

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3期
Vol.39 No.3

2014 3

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3期 (总第193期) 2014年6月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 39 No. 3 (Sum No. 193) Jun. 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 3 期

(总第 193 期)

2014 年 6 月

目 次

●森林经理

- 基于 GIS 的广西油茶林地土壤养分空间变异和肥力适宜性评价 石媛媛,唐健,邓小军,等(1)
GIS 内外业一体化数据双向同步技术研究 刘永杰(7)
归一化地形校正模型研究进展及其对比实验 何超,陈建珍,岳彩荣(12)
吉林省西部新开发水田遥感动态监测研究 扈晶晶,李瑞平,黄侃,等(17)

●研究与探索

- 滇东南天然毛花酸竹林分结构初步研究 徐田,杨宇明,孙茂盛,等(24)
广东省针阔混交林直径分布规律研究 汪求来(28)
桑树褐斑病生物学特性研究 杨维雄,夏卫春,王有兵(35)
3 个大理州地方优良晚熟梨品种品质分析与比较 曾毅,涂国信,马士祝,等(39)

●森林资源管理

- 森林资源资产评估信息系统设计与实现 罗春林,田传召,谭春阳(43)
建湖县林地保护利用规划编制浅谈 戴洪冈(50)
云南省集体林权改革的探索与实践 靳丹娅(54)

●植物研究

- 阿尔金山北麓野骆驼生境植被调查研究 吴鹏,辉朝茂,薛亚东,等(58)
大理苍山模式标本植物调查研究 杨国斌(63)
西双版纳兰科植物海拔分布格局 杨正斌,余东莉,刘强(71)
云龙天池国家级自然保护区野生观赏植物资源调查研究 茶雪梅,周玉泉,张永洪,等(76)

●生态建设

- 北京翠湖湿地生态能值分析 李伟,崔丽娟,赵欣胜,等(83)
天然气管道工程对云南乌蒙山国家级自然保护区生物多样性的影响评价 解开宏(87)
雅鲁藏布大峡谷景区生态旅游环境容量研究 王忠斌,杨小林,张敏,等(92)

●森林培育

- 西南桦中幼龄人工林抚育成效评价 段洪瑞,卢靖,周长富(97)
泡核桃良种胜霜的选育 赵平,施斌,刘金凤,等(102)
西藏柏木半同胞家系子代测定及优良家系选择 牛焕琼,袁赶年,李学新(106)
齿瓣石斛新品种及良种—龙紫 1 号的选育 赵菊润,刘勇,蒋习林,等(111)

●森林经营

- 平茬高度对砂生槐萌蘖的影响 尼珍,赵垦田,杨小林,等(114)
板栗穗条的增产措施试验 周应书,罗林,刘崇欣(117)
西双版纳州低效林改造实践与思考 宋志勇(120)

●论坛

- 森林珠海发展的理论与路径探讨 徐期瑚,罗勇,薛春泉,等(124)
地方文化在安康园林城市建设中的表现 杨湘涛(128)
新疆华电达坂城风区 300MW 风电工程水土保持措施探讨 房媛,李应昱(131)

●试验研究

- 生根粉对几种笋用竹埋秆育苗成活的影响试验 李顺云,王亚丽(136)
非洲桃花心木在德宏地区的引种栽培试验 李云琴,张恩向,陈剑(140)

●苗木培育

- 红叶石楠繁育技术研究进展 李建,铁筱睿(145)
腾冲红花油茶不同无性系嫁接成活率研究 岳元彦,段成波,李自蕊(149)
红锥不同种源苗期生长与变异研究 严平勇(155)
黄花石斛组织培养繁殖技术研究 苏忠,王成彬(160)

- 二郎山生境地貌 许易琦摄(封面)
高原草甸 许易琦摄(封底)

Contents

● Forest Management

Soil Nutrient Spatial Variability and Fertility Suitability Evaluation based on GIS in *Camellia oleifera* Forest of Guangxi Province SHI Yuan-yuan, et al (1)

GIS Data Bi-directional Synchronization Technology for Integration of Internal and External Trade LIU Yong-jie (7)

Comparison Test and Research Progress of Normalization Topographic Correction Model HE Chao, et al (12)

Remote Sensing Dynamic Monitoring Research on the Newly Reclaimed Paddy Field in the Western Jilin Province HU Jing-jing, et al (17)

● Research and Exploration

Preliminary Study on Stand Structure of Natural *Acidosasa hirtiflora* in Southeastern Yunnan XU Tian, et al (24)

Study on the Diameter Distribution of Coniferous and Broadleaved Mixed Forest in Guangdong Province WANG Qiu-lai (28)

Biological Characteristics of Mulberry Brown Spot YANG Wei-xiong, et al (35)

Quality Analysis and Comparison of Dali's Late-maturing Varieties of Pears ZENG Yi, et al (39)

● Forest Resource management

Design and Implementation of Forest Resource Assets Evaluation Information System LUO Chun-lin, et al (43)

Planning Formulation of Forest Land Protection and Utilization in Jianhu County DAI Hong-gang (50)

Exploration and Practice of Collective Forest Right System Reform in Yunnan Province JIN Dan-ya (54)

● Flora Research

Vegetation Characteristic of Wild Bactrian Camel Habitat in Northern Slope of Altun Mountains WU Peng, et al (58)

Investigation of Holotype Plants in Dali Cangshan YANG Guo-bin (63)

Altitudinal Distribution of Orchids in Xishuangbanna YANG Zheng-bin, et al (71)

Research on Wild Ornamental Plant Resource of Yunlong Tianchi National Nature Reserve CHA Xue-mei, et al (76)

● Ecological Construction

Ecological Emergy of Cuihu National Urban Wetland Park in Beijing LI Wei, et al (83)

Impact Assessment of Natural Gas Pipeline Project on Biodiversity of Wumengshan National Nature Reserve, Yunnan Province XIE Kai-hong (87)

Ecotourism Environment Bearing Capacity of Yarlung Zangbo Grand Canyon Scenic Spot WANG Zhong-bin, et al (92)

● Forest Cultivation

Effectiveness Evaluation of Plantation Tending on Young *Betula alnoides* Forest DUAN Hong-rui, et al (97)

Selection of Superior *J. sigillata* D Variety, Shengshuang ZHAO Ping, et al (102)

Selection of Half-sib Progeny Families of *Cupressus Torulosa* NIU Huan-qiong, et al (106)

Breeding of Longzi NO 1, The New and Improved Variety of *Dendrobium devonianum* ZHAO Ju-run, et al (111)

● Forest Management

Effects of Flat Stubble Height on Sprout Tillers of *Sophora moorcroftiana* NI Zhen, et al (114)

Experiment of High Yield Measures on Cutting Wood of *Castsnea mollossim* ZHOU Ying-su, et al (117)

Practice and Thought of Low Function Forest Transformation in Xishuangbanna SONG Zhi-yong (120)

● Forum

Theories and Routes used in Development of Forest Zhuhai XU Qi-hu, et al (124)

Expression of Local Culture in the Construction of Garden City of Ankang YANG Xiang-tao (128)

Discussion of Soil and Water Conservation Measures for The 300MW Wind Power Project in Xinjiang Huadian Dabancheng Wind Zone FANG Yuan, et al (131)

● Experimental Research

Effect of Rooting Powder on Survival Rate of Seedling Planted with Culm of Several Shoot-producing Bamboo Species LI Shun-yun, et al (136)

Introduction Cultivation of *Khaya sengalensis* in Dehong Region LI Yun-qin, et al (140)

● Seedling Cultivation

Progress on Propagation Technique of *Photinia fraseri* LI Jian, et al (145)

Graft Survival Rate of *Camellia reticulata* in Different Clones YUE Yuan-yan, et al (149)

Seedlings Growth and Variation of Different *Castanopsis hystrix* Provenance YAN Ping-yong (155)

Tissue Culture Propagation Techniques of *Dendrobium dixanthum* SU Zhong, et al (160)

Habitat Landform of Erlangshan Photographed By XU Yi-qi (Front cover)

Plateau Meadow Photographed By XU Yi-qi (Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.001

基于 GIS 的广西油茶林地土壤养分空间变异和 肥力适宜性评价

石媛媛,唐健,邓小军,潘波,农必昌
(广西壮族自治区林业科学研究院,广西 南宁 530002)

摘要:以广西各地油茶种植林地的 490 个土壤样点的 15 个养分指标为基础,采用普通克里格插值方法、指数和评价法,分析土壤养分空间变异特征和油茶种植适宜性分区。根据指数和梯度分段值,将油茶土壤养分适宜性划分为 3 个分区:最适宜、较适宜和不适宜 3 个分区。分区结果,大部分油茶主产区都在土壤养分最适宜或者较适宜分区内,三江、融水、融安 3 县处于土壤养分不适宜分区,生产中应适当注意改善土壤养分状况。

关键词:油茶林地;GIS;土壤养分;空间变异特征;肥力适宜性

中图分类号:S794.4;S714.8;P208 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0001-06

Soil Nutrient Spatial Variability and Fertility Suitability Evaluation based on GIS in *Camellia oleifera* Forest of Guangxi Province

SHI Yuan-yuan, TANG Jian, DENG Xiao-jun, PAN Bo, NONG Bi-chang
(Guangxi Research Institute of Forestry Science, Nanning 530002, China)

Abstract: Using exponential sum assessment method and ordinary kriging interpolation method, based on 490 soil samples and 15 nutrient indexes in Guangxi *Camellia oleifera* forest land, spatial variability and suitable areas were studied. According to soil nutrients suitability assessment index, the result of assessment divided soil nutrient suitability of Guangxi into three kind of suitable areas including suitable, less suitable and unsuitable areas. Most *Camellia oleifera* producing areas was in the optimum suitable areas of soil nutrient. Sanjiang, Rongshui, Rong'an three Counties considered as unsuitable areas which should improve soil nutrients status.

Key words: *Camellia oleifera* forest land; GIS; soil nutrient; spatial variability; fertility suitability

油茶是中国最重要的木本油料作物,全国种植面积超过 300 hm²,广西是我国油茶重点产区之一,种植面积占全国油茶树总面积的 1/5 还多。油茶主要种植于低丘林地,产区多是亚热带季风气候,土壤粘重板结,土壤养分含量低,结构不协调,通气透水

性差,且由于粗放经营,管理质量低,春夏多雨,会带来水土流失,使土层变薄,土地生产力下降,这些原因都导致油茶进入盛果期后产量、质量较低,经济效益差。目前针对油茶土壤养分的研究主要包括油茶林地土样养分时空变化规律,王玉娟^[1]等人分别对

收稿日期:2014-02-28.

基金项目:广西壮族自治区林业科学研究院“基本业务费项目”(201430),广西林业科技项目“基于 GIS 的广西国家木材战略储备基地土壤肥力评价及配方施肥专家咨询系统构建”。

作者简介:石媛媛(1979-),女,博士,农艺师。主要从事林业信息化及林业土壤养分方面的研究。Email:syfly@163.com

油茶成林和幼林土壤养分进行测定分析,得出了不同土层林地土壤养分含量随林龄增长的变化规律;张希鸥^[2]利用地统计学与 GIS 技术相结合的方法对油茶产区土壤养分空间变异性进行了系统研究。已有的研究表明^[3-9],油茶产量质量的高低与土壤养分呈一定相关规律,土壤养分随油茶林龄变化有一定的变化规律,而目前针对油茶生长的土壤养分适宜性研究尚未见报道。本文利用广西油茶产地土壤养分数据,采用 GIS 空间分析和指数和评价方法,结合油茶品质数据,获取广西油茶土壤养分空间分布特征,以及油茶种植土壤养分适宜性评价结果,为优质油茶种植规划提供理论依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本研究利用广西林业科学研究院林业土壤与肥料研究所 2004~2012 年广西各地油茶种植林地的 490 个土壤样品分析数据,样点分布遍及广西主要油茶种植区。主要利用 pH、全氮、全磷、全钾、有效氮、有效磷、有效钾、有机质、钙、镁、铜、锌、硼、铁、锰 15 个土壤养分指标。

地理信息数据采用国家基础地理信息中心提供的 1:25 万广西基础地理信息数据,应用 GIS 技术提取广西县级以上行政边界等数据。

1.2 研究方法

对不符合正态分布的数据,本文利用 johnson 转换和 box-cox 转换将数据转化为正态分布或近似正态分布,然后对转换后的数据进行分析。

利用统计软件 Spss 19.0 进行基本统计分析,利用软件 Minitab 16 进行数据转换,数据的正态分布用 Kolmogorov-Smirnov 检验法(KS 法)检验,半方差分析采用软件 GS+9.0,利用普通克里格差值方法进行空间预测,最后通过 ArcGIS 输出制图。

1.3 评价方法

采用指数和法^[10,11]对土壤养分进行适宜性评价分析,指数和法的运算公式为:

$$P = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

式中: P 为指数和; a_1, a_2, \dots, a_n 为各评价因素权重; x_1, x_2, \dots, x_n 为各评价指标质量等级分值。

2 结果与分析

2.1 油茶土壤养分指标描述性统计

在进行空间分析之前,本文对土壤养分指标进

行了统计分析,统计项目包括最大值、最小值、平均值、标准差、变异系数、中值、偏态系数 7 个。分析结果见表 1。变异系数的大小反映离散程度,根据研究区域和数据容量变异程度分级有不同的标准,根据本文的研究内容,变异系数小于 0.1 为弱变异性,介于 0.1~1.0 为中等变异性,大于 1.0 为强变异性^[12,13]。从表 1 可以看出,土壤 pH 值、全钾、速效氮、有效铜、有效锌、有效铁 6 个指标属于中等变异性,其余 9 个指标为强变异性。

2.2 油茶林地土壤养分半方差分析

将数据进行变换之后进行半方差函数模拟,各土壤养分数据的变换方式、拟合模型以及特征参数见表 2。

土壤 pH 值、有机质、全氮、全钾、速效氮、有效铜、有效硼、有效铁、有效锰含量进行 johnson 转换后符合正态分布,速效磷、速效钾、交换性钙、交换性镁含量 box-cox 转换后符合正态分布,全磷含量和有效锌含量分别符合指数和对数正态。

R2 和 SS 是检验模型拟合的参数,R2 越大,SS 越小,表明模型拟合的效果越好^[14-17],根据这个标准,经过半方差模型拟合,得到土壤养分的最优拟合,从表 2 中可以看出,土壤 pH 值、有机质、速效钾、有效铜、有效锰的最佳拟合模型为指数模型,全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、有效锌、有效硼的最佳拟合模型为球状模型,交换性钙、交换性镁、有效铁的最佳拟合模型为高斯模型,理论模型能够较好地反映土壤养分的空间结构特征。

一般认为, $C_0/(C_0+C)$ 表示由随机因素所引起的异质性占总的空间异质性的程度,按照区域化变量空间相关程度的分级标准,当 $C_0/(C_0+C) < 25\%$ 时,变量具有强烈的空间相关性,当 $25\% \sim 75\%$ 时,变量具有中等的空间相关性,而当 $C_0/(C_0+C) > 75\%$ 时,变量具有很弱的空间相关性,本文中土壤 pH 值、有机质、全氮、有效铜、有效铁含量具有中等空间相关性,其余指标空间相关性较差,这可能是由广西各油茶产地土壤母质、地形等条件较为复杂等客观因素所致。

2.3 广西油茶种植土壤适宜性评价

为筛选出与油茶产量、质量相关的土壤养分指标,将油茶土壤 15 个养分指标与油茶仁含油率、棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亩鲜果重 6 个品质指标进行相关性分析,根据相关性结果筛选出对油茶品质较敏感的养分指标作为评价指标。养分指标与油茶品质指标相关分析见表 3。

表 1 土壤养分含量描述性统计

Tab. 1 Descriptive statistics of soil nutrients content

指标	最大值 Max	最小值 Min	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV	中值 Medin	偏态系数
pH	8.68	3.47	4.89	0.87	0.18	4.60	2.09
有机质	252.06	1.81	26.68	28.75	1.08	19.99	4.86
全氮	12.17	0.15	1.31	1.45	1.11	0.97	4.87
全磷	6.22	0.15	0.78	0.85	1.09	0.54	3.78
全钾	117.60	1.10	19.22	14.27	0.74	16.91	3.01
速效氮	471.40	13.01	95.69	63.61	0.66	78.90	1.98
速效磷	186.50	0.10	2.52	13.15	5.23	0.70	10.54
速效钾	462.00	3.30	42.08	57.17	1.36	26.40	4.78
交换性钙	7114.80	4.60	646.50	1543.61	2.39	69.30	2.91
交换性镁	268.60	1.10	25.26	45.86	1.82	9.90	3.53
有效铜	3.35	0.05	0.83	0.49	0.59	0.75	1.20
有效锌	6.70	0.10	1.07	0.85	0.79	0.85	3.23
有效硼	3.60	0.01	0.20	0.23	1.17	0.16	11.39
有效铁	179.00	1.00	40.83	30.58	0.75	32.17	1.52
有效锰	10.90	0.02	1.55	1.89	1.22	0.91	2.71

注:有机质单位为%,全氮、全磷、全钾含量单位为 g/kg,其余指标单位为 mg/kg。

表 2 土壤养分含量半方差函数模型及其相关参数

Tab. 2 Semi-variogram models and related parameters of soil nutrients contents

指标	变换方式	拟合模型	块金值 C_0	基台值 C_0+C	变程 /km	R^2	SS	$C/(C_0+C)$
pH	johnson	Exponential	0.222	0.996	101.4	0.802	0.073	0.777
有机质	johnson	Exponential	0.373	1.078	81.3	0.402	0.273	0.654
全氮	johnson	Spherical	0.334	1.069	60.7	0.534	0.211	0.688
全磷	指数	Spherical	0.003	0.1434	56.6	0.527	0.008	0.974
全钾	johnson	Spherical	0.004	0.894	57.4	0.704	0.164	0.996
速效氮	johnson	Spherical	0.074	0.989	25.6	0.418	0.116	0.925
速效磷	box-cox	Spherical	0.0038	0.1246	23.4	0.366	0.002	0.970
速效钾	box-cox	Exponential	0.00047	0.0047	44.1	0.582	0.0001	0.900
交换性钙	box-cox	Gaussian	0.00001	0.1882	41.0	0.505	0.0002	0.999
交换性镁	box-cox	Gaussian	0.00106	0.0116	59.1	0.398	0.0001	0.909
有效铜	johnson	Exponential	0.534	1.069	345.6	0.713	0.108	0.500
有效锌	对数	Spherical	0.017	0.340	28.1	0.381	0.025	0.950
有效硼	johnson	Spherical	0.035	1.086	19.1	0.053	0.604	0.968
有效铁	johnson	Gaussian	0.236	0.967	26.8	0.217	0.489	0.756
有效锰	johnson	Exponential	0.192	0.998	61.2	0.274	0.491	0.808

注:* Spherical—球状模型;Gaussian—高斯模型;Exponential—指数模型。

根据相关性分析结果,筛选出对油茶品质影响较大的 pH、全钾、速效钾、交换性钙、有效铜、有效锌、有效硼、有效锰共 8 个土壤养分指标作为土壤适

宜性评价指标。

由于筛选出的养分指标对油茶生长影响程度不同,故本研究根据各指标的重要程度采用主成分分

表 3 养分指标与油茶品质指标相关分析

Tab. 3 Relationship between soil nutrients contents and *Camellia oleifera* quality indices

指标	仁含油率	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亩鲜果重
pH*	0.6988	-0.7523	0.8918*	0.7399	-0.7249	0.5262
有机质	-0.3416	-0.7395	-0.1279	0.7125	-0.7427	0.4688
全氮	-0.3459	-0.6310	-0.2321	0.5971	-0.6317	0.5398
全磷	-0.7969	-0.2367	-0.7042	0.2194	-0.2583	0.1007
全钾*	-0.4354	0.5098	-0.8774*	-0.5459	0.5085	0.2781
速效氮	-0.4486	-0.5037	-0.3885	0.4691	-0.5075	0.4935
速效磷	-0.8389	-0.3458	-0.6203	0.3384	-0.3726	-0.0225
速效钾*	-0.5235	0.3683	-0.8860*	-0.4044	0.3638	0.2889
交换性钙*	-0.7711	0.2006	-0.9266*	-0.2228	0.1823	0.0718
交换性镁	-0.7130	-0.0035	-0.8188	-0.0248	-0.0179	0.2200
有效铜*	-0.6172	0.2924	-0.9051*	-0.3246	0.2831	0.2296
有效锌*	0.2277	-0.9826*	0.6151	0.9739*	-0.9731*	0.4115
有效硼*	0.2172	-0.8363*	0.3536	0.8012	-0.8175*	0.7445
有效铁	0.1067	0.7404	-0.0087	-0.7033	0.7318	-0.6701
有效锰*	-0.8357*	-0.4004	-0.5685	0.3962	-0.4283	-0.0549

注: * 为 0.05 水平显著

析法计算各养分指标的权重。根据特征根 >1.0 的原则,提取了前 2 个主成分作为公因子,累计贡献率 84.04%,满足主成分分析的要求。求得各指标对油茶生长适宜性的贡献率,亦称权重,将各权重进行归一化处理,结果见表 4。

表 4 土壤养分评价指标权重

Tab. 4 Weight of soil nutrient evaluation indices

指标	权重
pH	0.0494
全钾	0.0044
速效钾	0.1965
交换性钙	0.0744
有效铜	0.2066
有效锌	0.2093
有效硼	0.0911
有效锰	0.1684

以油茶对养分的需求特点^[3-6]和全国第二次土壤普查分类标准为依据,结合广西油茶土壤养分实际情况,制定了广西土壤养分分级标准,根据此分级标准,分别将不同土壤养分指标赋以相应的等级分

值,按评价指标划分为 5 个等级,即 I、II、III、IV、V,对应各指标分区(图 1),等级分值对应为 5、4、3、2、1(表 5)。

如图 1 所示,广西油茶林地土壤大部分属于酸性(pH 值 4.5~5.5)和强酸性(pH <4.5),最适宜油茶生长的弱酸性土壤(pH 值 5.5~6.5)分布在桂西北和桂北部分地区;除河池、柳州、贵港、崇左等地的部分地区较为缺乏(<15 g/kg)外,其他地区土壤全钾含量较为丰富,尤其桂西北地区,土壤全钾含量很丰富;桂西北部分地区土壤速效钾含量较丰富(>150 mg/kg),其他地区中等或者缺乏;桂北、桂西北、河池、柳江、玉林等地交换性钙含量较为丰富(>150 mg/kg),其他地区含量较低;百色、崇左、南宁的大部分地区和贵港的部分地区土壤有效铜含量较高(>0.95 mg/kg),其他地区有效铜含量较低;整体来看大部分广西油茶林地土壤有效锌含量较高(>1.00 mg/kg),其他地区也均处于中等水平;除柳州、百色部分地区土壤有效锰含量较高(>3 mg/kg)外,其他地区均为中等、较低水平;根据全国第二次土壤普查结果,土壤有效硼含量小于 0.4 mg/kg 为含量低或者很低的水平,从分析结果可以看出,广西整体的土壤有效硼含量均处于较低水平。

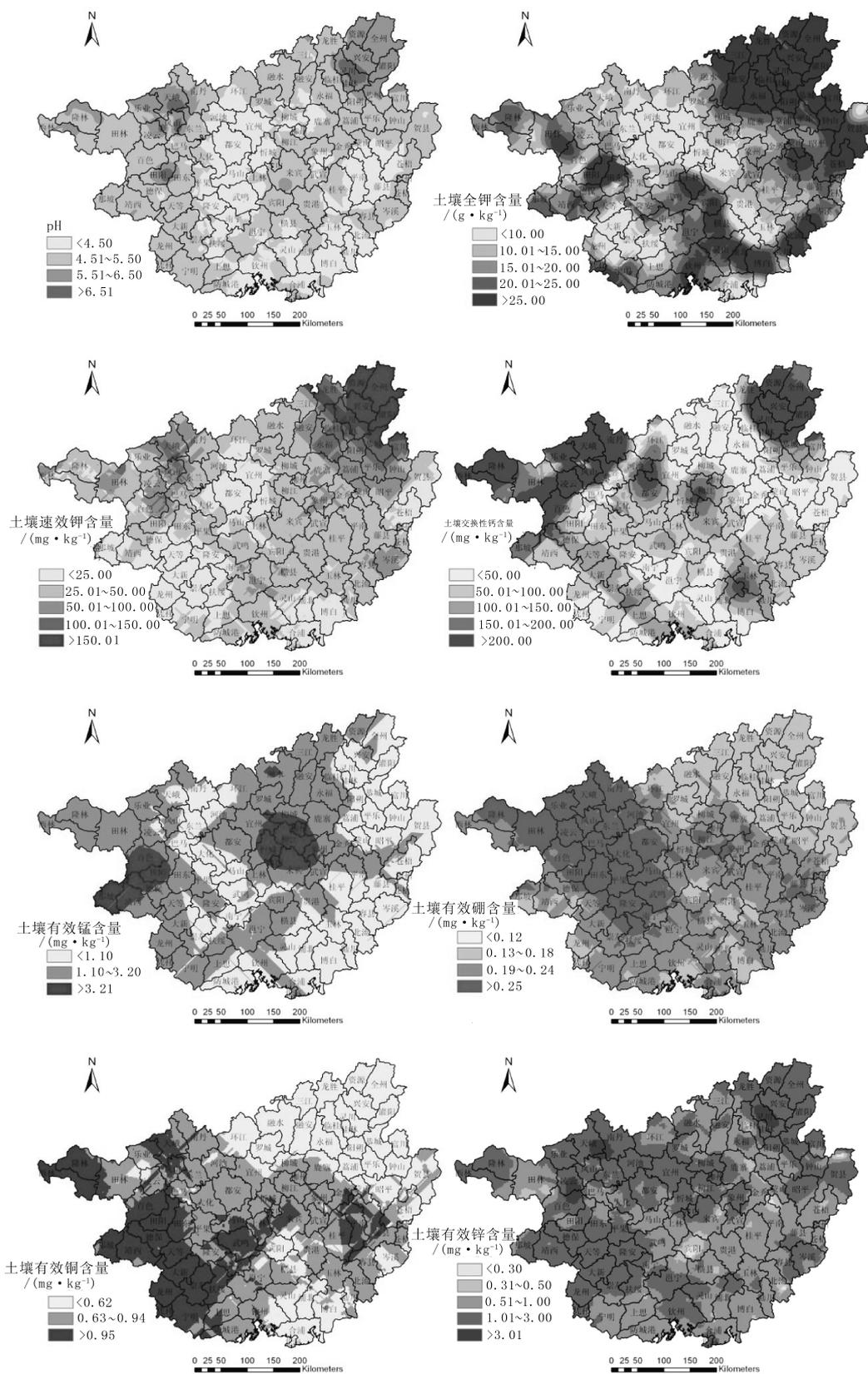


图 1 评价指标的空间分布特征

Fig. 1 Spatial Distribution Characteristics of evaluation indices

表 5 养分指标分级标准

Tab. 5 Standards of nutrients index grading

等分 级值	pH	全钾 /(g · kg ⁻¹)	速效钾 /(mg · kg ⁻¹)	交换性钙 /(mg · kg ⁻¹)	有效铜 /(mg · kg ⁻¹)	有效锌 /(mg · kg ⁻¹)	有效硼 /(mg · kg ⁻¹)	有效锰 /(mg · kg ⁻¹)
I 5	>6.51	>25.01	>150.01	>200.01		>3.01		
II 4	5.51~6.50	20.01~25.00	100.01~150.00	150.01~200.00	>0.95	1.01~3.00	>0.25	
III 3	4.51~5.50	15.01~20.00	50.01~100.00	100.01~150.00	0.63~0.94	0.51~1.00	0.19~0.24	>3.21
IV 2	<4.50	10.01~15.00	25.01~50.00	50.01~100.00	<0.62	0.31~0.50	0.13~0.18	1.10~3.20
V 1		<10	<25.00	<50.00		<0.30	<0.12	<1.10

根据各指标权重及等级分值,按照指数和法计算油茶土壤适宜性评价指数,然后根据梯度分段值划分油茶土壤适宜性等级指数和范围,对应指数和的各区域即为油茶土壤养分适宜性分区,为便于分析和实际应用,将结果分为最适宜、较适宜和不适宜 3 个分区(图 2)。

3 结果与讨论

1)对广西油茶林地土壤养分指标进行了系统研究,结果表明:除土壤 pH 值、全钾、速效氮、有效铜、有效锌、有效铁 6 个指标属于中等变异,其余 9 个指标为强变异性;土壤 pH 值、有机质、全氮、有效铜、有效铁含量具有中等空间相关性,其余指标空间相关性较差,这可能与油茶种植区的地形条件有关,油茶多种植在海拔 500 m 左右的低山丘陵地区,成土母质较为复杂,不同地区的油茶林地抚育水平差异较大,这些原因可能导致广西各油茶产地养分指标间差异性较强,呈现出本文中养分变异性强,空间相关性较差等结果。

2)广西是我国油茶重点产区之一,有油茶分布的县(区)61 个,其中面积在 6 666.67 hm² 以上的重点产区县有三江、融水、融安、鹿寨、龙胜、平乐、恭城、巴马、凤山、右江、田林、田阳、凌云、隆林、那坡、八步、昭平、富川等县和平桂管理区。

从土壤养分适宜性分区结果可以看出,除三江、融水、融安三县外,现有的大部分油茶主产区都在土壤养分最适宜或者较适宜分区内,在生产中应对三江、融水、融安 3 县的油茶产地适当增加有机肥的施用,改善土壤养分状况。

3)由于土壤样点分布较分散,研究尺度较大,因此,分析结果仅供广西全区范围内油茶种植适宜性规划作为参考,不能作为县级种植规划的依据。另外,由于缺乏全区的土地利用数据,研究中不能将不允许种植油茶的地块擦除掉,因此不能给出各适

宜性分区的具体面积,将在以后的研究中进一步改进。

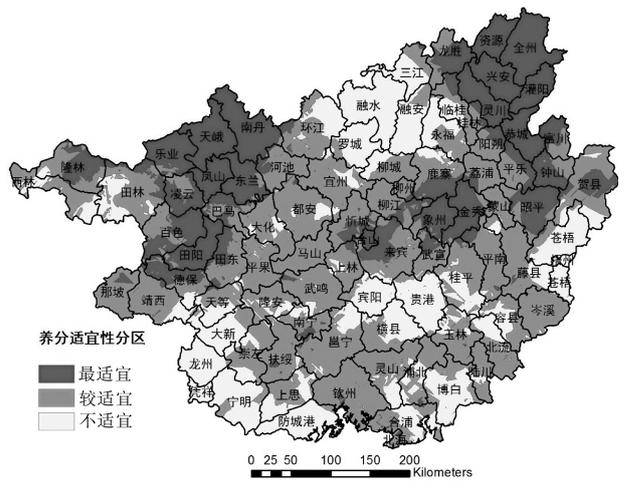


图 2 广西油茶产地土壤养分适宜性分区

Fig. 2 Suitability distribution of soil nutrients in producing area of *Camellia oleifera*

参考文献:

[1] 王玉娟,陈永忠,王瑞,等. 覆草间种对油茶林土壤养分及生长量影响的主成分分析[J]. 中南林业科技大学学报,2010,30(6):43-49.

[2] 张希鸥. 基于 GIS 和地统计学的油茶林土壤养分空间变异研究——以江西永丰为例[D]. 江西农业大学,2011.

[3] 王玉娟,何小三,龚春,等. 茶成林林地土壤养分含量变化规律[J]. 经济林研究,2010,28(2):55-58.

[4] 王玉娟,徐林初,雷小林,等. 油茶幼林地土壤的养分变化规律[J]. 林业科技开发,2010,24(5):74-76.

[5] 付登强,杨伟波,陈良秋,等. 油茶林养分管理研究进展[J]. 热带农业科学,2013,33(2):17-21.

(下转第 11 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.002

GIS 内外业一体化数据双向同步技术研究

刘永杰

(北京大学遥感与地理信息系统研究所,北京 100871)

摘要:对空间数据内外业一体化作业过程中数据双向同步技术进行研究。阐述 GIS 数据双向同步的原理、数据还原原理,提出了基于最优差异化机制的双向数据同步模型,并给出此模型基础上的技术实现案例。实践表明,此方案能很好地解决 GIS 内外业一体化的数据同步需求。

关键词:内外业一体化;数据双向同步;数据还原;分布式作业

中图分类号:S757;P208;TP274 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0007-05

GIS Data Bi-directional Synchronization Technology for Integration of Internal and External Trade

LIU Yong-jie

(Institute of Remote Sensing and GIS, Peking University, Beijing100871, China)

Abstract: This paper mainly makes a study on GIS data bi-directional synchronization technology, during the integration internal and external trade operation. Elaborated the principle of GIS data Bi-direction synchronization, data reduction principle. Proposed bi-directional data synchronization model based on mechanism of optimal differentiation, given cases of technical realization based on this model. Practice has proved that this program can be a good solution to meet GIS data synchronization needs for integration of internal and external trade.

Key words: integration of internal and external trade; bi-directional data synchronization; data restore; distributed job

随着智能移动设备终端的普及,特别是在基础行业的广泛应用,基于智能移动设备的 GIS 分布式作业^[1]已经从研究领域逐步走向广泛的应用领域。在林业、农业、国土等基础资源行业中,主要采用移动 GIS 和桌面 GIS 实现外业信息采集、内业检查和编辑处理的内外业循环的作业模式。传统的数据同步一般有以下几种解决方案:①在数据提交时需要将完整数据一次性提交,通过后处理实现同步,数据量大,后期处理多;②利用永久 id 技术实现差异

对比,不仅要求 2 份完整数据,对比工作耗时,而且无法解决双向同步过程中的增删对比问题;③实时记录终端的所有编辑操作日志,通过提交过程日志来实现同步,这种方案较前 2 种方案有较大改进,但在大量数据处理过程中仍存在日志记录太多,有较多数据冗余。解决好内外业数据的同步技术成为 GIS 内外业一体化作业的关键,本文提出 GIS 数据的实时增量双向同步技术,实现了只更新需要改变的变更记录,对于变更的过程则不会进行没有必要

收稿日期:2014-02-19.

作者简介:刘永杰(1972-),男,吉林省吉林市人,博士。主要研究方向:智慧林业。

的数据同步,使数据同步时数据传输量更低,同步处理速度更快,处理工作量最小化。

1 数据同步技术的研究与实现

1.1 基本概念

数据同步是指 2 份或多份同源数据之间的差异同步。一般应用中只会构建源数据到目标数据的单向同步。但随着各级数据中心的建立,数据中心内外业作业一体化的实施^[2],双方都会编辑数据库。这样就需要双向同步,同时把各自的数据库变更同步到对方数据库。数据库双向同步技术的几个基本概念如下。

1)同步关系:2 个数据源之间创建数据同步关联。包括数据源的即时状态、同步关联的数据空间范围和属性范围^[3]。

2)GIS 数据表:记录地理空间数据及基础的属性信息等。

3)业务数据表:记录具体业务相关信息。

4)M 表:数据同步及还原技术的物理支撑、记录数据库变更过程中数据的修改状态,每一个需要同步的数据表拥有一个 M 表。

5)数据还原:将数据恢复至之前设定的某一状态的过程。

6)还原点:记录数据库某一时刻状态的标识,数据还原技术的物理支撑。

7)C 表:数据还原技术的物理支撑、记录数据库变更过程中的数据原始状态。每一个需要还原的数据表拥有一个 C 表。

8)MC 数据库:实现了数据 M、C 表等数据同步技术底层物理支撑的数据库。

1.2 数据同步

数据同步是利用 M 表记录的差异信息得到完整的数据变化信息,实现数据同步功能,主要分为差异记录、差异生成、差异同步 3 个流程。

1.2.1 差异记录

在编辑过程中实时记录数据的变化信息。重点在于记录数据变化,而不关心数据变化的过程,避免由于数据频繁变更导致差异信息数据量过大,这是压缩差异记录的数据量的中心思想。

1.2.2 差异生成

利用 M 表中的差异记录及数据的最终状态生成最终的差异信息。在变化区间内(多个还原点下一个对象可能拥有多条变化记录)一个对象只处理最早的还原点的变化记录,减少处理的数据量(图 1)。

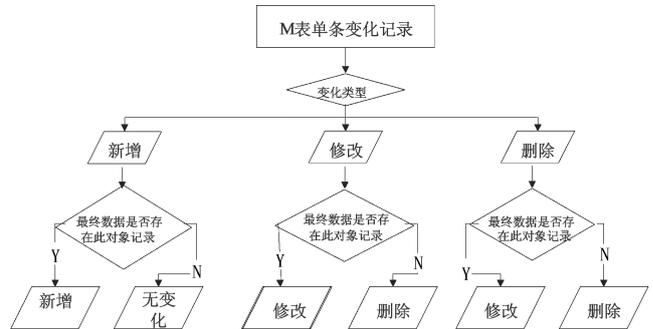


图 1 M 表单条变化记录模式

Fig. 1 Mode figure of M table single change records

1.2.3 差异同步

从业务上差异同步可以分为 3 种:上载同步、下载同步、完全同步。

1)上载同步:指数据从移动平台数据库复制到主数据源中。主要用来完成把嵌入式设备上变化的数据合并到主数据源中。

2)下载同步:指数据从主数据源复制到移动平台数据库中。主要用来完成把主数据源中变化的数据合并到移动平台数据库中。

3)完全同步:是一种双向的复制,依次完成上载同步和下载同步,使双方的数据一致。由于双方数据都有可能发生改变,因此需要考虑冲突处理过程。

1.3 数据还原

数据还原是指将数据库还原至之前设定的某一个时刻的状态,利用 M、C 表中的修改及原始记录,将数据还原至之前设定的某一个时刻。

C 表是当对象发生改变时,记录对象改变前的状态。数据还原逻辑见图 2。

1.4 冲突解决

同步冲突是分布式数据系统常见的问题,移动数据库同步,用户可以通过制定以主数据库数据为主,或者是以移动设备上的移动平台数据库为主来解决主数据库与移动平台数据库之间数据同步过程中的冲突^[4-5]。如果用户制定以主数据库为主,则当发生同步数据冲突时,系统将根据主数据库数据来更新移动设备上的数据库中的数据,而主数据库中的数据不做改动;反之,如果用户制定以移动平台数据库数据为主,则系统将根据移动平台数据库中的数据来更新主数据库中的数据,而移动平台数据

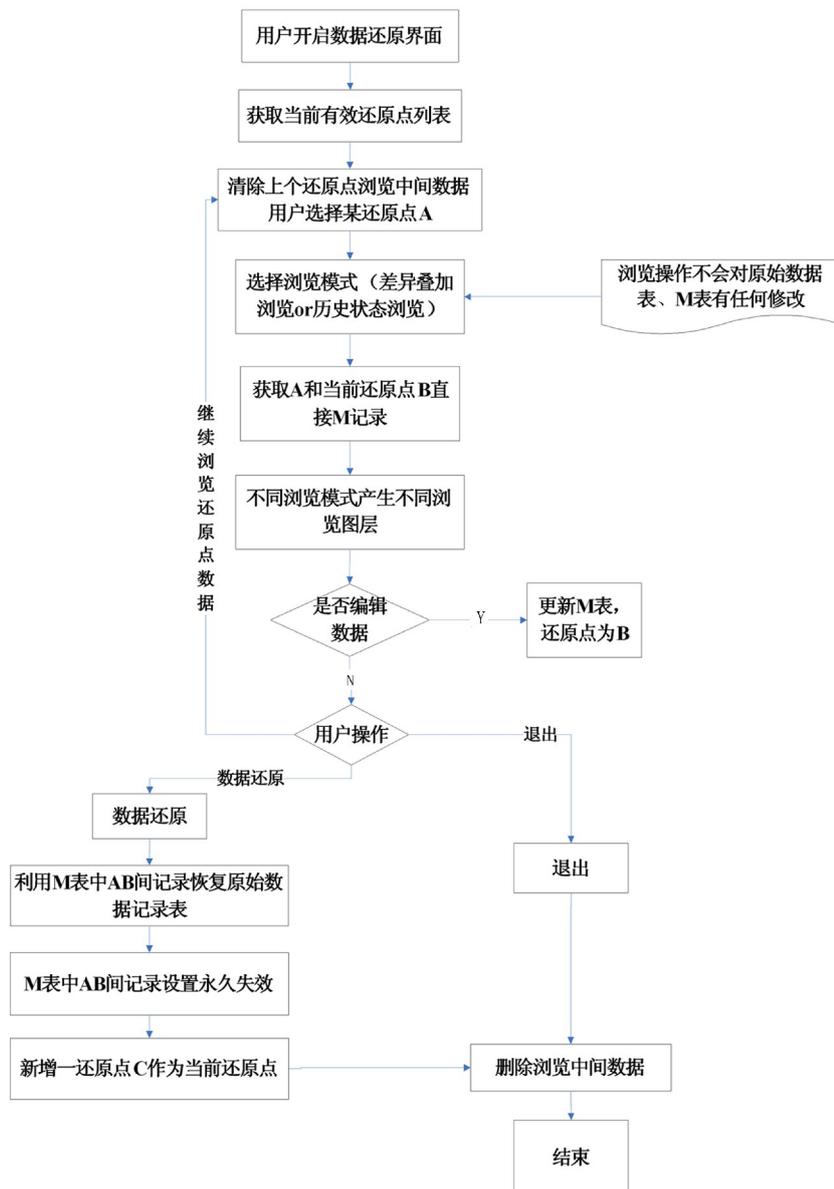


图 2 数据还原逻辑

Fig. 2 Data reduction logic diagram

库中的数据不做改动。当用户需要进一步对同步冲突进行更为灵活的解决时,可以通过实现冲突处理策略(图 3)。解决这种冲突的方法通常有 2 种:协调(reconciliation)和回退(regression)。

1) 协调:当出现更新同步的冲突时,由用户干预或者通过特定操作的语义信息来协调冲突事务,达到最终的数据一致性。

2) 回退:当出现更新同步的冲突时,直接撤销对事务所作的所有操作,使系统回退到前一个一致的状态。

当出现冲突时,协调解决这种冲突能提高数据的全局提交率,显然是一种较为理想的冲突解决方

式。但是这通常要用户参与到冲突解决的过程中,利用回退来解决冲突问题较容易实现,不需要用户干预系统执行过程,也不存在通用性的问题,因此被很多移动数据库系统所采用。缺点是这种方式的全局提交率比采用协调解决方式的系统低。

2 试验分析

2.1 数据准备

前期的数据准备包括数据库 MC 化、创建系统表等工作。

1) 数据库 MC 化:数据表 GUID 字段的创建,数据表的 M、C 表的创建。其中 GUID 字段创建是避

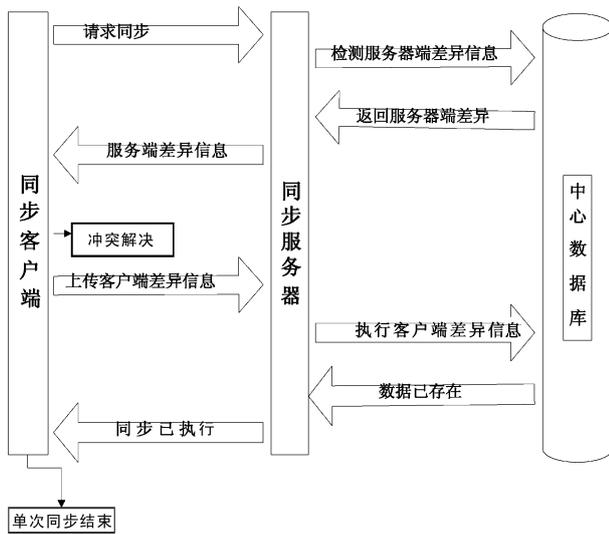


图 3 双向同步冲突解决逻辑

Fig. 3 Logic diagram of bi-direction synchronous resolution

免 2 个数据库都新增记录时产生的 ID 冲突。M、C 表的创建是为了记录数据的变化状态及初始化状态 (表 1, 表 2)。

2) 创建系统表: 还原点管理表、同步关系管理

表 1 记录变化信息 M

Tab. 1 Record changes information

字段名称	字段说明
对象 ID	记录发生变更的对象的 GUID
还原点 ID	记录对象发生改变时数据库所处的状态
对象修改类型	记录对象的修改类型, 包括新增、删除、修改 3 种
记录状态	记录 M 表中记录的状态, 分为已同步、已失效、待同步 3 种状态

表 2 记录变化前的信息 C

Tab. 2 Record of bef-changes information C

字段名称	字段说明
对象属性(1..n)	数据表结构的副本
还原点 ID	当前对象记录所处的数据库状态

表 3 还原点状态管理

Tab. 3 Restore point status management

字段名称	字段说明
还原点编号	记录还原点的编号
还原点创建时间	创建还原点的时间信息
还原点描述	创建该还原点的描述信息

表 4 同步关系管理

Tab. 4 Synchronization relationship management

字段名称	字段说明
同步关系描述	同步关系的描述信息
源数据库	同步的源数据库描述
目标数据库	同步的目标数据库描述
范围信息	同步关系的空间、属性范围
同步状态	已同步、未同步等

表 5 系统状态

Tab. 5 System Status

字段名称	字段说明
还原点编号	记录当前数据库的即时状态编号

表、系统状态表(表 3~表 5)。

2.2 数据库选择

Sqlite 是开源的数据库引擎, 它具有代码小, 使用内存小, 零配置, 支持 SQL, 具备 ACID 特性, 可移植性好等特点。作为一款移动平台数据库, 它被作为很多应用程序的内部数据存储解决方案以取代简单的文件读写, 同时由于其易移植、代码小巧、占用空间小等特点, 在嵌入式设备上有广泛的应用, 是分布式作业采用嵌入式设备的理想选择。

基于上述理论, 在以 sqlite 为数据源的基础上进行了试验, 重点实现了数据升级、增量生成、增量同步 3 个功能模块。

1) 数据升级模块: 将原有普通 sqlite 数据库文件升级至 MC 数据库, 并利用 Sqlite 触发器实现了对数据库 insert、update、delete 等操作的监控, 实时生成 M、C 表记录。

2) 增量生成模块: 利用 M 表得到数据的增量信息。

3) 增量同步模块: 实现了智能移动设备直连方式的双向同步。

实验中采用了 10W 数据量的面状数据, 以桌面程序为服务端, Windos mobile 移动设备程序为客户端, 分别在客户端和服务端对同一对象进行了多次增删改操作以及多次同步。

2.3 结论分析

1) 功能: 双向同步后的数据能达到一致, 功能正常。

2) 性能: 服务端桌面程序, 单次数据编辑操作

效率损失在 10 ms 以内, windows mobile 移动设备程序单次编辑操作效率损失在百毫秒级别。

3) 数据传输量: 传输的数据仅仅是发生改变的对象, 传输量取决于修改的数据量。

4) 可行性: 可行, 以支持触发器的数据库为数据源具有较大的实现便利性。

3 应用案例

目前该项技术已应用于北京地林伟业科技股份有限公司的内外业作业一体化产品之中, 包括 MAPZONE 桌面平台、MAPZONE Mobile 移动客户端、MAPZONE Android 移动客户端等。MAPZONE 桌面平台提供数据同步关系管理、数据下发、数据双向同步以及 GIS 数据浏览采编等功能。MAPZONE Mobile 及 MAPZONE Android 移动客户端实现了数据双向同步以及 GIS 数据浏览采编等功能。

通过使用 MAPZONE 桌面平台支持内业作业、同时管理和它关联的移动客户端(外业作业载体)、通过设备直连、网络传输等多种方式实现与移动客户端之间的任务派发、数据双向同步等功能。

4 结语

数据同步技术虽然在移动设备上取得了一定应用, 但仍存在一些问题有待深入研究及实现: 如何解决异构数据库之间的双向同步, 无 MC 表物理支撑的现有数据库与 MC 数据库之间的双向同步等问题, 以扩大该项技术的应用范围。另外, 还有非结构数据的数据同步等课题, 仍需要大量的研究和实验去探索。

参考文献:

- [1] 李素萍. 分布式数据库的同步更新技术研究[J]. 中国科技信息, 2008, (16): 94-95.
- [2] 丁鲲, 严浩, 刁兴春. 分布式数据库数据同步技术研究[J]. 海军工程大学学报, 2004, 16(5): 100-104.
- [3] 郗海龙, 杨延双. 基于 XML 的分布式异构数据库数据同步系统应用研究[J]. 沿海企业与科技, 2009(2): 37-40.
- [4] 谢立. 分布式数据处理[M]. 北京: 国防工业出版社, 1990.
- [5] 盖九宇, 张忠能, 肖鹤. 分布式数据库数据复制技术的分析及应用[J]. 计算机应用与软件, 2005, 22(7): 36-38.
- [6] 丁晓纲, 张应中, 张祥宇, 等. 广东省油茶林地土壤养分分析[J]. 中国农学通报, 2013, 29(22): 15-19.
- [7] 许鹏波, 薛立. 油茶施肥研究进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(8): 1-6.
- [8] 王瑞, 陈永忠, 王玉娟, 等. 油茶林地不同间种处理土壤养分及生长量的主成分分析[J]. 中国农学通报, 2011, 27(04): 30-35.
- [9] 王会利, 陈国臣, 曹继钊, 等. 油茶不同无性系叶片营养元素吸收情况评价[J]. 广西农业科学, 2009, 39(2): 64-68.
- [10] 裴亮, 杨铭. 基于指数法和极限条件法的土地复垦适宜性评价研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(4): 2142-2143, 2215.
- [11] 金志凤, 邓睿, 黄敬峰, 等. 基于 GIS 的浙江杨梅种植区划[J]. 农业工程学报, 2008, 24(8): 214-218.
- [12] 黄绍文, 金继运, 杨俐苹. 县级区域粮田土壤养分空间变异与分区管理技术研究[J]. 土壤学报, 2003, 40(1): 79-88.
- [13] 薛正平, 杨星卫, 段项锁, 等. 土壤养分空间变异及合理取样数研究[J]. 农业工程学报, 2002, 7(4): 6-9.
- [14] 王存国, 韩士杰, 张军辉, 等. 长白山阔叶红松林表层土壤水分空间异质性的地统计学分析[J]. 应用生态学报, 2010, 21(4): 849-855.
- [15] 代李鹏, 叶协锋, 郑文冉, 等. 微尺度下植烟土壤养分空间变异及分布特征[J]. 浙江农业学报, 2011, 23(1): 127-131.
- [16] 王淑英, 于同泉, 王建立, 等. 北京市平谷区土壤有效微量元素含量的空间变异特性初步研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(1): 129-137.
- [17] 张敏, 贺鹏飞, 陈伟强. 基于 GIS 和地统计学的土壤养分空间变异分析[J]. 东北农业大学学报, 2010, 41(3): 53-58.

(上接第6页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.003

归一化地形校正模型研究进展及其对比实验

何超¹, 陈建珍², 岳彩荣¹

(1. 西南林业大学 3S 技术工程研究中心, 云南 昆明 650224; 2. 西南林业大学林业调查规划设计研究院, 云南 昆明 650224)

摘要:对遥感图像归一化地形校正模型的研究进行了回顾和总结。归一化模型包括二阶校正模型、地形均衡模型和坡度匹配模型 3 种方法。在云南省香格里拉县的 TM 遥感图像和 DEM 支持下, 采用 3 种方法进行了校正对比实验。结果表明, 3 种方法中坡度匹配模型校正效果最好。对归一化地形校正模型今后可能的研究方向提出了建议。

关键词:遥感图像; 归一化模型; 地形校正; 坡度匹配模型

中图分类号: S711 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0012-05

Comparison Test and Research Progress of Normalization Topographic Correction Model

HE Chao¹, CHEN Jian-zhen², YUE Cai-rong¹

(1. Forestry 3S Technology Engineering Research Center, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

2. Institute of Forestry Survey and Planning, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: Research progress of normalization topographic correction model on remotely sensed data was reviewed and summarized. At present, the normalization model includes second stage correction model, topographic equalization model and slope-matching model. In order to prove reference to the relative research, a correction test was carried out to compare these methods, based on the TM remote sensing image and DEM of the Shangri-La region of Yunnan province. The results indicated that the correction effect of slope-matching model was the best. Suggestions on future possible research focuses of normalization topographic correction model were proposed.

Key words: remote sensing image; normalization model; topographic correction; slope-matching model

地形是引起遥感图像辐射畸变的重要外部因素之一, 由它所引起的辐射畸变可称为地形效应^[1]。具体来说, 地形效应是指倾斜地表的辐射亮度相对于水平地表的变化, 它是倾斜地表与光源、传感器位置间相对方位的函数^[2], 在图像上表现为阳坡较亮, 阴坡较暗的现象^[3]。地形效应是由地表坡度和坡向变化引起光谱辐射的差异而造成^[2], 或者说是

由起伏不平的地球表面受到太阳光照的差异造成的^[3]。地形效应在地形起伏地区尤为明显, 且在低太阳高度角的情况下更为显著^[2-3]。地形效应严重干扰了图像上地物的光谱信息, 给遥感图像的分析和应用带来严重影响^[4]。因此在地形起伏地区遥感图像的分析和应用前, 必须消除或减弱地形效应的影响。地形校正是指通过各种变换, 将所有像元

收稿日期: 2014-02-19.

基金项目: 云南省教育厅科研基金一般项目(2010Y300); 西南林业大学一般研究项目(111131); 国家自然科学基金项目(31260156)。

作者简介: 何超(1982-), 男, 云南文山山人, 工程师。主要研究方向为遥感图像处理与应用。E-mail: hc303@tom.com

通信作者: 岳彩荣(1964-), 男, 云南建水人, 教授, 博士生导师。主要研究方向为林业 3S 技术与应用研究。

的辐射亮度变换到某一参考平面上(通常取水平面),从而消除由于地形起伏而引起的图像灰度值(或亮度值)的变化,使图像更好地反映地物的光谱特性^[4]。20 世纪 80 年代开始至今,国内外学者对此进行了大量的研究,可归纳为 2 个方面:①模型研究。很多的校正模型和改进措施被提出,且已有学者进行了概括和总结。但是,对归一化模型要么综述不够全面^[1,5],要么直接未提及^[6-7]。②应用研究。针对不同的地区、不同的遥感图像和不同的应用目的开展了模型的应用研究^[8-20]。但是,对归一化模型的讨论不多。因此,本研究首先对归一化模型及其相关研究进行归纳总结,其次,对归一化模型在云南省西部高山峡谷地区低太阳高度角 TM 图像地形校正中的应用进行初步探讨,旨在为相关研究提供思路和参考。

1 归一化模型研究现状

1989 年, Civco^[3] 在余弦校正的基础上提出了二阶校正模型,之后这个方法被定为归一化模型^[1]。其基本流程是:首先利用阴影模型(阴影模型是余弦定律应用的特例,它是将值为 $[-1, 1]$ 的太阳有效入射角余弦值拉伸为 $[0, 255]$ 的结果)和原始图像构建线性变换对图像进行一阶校正,公式为:

$$L_H = L_T + (L_T \times \frac{\mu_K - X}{\mu_K}) \quad (1)$$

式中: L_H 为一阶校正后的图像; L_T 为原始图像; μ_K 为阴影模型的平均值; X 为阴影模型中各像元的像元值。

一阶校正一定程度上减弱了图像上的地形效应,但仍然明显,为尽可能地减弱地形效应的影响,引入一个模型修正系数 C 。 C 通过原始图像和一阶校正图像进行计算,公式为:

$$C = \frac{[(\mu - N) / (\mu - N) - (\mu - N')] + (\mu - S) / ((\mu - S) - (\mu - S'))]}{2} \quad (2)$$

式中: C 为模型修正系数; μ 为原始图像平均值; N 为原始图像阴坡平均值; N' 为一阶校正图像阴坡平均值; S 为原始图像阳坡平均值; S' 为一阶校正图像阳坡平均值。

将 C 代回一阶校正中对原始图像进行最终校正,即二阶校正,公式为:

$$L_H = L_T + (L_T \times \frac{\mu_K - X}{\mu_K}) \times C \quad (3)$$

1994 年,李英成^[4] 对二阶校正模型进行了改进,提出地形均衡模型,一阶校正见公式(4),二阶

校正见公式(5), C 可按公式(2)计算。

$$L_H = L_T + (L_T \times \frac{Z - X}{X_0}) \quad (4)$$

$$L_H = L_T + (L_T \times \frac{Z - X}{X_0}) \times C \quad (5)$$

式中: Z 为水平地表的太阳有效入射角余弦值(拉伸为 $[0, 255]$);当 $X > Z$ 时, $X_0 = X$; 当 $X \leq Z$ 时, $X_0 = Z$ 。

2004 年, Law 等^[8] 改进了二阶校正模型 C 的求算,公式为:

$$C = \frac{(S - N)}{[(S \times \frac{\mu_S - \mu_K}{\mu_K}) - (N \times \frac{\mu_N - \mu_K}{\mu_K})]} \quad (6)$$

式中: μ_N 为地形阴影阴坡平均值; μ_S 为地形阴影阳坡平均值。

2006 年, Nichol 等^[21] 发现二阶校正模型对一些处于深大阴影中的极端像元校正效果不佳,通过分析后,使用阴影模型阳坡平均值代替阴影模型平均值在二阶攀亲正模型基础上构建了坡度匹配模型。一阶校正见公式(7), C 值求算见公式(8), 二阶校正见公式(9)。

$$L_H = L_T + (L_{T_{max}} - L_{T_{min}}) \times (\frac{\mu' - X}{\mu'}) \quad (7)$$

$$C = \frac{S' - N}{N' - N} \quad (8)$$

$$L_H = L_T + (L_{T_{max}} - L_{T_{min}}) \times (\frac{\mu' - X}{\mu'}) \times C \quad (9)$$

式中: $L_{T_{max}}$ 为原始图像的最大值; $L_{T_{min}}$ 原始图像的最小值; μ' 为阴影模型阳坡平均值。

2008 年,秦春等^[22] 利用遥感图像成像时的太阳方位角定义了图像上的阴阳坡,简化了 C 求算过程中阴阳坡像元的选取,并采用坡度分级的思路,利用二阶校正模型对祁连山区黑河上游的 TM 图像进行校正,取得了较好的结果。2009 年 Mishra 等^[14] 和 2011 年 Singh^[23] 分别利用不同的校正方法,对喜马拉雅地区的 AWiFS 图像进行校正对比实验,均指出坡度匹配模型要优于其他方法。

2 研究区和研究数据

2.1 研究区概况

研究区位于云南省迪庆藏族自治州香格里拉县的东部和南部。地理位置为 $99^{\circ}44'19'' \sim 100^{\circ}18'27''$ E, $26^{\circ}52'10'' \sim 28^{\circ}21'4''$ N, 研究区面积约为 $4\,492 \text{ km}^2$, 海拔 $1\,500 \sim 5\,400 \text{ m}$, 地形起伏大。

2.2 遥感数据

实验用的遥感图像为 Landsat 5 TM 图像, 拍摄于 2006 年 1 月 25 日, 来源于美国地质勘探局 (United States Geological Survey, USGS), 数据格式 GEO-TIFF, 坐标系统 UTM47N, 产品级别 L1T, 轨道号 131, 行号 41, 太阳高度角 36.15°, 太阳方位角 146.46°, 空间分辨率 30 m。该图像已使用地面控制点和数字高程模型 (Digital Elevation Model, DEM) 进行了精确的几何校正^[24]。

2.3 DEM 数据

实验用的 DEM 为 ASTER GDEM V2, 来源于 USGS, 数据格式为 GEOTIFF, 坐标系统 Geographic WGS84。该数据是按经度方向和纬度方向 1° 间隔分块存储的。对下载的 DEM 数据进行拼接, 投影 (UTM47N, 空间分辨率 30m), 裁剪得到研究区的 DEM。

2.4 地形校正处理

1) 在研究区 DEM 的支持下, 利用 ArcInfo Workstation 9.3 的 GRID 模块计算研究区坡度、坡向, 结

合成像时的太阳角度按公式 (10) 计算太阳有效入射角余弦值^[4, 10], 并按公式 (11) 拉伸至^[0, 255]。

$$\cos i = \cos z \times \cos s + \sin z \times \sin s \times \cos(A-a) \quad (10)$$

$$L = \text{LNT} \left(\left(255 \times \frac{\cos i - \cos i_{\min}}{\cos i_{\max} - \cos i_{\min}} \right) + 0.5 \right) \quad (11)$$

式中: $\cos i$ 为太阳有效入射角余弦值; z 为太阳天顶角, $z = 90^\circ - \text{太阳高度角}$; s 为坡度; A 为太阳方位角; a 为坡向; L 为拉伸后的太阳有效入射角余弦值; $\cos i_{\min}$ 为太阳有效入射角余弦值最小值; $\cos i_{\max}$ 为太阳有效入射角余弦值最大值

2) 在 GRID 模块下分别采用二阶校正模型、地形均衡模型和坡度匹配模型对研究区 TM 图像进行校正实验, 各模型所需参数见表 1。实验中根据地学北半球北坡为阴, 南坡为阳, 利用坡向定义了小范围的阴阳坡, 即将坡向在 $[0^\circ, 22.5^\circ]$ 或 $[337.5^\circ, 360^\circ]$ 范围内的定义为阴坡, 坡向在 $[157.5^\circ, 202.5^\circ]$ 范围内的定义为阳坡。

表 1 地形校正参数

Tab. 1 Parameters of topographic correction

图像	最大值	最小值	平均值	阴坡平均值	阳坡平均值	C-Cvico	C-Nichol
TM1	255	24	40.26	36.10	44.28	0.43	0.09
TM2	227	7	18.20	14.90	21.41	0.78	0.07
TM3	255	5	18.72	13.73	23.70	1.26	0.10
TM4	208	1	35.54	23.39	46.80	1.70	0.28
TM5	255	1	52.67	31.11	73.48	2.35	0.42
TM7	173	1	24.74	15.02	34.24	2.22	0.28
L	-	-	180.57	-	222.90	-	-

3 结果与分析

3.1 定性分析

3.1.1 校正前后图像目视分析

图 1 为研究区北部地形校正前后的假彩色 (TM5、4、3 合成) 图像, 从图 1(a) 可以看出, 校正前图像上地形效应明显, 图像三维立体感强烈。二阶校正模型 (图 1(b)) 和地形均衡模型 (图 1(c)) 在一定程度上减弱了图像上的地形效应, 但是得到的结果三维立体感依然存在。坡度匹配模型 (图 1(d)) 较好地减弱了图像上的地形效应, 图像三维立体感消失, 看起来更像一个平面, 体现了地形校正定

义中以水平面为参考平面的前提。

3.1.2 植被覆盖目视分析

归一化植被指数 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 是植被生长状态及植被覆盖度的最佳指示因子^[25], 经地形校正得到的 NDVI 应能较好地反映地形阴影区地表植被覆盖的状况。图 2 为研究区中部地形校正前后的 NDVI。与校正前的 NDVI 相比, 二阶校正模型和地形均衡模型均有一定的改善; 坡度匹配模型则反映出更多的植被覆盖。通过与研究区森林二类调查数据的叠加分析, 可确认阴影区为植被。表明经坡度匹配模型校正后得到的 NDVI 能够较真实地反映阴影区的植被覆盖状况。

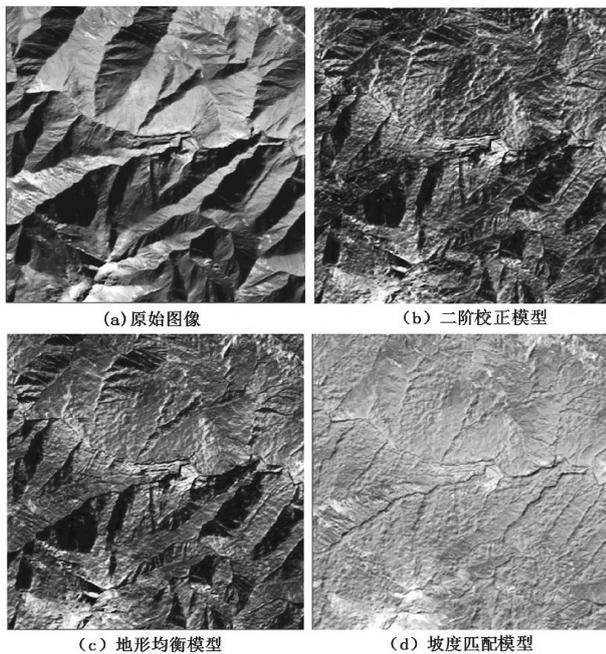


图 1 校正结果比较

Fig. 1 Corrected images comparison

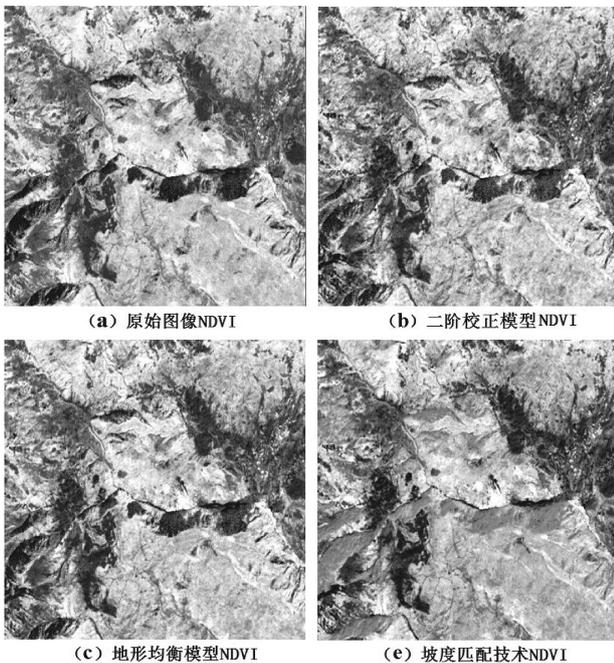


图 2 NDVI 比较

Fig. 2 Comparison of NDVI

3.2 定量分析

3.2.1 阴阳坡均值统计分析

均值表示校正前后地物光谱的变化,校正前后地物光谱越接近,表明校正模型更好地保持了地物

的光谱特性^[22]。表 2 列出了校正前后图像阴阳坡的亮度平均值。从表中可见:①由于地形效应的存在,校正前图像上阴阳坡亮度平均值存在差异,最小差为 6.51,最大差为 42.37,均是阳坡大于阴坡,且红外波段较可见光波段差异大。②经 3 种方法校正后,图像阴阳坡亮度平均值趋向一致。所有波段中二阶校正模型结果阴阳坡最小差为 0.07,最大差为 13.42;地形均衡模型阴阳坡最小差为 0.01,最大差为 3.5;坡度匹配模型最小差为 0.01,最大差为 0.21。表明坡度匹配模型能较好地保持研究区所有波段上的地物光谱特性。

表 2 校正前后图像阴阳坡的亮度平均值

Tab. 2 Mean value before and after correction

图像	阴阳坡	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
原始图像	阳坡	44.28	21.41	23.70	46.80	73.48	34.24
	阴坡	36.10	14.90	13.73	23.39	31.11	15.02
二阶校正模型	阳坡	39.83	17.44	16.62	27.69	32.08	16.06
	阴坡	39.90	17.67	17.58	32.01	45.50	21.60
地形均衡模型	阳坡	40.98	18.52	18.58	33.48	45.62	21.50
	阴坡	41.14	18.53	18.79	34.35	49.12	23.60
坡度匹配模型	阳坡	44.28	21.41	23.47	46.80	73.48	34.24
	阴坡	44.29	21.38	23.68	46.79	73.47	34.26

3.2.2 分散指数统计分析

分散指数 (Dispersion Index, DI) 是通过图像的平均值和标准差的百分比来对地形校正效果进行评价,且 DI 越小,表明校正效果越好^[26]。DI 的计算见公式(12)。校正前后图像的 DI 值见表 3。

表 3 校正前后图像的 DI

Tab. 3 DI before and after correction

图像	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
原始图像	0.28	0.38	0.56	0.43	0.64	0.73
二阶校正模型	0.25	0.34	0.50	0.36	0.59	0.68
地形均衡模型	0.25	0.34	0.50	0.39	0.66	0.73
坡度匹配模型	0.24	0.30	0.41	0.24	0.38	0.47

$$DI = \frac{SD}{M} \times 100\% \quad (12)$$

式中:DI 为分散指数;SD 为图像的标准差;M 为图

像的平均值。

总体来看,除了地形均衡模型校正后的 TM 5 图像外,其余校正模型得到的各波段图像 DI 值均比原始图像小,表明 3 种模型均减弱了原始图像上的地形效应。从各模型的校正结果来看,二阶校正模型和地形均衡模型在可见光波段图像的 DI 值基本一致,说明校正效果基本一致;而在红外波段的校正上二阶校正模型要略优于地形均衡模型。坡度匹配模型校正的结果,在所有波段上 DI 值均是最小的,表明坡度匹配模型是 3 种校正模型中校正效果最好的模型。

4 结论与讨论

4.1 主要结论

在云南省香格里拉地区的 TM 图像和 DEM 的基础上,对二阶校正模型、地形均衡模型和坡度匹配模型 3 种归一化地形校正的主要方法进行了对比实验。根据校正结果的定性分析和定量分析可以看出,坡度匹配模型是 3 种方法中校正效果最好的,可以用于地形复杂地区遥感图像的地形校正。

4.2 研究方向

归一化地形校正模型中的部分参数是通过阴阳坡统计得到,而对阴阳坡的划分不同领域有不同的标准,因此,哪一种阴阳坡的界定更适合于归一化地形校正模型有待进一步地研究。另外,遥感图像地形效应分段校正的思路越来越受到人们的关注,对于归一化模型来说,何种分段方式更适合于归一化地形校正模型也有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 高永年,张万昌. 遥感影像地形校正研究进展及其比较实验[J]. 地理研究, 2008, 27(2): 467-477.
- [2] Holben B N, Justice C O. The topographic effect on spectral response from nadir-pointing sensor[J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1980, 46(9): 1191-1200.
- [3] Civco D L. Topographic normalization of Landsat thematic mapper digital imagery[J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1989, 55(9): 1303-1309.
- [4] 李英成. 数字遥感影像地形效应分析及校正[J]. 北京测绘, 1994(2): 14-19.
- [5] 王少楠,李爱农. 地形辐射正模型研究进展[J]. 国土资源遥感, 2012, 23(2): 1-6.
- [6] 张洪亮,倪绍祥,张军. 国外遥感图像的地形归一化方法研究进展[J]. 遥感信息, 2001(3): 24-26, 29.
- [7] 段四波,阎广建. 山区遥感图像地形校正模型研究综述[J]. 北京师范大学学报:自然科学版, 2007, 43(3): 362-366.
- [8] Law K H, Nichol J. Topographic Correction for Differential Illumination Effects on Ikonos Satellite Imagery [J/OL]. (2012-10-18) [2013-12-31]. <http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm3/papers/347.pdf>.
- [9] Mcdonald E R, Wu X, Caccetta P, et al. Illumination Correction of Landsat TM Data in Southeast NSW [J/OL]. (2000-8-25) [2013-12-31]. <http://www.environment.gov.au/land/publications/pubs/illumination.pdf>.
- [10] Riaño D, Chuvieco E, Salas J, et al. Assessment of Different Topographic Corrections in Landsat-TM Data for Mapping Vegetation Types[J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2003, 41(5): 1056-1061.
- [11] 何超,岳彩荣,陈建珍,等. IRS 遥感卫星图像地形校正[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(7): 59-60, 63.
- [12] Wu J, Bauer M, Wang D, et al. A comparison of illumination geometry-based methods for topographic correction of QuickBird images of an undulant area [J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 2008, 63: 223-236.
- [13] Richter R, Kellenberger T, Kaufmann H. Comparison of Topographic Correction Methods [J]. *Remote Sensing*, 2009, 1(3): 184-196.
- [14] Mishra V D, Sharma J K, Singh K K, et al. Assessment of Different Topographic Corrections in AWiFS Satellite Imagery of Himalaya Terrain [J]. *Journal of Earth System Science*, 2009, 118(1): 11-26.
- [15] 黄博,徐丽华. 基于改进型 Minnaert 地形校正模型的应用研究[J]. 遥感技术与应用, 2012, 27(2): 183-189.
- [16] Ghasemi N, Mohammadzadeh A, Sahebi M R. Assessment of Different Topographic Correction Methods in ALOS AVNIR-2 Data over a Forest Area [J]. *International Journal of Digital Earth*, 2011: 1-17.
- [17] 鲍晨光,范文义,李明泽,等. 地形校正对森林生物量遥感估测的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(11): 2750-2756.
- [18] 董德进,周国模,杜华强,等. 6 种地形校正方法对雷竹林地上生物量遥感估算的影响[J]. 林业科学, 2011, 47(12): 1-8.
- [19] 廖钰冰,陈新芳,陈喜,等. 地形校正对叶面积指数遥感估算的影响[J]. 遥感信息, 2011, 5: 47-51, 64.

(下转第 34 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.004

吉林省西部新开发水田遥感动态监测研究

扈晶晶,李瑞平,黄侃,黄华国

(北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室,北京 100083)

摘要:为了响应土地整理开发项目的政策,吉林省西部地区开发了大面积的水田。为掌握新开发水田的动态变化,有必要对吉林省地区进行土地利用分类。以吉林省前郭县为例,利用 2010 年环境卫星数据进行不同土地利用分类方法的比较,进而对另外 3 景图像进行信息提取,分析 4 个年份新开发水田的分布及变化情况。结果表明,支持向量机法比最大似然法的耕地分类精度高约 5%,其产品和用户精度分别为 95%和 84%。加入纹理信息没有显著提高分类精度。2009~2012 年水田面积分别增加 -67.7 km^2 , 111.7 km^2 和 265.01 km^2 。

关键词:新开发水田;遥感影像;分类精度;纹理信息;支持向量机;动态监测

中图分类号:S771.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0017-07

Remote Sensing Dynamic Monitoring Research on the Newly Reclaimed Paddy Field in the Western Jilin Province

HU Jing-jing, LI Rui-ping, HUANG Kan, HUANG Hua-guo

(Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: In response to the policy of the land development and consolidation project in western Jilin Province, a large area of paddy field has been developed. To understand the dynamic change of newly reclaimed paddy fields in Jilin Province, high-precision land use classifications was required. Based on the remote sensing image of Qianguo County in 2010, different land using classification methods were evaluated and compared, so as to select a better method, land use information was extracted from other three remote sensing images in different years. The temporal and spatial changes and area of the newly reclaimed paddy field were analyzed. Results showed that: the user accuracy or production accuracy was 95% or 84% by using support vector machine method which 5% higher than that using maximum likelihood classification; involving texture information did not significantly improve the extraction accuracy. The areas of the newly reclaimed paddy field from 2009 to 2012 were increased by -67.7 km^2 , 111.7 km^2 and 265.0 km^2 respectively.

Key words: newly reclaimed paddy field; remote sensing images; classification accuracy; texture information; SVM; dynamic monitoring

收稿日期:2014-03-13.

