和同谱异物现象普遍存在,加之常年云雾较多,高质量的遥感影像可遇难求,一直是遥感解译的困难区之一。针对西双版纳土地覆盖的遥感分类已做了许多研究<sup>[5-10]</sup>,但主要靠人工交互式

收稿日期:2014-06-05.

作者简介:杨正斌(1967-),男,云南易门人,高级工程师。主要从事生态环境监测研究。

解译,并采用针对 Landsat MSS/TM/ETM 影像或高分辨率遥感数据,同时新经济作物的引入和当地土地耕作制度的变更也给土地覆盖遥感分类带来新的挑战。如何快速从卫星遥感影像获取滇南热带山地地区有林地信息仍是一个有待解决的问题。

本研究基于 Landsat 8 影像,结合西双版纳土地覆盖特征,对西双版纳有林地信息的提取进行研究,以期对滇南热带山地地区有林地的动态监测提供参考。

## 1 研究区概况

西双版纳州位于云南省南部,下辖景洪市、勐海县、勐腊县 3 个市县,土地总面积达 19 150 km<sup>2</sup>。全区属西部典型季风性热带气候,年均温 18~22℃;年降雨量 1 190~2 490 mm;干、湿两季明显(5~10 月为湿季)。该区地处横断山系南部,属无量山脉和怒山山脉的余脉,区内四周高,中部低;地貌以山原为主,其中又分布有许多宽谷盆地、低山和低丘。境内地势高差起伏较大,最高海拔 2 428 m,最低海拔 475 m,相对高差约 2 000 m。海拔由低至高,依次分布有热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、竹林、灌丛、草丛等天然植被,在自然条件和人类活动的长期共同作用下,区内各类植被镶嵌交错。

## 2 研究方法

本次研究借助野外考察数据建立各地类的遥感解译标志并选择地类样本,在综合分析地物原始光谱、植被指数和纹理等特征的基础上建立面向森林覆盖信息提取的决策树分类模型,并利用该模型获得研究区 2014 年的森林覆盖面积及其空间分布信息。

### 2.1 数据源及预处理

本次研究主要采用 2 类源数据:①研究区 2014 年 2 月 Landsat 8 影像共 4 景(LC81290452014033 LGN00, LC81300442014040LGN00, LC81300442014040, LGN00LC81300442014040LGN00)作为基础遥感数据;②2013 年 10 月至 2014 年 3 月野外调查记录的 600 个地类样本资料,实测资料均分为两部分,一部分用于建立训练样本,另一部分用作验证样本。

Landsat 8 影像全部来源于网上免费下载(<http://glovis.usgs.gov/>),发布数据标示 L1T,表明已做地形参与的几何校正。由于仅用于分类,本次研

究未做辐射校正,直接在 ENVI 5.1 中裁切并镶嵌成研究区遥感影像。

### 2.2 地类波谱特征分析

根据野外实地调查资料和新近 Google earth 影像,按代表性和空间分布均匀性的原则,选取训练样本共 640 个(旱地 100 个、茶园 100 个、香蕉园 60 个、橡胶成林 100 个、橡胶幼林 100 个、天然林 100 个、灌木林 50 个、草地 30 个),对研究区不同植被覆盖地类分别统计其原始光谱特征、归一化植被指数及纹理特征等变量信息,以分析不同植被覆盖地类在各分类特征上存在的差异。

### 2.3 植被指数的选择及计算

植被指数是遥感领域中用来表征地表植被覆盖,生长状况的一个简单、有效的度量参数<sup>[11]</sup>。植被在近红外波段有很强的反射率,而在红色段的反射率则很低,通过归一化比值运算,可使植被得到最大限度地增强。基于这一原理,Rouse 等(1974)提出了归一化差值植被指数(NDVI)<sup>[12]</sup>。由于 NDVI 指数对土壤背景的变化较为敏感,对植被盖度的检测幅度较宽,能削弱地形和群落结构阴影的影响,有较好的时相和空间适应性,非常适合作为检测植被变化的指数,是目前应用最广泛的一种植被指数<sup>[13]</sup>。Gao(1996)、Wilson 等(1996)分别基于植物在近红外波段具有最高反射率而在中红外波段由于植物叶子水分的吸收作用导致反射率降低的特点,分别命名了归一化植被水分指数(NDWI)和归一化湿度指数(NDMI),用于研究植物的含水量<sup>[14,16]</sup>。由于 Gao 的 NDWI 与 Wilson 等的 NDMI 指数在波段构成、计算公式、含义与用途上都一致,后来一般将用于研究植被含水量的这一指数改称为归一化湿度指数(NDMI)。NDMI 指数能有效地提取植被冠层的水分含量,在植被冠层受水分胁迫时,NDMI 指数能及时响应,因而对植被覆盖的类型具有指示作用。

分析研究区 NDVI 和 NDMI 影像(图 1a)认为,在抑制山体阴影的影响方面,NDMI 比 NDVI 效果更好,更有利于将有林地与其它地类分离。为此,本研究选择 NDMI 指数作为有林地信息提取的基础数据。计算公式为:

$$NDMI = (NIR - MIR) / (NIR + MIR)$$

式中:*NIR* 为近红外波段,*MIR* 为中红外波段;根据波长,Landsat 8 OLI 数据中与 *NIR* 和 *MIR* 波段对应的分别是 B5 和 B6。

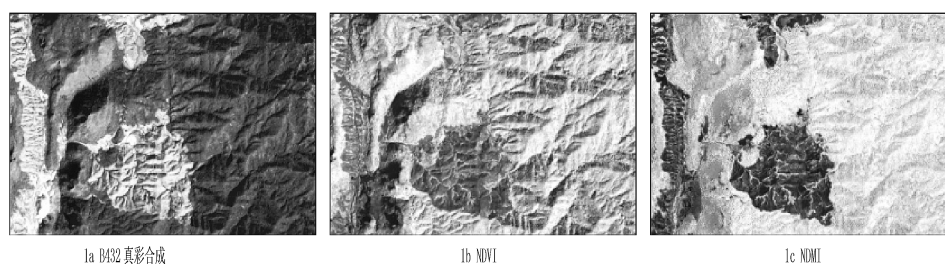


图 1 NDVI、NDMI 抑制山体阴影的效果对照

Fig. 1 Effect comparison of NDVI, NDMI on inhibiting the Hillshade

## 2.4 纹理特征提取

纹理特征可看作图像中像元值反复出现的局部模式和它们的排列规则,是描述和识别图像的重要依据,纹理特征可以弥补单纯依靠波谱信息分类错分、误判的缺陷,改善分类精度<sup>[17]</sup>。根据抽取纹理特征方法的不同,可将图像纹理分析分为统计分析法、结构分析法、模型分析法、空间/频率联合分析法,目前遥感分类中采用较多的是统计分析法中的是灰度共生矩阵法<sup>[18-21]</sup>。从实践经验看,对遥感分类效果较好的灰度共生矩阵法纹理度量有对比度、熵、角二阶矩、同质性、均值<sup>[22-23]</sup>,提取纹理特征时通常选择信息量较大的波段,并采用较小的分析窗口<sup>[24-26]</sup>。本次研究采用灰度共生矩阵方法对 Landsat8 OLI 传感器数据第一波段(深蓝波段)和多光谱数据主成份变换后的第一主分量(PCA1)分别进行纹理分析,分析窗口大小为 3×3,选取均值(TMN)、同质性(HOM)、对比度(CON)、熵(ENT)、角二阶矩(ASM)作为纹理特征分析指标。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同地类的波谱及纹理特征

从土地覆盖分类的角度,研究区范围分为植被区和非植被区两大类。其中,非植被区包括城镇、居民点、工矿场地、道路等建筑区、水域(江、河、库、

塘)及其它无植被覆盖的裸地;植被区包括天然林、经济林(橡胶林、茶园、果园)、用材林(柚木、团花)、水田和旱地(甘蔗、香蕉、蔬菜等)。植被覆盖区又可分为高覆盖植被区(天然林、经济林、用材林等)和低植被覆盖区(草地、灌丛、茶园、果园、旱地作物等)。按天然林的含义,研究区的有林地由以下 2 类构成:①自然状态保持较好的原生和次生有林地,具体包括 6 个森林植被型(热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、暖性针叶林、落叶阔叶林、竹林);②受人为活动严重干预而形成的疏林地(主要表现为:树+茶人工群落)。

从红、绿、蓝 3 个波段合成的彩色影像中可明显看出,由于受水分供应的制约,干季 2 月研究区范围的植被明显表现出“高绿”、“低绿”和“非绿”的季相。天然林、部分香蕉园和园林绿化区呈“高绿”外貌,可视为高绿度植被;灌草丛和部分茶园、果园及蔬菜种植基地呈“低绿”外貌,可视为低绿植被区;而橡胶、柚木、旱地和闲置的水田呈现“非绿”外貌,可视为非绿植被区。干季 2 月份时,部分旱地和水田的植被覆盖很少,其光谱特征与裸地相近,可以归为无植被区)。

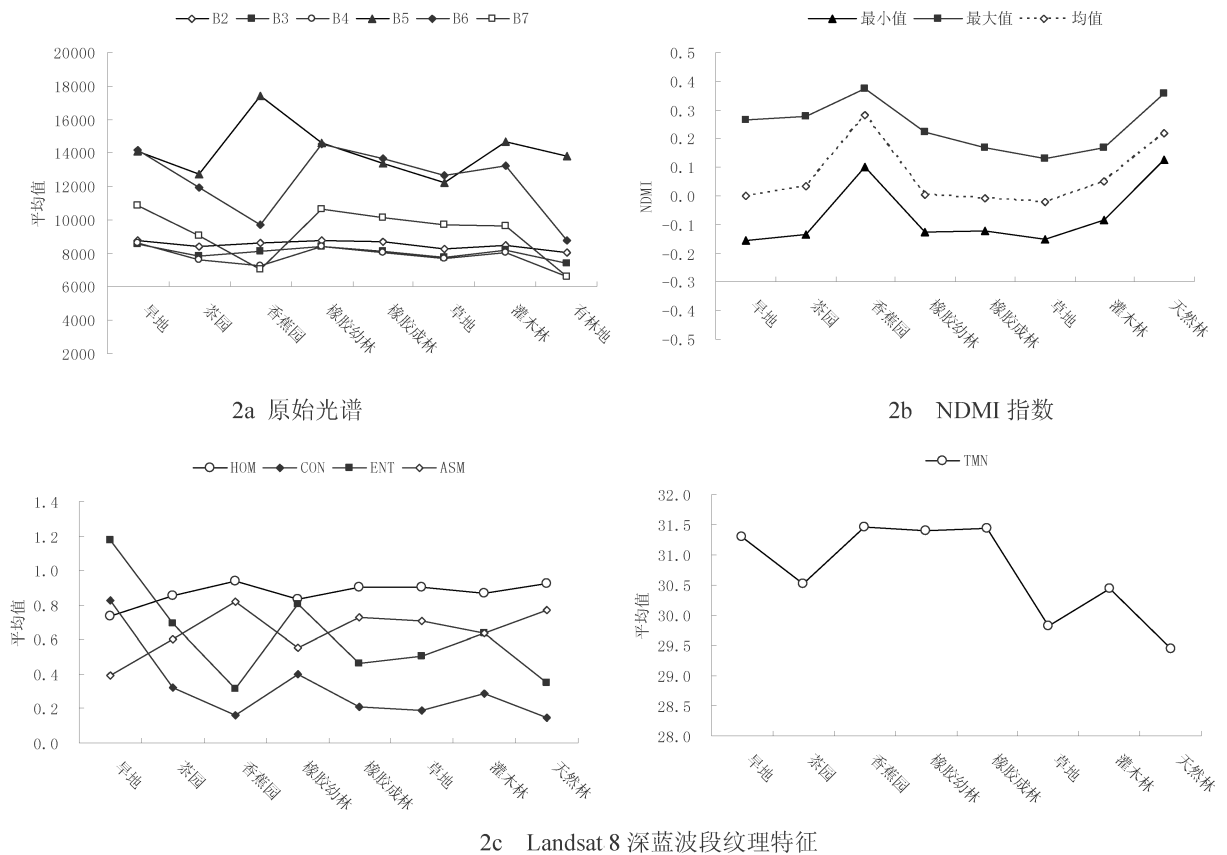
通过各地类训练样本在不同波段的光谱平均值分析(图 2a)可知,所有植被覆盖地类在单波段上分离性较模糊。

表 1 不同地类的多光谱第一主分量(PCA1)纹理特征统计

Tab. 1 Texture statistics of multispectral first principal component (PCA1) in different land types

特征值	旱地	茶园	香蕉园	橡胶幼林	橡胶成林	草地	灌木林	天然林
TMN	28.1~40.1	30.2~43.0	32.2~38.0	27.7~41.9	30.3~40.9	32.1~40.8	32.4~38.9	33.2~45.9
HOM	0.1~0.9	0.1~1.0	0.2~1.0	0~0.9	0.1~1.0	0.1~1.0	0.2~1.0	0.1~1.0
CON	0.3~53.9	0~30.2	0~22.3	0.2~46.2	0~31.3	0~16.3	0~16.8	0~29.9
ENT	1.0~2.2	0~2.2	0~2.2	0.7~2.2	0~2.2	0~2.2	0~2.2	0~2.0
ASM	0.1~0.5	0.1~1.0	0.1~1.0	0.1~0.5	0.1~1.0	0.1~1.0	0.1~1.0	0.1~1.0





注: NDMI 为归一化湿度指数;TMN 为纹理均值;ASM 为角二阶矩;CON 为对比度;ENT 为信息熵;HOM 为同质性

图 2 不同地类的光谱和纹理特征

Fig. 2 Spectrum and texture characteristics of different land types

经植被覆盖区各类地物的归一化湿度指数 (NDMI) 分析(图 2b)发现:高绿度植被区(天然林、香蕉园、园林绿化区等)的 NDMI 值均大于 0.1;而低绿度植被和非绿植被区的 NDMI 值均小于或等于 0.1。

从深蓝波段(Band 1)和多光谱主成分变换第一主分量(PCA1)的灰度共生矩阵分析结果(图 2c、表 1)可以看出,不同地类的纹理均值(TMN)、同质性(HOM)、对比度(CON)、熵(ENT)、角二阶矩(ASM)的值域存在重叠。说明不同地类在这 5 个纹理特征指标上的分离性也比较模糊。

各地类纹理和空间分布的深入分析发现:高绿度植被区中,香蕉园和园林绿化区仅局限于平坝地带,具有深蓝波段的纹理均值(TMN) ≤ 31,且立地坡度 ≤ 3°的特点。因而可根据这一特征将天然林从高绿度植被中分离出来。

3.2 林地提取模型的构建

本研究采用基于规则的决策树分类方法,按照

节点将决策树分成 3 层(图 3)。第零层为起始点;第一层,通过设定 NDMI 指数阈值,分离高绿度植物覆盖区与非植被和低绿度植物覆盖区;第二层,通过纹理均值(TMN)和立地坡度(Slope)阈值,从高绿度植物覆盖区中提取有林地。

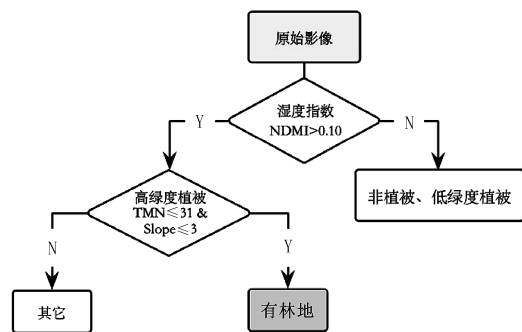


图 3 决策树分类模型

Fig. 3 Decision tree classification model

### 3.3 精度评价

基于野外现场实测的 380 个 GPS 位置点以及获取日期在 2013~2014 年的 Google earth 影像设立精度验证样本集,建立混淆矩阵,并选取生产者精度、用户精度、Kappa 系数和总体精度 4 个指标对分

类结果进行验证。选择基于最大似然分类方法(训练样本与特征分析时所用样本相同)进行对照(表 2),对比评价已建决策树分类模型的优劣程度。验证样本共计 800 个,每种地类至少 150 个样本。

表 2 决策树与最大似然分类精度评价对比

Tab. 2 Accuracy assessment contrast of decision tree and maximum likelihood classification

地类	监督分类(最大似然法)		本文模型法	
	生产者精度	用户精度	生产者精度	用户精度
天然林	96.44	99.96	99.41	99.69
其它高绿度地类	77.54	92.34	94.67	84.67
非植被、非绿植被和低绿度地类	99.03	49.69	93.66	94.45
	总体精度=96.08	Kappa=0.7339	总体精度=99.08	Kappa=0.9234

结果显示,该决策树分类模型的总体精度达 99.08%,相比传统的最大似然法监督分类精度提高了 3 个百分点,精度明显提高,能满足应用需求。

### 3.4 有林地信息提取结果

对上述模型提取的有林地图像进行主类分析(Majority)和剔除(Sieve)处理,剔除面积小于 11 个像元(约 1 hm<sup>2</sup>)的孤立斑块,获得西双版纳有林地分布图(图 4)。通过进一步的像元统计得出,2014 年西双版纳有林地覆盖率为 57.99%。对照西双版纳州第二次全国土地调查以 2009 年 12 月 31 日为标准时点汇总的二次调查成果(有林地覆盖率 59.1%)<sup>[26]</sup>,本次研究提取的信息符合 2010 年以来研究区有林地的增减态势。

## 4 结论

本研究以 Landsat 8 影像为数据源,在综合分析典型地物光谱、纹理和空间分布等特征的基础上,利用归一化湿度指数(NDMI)、纹理、地形等多源数据,构建了基于决策树规则的滇南西双版纳森林覆盖信息提取模型。经实地调查和新近更高精度资料验证,该模型的总体精度达 99.08%(Kappa = 0.9234);与传统的监督分类(96.08%)相比,精度提高了 3 个百分点。研究结果表明,该方法提取精度高,结果客观可靠,操作简便,并可实现计算机自动提取,是一种快速有效的森林覆盖信息提取方法。

该模型基于滇南西双版纳地区干季(2月)的影像数据构建,对于其它时相和其它地区的普适性有待验证。

### 参考文献:

[1] 李红梅,马友鑫,郭宗峰,等. 基于 RS 和 GIS 的西双版纳土地覆被动态变化[J]. 山地学报,2007,25(3): 280-289.

[2] 杨桃,刘湘南. 遥感影像解译的研究现状和发展趋势[J]. 国土资源遥感,2004(2): 7-10.

[3] 江涛. 遥感影像解译标志库的建立和应用[J]. 地理空间信息,2010(5): 31-33.

[4] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 330-334.

[5] 刘文俊,马友鑫,胡华斌,等. 滇南热带雨林区土地利用/覆盖变化分析——以西双版纳勐仑地区为例[J]. 山地学报,2005(1): 71-79.

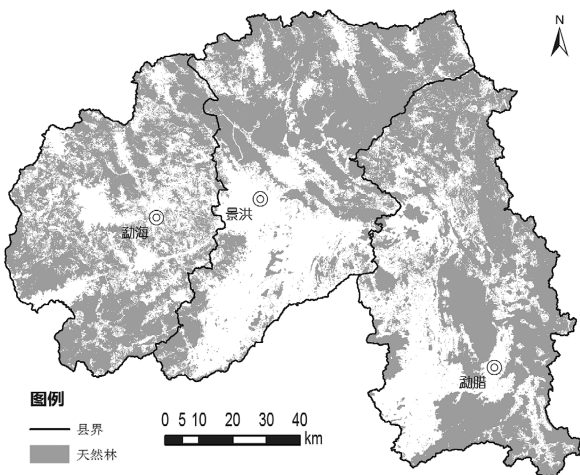


图 4 西双版纳有林地分布

Fig. 4 Xishuangbanna forest land distribution

- [6] 刘文俊,马友鑫,胡华斌,等. 西双版纳勐仑地区景观格局变化定量分析[J]. 生态学报,2006,26(9):3088-3097.
- [7] 李增加,马友鑫,李红梅,等. 西双版纳土地利用/覆盖变化与地形的关系[J]. 植物生态学报,2008,32(5):1091-1103.
- [8] 李亚飞,刘高焕,黄翀. 基于 HJ-1 CCD 数据的西双版纳地区橡胶林分布特征[J]. 中国科学:信息科学,2011,41(增刊):166-176.
- [9] 刘晓娜,封志明,姜鲁光,等. 西双版纳橡胶林地的遥感识别与数字制图[J]. 资源科学,2012,34(9):1769-1780.
- [10] 刘晓娜,封志明,姜鲁光,等. 西双版纳土地利用/土地覆被变化时空格局分析[J]. 资源科学,2014,36(2):233-244.
- [11] 罗亚,徐建华,岳文泽. 基于遥感影像的植被指数研究方法述评[J]. 生态科学,2005,24(1):75-79.
- [12] Rouse JW, Haas RH, Schell JA. Deering DW: Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS [C]//Proceedings of the Third ERTS Symposium, NASA SP-351 1973, 1:309-317.
- [13] 田庆久,闵祥军. 植被指数研究进展[J]. 地球科学进展,1998,13(4):327-333.
- [14] GAO Bo-cai. NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space[J]. *Remote Sensing of Environment*, 1996, 58(3):275-266.
- [15] Wilson E H, Sader S A. Detection of Forest harvest Type Using Multiple date of Landsat TM Imagery [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002,80(3):385-396.
- [16] 徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数 MNDWI 提取水体信息的研究[J]. 遥感学报,2005,9(5):589-594.
- [17] Tuceryan M, Jain A K. *Texture Analysis, Handbook Pattern Recognition and Computer Vision* [M]. Singapore: World Scientific,1993:235-276.
- [18] 刘丽,匡纲要. 图像纹理特征提取方法综述[J]. 中国图像图形学报,2009,14(4):622-633.
- [19] Baraldi A, Parmingian F. An Investigation on the texture characteristics associated with gray level co-occurrence matrix statistical parameters[J]. *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing*, 1995, 32(2):293-303.
- [20] Herold M, Liu X H, Clarke C K. Spatial metrics and imagine texture for mapping urban land use[J]. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*,2003,28(4):509-512.
- [21] 田艳琴,郭平,卢汉清. 基于灰度共生矩阵的多波段遥感图像纹理特征的提取[J]. 计算机科学,2004,31(12):162-163.
- [22] 陈静. 基于纹理特征的土地利用分类研究[J]. 河北农业科学,2010(5):119-121.
- [23] 李智峰,朱谷昌,董泰锋. 基于灰度共生矩阵的图像纹理特征地物分类应用[J]. 地质与勘探,2011(3):456-461.
- [24] 樊彦国,侯春玲,郭若成,等. 辅以纹理特征的典型盐渍区地表覆被遥感影像分类[J]. 遥感应用,2011(4):34-37.
- [25] 卢茂芬,冯伍法,胥亚,等. 基于纹理的影像分类的特征、波段与窗口选择问题研究[J]. 影像技术,2011(3):54-59.
- [26] 王登峰,杨志刚,魏安世. 纹理信息在遥感影像分类中的应用[J]. 南京林业大学学报,2010(3):97-100.
- [27] 西双版纳傣族自治州政务信息网. 西双版纳州第二次全国土地调查主要数据成果公报[EB/OL]. (2014-05-08)[2014-06-02]. <http://www.xsbn.gov.cn/Item/26857.aspx>.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.004

## 基于 ArcGIS 的林业专题图符号库的建立

李元杰

(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

**摘要:**在林业专题图制作中,需要用到大量不同种类的符号,这些符号的制作及符号库的建立和管理是林业制图的基础。结合林业专题图符号的制作,在遵循 ArcGIS 符号制作、符号库管理、符号化思想方法的基础上,阐述利用 ArcGIS Style Manager 创建林业专题图符号库的方法。

**关键词:**符号库;ArcGIS Style Manager;符号化;林业专题图

中图分类号:S758.61;P208 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0016-05

## ArcGIS-based Establishment of Forestry Thematic Map Symbol Library

LI Yuan-jie

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

**Abstract:** In the process of forestry thematic map making, it is need to use a lot of different types of symbols, so managing these symbols and building symbol libraries are the foundation of forestry mapping. In this paper, methods using ArcGIS Style Manager to create a thematic map symbol library are elaborated on the base of forestry thematic map symbols making, ArcGIS sign making, symbol library management, basic symbolic thinking method and so on.

**Key words:** symbol library; ArcGIS Style Manager; symbolization; forestry thematic maps

林业专题图是运用地图编绘基本法则,结合林业专业要求,直观展示森林资源调查、林业规划设计、林业科学研究等成果的图面材料。地图符号是表达地图内容各要素的类别、空间位置、大小及其质量和数量特征的特定记号。在林业专题图的制作中符号库的建立很大程度上辅助了林业专题图的制作和规范了林业符号的管理。本文阐述怎样利用 ArcGIS 中的 Style Manager(样式管理器)制作林业专题图符号库和怎样管理符号库中的林业符号。本文中的林业符号基于 LY/T1821—2009《中华人民共和国林业行业标准林业地图图示》所示。

### 1 林业专题图符号特点及结构

#### 1.1 林业专题图符号特点

林业专题图符号是用来诠释森林的空间分布特征、时间特征、数量特征和质量特征的符号。森林的空间分布特征在制图符号中主要体现为点状分布、线状分布和面状分布 3 个方面;森林时间分布特征主要是反映森林地理要素在某一时刻的分布情况;森林的数量特征主要反映在森林面积、森林蓄积、森林覆盖率和森林郁闭度等方面;森林质量特征主要反映在森林的面积大小、蓄积大小、郁闭度大小和功

收稿日期:2014-01-23.

作者简介:李元杰(1986-),男,云南昆明人,助理工程师。从事林业地理信息系统研究工作。

能效益状况等方面<sup>[1-2]</sup>。

### 1.2 林业专题图符号结构

林业专题图中所示的森林地理要素,是指在图上能够起控制作用,反映制图对象相对的地理位置,以及反映制图对象与地理环境之间联系的基础要素,包括水体、地形、土壤、居民点、交通线、境界线和森林等。这些地理要素是编制林业专题图所需的重要基础要素<sup>[3]</sup>。将这些地理要素用林业专题图符号表达,并且可以把符号主要划分成 4 种类型:

#### 1.2.1 点状符号

点状符号是指表示点状地物的符号。制图对象在实地所占面积相对较小,在图上所占面积不大,只能以点状形式表示,相当于看到实地地物的概括形状。如居民点、瞭望台、林业局位置、国有林场、木材检查站等符号。点状符号一般不依照比例尺的大小变化而变化。点状符号表示的点位数据是零维的,可以用一对 X、Y 坐标表达<sup>[3]</sup>。

#### 1.2.2 线状符号

线状符号是指表示线状地物的符号。在实地呈现线状或者带状延伸的制图对象,在图上常用线状的彩色线表示。如交通线、境界线、铁路、公路和单线河等。线状符号有粗细、虚实、单双、点线、间断连续、单色彩色等类别。线状符号一般属于半依比例符号,即地物的长度按比例尺缩小而宽度不依比例尺表示,都比实际扩大。线状符号表示的线状数据是一维的,可以用一组成对 X、Y 坐标表示。

#### 1.2.3 面状符号

面状符号是指表示面状地物的符号。在实地呈现面状分布的制图对象,在图上用面状的轮廓线、色彩和填充晕线、花纹表示。如水体、林地、草地、居民地等平面图形。他们的平面轮廓按比例尺缩小,其间填充符号或颜色。填充符号常用不同疏密、粗细、排列、组合、形状的晕线或花纹构成。面状符号一般属于比例符号,地物的范围大小和实地成比例缩小,但填充符号、颜色和实体无比例关系。面状符号表示的面状数据是二维的,可以用首尾相连的一组成对 X、Y 坐标表达。

#### 1.2.4 文字符号

文字符号是对点状、线状、面状符号做注解的符号,这些符号是对地物的解释,一般用文字和数字表达,如居民点的名称、河流名称、林地小班号、小班优势树种和山峰海拔等。文字符号常用不同字体、颜色、粗细等大小区分不同地物。文字符号属于非比例符号,无论比例尺大或小,符号不依照比例尺变化

而变化。

## 2 ArcGIS Style Manager 介绍

符号以图形方式对地图中的地理要素、标注和注记进行描述、分类或排列,以找出并显示定性关系和定量关系。根据符号绘制的几何类型,可将其分为 4 类:点、线、面和文字。符号通常在图层级别应用于要素,但布局中的图形和文本也可使用符号进行绘制。可创建符号并直接将其应用于要素和图形,还可将多种符号组合到一起进行存储、管理和共享,这些组合到一起的符号统称为符号库。

ArcGIS 系统提供了集中组织符号的工具 Style Manager(样式管理器),用于对符号库及其内容(符号和地图元素)进行组织。您可以剪切、复制、粘贴、重命名和修改任何样式的内容,还可以创建新的符号库、符号和地图元素。

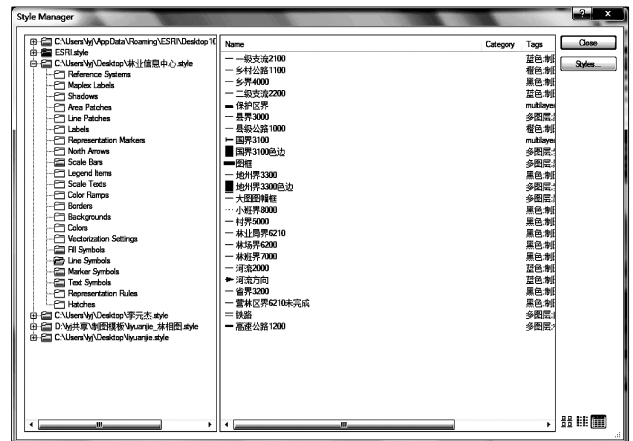


图 1 ArcGIS Style Manager 界面

Fig. 1 ArcGIS Style Manager interface

## 3 林业专题图符号库的建立及管理

### 3.1 符号规范与编码

符号库的建立需要组织符号结构,将划分的点、线、面、文字符号按照级别归类,按照不同级别赋予不同符号对应编码,创建一个对应编码表,即建立空间矢量与符号库中符号之间对应关系。依据林业专题图中点符号的对应编码表(图 2),将点符号的名称命名为相对应的编码;依据编码表中森工局的对应编码是“80”,在森工局点矢量中建立代码字段,将代码字段中赋值“80”,相对应 Style Manager 中命名森工局符号时,就应该把森工局的 Name 符号名称写为“80”,而符号的实际名称“森工局”则写到符

号的 Category 属性值中。

线性 编码表							
线性	编码	线性	编码	线性	编码	线性	编码
国界	3100	河流	2000	自然保护区界	6000	农场分界	6230
省界	3200	一级支流	2100	功能区界	6010	林料所界	6220
地(州)界	3300	二级支流	2200	森工局界	6100		
县界	3000	县级公路	1000	林场界	6200		
乡界	4000	乡村公路	1100	营林区界	6210		
村界	5000	高速公路	1200	林班界	7000		
铁路	1500	国有林界	9000	小班界	8000		

居民点 编码表					
名称	省会	地(州)	县(市)	乡(镇)	行政村
编码	10	20	30	40	50
名称	保护区管理局	保护区管理所	保护区管理站	森工局	林场
编码	70	71	72	80	81

图 2 林业专题图中符号编码表

Fig. 2 Forestry thematic map symbol coding table

### 3.2 符号库的建立

依据规范后的编码表一一建立点、线和面的符号,需要利用 Style Manager 中的 Symbol Property Editor(符号属性编辑器),文字符号的制作则用 Editor 界面。在制作点、线和面时可能会用到 Character Marker Symbol(字符标记符号),因此一部分符号会利用 FontCreator(字体制作编辑独立软件非 ArcGIS 组件)制作。具体建立步骤如下:

- 1) 打开 ArcGIS,单击 Customize(自定义)菜单打开 Style Manager。
- 2) 点击 Styles(样式)按钮,在 Style References(样式引用)选项卡中选择 Create New Style(创建新样式)。
- 3) 选择符号库保存位置,输入名称就建立起一个文件名为 \*.style 符号库。

在 Style Manager 中选择自己建立的符号库会发现在符号库中包括参考系、指北针和比例尺等都可以制作,本文重点介绍的是 Fill Symbols(面状符号)、Line Symbols(线状符号)、Marker Symbols(点状符号)和 Text Symbols(文字符号)的制作,选择到需要建立符号的种类在列表中单击右键选择 New 就可以打开对应种类的 Symbol Property Editor 制作符号。

#### 3.2.1 点状符号的制作

制作点状符号(Marker Symbols) Style Manager 提供了 4 种方式,分别是 Arrow Marker Symbol(箭头

标记符号)、Character Marker Symbol(字符标记符号)、Picture Marker Symbol(图片标记符号)、Simple Marker Symbol(简单标记符号)。

利用 Arrow Marker Symbol 制作点符号能让点具有方向性,一般在林业专题图中可以指河流方向等。

采用 Character Marker Symbol 制作字符标记符号可以调用字体符号,利用系统自带字体库和 ArcGIS 自带的字体符号库里的符号可以模拟矢量中的点。在系统中自带的符号往往不能满足使用者的需求,利用 FontCreator 自定义林业用户要求的符号可以制作针对林业专题图的字体符号库。把 FontCreator 制作的字体库导入 ArcGIS 利用 Character Marker Symbol 制作字符标记符号的方法如下:

- 1) 使用 FontCreator 制作与对应的符号图形并导出成 \*.tff 的字体文件。
- 2) 把制作好的字体安装到 C:\windos\ fonts\ 目录下。
- 3) 打开 Style Manager,找到自己建立的符号库选择新建点状符号,选择 Character Marker Symbol 方法,选择制作好的字体文件,找到所需的符号设置偏移和颜色等。

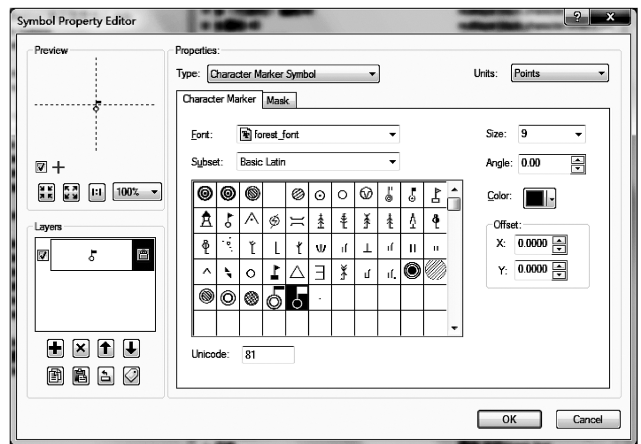


图 3 Character Marker Symbol 制作点状符号界面 (Symbol Property Editor)

Fig. 3 Character Marker Symbol Production point symbol interface (Symbol Property Editor)

Picture Marker Symbol 方式可以把位图(如 bmp,emf 格式)导入符号库,使用位图作为符号可以提高符号素材的丰富程度,甚至可以用一张照片作为符号。

Simple Marker Symbol 方式是 ArcGIS 预设了一些简单的符号,如:点、圈、菱形、十字等,可以调整颜色、角度等属性。

通过 Symbol Property Editor 制作点符号时发现,符号是以分层形式管理的,把通过以上 4 种不同方式制作的符号设置叠置、偏移就可以制作出更丰富更多样化的符号。

### 3.2.2 线状符号的制作

制作线状符号(Line Symbols) Style Manager 提供了 5 种方式,Hash Line Symbol(虚线)、Simple Line Symbol(实线)、Cartographic Line Symbol(制图线)、Maker Line Symbol(点符号构成的线)、Picture Line Symbol(图片组合的线)。

除了制作简单的虚线、实线以外,在制作一些复杂的线状符号时需要用到这 5 种方式中的某几种甚至全部方式,编辑设计时需要考虑如叠置顺序、循环单元比例、线的偏移量等因素,一个复杂的线状符号通常由多种组合方式生成。

例如在制作林业专题图图例中的保护区界时,将会用到 Hash Line Symbol 和 Cartographic Line Symbol 2 种制作方式,方法如下:

1) 在 Style Manager 中新建一个线状符号,在 Symbol Property Editor 中新加 Cartographic Line Symbol, Width(宽度)设置成 0.6, Offset(偏移量)设置为-1,在 Template(模板)选项卡中把线设置成固定缺口的循环单元。

2) 新建一层 Hash Line Symbol,设置 Angle(角度)为 90 度,Width 设置为 1.8, Offset 设置为-2,在 Template 选项卡中依照第一步中所做线的宽度设置长度和位置,使第一、二步中所制作的线条相匹配。

3) 新建一层 Cartographic Line Symbol,设置成绿色,Width 设置为 2, Offset 设置为-2。

4) 按第一步生成的线条放置到顶层,第二步生成的线条放置到中层,第三步生成的线条放置在底层。制作保护区界的 Symbol Property Editor 界面如图 4 所示。

### 3.2.3 面状符号的制作

制作面状符号(Fill Symbols) Style Manager 提供了 6 种方式,Simple Fill Symbol(单色填充)、Gradient Fill Symbol(渐变色填充)、Line Fill Symbol(制图线填充)、Marker Fill Symbol(点状符号填充)、Picture Fill Symbol(图片填充)和 3D Texture Fill Symbol(三维图形填充)。制作林业专题图符号库多数用到的都是 Simple Fill Symbol 和 Line Fill Symbol,通过设

置颜色、线条粗细度、线条角度等来制作符号。而 Gradient Fill Symbol 和 3D Texture Fill Symbol 主要是用于制作水体或山体符号,制作点符号填充的面状符号时主要用到 Marker Fill Symbol 和 Picture Fill Symbol。例如制作林业专题图图例中的松类疏林的面状符号(图 5),方法如下:

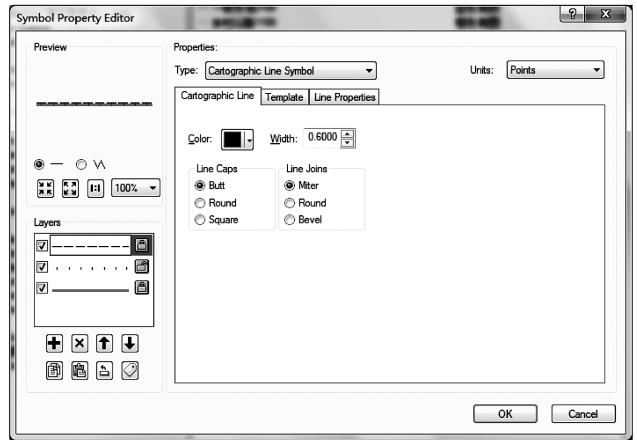


图 4 制作保护区界符号 Symbol Property Editor 界面

Fig. 4 Symbol Property Editor interface of production of protective boundary symbol

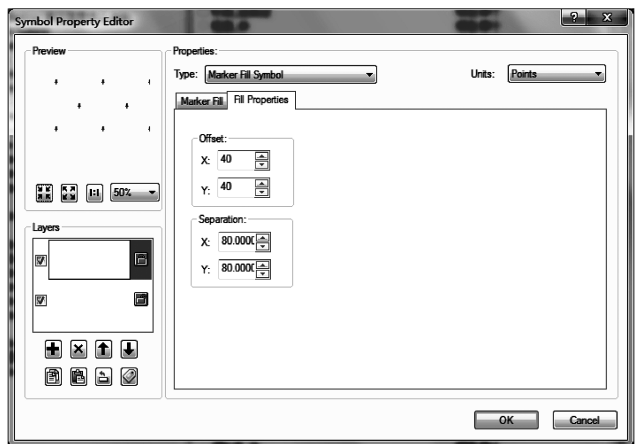


图 5 制作松类疏林面状符号 Symbol Property Editor 界面

Fig. 5 Symbol Property Editor interface of production of coniferous woodland area symbols

1) 使用 Marker Fill Symbol 新建一层面状符号,在 Marker 里选择松类疏林的符号。

2) 设置 Offset X、Y 为 0、0, Separation X、Y 设置为 80、80,这样就制作了点符号十字分布式的面状符号。

3) 利用 Marker Fill Symbol 复制并粘贴第一、二

步制作的面状符号图层,设置 Offset X、Y 为 40、40,这样的 2 层叠置后就实现了符号的菱形式分布(依照林业制图惯例点填充式的点符号分布一般按菱形式分布)。

### 3.2.4 文字符号的制作

制作文字符号(Text Symbols)与点、线、面符号不同,在 Style Manager 中新建文字符号需要利用 Editor 界面,可以调整文字的字体、字体大小、颜色、阴影和背景等常规的文字选项。

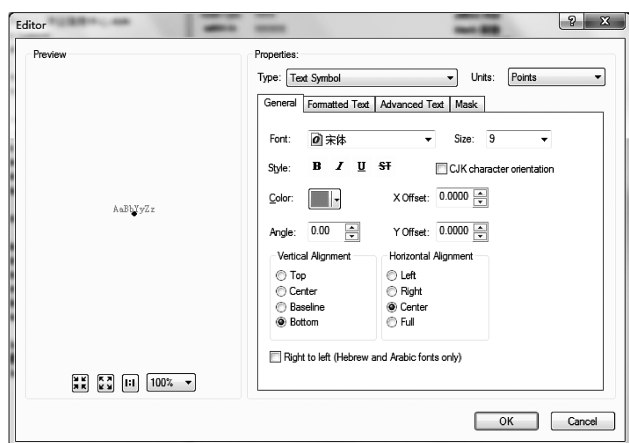


图 6 制作文字符号的 Editor 界面

Fig. 6 Editor interface of production text symbols

### 3.3 符号库的管理及使用

使用 Style Manager 建立符号库后能对各类符号进行管理,在 Style Manager 界面中可以对制作的符号进行删除、剪切、粘贴、拷贝和重命名,对符号属性进行调整时能够打开 Symbol Property Editor 和 Editor 界面。把制作好的 \*.style 文件拷贝到其他计算

机,通过 ArcGIS Style Manager 中的 Add Style to List 添加到 Style Manager,就可以实现符号库的共享。制作点状符号时,所有点状符号都是按同一缩放比例保存图形参数的,因此选择形状规则、易于量测的符号按比例尺打印;线状符号一般由线型符号和点状符号组成,参数的调整以一个循环单元为基准。线状符号所有组成符号的循环单元为同一长度,即 Template 为同一值,同一符号的所有线条的 Interval 值相同;面状符号主要由点、线符号填充和图片填充 2 种产生方式,对于点符号填充和制图线填充产生的符号,符号的纠正参照点符号调整和线符号循环单元设置即可。

## 4 结语

ArcGIS 作为强大的 GIS(地理信息系统)平台,提供了用于制作及管理符号的组件 Style Manager,利用 Style Manager 能够简便地制作点、线、面和文字符号并创建用户需要的专题符号库,专题符号库能够把多种类大量的地图符号统一管理起来。利用 Style Manager 制作并管理林业符号,能为林业专题图制作提供统一的符号库,以提高制图效率,保证林业专题图的规范性。

### 参考文献:

[1] 卢双珍. 林业地图编制理论、方法与实践[M]. 昆明: 云南出版集团公司云南科技出版社, 2008: 216-218.  
 [2] 张丹华, 石军南, 陈传松, 等. 基于 GIS 的林业专题图制图方法优化[J]. 中南林业科技大学学报, 2012(10): 173-174.  
 [3] 王文敏. 基于 ArcGIS 的地图符号库建立方法与动态符号化实现研究[D]. 长安大学硕士学位论文, 2011.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.005

## 景洪市普文镇近年土地利用变化特征分析

文勇军<sup>1</sup>, 付小勇<sup>2</sup>, 周晓<sup>3</sup>

(1. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051; 2. 西南林业大学, 云南 昆明 650024;  
3. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650204)

**摘要:**综合 GeoEye-1 卫星遥感数据、森林资源二类调查数据, 对景洪市普文镇 2005~2012 年土地利用变化情况进行研究分析。结果表明, 地方产业发展思路在影响地类变化中处主导地位, 其次是城市建设, 最后是农户意愿。大规模造林活动致使区域内以茶叶、橡胶为主的纯林逐渐增多以及混交林、宜林荒山、疏林地等地类面积相应减少。

**关键词:**卫星遥感数据; 土地利用类型; 变化特征; 普文镇

中图分类号: S757; F301.24 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0021-03

## Land Use Change Characteristic Analysis of Puwen Township in Recent Years

WEN Yong-jun<sup>1</sup>, FU Xiao-Yong<sup>2</sup>, ZHOU Xiao<sup>3</sup>

(1. Yunnan Institute of Forestry Inventory and Planning, Kunming 650051, China; 2. Southwest Forestry University, Kunming 650024, China; 3. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, China)

**Abstract:** According to Geolye-1 satellite remote sensing data and forest resources survey data, the change of land use from 2005 to 2012 in Puwen Township has been analyzed. Results showed that the local industry development idea played a important role in land use changes, the second role was played by the urban construction, the farmers willingness was in the last position. Large-scale afforestation activities leaded to increase of pure forest area of tea, and rubber, and decrease of corresponding mixed forests, waste mountains and opening area.

**Key words:** satellite remote sensing data; land use types; change characteristic; Puwen Township

随着越来越多的高分辨率空间遥感信息源的开发, 人们获取遥感信息费用也不断降低, 高分辨遥感数据的处理、分析越来越容易, 遥感技术在林业资源监测中已经得到了广泛应用<sup>[1]</sup>。同时, 采用不同时期的卫星影像对林地变化状况进行动态分析更具有时效性和可行性<sup>[2]</sup>。遥感技术作为一种重要的资源监测手段, 已应用于农业、地质、环境等的调查和

监测工作<sup>[3]</sup>。利用遥感技术及时掌握资源动态变化状况, 为合理利用自然资源, 变资源优势为经济优势提供决策依据, 对林业发展、林业建设具有重要意义<sup>[4]</sup>。以云南省景洪市普文镇为研究对象, 利用二期遥感影像结合景洪市森林资源二类调查数据<sup>[5]</sup>, 以快速而有效地监测土地利用类型的变化。

收稿日期: 2014-01-09; 修回日期: 2014-02-28.

APFNet 资助项目: 东南半岛中老缅山地跨境生态安全森林可持续恢复与管理。

作者简介: 文勇军(1976-), 男, 广西桂林人, 工程师。从事林业调查及设计工作。

通信作者: 周晓, 女, 四川泸州人, 助理研究员。主要从事遥感与地理信息系统在林业中的应用研究。

## 1 研究区基本情况

景洪市普文镇俗称普腾坝,位于东经 101° 23',北纬 22°33'。区域内最高海拔 1 797.3 m(菠萝大山),最低海拔 772 m。年均温 20.2℃,历年最高温 39℃,年均降雨量 1 675.6 mm,全年日照时间 1 990 h,属北亚热带高原季风气候,具有冬无严寒,夏无酷暑的气候特点。是内地进入西双版纳的第一门户重镇,素有“版纳北大门”之称。因自然条件较好,适宜发展茶叶、橡胶、咖啡、水果等亚热带经济作物。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料来源

遥感数据:普文镇 2005 年 1 月及 2012 年 12 月的 GeoEye-1 卫星遥感数据。

已有数据:云南省林业调查规划院 2005 年景洪市普文镇森林资源二类调查数据。

現地调查数据:采用 GPS 进行定位,利用 2012 年 12 月的 GeoEye-1 卫星遥感数据进行现地区划小班。

补充野外调查数据:根据普文镇的海拔、土壤、森林立地条件等因子结合典型森林植被的分布进行野外样地设置,按照典型选样的方法选取样地。记录样地植物种类、优势树种、胸径、树高及其它生长因子。

### 2.2 方法


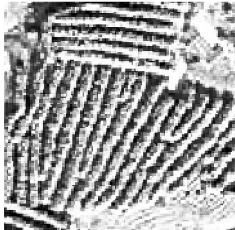
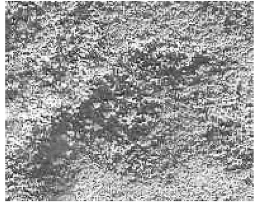
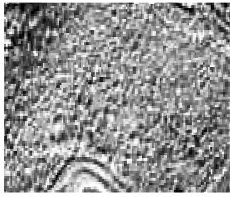


本研究主要利用 GeoEye-1 卫星提供的 0.41 m 黑白(全色)分辨率和 1.65 m 彩色(多波段)分辨率图像,高精度确定目标位置。同时,利用遥感图像纹理特征更具变异性这一特征,对同一地类内部组成要素的细节信息均进行表征,进一步扩大空间信息量,清晰反映影像地物的尺寸以及与形状、相邻地物的关系。根据影像特点和实地考察建立解译标志,结果见表 1。

### 2.3 目视判读及分析

在 ArcGIS 10 软件运行状态下,加入 GeoEye-1 卫星影像进行计算机屏幕人机交互解译。在解译的过程中,充分利用了地形、地貌、水文、森林资源二类调查等辅助数据,并参考野外 GPS 实地定位验证,经实地抽样检查,地类解译正确率达 98% 以上<sup>[6-8]</sup>。在 GIS 软件环境下对遥感解译获取的地类数据建立空间拓扑关系,使 2 期遥感解译数据统一到同一坐标系和投影下。研究过程中充分调查了普

表 1 土地利用分类遥感解译标志

Tab. 1 Remote sensing interpretation signs of land use classification

分类	解译图斑	分类	解译图斑
橡胶林		茶叶地	
有林地		灌木林地	
农地		建筑用地	

文镇土地资源数据和社会经济数据,以及各级政府下达的资源开发和生态环境保护的各类政策、法规数据。

## 3 结果与分析

### 3.1 2005 年地类情况

利用遥感图像特征进行目视解译,2005 年普文镇土地利用类型共涉及混交林、茶叶地、农地、橡胶林地等 13 类,共 366 个小班。各地类解译情况见表 2。

### 3.2 2012 年地类情况

经过区划地类小班,2012 年普文镇土地利用类型共涉及混交林、茶叶地、农地、橡胶林地等 12 类,共 313 个小班。各地类情况具体见表 3。

### 3.3 土地利用变化情况

1) 在人为活动的影响下,8 年间普文镇土地利用类型间发生了一定的转化,共涉及土地面积 4 855.76 hm<sup>2</sup>,占国土总面积的 8.6%。

2) 从增长趋势来看,茶叶地增长最快,净增 3 215.44 hm<sup>2</sup>,占地类变化总面积的 67%。其次是橡胶林地,净增 840.66 hm<sup>2</sup>,占地类变化面积的

17%。最后是农地,净增 71.51 hm<sup>2</sup>,占地类变化面积的 1%(图 1)。

表 2 普文镇 2005 年土地类型统计

Tab. 2 Land type statistics of Puwen Township in 2005

地类	小班数 /个	面积 /hm <sup>2</sup>	地类	小班数 /个	面积 /hm <sup>2</sup>
采伐迹地	12	487.16	非林地	3	370.74
纯林	5	533.59	橡胶林	56	4478.67
茶叶地	87	8636.29	疏林地	3	548.10
灌木林地	13	974.41	水域	1	24.12
混交林	104	27285.45	宜林荒山	27	1301.22
建筑用地	14	812.78	竹林	2	47.91
农地	39	11053.82	总计	366	56554.26

表 3 普文镇 2012 年土地类型统计

Tab. 3 Land type statistics of Puwen Township in 2012

地类	小班数	面积 /hm <sup>2</sup>	地类	小班数 /个	面积 /hm <sup>2</sup>
采伐迹地	3	153.10	非林地	3	325.02
纯林	9	1046.64	橡胶林	56	5319.33
茶叶地	82	11851.73	疏林地		
灌木林地	1	17.20	水域	1	24.12
混交林	99	25078.73	宜林荒山	4	537.27
建筑用地	14	1027.88	竹林	2	47.91
农地	39	11125.33	总计	313	56554.26

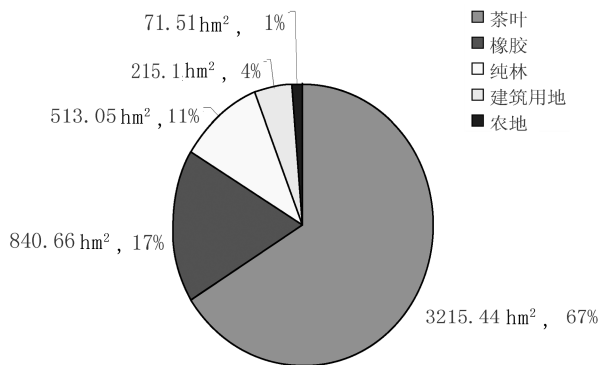


图 1 地类面积增长示意

Fig. 1 Land area increasing layout

3) 从下降趋势来看:混交林下降最快,净减 2 206.72 hm<sup>2</sup>,占地类变化面积的 45%;其次是灌木林地,净减 957.21 hm<sup>2</sup>,占地类变化面积的 20%;最

后是非林地,净减 45.72 hm<sup>2</sup>,占地类变化面积的 1%(图 2)。

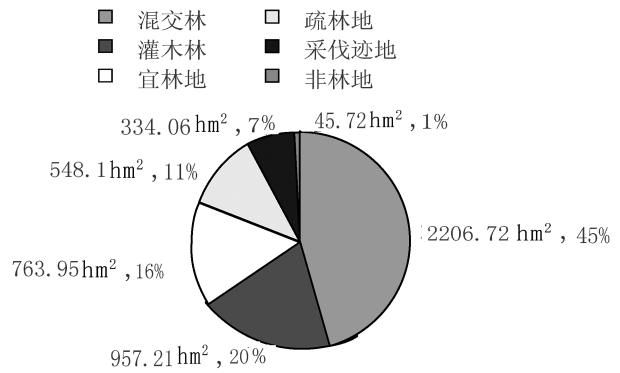


图 2 地类面积下降示意

Fig. 2 Land area decreasing layout

### 3.4 土地利用变化特征

1) 普文镇地类变化总体呈现出“5 增 6 减 2 不变”的特征。“5 增”,即茶叶地、橡胶林地、纯林地、农地、建筑用地增加。“6 减”,即混交林地、灌木林地、宜林地、疏林地、采伐迹地、非林地减少。“2 不变”,即水域和竹林不变。

2) 从 2005 年和 2012 年土地利用类型及其分布情况来看,普文镇土地利用类型变化区域主要集中在 213 国道和思小高速公路以南,大开河以西的林业用地,直逼热带树木园,这已对珍稀动植物资源保护造成严重的威胁。

3) 2012 年普文镇建筑用地面积较 2005 年净增 215.1 hm<sup>2</sup>,占地类变化总面积的 4%。但从其分布状况来看,并没太多的变化,仍然集中在思小高速公路以西、大开河以东一带,这并未给普文镇生态保护工作造成太多的负面影响,这进一步反映了普文镇在加快区域经济快速发展的同时,也在重视生态保护工作,严格土地管理制度。

4) 茶叶地和橡胶地已成为普文镇面积最大的 2 种地类,占国土总面积的 30% 以上,这是地方政府产业结构优化调整的必然结果。反之,混交林地、灌木林地、疏林地的不断减少则意味着砍伐天然混交林、毁林开荒、毁林种林等情况在普文镇境内依然存在,这种境况将伴随着地方产业结构调整始终。

### 4 建议

1) 合理区划产业发展布局,加大对热带树木园 (下转第 30 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.006

## 中国滨海湿地及其生态系统服务功能研究概述

李 伟, 崔丽娟, 赵欣胜, 张曼胤, 马牧源, 康晓明, 王义飞

(1. 中国林业科学研究院湿地研究所, 北京 100091; 2. 湿地生态功能与恢复北京市重点实验室, 北京 100091)

**摘要:**滨海湿地是海陆交界的生态过渡带, 具有特殊的水文、植被、土壤特征。滨海湿地在我国滨海的 9 个省、2 个直辖市、2 个特别行政区均有分布。第二次全国湿地资源调查结果显示, 全国滨海湿地面积 579.59 万  $\text{hm}^2$ , 占全国湿地面积的 12.42%。由于人为开垦与改造、污染物排放、泥沙淤积和水资源不合理利用等原因, 中国滨海湿地生态系统服务功能面临诸多挑战。文章从滨海湿地的科学定义及分类入手, 分析了现有滨海湿地生态系统服务功能评价方法。从静态评价和动态评价 2 方面分别阐述了滨海湿地生态系统服务功能的价值评估。针对现有滨海湿地生态系统服务功能研究中存在的问题, 提出了今后应从构建滨海湿地生态系统服务功能评估体系、滨海湿地生态特征与生态系统服务功能内在机制研究、滨海湿地生态系统服务功能评估重复性计算、制图与管理等方面进行研究。

**关键词:**滨海湿地; 生态系统服务功能; 评价方法; 价值评估; 评估体系; 中国

中图分类号: S718.5; Q178.5 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0024-07

## An Overview of Chinese Coastal Wetland and Their Ecosystem Services

LI Wei, CUI Li-juan, ZHAO Xin-sheng, ZHANG Man-yin, MA Mu-yuan,  
KANG Xiao-ming, WANG Yi-fei

(1. Institute of Wetland Research, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;  
2. Beijing Key Laboratory of Wetland Services and Restoration, Beijing 100091, China)

**Abstract:** Coastal wetlands are an ecological transition zone at the junction of land and sea, with a special hydrology, vegetation, soil characteristics. Coastal wetlands are distributed in nine provinces of China, two municipalities and two special administrative regions. The second national wetland resources survey shows that coastal wetlands area is 5,795,900 hectares, accounting for 12.42%. Coastal wetlands are primarily distributed in China's eastern coastal areas, which contain abundant natural resources and are important to the ecological environment. China has a long coastline from north to south. But coastal wetland is a vulnerable and sensitive ecological area. Chinese coastal wetlands have been impaired seriously owing to the pressure of population growth, the development of economy and industry, human reclamation and transformation, pollutant emissions, siltation and irrational use of water resources and other reasons. Coastal wetland scientific definition, classification and existing coastal wetland ecosystem services

收稿日期: 2014-05-09.

项目来源: 林业公益性行业科研专项经费项目“滨海湿地生态系统服务功能与评估技术研究”(201404305)。

作者简介: 李伟(1981-), 男, 山东烟台人, 助理研究员。主要从事湿地恢复研究。Email: wetlands207@163.com

通信作者: 崔丽娟(1968-), 女, 吉林白城人, 研究员。主要从事湿地生态研究。Email: lkyclj@126.com

evaluation methods are analyzed. After that, two aspects of static and dynamic evaluation are elaborated to assess the value of coastal wetland ecosystem services. Finally, aiming at the existing coastal wetland ecosystem services research problems, coastal wetland ecosystem services evaluation system, coastal wetland ecological characteristics and ecosystem services inherent mechanism, coastal wetland ecosystem services double counting, mapping and management study should be taken seriously in the future. This work will provide scientific and technological support for China's coastal wetlands protection and management.

**Key words:** coastal wetland; ecosystem services; evaluation methods; value assessment; assessment system; China,

## 1 我国滨海湿地现状

滨海湿地是海陆交界的生态过渡带,兼具海、陆特征的生态类型,具有特殊的水文、植被、土壤特征。近些年来,滨海湿地多种生态服务功能诸如碳存储、维持生物多样性、控制污染、调节气候等逐渐被人们所熟知,其在维持滨海地区生态安全等方面发挥了重要作用<sup>[1-8]</sup>。滨海湿地在我国滨海的9个省、2个直辖市、2个特别行政区均有分布。由于人为开垦与改造、污染物排放、泥沙淤积和水资源不合理利用等原因,中国滨海湿地生态系统多种服务功能面临诸多挑战<sup>[9-10]</sup>。

在2003年完成首次全国湿地资源调查工作之后,为进一步摸清“家底”,掌握湿地资源动态变化情况,有针对性地强化湿地保护政策,国家林业局从2009年开始组织第二次全国湿地资源调查。调查历时5年,至2013年结束,制定了《全国湿地资源调查技术规程》等技术标准。在遥感数据全国覆盖的前提下,运用3S技术与现地调查相结合的方法,统一采取了遥感数据室内判读、现地验证和实地调查、调查结果室内修正的流程。获取的成果数据包括滨海湿地类型、面积、分布、受威胁情况和生态状况等方面信息。调查结果显示,全国湿地总面积5 360.26万 $\text{hm}^2$ 。其中,自然湿地面积4 667.47万 $\text{hm}^2$ ,占87.37%。滨海湿地面积579.59万 $\text{hm}^2$ ,占12.42%。此次调查为进一步的滨海湿地研究奠定了良好的基础和前提。

我国于1992年7月正式加入《湿地公约》组织,截至2013年底,列入国际重要湿地名录的湿地共有46处,其中属于滨海湿地的有东寨港自然保护区等15处。丹顶鹤、中华白海豚、斑海豹、海龟、黑脸琵鹭等珍稀濒危动物以及红树林、珊瑚礁等典型滨海湿地生态系统得到重点保护,大大促进了我国滨海湿地生态系统的保护与科学管理的发展。

## 2 定义及分类

按国际湿地公约的定义,滨海湿地是指海陆交互作用下经常被静止或流动的水体所浸淹的沿海低地,潮间带滩地及低潮时水深不超过6m的浅水水域。滨海湿地的下限为海平面以下6m处(习惯上常把下限定在大型海藻的生长区外缘),上限为大潮线之上与内河流域相连的淡水或半咸水湖沼以及海水上溯未能抵达的入海河的河段。这一定义基本上涵盖了潮间带的主要地带,以及直接与之有密切关系的相邻区域。

滨海湿地类型划分是一项基础性工作,对于滨海湿地保护与管理具有重要作用。目前对滨海湿地类型的划分标准还没有达到统一。滨海湿地分类系统的建立应根据我国滨海湿地在地域上的分布特征和生态特征,体现科学性与实用性相结合的特点。目前,湿地公约将滨海湿地分为12个类型,我国除广泛采用湿地公约的分类方法外,许多学者也根据自己的研究提出了各自的分类体系<sup>[11-14]</sup>,目前主要采用的是全国湿地资源调查技术规程中的分类(表1)。

## 3 评价方法

目前,滨海湿地生态系服务评估方法由定性化向量化不断发展,更加注重生态学机制与评估方法的结合,多采用能值法、物质法、价值量法、足迹法以及模型分析法等评价方法进行滨海湿地生态系统服务功能价值评估<sup>[15-18]</sup>。例如郑伟等研究了胶州湾湿地生态系统服务的类型并评估了其价值,结果表明:物质产品供给占重要地位,其次是调节功能,此研究仅对主要生态系统服务功能开展了评估,存在一定的缺陷<sup>[19]</sup>。湿地功能评价水文地貌分类(HGM)方法可以对一个较大尺度内的诸多生态系统服务功能进行定量的评价。李玉凤等根据盐城滨海湿地2006~2007年Alos像、DEM和水文水动力

表 1 滨海湿地分类方案

Tab. 1 Classification scheme of coastal wetlands

分类	分类者						
湿地公约	全国湿地资源调查技术规程 (2008)	第一次全国湿地调查 (2000)	陆健健 (1996)	唐小平和 黄桂林 (2003)	赵焕庭和王丽荣 (2000)	倪晋仁等 (1998)	
类型	永久性浅海水域、海草床、珊瑚礁、岩石性海岸、沙滩砾石与卵石滩、河口水域、滩涂、盐沼、潮间带森林湿地、咸水碱水泻湖、海岸淡水湖、海滨岩溶洞穴水系	浅海水域、潮下水生层、珊瑚礁、岩石海岸、沙石海滩、淤泥质海滩、潮间盐水沼泽、红树林、河口水域、三角洲/沙洲/沙岛、海岸性咸水湖、海岸性淡水湖	浅海水域、潮下水生层、珊瑚礁、岩石性海岸、潮间沙石海滩、潮间淤泥海滩、潮间盐水沼泽、红树林沼泽、海岸性咸水湖、海岸性淡水湖、河口水域、三角洲湿地	基岩质湿地、淤泥质湿地、生物礁湿地、藻床湿地、滩涂湿地、泥质滩涂湿地、沙质滩涂湿地、岩基海岸湿地、离岛湿地、河口沙洲湿地、潮上带淡水湿地	浅海、滩涂、河口、海岸性湖泊	淤泥质海岸湿地、砂砾质海岸湿地、基岩海岸湿地、水下岸坡湿地、泻湖湿地、红树林湿地、珊瑚礁湿地	三角洲湿地、口湾潮流湿地、平原海岸湿地、泻湖湿地、红树林湿地

条件数据,对不同水文地貌单元的盐城滨海湿地生态服务功能进行评价。结果表明,河口湿地、淤泥质滩涂和草滩带湿地在维护盐城海滨湿地生态功能中具有重要地位<sup>[20]</sup>。湿地功能与空间尺度大小有着密切的联系,研究湿地功能的空间尺度效应对从功能上指导湿地保护与管理有着重要意义<sup>[15,21]</sup>。欧维新等借助生态位理论构建了滨海湿地功能的生态经济位评价模型,并以 4 个不同空间尺度为评价单元,探讨盐城滨海湿地功能评价的空间尺度响应特征。结果表明:随着评价尺度变大,高生态功能和高经济功能湿地面积表现为减少且减幅不断加大,较低和较高功能级别的湿地面积则随着尺度的变大而成倍增加;各功能级别湿地的空间形态也随之变化;其原因是评价单元的变化,改变了单元内的地类结构,从而使其对应的某个湿地功能的主导优势地位发生了变化<sup>[22]</sup>。李丽锋等依据能值分析理论对盘锦双台河口湿地生态系统服务功能价值进行评价,各项服务功能价值大小顺序为:栖息地>供水、蓄水>植物资源>大气组分调节>科研文化>水产品>降解污染<sup>[23]</sup>。吴璇等利用“功能当量”相对评估模型,对 2009 年天津滨海新区湿地生态系统服务功能进行评估,采用区域网格化空间表达进行分级研究<sup>[24]</sup>。

目前,尽管用来评估滨海湿地生态系统服务功能的方法和技术很多,但由于滨海湿地的复杂性,评估方法仍然存在一定的技术瓶颈<sup>[4,25-28]</sup>。对滨海湿地生态结构、过程和功能机理理解仍不充分,对湿地生态系统服务功能之间的相互联系、相互依赖或相互对立性还缺乏足够的认识,评估时往往存在着许

多不确定性,评估方法存在着一定的不足及适用范围,降低了评估结果的可信度<sup>[17,29-30]</sup>。滨海湿地生态系统服务功能评价的关键在于评估过程中指标的选取及评价方法是否科学,在今后研究中,要深入了解滨海湿地生态系统服务功能与生态系统过程的关系,注重价值评价与模型的结合,增加评估结果的可信度。

## 4 服务功能的价值评估

滨海湿地生态系统服务功能评估不仅需要阐明滨海湿地生态特征、理清服务功能构成及其作用机理,还要从生态学角度上构建指标体系和研发相关的尺度转换技术,更需要建立野外定位生态观测站和数据共享机制,用来满足滨海湿地生态系统服务功能评价对数据的需求<sup>[7,18,25]</sup>。目前,我国滨海湿地生态系统服务功能的研究主要集中在湿地生态系统服务功能静态评价和动态评价上。

### 4.1 静态评价

现有的滨海湿地生态系统服务功能研究分别从全球或全国的角度,对各种类型的滨海湿地做出评估。从全球或全国尺度评估滨海湿地生态系统服务功能容易受到案例多少和人均 GDP 等因素影响,评估结果不是特别准确,但具有参考价值。如 Costanza<sup>[31]</sup>, Brander<sup>[32]</sup> 和 de Groot<sup>[33]</sup> 等将全球的滨海湿地生态系统进行价值评估,得出单位面积滨海湿地的服务功能高达 5~20 万美元,高于其它生态系统类型。陈仲新等在评估中国生态系统效益的价值时,分析了红树林和海岸带单位面积价值分别为

1.  $16 \times 10^{11}$  和  $4.70 \times 10^1$  元(人民币)/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{[34]}$ 。石焱等在分析中国陆地生态系统服务功能的时空变化时发现,包含滨海湿地类型在内的湿地单位面积价值为  $4.07 \times 10^4$  元(人民币)/ $\text{hm}^2^{[35]}$ 。一般来说,全球或全国滨海湿地生态系统的服务功能评价可以得到大范围的湿地价值,有利于认识到滨海湿地的总体价值,但是由于目前的评估技术等制约,评估结果具有一定的差异性。韩维栋等使用市场价值法、机会成本法和替代花费法等对在中国自然分布的  $13\ 646 \text{ hm}^2$  的红树林生态系统的功能价值进行经济评估,结果表明,红树林单位面积价值为  $1.73 \times 10^5$  元(RMB)/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}^{[29]}$ 。而赵晟等对中国红树林生态系统服务功能的能值货币价值作了评估,结果表明,单位面积价值为  $9.24 \times 10^4$  元(RMB)/ $\text{hm}^2^{[30]}$ 。

一般来说,区域和单个滨海湿地生态系统服务功能评估的特点是能够从精度上把握所研究生态系统的生物物理特征,评估结果比全球或全国尺度评估更能真实反映生态系统对于人类福祉的贡献。如 Costanza (2008) 评估了美国滨海湿地防护飓风的服务功能<sup>[36]</sup>。张华等对辽宁省湿地进行了评估,其中滨海湿地占全省湿地生态价值总量的 54.0%,为区域尺度的湿地生态系统服务功能的研究和保护提供了一定的推动作用<sup>[37]</sup>。单个滨海湿地生态系统服务功能评估,有利于某个湿地的保护和管理。目前,单一滨海湿地生态系统服务功能研究主要集中在 2 个方面:①总价值的评价,如长江口<sup>[38]</sup>、厦门<sup>[39]</sup>、香港米埔<sup>[40]</sup>等滨海湿地生态系统服务功能总价值得到了定量的评价。②湿地生态系统的某一服务功能或几个服务功能的评价,这一评价主要是针对湿地生态系统的某一服务功能的生态学机制或评价方法的详细阐述。如辛琨等运用替代法和影子工程法对  $2\ 056 \text{ hm}^2$  东寨港红树林湿地生态系统土壤吸附重金属的功能价值进行估算,表明其功能价值为 5 462 万元<sup>[41]</sup>。欧维新等分析了盐城滨海芦苇湿地氮磷污染物质的净化效应及其价值评估,单位面积芦苇净化价值为  $1\ 120 \text{ 元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})^{[42]}$ 。

## 4.2 动态评价

土地利用变化是导致滨海湿地生态系统服务功能变化的一个重要因素,它通过改变滨海湿地生态系统的结构和功能,影响滨海湿地生态系统服务功能和人类福祉。目前的动态评价多是结合土地利用变化进行研究,可以更好地理解滨海湿地生态系统服务功能下降的原因,有利于制定合理有效的保护政策。Zhao 等分析了 1990~2000 年土地利用变化

下的崇明岛滨海湿地生态系统服务功能,提出针对滨海湿地保护来说,未来土地利用政策的制定应给予优先考虑<sup>[43]</sup>。张绪良等结合 TM 影像评估了 1987 年和 2002 年莱州湾南岸滨海湿地生态系统服务功能,表明自然湿地转化为养殖池和盐田等人工湿地是导致该区生态系统服务功能下降的主要原因<sup>[44]</sup>。Xie 等在天津湿地的研究表明,天津湿地 1987~1998 年快速变化的主要原因是经济发展、人口增长和海平面上升造成的<sup>[45]</sup>。Lin 等分析了厦门城市空间扩展(1908~2007 年)及其对岛屿湿地生态系统服务功能和景观格局的影响,研究表明,滨海湿地生态系统服务功能评估与景观格局分析在沿海城市化综合决策调控中必不可少<sup>[46]</sup>。一般来说,在动态评价过程中,价值系数的选择会影响评估结果的可信度。目前的动态评价多采用或修正 Costanza<sup>[31]</sup>所评估的土地利用类型的单位价值,或者忽略了部分生态系统服务功能;且大多数的研究未考虑经济、社会因素和人们的支付能力的变化,从而导致评估结果可信度的降低。

滨海湿地生态系统服务功能动态评价不仅需要评价其现状,还需要评价其时空变化性、对外来压力的响应,明确服务功能的空间异质性。目前在动态评估中,预测模型的应用越来越多<sup>[15,17-18,47]</sup>。预测模型评估是基于过去的湿地生态系统服务功能研究,借助 3S、计算机技术,分析社会经济政策和全球变化等复杂变量的发展趋势,采用情景分析和模型模拟等方法,预测未来一定时期湿地生态系统服务功能的价值变化<sup>[48]</sup>,通过指定不同的变化情景来反映湿地生态系统服务功能的变化。李雪梅等根据天津市滨海新区的实际发展状况,制定有无湿地保护 2 种方案,并预测了 2 种方案下 2009~2020 年间湿地生态系统服务功能的价值变化<sup>[49]</sup>。

## 5 展望

目前,滨海湿地生态系统服务功能评估取得了较大进展,在滨海湿地生态系统服务功能的理论、应用、动态评价等方面都取得一定的成绩,但是还存在着一些问题<sup>[4,7,45,50]</sup>。未来的滨海湿地生态系统服务功能研究应该从构建滨海湿地生态系统服务功能评估体系、滨海湿地生态特征与生态系统服务功能内在机制研究、滨海湿地生态系统服务功能评估重复性计算、制图与管理等方面进行研究。

### 5.1 服务功能评估体系构建

在对滨海湿地生态系统服务功能进行评价时,

不同的学者对其内涵的理解不同,影响了评估结果的可信度和可比性。随着人们对滨海湿地生态系统过程及其功能的深入了解,通过开展全面系统的滨海湿地生态系统服务功能定位观测和实验研究,对滨海湿地生态系统服务功能的产生和变化机理进行研究,构建滨海湿地生态系统服务功能评估体系显得尤为重要。建立适用范围广、快速、准确的滨海湿地生态系统服务功能评估体系是当前滨海湿地评估的难点和热点<sup>[51]</sup>,评估体系的设计需要综合考虑多方面的因素。

## 5.2 生态特征与系统服务功能内在机制研究

通过确定滨海湿地的生物和非生物环境及其物理、化学和生物过程的生态特征,探讨滨海湿地生态系统供给、支持、调节和文化四大服务功能构成特征,明确滨海湿地生态系统的结构、过程与服务功能的相互关系,从而揭示滨海湿地生态特征变化与生态系统服务功能的内在联系机制<sup>[52]</sup>。同时,结合不同尺度滨海湿地生态系统服务功能的变化特性,分析不同尺度下滨海湿地生态系统服务功能变化,揭示滨海湿地生态系统服务功能的尺度效应及其驱动机制<sup>[21]</sup>。

## 5.3 服务功能评估重复性计算研究

由于湿地生态系统服务功能分类的复杂性、指标选取的模糊性等缺点,导致在评价时会重复计算<sup>[53]</sup>。今后,应结合滨海湿地生态系统服务功能之间的内在联系,从生态系统服务功能的评价方法、指标和参数的选择等方面入手,明确滨海湿地生态系统服务功能评价产生重复性计算的原因,并对重复性计算的指标进行分类;通过分析滨海湿地生态系统的中间服务与最终服务,结合指标、参数和评估方法,提出滨海湿地生态系统服务功能重复性计算的剔除方法。

## 5.4 服务功能制图研究

湿地生态系统服务功能制图是以政策需求为目的,以生态模型和空间地理信息技术为手段,将其以图片的形式直观表现<sup>[50,54-55]</sup>。滨海湿地生态系统服务功能的产生和供给具有空间异质性,湿地生态系统服务功能制图可以将这种异质性直观地呈现给管理者<sup>[56]</sup>,是将评估结果纳入滨海湿地保护规划和管理政策制定与实施过程中的重要步骤。滨海湿地生态系统服务功能制图研究是今后滨海湿地生态系统服务功能研究的重点工作之一。

## 5.5 服务功能管理研究

湿地生态系统服务功能管理是指以实现生态系

统服务功能的可持续供给为目标。完整的湿地生态系统服务功能分析应该明确服务功能是如何被使用的,而不是简单地计算某种服务功能的价值<sup>[57-58]</sup>。滨海湿地生态系统服务功能研究的最终目的是在湿地管理时制定有效的政策,因此在评价时需要理解湿地生态系统服务功能与利益相关者、人类福祉的关系,从而制定合理管理政策。将评估结果纳入决策过程,为滨海湿地管理提供指导意见,促进滨海湿地的可持续发展。

## 参考文献:

- [1] Lau S S S, Chu L M. The significance of sediment contamination in a coastal wetland, Hong Kong, China[J]. *Water Research*, 2000, 34(2): 379-386.
- [2] Li Q S, Wu Z F, Chu B, et al. Heavy metals in coastal wetland sediments of the Pearl River Estuary, China[J]. *Environmental Pollution*, 2007, 14(2): 158-164.
- [3] Liu J R, Zhou H X, Qin P, et al. Comparisons of ecosystem services among three conversion systems in Yancheng National Nature Reserve [J]. *Ecological Engineering*, 2009, 35(5): 609-629.
- [4] Brenner J, Jiménez J A, Sardá R, et al. An assessment of the non-market value of the ecosystem services provided by the Catalan coastal zone, Spain[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2010, 53(1): 27-38.
- [5] Zhou J, Chen B, Yu W W, et al. Study on coastal wetland habitat quality evaluation in Quanzhou Bay, Fujian, China [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(5): 264-270.
- [6] Camacho-Valdez V, Ruiz-Luna A, Ghermandi A, et al. Valuation of ecosystem services provided by coastal wetlands in northwest Mexico[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2013, 78: 1-11.
- [7] Beaumont N J, Jones L, Garbutt A, et al. The value of carbon sequestration and storage in coastal habitats [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2014, 137: 32-40.
- [8] Liu H X, Ren H, Hui D F, et al. Carbon stocks and potential carbon storage in the mangrove forests of China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2014, 133: 86-93.
- [9] 张晓龙,李培英,李萍,等. 中国滨海湿地研究现状与展望[J]. *海洋科学进展*, 2005, 23(1): 87-95.
- [10] 陈增奇,金均,陈奕. 中国滨海湿地现状及其保护意义[J]. *环境污染与防治*, 2006, 28(12): 930-933.
- [11] 陆健健. 中国滨海湿地的分类[J]. *科技导报*, 1996: 1-2.
- [12] 倪晋仁,殷康前,赵智杰. 湿地综合分类研究: iv 分类[J]. *自然资源学报*, 1998, 13(3): 214-221.



