

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41卷 第6期
Vol.41 No.6

2016 6

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

第41卷

第6期

Vol.41 No.6

二〇一六年十二月

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第41卷 第6期 (总第213期) 2016年12月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 41 No. 6 (Sum No. 213) Dec. 2016

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 负新华 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

《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
张林艳

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://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx>

印刷 昆明锦润印刷有限公司

订购处 《林业调查规划》编辑部

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

Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong,

Members:

WANG Weibin, SI Zhichao, AI Jianlin, XU Yiqi,
LV Shuying, HUA Chaolang, YUN Xinhua, WU Xia,
ZHANG Qing, ZHANG Ziyi, ZHANG Zhengquan,
ZHANG Liangshi, LI Dong, LI Jianyou, LI Chunyan, ZHOU Yuan,
ZHOU Xiaoping, YANG Jianxiang, XU hui, SHI Huayun,
HU Zonghua, QIU Xinxuan, TAO Jin, PENG Hua,
WEN Qingzhong, DONG Jianchang, WEI Xiaoping, QU Lin

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

Editor: DENG Yan, LIU Pingshu, XU Yiqi,
XU Chunxia, LUO Yani, ZHANG Ruijun
ZHANG Linyan

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

Email: ynfip@vip.163.com

<http://www.yunnanforestry.cn:8099/ch/index.aspx>

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

Order place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

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 41 卷 第 6 期

(总第 213 期)

2016 年 12 月

目 次

●森林经理

- 基于 Landsat TM 的香格里拉市高山松生物量估测重建 陆 驰,张加龙,王爱芸,等(1)
3S 技术在云南省县级林地变更调查中的应用研究 时银骏(8)
基于 ArcGIS 的基础测绘成果 DLG 数据入库 杨小梅,朱光兴(14)

●研究与探索

- 云南松茎干弯曲、扭曲特性的研究现状及展望 蔡年辉,许玉兰,李根前,等(19)
森林生态系统水化学效应研究综述 雷丽群,韦菊玲,农友,等(24)
细叶云南松研究进展 李春叶,王有兵,廖聪宇,等(30)

●生物多样性

- 环境因子对西双版纳野生兰科植物物种组成和丰富度的影响 余东莉,杨鸿培,杨正斌(35)
铁路建设工程对元江国家级自然保护区生物多样性影响评价研究 吴兴华,郑进烜,余昌元(42)
特色小镇背景下横店道路绿化植物的群落结构与多样性研究 吴璐璐(49)

●森林公园

- 基于游客感知的福州国家森林公园自然教育发展探析 王碧云,修新田,兰思仁(53)
基于 F-AHP 法的城郊型森林公园声景观评价研究 洪昕晨,张 薇,陈 凯,等(58)

●生态建设

- 面向可持续的国有林场森林生态系统管理研究 潘 瑶,苏凯文,张婉洁,等(64)
武汉市不同树种吸附 PM_{2.5} 能力研究 鲁君悦(68)

●森林资源管理

- 浙江省 2014 年新版二类调查规程修订分析 季碧勇,陶吉兴,张国江,等(72)
山西省永久性生态公益林体系建设规划布局及区划界定 梁林峰(77)

●森林保护

- 昆明市考氏白盾蚧的危害特点及发生规律研究 付兴飞,李雅琴,于潇雨,等(83)
勐海县林业有害昆虫种类初步调查 杨鸿培,赵建伟,陶永祥,等(87)

●森林经营

- 核桃间种模式及综合效益分析 张琦芬,朱正明(95)
缺素对岑溪软枝油茶的营养及生理特性的影响 覃祚玉,刘 莉,唐 健,等(99)

●论坛

- 锦州市创意农业发展路径研究 单福彬,李 馨(103)
我国生态旅游研究的新热点探析 陈晓颖,鲁小波,赵恒德(107)

●动物研究

- 高黎贡山赧兀东白眉长臂猿活动区秋季潜在可选果实食物研究 李明会,周 伟,李 柳,等(115)
分布区人工条件下小熊猫繁殖初探 刘 波(121)

●苗木培育

- 巨龙竹秋季实生育苗技术初步研究 徐 田,陈 剑,毕 玮(124)
仙茅根繁殖育苗试验研究 叶生宝,何 钢,席飞飞,等(127)

●园林

- 蒙古族传统图案在云南传统村落公共空间景观更新中的运用 沈 丹(132)
永川红旗河城市河岸带植物景观生态设计研究 李俊阳,王海洋(136)
基于 AHP 法的南平市玉屏山公园植物景观评价 唐必成(144)

《林业调查规划》2016 年(第 41 卷)论文总目次 (149)

- 高原风光 许易琦摄(封面)
峡谷地貌 许易琦摄(封底)

Contents

● **Forest Management**

- Rebuilding the Model on the Biomass Estimation of *Pinus densata* in Shangri-la City Based on Landsat TM LU Chi, et al (1)
- Application of 3s Technology in the Forest Land Change Survey of County Level in Yunnan Province SHI Yinjun (8)
- Basic Surveying and Mapping Results of DLG Data into Database based on ArcGIS YANG Xiaomei, et al (14)

● **Research and Explore**

- Research Status and Prospect of the Crooked and Twisted Characteristics of *P. yunnanensis* Stem CAI Nianhui, et al (19)
- Review on the Effects of Forest Ecosystem on Water Chemistry LEI Liqun, et al (24)
- Research Progress of *Pinus yunnanensis* var LI Chunye, et al (30)

● **Bio-diversity**

- Impact of Environmental Variables on Species Composition and Richness of Wild Orchids in Xishuangbanna YU Dongli, et al (35)
- Impact Assessment of Railway Construction Project on Biodiversity in Yuanjiang Nature Reserve WU Xinghua, et al (42)
- Community Structure and Diversity of Greening Plants in Hengdian Town under the Background of Feature Township WU Lulu (49)

● **Forest Park**

- Natural Education Development in Fuzhou National Forest Park based on Tourists' Perception WANG Biyun, et al (53)
- Soundscape Evaluation of Suburban Forest Park based on F-AHP HONG Xinchun, et al (58)

● **Ecological Construction**

- Sustainable Forest Ecosystem Management of State Forest Farm: A Case study of Wanzhangshan Forest Farm PAN Yao, et al (64)
- PM2.5 Adsorption Capacity of Different Tree Species in Wuhan City LU Junyue (68)

● **Forest Resource Management**

- Revision of 2014 New Edition Technical Regulations on Forest Resource Planning and Inventory in Zhejiang Province JI Biyong, et al (72)
- Permanent Ecological Public Welfare Forest System Construction Plan Layout and Zoning in Shanxi Province LIANG Linfeng, et al (77)

● **Forest Conserveation**

- Damage Characteristics and Occurrence Regularity of *Pseudaulacaspis cockerelli* in Kunming FU Xingfei, et al (83)
- A Preliminary Study on Diversity of the Forest Injurious Insects in Menghai County YANG Hongpei, et al (87)

● **Forest Management**

- Walnut Interplanting Mode and Comprehensive Benefit Analysis ZHANG Qifen, et al (95)
- Effects of Different Nutrient Deficiency on Nutrient Concentration and Physiological Characteristics of *Camellia oleifera* in Guangxi QIN Zuoyu, et al (99)

● **Forum**

- Development Path of Creative Agriculture in Jinzhou City SHAN Fubin, et al (103)
- New Hot Topic of Ecotourism Research CHEN Xiaoying, et al (107)

● **Animal Research**

- Potential Optional Fruits for Eastern Hoolock Gibbons (*Hoolock leuconedys*) on Autumn in its Active Regions at Nankang, Mt. Gaoligong LI Minghui, et al (115)
- Artificial Breeding of *Ailurus fulgens* in Distribution Area LIU Bo (121)

● **Seedling Cultivation**

- Dendrocalamus sinicus* seed breeding in autumn XU Tian, et al (124)
- Seeding Breeding Research on *Curculigo orchioides* Root YE Shengbao, et al (127)

● **Garden Landscape**

- Mongolian Traditional Pattern to Landscape Update of Yunnan Traditional Village Public Space SHEN Dan (132)
- Ecological Design of Plant Landscape in Urban Riparian Zone of Yongchuan Red Flag River LI Jiaoyang, et al (136)
- Evaluation of Plant Landscape at Yuping Park based on AHP TANG Bicheng (144)

General Contents of Thesis in 2016. Vol. 41, FOREST INVENTORY AND PLANNING (149)

- Plateau Scenery Photographed by XU Yiqi (Front cover)
- Landform of Canyon Photographed by XU Yiqi (Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.001

基于 Landsat TM 的香格里拉市高山松生物量估测重建

陆 驰^{1,2}, 张加龙¹, 王爱芸³, 蒋胜昌¹, 黄传焱¹, 罗云江¹

(1. 西南林业大学, 西南地区生物多样性保育国家林业局重点实验室, 云南 昆明 650224;

2. 西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224; 3. 云南大学资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

摘要: 基于香格里拉市 2006 年 TM 影像、森林资源二类调查数据、外业调查数据, 利用随机点所在小班的遥感因子平均值建立数据集, 通过数据筛选和相关性分析, 选出 123 个样地数据及 14 个遥感因子, 建立了基于遥感因子的高山松生物量估测的非线性和线性模型, 并讨论了模型精度及其预测精度。研究表明, 线性模型 ($R_{adj}^2 = 0.406$ 、 $RMSE = 34.18 \text{ t/hm}^2$ 、 $rRMSE = 38.54\%$) 比非线性模型的精度 ($R_{adj}^2 = 0.286$ 、 $RMSE = 37.79 \text{ t/hm}^2$ 、 $rRMSE = 42.60\%$) 高; 运用交叉验证法得到的线性模型的预测精度 ($RMSE' = 35.12 \text{ t/hm}^2$ 、 $rRMSE' = 39.59\%$) 也要高于非线性模型的预测精度 ($RMSE' = 38.44 \text{ t/hm}^2$ 、 $rRMSE' = 43.34\%$)。与其它 2 个同类研究相比, 重建的高山松生物量模型虽然在模型精度上还略有欠缺, 但是建模数据更为随机、合理, 对因子提取方法进行了一定改进, 建立的模型为高海拔地区利用遥感数据和森林资源二类调查数据估测典型乔木森林生物量提供参考, 为地形起伏较大区域进行森林生物量估测提供了较为完整的技术方法。

关键词: 高山松生物量; 遥感估测; 模型精度; Landsat TM 影像; 遥感因子; 交叉验证法; 香格里拉市

中图分类号: S771.8; S791.24; S718.556 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2016)06-0001-07

Rebuilding the Model on the Biomass Estimation of *Pinus densata* in Shangri-la City Based on Landsat TM

LU Chi^{1,2}, ZHANG Jialong¹, WANG Aiyun³, JIANG Shengchang¹, HUANG Chuanxi¹,
LUO Yunjiang¹

(1. Key Laboratory of Biodiversity Conservation in Southwest China of State Forest Administration, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Faculty of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

3. Faculty of Resources and Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: This paper took the TM images of Shangri-La City in 2006, forest resource inventory data in 2006 and field survey data as the data source, and built datasets by randomly points, extracted from sub-compartment's mean values based on remote sensing indexes. In this study, 123 sampling points were selected by eliminating the abnormal values, and 14 indexes were collected as the alternative variables through correlation analysis. Finally, a nonlinear model and a linear model for estimating *Pinus densata*

收稿日期: 2016-09-28; 修回日期: 2016-10-31.

基金项目: 西南林业大学云南省省级重点学科(林学); 云南省教育厅重点项目(2015Z143); 西南林业大学林学一级学科中青年后备人才培养计划(5009750101-1); 昆明市林业信息工程技术研究中心建设项目.

作者简介: 陆 驰(1990-), 男, 江苏人, 硕士研究生. 主要研究方向为林业 3S 技术. Email: luchu666666@163.com

通信作者: 张加龙(1981-), 男, 湖北人, 副教授. 主要研究方向为空间分析、时态 GIS、土地覆盖分类及遥感影像信息提取. Email: jialong-zhang@swfu.edu.cn

biomass were established, and the model precision and prediction accuracy was also evaluated. The results showed that the linear model precision ($R_{adj}^2 = 0.406$, $RMSE = 34.18 \text{ t} \cdot \text{hm}^2$, $rRMSE = 38.54\%$) was better than the nonlinear ($R_{adj}^2 = 0.286$, $RMSE = 37.79 \text{ t} \cdot \text{hm}^2$, $rRMSE = 42.60\%$), and prediction accuracy of the linear model ($RMSE' = 35.12 \text{ t} \cdot \text{hm}^2$, $rRMSE' = 39.59\%$), which calculated using cross-validation method, was higher than the nonlinear ($RMSE' = 38.44 \text{ t} \cdot \text{hm}^2$, $rRMSE' = 43.34\%$). Comparing with other two similar research, this model precision was slightly lower than the other two, but the modeling data source was much more random and reasonable, the extracting indexes has also been improved. The model would provide reference for other research using remote sensing images to estimate forest biomass of typical arbor in high elevation region. At the same time, it would provide relatively complete technical methods to estimate forest biomass for the larger terrain area.

Key words: *Pinus densata* biomass; remote sensing estimation; model precision; Landsat TM; remote sensing indexes; cross-validation; Shangri-la City

森林生态系统在全球碳循环过程中居于重要地位,对陆地生物圈和其它地表过程有着重要影响^[1],而森林生物量约占全球陆地植被生物量的90%,不仅是森林固碳能力的重要标志,也是评估森林碳收支的重要参数^[2],因此,精确地估算森林生物量已成为生态学和全球变化研究的重要内容之一^[3],也是现代林业科学研究的热点之一。香格里拉市(2015年撤县改市^[4])地处世界自然遗产“三江并流”的核心地带,境内地形地貌复杂,森林资源丰富,但生态系统较为脆弱。高山松(*Pinus densata*)是香格里拉市的优势树种之一,占全市乔木林面积的22.7%,一般分布在海拔2 800~3 500 m。对该市高山松生物量的研究,可以在一定程度上反映高海拔地区的碳收支,对进一步研究该区域乃至全球范围内高海拔地区的碳循环和气候变化具有重要意义。

本研究利用 Landsat 数据对香格里拉市高山松生物量进行研究。与传统方法相比,遥感方法具有快速、准确、对森林无破坏性和宏观监测的优势,从而使得遥感方法成为获取森林生物量的主要途径^[5]。遥感方法的数据源主要有光学遥感数据、雷达遥感数据和激光雷达数据。生物量估测常用的建模方法有回归分析、人工神经网络、支持向量机等。针对香格里拉市森林生物量研究,如岳彩荣^[6](2012)基于 TM 影像和 557 个实测样地,比较了 3 种建模方法,建立了香格里拉市 4 类优势树种的遥感生物量估测模型。王金亮等^[7](2013)联合遥感、地理及气候等因子,建立了香格里拉市森林生物量遥感估测模型。

然而对香格里拉市的研究也存在一定的困难。一方面,该市海拔落差大,对遥感影像的成像质量造

成影响;另一方面,其高海拔区域交通条件差、气压低,造成工作效率低,研究周期长,工作强度大等问题。

本研究以 Landsat TM 影像数据、DEM 数据和 2006 年香格里拉市开展的森林资源二类调查数据为数据源,利用 ArcGIS 10.1 创建的随机点选择小班,并提取小班的遥感因子平均值,建立香格里拉市高山松生物量估测模型,包括非线性和线性模型。研究结果可为高海拔地区森林生物量遥感估测提供参考,为生态保护规划提供依据。

1 研究区和数据

1.1 研究区概况

香格里拉市(26°52'~28°52'N, 99°20'~100°19'E)隶属迪庆藏族自治州,位于云南省西北部、迪庆州东北部,东部和北部与四川接壤,东、南、西三面被金沙江环绕,境内地势自西北向东南倾斜。香格里拉市属山地寒温带季风气候,其主要植被类型为寒温带性针叶林,常见的森林类型有云冷杉林、高山松林、云南松林(*Pinus yunnanensis*)、高山栎(*Quercus aquifolioides*)林等。全市有林地 757 105.2 hm²,森林覆盖率达 74.99%^[8]。

1.2 地面数据

本研究使用的地面数据为香格里拉市 2006 年开展的森林资源规划设计调查(以下简称二类调查)数据,包含了小班空间分布信息以及蓄积、面积、树种、年龄、树高、胸径、郁闭度等字段信息。

2015—2016 年笔者在实地进行了样地调查,对整个香格里拉市范围内的高山松分布情况进行了调查了解。

1.3 遥感影像

本研究基于获取的三景 Landsat TM 影像对香格里拉市生物量进行估测研究,其基本信息见表 1。Landsat TM 数据具有长期性、连续性、系统性、全球

覆盖、适中的空间、时间和光谱分辨率等特征,能够很好地满足全球性或区域性的地表覆盖及其变化研究的需要^[9]。

表 1 研究区 LandsatTM 影像基本信息

Tab. 1 LandsatTM image basic information in the study area

影像 ID	获取时间	遥感平台	景中心太阳高度角/ (°)	景中心太阳方位角/ (°)	中心经度/ (°)	中心纬度/ (°)	平均云量/ %
LT51310412006345BJC00	2006/12/11	LANDSAT5	35.1957	154.7385	100.6544	27.4424	0
LT51320402006336BJC00	2006/12/2	LANDSAT5	35.3034	155.8866	99.4761	28.8815	4.53
LT51320412006304BJC00	2006/10/31	LANDSAT5	44.2157	152.4257	99.132	27.4432	0.37

1.4 DEM 数据

本研究中使用的香格里拉市 DEM 数据分辨率为 25 m。

2 研究方法

本研究的技术路线如图 1 所示。

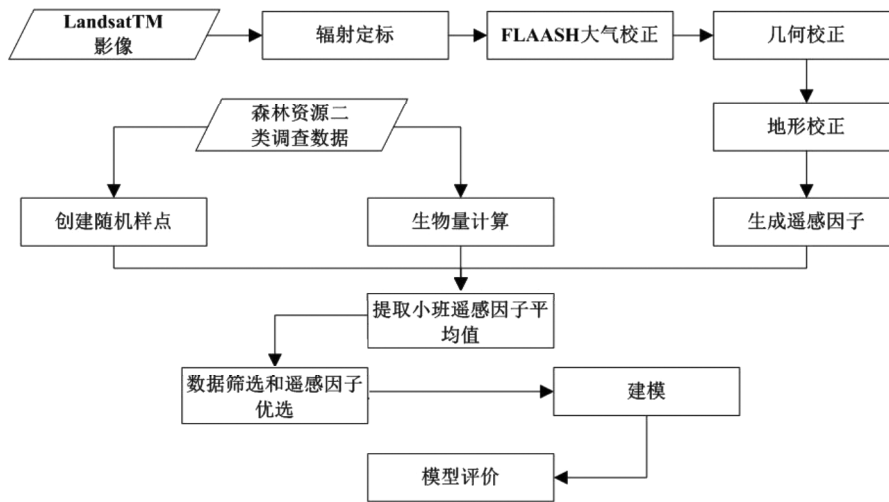


图 1 技术路线

Fig. 1 Technical route

2.1 生物量计算

通过生物量-蓄积量转换来获取生物量数据。转换公式可参考黄从德^[10](2008)的四川乔木层生物量-蓄积量关系模型(表 2)。

2.2 创建随机样点

基于二类调查高山松小班分布图,在分布图上以 1.5 km 作为点与点之间的最小距离,利用 ArcGIS 10.1 的创建随机点功能,在图上随机落点。最终利用 130 个随机点选出了 130 个小班作为本研究的样本。

表 2 生物量-蓄积量关系模型

Tab. 2 Relationship model of biomass and volume

林分类型	生物量(<i>w</i>)—蓄积量(<i>v</i>)回归方程	备注
华山松等其他松类	$w = 0.5272v^{1.0793}$	<i>v</i> 为林分每公顷蓄积量 <i>w</i> 为对应的每公顷生物量(含地下生物量)

2.3 遥感影像预处理

首先对香格里拉市的三景 Landsat TM 数据进

行辐射定标,之后进行大气校正。大气校正的目的是消除大气和光照等因素对地物反射的影响,获得地物反射率、辐射率、地表温度等真实物理模型参数;消除大气分子和气溶胶散射的影响。大多数情况下,大气校正同时也是反演地物真实反射率的过程。大气校正采用的方法为 FLAASH 大气校正法。

遥感成像的时候,由于飞行器的姿态、高度、速度以及地球自转等因素的影响,造成图像相对于地面目标发生畸变,这种畸变表现为像元相对于地面目标的实际位置发生挤压、扭曲、拉伸和偏移等,针对几何畸变进行的误差校正就叫几何校正。校正参考数据为研究区的 SPOT-5 影像,三景影像校正误差分别为 0.61、0.69、0.61,都控制在一个像元内,满足要求。

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,在影像上表现为阳坡较亮,阴坡较暗的现象^[11]。香格里拉市地处青藏高原南缘,横断山脉腹地,境内雪山林立,海拔在 3 000 m 以上的雪山有 507 座,地形起伏尤为明显,因此,在对遥感影像分析应用前,必须消除或减弱地形效应。地形校正是指通过各种变换,将所有像元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^[12]。本研究中地形校正采用坡度匹配模型,该方法具体流程可参考相关学者如 Nichol^[13](2006)和岳彩荣^[6](2012)的研究。

2.4 提取小班平均遥感因子值

以小班为单位,计算每个小班内各遥感因子的平均值,然后提取每个小班的各遥感因子的平均值,最后进行汇总,建立数据集。

常用的遥感因子大致可分为 5 类:原始单波段因子、波段组合因子、植被指数、信息增强因子和纹理信息因子。以下是一些本研究所用到的遥感因子:

- 1) 原始单波段因子:TM1~TM5、TM7;
- 2) 波段组合因子:TM7/TM3、TM5/TM7、TM5 * TM4/TM7、TM1+TM2+TM3 等;
- 3) 植被指数因子:NDVI、DVI、ARVI 等;
- 4) 信息增强因子:主成分变换(PCA)、缨帽变换(KT)等;
- 5) 纹理信息因子:均一性(HO)、相异性(DI)、熵(EN)等。本研究中提取的纹理信息窗口大小为 5×5 和 9×9。

2.5 建立生物量模型

首先必须对数据进行筛选,剔除包含明显错误属性的数据。然后需要进行相关性分析,优选出与生物量相关性高的遥感因子作为自变量,并且要考虑多重共线性的问题,使得选出的遥感因子间的相关性尽可能低。利用皮尔逊相关系数(*r*)来衡量各变量间的相关性。

本研究采用线性回归和非线性回归 2 种建模方法,这 2 种建模方法之前已被其他学者成功地运用于森林生物量的研究中。其中非线性模型参考的是 Hiskanen^[14](2006),其模型如公式(1)所示;线性模型参考的是 Labreque 等^[15](2006),其模型如公式(2)所示。

$$y = ae^{bx} \tag{1}$$

$$y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 \tag{2}$$

式中:*a*、*b*、*c*、*d* 为回归系数;*e* 为自然常数;*y* 为因变量;*x*₁、*x*₂、*x*₃ 为自变量。

2.6 模型评价

采用调整决定系数(R² adj)、均方根误差(RMSE)和相对均方根误差(rRMSE)作为模型的评价指标。如果一个模型具有较大的 R² adj 和较小的 RMSE 值,则表明模型拟合良好。RMSE 和 rRMSE 的计算分别见公式(3)和公式(4)。

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \tag{3}$$

$$rRMSE = \frac{RMSE}{y_{mean}} \times 100\% \tag{4}$$

式中:*y*_{*i*} 为通过二类调查数据转换生成生物量实测值, \hat{y}_i 为生物量估测值,*y*_{mean} 为生物量实测值的平均值,*n* 为建模数据个数。

采用“交叉验证法”来评价模型的预测能力,交叉验证法用原始样本中的一个单独的样本作为验证数据,剩余的样本作为训练数据,如此重复验证每一个样本^[16]。这种方法对模型预测能力给出了较好的评价,并最小程度地减少了信息的损失^[17]。

3 结果

其中一景 Landsat TM 影像(行列号为 131/041)的地形校正结果见表 3。

从统计结果分析,影像校正后阴坡和阳坡的反射率平均值差异较小,说明地形校正效果较好。另外两景影像(行列号为 132/040 和 132/041)的地形

校正效果也较理想。

表 3 Landsat TM 影像 (131/041) 地形校正结果统计
Tab. 3 Landsat TM images (131/041) terrain correction result statistics

波段	拉伸到 0-255 的阳坡太阳有效入射角余弦值的平均值	待校正影像阴坡平均值	待校正影像阳坡平均值	第一次校正后阴坡平均值	第一次校正后阳坡平均值	模型修正系数	第二次校正后阴坡平均值	第二次校正后阳坡平均值
TM1		0.017721	0.032160	0.256797	0.032160	0.060393	0.032159	0.032160
TM2		0.025936	0.051967	0.396539	0.051967	0.070241	0.051970	0.051967
TM3	227.969642	0.027994	0.060434	0.399511	0.060434	0.087318	0.060431	0.060434
TM4		0.090254	0.186611	0.459697	0.186611	0.260816	0.186616	0.186611
TM5		0.073088	0.181388	0.367761	0.181388	0.367526	0.181390	0.181388
TM7		0.048246	0.121153	0.349566	0.121153	0.241958	0.121155	0.121153

筛选后剩余 123 个样本。然后再对提取的遥感因子进行相关性分析,从而优选出用于建模的遥感因子。生成的 5 类遥感因子共计 140 种,通过相关性分析,最终优选出 14 种遥感因子用于建模,这些建模因子与生物量的相关关系见表 4。

表 4 遥感因子与生物量相关系数

Tab. 4 Coefficient index of remote sensing factors and biomass

遥感因子	相关系数	显著性
R9_B1EN	-0.45	**
R9_B3ME	-0.41	**
R9_B2SM	0.406	**
TM3/ALBEDO	-0.371	**
R9_B3SM	0.37	**
R5_B1VA	-0.353	**
R9_B1CC	-0.336	**
R9_B5HO	0.317	**
R9_B2CC	-0.295	**
PCA1	0.268	**
TM1	-0.246	**
TM5/7	0.218	*
R5_B7VA	-0.208	*
ARVI	0.205	*

注:(1)R9、R5 分别代表 9×9 和 5×5 窗口;B1、B2、B3、B5 分别代表第 1、2、3、5 波段;EN 代表熵,ME 代表均值,SM 代表角二阶矩,VA 代表方差,CC 代表相关性,HO 代表均一性。(2)** 代表在 0.01 水平上显著相关;* 代表在 0.05 的水平上显著相关。

非线性回归模型的表达式见公式(5);利用逐步回归的方法建立多元线性回归模型的表达式见公式(6)。

$$y = 287.064e^{-0.532R9-B3ME} \quad (5)$$

$$y = 268.417 - 1428.401 \times TM3/Albedo + 0.298 \times ARVI - 43.301 \times R9 - BIEN \quad (6)$$

以上 2 种模型的精度和预测精度见表 5。

表 5 模型和交叉验证精度统计

Tab. 5 Statistics of model and cross validation accuracy

模型	因子	R ² _{adj}	RMSE/ (t·hm ⁻²)	rRMSE/ %	RMSE' (t·hm ⁻²)	rRMSE' %
非线性	R9_B3ME	0.286	37.79	42.60	38.44	43.34
线性	TM3/Albedo、 ARVI、R9_BIEN	0.406	34.18	38.54	35.12	39.59

注:RMSE 为均方根误差;rRMSE 相对均方根误差;RMSE' 为使用交叉验证法得到的均方根误差;rRMSE' 为使用交叉验证法得到的相对均方根误差。

由表 5 可见,2 个模型的调整决定系数都偏低,表明 2 个模型的拟合精度都不太高;相对于非线性回归模型,线性回归模型具有较高的 R²_{adj} 及较低的 RMSE、rRMSE,表明香格里拉市高山松生物量遥感估测研究中线性回归模型的拟合效果要好于非线性模型;因为线性回归模型的 RMSE' 和 rRMSE' 比非线性回归模型的低,表明香格里拉市高山松生物量遥感估测研究中线性模型的预测效果比非线性模型好。虽然模型的精度略低,但是这 2 个模型可以为高海拔地区遥感因子建模的研究提供一定的参考。

4 讨论

通常森林生物量研究中遥感因子的提取都是提取样本点所在位置的因子值,而在本研究中考虑到二类调查数据是以小班为单位,取小班内任何一个点的值都不能代表小班的整体水平,唯一合理的方法就是取整个小班的因子平均值。

与岳彩荣^[6](2012)和王金亮^[7](2013)的研究相比较(表6)可发现,线性回归模型中自变量多为纹理信息因子,说明纹理信息是衡量生物量的重要信息。而与这2个研究的不同之处在于本研究创建了随机点,并且以随机点所在的小班为单位提取遥感因子的平均值进行建模,这是本研究的特色之处。但是模型的精度与这2个研究相比显得略低。

表 6 香格里拉市高山松生物量估测研究方法对照
Tab. 6 Biomass estimation methods *Pinus densata* in Shangri-la city

研究	岳彩荣(2012)	王金亮等(2013)	本研究
取样方法	实地调查	实地调查	图上创建随机样点
生物量计算方法	黄从德(2008)的蓄积量-生物量转换模型	黄从德(2008)的蓄积量-生物量转换模型	黄从德(2008)的蓄积量-生物量转换模型
研究的因子	树木阴影特征因子、原始单波段因子、波段组合因子、植被指数因子、信息增强因子、纹理信息因子	植被指数因子、气候因子、地形地貌因子、植被类型因子、土壤因子	原始单波段因子、波段组合因子、植被指数因子、信息增强因子、纹理信息因子
因子提取方法	提取样点处的因子值	提取样点处的因子值	提取样点所在小班的因子平均值
模型	$y = 85.264 - 0.00028 \times SK4_+ + 0.0015K5_9 + 18.062 \text{shado}$ 式中: y 为样地生物量,SK4_7为7×7窗口第四波段的偏度,SK5_9为9×9窗口第五波段的偏度,shadow为约束条件下的3端元混合分解阴影丰度特征。	$y = 0.2825R^{0.327} T^{0.103} W^{0.567} P^{1.179} S^{0.252}$ 式中: y 为样地生物量, R 为生长季辐射, T 为生长季积温, W 为生长季降水, P 为对多个遥感植被指数进行主成分分析得到的遥感植被因子信息层, S 为地理综合因子层。	$y = 287.064e^{-0.532R9_B3ME}$ 式中: y 为样地生物量,R9_B3ME为9×9窗口第一波段的均值。 $y = 268.417 - 1428.401 \times TM3/Albt + 0.298 \times ARVI - 43.301 \times R9_BIEN$ 式中: y 为样地生物量,Albedo为6个波段之和,ARVI为大气阻抗植被指数,R9_B1EN为9×9窗口第一波段的熵。
建模方法	多元线性回归、人工神经网络和支持向量机	遥感信息模型转化为线性模型进行建模	非线性回归和线性回归
模型评价方法	大部分样本作为训练数据,一小部分作为验证数据。	大部分样本作为训练数据,一小部分作为验证数据。	交叉验证法;所有的数据既是训练数据,也是验证数据。
模型精度(R_{adj}^2)	0.454	0.661	0.286, 0.406

注:岳彩荣(2012)的研究中人工神经网络和支持向量机2种方法未给出 R_{adj}^2 。

分析整个研究过程,对模型精度造成影响的因素可能有以下几方面:

1)研究区的三景 Landsat TM 影像获取日期不同,传感器获取反射率值的环境也不同,可能会对汇总后的数据产生影响;

2)FLAASH 大气校正后,影像的反射率值会出现一小部分负值,这会对后续的地形校正、遥感因子计算、相关性分析等造成精度损失;

3)随机取样时,有些小班内不全是高山松,可能会有裸地或其它地物,这对遥感因子平均值的计算会造成影响,从而导致模型精度降低;

4)选择的模型没有普适性,其它研究区的模型可能不适用于本研究区。

5 结论

本研究基于二类调查数据创建了130个随机点,并以随机点所在小班的遥感因子平均值作为建模数据,通过数据筛选和因子优选,最终选取123个样点数据和14个遥感因子建立了非线性和线性回归模型。模型的调整决定系数(R_{adj}^2)分别为0.286、0.406,均方根误差(RMSE)分别为37.79 t/hm²、34.18 t/hm²,相对均方根误差(rRMSE)分别为42.60%、38.54%。利用交叉验证法评价模型的预测精度,均方根误差(RMSE')分别为38.44 t/hm²、35.12 t/hm²,相对均方根误差(rRMSE')分别为43.34%、39.59%。结果表明,本研究中参考的线性模型的模型精度及模型预测精度都高于参考的非线性模型。通过与其它2个研究进行比较,本研究重

建的模型在取样和提取因子方法上的改进是可行的,对于高海拔地区森林生物量遥感估测研究具有一定的参考作用,但是模型的精度还有待提高。

生物量遥感估测模型的精度问题一直是林业科研的难点之一,笔者设想了一些能提高本研究模型精度的方法,具体如下:

1)按影像覆盖区域分片建模,建立 3 个区域各自的模型;

2)研究 FLAASH 大气校正负值的处理方法或寻求更适合地形起伏区域的大气校正方法;

3)随机取样时,进行目视检查,以保证随机点所在的小班内没有除研究对象外的其它地物。

参考文献:

- [1] 何红艳,郭志华,肖文发. 遥感在森林地上生物量估算中的应用[J]. 生态学杂志, 2007, 26(8): 1317-1322.
- [2] 闫晶,罗云建,郑德福,等. 桉树生物量估算差异的源解析[J]. 林业科学, 2014, 50(2): 92-98.
- [3] 李明泽,毛学刚,范文义. 基于郁闭度联立方程组模型的森林生物量遥感估测 [J]. 林业科学, 2014, 50(2): 85-91.
- [4] 马骞. 云南香格里拉将撤县设市[N/OL]. 中国新闻网. [2015-3-20]. <http://www.chinanews.com/df/2015/03-20/7146820.shtml>.
- [5] 刘茜,杨乐,柳钦火,等. 森林地上生物量遥感反演方法综述[J]. 遥感学报, 2015, 19(1): 66-78.
- [6] 岳彩荣. 香格里拉县森林生物量遥感估测研究[D]. 北京:北京林业大学, 2012.
- [7] 王金亮,程鹏飞,徐申,等. 基于遥感信息模型的香格里拉森林生物量估算[J]. 浙江农林大学学报, 2013, 30(3): 325-329.
- [8] 宋发荣,张占忠. 云南省香格里拉县森林资源规划设计调查报告[R]. 大理:云南省林业调查规划院大理分院, 2007.
- [9] MC H, TR L. A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data[J]. Remote Sensing of Environment, 2012, 122(1): 66-74.
- [10] 黄从德. 四川森林生态系统碳储量及其空间分异特征[D]. 雅安:四川农业大学, 2008.
- [11] 何超,陈建珍,岳彩荣. 归一化地形校正模型研究进展及其对比试验[J]. 林业调查规划, 2014, 39(3): 12-16, 34.
- [12] 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.
- [13] J N, LAW K H, WONG M S. 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.
- [14] HEISKANEN J. Estimating Aboveground Tree Biomass and Leaf Area Index in a Mountain[J]. International Journal of Remote Sensing, 2006, 27(6): 1135-1158.
- [15] LABRECQUE S, FOURNIER R, LUTHER J, et al. A Comparison of Four Methods to Map Biomass From Landsat-tm and Inventory Data in Western Newfoundland[J]. Forest Ecology and Management, 2006, 226(1): 129-144.
- [16] FERNÁNDEZ - MANSO O, FERNÁNDEZ - MANSO A, QUINTANO C. Estimation of Aboveground Biomass in Mediterranean Forests by Statistical Modelling of Aster Fraction Images [J]. International Journal of Applied Earth Observation & Geoinformation, 2014, 31: 45-56.
- [17] HEIJDEN GWAMVD, CLEVERS JGPW, SCHUT AGT. Combining Close-range and Remote Sensing for Local Assessment of Biophysical Characteristics of Arable Land [J]. International Journal of Remote Sensing, 2007, 28(24): 5485-5502.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.002

3S 技术在云南省县级林地变更调查中的应用研究

时银骏

(云南省林业调查规划院,云南昆明 650051)

摘要:根据林地年度变更工作的目标,将整个工作过程分解为确定更新策略、变化信息获取(即资料准备阶段)、变化数据采集、本期现势数据生成、现势数据成果入库 5 个步骤。结合遥感技术、地理信息系统技术、卫星定位技术,围绕分解的 5 个步骤,对 3S 技术在其中的应用进行了全面的叙述,以期把 3S 技术与林地变更工作作最好的衔接。

关键词:3S 技术;林地变更调查;遥感影像;林地一张图;数据入库

中图分类号:S757.3;S771.8;P208;P228.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0008-06

Image Fusion and Quality Assessment of GF-1

SHI Yinjun

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

Abstract: According to the woodland annual change goal, this paper elaborated the whole working process from five steps, of which determining update strategy, obtaining change information (data preparation phase), change data collection, current data generation, current data storage. Combined with remote sensing technology, geographic information system technology, and satellite positioning technology, this study comprehensively analyzed the application of 3s technology in the forest land change, hoping to link up 3 s technology with the forest land change work in the best way.

Key words: 3s technologies; forest land change survey; remote sensing image; woodland map; data storage

在林地保护利用规划中,云南省进行了以县为单位的林地落界工作,构建了以县为单位的县级林地成果,形成了全省林地“一张图”,同时,也作为全国林地“一张图”的重要组成部分。随着林业生产经营活动的增多和森林自然生长的变化,为使“一张图”保持较好的现势性,需对“一张图”进行更新,使其展示的成果能及时反映最新的林地现状。在全省林地“一张图”基础上,以各县(市、区)为单位,按年度对林地范围、地类、树种、林地管理属性因子等的变化情况进行调查分析,为国家、省、县(市、区)

监管林地变化,加强林地保护与利用管理,进行宏观决策提供了重要的基础保障和数据支撑。

3S 技术是遥感技术(RS)、地理信息系统(GIS)及全球卫星定位系统(GPS)的简称。其中,RS 是作为一种快速获取较大区域范围地理空间信息的手段,GIS 是作为处理及分析各类地理空间信息的主要手段,GPS 是提供位置定位和导航的功能,为遥感影像校正提供控制点服务及为地理空间信息查询提供位置服务。目前,3S 技术通常指的是上述 3 种技术的集成服务,而非各个功能的简单相加,即在林

收稿日期:2016-11-08;修回日期:2016-11-15.

作者简介:时银骏(1979-),男,云南麻栗坡人,硕士,工程师.主要从事林业调查规划工作.

地变更调查工作的全过程中,都综合集成应用了 3S 技术的相关各功能,而不是单纯、独立、顺序地使用了其中的几个功能。本文就是从另一侧面,将县级林地变更调查工作分解为几个阶段,把 3S 技术如何更好地应用到林地变更调查工作中进行了全面的总结及研究。

确定一定时间范围内由于林业生产活动引起的林地“一张图”不再具有现势性的过程,就是确定在一段时间内的土地利用和土地覆盖发生变化的位置、分布、范围、类型和大小等信息的过程。对于一个县的林地面积,针对每年发生的林地变化,其变化量相对较小,这种变化对于已形成的以县为单位的林地“一张图”数据库来说,用变化量去更新上一年度“一张图”矢量库,生成最新数据库成果的过程,

可细分为确定更新策略、变化信息获取(即资料准备阶段)、变化数据采集、本期现势数据生成、现势数据成果入库与应用 5 个阶段。其工作流程详见图 1。

1 确定更新策略

确定更新策略需明确以下几方面的内容。

- 1)更新范围:县域范围内。
- 2)更新时间段:每年的 1 月 1 日至 12 月 31 日。
- 3)更新策略(更新的方法):即空间位置上,主要是确定林地发生变化及林地地类发生变化的位置、大小、分布、类型等信息。林地发生变化即林地的转出与转入变化,具体为前期的林地变为现在的

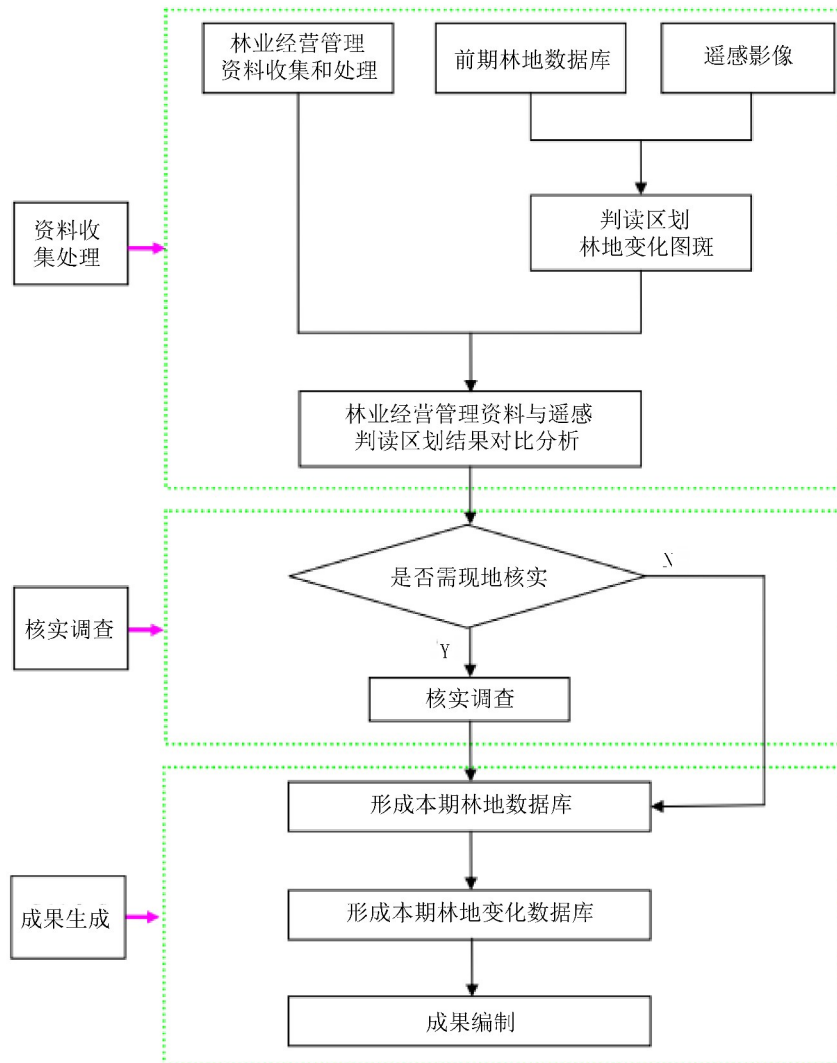


图 1 林地年度变更调查工序流程

Fig. 1 Survey process of annual forest land change

非林地以及前期的非林地变为本期的林地;林地地类发生变化指不改变林地性质,但地类发生了转换,从一种林地地类变化为另一种林地地类。在具体实施中,当考虑到节省劳动力和提高工作效率时,确定这种空间位置的方法可采用从两期遥感影像比对来发现,当无影像或影像不清晰时,可通过收集的相关资料获取变化区域信息。属性上,可通过对遥感影像的解译进行确定,或根据收集的相关资料确定。当采用上述 2 种方法无法确定位置及相应属性时,可采取野外实地调查的方法获取。在最初预发现变化信息阶段,可广泛收集多方面消息,如访谈、问询、电视广播、新闻报道等,了解县域内已发生规模性的、具有规划性的、趋势性的林业生产活动,这将有助于更有目的地发现和确定林地发生变化了的的空间位置及更准确判定变化区的相关属性,做到有的放矢。

4) 变化图斑的属性采集内容:结合林地年度变更操作细则,对于发生变化的图斑,须对相关的属性进行调查和补充。这些属性包括:县、乡、村、林班、地类、起源、土层厚度、地形地貌、权属、优势树种、平均胸径、龄组、郁闭度、变化原因等。

2 变化信息的获取(资料准备阶段)

2.1 林地变更调查基础资料

- 1) 前期林地数据库;
- 2) 前期林地数据采集使用的遥感影像图;
- 3) 用于本期更新的遥感影像图;
- 4) 县区的林班网(含县、乡、村信息);
- 5) 道路、水系、居民地、山峰等基础地理信息数据。

2.2 林业经营管理资料

主要收集变更期内的林业经营管理资料,包括:

- 1) 人工造林、人工更新和飞播造林等造林设计(图)和验收资料,以及其他可能引起林地范围和林地利用状况(地类)变化的林业工程建设的设计(图)和验收资料;
- 2) 引起林地地类变化的森林主伐、低产(效)林改造和更新性采伐等森林采伐设计(图)和验收资料;
- 3) 征收集体或占用国有各类林地用于勘察、开采矿产、修建道路、水利、电力、通讯、商业开发等工程项目使用林地的可研报告、相关审核审批资料、设计图,以及可能引起林地范围变化的其它规划实施的相关资料;

4) 公益林修编成果(图)、林地权属发生变化的证明材料、林业工程建设项目实施资料等可能引起林地图斑管理属性变化的相关资料;

5) 引起林地利用状况(地类)变化的林政案件或刑事案件的卷宗和相关勘查资料;

6) 森林火灾、地质灾害、病虫害等灾害调查资料;

7) 其他能证明林地范围变化及林地利用状况和管理属性变化的材料。

3 变化信息采集

变化信息采集即为如何得到变化了的位置、变化的大小、形状以及相应的属性。通过分析已有资料情况,采用 RS、GIS、GPS 技术手段,对各种资料进行系列处理,包括格式统一、地理配准、坐标系定义及重投影、图像增强等,转换成能为 3S 直接读到的数据。在 3S 技术的支持下,勾绘变化地块,进行矢量化,对变化的图斑进行属性内容填写等,完成变化信息的获取。

3.1 遥感影像处理

在遥感影像成像过程中,由于受地球自转、遥感传感器姿态、地表高低起伏、飞行器高度、速度以及大气层等因素的影响,造成图像相对于地面目标发生几何畸变。这种畸变表现为像元相对于地面目标的实际位置发生挤压、扭曲、拉伸和偏移等,为了能通过影像量测地物的大小及准确形状,需对原始影像进行预处理和精处理。

遥感影像处理,包括对变更前后两期遥感影像的处理。处理过程包括对所需资料的收集(如相关 DRG 图、DLG 图、DOM 影像、控制点资料、DEM 等)、GPS 野外控制点采集、校正模型建立、正射校正、精度检查、影像融合、色彩调整与增强、影像镶嵌、裁切(以县为单位裁切)等。其中,建立校正模型时,尽可能采用严格的物理成像模型,再考虑有理多项式(RPC)模型。当地形有起伏时,须加入 DEM 参数校正,消除由于地形起伏引起的像点位移;当地形改变较大,与 DEM 不符时,还需对 DEM 进行编辑修正。控制点选取时,尽可能做到空间位置上的均匀分布(包括水平方向的均匀与高程方向的均匀),同时,在影像重叠区须选取一定数量的公共控制点,确保校正影像在空间位置上达到精度要求,景与景之间接边也不出“跳跃”现象。

3.2 遥感影像解译

遥感影像解译分为人工解译或计算机自动解

译。人工解译指在 GIS 软件支持下,叠加前后两期 DOM 卫星影像,通过卷帘功能,以林班为单位,逐个林班进行前后两期影像比对,对目视判读发生变化的区域进行数字化,结合遥感影像判读标志及相关资料,填写变化图斑属性。当两期影像质量较好,色彩相差不大、位置精度较高、地物地貌清晰时,可采用遥感影像的变化检测功能,发现变更期发生的变化位置。计算机自动解译结果主要供人工解译过程参考,而不能将其直接当作变化图斑使用,重点对这些区域进行关注。也通过有监或无监分类,分别获取两期遥感影像分类图斑,对其进行图斑边界矢量化,再对分类结果做空间叠加分析,提取两期影像各自分类不一样的区域,作为计算机自动解译的结果。

3.2.1 有云、雾影像区域

针对影像上有云、有雾,有资料说明相关区域发生的变化,但无法确定变化范围边界情况,可结合大比例尺地形图,手持 GPS 导航作辅助,通过实地调查确定边界及属性。若无大比例尺地形图的,直接采用高精度 GPS,沿着变化区边界采集范围记录属性内容。现地采集完成后,通过 GIS 系统,将 GPS 成果导入生成变化数据。

3.2.2 相关作业设计区域

对收集的设计资料须进行扫描,形成电子图件,通过遥感图像处理软件进行地理坐标配准,分别对各图件坐标系定义、投影转换,将各图件的坐标统一到同一坐标系下,便于资料的使用。作业设计资料对快速发现变化的区域及确定属性内容具有提示和判读依据的作用。当影像缺漏时,作业设计资料与相关检查验收资料相互佐证后,可直接用于确定变化区域及属性内容。对于森林抚育、森林火灾、森林病虫害等资料,首先须通过遥感影像比对分析,确定抚育、森林火灾、病虫害是否改变了原来的地类。只有地类发生改变时才对这类资料进行使用。

3.2.3 工程项目设计区域

很多涉林工程项目均有施工设计相关资料,如范围区拐点坐标、塔基位置坐标、公路中心线、水库大坝位置(轴线坐标)及设计水位高程、工程项目范围红线矢量图等。当收集的资料只有坐标点文件时,可将坐标点文件转换为 GIS 软件能读取的接口文件,从而实现从坐标文件转换为图形文件。对点状图形文件也可根据需要,通过 GIS 点转线的功能,将点层转换为线或面层图形文件,作为林地变更变化图斑直接使用。当变化图斑形状为圆(如新建运动场的两端)或带状图形(如公路)时,可通过 GIS

的缓冲区功能来实现变化图斑的获取。当新建水库收集的资料为大坝位置坐标及水位高程时,可通过 GIS 软件的系列功能,用坝轴线坐标提取大坝中心轴线的空间位置,再通过 DEM 或地形图,提取水位高程等高线,对大坝中心轴线图层与水位高程等高线进行截断,来获取新建水库区域的变化图斑。同时,根据设计的坝宽等资料,也可获取坝址变化图斑的信息。若收集到的资料直接是项目范围红线矢量图,可通过 GIS 软件进行坐标定义、投影转换、格式转换、图形提取等,来获取变化图斑信息。