基金项目:国家林业局林业公益性科研专项(201104040-2),教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-10-0230);国家自然科学基金科学基金(41171278)。

作者简介:扈晶晶(1989-),女,硕士研究生。研究方向为农林资源遥感监测。

通信作者:黄华国(1978-),男,副教授。主要研究方向为植被遥感。Email: huaguo_huang@bjfu.edu.cn

吉林省总投资 62 亿元的西部土地开发整理重大项目的实施,为吉林省新增了大面积的水田。如此大面积的水田短时间内开发在吉林省水稻发展史上绝无仅有,一方面它保证了国家粮食安全,带动了吉林省西部地区的社会经济发展,大力推进了社会主义新农村建设^[1]。但另一方面,新开发水田每年用水量很大,人工作业过程中使用的化肥和农药,水稻灌溉水中的氮磷,盐碱地改造水田中淋洗下来的盐和碱又极大地增加了环境压力,如果没有合理地调控和处理方法,势必会影响当地的生态环境,甚至可能污染当地居民的饮用水源^[2,3]。因此,及时准确地掌握土地利用状况,尤其是新开发水田的状况(数量、质量、效益等)和其空间分布等动态信息就显得十分重要^[4]。

早在第二次世界大战以后就出现了利用航空照片进行区域范围内的土地调查研究。而随着多卫星对地观测数据的出现和计算机技术的迅猛发展,国内外许多学者在耕地信息提取方面开展了大量的工作并取得了不少研究成果。王宗明等利用 1980 年 MSS 影像和 2000 年的 TM 影像进行人机交互式判断解译,分析 20 年来吉林省土地利用变化的空间格局及耕地变化的驱动力^[5]。许榕峰等利用人机交互式非监督分类法、最大似然法和谱间关系阈值法对龙海市的 Landsat ETM+ 图像进行水田信息的提取,结果表明后两者的提取精度较高,分别为 85% 和 90%^[6]。张银辉利用最大似然法(maximum likelihood classification, MLC)和屏幕目视解译法设计了自动分类与目视解译结合法,结果显示 SAM(Spectral Angle Mapper Classification)-人工交互修正法工作量最小,精度最高^[7]。单捷等以泰兴市环境卫星为数据源,利用支持向量机(Support Vector Machine, SVM)、CART(Classification and regression tree)决策树法和最大似然法进行分类,提取泰兴市水稻面积,结果表明,支持向量机分类精度最高,总体精度 80.38%,Kappa 系数为 0.74^[8]。

遥感影像不但包括光谱信息,还包含了空间信息。纹理信息作为一种常用的空间信息,经常被用于信息提取中。张飞等基于纹理特征利用 SVM 分类法对塔里木盆地北缘绿洲进行了信息提取,得到了较好的地物遥感信息提取效果^[9]。Li 等利用最大似然法、人工神经网络法、分类树和基于对象分类法对巴西热带地区的 TM 数据进行分类,并将植被指数和纹理信息用于分类过程中,结果表明,植被指数和纹理信息可以将总体分类精度提高 5.6%,面

向对象分类法对于高山林地(upland forest)和藤本植物森林(liana forest)等复杂结构的分类效果更好^[10]。

本研究以吉林省西部前郭尔罗斯蒙古族自治县(以下简称前郭县)为例,利用近 4 年环境卫星数据进行新开发水田的信息提取,分析其分布和动态变化情况,以便更加有效地利用土地资源,发挥出新开发水田的最佳利用效益,为政府决策和各级土地管理部门制定政策、落实各项管理措施提供科学依据。

1 研究区概况

吉林省前郭县地理位置为东经 123°35′~125°18′,北纬 44°17′~45°28′(图 1),位于吉林省西北部,松嫩平原南部,是吉林省土地开发整理项目重点实施地区之一。前郭县属于温带大陆性季风气候,季节变化明显,四季分明,昼夜温差大。年均温 5.1℃,最高温 7 月,为 35℃,最低温 1 月,为-35℃。年均日照时间为 2 879 h。年降水量 400~500 mm,降水多集中在 7~9 月份,占年降水量的 70%左右。主导风向为西南偏南风,年均风速 3.3 m/s,最大风速 20~25 m/s。前郭县土壤大致可分为黑钙土、草甸土、风沙土、盐碱土、沼泽土、泥炭土等 11 个土类,在耕地面积内,主要分布有黑钙土和草甸土,土质肥沃,有利于农作物生长,约占总土地面积的 35.5%。

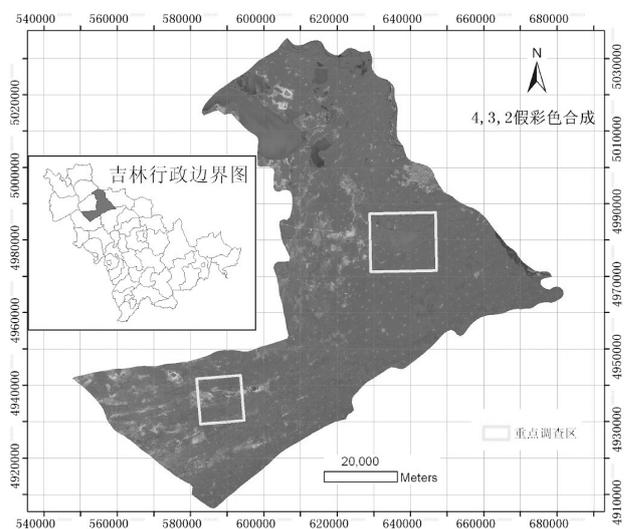


图 1 研究区概况

Fig. 1 General Situation of study area

由于气候及环境条件的影响,前郭县冬季和初春地表大面积裸露,增加了风沙天气的出现几率,未

利用土地盐碱化、沙化和草原退化的现象越来越明显。因此,在未利用土地上开发水田,经冲洗改良,可以逐渐改善土壤的理化性状。但是人工作业中带来的一系列问题也应慎重处理,以免造成新的环境问题。

2 材料与方法

2.1 数据资料

2.1.1 外业调查数据

为了了解土地利用现状及其特征,构建图像解译标志,选择外业采样地点为前郭县查干花镇和红光镇,基本覆盖旱地、水田、水体、森林、建筑、未利用土地和草地这7种土地利用类型。查干花镇调查区为龙兴公司属下的一片新开发水田,面积约为100 hm²。红光镇调查区为当地绿色水稻农业标准化示范区,且此地水田的防护林网已基本形成。调查时利用随机采样的方法布设77个样点(图1),调查各个样点的经纬度、高程和土地利用类型。据此建立遥感图像解译标志。

2.1.2 遥感影像

本研究遥感数据有:TM数据1景和环境卫星数据4景,Geoeye数据1景和前郭县土地利用分类图^[11](表1)。

表1 遥感数据概况

Tab. 1 General Situation of Remote Sensing Image

数据类型	分辨率	影像日期	数据来源
HJ-1A CCD1	30 m	2009-08-30	中国资源卫星应用中心 http://www.cresda.com/n16/index.html
HJ-1A CCD2		2010-08-11	
HJ-1B CCD1		2011-08-17	
HJ-1A CCD2		2012-08-24	
Landsat TM		2009-07-08	国际科学数据服务平台 http://www.gscloud.cn/
土地利用分类图		2010-09-13	Finer Resolution Observation and Monitoring http://data.ess.tsinghua.edu.cn
Geoeye	0.5 m	2010-05-23	北京东方道尔信息技术有限公司 http://www.east-dawn.com.cn

环境与灾害监测预报小卫星星座A、B星(HJ-1A/1B星)于2008年9月6日上午11点25分成功

发射,HJ-1-A星搭载了CCD相机和超光谱成像仪(HSI),HJ-1-B星搭载了CCD相机和红外相机(IRS)。HJ-1-A卫星和HJ-1-B卫星的轨道完全相同,相位相差180°。2台CCD相机组网后重访周期仅为2d,地面像元分辨率为30m,4个谱段的推扫成像。由于HJ-1卫星重访周期短,容易获得研究区不同年份同一时相较高质量的影像。夏季植被和其他地物类型光谱差异显著,而水田除了具有植被的光谱信息外,还有水体的光谱特征。故与其他植被类型在光谱特征上具有一定的区分度,因此选用四景夏季环境卫星数据来进行新开发水田信息的提取。

2.1.3 遥感数据预处理

在ENVI下对影像进行辐射定标和表观反射率计算,具体公式如下:

影像DN值转换为表观辐亮度 L_{app} :

$$L_{app} = Gain \times DN + Bias, \quad (1)$$

式中:Gain为增益,Bias为偏移量,均可从影像头文件中获得。

表观反射率 ρ_{app} 计算:

$$\rho_{app} = \pi L_{app} \cdot d^2 \cos \theta_s \cdot E_s \quad (2)$$

式中: L_{app} 为表观辐亮度;d是采集影像时的日地距离(天文单位); E_s 是大气外太阳光谱辐照度; θ_s 是太阳天顶角。

由于8月份前郭县大气能见度高,且选取的遥感影像受到云影干扰很小,因此利用简单暗像元法对图像进行大气校正^[12]。最后利用TM影像作为基准图像,对4景HJ-1A/B数据进行几何配准,选择的控制点为25~30个,均匀分布于图像。重采样采用最邻近法,整体精度控制在0.5个像元以内。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用类型提取

参考已有的土地分类系统^[13]并结合研究目的,将研究区分为旱地、水田、水域、林地、建筑、未利用地和草地7种类型。本研究以2010年的环境卫星数据为例,分别采用MLC和SVM进行土地利用分类,并比较分类精度,选择精度较高的作为最终分类方法。

除了原始的光谱信息以外,植被指数也经常被用于分类中来提高分类精度^[14]。考虑到纹理信息可以使分析准确性和精度提高^[10],将有无纹理信息参与的分类进行精度比较。纹理信息用不同窗口大小(3×3,5×5)的方差表示,进一步将归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)也

用于分类中。

2.2.2 分类精度验证

分类结果验证采用 3 种方法:

1) 检验样本:利用随机布点的方法选择检验样本,根据实测数据和 2010 年 Geoeye 高分辨率数据确定检验样本的土地利用类型,建立混淆矩阵对上述监督分类结果进行验证分析。

2) 利用土地利用类型分类图:以土地利用分类图作为地面真实图像进行验证分析。

3) 面积量算:统计出 2010 年遥感图像分类结果中的耕地(旱地、水田)总面积,和前郭县耕地总面积进行对比以检验分类精度。

2.2.3 新开发水田动态变化分析

1) 土地利用类型转移矩阵

利用上述得出的最优分类方法对 2009、2011、2012 年的环境卫星图像进行分类,根据 2009~2012 年 HJ-1A/B 的土地利用分类图像,统计前郭县 3 年土地利用类型变化情况。计算各个土地利用类型之间的面积变化,重点分析未利用地及水田的面积增减,从而统计出新开发水田的区域面积、分布等情况。根据各个地类之间的变化计算土地利用类型转移概率,计算公式如下^[15],

$$P_{ij} = a_{ij} / a_i \quad (3)$$

式中, i, j 表示不同的土地利用类型, a_{ij} 代表由土地利用类型 i 转向 j 的面积, a_i 代表处于土地利用类型 i 的总面积。

2) 水田面积变化

根据 4 景土地利用分类图像,统计 4 年间前郭县的水田面积,分析水田面积变化情况。

3) 空间分布

为了防止无水泡田、无水插秧等严重水荒的产生,良好的水利条件是水田开发过程中的重要考虑条件之一,因此,新开发水田与水域关系的空间分布就极为重要。了解水田开发与水域的分布,科学安排、统一调配水源才能更好地发展水田。为此,根据 4 期土地利用分类图像,提取水域与新开发水田(未利用地转为水田)信息,生成新开发水田与水域位置分布图。

3 结果分析

3.1 不同分类方法精度比较

3.1.1 检验样点验证分类精度

为了验证土地利用分类结果,遵循随机分布的原则,共布设 246 个检验样点。根据实际调查样点

数据和 Geoeye 高分辨率影像数据得出检验样本的实际土地利用类型,从而与分类结果建立混淆矩阵,统计不同分类方法的总体精度和 kappa 系数,比较不同分类方法精度(表 2)。

表 2 不同分类方法精度比较

Tab. 2 Accuracy comparisons of different classification methods

波段组合	支持向量机		最大似然法	
	总体精度/%	Kappa 系数	总体精度/%	Kappa 系数
S	60.16	0.50	57.31	0.48
SV3	60.16	0.51	58.50	0.49
SV5	60.57	0.51	56.50	0.47
NDVISV3	62.20	0.53	56.10	0.47
NDVISV5	62.20	0.53	55.69	0.47

注:S 代表环境卫星 4 个光谱波段,V3/V5 代表以 3×3/5×5 窗口的方差表示的纹理波段,NDVI 代表归一化植被指数。

由表 2 可以看出,SVM 的总体分类精度和 kappa 系数均比 MLC 要高,增加纹理信息对分类精度并无显著影响,加入植被指数可以使分类精度提高 2%。结果表明,采用 SVM 波段组合为 NDVI SV5 时,图像分类总体精度最高为 62.25%,Kappa 系数为 0.53。

水域的分类精度最高,其产品精度和用户精度分别为 100% 和 93.75%。旱地和水田的分类精度次之,分别为 61.76%、79.25% 和 69.01%、60.49%。但若不区分旱地和水田,耕地的分类产品精度可达 95%,用户精度可达 84%。森林的分类精度最低,其产品精度和用户精度分别为 10% 和 20%。造成森林分类精度低的原因主要是由于前郭县森林多为农田防护林和行道树,其宽度较窄,在 30 m 分辨率的影像中不能够显示出来,从而误分,进而影响耕地总面积的估算。

造成总体分类精度不高的原因是:

1) 土地利用类型中的植被之间、城镇和未利用土地之间光谱信息较为相似,可能会存在误分的现象。

2) 分类结果中线性目标(河流、农田防护林等)由于宽度较窄,不容易识别造成错分。但是由于研究目标是新开发水田,其分类精度较高,因此总体分类精度较低,对本研究的结果影像不大,分类结果可以满足需要。

3.1.2 土地利用分类图验证分类精度

以前郭县土地利用分类图作为相对真值验证分

类结果,总精度为 65.37%,耕地分类精度达 81.34%。根据土地利用分类图,前郭县土地利用类型有耕地、水域、林地、草地、未利用地(bareland)、不透水层(impervious)6种。土地利用分类图中水域分类效果最好,其余大多为耕地,未利用地、草地和林地都很少,这与 2010 年分类结果相差较大,造成混分。

3.1.3 耕地面积统计

本文分类图中耕地总像元个数为 3 918 097,计算其面积约为 3 526.29 km²,而根据统计年鉴^[16]中

提供的 2010 年前郭耕地总面积为 2 795.62 km²,分类面积比实际面积大 730.67 km²,约占实际面积的 26.14%。分类面积偏大的原因是在分类过程中,田间的道路和防护林被分成耕地。根据 Geoeye 高分辨率影像选择有防护林和道路的耕地,统计耕地面积和防护林面积,得出防护林面积比例约为 23.54%,扣除防护林后的耕地面积为 2 696.24 km²,比统计年鉴提供的数据小 3.56%。

3.2 土地利用类型分布规律

前郭县 2010 年土地利用分类如图 2 所示。

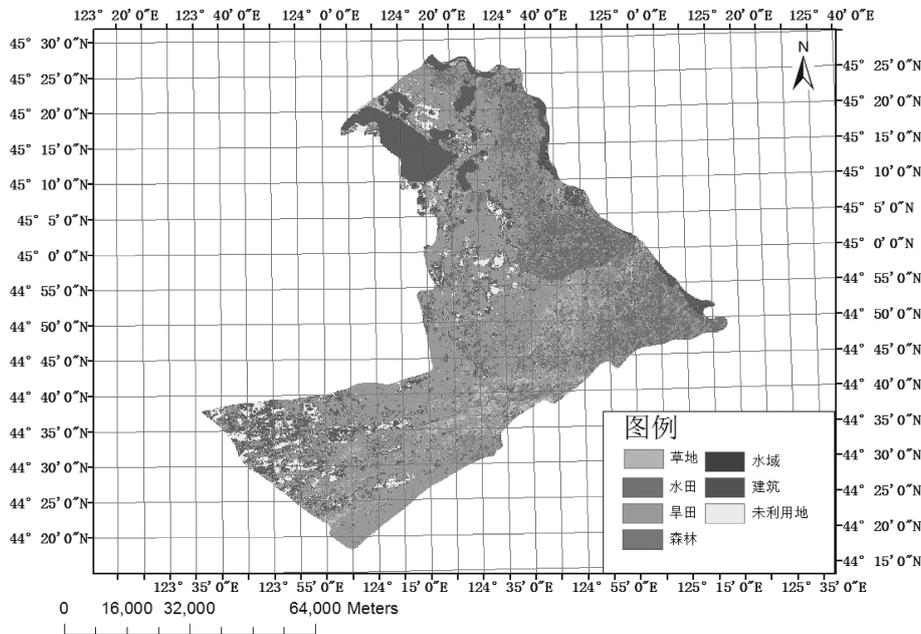


图 2 2010 年前郭县土地利用分类

Fig. 2 Land use map of Qianguo in 2010

从图 2 中可以看出,非植被类型(未利用地黄色,建筑暗红色)主要分布在前郭县西部地区,耕地(旱地绿色,水田深蓝色)主要分布在东部及北部地区。造成这种现象主要有 2 方面的原因:

3.2.1 水利条件的影响

松花江和嫩江从前郭县东部及北部边境流过,而在松花江和嫩江汇流处的西岸正是处于前郭县界内的全国第七大淡水湖——查干湖。得天独厚的水利条件使前郭县东北部水田开发面积达到了 4.0 万 hm²,成为了东北四大灌区之一。

3.2.2 土壤条件的影响

前郭县东北部地区主要为黑钙土和草甸土,土质较为肥沃,有利于农作物的生长,所以形成了稳定

的农田耕作模式。而前郭县西南部地区土壤多为盐碱土和沼泽土,该地区多为草原、森林和旱作农业区,更有利于当地畜牧业发展。畜牧业的发展和自然环境条件的影响造成西南部冬季和初春地表的大面积裸露,增加风沙天气出现几率,从而加剧西南部土地盐碱化的程度,增加了裸露地表面积。

3.3 土地利用类型变化

根据 2009~2012 年的各地类之间的转移面积,计算转移概率(表 3)。

由表 3 可以看出,森林、建筑和未利用地转换为耕地(水田、旱地)的概率较大,其中森林变化为耕地概率最大,分别占水田、旱地总面积的 5.29%、47.91%。耕地间的变化也较大,分别为旱地转水田

表 3 2009~2012 年土地利用类型转移矩阵

Tab. 3 Land Use Transfer Matrix from 2009 to 2012 %

土地利用类型	水田	旱地	森林	水域	建筑	未利用地	草地
水田	64.96	34.14	0.18	0.11	0.13	0.19	0.29
旱地	15.19	73.51	2.70	0.33	2.83	2.92	2.53
森林	5.29	47.91	26.95	1.35	2.61	14.20	1.69
水域	0.71	0.28	0.51	92.18	3.08	3.12	0.13
建筑	7.78	26.51	0.80	1.46	33.66	23.96	5.84
未利用地	1.01	10.41	3.24	0.37	19.41	64.17	1.41
草地	1.55	2.53	0.13	94.89	0.24	0.24	0.42

15.19%,水田转换为旱地 34.14%。水域转换为耕地的概率最小,分别为 0.71%、0.28%。而耕地转换为其他土地利用类型所占概率较小,均在 3%以下。说明 2009~2012 年间耕地保护较好,加上政府大力倡导水田开发,使得耕地受到良好的保护。2009~2012 年前郭县水田面积先减少再增加。4 个年份中,2012 年面积增加最多为 265.01 km²,2011 年次之,增加面积为 111.7 km²,2010 年水田面积减少为 67.7 km²。2009~2012 年共增加约 309 km²。2010 年水田面积减少主要是由于人口增加使得建筑用地增加的缘故。

3.4 新开发水田的影响因素

通过对 4 年图像的逐年土地利用变化分析,前郭县新开发水田集中在西部及南部地区,这是因为:

1) 前郭县西部及南部虽地处半干旱区,但是相对于干旱区自然条件优越,虽然近 10 年来荒漠化程度在不断增大,生态环境脆弱,但同时也具有可逆性和可恢复性^[17]。前郭县东北部由于土质肥沃,北面 and 东面又有湖泊和河流的存在,长期以来已经形成了稳定的耕作系统,没有多余的土地和空间来进行水田的开发。而西部及南部未利用土地的存在,则为新开发水田提供了空间上的便利。

2) 新开发水田多靠近水源(图 3),保证了新开发水田的用水问题,减少了新开发水田的用水成本,为新开发水田提供了便利的条件。

3) 人类活动的影响:人类活动对前郭县水田的新开发过程起着至关重要的作用。为了响应吉林省西部土地整理的政策,前郭县政府大力倡导水田的开发,为新开发水田提供了固定的资金支持。耐盐碱水稻的研发为西部及南部地区开发水田提供了根本保证。开发水田可以带动经济发展,提高居

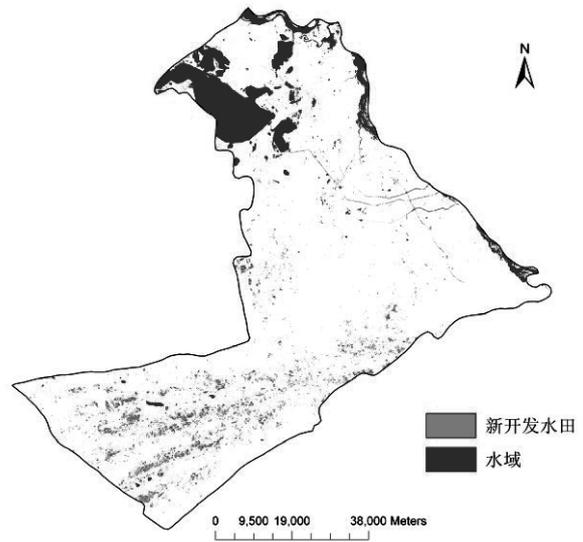


图 3 水域与新开发水田位置

Fig. 3 Location of water and newly reclaimed paddy

民的经济收入,保证了水田开发的良好进行。

4 结论与讨论

4.1 结论

本研究通过比较不同分类方法、分析 4 个年份土地利用分类图,得出的主要结论如下:

4.1.1 SVM 分类结果较好

通过比较 SVM 和 MLC 的分类结果发现,利用前者进行监督分类对耕地提取效果较好,产品和用户精度可达 95% 和 84%。增加纹理信息对分类精度没有显著影响,NDVI 对信息提取有一定的改善作用(2%)。

4.1.2 4 年间新开发水田面积先减少后增加

本研究通过不同时期的遥感数据、野外调查及前郭县的实测资料和统计数据,通过对比分析得出:2009~2012 年吉林省新开垦农田总面积为 309 km²,约占 2010 年总耕地面积的 11%,2009~2010 年水田面积减少是由于前郭县人口增加,建筑面积增加的缘故。但 3 年间水田面积总体还是呈现增长趋势,这与吉林西部土地整理开发项目的实施密切相关。

4.2 讨论

1) 根据分类结果发现,虽然耕地分类产品和用户精度分别为 95% 和 84%,可以满足研究的需求,但是还存在着一些不足。分类过程中发现耕地总的分类精度较高,但是区分农田和水田则会影响总体

分类精度。农田和水田会存在一定程度的混分。此外城镇和未利用地由于光谱特征较为相似,也会对总体分类结果造成影响。

2)新开发水田和水域的分布关系密切。大面积开发水田,会对当地水资源循环产生很大影响,因此必须处理好水田开发工作中的水资源与环境的问题,促进水资源的良性循环,防止人工作业过程中对环境产生负担。水田开发过程中要合理布设沟渠网,灌溉系统和排水系统要同时设计施工,保证水田的用水及排水。水田使用农药尽可能选择对环境危害程度低的农药,同时要合理施药,杜绝过量,减少对水资源的污染。

3)本研究方法只针对前郭县,但对于吉林省西部地区新开发水田的动态监测研究具有一定的参考价值。吉林省东部地区农田防护林网是东北防护林的重要组成部分之一,关于农田防护林网的分布、健康状况等还需要进一步地研究。

参考文献:

- [1] 孙强,李鹏志,江振东. 吉林省西部盐碱地水稻开发几个关键问题的探讨[J]. 吉林农业科学,2010(2):53-55.
- [2] 杨福,梁正伟. 关于吉林省西部盐碱地水稻发展的战略思考[J]. 北方水稻,2007(6):7-12.
- [3] 王媛,张刚,张蕾,等. 吉林省西部新增盐碱水田排水污染物负荷特征研究[J]. 吉林农业科学,2013(2):87-91.
- [4] 董小环. 基于MODIS数据的区域耕地动态监测方法的研究[D]. 中国人民解放军信息工程大学,2005.
- [5] 王宗明,张柏,张树清. 吉林省近20年土地利用变化及驱动力分析[J]. 干旱区资源与环境,2004(6):61-65.
- [6] 许榕峰,徐涵秋. 基于遥感的龙海市水田专题信息提取方法研究[J]. 国土资源遥感,2003(4):46-49.
- [7] 张银辉. 农用土地卫星遥感耕地信息提取及其动态监测技术研究[D]. 山东农业大学,2002.
- [8] 单捷,岳彩荣,江南,等. 基于环境卫星影像的水稻种植面积提取方法研究[J]. 江苏农业学报,2012(4):728-732.
- [9] 张飞,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽,等. 基于不同窗口纹理特征的SVM土壤盐渍化信息提取方法与精度分析研究[J]. 干旱区地理,2009(1):57-66.
- [10] Guiying Li. Land-cover classification in a moist tropical region of Brazil with Landsat Thematic Mapper imagery [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2011, iF-irst(2011):1-24.
- [11] Gong P, Wang J, Yu L, et al. Finer resolution observation and monitoring of global land cover: First mapping results with Landsat TM and ETM+ data [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2013, 34(7):2607-2654.
- [12] 王爱春,傅俏燕,闵祥军,等. HJ-1A/B卫星CCD影像大气订正[J]. 信息科学,2011(S1):76-88.
- [13] 刘纪远. 国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究[J]. 遥感学报,1997(3):225-230.
- [14] Bannari A, Morin D, Bonn F, et al. A review of vegetation indices [J]. *Remote Sensing Reviews*, 1995, 13(1-2):95-120.
- [15] 曾辉,高凌云,夏洁. 基于修正的转移概率方法进行城市景观动态研究——以南昌市区为例[J]. 生态学报,2003(11):2201-2209.
- [16] 孟红英. 吉林统计年鉴 [Eb/OL]. <http://share.tjnj.net/searchview-070702-GDMJ-1-2010y.html>. 2012.
- [17] 李晓燕,张树文. 吉林省大安市近50年土地盐碱化时空动态及成因分析[J]. 资源科学,2005(3):92-97.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.005

滇东南天然毛花酸竹林分结构初步研究

徐 田¹, 杨宇明¹, 孙茂盛², 杨汉奇³

(1. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650204;

2. 西南林业大学, 云南 昆明 650224; 3. 中国林科院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224)

摘要:对屏边县 3 个样地天然毛花酸竹林 1 455 株竹秆进行每秆调查, 分别调查秆龄、胸径等因子以研究其林分结构, 结果表明: 屏边天然毛花酸竹 3 月 19 日前后开始发笋, 6 月 14 日前后结束, 其中 4 月 26 日至 5 月 24 日发笋较为集中; 竹秆数随胸径变化呈正态分布; 发笋存在大小年之分, 初步判断奇数年是小年, 偶数年是大年; 相对直径为 0.27~1.91, 比一般树木林分的直径变动幅度更大; 立竹整齐度为 2.564, 立竹均匀度为 2.108, 说明为不整齐竹林、不均匀竹林; 林分密度与胸径存在负相关关系。

关键词:毛花酸竹; 林分结构; 发笋; 直径结构; 相对直径

中图分类号: S795; S758.55 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0024-04

Preliminary Study on Stand Structure of Natural *Acidosasa hirtiflora* in Southeastern Yunnan

XU Tian¹, YANG Yu-ming¹, SUN Mao-sheng², YANG Han-qi³

(1. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China; 2. Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 3. Research Institute of Resources Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China)

Abstract: A study on stand structure of *Acidosasa hirtiflora* was conducted in Pingbian, 1455 bamboo plants were measured at culm age, DBH and so on. The results were as follows: natural *Acidosasa hirtiflora* starts shooting around 19th March to 14th June, and shooting time concentrated from 26th April to 24th May. The change of DBH was presented in Gaussian distribution; It had a distinction between high-output year and low-output year, preliminary judge indicated that odd-numbered was low-output year and even-numbered year was high-output year. The relative diameter was from 0.27 to 1.91, which greater than the diameter of the tree stands volatility. The regularity and uniformity of stands are 2.564 and 2.108, which means irregular and uneven stands. There exists a negative correlation between the diameter at breast height and stand density.

Key words: *Acidosasa hirtiflora*; stand structure; shoots; diameter structure; relative diameter

毛花酸竹(*Acidosasa hirtiflora*)属禾本科竹亚科酸竹属, 又名马关大节竹(植物分类学报)、大庸酸

竹(植物研究)、紫花酸竹(武汉植物学研究)。产于云南东南部和广西西北部, 湖南和江西也有分布, 云

收稿日期: 2014-02-08.

基金项目: 云南省应用基础研究项目(2010CD141); 国家自然科学基金(31070593, 31270662)

作者简介: 徐 田(1981-), 女, 新疆玛纳斯人, 助理研究员。主要研究方向: 森林培育。Email: nasitian@163.com

通信作者: 杨汉奇(1974-), 男, 博士, 研究员。主要研究方向: 植物资源保护和利用。Email: yanghanqikm@hotmail.com

南河口、屏边、蒙自、金平有分布。生长于海拔 800~1 600 m 的中低山缓坡地带,阔叶林或组成纯林。毛花酸竹是优良的笋材两用竹,其竹材匀称、通直,强度较高,韧性好,是理想的建筑、围篱材料,也是上等的编织用竹;笋味鲜美,可供鲜食,也可制成笋干或酸笋^[1-4]。毛花酸竹在云南东南部河口、屏边、蒙自、金平应用广泛,受老百姓喜爱,但基本处于只利用、不管理状态,该地区毛花酸竹林大多为天然竹林,因长期无人管理,秆龄结构老化,产量低,秆材质量差,表现出衰退趋势,急需对其进行经营管理。现对毛花酸竹林分结构分布规律进行研究,为未来进一步编制林业经营用表、建立生长收获预估体系和制定合理经营技术方案提供理论依据^[5]。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点设在屏边苗族自治县大凹腰。屏边地处云南省东南边疆,其土壤以黄壤为主,土层深,有机物积累丰富,气候属低纬度亚热带湿润山地季风气候,非常适合竹类植物的生长,境内竹子资源较为丰富,有毛花酸竹、中华大节竹、龙竹、麻竹、黎藤竹、

思劳竹等多种竹种。主要试验地大凹腰位于屏边县城东南方向,地理坐标为北纬 23°0′35.1″,东经 103°42′49.4″,海拔 1 113 m,周边主要植被群落是人工秃杉林。由于在试验中大凹腰试验地数据不足以说明秆数和年龄的关系,又选择料场和白邑寨 2 块试验地进行补充调查。

1.2 调查方法

2007 年,在屏边大凹腰试验地、料场试验地、白邑寨试验地,对 1 455 株竹秆进行每木调查,调查秆径、年龄、胸径、秆高、壁厚、生长状况等。3 处试验地共设置样地 31 块,每块面积为 100 m²。2008~2009 连续 2 年跟踪调查发笋、成竹情况。

1.3 数据分析

数据统计与计算采用 Excel 2003 软件;K-S 正态分布检验和相关性分析采用 SPSS 11.0 软件。

2 结果与分析

2.1 毛花酸竹发笋、退笋的一般规律

对试验毛花酸竹林发笋、退笋情况进行观测统计(表 1)。

表 1 毛花酸竹发笋及退笋情况

Tab. 1 Status of producing and reducing shoot of *Acidosasa hirtiflora*

项目	3. 19	3. 26	4. 50	4. 12	4. 19	4. 26	5. 30	5. 10	5. 17	5. 24	5. 31	6. 70	6. 14	合计
发笋数	7. 65	15. 30	46. 05	76. 80	153. 75	230. 55	220. 65	194. 40	169. 05	130. 65	53. 85	30. 75	0	1329. 45
退笋数	0	0	0	7. 65	7. 65	23. 10	38. 40	53. 85	76. 80	61. 50	30. 75	15. 30	7. 65	322. 65

从表 1 可以看出,毛花酸竹从 3 月 19 日前后开始发笋,到 6 月 7 日至 6 月 14 日笋期结束,在整个发笋期,主要可以分为 3 个阶段:①4 月 26 日以前的发笋初期,发笋数为 299. 55 头/hm²,占发笋总数的 22. 53%;②4 月 26 日到 5 月 24 日的发笋盛期,发笋数为 945. 3 头/hm²,占发笋总数的 71. 10%;③5 月 24 日以后的发笋末期,发笋数为 84. 6 头/hm²,占发笋总数的 6. 36%。由这 3 个阶段的发笋数和发笋比例可以看出,毛花酸竹发笋主要集中在 4 月 26 日到 5 月 24 日的发笋盛期,这期间发笋数达到整个笋期发笋数的近 2/3。毛花酸竹的退笋初始期较发笋初始期晚出现 3 周左右,整个退笋期也可分为 3 个阶段:5 月 10 日以前是退笋初期,退笋数是 76. 8 头/hm²,占退笋总数的 23. 81%;5 月 10 日至 6 月 7 日是退笋盛期,退笋数为 222. 9 头/hm²,占

69. 04%;6 月 7 日以后是退笋末期,退笋数是 23. 1 头/hm²,占 7. 14%。从以上发笋、退笋数据比较,2008 年毛花酸竹退笋初期比发笋初期晚 3 周左右,退笋盛期比发笋盛期晚 2 周左右,退笋末期也比发笋末期晚 2 周左右,整个退笋期持续时间较发笋期持续时间短。

2.2 林分直径结构

林分直径分布指林分内各种大小直径林木按径阶的分布状态,林分直径分布是最重要、最基本的林分结构^[6,7]。大凹腰试验地毛花酸竹随着径阶的变化,秆数也呈一定趋势变化(表 2)。

由表 2 可以看出,处于中等水平的秆数较多,处于较低或较高水平的秆数较少,对以上数据进行 K-S 正态分布检验, $X(0.05) = 0.998 > 0.05$,检查结果,毛花酸竹的竹秆数随胸径变化符合正态分布。

表 2 毛花酸竹秆数—胸径统计

Tab. 2 Statistic of culm number and diameter relation of

Acidosasa hirtiflora

径阶/cm	1	2	3	4	5	6	7
秆数/秆	22	72	245	207	146	107	68

2.3 秆数按年龄分布

由于屏边地区毛花酸竹长期处于无人管理状态,林分结构老龄化,对大凹腰试验地进行调查发现,毛花酸竹存在隔年发笋相似情况,大凹腰 1 a 生所占比例为 11.44%,3 a 生所占比例为 17.50%,2 a 生竹秆达到 32.09%,与 1 a 生、3 a 生所占比例相差较大,因为 4 a 及以上生竹不能判断具体年龄,因此又选取另 2 块林分做调查。料场毛花酸竹林分中 1 a 生所占比例为 13.79%,3 a 生所占比例为 10.69%,都低于 2 a 生竹所占的比例 16.55%,4 a 及以上生竹占 50%以上。白邑寨毛花酸竹林分中,2 a 生竹秆所占比例明显高于 1 a 生竹和 3 a 生竹,其所占比例分别比后二者所占比例高出了 188.22%和 68.90%(表 3)。

表 3 3 块试验地毛花酸竹秆龄结构

Tab. 3 Age structure of *Acidosasa hirtiflora* in three study plot

试验地	1 a 生		2 a 生		3 a 生		4 a 生	
	秆数/秆	比例/%	秆数/秆	比例/%	秆数/秆	比例/%	秆数/秆	比例/%
大凹腰	98	11.44	275	32.09	150	17.50	334	38.97
料场	40	13.90	48	16.55	31	10.69	171	58.97
白邑寨	17	5.52	49	15.91	29	9.42	213	19.16
合计	155	10.65	372	25.57	210	14.43	718	49.35

综合大凹腰试验地毛花酸竹林分、料场毛花酸竹林分、白邑寨毛花酸竹林分,可以看出毛花酸竹发笋存在隔年相似的规律,如当年发笋较多,第三年也会出现类似发笋较多的情形,即竹类的大小年。因此,初步判断屏边县毛花酸竹林分奇数年份是小年,偶数年份是大年。

2.4 相对直径及株数累计百分数

用相对直径法研究林分直径结构,在林学中有重要的生物学意义。林分中,林木胸径的大小在一定程度上可以反映出该林木在林分中相对竞争力的大小,因此,相对直径可以表示出该林木在林分中相对竞争力的大小。相对直径(R_i)用林分中各个

个体胸径(d_i)与林分平均胸径(\bar{D})的比值来表示。林分平均直径 \bar{D} 的相对直径 $R=1.0$,一般情况下林分内最粗林木的相对直径 $R_{\max}=1.7\sim 1.8$,最细林木的相对直径 $R_{\min}=0.4\sim 0.5$ ^[6]。对屏边大凹腰毛花酸竹试验地竹秆相对直径和秆数累计百分数进行统计分析,其结果如表 4 所示。

表 4 毛花酸竹大凹腰林分相对直径与株数累积($\bar{D}=3.667$)

Tab. 4 Relative diameter and culm number accumulation of

Acidosasa hirtiflora stand

径阶/cm	径阶相对值(R)	秆数/秆	百分比/%	秆数累计百分数/%
1	0.273	22	2.538	2.538
2	0.545	72	8.305	10.842
3	0.818	245	28.258	39.100
4	1.091	207	28.875	62.976
5	1.363	146	16.839	79.816
6	1.636	107	12.341	92.157
7	1.909	68	7.843	100.0
总计		867	1	

从表 4 可以看出, $R_{\max}=1.91$,即毛花酸竹的最大相对直径是 1.91,比一般树木林分偏大; $R_{\min}=0.27$,即最小相对直径是 0.27,比一般树木林分偏小;整个毛花酸竹的相对直径在 0.27~1.91,比一般树木林分的直径变动幅度更大。根据相对直径算出秆数累积百分数,林分平均直径 \bar{D} 所对应的秆数累积百分数在 55%~64%,属于正常范围,该林分的平均直径所对应的秆数累积百分数为 57%,在正常范围之内^[6]。

2.5 立竹整齐度和均匀度

立竹整齐度 U 是反映林分立竹间个体大小差异程度的指标,用竹林立竹平均胸径 \bar{D} 与平均胸径标准差(SD)的比值表示。整齐度小于 5 为不整齐竹林,在 5~7 之间为一般整齐竹林,大于 7 为整齐竹林。立竹均匀度(E)是竹林中立竹在林地上分布状况的指标,用单位面积上分布的立竹平均数(\bar{n})和立竹数标准差(S_n)的比值表示。均匀度小于 3 为不均匀竹林,在 3~5 之间为一般均匀竹林,大于 5 为均匀竹林^[8]。对大凹腰试验地毛花酸竹林分进行计算, U 值为 2.564,说明此林分为不整齐

林,并且林分内立竹间个体差异较大。立竹均匀度E值为2.108,该林分为不均匀竹林。由林分的U值和E值来看,该林分属于不整齐竹林、不均匀竹林,可能的原因是种内竞争,由于种内激烈的竞争导致林分中个体差异较大,立竹呈聚集分布特点。

2.6 林分密度与胸径的关系

密度对林分平均直径有显著的影响,即密度越大的林分其平均直径越小,直径生长量也小,反之,密度越小则林分平均直径越大,直径生长量也越大^[6]。对大巴腰13个样地进行测量(表5)。

表5 大巴腰毛花酸竹林分密度—胸径关系

Tab. 5 Relation between density and diameter of

Acidosasa hirtiflora stand

样地号	秆数 /秆	立竹度 /(秆·hm ⁻²)	平均胸径 /cm
1	107	10695	3.087
2	58	5790	4.129
3	35	3495	3.699
4	77	7695	3.580
5	57	5700	4.226
6	47	4695	3.824
7	42	4200	4.097
8	41	4095	4.203
9	47	4695	4.776
10	40	3990	4.070
11	102	10200	3.735
12	137	13695	2.819
13	72	7200	3.553

经相关性分析得出,毛花酸竹林分密度与胸径呈负相关关系^[9]。

3 结论

毛花酸竹是一种具有很高开发利用价值的优良

散生竹资源,本研究首次全面调查和测量了云南省东南部天然毛花酸竹林的林分结构数据,研究了其林分结构分布的基本规律性:屏边天然毛花酸竹发笋历时88d左右,大多数发笋集中在4月下旬至5月下旬的30d之内;竹秆数随胸径变化呈正态分布;发笋存在大小年之分,初步判断奇数年是小年,偶数年是大年;相对直径在0.27~1.91,比一般树木林分的直径变动幅度更大;立竹整齐度为2.564,立竹均匀度为2.108,说明为不整齐竹林、不均匀竹林;林分密度与胸径存在负相关关系。对毛花酸竹天然林分结构的研究,可为今后毛花酸竹天然林资源的合理经营提供基础资料和重要依据。

参考文献:

- [1] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志第九册[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [2] 易同培,史军义,马丽莎,等. 中国竹类图志[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [3] 西南林学院竹藤研究所. 云南红河竹类图志[M]. 昆明:云南人民出版社,2004.
- [4] 杨汉奇. 龙竹、中华大节竹天然竹林低产退化林分丰产改造的初步研究[D]. 西南林学院,1999.
- [5] 罗明灿,刘惠民,韩灯,等. 龙竹林分结构的初步研究[J]. 竹子研究汇刊,2001,20(1):15-18.
- [6] 江泽慧,萧江华,许煌灿,等. 世界竹藤[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2002.
- [7] 陈福生. 毛竹丰产林培育探讨[J]. 林业勘察设计,2004(1):68-71.
- [8] 孟宪宇. 测树学第3版[M]. 北京:中国林业出版社,2006.
- [9] 张刚华,萧江华,郭子武. 毛竹竹秆直径与材积的垂直格局[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2007,31(2):51-54.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.006

广东省针阔混交林直径分布规律研究

汪求来

(广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520)

摘要:基于 2012 年广东省森林资源连续清查样地和样木调查数据,分析广东省针阔混交林直径分布特征,应用 Weibull 分布函数分别按全林分、不同起源、不同龄组和不同林分密度对省域尺度的针阔混交林林木直径分布进行了拟合和卡方检验。结果表明,在 SPSS 和 Matlab 软件中拟合出的 15 个模型中有 10 个能够较好地由 Weibull 分布函数模拟,多模型较好地表达了起源、龄组、林分密度等主要林分因子的针阔混交林林木直径分布。但纯天然起源、人工植苗、幼龄林、中龄林、林分密度为 1 000~1 500 株/hm² 和 2 000~3 000 株/hm² 的针阔混交林林木直径分布模型因受人为干扰,Weibull 拟合效果不理想,需进一步尝试其它抗干扰模型。

关键词:针阔混交林;直径分布;Weibull 分布函数;广东省

中图分类号:S725.2;S758.55 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0028-07

Study on the Diameter Distribution of Coniferous and Broadleaved Mixed Forest in Guangdong Province

WANG Qiu-lai

(Guangdong Institute of Forestry Inventory and Planning, Guangzhou 510520, China)

Abstract: The diameter distribution characteristics of coniferous and broadleaved mixed forest in Guangdong province were analyzed based on the sample plots and trees survey data from the Guangdong continuous forest inventory achievements for 2012. Also Weibull distribution function and two checking methods had been used to fit and check the diameter distribution characteristics of coniferous and broadleaved at provincial scale from respects of the whole forest, different origins, different age groups, and different stand density. The results shows: 10 models of the 15 fitted models in SPSS and Matlab were well simulated by Weibull distribution function, multi models could be used to show the diameter distribution characteristics of coniferous and broadleaved with the principle stand factor of origins, age groups and stand density etc, which would supply a basis for forest management strategy and forestry macro decision-making. But the diameter distribution characteristics of coniferous and broadleaved mixed forest of natural origins, artificial planting, young and middle age groups, 1000~1500 and 2000~3000 trees per hm², weren't well fitted by Weibull distribution function because of human disturbance, further research should be conducted by other anti-jamming models.

Key words: coniferous and broadleaved mixed forest; diameter distribution; Weibull distribution function; Guangdong Province

收稿日期:2014-03-31.

作者简介:汪求来(1982-),男,森林经理学在读博士,工程师。主要从事森林资源监测、森林生态状况监测、林业遥感等方面的研究。

林分直径结构表征林分内各种大小直径林木的分配状态,反映了林分种群结构和生长规律,是最重要、最基本的林分结构^[1,2]。林分直径分布模型是研究林分直径结构的重要手段,历来受到国内外林学家的关注。主要有参数法^[3-5]和非参数法^[6]2种,目前使用较多的是参数法,Weibull分布概率密度函数拟合林分直径分布是较常见的参数法,因其具有高度的适用性和灵活性,被广泛应用于林分直径分布拟合^[7,8]。过去有关直径分布模型的研究多在林分尺度下,仅对单个标准地内林木直径拟合^[9-11],对大范围的林木直径分布模型的研究相对较少^[5,12]。然而,通过国内学者对北京地区侧柏^[13]、东北林区4种主要森林类型^[14]、浙江毛竹林^[15]、广东杉木^[16]和西藏天然林^[17]的直径结构模型的研究成果发现,林分结构模型对大尺度林木直径分布适应性较高。

广东地处热带亚热带过渡地区,森林植被自然演替历史悠久,天然和次生的针阔混交林是除针叶林和阔叶林之外的重要森林类型,其结构复杂、功能完备,在维持物种多样性、保持生态系统稳定、调节森林碳汇等方面起着重要作用^[18,19]。根据2012年最新森林资源连续清查数据,全省针阔混交林面积为67.64万 hm^2 ,占乔木林面积的9.46%。目前,关于针阔混交林的研究主要有群落结构与演替^[20-23]、土壤与凋落物^[24-26]、冠层与林隙^[27,28]、森林更新^[29]、竞争与林分直径结构^[9,30-32]等方面,而有关省域尺度下的针阔混交林直径分布规律的研究鲜有报道。全国森林资源连续清查系统基于系统抽样理论,固定样地本质上是对省域范围内林分的抽样样本,与林分尺度下基于少数标准地的林木直径分布研究本质相同,所不同的是后者采用典型抽样方法。各省森林资源连续清查数据较齐全,使得研究省域乃至全国范围的林木分布规律较容易。本文基于森林资源连续清查成果,应用Weibull分布对广东省针阔混交林直径分布规律进行研究,了解全省针阔混交林现状和变化趋势,为制定合理的经营措施提供参考,为宏观决策提供依据。

1 研究地概况

广东省位于祖国最南部,属东亚季风气候,由北向南横跨中亚热带、南亚热带和热带气候区,物种资源十分丰富,生物种类居全国第三位,是中国南方重要林区之一。年均日照时间自北向南由不足1500h增加到2300h以上,年太阳总辐射量为4200~

5400 MJ/m^2 ,年均温19~24 $^{\circ}\text{C}$,年均降水量1300~2500mm。广东地带性原生森林植被按纬度呈带状分布,自北向南分别为中亚热带典型常绿阔叶林带、南亚热带季风常绿阔叶林、北热带季节性林带。广东绝大部分原生植被已消失,植被主要特征为次生性质,类型主要有热带季雨林、红树林、亚热带季风常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、针阔叶混交林、针叶林。

根据2012年最新全省1/8样地生物多样性调查成果^[33],全省调查的263个样地中,共记录植物154科、493属、899种。主要优势科有杉科(Taxodiaceae)、松科(Pinaceae)、壳斗科(Fagaceae)、桃金娘科(Myrtaceae)、山茶科(Theaceae)、樟科(Lauraceae)、大戟科(Euphorbiaceae)和无患子科(Sapindaceae)。中亚热带和南亚热带针阔混交林群落主要优势树种有杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、湿地松(*Pinus elliottii*)、钝齿木荷(*Schima crenata*)、华润楠(*Machilus chinensis*)、尾叶桉(*Eucalyptus ucalyptus urophylla*)、岭南青冈(*Cyclobalanopsis championii*)、木荷(*Schima superba*)、罗浮栲(*Castanopsis fabri*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、大果安息香(*Styrax macrocarpus*)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla*)、山油柑(*Acronychia pedunculata*)、山乌桕(*Sapium discolor*)、越南山矾(*Symplocos cochinchinensis*)和黄牛木(*Cratoxylum cochinchinense*)等。

2 数据来源与整理

自1978年以来,广东省已经开展了8次全省森林资源连续清查,最新的清查年份为2012年。广东省森林资源连续清查体系采用6 $\text{km}\times 8\text{km}$ 公里网格机械布点,共设置面积为0.6667 hm^2 的方形固定样地3685个,每间隔5年对样地进行一次全面调查。根据广东省第八次森林资源连续清查技术规程,调查每个样地的海拔、坡向、坡度、土壤、植被、地类、起源、优势树种、年龄、平均胸径、平均高、郁闭度、树种结构、林层结构等90项因子,并按胸径5cm以上起测,对样地内的林木每木检尺,调查林木的立木类型、检尺类型、树种、胸径、采伐类型、林层、方位角和水平距等内容。调查主要数据成果为样地调查因子库、样木调查因子库、统计表格、图件和报告等。

本研究采用的数据是2012年广东省第八次森林资源连续清查成果,主要包括样地和样木调查数

据,包含全部样地因子和 124 406 株样木的检尺因子。筛选出地类为乔木林和疏林地、优势树种为针阔混交林的样地,再剔除这 144 个样地中立木类型为四旁树和检尺类型为枯立木、采伐木、枯倒木、多测木、大苗移栽的样木,共筛选出 8 395 株样木,分布于 135 个样地中。样地和样木主要因子情况见表 1。以 5 cm 为起测直径,以 2 cm 径阶距,采用上限排除法对样木胸径整化处理,统计各径阶林木株数,获得林木株数的直径分布序列。同样方法分别按林木起源、龄组和林分密度得到各自林木株数直径分布序列。

表 1 135 个针阔混交林样地、样木主要因子情况

Tab. 1 Key factors of 135 sample plots and trees in mixed broadleaf-conifer forest

样地调查因子	最小值	最大值	平均值	标准差
坡度/°	5.0	50.0	27.76	8.687
海拔/m	25.0	1458.0	351.10	243.755
年龄/a	2.0	40.0	18.05	9.390
平均胸径/cm	6.4	21.9	12.06	2.882
平均树高/m	1.5	18.3	8.39	2.961
林分密度/(株·hm ⁻²)	45.0	3345.0	932.78	649.580
郁闭度	0.2	1.0	0.54	0.213
样木直径/cm	5.0	55.2	10.94	5.090

3 研究方法

据研究表明^[12,13,34,35],三参数 Weibull 分布模型的参数对曲线的偏度和峰度变化有较强的灵活性和适用性,在拟合林分直径分布时,各参数均具有一定的林学意义。因此,本文采用三参数 Weibull 分布函数对全省针阔混交林按全林分、不同起源、不同龄组和不同林分密度的林木直径分布分别进行拟合,采用最大似然估计法在 SPSS 和 Matlab 软件下计算分布参数,并用 χ^2 检验法对拟合结果进行检验。

三参数 Weibull 分布函数的概率密度函数为:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{c}{b} (x-a)^{c-1} \exp\left[-\frac{(x-a)^c}{b}\right] & x \geq a, b > 0, c > 0 \\ 0 & x < a \end{cases}$$

式中, x 为林木实测直径; a 为位置参数,表示林木最小直径; b 为尺度参数,确定函数曲线的尺寸,不改变函数形状; c 为形状参数,确定函数曲线的形状,是最重要的参数。

卡方检验公式为:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{[F(xi) - S(xi)]^2}{F(xi)}$$

式中, $F(xi)$ 表示第 i 径阶的理论株数, $S(xi)$ 表示第 i 径阶的实际株数, m 表示径阶数。

4 结果与分析

4.1 林木直径分布特征

广东省针阔混交林林木直径分布株数详见图 1 所示。

图 1 直观地展示了广东省针阔混交林林木株数径阶分布情况,主要呈反 J 型曲线和单峰曲线。全省针阔混交林林木直径分布范围为 5.0~50.2 cm,有 99.31% 的林木直径分布在 6~30 径阶,10 径阶以下的林木株数百分比为 60.79%,12~18 径阶为 31.73%,8 径阶的林木株数最高,为 1 879 株。不同起源的针阔混交林林分株数分布有明显差异,除人工植苗分布呈单峰型曲线外,其它起源的林木分布均呈反 J 型曲线,纯天然和人工植苗林木直径株数频率分布与全省针阔混交林林木株数频率分布曲线较一致,人工促进天然更新、天然萌生和人工林萌生的林木直径株数分布情况相近,飞播林木株数较少,其株数频率分布波动较大。成熟林林木直径株数分布呈单峰曲线,其它呈反 J 型曲线,中龄林的反 J 型趋势最明显,其林木直径多处 12 径阶以下,成熟林的小径阶林木株数比重最小,为 44.43%,过熟林中小径阶 6 径阶和 8 径阶的林木株数频率与近熟林相当,径阶范围为 6~28,这可能是因为过熟林遭砍伐等人为干扰程度大,导致大径阶比例未明显提高。不同林分密度的林木直径株数分布均呈反 J 型曲线,林木主要集中在林分密度为 500~1 500 株/hm² 的林分中,但林分密度的变化对全省林木直径株数频率分布影响较小,未表现明显不同。

4.2 林木直径分布拟合与检验

应用 Weibull 分布对广东省针阔混交林林木直径分布进行了拟合,除成熟林、过熟林和林分密度为 3 000 株/hm² 以上的针阔混交林无法拟合外,共拟合获得 15 条拟合曲线,包括全林分、6 种不同起源、3 种龄组和 5 种林分密度下的针阔混交林林木直径分布曲线(图 1)。拟合出的 15 条曲线均与观测值较匹配,呈单峰或反 J 型曲线,偏度都大于 0,其概率分布基本呈左偏,林木直径集中在 5.0~12.0 cm。不同起源、不同龄组和不同林分密度的针阔混交林林木直径分布的 Weibull 三参数均有所变化,反映在曲线的变化上。

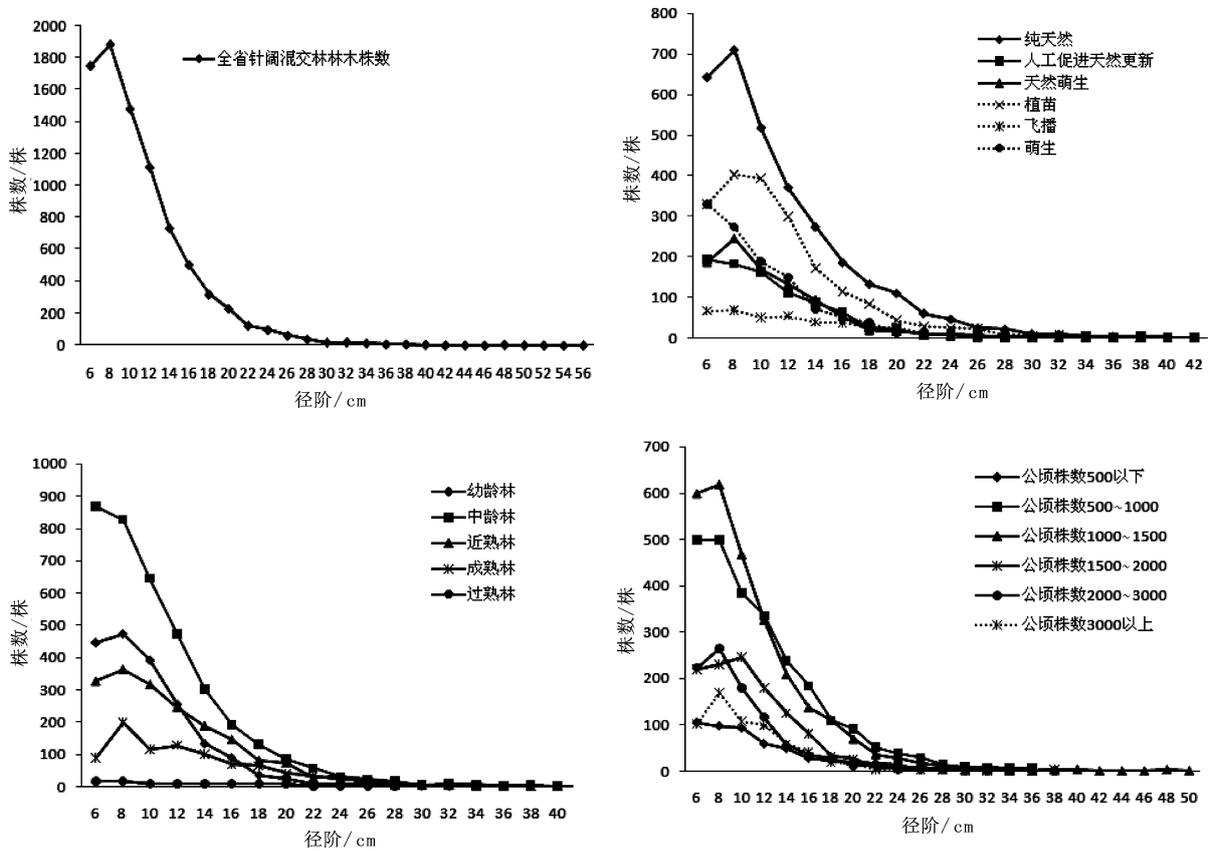


图 1 广东省针阔混交林林木直径分布株数

Fig. 1 Tree diameter distribution in mixed broadleaf-conifer forest of Guangdong Province

表 2 列出了 Weibull 分布函数拟合 15 条针阔混交林林木直径曲线的位置参数 a、尺度参数 b、形状参数 c、拟合相关系数 r、x² 检验值等数值。

15 个拟合模型中, a 的范围为 3.773~5.948, 与起测直径 5.0 cm 接近, 最小的是 1 500~2 000 株/hm² 林分密度下的针阔混交林林木直径分布模型; b 的范围为 5.294~9.584, 取值最小的是人工林萌生针阔混交林, 它的拟合曲线是最陡峭的; c 的范围为 1.027~1.715, 最小的是过熟针阔混交林, 最大的是林分密度为 1 500~2 000 株/hm² 的针阔混交林。曲线的数学拟合效果较好, 相关系数 r 均在 0.99 以上(过熟林相关系数为 0.931 0)。

但卡方检验结果显示, 纯天然起源、人工植苗、幼龄林、中龄林、林分密度为 1 000~1 500 株/hm² 和 2 000~3 000 株/hm² 的针阔混交林林木直径分布拟合的 x² 值大于置信度为 95% 下的 x² 临界值 x²_{0.05}, 拟合效果不理想, 主要表现在大径阶预测株数值与观测值相差较大。分析数据发现导致卡方检验不通过的原因是, 拟合的径阶范围较大, 大径阶林木

较少, 出现相邻径阶突降或跨径阶零星分布 1~2 株的现象, 使突变径阶处和大径阶的拟合效果差, 在完整径阶范围内对卡方检验较敏感。但由于小径阶部分与 Weibull 分布吻合度高, 而大径阶极少量的株数对整个曲线数学拟合影响甚微, 因此相关系数较大。以人工植苗为例, 28 径阶林木株数为 21 株, 26 径阶则大幅减少为 7 株, 远大于前段径阶的递减幅度, 使 x² 值陡升。大径阶的跳跃式波动主要是由于过多的人为干扰所造成的, 如选择性采伐大径阶林木。在研究林分尺度林木直径分布时, 可通过选择干扰少的标准地研究, 但研究大尺度林木直径分布规律却难以完全排除扰动的影响。笔者认为解决此问题的方法有 2 种: ①忽略零星大径阶林木, 降低其对模型适应性的影响; ②有一定数量的大径阶林木时, 则应用其它概率分布模型进行拟合, 如纯天然林则更适用负指数分布, 对数正态分布、β 分布、γ 分布等均可应用于林木直径分布拟合, 并可增加年龄、林分密度等因子构建二维以上的多元分布模型以提高其适应性。

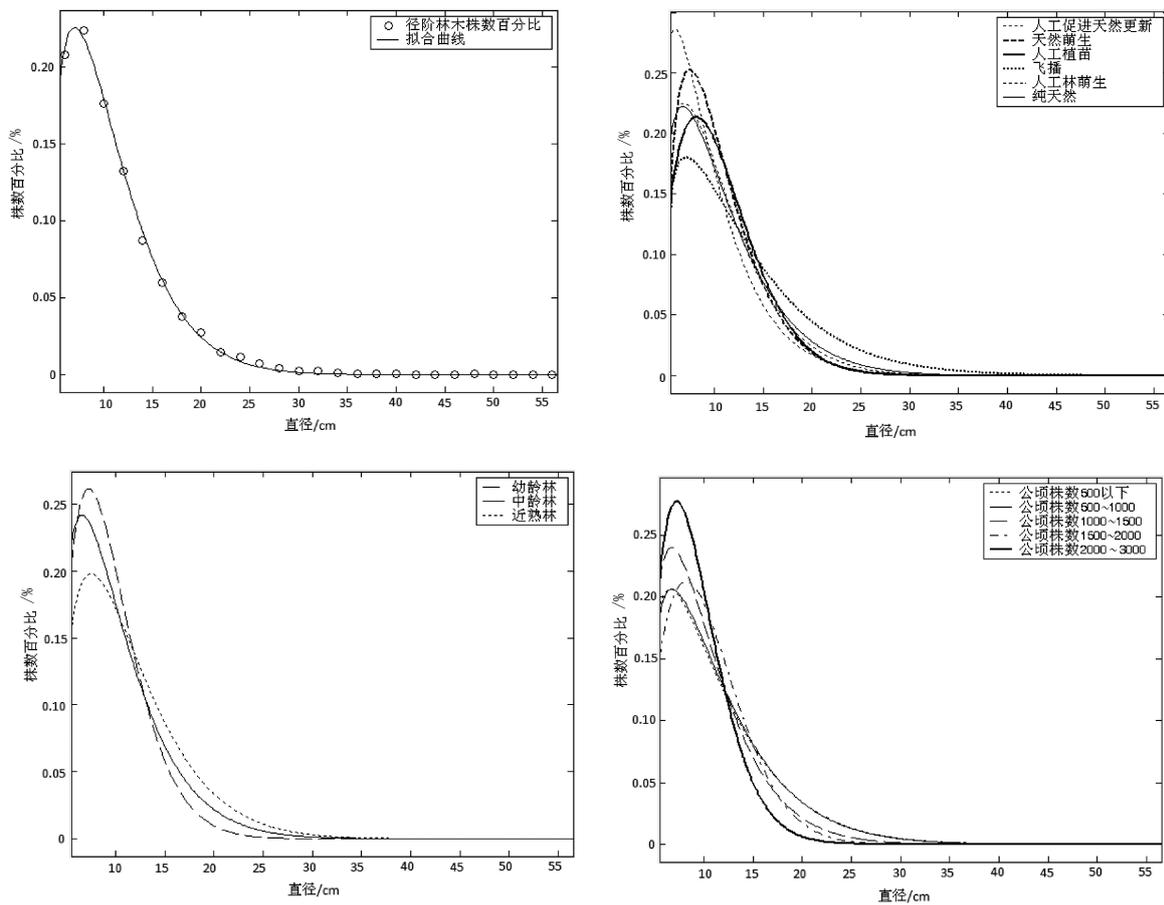


图 2 广东针阔混交林林木直径分布 Weibull 拟合曲线

Fig. 2 Weibull fitting curve of tree diameter distribution in mixed broadleaf -conifer forest of Guangdong Province

表 2 广东省针阔混交林林木直径分布拟合结果

Tab. 2 Fitting results of tree diameter distribution in mixed broadleaf -conifer forest of Guangdong Province

	参数 a	参数 b	参数 c	相关系数 r	x^2 值	$x_{0.05}^2$ 值	偏度	峰度
针阔混交林林木	4.737	6.513	1.331	0.9994	19.199	23.685	2.3694	7.0675
起源								
纯天然	4.876	6.659	1.257	0.9972	34.610	24.996	0.0175	-2.9362
人工促进天然更新	4.649	6.530	1.321	0.9972	16.342	19.675	2.0158	6.1931
天然萌生	5.279	5.808	1.359	0.9949	15.598	18.307	1.6258	4.3877
人工植苗	4.212	7.150	1.616	0.9969	134.799	18.307	11.2115	2.9969
飞播	5.286	8.379	1.192	0.9734	12.828	14.067	0.6355	-0.3500
人工林萌生	4.852	5.294	1.187	0.9985	12.621	19.675	2.6415	13.7285
龄组								
幼龄林	4.475	5.715	1.512	0.9993	86.710	15.507	2.2783	12.0620
中龄林	4.741	6.098	1.277	0.9997	57.980	22.362	1.8134	5.0061
近熟林	4.759	7.412	1.350	0.9989	14.770	23.685	1.8031	5.9624
成熟林*	/	/	/	/	/	/	1.3360	2.2775
过熟林	5.948	9.584	1.027	0.9310	8.002	16.919	0.6704	-0.2314

续表

	参数 a	参数 b	参数 c	相关系数 r	x^2 值	$x_{0.05}^2$ 值	偏度	峰度
500 以下	4.815	7.275	1.213	0.9953	13.368	22.362	1.8127	6.1691
500~1000	4.886	7.227	1.232	0.9987	14.120	26.296	1.4047	2.4557
林分密度 (株数·hm ⁻²)								
1000~1500	4.742	6.141	1.299	0.9987	35.580	22.362	2.0884	7.6111
1500~2000	3.773	7.374	1.715	0.9952	10.966	12.592	1.9616	6.4934
2000~3000	4.449	5.430	1.548	0.9966	83.387	14.067	2.4899	11.2949
3000 以上*	/	/	/	/	/	/	1.5910	1.4461

5 结论与讨论

1) 广东省域尺度的针阔混交林林木直径分布曲线形态呈反 J 型, 偏度均大于 0, 呈左偏, 林木多集中在 12.0 cm 以下的小径阶。其中, 人工植苗林木偏度明显大于其它情况, 这正好反映了近年广东省重点生态工程等新造林正集中在小径阶区, 有较大的进阶潜力。全省针阔混交林林分以中幼龄林为主, 人为干扰对近、成、过熟林林木直径分布影响大, 使其大径阶数量较低干扰时应有的数量偏低, 出现近、成、过熟的针阔混交林林木直径分布更接近于中幼龄林。因此, 要加大对针阔混交林的经营和管理, 尤其是要严格控制采伐松杉等大径阶针叶树, 使林木直径趋于合理。

2) 本研究表明, Weibull 分布函数具有良好的灵活性和适用性, 能够用于拟合广东省针阔混交林, 以及按起源、龄组和林分密度划分的 10 个林木直径分布。不同起源、龄组和林分密度的林木直径分布拟合参数有差异性。不同起源中, 人工植苗的形状参数最大, 更偏向正态分布, 人工林萌生形状参数最小, 更偏向指数分布, 林木更集中于小径阶, 也反映在其峰度为最大正值, 曲线峰值向左收窄, 这与人工萌生林的直径特点基本一致。纯天然的针阔混交林林木峰度为负数, 直径范围较大, 偏向正态分布, 直径较其它起源稍往大径阶偏移, 这是因为天然林受人为干扰相对人工林少, 林分直径分布更趋向自然状态。

3) 大尺度针阔混交林的直径分布模型受人为对林分的干扰影响较大, 使林木直径偏向小径阶, 造成模型在小径阶拟合精度高, 大径阶规律性不明显, 从而降低整个径阶范围上的拟合模型。同时, 这种大径阶的无规律性正反映了林分受人为干扰的程度较高。

参考文献:

- [1] 李凤日. 林木直径分布的研究(综述)[J]. 林业译丛, 1986(4):12-18.
- [2] 惠刚盈, 盛炜彤. 林分直径结构模型的研究[J]. 林业科学研究, 1995, 8(2):127-131.
- [3] 孟宪宇. 测树学(第三版)[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006:73-74.
- [4] Bullock B P, Burkhart H E. Juvenile diameter distributions of loblolly pine characterized by the two-parameter Weibull function[J]. *New Forests*, 2005, 29:233-244.
- [5] 姜磊, 陆元昌, 廖声熙, 等. 滇中高原云南松林分直径结构研究[J]. 林业科学研究, 2008, 21(1):126-130.
- [6] 段爱国, 张建国, 童书振. 6 种生长方程在杉木人工林林分直径结构上的应用[J]. 林业科学研究, 2003, 16(4):423-429.
- [7] Borders B E, Surter R A, Bailey R L, et al. Percentile-based distributions characterize forest stand tables[J]. *For Sci*, 1987(33):570-576.
- [8] Haara A, Maltamo M, Tokola T. The k-nearest-neighbour method for estimating basal-area diameter distribution[J]. *Scand J For Res*, 1997(12):200-208.
- [9] 肖智慧, 李志洪, 薛春泉, 等. 梅县典型针阔混交林林分直径结构的动态变化规律[J]. 中南林业科技大学学报, 2013, 33(6):17-21.
- [10] 龚直文, 亢新刚, 杨华, 等. 长白山杨桦次生林直径结构研究[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(3):1-6.
- [11] 丁国权, 许继中. 辽东山区天然次生林林分直径分布模型研究[J]. 林业资源管理, 2012, (10):94-97.
- [12] 许彦红, 杨宇明, 杜凡, 等. 西双版纳热带雨林林分直径结构研究[J]. 西南林学院学报, 2004, 24(2):16-18.
- [13] 陈英, 杨华, 赵浩彦, 等. 北京地区侧柏人工林林木直径分布模型研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(9):59-64.
- [14] 陈新美, 张会儒. 东北林区 4 种主要森林类型直径结构的比较研究[J]. 浙江林业科技, 2009, 29(1):20

- 24.
- [15] 周国模,刘恩斌,刘安兴,等. Weibull 分布参数辨识改进及对浙江毛竹林胸径年龄分布的测度[J]. 生态学报,2006,26(9):2918-2926.
- [16] 周春国,国红,彭世揆. 基于森林连清数据的林分直径结构生长规律研究[J]. 南京林业大学学报,2000,24(6):41-43.
- [17] 曾伟生,廖志云. 西藏天然林直径分布模型及其应用研究[J]. 中南林业调查规划,2008,27(3):4-7.
- [18] 叶华谷,彭少麟. 广东植物多样性编目[M]. 广州:广东世界图书出版公司,2006.
- [19] A rista M. The structure and dynamics of an Abiespinsapo forest in southern Spain[J]. *Forest Ecology and Management*,1995,74:81-89.
- [20] 李小双,赵安娜,党承林,等. 昆明西山云南油杉针阔混交林的群落结构及其更新特征研究[J]. 云南大学学报:自然科学版,2013,35(4):549-557.
- [21] 闫琰,张春雨,赵秀海. 长白山不同演替阶段针阔混交林群落物种多度分布格局[J]. 植物生态学报,2012,36(9):923-934.
- [22] 龚直文,亢新刚,顾丽,等. 长白山云冷杉针阔混交林演替过程空间格局变化[J]. 东北林业大学学报,2010,38(1):44-53.
- [23] 李新荣. 俄罗斯平原针阔混交林群落的灌木层植物种间相关研究[J]. 生态学报,1999,19(1):55-60.
- [24] 苏波,韩兴国,渠春梅,等. 东灵山油松纯林和油松—辽东栎针阔混交林土壤氮素矿化/硝化作用研究[J]. 植物生态学报,2001,25(2):195-203.
- [25] 牟守国. 温带阔叶林、针叶林和针阔混交林土壤呼吸的比较研究[J]. 土壤学报,2004,41(4):564-570.
- [26] 李雪峰,韩士杰,胡艳玲,等. 长白山次生针阔混交林叶凋落物中有机物分解与碳、氮和磷释放的关系[J]. 应用生态学报,2008,19(2):245-251.
- [27] 张西林,蒋益民,张龚,等. 酸雨区亚热带针阔混交林的冠层淋溶特征[J]. 林业科学,2007,43(7):1-4.
- [28] 杨娟,葛剑平,刘丽娟,等. 卧龙自然保护区针阔混交林林隙更新规律[J]. 植物生态学报,2007,31(3):425-430.
- [29] 李艳丽,杨华,亢新刚,等. 长白山云冷杉针阔混交林天然更新空间分布格局及其异质性[J]. 应用生态学报,2014,25(2):311-317.
- [30] 周宁,郑小贤,赵洪生,等. 金沟岭林场针阔混交林直径结构动态分析[J]. 林业资源管理,2010,(5):61-64.
- [31] 孔雷,亢新刚,刘书剑,等. 长白山云冷杉针阔混交林最优直径结构的构建[J]. 东北林业大学学报,2013,41(1):1-6.
- [32] 亢新刚,胡文力,董景林,等. 过伐林区检查法经营针阔混交林林分结构动态[J]. 北京林业大学学报,2003,25(6):1-5.
- [33] 广东省林业厅,广东省林业调查规划院,国家林业局中南林业调查规划院. 2012 年国家森林资源与生态状况综合监测广东试点成果材料(内部资料)[Z]. 2012.
- [34] 周春国,余光辉,吴富桢,等. 用变形 Weibull 分布对热带雨林结构规律的研究[J]. 南京林业大学学报,1998,22(4):12-16.
- [35] 陆元昌,雷相东,国红,等. 西双版纳热带雨林直径分布模型[J]. 福建林学院学报,2005,25(1):62-66.

(上接第 16 页)

- [20] Füreder P. Topographic Correction of Satellite Images for Improved LULC Classification in Alpine Areas[J/OL]. (2008-9-11)[2013-12-31]. http://uni-graz.at/geowww/hmrsc1/pdf/10/21_HMRSC-X_Fuereder.pdf
- [21] Nichol J, Hang L K, Sing W M. Empirical correction of low sun angle images in steeply sloping terrain: a slope-matching technique[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2006, 27(3): 629-635.
- [22] 秦春,王建. CIVCO 地形校正模型的改进及其应用[J]. 遥感技术与应用,2008,23(1):82-88.
- [23] Singh S, Sharma J K, Mishra V D. Comparison of Different Topographic Correction Methods Using AWiFS Satellite Data[J]. *International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies*, 2011, 7(1): 103-109.
- [24] United States Geological Survey. Landsat Product Information[EB/OL]. (2010-12-30)[2013-12-31]. http://landsat.usgs.gov/products_productinformation.php.
- [25] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社,2003:374.
- [26] Gao Yongnian, Zhang Wanchang. LULC Classification and Topographic Correction of Landsat-7 ETM+ Imagery in the Yangjia River Watershed: the Influence of DEM Resolution[J]. *Sensors*, 2009, 9(3): 1980-1995.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.007

桑树褐斑病生物学特性研究

杨维雄,夏卫春,王有兵
(海口林场,云南 昆明 650114)

摘要:通过培养方法分离得到海口林场片区桑树褐斑病病原菌,按照柯赫氏法则采用喷雾法将病原菌接种于桑叶表面进行感染观察,并对病原菌生物学特性进行研究。结果表明,培养基、温度、不同 pH 值、光照、碳源对菌落的生长影响有所不同。菌落在燕麦培养基中生长最好,最适温度为 25℃,最适光照为 24 h 全光照,最适 pH 值为 11,最适碳源为 α -乳糖,菌落的致死温度和时间为 55℃ 水浴 10 min。

关键词:桑树;褐斑病;生物学特性;病原菌;菌落生长

中图分类号:S763.1;S888.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0035-04

Biological Characteristics of Mulberry Brown Spot

YANG Wei-xiong, XIA Wei-chun, WANG You-bing
(Haikou Forest Farm, Kunming 650114, China)

Abstract: By using plant tissue culture method, the pathogenic fungi of Mulberry brown was separated spot disease from mulberry fields in The Haikou Forest Farm area, Yunnan Province. According to Koch's Rule combined with spraying method, sporangial suspension was inoculate to the leaflet of Mulberry for studying on the biological characteristics of this fungi. The result showed that different medium, temperature, pH, light, carbon source had influence on colony growth, the optimal media for colony growth was oatmeal medium, the optimum temperature was 25℃ and pH value was 11. It was also found that the best carbon source and nitrogen source for colony grow was α -Galactose, colony could grow best under full sunlight, and the fatal temperature and time was above 55℃ for 10min.

Key words: Mulberry; brown spot disease; biological characteristics; pathogenic bacteria; colony growth

桑树(*Morus alba* L.)为桑科桑属的落叶乔木,偶见灌木,叶卵形或宽卵形,桑叶是优良的家蚕饲料,对我国及世界蚕桑业的发展发挥着重要作用。木材可制器具,桑皮可用于造纸工业,桑果可食用,桑叶提取物对痤疮有较好的疗效^[1]。

桑树褐斑病(*Septogloeum mori* Briosi et Cavara)又称烂斑。病原为桑粘隔孢菌(*Septogloeum mori*),

黑盘孢目黑盘孢科。病叶呈不规则褐斑,严重时叶片发黄脱落。雨季和多湿环境发病较多。桑树感染褐斑病,将严重影响桑叶的产量和质量,从而对蚕桑业的发展造成阻碍^[2]。

目前,国内外对桑树褐斑病的研究主要集中在病害流行及化学防治方面,桑树褐斑病的生物学特性研究仅见培鹤鸣等^[3]用分生孢子法研究发现褐

收稿日期:2013-12-02.

作者简介:杨维雄(1971-),男,云南昆明人,助理工程师。从事林业相关研究工作。Email:794834611@qq.com

通信作者:王有兵(1986-),男,云南弥勒人,硕士。从事林业相关研究工作。Email:1789908001@qq.com

斑病在人工培养基上生长温度范围为 8~31℃,最适生长温度为 28℃ 左右,分生孢子萌发需要水滴,而对桑树褐斑病病原菌的培养基配制、碳源、pH 值、光照、致死温度及时间等培养条件的研究未见相关报道。为此笔者拟通过试验研究桑树褐斑病的生物学特性,探索该病的发生规律及影响此病菌生长的因子,以期防治桑树褐斑病提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料于 2013 年 7 月采自海口林场片区的桑树染病桑叶,用培养方法分离得到桑树褐斑病病原菌后,将病原菌采用喷雾法接种于健康桑叶表面,感染后带回实验室进行培养分析。

1.2 试验方法

1.2.1 病症及病原菌性状观测

对桑叶染病后的病症进行形态观测,通过常规的植物组织分离培养方法,在 PDA(马铃薯葡萄糖琼脂)培养基上对褐斑病进行纯化分离备用,观察菌落的生长情况,并采用显微镜观测菌丝的形态特征。

1.2.2 菌落的培养条件

挑取已纯化的褐斑病病原菌菌丝,常温下 PDA 培养基上培养 1 周后,用直径 5 mm 打孔器打取菌块用于以下培养试验:①培养基设有 PDA、V8 汁、桑叶汁、燕麦、理查培养基、PSA、水琼脂、玉米共 8 种材料,在 26℃ 培养箱中培养,5d 后测量病原菌菌落直径;②温度梯度设为 10℃、15℃、20℃、25℃、30℃、35℃ 和 40℃ 7 个梯度,PDA 培养基培养 5 d 后测量病原菌菌落直径;③用 1 mol/L 的 HCl 和 1 mol/L 的 NaOH 溶液将 PDA 培养基 pH 值调节为

3~11,置于 26℃ 的培养箱中培养,5 d 后测量菌落直径;④将培养光照设定为光:暗 16:8、光:暗 12:12、全黑暗、全光照 4 种光照条件,置于 26℃ 下培养,PDA 培养基培养 5 d 后测量病原菌菌落直径;⑤以 PDA 培养基为基本培养基,将葡萄糖分别用蔗糖、麦芽糖、 α -乳糖、可溶性淀粉、甘露醇代替,于 26℃ 培养箱中培养,5 d 后测量病原菌菌落直径;⑥将打取的菌饼接种于装有 10 ml 无菌水的试管中,试管分别置于 40℃、45℃、50℃、55℃、60℃、65℃、70℃、75℃、80℃ 的恒温水浴锅中处理 10 min 后迅速冷却,再将菌饼接种于 PDA 平板培养基上,26℃ 恒温培养,5 d 后观察病原菌菌丝是否生长。以上每个处理各 3 次重复,每个重复 4~6 皿不等。

2 结果与分析

2.1 病症及病原菌性状

通过对染病叶片症状进行了观察(图 1a),桑叶感病初期,病斑为褐色,水渍状,呈芝麻粒大小斑点,后逐渐扩大成圆形或不定形。一般情况下病斑直径约为 2~10 cm,大小不等,边缘为暗褐色,中央淡褐色。在阳光下即可见病斑上环生有白色或微红色的粉质块(即病菌分生孢子)。病菌在遇低温多湿或阴雨连绵天气会吸水膨胀,导致叶片腐烂,有时腐烂穿孔,中部裂开,发病严重时,病斑相连,叶片枯黄易脱落。

病原菌通过在 PDA 培养基上培养 5 d 后,菌落直径可达 6 cm 左右,形成近圆形菌落,边缘菌丝疏松,气生菌丝颜色初为红色,后有黄色出现,菌落中央呈暗红色(图 1b)。通过显微镜观测(图 1c),可见桑树褐斑病分生孢子器球形,直径 9.1~17.1 μm ,器壁膜质,空口不明显。

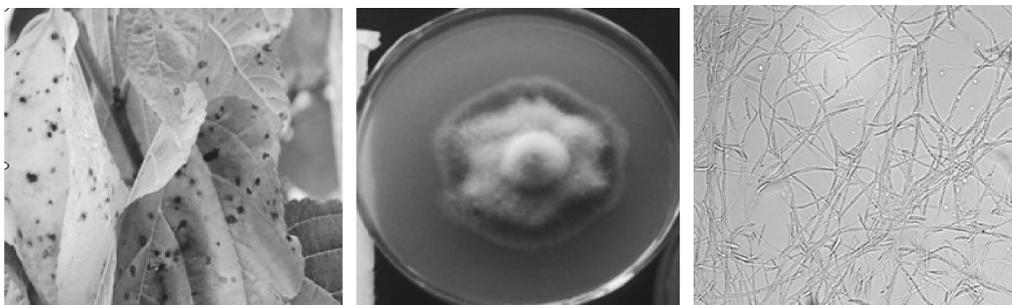


图 1 桑树褐斑病病害症状及病原菌特性

Fig. 1 Symptoms of brown spot and morphological characteristics of pathogenic fungi

2.2 病原菌生物学特性

2.2.1 不同培养基对菌落生长的影响

不同培养基条件下菌落生长情况见表 1 所示。

表 1 不同培养基对菌落生长的影响

Tab.1 Effect of different media on the colony growth

培养基种类	菌落平均直径 /cm	菌落颜色	菌落形态
PDA	5.64dD	中心红色,边缘黄色	比较致密
V8 汁	8.12bB	从内到外黄-红-白	致密
桑叶汁	6.57cC	白色	比较疏松
燕麦	8.68aA	红色,中心黄色	比较致密
查理培养基	5.67dD	白色带粉色	致密
PSA	1.82eE	白色	致密
水琼脂	1.16fF	白色	疏松
玉米	6.39cC	粉色	疏松

注:小、大写字母分别表示 0.05 和 0.01 显著性水平,下同。

从表 1 可见,桑树褐斑病病原菌在 8 种培养基上的生长情况有所不同,菌落直径在 0.05 和 0.01 显著性水平上均达到了差异显著性。燕麦培养基是 8 种培养基中最适合桑树褐斑病病原菌生长的培养基,平均菌落直径可达 8.68 cm,其次是 V8 汁培养基,菌落平均直径为 8.12 cm,生长最为缓慢的为 PSA 和水琼脂培养基;菌落的颜色和形态也因培养基的不同而存在差异,在燕麦片培养基和 PDA 培养基中较为致密,在桑叶煎汁培养基中较为疏松。

2.2.2 不同温度对菌落生长的影响

不同温度条件下菌落生长情况见表 2 所示。

表 2 不同温度对菌落生长的影响

Tab.2 Effect of different temperatures on the colony growth

温度 /℃	菌落平均直径 /cm	菌落颜色	菌落形态
10	0.51dD	红色	疏松
15	2.92bB	红色	疏松
20	2.99bB	红色	较致密
25	4.65aA	红色	较致密
30	2.96bB	白色	疏松
35	1.02cC	白色	疏松
40	0.53dD	白色	疏松

由表 2 可见,菌落在不同温度条件下的生长情况存在显著性差异,适合菌落生长的适宜温度为 15

~30℃,菌落平均直径在 2.92 cm 以上,其中菌落直径在 25℃ 条件下可达 4.65 cm,菌落在 10℃ 和 40℃ 培养条件下基本无法正常生长,在 35℃ 时生长开始变缓慢。菌落在不同温度条件下培养所呈现的颜色稍有差异,当温度为 30℃ 以上时菌落为白色,而在 25℃ 以下时,菌落呈均匀同心圆分布且菌落中央为红色,在 20~25℃ 时菌落形态较为致密,在其他温度下较为疏松。

2.2.3 不同 pH 值对菌落生长的影响

不同 pH 值条件下菌落生长情况见图 2 所示。

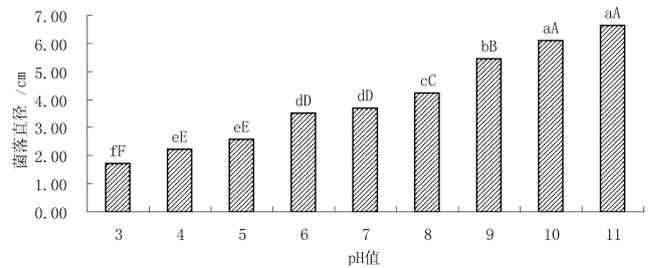


图 2 不同 pH 值条件下菌落生长情况

Fig.2 Effects of different pH on the colony growth

从图 2 可知,菌落平均直径在不同 pH 值条件下达到了显著性差异,pH 值在 3~11 之间,菌落均能生长,随着 pH 值的增大,菌落的生长速度加快,最适 pH 值为 11,菌落平均直径为 6.65 cm。同样的,菌落在不同 pH 值条件下培养所呈现的颜色和形态存在一定差异,在 pH 值为 10 和 11 时菌落依然较为疏松,而其它 pH 值条件下都为致密,说明桑树褐斑病病原菌较适合在强碱条件下生长。

2.2.4 不同光照对菌落生长的影响

不同光照条件下菌落生长情况见图 3 所示。

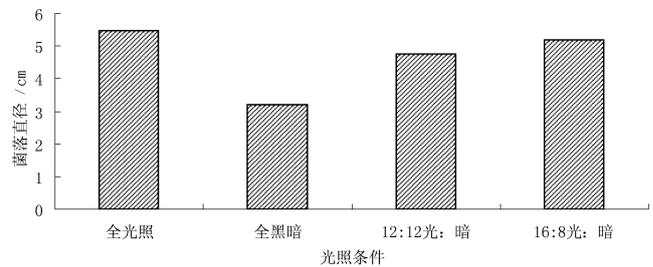


图 3 不同光照条件下菌落生长情况

Fig.3 Effect of different Lights on the colony growth

从图 3 可知,菌落在不同光照条件下都能生长,

菌落颜色及形态基本无明显差异,最适光照为全光照,平均菌落直径为 5.47 cm,其次是 16 h 光照,平均菌落直径为 5.20 cm,再次是 12 h 光照,平均菌落直径为 4.77 cm,总体上来说,桑树褐斑病病原菌适合在全光照条件下生长。

2.2.5 不同碳源对菌落生长的影响

不同碳源条件下菌落的生长情况如表 3 所示。

表 3 不同碳源对菌落生长的影响

Tab. 3 Effect of different carbon sources on the colony growth

碳源	菌落平均直径 /cm	菌落颜色	菌落形态
α-乳糖	6.75aA	白色	疏松
葡萄糖	5.70bB	红色	致密
麦芽糖	4.23cC	红色	致密
甘露醇	3.75cC	红色	致密
可溶性淀粉	3.57dD	白色	致密
蔗糖	1.34eE	白色	疏松

由表 3 可知,菌落在不同碳源条件下的生长情况存在显著性差异,菌落生长的最适碳源为 α-乳糖,其次为葡萄糖,以 α-乳糖为碳源时,菌落平均直径最大,为 6.75 cm。菌落在以蔗糖为碳源的培养基中生长缓慢,菌落平均直径仅为 1.34 cm,菌落在不同碳源培养基中的颜色稍有变化,在碳源为甘露醇、麦芽糖、葡萄糖中为红色,而在碳源为可溶性淀粉、α-乳糖、蔗糖中为白色,菌落形态在可溶性淀粉和麦芽糖中为致密,在 α-乳糖中为疏松。

2.2.6 病菌致死温度的测定

试验中在 9 个温度梯度恒温处理 10 min,结果表明,菌饼经过 40~50℃ 处理 10 min 后仍有菌落生长,但在 55℃ 温度处理 10 min 后,PDA 平板培养基上无菌落生长,初步认为该病原菌的致死方式为 55℃ 条件下处理 10 min。

3 结论与讨论

褐斑病主要是由立枯丝核菌引起的一种真菌病害,广泛分布于世界各地,对农作物造成较大危害。其通过菌核或在植物体上的残留菌丝来渡过不良环境,菌核的耐高低温能力较强,但其感染能力还和植物的健康状况有关,水肥管理较好,生长旺盛的农作物不易感染。

王琪等^[4]通过对龙眼褐斑病病原及生物学特

性进行研究,结果表明 25~28℃ 较适合该菌生长,最适 pH 值为 7~9,各种碳源均能利用,添加 3% 的葡萄糖可以有效促进孢子萌发。皱庆道^[5] 等对黄瓜褐斑病病原及生物学特性进行了研究,得出孢子萌发温度在 15~35℃,最适 pH 值为 5~8,水滴是孢子萌发的必要条件,光照对菌丝生长影响不显著。刘洋等^[6] 对红橘褐斑病菌的生物学特性进行了分析,得出在 26.3℃、黑暗、100% 湿度条件下最适宜红橘褐斑病病菌生长,弱酸环境下菌丝和孢子的生长最好。

桑树褐斑病在云南的发病情况及相关的防治措施见柴建萍^[7] 和王忠阳^[8] 的研究成果。本实验通过对不同培养基、碳源、pH 值、光照、温度等培养条件进行试验探索,结果表明,桑褐斑菌在燕麦培养基上生长状况最好,可能是燕麦片中含有某种物质能够促进其生长,碳源试验表明桑褐斑菌对 α-乳糖吸收能力强,在 pH 试验中,病菌在 pH 值为 11 时生长速度最快,光照对菌丝生长有影响,但不显著,温度在 15~30℃ 之间生长状况最好,高温和低温都会抑制菌丝生长,而且会使菌丝颜色有所变化,在 55℃ 条件下连续恒温处理 10 min 即可达到该病原菌致死。

本试验研究结果与大多数相关报道基本一致,文献资料显示,不同植物上的褐斑病适生环境会有差异,这可能与植物及病菌的生境气候条件有关。必须针对同一植物的不同地理环境来制定相应的防治措施,才能起到预防或消除病害的作用。

参考文献:

- [1] 孙俊,刘志恒,杨红,等. 辣椒褐斑病菌生物学特性研究[J]. 中国植保导刊,2009,35(5): 109-113.
- [2] 李月秋,赵燕春. 云南大理州桑褐斑病发生/危害现状及防治[J]. 中国植物保护,2009, 35(5):165-167.
- [3] 培鹤鸣. 桑褐斑病菌生物学特性研究[J]. 蚕业科学,1996(4):19-20.
- [4] 王琪,赖传雅,廖咏梅,等. 龙眼褐斑病病原及其生物学特性[J]. 植物病理学报,2003(5):15-18.
- [5] 皱庆道,傅俊范,朱勇,等. 黄瓜褐斑病病原菌鉴定及生物学特性研究[J]. 沈阳农业大学学报,2002,33(4):20-23.
- [6] 刘洋,宋玉,向红琼,等. 红橘褐斑病菌的生物学特性[J]. 江苏农业科学,2013,41(4):151-153.
- [7] 柴建萍. 桑褐斑病、桑里白粉病在云南省不同地域桑园的发生危害及防控要点[J]. 蚕业科学,2011,37(3): 532-537.
- [8] 王忠阳. 桑树褐斑病的发生及其防治技术[J]. 农业科技通讯,2002(9):45-56.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.008

3 个大理州地方优良晚熟梨品种品质分析与比较

曾 毅¹, 涂国信², 马士祝², 李仙兰²

(1. 漾濞彝族自治县林业局, 云南 漾濞 672500; 2. 大理白族自治州林业科学研究所, 云南 大理 671000)

摘要:以漾濞玉香梨、巍山红雪梨、云龙脉地弯梨 3 个大理州晚熟梨主栽品种为试材, 在果实外观品质观测的基础上测定果实固形物、总糖、总酸、维生素 C 和粗纤维等含量, 并与北方的代表品种库尔勒香梨、鸭梨和黄冠梨等品种的品质进行比较。结果表明, 3 种梨采摘时含糖量较低, 甜味比库尔勒香梨、黄冠梨和鸭梨差; 3 个梨品种的含酸量较高, 维生素 C 含量丰富, 酸味比库尔勒香梨、黄冠梨、鸭梨重, 表现出特有的酸甜适度风味。

关键词:优良晚熟梨品种; 果实硬度; 维生素 C 含量; 糖酸比; 总糖含量; 总酸含量; 品质分析

中图分类号: S722; S661.2 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0039-04

Quality Analysis and Comparison of Dali's Late-maturing Varieties of Pears

ZENG Yi¹, TU Guo-xin², MA Shi-zhu², LI Xian-lan²

(1. Yangbi Forestry Bureau of Yi Autonomous County, Yangbi, Yunnan 672500, China;

2. Dali Forestry Research Institute of Dali Bai Autonomous Prefecture, Dali, Yunnan 671000, China)

Abstract: Taking three kinds of pears of Yangbi pear, Weishan pear, Yunlong pear as test materials. Their fruit appearance, solids, total sugar, total acid, vitamin C and crude fiber content, etc., were compared with representatives of the northern pear species —Korla pear, pear and yellow pear varieties. The results showed that: the three kinds of Dali pear varieties have lower sugar content than the northern pear varieties, conversely high acid content, rich in vitamin C, therefore Dali three kinds of pears put up unique moderately sweet and sour flavor.

Key words: fine late-maturing varieties of Dali pears; fruit firmness; vitamin C content; sugar-acid ratio; content of total sugar; quality analysis

梨属于蔷薇科 (Rosaceae), 梨属 (*Pyrus*. L.) 植物^[1]。漾濞玉香梨、巍山红雪梨和云龙麦地弯梨等 3 个品种是大理地方优良晚熟梨品种。漾濞玉香梨 (俗称漾濞秤砣梨) 是云南省漾濞彝族自治县特有的晚熟优良品种, 原产于漾濞县漾濞江以西的苍山西镇秀岭村、太平乡太平村, 在漾濞种植面积约 666 hm²; 巍山红雪梨是巍山彝族回族自治县特有的

晚熟优良品种, 原产于巍山县黑惠江以东的五印、马鞍山等乡, 在巍山县种植面积约 1 333 hm²; 云龙麦地弯梨源于四川^[2], 主要在云龙县诺邓镇和宝丰乡栽培, 种植面积为 2 133 hm²。为了科学地评价梨果的品质, 本试验对此 3 个优良晚熟梨品种果实的果形指数、Vc 含量、可溶性固形物含量、总糖、总酸、粗纤维等指标进行了测定, 并对其品质进行分析比

收稿日期: 2014-03-14.