- [13] 赵焕庭,王丽荣. 中国海岸湿地的类型[J]. 海洋通报, 2000, 19(6): 72-82.
- [14] 唐小平,黄桂林. 中国湿地分类系统的研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(5): 531-539.
- [15] Giordani G, Austoni M, Zaldivar J M, et al. Modelling ecosystem functions and properties at different time and spatial scales in shallow coastal lagoons: An application of the Loicz biogeochemical model[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2008, 77(2): 264-277.
- [16] 孟范平,李睿倩. 基于能值分析的滨海湿地生态系统服务价值量化研究进展[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(Z1): 74-80.
- [17] Edward B. Barbier. A spatial model of coastal ecosystem services[J]. *Ecological Economics*, 2012, 78: 70-79.
- [18] Wingard G L, Lorenz J J. Integrated conceptual ecological model and habitat indices for the southwest Florida coastal wetlands[EB/OL]. *Ecological Indicators*, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.01.007>.
- [19] 郑伟,石洪华,徐宗军,等. 滨海湿地生态系统服务及其价值评估—以胶州湾为例[J]. 生态经济, 2012(1): 179-182.
- [20] 李玉凤,刘红玉,孙贤斌,等. 基于水文地貌分类的滨海湿地生态功能评价—以盐城滨海湿地为例[J]. 生态学报, 2010, 30(7): 1718-1724.
- [21] Loomis D K, Paterson S K. Human dimensions indicators of coastal ecosystem services: A hierarchical perspective [EB/OL]. *Ecological Indicators*, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.12.022>.
- [22] 欧维新,叶丽芳,孙小祥,等. 湿地功能评价的尺度效应—以盐城滨海湿地为例[J]. 生态学报, 2011, 31(12): 3270-3276.
- [23] 李丽锋,惠淑荣,宋红丽,等. 盘锦双台河口湿地生态系统服务功能能值价值评价[J]. 中国环境科学, 2013, 33(8): 1454-1458.
- [24] 吴璇,李洪远,张良,等. 天津滨海新区生态系统服务评估及空间分级[J]. 中国环境科学, 2011, 31(12): 2091-2096.
- [25] Tian B, Zhou Y X, Zhang L Q, et al. Analyzing the habitat suitability for migratory birds at the Chongming Dongtan Nature Reserve in Shanghai, China[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2008, 80(2): 296-302.
- [26] Gan H Y, Lin J Q, Liang K, et al. Selected trace metals (As, Cd and Hg) distribution and contamination in the coastal wetland sediment of the northern Beibu Gulf, South China Sea [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2013, 66(1-2): 252-258.
- [27] Liqueste C, Zulian G, Delgado I, et al. Assessment of coastal protection as an ecosystem service in Europe[J]. *Ecological Indicators*, 2013, 30: 205-217.
- [28] Hu Y, Wang L, Tang Y S, et al. Variability in soil microbial community and activity between coastal and riparian wetlands in the Yangtze River estuary - Potential impacts on carbon sequestration[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2014, 70: 221-228.
- [29] 韩维栋,高秀梅,卢昌义,等. 中国红树林生态系统生态价值评估[J]. 生态科学, 2000, 19(1): 40-46.
- [30] 赵晟,洪华生,张珞平,等. 中国红树林生态系统服务的能值价值[J]. 资源科学, 2007, 29(1): 147-154.
- [31] 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.
- [32] Brander L M, Florax R J, Vermaat J E. The empirics of wetland valuation: A comprehensive summary and a meta-analysis of the literature[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2006, 33(2): 223-250.
- [33] de Groot R, Brander L, van der Ploeg S, et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units[J]. *Ecosystem Services*, 2012, 1(1): 50-61.
- [34] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报, 2000, 45(1): 17-22.
- [35] 石垚,王如松,黄锦楼,等. 中国陆地生态系统服务功能的时空变化分析[J]. 中国科学, 2012, 57(9): 720-731.
- [36] Costanza R. Multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*[J]. *Ecosystem services*, 2008, 141(2): 350-352.
- [37] 张华,武晶,孙才志,等. 辽宁省湿地生态系统服务功能价值测评[J]. 资源科学, 2008, 30(2): 267-273.
- [38] 吴玲玲,陆健健,童春富,等. 长江口湿地生态系统服务功能价值的评估[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(5): 411-416.
- [39] 陈鹏. 厦门湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 湿地科学, 2006, 4(2): 101-107.
- [40] 辛琨,谭凤仪,黄玉山,等. 香港米埔湿地生态功能价值估算[J]. 生态学报, 2006, 26(6): 2020-2026.
- [41] 辛琨,赵广孺,孙娟,等. 红树林土壤吸附重金属生态功能价值估算—以海南省东寨港红树林为例[J]. 生态学报, 2005, 24(2): 206-208.
- [42] 欧维新,高建华,杨桂山. 芦苇湿地对氮磷污染物质的净化效应及其价值初步估算—以苏北盐城海岸带芦苇湿地为例[J]. 海洋通报, 2006, 25(5): 90-96.
- [43] Zhao B, Kreuter U, Li B, et al. An ecosystem service value assessment of land-use change on Chongming Island, China[J]. *Land Use Policy*, 2004, 21(2): 139-148.

- [44] 张绪良,叶思源,印萍,等. 莱州湾南岸滨海湿地的生态系统服务价值及变化[J]. 生态学杂志, 2008, 27(12): 2195-2202.
- [45] Xie Z L, Xu X G, Yan L. Analyzing qualitative and quantitative changes in coastal wetland associated to the effects of natural and anthropogenic factors in a part of Tianjin, China. *Estuarine [J]. Coastal and Shelf Science*, 2010, 86(3): 379-386.
- [46] Lin T, Xue X Z, Shi L Y, et al. Urban spatial expansion and its impacts on island ecosystem services and landscape pattern: A case study of the island city of Xiamen, Southeast China [J]. *Ocean & Coastal Management*, 2013, 81: 90-96.
- [47] Boumans R, Costanza R, Farley J, et al. Modeling the dynamics of the integrated earth system and the value of global ecosystem services using the gumbo model[J]. *Ecological Economics*, 2002, 41(3): 529-560.
- [48] Wu W D, Zhang C K. Fuzzy disassembling of coastal public resources pricing: A case study of shoal wetland in Qingdao[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2012, 59: 40-46.
- [49] 李雪梅,邓小文. 滨海新区湿地生态系统服务价值变化研究[J]. 城市发展研究, 2011, 18(3): 48-52.
- [50] Klain S C, Chan K M A. Navigating coastal values: Participatory mapping of ecosystem services for spatial planning[J]. *Ecological Economics*, 2012, 82: 104-113.
- [51] Lopes R, Videira N. Valuing marine and coastal ecosystem services: An integrated participatory framework[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2013, 84: 153-162.
- [52] 欧阳志云,郑华. 生态系统服务的生态学机制研究进展[J]. 生态学报, 2009, (11): 6183-6188.
- [53] Fu B J, Su C H, Wei Y P, et al. Double counting in ecosystem services valuation: Causes and countermeasures [J]. *Ecological research*, 2011, 26(1): 1-14.
- [54] 张立伟,傅伯杰. 生态系统服务制图研究进展[J]. 生态学报, 2014, 34(2): 316-325.
- [55] Reschkea J, Hüttich C. Continuous field mapping of Mediterranean wetlands using sub-pixel spectral signatures and multi-temporal Landsat data[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2014, 28: 220-229.
- [56] Lang M W, Kasischke E S, Prince S D, et al. Assessment of C-band synthetic aperture radar data for mapping and monitoring Coastal Plain forested wetlands in the Mid-Atlantic Region, USA[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2008, 112(11): 4120-4130.
- [57] Luisetti T, Turner R K, Bateman I J, et al. Coastal and marine ecosystem services valuation for policy and management: Managed realignment case studies in England [J]. *Ocean & Coastal Management*, 2011, 54(3): 212-224.
- [58] van Loon-Steensma J M, Vellinga P. Trade-offs between biodiversity and flood protection services of coastal salt marshes[J]. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2013, 5(3-4): 320-326.

(上接第 23 页)

的保护管理工作,给人与自然和谐发展提供更为广阔的空间。

2) 加快经济转型,积极推广混农林业经营模式,进一步拓宽农户增收渠道。

3) 产业结构优化调整维系普文生态建设工作全局。因此,要合理控制茶叶、橡胶等产业发展速度,尽量减少人类活动对自然生态系统平衡的干扰。

### 参考文献:

- [1] 黎颖卿,黄宁辉. 浅谈遥感在我国森林资源监测中的应用现状[J]. 防护林科技, 2006, 6(4): 61-64.
- [2] 廖克,成夕芒. 高分辨率卫星遥感影像在土地利用变化动态监测中的应用[J]. 测绘科学, 2006, 31(6): 10-15.
- [3] 游先详. 遥感原理及在资源环境中的应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003.
- [4] 杨建祥. 采用不同时期的卫星影像对勐腊县象明乡林地变化状况进行分析[J]. 林业调查规划, 2008, 33(5): 8-10.
- [5] 云南省林业调查规划院. 景洪市森林资源规划设计调查报告[R]. 2005.
- [6] 颜长珍,王一谋,冯毓荪,等. 应用遥感和地理信息系统技术对宁夏林地资源的宏观研究[J]. 资源科学, 2001, 23(2): 81-84.
- [7] 刘纪远,布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究—基于卫星遥感数据[J]. 第四级研究, 2000, 20(3): 229-239.
- [8] 刘纪远,刘明亮,庄大方,等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. 中国科学(D辑), 2002, 32(12): 1031-1040.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.007

## 马尾松一代种子园母树营养特点研究

潘琼蓉

(溪口国有林场,福建 仙游 351200)

**摘要:**对马尾松一代种子园母树的针叶和球果的营养元素含量进行测定、分析、比较,结果表明:马尾松种子园母树对氮、钾、钙、磷养分的需求量较大,针叶中各元素含量由高到低依次为  $N > K > Ca > P > Mg > B > Mo$ ,球果的养分含量为  $K > N > Ca > P > Mg > B > Mo$ ;种子园母树的针叶、球果中各营养元素含量波动较大;初步得到种子园母树针叶各营养元素含量适宜范围为:  $N(10.994 \sim 13.414 \text{ g/kg})$ ,  $P(1.026 \sim 1.430 \text{ g/kg})$ ,  $K(6.025 \sim 15.842 \text{ g/kg})$ ,  $Ca(1.784 \sim 5.483 \text{ g/kg})$ ,  $Mg(0.845 \sim 1.233 \text{ g/kg})$ ,  $B(28.417 \sim 38.854 \text{ mg/kg})$ ,  $Mo(1.743 \sim 3.012 \text{ mg/kg})$ ,可作为推测种子园母树营养元素是否分布正常以及种子园施肥和开展配方施肥试验的参考依据之一。

**关键词:**马尾松;一代种子园;母树;营养元素;配方施肥

中图分类号:S791.248;S722.83 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0031-05

## Seed Tree Nutritional Characteristics in Generation Seed Orchard of *Pinus massoniana*

PAN Qiong-rong

(Xikou State-owned Forest Farm, Xianyou, Fujian 351200, China)

**Abstract:** The content of nutrients in needles and cones of seed tree in generation seed orchard of *Pinus massoniana* was measured, analyzed and compared in this paper. The results showed that: the seed tree of *Pinus massoniana* has strong nutrient demand on nitrogen, potassium, calcium, phosphorus, each element content in needle leaves are followed descending order as  $N > K > Ca > P > Mg > B > Mo$ , nutrient content in cones followed as  $K > N > Ca > P > Mg > B > Mo$ ; nutrient content in needles leaves and cones of seed tree are varied; nutrient content in needles leaves has been initially measured, appropriate range showed as  $N(10.994 \sim 13.414 \text{ g/kg})$ ,  $P(1.026 \sim 1.430 \text{ g/kg})$ ,  $K(6.025 \sim 15.842 \text{ g/kg})$ ,  $Ca(1.784 \sim 5.483 \text{ g/kg})$ ,  $Mg(0.845 \sim 1.233 \text{ g/kg})$ ,  $B(28.417 \sim 38.854 \text{ mg/kg})$ ,  $Mo(1.743 \sim 3.012 \text{ mg/kg})$ , which could be used as one of reference for fertilization trials and speculating the nutrients distribution status of seed tree in generation seed orchard.

**Key words:** *Pinus massoniana*; generation seed orchard; tree nutrients element; formula fertilization

马尾松 (*Pinus massoniana*) 是我国热带地区主要造林先锋树种,在国民经济发展中占有十分重要

收稿日期:2014-05-14.

基金项目:福建省省属公益类科研专项(闽科计[2011]50号,项目编号2011R1013-1)。

作者简介:潘琼蓉(1965-),女,福建莆田人,高级工程师。从事营林工作。Email:xyxkcpqr@163.com

的地位和作用。自 20 世纪 80 年代以来,我国马尾松种子园建设方面取得了重大进展,目前,广东、广西、福建、江西等省区均建设有较大规模的种子园,为植树造林绿化提供了高品质种子,但种子产量普遍低且不稳定,少数种子园产量达 22.5~37.5 kg/hm<sup>2</sup>,多数种子园产量只有 7.5~15 kg/hm<sup>2</sup>,有些种子园产种甚至不到 1.5 kg/hm<sup>2</sup>,具有明显的大小年现象,远远不能满足林业生产用种的需要<sup>[1]</sup>。影响马尾松种子园稳产高产的因素不外乎是遗传与环境 2 个方面,林业工作者在马尾松种子园的建园、经营管理和育种方面进行了大量的试验和研究,其中对马尾松种子园施肥研究方面起步相对杉木等其它树种迟,特别是在配方施肥方面研究仍然很薄弱<sup>[2]</sup>。

林木营养特性是指林木在生长发育过程中需要从土壤中吸收各种营养元素的量及其比例的特点,它主要由品种的遗传特性所决定,同时受区域气候、立地、经营管理等环境因素的影响,只有满足树木需肥的量和比例,才有望获得丰产。因此,了解和掌握林木营养特性是林木养分调控或配方施肥的前提。有关马尾松人工林的营养特性已有较多的文献报道<sup>[3-7]</sup>,但种子园是以生产种子为目的的特用林,有关马尾松种子园的树体营养特性未见报道。为此,本研究试图通过分析马尾松种子园母树的针叶和球果养分,以期了解母树的营养特点,为种子园开展配方施肥和制定合理的施肥措施提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地概况与种子园基本情况

研究地位于地处东经 118°28'~118°33',北纬 25°23'~25°43'的闽中仙游溪口国有林场,该场为国家级重点林木良种基地。该地区属典型的南亚热带海洋性季风气候,温暖湿润,雨量充沛,冰霜少见。年均温 21.8℃,极端最低温 -3.5℃,极端最高温 38.7℃,年降水量 1 535.5 mm,年均相对湿度 78%,年蒸发量 1 342.2 mm,年日照时间 1 995.9 h,年无霜期 316~341 d。马尾松第一代种子园设在场部管理区虾穴,园地土壤为粗骨性红壤,土层厚度 80 cm,腐殖质层厚 3~6 cm,立地质量等级为Ⅲ类地。2002 年定砧造林,2004 年嫁接,总面积为 8.5 hm<sup>2</sup>,分 3 个大区 9 个小区,其中一大区 3 个小区,二大区 4 个小区,三大区 2 个小区,穗条来源于广东、江西、湖南、福建等 40 个无性系,种植株行距 4 m×4 m,目前密度 570 株/hm<sup>2</sup>,2007 年开始采种,2007~

2008 年平均产种子 1.5 kg/hm<sup>2</sup>,近 2 年年均产种子 5.0 kg/hm<sup>2</sup>。

### 1.2 研究方法

2010 年 11 月底,根据种子园大区分布状况,以“S”型路线,结合土壤采样的同时,分别采集与土壤采样点相对应的母树树冠上部 1/3 处东南向的距树枝尾梢 20~30 cm 的当年生针叶混合样 200~250 g,以及树冠东、西、南、北向的 2 a 生球果 8~10 粒。并调查相应母树的 2 a 生球果数量。室内测定球果含水量、单粒重以求算球果产量。

采集的母树针叶和球果样品经蒸馏水冲洗、晾干、杀青、烘干、粉碎过筛后,按植物样品国标分析方法测定针叶和球果的 N、P、K、Ca、Mg、B、Mo 等营养元素含量。其中,用碳氮硫仪测全氮,钼锑抗比色法测全磷,全钾、全钙和全镁采用原子吸收光度计测定,B、Mo 采用干灰化-甲亚胺比色法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 马尾松一代种子园树体养分特点

根据表 1、表 2 的测定结果可以看出,不同的营养元素在针叶或球果内含量各不相同,说明母树对各种营养元素的吸收量及其比例也不相同,这与马尾松树种本身的营养特性密切相关。针叶中 N 含量主要出现在 10.0~13.5 g/kg 范围,P 在 0.92~1.43 g/kg,K 主要出现在 5.00~15.85 g/kg,但也极少有低于 5.0 g/kg 的,而且波动较大;Ca 一般在 2.5~7.0 g/kg;Mg 含量一般不超过 2.0 g/kg,在 0.9~1.5 g/kg;B 含量主要在 20~40 mg/kg;Mo 主要在 1.0~2.0 mg/kg。球果的各营养元素含量相应比针叶中的低,其中 N 含量主要出现在 2.5~4.0 g/kg;少数高于 4.5 g/kg 或低于 2.0 g/kg;P 主要分布在 0.4~0.9 g/kg 而不超过 1.0 g/kg,K 主要出现在 4.5~10.5 g/kg,Ca 一般在 1.0~5.5 g/kg,Mg 含量一般不超过 1.0 g/kg,普遍在 0.25~0.55 g/kg;B 含量主要分布在 10~30 mg/kg;Mo 主要在 0.1~0.5 mg/kg,个别大于 1.0 g/kg。

一代种子园的针叶各营养元素平均含量分别为:N:11.139±0.199 g/kg,P:1.128±0.028 g/kg,K:8.737±0.828 g/kg,Ca:3.370±0.300 g/kg,Mg:1.111±0.047 g/kg,B:27.888±1.642 mg/kg,Mo:1.339±0.124 mg/kg。球果各养分平均含量分别为:N:3.504±0.199 g/kg,P:0.620±0.028 g/kg,K:7.660±0.487 g/kg,Ca:2.806±0.300 g/kg,Mg:0.444±0.046 g/kg,B:17.651±1.642 mg/kg,Mo:

0.543±0.115 mg/kg。整体来看,针叶、球果中,以N、K、Ca的含量为最高,针叶中各元素含量由高到低依次为N>K>Ca>P>Mg>B>Mo,球果中各营养元素排序为K>N>Ca>P>Mg>B>Mo。说明马尾松母树对氮、钾、钙养分的吸收量最高;无论是针叶还是在球果中,各营养元素含量波动较大;母树针叶中各营养元素浓度要高于球果中各养分元素浓度,因为叶片作为树体光合作用的主要部位,其生理活性最高,是植物对养分反应最敏感的器官,这正是在植物营养诊断中以叶作为分析测定的原因。

## 2.2 马尾松一代种子园母树营养元素适宜含量的初步划分

产量的高低是衡量种子园优劣的最重要指标,根据马尾松一代种子园不同产量的母树营养元素的含量差异(表1、表2),以平均产量( $X$ )为依据,把产量高于平均产量加上标准误差的定为高产组( $X>X+\Delta$ ),把产量低于平均产量减去标准误差的定为低产组( $X\leq X-\Delta$ ),产量介于高产组与低产组之间的定为中产组( $X-\Delta\leq X\leq X+\Delta$ ),人为地划分不同产量组相对应的母树针叶和球果的养分含量,并初步

表1 马尾松一代种子园母树针叶营养元素含量

Tab. 1 Leaf nutrient concentrations in *Pinus massoniana* seed orchard

样品代号	球果产量 /(g·株 <sup>-1</sup> )	N /(g·kg <sup>-1</sup> )	P /(g·kg <sup>-1</sup> )	K /(g·kg <sup>-1</sup> )	Ca /(g·kg <sup>-1</sup> )	Mg /(g·kg <sup>-1</sup> )	B /(mg·kg <sup>-1</sup> )	Mo /(mg·kg <sup>-1</sup> )
1	337.6	10.748	0.981	5.088	6.130	1.420	36.245	1.111
2	588.1	11.343	1.034	6.616	5.483	0.910	38.854	2.445
3	317.8	13.360	1.103	11.996	3.912	1.226	28.417	1.524
4	358.8	10.353	1.078	6.945	1.599	0.732	49.292	1.302
5	148.8	10.948	1.028	8.131	2.724	1.014	32.331	0.876
6	184.8	12.162	1.117	10.892	2.782	1.068	28.417	1.087
7	1368.9	13.414	1.386	15.352	2.196	0.845	29.069	2.587
8	329.7	10.211	0.919	7.085	6.970	0.833	40.159	1.080
9	29.3	10.510	0.974	2.931	3.753	0.936	17.119	0.510
10	1585.4	10.994	1.026	6.025	1.784	1.081	38.202	2.222
11	179.6	11.440	1.044	13.682	2.811	1.057	22.546	1.240
12	561.7	11.938	1.164	13.091	2.02	1.233	28.417	3.012
13	300.7	11.240	1.148	3.256	2.626	1.115	22.546	1.098
14	78.0	11.627	1.043	12.381	6.058	1.632	23.199	0.850
15	119.2	11.019	1.073	5.933	3.815	1.350	20.137	0.768
16	313.9	9.731	1.040	7.318	3.312	1.078	27.637	1.137
17	206.2	11.156	1.021	5.356	3.007	1.065	16.589	0.996
18	384.7	10.782	1.279	11.629	1.133	0.870	30.184	1.612
19	986.8	11.332	1.430	15.842	2.863	1.204	35.211	1.743
20	118.2	9.067	1.036	5.754	4.18	1.186	19.116	0.677
21	226.1	10.514	1.396	3.433	4.678	1.726	18.914	1.058
22	159.7	10.407	1.092	2.334	2.055	1.014	26.144	1.319
23	251.5	12.508	1.206	11.889	2.911	1.036	20.134	0.987
24	200.7	10.785	1.261	12.611	2.402	1.227	23.743	1.044
25	167.9	10.895	1.324	12.861	3.042	0.927	24.578	1.184
平均	380.2	11.139	1.128	8.737	3.370	1.111	27.888	1.339
标准误差	77.2	0.199	0.028	0.828	0.300	0.047	1.642	0.124

表 2 马尾松一代种子园母树球果营养元素含量

Tab. 2 Cone nutrient contents in *Pinus massoniana* seed orchard

样品 代号	球果产量 /(g·株 <sup>-1</sup> )	N /(g·kg <sup>-1</sup> )	P /(g·kg <sup>-1</sup> )	K /(g·kg <sup>-1</sup> )	Ca /(g·kg <sup>-1</sup> )	Mg /(g·kg <sup>-1</sup> )	B /(mg·kg <sup>-1</sup> )	Mo /(mg·kg <sup>-1</sup> )
1	337.6	3.113	0.473	7.967	5.566	0.749	26.008	0.265
2	588.1	3.708	0.526	9.489	4.919	0.239	28.617	1.599
3	317.8	5.725	0.595	8.869	3.348	0.555	18.180	0.678
4	358.8	2.718	0.570	9.734	1.035	0.161	39.055	0.456
5	148.8	3.313	0.520	5.004	2.160	0.343	22.094	0.030
6	184.8	4.527	0.609	7.765	2.218	0.397	18.180	0.241
7	1368.9	5.779	0.878	10.225	1.632	0.174	18.832	1.741
8	329.7	2.576	0.411	9.964	6.406	0.162	29.922	0.234
9	29.3	2.875	0.466	4.312	3.189	0.265	6.882	0.336
10	1585.4	3.359	0.518	9.254	1.220	0.410	27.965	1.376
11	179.6	3.805	0.536	6.574	2.247	0.386	12.309	0.394
12	561.7	4.303	0.656	10.555	1.456	0.562	18.180	2.166
13	300.7	3.605	0.640	5.786	2.062	0.444	12.309	0.252
14	78.0	3.992	0.535	4.898	5.494	0.961	12.962	0.084
15	119.2	3.384	0.565	4.806	3.251	0.679	9.900	0.078
16	313.9	2.096	0.532	10.191	2.748	0.407	17.400	0.291
17	206.2	3.521	0.513	7.229	2.443	0.394	6.352	0.150
18	384.7	3.147	0.771	8.502	0.569	0.199	19.947	0.766
19	986.8	3.697	0.922	12.715	2.299	0.533	24.974	0.897
20	118.2	1.432	0.528	3.958	3.616	0.515	8.879	0.169
21	226.1	2.879	0.888	5.306	4.114	1.055	8.677	0.212
22	159.7	2.772	0.584	4.129	1.491	0.343	15.907	0.473
23	251.5	4.873	0.698	8.762	2.347	0.365	9.897	0.141
24	200.7	3.150	0.753	9.484	1.838	0.556	13.506	0.198
25	167.9	3.260	0.816	6.023	2.478	0.256	14.341	0.338
平均	380.2	3.504	0.620	7.660	2.806	0.444	17.651	0.543
标准误差	77.2	0.199	0.028	0.487	0.300	0.046	1.642	0.115

以高产量组的母树针叶和球果的养分含量作为种子园母树营养元素适宜含量范围,结果见表 3。其中针叶各营养元素适宜范围分别为: N ( 10.994 ~ 13.414g/kg ), P ( 1.026 ~ 1.430 g/kg ), K ( 6.025 ~ 15.842 g/kg ), Ca ( 1.784 ~ 5.483 g/kg ), Mg ( 0.845 ~ 1.233 g/kg ), B ( 28.417 ~ 38.854 mg/kg ), Mo ( 1.743 ~ 3.012 g/kg )。球果营养元素适宜浓度范围分别为: N ( 3.359 ~ 5.779 g/kg ), P ( 0.518 ~ 0.922 g/kg ), K ( 9.254 ~ 12.715 g/kg ), Ca ( 1.220 ~ 4.919 g/kg ), Mg ( 0.174 ~ 0.562 g/kg ), B ( 18.180 ~ 28.617 mg/kg ), Mo ( 0.897 ~ 2.166 mg/kg )。

此外,不论是针叶还是球果,高、中、低产量中的有些营养元素的含量范围很接近,有相互包含或交叉关系,而有些营养元素却相差较大,因此不能完全判断出针叶或球果内的某种营养元素如果不位于上述适宜浓度范围内,就一定是缺乏或者过量,关键还要看元素间的比例。同时,上述数据并非在定位施肥试验基础上测得,因此仅可用于评价种子园树体营养特点及初步推测母树针叶或球果内的营养元素是否分布正常,仅可作为种子园施肥和开展配方施肥试验的参考依据之一。

表3 马尾松一代种子园母树不同产量所对应的针叶、球果营养元素含量

Tab. 3 Nutrient contents of cone and leaf in *Pinus massoniana* seed orchard

器官	球果产量分组	N	P	K	Ca	Mg	B	Mo
		/(g·kg <sup>-1</sup> )	/(g·kg <sup>-1</sup> )	/(g·kg <sup>-1</sup> )	/(g·kg <sup>-1</sup> )	/(g·kg <sup>-1</sup> )	/(mg·kg <sup>-1</sup> )	/(mg·kg <sup>-1</sup> )
针叶	高产组	10.994~	1.026~	6.025~	1.784~	0.845~	28.417~	1.743~
		13.414	1.430	15.842	5.483	1.233	38.854	3.012
	中产组	9.731~	0.919~	5.088~	1.133~	0.87~	27.637~	1.080~
		13.36	1.279	11.996	6.97	1.42	49.292	1.612
低产组	9.067~	0.974~	2.334~	2.055~	0.927~	16.589~	0.510~	
	12.508	1.396	13.682	6.058	1.726	32.331	1.319	
平均值	11.139±	1.128±	8.737±	3.370±	1.111±	27.888±	1.339±	
	0.199	0.028	0.828	0.300	0.047	1.642	0.124	
球果	高产组	3.359~	0.518~	9.254~	1.220~	0.174~	18.180~	0.897~
		5.779	0.922	12.715	4.919	0.562	28.617	2.166
	中产组	2.096~	0.411~	7.967~	0.569~	0.161~	17.400~	0.234~
		5.725	0.771	10.191	6.406	0.749	39.055	0.766
	低产组	1.432~	0.466~	3.958~	1.491~	0.256~	6.352~	0.030~
		4.873	0.888	9.484	5.494	1.055	22.094	0.473
	平均值	3.504±	0.620±	7.660±	2.806±	0.444±	17.651±	0.543±
		0.199	0.028	0.487	0.300	0.046	1.642	0.115

### 3 结论与讨论

1)一代马尾松种子园树体中以 N、K、Ca、P 营养元素的含量为最高,说明一代马尾松种子园母树对氮、钾、钙、磷养分的需求量较大。针叶中的养分分布特点,各元素含量由高到低依次为 N>K>Ca>P>Mg>B>Mo,球果的各营养元素含量分布排序为 K>N>Ca>P>Mg>B>Mo。

2)一代种子园母树针叶、球果中各营养元素含量波动较大,根据母树不同产量及其针叶和球果养分含量的差异,对养分指标进行了初步的营养诊断,初步得到种子园母树营养元素适宜含量范围,其中针叶各营养元素含量适宜范围为:N(10.994~13.414 g/kg),P(1.026~1.430 g/kg),K(6.025~15.842 g/kg),Ca(1.784~5.483 g/kg),Mg(0.845~1.233 g/kg),B(28.417~38.854 mg/kg),Mo(1.743~3.012 g/kg)。球果营养元素适宜浓度范围分别为:N(3.359~5.779 g/kg),P(0.518~0.922 g/kg),K(9.254~12.715 g/kg),Ca(1.220~4.919 g/kg),Mg(0.174~0.562 g/kg),B(18.180~28.617 mg/kg),Mo(0.897~2.166 mg/kg)。

3)研究结果并非在定位施肥试验基础上测得,因此仅可用于初步推测母树针叶或球果内的营养元

素是否分布正常,仅可作为种子园施肥和开展配方施肥试验的参考依据之一。要使种子园营养诊断结果更为精确可靠,必须将土壤养分、叶片营养元素分析以及施肥试验加以综合考虑。

### 参考文献:

- [1] 谢国阳,梁一池,林思祖. 马尾松开花结实规律研究进展[J]. 三明学院学报,2009,26(4):446-448.
- [2] 覃开展,杨章旗. 马尾松种子园施肥试验[J]. 广西林业科学,2001,30(4):195-197.
- [3] 周运超,谌红辉. 施肥对马尾松针叶营养成分的影响[J]. 山地农业生物学报,2000,19(2):99-103.
- [4] 周运超,梁瑞龙. 马尾松人工中龄林针叶营养成分研究[J]. 贵州农学院学报,1996,15(1):17-21.
- [5] 刘焯章. 马尾松间伐前后养分动态研究[J]. 中南林学院学报,1994,14(2):129-134.
- [6] 张旭东. 安徽马尾松人工林营养元素分配格局的研究[J]. 生态学报,1993,4(1):7-11.
- [7] 黄春. 不同立地条件五年生马尾松营养特性比较研究[J]. 福建林业科技,2002,29(3):102-105.
- [8] 严昌荣,陈灵芝,黄建辉,等. 中国东部主要松林营养元素循环的比较研究[J]. 植物生态学报,1999,23(4):351-360.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.008

## 木棉植物相关研究进展

田向楠<sup>1</sup>, 伍建榕<sup>1,2</sup>, 郑艳玲<sup>1</sup>, 田斌<sup>1</sup>, 马焕成<sup>1</sup>

(1. 西南林业大学 国家林业局西南生物多样性保育重点实验室, 云南 昆明 650224;  
2. 西南林业大学林学院 云南省高校森林灾害预警控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

**摘要:**木棉(*Bombax ceiba* L.) 隶属于木棉科木棉属, 又名红棉、英雄树、斑芝树、攀枝花等, 主要分布在热带及亚热带地区, 为高大落叶乔木, 集观赏、经济、药用价值于一身。文章分析木棉的物种分布情况, 所表现的生物学和生态学性质, 所包含的化学物质和所具有的药理用途, 木棉纤维的结构特点, 农业栽培和繁殖技术等方面内容。探究木棉的研究现状, 分析尚存在的问题和不足, 藉此提出解决方案。

**关键词:**木棉; 生物学特性; 纤维结构; 育种与繁殖; 栽培管理; 研究进展

中图分类号: S792; S718 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0036-06

## Research Progress on *Bombax ceiba*

TIAN Xiang-nan<sup>1</sup>, WU Jian-rong<sup>1, 2</sup>, ZHENG Yan-ling<sup>1</sup>, TIAN Bin<sup>1</sup>, MA Huan-cheng<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Biodiversity Conservation in Southwest China, State Forestry Administration, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Yunnan Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** *Bombax ceiba* L. belonging to gossampinus genus and bombacaceae family, and also know as aka, hero tree, red spots cheese, malabarca, etc, Its mainly distributed in tropical and subtropical regions, named as deciduous trees species with economic and medicinal value. This article analyzed the research progress on its distribution of species, biological and ecological characteristics, chemical composition and pharmacological effects, structure properties of fibers, breeding cultivation and cultivation technology and so on. Countermeasures for the present situation have been puts forward.

**Key words:** *Bombax ceiba*; biological and ecological characteristics; fibers structure; breeding and re-production; cultivation and management; research progress

### 1 木棉简介

木棉科(Bombacaceae)隶属于锦葵目,全世界

有 20 多属, 180 多种。其主要生长地位于热带和亚热带地区, 特别是在美洲地区的热带范围内覆盖面积最大。在木棉科的这么多种类中, 大约有 50 余种

收稿日期: 2014-04-17.

基金项目: 国家自然科学基金项目“干热河谷区木棉—丛枝菌根真菌共生系统的水分关系研究”(31260175); 国家林业公益行业研究专项“干热河谷木棉纤维人工林培育关键技术研究”(201104034); 云南省高校干热河谷植被恢复创新团队; 云南省重点学科森林保护学(XKZ200905), 云南省高等学校森林病虫害综合治理教学团队。

作者简介: 田向楠(1987-), 女, 河北沧州任丘人, 硕士研究生。主要从事森林培育的研究。Email: yn\_zrbaohuqhc@163.com

通信作者: 马焕成(1962-), 男, 湖南武冈人, 教授, 博士生导师。主要从事困难地段的生态恢复与生物质能源林培育。Email: mahuan Cheng@aliyun.com



属于木棉属(*Bombax* L.),这些木棉属的覆盖范围也主要集中在美洲的热带区域,而非洲、大洋洲和亚洲的热带区域也有覆盖。我国木棉科植物目前原产和引进的共6属11种<sup>[1]</sup>,本科较有名的属种有:①木棉属(*Bombax* L.)共8种,如英雄树(*B. ceiba*);②假木棉属(*Pseudobombax*)共20种,如修面刷树(*P. ellipticum*);③吉贝属(*Ceiba*)共10种,如产木棉(*kapok*);④轻木(*balsa*; *Ochroma lagopus*),具有木材特轻的特质;⑤产于马来西亚的榴连(*durian*; *Durio zibethinus*),气味独特,果实较庞大;⑥热带美洲常见的观赏植物瓜栗属(*Pachira*);⑦猴面包(*baobab*; *Adansonia digitata*)。

木棉(*Bombax ceiba* Linn)为木棉科木棉属落叶大乔木<sup>[2]</sup>。为木棉科分布最广泛的种,广泛种植于印度尼西亚、马来半岛、香港、台湾以及我国南部,在我国海南、云南、广东、四川、贵州、广西、江西、福建、台湾等地均有分布,其分布中心为海南、广东、广西、云南等地。越南、中国、缅甸至大洋州等地为其原产地<sup>[3-4]</sup>。此外,根据木棉产地分布的各省的植物志中分析可知,约北纬26°为其分布的北限,垂直分布范围以海拔1400 m以下为主,极少数地区可达1700 m,是一种不耐寒的树种,并为热带的特征科。木棉通常树冠高大,枝繁叶茂,其花极具观赏价值,所以在城市绿化中,木棉树也是首选的树种之一<sup>[5]</sup>。此外,木棉本身也有很高的药用价值,有着很好的祛湿效果。其果实内的棉纤维可用作填充物填充在枕头、救生圈等物品中。经过榨取提取的木棉种油有着极高的经济价值,不仅可以用于食品,也可以作为工业产品和生活用品的原材料等。由此看来,木棉是一种集观赏价值、经济价值于一身的优良物种<sup>[6]</sup>。

## 2 生物学特性与生态学性质

### 2.1 生物学特性

木棉作为一种生长在热带的树种,它的耐寒能力很弱,如果长期处在5~8℃的低温天气中,枝条就会受到冻害,所以其生长要严禁霜冻。木棉树冠最高可达30 m,干径1 m有余,树干笔直,树皮的颜色由灰色到褐色深浅不等。幼龄树干和枝条与老时的不同,有着短而粗的圆锥状尖刺。老时的树干仅在树干底部有短刺或者无刺,枝条轮生且平着展开。通常枝条上的叶柄长度可以达到15 cm,叶子呈掌状交互生长。小叶有5~7片,呈卵状长椭圆形,全缘,长大约7~17 cm,宽5~7 cm。木棉花冠很大,颜

色有红色、黄色、橙红色,花瓣有5片,花萼5裂,肉质厚,雄蕊占大多数,外围雄蕊基部聚生为5束,中间聚生为1束。木棉花期集中在3~4月,果实大约在6~7月便成熟。蒴果白色长椭圆形,内壁有绢状纤维。木棉的果实为近木质的蒴果结构,形状类似卵形,通常成熟的果实半径可以达到5~8 cm,果实外层覆盖着纤细的细毛,成熟的果实会分裂成5瓣,黑色的种子便随棉絮飞散。所以棉农要在果实成熟前采摘,这样才可以保证棉絮不会被风吹散<sup>[7]</sup>。

### 2.2 生态学性质

通常木棉生长在海拔1700 m以下的干热河谷或者低山丘陵等次生林中,也多在村边的道路旁生长。木棉根系很深,生长周期短,树皮较厚实,耐火烧。木棉通常生长在向阳的地方,阳光充足、气候炎热时木棉的树冠往往生长旺盛,开花时间也较早,萌芽能力也很强。木棉有一定的抗寒能力,能忍受0℃的低温,但幼苗以及新叶树枝会在低温-3℃时受害枯死<sup>[8]</sup>。

## 3 木棉研究进展

### 3.1 化学成分及药理作用研究进展

木棉所含物质主要是由挥发性成分以及黄酮类和三萜类的化合物组成。研究者通过不同的方法对木棉的化学成分进行了大量分析和研究。林敬明等人采用了CO<sub>2</sub>超临界溶剂对木棉的化学成分进行分离,从中提取得到了细辛醚、 $\alpha$ -细辛醚、肉豆蔻酸、十五烷酸、十四烷酸乙酯、十五烷酸乙酯、邻苯二甲酸二异丁酯的同分异构体等多种有机化合物<sup>[9]</sup>。王辉等对木棉所含物质石油醚的组成成分进行了分析,从而得到了十四烷酸、 $\alpha$ -雪松醇、 $\beta$ -雪松醇、三甲基三氢苯并呋喃二酮,十六烷酸等,其中脂肪酸成分所占比重超过了40%,含量最多<sup>[10]</sup>。此后又对乙酸乙酯所含物质进行了分析,得到了64种成分如 $\beta$ -谷甾醇、软脂酸、软脂酸乙酯、十八烯酸乙酯、十八碳-6,9-二烯酸乙酯、油酸乙酯等主要成分,其中所含脂肪酸及其酯成分最多,其次为植物甾醇<sup>[11]</sup>。对木棉三萜类进行研究得到羽扇豆醇(Lupeol)、羽扇豆酮(Lupenone)及羽扇豆-20(29)-烯-3酮等化合物<sup>[12,13]</sup>。齐一萍等人对木棉的黄酮类成分作了深入的研究,从中发现了7种酮类化合物,分别为香橙素、槲皮素、木犀草素、木犀草素-7-o-葡萄糖苷、桔皮甙和金丝桃苷(24R)-5 $\alpha$ -豆甾-3,6-二酮和

胆甾-4-烯-3,6-二酮<sup>[12,14]</sup>。李明等人研究中发现,母宁、牡荆素及(1,3,6,7-terahydroxy-2-β-D-glucopyranosyl-xanthone)存在于木棉叶中<sup>[15-16]</sup>。齐一萍等人也发现了香橙素-4-甲醚、谷甾醇-3-0-葡萄糖苷、桔皮甙、硝酸钾等单体化合物存在于木棉的根系中<sup>[17]</sup>。通过物理化学的方法和质谱分析法、核磁共振分析法对木棉结构进行分析和检验,王国凯等对木棉叶化学成分进行了提取、分离,首次发现 desmoic acid、月桂酸、亚油酸、正十五烷酸等几种物质存在于木棉中<sup>[18]</sup>。而采用各种色谱方法也成功地从木棉叶中分离纯化出来以下物质:loliolide、蒲公英赛醇、4-甲基-豆甾-7-烯-3-醇、鱼肝油萜、6-二烯-3,20-二酮、蒲公英赛酮、β-谷甾醇棕榈酸酯、蒲公英赛醇乙酸酯、1H-吡啶-3-羧酸、6-氧-棕榈酰-胡萝卜苷、12β-羟基-孕烷-4,5-羟甲基-糠醛<sup>[19]</sup>。

木棉具有一系列药理功效,比如抗菌、消炎、保肝、护肝、抗肿瘤。通过实验,余红英等人发现,木棉花的提取液添加到病菌的培养基后,对于特定的病菌有着明显的抑制生长的作用,例如葡萄球菌、酿酒酵母、大肠杆菌、黑曲霉,其抑制能力也是由强到弱的<sup>[20]</sup>。许建华等人用小白鼠做抗癌性的实验,经研究发现,木棉花的提取物具有体内外的抗癌性特性<sup>[21]</sup>。在实验过程中,患有二甲苯耳壳肿胀、叉菜性足趾肿胀等炎症的小白鼠体内注射木棉花提取液,对于小白鼠的炎症有着明显的抑制作用<sup>[22]</sup>。朱惠等人经过研究后,也得到了类似结果,同时木棉根的提取物对 S-180 的抑瘤率高达 54.5%<sup>[23]</sup>。谢沛珊等人则对木棉花籽的提取物进行研究,同样证明出对小白鼠的 S-180 肉瘤具有抑制作用,其抗癌性也有 30%左右<sup>[24]</sup>。齐一萍等人又采用了新的研究方式,通过体内接种木棉提取物,验证了抗癌性的效果与药物浓度成正比<sup>[25]</sup>。为了进一步验证木棉根中的哪种成分对于肉瘤的抑制作用更明显,发现木棉根的单体也有同样的抑制作用<sup>[26]</sup>。为了进一步验证木棉木质部的各种提取液的保肝性的研究,发现木棉根的水提取液有保肝性,但木棉醇提取液的保肝性却没有明显效果<sup>[27]</sup>。苏俊吉等人则对木棉木质部的热水抽提液进行了研究,降低了小白鼠血清中的 GPT、GOT 的活性,同样具有保肝的效果<sup>[28]</sup>。

### 3.2 纤维的细微结构及性能研究进展与应用

在显微镜下,天然纤维的结构以原纤结构为主,例如基原纤、微原纤、原纤和巨原纤等<sup>[29]</sup>。木棉纤维是由木棉果实的内壁细胞发育分化而来的,这一

单细胞结构的纤维素纤维处于木棉蒴果壳体内壁。为了获得木棉纤维的胞壁结构、原纤尺度大小和层次结构,肖红等专家将木棉纤维横截面的超薄切片放在投射电镜下进行观察,木棉纤维的层次结构清晰可见,但各层在厚度上和排列方式上和原纤维有着显著差异。各层次大致可以分为如下 5 种:处于最外层的是外表皮层(标记为 S),以及三层细胞胞壁(W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub>、W<sub>3</sub>)和最内层的内皮层(IS)。木棉纤维的结构单元最小宽度大约 3.2~5.0 nm 不等,这与棉纤维基原纤有着相似的结构尺度。在实验研究中发现,不同木棉纤维对于碱液的作用存在着很大的不同,即使来自同一植物体的木棉纤维也存在着一定的差异。5 层细胞壁中,胞壁 2 层 W<sub>2</sub> 更容易与碱液反应溶胀,内皮层 IS 进而分离。在用电镜观察的过程中,发现经过碱液溶胀处理的木棉纤维的层次结构更加清晰<sup>[30]</sup>。木棉纤维管结构是高度中空的,这样在水里的密度也会很小。即使在水中放着其自身 20~36 倍的重量,木棉纤维也不会下沉。尽管木棉纤维的强度高于玻璃纤维,相对扭转刚度也有  $71.5 \times 10^{-4} \text{ eN} \cdot \text{em}^2 \cdot \text{tex}^{-2}$ ,但这会导致木棉纤维的加捻性能下降。木棉纤维主要是由纤维素、木质素、水分、水溶性物质、木聚糖、灰质和蜡质构成的。它们所占的比例分别为 64%, 13%, 8.6%, 4.7%~9.7%, 2.3%~2.5%, 1.4%~3.5% 和 0.8%<sup>[31]</sup>。在常温下,木棉纤维不会受到稀酸的影响,也不会受到 NaOH 这样的强碱溶液的影响。其化学性能表现不俗,所具有的耐酸性和耐碱性都表现良好<sup>[32]</sup>。在纺织行业中,一些中高档的服装、被褥、枕芯、靠垫等的填充料主要以木棉纤维为主。在救生用品的浮力材料以及隔热和吸声材料等方面也有应用<sup>[33]</sup>。

### 3.3 育种与繁殖研究进展

种质资源是育种的基础,育种学者特别注意种子资源的收集和保护。从 20 世纪 90 年代开始,我国的专家就开始建立了种质资源库,李虬等育种专家将广东、云南、海南三省的木棉纳入了种质资源库中,并为当地棉农引进和推广了长果木棉等优质的木棉树种。但引入的木棉在培育过程中遇到了繁殖培育的难题,在专家的不懈努力下,通过嫁接的方法使得新木棉得以培育推广开来<sup>[34]</sup>。直到 1999 年,来自福建的林秀香等专家将广西本地的青皮木棉种子推广到漳州地区,并获得更为优质的木棉品种,这些木棉具有生长周期短,抗病虫害能力强等优点。这样使得木棉品种在培育和推广上有了进一步的发展<sup>[35]</sup>。2000 年, Bhattacharya 和 Mandal 经过多年对

木棉开花及受孕过程进行大量研究,发现木棉主要通过虫和小鸟来传播花粉。体外花粉发育最好的条件为:在开花后的第一天采用 2 940  $\mu\text{m}$  试管长度,20%蔗糖与 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的硼酸( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )混合的药剂喷洒花头。这样可以获得 6 层以上的接受率<sup>[36]</sup>。之后一年,Chaturvedi 和 Pandey 对处于来自印度东部的 30 多种木棉的遗传多样性行了研究,对这些分属 6 种不同气候带木棉的树高、胸径等多种特征经过分析后,认为不同覆盖区的木棉有明显的遗传变异<sup>[37]</sup>。在 2007 年,我国汪书丽在此方面的研究也有了新的突破。她对云南干热河谷地区的木棉进行分析,认为其对环境的依赖性小,本身的多样性水平较高,但该区域内的遗传分化却较低<sup>[38]</sup>。针对攀枝花干热河谷地区生长的 14 种木棉的耐寒性,高洁等对其进行了研究与统计。经过长期的观察,认为木棉整体的耐旱性是比较弱的,所以研究人员把重点落在了培育适应性更强、耐旱性更强的木棉品种上<sup>[39]</sup>。此外,经过长期的探索与研究,在育种上也取得了一定的成果。其中由开远和文山两地杂交的木棉具有更高的经济价值,产生的棉絮纤维长度及质量都得到很大提高。

关于木棉的繁殖,种子繁殖是木棉最原始、自然的繁衍方法,也是常用的方法。郭丽荣认为温度、湿度、光照和基质对木棉种子的萌发有一定的影响<sup>[40]</sup>。2004 年,Vyas 和 Bansal 对木棉的胚胎进行培养,发现 BA 比 2,4-D 效果要好<sup>[41]</sup>。林云认为在广州 3~4 月用泥炭土:沙=3:1,pH 值为 6.0 时,美丽异木棉发芽率较高,为木棉的播种繁殖提供了较好的技术借鉴。这一育种方法可以作为保护和培育优良苗木的重要措施,不仅提高了繁殖系数,也完全保留了母苗木全部的优良遗传性等优点<sup>[42]</sup>。另外,潘宏兵等人研究嫁接繁殖过程中发现,以攀枝花的木棉为例,其幼苗 2~3 月和 6~7 月时嫁接繁殖成活几率更大些。单芽嫁接法选择粗 0.7~1.2 cm 的 2 a 生未开花优质枝条作接穗最佳。此外,还有劈接法嫁接,用已开花结实的 2 a 生优质枝条与地径 1~2 cm 砧木嫁接,矮化成盆景的成活率通常可达 50% 以上。为了取得更好的矮化效果,通常会采用二次嫁接,这样成活的几率也会更高<sup>[43]</sup>。同时,为了能够缩短育种周期,更快地获得大量的优良苗木,采用组培快繁技术可以达到这一目的,也可以脱毒,改良和提升苗木的品质<sup>[44]</sup>。

### 3.4 栽培及管理研究现状

木棉栽培应用的时间虽然比较久远,但就其科

学研究来说仍然比较粗放和基础,我国也不例外。云南具有美棉品种培育几十年的经验,现代木棉的栽培技术很多都是继承了美棉的技术<sup>[45]</sup>。《木棉栽培法》指出,除了山地上迎冷风的区域,其他地方均可以种植木棉,并没有太高的地理位置要求,而且还总结出了不适合种植木棉的地形,比如排水不良、易积水、沙质石砾、土质粘、土层浅等<sup>[46]</sup>。何天华等人对木棉的管理进行研究,指出在深沟高床地区木棉成苗的成活率为 99%,但是积水地区的成活率不到 30%<sup>[47]</sup>。木棉能够良好生长的重点是不同营养元素量的配置,适当的营养元素可以促进木棉的生长,过量就会抑制木棉生长。在苗木不同的生长阶段采用适时的肥料配比,使土壤中的养分供应与不同阶段苗木需求相适应,木棉苗高、地径、冠幅生长均得到提高。需要注意的是干热河谷土壤养分缺乏,生产中特别要注意施肥,尤其氮肥和磷肥。在人工大面积种植情况下,木棉病害问题日趋严重。近年来,许多学者对木棉病害进行了初步研究,发现茎腐病、叶斑病、炭疽病等为其主要病害。如果木棉在幼苗生长过程中感染了炭疽或者叶斑病等病害时,棉农对此一定不要轻易心,并不是仅仅只是去除掉病苗就可,而是要对整个幼苗田进行大规模的防治工作并且要持续 20~30 d。在此期间,棉农可以进行 2~3 次的农药液剂的喷洒工作。这种农药液剂的配制比例一般为 1:800 比例的甲基托布津可湿性粉剂或者 1:1 000 的百菌清可湿性粉剂<sup>[48]</sup>。目前关于病虫害的防治情况的研究还处于起步阶段,许多难点亟待解决。

## 4 存在的问题及解决方案

国内外关于木棉各方面的研究还处于起步阶段,不够深入。结合当前研究中木棉遇到的相关问题,本研究提出了相对应的解决方案:

1) 整个领域中关于木棉的地理分布和其染色体性质关系的研究还处于一片空白。和植物体的其他部分一样,染色体核型也在逐渐进化。因此就可以根据核型进化程度的不同,推断植物类群地理分布特征。通过对木棉染色体核型的观察与分析用来判断其进化趋势。

2) 木棉培育过程中育种工作发展尚处于落后阶段。结合相关研究,在育种工作中要以木棉花、种的采集为重点,以结合木棉区域密集多样性特点为措施,建立完善的花种采集方案,依据不同的分类建立不同类型体系的花种基地,结合促进不同生化

环境的特点,并依据市场的相关需求对优良品种进行优选和培育。

3)木棉遗传多样性丰富,相关工作还不够深入系统,成为育种工作严重的障碍。结合现代分子技术,运用多态性片段扩增延长技术探究木棉遗传多样性内部的差异。针对木棉本体和其他个体之间的遗传性和分化特性进行大量的探究,结合环境适应性优选高品质的木棉,结合杂交育种策略,提高木棉遗传品种的新特性的保留,从而以优选育种技术和定向杂交手段实现新品种的培育,进而增强木棉在复杂环境下的适应性和更高的经济价值。

4)有关环境因素对种子萌发的影响知之甚少,加强种子萌发相关研究以为提高木棉的成活率做贡献。

5)由于常规育苗技术培育的苗木数量和质量无法满足需求,而且棉农的技术水平普遍较低,无法满足经济发展过程中对于木棉品质的根本需求。由此看来,应该鼓励和推广优良苗木基地的发展,积极向棉农推广优良品质的木棉,完善优良无性系苗木种子圃的建设和发展。与此同时,还要加大育苗技术研究力度,特别是在容器苗培育上,应进一步完善相关技术操作流程。

6)长期以来,广大的棉农仍以种子种植木棉,育种的方式方法单一,无性系种子圃的发展缓慢,质量也有待提高,品种特性也参差不齐。为了摒弃粗放的作业方法,鼓励和推广木棉种植的新技术新方法。通过高新技术的采用和推广,可以有效地缩短木棉种植的生长周期,提高木棉纤维的品质等。

7)目前木棉多用于观赏,木棉产业(木棉纤维、木材,木棉深加工产品)研究不够系统深入。通过发展木棉纤维工业纺织加工的新工艺,进一步在市场推广木棉纺织制品的新产品。通过向消费者科学地推广木棉纺织产品,让更多的人接受和认可木棉纺织制品。进一步推动木棉纺织制品在市场上的推广力度,真正让木棉制品走入千家万户,成为消费者眼中的新宠。

## 参考文献:

- [1] 藏小平,马蔚红.木棉科观赏植物的主要特征、园林绿化应用与繁殖[J].南方农业园林花卉版,2007(2):20-24.
- [2] 郑翊曼,陈颖.木棉科的四种植物[J].广东园林,2006,28(5):42.
- [3] 潘宏兵,杜邦.木棉嫁接繁育技术[J].四川林业科技,2008,29(1):86.
- [4] 何天华,李祥贵.木棉大苗培育技术[J].林业科技开发,2004,18(6):66.
- [5] 程广有,韩雅莉,李瑛,等.木棉的组织培养和快速繁殖[J].植物生理学通讯,2004,40(3):337.
- [6] 《全国中草药汇编》编写组.全国中草药汇编(上册)第1版[M].北京:人民卫生出版社,1975.
- [7] 朱太平.中国资源植物[M].北京:科学出版社,2007.
- [8] 中国科学院昆明植物研究所.中国西南种子植物资源基础数据库[Z].
- [9] 林敬明,夏平光,吴忠.木棉花 CO<sub>2</sub> 超临界萃取物的 GC~MS 分析[J].广东药学院学报,2001,17(2):110-111.
- [10] 王辉,曾志,曾和平.木棉花醇提取物中石油醚溶解组分的化学成分研究[J].林产化学与工业,2003,23(1):76-77.
- [11] 王辉,曾和平,曾志.木棉花醇提取物中乙酸乙酯溶解组分的化学成分研究[J].林产化学与工业,2004,24(2):90-91.
- [12] 齐一萍,黎晨光,李小梅,等.木棉根化学成分的研究(III)[J].中草药,2005,36(10):1466-1467.
- [13] 罗泽渊,陈燕,姜荣兰,等.海桐皮不同品种的薄层色谱比较[J].中药材,1995,18:286-287.
- [14] 齐一萍,郭舜民,夏志林,等.木棉根黄酮类化学成分研究[J].中草药,2006,37(12):1786-1788.
- [15] 李明,刘志刚.木棉叶化学成分研究[J].中国中药杂志,2006,31(11):5450-5451.
- [16] 李明,王宏钧,吴鼎铭.木棉素的分离与晶体结构天然产物研究与开发[J].天然产物研究与开发,2007,19(3):374-378.
- [17] 齐一萍,曹剑虹,邓福孝,等.木棉的化学成分研究[J].中国中药杂志,1993,18(12):740-741.
- [18] 王国凯,林彬彬,秦民坚.木棉叶化学成分研究[J].中国野生植物资源,2012,31(6):47-52.
- [19] 王国凯,林彬彬,秦民坚.木棉叶化学成分研究[J].中药材,2014,37(2):241-245.
- [20] 余红英,尹艳,吴雅红,等.木棉花色素的微波提取及其抗菌作用[J].食品与发酵工业,2004,30(5):92-93.
- [21] 许建华,李常春,黄自强木棉花乙醇提取物的抗肿瘤活性[J].中国肿瘤临床,1995,22(增刊).
- [22] 许建华,黄自强,李常春,等.木棉花乙醇提取物的抗炎作用[J].福建医学院学报,1993,27(2):110-111.
- [23] 朱惠,刘子皎,郑幼兰,等.木棉根水提取物对动物移植性肿瘤 S-180 的抑制作用[J].福建医药杂志,1998,20(4):103-105.
- [24] 谢沛珊,李爱媛,周芳,等.中草药抗肿瘤筛选的实验研究[J].时珍国药研究,1996,7(1):19-20.

- [25] 齐一萍,金静君,曹祖蕊. 木棉抗肿瘤作用的初步研究[J]. 福建医药杂志,1994,16(4):102.
- [26] 齐一萍,朱惠,郭舜民,等. 木棉根提取物的抗肿瘤作用研究[J]. 中药材,2008,31(2):267-268.
- [27] 齐一萍,朱惠,郭舜民,等. 木棉对小鼠急性肝损伤保护作用实验研究[J]. 福建医药杂志,1998,20(3):103-104.
- [28] 苏俊吉,陈淑意,陈金发,等. 木棉对于化学性肝炎之预防及治疗效果的研究[J]. 北京医学院学报,1992,21(1):36-39.
- [29] 于伟东,储才元. 纺织物理[M]. 上海:东华大学出版社,2002:2-25.
- [30] 肖红,于伟东,施楣梧,等. 木棉纤维的微细结构研究[J]. 东华大学学报:自然科学版,2006,3(3):85-90.
- [31] 肖红,于伟东,施楣梧. 木棉纤维的特征与应用前景[J]. 东华大学学报,2005,31(2):122-124.
- [32] 王卫华. 木棉无纺产品定量化学分析方法的研究[J]. 现代商检科技,1998,8(6):2830.
- [33] 吴世容,周蓉,杨友庆,等. 木棉纤维的性能及其应用前景[J]. 大观周刊,2012,32(3).
- [34] 李虬,陈惠明. 木棉科植物引种及繁殖研究[J]. 广东园林,1996(4):10-14.
- [35] 林秀香. 青皮木棉引种试种初报[J]. 热带林业科学,2007,27(1):12-14.
- [36] Bhattacharya A, Mandal S. Pollination biology in *Bombax ceiba* Lima. [J]. *Current Science*, 2000, 79 ( 12 ): 1706-1712.
- [37] Chaturvedi O P, Pandey N. Genetic Divergence in *Bombax ceiba* L. Germplasms[J]. *Siline Genefion*, 2001, 50(3-4):99-102.
- [38] 汪书丽. 云南干热河谷地区木棉群居的遗传多样性研究[D]. 西双版纳:中国科学院植物园,2007.
- [39] 高洁,叶洪刚,杨荣喜. 攀枝花干热河谷 14 个树种的耐旱性研究[J]. 西南林学报,1996,16(3):134-139.
- [40] 郭丽荣. 美丽木棉种子快捷育苗的初步研究[J]. 华南师范大学学报,2004(2):137-140.
- [41] Vyas M, Bansal Y K. Somatic embryogenesis and plantlet regeneration in *Semul* (*Bombax ceiba*. L) [J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Cidture*, 2004(79):115-118.
- [42] 林云. 美丽异木棉栽培管理[J]. 农村实用技术,2008,31(11):9.
- [43] 潘宏兵,杜邦. 木棉嫁接繁育技术[J]. 四川林业科技,2008,29(1):86.
- [44] 邓小梅. 乐东拟单性木兰、华木莲、红叶石楠‘红罗宾’的组织培养及快繁技术研究[D]. 南京:南京林业大学,2004.
- [45] 庞雪晨. 近代云南美棉该植木棉缘由的考证[J]. 云南大学学报,2009,3(2):111-115.
- [46] 张天放. 木棉栽培法[M]. 武汉:中南出版社,1948.
- [47] 何天华,李祥贵. 木棉大苗培育技术[J]. 林业科技开发,2004,18(6):66.
- [48] 郑进,孙丹萍. 园林植物病虫害防治[M]. 北京:中国科学技术出版社,2003.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.009

## 白马鸡的人工孵化研究

提布,肖林,江初农布,木艳春,李新红

(白马雪山国家级自然保护区管理局德钦分局,云南 德钦 674500)

**摘要:**采用异亲鸟孵化与机器孵化 2 种繁殖方法对白马鸡种卵孵化的出雏率、种卵失重率等方面进行对比分析。结果表明,异亲鸟孵化成功率达 87% 以上,机器孵化的出雏率为 85%;发育正常的白马鸡种卵在孵化器内正常孵化失重率变化不大,在 13% 左右;无发育能力的白马鸡卵在孵化器内正常孵化失重率变化较大,在 11%~17% 之间变动。在白马鸡人工孵化过程中种卵选择是孵化成功的先决条件。

**关键词:**白马鸡;人工孵化;种卵选择;异亲鸟孵化;机器孵化

中图分类号:S831.32 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0042-04

### Research on Artificial Hatching of *Crossoptilon crossoptilon*

TI Bu, XIAO Lin, JIANGCHU Nong-bu, MU Yan-chun, LI Xin-hong

(Baima Snow Mountain National Nature Reserve Administration, Deqin Branch, Deqin, Yunnan 674500, China)

**Abstract:** Using different birds hatch and machines hatching methods, hatching rate, egg weight loss rate and other aspects of *Crossoptilon crossoptilon* were analyzed. The results showed that success rate of different birds hatching was over 87%, the machine incubator hatching rate was of 85%; the change of egg weight loss rate of well developed *Crossoptilon crossoptilon* eggs hatch in the incubator was around 13%; the change of egg weight loss rate of poor developed *Crossoptilon crossoptilon* eggs in the incubator was between 11%~17%. Egg selection is a prerequisite for success hatching of *Crossoptilon crossoptilon* eggs in the artificial hatching process.

**Key words:** *Crossoptilon crossoptilon*; artificial hatching; egg selection; different birds hatching; machine hatching

白马鸡 (*Crossoptilon crossoptilon*) 又称雪雉, 曾被称为藏马鸡, 主要栖息在海拔 3 000~4 000 m 的高山、亚高山针叶林和阔叶混交林带, 是我国特有雉类, 数量稀少, 分部区域狭窄, 仅分部在云南西北部, 四川西部, 西藏东南部和东部以及青海南部。目前认为它有 4 个亚种, 即指名亚种 (*C. c. crossoptilon*)、丽江亚种 (*C. c. lichiangense*)、昌都亚种 (*C. c. drouynii*) 和玉树亚种 (*C. c. dolani*)。白马鸡自 1891 年

被运往国外饲养, 于 1937 年首次在国外繁殖成功。稳定的白马鸡饲养种群已在国外建立, 总数量已超过 500 只。近年来, 由于栖息地破坏和滥捕滥猎, 白马鸡的自然种群数量连续下降, 现已成为我国的二级保护动物, 并被国际鸟类保护协会 (ICBP) 确定为受到威胁的鸟类。因此, 保护好现存种群和建立人工饲养种群这 2 条途径都受到人们普遍重视。本文基于白马鸡在我国的人工繁殖状况开展的初步研

收稿日期:2014-03-27.

作者简介:提布(1972-),男,云南德钦人,工程师。从事白马鸡的人工孵化研究。

究。通过人工繁育实验的有序展开,促进了野外种群的保护工作,同时为今后林农规模化特种养殖提供种源积累,为自然保护区社区群众致富增加渠道,也为当地经济多出一个强劲的、可持续发展的生态项目经济增长点。最终为美丽中国建设和生态文明建设作出贡献。

## 1 研究方法

### 1.1 种卵采集

寻找种卵是白马鸡人工孵化工作的重中之重,课题组认真访谈分析白马鸡的主要分部区域和讨论研究各种相关因素后,决定把毗邻的西藏东部芒康、左贡等几个县作为白马鸡种卵的主要来源地。因为这些区域分布的白马鸡与白马雪山自然保护区内分布的白马鸡同属于一个亚种,并且有相同的栖息环境和生活习性。每年的4月中下旬野外白马鸡就进入繁殖期开始下蛋,把握住这些规律后选择专人对所发现的巢穴进行观察采蛋,采蛋者发现白马鸡巢穴后,在不破坏巢穴的情况下将占巢穴内蛋总数的40%的蛋采出,而其余60%的蛋让野外亲鸟继续孵化,需向采蛋者认真细致地讲解采蛋技术和注意事项,以保证种卵的质量。

### 1.2 种卵选择

种卵的选择是孵化成功的关键环节,选择种卵时要采取2种方法。首先是用肉眼直接观察法,观察种卵表面是否有裂痕和表皮破裂的,如果发现这些现象,最好不选择做种卵。其次要采用强光手电进行验卵,验卵需要在光线较暗的环境中进行,白天验卵时可以借助自己的衣服盖在头顶上来进行。

### 1.3 异亲鸟孵化

当种卵运到目的地后,要进行验卵,以防运输途中出现问题,对验卵中发现有问题的种卵进行淘汰,合格正常的种卵要逐一进行消毒(用1%的高锰酸钾温水擦拭、晾干)、编号记录。然后把消毒干净的白马鸡种卵换入正在孵化的母鸡窝内,最好在天黑以后进行,以防母鸡受惊外逃。每只母鸡孵化的种卵数量最好是7~8枚,应根据孵化母鸡个体的大小以不露出趴窝母鸡身体为好。孵化开始后必须要认真观察异亲鸟孵化情况,主要观察母鸡孵化状态是否良好,并且在鸡舍内每天准备好充足的食物和水。孵化母鸡每天都会出窝活动(排便、饮食、凉卵),孵化初期出窝活动凉卵的时间短些,一般为10~20 min,中后期凉卵时间可以适当长些,根据观察,有些

孵化母鸡需要人为控制其出窝凉卵活动时间。

### 1.4 机器孵化

机器孵化也和异亲鸟孵化一样要对种卵进行严格的验卵、消毒等程序,然后将消毒干净的合格种卵逐一装入预先已准备好的正在运转的机器内。刚开始孵化时机器内的温度要设置在37.5℃,湿度设置在55%,到种卵开始打嘴时要把湿度提高到65%,温度适当降低到36.5℃,这样有利于雏鸡的正常出壳,等雏鸡出壳后又将湿度降低到50%,有助于雏鸡羽毛快速变干。机器孵化时要有专人24 h值班观察,遇停电时必须及时用发电机供电,每天每隔2 h观察机器内设置的温湿度变化情况,若因机器失控出现温湿度过高或过低现象时,应及时调整到正常位置,并加强观察。观察人员每天至少要进行1次凉卵,每次凉卵的时间为10~15 min。注意水盘定期加水,不能让水盘内的水位低于加热管。种卵装入机器内的卵盘时卵气室必须要朝上,一般机器自己设定有2 h左右翻卵一次,到凉卵时间卵盘位置不对时可以采取人工方法更正后凉卵。

## 2 结果分析

### 2.1 异亲鸟孵化与机器孵化出雏率对比

异亲鸟孵化与机器孵化出雏率对比结果,6窝异亲鸟共孵化种卵47枚,通过23~26 d的孵化,最终成功孵化出雏鸡41只,孵化成功率达87%以上;机器孵化最早的出壳时间是23 d,最晚的出壳时间是26 d,平均出壳时间需要24~25 d,20枚种卵在机器内成功出雏率为85%。

异亲鸟孵化和机器孵化其相关温、湿度变化情况见图1和图2。

由图1和图2对比可以看出,不管是异亲鸟孵化还是机器孵化,在8:30和14:30这2个时间段,其温度变化趋势都不是很明显,但前者维持在15℃左右,而后者维持在36℃左右。在20:30这个时间段就有不同的变化趋势,前者变化趋势较明显,在16~24℃之间不断波动;后者变动趋势不太明显,基本在37.5℃。

由图1和图2对比可以看出,采用异亲鸟孵化时,在3个不同测量时间段其湿度变化相当明显,在25%~70%之间大量波动;采用机器孵化时,在3个不同测量时间段其湿度变化幅度不大,在55%上下波动。

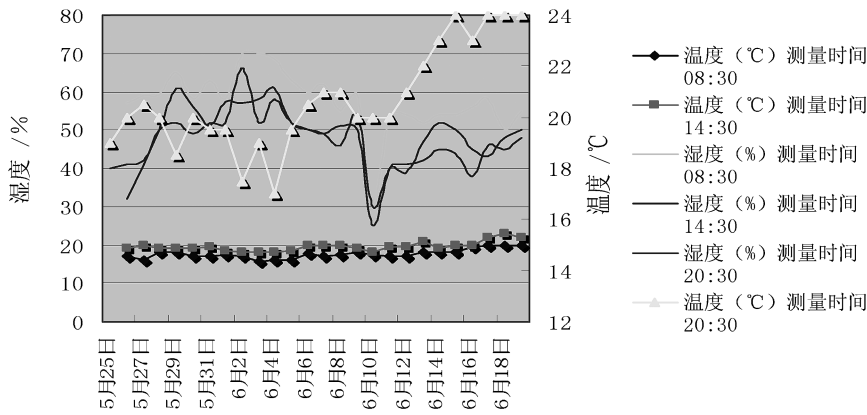


图 1 异亲鸟孵化相关温、湿度变化情况

Fig. 1 Related temperature and humidity changes of different hatching

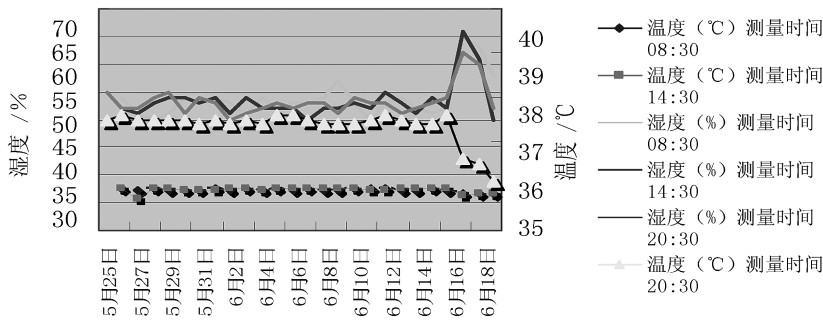


图 2 机器孵化相关温、湿度变化情况

Fig. 2 Related temperature and humidity changes of machine hatching

2.2 发育正常白马鸡种卵与无发育能力白马鸡种卵失重率对比

发育正常白马鸡与无发育能力白马鸡种卵在孵化器内正常孵化失重率见图 3 和图 4 所示。

由图 3 和图 4 对比可以看出,发育正常的白马鸡种卵在孵化器内正常孵化失重率变化不大,为

13%左右;无发育能力白马鸡卵在孵化器内正常孵化失重率变化较大,在 11%~17%之间变动。

2.3 种卵打嘴后的重量与刚出壳的雏鸡重量对比

种卵打嘴后的重量与刚出壳的雏鸡重量对比如图 5 所示。

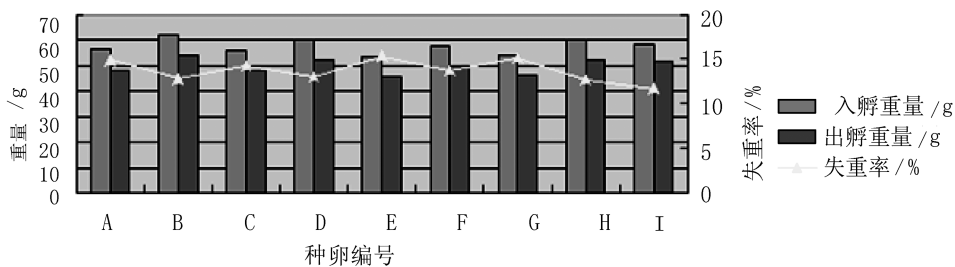


图 3 发育正常白马鸡种卵在孵化器内正常孵化失重率

Fig. 3 Egg weight loss rate of normal developed White Eared-pheasant in the incubator



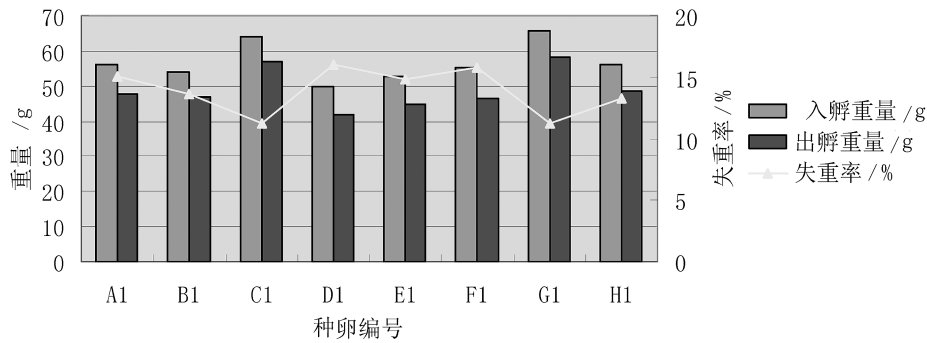


图 4 无发育能力白马鸡种卵在孵化器内正常孵化失重率

Fig. 4 Egg weight loss rate of poor developed White Eared-pheasant in the incubator

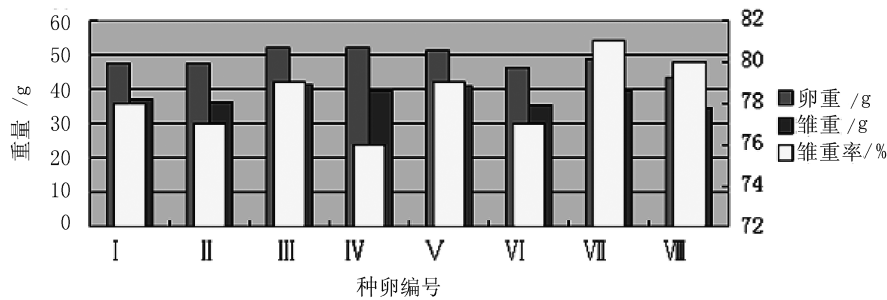


图 5 种卵打嘴后的重量与刚出壳的雏鸡重量对比

Fig. 5 Comparison between egg weight and newly hatched chicks

由图 5 可知,8 枚种卵正常出壳后的雏鸡平均重量是打嘴后卵重量的约 78%,其余的 22%属于蛋壳、膜、水分等的重量。

### 3 讨论

人工孵化的效率高低取决于孵化过程中的很多因素,其中种卵的选择是孵化成功的先决条件,这一程序必须要重点把握采卵、运输、验卵等环节,只有这几个程序达到合格的才能作为种卵进行孵化。其次是孵化前的各种准备工作,如准备足够的进入孵化状态的异亲鸟和机器的运转和检查,这个环节是成功孵化的重要保障。最后是孵化过程中的管理,这是孵化成功的根本,只有通过认真细致的管理,才能使孵化成功率达到理想的目标。

### 参考文献:

[1] 贾非,王楠,郑光美. 白马鸡繁殖早期栖息地选择和空间分布[J]. 动物学报,2005,41(3):383-392.  
 [2] 王楠,贾非,郑光美. 白马鸡巢址选择的研究[J]. 北京

师范大学学报:自然科学版,2005,41(2):190-193.  
 [3] 格玛江初. 白马雪山自然保护区德钦分局鸡类多样性及保护管理研究[J]. 林业调查规划,2007,32(5):59-63.  
 [4] 钟泰. 白马鸡的生活习性与繁殖[J]. 云南林业,1992(5):22.  
 [5] 张正旺. 国外白马鸡饲养种群的建立及近况[J]. 野生动物,1990(3):28-29.  
 [6] 格玛江初,董德福,龙文祥. 藏马鸡繁殖生态初步研究[J]. 野生动物,1995(6):8-12.  
 [7] 格玛嘉措. 德钦藏马鸡、淡腹雪鸡资源的开发利用[J]. 云南林业科技,1998(2):62-65.  
 [8] Jia, FWang, NZheng. Winter habitat requirements of white Eared-pheasant *Crossoptilon crossoptilon* and blood pheasant *Ithaginis cruentus* in south-west China[J]. *Bird conservation international*,2005(3).  
 [9] Murata, K. Nii, R. Sasaki, et al. Plasmodium (Bennettinia) juxtannucleare infection in a captive white eared-pheasant (*Crossoptilon crossoptilon*) at a Japanese zoo[J]. *The Journal of veterinary medical science*,2008(2).

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.010

## 自然保护区生态旅游健康度的概念辨析与评价体系构建

鲁小波,陈晓颖,马斌斌,郭迪,丁玉娟

(1.渤海大学旅游学院,辽宁锦州 121013; 2.渤海大学旅游发展与规划研究中心,辽宁锦州 121013)

**摘要:**起源于人类个体的“健康度”已被广泛引用于自然生态系统、社会-自然复合系统和社会系统的研究之中。由于自然保护区生态旅游的特殊性以及实践、管理和研究的需要,将“健康度”引入自然保护区生态旅游的研究势在必行。在对自然保护区生态旅游健康度的概念进行分析的基础上,从横向结构、纵向历程、动态特征与协调能力 4 个维度构建了包括 16 个方向,58 个具体指标的评价体系。为保证评价的科学性,将居民、管理者、游客、专家、政府工作人员等自然保护区生态旅游主要利益相关者纳入评价体系中。

**关键词:**生态旅游;健康度;评价体系;自然保护区

中图分类号:S759.9;S788.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0046-05

## Concept of Nature Reserve Ecotourism Health Degree and Its Evaluation System Building

LU Xiao-Bo, CHEN Xiao-Ying, MA Bin-bin, GUO-Di, DING Yu-Juan

(1. College of Tourism, Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121013, China;

2. Tourism Development and Planning Research Center of Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121013, China)

**Abstract:** With the deepening of the research, the concept of health degree that originated in the human body is applied to the comprehensive evaluation of natural, social-natural compound and social system. Due to the particularity of nature reserve ecotourism and the need of practice, management and research, it is very necessary to introduce the concept of health degree in the study of nature reserve ecotourism. Based on the concept of Nature Reserve ecotourism health degree, an evaluation system which analyzed from four dimensions of lateral structure, longitudinal development, dynamic features and coordinated ability, and including 16 direction and 58 factors has been constructed. In order to ensure the evaluation scientifically, major stakeholders of Nature Reserve ecotourism such as local inhabitants, managers, tourists, and expert and government workers also have been absorbed into the evaluation of nature reserve ecotourism's health degree.

**Key words:** ecotourism; health degree; concept; evaluation system; Nature Reserve;

1946 年成立的世界卫生组织 (WHO) 在其宪章中界定了健康的概念,它用于描述事物的状态“当

人的一切生理机能正常、没有疾病或缺陷,抑或事物的情况正常时,就可以说这个人或事物是健康的。

收稿日期:2014-05-27.