3.3 属性补充

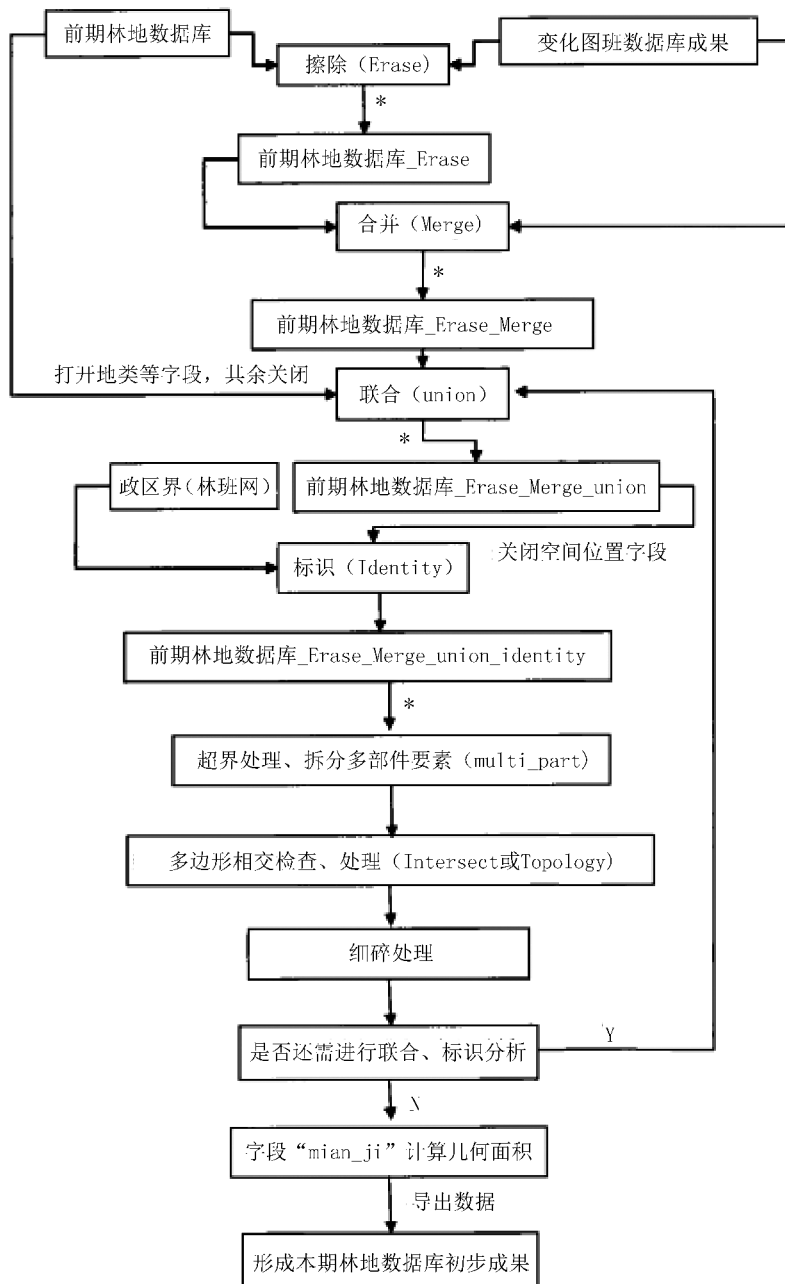
上述收集的资料不能完成对所有变化图斑的属性确定及变化图斑的全部属性项内容的确定,还需通过遥感图像的解译判读、DEM 或现地调查等途径来完成属性补充。

遥感影像是地物电磁波谱的反映。经遥感处理的卫星影像,在 GIS 软件中,制作成外业手图,通过野外实地调查,结合影像的纹理、明暗度、色彩、形状、相互位置关系等,建立起判读解译标志,经技术培训,在大脑里形成遥感影像解译知识库。采用 GIS 软件如 ArcGIS 的图形图像显示、矢量图层编辑、属性字段定义等功能,通过人工解译,在内业获取变化图斑地类等属性因子,并把解译的属性因子以赋值的形式直接填写补充。对于地形因子,通过 GIS 的空间地形分析功能,使用 DEM 数据,经一定变换处理,提取海拔、坡度、坡向、坡位因子信息。对于县、乡、村、林班信息,在 GIS 里与县行政范围界线、乡行政界线、村委会界线及林班网空间图层作空间叠加,获取变化图斑的相应信息。对于有林地的起源、优势树种、平均树高、平均胸径、年龄,可借助已收集的资料、林地落界成果,向护林员及当地林业部门相关人员问询等进行补充。对郁闭度,可通过遥感影像的纹理、相关资料(如造林设计、检查验收)进行补充。对土壤相关信息,可收集土壤分布图,利用 GIS 的空间提取功能获取补充。对龄级龄组信息,可结合获取的起源、优势树种、年龄信息,在 GIS 软件中输入逻辑控制条件直接获取。当遥感影像出现漏洞,有云雾遮挡、阴影且无其他资料显示时,采用高精度 GPS 的定位、导航、航迹记录、面积绕测等功能确定变化区的范围、大小,同时,对定位的地块采取现地调查,获取相关属性因子。

4 本期现势数据生成

将收集的变化数据与上期数据进行融合,生成本期现势数据,处理流程见图 2。融合过程主要通过 GIS 的地理处理相关功能来完成。具体过程和方法在韦强等撰写的《云南省县级林地年度变更数据处理方法研究》一文中提及,需经过擦除(Erase)、合

并(Merge)、联合(Union)、标识(Identity)等空间叠加分析,以及超边界检查、拆分多部件要素(multi_part)、相交检查处理、细碎处理、空间拓扑检查(图形重叠与交叉)、面积求算等过程的处理。完成上述的检查,可通过 GIS 地理信息系统软件的拓扑、地理处理、几何计算等功能来实现,必要时可通过建模工具,定制系列处理命令,提高工作效率和减少人为



注: * 为该流程默认生成过渡文件。

图 2 本期数据生成过程流程
Fig. 2 Current data generating process

操作不熟练原因造成的错误。同时,还需对数据的逻辑性进行检查,譬如没发生变更的图斑填写有变化原因、变化原因与前后地类逻辑上不符及地类与树种、郁闭度等之间的矛盾等,这些逻辑关系均可在GIS系统如ArcGIS软件中,通过空间分析模块的条件设定或属性条件设定来控制。

成果提交前须对变化数据进行质量检查。检查重点是影像上明显发生变化而未作变更的地方。检查方法仍可以采取目视检查,在进行资料比对校验,即在GIS软件支持下,将两期遥感影像加载,采用目视对比方法,通过卷帘功能逐个林班进行检查,看是否存在漏绘、漏判或解译有误等情况。同时,还需抽取一定数量的小班,采取外业GPS定位现地核实方法。

5 现势数据成果入库与应用

经质量检查合格的本期现势数据,为便于保存和管理,须对其进行入库处理。在GIS软件ArcGIS中,提供了面向对象的个人地理数据和文件地理数据结构,操作方便,通过ArcCatalog模块新建一个数据库,将本期成果以导入方式进行入库。同时,ArcGIS还提供了与目前主流大型数据如SQL Server的接口引擎,随着林地年度变更工作的不断延续,数据库将不断地扩大,ArcGIS自身提供的地理数据库将不能容纳,此时,成果数据必须通过接口引擎,存放于大型数据库系统如SQL Server中。从管理的安全性来讲,大型数据库优于地理数据库。

基于最终成果数据库,可利用ArcGIS强大的制图功能,制作林地变更调查相关专题成果图,也可利用ArcGIS的属性查询分析功能,定制相应的统计报表,结合计算机高级语言如Delphi、VB、VC等,调用ArcGIS相关组件模块,可编制复杂的成果统计表程序,以及编制林地变更管理信息系统等应用。

6 小结及展望

1)林地变更调查中,3S技术在资料的准备处理、变化信息的提取、本期数据的生成及成果入库管理等方面提供了最便捷的服务。

2)通过GIS可以完成变化图斑矢量化、属性因子录入、创建属性域来实现代码向实码转换、成果入库、专题成果图编制等系列工作。在提高工作效率

的同时,也规范了数据成果的格式,方便了成果的管理与应用。可通过ArcGIS模型构建器来创建流程,将重复的手工操作以计算机自动处理来完成。

3)采用RS技术,可以快速地发现林地变化地块,通过判读分析确定属性因子,在节省大量野外工作量的同时,也大大提高了工作效率,节省了工作成本。

4)合理地应用GPS技术,弥补了对遥感影像空缺区域或影像不清晰区域的变化图斑获取,同时,也可应用于遥感影像正射校正控制点的获取、DOM精度的检测,以及质量检查时外业导航、现地定位等方面。

国家林业局于2016年5月印发的《林地变更调查工作规则》明确提出,林地变更调查在今后一段时期内将是我国林业工作的一项经常性工作。本文结合云南省过去的林地落界、林地变更调查试点以及2014年的全省林地变更调查工作,对3S技术在林地变更调查工作中的应用及相关技术研究作了归纳和总结。在今后的工作中,随着遥感数据获取源的改变、经营资料种类的增多、导航定位技术的提升以及变更要求的变化等因素,3S技术在其中的应用还将不断地扩展,对相关结合点还有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国林业标准.(LY/T1956-2011)[林地保护利用规划林地落界技术规程[S].2011.
- [2] 尹旺,汪华兵,漆小兵,等.关于新时期林地变更调查工作的探讨[J].农业与技术,2014,34(11):102.
- [3] 许海燕.基于“3S”技术的林地变更调查方法研究[J].林业调查规划,2015,40(3):6-12.
- [4] 任秋芳,余军.陕西省林地变更调查方法研究[J].陕西林业科技,2015(1):115-117.
- [5] 陈文灿.县级林地年度变更调查中相关数据问题与解决对策[J].华东森林经理,2014,28(3):7-8.
- [6] 冯燕.新时期林地变更调查工作研究分析[J].绿色科技,2016(5):95-97.
- [7] 李涛,谭伟,王六平,等.遥感影像判读地类在贵州省林地变更调查中的应用[J].贵州农业科学,2013,41(9):172-175.
- [7] 云南省林业厅.云南省林地年度变更调查操作细则(试行)[S].2014.
- [8] 韦强,段瑞雄,刘丽芳.云南省县级林地年度变更数据处理方法研究[J].林业调查规划,2015,40(6):58-65.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.003

基于 ArcGIS 的基础测绘成果 DLG 数据入库

杨小梅,朱光兴

(贵州省第一测绘院,贵州 贵阳 550025)

摘要:为了解决 DWG 格式数据不能在空间地理信息数据库中发挥作用的问题,利用 ArcGIS 的 Spatial ETL Tool 工具实现 DWG 到 SHP 的数据格式转换,按照国家技术规范和招标文件要求,实现了 DWG 数据生产到数据入库,解决了由地形数据到空间地理信息数据的转换,扩展了 DLG 数据在数字城市等领域的作用。对数据库结构设计,数据库预处理,数据格式转换、入库、质量控制、融合等技术环节进行了阐述。

关键词:DLG 数据;ArcGIS;Spatial ETL Tool;数据格式转换;数据入库;数据融合

中图分类号:P208;TP392 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0014-05

Basic Surveying and Mapping Results of DLG Data into Database based on ArcGIS

YANG Xiaomei, ZHU Guangxing

(Guizhou Provincial First Institute of Surveying and Mapping, Guiyang 550025, China)

Abstract: In order to solve the problem of DWG format data in spatial geographic information database, this paper used ArcGIS Spatial ETL Tool to implement DWG to SHP data format conversion, as well as storage the DWG data into database according to the national technical specifications and the tender document. This study converted the terrain data to spatial geographic information, extended the DLG data in the field of digital city, etc. Furthermore, the paper elaborated the techniques of database structural design, database pretreatment, data format transition, storage, quality control, data fusion etc.

Key words: DLG data; ArcGIS; Spatial ETL Tool; data format transition; data into database; data fusion

目前,全国各地以加速发展、加快转型、推动跨越为主基调,大力推进大数据信息应用,因此对基础测绘地形图空间信息数据的利用提出了更高的要求。由于许多土地管理、规划和城建部门要求提供 AutoCAD 下的 DWG 制图数据,而制图数据本身存在着数据结构缺陷,不能满足地理空间信息数据库的有效应用。因此,在各地相继打造“数字城市”的过程中,如何更好地发挥现有基础测绘地形图数据的空间信息作用,为构建城市空间地理信息框架提

供更好的数据基础支撑,就成为需要探索的一个重要课题^[1]。

为能够完成数字城市地理空间框架建设的基础数据生产,规范作业和统一技术要求,保证测绘产品质量符合相应的技术标准。根据国家技术规范和相关项目招标文件要求,本文利用 ArcGIS 对贵州都匀市航摄成图成果数字线画图进行入库工作,制定了 DWG 格式数据生产的相关标准,以及从数据生产到入库的相关流程,为建设“数字城市”空间地理信息

收稿日期:2016-10-31.

作者简介:杨小梅(1989-),女,贵州赤水人,助理工程师。主要从事测绘数据生产和研究等方面的工作。

数据奠定一定的基础。

1 数据库结构准备

1.1 数据分析

数据入库的源数据为大比例尺 1 : 500、1 : 1 000、1 : 2 000 DLG 数据,DLG 数据库是用来存储各种数字地形数据的,其内容包含有测量控制点、居民地、水系及附属设施、交通等。数据格式为南方 CASS(*.dwg/ *.dxf)格式,DWG 格式线划图,数据是以点、线方式表示要素,数据未进行拓扑分析,数据本身存在不合理的线线相交(两路边线相交、两房屋边线相交等)、线悬挂(围墙线未延伸到房屋边沿、地类界线未延伸到路边线等)、要素之间不相接(围墙与路边线代替植被的边界线等)等问题^[2]。

1.2 主要技术指标

数据的分层和编码是数字化成图系统中数据组织和管理的的重要手段:数据编码就是给每一种实体定义一个唯一的要素编码,便于以后数据的采集、存储、检索、分析和交换等,借此标定某一比例尺范围内所有地理要素的数字信息,数据分层就是根据不

同的地物类型将数据分类管理。本文参考相关标准,采用 7 位十进制数字码,分别按数字顺序排列,前六位为国标码,第七位为图形代码(1 为点,2 为线,3 为面,4 为辅助要素),以此建立图元层、实体名称、实体类型、国标编码之间的映射关系。

1.2.1 数据库结构设计

数据库包含定位基础、境界与政区、交通、管线、水系、居民地及设施、地貌、植被与土质 8 类要素,具体结构如图 1 所示。

1.2.2 数据对照表

数据对照表是标识码和国标码的一个对照,是一个非常关键的属性对照表,表 1 为部分对照表示例。

2 数据生产

2.1 技术路线

数据入库的核心问题是如何统一数据规范,将制图数据按统一的标准转换到地理信息数据库中,主要包括数据预处理、数据转换、数据入库、数据接边、数据检查等,具体流程如图 2 所示。

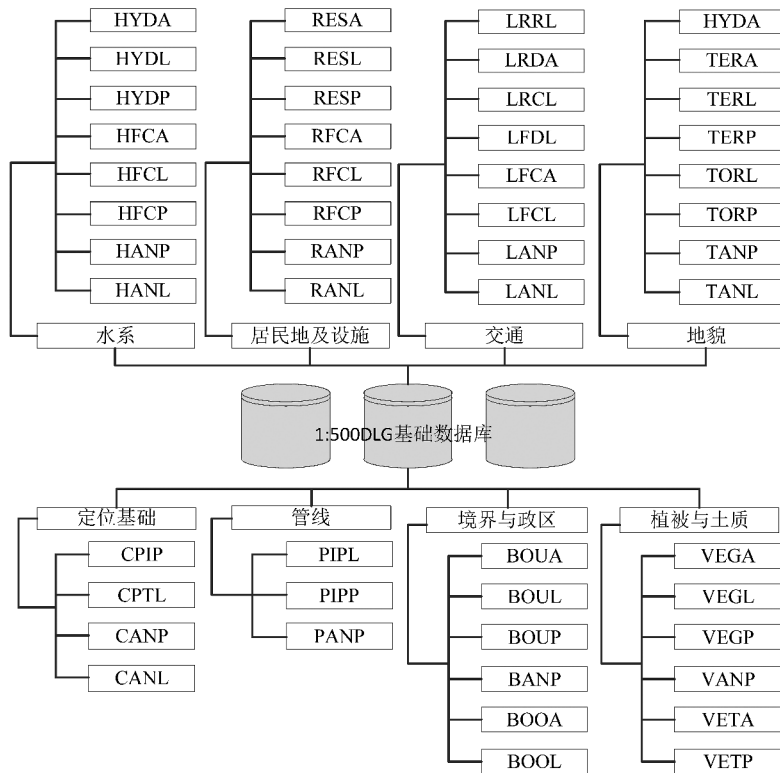


图 1 数据库结构

Fig. 1 Database structure

表 1 基础地理信息要素 CASS 编码、国标编码、图层、实体名称对照

Tab.1 Basic geographic information elements of CASS coding, national standard code, layer, entity name contrast

图层名称	CASS 编码	实体名称	国标编码
CPTP	131100	三角点	1101021
CPTP	131200	土堆上的三角点	1101021
.....
HYDP	185300	泉	2607001
.....

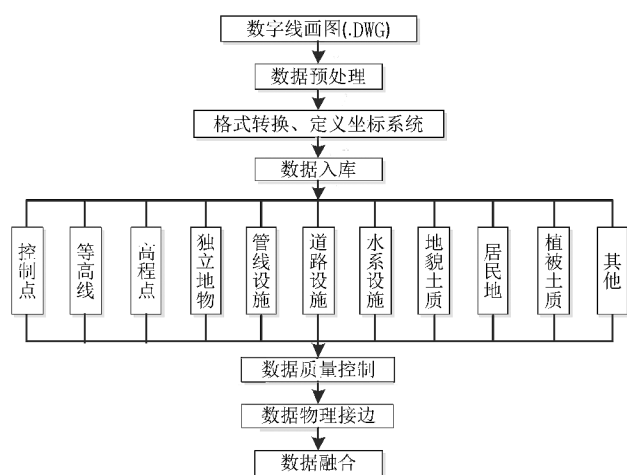


图 2 数据入库流程

Fig. 2 Data warehousing processes

2.2 数据预处理

由于不同格式的现有矢量数据存在差异性,且表达方式和 GIS 所要求的数据描述方式之间存在很大的差异性,因此,在数据入库前需要对数据进行预处理。数据预处理工作量巨大且非常关键,可以减少后面数据处理繁琐的工作,主要包括:实体元素的错误纠正、地形要素封闭性检测、重复地形要素的清理、道路和河流等某些特殊地形要素的处理、地形要素扩展属性设置等。对矢量数据的加工与处理主要是为了使输出的地理数据更加符合 GIS 软件要求,以便能充分利用 GIS 软件的各种功能,让转换后的数据发挥更大的效益,体现出 GIS 软件的优越性^[3]。数据入库之前需要进行数据预处理,主要包括:

- 1) 面状定义实体要素,如房屋、水库等必须是封闭的;
- 2) 完善现状实体骨架线,删除不需要的辅助线,如行数等;

- 3) 各图元注记必须是一个整体,如地名注记,如果是逐字注记,在导入时将生成多个点要素;
- 4) 河流、道路等用线描述的面要素的处理;
- 5) 检查各地类要素编码;
- 6) 检查各类实体要素与图元层是否对应;
- 7) 重复地形要素的清理。

2.3 数据转换

不同平台的数据生产会有不同结构的成果数据,本例的数据生产是使用 ArcMAP 下自定义 Spatial ETL Tool 工具,如果将 DWG 格式数据直接导入 GIS 平台,会出现数据的错漏及编码的混乱。因此,在 DWG 格式数据与 GIS 数据平台之间必须要有一个衔接的桥梁,把 DWG 数据信息完整地转成 SHP 数据,再导入到空间地理信息数据库中^[1]。经过大量试验证明,Spatial ETL Tool 是 DWG 数据与 SHP 数据间转换的一个非常实用的中介。

在数据转换过程中,通过用户自定义转换规则的制订(数据的映射指的是从源数据到目标数据的映射,空间数据的映射转换就是要建立源数据 S (SourceData) 到目标数据 D (Destination) 的关系^[4]。这样除了可以将 DWG 数据按不同的图元层输出以外,还能够根据 DWG 数据不同图元层的不同几何实体类型点、线、面分类转换到 SHP 数据中(图 3),同时也能将附带于 DWG 数据文件中的高程值 autocad_elevation,标识码属性 autocad_extended_data{0}.string{0} 及 autocad_extended_data{ }.string{ } 等属性信息转入 SHP 数据中(图 4)。

2.4 数据入库

数据入库是一个非常繁琐的工作,由于地表的 地物非常复杂,因此需要根据数据类型进行图元层分类,以方便后期数据的入库,主要分为:控制点、等高线、高层点、独立地物、管线设施、道路设施、水系及附属设施、居民地、地貌土质和植被土质、骨架线。而且同一类数据的实体类型不一样,需要将每一层数据按不同的实体类型分别处理。下面分别对每类实体要素类型入库进行说明。

1) 点实体要素

DWG 格式数据是符号化显示的,经过转换之后的数据也是按原来的符号显示的,是既有线又有面的数据形式。因此需要在南方 CASS 软件中将需要转点的地物写块,再在 ArcGIS 软件中将写块的数据转成点,得到地物点矢量数据文件,再附上对应的编码属性。

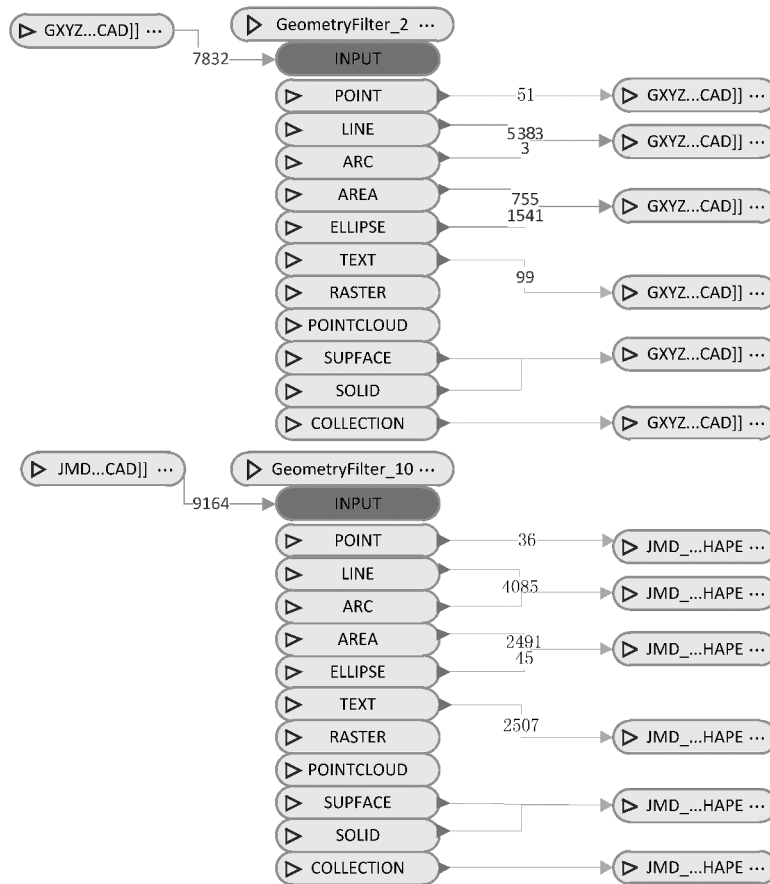


图 3 定义几何实体转换映射

Fig. 3 Defining geometric entities conversion mapping

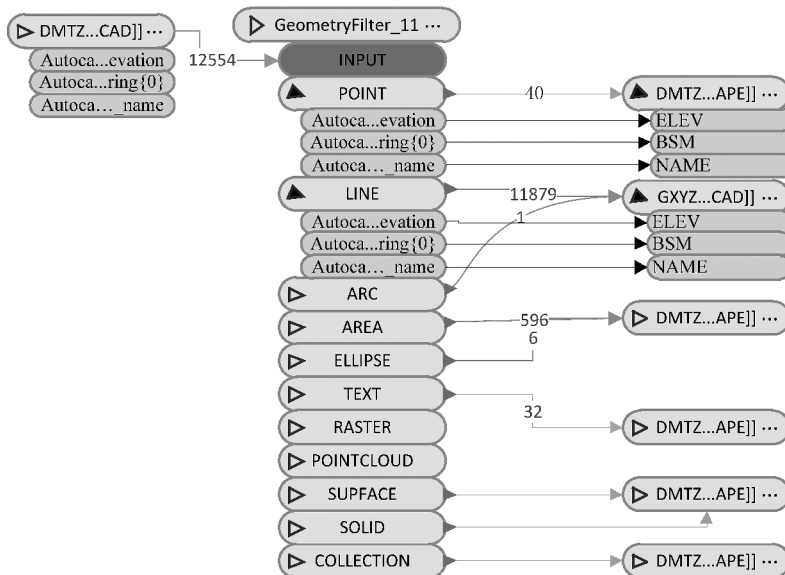


图 4 各图层要素属性信息转换映射定义

Fig. 4 Conversion mapping definition of map layer elements attribute information

2) 线实体要素

在南方 CASS 软件中线实体要素有很多符号化的辅助数据, 比如行树; 南方 CASS 软件既有符号化显示的数据, 也有实体数据的骨架线, 在处理时只需提取数据的骨架线再完善属性。而在线实体要素中, 道路设施没有完整的边线和中心线。因此, 需要借助别的地物提取完整的道路边线, 再提取道路中心线, 最后按照要求录入相应的属性即可。

3) 面实体要素

DWG 格式数据是由点、线表示的, 在数据转换后大多仍是点、线, 因此面实体要素要借助线实体要素处理。由于地物复杂繁多, 需将数据分类处理转面, 再附上对应的编码属性。

2.5 数据质量控制

数据质量控制严格控制数据生产的全过程, 按照数据的标准、规则进行处理, 保证了数据的准确性和可靠性。其主要包括基础检查、图元层逻辑一致性检查、综合性检查和元数据检查等。基础检查主要检查数据平面坐标系、投影方式和高程基准是否存在且符合要求。图元层逻辑一致性检查主要检查数据是否按照标准及规范构建数据结构, 数据值域的符合程度, 不应超出值域的范围, 并应满足值域之间的逻辑或运算关系, 检查要素是否存在缺失、漏提取, 检查图元层内部或图元层之间的数据拓扑关系, 检查数据是否存在碎屑多边形、碎线或不合理狭缝。综合性检查主要检查数据接边吻合度、接边线之间的误差值、接边实体误差值以及检查数据是否按照数据字典填充和整理要素属性。数据元数据检查包括检查数据的结构一致和各项值是否符合设计要求等。通过数据质量控制生成符合数据规范和标准的基础测绘成果数据库。

2.6 数据融合

数据融合包括图元层融合和要素接边融合, 其中图元层融合是将单幅数据中相同图元层数据进行合并; 要素接边融合是将每个图层中相同属性的实体要素进行融合。

2.6.1 图元层融合

由于数字城市地理空间框架的建设数据不需要分幅, 在传统的地图制图学中, 为了解决用有限的地图纸张不能描述大范围空间信息之间的矛盾, 采用

了地图分幅的方法^[5]。为保证空间地理信息数据中各地物要素能够保持其原有的属性特征, 在数据入库过程中要把基础测绘成果各图幅中相同图元层的数据进行融合处理^[6]。数据图元层的融合便于之后数字城市地理空间框架的建设。

2.6.2 要素接边融合

由于数据是按标准图幅单幅生产的, 即使原图幅边界处分段的要素坐标匹配准确, 属性和代码一致, 但通过转换导入个人数据库图元层这种方式形成的这些图形要素也仅是逻辑上的无缝, 表面上的一致, 原本对同一地形要素的图形表达实际上还是多部分, 并没有做到物理上的无缝。因此, 还需要对相同的地形要素进行合并与融合, 只有这样, 才能真正消除不一致, 做到空间数据的无缝, 建立起无缝空间数据图元层, 最终实现无缝矢量地形数据库^[7]。

3 结语

通过对 DWG 格式数据转换成 SHP 格式数据以及数据入库中出现的问题进行探讨, 并利用 Spatial ETL Tool 工具完成了数据格式转换以及入库, 在一定程度上提高了基础测绘 DLG 数据的利用率。但是在实际工作中, 地物数据繁多, 编码复杂, 拓扑规则复杂, 导致数据入库过程繁琐。如何降低数据入库的复杂性, 统一数据入库标准, 将是下一步工作的重点。

参考文献:

- [1] 刘锋, 曹凯滨. 城市基础测绘 DLG 数据入库的实现[J/OL]. 测绘与空间地理信息, 2010, 33(2): 165-168.
- [2] 魏苹. 城市基础地理信息数据库设计与实现[D]. 吉林: 吉林大学, 2013.
- [3] 谢衍忆. DLG 数据入库处理技术探讨[J]. 测绘通报, 2007, 5(2): 26-27.
- [4] 陈红华, 王志杰, 郑加柱, 等. 基于空间 ETL 实现 VCT 数据交换共享[J]. 测绘科学, 2012, 37(1): 185-186.
- [5] 邹进贵. 城市基础地理信息系统的研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2002: 27.
- [6] 吕晓艳. 城市 DLG 数据加工及其入库处理方法的研究[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2010: 52.
- [7] 张宜方. 城市基础地理信息系统矢量地形数据建库研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2006: 28.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.004

云南松茎干弯曲、扭曲特性的研究现状及展望

蔡年辉^{1,2}, 许玉兰¹, 李根前², 邓丽丽¹, 李伟³, 王大玮¹

(1. 云南省高校林木遗传改良与繁育重点实验室, 西南林业大学, 云南 昆明 650224; 2. 西南山地森林保育与利用省部共建教育部重点实验室, 西南林业大学, 云南 昆明 650224; 3. 云南吉成园林科技股份有限公司, 云南 弥勒 652300)

摘要: 云南松是分布于我国西南亚热带山地的重要树种, 具有喜光、耐干旱瘠薄、适应性强、木材用途广等特点, 在当地林业生产和生态经济建设中占有重要地位。但是, 云南松林分中出现弯曲、扭曲等不良个体的比例逐渐增加, 优良基因资源逐渐减少。文章就茎干扭曲、弯曲植株的表现, 扭曲、弯曲发生规律, 对植株生长和木材的影响、成因等方面的研究现状进行阐述。提出加强对茎干扭曲、弯曲特性的基础研究, 结合营林措施减少林分衰退, 并探讨扭曲、弯曲材利用等研究方向。

关键词: 云南松; 茎干弯曲、扭曲特性; 木材纹理; 遗传改良; 营林措施

中图分类号: S791.257; S718.42 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2016)06-0019-05

Research Status and Prospect of the Crooked and Twisted Characteristics of *P. yunnanensis* Stem

CAI Nianhui^{1,2}, XU Yulan¹, LI Genqian², DENG Lili¹, LI Wei³, WANG Dawei¹

(1. Key Laboratory of Forest Tree Genetic Improvement & Propagation in Universities of Yunnan Province, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Key laboratory of Forest Resources Conservation and Use in the Southwest Mountains of China, Ministry of Education, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 3. Yunnan Jicheng Landscape Technology Co., Ltd. Mile, Yunnan 652300, China)

Abstract: *Pinus yunnanensis* Franch. is a subtropical pine endemic to Southwest China with characteristics of light-loving, drought-resistant, poor-site tolerant, great adaptability and extensive values of timber, etc. It plays a crucial role in regional economic development and ecological restoration. At present the crooked and twisted individuals were appeared in *P. yunnanensis* forest, and the excellent resources are reducing. The research progresses reviewed the status of crooked and twisted stem of *P. yunnanensis* in aspects of crooked and twisted behavior, occurrence rule, effects on tree growth and caused factors etc. Therefore, the paper conducted fundamental research, and carried out prospects on utilization of crooked and twisted tree on the base of forest culture and management.

Key words: *Pinus yunnanensis* Franch.; stem crook and twist characteristics; wooden grain; genetic improvement; forest culture and management

云南松 (*Pinus yunnanensis* Franch.) 具有喜光、耐干旱瘠薄、对土壤要求不严、适应性强、木材用途

广等特点, 不但能在石灰岩发育的红壤上生长, 甚至在其他树种不能生长的贫瘠石砾地或冲刷严重的荒

收稿日期: 2016-11-14.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31360189).

作者简介: 蔡年辉 (1975-), 男, 江西人, 在读博士, 副教授. 主要从事森林培育研究. Email: cainianhui@sohu.com

山上也能生长,是分布区域内瘠薄荒山造林的先锋树种和治理水土流失的重要乡土树种^[1-3]。云南松以云南高原为起源中心和分布中心,分布于东经 96°~108°、北纬 23°~30°^[3-4],水平东西距离达 1 000 km 以上、南北距离达 900 km 之巨^[3],其中云南省是云南松的集中分布区^[4-5]。据云南省森林资源连续清查第 5 次复查结果表明,云南松林占云南省林分总面积的 19.63%、森林总蓄积量的 14.28%^[6-7]。云南松分布区域是长江流域的重要部分,以云南松分布较多的金沙江上游也作为优先保护区域,其中云南松及细叶云南松(*P. yunnanensis* var. *tenuifolia*) 在优先保护区域内所占的比例分别为 50.1% 和 93.8%^[8]。在 Chen 等^[9]对云南省划分的 5 个生态区域 Ecoregion 中,3 个生态区域都有云南松分布,以 Ecoregion III 分布较多。云南松在分布区域林业生产中占有重要地位,对生态经济建设也具有举足轻重的作用^[1-3]。有关云南松的研究起步较早、成果较多,现已在生物生态学特性、资源与分布、遗传改良、造林技术、病虫害防治等方面取得了卓越成就,涵盖了从微观细胞学到宏观群落学的众多领域^[10-16]。

云南松分布范围广,生态环境复杂多样,种群大,被分割成许多相对独立的生境,形成各种大小和方向不同的选择压力,种群间发生趋异分化和适应,分割成许多相对独立的亚群^[17-19],形成生态小种地盘松(*P. yunnanensis* var. *pygmaea*)、地理小种细叶云南松(*P. yunnanensis* var. *tenuifolia*)^[3,17]及其变型扭松(扭曲云南松)^[20-23]。现存林分中优良基因资源减少,更新林分的遗传增益微小,林分衰退问题日益突出,云南松林分中低矮、弯曲、扭曲等不良个体的比例逐渐增加,表现出衰退现象。云南松种子产量高、传播能力强,具有“飞子成林”的能力^[1-2,24],因此不良基因型个体比例的增大会使遗传退化逐代加剧。如果更新林分的立地条件较差,云南松必然通过适应性变异维持种群的持久性或稳定性,这样也会形成低矮或干形不良的个体^[25-28]。早期人们就注意到云南松的遗传品质对后代林分有影响^[29],树干扭转极大地影响了林木生长、木材利用^[30]和经济价值^[31,32]。云南松木质纹理的研究也很早就受到重视^[24,31,33],如何提高造林质量,减少弯、扭松,避免地盘松,是造林工作中急待解决的问题^[34]。云南松扭干、扭松是遗传改良的主要目标。据文献资料报道,从 1972 年开始着手优树的选择及种子园的营建^[35],优良单株选择应考虑干形和木材

纹理通直^[33],木质纹理扭转也应作为优良林分选择的一个主要因子^[36],在生产中得到很好地应用^[37-38]。本文综述了云南松茎干扭曲、弯曲特性(包括木质纹理扭转)的研究,在此基础上提出相关的研究对策,旨在为云南松茎干的遗传改良奠定基础。

1 云南松茎干弯曲、扭曲特性研究现状

1.1 云南松茎干弯曲、扭曲植株的表现

云南松林木的茎干多样,有直干、弯曲和扭曲等类型^[39],扭曲又可分为全扭型、上扭型和下扭型几种^[30]。樊卫东和王昌命^[40]利用光学显微镜对云南松直干、弯干材木材构造进行解剖学观察,结果表明,除树脂道的分布状况不同外,弯干材在解剖结构上跟直干材基本保持一致,但木材组成分子的数量特征存在差异。最近基于 SSR 分子标记手段检测表明,直松与扭松群体间无明显的遗传分化支持扭松作为云南松的一种生态类型来看待^[41]。

1.2 云南松茎干弯曲、扭转特性的发生规律

早期调查表明,不同起源的云南松林分的直干株率存在明显的差异,天然林直干株率为 81%~84.4%,直干直纹率为 38.7%~62.2%;采伐迹地天然更新的中龄林,直干株率为 37.4%,直干直纹率为 18.0%;人工林直干株率为 11.1%,直干直纹率为 3.7%^[32]。从 20 世纪 40 年代到 60 年代的 20 年间,人工林的弯曲率由 9.5% 上升到 82.5%^[29],导致云南松人工林的林分质量明显下降。云南松茎干弯曲、扭转与其分布地理位置、立地条件和年龄存在密切关系。范国才等^[36]研究认为,木质纹理扭转性状在不同区域间存在差异。生境条件优越的林分直纹率比生境条件恶劣的林分高,在相似的生境条件下,不同林分的直纹率随年龄增长而递增^[42]。从扭转的方向来看,扭转为顺时针方向进行^[30],或者具有右旋扭转纹^[40]。同时,云南松木质纹理扭转的方向和偏斜的程度基本一致^[36],林木胸径处的木质纹理偏转角度随其年龄增长由大变小,单株由上至下各节间的木质纹理偏转角度由大变小^[42]。

1.3 云南松茎干弯曲、扭转性状对生长及木材的影响

弯扭木与直木相比,生长量存在一定的差异。从天然林分中采样分析扭转木与正常木,树高生长量方面,扭转木均显著低于正常木,扭转木的直径大于正常木,扭转木的材积有下降趋势^[30],木材纹理

度与树木的高生长呈极显著的负相关^[33,43]。但后来范国才等^[36]研究认为,云南松天然林分木纹理扭转与林分高生长、径生长、冠幅、冠厚以及林木材积的相关性不明显。由此说明,不同学者对云南松木材纹理扭转与生长量之间的相关性有着不同的观点。

对于直干、弯干材的利用方面,研究报道较少。弯曲木材的冲击强度(弦向)显著下降^[31],对木材的长向干缩、顺纹抗压强度、抗弯强度、抗弯弹模量、冲击韧性的影响也较大,其中斜纹率大是云南松木材力学强度下降的重要原因^[44]。因此,木材的扭转会直接影响其加工性能及某些力学性质。

1.4 云南松茎干弯曲、扭转性状的成因探讨

前人对云南松茎干弯曲、扭转性状的成因进行大量研究,但看法各不相同。陈守常和吕以强^[30]认为疏密度是决定扭转的发生和发展的基本因素,而风在一定情况下是促进和强化树干扭转程度的外在因子。杨貌仙等^[23]认为扭松的形成原因是多方面的,不完全是风的关系。周明楷^[45]认为强烈的阳光和周期性的水分过多是产生畸形茎的主要原因。但更多研究认为扭干、扭纹理等是受遗传控制,后代林分干形的好坏,主要决定于母树的品质,与环境条件的关系不明显^[29,36,46-51]。进一步的遗传测定表明,扭纹与直纹是由一对等位基因控制的一对相对性状,其中扭纹为显性,直纹为隐性^[52]。由此表明,云南松的扭干、扭纹理主要受一对等位基因控制,外在环境条件在一定程度上影响树干的通直与扭曲。

2 云南松茎干弯曲、扭转性状的研究展望

2.1 加强对茎干扭曲、弯曲特性的基础研究

目前,有关云南松茎干弯曲、扭曲特性在地区间、林分间、个体间、个体内表现出不同程度的差异,在植株生长过程中也会发生变化,但这种变化规律未有更全面的研究,引起这种变化的内在因素探讨较少。因此,应加强对茎干扭曲、弯曲特性的发生规律、机制及遗传特性等基础性方面的研究。一个更新周期从种子的产生、传播、萌发、生长等方面开始^[51],种子萌发和种苗建成的状况在很大程度上决定了植物群落的更新^[53]。因此,对于云南松不同茎干特点的植株,从幼苗或种子萌发开始,跟踪观察,以了解茎干扭曲、弯曲特性的变化规律,弄清可能影响的因素,从而为云南松的更新与经营提供技术指导。分析云南松扭转幼苗到成材后的变化趋势,从而探讨早期选择的可能性,加速遗传改良的进程。

与此同时,可以开展一定的人工辅助授粉,对获得的全同孢子代进行调查研究,进一步分析其遗传控制的大小。分离后代的个体,也可以进一步采用无性繁殖的方式,了解无性繁殖后的树干通直度的表现,从而为更全面系统地评价提供科学依据。随着分子生物学的发展,将为云南松的分子辅助育种提供捷径,尤其是火炬松基因测序的完成^[54-56],为包括云南松在内的针叶树的遗传改良提供强大的遗传信息资源,可结合火炬松树干遗传特性及其基因组信息,挖掘云南松干形方面的关键基因,为云南松树干的改良奠定基础。

2.2 结合营林措施,减少衰退现象

前期的研究表明,砍伐时采优留劣会破坏树干的直纹基因库,留下的母树品质低劣,自然更新会使幼林的直干直纹率下降^[20,29,32,34]。与此同时,采种时不注重母树的干形,种子多采自比较低矮的弯、扭松甚至地盘松,直接使弯、扭的特性遗传甚广^[29,32,34]。因此,采伐时要尽量保留优良植株作为更新母树,或者在优良林分中采种造林。由于生境条件优越的林分直纹率比生境条件恶劣的林分高^[42],应选择立地条件好的地块进行造林,从幼林起加强抚育管理工作,促使干形正常生长,减少对森林环境的破坏(如森林火灾、滥砍滥伐等)或封山育林。

对落叶松、杂种松和水曲柳不同密度林分进行研究后发现,密度小的林分干形质量最差,密度相对较大时,其干形质量好于密度小的林分,适当的密植有利于提高林木的干材形质^[57-59]。因此,应加强云南松不同造林密度的研究,掌握林分密度对干形和木材性质的影响规律,为云南松的经营确定合理密度提供依据。

2.3 探讨云南松茎干变异木材的充分利用

早期研究表明,扭转木树体矮小而直径增粗,一般扭转木的斜纹理在6%以内时,对材质无大影响,超过此范围,则木材强度有显著降低^[30]。因此,应对不同扭转程度的木材开展更系统地研究,了解不同扭转程度木材的材质特性,以更加充分地利用现有木材资源。对树干通直度、木材纹理扭转等性状改良的同时,能否对其它经济性状产生影响,可进一步加强研究,从而实现整体遗传增益的不下降。与此同时,现存林分中扭曲、弯曲等表现的植株较多,如何充分利用现有的资源也是急需解决的问题。

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7

- 卷)[M]. 北京:科学出版社,1978:255-259.
- [2] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志(第四卷):种子植物[M]. 北京:科学出版社,1986:54-57.
- [3] 金振洲,彭鉴. 云南松[M]. 昆明:云南科技出版社,2004:1-66,332-337.
- [4] 陈飞,王健敏,孙宝刚,等. 云南松的地理分布与气候关系[J]. 林业科学研究,2012,25(2):163-168.
- [5] 陈飞,王健敏,陈晓鸣,等. 基于 Kira 指标的云南松气候适宜性分析[J]. 林业科学研究,2012,25(5):576-581.
- [6] 邓喜庆,皇宝林,温庆忠,等. 云南松林在云南的分布研究[J]. 云南大学学报(自然科学版),2013,35(6):843-848.
- [7] 邓喜庆,皇宝林,温庆忠,等. 云南松林资源动态研究[J]. 自然资源学报,2014,29(8):1411-1419.
- [8] ZHANG L, XU WH, OUYANG ZY, et al. Determination of priority nature conservation areas and human disturbances in the Yangtze River Basin, China[J]. Journal for Nature Conservation,2014,22:326-336.
- [9] CHEN F, FAN ZF, NIU SK, et al. The influence of precipitation and consecutive dry days on burned areas in Yunnan Province, Southwestern China[J]. Advances in Meteorology,2014,10(10):93-97.
- [10] 黄永祥,蔡年辉,李根前. 云南松遗传改良研究进展及育种策略[J]. 陕西林业科技,2008(1):11-14.
- [11] 戴开结,何方,沈有信,等. 云南松研究综述[J]. 中南林学院学报,2006,26(2):138-142.
- [12] XIAO XY, HABERLE SG, SHEN J, et al. Latest Pleistocene and Holocene vegetation and climate history inferred from an alpine lacustrine record, northwestern Yunnan Province, southwestern China[J]. Quaternary Science Reviews,2014,86(2):35-48.
- [13] WU JX, WANG YX, CHEN QB, et al. Soil improvement of Pinus yunnanensis forest at different age in Central Yunnan Plateau [J]. Advanced Materials Research, 2014:864-867,2565-2568.
- [14] LIN YM, CUI P, GE YG, et al. The succession characteristics of soil erosion during different vegetation succession stages in dry-hot river valley of Jinsha River, upper reaches of Yangtze River [J]. Ecological Engineering, 2014,62(1):13-26.
- [15] WANG BS, MAO JF, ZHAO W, et al. Impact of Geography and Climate on the Genetic Differentiation of the Subtropical Pine Pinus yunnanensis [J]. PLoS ONE, 2013,8(6):e67345.
- [16] XU YL, ZHANG RL, TIAN B, et al. Development of novel microsatellite markers for Pinus yunnanensis and their cross amplification in congeneric species[J]. Conservation Genetics Resources,2013,5(4):1113-1114.
- [17] 黄瑞复. 云南松的种群遗传与进化[J]. 云南大学学报(自然科学版),1993,15(1):50-63.
- [18] 王昌命,王锦,姜汉侨. 云南松针叶的比较形态学研究[J]. 西南林学院学报,2003,23(4):4-7.
- [19] 王昌命,王锦,姜汉侨. 云南松针叶的比较解剖学研究[J]. 西南林学院学报,2004,24(1):1-5.
- [20] 邓官育. 浅谈扭曲云南松的更新方向[J]. 云南林业调查规划,1980(1):29-31.
- [21] 管中天. 四川松杉植物地理[M]. 成都:四川人民出版社,1982:58-67.
- [22] 李启任,魏蓉城. 云南松不同类型及近缘种的过氧化物酶同工酶[J]. 云南大学学报,1984(1):114-127.
- [23] 杨貌仙,李坤季,徐正尧,等. 云南松种子的萌发和幼苗的形成[J]. 云南大学学报(自然科学版),1984(1):67-81.
- [24] 姜汉侨. 关于云南松研究的若干问题[J]. 云南大学学报(自然科学版),1984(1):1-5.
- [25] 蔡年辉,李根前,陆元昌. 云南松纯林近自然化改造的探讨[J]. 西北林学院学报,2006,21(4):85-88.
- [26] 蔡年辉,李根前,束传林,等. 云南松天然林区植物群落结构的动态研究[J]. 西北植物学报,2006,26(10):2119-2124.
- [27] 蔡年辉,李根前,朱存福,等. 云南松人工林与天然林群落结构的比较研究[J]. 西北林学院学报,2007,22(2):1-4.
- [28] 束传林,黄永祥,蔡年辉,等. 云南松林近自然化采伐的改造效果[J]. 陕西林业科技,2007(2):14-17.
- [29] 冷洪万. 云南松的遗传品质对后代林分的影响值得注重[J]. 云南林业调查规划,1983(1):26-27.
- [30] 陈守常,吕以强. 云南松树干扭转的成因及其防止途径[J]. 林业科学,1962(2):131-140.
- [31] 管长岭. 改良云南松、蓝桉弯曲度初探[J]. 云南林业,1983(4):22.
- [32] 云南省林科所,云南省林业局种苗站. 云南松干形纹理调查报告[J]. 云南林业科技通讯,1977(3):32-41.
- [33] 章世恭. 优树选择的指数法[J]. 林业实用技术,1980(4):1-3.
- [34] 高义,戈立人,李尹,等. 云南松优树选择及其子代的初步观察[J]. 云南大学学报(自然科学版),1984(1):91-98.
- [35] 何富强. 云南松种子园营建和子代测定[C]//. 面向 21 世纪的中国林木遗传育种—中国林学会林木遗传育种第四届年会文集,1997.
- [36] 范国才,董福美,尹嘉庆. 滇西地区云南松木质纹理扭转的研究[J]. 西部林业科学,1987(3):1-6,35.
- [37] 伍聚奎,周蛟. 滇中云南松天然优良林分选择的方法及标准[J]. 西南林学院学报,1988,8(1):1-10.

- [38] 周蛟,张兆国,伍聚奎. 应用滇中云南松天然优良林分选择方法和标准—优良林分选择[J]. 西南林学院学报,1990,10(2):133-140.
- [39] 王昌命,王锦,姜汉侨. 不同生境下云南松及其近缘种林木茎干的形态结构特征[J]. 西部林业科学,2009,38(1):23-27.
- [40] 樊卫东,王昌命. 云南松直干、弯干材木材结构比较观察[J]. 山东林业科技,2009,39(5):51-54.
- [41] 许玉兰. 云南松天然群体遗传变异研究[D]. 北京:北京林业大学,2015.
- [42] 党承林,王宝荣,李尹. 云南松木质纹理倾斜问题的初步研究[J]. 云南大学学报(自然科学版),1986(4):410-416.
- [43] 马永涛,郑晔. 云南松木材材性与生长性状相关性研究[J]. 西部林业科学,2002(1):68-70.
- [44] 罗良才,徐莲芳. 斜纹理对云南松木材物理力学性质影响的研究[J]. 林业科学,1983,19(4):382-390.
- [45] 周明楷. 对松树幼苗畸形茎的初步探讨[J]. 云南林业科技通讯,1974(2):19-22.
- [46] 陈强,张家国. 滇西云南松天然优良林分半同胞子代测定[J]. 西部林业科学,1997(1):9-21.
- [47] 陈强,常恩福,董福美,等. 云南松天然优良林分自由授粉混合种子子代测定[J]. 林业科学,1998,34(5):38-44.
- [48] 常恩福,陈强,董福美,等. 滇西云南松母树林单株半同胞子代测定[J]. 西部林业科学,1999(3):1-5.
- [49] 曾德贤,朱仁刚,刘永平. 白马河林场云南松天然林改建母树林效果初析[J]. 西部林业科学,1998(1):23-26.
- [50] 周蛟,张兆国,伍聚奎. 云南松天然优良林分早期遗传增益研究[J]. 西南林学院学报,1994(4):215-221.
- [51] GRUBB PJ. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche[J]. Biological Reviews, 1977,52:107-145.
- [52] 何富强. 云南松木纹理表型性状的后代遗传试验[J]. 西部林业科学,1994(2):1-7.
- [53] BU H, CHEN X, XU X, et al. Seed mass and germination in an alpine meadow on the eastern Tsinghai-Tibet plateau[J]. Plant Ecology,2007,191:127-149.
- [54] WEGRZYN JL, LIECHTY JD, STEVENS KA, et al. Unique Features of the Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Megagenome Revealed Through Sequence Annotation[J]. Genetics,2014,196(3):891-909.
- [55] ZIMIN A, STEVENS KA, CREPEAU MW, et al. Sequencing and assembly of the 22-gb loblolly pine genome[J]. Genetics,2014,196(3):875-890.
- [56] NEALE DB, WEGRZYN JL, STEVENS KA, et al. Decoding the massive genome of loblolly pine using haploid DNA and novel assembly strategies[J]. Genome Biology, 2014,15(3):315-330.
- [57] 韩飞,李凤日,梁明. 落叶松人工林林分密度对节子和干形的影响[J]. 东北林业大学学报,2010,38(6):4-8.
- [58] 李国柱,赵聪,孙楠. 造林密度对杂种落叶松干形的影响[J]. 绿色科技,2014(2):109-110.
- [59] 田宇明,王庆成,王鹏,等. 水曲柳造林密度与林分生长的关系[J]. 林业科技,2009,34(5):17-20.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.005

森林生态系统水化学效应研究综述

雷丽群^{1,2}, 韦菊玲¹, 农友^{1,2}, 杨桂芳¹, 卢立华^{1,2}, 何远^{1,2}

(1. 中国林科院热带林业实验研究中心, 广西 凭祥 532600;

2. 广西友谊关森林生态系统国家定位观测研究站, 广西 凭祥 532600)

摘要:综述了国内有关森林生态系统水化学效应的主要研究成果,概述了 pH 值和 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 6 种离子在森林林冠层、枯落物层和土壤层 3 个层次的变化特征及响应机制。指出在今后的工作中应继续深化有关作用机理的研究,特别是需要在系统层面上进行多因子的探讨,加强如何应对环境酸化问题以及恢复措施的相关研究,重视森林生态系统水化学效应研究成果的运用。

关键词:水化学效应;森林生态系统;盐基离子;pH 值;酸缓冲能力;淋溶效应

中图分类号:S718.556 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0024-06

Review on the Effects of Forest Ecosystem on Water Chemistry

LEI Liqun^{1,2}, WEI Juling^{1,2}, NONG You^{1,2}, YANG Guifang¹, LU Lihua^{1,2}, HE Yuan^{1,2}

(1. Experimental Center of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Pingxiang, Guangxi 532600, China;

2. Guangxi Youyiguan Forest Ecosystem Research Station, Pingxiang, Guangxi 532600, China)

Abstract: This paper reviewed the main research about the effects of forest ecosystem on water chemistry, and overviewed the characteristics and response mechanism of pH value and six kind of ions (SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} .) in forest canopy layer, litter layer and soil layer. It also pointed out that the research on the mechanism of action should continue to be deeply studied in the future work. In particular, it is necessary to study the multi factors on the system level, and to strengthen the research on how to deal with environmental acidification and the recovery measures of the acidification problem. This paper also suggested do more research on results application of forest ecosystem water chemical reaction.