作者简介: 曾毅 (1962-), 男, 云南丽江人, 工程师。主要从事经济林栽培。

通信作者: 涂国信 (1977-), 男, 云南镇雄人, 工程师。主要从事森林保护工作。Email: dlzlk@126.com

较。梨果实品质是比较不同梨品种综合品质的重要指标,是决定其市场价值的基础之一^[3],进行果实品质分析比较旨在为大理州地方优良晚熟梨产业发展提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为玉香梨、红雪梨和麦地弯梨 3 个大理地方优良晚熟梨果实。样品采集地为秀岭梨园,该果园位于北纬 25°12'~25°54'、东经 99°36'~100°07'。海拔 2 400 m,年均温 12.82℃,年降水量 1 358.45 mm。采样梨树树龄 20 a,生长地坡向、坡位和其他管理水平一致,每个品种选树形、树势较一致的 3 株树作为采样树,采样时间为 10 月中旬,每株按不同方向在树体中部随机采集成熟度为 90% 的无病虫害、无损伤的试验果实 10 个,共 30 个。

1.2 试验方法

样品采集后测定不同品种果实的果形指数,其中,果形指数=横径/纵径。若果形指数<1,则果实为扁圆形;果形指数>1,果实为长圆形;果形指数=1,果实为圆形。硬度测定:取果实 10 个,采用 GY-3 型手持硬度计测定果实硬度,以 1 cm² 面积上承受压力的千克数表示。水分含量、Vc 含量、可溶性固形物含量、粗纤维含量、总酸和总糖含量送农业部农产品质量监督检验测试中心(昆明)检测,总糖、粗纤维、总酸、可溶性固形物、维生素 C 和水分检测执行标准为 GB/T 5009.7—2008、GB/T 5009.10—2003、GB/T 12456—2008、GB/T 8210—2011、GB/T 6195—1986 和 GB/T 5009.3—2010。

1.3 数据分析

用 Excel 2003 进行数据处理及绘制图表。

2 结果与分析

2.1 梨果硬度的比较

果实硬度是影响果实品质的主要因子之一,直接影响果实硬度的内在因素是果皮中果胶含量和果肉中的石细胞数量以及分布^[4]。果实硬度对果实综合评价具有双面作用,硬度大果品贮运性好,但对口味而言果实硬度大品质就差^[5]。3 个梨品种果实硬度范围为 6.20~8.20 kg/cm²。其中,红雪梨硬度最大,为 8.20 kg/cm²;其次是麦地弯梨,为 7.30 kg/cm²;玉香梨硬度相对最低,为 6.20 kg/cm²(图 1)。

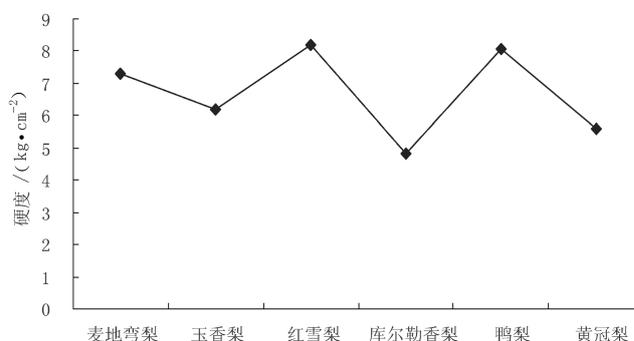


图 1 各品种的果实硬度

Fig. 1 Fruit hardness

2.2 可溶性固形物含量的比较

3 种梨中的可溶性固形物含量都较低,麦地弯梨为 9.24%,玉香梨和红雪梨为 10.64%,低于大理州 4 个晚熟梨品种介绍中的麦地弯梨 13%,玉香梨 12.4%、红雪梨 12.3%,这可能与梨果的成熟度和贮藏时间有关。玉香梨的可溶性固形物采收时平均为 10%左右,贮藏中逐渐升高,完全成熟时平均为 12%左右(图 2)^[6]。

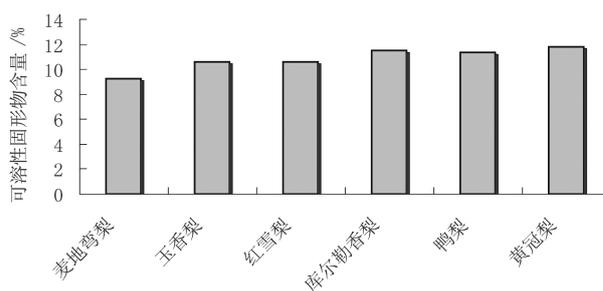


图 2 可溶性固形物含量

Fig. 2 Soluble solid content

2.3 梨果糖酸比的比较

总糖的含量(%)和总酸含量(%)的比值即为糖酸比。梨果实内在品质主要取决于果实的糖酸组成及其含量、香味、质地等。其中糖酸组成及其含量直接影响果实的甜酸风味^[7],当酸浓度特别低时(<0.4%),品质低下的果实较少,而品质上等者所占比例较大。优质者的糖酸比范围为 20~60^[8]。有关梨果实糖酸组成及其含量的研究已有少量报道,表明不同梨品种的糖酸含量存在着较大差异^[9]。3 种梨中糖酸比的范围在 12.69~20.07。其中,玉香梨的糖酸比最大,麦地弯梨次之,红雪梨的糖酸比最低

(图3)。

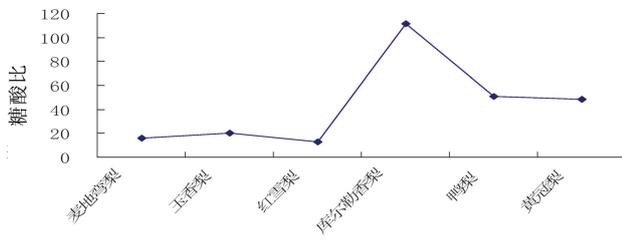


图3 各品种的糖酸比
Fig. 3 Sugar-acid ratio

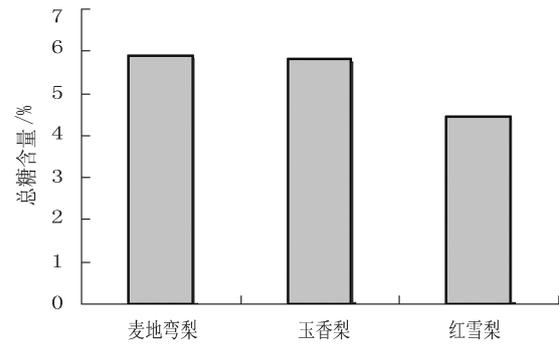


图5 3个品种梨果总糖含量
Fig. 5 Total sugar content in three varieties of pears

2.4 维生素C含量的比较

维生素C含量的多少是鉴定果品营养价值的主要标准之一,维生素C含量越高其品质和营养价值也就越好,保健作用也越强^[10]。在试验中,3种梨中维生素C含量相差较大,红雪梨和麦地弯梨中的维生素C含量较高且相同,为6.0 mg/100 g,玉香中的维生素C含量较低,为3.3 mg/100 g(图4)。

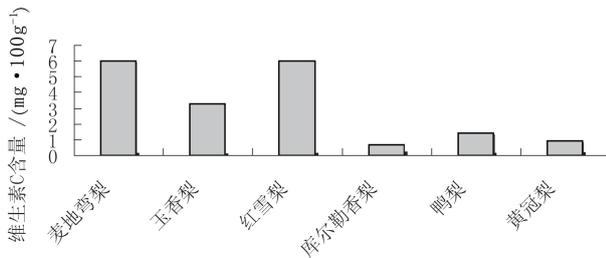


图4 各品种梨果维生素C含量
Fig. 4 Vitamin C content in each variety of pears

2.5 总糖含量比较

果实含糖量是确定果实甜度的因素,可溶性糖(包括果糖、葡萄糖和蔗糖等单糖和双糖)是食品中重要的风味成分和营养成分。3种梨中,麦地弯梨的总糖含量最高,为5.91%;玉香梨次之,为5.82%;红雪梨最低,为4.44%(图5)。

2.6 总酸含量比较

3种梨中,麦地弯梨的总酸含量最高,为0.37%;红雪梨次之,为0.35%;玉香梨最低,为0.29%(图6)。

2.7 梨果实综合品质评价

在云南栽培地方梨良种中,玉香梨的品质被总结为肉质细脆、多汁、微渣、甜酸可口。玉香梨硬度

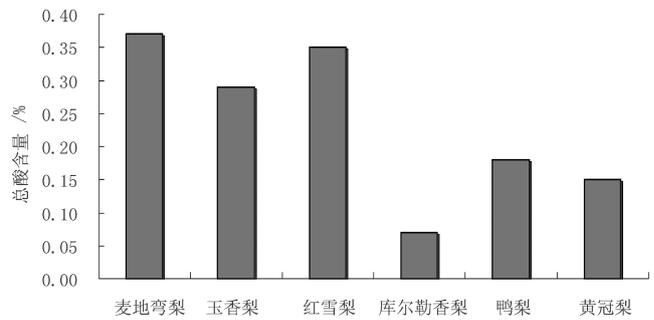


图6 各品种的总酸含量
Fig. 6 Total acid content in each variety of pears

相对最低,为6.20 kg/cm²,表现为肉质嫩;粗纤维含量为1.89%,表现为肉质较细;含水量达86.5%,表现为汁液多;糖酸比较高,为20.07,表现为甜酸可口。麦地弯梨品质被总结为肉质较粗、多汁、半化渣、汁特多、味甜。麦地弯梨硬度相对较低,为7.30 kg/cm²,表现为较脆;粗纤维含量为2.44%;表现为肉质较粗;含水量达86.3%,表现为汁液多;糖酸比较高,为15.97,表现为较甜。红雪梨品质被总结为肉质嫩脆、汁多、味酸甜^[11]。红雪梨硬度相对较高,为8.20 kg/cm²,表现为脆;粗纤维含量为2.92%,表现为肉质粗;含水量达85.7%,表现为汁液多;糖酸比较高,为12.69,表现为酸甜。

3种梨的外观品质比较见表1所示;大理州优良晚熟梨品种内在品质比较见表2所示。

3 结论与讨论

大理3个地方晚熟梨优良品种的固形物平均含量为10.17%,只有国内主栽品种的平均含量12%的84.75%,总糖平均含量为5.39%,只有国内主栽品种^[12]的平均含量8.80%的61.25%,库尔勒香梨

表 1 大理州优良晚熟梨品种外观品质比较

Tab. 1 Appearance quality comparison of Dali fine late-maturing varieties of pears

品种	成熟期	果形	果皮色	果皮外观特点	果肉颜色	硬度 /(kg·cm ⁻²)	平均单果重 /g	纵径 /cm	横径 /cm	果形指数	可食部分 /%
麦地湾梨	10月下旬~11月中旬	扁圆形	果皮黄褐或暗褐色,阳面具红晕。	果皮中厚、果点大而明显。	白色	7.30	286.00	8.10	10.00	0.81	78.90
玉香梨	10月下旬~11月上旬	长圆形	果皮绿黄色,阳面红色。	果皮薄而光滑,果点中大,较密。	乳白色	6.20	238.00	9.30	8.50	1.09	82.81
红雪梨	10月上旬~11月上旬	近圆形	果皮黄绿色,阳面具红晕。	果皮中厚略粗,果点中大,较密。	黄白色	8.20	312.00	8.30	8.50	0.98	82.00

表 2 大理州优良晚熟梨品种内在品质比较

Tab. 2 Interior quality comparison of Dali fine late-maturing varieties of pears

品种	含水量 /%	粗纤维 /%	可溶性固物含量 /%	维生素含量 /(mg·100g ⁻¹)	总酸含量 /%	总糖含量 /%	糖酸比
麦地湾梨	86.3	2.44	9.24	6	0.37	5.91	15.97
玉香梨	86.5	1.89	10.64	3.3	0.29	5.82	20.07
红雪梨	85.7	2.92	10.64	6	0.35	4.44	12.69
库尔勒香梨	85.54	-	11.5	0.709	0.07	7.8	111.43
鸭梨	88.1	-	11.33	1.4	0.18	9.15	50.83
黄冠梨	88.15	-	11.8	0.91	0.15	7.23	48.20

含量 7.8% 的 69.1%, 黄冠梨含量 7.23% 的 74.55%, 鸭梨含量 9.15% 的 58.91%; 维生素 C 的平均含量为 5.1 mg/100 g, 是国内主栽品种平均含量 1.02 mg/100 g 的 500%, 是库尔勒香梨含量 0.7% 的 728%、黄冠梨含量 0.91 mg/100 g 的 560%、鸭梨含量 1.4 mg/100 g 的 364%; 总酸的平均含量为 0.33%, 是国内主栽品种平均含量 0.27% 的 122%, 是库尔勒香梨含量 0.07% 的 417%、黄冠梨含量 0.15% 的 220%、鸭梨含量 0.18% 的 183% (表 2)。因此, 3 种梨采摘时含糖量较低, 甜味比市场上的库尔勒香梨、黄冠梨和鸭梨差; 3 种梨的含酸量较高, 维生素 C 含量丰富, 酸味比市场上的库尔勒香梨、黄冠梨、鸭梨重。故 3 种梨表现出特有的酸甜适度特性。

对漾濞玉香梨贮藏时期的生理生化变化, 有研究表明: 玉香梨含糖量、含酸量均较高, 且在贮藏过程中含糖量上升, 含酸量下降, 糖酸比升高, 品质逐步改善, 因而使玉香梨别具风味; 梨、苹果、香蕉等水

果是通过后熟来增加香气的^[13], 这些嗅感物质随水果在后熟过程中呼吸高峰到来急剧生成, 玉香梨经贮藏后有独特的香味; 另外, 采收时, 玉香梨果皮的酚含量(8486 ug/g Fw) 显著高于果肉内层的含量(998 ug/g FW), 采后 50 d 的酚含量(208 ug/g FW) 高于同期鸭梨的酚含量(83 ug/g FW)。玉香梨酚含量较高, 在果实不破损的情况下, 是果实耐贮藏的又一重要原因。因此, 玉香梨耐贮藏、有香气, 别具风味。

总之, 大理的这 3 个地方优良晚熟梨品种具有晚熟、耐贮、美观、维生素 C 含量高、酸甜适度等特点。

参考文献:

- [1] 张玉星. 果树栽培学各论(北方本)第 3 版[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 王越. 大理州四个晚熟梨品种[J]. 果树科学, 1994, 11(2): 128-129. (下转第 49 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.009

森林资源资产评估信息系统设计与实现

罗春林,田传召,谭春阳
(西南林业大学 林学院,云南 昆明 650224)

摘要:基于森林资源资产评估相关理论,利用 ASP.NET 4.0,结合 Oracle 11g 数据库和富客户端程序设计技术,实现 B/S 结构的森林资源资产评估信息系统,并针对当前森林资源资产评估信息系统存在的一些问题,提出了生成算例、自定义林产品税费和及时更新林价信息的改进方法。

关键词:森林资源资产评估;信息系统开发;B/S 结构;ASP.NET

中图分类号:S757;F316.23;G202 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0043-07

Design and Implementation of Forest Resource Assets Evaluation Information System

LUO Chun-lin, TIAN Chuan-zhao, TAN Chun-Yang
(College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: Based on theories of forest resources assets evaluation, using ASP.NET 4, combined with Oracle 11g database and rich client program design technology, forest resources assets evaluation system with B/S structures was carried out. In view of co-status of forest resources assets evaluation system, improved methods for generating calculate methods, customizing prices and taxes, updating forest price information on time and so on have been proposed in this paper.

Key words: forest resource assets evaluation; information system developing; B/S structure; ASP; NET

随着林权制度改革的进一步深化,森林资源资产转让、抵押贷款等活动日益活跃,森林资源资产评估也成为林学领域的研究热点之一。森林资源资产评估是评估人员依据相关规定,在评估基准日,依据特定目的,选择特定的计算方法对现有森林资源进行分析、估算,并发表专业意见^[1]。评估计算方法因森林资源的类型不同而多种多样,计算过程复杂,同一类型的森林资源还有不同的计算方法,因而很大程度上限制了森林资源资产评估技术的应用。随着计算机技术的发展,借助计算机进行森林资源资产评估已成为重要的辅助评估方法,因此,开发实用

的森林资源资产评估信息系统已迫在眉睫。

在过去,由于计算机互联网技术的限制,开发具有实用功能的 B/S 结构森林资源资产评估系统是很困难的。近年来,随着计算机网络技术的发展,实现操作简单、功能多样和界面优美的 B/S 结构森林资源资产评估信息系统已成为可能。依据森林资源资产评估的有关理论和计算机网络技术,笔者实现了一个较为完善的 B/S 结构的森林资源资产评估系统,对森林资源资产评估信息系统的操作方式做了改进。该系统的特色是采用基于 ExtJs 的富客户端程序技术,实现了大多数森林资源资产评估方法,

收稿日期:2014-02-19;修回日期:2014-04-16.

作者简介:罗春林(1985-),男,江西省赣州市人,硕士研究生。主要研究方向为林业信息工程、森林资源资产评估和 WebGIS 系统研发。

具有生成算例、林产品价格和税费自定义配置功能,能够适用于不同地区的林产品税费和价格信息,运行于 B/S 环境中,能够方便地共享公共信息,操作方便,界面美观。

1 研究现状

根据森林资源资产评估信息系统对网络的依赖情况,可以将其分为单机模式、C/S 结构和 B/S 结构。当前应用中的系统多属于单机版本和 C/S 结构,而基于 B/S 结构的森林资源资产评估信息系统鲜见于实际应用中。单机模式的森林资源资产评估系统运行于单一计算机上,不依赖网络就可以运行,如庄晨辉、张惠光、陈绍玲和施恭明研制的森林资源资产评估软件^[3]。但单机版本的系统部署、升级较麻烦,很难及时更新当前市场上的林产品价格和税费信息。C/S 结构的森林资源资产评估系统依赖于局域网,可以在一个局域网络运行(如一个公司或部门的内部网络),能初步实现信息共享^[4-5]。但其安装部署、升级甚至会比单机版本的系统还复杂,也不能很好地反映当前的林产品价格和税费信息。而 B/S 结构的森林资源资产评估系统运行于互联网,需要有互联网连接,但不需要在客户端安装其他软件就可以运行^[6-7]。B/S 系统可以通过给用户注册授权的方式运作,被授权的用户才可以使用森林资源资产评估功能^[8]。B/S 系统部署简单,升级方便,

信息可以共享,能及时反映市场上的林价和税费信息,服务于大众,可以方便地推广森林资源资产评估技术,对促进林业的信息化和市场化进程有较大帮助。在过去,因计算机互联网技术的限制,开发具有实用功能的基于 B/S 结构的森林资源资产评估系统是很困难的。截至目前,通用型的森林资源资产评估信息(即能够在不同地区之间通用的森林资源资产评估信息系统)的研究和应用尚未见报道。

2 系统运行环境

客户端环境:任何安装 Internet Explorer 7.0 或以上版本的计算机;能够连接到服务器的网络。

服务器端:①操作系统是 Windows 2008;②Oracle 11g Release 2 数据库;③IIS 7.0。

3 系统的设计与实现

3.1 系统业务流程

本系统的基本业务流程是:用户分为普通用户和公共用户,公共用户只能登陆到公共用户界面,授权用户能登陆到森林资源评估操作和基础数据管理界面,公共用户通过用户登记、管理员审核可以升级为授权用户。其对应的业务流程如图 1 所示。根据业务流程实现的评估项目管理页面在 IE 浏览器上的运行效果如图 2 所示。

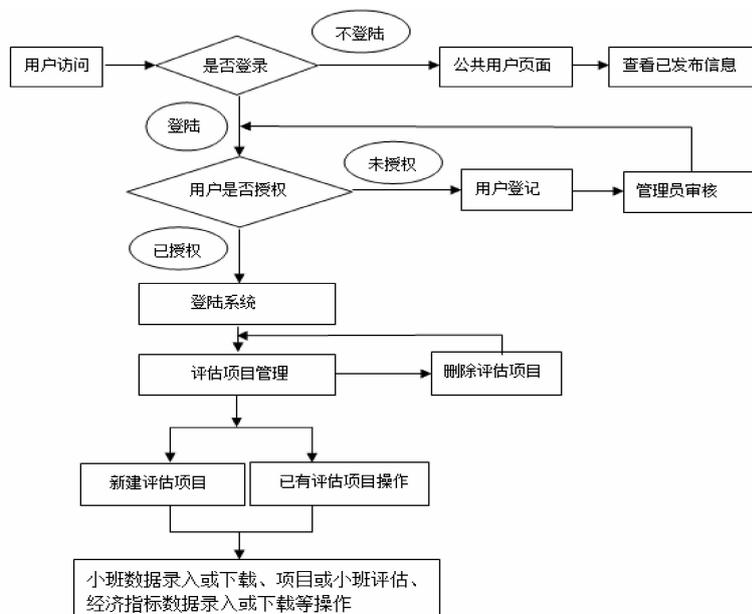


图 1 系统业务流程

Fig. 1 Flow diagram of business system

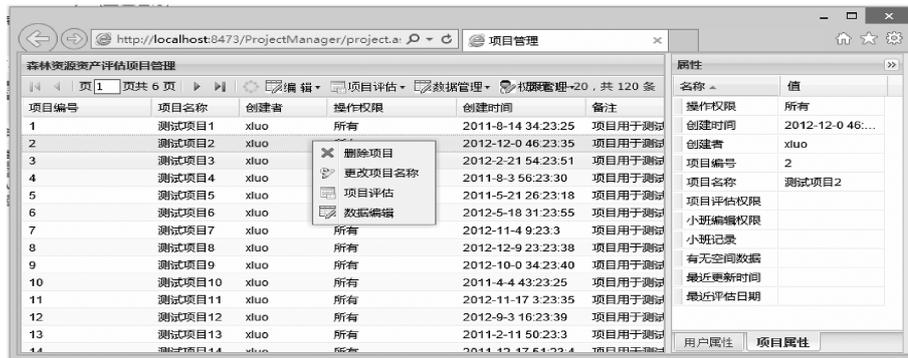


图 2 评估项目管理

Fig. 2 Evaluation project manager

3.2 系统功能

系统是基于 B/S 结构的森林资源资产评估信息系统,所以系统不仅应包含森林资源资产评估的功能,还具有基础数据管理、经济技术指标管理等 B/S 系统应有的一些功能。为了清晰起见,将系统的功能分为评估项目管理、基础数据管理、项目评估和辅助功能三大类(图 3)。

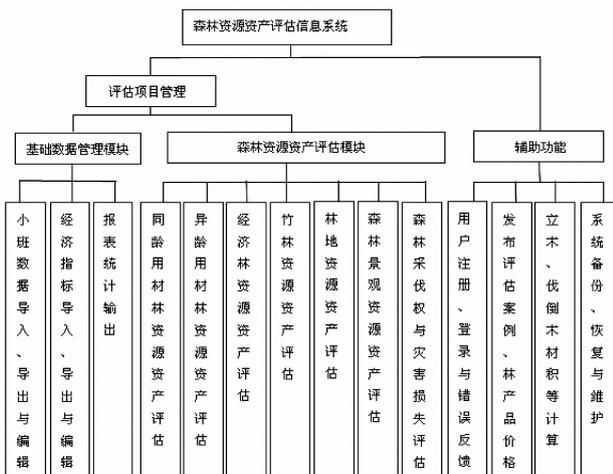


图 3 系统功能结构

Fig. 3 System functions structure

3.2.1 评估项目管理

用户可以新建评估项目、删除评估项目、更改项目名称和给其他用户分配项目操作权限。

3.2.2 基础数据编辑和管理

上传小班记录数据文件到数据库,下载小班数据到用户的计算机;添加小班,更改小班,删除小班;

添加用材材种出材率,删除材种出材率,更改材种出材率;添加用材材种价格,更改材种价格,删除材种价格;添加经济林产品价格,更改经济林产品价格,删除经济林产品价格;添加竹材产品价格,更改竹材产品价格,删除竹材产品价格;添加竹笋价格,更改竹笋价格,删除竹笋价格;生成常用的统计表。

3.2.3 森林资源资产评估功能

实现较为完善的森林资源资产评估功能是系统的重中之重,项目评估界面效果见图 4 所示。

1) 同齡用材林评估功能

幼齡林现行市价法评估,幼齡重置成本法评估,幼齡林序列需工数法评估,中、近熟林现行市价法评估,中、近熟林收获现值法,成、过熟林市场比较法,成、过熟林市场价倒算法,评估结果求和功能。

2) 异齡用材林评估功能

刚择伐异齡林收益现值法,择伐 N 年后异齡林评估计算,未成熟异齡林评估计算,评估结果求和功能。

3) 经济林资源资产评估功能

产前期经济林重置成本法,产期经济林现行市价法,始产期经济林重置成本法,始产期经济林现行市价法,始产期经济林收益现值法,始产期经济林重置成本法,盛产期经济林收益现值法,评估结果求和功能。

4) 竹林资源资产评估功能

新造未投产竹林重置成本法,年龄不理想花年竹林收益现值分段算法,年龄不理想竹林收益现值分段算法,合理结构的花年竹林年金法,合理结构的大小年竹林年金法,评估结果求和功能。

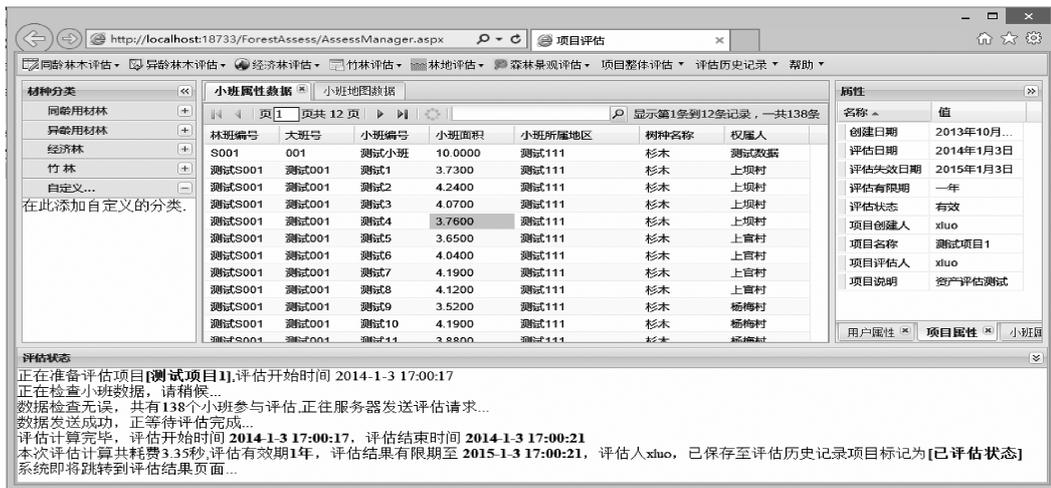


图 4 项目评估界面

Fig. 4 Interface of project assess

5) 林地资源资产评估功能

同龄林林地现行市价法, 同龄林林地期望价法, 同龄林林地地租资本化法, 同龄林林地期望价修正法, 林地费用价法, 异龄林林地比例系数法, 经济林林地期望价法, 经济林林地年金资本化法, 竹林林地收益比例系数法和年金资本化法, 评估结果求和功能。

6) 森林景观资源资产评估

限于条件限制, 森林景观资源资产评估只初步实现了现行市价法、条件价值法、年金资本化法和重置成本法, 不能用于整体项目评估。

7) 项目整体评估

对项目进行整体评估, 根据用户设置, 统计不同材种、不同林种的评估值总和, 生成资产评估报告初稿, 生成资产评估说明书初稿。

3.2.4 评估流程

以同龄用材林林木资源资产评估的中龄林收获现值法为例, 讨论实现过程, 其他评估功能模块其实现流程与此相类似。中龄林收获现值法的流程可以归纳为下列几步(图 5)。

1) 用户选择评估命令后, 客户端 JavaScript 程序收集和检查中龄林小班数据, 检查无误后, 向服务器端发送评估请求和评估数据, 与此同时客户端进入等待状态, 直到服务器返回评估结果, 或者评估时间超时, 超时时间定为 60 s, 如果超过 60 s 客户端程序还没有收到评估结果, 则认为评估失败; 如果小班数据有误, 将会停止评估流程, 并报告错误。

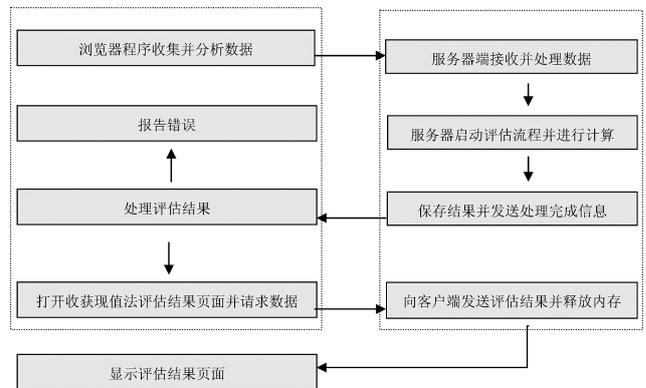


图 5 中龄林收获现值法评估流程

Fig. 5 Evaluation process of present earning value

2) 服务器接收到评估请求和小班数据后, 启动评估处理流程。服务器程序分析收到的每一个小班, 查看小班是否有经济指标数据, 如果有, 则添加到评估小班列表。如果没有经济指标数据, 则根据中龄林小班所属的省、市、县、乡镇(林场)、村(营林区)、树种和龄组是否与“用材林材种价格表”的省、市、县、乡镇(林场)、村(营林区)、树种和龄组字段的值相同, 如果相同, 则根据记录的类型, 将其添加到该小班的经营成本、木材销售价、林分质量调整系数等经济指标集合中, 并将该小班以及小班的经济指标数据添加到评估列表。如果没有找到, 则该小班的经济指标数据为空, 经济指标为空的小班不能参与评估计算, 添加到错误小班列表中。

3) 服务器启动评估计算流程, 逐个处理在第二

步中找到的、放在评估小班列表中的小班,将小班数据和该小班的经济指标数据逐个代入中龄林收获现值法公式进行评估计算。所有的小班评估计算完成后,进入下一步。

4) 服务器先通过 Oracle 数据库的序列 (Sequence) 生成一个整数值,这个整数值在整个系统都是唯一的,称为标识码。然后将第三步计算成功的小班数据(不包含经济指标)和计算结果写入评估历史记录表,表中的“historyid”字段值即为前面所生成的标识码,并在内存中用关联数组(C#中的 Dictionary)保存评估小班数据、小班的经济指标数据和评估计算时间,关联数组的键(Key)即是前面生成的标识码,最后给客户端发送标识码和第二步中经济指标为空的小班。

5) 等待过程中的客户端收到信息。客户端根据服务器端发送的标识码,用该标识码为参数打开中龄林收获现值法页面,打开过程中,客户端程序用该标识码再向服务器端请求第四步保存到关联数组的数据,服务器向中龄林收获现值法页面发送数据,发送成功后释放内存。客户端页面接收服务器发送的结果(JSON 形式)并进行解析。填充中龄林收获现值法页面,效果如图 8 所示。另外,为了防止内存耗尽,服务器端每隔一段时间都会清除关联数组的数据,清除依据是评估时间超过 2 min 的数据,评估时间已经在第四步中写入到关联数组中。与此同时,客户端解析第四步服务器发送的经济指标为空的小班,报告评估计算失败的小班信息,如果所有小班计算成功,则无需报告。自此,中龄林收获现值法计算完成。

3.3 数据库设计

为了提高多用户环境下系统的性能,采用 Oracle 11g 数据库来管理数据。为了提高系统的并发存取能力,减少磁盘 IO 冲突,增强系统的读写、扩展能力,数据库划分成 3 个表空间:ForestBase、ForestData 和 ForestHistory。ForestBase 表空间存储用户信息、项目信息和各种经济技术指标等,对应的数据库文件存放在 D 盘; ForestData 表空间存放小班数据和林木生长过程信息等,数据库文件存放在 E 盘; ForestHistory 表空间存放评估历史记录,数据库文件存放在 F 盘。数据库主要结构如图 6 所示。

3.4 系统开发

基于 B/S 结构的系统包含浏览器端和服务器端两部分。为了提高系统的交互能力,采用 JavaScript 和 C# 2 种语言开发,开发环境是 Microsoft Vis-

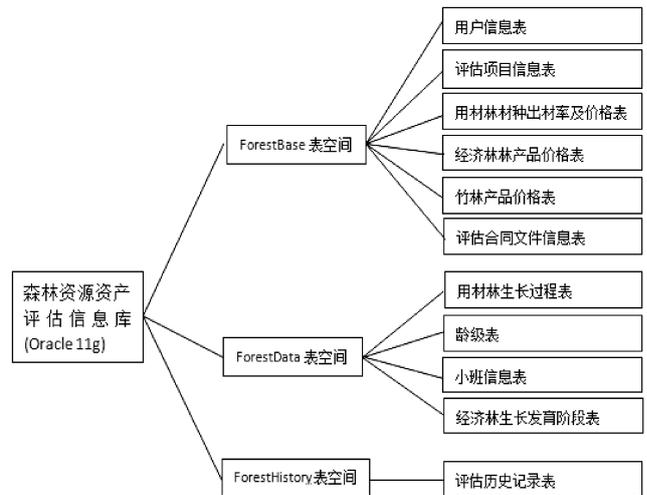


图 6 数据库结构

Fig. 6 Database architecture

ual Studio 2010。服务器端是基于 ASP.NET 4.0 架构,开发语言是 C# 4.0。客户端是基于富客户端开发的 ExtJS 2.2 框架,开发语言是 JavaScript。

系统实现了森林资源资产评估的大多数计算方法(系统目前实现的是 34 个)。因篇幅所限制,以较为复杂的中龄林收获现值法为例,展示其运行效果。中龄林收获现值法在 Windows 7.0, Internet Explorer 9.0 上的运行效果如图 7 所示。

在图 7 中的“木材税费和小班经营成本”栏是可以增加、更改或删除的,可以从数据库读出,或手工输入,可以实现不同地区有不同税费的功能;“名称”列是指税费名称,在生成算例时用于显示税费名称;“适用材种”列对应“主伐材材种出材率”栏中的“材种名称”列或“间伐材材种出材量及材种价格”中的材种名称列;“值”列是指税费值或者税费所占百分比;“关联其他费用列”是指该项费用是否为其他费用的百分比,比如“育林费”是“两费统一计征价”的 13%,“适用场合”列是指该项费用在主伐时征收还是在间伐时征收。

为了方便教学、研究、验证和生成资产评估说明书,系统特别增加了生成算例功能,所有的计算方法均可以按材种、林种或产品类型通过计算机自动生成计算步骤,系统生成的中龄林收获现值法算例(第一个小班)如图 8 所示。为了便于读者比较,第一个小班数据来自参考文献^[1]第 132 页,读者可以自行比对,步骤略有差异,但计算结果比参考文献^[1]更精确。

林班号	大班号	小班号	面积	平均高	年龄	直径	蓄积量	投资收益率	树种名称	主伐年龄	预估主伐蓄积量	林分质量调整系数	评估结果
S001	001	测试小班	10.0000	10.5	14	12.7	135.0000	6.0%	杉木	26	300.0000	0.90000	389762.61
S001	001	1	3.7300	16.7	15	18.2	141.7586	9.0%	杉木	29	248.2807	0.98000	88867.41
S001	001	2	4.2400	16.7	16	17.3	146.9286	9.0%	杉木	29	269.9709	0.98000	107319.07
S001	001	3	4.0700	15.7	16	18.0	138.1182	6.8%	杉木	29	274.1129	0.98000	119046.26
S001	001	4	3.7600	17.1	15	18.6	142.7883	9.0%	杉木	28	297.0069	0.98000	80849.72
S001	001	5	3.6500	15.9	14	18.6	147.1281	7.1%	杉木	27	285.6520	0.98000	81222.91

图 7 收获现值法评估结果

Fig. 7 Evaluation result of present earning value

育林费 = 0.12 × 两费统一计征价 = 0.12 × 600 = 72
 维简费 = 0.08 × 两费统一计征价 = 0.08 × 600 = 48
 木材检查费 = 0.002 × 两费统一计征价 = 0.002 × 600 = 1.2
 管理费用 = 0.05 × 杉原木销售价 = 0.05 × 900 = 45
 增值税 = 0.06 × 增值设计征价 = 0.06 × 750 = 45
 城建教育附加费 = 0.08 × 增值设计征价 = 0.08 × 45 = 3.6
 杉原木主伐成本 = 木材生产经营成本 + 地租 + 木材生产经营利润 + 育林费 + 维简费 + 木材检查费 + 销售费用 + 管理费用 + 不可预见费 + 增值税 + 城建教育附加费 = 140.00 + 48.00 + 15.00 + 72.00 + 48.00 + 1.20 + 10.00 + 45.00 + 18.00 + 45.00 + 3.60 = 445.80
 杉原木主伐纯收入 = 木材销售价 - 木材总成本 = 900 - 445.8 = 454.2元/立方米
 主伐杉综合
 育林费 = 0.12 × 两费统一计征价 = 0.12 × 300 = 36
 维简费 = 0.08 × 两费统一计征价 = 0.08 × 300 = 24
 木材检查费 = 0.002 × 两费统一计征价 = 0.002 × 300 = 0.6
 管理费用 = 0.05 × 杉综合销售价 = 0.05 × 750 = 37.5
 增值税 = 0.06 × 增值设计征价 = 0.06 × 550 = 33
 城建教育附加费 = 0.08 × 增值设计征价 = 0.08 × 33 = 2.64
 杉综合主伐成本 = 木材生产经营成本 + 地租 + 木材生产经营利润 + 育林费 + 维简费 + 木材检查费 + 销售费用 + 管理费用 + 不可预见费 + 增值税 + 城建教育附加费 = 140.00 + 33.60 + 12.00 + 36.00 + 24.00 + 0.60 + 10.00 + 37.50 + 15.00 + 33.00 + 2.64 = 344.34
 杉综合主伐纯收入 = 木材销售价 - 木材总成本 = 750 - 344.34 = 405.66元/立方米
 小班计算结果
 主伐每立方米纯收入 = 杉原木主伐纯收入 × 杉原木主伐出材率 + 杉综合主伐纯收入 × 杉综合主伐出材率 = 0.25 × 454.20 + 0.45 × 405.66 = 113.55 + 182.55 = 296.10元/立方米
 标准林分主伐总收入 = 标准林分主伐木材积 × 主伐每立方米纯收入 = 300.0000 × 296.10 = 88829.10元/公顷
 间伐总收入 = 0.00元
 林地管护成本 = 林地年森林管护成本 × ((1 + 投资收益率)^(主伐年龄 - 林木年龄) - 1) / (投资收益率 × (1 + 投资收益率)^(主伐年龄 - 林木年龄)) = 90.00 × ((1 + 0.06)^(26 - 14) - 1) / (0.06 × (1 + 0.06)^(26 - 14)) = 754.55
 小班评估值 = 林分质量调整系数 × 小班面积 × (主伐总收入 + 间伐总收入) / ((1 + 投资收益率)^(主伐年龄 - 林木年龄)) - 小班面积 × 林地管护成本 = 0.9 × 10 × (88829.10 + 0.00) / ((1 + 0.06)^(26 - 14)) - 10 × 754.55 = 389762.61

图 8 收获现值法算例

Fig. 8 Calculating process of present earning value

需要说明的是,图 8 中的名称都是动态生成的,不同的材种、林种和林产品不一致,用户可以自动配置这些名称,比如“主伐杉原木”,来自图 7 中的“主伐材种出材率及材种价格”的“材种”列,而税费名称来自图 7 中的“木材税费及小班经营成本”栏中的“名称”列,其名称都可以修改,取决于用户的设置。

特别地,其中的经济指标数据按地区、树种、龄组区分,与具体项目无关。不同的项目只要评估小班所属省、市、县、乡镇(林场)、村(营林区)、树种名称和龄组相同,就可以使用同一个经济指标。在图 7 的页面显示之前,系统会根据小班的所属省、市、县、乡镇(林场)、村(营林区)和树种名称与“用材林材种出材率及价格表”中的记录比较,找到匹配的

经济指标数据,也就是图7中的“木材税费及小班经营成本栏”、“主伐材材种出材率及材种价格”和“间伐材材种出材量及材种价格”栏里面列出的内容,如果没有找到对应小班的经济指标数据,则图7中的小班经营成本栏和木材价格栏是空的。经济指标有对应的编辑页面。

4 讨论

相比为数不多的其他类型的森林资源资产评估信息系统,基于B/S结构的森林资源资产评估系统具有升级维护简单、可及时更新林价和税费、不受使用地区限制和操作方便等优点。客户端部分运行在IE浏览器上,客户端计算机无需安装额外软件即可运行。但不可否认的是,开发B/S结构的系统要比开发C/S结构或单机版本的信息系统难度大一些。一般来说,开发B/S系统分为浏览器开发和服务器开发2部分,这2部分往往需要用不同的程序设计语言,比如在本系统中浏览器端是用JavaScript语言开发,服务器端是用C#程序设计语言开发。

森林资源资产评估的最终成果是资产评估报告书、资产评估报告说明书和小班评估结果图表,资产评估报告书没有完全统一的格式,目前以参考文

献^[1]中的格式为准,系统只能以生成初稿的形式来生成这2种说明书,待生成初稿后,由评估单位自行细化。

参考文献:

- [1] 陈平留,刘键,陈昌雄,等. 森林资源资产评估[M]. 北京:高等教育出版社,2009.
 - [2] 陈平留,刘键. 森林资源资产运作技巧[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
 - [3] 庄晨辉,张惠光,陈绍玲,等. 森林资源资产评估软件研制[J]. 林业资源管理,1999(4):61-63.
 - [4] 卢盛荣,郑金彬,张继炎. 基于MSSQL Server的森林资源资产评估系统的研发[J]. 龙岩学院学报,2009,27(5):22-24.
 - [5] 郑鹏,黄斌. 森林资源资产信息管理系统软件网络体系结构[J]. 福建林学院学报,2008,28(4):381-384.
 - [6] 胡宗庆,王李进. 基于WebGIS的森林资源资产评估信息系统[J]. 华东森林经理,2007,21(3):77-80.
 - [7] 张轶辉,吕勇,张贵. 森林资源资产评估系统的本体集成研究与实现[J]. 中南林业科技大学学报,2011,31(11):79-84.
 - [8] 王李进,胡欣欣,吴保国. 森林资源资产评估Web服务系统的解决方案[J]. 北京大学学报,2009,10(1):88-90.
-
- (上接第42页)
- [3] 阿衣古力·阿不都瓦依提,阿布来克·尼牙孜,阿布都热合曼·吾买尔,等. 新疆产5个梨品种果实品质比较[J]. 新疆农业大学学报,2010,33(6):509-512.
 - [4] 张振铭,胡化广. 不同品种梨果实石细胞含量的比较研究[J]. 安徽农学通报,2007,13(16):28-29.
 - [5] 王静,张辉,李学文,等. 贮藏温度对货架期香梨品质和生理活性的影响[J]. 江苏农业科学,2006(4):141-142.
 - [6] 何自珍,张克远,赵惠兰,等. 漾濞玉香梨贮藏时期的生理生化变化[J]. 云南农业大学学报,1998,3(2):215-217.
 - [7] 邓西民,韩振海,李绍华,等. 果树生物学[M]. 北京:高等教育出版社,1999.
 - [8] 沙广利,郭长城,李光玉,等. 梨果实糖酸含量及比值对其综合品质的影响(简报)[J]. 植物生理学通讯,1997,33(4):264-266.
 - [9] Robertson J A, Horvat R J, Lyon B G, et al. Comparison of quality characteristics of selected yellow - and white - fleshed peach cultivars[J]. *Journal of Food Science*, 1990, 55:1308-1311.
 - [10] 陈迪新,李巍,周毅,等. 梨果硝酸盐、亚硝酸盐和Vc含量研究[J]. 北方园艺,2008(2):23-24.
 - [11] 李坤明,胡忠荣,陈伟,等. 云南栽培梨地方良种及其利用现状[J]. 中国南方果树,2010,39(3):64-67.
 - [12] 汤婷婷,钟晨,苏军,等. 梨主栽品种主要品质性状分析及分布规律研究[J]. 安徽农业大学学报,2013,40(1):59-64.
 - [13] 涂正顺,李华,王华,等. 猕猴桃果实采后香气成分变化[J]. 园艺学报,2001,28(6):512-516.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.010

建湖县林地保护利用规划编制浅谈

戴洪冈

(建湖县高新技术经济区社会事业局,江苏 建湖 224700)

摘要:建湖县森林资源具有林地分布地域差异明显,林业产业水平不断提升,初步建成林业生态体系等特点。分析林地保护利用存在的问题,阐述林地保护利用规划的目标、任务以及实行林地分级保护,控制用途改变,补充林地等原则。据此,将全县林地划分为东北部防用结合林区、中部城郊生态防护区和西部水源涵养林区,并提出完善林地规划体系,强化林地保护力度,提高林地管理水平等发展对策。

关键词:林地保护利用规划;分级保护;主导方向;建湖县

中图分类号:S76;F301.24 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0050-04

Planning Formulation of Forest Land Protection and Utilization in Jianhu County

DAI Hong-gang

(High-tech Social Programs Bureau of Jianhu County Economic Zone, Jianhu, Jiangsu 224700, China)

Abstract: Forest resources of Jianhu County have characteristics such as woodland geographical distribution significantly different, forestry industry constantly increasing, forestry ecosystem initially built up. This paper described problems of forest land protection and utilization, elaborated planning objectives of forest land protection and utilization, tasks and principles of the implementation of forest land classification protection, controlling use change, supplement woodland. Accordingly, the forest land of Jianhu County was divided into northeastern combination of anti-forest area, central suburbs ecological protection area and western water conservation forest. Countermeasures to perfect forest land planning system, strengthen forestland protection, improve forest management and so on also have been put forward.

Key words: forest protection and utilization planning; graded protection; dominant direction; Jianhu County

林地是国家重要的自然资源和战略资源,是森林赖以生存和发展的根基,是野生动植物栖息繁衍和生物多样性保护的物质基础^[1],在维护国土生态安全中具有核心地位,在应对全球气候变化中具有特殊地位。随着社会经济的快速发展,各类建设用地规模不断扩大,林地征占用数量逐年增加,林地保

护与利用的矛盾越来越突出,如何合理地进行林地落界,编制林地保护利用规划,保障和利用林地资源,保持社会经济可持续发展,依据《全国林地保护利用规划纲要(2010~2020)年》,依法编制林地保护利用规划,保障生态建设和林业发展空间,为实现林地科学管理提供依据和手段,解决林地保护利用与

收稿日期:2014-03-05.

作者简介:戴洪冈(1977-),男,江苏建湖人,工程师。从事林业调查规划设计与营造林技术推广。

经济社会发展的矛盾。

1 基本概况

建湖县地处里下河腹部地区,位于北纬 33°16'44"~33°41'03",东经 119°33'49"~120°05'17",总面积 115 332 hm²。气候属于亚热带向暖温带过渡的季风气候区,年均温 14.3℃;全县辖 12 个镇、4 个区,247 个村(居)。

2 林地资源现状

以建湖县 2009 年森林资源二类调查结果为基础,结合近年来新造林、林地征占用数据进行地理信息系统数据库更新,以及建湖县实际情况,经过前期准备、实地勘察、林地落界,数据更新等工作,建湖县现有林地规划编制结果为:全县土地总面积 115 332 hm²,其中林业用地面积 7 130.38 hm²,占土地总面积的 6.18%。有林地 5 938.08 hm²,占林业用地总面积的 83.28%;灌木林地 82.59 hm²,占 1.16%;国家特别规定的灌木林地 68.53 hm²;未成林造林地 1 013.99 hm²,占 14.22%;宜林地 95.72 hm²,占 1.34%。生态公益林地 1 247.85 hm²,占全县林业用地面积的 17.5%;商品林地 5 882.53 hm²,占 82.5%(表 1)。

表 1 建湖县林地资源现状

Tab. 1 Status of forest land resources in Jianhu County hm²

项目	合计	有林地	国家特别规定灌木林地	其它灌木林地	未成林造林地	其它宜林地
合计	7,130.38	5,938.08	68.53	14.06	1,013.99	95.72
公益林地	1,247.85	1,050.24	61.08	14.06	122.47	0.00
商品林地	5,882.53	4,887.84	7.45	0.00	891.52	95.72

3 林地资源特点分析

3.1 林地分布地域差异明显

建湖县地处里下河水网平原农区,林地总量较少,从全县土地利用及其森林资源分布情况来看,林地资源地域性差异明显,总体呈现东北部地区林地面积较大,以杨树为主,构成建湖特色的防用结合林;中北部次之,以道路绿化、常绿树以及乔木经济林等灌木为主,构成建湖特色的农田防护林体系;中

部以城市绿地、景观绿地、公园等为主,构成园林生态林地;西南部湖荡地区水域面积比重大,林地面积相对较少,以杨树为主,主要栽植于河堤、圩堤、垛田以及公路两侧绿色通道形成的水源涵养生态防护林(图 1)。

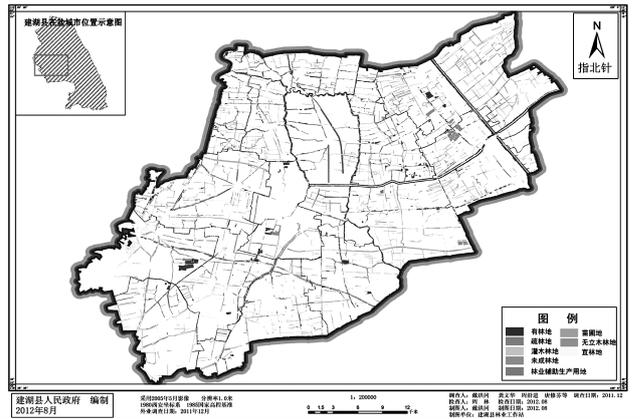


图 1 建湖县地类现状分布

Fig. 1 Current land type distribution of Jianhu County

3.2 林业产业水平不断提升

通过林地落界数据分析,林业生产水平在不断提升。①通过林权制度改革,累计完成林权制度改革 1.125 hm²,明晰了林权,推进了森林、林木、林地的合理流转,有效地促进了林地保护利用。②进一步优化了树种,在原有乡土树种榉、榆、柳、桑的基础上,先后引进了意杨、水杉、女贞、香樟、榉树等一批优良树种,杨树、水杉等已成为全县主要造林树种。③特色林果经济不断壮大发展,建设各类林业基地 16 个,面积达 1 300 hm²,增加了林业收入,奠定了林地保护的基础。

3.3 初步建成林业生态体系

林业生态体系的建设是一个循序渐进的过程,全县现有省级生态公益林面积 1 175 hm²,占全县林地总面积的 16.48%,主要集中在黄沙港、通榆河以及盐徐高速、204 国道、盐金国防公路等高等级国道省道公路两侧。生态公益林在防风、固沙、改善生态环境、抵御自然灾害、保护人民群众生命财产安全以及确保工农业生产等方面发挥了显著的生态和社会效益。

3.4 林地保护利用存在的问题

通过林地落界规划数据分析,规划林地面积只占国土面积的 6.18%,森林资源总量不足,质量不

高,分布不均匀。近几年来,建湖县林木覆盖率虽有较大幅度提高,各镇覆盖率在 12.98%~36.87%不等,森林资源主要集中在冈西、高作、宝塔、建湖县林场、通榆河等镇及国有单位,但综观全县,森林资源总量不足,人均森林面积仅为 0.009 hm²;从分布上看,乔木林主要分布防洪圩堤和各类公路两侧绿色通道上,以杨树、水杉、女贞、银杏等树木为主;灌木林资源主要分布在冈西、高作、钟庄,以桑园为主;西区沿荡地区由于荡滩水域面积较大,森林资源低于全县平均水平。其次,森林质量不高,乔木林以杨树人工纯林为主,面积达 5 381 hm²,占林地面积的 75.48%,其它树种仅占 24.52%,2008 年单位面积蓄积量为 55 m³/hm²,树种结构单一,现有林分中,乔木纯林比例大,占 92.1%,混交林比例小,占 7.9%,森林资源总体质量不高。再次是规划难度加大——建湖县是典型的水网平原农区,基本农田比例较高,新增适宜造林绿化空间非常有限。

4 林地保护规划

4.1 目标任务

2010~2020 年是全面实现更高水平小康社会并向基本现代化迈进的重要时期,林业肩负着建设生态文明、应对全球气候变化的战略任务。到 2020 年,通过严格实行林地用途管制、积极补充林地、提升森林质量等措施,实现林地面积适度增加、森林保有量稳步增长等目标,构建完善的林业生态体系。

①林地保有量有所增加,到 2020 年,建湖县林地保有量由现在的 7 130 hm² 增加到 7 594 hm²,增长 6.51%,占国土面积的 6.58%。

②森林保有量稳步增长,到 2020 年,建湖县森林保有量由现在的 6 006 hm² 增加到 6 470 hm²,增长 7.73%,占国土面积 5.6%。

③林地结构逐步优化,到 2020 年,公益林地面积达 1 414 hm²,占林地总面积的 18.62%,重点公益林地面积达 1 308 hm²;重点商品林地面积达 4 793 hm²,占林地总面积的 63.12%。

④林地生产力显著提高,通过实施森林抚育工程等集约经营措施,到 2020 年,全县林地平均生产率由现在的 55 m³/hm² 提高到 65 m³/hm²。

⑤进一步提高林木覆盖率,积极开展绿色家园、绿色厂区造林绿化活动,鼓励单位和个人合理利用非林地造林,到 2020 年林木绿化率提高并稳定在 23%以上(表 2)。

4.2 方法措施

4.2.1 实行林地分级保护

为加强林地的保护管理,根据林地生态区位重

表 2 到 2020 年建湖县林地保护主要规划指标

Tab. 2 Key planning indicators of 2020 Jianhu County forest land protection

指标	现状	2020 年
森林保有量/hm ²	6006	6470
林地保有量/hm ²	7130.38	7594.25
林地生产率/m ³ ·hm ⁻²	55	65
面积/hm ²	1247.85	1414.11
公益林地		
比率/%	17.50	18.62
其中重点公益林/hm ²	1175.01	1308.61
比率/%	16.48	17.22
商品林地		
商品林地/hm ²	5882.53	6180.14
比率/%	82.50	81.38
其中:重点商品林/hm ²	4633.96	4793.21
比率/%	65.00	63.12

要性、经济重要性以及县域经济总体规划,坚持全面保护与重点保护相结合的原则,将建湖县林地分为Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级 3 个保护等级(表 3)。

4.2.2 控制林地用途改变

林地必须用于林业生产和生态建设,严格控制林地转变为建设用地以及其它农用地,保护好公益林地,加大对临时占用林地和灾毁林地的修复力度,加强非法改变林地用途的处罚力度。

4.2.3 加强森林资源保护

近几年“绿色建湖”建设实施的各类通道、农田林网、林业工程、园区绿化等,增加了森林面积,提高了林木覆盖率,再加强对现有林地的保护力度,加强病虫害防控工作,减少森林资源损失,制止毁林开垦、乱砍滥伐林木、乱占林地资源等各种破坏森林资源的行为,健全执法队伍,加大林政案件查处力度,切实保护好森林资源。

4.2.4 积极引导补充林地

据规划纲要,建湖县到 2020 年林地规划面积要达到 7 594 hm²,因此,要积极扩展各类可绿化空间。根据县域总体规划,积极实施沿海防护林建设工程,高标准打造农田林网,高要求实施村庄绿化,打造绿色家园,新建和完善各类绿化,重点打造阜建高速、233 省道、231 省道绿化,增加林地 260 hm²。

5 林地保护利用的主导方向

结合林业区划,以自然条件的相似性和差异性

表3 建湖县林地分级保护

Tab. 3 Forest land protection classification in Jianhu County

保护等级	现状		规划		保护范围	保护措施
	面积	占比/%	面积	占比/%		
合计	7130	100	7594	100		
I级					无	
II级	614	8.6	614	8.1	县林场、通榆河、林苗圃等重点公益林。	鼓励和引导抚育性管理,改善林分质量和森林健康状况,禁止商业性采伐,严格控制建设工程占用林地。
III级	634	8.9	800	10.5	高速公路、国、省道等高等级公路、铁路,重要航运河道,包括部分重点公益林地及重点商品林地。	严格控制占用征收林地,公益林地允许进行以提高森林生态系统稳定性或改善生态功能为目的的森林抚育、更新采伐等经营活动,提高生态公益林生态功能和景观效益。商品林地允许更新采伐,以提高森林生态经济效益。
IV级	5882	82.5	6180	81.4	未纳入上述保护范围的林地,主要是商品林地。	严禁非法占用林地和毁林开垦等破坏行为,推行集约经营和林农复合经营,实现高投入、高产目标。

为依据,根据地貌、气候以及区域规划并保持镇、村界线的完整性,把建湖县划分为东北部、中部城郊、西南部3个林地保护利用主导区域。

5.1 东北部防用结合林区

区域范围包括上冈、冈东、草堰口、冈西、宝塔、高作6个镇区,土地面积41 827 hm²,林地面积2 624 hm²,森林面积2 297 hm²,公益林579 hm²,商品林1 912 hm²。根据该区域土壤气候特点,重点加强水土流失治理,优化树种结构,保持通榆河、黄沙港二级航运河道防护林的生态效益,做好商品林地的资源管理。

5.2 中部城郊生态防护区

区域范围包括近湖、庆丰、钟庄、开发区、芦沟5个镇区,土地面积33 159 hm²,林地面积2 038 hm²,森林面积1 669 hm²,公益林400 hm²,商品林1 222 hm²。本区域以改善县城人居环境为目标,主要保护好盐徐高速、234省道、盐淮公路、231省道两侧的环城林带以及县经济开发区、高新园区、民营产业园的上海路、南京路、明星路、南环路、建宝公路两侧已建成的绿色通道林地,管理好双湖公路、秀夫公园、湖坨公园、翠湖公园等各类公园景观绿地。

5.3 西部水源涵养林区

区域范围包括建阳、九龙口、颜单、恒济、沿河5镇。土地面积39 014 hm²,林地面积2 100 hm²,森林面积1 765 hm²,公益林193 hm²,商品林1 595 hm²。林区内宝射河、射阳河、嘎粮河贯穿其中,湖荡湿地面积达14 866 hm²。严格保护九龙口湿地公园、颜单、恒济等荡区,建设生态安全的水源涵养

林区。推广林渔、林禽、林菌、林苗等林农复合经营模式,培育九龙口的梅苏、颜单的漕桥等林木专业村建设。完善森林旅游设施建设,做大做强森林、湿地旅游业(图2)。



图2 建湖县林地保护利用分区

Fig. 2 Forest land protection and utilization in Jianhu County

6 林地保护利用的发展对策

6.1 完善林地规划体系

建湖县正处于经济发展转型阶段,按照省级林地保护利用规划的指导要求,积极与当地主体功能区划、土地利用总体规划相协调,从改善生态环境与社会经济可持续发展的整体利益出发,全面划定林业用地范围,在一定时期内保持林业用地总量平衡。

(下转第57页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.011

云南省集体林权制度改革的探索与实践

靳丹娅

(云南省木材检查服务总站, 云南 昆明 650224)

摘要:云南省集体林权制度改革从 2006 年起采取先行试点,逐步推开的办法,有组织、有计划、分步骤开展,经历了探索和实践 2 个阶段。文中介绍了云南省林改探索中在省委、省政府的高度重视下所做出的一系列工作和成绩。分析了林改实践中存在的集体林地比重较大,公益林的落实较难,部分林地存在权属争议,历史遗留问题较多等问题。阐述林改实践中采取的高位强势推动,深入调查研究,落实林改经费,加大宣传力度,加强纠纷调处,强化技术培训,依法依规操作,加快林产业发展等有效措施。

关键词:集体林权制度改革;林地权属争议;纠纷调处;云南省

中图分类号:S757;F326.22 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0054-04

Exploration and Practice of Collective Forest Right System Reform in Yunnan Province

JIN Dan-ya

(Yunnan Timber Inspection Service Station, Kunming 650224, China)

Abstract: The reform of collective forest right system in Yunnan Province has experienced two stages of exploration and practice since 2006 taking the first pilot, it was very organized, planned and carried out step by step. This paper described a series of achievements for Yunnan provincial government attached great importance to the work. Issues have been analyzed such as the proportion of collective woodland too large, more difficult to implement the public welfare, land ownership disputes, many historical issues. Effective measures to accelerate the development of the forest industry have also been elaborated such as promoting the practice with mighty, taking a strong and in-depth research, looking for fund, increasing publicity efforts, strengthening the dispute mediation and technical training, operating by the law.

Key words: reform of collective forest right system; land ownership dispute; dispute mediation; Yunnan Province

集体林权制度改革(以下简称“林改”)是继土地家庭承包之后我国农村经营制度的又一重大变革,与农村土地家庭承包经营有着同等重大的历史意义^[1-3]。作为全国四大重点林区之一的云南,地处珠江、长江等重要水系的上游,国土面积的 94%

是山区,林业用地多,森林资源丰富,保护任务繁重,集体商品林比例高,林业发展潜力大。全省林业用地 2 424.76 万 hm^2 , 占国土总面积的 63.39%, 居全国第二位。集体林地 1 942.50 万 hm^2 , 占全省林业用地的 80.11%。其中:集体公益林地又占集体林

收稿日期:2014-01-22.

作者简介:靳丹娅(1973-),女,河北抚宁人,经济师。主要从事木材检查,木材价值评估以及林业行政执法等工作。

业用地的 50.20%。森林面积超过 2 000 万 hm^2 , 占全国的 12.4%。活立木蓄积量 15.48 亿 m^3 , 占全国的 1/8, 为全国第三位。天然林 1 250 万 hm^2 , 蓄积 13.5 亿 m^3 。森林覆盖率达 49.91%, 高于全国森林覆盖率 31.7 个百分点。云南省集体林权制度改革工作在国家林业局的指导帮助下, 在省委、省政府的直接领导下, 从 2006 年起采取先行试点逐步推开的办法, 有组织、有计划、分步骤地开展。

1 集体林权制度改革的探索

1.1 准备阶段

早在 2003 年, 云南省委书记白恩培到林业厅调研时就提出“生态建设产业化, 产业发展生态化”的林业发展思路, 要求各有关部门认真研究制约林业发展的问题, 根据中央关于进一步发展林业的精神, 结合省情, 制定切实可行政策, 采取得力有效措施, 破除体制、机制障碍。2005 年 4 月 22 日又作了林权改革“一定要改, 要快改”的重要批示。2006 年 7 月 17 日, 白恩培书记主持召开了有省委、省人大、省政府、省政协等 10 位领导和全省 16 个州(市)委书记、州(市)长参加的座谈会, 专题研究全省林改工作。省委副书记、省长秦光荣也多次听取林改工作汇报并作出重要指示。省政协主席(时任省委副书记)王学仁亲率有关部门领导到福建考察学习林改经验。省委副书记李纪恒和副省长孔垂柱多次召集有关部门对林改工作进行专题研究, 并经常深入基层调研指导。

2006 年 9 月 14 日, 云南省委、省政府出台了《关于深化集体林权制度改革的决定》, 对林改的指导思想、总体目标、基本原则、方法步骤、组织领导、政策措施、范围内容作了具体规定。同年 11 月 1 日, 云南省政府召开了全省深化集体林权制度改革电视电话会议, 副省长孔垂柱代表省委、省政府作了动员部署。12 月 12 日, 云南省委、省政府成立了李纪恒副书记任组长, 孔垂柱副省长任第一副组长, 林业厅白成亮厅长任常务副组长, 有省级 23 个部办厅局领导参加的领导小组, 下设办公室, 林业厅王德祥副厅长任主任, 负责日常工作。从此, 云南省集体林权制度改革工作正式铺开。

1.2 实践阶段

云南省深化集体林权制度改革在 2006 年试点的基础上于 2007 年全面铺开。各地在当地党委政府领导下组建工作机构, 抽调工作人员进行宣传动员, 开展技术培训、深入调查摸底, 在妥善调处山林

争议纠纷的基础上, 按照一村一策、一组一案的要求, 精心制定各级改革实施方案, 认真做好明晰产权、林地权属勘查工作。全省各地已成立各级林改组织领导机构 11 291 个。其中: 州市级机构 16 个, 县市区级机构 129 个, 乡镇级机构 1 183 个, 村级机构 9 995 个。抽调林改工作人员达 39.0 万人次(技术人员 2.8 万人次), 其中: 州市级 0.23 万人次, 县市区 2.3 万人次, 乡镇级 4.9 万人次, 村级 31.5 万人次。全省已有 129 个县市区、1 000 个乡镇、9 287 个村委会、11.2 万个村民小组开展调查摸底, 已制定各级林改方案 11.0 万个。其中: 制定县级林改方案 129 个, 占县总数的 100%; 制定乡级林改方案 957 个, 占乡总数的 61.3%; 制定村级林改方案 8 454 个, 占村总数的 65.1%; 制定组级林改方案 10.1 万个, 占组的 62.1%。已有 7.2 万个村民小组开展林地权属勘查工作, 落实确权到户数为 291 万户, 确权面积达 773.3 万 hm^2 , 确权宗数为 46.4 万宗, 已核发林权证 55.9 万本, 确权面积和发证面积分别占全省集体林权面积的 39.8% 和 34.8%。

投入林改经费 45 666.61 万元, 其中: 省级 4 000 万元, 州市级 11 541.76 万元, 县区级 21 095.8 万元; 乡镇级 4 366.84 万元; 村委会 2 011.19 万元; 村民小组 1 916.55 万元; 其他 734.47 万元。

组织林改培训会议 6.2 万场, 培训人数达 310 多万人次。发放宣传资料 600 多万册, 编写简报、报刊共 4.3 万期, 标语 80 多万条。

排查出山林争议纠纷 128 446 件(其中: 省际 60 起, 州市际 280 起, 县区际 1 310 起, 乡镇际 4 755 起, 村委会间 12 420 起, 村小组间 31 004 起, 户与户之间 78 617 起), 已调处 110 348 件, 调处率为 85.9%。

2 集体林权制度改革的实践

2.1 集体林权制度改革中存在的问题

由于云南省集边疆、民族、贫困、山区“四位一体”的省情和存在“大资源、小产业、低效益”的林业现状, 林改的情况相当复杂, 改革的任务十分艰巨。主要存在以下困难。

2.1.1 集体林地比重较大

全省林业用地 2 426.7 万 hm^2 , 其中集体林地 1 940 万 hm^2 , 占全省林业用地的 80.1%, 要将集体林的“四权”落实到 845.2 多万户农户, 落实到山头

地块,林改的任务显得极为繁重。

2.1.2 公益林的落实较难

全省林业用地中,公益林占 50.2%,在 1 240 万 hm^2 公益林中有 1 053.3 万 hm^2 未纳入生态效益补偿,许多群众不愿意将山林划入公益林,林改工作面临很大的压力。

2.1.3 村民参与林改的积极性不高

云南省于 2000 年启动天然林资源保护工程,工程区涉及 69 个县(市、区)17 个国有重点森工局,全省森林管护面积为 1 260 万 hm^2 ,其中集体林面积为 866.7 万 hm^2 ,占 68.8%。在集体林中村社集体统一经营面积为 793.3 万 hm^2 ,农民自留山责任山面积有 73.3 万 hm^2 。在 2010 年天保工程结束前,由于天保政策规定天保区内不能进行天然林的商品性采伐,许多群众暂时不能分享林改带来的好处,参与林改的积极性必然会受到影响。

2.1.4 部分林地存在权属争议

云南省林业部门管理的自然保护区总数为 142 个,总面积达 254.1 万 hm^2 ,其中集体林面积为 83.4 万 hm^2 ,占保护区总面积的 32.8%,将保护区周边及插花的集体林、责任山、自留山、贷款营造的人工林等划入保护区范围,使这部分林地和林木的经营权和处置权、收益权受到限制,农户意见较大。

2.1.5 历史遗留问题较多,矛盾纠纷较突出

目前全省已排查山林权属纠纷 12.8 万件。由于林业投入不足,基础工作差,技术手段落后,历史档案资料不齐全等因素,导致集体林权制度改革工作量大,情况复杂,改革任务十分艰巨的现实摆在林业工作者面前,需要认真对待,采取强有力措施,确保集体林权制度改革顺利进行。

2.2 集体林权制度改革中的实践措施

2.2.1 高位强势推动

云南省、州、县、乡、村成立了林改领导小组,由书记任组长,形成了 5 级书记抓林改,党委、人大、政府、政协 4 套班子齐参与的高位推动格局。建立了“省决策、州协调、县领导、乡主抓、村实施、部门配合”的林改工作机制。各地建立了领导小组成员挂钩联系制度、成员单位联络员制度、林改巡视督查制度和林改目标责任管理制度。并建立健全各级集体林权制度改革工作班子,制定了工作职责。

2.2.2 深入调查研究

2005 年,由省林业厅邀请省农委、省委政策研究室及相关单位开展了《云南省集体林产权制度改革研究》、《集体林权现状调查》、《存在的问题和对

策》等调查研究工作。2006 年开展试点工作,2007 年全面铺开,各地反映出公益林区、天保工程区、自然保护区及云南省藏族集中地区的集体林农民利益问题并及时进行调研,将调研情况及报告上报省委、省政府,得到了省委、省政府高度重视,及时给予批示,使云南省的林改进一步健康、顺利地展开。

2.2.3 落实林改经费

云南省从 2006 年开始林改试点以来,各级投入林改资金共计 45 666.61 万元,其中:省级 4 000 万元,州市级 11 541.76 万元,县区级 21 095.8 万元,乡镇级 4 366.84 万元,村委会 2 011.19 万元,村民小组 1 916.55 万元,其他 734.47 万元。

2.2.4 加大宣传力度

按照《云南省深化集体林权制度改革宣传提纲》的要求,各地采取整体策划、板块推出、上下联动、内外感动的办法加强林改宣传。省、州、县主要媒体继续保持了强势宣传,新华社、中央电视台、人民日报、光明日报、解放军报、中国绿色时报等中央媒体也先后 3 次组织了对云南省林改的新闻宣传和文艺采风活动。各级林业部门采取会议宣传、媒体宣传、文化宣传、社会宣传、简报宣传等多种形式宣传林改。全省召开各类林改会议 18.8 万场次,举办培训班 5.7 万场次,影视宣传 1.3 万场次,广播宣传 15 万场次,印发资料 695.65 万册,编发简报、板报等 4.37 万期,书写宣传标语 80.1 万条。声势浩大的宣传发动,使林改政策深入人心,为林改营造了良好的舆论环境。

2.2.5 加强纠纷调处

云南省狠抓林权纠纷调处,省林业厅召开了昆明、楚雄、玉溪、红河、普洱 5 州市山林纠纷调处工作协调会,形成了 5 州市行政接边地区林权纠纷调处协作协议,并向全省推广。至 11 月底,全省共排查出山林纠纷 128 446 件,已调处 110 348 件,调处率为 85.91%。现在省林改办、省林业厅着重协调思茅、版纳 2 州市间的行政接边地区山林权属纠纷调处工作。

2.2.6 强化技术培训

在 2006 年全省林改试点工作刚开始时,省林业厅对 16 个州市的林业局局长、林政科科长、调查队队长及 9 个试点县林业局局长、林改办主任和业务骨干进行了集体林权制度改革培训。其内容为:林权证核(换)办法、林权勘查办法、林权证管理信息系统操作说明、林权纠纷调处办法。使试点县掌握了改革的目的、内容、步骤、方法。同年 12 月,为了推进全省的集体林权制度改革工作,云南省林业厅

又对全省 129 个县林业局局长、林政股股长、林改办主任和业务骨干进行了培训,其内容有:林权的基本知识、林地管理的相关法律法规、资源管理有关知识、资源调查方法、林权证核(换)发办法、林权勘查办法、林权证管理信息系统操作说明、林权纠纷调处办法。2007 年 6 月,国家林业局与云南省林业厅又举办培训班,对全省 16 个地州市 129 个县的林业局局长、林改办主任、林政科(股)长及业务骨干就物权法、村组林改方案编制、林地权属勘查方法、林权权属争议调处办法及公益林、天保林区、自然保护区中集体林调研情况说明等内容进行讲解,进一步提高对集体林权制度改革的认识,明确了改革的范围及方法步骤。使云南省的集体林权制度改革按照省委、省政府的部署,有序、健康地开展。

2.2.7 依法依规操作

云南省林改严格按照《村民委员会组织法》、《农村土地承包法》等法规,依法依规操作,保证了村民的知情权、参与权、决策权和监督权。各地坚持宣传到位,群众不了解政策的不实施;坚持实事求是,情况不明不动手;坚持群众决策,达不到 2/3 以上群众赞成的不通过;坚持办事公开,公示有异议的不审批。广泛推行“六签字、四公示”制度,即:村民小组会议通知签收、村民小组会议签到、村民小组实施方案签字、林地界限确认书签字、合同签字、县乡林改工作组及村委会负责人对村民小组实施方案决议签字;林权现状公示、村民小组实施方案公示、林改工作程序公示、林改结果公示。林改充分尊重群众意愿,发挥群众的积极性和创造性,有力推进了农村的民主进程。

(上接第 53 页)

建立林地利用的动态监管、审批制度,保证林业用地的合法性和稳定性,利用遥感、3S 技术加强对林地利用的监测工作。

6.2 强化林地保护力度

各级部门利用各种资源形式,采取多种手段宣传林地保护的重要性,宣传《森林法》、《江苏省森林法实施条例》等法律法规,正确理顺林地保护与建设开发之间的关系,强化林地保护工作,禁止一切乱征、滥占林地行为。大力实施沿海防护林建设工程、绿色建湖建设工程,改善生态环境,拓宽林地资源。

6.3 提高林地管理水平

建立、健全机构,明确专人负责林地管理工作,强化林业、国土、能源、交通、水利等部门协作机制,

云南省林改试点工作一开始,云南省林业厅就组织厅属有关处室和勘查设计单位制定林权核(换)发办法和林地权属勘查方法。根据国家林业局《林木和林权属权登记管理办法》进一步明确核(换)发证的机关和范围,结合云南省集体林权产权形式提出核(换)发林权证的依据和程序。使云南省集体林权制度主体改革明确产权阶段做到“图、表、卡一致”、“人、地、证相符”。

2.2.8 加快林产业发展

根据云南省委、省政府提出的“确保生态改善,农民增收,产业发展和壮大集体经济目标的顺利实现”要求,全省各地正在积极开展森林资源规划设计调查工作,在两类林区划界定基础上,编制符合本地区实际的产业发展规划,制定相应的产业政策,做到在集体林权制度改革中确保农民增收。结合当地实际制定林地有偿使用办法,收取林地使用费,巩固提高基层组织执政能力和凝聚力,做到“村提民用”,为村民办更多的公益事业,提高基层组织的形象,进一步焕发民心,推进社会主义新农村建设。

参考文献:

- [1] 马玉成, 马晓霞, 康武, 等. 同心县集体林权制度改革存在的问题与对策[J]. 宁夏农业科技, 2013(5): 57-58.
- [2] 张金萍. 对互助县集体林权制度改革的思考[J]. 现代农业科技, 2012(16): 215-216.
- [3] 肖泽忱, 布仁仓, 胡远满. 我国集体林权制度改革存在的问题及对策探讨[J]. 林业资源管理, 2008(6): 12-17.

强化林业部门行政执法能力,严格控制林地征占用审批。创新林地管理机制,对重点公益林实行补偿机制和重点工程建设财政补助政策。

参考文献:

- [1] 国家林业局. 全国林地保护利用规划纲要(2010~2020年)[Z]. 2011.
- [2] 建湖县林业工作站. 建湖县级林地保护利用规划(2010~2020年)[Z], 2012.
- [3] 沈新华. 建水县林地保护利用规划探究[J]. 林业调查规划, 2012, 37(8): 90-94.
- [4] 潘海清. 田林县林地保护利用现状及发展对策[J]. 华东科技, 2013(10): 82-83.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.012

阿尔金山北麓野骆驼生境植被调查研究

吴 鹏¹, 辉朝茂¹, 薛亚东², 李迪强²

(1. 西南林业大学竹藤研究所, 云南 昆明 650224;

2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 国家林业局森林生态环境重点实验室, 北京 100091)

摘要: 阿尔金山北麓是野生双峰驼的主要分布地区之一, 在该地区野生双峰驼的生境内设立样线样方, 对野生双峰驼生境内沙漠植被组成、地理区系和群落多样性等特征进行调查分析。结果表明, 该地区的沙漠植物较为稀少, 有 9 科 17 属 17 种植物, 植物区系倾向于集中在少数大科和单种属内, 优势科属的组成较少; 该地区植物科的地理分布型有 3 种, 属有 5 种地理分布型和 2 个变型, 总体植物区系的温带性质较为明显, 并呈现了与古地中海成分的相关性; 该地区的植物群落物种组成稀少, 结构单一, 群落多样性指数较低, 这与荒漠植物生境的严酷性有密切关系。

关键词: 阿尔金山北麓; 野生双峰驼; 植被区系; 地理成分; 群落物种多样性; 群落结构

中图分类号: S718.54; S824 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0058-05

Vegetation Characteristic in the Habitat of Wild Bactrian Camel in the Northern Slope of Altun Mountains

WU Peng¹, HUI Chao-mao¹, XUE Ya-dong², LI Di-qiang²

(1. Institute of Bamboos, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Key Laboratory of Forest Ecology and Environment of State Forestry Administration, Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The Northern slope of Altun Mountains is one of the main distribution area of wild Bactrian camel. The desert vegetation composition, floristic and community diversity in the habitat of wild Bactrian camel were investigated through the transect sampling in this area. The results indicated that the desert plant species in this area were more scarce, which consist of 9 families, 17 genera and 17 species. The composition of these species presented a tendency of distributing in preponderant families and monophyletic genera with less part of dominant families and genera. There are 3 geographical distribution patterns of families, 5 patterns and 2 variations of genera; A temperate climate of the overall flora area are obvious, and showed the correlation with the ancient Mediterranean plant species composition. The community of this area was composed of rare species and was of single structure with a low index of community diversity, which has a close relationship with the harsh desert plant habitats.

Key words: Northern slope of Altun Mountains; wild Bactrian camel; vegetation region; geography part; community diversity of species; community structure

收稿日期: 2014-03-03.