基金项目:国家自然科学基金项目“基于利益相关者理论的自然保护区生态旅游健康度评价”(41301137)研究成果。

作者简介:鲁小波(1978-),男,甘肃景泰人,副教授。主要从事生态旅游、旅游地理与旅游规划方面的研究。Email:luxiaobo029@163.com

生态系统是包含生命的超有机体的复杂组织,生态系统的一些特征(如波动和衰竭)都可以认为是系统健康与否的症状<sup>[1]</sup>。健康是一个相对的概念,可以应用于各类生态系统。随着研究的深入,人类参与下的生态系统以及社会系统的研究也引入了“健康度”的概念。自然保护区生态旅游的研究也有必要引入“健康度”概念,指导自然保护区生态旅游的实践、管理和科学研究,促进其健康、持续发展。

## 1 健康度的研究现状

### 1.1 自然生态系统健康度研究

对自然生态系统健康度的研究比较多,也比较成熟,对相关文献进行梳理可以将其归纳为几个方面:①水体生态系统健康度(河流、湖泊、海域、地下水、湿地);②植物(森林、草原)生态系统健康度;③海岛生态系统健康度;④区域生态系统健康度(流域、海岸带、省域等);⑤荒漠生态系统健康度。

### 1.2 社会-自然系统健康度研究

社会-自然系统健康度研究中比较典型的是城市生态系统、农业生态系统和旅游系统的分析与评价。

在城市生态系统健康度的研究中,比较典型的研究方法为能值评价方法、压力-状态-响应(PSR)模型、能值-生命力指数、集对分析等方法,在研究过程中层次分析、因子分析、熵值法和模糊分析等方法被用于确定指标权重,辅助评价研究<sup>[2]</sup>。

农业生态系统是典型的人工-自然复合生态系统,它的健康度受人类活动的影响程度较大。在农业生态系统健康度的评价中,比较多的研究采用层次分析法,主要的评价指标由活力(经济、生态、生产力)、组织结构(经济、社会、自然)和恢复力(稳定性、投入能力)3个方面构建<sup>[3]</sup>。

1980年,加拿大学者Butler提出旅游地生命周期理论,有关旅游系统健康度的评价大多都是基于该理论的<sup>[4]</sup>。刘滨谊(2005)对风景旅游地生命力的涵义进行了界定,是指以自然环境为吸引物、非城市化的旅游目的地存在并不断变化发展的,旅游系统内部及其与环境之间发生的相互作用<sup>[5]</sup>。基于旅游地生命力的旅游系统健康度研究中最典型的是对风景区森林景观的旅游生命力评价,其评价中采用生命周期矩阵的半定量方法。

### 1.3 社会(人工)系统健康度研究

随着研究的深入,有关健康度的研究不仅局限在自然生态系统和社会-自然系统方面,一些纯社

会系统的研究中也运用了健康度的概念和评价方法,其中研究最集中的是企业健康度的研究。另外,还在市场和其他社会系统的健康度方面进行了评价研究。

方舟(2002)提出了企业生命力的概念,就是企业存在于社会的生存与发展能力,并从企业领导人的领导力、内部亲和力、市场开拓力、技术开发力、管理与制度创新力、信息捕捉处理力、环境适应力方面构建了评价指标<sup>[6]</sup>。创新型企业的健康度评价是比较典型的研究对象。于新宇(2009)提出从生产能力、财务健康状况、组织结构、企业文化4个方面评价创新型企业的健康度<sup>[7]</sup>;范德成(2010)构建以企业健康度、企业成长能力、企业创新能力为目标层的创新型企业的成长健康度评价指标体系,并对哈药集团三精制药股份有限公司进行评价,结果显示,三精制药的创新力接近中上水平,与其企业成长能力相当<sup>[8]</sup>。

在市场系统的健康度评价中,比较典型的是房地产市场和移动通信市场的分析。陈永杰(2011)系统构建了城市住房市场健康度的概念体系,并从产出表现和投入要素2个方面构筑了包括经济健康度、社会健康度、绿色健康度、可持续健康度、市场体系、公共政策、城市经济7个一级指标和25个二级指标的评价体系<sup>[9]</sup>。谢虎翼(2013)从投机维度、非均衡维度、可持续维度、外部干预维度4个方面构建了包含20项指标的房地产市场健康度评价指标体系,并对2001~2011年赣州市房地产市场的健康度进行评价,结果显示,赣州市2001~2011年房地产市场健康状况在不健康与亚健康之间波动,在2004、2007、2011年处于健康状态<sup>[10]</sup>。蒋瑞文(2011)从收入、客户、数据业务、渠道、SP等方面构建评估模块,对河北移动通信市场健康度进行评价,并对评价结果的层次设定了红绿灯预警系统<sup>[11]</sup>。

除了企业与市场系统的健康度分析之外,学者们还对产业集群成长的健康度、品牌健康度、信息系统健康度和高校专业健康度等社会系统进行了研究。

## 2 “健康度”概念引入自然保护区生态旅游的必要性

### 2.1 自然保护区生态旅游的特殊性

自然保护区生态旅游的特殊性体现在3个方面:①保护与发展的相悖(冲突性);②环境效益、经济效益、社会效益协调的艰难性;③错综复杂的自然

保护区利益相关者群体之间的关系。自然保护区生态旅游的特殊性实际上也是其健康发展所需要处理好的 3 个难题。这 3 个难题的解决,仅从单方面考虑和分析是不能达到理想效果的,必须从全局出发,综合考虑,动态分析,这就需要建立“自然保护区生态旅游健康度”的概念。

## 2.2 自然保护区生态旅游实践的需要

自然保护区是进行生态旅游最主要的场所。自然保护区的首要任务是保护,在不妨碍自然保护的前提下,适度开发生态旅游,以游养保应视为成功之道(郭来喜,1997)<sup>[12]</sup>。早在 1999 年,张广瑞就提出中国应谨慎发展生态旅游,当时的一项调查显示:“有 22%的自然保护区因开发生态旅游而造成破坏,有 11%出现旅游资源退化”<sup>[13]</sup>。对英国、西班牙和法国 8 个自然保护区的研究发现,建立科学、全面、动态的监测指标体系是自然保护区生态旅游健康发展的必备条件(Hawkins,2004)<sup>[14]</sup>。自然保护区生态旅游是人类在可持续发展的大背景下正在探索的一条协调人与自然环境关系的旅游发展之路,为了保证自然保护区生态环境的安全,满足人类“亲近自然、回顾自然、体验资源”的需求,以及维护当地居民、政府、旅游企业、从业人员等多方自然保护区生态旅游利益相关者之间关系的和谐,必须从全面、综合、动态的角度考虑自然保护区生态旅游的健康度问题。

## 2.3 自然保护区生态旅游管理的需要

生态旅游在中国“遍地开花”、“泛化”甚至“异化”,尤其在自然保护区内开展的“生态旅游”造成越来越严重的环境问题。已建立的测评方法主要侧重于某一方面,缺乏全面性和动态性,且评价主体仅局限于个别部门和人员,不能客观衡量自然保护区生态旅游的健康程度,对自然保护区生态旅游的监督和指导作用有限。实践和科学研究迫切需要构建一个全面、动态的“自然保护区生态旅游健康度”评价系统来指导管理工作。

## 2.4 科学研究与管理的必然趋势

在自然保护区生态旅游评价取得丰硕成果的同时,还有很多问题需要继续研究。①自然保护区生态旅游评价大多以某一方面为主,如生态旅游资源、环境承载力、开发潜力、影响评价等,将自然保护区生态旅游作为整体的综合评价较少;②为数不多的综合评价也只对各方面评价指标简单叠加,没有考虑各方面间的相互关系;③评价指标千差万别,没有统一标准,缺乏可比性;④目前的评价都是静态评

价,没有考虑发展变化,缺乏动态评价;⑤评价主体仅限于个别专家,没有囊括更多的相关利益者;⑥评价中使用的数据大多为二手资料,时效性差,可信度低;⑦自然保护区生态旅游评价指标体系的理论与实践脱节,构建的指标体系没有继续跟踪评价自然保护区生态旅游的发展。因此,目前的研究成果不能用来全面衡量自然保护区生态旅游的健康程度,对自然保护区生态旅游长期协调发展的测评和指导作用十分有限。

## 3 自然保护区生态旅游健康度的概念界定

### 3.1 自然保护区生态旅游健康度的原则

#### 3.1.1 单一角度的自然保护区生态旅游健康度不全面

为了促进自然保护区生态旅游的健康发展,国内外学者们开展了大量的研究工作。国外学者的研究内容包括自然保护区生态旅游的环境影响、社会影响、管理模式、综合效益、社区参与、区域发展、监测体系、游客行为等。国内学者研究的侧重点又有不同,具体包括自然保护区生态旅游的资源调查与评价、可行性分析、环境容量评价、游客与市场分析、问题与对策研究等方面。总而言之,无论国外还是国内当前的研究仅从单一角度入手,综合、全面、动态方面的研究不足,对于自然保护区生态旅游的健康发展缺乏有效指导作用。“头痛医头,脚痛医脚”的研究要改观。

#### 3.1.2 现实中不存在绝对健康的理想自然保护区生态旅游

现实与理论总是有差距的,在现实社会中也不存在绝对“健康”的自然保护区生态旅游,但可以从各项指标和综合水平确定阈值,综合水平在阈值范围内且各项指标也达标的可以确定为“健康”,否则所处的状态为不健康或亚健康。

#### 3.1.3 自然保护区生态旅游的健康需要达到多利益相关群体的均衡

从当地居民、政府、游客、企业、从业人员、保护区资源与环境等利益相关者的角度,自然保护区生态旅游当然不能完全满足所有利益相关群体的利益诉求,但是必须使各利益相关群体通过自然保护区生态旅游获得的利益,回报要满足基本的心理底线,以便使多方利益相关者能够在自然保护区生态旅游的发展方面保持相对的和谐均衡格局,不至于出现严重的冲突。

3.1.4 自然保护区生态旅游的健康度是动态变化的

从纵向变化的角度来看,自然保护区生态旅游的健康与不健康状态会随着时间、条件、背景、国内外形势等因素的改变而动态变化。因此,不能因当前处于健康状态就“不思进取”,也不能因为当前的不健康状态就“心灰意冷”,处于健康时需要“积极维护,持续保持”,处于不健康时需要“不断改进,稳步提升”。

3.1.5 自然保护区生态旅游的健康需要考虑物质与精神 2 方面

人类的健康包括身体与精神 2 方面,自然保护区生态旅游的健康也是如此。健康的自然保护区生态旅游不仅需要优质的资源、良好的环境、完善的设施、恰当的工具,以及高素质的工作人员、具有保护意识的游客、关心环境的当地居民等物质条件,还需要具备优质服务、科学管理、有效监督、适度保护、发挥环境教育功能以及与当前社会主流文化的衔接与

协调等软环境或精神方面的健康条件。

3.2 自然保护区生态旅游健康度的概念

基于全面、综合地反映自然保护区生态旅游发展状态的基本思路,将自然保护区生态健康度界定为:从横向结构、发展历程、动态特征、与周边行业以及主流文化的协调度方面综合反映自然保护区生态旅游适应发展环境,在经济、社会和环境等方面得到持续发展和不断进步的能力水平。简单地说,自然保护区生态旅游健康度是其克服各种阻力,维持正常运营的能力。

4 自然保护区生态旅游健康度评价体系

基于上述有关自然保护区生态旅游健康度的概念,需要从横向结构、纵向历程、动态特征与协调能力 4 个方面构建包括 16 个方向、58 个具体指标的体系(图 1)。

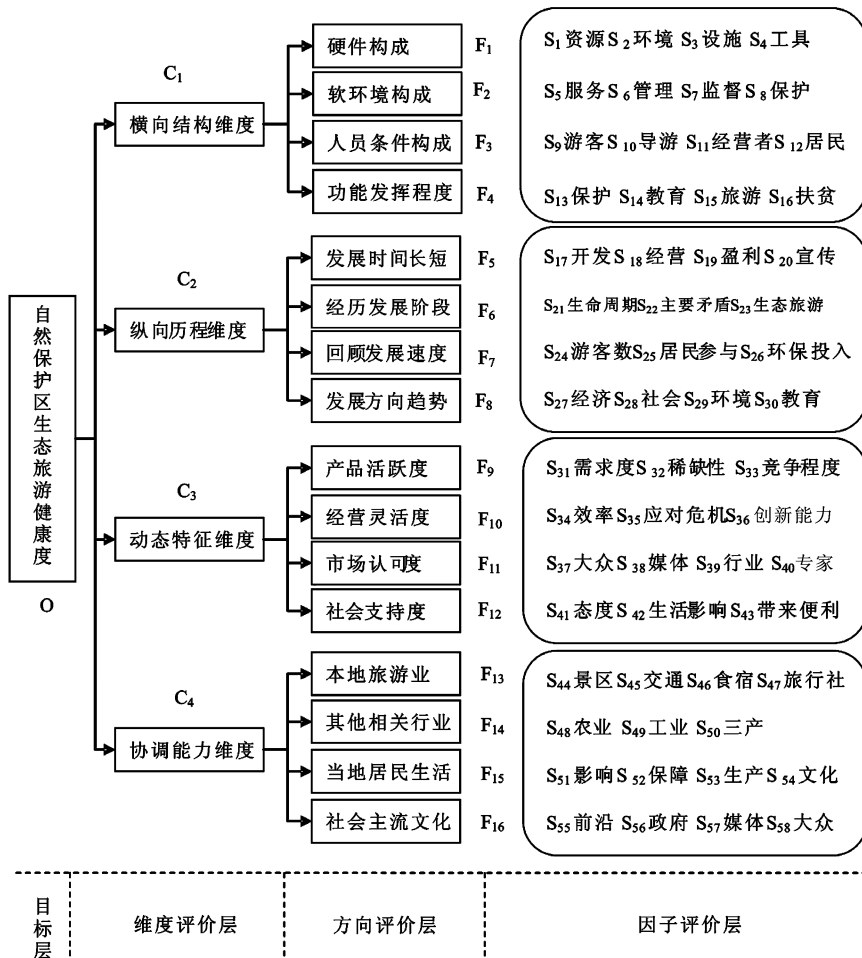


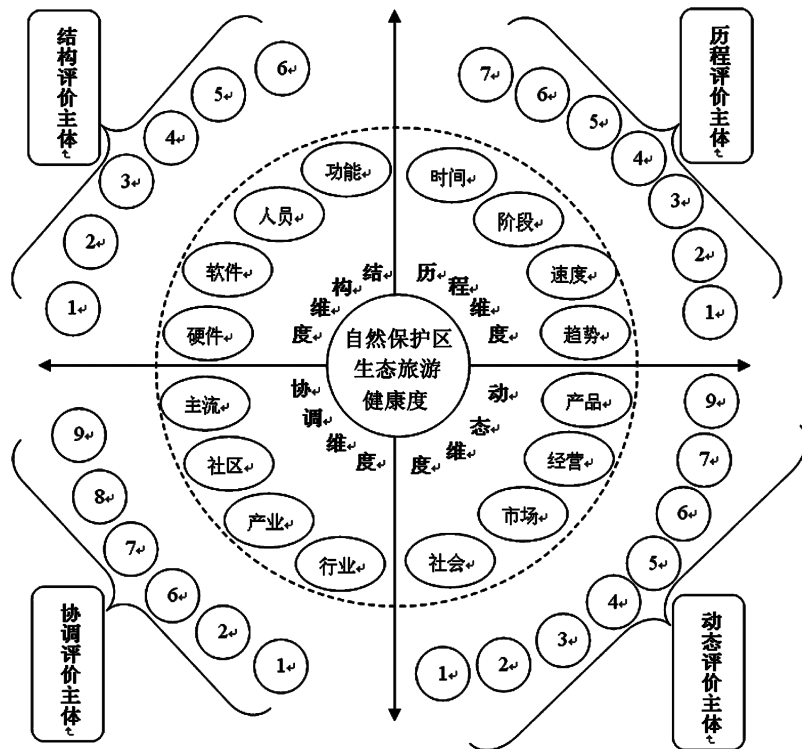
图 1 自然保护区生态旅游健康度多维评价指标体系

Fig. 1 Multidimensional evaluation index system of nature reserve ecotourism health degree

### 5 多主体参与自然保护区生态旅游健康度研究

在自然保护区生态旅游的发展中,生态可持续是基础,经济可持续是条件,社会可持续是目的。自然保护区生态旅游利益相关群体众多,差别巨大,关系复杂,实现当地居民、游客、从业人员、管理人员和

研究者等共同参与需要考虑评价机制的公平性、客观性和时效性,另外还需要巧妙调动利益相关者参与的积极性。构建由当地居民、游客、从业人员、管理人员和研究者等参与的自然保护区生态旅游健康度评价机制,可以充分反映利益相关者的利益诉求和正当权益,有利于自然保护区生态旅游的协调发展和健康度的提高(图 2)。



参与评价的主体: ①居民(社区); ②游客; ③生态旅游工作人员; ④生态旅游经营者; ⑤保护机构; ⑥专家; ⑦媒体; ⑧其他旅游部门(旅行社、酒店、其他景区等); ⑨政府

图 2 自然保护区生态旅游健康度多主体参与示意

Fig. 2 Diagram of more subject to participate in evaluating nature reserve ecotourism health degree

为保证评价的科学性,将自然保护区生态旅游的主要利益相关者纳入评价体系,通过问卷调查、访谈等方法确定各主体参与评价的内容及其权重,最后加权求和获得多主体评价结果。参与评价的主要利益相关者包括:社区居民、周边景区、当地政府、管理机构、学者、媒体、旅游企业等。

### 6 结语

“工欲善其事,必先利其器”,为了保证自然保护区生态旅游的健康发展,必须突破当前“头痛医头,脚痛医脚”的困境,明确概念、构建体系。自然

保护区生态旅游“健康度”的概念不是“可持续性”的翻版,它包含了“可持续性”、“协调性”、“全面性”和“稳定性”等内涵,是一个更加科学合理的概念。另外,自然保护区生态旅游健康度需从横向结构、纵向历程、动态特征和协调能力等方面构建包括 16 个方向、58 个具体指标的体系,为自然保护区生态旅游提供指导,促进其健康发展。在具体的研究过程中还需将当地居民、游客、从业者、专家等利益相关者纳入评价主体范畴,形成科学、公平、公正、公开的自然保护区生态旅游健康度评价体系,客观评价其健康程度。(下转第 64 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.011

## 自然保护区在建设生态文明和美丽云南中的地位与作用

郑进烜<sup>1,2</sup>, 吴霞<sup>1,2</sup>, 华朝朗<sup>1,2</sup>, 余昌元<sup>1,2</sup>, 徐吉洪<sup>1,2</sup>, 张绍辉<sup>1,2</sup>, 王勇<sup>1,2</sup>, 卢珍红<sup>3</sup>  
(1. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051; 2. 云南省自然保护区研究监测中心, 云南 昆明 650051;  
3. 云南省农业科学院花卉研究所, 云南 昆明 650205)

**摘要:** 云南省已建各种类型、不同级别的自然保护区 157 个, 总面积达 282.52 万  $\text{hm}^2$ , 占全省国土总面积的 7.2%, 基本形成了布局合理、类型较为齐全的自然保护区网络体系。自然保护区建设与发展是建设生态文明和美丽云南的重点: 保护了自然资源和生物多样性; 普及了生态文明知识; 推动了生态文明和美丽云南建设; 满足了社会日益增长的旅游需求; 促进了保护区周边社区的发展。  
**关键词:** 自然保护区; 生态文明; 美丽云南; 生物多样性; 生态旅游; 社区发展

中图分类号: S759.9; S718.5; F316.23 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0051-03

## Preliminary Discussion on Position and Function of Natural Reserve in Construction of Ecological Civilization and Beautiful Yunnan

ZHENG Jin-xuan<sup>1,2</sup>, WU Xia<sup>1,2</sup>, HUA Chao-lang<sup>1,2</sup>, YU Chang-Yuan<sup>1,2</sup>, XU Ji-hong<sup>1,2</sup>,  
ZHANG Shao-hui<sup>1,2</sup>, WANG Yong<sup>1,2</sup>, LU Zhen-hong<sup>3</sup>  
(1. Forest Inventory and Planning Institute of Yunnan Province, Kunming 650051, China;  
2. Natural Reserve Research Center of Yunnan Province, Kunming 650051, China;  
3. Flower Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China)

**Abstract:** 157 Nature Reserves with a total area of 2, 825, 200  $\text{hm}^2$  in various types and levels have been built in Yunnan Province which accounting for 7.2% of the province's total land area, basically formed a nature reserve network system with rational layout and complete type. Development and construction of Nature Reserves are the keys of construction of ecological civilization and beautiful Yunnan which to protect the natural resources and biodiversity; popularize the knowledge of ecological civilization; promote the construction of ecological civilization and beautiful Yunnan; meet society's growing tourism demand; promoting development of surrounding communities.

**Key words:** Nature Reserve; ecological civilization; beautiful Yunnan; biological diversity; ecotourism; community development

自然资源为人类维持生命系统提供直接或间接的物质基础, 是一个国家经济与社会发展的物质保障<sup>[1]</sup>。自然保护区作为完整的生态系统和自然资

源保护主要途径之一, 其建设和发展有效保护了自然资源和自然环境, 维护了生态安全, 为党的十八大提出的建设生态文明和美丽中国的战略部署奠定了

收稿日期: 2014-04-10.

作者简介: 郑进烜(1981-), 男, 福建大田人, 硕士, 工程师。从事生物多样性保护和竹类研究工作。Email: zjx3410@163.com

通信作者: 吴霞(1964-), 女, 江苏沛县人, 硕士, 高级工程师, 高级经济师。从事林业调查规划工作。Email: wuxia-88@163.com

坚实的基础。云南省地处中国西南边陲,是我国重要的生物多样性宝库和西南生态安全屏障。因此,推进生态文明和美丽云南建设,是贯彻落实建设生态文明和美丽中国的具体行动;推进“森林云南”的建设,是建设生态文明和美丽云南的重要基础;推进云南省自然保护区的建设和发展,是建设“森林云南”的重要内容。

## 1 云南省自然保护区建设现状<sup>[2]</sup>

截至 2013 年 12 月底,云南省已建各种类型、不同级别的自然保护区 157 个,总面积 282.53 万  $\text{hm}^2$ , 占全省国土总面积的 7.2%, 低于全国自然保护区 12.8% 的平均水平, 位居全国自然保护区数量第六位, 面积第九位。基本形成了布局合理、类型较为齐全的自然保护区网络体系。

按保护区级别统计, 国家级自然保护区 20 处, 面积 150.96 万  $\text{hm}^2$ , 分别占全省自然保护区总数的 12.7% 和总面积的 53.4%; 省级自然保护区 38 处, 面积 67.32 万  $\text{hm}^2$ , 分别占总数的 24.2% 和总面积的 23.8%; 州(市)级自然保护区 58 处, 面积 44.50 万  $\text{hm}^2$ , 分别占总数的 35.7% 和总面积的 15.8%; 县级自然保护区 43 处, 面积 19.75 万  $\text{hm}^2$ , 分别占总数的 27.4% 和总面积的 7.0%。

按保护区类型结构统计, 森林生态系统类型自然保护区 91.7 处, 面积 213.58 万  $\text{hm}^2$ , 分别占全省自然保护区总数的 58.4% 和总面积的 75.6%; 湿地生态系统类型自然保护区 15.3 处, 面积 13.88 万  $\text{hm}^2$ , 分别占总数的 9.7% 和总面积的 4.9%; 野生动物类型自然保护区 21.0 处, 面积 42.57 万  $\text{hm}^2$ , 分别占总数的 13.4% 和总面积的 15.1%; 野生植物类型自然保护区 10.0 处, 面积 7.76 万  $\text{hm}^2$ , 分别占总数的 6.4% 和总面积的 2.7%; 地质遗迹类型自然保护区 7.0 处, 面积 2.59 万  $\text{hm}^2$ , 分别占总数的 4.5% 和总面积的 0.9%; 古生物遗迹类型自然保护区 2.0 处, 面积 0.24 万  $\text{hm}^2$ , 分别占总数的 1.3% 和总面积的 0.1%。

## 2 自然保护区的建设和发展是建设生态文明和美丽云南的重点

自然保护区建设和发展的历程表明, 自然保护区开始于孤岛状堡垒式的管理, 经历了生物圈保护区把保护与发展密切结合起来的多功能有效管理, 与地方政府共同团结周边社区, 实施生物区域规划

管理的就地保护管理模式<sup>[3]</sup>。自然保护区把保护一个区域的生物多样性及其他自然和文化资源作为主要功能之一, 并发挥其所拥有的丰富生物性资源的作用, 促进地方社会经济发展, 提高周边民众的生活水平, 带动社区居民参与到自然保护区的保护、建设和发展中来。

云南省是我国四大重点林区省份之一, 森林覆盖率和森林面积居全国第三, 林业用地面积 2 424.76 万  $\text{hm}^2$ , 占全省土地总面积的 63.40%; 自然保护区总面积 282.53 万  $\text{hm}^2$ , 占全省林地总面积的 11.65%。通过加强自然保护区建设, 全面实施野生动植物资源保护, 促进不同类型的生态系统和生物多样性保护, 并在不影响保护的前提下, 把科研、教育和生态旅游的功能发挥好, 全面促进自然保护区的建设和发展, 是建设生态文明和美丽云南的重点任务。

## 3 自然保护区在建设生态文明和美丽云南中的作用

### 3.1 保护了自然资源和生物多样性

自然保护区尤其是国家级和省级自然保护区, 拥有着众多体现大自然杰作的自然景观和人类文明活动所遗存的人文景观, 自然保护区的建立, 使得这些珍贵的自然文化遗产资源得到有效保护和管理。目前, 云南省已有 2 处自然保护区在世界自然文化遗产范围内。自然保护区的建设有力地促进了生态建设和自然保护事业的发展, 成为森林资源和生物多样性保护以及自然文化遗产资源保护体系中一支不可忽视的生力军。

多年来, 国家、省、州(市)、县各级林业主管部门和自然保护区管理机构积极采取有效措施, 全面加强自然保护的建设和管理, 有效保护了全省生物多样性。如滇南的西双版纳自然保护区主要保护以龙脑香科(Dipterocarpaceae)、肉豆蔻科(Myristicaceae)、大花草科(Rafflesiaceae)、隐翼科(Crypteroniaceae)、四树木科(Datisceae)、橄榄科(Burseraceae)和红树科(Rhizophoraceae)等具有热带植物区系成分物种组成的热带雨林; 滇东南的大围山和老君山自然保护区主要保护木兰科(Magnoliaceae)、八角科(Illiciaceae)、金缕梅科(Hamamelidaceae)、樟科(Lauraceae)、壳斗科(Fagaceae)和山茶科(Theaceae)等科组成的热带山地湿性常绿阔叶林; 滇中哀牢山和无量山自然保护区主要保护由壳斗科、山茶科、木兰科和樟科等科组成的亚热带湿性常绿阔叶林;



滇西北的怒江自然保护区主要保护秃杉(*Taiwania flousiana*)林、乔松(*Pinus griffithii*)林、怒江冷杉(*Abies nukiangensis*)林、薄片青冈(*Cyclobanopsis lamellosa*)林等山地生态系统和特有森林类型<sup>[4]</sup>。同时,自然保护区为滇金丝猴(*Rhinopithecus bieti*)、亚洲象(*Elephas maximus*)、印支虎(*Pantheratigris corbetti*)、黑长臂猿(*Nomascus concolor*)、戴帽叶猴(*Trachypithecus shortridgei*)、马来熊(*Helarctos malayanus*)、威氏小麂鹿(*Tragulus williamsoni*)、黑颈鹤(*Grus nigricollis*)、哀牢髭蟾(*Vibrissaphora ailaonica*)等珍稀濒危野生动物提供天然的栖息地。

### 3.2 普及了生态文明知识

自然保护区内具有森林类型多样、自然景观独特、生物多样性丰富等特征,是天然的生态知识教育课堂。广大游客进入到自然保护区的实验区,可以领略到大自然的秀美山川,激发热爱自然、向往自然的热情,增强保护生态环境意识,促进生态文明建设。目前,已有一大批自然保护区针对大中小學生开展形式多样的以生态教育和科普教育相结合的生态旅游活动,成为广受公众欢迎的生态文化教育场所。国家级自然保护区都成立了生态旅游科,主要负责开展自然保护区的生态旅游、科普教育、各类标示牌等生态知识和生态文明展示教育设施建设,部分自然保护区还将自然景观资源和当地传统民族文化进行有机结合,使之成为传播和弘扬生态文化的重要载体,推动普及生态知识的进程。

### 3.3 推动了生态文明和美丽云南建设

生态保护是设立自然保护区的一项重要功能。云南省自然保护区建设和完善对于提高全省生态系统的水源涵养、调蓄洪水、水土保持、防风固沙和生物多样性保护等能力具有重要作用,为防止和减轻自然灾害、协调流域及区域生态保护与经济社会发展、保障国家和地方生态安全提供生态资源屏障,推动生态文明和美丽云南的建设。根据 2010 年云南省自然保护区森林生态系统服务功能评估报告,全省国家级和省级自然保护区森林生态系统服务年总价值为 2 009.02 亿元。其中:涵养水源价值为 538.75 亿元;保育土壤价值为 493.79 亿元;固碳释氧价值为 122.09 亿元;积累营养物质价值为 16.11 亿元;净化大气环境价值为 83.21 亿元;生物多样性保护价值为 755.07 亿元。保护区每年森林生态系统服务价值平均为 12.31 万元/hm<sup>2</sup><sup>[5]</sup>。

### 3.4 满足了社会日益增长的旅游需求

随着经济文化和科学技术水平的提高,社会基

础设施的不断完善和私家车保有量的与日俱增,生态旅游已成为旅游发展的一个新兴方向。自然保护区优美的自然景观和良好的生态环境,为广大游客提供回归自然、享受自然的生态旅游目的地,让其亲身感受到清新的空气、翠绿的树林、奇异的花草,在陶冶情操的同时享受探险猎奇、考察等高层次的精神文化。因此,自然保护区的建设和发展为开展生态旅游提供了资源基础,在一定程度上缓解了其它旅游景区景点的接待压力,满足了社会日益增长的旅游需求。截至 2012 年底,全省开展生态旅游的自然保护区达 38 个,其中国家级 11 个,省级 15 个,州(市)、县(区)级 12 个,开展生态旅游的自然保护区总面积为 55.50 万 hm<sup>2</sup>,年接待游客总人数为 1 206.50 万人次(海外游客人数达 43.60 万人次),年总收入达 14.30 亿元<sup>h</sup>[6]。

### 3.5 促进了保护区周边社区的发展

在各自然保护区的建设中,国家投入保护资金进行自然保护区的基础设施、生态环境和管理能力等方面的建设,同时,保护区管理机构根据保护区所处的区域点选取有针对性的社区共管项目,积极争取国家、非政府和企业的资金用于扶持社区发展,直接改善了保护区周边社区居民的居住、交通、通讯和水电等基础设施,为保护区周边社区提供了就业岗位,促进了周边社区社会经济的发展。截至 2012 年底,全省国家级、省级自然保护区共建立社区共管示范村 157 个,签订管护协议 6 009 份,投入社区共管经费 974.83 万元,聘请护林员 3 102 人<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

保护、建设和发展好自然保护区是对不断推进生态文明和美丽中国建设的美好宏图历史规律的科学把握,也是坚持走保护优先的自觉体现。“生态文明、美丽云南”这一宏伟目标的实现必将使云南人民走向生态文明新时代。同时,应该清醒地认识到,自然保护区网络体系虽已初具规模,但由于缺乏资金的投入、保护管理人员的配备等问题的存在,保护区不能够完全发挥出应有的作用。当前,应该抓住建设生态文明这一历史机遇,把自然保护区建设列为重点任务,以“保护优先、生态发展”的指导思想开展工作,为建设美丽云南作出贡献。

(下转第 79 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.012

## 广西大明山国家级自然保护区与周边社区协调发展研究

李杰霞,李顺利

(广西大明山国家级自然保护区管理局,广西 南宁 530022)

**摘要:**处理好自然保护区与周边社区之间的关系是自然保护区管理的重要内容。分析广西大明山国家级自然保护区与周边社区的发展现状,两者之间发展存在的矛盾,并提出提高周边林区居民保护意识,实施能源替代工程,提高就业保障,发挥项目优势,发展生态旅游等保护区与周边社区协调发展对策。

**关键词:**广西大明山自然保护区;周边社区;协调发展;能源替代;生态旅游

中图分类号:S759.9;C912.8;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0054-03

### Research on Coordinated Development of Damingshan National Nature Reserve and Surrounding Communities

LI Jie-xia, LI Shun-li

(Damingshan National Nature Reserve Administration, Nanning 530022, China)

**Abstract:** It is essential to handle the relationship between the nature reserve and the surrounding community. The current development status and development contradiction of Guangxi Damingshan National Nature Reserve and surrounding communities have been analyzed in this paper. Countermeasures for coordinate development of Nature Reserve and surrounding communities such as to raise public awareness of surrounding community, the implementation of alternative energy projects, improving job security, to play the advantages of the project, development of eco-tourism, have been proposed

**Key words:** Damingshan Nature Reserve; surrounding communities; coordinated development; energy alternatives; eco-tourism

广西大明山国家级自然保护区(以下简称大明山自然保护区)内野生动植物区系成分复杂,生态区位独特,生态系统完整多样,是广西中部重要的水源涵养林区之一,有效保障了自然保护区周边 4 县 8 乡镇,3.2 万  $\text{hm}^2$  农田,74 万人口的生活用水及 33 座水库、62 处水电站的水源需求。同时,大明山国家级自然保护区是北回归线上的“生物多样性基因

宝库”,在全国自然保护区网络中占有重要的位置。大明山自然保护区是中国 40 个具有全球意义的自然保护区之一,也是广西林业实施世界银行全球环境基金(GEF)项目的 5 个自然保护区之一。如何做好大明山自然保护区的保护与开发工作,促进保护区与周边社区协调发展是保护区管理者需要面临的重要问题。

收稿日期:2014-03-24.

作者简介:李杰霞(1985-),女,青海海东人,工程师。从事自然保护区管理工作。Email:lgy200527@126.com

## 1 概况

大明山自然保护区位于南宁市上林、武鸣、宾阳、马山4县交界处,距离南宁市区约80 km,保护区管理局设在武鸣县两江镇雷江村那汉屯南侧。范围包括朝阳峡谷、橄榄河大峡谷、公益山、尖岭、龙头山、望兵山、六毛峰、象头山等,整个保护区呈西北至东南不规则长方形,南北长21 km,东西宽19 km,保护区总面积16 994 hm<sup>2</sup>(25.5万亩)<sup>[1]</sup>,森林覆盖率达98.9%。

大明山自然保护区周边社区包括5个乡镇30个行政村,有24 000户,共92 743人,有壮、瑶、汉等多个民族,其中以壮族为主<sup>[2]</sup>。该保护区林地均为国有权属,保护范围内没有常住居民,周边居民大多以传统的种、养殖业和劳务输出作为主要的经济来源,其中种植业所占经济来源比重较大。据调查,2012年周边社区居民人均年收入最高为6 257元,最低为2 568元,平均人均年收入4 655元,比广西全区农民人均收入低23%。社区经济一、二、三产业结构分别为59.5:30.2:10.3。

## 2 自然保护区与周边社区协调发展面临的问题

### 2.1 自然资源保护与周边社区经济发展的矛盾

建立大明山国家级自然保护区,对保护区范围内自然资源进行保护和开发的同时也限制了周边社区居民对保护区资源的利用,制约了当地社区经济的发展。而周边社区居民因地处边远山区,人口多,人均耕地面积较少,经济来源方式单一,对保护区内资源的依赖程度较高,为了生存会利用自然保护区内的自然资源发展经济,增加收入,致使自然保护区内偷猎、乱砍滥伐现象时有发生,严重破坏了生态环境。

### 2.2 保护区“两权”纠纷问题

我国自然保护区与周边社区的权属问题主要集中在土地权属和林权。大明山自然保护区的前身是1958年成立的大明山林场,于1981年8月经广西壮族自治区人民政府办公厅批准为水源林保护区,2002年7月经国务院批准,成立国家级自然保护区,经过几十年的建设和管理,自然保护区与周边社区划定了保护区边界、山林权属,但部分地区由于保护区界碑界桩数量不够,标志太少,导致周边部分集体林地与保护区界线模糊,使周边社区居民对部分地段的保护区边界不予以认可,借口越界侵占。仅

在1997~2000年,大明山保护区被马山县古零镇里民村等一带居民侵占林地种植八角面积就达200 hm<sup>2</sup>,至今被占林地种植八角的共有431.1 hm<sup>2</sup>。

### 2.3 外在因素影响带来的问题

大明山自然保护区及周边矿产资源丰富,有钨、锰、金等矿产,吸引了大批小规模的人工采矿企业和整合重组后的武鸣保利矿业公司,这些矿产企业在取得了巨大经济效益的同时,严重损害了自然保护区周边社区居民的经济收益,矿产企业创造的巨大经济收益与周边居民基本不相关。此外,在开采矿产资源的过程中,因过度地开采使原有的生态环境发生了改变,破坏了动、植物原有的栖息环境,污染了水源,对周边社区居民的健康及农作物生长和生物多样性均造成很大威胁。

### 2.4 经营权与利益分配问题

大明山国家级自然保护区周边居民参与旅游开发的程度较低。经调查了解,很多村民愿意通过被聘用为保护区护林员,在景区承包美食长廊销售民族特色小商品及土特产品,以经营餐饮、住宿等方式参与到大明山的生态旅游开发中,但因缺乏数额较大的资金投入以及有效的经营方式等因素,周边社区居民并没有获得自然保护区带来的经济利益。理论上,周边居民为自然保护区的生物多样性承担了大部分的成本,保护区在生态旅游发展过程中应当给予周边社区居民一定的就业支持,以弥补他们的损失。

## 3 大明山保护区与周边社区协调发展对策

### 3.1 加大宣传教育力度,提高周边社区居民保护意识

大明山自然保护区管理局坚持以针对性、多样性、经常性、主动性、趣味性的原则开展宣传教育活动,通过相关项目实施,普及自然保护区法律法规、野生动植物保护方针政策,有重点地对村民进行森林防火基础知识和防火技能培训,增强周边居民的环境保护意识,使居民主动保护资源,改善生态环境。此外,还要加强对周边学校中小学生的宣传教育,起到事半功倍的效果<sup>[3]</sup>。大明山保护区近几年利用GEF基金多次组织开展小学教师及学生环境教育知识培训,参与对象有马山县乐平小学、武鸣县雷江小学、两江小学、南宁市清川小学等学校的师生。

### 3.2 发挥优势,解决社区居民经济收入问题

#### 3.2.1 实施能源替代工程

增加自然保护区周边社区居民的其它经济来

源,降低村民对野生非木材林产品的利用等对策来减少周边社区居民对保护区的采集威胁,因此,切实解决能源替代问题是解决自然保护区与周边社区居民在自然资源利用上矛盾的关键方法。可借助社会主义新农村建设的东风,在保护区周边社区大力推广居民使用节柴灶、建设沼气池,有条件的居民使用燃气、电能、太阳能热水器等新能源,以减少生活烧柴给自然保护区资源造成的威胁。对周边社区建有沼气池的居民,自然保护区应给予适当补贴,建议南宁市政府及相关单位(如:市能源办等单位)也给予一定的补助,不足部分再由居民自筹。

### 3.2.2 加大资金和技术扶持力度

大明山自然保护区通过加大资金、技术投入力度来扶持周边社区的发展。通过 GEF 项目、向上级部门申请项目、社会捐资和集资等方式为周边社区经济发展引进项目,利用社区的土地资源 and 人力资源,与社区居民联合开展多种经营。保护区利用自身的技术优势,帮助周边社区居民发展种植业和养殖业,搞多种经营,增加群众收入,从而带动社区经济的发展。2007~2012 年大明山 GEF 项目用于社区实用技术培训的主要集中在 2 个方面:①种桑养蚕培训。茧丝近几年价格较高且稳定,在种子基金的扶持下,以武鸣县上户里屯、那里屯为代表的周边村屯逐渐发展扩大养蚕规模;②社区养蜂培训。养蜂具有效益高、不费劳动力的特点,值得大力推广,对提高村民经济收入十分有效。

### 3.2.3 提高就业保障

大明山自然保护区在进行资源保护开发的过程中,应引导周边社区居民参与到自然保护区的保护开发事业当中,使周边社区居民充分认识自然保护的重要性,从而更好地发展保护事业;保护区管理局应与景区施工单位协调,优先安排保护区周边社区居民参与保护区保护开发工作,例如大明山旅游景点的建设维修工程、上山公路的维修工程、秋色景观廊工程、修建防火林道、“两线两点一塔”等重点建设项目工程。通过参与,周边社区居民将对保护区旅游开发的建议反馈到工作中,从而使保护区管理和周边社区的具体情况相符合。此外,允许周边社区居民在规范管理下自主经营、优先承包风景区天坪游客综合服务中心及大门区购物点的摊位,以经营旅游商品,在景点出租民族服装供游客照相等方式来提高就业保障。

### 3.2.4 发挥项目优势,迎接新的建设高峰期

充分利用当前国家和地方政府重视生态环境建

设的机遇,依托国家级自然保护区的优势,以 GEF 项目落户大明山自然保护区为契机,利用 GEF 项目、保护区重点建设项目、国家生态公益林补助资金政策等,在社区共管、科研项目、保护建设、边界调查、界碑工程等方面下功夫,把项目做好、做实,推动整个自然保护区的保护开发建设,争取更多项目资金补助及 GEF 的第二期项目继续落户大明山自然保护区,同时积极吸引更多公益性项目到保护区。

### 3.3 积极探索,建立社区参与的管理机制

自然保护区的开发建设必须充分调动当地政府和周边社区居民的积极性,将自然保护区的管理工作与周边社区居民的利益有机地结合起来,使其与周边社区协调发展,互利共赢。尤其是 GEF 项目在大明山自然保护区实施后,成立了市级森林保护协调委员会(FCC),其主要职责是为县、乡、村三级领导和其它利益相关者共同商议森林防火、动植物保护、林区治安等事务,征询周边各级党政领导、干部群众对保护工作的建议,提供共同保护的具体工作事宜。同时,还成立了 10 个村级森林保护协调管理委员会,村民通过此委员会就本村的发展和项目资金的运行、保护区资源利用管理等参与到自然保护区的开发建设中。

### 3.4 利用生态资源,科学发展生态旅游

科学发展生态旅游是自然保护区资源有效利用的最佳方式之一,既能增加保护区旅游收入,也促进了地方经济综合发展,更有利于促进地方安定团结。大明山自然保护区是开展生态旅游活动的理想场所,特别是随着中国-东盟博览会永久性落户在南宁市,南宁市委、市政府从大南宁、大旅游、大区域角度出发,构建南宁区域性国际旅游目的地和国际旅游集散中心,实施“北有桂林、南有南宁”的旅游战略决策,决定以大明山自然保护区为中心,做出加快环大明山旅游圈建设的重要部署<sup>[4]</sup>。这为大明山自然保护区生态旅游资源整合提供了前所未有的机会。目前,大明山自然保护区的旅游基础设施建设、接待服务设施建设、景点开发建设都有了初步的规模,发展的空间和潜力相当大。大明山自然保护区在理顺体制机制的前提下采取灵活融资方式,引进区内外投资项目,科学发展自然保护区生态旅游。

### 3.5 合理规划,推动保护区协调发展

2013 年,管理局委托中南林业设计院对《广西

(下转第 68 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.013

## 云南省水生生物保护区现状及保护建议

杨树国<sup>1</sup>, 陈斐<sup>1</sup>, 曹国艳<sup>2</sup>

(1. 云南省水产技术推广站, 云南 昆明 650034; 2. 昆明植物研究所, 云南 昆明 650201)

**摘要:** 云南省水生生物资源丰富, 并有大量的土著种和特有种。近年来, 由于水环境破坏、滥捕酷鱼等因素影响, 导致很多物种处于濒危甚至灭绝的险境。至 2013 年底, 云南省有各级水生生物自然保护区 17 个, 水产种质资源保护区 18 个, 但相对于境内丰富的水生生物和极其严重的水生生物生存状况而言, 水生生物的保护工作任重而道远。藉此, 提出增加保护区面积, 加强管理, 积极治理与修复水环境, 建立、健全法律法规, 加大对水生生物多样性和保育的研究, 建立物种基因库等保护建议。

**关键词:** 水生生物; 保护区; 水域环境保护; 云南省

中图分类号: S759.9; Q178.11 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2014)08-0057-04

## Aquatic Life Nature Reserve Status and Its Recommendations in Yunnan Province

YANG Shu-guo<sup>1</sup>, CHEN Fei<sup>1</sup>, CAO Guo-yan<sup>2</sup>

(1. Yunnan Aquatic Product Technical Extension Center, Kunming 650034, China

2. Kunming Institute of Botany, Kunming 650201, China)

**Abstract:** Yunnan Province is rich in aquatic life resources, and most of them are native species and endemic to Yunnan. In recent years, there are many species endangered or become extinct because of the effect of damaged water environment, overfishing and other factors. At the end of 2013, there are 17 Nature Reserve of aquatic life and 18 Reserve area of Aquatic product germplasm resources in Yunnan province, but regarding to the rich species of aquatic organisms and extremely damaged water environment, the protection work for aquatic life still have a long way to go. Therefore, conservation recommendations to increase reserve area, strengthen management, govern and restore water environment, found laws and regulations of protection and utilization, strengthen research of aquatic biodiversity, build genetic species bank, and so on have been proposed in this paper.

**Key words:** aquatic life; Nature Reserve; water environmental protection; Yunnan Province

云南省位于亚欧板块与喜马拉雅板块交界处, 地处中国西南边疆, 属低纬度高原, 水资源丰富, 地形地质复杂, 立体气候明显。复杂的自然条件和丰富多样的生态环境, 蕴育了极为丰富的生物资源, 云

南省的高等植物、脊椎动物种类分别占全国的 46.8% 和 55.35%<sup>[1]</sup>。云南省的物种丰富度值、特有度值和特有率均列全国第一位<sup>[2]</sup>, 享有“动物王国”、“植物王国”、“生物资源基因库”的美誉, 是全

收稿日期: 2014-02-19.

作者简介: 杨树国(1981-), 男, 内蒙古赤峰市敖汉旗人, 硕士。从事野生水生保护与救护工作。

球确定的 34 个物种最丰富且受到威胁最大的生物多样性热点地区之一。云南省鱼类资源约占全国的 39.17%，并有大量的土著种及特有种<sup>[3]</sup>，具有丰富的种质资源和极高的遗传学研究价值。目前，云南已成为世界优先保护的生物多样性热点地区之一<sup>[4]</sup>，是我国最迫切需要保护的生物多样性地区，同时也是我国濒危鱼类集中分布的地区之一<sup>[6]</sup>。

### 1 水资源状况

云南省水资源丰富，江河水系发达，各类型的湖泊水库众多，集水面积在 100 km<sup>2</sup> 以上的河流有 908 条，面积大于 1 km<sup>2</sup> 的湖泊有 37 个。全省共有水域 2 850 km<sup>2</sup>，其中江河水域 1 070 km<sup>2</sup>，湖泊水域 1 067 km<sup>2</sup>，其余为水库和坝塘所占水面<sup>[1]</sup>。云南省水资源分布不均，多雨区年降水量 1 600~2 800 mm，少雨区年降雨量 600~800 mm。云南省水系从东至西依次为：南盘江（珠江）、元江（红河）、金沙江、澜沧江、怒江和伊洛瓦底江。根据云南省水资源公报的数据统计，2001~2012 年云南省年均降水量为 1 167.6 mm，折合年均降水总量为 4 498.4 亿 m<sup>3</sup>，年均水资源总量为 1 958.1 亿 m<sup>3</sup>（图 1），年人均水资源为 4 375.3 m<sup>3</sup>，水资源总量和人均水资源量远远高于全国平均水平。

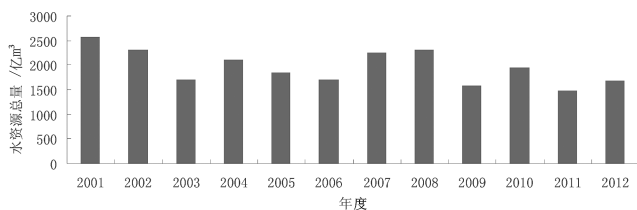


图 1 2001~2012 年云南省水资源总量

Fig. 1 Total water resources in Yunnan province from 2001 to 2012

近年来，随着经济增长和人口的增加，人类活动对环境尤其是水环境的污染和破坏日益严重，许多水生生物尤其是土著种成为濒危种甚至灭绝。自 2000 年以来，云南省把水环境治理作头等大事来抓，取得了一定的进展。根据云南省环境状况公报的数据统计，省内主要河流的污染率由 2000 年的 70% 降为 2012 年的 29.6%，湖库的污染率由 2000 年的 76.4% 降为 2012 年的 35.9%（图 2）。但由于人类活动对水环境的持续影响，加之水环境的脆弱性和连通性，云南省的水环境保护治理工作依然任务艰巨。

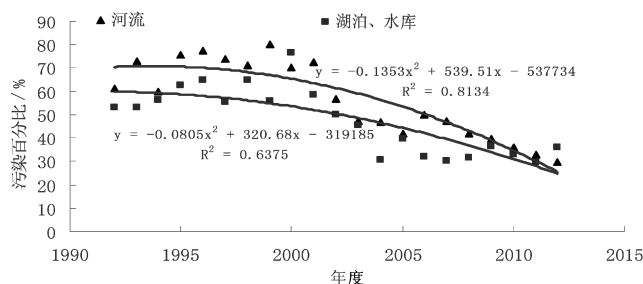


图 2 1992~2012 年云南省的水环境污染

Fig. 2 Total water pollution in Yunnan province from 1992 to 2012

### 2 水生生物资源和保护区

云南省水生生物资源十分丰富，特殊的水域生态环境孕育出了很多土著种。至 2013 年，云南省有记录鱼类资源有 629 种，居全国之首<sup>[3]</sup>。云南省记录鱼类中土著种占绝大多数，特有种占 2/5 以上。但也呈现出了适应范围狭窄，分区域小，种群数量小，易受干扰等特点。近代由于河流湖泊污染、水利工程建设、酷渔滥捕、外来物种入侵等原因<sup>[6]</sup>，导致云南省水生生物大量减少，有些种类的水生生物在野外已绝迹，很多种类尤其是土著种面临灭绝的危险。云南有记录的鱼类中约 1/3 的种类日趋减少或濒临绝迹，湖泊鱼类尤为突出<sup>[7]</sup>。《云南省水生野生动植物保护名录》（待公布）中共筛选收录鱼类 70 种（包括相近种 18 种）、底栖生物 6 种、水生两栖类 10 种、水生爬行类 4 种、水生哺乳类 2 种。

近年来，云南省加大了对水环境和水生生物的保护力度，建立了水生生物自然保护区和国家级水产种质资源保护区，使保护区在水生生物生态系统多样性、物种多样性和遗传多样性的保护方面发挥了一定的作用。截至 2013 年底，云南省共建有水生生物自然保护区 17 个（表 1），面积为 12 180.74 hm<sup>2</sup>，占水域面积的 4.27%，保护水生生物 30 多种。

截至 2013 年底，云南省共建有各级水产种质资源保护区 18 个。其中国家级水产种质资源保护区 15 个（表 2），面积为 100 684 hm<sup>2</sup>，占云南水域面积的 35.33%，区内有保护鱼类 40 多种。

云南省建有省级水产种质资源保护区 3 个，分别是：鹤庆县漾弓江流域小裂腹鱼省级水产种质资源保护区、沧源南滚河特有鱼类省级水产种质资源保护区和黎明河硬刺裸鲤鱼省级水产种质资源保护区，区内共有保护鱼类 10 多种。

表1 云南省水生生物自然保护区  
Tab. 1 Reserve areas status of aquatic life in Yunnan province

序号	名称	所在县市	总面积/hm <sup>2</sup>	主要保护对象	级别	隶属部门
1	长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区(云南段)	镇雄县、威信县	651.5	白鲟、达式鲟、胭脂鱼、大鲵、水獭等	国家级	农业
2	多依河鱼类自然保护区	罗平县	172.0	金线鲃、暗色唇鲮等	市级	农业
3	五洛河鱼类自然保护区	师宗县	160.0	金线鲃、暗色唇鲮等	市级	农业
4	牛街河鱼类自然保护区	罗平县	120.0	金线鲃、暗色唇鲮等	市级	农业
5	北盘江鱼类自然保护区	宣威市、沾益县、富源县	500.0	金线鲃、暗色唇鲮等	市级	农业
6	牛栏江鱼类自然保护区	马龙县、沾益县、宣威市、会泽县	2500.0	长薄鳅、金线鲃等	市级	农业
7	洱源茨碧湖自然保护区	洱源县	800.0	砗磲花、海藻等	市级	环保
8	澜沧江-湄公河鼋、双孔鱼自然保护区	勐腊县	94.6	鼋、双孔鱼等	州级	农业
9	西双版纳州罗梭江鱼类自然保护区	景洪市、勐腊县	1439.6	大鳍鱼等	州级	农业
10	南溪河水生野生动物自然保护区	河口县	105.0	鼋、水獭、斑鳖、山瑞鳖等	州级	农业
11	金沙江绥江珍稀特有鱼类自然保护区	绥江县	1024.0	胭脂鱼、岩原鲤等	县级	农业
12	南朗河水生野生动物自然保护区	澜沧县	560.0	鼋、山瑞鳖、红瘰螯、小爪水獭、平胸龟等	县级	农业
13	澜沧江水生野生动物自然保护区	澜沧县	1560.0	鼋、山瑞鳖、红瘰螯、云南闭壳龟、双孔鱼等	县级	农业
14	竹塘蜘蛛蟹自然保护区	澜沧县	2000.0	红瘰螯、蜘蛛蟹等	县级	农业
15	黑河水生野生动物自然保护区	澜沧县	440.0	鼋、山瑞鳖、红瘰螯、云南四须鲃、中华刀鲂、红鳍鱼、长丝鲤等	县级	农业
16	孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖自然保护区	孟连县	16.0	中国结鱼、丝尾鲮和巨鲃等	县级	农业
17	西盟县南康河勐梭河天然渔业资源保护区	西盟县	38.0	云纹花鳗、中华大刺鲃、巨鲃、保山四须鲃等	县级	农业

目前,云南省的水生生物自然保护区的建设标准、发展水平和管理能力还比较低,尚停留在抢救性保护阶段,并且保护区内的各种违法行为持续发生,部分物种濒危程度仍在加剧<sup>[8]</sup>。调查发现,云南省的水产资源保护区所存在的问题与水生生物资源保护区相类似。云南省现有珍稀濒危鱼类99种,其中受保护的仅有23种<sup>[3]</sup>。因此,对于云南省丰富的水生生物资源和极其严重的生境状况而言,保护区的建设在数量上和质量上还远不能满足有效保护的需求,保护水生生物工作任重而道远。

### 3 保护建议

#### 3.1 保护区的建设和管理

建立自然保护区是进行生物多样性保护和生态

服务功能恢复的最有效的措施之一。一方面,要尽快地建立和扩大自然保护区,使珍稀濒危物种得以有效保护。另一方面,只有加快水生生物保护区的建设,完善保护区管理体系,同时加大对保护区的财政投入,让保护区在水生生物资源有效保护方面发挥应有的作用。

#### 3.2 水域环境的保护与修复

生境的破坏和破碎化是生物多样性丧失的主要原因之一,由于水域环境的局限性和脆弱性,较易受到外部因素的干扰和影响。虽然云南省的水环境治理取得了一定的效果,但整体而言对水环境的污染和干扰依然严重,因此,只有加大对水域环境的保护,坚决执行禁渔期制度,加大珍稀濒危水生野生动物增殖放流的种类和数量,积极治理和恢复已受影

表 2 云南省国家级水产种质资源保护区

Tab. 2 Aquatic product germplasm resources conservation areas in Yunnan province

名称	总面积 /hm <sup>2</sup>	主要保护对象	建立年代	建立批次
弥苴河大理裂腹鱼国家级水产种质资源保护区	3000	大理裂腹鱼	2007	第一批
南捧河四须鲃国家级水产种质资源保护区	750	保山四须鲃、巨鲃、大刺鲃、云纹鳢、水獭、	2007	
元江鲤国家级水产种质资源保护区	600	元江鲤(华南鲤)、江鲃、甲鱼等	2008	第二批
槟榔江黄斑褶鲃、拟鱼晏国家级水产种质资源保护区	873	黄斑褶鲃、拟鱼晏(俗称为“上树鱼”)等	2008	
澜沧江短须鱼芒、中华刀鲶、叉尾鲶国家级水产种质资源保护区	2000	短须鱼芒、中华刀鲶、叉尾鲶等	2008	
滇池国家级水产种质资源保护区	33000	滇池金线鲃、昆明裂腹鱼、云南光唇鱼等	2009	第三批
抚仙湖特有鱼类国家级水产种质资源保护区	20934	鱖白鱼	2009	
白水江特有鱼类国家级水产种质资源保护区	20934	大鲵	2009	
怒江中上游特有鱼类国家级水产种质资源保护区	6374	贡山裂腹鱼、贡山鲃等	2010	第四批
程海湖特有鱼类国家级水产种质资源保护区	7720	程海白鱼、程海红鲃	2010	
南腊河特有鱼类国家级水产种质资源保护区	541	裂峡鲃、斑腰单孔鲃、厚背鲈、双孔鱼等	2011	第五批
谷拉河特有鱼类国家级水产种质资源保护区	560	卷口鱼、叶结鱼、暗色唇鲃、长臀鲃、斑鳢等	2011	
普文河特有鱼类国家级水产种质资源保护区	757	细纹拟鳢、丝尾鳢、红鳍方口鲃、中国结鱼、后背鲈等	2012	第六批
官寨河特有鱼类国家级水产种质资源保护区	441	丘北盲高原鳃、鹰喙角金线鲃、暗色唇鲃、长尾鲃、多鳞倒刺鲃等	2012	
南汀河下游段国家级水产种质资源保护区	2200	保山新光唇鱼、巨鲃、云纹鳢、南汀爬鳃	2013	第七批

响的水域环境,为水生生物的生存提供必要条件。

### 3.3 建立健全法律法规

水生生物法律法规为水生生物保护提供了法律

依据。要积极争取各部门和全社会支持,加强渔业执法,严厉打击非法捕杀、贩卖、经营、走私等破坏水生生物资源的违法行为。同时,加强对外来物种的监管,严格控制外来物种的引入。

### 3.4 加大对水生生物多样性保育的研究

水生生物资源在我国生态安全格局中具有重要战略地位,保护水生生物资源及其生境是环境保护工作的重要任务。云南省对水生生物的研究相对较少,因此,急需加强对水生生物资源利用及管理方面的基础性研究,进而为资源保护、可持续利用、濒危物种专项救护、驯养繁殖、增殖放流及国家制订公约履约策略提供依据。

### 3.5 加强宣传

调查发现,当地居民对水生生物的认知相对匮乏,对很多与水生生物相关的知识及法律法规都不了解。加强水生生物法律法规和保护知识的宣传,可以使群众了解水域环境和水生生物保护方面的知识,提高保护意识,进而从根源上杜绝破坏水域环境和乱捕滥猎水生生物现象的发生。

### 3.6 建立基因保存库

建立云南濒危珍稀水生生物物种基因库。

### 参考文献:

- [1] 杨宇明. 云南生物多样性特征及其保护研究[D]. 清华大学,2003.
- [2] WWF. *China Biodiversity Conservation Summarize*[M]. Beijing Chinese Forestry Press, 1996:199-213.
- [3] 陈小勇. 云南鱼类名录[J]. 动物学研究, 2013, 8, 34(4):281-343.
- [4] Braatz, S., Davis, J., Shen, S., etc. *Conserving biological diversity: a strategy for protected areas in the Asia-Pacific Region* [M]. Washington, D, C.: the Word Bank, 1992:5-56.
- [5] 陈阳, 陈安平, 方精云. 中国濒危鱼类、两栖爬行类和哺乳类的地理分布格局与优先保护区——基于《中国濒危动物红皮书》的分析[J]. 生物多样性, 2002, 10(4): 359-368.
- [6] 田树魁, 石永伦. 云南土著鱼类资源保护与开发利用的现状分析与利用[J]. 中国水产, 2013(2): 29-32.
- [7] 陈银瑞, 杨君兴, 李再云. 云南鱼类多样性和面临的危机[J]. 生物多样性, 1998, 6(4):272-277.
- [8] 陈毅德, 肖放, 樊祥国. 水生生物自然保护区建设管理亟待加强——水生生物自然保护区专题调研报告[J]. 中国渔业经济, 2012, 1(30):4-9.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.014

## 西双版纳石灰山季节雨林兰科植物区系特征

黄国良<sup>1</sup>, 王涛<sup>2</sup>

(1. 西双版纳国家级自然保护区勐仑管理所, 云南 勐仑 666303; 2. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐仑 666303)

**摘要:**研究了西双版纳兰科植物的区系特征。结果表明:①兰科植物种类组成丰富多样, 共计有兰科植物 32 属 55 种, 分别占西双版纳兰科植物属总数和种总数的 38.55% 和 18.03%。与邻近石灰山热带季节雨林自然保护区所含的兰科植物属、种数相比, 西双版纳石灰山兰科植物的属、种总数高于江西三清山, 低于云南小黑山和广东南岭, 与贵州的梵净山相比, 其属数基本相当, 种数高于贵州梵净山。②兰科植物种的分布区类型有 10 个类型或变型, 热带亚洲(印度-马来西亚)分布成分占明显优势, 为 34.38%; 其次为热带亚洲至热带大洋洲成分, 占 18.75%。③石灰山兰科植物生活型以附生型为主, 地生型为辅。

**关键词:**兰科植物; 区系特征; 石灰山; 西双版纳

中图分类号: S718.3; S682.31; S155.52 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0061-04

## Floristic Characteristics of Orchid in Limestone Rainforest of Xishuangbanna

HUANG Guo-liang<sup>1</sup>, WANG Tao<sup>2</sup>

(1. Menglun Management Station, Xishuangbanna National Nature Reserve, Menglun, Yunnan 666303, China;  
2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Science Academy, Menglun, Yunnan 666303, China)

**Abstract:** The work focus on floristic characters of orchid in limestone rainforest of Xishuangbanna. The result shows: (1) There are 32 genus 55 species in Xishuangbanna, which counted for 38.55% and 18.03% of total number of genus and species in Xishuangbanna, the amount of orchid is larger than those in Sanqing Mountain of Jiangxi Province, smaller than those in Xiaohei Mountain of Yunnan Province and in Nanning Mountain of Guangdong province. Compared to those in Fanjing Mountain, the amount of genus is similar but the amount of species is larger. (2) There are ten kinds of orchid distribution types including deformations, mostly distributed in area of Tropical Asian (India - Malaysia) counted for 34.38%, secondly distributed in area from Tropical Asian to Oceania, counted for 18.75%; (3) Orchid types are mostly dominated by Epiphytic types in the limestone, and supplemented by geobiontic types.

**Key words:** Orchid; floristic characteristics; Limestone; Xishuangbanna

兰科(Orchidaceae)是被子植物的最大科之一, 约有 700 属 30 000 种, 广泛分布于世界各地, 尤其是在热带地区有着极高的物种多样性<sup>[1-2]</sup>。兰科植物形态、习性变异多样, 花部结构高度特化, 是被子

植物中进化程度最高的类群之一, 不仅对研究植物多样性演化和区系地理具有重要的科学价值, 而且富有极高的观赏、药用和文化价值<sup>[3-4]</sup>。

岩溶地质在我国分布广泛, 出露的岩溶占国土

收稿日期: 2013-12-19; 修回日期: 2014-03-05.

作者简介: 黄国良(1967-), 男, 云南勐腊人, 助理工程师。主要从事自然保护区植物保护工作。

面积的 1/7, 尤其我国西南地区是世界上连片分布面积最大的岩溶地区, 构成独特的地貌景观<sup>[5]</sup>。热带亚热带岩溶山地土层很薄, 偏碱性, 土壤养分元素有效态含量往往较低<sup>[6]</sup>。石灰岩是岩溶地质的一种, 石灰岩山体主要由碳酸盐岩石组成, 土层很薄, 土壤稀少, 许多植物就长在裸露的岩石上。石灰山植被的主要类型是热带季节性雨林, 是一类干性热带森林, 其生物多样性十分丰富, 含有许多岩溶特有植物<sup>[7]</sup>。由于石灰岩山地严酷的生境, 生态系统十分脆弱, 破坏后很难恢复, 导致严重的水土流失、环境退化, 生物多样性丧失<sup>[8]</sup>。特殊的生境条件造成了石灰山地区植物群落和地带性群落上的差异<sup>[9]</sup>。西双版纳地区石灰岩山地森林面积约为 570 km<sup>2</sup>, 占西双版纳森林面积的 9%<sup>[10]</sup>。目前, 学者主要对其森林植被特征和蕨类区系方面进行了分析和探讨<sup>[11-12]</sup>, 但单独就兰科植物区系特征进行研究的几乎未见报道, 多数只停留在兰科植物的种类统计上。因此, 为了较全面地了解西双版纳石灰山季节雨林兰科物种多样性和区系特征, 于 2011~2012 年对石灰山季节雨林兰科植物进行调查。根据调查资料, 分析了石灰山季节雨林兰科植物的组成及其区系特征, 为进一步保护和合理开发、持续利用该区的兰科植物种质资源提供科学依据。

## 1 研究地概况

研究地点位于西双版纳国家级自然保护区勐仑绿石林片区, 地处 21°53' N, 101°19' E, 海拔 554~1 021 m, 总面积 120 km<sup>2</sup>。该区的土壤为石灰性砖红壤, 土层厚度一般为 30~60 cm, 成土母质为石灰岩风化的残积物和坡积物, 向下为石灰岩母岩, 地貌特征为喀斯特地貌<sup>[13]</sup>。年均降雨量为 1 556.8 mm, 其中干季(11 月至次年 4 月)和雨季(5~10 月)降雨量各占年总降雨量的 13%和 87%。干季前期(11 月至次年 2 月上旬)多浓雾, 空气湿度保持在 80%以上; 干季后期(3~4 月)日照强烈、气温高, 相对湿度低, 年均温 21.4℃, 最热月(7 月)均温为 25.3℃, 最冷月(1 月)均温为 15.6℃。群落高度在 15~25 m。乔木层可分为 3 个层次, 上层优势种为四数木(*Tetrameles nudiflora*)、多花白头树(*Garruga floribunda*)等; 中层常见的有油朴(*Celtis wightii*)、闭花木(*Cleistanthus saichikii*)、轮叶戟(*Lasiococca comberi* var. *pseudovercillata*)等; 下层树种主要有清香木(*Pistacia weinmannifolia*)等。

## 2 研究方法

采用样方调查和线路调查法, 在调查中详细记录兰科植物种类、生活型、附主植物、海拔、坡度、坡向等。采集标本并拍摄照片, 在查阅大量标本和有关论著的基础上整理并建立了绿石林片区兰科植物数据库, 该数据库包括中文名、拉丁名和用途等, 对调查资料进行统计和分析。属分布区类型按《中国种子植物属的分布区类型》<sup>[14]</sup>进行统计。

## 3 研究结果与分析

### 3.1 石灰山兰科植物种类组成丰富多样

石灰山特殊的地理位置和复杂的地形地貌为兰科植物的生存、生长提供了复杂多样的生境, 在狭小的地域内, 记录到兰科植物 32 属 55 种, 该区兰科植物种类最多的是石豆兰属(*Bulbophyllum*)和石斛属(*Dendrobium*), 计 10 种, 其次是毛兰属(*Eria*) 4 种; 以下依次为贝母兰属(*Coelogyne*) 3 种, 玉凤花属(*Habenaria*)、钻柱兰属(*Pelatantheria*)、金石斛属(*Flickingeria*)、指甲兰属(*Aerides*)、叉柱兰属(*Cheirostylis*)等 10 属各 2 种, 槽舌兰属(*Holcoglossum*)、凤蝶兰属(*Papilionanthe*)、拟万代兰属(*Vandopsis*)、钻喙兰属(*Rhynchostylis*)、万代兰属(*Vanda*)等 18 属各 1 种。

表 1 西双版纳石灰山与其他保护区兰科植物比较

Tab. 1 Orchid plants comparison between Xishuangbanna lime hill and other protected areas

自然保护区	面积 /km <sup>2</sup>	属数	种数	种属比 (种/属)	分布密度 / (种·km <sup>-2</sup> )	所属气候带
西双版纳绿石林	33.7	32	55	1.72 : 1	1.63	北热带
广东南岭	584.0	38	70	1.84 : 1	0.12	中亚热带
江西三清山	229.5	21	30	1.43 : 1	0.13	中亚热带
贵州梵净山	600.0	33	49	1.48 : 1	0.08	中亚热带
云南小黑山	160.2	43	134	3.12 : 1	0.84	南亚热带

从表 1 可以看出, 西双版纳石灰山兰科植物的种类丰富, 物种丰富度非常高。在种和属的比例上, 石灰山兰科植物的种属比为 1.72, 低于云南小黑山<sup>[2]</sup>和广东南岭<sup>[15]</sup>, 高于贵州梵净山<sup>[16]</sup>和江西三清山<sup>[17]</sup>。

### 3.2 属的地理成分分析

本文参考吴征镒教授关于中国种子植物属的分

布区类型的划分原则,将本区兰科植物 32 属划分为 10 个分布区型和变型(表 2)。

表 2 西双版纳石灰山季节雨林兰科植物的分布区类型

Tab. 2 Orchid plants distribution types between Xishuangbanna lime hill and other protected areas

分布区类型	属数	占总属数比例/%
1. 世界分布 Cosmopolitan	1	3.13
2. 泛热带分布 Pantropic	2	6.25
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjuncted	1	3.13
4. 旧世界热带分布 Old world tropics	5	15.63
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Trop. Asia & Trop. Australia	6	18.75
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia & Trop. Africa	2	6.25
7. 热带亚洲(印度-马来西亚)分布 Trop. Asia (Indo-Malesia)	11	34.38
7.4 越南至华南(或西南)分布 Vietnam to S. or SW. China	2	6.25
8. 北温带分布 North Temperate	1	3.13
14.1 中国—喜马拉雅分布 Sino-Himalaya	1	3.13
合计	32	100

从表 2 的统计数值看,本区兰科植物区系成分较为复杂、多样,以热带亚洲分布型及其变型(40.63%)为主。其次为热带亚洲至热带大洋洲分布型(18.75%),再次为旧世界热带分布型及其变型(15.63%)。本区兰科植物区系成分中,与热带亚洲分布有关的属共 22 属(68.76%),占绝对优势,说明本区兰科植物与古热带的印度—马来半岛、东南亚关系极为密切。北温带成分和东亚成分对本区兰科植物区系成分影响轻微。

### 3.3 石灰山兰科植物生活类型

生活型是植物形态、外貌对环境,特别是气候条件综合适应的表现形式<sup>[18]</sup>。兰科植物形态、习性变异多样,花部结构高度特化,是被子植物中进化程度最高的类群之一,在长期的进化历程中形成了不同的生活型,有地生兰、附生兰、腐生兰和半地生或半附生兰,此外还有攀援藤本<sup>[15]</sup>。了解兰科植物不同的生活型,对于迁地保护及返迁繁衍与合理开发利用种质资源等方面具有重要意义<sup>[19]</sup>。

石灰山兰科植物的生活类型多样,地生、附生、腐生的种类均有。其中地生型 14 种、附生型 40 种、

腐生型 1 种(图 1)。可见,生活型以附生型兰科植物为主,包括梳帽卷瓣兰(*Bulbophyllum andersonii*)、景洪石斛(*Dendrobium exile*)、芳香石豆兰(*Bulbophyllum ambrosia*)、白点兰(*Thrixspermum centipeda*)、流苏贝母兰(*Coelogyne fimbriata*)等;地生型兰科植物种类相对较丰富,包括地宝兰(*Geodorum densiflorum*)、管花兰(*Corymborkis verutrifolia*)、短穗竹荪兰(*Tropidia curculigoides*)、滇南翻唇兰(*Hetaeria finlaysoniana*)、芳线柱兰(*Zeuxine nervosa*)等;腐生类型极少,仅有虎舌兰(*Epipogium roseum*)1 种。

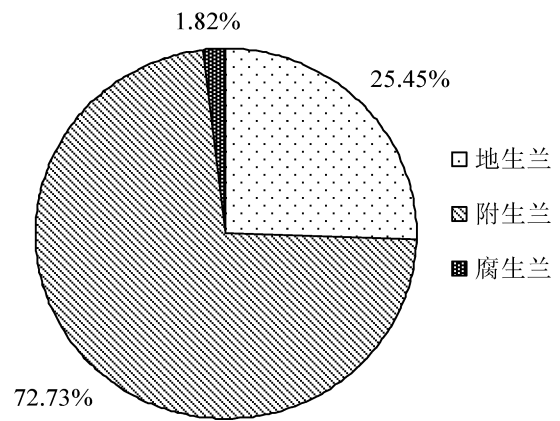


图 1 石灰山兰科植物生活型百分比

Fig. 1 Orchid plant life form percentage of Lime Mountain

## 4 结论

石灰山保护区域兰科植物属的分布区共有 8 个类型 2 个变型,表明保护区兰科植物区系成分较为复杂。由于石灰山地处热带北缘,兰科植物属以热带分布为主体,东亚分布极少。

石灰山自然保护区域独特的自然地理环境、气候条件和复杂的地形地貌,为野生兰科植物提供了良好的生存环境,蕴藏了丰富的兰科植物资源。石灰山保护区域有兰科植物 32 属 55 种,是西双版纳兰科植物富集地区之一。其中地生兰 9 属 14 种,分别占总属数的 28.13% 和总种数的 25.45%;附生兰 22 属 40 种,分别占 68.75% 和 72.73%;腐生兰 1 属 1 种,分别占 3.13% 和 1.82%。石灰山自然保护区域以禾叶贝母兰(*Coelogyne viscosa*)和景洪石斛的数量最多,密花石豆兰(*Bulbophyllum odoratissimum*)次之。此外,石灰山兰科植物有单种属 19 个,占总属数的 59.38%;含 2 种的属有 13 属,占总属数的

40.62%。综上所述,少种属是石灰山兰科植物区系的特征之一。

西双版纳石灰山保护区域兰科植物的很多种类具有较高的药用、文化内涵、观赏、科研等价值。但是,由于生境遭到破坏,兰科植物资源锐减,因此,应加强对兰科植物种质资源保护和遗传多样性研究。

### 参考文献:

- [1] Dressler R L. Phylogeny and Classification of the Orchid Family[M]. Cambridge: Cambridge Press, 1993.
- [2] 王玉兵,杜凡. 云南省小黑山自然保护区兰科植物多样性及保护评价[J]. 武汉植物学研究, 2007, 25(1): 59-64.
- [3] 郎楷永. 兰科植物区系中一些有意义属的地理分布格局的研究[J]. 植物分类学报, 1994, 32(4): 328-339.
- [4] 罗毅波,贾建生,王春玲. 中国兰科植物保育的现状和展望[J]. 生物多样性, 2003, 11(1): 70-77.
- [5] 王爱英,姜艳娟,郝广友,等. 季节性干旱胁迫对石灰山三种常绿优势树种的水分和光合生理的影响[J]. 云南植物研究, 2008, 30(3): 325-332.
- [6] 章程,袁道先. The progress of global contrastive study on karst ecosystem[J]. 中国岩溶, 2005, 24: 83-88.
- [7] 王洪,朱华,李保贵. 西双版纳石灰山森林植被[J]. 广西植物, 1997, 17(2): 101-117
- [8] 单洋天. Analysis of limestone and it's geological influence in Southwest Claim[J]. 中国岩溶, 2006, 25: 163-167.
- [9] 喻勋林,肖育檀. 湖南石灰岩特有植物的初步研究[J]. 中南林学院学报, 1999, 19(2): 34-37.
- [10] 刘隆,胡桐元,杨毓才,等. 西双版纳国土经济考察报告[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1996.
- [11] 朱华,王洪,李保贵,等. 西双版纳石灰岩森林的植物区系地理研究[J]. 广西植物, 1996, 16(4): 317-330.
- [12] 李保贵,朱华,王洪,等. 西双版纳石灰岩山地森林蕨类区系的初步研究[J]. 武汉植物学研究, 1996, 14(2): 131-140.
- [13] 戚剑飞,唐建维. 西双版纳石灰山季雨林的生物量及其分配规律[J]. 生态学杂志, 2008, 27(2): 167-177.
- [14] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, Suppl. IV: 1-139
- [15] 田怀珍,邢福武. 南岭国家级自然保护区兰科植物多样性的海拔梯度格局[J]. 生物多样性, 2008, 16(1): 75-82.
- [16] 吉占和. 梵净山兰科植物的分类和区系特点[J]. 植物研究, 1993, 13(4): 313-239.
- [17] 臧敏,李永飞,邱筱兰,等. 江西三清山兰科植物区系分析[J]. 亚热带植物科学, 2010, 39(1): 57-62.
- [18] 董鸣,王义凤,孔繁志,等. 陆地生物群落调查观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 1996: 1-22.
- [19] 张玉武,杨红萍,杨瑞,等. 贵州梵净山生物圈保护区兰科植物区系特征[J]. 广西植物, 2010, 30(4): 471-477.

(上接第 50 页)

### 参考文献:

- [1] 周游,董成森. 城市生态系统健康评价研究进展[J]. 湖南农业科学, 2009(12): 108-111.
- [2] 苏美蓉,杨志峰,陈彬,等. 城市生态系统现状评价的生命力指数[J]. 生态学报, 2008, 28(10): 5141-5148.
- [3] 谢花林,李波,王传胜,等. 西部地区农业生态系统健康评价[J]. 生态学报, 2005, 25(11): 3028-3036.
- [4] 杨森林. 旅游产品生命周期论质疑[J]. 旅游学刊, 1996, 11(1): 45-47.
- [5] 刘滨谊,李铁伦. 风景旅游地生命力组织方法[J]. 桂林旅游高等专科学校学报, 2005, 16(4): 25-28.
- [6] 方舟. 关于企业生命力评估的指标体系设计[J]. 嘉兴学院学报, 2002, 14(4): 38-40, 45.
- [7] 于新宇,张铁男,史竹青,等. 创新型企业成长健康度评价指标体系的构建[J]. 商业研究, 2009(6): 17-20.
- [8] 范德成,于新宇,张铁男,等. 创新型企业成长健康度评价研究[J]. 商业研究, 2010, (7): 11-14.
- [9] 陈永杰. 系统视角下的中国城市住房市场健康度研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2011: 35.
- [10] 谢虎翼. 房地产市场健康度研究——以赣州市为例[D]. 赣州: 江西理工大学, 2013: 14.
- [11] 蒋瑞文. 经分系统中市场健康度评估子系统的分析与设计[D]. 北京: 北京邮电大学, 2011: 18.
- [12] 郭来喜. 中国生态旅游——可持续发展的基石[J]. 地理科学进展, 1997, 16(4): 1-10.
- [13] 张广瑞. 生态旅游的理论与实践[J]. 旅游学刊, 1999, 4(1): 51-55.
- [14] Donald E. Hawkins. A Protected Areas Ecotourism Competitive Cluster Approach to Catalyse Biodiversity Conservation and Economic Growth in Bulgaria[J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2004, 12(3): 219-244.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.015

## 东折棱河椴树红松林和云冷杉红松林生物多样性比较

马 菁

(宁夏农林科学院,宁夏 银川 750002)

**摘要:**对小兴安岭东折棱河林场 2 种不同类型的红松林——椴树红松林和云冷杉红松林进行调查,应用重要值、辛普森多样性指数(Simpson's diversity index)和香农-威纳指数(Shannon-Weiner index)对 2 种不同红松林乔灌木草三层的生物多样性进行了分析和比较。结果认为,云冷杉红松林总体物种丰富度、信息量、生物多样性指数均高于椴树红松林。

**关键词:**生物多样性;椴树红松林;云冷杉红松林;重要值;东折棱河

中图分类号:S791.247;S791.14;S718 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0065-04

## Biodiversity Comparison of Tilia Tuan-Korean Pine Forest and Spruce Fir-Korean Pine Forest in Dongzhelinghe

MA Jing

(Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

**Abstract:** According to the investigation and calculation of two different kinds of Korean Pine forest——Tilia Tuan-Korean Pine Forest and Spruce Fir-Korean Pine Forest in Dongzhelinghe state forest farm, Xiaoxinganlinghe, the biodiversity of tree layer, shrub layer and herb layer have been analyzed and compared, on the basis of the important numerical value, Simpson's diversity index and Shannon-Weiner index. Results showed that species richness and biodiversity index of Spruce Fir-Korean Pine forest were higher than those of Tilia Tuan-Korean Pine forest.

**Key words:** biodiversity; Tilia Tuan-Korean Pine forest; Spruce Fir-Korean Pine forest; importance value; Dongzhelinghe

红松(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)林作为小兴安岭地区的主要森林类型之一,是极珍贵的森林资源,是北温带高寒山区物种最丰富、最多样的森林生态系统,起着重大的防护作用<sup>[1]</sup>。随着 20 世纪以来人类活动的严重干扰,红松分布区面积急剧缩小,原始的天然红松林逐渐被次生的阔叶林取代<sup>[2]</sup>。物种多样性研究是特征群落学的重要指标,它能反映植物群落的生境差异、群落的结构类型、演替阶段和稳定程度等<sup>[3]</sup>。生物多样性的研究是当今生态

和环境科学领域中三大研究热点(全球气候温暖化、生物多样性、持续生态系统)之一,是人类赖以生存的条件,是社会经济持续稳定发展的基础<sup>[4]</sup>。近年来,对生物多样性的研究也颇多,通过研究红松 2 种不同类型混交林生物多样性,比较原始红松林被破坏后所形成的 2 种混交林的生态健康状况,同时也为恢复受破坏红松林工作提供理论参考。近年来涉及到阔叶红松林生物多样性的报道越来越多,但这些研究多集中在长白山,仅有少量文献涉及到

收稿日期:2014-03-07.