Key words: water chemical reaction; forest ecosystem; base ions; pH value; acid buffer ability; leaching effect

森林生态系统是维持和调节陆地生态系统平衡和改善生态环境的基础,其中涵养水源、保持水土、改善水质是其最重要的功能属性^[1]。大气降水携带各种物质和养分进入森林生态系统,流经树冠层、

树干径流层、枯枝落叶层以及森林土壤层等,在相互作用的过程中,水量重新分配,其化学元素含量和性质也发生了重大变化。近十几年以来,关于森林对降水中养分离子的淋溶、吸收、再分配等,及其在森

收稿日期:2016-11-16.

基金项目:林业科技创新平台运行补助项目“广西友谊关森林生态系统国家定位观测研究站运行补助”(2016-LYPT-DW-079);“中国林业科学研究院热带林业实验中心主任基金项目”(RL2015-04).

作者简介:雷丽群(1988-),女,硕士.主要研究方向:森林水文、水土保持. Email:757467053@qq.com

林生态系统中的内部迁移规律等方面做了大量研究,特别是森林生态系统不同层次的水化学效应以及作用机理,已成为森林水文研究的热点。科学家们经过不断研究和探索,取得了突出的成果,施立新^[3]、马向东^[4]、鲍文^[5]等论述了森林水化学效应,但主要以森林层次为单位,难以了解具体的水化学元素在森林生态系统中的变化特征和响应机理。本文概述了 pH 和 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 6 种养分离子在森林林冠层、枯落物层和土壤层 3 个层次的变化特征,为充分了解国内有关森林生态系统水化学效应的研究成果及其机制原理提供资料。

1 森林水化学效应研究现状

我国自 20 世纪 60 年代末期开始关注森林水化学效应的研究^[1],论述了森林生态系统对水化学元素的调节、吸附、过滤及贮存功能,但主要侧重于大气降水在森林生态系统中对养分(N、p、K、S、Ca、Mg 等)的输入、输出所起的作用及其意义方面的研究^[6],如:鲁如坤^[7]等在浙江的金华、衡县、兰溪 3 县收集了 12 个月的降雨水样,并做了养分元素的分析,认为 N 和 S 不仅可随降雨进入土壤供给作物,而且可以大气成分直接被叶部吸收。约从 80 年代起,科学家们开始依托定位站平台进行森林水化学效应的研究^[3],如:湖南会同生态系统定位站最早研究了大气降水、林内雨、树干径流、地表径流、地下径流的养分元素特征,并阐述了进行森林与水质研究应该注意的问题^[8]。此阶段研究中,科学家们往往未将森林生态系统视为一个整体,仅从输入(大气降水)、输出(径流出口)端着手,或者就单一或某几层进行研究,比较分析其水化学特征,其中以林冠层的研究最为深入^[9]。在时间尺度上,大多集中在 1 年甚至几个月的短时间,长期的累积观测较少。近年来,森林水化学效应已然成为森林水文研究中的热点,广东鼎湖山、海南尖峰岭、陕西秦岭、西藏林芝、新疆天山等林区依托定位站的建设,对水化学元素在森林生态系统中的计量特征以及动态变化做了大量定位观测。学者们根据降水与森林生态系统相互作用的空间顺序(降水—穿透雨(树干径流)—地表径流—枯透水—壤中流—溪流—出口径流),对森林水化学效应进行了系统研究,试图阐明水化学元素在森林生态系统内部的完整变化情况及其作用机理^[9]。从元素上看,由原来简单的常规元素分析过渡到 Pb、Cd、Cr、Mn、Fe 等重金属离子,从涉及的

林分类型来看,由马尾松^[19]、杉木^[19]、湿地松^[15]、落叶松和油松^[17]等人工针叶林拓宽到白桦^[17]、锐齿栎^[18,19]、桤木^[21]、荷木^[17]等天然次生阔叶林以及水源涵养林^[19]等林分,同时在营林(采伐、间伐、火烧、人为干扰等)^[23,25]、生态修复^[26]等对森林水化学效应的影响,以及大气干湿沉降和环境酸化对森林水化学效应的作用等方面亦引起了学者们的高度重视^[27]。

2 森林水化学效应

2.1 pH 值

降水经过林冠层后,pH 值一般会变小,我国林外雨的 pH 均值为 6.12,而穿透水的 pH 均值为 5.79,酸性略有增强。在重庆缙云山,刘楠^[28]等研究了缙云山 2 种典型林分(四川大头茶×马尾松、四川大头茶×四川山矾)的水化学效应,发现林内雨的 pH 值显著低于大气降水,分别减少了 1.28、1.26 个单位,与周国逸^[29]、闫文德^[30]、李文宇^[31]等的研究结论一致。然而,张胜利等在秦岭的研究结果却表明,降水通过天然林林冠的淋洗后酸度减小,pH 值由 6.65 增大到了 7.23,周光益^[32]、张西林^[33]、黄忠良^[34]等研究亦支持此观点。刘秀菊、张德强^[35]等则研究了鼎湖山 3 种森林类型的水化学特征,发现在阔叶林和针阔混交林中,穿透雨的 pH 值增高,在马尾松林中则降低。可见,不同林分林冠层对穿透水 pH 值的响应是不同的。pH 值是降水中化学物质与林冠吸附的干沉降、枝叶组织所含盐基离子以及枝叶分泌的有机酸、无机酸达到平衡的一个结果^[27]。一方面,大气的酸性干沉降、枝叶分泌的有机酸与无机酸通过雨水的淋溶作用进入到穿透水导致 pH 值降低;另一方面,在淋溶过程中,林木组织不断分泌出盐基阳离子(Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 等),与降水中 H^+ 、酸根离子发生交换中和反应,使得降水中 H^+ 含量减少,从而导致了林内雨的 pH 值上升。林冠的缓冲能力与当地环境状况、林冠类型、植物生理结构、林分密度、降水基础 pH 值等有着密切相关性^[26]。

枯落物层对 pH 值的作用目前仍存在较大争议。一些学者认为,枯落物中的有机质在分解的过程中释放出大量的有机酸和 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 等酸性离子,pH 值会降低,有的甚至达到最低值。另有学者则认为,枯落物自身枝叶组织含有的盐基离子和表层吸附的碱性物质,以及在分解过程中产生的大量盐基离子和有机质等可有效缓冲枯透水 pH 值。吴

初平^[36]等对舟山岛不同演替阶段的 5 种林分(无林地—针叶林—针阔混交林—落叶阔叶混交林—常绿阔叶林)的水质效应的研究表明,各林分枯透水的 pH 值大幅度提高。胡波^[27]在酸雨区的研究亦表明,穿透水经过枯落物的淋洗后,pH 值可上升 1.08~1.88 个 pH 单位;安思危^[37]在同一酸雨区的研究却证实,降雨经过枯落物层形成枯透水,枯透水的 pH 值迅速下降。这些结果差异主要与枯落物组成、分解速率、所处的微环境等因素有关。例如,在中亚热带地表枯落物较多,加上高温湿热的环境,枯落物分解释放出的有机酸会远远大于分解中释放的盐基离子,pH 值就会下降。

形成壤中流之后,pH 值往往持续攀升,土壤层次越深,调升幅度越大。晋建霞等^[22]研究了西安水源地森林的水质空间变化特征:水体经过土壤层后,pH 值调升至 7.45,B 层(20~50 cm)土壤比 A 层(0~20 cm)土壤调升幅度大 0.54。这是由于 H⁺与黏土矿物或土壤有机物吸附的阳离子发生了交换反应,降低了 H⁺的含量。径流流经的土壤层次越深,与土壤累积的阳离子发生的交换反应也就越多,调升作用也就越显著。许多学者^[37,38]认为,土壤是调升水体 pH 值的关键层次。然而在酸雨区,受酸性土壤的影响,土壤渗透水的 pH 值并未升高,反而有所降低,但仍高于大气降水或者林内雨。土壤层是森林生态系统中最后一个层次,生活着庞大数量的微生物、土壤动物等活性有机体,其影响降水 pH 值的因子较林冠层和枯落物层更复杂,如土壤本身的 pH 值、土壤 CEC、盐基离子含量、可交换性 Al³⁺、有机质含量、土壤胶体、粘粒含量、团聚体组成、土壤结构、成土母岩等因素^[27]。此外,土壤紧实的结构特征使得降水在土壤中的下渗速度非常慢,H⁺有更多的时间与盐基离子、土壤胶体等发生反应,同时降水将枯落物层分解的大量盐基离子和有机质淋溶到土壤,增加了土壤的酸缓冲能力^[26]。所以往往认为土壤的酸缓冲能力较林冠层和枯落物层更强。

2.2 SO₄²⁻、NO₃⁻

我国大气降水中的阴离子主要以 SO₄²⁻、NO₃⁻为主。不同的林分林冠对 SO₄²⁻、NO₃⁻的水化学效应是有差异的,但 SO₄²⁻、NO₃⁻同属于酸性阴离子,在同一林分林冠层中往往有着相似的水化学响应特征。周光益^[32]等研究了广州白云山不同森林林冠层的淋溶规律,发现马尾松林和常绿阔叶林对 SO₄²⁻、NO₃⁻离子均表现出负淋溶效应,即林冠吸收了雨水中的 SO₄²⁻、NO₃⁻离子,且阔叶林的吸收能力

更强。在比较同一类型森林林冠层(马尾松)对 SO₄²⁻、NO₃⁻离子的淋溶规律时,其发现较小的林分年龄、较好的林分结构和较大的林木密度可增大森林对 SO₄²⁻、NO₃⁻吸收,减少 SO₄²⁻、NO₃⁻淋溶。在酸雨严重的湖南韶山地区,张西林^[32]等指出,常年的酸沉降作用下,针阔混交林林冠层对酸性离子 SO₄²⁻、NO₃⁻的吸收作用最强,SO₄²⁻和 NO₃⁻的截留率可达 22.93% 和 83.89%,有效地缓解了土壤酸化。这与胡波^[27]同在酸雨地区(重庆缙云山)的研究结果有区别,降雨通过针阔混交林林冠,SO₄²⁻、NO₃⁻浓度高达原来的 2.98 倍和 3.59 倍,表现出显著的淋溶效应。降雨经过林冠层后,林内雨的 SO₄²⁻、NO₃⁻含量或降低或升高,这主要受大气降水中离子基础浓度、降雨量、降雨强度、环境状况以及树种、年龄、林分密度、枝叶本身生理结构等因素的影响,是林冠的截留效应与淋溶效应综合作用的结果。

相比林冠层而言,枯落物层对 SO₄²⁻、NO₃⁻主要起淋溶作用。孙涛^[38]指出,枯透水的 SO₄²⁻、NO₃⁻质量浓度明显升高,分别升高了 1.03 mg/L、2.37 mg/L。两者的作用机制相似,即植物死亡组织中长期积累的无机氮、无机硫经过微生物分解后大量释放,被雨水淋洗、溶解后进入到枯透水中,从而使枯透水中的 SO₄²⁻、NO₃⁻含量增加。因此,在森林生态系统水循环过程中,枯落物层以向水中释放 SO₄²⁻、NO₃⁻的方式在系统内影响水化学效应^[9]。

枯透水经过土壤层的过滤后,形成壤中流过程中,土壤中的有机质经过淋洗、溶解后会进一步加剧 NO₃⁻的释放,导致 NO₃⁻增加,以往的研究中也出现,壤中流的 NO₃⁻高达枯透水的 10 倍之多^[39]。方运霆^[40]介绍了森林土壤氮素的转化过程,指出土壤氮素转换与凋落物和基质的 C/N 比有关,C/N 比越低,氮矿化速率越高,当土壤中的 NH₄⁺超出植物和微生物的需求时,就会发生硝化作用,而硝化作用又随土壤 pH 值的增加而线性增加。卜红梅^[42]在汉江、张西林^[33]在韶山、吴初平^[36]在舟山、胡波^[27]在四面山等的研究结果均表明,土壤层能吸附渗滤液中的 SO₄²⁻,在酸雨区或者有 S 污染源存在的地域表现更突出。土壤层对 SO₄²⁻的截留机制主要有 3 个方面:1) SO₄²⁻被土壤胶体吸附;2) 土壤是提供植物硫的主要来源之一,植物根部直接吸收了水体中的 SO₄²⁻;3) 与土壤中的碱性成分反应生成了沉淀。

2.3 K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺

K 元素是移动性极强,最容易被淋溶的元素,更

是植物生长发育进行光合作用的必须元素。大量研究表明^[25,32,34],林冠层对 K^+ 具有高强度的淋溶效应。刘楠^[28]等对重庆缙云山酸雨区的研究表明,降水在经过林冠层后, K^+ 浓度增加为降水中浓度的 5.90~6.02 倍,与张西林^[32]等在湖南韶山酸雨区的研究结果一致。在非酸雨区的秦岭中山地带,张胜利等发现降水经过林冠层后, K^+ 含量上升了 152.9%~194.8%,增加显著。降水通过林冠层对叶面颗粒、尘埃等的淋洗,以及对叶片的淋溶作用,导致穿透水的 K^+ 含量高于大气降雨。酸性雨又会加大降水对叶片分泌物的淋溶作用,造成叶片组织中 K^+ 的大量流失。枯枝落叶在高温湿热的环境下,经过微生物的分解作用,死亡组织中积累的 K^+ 被径流淋溶,枯落物渗透水中的 K^+ 含量持续增加,甚至达到峰值。在舟山的研究表明,穿透水流经树干和地表形成枯透水,大部分离子含量有所提高,其中 K^+ 提高幅度最大^[35]。形成壤中流后,由于微生物和植物根系对 K^+ 的吸收,以及缺乏枯落物这一重要的 K 元素来源,导致土壤渗透水的 K^+ 含量大幅度下降。也有部分研究表明,壤中流的 K^+ 含量仍是持续性增加,这主要受土壤本身已含有丰富的 K^+ 的影响,径流直接淋溶了土壤中的 K^+ 。

Na 和 K 元素一样,属于可溶性极强的元素。以往的研究中,穿透水中 Na^+ 含量的增减因地域不同而存在差异,总体表现为内陆地区穿透水 Na^+ 含量降低,沿海地区增高。张胜利^[24]在秦岭的研究中, Na^+ 经过林冠层后,其含量降至最低,与刘楠^[25]在重庆缙云山的研究结果一致,而周光益^[31]在广州、吴初平^[35]在浙江舟山的研究结果却表明,林内雨 Na^+ 含量较大气降水增加。缙云山和秦岭位于中国中西部,远离海洋,而广州地处沿海,舟山更是四面环海,海洋通过蒸发等形式向大气输送含 Na 物质,并以干、湿沉降的方式迁移到陆地,到达下垫面,大量的 Na^+ 附着于植物的枝叶表层,使得降水过程中雨水对 Na 盐的淋洗作用远远大于植物对 Na 盐的吸收作用,造成穿透雨 Na^+ 浓度增加^[28]。相反,在远离海洋的内陆地区,由于缺少 Na 盐的运输来源,植物表面积累的 Na 盐非常有限,在淋洗过程中植物反而吸收了大气降水中的 Na^+ ,造成林内雨中 Na^+ 含量下降。 Na^+ 是可移动性极强的离子,常以溶液的形式淋溶流失。相关的研究表明^[41-45],降水经过枯落物层和土壤层后, Na^+ 质量浓度持续增加。

Ca 能够缓解 Al^{3+} 对土壤生物、植物根系的毒害,对于维持整个森林生态系统的健康有着至关重

要的作用,更有研究指出, Ca^{2+} 是林冠缓冲降雨酸度的主要介质^[45]。因此, Ca^{2+} 相比其他盐基离子受到更多的关注。在大气降水—林内雨—枯透水—壤中流这一径流过程中,水中 Ca^{2+} 含量呈增加的趋势。张胜利^[24]等指出, Ca 含量沿着森林生态系统的层次逐步攀升,穿透雨比林外雨增加了 14%,枯透水比穿透雨增加 80%。胡波^[27]等测定了 3 种不同林分类型中穿透水、枯透水、壤中流的 Ca^{2+} 含量,其中枯透水中 Ca^{2+} 含量为 12.74~15.00 mg/L,壤中流 Ca^{2+} 含量为 28.38~35.67 mg/L,分别是穿透水的 1.39~2.56 倍、3.85~6.08 倍。 Ca^{2+} 主要来源于陆地上的尘埃及有机物,在形成枯透水和壤中流后,径流淋溶了枯落物和土壤中的 Ca ,导致 Ca^{2+} 浓度持续攀升。支持这一结论的还有赵雨森^[46,47]、郭平^[48]、刘秀菊^[34]等。在岩溶地区,母岩是碳酸盐,森林植被表面吸附的 Ca^{2+} 较非喀斯特地区多得多,在枯落物和土壤层中更容易被淋溶, Ca^{2+} 含量随运移路径增加的趋势也就更明显,卢晓强^[49,50]等在茂兰喀斯特地区的研究就阐述了这一观点。

Mg 是一种难以溶解和淋溶的元素,是叶片细胞中叶绿素的主要成分,参与植物的光合过程。有研究表明, Mg^{2+} 在森林生态系统中的变化趋势与 Ca^{2+} 较为相似。另有研究^[25]指出, Mg^{2+} 的变化趋势与 Na^+ 接近。刘秀菊^[34]等发现,阔叶林、混交林、马尾松林穿透雨中 Mg^{2+} 含量分别为 0.265 $\mu\text{g/ml}$ 、0.448 $\mu\text{g/ml}$ 和 0.344 $\mu\text{g/ml}$,是大气降水的 5.41、9.14 和 7.02 倍,与方江平^[38]等的研究结论一致。赵雨森^[36]在黑龙江 35 年红松人工林中的研究则发现,进入枯枝落叶层后, Mg^{2+} 的净淋溶系数可达 29.291,是穿透雨中 Mg^{2+} 含量的 5 倍;不管是林冠层还是枯枝落叶层,对 Mg^{2+} 均表现出正的淋溶效应,这可能与 Mg^{2+} 是叶片细胞中叶绿素的主要成分有关。土壤层对降水中 Mg^{2+} 的水化学效应在各地存在差异。晋建霞、张胜利^[22]等人指出, Mg^{2+} 在土壤层的变化不明显,认为森林土壤对 Mg 的影响是有限的;而胡波^[27]、方江平^[38]等人研究表明,壤中流 Mg^{2+} 浓度大幅度增加。这与土壤本身 pH 值、土壤结构、成土母岩等因素有关。同 Ca^{2+} 一样, Mg^{2+} 在喀斯特地区森林生态系统中也呈现出特有的水化学特征^[49,50]。

3 讨论

20 世纪 70 年代后, N 、 S 元素的降水输入成为

研究焦点。 H^+ 、N 和 S 化合物的长期沉淀引发了环境酸化问题。酸沉降一方面导致了森林生态系统养分离子的流失,例如在酸沉降影响下,植物组织中的一些生长发育必需元素被大量淋溶流失,土壤中盐基离子特别是交换性 Ca^{2+} 含量急剧下降,直接影响了植物的健康状况。另一方面,森林生态系统在缓冲 H^+ 的过程中置换出了更多的 Al^{3+} ,重金属离子活化严重,植物根系受到毒害。这也是造成我国森林出现生长缓慢衰退甚至死亡的原因之一。目前,国内有关森林生态系统水化学效应的响应机理已做了部分研究,但很多还停留在推理阶段,不够深入全面,缺乏普遍性结论。此外,我国对森林水化学效应的研究多围绕生态定位站的建设开展,目前主要集中在陕西秦岭、海南尖峰岭、广东鼎湖山、湖南会同、西藏南伊沟、重庆缙云山(或四面山)、贵州茂兰、北京密云水库等几个地区,区域局限性大,跨区域的对比研究基本没有,很难解释不同研究区域造成的结论差异。

今后的工作中应继续深化机制机理的研究,特别是需要在系统层面上进行多因子的探讨,同时加强如何应对环境酸化问题以及有关酸化问题的恢复措施的研究^[52]。结合恢复生态学的观点,揭示植被在酸胁迫下对水化学效应的响应,从离子平衡的角度计算不同植被类型和结构的酸缓冲能力,确定不同环境状况、不同立地条件下的植被酸承载力。重视森林生态系统水化学效应研究成果的运用,在生产实践中,充分考虑树种的抗酸性和对酸化环境的调节作用,对我国酸雨环境下的生态修复以及由于土壤酸化而导致的低效林的改造等工作有着十分重要的指导意义。酸沉降背景下 N 元素的物质循环,将是未来很长一段时间中的研究重点。

参考文献:

- [1] 马雪华. 森林与水质[C]//中国林学会森林水文与流域治理专业委员会编集. 全国森林水文学术讨论文集. 北京:测绘出版社,1989:31-35.
- [2] 刘世荣. 中国森林生态系统水文功能规律[M]. 北京:中国林业出版社,1996.
- [3] 施立新,余新晓,马钦彦. 国内外森林与水质研究综述[J]. 生态学杂志,2000,19(3):52-56.
- [4] 马向东,林明磊,郑慧莲. 森林水化学过程研究综述[J]. 污染防治技术,2009,22(1):49-51,75.
- [5] 鲍文,包维楷,丁德蓉,等. 森林植被对降水水化学的影响[J]. 生态环境,2004,13(1):112-115.
- [6] 刘楠,王玉杰. 森林生态系统对水质的影响[J]. 中小企业管理与科技,2008(32):197-198.
- [7] 鲁如坤,史陶钧. 金华地区降雨中养分含量的初步研究[J]. 土壤学报,1979,16(1):81-84.
- [8] 潘维涛,田大伦,文仕知,等. 集水区森林生态系统的养分分析[J]. 中南林业科技大学学报(自然科学版),1988(2):115-122.
- [9] 张胜利,李光录. 秦岭火地塘森林生态系统不同层次的水质效应[J]. 生态学报,2007,27(5):1838-1844.
- [10] 马雪华. 在杉木林和马尾松林中雨水的养分淋溶作用[J]. 生态学报,1989,9(1):15-20.
- [11] 李飞,王英芳. 马尾松林水文特征及其矿质元素迁移研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1996,2(3):78-82.
- [12] 杨茂瑞. 亚热带杉木、马尾松人工林的林内降雨、林冠截留和树干茎流[J]. 林业科学研究,1992,5(2):158-162.
- [13] 刘焯章,田大伦. 杉木林生态系统净化水质功能的研究[J]. 林业科学,1995,31(3):193-199.
- [14] 田大伦,杨晚华,方海波. 第二代杉木幼林中降雨对养分的淋溶作用[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版),1999,17(1):1-5.
- [15] 樊后保. 杉木林截留对降水化学的影响[J]. 林业科学,2000,36(4):2-8.
- [16] 唐常源,王翌. 湿地松人工林中降雨对养分物质的淋溶影响[J]. 植物生态学报,1992,16(4):379-383.
- [17] 黄建辉,李海涛,韩兴国,等. 暖温带两种针叶林生态系统中茎流和穿透雨的养分特征研究[J]. 植物生态学报,2000,24(2):248-251.
- [18] 魏晓华,周晓峰. 三种阔叶次生林的茎流研究[J]. 生态学报,1989,9(4):325-329.
- [19] 谭芳林,雷瑞德,王志洁. 锐齿栎林生态系统对水质影响的研究[J]. 福建林业科技,1999,26(2):1-5.
- [20] 张胜利,雷瑞德,吕瑜良,等. 秦岭火地塘林区森林生态系统水量平衡研究[J]. 水土保持通报,2000,20(6):18-22.
- [21] 彭培好,王金锡,胡振宇,等. 人工桧柏混交林中降雨对养分物质的淋溶影响[J]. 生态学杂志,1996,15(5):12-15.
- [22] 晋建霞,张胜利,陆斌,等. 西安市水源地森林生态系统水质空间变化特征[J]. 东北林业大学学报,2013,41(3):46-50.
- [23] 陈艳,贺康宁,伏凯,等. 青海大通不同树种水源涵养林对水质的影响[J]. 水土保持学报,2015,29(1):220-225.
- [24] 赵晓静,张胜利,马国栋. 间伐强度对秦岭锐齿栎林冠层和枯落物层水化学效应的影响[J]. 生态学报,2015,35(24):8155-8164.
- [25] 杨世美,季克强. 土地利用/覆被变化的水文水资源响

- 应研究综述[J]. *Journal of Water Resources Research*, 2015, 4(3):240-248.
- [26] 李婉,张娜,吴芳芳. 北京转河河岸带生态修复对河流水质的影响[J]. *环境科学*, 2011, 32(1):80-87.
- [27] 胡波,王云琦,王玉杰,等. 重庆缙云山3种典型林分对酸沉降的作用机理[J]. *水土保持学报*, 2013, 27(2):1-7.
- [28] 刘楠,王玉杰,王云琦,等. 亚热带缙云山典型林分不同层次水化学效应[J]. *应用基础与工程科学学报*, 2013, 21(2):236-248.
- [29] 周国逸,小仓纪雄. 酸雨对重庆几种土壤中元素释放的影响[J]. *生态学报*, 1996, 16(3):251-257.
- [30] 闫文德,田大伦. 会同第二代杉木林集水区水质生态效应[J]. *中南林学院学报*, 2003, 23(2):6-10, 32.
- [31] 李文宇,余新晓,马钦彦,等. 密云水库水源涵养林对水质的影响[J]. *中国水土保持科学*, 2004, 2(2):80-83.
- [32] 周光益,徐义刚,吴仲民,等. 广州市酸雨对不同森林冠层淋溶规律的研究[J]. *林业科学研究*, 2000, 13(6):598-607.
- [33] 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.
- [34] 黄忠良,孔国辉,余清发,等. 南亚热带季风常绿阔叶林水文功能及其养分动态的研究[J]. *植物生态学报*, 2000, 24(2):157-161.
- [35] 刘菊秀,张德强,周国逸,等. 鼎湖山酸沉降背景下主要森林类型水化学特征初步研究[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(8):1223-1228.
- [36] 吴初平,叶激华,黄玉洁,等. 浙江舟山岛不同林分类型的水质效应[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2015, 39(4):75-80.
- [37] 安思危,孙涛,马明,等. 中亚热带常绿阔叶林湿沉降过程中盐基离子变化特征[J]. *环境科学*, 2015, 36(12):4414-4419.
- [38] 孙涛,马明,王定勇,等. 中亚热带典型林分不同层次氮硫湿沉降动态变化[J]. *环境科学*, 2014, 35(12):4475-4481.
- [39] 方江平,项文化,刘韶辉. 西藏南伊沟原始林芝云杉林水文学过程的水化学特征[J]. *林业科学*, 2010, 46(9):14-19.
- [40] 毛玉明,吴初平,袁位高,等. 钱塘江源头不同林分类型的水质效应研究[J]. *浙江林业科技*, 2013(5):31-34.
- [41] 方运霆,莫江明, GUNDERSEN P,等. 森林土壤氮素转换及其对氮沉降的响应[J]. *生态学报*, 2004, 24(7):1523-1531.
- [42] 卜红梅,党海山,张全发. 汉江上游金水河流域森林植被对水环境的影响[J]. *生态学报*, 2010, 30(5):1341-1348.
- [43] MAHENDRAPPAN M K,薛秀康. 森林对雨水化学性质的影响[J]. *内蒙古林业科技*, 1991(12):28-31.
- [44] 田大伦,杨晚华,方海波. 第二代杉木幼林中降雨对养分的淋溶作用[J]. *湖北民族学院学报(自然科学版)*, 1999, 17(1):1-5.
- [45] 吕锡芝,余新晓,王贺年. 林地枯落物层对地表径流水化学性质及其变化趋势[J]. *生态环境学报*, 2012, (21)11:1800-1803.
- [46] 蒋益民,曾光明,张龚,等. 酸雨作用下的森林冠层盐基离子(Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+})淋洗[J]. *热带亚热带植物学报*, 2004, 12(5):425-430.
- [47] 赵雨森,辛颖,曾凡锁. 黑龙江省东部山地樟子松人工林生态系统水化学特征[J]. *水土保持学报*, 2006, 20(4):175-178.
- [48] 赵雨森,辛颖,孟琳. 黑龙江省东部山地红松人工林生态系统水化学特征[J]. *中国生态农业学报*, 2007, 15(3):1-4.
- [49] 郭平,王云琦,王玉杰,等. 重庆缙云山酸沉降背景下针阔混交林水化学特征初步研究[J]. *水土保持学报*, 2012, 26(5):235-238.
- [50] 卢晓强,丁访军,方升佐,等. 贵州省喀斯特地区原始林水化学特征[J]. *生态学报*, 2010, 30(20):5448-5455.
- [51] 卢晓强,杨万霞,丁访军,等. 茂兰喀斯特地区森林降水分配的水化学特征[J]. *生态学杂志*, 2015, 34(8):2115-2122.
- [52] 余新晓. 森林生态水文研究进展与发展趋势[J]. *应用基础与工程科学学报*, 2013, 21(3):391-402.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.006

细叶云南松研究进展

李春叶,王有兵,廖聪宇,周顺福
(云南省林业调查规划院大理分院,云南 大理 671000)

摘要:细叶云南松是重要的造林树种,具有耐干旱、速生、丰产等特性。文章综述了细叶云南松的地理分布与水热条件、土壤的关系,形态特征,化工特性,生物学、群落学、栽培学特性,材积生长规律等方面的研究。并就细叶云南松在推广种植中存在的问题进行分析,提出相关建议。

关键词:细叶云南松;分布;形态特征;化工特性;推广种植;研究进展

中图分类号:S791.257 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0030-05

Research Progress of *Pinus yunnanensis* var

LI Chunye, WANG Youbing, LIAO Congyu, ZHOU Shunfu
(Dali Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Dali, Yunnan 671000, china)

Abstract: *Pinus yunnanensis* var is an important afforestation tree species with the characteristics such as drought resistance, fast growth, and high yield. This paper reviewed the research progress of *Pinus yunnanensis* var from aspects on geographical distribution with, hydrothermal condition, morphological and chemical characteristics, community, cultivation, volume growth rule, etc. The paper also analyzed existing problem of *Pinus yunnanensis* var planting, and put forward relevant opinions and suggestions.

Key words: *Pinus yunnanensis* var; distribution; morphological characteristics; chemical engineering; cultivation promotion; research progress

细叶云南松(*Pinus yunnanensis* var.)属松科松属,是云南松进化演替过程中的一个地理变种,其外部形态与原种的区别集中表现在细叶云南松的针叶为灰绿色,细柔下垂^[1]。随着细叶云南松的推广种植,众多学者通过不懈努力,对细叶云南松的分布、生物学、群落学、栽培学、化工特性等多方面进行了研究。本文对这些研究成果进行总结,以期为今后进一步的研究提供参考。

1 地理分布

1.1 分布区域

细叶云南松主要分布在广西、贵州等地,具体包

括广西的凤山、隆林、田林、西林、天峨、凤山、百色、乐业及南丹等地;在贵州则以红水河、南盘江和北盘江下游的安龙、罗甸、兴义、望谟、册亨、平塘等县河谷山地为主,呈东西走向的一条分布带。除了上述集中分布的区域,远离南盘江河谷山地之后,无论向南或向北,其分布都渐渐零散,表现出明显的边缘特点。因这些地区大都为河谷并常伴有焚风,因此认为细叶云南松的分布与之关系密切。相比于纬度上较集中的分布,细叶云南松在垂直方向的分布则跨度较大,大约为海拔 300~1 300 m。由于细叶云南松分布区主要为从贵州高原向广西丘陵延伸的过渡地带,加上地势北高南低,气候东湿西干的变化特

收稿日期:2016-10-19.

作者简介:李春叶(1989-),女,硕士。从事林业调查规划工作。Email:553876350@qq.com

通信作者:周顺福(1989-),男,硕士。从事林业调查规划工作。Email:770216795@qq.com

点,逐渐形成了在北盘江以西以云南松为主,向东逐渐被马尾松取替的分布现状。综上所述可以认为,细叶云南松分布的南界接近于北回归线,并且属于典型的南亚热带气候类型(冬暖夏热,干湿季节明显)。

1.2 分布与地貌的关系

李治基等^[2]研究表明:细叶云南松的分布区位于云贵高原的东南角,在大地构造类型上从属于贵州和广西地台的一部分。细叶云南松分布区的地貌因岩性不同而变化。境内分布较广的是由三叠纪时期的砂页岩所形成的侵蚀地貌,一般称之为土山,另一种因石灰岩等构成的溶蚀性地貌称之为石山,在分布面积上则较小并且更为分散,通常石山会斑块状地镶嵌分布于土山中。细叶云南松在贵州境内的分布多出现在土山上,零星出现在土壤堆积较多的石山坡积物和溶沟等小环境。在对细叶云南松的研究中发现,其具有较强的耐瘠薄性,并且也不嫌钙,但是这并不意味着裸露且土层瘠薄的环境下细叶云南松依然生长良好。其在不由纯灰岩所构成的低程度喀斯特化层上有较多零星分布,因为这类土壤覆盖率较大。由此可见,地貌深刻地影响着细叶云南松的地理现象,因为地貌所带来的变化会导致水热等条件重新分配。

1.3 分布与水热条件的关系

细叶云南松的主要分布区位于南亚热带,但身处内陆,远离海岸,加上广西西部山脉及三角山等山势的阻隔,因此受到海洋季风的影响较小,但是由于山地原因带来的焚风效应同时造成了明显的干热气候。在细叶云南松分布区的北面,同样由于云贵高原的存在而使得南下的冷空气被阻挡,造成了其分布区相对于同纬度地区较为暖和的冬季。从形态上看,细叶云南松表现出明显的针叶弱化和下垂,并且覆盖有白粉及发达的皮下组织,这些云南松不具备的形态特征从侧面反映出细叶云南松对于旱较强的适应性。据韦秋思等^[3]用聚乙二醇模拟干旱胁迫对细叶云南松种子萌发及生理的影响的研究,轻度干旱(0.5%PEG浓度)对细叶云南松种子萌发有一定的促进作用,但其种子的抗旱能力不强。

1.4 分布与土壤的关系

从细叶云南松分布区的土壤类型来看,其大部分属于砖红壤化的红壤,土壤类型随着成土母岩和地势而发生变化。杨炳强等^[4]对广西百色雅长林场的分布区土壤研究认为:细叶云南松对于养分的需求较一般山地植物少,并且整体利用效率较高,因此尽管细叶云南松所在的林地土壤肥力较差,但其

仍能生长良好,是一种耐瘠薄能力较出众的植物类型;6年生细叶云南松林分胸径的年平均生长量已经达到了南方速生丰产林的标准;雅长是广西地区细叶云南松现代自然分布中心之一。

2 形态特征

细叶云南松植株最高可达30 m左右,胸径最大1 m以上,大枝轮生,冬芽较显著,且芽鳞多数呈覆瓦状排列。其1年生枝条多橙褐色,并有光泽。针叶通常3针一束,细柔下垂,长20~30 cm,直径不及1 mm;横切面为三角形,皮下层细胞多种类型,并在表皮层下排成2层和呈倒三角状断续分布。细叶云南松的树脂道约4~6个,多边生,二维管束靠得很近,部分会合并为一个扇形单维管束状。球果长度约为5~10 cm,直径4~5 cm,基部有时渐窄成宽楔形;其种子黑色或褐色。针叶着生在枝叶交接处的节状叶枕上,每根松针的外围都有一层厚厚的角质层和一层腊质的外膜,据研究称这样会减少树体水分的丧失,从而保证该物种可以在很干燥的环境下生存,是松属植物在干旱环境下演化形成的特征。球果通常在第二年秋季成熟^[5]。细叶云南松是我国西南林区的主要松属树种之一,其木材呈淡红或黄色,材质较为轻软富有弹性,结构适中细腻,通常用于建筑枕木、板材、家具及木纤维工业原料等。其树干割取的树脂为重要工业原料,树根可用于培育茯苓,树皮能提炼栲胶,松针提炼的松针油也具有多种用途,木材干馏可得多种化工产品。相较于马尾松等,细叶云南松具有耐干旱、速生、高产等特性。可以看出,细叶云南松不仅可以作为用材树种,其全株的利用价值也极大。

3 化工特性

3.1 松针挥发油的研究

作为松属植物重要的林产品之一,松针挥发油近年来受到较多关注和研究。从目前报道的研究结果中可以确认,共鉴定细叶云南松松针挥发油的55种化学成分,其中碳氢化合物及醇类物质较多,分别为31种和13种,共占比84.82%;其他的为2种环氧化合物、5种酯类物质、2种酮类物质及1种醚类物质和1种醛类化合物^[6]。细叶云南松松针挥发油由于散发的气味清新,被用于高档天然香料。同时,药理研究表明,其具有较高的药用价值:从松针挥发油中分离提取出的主要成分为 α -蒎烯,临床试验显

示其抗真菌、镇咳及化痰作用;分离出的 β -石竹烯具有治疗哮喘的作用;而柠檬烯虽然含量不多,但有多重药效,其不仅具有 α -蒎烯和 β -石竹烯对于哮喘的治疗效果,同时表现出对包括金黄色葡萄球菌在内的多种双球菌及链球菌具有极强抑制作用^[7];此外,提取出的 β -榄香烯在抵抗癌细胞方面具有极大价值,其抗肿瘤活性能诱导肿瘤细胞的凋亡,从而有效抑制肿瘤细胞的增殖及抗肿瘤转移作用^[8]。田玉红等^[6]对细叶云南松及其同属的拉雅松的松针挥发性成分进行了测定和对比分析,其结果展示出的差异性不仅可以通过这一指标对松属植物进行对比,更为细叶云南松针及拉雅松等松属植物的松针挥发油在医药上的价值和今后的开发利用提供了一定科学依据。李梓^[10]指出细叶云南松松针精油的最佳提取工艺为 2 h 提取 4 h 浸泡以及 1:12 的料液比,在测定出其精油成分的同时,分析了细叶云南松精油对细菌、霉菌等的抑制活性,且发现其对自由基具有较强清除作用。

3.2 生材性质

秦丽红等^[11]对细叶云南松天然林和人工林的生材性质研究表明:天然林树皮体积百分率随着树高的增加而减小,树皮质量百分率变异规律不明显;人工林树皮体积百分率和质量百分率随着树高的增加均变化不大。天然林和人工林的树皮体积百分率的均值分别为 15.18% 和 14.73%,树皮质量百分率均值分别为 9.25% 和 11.7%。天然林和人工林心材基本没有形成,心材率平均值分别为 1.04% 和 0.18%。天然林和人工林南北向生材密度从髓心向外逐渐增加,生材密度随着树高增加均呈现较为波动的趋势,天然林和人工林生材密度均值分别为 1.022 g/cm³ 和 0.928 g/cm³。

3.3 木材干燥特性

白卫国等^[12]对细叶云南松天然林和人工林木材干燥特性进行研究,结果表明:依据干燥试验中干燥缺陷及干燥速度分级标准,细叶云南松天然林和人工林试件均无内裂现象,干燥速度快,其特性等级均为 1 级;细叶云南松天然林试件的主要干燥缺陷是初期开裂和扭曲变形,其特性等级均为 2 级,截面变形的特性等级为 1 级,综合特性等级为 2 级;细叶云南松人工林试件的主要干燥缺陷是截面变形,其特性等级为 3 级,初期开裂和扭曲变形的特性等级均为 1 级,综合特性等级为 3 级。

4 其他方面研究

4.1 生物学及遗传特性研究

松属被认为是松科植物中最为进化的属之一,并且松属因为不同种类适应各自的生境而广泛分布。其中云南松是西南地区分布相对集中的物种,其与高山松、思茅松及地理变种细叶云南松之间的关系互相渗透^[13]。在物种演化的研究上学界有不同的观点^[14]。陆道调等^[15]对广西雅长林场细叶云南松干形进行研究,表明,细叶云南松树高 1/4 的正形数 $f_{1/4}$ 的变动系数最小为 5.98%,稳定性好。并指出系统样点调整之后的胸高形数及实验形数的平均值与四川地区种植的云南松平均值很相近,从而推测这种相近显示出种间联系具有一定共性。王昌命等^[16]曾对云南大部分地区的云南松、细叶云南松种群进行采样研究,结合不同研究区域的气候、土壤条件等分析对比不同种间针叶的形态构造。其研究发现,不同区域的云南松维管束中韧皮部与木质部列数比存在差异,且叶形针束分化明显,而细叶云南松针叶断面积在不同区域差异明显并出现针叶连体的现象。研究进一步指出细叶云南松针叶内皮层加厚形成的栓质化可能是适应干旱气候的表现,是云南松异化演变的结果。王昌命等^[17-18]的研究显示出云南松由于其生境的复杂多样性,被分割的独立环境造成演化上的趋异与适应。此外,还对云南松、细叶云南松及其他云南松亲缘种的干茎形态进行剖析,发现滇东南细叶云南松的树皮多细薄型,且韧皮部组织细胞排列倾斜,木材生长轮的宽度较窄,说明其生长缓慢,这个现象也与细叶云南松大都生长在干热河谷等较瘠薄的土壤上相符合。虞泓等^[19]曾于 1998 年对云南松种群间的染色体及细胞差异进行对比研究,发现了滇东南云南松与细叶云南松种群在染色体上的分化差异最小而滇西北最大,并指出在染色体水平上的研究显示云南松种群的细胞核型变异不大,应从等位酶位点及 DNA 水平上进行研究来分析云南松的遗传结构与分化。崔永等^[20]以云南红河石漠化治理树种为研究对象,将细叶云南松等 3 个松属树种与桉树、相思等进行对比。数据表明,细叶云南松叶的表皮相比于马尾松和加勒比松明显薄很多,因此细叶云南松的抗旱性较弱。对比王昌命的研究可发现,细叶云南松在云南松种群中的抗旱能力较突出,但在松属植物中抗旱能力较弱。李启任等^[21]曾对云南松不同类型及亲缘种各器官的过氧化物酶同工酶进行测定,结果发现,

云南松和细叶云南松的过氧化物酶同工酶谱很相似,相似度达 62.5%。

4.2 群落学及群系研究

众所周知,各种不同类型的种群构成了群落,因此对于种群的研究可以直接反映群落的演化特点和趋势,同样对于群落的演替阶段及发展趋势的分析可以反演其中种群的现状和趋势,因此研究细叶云南松的种群及群落变化对于充分了解其历史演变及未来发展趋势意义重大。王献溥^[22]对细叶云南松的研究认为,其在林分中的地位为建群种,但由于在细叶云南松林中基本上以高大的上层林木为主,在生长过程中逐渐形成比较荫蔽的环境,从而导致林下光源较少,不利于其天然更新,因此发现细叶云南松林下的幼树及幼苗普遍较少。庞圣江等^[23]对细叶云南松群落物种多样性与种群空间分布格局的研究指出:广西雅长林场细叶云南松针阔混交林植物种类比较丰富,林内环境荫蔽,不利于幼苗天然更新及幼树生长,适当进行人工抚育可促进群落的稳定性。也因此判断细叶云南松所在的种群在演替时显示出退化的特点。可见细叶云南松是一种处于演替系列的群落,并且具有比较明显和迅速的变化。

4.3 植物生长调节剂对细叶云南松发芽的影响

有学者用细叶云南松种子做实验材料,采用 L9(34) 正交试验设计研究吲哚丁酸(IBA)、萘乙酸(NAA)、赤霉素(GA₃) 3种植物生长调节剂对细叶云南松种子发芽率和发芽势的影响。杨川等^[24]研究采用不同的生长剂配比对细叶云南松种子发芽率的影响,认为:A₁B₁C₃(IBA 0 mg/L+NAA 0 mg/L+GA₃ 30 mg/L);赤霉素(GA₃) 在 0~30 mg/L 的处理浓度之下,其效应值始终表现为上升的趋势。蓝柳凤等^[25]采用 3种植物生长剂对细叶云南松种子发芽势的影响进行研究,结果表明;3种植物生长剂对于细叶云南松种子的发芽势和发芽指数均无显著影响。但有几个处理对种子发芽有明显的抑制作用。

4.4 生物量及生长规律研究

吴敏等^[26]针对广西雅长林场 72 年生细叶云南松天然林生长规律进行研究,结果表明:72 年生细叶云南松天然林的平均胸径、树高和材积分别为 53.40 cm(去皮)、26.3 m 和 2.552 3 m³,胸径连年生长量曲线与平均生长量曲线相交于第 54~55 年,之后生长明显降低;第 9~34 年为树高生长的快速期,连年生长峰值出现在第 19 年,连年生长曲线与平均生长曲线相交于第 34~35 年;而细叶云南松材

积的连年生长在第 1~11 年的增长表现缓慢,其累积量仅达 0.021 5 m³,只占总材积生长量的 0.84%,说明细叶云南松天然林在其前 10 年左右的幼林期生物量积累缓慢;第 11 年之后材积开始呈现快速增长的趋势,第 48 年时达到最大值 0.080 2 m³/a,直到第 68~69 年材积生长达到数量成熟。经拟合的生长模型有很高的精度,其中胸径、树高以及材积分别以威布尔模型、理查德模型最优。严理等^[27]曾对广西百色雅长林场 23 年生细叶云南松天然林的生物量进行测定,发现细叶云南松平均胸径为 20.2 cm、树高 14.7 m。最大径阶(26 cm)与最小径阶(6 cm)之间的单株生物量相差 41.5 倍,且枝条的生物量积累最大。通过与云杉、红椎等其他树种的比较发现,细叶云南松干材生物量积累较快,具有较大发展价值。

5 展望

随着经济的巨大发展和人民生活水平的不断提高,我国的基础建设、房地产等行业对林产品的需求急剧增加;而另一方面,水土流失、温室效应、生物多样性降低等环境问题日益突出,全世界对于天然林的保护越来越重视,这又导致林产品供需矛盾的进一步加剧。根据第七次全国森林资源调查结果,中国林业科学研究院的谭秀凤等^[28]计算并预测 2015 年全国人工林供应量达 19 000 万 m³,而到 2020 年时,这一数字上涨至 22 600 万 m³,与此同时,全国木材的总消费量在 2015 年和 2020 年分别为 4.0~4.1 亿 m³ 及 4.5~4.6 亿 m³,除去天然林不到人工林 1/3 的供应量,我国木材的供需缺口将由 2015 年的 1.3~1.4 亿 m³ 上升至 2020 年的 1.7~1.8 亿 m³,届时供需缺口将会达到我国天然林与人工林总产能的 60%。目前我国的林产品需求很大程度上依赖进口,甚至有说法称“每两根热带出口的原木就有一根运到中国”,但是过多进口木材会带来环境、经济和政治上的一系列负面影响,因而近年来我国将木材储备提升到了国家战略的层面,合理利用我国的 3 亿 hm² 林地,提高人工林产量,并最终大部分或全部实现自给自足才是最根本的发展道路。

作为云南松的地理变种,细叶云南松在我国的西南地区广泛种植,是重要的用材林。随着广西林业格局的调整,更多优良树种将得到推广,相较于马尾松等,细叶云南松具有耐干旱、速生、丰产等特性。

目前对细叶云南松研究还不全面,学者以宏观研究为主,未涉及微观方面研究;细叶云南松在林分

中基本上以高大的上层林木为主,树干通直,在生长过程中逐渐形成比较荫蔽的环境,从而导致林下光源较少,不利于其天然更新,因此发现细叶云南松林下的幼树及幼苗普遍较少,采种难度也较大。

要解决以上存在的问题,需要深入研究,除在宏观方面展开研究,也应该在微观方面多下功夫。企业、单位及个人在推广种植的过程中注意抚育,同时应建立母树林和种子园。同时,国家应出台相应利好政策,并下拨相应资金以支持细叶云南松的研究、推广种植有序进行。

参考文献:

- [1] 郑万钧,傅立国,诚静容. 中国裸子植物[J]. 植物分类学报,1976,13(4):56-89.
- [2] 李治基,王献溥,何妙光. 从植被地理分布规律略谈划分广西热带和亚热带的依据及其特征[J]. 植物生态学与地植物学丛刊,1964,2(2):253-256.
- [3] 韦秋思,徐圆圆,郑党斌,等. 聚乙二醇模拟干旱胁迫对细叶云南松种子萌发及生理的影响[J]. 贵州农业科技,2016,44(2):43-47.
- [4] 杨炳强,李大南. 广西雅长细叶云南松分布区土壤的肥力特征[J]. 广西农学院学报,1988,7(3):27-33.
- [5] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志第7卷[M]. 北京:科学出版社,1978:255.
- [6] 田玉红,李梓,梁才. 拉雅松和细叶云南松松针挥发油的化学成分[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(1):51-55.
- [7] 曾明,李守汉,张继,等. 兰州油松松皮挥发性成分分析[J]. 西北植物学报,2005,25(3):583-586.
- [8] 花文峰,蔡绍晖. β -榄香烯抗肿瘤作用的基础研究与临床研究[J]. 中药材,2006,29(1):93-97.
- [9] 杨燕,杨茂发,杨再华,等. 云南松松针的挥发性化学成分[J]. 林业科学,2009,45(5):173-177.
- [10] 李梓. 拉雅松和细叶云南松挥发性成分的提取及生物活性研究[D]. 柳州:广西工学院,2012.
- [11] 秦丽红,刘晓玲,蓝柳凤,等. 细叶云南松天然林和人工林的生材性质研究[J]. 西北林学院学报,2015,30(3):217-223.
- [12] 白卫国,陈柏旭,陈德洋,等. 细叶云南松天然林和人工林木材干燥特性[J]. 福建林业科技,2016,43(2):106-111.
- [13] 许玉兰,蔡年辉,康向阳,等. 云南松及其近缘种间遗传关系研究现状[J]. 西北林学院学报,2012,27(1):98-102.
- [14] 吴兆录. 云南松属植物地理分布和叶形变化[J]. 云南林业科技,1990(4):19-22.
- [15] 陆道调,李宏. 广西国营雅长林场细叶云南松干形研究[J]. 云南林业调查规划设计,1997(83):15-20.
- [16] 王昌命,王锦,姜汉侨. 云南松针叶比较解剖学研究[J]. 西南林学院学报,2004,24(1):1-5.
- [17] 王昌命,王锦,姜汉侨. 不同生境下云南松及其近缘种林木茎干的形态结构特征[J]. 西部林业科学,2009,38(1):23-27,125.
- [18] 王昌命,王锦,姜汉侨. 不同生境中云南松及其近缘种芽的比较形态解剖学研究[J]. 广西植物,2009,29(4):433-437.
- [19] 虞泓,黄瑞复. 云南松居群核型变异及其分化研究[J]. 植物分类学报,1998,36(3):31-40.
- [20] 崔永,刘辉,陆素娟,等. 云南省红河州石漠化治理树种叶的结构研究[J]. 湖南林业科技,2009,36(3):11-13.
- [21] 李启任,魏蓉城. 云南松不同类型及近缘种的过氧化物酶同工酶[J]. 云南大学学报(自然科学版),1984(1):114-127.
- [22] 王献溥. 广西细叶云南松林的群落学特点[J]. 植物研究,1991,11(3):91-103.
- [23] 庞圣江,张培,贾宏炎,等. 细叶云南松群落物种多样性与种群空间分布格局[J]. 南方农业学报,2015,46(4):645-651.
- [24] 杨川,段萍果. 植物生长调节剂对细叶云南松种子发芽率的影响[J]. 防护林科技,2016,150(3):15-17.
- [25] 蓝柳凤,韦娜,曾祥秀. 植物生长调节剂对细叶云南松种子发芽指标的影响[J]. 林业调查规划,2016,41(1):15-17,105-108.
- [26] 吴敏,李春叶,秦武明,等. 72年生细叶云南松人工林生长规律研究[J]. 广东农业科学,2014,41(2):61-65.
- [27] 严理,刘晓璐,秦武明,等. 广西百色细叶云南松天然林生物量研究[J]. 西部林业科学,2014,43(3):134-138.
- [28] 谭秀凤. 中国木材供需预测模型及发展趋势研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2011.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.007

环境因子对西双版纳野生兰科植物物种组成和丰富度的影响

余东莉,杨鸿培,杨正斌

(西双版纳国家级自然保护区科研院所,云南 景洪 666100)

摘要:基于西双版纳野生兰科植物实测分布点及其立地海拔、坡度、坡向、年均温、植被覆盖度、植被数据,采用 CCA 排序法探索了环境因子对物种组成和丰富度的影响,偏 CCA 计算了各环境因子对物种组成的总效应和净效应,GLM 回归模型拟合了物种丰富度对环境因子的响应。结果表明:海拔、坡度、坡向、年均温、植被覆盖度、植被 6 个环境因子共解释了物种组成变异的 2%,其中,植被、海拔、年均温、植被覆盖度、坡向 5 个环境因子对物种组成的净效应达显著水平($P < 0.05$),但其作用强度依次减小。GLM 拟合结果显示,物种丰富度与环境因子存在 3 种显著($P < 0.05$)关系:物种丰富度沿植被方向(热带季雨林>亚热带常绿阔叶林>热带雨林/暖性针叶林>热性竹林及其它等自然植被)依次递增;物种丰富度沿年均地表温度的梯度单调递减;物种丰富度沿海拔梯度变化小,呈微弱的单峰关系。

关键词:兰科植物;物种组成;丰富度;环境因子;西双版纳

中图分类号:S718.51;S682.31;S718.542 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0035-07

Impact of Environmental Variables on Species Composition and Richness of Wild Orchids in Xishuangbanna

YU Dongli, YANG Hongpei, YANG Zhengbin

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

Abstract: This study assessed the impact of environmental variables on species composition and richness of the wild orchids in Xishuangbanna, based on GPS-positioned points of occurrence and corresponding attributives of altitude, slope, aspect, mean annual ground surface temperature (MT), fractional vegetation cover (FVC), and vegetation. This paper also detected the relationship between species composition and environmental variables by canonical correspondence analysis (CCA), calculate the gross and net effects on species composition for each environmental variable by partial CCA, and generalized linear model (GLM) to fit the response of species richness to each environmental variable. The results showed that the selected environmental variables explained 2% of the total variation in species composition, among which the net effects of vegetation, altitude, MT, FVC on species composition were significant ($P < 0.05$), but their effect intensities decreased successively. GLM fitting revealed that there were three significant ($P < 0.05$) types of relationship between the species richness and environmental variables: 1) species richness was increasing along the vegetation types from the tropical monsoon forest, subtropical

收稿日期:2016-11-14.