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(CAFYBB2011003), 国家科技基础性工作专项(2006FY110800, 2012FY111700)。

作者简介: 吴鹏(1989-), 男, 安徽芜湖人, 硕士研究生。研究方向: 植物学竹类研究。

通信作者: 李迪强, 研究员。Email: lidq@caf.ac.cn。

野生双峰驼 (*Camelus ferus*) 是世界上骆驼科骆驼属唯一幸存的野生物种,是亚洲中部对极端干旱环境具有高度适应性的动物。野生双峰驼(以下简称野骆驼)现存种群数量不足 1 000 峰,其中中国大约有 600 峰,蒙古国大约有 350 峰。野骆驼主要分布在我国罗布泊北部嘎顺戈壁、阿尔金山北麓及阿奇克谷地、塔克拉玛干沙漠以及中蒙边境的外阿尔泰山戈壁等地区^[1-3],属于我国国家 I 级保护动物,2002 年其濒危等级就已被 IUCN 调整到最高级别,被列为极度濒危动物。

关于野骆驼的研究多集中于分子遗传和保护管理方面^[4-8],对野骆驼的生态学研究较为缺乏。由于荒漠地区植被的特殊性,植被对于野骆驼种群的存续和分布起着至关重要的作用,因此,本研究的目的在于通过对野骆驼生境植被的调查和研究,认识野骆驼栖息环境的植被现状,为制定栖息地保护计划提供科学理论依据。

1 研究区概况

研究地区位于甘肃省敦煌市、阿克塞县及新疆若羌县境内,地理坐标为 39°24'~40°42'N,90°55'~92°44'E,南边紧靠阿尔金山,北边与库姆塔格沙漠相连。本地区属于温带大陆性干旱气候类型,年均温 11.3~11.9℃。本地区从南向北呈现为阿尔金山北坡冲积、洪积物形成的戈壁平原到库姆塔格沙漠边缘的过渡地貌。

2 研究方法

2.1 野外调查

分别于 2012 年 5~9 月进入研究区进行野外实地调查。在有野骆驼活动痕迹的区域设置样方和样线进行野外植被调查。样方记录植物物种、数量、冠幅、高度。样方面积为 10 m×10 m,并在 4 个角设置 1 m×1 m 的样方记录草本植物。共调查样方 96 个。

2.2 数据处理

在统计各样方的植物高度、盖度、频度的基础上,分别按草本和灌木植被计算样方内各物种的重要值。灌木重要值=(相对高度+相对盖度+相对密度)/3;草本重要值=(相对高度+相对盖度+相对频度)/3。选取了以下 5 种多样性指数来测度和分析群落物种多样性特征。公式分别为:

Shannon-Wiener 多样性指数 $H = -\sum P_i \ln P_i$

Simpson 多样性指数 $D = 1 - \sum P_i^2$

Pielou 均匀度指数 $J = H / \ln S$

Simpson 优势度指数 $C = \sum (P_i)^2$

Patrick 丰富度指数 $R = S$

式中: S 为物种总数; P_i 为物种 i 的重要值。

采用 Excel 和 SPSS 19.0 进行数据处理、制图并进行方差分析和显著性检验。

3 结果与分析

3.1 植物区系特征分析

3.1.1 植物科属组成特征

调查涉及到的阿尔金山北麓野骆驼生境包括 17 种植物,分属 9 科 17 属,物种组成非常贫乏。在植物科属内组成中(表 1),单物种的科、属比例最大,分别占区系总科数和总属数的 66.7% 和 100%;物种数在单科内的分布稍小,但也占到了 35.3%,并且全在单属内分布。区系内占优势的科比例非常小,5 种以上的科只有藜科 (*Chenopodiaceae*) 1 个,为区系总科数的 11.1%;2 种以上的科有菊科 (*Asteraceae*) 跟蒺藜科 (*Zygophyllaceae*),占区系总科数的 22.2%,物种在多科内的分布比例相对较高。而物种在多种属内没有分布,全部集中在单种属内。植物区系总体趋向于集中在少数的大科和单种属内。优势科属的组成非常少,这也体现了荒漠植被的组成单一^[9-11]。

3.1.2 植物区系地理成分分析

阿尔金山北麓野骆驼生境中植物科的分布型只有 3 种类型(表 2):世界广布型 5 科、热带至温带分布型 3 科和亚热带至温带分布型 1 科。世界分布型和温带分布型占有绝对优势。分别为总科数的 55.6% 和 44.4%,没有其他分布型。这也反映了干旱荒漠严酷的气候条件对植物区系的影响,世界分布种由于其庞大的种系和广泛的适应性在本地区占有较大的比例,并且多为区系中的优势科,如藜科等,其中梭梭属 (*Haloxylon*) 和合头藜属 (*Sympegma*) 的植物多作为局部区域中的建群种存在。温带分布型在区系中也具有一定的优势,如蒺藜科是区系中的第三大科,而麻黄科 (*Ephedraceae*) 和怪柳科 (*Tamaricaceae*) 的植物膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*) 和红砂 (*Reaumuria soongarica*) 也在有些区域中作为建群种存在。

表 1 阿尔金山北麓野骆驼生境植物科、属物种组成

Tab. 1 Species composition in families and genera of seed plants in the northern slope of the Altun mountains

科内物种组成					属内物种组成				
含种数	总科数	占总科数/%	总种数	占总种数/%	含种数	属数	占总属数/%	总种数	占总种数/%
≥5	1	11.1	7	41.2	≥3	0	0	0	0
2~5	2	22.2	4	23.5	2	0	0	0	0
1	6	66.7	6	35.3	1	17	100	17	100
合计	9	100	17	100	合计	17	100	17	100

表 2 阿尔金山北麓野骆驼生境植物科的分布型

Tab. 2 Distribution types of the families for seed plants in the northern slope of the Altun mountains

分布类型	科名	科数	占总科数/%
世界分布	藜科 Chenopodiaceae、菊科 Asteraceae、蓼科 Polygonaceae、石竹 Caryophyllaceae、伞形科 Umbelliferae	5	55.6
热带至温带	蒺藜科 Zygophyllaceae、麻黄科 Ephedraceae、蓝雪科 Plumbaginaceae	3	33.3
温带分布	亚热带至温带 怪柳科 Tamaricaceae	1	11.1

根据吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型的划分办法^[12],把阿尔金山北麓野骆驼活动地区的植物 17 个属划分为 5 个分布类型和 2 个变型(表 3)。世界分布属有 3 个,占总属数的 17.6%,包括蒿属 (*Artemisia*)、补血草属 (*Limonium*) 和碱蓬属 (*Suaeda*)。这些生活型都是旱生草本植物。泛热带分布只有麻黄 1 个属,只占总属数的 5.9%,由此可见野骆驼生境植被热带成分非常缺乏。北温带分布也只有驼绒藜属 (*Ceratoides*) 1 个,在植物区系中占有较小的成分。而地中海区、西亚至中亚分布是本地区最具特色、最重要的群落组成部分,有阿魏属 (*Ferula*)、白刺属 (*Nitraria*)、红砂属 (*Reaumuria*)、裸果木属 (*Gymnocarpos*)、沙拐枣属 (*Calligonum*)、梭梭属 (*Haloxylon*)、盐生草属 (*Halogeton*) 和雾冰藜属 (*Bassia*)。该分布类型在本地区还有一个变型,即地中海至中亚和南非洲、大洋洲间断分布,只有霸王属 (*Zygophyllum*) 1 个。该分布类型占本地区总属数的 53%,表明了植物区系与古地中海成分的相关性。这些属所包含的植物是本地区植物群落分布最

为广泛的植物,甚至有些植物在植物群落中作为重要的建群种和优势种。中亚分布是西北荒漠地区植物区系的重要组成部分,但在本地区分布相对贫乏,中亚分布有紫菀木属 (*Asterothamnus*) 及其一个变型,中亚东部分布包括沙篷属 (*Agriophyllum*) 和合头草属 (*Sympegma*), 占总属数的 17.6%,但这些植物有些作为群落的重要伴生种,有些也作为植物群落的建群种。

表 3 阿尔金山北麓野骆驼生境种子植物属的分布型

Tab. 3 Distribution types of genera for seed plants in the northern slope of the Altun mountains

分布区类型及变型	属数	占本区总属数/%
广布	3	17.6
泛热带	1	5.9
北温带	1	5.9
地中海区、西亚至中亚及其变型	9	53.0
中亚	3	17.6
合计	17	100

3.2 群落物种组成及群落物种多样性特征

3.2.1 群落物种组成

在阿尔金山北麓野骆驼活动区域内的 96 个样方调查中,共记录植物 17 种,分别属 9 科 17 属。出现频率 30% 以上的有 3 个种,分别为合头藜 (*Sympegma regelii*)、红砂 (*Reaumuria soongarica*) 和膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*), 其频率分别为 54.2%、66.7% 和 34.4%。出现频率在 10%~30% 的有梭梭 (*Haloxylonam modendron*)、驼绒藜 (*Ceratoides latens*)、裸果木 (*Gymnocarpos przewalskii*)、霸王 (*Zygophyllum xanthoxylon*)、紫菀木 (*Asterothamnus centrali-siaticus*)、沙拐枣 (*Calligonum mongolicum*) 和五星

蒿 (*Bassia dasyphylla*), 其频率分别为 27.1%、14.6%、20.8%、10.4%、14.6%、28.1%、和 13.5%。由此可见,合头藜、红砂、膜果麻黄、梭梭和紫菀木为重要的优势种,而驼绒藜、裸果木、霸王、沙拐枣和五星蒿则为重要的伴生种,由此形成了本地区植物群落结构表征种和建群种。

根据传统的群落划分原则,在参考其他荒漠植物研究文献的基础上^[13,14],结合本次调查的植物重要值的大小将本地区植被划分为 9 个不同的植物群落类型(表 4)。合头藜和红砂植物群落为戈壁草原化荒漠植被类型,分布的海拔较高,其优势种合头藜和红砂的平均重要值分别高达 51.1%和 50.8%,也反映了该群落类型的组成相对简单。梭梭植物群落为山前戈壁向沙漠过渡的荒漠植被类型,由于生境地貌的不同,群落分布较为广泛,特征差异明显,其建群种梭梭的重要值高达 45.5%,伴生种多为矮小的红砂、沙蓬,有时沙拐枣也作为其伴生种出现。紫菀木、驼绒藜和裸果木植物群落多分布于沙漠和戈壁交界的沙丘上,相对来说,群落物种呈现多样化的趋势,伴生种也较为丰富。而沙拐枣植物群落多生于沙丘的底部,海拔较低、植被稀疏,物种组成较为单一。膜果麻黄植物群落多成片状分布于沙丘的中下部坡面,相对来说,物种组成较为复杂,平均盖度较大。黄花蒿植物群落是以草本植物为优势种的植物群落,多分布于靠近山体水源的地方。

3.2.2 群落物种多样性特征

群落的物种多样性指数能直接反映出群落内物种组成和结构特征^[13],对阿尔金山北麓野骆驼生境植被调查,统计的 9 个植物群落类型的物种多样性指数如表 5 所示。

从 Patrick 丰富度指数(R)来看,本地区的植物群落类型丰富度整体偏低,最高的驼绒藜群落也只有 5.83。Shannon-Wiener 多样性指数(H)和 Simpson 多样性指数(D)整体也偏低。反映了荒漠植物群落结构简单,物种稀少的特征。物种多样性指数最大的是驼绒藜群落、裸果木群落和膜果麻黄群落,其中驼绒藜群落与其他 2 个群落之间的差异显著;其次是合头藜群落、沙拐枣群落、紫菀木群落和梭梭群落,各群落之间没有显著差异。Shannon-Wiener 多样性指数(H)、Simpson 多样性指数(D)和 Patrick 丰富度指数(R)所反映的变化趋势基本一致,差异显著性水平也基本相同,表明了物种组成的丰富程度决定了群落的多样性水平。而群落多样性

表 4 主要植物群落类型的结构特征

Tab. 4 Community diversity characteristics of main community types

群落类型	主要伴生种	海拔 /m	平均盖度 /%	主要物种平均重要值 /%	平均物种数量
合头藜群落	红砂、膜果麻黄、紫菀木	1900~2200	4.10	51.2	3.27
红砂群落	梭梭、合头藜、沙拐枣、沙蓬、五星蒿	1900~2300	3.31	50.8	3.42
梭梭群落	红砂、沙蓬、沙拐枣	1800~2100	4.54	45.6	3.21
膜果麻黄群落	红砂、裸果木、梭梭	1900~2200	6.14	50.8	4.43
驼绒藜群落	梭梭、合头藜、红砂、裸果木、霸王	2100~2300	2.33	37.7	5.83
裸果木群落	合头藜、膜果麻黄、紫菀木	2100~2300	1.88	41.7	4.00
紫菀木群落	驼绒藜、膜果麻黄、紫菀木	2200~2300	1.70	55.1	3.75
沙拐枣群落	红砂、沙蓬	1800~2000	3.18	49.1	2.75
黄花蒿群落	膜果麻黄、五星蒿	2100~2200	6.60	57.7	3.00

变化趋势与优势度变化趋势相反,如群落多样性高的裸果木群落和驼绒藜群落的群落优势度反而低;群落优势度高的梭梭群落和黄花蒿群落,群落多样性程度反而较低,群落之间差异性显著。群落均匀度指数(J)反映了群落物种分布的均匀程度,其与群落多样性指数的变化趋势基本一致,群落多样性低的黄花蒿群落物种分布的均匀程度也相对较低;而群落多样性较高的驼绒藜群落和裸果木群落物种分布的均匀程度相对较高,群落之间的差异性显著。

4 讨论

阿尔金山北麓是我国野骆驼主要分布的地区之一,通过对阿尔金山北麓野骆驼生境植被的区系成分分析,其全部都是单种属,区系优势种非常明显,这可能是因为在进化的过程中,由于本地区地理环境以及气候条件的巨变,导致了植物区系中植物大量灭绝。本地区植物受到苛刻的自然因素的影响,组成植物群落的物种功能性特化程度高,生活型相对简单。整个植物区系表现出强烈的旱生特点,形

表 5 主要植物群落类型的物种多样性

Tab. 5 Species diversity characteristics of main plant community types

群落类型	R	H	J	C	D
合头草群落	3.27±1.42b	0.98±0.38 b	0.89±0.12 b	0.43±0.14 b	0.57±0.14 b
红砂群落	3.42±1.73b	0.93±0.37 b	0.81±0.19 b	0.46±0.16 b	0.54±0.16 b
膜果麻黄群落	4.43±1.90ab	1.12±0.54 ab	0.77±0.16 ab	0.42±0.24 ab	0.58±0.24 ab
梭梭群落	3.21±1.58b	0.98±0.49 b	0.87±0.26 b	0.49±0.24 b	0.51±0.24 b
裸果木群落	4.00±0.82ab	1.26±0.21 ab	0.92±0.08 b	0.31±0.07 ab	0.68±0.07 ab
中亚紫菀木群落	3.75±1.50 b	1.00±0.27 b	0.82±0.10 ab	0.42±0.09 ab	0.57±0.09 ab
驼绒藜群落	5.83±1.83 a	1.51±0.27 a	0.89±0.06 b	0.26±0.08 a	0.74±0.08 a
沙拐枣群落	2.75±0.96 b	0.90±0.35 b	0.92±0.08 b	0.45±0.16 ab	0.55±0.16 ab
黄花蒿群落	3.00±1.41 b	0.80±0.55 b	0.62±0.41 a	0.55±0.30 b	0.45±0.30 b

注:R: Patrick 丰富度指数, H: Shannon-Wiener 多样性指数, J: Pielou 均匀度指数, C: Simpson 优势度指数, D: Simpson 多样性指数。数据为多个样地的平均值±标准差,与有相同字母者表示在 p<0.05 水平上不显著。

成优势种和群落明显的植物区系,地中海与中亚分布类型在整个区域中占有非常大的比例,反映出植物区系与古地中海成分的相关性。

阿尔金山北麓野骆驼生境植被属于荒漠植被,在不同区域荒漠植被的群落多样性研究中^[13],荒漠植被的群落物种多样性普遍较低,都是在 2 以下,而本地区的群落物种多样性也在 0.80~1.51。说明了由于荒漠植被的生境条件,整体呈现出群落物种多样性水平低,群落结构简单,物种组成稀少的情况。

参考文献:

- [1] Tulgat R, Schaller G B. Status and distribution of wild Bactrian camels (*Camelus bactrianus ferus*) [J]. *Biological Conservation*, 1992, 62(1): 11-19.
- [2] Hare J. *Camelus ferus*. In: IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012. 2.
- [3] Nature Serve and IUCN. *Camelus ferus*. In: IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012. 1, <http://www.iucnredlist.org>.
- [4] Ji R, Cui P, Ding F, et al. Monophyletic origin of domestic bactrian camel (*Camelus bactrianus*) and its evolutionary relationship with the extant wild camel (*Camelus bactrianus ferus*) [J]. *Animal Genetics*, 2008, 40: 377-382.
- [5] 高宏巍,王晶,何俊霞,等. 利用微卫星标记分析双峰驼进化和遗传多样性[J]. 上海交通大学学报:农业科学版, 2009, 27(2): 89-95.
- [6] 程佳,任战军,王乐,等. 基于 Cytb 基因的家养双峰驼分子系统发育研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2009, 37(12): 17-21.
- [7] 高丽君,袁磊,于谦. 罗布泊野骆驼自然保护区野双峰驼的分布与生态环境的关系[J]. 新疆环境保护, 2003, 25(1): 9-12.
- [8] 袁磊,孟剑英,萨根古丽,等. 罗布泊野骆驼自然保护区生态环境问题及恢复措施[J]. 新疆环境保护, 2007, 29(1): 24-26.
- [9] 党荣理,潘晓玲. 西北干旱荒漠区种子植物的区系分析[J]. 西北植物学报, 2002, 22(1): 24-32.
- [10] 张锦春,王致和,廖空太,等. 库姆塔格沙漠植被特征分析[J]. 西北植物学报, 2008, 28(11): 2332-2338.
- [11] 党荣理,潘晓玲,顾雪峰. 西北干旱荒漠区植物属的区系分析[J]. 广西植物, 2002(2): 121-128.
- [12] 吴征镒,路安民,汤彦承,等. 中国子植物科属综论[M]. 北京:科学出版社, 2003.
- [13] 张锦春,王继和,赵明,等. 库姆塔格沙漠南缘荒漠植物群落多样性分析[J]. 植物生态学报, 2006, 30(3): 375-382.
- [14] 陈文业,张继强,赵明,等. 甘肃敦煌西湖荒漠—湿地植物群落物种多样性特征研究[J]. 中国沙漠, 2012, 32(6): 1639-1645.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.013

大理苍山模式标本植物调查研究

杨国斌

(云南省林业调查规划院大理分院,云南 大理 671000)

摘要:大理苍山是我国著名的高山、亚高山植物模式标本产地之一。通过访问调查和资料分析,共录得模式标本产自苍山或苍山附近的种子植物共计 289 种,隶属于 61 科 156 属,其中有 21 种为苍山特有种。模式标本植物中杜鹃属植物 20 种,占已知苍山杜鹃属植物 59 种的 33.9%;报春属植物 12 种,占已知苍山报春属植物 25 种的 48.0%;龙胆属植物 7 种,占已知苍山龙胆属植物 29 种的 24.1%;兰科植物的多种稀有种的模式也产于苍山。

关键词:模式标本植物;特有种;大理苍山

中图分类号:S757.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0063-08

Investigation of Holotype Plants in Dali Cangshan

YANG Guo-bin

(Dali Branch of Yunnan Institute of Forestry Inventory and Planning, Dali, 671000 Yunnan, China)

Abstract: Dali Cangshan is one of locality for China's famous alpine and subalpine holotype plants. Through the investigation and data analysis, collected total of 289 species of holotype plants from seed plants in Cangshan, belonged to 61 families and 156 genera, including 21 species endemic to Cangshan. Among those holotype plants; there are 20 species of *Rhododendron* plants accounted for 33.9% of 59 known species; 12 species of *Primula* plants accounted for 48% of 25 known species; 7 species of *Gentiana* plants accounted for 24.1% of 29 known species. Many rare species holotype is also produced in Cangshan.

Key words: holotype plants; endemic species; Dali Cangshan

植物模式标本是指一个新的植物种进行鉴定和命名时的标本,一经发表,便与这个名称永久依附。新种发表时,需详细描述该份标本的形态特征,附上插图,并指明标本存放的标本馆,这就是模式标本。由于模式标本是用作描述及发表新种的依据,是名称的依附实体,因此又被称为“名称携带者”^[1]。一些早年发表的物种,在植物形态特征的描述上往往比较简单,当物种辨认遇到争议时,必须重新核对该物种的模式标本,故模式标本具有永久参考检视的价值,十分重要。对于任一种植物来说,与模式标本

完全相同的标本有无数,即该种的所有个体的集合,它们在划分群上是等价的,但在命名上却只能依据模式标本^[2]。

大理苍山是我国西南部植物模式标本的重要产地,全国有上百种植物的模式标本来自于苍山一带。如著名的苍山冷杉 *Abies delarayi*、大理罗汉松 *Podocarpus forrestii*、黄花独蒜兰 *Pleione forrestii*、苍山杜鹃 *Rhododendron dimitrum*、高河菜 *Megacarpaea delavayi* 等,其中 1920 年定名的大理罗汉松模式标本的采集树现仍保存于苍山脚下大理一中校园内。2006 年,

收稿日期:2014-02-24.

作者简介:杨国斌(1970-),男,云南祥云人,硕士,高级工程师。主要从事林业调查规划设计和自然保护区研究工作。

笔者借参与完成大理苍山特有植物和模式标本植物保护基地建设项目可行性研究的机会,对苍山分布的模式标本植物进行了初步调查和研究,旨在为广大群众提高对苍山的保护意识,为苍山管理部门和其它科研机构提供科学参考。

1 研究区概况

苍山位于中国西南边陲云南省大理白族自治州境内,地跨大理、洱源和漾濞 3 县(市),是苍山洱海国家级自然保护区的重要组成部分。从苍山西坡海拔 1 560 m 的漾濞河谷,至苍山最高峰——海拔 4 122 m 的马龙峰,相对高差达 2 562 m。在地质学界,苍山是亚洲大陆末次冰期“大理冰期”的命名地。在生物地理上,苍山位于著名的东喜马拉雅山地向云贵高原和东南亚低海拔区过渡的转折点,处青藏高原与东亚季风区和东南亚热带季风区三大自然地理区域的结合部,同时也是古北界和东洋界两大生物地理界的交汇过渡地域。海拔 4 000 m 以上的东喜马拉雅山系从西向东绵延数千公里在此结束,而平均海拔为 2 000 m 左右的云贵高原从此开始,并向南逐级降低一直延伸到东南亚的中低山河谷地区。因此,苍山在地质学上有其经典地位,被誉为“世界屋脊的屋檐”^[3]。

苍山植物区系属东亚植物区,中国-喜马拉雅森林植物亚区,横断山地区,三江峡谷亚地区,是一个重要区系结^[8]。苍山由于物种丰度较高,在国际生物科学界上一直享有较高的声誉。苍山蕴藏的植物资源早在 19 世纪就引起国外学者的关注,历史上有无数科学家或考察队到苍山采集过标本,研究苍山植物。据史料记载:公元 1253 年马可波罗到大理苍山至今,相继有法国传教士 Delavayi(1883 年)、英国植物学家 George forrest(1904 年)、Tenward(1911 年)、奥地利博物学家 Hande maxxetti(1913 年)、美国人 Locher(1947 年)等在苍山及周围进行了大规模的植物采集活动。其中法国人 Delavayi、英国植物学家 George forrest 在苍山进行了多次采集,并将大量的植物标本和种苗海运回国。Delavayi 一共在苍山及滇西一带采集到 4 000 多种植物标本,其中有 1 500 多种是新种,后来这些新种中很多是以他的名字而命名,种加词 delavayi 几乎等同于 yunnanensis,定名的模式标本至今仍保存陈列在大英博物馆内。解放前,我国老一辈植物学家钟观光(1919)、蒋英(1930)、陈谋和吴中伦(1933~1934)、蔡希陶(1933)、王启无(1935)、吴征镒、吴韞珍、杨

承元(1938)、秦仁昌(1940)、刘慎谔(1940)、冯国楣^[5]等都曾在苍山或大理地区做过广泛的植被调查和标本采集工作,也获取了丰硕的标本资料。解放以后,特别是近几十年来,西欧和北美等国的植物学家与国内有关部门曾多次组织对苍山植物的联合考察。如 1981 年中科院昆明植物所与英国爱丁堡皇家植物园合作开展的首次中英联合考察、1984 年的中美联合考察等。苍山的杜鹃花被引种驯化后,至今仍生长于欧洲、美国,特别是英国的爱丁堡皇家植物园中。正如 1981 年中英苍山联合考察队在考察花甸坝时,英格兰亨利植物园主任 Roy Lanoaster 曾经这样对中方考察团团长冯国楣说过:“在英国,有上百万人知道中国云南的大理苍山,因为他们园子里都种有许多来自大理苍山美丽的杜鹃花。”^[6]

据文献记载,历次中外科学考察活动,在苍山区域所采集的标本数以万计,这些植物标本中有很多是定名植物新种的模式标本,其中有相当部分以“大理”、“苍山”、“漾濞”命名。这说明至少在 20 世纪 40 年代,苍山就已经成为蜚声中外的高山、亚高山植物模式标本产地^[7]。

2 研究方法

根据《大理苍山种子植物区系的研究》、《苍山植物科学考察》、《苍山志》及相关文献资料,在访问调查和分析整理的基础上,采用网络资源远程访问查阅中国植物物种信息数据库(DCP)、中国数字植物标本馆(CVH)及模式标本查询系统进行分析研究。属、种的概念依目前我国最新的分类学资料——《中国植物志》英文及修订版(Flora of China)。

3 研究结果与分析

3.1 苍山模式标本植物种类

模式标本产于苍山(或苍山两侧附近)的种子植物有 289 种(表 1),依 Flora of China(简称 FOC)分属于 61 科 156 属,占苍山种子植物 2 503 种^[8]的 11.6%(包括种下等级)。其中以苍山、大理命名的有 40 种,占模式标本植物种类的 13.8%。研究结果进一步奠定了苍山作为中国西南部著名的植物模式标本产地的地位。

3.2 苍山模式标本植物的主要科属种

苍山是横断山区与云南高原杜鹃区系的分界线^[5],被誉为“杜鹃花的故乡”。笔者注意到,苍山

表 1 苍山模式标本植物名录

Tab. 1 List of Cangshan type specimens plant

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
1	松科	Pinaceae	苍山冷杉	<i>Abies delavayi</i>
2	罗汉松科	Podocarpaceae	大理罗汉松	<i>Podocarpus forrestii</i>
3	八角茴香科	Illiciaceae	野八角	<i>Illicium simonsii</i>
4	五味子科	Schisandraceae	红花五味子	<i>Schisandra rubriflora</i>
5	樟科	Lauraceae	新樟	<i>Neocinnamomum delavayi</i>
6			景东楠	<i>Phoebe yunnanensis</i>
7	毛茛科	Ranunculaceae	滇西乌头	<i>Aconitum bulleyanum</i>
8			苍山乌头	<i>Aconitum contortum</i>
9			等叶花葶乌头	<i>Aconitum scaposum var. hupehanum</i>
10			云南铁线莲	<i>Clematis yunnanensis</i>
11			密距翠雀花	<i>Delphinium pycnocentrum</i>
12			大理翠雀花	<i>Delphinium taliense</i>
13			脱萼鸦跖花	<i>Oxygraphis delavayi</i>
14			铺散毛茛	<i>Ranunculus diffusus</i>
15			扇叶毛茛	<i>Ranunculus felixii</i>
16			基隆毛茛	<i>Ranunculus hirtellus</i>
17			* 偏翅唐松草	<i>Thalictrum delavayi</i>
18			金丝马尾连	<i>Thalictrum glandulosissimum</i>
19			网脉唐松草	<i>Thalictrum reticulatum</i>
20	小檗科	Berberidaceae	疑似小檗	<i>Berberis ambigua</i>
21			美丽小檗	<i>Berberis amoena</i>
22			多花大黄连刺	<i>Berberis centiflora</i>
23			* 密叶小檗	<i>Berberis davidii</i>
24			刺红珠	<i>Berberis dictyophylla</i>
25			大理小檗	<i>Berberis taliensis</i>
26	罂粟科	Papaveraceae	丽江黄堇	<i>Corydalis delavayi</i>
27			异心紫堇	<i>Corydalis heterocentra</i>
28			同瓣黄堇	<i>Corydalis homopetala</i>
29			小花尖瓣紫堇	<i>Corydalis oxypetala subsp. balfouriana</i>
30			金钩如意草	<i>Corydalis taliensis</i>
31			* 三裂紫堇	<i>Corydalis trifoliata</i>
32			滇黄堇	<i>Corydalis yunnanensis</i>
33			长叶绿绒蒿	<i>Meconopsis lancifolia</i>
34	十字花科	Brassicaceae	* 山菜葶苈	<i>Draba surculosa</i>
35			* 高河菜	<i>Megacarpaea delavayi</i>
36			单花芥	<i>Pegaeophyton scapiflorum</i>

续表

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
37			粗壮单花芥	<i>Pegaeophyton scapiflorum subsp. robustum</i>
38	堇菜科	Violaceae	灰叶堇菜	<i>Viola delavayi</i>
39	景天科	Crassulaceae	长鞭红景天	<i>Rhodiola fastigiata</i>
40			云南红景天	<i>Rhodiola yunnanensis</i>
41			* 短尖景天	<i>Sedum beauverdii</i>
42			石莲	<i>Sinocrassula indica</i>
43	虎耳草科	Saxifragaceae	岩白菜	<i>Bergenia purpurascens</i>
44			紫花溲疏	<i>Deutzia purpurascens</i>
45			灌丛溲疏	<i>Deutzia rehderiana</i>
46			中国梅花草	<i>Parnassia chinensis</i>
47			鸡心梅花草	<i>Parnassia crassifolia</i>
48			锐尖凹瓣梅花草	<i>Parnassia mysorensis var. aucta</i>
49			紫萼山梅花	<i>Philadelphus purpurascens</i>
50			羽叶鬼灯檠	<i>Rodgersia pinnata</i>
51			橙黄虎耳草	<i>Saxifraga aurantiaca</i>
52			须弥虎耳草	<i>Saxifraga brunonis</i>
53			心叶虎耳草	<i>Saxifraga cardiophylla</i>
54			棒蕊虎耳草	<i>Saxifraga clavistaminea</i>
55			狭苞异叶虎耳草	<i>Saxifraga diversifolia var. angustibracteata</i>
56			芽生虎耳草	<i>Saxifraga gemmipara</i>
57			崖生虎耳草	<i>Saxifraga rupicola</i>
58			* 苍山虎耳草	<i>Saxifraga tsangchanensis</i>
59	石竹科	Caryophyllaceae	大理无心菜	<i>Arenaria delavayi</i>
60			无毛漆姑草	<i>Sagina saginoides</i>
61			* 岩生蝇子草	<i>Silene scopulorum</i>
62			千针万线草	<i>Stellaria yunnanensis</i>
63	蓼科	Polygonaceae	小野芥	<i>Fagopyrum leptopodum</i>
64			倒毛神血宁	<i>Polygonum molle var. rude</i>
65			大理拳参	<i>Polygonum subscaposum</i>
66	牻牛儿苗科	Geraniaceae	云南老鹳草	<i>Geranium yunnanense</i>
67	酢浆草科	Oxalidaceae	白花酢浆草	<i>Oxalis acetosella</i>
68	凤仙花科	Balsaminaceae	叶底花凤仙花	<i>Impatiens cornucopia</i>
69			环萼凤仙花	<i>Impatiens cyclosepala</i>
70			滇西凤仙花	<i>Impatiens forrestii</i>
71			多角凤仙花	<i>Impatiens polyceras</i>
72			* 平卧凤仙花	<i>Impatiens procumbens</i>

续表

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
73			苍山凤仙花	<i>Impatiens tsangshanensis</i>
74			滇水金凤	<i>Impatiens uliginosa</i>
75	柳叶菜科	Onagraceae	长柱柳叶菜	<i>Epilobium blinii</i>
76	葫芦科	Cucurbitaceae	盒子草	<i>Actinostemma tenerum</i>
77			曲莲	<i>Hemsleya amabilis</i>
78	山茶科	Theaceae	大理茶	<i>Camellia taliensis</i>
79			云南凹脉柃	<i>Eurya cavineris</i>
80	蔷薇科	Rosaceae	尖叶栒子	<i>Cotoneaster acuminatus</i>
81			云南山楂	<i>Crataegus scabrifolia</i>
82			云南柃木衣	<i>Docynia delavayi</i>
83			华西小石积	<i>Osteomeles schwerinae</i>
84			丛生菱叶委陵菜	<i>Potentilla coriandrifolia</i>
85			银叶委陵菜	<i>Potentilla leuconota</i>
86			* 总梗委陵菜	<i>Potentilla peduncularis</i>
87			* 狭叶委陵菜	<i>Potentilla stenophylla</i>
88			川梨	<i>Pyrus pashia</i>
89			峨眉蔷薇	<i>Rosa omeiensis</i>
90			缙丝花	<i>Rosa roxburghii</i>
91			滇藏悬钩子	<i>Rubus hypopitys</i>
92			* 华西悬钩子	<i>Rubus stimulans</i>
93			* 粉背楔叶绣线菊	<i>Spiraea canescens</i> var. <i>glaucophylla</i>
94			* 急尖粉花绣线菊	<i>Spiraea japonica</i> var. <i>acuta</i>
95	豆科	Fabaceae	三棱枝杭子梢	<i>Campylotropis trigonoclada</i>
96			大理鱼藤	<i>Derris harrowiana</i>
97			圆锥山蚂蝗	<i>Desmodium elegans</i>
98			* 黄花合叶豆	<i>Smithia blanda</i>
99			华野豌豆	<i>Vicia chinensis</i>
100	杨柳科	Salicaceae	中华柳	<i>Salix cathayana</i>
101			* 截苞柳	<i>Salix resecta</i>
102	桦木科	Betulaceae	滇榛	<i>Corylus yunnanensis</i>
103	壳斗科	Fagaceae	窄叶青冈	<i>Cyclobalanopsis augustini</i>
104			多变柯	<i>Lithocarpus variolosus</i>
105	荨麻科	Urticaceae	镜面草	<i>Pilea peperomioides</i>
106			亚高山冷水花	<i>Pilea racemosa</i>
107	冬青科	Aquifoliaceae	珊瑚冬青	<i>Ilex corallina</i>
108			* 陷脉冬青	<i>Ilex delavayi</i>
109			滇西冬青	<i>Ilex forrestii</i>

续表

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
110	葡萄科	Vitaceae	叉须崖爬藤	<i>Tetrastigma hypoglau-cum</i>
111	五加科	Araliaceae	梁王茶	<i>Metapanax delavayi</i>
112	伞形花科	Apiaceae	羽苞蕺本	<i>Ligusticum daucoides</i>
113			多苞蕺本	<i>Ligusticum involucreatum</i>
114			异叶棱子芹	<i>Pleurospermum decur-rens</i>
115			* 矮棱子芹	<i>Pleurospermum nanum</i>
116			华囊瓣芹	<i>Pternopetalum sinense</i>
117			蕨叶小芹	<i>Sinocarum filicinum</i>
118			* 裂瓣小芹	<i>Sinocarum schizopeta-lum</i>
119			糙果芹	<i>Trachyspermum scaberu-lum</i>
120	椴木科	Clethraceae	云南椴木树	<i>Clethra delavayi</i>
121	杜鹃花科	Ericaceae	苍山白珠	<i>Gaultheria cardiosepala</i>
122			普通鹿蹄草	<i>Pyrola decorata</i>
123			大理鹿蹄草	<i>Pyrola forrestiana</i>
124			迷人杜鹃	<i>Rhododendron agastum</i>
125			* 粉钟杜鹃	<i>Rhododendron balfouri-anum</i>
126			* 短花杜鹃	<i>Rhododendron brachy-anthum</i>
127			* 弯柱杜鹃	<i>Rhododendron campylo-gynum</i>
128			* 蓝果杜鹃	<i>Rhododendron cyano-carpum</i>
129			两色杜鹃	<i>Rhododendron dichroan-thum</i>
130			苍山杜鹃	<i>Rhododendron dimitrum</i>
131			* 泡泡叶杜鹃	<i>Rhododendron edgewor-thii</i>
132			* 似血杜鹃	<i>Rhododendron haema-todes</i>
133			* 乳黄杜鹃	<i>Rhododendron lacteum</i>
134			火红杜鹃	<i>Rhododendron neriiflo-rum</i>
135			* 云上杜鹃	<i>Rhododendron pachypo-dum</i>
136			* 阔叶杜鹃	<i>Rhododendron platyphy-llum</i>
137			* 假乳黄叶杜鹃	<i>Rhododendron rex</i> sub-sp. <i>ficulacteum</i>
138			红棕杜鹃	<i>Rhododendron rubigino-sum</i>
139			粉背多变杜鹃	<i>Rhododendron selense</i> subsp. <i>jucundum</i>

续表

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
140			硫磺杜鹃	<i>Rhododendron sulfureum</i>
141			大理杜鹃	<i>Rhododendron taliense</i>
142			糙毛杜鹃	<i>Rhododendron trichocladum</i>
143			鲜黄杜鹃	<i>Rhododendron xanthostephanum</i>
144			苍山越桔	<i>Vaccinium delavayi</i>
145			大叶乌鸢果	<i>Vaccinium fragile</i> var. <i>mekongense</i>
146	柿树科	Ebenaceae	大理柿	<i>Diospyros balfouriana</i>
147	马钱科	Loganiaceae	* 滇川醉鱼草	<i>Buddleja forrestii</i>
148			酒药花醉鱼草	<i>Buddleja myriantha</i>
149	木樨科	Oleaceae	云南丁香	<i>Syringa yunnanensis</i>
150	夹竹桃科	Apocynaceae	大纽子花	<i>Vallisneria spiralis</i>
151	萝藦科	Asclepiadaceae	大理白前	<i>Cynanchum forrestii</i>
152	茜草科	Rubiaceae	川滇野丁香	<i>Leptodermis pilosa</i>
153			粉绿野丁香	<i>Leptodermis potaninii</i> var. <i>glauca</i>
154			大果野丁香	<i>Leptodermis wilsonii</i>
155			金钱草	<i>Rubia membranacea</i>
156	忍冬科	Caprifoliaceae	细毡毛忍冬	<i>Lonicera similis</i>
157	北极花科	Linnaeaceae	云南双盾木	<i>Dipelta yunnanensis</i>
158	败酱科	Valerianaceae	髯毛缬草	<i>Valeriana barbulate</i>
159	菊科	Asteraceae	厚叶兔儿风	<i>Ainsliaea crassifolia</i>
160			* 苍山香青	<i>Anaphalis delavayi</i>
161			狭叶小舌紫菀	<i>Aster albescens</i> var. <i>gracilior</i>
162			耳叶紫菀	<i>Aster auriculatus</i>
163			宽苞紫菀	<i>Aster latibracteatus</i>
164			密叶紫菀	<i>Aster pycnophyllus</i>
165			锡金紫菀	<i>Aster sikkimensis</i>
166			拟亚菊	<i>Chrysanthemum glabriusculum</i>
167			喜马拉雅垂头菊	<i>Cremanthodium decaisnei</i>
168			大理垂头菊	<i>Cremanthodium delavayi</i>
169			变叶垂头菊	<i>Cremanthodium variifolium</i>
170			还阳参	<i>Crepis rigescens</i>
171			戟叶火绒草	<i>Leontopodium dedekensii</i>
172			* 云岭火绒草	<i>Leontopodium delavayanum</i>
173			黑紫橐吾	<i>Ligularia atroviolacea</i>

续表

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
174			网脉橐吾	<i>Ligularia dictyoneura</i>
175			* 苍山橐吾	<i>Ligularia tsangchanensis</i>
176			* 大理蟹甲草	<i>Parasenecio taliensis</i>
177			* 大理雪兔子	<i>Saussurea delavayi</i>
178			显鞘风毛菊	<i>Saussurea rockii</i>
179			线叶湿地雪兔子	<i>Saussurea uliginosa</i> var. <i>vittifolia</i>
180			河谷风毛菊	<i>Saussurea vestitiformis</i>
181			黑苞千里光	<i>Senecio nigrocinctus</i>
182			田野千里光	<i>Senecio oryzetorum</i>
183			岩生千里光	<i>Senecio wightii</i>
184	龙胆科	Gentianaceae	* 女娄菜叶龙胆	<i>Gentiana melandriifolia</i>
185			小齿龙胆	<i>Gentiana microdonta</i>
186			微形龙胆	<i>Gentiana microphyta</i>
187			* 耳褶龙胆	<i>Gentiana otophora</i>
188			滇龙胆草	<i>Gentiana rigescens</i>
189			锡金龙胆	<i>Gentiana sikkimensis</i>
190			大理龙胆	<i>Gentiana taliensis</i>
191			黄秦艽	<i>Veratrum baillonii</i>
192	报春花科	Primulaceae	景天点地梅	<i>Androsace bulleyana</i>
193			心叶香草	<i>Lysimachia cordifolia</i>
194			大理珍珠菜	<i>Lysimachia taliensis</i>
195			* 大理独花报春	<i>Omphalogramma delavayi</i>
196			紫晶报春	<i>Primula amethystina</i>
197			* 山丽报春	<i>Primula bella</i>
198			* 美花报春	<i>Primula calliantha</i>
199			蓝花大叶报春	<i>Primula coerulea</i>
200			* 球花报春	<i>Primula denticulata</i>
201			报春花	<i>Primula malacoides</i>
202			* 薄叶粉报春	<i>Primula membranifolia</i>
203			* 齿叶灯台报春	<i>Primula serratifolia</i>
204			* 铁梗报春	<i>Primula sinolisteri</i>
205			* 苣叶报春	<i>Primula sonchifolia</i>
206			* 穗状垂花报春	<i>Primula spicata</i>
207			大理报春	<i>Primula taliensis</i>
208	桔梗科	Campanulaceae	细萼沙参	<i>Adenophora capillaris</i> subsp. <i>leptosepala</i>
209			* 长花蓝钟花	<i>Cyananthus longiflorus</i>
210			毛萼山梗菜	<i>Lobelia pleotricha</i>
211			大理山梗菜	<i>Lobelia taliensis</i>

续表

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
212	紫草科	Boraginaceae	长蕊斑种草	<i>Antiotrema dunnianum</i>
213	旋花科	Convolvulaceae	毛籽鱼黄草	<i>Merremia sibirica var. trichosperma</i>
214	玄参科	Scrophulariaceae	巴氏腋花马先蒿	<i>Pedicularis axillaris subsp. balfouriana</i>
215			* 细波齿马先蒿	<i>Pedicularis crenularis</i>
216			细裂叶马先蒿	<i>Pedicularis dissectifolia</i>
217			施氏马先蒿	<i>Pedicularis stadlmanniana</i>
218			大理马先蒿	<i>Pedicularis taliensis</i>
219			颤喙马先蒿	<i>Pedicularis tantalorhyncha</i>
220			苍山马先蒿	<i>Pedicularis tsangchanensis</i>
221			云南马先蒿	<i>Pedicularis yunnanensis</i>
222			* 大花玄参	<i>Scrophularia delavayi</i>
223			云南玄参	<i>Scrophularia yunnanensis</i>
224			大理婆婆纳	<i>Veronica forrestii</i>
225	列当科	Orobanchaceae	滇列当	<i>Orobanche yunnanensis</i>
226	苦苣苔科	Gesneriaceae	凸瓣苣苔	<i>Ancylostemon convexus</i>
227			粗筒苣苔	<i>Briggsia kurzii</i>
228			大理石蝴蝶	<i>Petrocosmea forrestii</i>
229	爵床科	Acanthaceae	滇鳢冠花	<i>Cystacanthus yunnanensis</i>
230			早杜根藤	<i>Justicia siccanca</i>
231			滇观音草	<i>Peristrophe yunnanensis</i>
232			弯花马蓝	<i>Strobilanthes cyphantha</i>
233	马鞭草科	Verbenaceae	小叶石梓	<i>Gmelina delavayana</i>
234	唇形科	Lamiaceae	玫红铃子香	<i>Chelonopsis rosea</i>
235			* 异色风轮菜	<i>Clinopodium discolor</i>
236			大理青兰	<i>Dracocephalum taliense</i>
237			长毛野草香	<i>Elsholtzia cyprianii var. longipilosa</i>
238			异叶香薷	<i>Elsholtzia heterophylla</i>
239			鼠尾香薷	<i>Elsholtzia myosurus</i>
240			* 大黄药	<i>Elsholtzia penduliflora</i>
241			腺花香茶菜	<i>Isodon adenanthus</i>
242			* 苍山香茶菜	<i>Isodon bulleyanus</i>
243			大锥香茶菜	<i>Isodon megathyrsus</i>
244			苞叶香茶菜	<i>Isodon melissoides</i>
245			* 叶柄香茶菜	<i>Isodon phyllopodus</i>
246			苍山糙苏	<i>Phlomis forrestii</i>

续表

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
247			大理糙苏	<i>Phlomis franchetiana</i>
248			长苞刺蕊草	<i>Pogostemon chinensis</i>
249			* 黄花鼠尾草	<i>Salvia flava</i>
250			林华鼠尾草	<i>Salvia hylocharis</i>
251			直萼黄芩	<i>Scutellaria orthocalyx</i>
252			荨麻叶黄芩	<i>Scutellaria yangbiense</i>
253			大理水苏	<i>Stachys taliensis</i>
254			矮生香科科	<i>Teucrium nanum</i>
255	鸭跖草科	Commelinaceae	树头花	<i>Murdannia stenothyrsa</i>
256	谷精草科	Eriocaulaceae	* 云贵谷精草	<i>Eriocaulon schochianum</i>
257	姜科	Zingiberaceae	圆瓣姜花	<i>Hedychium forrestii</i>
258			苞叶姜	<i>Pyrgophyllum yunnanense</i>
259			早花象牙参	<i>Roscoea cauleoides</i>
260	百合科	Liliaceae	少花粉条儿菜	<i>Alettris pauciflora</i>
261			蓝花韭	<i>Allium beesianum</i>
262			大理天门冬	<i>Asparagus taliensis</i>
263			* 黄洼瓣花	<i>Lloydia delavayi</i>
264			尖果洼瓣花	<i>Lloydia oxycarpa</i>
265			* 高大鹿药	<i>Maianthemum atropurpureum</i>
266			抱茎鹿药	<i>Maianthemum forrestii</i>
267			* 开瓣豹子花	<i>Nomocharis aperta</i>
268			卷叶黄精	<i>Polygonatum cirrhifolium</i>
269			矮菝葜	<i>Smilax nana</i>
270			叉柱岩菖蒲	<i>Tofieldia divergens</i>
271			大理藜芦	<i>Veratrum taliense</i>
272	鸢尾科	Iridaceae	长葶鸢尾	<i>Iris delavayi</i>
273			长葶鸢尾	<i>Iris delavayi</i>
274	兰科	Orchidaceae	四裂无柱兰	<i>Amitostigma basifoliatum</i>
275			滇蜀无柱兰	<i>Amitostigma tetralobum</i>
276			蜂腰兰	<i>Bulleyia yunnanensis</i>
277			南方吻兰	<i>Collabium delavayi</i>
278			大理铠兰	<i>Corybas taliensis</i>
279			* 斑叶杓兰	<i>Cypripedium margaritaceum</i>
280			宽药隔玉凤花	<i>Habenaria limprichtii</i>
281			矮角盘兰	<i>Hermidium chloranthum</i>
282			云南角盘兰	<i>Hermidium yunnanense</i>
283			黄花独蒜兰	<i>Pleione forrestii</i>

续表

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
284			短距小红门兰	<i>Ponerorchis brevicarata</i>
285	灯心草科	Juncaceae	* 头柱灯心草	<i>Juncus cephalostigma</i>
286	莎草科	Cyperaceae	* 毛囊薹草	<i>Carex inanis</i>
287			* 扭喙薹草	<i>Carex melinacra</i>
288			* 刺毛薹草	<i>Carex setosa</i>
289			黑鳞扁莎	<i>Pycnus delavayi</i>

注:中文名前有“*”号的为模式标本产于苍山的物种,没有“*”号的为模式标本采集于苍山两侧附近(大理、漾濞、洱源)且苍山有分布的物种。

杜鹃种类有不同的记载:闵天禄、方瑞征 37 种^[5],段成忠 44 种^[10],据尹志坚最新研究结果,苍山杜鹃有 59 种之多(含亚种和变种)^[8]。本研究发现有 20 种杜鹃属植物的模式标本产于苍山,其中蓝果杜鹃 *Rhododendron cyanocarpum*、似血杜鹃 *Rhododendron haematodes*、和谒杜鹃 *Rhododendron jucundum*、硫磺杜鹃 *Rhododendron sulphureum* 4 种杜鹃已被国家林业局保护司颁布的《中国珍稀濒危植物名录》收录。这几种杜鹃在苍山区域分布范围极为狭窄、且数量零星,亟待进一步保护。蓝果杜鹃、似血杜鹃和苍山杜鹃 *Rhododendron dimitrum* 为苍山特有种。从形态上,蓝果杜鹃叶宽大而无毛,花萼大而肉质,为冷杉林下的优势种。似血杜鹃为高山杜鹃灌丛的重要种,叶片肉质、具厚而多的毛、花冠血红色。它们极可能属于第四纪以来在这孤立高山上独立分化或特化的种系^[5]。

报春属 *Primula* 是报春花科中最大的属,我国有 300 种,云南有 147 种^[9]。苍山报春属植物有 25 种^[8],有 12 种模式产于苍山,占近一半。龙胆属 *Gentiana* 植物我国有 248 种,云南有 114 种^[9],苍山龙胆属植物有 29 种^[8],有 7 种产于苍山,占 24.1%。另据统计,有 7 属 11 种兰科 *Orchidaceae* 植物模式标本产于苍山,分别占苍山已知兰科植物 44 属 104 种^[8] 的 15.9% 和 10.6%。苍山兰科植物中的一些属种为国内外稀有,其中:蜂腰兰属 *Bulleyia* 目前全世界仅有 1 种^[9],即蜂腰兰 *Bulleyia yunnanensis*,模式标本就产自苍山。独蒜兰属 *Pleione* 全世界约 26 种,我国 23 种^[9],苍山产 4 种,分别为黄花独蒜兰 *Pleione forrestii*、独蒜兰 *Pleione bulbocoidiodes*、云南独蒜兰 *Pleione yunnanensis*、白花独蒜兰 *Pleione albiflora*,其中黄花独蒜兰模式标本产于苍山。铠兰属

Corybas 中国有 5 种^[9],分别为梵净山铠兰 *Corybas fanjingshanensis*、杉林溪铠兰 *Corybas himalaicus*、铠兰 *Corybas sinii*、台湾铠兰 *Corybas taiwanensis*、大理铠兰 *Corybas taliensis*,其中大理铠兰模式标本产于苍山。吻兰属 *Collabium* 目前全世界有 11 种,我国仅见 3 种^[9],其中南方吻兰 *Collabium delavayi* 模式标本产于苍山。

苍山丰富的杜鹃、报春、龙胆及兰科植物资源对分类学研究和种质资源的保存,无疑具有特殊的价值。

表 2 苍山模式标本植物主要科属种统计

Tab. 2 Statistics of Cangshan holotype plant in families, genus and species

科	属	种数			
		中国	云南	苍山	
				计	产于苍山的模式
杜鹃花科	杜鹃花属	571	349	59	20
报春花科	报春花属	300	147	25	13
龙胆科	龙胆属	248	114	29	12
兰科	独蒜兰属	23	18	4	1
	蜂腰兰属	1	1	1	1
	铠兰属	5	1	1	1
	吻兰属	3	2	1	1

3.3 苍山模式标本植物中的特有种较多

苍山是横断山脉地区植物丰富度和特有度都特别高的南部山体,处在我国三大特有中心之一的川西-滇西北特有中心的南缘^[14]。本次研究分析,苍山模式标本植物中,属苍山特有种的有 21 种(表 3)。另有约 50 种为云南特有或中国特有种,如黄花独蒜兰、苍山杜鹃、阔叶杜鹃 *Rhododendron platyphyllum*、硫磺杜鹃、云上杜鹃 *Rhododendron pachypodum*、大理独花报春 *Omphalogramma delavayi*、美花报春 *Primula calliantha*、大理婆婆纳 *Veronica forrestii* 等。这是由于该区域随着喜马拉雅造山运动而逐渐抬升,高耸的山体长期隔绝使得植物分化加剧,以致新生境下的特有种较多^[12]。

3.4 个别模式标本没有馆藏标本

在模式种中个别模式标本没有馆藏标本,例如大理柿 *Diospyros balfouriana*、细波齿马先蒿 *Pedicularis crenularis*、苍山香茶菜 *Isodon bulleyanus* 等物种在模式标本之后再也没有馆藏标本的记录,这些物

表 3 苍山模式标本植物中的特有种

Tab. 3 Endemic species of Cangshan holotype plants

序号	科中文名	科拉丁名	种中文名	种拉丁名
1	罗汉松科	Podocarpaceae	大理罗汉松	<i>Podocarpus forrestii</i>
2	小檗科	Berberidaceae	疑似小檗	<i>Berberis ambigua</i>
3	凤仙花科	Balsaminaceae	苍山凤仙花	<i>Impatiens tsangshanensis</i>
4	豆科	Fabaceae	大理鱼藤	<i>Derris harrowiana</i>
5	杜鹃花科	Ericaceae	蓝果杜鹃	<i>Rhododendron cyanocarpum</i>
6			苍山杜鹃	<i>Rhododendron dimitrum</i>
7			似血杜鹃	<i>Rhododendron haematodes</i>
8	柿树科	Ebenaceae	大理柿	<i>Diospyros balfouriana</i>
9	龙胆科	Gentianaceae	大理龙胆	<i>Gentiana taliensis</i>
10	报春花科	Primulaceae	蓝花大叶报春	<i>Primula coerulea</i>
11			穗状垂花报春	<i>Primula spicata</i>
12	玄参科	Scrophulariaceae	细波齿马先蒿	<i>Pedicularis crenularis</i>
13			施氏马先蒿	<i>Pedicularis stadlmanniana</i>
14			大理马先蒿	<i>Pedicularis taliensis</i>
15			颤喙马先蒿	<i>Pedicularis tantalarhyncha</i>
16			苍山马先蒿	<i>Pedicularis tsangchanensis</i>
17			云南马先蒿	<i>Pedicularis yunnanensis</i>
18	唇形科	Lamiaceae	苍山香茶菜	<i>Isodon bulleyanus</i>
19			苞叶香茶菜	<i>Isodon melissoides</i>
20			大理糙苏	<i>Phlomis franchetiana</i>
21			大理水苏	<i>Stachys taliensis</i>

种是否已在苍山消失还有待进一步深入研究。

4 结语

苍山是滇西北地区的门户和横断山地区生物多样性的缩影,是苍山洱海国家级自然保护区、大理国家级风景名胜区的重要组成部分,同时也是国家地质公园和滇西北生物多样性保护的重点区域,在自然生态保护中具有战略性和基础性的作用。虽然苍山生物多样性丰富,但近年来由于资源的过度开发,周边群众挖沙采石乱占林地,偷采盗挖珍稀花卉和根雕材料等现象愈演愈烈,致使大量物种受到破坏,许多重要物种面临严重的生存威胁。据联合国开发署(UNDP)专家估计,苍山地区 2 000 多种野生种子植物中,大约 200 种已不复存在,另有大量植物处于濒危或受威胁状态,近年来每年还有物种不断流失^[12]。从保护和利用苍山生物多样性角度出发,拯救和收容许多正在和将要灭绝的濒危物种不仅刻不

容缓,而且具有重要意义。1996 年,联合国开发署洱海流域生物多样性保护项目专家组就建议在花甸坝建立一个以保护苍山模式标本植物和特有植物为主的高山植物园。2005 年,大理市人民政府批准筹建“苍山特有植物及模式标本植物保护基地”。目前,苍山模式标本植物数据库已经开始收集整理并投入建设。

植物模式标本是植物分类学家给植物分类命名时的唯一凭证^[2]。中国科学院植物研究所所长马克平 2007 年 4 月在武汉参加世界植物园大会时曾经指出:中国有植物 3 万多种,约占世界的 10%,是世界上具有丰富植物多样性的国家之一。从达尔文时代开始,西方国家的植物学家到世界各地寻找新植物品种,几个世纪以来,大量的中国植物模式标本被国外植物学家从野外采集走,它们被国外的植物学家进行分类、命名。目前,中国数字植物标本馆(CVH)收藏有中国 230 万个编号的植物标本,是亚洲收藏量最大的标本馆,但其中只有 14 000 多种植物的模式标本。据统计,我国约有 16 000 种植物的模式标本散落于世界各地,约占国内本土植物模式标本的一半以上,这些标本主要收藏在西方国家的植物标本馆内。苍山是中国生物模式标本产地最多的山脉和世界最著名的生物模式标本产地之一,由于知名度较高,早期国外采集者居多,植物模式标本的流失更为严重。有关资料表明,苍山大部分植物模式标本保存于法国巴黎博物馆(P)、英国爱丁堡皇家植物园(K)、奥地利维也纳自然历史博物馆(W)等,而国内主要收藏于中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN),云南大学标本馆(YUKU)和西南林业大学标本馆(SWFC)也有部分收藏。

参考文献:

- [1] 马炜梁. 高等植物及其多样性[M]. 北京:高等教育出版社,1998.
- [2] 谢玉华. 植物命名中的模式标本[J]. 内江师范学院学报,2003,18(6):45-48.
- [3] 余国勇. 经典人文地理-发现点苍山[M]. 昆明:云南美术出版社,2006.
- [4] 吴征缙,孙航,周浙昆,等. 中国种子植物区系地理[M]. 北京:科学出版社,2010:52-108.
- [5] 阎天禄,方瑞征. 点苍山的植被与杜鹃属植物的分布[J]. 云南植物研究,1982,4(4):383-391.
- [6] 夏泉生. 中英联合考察队对大理苍山植物科学考察概况[J]. 下关师专学报:自然科学版,1982(2):74-83.

(下转第 86 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.014

西双版纳兰科植物海拔分布格局

杨正斌¹, 余东莉¹, 刘 强²

(1. 西双版纳国家级自然保护区研究所, 云南 景洪 666100; 2. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303)

摘要:根据实地调查和相关文献资料整理, 确定西双版纳野生兰科植物 428 种。将研究区按 200 m 海拔段划分为 10 个海拔梯度, 分析兰科植物垂直分布格局。结果表明: ①西双版纳兰科植物的垂直分布格局呈“中间膨胀型”, 峰值出现在 1 000~1 200 m 海拔段; ②相邻海拔段的兰科植物种类相似系数较高(0.31~0.79), 海拔段相隔越远相似性系数越小; ③随海拔升高各海拔段的兰科植物生活型及区系成分的种类数量也呈现出先升高后下降的垂直分布格局; ④地生兰和附生兰的种数在海拔 600 m 左右达到平衡, 600 m 以上附生兰占优势; ⑤各海拔段兰科植物均以热带种类占主导地位(72%~87.8%), 其中又以热带亚洲分布型的种类占优势。

关键词:兰科植物; 海拔分布格局; 植物区系成分; 西双版纳

中图分类号: S757.3; S682.31 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0071-05

Altitudinal Distribution of Orchids in Xishuangbanna

YANG Zheng-bin¹, YU Dong-li¹, LIU Qiang²

(1. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China;
2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Mengla, Yunnan 666303, China)

Abstract: Based on field survey and review to literature related, 428 species from Orchidaceae were ascertained to occur in Xishuangbanna, Yunnan Province. Vertical distribution of the orchids was analyzed based on a 10-range altitudinal gradient of 200 m interval. The study shows: 1) the vertical distribution of the orchids in the prefecture is represented by “Mid-dominant” pattern, with the peak in the elevation range from 1000m to 1200m; 2) there is a higher similarity coefficient between adjacent ranges (0.31~0.79), and the farther is the elevation ranges in distance, the smaller is the similarity coefficient; 3) along with rise the elevation, species of varied life form and bio-geographical affinity increase to almost the same rhythm of the total; 4) proportion of the terrestrial and epiphytic orchid reach a balance around the elevation of 600m; 5) the species with tropical affinity prevail for all elevation ranges (72%~87.8%), with the species of Tropical Asia ranking the top.

Key words: orchid plants; altitudinal distribution; floral element; Xishuangbanna

生物多样性沿环境梯度的变化规律是生物多样性研究的一个重要议题^[1]。植物随海拔高度的变化是生物多样性研究的一个重要方面, 海拔梯度包

含了温度、湿度、光照等多种环境因子的梯度效应, 在一定范围内还反映了人为活动干扰种类及强度的梯度效应^[2]。兰科是植物界中种类数量仅次于菊

收稿日期: 2014-03-13.

作者简介: 杨正斌(1967-), 男, 云南易门人, 高级工程师。研究方向: 植物生态学。

科的第二大科^[3]。兰科植物形态、习性多样,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,对研究植物多样性演化和区系地理具有重要的科学价值^[4],其中许多种类具有极高的观赏价值和药用价值。《濒危野生动植物物种国际贸易公约》已将世界所有兰科植物列入加以保护,该公约的保护植物中兰科植物占 90% 以上,兰科植物现已成为植物保护中的一个“旗舰”类群^[5,6]。

目前针对兰科植物随海拔变化规律的相关研究较为少见^[7,8]。本文在实地调查和相关资料查阅的基础上,分析西双版纳野生兰科植物沿海拔梯度的垂直分布规律,以期为该地区的野生兰科植物资源的保护、利用及其相关研究提供参照。

1 研究区域

西双版纳位于云南省南部,南与老挝、缅甸接壤,西、北、东三面与滇西南山原、山地相连,属于横断山系的余脉;区内山谷相间,纵横交错,最低海拔 462 m,最高海拔 2 437 m,海拔高差近 2 000 m。该区是热带东南亚向温带亚洲过渡的生态交错带,泛北极植物区系和古热带植物区系在这里混合交融,被认为是中国生物多样性保护的优先区域之一^[8-9]。由于独特的地理位置和西南季风的强烈影响,该区呈现出明显的季节性气候,形成了干湿分明的旱季和雨季,雨季从 5 月份一直持续到 10 月份,其间降雨量占全年降雨量的 80% 以上。对应于这种独特的地理位置和气候特征,全区从南到北,植被由热带植被类型向南亚热带植被类型过渡,同时在垂直方向上随海拔的升高,植被类型也同样呈现从热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶的交替^[10]。

2 资料来源及分析方法

2.1 物种分布调查

物种地理分布的资料主要来源于 2006~2013 年对西双版纳州野生兰科植物多样性及濒危现状调查研究的结果资料^[11,12],并利用了有关研究区野生兰科植物分布的相关文献资料^[13-20]。野外调查采用样带法,样线沿不同植被和海拔梯度布设,并包含了区内的热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、暖性针叶林、落叶阔叶林、竹林等 8 种天然植被型和主要的地形、地貌区域;部分地段对考察路线两侧进行力所能及的扩展,种类较丰富的部分样线还分季节进行了多次重复。沿线调查并记录兰科植物

种类、地理位置、个体数量、小生境情况、附主植物种类情况。

2.2 植物区系与海拔段的划分

参照吴征镒等^[21-23]中国种子植物属分布类型概念及范围,对野生兰科植物种的区系进行分析。按 200 m 海拔期间将研究区(海拔 462~2 437 m)依次分段划分为 10 个海拔段:Ⅰ(462~600 m)、Ⅱ(600~800 m)、Ⅲ(800~1 000 m)、Ⅳ(1 000~1 200 m)、Ⅴ(1 200~1 400 m)、Ⅵ(1 400~1 600 m)、Ⅶ(1 600~1 800 m)、Ⅷ(1 800~2 000 m)、Ⅸ(2 000~2 200 m)、Ⅹ(2 200~2 437 m),统计各海拔段内兰科植物种数及各生活型、分布区类型兰科植物的种数。

2.3 海拔段间物种的相似性分析

各海拔段间兰科植物物种的相似性分析采用 Jaccard 指数法,计算公式: $C_j = j / (a + b - j)$ ^[24]。式中, a 、 b 分别为任二海拔段(A 和 B)的兰科植物种数, j 为 2 海拔段之间共有的兰科植物种数。 C_j 的变动范围为 0~1,值越大表明相似度越高。若等于 0,表示 2 海拔段间的种类完全不同;若等于 1,表示 2 海拔段间的种类完全相同。

3 结果与分析

3.1 野生兰科植物的种类多样性

根据 2006~2013 年的野外实地调查和相关文献记载,确认西双版纳地区已知分布的野生兰科植物共计 115 属 428 种^[12,24-27]。分别占云南兰科植物 135 属 764 种 16 变种的 85.19% 和 54.87%,占中国兰科植物 194 属 1 388 种的 59.28% 和 30.84%,表明西双版纳野生兰科植物的种类多样性极为丰富。

3.2 兰科植物多样性的海拔梯度变化

由图 1 可以看出,随着海拔的上升,Ⅰ~Ⅹ海拔段兰科植物的种数整体上表现为先增而后下降的趋势,即呈现“中间高度膨胀”型,峰值偏向低海拔段。第Ⅰ海拔段(<600 m)分布的兰科植物有 67 种,到第Ⅳ海拔段(1 000~1 200 m)时,分布的种数达到最大值(273 种),而最高海拔段(2 200~2 437 m)兰科植物种类最少,仅 51 种。

3.3 兰科植物生活型构成的垂直分布格局

西双版纳野生兰科植物生活型多样,其中地生兰 126 种、附生兰 287 种、腐生兰 14 种、藤本兰 1 种。除大香荚兰(*Vanilla siamensis*,属草质攀援藤本)仅见于 800~1 200 m 海拔段外,其余 3 类生活

型的兰科植物在各海拔段均有分布;其种类数量沿海拔梯度的变化均表现为先上升后下降的趋势(图1)。附生兰、腐生兰的种类数量在1 000~1 200 m海拔段达到最大(178种和9种),地生兰的种数则在800~1 000 m段达到最大(86种)。各海拔段中,仅第I海拔段(600 m以下)的地生兰种类数量多于附生兰,其余海拔段的附生兰种数均大幅超过地生兰。

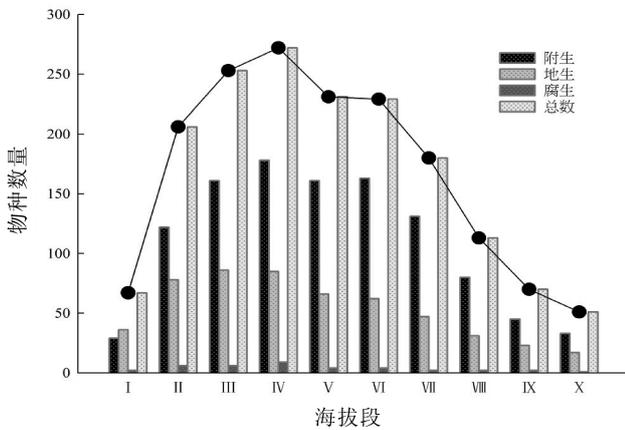


图1 西双版纳地区各海拔段兰科植物物种数量
Fig. 1 Species Number of orchid plant in different elevation segment of Xishuangbanna region

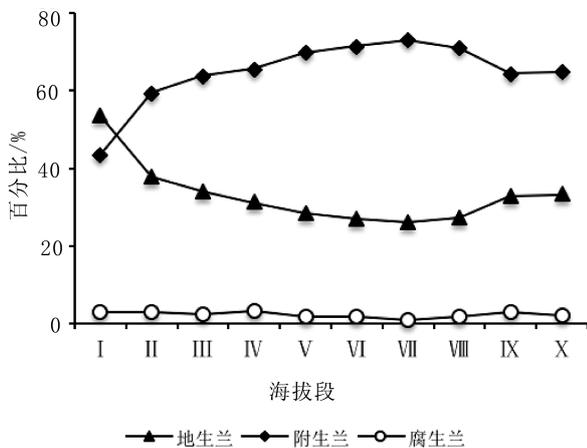


图2 各海拔段兰科植物的生活型构成
Fig. 2 Orchidaceae life forms in different elevation segment

由图2可以看出,海拔1 800 m以下区域(I~VII段),附生兰所占比例随海拔的升高而上升,地生兰的比例则随海拔的升高逐渐下降;海拔1 800 m以上区域附生兰所占比例随海拔的升高逐渐下降,地生兰的比例则随海拔的升高而逐渐上升;腐生兰

所占比例沿海拔梯度的变化幅度较小(1.1%~3.0%)。

3.4 不同海拔段的兰科植物区系成分分析

西双版纳不同海拔段的兰科植物区系成分见表1。

根据种的分布区域、海拔范围和中国种子植物属的分布区类型划分原则,将西双版纳兰科植物的地理成分划分为11个类型及7亚型,各海拔段的区系成分统计结果见表2。

由表1可知,西双版纳现有428种兰科植物中热带分布型种类最多,占总数的88.3%,温带分布型种类和世界广布种类分别只占7.7%和4%。热带分布类型中,热带亚洲分布及其亚型的种类最多,主要有钻喙兰(*Rhynchostylis retusa*)、美柱兰(*Callostylis rigida*)、凤蝶兰(*Papilionanthe teres*)等182种,占总种数的42.5%;其次为热带亚洲至大洋洲分布种类,包括鼓槌石斛(*Dendrobium chrysotoxum*)、绒兰(*Dendrolirium tomentosa*)、白点兰(*Thrixspermum centipeda*)等75种;占总种数的17.5%,再次是泛热带分布的种类,包括赤唇石豆兰(*Bulbophyllum affine*)、麦穗石豆兰(*Bulbophyllum orientale*)、粗茎苹兰(*Pinalia amica*)、管花兰(*Corymborkis veratrifolia*)等64种,占总种数的15%。各海拔段野生兰科植物的区系成分均十分丰富,其中,第I海拔段区系成分最少(含9个分布区型和1个亚型);第V、VI海拔段的区系成分最丰富(含11个分布区型和5个亚型)。

西双版纳兰科植物区系成分种类数量的海拔分布格局如图3所示,各海拔段兰科植物均以热带成分占主导地位,其中又以热带亚洲分布型的种类占优势(表1)。热带种类的数量随海拔上升而明显增加,到第IV海拔段(1 000~1 200 m)时达到最高,之后则随海拔升高而下降。温带和世界广布成分所占比例较低,但其在各海拔段的整体分布格局与热带成分基本趋于一致。

4 讨论

4.1 西双版纳兰科植物种类多样性呈“单峰垂直分布格局”

植物群落中各生活型物种的多样性对环境因子的响应不同,且不同区系成分的植物其分布区的控制因子不同,多样性的垂直分布格局也有所不同^[25]。贺金生、陈伟烈总结了山地植物群落物种多

表 1 西双版纳不同海拔段的兰科植物区系成分

Tab. 1 Orchid flora in different elevation segment of Xishuangbanna

区系成分	全部种数	海拔分段									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1 世界广布	17	2	10	13	13	12	13	10	8	8	6
2 泛热带分布	63	8	25	37	37	34	35	30	16	9	6
2-2 热带亚洲、热带非洲、热带美洲(南美洲)间断分布	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
3 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布	3	2	3	3	1	1	1	1	0	0	0
4 旧世界热分布	38	11	22	24	19	16	15	14	6	4	4
4-1 热带亚洲、非洲和大洋洲间断或星散分布	4	0	3	3	3	1	1	2	2	2	1
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	75	14	33	43	51	43	43	28	20	11	7
6 热带亚洲至热带非洲分布	12	3	7	7	8	6	5	3	1	1	1
7 热带亚洲分布	163	20	78	100	109	92	90	67	40	19	13
7-1 爪哇、喜马拉雅间断和华南、西南分布	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7-2 热带印度至华南(尤其云南南部)分布	13	0	2	2	6	6	7	8	5	5	5
7-3 缅甸、泰国至华西南分布	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7-4 越南(或中南半岛)至华南或西南分布	4	0	3	3	3	2	1	0	0	0	0
热带种合计(2~7)	378	58	178	223	238	202	199	154	90	51	37
8 北温带广布	20	5	14	12	15	9	7	7	7	5	3
9 北美、澳大利亚东部及新几内亚间断分布	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
10 旧世界温带分布	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14 SH 中国—喜马拉雅分布	10	1	3	4	5	5	7	7	6	4	3
15 中国特有分布	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
温带种合计(8~15)	33	7	19	18	22	17	17	16	15	11	8
合计	428	67	207	254	273	231	229	180	113	70	51

样性随海拔梯度的变化模式^[31], 将其划分为 5 种: ①负相关, 即随海拔的升高物种多样性降低; ②中间高度膨胀, 即物种多样性在中等海拔最高; ③物种多样性在中等海拔最低; ④正相关, 即随着海拔的升高物种多样性增加; ⑤无相关性, 即物种随海拔升高而呈无规律性变化。西双版纳地区的兰科植物的种类多样性随海拔的升高呈现为“中间高度膨胀”型, 并且最大物种多样性偏向于低海拔段, 这与 Md. Nor(2001) 在 Kinabalu 山脉以及 Thorsten 对安第斯山脉兰科植物的调查结果相同^[27], 与滇西北兰科植物物种多样性随海拔变化的趋势也相同^[8,42-43], 而与喜马拉雅山脉北侧、峨眉山、贡嘎山东侧兰科植物海拔梯度变化趋势不同, 后者呈现的是负相关^[6,28-29]。这说明不同坡向的水、热、光照等各种生态因子随海拔梯度变化的效应有所不同。西双版纳兰科植物种类丰富度最大值出现在 1 000~

1 200 m 的中海拔段, 主要原因可解释为许多本区兰科植物的海拔分布在中海拔段上存在重叠。这从 II~VI 海拔段(800~1 600 m) 有较高的物种相似性系数亦可得到反映(表 2)。中海拔段有着最宽的环境梯度, 从而植物物种多样性达到最大值, 这种模式已经被很多调查所证实^[30-31]。中海拔段有着适宜各种生活型兰科植物生长的水分、光照、土壤以及上层植被, 所以不同生活型的兰科物种多样性均在此达到最大值。

4.2 地生兰与附生兰种类数量的重要拐点

西双版纳地生兰与附生兰种类数量在海拔 600 m 左右达到平衡, 其种类数量沿海拔梯度变化趋势在海拔 1 800 m 处呈现明显转折(图 2)。海拔 1 800 m 以下区域, 附生兰所占比例随海拔的升高而上升, 地生兰的比例则随海拔的升高逐渐下降; 海拔 1 800 m 以上区域, 附生兰所占比例随海拔的升

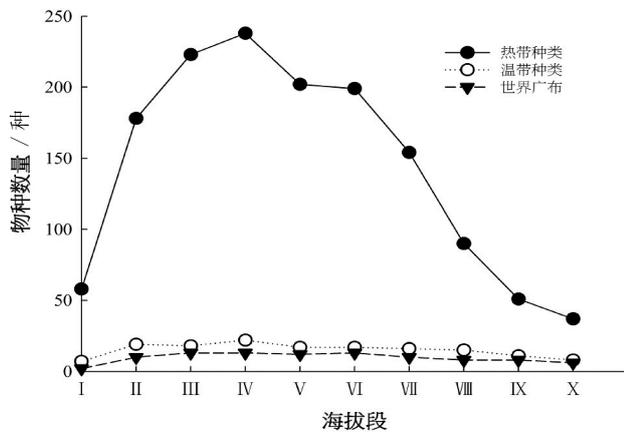


图 3 热带、温带与世界广布区系成分种类数量的海拔分布格局

Fig. 3 Elevation distribution pattern of species number in the Tropical, temperate and world wide floristic composition

表 2 西双版纳不同海拔段兰科植物物种相似性系数

Tab. 2 Similarity coefficient of orchid plant species at different elevation segment of Xishuangbanna

海拔段 /m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
II (600~800)	0.31								
III (800~1000)	0.22	0.63							
IV (1000~1200)	0.16	0.45	0.67						
V (1200~1400)	0.15	0.34	0.52	0.67					
VI (1400~1600)	0.13	0.29	0.43	0.56	0.79				
VII (1600~1800)	0.1	0.22	0.32	0.31	0.56	0.64			
VIII (1800~2000)	0.08	0.13	0.19	0.23	0.34	0.39	0.58		
IX (2000~2200)	0.07	0.09	0.14	0.16	0.19	0.25	0.37	0.61	
X (>2200)	0.07	0.08	0.1	0.11	0.16	0.18	0.24	0.43	0.73

高逐渐下降,地生兰的比例则随海拔的升高而逐渐上升。这与附生兰生长需要充足的光线和较大空气湿度的生活习性和西双版纳地区天然植被的垂直分布现状相一致。海拔 460~1 800 m 间,西双版纳的天然森林植被从低海拔的热带雨林、热带季雨林逐渐过渡到高海拔的亚热带常绿阔叶林;随海拔的升高,群落层次逐渐减少,林内透风和光照条件得以逐渐改善^[32],这对附生兰可能较为有利。而海拔 1 800 m 以上区域,随着海拔的上升,热量条件逐渐

下降,适于分布的附生兰种类则相对减少。

4.3 兰科植物区系成分的垂直变化

各海拔段兰科植物均以热带成分占主导地位(72.5%~87.8%),其中又以热带亚洲分布型的种类占优(表 1)。热带、温带和世界广布种所占比例随海拔梯度的变化趋势,与各海拔段兰科植物种数的分布格局基本一致,均呈现先上升而后下降的单峰分布格局。

参考文献:

[1] Kratochwil, A. Biodiversity in ecosystems: some principles [C]//Biodiversity in Ecosystems (ed. Kratochwil A). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999:5-38.

[2] Kevin J. Gaston, Global patterns in biodiversity[J]. *Nature*, 405:220-226.

[3] Robert L Dressler. *Phylogeny and Classification of the Orchid Family*[M]. Cambridge:Cambridge University Press.

[4] 郎楷永. 兰科植物区系中一些有意义的地理分布格局的研究[J]. *植物分类学报*, 1994, 3294:328-339.

[5] 汪松,解焱. 中国物种红色名录·第一卷[M]. 北京:高等教育出版社,2003.

[6] 罗毅,贾建生,王春玲. 中国兰科植物保育现状和展望[J]. *生物多样性*, 2003, 11(1):70-77.

[7] 郎楷永. 西藏兰科植物的地理分布和区系特点的研究[J]. *植物分类学报*, 1980, 18(4):391-407.

[8] 刘洋,杜凡,李瑞年,等. 滇西北兰科植物海拔分布格局[J]. *西南林业大学学报*, 2012, 32(3):40-46.

[9] 吴征镒,王荷生. 中国自然地理:植物地理(上册)[M]. 北京:科学出版社,1983:8.

[10] 吴征镒,朱彦承,姜汉侨. 云南植被[M]. 北京:科学出版社,1987.

[11] 余东莉,刘强. 西双版纳国家级自然保护区野生兰科植物多样性评价及保护对策[J]. *林业调查规划*, 2008, 33(4):27-29.

[12] 高江云,刘强,余东莉. 西双版纳兰科植物多样性与保护[M]. 北京:中国林业出版社,2013.

[13] 吉占和,陈房启. 云南西双版纳兰科植物[J]. *植物分类学报*, 1995, 33(3):281-196.

[14] 陈心启. 中国植物志:第十八卷[M]. 北京:科学出版社,1999.

[15] 郎楷永. 中国植物志:第十七卷[M]. 北京:科学出版社,1999.

[16] 吉占和. 中国植物志:第十九卷[M]. 北京:科学出版社,1999.

[17] Chen et al. *Flora of China*:第 25 卷 [M]. 北京:科学出版社,2009.

(下转第 101 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.015

云龙天池国家级自然保护区野生观赏植物资源调查研究

茶雪梅¹, 周玉泉², 张永洪², 张绍辉³

(1. 云南省林业调查规划院大理分院, 云南 大理 671000; 2. 云南师范大学生命科学院, 云南 昆明 650500;
3. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要:对云龙天池国家级自然保护区 168 科 477 属 1 118 种维管植物进行观赏性调查分析。结果表明,保护区内共有野生观赏植物 94 科 208 属 342 种,其中木本植物 191 种,草本植物 151 种。野生观赏植物中优势科包括杜鹃花科、蔷薇科、龙胆科、兰科和毛茛科。观花、观叶、观果和观姿态这几类植物分别占观赏植物总数的 59.36%、22.22%、10.53%和 7.89%。在园林应用上包括盆景类、花灌木类、花坛花镜和花丛类,分别占观赏植物总数的 20.47%、16.96%、14.62%和 12.87%。珍稀野生观赏植物 5 科 7 属 9 种,分别占区内野生珍稀濒危植物的 55.56%、63.64%和 64.29%。文中对保护区在野生植物资源的保护与利用前景方面进行了探讨。

关键词:野生观赏植物;多样性;园林应用;保护与利用;云龙天池国家级自然保护区

中图分类号:S759.9;S757.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0076-07

Research on Wild Ornamental Plant Resource of Yunlong Tianchi National Nature Reserve

CHA Xue-mei¹, ZHOU Yu-quan², ZHANG Yong-hong², ZHANG Shao-hui³,

(1. Dali Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Dali, Yunnan 671001, China;
2. College of Life Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China;
3. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: A survey on the wild ornamental character among 1118 plant species from 447 genera, 168 families in the Yunlong Tianchi National Nature Reserve has been conducted. Results showed there are 342 plants species from 208 genera, 94 families named ornamentals plants, including 191 woody plants and 151 herbs. Among those wild ornamental plants that Ericaceae, Rosaceae, Gentianaceae, Orchidaceae, Ranunculaceae were dominant families. Plants for flower, foliage, fruit and whole appearance view was accounted for 59.36%, 22.22%, 10.53%, and 7.89% of all the local wild ornamental plants respectively. In the use of landscape, bonsai, flower shrubs, parterre plant, and cluster plants was account for 20.47%, 16.96%, 14.62%, 12.87% respectively. There are wild rare and endangered plant species of wild ornamental belong to 7 genera, 5 families which accounted for 55.56%, 63.64%, and 64.29% in Yunlong Tianchi Natrue Resrve. Suggestions for effective conservation and reasonable utilization on the abundant ornamental resource were discussed and proposed in this study.

收稿日期:2014-01-17;修回日期:2014-02-20.