作者简介:马菁(1988-),女,宁夏盐池人,硕士。研究方向:农业遥感。

小兴安岭等其他分布区域<sup>[5]</sup>。本文对小兴安岭朗乡林区东折棱河林场原始阔叶红松林生物多样性进行分析研究,可为今后东北地区生物资源调查提供理论依据。

## 1 研究区概况

东折棱河位于黑龙江省小兴安岭南麓的朗乡林业局中部,西邻西折棱河林场,南与头道沟、二道沟经营所接壤,东北与大西北营相依。地理坐标位于东经 128°30′~129°24′,北纬 46°29′~47°06′。共划分为 22 个林班,林业总用地 6 718 hm<sup>2</sup>,其中母树林面积 2 180.4 hm<sup>2</sup>,天然红松种子林 1 641 hm<sup>2</sup>,天然云杉种子林 1 300 hm<sup>2</sup>,人工母树林 95 hm<sup>2</sup>,专营型人工种子林 407.4 hm<sup>2</sup>。属北热带大陆性湿润季风气候,年积温 1 900~2 250℃,年降水量在 6.10 mm 左右,年无霜期 95~120 d。该地区地貌为剥蚀构造中低山区,属低山丘陵区域,区内山峦起伏并有大片森林分布,构成较为复杂的山岳林地。东折棱河地区在森林演替过程中形成了以红松为主的地带性植被类型,主要红松林有云冷杉红松林、椴树红松林、枫桦红松林等,基本上依海拔垂直分布<sup>[6]</sup>。

## 2 研究方法

本次调查选择椴树红松林和云冷杉红松林为研究对象。2 种林型所在样地均选择在相同的坡向、坡位,且水湿条件相同。2 样地均为成熟林,且林分郁闭度为 0.7~0.8,具有一定可比性。

### 2.1 林分特征调查(标准地法)

每个调查小组准备罗盘仪 1 台、测绳(100 m)1 根、皮尺(50 m)2 根、标杆 4 根、胸径尺 2 个及调查表等。选择林分中标准地地段要求根据调查目的和要求确定林分类型,根据林分优势种选择典型地段,调查区域没有林窗,地形基本一致。在调查林分的典型区域避开边缘设置标准地。标准地尽量成方形,如果为长方形,方向应随林分的面积和形状而定。标准地的面积:人工林一般不低于 400 m<sup>2</sup>,原始林不低于 900 m<sup>2</sup>,增加的面积多少应随林分的具体情况而定,一般要保证被调查的树木在 150 株以上。面积测量闭合差要小于 1/200。

在云冷杉红松林和椴树红松林中按照标准地设置原则设置标准地:标准地矩形,面积为 600 m<sup>2</sup>(20 m×30 m),保证被调查的树木在 100 株以上;每种林型设 9 个标准地。在标准地中用测绳将其分成 5 m

×5 m 的 6 个小样方,在每个小样方中对灌木和草本进行调查,灌木样方面积 2 m×2 m,草本样方面积 1 m×1 m,每个样方分布于小样方的 4 个角和中间,共 5 个。其中,乔木层逐株记录胸围大于 6 cm 个体的高度和胸径。

林木调查:分别树种进行每木调查,包括胸径(cm)、树高(m)、冠幅(m)、枝丫高(m)、坐标分布(x,y)等。记录在乔木调查记录表中。分别树种应用测高器测量树高。幼树调查 1.5 m 以下的乔木树种。下木(灌木)、活地被(草本植物)调查包括盖度(m)、平均高度(cm)、株数、生长状况(良、中、差)、分布状况(聚集、均匀、随机)。草本>20 cm 为第一层,<20 cm 为第二层;灌木>150 cm 为第一层,>20 cm 为第二层,<20 cm 为第三层。分层记录在样方下木调查记录表和样方活地被物(草本、小灌木)调查表中。

### 2.2 内业计算

#### 1) 重要值计算

设样方数为  $i$ , 每个样方出现的植物种为  $j$  ( $j=1, 2, 3, \dots, m$ )。

株数  $j = \sum n_{ij}$ ;

样方面积和 = 样方面积 × 样方数;

密度  $j = \text{株数 } j / \text{样方面积和} \times 10000$ ;

相对密度  $j = \text{密度 } j / \sum \text{密度 } j \times 100$ ;

盖度和  $j = \sum \text{盖度 } ij \times n_{ij}$ ;

相对盖度  $j = \text{盖度和 } j / \sum \text{盖度和 } j \times 100$ ;

频度  $j = \text{出现样方数 } j / \text{样方数} \times 100$ ;

相对频度 = 频度  $j / \sum \text{频度 } j \times 100$ ;

重要值 = (相对密度  $j$  + 相对盖度  $j$  + 相对频度  $j$ ) /

3。

#### 2) 多样性计算

① 辛普森多样性指数 (Simpson's diversity index)

多样性指数:  $D_s = 1 - \sum P_i \times P_i$ ;

最大多样性指数:  $D_{\max} = 1 - 1/S$ ;

均匀度:  $E_v = D_s / (1 - 1/S)$ 。

② 香农-威纳指数 (Shannon-Weiner index)

信息量:  $H = - \sum P_i \log_2 P_i$ ;

均匀度:  $E_H = H / H_{\max} = H / \log_2 S$ 。

③ 物种丰富度:  $S = \text{出现在样地内的物种数}$ 。

## 3 结果与分析

椴树红松林:郁闭度为 0.75。分布于海拔 415 m 左右的山坡上,坡向东北,坡度 12.5°,坡位中坡,

水分条件湿润。土壤为潜育暗棕壤。优势树种为红松、花楷槭及紫椴;伴生树种有红皮云杉和鱼鳞云杉等;主要灌木有东北溲疏、金花忍冬、莖叶山梅花、刺五加等;草本植物有毛缘苔草、粗茎鳞毛蕨、白花碎米荠等。以红松、青楷槭、紫椴、东北溲疏等为优势种。

云冷杉红松林:郁闭度为 0.7。林分组成式为 7 红 1 水 1 臭 1 黄桦+白桦-鱼-五-青。分布于海拔 398m 左右的山坡上,坡向东北,坡度 10°,坡位中坡,水分条件湿润。林下土壤为潜育暗棕壤。优势树种为红松、臭冷杉及水曲柳;伴生树种有鱼鳞云杉、青楷槭、花楷槭等;主要灌木有刺五加、东北溲疏、莖叶山梅花等;草本植物有白花碎米荠、山酢浆草、人字果等。以红松、臭冷杉、水曲柳、东北溲疏、刺五加等为优势种。

通过计算,在椴树红松林中:乔木层中,红松的重要值最大,高达 31.469 6,占绝对优势;其次是花

楷槭,再次是紫椴,占 11.832 0。灌木层中,东北溲疏重要值最大,其次是金花忍冬、莖叶山梅花、刺五加。草本层中,毛缘苔草重要值最大,其次是粗茎鳞毛蕨及白花碎米荠。在云冷杉红松林中:乔木层重要值最大的是臭冷杉,其次是红松,再次是青楷槭,鱼鳞云杉重要值在第 4 位;灌木层中重要值最大的是东北溲疏,其次是刺五加,再次是臭冷杉幼苗的重要值;草本层中白花碎米荠重要值最大,其次是人字果,再次是山酢浆草。由此可见,在椴树红松林中,乔木层中红松的重要值最大,而在云冷杉红松林中是臭冷杉重要值最大,红松在第二层;2 种红松林灌木层中都是东北溲疏的重要值最大;在椴树红松林中,草本层是毛缘苔草重要值最大,在云冷杉红松林中是白花碎米荠重要值最大。

对椴树红松林与云冷杉红松林的乔灌草三层的重要值进行比较分析,再通过计算 2 种红松林的物种多样性进行比较分析,结果如表 1、表 2 所示。

表 1 香农-威纳多样性指数

Tab. 1 Shannon-Weiner index

		椴树-红松林			云冷杉-红松林		
		乔木层	灌木层	草本层	乔木层	灌木层	草本层
株树多样性	丰富度	9	17	21	16	19	21
	信息量	2.7231	3.2758	3.3741	3.1565	3.6394	3.6540
	多样性指数	0.814	0.8434	0.8652	0.8532	0.8901	0.8967
	均匀度	0.8585	0.8014	0.7682	0.7891	0.8568	0.8454
重要值多样性	丰富度	9	17	21	16	19	21
	信息量	2.7888	3.3327	3.7102	3.1173	3.3091	3.6087
	多样性指数	0.8232	0.8484	0.9024	0.8501	0.848	0.8934
	均匀度	0.8798	0.8153	0.8447	0.7793	0.779	0.8211

表 2 辛普森多样性指数

Tab. 2 Simpson's diversity index

		椴树-红松林			云冷杉-红松林		
		乔木层	灌木层	草本层	乔木层	灌木层	草本层
株树多样性	丰富度	9	17	21	16	19	21
	多样性指数	0.814	0.8434	0.8652	0.8532	0.8901	0.8967
	最大多样性指数	0.8889	0.9412	0.9524	0.9375	0.9474	0.9524
	均匀度	0.9158	0.8961	0.9085	0.9100	0.9396	0.9439
重要值多样性	丰富度	9	17	21	16	19	21
	多样性指数	0.8232	0.8484	0.9024	0.8501	0.8480	0.8934
	最大多样性指数	0.8889	0.9412	0.9524	0.9375	0.9474	0.9524
	均匀度	0.9261	0.9015	0.9475	0.9069	0.8951	0.9380

由表 1 和表 2 可以得出,云冷杉红松林总体物种丰富度高于椴树红松林。云冷杉红松林包括乔灌木共 56 种,椴树红松林只有 47 种。

云冷杉红松林与椴树红松林中丰富度、信息量指数、多样性指数各层均为草本层>灌木层>乔木层,物种多样性呈现出随植被所处林层高度的提升而递减的趋势。这是因为草本植物生长周期短,能在短时间内完成一个生长期,并产生新的子代,并且大量繁殖。所以 2 种林分内的多样性分布为:草本层>灌木层>乔木层。

林下植被作为森林生态系统的一个重要组成部分,在维护森林的多样性、生态功能稳定性和持续立地生产力方面具有独特的功能和作用。云冷杉红松林与椴树红松林中,丰富度、多样性指数均为草本最大,这一点说明了草本层对森林生态系统多样性的贡献非常大。

云冷杉红松林的丰富度、信息量、多样性指数均高于椴树红松林,其乔木层中各层次均有树种分布,以充分利用光能,生态系统相对更稳定,说明云冷杉红松林具有更丰富的森林物种资源,较高的生态稳定性。

#### 4 讨论

椴树红松林与云冷杉红松林都有着丰富的植物物种多样性,同样对生态多样性稳定作出了巨大贡献。如果从原始红松林发挥的多种生态效益方面考虑,恢复原始红松林也是可行的。只要充分利用现

有次生天然林的有利条件,用森林生态学原理作指导,遵循原始红松混交林演替的基本规律,在次生天然林下及其林隙或斑块中进行红松更新,并适时适法地进行抚育,能形成更稳定的林型。多树种组成的林分,径级或年龄结构变异越大,林分结构越复杂,为各种动植物和微生物提供的小生境或食物的多样性就越高<sup>[7]</sup>,林分多样性越高,越稳定。

#### 参考文献:

- [1] 王立海,孟春. 小兴安岭带岭林区红松阔叶林景观多样性与稳定性研究[J]. 应用生态学报,2005,16(12): 2267-2270.
- [2] 李新彬,王襄平,罗菊春,等. 干扰对长白山北坡次生林群落结构和树种多样性的影响[J]. 林业科学,2006,42(2):105-110.
- [3] 陈宏伟,李江,孟梦,等. 云南热带山地三种阔叶人工林群落林下植物生活型谱比较[J]. 亚热带植物科学,2004,33(4):42-44.
- [4] 于立忠,于水强,史建伟,等. 不同类型人工阔叶红松林高等植物物种多样性[J]. 生态学杂志,2005,24(11): 1253-1257.
- [5] 吴晓菁,朱彪,赵淑清,等. 东北地区阔叶红松林的群落结构及其物种多样性比较[J]. 生物多样性,2004,12(1):174-181.
- [6] 于天源,刘福春,吴铁英. 小兴安岭林区恢复红松混交林的思考[J]. 中国林业企业,1999(6):17-18.
- [7] 郑景明,罗菊春. 长白山阔叶红松林结构多样性的初步研究[J]. 生物多样性,2003,11(4):295-302.

(上接第 56 页)

大明山国家级自然保护区总体规划》进行修编,考虑到钨矿开采对景区生态环境影响较大,建议对现有的钨矿开采区进行矿区植被恢复建设,在土地平整的基础上,通过种植乡土植物,采用人工模拟地带性植物组成和群落结构的方式,采取乔灌木相结合的立体营造模式,恢复采矿迹地植被,构建良好的生态系统,修复森林景观。另外,大明山自然保护区大门广场附近的那汉屯、钨矿宿舍和部队的驻地房屋建设比较杂乱,与入口广场、景区大门建设不协调。建议在总规修编中考虑纳入自然保护区建设的总体规划范畴,加大规划建设力度,与保护区生态保护同步发展。

#### 参考文献:

- [1] 黄金玲,农绍岳. 广西大明山国家级自然保护区总体规划[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,2002:6.
- [2] 广西林业勘测设计院,广西大明山国家级自然保护区管理局. 广西大明山国家级自然保护区生态旅游补充规划[Z]. 2008:10-11.
- [3] 徐宏安,刘彬. 关于切实加强自然保护区有效管理的思考[J]. 野生动物,2013,34(1):57-60.
- [4] 黄世杰. 大明山旅游开发需要文化自觉[J]. 广西民族大学学报:哲学社会科学版,2007(12):11-16.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.016

## 甘肃木兰科植物种质资源调查及应用研究

何彦峰, 王晓春

(甘肃林业职业技术学院, 甘肃 天水 741020)

**摘要:**通过查阅资料、野外实地调查和采集标本鉴定相结合的方法,对甘肃木兰科植物资源进行调查。结果表明,甘肃共有木兰科植物 2 属 10 种,其中木兰属 8 种 1 亚种,鹅掌楸属 1 种。分析了甘肃木兰科植物资源的地理分布,分种进行了形态特征描述,编制了分种检索表,并对其在园林绿化中的应用和开发前景进行了探讨。

**关键词:**木兰科植物;种质资源调查;地理分布;形态特征;园林应用;甘肃

中图分类号:S792;S757.2 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2014)08-0069-05

## Survey and Application on Germplasm Resources of Magnoliaceae Plants in Gansu Province

HE Yan-feng, WANG Xiao-chun

(Gansu Forestry Technological College, Tianshui, Gansu 741020, China)

**Abstract:** Through consulting data, field survey and collection and specimens' identification, we investigated the magnoliaceae plants resources in Gansu province. The results show that, there are 2 genera and 10 species of magnoliaceae plants in Gansu province, including 8 species of genus magnolia 1 sub-species, 1 kind of liriodendron genus. This paper analyzed the distribution of magnoliaceae in Gansu province, described morphological characteristics by species, compiled species identification key. Meanwhile, its application in landscaping and development prospect was discussed.

**Key words:** magnoliaceae family; plant resources survey; geographical distribution; morphological characteristics; landscaping application; Gansu Province

全世界木兰科植物 16 属,约 300 余种,我国木兰科植物共有 11 属 160 余种,占全科属总数的 69%,种总数的 53%。分布于 22 个省、区,东起台湾,西起西藏东南部,南到海南,北达吉林。甘肃是我国木兰科植物分布的西北边界,也是木兰科植物栽培较多的省份之一。然而,由于长期不合理的过度利用和对生态环境的破坏,甘肃省木兰科植物处于濒危状态,目前在全省仅有的 9 个品种(含栽培

种)中,已有 3 个品种被列为国家级保护植物,1 个品种列为省级保护植物。因此,保护甘肃省木兰科植物种质资源,合理地进行开发利用和科学研究,对于保护生物多样性和丰富园林绿化树种具有重要意义。

### 1 自然概况

甘肃地处我国西北内陆,位于东经 92° 13' ~

收稿日期:2014-04-17.

基金项目:甘肃省教育厅科研基金项目(1120B-01)。

作者简介:何彦峰(1965-),男,甘肃泾川人,教授。主要从事森林培育和森林资源调查研究。Email:gslyhyf@163.com

108°46', 北纬 32°31' ~ 42°57', 全省东西长 1 655 km, 面积约 45.4 万  $\text{hm}^2$ , 占全国土地面积的 4.7%。甘肃地貌复杂多样, 山地、高原、平川、河谷、沙漠、戈壁, 类型齐全, 交错分布, 按地貌特点大致可分为陇南山区、陇中黄土高原、陇东高原、河西走廊、祁连山地和北山山地 6 个区域, 地势自西南向东北倾斜, 海拔 550~5 808 m。属温带季风气候, 具有明显的向大陆性气候过渡的特征。全省按气候特点可大致分为陇南南部河谷亚热带湿润区、陇南北部暖温带湿润区、陇中南部温带半湿润区、陇中北部温带半干旱区、河西北部温带干旱区、河西西部暖温带干旱区、河西南部高寒半干旱区和甘南高寒湿润区 8 个气候区。境内以东、南部温湿多雨, 中、北、西部干旱少雨; 年均温为  $-0.3 \sim -14.8^\circ\text{C}$ , 无霜期 48~228 d; 年降水量 30~860 mm, 由西北向东南逐渐增加, 多集中在 6~9 月; 全年日照时间 1 975~3 300 h。甘肃省地跨我国东部季风湿润区、西部干旱区、青藏高原高寒区的交汇地带, 境内自然条件复杂, 植被类型繁多。植被地带由南至北为北亚热带森林植被、温带森林植被、温带草原植被、温带荒漠植被、祁连山地植被、甘南草原、山地植被。

## 2 调查方法

大量收集木兰科植物在甘肃分布的相关资料, 在此基础上将甘肃木兰科植物划分为分布区和非分布区 2 个区域。在分布区分植物资源按照普查、重点调查和标准木调查相结合的方法进行。①普查: 通过调查访问和查阅资料, 确定调查路线和调查重点并在当地有关人员带领下进行一次全面的考察; ②重点调查: 选择木兰科树种分布集中、品种较多的地点进行重点调查; ③标准木调查: 重点调查各树种地理分布、生长特性和观赏特性<sup>[1]</sup>。在调查过程中采集植物标本并拍摄照片, 以标本鉴定为主, 以彩色图片鉴定为辅, 鉴定整理出甘肃木兰科植物资源的分布。

## 3 结果与分析

甘肃南部是现代木兰科植物分布中心的边缘, 为本省木兰科种类集中分布区。对采集的植物标本进行整理、鉴定, 甘肃省分布的木兰科植物共有 2 属 9 种 1 亚种, 分属于木兰属 (*Magnolia* L.)、鹅掌楸属 (*Liriodendr chinense* Sarg), 其中木兰属 8 种 1 亚种, 鹅掌楸属 1 种(表 1)。

表 1 甘肃木兰科 Magnoliaceae 植物名录

Tab. 1 Magnoliaceae plant list in Gansu Province

属名	种名	生活分布型
鹅掌楸属	鹅掌楸 <i>Liriodendr chinense</i> Sarg	人工栽培
木兰属	望春玉兰 <i>Magnolia biondii</i> Pamp.	自然分布
	山玉兰 <i>Magnolia delavayi</i> Franch.	人工栽培
	玉兰 <i>Magnolia denudata</i> Desr.	自然分布
	荷花玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i> L.	人工栽培
	紫玉兰 <i>Magnolia liliflora</i> Desr.	自然分布
	厚朴 <i>Magnolia officinalis</i> Rehd. et Wils.	自然分布
	凹叶厚朴(亚种) <i>Magnolia officinalis</i> var. <i>biloba</i> Rehd. et wils	人工栽培
	武当木兰 <i>Magnolia sprengeri</i> Parnp.	自然分布
	西康玉兰 <i>Magnolia Wilsonii</i>	自然分布

### 3.1 木兰科植物地理分布

#### 3.1.1 水平分布

甘肃境内分布的木兰科植物生长在温暖湿润、土壤肥厚、排水良好的山谷和山坡, 土壤为黄壤和黄棕壤, pH 值为 4~6.5, 海拔为 1 000~2 500 m, 其伴生树种多为壳斗科的青冈等。甘肃幅员辽阔, 气候复杂多样, 特别是甘肃南部的陇南、天水地区, 江河纵横、山峦重迭、山高林密, 为木兰科植物生存繁衍提供了优越的自然条件, 木兰科南北种类在此交汇与过渡, 具有华北、华中、秦岭多种植物区系成分。陇南山地是我国木兰科植物分布中心区边缘地。

陇南山地自然条件复杂, 植被类型繁多, 根据甘肃植被区划, 将该区划分为北亚热带森林植被区域和温带森林植被区域。

北亚热带森林植被区域地处甘肃南部与四川、陕西交界的一隅, 从两当、徽县的嘉陵江河谷地带的站儿巷、嘉陵、虞关, 向南至康县以西的武都、文县。整个区域属南秦岭山地, 山高谷深, 地势从西北向东南倾斜。植物区系成分复杂, 处于南北过渡类型。甘肃木兰科植物主要分布在这一区域, 主要有山玉兰、玉兰、朱砂玉兰、荷花玉兰、紫玉兰、厚朴、凹叶厚朴、武当木兰、西康玉兰、鹅掌楸等树种。

温带森林植被区域, 北界以北秦岭北坡山麓, 向西经武山县的滩歌林场, 折向南沿礼县西部县界而至宕昌东, 东抵陕西省界, 南接北亚热带森林植被区域。属华北、华中、蒙新和喜马拉雅植物交汇处, 树种成分复杂, 森林资源丰富, 属秦岭植物区系。本区

木兰科种类稀少,主要有望春玉兰、厚朴、凹叶厚朴、玉兰、武当木兰等落叶树种。

### 3.1.2 垂直分布

随地形升高,气温逐渐降低而降水量增加,甘肃木兰科植物出现垂直分布的变化,按海拔高度可分为1 000 m以上和1 000~2 000 m之间2个部分,其中大部分种类分布于1 000~2 000 m海拔区域内。海拔1 000 m以下仅有鹅掌楸、厚朴;海拔1 000~2 000 m有望春玉兰、玉兰、荷花玉兰、紫玉兰、厚朴、凹叶厚朴、武当木兰、鹅掌楸等,海拔2 000 m以上地带仅有西康玉兰(表2)。

表2 甘肃木兰科植物地理分布

Tab. 2 Geographical distribution of Magnoliaceae plant in Gansu Province

树种	地理分布	海拔高度/m
望春玉兰	小陇山、徽县	1000~1200
山玉兰	武都	1500~2800
玉兰	文县、康县、武都、徽县、麦积	1200~1500
荷花玉兰	康县、武都等地	1000~1600
紫玉兰	文县、康县、武都	700~1600
厚朴	康县、武都、徽县、两当、成县、麦积等地	800~1700
凹叶厚朴	小陇山、徽县、成县、两当、成县、麦积等地	800~1200
武当木兰	文县、康县、武都、徽县、两当、成县、麦积、秦州等地	1300~2000
西康玉兰	文县	2000~2500
鹅掌楸	康县	800~1300

## 3.2 木兰科植物形态特征

### 3.2.1 木兰属

#### 1) 望春玉兰

别名望春花、华中木兰,落叶乔木,高达12 m,胸径达1 m;树皮淡灰色,平滑;小枝较细,无毛,顶芽卵形,长1.7~3 cm,密被淡黄色长柔毛。叶长圆状披针形或卵状披针形,长10~18 cm,宽3.5~6.5 cm,先端尖,基部宽楔形或钝圆,上面暗绿色,下面淡绿色,初被平伏毛,后无毛,侧脉10~15对,叶柄长1~2 cm。花先叶开放,径6~8 cm,芳香,花被片9,外轮3片,近条形,长约1 cm,内两轮近匙形,长4~5 cm,宽1.3~2.5 cm,内轮较小,白色,外面基部带紫红色,雄蕊长8~10 mm,花丝肥厚,稍短于花粉,外面紫色,内面白色。聚合果圆柱形,稍扭曲,长8~14 cm,果梗残留长绢毛,蓇葖黑色,球形,两侧

扁,密生凸起的小瘤点。花期3月;果期9月。

#### 2) 山玉兰

别名峨眉玉兰、优昙花、山菠萝,落叶乔木,高达12 m;树皮灰绿色或灰黑色,粗糙,开裂;小枝暗绿色,被淡黄褐色平伏柔毛,有明显的圆点状皮孔。叶革质,卵形或卵状长圆形,长17~32 cm,宽10~17 cm,先端圆钝,稀微凹,基部宽圆形,有时微心形,上面初被卷曲长毛,中脉平或凹下,残留有毛,下面幼时密被交织长绒毛,后仅脉上有毛,侧脉11~16对,网脉致密,干时两面凸起;叶柄初密被柔毛;托叶痕几达叶柄顶端。花乳白色,芳香,径15~20 cm,花被片9~10,外轮3片,淡绿色,长圆形,向外反卷,中、内轮倒卵状匙形,长8~10 cm,宽2.5~3.5 cm,内轮较窄;雄蕊长1.8~2.5 cm,药隔伸出成三角状锐尖,雌蕊群卵圆形,先端尖,长3~4 cm,被黄色细柔毛。聚合果卵状长圆形,长10~15 cm;蓇葖果椭圆形,被细柔毛,先端喙外弯。花期4~6月;果期8~10月。

#### 3) 玉兰

别名玉堂春、应春花、望春花、白玉兰,落叶乔木,高达20 m,胸径60 cm;树冠宽卵形;树皮深灰色,老时粗糙开裂,小枝灰褐色,顶芽卵形,与花梗密被灰黄色长绢毛。叶宽倒卵圆形或倒卵状椭圆形,长10~18 cm,宽6~12 cm,先端宽圆或平截,具突尖的小尖头,中部以下渐窄成楔形,上面幼时被柔毛,后仅沿叶脉有毛,下面被长绢毛;侧脉8~10对;叶柄长1~2.5 cm,被柔毛。花先叶开放,芳香,径10~12 cm;花梗显著膨大,花被片9,白色,稀基部带淡红色纵纹,长圆状倒卵形,长7~10 cm;雄蕊长约1.2 cm,侧向开裂,药隔伸出成短尖头;雌蕊群无毛,圆柱形。聚合果圆柱形,长13~15 cm,蓇葖木质,褐色,具白色种皮。种子斜卵形或宽卵形,微扁。花期2~3月;果期8~9月。

#### 4) 荷花玉兰

别名广玉兰、洋玉兰,常绿乔木,在原产地高达30 m;树皮淡褐色或灰色,薄鳞片状开裂,小枝、叶背面及叶柄密被褐色短绒毛(幼树无)。叶椭圆形,厚革质,长20 cm,宽10 cm,先端钝或短钝尖,基部楔形,上面深绿,有光泽,侧脉8~9对,叶柄长1.5~4 cm,无托叶痕。花白色、芳香,径15~20 cm,花被片9~12,厚肉质,倒卵形,长7~9 cm,宽5~7 cm;雄蕊长约2 cm,花丝扁平,紫色,花药内向,药隔伸出成短尖,雄蕊群椭圆形,无柄,密被长绒毛,心皮20,卵形,长1~1.5 cm,花柱呈卷曲状,聚合果圆柱状长圆形或卵形,长7~10 cm,径4~5 cm,密被褐色或灰黄

色绒毛。蓇葖果背面圆,先端具长喙;种子椭圆形或卵形,侧扁,长 1.4 cm,宽 0.6 cm,花期 5~6 月;果期 10 月。

#### 5) 紫玉兰

别名辛夷、木笔、木兰,落叶灌木,高 3 m;树皮灰褐色;小枝褐紫色或绿紫色。顶芽卵形,被淡黄色绢毛。叶椭圆状倒卵形或倒卵形,长 8~18 cm,宽 3~10 cm,先端急渐尖或渐尖,基部渐窄,楔形,幼时上面疏生短柔毛,下面沿叶脉有短柔毛;侧脉 8~10 对;叶柄长 8~20 cm,托叶痕长为叶柄的 1/2。花叶同时开放;花梗长约 1 cm,被长柔毛;花被片 9,外轮 3 片,萼片状,披针形,紫绿色,长约 3 cm,内两轮长圆状倒卵形,长 8~10 cm,外面紫色或紫红色,内面带白色;雄蕊紫红色,长 8~10 mm,侧向开裂,药隔伸出成短尖头,心皮窄卵形。聚合果圆柱形,长 7~10 cm,淡褐色。花期 3~4 月;果期 8~9 月。

#### 6) 厚朴

落叶乔木,高达 20 m;树皮厚,灰色,不开裂;小枝粗壮,淡黄色或灰黄色,幼时有绢毛;顶芽大,窄卵状圆锥形,无毛;叶大,近革质,7~9 集生枝顶,长圆状倒卵形,长 22~46 cm,宽 15~24 cm,先端急尖或圆钝,基部楔形,上面绿色,无毛,下面灰绿色,被灰色柔毛,有白粉;叶柄粗壮,长 2.5~4 cm,托叶痕长约为叶柄的 2/3。花白色,径 10~15 cm,芳香;花梗粗短,被长柔毛;花被片 9~12 (17),厚肉质,外轮 3 片淡绿色,长圆状倒卵形,长 8~10 cm,宽 4~5 cm,盛开时常向外反卷;内两轮倒卵状匙形,长 8~8.5 cm,宽 4~4.5 cm,直立;雄蕊长 2~3 cm,花丝红色;雌蕊群长圆状卵形,长 2.5~3.5 cm。聚合果长 9~15 cm,长圆状卵形,基部宽圆;蓇葖先端有 2~3 mm 的喙。种子三角状倒卵形,长约 1 cm。花期 5~6 月;果期 8~10 月。

#### 7) 凹叶厚朴

落叶乔木,树皮淡褐色。叶互生,因节间短而常集生稍头,革质,狭倒卵形,长 15~30 cm,宽 8~17 cm,顶端凹缺成 2 钝圆浅裂片,基部楔形,侧脉 15~25 对。花叶同时开放,白色芳香,花被片 9~12;雄蕊多数,心皮多数,柱头尖而稍弯。聚合果圆柱状卵形,长 11~16 cm,蓇葖果木质,有短尖头。

#### 8) 武当木兰

别名湖北木兰、迎春树,落叶乔木;树皮淡灰褐色,老树树皮成小块片状剥落,小枝淡黄褐色,后变灰色,无毛。叶倒卵形,长 10~17 cm,宽 4.5~7 cm,先端急尖或短渐尖,基部楔形,上面沿中脉和侧脉疏

生平伏柔毛,下面初被平伏细柔毛,叶柄长 1~2.5 cm;托叶痕细小。花蕾被灰黄色绢毛,花先叶开放,杯状,芳香;花被片 12~14,近相似,外面玫瑰红色,内面较淡,有深紫色纵纹,倒卵状匙形或宽匙形,长 5~12 cm,宽 2.5~3.5 cm;雄蕊长 1~1.5 cm,药隔伸出成尖头,花丝紫红色,宽扁;雄蕊群圆柱形,长约 2~3 cm,绿色;花柱玫瑰红色。聚合果圆柱形,长 6~13 cm,蓇葖扁圆,熟时褐色。花期 3 月;果期 7~8 月。

#### 9) 西康玉兰

落叶小乔木,高 6~8 m;树皮灰褐色;小枝紫红色,初被长柔毛,后光滑无毛。叶纸质,椭圆状卵形或长圆状卵形,长 9~12 cm,宽 4~7 cm,先端尖或渐尖,基部圆形或有时微心形,上面无毛或仅沿中脉被稀疏短柔毛,下面密被白色平伏长柔毛,脉上更密;叶柄长 1~4 cm,密被柔毛;托叶条形,长约 2.5 cm,被疏柔毛,与叶柄合生仅先端分离,后脱落。花后叶开放,单生枝顶,白色,径约 11 cm;花被片 9,3 轮,内轮与外轮近等大,宽匙形或倒卵形,先端圆;雄蕊长约 1 cm,花药条形,侧向纵裂,紫红色;雌蕊群绿色,长 1.5~2 cm,心皮长约 1 cm。聚合果下垂,椭圆状圆柱形,长 6~10 cm,熟时紫褐色,蓇葖具喙。花期 6 月;果期 10 月。

### 3.2.2 鹅掌楸属

鹅掌楸,别名马褂木落,叶乔木,高达 40 m,胸径 1 m 以上,小枝灰色或灰褐色,叶马褂状,长 6~12 cm,近基部具 1 对侧裂片,上部具 2 浅裂片,下面苍白色;叶柄长 4~8 (6) cm,花杯状,花被片 9,外轮 3 片绿色,萼片状向外开展,内两轮 6 片直立,倒卵形,长 3~4 cm,外面绿色,具黄色纵条纹,花药长 1~1.6 cm,花丝长 5~6 mm,开花时雌蕊群伸出花被片之上,心皮黄绿色。聚合果长 7~9 cm,翅状小坚果长约 6 cm,先端钝或钝尖。花期 5 月;果期 9~10 月。

### 3.3 木兰科植物资源分类

木兰科首先由 Jussieu (1789 年) 提出,后来多数学者把它作为广义木兰科的范围。广义木兰科的范围一度很广,包括后来分出的八角科 (Illiciaceae)、林仙科 (Winteraceae)、五味子科 (Schisandraceae)、水青树科 (Tetracentraceae)、领春木科 (Eupteleacidae) 及昆栏树科 (Trochodendraceae)。狭义的木兰科包括木兰亚科和鹅掌楸亚科,本研究讨论的木兰科植物仅指狭义木兰科中的中国种类。目前我国木兰科的分类大多都采用刘玉壶教授的分类系统。按照刘

玉壶教授的分类观点,甘肃木兰科植物分种检索表如下:

- 1. 叶 2~4 裂,先端近平截形,聚合翅果 ..... 鹅掌楸
- 1. 叶全缘,不分裂或先端凹裂,聚合蓇葖果 ..... 2
- 2. 常绿乔木 ..... 3
- 2. 落叶乔木或灌木 ..... 4
- 3. 叶椭圆形,下面有锈褐色毛,花被片 9~12 ..... 荷花玉兰
- 3. 叶卵形或卵状长圆形,下面无锈褐色毛,花被片 9 ..... 山玉兰
- 4. 叶长 22~46 cm,侧脉 20~30 对 ..... 5
- 4. 叶长 20 cm 以下,侧脉 6~10 对 ..... 6
- 5. 叶先端急尖或圆钝 ..... 厚朴
- 5. 叶片先端有凹缺 ..... 凹叶厚朴
- 6. 花被片大小近相等 ..... 7
- 6. 花被片极不相等,外轮短小或萼片状 ..... 9
- 7. 花玫瑰红色,花被片 12~14 ..... 武当木兰
- 7. 花白色,花被片 9~12 ..... 8
- 8. 花先叶开放,花被片 9,叶宽倒卵形或倒卵状椭圆形 ..... 玉兰
- 8. 花先叶同放,花被片 9~12,叶椭圆状卵形或长椭圆形 ..... 西康玉兰
- 9. 灌木,外轮花被片成萼片状,绿色,披针形,内轮花被紫色 ..... 紫玉兰
- 9. 乔木,外轮花被片近条形,白色,内轮花被白色,外带紫 ..... 望春玉兰

3.4 木兰科植物在园林绿化中的应用

3.4.1 公共绿地绿化

木兰科植物可作为中心植物丛植于街心花坛、绿地、绿化广场,也可与低矮的花灌木如杜鹃、月季等搭配种植,还可栽植于草坪、绿地的边缘地带,起到调整植物层次、丰富植物色彩的作用。

3.4.2 庭院小区绿化

庭院绿地面积一般较为狭小,在绿化布局上又讲究精巧雅致,因此多喜欢选择名贵花木作绿化材料,以达到构建庭院绿化精品的目的。木兰科植物类型丰富、姿态多样,可根据庭院建设的需要而加以选择,既可孤植于庭院一隅,也可群植于庭院旷地,与其它春花植物组景,营造群木争艳、百花吐芳的喧闹场面。

3.4.3 公园绿化

在城市建设中植物起着联系建筑和周边环境的作用,可以软化坚硬的建筑物立面,丰富城市景观。木兰科植物可与杨树、柳树等树木混合栽植于公园内的人工湖边、江边、堤岸,形成具有湿地景色的风光林带。

3.4.4 通道绿化

随着我国城乡公路的快速发展,川流不息的车辆在方便人们生活、促进城市快速发展的同时,也扬起大量尘土,排出大量尾气,严重影响道路周边居民的生活。通道绿化是园林绿化中的重要组成部分,很多木兰科植物在通道绿化中可充分发挥作用。

3.4.5 工矿区绿化

工矿区的绿化是城市绿化的重要部分,城市空气、水源的污染大部分是来源于工矿厂区的污染。木兰科植物叶面积系数大、吸附范围广,能在各种环境下吸收对人体有害的各类污染颗粒,对二氧化硫、一氧化碳、二氧化碳等多种有害气体有较强吸收作用,吸尘效果好,是厂区绿化的首选环保、绿化树种。

4 结论

1) 甘肃南部的陇南、天水是甘肃木兰科植物的自然分布区之一,共分布有木兰科植物 9 种 1 变种,分属木兰属和鹅掌楸属。其中木兰属 8 种 1 亚种,鹅掌楸属 1 种。

2) 甘肃木兰科植物资源主要分布在甘肃南部的北亚热带森林植被区和温带森林植被区。其水平分布为北亚热带森林植被区,地处甘肃南部与四川、陕西交界的一隅,植物区系成分复杂,呈南北过渡类型。

3) 甘肃木兰科植物虽然不是十分丰富,但具有较高的观赏价值和园林应用价值。木兰科植物花期早,花色丰富,叶形美观,果实大而美丽,在一定程度上丰富了甘肃南部城市园林绿化树种。

参考文献:

- [1] 史佑海,李绍鹏,梁伟红,等. 海南野生杜鹃花属植物种质资源调查研究[J]. 热带作物学报,2010(4):36-40.
- [2] 吴祖敏,何新建,黄建策,等. 温州木兰科植被资源调查及其开发与保护[J]. 防护林科技,2004(增刊):69-70.
- [3] 何彦峰. 我国木兰属植物研究进展[J]. 北方园艺,2010(3):186-190.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.017

## 云南省湿地资源保护管理现状及建议

宋永全

(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

**摘要:**介绍云南省湿地保护与管理现状:湿地保护工作逐步得到重视,宣传工作力度不断加大,制定了一些相关政策法规,实施了分级分类管理,加大了湿地保护投入力度,加强了科技支撑能力建设。分析认为,对湿地重要性认识不足,政策法规和管理体制亟待完善,资金投入严重不足,管理研究体系滞后等是当前湿地保护与管理中存在的主要问题。藉此提出相应保护与管理建议。

**关键词:**湿地资源;保护机制;管理体制;云南省

中图分类号:S76;Q178.5 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2014)08-0074-06

## Conservation Management Status of Wetland Resources and Its Recommendations in Yunnan Province

SONG Yong-quan

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

**Abstract:** The work of wetland protection has gradually get more attention by government in Yunnan Province, publicity has intensified and relevant policies and regulations also been developed, the classification management status such as strengthening wetland protection and construction of science support ability was carried out. Main issues existing in wetland conservation and management such as lack of wetlands importance knowledge, policies and regulations system needs improvement, a serious shortage of capital investment, management research system lags behind and so on have been analyzed, therefore, corresponding countermeasures and suggestions of protection and management also been put forward in this paper.

**Key words:** wetland resources; protection mechanisms; management system; Yunnan Province

湿地与森林、海洋并称为全球三大生态系统,被誉为“地球之肾”<sup>[1]</sup>。城市化进程的迅速扩张和社会经济的迅猛发展,引起对湿地不合理的开发利用,对湿地资源已造成了严重破坏<sup>[2]</sup>。加强湿地保护,对于维护生态平衡,实现人与自然和谐及经济社会可持续发展具有极其重要的意义,是建设生态文明、美丽中国的重要内容和必要举措。根据国家林业局

的统一部署,云南省作为第四批启动全国湿地资源调查的省份之一,于2012年组织开展了全省湿地资源调查工作。本文基于此次湿地资源调查,系统分析了云南省湿地资源保护管理现状与问题,并有针对性地提出了建议,旨在为云南省合理保护与合理利用湿地资源提供科学依据与决策参考。

收稿日期:2014-01-13.

作者简介:宋永全(1974-),男,云南陆良人,工程师。主要从事森林资源调查规划、营造林工程规划设计工作。

## 1 保护与管理现状

### 1.1 湿地保护工作逐步得到重视

云南省湿地保护工作与经济发达省区相比,起步相对较晚,基础比较薄弱。随着湿地生态系统在云南省经济社会可持续发展中的基础性作用日益突显,尤其近年来云南省持续干旱,全省各级党委、政府逐步重视湿地保护工作。2007年4月,省编办批准成立“云南省湿地保护管理办公室”。省“九湖办”机构建设不断加强,九大高原湖泊保护与综合治理的机制逐步建立。2011年,在国务院调研起草《关于支持云南省加快建设面向西南开放重要桥头堡的意见》过程中,省委、省政府和各级各部门将高原湿地保护和建设工作作为加强生态建设和环境保护,实现可持续发展的主要内容。同时,争取将云南省高原湿地保护列入《全国湿地保护工程规划》的重要内容。省委、省政府先后做出的“生态立省”发展战略、加强生态文明建设、加快“森林云南”建设,构建西南生态安全屏障等重大战略举措中,均将湿地保护作为重要内容。2012年,云南省8个民主党派省委和省工商联联合提出了《关于进一步加强云南省湿地保护工作的建议》重点提案。同年12月,下发了《中共云南省委办公厅 云南省人民政府办公厅关于进一步加强云南省湿地保护工作的督察通知》。近年来,省林业厅认真履行湿地保护管理职责,加强了湿地流域生态治理。从2012年起,省财政将湿地保护管理专项经费列入省级财政预算,每年安排专项经费120万元。2013年,省财政还安排500万元经费专项用于全省第二次湿地资源调查工作。此次调查的85处重点湿地中,57个自然保护区中已有53个具有人员编制,共1687人;国家级、省级湿地类型自然保护区管理机构逐步建立,为开展湿地保护提供了组织保障。

### 1.2 湿地保护宣传工作力度不断加大

为切实增强全民湿地保护意识,各级各部门通过采取印发宣传材料、开展科普知识竞赛、发布保护公告、开展执法宣传、编印乡土教材等多种形式不断加大湿地保护宣传教育力度。教育部门在有关考试和教材中增加了湿地保护知识。林业部门结合“世界湿地日”,每年印制近万份主题宣传册分发各地;以大山包、碧塔海、滇池、拉市海为基地,利用“湿地日”、“爱鸟周”,通过网络、电视、报纸和书籍等媒介广泛开展湿地科普教育活动;协助完成“从上游到下游,湿地连着我和你”电视专题片云南拍摄工作;

收集提供中国湿地博物馆展览素材;积极开展湿地保护使者行动,引导湿地保护爱好者在大山包、纳帕海、碧塔海3个国际重要湿地开展了生态环境保护、社区生态环境教育等活动。各级湿地自然保护区和国家湿地公园的保护管理机构通过发布公告、开展执法宣传、查处破坏湿地资源行为等形式加强了对群众的教育引导。近年来,云南省林业厅与中科院昆明动物所和植物所合作,启动了《云南湿地水鸟》、《云南湿地植物》和相关湿地科普宣传资料编写工作,为普及湿地知识、宣传湿地功能提供科学素材。

### 1.3 积极研究制定湿地保护相关法规政策

针对湿地保护管理法规滞后问题,近年来,云南省先后颁布实施了湿地保护相关法规,对九大高原湖泊分别制定了保护条例。全省出台湿地保护相关法规16个。在第二次云南省湿地资源调查的85处重点调查湿地中,已有15处湿地出台了相应的保护条例。省政府出台了《关于进一步加强自然保护区建设和管理的意见》。各相关部门和单位从实际出发科学编制湿地保护规划:省林业厅组织编制了《云南省湿地保护工程规划(2007~2020年)》、《全省湿地保护“十二五”规划》,并获省政府批准;环保等部门编制了“九大高原”湖泊水污染综合防治规划,目前正在深入实施;大理剑湖、沾益海峰、腾冲北海等一批湿地类型的省级自然保护区总体规划已获省政府批准。2012年,省政府常务会审议通过《云南省湿地保护条例》,省人大将其列为2013年一档立法计划。另外,还启动了湿地认定、管理评估等《条例》配套政策的研究。这些政策法规和专业规划的制定实施为依法、规范、科学、有序地开展湿地保护管理提供了依据和保障。

### 1.4 切实推进湿地分类保护管理

针对云南省湿地类型复杂多样、资源脆弱、敏感等特点,采取多种形式开展湿地分类保护管理。

#### 1.4.1 大力推进湿地自然保护区建设

全省已建立各种级别的湿地类型自然保护区23处,其中4处为国家级自然保护区,8处为省级自然保护区。

#### 1.4.2 积极申报国际重要湿地和国家重要湿地

目前,大山包、碧塔海、纳帕海、拉市海已被列为国际重要湿地,占全国国际重要湿地数量的10%;洱海、抚仙湖、滇池、泸沽湖、会泽黑颈鹤栖息地、异龙湖、程海7处被列为国家重要湿地。

### 1.4.3 稳步推进国家湿地公园建设

目前已申报建立了红河哈尼梯田、洱源西湖、丘北普者黑和普洱五湖 4 处国家湿地公园。此外,抚仙湖、阳宗海等一批湿地还被纳入了风景名胜区、水源保护区等加以保护。据第二次云南省湿地资源调查统计,全省有 26.72 万  $\text{hm}^2$  湿地在自然保护区、湿地公园、水源保护区、森林公园、风景名胜区等保护地形式范围内,占湿地总面积的 47.35%。且湖泊湿地建立保护地的比例最高,为 91.86%;其次是人工湿地,为 54.95%;沼泽湿地排第三,为 42.53%;最低的是河流湿地,仅为 20.49%(图 1)。

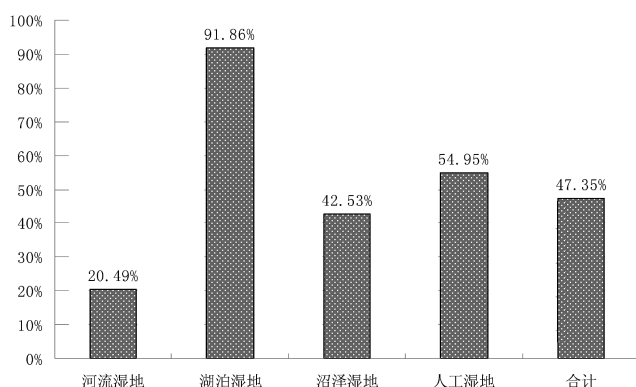


图 1 云南省在保护地内的湿地面积比例

Fig. 1 Proportion of wetland in protected areas of Yunnan Province form of

### 1.5 积极探索湿地保护的新机制

湿地保护工作涉及面广,参与部门多,特别是退化湿地的保护和恢复情况更为复杂。云南在一些湿地区域积极探索建立责权分明的部门协作机制,极大地推进了湿地保护管理工作。如对滇池实行了流域管理,对大山包、海峰、洱海等湿地建立了多部门协作共管机制。另外,由于历史原因,湿地及周边林地、耕地使用权属复杂,大部分土地使用权分散在农户手中,导致不能科学合理地保护和利用湿地,制约了湿地的有效保护和恢复。为解决这一问题,部分州市探索建立了生态补偿机制。如:昆明市采用购买、租用等方式实施退田、退塘,为湿地恢复奠定了良好基础。昭通市昭阳区自 1997 年以来,筹集专项资金,实施燃料替代项目,补贴大山包农户购煤,杜绝了对湿地泥炭的采挖;2008 年开始,区财政每年安排 100 万元专项经费,按 3 900 元/ $\text{hm}^2$  的标准,实施了近 267  $\text{hm}^2$  退耕还湿还草项目;沾益县筹集

250 万元,对海峰湿地核心区近 267  $\text{hm}^2$  土地进行一次补贴,将土地用于恢复湿地。大理市每年筹集 204 万元资金,用于洱海罗时江 113  $\text{hm}^2$  湿地恢复区群众生活补贴。这些项目的实施为全省湿地恢复保护提供了示范,积累了经验。

### 1.6 不断加大湿地保护投入力度

在省委省政府的统一领导下,各级各有关部门多渠道筹措保护资金。据初步统计,全省已累计投入 240 多亿元用于重要湿地流域生态建设、水环境治理、湿地保护和湿地生态功能恢复等工作。林业部门结合重点生态建设项目,投入资金 30 多亿元,加大了国际重要湿地、国家重要湿地和湿地类型保护区流域的生态建设保护力度;争取国家专项投资 8 000 多万元,在 8 个湿地实施了湿地保护与恢复工程,建立湿地恢复示范区近 2 000  $\text{hm}^2$ 。环保部门结合水污染防治,投入 5.6 亿元湖泊生态环境保护专项资金,用于洱海、抚仙湖、泸沽湖水环境治理和湖滨带修复。农业部门争取国家湿地保护与恢复工程投资 3 400 余万元,完成了 2 项野生稻保护工程,在洱海和鹤庆草海开展了湿地保护和清除有害生物工作。水利部门严格控制重点江河、湖泊流域排污总量,促进了湿地保护与恢复。昆明市提出了湿地保护的流域管理思路,并率先在滇池流域建立了“河(段)长”责任制,实施了环湖截污、外流域调水及节水、入湖河道整治、农业面源污染治理、生态修复与建设、生态清淤六大工程,采取“异地种植、异地养殖”和“四退三还”等措施大力推进滇池综合治理。根据《全国湿地保护工程实施规划(2011~2015 年)》,向国家发改委、国家林业局上报了滇池、腾冲北海、普者黑、洱源西湖、剑湖、洱海、会泽湿地等一批湿地保护工程,积极争取国家经费支持。争取国家湿地保护补助资金项目支持 2 100 万元,用于大山包、碧塔海、拉市海和洱源西湖湿地保护设施建设。

### 1.7 加强科技支撑能力建设

近年来,有关部门围绕湿地保护和生态功能恢复问题,采取多种措施提升湿地科技工作水平。科技部门围绕人工湿地建设、湿地生态系统恢复、湿地生物多样性保护、湿地动态监测,以及人工湿地植物残体资源化等方面开展了大量研究工作,突破 10 多项核心技术,10 项专利已获得国家知识产权局授权或受理,建立生态修复重建试验示范区 133.3  $\text{hm}^2$ 。环保部门组织实施了滇池、洱海水体污染与治理科技示范项目研究,开展了滇池湖滨湿地效益评估及



管理计划研究,建立了湿地植物生长动态模型。林业部门结合野生动物疫病监控,建立湿地水鸟监测体系。落实资金,将鸟类环志、湿地水鸟监测与疫源、疫病监测工作有机结合起来,落实野生动物疫病监测工作24h值班制和疫情日报告、零报告制度;组织完成了“高原湿地功能区划”、“湖泊湖滨生态系统研究”、“黑颈鹤栖息越冬规律及食源”、“高原湿地生态恢复规律”等课题研究;同时,结合湿地保护工程建设项目,建成了大山包、拉市海湿地监测站。一些有条件的湿地管理机构也开展了湿地水鸟、植物,以及湿地功能保护与恢复方面的研究和监测。国家林业局批准在西南林业大学建立了国家高原湿地研究中心,对提升云南省湿地保护科研水平发挥了重要作用;加大了湿地保护基础工作力度,组织编制了《云南生态系统定位研究网络建设发展规划(2012~2020年)》,将湿地生态系统的定位监测列为了重要内容;启动了碧塔海国际重要湿地和滇池湿地监测试点建设和国际重要湿地评估、国家重要湿地认定试点、极端气候对湿地影响研究等课题。同时,加强湿地管理人员技能培训,与国际非政府组织和有关部门合作,先后举办培训班30多场次,培训人员1500多名,使部分湿地保护管理人员进一步学习了湿地资源监测、湿地管理、湿地宣传和社区共管等方面的知识,提高了湿地保护工作人员的专业素养。

## 2 存在的主要问题

### 2.1 对湿地重要性认识不足

由于历史的原因,云南省部分地区对湿地的重要性、价值和功能认识还不到位,开发和保护缺乏科学性,破坏湿地的行为时有发生;将湿地当作“荒滩”、“荒水”作为耕地占用和建设用地廉价牺牲品;盲目围垦和改造湿地,对湿地私搭乱建、扩大种植面积、乱倒垃圾和过度放牧;由于湿地景观资源独特,成为地产、旅游和基础设施建设的热区,不科学的规划和开发使湿地内道路、河道硬化情况明显,导致湿地功能退化甚至丧失;湿地保护土地政策支撑不足,造成土地难征和时租时退的情况发生。加上近年来干旱等极端天气频发,湿地生态系统退化,全省湿地资源保护的任务十分艰巨和繁重。根据第二次云南省湿地资源调查,全省有29.71万 $\text{hm}^2$ 湿地没有建立任何形式的保护地,占全省湿地总面积的

52.65%;从类型上看,河流湿地未建立保护地的面积所占比例最高,其次是沼泽湿地、人工湿地,湖泊湿地未建立保护地的面积所占比例最小(图2)。

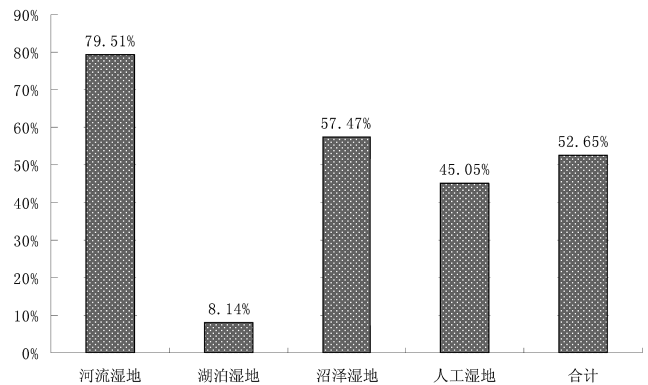


图2 云南省无保护形式湿地面积比例

Fig. 2 Proportion of wetland in unprotected areas of Yunnan Province

### 2.2 政策法规和管理体制亟待完善

#### 2.2.1 政策法规体系不健全

由于《云南湿地保护条例》以及大部分重点湿地保护法规均未出台,没有形成完善的湿地保护法规体系。

#### 2.2.2 现行体制、机制难以适应当前湿地保护形势

在第二次云南省湿地资源调查的85处重点调查湿地中,57处湿地的主管部门为林业,其余28处湿地的主管部门涉及环保、农业、水利等多个部门,各部门在各自职责范围内开展湿地保护相关工作,难以按照湿地生态系统完整性、系统性管理的要求有序推进湿地保护工作。

#### 2.2.3 湿地保护机构缺乏行政执法权

现行法规没有赋予湿地保护机构在保护湿地方面的行政管理职能和行政执法权,保护机构只能按照有关职能要求管理划入自然保护区的湿地。

#### 2.2.4 管理机构不健全

全省各州(市)、县(市、区)中,只有丽江市设立了专门的湿地保护管理机构,近1/3的国家重要湿地和湿地自然保护区还没有设立规范的湿地保护管理机构。大山包和碧塔海国际重要湿地、泸沽湖湿地等管理机构规格级别甚至低于湿地资源开发利用机构,严重制约了保护管理工作的开展。

#### 2.2.5 队伍素质亟待提高

专业技术人才缺乏,远远不能适应当前湿地保护管理工作的需要。

### 2.3 湿地保护资金投入严重不足

当前,云南省现有的湿地保护资金投入无法满足繁重的湿地保护任务需要。直接用于湿地生态保护、恢复的资金尚未列入各级财政预算。湿地资源调查、监测、评估、规划编制和标准制定等基础性工作资金严重不足,湿地保护、恢复等各项工作难以正常开展。2006年,国家湿地保护和恢复工程启动后,只有列入国际重要湿地或者湿地类型国家级、省级自然保护区,以及国家湿地公园才有机会争取国家“湿地保护与恢复工程”和“湿地保护补助资金项目”,而地方也没有专项资金投入,导致湿地保护管理举步维艰。“十一五”期间,云南省争取到8个湿地保护与恢复工程项目,总投资6348万元,其中国家投资4928万元已全部到位,而地方配套的1420万元有待落实。

### 2.4 湿地保护管理体系尚不完善

云南省虽然已经相继建立了一批湿地自然保护区、湿地公园,申报了一批重要湿地,但目前一些重要湿地区域面临多种威胁,并未建立覆盖全省重要湿地的保护地,布局合理的自然保护区、小区和湿地公园体系仍未形成。部分湿地虽然已经建立了自然保护区,由于投入不足,缺乏专业人才,管护设施落后,甚至没有专门的机构和人员等,也并未得到有效的保护。另外,云南省湿地公园建设刚刚起步,已建立的4个国家湿地公园投入严重不足,缺乏行业规范指导和湿地专业人才技术支持,湿地公园的管理和建设亟待加强。

### 2.5 湿地研究及科技体系建设滞后

由于湿地研究起步较晚,虽经“十一五”期间的建设建立了专门的湿地研究机构,开展了部分基础研究,但许多研究领域仍然较为薄弱。①基础与应用基础研究缺乏。云南湿地类型丰富,结构特征各异,目前尚缺乏对其湿地生态系统结构、生态过程与生态服务功能特征的基础研究,特别是针对全球气候变化和人为干扰下,湿地生态系统的响应与适应机制、生物多样性维持机制等基础理论的研究。②全省湿地功能、生态补偿和湿地保护与恢复技术等关键研究尚未开展。③湿地监测体系尚不完善。全省还未形成布局合理的湿地资源调查和监测体系,对湿地生态系统、生物多样性的系统监测与动态分析尚不到位。④湿地生态系统评价指标体系不够完善,制约了全省湿地保护和管理工作的科学评估。⑤科技队伍建设滞后,科普教育和宣传缺乏研究的支持,相关研究成果和科技人才不能满足当前

湿地保护管理的需求。

### 2.6 湿地保护主体积极性缺乏

广大公众对湿地的功能和价值缺乏足够的认识,全社会保护湿地的意识尚未完全形成,社区参与湿地保护与资源可持续利用的意识与技能有待进一步增强。云南省湿地周边群众的生活方式和生产发展与湿地的变迁有着很大关系,调动并使他们成为湿地保护的主体对湿地保护至关重要。由于湿地保护和利用之间的责权不对等,没有建立群众参与保护湿地的共管机制;在产业结构调整方面与群众沟通不够,特别是在土地权属方面群众利益体现难;尚未启动湿地和流域生态补偿。这些问题都严重影响群众保护湿地的积极性。

## 3 保护与管理建议

### 3.1 强化宣传教育,提高对湿地保护重要性的认识

根据当前云南省湿地保护管理形势,充分认识湿地在国家 and 全球生态安全上的重要地位,把湿地保护作为实施“桥头堡”战略,建设“森林云南”的一项重要工作纳入党政干部培训内容,使湿地生态科学、保护和利用知识成为公共行政常识。结合各种湿地保护与恢复工程,以湿地公园、自然保护区为主要载体,依法建设对公众开放的湿地科普宣教基地,面向社会公众广泛宣传。建立湿地保护宣传长效机制,利用多种方式开展湿地生态保护教育。利用“世界湿地日”等活动,充分运用多种传媒手段,加强湿地保护工作宣传,使全社会共同参与到保护湿地的行动中来。

### 3.2 加快立法进程,建立湿地保护长效机制

1) 尽快出台《云南省湿地保护条例》,从法规层面赋予湿地管理机构应有的职权。按照“一区一法”的目标积极推进立法,加强单个重要湿地的保护立法工作,建立、健全完善的法律体系。

2) 切实落实《云南省人民政府关于进一步加强自然保护区建设和管理的意见》,理顺制约云南省湿地及生态保护的一些体制、机制上的关键问题。

3) 尽快出台《云南省人民政府关于进一步加强湿地保护工作的意见》,切实维护湿地保护管理机构的主体地位。

4) 探索和建立湿地生态补偿制度。

5) 研究制订湿地保护管理评估标准,建立评估制度。

6) 建立湿地土地管理长效机制,实行不再作为占补平衡的土地资源和只征不转的特殊土地政策。

### 3.3 加大资金投入,加快推进湿地保护事业的发展

湿地保护和开发的经费严重不足已经成为制约云南省湿地保护和利用的瓶颈。为加快推进湿地保护事业的发展提出建议:①逐步将湿地保护纳入国民经济与社会发展规划,将湿地保护资金列入各级财政预算,并逐年加大投入,建立财政资金长期投入机制。②积极争取国家在云南高原湿地生态保护恢复资金投入方面给予倾斜,认真实施《云南省湿地保护工程规划(2007~2020年)》、《全省湿地保护“十二五”规划》。③坚持“谁治理,谁收益”原则,充分调动全社会重视和参与湿地保护的积极性,争取社会各方面的投资、捐赠和国际资金的融入。

### 3.4 深入研究探索,建立完备的湿地保护管理体系

在现有保护体系基础上提出建议:①根据湿地的功能和重要程度,提出省级重要湿地名录,依法开展认定工作。同时,对条件具备的国家重要湿地积极申报晋升国际重要湿地。②在现有保护区的基础上,新建、晋升一批湿地自然保护区。③针对云南省湿地分散,破碎化程度较高,单个面积小等特点,创新保护机制和体制,重点在滇东北和滇西北等沼泽湿地集中的区域建立一批保护小区。④继续推进国家湿地公园申报和建设,争取云南省国家湿地公园数量达10个以上。⑤研究制定省级湿地公园的申报和创建要求,建立一批省级湿地公园。

### 3.5 整合科研资源,加强湿地保护科技支撑

1)建立湿地资源定期调查制度,定期开展湿地资源调查和专题调查,建立和充实湿地资源数据库。

2)加强湿地资源监测工作,建设湿地生态监测站(点),逐步建立全省湿地动态监测网络,为相关

研究、评估及湿地管理和政府决策提供科学依据。

3)建立科学决策咨询机制,在省政府层面成立“云南省湿地保护专家委员会”,为湿地保护决策提供技术咨询服务。

4)加强湿地恢复与保护技术研究。

5)尽快制订出台湿地保护管理和恢复技术规程。

6)加快培养湿地科技人才,加大对湿地保护管理机构人员培训,加强人才队伍支撑。

### 3.6 维护群众利益,调动公众参与湿地保护积极性

建立社区参与湿地保护的共管机制,采取优先提供就业机会、调整产业结构、扶持群众发展生态农业等方式,使湿地周边群众在维持好生计的基础上共同参与保护湿地。各级政府结合湿地保护的情况建立相应的生态补偿机制,采取资金补助、委托管理等方式保护和恢复湿地生态,防止垄断性经营和利益分配不公引发群众不满。鼓励当地志愿者社团组织参与保护,强化对湿地保护管理的监督。

### 参考文献:

- [1] 左石磊. 浙江省湿地资源调查测量研究与实施[J]. 测绘通报, 2013(7): 82-84.
- [2] 郭盛才. 广东湿地资源保护管理现状及其对策研究[J]. 广东林业科技, 2011, 27(2): 1002-103.
- [3] 云南河湖编纂委员会. 云南河湖[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2010.
- [4] 程铁锁, 何冰, 郭俊刚, 等. 关于渭南市湿地资源保护管理工作的调查与思考[J]. 防护林科技, 2013(3): 38-39.

(上接第53页)

### 参考文献:

- [1] 倪健, 任久长, 巩玉华. 自然保护区的作用、建设与管理[J]. 大自然探索, 1997, 60(16): 103-106.
- [2] 云南省林业厅. 云南自然保护区年报(2013)[R]. 2014.
- [3] 李建军. 浅谈自然保护区在湖北生态建设中的地位与作用[J]. 湖北林业科技, 2003(4): 43-44.

- [4] 龚洵, 武全安, 张启泰. 自然保护区在保护生物多样性中的作用和意义[J]. 广西植物, 1993, 13(4): 359-366.
- [5] 华朝朗, 杨东, 赵元藩, 等. 云南省国家级和省级自然保护区森林生态服务功能价值评估[J]. 植物分类与资源学报, 2013, 35(5): 656-664.
- [6] 云南省林业厅. 云南自然保护区年报(2012)[R]. 2013.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.018

## 基于 VBA 的云南省基层林业工作站信息管理系统的 设计与构建

钱发斌,艾建林,杨建祥,邓喜庆,年顺龙  
(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

**摘要:**为全面掌握全省各级林业站管理机构、各县(市、区)基层林业工作站的基本情况,基于云南省基层林业工作站情况调查的要求,结合乡镇林业工作站工程建设标准需要,以林业工作站调查信息数据为基础,利用 VBA 语言在 Access 2007 下开发具有形象直观的统计图功能、智能查询功能、数据导出至电子表格模板等功能特点的云南省基层林业工作站信息管理系统,文中阐述了系统开发方案、开发环境及系统主要功能。

**关键词:**基层林业工作站;信息管理系统;VBA;云南省

中图分类号:C931.9;TP39 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0080-04

### Design and Construction of Yunnan Township Forestry Workstation Information Management System Based on VBA Programming Language

QIAN Fa-bin, AI Jian-lin, YANG Jian-xiang, DENG Xi-qing, NIAN Shun-long  
(Yunnan Institution of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

**Abstract:** In order to master the basic status of management organization and local forestry workstation in different level of Yunnan province, also to meet the requirements of Yunnan forestry workstation investigation status, and construction standards of township forestry workstation, Yunnan local forestry workstation information management system with visual statistic charts, intelligent search functions and exporting data to spreadsheet template features was designed and completed on the base of the ACCESS 2007 and VBA programming language. The development plan, development environment and key feature of the system were elaborated in this paper.

**Key words:** local forestry workstation; information management system; Visual Basic for Applications; Yunnan Province

基层林业工作站是各项林业工作的落脚点,是林业部门联系广大林农的桥梁和纽带,它上联县级林业主管部门,下联广大林农和其它服务组织,在发展壮大林业事业、改变农村林区落后面貌、引导农牧民脱贫致富中充分发挥着职能作用<sup>[1]</sup>。目前,云南

省对基层林业工作站信息掌握不够充分,在统筹规划建设基层林业工作站时有一定难度,为此云南省于 2013 年开展了一次全面的基层林业站信息的摸底调查,为了对所调查的基础数据进行统一管理和实现对林业站信息的持续更新,利用 Access 2007 将

收稿日期:2014-01-15.

作者简介:钱发斌(1985-),男,云南楚雄人,助理工程师。从事林业调查规划与地理信息系统研究工作。

调查因子生成了基础数据库,运用 VBA 语言开发设计了“云南省基层林业工作站信息管理系统”,该系统为全面掌握全省各级林业站管理机构、各县(市、区)基层林业工作站的基本情况,促进林业站的建设、发展以及科学管理提供基础依据。

### 1 系统开发方案

#### 1.1 系统需求分析

随着计算机技术的迅猛发展,传统的利用纸质资料对信息进行记录和管理模式已不能满足时代和工作的要求,需要用能快速统计、准确定位的数据库技术来统一对基层林业工作站调查信息数据进行管理<sup>[2]</sup>。同时,为了做到对信息的及时更新,能够给决策者快速提供所需数据,结合实际调查资料数据,笔者设计并开发了“云南省基层林业站信息管理系统”。

#### 1.2 系统数据库的建立

按行政隶属关系,云南省基层林业工作站分为云南省森林资源管理总站、州市林业工作站、县市区林业工作站和乡镇林业工作站。每一个林业工作站需要调查的信息都非常多,为了满足林业站信息统计和后期林业工作站建设和发展规划的需要,将林业工作站调查信息表分为省、州(市)、县(市、区)林业工作站信息调查表和乡镇林业工作站信息调查表。其中:A1—管理机构、A2—管理机构人员、A3—管理机构设施设备 3 个表记录了省、州(市)、县(市、区)林业工作站信息。对于乡镇林业站来说,涉及调查的信息较广,所涉及的表名均以 B 字母开头,共含 14 个表来记录相关数据,包括乡镇林业站机构情况、职工情况、辖区资源状况、建设用地及建筑物、设施设备、职能发挥、护林员情况、辖区内乡村林场及林业经济组织、机构改革情况以及投资情况信息,系统的数据库组成详见图 1 所示。

A1_管理机构	B7_设施设备
A2_管理机构人员	B8_职能发挥
A3_管理机构设施设备	B9_多种经营
B1_乡镇林业站机构	B10_护林员情况
B2_人员结构	B11_辖区内乡村林场
B3_职工培训	B12_辖区内林业经济组织
B4_辖区资源	B13_机构改革
B5_建设用地	B14_投资情况
B6_建筑物情况	代码表

图 1 系统数据库组成

Fig. 1 Composes of the system database

#### 1.3 系统数据库的逻辑

系统将各林业站及其上级行政单位作了分级,共分 7 个层级,分别是:云南省、云南省林业厅资源管理总站、各州市、各州市林业局林政科、各县市区、各县市区林业局林政股、乡镇林业工作站。

为了对数据进行统一管理,更好地进行层级控制,同时防止各县市区所属林业站相互重名,在省、州市、县市区已有国标代码的基础上,将省、州(市)、县(市、区)林业工作站在其上级行政单位代码后加“9”作为其代码,如昆明市代码为“5301”,则昆明市林业局林政科代码相应为“53019”。同时,乡镇林业站在其上级县市区代码后按其地理位置自北向南、由西至东依次加“01,02,……”进行编码。编码完成后将各编码在各个表中作为主键,同时将所有单位名称及代码放入代码表中以关联各林业站调查信息表中的代码,确保一一对应(图 2)。

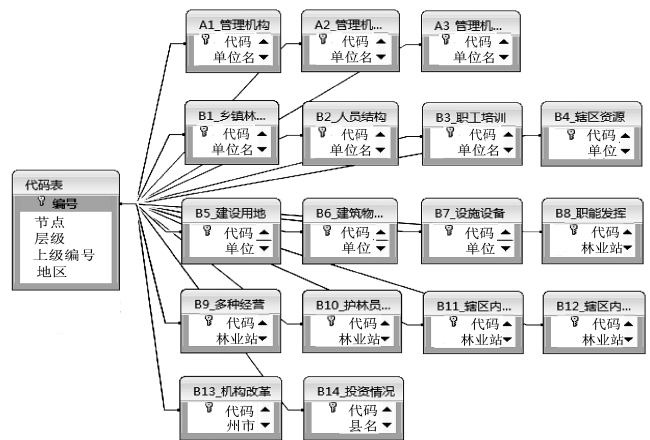


图 2 系统数据库关系

Fig. 2 Relationship chart of the system database

通过对各单位进行代码化管理,使得对数据的查询更加便利,同时进行信息统计时不会因乡镇林业工作站名称重名而存在统计缺漏或统计冗余。

### 2 相关参考标准和开发环境

#### 2.1 相关标准

——国家林业局林业工作站管理总站《乡镇林业工作站工程建设标准》(2012 年)。

——云南省林业厅《关于开展云南省基层林业工作站情况调查的通知》(2013 年 10 月)。

——云南省林业厅《云南省基层林业工作站情况调查方法》(2013 年 10 月)。

### 2.2 系统开发环境

- 数据库:Microsoft Office Access 2007。
- 宏编程语言:VBA。
- 操作系统:Windows 7 旗舰版。
- 硬件环境: Intel Pentium 双核 E5700 @

3.00Hz, 硬盘 500 G, 内存 4 G。

## 3 系统开发及功能

### 3.1 系统总体框架

系统主要实现了基层林业工作站调查信息数据的导入、浏览、修改功能,并按《云南省基层林业工作站情况调查工作方法》要求生成了相应的统计表,为了方便给林业站建设决策者提供参考,在系统中加入了统计图功能。此外,实现了对各个林业站照片的浏览及放大查看,通过单位代码进行智能查询,在系统中一键访问云南省林业厅官网,将调查表数据或统计表数据导出,将行政目录树全部展开、折叠或按名称查询具体林业站信息等功能。系统的功能结构详见图 3 所示。

### 3.2 系统主要功能

#### 3.2.1 形象直观的统计图功能

系统从 17 个基层林业站信息调查表中提取了管理机构、人员学历、年龄结构、设备配置、员工职称、建设投资等情况信息生成了统计图,将巨大的信

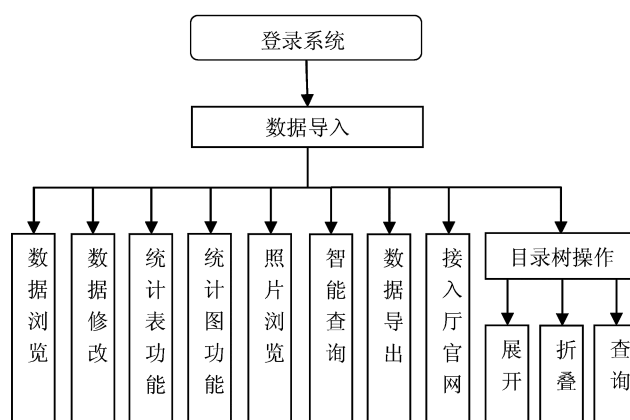


图 3 系统功能结构

Fig. 3 Structure of the system functionality

息流浓缩在图形上表现出来,相比统计表来说更直观,为下一步对林业站的建设投资决策提供有力参考。各州市乡镇林业工作站设施设备配置情况详见图 4 所示。

#### 3.2.2 智能查询功能

系统可以通过代码对调查因子表数据或统计表数据进行查询,如果输入的是省代码,则查询出的是全省的数据信息,如果输入的是州市代码,查询出的是该州市所辖范围内所有林业工作站的信息,若输入的是具体林业站代码,则直接查出该林业站的信

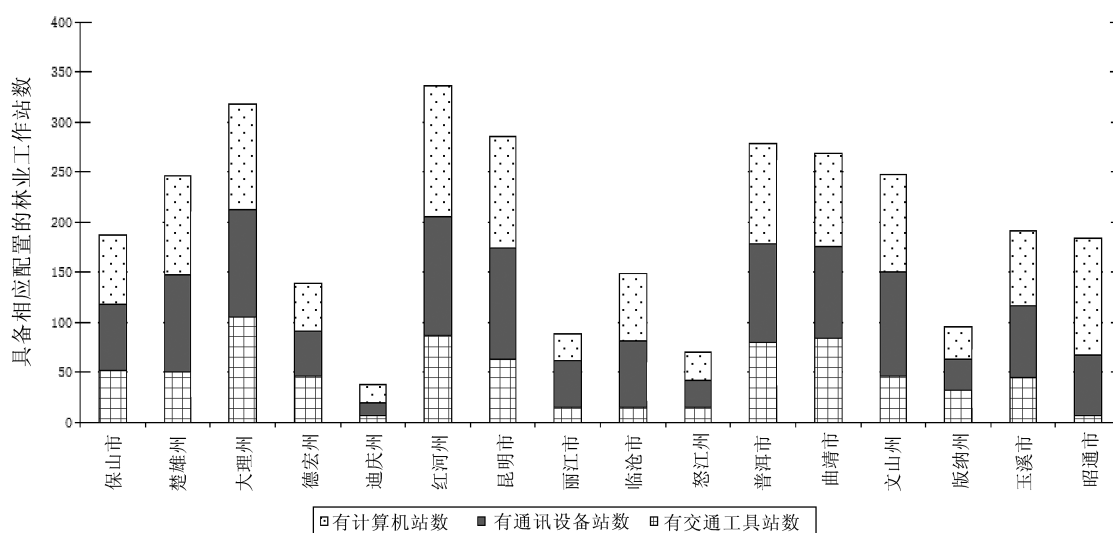


图 4 系统统计功能示例

Fig. 4 Statistic function example of the system

息。查询出的信息会随着代码的变化而变化,如输入“5329”,查询出的是整个大理州所辖林业工作站的基本信息或统计结果,当输入“53290”时,查询出的是单位代码开头是 53290 的所有林业站信息或统计结果。

### 3.2.3 数据导出至电子表格模板

通过传统的数据导出功能语句可以实现将数据导出至电子表格中,但其导出后表头完全跟数据库结构一致,仅有一行表头,无法满足数据使用要求,如果要导出后的数据放到统计表头中,还需要人

工干预,包括将导出后的数据调整表头、字体和格式,这对于 17 个林业站调查信息表和 7 个信息统计表来说,是一个十分巨大的工作量。系统在开发过程中编写了一个数据导出函数 Export To Excel (TableName As String),同时将所有表的表头制作成了在 A3 版面下可以正常打印的电子表格模板,而后通过循环调用该函数将信息表数据导出至各表相应的模板中,这样导出后的数据无需任何调整即可使用,还可以直接进行打印。图 5 为系统数据导出模板示例图。

乡镇林业工作站人员素质及培训情况统计表 (2013)											
统计表3		文化程度情况				专业技术人员			年龄结构情况		
地区	林业站长 长期职工数	大专以上 学历人数	中专学历 人数	高中文化 人数	初中以下 文化人数	高级	中级	初级及 以下	35岁以下	36~50岁	51岁以上

图 5 数据导出模板示例

Fig. 5 Data export model example of the system

### 3.3 系统主界面

通过该系统可以对云南省基层林业工作站信息进行数据浏览、信息智能查询、编辑修改、报表统计、

数据导出、林业站照片浏览与放大等功能,系统的主界面详见图 6 所示。



图 6 系统主界面

Fig. 6 Main interface of the system

## 4 应用效果及结论

随着数据库技术、网络技术、GIS 技术的发展,

利用先进的计算机技术开发不同的管理系统替代传统的纸质资料对数据进行管理是未来信息系统的发

(下转第 89 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.019

## 云南省重点保护野生植物资源调查信息管理系统研建

冷天熙, 年顺龙

(云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

**摘要:**为使云南省第二次重点保护野生植物资源调查数据得到系统科学的管理及应用,在全面分析调查数据管理应用需求基础上,设计开发了一个基于 ASP.NET、B/S 结构和 Microsoft SQL Server 2008 的云南省重点保护野生植物资源调查信息管理系统,系统主要包括用户管理、系统管理、数据录入、数据检查、数据管理、数据查询、数据统计、报表输出等模块,以 ASP.NET 为系统平台,以 Microsoft SQL Server 2008 为数据库后台,采用 B/S 系统架构设计方法,构建起一个科学、高效的云南省重点保护野生植物资源调查信息管理系统。

**关键词:**重点保护野生植物资源;信息管理系统;数据库设计;系统功能;云南省

中图分类号:S757.2;S58;C931.9 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0084-06

## Design and Construction of Yunnan key Protected Wild Plants Resources Information Management System

LENG Tian-xi, NIAN Shun-long

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

**Abstract:** In order to achieve systematic and scientific management and application for Yunnan second key protected wild plant resources survey data, and on the basis of comprehensive survey data analysis for management and application requirements of Yunnan second key protected wild plant resources, investigation information management system of Yunnan key protected wild plant resources has been designed and developed based on ASP.NET, B/S structure and Microsoft SQL Server 2008. The system includes user management, system management, data entry, data checking, data management, data query, data statistics, report output and other functions. In this study, by taking ASP.NET as the system platform, Microsoft SQL Server 2008 as the database background, using B/S system architecture design methodology, a scientific and efficient information management system for investigation of Yunnan key protected wild plant resources was built up.

**Key words:** key protected wild plants resource; information management system; database design; system function; Yunnan Province

野生植物是重要的自然资源和环境要素,对于维持生态平衡和发展经济具有重要作用<sup>[1]</sup>。重点保护野生植物资源调查是《中华人民共和国野生植

物保护条例》明确的一项法定工作,通过资源调查摸清全省主要保护野生植物资源现状,了解野生植物资源的动态变化,为保护和发展野生植物资源提

收稿日期:2014-01-23.