作者简介:余东莉(1971-),女,云南景洪人,高级工程师。主要从事野生兰科植物多样性保护工作。

通信作者:杨正斌(1967-),男,云南易门人,正高级工程师。主要从事生物多样性监测工作。

evergreen broadleaved forest, tropical rainforest, warm coniferous forest, bamboo forest, down to other natural vegetation; 2) species richness was decreasing with the mean annual ground surface temperature; 3) species richness was decreasing with altitudinal gradient, and had gentle hump-shaped relationship with the altitude.

Key words: orchids; species composition; richness; environmental factors; Xishuangbanna

不同时空尺度上生物物种及其组合的分布格局及其规律,是生态学的基本问题之一,同时也是生物多样性保护管理的一个重要依据^[1],明确物种生境空间分布格局及其与环境因子的关系,对制定合理有效的保护对策十分重要。

全世界现已知兰科植物约 800 属 25 000 种^[2-3]。在植物演化上,兰科植物是最进化、最高级的类群,是生物研究的热点类群之一^[4]。兰科植物具有复杂的生活史与独特的生态习性,在长期的生态适应过程中与其它生物形成了特殊的附生、共生甚至可能的协同进化关系,生境的退化和丧失将极大地影响这些生态进化关系的质量及其稳定性。同时,兰科植物是全球最为濒危的植物类群,是国际自然保护联盟(IUCN)红色目录中收录受威胁种类最多的科,现已成为植物保护中的“旗舰”类群^[5]。

西双版纳是我国野生兰科植物最丰富的地区之一。截至 2013 年,西双版纳已知野生兰科植物共计 115 属 428 种^[6],约占全国陆地总面积的 0.2%,但其野生兰科植物占到中国已知兰科植物总属数的 67.3%和总种数的 34.3%。2014 年以来,仍不断有新记录种、新种、甚至新属被发表。然而,随着近 20 年来橡胶、茶叶等经济林木的迅猛扩张以及对其过量的人为采集和贸易,西双版纳的野生兰科植物资源遭到了严重破坏,大部分兰科植物处于濒危状态^[6]。因此,进一步开展西双版纳野生兰科植物多样性的空间分布及其与环境关系方面的研究,加深对物种—环境关系的理解,对我国野生兰科植物资源的保护、可持续利用以及相关研究具有重要意义。

对于西双版纳的野生兰科植物的研究,目前大多集中于种类多样性调查、群落尺度上种群的空间分布或个别物种的传粉机制方面,而对于区域尺度上野生兰科植物多样性分布及其与环境关系方面的研究未见报道。本文基于野外调查数据,分析了物种组成和丰富度与环境因子的关系,确定了各个环境因子的相对重要性,以期为该区域野生兰科植物的保护管理和相关研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

西双版纳傣族自治州(以下简称西双版纳)位

于云南省南部,辖景洪市、勐海县和勐腊县,总面积 19 112.5 km²。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^[7]。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^[8]。

1.2 数据来源

本次研究所采用的野生兰科植物数据源于 2006—2015 年在研究区开展野生兰科植物多样性专项调查和相关植物资源调查与监测项目过程中积累的野外实地调查资料。野外调查采用样线、样方、样点调查相结合的方法进行,样线调查的样带单侧宽度为 5 m,样地调查的样方规格为 5 m×5 m,随机记录野生兰科植物分布点时的观测范围为 10 m×10 m。调查范围涵盖了研究区海拔 500~2 100 m 的区域和主要植被分布区;调查记录提供了野生兰科植物的种类、地理坐标(GPS 定位)、个体数量及立地生境植被等信息。

剔除其中无具体地理坐标的记录,获得有关西双版纳野生兰科植物分布的有效记录共计 6 585 条,所含野生兰科植物共计 295 种。

1.3 数据处理

1.3.1 调查数据重取样

根据野外调查的样带、样方和样点设置,可将兰科植物调查数据统一为 10 m×10 m 的取样范围。首先,在地理信息系统软件(ArcGIS desktop 10.3)支持下,按 10 m×10 m 的像元大小生成研究区范围的栅格图层文件,并根据野外调查记录的地理坐标信息生成野生兰科植物调查数据的点状矢量图层文

件,利用空间叠加分析功能提取各调查记录点所处的样方(像元)号。然后,将叠加结果图层的属性表导出为 Excel 电子表格文件,分别统计各样方内野生兰科植物的种数,并根据每个样方内各种兰科植物的有无生成物种数据矩阵。

1.3.2 样方环境数据

根据研究目标和数据的可获得性,本次研究采用3类环境数据进行分析:地形因子3个(海拔、坡度、坡向),气候因子数据1个(年均地表温度)和生物环境数据2个(植被类型、地表覆盖度)。

每个 10 m×10 m 样方的生境植被类型以原始调查记录为准,其余5个环境因子(海拔、坡度、坡向、年均地表温度、植被覆盖度)的数据则通过 ArcGIS 软件的空间叠加分析功能,以各样方中心点座标为基准,从相关环境因子图层提取。环境因子图层中,海拔、坡度、坡向数据通过研究区 30 m 空间分辨率的数字高程模型数据计算获得;年均地表温度(MT)图层,通过 2014 年 MODIS 季度地表温度取平均值计算获得;对植被覆盖度(FVC),通过 2014 年 2 月 Landsat 8 OLI 影像数据按以下计算公式^[9]计算获得:

$$FVC = (NDVI - NDVI_{\min}) / (NDVI_{\max} - NDVI_{\min})$$

$$NDVI = (B5 - B4) / (B5 + B4)$$

式中:FVC 为植被覆盖度,NDVI 为归一化植被差异指数;B5 为 Landsat 8 OLI 影像的近红外波段,B4 为红色波段。

1.4 数据分析

1.4.1 野生兰科植物种类组成

根据上述整理的野外调查记录,统计兰科植物的种类及生活型的数量。

1.4.2 排序

选用典范对应分析(canonical correspondence analysis, CCA)探索环境因子对物种组成的影响。排序的物种数据矩阵由 295 种野生兰科植物种在 1 720 样方内的出现或不出现(0, 1)组成,其矩阵(样方×物种)为 1 720 行×295 列;环境数据矩阵由 6 环境因子组成,为 1 720 行×6 列。

预选的去趋势对应分析(Detrended Correspondence Analysis, DCA)显示,最长的梯度长度为 972.49,表明物种组成数据存在较大异质性,因此,采用直接梯度分析中的单峰模型是较适宜的方法^[10]。

1.4.3 回归分析

广义线性模型(Generalized linear model, GLM)

用于探索物种丰富度与环境因子间的关系。物种丰富度的公式为:R=S,式中,S 为每个 10 m×10 m 样方中兰科植物种数。物种丰富度为计数数据,因此假设其符合泊松分布,它与环境因子之间可用对数函数连接^[11]。对于每一环境因子,都分别用 GLM 的一阶和二阶多项式进行拟合。 χ^2 测验用于检验 GLM 一阶、二阶多项式以及零模型相互间偏差解释量差异的显著性,以确定对物种丰富度拟合最好的模型^[12]。

排序和制图由 Canoco for Windows 5.0 完成,物种丰富度与各环境因子关系拟合图和其它统计分析均由 SPSS 23 完成。

2 结果与分析

2.1 野生兰科植物种类组成

对野外调查记录进行统计分析得出,近 10 年(2006—2016 年)来记录到精确地理坐标的西双版纳野生兰科植物共计 94 属,295 种。其中:附生兰 216 种,地生兰 73 种,腐生兰 6 种。

2.2 兰科植物与环境关系

2.2.1 环境因子与 CCA 排序轴的相关性

用于 CCA 排序的 6 个环境因子共解释了西双版纳野生兰科植物种组成总变异的 2.0%,基于所有典范特征值之和的 Monte Carlo 随机置换检验为高显著性(表 1),说明了物种分布与所选环境因子强烈相关。CCA 前 2 轴有比第 3 和 4 轴更高的特征值,说明前 2 轴在对物种组成变异的解释中起主导作用,它们分别解释了物种组成总变异的 0.56% 和 0.33%(表 1)。CCA1 轴和 2 轴代表了不同的环境梯度,这从环境因子与它们的相关中得到了清晰体现。海拔、亚热带常绿阔叶林与 CCA 1 轴显著正相关(0.943 9, 0.650 3),而年均地表温度、热带雨林则与之显著负相关,说明 CCA 1 轴综合反映了海拔和温度的梯度,但最主要是海拔梯度(高的相关系数)。热带雨林、亚热带常绿阔叶林与 CCA2 轴显著正相关,而与热带季雨林、坡度呈显著负相关,说明该轴也是一个综合轴,它主要反映了植被梯度,同时也反映地形(坡度及坡向)梯度(表 1)。

Monte Carlo 随机置换检验表明,6 个环境因子对物种组成的总效应均达到显著水平;其中 5 个环境因子对物种组成的净效应达到显著水平,其中净效应解释变异量最多的是植被,其次为海拔和年均地

表 1 环境因子与 CCA 前 4 排序轴的相关系数及排序概要

Tab. 1 Correlation coefficients between environmental variables and the first four CCA ordination axes and ordination summary

环境因子及排序概要 ($P < 0.005$)	第 1 轴 Axis1	第 2 轴 Axis2	第 3 轴 Axis3	第 4 轴 Axis4
海拔 (ALT)	0.9439	-0.2758	0.0692	0.0925
坡度 (SLP)	-0.1093	-0.3292	-0.1626	0.2816
年均地表温度 (MT)	-0.5137	-0.0511	0.6302	0.0354
植被覆盖度 (FVC)	0.1883	0.1748	-0.1656	0.3888
坡向 (ASP)	0.0021	0.0925	0.1039	-0.1387
亚热带常绿阔叶林 (亚常阔)	0.6503	0.3575	0.5029	-0.0021
暖热性针叶林 (暖针)	0.0936	0.0759	0.1453	-0.0164
热性竹林 (热竹)	-0.0405	0.0323	0.1008	0.1933
热带季雨林 (季 雨林)	-0.4856	-0.7988	-0.2095	0.1953
热带雨林 (雨林)	-0.2176	0.5570	-0.6588	-0.0916
暖性落叶阔叶林 (暖落)	0.0469	-0.0050	0.0400	-0.0264
其它	-0.0845	0.1947	0.0099	0.5288
散生树木 (散生)	-0.1708	-0.0334	0.1576	-0.672
特征值	0.4384	0.2289	0.1042	0.0656
物种组成变异累积 解释率	0.56	0.85	0.98	2.37
典范轴的相关性	0.7922	0.6541	0.4774	0.4631
物种-环境关系累积 解释率	29.13	44.34	51.26	55.62

注:所有典范轴的显著性测验; $pseudo-F=2.8$; $P=0.0001$

表温度,植被覆盖度 (FVC)、坡向的净解释量较低,而坡度的净效应未能显著地解释物种组成 (表 2, 图 1)。

图 1 中仅显示了物种拟合度最佳的 100 种; MT:年平均地表温度;FVC:植被覆盖度。箭头表示可连续度量的环境因子,箭头所处的象限表示环境因子与排序轴之间的正负相关性,箭头连线的长度代表着某个环境因子与研究对象分布相关程度的大小,连线越长,代表这个环境因子对研究对象的分布影响越大。箭头连线与排序轴的夹角代表着某个环境因子与排序轴的相关性大小,夹角越小,相关性越高。

2.2.2 环境因子对兰科植物组成的影响

参与分析的 295 种野生兰科植物中,分布较广的是指叶拟毛兰、球花石斛、兜唇石斛,发生的样方数分别占总样方数的 7.7%、7.1% 和 6.9%。而 1 720 个样方中,发生样方数为 1 的较稀有种类就达

表 2 环境因子对物种组成的总效应和净效应

Tab. 2 Gross and net effects of environmental variables on species composition

环境因子	总效应/ %	pseudo -F	P	净效应/ %	pseudo -F	P
植被	1.2	2.2	0.0004	0.9	2.0	0.0167
海拔	0.5	9.1	0.0001	0.3	5.2	0.0001
MT	0.3	5.5	0.0001	0.2	3.0	0.0001
FVC	0.1	2.3	0.0001	<0.1	1.6	0.0001
坡度	0.1	2.3	0.0001	<0.1	0.9	0.7126
坡向	<0.1	1.5	0.0001	<0.1	1.3	0.0042
以上全部因子	1.9	2.6	0.0034	1.9	2.6	0.0034

注:总效应和净效应的显著性分别由 CCA 和偏 CCA 排序时 9999 次 MonteCarlo 置换检验决定。

44 种,包括:版纳蝴蝶兰、棒节石斛、多花地宝兰、厚叶苹兰、胼胝兰、龙头兰、毛萼珊瑚兰。

物种—环境 CCA 双序图 (图 2) 直观反映了环境条件对物种组成的影响。对于具槽石斛、金唇兰、牛齿兰、竹茎兰、管花兰、拟毛兰等位于排序图的右上角的物种,其相应的环境条件为海拔、坡度、年均地表湿度更低,生境植被为热带雨林;少叶硬叶兰、毛叶芋兰、香花毛兰、角萼卷瓣兰、勤远玉凤花等位于左下角的物种,在海拔较低、坡度较大、年均地表温度较低、植被类型为热带季雨林的环境中有最多的分布。白花拟万代兰、湿唇兰、白花凤蝶兰、异型兰、紫婉石斛等位于右下角的物种,适宜海拔高、年均地表温度低的区域;而兜唇石斛、球花石斛、小黄花石斛、钻喙兰、剑叶鸢尾兰等出现于排序图中心点 (环境变量轴交汇点) 附近,其分布受环境条件影响相对较小,发生于大多数样方。

2.2.3 环境因子对物种丰富度的影响

以单个环境因子为自变量,物种丰富度为因变量进行 GLM 拟合, $p(F)$ 测验表明,6 个环境因子中的 3 个显著地解释了物种丰富度,偏差解释量最多的是植被,其次是年均地表温度 (MT),再次是海拔;而植被覆盖度 (FVC)、坡度、坡向未能显著地解释物种丰富度 (表 3)。

GLM 回归侦测到野生兰科植物丰富度沿不同环境梯度存在 3 种分布格局 (图 2):1) 物种丰富度沿植被方向 (热带季雨林>亚热带常绿阔叶林>热带雨林/暖性针叶林>热性竹林及其它等自然植被) 依次递增 (图 2a),原生性植被 (热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林) 内的野生兰科植物丰富度较次生植被高 (图 2b);2) 物种丰富度沿年均地

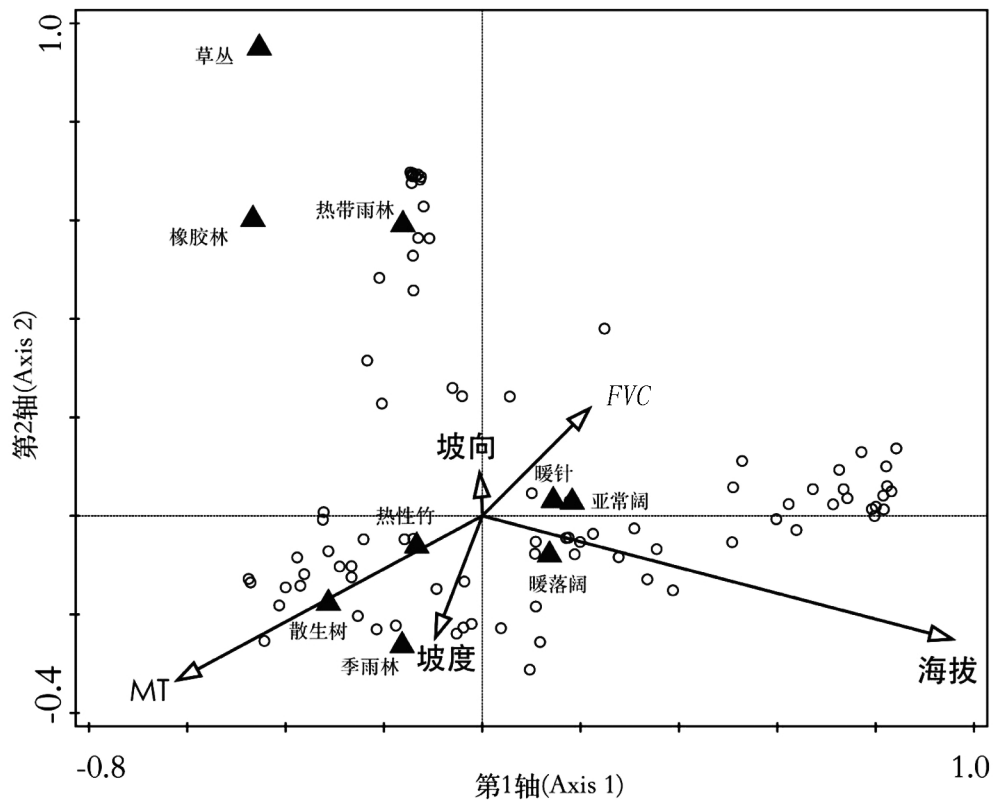


图 1 物种与环境因子的 CCA 双序图

Fig. 1 CCA bi-plot of species composition and environmental variables

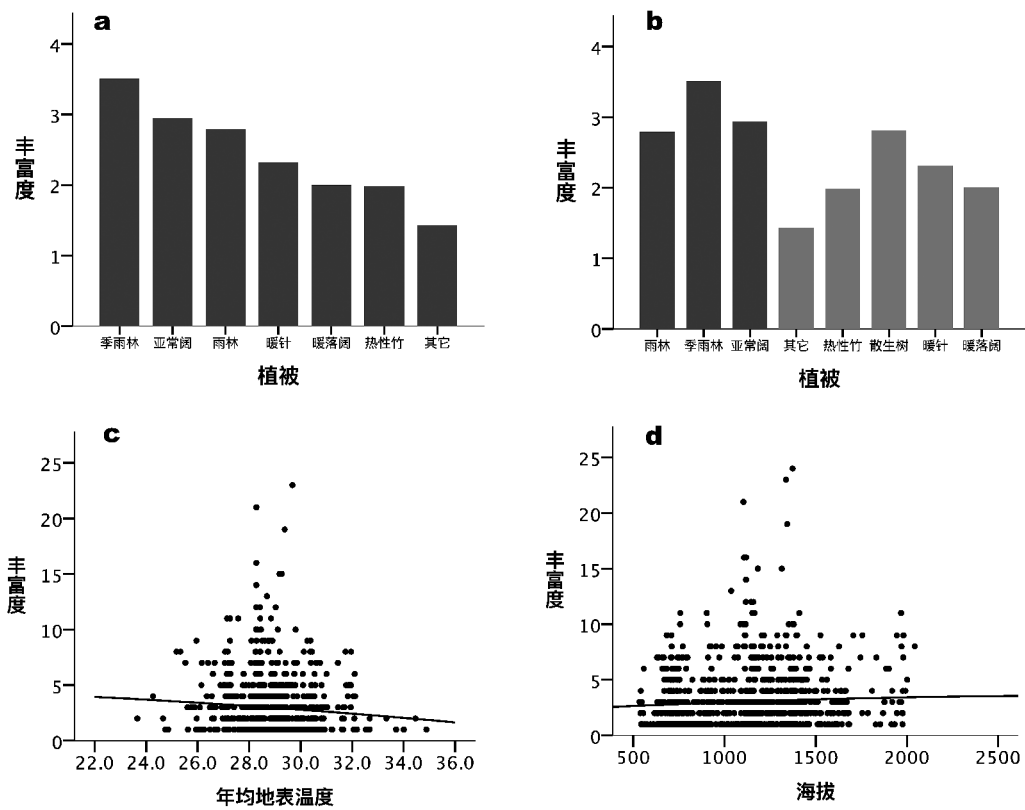


图 2 物种丰富度与环境因子的关系

Fig. 2 Relationships between species richness and environmental variables

表 3 物种丰富度与环境因子关系的 GLM 回归分析结果
Tab. 3 Result of GLM analysis to relationship between species richness and environmental variables

环境因子 Enviro- variables	剩余偏差 Residual deviance	偏差解释量/% Explained deviance	$p(F)$	$p(T)$
植被 (VEG)	88.7	3.0	<0.0001	0.0001
热带雨林				0.9684
季雨林				0.0733
亚常阔				0.7017
热性竹				0.0438
暖针				0.3304
暖落阔				0.2143
海拔 (ALT)	16.5	0.6	0.0043	0.0041
年均地表温度 (MT)	27.20	0.9	0.0004	0.0004
植被覆盖度 (FVC)	0.30	<0.1	0.7037	0.7040
坡度 (SLP)	0.10	<0.1	0.8648	0.8648
坡向 (ASP)	0.00	<0.1	0.9922	0.9922

注: 相较 Null 模型, $p > 0.05$ 为不显著

表温度的梯度单调递减 (图 2c); 3) 物种丰富度沿海拔梯度变化小, 呈微弱的单峰分布, 即在中等或近中等梯度水平上有最大值 (图 2d)。

3 讨论

3.1 物种组成与环境因子关系

本研究确定了所选环境因子影响物种组成主要环境梯度。尽管这些梯度有清晰的生态诠释, 但排序轴解释的物种组成变异很低 (4 个轴共解释了 2.0%), 说明研究区野生兰科植物的分布可能还受到其它因子的影响, 如: 群落的发育历史、种间竞争、人为干扰等。排序轴解释率低, 同时也说明研究区野生兰科植物种类的分化较为深入、物种组成十分复杂。虽然本研究中所选环境因子对物种组成变异的解释量不高, 但这并不影响其解释的高显著性, 说明这些环境因子对该区的物种组成确实具有重要影响。

一般认为, 地形因子对物种组成的作用是间接的, 主要通过影响温度、降雨、湿度等环境条件来实现, 但由于它们相对于其它环境因子更易于获得, 因此常用来解释物种组成变异^[13,14]。本研究发现, 海拔是影响野生兰科植物物种组成重要的环境因子, 沿海拔梯度物种出现明显变异 (图 3d), 基于偏 CCA

排序的 Monte Carlo 置换检验清晰地证明了影响的显著性 (表 2)。相似结论也为一些学者在对其它地区的研究中所报道^[15,16], 一致的结论说明了海拔因子在解释物种组成变异中的重要作用。

一些研究发现, 坡向和坡度通过影响生境的温度和湿度进而影响物种组成^[10,17]。但本次研究发现, 尽管坡向的总效应均达显著水平, 但其影响的相对强度较弱 (表 2), 这可能因为热带地区坡向对温度、湿度的影响很有限。本研究中, 坡向对野生兰科植物种类组成的净效应并不显著, 但其总效应却达显著水平, 其可能原因是环境因子之间存在复杂的相互作用, 一些因子的作用常常通过另一些来实现。

光照、温度、水分等直接生态因子的空间异质性强烈影响着生物的生长和分布, 这在本研究中也得到体现。本次研究发现, 年均地表温度 (MT) 和植被覆盖度 (FVC) 均显著地解释了物种组成变异 (表 2)。

本次研究发现, 植被是野生兰科植物种类组成的重要环境因子, 不同植被类型下, 野生兰科植物种类组成出现明显变异 (图 3, 表 2), 相似的结论也为其他学者所报道^[18]。所选 6 个环境因子中, 植被对野生兰科物种组成变异的解释量最大 (1.2%), 基于偏 CCA 排序的 Monte Carlo 置换检验清晰地证明了影响的显著性 (表 2)。

3.2 物种丰富度与环境因子关系

兰科植物丰富度的海拔格局研究中, 报道最多的是物种丰富度在中等海拔有最大值的单峰格局^[19,21], 本次研究也得出相似结论。但本研究中, 中海拔段的“中间膨胀”效应较弱 (图 3d), 其原因可能是由于分析粒度的不同, 具体原因有待进一步研究。

坡向和坡度常被用来解释物种的丰富度格局, 但不同研究者得出的结论不尽相同: Lorenzo 等 (2007) 和张昌顺等 (2012) 发现物种丰富度与坡度强烈相关^[15,22], 而 Tambe 等 (2010) 的研究得出了相反结论^[23]。本研究中, 坡度和坡向与野生兰科植物的丰富度无显著关系 (表 3)。其原因一方面可能由于坡度与其它环境因子 (温度、湿度、光照、土壤养分等) 密切相关, 其对物种丰富度的影响不尽相同, 且热带地区坡向、坡度对光热和湿度的调节作用相对有限; 另一方面, 可能由于坡度和坡向的作用的空间尺度通常都很小, 在较大的空域尺度下其调节作用会被其它因子的相对作用所掩盖。

大量研究已证明, 光照、温度是植物生长和分布

的重要环境因子。本次研究也发现,年均地表温度(MT)对野生兰科植物物种丰富度有显著影响(表 3),野生兰科植物沿年均温度梯度单调递减(图 3c)。本研究中,植被覆盖度(FVC)作为影响立地光照条件的环境因子引入,但研究结果显示植被覆盖度与野生兰科植物物种丰富度的关系并不显著(表 3),具体原因有待进一步研究。

众所周知,植被的分布是地形、气候、土壤、人为活动等自然和人文要素综合作用的结果,由于植物的生长对地理环境的依赖强烈,因而对其生长的环境往往有明显的指示作用。本研究中,植被对野生兰科植物物种丰富度的变异解释量最大(表 3),尽管植被因子各水平(不同植类型)之间的差异未达到显著,其总体效应已达极显著水平($p < 0.001$)。这说明,植被对物种丰富度的影响与各种可能环境因子之间的拮抗和协同作用密切相关。

3.3 物种与环境因子关系的复杂性

用于解释物种组成和丰富度的环境因子之间经常存在复杂的相互作用,这使得不同环境因子对物种组成和丰富度的解释存在重叠效应^[24]。本研究中,一些环境因子的总效应能够显著地解释物种组成,但其净效应的解释并不显著(表 2)就是很好的证明,而有关物种组成环境解释方差分离的研究已有大量报道^[25,26]。

受数据可获得性的限制,本次研究仅选取了植被、海拔、坡度、坡向、年均温度、植被覆盖度作为环境因子进行分析。尽管所选环境因子对野生兰科植物在物种组成和物种丰富度方面的变异的总体解释量并不高,但这并不妨碍对所选环境因子与研究对象之间的总体关系进行刻画,也不影响对所选环境因子的相对重要性进行比较。

4 结论

基于野外调查数据,采用 CCA 排序法探索了环境因子对物种组成的影响,偏 CCA 计算了各环境因子对物种组成的总效应和净效应,GLM 回归模型拟合了物种丰富度对环境因子的响应。研究结果表明:

1) 所选 6 个环境因子共解释了物种组成变异的 2%,其中的植被、海拔、年均温度、植被覆盖度、坡向 5 个环境因子对物种组成的净效应达显著水平($P < 0.05$),但其作用强度依次减小。

2) GLM 拟合结果显示,所选 6 个环境因子中,

仅 3 个(植被、海拔、年均地表温度)显著地解释了物种丰富度的变异,其中植被解释的物种丰富度变异量最大。物种丰富度与环境因子存在 3 种显著($P < 0.05$)关系:①物种丰富度沿植被方向(热带季雨林>亚热带常绿阔叶林>热带雨林/暖性针叶林>热性竹林及其它等自然植被)依次递增;②物种丰富度沿年均地表温度的梯度单调递减;③物种丰富度沿海拔梯度变化小,呈微弱的单峰关系。

参考文献:

- [1] LEVIN S A. The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. MacArthur Award Lecture [J]. *Ecology*, 1992, 73: 1943-1967.
- [2] Dressler RL. *Phylogeny and Classification of the Orchid Family* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- [3] GRIBB P. *Orchidaceae*. In: Pridgeon, Gribb AAM, Chase P. eds, *MedGenera Orchidacearum* [M]. Oxford: Oxford University Press, 2001: 92.
- [4] 郎措永. 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, 32(4): 328-339.
- [5] 罗毅波. 中国兰科植物的保护策略 [J]. *中国林业*, 2003(11B): 24-25.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 吴征镒, 朱彦承, 姜汉侨. 云南植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [9] 李苗苗, 吴炳方, 颜长珍, 等. 密云水库上游植被覆盖度的遥感估算 [J]. *资源科学*, 2004, 26(4): 153-158.
- [10] LEPŠ J, ŠMILAUER P. *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- [11] MCCULLAGH P, NELDER J A. *Generalized Linear Models*. 2nd ed [M]. London: Chapman and Hall, 1989.
- [12] GRYTNES J A. Species - richness patterns of vascular plants along seven altitudinal transects in Norway [J]. *Ecography*, 2003, 26(3): 291-300.
- [13] ØLAND R H. On the variation explained by ordination and constrained ordination axes [J]. *Journal of Vegetation Science*, 1999, 10(1): 131-136.
- [14] GUI SAN A, EDWARDS T C, HASTIE T. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene [J]. *Ecological Modelling*, 2002, 157: 89-100.

(下转第 48 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.008

铁路建设工程对元江国家级自然保护区生物多样性 影响评价研究

吴兴华, 郑进烜, 余昌元

(云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要:以元江国家级自然保护区为例,系统调查评价区域生物多样性现状,科学评价玉磨铁路建设工程对线路区域生物多样性造成的影响程度。从建设项目对景观/生态系统、生物群落(栖息地)、物种/种群、主要保护对象、生物安全、社会因素 6 个层次进行影响评价。评价结果认为,拟建的玉磨铁路项目对区域生物多样性的影响程度为“较小影响”,并针对项目建设提出 10 条措施。

关键词:铁路建设工程;生物多样性;影响评价;元江国家级自然保护区

中图分类号:S759.93;S718;F282 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0042-07

Impact Assessment of Railway Construction Project on Biodiversity in Yuanjiang Nature Reserve

WU Xinghua, ZHENG Jinxuan, YU Changyuan

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

Abstract: Taking the Yuanjiang National Nature Reserve as an example, this paper investigated the status of regional biodiversity, and scientifically evaluated the impact of Yumo Railway construction project on the biodiversity of the alongside region. The paper also evaluated the impact of the construction project from six perspectives, of which landscape/ecosystem, biome (habitat), species/population, major protected objects, bio-safety and social factors. The evaluation results showed that the impact of the proposed Yumo Railway construction project on the regional biodiversity was “minor impact”. Therefore, 10 measures for the construction of the project were proposed.

Key words: construction project; biodiversity; impact assessment; Yuanjiang National Nature Reserve

拟建玉(溪)磨(憨)铁路北连昆(明)玉(溪)铁路,由昆玉铁路的玉溪西站起,经峨山、元江、墨江、宁洱、思茅、景洪止于勐腊边境磨憨口岸,出境后在老挝境内经琅勃拉邦接通老挝首都万象,通过万象-曼谷铁路连接泰国铁路网,并通过泰国铁路与马来西亚、新加坡相通,形成拟议中泛亚铁路中通道,

线路全长 507.359km。玉磨建设工程涉及的墨江、宁洱、思茅、景洪、勐腊 5 个县(区、市)属《2010 国际生物多样性年云南行动腾冲纲领》所确定的云南省生物多样性保护重点区域。为了加强生物多样性的保护工作,充分发挥政府行政主管部门和建设项目审核部门监管的职能,妥善处理生物多样性保护与

收稿日期:2016-11-03.

作者简介:吴兴华(1977-),男(彝族),云南禄劝人,工程师。从事林业调查规划工作。

当地社会经济发展和基础设施建设的关系。本文以元江国家级自然保护区为例,在全面调查涉及保护区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,预测铁路工程建设对区域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,以尽可能地减缓建设项目对保护区生物多样性的负面影响,为途经保护区的铁路、公路等基础设施建设提供科学指导依据。

1 影响评价区概况

云南元江国家级自然保护区(以下简称“保护区”)位于云南省中南部玉溪市的元江县境内,哀牢山东坡与元江河谷是全国唯一的干热河谷自然条件下的森林生态系统类型的自然保护区,位于 $101^{\circ}21'24''\sim 102^{\circ}21'12''\text{E}$, $23^{\circ}19'12''\sim 23^{\circ}46'12''\text{N}$ 。保护区由2个片区组成,即元江东岸片区和章巴望乡台片区,保护区总面积为 $22\,378.9\text{ hm}^2$,其中:江东片区 $13\,272.5\text{ hm}^2$,章巴片区 $9\,106.4\text{ hm}^2$ 。

玉磨铁路建设项目以隧道方式通过保护区江东片区的实验区,根据《自然保护区建设项目生物多样性影响评价技术规范》中建设项目影响评价区的范围,结合现地考察情况,影响评价的范围为拟建玉磨铁路经过保护区江东片区线路两侧直线距离 $1\,000\text{ m}$ 范围并根据自然地形进行确定。影响评价范围为 $101^{\circ}57'1.157''\sim 101^{\circ}58'58.138''\text{E}$, $23^{\circ}38'49.467''\sim 23^{\circ}39'54.037''\text{N}$,呈不规则的西北东南走向长条形,海拔 $420\sim 886\text{ m}$,隧道出口 $101^{\circ}58'18.372''\text{E}$, $23^{\circ}39'39.767''\text{N}$,隧道进口 $101^{\circ}58'16.636''\text{E}$, $23^{\circ}39'38.873''\text{N}$ 。总面积 420.10 hm^2 ,占整个保护区面积的 1.88% 。

2 拟建项目占用保护区林地现状

根据项目建设选址唯一性分析,拟建项目从保护区江东片区中上部通过,由东至西经过保护区实验区约 2.64 km ,主要以隧道的形式穿越,因跨越区域菁沟较大,在影响评价区东北部与玉元高速公路交叉的菁沟位置有一对进出口,在 $101^{\circ}58'18.372''\text{E}$, $23^{\circ}39'39.767''\text{N}$ 处与 $101^{\circ}58'16.636''\text{E}$, $23^{\circ}39'38.873''\text{N}$ 处架设桥梁,采用 520 m 的桥梁连接,另新建 1 km 的临时施工便道。共占用保护区实验区 2.02 hm^2 。其中,桥梁和2个隧道与永久用地 1.42 hm^2 ,施工便道与临时用地 0.60 hm^2 。占影响评价区土地面积的 0.48% ,占保护区土地面积的

0.01% 。土地权属为集体,其植被类型为干热河谷稀树灌木草丛。

3 评价方法与内容

3.1 评价方法

本着科学、客观、实事求是的态度,收集专题组已有资料、保护区相关资料及图件、评价区及周边区域基础地理信息数据等相关资料,结合资料开展对评价范围内的生物多样性现状进行调查。在此基础上,每位专家根据调查数据资料、分析计算结果、专业知识和经验等对工程建设对生物多样性的影响进行综合评价。

3.2 评价内容

根据《云南省生态功能区划报告书》和对生物多样性影响评价的相关规范要求,确定建设工程对景观/生态系统、生物群落(栖息地)、物种/种群、主要保护对象、生物安全、社会因素6个层次的影响作为评价内容。

4 评价结果与分析

4.1 景观/生态系统的影响评价

4.1.1 受影响的景观/生态系统类型及其特有程度

影响评价区内景观类型有干热河谷稀树灌木丛景观、农地景观、河流景观等,以干热河谷稀树灌木丛景观、农地景观为主体。受拟建项目直接影响的景观类型为干热河谷稀树灌木丛景观1种,该景观类型为中国特有,不属于保护区及云南特有类型,且长期受人为影响,具有明显的次生性。

4.1.2 对影响评价区内现有景观类型面积的影响

拟建项目主要以隧道方式经过保护区实验区,仅在两山的菁沟处架设 520 m 桥梁,在现有玉元高速公路的上方交叉通过,对保护区景观面积的影响主要是隧道进出口、桥墩、施工便道和施工营地的建设需要进行开挖造成对景观面积的破坏。经现地调查并根据项目可研资料测算,项目建设将利用干热河谷稀树灌木丛景观面积 2.02 hm^2 ,仅使影响评价区内干热河谷稀树灌木丛景观面积变化 0.90% 。因此,项目建设对保护区景观面积的影响较小,属中低度影响。

4.1.3 对影响评价区各景观类型的斑块数量的影响

拟建项目桥隧及施工营地、便道建设将造成干热河谷稀树灌木丛景观类型面积的少量减少,但由于项目是在原有玉元高速公路的两侧进行施工修

建桥隧及施工营地、便道,没有对直接涉及的干热河谷稀树灌木草丛景观斑块进行实质性的分割,仅在该斑块内部新增铁路斑块。总体分析,拟建项目建设对景观的斑块数量属中低度影响。

4.1.4 项目建设对原有景观美学价值的影响

影响评价区位于中国第二大跨径桥——红河大桥的东侧 2km 处,一直以来红河大桥都是云南境内最具观赏价值的高桥景点。由于项目建设区域距离红河大桥超过 4km。项目建设期间产生的噪声、震动、粉尘和植被剥离后的表土裸露,不可能影响到 4km 以外的红河大桥景点,只会对影响评价区内的自然景观产生一定的视觉、听觉污染,进而影响区内自然景观的整体美学价值。而这种影响是暂时的,项目进入营运期后随着铁路隧道口绿化美化的开展,将使自然景观得到逐步恢复。另外,新建铁路桥梁工程与玉元高速公路的隧道入口处形成交叉路网结构,虽然不会因此造成影响评价区内具有较好景观价值的干热河谷稀树灌木草丛景观新的分割,但会在影响评价区增加一条永久的架空廊道(铁路桥梁)。总体分析,对景观美学价值为中高度影响。

4.1.5 项目建设对土壤侵蚀及发生地质灾害可能性的影响

拟建项目施工期间将在保护区的实验区已建的玉元高速入隧道口附近进行开挖施工,会产生一定量的土石方,由此形成临时的地表裸露存在导致土壤侵蚀的可能性。影响评价区地质构造为剥蚀高中山地貌,隧道通过炭质页岩地层,岩质松软,围岩自稳性差,遇水易软化,隧道施工中极易产生局部或整体的坍塌,甚至冒顶;该区地下水较发育,沿断裂带出露泉眼较多,单个泉点最大流量可达 56.04L/s,而拟建铁路隧道上方属地下水的补给和径流区,地下水类型主要是裂隙水。结合隧道的长度较短和埋深较小、项目开挖面积比例较小等因素综合评价,导致存在冒顶、透水、滑坡、泥石流等地质灾害的风险。施工期需要及时采取可行的植被恢复措施,按照水土保持方案施工,营运期加强监管,可以把潜在的影响降到最低。

4.1.6 影响评价区内自然植被覆盖率减少的程度

项目建设前影响评价区的自然植被覆盖率为 58.93%。拟建项目施工期间将使 2.02 hm² 的干热河谷稀树灌木草丛变为建设用地,仅导致影响评价区的自然植被覆盖率降低 0.53%。项目进入运营期后随着 0.80 hm² 临时用地的植被恢复,项目建设对影响评价区自然植被覆盖率的影响会得到降低。

4.2 生物群落(栖息地)的影响评价

4.2.1 受影响生物群落(栖息地)类型的特性

影响评价区的天然植被仅有干热河谷稀树灌木草丛 1 种植被亚型,包含疏序牡荆 *Vitex negundo* var. *negundo* 1 个群系,其它均为人工植被。干热河谷稀树灌木草丛在全省元江、澜沧江、怒江及金沙江河谷地区均有较大面积分布,属于云南省分布范围较广的常见植被类型。但由于该群系的建群种疏序牡荆为云南特有种,故该群系亦为云南特有类型。

4.2.2 对生物群落(栖息地)面积的影响

项目建设涉及天然生物群落(栖息地),并占用干热河谷稀树灌木草丛面积 2.02 hm²。仅占影响评价区总面积的 0.53%。与保护区同类生物群落面积相比,减少的面积和比例均较小。因此,工程建设对影响评价区及保护区生物群落(栖息地)面积的影响均为中低度。

4.2.3 对栖息地连通性的影响

建设项目对栖息地的影响主要是施工对干热河谷稀树灌木草丛生物群落(栖息地)的局部破坏,建设项目经过保护区时多以长距离隧道穿越,仅在与玉元高速公路相交处有出入洞口,呈小块状施工,由于地面施工涉及面积较小,对地表产生的破坏总体不大,没有造成生物群落(栖息地)实质性的分割,对影响评价区栖息地的连通性影响不明显。综合分析,工程建设对栖息地连通性的影响属中低度。

4.2.4 对生物群落关键种类的影响

影响评价区受项目建设直接影响的生物群落为疏序牡荆群系,其建群种疏序牡荆在影响评价区及保护区内有较广泛的分布。项目建设仅造成该群系及关键种类小面积的损失,该群落的主体成分及其物种丰富度变化不明显,也不至于造成影响评价区疏序牡荆群落关键种群结构的改变及其种群生存。因此,其影响为中低度。

4.2.5 对生物群落结构的影响

项目建设将占用疏序牡荆群系 2.02 hm²,仅为影响评价区该群系的 0.90%,并未造成该生物群落的简化,不会导致影响评价区该群落组成种类的变动或群落结构的改变。因此,其影响为中低度。

4.3 物种/种群的影响评价

4.3.1 对特有物种的影响

1) 特有植物。项目建设将对项目建设区域内分布的中国及云南特有植物个体及其生境造成直接损失。由于这些特有种在影响评价区及保护区其它区域有较为广泛的分布,而作为优势特有种的疏序

牡荆已成为干热河谷稀树灌木草丛群系的建群种,少量面积上的个体损失不可能导致某个特有种在影响评价区及保护区内消失,也不会明显影响到这些物种的种群生存和繁衍。

2) 特有动物。影响评价区内仅记录有中国特有物种画眉 *Garrulax canorus canorus* 1种,未发现有云南特有物种,也没有发现保护区特有物种。由于鸟类飞行能力强,并且影响评价区内过多的人为干扰和次生的栖息地环境不属于特有动物的主要栖息地,在此栖息的特有物种种群数量稀少。项目建设对影响评价区内的中国特有物种无直接影响,也不会影响其种群的生存和繁衍。

4.3.2 对保护物种的影响

1) 保护植物。影响评价区未发现分布有国家级重点保护野生植物和省级保护植物,也未发现列入《IUCN 红色名录》的植物物种。仅调查到被 CITES(濒危野生动植物种国际贸易公约)(2013年)收录于附录 II 的匍匐大戟 *Euphorbia prostrata*、霸王鞭 *Euphorbia royleana* 2种。

项目建设区涉及的干热河谷稀树灌木草丛属于 2 种 CITES 附录 II 物种的适生生境,2 个物种均在此区域有分布,项目建设不可避免地会直接涉及到 2 个物种。但由于建设工程直接开挖的面积不大,对生境的破坏小,施工区域较集中,仅会造成 2.22 hm² 施工区域内分布的 2 个物种个体灭失,对影响评价区及保护区其它区域分布的物种无直接影响,不会导致 2 个物种在影响评价区及保护区的消失。只要在施工期间能严格控制人员进入非建设区域,杜绝在非建设区域对野生植物的私挖乱采行为,则对保护植物的影响实属轻微。

2) 保护动物。影响评价区记录有各级类别保护动物 16 种。其中无国家 I 级重点保护物种,国家 II 级重点保护物种有中国穿山甲 *Manis pentadactyla*、雀鹰 *Accipiter nisus nisosimilis*、红隼 *Falco tinnunculus tinnunculus*、[白腿]小隼 *Microhierax melanoleucos*、雕鸮 *Bubo bubo*、领角鸮 *Otus bakkamoena erythrocampe*、绿喉蜂虎 *Merops orientalis ferrugineiceps*、原鸡 *Gallus gallus spadiceus*、白鹇 *Lophura nycthemera beau-lieui* 和大壁虎 *Gekko gecko* 10 种。这些物种的濒危性根源是过度捕猎(捉)和生境丧失导致,而不是生境稀少性导致。目前基本上生活在人为干扰较少的天然林中。

拟建工程以隧道形式穿越本区,只在一个地方有隧道口,并有桥梁连接下一个隧道。工程建设对

当地野生动物的影响主要在施工期,主要影响是施工爆破和大型机械作业产生的噪声可能对其产生的惊吓、干扰,但随着工程施工的开始,它们会离开施工区域,就近寻找栖息场所,远离施工区范围,在距离铁路工程施工区较远的区域中这些动物会相对集中而重新分布,并且会随着工程的完成而逐渐重返原栖息地。因此,该工程对影响评价区的国家级重点保护野生动物的影响很有限。

4.3.3 对重要物种(如特有种、稀有种等)食物网/链结构的影响

项目建设虽涉及干热河谷稀树灌木草丛群落,由于建设区域面积较小,且受到长期的人为干扰,加之处于保护区边缘的玉元高速公路两侧,不属于重要物种的主要栖息地,重要动物本来在该区域就少有活动,本次在项目建设区域未调查到有重要物种的分布。由于重要动物物种具有较强的环境适应性,项目建设施工期和运营期均不可能改变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影响评价区内消失。因此,对重要物种的食物网/链结构的影响甚微。

4.4 对主要保护对象的影响评价

保护区其主要保护对象为以元江干热河谷分布的我国特有的河谷型热带稀树灌木草丛植被生态景观、南亚热带中山湿性常绿阔叶林森林生态系统和桫欏、元江苏铁、水青树、野生稻、红花木莲、黑冠长臂猿、猕猴、金钱豹、原鸡等为代表的国家重点保护的珍稀濒危或特有动植物物种及其栖息地。

通过调查,拟建项目区域不涉及列为保护区主要保护对象的保护植物、特有植物个体及其生境,项目建设对作为保护对象的植物物种无影响。影响评价区分布有国家 II 级保护野生动物 10 种,其中哺乳动物 1 种,鸟类 8 种,爬行动物 1 种。由于保护和特有野生动物的特性所限,无法准确把握每种保护野生动物在影响评价区的种群数量。项目建设区域虽涉及作为保护对象的干热河谷稀树灌木草丛,但影响栖息地面积仅为 2.02 hm²,较为有限。项目建设施工期和运营期会导致偶尔在此歇息的少量保护野生动物和特种动物的种群数量减少,不会对某个物种及个体数量在影响评价区或保护区构成影响。只要对项目建设和管理人员加强宣传和管理,杜绝偷捕盗猎的行为发生,项目建设期和运营期均不会对保护野生动物的个体数量构成影响。总体评价,其影响为“中低度”。

4.5 生物安全的影响评价

4.5.1 项目建设导致病虫害爆发的可能性

影响评价区属保护区的元江干热河谷区,天然植被为干热河谷稀树灌木草丛。该类植被属组成种类较复杂,自身抗性较强,鲜有森林病虫害发生。项目建设区域直接涉及干热河谷稀树灌木草丛属混交灌木林,由于群落自身生物学特性决定,这类植被发生森林病虫害的机率较低,工程建设造成病虫害爆发的可能性不大。总之,拟建项目涉及保护区的面积很小,不可能因此改变大的区域自然生态环境,因项目建设导致病虫害爆发的可能性很小。

4.5.2 项目建设导致外来物种(或有害生物)入侵的可能性

影响评价区处于海拔 400~880 m 的干热河谷,属紫茎泽兰、飞机草等外来入侵物种的适生区。区域内由于人为活动的影响,原生植被破坏较严重,生物多样性减少,森林的环境功能减弱,生态环境比较脆弱。调查表明,在《国家重点管理外来入侵物种名录(第一批)》(农业部 2012)罗列的 52 种动植物物种中,目前该区域发现的外来入侵物种有紫茎泽兰、飞机草 2 种,均属危害性最强的外来入侵植物,且飞机草在局部林缘已形成优势种。项目建设本身不会导致新的外来有害生物入侵,在施工期将会在影响评价区形成小面积的带状裸露地表,若防治不当或不及时,存在紫茎泽兰、飞机草依托种子特殊生态适应性和繁殖方式迅速再入侵的可能。由于项目建设区域实际占地面积仅 2.02 hm²,总体风险不大,只要在施工结束后对裸露土地及时采用乡土植物进行绿化,便可大量降低外来物种或有害生物进一步入侵,影响程度为“中低度影响”。