基金项目:云南省科技计划(2011FZ083)瑞香狼毒的谱系结构及其对历史气候条件的遗传响应项目。

作者简介:茶雪梅(1977-),女,云南大理人,助理工程师。从事林业调查规划设计工作。

Key words: wild ornamentals plants; diversity; landscape application; conservation and utilization; Yunlong Tianchi National Nature Reserve

野生观赏植物是指现在原产地处于天然状态未被开发利用或虽有利用但仍以直接从野外采集为主的具有观赏价值的植物,一般都有美丽的花朵或特殊的植株、茎干、叶形态,具有潜在的开发潜力与应用价值,是地方天然风景和植被的重要组成部分^[1-2]。目前许多地区对野生观赏植物资源进行了植物种类、分布及观赏特性的研究,为资源的合理保护与利用提供了大量有价值的数据库^[3-10]。同时,不同的地区对野生观赏植物的研究程度不一。滇西北地区由于其特殊的地理环境,造就了十分丰富的生物多样性,其中维管束植物在 5 000 种以上^[11]。近年来,滇西北丰富的野生植物资源逐渐受到人们的重视,已有学者对滇西北野生花卉资源进行了调查和研究,由于历史与自然地理条件的原因,很多地区仍存在基础资料缺乏的情况^[12,13]。对位于滇西北的云龙天池国家自然保护区(以下简称保护区)野生观赏植物的研究有助于该地区植物种质资源的合理开发、利用和保护,为进一步开展滇西北野生观赏植物资源系统研究提供科学依据和参考数据。

1 自然条件概况

云龙天池国家级自然保护区位于云南省西北部大理白族自治州云龙县境内,地理坐标为东经 99°11'36"~99°20'34",北纬 25°49'48"~26°14'16",南北长约 45 km,东西宽约 14 km,总面积 14 475 hm²。保护区由南北不相连的 2 片组成,间隔约 11 km。南片为天池片区,处于云龙县中部,距县城约 20 km,涉及诺邓镇、旧州镇和宝丰乡,面积 6 630 hm²;北片为龙马山片区,北距县城 60 余 km,与怒江州兰坪县接壤。夏秋季节降水丰富,气温高,雨热同期;冬春季节天气晴朗,日照充足,气温较高,降水稀少,风速大,湿度小,偶见雨雪、霜冻和低温天气。保护区山体较大,海拔和相对高差致使保护区及附近地区气候垂直分异显著,从龙马山山顶到澜沧江河谷,依次出现寒温带、中温带、暖温带、北亚热带、中亚热带、南亚热带等 6 个垂直气候带。在同一气候带内,阴坡与阳坡,山脊、山顶与河谷、箐沟,小气候存在显著差异,气候环境类型的多样性为保护区生物多样性的繁育提供了十分有利的条件。

2 研究方法

根据 2007 年“云南云龙天池自然保护区综合科学考察项目”的植物区系调查资料,结合《云南高山花卉》、《园林花卉》、《园林树木》、《中国园林花卉》等资料^[14-17]对当地野生观赏植物进行归类整理,按野生观赏植物不同器官观赏特性的不同,将保护区内的野生观赏植物分为观花、观果、观叶和观姿态这几类;在园林应用上,将保护区内的观赏植物分为行道类植物、盆景植物、庭荫植物、花灌木类、绿篱类、垂直绿化类、地被类、花丛类、花坛花镜类、水生花卉几类,最终形成云龙天池自然保护区观赏植物数据库。

参考《国家重点保护野生植物名录(第一批)》、《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》、《中国稀有濒危保护植物名录 I》^[18-20]整理出保护区内珍稀野生观赏植物。

3 野生观赏植物多样性分析

通过对保护区内共有维管束植物 168 科 477 属 1 118 种维管植物(其中蕨类植物有 20 科 36 属 77 种,裸子植物有 5 科 12 属 23 种,被子植物有 143 科 429 属 1 018 种。)进行分析,发现野生观赏植物有 342 种,隶属于 94 科 208 属。其中蕨类植物 3 科 3 属 3 种,裸子植物 4 科 5 属 5 种,被子植物 87 科 200 属 334 种。野生观赏植物中,含有 10 种以上的科有杜鹃花科(Ericaceae)(5 属 33 种)、蔷薇科(Rosaceae)(12 属 24 种)、龙胆科(Gentianaceae)(4 属 12 种)、百合科(Liliaceae)(8 属 13 种)、兰科(Orchidaceae)(12 属 14 种)、毛茛科(Ranunculaceae)(5 属 11 种),它们的种数虽然只占总种数的 9.5%,但却占野生观赏植物总种数的 31%。

保护区内野生观赏植物中共有乔木 54 种,分属 24 科 37 属;灌木(含小乔木)117 种,分属 37 科 58 属;藤本 20 种,分属 11 科 14 属;草本(含蕨类草本)151 种,分属 54 科 111 属。保护区内观赏植物种类较多,性状各异,能满足多种园林绿化、城市美化和居室美化的需求。

4 野生观赏植物类型

野生观赏植物的观赏类型多样,可根据植物体

部位、器官特点的不同,将观赏植物分为观花、观果、观叶和观姿态等几类,在此主要列出了保护区内常见的观赏类型(表 1)。在观花类植物中,通过对花的大小、颜色和香味的植物种类进行评价,将观花类野生观赏植物分为大花型、花色绚丽型、香花型几类。植物的果实也和其花一样拥有绚丽多彩的颜色,同样可以起到赏心悦目的效果,果实评价类型可包括成熟季节、形态等方面,本文仅从色泽方面对观

果植物进行评价,将观果植物分为果实为红色、蓝色、黄色、白色、绿色和黑色几种类型。观叶类植物往往都拥有颜色和形态与众不同的叶片,在园林绿化中占有重要位置,或建造成绿篱、或置于行道附近,或用于园景建设,或放于盆景之中。观姿态类植物主要是指形体及姿态都具有较高的观赏价值的种类,强调的是整株植物体在视觉上带来的美的感受。

表 1 保护区野生花卉观赏特性统计

Tab. 1 Characteristics statistics of wild ornamental flowers in Nature Reserve

观赏特性	观花	观果	观叶	观姿
数量	55 科 120 属 203 种	14 科 26 属 38 种	38 科 64 属 76 种	19 科 21 属 27 种
占总数的比例/%	58.51 57.69 59.36	11.89 12.50 10.53	40.43 30.77 22.22	20.21 10.10 7.89

4.1 观花植物

4.1.1 大花型观花植物

大花型观花植物指花或花序较大,比较醒目,既能单株观赏也能组合在一起进行群体观赏的类型,保护区内有 170 种,分属 43 科 97 属。主要包括兰科的肾唇虾脊兰(*Calanthe brevicornu*)、长距玉凤花(*Habenaria davidii*)、舌唇兰(*Platanthera japonica*)、缘毛鸟足兰(*Satyrium ciliatum*)等,柳叶菜科(*Onagraceae*)的柳兰(*Epilobium angustifolium*)、木樨科(*Oleaceae*)的双子素馨(*Jasminum dispersum*)、丛林素馨(*J. duclouxii*)、素方花(*J. officinale*)、滇素馨(*J. subhumile*)、川素馨(*J. urophyllum*)、醉鱼草科(*Buddlejaceae*)的滇川醉鱼草(*Buddleja forrestii*)、大序醉鱼草(*B. macrostachya*)、多花醉鱼草(*B. myriantha*)、杜鹃花科的灯笼树(*Enkianthus chinensis*)、毛叶吊钟花(*E. deflexus*)、圆叶珍珠花(*Lyonia doyonensis*)、狭叶珍珠花(*L. ovalifolia*)、团花杜鹃(*Rhododendron anthosphaerum*)、窄叶杜鹃(*R. araiophyllum*)、迷人杜鹃(*Rhododendron agastum*)、大白花杜鹃(*R. decorum*)、马缨花(*R. delavayi*)等,蔷薇科的粉花绣线菊(*Spiraea japonica*)等,蝶形花科(*Papilionaceae*)的肉色土圞儿(*Apios carnea*)、罂粟科(*Papaveraceae*)的滇西绿绒蒿(*Mecynopsis impedita*)、尼泊尔绿绒蒿(*M. napaulensis*)、总状绿绒蒿(*M. racemosa*)、毛茛科的马耳山乌头(*Aconitum delavayi*)、拳距瓜叶乌头(*A. hemsleyanum var. circinatum*)、等叶花葶乌头(*A. scaposum. var. hupehanum*)、西南银莲花(*Anemone davidii*)等,木兰科的

长喙厚朴(*Magnolia rostrata*)、西康玉兰(*M. wilsonii*)、滇藏木兰(*M. campbellii*)、山玉兰(*M. delavayi*)、红花木莲(*Manglietia insignis*)、凤仙花科(*Balsaminaceae*)的锐齿凤仙花(*Impatiens arguta*)、耳叶凤仙花(*I. delavayi*)、黄金凤(*I. sicutifer*)、山茱萸科(*Cornaceae*)的头状四照花(*Cornus capitata*)、鸢尾科(*Iridaceae*)的西南鸢尾(*Iris bulleyana*)、扇形鸢尾(*I. wattii*)、天南星科(*Araceae*)的岩生南星(*Arisaema saxatile*)等,百合科的云南大百合(*Cardiocrinum giganteum var. yunnanense*)、滇百合(*Lilium bakerianum*)、鹭鸶兰(*Diurathera major*)、吉祥草(*Reineckea carnea*)等。

4.1.2 不同观花植物花色类型

由于不同植物花色素含量比例的不同,造就了植物丰富多彩的颜色。高山植物花颜色主要是包括蓝紫色、红色、黄色、白色等主要类型,对保护区内的观赏花卉进行评价后发现蓝紫色花较多,有 51 种,其次为红色的种类,有 46 种。

1) 蓝紫色花系:花的底色为蓝色或紫色,保护区内有 51 种,分属 14 科 26 属,主要包括乌头属如毛茛科的马耳山乌头、拳距瓜叶乌头(*Aconitum hemsleyanum var. circinatum*)、等叶花葶乌头,滇川翠雀花(*Delphinium delavayi*)等,马兜铃科(*Aristolochiaceae*)的木香马兜铃(*Aristolochia moupinensis*)、卵叶马兜铃(*A. ovalifolia*)、粉质马兜铃(*A. transsecta*)、罂粟科的滇西绿绒蒿、尼泊尔绿绒蒿、总状绿绒蒿,龙胆科的天蓝龙胆(*Gentiana caelestis*)、膜边龙胆(*G. albo-marginata*)、头花龙胆(*G. cephalantha*)、

滇龙胆草 (*G. rigescens*)、云南蔓龙胆 (*Crawfordia campanulacea*) 等,报春花科 (Primulaceae) 的云龙报春 (*Primula prevernalis*)、铁梗报春 (*P. sinolisteri*)、苣叶报春 (*P. sonchifolia*)、大理报春 (*P. taliensis*)、桔梗科 (Campanulaceae) 的西南风铃草 (*Campanula pallida*)、蓝钟花 (*Cyananthus hookeri*)、蓝花参 (*Wahlenbergia marginata*)、苦苣苔科 (Gesneriaceae) 的显脉石蝴蝶 (*Petrocosmea nervosa*)、爵床科 (Acanthaceae) 的云南马蓝 (*Pteracanthus yunnanensis*)、马鞭草科 (Verbenaceae) 的马鞭草 (*Verbena officinalis*)、黄荆 (*Vitex negundo*)、唇形科的夏枯草 (*Prunella vulgaris*)、长冠鼠尾 (*Salvia plectranthoides*)、云南鼠尾草 (*S. yunnanensis*)、鸢尾科的西南鸢尾、扇形鸢尾、蓝雪科 (Plumbaginaceae) 的架棚 (*Ceratostigma minus*) 等。

2) 红色花系:花的底色为红色,部分为淡红色或粉色,保护区内有 46 种,分属 17 科 21 属,如兰科的广布红门兰 (*Orchis chusua*)、缘毛鸟足兰 (*Satyrium ciliatum*)、报春花科的刺叶点地梅 (*Androsace spinulifera*)、紫葳科 (Bignoniaceae) 的两头毛 (*Incarvillea arguta*)、滇楸 (*Catalpa fargesii*)、茜草科 (Rubiaceae) 的野丁香 (*Leptodermis potanini* var. *potanini*)、木犀科的丛林素馨 (*Jasminum duclouxii*)、杜鹃花科的红棕杜鹃 (*Rhododendron rubiginosum*)、火红杜鹃 (*R. neriiflorum*)、绵毛房杜鹃 (*R. facetum*) 等,蔷薇科的粉花绣线菊、大叶蔷薇 (*Rosa macrophylla*) 等,野牡丹科 (Melastomataceae) 的野牡丹 (*Melastoma malabathricum*)、秋海棠科 (Begoniaceae) 的心叶秋海棠 (*Begonia labordei*)、凤仙花科的锐齿凤仙花等。

3) 白色花系:花的底色为白色,保护区内有 37 种,分属 12 科 20 属,如木兰科的长喙厚朴、西康玉兰、山玉兰,毛茛科的西南银莲花、草玉梅 (*Anemone rivularis*)、野棉花 (*A. vitifolia*) 等,虎耳草科 (Saxifragaceae) 的岩白菜 (*Bergenia purpurascens*)、石竹科 (Caryophyllaceae) 的异花孩儿参 (*Pseudostellaria heterantha*)、瑞香科的白瑞香,蔷薇科的丽江山荆子 (*Malus rockii*)、火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、单瓣白木香 (*Rosa banksiae*)、长尖叶蔷薇 (*R. longicuspis*)、香水月季 (*R. odorata*) 等,山茱萸科的头状四照花、灯台树,杜鹃花科的狭叶珍珠花、大白花杜鹃、云上杜鹃 (*Rhododendron pachypodum*)、木犀科的川素馨,姜科的华山姜 (*Alpinia chinensis*)。

4) 橙黄色花系:保护区内有 20 种,分属 10 科

15 属,如堇菜科 (Violaceae) 的灰叶堇菜 (*Viola delavayi*)、凤仙花科的黄金凤 (*Impatiens siculife*)、金丝桃科 (Hypericaceae) 的碟花金丝桃 (*Hypericum addingtonii*)、栽秧花 (*H. beanii*)、短柱金丝桃 (*H. hookerianum*)、蝶形花科的百脉根 (*Lotus corniculatus*)、尼泊尔黄花木 (*Piptanthus nepalensis*)、杜鹃花科的粗枝杜鹃 (*Rhododendron basilicum*)、木樨科的桂花 (*Osmanthus fragrans*)、云南桂花 (*O. yunnanensis*)、龙胆科的獐牙菜 (*Swertia bimaculata*) 等。

4.1.3 香花型观花植物

香花型植物的花除了具有较高的观赏价值外,还具有浓厚或淡淡的香气,能给人以视觉和嗅觉上的享受,保护区内共有 10 科 11 属 17 种。主要包括有蔷薇科的香水月季、单瓣白木香,瑞香科 (Thymelaeaceae) 的滇瑞香 (*Daphne feddei*)、百合科的吉祥草 (*Reineckea carnea*)、木犀科的桂花、云南桂花,杜鹃花科的大王杜鹃 (*Rhododendron rex*)、大白花杜鹃、隐脉杜鹃 (*R. maddenii*)、木兰科的长喙厚朴、西康玉兰、山玉兰、红花木莲,唇形科 (Labiatae) 的藿香 (*Agastache rugosus*)、楝科 (Meliaceae) 的楝树 (*Melia azedarach*)、冬青科 (Aquifoliaceae) 的长叶构骨 (*Ilex georgei*)、忍冬科的密花荚蒾 (*Viburnum congestum*) 等。

4.2 观果植物

保护区内的观果植物种类分属 14 科 26 属,共 38 种,其中以果实为红色的种类较多,有 7 科 11 属 20 种,如蔷薇科木帚栒子 (*Cotoneaster dielsianus*)、西南栒子 (*C. franchetii*)、云南山楂 (*Crataegus scabrifolia*)、火棘等,冬青科的弯尾冬青 (*Ilex cyrtura*)、小檗科 (Berberidaceae) 的川滇小檗 (*Berberis jamesiana*)、鼠李科 (Rhamnaceae) 的多花勾儿茶 (*Berchemia floribunda*) 等;果实为黄色的类型有 3 科 3 属 3 种,如楝科的楝树、百合科的云南大百合;果实为蓝色的类型有 3 科 4 属 4 种,如百合科的沿阶草 (*Ophiopogon bodinieri*)、忍冬科的蕊帽忍冬 (*Lonicera pileata*)、山矾科 (Symplocaceae) 的白檀 (*Symplocos paniculata*);果实为白色的类型有蔷薇科的西康花楸 (*Sorbus prattii*);果实为黑色的类型有 3 科 4 属 4 种,如猕猴桃科的酸枣子藤,山茱萸科的中华青荚叶 (*Helwingia chinensis*) 等;果实为绿色的有冬青科的线叶陷脉冬青 (*Ilex delavayi* var. *linearifolia*)。

4.3 观叶植物

在保护区内可被用于观叶的植物有 38 科 64 属 76 种,常见植物如木犀科的小叶女贞 (*Ligustrum*

quihou), 杜鹃花科的红棕杜鹃 (*Rhododendron rubiginosum*)、马醉木 (*Pieris formosa*)、金叶子 (*Craibiodendron yunnanense*), 五加科的常春木, 八角枫科 (*Alangiaceae*) 的八角枫 (*Alangium chinense*), 漆树科 (*Anacardiaceae*) 的清香木 (*Pistacia weinmannifolia*), 槭树科 (*Aceraceae*) 的五裂槭 (*Acer oliverianum*)、小花清风藤 (*Sabia parviflora*), 葡萄科 (*Vitaceae*) 的崖爬藤 (*Tetrastigma obtectum*), 卫矛科 (*Celastraceae*) 的扶芳藤 (*Euonymus fortunei*), 桑科 (*Moraceae*) 的构树 (*Broussonetia papyrifera*), 杨柳科 (*Salicaceae*) 的垂柳 (*Salix babylonica*)、滇杨 (*Populus yunnanensis*), 黄杨科 (*Buxaceae*) 的清香桂 (*Sarcococca rusifolia*), 景天科 (*Crassulaceae*) 的石莲 (*Sinocrassula indica*) 等。

4.4 观姿态植物

在保护区内观姿态的植物主要有松科 (*Pinaceae*) 的油麦吊云杉 (*Picea brachytyla*)、丽江云杉 (*Picea likiangensis*)、华山松 (*Pinus armandi*), 柏科 (*Cupressaceae*) 的刺柏 (*Juniperus formosana*), 三尖杉科 (*Cephalotaxaceae*) 的粗榧 (*Cephalotaxus sinensis*), 红豆杉科 (*Taxaceae*) 的云南红豆杉 (*Taxus yunnanensis*), 木兰科的长喙厚朴、西康玉兰, 山茶科 (*Theaceae*) 的厚皮香 (*Ternstroemia gymnanthera*), 蔷薇科的石灰花楸 (*Sorbus folgneri*)、川滇花楸 (*S. vilmorinii*), 檀香科 (*Santalaceae*) 的绿珊瑚 (*Thesium ramosoides*), 槭树科的青榨槭 (*Acer davidii*) 等。

5 珍稀野生观赏植物

保护区珍稀野生观赏性植物有 5 科 7 属 9 种, 分别占区内珍稀濒危保护植物科属种总数的 55.56%、63.64% 和 64.29%^[21]。其中国家一级保护植物有红豆杉科的云南红豆杉、南方红豆杉 (*Taxus wallichiana*); 国家二级保护植物有松科的油麦吊云杉, 三尖杉科 (*Cephalotaxaceae*) 的贡山三尖杉 (*Cephalotaxus lanceolata*), 红豆杉科的云南榧树 (*Torreya yunnanensis*), 木兰科的长喙厚朴、西康玉兰等; 省级保护植物有樟科的长梗润楠 (*Machilus longipedicellata*)、新樟 (*Neocinnamomum delavayi*) 等。

6 野生观赏植物的园林用途

不同植物有着形态各异的器官, 植株高矮不一, 有的株型优美, 有的枝繁叶茂, 有的花色动人, 植物观赏类型的不同造就了其用途的多样性。在园林用途上将高大的乔木分为行道、庭荫树类和园景类; 而

相对矮小的灌木类则根据观赏部位和用途的不同分为花灌木、绿篱和园景类; 藤本类多作为垂直绿化类植物; 草本类根据其植株高矮、生长习性和生活环境的不同又被分为花坛花镜、花丛、地被植物和水生花卉类等, 其中地被植物可分为草坪类植物和非草坪类植物; 不论是木本、藤本还是草本, 对那些体态优雅、花色夺目、适合于盆栽的植物常将其归并于盆景类 (表 2)。

行道类的植物一般为乔木, 多年生, 树型较为优美, 可以适当防风固尘、净化路边的空气。保护区内可被应用为行道类的植物有樟科的云南樟, 木兰科的长喙厚朴、西康玉兰, 蔷薇科的全缘石楠 (*Photinia integrifolia*)、石楠 (*P. serratifolia*)、华西花楸 (*Sorbus wilsoniana*), 杨梅科的毛杨梅 (*Myrica esculenta*)、旱冬瓜 (*Alnus nepalensis*), 壳斗科 (*Fagaceae*) 的厚叶石栎 (*Lithocarpus pachyphyllus*) 等; 庭荫树类的树木高大, 枝繁叶茂, 置于庭院中可以为人避暑乘凉。保护区内可被应用于此的有樟科的滇润楠 (*Machilus yunnanensis*), 杨柳科的滇杨 (*Populus yunnanensis*)、曼青冈 (*Cyclobalanopsis oxyodon*), 冬青科的珊瑚冬青 (*Ilex corallina*) 等; 花灌木类植物的花多姿多彩, 易于修剪和日常管理, 保护区内有野牡丹科的野牡丹, 金丝桃科的碟花金丝桃、栽秧花, 虎耳草科的马桑绣球, 蔷薇科的渐尖叶粉花绣线菊、杜鹃花科的狭叶珍珠花、红棕杜鹃、灰白杜鹃等; 绿篱类的植物易于修剪管理且常绿, 这里有紫金牛科 (*Myrsinaceae*) 的铁仔 (*Myrsine africana*), 山矾科的茶条果 (*Symplocos phyllicalyx*), 木樨科的小叶女贞, 大戟科的叶下珠 (*Flueggea suffruticosa*)、海桐花科 (*Pittosporaceae*) 的短萼海桐 (*Pittosporum brevicalyx*) 等; 垂直绿化类的一般为木质藤本, 少数为草质藤本, 有攀援型和缠绕型 2 类, 如猕猴桃科 (*Actinidiaceae*) 的酸枣子藤 (*Actinidia venosa*), 卫矛科的扶芳藤, 木樨科的素方花, 茜草科的金剑草 (*Rubia alata*)、葫芦科 (*Cucurbitaceae*) 的绞股蓝 (*Gynostemma pentaphyllum*) 等; 园景类的植物有木兰科的长喙厚朴、西康玉兰, 檀香科的绿珊瑚, 胡桃科的云南枫杨, 兰科的山珊瑚 (*Galeola faberi*) 等; 盆景类的植物往往形态优美, 或是花果独具特色, 适应力强, 便于盆栽, 这里主要有松科的华山松, 柏科的刺柏, 蔷薇科的火棘, 胡椒科 (*Piperaceae*) 的豆瓣绿 (*Peperomia tetraphylla*), 景天科的石莲等; 花坛、花镜类植物主要是 1~2 a 生植物, 植株高 50 cm 左右, 色彩绚丽, 美丽动人, 主要有桔梗科的细叶蓝钟花 (*Cyananthus delavayi*), 玄参科

表 2 保护区野生观赏植物的园林用途及科属种统计

Tab. 2 Species statistics and garden use of wild ornamental plants in Nature Reserve

园林用途	行道树类	庭荫树类	花灌木类	绿篱类
科属种	12 科 19 属 27 种	10 科 14 属 23 种	14 科 22 属 58 种	17 科 21 属 32 种
占总数的%	12.77 9.13 7.89	10.64 6.73 6.73	14.89 10.58 16.96	10.09 10.10 9.36
园林用途	垂直绿化类	园景类	盆景类	
科属种	14 科 17 属 24 种	13 科 14 属 23 种	27 科 44 属 70 种	
占总数的%	14.89 8.17 7.02	13.83 6.73 6.73	28.72 21.15 20.47	
园林用途	花坛、花镜类	花丛类	地被植物	水生植物
科属种	21 科 30 属 50 种	18 科 35 属 44 种	7 种 12 属 12 种	5 种 6 属 6 种
占总数的%	22.34 14.42 14.62	19.15 16.85 12.87	7.44 5.77 3.51	5.32 2.85 1.75

的通泉草 (*Mazus japonicus*) 等,苦苣苔科的显脉石蝴蝶,爵床科的多枝山一笼鸡 (*Gutzlaffia henryi*),唇形科的长冠鼠尾、云南鼠尾草,百合科的墨江百合 (*Lilium henricii*) 等;花丛类植物主要是多年生,色彩丰富,植株高矮不一,在生活中适合互相搭配使用,如天南星科的岩生南星,鸢尾科的西南鸢尾、扇形鸢尾,兰科的密花虾脊兰 (*Calanthe densiflora*)、小白及、长距玉凤花、广布红门 (*Orchis chusua*),百合科的滇百合、轮叶黄精 (*Polygonatum verticillatum*)、鹭鸶兰 (*Diurandthera major*) 等;地被类植物有禾本科 (*Gramineae*) 的狗牙根 (*Cyrtococcum patens*)、早熟禾 (*Poa annua*),茜草科的紫参 (*Rubia yunnanensis*),蝶形花科的歪头菜 (*Vicia unijuga*)、百脉根 (*Lotus corniculatu*) 等,前两者可应用于大面积的草坪绿化;水生观赏类植物有睡菜科 (*Menyanthaceae*) 的荇菜 (*Nymphoides peltatum*),莎草科 (*Cyperaceae*) 的水葱 (*Schoenoplectus tabernaemontanii*),禾本科的芦竹 (*Arundo donax*)、芦苇 (*Phragmites communis*),蓼科的两栖蓼 (*Polygonum amphibium*) 等。

7 野生观赏植物的保护与利用及其前景展望

保护区周边地区为高寒山区,是农业区的边缘地带,交通不便,经济相对落后,当地老百姓对环境的保护意识不强,这增大了保护区对野生观赏植物保护的难度。保护区内许多野生观赏植物未能得到合理的利用,当地村民直接挖取野生花卉进行售卖的现象比较普遍。杜鹃花科的马缨花因其树形、花色较具观赏价值,同时也易于移植,因而常被村民采挖后到市场卖。香水月季是现代月季的重要亲本之一,野生资源已非常稀少,由于其大而美丽,且具浓郁的芳香,同样成为村民采挖的对象。已被列入

《野生动植物濒危物种国际贸易公约》保护范围的野生兰科植物,由于其种子小,所包含的营养物质少,一般都要依靠菌根真菌为其提供养分,不方便直接以种子进行繁殖,目前在当地主要是以直接挖掘利用为主^[22]。保护区内拥有野生观赏植物 94 科 208 属 342 种,珍稀野生观赏植物 5 科 7 属 9 种,加强野生花卉资源的保护有助于保护云龙湖地区野生动物的栖息地,维持当地生态系统的稳定,也有助于维持当地经济可持续发展。因此,保护区内相关部门需要加强对野生观赏植物的保护,在完善与生物遗传资源保护有关的法律法规基础上,加强监督并保持与当地村民之间的沟通交流和相关知识宣传,减少或杜绝当地老百姓或其他人员直接采挖野生观赏植物。通过与科研机构合作,加强基础研究工作的开展,全面调查收集当地野生观赏植物物种分布地点、相对居群数量等基础资料,积极开展栽培繁殖技术研究,以保护当地野生观赏物种多样性。对于保护区内已有调查的一些珍稀野生观赏植物资源,要有目的、有计划地进行濒危物种的合理保护与种群恢复工作。

随着世界经济的发展,花卉产品已成为国际贸易的大宗商品,各大中小城市、公园、学校、个人对花卉的需求量逐渐增大,花卉已经成为人们生活中必不可少的一部分。而野生花卉资源的利用尚未达到 1/3,其余大部分处于自生自灭状态^[23]。在花卉应用上,我国各大城市花卉应用量远不如国外大都市,如被誉为花城的广州仅有 300 种左右的花卉,而伦敦、东京、巴黎等花卉总数都在 1 500 种以上,因而我国城市观赏植物应用市场空间巨大^[24]。保护区内野生观赏植物种类繁多,然而只有少部分的观赏植物被引种驯化,如红豆杉科的云南红豆杉,樟科的

云南樟、滇润楠,蔷薇科的粉花绣线菊、单瓣白木香、山茱萸科的头状四照花等。许多野生观赏植物资源虽具有很好的观赏性,但仍未得到很好的开发利用,如百合科的云南大百合、滇百合、康定玉竹,鸢尾科的西南鸢尾、扇形鸢尾,木樨科的素方花、滇素馨、川素馨,蔷薇科的大叶蔷薇、香水月季,醉鱼草科的多花醉鱼草,紫葳科的两头毛,金丝桃科的栽秧花,报春花属的莒叶报春、云龙报春等^[25,26]。这些植物都是极具驯化价值的野生花卉,通过引种驯化,可很好地适于切花生产、园林绿化、室内盆栽等多方面需求。同时,部分可以直接栽培即得到利用的种类也未得到充分开发,如香水月季、云南大百合、滇百合、栽秧花、多花醉鱼草等。另外,保护区内的一些花卉植物资源已成为育种工作中的亲本来源,如木兰、杜鹃、报春、龙胆等。当地分布的香水月季就是现代月季的重要亲本之一,在月季新品种的开发中提供着重要的遗传基础。目前,保护区内丰富的观赏植物资源的利用仍受到经济、技术条件的限制,充分地利用当地宝贵的物种资源有助于在保护资源的同时带动地方经济发展。

参考文献:

- [1] 周勃,任亚萍. 中国野生花卉资源的研究现状[J]. 信阳农业高等专科学校学报,2007,17(2):111-113.
- [2] 周涛,朴永吉,林元吉. 中国野生花卉资源的研究现状及展望[J]. 世界林业研究,2004,17(4):45-48.
- [3] 李炜民,孟雪松,郭佳. 北京东灵山、百花山风景名胜区野生花卉资源开发与利用[J]. 河北林果研究,2003,20(3):286-288.
- [4] 刘锦乾,邱祖青. 甘肃白龙江林区野生花卉资源及多样性[J]. 陕西林业科技,2008(2):124-129.
- [5] 朱报著,张东生. 广东七目嶂省级自然保护区珍稀野生花卉资源[J]. 广东林业科技,2007,23(2):24-27.
- [6] 朱报著,张方秋. 广东象头山国家级自然保护区珍稀野生花卉资源[J]. 中国野生植物资源,2006,25(4):10-14.
- [7] 戴启金,崔友勇. 河南省鸡公山自然保护区的野生花卉资源及合理利用[J]. 信阳师范学院学报:自然科学版,2005,18(3):300-303.
- [8] 姜洪波,丁琼,贾桂霞,等. 河北省龙头山区野生草本花卉植物资源及园林应用[J]. 林业科学,2004,40(6):102-109.
- [9] 汪甜,秦伟,刘胜祥. 湖北后河国家级自然保护区野生花卉资源[J]. 中国野生植物资源,2004,23(2):17-19.
- [10] 卢素锦,司剑华. 青海大通老爷山野生花卉资源的调查研究[J]. 青海大学学报·自然科学版,2004,22(4):46-48.
- [11] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 横断山区维管植物(上,下册)[M]. 北京:科学出版社,1993,1994.
- [12] 李晓贤,陈文允,管开云,等. 滇西北野生花卉调查[J]. 云南植物研究,2003,25(4):435-446.
- [13] 武全安. 中国云南野生花卉[M]. 北京:中国林业出版社,1999.
- [14] 岳桦,张君超,杜兴臣. 园林花卉[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [15] 卓丽环,龚维红,王玲. 园林树木[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [16] 邵忠,邵键. 中国园林花卉[M]. 苏州:苏州大学出版社,1995.
- [17] 管开云. 云南高山花卉[M]. 昆明:云南科技出版社,1998.
- [18] 国家环境保护局,中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录(第一册)[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [19] 云南省环境保护协会. 云南省第一批省级重点保护野生植物名录[Z]. 1989.
- [20] 国家林业局,农业部. 国家重点保护野生植物名录(第一批)[Z]. 国务院公报,1999,13:39-47.
- [21] 周成贵. 云南云龙天池自然保护区珍稀濒危动植物种类及综合评价[J]. 陕西林业科技,2008(1):32-37.
- [22] 王燕. 中国兰科花卉种质资源的保护与利用研究[D]. 北京:中国农业大学,2004:1-34.
- [23] 林夏珍. 中国野生花卉引种驯化及开发利用研究综述[J]. 浙江林业科技,2001,21(6):72-82.
- [24] 周涛,朴永吉,林元雪. 中国野生花卉资源的研究现状及展望[J]. 世界林业研究,2004,17(4):45-48.
- [25] 冯国楣. 中国杜鹃花第一册[M]. 北京:科学出版社,1988.
- [26] 张石宝,胡虹,王华,等. 云南高山花卉种质资源及开发利用[J]. 中国野生植物资源,2005,24(3):19-22.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.016

北京翠湖湿地生态能值分析

李 伟¹, 崔丽娟¹, 赵欣胜¹, 张曼胤¹, 王义飞¹, 商晓静²

(1. 中国林业科学研究院湿地研究所, 北京 100091; 2. 翠湖国家城市湿地公园, 北京 100194)

摘要:依据能值分析理论对北京翠湖湿地生态系统服务功能价值进行评价。结果表明,北京翠湖湿地的投入量太阳能值为 $5\,094.85 \times 10^{15}$ sej, 不可再生能源或资源能值为 132.67×10^{15} sej, 初级生产力为 $42\,549.575 \times 10^{15}$ sej, 资本投入/产出中的生态服务、生态旅游和科研工作太阳能值分别为 291.00×10^{15} sej、 122.00×10^{15} sej、 33.00×10^{15} sej, 总计 446.00×10^{15} sej; 水生动物中鱼类等和浮游动物太阳能值分别为 $1\,189.76 \times 10^{15}$ sej 和 8.84×10^{15} sej, 总计 $1\,198.6 \times 10^{15}$ sej; 湿地水禽(特殊保护)太阳能值为 $1\,946.7 \times 10^{15}$ sej, 说明北京翠湖湿地生态系统整体投入/产出的效益良好。北京翠湖湿地生态价值主要表现为初级生产力、湿地水禽和水生动物。

关键词:生态系统; 能值; 北京翠湖湿地

中图分类号: S718.5; X52 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0083-04

Ecological Emergy of Cuihu National Urban Wetland Park in Beijing

LI Wei¹, CUI Li-juan¹, ZHAO Xin-sheng¹, ZHANG Man-yin¹, WANG Yi-fei¹, SHANG Xiao-jing²

(1. Institute of Wetland Research, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Cuihu National Urban Wetland Park, Beijing 100194, China)

Abstract: Emergy and ecological service function of Cuihu wetland were estimated on the base of emergy analysis theory. By collecting field investigating data and historical information, results showed that the solar emergy input was 5094.85×10^{15} sej, irreproducible emergy and resource was 132.67×10^{15} sej, the elementary productivity was 42549.575×10^{15} sej, the solar emergy of ecological service, ecological tourism and research work in the input/output system was 291.00×10^{15} sej, 122.00×10^{15} sej, 33.00×10^{15} sej respectively, and summed up to 446.00×10^{15} sej. The solar emergy of fish and zooplankton in aquatic animal was 1189.76×10^{15} sej and 8.84×10^{15} sej respectively, and summed up to 1198.6×10^{15} sej. The solar emergy of wetland water fowls was 1946.7×10^{15} sej. The benefit in the integrated input/output system of Cuihu wetland ecosystem was fine. The ecological emergy of cuihu wetland was considered as elementary productivity, wetland water fowls and aquatic anima.

Key words: ecosystem; emergy; Beijing Cuihu Wetland

美国生态学家奥德姆(H. T. Odum)于 20 世纪 80 年代创立了以能量为核心的能值分析方法^[1]。

收稿日期: 2014-04-02; 修回日期: 2014-04-25.

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: kyckj@126.com

目前,能值分析被广泛应用于红树林湿地^[2-3]、湖泊湿地^[4]、滨海湿地^[5-8]和城市湿地^[9]等湿地类型。通过能值分析湿地生态系统生态价值,能深入理解湿地的功能和效应,评估湿地生态功能,将对湿地的保护和管理提供科学指导^[10]。湿地具有多种生态功能^[11],特别是对于超大城市的北京来说,湿地资源显得尤为重要^[12]。为探究北京翠湖湿地的生态和经济价值,结合北京翠湖湿地的现实情况,采用能值理论分析方法进行价值估算分析,以期在北京翠湖湿地的保护管理提供一定的理论支撑。

1 研究区概况

北京翠湖湿地位于北京市海淀区上庄镇上庄水库北岸,一期湿地面积为 53 hm²,其中水域面积约 30 hm²。湿地平均海拔 40 m,属暖温带半湿润季风气候。无霜期 190 d,冻土期 100 d,年均温 10~12℃,年均降水量约 600 mm。北京翠湖湿地与南沙河、上庄水库连通,水资源相对丰富,平均水深 1.40 m。翠湖湿地生物资源较为丰富,调查显示有高等植物 81 科 236 属 330 种,哺乳动物 5 目 6 科 9 种,浮游动物 4 门 45 种,底栖动物 3 门 28 种,鸟类 17 目 40 科 166 种,鱼类 4 目 9 科 20 种,两栖类 1 目 2 科 3 种,爬行类 2 目 2 科 4 种^[11,13]。

2 北京翠湖湿地能值分析

能值分析是以能量为衡量单位,描述湿地生态系统组成成分之间相互作用关系,以构建湿地生态系统模型,并以能量为基础来衡量湿地生态系统中各组成成分的贡献率。采用以下步骤进行分析。

2.1 建立能值分析系统

搜集湿地的基本资料,包括能流、物流及信息流等资料,然后将湿地各项资源加以分类,利用能量图例,建立概念性的能值分析图。

2.2 能值计算

确定北京翠湖湿地生态系统的边界,按能量符号绘制能值分析图,分析北京翠湖湿地生态系统主要组分及其相互关系,换算统一的能值单位,制成能值分析表^[1]。

2.3 构建能值指标体系

建立能值分析指标体系,进行定量分析评价,选择适宜的生态能值指标(建立在输入、输出及反馈能值流间运算基础之上),构建能值指标体系,进行北京翠湖湿地生态系统效益评价。

3 结果与分析

通过生态能值分析方法绘制湿地生态系统能值分析图(图 1)。

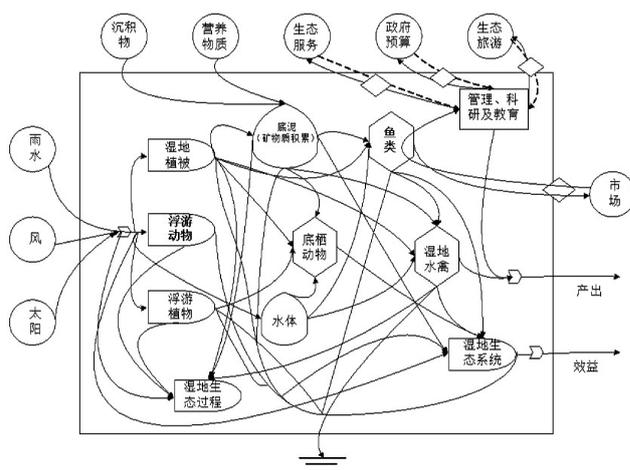


图 1 北京翠湖湿地生态系统能值分析

Fig. 1 Ecosystem energy analysis of Chuihu wetland

从图 1 看出,北京翠湖湿地再生能源包括阳光、风、雨水;不可再生能源或资源包括底泥(矿物质累积)、水体;翠湖湿地生物链的初级生产者主要为湿地植被(包括挺水、沉水和人工栽培作物)和浮游植物(藻类);产出项目包括水生动物、底栖动物和湿地水禽,湿地水禽主要为产出品,也是北京翠湖湿地生物链的顶级;资本产出项为生态服务、生态旅游、管理、科研和教育等,其中水生动物鱼类等为湿地生物链顶级人类的食物。

为了分析北京翠湖生态系统效益,计算了湿地生物链能值、能值流入流出情况、能值投入率等指标(表 1)。北京翠湖水域生态系统由水域和水生生物等组成。在翠湖湿地岸带,表层水含有以藻类为主的浮游植物和漂浮植物,属翠湖湿地初级生产者,湿地生物链的第一级;主要消费者是湿地水禽、鱼类、底栖动物和浮游动物等生物链高级环节;湿地植物由于水深程度的差异,环带状分布挺水植物、浮水植物和沉水植物。

从表 1 可以得出,北京翠湖湿地的投入量(包括阳光、风及雨水)太阳能值为 $5\ 094.85 \times 10^{15}$ sej,初级生产力为 $42\ 549.57 \times 10^{15}$ sej,不可再生能源或资源(包括底泥和水体)为 132.67×10^{15} sej。其中,资本产出中的生态服务、生态旅游和科研工作太阳

表 1 北京翠湖湿地生态系统能值投入/产出
Tab. 1 Ecosystem energy input / output of Beijing
Chuihu wetland

序号	项目	原始数据 /J	单位能值转换率 /sej	太阳能值 /10 ¹⁵ sej
1	再生能源			
	—阳光	5.01×10 ¹⁸	1	5010
	—风	0.99×10 ¹³	622	6.16
	—雨水(势能)	2.25×10 ¹²	8888	20
	—雨水(化学能)	0.38×10 ¹³	15444	58.69
	总计			5094.85
2	不可再生能源或资源			
	—底泥(矿物质累积)	0.17×10 ¹³	3500	5.95
	—水体	2.64×10 ¹²	48000	126.72
	总计			132.67
3	初级生产力			
	—湿地植被	3.31×10 ¹³	4700	155.57
	—浮游植物(藻类)	9.02×10 ¹⁵	4700	42394
	总计			42549.57
4	资本产出项(服务产出)			
	—生态服务	2.91×10 ⁵	1.00×10 ¹²	291
	—生态旅游	1.22×10 ⁵	1.00×10 ¹²	122
	—科研工作	0.33×10 ⁵	1.00×10 ¹²	33
	总计			446
5	水生动物			
	—鱼类等	2.86×10 ¹⁰	4.16×10 ⁷	1189.76
	—浮游动物	1.88×10 ¹²	4700	8.84
	总计			1198.6
6	湿地水禽(特殊保护)			
	—水禽	1.89×10 ¹⁰	1.03×10 ⁸	1946.7

能值分别有 291.00×10¹⁵sej, 122.00×10¹⁵sej, 33.00×10¹⁵sej, 总计 446.00×10¹⁵sej。根据表 1 的太阳能值统计值,翠湖湿地各项效益大小顺序依次为:初级生产力>再生能源>湿地水禽>水生动物>资本产出项>不可再生能源或资源。通过排序分析,翠湖湿地生物链各环节能值大小顺序依次为:浮游植物(藻类)>湿地水禽(特殊保护)>鱼类>湿地植被>浮游动物,而浮游植物(藻类)的其他生物链环节能值之和,即湿地水禽(特殊保护)+鱼类+湿地植被+浮游动物的能值(3 300.87×10¹⁵sej)小于浮游植物

(藻类)的能值(42 394.00×10¹⁵sej),说明北京翠湖湿地生物链符合能量传递逐级递减的规律,但其能量利用效率很低,不足 10%,说明北京翠湖湿地现有的浮游植物(藻类)上级生物链环节控制藻类效果不甚明显。

根据表 1 的数据分析可知,浮游植物(藻类)和湿地水禽的能值处于前两位。浮游植物是重要的初级生产者,也是水中溶解氧的主要供应者,其对环境条件变化反应敏感,其种类组成、群落结构与密度变化直接影响水生食物链。翠湖湿地共鉴定出浮游植物 8 门 73 属 154 种,以绿藻门、硅藻门和蓝藻门种类数量最多。翠湖湿地浮游植物的平均密度为 14 243×10⁴ cells/L,以硅藻门、蓝藻门和绿藻门的藻类密度最大,黄藻门和甲藻门藻类密度最小^[14]。目前,翠湖湿地记录到鸟类 17 目 40 科 166 种,其中非雀形目鸟类 108 种,雀形目 58 种。从居留型来看,旅鸟种类数量最多,留鸟和夏候鸟次之,冬候鸟最少。翠湖湿地拥有多种珍稀濒危鸟类,其中属于国家重点保护野生动物 34 种(国家 I 级重点保护鸟类黑鹳、遗鸥、丹顶鹤和黑颈鹤等 6 种,国家 II 级鸟类白琵鹭、大天鹅、小天鹅等 28 种),属于北京市保护野生动物 68 种(北京市 I 级重点保护鸟类凤头鸊鷉、大白鹭、鸿雁、花脸鸭和北京雨燕等 12 种);此外,翠湖湿地还拥有一些被列入双边国际协定保护中的候鸟,如《中日候鸟保护协定》、《中澳候鸟保护协定》^[13]。水禽能值分析值为 1 946.7×10¹⁵sej,在所有能值分析指数中占据极其重要的地位,进一步说明翠湖湿地在鸟类保护网络中的重要作用,其湿地稀缺性对超大城市的首都北京来说,显得尤为重要。

翠湖湿地作为北京市唯一一个国家城市湿地公园,不仅具有提供水禽栖息地的功能,而且还有生态旅游、环境教育、调节区域小气候等生态功能,对北京市城市环境的改善和科普宣教工作有积极的作用。该区域还包含底泥、明水面等不同类型的湿地要素,其能值为 132.67×10¹⁵sej(即不可再生能源与初级生产力能值之和)。湿地植被能值分析值为 155.57×10¹⁵sej。翠湖湿地有维管束植物 306 种,隶属 76 科 228 属,占北京市维管束植物总数的 17.1%,分布有多种国家级和北京市级重点保护野生植物,如野大豆(*Glycine soja*)、芡实(*Euryale ferox*)、花蔺(*Butomus umbellatus*)和茭白(*Zizania latifolia*)等^[15]。水生动物能值总计 1 198.6×10¹⁵sej,浮游动物能值分析值为 8.84×10¹⁵sej,约占 0.7%。

翠湖湿地共有浮游动物四大类 45 种,其中以轮虫和原生动物种类最多,占浮游动物总数的 82.2%^[16]。

4 讨论

本文通过应用能值理论,对北京翠湖湿地生态价值作了评估。结果表明,其价值主要表现在初级生产力、湿地水禽和水生动物的提供,这为保护和管理翠湖湿地生态系统提供了理论依据。文中论述的多种生态价值只是翠湖湿地众多生态系统服务功能的一部分,尚有诸多服务功能由于其复杂性和技术上的困难而难以评估,有待于今后进一步研究。

为了保持北京翠湖湿地生态系统的可持续发展,根据生态经济学和最大功率原则的原理,提出以下建议:①聚集分散的能量与物质,构建高效的湿地生态系统;②通过吸纳外部环境高附加值的能值,使可利用的能值获得较大程度增长;③保持北京翠湖湿地长期演化形成的相互制约关系和抗压的能力,避免外力过多的干扰,加强对湿地的保护。

参考文献:

- [1] Odum H T, Odum E C. *Ecology and Economy: "Emergy" analysis and public policy* [M]. in Texas: The office of Natural Resources and Texas Department of Agriculture, 1987: 163-171.
- [2] 赵晟,洪华生,张路平,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.
- [3] 赵欣胜,崔保山,杨志峰. 红树林湿地生态效益能值分析—以南沙地区十九涌红树林湿地为案例[J]. 生态学杂志, 2005, 24(7): 841-844.
- [4] 崔丽娟,赵欣胜. 鄱阳湖湿地生态能值分析研究[J]. 生态学报, 2007, 24(7): 1480-1485.
- [5] Odum H T. *Environmental accounting—Emergy and environmental decision making* [M]. New York: John Wiley & Sons, 1996: 20-50, 200-217.
- [6] 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.
- [7] 万树文,钦佩,朱洪光,等. 盐城自然保护区两种人工湿地模式评价[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 759-765.
- [8] 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.
- [9] 任丽燕,吴次芳,岳文泽. 西溪国家湿地公园生态经济效益能值分析[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1285-1291.
- [10] 蓝盛芳,钦佩. 生态系统的能值分析[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 129-131.
- [11] 崔丽娟,艾思龙. 湿地恢复手册—原则·技术与案例分析 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006: 412-431.
- [12] 高士武,邵妍,张曼胤,等. 北京市湿地公园建设与管理研究[J]. 湿地科学, 2010, 8(4): 389-394.
- [13] 张强,李晓光,商晓静,等. 北京翠湖湿地鸟类资源现状及保护对策[J]. 湿地科学与管理, 2012, 8(2): 19-21.
- [14] 王晓星. 北京翠湖湿地浮游植物群落特征[J]. 湿地科学与管理, 2013, 9(2): 57-60.
- [15] 王艳龙. 北京翠湖湿地维管束植物多样性及保护对策[J]. 湿地科学与管理, 2012, 8(2): 25-28.
- [16] 张强. 北京翠湖湿地浮游动物调查及水质评价[J]. 湿地科学与管理, 2013, 9(2): 34-37.
- (上接第 70 页)
- [7] 孙明. 苍山志 [M]. 昆明: 云南民族出版社, 2008.
- [8] 尹志坚. 大理苍山种子植物区系的研究 [D]. 中国科学院昆明植物研究所博士论文(未发表).
- [9] Wu Z. Y., Hong D. Y., Raven, P. H., etc *Flora of China* [M]. Beijing: Science Press and St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- [10] 段诚忠. 苍山杜鹃属植物考察. 苍山植物科学考察 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1995, 117-131.
- [11] 段诚忠. 苍山兰科植物考察. 苍山植物科学考察 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1995, 139-144.
- [12] 沈兵. 大理苍洱自然保护区生物多样性保护及其开发利用[J]. 生物多样性, 1998, 6(2): 151-156.
- [13] 李锡文. 苍山种子植物区系初步研究. 苍山植物科学考察 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1995, 68-79.
- [14] 应俊生,张志松. 中国植物区系中的特有现象——特有属的研究[J]. 植物分类学报, 1984, 22(4): 259-268.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.017

天然气管道工程对云南乌蒙山国家级自然保护区 生物多样性的影响评价

解开宏

(云南省林业调查规划院营林分院,云南 昆明 650021)

摘要:为准确评价天然气输送管道工程建设对乌蒙山国家级自然保护区生物多样性造成的影响程度及其可控性,全面调查评价区域的生物多样性现状。文中重点阐述了建设项目对评价区景观(生态系统)、生物群落(栖息地)、物种(种群)、主要保护对象和生物安全的影响评价。评价结果认为,拟建的天然气输送管道项目对保护区生物多样性的影响程度为“较小影响”,并针对项目建设实际提出进一步优化施工方案,加强对施工人员的生物多样性保护意识培训,聘请生态监理,施工结束后恢复当地原有森林植被等建议。

关键词:生物多样性;影响评价;天然气管道工程;云南乌蒙山国家级自然保护区

中图分类号:S759.9;S718 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0087-05

Impact Assessment of Natural Gas Pipeline Project on Biodiversity of Wumengshan National Nature Reserve, Yunnan Province

XIE Kai-hong

(Forest Management Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650021, China)

Abstract: In order to accurately evaluate the effect of gas pipeline construction on biological diversity of Wumengshan National Nature Reserve and its controllability, a comprehensive survey of the biodiversity status has been made in this area. This paper mainly elaborated the effects assessment on landscape (ecosystem), biomes (habitats), species (population), the main protection objects and bio-safety. Evaluation concluded that the impact of the proposed gas pipeline project on biodiversity in protected areas considered as “minor impact”, and suggestions to further optimize the actual construction program, to strengthen biodiversity protection awareness training of construction workers, to employ ecological supervision, to restore local forest vegetation after the end of construction also have been proposed.

Key words: biodiversity; impact assessment; gas pipeline project; Wumengshan National Nature Reserve of Yunnan Province

乌蒙山国家级自然保护区位于云南省东北部昭通市永善、大关、盐津和彝良的交界处,地理坐标为 $103^{\circ}51'47'' \sim 104^{\circ}45'04''E, 27^{\circ}47'35'' \sim 28^{\circ}17'42''N$,

总面积 $26\,186.8\text{ hm}^2$ 。保护区的主要保护对象为亚热带山地湿性常绿阔叶林为代表的森林生态系统,以及以杪椴、珙桐、南方红豆杉、福建柏、金钱豹、

收稿日期:2014-01-03.

作者简介:解开宏(1969-),男,云南宣威人,工程师。从事林业调查规划工作。

云豹、林麝、黑鹳、四川山鹧鸪、白冠长尾雉、黑颈鹤等为代表的国家重点保护野生动植物。

保护区涉及拟建项目为昭通市从四川省引入天然气的管道工程,起点为水富诚实燃气安边配气站,终点为鲁甸配气站,全长 260.5 km,南北走向,因乌蒙山国家级自然保护区从东到西的直线距离 36.8 km,经多方案比选,管线都不能避开保护区范围,需通过保护区朝天马片中部实验区。天然气管道通过保护区的长度为 1 575 m,管道直径 0.35 m,埋设深度约 1 m,管道施工作业带按旱地不超过 12 m、水田不超过 14 m,林地不超过 10 m 的设计要求,项目将临时占用保护区土地 1.653 2 hm²。

在全面调查评价区域生物多样性现状的基础上,确认、分析各项影响因子,预测管道工程建设对保护区生物多样性造成影响的程度、变化趋势及其可控性,并提出切实可行的保护措施,以尽可能地预防和减轻建设项目对保护区生物多样性的负面影响。

1 评价区的确定

评价区东北部和西南部至保护区边界,西北部和东南部沿天然气管道施工区域两侧 200 m 左右,结合自然地形和地物划定。评价区总体呈长条形,总面积 67.848 6 hm²,占保护区总面积的 0.24%。

2 生物多样性现状

2.1 保护区生物多样性现状

保护区的植被分为 4 个植被型、5 个植被亚型、19 个群系和 44 个群丛。主要植被有常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、竹林和草甸。

保护区维管束植物共 207 科 751 属 2 094 种。其中分布有野生种子植物 159 科 640 属 1 864 种,裸子植物 4 科 5 属 5 种,双子叶植物 133 科 504 属 1 563 种,单子叶植物 22 科 13 属 296 种,蕨类植物有 48 科 111 属 230 种,大型真菌有 2 个亚门 5 纲 13 目 39 科 104 属 243 种。

保护区记录有哺乳动物 92 种。包含国家 I 级重点保护哺乳动物金钱豹 *Panthera pardus*、云豹 *Neofelis nebulosa* 和林麝 *Moschus berezovskii* 3 种,国家 II 级重点保护哺乳动物 17 种;记录有鸟类 356 种,含国家 I 级重点保护鸟类黑鹳 *Ciconia nigra*、四川山鹧鸪 *Arborophila rufipectus*、白冠长尾雉 *Syrmatiscus reevesii* 和黑颈鹤 *Grus nigricollis* 4 种,国家 II 级

重点保护鸟类 30 种;记录有两栖动物 39 种和爬行动物 54 种,包含国家 II 级重点保护物种 2 种。

2.2 评价区生物多样性现状

2.2.1 景观多样性

拟建天然气管道及其影响区总面积 67.85 hm²,主要景观类型是峨眉栲林 6.51 hm²、暖性灌丛 45.77 hm²、农田 14.85 hm²、居民点 0.72 hm²,天然气管道长约 1 500 m。

2.2.2 群落/栖息地类型多样性

评价区域内的天然植被群落/栖息地可划分为 2 个植被型(常绿阔叶林、灌丛)、2 个植被亚型(中山湿性常绿阔叶林、暖温性灌丛)、2 个群系(峨眉栲林、盐肤木、马桑灌丛群系)、2 个群落(峨眉栲、三脉水丝梨群落,盐肤木、马桑灌丛群落),总面积 52.285 0 hm²,占评价区域总面积的 77.06%。

2.2.3 物种多样性

1) 植物多样性

评价区内共记录主要维管束植物 128 科 239 属 353 种。其中,蕨类植物 29 科 42 属 58 种,裸子植物 1 科 1 属 1 种,被子植物 98 科 196 294 种。评价区的植物物种相对丰富,但由于人为活动较多,评价区内仅有中国特有植物 124 种,占评价区植物种类的 36.6%。

2) 陆栖野生动物多样性

评价区范围内现记录有哺乳动物 7 目 20 科 38 种,占乌蒙山自然保护区哺乳动物总数的 42.39%,比例较高。

但是所记录的哺乳动物中,有 5 种(小鹿、复齿鼯鼠 *Trogopterus xanthipes*、滇绒鼠 *Eothenomys eleusis*、高山姬鼠 *Apodemus chevrieri*、云南兔 *Lepus comus*) 为中国特有种,主要分布于中国南部或西南部,另有昭通绒鼠 *Eothenomys oliitor* 为云南特有种。

评价区黑熊、青鼬和小灵猫均被列入国家 II 级重点保护野生动物。此外,另外豹猫和北树鼯 *Tupaia belangeri* 在项目区属于较常见物种,但因其重要价值而被 CITES 列入附录 II,作为限量贸易物种进行保护。评价区及其邻近地区共记录鸟类 10 目 35 科 76 种。记录到中国国家 II 级重点保护鸟类有松雀鹰、普通鵟、红隼、领角鸮和斑头鸺鹠 5 种,记录到 CITES 列入附录 II 的鸟类有斑头鸺鹠和领角鸮 2 种。

评价区内共记录两栖动物 2 目 6 科 8 种,爬行动物 1 目 2 亚目 4 科 8 种。记录到云南省省级重点保护的两栖爬行动物有眼镜蛇 1 种和中国特有种昭

觉林蛙1种。

3 项目建设对生物多样性的影响评价

3.1 景观/生态系统的影响评价

3.1.1 受影响的景观/生态系统类型及其特有程度

项目区自然景观类型是峨眉栲林、暖性灌丛和河流,人工景观类型为农田、居民点和道路。其中,最为重要的森林景观是峨眉栲林,仅在我国西南地区云南、四川和贵州3个省有分布,属我国特有。

3.1.2 对评价区内现有景观类型面积的影响

评价区森林因受人类活动等干扰,多表现出较强的次生特征。天然气管道通过本区长度约1500m,管道直径0.35m,采取人工开挖工艺,最大开挖(影响)宽度设为1.5m,其影响非常小。而且,管道主要通过暖性灌丛,这种次生植被景观本身生物多样性保护价值也不高。同时,因天然气管道施工采取地下深埋工艺,恢复后几乎对农田没有影响,暖性灌丛也能迅速恢复。

3.1.3 对原有景观美学价值的影响

天然气管道铺设从自然保护区通过,一定程度上破坏了森林景观的连续性和自然特征,降低了观赏性。非自然因素增加,使得山、水、林比例发生改变,这将削弱自然景观的美学内涵,降低生态系统服务功能,以及增加自然保育成本。这些改变将无疑直接或间接地影响拟建项目区的美学、经济和文化价值。

3.1.4 对评价区土壤侵蚀程度及发生地质灾害可能性的影响

天然气管道铺设建设将在保护区内开挖,以及临时性堆积弃土等,由此改变地表结构,一定程度增加滑坡、泥石流的风险。但施工面积较小,产生的土壤侵蚀微弱,同时造成地质灾害可能性也小。

3.1.5 对评价区内自然植被覆盖率的影响

项目建设将导致评价区自然植被覆盖率减少0.33%,其减少比率非常小,同时所减少的是次生植被—暖性灌丛,其重要性低。

3.2 生物群落(栖息地)的影响评价

3.2.1 受影响的生物群落(栖息地)类型及其特有性

评价区分布有中山湿性常绿阔叶林和暖温性灌丛2种天然植被亚型,包含峨眉栲林和盐肤木、马桑灌丛2个群系,可划分为峨眉栲、三脉水丝梨群落和盐肤木、马桑灌丛群落2种群落。这2个群落类型中,仅盐肤木、马桑灌丛群落受拟建项目的直接影

响。盐肤木、马桑灌丛群落作为中山湿性常绿阔叶林受人为长期不间断干扰后逆向演替形成一种典型次生灌丛,属不稳定的群落类型,其本身不具备特有性。而属中国特有类型峨眉栲、三脉水丝梨群落,虽在评价区内有分布,但多在山体中上部,未受到天然气管道建设的直接影响。

3.2.2 对生物群落(栖息地)面积的影响

天然气管道项目在评价区内全为管道建设,不涉及进场路及其他构筑物。从面积上看,将临时占用评价区土地总面积1.6532hm²,其中,盐肤木、马桑灌丛群落面积1.1840hm²,农地0.4692hm²。所占用的天然植被仅占评价区内天然植被总面积52.8250hm²的2.24%。若拓展到整个保护区,则不足保护区天然植被面积的0.01%。故就对生物群落的面积影响而言,属略有影响。

3.2.3 对栖息地连通性的影响

拟建项目施工期间,将在评价区天然植被群落(盐肤木、马桑灌丛群落)内形成一条宽10m的管道埋设施工带,由此会对该群落形成分割进而影响栖息地的连通性。由于评价区为农林交错地带,不属于保护区保护对象的主要栖息地,所涉及的群落为天然次生群落,人为活动频繁,在此区域栖息的动物非常少。另外,施工结束后,建设方将会对所开挖的表土进行回填并按相关方案绿化。故拟建项目仅在施工期对栖息地的连通性构成短暂影响,进入运营期后这种影响就可消除。综合分析,项目建设对栖息地的影响属轻微。

3.2.4 对生物群落关键种类的影响

拟建项目所涉及的盐肤木、马桑灌丛群落属次生群落,组成群落的物种较为杂乱,大多为次生性强的常见灌木,以壳斗科树种为关键种类的常绿阔叶林已荡然无存。该群落为不稳定的次生类型,组成该生物群落的物种均不是关键种类,所以不存在项目建设对生物群落关键种类的影响。

3.2.5 对生物群落结构的影响

受建设项目直接影响的生物群落由于长期受到人为活动的不间断干扰,目前已是结构较为简化的灌丛。拟建项目呈带状布设,仅在施工期间占用生物群落但面积较为有限,不会因项目建设造成该群落结构的进一步简化。

3.3 物种/种群的影响评价

3.3.1 对特有物种的影响

评价区内未发现有狭域特有植物和云南特有植物,分布有中国特有植物124种、中国特有哺乳动物

5 种和云南特有哺乳动物 1 种。

评价区内的中国特有种相对丰富,是因为评价区属于华中植物区系的边缘,这些中国特有种不仅出现在评价区内,在保护区的其他区域还有较多分布,在云南省境内及我国其他省区也均有分布,通常数量较多。而管道通过的谷底部位的中国特有种分布比例较少,多分布在评价区的中上部。项目建设不可避免地会涉及这些特有植物中的少量个体,使它们的个体数量在评价区内有所减少,但这些物种的自然更新和繁衍状况较好,少量个体的灭失不会导致某个特有种在评价区或保护区内消失。

由于特有哺乳动物自身的主动避让性强,拟建项目仅在施工期间会对 6 种特有种动物形成一定的惊扰和栖息地少量损失,不会直接导致某个特有哺乳动物种群数量的减少,对个体数量无影响。

3.3.2 对保护物种的影响

评价区不属于保护野生动植物的主要生境及栖息地。调查未发现分布有国家重点保护野生植物和云南省级重点保护野生植物,也未发现列入 CITES 和 IUCN 红色名录中的植物种类。虽分布有国家级、省级重点保护及列入 CITES 附录、IUCN 红色名录的哺乳动物 5 种、鸟类 6 种及省级保护两栖爬行类 1 种,但种群数量十分有限。拟建项目对保护野生动物的影响主要是栖息地的少量损失和对其本身的影响 2 个方面。项目建设局部破坏和缩小了保护野生动物的栖息地和活动场所,使部分原栖息在这一带的少量保护动物被迫迁往其它适合的栖息地。另外,工程施工期间人为活动增加,各类工程措施产生的噪音将会对野生动物的栖息环境形成干扰,一定程度破坏栖息环境的清洁性、安静性,施工期间人员、机械的作业会使偶经此地的保护野生动物受到惊吓,这些干扰在工程完工后将消除。由于保护动物在评价区内种群分布较少且本身具主动避让性和可移动性,只要加强施工管理、禁止狩猎,项目建设对评价区内分布的保护动物造成的威胁和影响是较小且可容忍的。

3.3.3 将对重要物种(如特有种、稀有种等)食物网/链结构的影响

对重要物种食物网/链结构的影响主要针对评价区内分布的重要野生动物。由于建设区域涉及面积较小,对评价区内栖息地(生境)的破坏不大,加之处于保护区的狭长地带,重要动物在该区域少有活动。由于动物具有较强的环境适应特性,其活动区域和觅食范围较广,项目建设不会明显改变在该

区域栖息的某一类群重要物种的食物网/链结构,更不会因食物网/链结构方面的影响而造成某一类群的重要物种在评价区内消失,且项目进入运营期后其影响将可消除。因此,对重要物种的食物网/链结构的影响甚微。

3.3.4 对重要物种(如特有种、稀有种等)迁移、散布、繁衍的影响

项目建设对重要物种迁移、散布、繁衍的影响仅在施工期。就重要鸟类而言,由于其活动能力较强,均会通过飞翔短距离迁移来避免项目施工对其造成的惊扰。对哺乳动物重要物种的影响表现在施工期开挖的壕沟会阻挡评价区内部分滇绒鼠、昭通绒鼠、高山姬鼠、北树鼯等小型兽类的正常迁移,但这些动物具主动避让性和较强的适应性,将向无变动的其它保护区域迁移、散布,以维持其正常生存繁衍。项目建设对重要物种迁移、散布、繁衍的影响较轻微。

3.4 对主要保护对象的影响评价

保护区的主要保护对象是热带山地湿性常绿阔叶林,杪椴、珙桐、南方红豆杉、福建柏等为代表的国家级珍稀濒危保护植物,以金钱豹、云豹、林麝等国家 I、II 级珍稀濒危保护野生哺乳动物及以黑鹳、四川山鹧鸪、白冠长尾雉、黑颈鹤等为代表的国家 I、II 级珍稀濒危保护鸟类。

拟建项目区内不涉及作为保护对象的国家级保护植物,对作为保护对象的国家级保护动物个体数量无直接影响,所涉及的生境不属于保护区主要保护对象。故拟建项目对保护区主要保护对象的影响甚微。

3.5 生物安全的影响评价

评价区属农林交错区域,天然植被为阔叶混交林和多组成物种的次生灌丛,自身抵御病虫害的能力较强,调查中尚未发现有病虫害的状况。项目建设区域涉及面积较小,不可能因此改变大区域的生态环境,故导致病虫害爆发的可能性几乎不存在。

针对评价区的调查分析,未发现如紫茎泽兰等典型外来物种入侵的现象。由于建设项目开挖的表土较少,涉及面积小且呈带状布局,因此,不会造成较大面积的外来入侵物种侵袭。只要针对施工过程中出现的裸地及时采用本地植物进行及时绿化,就可以将外来物种入侵的可能性和危害程度降至最低,生物安全也将得以保障。

评价区所分布的植物均为保护区较常见的种类,不属于珍贵的遗传资源。由于项目建设区域较小,面积有限,项目建设只会造成部分植物物种个体

的少量灭失,虽然这些个体所承载的遗传基因也会随之消失,但不会造成某个植物种类在评价区或保护区内消失。区域内野生动物种群、数量均稀少,加之其辐射适应能力极强,只要加强管理,严禁施工和营运期间的偷砍盗伐、偷猎行为,就不会造成遗传资源的明显流失。所以对遗传资源的影响极小。

4 结论与建议

4.1 评价结论

从项目对景观和栖息地的影响分析,天然气输送管道建成后,会对评价区自然景观的美学价值造成一定影响,但属可接受范围;工程建设会造成局部地段原有植被的破坏,可能加剧土壤侵蚀,造成水土流失,但由于项目涉及林地面积仅 1.184 0 hm²,对生物群落关键种类不存在影响,也不会明显简化生物群落的结构,更不会导致该生物群落在评价区或保护区内消失;虽在施工期会对该群落形成部分分割进而影响栖息地的连通性,但进入运营期后这种影响就可消除。评价区不属于特有动植物和保护动物的主要栖息地(生境)。项目建设仅造成部分中国特有植物的少量个体灭失,不会导致某种植物物种在评价区或保护区内消失;在施工期间会使部分特有动物、保护动物的栖息地少量减少,但进入运营期后可逐步恢复;对重要动物个体数量基本无影响,对重要物种食物网/链结构及迁移、散布、繁衍的影响轻微。工程建设不涉及国家重点保护的植物种类,也不会加剧外来有害物种入侵的风险或导致病虫害爆发及遗传资源丧失。

因此,拟建输送天然气管道项目对保护区生物多样性的影响程度为“较小影响”。

4.2 建议与措施

1)进一步优化施工方案,尽量避免采用爆破等

易惊吓野生动物的施工方式,最大限度地降低工程施工对保护区生物多样性的影响。

2)建设方应加强对施工人员的生物多样性保护的法律、法规及知识的学习和培训,提高作业者保护意识;在施工过程中聘请保护区管理部门专业技术人员作为生态监理。

3)施工结束后,在泥土回填时,尽可能保留原表层土在表面;对裸露地表应依照“适地适树”、原生性、特有性、观赏性的基本原则,种植当地生态系统中原有的各种植物种类(栲类、木荷、润楠等),形成乔、灌、草层间植物有机搭配,从而恢复当地原有的森林植被,在阻止外来物种入侵的同时,进一步降低工程对景观、生物群落造成的不利影响。

参考文献:

- [1] 王娟,杨宇明. 多样性影响评价指标体系的构建与实证[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [2] 西南林学院. 云南乌蒙山自然保护区科学考察报告[R]. 2007.
- [3] 杨宇明,王娟. 云南生物多样性及其保护研究[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [4] 曾志新,罗军,颜立红,等. 生物多样性的评价指标和评价标准[J]. 湖南林业科技,1999(2):27-30.
- [5] 钱迎倩,马克平. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京:中国科学技术出版社,1994.
- [6] 王献溥,刘云凯. 生物多样性的理论与实践[M]. 北京:中国环境科学出版社,1994.
- [7] 邬建国. 景观生态学-格局、过程、尺度与等级(第二版)[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [8] 洪德元. 生物多样性面临的危机[J]. 中国科学院院刊,1990(2):117-120.
- [9] 环境保护部. 区域生物多样性评价标准[S]. 北京:中国环境科学出版社,2011.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.018

雅鲁藏布大峡谷景区生态旅游环境容量研究

王忠斌, 杨小林, 张敏, 范清梅

(西藏农牧学院资源与环境学院, 西藏 林芝 860000)

摘要: 旅游环境容量是景区调控游客规模、实现景区健康发展必不可少的依据。以雅鲁藏布大峡谷景区为研究对象, 依据旅游环境容量分为旅游空间环境容量、旅游生态环境容量、旅游设施环境容量和旅游社会环境容量 4 个分量指标, 按这些指标对大峡谷景区的旅游环境容量进行评价。研究表明, 雅鲁藏布大峡谷景区的日生态旅游环境容量为 2 395 人次; 月生态旅游环境容量为 71 850 人次。空间环境容量是旅游发展中的主要限制因子, 游客量随季节分布明显且存在较大差异。针对大峡谷景区的生态旅游环境容量问题提出具体的调控措施。

关键词: 雅鲁藏布大峡谷景区; 生态旅游环境容量; 空间环境容量; 生态环境容量; 设施环境容量; 社会环境容量

中图分类号: S788.2; S718.5 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0092-05

Ecotourism Environment Bearing Capacity of Yarlung Zangbo Grand Canyon Scenic Spot

WANG Zhong-bin, YANG Xiao-lin, ZHANG Min, FAN Qing-mei

(College of Forest Resources and Environment, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Linzhi, Tibet 860000, China)

Abstract: Environmental capacity of the eco-tourism regulates tourism scale, it is essential to achieve a healthy development for scenic spot. Taking Yarlung Zangbo Grand Canyon for study object, the tourism environment capacity was divided into four branch index systems, including the tourism space environment capacity, the tourism ecological environment capacity, the tourism facility environment capacity and the tourism social environment capacity. Tourism environment capacity of the Yarlung Zangbo Grand Canyon was evaluated by using those indexes. Results showed that daily ecotourism environment capacity was 2395 man-time, and monthly ecotourism environment capacity was 71850 man-times. Tourism space environment capacity was considered as main restriction factor for tourism development, and tourist amount was extremely different along with the seasons. Finally, the specific control measures for ecotourism environment capacity of scenic spot of Yarlung Zangbo Grand Canyon were put forward.

Key words: scenic spot of Yarlung Zangbo Grand Canyon; tourism ecological environment capacity; tourism space environment capacity; ecological environment capacity; tourism facility environment capacity; tourism social environment capacity

收稿日期: 2013-11-15.

作者简介: 王忠斌(1983-), 男, 宁夏人, 硕士, 讲师。主要从事生态旅游规划与开发的教学与科研工作。

通信作者: 杨小林, 博士, 教授。主要从事生态学和植被恢复的教学与科研工作。

雅鲁藏布大峡谷旅游区位于喜马拉雅山、念青唐古拉山脉和横断山脉3座巨型山脉的交汇处,地理坐标为 $29^{\circ}26' \sim 30^{\circ}00'N, 94^{\circ}47' \sim 96^{\circ}00'E$,雅鲁藏布大峡谷全长504.6 km,深度平均约为2 268 m,峡谷最深点可达6 009 m,平均海拔不低于3 000 m,目前被称为世界第一大峡谷。于1992年向世界公布^[1-2],距离八一镇约130 km,景区面积约为175.21 km²。

1 研究步骤与方法

生态旅游环境容量是某一游览地环境与旅游资源的现存状态和布局不发生对当代人及未来人无益转化的条件下,在一定时间段所能承受的游客人次,它是由环境生态承纳量、资源空间承载量、心理承载量、经济承载量等组成^[3]。生态旅游环境容量的阈值是由最小因子决定的,即旅游环境容量应当是取决于4个份量的最小值^[4]。公式为:

$$C = \text{Min}\{C(r), C(e), C(f), C(s)\} \quad (1)$$

其中, $C(r)$ 为空间环境容量, $C(e)$ 为生态环境容量, $C(f)$ 为设施环境容量, $C(s)$ 社会环境容量。

1.1 资源空间环境容量评估模型

常见的旅游景区大多都是由多个模块组合而成,因此常见的计算方法有面积法和线路法2种。关于一个块状、匀质的旅游区域,游客可以在功能区内随意走动,此类区域旅游者瞬时空间容量能够用面积法计算^[5-7]。计算公式表达为:

$$\text{面积法公式: } C(r)' = S_1 * L_1 / P_1 + S_2 * L_2 m / P_2 \quad (2)$$

其中, S_1 为陆地面积(m²), L_1 为陆地可使用率, P_1 为游客所占有合理面积(m²), S_2 为水体面积(m²), L_2 为水体可利用率, P_2 为每一个水上游乐设施占有的理论面积(m²), m 为每个水上娱乐工具载客量(人)。

$$\text{线路法计算公式: } L(r)' = L / P_3 \quad (3)$$

式中, L 表示陆上观光路线长度(km), P_3 表示游客理论观光路线长度(m)。

由于游客在风景区的流动性,使景区的时空承载能力不仅是各个功能区域在一定时间内承载能力的简单相加,必须引入一个代表不同的功能区域旅游的不均匀分布的系数。这一系数表示旅游者在各区域分布的均衡程度。

$$C(r)' = \text{Min}\{C(r)'_1 / X_1, C(r)'_2 / X_2, C(r)'_3 / X_3, \dots, C(r)'_n / X_n\} \quad (4)$$

X_i = 第*i*游览区瞬时旅游人数与完成全部游览时间内整个景区的游客人数之比, n 为游览功能区数。

$$\text{旅游景区的日空间环境容量 } C(r) = C(r)' * T / t \quad (5)$$

T 表示旅游区全天所开放的时间, t 表示每位游客游完景区所需要的时间。

1.2 旅游设施环境容量评估模型

$$C(f) = \text{Min}\{C_i\}; \quad (6)$$

$$C_i = S_i D_i \quad (7)$$

式中, C_i 表示第*i*种要素的供给量, S_i 为第*i*种要素的日供给能力; D_i 为第*i*种要素每人每天的基本消耗量。

1.3 旅游生态环境容量评估模型

旅游区旅游生态环境日容量 $C(e)$ 评价模型为

$$C(e) = \text{Min}\{C(w), C(a), C(g)\} \quad (8)$$

其中 $C(w)$ 是水体生态环境容量; $C(a)$ 是大气生态环境容量; $C(g)$ 是废弃物生态环境容量。

$$1) C(w) = \text{水污染总/人均污水量} \quad (9)$$

依据《中华人民共和国国家标准景观游乐用水水质标准》,景观游乐用水水质标准包括多项指标,主要为嗅、色、透明度、生化需氧量(BOD5)和漂浮物等。

2) $C(a)$ 的计算有2种方法。其一: $C(a)$ = 区域大气环境污染物容量/人均废气多项指标。旅游景区大气环境污染物容量数值需环保部门测算,人均废气生产量采用经验值。

$$\text{其二: } C(a) = SKFT / Pt \quad (10)$$

植物具有放出氧气、吸收二氧化碳等气体、吸附粉尘等作用。旅游景区大气生态环境容量可依据公式 $C(a) = SKFT / Pt$ 推算,式中 S 代表游览区陆上总面积, K 表示陆上可游览面积所占陆上土地总面积的比例,其经验值为1/10-1/20, P 为人均绿地面积,考虑到林芝地区的旅游景区多远离城市交通,汽车尾气较少,选取人均绿地面积为30 m², F 表示游览区域的森林覆盖率, T 为景区开放段, t 为人均观光游览时间^[8-10]。

$$3) \text{废弃物生态环境容量 } C(g) = \text{Min}\{Q(g)_i\} \quad (11)$$

$Q(g)_i$ = 每天处理第*i*种的固体废弃物总量/每人产生的第*i*种固体废弃物量。因为旅游景区对视觉审美有一定的要求,所以对固体废弃物基本上采用人工处理,特别是对水面上的固体漂浮物,运用人工打捞的方式来处理,所以固体废弃物容量以每天

所处理的固体废弃物总量以及人均固体废弃物量加以计算。

1.4 社会环境容量评估模型

林芝地区旅游业的发展极大地带动了区域经济迅速发展,并在一定程度上增加了社区居民的收入,当地居民所能承受的游客密度较高,所以在测算旅游者和社区居民的心理环境容量时基本可以忽略社区居民的心理感知环境容量,仅测算旅游者的心理感知环境容量^[10]。

景区游客心理容量分析是在心理距离量测的基础上进行的。旅游者在整个旅游活动过程中所感受到的心理距离是本人的一个心理实地感受,是在不考虑外部环境和周边环境的情况下做出的一个对身边事物的判断。根据个人的直观感受计算景区的环境容量,基本步骤包括:

第一步:分景点计算出游客的心理距离平均值;

第二步:根据这个均值计算出各个景点的极限值;

第三步:按照经验系数,将景点的极限容量换算成实际预测容量;

第四步:将各个景点的预测值相加,根据景区每天经营现状,得出景区的心理环境容量值。

其测算模型为:

$$X = \frac{\sum X_i f_i}{\sum f_i} = \frac{X_1 f_1 + X_2 f_2 + X_3 f_3 + K + X_n f_n}{f_1 + f_2 + f_3 + K + f_n} \quad (12)$$

其中, X_i 表示第 i 个游览区域旅游者的心理距离, f_i 表示第 i 个游览区域的瞬时游客量。

2 生态旅游环境容量测算

2.1 生态旅游空间环境容量

自 2011 年 8 月至 2012 年 8 月,作者先后 4 次对雅鲁藏布大峡谷景区进行了实地调研,根据景区经营管理和访谈,景区旺季每天正常营业时间为 8:00~18:00,开放时间为 10 h。旅游者在该景区的平均游览时间约 2 h,旅游旺季每天的游览高峰时段基本在 9:00~16:00,高峰时段进入景区的游客人数约 220 人次/h。具体量测统计见表 1,该统计结果与大峡谷景区的地理位置有着直接的关系。游客为了赶行程,大多都是早晨 6:00 左右从八一镇出发,到达大峡谷景区的时间也多在上午 8:00 左右。

根据公式(4)可知:

$$C(r)' = \text{Min} \{ C(r)'_1/X_1, C(r)'_2/X_2, C(r)'_3/X_3, \dots, C(r)'_n/X_n \} \\ = \text{Min} \{ 4220, 891, 479, 1635 \}$$

表 1 雅鲁藏布大峡谷景区游览区域空间统计

Tab. 1 Space statistical of Yarlung Zangbo Grand Canyon scenic spot

游览区域	游览面积 /m ²	参考标准	理论瞬时容量 $C(r)P'$ /人	量测瞬时人次 /人	瞬间游览几率 X_i
大渡卡遗址	游览路径 L=940 S=940*1	合理间距 1m/人 1m ² /人	940	98	98/440
情比石坚/大桑树	1540	合理密度 10m ² /人	154	76	76/440
南迦巴瓦观景台	237.2	合理密度 1m ² /人	237	218	218/440
雅江激流观景点	316.7	合理密度 1m ² /人	316	85	85/440

注:参考标准为《风景名胜区规划规范》

$$C(r)' = 479(\text{人})$$

从计算结果来看,雅鲁藏布大峡谷景区空间生态旅游环境容量的主要限制因子为南迦巴瓦观景台,其理论最大游客量为 237 人,量测数据为 218 人,已经接近该区域的空间容量阈值。调查过程中该观景台比较拥挤,主要原因是该处是观赏南迦巴瓦雪山的最佳点,也是欣赏田园风光的最佳处。

根据公式(5)可得: $C(r) = C(r)' * T/t$

雅鲁藏布大峡谷景区日空间生态旅游环境容量为 2 395 人次。月空间生态旅游环境容量为 71 850 人次。

2.2 旅游设施环境容量

1) 交通设施环境容量

雅鲁藏布大峡谷景区入口距离八一镇 130 km。该路段有林芝地区客运公司发往的专线中巴,每天 2 班次可供部分游客选乘,调查得出 65% 以上的游客是组团旅行,乘坐旅游公司的车辆,部分散客自己租车前往,有部分游客是自驾游。从八一镇前往大峡谷景区入口处交通工具数量充足,道路畅通,能够满足旅游者的交通需要。景区内禁止外来旅游车辆进入景区。

景区内部交通干线全长 21 km,该段道路全程为黑色柏油路,路面均宽 6 m,途中部分路段较窄,每隔 200 m 左右均有会车站,基本保证了车辆的正常通行。景区内交通工具为 39 座环保大巴,共 46 辆。全程往返大约用时 1.5 h。按照景区每天开放 10 h 计算,景区平均每天转运游客理论最大值为 11 960 人,即日容量为 11 960 人次。

2) 停车场

雅鲁藏布大峡谷景区停车场长约 90 m, 宽约 60 m, 共规划为 30 个小车位, 25 个大车位, 小车以平均每车 7 人, 大车平均每车以 25 人计算, 则停车场的旅游者瞬时容纳量为 835 人次, 每天开放 10 h 则日容量为 4 175 人次。

3) 住宿设施环境容量

雅鲁藏布大峡谷景区的旅游者绝大多数是过境游客, 旅游者在景区内的过夜率极低, 据镇政府统计, 在旅游旺季只有 3.4% 的旅游者留宿景区。目前景区内已有巴青农庄、兄弟旅馆、雅鲁藏布大酒店、青年旅馆等。随着雅鲁藏布大峡谷景区的后期建设, 基础设施不断完善, 多种旅馆约 700 多张床位可供游客住宿。景区住宿设施能够满足旅游者需求, 不是影响景区持续发展的瓶颈, 因此, 本文对住宿容量不做计算。

4) 通讯设施

雅鲁藏布大峡谷景区目前已实现了移动信号全覆盖, 中国移动、中国电信、中国联通进驻该景区, 中国电信铺有电信光缆, 部分酒店可以满足游客的网络使用需求。在景区内公用电话亭 3 处, 商店公用电话 16 部, 网吧 1 家, 基本能够满足景区内游客的应急需求。

根据公式(6) $C(f) = \text{Min}\{C_i\}$ 可知, 雅鲁藏布大峡谷景区的旅游设施环境日容量为 4 175 人次, 旅游设施环境月容量为 125 250 人次, 交通条件成为该景区最主要的制约因子。

2.3 旅游生态环境容量

1) 大气环境容量

根据测算模型 $C(a) = SKFT/Pt$ 雅鲁藏布大峡谷景区面积约为 175.21 km², 森林覆盖率 $F = 78\%$, $P = 30 \text{ m}^2$, $K = 1/20$, 因此 $C(a) = 11 388$ (人次), 大气环境月容量为 341 640 人次。

2) 固体废弃物环境容量

雅鲁藏布大峡谷景区约 35 个垃圾筒, 分为可回收、不可回收 2 种, 平均每个垃圾筒装可回收类垃圾 2.5 kg, 不可回收类垃圾约 2.5 kg, 共可容纳 175 kg, 景区内对固体垃圾严格执行日产日清; 景区内公厕有 6 处, 每处能够容纳粪便 2.0 t, 共可容纳 12 t。

因此对景区内的固体垃圾进行测算, 按人均粪便 400 g/人·d, 固体废弃物产生量 500 g/人·d。根据雅鲁藏布江大峡谷景区游客的旅游行为规律, 该景区游客在全程游览中产生的固体废弃物约为参考标准的 1/8。可分别计算出雅鲁藏布大峡谷景区

固体废弃物日容量为 2 800 人次, 景区公厕日容量为 24 万人次。根据公式(11) $C(g) = \text{Min}\{Q(g)_i\}$ 得出, 雅鲁藏布大峡谷景区的固体废弃物月环境容量为 84 000 人次。

3) 水体环境容量

雅鲁藏布大峡谷景区峡谷段水流湍急, 无任何静态水上游憩项目, 目前所开展的旅游活动对景区内相关水域基本不存在水质污染等情况, 因此这里不对水体环境容量进行量测。

根据测算模型(8): $C(e) = \text{Min}\{C(w), C(a), C(g), C(v)\}$ 可知, 雅鲁藏布大峡谷景区日旅游生态环境容量为 84 000 人次。

2.4 社会环境容量

雅鲁藏布大峡谷景区所在地的行政区划主要包括派村小集镇、大渡卡村、格嘎村、和直白村。共有 209 户人家 1 518 人, 人均纯收入 5 200 元, 现金收入 3 119 元。目前, 派镇按照林芝地委行署和产业发展的需要, 已经形成集住宿、餐饮、娱乐、购物与旅游于一体的综合旅游中转、度假的小集镇。在政府的引导下, 周边 60% 的农牧民能够积极参与到生态旅游活动中来, 旅游业已经成为当地重要的经济来源。越来越多的居民办起了藏式家庭旅馆, 藏族特色餐饮, 以及旅游纪念品专卖商店等, 随着大峡谷景区的不断投资扩建, 社区居民会越来越多地投入到当地旅游业发展中来, 居民对旅游活动缺乏心理承受能力成当地生态旅游业发展的瓶颈, 但仍对发展旅游业持赞成意见, 不至于形成当地旅游业发展的制约因素, 因此, 本研究对此忽略不计。

对雅鲁藏布大峡谷景区游客心理容量的测算采用问卷调查的方法, 发放调查问卷 115 份, 回收率为 100%。通过对不同景点游客心理感知距离的调查, 然后以调查数据为依据进行测算, 得出景区的游客心理容量。

将实地调查中的游客数量和各个景点游客的心理感知距离代入公式(12)可得, 雅鲁藏布大峡谷景区游客的平均心理距离为:

$$X = \frac{\sum X_i f_i}{\sum f_i} = \frac{X_1 f_1 + X_2 f_2 + X_3 f_3 + K + X_n f_n}{f_1 + f_2 + f_3 + K + f_n}$$

$$X = \frac{1 \times 35 + 3 \times 26 + 1.5 \times 25 + 2 \times 29}{35 + 26 + 25 + 29}$$

$$= 1.81 (\text{m}^2)$$

根据游客心理量测距离, 运用现有景点面积对景区的游客心理容量测算(表 2)。

通过计算得出, 雅鲁藏布大峡谷景区重点游览

表 2 现有景点面积对景区的游客心理容量测算统计

Tab. The statistical table of Psychological capacity calculation from present Scenic areas

编号	地点	游览面积 /m ²	参考标准	游客心理面积 /m ²	游客平均 心理面积 /m ²	理论容量 /人
1	大渡卡遗址	游览路径 L=940 S=940*1	合理间距 1 m ² /人 1 m ² /人	1 m ² /人	1.81 m ² /人	464
2	情比石坚/大桑树	1540	合理密度 10 m ² /人	3 m ² /人		851
3	南迦巴瓦观景台	237.2	合理密度 1 m ² /人	1.5 m ² /人		131
4	雅江激流观景点	316.7	合理密度 1 m ² /人	2 m ² /人		175
小计						1621

注:参考标准为《风景名胜区规划规范》区

区域游客日心理环境容量为 8 105 人次,旅游者月心理环境容量为 243 150 人次。

3 结论

雅鲁藏布大峡谷景区的日空间生态旅游环境容量为 2 395 人次,日生态环境容量为 2 800 人次,日旅游设施环境容量为 4 175 人次,社会环境容量为 8 150 人次,所以根据公式(2)计算,雅鲁藏布大峡谷景区的生态旅游环境日容量综合实现: $C = \text{Min}\{2395, 2800, 4175, 8150\} = 2 395$ (人次)月生态旅游环境容量: $C(r) = 71 850$ (人次)。

雅鲁藏布大峡谷景区的生态旅游环境容量是由生态旅游空间环境容量因子决定的,即雅鲁藏布大峡谷景区的空间是旅游容量的短板。位于景区中心的南迦巴瓦观景点是雅鲁藏布大峡谷景区中的核心游览区,是观赏南迦巴瓦雪山景观的最佳位置,对旅游者的吸引力比较大,但由于空间有限,所以承载能力较弱。

雅鲁藏布大峡谷景区内的部分景点超载,其余大多数景点却没有达到饱和。剩余生态环境容量可以完全满足超载部分景点的旅游者。对于已超载景点,可以在景点门口地段设置必要的限流措施,例如适度提高景点门票;也可以对超载区域的景点进行改、扩建以增大生态旅游环境容量。另外,应加大新的旅游景点的开发与利用,对雅鲁藏布大峡谷景区

内的直白村、加拉白垒村等地及相关旅游线路可以适度开发,通过改善景区内的空间结构,起到时空分流作用。

参考文献:

- [1] 普布多吉. 雪域高原的璀璨明珠[M]. 拉萨:西藏人民出版社,2002:7-10.
- [2] 邓侃. 西藏的魅力[M]. 拉萨:西藏人民出版社. 2005: 75-76.
- [3] 崔凤军. 论旅游环境承载力—持续发展旅游的判据之一[J]. 经济地理,1995(1):105-109.
- [4] 文传浩. 自然保护区生态旅游环境承载力综合评价指标体系初步研究[J]. 农业环境保护,2002,21(4):365-368.
- [5] 樊霆. 旅游环境承载力理论研究及评价方法研究[D]. 长沙:湖南师范大学,2006:23-35.
- [6] 王辉,杨兆萍. 新疆天池景区旅游环境容量调控研究[J]. 干旱区资源与环境,2008,9(22):194-196.
- [7] 赖作莲,查小春. 陕南秦巴山区人口承载力研究[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(7):6-9.
- [8] 尹燕. 基于旅游环境承载力的可持续发展研究—以泰山风景区为例[D]. 长沙:湖南师范大学,2009:24-32.
- [9] 王文斌. 旅游景区环境承载力研究—以九寨—黄龙核心景区为例[D]. 成都:西南交通大学,2007:33-36.
- [10] 衣莉芹,李平,韩国华. 旅游城市环境容量分析[J]. 桂林旅游高等专科学校学报,2003,14(1):64-67.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.019

西南桦中幼龄人工林抚育成效评价

段洪瑞¹, 卢靖², 周长富^{2,3}

(1. 德宏州林业局, 云南 芒市 678400; 2. 德宏州林科所, 云南 瑞丽 678600;
3. 湖南省农科院园艺研究所, 湖南 长沙 410125)

摘要:以林龄 5 a、造林密度 2 m×3 m 的西南桦人工林作为研究对象,通过生长伐处理,连续 3 年对标准地林分生长、林分结构、林分健康、森林植被情况进行监测。结果表明,生长伐可有效提高目标树及辅助树单位面积材积,未降低林分的物种多样性,林分结构得到调整——乔木层、灌木层和草本层的物种存在一定的变化,各层次所占比例也发生了较大变化。

关键词:西南桦中幼龄人工林;抚育;生长伐;成效分析;生物多样性

中图分类号:S792.1591;S753.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0097-05

Effectiveness Evaluation of Plantation Tending on Young *Betula alnoides* Forest

DUAN Hong-rui¹, LU Jing², ZHOU Chang-fu^{2,3}

(1. Forestry Bureau of Dehong Prefecture, Mangshi, Yunnan 678400, China; 2. Dehong Forestry Science Research Institute, Ruili, Yunnan 678600, China; 3. Horticultural Research Institute of Hunan Academy of Agricultural Science, Changsha 410125, China)

Abstract: To evaluate the effectiveness of accretion cutting on *Betula alnoides* plantations tending, a research was processed on young *Betula alnoides* plantations with age of 5 years old, and planting density of 2m × 3m. After three year constantly accretion cutting, a survey on forest stand of sample plot, stand structure, forest stand health, forest vegetation, etc., has been carried out. Result showed that: accretion cutting could increase volume of timber per each unit area both *Betula alnoides* and other auxiliary trees; Accretion cutting would not change the biodiversity of plants in the plantations, but plantation structure has been changed, the plant species in shrub layer and herb layer also been changed a little, and the proportion of each level been changed greatly.

Key words: young *Betula alnoides* plantations; tending; accretion cutting; effectiveness analysis; biodiversity

森林抚育是幼林郁闭到进入成熟前围绕培育目标所采取的经营措施的总称^[1]。森林抚育包括林木抚育和林地抚育 2 个部分^[2],其中林木抚育根据抚育对象和目的可以分为生长伐、透光伐、间伐、卫

生伐和景观伐等抚育方法^[1,3]。通过调控幼树与灌木、藤蔓的营养竞争,为乔木树种生长创造足够的营养空间,促进其健康生长,尽快成层。技术措施是割除影响人工林生长的灌木、藤蔓,保留天然更新的乔

收稿日期:2014-03-21;修回日期:2014-04-17.