作者简介:冷天熙(1985-),男,云南宣威人,助理工程师。从事林业调查规划工作。



供科学依据,为制定管理政策、实施重点工程、履行国际义务、开展国际交流提供科学依据,并为建立野生植物资源监测评价体系奠定基础。云南是中国植物物种最丰富的省份,高等植物超过 18 000 种,约占全国高等植物的一半左右<sup>[2]</sup>;云南植物物种多样性还有起源古老、中间类群多、地区特有现象显著、特有种狭域现象常见等特征<sup>[3]</sup>。开展云南省重点保护野生植物资源调查具有非常重要的意义。

## 1 问题的提出

云南省第二次重点保护野生植物资源调查涉及全省 16 个州(市)129 个县(市、区),根据国家林业局安排的调查名录,结合云南省野生植物资源情况和保护管理现状,确定调查物种有 54 科 150 种;于 2015 年 6 月前完成调查工作,并调查选定物种的人工培植场所、产品加工企业、野生植物及产品的国际国内贸易情况等数据资料;调查人员涉及云南大学、西南林业大学等 8 个专业调查单位及各州(市)及县(区)林业局相关工作人员。所以,调查工作时间紧迫、地域分散、涉及人员较多且数据量大,而如何对重要的调查数据进行收集、存储、汇总并得到系统科学的管理及应用,成为本项工作必须解决的问题。

随着计算机科学的发展,信息系统作为信息处理和决策的重要手段,被广泛应用于许多学科研究和系统管理中<sup>[4]</sup>;将信息系统引入到野生植物保护的研究和管理中,可使数据得到系统科学的管理及应用。因此,建立云南省重点保护野生植物资源调查信息管理系统是非常必要的。

## 2 需求分析

对调查数据的收集与汇总存在如下问题:①地域分散、范围广;②涉及单位及人员较多;③时间紧迫。采用 B/S 结构作为云南省重点保护野生植物资源调查信息管理系统系统结构可以使上述问题得到很好解决。B/S 体系结构是随着 Internet 技术的兴起,对 C/S 结构的一种变化或者改进的结构,用户工作界面是通过 WWW 浏览器来实现,主要事务逻辑完全在服务器端实现(图 1),用户所录入的数据直接保存在服务器端。在 B/S 模式的计算机应用系统中,应用程序在一定程度上具有集中性的特征<sup>[5]</sup>,因此,不用对全省 129 个县的数据进行逐一收集。B/S 结构可以在任何地方进行操作而不用安装任何专门的软件,只要有一台能上网的电脑就能

使用,客户端不需额外安装软件,系统安装、修改和维护全在服务器端解决,在很大程度上减少了各县工作人员的工作量。用户在线申请用户名和密码,再由系统管理员审核通过就可以使用,可以快速地对所涉及的单位及人员进行管理,系统的扩展非常容易。

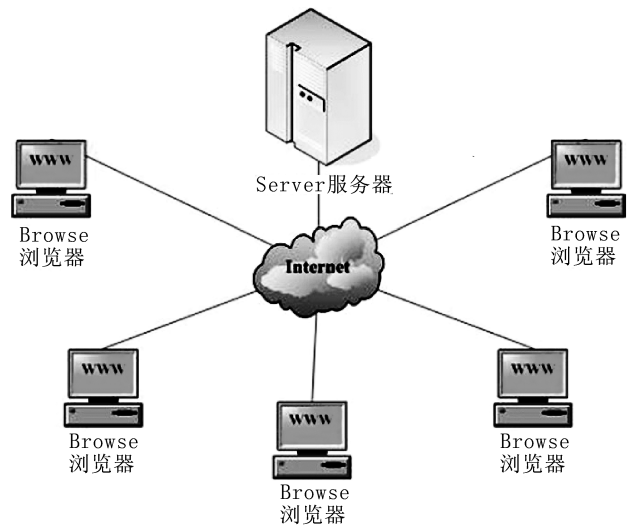


图 1 B/S 体系结构

Fig. 1 B/S Architecture

### 2.1 系统工作流程

通过与相关调查部门及管理部門的认真沟通了解,应用软件工程原理,总结系统工作流程,主要包括用户注册、录入数据、修改数据、统计、输出报表等步骤。系统工作流程如图 2 所示。

### 2.2 系统用户

系统包含县级用户、省级用户、系统管理员 3 类用户。县级用户录入本县调查数据,并可对本县数据进行修改及统计输出;省级用户对全省数据进行查询及统计输出;系统管理员对系统用户、数据库进行管理。系统用户功能如图 3、图 4、图 5 所示。

1) 注册:县级用户、省级用户填写真实信息进行注册。

2) 登录:所有用户可根据自己的用户名和密码进行登录。

3) 录入:县级用户需对调查信息进行 2 次录入,并对 2 次录入的数据进行对比,确保录入数据与调查数据相符,并对数据的逻辑进行检查。

4) 编辑:县级用户可对本人录入的数据进行修改。

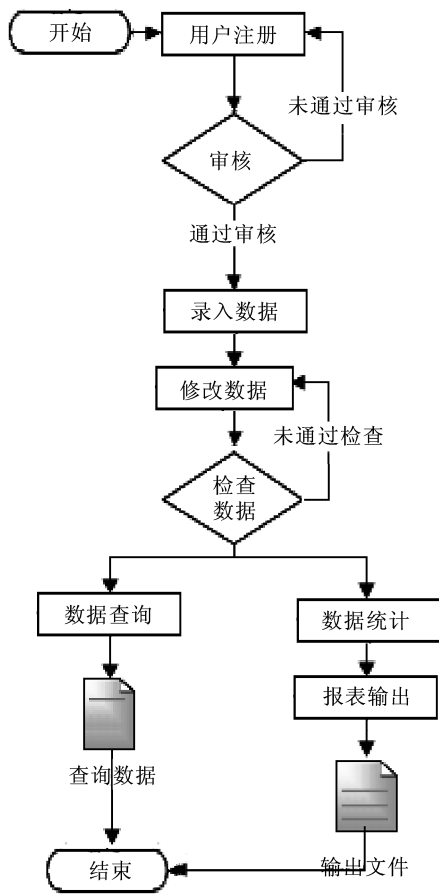


图 2 系统工作流程

Fig. 2 System working process

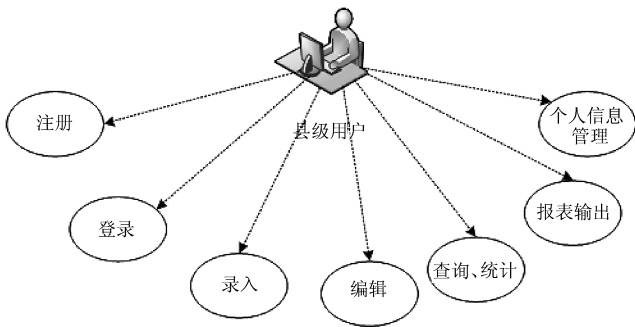


图 3 县级用户功能

Fig. 3 County level user functions

5) 查询统计:县级用户可对本县相关数据进行查询并统计出相应的统计表,省级用户可查询或统计全省或各县的数据。

6) 报表输出:县级用户可对本县统计表进行打印及导出为 Excel 或 pdf 格式,省级用户可对全省或各县数据进行打印及导出。

7) 个人信息管理:县级用户和省级用户可对本

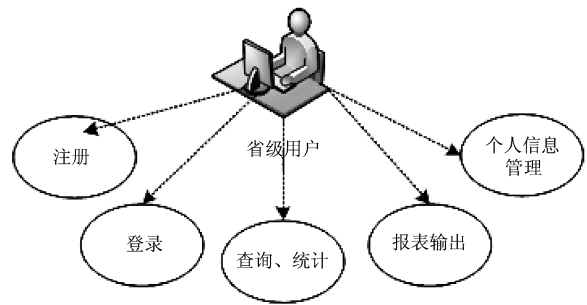


图 4 省级用户功能

Fig. 4 Provincial user function

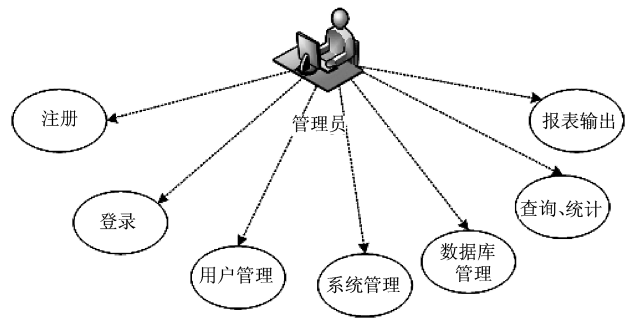


图 5 系统管理员功能

Fig. 5 System administrator functions

人的信息进行管理,系统管理员可对所有用户信息进行管理。

8) 用户管理:系统管理员可对县级用户及省级用户进行审核、注销管理。

9) 系统管理:系统管理员对系统代码进行添加、修改、删除。

10) 数据库管理:系统管理员对数据库进行备份管理。

### 3 系统数据库设计

数据库的核心任务是数据管理。作为信息系统核心和基础的数据库技术得到越来越广泛的应用,从小型单项事务处理系统到大型信息系统,从联机事务处理到联机分析处理,从一般企业管理到计算机辅助设计与制造、计算机集成制造系统、电子政务、电子商务、地理信息系统等,越来越多新的应用领域采用数据库技术来存储和处理信息资源<sup>[6]</sup>。系统采用的数据库平台是 Microsoft SQL Server 2008, Microsoft SQL Server 具有高水准的性能、可用

性和安全性。本系统的数据库中包括用户表、系统代码表、植物资源表、植被类型表、目的物种所处植物群落概况表、目的物种记录表、野生植物人工培植

状况调查表、野生植物人工培植单位调查表、通知表, 并按照数据库设计规范建立各表间关系, 数据库关系如图 6 所示。

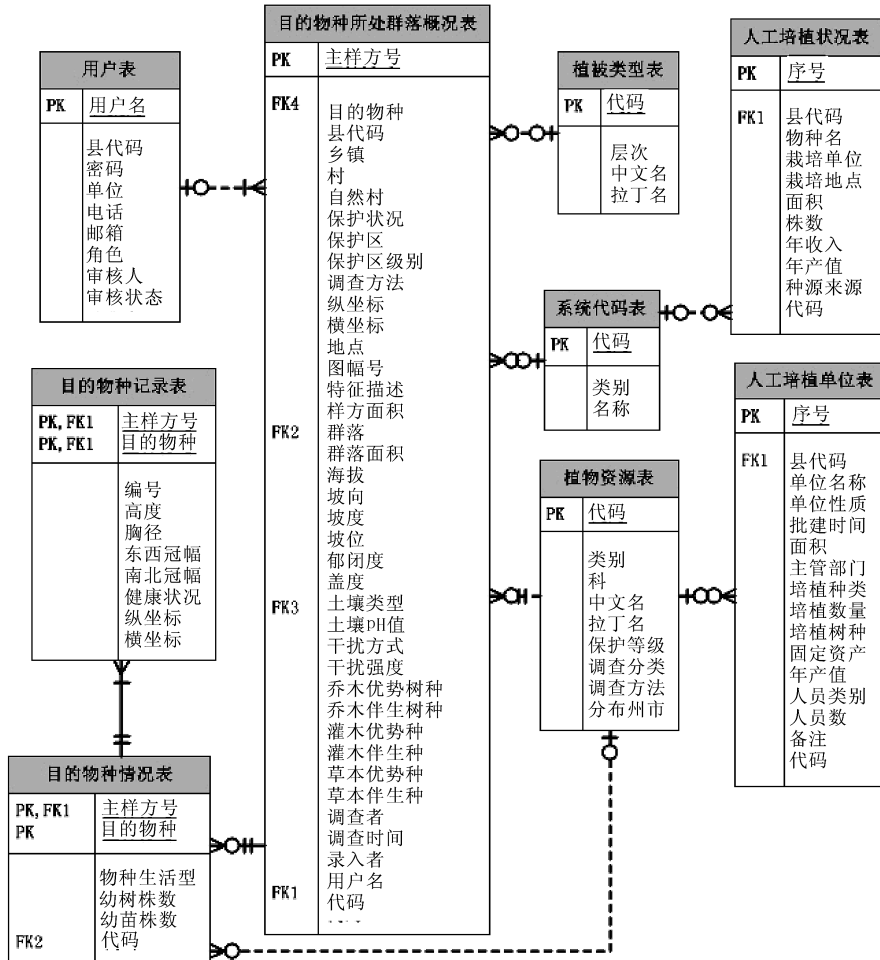


图 6 数据库关系

Fig. 6 Database relationships

1) 用户表: 用户根据角色不同具有不同的权限, 并要求填写真实姓名及所属单位及联系方式, 用户表包括用户名、所属单位、电话号码、电子邮箱及权限等字段。

2) 系统代码表: 包括行政单位、坡向、坡位、干扰方式、干扰强度、土壤类型等具有固定值的调查项目名称及代码。

3) 植物资源表: 包括此次调查涉及的野生植物的中文名、拉丁名、保护等级、调查分类、调查方法、分布州市等字段。

4) 植被类型表: 包括全省植被类型名称及代码。

5) 目的物种所处植物群落概况表: 包括县、乡、村、小地名、样方编号、面积、海拔、坡向、坡位、优势树种、土壤类型等植物群落相关调查信息。

6) 目的物种记录表: 包括目的物种的高度、胸径、冠幅、健康状况、地理坐标等字段。

7) 野生植物人工培植状况调查表: 包括县名、物种名称、栽培单位、地点、面积、株数等字段。

8) 野生植物人工培植单位调查表: 包括县名、单位名称、地理位置、单位性质、面积、人员情况等字段。

9) 通知表: 用于保存所发布通知的内容, 包括发布者、标题、通知内容、发布时间等字段。

### 4 系统功能

系统需对野生植物资源数据进行高效地管理及使用,应用软件工程原理进行分析,本系统包含用户

管理、系统管理、数据录入、数据检查、数据管理、数据查询、数据统计、报表输出 8 个模块,系统结构功能如图 7 所示。

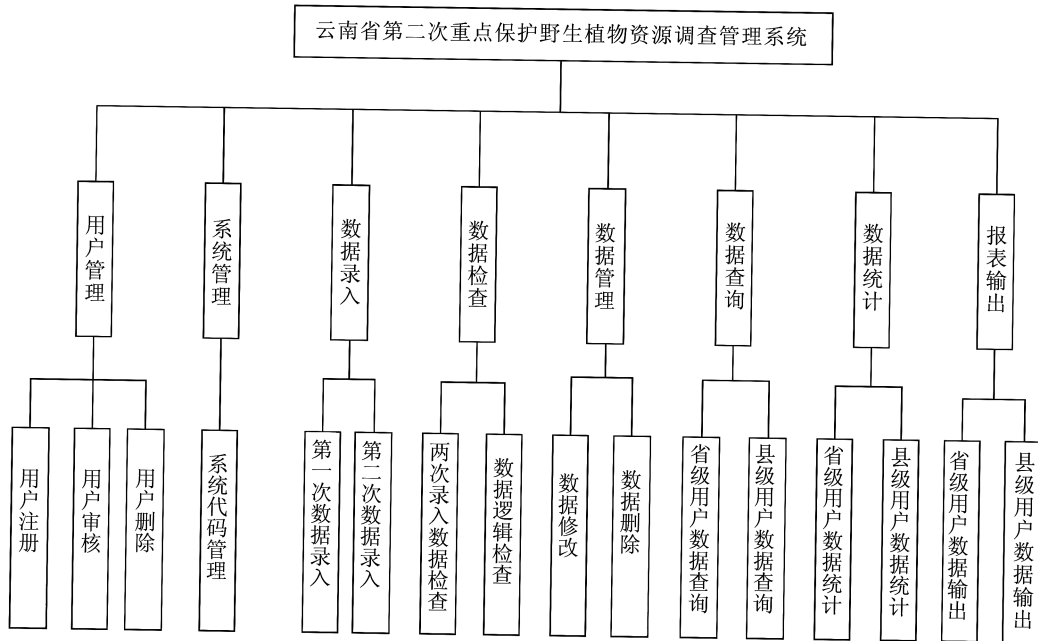


图 7 系统结构功能

Fig. 7 System structure and function

1) 用户管理: 系统管理员需对注册用户进行审核, 通过审核的用户可进行本县的数据录入、查询、管理等操作, 若用户未能通过审核, 需向用户反馈未通过审核的原因。

2) 系统管理: 管理员对行政单位、物种、群落及坡向、坡位等系统代码进行管理和维护, 可方便地实现增加、删除和修改操作。

3) 数据录入: 数据用户对于用户来说是工作量最大的部分, 为了尽量减少用户的工作量, 要求录入界面具有很强的易用性及交互性。在录入的过程中对数据格式进行严格控制, 对于格式有误的需及时反馈给用户便于用户修改; 对于相同的调查数据, 需不同用户录入 2 遍, 确保调查数据与录入数据的一致。

4) 数据检查: 为确保数据的正确, 首先对用户 2 遍录入的数据进行对比检查, 并列出 2 遍数据不一致的字段, 并提供接口方便用户修改数据。对通过 2 遍录入对比检查的数据, 还需进行数据逻辑检查, 对于不符合逻辑的数据对用户进行反馈。

5) 数据管理: 用户根据数据检查反馈或实际需要, 可对数据实现增加、删除和修改操作。

6) 数据查询: 在实际工作中, 数据查询是相关工作人员应用最多的工具, 因用户的计算机操作水平参差不齐, 对于数据查询一般用户可根据系统提示逐步完成查询, 对于计算机操作熟练并对 SQL 语句有所掌握的用户可直接输入 SQL 语句进行快速查询, 完成用户需求。

7) 数据统计: 数据统计模块主要统计此次野生植物资源调查技术方案中所要求统计各县(市区)及所要求的各种统计表及省级统计表, 用户完成数据录入及数据检查后, 点击统计相应表即可统计出相应表。

8) 报表输出: 各统计表统计完成后, 统计表可保存成 PDF 或 Excel 格式或直接打印。

### 5 系统应用情况

系统已经通过前期测试, 当前面临的问题已得



图 8 系统界面

Fig. 8 System interface

到较好地解决,现已投入正常使用。系统界面如图 8 所示。

### 6 结语

云南省重点保护野生植物资源调查信息管理系统建立很好地解决了调查数据收集、存储、汇总等问题,使数据得到系统科学的管理及应用,为有效保护、科学管理、可持续利用云南省重点保护野生植物资源奠定了数据基础。系统在代码编写过程中充分考虑今后应用中可能增加的功能扩展,预留了充分的接口,可方便地对系统进行扩展。

### 参考文献:

[1] 刘瑞丰. 陆地生态系统[M]. 北京:环境出版社,1998.  
 [2] 吴征镒. 云南植物志[M]. 北京:科学出版社,1995.  
 [3] 彭华, 税玉民, 罗小韵,等. 植物王国的物种多样性[J]. 森林与人类, 2007(10): 38-47.  
 [4] 臧淑英, 祖元刚. 森林资源信息提取和制图技术研究[J]. 地理科学, 1999(5): 466-469.  
 [5] 张友生, 徐锋. 系统分析师技术指南[M]. 北京:清华大学出版社,2004.  
 [6] 王珊, 萨师焯. 数据库系统概论[M]. 北京:高等教育出版社,2006.

(上接第 83 页)

展方向<sup>[2]</sup>,新型的计算机管理系统不仅可以节约用纸、环保办公,还可以免去人工处理和统计数据的繁琐,能对数据进行及时有效的更新,提高工作效率。本系统实现了对基层林业工作站信息的快速获取、查询和检索,同时具备自动生成统计图和实现数据导出等功能,而且能够及时持续更新基层林业工作站的信息,为上层林业主管部门建设、发展和科学管理基层林业工作站提供科学依据。

### 参考文献:

[1] 张加宝. 基于 ArcGIS Engine 的大理市苍山森林防火地理信息系统的构建[J]. 林业调查规划, 2013, 38(6): 1-7.  
 [2] 孟繁贵, 张文军, 王玉宝. 吉林省林业工作站计算机管理系统[J]. 吉林林业科技, 2012(4): 63-64.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.020

## 精深加工视野下的云南木本油料产业发展

高志昂, 谢萍

(云南农业大学经济管理学院, 云南 昆明 650201)

**摘要:**介绍云南省木本油料产业加工现状,认为目前存在着加工方法落后,精深加工企业匮乏,产品缺乏创新等问题。藉此提出引进国外先进机器,构建机械化生产加工体系,扶持精深加工企业,打造知名品牌,研发新产品等对策与建议。

**关键词:**木本油料;产业发展;核桃;油茶;油橄榄;精深加工;云南省

中图分类号:S727.32;F416.88 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2014)08-0090-03

## Deep-processing Perspective of Yunnan Woody Oil Plant Industry Development

GAO Zhi-ang, XIE Ping

(School of Economics and Management, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

**Abstract:** The paper introduced the status of woody oil plant processing industry in Yunnan Province, and analyzed present issues such as current processing methods left behind, the lack of deep-processing enterprises, shortage of product innovation. Therefore, countermeasures and suggestions of which foreign advanced machinery introduction, building mechanized production and processing systems, supporting deep-processing enterprises, build brands, developing new products and so on, have been carried out.

**Key words:** woody oil plant; industry development; walnut; tea; olive; deep-processing; Yunnan Province

据云南省林业厅统计,截至 2013 年底,云南省木本油料作物种植面积达 296.7 万  $\text{hm}^2$ ,产量 70 万 t,产值 200 亿元。其中,核桃面积 260.0 万  $\text{hm}^2$ ,产量 64 万 t,产值 192 亿元;油茶 22.0 万  $\text{hm}^2$ ,产量 3.9 万 t,产值 4.5 亿元;澳洲坚果面积 5.3 万  $\text{hm}^2$ ,产量 1.1 万 t,产值 3.5 亿元。核桃和澳洲坚果的面积、产量和产值均居全国之首,油茶居全国第 10 位,云南现已成为全国最大的木本油料基地。在基地建设快速推进和产业效益日益凸显的情况下,产业层次低,深加工不够等问题逐渐进入议程。与发达国

家和其他省份相比,云南发展木本油料的优势在于自然条件优越,土地资源丰富,种植历史悠久以及优良的种质资源。其劣势恰恰就是对木本油料的初级产品加工不足,资源利用不够。根据木桶原理,云南发展木本油料产业必须注重精深加工,补齐短板,争取量和质的统一。

### 1 木本油料精深加工的重要意义

推动木本油料的发展向精深加工方向转变有 2

收稿日期:2014-04-04.

作者简介:高志昂(1991-),男,山东成武人,硕士研究生。研究方向:林业经济、林业碳汇。

通信作者:谢萍(1973-),女,江西玉山人,副教授。研究方向:林业经济、农业经济。

个重要意义:

#### 1) 优化结构, 良性进步

《云南省木本油料产业发展规划》提出, 到2020年, 全省木本油料基地建设规模要达到440万 $\text{hm}^2$ , 其中核桃266.7万 $\text{hm}^2$ 、油茶66.7万 $\text{hm}^2$ 、膏桐40万 $\text{hm}^2$ , 澳洲坚果、油橄榄等其他木本油料66.7万 $\text{hm}^2$ 。至2013年底, 云南省木本油料种植面积达296.7万 $\text{hm}^2$ , 产量70万t, 产值200亿元。其中, 核桃面积260万 $\text{hm}^2$ , 油茶面积22万 $\text{hm}^2$ ; 澳洲坚果面积5.3万 $\text{hm}^2$ 。这就要求减缓核桃等木本油料的发展规模和速度, 通过精深加工推动木本油料产业效益和质量的提升。

#### 2) 促进技术, 理念革新

精深加工技术不能仅仅依靠固有的生产设备和经营理念来实现, 大量的实用技术需要通过从国内、国外引入。与外界交流, 获得先进的生产设备和加工工艺, 同时与其他地方的木本油料生产地区和加工企业交流, 通过对比, 找出云南省存在的不足, 更新理念, 寻找更广阔的发展空间。

## 2 木本油料产业加工现状

云南省已认定木本油料企业共65户, 其中核桃种植、加工经营50户, 油茶种植、加工经营11户, 坚果种植、加工经营4户。核桃种植、经营加工中的云南汇智源食品有限公司、云南摩尔农庄生物科技开发有限公司、大理州怀宝经贸有限责任公司、大姚广益发展有限公司、大姚亿利丰农产品有限公司、昆明信威食品有限公司、坚果种植经营加工的云南迪思企业集团坚果有限公司等是该产业中的代表企业。核桃产品主要有核桃果、核桃仁、核桃粉、核桃油、核桃饮料、核桃壳工艺品6大系列20多种产品, 年加工产值超过25亿元。油茶产品主要有纯茶子油、调和油等系列产品, 年加工产值超过1亿元。澳洲坚果主要产品为壳果、果仁、果油等系列产品。但是, 与云南省庞大的生产能力相比, 在精深加工上情况堪忧, 加工企业的匮乏、分布的不均衡以及加工能力的不足, 使得目前云南省木本油料产业仍处于以出售原料和初加工产品为主的初级阶段, 产品结构单一, 档次较低, 没有大的知名品牌, 加工增值有限, 制约了产业链的延伸。

## 3 木本油料产业加工存在的问题

### 3.1 加工方法落后

以核桃为例, 目前云南省对核桃的处理过程如

下: 第一步, 打核桃。核桃成熟的时候, 一般情况下是采取摇核桃树以及用木棍打核桃的方式收获核桃的。这种做法既损坏核桃树, 又会把生核桃也打落。第二步, 剥青皮。剥离核桃青果皮大多数采用的方法是传统手工用刀具剥削方式加工。传统手工加工方法存在劳动强度大, 加工时间长, 工作效率低, 加工成本高, 坚果外观品相差, 核桃仁质量率不高, 影响核桃商品等级及经济效益, 对加工者的双手伤害较大, 存在安全隐患因素。第三步, 烘烤。云南用于核桃烘烤的大、中、小各式烤炉(房)多达3万余座, 其中大多数技术落后、热效率低、操作极为费工费力, 是高耗能、高污染、高排放“三高”问题明显的旧式传统烤炉。每到核桃烘烤季节, 这些烤炉都在昼夜不停地进行着排污。此外, 还有众多分散的农户以烧柴、烧煤等方式直接进行熏烤, 对自然环境的破坏也不容忽视。第四步, 剥核桃仁。采取的剥核桃仁方法是传统的手工剥或者借助于简单的挤压机器, 不但破碎率高, 而且生产力低, 工人劳动强度大。

### 3.2 精深加工企业匮乏

截至2013年底, 云南省木本油料种植面积达296.7万 $\text{hm}^2$ , 产量70万t。与此相对应的却是云南木本油料已认证的加工企业65户。除了核桃加工企业相对较多以外, 其余的油茶、澳洲坚果、油橄榄等木本油料加工企业屈指可数, 存在着严重的“粥多僧少”的现象。其中, 橄榄油加工企业仅有1家, 云南绿原实业发展有限公司是全省唯一一家拥有油橄榄加工厂的企业, 加工的橄榄油属于庄园油, 由于数量较少, 主要采用预订制度, 产品基本上不会在市场上销售。全省只有永仁县有一套榨油设备, 产品种类也比较单一, 整体带动力弱, 加工的油橄榄产品远远不能满足市场的需求, 导致市面上销售的橄榄油品牌多以欧丽薇兰等省外或国外品牌为主, 本土油橄榄产品罕见。设备先进、加工技术雄厚的木本油料企业的缺乏是云南省木本油料产品占领国内和国际市场的一大阻碍。

### 3.3 产品缺乏创新

对于木本油料的开发利用相对较晚, 以及本土木本油料加工企业能力不足, 使得云南省在新产品的开发方面渐显乏力。近年来, 核桃壳、核桃蛋白、核桃仁等的综合多肽开发利用已成为研究和产品开发的重点, 并取得阶段性成果, 核桃加工业取得了一定的进步, 但目前销售仍以带壳核桃和核桃仁为主。油茶产品主要有纯茶籽油、调和油等系列产品, 澳洲坚果主要产品为壳果、果仁、果油等系列产品。创新

性产品欠缺,自主开发产品势头微弱。油橄榄产品主要是橄榄油,尽管人们对橄榄油的需求持续增长,但由于油橄榄种植加工规模偏小,云南市场上仍鲜有本地油橄榄产品销售。综上所述,云南木本油料产业产品开发不足,科学的产业链不健全,致使产品附加值较低,制约着木本油料产业的健康发展。

## 4 精深加工视野下的云南木本油料产业发展

### 4.1 引进国外先进机器,构建机械化生产加工体系

依靠现代化机器,推广成体系的管理、加工机制是解决核桃、澳洲坚果、油茶、油橄榄等云南重要的木本油料在机械加工这一薄弱环节的重要手段。目前,云南还没有对以核桃为代表的木本油料实现加工的完全机械化。与此同时,美国在核桃加工上已经实现了采收、脱青皮、清洗、烘干、脱壳等工序的机械化。采收用机械振荡器和机械收果机;通过电子色差分离机挑选品质不好的核桃;用干燥箱进行干燥;用机械破壳机将核桃壳压碎进行破壳取仁;通过提升机和运送机等系统进行包装;运用电子色差分离机和激光分类机对核桃仁分类定级等。从长远的角度出发,云南相关科研机构 and 实力雄厚的企业应该尝试引进成体系的加工设备,以缩短加工周期,提升产品价值,增强自身竞争力。先进机器的引入以及科学的加工体系的建立,将使云南木本油料的加工更上一层楼,逐渐接近世界水平,为木本油料产品开创国内、国际市场创造现实条件。

### 4.2 扶持木本油料产品精深加工企业,打造知名品牌

对于木本油料产品加工企业的扶持,主要从 2 个方面考虑。①资金奖励。过去对于云南本土的木本油料加工企业主要采取资金补助的形式来扶持,但是效果不佳,因为那样不但会让企业产生惰性,不能发挥补助的实际作用,还可能使得部分企业在竞争日益激烈的国际国内市场上失去竞争力,缺乏补充新鲜血液的动力。而资金奖励恰恰可以弥补这一点。资金奖励给予更新了生产设备、开发了新产品等取得成效的企业,这样间接促进了相关企业间的良性竞争。②产品研发扶持。企业专注于生产,固然实践出真知,但在木本油料相关的机器制造、产品研发上科研机构才真正具有话语权。应投入专项资金为科研机构研发提供适宜条件,鼓励相关企业和科研机构联合创建科研平台,实践与理论相结合,集成创新,创建名牌产品,打造知名品牌。

### 4.3 针对核桃油的易氧化以及茶油、橄榄油的抗氧化性,研发调和油

由于核桃油中不饱和脂肪酸含量较高,在加工贮存过程中容易氧化,产生过氧化物进而降解成挥发性醛、酮、酸等复杂混合物,伴有难闻气味,因此核桃油的抗氧化就显得尤为重要。油茶籽中含有丰富的天然抗氧化成分,橄榄油中含有角鲨烯、胡萝卜素、生育酚等抗氧化成分,茶油和橄榄油恰恰具有抗氧化性。通过科学配比,研发核桃油与茶油、橄榄油的调和油是一种双赢的做法。调和油是根据使用需要,将 2 种以上经精炼的油脂(香味油除外)按比例调配制成的食用油。调和油的发展前景良好,它将成为消费者喜爱的油品之一。而山茶调和油、橄榄调和油是高端调和油,更会受到人们的青睐。

### 4.4 注重核桃蛋白的分离纯化和核桃壳的多重利用,提升附加值

作为云南最主要的木本油料——核桃的综合开发利用深度和广度均未达到发展要求,还是局限于原料的初级制作,产品附加值低。需要采取措施解决这一问题。

#### 4.4.1 注重对核桃蛋白的提取

核桃除含有营养价值极高的油脂外,还含有 14%~17% 的优质蛋白质,其可消化率达 87.2%,核桃生物价达 98.77%。核桃蛋白中 18 种氨基酸种类齐全,且人体所需的 8 种必需氨基酸含量合理。对人体生理作用有重要功能的谷氨酸、天冬氨酸和精氨酸含量均较高。所以说核桃蛋白是一种很好的蛋白资源。

#### 4.4.2 充分利用核桃壳

核桃加工中,大量的核桃壳被丢弃或焚毁,造成严重的资源浪费。核桃壳经过处理,可以制备活性炭,也可处理高浓度印染废水,还可以作为金属的清洗和抛光材料。核桃蛋白和核桃壳价值将渐渐被人们所认知,值得对两者进行深入研究。

### 4.5 加大对核桃粉等作为咖啡伴侣的研究,研发新产品

咖啡伴侣近年来多受到人们的诟病,主要原因在于其含有氢化植物油,在人工催化加氢之后,植物油中的天然不饱和脂肪酸大部分变成了饱和脂肪酸,而且其中所含的不饱和脂肪酸还可能失去天然的顺式结构,产生不自然的“反式脂肪酸”。营养学界确信,反式脂肪酸比饱和脂肪酸更危险,因为饱和脂肪酸仅仅升高血脂,却并不降低有益的高密度脂

(下转第 97 页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.021

## 云南省园林苗木产业发展对策及发展模式探讨

魏园<sup>1</sup>, 文明<sup>2</sup>, 朱鸿铭<sup>3</sup>

(1. 西南林业大学园林学院, 云南 昆明 650224; 2. 云南森林自然中心, 云南 昆明 650224;  
3. 云南省观赏苗木协会, 云南 昆明 650224)

**摘要:**介绍云南园林苗木产业发展现状、优势,从土地资源、气候条件、土壤养分、技术力量等方面分析了苗木生产的土地成本高,生长周期长,质量不高等问题,藉此,提出资源保护、异地发展、调整产业市场方向等对策,并提出“云苗北上”的产业发展模式。

**关键词:**园林苗木;产业发展;异地发展;市场方向;云苗北上;产业发展模式;云南省

中图分类号:S723.13;F416.88 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2014)08-0093-05

### Development Measures and Pattern of Yunnan Ornamental Nursery Stock Industry

WEI Yuan<sup>1</sup>, WEN Ming<sup>2</sup>, ZHU Hong-ming<sup>3</sup>

(1. College of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Yunnan Forest Nature Center, Kunming 650224, China; 3. Yunnan Ornamental Nursery Associations, Kunming 650224, China)

**Abstract:** This paper introduces the development status of Yunnan ornamental nursery stock industry, and analyzes existing issues of high land costs, long growth cycle and low quality from aspects of advantages, land resources, climate conditions, soil nutrients, and technology force and so on. Whereby, put forward some countermeasures such as preserving the resources, off-site development, adjusting industrial market direction, besides, an innovative pattern for development is carried out, which named “Yunnan nursery stocks travel to northern regions”.

**Key words:** ornamental nursery; industrial development; off-site development; market direction; Yunnan nursery seedling travel to northern regions; industrial development pattern; Yunnan Province.

园林植物是城市环境建设不可缺少的重要材料,是园林绿化领域重要的基础环节。它既可以新、特、奇、优提高园林施工企业的社会地位和经济效益,也可独立形成产业,分担园林施工企业的市场风险和拓展经营渠道。同时,在农村土地多种经营和经济增收,提供农村人员就业岗位等方面具有重要促进作用。

### 1 园林苗木产业的基本现状

20 世纪 80 年代以前,云南园林苗木繁育工作仅限于省市科研院所、政府绿化部门和林业系统。80 年代中期开始,以“99 昆明世博会”为契机,大量省外苗木陆续进入云南市场,以低价、规模化为切入点,占据云南苗木市场,并不断扩大,对满足云南多年来的城市绿化建设用苗发挥了巨大的作用。时至

收稿日期:2014-04-14.

作者简介:魏园(1989-),女,城市规划学在读硕士研究生。主要研究方向为风景园林规划设计等。

今日,这种以贩运经营为主的方式,仍然是云南苗木产业的基本局面。但顶着“植物王国”的光环,却不能发展苗木产业,也让省内有关部门和人士纠结。

多年来,政府扶持倡导、专业人士奔走呼吁、企业前仆后继,虽有几波发展的浪潮,但起起落落,仍然是 70% 以上依赖省外苗木,以致云南城市绿化建设树种单一,特色不鲜明。苗木生产自给都难以实现,那谈得上苗木产业的发展,眼看“云花”震荡全国的气势,“云苗”何等寒碜尴尬。究其原因,由于土地资源、气候条件等基础性环节导致生产成本低、生产周期长,是其主要根源。

## 2 园林苗木产业发展的优势

云南位于青藏高原东南缘,全省地势为西北高东南低,水平气候由南到北,从北热带、南亚热带过渡到中亚热带,垂直带由低到高则从热带、亚热带、暖温带过渡到寒温带。丰富的地质特征造就了气候多带性,也形成了植物的多样性,具有多种气候带园林植物种质资源。种子植物约有 17 000 种,约占全国的 57%,其中花卉和观赏植物资源约有 7 000 种,观赏价值较高的有 1 500 余种,全年均有植物花期,被称为全球生物多样性最丰富、最集中的地区之一,其中的蓝色花植物、常色叶植物和春色叶植物资源也是世界集中地之一。种质资源类型多、适应性强,是云南苗木产业发展的基础优势。

作为花卉和园艺植物的主要起源中心之一,云南的野生植物资源吸引了全世界的关注,无论在 16~17 世纪,还是现代,云南的植物资源都是外界窥视的宝藏,西方园艺界认为“没有云花,不成花园”。西方人士疯狂盗取中国植物资源的历史事件很多都发生在云南,仅美国植物学家约瑟夫·洛克于 1923 年几个月内就从云南大理、丽江等地收集了 60 000 件植物标本、1 600 件鸟类标本和 60 件哺乳动物标本。

## 3 园林苗木产业发展的基础性环节比较

### 3.1 土地资源对比

比较云南、周边省份及我国园林苗木主产区的土地资源可以发现,云南由于地处云贵高原,山地较多,导致土地资源紧缺,适宜用作苗圃的耕地面积少;再加上云南工业产业等不发达,农业一直是广大农村赖以生存的基本渠道,加之诸如花卉、蔬菜、水果、香料、油料植物等短期见效的种植类型多,这直

接造成了土地租金昂贵,在十省份对比中,名列前茅。而其他省份因耕地宽广、高收入的工业产业和加工业经济发达,对农业种植经济的依赖小,因而出现土地闲置的低租金等现象(表 1)。

表 1 云南与其他主要产苗地区耕地面积及土地租金比较

Tab. 1 Arable land area and land rents comparison between Yunnan and other major seedlings producing regions

省份	全省总面积 /hm <sup>2</sup>	耕地面积 /km <sup>2</sup>	所占比例 /%	土地租金 /(元·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
贵州	176000	44875	25.5	18000~27000
云南	383300	60724	15.8	22500~30000
广西	230000	36740	15.9	12000~18000
四川	481400	59500	12.4	15000~27000
广东	180000	33465	18.6	12000~18000
浙江	102000	19175	18.8	9000~15000
湖北	185900	46634	25.1	4500~12000
湖南	211800	37890	17.9	6000~12000
安徽	139700	57282	41.0	4500~9000
江西	167000	28267	16.9	3000~7500

注:本资料数据参考 2010 年相关资料统计。

### 3.2 主要气候条件对比

#### 3.2.1 积温对比

一定温度范围内,只有当气温积累到一定程度时,植物才能完成生长周期。植物的生长离不开温度,积温是体现一个地区植物生长速度的主要指标之一,3~8 月为植物生长发育的重要阶段。云南虽然地处热带、亚热带,但年温差变幅不大。从表 2 可以看出,10 个城市相比,昆明的生物有效积温最低,导致植物生长相较缓慢,也就是说,培养相同的成苗,在昆明需要的时间更长。

表 2 昆明与其他主要城市 3~8 月积温比较

Tab. 2 Accumulated temperature comparison between Kunming and other major cities from March to August.

城市	积温 /°C	城市	积温 /°C
广州	4717.6	杭州	3853.9
南昌	4330.7	成都	3851.5
重庆	4240.0	长沙	3710.0
武汉	4234.7	贵阳	3380.2
合肥	4084.5	昆明	3308.4

注:本资料数据参考 2010 年以前当地 30 a 平均积温。

### 3.2.2 降雨量对比

水是植物体存活和生长的必要因子,土壤水分和空气湿度对植物生长相当重要。由表 3 可知,云南干湿季明显,植物生长最旺盛的 3~8 月,昆明降雨量明显低于其他主要城市,导致空气干热、湿度低,得苗率低,苗木长势缓慢,浇水环节成本较高,相比较那些产苗大省的“天浇”苗木,自然是低成本下的低产出。

表 3 昆明与其他主要城市 3~8 月平均月降雨量比较

Tab. 3 Average monthly rainfall comparison between Kunming and other major cities from March to August. mm

地区	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	合计
广州	84.7	201.2	283.7	276.2	232.5	227.0	1305.3
南昌	175.6	223.8	243.8	306.7	144.0	128.9	1222.8
武汉	95.0	131.1	164.2	225.0	190.3	111.7	917.3
长沙	128.5	207.2	178.5	202.4	93.0	107.0	916.6
贵阳	32.8	87.6	164.6	225.2	177.0	126.8	814.0
重庆	36.2	104.6	151.7	171.2	175.4	134.4	773.5
合肥	77.8	78.9	94.9	155.2	161.8	189.6	758.2
昆明	19.6	23.5	97.4	180.9	202.2	204.0	727.6
成都	20.5	46.6	87.1	106.8	230.5	223.7	715.2

注:本资料数据参考 2010 年以前当地 30 a 平均积温。

### 3.3 其他对比

#### 3.3.1 土壤养分及结构对比

土壤肥力是影响植物生长的重要因素之一。云南土壤分布从南到北为砖红壤、赤红壤、红壤依次更替,普遍存在质地偏砂、养分含量较低、结构水稳性差等情况,而湖南、湖北、江西一带多为冲积土,其有机质含量高,适宜植物生长。

此外,云南土壤的砂性结构造成苗木土球容易松散,难运输,移植成活率低,为保护土球而需要大量采用的容器育苗也导致成本加大。

#### 3.3.2 技术人员对比

云南虽然依赖农业种植经济,但农耕技术相对落后,大范围脱离刀耕火种的时代尚不久远。通过比较一些可查资料可知,云南从事苗木行业的人数相对较少,特别是熟练的育苗技术工人就更少,这直接导致不敢涉足生疏苗木品种的开发、苗木品质低、苗木管理环节的保存率低等问题。

综上所述可以看出,云南园林产业发展虽然具备种源丰富、气候条件多样的优势,但作为产业发展,存在土地资源、土地租金、积温、降雨量、土壤养

表 4 云南全省与其他主要产苗基地及相邻各省苗木产业的从业人数对比

Tab. 4 Number comparison of practitioners in seedling nursery industry between Yunnan and other major seedlings producing regions and the neighboring provinces 万人

省份	从业人数	省份	从业人数
江西	25	四川	14
广西	24	浙江	12
广东	21	湖北	10
安徽	20	贵州	4
湖南	17.2	云南	4

注:本资料数据参考 2010 年相关报道统计。

分及结构、技术人员方面的短板或限制性因素,成为云南苗木产业发展难以克服的障碍:①土地资源及分布特点造成难以形成规模化生产;②土地租金成为苗木成本加大的根本原因;③积温、降雨量和土壤养分不足导致云南苗木培养的生产周期约是广东、浙江等地的 3 倍以上;④土壤结构和技术人员不足导致苗木质量难以提高。苗木生产是一个众所周知的长期项目,需要稳定的土地使用、长久的耐心和资金投入,但现实中,相关部门和官员、企业及技术人员急于求成、缺乏耐心却普遍存在形成云南苗木产业的现状,表面汹涌起伏,实则进步不大,甚至边滚边退,还有漩涡陷阱。

## 4 云南园林苗木产业发展对策

### 4.1 资源保护迫在眉睫

物种多样性是云南的优势,苗木产业的发展也必须利用这一优势进行,只有做到“人无我有”才是出路。国外列强掠夺云南植物的历史一去不复返了,但省外豪强利用云南的种源,每年都大量直接或间接到云南来进行采种,不断开发新品种的事件并没有停歇。尖叶木樨榄、红花山玉兰、云南拟单性木兰等的规模化生产、南棕北引、倾销云南市场,都是省外苗木生产企业的杰作,云南正在和谐安详中逐渐丧失资源优势。因而,加强地方采种立法及监管、保护种质资源、加强自主知识产权苗木的申报等工作已迫在眉睫。要让云南省的资源尽可能由自己来进行最先开发和推广,特别是那些我国中北部稀缺的资源。只有这样,才能与老牌苗木生产大省进行不对称竞争;你具有规模,我拥有特色;没法比成本、技术,但可以比种类、比特色。也只有这样,“云苗”产业才能在豪强中后起而立、存身发展。

## 4.2 异地发展

改革开放下,国外各类公司发挥技术和品牌优势,把我国当成“世界加工厂”,成功发展了他们的产业,占领了我们的市场,这种跨国公司的异地生产经营战略,非常值得我们借鉴。近现代外国国内的豪强利用云南植物资源成功发展他们的产业经验告诉我们,云南的苗木资源适应性可覆盖北至欧洲大部,南至南美地区,更不要说是我国中北部了。省外很多地方土地资源多、地势平坦、租金低、雨热充沛、技术工人多等优势,正好与我们的种质资源优势进行优势叠加、短板弥补。在云南进行采种采穗,到异地发展生产,是加快苗木生长速度、缩短产业生产周期、提高苗木存活率和降低育苗成本的可取思路。通过异地发展生产培育,既可以就地销售获利,也可以返运本省使用,有利于产业做大做强。

## 4.3 调整产业市场方向

产业的发展离不开市场,相比较全国来说,云南是一个不发达省份,城市绿化建设引起的苗木市场兴旺是不争的事实,但云南省毕竟在人口、城市经济总量、城镇化程度等方面造成苗木的内部市场容量有限也是可以预见的。云南繁多的植物资源,对全国乃至世界来说都是一种魅力。云南苗木的产业市场定位不能仅盯住省内市场,要结合异地发展的策略,不但走出去发展自己的产业,而且要主动去挤占外面的市场。用耐寒的常绿阔叶植物、山茶和高山杜鹃等常绿花木、秋冬季花木、亚热带风光植物、蓝色花植物、常色叶植物、春色叶植物、珍稀植物和常绿湿地植物等去打动省外、甚至国外市场,才是云南省苗木产业发展的长远之策,与省外同行企业形成良性互补和竞争,你以规模占领我的市场,我以新特奇品种加上外部的生产条件优势挤占你的市场,用宽广的市场支撑“云苗”产业的持续发展。

## 4.4 其他对策

### 4.4.1 加强苗木的文化包装

在花木领域,较为重视花木的商品名包装,例如发财树、幸运草等,使普通的植物身价倍增,市场大火。而在园林苗木方面,这种成功的经验没有得到重视。云南作为一个民族文化极为丰富,被视为“秘境”的天堂,可以借鉴这种成功经验,最大化发挥园林文化艺术的内涵与外延,加强苗木的文化包装,既有利于苗木市场推广,也能丰富园林建设产品的文化底蕴。

### 4.4.2 加强经纪人队伍建设

老牌的苗木生产大省,都活跃着一批苗木经纪

人,为买家和卖家提供信息渠道,并提高产业经营效益,这是非常值得借鉴的。要发展云南苗木产业,建设一支旨在推广云南苗木的经纪人队伍极为必要,通过他们,能准确地判断生产的方向和规模,避免盲目发展和流通不畅。

### 4.4.3 加强苗木产业扶持的力度、持久度和推广度

苗木产业发展不是一个低投入、短期见效的项目。在云南发展园林苗木产业的发展过程中,政府职能部门或科研院所也确实投入了一些扶持资金,但许多不切实际的迫切心情,3~5年的指令性扶持时间,使过去很多扶持项目存在资金不充足、买苗挖苗充数量等问题,甚至“样板做个样、实则农家乐和招待所”。加大、校正扶持资金的力度、周期、方向极为重要。

许多老牌苗木大省在苗木产业的销售端,政府的推广发挥了巨大的作用。结合我国行政工作的特点,在城市绿化建设中,政府的指导性文件或口令,对苗木的采购使用具有很明显的推导作用,能保障大批量苗木的市场份额。事实上我们也耳闻目睹了一些在省外即将变为柴禾的苗木在我省起死回生、身价倍增的鲜活案例。因此,地方政府、专业职能部门也应该强化地方产业的保护和培植意识,大力推广本地苗木。

此外,也要加强苗圃地稳定使用的保护立法,让产业单位在长期稳定的土地上敢于投入、放心投入。还要拓宽苗木产业的银行贷款渠道和加大政府贴息贷款力度、强化特色苗木研发的扶持力度和科技人才的培养等。生产企业要避免规模小、品种全的经营模式,走大而专的路子。

### 4.4.4 避免炒作、品种珍稀化

正常的广告推广是产业发展的必须,但炒作往往是有害和短命的。云南省兰花和茶花产业都坐过这样的过山车,少数人赚了,很多人套住了,产业停滞了。云南苗木产业的发展要以平和的、长久的、正常利润的观点去推广和发展。

在苗木品种方面,要改变过度走珍稀濒危的路子。珍稀濒危植物之所以珍稀濒危,很多还是适应能力差、繁育困难、长势较慢等自身原因造成的。盲目的发展只会增加生产难度和成本,毕竟,产业和科研式的珍稀濒危树种拯救工作是有区别的,前者更多需要追求经济效益。

## 5 “云苗北上”产业发展模式的探讨

### 5.1 “云苗北上”的概念

“云苗北上”就是利用云南省丰富多样、新特奇

的植物种质资源优势,避开土地资源紧张、长势缓慢、成本高的生产环境,在省外寻找低廉、适宜且具有市场辐射潜力的地方,把云南园林苗木产业链加以分解,根据城市园林用苗的标准,进行省内选种和采种采穗、省外培育的生产模式,生产产品同时兼顾省内外市场的产业发展模式。

### 5.2 “云苗北上”产业发展模式的设想

云南苗木产业发展要结合国家城镇化发展的战略布局,积极主动瞄准省内外乃至国外市场,发挥云南“植物王国”和“世界种质资源基因库”优势,以科学可靠、经济有效、具有前瞻性的思路和模式进行发展。根据省内植物多样性特点和省外适宜生产环境条件,并结合市场潜力,可以采用的发展模式:①以香格里拉、丽江、怒江、昭通为采种采穗核心,建设河南、河北等繁育生产基地,发展可辐射我国黄河以北乃至欧洲、北美等国外市场的寒带、寒温带观赏植物产业链;②以昆明、大理、楚雄、曲靖为采种采穗核心,建设湖北、安徽等繁育生产基地,发展可辐射我国中部乃至全球温带地区市场的温带观赏植物产业链;③以玉溪、普洱、临沧、保山、文山为采种采穗核

心,建设湖南、江西等繁育生产基地,发展可辐射我国中南部和东部沿海地区乃至全球亚热带地区市场的亚热带观赏植物产业链;④以景洪、德宏、红河为采种采穗核心,建设广东、广西等繁育生产基地,发展可辐射我国南部和东南沿海地区乃至东南亚市场的热带观赏植物产业链。

## 6 结语

云南省的苗木产业是有优势的,但不是产业发展的全部优势;也是可以大有作为的,但局限在本省的发展已经证明是难以成型壮大的。应该按产业链的基本结构和规律进行分析,研究资源、生产和市场的各个环节问题,找准症结并加以科学化、有效化地解决,以太极组合拳的方式应付省外老牌产业的直拳冲击。那些盲目自大于资源优势、忽视基础环节和成本分析,缺乏科学合理的产业发展策略,无疑会一而再、再而三地错失园林苗木产业发展的良机。愿“云苗”象“云花”一样腾飞!

(上接第92页)

蛋白胆固醇。而核桃粉作为咖啡伴侣可以免去人工加氢这一过程,其本身不是氢化植物油。同时,核桃粉味道独特,加以适当的配料,有望取代现有的咖啡伴侣。核桃粉就不再单单是核桃粉,经过加工,成为一种新产品,能够创造出新的价值。

### 参考文献:

- [1] 杜鹏. 云南省发展木本油料产业优势和存在的问题[J]. 内蒙古林业调查设计, 2012, 35(1): 108-111.
- [2] 陈海云, 宁德鲁. 核桃综合加工利用现状及展望[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(5): 2890-2892.
- [3] 徐德兵, 陈福, 张林涛, 等. 云南高原山地油茶产业发展现状及趋势[J]. 陕西林业科技, 2013(1): 61-63.
- [4] 宁德鲁, 陆斌, 杜春花. 云南省油橄榄产业发展现状、问题及对策[J]. 经济林研究, 2010(9): 146-149.
- [5] 陆斌, 宁德鲁. 美国核桃产业发展综述及其借鉴[J]. 林业调查规划, 2011, 36(3): 98-105.
- [6] 李萍, 卢健明. 核桃的加工利用[J]. 农产品加工, 2012(10): 14-15.
- [7] 李娅, 韩长志. 云南省核桃产业发展现状及对策分析[J]. 经济林研究, 2012, 30(4): 162-167.
- [8] 马婷, 朗南军, 杨素琼, 等. 云南省核桃资源现状及研究进展[J]. 内蒙古林业调查设计, 2012, 35(1): 101-104.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.022

## 昆明市海口林场 3 种桉树低温冻害调查与造林前景分析

王亚婷<sup>1</sup>, 李子光<sup>1</sup>, 何银忠<sup>1</sup>, 严毅<sup>1</sup>, 张夸云<sup>1</sup>, 王有兵<sup>1</sup>, 铁筱睿<sup>1</sup>, 罗建中<sup>2</sup>, 周庆宏<sup>1</sup>

(1. 昆明市海口林场, 云南 昆明 650114; 2. 国家桉树研究开发中心, 广东 湛江 524022)

**摘要:**对海口林场桉树基地 2013 年 5 月种植的亮果桉、蓝桉和直杆桉进行冻害调查与对比分析。结果表明,亮果桉受冻程度较轻,冻害指数相对较低,直杆桉与蓝桉受冻程度比较严重,冻害指数均大于 60。经树高、地径和冻害级别的相关性分析,亮果桉、蓝桉和直杆桉均呈现极显著负相关,随着树高与地径的增加,桉树冻害级别降低。亮果桉较耐低温,在以后的造林中可以作为主要造林树种。

**关键词:**桉树;冻害;抗冻能力;引种;海口林场

中图分类号:S792.39;S761.3;S725 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0098-03

## Investigation on Freeze Injury and Afforestation Prospect Analysis of Three Eucalyptuses in Haikou Forest Farm

WANG Ya-ting<sup>1</sup>, LI Zi-guang<sup>1</sup>, HE Yin-zhong<sup>1</sup>, YAN Yi<sup>1</sup>, ZHANG Kua-yun<sup>1</sup>, WANG You-bing<sup>1</sup>,  
TIE Xiao-rui<sup>1</sup>, LUO Jian-zhong<sup>2</sup>, ZHOU Qing-hong<sup>1</sup>

(1. Haikou Forest Farm, Kunming 650114, China; 2. China Eucalypt Research Center, Zhanjiang, Guangdong 524022, China)

**Abstract:** Freeze injury investigation and comparison analysis of *E. nitens*, *E. maideni* and *E. globulus* planted in May 2013 in Haikou Forest Farm, have carried out. The result showed the freeze damage degree of *E. nitens* was slight and freeze injury index was relatively lower; but the freeze damage degree of *E. maideni* and *E. globulus* were severe and freeze injury index was over 60. Through the correlation analysis of tree height, ground diameter and freeze injury level of *E. nitens*, *E. maideni* and *E. globulus*, the correlation was significantly presented negative. With the increase of tree height and ground diameter, the freeze level of eucalyptus was decrease. *E. nitens* was considered as low temperature resistant tree species, and could be used as a main tree species in forestation.

**Key words:** eucalyptus; freeze injury; antifreeze ability; introduction; Haikou Forest Farm

桉树(*Eucalyptus*)是桃金娘科(Myrtaceae)杯果木属(*Angophora* Cav.)、伞房属(*Corymbia* K. d. Hill & L. A. S. Johnson)和桉属(*Eucalyptus* L, Herit)树种的统称<sup>[1]</sup>,属热带地区植物,喜湿、怕冷,生长快,

周期短,一般 5~8 a 可采伐利用,是世界著名的三大速生树种之一,具有较高的经济效益<sup>[2]</sup>。

桉树原产于澳大利亚,全世界桉树有 800 多个品种,其中仅有 5 种分布于澳大利亚以外的国家<sup>[3]</sup>,

收稿日期:2014-05-12.

基金项目:南方国家桉树种质资源库建设项目。

作者简介:王亚婷(1987-),女,助理工程师。研究方向:果树栽培与分子生物学。Email:769581236@qq.com

通信作者:周庆宏(1970-),男,高级工程师。主要从事农业种植及森林保护研究。Email:zqh7043@sina.com

随后有 90 多个国家对桉树进行引种实验,目前桉树栽植面积约占世界人工林面积的 1/3<sup>[4]</sup>。云南于 1896 年引种蓝桉于昆明,至 2005 年云南先后引种保存桉树达 100 多种<sup>[5]</sup>,并在桉树的适生性与经营方案方面做了许多研究<sup>[6-8]</sup>。昆明市海口林场于 1986 年从澳大利亚引进 27 个桉树品种 33 个种源开展桉树引种实验,并于前期对其进行追踪调查,对其适应性及种源园艺观赏价值等方面进行研究<sup>[9-10]</sup>。

海口林场地处昆明市西郊,位于东经 102°28'~102°38'、北纬 24°43'~24°56',气候温和、四季如春、雨量适中、干湿季明显,属暖温带气候。年均温为 14.5℃,最热月均温 19.7℃,最冷月均温 7.5℃。年均降水量 1 035 mm,相对湿度 74%。近年来,极端气候条件,如极端低温对林木根系的吸收、输导和叶的蒸腾、光合作用以及植株的生长等造成破坏,进而严重影响林木的正常生长<sup>[11-12]</sup>。2013 年 12 月,因受西南暖湿气流影响,昆明出现了 10 年一遇的大范围低温和雨雪天气。经统计,12 月昆明累计降雨为 28 mm,是多年平均雨量的 2 倍。2013 年 12 月昆明平均气温为 7.6℃,比 2008 年同期低 1.3℃。据统计,昆明 2013 年 12 月共有 7 天 0℃以下的气温(在 -2℃左右),最低温出现在 12 月 19 日,达 -3.6℃(历史极端温度为 -7.8℃,出现于 1983 年 12 月 29 日)<sup>[13]</sup>。极端低温气候过后,“南方国家桉树种质资源库建设项目-海口林场建设点”2013 年新种植的桉树幼苗遭到严重的危害,该项目苗期及幼林阶段适生性与抗寒还未做研究。本研究针对 2013 年新种植的幼苗进行冻害调查,以期为该项目的下一步引种及灾后补救打下基础,同时挑选出适应本地区且具有较强抗寒性的优良品种,为以后造林提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地概况

桉树基地位于昆明市海口林场山冲林区背阴山阳面,地处东经 102°38'、北纬 24°56',海拔 1 900~2 000 m,坡度 10°~20°,土层厚 1 m 左右,山地红壤,年均温 14.6℃,极端低、高温为 -7.8℃ 和 31.5℃,霜期 138 d 左右,年降雨量 909.7mm,干湿季节明显,5~10 月雨季降雨量占全年雨量的 80%;旱季为 11 月至翌年 4 月。

### 1.2 调查对象及方法

调查对象为亮果桉、直杆桉和蓝桉 1 a 生幼林

(2013 年 5 月种植,3 m×2 m 株行距),每个树种调查 5 个家系,每个家系调查 50 株,设置 3 个重复,主要测量地径与冻害级别,冻害级别评价标准按照国标,并结合实际情况设定(表 1)。

表 1 冻害级别划分

Tab. 1 Freezing level division

级别	冻害症状
0	植株正常,未受冻害
I	仅个别大叶受害,受害叶局部萎缩呈浅褐色
II	有半数叶片受害,受害叶局部或大部萎缩、焦枯,但心叶正常
III	全部叶片大部受害,受害叶局部或大部萎缩、焦枯,植株基部仍能够萌发
IV	地上部分大部分冻枯,趋向死亡

### 1.3 数据统计与分析

$$\text{冻害指数} = \frac{1 \times S_1 + 2 \times S_2 + 3 \times S_3 + 4 \times S_4}{4 \times \text{调查总株数}} \times 100\%$$

式中: $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$  为表现 1~4 级冻害的桉树株数。数据统计与分析采用 DPS 5.0 软件<sup>[14]</sup>;冻害严重度划分标准:>60 为特重度冻害;60~51 为重度冻害;50~21 为中度冻害;20~1 为轻度冻害;0 为无冻害<sup>[15]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 亮果桉、蓝桉和直杆桉各家系受冻情况分析

经抽样调查,冻害情况如表 2。

表 2 亮果桉、蓝桉和直杆桉家系冻害情况

Tab. 2 Freezing situation of *E. nitens*, *E. maideni* and

*E. globulus*

家系代号	冻害级别	冻害指数	冻害程度	家系号	冻害级别	冻害指数	冻害程度
NT1	0~2	42.8	中度	GL134	2~4	93.3	特重度
NT2	0~3	34.4	中度	GL146	2~4	96.7	特重度
NT3	0~3	42.7	中度	MD18	2~4	95.6	特重度
NT4	1~4	44.4	中度	MD35	3~4	92.9	特重度
NT5	0~3	36.4	中度	MD73	3~4	90.5	特重度
GL104	3~4	98	特重度	MD72	3~4	81.9	特重度
GL124	3~4	96.7	特重度	MD89	3~4	90.8	特重度
GL129	1~4	86.7	特重度				

从表 2 可以看出,亮果桉受到中度冻害,直杆桉与蓝桉受到特重度冻害。亮果桉受害等级在 0~4 级,冻害指数 33~45;蓝桉受害等级在 1~4 级,冻害指数 86~98;直杆桉受害等级在 2~4 级,冻害指数 81~96。同一树种不同家系间受害程度差别不大。3 个树种相比,亮果桉抗冻能力较强。

### 2.2 亮果桉、蓝桉和直杆桉冻害指数分析

利用 DPS 软件,通过 LSD 法对 3 种桉树的冻害指数进行方差分析,结果见表 3。

表 3 亮果桉、蓝桉和直杆桉冻害指数方差分析  
Tab. 3 Freezing index multiple comparisons of *E. nitens*,  
*E. maideni* and *E. globulus*

品种编号	冻害指数平均数	5%显著水平	1%极显著水平
MD	90.34	a	A
GL	94.28	a	A
NT	40.14	b	B

由表 3 可知,直杆桉与蓝桉冻害指数在 0.05 与 0.01 显著水平差异不显著,而亮果桉与直杆桉和蓝桉在 0.05 与 0.01 显著水平差异极显著,再一次证明亮果桉具有很强的抗冻能力。

### 2.3 亮果桉、蓝桉和直杆桉树高、地径与冻害级别的相关性分析

利用 DPS 软件对亮果桉、蓝桉和直杆桉的树高、地径及其冻害级别进行了相关性分析,结果见表 4。

表 4 3 种桉树树高、地径与冻害级别的相关系数  
Tab. 4 Freezing level correlation coefficient of 3 kinds of  
eucalyptus tree height and diameter

指标	亮果桉	蓝桉	直杆桉
R(树高-冻害级别)	-0.677**	-0.843**	-0.718**
R(地径-冻害级别)	-0.462**	-0.733**	-0.730**

注:“\*”和“\*\*”表示 0.05 和 0.01 显著性水平。

由表 4 可知,3 种桉树的树高、地径与冻害级别的相关性有较大的差别,亮果桉、蓝桉和直杆桉三者相关性呈现为极显著负相关关系,随着树高的增加,冻害级别会明显降低。

## 3 结论与讨论

据报道,桉树的耐寒性在不同品种间具有较大

差异,此外桉树的耐寒性随着桉树高度及地径的增加而降低。研究表明:2013 年昆明地区的持续低温对南方国家桉树种质资源库里的桉树产生了重要影响,不同品种间桉树的受冻程度差异很大,其中亮果桉具有较强的抗冻能力,蓝桉与直杆桉受冻比较严重;冻害级别与 3 种桉树的树高、胸径均呈极显著负相关。随着亮果桉、蓝桉与直杆桉林龄的增加,树高、胸径生长,抗冻害能力明显增强。

桉树是一种速生树种,具有生长快、材质好、蓄积量高、用途广、周期短、经济效益好等特性,是一种很好的造林树种。云南省林业科学研究院在开展桉树种源筛选试验时,筛选出亮果桉澳大利亚 12401、13281、14449、16636、16750 种源,4 a 生树高 7.1~8.5 m,胸径 8.9~10 cm,蓄积量 54.77~76.85 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,蓄积量比对照直杆桉大 19%~78%<sup>[16]</sup>。而本试验在低温冻害方面证明亮果桉具有很强的抗冻能力,因此,在以后的造林中亮果桉具有很大的发展前景。

据统计,目前世界各国都加大了对森林资源的保护力度,“南方国家桉树种质资源库实施项目”的建设,使我国桉树种质资源得到进一步丰富和保存,为我国桉树育种提供了有利条件。2013 年的冻害带来损失的同时,也提供了更多经验:在以后的桉树引种中应注意遵循适地适树的原则,尽力选择抗冻树种,并做好相应的防冻措施和灾后补救措施<sup>[17]</sup>,将损失降到最低。

### 参考文献:

[1] Hill KD, Johnson L AS. Systematic studies in the Eucalypts-7. A revision of the bloodwoods, genus *Corymbia* (*Myrtaceae*) [J]. *Telopea*, 1995, 6(2-3):185-504.  
 [2] 卢新瑛. 2011 年初春持续低温对邓恩桉生长的影响 [J]. *亚热带农业研究*, 2011, 7(2):100-104.  
 [3] 王豁然. 桉树生物学概论 [M]. 北京:科学出版社, 2010.  
 [4] 祁述雄. 中国桉树(第二版) [M]. 北京:中国林业出版社, 2002.  
 [5] 张荣贵,李思广,蒋云东. 云南桉树引种历史、发展现状及展望 [J]. *桉树科技*, 2007, 24(2):18-23.  
 [6] 廖观荣,林书蓉,李淑仪,等. 雷州半岛桉树人工林地力退化的成因与防治措施 [J]. *土壤与环境*, 2002, 11(3):268-273.  
 [7] 高集美. 浅析桉树人工林生态问题与经营对策 [J]. *福建林业科技*, 2009, 36(2):195-197.

(下转第 105 页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.023

## “大姚三台核桃”良种采穗圃营建技术研究

施庭有<sup>1</sup>, 白永顺<sup>1</sup>, 董静<sup>2</sup>

(1. 楚雄州林业科学研究所, 云南 楚雄 675000; 2. 大姚县林业局, 云南 大姚 675400)

**摘要:**在“大姚三台核桃”的集中分布区开展选优调查, 择优选出 50 株优良采穗母树, 分别采集接穗嫁接 1 a 生的实生苗, 按 3 种不同密度定植, 营建了 1.33 hm<sup>2</sup> 采穗圃试验区, 进行不同密度的苗木成活、生长、修剪以及嫁接对比等相关试验。结果表明, 营建专业采穗圃应采用高密度定植; 修剪可有效地刺激树体生长, 促进分枝; 采穗圃采集的接穗与母树采集的接穗的嫁接成活率相近, 采穗圃采集的接穗用于生产可行。

**关键词:**采穗圃; 营建技术; 接穗; 嫁接; 成活率; 三台核桃

中图分类号: S792.13; S723 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0101-05

## Cutting Orchard Constructing Techniques of *Juglans sigillata*

SHI Ting-you<sup>1</sup>, BAI Yong-shun<sup>1</sup>, DONG Jing<sup>2</sup>

(1. Chuxiong Institute of Forestry Science, Chuxiong, Yunnan 675000, China;. 2. Forestry Bureau of Dayao County, Dayao, Yunnan 675400, China)

**Abstract:** In order to carry out the comparison test of seedling survive rate, growth, pruning and grafting of *Juglans sigillata* under different planting density, a cutting orchard of 1.33hm<sup>2</sup> has been constructed by selecting 50 excellent scion mother trees from centralized distribution area, grafted with 1a seedlings under three kinds of different density planting, The results showed that professional cutting orchard construction should be adopted high-density setting; pruning could effectively stimulate tree growth, and promote branching; Scion grafting survival rate was close between cutting orchard and mother trees collection.

**Key words:** cutting orchard; construction technology; scion; grafting; survival; *Juglans sigillata*

大姚三台核桃(*Juglans sigillata* Dode)是我国著名的核桃无性系品种,也是云南省主要推广的优良品种之一,1979年在山西召开的全国核桃优良品种鉴评会上被评为全国优良品种;1983年在北京“全国出口商品生产基地专项建设成果展览会”上展出,被国家外经贸部评为出口优质产品并授予荣誉证书;2009年3月由云南省林木品种审定委员会正式认定为优良品种。其中心分布区位于楚雄州大姚

县三台乡,迄今已有 300 多年的栽培历史。经过长期的人工栽培驯化和选育,形成了独具特色的品质,树体生长快、寿命长、产量高、品质稳定,其果具有壳厚薄适中、仁白、出仁率高、食味香、营养丰富、耐保存等优良特性。但是,在长期的生产中,因无固定的采穗母树和专业的采穗圃,接穗的采集呈自由状态,只要是泡核桃树的穗条就采来嫁接,导致品种混杂,良莠不齐,坚果大小不一,遗传品质下降。为此,楚

收稿日期:2014-04-11.

作者简介:施庭有(1962-),男,云南姚安人,高级工程师。从事营造林和林业科研推广工作。

雄州林业科学研究所与大姚县林业局从 2005 年开始联合开展了“三台核桃选优及良种繁育技术研究”,其目的就是通过优良采穗母树的选择(以下简称选优),探索营建三台核桃采穗圃的技术环节,掌握生长规律,为营建核桃良种采穗圃积累经验,促进核桃产业的健康发展。

## 1 技术路线和方法

根据“大姚三台核桃”(以下简称三台核桃)种质资源的分布,以大姚县三台乡为中心向周边辐射选择 50 个选优点,每个点分别调查 5 株立地条件相同、树龄相同(20~50 a)、生长健壮、丰产、品质优、无病虫害的三台核桃树,通过实地调查并开展表型测定,从中择优选出一株为优良采穗母树(以下简称优树),共计 50 株(编号为 SHYS1-50)。通过采集优树的接穗嫁接实生苗营建三台核桃良种采穗圃。

## 2 优树选择

### 2.1 选优的标准

- 1) 品质纯正:品种必须是三台核桃。
- 2) 生长健壮: 树体高大、枝叶茂盛、树龄 20~50 a。
- 3) 丰产性好: 单株产果量高、产量稳定。
- 4) 抗逆性强: 无病虫害危害。

### 2.2 选优的方法

#### 2.2.1 选优的步骤

根据三台核桃种质资源的分布情况,以大姚县三台乡为中心,分别在三台、铁锁、三岔河、桂花 4 个乡镇开展选优调查,设置了 50 个选优点,按选优的标准,在每个选优点选择立地条件相同、树龄相同的 5 株核桃树进行调查测定,经综合评定选出一株为优树。

#### 2.2.2 选优点的调查

- 1) 地形地势: 用 GPS 实地测定海拔和地理坐标,目测调查坡度、坡向、坡位。
- 2) 立地条件: 调查地类、土壤类型、土层厚度(观察周围的自然剖面)。
- 3) 植株调查: 分别测定树高、地径、枝下高、冠幅、单株产果量、有无病虫害等。

#### 2.2.3 优树测定

在选优点调查的基础上确定优树,再详细调查测定优树的生长环境、立地因子和表型指标(树高、

地径、枝下高、冠幅、单株产果量、病虫害等),当年的优树产果量实行单打单收,并从每株优树采收的果实中抽取 1 kg 作为样品,再从中抽取 10 个样果实测三径、壳厚、出仁率等指标。每株优树拍摄数码照片 3~5 张,统一制作优树标识牌进行挂牌保护,建立三台核桃优树的电子档案。

### 2.3 结果及数据分析

按照以上选优的方法和步骤,于 2005 年 8 月 25 日至 9 月 10 日完成了选优的外业调查,选出三台核桃优树 50 株,其中三台 20 株,铁锁、三岔河和桂花各 10 株。按树龄分,20~29 a 的 1 株,30~39 a 的 23 株,40~50 a 的 26 株。于 2005 年 11 月完成了 50 株优树样果的采集,并进行内业测定。其主要性状指标统计分析见表 1 所示。

表 1 优树主要性状指标  
Tab. 1 Main Characters index of plus trees

指标	优树株数/株	平均值	极差	标准差	标准误	变异系数/%	
树高/m	50	14.10	19.80	3.61	0.51	25.6	
地径/cm	50	84.40	224.50	53.53	7.57	63.4	
冠幅/m	50	15.80	17.00	3.05	0.43	19.3	
纵径/cm	50	3.97	0.59	0.126	0.018	3.2	
果型	侧径/cm	50	3.04	0.41	0.105	0.015	3.5
	横径/cm	50	3.40	0.45	0.105	0.015	3.1
壳厚/mm	50	1.05	0.50	0.096	0.014	9.1	
出仁率/%	50	50.60	11.50	2.62	0.371	5.2	
单株产果量/kg	50	79.90	160.80	43.35	6.13	54.3	

从表 1 的统计分析数据可以看出,在反映树体的几个指标(树高、地径、冠幅、单株产果量)上变异系数较大,而反映果实的几个指标(果型、壳厚、出仁率)变异系数较小(小于 10%),说明选出的 50 株优树品质一致,差异性不大,达到了选优的目的。

## 3 采穗圃小区试验

### 3.1 小区试验设计

根据采穗圃营建目的,小区试验主要设计了密度试验。在大姚县金碧镇林业站基地选择了 1.33 hm<sup>2</sup> 山坡地作为试验区,通过人工整地,将山坡地全部改成台地。分别设计了 1 m×1 m(高密度)、2 m×2 m(中密度)、3 m×3 m(低密度)3 种密度,分别区

划定植 0.27 hm<sup>2</sup>、0.4 hm<sup>2</sup>、0.67 hm<sup>2</sup> 3 种面积;在同一个密度区内又划分出 50 个小区,将 50 株优树接穗嫁接的苗木依次定植到小区内。

### 3.2 采穗圃定植

#### 3.2.1 接穗采集

于 2006 年 1 月 5~15 日分别采集 50 株优树的接穗,采穗时选择健壮、髓心较小、芽体饱满、无病虫害的 1 a 生发育枝、徒长枝或果枝,接穗长 25cm 左右、有 2 个以上的饱满芽。采后按优树编号分别包装、分别蜡封保存待嫁接用,共采集蜡封接穗 2 438 条。

#### 3.2.2 嫁接

于 2006 年 2 月 10~18 日嫁接。采取即嫁接即定植的方法,嫁接的砧木选用 1~2 a 生、地径 1 cm 以上的实生苗。嫁接采用枝接的方式,包扎后用 50 × 10<sup>-6</sup> 的 ABT 生根粉液浸泡根部 2 h 后定植。

#### 3.2.3 定植

整地规格按 1 m × 1 m (高密度)沿台地垂直方向开挖 40 cm × 40 cm 种植沟,2 m × 2 m (中密度)、3 m × 3 m (低密度)挖 60 cm × 60 cm × 60 cm 的种植穴,每个种植点施农家肥 30 kg,回填表土至高于地表 5 cm,定植后再环施 0.3 kg 核桃专用复合肥作为底肥(按每 40 kg 核桃专用复合肥均匀拌入硼沙 800 g、敌克松 200 g),并用土覆盖。

#### 3.2.4 盖膜

定植后浇足定根水,覆盖地膜。

### 3.3 采穗圃管理

#### 3.3.1 抹芽、解膜

及时将接穗以下的萌芽抹去,于 6 月以后适时解除包扎接穗的薄膜。

#### 3.3.2 水肥管理

定植后至雨季前(2~5 月),根据圃地墒情,每隔 10~15 d 灌一次水;雨季后中耕除草 2 次,施追肥一次(核桃专用复合肥 0.2 kg/株);从第二年起,灌水的间隔时间可以到 20 d;中耕除草 2 次,追肥的次数增加到 2 次(6 月、8 月各一次),施肥量 0.3~0.5 kg/株。

#### 3.3.3 修剪

定植当年的 12 月下旬至次年 1 月,保留 2~3 个饱满芽,剪去枝梢,用白油漆涂封;以后每年 12 月至翌年 1 月全面修剪一次,剪下的枝条有一个以上饱满芽的就可蜡封作为接穗。

#### 3.3.4 病虫害防治

每年 4 月、7 月用多菌灵喷施一次作为预防,如发生病虫害,根据情况采取相应的防治措施。

#### 3.3.5 补植

当年定植死亡的和因接穗不够而缺塘的,次年用同一家系的接穗嫁接、补植。

### 3.4 成活及生长情况调查分析

#### 3.4.1 成活情况

分别于 2006 年 7 月、8 月、9 月的上旬和 10 月中旬进行了成活情况调查,调查结果如表 2 所示。

表 2 苗木成活情况调查  
Tab. 2 Seedling survival rate

密度类型	定植株数 /株	7 月		8 月		9 月		10 月	
		成活株数 /株	成活率 /%	成活株数 /株	成活率 /%	成活株数 /株	成活率 /%	成活株数 /株	成活率 /%
高密度(1 m × 1 m)	1371	1155	84.2	1111	81.0	1082	78.9	1047	76.4
中密度(2 m × 2 m)	564	452	80.1	447	79.3	441	78.2	373	66.1
低密度(3 m × 3 m)	514	422	82.1	405	78.8	404	78.6	373	72.6

从表 2 可以看出,不同密度的成活率差异不大,7 月调查的平均成活率为 82.9%,8 月为 80.2%,9 月为 78.7%,到 10 月中旬调查成活率为 73.2%,也就是说,从 7 月到 10 月成活率有小幅下降,10 月下旬后基本停止生长,成活情况也基本稳定,达到 70% 以上的成活率是符合客观实际的。

#### 3.4.2 生长情况

定植后从每个小区内确定 3 株(用红油漆标记)作为固定样株,分别于 2006 年 7 月、8 月、9 月的上旬和 10 月中旬进行了当年的生长情况调查,调查结果如表 3 所示。

从表 3 可以看出,7~8 月雨热同季,生长旺盛,

表 3 苗木生长情况调查  
Tab. 3 Seedling growth survey

密度类型	项目	7月	8月	9月	10月	生长率/%
高密度 (1 m×1 m)	调查株数/株	144	144	142	142	
	平均地径/cm	2.2	2.5	2.7	2.8	27.3
	平均树高/m	0.61	0.78	0.81	0.81	32.8
	平均主梢长/m	0.39	0.46	0.48	0.50	28.20
中密度 (2 m×2 m)	调查株数/株	134	134	128	120	
	平均地径/cm	2.1	2.5	2.6	2.6	23.8
	平均树高/m	0.60	0.73	0.76	0.78	30.0
	平均主梢长/m	0.37	0.42	0.44	0.44	18.90
低密度 (3 m×3 m)	调查株数/株	130	129	128	119	
	平均地径/cm	2.2	2.6	2.6	2.7	22.7
	平均树高/m	0.71	0.80	0.81	0.83	16.9
	平均主梢长/m	0.47	0.51	0.52	0.53	12.80

不同密度的地径、树高和主梢的月生长量明显高,8月后的月生长量明显减缓,这是共性;不同的是,7~10月的生长率表明,地径、树高和主梢的生长率呈现出高密度>中密度>低密度;从绝对值看,当年10月的地径、树高、主梢生长差异不大。

3.4.3 修剪试验

根据采穗圃的经营目的,于2007年1月进行了修剪,同时留了一部分未修剪作为对比,经2007年10月从每个密度类型中分别抽取15株进行生长情况调查,修剪与未修剪幼树生长情况见表4。

表 4 修剪与未修剪幼树生长情况对比  
Tab. 4 Trimmed and untrimmed saplings growth situation

密度类型	高密度 (1 m×1 m)	中密度 (2 m×2 m)	低密度 (3 m×3 m)	
调查样株数/株	15	15	15	
修剪	平均地径/cm	3.3	2.7	2.7
	平均树高/m	1.04	1.09	1.03
	平均分枝/条	2.1	2.8	1.9
未修剪	平均地径/cm	2.6	2.3	2.3
	平均树高/m	1.08	0.87	0.86
	平均分枝/条	1.7	1.8	1.1

从表4可以看出,通过修剪,有效地促进了分枝,分枝率平均提高了48%,为提高产穗量奠定了基础;修剪后明显地刺激了树体生长,径生长平均提

高了21%。

3.5 接穗采集情况调查分析

采穗圃试验区自2006年2月定植,2007年1月第一次修剪,大多数枝条木质化程度低(髓心大),只有少量的枝条可以做接穗。2008年1月第二次修剪、2009年2月第三次修剪,此时大多数枝条均可做为接穗,产穗量逐年明显提高。修剪的接穗长25cm左右,每条接穗有3个以上的饱满芽(表5)。

表 5 产穗量调查  
Tab. 5 Spike production surveys

采穗时间	密度类型	调查样株数/株	产穗量/条	平均单株产穗/条	单株产穗最高/条	每公顷产穗/条
2008年 1月	高密度 (1 m×1 m)	30	209	7.0	14	70035
	中密度 (2 m×2 m)	30	180	6.0	13	15030
	低密度 (3 m×3 m)	30	194	6.5	14	7215
2009年 2月	高密度 (1 m×1 m)	30	432	14.4	30	144075
	中密度 (2 m×2 m)	30	354	11.8	25	29565
	低密度 (3 m×3 m)	30	382	12.7	24	883600

从表5可以看出,采穗圃定植后第二年即可采穗,不同密度的单株产穗量差异不大;第三年的产穗量成倍增长,但不同密度的单株产穗量差异不大,而每公顷产穗量因密度的不同差异很大。据此,作为专业的采穗圃应采取高密度定植。

3.6 采穗圃接穗嫁接试验与分析

为了检验采穗圃采集的接穗在生产上的应用,课题组于2008年2~3月将采穗圃采集的接穗与母树上采集的接穗分别进行苗木嫁接和幼树高枝嫁接试验。2个地点都由同一个嫁接师傅嫁接,嫁接方法均采用枝接。于2008年9月下旬分别调查成活情况,调查结果如表6所示。

从表6可以看出,通过2种嫁接方式的试验,采穗圃采集的接穗比母树采集的接穗嫁接成活率偏低,但差异不大,且均达到70%以上的成活率,说明采穗圃采集的接穗和母树采集的接穗同样可以用于嫁接。

4 结论与讨论

1) 通过“表型测定、比较筛选、好中选优”的技

表6 苗木嫁接与幼树高枝嫁接成活情况对比

Tab. 6 Contrast of grafted seedlings and saplings high branches grafted

试验内容	时间	地点	接穗来源	嫁接/株	成活/株	成活率/%
苗木嫁接	2008年 2月	县林业局	采穗圃	80	67	83.8
		梁家山基地	母树	80	70	87.5
高枝嫁接	2008年 3月	赵家店乡	采穗圃	80	58	72.5
		团塘村	母树	100	88	88.0

术路线选择优良采穗母树,实现了优良品种的提纯扶壮,为营建良种采穗圃奠定了坚实基础。

2)通过不同密度对比试验表明,营建专业采穗圃应采用高密度定植,找到了核桃良种采穗圃快速繁育的路径和方法。

3)通过修剪对比试验表明,修剪可有效地刺激树体生长,促进分枝,为提高产穗量奠定了基础。

4)接穗嫁接对比试验表明,采穗圃采集的接穗和母树采集的接穗的嫁接成活率相近,为今后采穗

圃采集的接穗用于生产提供了依据。

5)本试验的主要技术实用、可操作性强,易于推广。

通过4年的试验研究,掌握了三台核桃采穗圃营建的技术要领,为营建其他核桃优良品种采穗圃提供了技术支持,其主要技术已经在生产上推广应用,极大地推进了楚雄州的林木良种建设,填补了核桃良种繁育的空白,对核桃产业的健康发展将产生积极的作用。

### 参考文献:

- [1] 沈熙环. 林木育种学[M]. 北京:中国林业出版社,1990.
- [2] 杨源. 云南核桃[M]. 昆明:云南科技出版社,2001.
- [3] 武少平. 泡核桃嫁接苗与铁核桃嫁接苗的鉴别技术研究[J]. 林业调查规划,2013,38(2):31-33.
- [4] 龚发萍,陆文斌,黄佳聪,等. 保山5个泡核桃品种幼树的抗冻害能力研究[J]. 林业调查规划,2013,38(5):67-69.
- [5] 潘辉,黄石德,张金文,等. 试论福建省桉树人工林的生态问题及其对策[J]. 中国生态农业学报,2009,17(3):605-609.
- [6] 董静曦,段永智,华秀,等. 澳大利亚桉树在昆明海口林场引种初步研究[J]. 西南林学院学报,1995,15(4):17-25.
- [7] 董静曦,吴赤卫. 27种引种桉树的园艺观赏价值[J]. 云南林业科技,2003(4):39-41.
- [8] 纪成据. 1999年福建遭受极端低温冻害丛生竹调查分析[J]. 福建林学院学报,2002,22(3):278-282.
- [9] 曾麟祥. 福建百年、五十年一遇两次极端低温对树木冻害的研究[J]. 中国生态农业学报,2002,10(2):10-14.
- [10] 2013年12月昆明气象盘点:6年来最冷 降雨比较多[EB/OL]. 云南网. <http://yn.zwbk.org/information/26803>,2014-02-16.
- [11] 唐启义. DPS数据处理系统:实验设计、统计分析及数据挖掘[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [12] 徐建民,李光友,陆钊华,等. 南方桉树人工林雨雪冰冻灾害调查分析[J]. 林业科学,2008,44(7):103-110.
- [13] 祁述雄. 中国桉树[M]. 北京:中国林业出版社,2002,8(2):74-75.
- [14] 李水祥,张莹莹. 林木和花木冻害预防技术及冻害后的补救方法[J]. 河南林业科技,2010,30(4):40-41.