4.5.3 项目建设导致保护区遗传资源流失的可能性

拟建项目虽占用天然植被群落,但建设区域较小,涉及面积有限。项目建设只会使干热河谷稀树灌木草丛中疏序牡荆群落的植物种类的少量个体灭失,但不会造成某个植物种类在影响评价区或保护区内消失。影响评价区内野生动物种群、数量稀少,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流失,因此对遗传资源的影响极小。

4.5.4 项目建设导致发生火灾及化学品泄漏的可能性

建设项目为客货运电气化铁路,在施工期间使用危险化学品的可能性很小,基本不存在因使用危险化学品导致泄漏造成危害的风险。在运营期间难

免会涉及危险化学品的运输,但铁路运输这些物品都会严格遵循危险化学品运输的相关规范和要求,去除不可抗拒的因素外,发生泄漏等的风险极小或几乎不存在。

4.6 对社会因素的影响

4.6.1 地方政府的支持程度

新建玉磨铁路是泛亚铁路中通道的重要组成部分,属国家重点工程项目,是促进泛亚铁路中通道建设,完善云南铁路网布局的需要;是促进中国-东盟自由贸易区建设,加快云南省国民经济发展的需要;是促进沿线旅游发展,改善滇东南城市群与滇中城市群交通条件,满足城际和旅游客流运输的需要;是促进沿线资源开发,促进地方经济发展,加强民族团结,使沿线居民脱贫致富的需要。通过与保护区所在的地方政府座谈,均表示积极支持该工程项目建设,并服从省政府、国家发改委、铁路总公司的决定和要求,尽全力配合开展好有关工作。

4.6.2 社区群众的支持程度

通过对区内及周边社区的访问调查,社区群众一致认为建设项目属于国家重点工程,对项目建设无异议。只要妥善解决好拆迁补偿,土地、经济林木赔偿等问题,受访的社区群众均表示支持项目建设。

4.6.3 对保护区管理直接投入的贡献

项目建设区域处于保护区实验区,施工和运营期间,在一定程度上会对保护区的保护管理带来影响,增加林政资源管理、护林防火等方面的压力。由于该项目目前还处于立项阶段,就现地调查的情况并结合访谈的结果,项目建设对保护区管理的直接投入损失尚未明确。但保护区管理局作为保护区的管理部门,对国家实施西部大开发战略的重要基础设施项目表示支持,在确保主要保护对象不受或少受影响的前提下,积极协调配合,以推进项目的建设进度。

4.6.4 对改善保护区周边社区社会经济状况的贡献

项目建设对促进社区经济的发展有重要意义。1)项目建成后交通的便捷、环境的改善,加快了物质文化的交流,将对项目所在地区居民生活水平和生活质量提高提供基础;2)项目建设和营运期间对提高地方文化教育水平、卫生健康程度和推进城市化进程有较大的促进作用;3)项目施工期间,可为当地解决部分剩余劳动力的就业问题;4)施工期间人员的增加,当地群众可通过出售农林产品来增加自身的收入。

4.6.5 对当地群众生产生活环境造成的危害及程度

施工期间,对当地群众生产生活环境造成的危害主要表现在粉尘与废气污染、水污染、噪声污染、火灾隐患等方面,但均为可控,只要严格按照环境保护措施施工和监管,可将以上危害和风险进行有效控制或降至最低。

5 结论

1) 拟建项目直接影响的干热河谷稀树灌木草丛景观属中国特有类型。项目建设将占用影响评价区该景观类型 2.02 hm² 的面积,由于项目占地面积较小,造成影响评价区自然植被覆盖率的降低有限,对自然景观美学价值和景观类型的连续性影响较小,虽局部有滑坡、泥石流等地质灾害的风险,但属可控范畴。

2) 拟建项目直接影响的 2.02 hm² 生物群落(栖息地)虽属云南特有类型和保护区主要保护对象,但仅占影响评价区该群落面积的 0.90%。并未造成该生物群落实质性分割,栖息地连通性的影响不明显,对生物群落结构和关键种类的影响微弱,导致某种天然生物群落和影响评价区或保护区内消失的可能性几乎不存在。

3) 项目建设区域仅涉及部分中国和云南特有的少量个体,对各级别各类型保护动植物及特有种个体无直接影响,项目建设不会造成这些重要物种个体数量的灭失。施工期间可能会导致影响评价区少量野生动物种群数量因噪声等干扰而减少,但不会造成重要物种食物网/链结构的改变,对其迁移、散布、繁衍影响甚微。

4) 拟建项目所涉及的植被自身的抗性较强,使得爆发病虫害的可能性极小。只要及时对裸露土地进行植被恢复,导致外来物种再入侵的风险较小。项目建设不会造成某个遗传资源在保护区内消失。只要在施工期和营运期间有效控制野外用火和禁止吸烟等,森林火灾发生的风险可降至最低。

5) 拟建项目得到了玉溪市各级政府、相关职能部门和社区群众的支持。项目建设虽对保护区保护管理没有直接投入,且占用了保护区的少量集体土地,但对当地群众的生产生活影响较小。项目建成后明显改善当地交通条件,为周边社区创造更多的就业机会,进而增加周边社区群众收入,有利于促进保护区、社区的社会经济和谐发展。

综合分析,同时依据《自然保护区生物多样性影响评价技术规范》计算,生物多样性影响指数值

为 56.70,参照生物多样性影响程度分级标准,玉磨铁路建设工程对元江国家级自然保护区生物多样性的影响程度为“中低度影响”。评价组认为,在确保相关措施和建议得到落实的前提下,可以开展该工程的建设。

6 措施和建议

1) 进一步优化铁路施工方案,施工过程尽可能采用先进技术,严守操作规程,严格按照设计进行操作,尽量减少和降低伴随施工带来的噪声、粉尘、震动,最大限度地避免开挖的土石滚入下方坡面危及施工区域外的植被及植物资源^[1,2,3]。

2) 杜绝在保护区内设弃渣场、取土场,规范存料场等对环境有影响的临时用地,及时将施工垃圾和生活垃圾清运出保护区进行妥善处置。

3) 针对隧道施工过程中存在隧道涌水、突泥、坍塌及路基沉降等地质问题,施工单位在施工前应针对性地制定具体的防范和应急措施,确保施工安全。

4) 建设方应加强对施工人员针对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。同时严格执行保护区的相关条例和规定,坚持“先防护,后施工”的原则。

5) 林业和保护区管理部门等要加强监督指导^[2],坚决杜绝保护区内的盗伐、偷猎等非法活动和驱赶野生动物的不良行为,进一步加强森林火灾的防控,并严格林地管理,杜绝未批先占、少批多占等现象的发生。

6) 完善对陆生生态恢复管理的组织措施和监督措施,施工结束后,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重要的各种植物种类,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造成的不利影响。

7) 在施工区域合理设置生物多样性保护的宣传牌和警示牌,项目建成运营期间要在项目区内设置告示牌和警告牌^[3],提醒机车作业员在进入保护区内禁止鸣笛,提醒公众保护野生动物及其栖息地生态环境,加强公众的生物多样性保护和生态环境保护意识。

8) 运营期内加强对危险品运输的相关政策宣

传,强化对托运人的管理,落实资质制度和全程监督管理,做好安全保障技术措施。同时,制定发生危险品泄漏、爆炸等具体的应急措施。

9)委托保护区管理部门或科研单位的专家或专业技术人员,科学开展对影响评价区生物多样性的动态监测^[4,5],以及时准确地掌握因项目建设导致区内生物多样性动态变化情况,为采取有针对性的保护措施和策略提供依据。

10)因工程建设项目对保护区造成一定的负面影响和管理压力,建设方应结合保护区生态补偿的相关政策和标准,设立保护区保护管理专项资金,由项目建设方与保护区管理部门签订长期生态补偿协议,给予保护区适当的经济补偿,用于保护区生物多样性的直接管护。

参考文献:

- [1] 彭丽芬,李新贵.环线公路建设对梵净山自然保护区生物多样性的影响评价[J].林业调查规划,2010,35(6):53-56,58.
- [2] 梁学功,张亮.我国建设项目环境影响评价中生物多样性保护的现状和展望[J].环境保护,2006(23):50-52.
- [3] 项卫东,郭建,魏勇,等.高速公路建设对区域生物多样性的影响评价[J].南京林业大学学报(自然科学版),2003,27(6):43-47.
- [4] 赫尚丽,朱丽艳,李百航,等.丽香铁路建设对保护区生物多样性的影响评价[J].林业建设,2013(1):54-56.
- [5] 邓勇.高速公路建设对自然保护区生物多样性影响评价——以铜南宣高速公路对安徽扬子鳄国家级自然保护区为例[J].四川林勘设计,2015(3):75-79,80.
-
- (上接第 41 页)
- [15] LORENZO M, MICHELE S, SEBASTIAN K, JOHANNES I, ANGELO P. Effects of local factors on plant species richness and composition of Alpine meadows[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2007, 119(3/4): 281-288.
- [16] SHERMAN R, MULLEN R, LI H M, FANG Z D, WANG Y. Spatial patterns of plant diversity and communities in Alpine ecosystems of the Hengduan Mountains, northwest Yunnan, China[J]. Journal of Plant Ecology, 2008, 1(2): 117-136.
- [17] ROBERTS D W, COOPER S V. Concepts and techniques of vegetation mapping//Ferguson D, Morgan P, Johnson F D, eds. Land Classifications Based on Vegetation: Applications for Resource Management[M]. Washington DC: US Department of Agriculture, 1989, 257: 90-96.
- [18] 王喜龙,刘强,余东莉,等.西双版纳片段化石灰岩森林附生兰科植物多样性研究[J].广西植物,2016,36(2):162-169.
- [19] 王毅.海南五指山野生兰科植物的垂直分布格局[J].热带农业科技,2011,31(4):28-32.
- [20] 田怀珍,邢福武.南岭国家级自然保护区兰科植物物种多样性的海拔梯度格局[J].生物多样性,2008,16(1):25-29.
- [21] 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.
- [22] 张昌顺,谢高地,包维楷,等.地形对澜沧江源区高寒草甸植物丰富度及其分布格局的影响[J].生态学杂志,2012,31(11):2767-2774.
- [23] TAMBE S, RAWAT G S. The alpine vegetation of the Khangchendzonga Landscape, Sikkim Himalaya: Community characteristics, diversity, and aspects of ecology[J]. Mountain Research and Development, 2010, 30(3): 266-274.
- [24] BORCARD D, LEGENDRE P, DRAPEAU P. Partialling out the spatial component of ecological variation[J]. Ecology, 1992, 73(3): 1045-1055.
- [25] LOSOSOVÁ Z, CHYTRY M, CIMALOVÁ S, KROPÁČ Z, OTYPKOVÁ Z, PYŠEK P, TICHY L. Weed vegetation of arable land in central Europe: gradients of diversity and species composition[J]. Journal of Vegetation Science, 2004, 15(3): 415-422.
- [26] JONES M M, SZYSKA B, KESSLER M. Microhabitat partitioning promotes plant diversity in a tropical montane forest[J]. Global Ecology and Biogeography, 2011, 20(4): 558-569.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.009

特色小镇背景下横店道路绿化植物的群落结构与多样性研究

吴璐璐

(浙江广厦建设职业技术学院 艺术学院,浙江 东阳 322100)

摘要:通过实地调查,分析横店道路绿化植物的群落结构和多样性组成。结果表明:9个样地植物共计25科32属37种,其中乔木11种,灌木20种,草本植物仅6种。样地的植物群落结构均为人工配植,以乔灌木组合为主,乔—灌—草3层结构配置的样地占总数的44%左右。重要值大于10%的植物共7种,香樟、桂花和红叶石楠为主要绿化树种。灌木的多样性高于乔木,但两者均存在种类偏少、多样性不够丰富等问题。鉴于横店道路绿化建设中存在的植物种类不够丰富,缺乏景观和地方特色,季相景观单调,管理粗放等问题,提出了改进建议。

关键词:道路绿化;群落结构;植物多样性;横店镇

中图分类号:S718.2;S731.8;S718.542 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0049-04

Community Structure and Diversity of Greening Plants in Hengdian Town under the Background of Feature Township

WU Lulu

(School of Arts, Vocational and Technical College of Zhejiang Guangsha Construction, Dongyang, Zhejiang 322100, China).

Abstract: Through field investigation, this paper analyzed the community structure and diversity of greening plant in Hengdian Town. The results showed that plants in 9 samples spots belong to 25 families, 32 genera and 37 species, including 11 trees, 20 shrubs, 6 herbaceous plants. Plant community structure in sample area is artificial, and dominated by trees and shrubs, structure configuration of tree, shrubs and grass accounted for 44%. There are 7 kinds of the plants with important value more than 10%, Camphor, Osmanthus and Photinia are the main greening tree species. The diversity of shrub is higher than the trees, but species are fewer. In view of the existing problems e. g. fewer plant species, the lack of landscape and local features, dull seasonal landscape, extensive management. The paper put forward the improvement suggestions.

Key words: road greening; community structure; plant diversity; HengDian Town

园林绿化与城市环境质量的改善息息相关^[1], 绿化的先行军和绿色骨架,可滞尘降尘,降低噪声,道路绿化乃是城镇环境的重要组成部分^[2],是普遍 美化城镇,净化空气。对保护地域环境、确保道路通

收稿日期:2016-11-21.

基金项目:2016年度浙江广厦建设职业技术学院院级课题“特色小镇背景下横店道路绿化植物群落结构分析研究”(项目编号:16ZR012).

作者简介:吴璐璐(1984-),女,浙江东阳人,硕士,讲师.主要从事园林方面的研究.

行安全发挥着积极意义^[3]。近年来,专家学者对城镇道路绿化的研究越来越多^[4-6],主要针对道路绿化植物的群落结构和多样性方面展开,通过数据分析,较好地说明了各地道路绿化现状,并提出相应的意见和建议。

横店镇位于浙江省中部地区东阳市境内,具有浓郁影视特色的小镇吸引了国内外无数电视电影行业的工作者,被美国《好莱坞报道》杂志赞为“东方好莱坞”。根据行业特色,横店规划为影视城内和城外 2 部分,城内景观特色明显,自 1996 年以来,已建成 14 个影视拍摄基地和 2 座现代化影视棚,属于国家 5A 级风景名胜区^[7]。然而,“围墙内 80 分,围墙外 50 分!”是杭州国际城市学研究中心专家对横店绿化建设的打分,充分说明了横店城镇环境与横店影视城的不相匹配^[8],作为其中组成部分的道路景观尚未充分发挥绿化的生态功能。通过本次实地调研,分析横店道路绿化植物的群落结构和多样性组成,进一步了解横店道路绿化现状,可为道路绿化的改进提供依据,提高道路绿化中植物配置的科学性和群落的物种丰富度,最终能够改善横店道路环境,降低污染,美化横店“墙外”景观,提高小镇环境质量,促进横店影视城内外环境协调发展。

1 调查方法

选择横店内华夏大道、江滨东路、影视大道、十里街、明清街、环城北街、八仙街、江滨西路共 9 条道路。选取 9 条道路中具代表性的路段,长度为 200 m,宽度不计。调查过程中详细记录乔木、灌木、绿篱、草本植物种类、数量、盖度、高度。调查时间选择在多数植物生长旺盛、长势良好的时期,从 2016 年 5 月初开始至 7 月底结束,共持续 3 个月左右时间,使用数码相机、手机、卷尺、笔等工具进行拍摄、丈量、记录相关内容及数据。

2 调查结果与分析

2.1 植物物种及群落结构组成分析

调查统计发现,9 个样地的植物共计 25 科 32 属 37 种,乔木 11 种,灌木 20 种,草本植物 6 种,不符合道路绿化中乔木与灌木的最佳配比(1:4~1:5)^[9]。其中,蔷薇科(Rosaceae)5 属 6 种,木犀科(Oleaceae)2 属 4 种,植物种类最为丰富,除了百合科(Liliaceae)、冬青科(Aquifoliaceae)、木兰科(Mag-

noliaceae),其余科所占比例较低,基本为 1 属 1 种,分布面较广。常绿植物 22 种,比落叶植物数量稍多。从整体上看,该比例也较恰当。横店四季分明,是典型的亚热带季风气候,常绿植物在炎热的夏季能够遮荫,于万物萧条的冬季也能保证有一定程度的绿化效果。

9 个样地的植物群落结构均为人工配植,以乔灌木组合为主(表 1),乔灌木 3 层配置的样地占总数的 44%左右。群落结构基本能满足车行人行要求,但是草本植物选用较少,群落结构季相变化不明显,以粗放型管理为主。其中景观效果最佳的是影视大道和江滨西路,植物种类较丰富,搭配合理,主要因为政府更重视这 2 条道路的绿化建设,投资较大。影视大道为新建道路,是通向横店的交通要道,代表城镇形象;江滨西路位于别墅区附近,紧邻江滨,具有较强的区位优势。但同属江滨路的江滨东路则完全相反,由于江滨东路已靠近工业区,与横店商业中心距离较远,环境污染严重,空气质量较差,该群落结构中除香樟以 8 m 左右的间隔规律种植外,其余植物分布均毫无章法,杂草丛生,甚至在

表 1 调查样地群落结构组成

Tab. 1 Survey sample area of community structure

序号	样地	群落组成	结构类型
1	华夏大道	香樟+桂花+日本晚樱+金叶女贞+小叶女贞+红叶石楠+红花檵木	乔木+灌木
2	江滨东路	香樟+木槿+紫薇+紫叶李+小叶女贞+番薯+吉祥草	乔木+灌木+草本
3	影视大道	银杏+日本晚樱+紫薇+碧桃+红叶石楠+桂花+火棘+龟甲冬青+月季+金鸡菊	乔木+灌木+草本
4	十里街	黄山栾树+香樟+金森女贞+无刺枸骨+桂花+花叶络石+沿阶草	乔木+灌木+草本
5	明清街	香樟+珊瑚树+金边黄杨+桂花	乔木+灌木
6	环城北路	榉树+泡桐+香樟+桂花+日本五针松+红枫+侧柏+金森女贞+红叶石楠+红花檵木+小叶栀子	乔木+灌木
7	江南路	香樟+小叶女贞+红叶石楠	乔木+灌木
8	八仙街	香樟+雪松+红叶石楠	乔木+灌木
9	江滨西路	白玉兰+黄山栾树+杜英+银杏+乐昌含笑+紫叶李+日本晚樱+桂花+紫薇+孝顺竹+红叶石楠+金丝桃+杜鹃+沿阶草	乔木+灌木+草本

某一小片地块长出少量番薯叶,说明该区域无专人养护管理。

2.2 绿地植物重要值分析

重要值是表示某个物种在群体中的地位和作用的综合数量指标,反映出单个物种在群落中的优势程度^[10]。

物种重要值 $N(\%) = \text{相对多度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}$

$$\text{相对多度} = \frac{\text{某种个体数}}{\text{全部种的个体数}} \times 100\%$$

$$\text{相对频度} = \frac{\text{某个种在样方中出现的次数}}{\text{所有种出现的总次数}}$$

$\times 100\%$

$$\text{相对盖度} = \frac{\text{某个种的盖度}}{\text{所有种的盖度}} \times 100\%$$

横店道路绿化中,重要值大于 10%的植物共 7 种(表 2)。香樟、桂花和红叶石楠为主要绿化树种,其中香樟和桂花均为当地乡土树种,生长良好,分布极广,是当之无愧的骨干树种。经过多年推广,红叶石楠如今遍布东阳各地,适应性强,种植成活率高。相对较特殊的是桂花,在横店道路绿化中分别以小乔木和灌木丛的形式出现。红叶石楠和桂花(灌木丛)为常绿灌木,基本分布于所调查的所有道路,乔木中以落叶树种为主,色叶树种较少,以银杏和紫叶李为主。9 个样地中的绿化植物基本为园林绿化常见植物,重要值靠后的金鸡菊 (*Coreopsis basalis*)、花叶络石 (*Trachelospermum jasminoides*) 等草本花卉应多推广于各道路绿化,丰富景观层次,改善绿化效果。

表 2 道路绿地植物重要值分析

Tab. 2 Road greenbelt plant important value analysis

植物名称	重要值
香樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	58.59%
桂花 <i>Osmanthus fragrans</i>	56.13%
红叶石楠 <i>Photinia serrulata</i>	48.39%
日本晚樱 <i>Prunus serrulata var. lannesiana</i>	19.53%
紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i>	17.06%
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	13.81%
紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i>	10.42%

2.3 植物多样性分析

物种多样性指数反映群落结构和功能复杂性以及组织化水平,能比较系统和清晰地表现各群落的一些生态学习性,利用物种丰富度指数(S)、度量群落优势度的 Simpson 指数(D)、反映群落多样性高低的 Shannon—Wiener 指数(H)和反映群落中不同物种多度分布均匀程度的 Pielou 均匀度指数(J_{sw})作为样地物种多样性的测度指标。物种多样性以各物种在群落各层次的重要值综合指标计算。

物种丰富度指数 S = 出现在样地中的物种数。

$$\text{Shannon—Wiener 指数: } H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

$$\text{Simpson 指数: } D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

$$\text{Pielou 均匀度指数: } J_{sw} = H / \ln S$$

式中: $P_i = N_i / N$ 。N 为群落中所有物种的个体数, N_i 为第 i 个种的个体数^[4,5]。

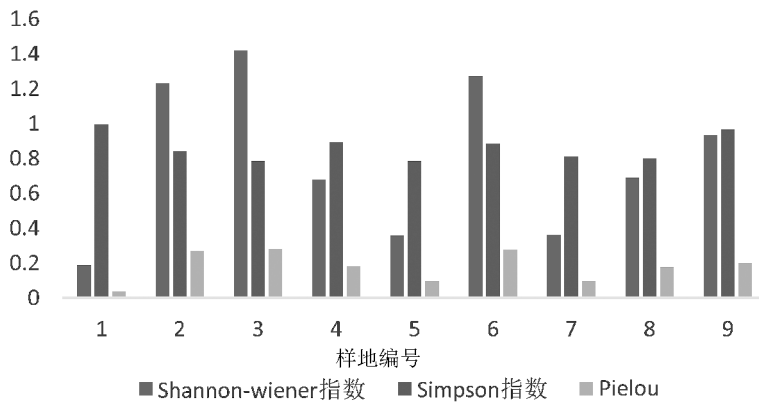


图 1 不同样地的乔木层植物多样性指数分析

Fig. 1 Tree layer plant diversity index analysis of different sample site

从图 1 中看出,横店道路绿地乔木的物种多样性指数一般,Simpson 指数较均衡,但 Pielou 均匀度指数偏低,其中代表横店入口道路景观的影视大道(样地 3)的 Shannon-wiener 指数最高。样地 1(华

夏大道)的情况最为特殊,Shannon-wiener 指数和 Pielou 均匀度指数处于最低水平,Simpson 指数却最高,主要原因为该道路乔木种类相对偏多,但数量较少,以灌木成片种植营造道路景观。

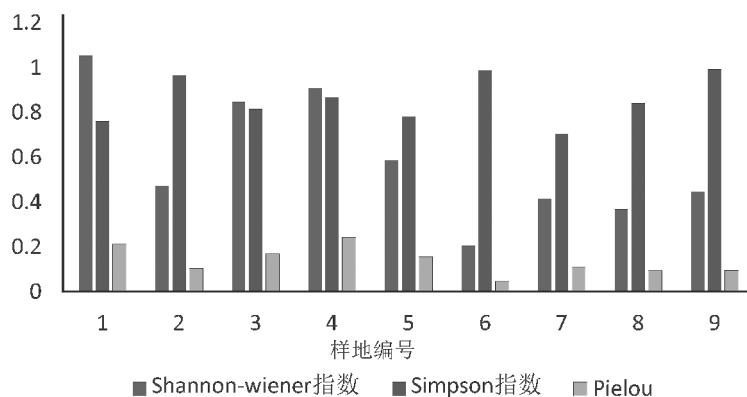


图 2 不同样地的灌木层植物多样性指数分析

Fig. 2 Shrub layer plant diversity index analysis of different sample site

从图 2 的灌木多样性分析图中可以发现,各样地的 Simpson 指数较高,都在 0.7 以上。但基本都以成片灌木丛搭配少量单株灌木的形式出现,Pielou 均匀度指数不高。不同样地的植物分布比较集中,植物种类相似。江滨东路(样地 2) Pielou 均匀度指数虽然相对较高,但由于管理不善,植物并未发挥出应有的景观效果。

由于草本植物在样地中运用较少,且集中在少数几个样地,因此本文暂不作草本植物的多样性统计。

综合图 1 和图 2 得出:由于灌木适应性更强,对环境、土壤等方面选择条件更宽松,灌木的多样性指数相对较高,但两者均存在种类偏少、多样性不够丰富等问题。由于道路所处地段的特殊性,提高灌木多样性,结合修剪、搭配等手段,可使道路绿化形成丰富多变的立面层次。样地 3(影视大道)、样地 6(环城北路)和样地 9(江滨西路)的植物多样性最佳,且与其所处的地理位置有较大关系,而环城北路地处横店著名景点“明清宫苑”路段。可见,镇政府重视关键道路的植物绿化效果,对其它道路的重视程度明显不够。

3 总结

横店经济发展迅猛,绿化建设也在逐年加强。通过本次调查发现,横店道路植物基本选用乡土树种,“适地适树”的原则得到了很好地应用。病虫害

少,易于管理,减少了后期养护管理的难度。不同景观带的道路绿化均有所加强,城镇风貌得到了进一步改善。但随之带来的问题是:道路绿化植物种类不够丰富,缺乏景观特色、地方特色,无法体现横店典型的影视文化;季相景观单调,忽略了季相及色彩的变化;常见植物的大量运用降低了观赏价值,粗放管理甚至导致了部分地段的不管理。因此,在横店道路绿化建设中应做好以下几方面:

1) 充分发掘本地的文化底蕴,加强对横店特色文化的体现,丰富园林植物种类,可以形成“墙外”植物景观和“墙内”景观相互呼应的风格。筛选观赏价值高兼具适应性强的行道树植物,适当引进外来物种。应选择既能适应当地气候环境又能体现地方文化且寿命长,生长速度适中的树种。

2) 健全绿化树种的群落结构,营造更为稳定的植物配置模式,真正形成乔-冠-草群落结构,充分运用科学、艺术的搭配手法,建设优美的道路绿化带,丰富景观特色,提高生态环境效益,可适当增加垂直绿化,为城镇绿化添彩。

3) “三分种,七分养”,多关注植物的生长特点和生长状况,重视后期的养护管理,提高园林养护管理技术水平,保证道路绿化的可持续发展。

横店道路绿化存在的问题并非个例,在东阳各乡镇、村落的道路绿化中屡见不鲜,显示出政府相关部门对道路景观绿化建设不够重视,设计手法过于陈旧。因此,如何避免千篇一律,建设有自身特色,兼具环境效益、生态美学的道路绿化,值得各方深思。

(下转第 67 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.010

基于游客感知的福州国家森林公园自然教育发展探析

王碧云¹, 修新田¹, 兰思仁²

(1. 福建农林大学管理学院, 福建 福州 350002; 2. 福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002)

摘要:从游客感知的视角,以福州国家森林公园为研究对象,通过问卷调查法,运用聚类分析方法对公园自然教育的现状进行分析,运用因子分析法分析人们对公园影响因素重要性的感知。结果显示,公园具有较为丰富的旅游资源,但在旅游组织、人类素质、导游讲解等支持系统方面还有较大的改进和提升空间;游客对环境教育影响因素的感知分析结果,重要性依次为景区服务人员的示范作用,自然教育解说系统,自然教育基地建设,游览活动开展,宣传册发放,导游讲解,由此说明要加强公园服务人员培训,提高其自然教育素养,以示范及引导游客对于自然的关注和保护。同时,也要加强自导式解说系统的建设。

关键词:森林自然教育;环境教育;游客感知;聚类分析;福州国家森林公园

中图分类号:S759.91;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0053-05

Natural Education Development in Fuzhou National Forest Park based on Tourists' Perception

WANG Biyun¹, XIU Xintian¹, LAN Siren²

(1. School of Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;
2. School of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002 China)

Abstract: From the perspective of tourists' perception, this paper takes the Fuzhou National Forest Park as the research object, and use questionnaire survey method and cluster analysis method to analyze the present situation of natural education in Fuzhou National Forest Park, and also use factor analysis method to analyze the importance of the influence factors for Forest Park. The results showed that the Park had a relatively rich tourism resources, but some aspects of which tourism organization, human quality, guide and support system still need to be improved; environment education influence factors analysis of tourists perception indicated that the importance were the exemplary role of scenic spot service personnel, environmental interpretation system, the environment education base construction, visit activities, brochures, guide. Thus' it was necessary to strengthen the park service personnel training, improve the environmental quality and guide the tourists pay attention to protect the environment.

Key words: forest natural education; environment education; tourists' perception; cluster analysis; Fuzhou National Forest Park

通过森林自然教育,人们可以认识森林、亲近自然、了解自然,森林公园无疑是森林自然教育的重要

收稿日期:2016-10-13;修回日期:2016-11-13.

基金项目:国家林业局软科学项目(2015-21R).

作者简介:王碧云(1992-),女,福建长乐人,硕士研究生.主要从事森林旅游方面的研究. Email:b12.3@qq.com

通信作者:兰思仁(1963-),男,福建龙岩人,教授,博士.主要从事林业、园林、森林旅游等方面的研究.

场所。森林公园自然教育的发展,是生态文明建设的一种途径,是林业创新发展的举措。国外像美国、德国等国家的自然教育已得到成熟的发展,且在学术研究方面也取得了一定的成就。Mitsutoshi Abe 等人对森林教育支持系统的开发与评价进行了相关研究^[1]。Cherubini P 研究了森林自然教育的现状^[2]。Kongsak Thathong 等对以青少年为对象的森林自然教育的开展方案进行了研究^[3]。国家林业局在 2016 年 1 月发出了《关于大力推进森林体验和森林养生发展的通知》。通知要求,把森林旅游地建设成为进行自然知识普及和生态道德教育的最生动的课堂^[4]。可见,森林自然教育已经得到国家的重视。《通知》中指出,森林体验通过有目的的森林体验设计和引导,可以帮助人们更好地了解自然及自然与人类生存的关系,激发人们的创造性,并自觉培养起尊重自然、顺应自然、保护自然的生态情怀^[5]。而如今,中国的自然教育正处在起步阶段,如何发展是一个值得探讨的问题。

1 研究对象及方法

1.1 研究对象

以福州国家森林公园(以下简称公园)自然教育为研究对象,分析其发展现状和游客对于其影响因素重要性的感知。公园位于福建省福州市,距市中心 7 km,交通便利,设施齐全,并已建成 13 个各具特色的专类植物园区。公园不仅环境优美、空气清新,而且拥有得天独厚的旅游气候。自 2009 年 9 月免收门票以来,公园每年接待游客人数均达 300 万人次以上,2013 年游客量居全国第十^[6],这些都

为公园的自然教育提供了有利的条件。

1.2 调研方法

研究采用问卷调查法。结合文献资料和公园自然教育现状设计游客问卷调查表。调查分为 2 个阶段。第一阶段为游客问卷预调查阶段,时间为 2016 年 7 月 15 至 20 日,邀请到过公园的 5 位研究生填写问卷,根据预调查中出现的问题改进了问卷,最终形成较合理的调查表。第二阶段是游客现场抽样调查阶段,时间为 2016 年 7 月 23 至 24 日。为方便游客在闲暇时间填答,调查地点选取在公园游客较多的千年古榕附近,以随机抽样的方式发放问卷。本次调查总共发放问卷 80 份,回收 74 份,回收率达 92.5%,其中有效问卷 70 份,有效率达 94.59%。

1.3 数据分析方法

1.3.1 聚类分析

聚类分析的基本思想是根据对象间的相关程度进行类别的聚合。聚类分析的原则是聚合的同类相似性大,不同类差异性大。运用一定的方法将个体分类,直到把所有的个体聚合为唯一的类别^[7]。

1.3.2 因子分析

因子分析主要通过降维的思想,用少数的几个因子将大部分的原始信息表示出来^[7]。运用这种研究技术,可以方便地找出主要影响因素是什么,以及相应的影响力。

2 自然教育游客感知评价指标体系的构建

参考已有的文献[8],建立如表 1 森林自然教育游客感知评价指标体系。

表 1 森林自然教育游客感知评价指标体系

Tab. 1 Evaluation index system of tourists' perception on forest natural education

层级	资源基础				标识系统				旅游组织		人员素质	导游讲解	
指标	稀有性	壮观性	多样性	历史文化性	合理性	通俗性	准确性	环境内容含量	线路设计	游览活动	工作人员环境素养	丰富性	趣味性
编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

3 研究结果分析

3.1 样本特征

对样本特征进行分析(表 2),受调查者的男女比例为 1:1.2,样本分配基本合理;26~40 岁的游客占 34.29%,说明福州国家森林公园的游客以中青

年为主,18 岁以下被调查的游客较少,并不意味着来福州国家森林公园游览的小孩和青少年较少,年龄在 26~40 岁的青年和中年人携带小孩来公园游览是比较常见的现象。客源地方面,福建省内外游客结构比是 1.6:1,说明公园的游客以省内为主,但省外游客也有一定市场。可能是由于其在全国范围

内的知名度较高,吸引外来旅游者;或因其口碑和旅游资源吸引外来却常住福建的人口到此休闲和游玩,可知公园开展自然教育的受众面是广的。从旅游的次数来看,来公园 2 次及 2 次以上的游客总共占比达 74.29%,说明公园的游客重游率高,因此,预期公园的开展会取得良好的效果。

表 2 样本特征
Tab. 2 Sample feature

属性	特征	频数	比例/%
性别	男	32	45.71
	女	38	54.29
年龄	18 岁及以下	6	8.57
	19~25 岁	17	24.29
	26~40 岁	24	34.29
	40~55 岁	19	27.14
	56 岁及以上	4	5.71
籍贯	福建	46	65.71
	其他	24	34.29
来福州国家森林公园的次数	第一次	18	25.71
	第二次	32	45.71
	三次及以上	20	28.57

3.2 游客对公园自然教育现状的感知

利用李克特 5 级量表调查游客对公园自然教育现状的感知情况,分值 1~5(5 表示非常好,4 表示比较好,3 表示一般,2 表示不好,1 表示非常不好)。请受调查者填写对 13 个指标的态度。对问卷 13 个二级指标进行描述性统计(表 3)。

由表 3 可知:13 个指标的调查结果存在一定的差异,评价结果平均在 3 分左右。5 个层级的均值排名为:资源基础(3.251 分)>标识系统/人员素质(3.171 分)>旅游组织(3.029 分)>导游讲解(2.929 分)。资源基础得分最高,说明公园具有丰富的资源,其先后建成了 13 个各具特色的专类园,且引进了全国各地及 36 个国家共 3 000 多种国内外珍贵树种。但是,如何展示和充分发挥自身的资源优势是一个值得关注和研究的议题。13 个指标的平均值为 3.136,最大值是自然资源稀有性,达 3.66,这一点与公园以“福州树木园”闻名相契合。得分均值在 3 分以下的有标识系统的通俗性、导游讲解的趣味性、旅游组织游览活动。说明公园标识系统的设计和表达过于专业化和书面化,无法与大

表 3 公园环境教育游客感知描述性统计

Tab. 3 Descriptive statistics of tourists' perception of environmental education on Fuzhou National Forest Park

层级	指标	方差	均值	
资源基础	稀有性	0.761	3.660	3.251
	壮观性	0.558	2.971	
	多样性	0.761	3.343	
	历史文化性	0.852	3.029	
标识系统	合理性	0.681	3.286	3.171
	通俗性	0.482	2.600	
	准确性	0.487	3.571	
旅游组织	环境内容含量	0.593	3.229	
	线路设计	0.810	3.114	3.029
人员素质	游览活动	0.644	2.943	
	工作人员环境素养	0.382	3.171	3.171
导游讲解	丰富性	0.852	3.029	2.929
	趣味性	0.499	2.829	

众的需求相适应。公园是免费对游客开放的,目前公园内未配备专门的导游或讲解员,但配备了电子导览“小吉图游”,通过微信关注进行旅游解说,导览的内容更偏向于书面化,知识内容丰富,但缺少趣味性。对于旅游组织活动的影响力不够。公园陆续开展过一些中小型活动,但可能由于活动开展的不间断性和宣传力度不够等原因,游客对此感知比较弱。

对 13 个指标调查的内容进行聚类分析,采用系统聚类中的组间连接法,区间选择 kinkowski 距离,结果分成了 2 类(表 4)。可以看出,在第一类中,资源基础和标识系统的指标各占一半,分值均较高,说明在资源和标识系统上,公园的情况相对来说比较好。剩下的为第二类,旅游组织、人员素质、导游讲解的所有指标都在第二类中。这些都是属于支持系统中的一部分,总体上分数会较第一类低,说明公园的自然教育在这些方面还有较大改进和提升空间。

3.3 游客对公园自然教育影响因素的重要性感知

利用李克特 5 级量表调查游客对公园自然教育影响因素的重要性感知情况,分值 1~5(5 表示非常重要,4 表示比较重要,3 表示一般重要,2 表示不重要,1 表示非常不重要),请受调查者填写对 5 个层级的态度。运用因子分析法分析游客对于森林自然教育影响因素的重要性感知。首先进行 KOM-巴特利检验,结果显示,KMO 值 = 0.709(大于

表 4 聚类分析结果

Tab. 4 Results of cluster analysis

层级	指标	类别
资源基础	稀有性	1
	壮观性	2
	多样性	1
	历史文化性	2
标识系统	合理性	1
	通俗性	2
	准确性	1
	环境内容含量	2
旅游组织	线路设计	2
	游览活动	2
人员素质	工作人员环境素养	2
导游讲解	丰富性	2
	趣味性	2

0.7),显著性水平为 0.000,在 0.05 水平下显著,因此样本数据适合做因子分析。运用主成分方法抽取,方差最大法旋转,得到的结果如表 5。

可以看出,前 2 个成分特征向量的特征值分别为 2.304、1.462,分别大于 1。第一主成分可解释的方差为 38.398%,第二主成分可解释的方差为 24.360%,总体可解释的方差为 62.756%,因此提取前 2 个成分作为主成分,以它们的变化来反映整个样本相关变量的变化。虽然可解释的力度没有非常大,可能是样本量不够大的原因造成,但是分析出来的结果仍具有一定的参考价值和现实意义。

根据旋转后的主成分构成可以看出,在第一个主成分中,自然教育解说系统、自然教育基地的建设、游览活动的开展占的比重较大;在第二个主成分中,导游人员讲解、景区服务人员的示范作用占的比重较大。

表 5 特征值和方差贡献率

Tab. 5 Characteristic value and variance contribution rate

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%
1	2.676	44.599	44.599	2.676	44.599	44.599	2.304	38.396	38.396
2	1.089	18.157	62.756	1.089	18.157	62.756	1.462	24.360	62.756
3	0.816	13.600	76.356						

由于第一个主成分对整体的解释力度为 38.396%,第二个主成分对整体的解释力度为 24.360%,因此,第一个主成分的解释力度占 2 个主成分的比例为 $38.396 / (38.396 + 24.360) = 61.18\%$,第二个主成分的解释力度占 2 个主成分的比例为 $24.360 / (38.396 + 24.360) = 38.82\%$ 。根据各因子在 2 个主成分中的载荷(表 6)和主成分对整体的解释力度,计算各因素对于森林自然教育的重要性得分:景区服务人员的示范作用(0.610 分) > 自然教育解说系统(0.517 分) > 自然教育基地的建设(0.464 分) > 游览活动的开展(0.490 分) > 景区发放的自然教育宣传册(0.451 分) > 导游人员讲解(0.321 分)(表 7)。这是通过游客感知得出的森林自然教育影响因素的重要性排名,可供公园作为开展自然教育的切入点。景区服务人员的示范作用得分最高,说明服务人员的示范作用在自然教育中起到非常重要的作用,可以引导游客对于自然的关

表 6 旋转后的主成分的因子载荷

Tab. 6 Importance score and ranking of the factors in Forest Park natural education in

指标	成分 1	成分 2
自然教育解说系统	0.864	-0.029
导游人员讲解	-0.063	0.925
景区发放的自然教育宣传册	0.476	0.412
游览活动的开展	0.689	0.176
景区服务人员的示范作用	0.598	0.630
自然教育基地的建设	0.703	0.087

注和保护。自然教育解说系统作为公共服务体系中的一部分,不但要为人们提供解说服务,还承担了教育的责任,让人们可以在认识自然的同时,学会尊重自然。游览活动的开展可以加深人们的认识。自然教育基地的建设无疑可以使自然教育得到更好的开

表7 公园进行自然教育中各因素指标的重要性得分及排名

Tab.7 Importance score and ranking of the factors in Forest Park natural education

指标	重要性得分	排名
景区服务人员的示范作用	0.610	1
自然教育解说系统	0.517	2
游览活动的开展	0.490	3
自然教育基地的建设	0.464	4
景区发放的自然教育宣传册	0.451	5
导游人员讲解	0.321	6

展,特别是为教学科研团队提供更好的平台。导游人员讲解的分数较低,原因应该在于公园属于公益性质的公园,向全社会免费开放,导游人员的讲解不是其重要的服务。

4 对公园自然教育发展的建议

4.1 突出公园的资源优势

公园拥有丰富且优质的资源,在自然教育项目的开展过程中,必须突出资源优势,尤其是植物资源方面优势。在解说和开展的活动等方面,都要善于去体现和利用这个优势。

4.2 设计面向中青年及亲子的自然教育产品

根据调查,公园的游客以中青年为主,就需要有面向这个群体的自然教育产品,例如在自然教育的设计中融入养生的知识。面向亲子的自然教育产品可设计让亲子共同参与,有互动性较强的环节等。

4.3 提高服务人员的环境素养

景区服务人员代表公园的形象,因此森林公园开展自然教育时,要对景区服务人员进行培训,提高服务人员的环境素养,起到示范作用,引导游客对自然的关注和保护。

4.4 加强自导式解说系统建设

解说系统是自然教育项目中非常重要的一部

分,由于如今散客化时代的到来,人们对于公共服务体系的依赖程度加大;加上该公园属于公益性性质,面向全社会开放,每年需要接待大量的游客,自导式解说系统的构建成为公园自然教育中最紧迫的项目。自导式解说系统表现的形式如解说标牌、导览手册等,让游客可以在自导式解说系统的引导下进行森林体验、自然教育。另外,游客对公园自然教育现状感知的13个指标中,标识系统的通俗性及导游讲解的趣味性得分较低,说明公园在标识系统的设计和表达方式上需更加人性化,面向大众;在解说词上下工夫,用大众能够理解的术语进行解说;为增加趣味性和互动性,解说的方式可多样化,例如邀请游客根据指示寻找相应的植物、采用拟人化的解说方式等。

参考文献:

- [1] MITSUTOSBI ABE, TETSUHIKO Y, NAOKI Y, et al. TETSURO SAKAI. Development and evaluation of a support system for forest education[J]. Journal of Forest Research. 2005, 10(1): 43-50.
- [2] CHERUBINI P. Forest research and education[J]. the status quo. Forest, 2006, 9(3): 300.
- [3] KONGSAK T, SUNEE L. The Development of Environmental Education Activities for Forest Resources Conservation for the Youth [J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2014, 116: 2266-2269.
- [4] 国家林业局关于大力推进森林体验和森林养生发展的通知 [EB/OL]. http://www.ecotourism.org.cn/News_content.asp?Id=5065.
- [5] 张红梅. 国家局部署推进森林体验森林养生发展[N]. 中国绿色时报, 2016-01-18001.
- [6] 杨建明, 余雅玲, 游丽兰. 福州国家森林公园的游客市场细分: 基于游憩动机的因子——聚类分析[J]. 林业科学, 2015(9): 106-116.
- [7] 何晓群. 现代统计分析方法与应用(第三版)[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2012.
- [8] 刘艳红. 生态旅游环境教育的游客感知研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2013.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.011

基于 F-AHP 法的城郊型森林公园声景观评价研究

洪昕晨, 张薇, 陈凯, 林洲瑜, 朱里莹, 兰思仁
(福建农林大学 园林学院, 福建 福州 350002)

摘要:应用模糊层次分析法(F-AHP法),通过正反面声景观评价,涵盖水声景、风声景、动物声景、游憩声景、人工声景、雨噪声、风噪声、雷噪声、人工噪声等9个二级指标和19个三级指标构建城郊型森林公园声景观评价体系,并以福州国家森林公园为例,研究正反方面声景观因素对森林公园声景观的影响大小。结果表明,福州国家森林公园声景观综合评价结果为较好IV。正面声景观评价为较好IV,负面声景观评价为很差I。二级指标中:水声景、风声景、动物声景和游憩声景4者的评价结果皆为较好IV,人工声景、风噪声和雷噪声为一般III,雨噪声为较差II,人工噪声为很差I。提出合理开发自然声景观资源,调节游憩声景和人工声景,利用掩生手法减弱噪声影响的建议。

关键词:声景观评价;城郊型森林公园;模糊层次分析法(F-AHP);掩生手法

中图分类号:S759.91;Q149;X82 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0058-06

Soundscape Evaluation of Suburban Forest Park based on F-AHP

HONG Xinchun, ZHANG Wei, CHEN Kai, LIN Zhouyu, ZHU Liying, LAN Siren
(College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: By using fuzzy analytic hierarchy process (F-AHP method), and through positive and negative evaluation on 9 second level indexes of which water soundscape, wind soundscape, animal soundscape, recreation soundscape, artificial soundscape, rain noise, wind noise, thunder noise and artificial noise, and 19 third level indexes soundscape, this paper constructed the suburban forest park acoustic environment evaluation system. Took Fuzhou National Forest Park as an example, the influence of positive and negative factors on forest park acoustic environment has been studied. The results showed that the forest park soundscape comprehensive evaluation result is good, IV; positive soundscape is good, IV; negative soundscape is poor, I; water soundscape, wind soundscape, animal soundscape and recreation soundscape are Good, IV; artificial soundscape, wind noise and ray noise are general, III; rain noise is poor, II; artificial noise is very poor, I. Therefore, this paper carried out suggestions for rational exploitation of natural soundscape resource, adjusting recreation soundscape, reducing noise etc.

Key words: soundscape evaluation; suburban forest park; evaluation; fuzzy analytic hierarchy process; cover sound method

我国森林公园建设正在如火如荼地进行中,城郊森林旅游业正日益成为一个充满生机和活力的新

收稿日期:2016-11-10.

基金项目:国家科技支撑计划项目(2014BAD15B00);福建省教育厅科技项目(JA15168).

作者简介:洪昕晨(1992-),男,福建古田人,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计.

通信作者:兰思仁(1963-),男,福建上杭人,教授,博士生导师.研究方向:风景园林规划设计.