作者简介:段洪瑞(1964-),男,云南德宏人,工程师。主要从事森林培育及林业项目管理工作。

通信作者:卢靖(1976-),男,湖北黄石人,高级工程师。主要从事森林培育及病虫害防治工作。

木幼苗幼树,以增加林分树种的多样性^[3]。

森林抚育是森林管理的重要内容之一,因其可以提高森林资源的数量和质量,充分发挥森林的生态、社会、经济效益而备受林学家重视,并完成了大量研究。多数结果显示抚育间伐及间伐强度对林分生长、林地土壤质量、林下植物多样性存在积极的影响^[2],但是抚育间伐的作用也会因树种组成、抚育方法和立地条件差异的不同而存在迥异的结果,诸如:Clutter 以湿地松人工林为研究对象,发现间伐不能提高林分生长,同样的结果也被在侧柏人工林、落叶松+云杉+冷杉混交林中发现^[4-6];Rab 也认为当间伐强度超过 73%,会对林地土壤有恶劣的影响^[7];Humphrey 针对择伐和疏伐对林下层植物的影响发现生物多样性并无显著变化,同样的结果也为 Reader 和 Gilliam 发现^[8-10]。因此,在差异的立地条件下展开抚育作业对森林生态影响的研究是科学抚育的基础。

西南桦(*Betula alnoides*)是热区乡土树种、先锋树种和珍贵用材树种,在中国云南、广西、越南、老挝、缅甸有集中分布,因其适应性强,生长迅速,材质优良,植被恢复能力显著等特点在云南德宏州广泛推广种植,目前多数人工林进入中幼龄阶段,为保证森林健康,获得显著的经济、生态、社会效益,森林抚育措施迫在眉睫。本项目是在国家 2010 年实施的森林抚育试点工程的背景下,对西南桦人工林进行抚育作业,结合实地情况,研究及评价西南桦人工幼龄林的抚育成效,为西南桦人工林经营提供依据。

1 试验林地概况

抚育作业区为陇川国有林场南田营林区西南桦基地,地处北纬 24°24'35",东经 97°57'46"。海拔约 1 055 m,坡度 30°,地貌以低山为主,土壤为砖红壤,气候为南亚热带季风气候。年均温 18.9℃,极端高温 35.7℃,极端低温-2.9℃;年降雨期 200 d 以上,平均降雨量 1 595 mm;年无霜期 292 d,有霜期 73 d,年均霜日 30 d;年均日照时间 2 316 h,年平均相对湿度 79%,年均风速 1.5 m/s。1~5 月为旱季,6~10 月为雨季。作业区面积 10 hm²,为杉木皆伐后西南桦人工林,造林密度 2 m×3 m,林龄 5 a,郁闭度约为 0.7,人工干扰强度轻微。

2 抚育作业方法

2.1 抚育方法

在作业区内,选择立地条件相近的 4 块标准样

地,面积为 0.102 4 hm²(32 m×32 m),其中 3 块进行同样抚育管理措施,作为 3 个重复;1 块不进行抚育管理,作为对照。

抚育技术措施主要是是割除影响人工林生长的灌草、藤蔓,保留天然更新的乔木幼苗幼树。

2.2 野外作业

标准地定位点为标准地西南角点,用罗盘仪定向、皮尺丈量,从西南角起按方位 0°~90°~180°~270°的顺序来确定西北角、东北角、东南角点四角边界的正确位置。分别在西南、西北、东北、东南及中心点埋设长 80 cm、粗 10 cm×10 cm 的水泥桩,并在朝南方向标明点位及样方号。

2.3 成效监测

定期对样地的林分生长、林分结构、林分健康、森林植被情况进行监测。监测内容包括标准地内郁闭度、土壤类型、土壤厚度;乔木层、亚乔木层、灌木层、草本层高度及盖度,测定胸径在 5 cm 以上的植株树高、胸径和株数,对 5 cm 以下的不做调查。每年观测 1 次,连续观测 3 年。

3 抚育成效分析

3.1 目标树及辅助树生长情况

根据林木生长情况调查数据(表 1)。生长伐抚育(T)与未抚育(CK)相比,抚育措施能够促进林木的生长,主要表现在提高了单位面积内目标树达到检尺的林木数量,促进林木的高生长和粗生长,提高木材蓄积量。就辅助树而言,抚育措施促进了辅助树的萌发和生长,其达检尺的林木数量逐年增加,并且在第三年时高出对照,进而改善了林分结构,辅助树达到检尺的数量增加,一定程度上降低了林分的平均树高和平均胸径,但是也提高了林木的蓄积量。

3.2 森林结构特征

3.2.1 植物属种组成

根据连续 3 年样地调查统计资料(表 2),西南桦人工林中有维管束植物 26 种,分属 19 科 26 属,且逐年减少,最终稳定保持 19 种,分属 14 科 19 属;优势科为菊科(3 属 3 种)和禾本科(3 属 3 种),15 科为单属单种,占 78.9%,特有的科为楝科、蔷薇科。抚育样地中有维管束植物 24 种,分属 20 科 24 属,且逐年减少,最终稳定保持 19 种,分属 16 科 19 属;优势科为禾本科(3 属 3 种),15 科为单属单种,占 80.0%;特有的科为唇形科、樟科、叶下珠科、榆科。由此可见,抚育对植物多样性水平影响较小。

表 1 林木生长情况
Tab. 1 Forest tree growth status

林木类型	年份	密度/(株·hm ⁻²)		树高/m		胸径/cm		蓄积量/(m ³ ·hm ⁻²)	
		T	CK	T	CK	T	CK	T	CK
目标树	2011	1230	1113	8.9	8.4	7.6	6.9	79.4	55.9
	2012	1289	1191	9.8	9.1	9.2	8.3	134.3	93.8
	2013	1308	1201	10.7	9.8	10.4	9.7	190.1	139.1
辅助树	2011	0	29	0.0	5.5	0.0	6.1	0.0	0.8
	2012	48	39	4.5	5.2	5.4	6.3	0.8	1.1
	2013	439	87	4.5	5.1	5.9	6.8	9.1	2.7

表 2 西南桦群落的生物多样性
Tab. 2 Community biodiversity of Betula alnoides

科名		CK						T					
		2011 年		2012 年		2013 年		2011 年		2012 年		2013 年	
		属数	种数										
漆树科	Anacardiaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-
菊科	Asteraceae	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
蹄盖蕨科	Athyriaceae	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1
桦木科	Betulaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
卫矛科	Celastraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
柏科	Cupressaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
杜鹃花科	Ericaceae	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
里白科	Gleicheniaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
禾本科	Gramineae	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3
唇形科	Labiatae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
樟科	Lauraceae	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
豆科	Leguminosae	2	2	1	1	1	1	2	2	-	-	-	-
木兰科	Magnoliaceae	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
牡丹科	Melastomataceae	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
楝科	Meliaceae	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
桑科	Moraceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
叶下珠科	Phyllanthaceae	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
凤尾蕨科	Pteridaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
毛茛科	Ranunculaceae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
蔷薇科	Rosaceae	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
茜草科	Rubiaceae	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
山茶科	Theaceae	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
榆科	Ulmaceae	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
马鞭草科	Verbenaceae	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
总计		26	19	19	19	19	24	24	18	18	19	19	

3.2.2 林分层次结构

西南桦人工林层次结构明显,可以划分为乔木层、灌木层和草本层 3 个层次。在未抚育的林分中,乔木层主要由西南桦、杉木和木荷 3 个物种组成,灌木层主要由甜藤、三叶豆、假朝天罐、柃木、水棉树、盐肤木、五色梅、木荷、榕、乌饭、黄檀、悬钩子、楝等 13 个物种组成,草本层主要由类芦、飞机草、菜蕨、鱼眼菊、冬草、粘衣草、铁芒箕、紫茎泽兰、金发草等 9 个物种组成;在抚育林分中,乔木层由西南桦、杉木和木荷 3 个物种组成,灌木层主要由甜藤、三叶豆、余甘子、山麻黄、假朝天罐、柃木、樟树、水棉树、盐肤木、五色梅、木荷、榕、乌饭、黄檀等 14 个物种组成,草本层主要由类芦、飞机草、菜蕨、鱼眼菊、冬草、粘衣草、铁芒箕、香薷、紫茎泽兰、金发草等 10 个物种组成。抚育与未抚育林分层次比较而言,抚育措施导致一些稀有物种的出现,如余甘子、山麻黄、樟树和香薷,也导致一些物种的消失,如悬钩子和楝,这些物种的演替主要出现在灌木层和草本层。另外,抚育措施通过割除灌草,也为乔木层物种杉木提供了有利的生长空间,在西南桦呈团块状分布或稀疏的地块大量萌生杉木,并且长势优良,这些杉木的生长为林分结构的调整起到了关键的作用。

4 结论及展望

4.1 结论

通过连续 3 年对 5 a 生西南桦林分进行抚育,调查结果表明:抚育第一年后林分中大于 5 cm 的植株数、树高和胸径都超过了对照处理,西南桦蓄积量比对照增加了 $13.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,然后逐年增加。第二年比对照增加了 $40.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,第三年比对照增加了 $51 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,而辅助树在抚育的第一、二年与对照处理相似,但到第三年大于 5 cm 的辅助树迅速增加,蓄积量也达到对照处理中辅助树蓄积量的 3.4 倍。综上所述,抚育可有效提高西南桦林分生长蓄积量。

对抚育后西南桦人工林和未开展抚育的林分中植物种类进行调查后发现,不管是否实施生长伐措施,林分中植物种类不断减少,与对照林分间植物多样性水平差异不大,说明抚育措施对人工林生物多样性种类的多少不存在促进和抑制作用。但随着西南桦人工林的生长,对其林分中的其他植物有较大的抑制作用,从而导致生物多样性逐年递减。

对林分中植物的类型进行分析,结果表明,抚育虽然不会对林分的生物种类数量有影响,但对林分

结构调整起到很大的作用,促进乔木层的增加,而减少了灌木层和草本层的比例。

4.2 讨论

项目的实施是在国家 2010 年实施的森林抚育试点工程的背景下完成,并取得了阶段性的成果。项目的实施是完全依据 GB/T 15781—2009 森林抚育规程完成,从统计数据来看,基本符合国标要求,对林木数量的保持参照国标对白桦幼林在热带地区的保留密度,抚育监测中既注重了目标树和辅助树的生长监测,也涉及了植物群落结构的监测。但也有问题需要改进,主要表现在如下方面:

1) 作业设计方面,割灌除草只是抚育最为基本的一个手段,但在实践过程中林分密度不均匀,有的地块林木稀疏,应该实施补植补造;有的地块林木紧密,应该实施透光伐,因此在今后的西南桦人工林抚育过程中,可进行其他抚育措施对林分生长的影响的研究,作业设计的目的应该关注森林生态健康为首,追求森林经济效益为次,平衡生态、社会、经济效益为准,才能保证森林质量,获得最大化的森林三效益;在设计对象上,应该以监测量数据为依据,以林业小班为设计单位,做到一小班一方案;在技术设计上,既要涉及林地抚育,也要涉及林木抚育^[2,11]。

2) 成效监测方面,森林是个有机的生态系统,是一个以经营目标树种及其生境永续互作的系统,在监测上,既要关注目标树种的生长情况,也要关注森林生态的健康。本项目仅针对目标树的生长情况及其森林物种组成进行监测,难于评价森林的健康状况。森林抚育的目的是建立高效益的森林生态,所以在抚育监测上要关注林分生物量、生物多样性、水土保持、碳汇功能和森林健康等^[2]。但是目前国内对于森林抚育监测研究基础薄弱,没有一套成型的评价模型和评价标准,集成森林抚育评价指标,夯实森林抚育评价体系是森林抚育努力的方向。是否可以引入土壤退化指数来评价土壤环境恢复程度^[12],引入土壤线虫区系分析来评价土壤健康情况^[13],引入指示昆虫区系分析来评价森林生态健康^[14]等问题都是未来的研究目标和方向。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 15781—2009. 森林抚育规程[S]//北京:中国标准出版社,2009:1-4.
- [2] 杨文龙. 湖南省主要用材林森林抚育综合效益研究[D]. 中南林业科技大学,2012.

- [3] 贾天民. 简述森林抚育目的和方法[J]. 植树造林, 2012(11):39.
- [4] Clutter J.L., Jones E.P.. Prediction of growth after thinning in old-field slash Pine Plantations[J]. *USDA Forest Service; Research Paper*, 1980, 14(5):463-471.
- [5] 雷向东, 陆元昌, 张会播, 等. 抚育间伐对落叶松云冷杉混交林的影响[J]. 林业科学, 2005, 41(14):78-85.
- [6] 李克俭, 王春红. 侧柏人工林抚育间伐效果的研究[J]. 山东林业科技, 2002(2):12-14.
- [7] Rab M.A.. Changes in Physical Properties of soil associated with logging of Eucalyptus regnans forest in south eastern Australia[J]. *Forest Ecology and Management*, 1994, 70(3):215-219.
- [8] Humphrey J.W., et al. Effects of forest management on understorey vegetation in a pinus sylvestris[J]. *Botanical Journal of Scotland*, 1997, 49(2):479-488.
- [9] Reader R.J., Brieker B.D. Value of selectively cut deciduous forest for understory herb conservation; an experimental assessment[J]. *Forest Ecology and Management*, 1992, 51:317-327.
- [10] Gilliam F.S., Turrill, Adams M.B.. Herbaceous layer and over story species in clear cut and mature central Appalachian hardwood forest[J]. *Ecology Apply*, 1995, 5(4):947-955.
- [11] 肖娟. 关于云南省森林抚育补贴试点项目管理的几点思考[J]. 内蒙古林业调查设计, 2013, 36(6):132-135.
- [12] 倪金碧. 不同经营方式对云南热区用材林土壤性状的影响研究[D]. 西南林学院, 2007.
- [13] Ferris H., Bongers T., Goede R. G. M.. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept[J]. *Applied Soil Ecology*, 2001, 18:13-29.
- [14] 李秀英. 森林健康评价指标体系初步评价研究及应用[D]. 中国林业科学研究院, 2006.

(上接第75页)

- [18] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志:第十四卷[M]. 昆明:云南科技出版社, 2009:27-485.
- [19] 陈心启, 吉占和, 郑远方. 中国兰花全书[M]. 北京:科学出版社, 2003:1079-1118.
- [20] 徐志辉, 蒋宏, 叶德平, 等. 云南野生兰花[M]. 北京:中国林业出版社, 2010.
- [21] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 13(增):1-178.
- [22] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3):245-257.
- [23] 吴征镒, 路安民, 汤彦承, 等. 中国种子植物科属综论[M]. 北京:科学出版社, 2003:275-281.
- [24] Whittaker R.H. Evolution and measurement of species diversity[J]. *Taxon*, 1972, 21:213-251.
- [25] 唐志尧, 方精云. The environmental control of plant species density on a Himalayan elevation gradient[J]. *Journal of Biogeography*, 32, 999-1018.
- [26] Md. Nor S. Elevational diversity patterns of small mammals on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia[J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2001, 10:41-62.
- [27] 郎楷永. 峨眉山兰科植物的地理分布和区系组成[J]. 植物分类学报, 1983, 21(3):254-265.
- [28] 郎楷永. 四川贡嘎山地区兰科植物的地理分布和区系特点的研究[J]. 植物分类学报, 1985, 23(6):418-428.
- [29] Tang C.Q., Ohsawa M. Zonal transition of evergreen, deciduous, and coniferous forests along the altitudinal gradient on a humid subtropical mountain, Mt. Emei, Sichuan, China[J]. *Plant Ecology*, 1997, 133:63-78.
- [30] 常学向, 赵文智, 赵爱. 祁连山区不同海拔草地群落的物种多样性[J]. 应用生态学报, 2004, 15(9):1599-1603.
- [31] 贺金生, 陈伟烈. 陆生植物群落物种多样性的梯度变化特征[J]. 生态学报, 1997, 17(1):91-99.
- [32] 西双版纳国家级自然保护区管理局. 西双版纳国家级自然保护区[M]. 昆明:云南教育出版社, 2006:241-365.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.020

泡核桃良种胜霜的选育

赵平¹, 施彬¹, 刘金凤¹, 熊新武³, 熊竹兰², 苏为耿¹, 聂艳丽¹, 李自江²
(1. 云南省林业技术推广总站, 云南 昆明 650224; 2. 永胜县林业局, 云南 永胜 674200;
3. 云南省林业科学院漾濞核桃研究所, 云南 漾濞 672500)

摘要:胜霜是从云南核桃(*J. sigillata* D)实生种群中选育出的核桃新品种。文中介绍了选育技术路线,详细阐述了其选育过程以及植物学特征、物候期、生长结果习性、经济性状、营养成分含量、适应性、抗逆性等生物学性状。并简要叙述了其繁殖和栽培技术要点。

关键词:胜霜核桃;良种;选育;生物学性状;繁殖技术;栽培技术

中图分类号:S792.13;S722.33 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0102-04

Selection of Superior *J. sigillata* D Variety, Shengshuang

ZHAO Ping¹, SHI Bin¹, LIU Jin-feng¹, XIONG Xin-wu³, XIONG Zhu-lan², SU Wei-geng¹,
NIE Yan-li¹, LI Zi-jiang²

(1. Yunnan Provincial Forestry Technology Promotion Center, Kunming 650224, China; 2. Yongsheng County Forestry Bureau, Yongsheng, Yunnan 674200, China; 3. Yangbi Walnut Research Station, Yunnan Academy of Forestry, Yangbi, Yunnan 672500, China)

Abstract: Shengshuang, as a new walnut variety, was selected out from seedling populations of *J. sigillata* D. This paper introduced the technical route of variety selection, and elaborated its selection and breeding procedure, philology characteristics, phonological period, germination feature, economical character, nutrition content, adaptability, stress resistance and so on. Furthermore, briefly described key technical points of cultivation and breeding of *J. sigillata* D, Shengshuang.

Key words: *J. sigillata* D of Shengshuang; superior variety; selection and breeding; breeding technique; cultivation technique

核桃(*Juglans Regia* L)^[1]是一种综合开发利用价值很高的油料干果树种,在云南山区经济发展中占有重要地位^[2]。云南核桃(*Juglans sigillata* D)的栽培历史,有关学者考证认为^[3]距今 3 000 多年,全省 127 个县中约有 110 个县有栽培或分布,垂直分布海拔为 850~2 900 m,而分布于海拔 1 600~

2 500 m 范围内的核桃生长较好^[4]。由于云南独特的自然环境和特殊的气候条件,在长期生产和栽培中经自然与人工共同选择形成了各区域、多环境的多样性变异群体,这些变异群体为云南的核桃良种选育打下了良好基础。胜霜便是在永胜县内经实生选育出来的优良品种。

收稿日期:2014-02-04.

基金项目:中央财政林业科技推广示范项目“核桃中幼林抚育管理技术示范推广”(项目编号:[2013]TQYN08)。

作者简介:赵平(1973-),男,四川宣汉人,助理工程师。主要从事核桃良种选育和推广工作。

通信作者:刘金凤(1965-),女,云南宜良人,正高级工程师。主要从事森林培育和林业技术推广工作。

1 选育技术路线和选育过程

1.1 选育技术路线

选育技术路线如图1所示。

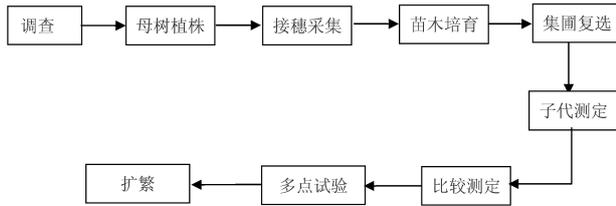


图1 选育技术路线

Fig. 1 Breeding technology route

1.2 选育过程

1998年对全省核桃资源进行调查,丽江市共初选出近200个表现比较好的无性系,永胜县初选出20个优良单株。2003~2011年对选育出的20个优良单株进行复选和决选,经过反复的考种及评比,从中选出3个优良品系,胜霜是其中之一。

胜霜母树生长在永胜县仁和镇朝阳村委会山神坪村,海拔2253m,数量较多,是铁核桃(*Juglans sigillata* D)自然实生变异类型。其特性是早实,树体生长好,无病虫害,抗逆性强,为雄先熟型。8月中下旬果熟,比“永11”早熟35d左右,是早熟品种。平均每母枝抽新梢2.4个。每结果枝结果2~4个,多3个和2个,果枝率76.8%,座果率86.2%,平均每果枝座果2.7个。其坚果大小中等、壳薄、核仁饱满、仁黄白美观,食味香纯。

2002年从母树上采摘接穗共培育240株胜霜品种的嫁接苗,按株行距8m×8m分别定植于东山乡东山村和羊坪乡分水岭村,用于无性系观察试验。试验地东山村海拔2280m,分水岭村海拔2600m。定植时每定植2行胜霜品种中间定植一行“永11号”(2009年通过云南省林木品种审定委员会良种认定)作对照。2005年开花结果,2007~2010年进行决选,经测定,2007年(定植5年)平均株产5kg/株,2010年(定植8年)平均树高4.9m,平均干径16.6cm,平均冠幅36m²,平均株产7.95kg/株,表现出较好的丰产性。东山村果实8月中旬成熟,分水岭村果实8月下旬成熟。

2008年用胜霜母树上所采接穗在大安乡光美村母底以高枝嫁接方式进行,胜霜与对照品种比例为1:1,按栽植密度75~150株/hm²建园,用于无性

系观察试验。嫁接后每年加强抚育管理并进行物候、生物学特性观察。嫁接成活后长势好,表现出较强的抗逆性。嫁接后第二年开始挂果,第四年株产5.0kg/株,果实品质好。8月中旬成熟,比对照品种早熟35d。

2008~2012年陆续将培育出的嫁接苗或接穗引种到云南曲靖市富源、陆良等县种植。经过对坚果品质、物候期、丰产性状等特性综合观察分析,以及区域栽培适应性试验,证明该优良单株具有结实早而且早熟,品质优良、丰产,抗逆性强等特性。2012年命名为胜霜,并通过了云南省林木品种审定委员会良种认定,良种编号:云R-SC-JS-031-2012。

2 主要生物学性状

2.1 植物学特征

胜霜树势较强,树姿直立,树冠紧凑,叶片和嫩枝深绿色;叶片长椭圆披针形,小叶7~13枚,混合芽抽生的结果枝着生2~4朵雌花,雄花深绿色,雄花序长15~20cm(表1)。

2.2 物候期

胜霜核桃3月10日左右发芽,3月中旬雄花散粉,3月下旬雌花盛开,花期11d,8月下旬果实成熟,11月上旬落叶。物候早“永11号”核桃品种1个月(表2)。

2.3 生长结果习性

胜霜生长势较强,枝条较为粗壮,新梢平均枝长17.0cm,平均枝粗1.0cm。发枝、分枝力强,平均每母枝抽发2.4个枝条。结果枝所占的比率高,果枝率为75.0%。以顶芽枝结果为主,占76.8%,侧芽枝结果占23.2%。以中、短枝结果为主,长、中、短果枝分别占3.8%、54.6%、41.6%。座果率高达86.2%,平均每结果枝座果2.7个,其中单果占25.0%、双果占33.6%、3果占38.2%、4果占3.2%。嫁接苗定植后3年开始结果,8年可投产,干果产量1200kg/hm²(表3)。

2.4 坚果主要性状及营养成份

胜霜核桃坚果中等,椭圆形,果基圆,果顶尖,壳薄,果面麻,仁易取。种仁饱满膨胀,纵径3.99cm,横径3.42cm,棱径3.24cm,粒重11.5g,粒数为87个/kg。种壳厚0.81mm,出仁率57.8%,含油量66.36%,仁黄白美观,食味香纯。胜霜核桃经济性状见表4,营养成份含量见表5。

表 1 胜霜核桃植物学特征

Tab. 1 Phytology features of *J. sigillata* D of Shengshuang

新梢		叶			花							果			
长/cm	粗/cm	颜色	形状	复叶小叶数/枚	雄花	雌花		青果			坚果				
					颜色	长/cm	花序数/朵	纵径/cm	横径/cm	棱径/cm	皮厚/cm	纵径/cm	横径/cm	侧径/cm	壳厚/mm
17	0.7~1.3	深绿色	长椭圆披针形	7~13	深绿色	17.5	2~4	4.69	4.12	3.94	0.70	3.99	3.42	3.24	0.81

表 2 胜霜核桃物候期

Tab. 2 Phenology of *J. sigillata* D of Shengshuang

月·日

芽萌动	芽绽开	展叶	雄花				雌花				成熟期	落叶期
			初期	盛期	末期	花期/d	显蕾	盛期	末期	花期/d		
3.4	3.10	3.20	3.15	3.19	3.21	16	3.17	3.23	3.27	11	8.23	11.5

表 3 胜霜核桃生长结果习性

Tab. 3 Fruiting habits of *J. sigillata* D of Shengshuang

果枝率/%	座果率/%	每母枝抽枝数/枝	顶枝结果率/%	侧枝结果率/%	平均每母枝座果数/个及比例/%				结果枝类型及组成比例/%		
75.0	86.2	2.4	76.8	23.2	平均为 2.7 个果				中短枝结果为主		
					1 个果	2 个果	3 个果	4 个果	长果枝	中果枝	短果枝
					25.0	33.6	38.2	3.2	3.8	54.6	41.6

表 4 胜霜核桃经济性状

Tab. 4 Economic traits of *J. sigillata* D of Shengshuang

青果				坚果												
三径			果形	三径			平均单果重/g	壳厚/mm	粒数/(个·kg ⁻¹)	果仁重/g	果仁色泽	取整仁难度	果仁饱满度	风味	出仁率/%	
纵径/cm	横径/cm	棱径/cm		纵径/cm	横径/cm	棱径/cm										
椭圆形	4.69	4.12	3.94	椭圆形	3.99	3.42	3.24	11.5	0.81	87	6.65	黄白	易	饱满	香纯	57.8

表 5 胜霜核桃蛋白质等营养成分含量

Tab. 5 Nutrients ingredients of *J. sigillata* D of Shengshuang

%

蛋白质	粗脂肪	粗纤维	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	a-亚麻酸	廿碳烯酸	未知脂肪酸
18.2	66.36	-	5.88	2.14	20.74	63.81	7.24	0.20	-

2.5 适应性及抗逆性

胜霜品种适应于年均温 10~15℃, 年降雨量

900~1 100 mm, ≥10℃ 活动积温 4 000~5 000℃, 海拔 1 800~2 600 m 的地区种植。对土壤要求不

严,在土层较厚、土壤湿润、管理条件较好的坡地和平地以及排水良好、透气良好的肥厚土壤中生长最佳,耐旱、耐贫瘠,抗病虫、抗寒等性能强。

2.6 应用前景

胜霜核桃嫁接苗定植后第三年开始挂果,第八年产干果达 $1\ 200\ \text{kg}/\text{hm}^2$,丰产性能好。高枝嫁接后,第二年开始挂果,种子表现好,丰产早熟。其果实8月中下旬成熟,比一般品种成熟早;坚果单粒重 $11.5\ \text{g}/\text{粒}$,粒数为 $87\ \text{个}/\text{kg}$,种壳厚 $0.81\ \text{mm}$,出仁率 57.8% ,含油量 66.36% ,蛋白质含量为 18.2% ;种仁饱满饱胀,易取整仁,仁黄白美观,食味香纯,其坚果具有较高的市场价值。

近年来,仁和镇朝阳村在海拔 $2\ 000\sim 2\ 500\ \text{m}$ 的区域发展了“胜霜”核桃 $800\ \text{hm}^2$,年收入 250 多万元。由于该品种具有早实、早熟、丰产、品质好等特性,同时兼具抗病虫、耐寒、耐旱、耐土壤瘠薄等抗逆性和适应性,非常适宜在云南省中高海拔山区发展,具有非常广阔的推广应用前景。

3 繁殖技术要点

3.1 接穗采集及处理

一般在1月中旬至2月初采穗,接穗进行封蜡处理,放置于 $2\sim 5\ ^\circ\text{C}$ 低温库中贮藏。

3.2 嫁接时间

视嫁接种类而定,1月中旬至3月上旬均可进行嫁接。

3.3 嫁接方法

采用露地芽苗砧嫁接和移苗砧嫁接法。露地芽苗砧嫁接即在1月中旬至2月下旬,芽苗砧去子叶后采取破头嫁接。砧木破至子叶柄,插入接穗后用嫁接膜包严接口,嫁接植株当天必须栽入露地苗床培育。移苗砧嫁接即在1月中旬至3月上旬, $1\sim 2\ \text{a}$ 生苗砧起苗后在室内嫁接,采取切接,嫁接后及时栽入苗床培育。

3.4 苗期管理

3.4.1 除萌、解绑

嫁接苗成活后,及时抹除砧木上的幼芽。7月下旬嫁接苗的新梢长达 $50\sim 70\ \text{cm}$ 时即可解绑;也可待种植时再解绑,以防止起苗或运输途中接口裂开。

3.4.2 浇灌及排水

旱季应保持苗床土壤湿润,每 $10\sim 15\ \text{d}$ 应浇水一次。雨季来临后则应注意苗圃地排水。

3.4.3 施肥除草

在 $6\sim 7$ 月苗木生长旺盛期沟施或穴施尿素,秋季适当追施磷钾肥。在整个苗木生长期,应视苗床杂草生长情况中耕除草 $3\sim 4$ 次。

3.4.4 病虫害防治

可用 1% 硫酸铜或甲基托布津 $1\ 000$ 倍液浇苗根部,用量为 $3\ 750\sim 4\ 500\ \text{kg}/\text{hm}^2$,预防苗期根腐病;用 2.5% 溴氰菊脂 500 倍液防治象鼻虫、刺蛾、金龟子等害虫。

4 栽培技术要点

4.1 园地选择

核桃品种适宜在年均温 $10\sim 15\ ^\circ\text{C}$,年降雨量 $900\sim 1\ 100\ \text{mm}$, $\geq 10\ ^\circ\text{C}$ 活动积温 $4\ 000\sim 5\ 000\ ^\circ\text{C}$,海拔 $1\ 800\sim 2\ 600$ 地区种植。在土层较厚或土壤贫瘠的地块上建园均可。

4.2 定植时间和方法

12月至次年2月种植。种植时挖规格长 \times 宽 \times 深为 $100\ \text{cm}\times 100\ \text{cm}\times (60\sim 80)\ \text{cm}$ 的种植塘。定植塘最好提前到夏季进行。栽种后每 $15\sim 20\ \text{d}$ 补水一次,并加强肥水管理。

4.3 栽植方式和株行距

栽植方式根据山势及地形而定,凡山势平缓、坡度不大的区域可按长方形栽植;如果坡度大、台面窄,则以三角形为宜。栽植株行距可根据当地气候、土壤条件以及核桃园管理水平综合考虑,一般株行距为 $7\ \text{m}\times 8\ \text{m}$ 或 $6\ \text{m}\times 8\ \text{m}$,约 $180\sim 210\ \text{株}/\text{hm}^2$;缓坡地有间作的,株距 $6\sim 8\ \text{m}$,行距依地宽而定,一般要保留较宽的面积供间作用。

4.4 抚育管理

4.4.1 整形修剪

根据苗木的长势和生长状况进行定干和整形修剪。要进行林粮单作的定干高度可确定为 $1.5\sim 2\ \text{m}$;土层浅薄,肥力低的山坡地,定干高度可确定为 $1.2\sim 1.5\ \text{m}$ 。对于干性强,顶端优势明显,树姿直立的树体,整形修剪成主干分层形;而对于干性弱,顶端优势不明显、分枝多、树姿较开张的树体,整形修剪成自然开心形。

4.4.2 肥水管理

苗木定植后第三年开始施厩肥,每单位树冠投影面积施肥 $5\sim 10\ \text{kg}/\text{m}^2\cdot \text{a}$,以后每年施 1 次, $5\sim 7$ 月追施氮磷钾复合肥 $2\sim 3$ 次,每次 $1\sim 3\ \text{kg}$,随着树龄的增加施肥量逐渐增加。施基肥时采用条状或

(下转第110页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.021

西藏柏木半同胞家系子代测定及优良家系选择

牛焕琼,袁赶年,李学新

(云南省林业职业技术学院,云南 昆明 650224)

摘要:为选择优良的藏柏用材和防护树种种质资源,对来自云南境内的 35 个藏柏优树家系建立的 9 a 生子代测定林进行调查分析。结果显示,家系间各性状生长差异均达到显著水平,说明具有丰富的遗传变异和选育潜力。林分树高、胸径、冠幅、冠高比、单株材积的遗传力分别为 0.52、0.60、0.79、0.76、0.50。以树高、胸径、材积分别超过群体平均值 5%、10%、30% 选择优良用材林家系,入选 5 个家系树高、胸径、材积的平均值分别为 6.55 m、12.82 cm、0.063 m³,估测遗传增益分别为 5.13%、13.96%、29.68%;以冠高比、冠幅分别高于群体平均 15% 和 20% 选择防护林家系,入选 5 个家系冠高比、冠幅的平均值分别为 0.355、2.32 cm,估算遗传增益分别为 24.52%、21.95%。建议在家系选择基础上进行优树选择,建立嫁接无性系种子园,为生产提供良种。

关键词:藏柏;子代测定;遗传增益;优良家系选择

中图分类号:S791.41;S722.33 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0106-05

Selection of Half-sib Progeny Families of *Cupressus torulosa*

NIU Huan-qiong, YUAN Gan-nian, LI Xue-xin

(Yunnan Forestry Vocational Technical College, Kunming 650224, China)

Abstract: In order to select excellent resource for wood producing or environmental conservation, the 9-years-old progeny test trial which consisting of 35 half-sib progenies families of *Cupressus torulosa* was studied. Results showed that the growth difference of each progenies families were significant which means there were abundant genetic variation and breeding potential. The heritability of H, DBH, CD, CD/H, V was 0.52, 0.60, 0.79, 0.76, 0.50 respectively. A stand family mean of H, DBH, V was over than 5%, 10%, 30% respectively to select good families for wood produce, then the mean value of H, DBH, V of the 5 selected families was 6.55m, 12.82cm, 0.063m³ respectively, while the genetic gains will be 5.13%, 13.96%, 29.68% respectively. Using a standard that family mean of CD/H, CD was over than 15%, 20% respectively to select good families for environmental conservation, then the mean value of CD/H, CD of the 5 selected families was 0.355, 2.32 cm respectively, while the genetic gains will be 24.52%, 21.95% respectively. To produce fine seeds for forestry industry, it suggested building grafted seed orchard by plus trees of selected families.

Key words: *Cupressus torulosa*; progeny test trial; genetic gain; fine progenies families selection

藏柏(*Cupressus torulosa* D. Don)又名喜马拉雅 柏,柏科常绿乔木,高达 20 余 m,原产川北、藏东南

收稿日期:2014-03-19.

基金项目:云南省 2003 年种苗工程云南林业职业技术学院长松园云南樟、藏柏采种繁育基地项目。

作者简介:牛焕琼(1968-),女,云南陆良人,硕士,副教授。从事林木培育的教学与科研工作。Email:nhq68@126.com

雅鲁藏布江及其支流易贡藏布海拔 2 000~2 800 m 河谷地带,不丹、尼泊尔、印度北部和我国云南德钦县也有分布,主要在北纬 28°~32°,分布区年均温 12~22℃,年均降水量 650~1 600 mm,以在湿润、深厚、富含钙质的土壤上生长最快。藏柏耐贫瘠,抗旱能力强^[1],尤其是在石灰岩地区生长表现良好。其树干通直,材质坚硬易加工,耐久,是优良的用材树种。

20 世纪 70 年代以后,云南、四川、贵州等地开始普遍引种。在黔中镇宁县 7 a 生树高 2.23 m,地径 4.56 cm,远比同立地条件下的香椿、滇柏和楸木等树种速生^[2];引种到云南陆良、江苏吴县栽培 3~5 年的树高、胸径就超过了西藏原产地 10 a 生的水平^[3],已成为滇中、滇南、黔南等地区石灰岩山地的主要造林树种,又因其适应性强,树冠枝叶浓密紧凑而成为很好的护路林和防风林树种。但遗传改良方面的研究报道较少,仅见万军等开展了优树选择研究^[4]。本文研究的对象为来自云南省各地区的 35 个优树家系组成的 9 a 生藏柏子代测定林,以期从中选出优良家系,为我国西部地区石漠化治理、速生丰产用材林建设、防风护路林营造等提供优良的林木种质资源。

1 实验地概况

1.1 自然条件

实验地位于云南省昆明市嵩明县长松园林场,地理位置东经 102°41',北纬 25°05',属北亚热带季风气候。年均温 14℃,1 月为最冷月,极端最低温 -7.2℃;7 月为最热月,均温为 19.7℃,极端最高温 33℃。初霜期 12 月中旬,终霜期 2 月中旬,无霜期 222 d 左右,日照时间约 1 900 h,年均降雨量 1 003.6 mm。降雨主要集中在 6~9 月,冬春少雨干旱。海拔为 1 800~1 850 m,石灰岩山地,主坡向西北。土壤为黄红壤,肥力中等。

1.2 试验材料

藏柏子代测定林苗木为 2005 年 3 月播种育苗,2006 年 7 月用容器苗定植,采用完全随机区组试验设计,单株小区,30 个重复,株行距为 2 m×2.5 m。实验用种源来自云南不同区域基于用材选出的 35 株优树,家系编号见表 3。除家系 28~35 号来自滇西德钦县的藏柏天然林,其他家系都是 20 世纪 80~90 年代分批从西藏引种栽培的,包括来自滇西丽江的 37~47 号,来自滇东丘北县的 48~51 号,来自滇中易门县的 51~53 号;来自滇中弥勒县的 54~59

号;来自滇中陆良县的 60~63 号,来自滇中石林县的 64 号,来自滇东师宗县的 65~68 号。

1.3 研究方法

2013 年 10 月对该 9 a 生的藏柏子代测定林进行了每木调查,调查内容包括树高、胸径、冠幅、枝下高。单株材积用实验形数法计算得到。考虑到绿化、防护树种一般要求冠幅大、枝叶浓密、防风而抗倒伏,采用了冠高比(冠幅/树高)这一指标用于筛选优良的绿化、防风林藏柏种质资源。

调查结果用 SPSS(V16.0) 统计分析软件,采用 glm 过程进行方差分析。各参数按文献^[5]公式计算。考虑到采种母树引种历史不长,且不同种源参试家系数目差异大(从 1 到 10 不等),因此不对种源而直接对家系进行分析。

2 结果与分析

2.1 藏柏自由授粉家系子代测定林生长状况

为比较该子代测定林在树高、胸径、冠幅、材积、冠高比方面的生长特征,计算出每个性状的表型均值和变异系数(表 1)。

表 1 藏柏子代测定林生长分析
Tab. 1 Growth analysis of progeny test trial on
Cupressus Torulosa

性状	平均值	变异系数 /%	最大值	最小值
树高/m	5.96	5.70	6.95	4.605
胸径/cm	10.40	9.70	13.266	10.793
冠幅/m	1.82	9.60	2.703	1.493
冠幅/树高	0.27	11.68	0.76	0.211
材积/m ³	0.04	25.07	0.50	0.017

从表 1 中可看出,该 9 a 生藏柏子代测定林群体的树高、胸径、冠幅、冠高比、单株材积各指标平均值分别为 5.96 m、10.4 cm、1.82 m、0.27、0.04 m³,变异系数分别为 5.7%、9.7%、9.6%、11.68%、25.07%,胸径的变异系数比树高大,这与有关研究结果一致^[4],说明有较大的选择潜力,后期选择时应多考虑。而冠高比和单株材积的变异大,这与该 2 项指标为后期计算有关。

2.2 生长差异性检验

9 a 生藏柏 35 个家系子代测定林方差分析见

表 2。

表 2 9 a 生藏柏子代测定林方差分析

Tab. 2 Growth analysis of progeny test trial on 9a old

Cupressus Torulosa

性状	变差来源	平方和	自由度	均方	F	Sig.
树高	家系间	185.061	34	5.443	2.078**	0.000
	家系内	61.525	29	2.122		0.751
	误差	2035.091	777	2.619		
	总和	2280.734	840			
胸径	家系间	1901.345	34	55.922	2.515**	0.000
	家系内	381.510	29	13.156		0.958
	误差	17274.290	777	22.232		
	总和	19580.770	840			
冠幅	家系间	101.664	34	2.99	4.661**	0.000
	家系内	39.259	29	1.354		0.001
	误差	498.500	777	0.642		
	总和	639.679	840			
冠高比	家系间	3.220	34	0.095	4.199**	0.000
	家系内	1.444	29	0.050		0.000
	误差	17.523	777	0.023		
	总和	22.086	840			
单株材积	家系间	0.141	34	0.004	1.916**	0.001
	家系内	0.042	29	0.001		0.909
	误差	1.688	777	0.002		
	总和	1.869	840			

从表 2 可看出,9 a 生藏柏子代测定林 35 个家系间在树高、胸径、冠幅、材积、冠高比都存在一定的变异,且达到极显著水平,为优良家系选择提供了基础。

计算出藏柏各性状的遗传力,最大的为冠幅 0.79,其次是冠高比 0.76,树高、胸径、材积的遗传力分别为 0.52、0.60、0.50,都属于强度遗传,表明通过人工选择的优良性状能够传递给后代。

2.3 优良家系选择

基于藏柏在用材、防护、绿化等多方面的用途,采用树高、胸径、材积 3 个指标作为用材林优良家系选择的指标;以冠高比和冠幅来选择防护和绿化用途的优良家系(表 3)。

从表 3 可以看出,参试 35 个家系中,树高、胸径、材积分别有 13、16、16 个家系超过群体平均值,但材积的增长并不与树高和胸径成正比,因为其并非线性关系。参考常用选优标准,以树高、胸径、材积分别超过群体平均 5%、10%、30% 为标准选择藏柏用材林种质资源,则家系 49、53、55、47、37 共 5 个家系入选;入选家系树高、胸径、材积的平均值分别为 6.55m、12.82cm、0.063 m³,估算遗传增益分别为 5.13%、13.96%、29.68%。家系 39 的胸径和材积分别高于群体 23.13% 和 43.73%,但因其树高增幅仅为 2.99% 而未入选。

冠高比和冠幅也非线性关系,这是因为冠高比是冠幅和树高的比值,冠幅大但树也高的,其比值就不一定大。目前藏柏很多用于农田防护、公路行道树等以降低噪音、防尘、防风、固碳,发挥其生态效益,既要求冠幅大、树型矮壮、抗风,也要求生长迅速,尽快发挥防护效益,因此选用冠高比和冠幅作为防护林选择指标。

从表 3 可以看出,分别有 16、20 个家系的冠高比和冠幅超过群体平均值,考虑到冠高比和冠幅变异幅度大,在此以冠高比和冠幅分别高于群体平均 15% 和 20% 为防护林家系选择标准,则家系 50、44、39、64、55 共 5 个家系入选,入选家系冠高比、冠幅的平均值分别为 0.355、2.32 cm,估算遗传增益分别为 24.52%、21.95%。

3 结论与讨论

3.1 结论

1) 实验测定的由 35 个自由授粉家系组成的 9 a 生藏柏子代测定林的树高、胸径、冠幅、冠高比、单株材积各指标平均值分别为 5.96 m、10.4 cm、1.82 m、0.27、0.04 m³,变异系数分别为 5.7%、9.7%、99.6%、11.68%、25.07%,各家系间树高和胸径都存在一定的变异,生长差异达到显著水平,这为优良家系的选择打下了基础。

2) 藏柏子代测定林各性状的遗传力存在比较大的差异,树高、胸径、冠幅、冠高比、单株材积的遗传力分别为 0.52、0.60、0.79、0.76、0.50,都属于强度遗传,遗传潜力较大。

3) 以选择优良用材林种质资源为目标,采用树高、胸径、材积分别超过群体平均值 5%、10%、30% 为选择标准,则入选 5 个家系树高、胸径、材积的平

表3 用材林和防护林优良家系选择遗传
Tab.3 Selected excellent families for wood produce and environmental conservation

用材林优良家系选择							防护林优良家系选择				
家系	表型平均值			大于群体平均值/%			家系	表型平均值		大于群体平均/%	
	树高/m	胸径/cm	材积/m ³	树高	胸径	材积		冠幅/m	冠高比	冠幅	冠高比
49	6.59	13.27	0.062	10.56	27.56	56.34	50	2.70	0.440	48.76	63.93
53	6.42	13.02	0.066	7.71	25.18	66.43	67	1.85	0.361	1.87	34.50
39	6.14	12.81	0.057	2.99	23.13	43.73	44	2.18	0.360	19.92	34.13
55	6.53	12.81	0.079	9.54	23.13	99.21	39	2.24	0.340	23.28	26.68
47	6.51	12.79	0.054	9.24	22.97	36.17	45	1.95	0.338	7.37	25.93
37	6.69	12.22	0.055	12.29	17.53	38.69	42	2.06	0.327	13.26	21.83
44	5.97	11.80	0.045	0.09	13.48	13.47	48	2.06	0.323	13.15	20.34
48	5.74	11.59	0.049	-3.70	11.41	23.56	64	2.26	0.318	24.49	18.48
46	6.95	11.40	0.046	16.65	9.64	15.99	55	2.23	0.317	22.45	18.11
41	5.81	11.28	0.044	-2.51	8.46	10.95	38	2.02	0.310	10.95	15.50
64	6.68	11.02	0.039	12.10	5.91	-1.66	65	1.96	0.307	7.70	14.38
65	5.84	11.00	0.046	-1.97	5.81	15.99	41	1.96	0.302	7.87	12.52
38	5.77	10.86	0.034	-3.28	4.38	-14.27	47	2.16	0.298	18.77	11.03
28	5.93	10.74	0.037	-0.53	3.26	-6.70	53	2.08	0.289	14.58	7.68
31	6.05	10.57	0.039	1.57	1.63	-1.66	68	1.98	0.284	9.08	5.81
58	6.31	10.53	0.039	5.86	1.28	-1.66	61	1.85	0.283	1.70	5.44
45	5.32	10.29	0.036	-10.75	-1.09	-9.22	46	2.15	0.272	18.27	1.34
68	6.20	10.29	0.041	3.97	-1.11	3.39	37	1.98	0.260	8.69	-3.13
54	6.49	10.25	0.047	8.83	-1.47	18.52	58	1.95	0.257	7.04	-4.25
50	5.96	10.17	0.037	0.06	-2.24	-6.70	49	2.03	0.253	11.50	-5.74
36	5.79	10.10	0.036	-2.91	-2.89	-9.22	59	1.66	0.248		
29	5.67	9.98	0.033	-4.89	-4.06	-16.79	57	1.65	0.247		
42	5.56	9.90	0.033	-6.69	-4.86	-16.79	56	1.62	0.245		
61	5.98	9.84	0.032	0.33	-5.41	-19.31	36	1.63	0.237		
62	6.24	9.77	0.033	4.74	-6.09	-16.79	63	1.63	0.233		
51	6.12	8.97	0.034	2.74	-13.71	-14.27	62	1.70	0.230		
57	5.64	8.94	0.030				51	1.64	0.227		
63	5.75	8.87	0.027				35	1.25	0.225		
52	5.80	8.84	0.033				52	1.57	0.220		
34	5.05	8.69	0.024				28	1.49	0.211		
30	5.70	8.68	0.023				29	1.30	0.198		
56	5.77	8.55	0.035				54	1.40	0.177		
59	5.82	8.47	0.022				34	1.15	0.169		
35	4.61	7.93	0.017				31	1.16	0.149		
67	5.22	7.80	0.024				30	1.13	0.139		
群体总平均	5.96	10.40	0.040					1.82	0.268		
遗传力	0.52	0.60	0.500					0.79	0.76		
入选家系平均	6.55	12.82	0.063					2.32	0.355		
入选家系增益/%	5.13	13.96	29.68					21.95	24.520		

均值分别为 6.55 m、12.82 cm、0.063 m³，估测遗传增益分别为 5.13%、13.96%、29.68%。选择出来的优良家系的平均值远远超过 10 a 生普通藏柏林的生长量(树高 5.92 m，胸径 5.65 cm，冠幅 1.66 m)^[6]。

4) 以选择优良防护林种质资源为目标，采用冠高比和冠幅分别高于群体平均 15% 和 20% 为选择标准，则入选的 5 个家系冠高比、冠幅的平均值分别为 0.355、2.32 cm，估算遗传增益分别为 24.52%、21.95%。遗传增益高与该测定林冠幅和冠高比遗传力分别高达 0.79、0.76 关系密切。

3.2 讨论

1) 不同利用目标对树种特性的要求不同，所确定的选择标准也不同。本研究中采用的是传统的树高、胸径、材积指标，但各性状的变异并不一致，甚至差异显著。如何确定不同指标的权重开展指数选择来挑选优良的用材林家系，还需要进一步深入研究。而采用冠高比作为防护林树种选择的指标未见相关报道，对于藏柏适宜的冠高比值范围也有待进一步探讨。

2) 从选择出来的优良家系的来源看，37、39、44、47 来自滇西丽江，49、50 来自滇东丘北，53 来自易门，55 来自弥勒，64 来自石林，分布于云南不同的区域，这可能是因为各家系的采种母树都是上世纪 80、90 年代引入的外来树种，没有明显的区域变异，因此优良家系分布于各引种区域。

3) 藏柏一般 5~7 年就开始结实，结实量大而且发芽率高，种子繁殖容易。但目前未见关于藏柏扦插、组培等研究报告，仅见兴安圆柏在 6、7 月份扦插生根率可达 64.3%^[7]，及沙地柏扦插繁殖的有关研

究。因此，对选择出来的优良家系的利用，建议在结合家系内优良单株选择的基础上：①该子代测定林已进入结实期，可作为现阶段的采种母树，在开展子代测定的同时，为生产提供良种；②从长远考虑，研究扦插繁殖技术，通过嫁接或扦插建立无性系种子园，生产遗传增益更高的良种，提高改良效果。

4) 藏柏在云贵川的生长速度远远超过原产地西藏，且在石灰岩山地表现良好，已成为云南、四川、贵州等省区重要的石漠化治理优选树种。但据观察，在云南 2009~2012 年的持续干旱中，部分石灰岩山地的藏柏林出现了成片死亡现象，这对藏柏抗旱生理研究、抗旱优良家系选择提出了新的课题，但目前未见相关报道，研究工作还有待开展。

参考文献：

[1] 黄颜梅,张健,罗承德. 西藏柏木抗旱性研究[J]. 四川林业科学,1998,19(4):31-35.
 [2] 袁恩贤. 藏柏在石漠化治理中荒山造林的应用及推广[J]. 大科技,2012(11):242.
 [3] 徐阿生. 西藏柏木生长特征的初步研究[J]. 西藏科技,1995(4):52-56.
 [4] 万军,干少雄. 西藏柏木优树选择研究[J]. 四川林业科技,2003,2(24):33-37.
 [5] 沈熙环. 林木育种学[M]. 北京:中国林业出版社,2004:61-68.
 [6] 赵总,张兆国,唐兴联,等. 川滇桧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):19-21.7.
 [7] 郭英超,赵亚民,赖玉洁,等. 兴安圆柏种子繁殖和扦插育苗技术研究[J]. 河北林果技术研究,2007,22(1):4-7.

(上接第 105 页)

环状施,施追肥时采用穴状施。施基肥的肥塘深度不应低于 30 cm,每年应向外扩展。

参考文献：

[1] 郗荣庭,张毅萍. 中国核桃[M]. 北京:中国林业出版社,1992.
 [2] 刘娇,范志远. 云南省鲁甸县核桃选优初报[J]. 中国南

方果树,2010,39(6):45-48.

[3] 杨源. 核桃丰产栽培技术[M]. 昆明:云南科技出版社,2002.
 [4] 陆斌. 云南核桃的特性与品质[J]. 经济林研究,2009,27(2):137-140.
 [5] 熊新武,李俊南,杨枝春,等. 娘青核桃生物学特性研究[J]. 北方园艺,2011(9):41-43.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.022

齿瓣石斛新品种及良种——龙紫 1 号的选育

赵菊润¹, 刘勇², 蒋习林², 周莹², 林倩², 黄佳聪³

(1. 龙陵县石斛研究所, 云南 龙陵 678300; 2. 龙陵县林业局, 云南 龙陵 678300;

3. 保山市林业技术推广总站, 云南 隆阳 678000)

摘要:龙紫 1 号是从齿瓣石斛栽培大田中选择优株扦插增殖, 经 3 年区域栽培试验选育的优良无性系品种。其根系发达, 茎稍肉质, 鲜嫩, 粗壮且较长; 其鲜茎平均长 88 cm, 直径 1.0 cm, 石斛多糖含量高达 41.4%, 盛产期产量达 1.80 kg/m², 具有较强的抗寒性、抗旱性及抗病性, 与传统品种比较, 萌芽期推迟约 15 d, 叶功能期延长 5 d。2012 年 12 月通过云南省林木良种审定委员会认定, 命名为龙紫 1 号; 2013 年 12 月, 龙紫 1 号被云南省林业厅园艺植物新品种注册登记办公室确定为园艺植物新品种。

关键词:齿瓣石斛; 良种; 新品种; 龙紫 1 号; 选育

中图分类号: S759.82; S722.33 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0111-03

Breeding of Longzi NO 1, The New and Improved Variety of *Dendrobium devonianum*

ZHAO Ju-run¹, LIU Yong², JIANG Xi-lin², ZHOU Ying², LIN Qian², HUANG Jia-cong³

(1. Longling Research Institution of Dendrobium, Longling, Yunnan 678300, China; 2. Longling Forestry Bureau, Longling, Yunnan 678300, China; 3. Baoshan City Forestry Technology Extension Station, Longyang, Yunnan 678000, China)

Abstract: Longzi NO1 is selected from superior strains of *Dendrobium* cultivated after three years regional cultivation experiment of clonal varieties proliferation. Its root system is thriving, thick and long with slightly fresh fleshy; the average length of fresh stems is 88 cm, diameter is 1.0 cm; polysaccharides content is up to 41.4%, the top yield is up to 1.80 kg/m²; Compared with traditional varieties, it has strong cold resistance, drought resistance and disease resistance, which could delay budding time and leaf function approximately 15 d and 5 d. It was named Longzi NO 1 in December 2012 by Yunnan Forest Seed Approval Committee; and was also identified as new gardening plant varieties in December 2013 by registration office of new plant varieties, Yunnan Forestry Department.

Key words: *Dendrobium devonianum*; improved variety; new varieties; Longzi NO1; breeding

齿瓣石斛(*Dendrobium devonianum* Paxt.), 又名紫皮石斛、大黄草等, 兰科石斛属多年生草本植物,

茎可入药, 有养胃滋阴, 去热生津的作用, 为中药佳品^[1-2]。现代研究发现, 其对肺癌细胞有较好的抑

收稿日期: 2014-02-08.

基金项目: 云南省第 11 批技术创新人才培养基金(2011CI109)。

作者简介: 赵菊润(1977-), 女, 云南龙陵人, 工程师。主要从事石斛等林下经济植物栽培技术与推广工作。Email: 1015814902@qq.com

通信作者: 黄佳聪(1966-), 男, 云南腾冲人, 正高级工程师。主要从事经济林栽培技术与推广工作。

制功效。由于长期泛采滥挖,导致齿瓣石斛野生资源锐减而市场供需矛盾突出,人工栽培齿瓣石斛产品成为供应市场需要的主要途径。龙陵县是最早实现齿瓣石斛产业化栽培的地区,2013 年全县栽培面积为 468.6 万 m^2 ,占全国齿瓣石斛栽培面积的 70% 以上^[1]。另一方面,由于科技支撑不足,良种选育工作滞后,龙陵县齿瓣石斛产业基地建设中良种应用率低,导致产业效益没有充分发挥。为此,于 2005 年开展齿瓣石斛良种选育工作,以期农户增收、产业增效提供良种支撑。

1 选育经过

2004 年,选育单位从栽培大田中发现一株生长势较强,茎干粗度、长度及鲜嫩度明显优于相同栽培环境的齿瓣石斛优良单株(取名为紫皮大花壳石斛)。2005 年,利用紫皮大花壳石斛优良单株茎条采用扦插繁殖方法增殖;2010 年 3 月至 2012 年 10 月,利用增殖扦插苗在龙陵县象达乡帕掌河村老寨子脚开展设施集约化栽培试验,试验地地理位置为东经 $98^{\circ}47'01''$,北纬 $24^{\circ}24'42''$,海拔 1 570 m;年均温 $15.9^{\circ}C$,年均降雨量 1 450 mm,无霜期 237 d,试验栽培面积为 1 000 m^2 ,定植密度为 50 株/ m^2 ,共计定值 50 000 株;以相同栽培面积的紫皮麻花壳石斛(即传统栽培品种)作为对照。连续 3 年试验及送检结果表明:紫皮大花壳石斛单位面积产量、主要经济性状、抗病性及石斛多糖含量等指标明显优于对照;2012 年 12 月通过云南省林木良种审定委员会认定,将紫皮大花壳石斛命名为龙紫 1 号(云 R-SC-DD-063-2012);2013 年 12 月,龙紫 1 号被云南省林业厅园艺植物新品种注册登记办公室确定为园艺植物新品种(云林园植新登第 20130038 号)。

2 主要性状

2.1 植物学特性

根系发达,无主侧根之分;根肉质、圆柱形、灰白色,长 10~25 cm。茎稍肉质,长 35~105 cm,茎的长短与其生长时间成正比,直径 0.7~1.1 cm,节间长 2~3 cm;茎鞘壳表面布满规则紫红色带状平行条纹。叶纸质,二列互生于整个茎上,卵状披针形,长 4~8 cm,宽 1.0~2.3 cm,顶端渐尖,基部具抱茎的鞘。花期 4~5 月,总状花序常数个,每个具有 1~2 朵花,花具香气;中萼片白色,上部呈紫红色,卵状披针形,长约 2.5 cm,宽约 0.9 cm,先端急尖;侧萼片

与中萼片同色,相似而等大,但基部稍歪斜;萼囊近球形,长约 0.4 cm;花瓣与萼片同色,卵形,边缘具断流苏;唇瓣白色,前部紫红色,中部以下两侧具紫红色条纹,近圆形,长约 2.5 cm,基部收狭为短爪,边缘具复式流苏,上面密布短毛;唇盘两侧各具 1 个黄色斑块;蕊柱白色,长约 0.3 cm;药帽白色,近圆锥形,顶端稍凹,密布细乳突,前端边缘具不整齐的齿。果呈不规则长枣核状,长 2.5~4 cm,两端稍窄,中下部逐渐膨大,表面具竖状棱条。种子细小如面粉状,米白色。

2.2 主要经济性状

鲜茎稍肉质,鲜嫩,粗壮且较长,平均长 88 cm、直径 1.0 cm,产量 1.6 kg/m^2 。鲜茎石斛多糖含量高达 41.4%(表 1)。

表 1 龙紫 1 号茎干主要经济性状

Tab. 1 Major economic traits of Longzi NO 1 stem

品 种	产量 /($kg \cdot m^{-2}$)	茎均长 /cm	茎均粗 /cm	石斛多糖 /%
龙紫 1 号	1.60	88	1.0	41.4
对照	0.85	69	0.7	35.8

2.3 萌芽生长特性

1 a 生繁殖苗成活保存率为 98%,每株分枝数 2,平均株高 35.6 cm,鲜茎平均直径 0.80 cm,产量 0.50 kg/m^2 ,每茎具叶片 15 片,叶均长 4.6 cm,叶均宽 0.16 cm,叶功能期 210 d;2 a 生繁殖苗种植保存率达 99%,每株分枝数 4,平均株高 80.5 cm,鲜茎平均直径 0.95 cm,产量 1.50 kg/m^2 ,每茎具叶片 46 片,叶均长 6.2 cm,叶均宽 0.22 cm,叶功能期 220 d;3 a 生繁殖苗种植保存率达 99%,每株分枝数 5,平均株高 95.8 cm,鲜茎平均直径 1.05 cm,产量 1.80 kg/m^2 ,每茎具叶片 50 片,叶均长 7.8 cm,叶均宽 0.30 cm,叶功能期 225 d(表 2)。

2.4 物候期

龙紫 1 号 1~3 月上旬为休眠期,3 月中旬至 4 月中旬萌芽,4~5 月盛花期,5 月下旬至 8 月为快速生长期,9~10 月果实成熟,11~12 月茎干成熟。与对照品种比较,萌芽期推迟约 15 d,叶功能期延长 5 d。

2.5 抗逆性

连续 3 年试验观测结果表明:龙紫 1 号具有较强的抗寒性、抗旱性及抗病性。其疫病、锈病、根腐

表 2 龙紫 1 号萌芽生长特性

Tab. 2 Germination characteristics of Longzi NO 1

项目	龙紫1号			对照		
	1 a 生	2 a 生	3 a 生	1 a 生	2 a 生	3 a 生
保存率/%	98	99	99	95	96	95
每株分枝数/枝	2	4	5	2	2	3
平均株高/cm	35.6	80.5	95.8	25.8	60.6	75.4
鲜茎平均直径/cm	0.80	0.95	1.05	0.60	0.75	0.85
产量/(kg·m ⁻²)	0.50	1.50	1.80	0.25	0.80	1.00
每茎具叶片数/片	15	46	50	14	40	45
叶均长/cm	4.6	6.2	7.8	4.4	5.8	7.0
叶均宽/cm	0.16	0.22	0.30	0.14	0.22	0.28
叶功能期/d	210	220	225	210	215	220

茎腐病发病率及病情指数为0,而对照疫病发病率为53%、锈病发病率为66%、根腐茎腐病发病率为65%。

2.6 无性繁殖

可采用扦插、高芽及组培等无性繁殖方法进行繁殖,因扦插育苗简便易行而在生产中被广泛应用。扦插育苗宜在11~12月份,选取生长健壮、无病虫害的鲜茎条,经阳光暴晒使其切口收缩、茎条适当失水后置于室内阴凉干燥处常温存放,立春后适当加温,见芽见根时以每段2~3节切断平置或斜插于培养基质中,遮光,保持阴凉湿润的条件。

3 栽培技术要点

3.1 基质准备及铺设

基质按直径1~2 cm大小的树皮、刨花、腐熟农家肥、草木灰60:25:10:5的比例配制堆沤,基质在使用前用多菌灵或百菌清标准浓度喷洒消毒。将消毒处理好的基质铺在栽培槽或栽培床上,厚约5 cm,可播种共生菌菌种。

3.2 定植时期、密度及苗木消毒

3月下旬至4月进行移栽定植。定植密度40~50株/m²。定植前,用75%甲基托布津可湿性粉剂1000倍溶液浸泡苗木5~10 min后,取出沥干水分待植。

3.3 槽栽法

方法一:直接将种苗固定在槽两内侧,用较大块的树皮放入槽中垫底,然后按丛距小苗8 cm、中苗

10 cm、大苗12 cm,用薄木条将苗固定在槽两内侧,苗固定后再铺厚度约5 cm的基质,栽后喷雾浇水。方法二:将种苗的根用薄木片固定在一根直径为10 cm左右的横木两侧,木片压住根的2/3,丛距不变。固定好后,将横木放入槽内,铺上基质,栽后喷雾浇水。

3.4 床栽法

用棉线将栽培床按行距20 cm分成行,再将处理后的种苗用棉线固定主茎条,按丛距小苗8 cm、中苗10 cm、大苗12 cm固定好后用床内基质压住根的2/3,使床内基质形成沟状,栽后喷雾浇水。

3.5 肥水管理

3.5.1 萌前肥

萌芽前用腐熟农家肥、绿肥、刨花、草木灰、树皮等混合堆沤发酵后适量施用。

3.5.2 追肥

生长前期用沼液兑水3倍喷施,生长旺盛期兑水2倍喷施,或施农家肥每次0.1~0.15 kg/m²。

3.5.3 中耕除草

栽种后及时进行人工除草。

3.6 采收及田间处理

采收宜在11~12月的晴天枝条表皮无水珠时进行。全草采收应该包括根、茎、叶、花的采收。茎条采收需待叶片自然脱落、叶鞘变为银灰色后,采收当年生茎条(俗称为白条);采收时,于茎基部以上15 cm左右45°斜切采收。采收后,适时在栽培床上加盖草帘、稻草等材料,以防冻害。

4 综合评价

龙紫1号扦插繁殖及种植成活率高,生长快,鲜条粗壮且长、产量高,石斛多糖含量高、品质好,抗逆性强。适宜海拔1400~2100 m,年均温15~21℃,年降雨量为1400~2000 mm,≥10℃年积温在4000℃以上的地区种植。

参考文献:

- [1] 明兴加,刘家保,钟国跃,等.珍稀齿瓣石斛的生物学特性及其野生资源保护[J].中国野生植物资源,2012,11(25):511-513.
- [2] 孙永玉,徐永艳,罗长维,等.齿瓣石斛栽培基质筛选及其栽培方式研究[J].园艺与种苗,2012(5):46-49.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.023

平茬高度对砂生槐萌蘖的影响

尼 珍, 赵垦田, 杨小林, 索郎拉措, 幸福梅
(西藏大学农牧学院, 西藏 林芝 860000)

摘要:砂生槐(*Sophora moorcroftiana*)是西藏“一江两河”地区农牧民的传统薪柴。为了合理经营砂生槐薪炭林,2012年11月,选择西藏拉萨北山封育10年的砂生槐灌丛设置试验地,研究3种平茬高度(0 cm、10 cm、20 cm)对砂生槐萌蘖、萌枝生长及生物量的影响。结果表明:萌蘖数量从大到小的排序为20 cm平茬>10 cm平茬>0 cm平茬;单个萌枝的生长(长度、基径)0 cm平茬>10 cm平茬>20 cm平茬。生物量从大到小的排序为10 cm平茬>0 cm平茬和20 cm平茬。经营砂生槐薪炭林,为了获得较多的薪柴,建议采用距地面10 cm平茬。

关键词:砂生槐;平茬高度;萌蘖数量;生物量

中图分类号:S792.26;S750.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0114-03

Effects of Flat Stubble Height on Sprout Tillers of *Sophora moorcroftiana*

NI Zhen, ZHAO Ken-tian, YANG Xiao-lin, SUOLANG La-cuo, XIN Fu-mei
(Agricultural and Animal Husbandry College, Tibet University, Linzhi, Tibet 860000, China)

Abstract: *Sophora moorcroftiana* is a traditional firewood of Tibetan peasants and herdsmen along the region of the “one river and two streams”. In order to obtain a high efficiency of the fuel-wood forest, experimental field has been set up since Nov 2012 in *Sophora moorcroftiana* forest of ten year old, North mountain of Lhasa Tibet, and the influence of three stumps in the height of 0cm、10cm、20cm on the sprout tillers of the *Sophora moorcroftiana*, regeneration of sprout and the amount of biomass also have been studied. The result shows: the amount of the sprout tillers is followed as 20cm stump>10cm stump>0cm stump. The length and basal diameter of a singular sprout is 0cm stump>10cm stump>20cm stump. The order of the biomass is 10cm stump>0cm stump or 20cm stump. To get more new fuel, the above10cm height of flat stubble is recommended.

Key words: *Sophora moorcroftiana*; height of flat stump; number of sprout tillers; biomass

砂生槐(*Sophora moorcroftiana*)又名“西藏狼牙刺”、“金雀花”、“刺柴”,藏语为“吉瓦”,为西藏高原特有豆科槐属多年生喜暖耐旱矮灌木,具有极强的抗旱、耐瘠薄、抗风沙等特性^[1-3]。该植物广泛分布于雅鲁藏布江中游及拉萨河、年楚河等主要支流

海拔4400 m以下的山坡、阶地、河漫滩及沙地上^[4],是构成河谷地带性植被灌丛草原的主要灌木之一,具有重要的防风固沙、水土保持功能,同时也是河谷地带农牧民传统的薪柴来源。近年来,由于采取了封育保护措施,退化砂生槐灌丛得到较好的

收稿日期:2013-12-26.

基金项目:植被与环境变化国家重点实验室开放课题(LVEC-2012kf07)。

作者简介:尼珍(1989-),女,西藏拉萨人,硕士研究生。研究方向:森林培育。Email:454313462@qq.com

通信作者:赵垦田(1963-),男,黑龙江密山人,教授。主要从事森林保育与森林资源等研究。

恢复。今后,在保护基础上如何分类经营、合理利用砂生槐灌丛,使其发挥更大的作用,是林业部门急待解决的问题。目前,学术界对砂生槐的研究主要在其药用价值、遗传多样性、抗旱性、固沙、退化机理、育苗等方面^[5-10],有关砂生槐薪炭林及经营技术的研究,尚未见到相关报道。本文主要研究平茬高度对砂生槐萌蘖的影响,旨在为构建砂生槐薪炭林经营技术体系奠定理论基础。

1 试验地自然条件

选择拉萨北山封育 10 年的砂生槐灌丛为试验地,其地理坐标为 91°05'~91°50'E、29°41'~30°00'N,海拔 3 681~3 717 m,地貌类型为老洪积扇。该地为高原温带季风半干旱气候,年均温 7.4℃,干湿季明显,年降水量 400~500 mm,降水主要集中在 6~8 月,干燥度 1.5~10,无霜期 133 d,全年日照时间 3 000 h 以上。地带性土壤为山地灌丛草原土。

2 试验方法

2012 年 11 月初,在试验地随机选取大小均匀的砂生槐灌丛进行平茬。平茬高度设 3 种处理:0 cm 平茬(A);10 cm 平茬(B);20 cm 平茬(C)。每个处理 5 丛。于次年 10 月下旬砂生槐生长结束后,从每丛中选择茬口粗细均匀的 5 个母枝条,调查母枝的萌蘖数量、母枝的平均高度和基径,每丛 5 个母枝上萌枝的总生物量干重。数据处理采用 Excel 及数理统计软件 SPSS 19.0 进行。

3 结果与分析

3.1 平茬高度对萌蘖数量的影响

各平茬高度处理的母枝萌蘖数量调查结果见表 1。

表 1 平茬高度对砂生槐萌蘖数量的影响

Tab. 1 Effects of stubble height on the number of bud of *Sophora moorcroftiana*

处理	调查母枝数量/个	母枝的萌蘖数/个			差异显著性	
		最小值	最大值	平均	5%	1%
A	25	2.2	4.00	2.90	a	A
B	25	2.80	9.80	5.00	ab	A
C	25	5.20	8.00	6.72	b	A

由表 1 可知,平茬高度越高,萌蘖的数量就越多。3 个平茬高度处理中,C 处理萌蘖数最多,平均每个母枝 6.72 个;B 处理次之,平均每个母枝 5.00 个;A 处理最少,每个母枝只有 2.90 个。方差分析表明,3 个处理的萌蘖数量之间存在显著差异($F=4.665>F_{0.01}=0.010$)。多重比较表明,C 处理的萌蘖数量显著大于 A 处理的萌蘖数量,但 C 处理与 B 处理之间没有显著性,A 处理与 B 处理之间差异显著不大。从试验结果看,要想获得较多的萌蘖,保留一定高度的平茬是必要的。

3.2 平茬高度对萌枝生长的影响

3.2.1 平茬高度对萌枝长度的影响

各处理萌枝长度的调查分析结果见表 2。

表 2 平茬高度对砂生槐萌枝长度的影响

Tab. 2 Effects of stubble height of *Sophora moorcroftiana* on branch length

处理	调查母枝数量/个	萌枝长度/cm			差异显著性	
		最小值	最大值	平均	5%	1%
A	72.5	19.94	32.78	26.63	a	A
B	125.0	17.24	29.36	21.75	ab	AB
C	167.5	10.03	17.12	15.17	b	B

由表 2 可见,平茬高度越高,萌枝的长度越短。3 个平茬高度处理中,A 处理的萌枝平均长度最大,为 26.63 cm;B 处理的萌枝长度居中,为 21.75 cm;C 处理的萌枝长度为最短,为 15.17 cm。方差分析表明,各处理萌枝长度之间存在显著性差异($F=7.19>F_{0.01}=0.03$)。多重比较表明,A、C 处理间萌枝长度差异极其显著,A、B 处理间差异显著,而 B、C 处理间差异不显著。

3.2.2 平茬高度对萌枝基径的影响

试验结果表明,平茬高度对萌枝基径的影响类同于平茬高度对萌枝长度的影响,即平茬高度越高,萌枝的基径越小(见表 3)。3 个平茬高度处理中,A 处理的萌枝基径最大,为 3.27 mm;B 处理的萌枝基径居中,平均为 2.45 mm;C 处理的萌枝基径最小,为 1.66 mm。方差分析结果显示,3 种处理萌枝基径存在显著性差异($F=7.846>F_{0.01}=0.003$)。多重比较表明,A 处理萌枝基径显著大于 C 处理萌枝基径,而 A、B 处理之间没有显著差异。

综合萌枝长度和基径的分析结果可见,平茬高

度对萌枝的生长有比较大的影响。A 处理萌枝生长最好, B 处理萌枝生长居中, C 处理萌枝生长较差。这种现象, 可能与萌枝的营养供应相关。即 A 处理萌蘖数少, 单个萌枝营养供应相对比较充足, 而 C 处理萌蘖数较多, 单个萌枝的营养供应相对不足。

表 3 平茬高度对砂生槐萌枝基径的影响

Tab. 3 Effects of stubble height of *Sophora moorcroftiana* on branch base diameter

处理	调查萌枝数量/个	萌枝基径/mm			差异显著性	
		最小值	最大值	平均	5%	1%
A	72.5	2.05	3.27	2.7	a	A
B	125.0	2.04	3.38	2.45	a	A
C	167.5	1.31	1.97	1.66	b	B

3.3 平茬高度对萌枝生物量的影响

萌枝生物量的测定结果见表 4。

表 4 平茬高度对砂生槐萌枝生物量的影响

Tab. 4 Effects of stubble height of *Sophora moorcroftiana* on the biomass of branches adorabl

处 理	萌枝数量/(个·丛 ⁻¹)	每丛萌枝的生物量/g			差异显著性	
		最小值	最大值	平均	5%	1%
A	14.5	25.80	51.80	37.66	b	AB
B	25.0	47.00	80.90	57.60	a	A
C	33.5	23.30	41.40	36.52	b	B

由表 4 可见, B 处理的萌枝生物量最大, 为 57.60 g/丛; 而 A 处理和 C 处理萌枝生物量相近, 分别为 37.66 g/丛和 36.52 g/丛。方差分析表明, 各处理萌枝生物量之间存在极显著差异 ($F = 6.11 > F_{0.01} = 0.12$)。多重比较显示, B、C 处理之间差异极其显著, B、A 处理之间差异显著, 而 A、C 处理之间没有显著差异。

比较平茬高度对萌蘖数量、萌枝生长和生物量的影响发现, 虽然 A 处理萌枝生长最好, 单个萌枝生物量也最大, 为 2.60 g, 但由于灌丛的萌蘖数量较

少, 只有 14.5 个, 所以萌枝的总生物量比 B 处理要低很多。相比之下, 虽然 B 处理萌枝生长居中, 单个萌枝的生物量为 2.30 g, 但灌丛的萌蘖数量较大, 为 25 个, 所以萌枝的总生物量远高于 A 处理和 C 处理。C 处理虽然灌丛萌蘖数量最多, 达到 33.5 个, 但单个萌枝生长较弱, 生物量只有 1.10 g, 所以萌枝的总生物量也不高。

4 结论与建议

1) 母枝上萌蘖数量从大到小的排序为: 20 cm 平茬 > 10 cm 平茬 > 0 cm 平茬。

2) 单个萌枝生长(长度、基径)状况为: 0 cm 平茬 > 10 cm 平茬 > 20 cm 平茬。

3) 生物量从大到小的排序为: 10 cm 平茬 > 0 cm 平茬和 20 cm 平茬。

4) 经营砂生槐薪炭林, 为了获得较多的薪柴, 建议采用距地面 10 cm 平茬。

参考文献:

- [1] 林少敏. 西藏砂生槐[J]. 草业科学, 2002, 19(3): 34.
- [2] 郭其强, 罗大庆, 方江平, 等. 西藏砂生槐的研究现状及利用与保护对策[J]. 西北林学院学报, 2009(1): 98-101.
- [3] 臧建成, 幸福梅, 王忠红. 刺槐小峰对砂生槐种子的危害及防治研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(32): 14179-14180.
- [4] 张胜, 赵垦田, 向瑞. 西藏砂生槐研究综述[J]. 内蒙古林业科技, 2009, 35(1): 57-59.
- [5] 中国医学百科全书编辑委员会. 中国医学百科全书. 藏医学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
- [6] 赵阿曼, 刘志民. 西藏特有植物砂生槐天然居群遗传多样性研究[J]. 生物多样性, 2003, 11(2): 91-99.
- [7] 尼玛曲珍. 西藏砂生槐抗旱性研究[D]. 西藏农牧学院, 2009.
- [8] 彭跃明. 西藏雅鲁藏布江中部流域砂生槐固沙作用研究[J]. 林业科技, 1997, 22(6): 6-8.
- [9] 向瑞. 拉萨半干旱河谷砂生槐灌丛种子库及退化现状研究[D]. 西藏农牧学院, 2010.
- [10] 张胜. 西藏砂生槐抗旱育苗技术研究[D]. 西藏农牧学院, 2010.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.024

板栗穗条的增产措施试验

周应书¹, 罗 林², 刘崇欣¹

(1. 毕节市林业科学研究所, 贵州 毕节 551700; 2. 毕节市水土保持办公室, 贵州 毕节 551700)

摘要:在毕节市分布的 2 个板栗地方优良品种和引进的 11 个板栗优良品种中选出优良单株, 培育成嫁接苗后, 建立 13 个分区的采穗圃, 开展无性系鉴定和引进优良品种比较试验。利用双因素裂区田间试验设计方法, 对采取施肥及整形修剪处理措施后板栗树穗条的增产效果进行试验, 获得穗条增产措施的最佳组合及产量变化趋势。

关键词:板栗穗条; 增产措施; 双因素裂区设计; 田间试验; 毕节市

中图分类号: S750.3; S664 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0117-03

Experiment of High Yield Measures on Cutting Wood of *Castsnea mollissima*

ZHOU Ying-su¹, LUO Lin², LIU Chong-xin¹

(1. Forestry Science Research Institute of Bijie City, Bijie, Guizhou 551700, China;

2. Water and Soil Conservation Office of Bijie City, Bijie, Guizhou 551700, China)

Abstract: In order to carry out the identification and introduction of superior clones variety test, 2 fine local varieties and 11 introduced varieties of *Castsnea mollissima* are chose to cultivate cutting seedling and built 13 nursery orchard. The use of two-factor split panel design methods for field trial, high yield effectiveness of *Castsnea mollissima* cutting seedling after fertilization and pruning are tested. The best combination and production trends of high yield on cutting seedling of *Castsnea mollissima* also are made.

Key words: *Castsnea mollissima*; high yield measures; two-factor split panel design; field trials; Bijie City

板栗 (*Castanea mollissima*) 是我国特产的优良干果类经济林树种, 其栗子味道香甜, 营养丰富, 是良好的保健食品, 国际市场需求量很大, 也是我国重要的出口商品之一, 市场前景良好。毕节市是板栗主产区, 年产板栗 6 000 t 以上, 栽培历史悠久, 各县(区)均有分布, 具有丰富的种质资源。但由于栽培和管理技术粗放, 造成种质资源良莠混杂, 优良品种没有得到充分利用, 板栗产量不高, 品质一般, 市

场竞争力不强。为改变这种状况, 提升板栗的早实丰产和优质水平, 通过开展全面的品种资源调查和优株选择, 建立了 3.3 hm² 板栗优质采穗圃, 同时在采穗圃内开展了无性系鉴定和引进优良品种比较试验, 使之在为板栗生产和科研提供遗传品质优良的接穗的同时, 实现板栗生产的良种化、规模化。在对板栗采穗圃进行经营管理的同时, 开展了穗条增产措施的研究。

收稿日期: 2013-12-18.

基金项目: 毕节地区科技计划项目。

作者简介: 周应书(1961-), 女, 贵州织金人, 研究员。主要从事植物生态、林木良种选育、育苗造林技术及经济林栽培研究。

1 试验地概况

1.1 自然概况

开展试验的板栗采穗圃在毕节市七星关区田坝镇田坝村 $11^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 的缓坡耕地上, 占地面积 3.3 hm^2 。周围海拔 1500 m 左右, 属典型的中山地貌类型, 出露地层为三叠纪紫色砂页岩。

采穗圃周围气候温暖, 年均温 12.6°C , 最热月均温 21.9°C , 最冷月均温 2.2°C , 极端最高温 35°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3800°C , 无霜期 250 d , 平均日照时间 1370 h 。年均降雨量 1010 mm , $5 \sim 9$ 月雨量占全年的 85% 。基本上是干湿同季, 水热同期。

试验地为砂页岩上发育的紫色砂壤耕作土, 土层较厚, 结构和通透性良好, 质地适中, 养分含量丰富, 土壤 pH 值为 6.2 , 属中上等土地, 栽种作物主要有玉米、小麦、烤烟、马铃薯和豆类, 在板栗栽种地类中具有代表性。

1.2 试验采穗圃的营建技术

1.2.1 整地方式

试验地按 40 cm 深度, 在 2003 年 10 月下旬进行全面整地后, 按照 $5 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}$ 的株行距, 长宽 80 cm 、深 100 cm 的规格挖出栽植穴, 每穴用腐熟厩肥 30 kg , 与熟土拌匀后回填踩实至穴满, 然后在穴面上筑 30 cm 高的树盘。

1.2.2 栽植品种及所用苗木

营建采穗圃所用的砧木在 2002 年培育, 选择地径 0.8 cm 以上的板栗实生苗作砧木。2003 年 2 月用选择的辅处板栗、油砂板栗 2 个本地优良品种和引进的华丰板栗、华光板栗、燕红板栗、九家种、郟城 3 号、郟城 207 号、毛板红、早丰、罗山大板栗、处暑红、玉屏大板栗等 11 个优良品种的优株穗条, 在室内用蜡封双舌接方法, 嫁接培育 1 a 生苗^[1]。

1.2.3 品种分区

按 2 个毕节板栗地方优良品种和引进的省内外 11 个优良品种选出的优株, 划分品种区 13 个, 分别定植 13 个品种, 每个分区定植嫁接苗木为 12 株^[2-3]。

1.2.4 定植方法

以株距 5 m , 行距 4.5 m , 在 2004 年 1 月对各株嫁接苗进行定植。在定植穴中按苗木根痕深 $2 \sim 3 \text{ cm}$ 进行栽植, 根颈与地面齐平, 嫁接接口部位在地平面以上, 栽植时分层填土踏实并浇水。栽植后用 1 m^2 地膜覆盖, 四周用土压紧。

1.2.5 定植苗木标号

苗木定植后, 用油漆按每株苗木的品种及优株进行编号, 对各株苗木进行标注, 以进行识别, 便于以后开展品种的选择和改良。

1.2.6 土壤管理

采穗圃主要间作小麦、烤烟、马铃薯和豆类, 所种作物基本上不影响树体生长。土壤管理主要结合间种作物的管理进行, 主要在清明前、6 月和秋末各除草松土一次, 改善土壤水肥状况。

1.2.7 穗条增产措施试验设计

在采穗圃内选用板栗各优株的苗木, 以 4 株作为一小区, 共 27 个小区, 苗木总株数 108 株, 按双因素裂区的田间试验设计方法, 布设增产措施试验。主处理的 3 个水平分别为 A_1 : 3 月和 6 月各施尿素肥料 1 次, 共施尿素肥料 2 次(处理); A_2 : 在 3 月施尿素肥料 1 次; A_3 : 不进行施肥处理。副处理的 3 个水平分别为 B_1 : 在 1 月对树冠进行摘心修剪; B_2 : 在 1 月对树冠进行断顶促萌; B_3 : 任树冠自然生长。试验的重复数为 3 次^[4-5]。

2 试验结果与分析

采穗圃试验林在 2004 年按双因素裂区试验设计定植后, 通过一个生长季的生长, 于 2005 年、2006 年分别在 3 月份和 6 月份各施尿素肥料 1 次、3 月份施尿素肥料 1 次(A_2) 及不施肥(A_3) 3 个水平的主处理, 在 1 月份摘心修剪(B_1)、断顶促萌(B_2) 和自然生长(B_3) 3 个水平的副处理后, 按接穗剪裁长度 13 cm 左右, 有 2 个以上饱满芽为 1 个穗条的标准, 在 2006 年的 11 月份对所定植树木穗条的产量进行调查, 其试验主、副处理 3 个水平各个重复的平均穗条产量见表 1。

因为表 1 中单株穗条产量调查统计结果不是正态、等方差数据, 不能满足方差分析条件, 所以对数据先进行平方根转换, 在此基础上再对已转换的数据作双因素裂区试验设计的方差分析。经方差分析, 结果为施肥主因素 A 的 3 个水平、整形修剪副因素 B 的 3 个水平间都存在极显著差异, $A \times B$ 的交互作用是显著差异; 其中最为显著的是副因素整形修剪处理 B 的作用, 第二是主因素施肥处理 A, 第三才是 $A \times B$ 交互作用。各处理因素及交互作用的 F 值分别为:

施肥处理 A: $F = 70.305 > F_{0.01} = 17.000$

表 1 板栗穗条每一重复的产量

Tab. 1 Survey statistics of Chestnut cutting yield 条

施肥处理 A	整形修剪处理 B	重复 1	重复 2	重复 3
A ₁	B ₁	27	25	13
	B ₂	30	28	26
	B ₃	11	13	10
A ₂	B ₁	12	11	10
	B ₂	20	21	19
	B ₃	8	7	5
A ₃	B ₁	6	5	6
	B ₂	10	8	9
	B ₃	4	3	3

整形修剪处理 B: $F = 92.994 > F_{0.01} = 6.515$

A×B 交互作用: $F = 2.911 > F_{0.10} = 2.480$

对以上分析结果作 SSR 检验的 Duncan 新复极差检验,其多重比较结果见表 2^[4-5]。

表 2 穗条产量 Duncan's 新复极差检验的多重比较结果

Tab. 1 Multiple comparison result of duncan's SSR test t for cutting wood yield

因素	水平	平均值	5%显著水平	1%极显著水平
施肥处理 A	A ₁	4.42	a	A
	A ₂	3.45	b	B
	A ₃	2.40	c	C
整形修剪处理 B	B ₂	4.25	a	A
	B ₁	3.43	b	B
	B ₃	2.58	c	C

表 2 结果表明,主因素施肥处理 A 的最好水平是 A₁,即在 3 月份和 6 月份各施尿素肥料 1 次;副处理整形修剪处理 B 的最好水平是 B₂,即在 1 月对树冠进行断顶促萌。从而得出,增加采穗圃穗条产量的最佳处理组合是在 1 月对树冠进行断顶促萌,在 3 月份和 6 月份各施尿素肥料 1 次。

对按双因素裂区设计,经过田间试验得出效果最好的 A₁ B₂ 处理组合,在 2007 年即在板栗采穗圃的抚育管理中进行应用。并对 A₁ B₂ 处理组合的 3 个重复试验小区的平均产穗量在 2007~2012 年进行连续 6 年的调查,将板栗树产穗量与生长年数进行回归分析,通过模型模拟,板栗树产穗量随生长年的变化趋势是呈极显著的三次指数曲线增长,平均单株板栗树穗条产量 (M) 与生长年数 (T) 的模型为:

$$M = 26.480 - 1.006T + 1.956T^2 - 0.191T^3$$

$$r = 0.996 > r_{0.01} = 0.917$$

3 结语

经过双因素裂区设计田间试验所得出的 A₁ B₂ 处理组合,从 2007 年以来在板栗采穗圃抚育管理中进行应用,从应用效果看,采穗圃穗条产量大幅度提高,单株产量最高可达 56 条,穗条产量平均值也在 39 条左右,即在采穗圃抚育管理中,A₁ B₂ 处理组合能起到很好的增产效应。另外,采穗圃穗条产量随生长年数的增加呈三次指数增长。

试验虽然是对选择的板栗优株和引进优良品种建立的采穗圃,在进行嫁接育苗和定植后,用双因素裂区试验设计方法进行主因素施肥、副因素整形修剪试验,但所得出的最佳处理组合经过推广应用后的调查,与采穗圃仍然是同样的结果。

参考文献:

- [1] 中南林学院. 经济林栽培学[M]. 北京:中国林业出版社,1984.
- [2] 沈德绪. 果树育种学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [3] 王明麻. 林木遗传育种学[M]. 北京:中国林业出版社,2001.
- [4] 北京林学院. 数理统计[M]. 北京:中国林业出版社,1980.
- [5] 莫惠栋. 农业试验统计[M]. 上海:上海科学技术出版社,1984.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.025

西双版纳州低效林改造实践与思考

宋志勇

(西双版纳国家级自然保护区科研院所,云南 景洪 666100)

摘要:介绍西双版纳州低效林改造的总体思路、低效林的界定和范围、改造方式、具体措施等实施情况。项目实施以来其生态效益、社会效益、经济效益已初步彰显,但尚存在受采伐限额限制,技术含量不高,项目申报程序复杂,管理模式单一等问题。藉此,提出加强政策研究,不断改进技术,增加资金投入,优化管理模式等建议。

关键词:低效林改造;改造方式;成效分析;西双版纳州

中图分类号:S756.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0120-04

Practice and Thought of Low Function Forest Transformation in Xishuangbanna

SONG Zhi-yong

(Scientific Research of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinhong, Yunnan 666100, China)

Abstract: The paper introduced low function forest transformation status of Xishuangbanna Prefecture including general thinking, definition and scope of low function forest, transformation methods, and specific measures and so on. After project implementation, the ecological benefit, social benefit and economic benefit have been demonstrated. In view of the problems such as logging restricting, lower technical content, project application complicated, simple management mode, suggestions to strengthen policy research, increase capital investment, constantly improve the technology and management level and optimal management etc., have been carried out.