(上接第100页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.024

## 丽江市山区高效核桃栽培模式初探

李 宏<sup>1</sup>, 木伟军<sup>1</sup>, 徐长山<sup>1</sup>, 沙 雁<sup>1</sup>, 彭吉光<sup>2</sup>, 刘继民<sup>2</sup>, 刘存华<sup>2</sup>  
(1. 丽江市林业局, 云南 丽江 674100; 2. 华坪县林业局, 云南 华坪 674800)

**摘要:**将丽江市华坪县宏地村委会核桃造林间作模式与永胜县仁和镇子沙拉村委会核桃纯林造林模式进行对比分析。结果显示,采取核桃与烤烟、魔芋、红薯、续断、麦冬的林经间作或林药间作造林模式种植核桃,其株数保存率、生长率、挂果率均明显高于核桃纯林造林模式,达到速生、早实、高效的效果,提高了林地单位面积的产出率和生态防护功能,增加了农民收入,适合在丽江市及周边地区海拔 1 600~2 350 m 的区域内推广。

**关键词:**核桃; 高效栽培模式; 造林模式; 丽江市

中图分类号: S792.13; S725 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0106-04

## Efficient Mode of Walnut Cultivation in Mountainous Region of Lijiang City

LI Hong<sup>1</sup>, MU Wei-jun<sup>1</sup>, XU Chang-shan<sup>1</sup>, SHA Yan<sup>1</sup>, PENG Ji-guang<sup>2</sup>, LIU Ji-min<sup>2</sup>,  
LIU Cun-hua<sup>2</sup>

(1. Lijiang Forestry Bureau, Lijiang, Yunnan 674100, China; .  
2. Huaping Forestry Bureau, Huaping, Yunnan 674800, China)

**Abstract:** Walnut plantation model of intercropping model used in Hongdi Village Huaping County, Lijiang City, and pure forest model used in Zishala Village, Renhe Town, Yongsheng County, were analyzed. The results showed that walnuts intercropping with Tobacco, Konjac, sweet Potatoes, Teasel, and medicine could improve survival rates, growth rates and fruiting rate than control, and obtained efficient effects of fast-growing and early fruit, increase the forest yield per unit area, farmers' income and ecological protection function as well. It was suitable to plant in region of altitude 1 600~2 350 m.

**Key words:** walnut; efficient planting model; plantation mode

核桃在丽江市已有数百年的栽培历史,但长期以来都是零星粗放种植,效益不明显。2008 年大力推进核桃产业建设后,占用了大量山区农民耕地,核桃种植户在 1~4 a 内几乎没有收入,部分种植户采取林经间作、林药间作,但规范程度不高,管理跟不上,收入普遍较低。到目前还没有一个标准的核桃间作造林模式供种植户参考。为解决核桃种植户近

期收入问题,提高核桃保存率、生长率、挂果率,提高丽江核桃产业的技术含量和工程建设质量,改变长期粗放种植的状况,引导核桃产业向规模化种植、集约化管理发展,实现核桃产业优质高效目标,已迫在眉睫。丽江市林业局于 2008 年在华坪县建设了万亩优质高效核桃种植示范基地,开展了优质高效核桃栽培模式研究,现已取得预期的成效,达到了以短

收稿日期:2014-04-26;修回日期:2014-06-06.

作者简介:李 宏(1968-),男,云南丽江人,高级工程师。从事林业基础研究。

养长、农民增收的目的。

## 1 基本情况

### 1.1 核桃产业基地建设概况

丽江市位于云贵高原与青藏高原结合部,2013年末全市常住人口122.6万人,其中农业人口100.87万人,占82.3%,全市总面积2.063万 $\text{km}^2$ ,其中山地占总面积的92.3%,坝区占7.7%。地势起伏较大,山区、平坝、河谷并存,相对海拔高差4581m,兼有亚热、温、寒带3种气候,大部分地区属低温高原山区气候,冬无严寒,夏无酷暑,适宜于核桃产业发展。核桃产业是促进山区群众脱贫致富,带动农村经济全面发展的“主导产业”、“富民产业”,云南省委、省政府从云南实际出发,确立了建设“绿色经济强省”的发展战略,并将以核桃为重点的木本油料产业作为促农民增收、经济社会和生态环境协调发展的主导产业。丽江市委、市政府对木本油料产业发展极为重视,把核桃为主的生态产业基地建设列为全市经济社会发展的三大目标之一。2008年出台了《丽江市人民政府关于加快推进生态产业发展的意见》,并提出将核桃产业建设成产值上百亿元的八大支柱产业之一。

2008年以来,丽江市采用科学规划布局、典型示范带动、强化科技支撑、完善政策措施的方法,狠抓工作落实,克服了雨雪冰冻灾害、特大旱灾等给生态产业造成的困难和影响,核桃产业基地建设取得了显著成效。截至2013年,全市核桃种植面积累计已达19万 $\text{hm}^2$ ,带动核桃种植户10万多户,核桃产量3.86万t,产值达7.7亿元。种植户户均增收3500元,人均增收近1500元。核桃逐渐成为带动全市山区广大群众脱贫致富、促进丽江经济社会和生态环境协调发展的主导产业、富民产业。在全市核桃产业基地面积迅速增长的同时,也还存在重造轻管、管理粗放、效益不高的问题,迫切需要进行优质高效栽培管理技术的推广,达到优质高效的目的。

### 1.2 项目示范区基本情况

项目示范区位于华坪县荣将镇宏地村委会,全村国土面积53.97 $\text{km}^2$ ,现有农户645户,有乡村人口2717人。海拔1600~2350m,年均温16 $^{\circ}\text{C}$ ,年均降水量1052.9mm,年均日照时间2437h,年均霜期35~45d,相对湿度65%~75%。项目示范区土壤主要为红壤,土层深厚,疏松肥沃,建设面积为

667 $\text{hm}^2$ ,布局在宏地村委会的15个村民小组和跃进林场,共划分为79个小班,造林时间为2008年12月至2009年1月,造林采取林农间作模式。

### 1.3 项目对照区基本情况

项目对照区选择在与项目立地条件基本一致的永胜县仁和镇子沙拉村委会,面积为242.7 $\text{hm}^2$ ,布局在子沙拉村委会的5个村民小组,共划分为15个小班。造林时间为2008年12月至2009年1月。对照区由永胜县林业局组织实施,对其栽培管理技术措施不作硬性要求,按常规种植进行栽培管理。

## 2 核桃高效栽培模式

### 2.1 造林地

按核桃树种适生条件的要求,造林地选择在低产低效疏林地、灌木林地、宜林地、坡耕地。海拔1500~2200m,土壤湿润,坡度 $0^{\circ}$ ~ $25^{\circ}$ ,土层厚度45cm以上,相对集中连片,且大部分靠近居民点和公路,便于项目的实施与管理。

### 2.2 造林模式

#### 1) 林间间作

①核桃与烤烟间作;②核桃与魔芋间作;③核桃与红薯间作。

#### 2) 林药间作

①核桃与续断间作;②核桃与麦冬间作。

### 2.3 核桃品种

严格遵循“适地适树、良种壮苗、就地就近育苗”的原则,经科学论证和实地调查走访,确定采用漾濞大泡核桃作为示范基地主要栽培品种,并在宏地村委会建了6.7 $\text{hm}^2$ 的核桃育苗基地,以确保基地建设所需种苗的品种、数量和质量。为确保造林苗木质量和品种纯度,由华坪县林业局检验、检疫后统一供应苗木。

### 2.4 造林方式

核桃造林密度为180株/ $\text{hm}^2$ ,株行距为7m $\times$ 8m,配置方式采用三角形配置;烤烟种植株行距为60cm $\times$ 60cm;魔芋种植株行距为20cm $\times$ 30cm;续断种植株行距为10cm $\times$ 20cm,麦冬种植株行距为6cm $\times$ 15cm,红薯种植株行距为20cm $\times$ 30cm,但必须留足核桃生长空间2 $\text{m}^2$ 。核桃造林地块采取穴状整地,整地规格1m $\times$ 1m $\times$ 1m。整地时把表土和心土分开堆放,在苗木定植前将基肥和表土拌匀后放入穴底。红薯、基肥种类以厩肥、秸秆肥、绿肥等为主,

每株用量 30 kg。为避免造成苗木分化,实行 I、II 级苗分级造林。定植前先回填掺有基肥的表土 80 cm,然后植入去除嫁接接口薄膜并剪去过长主根的苗木,理顺根系,覆土分层踩紧,覆土厚度高于地表 6~10 cm。苗木定植完毕后及时浇足定根水。最后,在苗木周围用细土围成土盘以便于覆盖地膜。苗木栽植要做到苗正根舒并充分接触土壤,避免根系直接接触肥料。根据核桃的生物学特性,选择晚秋苗木进入休眠期至冬末早春苗木萌动以前的 2008 年 12 月至 2009 年 1 月完成栽植。苗木栽植完毕,每株覆盖 1 m×1 m 的薄膜一张。盖膜时先在膜中央穿孔,能让苗木穿过即可,并让嫁接口外露,然后在地膜四周覆土压实,苗木穿孔部位也要用土盖严。

### 2.5 抚育管护

幼林抚育主要是除蘖(萌)、浇水、除草、松土、揭膜、砍灌、扩塘、施肥等。每年秋末冬初进行土壤

深翻,深度 20~30 cm。造林当年要进行抚苗壅根。幼林抚育连续进行 3 年,每年 2 次,即 6~7 月和 9~11 月,每年每株追施复合肥 0.5 kg。追肥时间在雨季,结合扩塘,沿幼林下部枝条林冠投影环状或两侧施肥。

## 3 高效模式效益分析

### 3.1 调查与测定

分别在示范基地和对照基地按总面积的 20% 随机抽取小班,在每个小班设置面积为 666.7 m<sup>2</sup> 的标准样地,抽查标准样地面积不低于小班面积的 5%。于 2013 年 10 月 6 日开展调查,主要调查因子包括核桃保存率、苗高、地径、挂果率、收益、间作物的收益。此次共抽查示范基地面积 141.9 hm<sup>2</sup>,涉及 12 个小班,抽查对照基地面积 51 hm<sup>2</sup>,涉及 3 个小班,抽查结果详见表 1 和表 2 所示。

表 1 不同造林模式核桃生长情况调查统计

Tab. 1 Walnut plantation growth survey in different modes

小班号	面积 /hm <sup>2</sup>	造林模式	海拔 /m	样方数 /个	平均地径 /cm	平均树高 /m	保存率 /%	挂果率 /%	收益/(元·hm <sup>-2</sup> )	
									核桃	农作物
5	17.1	核桃+续断	2250~2300	13	9.5	3.6	95	75	850	22500
12	20.7	核桃+魔芋	2310~2350	16	11.2	4.5	95	86	1100	60000
15	18.7	核桃+魔芋	2200~2260	14	8.6	3.2	97	86	1150	63000
20	14.0	核桃+红薯	1760~1800	10	10.2	3.7	98	75	860	22500
22	12.5	核桃+红薯	1700~1770	9	7.8	3.3	100	86	910	18000
39	9.2	核桃+烤烟	1860~2000	7	8.2	3.2	93	89	915	42000
40	6.7	核桃+烤烟	1820~1900	5	8.6	3.6	100	75	955	37500
50	14	核桃+烤烟	1600~1820	10	9.8	3.8	100	75	840	40500
57	4.7	核桃+烤烟	1660~1730	4	10.6	4.1	100	69	800	39000
72	9.1	核桃+麦冬	1580~1700	7	12.2	4.4	98	83	1070	37500
75	4.7	核桃+烤烟	1670~1750	4	8.5	3.8	97	75	970	45000
77	10.5	核桃+烤烟	1720~1860	8	9.7	3.9	100	75	930	42000

表 2 对照基地核桃生长情况调查统计

Tab. 2 Walnut growth survey in control base

小班号	经营面积 /hm <sup>2</sup>	造林模式	海拔 /m	样方数 /个	平均地径 /cm	平均树高 /m	保存率 /%	挂果率 /%	收益 / (元·hm <sup>-2</sup> )
22	23.3	核桃纯林	2250~2300	17	6.8	1.7	65	45	450
25	15.7	核桃纯林	2310~2370	12	5.7	1.5	55	18	350
26	12.0	核桃纯林	2200~2260	9	6.2	1.7	58	55	250



### 3.2 效果与分析

示范基地采取林农间作模式,苗木的生长率、保存率、挂果率均高于对照基地,其中苗木保存率高于对照基地 38%,平均树高高于对照基地 2.2 m、平均地径高于对照基地 3.4 cm,挂果率高于对照基地 40%,示范基地平均产值高于对照基地 3.97 万元/hm<sup>2</sup>(表 3)。示范基地采取不同间作模式其核桃生长情况差异不明显,在 1~5 a 内种植户主要收入依靠农作物。从挂果率看,示范基地挂果期要比对照基地提前 2~3 a,并且大部分树木种植后第三年开始初挂果。

表 3 示范基地与对照基地核桃生长情况及效益对照

Tab. 3 Comparison of walnut growth and benefit between demonstration bases and control base

基地名称	平均地径/cm	平均树高/m	保存率/%	挂果率/%	核桃产值/(元·hm <sup>-2</sup> )	间作物产值/(元·hm <sup>-2</sup> )
示范基地	9.6	3.8	97	79	945.8	39125
对照基地	6.2	1.6	59	39	350.0	0

经调查统计,采取核桃与烤烟、魔芋、续断、红薯间作,核桃平均产值达 0.094 6 万元/hm<sup>2</sup>,间作物平均产值达 3.91 万元/hm<sup>2</sup>,其中烤烟平均产值 4.05 万元/hm<sup>2</sup>,魔芋平均产值 6.15 万元/hm<sup>2</sup>,续断平均产值 2.25 万元/hm<sup>2</sup>,红薯平均产值 2.025 万元/hm<sup>2</sup>,麦冬平均产值 3.75 万元/hm<sup>2</sup>。而在对照基地,单纯种植核桃收入仅为 0.035 万元/hm<sup>2</sup>。2013 年,666.7 hm<sup>2</sup> 核桃示范基地产量达 45.5 t,产值 63.3 万元,户均增收近 1 000 元,而对照基地部分核桃刚开始挂果,产量较低,还未形成商品。由此可见,采取林农间作的方式大大增加了种植户在核桃进入盛果期前的收入,达到了以短养长、优质高效的目的。

### 4 结语

1)使用良种造林能提高林木的速生、优质、丰

产和增强林木的抗逆性、适应性。实践证明,使用良种的增益一般在 10%~30%,推广使用林木良种可大大提高林地单位面积的产出率和生态林防护功能。

2)标准化、规模化栽培不但能达到优质高效、典型示范作用,还有助于核桃产业化发展,有利于招商引资,投入足够的资金和技术,延长产业链,促进核桃产业健康发展。

3)采取林农间作经营模式可最大限度地发挥土地利用率和产出效益,不但起到以耕代抚、促进幼树生长的作用,而且还起到以短养长,农民增收的作用。同时,也提高了广大人民群众发展核桃产业的积极性,有利于促进生态、经济、社会全面发展,实现生态、经济双赢。

4)根据调查,核桃初植密度设置为 180 株/hm<sup>2</sup>,株行距为 7 m×8 m 时,有利于套种适宜的农作物(药材)和核桃生长,更有利于抚育管理、果实采摘等机械化操作。

5)通过以核桃+烤烟、核桃+魔芋、核桃+红薯、核桃+续断、核桃+麦冬的间作模式种植发展核桃,丽江万亩核桃基地建设取得了较好效果,可为今后丽江及周边同类立地条件地区核桃工程造林建设提供指导和借鉴。

### 参考文献:

- [1] 赵宗桓,李映彩,木伟军,等. 丽江市退耕还林海棠果造林模式研究[J]. 西南林学院学报,2008,28(2):30-32.
- [2] 康洪良,陆斌,万晓军,等. 泡核桃早实丰产栽培与林畜复合经营技术试验初报[J]. 林业调查规划,2013,38(1):58-61.
- [3] 3 贵. 红河州薄壳山核桃引种及产业发展分析[J]. 林业调查规划,2013,38(3):88-91.
- [4] 浦超. 核桃成为云南部分山区农民主要经济来源[EB/OL]. [2010-01-26]. [http://www.yn.xinhuanet.com/newscenter/2010-01/26/content\\_18874928.htm](http://www.yn.xinhuanet.com/newscenter/2010-01/26/content_18874928.htm).
- [5] 洪艺娜. 品种和种源是云南核桃产业发展的关键[EB/OL]. [2009-08-04]. <http://www.ynly.gov.cn/news/200908/14977.shtml>.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.025

## 昆明市主要城镇面山及交通沿线 荒山荒坡现状与造林绿化对策

宋升治<sup>1</sup>, 李菊彩<sup>2</sup>, 马骏<sup>1</sup>, 丁晓曦<sup>1</sup>, 杨志勇<sup>1</sup>, 王飞<sup>1</sup>

(1. 昆明市林业科技推广总站, 云南 昆明 650223; 2. 昆明市西山林场, 云南 昆明 650100)

**摘要:**介绍昆明市主要城镇面山及交通沿线荒山荒坡分布面积及分布特点, 分析荒山荒坡造林绿化存在的主要问题, 认为要采取因地制宜, 科学规划; 以乡土树种为主, 适地适树; 超常规整地; 加大造林密度, 合理配置树种; 加强抚育管护, 封山育林; 加强组织领导, 加大资金投入, 完善机制等对策措施, 以保证造林绿化成功率。

**关键词:**荒山荒坡; 造林绿化; 城镇面山; 交通沿线; 昆明市

中图分类号: S725 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0110-04

### Barren Mountain and Slopes Status at Traffic Side and Main Face Mountain Township of Kunming and Its Countermeasures of Forestation

SONG Sheng-zhi<sup>1</sup>, LI Ju-cai<sup>2</sup>, MA Jun<sup>1</sup>, DING Xiao-xi<sup>1</sup>, YANG Zhi-yong<sup>1</sup>, WANG Fei<sup>1</sup>

(1. Forestry Science and Technology Extension Station, Kunming 650223, China;

2. Kunming Xishan Forest Farm, Kunming 650100, China)

**Abstract:** This paper introduces distribution area and distribution characteristics of Barren Mountain and Hills status at traffic side and main face Mountain Township of Kunming, and analyzes the main problems existed in afforestation. Countermeasures such as adjust measures to local conditions, scientific planning, using indigenous tree species, matching species with the site, unconventional soil preparation, increasing planting density, the rational allocation of species; tending to strengthen the management and protection, strengthen organizational leadership, increasing capital investment, improving the mechanism to ensure the success rate of afforestation are put forward.

**Key words:** barren Mountain and Slopes; afforestation; face mountain township; traffic side; Kunming City

昆明市作为云南唯一的省会中心城市, 在承担经济发展领跑全省重任的同时, 也肩负着生态文明建设的重担。按照《昆明市国家森林城市建设总体规划》的要求, 昆明市要建成更加完备的城市森林

生态系统, 实现主城区、县城、集镇、乡村全覆盖的森林景观格局, 真正达到“森林昆明”的目标。为达到这个目标, 提高森林覆盖率是最基础的手段之一, 然而, 经过多年来的植树造林, 宜林地已基本完成植树

收稿日期: 2014-03-25; 修回日期: 2014-04-08.

作者简介: 宋升治(1977-), 男, 云南东川人, 工程师。从事森林培育和推广工作。

通信作者: 马骏(1965-), 男, 云南禄劝人, 高级工程师。从事森林培育、经济林栽培技术研究及推广工作。

造林工作,只剩难造林地和石漠化地区是提高森林覆盖率的重要区域。

### 1 主要城镇面山及交通沿线荒山荒坡现状

经过对昆明市城镇面山,昆曲高速、嵩待高速、昆玉高速、昆石高速、昆楚高速、昆武高速、轿子山旅游专线沿线荒山荒坡、石漠化及难造林地的初步调查,主要城镇面山及交通沿线荒山荒坡总面积为 10 825.3 hm<sup>2</sup>,其中:荒山荒坡 5 573 hm<sup>2</sup>,占总面积的 51.48%;石漠化及难造林地 5 252.3 hm<sup>2</sup>,占总面积的 48.52%(表 1,表 2)。

表 1 昆明市主要城镇面山荒山荒坡面积

Tab. 1 Area of barren mountain and slopes in main township of Kunming hm<sup>2</sup>

单位	主要城镇面山		
	计	荒山荒坡	石漠化荒山
全市	6934.0	3831.3	3102.7
东川区	1150.1	489.5	660.6
寻甸县	1184.4	93.3	1091.1
倘甸产业园区	3985.7	2875.2	1110.5
其它区县	613.8	373.3	240.5

### 2 主要城镇面山、交通沿线及其它区域荒山荒坡分布特点

经分析,主要城镇面山及交通沿线荒山荒坡总面积为 54 271 hm<sup>2</sup>(表 3)。

1)主要城镇面山荒山荒坡面积为 6 934 hm<sup>2</sup>,

主要分布在于倘甸产业园区、寻甸县、东川区,3 个县区荒山荒坡面积合计为 6 320.2 hm<sup>2</sup>,占主要城镇面山荒山荒坡面积的 91.15%。

2)交通沿线荒山荒坡面积为 3 891.3 hm<sup>2</sup>,主要分布于倘甸产业园区、嵩明县、寻甸县,3 个县区荒山荒坡面积合计为 2 733.5 hm<sup>2</sup>,占交通沿线荒山荒坡面积的 70.25%。

3)其它区域荒山荒坡面积为 43 445.7 hm<sup>2</sup>,主要分布于东川区、倘甸产业园区,这 2 个区域荒山荒坡面积合计为 34 669.3 hm<sup>2</sup>,占其它区域荒山荒坡面积的 79.80%。

全市主要城镇面山荒山荒坡涉及 16 个县区,主要集中在东川区、倘甸产业园区、嵩明县、寻甸县,分布不均,涉及县区广,各区县荒山荒坡面积大小不一,造林地块多集中在交通不便、立地条件差、岩石裸露高、含石量大、气候环境恶劣区域。

### 3 荒山荒坡造林绿化存在的主要问题

从主要城镇面山及交通沿线荒山荒坡分布情况可以看出,当前的造林绿化工作已进入攻坚阶段。立地条件好,交通便利,造林易成活地段已基本完成绿化。所余地块,大都为施工难度大、治理困难区域。分析原因有以下几方面:

#### 3.1 立地条件差,植被恢复困难

荒山荒坡造林地块气候复杂多样,地质侵蚀严重,地块多处于主要交通沿线及河流沿岸,生态位置重要,许多荒山荒坡地块因坡度过大、土壤瘠薄、立地条件极差而难以实施造林。同时,荒山荒坡区域地质结构多为石灰岩沉积地层,石灰岩低山丘陵区,多为土石山坡,质地松散,节理裂隙发育,抗冲、抗蚀

表 2 昆明主要交通沿线荒山荒坡面积

Tab. 2 Area of barren mountain and slopes along the main traffic side of Kunming

hm<sup>2</sup>

单位	嵩明县			寻甸县			倘甸产业园区			其它县区		
	计	荒山荒坡	石漠化荒山	计	荒山荒坡	石漠化荒山	计	荒山荒坡	石漠化荒山	计	荒山荒坡	石漠化荒山
全市	713.3	13.3	700	684.5	56.7	627.8	1335.7	1255.7	80.0	1157.8	416.0	741.8
昆曲高速	393.3	13.3	380	329.1		329.1				169.0	67.6	101.4
嵩待高速	320.0	0.0	320	332.1	33.4	298.7				112.4	94.2	18.2
昆玉高速										13.3	13.3	
昆石高速										685.7	229.7	456.0
昆楚高速										7.3	4.0	3.3
昆武高速										7.2	7.2	
轿子山旅游专线				23.3	23.3		1335.7	1255.7	80.0	162.9		162.9

表 3 昆明主要城镇面山及交通沿线荒山荒坡分布情况

Tab. 3 Distribution of barren mountain and slopes in main township and along the traffic side

项目	合计	主城镇面山	交通沿线	其它区域
面积/hm <sup>2</sup>	54271.0	6934.0	3891.3	43445.7
占全市荒山荒坡总面积/%	100	12.78	7.17	80.05

能力差,土壤水分易饱和,土层透水性差,阻碍降水下渗,地表易产生径流,水土流失严重,致使原生植被稀少,造林保存率低,植被恢复困难。

### 3.2 造林难度大,施工困难

主要城镇面山及交通沿线荒山荒坡造林面积大,地域分布广,涉及区县多,地形、海拔、气候、土壤等存在复杂多样性,水土流失严重,交通不便,使造林预整地、苗木运输、抚育管理困难,加大了造林施工难度。

### 3.3 投入成本低,造林成效差

一方面,县区财政较为困难,虽每年都安排一定的资金用于林业建设,但常规造林的低成本投入难以解决石漠化及难造林地造林工程的开展,造林所需资金缺口较大;另一方面,长期以来,林业工程造林只注重数量而不注重质量,大面积的造林,树种选择不当,树种单一,规划设计不合理,检查、验收机制不完善,标准要求低,导致年年造林不见林,造林成效差。

### 3.4 科技支撑不足,技术含量低

由于缺少政策引导与激励,科技支撑力度不够,导致目前的荒山荒坡造林还停留在常规的造林模式上,许多实用的科技成果,先进的造林模式和方法只停留在试验点和示范区内,得不到推广应用,导致工程在建设实施中科技含量低,制约了造林质量的提高。

### 3.5 管护力度薄弱,管护质量差

从现今的造林成效可以看出,造林后期抚育管护不到位,管护力度薄弱,管护质量差,造林保存率低。因此,制定有效的抚育管护措施,科学合理地对安排抚育管护人员,是此类绿化造林的重点之一。

## 4 荒山荒坡造林绿化对策

城镇面山及交通沿线荒山荒坡造林难度大。因此,在治理过程中必须采取超常规的工程措施,科学规划,合理安排,分清主次,优先治理公路沿线的荒

山荒坡,不盲目急进,采用大树造林,并根据不同立地条件、不同气候环境选用乡土树种,采用不同苗龄,多树种配置,超常规方式造林,并加大资金投入力度,充分应用科技力量,加大保障力度,整合各类资源,长期有序地进行。

### 4.1 技术措施及对策

#### 4.1.1 因地制宜,完善规划

因地制宜、科学规划、合理布局在造林绿化中尤为重要,必须坚持“因地制宜,规划先行”的原则。各级政府和主管部门要根据昆明市主要城镇及交通沿线荒山荒坡造林绿化的总体目标,综合考虑气候、土壤、立地条件等各项因素,在遵循自然、经济规律的基础上,因地制宜地制定绿化造林规划。

#### 4.1.2 适地适树,以乡土树种为主

1) 荒山荒坡土层厚,水湿条件好,主要选择生长迅速、根系发达、具有观赏性的乡土树种进行造林,并充分利用交通优势,选用大规格苗木与幼苗相结合的方式,快速成林,形成景观。选择旱冬瓜、昆明海桐、川滇桤木、三角枫、枫香、球花石楠、滇青冈、麻栎、云南松、华山松、滇朴、无患子、复羽叶栎树、冬樱花、黄连木等乡土树种造林,选择 2 a 生幼苗,苗高 50~60 cm,或苗高 150~200 cm 的大苗。

2) 石漠化及难造林地水土流失严重、土层薄、含石量高、岩石裸露大,应选择水土保持效果好、适应性强、生长迅速、萌发力强、耐旱瘠薄、多用途的乡土树种进行造林。遵循适地适树的原则,充分利用 2 a 生幼苗生长迅速、成活率高的优势进行造林。选择旱冬瓜、滇合欢、山合欢、昆明海桐、清香木、马桑、苦刺、车桑子、火把果、新银合欢、川滇桤木、冬樱花、红椿、苦楝、黄连木等容器苗木,容器规格以 18cm×18cm 为宜。

#### 4.1.3 科学治理,超常规整地

整地方式除了常规的整地方式外,还应采取超常规的整地方式,综合应用新技术成果,最大限度地减少水土流失,提高绿化率。①穴状整地:根据栽植苗木的根系、造林地情况确定整地规格。一般整地规格为 50 cm×50 cm×50 cm,揭去草皮,拣净树根、石块,捣碎土块。大苗造林根据苗龄和不同树种根系情况按 60 cm×60 cm×50 cm 规格整地或大规格整地。②喷播:在对坡面较大,恢复困难的坡面,采用高速公路绿化常用的喷灌法,喷灌草本植物进行绿化,增加绿化面积。③机械整地:在交通便捷公路沿线,利用挖掘机械进行整地,以提高工程效率。④鱼鳞坑整地:在适宜干旱、半干旱坡地,将坑挖为鱼

鳞形状,外高内低,半径不小于60 cm,达到留住石漠化地区陡坡地段水分,起到汇水集水的作用。⑤客土造林:在土壤稀少的局部区域,为保证幼树成活和正常生长对土壤、水分的需要,采取必要的客土造林措施。其方法是挖坑或用石块堆砌围成穴状,大小规格与种植塘一样,回填肥土,然后将幼苗植入穴中。

#### 4.1.4 加大造林密度,合理配置树种

针对石漠化及难造林地区植被恢复困难的特性,整合、借鉴已有的石漠化植被恢复技术组合模式,以提升绿化率,保证成活率为基础,兼顾生态效益与社会效益。针对不同路段、坡面、地类,加大造林密度,按株行距1.5 m×2 m、1.5 m×1.5 m,科学应用幼苗、大规格苗木、灌木、藤本、草本相结合的模式进行配置,开展多树种、多类型混交造林,并保护好原有植被,以形成多层次的林分结构。

#### 4.1.5 加大治理力度,超常规造林

土壤缺乏、缺水是石漠化地区植被恢复的瓶颈。因此,在石漠化及难造林地区造林要采取超常规措施,对土壤缺乏地区采取客土的方法,对缺水问题要采用施用保水剂、滴灌、建简易蓄水池、覆盖地膜、铺设输水管道等措施。

#### 4.1.6 加强抚育管护,封山育林

“三分种,七分管”,造林只完成1/3的工作,新造幼林能否成活,抚育管护是关键。因此,造林后须加大管护力度,进行封山育林,严禁开荒、割草、放牧,禁止人畜践踏,严防森林火灾的发生。

### 4.2 保障措施及对策

#### 4.2.1 加强组织领导,提高认识水平

昆明市主要城镇及交通沿线荒山荒坡绿化是一项多县区、多区域、多类型的系统工程,必须加强领导,统一步骤,协调行动。各级政府及部门要加强对该项工作的统筹、协调和领导,统一思想,集中力量推进。广泛宣传,努力营造全民动员、全民支持、全民参与的浓厚氛围。

成立项目工程技术专家组。专家组负责对项目实施方案的技术审定,实施计划及可行性分析,以及提供技术咨询等。专家组成人员由相关领域知名专家组成,协助领导小组进行项目决策和技术管理。

#### 4.2.2 明确任务,统筹推进

各县(区)、各部门要高度重视,强力推进,把荒山荒坡绿化建设提升到全局性、战略性的高度,在遵循造林绿化规律的基础上,进一步组织实施、操作到

位,切实打好主动仗。

#### 4.2.3 强化科技,提升科技成果转化率

昆明市主要城镇及交通沿线荒山荒坡造林绿化,为提高造林成活率,必须采用先进技术,争取科学技术支撑,增加工程的科技含量。积极与各科研院所建立联系,设立研究课题,建立奖励机制。大力推广应用科技成果,使其尽快转化为现实的生产力。

#### 4.2.4 加强督查,狠抓落实

各级、各部门要严格按作业设计对工程实施中规划设计、种苗的优选、抚育管护、资金使用等环节加强监管,建立原始档案,形成图、文、表等资料数据。建立健全检查考核制度,市林业局将对主要城镇及交通沿线荒山荒坡造林绿化工程分段检查,各个环节均合格,则予以验收,最后付给工程款。对任务完成不好的,要予以通报,促进工作落实到位。

### 4.3 建议

#### 4.3.1 统一规划,分段治理

本次绿化造林点多面广,涉及昆明多个县区,在治理时应采取统一规划、统一安排,分县区逐步实施,避免盲目燥进,急于求成。规划时要注意质的提升,加强空间利用,做到景观和经济林合理搭配、乔灌花草立体布局,实现一处一景,层次分明,四季有花,四季常青的特色风貌。通过建立山林防火和病虫害防控体系,形成多部门协作、全社会参与的工作格局,构筑绿化工作安全屏障。

#### 4.3.2 铺设管网,抗旱保苗

昆明冬春季节干旱严重,雨季也容易出现间隙式干旱,特别是近年来连续干旱,造成土地成荒愈演愈烈。加之当前造林地是前期造林施工后植被恢复困难的区域,岩石裸露率大,即使荒山荒坡也存在土层薄、保水保肥力差等情况。因此,在治理过程中,需对项目地块进行高投入,大面积铺设管网,修建永久性蓄水池,以保证苗木生长需要,达到抗旱保苗的目的。

#### 4.3.3 加大投入,保障资金充足

荒山荒坡造林植被稀疏,物种单一,生物多样性低,水土流失十分严重,土壤贫瘠,土地生产力低,造成植被恢复难度大。因此,对资金投入要结合当前社会经济水平进行测算,加大投入,以保障绿化工程有序开展。

#### 4.3.4 完善机制,多渠道投入

工程资金投入以市财政投入为主,但要广开渠道,多方面争取资金。在确保工程质量和进度的条

(下转第119页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.026

## 光皮桦不同混交模式造林效果研究

刘国昌

(大田桃源国有林场,福建 大田 366100)

**摘要:**对 11 a 生光皮桦不同混交模式造林效果进行试验研究。结果表明:4 种混交模式中,光皮桦平均胸径、平均树高、平均单株材积及高径比、造林保存率的差异均达极显著水平,单位面积蓄积生长差异达到显著水平。其中,以光皮桦×杉木混交林效果最好,其余依次为光皮桦×福建柏、光皮桦×木荷、光皮桦×马尾松。在混交林分总蓄积量上,光皮桦×杉木>光皮桦×福建柏>光皮桦×马尾松>光皮桦×木荷,但差异不显著。

**关键词:**光皮桦;混交树种;混交模式;造林效果;方差分析;多重比较

中图分类号:S792.15;S725.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0114-06

### Afforestation Effect of Different Mixed Patterns of *Betula luminifera*

LIU Guo-chang

(Taoyuan National Forest Farm of Datian, Datian, Fujian 366100, China)

**Abstract:** Experimental study on the afforestation effect of different mixed patterns of 11 years old *Betula luminifera* was carried out in this paper. The results showed that the difference of mean DBH, height, individual volume and the ratio of height to diameter, the plantation survival rate of four *B. luminifera* mixed mode were significant, growth difference of volume per unit area also reached to significant level. Among them, the effect of mixed forest of *B. luminifera* × *Cunninghamia lanceolata* was the best one, and followed as *B. luminifera* × *Fokienia hodginsii*, *B. luminifera* × *Schima superba*, *B. luminifera* × *Pinus massoniana*. The difference of total volume in the mixed forest was not significant which followed order as *B. luminifera* × *Cunninghamia lanceolata* > *B. luminifera* × *Fokienia hodginsii* > *B. luminifera* × *Pinus massoniana* > *B. luminifera* × *Schima superba*.

**Key words:** *Betula luminifera*; mixed tree species; mixed pattern; afforestation effects; variance analysis; multiple comparisons

光皮桦(*Betula luminifera* H. Winkl)是桦木科(Betulaceae)落叶大乔木,主要分布在秦岭、淮河以南各省区海拔 500~2 500 m 的阳坡次生混交林中。喜温暖湿润气候及肥沃酸性土壤,耐干旱瘠薄。光皮桦是福建优良乡土速生树种和我国南方乡土阔叶优质用材林树种,具有适应性强,生长快、材质优良、

用途广等优良特性。既可人工造林,也可天然更新。木材可作为优良航空、军工、枪托、建筑、家具和室内装修用材,也可用于造纸;树皮含芳香油和鞣质,可用于化妆品、食品添加剂和可提制拷胶;枝桠是生产黑木耳最好材料<sup>[1-4]</sup>。本研究通过对 11 a 生光皮桦 4 种不同混交模式造林效果调查分析,旨在为科学

收稿日期:2014-04-17. 修回日期:2014-05-05.

作者简介:刘国昌(1984-),男,福建大田人,工程师。从事林业技术工作。

选择光皮桦混交模式提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验地设在福建省大田桃源国有林场莲花山工区 1 林班 17 大班 5 小班,地理位置为北纬 25°49'41" ~ 25°52'01",东经 117°29'15" ~ 117°40'04"。地处戴云山西侧末端闽中低山地带,为中亚热带季风气候区,年均温 15.3℃,无霜期 255 d,年降雨量 1 491.2 mm。土壤为红壤,土层厚度 100 cm,腐殖层厚度 10 cm。林下植被以杂灌、管茅为主。II 类立地,前作杉木人工林。

### 1.2 试验设计

试验采用完全随机区组设计,4 个重复,4 种处理,即选择光皮桦×木荷、光皮桦×福建柏、光皮桦×马尾松、光皮桦×杉木 4 种混交模式,共 16 个小区,小区面积 20 m×30 m,即 600 m<sup>2</sup>/区,各重复面积为 2 400 m<sup>2</sup>,试验地面积为 0.96 hm<sup>2</sup>,小区间用标志行隔开,每个小区的立地条件基本一致。混交比为 1:1,按每个树种种 3 行,每个小区水平方向为 8 株,垂直方向为 12 株,行状混交,株行距为 2.5 m×2.5 m,密度约 1 600 株/hm<sup>2</sup>,同一重复内各小区排成一排。各重复的相对位置(图 1)为重复 I:杉木、马尾松、福建柏、木荷;重复 II:福建柏、马尾松、木荷、杉木;重复 III:马尾松、木荷、杉木、福建柏;重复 IV:木荷、杉木、马尾松、福建柏。

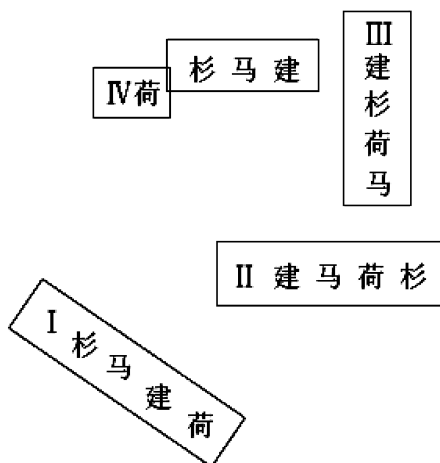


图 1 各重复位置示意

Fig. 1 Each repeat location of schematic map

地,规格为 60 cm×40 cm×40cm。2000 年 1 月造林。造林后前 3 年每年全面锄草 2 次;4~5 年每年全劈 1 次。

### 1.3 调查方法

2010 年 7 月对每个小区树种进行每木调查,分别用胸径围尺、罗盘仪结合皮尺量测胸径和树高,计算平均值,并对光皮桦的胸径、树高、单株材积、高径比和林分蓄积等试验数据进行方差分析,并采用 LSD 多重比较方法分析。

光皮桦与木荷、杉木与福建柏、马尾松单株材积分别采用福建省人工林二元立木材积公式计算<sup>[6-8]</sup>:

$$V_{\text{阔}} = 0.000052764291D^{1.8821611}H^{1.0093166}$$

$$V_{\text{杉}} = 0.0000872D^{1.785388607}H^{0.9313923697}$$

$$V_{\text{马}} = 0.0000942941D^{1.832223553}H^{0.8197255549}$$

## 2 结果与分析

### 2.1 不同混交树种的光皮桦树高生长效果

从不同混交树种 11 a 生光皮桦树高生长情况(表 1)看,在光皮桦×木荷、光皮桦×福建柏、光皮桦×马尾松和光皮桦×杉木中,光皮桦的树高分别为 7.84 m、9.30 m、6.76 m 和 9.41 m,从高到低排列依次为光皮桦×杉木>光皮桦×福建柏>光皮桦×木荷>光皮桦×马尾松;方差分析<sup>[9-11]</sup>结果(表 2)表明,F=16.842>F<sub>0.01</sub>(3,9)=6.99,不同混交树种间光皮桦树高生长达到极显著差异水平。由不同混交树种的光皮桦树高 LSD 法多重比较(表 3)可以看出,光皮桦×杉木、光皮桦×福建柏的树高生长显著高于光皮桦×木荷、光皮桦×马尾松。其中:光皮桦×杉木与光皮桦×福建柏差异不显著,光皮桦×木荷与光皮桦×马尾松的差异也不显著。这个结果与陈清惠<sup>[5]</sup>对 4 a 生光皮桦混交林树高生长影响的研究结论基本一致。

表 1 不同混交树种的光皮桦生长情况

Tab. 1 *Betula luminifera* growth status of different mixed tree species

项目	处理	I	II	III	IV	平均
树高	光×荷	7.36	8.09	7.26	8.63	7.84
	光×建	9.69	9.07	9.41	9.04	9.30
	光×马	7.39	7.06	5.27	7.31	6.76
	光×杉	9.60	9.39	9.49	9.16	9.41
	平均	8.51	8.40	7.86	8.54	8.33

试验地于 1999 年 11 月经炼山清杂后,穴状整

续表

项目	处理	I	II	III	IV	平均
胸径	光×荷	7.6	6.4	7.0	8.6	7.4
	光×建	9.3	8.4	9.5	9.2	9.1
	光×马	7.4	6.2	5.1	7.2	6.5
	光×杉	9.0	10.0	9.5	8.0	9.1
	平均	8.3	7.8	7.8	8.3	8.1
单株材积	光×荷	0.0180	0.0143	0.0152	0.0267	0.0186
	光×建	0.0347	0.0268	0.0351	0.0317	0.0321
	光×马	0.0172	0.0118	0.0061	0.0161	0.0128
	光×杉	0.0323	0.0386	0.0354	0.0247	0.0328
	平均	0.0256	0.0229	0.0230	0.0248	0.0241
高径比	光×荷	0.9684	1.2641	1.0371	1.0035	1.0683
	光×建	1.0419	1.0798	0.9905	0.9826	1.0237
	光×马	0.9986	1.1387	1.0333	1.0153	1.0465
	光×杉	1.0667	0.9390	0.9989	1.1450	1.0374
	平均	1.0189	1.1054	1.0150	1.0366	1.0440
保存率	光×荷	61.3	50.4	58.8	75.4	61.5
	光×建	73.3	70.4	73.3	75.4	73.1
	光×马	73.3	67.1	37.9	54.6	58.2
	光×杉	92.1	79.6	77.5	71.3	80.1
	平均	75.0	66.9	61.9	69.2	68.3

2.2 不同混交树种的光皮桦胸径生长效果

从表 1 还可以看出,各种混交林分中光皮桦的胸径生长有较大的差别。光皮桦胸径从高到低依次为光皮桦×杉木>光皮桦×福建柏>光皮桦×木荷>光皮桦×马尾松。表 2 方差分析结果表明,不同混交树种间光皮桦胸径生长也存在极显著差异;多重比较结果表明,光皮桦×杉木、光皮桦×福建柏的胸径生长与光皮桦×木荷、光皮桦×马尾松的差异显著;而光皮桦×杉木与光皮桦×福建柏,光皮桦×木荷与光皮桦×马尾松差异不显著(表 4)。这个结果也与陈清惠<sup>[5]</sup>对 4 a 生光皮桦混交林胸径生长影响的研究结论基本一致。

2.3 不同混交树种的光皮桦单株材积生长效果

林木平均单株立木材积受胸径和树高的同时影响。从表 2 可以发现,不同混交树种间光皮桦单株材积生长也达到极显著差异水平。经 LSD 多重比较,光皮桦×杉木、光皮桦×福建柏的单株材积生长与光皮桦×木荷、光皮桦×马尾松差异显著;光皮桦×杉木与光皮桦×福建柏,光皮桦×木荷与光皮桦×马尾松差异不显著(表 5)。

2.4 不同混交树种的光皮桦高径比效果

从表 2 还可以看出,在不同混交模式中,光皮桦

表 2 不同混交树种的光皮桦生长情况方差分析

Tab. 2 Variance analysis of *Betula luminifera* growth status of different mixed tree species

项目	自由度				平方和				均方			F 值
	区组	处理	剩余	总和	区组	处理	剩余	总和	区组	处理	剩余	
树高	3	3	9	15	1.2115	19.3195	3.4413	23.9724	0.4038	6.4398	0.3824	16.842**
胸径	3	3	9	15	1.115	20.635	7.76	29.51	0.3717	6.8783	0.8622	7.977**
单株材积	3	3	9	15	0.00002	0.00119	0.00030	0.00151	0.00001	0.00040	0.00003	11.845**
高径比	3	3	9	15	0.0212	0.0042	0.0741	0.0995	0.0071	0.0014	0.0082	0.17
保存率	3	3	9	15	355.79	1243.75	941.33	2540.87	118.60	414.58	104.59	3.964**

注:  $F_{0.05}(3,9) = 3.86, F_{0.01}(3,9) = 6.99$ , \*\* 表示极显著差异。

表 3 不同混交树种的光皮桦树高 LSD 法多重比较

Tab. 3 *Betula luminifera* high growth LSD multiple comparison of different mixed tree species

处理	均值	光×杉	光×建	光×荷	光×马
光×杉	9.4100		0.8113	0.0057	0.0002
光×建	9.3025	0.1075		0.0084	0.0003
光×荷	7.8350	1.5750	1.4675		0.0359
光×马	6.7575	2.6525	2.5450	1.0775	

注:下三角为均值差,上三角为显著水平(下同)。

表 4 不同混交树种的光皮桦胸径 LSD 法多重比较

Tab. 4 *Betula luminifera* DBH growth LSD multiple comparison of different mixed tree species

处理	均值	光×杉	光×建	光×荷	光×马
光×杉	9.1250		0.9705	0.0275	0.0029
光×建	9.1000	0.0250		0.0293	0.0031
光×荷	7.4000	1.7250	1.7000		0.1925
光×马	6.4750	2.6500	2.6250	0.9250	



表 5 不同混交树种的光皮桦单株材积 LSD 法多重比较

Tab. 5 *Betula luminifera* individual plant volume LSD multiple comparison of different mixed tree species

处理	均值	光×杉	光×建	光×荷	光×马
光×杉	3. 2750		0. 8725	0. 0070	0. 0009
光×建	3. 2075	0. 0675		0. 0091	0. 0011
光×荷	1. 8550	1. 4200	1. 3525		0. 1931
光×马	1. 2800	1. 9950	1. 9275	0. 5750	

的高径比没有显著差异。光皮桦×木荷、光皮桦×马尾松的高径比较大,其个体间竞争比较激烈,光皮桦的生长较为细长;而光皮桦×福建柏、光皮桦×杉木中,林木个体相对空间较大,空间竞争相对比较缓和,光皮桦林木个体生长粗壮,能够较好地提高林木对风、雪的抗逆性,有利于光皮桦林木个体生长。郭祥泉对尾巨桉与马尾松不同混交处理 3 a 生造林进行研究认为,林木生长健壮可更好地提高其它方面的抗逆性<sup>[12]</sup>。

表 6 不同混交树种的光皮桦高径比 LSD 法多重比较

Tab. 6 *Betula luminifera* height to diameter ratio LSD multiple comparison of different mixed tree species

处理	均值	光×荷	光×马	光×杉	光×建
光×荷	1. 0683		0. 7418	0. 6419	0. 5048
光×马	1. 0465	0. 0218		0. 8906	0. 7308
光×杉	1. 0374	0. 0309	0. 0091		0. 8357
光×建	1. 0237	0. 0446	0. 0228	0. 0137	

表 8 混交林不同树种蓄积生长比较

Tab. 8 Volume growth comparison of different mixed tree species

处理	树种	I		II		III		IV		平均	
		单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 /(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 /(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 /(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 /(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 /(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )
光×荷	光皮桦	0. 0180	17. 65	0. 0143	11. 54	0. 0152	14. 30	0. 0267	32. 23	0. 0186	18. 93
	木荷	0. 0180	20. 41	0. 0153	23. 47	0. 0163	21. 74	0. 0240	30. 42	0. 0184	24. 01
	合计		38. 06		35. 01		36. 04		62. 65		42. 94
光×建	光皮桦	0. 0347	40. 74	0. 0268	30. 21	0. 0351	41. 21	0. 0317	38. 27	0. 0321	37. 61
	福建柏	0. 0408	51. 71	0. 0183	21. 97	0. 041	43. 76	0. 0441	38. 24	0. 0361	38. 92
	合计		92. 45		52. 18		84. 97		76. 51		76. 53
光×马	光皮桦	0. 0172	20. 19	0. 0118	12. 67	0. 0061	3. 70	0. 0161	14. 07	0. 0128	12. 66
	马尾松	0. 0329	41. 69	0. 0373	52. 25	0. 0344	36. 71	0. 0287	38. 29	0. 0333	42. 23

## 2.5 不同混交树种的光皮桦造林保存率效果

由表 1 可知,造林保存率从高到低依次为光皮桦×杉木>光皮桦×福建柏>光皮桦×木荷>光皮桦×马尾松。

表 2 方差分析结果表明,造林保存率也存在显著差异。

表 7 不同混交树种的光皮桦造林保存率 LSD 法多重比较

Tab. 7 *Betula luminifera* affrostetion survival rate LSD multiple comparison of different mixed tree species

处理	均值	光×杉	光×建	光×荷	光×马
光×杉	80. 1250		0. 3567	0. 0297	0. 0143
光×建	73. 1000	7. 0250		0. 1424	0. 0698
光×荷	61. 4750	18. 6500	11. 6250		0. 6638
光×马	58. 2250	21. 9000	14. 8750	3. 2500	

## 2.6 混交林不同树种蓄积生长

### 2.6.1 不同混交树种的光皮桦蓄积生长

混交林不同树种蓄积生长比较见表 8。

由表 8 可知,光皮桦在不同混交林中,蓄积生长从高到低依次为光皮桦×杉木>光皮桦×福建柏>光皮桦×木荷>光皮桦×马尾松。方差分析结果,差异达到极显著(表 9)。

### 2.6.2 不同混交树种蓄积生长

由表 8 可见,在不同混交林中,混交树种蓄积生长从高到低依次为光皮桦×杉木>光皮桦×马尾松>光皮桦×福建柏>光皮桦×木荷。方差分析(表

续表

处理	树种	I		II		III		IV		平均	
		单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 / (m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> )	单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 / (m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> )	单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 / (m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> )	单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 / (m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> )	单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积 / (m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> )
	合计		61.88		64.92		40.41		52.36		54.89
光×杉	光皮桦	0.0323	47.61	0.0386	49.18	0.0354	43.92	0.0247	28.17	0.0328	42.22
	杉木	0.0141	20.69	0.0678	76.88	0.0374	52.39	0.0268	26.81	0.0365	44.19
	合计		68.3		126.06		96.31		54.98		86.41

9)表明,这种差异未达到显著。这与光皮桦的伴生树种杉木、马尾松、福建柏、木荷等 4 种树种本身生物学特性和生长习性有关。

表 9 混交林不同树种蓄积方差分析

Tab. 9 Volume variance analysis of different mixed tree species

项目	自由度				平方和				均方			F 值
	区组	处理	剩余	总和	区组	处理	剩余	总和	区组	处理	剩余	
光皮桦	3	3	9	15	87.48	2448.14	661.73	3197.36	29.16	816.05	73.53	11.099**
混交树种	3	3	9	15	281.80	1004.41	2389.35	3675.56	93.93	334.80	265.48	1.261
总蓄积	3	3	9	15	128.85	4719.26	4661.11	9509.22	42.95	1573.09	517.90	3.037*

注: F<sub>0.05</sub>(3,9) = 3.86, F<sub>0.01</sub>(3,9) = 6.99, \* 表示显著差异, \*\* 表示极显著差异。

表 10 不同混交树种的光皮桦蓄积生长 LSD 法多重比较

Tab. 10 Volume growth LSD multiple comparison of different mixed tree species of *Betula luminifera*

处理	均值	光×杉	光×建	光×荷	光×马
光×杉	42.2200		0.4660	0.0040	0.0009
光×建	37.6050	4.6150		0.0131	0.0026
光×荷	18.9300	23.2900	18.6750		0.3279
光×马	12.6575	29.5625	24.9475	6.2725	

表 12 不同混交林总蓄积生长 LSD 法多重比较

Tab. 12 Total volume growth LSD multiple comparison of different mixed forest

处理	均值	光×杉	光×建	光×马	光×荷
光×杉	86.4100		0.5541	0.0818	0.0243
光×建	76.5225	9.8875		0.2118	0.0665
光×马	54.8925	31.5175	21.6300		0.4766
光×荷	42.9400	43.4700	33.5825	11.9525	

表 11 不同混交树种蓄积生长 LSD 法多重比较

Tab. 11 Volume growth LSD multiple comparison of different mixed tree species

处理	均值	光×杉	光×马	光×建	光×荷
光×杉	44.1925		0.8688	0.6581	0.1137
光×马	42.2350	1.9575		0.7801	0.1481
光×建	38.9200	5.2725	3.3150		0.2278
光×荷	24.0100	20.1825	18.2250	14.9100	

### 2.6.3 林分总蓄积生长

由表 8 可知,4 种混交林中,光皮桦×杉木单位

面积林分总蓄积量最大,达 86.41 m<sup>3</sup>,其次为光皮桦×福建柏、光皮桦×马尾松,光皮桦×木荷的林分单位面积总蓄积量最小,为 42.94 m<sup>3</sup>。方差分析(表 9)表明,不同混交林单位面积林分总蓄积生长没有显著差异。

### 3 小结与讨论

1)不同混交树种对光皮桦生长有较大影响,11 a 生光皮桦的平均胸径、平均树高、平均单株材积生长及高径比、造林保存率差异极显著,单位面积蓄积生长差异显著,其中,以光皮桦×杉木混交效果最

好,其余依次为光皮桦×福建柏、光皮桦×木荷、光皮桦×马尾松。因此,光皮桦×杉木和光皮桦×福建柏是较好的混交组合。

2) 4种混交林中,与光皮桦混交的树种蓄积生长从高到低依次为光皮桦×杉木>光皮桦×马尾松>光皮桦×福建柏>光皮桦×木荷,但差异不显著。在混交林单位面积林分总蓄积量上,光皮桦×杉木>光皮桦×福建柏>光皮桦×马尾松>光皮桦×木荷,但其四者之间差异不显著。

3) 本试验采用完全随机区组设计,每个小区的立地条件基本一致,各种混交方式生长差异排除受到其它因素的影响。杉木、福建柏、木荷与光皮桦均为浅根性树种、根系同层分布,但杉木、福建柏侧根较密集,垂直根系集中在根兜,形成簇状,侧根切断后有再生能力,但穿透力不强,是宽幅紧密型,木荷、光皮桦根系穿透力较强,常常穿插到别的根系中,根幅较宽,吸收根系分散。马尾松为深根性树种。可见,在根型上,光皮桦×杉木、光皮桦×福建柏、光皮桦×马尾松混交林优于光皮桦×木荷混交林。杉木、福建柏及木荷较耐荫,马尾松与光皮桦较不耐荫。由此可见,在耐荫性上,光皮桦×杉木、光皮桦×福建柏、光皮桦×木荷混交林优于光皮桦×马尾松混交林。因此,光皮桦×杉木和光皮桦×福建柏是较好的混交组合。

4) 本试验只是在对光皮桦混交不同树种上进行研究,但其混交比例皆为1:1,株行距皆为2.5 m×2.5 m,皆为行状混交(每个树种3行),所以在混交比例关系、栽植密度、混交方式上有待进一步研究

探讨。

### 参考文献:

- [1] 陈存及,陈伙法. 阔叶树栽培技术[M]. 北京:中国林业出版社,2000:313-315.
- [2] 陈江海. 光皮桦速生栽培技术试验[J]. 安徽农学通报,2011,17(12):129-130.
- [3] 鲍英杰,陈建华,许梅. 浅谈光皮桦的种植技术现状[J]. 现代园艺,2012(6):47.
- [4] 钟建军,方水强,吴友军. 光皮桦的综合利用价值及育苗造林技术[J]. 安徽农学通报,2009,15(20):104-105.
- [5] 陈清惠. 不同造林密度和混交树种对光皮桦幼林生长的影响[J]. 福建林业科技,2008:59-62.
- [6] 和星,杜凌,刘世农,等. 光皮桦不同混交造林模式对幼林生长的影响[J]. 贵州林业科技,2011,39(3):27-29.
- [7] 王青天,汪煌炳. 福建柏光皮桦混交造林效果调查[J]. 河北林业科技,2009:25-26.
- [8] 曹健康,杨新虎,方乐金. 光皮桦杉木混交林效应研究初报[J]. 黄山学院学报,2007,9(3):77-80.
- [9] 洪伟. 林业试验设计技术与方法[M],北京:科学技术出版社,1993:324-340.
- [10] 北京林学院. 数理统计[M]. 北京:中国林业出版社,1986:223-284.
- [11] 唐启义,冯明光. DPS数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2009:89-91.
- [12] 郭祥泉. 尾巨桉与马尾松不同混交处理3a生造林研究[J]. 福建林学院学报,2003,23(4):338-342.

(上接第113页)

件下,可采取有效措施吸纳资金,同时要运用市场经济原则,实行招投标,开展工程监理和财务监督审计工作,确保工程质量,降低工程成本。

### 参考文献:

- [1] 陈强. 云南岩溶地区石漠化生态治理模式及持技术

[M]. 昆明:云南科技出版社,2011:79-81.

- [2] 马骏. 林业栽培实用技术完全图解[M]. 昆明:云南科技出版社,2013:70-71.
- [3] 昆明市林业局. 昆明市石漠化植被恢复技术规程(草案)[Z]. 2013.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.027

## 广东省林业工程造林成效评价系统的研究与实现

孟先进

(广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520)

**摘要:**广东省为加强林业重点生态工程建设启动了 16 个林业生态建设工程,为全面科学地评估造林成效,提高信息化管理水平,开发了一套林业工程造林成效评价系统,利用专家咨询法设置林业工程造林成效评价体系的相关指标,包括当年造林成效、造林保存成效、森林抚育成效、封山育林成效、“万村绿”大行动成效评价指标,实现了广东省林业工程造林成效评价系统,系统包括基础数据管理、数据逻辑检查、造林成效评价和评价结果输出等功能。

**关键词:**造林成效;评价指标;评价系统;广东省

中图分类号:S725;TP39 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0120-05

## Research and Implementation of Performance Evaluation System of Guangdong Province Forestry Engineering Afforestation

MENG Xian-jin

(Guangdong Institute of Forestry Surveying and Designing, Guangzhou 510520, China)

**Abstract:** In recent years, Guangdong Province have been carried out 16 forestry construction projects for strengthening key ecological projects, furthermore, an evaluation system of large, wide-ranging forestry construction also has been developed for the task of comprehensively evaluating the afforestation effect, and improving the level of information management. In this paper, according to actual setting of Guangdong forestry project performance evaluation index which including afforestation effects, afforestation survival effects, forest tending effects and so on, we successfully made the guangdong forestry project evaluation system which included basic data management, checking data logic, the evaluation function of the data effectiveness and the output function of the evaluation results.

**Key words:** effect of afforestation; evaluation index; evaluation information management system; Guangdong Province

近年来,广东省全力推进“生态林业、民生林业、文化林业、创新林业、和谐林业”的发展,加大了林业生态工程的建设力度,启动了东江水源涵养林建设工程、韩江水源涵养林建设工程、省级林分改造工程、红树林及沿海防护林建设工程等 16 个林业重点生态工程。工程建设任务大,涉及范围广,生态文

明建设影响深远,必须全面科学地评估各林业工程的造林质量,系统地总结工程建设取得的成果与经验,提出新时期林业生态工程建设的对策与措施。

保证林业工程的造林质量是现代林业实现可持续发展、发挥森林多种效益的关键。造林质量的信息化管理为造林成效评价方法的细化提供了重要的

收稿日期:2014-03-07.

作者简介:孟先进(1979-),男,湖北襄阳人,硕士,工程师。主要从事林业调查规划设计、生态监测、资源调查和生态保护等工作。

技术手段<sup>[1-4]</sup>。未开发林业工程造林成效评价系统之前,广东省林业工程造林成效核查数据依赖各工作组手工统计上报,显然,基础数据在经过层层上报与手工统计的过程中,不可避免地会增加个人工作量和出错率。广东省需开发一套完备的集信息录入、信息统计、信息查询、成效评价、结果输出于一体的林业工程造林成效评价系统,便于掌握全省不同时期、不同工程类别的造林质量,为进一步的规划和决策提供支持。结合以上实际情况,在进一步提高工程信息管理水平的宗旨下,根据广东省林业生态工程建设现状,探索并实现广东省林业工程造林成效评价系统。

## 1 研究内容

### 1.1 当年造林成效评价

当年造林成效评价是对当年造林的林业工程进行整体质量评价,对造林核实面积、造林成活率、造林树种选择是否符合规范、不同造林类型所要求的造林密度、林木长势、混交方式、环保措施和是否进行当年抚育等指标进行评价。

### 1.2 造林保存成效评价

造林保存成效评价需对往年造林的林业工程造林保存情况进行评价,对造林核实面积,林木保存率、是否进行后续抚育,补苗是否遵循造林树种选择规范、林木密度、林木长势等指标进行评价。

### 1.3 森林抚育成效评价

森林抚育成效评价需对森林抚育核实面积,林木保存率、林木长势、林木密度、是否进行松土、除草、培土、追肥、补植等指标进行评价。

### 1.4 封山育林成效评价

封山育林成效评价需对封山育林面积、是否落实管护人员、是否树立固定宣传标志、盖度或郁闭度、林木密度、林木长势等指标进行评价。

### 1.5 万村绿大行动评价

万村绿大行动成效评价需对林木保存率、村庄绿化覆盖率、景观效果、万村绿大行动内容等指标进行评价。

### 1.6 林业工程造林成效评价系统

需研制一套完备的集信息录入、信息统计、信息查询、成效评价、评价成果输出于一体的林业工程造林成效评价系统,方便统一做法,优化工作流程,提高核查效率,便于掌握全省不同时期、不同林业工程的造林质量。

## 2 需解决的问题

为加强广东省林业工程造林质量的管理,必须统一做法,优化工程流程,提高核查工作准确度、可信度和工作效率,需解决数据采集的便捷性、造林成效评价指标的全面性、造林成效评价系统易操作性,同时还要考虑造林成效评价系统推广的便利性。

1) 数据采集的便捷性要求数据采集的录入界面须与外业调查表基本一致,使数据录入人员一目了然,尽量采用增量查询、事前提示、事后检查、提交入库前逻辑检查等技术,使数据录入高效、便捷、准确。

2) 造林成效评价指标的全面性要求能客观地评价各造林类型、各工程类型的造林质量,要根据不同的工程类型设置与之相匹配的指标体系。

3) 造林成效评价系统易操作性是考虑到林业行业整体信息化水平较低,为降低本系统后期推广和维护成本,必须优先考虑造林成效评价系统的易操作性。

4) 造林成效评价系统推广的便利性要求考虑本系统的扩展性,把全省所涉及的林业工程和造林方式都考虑进来,要预留扩展接口,同时也要考虑本系统在各建设单位自查时使用,为日后推广运用打好基础、提供便利。

## 3 指标体系的建立

对影响造林质量的各个因素进行不同层面调查、分析和研究的基础上,针对广东林业工程建设的实际情况,参考我国现行的造林技术标准及造林质量考核办法<sup>[5-6]</sup>,运用专家咨询法,初步提出广东林业工程造林质量评价的指标体系<sup>[7]</sup>(表1~表5)。

根据不同的造林方式,设置与之相匹配的指标,采用百分制打分法,先对作业小班进行评分,再用小班面积加权的方式对建设单位进行评分,最终得出各建设单位不同年度不同工程的综合评价分。

造林密度: $R \geq 5$ ,得10分; $R < 5$ ,得0分。

林木长势, $R \geq 15$ ,得20分; $5 \leq R < 15$ ,得10分; $R < 5$ ,得0分。

环保措施: $R \geq 4$ ,得5分; $1.5 \leq R < 4$ ,得3分; $R < 1.5$ ,得0分。

林木密度: $R \geq 7.5$ ,得10分; $4.0 \leq R < 7.5$ ,得5分; $1.5 \leq R < 4$ ,得3分; $R < 1.5$ ,得0分。

林木长势: $R \geq 15$ ,得20分; $5 \leq R < 15$ ,得10分; $R < 5$ ,得0分。

表 1 当年造林成效评价指标

Tab. 1 Evaluation index of current year afforestation effectiveness

核查指标	分值	评分标准
造林成活率	30	$\geq 85\%$ , 30 分; 75% ~ 85%, 20 分; 65% ~ 75%, 10 分; 41% ~ 65%, 5 分; < 41%, 0 分
树种选择	20	树种合格面积比 $\geq 95\%$ , 20 分; 85% ~ 95%, 10 分; 60% ~ 85%, 5 分; < 60%, 0 分
造林密度	10	按设计密度要求进行造林, 10 分; 否则 0 分
林木长势	20	好, 20 分; 中, 10 分; 差, 0 分
混交方式	5	混交面积比例达 85% 以上, 5 分; 60% ~ 85%, 3 分; < 60%, 0 分
环保措施	5	不炼山, 未造成水土流失, 5 分; 不炼山, 未造成水土流失, 垂直割带, 3 分; 否则 0 分
当年抚育率	10	$\geq 95\%$ , 10 分; 80% ~ 95%, 5 分; < 80%, 0 分

注: R 为按面积加权总体系数, 下同。

表 2 造林保存成效评价指标

Tab. 2 Evaluation index of afforestation conservation effectiveness

核查指标	分值	评分标准
林木保存率	50	$\geq 85\%$ , 50 分; 75% ~ 85%, 40 分; 65% ~ 75%, 30 分; 41% ~ 65%, 20 分; < 41%, 0 分
树种选择	20	树种合格面积比 $\geq 95\%$ , 20 分; 85% ~ 95%, 10 分; 60% ~ 85%, 5 分; < 60%, 0 分
林木密度	10	$\geq 89$ 株, 10 分; 54 ~ 89 株 5 分; 45 ~ 54 株 3 分; 否则 0 分
林木长势	20	好, 20 分; 中, 10 分; 差, 0 分

表 3 森林抚育成效评价指标

Tab. 3 Evaluation index of forest tending effectiveness

核查指标	分值	评分标准
林木保存率	20	$\geq 85\%$ , 20 分; 75% ~ 85%, 15 分; 65% ~ 75%, 10 分; 41% ~ 65%, 5 分; < 41%, 0 分
林木长势	20	好, 20 分; 中, 10 分; 差, 0 分
林木密度	10	$\geq 89$ 株, 10 分; 54 ~ 89 株 5 分; 45 ~ 54 株 3 分; 否则 0 分
完全抚育内容	50	按作业设计 5 项内容完成得 50 分, 每缺一项扣 10 分

林木密度:  $R \geq 7.5$ , 得 10 分;  $4.0 \leq R < 7.5$ , 得 5 分;  $1.5 \leq R < 4$ , 得 3 分;  $R < 1.5$ , 得 0 分。

完全抚育内容: R 大于 2 个分段平均数, 取上值; 否则, 取下值。

落实管护人员:  $R \geq 5$ , 得 10 分;  $R < 5$ , 得 0 分。

固定宣传标志:  $R \geq 10$ , 得 20 分;  $R < 10$ , 得 0 分。

表 4 封山育林成效评价指标

Tab. 4 Evaluation index of close hillsides to facilitate afforestation effectiveness

核查指标	分值	评分标准
落实管护人员	10	落实管护人员, 10 分; 否则 0 分
固定宣传标志	20	按设计书设置有固定封山育林宣传标志 20 分; 否则 0 分
盖度或郁闭度	30	$\geq 80\%$ , 30 分; 60% ~ 80%, 25 分; 40% ~ 60%, 20 分; 20% ~ 40%, 15 分; < 20%, 0 分
林木密度	20	$\geq 89$ 株, 20 分; 54 ~ 89 株 15 分; 45 ~ 54 株 10 分; 否则 0 分
林木长势	20	好, 20 分; 中, 10 分; 差, 0 分

表 5 “万村绿”大行动成效评价指标

Tab. 5 Evaluation index of “Wan Village Green” campaign effectiveness

核查指标	分值	评分标准
林木保存率	15	$\geq 85\%$ , 50 分; 75% ~ 85%, 40 分; 65% ~ 75%, 30 分; 41% ~ 65%, 20 分; < 41%, 0 分
村庄绿化覆盖率	15	$\geq 30\%$ , 15 分; 10% ~ 30%, 10 分; < 10%, 0 分
景观效果	20	好, 20 分; 中, 10 分; 差, 0 分
完全万村绿大行动	50	按“万村绿”大行动 5 项内容完成得 50 分, 每缺一项扣 10 分

林木密度:  $R \geq 17.5$ , 得 20 分;  $12.5 \leq R < 17.5$ , 得 15 分;  $5 \leq R < 12.5$ , 得 10 分;  $R < 5$ , 得 0 分。

林木长势:  $R \geq 15$ , 得 20 分;  $5 \leq R < 15$ , 得 5 分;  $R < 5$ , 得 0 分。

景观效果:  $R \geq 15$ , 得 20 分;  $5 \leq R < 15$ , 得 10 分;  $R < 5$ , 得 0 分。

村庄绿化覆盖率:  $R \geq 12.5$ , 得 15 分;  $5 \leq R < 12.5$ , 得 10 分;  $R < 5$ , 得 0 分。

完全万村绿大行动内容: R 大于 2 个分段平均数, 取上值; 否则, 取下值。

## 4 造林成效评价系统的实现

为实现广东省林业工程造林成效评价系统, 按照统一平台、统一方法、优化流程的原则, 对各林业工程及各造林方式的造林成效进行统一核查, 并进行综合评价, 开发了广东省林业工程造林成效评价系统, 实现了基础数据管理、造林成效信息维护、保存成效信息维护、森林抚育成效信息维护、封山育林成效信息维护、万村绿成效信息维护、造林成效评价、造林保存成效评价、森林抚育成效评价、封山育

林成效评价、万村绿成效评价、评价结果输出等功能。

### 4.1 系统总体设计

广东省林业工程造林成效评价系统划分为系统维护子系统、成效核查基本信息维护子系统和造林成效评价子系统,共 13 个功能模块,系统总体结构示意图如图 1 所示。

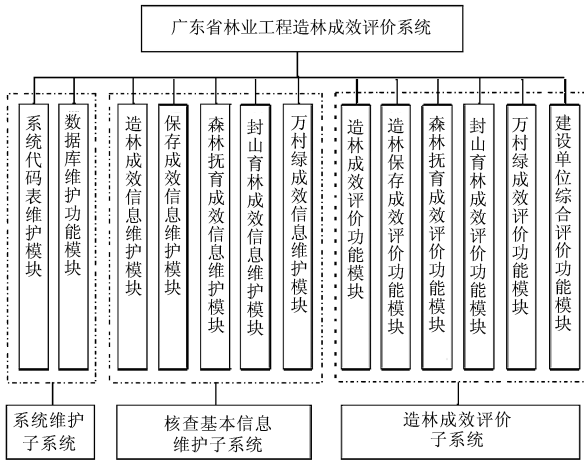


图 1 系统总体结构示意图

Fig. 1 Overall structure of schematic system diagram

### 4.2 数据库设计

数据库设计考虑到各核查工组的内业数据量不大,且要求安装简易,便于操作,采用 Microsoft Access 数据库。以广东省林业工程造林成效核查样圆调查因子为核心数据库,所有基础数据表及相关支持表均纳入数据库管理,分为基础信息代码库、样圆调查因子库、林业工程造林成效评价信息库。

#### 4.2.1 基础信息代码库

基础信息代码库存储与林业工程相关的信息,包括市名称代码表(TBL\_SHI)、县名称代码表(TBL\_XIAN)、工程名称代码表(TBL\_GC)、树种代码表(TBL\_SZ)等

#### 4.2.2 样圆调查因子库

样圆调查因子库记录林业工程造林成效核查因子的相关信息,包括树种组成表(TBL\_SZZC)存储各核查小班的树种组成情况(包括设计树种组成和核实树种组成);造林成效外业调查表(TBL\_ZLCX)存储当年造林成效和保存成效的相关调查因子信息;森林抚育外业调查表(TBL\_SLFYCXWY)存储森林抚育的相关调查因子信息;封山育林外业调查表

(TBL\_FSYLCXWY)存储封山育林的相关调查因子信息;万村绿外业调查表(TBL\_WCLCXWY)存储“万村绿”大行动的相关调查因子信息。

#### 4.2.3 林业工程造林成效评价信息库

林业工程造林成效评价信息库记录林业工程建设评价结果的相关信息,包括造林成效评价表(TBL\_JG\_ZLCX)存储当年造林成效和保存成效的相关评价信息;森林抚育评价表(TBL\_JG\_SLFYCXWY)存储森林抚育成效的相关评价信息;封山育林评价表(TBL\_JG\_FSYLCXWY)存储封山育林成效的相关评价信息;万村绿评价表(TBL\_JG\_WCLCXWY)存储“万村绿”大行动成效的相关评价信息。

### 4.3 系统主要功能

广东省林业工程造林成效评价系统包括造林成效核查基本信息处理、数据逻辑检查、造林成效评价统计、评价结果输出、数据库管理五大功能,系统主界面如图 2 所示。

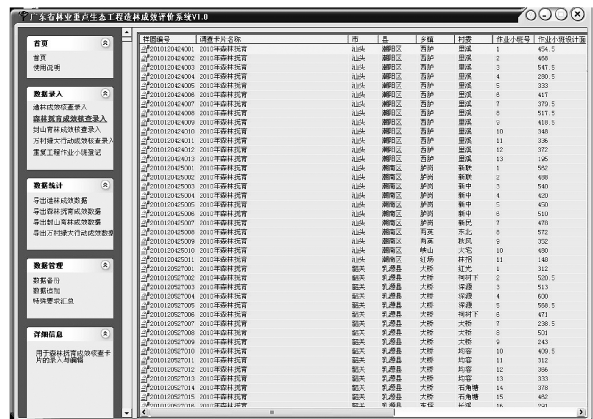


图 2 系统主界面

Fig. 2 Main interface

#### 4.3.1 基础数据管理功能

造林成效核查基础数据管理功能包括造林质量核查数据录入、删除、修改,显示和按条件排序等功能;森林抚育质量核查数据录入、删除、修改、显示和按条件排序等功能;封山育林质量核查数据录入、删除、修改、显示和按条件排序等功能;万村绿大行动成效核查数据录入、删除、修改、显示和按条件排序等功能;调查树种录入、删除和修改等功能,基础信息维护界面如图 3 所示。

#### 4.3.2 数据逻辑检查功能

通过数据项间的逻辑检查及数据库表间的逻辑

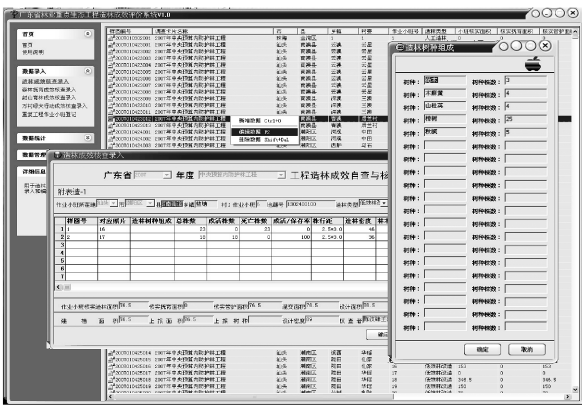


图 3 基础信息维护界面

Fig. 3 Basic information maintenance interface

关系检查,保证录入的核查因子、工程相关信息的准确性。调查因子根据工程类别和造林方式不同区分为必填项和选填项。必填项需检查数据的完整性,使相应调查因子无缺漏。若有缺漏,应根据外业调查卡片进行补充,否则无法统计。同时,还必须对录入代码的正确性进行检查,减少不必要的错误。

#### 4.3.3 造林成效数据评价功能

造林成效数据评价功能包括当年造林成效评价、造林保存成效评价、森林抚育质量评价、封山育林质量评价、万村绿大行动质量评价。对东江水源涵养林建设工程、韩江水源涵养林建设工程、省级林分改造工程、红树林及沿海防护林建设工程、雨雪冰冻灾害地区森林生态修复工程、岩溶地区石漠化治理工程、森林抚育工程、生物防治林带建设工程、西江北江水源林建设工程、主干道绿化建设工程、碳汇示范林建设工程、“万村绿”大行动建设工程、中央预算内防护林工程、新增中央预算防护林工程、第四批扩大内需中央预算内防护林工程、岩溶地区石漠化综合治理试点工程等建设工程进行综合成效评价。造林成效评价功能是广东省林业工程造林成效评价系统的核心内容。系统提供对不同年度的各营造林方式、各林业工程类别分别按单位、年度、投资主体对县营造林的面积落实情况指标、质量情况指标、综合管理情况指标进行统计及综合评价与评分。

#### 4.3.4 评价结果输出功能

广东省林业工程造林成效评价结果输出必须满

足统计、分析、测算、汇总、评价以及各种分析报告撰写的需要,评价结果是以 Excel 格式进行输出的,数据格式通用,便于二次加工,可以借助 Excel 软件的强大功能制作格式新颖的表格和图表。

#### 4.3.5 数据库管理功能

数据管理功能包括数据备份和数据追加功能,数据备份便于各工组上交数据,只需将系统备份的数据上交即可,数据追加用于各工组分录入数据进行合并,追加数据的数据源是系统备份的数据。

### 5 小结与讨论

广东省林业工程造林成效评价系统的研制是全省林业工程成效核查的重要工作之一。系统建立 3 年来,运行稳定,操作简便,便于为全省林业工程造林成效核查的统计分析及全省林业工程成效核查的综合评价提供有力支持,为有效地监测全省林业工程成效核查提供数据信息支持。本系统首次为广东省林业造林工程提供了统一的质量评价系统,系统根据不同造林方式设置不同的质量评价指标进行综合评价。本系统实现的广东省林业工程造林成效评价体系,评价指标全面,评价结果可信度高,能够准确、翔实地得出造林成效评价结果。但该系统没有考虑所处区域、地理位置、气候条件、立地状况等因素,需进一步研究与完善造林质量评价指标与评价系统。

#### 参考文献:

- [1] 温佐吾,甘露,王雷宏,等. 造林质量的参与式控制与评价初步研究[J]. 西南林学院学报,2005,25(4):42-47.
- [2] 戴前石,闫宏伟,张万林,等. 全国营造林实绩综合核查信息管理系统研制[J]. 林业资源管理,2005(6):78-81.
- [3] 李丹,梁志强. 黑龙江省造林动态信息统计系统的研究与实现[J]. 东北林业大学学报,2012,40(18):150-152.
- [4] 高志强,王秀兰,冯仲科,等. 基于 GIS 的人工林营造决策和管理系统构思[J]. 林业调查规划,2010,35(2):11-13.
- [5] 林业部造林绿化和森林经营司全国造林技术规程[S]. 北京:中国标准出版社,1996.
- [6] 国家林业局. 营造林质量考核办法[Z]. 北京:国家林业局,2003.
- [7] 广东省林业调查规划院. 广东省 2007~2010 年重点林业生态工程检查验收报告[R]. 2010.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.028

## 紫茎泽兰能源化利用初探

曾国揆

(云南省农村能源工作站,云南 昆明 650224)

**摘要:**常温条件下,以脱毒预处理的紫茎泽兰为原料,在 TS 含量为 4%、6%、8% 的条件下进行了批量厌氧消化产甲烷发酵试验。结果表明:脱毒的紫茎泽兰作为厌氧发酵产甲烷原料具有可行性;与 TS 浓度为 4% 和 8% 相比,浓度为 6% 时,紫茎泽兰的原料降解率、产气潜力和能源转换率最高,分别为 18.78%、111.38 L/kg·TS 和 14.46%。因此,厌氧生物转化可以作为紫茎泽兰能源化利用的一条有效途径。

**关键词:**紫茎泽兰;厌氧消化;发酵试验;能源转化率

中图分类号:S45;S216.2 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2014)08-0125-03

## Study on Utilization of *Eupatorium adenophorum* as Energy Resources

ZENG Guo-kui

(Rural Energy Office of Yunnan Province, Kunming 650224, China)

**Abstract:** Fementation experiments of batch anaerobic digestion for making methane are carried out in this paper by taking *Eupatorium adenophorum* detoxification pretreated as material and under condition of normal temperature and TS content rates of 4%, 6%, 8%. Results shows the possibility of using *Eupatorium adenophorum* as energy resource for making methane is proved. Compared to the TS loading rates 4% and 8%, 6% produce the max degradations efficiency, biogas production potential and energy conversion efficiency, which is 18.78%、111.38 L/kg TS、14.46% respectively. It can be concluded that *Eupatorium adenophorum* can be transformed effectively into energy by anaerobic digestion.