兴产业,随着城郊森林旅游的发展,人们对环境质量有着更高的要求 and 期待,特别是城郊型森林公园声景观,其作为影响森林公园生态效益的重要因素,成为了城郊型森林公园旅游发展的关键所在^[1]。森林公园声景观的研究涉及地理学、景观学、环境心理学等学科领域^[2],刘滨谊^[3]将声景观影响因子分为自然界声音(包含水声、风声、雨声、动物声等)和人工制造声音(包含钟声、琴声、人工喷泉声等)。徐高福^[4]以千岛湖国家森林公园为例,总结出了水声景、风声景、雨声景、叶声景、鸟语声景、虫鸣声景等生态资源。陈飞平、廖为明^[5]借鉴国内外森林视觉景观评价和城市声景观评价的研究成果,归纳总结影响森林声景观的主要因素,建立了森林声景观评价指标体系并定义了声景观美学指数。

以上成果为森林声景观研究提供了理论依据和方法,本文更进一步使用模糊层次分析法(F-AHP法),在综合了多个评价主体意见的基础上研究了各元素对研究对象的影响,将定量计算与定性评价结合起来。提高了森林公园声景观评价的可行性和可操作性,为全面有效地开发、管理和规划森林景观资源提供了参考。

1 研究区概况

福州国家森林公园是福建省首个国家级森林公园,是全国十大森林公园之一,位于福建省福州市晋安区新店镇,公园东边以福飞路为界限,西边延伸至湖顶与叶洋村接壤,南面为八一水库,与福州动物园相邻,北边与笔架山毗邻。建于 1960 年,总规划面积约 2 891 hm²,现已建成经营面积 859.3 hm²,是福州市城市居民度假、休闲、疗养、观光的一处主要活动场所^[6]。

2 研究方法

2.1 确定评价指标因子

根据城郊型森林公园的属性和特色^[7-13],在笔者以往对城郊型森林公园声景观评价指标筛选的基础上^[14],从正负两方面确定了 9 大类声景观影响因子,涵盖水声景、风声景、动物声景、游憩声景、人工声景、雨噪声、风噪声、雷噪声和人工噪声等,从中确定 19 个评价指标因子。

2.2 建立森林公园声景观评价体系

构建城郊型森林公园声景观评价指标体系(图 1)。

2.3 确定评价指标权重集

2.3.1 建立判断矩阵

对于评价指标层次结构中各递阶层上的要素,可以依次对应与之联系的上一层次要素的性质进行两两比较,建立一系列的判断矩阵,进而构建对应目标层的一级指标层的比较判断矩阵:

$$P = (P_{ij})_{n \times n} \quad (1)$$

式中: $P_{ij} > 0, P_{ij} = 1 / P_{ji} (i, j = 1, 2, \dots, n)$ 。 P_{ij} 代表元素 A_i 与 A_j 相对于其上一层元素重要性的比例标度。判断矩阵的值反映了对各因素相对重要性的情况,邀请 12 位长期从事风景园林工作的专家,采用九分位比例标度对重要性程度赋值^[15],重要性标度及含义见表 1。

表 1 重要性标度及含义

Tab. 1 Scale and meaning of importance

标度值	含义
1	表示两个元素相比,具有同等的重要性
3	表示两个元素相比,前者比后者稍微重要
5	表示两个元素相比,前者比后者明显重要
7	表示两个元素相比,前者比后者强烈重要
9	表示两个元素相比,前者比后者极端重要
2, 4, 6, 8	表示相邻判断的中间值
倒数	若前者与后者相比较得 a, 则后者与前者相比较得 1/a

2.3.2 计算权重集

设 λ_{\max} 为判断矩阵 P 的最大特征根,其对应的特征向量为 A,对判断矩阵 P 的特征根进行求解。对 A 进行归一化处理,得到一级指标层对应的元素相对于目标层因素相对重要性的权重向量集为:

$$A = (A_1, A_2, \dots, A_n) \quad (2)$$

2.3.3 进行一致性检验

进行一致性检验, $C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$,其中 n 为判断矩阵阶数。

$C.R. = C.I. / R.I.$,要求 $C.R. < 0.10$ 才能通过检验,否则进行调整,直到通过为止。 $R.I.$ 被称为平均随机一致性指标,其取值规律见表 2,权重分配结果见表 3。

2.3.4 确定评价指标权重集

根据表 3 得到评价指标的权重集:

$$a = (a_1, a_2) = (0.7099, 0.2901)$$

$$a_1 = (a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}) = (0.3191, 0.1806,$$

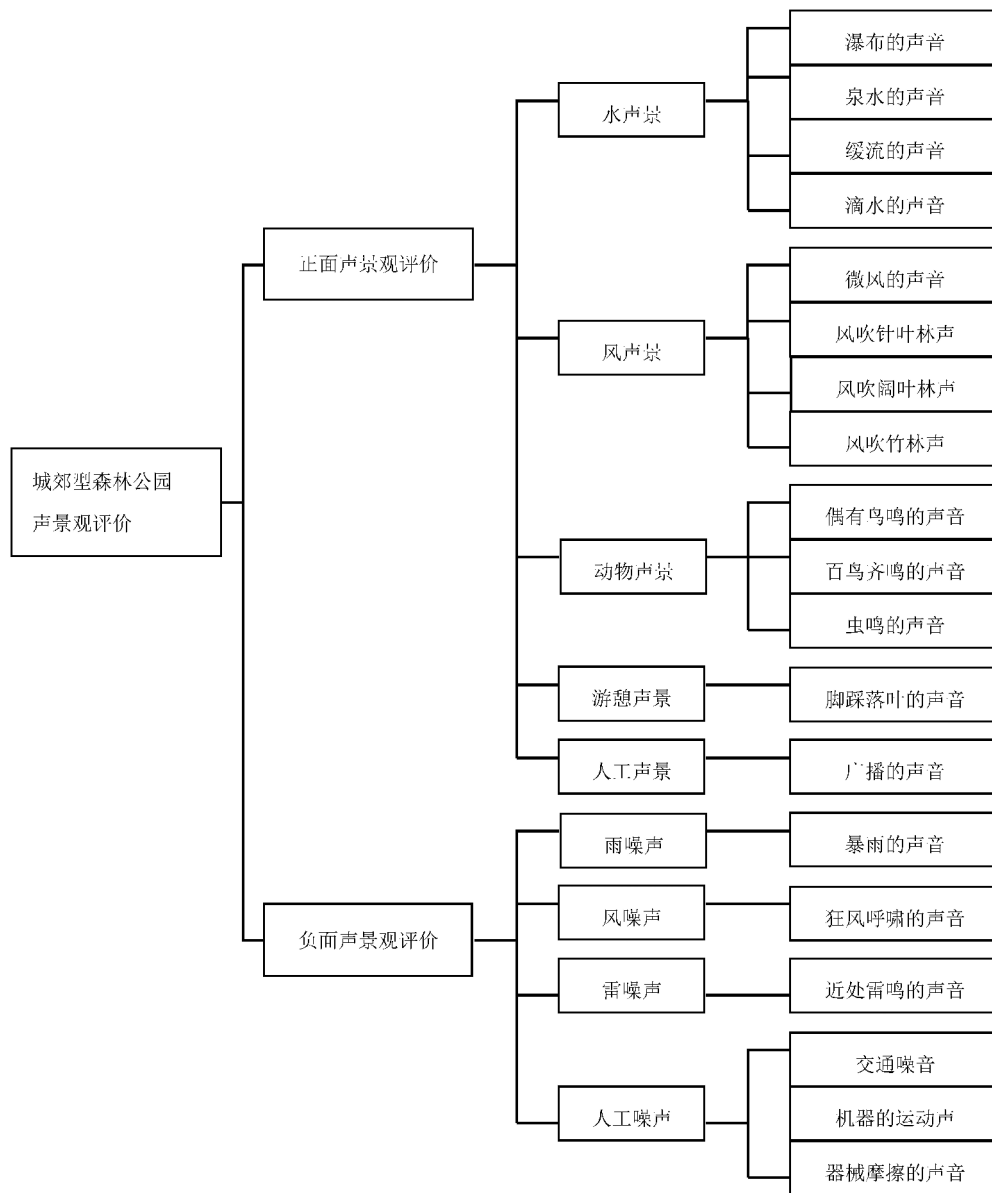


图 1 城郊型森林公园声景观评价体系

Fig. 1 Soundscape evaluation system in suburban forest park

表 2 平均随机一致性指标 $R.I.$ 取值

Tab. 2 Average random consistency index values of $R.I.$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.00	0.00	0.58	0.89	1.12	1.24	1.32	1.44	1.45

0.1532, 0.1648)

$a_{11} = (a_{111}, a_{112}, a_{113}, a_{114}) = (0.3920, 0.2096, 0.1833, 0.2151)$

$a_{12} = (a_{121}, a_{122}, a_{123}, a_{124}) = (0.2642, 0.2197, 0.2698, 0.2463)$

$a_{13} = (a_{131}, a_{132}, a_{133}) = (0.2692, 0.4167,$

$0.3141)$

$a_{14} = (a_{141}) = (0.1088)$

$a_{15} = (a_{151}) = (0.1170)$

$a_2 = (a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}) = (0.2165, 0.1881, 0.2565, 0.3409)$

$a_{21} = (a_{211}) = (0.0628)$

$a_{22} = (a_{221}) = (0.0546)$

$a_{23} = (a_{231}) = (0.0738)$

$a_{24} = (a_{241}, a_{242}, a_{243}) = (0.4315, 0.2879, 0.2806)$

表 3 权重分配结果
Tab. 3 Weights allocation results

一级指标 (a _i)	权重	二级指标 (a _{ij})	权重	三级指标 (a _{ijk})	权重	总权重		
正面声景 (a ₁)	0. 7099	水声景 (a ₁₁)	0. 3191	瀑布声 (a ₁₁₁)	0. 3920	0. 0888		
				泉水声 (a ₁₁₂)	0. 2096	0. 0475		
				缓流声 (a ₁₁₃)	0. 1833	0. 0415		
				滴水声 (a ₁₁₄)	0. 2151	0. 0487		
				微风声 (a ₁₂₁)	0. 2642	0. 0342		
		风声景 (a ₁₂)	0. 1823	风吹针叶林声 (a ₁₂₂)	0. 2197	0. 0284		
				风吹阔叶林声 (a ₁₂₃)	0. 2698	0. 0349		
				风吹竹林声 (a ₁₂₄)	0. 2463	0. 0319		
				偶有鸟鸣声 (a ₁₃₁)	0. 2692	0. 0345		
		动物声景 (a ₁₃)	0. 1806	百鸟齐鸣声 (a ₁₃₂)	0. 4167	0. 0534		
				虫鸣声 (a ₁₃₃)	0. 3141	0. 0403		
		游憩声景 (a ₁₄)	0. 1532	脚踩落叶声 (a ₁₄₁)	1. 0000	0. 1088		
				人工声景 (a ₁₅)	0. 1648	0. 1170		
		负面声景 (a ₂)	0. 2901	雨噪声 (a ₂₁)	0. 2165	暴雨声 (a ₂₁₁)	1. 0000	0. 0628
						狂风呼啸声 (a ₂₂₁)	1. 0000	0. 0546
风噪声 (a ₂₂)	0. 1881			近处雷鸣声 (a ₂₃₁)	1. 0000	0. 0738		
				交通噪音 (a ₂₄₁)	0. 4316	0. 0427		
雷噪声 (a ₂₃)	0. 2545			机器运动声 (a ₂₄₂)	0. 28788	0. 0285		
				器械摩擦声 (a ₂₄₃)	0. 2806	0. 0277		
人工噪声 (a ₂₄)	0. 3409							

2.3.5 建立评判矩阵

1) 三级综合评判。采用模糊数学 5 分制记分法^[16]建立评判集: V = (V₁, V₂, V₃, V₄, V₅) = (很好 V, 较好 IV, 一般 III, 较差 II, 很差 I), 并建立从指标层到评判集 V 的模糊映射, 确定与指标层具有模糊关系的评判矩阵 R_k (k = 11, 12, ..., s):

$$R_k = \begin{bmatrix} r_{111} & \cdots & r_{11n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中: r_{ij} (i = 11, 12, ..., m; j = 1, 2, ..., n) 表示对第 i 个指标做出 j 等级评判的隶属度。各项评价指标通过身处森林公园内的工作人员和游客根据对园内声景观的感受, 按照 5 分制打分情况确定隶属度, 则 r_{ij} = p/q, 公式中 p 表示评判者对第 i 个指标做出 j 等级评价的次数, q 表示参加评判的总人数。将三级评价指标的权重集 a_{ij} 与对应的评判矩阵 R_k 进行模糊合成运算, 得到反映二级评价指标的三级综合评判:

$$C_k = a_{ij} \times R_k \quad (4)$$

2) 二级综合评判

建立从指标层到评判集 V 的模糊映射, 确定与指标层具有模糊关系的评判矩阵 R_t (t = 1, 2, ..., w):

$$R_t = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

把 C_t 视为二级指标层的单指标评判向量, 可得到与二级指标层具有模糊关系的评判矩阵 R = (C₁₁, C₁₂, ..., C_n)^T。将二级评价指标的权重集 a_i 与对应的评判矩阵 R_t 进行模糊合成运算, 得到反映一级评价指标的二级综合评判:

$$C_t = a_i \times R_t \quad (6)$$

3) 一级综合评判。把 C 视为一级指标层的单指标评判向量, 可得到与一级指标层具有模糊关系的评判矩阵 R = (C₁, C₂, ..., C_n)^T。将一级评价指标的权重集 a 与对应的评判矩阵 R 进行模糊合成运算, 得到反映城郊型森林公园声景观评价的一级综合评判:

$$C = a \times R \quad (7)$$

三级综合评判后,根据最大隶属原则,对评价结果进行归类统计。

3 结果与分析

3.1 初步建立模型

选择身处森林公园内的工作人员和游客为主要对象进行问卷调查,发放问卷总量 220 份,收回有效问卷 200 份。

3.1.1 问卷信度及效度分析

运用 SPSS19.0 统计分析软件对数据进行可靠性分析,结果显示 Cronbach 系数为 0.731,说明问卷得出的数据具有相当的信度^[17]。

然后对数据进行因子分析,对 KMO 和 Bartlett 进行检验,得出 KMO 值为 0.544, Sig 值为 0.00 (小于 0.05),说明数据可以做因子分析;通过因子分析可以从问卷中提取出 7 个主成分,其累积旋转平方和载入为 75.186,说明这 7 个主成分能够反映全部问题的效度;进一步计算得出旋转成分矩阵,每一个问题都仅仅在某一个主成分上载荷,数值在 0.47~0.90 之间,说明问卷中的每一个问题都是有效度的^[18,19]。

$$R_{11} = \begin{bmatrix} 0.275 & 0.500 & 0.225 & 0.000 & 0.000 \\ 0.575 & 0.375 & 0.050 & 0.000 & 0.000 \\ 0.450 & 0.300 & 0.200 & 0.050 & 0.000 \\ 0.325 & 0.300 & 0.250 & 0.100 & 0.025 \end{bmatrix}$$

$$R_{12} = \begin{bmatrix} 0.475 & 0.375 & 0.125 & 0.000 & 0.025 \\ 0.300 & 0.375 & 0.325 & 0.000 & 0.025 \\ 0.225 & 0.575 & 0.200 & 0.000 & 0.000 \\ 0.500 & 0.400 & 0.100 & 0.000 & 0.000 \end{bmatrix}$$

$$R_{13} = \begin{bmatrix} 0.575 & 0.375 & 0.000 & 0.050 & 0.000 \\ 0.100 & 0.400 & 0.325 & 0.125 & 0.050 \\ 0.125 & 0.325 & 0.475 & 0.075 & 0.000 \end{bmatrix}$$

$$R_{14} = [0.200 \quad 0.500 \quad 0.250 \quad 0.025 \quad 0.025]$$

$$R_{15} = [0.025 \quad 0.100 \quad 0.475 \quad 0.325 \quad 0.075]$$

$$R_{21} = [0.100 \quad 0.200 \quad 0.325 \quad 0.350 \quad 0.025]$$

$$R_{22} = [0.050 \quad 0.050 \quad 0.400 \quad 0.375 \quad 0.125]$$

$$R_{23} = [0.025 \quad 0.050 \quad 0.375 \quad 0.300 \quad 0.250]$$

$$R_{24} = \begin{bmatrix} 0.000 & 0.000 & 0.050 & 0.225 & 0.725 \\ 0.000 & 0.025 & 0.125 & 0.475 & 0.375 \\ 0.025 & 0.000 & 0.050 & 0.350 & 0.575 \end{bmatrix}$$

3.1.2 建立模糊综合评判矩阵

根据综合评价结果建立的模糊综合评判矩阵如下:

3.2 进行综合评价

3.2.1 构建三级综合评判

$$C_{11} = a_{11} \times R_{11} = (0.3807 \quad 0.3931 \quad 0.1891 \quad 0.0307 \quad 0.0054)$$

$$C_{12} = a_{12} \times R_{12} = (0.3753 \quad 0.4351 \quad 0.1830 \quad 0.0000 \quad 0.0066)$$

$$C_{13} = a_{13} \times R_{13} = (0.2357 \quad 0.3697 \quad 0.2846 \quad 0.0891 \quad 0.0208)$$

$$C_{14} = a_{14} \times R_{14} = (0.0281 \quad 0.0544 \quad 0.0272 \quad 0.0027 \quad 0.0027)$$

$$C_{15} = a_{15} \times R_{15} = (0.0029 \quad 0.0117 \quad 0.0556 \quad 0.0380 \quad 0.0088)$$

$$C_{21} = a_{21} \times R_{21} = (0.0063 \quad 0.0126 \quad 0.0204 \quad 0.0200 \quad 0.0016)$$

$$C_{22} = a_{22} \times R_{22} = (0.0027 \quad 0.0027 \quad 0.0218 \quad 0.0205 \quad 0.0068)$$

$$C_{23} = a_{23} \times R_{23} = (0.0018 \quad 0.0037 \quad 0.0277 \quad 0.0221 \quad 0.0185)$$

$$C_{24} = a_{24} \times R_{24} = (0.0070 \quad 0.0072 \quad 0.0716 \quad 0.3321 \quad 0.5821)$$

3.2.2 构建二级综合评判

$$C_1 = a_1 \times R_1 = a_1 \times (C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15})^T = (0.2363 \quad 0.2821 \quad 0.1584 \quad 0.0326 \quad 0.0085)$$

$$C_2 = a_2 \times R_2 = a_2 \times (C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{24})^T = (0.0047 \quad 0.0066 \quad 0.0400 \quad 0.1275 \quad 0.2048)$$

3.2.3 构建一级综合评判

$$C = a \times R = a \times (C_1, C_2)^T = (0.1691 \quad 0.2022 \quad 0.1241 \quad 0.0601 \quad 0.0654)$$

3.3 评价结果分析

根据最大隶属度原则,从三级综合评判中可得出福州国家森林公园声景观综合评价结果为较好 IV。从二级综合评判的结果来看,准则层中正面声景观评价为较好 IV,负面声景观评价为很差 I。从一级综合评判的结果来看,准则层中水声景 A₁₁、风声景 A₁₂、动物声景 A₁₃ 和游憩声景 A₁₄ 4 者的评价结果皆为较好 IV,人工声景 A₁₅、风噪声 A₂₂ 和雷噪声 A₂₃ 为一般 III,雨噪声 A₂₁ 为较差 II,人工噪声 A₂₄ 为很差 I。

从评判矩阵来看,隶属于很好 V 的指标为:泉水声 A₁₁₂、缓流声 A₁₁₃、滴水声 A₁₁₄、风吹竹林声

A_{124} 、偶有鸟鸣声 A_{131} ;隶属于较好 IV 的指标为:瀑布声 A_{111} 、风吹针叶林声 A_{122} 、风吹阔叶林声 A_{123} 、百鸟齐鸣声 A_{132} 、脚踩落叶声 A_{141} ;隶属于一般 III 的指标为:广播声 A_{151} 、狂风呼啸声 A_{221} 、近处雷鸣声 A_{231} ;隶属于较差 II 的指标为:暴雨声 A_{211} 、机器运动声 A_{242} ;隶属于很差 I 的指标为:交通噪音 A_{241} 、器械摩擦声 A_{243} 。

很好 V 的因素均为自然声景,且响度不大,欣赏距离比较近。风吹针叶林声 A_{122} 、风吹阔叶林声 A_{123} 、脚踩落叶声 A_{141} 因声源距离远或响度小,有的人注意不到,所以仅评价为较好 IV。瀑布声 A_{111} 、百鸟齐鸣声 A_{132} 、虫鸣声 A_{133} 均因响度较大或嘈杂,所以好评程度低于近似指标。

很差 I 的因素中,交通噪音 A_{241} 与公园自然环境不协调,虽然森林公园植物茂密有一定遮挡作用,但在靠近道路的地方和入口处,交通噪音对公园内声景观的影响还是存在。机器运动声 A_{242} 和器械摩擦声 A_{243} 是森林公园养护中无法避免的声音,但因其响度大或使人感到不适,所以评价为较差 II 和很差 I。狂风呼啸声 A_{221} 、近处雷鸣声 A_{231} 、暴雨声 A_{211} 因恶劣天气下森林公园游人很少,所以评价没有很差。

综合来看,雨和水因素的评价有很好和较差,风因素的评价有很好、较好和一般,与风相比,受调查者对雨和水声音的感知似乎更敏锐。人工因素的评价有一般 II、较差 II 和很差 I,因为人工化的声音与公园内自然环境不搭调,影响休闲和惬意的气氛,所以评价不高。

根据评价结果,为提升森林公园声景观,笔者认为应充分发挥自然声的作用,同时减弱人工声的影响。

4 建议

4.1 合理开发自然声景观资源

森林公园具有丰富的自然声景观资源,合理地开发和利用森林公园声景观资源能够提高园内整体景观质量和游客满意度。通过声景观综合评价体系,评选出水声景、风声景、动物声景为声景观质量较好的因素,在今后对森林公园的开发和建设中,应注重对园中各类水体资源,如瀑布、溪流及滴水的规划设计,形成悦耳动听的水声景;注重景观设施与植物配置,借此营造具备特色的风声景;合理配植引鸟植物和招蜂植物等,形成种类丰富的动物声景。

4.2 调节游憩声景和人工声景

人的游憩活动声既可以增加公园的活力也可能互相干扰,设计公园时要注意声景观分区,动静分开,并通过景观标识系统或者道路引导系统对游人活动进行指引和信息传递,使游人能够各取所需,不致互相打扰。公园内的人工声景主要是公园广播,建议多使用拟自然声,少使用人工化声,保留基本的信息传递功能,去掉冗长的不必要的宣传介绍,还森林公园自然清静。

4.3 利用掩声手法减弱噪声影响

噪声属于令人不悦的声景,掩声手法分为 2 种:1) 采用屏蔽的方法去除或者减弱噪声;2) 用悦耳的声音来淹没噪声^[18]。通过森林公园声景观综合评价体系对负面声景观的评选,认为风噪声、雷噪声、雨噪声景观质量较差,人工噪声景观质量为很差。建议:1) 通过植物搭配的规划设计,配合地形的高低起伏,对噪声进行阻挡和减弱;2) 通过强化水声景和风声景等正面声景观,来弱化负面声景观的影响。

5 结语

声景观作为森林公园中重要的景观资源,亟需被充分认识和正确开发利用。本研究通过定量化评估的方法对森林公园声景观正负影响指标进行评价,能够直观地反映存在的问题,并根据结果提出建议,有助于发挥声景观的正面影响,同时削弱负面影响,为森林公园拓展和丰富景观资源类型,深入和全面地管理景观资源提供了建设性意见,充实了森林公园声景观研究的理论基础。

参考文献:

- [1] 洪昕晨,林洲瑜,张薇,等. 基于应用层次分析法的森林公园叶声景观评价研究[J]. 声学技术,2016,35(2):91-94.
- [2] 孙春红. 城市公园声景的评价与设计[D]. 重庆:西南大学,2008.
- [3] 刘滨谊. 论声景类型及其规划设计手法[J]. 风景园林,2009(1):96-99.
- [4] 徐高福. 千岛湖国家森林公园声景观生态资源探析[J]. 中国林业经济,2015(2):59-62.
- [5] 陈飞平,廖为明. 森林声景观评价指标体系构建的探讨[J]. 林业科学,2012,48(4):56-60.
- [6] 王忠君. 福州国家森林公园生态效益及自然环境旅游适宜性评价研究[D]. 北京:北京林业大学,2004.

(下转第 71 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.012

面向可持续的国有林场森林生态系统管理研究

——以云南省万掌山国有林场为例

潘瑶¹, 苏凯文², 张婉洁¹, 李先泽³

(1. 西南林业大学大湄公河次区域林业发展研究中心, 云南 昆明 650224;
2. 西南林业大学生态旅游学院, 云南 昆明 650224; 3. 万掌山林场, 云南 普洱 665099)

摘要: 可持续森林生态系统管理能够有效地保护、利用森林资源, 更好地实现森林的经济、生态和社会三大效益共同发展, 将是我国国有林场管理的未来发展趋势。以云南省普洱市万掌山林场为例, 采用查阅文献、实地调研以及与相关林业部门座谈交流等方法, 分析国有林场所面临的经营目标单一, 人才与技术匮乏, 财政支持薄弱等共同困难, 提出以森林资源培育与保护、生物多样性保护、林业与社区发展、能力建设为目标的管理等国有林场森林资源管理转型建议。

关键词: 森林生态系统管理; 国有林场; 可持续发展; 生态服务功能; 万掌山国有林场

中图分类号: S718.55; S750 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2016)06-0064-04

Sustainable Forest Ecosystem Management of State Forest Farm:

——A Case study of Wanzhangshan Forest Farm

PAN Yao¹, SU Kaiwen², ZHANG Wanjie¹, LI Xianze³

(1. Research Centre for GMS Forestry Development/Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;
2. College of Eco-tourism/Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;
3. Wanzhangshan Forest Farm of Pu'er City, Pu'er, Yunnan 665099, China)

Abstract: Sustainable forest ecosystem management effectively protect and utilize forest resource, thereby to achieve a “win-win” goal in the economic, ecological and social aspects, and will be a development trend for the state owned forest farm. By taking Wanzhangshan Forest Farm as a case study, through literature review and field observation, this paper analyzed existing problems e. g. lack of operation target, deficient talents and technology, week financial support. Therefore, the paper put forward some suggestions e. g. forest resource cultivation and protection, biodiversity protection, forestry and community development, capacity building etc.

Key words: forest ecosystem management; state owned forest farm; sustainable development; ecological service; Wanzhangshan state-owned forest farm

森林资源是人类赖以生存的物质基础, 在人类社会、经济、文化发展中起到了无可代替的作

收稿日期: 2016-10-24; 修回日期: 2016-11-30.

基金项目: 国家林业局亚太森林网络管理中心 (APFNet) 资助“大湄公河次区域森林生态系统综合管理与规划预研项目” (No. 09920/214229).

作者简介: 潘瑶 (1989-), 女, 云南昆明人, 助教, 硕士. 从事环境科学研究. Email: panyao198910@hotmail.com

通信作者: 李先泽 (1980-), 男, 云南普洱人, 工程师. Email: smlxz529@163.com

用^[1,2]。我国国有林场拥有丰富的森林资源,占森林总面积的1/5,我国约有4 500个国有林场,分布于全国31个省(自治区、直辖市)的1 600多个县(市、旗、区),经营面积约5 700万 hm^2 ^[3],具有较为丰富的森林资源和完善的森林生态服务功能,不仅是我国生态安全的一道重要的屏障,也是森林资源储蓄、生产基地和当地生计发展的重要物质基础^[4,5]。

改革开放以来,随着社会经济发展和群众环保意识增强,我国国有林场森林管理与经营经历了一系列的变革。最初林场管理理念主要以木材生产为主,大量地砍伐森林,之后尽管建立了林业法治来防止森林资源进一步破坏,但因需维持自身发展和完成木材采伐任务,无法有效地减少对森林资源的采伐^[4];1998年以来,随着天然林保护、退耕还林等国家重点工程的实施,管理理念开始转为以森林生态保护为主,这就有益于森林资源的有效保护。因此,如何有效地管理森林,可持续地保护与利用森林资源,以实现经济、生态和社会三大效益,是未来几十年人类需要探讨的课题^[4,6]。然而森林生态系统的管理是对森林可持续经营的一种以科学理论为基础的管理方式,大多数文献资料是基于理论方面的研究,却极少地真正运用到实践研究中。本文以云南省普洱市万掌山林场为例,分析我国国有林场所面临的普遍困难,提出以面向可持续的森林生态系统管理为发展方向的管理模式,从而提出国有林场森林资源管理转型的建议。

1 概况

万掌山林场地处云南省普洱市思茅区腹地,思茅区位于澜沧江中下游、中国西南边陲、云南省南部、普洱市中南部、思茅区腹地,位于北回归线以南,地理位置为北纬 $22^{\circ}27' \sim 23^{\circ}06'$,东经 $100^{\circ}19' \sim 101^{\circ}27'$,东接江城县,西连澜沧县和景谷县,南邻西双版纳州,北临宁洱县^[7]。该地区属热带季风气候,立体气候十分明显,有北热带、南亚热带、中亚热带和北亚热带4种不同的气候类型,年均温 17.8°C ,年均降雨量 $1\,524.4\text{ mm}$,无霜期约318 d,具有低纬、高温、多雨、湿润、静风等特征^[7]。

万掌山林场由思茅区人民政府于2001年成立,是自收自支、自负盈亏的国有企业。林场占地面积为 $1.95\text{ 万}\text{ hm}^2$,其中自营林区 $1.05\text{ 万}\text{ hm}^2$ (生态公益林 $4\,777\text{ hm}^2$ 、商品林 $5\,866\text{ hm}^2$)、政府委托代管

林区 $9\,000\text{ hm}^2$ (均为商品林),林场下设24个管护站点,对所辖林区进行全面管护。林场现有在职职工48人,其中大中专毕业生39人,47人具备专业技术职称。林场的主要经营范围包括森林管理、种苗培育、园林花卉栽培、城镇绿化、林果种植和林业技术服务,原木、锯材、木片、剩余物等制造与利用等。2001年至今,万掌山林场工作侧重于对中低产林改造和荒山造林项目的实施,认真贯彻“以选为主,选、引、育、繁相结合”的良种工作方针。截至2015年,营造人工林 $4\,000\text{ hm}^2$,800多万株,造林项目当年成活率均在96%以上,3年保存率均在86%以上,基本实现管辖林区内无宜林荒山和空白林地,为普洱市绿色生态文明建设做出了一定贡献。

2 研究方法

通过查阅近年来的国内有关国有林场管理和森林生态系统综合管理的学术文献,结合云南省万掌山林场的实际调研情况,对当地林业部门、地方林业研究所、万掌山林场管理人员进行访谈,对国有林场管理与经营进行分析和研究。

3 森林生态系统管理存在的问题

在过去的10多年里,万掌山林场生产经营规范有序,实行科学管理,在管辖区域内森林资源有较大幅度的增长,林分质量明显提高,日常巡护工作有效地保障了林区安全,近10年内无毁林开垦和林权纠纷现象、无重大森林火灾事故,与周边林农关系保持良好。然而,林场在森林资源管理方面上面临着一些挑战,局限了林场未来发展,亟待有效结合可持续森林生态系统管理的理念,推进林场森林资源经营与管理模式的转型。

3.1 单一单向目标经营机制

万掌山林场是自收自支、自负盈亏的国有企业,因受国家林业政策和市场的影响,在林场管辖范围内的天然林区,龄级分布失衡,幼林居多,成、过熟林的比例较低;除天然林外,主要以种植思茅松(*Pinus kesiya*)和西南桦(*Betula alnoides*)人工纯林为主,木材销售和思茅松采脂成为林场的主要经济来源。这种单一单向目标经营机制,导致万掌山林场人工林区内林木种植密度过大,林分结构单一,易遭受森林病虫害的侵害,不益于整个林区生态的完整性^[8]。

3.2 人才与技术的匮乏

缺乏林业专业技术与人才是目前国有林场管理

中所面临的困难。在云南省普洱市共有 4 个国有林场,分别是西盟林场,孟连林场,景谷林场和万掌山林场,前 3 个国有林场在职工均不到 5 人,而万掌山林场运行机制和人员配置较为完善,但人力资源依然不足。此外,林场管理人员的平均素质较低,学历水平低,专业技术有待提高,市场经济意识不强,管理手段、方式缺少创新性和主动性^[9,10]。加强对该林场在职员工的林业管理和技术培训,如人力资源管理、林木种植与培育、林业资源产业开发等培训课程,是提高自身专业人才能力与技术的一种有效途径。

3.3 政策“一刀切”和财政支持的缺乏

目前,我国国有林场面临着政策“一刀切”和薄弱的财政支持等困难,这极大地限制了国有林场经营范围,不利于有效开展日常管理工作。比如,因我国实行了森林采伐限额制度,林地使用划分,生态公益林比例较大,加之国家政策调整,“十三五”规划云南省全面禁止天然林商业性采伐,普洱市天然林商业性采伐指标为零,不能再实施更新造林活动,万掌山林场可用森林资源减少,收益明显减少,而国家政府给予生态公益林资金补贴微薄(补偿费 75 元/hm²·a),林场其它项目投资资金有限,无法维持林场日常管理工作。许多国有林场基础设施使用年限较长,严重破损(如管护站),林场管辖区域内道路交通条件差,在一定程度上限制了林场监护范围,加之又因林场资金来源少且单一,这也是基础设施更新滞后的一项重要原因。

4 万掌山林场森林资源管理的转型

万掌山林场地处思茅区腹地,且处于澜沧江中下游,对提升澜沧江——湄公河流域森林生态系统的服务功能、保障当地森林生产力和社会经济水平有着不可忽略的作用。因此,随着林业体制改革的开展,万掌山林场需要从单一单向目标经营机制和薄弱的专业技术与人才资源,逐步转变为多目标的可持续森林生态系统管理,通过森林保护与培育、林木种苗、园林绿化、林业技术服务和森林生态旅游等多元化手段,不仅能够有效保护和利用森林资源,且增加自身财政收入,扩大经营范围,提高专业人才管理水平。另一方面,国家、地方政府能给予一定政策倾斜和财政,这将更好地推进国有林场森林资源管理的转型。

4.1 森林资源培育与保护为目标的管理

国有林场可以通过对天然林、水源涵养林和部

分商品林进行森林抚育、封山育林等管理方式提高林分质量,从而达到以森林资源培育与管理为目标的管理模式。1)天然林和水源涵养林占万掌山林场总面积的 24.5%,对天然林和水源涵养林实施一定年限的封山育林措施(5 年),采用半封方式,除了植树造林外其它活动一律禁止实施,与此同时,严格进行日常巡护工作;2)对于部分商品林,由于思茅松(*Pinus kesiya*)和西南桦(*Betula alnoides*)林间密度过大,导致阔叶树种长势不良,可根据实地调查编制作业设计,采取透光抚育或生长抚育,按照“伐劣留优、照顾间距”原则,间伐强度以伐除总株数不超过林分株数的 30% 为宜,伐后保留郁闭度不低于 0.6。3)采用留阔抚育技术,注意保留林内阔叶树种的幼树和萌生植株,使林分形成自然的针阔混交林,且保留高级级林木作为物种的更新种源,为野生动物和微生物提供重要的栖息地。

4.2 生物多样性保护为目标的管理

万掌山林场可因地制宜地发展生态旅游,实现生物多样性保护为目标的管理。例如,在已有的植物园内扩建乡土特色树种培植园,主要培植本土濒危、珍贵或适销对路的树种,收集栽培如榉木(*Zelkova serrata*)、千果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)、冬樱花(*Cerasus cerasoides*)、白花羊蹄甲(*Bauhinia acuminata*)、粉花山扁豆(*Cassia nodosa*)等乡土树种,并利用沟两侧茂密的阔叶树种林分和背阴潮湿的小气候环境,建立以收集、保护、培育、科研、科普于一体的兰科植物种质资源收集园。通过生态旅游产业,不仅能够增加林场收入,有效保护生物多样性,而且能够提高当地及周边居民对生态文明建设重要性的认识。

4.3 林业与社区发展为目标的管理

万掌山林场管辖区域涉及思茅区 3 镇 2 乡 9 个村民委员会,共 2 000 多户当地居民,周边林农对林场可持续的管理及经营起到了重要的作用。在引导当地居民平等意愿合作的前提下,与当地居民沟通协调,在居民和林场平等共赢的前提下,共同建设林下标准化种养殖、思茅松规范化采脂和次生林综合经营管理等项目,采用混农林生产经营模式,增加林场和居民收入,增强居民对森林生态系统的保护意识,从而有效减少以往的乱砍滥伐、森林火灾、乱捕滥猎野生动物、侵占林地等破坏森林资源行为的发生。

4.4 能力建设为目标的管理

由于国有林场普遍存在林场技术人员专业与管

理水平偏低,林场管辖区内社区居民森林保护意识不高,需要针对不同的目标群体进行定期技术指导和培训,从而加强以能力建设为目标的管理模式。

1)对于林场技术人员的培训,应针对管理、市场、遥感和地理信息系统技术等先进实用技术进行培训,完善林场森林资源基底数据库,提高自身管理和实践应用水平;2)加强周边林农的能力建设,提高他们的森林保护意识,如林场采脂社区居民多以盈利为主,在林场思茅松采脂时,由于剖面过大,采脂工具落后,对思茅松造成严重破坏,因此应及时地对当地社区居民进行采脂技术、采脂规程等培训,提高他们的科学认识水平,按照国家采脂规程科学规范地进行采脂,既保障家庭收入,又保证林木的可持续利用,以这样的采脂模式带动周边林农和社会团体效仿。

5 结语

万掌山林场面临着缺乏人才与技术的支撑,管理与经营目标较为单一,政策倾斜不够,较为薄弱的财政支持等诸多问题,这些也是我国国有林场管理中所面临的普遍问题。如何将“荒山”变为“青山”,再变为“金山银山”,关键在于国有林场如何制定和发展以多目标的可持续森林生态系统综合管理,这不仅有效地保护、利用、管理了林场森林资源,同时也加强了对民众的宣传和教育,提高当地居民对森林生态系统的科学认知水平,逐步带动周边林农共

同发展,并在更广阔的景观尺度上,发挥着国有林场森林生态系统的各项生态服务功能,确保国家生态文明建设,促进区域绿色经济发展。

参考文献:

- [1] 刘代汉,黄寿昌,郑小贤. 国有林场森林资源可持续经营趋势研究[J]. 林业资源管理, 2004(6):26-30.
- [2] 马金山. 当前加强国有林场管理的若干思考[J]. 北京农业, 2015(24):112-113.
- [3] 田明华,王自力,李红勋. 试论我国国有林场体制改革[J]. 北京林业大学学报(社科版), 2008(7):54-59.
- [4] 刘世荣,代力民,温远光,等. 面向生态系统服务的森林生态系统经营:现状、挑战与展望[J]. 生态学报, 2015, 35(1):1-9.
- [5] 王玉芳,张艳清,王梓铭. 我国森林资源储备的现状及其开源和节流对策[J]. 农业现代化研究, 2011(32):161-165.
- [6] 王兵,李少宁,白秀兰,等. 森林生态系统管理的发展回顾与展望[J]. 世界林业研究, 2002, 15(4):1-6.
- [7] 欧光龙,肖义发,王俊峰,等. 思茅松天然林树冠结构模型[J]. 生态学报, 2014, 34(7):1663-1671.
- [8] 黄冬如,涂琦芳,廖柱,等. 国有林场森林资源可持续经营探讨[J]. 绿色科技, 2011(6):106-107.
- [9] 魏胜强. 当下国有林场管理的问题与应对措施研究[J]. 北京农业, 2015(15):53.
- [10] 刘洪仁. 基于国有林场改革发展的问题分析[J]. 经营体制改革, 2013(9):19,21.

(上接第52页)

参考文献:

- [1] 郑西平. 北京城市道路绿化现状及发展趋势的探讨[J]. 中国园林, 2001(1):43-45.
- [2] 胡可信,郭振华,曾光明,等. 城市道路绿化质量对土壤侵蚀量与大气颗粒物污染的影响[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2006, 33(4):106-110.
- [3] 张力. 城市景观中的道路绿化设计研究——以江南部分城市为例[J]. 杭州师范大学学报(社会科学版), 2011, 33(5):123-128.
- [4] 张庆费,夏楠. 上海城区主要交通绿带木本植物多样性分析[J]. 中国园林, 2002, 18(1):72-74.
- [5] 陈志阳,姚先铭,田小梅. 基于植物多样性的衡阳市道路绿化研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(17):141-144.
- [6] 杨琴军,苏洪明,夏欣,等. 基于植物多样性的武汉市道路绿化研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2007, 31(4):98-102.
- [7] 横店[EB/OL]. <http://wapbaike.baidu.com/item>.
- [8] 横店列36个试点镇之首[EB/OL]. <http://www.dynews.zj.cn>.
- [9] 杨淑秋,李炳发. 道路系统绿化美化[M]. 北京:中国林业出版社, 2003:1-276.
- [10] 王冠. 南京市道路绿化树种筛选及配置模式研究[D]. 南京:南京林业大学, 2010:63-64.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.013

武汉市不同树种吸附 PM_{2.5} 能力研究

鲁君悦

(华中农业大学,湖北 武汉 430000)

摘要:以武汉市常见绿化树种侧柏、雪松、水杉、竹子、洒金桃叶珊瑚、广玉兰、无患子为研究对象,应用气溶胶再发生器检测植物叶片 PM_{2.5} 吸附量,再进行定量分析,并通过电镜观测分析植物叶表面的形态结构特征。结果表明:不同树种叶片对 PM_{2.5} 的吸附能力存在显著差异,基本表现为针叶树种高于阔叶树种;不同树种叶表面形态结构特征对叶片吸附 PM_{2.5} 的能力有显著影响;叶表面存在气孔、细密沟状等组织有利于叶片吸附 PM_{2.5};叶片表面平滑,凹凸起伏程度较小不利于叶片吸附 PM_{2.5}。

关键词:PM_{2.5} 吸附量;叶表面形态结构特征;气孔密度;针叶树种;阔叶树种

中图分类号:S718.519;S79 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0068-04

PM_{2.5} Adsorption Capacity of Different Tree Species in Wuhan City

LU Junyue

(Huazhong Agricultural University, Wuhan 430000, China)

Abstract: This paper took common greening tree species in Wuhan city such as the *Arborvitae*, cedar, and *Metasequoia glyptostroboides*, Bamboo, *Aucuba Japonica*, *Magnolia*, and *Sapindus* as study objects. By applying aerosol generator, this paper quantitatively analyzed PM_{2.5} adsorption of leaves, and also observed the leaf surface morphological structure characteristics through the electron microscopy. Results showed that: PM_{2.5} adsorption of different tree species were various, in general, PM_{2.5} adsorption capacity of coniferous species was higher than that of broad-leaf species. The effect of leaf surface morphology characteristics on blade adsorption ability of PM_{2.5} was significance. Leaves with stoma or groove had stronger PM_{2.5} adsorption capacity, whereas PM_{2.5} adsorption capacity of smooth leaves was weaker. The level of concave-convex was smaller; the PM_{2.5} adsorption capacity was lower.

Key words: PM_{2.5} adsorption capacity; leaf surface morphology; structural feature; stomata density; coniferous species; broad-leaf species

当今社会已进入高速发展的模式,随着城市化进程和工业化的迅猛发展,我国频繁出现雾霾天气,城市空气污染日益严重,环境问题已经成为不容忽视的问题,严重威胁到人类的生存。大气颗粒物成为了城市空气环境污染的首要污染物。因此,采取

有效措施防治 PM_{2.5} 污染已变得至关重要。除了降低污染和减少排放量外,利用绿化植物对大气颗粒物的吸附作用也是降低大气污染的一种有效手段^[1,2]。植被的吸附作用可以降低大气颗粒物浓度,优化大气环境,提高城市空气质量^[3-5]。植被对

收稿日期:2016-11-07.

作者简介:鲁君悦(1997-),女,北京人,本科生. 主要研究方向:园林设计.

空气的净化主要通过阻挡和吸附大气颗粒物、降低风速等方式将空气污染物滞留在植物枝干、叶片等表面^[6]。尽管植物滞尘方面已取得了一定成果,但对南方武汉地区进行树种滞尘能力的对比研究稀少。因此,以武汉市华中农业大学为研究地,开展树种吸滞 PM_{2.5} 颗粒物能力的研究,并利用环境扫描电镜对叶片表面进行微形态观测,探究各树种 PM_{2.5} 吸附能力差异以及与叶表面形态特征关系,为城市不同区域的绿化树种选择与配置提供科学指导意见。

1 研究地概况

以华中农业大学为代表研究地。华中农业大学坐落于湖北省武汉市。武汉地理位置正处于江汉平原东部,地处我国东南季风气候区,属亚热带湿润季风气候,四季分明,雨量充沛,夏热冬冷,无霜期长。校园占地面积 495 hm² (7 425 亩),三面环湖,风景秀丽,环境幽雅,建筑楼群鳞次栉比,自然园林风貌引人入胜。校园内植被覆盖率非常高,主要乔木树种有樟树(*Cinnamomum camphora*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)、雪松(*Cedrus deodara*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、悬铃木(*Platanus acerifolia*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、无患子(*Sapindus mukurossi*)、复羽叶栾树(*Koelreuteria bipinnata*),主要灌木有大叶黄杨(*Buxus megistophylla*)、石楠(*Photinia serulata Lindl*)、海桐(*Erythrina variegata Linn*)、十大功劳(*Mahonia confusa Sprague*)。

2 研究方法

2.1 树种选择

选择比较常见且林龄相仿、生长环境相似的树种,共计 7 种。针叶树种:柏树、雪松、水杉;阔叶树种:竹子、洒金桃叶珊瑚、广玉兰、无患子。

2.2 叶片采集

实验时间为 2016 年 7—8 月。在采集树叶之前先用清水清洗植株,以月为单位,在清洗完 1 个月之后(期间如遇降水,则在降水 7 d 后进行采集)每个树种分别选择 3 株样树(林龄相近)采样,在树冠的上、中、下部位及东、南、西、北 4 个方向对叶片进行采集,并将采集的叶片封存于纸质采集袋(无静电)中带回实验室处理。

2.3 单位叶面积 PM_{2.5} 吸附量测定

叶片的 PM_{2.5} 吸滞量应用气溶胶再发生器

(QRJZFSQ—1)^[6]获得。气溶胶再发生器是中国林业科学研究院研发用来测定植物叶片 PM_{2.5} 数值的仪器,通过风蚀原理,将待测树种叶片放入气溶胶再发生器的料盒,通过搅动、吹风、去静电等处理,气溶胶再发生器将叶片上的颗粒物吹起,制成气溶胶,再结合 Dustmate 手持 PM_{2.5} 监测仪获取制成气溶胶中 PM_{2.5} 的质量浓度,进而推算出叶片上 PM_{2.5} 的吸附量,每个树种进行 3 次重复;再利用叶面积扫描仪和叶面积软件计算放入料盒中所有叶片的叶面积(S /m²),由公式计算单位叶面积 PM_{2.5} 吸附量(M/ug · m⁻²),公式为:

$$m = m1/S$$

式中:m 为单位叶面积 PM_{2.5} 吸附量(ug/m²),m1 为放入气溶胶再发生器叶片的 PM_{2.5} 吸附量(ug),S 为放入气溶胶再发生器料盒中所有叶片的叶面积(m²)。

2.4 叶表面观测

选取部分保存相对理想的叶片,立即封存于塑料纸内防止挤压与损坏;在叶脉两侧的中部将新鲜叶片切成边长约 5 mm 的小立方块,立即用 2.5% (体积分数)戊二醛溶液进行固定;用磷酸缓冲溶液冲洗 3 次;用梯度乙醇脱水,分为 70%、80%、90%、95% 和 100% 5 个梯度;样品经过喷金处理后,采用 FEI Quanta-200 环境扫描电子显微镜(荷兰,FEI 公司)观察叶片的表面,选择适合的比例进行拍摄。

3 结果与分析

3.1 不同树种叶片 PM_{2.5} 吸附量差异

不同树种叶片单位面积 PM_{2.5} 的吸附量有显著差异(图 1),可以明显看出,华中农业大学内各树种叶片单位面积 PM_{2.5} 吸附量总体上针叶树种显

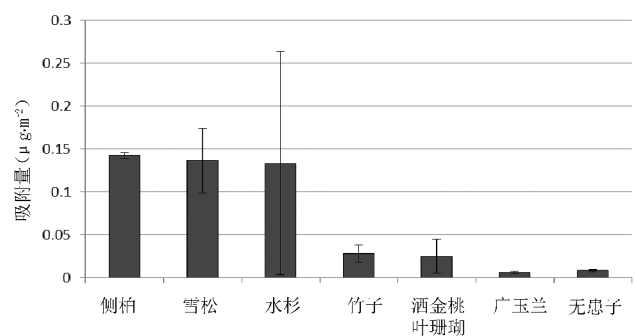
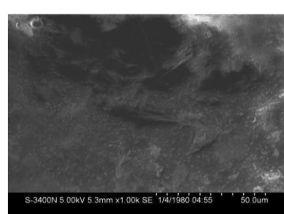
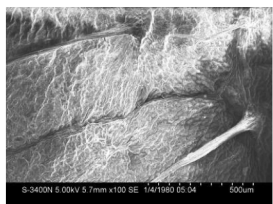


图 1 华中农业大学不同树种叶片单位面积 PM_{2.5} 的吸附量

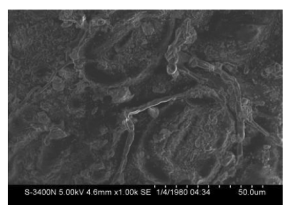
Fig. 1 Different tree leaf PM_{2.5} adsorption amount at per unit area in Huazhong Agricultural University,



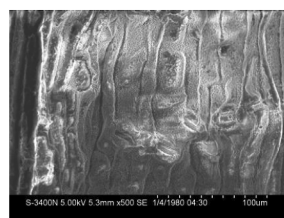
广玉兰



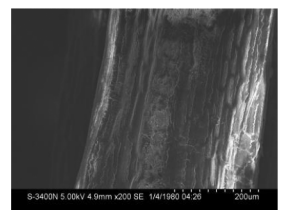
洒金桃叶珊瑚



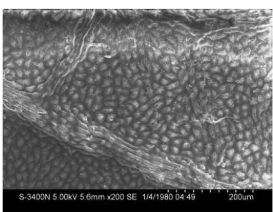
侧柏



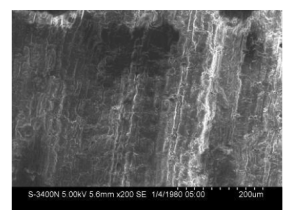
水杉



雪松



无患子



竹子

图 2 不同树种电镜扫描图

Fig. 2 Electron microscope scan of different tree species

著高于阔叶树种,其排序为侧柏(0.14 ug/m²)>雪松(0.136 ug/m²)>水杉(0.133 ug/m²)>竹子(0.028 ug/m²)>洒金桃叶珊瑚(0.025 ug/m²)>无患子(0.0087 ug/m²)>广玉兰(0.006 ug/m²),吸附量最大的侧柏是吸附量最小的广玉兰的 23.5 倍。

3.2 不同树种叶表面形态结构特征

在不同放大倍数扫描电镜下各树种叶片的形态结构特征如图 2 所示。侧柏叶片凹凸不平,条理分布不整齐,存在大量带状突起和沟状凹陷,气孔呈扁长形密集分布,周围有不规则突起,开度较小。雪松叶表面存在大量平行排列的沟槽,但纹理结构整齐清晰,整体上看不到气孔,粗糙度比侧柏叶片低。水杉叶表面存在着密集的气孔,气孔为椭圆形,且分布状况参差不齐,气孔周围存在大量褶皱与非常密集的小突起,但突起的表面轮廓高度较小。竹子叶片呈条带状,条纹细小且密集,纹理清晰可见,同时存在大量褶皱,凹陷度起伏较小,整体上看不到气孔。洒金桃叶珊瑚叶片表面有细小的叶脉,表面也有许多沟壑,褶皱程度较小,突起相对侧柏要少得多,粗糙度较小,整体看不到气孔。广玉兰叶片相对最为光滑,十分平整,无显著突起特征,也不存在明显的条理或沟壑,整体上看不到气孔。无患子叶片表面整体呈网格状,细胞排列紧密,存在着许多小室,小室内存在着较多条带状褶皱,整体上看不到气孔。

4 讨论与结论

4.1 叶片吸附 PM2.5 能力与其叶表面特征关系

叶片是植被吸附大气颗粒物的主要载体,因此植物吸附空气颗粒物能力的重要影响因素是植被叶片的表面特征^[8]。通过研究不同树种的叶片吸附能力和叶片表面特征可以看出:沟壑纵横,褶皱存在密集,突起凹陷数量较多的叶片吸附 PM2.5 的能力较强;树叶表面特征相对平滑,沟壑褶皱存在较少,凹陷程度较小的叶片吸附 PM2.5 的能力较弱。如针叶树种侧柏、雪松、水杉单位面积 PM2.5 的吸附量明显高于阔叶树种竹子、洒金桃叶珊瑚、广玉兰和无患子。较多针叶树种存在密集的气孔,如水杉气孔密集,吸附 PM2.5 的能力强;阔叶树种整体上观测不到气孔,如广玉兰气孔稀疏,吸附 PM2.5 能力极弱。所以,叶片气孔越密集,PM2.5 吸附量越大,这和其他研究者结论一致;刘璐等^[8]研究表明,叶片表面的气孔密度越大,吸附能力就越强;叶片表面粗糙、多绒毛、具沟状组织和分泌液的树种单位面积吸附粉尘的能力强,叶片表面光滑、细胞排列整齐

的滞尘能力相对较弱^[9]。

4.2 结论

武汉市不同树种叶片单位面积PM_{2.5}吸附量有显著差异,其中侧柏、雪松等针叶树种的吸附量较大,广玉兰、无患子等阔叶树种吸附量较小。不同树种叶表面形态结构特征对叶片吸附PM_{2.5}能力影响显著。叶片表面存在大量气孔、突起凹陷程度较大,沟壑褶皱存在较多,均有利于植物叶片对PM_{2.5}的吸附。叶片表面特征相对平滑,沟壑褶皱存在较少,凹陷程度较小,不利于叶片对PM_{2.5}的滞留。因此,在武汉市的绿化建设中应合理配置针阔叶树种,以营造更优良的大气环境。

参考文献:

- [1] BECKETT KP, FREER-SMITH PH, TAYLOR G. Urban woodlands: Their role in reducing the effects of particulate pollution [M]. Environ Pollut, 1998, 99: 347-360.
- [2] 陈自新, 苏雪痕, 刘少宗. Study of ecological effect of urban green space in Beijing [J]. 中国园林, 1998, 14(6): 53-56.
- [3] PAOLETTI E, BARDELLI T, GIOVANNINI G, et al. Air quality impact of an urban park over time [J]. Procedia Environmental Sciences, 2011, 4: 10-16.
- [4] 苏泳娴, 黄光庆, 陈修, 等. 城市绿地的生态环境效应研究进展 [J]. 生态学报, 2011, 23(31): 7287-7300.
- [5] TALLIS M, TAYLOR G, SINNETT D, et al. Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments [J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 103: 129-138.
- [6] 张维康, 王兵, 牛香. 北京不同污染地区园林植物对空气颗粒物的滞尘能力 [J]. 环境科学, 2015, 36(7): 2381-2388.
- [7] 陈雪华. 5个榕树品种叶表面微形态结构与滞尘能力比较 [J]. 南方农业学报, 2011, 42(10): 1245-1247.
- [8] 刘璐, 管东生, 陈永勤. Morphological structure of leaves and dust-retaining capability of common street trees in Guangzhou Municipality [J]. Acta Ecologica Sinica (生态学报), 2013, 33(8): 2604-2614.
- [9] 柴一新, 祝宁, 韩焕金. Dust removal effect of urban tree species in Har-bin [J]. Chinese Journal of Applied Ecology (应用生态学报), 2002, 13(9): 1121-1126.
- [7] 吴子剑. 旅游活动对城市森林公园生态环境的影响 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2012.
- [8] 邓荣根. 森林声景观品质分析 [D]. 南昌: 江西农业大学, 2012.
- [9] 吴丽华, 廖为明. 森林公园声景观资源调查分析——以江西三爪仑国家森林公园为例 [J]. 安徽农业科学, 2010(6): 3241-3242, 3248.
- [10] 蔡学林, 廖为明, 张天海, 等. 森林声景观类型的划分与评价初探 [J]. 江西农业大学学报, 2010(6): 1195-1201.
- [11] 吴丽华, 廖为明. 森林声景观保健功能的初步分析 [J]. 江西林业科技, 2009(4): 31-32.
- [12] WU L. H., LIAO W. M. Investigation and Analysis of Soundscape Resources in Sanzhuolan National Forest Park of Jiangxi Province [J]. Journal of Landscape Research, 2009, 12: 87-90.
- [13] 洪昕晨, 兰思仁. 城郊型森林公园声景观资源探讨——以仙人谷国家森林公园为例 [J]. 武夷学院学报, 2015(8): 21-23.
- [14] 洪昕晨, 林洲瑜, 朱里莹, 等. 城郊型森林公园声环境影响评价指标筛选研究 [J]. 林业资源管理, 2016(2): 116-120.
- [15] 郑秋露, 廖景平. 基于层次分析法的园林景观评价——以华南植物园龙洞琪林为例 [J]. 西北林学院学报, 2013, 28(6): 210-216.
- [16] 吴承照, 曹霞. 景观资源量化评价的主要方法(模型)——综述及比较 [J]. 旅游科学, 2005, 19(1): 32-39.
- [17] 曾五一, 黄炳艺. 调查问卷的可信度和有效度分析 [J]. 统计与信息论坛, 2005, 20(6): 11-15.
- [18] 何守森. 儿童早期家庭养育环境量表编制及其信度效度研究 [D]. 济南: 山东大学, 2008.
- [19] 刘滨谊, 陈丹. 论声景类型及其规划设计手法 [J]. 风景园林, 2009(1): 96-99.