Key words: low function forest; transformation methods; effect analysis; Xishuangbanna

1 概述

1.1 低效林的概念

最初的低效林特指生态效益低的防护林,其后内涵扩展到生态效益低、经济效益低的林分,再后来又扩展为复合效益(生态效益、社会效益和经济效益)低的林分。国家林业行业标准《低效林改造技术规程》中将低效林(low function forest)定义为“受人为因素的直接作用或诱导自然因素的影响,林分

结构和稳定性失调,林木生长发育衰竭,系统功能退化或丧失,导致森林生态功能、林产品产量或生物量显著低于同类立地条件下相同林分平均水平的林分总称”^[1]。低效林分包括低效次生林和低效人工林;低效次生林包括残次林、劣质林和低效灌木林;低效人工林包括低效纯林、树种(种源)不适林、病虫害危害林、经营不当林和衰退过熟林。

1.2 评判基点和标准

评判基点:衡量低效林各类指标的参照标准是

收稿日期:2014-02-10;修回日期:2014-03-07.

作者简介:宋志勇(1979-),男,云南保山人,工程师。从事自然保护区、林业改革和林业产业发展研究工作。Email:Songzhiyong79@163.com

相同立地条件和经营水平的林分的平均值。

评判标准:通用标准、生态标准和经济标准。

2 西双版纳州基本情况

西双版纳州位于云南省最南端,地处北回归线以南,与缅甸、老挝接壤,总的地势北高南低,州内最高点为勐海县勐宋乡的桦竹梁子,海拔2 429.5 m,最低点是勐腊县南腊河与澜沧江交汇入口处,海拔477 m。州内地处热带北部边缘,北有哀牢山、无量山为屏障,阻挡南下寒流;南面东西两侧靠近印度洋和孟加拉湾,受印度洋西南季风和太平洋东南气流的影响,形成高温多雨、干湿季分明、四季不明显的气候特点,境内年均温15.1~21.8℃,年温差小(1~2℃),日温差较大(6~7℃);年降雨量1 138~2 431 mm,其80%以上集中在雨季(5~10月份)。因地质古老,地形地貌独特,土壤类型多样,高温多雨、湿润、静风等复杂多样的气候条件,形成了森林植被类型繁多,动植物种类极为丰富的“动植物王国”,为国内外专家学者所注目,被誉为物种的基因库。

全州土地面积为191.19万 hm^2 ,国境线长966.3 km,有林地面积144.66万 hm^2 ,森林覆盖率78.33%,天然林覆盖率54.9%,既是云南省桥头堡建设的前沿阵地,也是我国西南面的重要生态屏障。同时,西双版纳保存有地球同一纬度地区最好的热带雨林,是我国热带生态系统和森林植被保存较为完整的地区之一,被誉为“动植物王国”和“物种基因库”。1993年被联合国教科文组织列为世界生物多样性保护圈,2004年被国家批准命名为国家级生态示范区,2005年被评为“中国最美十大森林”之一^[2]。全州辖景洪、勐海、勐腊1市2县,31个乡镇(镇),1个街道办事处,220个村民委员会,2 213个村民小组。州内有10个农场管委会,人口113万人,生产总值233亿元^[3]。

3 低效林改造项目实施情况

3.1 项目依据

根据《云南省人民政府关于加快推进低效林改造的意见》(云政发〔2010〕54号);《云南省林业厅关于加快推进低效林改造工作的意见》(云林发〔2009〕2号);《西双版纳州人民政府办公室关于印发西双版纳州2010~2020年低效林改造实施方案的通知》(西政办发〔2010〕75号)等文件精神进行实施的。

3.2 总体思路和目标

总体思路是以分类经营为基础,以科技支撑为手段,以林权所有者和使用者为实施主体,通过科学规划、合理布局、因地制宜、分类指导、统筹安排,有计划、有步骤地推进全州低效林改造工作。根据全州低效林产生的原因及分布状况,具体改造目标确定为5方面:①通过树种更替和更新改造,确保纳入改造范围的林地发挥最大经济效益和生态效益,并促进珍贵树种基地建设。②通过对中幼林进行抚育,进一步调整林木生长空间,使改造后林分生长量或生物量平均大于原有林分的50%以上。③通过对衰产期橡胶林进行更新改造,提高橡胶林单位面积的产出,实现全州橡胶产业提质增效。④结合竹产业的发展对现有低价值天然竹林、灌木林等进行改造,拓展竹原料林基地建设空间,为竹产业发展提供充足的原料来源。⑤对高海拔橡胶、沟谷菁边橡胶林综合改造,建成友好型胶园,逐步改善生态环境、居住条件。

3.3 低效林的界定和范围

根据项目建设的相关规定和要求,全州低效林改造项目实施布局在景洪市、勐海县和勐腊县范围内。①低效、残次或树种不适人工林,包括海拔 $\geq 1 000$ m的橡胶林、茶园和其他人工造成林失败地块;②已进入衰产期的橡胶林;③需抚育的低效中幼林;④低产天然竹林;⑤低产(效)灌木天然林及疏林地。自然保护区林地、原始天然林禁止开展低效林改造。

3.4 改造方式

2010~2013年,西双版纳州共推进低效林改造项目实施5.86万 hm^2 ,累计投资3 642.4万元,改造方式有更替、抚育、封育和更新。根据国家、省项目建设的相关规定及要求,各县市林业局按照森林资源调查结果,自然条件及林地状况等要求,参照国家林业局发布的《低效林改造技术规程》(中华人民共和国林业行业标准LY/T1690—2007)的规定制定低效林衡量标准、改造条件、方式,按照“先规划、后施工、先报批、后实施”的工程建设原则,各县市负责落实项目实施单位、农户及地点,州级负责评审《作业设计》,省级负责评审《实施方案》。

3.5 具体措施

加强组织领导,健全管理机构;加大宣传力度,营造良好社会氛围;强化培训,提高管理水平;加强检查指导力度,确保项目建设;严格资金管理,确保项目顺利实施;规范档案管理,保证项目实施痕迹

清晰。

3.6 检查验收

根据《国家森林抚育补贴试点县级实施方案编制参考提纲(试行)》、《森林抚育技术规程》(GB/T15781—2009)、《生态公益林建设技术规程》(GBT183373—2001)、《森林采伐作业规程》(LY/T1646—2005)、《低效林改造技术规程》LY/T1690—2007》、《国家林业局关于印发〈森林抚育检查验收办法〉的通知》等文件精神,对作业设计、档案管理、工程质量、资金使用等项目进行验收。

4 成效分析

4.1 效益

5.86 万 hm^2 低效林改造项目的推进,为项目实施区域的林分质量的提高、树种结构的调整、生态的改善、农村剩余劳动力的缓解,当地农民的增收致富奠定了基础,其生态效益、社会效益和经济效益已初步彰显。

4.1.1 生态效益

通过低效林改造,影响其森林生态效益发挥的主要因子为森林类型、森林结构、森林公顷蓄积等森林的质量指标,而通过低效林改造,进行了森林结构和类型的调整,改善了林木生长发育的生态环境条件,促进了林分质量的提高,增加了森林的整体效能,使森林的多种效能得到充分发挥^[4]。

4.1.2 社会效益

主要体现在:提供社会就业机会,提高生态保护意识,提高林业工作人员素质。

4.1.3 经济效益

低效林改造项目建设可使参与改造的农户、森工企业、聘用的农民从项目实施中得到直接经济收入;低效林改造项目实施后,工程区森林蓄水能力增加,水土流失减少,生态环境得以改善,抗御自然灾害能力增强;通过改善环境,促进粮食产量增加,降低自然灾害的发生等,间接地促进社区经济发展,对促进项目区社会经济的可持续发展起到积极的推动作用。

4.2 存在的问题

4.2.1 受采伐限额的限制

由于采伐限额及天保工程区采伐政策的制约,影响了低效林改造规模和实施进度。在这些地区存在着残败低效林分,需要采取抚育间伐调整林分树种结构等措施进行改造,但受到下达给当地的采伐

限额的限制,使改造工作不能顺利实施^[5]。

4.2.2 技术含量不高

低效林改造工作涉及低效林成因分析、类型划分和改造方式选择等一系列环节,尽管目前国内很多研究与实践部门在长江中上游防护林和“三北”防护林建设中对低效林改造做了许多工作,也总结出一些技术措施与经验,并在生产实践中积极推广,但在大面积的次生林区,低效林改造仍以树种更换为主,针对不同成因的低效林类型提出的针对性强的改造技术和模式还十分有限,需要进一步加强和深入提炼研究。

4.2.3 项目申报程序复杂

省级低效林改造任务下达晚,报批程序复杂,编制县级实施方案和作业设计文本工作中耗时过多,因而影响到当年的造林质量及工程进度。现有的补助经费偏低,各县市没有项目配套资金,项目实施效果难以保证。

4.2.4 管理模式单一

项目的实施前期准备、实施过程监管、实施后成效监测都有待加强。按照西双版纳州人民政府出台的《西双版纳州 2010~2020 年低效林改造实施方案》,全州计划每年实施低效林改造计划 1.47 万 hm^2 ,由于项目实施计划未纳入县市级财政预算,除州级财政每年安排 40~50 万元工作经费外,各县市财政均未安排补助资金。为保证全州低效林项目年度计划的完成,各县市工程管理部门对州级计划的实施只能采取四处寻找符合项目实施范围的地块或以封山育林的方式来确保年度计划的完成,造成项目实施难以与州、县林业产业发展规划相结合。到 2020 年,全州预计完成 16 万 hm^2 的计划任务,只起到改善和提高局部地区的生态环境和林分质量的作用,并不能真正成为林农增加收入的产业,林农收入的增加仅是项目实施年度的劳务费。

5 建议

5.1 加强政策研究

对涉及采伐林木的低效林改造,应严格实行凭证采伐制度,纳入年森林采伐限额和年度木材生产计划,并在省级下达的年森林采伐限额和年度木材生产计划中优先安排低效林改造所需要的指标,专项用于低效林改造。同时,要加强对木材生产计划指标的管理,对符合产业发展规划的低效林改造优先安排木材生产计划。禁止借机采伐正常林分的林木,禁止擅自采伐列入国家和省保护名录的树种。

更新造林是低效林改造的重要内容,要严格按批准的作业设计开展更新造林和经营管护工作,认真抓好种苗、林地清理、整地、栽植、抚育和管护等改造更新环节的质量,确保在改造采伐的第二年内完成更新造林^[6]。

5.2 不断改进技术

低效林改造需要有科学完整的技术配套,从林地质量评价、改造方式、树种配置等方面进行技术组装,还要根据不同的自然和社会地理环境,制定不同的改造经营模式^[7]。根据不同的立地条件、林分类型和经营目标,选择一些典型低效林进行改造试验和技术攻关,进而提高森林的经营技术水平,保障低效林的顺利进行。

5.3 加大资金投入

提高省级补助资金标准,州、县(市)也要将低效林改造配套资金纳入财政预算,更新、更替实行项目建设跨年度实施,或由省一次性下达5年改造任务及资金,由各州、市根据实际情况确定年度实施计划,报省厅批准。简化报批程序,项目建设年度实施方案由州、市林业局统一编制,报省厅批准。州发改委、财政局、林业局等项目管理部门组织县市政府领导及管理部门主要负责人到其他低效林改造实施较好的州市考察学习,开拓眼界、转变观念,从而进一步提高认识、加强领导。

5.4 优化管理模式

对低效林应有一套科学、实用、操作性强的改造方法和评价指标。在实施改造区域,为了达到改造

目标并巩固改造成果,必须充分重视低效林改造,如现状调查评价、改造作业设计、查验审批、施工与监理(监理反馈)、检查验收、监测与档案管理等工作流程。编制低效林的现状调查报告及改造规划设计,制定切实可行的经营改造措施,经审批后分阶段实施。加强改造期的施工管理,保证改造活动严格按设计施工,避免乱砍滥伐,杜绝以改造为名而加剧对林地的毁坏^[8],同时也要注重监测样地设置,并及时收集相关数据。

参考文献:

- [1] 周立江,李冰,曾宪芷,等. 中华人民共和国林业行业标准(LY/T1690-2007)—低效林改造技术规程[S]. 北京:国家林业局,2007.
- [2] 西双版纳傣族自治州林业局. 西双版纳傣族自治州林业志[M]. 昆明:云南民族出版社,2011.
- [3] 罗红江. 西双版纳州政府工作报告[C]//西双版纳傣族自治州第十二届人民代表大会第三次会议. 景洪,2013.
- [4] 邢伟,程丽秋. 加强森林抚育、低效林改造是恢复森林生态系统的有效途径[J]. 林业科技情报,2007(3):7.
- [5] 邓东周,张小平,鄢武先,等. 低效林改造研究综述[J]. 世界林业研究,2010(4):65-69.
- [6] 赵宗桓,李宏,木伟军. 丽江市低效林改造初探[J]. 林业调查规划,2011,36(2):142-145.
- [7] 周立江. 低效林评判与改造途径的探讨[J]. 四川林业科技,2004(1):16-21.
- [8] 王冰,骆崇云,陈敏. 低效林改造的评价标准及问题探讨[J]. 辽宁林业科技,2012(6):49-50.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.026

森林珠海发展的理论与路径探讨

徐期瑚¹, 罗勇¹, 薛春泉¹, 冯汉华¹, 余伟权²

(1. 广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520; 2. 珠海市市政园林和林业局, 广东 珠海 519000)

摘要: 森林珠海是以珠海“城、山、江、田、海、岛”的生态格局为依托, 以城市森林工程为手段, 构建以森林植被为主体的、森林和园林和谐统一的城市森林生态网络和城市森林绿化网络。文中介绍珠海森林城市建设现状与存在的问题, 以科学发展观、城市生态系统学、森林生态学和“近自然”森林群落理论作为森林珠海发展的理论基础, 对森林珠海如何发展提出具体路径; 确立五大目标, 构建三大体系, 划分三大功能区, 实施十大重点工程。

关键词: 森林城市; 理论基础; 路径选择; 珠海市

中图分类号: S731.2; F316.23 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2014)06-0124-04

Theories and Routes used in Development of Forest Zhuhai

XU Qi-hu¹, LUO Yong¹, XUE Chun-quan¹, FENG Han-hua¹, YU Wei-quan²

(1. Guangdong Institute of Forestry Inventory and Planning, Guangzhou 510520, China;
2. Zhuhai Urban Utilities and Landscaping & Forestry Bureau, Zhuhai, Guangzhou 519000, China)

Abstract: The theory of forest city was to build urban forest and garden ecological harmony networks and urban forest green network based on ecological pattern of “city, mountain, river, land, sea, islands”, and by using urban forest project as a means. This paper introduces Zhuhai forest city status and problems, put forward theoretical basis of zhuhai forest city development according to the scientific concept of development, urban ecosystem science, forest ecology systematic and “near natural” forests community theory. The specific routes of realization of Forest Zhuhai were put forward as following: establishment of five objects, composition of three systems, partition of three major functional areas and implementation of ten key projects.

Key words: forest city; theoretical basis; route choice; Zhuhai City

随着城市化进程的快速发展,城市的大气污染、土壤污染、水污染等一系列环境问题日益突出,严重制约了城市的可持续发展,人们也越来越意识到生态环境建设的重要性^[1]。城市森林是指在城市地域内以改善城市生态环境为主,促进人与自然协调,满足社会发展需求,由以树木为主体的植被及其所在的环境所构成的森林生态系统,是城市生态系统的重要组成部分,是城市中有生命的基础设施^[2]。

加强城市森林建设,不仅有助于解决城市的生态环境问题、提高人居环境质量,而且能够进一步提升城市形象与竞争力,城市森林更是城市生态文明建设的重要载体^[3]。

1 珠海城市森林建设现状与存在的问题

珠海市位于广东省珠江口的西南部,为珠江三角洲南端的一个重要城市,是我国最早实行对外开

收稿日期:2014-03-13.

基金项目:珠海市市政园林和林业局“森林珠海发展规划”项目。

作者简介:徐期瑚(1973-),男,湖北监利人,高级工程师。从事森林生态监测及林业生态规划工作。

放政策的4个经济特区之一,国土陆地面积1 693 km²。2012年,珠海林业用地面积48 676.9 hm²,森林覆盖率29.51%,建成区绿化覆盖率52.15%,绿地率49.45%,人均公园绿地面积16.12 m²。

珠海市城市森林建设存在的问题表现为:①城市森林质量不高。森林覆盖率有一定基础,但林分结构不合理。珠海森林主要树种由松树、桉树、速生相思组成,速生相思林退化严重,全市现有森林质量不高,树种结构不合理,森林群落结构简单,森林季相变化不明显、景观无特色。②森林生态功能等级偏低。外来树种多,乡土阔叶树少,乡土树种比例仅占59.6%,森林生态功能等级一、二类林比例仅为64.2%,整体生态功能等级偏低。③建成区绿地率较高,但绿地森林率不高。具体表现为草多树不够,单一的草坪所占比例较大,绿地量质不协调。④湿地资源减少,湿地退化加剧,沿海滩涂湿地片状割裂,呈孤岛状分布。⑤海岛森林以低矮灌丛和速生相思为主,覆盖度较高,但生态效益不高。

2 森林珠海的概念与内涵

森林珠海是以珠海“城、山、江、田、海、岛”的生态格局为依托,以城市森林工程为手段,以创建国家森林城市工作为推动,以宜居宜业为目标,构建以森林植被为主体的、森林和园林和谐统一的城市森林生态网络和城市森林绿化网络,打造世界一流的森林滨海城市^[4]。森林珠海建设是解决珠海现有城市生态环境问题,促进城市可持续发展的重要抓手。

森林珠海是不断满足珠海在城市发展中对宜居、低碳、生态、文明等方面需求动态发展过程中应运而生的。森林珠海是一个动态过程,是一个不断更新、不断变化发展和完善的过程。它不仅仅是简单的植树造林,更是城市林业、城市园林、城市生态和林业发展在内的综合性系统工程,是城市、森林和园林三者的完美融合体。

3 森林珠海发展的理论基础

3.1 科学发展观理论

“坚持以人为本,树立全面、协调、可持续发展的科学发展观,促进经济社会和人的全面发展”是党在新时期提出的新的发展观,科学发展是可持续发展理论的核心,是协调发展观和可持续发展观的继承和发展,更是对我国经济社会发展过程中出现的各种矛盾和问题进行深刻思考的结果。

珠海属我国社会经济发达地区,相对于经济的快速发展,其生态环境问题逐渐凸现。一些重大的环境问题,如水资源污染、噪声污染等,已经开始影响社会经济的快速稳定发展。促进区域社会经济、自然资源与生态环境的协调发展,已成为政治经济生活中的核心。科学利用林业在区域生态环境建设中的主力军地位,立足于改善珠海生态环境质量,为珠海经济发展和社会进步提供生态支撑。

3.2 城市生态系统学理论

城市生态系统学理论在城市发展中的具体体现为,既要达到城市与其赖以生存的自然系统之间的和谐,不断提高城市运行效率、追求最大效益的社会经济目标,满足城市居民本身不断提高的物质和精神需求,还要形成有利于人类自身发展的运行机制,建设公平、安全、舒适的社会环境。这就要求城市众多子系统之间保持高度协调以求城市发展的健康稳定与可持续。

珠海作为一个大尺度的生态系统,包括陆地生态系统和海洋生态系统,而陆地生态系统里又包括着森林、湿地、城市、红树林等子系统,海洋生态系统里包括岛屿、珊瑚等子系统。通过综合考虑各尺度的生态系统,重点解决当前森林质量不高、湿地资源减少、岛屿保护不力、城市生态环境问题加剧等林业生态问题,以确保区域社会经济可持续发展。

3.3 森林生态学理论

森林生态学理念强调以乔木为主的森林与周围环境的和谐共生。森林是现代城市不可或缺的有生命的基础设施,是城市解决污染、噪音、粉尘、热岛效应等问题最直接、最有效的手段。森林作为城市子系统中一个重要组成部分,是城市生态系统的主体,为实现城市生态良好、环境优美提供强有力的保障。

珠海独特的地理区位,使其呈现出丰富“城、山、江、田、海、岛”的生态景观格局,森林作为这个格局中的基底,无疑是这些景观中最美的风景线。因有森林相伴,珠海的这些生态景观更显得山翠、城绿、田秀、岛美,这些只是森林的外在作用体现,而森林所提供的生态文化弘扬、生态安全保障、生态旅游基础等其它内在的、更丰富的内涵,则是珠海城市森林的精髓所在。因此,珠海若在未来的经济社会发展道路上继续保持其生态环境的优势,那么构建其完整的森林结构和稳定的森林群落是城市规划和建设中的必由之路。

3.4 “近自然”森林群落理论

“近自然”森林群落理论强调师法自然、无为而

治。主张以乡土树种为主,采用模拟自然的技术和手法,通过人工营造与植被自然生长的完善结合,建设群落结构稳定、物种多样性丰富、生物量高、趋于稳定状态、后期遵循自然演替规律的“少人工管理型”森林景观。

珠海森林中的树种多为相思,林分组成单一,尚未发挥出最佳的森林生态效益和社会效益,更为严重的是目前大多相思林面临衰退、老化迹象,森林可持续经营的潜力不够,其生态功能的体现大打折扣。通过实施山地森林景观改造工程,通过补植套种优良乡土珍贵树种,改善森林结构,提高生态功能,逐步建设成有亚热带特色的常绿阔叶林森林群落,真正实现生态功能、森林景观和生态效益的协调统一。

4 森林珠海发展的路径选择

4.1 确定森林珠海发展目标

森林珠海发展的主要目标概括为 5 方面:①加强林带林网建设,构筑城市生态廊道;②加强森林景观改造,提高城市森林质量;③加强城市绿地建设,提高城市绿量;④加快城市森林生态旅游,繁荣特色产业;⑤传承岭南森林文化,倡导城市绿色文明。

4.2 确立森林珠海发展的三大体系

森林珠海发展的三大体系概况为:①建立以山地森林、平原防护林、城区大型林地为主,片、带、网相连接的城市生态环境保护体系,为珠海生态环境改善提供长期稳定的保障,满足珠海城市可持续发展和改善人居环境的需要。②形成以特色果品、花卉、森林旅游、观光林业等优势产业为主,多种模式相配套的城市生态产业体系,拓宽林业富民渠道,促进绿色产业的发展。③建立以城市园林、名胜古迹、古树名木、森林公园、各类纪念林等为主,人文与森林景观相结合的城市生态文化体系,增强人们的环境保护意识,传承珠海的岭南文化,实现人与自然协调发展。

4.3 划分森林珠海发展的三大功能区

从珠海市的自然生境条件、环境质量状况、生态敏感区的分布、城市化程度、社会文化需求等方面进行城市森林生态功能分区,对珠海的城市森林生态进行定位,按照生态系统的结构特点和功能要求,将珠海划分为 3 个生态功能区,即中部山地城市森林生态区、西部丘陵平原森林生态区、东部海岛森林生态区,并确定各区保护发展方向。

4.3.1 中部山地城市森林生态区

1) 范围

位于珠海市中部,主要涉及香洲区、高新区、横

琴新区,陆地面积 51 851.7 hm^2 ,占全市陆地面积的 30.6%。

2) 特点

本区域主要为山地和城市,北部、南部均有山地,中部为密集的城市区域。该区域山地比较集中,大都位于城市周边,属于城市密集区,社会经济发达,人口密度大;毗邻澳门,区位优势明显。流经本区的河流较少,主要有前山河,较大水库位于主城区北面的凤凰山水库和大镜山水库。本区工业发达,环境污染较为严重。本区森林资源相对集中,但森林质量不高,大多为老化的大叶相思林及湿地松林,原生性的植被基本被破坏,人工林面积比例大,树种单一、林分结构简单,生态功能退化、森林景观效果差,林相改造的任务较重。

3) 保护和发展方向

以治山为本,重点进行“一心两肺”、“一岸两岛”建设。“一心两肺”建设即城区中心的板樟山为“绿心”,“南肺”将军山、“北肺”凤凰山建设,主要通过林相改造,建设多功能的生态风景林,优化森林生态系统结构,增加森林涵养水源、保持水土能力,提高城市森林景观效果。“一岸两岛”建设,即从金鼎至横琴的东海岸线的沿海防护林及道路景观林带建设,淇澳岛的红树林湿地保护建设,横琴岛的城市风景林改造建设。调整城市绿地系统结构,以城市森林为主体,丰富生物多样性,突出城市森林的净化功能和美化功能,构建复合森林生态系统。

4.3.2 西部丘陵平原森林生态区

1) 范围

位于珠海市西部,主要范围为斗门区、金湾区、高栏港区,陆地面积 108 045.3 hm^2 ,占全市国土面积的 63.8%。

2) 特点

本区域地势较低,多数为平原,平原占国土面积的 76%,山地较为分散,主要分布在斗门区的黄杨山、金湾区的三灶岛、高栏港经济区的高栏列岛。区内人口密度相对较小,社会经济发展水平相对较低,但城市发展很快,是珠海城市“西拓”的重点。区内湖泊众多,水网密布,林网和水网交错,城郊型农业发展迅速,区域农业面源污染严重。区内工业发展迅速,造成环境污染特别是水环境和空气污染,酸雨危害比较突出。本区为生态敏感区集中地带,珠海大部分生态敏感区均属于本区,环境污染对生态敏感区的胁迫较大,森林资源相对较少,林相结构单

一,平原区森林防护功能和景观功能亟待加强。

3) 保护和发展方向

对现有生态敏感区进行强力保护,加强森林资源的培育和保护,加大平原绿化力度,优化平原区森林景观,充分利用森林的吸收、吸附等净化功能,逐步降低平原区的土壤污染、水污染和空气污染,以路网、林网、水网为基本骨架,实现林网化、水网化、路网化三网合一,构建平原区生态基本格局,减少台风、洪涝等自然灾害危害。加强水土流失区的综合治理,控制水土流失,加强湿地资源和历史文化景观保护,体现珠海西区的“岭南水乡”特色。将林业产业发展与生态建设相结合,大力发展苗木、花卉、名特优果品等特色经济林,加强森林景观资源配置,大力发展农家特色生态旅游。

4.3.3 东部海岛森林生态区

1) 范围

位于珠海市东部,主要为万山海洋开发试验区,海岛陆地面积 9 432.8 hm²,占全市陆地国土面积的 5.6%,海域面积 320 000 hm²。

2) 特点

全部为海岛,濒临大海,海浪、海风侵蚀严重,基岩裸露较多,区内岛屿地貌以丘陵为主,与外界物流、能流交换能力弱,具有典型的孤岛生态系统特点,生态系统抗干扰能力弱,岛屿原生性地带性植被已破坏殆尽,大部分为人工林,少量为灌木林和草丛,仅在部分岛屿的背风坡及沟谷局部保存有较少的天然阔叶林。岛屿现有树种结构单一,森林生态系统稳定性差。

3) 保护和发展方向

控制现有海岛的开发规模,尽量减少水土流失,加强海岛森林资源特别是原生性植被、保护植物等的严格保护,避免偷盗珍贵树木资源现象的发生,保护海岛生物多样性。加强岛内植被的森林景观改造建设,提高海岛的森林景观效果。发挥毗邻港澳的区位优势,打造生态旅游平台。增强岛屿国土防护能力,加强江河入海口及滩涂湿地保护,适当发展岛屿滩涂的水生植物,充分利用植物的吸收吸附、淤积过滤等功能,逐步净化近海海域。

4.4 实施森林珠海发展的十大重点工程

通过开展森林城乡工程、森林山地工程、森林平原工程、森林廊道工程、森林湿地工程、森林海岛工程、森林产业工程、森林文化工程、森林防灾工程、森林科技工程等十大森林珠海工程建设,逐步实现森林城市的目标。在城乡绿化中重点增加城市和乡村的绿量,实现城乡之间的有效绿色隔离;在山地绿化上,重点保护和改造现有森林,增强森林的生态稳定性和生物多样性,为城市提供有效的森林服务;在平原绿化上,重点进行平原片林、生态林网、绿色廊道建设,构建林网结构,建设城乡生物通道,打造农、林、水复合绿色产业;在海岛绿化上,重点进行海岛森林资源保护与开发,拓展城市生态旅游的发展空间。

5 小结

森林城市建设要避免“千城一面”,每个城市都有不同的地域特色和文化内涵,建设森林城市也要根据城市不同特点设置目标发展方向,目标发展方向与城市地域特色和文化内涵一脉相承,城市的发展需要有充分的理论探索和分析。对于珠海市来说,就是在其“城、山、江、田、海、岛”地域特色,深厚岭南文化以及“城乡一体、统筹发展”要求的基础上进行充分的理论分析,提出森林珠海城市建设途径,从而促进珠海特区城乡统筹发展,实现区域生态一体化,为珠海城市的可持续发展提供可靠的生态安全保障。

参考文献:

- [1] 王成,彭镇华,陶康华. 中国城市森林的特点及发展思考[J]. 生态学杂志,2004,23(3):88-92.
- [2] 彭镇华. 中国城市森林[M]. 北京:中国林业出版社,2003:48-57.
- [3] 李文华. 充分发挥城市森林在生态建设中的重要作用[J]. 生态文化,2008(6):11-12.
- [4] 罗勇,徐期瑚,薛春泉,等. 森林珠海发展条件分析和对策探讨[J]. 广东林业科技,2010,26(2):78-81.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.027

地方文化在安康园林城市建设中的表现

杨湘涛

(安康学院艺术系, 陕西 安康 725000)

摘要:对陕西安康地方文化中的风物传说、历史文物、民间艺术进行阐述。从雕塑与书法的结合、绘画与图文结合等方面分析了地方文化元素在安康园林城市建设中的艺术表现形式、手法等。

关键词:地方文化; 风物传说; 民间艺术; 园林城市建设; 艺术表现; 安康

中图分类号: S731.2; TU986; G0 文献标识码: B 文章编号: 1671-3168(2014)06-0128-03

Expression of Local Culture in the Construction of Garden City of Ankang

YANG Xiang-tao

(Department of Arts, Ankang University, Ankang, Shanxi 725000, China)

Abstract: This paper elaborated the colorful local culture of Ankang city, Shaanxi province from aspects of scenery legend, historical relics, and folk art. Analyzed artistic expression forms of local cultural elements in the garden city construction from the combination of sculpture and calligraphy, combination of painting and graphics and other aspects.

Key words: local culture; scenery legend; folk art; garden city construction; artistic expression; Ankang

安康位于陕西省最南部,北靠秦岭,南依巴山,一条奔腾的汉江由西向东穿境而过,滋润着秦巴山地,形成“两山夹一川”的地势,属亚热带季风性湿润气候,四季分明,造就了肥沃的河谷盆地、温和的气候、充沛的雨量。安康地处中西部结合部,位于西北、西南和关中、成渝、江汉三大经济区的交汇地段,又处陇海、黄河、长江三大经济带的融接区间,是陕西南部及周边地区的区域性、立体性交通枢纽和中心城市。特殊地域蕴含的文化,东西融汇,南北兼蓄,在数千年历史繁衍进程中,逐渐形成了多层次文化积淀^[1],造就了安康丰富多彩的地方文化,为园林建设提供了丰富的素材。

1 具有特色的安康地方文化

1.1 风物传说中折射的地方文化

安康古往今来流传着许多脍炙人口的风物传说。风物传说虽非历史事实,却包含着历史的事实碎片,诠释着历史发生发展的原因,并蕴含一定的文化意义和地方精神。作为历史记忆的表达方式,安康的风物传说是当地现实生活和心理生活在历史进程中不断出现和逐渐演化的产物的记载^[2],是对安康地方风俗、信仰、伦理、观念、愿望等方面最美妙的解释。

茶、蚕是安康代表性的物产。流传的凤凰茶传说,讲述的是凤凰姑娘(如来佛身前的一只侍鸟)和

收稿日期:2014-03-07.

基金项目:陕西省教育厅人文社科研究计划项目(12JK0329)。

作者简介:杨湘涛(1968-),女,陕西临潼人,副教授。主要从事美术教学和园林艺术研究工作。

放牛郎的爱情故事,两人最终被如来佛拆散且双双殉情,他们种植的茶树采下的茶叶,泡在碗里能直立不倒,象征凤凰姑娘宁死不屈、蔑视神威的精神。凤凰茶的传说,反映着安康人在品茶时表达着追求自由、幸福的愿望,折射出安康茶文化的兴盛及在当地民间的普及程度。

安康的茶事记载主要见于唐代陆羽《茶经》:“金州(安康古称)汉阴郡,土贡馱金、茶芽”的记载,但出土文物证明,安康在公元5世纪就有了煮茶之风,唐代至清代,安康茶叶通过水路、陆路销往大西北和楚豫地区,安康茶饮誉大西北,以牛羊肉为主要食物的西北少数民族“宁可三日无油盐,不可一日无茶叶”,这种饮食结构从客观上确保了茶叶市场的经久不衰。茶俗滋养了安康茶文化,出现了一批茶歌、茶诗、茶文、茶戏、茶舞,形成了安康文学的茶香风格,主要特征是淡雅、醇和,反映茶境中茶人的平和心态。安康茶俗的主流是贫民茶道,质朴务实,茶贯穿在日常生活里,从古至今就有种茶、饮茶习俗,以茶会友,以茶待客,以茶经贸。饮茶除了人之生理需要外,也是沟通情感,达成共识的一种情感交流方式。

蚕神讲述的是仙女云姐私下凡传授人间桑蚕业,从此人类不再忍饥挨饿,后来云姐被上天惩罚变为蚕儿终生吐丝,人们为纪念云姐为其塑像并尊称为“蚕神”,表达着人们对蚕神牺牲自我挽救众生精神的歌颂。

蚕神的故事,折射出桑蚕业、丝织业在安康悠久的历史 and 显著的作用。从文献记载上看,安康、汉中一代在远古时就有了蚕桑事业。西汉时期,安康地区栽桑养蚕蔚然成风,班固《汉书·地理志》说安康是个“不忧冻饿”的地方。隋唐时代,安康不仅蚕桑业兴盛,带动丝织业也有较大发展,襄阳孟浩然出游金州,写下脍炙人口的《登安阳城楼》诗:“楼台晓映千山郭,罗绮晴娇绿水州。向西波摇明月动,更疑神女弄珠游。”在安康石泉县前池乡谭家湾秦汉遗址中,出土了一枚汉代鎏金蚕雕塑,刻画的是蚕儿三眠以后仰头吐丝的神情,再现汉代饲蚕情景。隋唐时期蚕桑业兴盛,丝织业也有很大发展。唐玄宗主持编辑的《唐六典》和杜佑的《通典》,都有金州贡绢的记载。宋代至清朝初年,安康蚕桑事业渐入低谷,导致蚕桑技术失传。清朝中叶以后又渐现繁荣^[1],桑蚕业和丝织业成为当地颇具名声的特产。安康人民在生产实践中积累了丰富的经验,有识之士著书立说,结合本地特点编辑成蚕桑著作,对安康蚕桑优质

高产发挥了极深远的影响。

1.2 历史文物的文脉传承

历史文物是当地传统文化的重要载体,它再现了不同历史时期当地的社会状态及人民的物质、精神生活,使后人能认识历史的一个个真实片段。

安康的中渡台有新石器时期晚期遗址“虞舜陶渔河滨处”,传说舜帝曾在安康居住过,典籍记载:“瞬耕历山,历山之人皆让畔,渔雷泽,雷泽之人皆让聚;陶河滨,河滨之器皆不苦窳。一年而所居成聚,二年成邑,三年成都”。又传说鲧当年从安康出发治水,“凿龙门,疏九河,淪济漯,决汝汉,排淮泗”,是何等的气势,如今在汉水两岸还有数十处以白马或马氏为称的地名(据史料推测,白马是为鲧)。安康出土的史料——西周史密簋,谱写着祖先的辉煌。大量考古发现证明荆楚文化和巴蜀文化对安康文化影响巨大,表现在对心理人格、宗法观念、饮食文化等方面,力求人与自然合一的生存观,已成为安康人的文化传统。安康文化对秦文化的归属,在秦统一中国后已逐渐成为安康文化的主体价值观。在接受了荆楚文化、巴蜀文化和秦文化的碰撞后,安康文化形成了一种新的文化载体,成为安康文化最基本的特征^[1]。

1.3 民间艺术的源远流长

民间艺术是社会的一种无形的精神财富,蕴含着浓厚而真诚的情感,是连接人与人之间感情的纽带,体现了一个地方的文化传统,它是延续、承载民族文化的重要载体。

安康的民间艺术可谓五彩缤纷,各具特色:有流传久远的安康戏曲文化——汉调二黄,二黄戏在清代较为盛行,且流传广泛,对于中国京剧、秦腔及各省有关的地方剧种的产生与流传具有重要的历史关联。安康素有“民歌之乡”的美称,采茶有茶歌,打鱼有渔歌,砍柴有樵歌,赶山行船有号子,求亲访友有情歌小调。这些绚丽多彩民歌中包含着人民的心声,能感触到历史的风雨、时代的脉搏,是广大人民对美好生活的追求和向往,是最宝贵的精神财富。安康民间舞蹈因受到氏羌文化、巴蜀文化、荆楚文化的浸润,以及汉唐时期歌舞的影响,形成了舞蹈的多元化结构。安康至今流传下来的民间舞蹈,既有古老艺术的深厚传统,又有兼收并蓄的特征。一方水土一方情,一方山水一方艺,风韵独特的安康民间舞蹈,随着时代的变迁,正从传统走向现代,闪烁着夺目的光华。

2 安康地方文化在园林城市建设中的艺术表现

安康市在创建国家园林城市过程中,对城市空间进行了园林绿化、铺装硬地、园林小品等建设,体现出了以人为本的原则,但城市空间更应具有文化内涵和艺术感染力。要使城市个性突出、特色鲜明,就需要发掘利用当地的地方文化资源,融入城市景观建设中,形成城市独特的个性。安康这些独特的地方文化,可通过雕塑、书法、绘画等艺术表现形式在城市中体现出来,使城市的文化内涵和艺术效果都得到提升。

2.1 雕塑和书法的结合

雕塑和书法作为一种视觉符号,直观明了,艺术性强而被人们乐于接受,且能提高大众文化和审美效果,起到文化的传承和艺术升华的作用。雕塑是一种物化的艺术,它首先能够将历史流程中的一个片段抓取出来,使其定格,正因为被定格了,才能得以永久性地呈示,才能将其所含的历史文化信息持续不断地向外辐射,形成历史文化的脉动,构成城市历史文化的底蕴和活力^[3]。

安康城市景观中,书法可通过撰写在碑(石)等上面进行表现,即以碑(石)文的形式进行表现。安康城市空间的碑(石)文和雕塑在设计上二者合为一体的形式,较为实用且艺术美观,即上塑雕塑,下在雕塑基座上撰写碑文,碑文的内容是对雕塑的说明、解释。雕塑的材料可用石雕、铜雕、水泥雕、植物造型雕塑等,因内容的不同选择材料。

目前安康城市建设中,雕塑和书法艺术的数量本就不多,而反映上述地方文化的雕塑、书法,只有汉调二黄戏曲中具有代表剧目的人物、脸谱及乐器的雕塑及书法说明。而安康的茶文化、蚕桑丝织业,历史文物所反映出的历史片段,民间歌舞等内容的表现较为欠缺。

建议在广场、公园等人群较密集的地方设置雕塑和碑(石)书法表现形式,内容为上述的地方文化图景。安康的茶事、茶文化的雕塑内容可通过凤凰姑娘和放牛郎的人物形象来表达当时的自然与社会生活——茶与人们的生活息息相关,好茶具有超凡脱俗的好品格,表达安康茶种植历史悠久且茶文化内涵丰富。通过碑文书法,表达出安康茶数千年来,经过劳动人民的不断探索、实践、总结,如今已形成一套完整严密的茶加工工艺。通过对茶的种植、生产、加工、运输、销售、消费等一系列活动,创造了博

大精深的茶文化,内容涉及到人们的生产方式、生活习惯、思想观念、文化艺术等各方面,成为安康文化的一个不可缺少的组成部分,且有品牌茶叶推广至国内外。

桑蚕业的盛衰、传说故事通过碑(石)书法加以说明,雕塑则通过云姐的形象,表达人们在从事蚕桑业的过程中寓情于物、寄托情感、对自然的尊崇和爱护之情,以及桑蚕业和纺织业对人类的贡献。

2.2 绘画的图文结合

视觉符号在人类社会出现之后,它的功能和形态就不断地分化并且专业化,绘画便是其中分化出的最重要的一种。绘画作为记载,传播着人类生存的体验和经验,一方面可帮助人们认识和发现未知的东西,另一方面引领着人们审美品质的不断提高^[4]。

在园林景观中,绘画作为一种园林表现手法,同样有着其它手法不可替代的作用,绘画中文与图的融合,是文学与绘画的完美统一,也是内容与形式的完美统一,文为图之基础,图为文之补充,二者相辅相成。安康丰富的地方文化内容可通过绘画的图文结合形式表现在景墙、建筑墙壁等处,绘画的形式可为连环画,内容重于叙述某一故事,着力塑造人物性格,从而表现地方文化特色。文字可集中一处表现,也可每段文字提供一个画面,使定格了的文物还原成历史文化图景,使风物传说还原出对自然、社会生活的真实性和可信性。汉调二黄戏曲,可通过代表曲目中人物的脸谱或人物形象的绘制进行表现。安康民歌,可通过富有感染力的民歌如《乖姐歌》中的多情少年和羞涩少女的形象进行绘制,图文即为歌词,来说明安康无处不飞歌的歌乡形象。舞蹈则可通过具有代表性的《小场子》、《推小车》等舞蹈套路为模型进行绘制,体现安康民间舞蹈多姿多彩的独特风韵。这些内容通过绘画形式的表现,都能充分反映安康地方文化特色,表达景观的意境,使园林的构成要素富于思想内涵和景观厚度^[5],且能逐步形成剧种、民歌等文化突出安康的旅游形象和新的旅游品牌,对安康地方文化的宣传更直接、更生动、更容易被接受,更具衍生气。

3 结语

人们常常用山水诗、山水画寄情山水,表达追求超脱、与自然协调共生的思想和意境,现代城市园林中通过雕塑、碑(石)文、书法、绘画等形式表达景观

(下转第 139 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.028

新疆华电达坂城风区 300MW 风电工程水土保持措施探讨

房媛,李应罡

(新疆电力设计院,新疆 乌鲁木齐 830001)

摘要: 风力发电建设工程近年来在新疆突飞猛进,而风电场建设过程中不可避免地给当地土壤和植被带来一定程度的破坏,人为地加剧了水土流失。文章以新疆华电达坂城风区 300 MW 风电工程为例,结合风电工程特点和项目区具体特点,分块分区设置防治措施,在 3 个区域采用水土保持工程措施、植物措施与临时措施相结合,有效地防治了项目区水土流失的发生。

关键词: 风电场;水土流失;水土保持措施;新疆达坂城

中图分类号:S774 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0131-05

Discussion of Soil and Water Conservation Measures for The 300MW Wind Power Project in Xinjiang Huadian Dabancheng Wind Zone

FANG Yuan, LI Ying-gang

(Institute of Xinjiang Electric Power Design, Urumqi, Xinjiang 830001, China)

Abstract: The development of wind power in Xinjiang has been advanced rapidly in recent years, but the wind electric field construction process will inevitably bring the damage to the local soil and vegetation, and artificially exacerbated soil erosion. In this paper, taking the 300MW wind power project in the wind zone of Xinjiang Huadian Dabancheng as an example, combined with the specific features of the project area and characteristics of wind power projects, settings control measures by block partition. Through the combination of soil and water conservation measures, plant measures and interim measures working in the three block areas, the soil and water erosion could be controlled effectively.

Key words: wind electric field; soil and water erosion; soil and water conservation measures; Xinjiang Dabancheng

风能作为一种清洁可再生的绿色能源,在众多新能源中愈来愈受到重视。新疆是我国风能资源较丰富的地区,开发建设风电符合可再生能源发展规划和能源产业发展方向。据统计,新疆全区风能资源总量为 9.57×10^8 kW,理论估算全年可提供发电量约 $27\ 673 \times 10^8$ kW/h,约占全国风能资源总储量的 20.8%,位居全国第二位。可开发利用的风区总面积约 15 万 km²,可装机容量总计在 8 000 万 kW

以上,陆上风能资源占全国总量近四成。由此可见,与其他发电技术相比,风力发电的优势显而易见^[1~3]。

近年来,新疆 9 大风区风力发电工程建设全面铺开,风电场建设过程中会对建设区域内的土壤及植被造成一定程度破坏,加剧了项目区的水土流失,加之达坂城分区地处戈壁荒漠地带,属生态环境脆弱区,地表组成及土壤结构一旦遭破坏,恢复治理的

收稿日期:2014-02-25.

作者简介:房媛(1985-),女,新疆乌鲁木齐人,助理工程师,硕士。从事水土保持及环境影响评价等方面的研究工作。

难度极大^[4-5]。目前,针对新疆大风区大规模风电开发建设水土保持措施配置以及对项目区周边生态环境影响方面的研究还较少。本研究以新疆华电达坂城风区 300 MW 风电工程为例,结合工程实际和项目区自然环境特点等因素,对风电场建设过程中的水土流失特点进行分析,不同区域配置水土保持措施,将工程措施、植物措施与临时措施等有机结合以适应不同区块自然地貌特点,力求形成水土流失综合防治体系,达到有效防治水土流失的目的。

1 工程概况

新疆华电苇湖梁电厂达坂城风区 300 MW 风电项目位于乌鲁木齐市达坂城风区风电规划区的 D 区,西起天山野生动物园,东至大连湖居民区,分为西区风场、中区风场及东区风场,总装机容量 300 MW,年上网电量为 78 026.0 万 kW·h,年利用小时为 2 600 h。

西区风场西北距乌鲁木齐市约 30 km,南侧距连霍高速和 312 国道约 3 km。中区风场位于西区风场西侧约 25 km 处。东区风场位于中区风场东侧约 6 km,东侧距离西沟乡约 9 km。

项目区地处博格达西南麓与依连哈比尔尕山东端之间的柴窝堡盆地,微地貌单元为山前冲洪积扇中部,占地为戈壁荒漠,地形平坦开阔。项目区年均温 6.9℃;年均气压 914.2 hPa;年均相对湿度 51%;年均降水量 76.7 mm,降水主要分布在 6~9 月份;年均风速 6.1 m/s,年均大风日数 148 d,大风天气主要集中在 12 月~翌年 6 月;最大冻土层深度 162 cm。项目区由于长期受风蚀作用影响,土壤中砾石含量较高,地表细颗粒土保留较少,基本为砾幕覆盖,加之当地降水稀少,3 个分区风电场区域地表覆盖差异较大,主要生长有梭梭、白鸡锦鸡儿、白刺等荒漠植被,西区植被覆盖度约 10%左右;中区区域内植被最少,覆盖度约 1%;东区场址区域内植被覆盖较少,覆盖度约 5%。

工程建设内容包括新建 200 台单机容量为 1 500 kW 的风力发电机组及配套箱式变压器、集电线路、风电场内道路工程、升压(开关)站以及施工、生产生活区等。其中西区新建 67 套风机及箱式变压器,风机出口电压经箱式变压器升压至 35 kV 后汇至新建的 110 kV 升压站,二次升压后接至祁家沟 220 kV 变电站送出;中区新建 33 套风机及箱式变压器,风机出口电压经箱式变压器升压至 35 kV 后汇至新建的 1 座 35 kV 开关站,最终接入大连湖 220

kV 汇集站;东区新建 100 套风机及箱式变压器,风机出口电压经箱式变压器升压至 35 kV 后汇至新建的 1 座 110 kV 升压站,二次升压后将接至西沟 220 kV 汇集站送出。

2 百万千瓦级风电场项目建设中的水土流失特点

风力发电场选址的首要条件是丰富的风能资源,建设大型风电场的一般条件为:年均风速必须在 5 m/s 以上,30 m 高处的有效风力时数在 6 000 h 以上,有效风能密度在 240 W/m² 以上。达坂城风区风能资源较丰富,项目区干旱少雨、植被稀少,常年多大风;区域土壤侵蚀类型主要为风力侵蚀。项目区原地貌生态比较稳定,项目建设过程中,风机基础开挖、施工道路修筑、吊装场地平整及临时堆土等一系列施工活动作用下,地表植被、表层结皮或砾幕遭到施工破坏后,导致地表裸露,细颗粒土壤在大风作用下极易发生扬尘现象,加剧了风电场区域水土流失的发生。

2.1 基础开挖

基础开挖包括风机基础、箱变基础、电力电缆沟等的开挖和土方回填。在风机及箱变基础开挖前需要对表层的砾石或是熟土进行剥离及清理,以及施工结束后表层砾石和表土的回覆及平整等一系列的施工活动不可避免地会扰动地表、破坏植被,造成新的水土流失。

2.2 道路施工

风电场区内新建进场道路、施工及检修道路的修筑,扰动的土方量较大,是水土流失的重点部位,因此要加强施工期临时措施的布设,以减少新增水土流失。

2.3 施工临时设施

施工临时设施包括临时办公室及宿舍、综合加工厂、材料设备仓库、砂石堆场、拌合站、材料钢筋加工厂等场所。施工临时设施的建立会扰动地表引起新的水土流失,若对施工材料堆放场地的地表保护不到位,生产、生活垃圾和污水随意倾倒都会对项目区及周边环境造成新的破坏和污染。

3 水土流失防治分区及水土保持措施配置

3.1 水土流失防治分区

根据风电场项目的水土流失特点,结合项目分块分区布置的特点,工程水土流失防治分区首先按

照项目区域地貌特征分成 1 个一级分区,在一级分区的基础上,根据项目功能区划、工程施工规划布置及区域水土流失现状等情况进行二级划分,本项目分为风机场防治区、道路工程防治区、升压站防治

区、施工生产生活防治区 4 个二级分区。工程建设共占地 126.31 hm²,其中永久占地 53.35 hm²,临时占地 72.96 hm²(表 1)。

表 1 工程防治分区及占地面积
Tab. 1 Prevention partition and area of project

地形地貌	防治分区	数量	边界范围	工程占地/hm ²			
				合计	永久	临时	
山前冲洪积扇	西区	风机及箱变基础	67 套	D=17.5 m/3.85×2.74 m	1.68	1.68	
		电力电缆沟	3350 m	宽 3 m	1.00		1.00
		施工吊装场	67 处	(40 m×40 m)/处	10.72		10.72
		集电线路	121 基	38 m ² /基	0.46	0.46	
	中区	风机及箱变基础	33 套	D=17.5 m/3.85×2.74 m	0.82	0.82	
		电力电缆沟	1650 m	宽 3 m	0.50		0.50
		施工吊装场	33 处	(40 m×40 m)/处	5.28		5.28
		集电线路	72 基	38 m ² /基	0.27	0.27	
	东区	风机及箱变基础	100 套	D=17.5 m/3.85×2.74 m	2.51	2.51	
		电力电缆沟	5000 m	宽 3 m	1.50		1.50
		施工吊装场	100 处	(40 m×40 m)/处	16.00		16.00
		集电线路	253 基	38 m ² /基	0.96	0.96	
		小计		20.97	3.47	17.50	
道路工程防治区	西区	进场道路	5 km	宽 4 m	2.00	2.00	
		施工及检修道路	22.5 km	宽 10 m	22.50	11.25	11.25
	中区	进场道路	13 km	宽 4 m	5.20	5.20	
		施工及检修道路	14.2 km	宽 10 m	14.20	7.10	7.10
	东区	进场道路	3 km	宽 4 m	1.20	1.20	
		施工及检修道路	33.3 km	宽 10 m	33.30	16.65	16.65
		小计		78.40	43.40	35.00	
升压站防治区	西区	110 kV 升压站	1 座	135 m×80 m	1.10	1.10	
	中区	35 kV 开关站	1 座	114 m×84 m	0.96	0.96	
	东区	110 kV 升压站	1 座	125 m×95 m	1.19	1.19	
		小计			3.25	3.25	
施工生产生活防治区	西区	施工生产生活区	1 处	实际征地	0.90		0.90
	中区	施工生产生活区	1 处	实际征地	0.40		0.40
	东区	施工生产生活区	1 处	实际征地	1.66		1.66
		小计			2.96		2.96
合计				126.31	53.35	72.96	

3.2 水土保持措施典型设计

根据水土流失防治分区和工程施工建设活动引发水土流失的特点和造成危害的程度,采取有效的

水土流失防治措施,把水土保持工程措施、永久措施和临时性措施有机地结合起来,合理确定水土保持措施的总体布局,以形成完整、科学的水土保持防治

体系。

根据工程特点及各分区水土流失治理难易程度,在各防治分区内布置了合理的防护措施,以控制和减少施工扰动造成的水土流失,防治措施总体布局见表 2。

表 2 工程防治措施总体布局

Tab. 2 Layout of conservation measures of the project

防治分区	措施类型	水保措施	措施位置	
风机场防治区	西区	工程措施	表层砾石剥离	风机及箱变基础、电力电缆沟
			砾石回覆压盖	风机及箱变基础、电力电缆沟
		植物措施	土地平整	风机及箱变基础、电力电缆沟、集电线路、吊装场地
			撒播草籽	电力电缆沟、吊装场地
		临时措施	彩条旗围护	吊装场地
			洒水	风机及箱变基础、电力电缆沟、集电线路、吊装场地
	中区	工程措施	表层砾石剥离	风机及箱变基础、电力电缆沟
			砾石回覆压盖	风机及箱变基础、电力电缆沟
			土地平整	风机及箱变基础、电力电缆沟、集电线路、吊装场地
		临时措施	彩条旗围护	吊装场地
			洒水	风机及箱变基础、电力电缆沟、集电线路、吊装场地
			洒水	风机及箱变基础、电力电缆沟、集电线路、吊装场地
东区	工程措施	表层砾石剥离	风机及箱变基础、电力电缆沟	
		砾石回覆压盖	风机及箱变基础、电力电缆沟	
	临时措施	土地平整	风机及箱变基础、电力电缆沟、集电线路、吊装场地	
		洒水	风机及箱变基础、电力电缆沟、集电线路、吊装场地	
道路工程防治区	工程措施	砾石压盖	进场道路、施工及检修道路	
		土地平整	施工及检修道路	
	临时措施	彩条旗围护	进场道路、施工及检修道路	

续表

防治分区	措施类型	水保措施	措施位置		
升压站防治区	工程措施	洒水	进场道路、施工及检修道路		
		砾石压盖	升压站道路区、屋外配电装置区非硬化场地		
		土地平整	升压站区		
		植物措施	种植灌木、撒播草籽	站区围墙内侧	
	临时措施	编织袋装土挡护	基础开挖临时堆土区		
		彩条布苫盖+编织袋装土压盖	基础开挖临时堆土区		
	施工生产生活防治区	西区	工程措施	砾石压盖	施工生产区的材料堆放场地
			植物措施	土地平整	施工生产生活区
		中区	工程措施	撒播草籽	施工生产生活区
			临时措施	洒水	施工生产生活区
东区		工程措施	砾石压盖	施工生产区的材料堆放场地	
		临时措施	洒水	施工生产生活区	

3.2.1 工程措施

1) 表层砾石剥离与砾石回覆压盖

工程场址范围内地表层基本为砾石所覆盖,根据项目所在区域同类风电工程治理经验,基础回填后,表面覆盖砾石能起到较好的水土保持作用。因此,在西区、中区和东区的风机及箱变基础、电力电缆沟开挖前对开挖区域表层砾石进行剥离,剥离厚度按 6 cm 计算。

2) 砾石压盖

为了有效地控制施工过程中的水土流失,在施工前对施工及检修道路、施工生产区的材料堆场铺设砾石进行压盖,压盖厚度为 6 cm,通过砾石压盖措施可以减少施工期水土流失,保护被扰动的裸露地表;同时,对进场道路和升压站区站内道路采取永久与临时结合的防护措施,在施工前对路面进行砾石压盖,施工结束后采取硬化处理;施工结束后,对屋外配电装置区非硬化场地也采取砾石压盖措施,可以较好地防止施工及运行期的水土流失。

3) 土地平整

为了有效恢复原地貌,避免风机及箱变基础、电

力电缆沟开挖回填等施工场地产生大面积的水土流失,在西区、中区和东区的风机场区、道路工程区、升压站区及施工生产生活区施工结束后采取土地平整措施,恢复原迹地表。

3.2.2 植物措施

风电场位于山前冲洪积扇中部,地形较平坦开阔,地貌单一。项目区属于大陆性温带干旱气候,据达坂城气象站多年的气象数据统计,该地区年均温为6.9℃,年均降水量为76.7 mm;平均蒸发量为2 491.9 mm,蒸发量远远大于降水量,不利于植被生长。项目区常年多大风,年均风速6.1 m/s,最大风速39 m/s。项目区土壤类型为灰漠土,土壤中砾石含量较高,细土物质少,土壤贫瘠,水分条件差,不利于植被生长。3个分区风电场区域内主要生长有梭梭、白鸡锦鸡儿、白刺等荒漠植被,但由于西区地下水位较高,有利于植被根茎生长,西区地表植被覆盖度约10%左右,中区和东区地下水位相对较低,中区区域内植被最少,覆盖度在5%以下;东区场址区域内植被覆盖较少,覆盖度在5%左右。

因此,施工结束后在西区风机场区的电力电缆沟、吊装场地和施工生产生活区扰动地表区域撒播适生草籽花柴进行植被恢复;在西区、中区、东区3个升压站区撒播美化草籽花柴、栽植适生灌木白鸡锦鸡儿进行绿化美化。

3.2.3 临时措施

1) 编织袋装土挡护

根据工程土建施工特点,主要建(构)筑物的基础开挖时,有一定的临时挖方不能及时回填,在3个升压站区预留空地区设置3个临时堆土场,堆置面积设为10×10 m²,堆置高度为2 m,边坡为1:1。在临时堆土场边界设置装土编织袋围堰进行拦挡。编织袋挡护高度为0.5 m,宽0.5 m。在临时堆土场边界设置编织袋装土挡护措施,可防止由于堆土自由滑落增大地表扰动的面积,减少水土流失。

2) 彩条布苫盖并以编织袋装土压盖

考虑到临时堆土表面仍然是引发水土流失的重点区域,为防止大风天气下由于临时堆土表面松散而导致表土被风吹散,对临时堆土在采取编织袋挡护的基础上,在表面采用彩条布进行苫盖,并以编织袋装土进行压盖。

3) 彩条旗围护

为严格控制施工扰动面积,防止施工车辆脱离施工道路,造成大面积的地表扰动,在风机施工吊装期间对3个分区的吊装场周边布设彩条旗进行围护,在各分区进场道路、施工及检修道路两侧布设彩条旗进行围护。

4) 洒水

洒水作为一项经济、实效又便于实施的措施,在新疆风电场建设中已被广泛运用。本工程在西、中、东3个分区风机场区开挖堆土、表层剥离土方等临时堆土堆放期间,在堆土表面和施工扰动区域及时洒水拍实以减少工程建设期间的水土流失量;土方回填压实后,对扰动区域表层进行洒水,促进结皮;在道路工程区施工过程中及时洒水降尘,减少修筑期间扰动面受风力侵蚀而四处扬尘;施工结束后,施工生产生活区经过清理平整后,为了尽快恢复原有地貌,降低水土流失,在该区域进行洒水,以措施促进地表结皮。

4 结论

根据风电场工程建设和生产特点,可确定建设施工期间水土流失重点为风机场区基础开挖作业面、施工及检修道路、施工生产生活区开挖作业面等,植被恢复期水土流失的防治重点为3个分区的升压站区和西区电力电缆沟、吊装场地等植被未完全发挥功能的区域。水土流失类型是风力侵蚀^[6,7]。新疆华电苇湖梁电厂达坂城风区300 MW风电项目,以工程措施为主,辅以一定的植物措施和临时措施,到设计水平年可实现扰动土地整治率为96%,水土流失总治理度为95%,土壤流失控制比1.0,拦渣率98%,林草植被恢复率和林草覆盖率不作要求,可达到按照《开发建设项目水土流失防治标准》(GB/50434-2008)建设类项目一级防治标准所确定的6项水土流失防治目标。

参考文献:

- [1] 胥文博,王宏燕. 风电场项目建设水土流失控制与措施分析[J]. 黑龙江水利科技,2013(7):225-226.
- [2] 彭艳平,杨磊. 浅谈新疆风电场水土保持措施配置——以新疆华电小草湖风电场二期一期工程为例[J]. 新疆环境保护,2009,31(2):30-33.
- [3] 张新友. 新疆开发利用风能资源的思考[J]. 实事求是,2011(3):62-64.
- [4] 叶鹏武. 酒泉千万千瓦级风电场工程项目水土保持措施配置探讨[J]. 农业科技与信息,2010(7):52-53.
- [5] 余新艳. 新疆风电工程水土流失防治措施初探——以华电新疆哈密淖毛湖风电场一期一期工程为例[J]. 新疆水利,2011(6):25-27.
- [6] 杨丹青,张峰,武文一. 风电场工程项目水土保持措施配置研究[J]. 水土保持通报,2008(4):116-120.
- [7] 冯永宽. 风电场水土保持工程治理成效分析[J]. 陕西水利,2012(5):101-102.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.029

生根粉对几种笋用竹埋秆育苗成活的影响试验

李顺云¹, 王亚丽²

(1. 潞西市林业局, 云南 芒市 678400; 2. 云南林业职业技术学院, 云南 昆明 650224)

摘要:笋用竹深受各族群众的喜爱,但传统母竹挖笋方式繁殖在生产上受到一定的限制。对勃氏甜竹、緬龙竹和野龙竹 3 种竹子的 1 a 生、2 a 生、3 a 生、4 a 生竹节灌注生根粉进行埋秆育苗试验。结果表明,灌注生根粉对野龙竹的效果最明显,萌节比均值可达 49.20%;其次是緬龙竹,萌节比均值可达 43.21%;勃氏甜竹相对最不敏感,萌节比均值仅为 38.47%;灌注生根粉对 2 a 生和 3 a 生的竹节效果最显著,萌节比均值可达 55.96%~58.44%,1 a 生和 4 a 生的萌节比均值为 25.27%~34.83%,由此得出,緬龙竹和野龙竹的埋秆育苗可采用灌注生根粉的方法进行。

关键词:生根粉;笋用竹;埋秆育苗;明根节;明节比

中图分类号:S795;S723.132.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0136-04

Effect of Rooting Powder on Survival Rate of Seedling Planted with Culm of Several Shoot-producing Bamboo Species

LI Shun-yun¹, WANG Ya-li²

(1. Luxi Municipal Forestry Bureau, Mangshi, Yunnan 678400, China;

2. Yunn Forestry Vocational Technological College, Kunming 650224, China)

Abstract: Shoot-producing bamboos are deeply loved by masses of every nationality. However, the production is limited by the traditional method of propagation with planted root ball. This paper, by the test of seedling with planted culm of 3 species of bamboos; *Dendrocalamus brandisii*, *Dendrocalamus birmanicus*, *Dendrocalamus semiscandens*, perfusing rooting powder into bamboo knots of one-year-old, two-year-old, three-year-old, and four-year-old bamboos. Results shows that the effect of rooting powder perfusion on *Dendrocalamus semiscandens* is the most obvious, average germination is up to 49.20%; less obvious is *Dendrocalamus birmanicus*, average germination is up to 43.21%; and comparatively the most insensitive is *Dendrocalamus brandisii*, average germination is only 38.47%; the effect on bamboo knots of two-year-old and three-year-old bamboos is the most obvious, average germination 55.96%~58.44%; while average germination of one-year-old and four-year-old bamboos 25.27%~34.83%. It can be concluded that the method of rooting powder perfusion can be adopted for seedling planted with culm of *Dendrocalamus birmanicus* and *Dendrocalamus semiscandens*.

Key words: rooting powder, shoot-producing bamboo, seedling planted with culm; bamboo knots; germination rate

收稿日期:2014-01-23.

作者简介:李顺云(1973-),云南芒市人,工程师。主要从事森林培育工作。

通信作者:王亚丽,教授。主要从事森林培育的教学与科研工作。

竹林资源的培育和开发利用是云南省建设绿色经济强省,调整农村产业结构,带领群众脱贫致富的一项重要任务,也是加强生态环境建设,实施可持续发展战略,壮大林业产业的重大举措^[1-2]。潞西市优越的生态环境和得天独厚的自然条件,孕育了潞西市丰富的竹种资源,境内有许多优良的笋用竹种,如牡竹属的勃氏甜竹、龙竹、野龙竹、缅甸竹等,这些笋用竹具有生长快、周期短的特点,3~5年即可开始采笋利用,而且一次造林可连年收获,竹笋味美可口,经济价值高,营养丰富,含有多种人体必需的氨基酸和微量元素,深受群众的喜爱^[3-4]。但由于潞西市传统的母竹挖笋种植方式,种源利用率低,不利于建立大规模笋用竹林基地,从而制约了潞西市笋产业的发展。本文采用节内灌注生根粉的埋秆育苗试验,探索利用无性繁殖的规模化生产技术,为潞西市笋用竹的产业化生产提供参考。

1 试验地概况

潞西市地处云南省西南部,地理坐标为北纬24°05'~24°39',东经98°01'~98°44',属南亚热带季风气候,夏长冬短,无严寒酷热。热量丰富,日照长,干湿季分明,雨量充沛,雨季集中在5~10月。冬季多雾,无霜期300 d,四季不明显,春温高、夏季长,秋多雨,冬季短,雨热同期,干冷同季,年温差小,日温差大。境内土壤主要为地带性赤红壤,土层较厚,均具中等肥力。为验证试验结果的一致性,本试验在该市设2处试验地:轩岗和勐戛仙佛洞。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

1) 勃氏甜竹 *Dendrocalamu brandisii*, 别名甜龙竹、甜竹,傣语:埋弯,主产云南西部至南部,分布海拔为380~1 900 m,经济价值较其他竹种高,是最有发展前途的优质笋材竹。

2) 缅甸竹 *Dendrocalamus birmanicus*, 傣语:埋伞,景颇语:卖伞,分布于德宏州各县市,分布海拔为800~1 000 m,生于低山坝区,乔木状竹类。

3) 野龙竹 *Dendrocalamus semiscandens*, 傣语:埋货冷,景颇语:约所凹,分布于海拔900~1 300 m的山地、沟谷两侧。

2.2 试验方法

试验于育苗季节,在早春(1~2月)竹液刚开始流动时。

按随机区组设计大田试验。分别选取勃氏甜竹、缅甸竹、野龙竹3种竹子的1 a生、2 a生、3 a生、4 a生竹节为试验材料。竹节用利刀或锯按单节段(保留一个带分枝的完整节,断点取节间中部)截断,在截开的两端填入含1/1 000的生根粉Ⅱ号的湿泥沙,分枝向上,按行距30~35 cm,株距15 cm的规格埋秆于施有机肥、质地疏松、耕作良好的苗床上,覆土厚度3 cm左右,覆土后稍压实,盖1层薄干草并浇水。

一周后枝芽或节芽萌大逐渐展叶,约40~60 d开始生根,在此期间要防止烈日过分蒸晒和土壤过分干燥。竹苗生根后,每隔半月施薄肥水1次,或每丛施复合肥5~10 g,雨季开始后要注意适时拔除杂草,防治害虫、松土、修剪弱苗等管理工作。

3 结果与分析

3.1 灌注生根粉对1 a生竹节成活的影响

试验结果表明,对于1 a生的竹节繁殖材料,灌注生根粉对勃氏甜竹、缅甸竹和野龙竹成活的效果有显著差异($p < 0.05$),其中,对野龙竹的效果最显著,萌根节数量平均达167.5节,萌节比达33.5%;其次是缅甸竹,萌根节数量平均达77节,萌节比达15.4%;而勃氏甜竹相对较差,萌根节数量平均仅为44.5节,萌节比为8.9%(表1)。

表1 灌注生根粉对1 a生竹节成活数量调查

Tab. 1 Effects of perfusion ABT on survived joint number of 1a bamboo

竹子种类	试验地点	根数 /根	竹节数 /节	萌根 节数 /节	死亡节 /节	萌节比 /%	死亡 节比 /%
勃氏甜竹	轩岗	25	500	51	449	10.2	89.8
	勐戛仙佛洞	25	500	38	462	7.6	92.4
	平均值	25	500	44.5c	455.5	8.9	91.1
缅甸竹	轩岗	50	500	83	417	16.6	83.4
	勐戛仙佛洞	50	500	71	429	14.2	85.8
	平均值	50	500	77b	423	15.4	84.6
野龙竹	轩岗	50	500	183	317	36.6	63.4
	勐戛仙佛洞	50	500	152	348	30.4	69.6
	平均值	50	500	167.5a	332.5	33.5	66.5

3.2 灌注生根粉对2 a生竹节成活的影响

试验结果表明,对于2 a生的竹节繁殖材料,灌

注生根粉对勃氏甜竹和缅龙竹成活的效果相差不大,差异不显著($p>0.05$),而与野龙竹成活相比有显著差异($p<0.05$)。其中,勃氏甜竹和缅龙竹萌根节数量相对较大,平均分别达 367.5 节和 368.5 节,萌节比分别达 73.5% 和 73.7%;而野龙竹相对较小,萌根节数量平均仅为 353 节,萌节比为 70.6% (表 2)。

表 2 灌注生根粉对 2 a 生竹节成活数量调查

Tab. 2 Effects of perfusion ABT on survived joint number of 2a bamboo

竹子种类	试验地点	根数 /根	竹节数 /节	萌根节数 /节	死亡节 /节	萌节比 /%	死亡节比 /%
勃氏甜竹	轩岗	25	500	385	115	77.0	23.0
	勐戛仙佛洞	25	500	350	150	70.0	30.0
	平均值	25	500	367.5a	132.5	73.5	26.5
缅龙竹	轩岗	50	500	362	138	72.4	27.6
	勐戛仙佛洞	50	500	375	125	75.0	25.0
	平均值	50	500	368.5a	131.5	73.7	26.3
野龙竹	轩岗	50	500	382	118	76.4	23.6
	勐戛仙佛洞	50	500	324	176	64.8	35.2
	平均值	50	500	353b	147	70.6	29.4

3.3 灌注生根粉对 3 a 生竹节成活的影响

试验结果表明,对于 3 a 生的竹节繁殖材料,灌注生根粉对缅龙竹和野龙竹成活的效果相差不大,差异不显著($p>0.05$),而与勃氏甜竹成活相比有显著差异($p<0.05$)。其中,缅龙竹和野龙竹萌根节数量相对较大,平均分别达到 367 节和 360 节,萌节比分别达 73.4% 和 72%;而勃氏甜竹相对较小,萌根节数量平均仅为 301 节,萌节比为 60.2% (表 3)。

3.4 灌注生根粉对 4 a 生竹节成活的影响

试验结果表明,对于 4 a 生的竹节繁殖材料,灌注生根粉对勃氏甜竹、缅龙竹和野龙竹成活的效果有显著的差异($p<0.05$),其中,对野龙竹的效果最显著,萌根节数量平均达 260.5 节,萌节比达 52.1%;其次是缅龙竹,萌根节数量平均达 137.5 节,萌节比达 27.5%;而勃氏甜竹相对较差,萌根节数量平均仅为 100.5 节,萌节比为 14% (表 4)。

3.5 灌注生根粉对不同种类竹节和不同年龄竹节成活的影响

通过对 3 种类竹节和 4 种不同年龄竹节成活(以萌节比为依据)的双因素分析表明(表 5),灌注

表 3 灌注生根粉对 3 a 生竹节成活数量调查

Tab. 3 Effects of perfusion ABT on survived joint number of 3a bamboo

竹子种类	试验地点	根数 /根	竹节数 /节	萌根节数 /节	死亡节 /节	萌节比 /%	死亡节比 /%
勃氏甜竹	轩岗	25	500	277	123	55.4	24.6
	勐戛仙佛洞	25	500	325	175	65.0	35.0
	平均值	25	500	301b	149	60.2	29.8
缅龙竹	轩岗	50	500	371	129	74.2	25.8
	勐戛仙佛洞	50	500	363	137	72.6	27.4
	平均值	50	500	367a	133	73.4	26.6
野龙竹	轩岗	50	500	377	123	75.4	24.6
	勐戛仙佛洞	50	500	343	157	68.6	31.4
	平均值	50	500	360a	140	72.0	28.0

表 4 灌注生根粉对 4 a 生竹节成活数量调查

Tab. 4 Effects of perfusion ABT on survived joint number of 4a bamboo

竹子种类	试验地点	根数 /根	竹节数 /节	萌根节数 /节	死亡节 /节	萌节比 /%	死亡节比 /%
勃氏甜竹	轩岗	25	500	131	369	26.2	73.8
	勐戛仙佛洞	25	500	70	430	14.0	86.0
	平均值	25	500	100.5c	399.5	20.1	79.9
缅龙竹	轩岗	50	500	160	340	32.0	68.0
	勐戛仙佛洞	50	500	115	385	23.0	77.0
	平均值	50	500	137.5b	362.5	27.5	72.5
野龙竹	轩岗	50	500	235	265	47.0	53.0
	勐戛仙佛洞	50	500	286	214	57.2	42.8
	平均值	50	500	260.5a	239.5	52.1	47.9

表 5 灌注生根粉对 3 种不同类竹节和 4 种不同年龄竹节成活的双因素分析

Tab. 5 two-factor analysis of perfusion ABT on survived bamboo joints of three different bamboo types and four different ages bamboo types

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平
竹节种类	230.9915	2	115.4957	3.716	0.0891
处理 2 间	2357.907	3	785.9688	25.285	0.0008
误差	186.5057	6	31.0843		
总变异	2775.404	11			

生根粉后,与3种不同竹节相比(表6),勃氏甜竹和野龙竹在1%极显著水平下差异显著($p < 0.1$),其萌节比均值分别为49.20%和38.47%;而与缅龙竹差异不显著($p > 0.1$),其萌节比均值为43.21%。

表6 灌注生根粉对3种不同竹节成活的多重比较

Tab. 6 Multiple comparisons of perfusion ABT on survived joints of three different bamboo types

竹节种类	均值	5%显著水平	1%极显著水平
野龙竹	49.1966	a	A
缅龙竹	43.20831	a	AB
勃氏甜竹	38.47412	a	B

表7 灌注生根粉对4种不同年龄竹节成活的多重比较

Tab. 7 Multiple comparisons of perfusion ABT on survived joints of four different age bamboo types

竹节年龄	均值	5%显著水平	1%极显著水平
2 a 生	58.44318	a	A
3 a 生	55.96323	a	A
4 a 生	34.82278	b	B
1 a 生	25.27618	b	B

与4种不同年龄竹节成活相比(表5),2 a 生和3 a 生的萌节比相对较高,其值分别为58.44%和55.96%,差异不显著($p > 0.05$);1 a 生和4 a 生的萌

节比相对较低,其值分别为34.82%和25.27%,差异不显著($p > 0.05$);但2 a 生、3 a 生竹节和1 a 生、4 a 生竹节之间差异显著($p < 0.05$)。由此表明,灌注生根粉对野龙竹的效果最明显,最适宜于2 a 生和3 a 生的竹节。

4 小结

生根粉能够促进植物分生组织的分化,刺激产生新根,促进植物的成活。通过对勃氏甜竹、缅龙竹和野龙竹3种竹子,1 a 生、2 a 生、3 a 生、4 a 生竹节灌注生根粉的埋秆育苗试验表明,灌注生根粉对野龙竹的效果最明显,其次是缅龙竹,勃氏甜竹相对最不敏感;灌注生根粉对2 a 生和3 a 生的竹节效果最显著,对1 a 生和4 a 生的竹节效果最不显著。因此,利用灌注生根粉的方法可明显促进缅龙竹和野龙竹的埋秆育苗成活率。

参考文献:

- [1] 辉朝茂. 竹林培育与利用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [2] 杨宇明, 辉朝茂. 优质笋用竹产业化开发[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [3] 张志达. 中国竹林培育[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [4] 竺肇华. 中国热带地区竹藤发展[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.

(上接第130页)

的意境,也是我国园林文化的传承和发扬,这些要素在细微之处使园林获得了生命和文化韵味。安康园林城市建设中,通过对地域特色文化和历史文化内涵的挖掘,结合艺术形式的表现,突出城市文化与地方特色,力求传统风格与时代气息并重,做到追求情境的同时,追求雅韵的趣味,在园林城市建设中,利于延续城市的传统历史文脉,形成园林城市的地方特色。

参考文献:

- [1] 谈俊琪. 安康文化概览[M]. 西安: 陕西人民出版社,

1997: 9. 17-29, 116 566-569, 577-569.

- [2] 杨建华. 石柱土家族风物传说的民俗内涵及族群认同功能研究[D]. 云南大学, 2010.
- [3] 刘承华. 园林城市的文脉营构[J]. 中国园林, 1999(10): 17.
- [4] 龚文修. 自然美、生活美、艺术美——回归人类创作的本能[J]. 当代艺术, 2011(3): 27.
- [5] 朱卫东. 中国传统元素在现代园林景观设计中的应用[J]. 现代园艺, 2011(7): 96.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.030

非洲桃花心木在德宏地区的引种栽培试验

李云琴¹, 张恩向², 陈剑³

(1. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650201; 2. 德宏州林业科学研究所, 云南 瑞丽 678600;
3. 云南省林业科学院 国家林业局云南珍稀濒危特森林植物保护和繁育重点实验室, 云南 昆明 650201)

摘要:在德宏州林业科学研究所对引自海南的非洲桃花心木进行种子萌发和播种育苗造林试验。结果表明,非洲桃花心木的种子不耐贮藏,需即采即播,发芽率为 68%,播种覆土厚度以 1~2 cm 为宜,适宜德宏热区海拔 1 000 m 以下山地采用袋苗造林,造林密度一般为 3 m×3 m,造林成活率 ≥90%,造林 3 年后的保存率为 89%。非洲桃花心木栽培 4~5 年即可郁闭成林,生长旺季为 5~10 月,12 月至翌年 4 月林木生长缓慢,以半落叶的生理方式渡过冬旱季节。与种源地天然林中的非洲桃花心木相比较,两地 5 a 生、10 a 生及 25 a 生树高、胸径基本接近,能正常开花结实,表明非洲桃花心木适宜德宏热区造林。

关键词:非洲桃花心木;引种栽培;育苗试验;造林试验

中图分类号:S792.33;S722.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0140-05

Introduction Cultivation of *Khaya sengalensis* in Dehong Region

LI Yun-qin¹, ZHANG En-xiang², CHEN Jian³

(1. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China; 2. Dehong Institute of Forestry Science, Ruili, Yunnan 678600, China; 3. Key Laboratory of Rare and Endangered Plant Protection and Breeding, State Forestry Administration, Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China)

Abstract: Seed germination and seedling planting trials of *Khaya sengalensis* introduced from Hainan by Dehong Prefecture Forestry Research Institute have been carried out. The results showed that the seeds of *Khaya sengalensis* was hard to storage which required immediately planting, and germination rate was 68%, 1-2cm of covering soil thickness was appropriate, below 1000m altitude mountain of Dehong hot zone suggested using seedling planting bags, planting density generally recommended as 3m×3m, afforestation survival rate could be up to ≥ 90%, three years after planting preservation rate was up to 89%. Four to five years cultivated, the *Khaya sengalensis* could grow to mature forest, and growing season was from May to October, trees grew slowly in December to next April, using semi-deciduous physiological way to spend the winter drought season. Compared with provenances in natural forests, tree height and diameter at breast height of two 5a old, 10a and 25a old were close, normal flowering and fruiting, which showed that *Khaya sengalensis* was suitable for afforestation in Dehong hot zone.

收稿日期:2014-03-11.