**Key words:** *eupatorium adenophorum*; anaerobic digestion; fementation experiments; energy conversion efficiency

紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum* Spreng),英文俗名 Croftonweed, Mistflower *Eupatorium*, 别名腺泽兰,系菊科泽兰属丛生状半灌木多年生草本植物<sup>[1]</sup>。紫茎泽兰是一种重要的生物入侵物种,它通过竞争占据本地物种生态位,使本地物种失去生存空间;分泌释放化感物质,抑制其它物种生长;通过形成大面积单优群落,降低物种多样性,使依赖于当

地物种多样性生存的其它物种没有适宜的栖息环境,成为危害最严重的杂草之一,被称为“绿色杀手”,很多地方由此变成了“绿色沙漠”<sup>[2]</sup>。在 2003 年国家环保总局首批确定最重要的 16 种外来入侵生物中,紫茎泽兰名列首位<sup>[3]</sup>。紫茎泽兰自 20 世纪 40 年代从缅甸、印度和越南等国边境传入我国后,迅速遍及云南、贵州、广西、四川和西藏等省区。目

收稿日期:2014-04-02.

基金项目:教育部生物能源持续开发利用工程研究中心开放基金资助项目;云南省农村能源重点示范项目(2013-31)

作者简介:曾国揆(1977-),男,湖南娄底人,工程师,硕士。主要从事农村可再生能源技术与管理工作。

前,云南省是我国紫茎泽兰入侵最早和危害最严重的地区,在全省 16 个州(市)129 个县均不同程度地发生危害,发生总面积 643 万  $\text{hm}^2$ , 占全省面积的 16.48%<sup>[4]</sup>。

面对紫茎泽兰日益严重的问题,当前很多研究者提出了机械防治、生物防治和化学防治等各种防除手段,但普遍存在着低效且耗费巨大,同时还损失物质和能量等问题<sup>[5-6]</sup>。如何提高防控效果,变害为宝,成为人们关注的重点。在当前石化能源日益紧张的情况下,生物质能受到了前所未有的重视,世界各国政府正致力于推动由非可再生的炭基资源向可再生的生物资源的转变<sup>[7]</sup>。沼气是可再生能源的重要组成部分,沼气工程已成为我国生物质能源开发利用的重要工程类别。但作为传统原料的活性污泥、填埋垃圾和畜禽粪便资源已经远远不能满足沼气的发展,为了确保沼气原料来源多样化,沼气专用能源作物的开发利用正受到世界各国研究者的关注<sup>[8-9]</sup>。

从能源作物利用的角度而言,紫茎泽兰具有生物量高(1  $\text{hm}^2$  土地可产紫茎泽兰鲜草 4.5 万 kg 以上<sup>[6]</sup>)、适应性广、抗病虫能力强、耐旱、耐瘠薄等特点,在能源转化领域具有一定的发展潜力。目前对其能源化利用的研究还不多见,为此,采用紫茎泽兰开展了厌氧消化产甲烷发酵试验,以期紫茎泽兰能源化利用提供科学依据,同时可为云南沼气应用开辟新的渠道。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 材料与装置

取新鲜紫茎泽兰,除去杂质后绞碎并进行脱毒预处理。脱毒菌种按照文献 10 进行,脱毒方法为在绞碎的紫茎泽兰中接入脱毒菌种,接种量为 1%。采用常温好氧发酵方法,堆心温度 50℃ 左右,发酵 7~10 d,待茎变软,叶片呈墨绿色即可。脱毒后的紫茎泽兰含 TS 16.03%、VS 82.55%、纤维素 30.08%、半纤维素 22.43%、木质素 21.99%。试验装置如图 1 所示。

### 1.2 试验方法

试验采用批量厌氧发酵方式,按不同 TS 浓度分为 3 个试验组和 1 个对照组(表 1)。上述配方平行 3 组,以正常产气的沼液活性污泥为接种物,在常温下进行批量发酵。试验结果均为减去对照组的产气量。

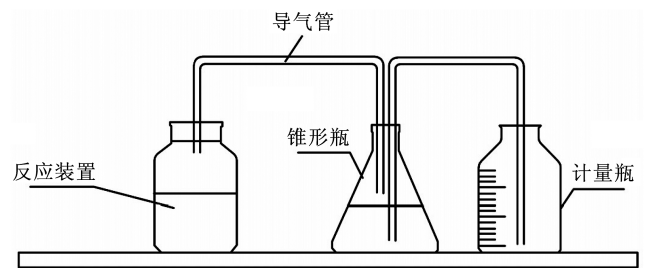


图 1 紫茎泽兰厌氧消化产甲烷发酵试验装置

Fig. 1 Fementation experiments setup of anaerobic digestion of *Eupatorium adenophorum* for making methane

表 1 紫茎泽兰厌氧消化产甲烷发酵试验设计方案

Tab. 1 Experiment design of anaerobic digestion of *Eupatorium adenophorum* for making methane

试验分组	浓度	发酵料液组成
I	4%	接种物 150ml、紫茎泽兰 70g、沼液,总计 500ml
II	6%	接种物 150ml、紫茎泽兰 130g、沼液,总计 500ml
III	8%	接种物 150ml、紫茎泽兰 180g、沼液,总计 500ml
对照组	/	接种物 150ml、沼液,总计 500ml

表 2 紫茎泽兰厌氧消化产甲烷发酵试验原料降解和产气潜力

Tab. 2 Degradations efficiency and biogas production potential of anaerobic digestion of *Eupatorium adenophorum* for making methane

试验分组	原料降解率 /%	产气潜力 / $[\text{L} \cdot (\text{kg} \cdot \text{TS})^{-1}]$
I	15.24	111.22
II	18.78	111.38
III	13.38	96.24

## 2 能源转化情况

根据能源转化率计算公式,计算出 3 组试验的能源转化率(表 3)。从表 3 可以看出,3 组试验的能源转化率顺序与原料降解率情况保持一致,即试验 II 最高,试验 I 次之,试验 III 最小。文献 13 根据 McCarty 提出的电子流守恒为特征的细菌代谢能量学理论计算,在目前的技术水平下,秸秆沼气发酵的最大能源转换效率为 25%。本试验的能源转化率与这一结论相符,达到该理论值的 57%。造成理论

值与试验值相差较大的主要原因是木质素对原料厌氧生物降解的抑制作用,这是由于木质素的初始降解需要分子氧的存在,所以从理论上讲木质素在厌氧条件下不能被生物降解,而且在植物细胞结构中木质素又对纤维素和半纤维存在屏蔽作用。因此可以说,紫茎泽兰的厌氧生物降解面临着与其他木质纤维原料相同的技术障碍。要利用紫茎泽兰作为厌氧发酵产甲烷原料还需要更进一步地系统研究,以提高其能源转换效率。

表3 紫茎泽兰厌氧消化产甲烷发酵试验能源转化情况

Tab. 3 Energy conversion efficiency of anaerobic digestion of *Eupatorium adenophorum* for making methane

试验分组	能源量 /kJ	能源转化率 /%
I	27.66	14.32
II	51.87	14.46
III	55.76	11.22

### 3 结语

1)以脱毒的紫茎泽兰为原料,在厌氧条件下可以进行产甲烷发酵试验,产气稳定,无中毒表现,作为厌氧发酵产甲烷原料具有可行性。

2)发酵料液浓度对紫茎泽兰的原料利用有影响,TS浓度为6%时,紫茎泽兰的原料降解率、产气潜力和能源转换率高于TS浓度4%和8%。

3)厌氧生物转化可以作为紫茎泽兰资源化利用的一条有效途径。但作为一种木质纤维原料,其木质素含量较高,物质组成和结构受采收季节影响等因素会影响生物降解率,要充分利用紫茎泽兰作为厌氧发酵产甲烷原料还需要通过生化预处理或发

酵工艺的创新加以提高。

### 参考文献:

- [1] 段惠,强胜,吴海荣,等. 紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum* Spreng)[J]. 杂草科,2003(2):37-39.
- [2] 鲁平,桑卫国,马克平. 外来入侵种紫茎泽兰研究进展与展望[J]. 植物生态学,2005,29:1029-1037.
- [3] 中华人民共和国环境保护部. 关于发布第一批外来入侵物种名单的通知[Z]. [http://www.sepa.gov.cn/info/gw/huangfa/200301/t20030110\\_85446.htm](http://www.sepa.gov.cn/info/gw/huangfa/200301/t20030110_85446.htm). 2003-01-10.
- [4] 肖正清,周冠华,权文婷. 恶性外来入侵植物紫茎泽兰在云南的分布格局[J]. 自然灾害学报,2009,18(5):82-87.
- [5] 冉朵. 有害生物紫茎泽兰的防控措施及开发利用前景分析[J]. 内蒙古林业调查设计,2011,34(6):20-23.
- [6] 谢全喜,张建梅,张文. 入侵物种紫茎泽兰研究进展[J]. 畜牧与饲料科学,2013,34(9):85-89.
- [7] 石元春. 决胜生物质[M]. 北京:中国农业大学出版社,2011.
- [8] Ling Chen, Lixin Zhao, Changshan Ren, et al. The progress and prospects of rural biogas production in China [J]. *Energy Policy*,2012,51:58-63.
- [9] K. C. Surendra, Devin Takara, Andrew G. Hashimoto, et al. Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,2014,31:846-859.
- [10] 余晓华,江蕴华,张无敌,等. 微生物降解紫茎泽兰毒素的初步研究[J]. 云南大学学报,1995,17:259-263.
- [11] 张无敌,宋洪川,尹芳,等. 沼气发酵与综合利用[M]. 昆明:云南科技出版社,2004:24.
- [12] 王秀菊,曾国揆,刘士清,等. 玉米芯厌氧消化产气试验研究[J]. 安徽农学通报,2006,12:55-57.
- [13] 李晓华,李扬洋,张燕生,等. 秸秆沼气发酵的能效限度分析[J]. 可再生能源,2011,29(5):57-62.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.029

## 腾冲县香叶树产业发展现状与对策

谢令菊

(腾冲县林权管理服务中心,云南 腾冲 679100)

**摘要:**介绍腾冲县香叶树资源数量、分布范围、收购及加工利用等情况。分析香叶树产业发展的制约因素:缺乏对其功用的认识,缺乏保护,开发利用不足,没有发展项目支撑等。藉此提出了相应发展对策与建议。

**关键词:**香叶树;产业发展;腾冲县

中图分类号:S792.23;F316.23 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2014)08-0128-03

## Industrial Development Situation of *Lindera communis* in Tengchong County

XIE Ling-ju

(Management Service Center of Tengchong Forest Right, Tengchong, Yunnan 679100, China)

**Abstract:** The present situation of *Lindera communis* resources in Tengchong County was investigated including distribution area, scope, buyout, processing and utilization. Restraining factors such as lack of cognition, short of protection, insufficient in processing and utilization, without support of development projects, also were analyzed in this paper. Therefore, relevant development countermeasures have been put forward.

**Key words:** *Lindera communis*; industrial development; Tengchong County

香叶树(*Lindera communis* Hemsl),樟科,山胡椒属,别称臭油果、香果树、臭樟、打米酱、白香桂。常绿乔木,树高可达 20 m,胸径 25 cm;树皮淡褐色。香叶树在腾冲县本地称为香果树,是重要的木本油料植物和香料植物,也是重要的药用植物。为全面贯彻科学发展观,走以“生态建设产业化、产业建设生态化”的林业发展路子,加大特色经济林产业的培植力度,提高林业的整体素质和效益,通过对香叶树资源的现状调查,查清腾冲县香叶树的分布范围、数量及生长状况,提出香叶树发展意见和建议,为政府和有关部门制定保护开发政策提供基础资料,也有利于加强香叶树资源的进一步保护利用和管理,把香叶树发展成为高产优质的绿色经济产

业,对增加农户收入,促进地方财政增收都具有十分重要的意义。

### 1 香叶树资源现状

腾冲县曾是香叶树的主产区,近年来,由于香叶树产品市场价格较低,生产技术落后,广大群众逐渐疏于管理,大部分地块被种植用材树种,有的甚至被农民砍伐做烧柴,致使香叶树面积逐年萎缩,产量下降。

#### 1.1 分布范围

据调查统计,香叶树总面积为 3 233.7 hm<sup>2</sup>,共 1 022 632 株。全县均有香叶树分布,分布面积从多到少乡镇依次为界头、荷花、芒棒、五合、明光、滇滩、

收稿日期:2014-03-27.

作者简介:谢令菊(1974-),女,云南腾冲人,工程师。从事营林技术推广工作。

曲石、团田、蒲川、马站、中和、腾越、北海、猴桥、固东、清水、和顺、新华。分布的海拔范围为 930 ~ 2 100 m,多呈四旁散生,少部分成片分布在林下。从分布类型来看,连片香叶树面积为 802.1 hm<sup>2</sup>, 220 206 株;散生、四旁 802 426 株,折算面积为 2 431.6 hm<sup>2</sup>。详见表 1、表 2 所示。

表 1 腾冲县香叶树面积、株数统计

Tab. 1 Area and tree numbers statistics of *Lindera communis* in Tengchong County

单位	面积合计 /hm <sup>2</sup>	株数合计 /万株	连片种植面积 /hm <sup>2</sup>	散生四旁株数 /万株
明光镇	210.1	6.9329		6.9329
界头镇	945.3	31.2265	9.1	30.8957
荷花镇	651.9	17.0722	563.3	2.9225
新华乡	3.9	0.1289		0.1289
中和镇	16.5	0.4454	13.3	0.1054
五合乡	315.5	10.4134		10.4134
清水乡	6.1	0.2022		0.2022
芒棒镇	350.1	11.5552		11.5552
团田乡	94.7	3.1242		3.1242
腾越镇	40.1	1.3252		1.3252
蒲川乡	60.9	2.5375	15.7	1.4925
曲石镇	171.5	5.6587		5.6587
滇滩镇	223.1	7.2582	163.9	1.9559
马站乡	51.2	1.6894		1.6894
猴桥镇	10.3	0.3403		0.3403
和顺镇	32.6	0.6981	31.5	0.0373
固东镇	14.4	0.4921	5.3	0.3001
北海乡	35.3	1.1628		1.1628
合计	3233.7	102.2632	802.1	80.2426

表 2 香叶树相对集中地块的海拔、坡向、土壤、坡位

Tab. 2 Plots altitude, slope, soil and slope position of *Lindera communis* concentration area

单位	平均海拔 /m	坡向	土壤	坡位
明光镇	1900	全坡向	黄壤	中、下
界头镇	1700	全坡向	黄红壤	中、下
荷花镇	1500	全坡向	黄红壤	中、下
新华乡	1300	全坡向	红壤	下
中和镇	1500	全坡向	黄红壤	中、下
五合乡	1400	全坡向	黄红壤	中、下

续表

单位	平均海拔 /m	坡向	土壤	坡位
清水乡	1800	全坡向	黄红壤	中、下
芒棒镇	1600	全坡向	黄红壤	中、下
团田乡	1500	全坡向	黄红壤	中、下
腾越镇	1600	全坡向	黄红壤	中、下
蒲川乡	1400	全坡向	黄红壤	中、下
曲石镇	1800	全坡向	黄红壤	中、下
滇滩镇	1800	全坡向	黄红壤	中、下
马站乡	1900	全坡向	黄壤	中、下
猴桥镇	1800	全坡向	黄红壤	中、下
和顺镇	1500	全坡向	黄红壤	中、下
固东镇	1700	全坡向	黄红壤	中、下
北海乡	1600	全坡向	黄红壤	中、下

### 1.2 面积按产期统计情况

按产期统计:产前期面积 797.3 hm<sup>2</sup>, 267 916 株;初产期面积 1 388.5 hm<sup>2</sup>, 456 421 株;盛产期面积 1 047.9 hm<sup>2</sup>, 298 295 株。可见,腾冲县香叶树以初产期最多,占总株数的 44.6%。

### 1.3 加工收购情况

全县共有加工户 3 户。2013 收购香叶树干籽 220 t,产香果油 110 t。其中石头山工业园区 1 户,收购 120 t;界头镇 1 户,收购 40 t;团田乡 1 户,收购 60 t。主要是以初加工臭油为主,销售给保山市新华肥皂公司。

## 2 调查结果

### 2.1 香叶树分布特点

腾冲县位于滇中高原、滇西横断山脉接壤区,属中亚热带季风高原气候,具光照充足(年均日照 2 719.4 h,日照百分率为 63%,年太阳总辐射量 124.9 ~ 155.0 千卡/cm<sup>2</sup>,辐射强度大,光透射率高);境内最高点海拔 3 780 m(大脑子),最低点海拔 930 m(速庆),相对高差 2 850 m,立体气候明显。全县 18 个乡镇都是香叶树的适宜分布区。通过调查,香叶树以四旁散生为主,占总株数的 78.5%;连片较少,占总株数的 21.5%。

### 2.2 香叶树产量预测

根据在各乡(镇)内对香叶树香果产量访问调查,当前进入初产期的香叶树平均单株产干籽量为 2 kg,盛产期香叶树平均单株产干籽量为 10 kg。根

据调查结果对全县香叶树产干籽量预测如下:全县初产期、盛产期香叶树总株数为 75.471 6 万株,产干籽量为 389.582 6 万 kg,如果按目前市场价格 6 元/kg 计算,产值 2 337.5 万元。

### 3 制约香叶树产业发展的因素分析

#### 3.1 缺乏对香叶树的认识

1)对香叶树(香果)功用认识不足。20 世纪 60 年代以前,在腾冲县当地只知道用香叶树籽榨油(称为臭油)来点灯照明、熟牛皮条、涂擦家畜生疥疮、生产肥皂及赶马人用于涂擦马骡尾部之用。60 年代至今,除不用于照明之外,其余利用方式依旧存在,但没有延伸。

2)对香叶树木材利用价值认识不清。香叶树木材是高级家具、细木工等的优质用材。

3)对香叶树药用价值认识不清。

4)更不知道香叶树是生产生物柴油的最佳原料之一。

5)对香叶树的自然景观价值认识不清。

#### 3.2 缺乏保护

由于腾冲县的香叶树多为天然林,人工种植较少,资源分散,没有形成产业规模。加之随着科技的进步,人们的生活水平不断提高,用臭油点灯和生产肥皂已成为历史,又没有新的开发利用方式,群众对香叶树的直接依赖大大减少,造成香叶树籽的市场价格较低,导致对香叶树逐渐疏于管理,甚至大部分地块在造林清林时被当作薪炭林采伐,被秃杉、杉木、桉木、桉木等树种替换。随着城市建设的发展,城市和居民小区绿化的需求增大,香叶树因特有的造型被首选作观赏树木,许多香叶树被廉价出售。

#### 3.3 缺乏开发利用

目前腾冲县仅有加工户 3 户,加工工艺落后,加工能力弱,年加工干籽量仅为 30 万 kg 左右,仅占全县产籽量 389.58 万 kg 的 7.7%,大大浪费了资源。香叶树相关产业市场潜力大,进行产业化开发前景较好,但没有引进加工能力强的企业来研发利用。

#### 3.4 无项目支撑

政府未制定香叶树发展规划,香叶树发展缺乏组织领导,无种植项目支撑,无资金保障,无项目支撑企业研发利用,导致现有资源没有销路,政府虽有引导群众规模种植的意向,但群众也不敢盲目种植。

## 4 香叶树产业发展对策与建议

### 4.1 加强对香叶树的全面认识

香叶树树干通直、树冠浓密、常年绿叶,叶有光泽,夏季银花似锦,秋季红果满枝,具有白红绿相映、花果叶共赏、景观优雅别致、观赏特色明显等优势。此外,香叶树萌芽力强,耐修剪,可适应城镇生长,其小枝和叶背有毛,有利于吸收灰尘和有害物质,可作为园林绿化及观赏优良树种。香叶树适应性强、生长迅速,其人工林蓄积量明显高于普通人工林。香叶树的枝叶或茎皮可入药,有解毒消肿,散瘀止痛,祛风,散热,杀虫,止血,接骨,生肌,消炎等功效,主治疮疥、疖、外伤出血、骨折、跌打损伤、跌打肿痛等。其果皮可提芳香油,枝叶可作熏香原料,香叶树因此而得名。另外,香叶树全果出油量为 40%~60%,种子榨油可食用,也可作为制皂、润滑、油墨、医药等工业原料。近年,随着人类环保意识的提高,日益面临的能源问题以及国际原油价格的不断飞涨,使人们的目光越来越开始关注生物柴油的开发,香叶树因其种仁含油 50% 也被列入选择之列。建议加大宣传力度,让更多的人认识香叶树的功用与价值。

### 4.2 全面保护现有香叶树

要以建设“美丽腾冲”为契机,全面保护好现有资源。①成立腾冲县香叶树保护领导小组,制定香叶树资源的保护和管理措施,全面禁止采伐和移植,同时开展对现有资源的调查和建档,把香叶树作为名贵乡土树种挂牌保护起来。②进一步提高对香叶树资源有效保护与合理利用的认识,提高对香叶树资源科学、文化和产业价值的认识,充分认识有效保护对促进香叶树资源永续利用和提升其商业价值的重要作用。③加强对香叶树资源及其生态系统、生态环境的保护,做好资源有效保护管理和合理利用规划,设立保护标志,划定保护区域,对生长受到威胁的采取拯救措施,保护和恢复其生态环境。

### 4.3 大力发展香叶树

腾冲县人民政府成立由林业、农业、科技、财政、发展与改革等部门组成的香叶树发展领导小组,制定相关扶持政策,引导群众大力发展种植。

腾冲县具有香叶树生长的自然环境、良好的群众基础、生产利用的历史,对发展香叶树这一特色经济林产品条件优越,开发潜力大,前景广阔。

### 4.4 引进龙头企业加工利用

腾冲县现有香叶树资源可年产干籽量 389.58 万 kg,已具备开发利用的基础,且香叶树果实含油

(下转第 134 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.030

## 后林改时代林权抵押贷款评估特点、问题及对策

刘祖军<sup>1</sup>, 马龙波<sup>2</sup>

(1. 福建闽江学院管理学系, 福建 福州 350108; 2. 青岛农业大学合作社学院, 山东 青岛 266109)

**摘要:**进入配套措施建设的后林改时代,林权抵押贷款评估表现出新特征、面临着新问题,需要进行系统的梳理、归纳。分析认为,评估主体多样、评估客体复杂、评估收益低、评估风险高是其表现的新特点,评估程序不规范、评估理论体系不完备、评估方法体系不规范是其面临的新问题。藉此提出,从规范评估程序、加强理论研究、构建完备的理论与方法体系等角度完善林权抵押贷款评估。

**关键词:**林权抵押贷款;资产评估;特点;后林改时代

中图分类号:S757;F326.22 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2014)08-0131-04

## Characteristic、Problem and Solution for Forest Right Mortgage Loan in Post Forestry-reform Era

LIU Zu-Jun<sup>1</sup>, MA Long-bo<sup>2</sup>

(1. Management Department, Minjiang University, Fuzhou, Fujian 350108, China;  
2 College of Cooperatives, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109, China)

**Abstract:** In the post forestry-reform era, the new characteristics and new problems of forest right mortgage loan during this term needs to be summarized systematically. The study concluded the new characteristics as the evaluation subject diversity, object complex, low profits and high risk. And the new problems were including evaluation process not rigorous, evaluation theory system not complete, and evaluation method system not standard. Suggestions to improve the forest right mortgage loan were carried out from aspects of standardize assessment procedures, strengthen theoretical research, and construct the complete theory and method system etc.

**Key words:** forest right mortgage loan; assets appraisal; characteristic; post forestry-reform era

目前,集体林区林权制度改革已经基本完成“确权、赋权”工作,进一步完善林改配套措施建设是今后工作重点。以林权证为融资担保物的林权抵押贷款这一金融创新服务解决了农民“贷款难”的问题,实现了农村金融的“零”突破,是林改配套措施建设的重要内容。仅 2012 年全国就有 26 个省(区、市)开展了林权抵押贷款工作,累计抵押贷款

面积达 385.37 万  $\text{hm}^2$ ,抵押贷款金额 792.31 亿元,平均贷款 20 559.90 元/ $\text{hm}^2$ 。林权抵押贷款业务实施中,抵押物资产价值的科学确定是关键,而实现价值科学界定必须依赖于客观、公正的资产评估。所以,开展森林资源资产评估,为林木、林地等森林资源资产抵押物价值提供咨询意见,是规范森林资源资产抵押操作,顺利完成林权抵押过程的根本

收稿日期:2014-05-15。

基金项目:福建省教育厅社科项目(JB12182S)、闽江学院社科启动项目(YSQ12002)、青岛农业大学高层次人才科研基金资助(2009)。

作者简介:刘祖军(1976-),男,福建泉港人,博士,讲师。研究方向:农林经济管理、林业资产评估。

通信作者:马龙波(1982-),男,山东威海人,博士,讲师。研究方向:合作经济与林业经济管理。

保证。

## 1 林权抵押贷款评估的特点

### 1.1 评估主体多样

资产评估主体是指资产评估业务的承担者,包括资产评估工作的从业人员及由评估人员组成的资产评估机构。相对于一般意义的评估主体(具有资产评估执业资质的评估机构及注册资产评估师),林权抵押贷款价值评估的行为主体表现出多样化特征。根据 2006 年财政部、国家林业局颁发的《森林资源资产评估管理暂行规定》第十三条规定,包括财政部门颁发资产评估资格的机构、林业部门管理的具有丙级以上(含丙级)资质的森林资源调查规划设计、林业科研教学等单位都具有林权抵押贷款评估资格。此外,部分地区的林权抵押评估也出现诸如物价鉴定机构、房产估价机构、土地估价机构等其他行业机构的身影。

### 1.2 评估客体复杂

资产评估客体,即资产评估的具体对象。林权抵押贷款评估的客体即可为抵押权人拥有或者控制的、能够进行货币计量的、能给权益主体带来预期经济收益的森林资源。林权抵押评估客体的特殊性表现在 3 个方面:①类别多。银监会、国家林业局联合发布的《关于林权抵押贷款的实施意见》(银监发〔2013〕32 号文)第一条规定,可抵押林权具体包括用材林、经济林、薪炭林的林木所有权和使用权及相应林地使用权;用材林、经济林、薪炭林的采伐迹地、火烧迹地的林地使用权;国家规定可以抵押的其他森林、林木所有权、使用权和林地使用权。可作为抵押贷款评估对象的抵押物种类繁多,且不同资产类别或同一资产的不同形态特征价值差异很大;②风险大。各类评估客体空间分布广阔,易受火灾、干旱、霜冻、雪灾、风灾等自然灾害风险及人为偷砍盗伐等社会道德风险的侵袭;③单位面积小、蓄积少。后林改时代“以户为单位”的产权切割模式使得各独立主体拥有林业产权资产的面积小、蓄积少。以中国林改典范区域福建省为例,全省林地面积为 801.27 万  $\text{hm}^2$ ,人均仅有 0.217  $\text{hm}^2$ ;林分蓄积 60 796 万  $\text{m}^3$ ,人均仅有 16.48  $\text{m}^3$ 。

### 1.3 评估收益低

抵押贷款领域资产价值评估的主要对象是企业,具体资产包括房地产、机器设备等高市价固定资产及整体性企业资产,价值相对较低的一些资产一般不用来作为抵押资产。抵押资产的高价值自然带

来评估收益的高回报。反观林权抵押贷款资产评估,除了少量大型林业企业大额度抵押贷款评估外,在集体林区其主要业务委托对象是个体林农,主要评估对象是单位面积小、蓄积少、价值低的林木或林地资产,单项评估业务的经济报酬非常少。而这些林权抵押贷款的抵押物森林资源分布在荒郊野外,工作量大,成本费用高,使得评估收益与费用支出比例不对称。以一笔评估值为 10 万元的林权抵押评估业务为例,以 0.6% 的评估费用征收,其评估收入仅为 600 元。而评估机构所支付的成本包括人工报酬、交通费用、食宿费用等,业务纯收益极低,甚至可能亏损。

### 1.4 评估风险高

资产评估作为一项有偿的社会中介服务,同样遵循权利与责任对等原则。评估机构及评估人员必须对评估结果做出专业判断并负相应的法律责任,评估风险客观存在。以抵押贷款为目的的林权资产评估存在着业务委托双方间的严重信息不对称及可能的道德风险。抵押人为使抵押权人发放更多的贷款额度,通过提供虚假产权证明与其他数据资料以获得畸高的资产评估值,是评估机构及评估人员在评估过程中面临的主要风险。评估参数的天然缺失与评估方法体系的不完善等造成的技术风险、资产核查过程的自然风险等都是抵押林权评估过程不可回避的风险。

## 2 林权抵押贷款评估存在的问题

### 2.1 评估程序不规范

资产评估程序是指资产评估师执行资产评估业务所履行的系统性工作步骤。根据《资产评估准则——评估程序》(中评协〔2007〕89 号)第六条要求,适当的资产评估程序应该包括明确评估业务基本事项、签订业务委托书、编制评估计划、现场调查、收集评估资料、评定估算、编制和提交评估报告、工作底稿归档等八大步骤,并且要求注册资产评估师不得随意简化或删除资产评估程序。但在林权抵押贷款评估中,评估执行机构任意削减评估程序,特别是省略抵押资产核查环节的现象并不少见。

评估机构省略资产核查的可能原因有 3 个方面:①基于成本核算。因为评估与其他商品生产一样,是需要成本的,委派更多的执业人员进行林业资产的核查需要支付大量劳务成本与其他费用。而评估对象的小规模化形成评估收益的低利性,促使评估机构为了节约成本而省略资产核查。②缺乏专业



的林业调查技术人员。林权抵押评估是资产评估领域细分化、专业化分工的结果。评估客体资源分布的广阔性、资源存量的动态性、资源价值的多变性、影响因素的多样性及资源效益的多重性决定从事林权抵押评估不仅要掌握一般资产评估的理论与方法,更需具备较高的林业专业技术知识。而大多数具有资产评估资质的专业评估机构并不具有足够的林业资源调查专业技术人员支撑<sup>[1]</sup>。③较高的抵押安全边际。金融机构通常参照房地产、机器设备等不动产抵押贷款比率,发放贷款额度一般不超过资产评估价值的50%。而显然,林业资产属性不同于一般不动产,不仅不存在实体性贬值,还由于自然力的作用存在实体性溢价。所以,很多评估机构认为,较低的抵押款发放比率及林业资产的实体性溢价形成较高的贷款资金安全边际。这种观念导致的结果是弱化风险意识,忽视资产核查。

不论出于何种原因,任意违背资产评估原则、删减资产评估程序的行为都会导致评估结果的严重失真,造成大量金融坏账,形成金融放贷部门的惜贷、慎贷,破坏正常的林权抵押贷款市场秩序。

## 2.2 评估理论体系不完备

在短短20年时间,初步形成的具有中国特色的资产评估理论框架,为我国现代服务业在市场经济中发挥作用作出杰出贡献。但在我国的抵押贷款评估领域还存在诸多理论争议:①评估目的之争。关于抵押贷款评估目的的学术争议存在3种观点<sup>[2-4]</sup>,即保证抵押债权安全、防范金融风险,又是评估借款人的实际违约成本,或是提供抵押物市场价值的咨询意见。3种观点分别从不同利益主体出发论述,各有其合理性与局限性,但在业界并未形成共识。②评估假设之争。评估假设之争是评估目的之争的延续,持第一种评估目的观点的认为,为保证银行资产安全,必须采用保守的清算假设评估资产价值;持第二种观点人认为,宜用持续使用假设评估不变用途前提下抵押资产的价值;持第三种观点认为,评估机构作为中介行业,仅提供价格咨询意见,公开市场的交易价值是抵押资产最好的价格表现形式,应采用公开市场假设。③价值类型之争。价值类型是资产评估理论界热议焦点。价值类型的选择直接影响评估方法与评估参数的选择,最终影响到评估结果。关于抵押贷款评估的价值类型选择,存在市场价值类型、抵押贷款价值类型、在用价值类型或清算价值类型之争。④评估基准日之争。评估基准日应该选择抵押行为发生日,还是抵押贷款到期

日,或是抵押资产清偿拍卖日,在学术界也有较大争议。当然,不同基准时点选择的理论争议根源还是关于评估目的、评估假设与价值类型之争。

理论是实践的基石,为实践活动提供指导。林权抵押评估的基本理论问题直接影响到评估方法选择与评估参数取舍,最终影响到评估结果。而由于存在较大的理论分歧,使得包括林权抵押在内的抵押贷款评估领域并未形成完备的理论体系,使得在评估实务中“百花齐放”,并未取得统一的认识。

## 2.3 评估方法体系不规范

资产评估方法是实现资产评估机理的手段,是影响资产评估质量高低的重要环节。评估方法的选择并不是毫无理论依据的“空中楼阁”,而是要考具体虑评估时的综合因素因地制宜、因事制宜。一般采取“评估目的-评估假设-价值类型-评估方法”的技术思路进行选择。所以说,完备的评估理论体系是提供科学选择评估方法的基本保障。但由于林权抵押贷款评估不论是评估目的,还是评估假设或价值类型,都存在较大的理论分歧,并未达成理论共识,使得评估方法缺乏系统的理论依托,难于形成规范体系。

从评估实务看,林权抵押评估方法的选择主要依据《森林资源资产评估技术规范(试行)》的规定,根据林木生长阶段选择相应的评估方法,即幼龄林选用现行市价法、重置成本法与系列需工数法;中龄林选用现行市价法、收益现值法;近、成、过熟林选用市场价倒算法。显然,该评估方法选择的基本思路是与资产评估基本理论相违背的<sup>[5]</sup>。这种固化的评估方法会对评估结论客观揭示资产内在价值带来影响,造成评估结果的严重失真。此外,《规范》注重构建同龄用材林资产评估方法体系,对林地、森林景观等资产的评估规定过于粗糙,已不能满足评估实践需求。特别是随着林改的深化,抵押贷款的客体日益多元化,权益表现日益多样化,《规范》规定的评估方法已远不能满足林权抵押评估现实的需要。

林权抵押评估中同样存在森林资源资产评估领域的共性问题,如行业管理不规范、机构内控机制不健全、评估人员的职业素养与职业道德不高、评估所需的资料缺失等问题。而这些问题屡见于诸多文献报道,故在此不再赘述。

## 3 完善林权抵押贷款评估的对策与建议

### 3.1 提高风险意识,规范林权抵押评估程序

规范林权抵押贷款评估操作程序是保证评估质量的有效手段,也是资产评估机构和评估人员防范执业风险、保护自身合法权益、合理抗辩的重要手段。评估机构与评估人员要加强风险意识,提高风险防范举措,严格履行评估程序,切实保证资产评估的质量。要按照前期准备、中期管理、项目完成的阶段性控制思路设计评估业务流程,每个阶段要根据工作流程顺序细分若干项作业,将易发生错弊的作业作为控制点,再分别采用不同的控制政策与程序。要通过外部环境建设与制度规范,加强行为监督,加大违规惩处力度,提高违规机会成本,促使评估机构及其人员严格履行评估程序。

### 3.2 加强理论研究,构建完备的评估理论与方法体系

1)要融合经济学、管理学、资产评估学、森林经理学等多学科技术力量,借助于资产评估学科的前沿理论及不动产抵押贷款评估领域已有的研究成果,结合后林改时代抵押林权评估面临的现实条件,加强相关理论研究,力促形成理论共识,构建完善的理论体系,奠定林权抵押贷款评估的理论基础。其中,评估目的的确是林权抵押贷款评估的关键。只要形成评估目的的理论共识,评估假设、价值类型、评估基准日等其它理论问题自然就迎刃而解。

2)要遵循“评估目的—价值类型—评估方法”的逻辑主线,考虑到相关数据资料及技术参数的制约,因地制宜、因事制宜地选择评估方法。另外,随着金融前沿理论和现代应用数学、计算机技术的快速发展,期权定价理论在资产评估中得到应用,二项树定价模型、布莱克-舒尔茨模型等期权定价方法可作为林权抵押评估模型的有益尝试。批量评估法、统计分析法、系统模块法等快速评估技术能有效地加快评估速度、降低评估成本,也是抵押林权评估的可选项<sup>[6]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 陈平留,刘健,郑德祥.福建省森林资源资产评估存在的问题与对策[J].林业经济问题,2001,21(3):133-136.
- [2] 崔宏.基于银行贷款安全的抵押贷款价值评估[J].经济理论与经济管理,2007(6):53-56.
- [3] 孙以洲.抵押评估中价值类型的选择[J].中国资产评估,2008(5):22-28.
- [4] 杨珣.抵押贷款价值评估类型探讨[J].财会通讯,2008(8):29-30.
- [5] 刘祖军,陈平留,陈念东.森林资源资产评估风险识别与防范[J].林业经济问题,2012,32(2):152-156.
- [6] 刘祖军,吴肇光.集体林权抵押贷款评估的价值类型选择研究[J].福建论坛:人文社会科学版,2014(6):28-32.

(上接第 130 页)

量高,可以用一般压榨方法榨油,工艺不复杂,加工成本不太高。建议引进龙头企业进行开发利用。①香叶树虽在四川、湖北、湖南、广西、广东、海南、贵州、福建、台湾等省区均有分布,但腾冲县是全国的主产区,可降低运输成本,在经济上有一定的竞争力;②香叶树果油胞和脂肪酸含量高,是提炼生物柴油的最佳油料之一;③腾冲县地处云南边境地区,远离油、汽产地,将柴油运输进来成本较高,如果在腾冲县建设生物柴油加工企业,以利用香叶树为主、兼用其他木本油料,以解决当地柴油需求问题,将是一个双赢的局面。

### 4.5 争取项目资金支持

1)把香叶树种植作全县造林绿化的主要树种,立项争取资金支持;

2)通过人大建议、政协提案等形式争取政府、社会各界给予最大力度的支持;

3)通过县乡各级人民政府把香叶树发展资金纳入财政预算给予保护和种植补助;

4)通过社会捐资,积累香叶树发展和保护资金;

5)通过合法融资的方式筹措香叶树发展和保护资金。

**致谢:**感谢腾冲县林业局森林资源管理站工程师余祖华等人参加完成对全县香叶树资源的调查!

### 参考文献:

- [1] 郑万钧.中国树木志(第一卷)[M].北京:中国林业出版社,1983:703.
- [2] 中国油脂植物编写委员会.中国油脂植物[M].北京:科学出版社,1987:135.
- [3] 萧正春,张卫明.燃油植物香叶树的开发利用与栽培[J].中国野生植物资源,2007,26(6):61-64.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.031

## 施肥对川滇桤木幼苗叶绿素含量及光合生理的影响

刘英杰<sup>1</sup>, 郑增方<sup>2</sup>, 王 齐<sup>1</sup>, 蒋厚琼<sup>1</sup>, 高学铭<sup>1</sup>, 易德顺<sup>1</sup>, 王亚丽<sup>1</sup>

(1. 云南林业职业技术学院, 云南 昆明 650224; 2. 沾益县林业局, 云南 曲靖 655331)

**摘要:**为了解施肥对川滇桤木苗期生长的影响,以 1 a 生川滇桤木幼苗为研究材料,通过施用不同量氮肥、磷肥、钾肥的正交组合施肥试验,测定其总叶绿素含量及光合速率的变化。结果表明,不同肥料配比对川滇桤木幼苗总叶绿素含量及光合速率有不同的影响,对叶绿素含量增加、净光合速率增大最适宜的氮磷钾肥比例为 0~0.2 : 0.6 : 0.1~0.4。

**关键词:**川滇桤木;施肥;正交试验;叶绿素含量;光合速率

中图分类号:S792.14;S723.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0135-04

## Effects of Fertilization on Chlorophyll Content and Photosynthetic Physiology of *Alnus Cremastogyne*

LIU Ying-jie<sup>1</sup>, ZHENG Zeng-fang<sup>2</sup>, WANG Qi<sup>1</sup>, JIANG Hou-qiong<sup>1</sup>, GAO Xue-ming<sup>1</sup>,  
YI De-shun<sup>1</sup>, WANG Ya-li<sup>1</sup>

(1. Yunnan Forestry Vocational and Technical College, Kunming 650224, China;

2. Zhanyi County Forestry Bureau, Qujing, Yunnan 655331, China)

**Abstract:** In order to investigate the effect of fertilization on the seedling growth of *Alnus Cremastogyne*, using one year old seedling of *Alnus Cremastogyne* as research object, the orthogonal and combinative test with three factors (nitrogen fertilizer, phosphate fertilizer, potash fertilizer) was made, the indexes change of tree seedling total chlorophyll content, photosynthetic physiology were determined. Results showed that the effect of fertilization on the seedling total chlorophyll content, photosynthetic physiology of *Alnus Cremastogyne* were different, the optimum combination for total chlorophyll content increased, the photosynthetic rate was shown to be N : P 0~0.2 : 1~0.4.

**Key words:** *Alnus cremastogyne*; fertilization; orthogonal test; chlorophyll content; photosynthetic rate

川滇桤木(*Alnus cremastogyne* cv. *yanshan*)为云南优良的乡土树种之一,是非豆科固氮树种,喜水湿,大多生长于河滩、溪沟两旁及低山丘陵、低湿地,其适应性强,耐瘠薄,生长迅速,根系发达,具有根瘤或菌根,固氮能力强,能固沙保土,增加土壤肥力,是

理想的生态防护林和混交林造林树种,具有广阔的发展前景<sup>[1-5]</sup>。但是,在自然气候条件和土壤条件都比较严酷的干旱地区,如果采用简单的植苗造林技术,存在苗木成活率较低,早期生长慢,对不良环境条件的抵抗能力弱,易受到杂草压迫等缺点,常常

收稿日期:2013-12-02.

基金项目:云南省科技厅面上项目“优良生态树种川滇桤木栽培技术研究”(项目编号:2010ZC240)。

作者简介:刘英杰(1961-),男,副教授。主要从事森林培育及资源管理工作。

通信作者:王亚丽(1958-),教授。主要从事林木培育工作。

得不到理想的效果<sup>[6-7]</sup>。为此,在实施植苗造林时,为了改善苗木局部的初期生长环境,提高苗木的成活率和生长率,增强苗木与周围草本植物竞争的能力,施肥是一种有效的措施。本研究拟通过对 1 a 生川滇桤木进行配方施肥试验,旨在得出适宜其生长的氮、磷、钾肥的最佳配比,为川滇桤木幼苗的栽培管理提供依据。

### 1 试验地概况

试验地点位于昆明—云南林业职业技术学院教学实验大棚,地理位置为北纬 25°01',东经 102°41',海拔 1 961.88 m;属北亚热带至中亚热带半湿润山地气候,年均温 14.8℃,绝对最低温-7℃,年降水量 900~1 000 mm,年均相对湿度 72%,干、湿季节明显,每年 5~10 月降水量占全年降水的 89%;气候温和。土壤为山地红壤。

### 2 试验材料与方法

#### 2.1 试验材料

2012 年 5 月 20~7 月 15 日,选用 1 a 生的川滇桤木为研究材料,选择植株生长健壮、均匀一致的容器苗(高约 15 cm 左右),移栽至直径、高度为 12 cm × 15 cm 的花盆中,按常规进行养护管理,移栽成活 2 月后进行施肥试验。

#### 2.2 试验设计与处理

试验采用正交试验设计。采用氮肥(尿素)、磷肥(过磷酸钙)、钾肥(硫酸钾)3 种肥料作为 3 因素;尿素以施基肥 450 kg/hm<sup>2</sup> 的量作基数计算,按花盆容器上表面积折算施肥量,即采用 0 g/m<sup>2</sup>、0.2 g/m<sup>2</sup>、0.4 g/m<sup>2</sup>、0.6 g/m<sup>2</sup>、0.8 g/m<sup>2</sup> 5 个水平处理;同理,过磷酸钙和硫酸钾分别以施基肥 525 kg/hm<sup>2</sup>、225 kg/hm<sup>2</sup> 计算,其水平处理如表 1 所示。

表 1 正交试验 L<sub>25</sub>(5)<sup>6</sup> 所采用的因素与水平

Tab. 1 Factors and levels of orthogonal test L<sub>25</sub>(5)<sup>6</sup> g · m<sup>-2</sup>

因素	水平				
	1	2	3	4	5
尿素	0	0.2	0.4	0.6	0.8
过磷酸钙	0	0.2	0.4	0.6	0.8
硫酸钾	0	0.1	0.2	0.3	0.4

对 25 个施肥处理依次标号,分别为 1、2、3、

……25 号,每个处理 3 次重复。按正交表的组合分别进行施肥处理,即先疏松盆内土壤,然后把称好的肥料一次性均匀撒入川滇桤木根系周围,再次翻土将肥料埋入土中,浇少量的水使肥料淋溶,以保证施肥的效果。

#### 2.3 调查指标与方法

至试验结束(处理至试验 45 d),分别选取从顶叶起,向下第三、四片叶,用 LI-6400 便携式光合仪测定光合性能指标,包括净光合速率、气孔导度、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率等;结束后,分别剪取,在实验室内,参照邹琦<sup>[8]</sup>的方法测定叶绿体色素含量,以所测 3 次重复的均值为基数进行正交分析。

#### 2.4 数据处理及分析

将调查数据用 Excel 2003 进行统计,用正交分析软件对数据进行方差分析与直观分析。

### 3 结果与分析

#### 3.1 施肥处理对川滇桤木总叶绿素的影响

不同的氮、磷、钾肥处理对川滇桤木总叶绿素含量有一定的影响(表 2、表 3)。采用正交试验的直观分析结果表明,氮肥(尿素)对供试川滇桤木总叶绿素含量变化的幅度在 2.457~2.801,极差为 0.344;其中最大值 2.801 出现在 0 g/m<sup>2</sup>。磷肥(过磷酸钙)对供试川滇桤木总叶绿素含量变化的幅度在 2.542~2.670,极差为 0.128,其中最大值 2.670 出现在 0.6 g/m<sup>2</sup>。钾肥(硫酸钾)对供试川滇桤木总叶绿素含量变化的幅度在 2.482~2.701,极差为 0.219,其中最大值 2.701 出现在 0.1 g/m<sup>2</sup>。通过对氮、磷、钾肥处理的方差分析得出 3 种肥料对总叶绿素含量影响差异不显著(p>0.05),因此,通过直观分析可得出氮肥、磷肥、钾肥分别在 0 g/m<sup>2</sup>、0.6 g/m<sup>2</sup>、0.1 g/m<sup>2</sup> 水平时,对川滇桤木总叶绿素含量影响最佳。

#### 3.2 施肥处理对川滇桤木光合生理的影响

不同的氮、磷、钾肥处理对川滇桤木光合生理也有一定的影响(表 4、5、6、7)。采用正交试验的直观分析结果表明,氮肥(尿素)对供试川滇桤木净光合速率、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、气孔导度、蒸腾速率影响变化的幅度分别在 8.904~10.456、0.146~0.245、34.440~60.420、1.334~1.434,极差分别为 1.552、0.093、25.980、0.100,其中最适宜值出现在 0.2 g/m<sup>2</sup>。磷肥(过磷酸钙)影响的变化幅度分别在 8.678~10.424、0.162~0.239、21.560~72.360、1.326~

表 2 不同施肥处理下川滇桤木总叶绿素含量、光合生理指标的变化

Tab. 2 Orthogonal test  $L_{25}(5)^6$  intuitive analysis on the change of total chlorophyll content, photosynthetic physiology of *Alnus cremastogyne* fertilized

处理号	总叶绿素含量 /mg·g <sup>-1</sup> (FW)	净光合速率 /μmol·(m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	胞间 CO <sub>2</sub> 浓度 /μmol·mol <sup>-1</sup>	气孔导度 /mol·(m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	蒸腾速率 /mmol·(m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )
处理 1	2.537	7.71	0.184	90.7	1.50
处理 2	2.883	7.79	0.133	80.7	1.34
处理 3	2.697	9.96	0.16	14.1	1.45
处理 4	2.834	10.41	0.165	14.8	1.25
处理 5	2.624	9.81	0.176	39.8	1.34
处理 6	2.428	8.00	0.163	84.2	1.44
处理 7	2.496	8.68	0.157	67.8	1.23
处理 8	2.495	8.58	0.155	66.2	1.28
处理 9	2.288	10.51	0.193	36.5	1.30
处理 10	2.577	9.33	0.184	47.4	1.42
处理 11	2.725	9.99	0.238	49.2	1.46
处理 12	2.905	10.74	0.239	33.0	1.51
处理 13	2.583	9.58	0.159	41.5	1.21
处理 14	2.962	11.67	0.176	22.0	1.43
处理 15	2.832	10.30	0.13	26.5	1.29
处理 16	2.450	8.48	0.158	62.6	1.43
处理 17	2.345	9.03	0.215	87.9	1.27
处理 18	2.446	8.27	0.121	56.6	1.29
处理 19	2.609	9.65	0.111	2.5	1.24
处理 20	2.539	9.09	0.153	41.7	1.45
处理 21	2.569	9.21	0.454	75.1	1.46
处理 22	2.671	9.88	0.175	27.5	1.46
处理 23	2.751	10.16	0.259	54.3	1.51
处理 24	2.657	9.88	0.164	32.0	1.41
处理 25	2.430	8.23	0.173	85.2	1.33

1.420,极差分别为 1.746、0.077、50.800、0.132,其中最适宜值出现在 0.6 g/m<sup>2</sup>。钾肥(硫酸钾)影响的变化幅度分别在 9.180~9.628、0.159~0.239、40.960~56.160、1.316~1.420,极差分别为 0.448、0.080、15.200、0.104,其中最适宜值出现在 0.4 g/m<sup>2</sup>。通过对氮、磷、钾肥处理的方差分析,3种肥料对光合生理指标的影响差异不显著(p>0.05)。因此,通过直观分析可得出,氮肥、磷肥、钾肥比例分别在 0.2 g/m<sup>2</sup>、0.6 g/m<sup>2</sup>、0.4 g/m<sup>2</sup> 水平时,川滇桤木的

表 3 不同施肥处理下川滇桤木总叶绿素含量变化的正交试验  $L_{25}(5)^6$  直观分析

Tab. 3 Orthogonal test  $L_{25}(5)^6$  intuitive analysis on the change of total chlorophyll content of *Alnus cremastogyne* fertilized

因素	尿素	磷肥	钾肥			
均值 1	2.801	2.542	2.639	2.604	2.573	2.531
均值 2	2.457	2.660	2.701	2.630	2.554	2.727
均值 3	2.715	2.594	2.623	2.572	2.671	2.580
均值 4	2.478	2.670	2.623	2.635	2.611	2.646
均值 5	2.616	2.600	2.482	2.625	2.657	2.612
极差	0.344	0.128	0.219	0.063	0.117	0.196

表 4 不同施肥处理下川滇桤木净光合速率变化的正交试验  $L_{25}(5)^6$  直观分析

Tab. 4 Orthogonal test  $L_{25}(5)^6$  intuitive analysis on the change of net photosynthetic rate of *Alnus cremastogyne* fertilized

因素	尿素	磷肥	钾肥			
均值 1	9.136	8.678	9.372	9.642	9.100	8.770
均值 2	10.456	9.224	9.180	9.012	8.958	9.313
均值 3	9.020	9.310	9.520	9.378	9.778	9.703
均值 4	8.904	10.424	9.288	9.374	9.392	9.784
均值 5	9.472	9.352	9.628	9.582	9.760	9.340
极差	1.552	1.746	0.448	0.630	0.820	1.014

光合指标相对较好,表现出较强的生长势。

#### 4 结论与讨论

在实施植苗造林时,为了改善播种苗初期生长环境,提高苗木的成活率和生长率,增强苗木与周围草本植物竞争的能力,施肥是一种有效的措施。如谷凌云等研究不同水肥管理对川滇桤木萌条生长及热值的影响证明,浇水施肥处理对萌条的数目、长度、基径均有着明显的促进作用<sup>[9]</sup>;其它学者也得出相似的结论<sup>[10-12]</sup>。

叶片是植物进行光合作用的重要器官,而叶绿素是植物光合作用最重要的色素。光合作用除了受植物本身的遗传特性影响外,还受包括湿度、温度、光照强度、二氧化碳浓度、矿物质营养等诸多环境因素影响,其中施肥是调节植物生长发育的一项基本措施,不同的施肥条件会导致环境小气候的不同,还会影响植株的生理代谢,使光合作用发生相应的变化。通过测定氮磷钾不同施肥水平对川滇桤木光合

表 5 不同施肥处理下川滇桤木胞间 CO<sub>2</sub> 浓度变化的正交试验 L<sub>25</sub>(5)<sup>6</sup> 直观分析

Tab. 5 Orthogonal test L<sub>25</sub>(5)<sup>6</sup> intuitive analysis on the change of intercellular CO<sub>2</sub> concentration of *Alnus cremastogyne* fertilized

因素	尿素	磷肥	钾肥			
均值 1	0.146	0.239	0.168	0.206	0.170	0.157
均值 2	0.170	0.184	0.239	0.160	0.172	0.230
均值 3	0.188	0.171	0.174	0.177	0.230	0.162
均值 4	0.152	0.162	0.178	0.205	0.163	0.212
均值 5	0.245	0.163	0.159	0.171	0.185	0.173
极差	0.093	0.077	0.080	0.046	0.067	0.073

表 6 不同施肥处理下川滇桤木气孔导度变化的正交试验 L<sub>25</sub>(5)<sup>6</sup> 直观分析

Tab. 6 Orthogonal test L<sub>25</sub>(5)<sup>6</sup> intuitive analysis on the change of stomatal conductance of *Alnus cremastogyne* fertilized

因素	尿素	磷肥	钾肥			
均值 1	48.020	72.360	48.840	51.240	60.660	57.540
均值 2	60.420	59.380	49.640	52.840	61.640	61.000
均值 3	34.440	46.540	40.960	58.680	34.420	34.817
均值 4	50.260	21.560	52.360	48.160	41.940	50.720
均值 5	54.820	48.120	56.160	37.040	49.300	49.120
极差	25.980	50.800	15.200	21.640	27.220	26.180

表 7 不同施肥处理下川滇桤木蒸腾速率变化的正交试验 L<sub>25</sub>(5)<sup>6</sup> 直观分析

Tab. 7 Orthogonal test L<sub>25</sub>(5)<sup>6</sup> intuitive analysis on the change of transpiration rate of *Alnus cremastogyne* fertilized

因素	尿素	磷肥	钾肥			
均值 1	1.376	1.458	1.420	1.454	1.350	1.302
均值 2	1.334	1.362	1.364	1.362	1.344	1.378
均值 3	1.380	1.348	1.400	1.384	1.416	1.397
均值 4	1.336	1.326	1.360	1.304	1.362	1.382
均值 5	1.434	1.366	1.316	1.356	1.388	1.398
极差	0.100	0.132	0.104	0.150	0.072	0.096

指标的变化也表明,在氮磷钾肥比例为 0~0.2:0.6:0.1~0.4 水平时,川滇桤木幼苗生长势最旺盛,叶绿素含量、净光合速率相对最大。由此可初步确定,对于 1 a 生川滇桤木幼苗生长,磷钾肥的需要量相对较大,而氮肥的需要量相对较少,并再次表明其需肥

特性与其具根瘤而有固氮能力有关。

综合上述,川滇桤木作为一个非豆科的具根瘤、有固氮能力的优良乡土树种,本身能通过自身的生理机能固定氮素,所以对氮肥的需要量相对较少。从植物生理方面来讲,适量高氮素水平能够增加苗木体内的叶绿素、矿物质含量,改善苗木的渗透调节能力和气孔调节作用,提高水分利用效率<sup>[13-14]</sup>,但施氮肥对川滇桤木根瘤的生成、固氮能力大小的影响,还有待于进一步研究。

### 参考文献:

[1] 陈强,李品荣,常恩福,等.滇东南岩溶山区川滇桤木生长适应性初步研究[J].云南林业科技,2001(4):18-23.

[2] 刘永安,杨易,卢惠宗,等.安宁河流域川滇桤木育苗试验研究[J].四川林勘设计,2004(2):18-20.

[3] 毕波,陈强,常恩福,等.贮藏温度对川滇桤木种子发芽能力的影响[J].林业科技开发,2005,19(3):23-26.

[4] 赵总,张兆国,唐兴联,等.川滇桤木与藏柏人工林分生长量对比分析[J].林业调查规划,2009,34(4):19-21.

[5] 谷凌云,和亚君,李世友,等.川滇桤木幼树个体间生物量与热值的比较[J].山东农业大学学报:自然科学版,2011,42(1):17-22.

[6] 张浩,王正银,董燕,等.砂质土壤 pH 对中性缓释复合肥养分释放特性的影响研究[J].水土保持学报,2005,19(3):9-12.

[7] 杨喜田,杨臻,董惠英.植物幼苗生长对缓释肥种类和施肥水平的反应[J].中国水土保持科学,2008,6(1):122-126.

[8] 邹琦.植物生理与生物化学实验指导[M].北京:农业出版社,1995:36-39.

[9] 谷凌云,和亚君,李福秀.不同水肥管理对川滇桤木萌条生长及热值的影响[J].云南农业大学学报,2011,26(5):683-688.

[10] 陈强,朱全福,李品荣,等.川滇桤木的生境适应性、木材纸浆性能与林分生态效益分析[J].西部林业科学,2007,36(3):16-21.

[11] 陈强,周洪昌,常恩福,等.川滇桤木育苗试验结果分析[J].云南林业科技,1999(4):40-43.

[12] 李苏梅,龙春林,刀志灵.传统农业生态系统中桤木改良土壤效应研究综述[J].植物生态学报,2006,30(5):878-886.

[13] 刘勇,陈艳,张志毅,等.不同施肥处理对三倍体毛白杨苗木生长及抗寒性的影响[J].北京林业大学学报,2000,22(1):38-44.

[14] 余观梅,朱本岳,俞巧钢.施用缓释肥对柑桔产量和品质的影响[J].土壤肥料,2002(5):40-41.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.032

## 蔗糖和 B<sub>12</sub> 对昆明地区油橄榄扦插生根的影响

王有兵,王亚婷,严毅,何银忠,顾淑丽,张志宏,周庆宏

(昆明市海口林场,云南 昆明 650114)

**摘要:**在昆明市海口林场种植的油橄榄树干较易萌芽,芽条生长快,但是由于管理粗放,插穗营养不良,扦插难生根。因此,从油橄榄喜光、耐高温且插穗营养不良的角度出发,在高温高湿条件下,针对蔗糖、B<sub>12</sub> 及插床设计对油橄榄扦插生根的影响进行试验研究。结果表明,插穗经采用 100 mg/l IBA+5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2 h 处理生根率可达 69.3%,平均不定根数可达 10.9 条,平均不定根长 4.2 cm,根系效果指数为 0.60。插床空间越小,生根效果越好。

**关键词:**油橄榄;扦插;蔗糖;B<sub>12</sub>;3-吲哚丁酸;生根率;根系效果指数

中图分类号:S723.132.1;S565.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0139-03

## Effects of Sucrose and B<sub>12</sub> on the Cuttage Rooting of Olive

WANG You-bing, WANG Ya-ting, YAN Yi, HE Yin-zhong, GU Shu-li, ZHANG Zhi-hong,  
ZHOU Qing-hong

(Haikou Forest Farm, Kunming, 650114, China)

**Abstract:** In order to solve the difficult rooting problem of Olive cuttage in Kunming area, according to the characteristics of photolious and high temperature resistance of Olive, under high temperature and high humidity conditions, the effects of sucrose, B<sub>12</sub> and slotter design on cuttage rooting of Olive were studied. The results showed that the Olive was easy to rooting, in the treatment of 100mg/l IBA+5% sucrose +10mL B<sub>12</sub>+ immersion 2h, the rooting rate was up to 69.3%, the average number of adventitious root was 10.9, the average long of adventitious root was 8.8cm, rooting effect index was 0.60. The small cuttage space, the better rooting effects.

**Key words:** Olive; cuttage; sucrose; B<sub>12</sub>; indolebutyric acid; rooting rate; rooting system effect index

油橄榄(*Olea europaea* L.)是一种常绿乔木,属木犀科木犀榄属,又名齐墩果、啊列布,英文名称为 Olive,原产于地中海沿岸,是地中海最古老的栽培果树之一,也是世界著名的油果兼用树种,已有几千年的栽培史<sup>[1]</sup>。油橄榄的油脂、叶片中的化学成分经济价值较高,叶、果化学提取物还广泛应用于医药、美容、化工等行业<sup>[2-9]</sup>。油橄榄于 20 世纪初由

法国传教士和留学生传入我国,60 年代开始大量引种栽培<sup>[1]</sup>。

油橄榄种壳坚硬,发芽困难,存在变异,自然条件下授粉不良,种胚发育不完全,大大降低了实生苗的繁育速度,并且实生苗营养生长周期长,经济投入收效较慢。目前油橄榄优良种质资源主要靠扦插和嫁接来保存扩繁,但是全国各地油橄榄的扦插环境

收稿日期:2014-02-28.

基金项目:油橄榄滇中高原亚热带地区种植示范项目。

作者简介:王有兵(1986-),男,云南弥勒人,硕士。研究方向为林木遗传育种。Email:wangyb\_126126@126.com

通信作者:周庆宏(1970-),男,博士生,正高级工程师。从事森林保护等研究工作。Email:zqh7043@sina.com

有所差别,陇南、广元等地油橄榄扦插技术已经较为成熟,南方地区扦插生根率相对较低。昆明市海口林场于 1964 年由周总理引入 1 932 株栽种,经过近 50 年的风雨沧桑,现保存下来了 1 470 株,在这过程中林场一直致力于油橄榄的扦插工作。由于昆明地区土壤主要以红壤为主,偏酸性,不适合油橄榄的扦插,始终扦插效果不理想,对于成年树的开花结果也有一定的影响,管理较粗放,仅有几十株能结果。为了更好地将海口林场能开花结果的油橄榄适生树保存并扩繁,并且进一步突破扦插技术瓶颈,探索经济有效的扦插方法,开展了蔗糖及 B<sub>12</sub> 针剂对油橄榄扦插生根效果的试验,现将试验结果报道如下。

## 1 试料及试验地点

插穗来自于昆明市海口林场结果油橄榄优树树干当年生半木质化萌条(3 个月龄),品种为佛奥,扦插地点位于昆明市海口林场苗圃简易塑料温室大棚(102°36'E,24°48'S,海拔 1 939 m)。试验药剂 3-吡啶丁酸(IBA),纯度为 98%粉剂,木木生物科技生产;维生素 B<sub>12</sub> 注射液(主要成分为维生素 B<sub>12</sub>),红色澄明液体,国药集团荣生制药有限公司生产。

## 2 扦插方法

### 2.1 插床准备

采用低床进行扦插,床深 25 cm,长宽看实际而定,床底及四周铺一层不透水的塑料薄膜(水槽式),将深 5 cm 平底育苗盘倒置于塑料薄膜上,再将口径 5~10 cm,深 10 cm 的硬质育苗容器置于育苗盘上进行扦插,床底添加少量自来水,深约 3~4 cm,床顶用竹片或 PVC 管做支架,平铺覆盖一层塑料薄膜,插好后四周压严实即可。

### 2.2 插穗、基质及消毒

选择树干萌条中上段作为插穗,上下端平剪 2~3 个节,上端距芽 1 cm 左右,下端紧靠节(留节),将下端叶片及芽用手抹去,保留上端节上 2 片叶片。基质为腐殖土:珍珠岩(体积比 1:1)。插穗采用 0.1%~0.2%的多菌灵溶液浸泡 10~20 min 进行消毒处理,基质用 0.1%~0.2%的多菌灵溶液浸泡 2 h 以上。

### 2.3 试验设计

试验共设 11 个处理,分别为 100 mg/l IBA 浸泡 1 h、2 h、4 h、6 h、8 h;5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 1 h、2

h;5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2 h 后速蘸 2 500 mg/l IBA;速蘸 B<sub>12</sub> 晾干后速蘸 2 500 mg/l IBA;100 mg/l IBA+5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2 h;以自来水浸泡 2 h 作为对照(CK)。各个处理 3 个重复,每个重复 25 条插穗。

### 2.4 扦插及管理

浸泡过的基质直接灌入育苗容器内,将生根剂处理过的插穗清水冲洗后直接扦插,株行距为 2 cm×3 cm 左右,扦插深度为插穗的 2/3,扦插好后排布在低床上盖好薄膜。薄膜表面覆盖一层 70%的遮阳网或滴洒上红泥浆(一定程度减弱光照强度的作用),在低床上方 1.5 m 处搭建 70%的遮阳网,后期管理只需看床底水量多少而添加水即可,大棚内温度可维持在 30~40℃。

### 2.5 数据收集及分析

扦插 100 d 时,采用全面调查统计法统计保存率(插穗未生根,无腐烂,叶片保留)、生根率、平均不定根数、平均不定根长,并计算根系效果指数<sup>[10]</sup>。保存率及生根率数据进行转换后用统计软件 SPSS 13.0 进行方差分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同处理对保存率和生根率的影响

扦插 100 d 时,对各处理的保存率及生根率进行全面统计,结果见表 1。

表 1 不同处理条件下的保存率及生根率  
Tab. 1 Survival rate and rooting rate under different processing conditions

生根剂类型及处理方式	保存率 /%	生根率 /%
100 mg/l IBA 浸泡 1 h	93.3A	14.7E
100 mg/l IBA 浸泡 2 h	82.7B	33.3C
100 mg/l IBA 浸泡 4 h	52.0C	25.3D
100 mg/l IBA 浸泡 6 h	30.7D	13.3E
100 mg/l IBA 浸泡 8 h	6.7E	0.0F
5%蔗糖+10 ml B <sub>12</sub> 浸泡 1 h	84.0B	66.7AB
5%蔗糖+10 ml B <sub>12</sub> 浸泡 2 h	86.7AB	64.0B
5%蔗糖+10 ml B <sub>12</sub> 浸泡 2 h 后速蘸 2500 mg/l IBA	24.0D	24.0D
速蘸 B <sub>12</sub> 晾干后速蘸 2500 mg/l IBA	25.3D	25.3D
100 mg/l IBA+5%蔗糖+10 ml B <sub>12</sub> 浸泡 2 h	88.0AB	69.3A
CK	44.0C	0.0F

注:大写字母表示 0.01 显著性检验水平。



由表 1 可见,各个处理条件下的保存率和生根率在 0.01 显著性检验水平下均达到了极显著水平。随着 100 mg/l IBA 浸泡时间的延长,插穗的保存率逐渐降低,浸泡 1 h 保存率最高,为 93.3%,浸泡 8 h 时保存率仅为 6.7%;生根率则先升后降,浸泡 2 h 生根率最高,为 33.3%,浸泡 8 h 生根率为 0。5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 1 h 和 2 h 的保存率和生根率差异不明显,但扦插效果优于单一的 IBA 浸泡,生根率分别达 66.7%和 64.0%。对于速蘸 2 500 mg/l IBA 的处理,保存率和生根率均不理想。100 mg/l IBA+5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2 h 的扦插保存率和生根率可达 88.0%和 69.3%。除了 100 mg/l IBA 浸泡 8 h 处理和 CK 生根率为 0,其余均高于对照。通过多重比较可知,100 mg/l IBA+5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2 h、5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 1 h 和 2 h 3 种扦插方式最优。

### 3.2 不同处理条件下的生根质量比较

对各个处理的生根质量指标进行了测量(表 2)。

表 2 不同处理条件下的生根质量

Tab. 2 Rooting quality under different processing conditions

生根剂类型及处理方式	平均不定根数/条	平均不定根长/cm	根系效果指数
100 mg/l IBA 浸泡 1 h	2.2	2.3	0.07
100 mg/l IBA 浸泡 2 h	5.1	2.2	0.15
100 mg/l IBA 浸泡 4 h	5.5	1.7	0.12
100 mg/l IBA 浸泡 6 h	11.3	1.6	0.23
100 mg/l IBA 浸泡 8 h	0.0	0.0	0.00
5%蔗糖+10 ml B <sub>12</sub> 浸泡 1 h	5.9	3.0	0.23
5%蔗糖+10 ml B <sub>12</sub> 浸泡 2 h	8.3	2.8	0.31
5%蔗糖+10 ml B <sub>12</sub> 浸泡 2 h 后速蘸 2500 mg/l IBA	6.4	3.6	0.31
速蘸 B <sub>12</sub> 晾干后速蘸 2500 mg/l IBA	9.4	2.3	0.29
100 mg/l IBA+5%蔗糖+ 10 ml B <sub>12</sub> 浸泡 2 h	10.9	4.2	0.60
CK	0.0	0.0	0.00

对照和 100 mg/l IBA 浸泡 8 h 处理生根率为 0,其余处理的生根质量指标变化并不和保存率及生根率一致。平均不定根数量最多的处理为 100 mg/l IBA 浸泡 6 h,高达 11.3 条,其次是 100 mg/l IBA+5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2 h,不定根数为 10.9 条,

5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 1 h、2 h 及速蘸 2 500 mg/l IBA 的处理,平均不定根数量较适中。从平均不定根长及根系效果指数来看,生根剂中添加蔗糖及 B<sub>12</sub> 的处理相对较优,平均不定根长最长的处理为 100 mg/l IBA+5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2 h,可达 4.2 cm,根系效果指数也最高,达 0.60。另外 5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2 h 后速蘸 2 500 mg/l IBA 和速蘸 B<sub>12</sub> 晾干后速蘸 2 500 mg/l IBA 的处理根系效果指数也相对较高,但根较细和脆弱,上袋易折断。综合生根率及根系效果指数来看,本试验中 100 mg/l IBA+5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2h 扦插效果最佳。

## 4 结论与讨论

2013 年夏季和秋末对海口林场结果油橄榄大树树干萌条进行扦插试验。结果发现,油橄榄插穗采用 100 mg/l IBA+5%蔗糖+10 ml B<sub>12</sub> 浸泡 2h 处理后生根率较高,可达 70%左右。由于长期以来海口林场油橄榄园管理粗放,水肥条件无法满足油橄榄的正常开花结实需要,每年仅有小部分开花结实,加之油橄榄树干萌芽多且生长快(2 个月左右即可用于扦插),短时间内插穗无法积累较多的营养物质,对扦插生根不利,采用蔗糖浸泡可以为插穗提供一定营养物质,促进生根。夏季气温较高,扦插时间 70 d 左右即可上袋(研究结果另文发表)。秋末插床内温度较低,扦插生根时间较夏季长 1 个月左右。油橄榄原来产地光照强烈,高温干旱,本试验从油橄榄喜光、耐高温的角度出发,利用高温(30~40℃)条件促使 25 cm 高的插床空间自然提高床内空气湿度和温度,无需后期的喷雾和浇水,以进一步减少人工投入和人为干扰,使海口林场油橄榄扦插生根率低或扦插不成功的困境得以改善,大幅度地提高了生根率。

通过近 1 年的油橄榄扦插试验,在扦插方法上可以总结为:油橄榄适合在高温高湿条件下生根。本扦插方法中,温湿条件无需人为管理,采用育苗容器进行育苗,基质用量少,配比简单,易彻底消毒,可多次重复利用。由于是采用容器扦插,基质在一定程度上被相互隔离开来,且体积小,基质本身透气,插穗生根后受空气的影响(空气切根技术原理),根较粗且结实不易折断,根沿容器壁生长,不至于张牙舞爪影响上袋。取苗时简单,只需倒置育苗容器并轻敲即可取出,基质易松散。

(下转第 150 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.033

## 美国竹柳在临沧市的引种试验

李秀君

(临沧市林科所,云南 临沧 677000)

**摘要:**从昭通市引进美国竹柳进行插条扦插育苗、营养袋苗上山造林试验。结果表明,扦插育苗未用药剂处理,成活率达 100%。在保证水湿条件,只施一次肥的粗放管理条件下,7 个月苗高达 1.5~2.5 m,地径 1~2 cm。在造林后只铲一次草的粗放管理条件下,裸根苗在洼子地造林的成活率较高,达 90%,在干旱坡地造林的成活率低,仅为 17%;组培营养袋苗在干旱坡地造林的成活率最低,仅为 10%。造林 1 年后,组培营养袋苗在干旱坡地的年均树高和地径生长量为 28.1 cm 和 0.32 cm;扦插裸根苗在洼子地的年均树高和地径生长量为 74 cm 和 1.7 cm;扦插裸根苗在干旱坡地的年均树高和地径生长量为 30 cm 和 0.4 cm。试验表明:水湿条件或灌溉条件是保证美国竹柳引种成功的关键。

**关键词:**美国竹柳;扦插育苗;营养袋苗;引种试验;成活率;临沧市

中图分类号:S792.12;S722.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0142-04

## Introduction Test of *Salicaceae magnoliophyta* in Lincang

LI Xiu-jun

(Forestry Institute of Lincang, Lincang, Yunnan 677000, China)

**Abstract:** Introduction test of *Salicaceae magnoliophyta* including seedling cutting propagation and nutrition bag seedling afforestation was carried out. The results showed that the survival rate of seedling cutting propagation treatment without pharmaceutical was 100%, the seedlings grew up to 1.5~2.5 m, diameter up to 1~2 cm after 7 months under extensive management conditions of keeping water-dampness and only fertilizer once. Afforestation survival rate of bare rooted seedling was higher than 90% in the low-lying land under extensive management conditions of only shovel grass once after planting, the survival rate of afforestation in arid slopes was low, only of 17%; Afforestation survival rate of tissue culture seedlings with nutrition bag was the lowest in arid slopes, only of 10%. After one year planting, annual tree height and diameter growth of tissue culture seedlings with nutrition bag was up to 28.1 cm and 0.32 cm in the arid slopes; annual tree height and diameter growth of bare rooted seedling cuttings propagation was up to 74 cm and 1.7 cm in the low-lying land; annual tree height and diameter growth of bare rooted seedling cuttings propagation was up to 30 cm and 0.4 cm in the arid slopes. Tests also showed that wet conditions or irrigation is a key to success ensuring introduction of *Salicaceae magnoliophyta*.

**Key words:** *Salicaceae magnoliophyta*; seedling cutting propagation; nutrition bag seedlings; introduction test; survival rate; Lincang City

收稿日期:2014-03-15;修回日期:2014-04-29.