(上接第63页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.014

浙江省 2014 年新版二类调查规程修订分析

季碧勇,陶吉兴,张国江,徐达,王文武,吴伟志
(浙江省森林资源监测中心,浙江 杭州 310020)

摘要:浙江省上一版二类调查规程于 2004 年发布实施,为适应新形势下生态文明建设、林地变更调查和森林资源一体化监测需要,有必要对原规程进行修订。在分析新一轮二类调查所需要解决的问题基础上,对二类调查技术规程进行了重新设计和修订,对技术规程修订主要内容及变化情况进行了阐述分析。根据近 2 年实践情况,对落实技术规程要求、提高调查质量提出了建议。

关键词:森林资源;规划设计调查(二类调查);规程修订;林地变更调查;一体化监测;浙江省

中图分类号:S759.27 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0072-05

Revision of 2014 New Edition Technical Regulations on Forest Resource Planning and Inventory in Zhejiang Province

Ji Biyong, TAO JiXing, ZHANG Guojiang, XU Da, WANG Wenwu, WU Weizhi
(Forest Resource Monitoring Center of Zhejiang Province, Hangzhou 310020, China)

Abstract: The previous version of technical regulations on forest resource planning and inventory was issued and implied in 2004, in order to meet the needs of the ecological civilization construction, the forest land updating investigation and the forest resources integration monitor under the new situation, it is necessary to revise the original regulations. Based on the analysis of the problems that need to be solved in a new round, this paper made a new design and revision, and also elaborated the main contents and changes of technical regulations. Therefore, the paper put forward suggestions to improve the quality of investigation according to the practice of the past two years.

Key words: forest management; planning and inventory (two types of investigation); technical regulations revision; forest land updating investigation; integration monitor; Zhejiang Province

森林资源规划设计调查(以下简称“二类调查”),是以县级行政区域或森林经营管理单位为调查总体,把森林资源落实到山头地块的一种森林资源清查方法,其目的是查清、查实森林资源本底,掌握森林资源消长变化规律^[1]。按照国家有关要求,二类调查一般每 10 年调查一次。

为规范二类调查技术标准、操作流程和成果要求,2003 年国家林业局发布实施了《森林资源规划

设计调查主要技术规定》^[2](林资发[2003]61 号)。2011 年,国家有关部门发布了《森林资源规划设计调查技术规程》(GB/T26424—2010)。2014 年国家林业局对《国家森林资源连续清查技术规定(2004)》进行了修订,发布了《国家森林资源连续清查技术规定(2014)》(办资字[2014]42 号)。随着生态文明建设深入推进和林业发展形势变化,二类调查也必须与时俱进,与国家连清规程等技术标准

收稿日期:2016-11-15.

基金项目:国家林业局“全国森林资源年度监测试点”项目(资调函[2014]53 号).

作者简介:季碧勇(1978-),男,硕士,高级工程师.研究方向:森林资源监测. Email:39278008@qq.com

进行衔接,因此,有必要对原有二类调查技术规程作出修订。

浙江省上一版二类调查技术规程于2004年发布实施^[3,4],距上一次部署开展二类调查已有10年时间,迫切需要开展新一轮二类调查,全面更新森林资源家底数据。因此,2014年5月,浙江省林业厅下发了《关于开展全省林地变更调查和新一轮森林资源二类调查工作的通知》(浙林资[2014]35号)文件,部署开展全省新一轮二类调查工作。在总结以往工作基础上^[5-7],浙江省林业厅组织技术力量开展了二类调查规程修订工作,并于同年11月下发了《浙江省森林资源规划设计调查技术操作细则(2014年版)》(浙林办资35号)。2015年和2016年,各地根据颁发的新技术规程,陆续开展了二类调查工作。本文根据规程修订和调查实践情况进行回顾总结,分析新一轮二类调查所需要解决的问题,阐述分析新版技术规程主要修订内容,提出做好二类调查工作,提高调查质量的具体建议,供同行参考。

1 工作背景

1.1 生态文明建设

2012年党的十八大报告首次单篇论述生态文明,把“生态文明”列入“五位一体”的现代化建设总体布局。随着生态文明建设深入推进,生态建设实绩成为考核评价的重要内容。2016年,国家《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》把森林覆盖率和森林蓄积量作为国家“十三五”时期经济社会发展的约束性指标。在生态文明建设和生态考核方面,浙江省委组织部将“森林质量评价”纳入考核指标,对区市党政领导干部进行实绩考核;省政府将“森林覆盖率及年度水平变化程度”等3个指标纳入对淳安等26个县发展实绩考核体系。

1.2 林地变更调查

林地变更调查是在森林资源二类调查、林地“一张图”的基础上,开展林地范围、林地保护利用以及林地管理属性等变化情况的调查分析。林地年度变更调查具有基础性、现势性、时效性特点,是提高林地监管能力,深化省和地方政府宏观决策管理的重要基础和支撑。根据国家林业局要求,从2017年起将开展常态化的林地年度变更调查工作。

县级新一轮森林资源二类调查数据,将为全面修正完善林地“一张图”数据提供本底基础,将作为今后持续开展林地年度变更调查的基础数据库。因此,开展新一轮森林资源二类调查,在此基础上建立

和完善林地“一张图”,是林地管理和森林资源管理的迫切需要,对于推进现代林业发展具有战略性意义。

1.3 森林资源一体化监测

为满足森林资源信息需求,国家提出了森林资源一体化监测思路^[8]。2015年10月,经省政府同意,浙江省林业厅向各市、县(市、区)人民政府发布《关于切实加强森林资源一体化监测年度出数工作的函》(浙林资函[2015]26号)^[9],根据浙江一体化监测要求,基础年和监测年的工作任务不同。二类调查是10年开展一次基础年调查,应进行全面系统地实地调查,建立新的森林资源家底数据;在各个监测年,以基础年小班为基本变更单元,采用复查更新、档案更新、模型更新、遥感判读验证等方式,进行小班数据逐年更新和逐级汇总,形成新的森林资源年度监测数据。作为一体化监测基础年的二类调查,对于未来一体化监测体系的顺利运行,确保取得良好工作成效具有重要意义。

2 规程修订需要解决的问题

2.1 要与林地年度变更调查相协同

二类调查数据将为林地年度变更调查提供基础数据,由于林地变更调查内容和二类调查不尽相同,因此,需要在建立二类调查基础数据时做好衔接,通过二类调查为林地变更调查提供基础本底数据。

2.2 要与森林资源指标相关考核评价工作相协同

由于森林增长指标考核评价工作为年度性工作,通过开展森林资源二类调查,为各年度生态文明建设成效评价、各级政府考核、自然资源资产负债表编制、领导干部自然资源离任审计等工作提供基础数据。因此,对二类调查质量提出了更高要求,调查数据应经得起质询、经得起时间检验。

2.3 要为森林资源一体化监测提供基础年数据

二类调查是森林资源一体化监测的基础年调查,之后将以此为基础,更新形成新的森林资源年度监测数据。二类调查既要考虑基础年的现状调查数据,也要考虑与监测年的年度监测数据衔接。在技术标准衔接上,要与今后国家将使用的技术标准(如地类标准)、国家地理坐标系统要求相衔接,提供一体化监测周期内标准相对稳定的基础数据。

2.4 要充分利用国土“一张图”成果

确定林地管理类型,厘清林地的管理属性,为林地变更调查和不动产登记打好基础,是新一轮二类调查工作的目标和任务之一,因此,要利用最新的国

土“一张图”和林地“一张图”进行叠加分析,充分利用两部门“一张图”成果。

2.5 要与地理国情普查相协同

利用地理国情普查的工作成果,为二类调查提供植被大图斑数据,作为二类调查预区划图斑参考,在调查方法设计上需要作好协同。

2.6 要以资源调查为主,兼顾森林生态因子调查

二类调查在资源调查时要兼顾生态因子调查,按照数据易获取、工作量适中的原则,兼顾森林生态因子调查,掌握调查对象的森林生态状况。

2.7 要满足林业日常管理需要

各类统计表是林业主管部门掌握森林资源状况的重要工具,在规程编制过程中,应充分征求市县级林业主管部门意见,吸收数据应用部门的合理化建议,增强二类调查的实用性。

3 规程修订主要内容

3.1 与林地变更调查相协同方面的修订

新一轮二类调查将为全面修正完善林地“一张图”数据提供本底基础,根据二者关系,二类调查规程在以下方面作了修订:

3.1.1 修订了小班和林带调查方法

小班去细班化调查。小班是准确标示到图上的基本区划单位,是森林资源二类调查属性因子调查登记的基本单位。修订后,小班作去细班化调查,一条小班记录与一个图斑关联,小班图斑和属性数据为一对一关系。

林带按面状小班调查。修订后,林带区划图斑统一用面状地理要素表示,图斑既可按林带实际投影面积区划,也可按林带的长度与理论宽度区划。

3.1.2 增加了与林地变更调查相关的调查内容

林地变更中有关调查因子,包括林地管理类型、林地保护等级、林地质量等级、交通区位,这些因子在原规程中不是调查内容,修订后作为二类调查的一部分,要求在二类调查时开展同步调查。通过在新一轮二类调查增加林地变更调查内容,实现二类调查与林地变更调查内容的对接与协同,为林地一张图数据更新,资源一张图升级奠定基础。

3.1.3 增加了二类调查范围的规定

为使二类调查在全省国土范围内全覆盖,确保不重不漏,并与林地变更调查要求相衔接,规程规定县级行政界线范围采用林地落界确定的行政界线,此后因行政范围调整等原因导致县级行政界线变动的,需经相关主管部门确认后调整。县级行政单位

应调查其行政范围内所有的森林、林木和林地。

3.2 与地理国情普查协同方面的修订

二类调查与地理国情协同化监测,主要是地理国情普查的植被区划数据,可看作是开展野外调查前的预区划图斑,为外业调查减少区划工作量。修订后规程增加了二类调查技术路线,对二类调查技术流程进行了规范,对预区划图斑和全面系统实地调查等流程作出了明确规定。

3.3 与国土“一张图”成果协同方面的修订

修订后规程要求小班区划时要参考国土“一张图”数据,根据不同林地管理类型区划小班图斑,记载林地管理类型。林地管理类型分为狭义林地和非狭义林地两大类。狭义林地指有林权证的土地或经县级以上人民政府规划用于发展林业的其它土地,再细分为共同认定林地、国土未认定林地、土地整理林地 3 类。非狭义林地指一般性非林地以及农地中的茶桑果园、短轮伐期片林、林带、城镇及村庄绿化用地等,林地管理类型再细分为农用地与未利用地上林地和建设用地上林地 2 类。

3.4 与森林资源一体化监测有关的修订

二类调查本身是森林一体化监测的组成部分,它是一体化监测基础年的调查内容,同时,也是开展一体化监测的基础工作之一,它是监测年开展市、县联动监测、县级动态监测的基础数据。与森林资源一体化监测有关的修订如下:

3.4.1 修订了有关技术标准

根据国家和省最新森林资源连续清查技术规范、林地变更调查技术规程,对地类、森林(林地)类别、事权等级、公益林保护等级、优势树种(组)、起源、森林群落结构等技术标准进行了修订。依据修订后标准建立的二类调查成果,将为一体化监测提供了监测周期内统一规范的基础年数据。主要修订内容如下:

1)修订了地类标准。林地划分为 8 个二级地类、13 个三级地类。主要变化有:①去除“有林地”二级地类、去除“红树林”三级地类、去除“纯林”、“混交林”2 个四级地类,“乔木林地”和“竹林地”作为二级地类。②把原国家特别规定的灌木林地更名为“特殊灌木林地”,其它灌木林地更名为“一般灌木林地”。③去除“未成林地”二级地类和“未成林封育地”三级地类,“未成林造林地”为二级地类。④去除“无立木林地”二级地类,把原“采伐迹地”、“火烧迹地”和新增的“其它迹地”归并为“迹地”作为二级地类。⑤把原无立木林地中达不到未成林造

林地标准的其它无立木林地以及原林业辅助生产用地归入到宜林地。去除“坡耕地”、“撩荒地”2个四级地类,把宜林地划分为“造林失败地”、“规划造林地”、“其它宜林地”3个三级地类。

2)修订了森林(林地)类别。原标准仅分为生态公益林(地)和商品林(地)2个类别。修订后,公益林(地)分重点公益林(地)、一般公益林(地)。商品林(地)分为重点商品林(地)和一般商品林(地)。

3)修订了事权等级划分。修订后,增加“其它公益林”,事权等级定为其它,分为国家、省级、市级、县级和其它公益林。将城市森林、平原绿化等虽实际发挥防护或特种用途效用,但未区划或没有正式界定为公益林的,划入其它公益林。

4)修订了公益林保护等级划分。原标准将全部公益林均分为特殊、重点和一般3个等级。修订后,国家级、省级公益林(地)划分为一级、二级和三级3个保护等级,以公益林主管部门的划分结果为准。

5)修订了起源划分。原标准则将林分划分为天然林、人工林和飞播林3类。修订后,依据林分发育方式分天然和人工两大类,其中:天然包括天然下种、人工促进天然更新、天然林采伐等干扰后萌生3类,人工包括植苗(植苗、分殖、扦插)、直播(穴播或条播)、飞播、人工林采伐后萌生4类。

6)修订了优势树种(组)确定标准。原标准是按蓄积量(株数)组成比重最大的树种(组)为小班(细班)优势树种(组)。修订后,乔木林、疏林中,按某一树种、某一针叶树种、某一阔叶树种蓄积量(株数)组成比重是否达到65%及以上,确定小班的优势树种(组)为某一树种、针叶混、阔叶混、针阔混。

3.4.2 修订县级抽样控制蓄积临界要求和精度要求

近10年来,各县活立木蓄积和森林蓄积均有较大幅度增长,对二类调查中需要开展抽样控制的调查单位,以近期活立木蓄积为基础进行了重新划定。修订后,要求活立木蓄积量300万 m^3 以上的县应进行抽样控制调查。活立木蓄积大于800万 m^3 的县级行政单位,林地面积和活立木蓄积抽样控制精度要求分别达到95%和90%以上;300万~800万 m^3 的县级行政单位,抽样控制精度分别达到90%和85%以上。

3.4.3 修订了地理信息系统建设要求

开展森林资源一体化监测,需要建立统一工作平台,利用二类调查成果开发森林资源管理信息系

统是一体化监测“一个平台”建设的主要内容。修订后,森林资源管理信息系统单独列出一条,要求各县须以调查成果为基础,建立森林资源管理信息系统,信息系统建设要求按照《浙江省县级森林资源管理信息系统建设技术规程》执行,地理坐标系统采用国家2000大地坐标系(CGCS2000坐标系)。原规程没有单独作为一条,仅提出“有条件的,建立森林资源管理信息系统。”,也未对地理坐标系选择提出要求。

3.5 与提高调查质量有关的修订

二类调查的数据应用越来越广泛,森林资源监测与政府考核评价的关系也越来越密切,这也意味着调查质量的要求也越来越高,工作责任更加重大。为进一步提高二类调查质量,规程在以下方面作了修订:

3.5.1 修订了小班勾绘对遥感影像分辨率的要求

修订后,提高了小班区划遥感影像的空间分辨率要求,要求遥感影像空间分辨率优于2.5m才能用于小班勾绘,劣于2.5m的遥感影像只能作为调绘辅助用图,不能直接用于小班勾绘。

3.5.2 修订了技术培训和检查数量要求

二类调查是操作性和实践性要求较高的工作,修订后规程要求调查实习天数不得少于5d,每个调查工组应完成1个村的调查实习任务,包括外业调查、内业整理。

在检查数量方面,修订后规程要求县级专职检查组正常检查的工作量应不低于二类调查林地面积的5%,并且小班、林带、树带、四旁树调查户的个数检查比例也应在5%以上。省市联合抽查,抽查面积不少于调查林地总面积的1%,并且小班、林带、树带、四旁树调查户的个数检查比例也应在1%以上。

3.5.3 增加了图斑和属性数据检查要求

为提高调查数据质量,适应地理信息系统建设需要,对小班林带面、树带等数据提出检查要求。

1)图斑数据的拓扑检查和准确性检查。2)属性数据的完整性、正确性检查和逻辑关系检查。3)图形数据与属性数据的关联性检查。高质量的二类调查数据将为与森林资源指标相关考核评价工作相协同,为考核评价提供经得起检验的可靠数据奠定基础。

3.5.4 增加了调查工作程序规定

为加强调查过程管理,规范二类调查工作程序和各环节工作内容,将工作程序单独列出一条,包括

制定并上报实施方案、做好相关准备工作、启动会与技术培训会、外业调查、质量检查验收、数据处理统计制图、成果报告编制、信息系统研建、调查成果论证会、成果上报批准、使用和发布成果等环节。

3.6 增加森林生态状况调查内容的修订

修订后规程在原规程对森林群落结构、自然度、下层植被种类、植被高度等森林生态因子调查基础上,增加森林灾害、森林健康、树种结构的调查内容。森林灾害调查内容包括灾害类型、灾害等级;森林健康分为健康、亚健康、中健康、不健康;树种结构分为针叶林、阔叶林和针阔混交林。

3.7 与林业日常管理有关的修订

主要增加与林业日常管理较为密切的有关统计报表。增加的统计表包括各类林地面积按林地管理类型统计表、天然林按权属统计表、人工林资源按权属统计表、乔木林各龄组面积蓄积按权属和林种统计表、乔木林各林种面积蓄积按优势树种统计表、乔木林各树种结构面积按起源统计表、未成林造林地和造林失败地统计表等。

4 结语

二类调查规程为做好二类调查工作提供了标准规范,但要真正做好二类调查,确保调查质量,需要在思想认识、过程质量检查、技术手段创新上下功夫,做好每一个环节和细节。根据新修订技术规程近 2 年的执行和实践情况,应重点做好以下工作:

4.1 提高思想认识,落实全面实地调查要求

遥感影像对于提高工作效率,提高调查质量具有重要作用,规程鼓励各调查单位全面应用高清影像为二类调查服务。但是,有些调查单位出于各种原因,片面夸大遥感影像作用,在二类调查中以遥感影像判读代替实地调查,以影像预区划图斑代替实地区划图斑,以上一轮二类调查或林地变更修正后数据代替林分测树因子,出现调查数据与实地状况不符,记载的调查因子与实地偏差较大的情况,这种以牺牲质量来减少工作量的做法是不可取的。二类调查数据是一体化监测的基础年数据,是今后年度更新的基本变更单元和工作基础^[9],数据具有全面系统性、结构完整性特点,因此,二类调查必须要全面系统地实地调查,以建立准确可靠的森林资源家底数据。

4.2 增强过程检查力度,提高调查质量

技术规程规定了由县林业主管部门组织专职质量检查组,分组对调查工作进行经常性的检查。由

于二类调查具有外业时间长,工作量大等特点,若出现质量问题不能及时发现和纠正,事后弥补的代价将会很大,因此,加强对调查过程的县级质量监督检查,强化质量自查与监督,对于提高调查质量意义重大。无论是组织本县林业技术人员开展二类调查的,还是以招投标等形式实施二类调查工作外包的,各县(市、区)林业主管部门必须派人员参与外业质量检查,或委托开展监督检查。

4.3 创新技术手段,提高工作效率与质量

重点公益林图斑、国土“一张图”参考图层、各级行政界线以及等高线等图层,都需要与遥感影像叠加作为二类调查底图,图层数量多,且不同图层呈“多层皮”交叉现象,传统纸质介质调查已很难满足需要,为小班区划带来不小困扰,为此,需要创新技术手段,加大高新技术应用。浙江省在二类调查实践中进行了探索,开发了二类调查移动端数据智能采集系统,通过前期内业处理,将有关图层集成到系统中,利用平板电脑为调查介质,实现了图斑区划和属性记载无纸化、小班区划精细化、逻辑检查和修改现场化、外业与内业工作衔接无缝化调查,提高了工作效率和调查质量。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局中国国家标准化管理委员会. GB/T 26424—2010 森林资源规划设计调查技术规程[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [2] 陈雪峰,唐小平,翁国庆. 新时期森林资源规划设计调查的新思路:浅议森林资源规划设计调查主要技术规定的修订[J]. 林业资源管理,2004(1):9-14.
- [3] 刘安兴,蔡良良,余光辉. 森林资源二类调查新颁规定的应用分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2006(2):127-130.
- [4] 蔡良良,邱瑶德,蔡霞,等. 新规定指导下的森林资源二类调查特点与几个问题的探讨[J]. 华东森林经理,2004(1):5-7.
- [5] 邱瑶德,蔡良良. 现行森林资源调查方法存在问题及对策研究[J]. 浙江林业科技,2004(1):37-39.
- [6] 周昌祥. 我国森林资源规划设计调查的回顾与改进意见[J]. 林业资源管理,2014(4):1-3.
- [7] 吴伟志. 浙江省“十一五”森林资源规划设计调查技术与问题探讨[J]. 浙江林业科技,2011(1):76-80.
- [8] 闫宏伟,黄国胜,曾伟生,等. 全国森林资源一体化监测体系建设的思考[J]. 林业资源管理,2011(6):6-11.
- [9] 陶吉兴,季碧勇,张国江,等. 浙江省森林资源一体化监测体系探索与设计[J]. 林业资源管理,2016(3):28-34.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.015

山西省永久性生态公益林体系建设规划布局及区划界定

梁林峰

(山西省林业调查规划院,山西 太原 030012)

摘要:永久性生态公益林是随着林业生态保护管理和建设的发展而提出的一个新概念,由山西省提出,属于全国首例。文章阐述了永久性生态公益林概念内涵及划定意义,围绕山西省林业发展和永久性生态公益林体系建设,针对全省森林资源和公益林体系建设现状,提出了永久性生态公益林建设目标。对永久性生态公益林建设的总体布局、区划界定、林地整合、建设内容等进行了分析。

关键词:永久性生态公益林;体系构建;总体布局;区划界定;生态区位

中图分类号:S727.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0077-06

Permanent Ecological Public Welfare Forest System Construction Plan Layout and Zoning in Shanxi Province

LIANG Linfeng

(Shanxi Institute of Forestry Inventory and Planning, Taiyuan 030012 China)

Abstract: Permanent ecological public welfare forest is a new concept and the first case which put forward by Shanxi Province along with the development of the forestry ecological conservation management and construction. This paper elaborated the concept connotation and zoning meaning of the permanent ecological public welfare forest. Around the forestry development in Shanxi Province and permanent system of ecological public welfare forest construction, and according to current situation of forest resources and the system of public welfare forest construction, this paper carried out the permanent ecological public welfare forest construction target. Meanwhile, the general layout, donation, forest land integration, construction content on permanent ecological public welfare forest construction also were analyzed in the paper.

Key words: permanent ecological public welfare forest; system construction; general layout; zoning; ecological location

党的十八大以来,中共中央、国务院出台了《关于加快推进生态文明建设的意见》、《生态文明体制改革总体方案》和《国有林场改革方案》;习近平总书记提出了一系列关于生态文明建设的重要指示,为林业的改革和发展提供了新的思路,提出了新的要求;国家林业局也提出了许多具体推进措施和实施意见^[1]。党和政府对生态文明建设高度关注,全

社会投身林业生态建设的力度前所未有的。2015年4月至7月,山西省政府领导在国有林场改革调研期间指出,在山西省以国有林场为主,划定永久性生态公益林地作为生态的底线和红线,实行严格的立法保护。并责成省林业厅牵头,发改、财政、环保、法制等相关部门配合,启动永久性生态公益林的立法工作。经省人大审核,省委同意,《山西省永久性生态

收稿日期:2016-11-12.

作者简介:梁林峰(1966-),男,山西忻州人,高级工程师。从事林业调查规划设计及森林资源管理工作。Email:15803513989@163.com

公益林地保护条例》列入省人大 2016 年立法计划。2016 年 5 月,国家发展改革委等 9 部委印发了《关于加强资源环境生态红线管控的指导意见》的通知,也为全国开展公益林的经营和管理提出了新的要求和发展思路。

1 永久性生态公益林概念内涵

1.1 生态公益林概念

在《生态公益林建设导则》(GB/T 18337.1—2001)和《公益林与商品林分类技术指标》(LY/T 1556—2000)^[2-3]中,(生态)公益林概念为:为维护和改善生态环境,保持生态平衡,保护生物多样性等满足人类社会的生态、社会需求和可持续发展为主体功能,主要提供公益性、社会性产品或服务的森林、林木、林地。

在《森林资源规划设计调查技术规程》(GB/T 26424—2010)^[4]中,生态公益林概念为:以保护和改善人类生存环境、维持生态平衡、保存物种资源、科学实验、森林旅游、国土保安等需要为主要经营目的的森林、林木、林地,包括防护林和特种用途林。

1.2 永久性生态公益林概念

《山西省永久性生态公益林地保护条例》中所称永久性生态公益林,是指生态区位特别重要或生态状况特别脆弱,对国家和地方生态安全、生物多样性保护和经济社会可持续发展具有特殊重要作用,以发挥森林生态和社会服务功能为主要目的,依法划定、统一管理、长期保护的重点防护林和特种用途林,包括森林、林木、林地。

1.3 生态公益林与永久性生态公益林的关系

关于生态公益林与永久性生态公益林概念的区别与关系详见表 1。

1.4 永久性生态公益概念内涵

永久性生态公益林的概念和体系属于全国首例,与一般生态公益林相比具有鲜明的特色:1)法律地位高。对于规划范围内的公益林,由林业部门实行统一划定和管理,并且由省人大专门立法予以永久保护,体现了对林地使用性质的强制性,有利于全面遏制林地逆转和持续发展森林资源。2)规划约束严。从全省水资源战略需要、生态环境保护、经济可持续发展和人民生活质量改善的需求出发,依法开展规划,科学划定永久性生态公益林,划定的总量要保持稳定,一旦划定不可随意逾越。3)管理层级高。划定的永久性生态公益林由省级林业部门统一管控,对林地的使用性质监督更实,考核更严,不

表 1 概念对照

Tab. 1 Concept contrast

内容	生态公益林	永久性生态公益林
概念特点	纯技术性概念	含有技术概念,但突出行政管理意愿
林地使用性质	提供公益性、社会性产品和服务的防护林和特种用途林	同生态公益林
改变用途约束性	较弱,保持原用途的稳定性较差	很强,保持原用途的长期稳定
林地管理	按照国家有关规定进行使用和管理	在前者基础上,更加突出政策性、法律约束性
权属构成主体	各类权属均有,不突出强调任何权属	各类权属均有,但突出以国有为主体的地位
事权等级	国家级、省级及省级以下各级地方公益林	只包含国家级、省级公益林
区划对象	区域内所有用于建设生态公益林的森林、林木、林地,生态重要性和脆弱性较强	区域内满足特别规定条件、可用于建设生态公益林的森林、林木、林地,生态重要性和脆弱性很强
区划界定	按照国家和各级地方制定的技术标准和程序进行界定	按照国家级公益林区划技术规程和山西省省级公益林区划界定标准和程序进行界定
建设内容	包括生态公益林的营造、经营和管理,以及林地配套基础设施建设项目	同生态公益林

得随意改变林地用途,特殊情况审批权限在省政府,实行占一补一、调整补充。4)空间布局优。根据全省林业生态建设布局和自然环境特点,从优化利用国土资源和协调经济发展需要出发,衔接全省土地利用规划、主体功能区规划、矿产资源开发、城镇建设、农业、交通、水利发展等规划,立足保障生态空间的同时创优生活空间、释放生产空间,积极鼓励发展经济林和用材林,满足经济转型、农民增收需要。5)培育目标明。永久性生态公益林一经划定,即纳入森林质量精准提升工程,精准发力,精准施策,通过严格保护、科学经营,实现森林生态系统质量明显提升。

2 森林资源及公益林建设现状

根据 2015 年全国第九次森林资源连续清查结果,山西省林业用地面积为 787.3 万 hm^2 ,其中国有林地面积为 267.3 万 hm^2 ,占 33.9%。全省公益林地面积为 698.6 万 hm^2 ,其中国有公益林地面积为

243.2万 hm^2 ,占34.8%。全省森林面积为321.0万 hm^2 ,森林蓄积为12923万 m^3 ,森林覆盖率为20.5%。经过不懈努力,山西森林资源大幅度增加,生态环境有效改善,林业经济稳步发展,实现了林地面积和森林蓄积量双增长,生态环境得以改善。但是,全省森林资源结构及生态公益林建设仍然存在以下问题。

1)森林总体质量不高,主要表现为:①林分质量差。全省林分平均郁闭度仅0.53,低于全国平均水平,林分平均蓄积量为52.88 m^3/hm^2 ,仅相当于全国平均水平的2/3,蓄积年均增长率为5.62%,低于全国水平。②林种、树种结构不合理。全省防护林与特用林面积比例约为8:1,特用林偏少。森林多以纯林为主,单层林多,复层林少,林相结构简单。有林地中的中、幼龄林面积近70.0%,成熟林较少,低龄化问题严重,林分稳定性和抵御病虫害能力也较差。③野生动植物生存空间不断缩小,濒危物种逐步增加,生物多样性保护压力越来越大。④水土流失较为严重,森林的生态防护功能较弱。

2)目前山西省已界定的国家级生态公益林面积为227.4万 hm^2 ,按权属划分,国有105.4万 hm^2 ,非国有122.0万 hm^2 ;按生态区位划分,江河源头6.0万 hm^2 ,江河两岸93.6万 hm^2 ,保护区与自然遗产13.1万 hm^2 ,湿地与水库4.0万 hm^2 ,荒漠化和水土流失严重地区110.7万 hm^2 。国家级公益林的规模和布局与全省生态建设要求存在较大差距,省级公益林区划界定及补偿机制正在建立过程中,山西省生态公益林建设体系急需完善。

3 永久性生态公益林建设基本思路

3.1 指导思想

以科学发展观为指导,以党的十八大精神和省委省政府“绿化山西、生态兴省”战略部署为总指导,以建设生态文明为总目标,以改善生态、改善民生为总任务,坚持生态优先、绿色发展、科学界定、立法保护,坚守林业生态红线、优化利用国土资源,坚持体现地方特色、兼顾区域发展、强化科技支撑、突出建设重点,全面提升生态公益林建设、保护和管理水平,建设天蓝、地绿、水清的美丽山西,为全省经济社会发展提供生态支撑和基础保障^[5]。

3.2 基本原则

1)坚持保护优先,绿色发展,以维护和提高森

林资源的生态功能;

2)坚持国有为主,科学区划,以构建国土绿化和生态环境治理的新格局;

3)坚持底线思维,优化空间,以保证林业生产发展空间,同时优化国土资源利用;

4)坚持因地制宜,管建并重,发挥区位优势,科学经营永久性生态公益林;

5)坚持体制创新,制度推进,以明确责任,科学保护和合理开发利用永久性生态公益林。

3.3 目标任务

以现有国家级公益林区划界定成果为基础,科学划定373.3万 hm^2 以上的永久性生态公益林,实施依法保护、严格管理、科学经营、合理利用,使永久性生态公益林面积和区域长期稳定,不断提高森林的生态服务功能和综合效益。力争在5年内实现以下主要目标:

1)林种、树种结构合理,阔叶林、混交林比重达到70%,重要区域的生态公益林郁闭度达到0.7以上,林分质量明显提高;

2)扩建自然保护区,创建一批自然保护小区,使自然保护区、风景名胜区和森林公园总面积达到陆域面积的15%,生物多样性得到有效保护;

3)全省主要水系的源头、一级支流源头汇水区、大中型水库库区、岩溶泉域周围的森林得到全面保护,水资源环境明显改善;

4)大中型城市郊区及城乡结合部建成环城林带、林网,形成环城绿色屏障;

5)提高全省已建铁路、高速公路、国道、省道和重要河流干线绿色通道的绿化水平;

6)生态重要区的陡坡耕地实现退耕还林,生态脆弱区的水土流失得到控制。

4 永久性生态公益林建设总体布局

根据自然条件、森林资源状况、生物多样性、生态环境、经济社会特征、国有林区改革和生态环境建设需要,参考山西省林业可持续战略和林业生态建设规划^[6-7],在地域上将全省永久性生态公益林建设体系划分为晋北防风固沙林建设区、恒山长城沿线森林生态保护区、晋西吕梁山森林生态治理区、汾河谷地防护林体系建设区和太行山水源涵养林保育区5个区域,并将其细分为19个小区。其体系建设布局见图1。各分区森林资源、地域特点、生态公益林建设方向详见表2。

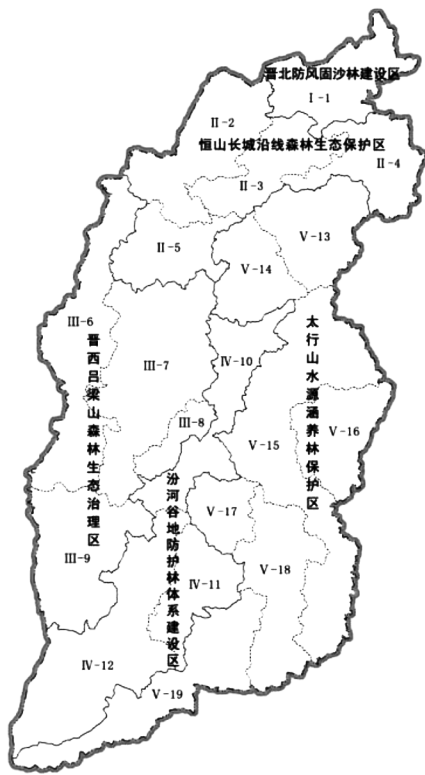


图 1 山西省公益林体系建设布局

Fig. 1 Public welfare forest system construction layout of Shanxi Province

表 2 山西省各分区状况及建设方向

Tab. 2 Resource status and construction direction of Shanxi Province of each district

一级分区	二级分区	区域特点及建设方向
I. 晋北防风固沙林建设区	1. 大同盆地防风固沙、环境保护重点治理区	降水少,风沙大,沙化、荒漠化严重。应保护自然植被,加强矿区植被恢复,推进城乡、道路、农田、河流防护林体系建设。
II. 恒山长城沿线森林生态保护区	2. 晋西北丘陵水土保持、防风固沙综合治理区	干旱严重,森林植被稀少。应以生态恢复治理为主,重点营造水土保持林、防风固沙林。
	3. 桑干河防风固沙、水土保持综合治理区	森林面积小,多为人工林,分布不均。应重点营造防风固沙林,同时推进身边增绿工程建设。
	4. 恒山土石山水源涵养、风景林区	森林植被好,以水源涵养林、风景林为主。应加强森林植被恢复,保护天然林,营造生态景观林。
	5. 管涔土石山水源涵养、自然保护林区	自然植被较好,是桑干河、汾河的发源地。应重点营造水源涵养林,强化自然保护区和天然林保护工程建设。

续表 2

一级分区	二级分区	区域特点及建设方向
III. 晋西吕梁山森林生态治理区	6. 晋西黄土丘陵沟壑水土保持林区	气候干旱,植被稀少。应加强治理水土流失,大力营造生态经济林,提高森林植被。
	7. 关帝土石山水源涵养林区	林地面积大,森林分布集中。应重点营造水源涵养林,并扩大生态景观林面积。
	8. 文孝盆地环境保护林区	林地少,经济较发达,应抓好平原绿化,加快身边增绿步伐,改善人居环境。
	9. 昕水河丘陵水土保持林区	植被稀少,水土流失严重,应加强治理水土流失,大力营造生态经济林,提高森林植被。
IV. 汾河谷地防护林体系建设区	10. 太原盆地环境保护综合治理区	林地少,人口密集,经济发达。应大力开展四旁绿化,实施城郊公园、沿线荒山及厂矿企业绿化美化工程,加强湿地保护与修复。
	11. 霍山土石山水源涵养林区	林地集中,植被较好。应以营造水源涵养林为主,保护河流源头和上游植被。
	12. 晋南盆地环境保护林区	林地少,气候温暖。应大力开展四旁绿化、营造生态经济林,加强湿地保护与修复。

V. 太行山水源涵养林保护区	13. 五台土石山水源涵养林区	林地面积大,森林覆盖率高。应加强水源涵养林保护,扩大森林植被,有效保护人文景观。
	14. 忻定盆地环境保护、水土保持林区	人口稠密,森林覆盖率低。应进行环境综合治理,营造环境保护林,建设城市防护林体系。
	15. 晋东土石山水源涵养林区	森林覆盖率较高。应加强水源涵养林保护与管理,扩大森林植被,加强天然林保护,提升景观质量和生态文化内涵。
	16. 太行土石山水源涵养林区	林地集中,森林覆盖率高,动植物资源丰富。应加强水源涵养林的保护,扩大森林植被,加强自然保护区和森林景观建设。
	17. 太岳土石山水源涵养、风景林区	林地多,森林覆盖率高。应加强水源涵养林的保护,扩大森林植被,提升森林景观质量。
V. 太行山水源涵养林保护区	18. 晋东南盆地环境保护林区	工业较发达,人口稠密,森林覆盖率低,应进行环境综合治理,建设城市防护林体系。
	19. 中条土石山水源涵养、自然保护林区	林地集中,森林覆盖率高,动植物资源丰富。应加强自然保护区、森林景观的有效保护,提升景观质量。

5 永久性生态公益林区划界定

5.1 界定依据

山西省永久性生态公益林的区划界定要统筹考虑生态建设现状、技术规范要求、林业工程布局等方面内容,从各地自然环境、森林分布特点出发,兼顾土地利用、灾害防护、生态建设、经济社会发展等多方面需求^[8-10]。1)以全省林地保护利用规划、国土资源调查、国家级公益林区划界定、集体林权制度改革以及各类森林资源调查成果等为依托;2)以全国森林资源经营管理分区施策导则、全国生态公益林建设导则等为指针;3)以生态功能区划、国有林场林地分类、自然保护区总体规划、湿地保护工程规划等为基本架构;4)以流域沟系、山头地块、小班因子、林地权属为基本要素。

5.2 界定范围

永久性生态公益林包括国家级公益林和省级公益林。其区划界定均以林地作为区划对象。具体界定范围包括以下区域:

- 1)汾河、桑干河、滹沱河、浊漳河、沁河及流域面积大于1 000 km²的河流源头、河道管理范围外两岸的林地;
- 2)中型以上水库周围、主要岩溶泉域的林地;
- 3)荒漠化、沙化和水土流失严重地区集中连片的林地;
- 4)省级以上森林、湿地和陆生野生动物自然保护区以及列入世界遗产名录的林地;
- 5)省级以上森林公园、湿地公园、沙漠公园的林地;
- 6)省、设区的市、县属国有林场范围内的生态公益林地;
- 7)集中连片的天然林地。

5.3 生态区位

纳入永久性生态公益林地的小班,其生态区位分别按照国家级公益林和省级公益林区划界定标准确定。省级公益林在地域上与国家级公益林不重叠,且界定的小班生态区位不得重复交叉。

1)国家级公益林。2013年,按照国家林业局《国家级公益林区划技术规程》^[11]要求,全省共区划界定227.4万hm²国家级公益林,涉及的生态区位有5类(其标准略),已分解落实到全省各地。

2)省级公益林。2016年,开展省级公益林区划界定,按照山西实际,省级公益林区划界定的生态区位确定为7类。规划面积为145.9万hm²(表3)。

表3 省级公益林生态区位及界定标准

Tab. 3 Provincial-level public welfare forest ecological location and definition standard

生态区位	界定技术标准
河流源头	黄河、海河流域中流域面积在1000 km ² 以上的各级支流源头汇水区,自源头起向上以分水岭为界,向下延伸20 km、汇水区内河流两侧最大20 km以内的林地; 提供市、县(市)驻地饮用水源河流的源头汇水区,自源头起向上以分水岭为界,向下延伸10 km,汇水区内河流两侧最大10 km以内的林地。
河流两岸	黄河、海河流域中流域面积在1000 km ² 以上的各级支流,河流两岸5 km(从林缘起算)以内,为平地的向外延伸5 km,山地的向外延至第一重山脊内的林地; 提供市、县(市)驻地饮用水源的河流两岸5 km(从林缘起算)以内,为平地的向外延伸5 km,山地的向外延至第一重山脊内的林地。
水库及岩溶泉域	中型以上水库周围2 km(从林缘起算)以内的林地,为平地的向外延伸2 km、为山地的向外延至第一重山脊的林地; 市、县(市)驻地饮用水源的水库周围2 km(从林缘起算)以内的林地,为平地的向外延伸2 km、为山地的向外延至第一重山脊的林地; 岩溶泉域重点保护区域周围2 km(从林缘起算)以内的林地,为平地的向外延伸2 km、为山地的向外延至第一重山脊的林地。
荒漠化、沙化和水土流失严重地区	荒漠化、沙化和水土流失严重地区,集中连片20 hm ² 以上的有林地、疏林地、灌木林地、未成林地。水土流失严重地区是指:①以乡级为单位,沟壑密度1 km/km ² 以上、沟蚀面积15%以上或土壤侵蚀强度为平均侵蚀模数5000 t/a·km ² 以上地区。②山体坡度25°以上的地区。
自然保护区	省级以上森林、湿地和陆生野生动物自然保护区以内的林地。
森林公园、湿地公园及沙漠公园	省级以上森林公园、湿地公园及沙漠公园以内的林地。
其它重要生态区域	省、设区的市、县属国有林场范围内的生态公益林地,以及集中连片30 hm ² 以上的天然林地。

5.4 保护等级划分

国家级公益林按照国家林业局《国家级公益林区划技术规程》规定分为3个保护等级。山西省共涉及两类,其中一级保护等级的林地31.3万hm²,二级保护等级的林地196.1万hm²。

省级公益林按照《生态公益林建设规划设计通则》^[12]有关规定,依据林地的生态重要性等级或生态脆弱性等级将省级公益林划分为特殊、重点、一般3个保护等级。其等级划分标准及应用指标略。

6 永久性生态公益林体系构建

6.1 林地调整及整合方案

以现有国有公益林地为基础,结合国有林场改

革^[13],通过合作、赎买、托管、承包等多种形式,将全省国有林场经营范围内插花分布的集体、个人的生态公益林地进行整合,将其中集中连片、面积在 30 hm² 以上的林地统一划定为永久性生态公益林,逐步实行统一管理。

通过林地的合理调整及整合,可以合理调整林地利用结构,协调林地使用矛盾,既解决了国有林场林地过于分散、形不成规模、不便于经营、管理等问题,也解决了集体林权制度改革之后林区群众致富难、宜林荒山绿化难的问题,还解决了林权纠纷多的问题,也减轻了国有林安全的压力。

6.2 体系构建的提质增效工程

为了有效提高永久性生态公益林的防护效能,提高森林质量,需要在重点区域采取各项措施,开展重点建设工程,使其达到预期效果。根据永久性生态公益林的布局、规模、林地特征、全省林业建设内容、投资规模等实施以下重点建设工程,工程规模将按照全省林业建设规划而实施。

1) 对宜林荒山荒地绿化,有效增加森林面积,提高森林覆盖率,增强水源涵养及水土保持能力。

2) 对中幼龄林进行抚育,促进森林生长,提高林分质量,增强水源涵养效果。

3) 对有成林希望的疏林地和灌木林实行封山育林,增加植被盖度,逐步提高森林面积,增强水源涵养能力。

4) 对具有较强水源涵养能力的现有森林实行严格管护,封禁管理,进一步增强其水源涵养能力。

7 结论与探讨

山西省永久性生态公益林规划布局确定为 5 个区域,19 个小区,针对不同区域特点制定了生态公益林建设的发展目标,可作为后期详细规划设计和公益林建设的基本依据。各区域内按主导功能类型规划的各林种面积未体现,将随着永久性生态公益林区划界定工作进一步细化落实。

文中提出的山西省省级公益林区划界定范围、生态区位和保护等级划分标准具有针对性,可为山

西省省级公益林区划和建设提供技术依据。关于省级公益林保护等级的划分,为了区别于国家级公益林保护等级,暂时按照《生态公益林建设规划设计通则》标准划分,将按照公益林管理工作的需要和省级公益林区划界定工作的深入作必要的调整。

林地整合方式和体系构建提质增效工程规划,将依据永久性公益林保护的立法调研、论证依法推进,依据山西林业建设需要,提出更加切实有效的方法。

参考文献:

- [1] 赵树丛. 国有林区改革要把保护生态放在首位[J]. 林业资源管理, 2015(2): 1-3.
- [2] 国家质量技术监督局. GB/T18337. 1-2001 生态公益林建设导则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [3] 国家林业局. LY/T1556-2000 公益林与商品林分类技术指标[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T26424-2010 森林资源规划设计调查技术规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [5] 李世东, 樊宝敏, 林震, 等. 现代林业与生态文明[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 14-78.
- [6] 王国祥. 山西省林业可持续发展战略研究[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2008: 115-162.
- [7] 李沁, 郭福泽. 山西生态脆弱区林业生态建设[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010: 64-109.
- [8] 车生泉, 张凯旋. 生态规划设计—原理、方法与应用[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2013: 119-138.
- [9] 王礼先, 王斌瑞, 朱金兆, 等. 林业生态工程学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998: 108-220.
- [10] 胡长清. 湖南省公益林保护建设分析与对策[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(5): 7-12.
- [11] 国家林业局. LY/T2084-2013 国家级公益林区划技术规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [12] 国家质量技术监督局. GB/T18337. 2-2001 生态公益林建设规划设计通则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [13] 魏晓霞, 翟洪波, 赵鹏武, 等. 我国国有林场改革与发展探讨[J]. 林业资源管理, 2015(6): 22-27.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.016

昆明市考氏白盾蚧的危害特点及发生规律研究

付兴飞, 李雅琴, 于潇雨, 王欣琪, 李巧

(西南林业大学 云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

摘要:考氏白盾蚧是危害观赏植物山茶和茶梅的主要害虫之一。于 2014 年 3 月至 2016 年 3 月调查了云南省昆明市考氏白盾蚧的危害特点及发生规律。结果表明:考氏白盾蚧在昆明市翠湖公园、西南林业大学、金殿公园的山茶和茶梅上均有发生,西南林业大学山茶受害率最高,受害率为 100%;金殿公园山茶受害最严重,受害指数为 65%;在空间分布上,树冠东面外侧危害最严重,单叶平均虫口密度为 9.7 头;考氏白盾蚧在昆明市 1 年发生 2 代,以受精的雌成虫在介壳下越冬,3 月中旬开始产卵,3 月下旬至 5 月上旬、7 月下旬至 8 月中旬分别是第 1 代和第 2 代初孵若虫的涌散期。

关键词:园林植物;考氏白盾蚧;危害特点;发生规律;生活史;昆明市

中图分类号:S763.303 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0083-04

Damage Characteristics and Occurrence Regularity of *Pseudaulacaspis cockerelli* in Kunming

FU Xingfei, LI Yaqin, YU Xiaoyu, WANG Xinqi, LI Qiao

(Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Province, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: *Pseudaulacaspis cockerelli* is one of the main pests which damage *Camellia japonica* and *C. sasanqua*. The damage characteristics and occurrence regularity of *Pseudaulacaspis cockerelli* were investigated in Kunming, Yunnan Province during March 2014 to March 2016. The result showed: (1) *P. cockerelli* took place in 3 districts of Cuihu Park of Kunming City, Southwest Forestry University, Jindian Park of Kunming; The damaging rate of *C. japonica* was highest in Southwest Forestry University, which accounted for 100%; Pest indexes was the highest in Jindian Park, accounted for 65%; For the spatial distribution, the damage of east-outer of trees was most severe, average population density was 9.7 on each leaf. (2) *Pseudaulacaspis cockerelli* had two generations for one year in Kunming, and gametic female insect overwinter under its testa; The adults began to laid eggs at the middle of March; The first generation nymphs was swarmed from late of March to middle of May and the second generations was swarmed from the late of July to the middle of August.

收稿日期:2016-11-12.