基金项目:APFNet,联合国大学(UNU)“Sustainable Forest Rehabilitation and Management for the Conservation of Trans-boundary Ecological Security in Montane Mainland Southeast Asia”项目资助(600UU-1123)。

作者简介:李云琴(1986-),女,研究实习员。从事生物多样性研究工作。

通信作者:张恩向(1972-),男,云南梁河人,工程师。主要从事森林资源培育工作。

Key words: *Khaya senegalensis*; introduction and cultivation; nursery trials; afforestation trials;

非洲桃花心木(*Khaya senegalensis*)又名非洲楝、塞楝、非洲红木、先加树,属楝科常绿阔叶树种,原产非洲热带地区和马达加斯加,我国福建(厦门)、台湾(中南部)、广东(广州)、广西(南宁、合浦)及海南等地有栽培^[1],非洲桃花心木速生、生长量大、木材优质,不易开裂,易于人工干燥,硬度适中、韧性好、耐朽性佳、抗虫蛀;木材广泛用于建筑、装饰、家具生产等,而且非洲桃花心木树形壮观,枝叶葱郁,叶色浓绿,枝干坚韧,有较强的抗风性,又是城乡行道和庭园的优良绿化树种,具有广阔的发展前景。自20世纪60年代以来华南诸省区相继进行了非洲桃花心木的引种栽培,其生长均表现良好,已成为我国引种成功的外来珍优阔叶树种之一^[2]。

本试验在前人研究的基础上,以非洲桃花心木为研究对象,在德宏州进行种苗培育及造林试验,总结非洲桃花心木育苗及造林技术规程,为非洲桃花心木用材林在德宏地区的产业化发展提供重要的科技支撑。

1 引种概况

供试种子采自海南尖峰岭国家级自然保护区非洲桃花心木天然林内,选择生长健壮、树干饱满通直、生长快、材质优良,胸径20 cm以上,种子结实较好,无明显病虫害的优树^[3-4],人工采集其中部和中下部优良种子,或收集优树树体下散落不久的新鲜成熟种子。人工去除杂质和种粒不饱满及被害虫侵食的种子。

非洲桃花心木于1987年从海南尖峰岭国家级自然保护区引入德宏,在德宏州林业科学研究所苗圃地进行育苗,并种植于德宏州林业科学研究所珍贵树种种子园及单位道路两旁。德宏州林科所地理位置为东经97°54'18"~97°55'32",北纬24°02'34"~24°04'49",地势北高南低。最高点海拔为1 050 m,最低点海拔为810 m,年均温20.1℃,年均降雨量1 565.8 mm,年均相对湿度85%,属亚热带季风气候类型,热量丰富,湿润多雨,干、雨季分明。土壤类型为红壤、赤红壤。

2 试验内容与方法

2.1 苗木培育试验

2.1.1 种子发芽率测定

非洲桃花心木种子发芽率分实验发芽率和场圃

发芽率2种处理^[5]。实验发芽率从备用的种子中随机抽取300粒,分3组,每组100粒。置于培养皿中4层滤纸上,保持滤纸湿润,盖上培养皿盖子,按照种子质量检验规程,观察记录种子发芽情况,测定种子发芽率。场圃发芽率主要以2005年、2011年及2012年的播种育苗试验为主,测定种子的出土率。

1) 不同贮藏时间种子发芽率

非洲桃花心木不同贮藏时间种子发芽率设3个处理:①采种后不经阴干立即播种;②采种后阴干7 d再播种;③采种后阴干15 d再播种。每个处理均为100粒种子,3次重复。

2) 催芽方法

非洲桃花心木催芽试验采用2个处理:①采种后用湿沙催芽1~2 d播种;②采种后不用湿沙催芽,立即播种。每个处理均为100粒种子,3次重复,分别测定其发芽率。

2.1.2 育苗试验

非洲桃花心木育苗试验分3个处理:①覆土厚度0.5~1 cm;②覆土厚度1~2 cm;③覆土厚度2~3 cm。每个处理100粒种子,3次重复,测定其发芽率。

选择在固定荫棚内有良好通风和光照条件的苗床上播种。苗床做平床,用1 g/l的高锰酸钾溶液消毒。播种采取应用广泛的撒播方式^[4],将种子均匀地播在苗床上,再用河沙与红心土混合覆盖,厚度为1~2 cm,用木板刮平,淋透水。播种后每天适时浇水,保持河沙表面湿润,每周喷施一次多菌灵,保持苗床通风。

苗期注意肥水管理,要盖草和淋水以保持土壤湿润,防止暴雨和高温伤害^[6]。大部分非洲桃花心木幼苗期需要适当庇荫,夏季用透光率75%的荫网遮盖;冬季气温在5℃以下时,覆盖薄膜以防苗木受冻害;及时除草,促进苗木生长,去除生长过密、柔弱病害苗,单位面积保留健壮苗木45万株/hm²左右;做好病虫鼠害防治工作。

2.2 造林试验

2005年、2011年、2012年在德宏州林科所后山进行造林密度试验,造林密度为2 m×2 m、2 m×3 m、3 m×3 m,总造林10 hm²。

2.2.1 林地清理和整地

林地清理主要采取块状和带状整地方式,结合

地形进行全面清理。有林地、疏林地和灌木林地中,主要清除杂草、石块等。

整地采用全开全垦,生地要求两犁两耙,熟地要求一犁一耙,缓坡地(坡度在 25°以下)以打塘种植。挖塘时要将表土和心土分开堆放,打塘规格为:50 cm×50 cm×40 cm。

2.2.2 造林技术

1987年6月将培育的非洲桃花心木苗木种植于德宏州林科所珍贵树种引种园及单位内道路两旁,种植面积为0.33 hm²。为提高造林成活率和造林质量,全部采用容器苗植苗造林^[2]。所采用的苗木均要达到规定的I、II级苗标准^[7-8]:苗高20~30 cm;叶片数5~10片,无病虫害。植苗时掌握“三埋二踩一提苗”的技术要领,将表土打碎回填5~10 cm,把苗木放入塘内扶正,使其根系舒展;再回填细土踏实,用手握住苗木根部慢慢用力向上提起,使苗木根系伸展;最后再踏实,填土比地面高出5~10 cm左右,防止苗木根部积水淹苗,注意不要将心叶埋入土中,以免引起烂心和限制叶片生长。植后3个月内进行查苗、补苗。

2.2.3 抚育管理

为促进苗木生长,进行适度松土除草。幼苗阶段,分别于每年8月和10月各松土除草1次。在未郁闭成林时,分别于每年8月和10月各进行1次疏枝割灌工作。

对试验地25 a生非洲桃花心木人工中幼林连年观察,仅在幼树期发现少部分蛴螬(*Holotrichia spp.*)等地下害虫咬食嫩根,及时施用呋喃丹杀虫,效果明显。此外,在干旱年份及生长较弱的林木中偶有部分卷叶蛾在少数植株上发生。与种源地其他中幼林相比较,生长状况正常、病虫害少。

2.2.4 数据的收集与整理

造林结束3个月和6个月后,选择有代表性的样地随机抽样调查其成活率和保存率,样本数量为20株,3个重复。在每年11~12月生长期结束后,选择有代表性的样地进行随机抽样调查其生长量,样本数量为20株,3个重复。按不同造林年份及密度调查树高、地径(胸径)、冠幅,每个重复随机调查20株或50株,用花杆测量树高(精度为0.01 m),皮尺测量冠幅(精度为0.01 m),游标卡尺测量胸径(精度为0.01 cm)。收集相关图片资料,同时观察记录有无病虫害的发生。

3 结果与分析

3.1 育苗试验结果与分析

3.1.1 种子发芽率

试验室空气湿度在80%左右,温度20℃,非洲桃花心木种子试验发芽率取3个重复的平均值(表1): $(84\%+84\%+83\%)/3=83.7\%$ 。

表1 育苗试验种子发芽率

编号	组1	组2	组3	平均
1	83	86	81	83
3	88	87	78	84
6	85	84	83	84

场圃育苗在7~8月进行,均为采种后立即播种(表2),2005年、2011年、2012年3次场圃育苗出芽率平均值为72%。

表2 场圃种子出芽率

采种时间	种数/粒	发芽数/株	发芽率/%
2005.7	3500	2530	72
2011.7	33000	23200	70
2012.7	31000	22900	74

3.1.2 不同处理种子发芽率

1) 不同储藏时间发芽率

非洲桃花心木不同处理种子发芽率见表3。由表3可知,非洲桃花心木采种后不经阴干立即播种,发芽率为68%,是比较理想的处理方法;种子阴干7 d后播种发芽率偏低,仅为30%;阴干15 d后播种发芽率仅为7%。因此,非洲桃花心木种子采集后不经阴干立即播种,发芽率比较高。

2) 催芽发芽率 非洲桃花心木种子采集后立即用湿沙催芽1~2 d再播种与采种后不用湿沙催芽立即播种的发芽率分别为74%和73%(表3),差异不大。因此,非洲桃花心木采种后无须进行种子催芽处理,只须进行必要的消毒处理即可播种。

3) 不同覆土厚度种子发芽率

通过对3种不同覆土厚度的对比试验(表4)得出:覆土厚度为0.5~1 cm的非洲桃花心木种子平均发芽率为58%,覆土厚度1~2 cm的平均发芽率

表3 非洲桃花心木种子不同处理发芽率

Tab. 3 Germination rate of khaya senegalensis in different treatment %

处理 发芽率 重复	different treatment				立即播种
	立即播种	阴干 7 d	阴干 15 d	湿沙催芽 1~2 d	
1	69	23	5	68	78
2	64	32	7	79	66
3	71	36	9	76	75
平均	68	30	7	74	73

表4 非洲桃花心木不同覆土厚度发芽率

Tab. 4 Germination rate of khaya senegalensis in different soil coverage thickness %

处理 发芽率 重复	soil coverage thickness		
	覆土厚度 0.5~1 cm	覆土厚度 1~2 cm	覆土厚度 2~3 cm
1	63	76	13
2	56	80	22
3	55	73	12
平均	58	76	16

为76%,覆土厚度2~3 cm的平均发芽率为16%。因此,非洲桃花心木在田间育苗时,应掌握好覆土厚度,以1~2 cm为宜,不宜过薄或过厚。

3.2 造林试验结果与分析

3.2.1 造林成活率和保存率

据观测,非洲桃花心木栽培4~5年即可郁闭成林。林木生长旺季为5~10月,12月至翌年4月林木生长缓慢,以半落叶的生理方式渡过冬旱季节。

2005年造林的非洲桃花心木成活率为98%,2011年及2012年造林的非洲桃花心木成活率分别为90%和91%,2011年成活率相对较低,主要原因是部分造林地立地条件差,土壤瘠薄,有的地块是沙石,使苗木根系初期生长不良;部分造林整穴的规格没有达标,没有选用合格苗,苗木在运输过程中没有采取保湿措施。2011年与2012年的造林还未达到3年时间,暂未进行保存率统计,2005年的造林3年后的保存率为89%,而海南地区造林保存率高达93.33%,主要原因是,引种地造林结束后,对新造林地疏于管护,对牲畜践踏未能及时制止,对虫鼠危害没采取切实有效的办法,造林资金不足,重造林轻管护,致使部分林地保存率不高。

3.2.2 生长量和材积

非洲桃花心木定植于1987年,详情见表2。于

表5 造林成活率和保存率统计

Tab. 5 Statistics of survival rate of khaya senegalensis %

造林地点	造林年份	造林3个月后 成活率	造林3年后 保存率
德宏	2005	98	89
德宏	2011	90	
德宏	2012	91	
海南 ^[9]	2006	93	

注:2011年与2012年的造林还未达到3年,保存率暂未统计。

2013年1月采用平均木法对非洲桃花心木树干进行解析,并送云南省林业科学研究院进行各项试验分析。分析结果显示,非洲桃花心木密度中偏大,材质细,干缩系数中偏高,力学强度为中等,冲击韧性高。25 a生非洲桃花心木胸径平均生长量为0.766 cm,树高平均生长量为0.653 cm,材积平均生长量为0.009 m³。德宏州林业科学研究所引种的5 a生非洲桃花心木树高为5.1 m,胸径为2.7 cm;10 a生非洲桃花心木树高为8.2 m,胸径为6.8 cm;25 a生非洲桃花心木树高为16.32 m,胸径为19.2 cm。在海南尖峰岭国家级自然保护区天然林中,5 a生非洲桃花心木平均树高为4.8 m,平均胸径为2.8 cm;10 a生非洲桃花心木平均树高为7.8 m,平均胸径为6.9 cm;25 a生非洲桃花心木平均树高为17.3 m,平均胸径为20.1 cm。比较两地5 a生、10 a生及25 a生树高、胸径生长情况可以看出,种源区与引种地基本相近,表明非洲桃花心木引种获得了成功。

由于2011年与2012年的造林时间不长,只记录2005年造林地生长量调查结果(图1,图2),2005年定植的非洲桃花心木已初步表现出不同造林密度树高生长状况,2005~2009年各密度间树高生长差异不大,2010~2012年非洲桃花心木不同密度高生长量大小依次为:密度2 m×2 m>密度2 m×3 m>密度3 m×3 m。

从图2可知:2005~2008年,不同密度非洲桃花心木胸径差异不大,2009~2012年则出现差异,胸径差异大小依次为:密度3 m×3 m>密度2 m×3 m>密度2 m×2 m,且差距逐年加大。

从造林用苗量、造林成本、抚育管理成本及树高和胸径生长情况综合来看,非洲桃花心木初植密度以3 m×3 m为宜,立地条件较差的区域可适当密植。

4 结语

非洲桃花心木的种子不耐贮藏,需即采即播,发

表 6 非洲桃花心生长状况

Tab. 6 Growth status of khaya senegalensis

年龄 /a	胸径 /cm			树高 /m			材积 /m ³			形数	
	总生长量	连年生长量	平均生长量	总生长量	连年生长量	平均生长量	总生长量	连年生长量	平均生长量		生长率 /%
25	19.2	1.21	0.766	16.32	0.43	0.653	0.2341	0.02700	0.009	11.58	0.498
20	14.3	0.58	0.715	14.60	0.72	0.730	0.1256	0.01225	0.006	9.75	0.536
15	11.4	0.93	0.760	11.00	0.56	0.733	0.0644	0.00892	0.004	13.85	0.574
10	6.8	0.81	0.675	8.20	0.62	0.820	0.0198	0.00342	0.002	17.24	0.676
5	2.7	0.54	0.540	5.10	1.02	1.020	0.0027	0.00055	0.001	20.00	0.936
带皮	21.7	—	—	16.32	—	—	0.2863	—	—	—	0.475

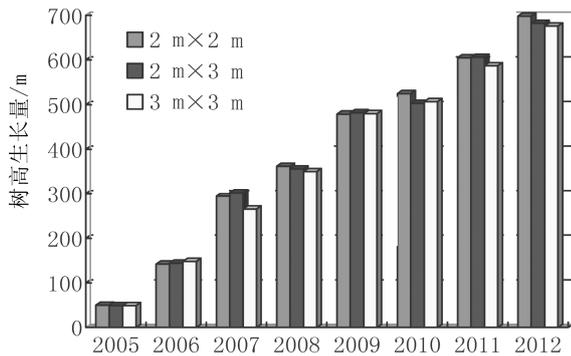


图 1 非洲桃花心木不同密度高生长量

Fig. 1 height growth of khaya senegalensis in different density

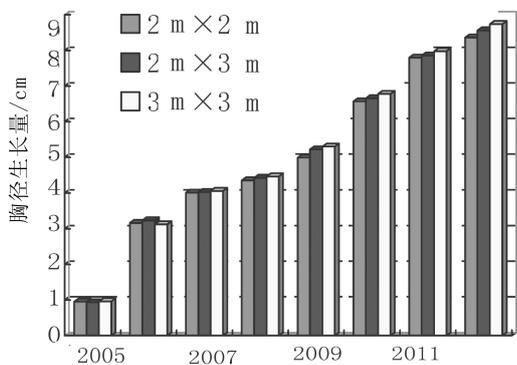


图 2 非洲桃花心木不同密度胸径生长量

Fig. 2 DBH growth of khaya senegalensis in different density

芽率较高,为 68%,播种覆土厚度 1~2 cm 为宜。适宜德宏州热区海拔 1 000 m 以下山地造林,造林时必须选用木质化程度高的袋苗;造林后至郁闭之前须加强抚育管理。造林密度一般为 3 m×3 m;立地条件差

的地段可采用 2 m×2 m 株行距,以利于尽早郁闭成林;非洲桃花心木栽培 4~5 a 即可郁闭成林。林木生长旺季为 5~10 月,12 月至翌年 4 月林木生长缓慢,以半落叶的生理方式渡过冬旱季节。

据 Arnold 等报道^[10],非洲桃花心木的适宜气候条件为年均降雨量 650~2 100 mm,雨季为夏季和冬季,干旱月份为 2~8 月,年均温 22~31℃,最热月的平均最高温度的 29~40℃,最冷月的平均最低温度的 10~23℃,绝对最低温度在 5℃ 以上。根据上述气候要求,比照德宏地区的气候条件,说明德宏地区并非很适宜非洲桃花心木种植,如果要在德宏地区种植非洲桃花心木并期望取得较大的效益,还需要选育出耐寒能力强、生长量大的优良品系。

与种源地区(海南尖峰岭国家级自然保护区)天然林中的非洲桃花心木相比较,两地 5 a 生、10 a 生及 25 a 生树高、胸径基本接近,且在引种地植株长势良好,病虫害少,证明非洲桃花心木适宜在德宏热区造林。

非洲桃花心木是外来树种,近年由于受种源的限制,发展受到一定的影响,可改造部分引种地或试验地为采种基地,以解决当地造林种源不足的问题,促进非洲桃花心木珍贵用材林的发展。另外,非洲桃花心木树形美观,具有很高的观赏价值,可用作庭园绿化树种和城市行道树种大面积推广种植。

本研究结果比较粗浅,尚未可靠、全面地总结非洲桃花心木的育苗栽培造林技术,还需要进行其它如苗木生物量、抗寒性等方面的研究。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 43 (3)卷 [M]. 北京: 科学出版社,1997.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.031

红叶石楠繁育技术研究进展

李 建, 铁筱睿

(海口林场, 云南 昆明 650114)

摘要: 红叶石楠是蔷薇科石楠属杂交种的统称。由于其具有观赏性强、适应性广、栽培容易等特点, 在园林绿化中应用广泛。对红叶石楠的扦插繁殖和组培繁殖的方法与技术要点进行了概述, 分析了不同繁育方式的特点, 并针对红叶石楠的育苗及应用提出了一些建议。

关键词: 红叶石楠; 繁育技术; 研究进展

中图分类号: S792.24; S722.8 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2014)06-0145-04

Progress on Propagation Technique of *Photinia fraseri*

LI Jian, TIE Xiao-rui

(Haikou Forest Farm of Kunming, Kunming 650114, China)

Abstract: *Photinia fraseri*, a kind of plant which was belong to Rosaceae. It was widely used in landscape greening because of its characteristics of strongly visual sense, wide adaptability, easily cultivation and so on. A detailed summary on propagation methods of *Photinia fraseri* was carried out, and the characteristics of different propagation methods were also analyzed. Some suggestions on propagation and application of *Photinia fraseri* also were put forward.

Key words: *Photinia fraseri*; propagation technique; research progress

红叶石楠 (*Photinia fraseri*) 是蔷薇科 (Rosaceae) 石楠属 (*Photinia*) 杂交种的统称, 为常绿阔叶小乔木或多枝丛生灌木^[1], 别名火焰红、千年红。红叶石楠栽培品种、变种和杂交种约有 60 种, 我国于 20 世纪 90 年代中期引入, 引进的红叶石楠主要有红罗宾、红唇、鲁宾斯、强健四大品系, 常见的以红罗宾和红唇 2 个品种为主^[2]。红叶石楠叶色漂亮, 在春、秋两季时, 新梢嫩叶火红亮丽, 冬季叶片仍呈深红或褐红色, 同时配合一定的修剪和施肥等管理措施, 可以保持其较长时间的鲜红色, 常作为绿篱、绿墙, 以及作为孤植树进行点缀等, 极具观赏性。红叶石楠与园林绿化上较为常见的红花檵木、红叶小檗、红枫等相比, 具有较多的优势。首先, 红叶石楠观叶

期长; 其次, 红叶石楠对土壤 pH 值要求不严, 耐瘠薄、盐碱, 同时还具有很强的耐荫能力, 适生范围广, 黄河以南绝大部分地区均可室外露地种植^[3], 因此, 在城市园林绿化中应用较多。目前, 红叶石楠主要采用扦插和组培 2 种方式进行繁殖育苗, 2 种繁殖的方法特点各异, 适宜于不同的生产需求。

1 红叶石楠的繁育

1.1 扦插繁殖

扦插繁殖是无性繁殖中简单易行的方法之一, 主要见于果蔬、花卉、中药材、林木种苗等物种的繁育^[4]。红叶石楠的扦插繁殖报道较多, 属于扦插较

收稿日期: 2014-02-04.

作者简介: 李建 (1968-), 男, 云南昆明人, 工程师。从事森林保护、营林生产及种苗繁育方面的工作。

通信作者: 铁筱睿 (1976-), 女, 云南大理人, 工程师。从事森林保护、营林生产及种苗繁育方面的工作。

易生根的一类木本植物,其插条生根为愈伤组织型生根,其生根率主要受基质种类枝条类型、生长调节物质种类及浓度等影响。红叶石楠扦插时,既可以扦插于苗床上,也可以直接扦插于容器中,使用的基质种类,由穗条的类型和育苗的方式决定。目前红叶石楠用于扦插的基质种类较多,其主要要求为具有较高的保水、保肥、透气等特点。常采用农家肥、腐殖土、泥炭土等有机基质,同时配以一定比例的珍珠岩、粗河沙等透气性好的辅助材料,以降低扦插时的管理难度,提高扦插苗的成活率和质量。

在采用苗床扦插育苗时,可选用泥炭、珍珠岩、红心土、粗河沙等为基质,以保证扦插基质的透气性,同时注意消毒,保证基质的清洁^[5-6]。在容器育苗时,扦插基质以含有机养分为好,基质颗粒要求粗细搭配,具有较强的保水性、沥水性和良好的透气性,有助于扦插苗生长出发达的白色须根^[7]。可采用牛粪+山核桃壳、珍珠岩、蛭石等轻基质作为容器育苗基质原料,具备国内外通用育苗基质原料的相似理化基础,也是较理想的容器育苗复合基质材料。另外,木屑和泥炭也是较好的复合基质原料,既能改善复合基质的性能,又能降低生产成本^[8-9]。扦插时,根据穗条种类、育苗目的、育苗方式等的不同进行基质的不同配比以及生根剂的选择。从目前的研究报告可以看出,红叶石楠的扦插相对较为容易,不同的穗条、生根粉、基质均能保持较高的成活率。王以共等以微型观赏红叶石楠嫩枝短穗进行扦插试验,在全光照自动间歇喷雾条件下,发现插条生根率及根系生长受植物生长调节剂的种类、质量浓度和处理时间、扦插基质的组分及插穗粗度的影响明显^[10]。邱国金等以红叶石楠“红罗宾”嫩枝进行扦插,以 200 mg/L 的 ABT1 号生根粉浸泡插穗 3 h,扦插在蛭石上其成活率达 98.9%^[11]。还有学者以红叶石楠硬枝进行水培,根生长需要 30~45 d 的时间,在清水中培养的生根率明显优于营养液^[12]。陈红恩用当年生枝条的下部和中部作插穗,用沙壤土和混合土(黄褐土和草炭土各 50%)作扦插基质,成活率可达 95%以上^[13]。还有研究表明,以红叶石楠 1 a 生枝条为试材,进行春季和秋季扦插,插穗用“国光生根粉”进行蘸根处理,成活率可达 92%~98%^[14]。

1.2 组培繁殖

植物组织培养广泛应用于植物的快速育苗上。关于红叶石楠的组织培养报道较多,而且通过组织培养培育红叶石楠苗木已经应用于生产。对于红叶

石楠的外植体选择,主要采用茎段或顶芽,以及侧芽进行启动培养;在激素使用上,分裂素多采用 6-BA、KT、ZT,生长素多采用 NAA、IBA、ABT 等;使用的培养基以 MS 为主,其他 B5、WPM 培养基较少使用;红叶石楠组培快繁体系的增殖倍数差别较大^[15-20]。

吴丽君等筛选出最适合“鲁宾斯”的基本培养基为 B5,以侧芽的诱导率更高,萌动时间要 6~7d^[16];另有研究者以红叶石楠“鲁宾斯”品种的春梢基部腋芽(其萌动性较好)接入诱导培养基,3 d 即有明显生长^[17]。侯春燕等在红叶石楠的初代培养中发现,红叶石楠对 NAA 的浓度非常敏感,NAA 浓度稍有提高,出芽率就会有很大变化。当 NAA 的浓度达到 0.5 mg/L 时,材料基本停止生长^[21]。研究表明,在增殖培养中,采用 6-BA 和 NAA 组合对不定芽的增殖效果差,分化率为 0,而采用 TDZ、ZT 组合,分化率达 100%,增殖系数为 7.1^[15]。陈叶以小叶红叶石楠当年生半木质化嫩枝为外植体,在腋芽诱导时,添加 KT 促进腋芽的诱导效果不明显,6-BA 诱导效果更好^[22]。对于红叶石楠“鲁宾斯”,当细胞分裂素与生长激素的浓度为 10:1 时促进腋芽萌发的效果最好;不同的生长激素对于增殖分化影响的差异不明显^[18]。此外,培养基离子浓度或细胞分裂素浓度偏高,组培苗玻璃化的比例均增加,降低培养温度或提高培养基硬度玻璃化苗均减少,相近凝固效果的卡拉胶比琼脂易导致玻璃化苗。繁殖代数增加,玻璃化比例降低^[23]。

梁月香等研究发现,红叶石楠随着继代代数的增加,试管苗生根越来越困难,单纯使用 IBA 一种生长素生根效果不理想,根少,生根时间长,约需 50~60 d 左右。而 IBA 和 NAA 以不同浓度配合使用时,能取得良好的生根效果^[24]。而另有学者发现,生根培养基附加 1.5 g/L 的活性炭时根细且根色发黄,成活率低^[21]。李际红等通过研究不同培养基支持体对红叶石楠根系活力的影响,发现以珍珠岩和蛭石为培养基支持体,平均生根数和移栽成活率均显著高于琼脂,利用有较高通气性的培养基支持体培养试管苗,会提高移栽成活率和质量^[25]。而对于红叶石楠的组培苗炼苗移栽,注意保持环境清洁,控制合理的水分、光照、温度就可以达到较高的成活率。红叶石楠组培苗经过过渡苗床移栽成活后,一般在苗床过渡 40 d 左右即可移入大田,可与其它繁殖方法生产的种苗一样管理^[26]。

2 不同繁殖方式的特点

红叶石楠采用扦插和组培繁殖,其技术已经比较成熟,扦插繁殖所需要的材料较多,繁殖系数较低,成苗时间快。在扦插快繁中特别需要保湿,常采用搭棚结合人工喷水法、全光自动喷雾法等进行保湿,成活后再进行移栽。目前也有采用轻基质网袋容器育苗,它是在普通容器育苗技术基础上发展起来的新式育苗技术。与传统的地栽相比,具有质量轻、有营养、能保水等特点,并能实现设施化集中育苗,极大地提高了良种使用率和苗木质量^[27]。而近几年才发展起来的非试管快繁技术,是将扦插与组培相结合的技术组合。非试管快繁的生根比扦插繁殖的更快,而相对于组培来说,其投入较低,操作容易,可以将其作为红叶石楠的一种新型的无性快速繁殖模式进行尝试^[28]。繁殖过程中采用全光喷雾法、非试管快繁法等较省工,配合适应的基质繁苗效果很好,但投资较高^[29]。

采用组培方式进行育苗,则所需要的材料少,后代的性状比较一致;成本低、效率高,能够在一定时间内生产大量的苗木,同时在生产过程中生产条件较容易控制;生长快,周期短;大量生产时可以找组培工厂进行代加工,运输到目的地后再进行炼苗,有效地减少了运输成本^[30]。但是组培育苗必须先筛选出组培快繁体系的各个环节的配方,前期需要一定的启动时间,要求的技术条件比较严格,是一个比较复杂的系统工程,特别是在需求量较少时,组培生产则不占优势。

3 建议

近年来,红叶石楠在我国发展迅速,已广泛应用于小区、公园、道路绿化,尤其是在道路分隔带绿化中,红叶石楠与千头柏、金边黄杨相间种植构成美丽的色带,给道路增添了无限风光,正因如此,红叶石楠的需求量也越来越大^[31]。然而红叶石楠品种繁多,不同的品种,其适生范围、抗逆性均有一定的差别,如在抗旱能力方面,紫叶石楠>“鲁班”>“红罗宾”^[32],适应性上,如在扬州地区,罗宾斯和火艳较适合该地区的气候,生长好且红叶期长,而红罗宾、红知更鸟则次之^[33]。因此,在红叶石楠的园林绿化中,应充分了解不同品种的适生范围,以免种植后生长不良,或红叶期短,影响观赏效果。

此外,红叶石楠苗木繁育出来以后应注意管护,否则会导致前功尽弃。因此,既要保证苗木的成活,

注意防治病虫害,也要学会调控好水肥,通过管理措施延长红叶石楠的红叶期,以提高红叶石楠的苗木质量。目前,红叶石楠常见病害有轮纹病、炭疽病、灰霉病、叶斑病等,主要病原为小孢拟盘多毛孢,严重时叶片能形成大面积枯死斑,阻碍了红叶石楠的生长并降低其观赏价值。病害的发生与苗龄关系密切,与土壤、坡向等立地条件亦有一定的关系^[34-35]。另外,红叶石楠组培苗的红叶期比扦插苗长;红叶期随着光照强度增强而变长;适当增加红叶石楠的修剪强度,有助于延长红叶期;在红叶期,栽植密度越小,植株下部叶片颜色越深;每隔10 d左右浇一次水,有利于延长红叶期;每隔10~15 d施一次含3%左右的氮肥,有助于延长红叶期^[36]。

参考文献:

- [1] 唐梅. 红叶石楠生物学特性及栽培技术[J]. 现代农业科技, 2011(18): 236, 238.
- [2] 杜建会, 魏兴琥. 园林红叶植物新贵—红叶石楠[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(11): 5263-5265.
- [3] 赵晓伟, 黄美娟, 黄海泉. 彩叶树种红叶石楠的开发与应用[J]. 北方园艺, 2008(6): 161-163.
- [4] 刘宏涛. 园林花卉繁育与技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2005.
- [5] 刘杰. 红叶石楠露地实用扦插技术[J]. 现代园艺, 2013(10): 48-49.
- [6] 徐中民. 红叶石楠嫩枝沙床扦插技术[J]. 园艺与种苗, 2012(7): 44-46.
- [7] 廖华俊, 陈静娴, 董玲, 等. 红叶石楠穴盘自动弥雾快速育苗技术研究[J]. 西北林学院学报 2007, 22(6): 68-71.
- [8] 沈爱化, 江波, 朱锦茹, 等. 红叶石楠容器育苗人工复合生长基质研究[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(3): 402-407.
- [9] 黄慎羽, 彭艳. 红叶石楠穴盘扦插育苗技术[J]. 南方园艺, 2011, 22(6): 48-50.
- [10] 王以共, 蒋泽平, 施华. 微型观赏红叶石楠短穗扦插试验初报[J]. 江苏林业科技, 2013, 40(1): 18-20.
- [11] 邱国金, 汤庚国. 红叶石楠“红罗宾”嫩枝扦插育苗技术的研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2006(5): 81-84.
- [12] 朱玉球, 童再康, 黄华宏, 等. 红叶石楠硬枝水培生根试验[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(1): 28-32.
- [13] 陈红恩, 李红伟, 李留振. 红叶石楠单芽扦插与枝条成熟度、基质的相关性试验[J]. 林业科技, 2013, 38(5): 16-17.
- [14] 魏立刚, 张娟, 张尧, 等. 红叶石楠营养钵扦插繁殖技术[J]. 北方园艺, 2011(19): 71-72.
- [15] 龚霄霄, 曾丽, 赵子刚, 等. 红叶石楠“红罗宾”组织培

- 养快繁技术的优化[J]. 上海交通大学学报//农业科学版, 2011, 29(6): 35-41.
- [16] 吴丽君, 翁秋媛. 红叶石楠不同品种的组培技术研究[J]. 福建林业科技, 2008, 35(4): 165-169.
- [17] 郭佳, 房丹, 闫媛媛, 等. 红叶石楠“鲁宾斯”组织培养研究[J]. 广东林业科技, 2013, 29(4): 50-54.
- [18] 王迅, 谢云军, 蔡金术, 等. 红叶石楠离体培养体系的构建[J]. 湖南农业科学, 2013(1): 108-110.
- [19] 褚剑峰. 红叶石楠的组织培养及大规模快繁技术[J]. 浙江农业科学, 2005(2): 110-111.
- [20] 朱晓国. 红叶石楠茎尖快繁技术探索[J]. 中国园艺文摘, 2012(9): 15-16.
- [21] 侯春燕, 任丽梅, 张洁, 等. 红叶石楠离体快繁技术体系的建立与优化[J]. 河北农业大学学报, 2007, 30(5): 44-47.
- [22] 陈叶, 张晓明, 邓小梅, 等. 小叶红叶石楠组培快繁试验[J]. 林业科技开发, 2013, 27(3): 118-120.
- [23] 杨雪, 吴国盛, 范加勤. 红叶石楠组培苗玻璃化影响因素及其克服技术研究[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(5): 906-910.
- [24] 梁月香, 梁慧敏, 婁丽萍, 等. 红叶石楠茎段再生快繁体系的建立[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(6): 68-70.
- [25] 李际红, 韩小娇, 卢胜西, 等. 红叶石楠生根培养与根系活力的研究[J]. 园艺学报, 2006, 33(5): 1129-1132.
- [26] 于永根, 李玉祥, 秦昕祺. 红叶石楠组培苗移栽管理技术[J]. 浙江林业科技, 2002, 22(5): 43-45.
- [27] 彭婵, 陈华超, 马林江, 等. 红叶石楠轻基质网袋容器育苗技术[J]. 湖北林业科技, 2011(6): 81-87.
- [28] 留秀林. 植物非试管快繁技术与传统扦插技术的异同[J]. 农业新技术, 2005(3): 20-21.
- [29] 廖华俊, 陈静娴, 董玲, 等. 红叶石楠穴盘自动弥雾快速育苗技术研究[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(6): 68-71.
- [30] 巩振辉, 申书兴. 植物组织培养[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [31] 金瑞祥. 红叶石楠盐碱地扦插技术[J]. 农民致富之友, 2013(10): 81.
- [32] 申亚梅, 单童再康, 张露. 干旱胁迫对红叶石楠等 3 个观赏品种生理特性的影响[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(3): 397-402.
- [33] 王敏, 陈兴荣, 张琦, 等. 不同品种的红叶石楠苗木生长差异研究初报[J]. 江苏林业科技, 2013, 40(3): 38-39, 53.
- [34] 管斌, 徐超, 张红岩. 镇江市红叶石楠叶部病害及其发生特点[J]. 林业科技开发, 2013, 27(1): 61-66.
- [35] 管斌, 徐超, 张红岩, 等. 红叶石楠叶斑病原菌分离鉴定及致病性测定研究[J]. 西部林业科学, 2013, 42(3): 56-61.
- [36] 鲍晓红, 吴丽君, 高楠. 不同栽培措施对红叶石楠红叶期的影响研究[J]. 林业调查规划, 2009, 34(2): 45-47.

(上接第 144 页)

- [2] 蔡道雄, 贾宏炎, 黎明, 等. 非洲桃花心木轻基质容器苗培育试验[J]. 育苗技术, 2007(3): 18-20.
- [3] 郝永祯. 刺槐播种育苗技术[J]. 现代农业科技, 2013(1): 171-172.
- [4] 陈登雄, 施友文. 枫香播种苗培育技术研究[J]. 福建林学院学报, 1998, 18(1): 19-23.
- [5] 廖文波, 张志权, 陈志明, 等. 粤北南方红豆杉的群落类型及物候与繁殖生物学特性[J]. 应用生态学报, 2002, 13(7): B795-801.
- [6] 李金平. 南方红豆杉生态特性及栽培技术[J]. 中南林业调查规划, 2002, 21(2): 61-62.
- [7] 黄建奎, 孙艳丽, 李晓艳, 等. 加拿大杨育苗造林技术[J]. 现代农业科技, 2013(1): 172-173.
- [8] 刘小菊, 王冬, 于德林, 等. 粗榧在熊岳地区的引种表现及繁育技术[J]. 北方园艺, 2013(8): 85-87.
- [9] 赵奋成, 蔡坚, 李义良, 等. 非洲桃花心木种源试验及优良个体选择研究[J]. 广东林业科技, 2012 28(6): 1-7.
- [10] Arnold R, Reilly D, Dickinson G. Determining the climatic suitability of *khaya senegalensis* for plantation in Australia[C] // Prospects for high-value hardwood timber plantations in the dry tropics of northern Australia. Proc. of a Workshop held 19-21 October, 2004, Mareeba, Australia. Queensland: Private Forestry North Queensland Association Inc: 1-10.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.032

腾冲红花油茶不同无性系嫁接成活率研究

岳元彦¹, 段成波², 李自蕊¹

(1. 腾冲县林业技术推广站, 云南 腾冲 679100; 2. 腾冲县林业局, 云南 腾冲 679100)

摘要:采用双向完全随机区组试验,选择 1 月、5 月不同时间嫁接和 39 个无性系 2 因素,每区组嫁接株数不低于 120 株,设置 3 个试验重复,嫁接成活稳定后调查成活率及统计分析。结果表明:不同无性系间嫁接成活率差异显著,嫁接时间及无性系与嫁接时间交互作用达极显著水平。39 个无性系中,其嫁接成活率最高达 77.667%、最低值为 9.167%;5 月份较 1 月份更适合腾冲红花油茶嫁接;不同无性系与时间交互极显著,最高组合成活率达 85.67%,最低值仅 7.33%。

关键词:腾冲红花油茶;嫁接成活率;无性系;个体差异

中图分类号:S794.4;S723.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0149-06

Graft Survival Rate of *Camellia reticulata* in Different Clones

YUE Yuan-yan¹, DUAN Chen-bo², LI Zi-rui¹

(1. Tengchong Forestry Technology Promotion Station, Tengchong, Yunnan 679100, China;

2. Tengchong Forestry Bureau, Tengchong, Yunnan 679100, China)

Abstract: The two-way completely randomized block experiment was carried out in January and May by choosing 39 grafted clones and two factors, the number of grafting trees in each block was more than 120. After three repeated tests, the statistical analysis showed that: the difference of clone grafting survival rate was significant; the interaction of clones and grafting time was highly significant. Among 39 clones, the highest graft survival rate was up to 77.667%, the lowest value was 9.167%; May is more suitable for grafting of *Camellia reticulata* than in January; the interaction of different clones and time was significant, the highest survival rate was 85.67% in combination, the lowest value was only 7.33%.

Key words: *Camellia reticulata*; graft survival rate; clones; individual differences

腾冲红花油茶(*Camellia reticulata* Lindl.),又名滇山茶,属山茶科山茶属常绿小型至中型乔木。其自然类型主要分布在滇西海拔 1 600~2 600 m 的温凉湿润地区^[1],为局限型生态幅物种^[2];其籽油质量优异,加工性能好,单株产量高,栽培历史悠久,但相关研究甚少^[1,3,4]。20 世纪 70 年代末,腾冲县曾规模化直播造林建设腾冲红花油茶基地,据森林

资源二类调查统计保存面积达 6 680.5 hm²;大面积直播造林及长期自由受粉、天然杂交,导致其自然类型丰富,达 5 类 40 多个自然类型^[3,4,7]。嫁接繁殖既能保持无性系的优良性状,又能利用砧木的优良特性达到快速繁殖苗木、早结果、增强抗逆性等目的。为此,利用腾冲县丰富的种质资源,从沙坝林场筛选 39 个优良无性系,在腾越镇玉璧村采用芽苗砧

收稿日期:2014-01-23.

作者简介:岳元彦(1965-),男,工程师,云南腾冲人。主要从事林业技术推广、种苗管理和经济林栽培工作。

嫁接技术^[5,6]开展腾冲红花油茶不同无性系嫁接试验,以为腾冲红花油茶产业化嫁接苗培育提供科学依据和技术支撑。

1 材料与方 法

试验地腾冲县腾越镇玉璧村位于腾冲县城东南部,距县城 5 km,地处东经 98°31'49",北纬 25°0'50",海拔为 1 660 m,年均温 14.7℃,年均降雨量 1 425 mm,平均相对湿度为 79%,日照时间 2 176 h。土壤为黄壤,土壤质地为壤土。

1.1 砧木培育

选择腾冲县沙坝林场腾冲红花油茶优良林中树龄 40~60 a、生长健壮、无病虫害的单株作为采种母树。母树种子充分成熟时采果,果实脱皮后选取大粒饱满的种子阴干。阴干种子于 2010 年 10 月用 0.5%高锰酸钾溶液消毒后催芽、播种,培育芽砧。

1.2 嫁接方法

1.2.1 采穗

选择叶芽饱满、无病虫害、中上部,生长良好的木质化和半木质化 1 a 生枝条作为接穗。

1.2.2 削砧

将砧苗取出后洗去泥沙,选择健壮、通直、带种胚的芽苗切胚根保留胚根长约 6~7 cm;在子叶上方 3~4 cm 处切断,于切口处纵切一刀,切深略长于接穗削口长度。

1.2.3 削穗

从采集单株穗条中选取饱满腋芽和顶芽的穗条,在腋芽下方 0.3~0.5 cm 处削 2 个边长不等的斜面削成楔形(一边厚,一边薄),剖面长边(较厚的一边)1.5~2 cm,短边(较薄的一边)1.2~1.8 cm;在腋芽上部约 0.3 cm 处切断;接穗一叶一芽,并视其叶片大小削去 1/3~1/2。

1.2.4 嫁接

将削好的接穗轻轻插入砧木切口中,用薄膜密封及固定嫁接部位。

1.2.5 移栽

嫁接体应及时按株行距(6~8) cm×(10~12) cm,及试验设计栽植在苗床上。栽植后浇透水一次,喷洒一次杀菌液后,做拱高 40~50 cm 塑料薄膜小拱棚增温保湿,搭建遮阳度为 70%、净高约 2 m 的遮阳网调节遮阳度。

1.3 试验方法

采用双向完全随机区组试验,选择嫁接时间和不同无性系 2 因素,嫁接时间为 1 月或 5 月,无性系

为腾冲红花油茶小米茶类型的 39 个无性系,试验设置 3 个重复。每一区组嫁接株数不低于 120 株,嫁接成活稳定后调查成活率。

2 结果与分析

在嫁接成活稳定后的 9 月进行成活率调查,结果详见表 1。

表 1 无性系和嫁接时间对嫁接成活率观测值
Tab. 1 Observed values of clones and grafting time on graft survival rate

无性系 A	重复	嫁接时间	
		1 月 嫁接 B ₁	5 月 嫁接 B ₂
A ₁	I	43	63
	II	57	67
	III	45	61
A ₂	I	23	33
	II	18	30
	III	23	31
A ₃	I	17	35
	II	10	36
	III	26	40
A ₄	I	40	55
	II	24	54
	III	41	52
A ₅	I	10	53
	II	16	55
	III	39	60
A ₆	I	87	89
	II	65	86
	III	57	82
A ₇	I	25	58
	II	30	61
	III	2	60
A ₈	I	16	23
	II	17	27
	III	11	23
A ₉	I	23	42
	II	27	44
	III	29	41
A ₁₀	I	14	57
	II	44	56
	III	35	58
A ₁₁	I	42	67
	II	35	65

续表

无性系 A	重复	嫁接时间	
		1 月 嫁接 B ₁	5 月 嫁接 B ₂
A ₁₂	III	36	64
	I	57	69
	II	38	69
A ₁₃	III	20	67
	I	18	27
	II	16	26
A ₁₄	III	13	25
	I	39	66
	II	38	57
A ₁₅	III	17	51
	I	33	45
	II	26	44
A ₁₆	III	35	43
	I	25	49
	II	32	49
A ₁₇	III	30	50
	I	35	46
	II	17	33
A ₁₈	III	25	45
	I	16	47
	II	25	40
A ₁₉	III	37	46
	I	21	49
	II	11	48
A ₂₀	III	34	50
	I	28	40
	II	31	43
A ₂₁	III	40	45
	I	30	51
	II	38	54
A ₂₂	III	35	50
	I	32	58
	II	23	55
A ₂₃	III	23	57
	I	28	40
	II	32	44
A ₂₄	III	34	40
	I	25	36
	II	23	40
A ₂₅	III	21	38
	I	51	75
	II	52	66

续表

无性系 A	重复	嫁接时间	
		1 月 嫁接 B ₁	5 月 嫁接 B ₂
A ₂₆	III	38	71
	I	25	35
	II	16	34
A ₂₇	III	22	30
	I	15	20
	II	17	28
A ₂₈	III	16	29
	I	12	21
	II	11	17
A ₂₉	III	8	13
	I	16	32
	II	25	31
A ₃₀	III	15	31
	I	59	77
	II	50	75
A ₃₁	III	56	75
	I	15	31
	II	21	30
A ₃₂	III	18	29
	I	23	34
	II	25	32
A ₃₃	III	23	32
	I	16	27
	II	10	23
A ₃₄	III	16	26
	I	22	52
	II	38	44
A ₃₅	III	33	51
	I	18	43
	II	13	23
A ₃₆	III	18	23
	I	35	51
	II	39	59
A ₃₇	III	37	60
	I	19	33
	II	15	22
A ₃₈	III	16	21
	I	31	32
	II	22	40
A ₃₉	III	26	32
	I	7	12
	II	7	11
	III	8	10

表 2 方差分析
Tab. 2 Analysis of variance

差异来源	df	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
无性系 A	38	46628.615	1227.069	32.500**	1.482	1.740
嫁接时间 B	1	17094.017	17094.017	452.745**	3.902	6.800
A×B	38	3947.983	103.894	2.752**	1.482	1.740
误差	156	5890.000	37.756			
总计	233	73560.615				

利用方差分析得到表 2 的结果。

由表 2 可知,腾冲红花油茶无性系间嫁接成活率差异达显著水平,嫁接时间差异及不同无性系与嫁接时间交互达极显著水平。

就上述结论对其进行多重比较,通过新复全距极差法检验分析,分别做了腾冲红花油茶无性系间比较及无性系与嫁接时间交互比较。

2.1 无性系间个体差异比较

仅考虑无性系对其嫁接成活率影响,将表 1 数据进行整理得到表 3。

表 3 腾冲红花油茶无性系差异显著性比较
Tab. 3 Significant differences comparison in clones of *Camellia reticulata*

序号	无性系	平均成活率	差异显著性	
			0.05	0.01
1	A ₆	77.667	a	A
2	A ₃₀	65.333	b	B
3	A ₂₅	58.833	bc	BC
4	A ₁	56.000	c	BCD
5	A ₁₂	53.333	cd	CDE
6	A ₁₁	51.500	cde	CDEF
7	A ₃₆	46.833	def	DEFG
8	A ₁₄	44.667	efg	EFGH
9	A ₄	44.333	efg	EFGH
10	A ₁₀	44.000	efg	EFGHI
11	A ₂₁	43.000	fgh	FGHI
12	A ₂₂	41.333	fghi	FGHI
13	A ₃₄	40.000	fghi	GHIJ
14	A ₇	39.333	fghi	GHIJ
15	A ₁₆	39.167	fghi	GHIJ
16	A ₅	38.833	fghi	GHIJ
17	A ₂₀	37.833	ghij	GHIJK

续表

序号	无性系	平均成活率	差异显著性	
			0.05	0.01
18	A ₁₅	37.667	ghij	GHIJK
19	A ₂₃	36.333	ghij	GHIJKL
20	A ₁₉	35.500	hijk	HIJKLM
21	A ₁₈	35.167	hijkl	HIJKLM
22	A ₉	34.333	ijklm	HIJKLMN
23	A ₁₇	33.500	ijklm	IJKLMNO
24	A ₂₄	30.500	jklmn	JKLMNOP
25	A ₃₈	30.500	jklmn	JKLMNOP
26	A ₃₂	28.167	klmno	KLMNOPQ
27	A ₃	27.333	lmnop	KLMNOPQ
28	A ₂₆	27.000	mnop	LMNOPQ
29	A ₂	26.333	mnop	LMNOPQ
30	A ₂₉	25.000	nop	MNOPQ
31	A ₃₁	24.000	nop	NOPQR
32	A ₃₅	23.000	nop	OPQR
33	A ₃₇	21.000	opq	PQR
34	A ₁₃	20.833	opq	PQR
35	A ₂₇	20.833	opq	PQR
36	A ₃₃	19.667	pq	PQR
37	A ₈	19.500	pq	QR
38	A ₂₈	13.667	qr	RS
39	A ₃₉	9.167	r	S

由表 3 可知,无性系 A₆ 嫁接成活率最高,达 77.667%,极显著高于其他无性系。其次 A₃₀、A₂₅、A₁、A₁₂、A₁₁ 等嫁接成活率也较高,但成活率最低的 A₃₉ 仅达 9.167%,这充分证明了腾冲红花油茶不同个体间嫁接成活率差异极显著。

2.2 无性系与嫁接时间交互比较

因腾冲红花油茶无性系与嫁接时间交互极显

著,故分析了无性系与嫁接时间不同组合的成活率,结果如表 4 所示。

表 4 腾冲红花油茶无性系和嫁接时间交互差异显著性比较
Tab. 4 Significant difference comparison results of clones and grafting time interaction of *Camellia reticulata*

序号	处理组合	平均成活率	差异显著性	
			0.05	0.01
1	A ₆ B ₂	85.67	a	A
2	A ₃₀ B ₂	75.67	b	B
3	A ₂₅ B ₂	70.67	bc	BC
4	A ₆ B ₁	69.67	bc	BC
5	A ₁₂ B ₂	68.33	bc	BCD
6	A ₁₁ B ₂	65.33	cd	CDE
7	A ₁ B ₂	63.67	cde	CDEF
8	A ₇ B ₂	59.67	def	DEFG
9	A ₁₄ B ₂	58.00	def	EFGH
10	A ₁₀ B ₂	57.00	efg	EFGHI
11	A ₂₂ B ₂	56.67	efg	EFGHI
12	A ₃ B ₂	56.67	efg	EFGHI
13	A ₅ B ₂	56.00	efgh	EFGHI
14	A ₃₀ B ₁	55.00	fghi	EFGHI
15	A ₄ B ₂	53.67	fghi	FGHIJ
16	A ₂₁ B ₂	51.67	fghij	GHIJK
17	A ₁₆ B ₂	49.33	ghijk	GHIJK
18	A ₁₉ B ₂	49.00	ghijk	GHIJK
19	A ₃₄ B ₂	49.00	ghijk	GHIJK
20	A ₁ B ₁	48.33	hijk	HIJKL
21	A ₂₅ B ₁	47.00	ijk	IJKLM
22	A ₁₈ B ₂	44.33	jkl	JKLMN
23	A ₁₅ B ₂	44.00	jkl	JKLMN
24	A ₂₀ B ₂	42.67	klm	KLMNO
25	A ₉ B ₂	42.33	klm	KLMNO
26	A ₁₇ B ₂	41.33	klm	KLMNOP
27	A ₂₃ B ₂	41.33	klm	KLMNOP
28	A ₁₂ B ₁	38.33	lmn	LMNOPQ
29	A ₂₄ B ₂	38.00	lmn	LMNOPQ
30	A ₁₁ B ₁	37.67	lmn	LMNOPQ
31	A ₃₆ B ₁	37.00	lmno	MNOPQR
32	A ₃ B ₂	37.00	lmno	MNOPQR
33	A ₄ B ₁	35.00	mno	NOPQRS
34	A ₃₈ B ₂	34.67	mnop	NOPQRS
35	A ₂₁ B ₁	34.33	mnopq	NOPQRST

续表

序号	处理组合	平均成活率	差异显著性	
			0.05	0.01
36	A ₂₀ B ₁	33.00	nopqr	OPQRSU
37	A ₂₆ B ₂	33.00	nopqr	OPQRSU
38	A ₃₂ B ₂	32.67	nopqr	OPQRSUV
39	A ₁₄ B ₁	31.33	nopqrs	PQRSUVW
40	A ₁₅ B ₁	31.33	nopqrs	PQRSUVW
41	A ₂₃ B ₁	31.33	nopqrs	PQRSUVW
42	A ₂ B ₂	31.33	nopqrs	PQRSUVW
43	A ₂₉ B ₂	31.33	nopqrs	PQRSUVW
44	A ₁₀ B ₁	31.00	nopqrs	PQRSUVW
45	A ₃₄ B ₁	31.00	nopqrs	PQRSUVW
46	A ₃₁ B ₂	30.00	nopqrst	QRSUVWX
47	A ₃₅ B ₂	29.67	npqrst	QRSUVWXY
48	A ₁₆ B ₁	29.00	Opqrstu	QRSUVWXYZ
49	A ₉ B ₁	26.33	pqrstuv	RSUVWXYZA1
50	A ₃₈ B ₁	26.33	pqrstuv	RSUVWXYZA1
51	A ₁₈ B ₁	26.00	pqrstuv	RSUVWXYZA1
52	A ₂₂ B ₁	26.00	pqrstuv	RSUVWXYZA1
53	A ₁₃ B ₂	26.00	pqrstuv	RSUVWXYZA1
54	A ₁₇ B ₁	25.67	qrstuv	RSUVWXYZA1B1
55	A ₂₇ B ₂	25.67	qrstuv	RSUVWXYZA1B1
56	A ₃₃ B ₂	25.33	rstuvw	SUVWXYZA1B1
57	A ₃₇ B ₂	25.33	rstuvw	SUVWXYZA1B1
58	A ₈ B ₂	24.33	rstuvwx	SUVWXYZA1B1C1
59	A ₃₂ B ₁	23.67	stuvwxy	SUVWXYZA1B1C2
60	A ₂₄ B ₁	23.00	stuvwxyz	TUVWXYZA1B1C1
61	A ₁₉ B ₁	22.00	tuvwxyza1	UVWXYZA1B1C1
62	A ₅ B ₁	21.67	tuvwxyza1	UVWXYZA1B1C1D1
63	A ₂ B ₁	21.33	tuvwxyza1	VWXYZA1B1C1D1
64	A ₂₆ B ₁	21.00	uvwxyza1	WXYZA1B1C1D1E1
65	A ₇ B ₁	19.00	vwxzya1b1	XYZA1B1C1D1E1
66	A ₂₉ B ₁	18.67	vwxzya1b1c1	YZA1B1C1D1E1
67	A ₃₁ B ₁	18.00	vwxzya1b1c1	ZA1B1C1D1E1F1
68	A ₃ B ₁	17.67	vwxzya1b1c1	A1B1C1D1E1F1
69	A ₂₈ B ₂	17.00	wxyza1b1c1	A1B1C1D1E1F1
70	A ₃₇ B ₁	16.67	xyza1b1c1	A1B1C1D1E1F1
71	A ₃₅ B ₁	16.33	xyza1b1c1	A1B1C1D1E1F1
72	A ₂₇ B ₁	16.00	xyza1b1c1	A1B1C1D1E1F1
73	A ₁₃ B ₁	15.67	zya1b1c1	A1B1C1D1E1F1
74	A ₈ B ₁	14.67	za1b1c1d1	B1C1D1E1F1
75	A ₃₃ B ₁	14.00	alb1c1d1	C1D1E1F1

续表

序号	处理组合	平均成活率	差异显著性	
			0.05	0.01
76	A ₃₉ B ₂	11.00	b1e1d1	D1E1F1
77	A ₂₈ B ₁	10.33	c1d1	E1F1
78	A ₃₉ B ₁	7.33	d1	F1

由表 4 可知, A₆B₂ 组合最优, 极显著于其它组合, 而 A₃₀B₂、A₂₅B₂、A₆B₁、A₁₂B₂、A₁B₂ 等组合成活率也较高。同时, 5 月较 1 月更适合嫁接腾冲红花油茶。这可能因为腾冲红花油茶的嫩梢只要叶片发绿、伸展, 就能愈合成活; 只要接穗芽已经发育, 无论是否饱满皆能正常抽梢; 嫁接越早, 越容易成活; 接穗越嫩, 成活率越高, 苗木生长势越好, 但枝条太嫩, 嫁接操作困难、工效低; 且从采穗到嫁接完成时间不宜超过 1 h, 否则穗条因幼嫩容易失水干缩。此外, 上述组合中 A₆B₁ 的成活率高也验证了无性系间比较中无性系 A₆ 成活率最高的结论。

3 结论

腾冲红花油茶无性系个体差异显著, 嫁接时间差异及无性系与嫁接时间交互也极显著。

1) 无性系间个体差异比较: 无性系 A₆ 嫁接成活率最高, 达 77.667%, 其次是 A₃₀、A₂₅、A₁、A₁₂、A₁₁ 等。

2) 时间比较: 5 月较 1 月更适合腾冲红花油茶的嫁接。实际生产中也是采用月份作为最佳嫁接时间。

3) 无性系与嫁接时间交互比较: A₆B₂ 为最优, 而 A₃₀B₂、A₂₅B₂、A₆B₁、A₁₂B₂、A₁B₂ 等组合成活率也较高。

在腾冲红花油茶苗木培育中, 要注意砧木的选择并综合考虑各个无性系的个体差异与嫁接时间等因素, 才能更好地推动油茶产业更好更快发展。

参考文献:

- [1] 冯国楣, 夏丽芳, 朱象鸿. 云南山茶花[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1981.
- [2] 陈辉, 刘国敏, 刘玉宝, 等. 油茶丰产林培育[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2009.
- [3] 沈立新, 梁洛辉, 王庆华, 等. 腾冲红花油茶自然类型及其无性系类群划分[J]. 林业资源管理, 2009(6): 75-79.
- [4] 沈立新, 梁洛辉, 张文, 等. 腾冲红花油茶主要产果类型的果实性状分析[J]. 西部林业科学, 2009, 28(4): 9-15.
- [5] 黄佳聪, 郭军, 罕新艳, 等. 腾冲红花油茶芽苗砧嫁接技术及其成效分析[J]. 西部林业科学, 2011, 36(1): 90-92.
- [6] 庄瑞林. 中国油茶(第2版)[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [7] 腾冲林学会. 腾冲红花油茶自然类型鉴定初报[J]. 保山林业科技, 1981(3): 17-21.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.033

红锥不同种源苗期生长与变异研究

严平勇

(仙游溪口国有林场,福建 仙游 351265)

摘要:对来自福建、广西和广东的 5 个不同红锥种源成苗物候期和苗木高径生长进行观测。结果表明,苗高和地径的生长节律基本一致,呈现出明显的“慢—快—慢”节律,可将苗期划分为生长初期(4~6 月)、生长盛期(7~8 月)、生长缓慢期(9~10 月)和休眠期(11~12 月)4 个时期;不同种源间生长差异极显著,苗高和地径的广义遗传力分别为 91.48% 和 86.25%,遗传变异分析初步认定福建华安和广西凭祥的种源表现良好,应作为优良种源重点发展;福建安溪的种源表现中等,有发展潜力,需进一步观测和改良;表现较差的为福建南靖和广东信宜的种源。针对红锥生长节律并结合育苗实践,总结出苗木在各个时期的关键培育及管理技术。

关键词:红锥;种源;物候期;苗木生长节律;遗传变异

中图分类号:S792.17;S723.13 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0155-05

Seedlings Growth and Variation of Different *Castanopsis hystrix* Provenance

YAN Ping-yong

(Xikou State Forestry Farm of Xianyou, Xianyou, Fujian 351265, China)

Abstract: Five provenances of *Castanopsis hystrix* was collected from different regions and provinces, the phenophase and seedling growth traits were studied. Result shows that the growth laws of seedling height and ground diameter was comparatively unanimous, according to the growth process could be divided into initial period (April to June), growth period (July to August), recession period (September to October) and dormant period (November to December) four periods, annual growth period for seedling height and ground diameter shows rhythm of slow-fast-slow after seed sowing; Through the analysis of genetic variation, provenances of Fujian Huaan and Guangxi are considered as excellent provenances for the further study, provenance of Fujian Anxi is considered as general provenance for further observation and improvement, provenances of Fujian Nanjing and Guangdong Provenances are considered as poor provenances. Seedling height and ground diameter among the provenances are extremely significant differences, broad heritability of seedling height and ground diameter is 91.48% and 86.25%. Finally, the breeding and management techniques of *Castanopsis hystrix* are summarized in different period.

Key words: *Castanopsis hystrix*; provenance; phenological phase; seedling growth rhythm; heritable variation

收稿日期:2014-02-05.

基金项目:福建省林木种苗科技攻关四期项目《红锥良种选育与繁育技术研究》(闽林科[2013]1号)。

作者简介:严平勇(1968-),男,福建仙游人,工程师。主要从事森林资源培育技术工作。Email:809088198@qq.com

红锥 (*Castanopsis hystrix*) 是壳斗科常绿阔叶乔木, 为我国亚热带优质用材树种, 具有速生成林早、适应性强、材质优、价值高等一系列优良特性, 种质资源极具开发价值^[1]。近年来, 福建省系统地开展了红锥壮苗培育、幼林和中林龄施肥技术、密度控制、混交造林以及种间关系调整等用材林培育技术研究, 取得了显著成果, 并在生产上推广应用。但由于现有母树林面积小, 经营水平不高, 大小年明显, 种子产量、质量偏低等原因制约了福建省红锥阔叶人工林的规模发展。为此, 福建省加大力度开展红锥良种选育研究, 通过收集福建、广西、广东等地的红锥种质资源材料, 开展测定、评价与选择, 文中对不同种源的苗期生长与变异进行探讨, 为红锥良种选育提供依据和参考。

1 试验地概况

试验地位于福建省莆田市仙游溪口国有林场林木苗圃地, 地处东经 118°28′~118°33′, 北纬 25°23′~25°43′。该地区属典型的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。苗圃地位于木兰溪岸边, 海拔 60 m, 土壤为冲积沙壤土, 立地等级为 II 类地。

2 材料与方法

2.1 种子来源与处理

试验种子采集地分别为福建省安溪、华安、南靖、广东信宜和广西凭祥 5 个省内外地区。收集的

种子先用清水清洗干净, 除去空壳和虫洞的种子后, 用 2% 的高锰酸钾溶液消毒 (浸种 5 min 后用清水冲洗干净), 之后与湿沙混合进行沙培, 期间经常检查翻动, 湿度不够时应及时洒水补充, 沙的湿度控制在半干半湿。

2.2 播种与育苗管理

2013 年 3 月播种, 采用容器育苗, 容器规格为 9 cm×16 cm, 基质为黄心土, 待种子露出胚根后经断根处理移入容器袋内, 每个容器播种 1 粒, 种子植入深度为带面与种子基本平行。播种后, 容器袋放置畦面上排列整齐, 随即浇透水, 苗木出土前及时喷水保持容器内的土壤湿润; 每个种源用塑料标签做上记号, 搭小拱棚并覆盖透光率 50% 的遮荫网, 防止暴雨对容器内种子的冲刷或日晒高温对幼苗的灼伤, 6 月底拆除遮荫棚并定期进行除草。在整个生长期及时排灌、防旱、防涝及防治鼠害等。

2.3 观测与分析方法

播种后定期观察幼苗出芽、真叶形成及出齐等物候期指标; 每个种源选择 3 个测定小区 (即重复 3 次), 每小区 30 株为固定测定株, 每月底测定一次苗高、地径, 定株记录苗木的生长过程; 数据输入、计算和方差分析主要在 Excel 软件上进行。遗传变异系数是某性状标准差与群体均值的比值, 广义遗传力^[2]为遗传方差与环境方差的差值和遗传方差的比值。

3 结果与分析

3.1 不同种源物候期

红锥苗木的出芽和成苗期见表 1。

表 1 红锥不同种源苗木成苗物候期观测

Tab. 1 Seedling phenology observations on different provenances of *Castanopsis hystrix*

种源	播种期	出芽期	成苗期	苗木出齐天数/d
福建安溪	2013/3/12	2013/4/17~2013/5/10	2013/4/28~2013/5/18	67
福建华安	2013/3/12	2013/4/10~2013/5/6	2013/4/20~2013/5/15	64
福建南靖	2013/3/12	2013/4/15~2013/5/8	2013/4/26~2013/5/18	67
广东信宜	2013/3/12	2013/4/20~2013/5/12	2013/4/30~2013/5/22	71
广西凭祥	2013/3/12	2013/4/17~2013/5/8	2013/4/28~2013/5/20	69

从表 1 的数据可以看出, 从播种期到出芽期天数在 29~39 d 不等, 出芽期到成苗期天数在 31~35

d 不等; 福建华安的种源出芽期最早, 苗木全部出齐天数最短, 为 64 d; 广东的种源出芽期最晚, 苗木全

部出齐天数最长,为71 d,其它种源介于两者之间。

不同种源红锥苗木月份地径生长节律见表3。

3.2 不同种源苗木生长节律

根据表2和表3苗高和地径的总生长量来看,

不同种源红锥苗木月份苗高生长节律见表2;

福建华安的种源生长量最大,苗高和地径分别

表2 红锥苗木高月份生长节律

Tab. 2 Monthly growth rhythm of seedling height of *Castanopsis hystrix*

种源		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
福建安溪	H/cm	5.78	8.51	13.15	19.37	23.68	26.74	28.68	28.99
	$\Delta H/cm$		2.73	4.64	6.22	4.31	3.06	1.94	0.31
	G/%	19.94	29.35	45.36	66.82	81.68	92.24	98.93	100.00
福建华安	H/cm	6.42	11.50	18.32	25.38	31.25	34.66	36.71	37.32
	$\Delta H/cm$		5.08	6.82	7.06	5.87	3.41	2.05	0.61
	G/%	17.20	30.81	49.09	68.01	83.74	92.87	98.37	100.00
福建南靖	H/cm	5.53	7.84	11.45	16.38	20.45	23.05	24.83	25.38
	$\Delta H/cm$		2.31	3.61	4.93	4.07	2.60	1.78	0.55
	G/%	21.79	30.89	45.11	64.54	80.58	90.82	97.83	100.00
广东信宜	H/cm	4.78	6.14	9.41	13.68	17.54	19.76	21.35	21.53
	$\Delta H/cm$		1.36	3.27	4.27	3.86	2.22	1.59	0.18
	G/%	22.20	28.52	43.71	63.54	81.47	91.78	99.16	100.00
广西凭祥	H/cm	6.02	9.14	14.45	20.83	26.63	29.07	30.98	31.38
	$\Delta H/cm$		3.12	5.31	6.38	5.80	2.44	1.91	0.40
	GH/%	19.18	29.13	46.05	66.38	84.86	92.64	98.73	100.00

注:字母H表示苗高总生长量, ΔH 表示苗高净生长量,G表示苗高累计增长率。

表3 红锥苗木地径月份生长节律

Tab. 3 Monthly growth rhythm of seedling ground diameter of *Castanopsis hystrix*

种源		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
福建安溪	D/cm	0.06	0.09	0.14	0.21	0.27	0.31	0.33	0.33
	$\Delta D/cm$		0.03	0.05	0.07	0.06	0.04	0.02	0.00
	GD/%	18.18	27.27	42.42	63.64	81.82	93.94	100.00	100.00
福建华安	D/cm	0.06	0.11	0.19	0.28	0.35	0.40	0.42	0.44
	$\Delta D/cm$		0.05	0.08	0.09	0.07	0.05	0.02	0.02
	GD/%	13.64	25.00	43.18	63.64	79.55	90.91	95.45	100.00
福建南靖	D/cm	0.05	0.08	0.12	0.18	0.23	0.26	0.28	0.29
	$\Delta D/cm$		0.03	0.04	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01
	GD/%	17.24	27.59	41.38	62.07	79.31	89.66	96.55	100.00
广东信宜	D/cm	0.04	0.06	0.10	0.15	0.20	0.22	0.24	0.25
	$\Delta D/cm$		0.02	0.04	0.05	0.05	0.02	0.02	0.01
	GD/%	16.00	24.00	40.00	60.00	80.00	88.00	96.00	100.00
广西凭祥	D/cm	0.06	0.10	0.16	0.24	0.30	0.34	0.36	0.36
	$\Delta D/cm$		0.04	0.06	0.08	0.06	0.04	0.02	0.00
	GD/%	16.67	27.78	44.44	66.67	83.33	94.44	100.00	100.00

注:字母D表示地径总生长量, ΔD 表示地径净生长量,GD表示地径累计增长率。

为 37.32 cm 和 0.44 cm, 广东的种源表现最差, 苗高和地径分别为 21.53 cm 和 0.25 cm, 排序为福建华安>广西凭祥>福建安溪>福建南靖>广东信宜, 苗高与地径表现一致; 净生长量 7 月份生长加速, 8 月份达到全年最大值, 在此期间光热条件良好, 高径生长最快, 是苗木的速生期, 9~10 月生长减慢, 11~12 月基本停止生长。从累计增长率来看, 8 月不同种源苗高增长率区间为 63.54%~68.01%, 地径为 60.00%~66.67%, 说明到 8 月份时, 苗木生长的累计增长率达到全年的 60% 以上, 可将 8 月份作为苗木速生期和衰退期的分界点。

红锥苗木从播种到成苗虽然不同种源有所差异, 但仅相差 1 周时间, 其后苗高和地径的生长节律基本一致, 根据成苗物候期和苗木高径生长观测, 可将红锥苗期划分为生长初期(4~6 月)、生长盛期(7~8 月)、衰退期(9~10 月)和休眠期(11~12 月)4 个时期, 苗高和地径生长有明显的“慢—快—慢”的生长节律。

3.3 不同种源苗期遗传变异分析

红锥不同种源苗高和地径方差分析结果见表 4。

表 4 苗高和地径方差分析

Tab. 4 Variance analysis of seedling height and diameter of *Castanopsis hystrix*

差异源	苗高				地径			
	方差	自由度	均方差	F 值	方差	自由度	均方差	F 值
种源间	431.3703	4	107.8426	33.20**	0.0618	4	0.0155	19.82**
种源内	32.4829	10	3.2483		0.0080	10	0.0008	

从表 4 看出, 苗高和地径 F 值均为极显著, 说明不同种源之间苗期生长有极显著的差异, 苗木生长节律不仅与气候条件和管理水平有关, 但在气候、育

苗管理措施一致的情况下, 主要是与树种的遗传特性有关^[3]。因此, 进一步对红锥不同种源的苗期变异进行分析, 结果见表 5。

表 5 红锥不同种源遗传变异分析

Tab. 5 Genetic variation analysis of different provenances of *Castanopsis hystrix*

生长因素	平均值 /cm	标准差	遗传变异系数 /%	遗传方差	环境方差	广义遗传力 /%
苗高	28.9200	1.7074	5.9038	34.8648	3.2483	91.48
地径	0.3340	0.0271	8.1248	0.0049	0.0008	86.25

从表 5 可以看出, 苗高和地径的广义遗传力分别为 91.48% 和 86.25%, 前者大于后者, 说明遗传方差所占的比例大于环境方差, 遗传力大, 说明该性状受遗传控制较强, 受环境影响较弱, 对其进行性状选择比较可靠, 获得的遗传增益也大^[4]。

从苗高生长来看, 福建华安和广西凭祥的种源比群体均值分别高出 29.06% 和 8.51%, 地径分别高出 30.74% 和 6.79%, 表现良好; 福建安溪的种源苗高比群体均值高 0.23%, 地径为群体均值的 -1.20%, 表现一般; 福建南靖和广东信宜的种源苗高与地径均小于群体均值, 表现较差。

4 结论与讨论

通过省内外 5 个红锥不同种源成苗物候期和苗木高径生长观测, 苗高和地径的生长节律基本一致, 有明显的“慢—快—慢”的生长节律。可将红锥苗期划分为生长初期(4~6 月)、生长盛期(7~8 月)、生长缓慢期(9~10 月)和休眠期(11~12 月)4 个时期。

不同种源间的苗高、地径生长差异极显著, 苗高和地径的广义遗传力分别为 91.48% 和 86.25%, 是苗期生长的 2 个重要指标。不同种源苗期的遗传变

异分析初步认定福建华安和广西凭祥的种源表现良好,应作为优良种源重点发展;福建安溪的种源表现一般,有发展潜力,需进一步观测和改良;表现较差的为福建南靖和广东信宜的种源。

任何一个树种的种源都有其特定的适宜生存环境,例如研究中的福建华安、安溪、南靖种源,虽然原产地均为闽南亚热带区,但3个地方的气候、立地等环境条件有差别,这就导致了3个种源的差异。本研究结果只针对种源的苗期性状分析,其结果可为大致了解省内外红锥种源的优劣以及为种源区划分提供参考。但在现实调查、收集种子以及苗期生长观测中发现,不论是哪个种源,其个体差异较大(如福建华安)的种源中有相当数量的低质苗,相反福建南靖、广东信宜种源中有相当数量的超级苗,因此注重优良单株选择、收集优良家系种质材料并进行子代测定与选择显得尤为重要。本研究仅是苗期的初步结果,造林后的表现有待长期定位观测。

结合育苗实践和研究的初步结果,总结出红锥的育苗管理措施,为培育壮苗提供参考。红锥播种时采用切根育苗可使苗木主根缩短,侧根与须根发达,同时也使幼苗地上部分生长旺盛,提高了苗木规格质量,有利于提高造林成活率^[5];遮荫棚的拆除比较讲究,因出苗期育苗地处于雷雨、暴雨或冰雹等多发期,遮荫棚可以保护幼苗免受日光、高温的侵害,也可降低灾害天气所带来的损失,6月底也即端

午后,雨季已过,拆除遮荫棚使幼苗获得充足的光照和适当的水湿条件以促进红锥苗木生长;7~8月是苗木的速生期,这时期的生长量约占全年生长量的2/3,是决定苗木质量好坏的关键时期,在管理上要特别加强水肥管理,每10~15 d追施氮肥1次;9~10月苗木生长进入衰退期,每15~20 d追施复合肥或磷肥1次,以促进苗木木质化,10月过后因苗木生长进入休眠期,应停止浇水和施肥,让苗木充分木质化,直至造林。在苗木生长过程中要经常除草、浇水,由于容器苗体积小,喷水要适当,当容器的基质70%左右干燥时进行淋水,注意防止鼠害。

参考文献:

- [1] 陈清根. 红锥容器育苗试验[J]. 安徽农学通报(上半月刊), 2010, 16(11): 210-211.
- [2] 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: 24-25.
- [3] 刘志龙, 虞木奎, 唐罗忠, 等. 不同地理种源麻栎苗期变异和初步选择[J]. 林业科学研究, 2009, 22(4): 486-492.
- [4] 周永学, 苏晓华, 樊军锋, 等. 引种欧洲黑杨无性系苗期生长测定与选择[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2004, 32(10): 102-106.
- [5] 李跃生. 红锥育苗技术试验研究[J]. 福建林业科技, 2003, 30(3): 73-74, 93.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2014.03.034

黄花石斛组织培养繁殖技术研究

苏 忠¹, 王成彬²

(1. 石屏县职业教育中心, 云南 石屏 662200; 2. 石屏县林业局, 云南 石屏 662200)

摘要:进行黄花石斛种子在不同培养基及添加物中的萌发率试验研究。结果表明,以 1/2MS+6-BA0.5 mg/L+NAA0.1 mg/L+10%椰汁+1 g/L 活性 C 的萌发率为最佳;带腋芽的茎段和顶芽以 1/2KC+6-BA1 mg/L+NAA0.1 mg/L+10%椰汁+1 g/L 活性 C 诱导原球茎增殖较佳;生根培养以 1/2MS+ +NAA0.1 mg/L 生根较多。炼苗基质以泥碳、蕨根、栎树屑混合基质栽培成活率最高。

关键词:黄花石斛;组织培养;繁殖技术;培养基;基质;萌发率;原球茎增殖;生根培养

中图分类号:S759.82;S722.37 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2014)06-0160-03

Tissue Culture Propagation Techniques of *Dendrobium dixanthum*

SU Zhong¹, WANG Cheng-bin²

(1. Shiping County Vocational Education Center, Shiping, Yunnan 662200, China;

2. Forestry Bureau of Shiping County, Shiping, Yunnan 662200, China)

Abstract: Experimental study on seed germination rate of *Dendrobium dixanthum* in different culture media and additives was conducted. The results showed that germination rates was the best with culture media of 1/2MS +6-BA0.5 mg/L + NAA0.1 mg/L +10% coconut +1 g/L active C; Protocorm proliferation of axillary stems and buds were the best with culture media of 1/2KC + 6-BA1 mg/L + NAA0.1 mg/L +10% coconut +1 g/L active C. Rooting performed better with culture media of 1/2MS + +NAA0.1 mg/L. survival rate could be the highest with Hardening matrix of peat, fern root, oak shavings mixed matrix.

Key words: *Dendrobium dixanthum*; tissue culture; propagation techniques; culture media; matrix; germination rate; protocorm proliferation; rooting culture

黄花石斛(*Dendrobium dixanthum*)为兰科石斛属多年生常绿类草本植物,生活环境为亚热带山地气候。在云南省红河州石屏县的宝秀小官山,大桥林区海拔 1 500 m 以上有野生分布,其生境有附石型、地生型 2 种。黄花石斛的花萼为淡黄色,唇瓣为深黄色并有紫红条纹,花序轴着生花 10~15 枚,花期冬、春季节。花序常从假鳞茎的顶部及附近的节上抽出,假鳞茎有连续数年开花的特征。黄花石斛

花姿优美,艳丽多彩,气味芳香,花期长,深受消费者的喜爱,同时也是杂交育种的良好亲本。据我国文献记载,石斛有 1 500 年以上的历史^[1],但主要是药用,做为观赏还没有形成商品性栽培,长期处于采挖野生植物资源的状态。野生黄花石斛主要靠种子繁殖,种子无胚乳,在自然条件下与真菌共生萌发^[2],繁殖困难,生长周期长,数量少。本研究设计不同成分培养基对种子、顶芽、带腋芽的茎段 3 种外

收稿日期:2014-01-31.

作者简介:苏 忠(1972-),男,云南石屏人,一级教师。主要从事野生花卉资源培育的研究工作。

植体进行培养,以期获得种苗进行人工栽培,更好地对该资源进行保护利用。

1 材料与方 法

1.1 实验材料和培养基配方

材料来源为石屏县宝秀镇小官山林区采集的黄花石斛蒴果,种植于花盆中生长健康的植株。根据外植体的不同,设置以下2组配方(表1,表2)。培养基添加蔗糖20~30 g、椰子汁^[3]、活性C、不同浓度激素。pH值5.0~5.8,琼脂用量5 g/L,培养基用水为纯水,常规高压灭菌。

表1 种子培养基配方

Tab. 1 Seed culture media component

配方	培养基成分
1	1/2MS+6-BA 1 mg/L+NAA0.1 mg/L+30 g 蔗糖
2	1/2MS+6-BA0.5 mg/L+NAA0.1 mg/L+30 g 蔗糖+10% 椰汁+1 g/L 活性C
3	MS+6-BA0.5 mg/L+NAA0.1 mg/L+30g 蔗糖
4	MS+6-BA 1 mg/L+NAA0.1 mg/L+30 g 蔗糖+10% 椰汁+1 g/L 活性C
5	1/2KC+6-BA 1 mg/L+NAA0.1 mg/L+20 g 蔗糖
6	1/2KC+6-BA0.5 mg/L+NAA0.1 mg/L+20 g 蔗糖+10% 椰汁+1 g/L 活性C
7	KC+6-BA 1 mg/L+NAA0.1 mg/L+20 g 蔗糖
8	KC+6-BA0.5 mg/L+NAA0.1 mg/L+20 g 蔗糖+10% 椰汁+1 g/L 活性C

表2 顶芽及腋芽培养基配方

Tab. 2 Media component terminal and axillary buds

配方	培养基成分
1	MS+6-BA 1mg/L+NAA0.1 mg/L+30 g 蔗糖
2	KC+6-BA 2 mg/L+NAA0.2 mg/L+30 g 蔗糖
3	1/2MS+6-BA 2 mg/L+NAA0.2 mg/L+30 g 蔗糖+10% 椰汁+1 g/L 活性C
4	1/2KC+6-BA 1 mg/L+NAA0.1 mg/L+30 g 蔗糖+10% 椰汁 1 g/L 活性C

1.2 实验方法

1.2.1 种子外植体培养

在职教中心组培实验室内把黄花石斛成熟的蒴果表面脏物清理干净后,用肥皂水擦洗多次,自来水冲洗1 h。用解剖刀划开蒴果,挑出里面黄色的种子,置于烧杯中,加无菌水,搅拌使其沉底,再倾倒掉水,重复3次,在其过程中清除漂浮的种子。将装有

种子的烧杯置于超净工作台上,加入75%的酒精浸泡15 s后,倾倒入酒精,加入0.1%的升汞溶液浸泡8 min,滤除升汞溶液后,加入无菌水清洗10次。滤出无菌水后把种子用接种勺取出置于无菌滤纸上备用。用接种针把种子挑出置于装有种子培养基的三角烧瓶中培养。每瓶中接种的种子近似相等,每个配方接种30瓶。

播后种子置于温度25℃,光照强度2 000 LUX,光照时间12 h/d条件下培养。

1.2.2 顶芽、腋芽外植体培养

选择长3~6 cm的新芽,用自来水冲洗30 min,剥去最外面的叶鞘备用。在超净工作台上把新芽浸在75%的酒精中3~5 s,取出立即放到15%的次氯酸钠溶液中浸泡15 min,并不断摇动。取出后用无菌水清洗5~8次,在解剖盘上剥离出2 cm长的顶芽或侧芽,接种于装有顶、腋芽培养基的三角烧瓶中培养。每瓶中接种一个顶芽或腋芽,每个配方接种20瓶。外植体置于温度25~28℃,光照强度2 000 lux,光照时间12~16 h/d条件下培养。

2 结果与分析

2.1 不同培养基对种子萌发的影响

培养2个月对种子萌发进行统计,发现以上8种种子培养基中的种子都有萌发。结果表明,1、2号培养基的种子萌发率明显高于3、4号培养基,5、6号培养基种子萌发率高于7、8号培养基,2号培养基高于6号培养基。污染后的培养基不统计(下同),详见表3所示。

表3 不同培养基对种子萌发的影响

Tab. 3 Impact of different media on seed germination

配方	种子萌发率
1	++++
2	+++++
3	+++
4	++
5	+++
6	+++
7	++
8	+

2.2 不同培养基对种子长势的影响

从培养3个月的种苗的每个配方中随机抽取

10 瓶,分别统计叶色、株高、叶宽、畸形叶比例。结果表明,2号培养基优于6号培养基,其它培养基种子长势明显低于2、6号培养基(表4)。

表 4 不同培养基对种子长势的作用

Tab. 4 Impact of different media on seed growth trait cm

配方	叶色	株高	叶宽	畸形叶
1	黄绿	1.5	0.4	+
2	浓绿	2.0	0.6	
3	黄绿	1.0	0.2	++
4	绿	1.2	0.4	
5	浅绿	1.7	0.2	+++
6	深绿	1.2	0.5	
7	发黄	1.8	0.1	++++
8	黄绿	1.5	0.5	

2.3 不同培养基对顶、腋芽诱导原球茎增殖的影响

从培养 3 个月的顶、腋芽瓶苗的每个配方中随机抽取 10 瓶,统计原球茎数量。结果表明,2号培养基优于1号培养基,4号培养基优于3号培养基,4号培养基圆球茎数量及生长势明显优于2号培养基(表5)。

表 5 不同培养基对原球茎增殖的影响

Tab. 5 Effect of different media on the proliferation of PLBs

配方	原球茎数量 /个	原球茎生长势
1	14	+++
2	17	++
3	16	++
4	19	++++

2.4 继代增殖与生根培养

1)将种子培养获得的小苗和腋芽及顶芽培养获得的原球茎在 1/2KC+6-BA 1 mg/L+NAA0.1 mg/L+30 g 蔗糖+10%椰汁+1 g/L 活性 C 的培养基中培养后发现,可以进行继代增殖,并获得大量的圆球茎。

2)把圆球茎小苗置于生根培养基中进行培养,随机抽取 10 瓶进行统计,结果表明,在 1 号培养基

中的小苗生根效果优于 2、3、4 号培养基。培养基配方见表 6。

表 6 不同培养基对生根的影响

Tab. 6 Impact of different media on the rooting

编号	培养基	NAA /(mg·L ⁻¹)	IAA /(mg·L ⁻¹)	生根时间 /d	生根率 /%
1	1/2MS	0.1		13	90
2	MS	0.2		13	60
3	1/2KC		0.1	14	70
4	KC		0.2	14	60

2.5 炼苗移栽

当小苗长到 3~5 cm 高时取出,洗净根部的琼脂后即可进行移栽。育苗基质中的蕨根、栎树屑经高温暴晒,稍打碎后加 2 000×10⁻⁶ 的代森锰锌溶液浸泡 12 h 再取出滤干,将泥碳、蕨根、栎树屑按 1:1:2 的比例混合置于育苗床上。把小苗根系埋入基质中,并露出假鳞茎。在前 2 周保持 90% 的相对湿度,温度控制在 25~27℃,70% 的遮荫率,逐步过渡 2 个月后,成活率统计结果在 90% 以上。

3 讨论

3.1 培养基中无机盐离子、激素对种子萌发的影响

黄花石斛种子通过无菌播种可以获得较好的萌发,培养基中的无机盐离子、激素浓度较高时发芽率低,含低浓度无机盐离子、激素的培养基可以获得较高的发芽率。

3.2 培养基中不同添加物对培养物的影响

培养基中添加活性碳对种子萌发有促进作用,椰子乳中含有丰富的营养成分,可提供种子萌发后的营养供给,对圆球茎生长势作用明显。

参考文献:

- [1] 卢思聪. 兰花栽培入门[M]. 上海:金盾出版社, 1996:31.
- [2] 肖亚萍,蔡霞. 英汉植物学词典[M]. 北京:世界图书出版公司,2002:424.
- [3] 谭文澄,戴策刚. 观赏植物组织培养技术[M]. 北京:中国林业出版社,1990:376.

《林业调查规划》投稿指南

《林业调查规划》是全国性的林业科技类期刊,大16开本,国内外公开发行。本刊任务是报道林业和与林业有关的理论及实践研究成果、综合评述等。设有森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性、森林保护、林火研究、生态建设、自然保护区等多个栏目。本刊已被多个期刊数据库全文收录,为中国科技核心期刊和中国林业核心期刊,荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖。

1 来稿要求

1.1 文章内容与字数: 要求文稿真实、准确地反映当前林业生产、科研的新成果,内容具有先进性、科学性、实用性。来稿字数以4 000~8 000字为宜(含图表)。如为基金项目,请注明论文的基金资助名称和项目编号。

1.2 文题: 文题要言简意赅,以不超过20字为宜。

1.3 署名: 作者署名不超过5人,第一作者应是稿件的执笔人和修改人,作者之间用逗号“,”隔开。

1.4 单位: 要写全称,并注明所在省(区)、市(县)和邮编。

1.5 摘要和关键词: 摘要内容应完整准确概括论文的实质性内容,包括研究目的、方法、结论等要素,并具有独立性和自明性,不加注释和评论,不用“本文”、“笔者”等主语,字数控制在200字以内。关键词应选择紧扣文章主题、反映文章内容的单词、词组或术语3~8个,中间用分号“;”隔开,最后一个词不加标号。

1.6 正文: 正文中的各层次标题用阿拉伯数字连续编写,如1;1.1;1.1.1;2;2.1……,顶格书写,层次划分不超过3级。

1.7 图和表: 应有自明性,切忌与文字表述重复。插图要求用计算

机绘制,图序和图题应标在图的下方;采用三线表设计,不要表墙,表中参数应标明量和单位符号。

1.8 量、单位和符号: 请使用法定计量单位,量名称及符号、单位、数字等应符合国家标准,书写要规范,外文字母和符号必须注明大小写、正斜体及上下角标。例如:长度单位:km、m、cm、mm;面积单位:hm²、m²、dm²、cm²;体积单位:m³、l、ml;质量单位:t、kg、g、mg;时间单位:a、d、h、min、s。

1.9 数字的写法: 凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方,均应使用阿拉伯数字;公历世纪、年代、年、月、日均用阿拉伯数字。年代不能简写。

1.10 参考文献: 只列出作者直接阅读过并已公开发表的主要文献,未发表的著作、论文集、内部资料不列入参考文献范围。采用顺序编码制,即按文中出现的顺序连续编号,并用阿拉伯数字加方括号标于文中适当位置的右上角,并与文末参考文献序号对应一致。著录格式如下:①期刊:[序号]

作者(3人以上须满足3人后加等)。篇名[J]。刊名,年,卷(期);起止页码。②图书:[序号]作者。书名[M]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。③论文集:[序号]作者。篇名[A]。编著者。论文集名[C]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。④电子文献:[序号]主要责任者。电子文献题名[电子文献及载体类型标识]。电子文献的出处或可获得地址,发表日期/引用日期(任选)。参考文献类型代码分别为:普通图书[M]、会议录[C]、汇编[G]、报纸[N]、期刊[J]、学位论文[D]、报告[R]、标准[S]、专利[P]、数据库[DB]、计算机程序[CP]、电子公告[EB]。电子文献载体类型标志如下:磁带[MT]、磁盘[DK]、光盘[CD]、联机网络[OL]。对于专著、论文集中析出的文献,其文献类型标识采用[A],对于其他未说明文献类型的标识采用[Z]。每一参考文献条目的最后均以“.”结束。

作者对以上要求如有不明,可参考本刊近期文章或咨询编辑部。投稿前请对稿件认真逐项修改,补充有关内容。

2 投稿与稿件处理

1)投稿前,请登录本刊网站(<http://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx>)认真阅读本刊投稿指南中的各项说明,投稿后请电话告知编辑部以便查对。

2)本刊实行严格的审稿制度,稿件送相关专家审阅,并由编委会讨论定稿。来稿请勿一稿多投。编辑部收稿后将在10日内通知作者审稿结果。

3)来稿一经刊用,将按规定收取专家审稿费,根据论文所占版面情况收取论文发表费,并付给作者稿酬。具体数额以本刊所发通知为准。另外,来稿所在当期期刊出版后,本刊将寄赠作者2册。对具创新性、高质量稿件,优先安排发表,并根据创新性水平减、免审稿费和版面费,稿酬从优。

4)来稿发表后,文章著作权归作者所有,文责自负,其编辑版权属本刊所有。

5)为拓宽学术交流渠道,本刊已加入“中国期刊全文数据库”和“数字化期刊群”等期刊数据库,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意文章入编,投稿时敬请说明。

6)本刊编辑部保留对来稿进行必要的文字修改、删节的权利,如作者不允许修改,请在来稿中注明。

7)编辑部地址:650051,云南省昆明市盘龙区人民东路289号,云南省林业调查规划院《林业调查规划》编辑部(电话:0871-63318347;Email:ynfip@vip.163.com;传真:0871-63318347)。

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”



高原草甸

国内定价：10.00元（全年60.00元）

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

广告经营许可证号：5300004000093

ISSN 1671-3168



9 771671 316059