作者简介:李秀君(1974-),女,工程师。主要从事林业科学技术研究、试验、推广等工作。

美国竹柳,又称竹柳,为杨柳科(Salicaceae)柳属落叶乔木,系美国加州农大与美国几家最大的纸业及种苗公司联合研究,通过美国寒竹、朝鲜柳、筐柳组合杂交选育的优良杂交品系。其形态、侧枝、密植性跟竹子相似,取名为竹柳。我国相关科研单位已进行了引种,并通过全国8个区域1~4级试验证明成功。根据实验结果,其抗寒、抗旱、抗淹等各方面表现远远超过目前国内各种速生树种<sup>[1]</sup>。

美国竹柳树体通直,高度可达20 m以上,主干明显,顶端生长优势强,腋芽萌发力强,侧枝较少,且分枝夹角小,一般为30°~45°。其根系发达,毛根较多,主要在地表1 m以上水平分布,吸收能力非常强,主根延伸较深。美国竹柳由于具有多种植物的遗传基因,故其具有抗性强、适应性广、成材快、材质好、可密植、栽培效益高等特性。竹柳材质非常优良,洁白、细腻、均匀、不空心、不黑心,是营造工业原料林和速生丰产林的理想树种之一<sup>[2-4]</sup>。

## 1 引种区域概况

临沧市位于云南省西南部,北回归线横贯南部,东邻普洱市,西邻德宏州,北部与保山市相邻,南部与缅甸接壤。全市辖1区8县,土地总面积为2.4万km<sup>2</sup>。临沧属横断山系怒山山脉的南延部分,地势中间高,四周低,并由东北向西南逐渐倾斜。属亚热带低纬度山地季风气候,区内海拔450~3 504 m。立体气候显著,年均温17.2℃。最高温34.6℃,≥10℃的年活动积温6 247~6 491℃。年均降雨量1 161.8 mm,每年5~10月为雨季,降水量占全年降水量的88.2%。11月至翌年4月为旱季,极少降雨。2013年全市森林覆盖率达62.21%,活立木蓄积量达9 106.1万m<sup>3</sup>。临沧市土壤有10个土类,19个亚类,72个土属,348个土种,呈地带性垂直分布。从低海拔到高海拔依次分布有砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤、黄棕壤和亚高山草甸土。美国竹柳引种区土壤主要为红壤,土壤中含沙量大,土层深厚。

临沧市大部分区域的气候、土壤等立地条件均与美国竹柳的生态学特性相适应,鉴于此,首次在临沧市开展了引种试验,若试验成功,将在临沧市推广种植,以缓解临沧市木材短缺现状,进而促进全市林产业的快速、健康发展。

## 2 插条育苗试验

### 2.1 试验地选择

扦插育苗苗圃地选址在临沧城以南20 km的临

翔区博尚镇石房村细嘎组214国道边,海拔1 650 m,面积达450 m<sup>2</sup>。该苗圃地交通方便,地势开阔平缓,光照充足向阳,圃地旁是水流量充足的南汀河,具备良好的排、灌水条件,其土壤类型为红壤,沙壤土,土质疏松、肥沃。

### 2.2 试验材料选择

插条育苗试验选用1 a生落叶、生长健壮、无病虫害的竹柳实生种苗主干做为插条进行扦插,种条来源于昭通市昭阳区。

### 2.3 扦插育苗

#### 2.3.1 苗圃整地

全面整地,做高床,整地深度为30~40 cm,做到圃地平整,土壤疏松,以便于扦插和利于苗木生长。打墒,墒宽120 cm,长根据地形为5~15 m,沟宽35 cm,深20~25 cm,墒面平整,墒面整好后随即扦插育苗。

#### 2.3.2 扦插时间

试验时间为2012年3月,春季扦插,地温稳定在10℃时进行扦插。

#### 2.3.3 插穗的规格及处理

将1 a生落叶、苗壮、无病虫害的枝条,用剪刀截成10~15 cm长的小段,径粗0.8~2.0 cm。顶口剪平,顶端距芽尖约1 cm,底口剪成马蹄形斜面,剪穗上平下斜,这样有利于扦插,同时还可以防止条穗倒插,下斜有利于增大条穗的底面积和穗的吸收面。剪穗时防止劈裂,下切口的上端宜选在一个芽的基部,此处营养成分集中,更易发根。每穗留3~4个芽。扦插前,用清水将种条浸泡一夜,待扦插时,用现烧的草木灰加少许生石灰兑水(也可用生根粉兑水)蘸一下插条根部。

#### 2.3.4 扦插密度

采用20 cm×20 cm的株行距,单位面积密度约225 000株/hm<sup>2</sup>。

#### 2.3.5 扦插方法

将深耕平整过的土地按1~1.2 m的宽度打墒,墒与墒的距离为35 cm,将地浇透水,然后按20 cm×20 cm的株、行距扦插。为保证出苗整齐和便于种苗分级,将插穗按大、中、小分级扦插。扦插时芽朝上,斜面切口朝下,将穗条垂直或稍微倾斜插入,扦插深度应保证待浇水土壤下落后,正好露出第一芽。插好后及时浇透水,使穗条与土壤充分接触,然后用2 m长的竹条以弓形插搭在地墒之上,每根竹条间隔2 m。竹条插好后,盖上塑料薄膜,压实,做成拱棚。

## 2.4 苗圃管理

### 2.4.1 破膜出苗

早春拱膜覆盖育苗,白天埧内温度可达 30℃ 以上,而夜间最低只有 5~8℃,温差达 20℃ 以上,十分有利于插条萌发,只要埧情掌握得好,一般 15 d 左右 60% 的竹柳嫩苗长到 4~5 cm,地埧两边的嫩芽顶到拱膜,会发生烧苗现象,这时应尽快破膜。破膜时间应尽量选在傍晚,此时薄膜内的气温与外面的气温温差相对较小,先将膜揭开一边让其透气一个晚上,第二天再将膜完全揭开,抽去竹条,然后将地膜铺回地面,按照苗的位置用小刀抠破一个小洞露出幼苗,再将膜压实以防止杂草生长过快,减少薅草工作量。破膜完成后透浇水。

### 2.4.2 修枝抹芽

插穗扦插后,上端的芽很快膨大、开裂,长成一个新的枝条,有时埋藏不深的芽也会发芽出土,切口处有时亦会形成不定芽,抽出许多枝条。在嫩枝长到 10~20 cm 时,每株选一个最好的枝条,将其他枝条和芽头由基部剪去,以确保养分集中供给。修枝总的原则是“留下去上,留正去斜,留粗去细,留长去短,留强去弱”。

### 2.4.3 松土除草

40 天后苗高已达 50 cm,此时可完全清除覆盖的薄膜并进行一次全面的松土和除草除杂。此后要根据情况随时除草。

### 2.4.4 肥水管理

**湿度:**在竹柳基部形成愈伤组织前,保持基质及空气湿度为 80%~90%,基部形成愈伤组织后,将环境湿度降低到 40%~50%,当土壤湿度降低到土壤最大持水量的 40% 以下时应及时进行灌溉。

**光照:**在保证叶面不干燥失水的情况下,应保证有充足的光照。竹柳扦插条生根后,逐渐通风、透光,控制基质湿度,促进根系生长。

**施肥:**待苗高达 1 m 左右,施一次肥,以复合肥为主,适当拌施尿素。

### 2.4.5 苗期病虫害防治

竹柳苗期有少量菜青虫和卷叶虫蔬菜类虫害,用毒死蜱雾状喷施防治。

## 3 造林试验

7 个月后,苗高达 1.5~2.5 m,地径 1~2 cm。扦插成活率达 100%。12 月份中下旬,竹柳开始落叶进入休眠期,此时树苗停止生长,直到下年开春开始萌芽。在树体休眠后和萌芽前都是移栽的最佳时间<sup>[5]</sup>。

### 3.1 试验区概况

试验区位于临翔区凤翔街道大石房村,面积 4 000 m<sup>2</sup>,平均海拔 1 720 m。该区域属亚热带低纬度山地季风气候,雨季集中,干、湿季分明,年温差小,干凉同季、雨热同期。年均降雨量 1 161.8 mm,年降雨时间 171 d,雨季为 6~9 月,年均相对湿度 74%,年均温 16.8~17.9℃,全境日照时间为 2 115.9 h。无霜期全年 289 d,历年平均霜期为 76 d。土壤类型为红壤。

### 3.2 试验材料和方法

#### 3.2.1 种苗来源

试验用营养袋苗为从昭通市昭阳区引进的组培苗,裸根苗为从昭通市昭阳区引进插条培育的扦插苗(表 1)。

表 1 造林种苗初植时生长量

Tab. 1 Growth volume of early planted seedlings

苗木种类	苗龄	树高 /cm	地径 /cm
组培营养袋苗	3 个月	11.9	0.18
扦插裸根苗	1 a 生	145.0	1.00

#### 3.2.2 试验地立地条件

试验地立地条件见表 2 所示。

#### 3.2.3 造林方法

组培营养袋苗和扦插裸根苗造林方法基本相同,带状清林,穴状整地挖塘,种植株行距 1.5 m×2 m,种植塘规格 40 cm×40 cm×40 cm,种植前每塘施农家肥 5 kg,复合肥 0.5 kg,肥料上撒 150 g 拌土的杀虫杀菌药。回表土将肥料农药覆盖,然后回满

表 2 试验地块立地条件

Tab. 2 Test site conditions

地类	地点	面积 /m <sup>2</sup>	海拔 /m	土壤 类型	坡向	坡度	有机质 /(g·kg <sup>-1</sup> )	速效 N /(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 P /(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 K /(mg·kg <sup>-1</sup> )
荒山	大石房村	4000	1705~1740	红壤	西南坡	30°~40°	17.4	85.0	8.5	46.0

土。种植时,将坑塘挖一个可以容纳苗根的坑,然后将苗放入坑内回土,将根系覆盖后轻提苗干理顺根系,然后踩实土<sup>[6]</sup>。营养袋苗种植时正值雨季,种植后未进行浇水;裸根苗种植后浇透水。洼子地种植的未覆盖地膜,干旱坡地种植的覆盖地膜。

### 3.2.4 管护技术措施

竹柳种植后仅进行过一次除草管理。

### 3.3 观测与分析方法

造林初期进行成活率调查和生长测定,并对病虫害发生情况进行观察。营养袋苗造林 2012 年进行生长量调查 2 次,2013 年调查 1 次;裸根苗造林 2013 年进行生长量调查 4 次。调查方法为营养袋苗造林、裸根苗洼子地造林和裸根苗干旱坡地造林每一种造林地随机标定 30 株竹柳进行树高、地径测定。树高用钢卷尺测量,地径用游标卡尺测量。

数据采用 Excel 进行数据统计分析。

### 3.4 结果与分析

#### 3.4.1 造林成活情况

裸根苗在洼子地造林的成活率较高,为 90%,在干旱坡地造林的成活率低,为 17%;组培营养袋苗在干旱坡地造林的成活率最低,为 10%(表 3)。

表 3 竹柳造林成活率

Tab. 3 Afforestation survival rate of *Salicaceae magnoliophyta*

调查项目	组培营养袋苗 (干旱坡地)	扦插裸根苗 (洼子地)	扦插裸根苗 (干旱坡地)
成活率/%	10	90	17

#### 3.4.2 原因分析

1) 裸根苗在洼子地造林的成活率较高,是因为洼子地土壤较湿润,水分相对充裕,能够满足苗木定植初期对水分的需求。

2) 裸根苗在干旱坡地造林成活率低的原因:①气候干燥和土壤水分不足;②管理粗放,种植时浇透水覆盖地膜后只进行过一次铲草,未进行浇水等其它管理。

3) 组培营养袋苗在干旱坡地造林成活率低的原因:①由于 8 月下旬才种植,种植节令过晚,已是雨季末期;②营养袋苗因从昭通市快递运来,运输途中损伤了苗木;③营养袋太小,所带营养土少,育苗时间短,只是 1 个半月的组培苗,苗较小较弱,抗逆性差;④种植后管理跟不上,只进行了一次除草,未进行浇水、施肥等其它管理。

由上可知,水分是竹柳造林成活的最关键因素,干旱是导致竹柳成活率低的直接原因。

#### 3.4.3 幼林生长量比较

组培营养袋苗在干旱坡地的年均树高生长量和地径生长量为 28.1 cm 和 0.32 cm;扦插裸根苗在洼子地的年均树高生长量和地径生长量为 74 cm 和 1.7 cm;扦插裸根苗在干旱坡地的年均树高生长量和地径生长量为 30 cm 和 0.4 cm(图 4)。可见,水分同样成为竹柳生长量大小的最关键因素。

表 4 美国竹柳幼林生长量和年均生长量对比

Tab. 4 Growth volume and average annual growth volume contrast of *Salicaceae magnoliophyta* cm

调查项目	造林 1 年后生长量		年均生长量	
	树高	地径	树高	地径
组培营养袋苗(干旱坡地)	40	0.5	28.1	0.32
扦插裸根苗(洼子地)	219	2.7	74.0	1.70
扦插裸根苗(干旱坡地)	175	1.4	30.0	0.40

### 4 结论与讨论

1) 美国竹柳插条育苗采用清水将种条浸泡一夜,扦插时,用现烧的草木灰加少许生石灰兑水蘸一下插条根部扦插,制成拱棚保温保湿的方法,扦插成活率达 100%。

2) 美国竹柳苗期水肥条件好,可达到速生速长。引种试验表明,美国竹柳插条育苗在只施一次复合肥和尿素的管理条件下,苗高可达 1.5~2.5 m。

3) 水湿条件是竹柳造林成活的关键。裸根苗在洼子地造林的成活率较高,为 90%;裸根苗在干旱坡地造林的成活率低,为 17%;组培营养袋苗在干旱坡地造林的成活率最低,为 10%。试验表明,不管是营养袋苗造林还是裸根苗造林,都必须选具备水湿条件或灌水条件的地点才能保证其成活率。

4) 竹柳造林,水肥管理都要跟上,才能达到速生速长。试验竹柳造林 1 年后,组培营养袋苗在干旱坡地的年均树高生长量和地径生长量为 28.1 cm 和 0.32 cm;扦插裸根苗在洼子地的年均树高生长量和地径生长量为 74 cm 和 1.7 cm;扦插裸根苗在干旱坡地的年均树高生长量和地径生长量为 30 cm 和 0.4 cm。由于造林后只进行了一次除草,3 种苗木

(下转第 157 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.034

## 柚木截杆苗培育技术研究

张荣贵

(红河州林业科学研究所,云南 蒙自 661199)

**摘要:**通过持续 15 年对柚木进行试验育苗及大量生产性育苗,结果表明:种子催芽处理是柚木育苗成败的关键,催芽效果:综合处理法>日晒夜浸法>石灰浆浸沤法>对照;苗木速生期在 5~10 月,苗木生长量占全年总生长量的 73.3%;育苗节令选择 4 月最佳;幼苗分床以 1~2 对真叶移植为宜;全苗鲜重最能代表苗木的质量,现场操作的量化指标以苗木平均地径为主;D>2.5 cm 为 I 级苗,D=1.5~2.5 cm 为 II 级苗,D<1.5cm 为 III 级苗。

**关键词:**柚木;截杆苗;培育技术

中图分类号:S792;S723.132 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)08-0146-05

## Study on Cultivation Technique for Stem-cut Seedling of *Tectona grandis* L. f.

ZHANG Rong-gui

(Institute of Forestry Science of Honghe Prefecture, Mengzi, Yunnan 661199, China)

**Abstract:** 15 years of continuous cultivation testing and mass production of *Tectona grandis* L. f. seedling breeding has been carried out. The results showed that the pre-germination treatment is a key to seedling breeding success of *Tectona grandis* L. f. The pre-germination effects order of four treatments in the sequence of descending was comprehensive treatment, solarization and night-leaching treatment, lime slurry treatment and no-treatment (CK). The fast-growing stage of seedling was from May to October, which of increment accounted for 73.3 per cent of growth increment in the whole year. April was the best time for breeding seedling of *Tectona grandis* L. f. The young seedling by transplanting to bed was preferred with 1-2 pairs of true leaves. The seedlings grading standard for one year of stem-cut seedlings was that the first grade would exceed 2.5 cm for diameter in ground, the third grade would be under 1.5cm for diameter in ground, and the second grade would between them.

**Key words:** *Tectona grandis* L. f. ; stem-cut seedling; cultivation technique

柚木(*Tectona grandis* L. f)为马鞭草科柚木属的高大乔木,是世界著名的速生珍贵用材树种,由于其木材价值昂贵与用途广泛,世界热带地区的许多国家纷纷引种扩大栽培。目前柚木的引种与天然分布已遍及亚、非、拉美和大洋洲的 50 多个国家<sup>[1]</sup>,中国

柚木的引种栽培与试种范围已遍及南亚热带以南 48 万 km<sup>2</sup> 的 7 省(区)60 多个县(市)<sup>[2]</sup>。云南省与缅甸、老挝等柚木原产地相邻,引种历史悠久,为国内最早引种的省<sup>[3-4]</sup>。红河州从 1986 年开始规模种植柚木,目前保存面积约 4 200 hm<sup>2</sup>,成效显著。

收稿日期:2014-04-09.

作者简介:张荣贵(1964-),男,云南泸西人,高级工程师。主要从事热带珍贵林木引种栽培及林木良种选育工作。

1984年红河州林业科学研究所河口县南溪镇安家河办事处建立柚木试验示范基地 100 hm<sup>2</sup>,先后参加了由中国林科院热带林业研究所主持的国家科技重点攻关项目“柚木种源选择研究”、林业部重点“柚木遗传改良研究”课题和国家林业重点推广项目“柚木良种及育苗技术示范推广”。先后取得云南省科学技术进步三等奖 2 项、红河州科学技术进步一等奖 2 项。柚木培育技术及 8507、8602、8603、6615、8411、8404 等 6 个速生优良抗性种源被国家林业局列为 100 项林业重点科技成果面向全国进行推广应用。本文通过总结 15 年来柚木育苗试验中有关技术要点及成果,以期对柚木的苗木培育及产业发展提供技术支撑。

## 1 试验苗圃概况

试验苗圃位于河口县南溪镇安家河办事处马场。地理位置为北纬 22°40′~22°42′,东经 103°54′~104°00′。海拔 310 m,据河口气象站(海拔 136.7 m,与试验地直线距离 19 km)20 年的气象资料,年均温 22.6℃,极端最高温 40.9℃,极端最低温 1.9℃,≥10℃ 的年积温 8 266.9℃,年均降水量 1 789.2 mm,5~10 月为雨季,其降水量占全年降水量的 80%以上,年均相对湿度为 85%,平均风速 1.0 m/s,属热带湿润气候<sup>[5]</sup>。试验苗圃土壤为黄色砖红壤,pH 值 5.92。

## 2 材料与方法

### 2.1 种子催芽处理

试验设置 4 个处理,A(石灰浆浸沤法)<sup>[6-8]</sup>:用与核果容积相等的石灰加水拌成浆液,再将核果放入拌匀,在表面撒少量石灰,以不见种子为度,注意检查,适当加水,保持湿润,浸沤 7 d,取出洗净进行播种;B(日晒夜浸法)<sup>[6-8]</sup>:晚上用袋子将核果装好放在冷水中浸泡,白天将种子捞起,摊在水泥地板上暴晒,反复浸晒 10 d 后播种;C(综合处理法):将核果倒进浓度为 25%的石灰浆拌匀,淹没为度,每天搅拌 1 次,浸沤 5 d 取出洗净,摊在水泥地板上暴晒,每天边翻边捣 1~2 次,10 d 左右,脱去大部分绒毛后播种;CK(对照):不作任何处理。试验采用完全随机区组设计,每处理重复 4 次,每个重复 250 粒,每处理播种 1 000 粒。对发芽率作方差分析和 q 检验。

### 2.2 幼苗分床

试验设置 4 个处理,A:1~2 对真叶;B:3~4 对

真叶;C:4 对以上真叶;D:混合移植。试验小区采用完全随机排列设计,每处理重复 4 次,每个重复移植苗木 100 株。幼苗定植 30 d 后调查其成活率,对 1 a 生苗木的苗高、地径等生长指标进行分析。

### 2.3 苗木生长与苗期管理

设置固定样方 4 个,每个样方固定 100 株,每月定期实测苗高与地径生长量,对照河口县同期的月气温和月降水进行分析,提出苗期管理技术措施。

### 2.4 苗木分级出圃

在苗圃设置 5 个样方,按 90%可靠性,90%精度,每个样方随机抽取 11 株样苗,共计 55 株样苗,实测苗高(H)、地径(D)、全苗鲜重(W)、地上部分鲜重(W<sub>1</sub>)、地下部分鲜重(W<sub>2</sub>)、侧根鲜重(W<sub>3</sub>)、主根长(L)和高径比(H/D),按下式:

$$r = \frac{\sum x_i x_j - \sum x_i x_j / n}{\sqrt{[\sum x_i^2 - 1/n(\sum x_i)^2][\sum x_j^2 - 1/n(\sum x_j)^2]}}$$

求出 8 个指标之间的相关系数,组成相关矩阵。进一步在苗圃设置 39 个样方,从 2 253 株苗木中,按 90%可靠性,90%精度,随机抽取 117 株,实测苗高、地径,进行逐步聚类分级,对地径、苗高分级的结果进行方差分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 种子处理

通过种子不同催芽处理试验,发芽情况如表 1 所示。对发芽率进行反正弦( $\arcsin \sqrt{x_{ij}}$ )转换,并作方差分析,如表 2 所示。进一步作 q 检验,如表 3 所示。

表 1 柚木种子不同处理的发芽情况

Tab. 1 *Tectona grandis* L. f seed germination under different treatment

处理	播种粒数/粒	发芽天数/d	发芽率/%			
			IV	I	II	III
A	1000	21	20.5	21.6	20.7	22.4
B	1000	17	29.8	30.6	22.8	29.6
C	1000	11	40.9	51.8	43.3	45.1
CK	1000	53	5.7	3.1	3.1	4.0

种子催芽处理表明,石灰浆浸沤播后 21 d 发芽,平均发芽率为 21.3%;日晒夜浸播后 17 d 发芽,平均发芽率为 28.2%;综合处理播后 11 d 发芽,平

均发芽率为45.3%;不处理的播后53d发芽,平均

表 2 柚木种子不同处理发芽方差分析

Tab. 2 Variance analysis of *Tectona grandis* L. f seed germination under different treatment

变差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比	F <sub>α</sub>
区组	3	15.306	5.102	1.38	F <sub>0.10</sub> =2.92
处理	3	1981.891	660.63	178.78**	F <sub>0.01</sub> =6.99
剩余	9	33.257	3.695		
总和	15	2030.454			

表 3 柚木种子不同处理发芽率 q 检验

Tab. 3 Q test of *Tectona grandis* L. f seed germination rate under different treatment

处理	$\bar{X}_i$	$\bar{X}_i - \bar{X}_j$	$\bar{X}_i - \bar{X}_4$	$\bar{X}_i - \bar{X}_3$	$\bar{X}_i - \bar{X}_2$
		C	$\bar{X}_1 = 42.26$	30.50**	14.80**
B	$\bar{X}_2 = 32.05$	20.27**	4.57*		
A	$\bar{X}_3 = 27.48$	15.70**			
CK	$\bar{X}_4 = 11.78$				

发芽率为 4.0%。重复间差异不显著,而处理间差异极显著。各处理间种子发芽率经 q 检验差异均极显著,即:综合处理法>日晒夜浸法>石灰浆浸沤

法>对照。综合处理法发芽时间短,发芽效果明显,是由于其在摊晒和浸泡过程中加速了种子的通气、吸胀进程,启动了种子萌发的生理机制,从而提高了种子的发芽率和发芽势。

### 3.2 幼苗分床移植

柚木种子催芽撒播后,当种子发芽并展开真叶时就要考虑移植。不同真叶幼苗分床移植 1a 生苗木的苗高、地径、移植成活率、保存率和苗木合格率结果如表 4 所示。以苗高、地径为考察指标,作方差分析如表 5,表 6 所示。

幼苗分床移植结果表明,不同真叶幼苗分床移植对柚木苗高、地径的生长影响差异不显著。但随着叶数增加,苗木移植成活率、保存率和合格率降低。>4 对真叶时移植成活率最低,补植量大,苗木生长参差不齐。混合移植由于苗木规格大小不一,生长参差不齐,加之柚木叶片大,小型苗木生长被抑压,总合格率显著降低。故柚木幼苗分床以具有 1~2 对真叶时移植为宜,分床移植时按照不同真叶分别移植效果最好。

### 3.3 苗期生长与管理措施

根据苗木的生长规律,将 1 a 生苗木分为 4 个阶段,制订相应的管理措施如下:

表 4 柚木幼苗分床移植试验结果

Tab. 4 Test results of *Tectona grandis* L. f seedling in different transplant beds

处理	I		II		III		IV		成活率 /%	保存率 /%	合格率 /%
	苗高/cm	地径/cm	苗高/cm	地径/cm	苗高/cm	地径/cm	苗高/cm	地径/cm			
A	146	3.4	119	2.8	138	3.0	135	2.7	100	100	98
B	143	3.1	141	3.3	128	2.9	114	2.6	100	96	96
C	115	2.8	132	3.2	129	3.0	135	3.5	92	79	90
D	158	3.6	166	4.0	174	3.8	123	2.7	79	71	82

表 5 柚木苗高方差分析

Tab. 5 Seedling height variance analysis of *Tectona grandis* L. f

变差来源	离差平方和	自由度	方差	均方比	F <sub>α</sub>
组间	1819.50	3	606.50	2.63	F <sub>0.10</sub> (3,9)=2.92
组内	603.50	3	201.17	0.87	F <sub>0.05</sub> (3,9)=3.86
剩余	2072.00	9	230.22		
总和	4495.00	15			

表 6 柚木地径方差分析

Tab. 6 Ground diameter variance analysis *Tectona grandis* L. f

变差来源	离差平方和	自由度	方差	均方比	F <sub>α</sub>
组间	0.81	3	0.27	1.80	F <sub>0.10</sub> (3,9)=2.92
组内	0.45	3	0.15	1.00	F <sub>0.05</sub> (3,9)=3.86
剩余	1.36	9	0.15		
总和	2.62	15			



1) 种子萌发期。此期要掌握的关键,是为种子萌发创造所需的高温、高温和良好的通气条件,故应选择砂质壤土作催芽床,播后每天在烈日曝晒时浇水,交替的高温高湿能促进种子发芽。待大部分幼苗出土后改为早晚浇水。

2) 恢复生长期。此期幼苗正处于扎根蹲苗和恢复生长阶段,管理的主要任务是保证成活。除移植时浇透定根水外,其后须视墒情早晚浇水,发现死苗要及时补植,以提高苗木的出圃率。

3) 迅速生长期。此期一般在 5~10 月,气温高,降水多,幼苗移植后经过短暂的缓苗期,开始快速生长,形成生长正态曲线的峰区。其苗高、地径生长量可占全年生长量的 73% 以上,是决定苗木质量的关键时期。除坚持每月除草松土 1~2 次,适量补充氮

磷钾肥外,还要注意排除渍水,以防烂根。

4) 缓慢生长期。进入 11 月后,随着气温下降、降雨量减少,苗木长势也明显减弱,从而形成生长曲线的下滑区。此期宜停止施肥,控制苗木生长,以提高木质化程度。苗木内的杂草除受气候影响而生长减缓外,还受到已经郁闭的柚木苗的抑制,至苗木出圃前除草 1~2 次即可。

### 3.4 苗木分级出圃

为提高造林质量,保证幼树不因苗木参差不齐而过早分化,苗木出圃时须按质量进行分级,以利分片造林。在柚木苗木生长发育过程中,其质量是各生长指标、形态指标和生理指标的综合反映,据此可划分为若干性质大致相同的群体。通过柚木 8 个指标间的相关分析,结果如表 7 所示。

表 7 柚木苗木各测定指标间的相关矩阵

Tab. 7 Correlation matrix of *Tectona grandis* L. f seedlings measurement indexes

	H	D	W	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	L	H/D
H	1							
D	0.8904	1						
W	0.8731	0.8910	1					
W <sub>1</sub>	0.8614	0.8553	0.9908	1				
W <sub>2</sub>	0.8532	0.9136	0.9695	0.9275	1			
W <sub>3</sub>	0.7838	0.8426	0.8866	0.8360	0.9349	1		
L	0.6464	0.7024	0.5819	0.5539	0.6053	0.5346	1	
H/D	0.7566	0.3440	0.4972	0.4274	0.4792	0.8330	0.4829	1

全苗鲜重是相关中心,最能代表苗木的质量。地径与全苗鲜重和根鲜重的相关系数均大于苗高与全苗鲜重和根鲜重的相关系数,即地径是影响全苗鲜重的主导因子,苗高是次要因子。柚木适于截杆造林,因此地径是既能客观反映苗木综合质量,又便于现场操作的量化指标。

通过对苗高、地径进行逐步聚类分析,其分级结果如表 8 所示,分级标准如表 9 所示。对地径、苗高

表 8 柚木苗木分级结果

Tab. 8 *Tectona grandis* L. f seedling grading results

级别	株数/株	百分比/%	平均高径比值
I	32	27.30	67.10
II	65	55.60	62.70
III	20	17.10	70.00

表 9 柚木苗木分级标准

Tab. 9 *Tectona grandis* L. f seedlings grading standards

I 级苗	II 级苗	III 级苗
D>2.5 cm	D=2.5~1.5 cm	D<1.5 cm
H>150 cm	H=150~100 cm	H<100 cm
苗木生长苗壮,主根及侧根发达,木质化程度高。	苗木生长优良,主根及侧根较发达,木质化程度较高。	苗木生长差,主根及侧根不发达,木质化程度不高。

分级的结果进行方差分析,苗木各级间存在极显著差异。柚木苗木可划分为三级, I 级和 II 级苗为合格苗,可以出圃造林, III 级苗为不合格苗,继续留圃培养。

## 4 结果及讨论

1) 柚木核果球形,藏于花萼发育而成的种苞

内,外果皮被茶褐色毡状绒毛,内果皮骨质,不易透水通气,发芽比较困难,若播种前不经催芽处理,发芽率甚低,发芽持续时间长。种子催芽处理是柚木育苗成败的关键环节。

2)柚木种子催芽效果:综合处理法>日晒夜浸法>石灰浆浸沤法>对照。综合处理法可减少或克服种子内外果皮存在的机械束缚力,消除或减轻导致萌发慢的不利因素,加速种子的通气、吸胀进程,启动种子萌发的生理机制,从而提高种子的发芽率和发芽势。

3)柚木种子催芽撒播后,幼苗分床以具有 1~2 对真叶时移植为宜,且按不同真叶类型分别移植效果最好。

4)柚木为喜高温树种,苗木的速生期为 5~10 月,此间 1 a 生苗木生长量占全年总生长量的 73.3%。4 月份育苗能更好地与当年苗木的速生期相衔接,不仅缩短了苗木的滞圃时间,且能在 2 月前为造林提供合格苗木。

5)将 1 a 生苗木分为种子萌发、恢复生长、迅速生长及缓慢生长 4 个时期,采取相应的管理技术措施,做好除草松土,补充氮磷钾肥,排出渍水,苗期病虫害防治等工作。

6)柚木适于截杆苗造林,全苗鲜重最能代表苗木的质量,现场操作的量化指标以苗木平均地径为

主,平均苗高为辅。苗木出圃时, $D > 2.5 \text{ cm}$ 、 $H > 150 \text{ cm}$  的为 I 级苗; $D = 1.5 \sim 2.5 \text{ cm}$ 、 $H = 150 \sim 100 \text{ cm}$  的为 II 级苗; $D < 1.5 \text{ cm}$ 、 $H < 100 \text{ cm}$  的为 III 级苗。I 级和 II 级苗为合格苗,可以出圃造林,III 级苗为不合格苗,继续留圃培养。

**参考文献:**

[1] White K J. *Teak: some aspects of research and development* [M]. Yangon:San Thain Kha Press, 1991:3.  
 [2] 周铁烽. 中国热带主要经济树木栽培技术[M]. 北京:中国林业出版社,2001.  
 [3] 云南省林业科学研究所. 云南主要树种造林技术[M]. 昆明:云南人民出版社,1985.  
 [4] 王达明,杨绍增. 云南柚木的引种和发展[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,1996:37-40.  
 [5] 张树芬,张荣贵. 河口县立地条件对柚木生长影响的调查研究[J]. 林业调查规划,2005,30(3):111-114.  
 [6] 中国林木志编委会. 中国主要树种造林技术[M]. 北京:农业出版社,1978.  
 [7] 中国林科院热带林业研究所. 外引树种—柚木[J]. 热带林业科技,1973(1):20-22.  
 [8] 宋学之. 柚木种实萌发生理的研究[J]. 林业科学研究,1991(5):471-478.

(上接第 141 页)

**参考文献:**

[1] 徐纬英. 中国油橄榄[M]. 长春:长春出版社,2001.  
 [2] 朱静平. 油橄榄叶中活性成分初步分析[J]. 湖北农业科学,2012,51(15):3315-3316.  
 [3] 石永峰. 中国橄榄油市场发展现状及建议[J]. 中国油脂,2007,32(2):86-87.  
 [4] 王晓飞,李辰,郑媛媛,等. 油橄榄叶多酚类成分研究[J]. 中草药,2011,42(5):848-851.  
 [5] 焦志敏,陈龙胜,许舒雯,等. HPLC 测定油橄榄不同部位山楂酸的含量[J]. 林产化学与工业,2010,30(2):23-26.  
 [6] 王成章,高彩霞,叶建中,等. HPLC 研究油橄榄叶中橄

榄苦苷的含量变化规律[J]. 林产化学与工业,2008a,28(6):39-43.  
 [7] 高彩霞,王成章,陈文英,等. 油橄榄叶中多酚和黄酮的含量分析[J]. 生物质化学工程,2006,40(4):4-6.  
 [8] 马惠芬,闫争亮,泽桑梓,等. 利用 GC-MS 技术分析油橄榄叶挥发油化学成分[J]. 天然产物研究与开发,2012,24:920-923.  
 [9] 王成章,高彩霞,叶建中,等. 引种阿斯油橄榄叶中橄榄苦苷提取分离及结构鉴定[J]. 林产化学与工业,2009b,29(3):53-57.  
 [10] 季孔庶,王章荣. 马尾松插穗生根能力变异的研究[J]. 南京林业大学学报,1998,22(3):66-70.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.035

## 赤桉苗木抗旱性研究

李 德<sup>1,2</sup>, 李福秀<sup>2</sup>

(1. 西双版纳布龙州级自然保护区管理所, 云南 景洪 666100; 2. 西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:**采用不同施肥方法、不同激素种类及浓度, 在进行水分调控的条件下, 研究了赤桉 1 a 生苗木生长形态、生物量等方面的差异。并通过相关性分析, 选择苗木总生物量、I 级侧根数、根系占总生物量的百分比及高径比 4 个指标, 利用模糊数学隶属(反隶属)函数进行综合评价, 从中筛选出赤桉苗木的最佳抗旱性育苗技术。结果表明, 影响赤桉抗旱性的主导因素是水分胁迫, 最佳的育苗组合为“5 d 浇水—直线施肥—矮壮素  $100 \times 10^{-6}$ ”。

**关键词:**水分胁迫; 施肥方式; 生长调节剂; 抗旱性; 赤桉苗木

中图分类号: S792.39; S722.36 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0151-07

## Drought Resistance of *Eucalyptus camaldulensis* Seedling

LI De<sup>1,2</sup>, LI Fu-Xiu<sup>2</sup>

(1. Management Station of Bulong Nature Reserve of Xishuanbanna Prefecture, Jinhong, Yunnan 666100, China;  
2. College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** Using different fertilizing methods, different types and concentrations of hormones, and watering controls, the growth indices and biomass of the one-year-old seedlings have been studied. And four index selected by the correlation analysis (total biomass, the number of primary lateral root, the biomass percentage of root, and the ratio of height-diameter), have been evaluated by fuzzy mathematics (Anti attached) function, then the best drought-resistance seedling nursery technology was selected. The results showed that the key indicators impacted drought resistance on *E. camaldulensis* seedlings was water stress, and the best combination of seedling nursery was A2B2C1D4, named as “five days watering - straight fertilization - CCC-100ppm”.

**Key words:** water stress; fertilization method; growth regulator; drought resistance; *Eucalyptus camaldulensis* seedling

干热河谷具有高蒸腾、年降雨量少于蒸发量的特征, 雨量主要集中在 6~8 月份, 在 3~5 月, 蒸发量是降雨量的几十倍, 造成干热河谷部分地区“年年造林不见林”的状况<sup>[1]</sup>, 近半个世纪以来, 相关领域的科学工作者广泛开展了树木对各种胁迫因子的遗

传变异和生理反应机制的探索并对于干旱胁迫的植物反应方式、耐旱机理及遗传改良策略的研究等进行过不同程度的研究和总结<sup>[2-4]</sup>, 由于林木抗旱性状表现的复杂性以及测定方法的多样性, 目前有关林木抗旱性育种工作开展的还并不多<sup>[5]</sup>, 加之干热河

收稿日期: 2014-04-21.

作者简介: 李 德(1986-), 男, 助理工程师。主要从事森林经理及森林生态方面的研究。

通信作者: 李福秀, 女, 教授。Email: lfx3862158@163.com

谷的造林工作研究不多,仅在植物生理学<sup>[6,7]</sup>、施肥对苗木的生长发育的影响<sup>[8,9]</sup>、造林措施及苗木选育<sup>[10]</sup>等方面进行了一定的研究。

国内外研究表明,苗木具有可塑性,不同的育苗技术措施如水分胁迫处理、施肥、生长抑制剂、菌根菌、光周期等,使得苗木在形态、生理、活力、抗性 & 造林成活率等方面存在很大的差异<sup>[11]</sup>。

赤桉(*Eucalyptus camaldulensis*)耐旱性强、生长快、产生的经济效益较高,符合干热河谷造林的要求<sup>[12-14]</sup>。为此,本研究以赤桉为研究对象,分析不同水分条件下施肥方式、植物生长调节剂及浓度对苗木抗旱性影响,以期为干热河谷地区抗旱苗木的培育提供技术支持。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于昆明市西南林业大学的塑料大棚内,试验环境的最高温为 52℃,最低温为 18℃,平均气温为 28℃;最高相对湿度为 85%,最低相对湿度

为 35%,平均相对湿度为 65%。

### 1.2 试验材料

试验材料包含赤桉幼苗、肥料及植物生长调节剂。

选用 40 d 生,苗长 7 cm 左右的赤桉幼苗,将苗木移入 14 cm×12 cm 规格的黑色塑料营养杯中,并浇足定植水。

化肥使用市售的硫酸铵(含 N21%)、过磷酸钙(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 16%)、硫酸钾(含 K<sub>2</sub>O 50%)。

生长调节剂使用生根粉(ABT3)、多效唑(Paclobutrazol, PPP333)、矮壮素(CCC)、B9。

### 1.3 试验方法

试验方法采用正交设计法<sup>[15]</sup>,选用正交表 L<sub>16</sub>(4<sup>4</sup>),即四因素四水平的正交设计(表 1)。每个处理样本数为 40 株。四因素分别为循环浇水天数、施肥方式、激素种类及激素浓度。水分胁迫,3 循环浇水时间的控制,分为 3 d、5 d、7 d、9 d;施肥方式,即平均施肥、指数施肥、直线施肥、不施肥;生长调节剂方式,即多效唑、矮壮素、B9、不施激素。

表 1 赤桉苗木试验正交设计

Tab. 1 Orthogonal design of *Eucalyptus camaldulensis* seedlings

编号	因素				组合名称	组合内容
	水分胁迫 A	施肥方式 B	激素种类 C	激素浓度 D		
1	1	1	1	1	A1B1C1D1	3 d 浇水-平均施肥-矮壮素 0×10 <sup>-6</sup>
2	1	2	2	2	A1B2C2D2	3 d 浇水-直线施肥-多效唑 500×10 <sup>-6</sup>
3	1	3	3	3	A1B3C3D3	3 d 浇水-指数施肥-B9 3000×10 <sup>-6</sup>
4	1	4	4	4	A1B4C4D4	3 d 浇水-CK 不施肥-ABT3 20×10 <sup>-6</sup>
5	2	1	2	3	A2B1C2D3	5 d 浇水-平均施肥-多效唑 1000×10 <sup>-6</sup>
6	2	2	1	4	A2B2C1D4	5 d 浇水-直线施肥-矮壮素 100×10 <sup>-6</sup>
7	2	3	4	1	A2B3C4D1	5 d 浇水-指数施肥-ABT3 0×10 <sup>-6</sup>
8	2	4	3	2	A2B4C3D2	5 d 浇水-CK 不施肥-B9 1000×10 <sup>-6</sup>
9	3	1	3	4	A3B1C3D4	7 d 浇水-平均施肥-B9 5000×10 <sup>-6</sup>
10	3	2	4	3	A3B2C4D3	7 d 浇水-直线施肥-ABT3 10×10 <sup>-6</sup>
11	3	3	1	2	A3B3C1D2	7 d 浇水-指数施肥-矮壮素 25×10 <sup>-6</sup>
12	3	4	2	1	A3B4C2D1	7 d 浇水-CK 不施肥-多效唑 0×10 <sup>-6</sup>
13	4	1	4	2	A4B1C4D2	9 d 浇水-平均施肥-ABT3 5×10 <sup>-6</sup>
14	4	2	3	1	A4B2C3D1	9 d 浇水-直线施肥-B9 0×10 <sup>-6</sup>
15	4	3	2	4	A4B3C2D4	9 d 浇水-指数施肥-多效唑 1500×10 <sup>-6</sup>
16	4	4	1	3	A4B4C1D3	9 d 浇水-CK 不施肥-矮壮素 50×10 <sup>-6</sup>

## 1.4 数据处理与统计分析方法

运用 SPSS 11.5、DPS 7.05 和 Excel 2003 进行数据分析与绘图。对苗木各指标的分析采用方差分析及直观分析,指标的综合评价则采用相关性分析方法及模糊数学隶属函数<sup>[16]</sup>进行分析。隶属函数公式为:

$$U(X_i) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

若某一指标与综合评判结果为负相关,则用反隶属函数进行计算,即:

$$U(X_i) = 1 - (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

式中: $U(X_i)$ 为隶属函数值; $X$ 为苗木某测定值; $X_{\min}$ 、 $X_{\max}$ 分别为所有参试苗木中某个指标内的最小、最大值。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木地上部分的影响

不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木地上部分的影响见表 2 所示。

表 2 不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉对地上部分的影响

Tab. 2 Impact of fertilization and hormone treatment on the over-ground part of *Eucalyptus camaldulensis*

编号	组合方式	苗木增高 /cm	地径增量 /mm	苗木含水量 /%	高径比	占总生物量的百分比 /%
1	A1B1C1D1	8.68	0.60	0.749	14.74	0.714
2	A1B2C2D2	3.65	0.25	0.721	7.40	0.680
3	A1B3C3D3	2.00	0.36	0.723	8.35	0.690
4	A1B4C4D4	12.90	0.34	0.687	11.17	0.575
5	A2B1C2D3	3.17	0.36	0.711	6.16	0.753
6	A2B2C1D4	9.70	0.59	0.727	9.56	0.726
7	A2B3C4D1	3.82	0.29	0.668	10.95	0.756
8	A2B4C3D2	2.10	1.06	0.685	11.36	0.758
9	A3B1C3D4	7.39	0.60	0.647	11.90	0.776
10	A3B2C4D3	7.65	0.17	0.551	8.90	0.743
11	A3B3C1D2	2.83	0.31	0.619	11.32	0.708
12	A3B4C2D1	2.23	0.63	0.598	11.15	0.671
13	A4B1C4D2	6.47	0.62	0.685	13.09	0.773
14	A4B2C3D1	2.85	0.31	0.677	11.18	0.792
15	A4B3C2D4	1.80	0.35	0.657	6.12	0.785
16	A4B4C1D3	0.70	0.19	0.649	11.09	0.727

从表 2 中可以看出,16 个组合中地上部分生物量分配最高者为 14 号(79.2%),分配少者为 4 号(57.5%)。

16 个组合中苗木高生长量变动很大,最高为 4 号,12.9 cm,最小的为 6 号,0.7cm,两者相差 18.45 倍。水分胁迫因素的 4 个水平中,水分胁迫梯度从 3 d 到 9 d,苗木高生长量为 6.808、6.427、5.478、4.395,依次下降,体现出水分胁迫对苗木的高生长的抑制作用。

地径是反映苗木质量最好的指标之一,地径与苗木根系大小和抗逆性关系紧密。多数研究表明,地径与造林成活率及林木的生长量成正比<sup>[17]</sup>。16 个组合中地径增量最大的组合号是 8 号,最差的是 16 号。

16 个组合的高径比值变动很大,最高者为 1 号,最小者为 15 号,两者相差 2.4 倍。高径比值是反映苗木抗性和造林成活率的较好指标,一般认为高径比值小时苗木粗壮,抗性强,造林成活率高。因此,在苗木达到要求的情况下,高径比愈小愈好。

### 2.2 不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木根系的影响

不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木根系的影响研究主要选取根系占总生物量百分比、主根长及主根粗、I 级侧根条数 4 个指标<sup>[17]</sup>进行分析(表 3)。

根系是植物的主要器官,造林后苗木能否迅速生根是决定其能否成活的关键,而根系占总生物量的百分比直接反映出植株根系的多少即苗木吸水能力的强弱。本试验中的 16 个组合中,根系占总生物量的百分比最大的组合号是 4 号,最小的组合号是 14 号。两者相差 21.7%。

由于苗木的主根长度在一定范围内能反映出植株在干旱的土地上吸收水分的能力,即在土壤干旱地区,植株的主根越长,植株的抗旱性越强。在本次试验中,苗木的主根长最长的组合是 4 号,最短的组合是 16 号。主根粗最粗的组合是 2 号,最细的组合是 10 号。I 级侧根数目最多的组合是 8 号,最少的组合是 10 号。苗木的主根粗在一定范围内能够反映苗木吸收水分和运输水分的能力,主根越粗,须根数越多,植株的抗旱性越好。

### 2.3 不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木总生物量的影响

苗木生物量是反映在不同的条件下苗木积累物质多少的指标,苗木生物量一般能反映苗木的光合

面积(叶干重)、根系大小(根干重)、茎和枝大小(茎枝干重),能综合体现苗木抗旱能力。所以苗木生物量是一个重要的苗木抗旱性研究指标(表 4)。

表 3 不同水分条件施肥和激素处理对赤桉苗木根系生长的影响

Tab. 3 Impact of fertilization and hormone treatment on root growth of *Eucalyptus camaldulensis*

编号	组合方式	主根长 /mm	主根粗 /mm	I 级侧根条数	占总生物量百分比
1	A1B1C1D1	30.52	2.65	8.83	0.286
2	A1B2C2D2	28.38	3.15	6.50	0.320
3	A1B3C3D3	25.02	2.65	8.83	0.310
4	A1B4C4D4	30.62	2.51	10.83	0.425
5	A2B1C2D3	17.56	2.32	9.80	0.247
6	A2B2C1D4	10.58	3.01	12.80	0.274
7	A2B3C4D1	19.77	2.86	11.83	0.244
8	A2B4C3D2	16.70	2.22	17.40	0.242
9	A3B1C3D4	18.12	1.64	7.60	0.224
10	A3B2C4D3	22.50	1.55	5.50	0.257
11	A3B3C1D2	19.40	1.59	6.25	0.292
12	A3B4C2D1	22.67	1.79	6.67	0.329
13	A4B1C4D2	22.12	2.21	8.83	0.227
14	A4B2C3D1	23.28	1.88	10.83	0.208
15	A4B3C2D4	28.63	2.10	10.33	0.215
16	A4B4C1D3	16.27	2.02	5.83	0.273

表 4 不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木总生物量的影响

Tab. 4 Impact of fertilization and hormone treatment on total biomass of *Eucalyptus camaldulensis* under different water conditions

编号	组合	总生物量 /g	编号	组合	总生物量 /g
1	A1B1C1D1	1.47	9	A3B1C3D4	1.33
2	A1B2C2D2	2.12	10	A3B2C4D3	1.70
3	A1B3C3D3	2.04	11	A3B3C1D2	0.90
4	A1B4C4D4	1.57	12	A3B4C2D1	1.31
5	A2B1C2D3	0.93	13	A4B1C4D2	0.92
6	A2B2C1D4	2.32	14	A4B2C3D1	0.93
7	A2B3C4D1	0.87	15	A4B3C2D4	0.97
8	A2B4C3D2	0.96	16	A4B4C1D3	0.82

从表 4 中可以看出,苗木生物量最大的组合是

6 号,为 2.32 g,最小的组合是 16 号,为 0.82 g,二者相差 1.5 g。

### 2.4 不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木影响的方差分析

不同水分条件下施肥和激素处理对苗木影响的方差分析见表 5 所示。

从表 5 可以看出,在不同水分条件下的施肥和激素处理下,总生物量、地上部分分配比、根系分配比、苗木含水量、主根粗、I 级侧根数等指标均有极显著的差异,而地径增量、苗高增量及高径比等指标差异不显著。

### 2.5 不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木抗旱性的综合评价

#### 2.5.1 赤桉苗木抗旱性指标分析

综上所述,就不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木影响的指标分析得出:对苗木增高而言,最适组合为 4 号;对地上部分占总生物量的百分比指标而言,最适组合为 14 号;对地径生长量的指标而言,最适组合为 8 号;而高径比和苗木含水量的指标,其最适组合均为 1 号;总生物量指标最适组合为 2 号;根系占总生物量的百分比和主根长的指标,最适组合均为 4 号;主根粗指标的最适组合为 2 号。可见,不同的苗木评价指标,其最佳组合及确定影响不同,由于植物的抗旱性是由多种抗旱途径或方式共同作用的结果,植物的耐旱能力决定于细胞原质体的耐脱水能力,即对脱水造成机械伤害、超微结构的破坏及蛋白质变性等伤害的忍耐能力<sup>[1,13]</sup>。因此,在进行苗木抗旱性评价时,不能使用单一指标或用多个指标简单地叠加,而应对多个指标进行综合评价。

对总生物量、土壤含水量、苗木含水量、主根长、主根粗、苗木增量、地上与根系、高径比、I 级侧根数及地径增量间的 11 个指标进行相关分析(表 6)。

从表 6 可以看出,地上部分占总生物量的百分比与根系占总生物量的百分比存在负相关性;土壤含水量与地上部分占总生物量的百分比、总生物量存在正相关性;土壤含水量与地上部分占总生物量的百分比存在负相关性;苗木含水量与土壤含水量存在正相关性;主根长与土壤含水量存在正相关性;主根粗与总生物量、土壤含水量、苗木含水量存在正相关性;地径增量与 I 级侧根数存在正相关性;苗木增量与土壤含水量存在正相关性。指标之间达到正或负相关性,说明指标之间重叠程度大,对苗木抗旱

表5 不同水分条件下施肥和激素处理对赤桉苗木各指标影响的方差分析

Tab. 5 Variance analysis of fertilization and hormone treatment on indexes of *Eucalyptus camaldulensis* seedlings under different water conditions

		离差平方和	自由度 (df)	均方差	F	Fa	差异显著性
总生物量 /g	组间	18.256	15	1.217	7.254	F <sub>0.01</sub> (15,69)=2.310	极显著
	组内	10.402	62	0.168			
	总和	28.657	77				
地上部分分配比 /%	组间	0.229	15	0.015	2.912	F <sub>0.1</sub> (15,69)=1.60	极显著
	组内	0.325	62	0.005			
	总和	0.553	77				
根系分配比 /%	组间	0.228	15	0.015	2.886	F <sub>0.1</sub> (15,69)=1.60	极显著
	组内	0.326	62	0.005			
	总和	0.554	77				
苗木含水量 /%	组间	0.177	15	0.012	2.508	F <sub>0.01</sub> (15,69)=2.310	极显著
	组内	0.486	62	0.008			
	总和	0.663	77				
主根长 /cm	组间	1996.872	15	133.125	2.003	F <sub>0.05</sub> (15,75)=1.82	显著
	组内	4985.115	75	66.468			
	总和	6981.987	90				
主根粗 /mm	组间	24.147	15	1.610	4.863	F <sub>0.01</sub> (15,75)=2.287	极显著
	组内	24.825	75	0.331			
	总和	48.971	90				
I级侧根数	组间	1366.760	15	91.117	3.021	F <sub>0.01</sub> (15,75)=2.287	极显著
	组内	2262.383	75	30.165			
	总和	3629.143	90				
地径增量 /mm	组间	2.067	15	0.138	1.590	F <sub>0.1</sub> (15,48)=1.63	差异不显著
	组内	4.159	48	0.087			
	总和	6.226	63				
苗高增量 /mm	组间	529.097	15	35.273	.891	F <sub>0.1</sub> (15,48)=1.63	差异不显著
	组内	1900.528	48	39.594			
	总和	2429.625	63				
高径比	组间	8898.133	15	593.209	1.656	F <sub>0.1</sub> (15,48)=1.63	差异不显著
	组内	17198.287	48	358.298			
	总和	26096.420	63				

性的评价不具有客观性和科学性,而未达到正或负相关性则说明各指标间相互独立。

综上所述,应选择总生物量、I级侧根数、根系占总生物量的百分比及高径比作为赤桉苗木抗旱性评价指标。

### 2.5.2 赤桉苗木抗旱性指标的综合评价

对总生物量、I级侧根数、根系占总生物量的百

分比及高径比4个指标进行隶属函数分析(表7)。

从表7可以得出,在水分胁迫相同的情况下,即在3d浇水的情况下,施肥方式对赤桉抗旱性影响依降次排列的顺序为:CK不施肥>平均施肥>直线施肥>指数施肥;在5d浇水的情况下,直线施肥>CK不施肥>指数施肥>平均施肥;在7d浇水的情况下,平均施肥>CK不施肥>直线施肥>指数施

表 6 赤桉苗木抗旱性指标相关性分析

Tab. 6 Correlation analysis of *Eucalyptus camaldulensis* seedlings drought resistance index

指标	总生物量	根系占总生物量百分比	地上部分占总生物量百分比	土壤含水量	苗木含水量	主根长	I 级侧根数	主根粗	地径增量	苗木增量	高径比
总生物量	1.000										
根系占总生物量的百分比	0.459	1.000									
地上部分占总生物量的百分比	-0.459	-1.000 **	1.000								
土壤含水量	0.676 **	0.648 **	-0.648 **	1.000							
苗木含水量	0.295	0.098	-0.098	0.572 *	1.000						
主根长	0.122	0.400	-0.400	0.588 *	0.126	1.000					
I 级侧根数	-0.095	-0.178	0.178	0.002	0.438	-0.200	1.000				
主根粗	0.510 *	0.290	-0.290	0.616 *	0.796 **	0.130	0.360	1.000			
地径增量	-0.057	-0.147	0.147	0.040	0.233	-0.300	0.621 *	0.020	1.000		
苗木增量	0.453	0.406	-0.406	0.533 *	0.160	0.160	0.072	0.209	0.073	1.000	
高径比	-0.224	0.053	-0.053	0.114	0.011	0.010	0.037	-0.161	0.409	0.337	1.000

表 7 隶属函数分析

Tab. 7 Subordinate function analysis

编号	组合	总生物量	根系占总生物量的百分比	I 级侧根数	高径比	综合	排列顺序
1	A1B1C1D1	0.588	0.587	0.431	0.465	2.075	3
2	A1B2C2D2	0.378	0.667	0.438	0.563	2.046	4
3	A1B3C3D3	0.574	0.505	0.530	0.435	2.044	5
4	A1B4C4D4	0.565	0.528	0.405	0.553	2.099	2
5	A2B1C2D3	0.353	0.383	0.560	0.656	1.952	9
6	A2B2C1D4	0.591	0.604	0.520	0.430	2.145	1
7	A2B3C4D1	0.426	0.540	0.530	0.531	2.027	8
8	A2B4C3D2	0.498	0.475	0.530	0.540	2.043	6
9	A3B1C3D4	0.554	0.483	0.400	0.441	1.878	10
10	A3B2C4D3	0.583	0.418	0.350	0.404	1.755	14
11	A3B3C1D2	0.337	0.339	0.325	0.643	1.644	16
12	A3B4C2D1	0.564	0.417	0.370	0.490	1.841	11
13	A4B1C4D2	0.353	0.667	0.542	0.475	2.306	7
14	A4B2C3D1	0.366	0.417	0.504	0.501	1.788	12
15	A4B3C2D4	0.410	0.464	0.444	0.451	1.769	13
16	A4B4C1D3	0.443	0.570	0.261	0.425	1.699	15

肥;在 9 d 浇水的情况下,平均施肥>直线施肥>指数施肥>CK 不施肥。

在施肥方式相同的情况下,即在施肥方式为平

均施肥时,水分胁迫对赤桉抗旱性的影响依次降序为 3 d 浇水>9 d 浇水>5 d 浇水>7 d 浇水;在施肥方式为直线施肥时,水分胁迫对赤桉抗旱性的影响依次降序为 5 d 浇水>3 d 浇水>9 d 浇水>7 d 浇水;在施肥方式为指数施肥时,水分胁迫对赤桉抗旱性的影响依次降序为 3 d 浇水>5 d 浇水>7 d 浇水>9 d 浇水。

通过隶属函数的分析,最佳组合依次从高到低的顺序为 6 号>4 号>1 号>2 号>3 号>8 号>13 号>7 号>5 号>9 号>12 号>14 号>15 号>10 号>16 号>11 号。

可见,在 4 因素的共同作用下,最佳组合育苗措施是 6 号,即:5 d 浇水—直线施肥—矮壮素  $100 \times 10^{-6}$ 。

### 3 结论与讨论

1) 赤桉苗木地上部分占总生物的百分比、根系占总生物的百分比、总生物量、主根粗、主根长、 $\geq 5$  cm 一级侧根数量、苗木含水量、地径生长量、苗高增量、高径比等指标在 16 个组合中变动较大。方差分析结果表明,赤桉苗木地上部分占总生物的百分比、根系占总生物的百分比、总生物量、主根粗、主根长、 $\geq 5$  cm I 级侧根数量、苗木含水量在不同组合间的差异均达到极显著水平;地径生长量、苗高增量、高



径比等指标在不同组合间的差异不显著。

2) 采用4因素4水平的综合育苗技术对赤桉苗木地上部分占总生物的百分比、根系占总生物的百分比、总生物量、主根粗、主根长、 $\geq 5$  cm I级侧根数量、苗木含水量、地径生长量、苗高增量、高径比等指标影响的直观分析结果表明,育苗4因素中水分胁迫是主导因素,其次为施肥方式。因此认为采用水分胁迫、选择正确的施肥方式和激素处理是干热河谷地区控制育苗的重要手段。

3) 采用隶属函数的方法综合分析比较结果表明,赤桉苗木抗旱性鉴定指标为总生物量、I级侧根数、根系占总生物量的百分比及高径比。

4) 采用隶属函数的方法综合分析比较结果表明,本试验的最佳组合为A2B2C1D4,即:5 d浇水-直线施肥-矮壮素 $100 \times 10^{-6}$ 。

#### 参考文献:

- [1] 赵琳,郎南军,郑科,等. 云南干热河谷生态环境特性研究[J]. 林业调查规划,2006,31(3):114-117.
- [2] 喻方圆,徐锡增. 水分和热胁迫对5种苗木生长及生物量的影响[J]. 南京林业大学学报,2003,27(4):10-14.
- [3] 刘洲鸿,刘勇,段树生. 不同水分条件下施肥对侧柏苗木生长及抗旱性的影响[J]. 北京林业大学学报,2002,24(5/6):56-60.
- [4] 杨忠,张建平. 元谋干热河谷桉树人工林生物量初步研究[J]. 山地学报,2001,19(6):503-510.
- [5] 李吉跃,沈熙环. 林木抗旱性育种的现状与思考[J].

北京林业大学学报,1998,20(4):98-103.

- [6] 李昆,曾觉民,赵虹. 金沙江干热河谷造林树种游离脯氨酸含量与抗旱性的关系[J]. 林业科学研究,1999,12(1):103-107.
- [7] 陶亮. ABT生根粉在林业育苗上的应用推广研究[J]. 江西林业科技,2005(1):23-26.
- [8] 杨曾奖. 整地施肥对尾叶桉生长效应的研究[J]. 广东林业科技,1996(2):10-13.
- [9] 马焕成,Jack A.,McConchie,等. 元谋干热河谷相思树种和桉树类抗旱能力分析[J]. 林业科学研究,2002,15(1):101-104.
- [10] 张刚,米锐. 国外苗圃栽培措施对树种抗旱性影响的研究综述[J]. 世界林业研究,1996,9(6):7-10.
- [11] 候嫦英. 干旱胁迫对青檀等树种苗木生长及生理特性的影响[J]. 南京林业大学学报,2003,27(6):21-23.
- [12] 王克勤,起家聪. 元谋干热河谷赤桉林生长规律研究[J]. 西南林学院学报,2000(2):14-15.
- [13] 马焕成,胥辉. 元谋干热河谷几种相思和桉树水分消耗量的估测[J]. 林业科技通讯,2000(4):9-12.
- [14] 张建国,李吉跃,沈国舫. 树木耐旱特性及其机理研究[M]. 北京:中国林业出版社,2002:21-22.
- [15] 洪伟. 林业试验设计技术与方法[M]. 北京:科学技术出版社,1990:148-159.
- [16] 李吉跃. 植物耐旱性及其机理[J]. 北京林业大学学报,1991,13(3):92-100.
- [17] 刘勇. 中国北方主要针叶造林树种苗木质量研究[IV]-苗木形态与造林成活及初期生长关系[J]. 北京林业大学学报,1995,17(4):18-19.

(上接第145页)

生长量都较低。试验表明,若要竹柳达到速生速长,水湿条件好是第一,但还须施肥、松土、除草等管理跟上。

引种试验表明,临沧市可以推广种植一部分美国竹柳,但地类需选择水肥条件较好的洼子地或具备灌溉条件的平缓坡地。

#### 参考文献:

- [1] 张健,李玉娟,张树清,等. 美国竹柳生物特性与繁殖试验简报[J]. 上海农业科技,2009(6):116-116.

- [2] 夏良才. 竹柳引种栽培试验[J]. 安徽林业,2010(4):83-84.
- [3] 王子成. 速生树种——美国竹柳[J]. 科学种养,2008(8):50-50.
- [4] 周飞,王正春,吴再举. 竹柳生态特性及栽培技术[J]. 重庆林业科技,2011(1):41-43.
- [5] 冯润怀,路占忠. 美国竹柳引种育苗技术试验[J]. 农业科技与信息,2012(12):41-43.
- [6] 单福生,马翠杰,高兴,等. 美国竹柳的适用栽培技术[J]. 吉林农业,2012(3):159-159.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.04.036

## 不同轻型基质对桉树组培苗生长的影响

郑金镇<sup>1</sup>, 彭来真<sup>2</sup>, 曹春鹏<sup>1</sup>, 王生<sup>1</sup>, 泽桑梓<sup>3,4</sup>

(1. 亚太林业(漳州)有限公司研发部, 福建 漳州 363000; 2. 宁德市霞浦县农业技术推广中心, 福建 霞浦 355100;  
3. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650201; 4. 云南林业职业技术学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 选用泥炭土、椰糠、珍珠岩为主要原料, 采取单形重心混料试验设计, 得出桉树育苗基质配比, 并与基质中不添加椰糠或泥炭做对照, 对苗高、地径、生物量、根重、QI 指数等苗木生长指标进行对比分析。结果表明, 泥炭土: 珍珠岩 = 75%: 25% 的轻型基质配方优于其它配方, 最有利于苗木生长, 并可缩短育苗时间, 提高苗圃场地利用率。

**关键词:** 轻型基质; 桉树组培苗; 苗木生长

中图分类号: S792.39; S723.13 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)08-0158-05

## Effect of Different Light Mediums for Eucalyptus Tissue Cultural Seedling Growth

ZHENG Jin-zhen<sup>1</sup>, PENG Lai-zhen<sup>2</sup>, CAO Chun-peng<sup>1</sup>, WANG Sheng<sup>1</sup>, ZE Sang-zi<sup>3,4</sup>

(1. R&D, RGE Group Asia Pacific Forestry (Zhangzhou) LTD., Zhangzhou, Fujian 363000, China;  
2. Ningde Xiapu Agricultural Technology Extension Center, Xiapu, Fujian 355100, China; 3. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China; 4. Yunnan Forestry Vocational Technical College, Kunming 650224, China)

**Abstract:** Selecting the peat, coconut and perlite as the main raw material, applying Simplex centroid mixture trial design, then the medium prescription was worked out and compared with control. The comparative analysis of seedling growth indicators such as seedling height, ground diameter, biomass, root weight, QI index has been carried out. The result showed the light medium prescription of Peat: Perlite = 75%: 25% was the best than other prescriptions; it was good for seedling growth which could reduce the seedling propagation time and improve the utilization of nursery grounds.

**Key words:** light medium; Eucalyptus tissue cultural seedling; seedling growth

桉树是桃金娘科桉树属植物的总称, 具有速生、适应性广的特点, 被誉为世界三大速生树种(桉、松、杨)之一。已倍受世人关注, 对我国商品林的发展发挥了巨大作用<sup>[1-2]</sup>, 据不完全统计, 截至 2010 年中国桉树人工林面积已达 368 hm<sup>2[3]</sup>。随着桉树造林面积的日益增大, 苗木需求量随之增加, 又因造林时间集中在 3~6 月, 短时间内需要大量苗木, 导致造林季节苗木供不应求, 造成大量劣质苗木进入

市场<sup>[4-5]</sup>, 影响造林效果。因此, 桉树苗木的培育质量关系到林业经营者的经济利益。

轻型基质育苗是提高桉树育苗质量的一大技术革新, 具有重量轻, 疏松透气, 不板结, 有良好的固相、液相、气相结构, 富含有机质、腐殖质等, 不会积水但又能保水保肥, 促进根系生长等特点, 其基质纤维含量高, 能与根系交织在一起形成良好的根团结构, 克服了传统的红心土营养袋育苗成苗率低、苗期

收稿日期: 2014-04-09.

作者简介: 郑金镇(1981-), 男, 福建漳州人, 工程师。主要从事桉树营林研究。

病虫害难防治等弊端<sup>[6]</sup>。同时,轻型基质容器育苗可以节约育苗的管理成本和运输成本,提高经济效益。本试验以泥炭土、椰糠、珍珠岩为主要原料的不同基质配比,对桉树育苗的影响进行研究,旨在为桉树轻型基质工厂化育苗提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

育苗容器: BCC 管杯

育苗基质: 椰糠(经过粉碎过筛的细椰糠和未做处理的粗椰糠)、泥炭土、珍珠岩

苗木种类: 尾巨桉 DH32-29 组培苗

### 1.2 试验地点和时间

试验地点设在福建省漳州龙海中心苗圃(117°38'E, 24°18'N), 属亚热带季风性湿润气候, 气候温和, 年均温 21℃, 最冷月(1月)均温 13.2℃, 最热月(7月)均温 28.8℃, 年降雨量 1 500 mm 左右。整个试验安排在苗圃温室大棚及炼苗区进行, 具备先进的现代化喷灌系统。试验时间为 2011 年 11 月(移栽)至 2012 年 3 月。

### 1.3 试验方法

基质配方有泥炭( $X_1$ )、椰糠( $X_2$ )、珍珠岩( $X_3$ ) 3 个因子, 采用  $\{3, 3\}$  的单形重心混料试验设计<sup>[7]</sup>。根据已有研究结果,  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$  百分比的最小值应取 0.20、0.20、0.10, 单形重心设计完全同于单形格子设计<sup>[8-9]</sup>, 共 7 个处理(①~⑦), 其中⑧、⑨、⑩处理为不加椰糠或泥炭, 作为对照。具体设计方案见表 1 所示。

表 1 试验设计  
Tab. 1 Trial design

处理号	$X_1$	$X_2$	$X_3$	Y(测量值)
①	0.70	0.20	0.10	$Y_1$
②	0.20	0.70	0.10	$Y_2$
③	0.20	0.20	0.60	$Y_3$
④	0.45	0.45	0.10	$Y_4$
⑤	0.45	0.20	0.35	$Y_5$
⑥	0.20	0.45	0.35	$Y_6$
⑦	0.37	0.37	0.26	$Y_7$
⑧	0.75	-	0.25	$Y_8$
⑨	-	0.75	0.25	$Y_9$
⑩	-	0.75(粗)	0.25	$Y_{10}$

注:  $X_1$ -泥炭,  $X_2$ -椰糠,  $X_3$ -珍珠岩,  $Y_i$  = 苗木总干重/(苗高/地径+茎干重/根干重)

选择健壮 DH32-29 组培苗木, 尽可能保证长势一致, 每个处理移栽 192 株(2 盘×96), 共 20 盘, 随机排列。分别在移栽后 30 d、60 d、90 d、120 d 随机抽取 10 株, 调查苗高, 并在 60 d、90 d、120 d 调查苗高、地径、生物量、根重等生长指标。在 120 d 时将苗木经 70℃ 烘干, 称量苗木总干重、茎干重和根干重。采用 DPS v7.05 版及 Excel 2003 软件进行分析处理, 以多目标决策方法进行综合评价。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同基质对苗高生长的影响

不同基质苗高调查结果及差异分析如表 2 所示。

由表 2 可知, 不同基质配方对苗高生长有显著差异, 处理 8 苗高生长最好, 处理 1、5 次之, 处理 9、10 最差, 其中处理 8 含泥炭土最高, 达到 75%, 而处理 9、10 则不含有泥炭土; 对苗高与泥炭土( $X_1$ )、椰糠( $X_2$ ) 2 种原料用量进行相关性分析, 结果如下: 泥炭土:  $y = x_1 \dots$ ,  $r = 0.8670^{**}$ , 椰糠:  $y = x_2 \dots$ ,  $r = -0.9312^{**}$ 。说明桉树轻型基质育苗中, 泥炭土可促进桉树苗高生长, 而椰糠不利于苗高生长。

### 2.2 不同基质对地径生长的影响

不同基质苗木地径调查结果及差异分析如表 3 所示。

由表 3 可知, 育苗 120 d, 处理 8 地径最大, 处理 9、10 最小, 前者分别是后两者的 1.5 倍、1.76 倍, 说明泥炭土最有利于苗木地径生长, 且经粉碎过筛的椰糠基质对苗木地径的生长较未处理的椰糠基质好。

在育苗 60 d 时不同基质配方对苗木地径生长就表现出显著差异, 生长到 90 d 时, 差异变小, 但随着育苗时间的延长, 生长到 120 d 时, 差异再次变大。其中, 处理 2、4、6 在育苗初期(60 d)地径生长量较大, 但随着时间的推移, 生长量逐渐被其它处理赶上, 最终在 120 d 时, 地径生长量较小, 这可能与基质中椰糠含量较高有关。同时, 处理 9 和处理 10 基质中的椰糠含量最高, 其地径生长量最小。

在相同泥炭用量水平下, 不同椰糠和珍珠岩用量(处理 2、3、6 之间和处理 4、5 之间)其苗木地径差异较大, 主要表现为随着椰糠用量增加, 苗木地径减小; 在相同的椰糠含量水平下, 不同的泥炭土和珍珠岩含量(处理 1、3、5 之间和处理 4、6 之间)对苗木地径的生长差异不显著。说明基质中椰糠一定程

表 2 不同基质苗高调查结果及差异分析(LSD 法)

Tab. 2 Height survey results and difference analysis (LSD method)

cm

处理	30 d		60 d		90 d		120 d		
	苗高	5%	苗高	5%	苗高	5%	苗高	5%	1%
1	3.56	bc	8.63	bc	13.34	bc	21.00	b	AB
2	3.39	cd	6.25	e	8.94	e	14.50	f	E
3	3.91	a	8.63	bc	13.19	bc	19.00	cd	BCD
4	3.76	ab	7.75	cd	11.31	d	17.33	de	CD
5	3.79	ab	9.16	b	14.13	b	19.23	bc	BC
6	3.84	ab	8.58	bc	11.38	d	16.83	e	CDE
7	3.11	de	8.19	c	12.50	cd	16.67	e	DE
8	3.24	d	10.55	a	16.06	a	23.00	a	A
9	2.86	e	6.89	de	9.19	e	14.67	f	E
10	3.23	d	5.43	f	8.38	f	10.17	g	F

表 3 不同基质苗木地径调查结果及差异分析(LSD 法)

Tab. 3 Diameter survey results and difference analysis

(LSD method)

mm

处理	60 d		90 d		120 d	
	地径	5%	地径	5%	地径	5%
1	2.13	a	2.23	ab	2.77	b
2	1.75	c	1.91	bc	2.10	ef
3	1.94	b	2.18	ab	2.53	bcd
4	2.07	a	2.18	ab	2.20	e
5	1.47	e	2.34	a	2.63	bc
6	2.10	a	2.34	a	2.40	cde
7	1.98	b	2.28	a	2.30	de
8	1.77	c	2.28	a	3.30	a
9	1.63	d	1.80	c	2.20	e
10	1.43	e	1.65	c	1.87	f

表 4 不同基质苗木根鲜重调查结果及差异分析(LSD 法)

Tab. 4 Root fresh weight survey results and difference analysis

(LSD method)

(g · 株<sup>-1</sup>)

处理	60 d		90 d		120 d	
	根鲜重	5%	根鲜重	5%	根鲜重	5%
1	0.271	a	0.318	ab	0.495	ab
2	0.231	bc	0.243	cd	0.367	c
3	0.240	abc	0.346	a	0.510	ab
4	0.249	ab	0.257	bed	0.426	bc
5	0.206	cd	0.270	bed	0.514	ab
6	0.255	ab	0.263	bed	0.503	ab
7	0.193	d	0.205	d	0.380	c
8	0.235	abc	0.291	abc	0.580	a
9	0.206	cd	0.214	d	0.537	a
10	0.261	ab	0.302	abc	0.545	a

度上抑制苗木地径生长。

对处理 1、处理 2 和处理 4 进行对比发现,在珍珠岩含量较低(10%的含量)的情况下,泥炭土含量越高、椰糠含量越低的基质,苗木地径生长越好;而在珍珠岩含量较高(35%的含量)的水平下,不同的椰糠和泥炭土含量对苗木地径生长则无明显差异。

经粉碎过筛的椰糠基质(处理 9)对苗木地径的生长也明显好于未处理的椰糠基质(处理 10)。

### 2.3 不同基质对苗木根鲜重的影响

不同基质苗木根鲜重调查结果及差异分析见表 4 所示。

从表 4 可以看出,在苗木生长前期,各处理对苗

木根鲜重有显著差异,但随着苗龄的增大,各处理差异逐渐缩小。在生长 60 d 时,根鲜重最大(处理 1)是根鲜重最小(处理 7)的 1.40 倍;在生长 90 d 时,根鲜重最大(处理 3)是根鲜重最小(处理 7)的 1.68 倍;在生长 120 d 时,根鲜重最大(处理 8)是根鲜重最小(处理 2)的 1.58 倍。

随着时间的推移,苗木根系重量迅速增加,生长 90 d 的苗木平均根鲜重 0.271 g/株,比生长 60 d 的苗木(平均根鲜重 0.235 g/株)增加了 15%,而生长 120 d 的苗木平均根鲜重 0.486 g/株,比生长 90 d 的苗木增加了 79%,比生长 60 d 的苗木增加了 107%。特别是处理 9,其在生长后期,根鲜重生长

增加 2.6 倍,大大超过了其它处理的生长速度,从前期较差的根系变为后期较好的根系。

从整体上看,除了处理 7 外,珍珠岩含量较低的处理,根鲜重相对较低,这可能与珍珠岩可以提高基质的孔隙度、促进苗木根系生长有一定的关系。

#### 2.4 不同基质对苗木生物量的影响

不同基质苗木生物量调查结果及差异分析见表 5 所示。

表 5 不同基质苗木生物量调查结果及差异分析(LSD 法)

Tab. 5 Biomass survey results and difference analysis (LSD method) g

处理	60 d		90 d		120 d	
	生物量	5%	生物量	5%	生物量	5%
1	1.13	a	1.47	a	2.32	b
2	0.94	abcd	1.08	def	1.61	e
3	0.90	bcde	1.31	abcd	2.17	bcd
4	0.95	abcd	1.20	abcd	1.90	cde
5	0.70	e	1.39	abc	2.34	bc
6	0.99	abc	1.15	cde	2.22	bc
7	0.80	cde	0.90	ef	1.72	e
8	0.85	cde	1.43	ab	2.68	a
9	0.76	de	0.84	f	2.22	bc
10	1.11	ab	1.18	bcd	1.85	de

由表 5 可知,不同基质配方对苗木生物量有显著差异,处理 8 生物量最好,处理 1 次之,再之为处理 5、6、9,处理 2、7 最差,生物量较大的处理 8 和处理 1 泥炭土含量(>70%)较高。

对苗木生物量的 3 次调查发现,在苗木培育后期(生长 90~120 d),苗木生物量生长迅速,平均生物量增加 0.53~1.38g/株,相对增加 49%~164%;而在苗木生长中期(生长 60 d 到 90 d),苗木生物量生长较慢,平均生物量只增加 0.07~0.69 g/株,相对增加 5.8%~11.4%,与后期的绝对生长量相差 1 倍以上。

通过对处理 2、3、6 进行对比,在较低的泥炭土含量下(20%),椰糠含量较高的基质生物量较低,而泥炭土含量较高的基质,不同的椰糠含量对苗木生物量生长则无明显差异。

通过对处理 1、2、4 进行对比,在较低的珍珠岩含量下(10%),泥炭土含量较高的基质,生物量较高,而珍珠岩含量较高的基质,不同的椰糠和泥炭土

含量对苗木生物量生长则无明显差异。

经粉碎过筛的椰糠基质(处理 9)对苗木生物量的生长在前期明显低于未处理的椰糠基质(处理 10),但在后期迅速赶上并超过,这与处理 9 的苗木在后期根系快速生长有很大关系。

#### 2.5 不同基质对苗木质量指数和高径比的影响

不同基质苗木质量指数调查结果和高径比及差异分析见表 6。

表 6 苗木质量指数调查结果及差异分析(LSD 法)

Tab. 6 Seedling quality index survey results and difference analysis (LSD method)

处理	总干重 /g	茎干重 /g	根干重 /g	高径比 /%	5% 质量指数	5%
1	0.9652	0.7164	0.2487	76.09	ef	0.0122 b
2	0.6121	0.4282	0.1838	68.40	b	0.0087 f
3	0.8734	0.6335	0.2399	75.41	ef	0.0113 bcd
4	0.7758	0.5637	0.2120	77.71	f	0.0096 ef
5	0.9105	0.6648	0.2457	72.57	def	0.0121 b
6	0.8112	0.5800	0.2311	68.98	bcd	0.0114 bc
7	0.6939	0.5006	0.1933	71.24	de	0.0094 f
8	1.1608	0.8737	0.2871	69.91	cd	0.0159 a
9	0.7123	0.5071	0.2053	65.78	bc	0.0104 de
10	0.6025	0.3810	0.2216	54.68	a	0.0107 cd

从表 6 可发现,不同处理的苗木高径比有显著差异,处理 10 和处理 2 最好,这与其苗高较低有很大关系。除处理 8 外,椰糠含量较高的处理,高径比较低。

处理 8 苗木质量指数最高,其次为处理 1 和处理 5,处理 2 苗木质量指数最差。泥炭土含量较高的基质苗木质量指数整体较好,如处理 8、处理 1,而椰糠含量较高的苗木质量指数相对较差,如处理 2、处理 4、处理 9 和处理 10。

### 3 结论与讨论

综上所述,不同处理的苗木的苗高、地径、生物量等几个生长指标整体趋势一致,与苗木质量指数有一定差异,与苗木根重和高径比有较大的差异,说明不同的基质材料对苗木不同部位的生长影响有一定差异。在苗木培育过程中,苗木前期生长较缓慢,在后期则进入快速生长,如苗高、根鲜重、苗木生物量等生长指标后期生长量大大高于前期的生长量。

从整体上看,泥炭土含量高的基质配方,苗木各项生长指标(苗高、地径、生物量、质量指数)都表现较好,特别是泥炭土含量越高,苗高生长越好,这可能与泥炭土本身含有较高的 N 含量有关,可促进苗木高生长。而椰糠含量高的基质配方,苗木各项生长指标较差,这可能与椰糠本身所含可供植物利用的矿质元素很低有关;经过过筛较细的椰糠各项生长指标明显高于未做处理的粗椰糠,这可能与较细的椰糠有较好的保水能力有关<sup>[10]</sup>;珍珠岩含量高的基质更有利于苗木根系的生长,这可能与珍珠岩增大了混合基质的孔隙度,增强了其通气性能,促进了苗木根系的生长。

根据前人<sup>[11]</sup>研究认为,苗木地径是评定苗木质量的主要指标,而苗高是次要指标,结合目前桉树苗木行业验收标准<sup>[12]</sup>,若桉树苗木达到苗高>20 cm,地径>0.2 cm 的要求,为优质合格苗出圃标准。根据以上 2 种标准,本试验处理 8(泥炭土:珍珠岩=75%:25%)的轻型育苗基质最有利于苗木生长,可推广应用。较高含量的泥炭土基质,其苗木更快达到出圃要求,可以缩短苗木培育时间,加快苗圃场地利用率,提高桉树育苗效益。

### 参考文献:

- [1] 龙腾,林海球,黄卓烈,等. 桉树扦插育苗轻基质试验[J]. 广东林业科技,2000,16(2):1-5.
- [2] 吴琼辉,张浩. 广东省桉树人工林发展现状与可持续发展对策[J]. 广东林业科技,2006,22(3):133-136.
- [3] 杨民胜,谢耀坚,刘杰锋. 中国桉树研究三十年[M]. 北京:中国林业出版社,2011:9-32.
- [4] 杨小红,谢耀坚. 桉树轻基质育苗成本效益分析[J]. 林业科技开发,2011,25(5):97-100.
- [5] 王军,谢耀坚,彭彦. 桉树轻型基质育苗研究初报[J]. 桉树科技,2005,22(1):29-36.
- [6] 谢耀坚,王军,彭彦,等. 桉树工厂化育苗轻型基质筛选试验研究[J]. 林业科学研究,2008,21(4):528-533.
- [7] 洪伟. 林业试验设计技术与方法[M]. 北京:北京科学技术出版社,1993:317-321.
- [8] 刘春光,周建斌,陈竹君. 混料试验设计在肥料配比研究中的应用[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2001,29(1):59-62.
- [9] 谢耀坚,张世超,谭晓风. 桉树育苗轻型基质配方研究[J]. 中南林业科技大学学报:自然科学版,2008,28(4):62-66.
- [10] 孙程旭,冯美利,刘立云,等. 海南椰衣(椰糠)栽培介质主要理化特性分析[J]. 热带作物学报,2011,32(3):407-41.
- [11] 吴菊英,吴坤明. 桉树苗木生长与评定苗木质量指标的探讨[J]. 桉树科技,1990(1):85-89.
- [12] 国家林业局. 桉树速生丰产林生产技术规程[S]. LY/T 1775-2008:2008-09-03 发布,2008-12-01 实施.
- [1] 龙腾,林海球,黄卓烈,等. 桉树扦插育苗轻基质试验

# 《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:hm<sup>2</sup>、m<sup>2</sup>、dm<sup>2</sup>、cm<sup>2</sup>;体积单位:m<sup>3</sup>、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)。

2009年第三届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”

2012年第四届云南期刊奖评选中荣获“优秀期刊奖”



猕猴的家园

国内定价：20.00元（全年 120.00 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