基金项目:西南林业大学科技创新项目(C15084)、昆明市五华区科技计划项目“五华主城区主要园林害虫监测及生态控制技术”(201515)和云南省林学一流建设项目(51600625)、园林植物保护学科联合资助。

作者简介:付兴飞(1992-),男,云南昆明人,硕士研究生.主要从事园林植物保护昆虫学研究. Email:1161003575@qq.com

通信作者:李巧(1970-),女,湖北宜昌人,教授,博士生导师.主要从事森林昆虫学研究. Email:lqfcb@126.com

Key words: garden plant; *Pseudaulacaspis cockerelli*; damage characteristics; occurrence regularity; life history; Kunming

考氏白盾蚧 (*Pseudaulacaspis cockerelli*) 隶属于半翅目 (Hemiptera) 同翅亚目 (Homoptera) 盾蚧科 (Diaspididae), 又有贝形白盾蚧、广菲盾蚧、椰子拟轮蚧、全瓣臀凹盾蚧之称^[1-3]。其分布范围广, 国外分布在朝鲜、泰国、日本、缅甸、印度、马来西亚、澳大利亚、美国和南非等国; 国内主要分布在山东、福建、云南、广东、广西和台湾等省^[4-5]。该虫为典型的多食性刺吸类害虫, 寄主植物众多, 对山茶 (*Camellia japonica*)、杜鹃 (*Rhododendron simsii*)、苏铁 (*Cycas revoluta*)、夹竹桃 (*Nerium indicum*) 和秋茄树 (*Kandelia candel*) 等 40 余种 100 多种植物均有危害^[6]。考氏白盾蚧主要以刺吸式口器吸食植物汁液造成危害, 轻则引起植物生长不良, 叶片脱落, 树势衰弱, 重则造成寄主植物枝枯甚至死亡, 同时还会传播病毒, 危害十分严重^[7]。山茶和茶梅作为行道树及观赏性树种被广泛种植于云南省昆明市的绿化带、公园、学校等公共场所, 具有一定的经济价值和观赏价值^[8-9]。近年来, 通过调查发现, 山茶和茶梅 (*C. sasanqua*) 受考氏白盾蚧的危害日趋严重。

城市园林绿化是我国生态文明建设的核心内容之一^[10]。目前, 城市园林病虫害日趋严重, 耗费了大量的人力、物力和财力。而且, 城市园林植物病虫害防治仍以化学防治为主, 存在化学药品使用不合理的现象, 造成天敌损伤、环境污染, 与我国生态文明建设的基本要求严重不符^[11-12]。应根据寄主植物受害情况, 开展对害虫生物学特性的研究, 制定科学的防治方案, 针对不同情况合理使用化学农药, 尽量减少对环境的污染和破坏, 形成绿色健康可持续的城市生态系统。本研究于 2014 年 3 月—2016 年 3 月以考氏白盾蚧为对象, 重点研究其对山茶和茶梅的危害特点, 调查其发生规律, 并提出科学的综合防治策略, 为考氏白盾蚧的防治及后续研究提供指导。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

研究地位于云南省昆明市 (102°10'~103°40'E, 24°22'~26°33'N), 海拔约 1 990 m。该地域属于北纬度亚热带高原山地季风气候, 日照长、霜期短, 年均温 15℃, 年均日照超过 2 000 h, 年降水量 1 035 mm, 无霜期超过 240 d。气候温和, 四季如春, 具有

典型的温带气候特点, 城区最低温度不低于 0℃, 最高温度不超过 30℃, 年均温差为全国最小。该区域为典型的园林生态系统, 种植园林景观树木超过 400 种^[13]。

1.2 调查方法

1.2.1 考氏白盾蚧的危害特点调查

于 2014 年 3 月—2014 年 6 月, 通过踏查对昆明市区的山茶种植区进行考氏白盾蚧的危害情况调查, 根据调查结果再对受害严重或比较严重的山茶种植区域进行逐株调查。参照山茶上介壳虫危害等级划分标准进行危害等级评估, 根据叶片上虫口数划分为 3 个等级: I 级, 单叶虫口数小于 4 头; II 级, 单叶虫口数介于 4~11 头; III 级, 单叶虫口数大于 11 头^[14]。根据调查结果计算受害率和受害指数, 受害率 = 受害株数 / 调查总株数 × 100%; 受害指数 = \sum (各危害等级株数 × 该级代表数值) / (调查总株数 × 最高受害级代表值) × 100^[15]。随机抽取受考氏白盾蚧危害的山茶 15 株, 每株按东、南、西、北 4 个方位的内、外 2 层共计 8 个位点, 每个位点随机选取 10 片叶, 记录叶片正反两面的虫口数量。

1.2.2 考氏白盾蚧的发生规律调查

于 2014 年 3 月—2016 年 3 月对昆明市盘龙区西南林业大学老校区 (25°03'N, 102°45'E) 山茶上考氏白盾蚧的发生规律进行调查。每 7 d 调查 1 次。针对树冠的不同高度和方位随机剪取 10 枝长度为 30 cm 的枝条, 观察和记录发生的虫态; 在产卵期, 每 7 d 调查 1 次, 每次采集 50 头雌成虫, 检查是否产卵, 若有产卵的蚧虫, 则将卵转移至 XTL-2400 体式解剖镜下进行产卵量计数; 1 龄若虫期调查方法同上。

1.3 数据统计分析方法

采用 Excel 2010 软件进行数据统计、分析、制图。

2 结果与讨论

2.1 考氏白盾蚧的危害特点

于 2014 年 3 月—2014 年 6 月, 通过踏查对昆明市区山茶种植区进行考氏白盾蚧的危害情况调查。调查发现, 在昆明市翠湖公园、西南林业大学、金殿公园的山茶和茶梅上发现有考氏白盾蚧的危害情况, 除翠湖公园受害率及受害指数较低外, 其它 2 个

区域受害情况较严重(表 1)。

表 1 昆明市考氏白盾蚧危害调查

Tab. 1 Condition of *P. cockerelli* occurrence in Kunming

寄主植物	调查地点	总株数	有虫株数	受害率/%	受害指数	受害等级		
						I	II	III
茶梅	西南林业大学	46	22	48	38	39	7	0
山茶	西南林业大学	17	17	100	59	7	7	3
山茶	翠湖公园	100	35	35	13	30	5	0
山茶	金殿公园	100	85	85	65	15	30	40

考氏白盾蚧主要固定在山茶和茶梅的叶片正反两面吸食汁液造成对茶树的危害。在空间分布上,考氏白盾蚧的危害情况也不同,在山茶树冠的东面内侧危害最严重,单叶虫口平均密度为 9.7 头;在山茶树冠西面外侧危害最轻,单叶虫口平均密度为 5.0 头;除树冠西面受害程度内侧略高于外侧,其余 3 个方位受害程度树冠外侧均高于内侧(图 1)。

2.2 考氏白盾蚧的发生规律

在昆明市,山茶考氏白盾蚧 1 年发生 2 代,以受精的雌成虫在寄主植物叶片上越冬(表 2)。次年 3 月中旬雌成虫开始产卵,4 月上旬为产卵盛期,每雌产卵 36~142 粒。3 月下旬卵开始孵化为初孵若虫,至 5 月上旬孵化结束。初孵若虫活跃,在寄主植物上爬行迅速,寻找到适合的位置便开始固定。5 月中旬开始在寄主植物叶片上固定分泌蜡丝覆盖虫体,进入 2 龄若虫期,至 6 月中旬结束。6 月上旬雌

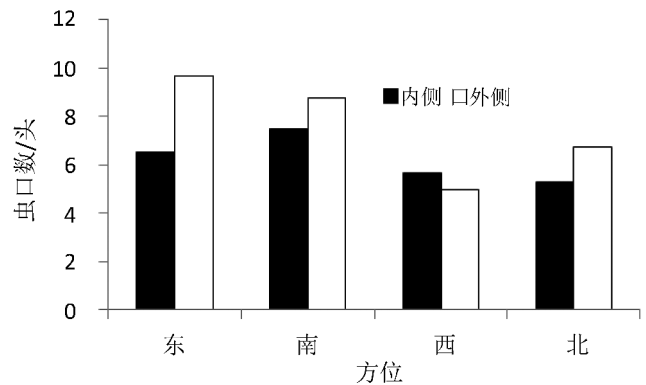


图 1 考氏盾蚧在山茶内外层及不同方位上的分布
Fig.1 Spatail distribution of *P. cockerelli* on different orientation in inner and outer canopies of *C. japonica*

若虫经过 2 次蜕皮后进入成虫期,同期在山茶叶片背面发现雄虫。第 2 代 7 月中旬雌成虫开始产卵,产卵量为 18~53 粒,7 月下旬至 8 月中旬为 1 龄若虫期,8 月中旬至 9 月上旬为 2 龄若虫期;9 月上旬至 10 月上旬为雄虫羽化期,羽化后寻找雌虫交尾,交尾后即死亡;11 月开始以受精的雌成虫越冬。

3 讨论

3.1 考氏白盾蚧的危害特点

植物自身和所处环境决定了植物病虫害的特殊性^[16]。本研究发现,考氏白盾蚧在不同区域、不同寄主、同一寄主的不同空间危害情况不同。究其原因:1)考氏白盾蚧活动范围有限,主要通过人为传播和风雨传播,一个区域害虫的发生和危害强度受

表 2 昆明市考氏白盾蚧的年生活史

Tab. 2 Life history of *P. cockerelli*

世代	3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月至次年2月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
第一代	♀	♀	♀	♀	♀																						
		▽	▽	▽	▽																						
			1	1	1	1			1			1			1			1			1			1			1
							2	2	2	2	2	2	♂	♂	♂	♂	♂	♂									
第二代										♀	♀	♀	♀	♀	♀												
													▽	▽	▽												
																1	1	1									
																2	2	2				♂	♂	♂	♂		
																					♀	♀	♀	♀	♀	♀	

注:“▽”—卵;“1”—1 龄若虫;“2”—2 龄若虫;“♀”—雌成虫;“♂”—雄成虫

该区域虫源的有无和数量的多寡影响,不同区域园林植物养护管理水平不同,翠湖公园养护管理水平高,危害轻,而金殿公园属于森林公园,面积大,园林植物养护管理水平有限,受害严重;2)害虫对不同寄主的适应能力不同;3)即便为同种寄主,受传播方向、枝叶分布、光照情况的影响,也会造成害虫在空间分布上不均衡的现象。

3.2 考氏白盾蚧的发生规律

考氏白盾蚧在不同地区年发生世代数不同。在山东多为 1 年发生 2 代,偶有 1 年发生 3 代^[6];在福建和广州 1 年发生 6 代^[17];在云南大理,考氏白盾蚧 1 年仅 1 代^[18]。每雌产卵量也有差异。福建,每雌平均产卵量为 80.8 粒;红树林生境中产卵量为 72.3 粒^[19];在云南大理,梨树上考氏白盾蚧产卵量为 93 粒^[18]。本研究显示,在昆明市山茶考氏白盾蚧 1 年发生 2 代,每雌平均产卵量为 81 粒。不同地区由于海拔、气候等因子的不同,考氏白盾蚧的发生规律、世代数及每雌孕卵量有差异。基于此,在对其进行防治时,一定要结合其发生规律来确定防治时间和防治措施。

过度依赖化学防治会造成天敌损伤、环境污染的严重后果,与我国生态文明建设理念相悖^[11-12]。因此,通过加强园林植物的栽培管理,整形修剪,选育抗病品种;尽可能地采用人工防治或物理防治措施,避免频繁地使用化学防治措施;在若虫涌散期,可用高压水枪冲洗,以减少化学农药的使用;结合园林植物整形修剪,剪除危害较为严重的枝条集中处理;在雌成虫产卵前采用人工抹除的方法进行防治;通过保护环境充分发挥天敌的控制作用是防治考氏白盾蚧的最佳对策。从其发生规律来看,昆明市山茶考氏白盾蚧以受精的雌成虫越冬,由于雌成虫终身固定不动,11 月至次年 3 月可结合整形修剪剪除受害枝条,能有效降低越冬虫口基数,减轻次年的危害。3 月下旬至 5 月上旬和 7 月下旬至 8 月中旬为 1 龄若虫发生期,该时期虫体表面无盾壳保护,为化学防治的最佳时期,采用吡虫啉、阿维菌素、毒死蜱、杀扑磷等均有较好的防治效果。使用过程中可以多种杀虫剂交替使用,防止产生抗药性。同时,应加强对考氏白盾蚧寄生性天敌的研究和利用,以改变过分依赖化学农药的现状,实现生态园林及生态城市建设。

参考文献:

[1] MILLER D R, MILLER G L, HODGES G S, et

al. Introduced scale insects (Hemiptera: Coccoidea) of the United States and their impact on U. S. agriculture.

[J]. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 2005, 107(1): 123-158.

[2] 王子清. 常见介壳虫鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 1985.

[3] 王子清. 中国动物志: 昆虫纲第 22 卷同翅目蚧总科[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

[4] 张飞萍, 杨志伟, 江宝福, 等. 红树林考氏白盾蚧的初步研究[J]. 福建林学院学报, 2008, 28(3): 220-224.

[5] 汤昉德. 中国园林主要蚧虫[M]. 沈阳: 沈阳市园林科学研究所, 山西农学院, 1977.

[6] 胡兴平, 周华平. 观赏植物上考氏白盾蚧生物学与防治[J]. 山东农业大学学报, 1993, 24(1): 99-101.

[7] 武三安. 中国大陆有害蚧虫名录及组成成分分析(半翅目: 蚧总科)[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(4): 55-63.

[8] 郑进烜, 卢珍红, 赵金发, 等. 昆明市园林植物资源综合评价研究[J]. 林业调查规划, 2014, 39(5): 143-149.

[9] 吴亮, 董草, 谭秀梅, 等. 昆明市道路绿地园林植物种类多样性研究[J]. 北方园艺, 2011(24): 110-114.

[10] 魏左平, 魏金平, 李青丰. 城市生态环境与城市园林绿化[J]. 北方园艺, 2007(4): 166-168.

[11] 徐公天. 我国城市园林植物病虫害的现状与对策[J]. 中国森林病虫, 2002, 21(1): 48-51.

[12] 张青, 张宇. 园林植物害虫的研究进展[J]. 广东农业科学, 2011, 38(17): 64-66.

[13] 杨红明, 马骏. 昆明景观植物鉴赏[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.

[14] 王海林, 吴琳. 分瓣臀凹盾蚧 *Phenacaspis kentiae* Kuwana 防治指标的研究[J]. 西南林业大学学报, 1992, 12(1): 63-69.

[15] 李巧, 郭宏伟, 刘波, 等. 昆明市区伪角蜡蚧危害调查[J]. 中国森林病虫, 2015, 34(1): 26-28, 45.

[16] 郑健. 城市园林植物病虫害的特点及生态控制策略[J]. 现代园艺, 2016, (12): 41-42.

[17] 罗佳, 葛有茂. 考氏白盾蚧生物学与天敌初步研究[J]. 福建农业大学学报, 1997, 34(2): 194-199.

[18] 李云, 周晓燕, 王丽玲, 等. 考氏白盾蚧对梨的危害及主要生物学特性观察[J]. 云南农业大学学报, 1996, 11(2): 72-76.

[19] 江宝福. 红树林考氏白盾蚧生物学特性和种群动态研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2009.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.017

勐海县林业有害昆虫种类初步调查

杨鸿培¹, 赵建伟¹, 陶永祥¹, 王兰新¹, 谢翔², 邓建军², 王巧燕¹

(1. 西双版纳国家级自然保护区科学研究院, 云南 景洪 666100; 2. 勐海县林业局, 云南 勐海 666200)

摘要:2015 年 6 月至 2016 年 8 月, 对勐海县林业有害昆虫采用访问及野外踏查的调查方法, 调查代表性有林地面积 294 841.5 hm², 占全县有林地面积的 80%。在 120 个采集点用网捕和灯诱法共采集昆虫标本 1 539 份。根据鉴定, 它们隶属于 6 目 63 科 236 种, 其中包括了部分重要的林木害虫、资源昆虫。文章中列出了这 236 种林业有害昆虫名录及其危害对象、危害程度。

关键词:林业有害昆虫; 网捕法; 灯诱法; 种类; 危害程度; 有害昆虫名录; 勐海县

中图分类号: S763.302 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2016)06-0087-07

A Preliminary Study on Diversity of the Forest Injurious Insects in Menghai County

YANG Hongpei¹, ZHAO Jianwei¹, TAO Yongxiang¹, WANG Lanxin¹, XIE Xiang²,
DEN Jianjun², WANG Qiaoyan¹

(1. Research Institute of Yunnan-Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China;
2. Menghai Forestry Bureau, Menghai, Yunnan 666200, China)

Abstract: By using interviewing and field checking methods, this study conducted a comprehensive survey on the forest injurious insects in Menghai County from June 2015 to August 2016. 294841.5 hm² of typical forest areas which accounted for 80% of the total forest area in Menghai County were investigated and a total of 1539 specimen were collected through net-catching and light trap over 120 sites in the study. Results showed that there were 248 species were cached, which belonged to 67 families and 8 orders, including the key forest injurious insects and resource insects. Therefore, this paper also listed the directory, damage objectives, and damage level of 236 species of injurious insects.

Key words: forestry injurious insect; net-catching method; light trap method; damage level; injurious insect directory; Menghai County

勐海县属热带、亚热带西南季风气候, 冬无严寒、夏无酷暑, 年温差小, 日温差大, 依海拔高低可分为北热带、南亚热带、中亚热带气候区。主要经济以粮、茶、糖和经济林为主。森林覆盖率为 60.33%, 其中, 有林地覆盖率 55.63%。目前对林业有害昆虫的种类及发生尚不清楚, 本底资料较少。根据

《国家林业局关于开展全国林业有害生物普查工作的通知》(林造发[2014]36号)、《云南省林业厅关于印发云南省林业有害生物普查方案的通知》, 于 2015 年 2 月至 2016 年 8 月在全县开展了林业有害昆虫资源调查, 基本摸清了林业有害昆虫的基本情况。

收稿日期: 2016-11-22.

作者简介: 杨鸿培(1964-), 男, 云南永胜人, 工程师。从事自然保护区资源保护管理及研究工作。

通信作者: 王巧燕(1974-), 女, 云南勐腊人, 高级工程师。从事野生动物研究与监测工作。

1 研究区概况

勐海县位于云南省西南部、西双版纳傣族自治州西部,地处东经 99°56′~100°41′,北纬 21°28′~22°28′。土地总面积 536 642 hm²,其中:林业用地 368 595.3 hm²,占全县土地总面积的 68.69%;

勐海县地处热带北缘,长期处于热带季风的控制之下,由于未受冰川南移的影响,第三纪以前的古、稀、珍贵的热带植物得以保存、繁衍和发展,植物种类繁多,类型复杂多样。在分布上,由于复杂的地形地势,土壤和气候的多样性镶嵌交错现象较为普遍。森林植被的各种类型表现出热带植被向亚热带植被之间的过渡性。森林植被分布的垂直带性显著,随着山地海拔的升高,气候、土壤发生改变,导致森林植被明显不同。然而,在不同的水平带中,森林垂直地带的构成具有一定的规律:海拔 1 000 m (1 300 m) 以下为热带季雨林、山地雨林,如林中的千果榄仁、绒毛番龙眼等植物;海拔 1 000(1 300)~1 800 m 为暖热性针叶林、常绿阔叶林,如思茅松林、小果栲林等;海拔 1 800 m 以上多为石灰岩地区的稀树草坡和灌丛。森林资源在地域上总体分布较均匀。

2 调查方法

2.1 问卷调查

对勐海县辖区内的国家级口岸、边境沿线,林地、苗圃、贮木场、木材加工厂、花圃、珍贵用材林等,就某种有害生物,有目的地对当地群众、技术人员、业主、有关专家等进行访问咨询,了解当地林业有害生物种类、分布、发生等情况。每个乡镇发放问卷 10 份,共计 110 份。

2.2 野外调查

野外踏查技术上主要采用 GPS、遥感、地理信息系统相结合的综合技术体系。用 GPS 收集踏查点,结合地理信息系统技术,对有害生物发生地、发生面积进行分析汇总。踏查线路以乡镇为主。利用公路、河流、林间道路、林班线等,设计科学、合理的调查路线。每条踏查线路由主线和支线组成。

2.3 标本采集

根据昆虫的不同生境和不同种类,采用不同的方法。

1) 灯诱采集。适用于趋光性强的昆虫或对引诱剂或颜色敏感的害虫调查。通常使用变频灯和白炽灯进行诱捕。

2) 网捕采集。对白天活动的昆虫种类,用捕虫网追捕昆虫。

3) 寻集法:人工或借助工具。如用网(布网)轻拍杂草或植被,对隐藏的昆虫进行采集。

2.4 内业处理

根据不同海拔、生境及植被情况设若干个点。在室内将采集到的标本进行分类制作,鉴定,查阅相关文献。部分标本由分类专家鉴定。

3 调查结果

野外调查范围涉及 6 镇 5 乡,共设置 971 条调查线路,23 717 踏查点,踏查面积 448 661 hm²,占全县总面积的 83.6%(表 1)。

表 1 勐海县有害生物调查踏查点、踏查面信息

Tab. 1 Survey points information of forestry injurious insect pest in Menghai County

乡镇	踏查点总数/ 个	乡镇面积/ hm ²	踏查面积/ hm ²	占比/ %
布朗山	3475	99207	72066	72.6
打洛	1645	39449	31041	78.7
格朗和	1395	32138	26055	81.1
勐阿	2575	47392	41915	88.4
勐海镇	2498	35631	35373	99.3
勐混	1770	35909	32995	91.9
勐满	2064	45159	38915	86.2
勐宋	1946	49045.3	40407	82.4
勐往	1464	45884.7	33574	73.2
勐遮	2436	48230	46673	96.8
西定	2449	58597	49647	84.7
合计	23717	536642	448661	83.6

本次调查代表性有林地 294 841.5 hm²,占全县有林地面积的 80%,120 个采集点,采集昆虫标本 1 539 份,采用系统分类学方法分类,初步定名的害虫共 249 种,属于昆虫纲 6 目 63 科 236 种,同时记录昆虫分布地点、面积和危害程度(表 2)。

4 结论与讨论

4.1 有害昆虫特点

由于勐海县地处热带北缘,属热带、亚热带西南季风气候,冬无严寒、夏无酷暑,年温差小,日温差大,依海拔高低可分为北热带、南亚热带、中亚热带

表 2 勐海县有害昆虫名录

Tab. 2 Directory of Forestry injurious insect in Menghai County

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度	
半翅目	红蝽科 (3)	小斑红蝽	<i>Physopelta cincticollis</i> Stal	茶、其它阔叶树	+	
		细斑棉红蝽	<i>Dysdercus evanescens</i>	芒果	+	
		艳绒红蝽	<i>Melamphaus rubrocinctus</i> (Stai)	其它阔叶树	+	
	缘蝽科 (1)	曲茎侏缘蝽	<i>Micitis tenebrosa</i> Fabricius	茶、其它阔叶树	+	
		蝽科 (4)	麻皮蝽	<i>Erthesina fullo</i> (Thunberg)	灌木	+
	荔蝽		<i>Tessaratomia papillosa</i>	荔枝、龙眼	+	
	巨蝽		<i>Eusthenes robustus</i> (Lepeletier et Serville)	鸭脚木	+	
	茶翅蝽		<i>Halyomorpha picus</i> Fabricius	茶	+	
	盾蝽科 (1)	尼珀尔宽盾蝽	<i>Poecilocoris nepalensis</i> (Herrich & Schaeffer)	油茶、朴树	+	
	象蜡蝉科 (1)	中野象蜡蝉	<i>Dictyophara nakanonis</i> Matsumura	茶、灌木	+	
	蜡蝉科 (1)	中华鼻蜡蝉	<i>Zanna chinensis</i> Distant	大豆、椰子	+	
	耳叶蝉科 (1)	片头叶蝉	<i>Petalocphala</i> sp.	茶、降香黄檀	+	
	沫蝉科 (1)	黑斑丽沫蝉	<i>Cosmoscarta dorsimacula</i> Walker	核桃、乔木	+	
	蝉科 (2)	蚱蝉	<i>Cryptotympana atrata</i>	茶、核桃	+	
		螳蛄	<i>Platypleura kaempferi</i>	茶、乔木	+	
	鳞翅目	天蛾科 (18)	枸星天蛾	<i>parum colligata saturata</i> ciark	茶、其它阔叶树	+
			白薯天蛾	<i>Agrius convolvuli</i>	扁豆、赤小豆	+
			条背天蛾	<i>Cechenena lineosa</i>	凤仙花	+
紫光盾天蛾			<i>Phyllosphingia dissimilis</i>	核桃	+	
鬼脸天蛾			<i>Acherontia lachesis</i> Fabricius	茄科、唇形科、紫葳科、唇形科、木犀科	+	
枇杷六点天蛾			<i>Marumba spectabilis</i>	枇杷	+	
平背天蛾			<i>Cechenena minor</i>	其它阔叶树	+	
曲线蓝目天蛾			<i>JSmerinthus szechuanus</i>	槭科	+	
青背斜纹天蛾			<i>Sphinx idae</i>	芋、水葱	+	

续表 2

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度
		雀纹天蛾	<i>Teretra japonica</i>	爬山虎、常春藤、麻叶绣球、大绣球	+
		三角锤天蛾	<i>Sphinx idae</i>	薄皮木	+
		土色斜纹天蛾	<i>Theretra latreillii</i>	凤仙花、秋海棠	+
		桃六点天蛾	<i>Marumba gaschkewitschii</i>	茶、其它阔叶树	+
		小豆长喙天蛾	<i>Macroglossum stelarum</i> Linnaeus	茜草科、小豆、土三七	+
		斜纹后红天蛾	<i>Theretra ciotho</i> Drury	算盘子	+
		鹰翅天蛾	<i>Ambulyx ochracea</i> (Butler, 1885)	核桃、槭科植物	+
		赭斜纹天蛾	<i>Theretra pallicosta</i> (Walker, 1856)	茶、其它阔叶树	+
		芝麻鬼脸天蛾	<i>Acherontia styx</i> Westwood	茄科、豆科紫茂科	+
	灯蛾科 (15)	八点灰灯蛾	<i>Cretonotus transiens</i> (Walker)	茶、柑橘、桑叶	+
		窄楔斑拟灯蛾	<i>Asota canaraiva</i>	成虫吸食果汁	+
		长斑拟灯蛾	<i>Asota plana</i> (Walker, 1854)	榕树、棱果榕、水同木、牛奶榕等桑科榕	+
		粉蝶灯蛾	<i>Nyctemera adversata</i> (Schaller, 1788)	柑桔、狗舌草、菊科	+
		黑条灰灯蛾	<i>Cretonotus gangis</i> (Linnaeus)	茶、甘蔗、咖啡	+
		红缘灯蛾	<i>Amsacta lactinea</i>	棉花、灌木	+
		人纹污灯蛾	<i>Spilarectia subcarnea</i>	桑、茶、柑橘	
		黄条虎丽灯蛾	<i>Calpenia khasiana</i>	灌木	+
		巨网灯蛾	<i>Macrobroschia Macrobroschia gigas</i> (Walker, 1854)	灌木	+
		枚腹灯蛾	<i>Rhodogasthria astreus</i> (Drury)	灌木	+
	乳白斑灯蛾	<i>Areas galactina formosana</i> (Okano, 1960)	灌木	+	
	纹散灯蛾	<i>Argina argus</i> Kollar	禾谷类	+	
	散星灯蛾	<i>Argina cribrararia</i> Clerck	灌木	+	
	铅闪拟灯蛾	<i>Euplocia dominia</i>	成虫吸食果汁	+	
	一点拟灯蛾	<i>Asota caricae</i> Fabricius	榕、野无花果	+	
	毒蛾科 (13)	茶白毒蛾	<i>Arctornis alba</i> (Bremer, 1861)	油茶、柞树、榛子	+

续表 2

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度
		刚竹毒蛾	<i>Pantana phyllostachysae</i>	南桥竹、毛竹、慈竹、白夹竹、寿竹	++
		白斑茸毒蛾	<i>Dasychira nox col-lonotee</i>	茶、其它阔叶树	+
		白毒蛾	<i>Actornis l-nigrum</i>	山毛榉、栎、鹅耳栎、苗榆、榛、桦、苹果、山楂、榆、杨、柳	+
		茶后毒蛾		茶	+
		初月毒蛾	<i>Albos triata</i>	其它阔叶树	+
		毒蛾	<i>Porthesia similis</i>	桑、苹果、梨、桃、山楂	+
		栎黄毒蛾	<i>Eupeoctis Plana</i> Walker	茶、其它阔叶树	+
		双斑大毒蛾	<i>Eupeoctis Plagiata</i> Walker	茶、其它阔叶树	+
		霜茸毒蛾	<i>Fasce lina</i>	栎、山毛榉、榛、枸杞、火蓼、山花楸、悬钩子	+
		舞毒蛾	<i>Lymantria dispar</i>	果树、松树、水稻	+
		绣黄毒蛾	<i>Euproctis plagiata</i> (Walker)	茶、其它阔叶树	+
		月毒蛾	<i>Calli gramma</i>	茶、其它阔叶树	+
刺蛾科 (7)		眼鳞刺蛾	<i>Squamosa ocellata</i> (Moore)	茶、其它阔叶树	+
		茶奕刺蛾	<i>Lragoides fasciata</i> (Moore)	茶、其它阔叶树	+
		迹边绿刺蛾	<i>Latoia pastoralis</i>	樟树	+
		广东油桐刺蛾	<i>Scopelodes uenosa</i> Kwangtungensis Hering	茶	+
		两色绿刺蛾	<i>Latoia bicolor</i> (Walker)	核桃、毛竹	+
		褐边绿刺蛾	<i>Latoia consocia</i> Walker	果树和毛竹、榆等林木	+
		灰线双刺蛾	<i>Cania bilinear</i>	茶、柑桔	+
舟蛾科 (12)		黑带杨尾舟蛾	<i>Neodrymonia banalis</i> (Moore)	林木	+
		舟蛾	Notodontidae; notodontid moths	果树、竹林	+
		黑蕊舟蛾	<i>Dudusa sphingiformis</i> Moore	龙眼、漆树	+
		梭舟蛾	<i>Netria viridescens</i>	山榄科	+
		点舟蛾	<i>Stigmatoporphorina hammamelis</i>	林木	+
		竖线舟蛾	<i>Mesophalera sigmاتا</i> (Butler)	林木	+

续表 2

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度
		黑带二尾舟蛾	<i>Cerura virula felina</i>	杨树、柳树	+
		端重舟蛾	<i>Baradesa ultima</i> Sugi	林木	+
		国槐羽舟蛾	<i>Pterostoma sinica</i> Moore	槐树	+
		双带垠舟蛾	<i>Albi fascia</i>	林木	+
		尖瓣舟蛾	<i>Straba argenten teodiuisa</i>	林木	+
		黄二星舟蛾	<i>Lampronadata cristata</i>	柞树	+
苔蛾科 (10)		优美苔蛾	<i>Miltochrista striata</i>	茶、其它阔叶树	+
		白黑华苔蛾	<i>Agylla ramelana</i> (Moore, 1900)	茶、其它阔叶树	+
		条纹苔蛾	<i>Asura strigipennis</i>	柑橘	+
		美雪苔蛾	<i>Cyana distincta</i> (Rothschild)	幼虫杂食性	+
		条纹艳苔蛾	<i>Asura strigipennis</i>	灌木	+
		铅闪拟灯蛾	<i>Neochera dominia</i> Cramer	灌木	+
		条纹艳苔蛾	<i>Asura strigipennis</i>	柑桔	+
		线美苔蛾	<i>Miltochrista linga</i>	灌木	+
		美苔蛾	<i>Miltochrista miniata</i>	灌木	+
		猩红雪苔蛾	<i>Cyana (Chionaema) coccinea</i> (Moore)	台湾相思	+
夜蛾科 (14)		凡艳叶夜蛾	<i>Eudocima fullonica</i>	木通	+
		卷裳目夜蛾	<i>Erebus macrops</i> (Linnaeus)	吸食果汁	+
		前光裳夜蛾	<i>Catocala praegnax</i> Walker, 1857	茶、其它阔叶树	+
		黄绿组夜蛾	<i>Anaplectoides virens</i> (Butler)	果树	+
		旋目夜蛾	<i>Speiredonia retorta</i> L.	果树、柑桔、合欢	+
		蚪目夜蛾	<i>Metopta Tectifasciata</i> (menestries)	梨、枇杷、桃等果树	+
		散纹夜蛾	<i>Callopietria juventina</i>	茶、其它阔叶树	+
		佩夜蛾	<i>Oxyodes scrobiculata</i> Fabricius	龙眼、荔枝	+
		黄带拟叶夜蛾	<i>Phyllodes eyndhovi</i> Vollenhoven	成虫吸食果树	+
		马蹄两色夜蛾	<i>Dichromia sagitta</i> (Fabricius)	茶、其它阔叶树	+
		斜目夜蛾	<i>Prodenia Litura</i> (Fabricius)	棉花、十字花科、茄科	+
		枯安纽夜蛾	<i>Anua coronata</i> Fabricius	使君子、果汁	+
		革刺裳夜蛾	<i>Mormania bella</i>	茶、其它阔叶树	+

续表 2

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度
		巨闪夜蛾	<i>Sypna mormoudes butler</i>	茶、其它阔叶树	+
	尺蛾科 (22)	雪尾尺蛾	<i>Ourapteryx nivea</i> Butler	朴、冬青、栓皮栎	+
		丝绵木金星尺蛾	<i>Calospilos suspecto</i> Warren	卫矛、榆树	+
		丸尺蛾	<i>Plutodes flavescens</i> Butler	其它阔叶树	+
		波尾尺蛾	<i>Ourapteryx persica</i> Menetries	其它阔叶树	+
		黄绿丸尺蛾	<i>Plutodes cosatatus</i> Butler	其它阔叶树	+
		油桐尺蛾	<i>Buxura suppressaria guenee</i>	油桐	+
		鹰尺蛾	<i>Biston sp.</i>	其它阔叶树	+
		钩镰翅绿尺蛾	<i>Tanaorhinus rafflesii</i> (Moore)	其它阔叶树	+
		毛穿孔尺蛾	<i>Corymica arnearia</i> (Walker, 1860)	其它阔叶树	+
		星尺蛾	<i>Sirinopteryx paralela</i> Wehrli	其它阔叶树	+
		绣青尺蛾	<i>Hemithea tritonaria</i> Walker	其它阔叶树	+
		云南粉尺蛾	<i>Teretra opicaris</i> Moors	其它阔叶树	+
		中华星尺蛾	<i>Ophthalmodes sinensium</i> Oberthur	其它阔叶树	+
		一线沙尺蛾	<i>Sarcinodes restituta</i> (Walker)	其它阔叶树	+
		二线沙尺蛾	<i>Sarcinodes cernearia</i> Guenee	其它阔叶树	+
		三线沙尺蛾	<i>Sarcinodes aequilinearis</i> (Walker)	其它阔叶树	+
		达尺蛾	<i>Dalima apicata</i> eoa Wehrli	其它阔叶树	+
		霉纸尺蛾	<i>Chorodna metaphaearia</i> Walker	其它阔叶树	+
		黑星白尺蛾	<i>Asthena melanosticta</i> Wehrli	茶、其它阔叶树	+
		玉臂黑尺蛾	<i>Xandrames dholaria</i> Moor	茶、其它阔叶树	+
		直线青尺蛾	<i>Hipparchus ualida</i> Felder	茶、其它阔叶树	+
		青辐射尺蛾	<i>Iotaphora iridicolor</i> (Butler)	核桃	+
	斑蛾科 (7)	茶柄脉锦斑蛾	<i>Eterusia aedea</i> (Linnaeus, 1763)	茶、其它阔叶树	+
		茶斑蛾	<i>Eterusia aedea</i> Linnaeus	茶	+
		豹点锦斑蛾	<i>Cyclosia panthona</i>	茶、其它阔叶树	+
		萱草斑蛾	<i>Pidorus gemina</i> WalKer	茶、其它阔叶树	+

续表 2

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度
		白点锦斑蛾	<i>Arbudas flavimacula laucas</i> Jordan	茶、其它阔叶树	+
		华西托尾锦斑蛾	<i>Elcysma delavayi</i> Oberthur	杨梅、李子	
		重阳木斑蛾	<i>Histia flabellivornis</i>	重阳木	
	天蚕蛾科 (6)	海南树天蚕蛾	<i>Lemaireia hainana</i> Nassig Wang	茶、其它阔叶树	+
		印度钩翅天蚕蛾	<i>Antheraea (Antheraeopsis) assamensis</i> (Helfer, 1837)	茶、其它阔叶树	+
		樗蚕	<i>Philosamia cynthia</i> Walker et Felder	西南桦、臭椿樟树	
		冬青大蚕蛾	<i>Archaeoattacus dewardsii</i>	樟树	
		绿尾大蚕蛾	<i>Actias ningpoana</i>	樟、桉木、木槿	
		乌柏大蚕蛾	<i>Attacus atlas</i>	大叶合欢、樟	
	大蚕蛾科 (1)	明目大蚕蛾	<i>Antheraea frithii jauanensis</i> Bouvier	林木、灌木	+
	蚕蛾科 (2)	一点钩翅蚕蛾	<i>Mustilia hepatica</i> Moore	构树	+
		钩翅赭蚕蛾	<i>Mustilia sphingiformis</i> Moore	榕树	+
	鹿蛾科 (鹿子蛾亚科) (3)	丹腹新鹿蛾	<i>Caeneressa foqueti</i> (Joannis)	吸食土沉香叶汁	+
		广鹿蛾	<i>Amata emma</i> (Butler)	吸食土沉香叶汁	+
		伊贝鹿蛾	<i>Syntomoides imaon</i>	乔木	+
	燕蛾科 (1)	大燕蛾	<i>Lyssa zampa</i>	木菠萝	
	蛱蝶科 (6)	蛇眼蛱蝶	<i>Junonia lemonias</i> (Linnaeus)	白背黄衣粘、瘤子草	+
		德环蛱蝶	<i>Neptis dejeani</i> Oberghur	林木、灌木	+
		斐豹蛱蝶	<i>Argyreus hyperbius</i> (Linnaeus, 1763)	林木、灌木	+
		红锯蛱蝶	<i>Cethosia biblis</i>)	灌丛、杯叶西蕃莲	+
		小环蛱蝶	<i>Neptis sappho</i> (Pallas)	胡枝子、香豌豆、大山薰豆、五脉山薰豆	+
		中环蛱蝶	<i>Neptis hylas</i> Linnaeus	花科、豆科、榆科、蔷薇科	+
	凤蝶科 (1)	巴黎翠凤蝶	<i>Papilio paris</i>	芸香科、柑橘	+
	斑蝶科 (1)	青斑蝶	<i>Tirumala limniace</i> (Cramer)	萝藦科的南山藤属、醉魂藤属和球兰	+
	螟蛾科 (7)	绿翅涓野螟	<i>Diaphania angastulis</i> (Snellen)	幼虫取食叶片	+
		稻巢螟	<i>Ancylomia japonica zeller</i>	稻谷	+

续表 2

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度
		黄野螟	<i>Heortia vitessoides</i>	土沉香	++
		三条螟蛾	<i>Dichocrocis chlorophanta</i> Butler	其它阔叶树	+
		桃蛀螟	<i>Dichocrocis punctiferalis</i>	桃、板栗、梨	+
		褐角须野螟蛾	<i>Agrotera scissalis</i> walker	其它阔叶树	+
		赭缘绢野螟	<i>Diaphania lacustalis</i>	其它阔叶树	+
枯叶蛾科 (7)		苹果枯叶蛾	<i>Odonestis pruni</i> Linnaeus	蔷薇、苹果、桃	+
		栎黄枯叶蛾	<i>Trabala vishnou gigantina</i>	核桃	+
		栗黄枯叶蛾	<i>Trabala uishnou</i> Lefebure	茶、核桃	+
		双斑枯叶蛾	<i>Philudoria hani</i> Lajonquire	乔木	+
		云南松毛虫	<i>Dendrolimus houi</i> Lajonquiere	思茅松、油松、高山松、思茅松、侧柏、柳杉	+
		马尾松毛虫	<i>Dendrolimus punctatus</i> Walker	思茅松	+
		思茅松毛虫	<i>Dendrolimus kikuchii</i> Matsumura	思茅松	++
带蛾科 (6)		褐带蛾	<i>Palirisa cervina</i> Moors	幼虫危害林木	+
		赤条黄带蛾	<i>Eupterote lativittate</i> Moore	核桃	+
		黑条黄带蛾	<i>Eupterote citrine</i> Walker	幼虫危害林木	+
		灰褐带蛾	<i>Palirisa sinensis</i> Rothschild	幼虫危害林木	+
		中华金带蛾	<i>Eupterote chinensis</i> Leech	泡桐、石榴、桃、苹果	+
		紫斑黄带蛾	<i>Eupterote diffusa</i> Walker	幼虫危害林木	+
波纹蛾科 (2)		阔洒波纹蛾	<i>Saronaga commifera</i> Warren	幼虫取食树木和灌木叶	+
		藕西波纹蛾	<i>Saronaga oberthuri</i> Houlbert	幼虫取食树木和灌木叶	+
蝙蝠蛾科 (2)		一点蝙蝠蛾	<i>Phassus sinifer sinensis</i> Moore	香椿、泡桐、柳树、板栗、桃、柿、葡萄	+
		桉蝙蝠蛾		桉树	++
网蛾科 (2)		金盏拱肩网蛾	<i>Camptochilus sinuosus</i> Warren	核桃	+
		树形网蛾	<i>Camptochilus aurea</i> Butler	林木	+
粉蝶科 (4)		纤黄粉蝶	<i>Gandaca harina</i>	铁刀木	+
		迁粉蝶	<i>Catopsilia pomona</i>	羊蹄甲属、紫檀、翅荚决明、田菁属	+

续表 2

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度
		宽片黄粉蝶	<i>Eurema hecade</i> (Linnaeus)	铁刀木	+
		东方菜粉蝶	<i>Pieris canidia</i>	铁刀木	+
	凤蝶科 (2)	青凤蝶	<i>Graphium sarpedon</i> (Linnaeus, 1758)	潺槁木姜子、樟科、红楠、香楠、大叶楠、山胡椒、番荔枝	+
		宽带凤蝶	<i>Papilio nephelus</i> Boiaduval	柑橘属	+
	蛱蝶科 (2)	新月带蛱蝶	<i>Athyma selenophora</i>	茜草科, 玉叶金花植物	+
		翠蓝眼蛱蝶	<i>Junonia orithya</i>	茶、金鱼草	+
	石蛾科 (1)	西藏紫石蛾	<i>Eubasilissa tibetana</i> Martynov	林木	+
	眼蝶科 (1)	彩裳斑眼蝶	<i>Penthema darlisa</i> Moore	林木	+
鞘翅目	鳃金龟科 (1)	大云鳃金龟	<i>Polyphylla laticollis</i> Lewis	豆类、花生、甘薯、玉米	++
	鳃金龟科 (3)	黑绒鳃金龟	<i>Serica orientalis</i> Motschulsky	蔷薇科果树、柿、葡萄、桑、杨、柳、榆	++
		八极鳃金龟	<i>Melolonthinae. sp</i>	桑树、核桃	+
		暗黑鳃金龟	<i>Holotrichia parallela</i> Motschulsky	果树、花生、大豆、薯类、麦类	++
	金龟子科 (1)	黄褐金龟子	<i>Anomala sp.</i>	灌木、乔木	+
	丽金龟科 (6)	淡色牙丽金龟	<i>Kibakoganea dohertyi</i> (Ohaus)	茶	+
		五指山牙丽金龟	<i>Kibakoganea fujio-kai ushizanus</i> Nagai	茶	+
		铜绿丽金龟	<i>Anomala corpulenta</i> Motschulsky	核桃、茶、	++
		格彩臂金龟	<i>Cheirtonus gestroi</i>	灌木、乔木	+
		绿丽金龟	<i>Anomala expansa</i> (H. Bates)	灌木、乔木	+
		斑喙丽金龟	<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	灌木、乔木	+
	负泥虫科 (3)	紫茎甲	<i>Sagra femorata purpurea</i> Lichtenstein	豆属、葛属、木蓝属、藤属	+
		耀茎甲紫红亚种	<i>Sagra fulgida minuta</i> Pic	豆属、葛属、木蓝属、藤属	+
		长足茎甲	<i>Sagra longipes</i> Baly	豆属、木蓝属、藤属	+
	叩甲科 (2)	丽叩甲	<i>Camposternus auratus</i> (Drury)	吸食果汁	+
		木棉流角叩甲	<i>Pectocera fortunei</i> Candeze	木棉	+

续表 2

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度
锹甲科 (4)	库光胫锹甲	<i>Odontolabis curvera</i>	喜食树汁	+	
		<i>Prosopocoilus astacoides</i>	喜食树汁	+	
		<i>Dorcus arrowi</i> (Boileau)	喜食树汁	+	
		<i>Prosopocoilus speciosus</i> Boileau	喜食树汁	+	
天牛科 (8)	蔗根土天牛	<i>Dorysthenes granulatus</i>	橡胶	+	
		<i>Anomophysis hainana</i> (Gressitt)	橡胶	+	
		<i>Aristobia horridula</i> (hope)	降香黄檀	++	
		<i>Batocera lineolata cheurolat</i>	林木、果树	+	
		<i>Xystrocera Globosa</i> (Olivier)	茶、其它阔叶树	+	
		<i>Xystrocera festiva</i> Thomsn	咖啡、可可、阔叶合欢	+	
		<i>Netelia Ocuaris</i> (Thomson)	橄榄属、榄仁树属	+	
		<i>Monochamus alternatus</i> Hope	思茅松	+	
三桠牛科 (1)	三桠牛	<i>Tricteno . sp</i>	果实	+	
花萤科 (1)	华丽花萤	<i>Themus imperialis</i>	茶、其它阔叶树	+	
象甲科 (1)	松瘤象	<i>Sipalus gigas</i>	壳斗科植物	+	
沟胫天牛亚科 1	木棉天牛	<i>Cerambycidae</i>	木棉	+	
拟步甲科 (2)	朽木甲	<i>comb-clawed beetle</i>	灌木	+	
		<i>Lagria nigricolis</i> Hope	灌木	+	
拟叶甲科 (1)	泥红槽缝叩甲	<i>Agrypnus argillaceus</i>	茶、其它阔叶树	+	
叶甲科 (1)	杨叶甲	<i>Chrysomela populi</i> Linnaeus	杨柳科植物	+	
直翅目	蝼蛄科 (1)	东方蝼蛄	<i>Gryllotalpa orientalis</i> Burmeister	黑黄檀、梨类等	+
	纺织娘科 (1)	纺织娘	<i>Mecopoda elongata</i>	南瓜、丝瓜、桑、杨柳科	+
	斑腿蝗科 (1)	大斑外斑腿蝗	<i>Xenocatantops humilis</i> (Serville)	茶、其它阔叶树	+
	拟叶蝻科 (2)	巨拟叶蝻	<i>Pseudophyllus titan</i> White	桑科植物	+
		亚叶蝻	<i>Orophyllus sp.</i>	其它阔叶树	+
露蝻科(1)	麻蝻	<i>Tapiena sp.</i>	其它阔叶树	+	
蝻科(3)	库蝻	<i>Kuzicus sp.</i>	其它阔叶树	+	

续表 2

目	科	种	拉丁名	宿主	危害程度
蟋蟀科 (2)	钩额蝻	<i>Ruspolia lineosa</i>	小型昆虫及植物为食	+	
		<i>meadow grasshopper</i>	植物的嫩茎、叶、花和果实为食	+	
		<i>Gryllusmitratus</i> Burmeister	栗、棉	+	
		<i>Tarbinskiellus portentosus</i>	松、杉、樟、橡、蔬菜	+	
竹节虫目 (1)	曲腹竹节虫	<i>Sinophasma curvata</i> Chen He	灌木、乔木	+	
		<i>Lonchodes hainanensis</i> Chen He	灌木、乔木	+	
		<i>Phraortes liaoningensis</i> Chen He	灌木、乔木	+	
同翅目	绵蚧科	草履蚧	<i>Drosicha contrahens</i>	降香黄檀	+

注: +—轻度发生, ++—中度发生, +++—高度发生

气候区。在分布上,由于复杂的地形地势,土壤和气候的多样性镶嵌交错现象较为普遍。森林植被的各种类型表现出热带植被向亚热带植被之间的过渡性。森林植被分布的垂直带性显著,随着山地海拔的升高,气候、土壤发生改变,导致森林植被明显不同,从而使得林业有害昆虫种类繁多。以刺吸式口器和咀嚼式口器昆虫的危害较多。刺吸式口器害虫常见种类有蚧壳虫、蚜虫、蜡类、叶螨、蓟马、难虱、叶蝉类等;咀嚼式口器害虫常见的有鳞翅目幼虫(夜蛾类、卷叶蛾等)、直翅目(蝗虫等)、鞘翅目(金龟子等)以及膜翅目幼虫等,专寄生种类较多,为害程度不一。

4.2 有害昆虫组成

此次调查中鳞翅目害虫种类较多,占所采害虫比例的 39.05%,鞘翅目次之,占 15.7%,其中半翅目占 6.35%,直翅目占 4.66%,竹节虫目占 1.27%,最少的是广翅目和同翅目,仅占 0.42%(表 3)。

4.3 有害昆虫发生特点及原因

4.3.1 发生特点

根据此次调查,发生危害程度偏重的有 11 种,如刚竹毒蛾、思茅松毛虫、桉蝙蛾、毛簇天牛、松梢斑螟、黄野螟、两色绿刺蛾、黑绒鳃金龟等。食叶与蛀干害虫较多,危害较大。

表 3 勐海县有害昆虫各目种数比较

Tab. 3 Each species number comparison of forestry injurious insect in Menghai County

目	科	种	占总种数的比例/%
半翅目	9	15	6.35
鳞翅目	28	169	39.03
鞘翅目	16	37	15.70
直翅目	7	11	4.66
竹节虫目	2	3	1.27
同翅目	1	1	0.42
合计	63	236	100

4.3.2 发生原因

1) 林分总体质量不高, 抵抗林业有害生物灾害能力低。

近年来, 随着勐海县大规模的人工造林, 在取得重大建设成果的同时, 人工林固有的弱点开始显露出来。如以桉树、思茅松、杉木、竹林为主的经济林, 人工纯林比重较大, 造林品种单一, 森林资源的总体质量不高, 林分抵抗灾害能力低下。抗病虫品种的选育和推广以及适时适地的造林措施不到位, 为林业昆虫的发生和传播提供了有利条件。

2) 地理位置特殊, 经贸物流日趋频繁, 有害生物入侵增加

勐海县位于云南省西南部, 西双版纳傣族自治州西部, 东接景洪市, 东北和西北与普洱市思茅区和澜沧县相邻, 西部和南部与缅甸接壤, 国境线长 146.6 km。地理条件复杂, 植物种质资源丰富。境

内交通发达, 对外贸易便利, 物流与日俱增, 林产品运输数量急剧上升, 有害生物被有意无意地带到各地。由于有害生物检疫和除害技术水平不高, 加之检疫监管不力, 导致了危害性林业有害生物入侵和扩散蔓延。

通过此项初步调查, 掌握了部分有害昆虫的种类、为害程度和分布等情况, 为勐海县有害昆虫综合治理, 以及各项防治措施的实施提供了科学依据, 由于面积大和调查时间短, 难免有疏漏, 有待于进一步补充和完善。

致谢: 文章得到西双版纳保护区科研所张忠员、余东莉、罗琼英、甘忠莉, 勐腊县林业局吴顺福、彭勇, 勐海县林业局领导, 森防站、天保站以及林业站的相关工作人员的大力支持和帮助, 在此一并感谢!

参考文献:

- [1] 云南省林业厅. 云南森林昆虫[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1987.
- [2] 中国科学院动物研究所. 中国蛾类图鉴(第 I. II. III 册)[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983.
- [3] 张巍巍, 李元胜. 中国昆虫生态大图鉴[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2011.
- [4] 陈明勇, 李正玲, 王爱梅, 等. 西双版纳蝶类多样性[M]. 昆明: 云南美术出版社, 2012.
- [5] 杨兰英. 西双版纳自然保护区昆虫资源研究[J], 林业调查规划, 2006, 31(1): 47-49, 53.
- [6] 陈明勇, 牛华. 西双版纳布龙州级自然保护区科学考察报告[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2013.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.018

核桃间种模式及综合效益分析

张琦芬, 朱正明

(新平县林业局, 云南 新平 653499)

摘要:基于农林复合经营系统的林农间种模式具有复合性、系统性、集约性、等级性等特征。遵循核桃间种模式物种组合原则,提出核桃—茶树、核桃树—核桃苗、核桃—杉木苗、核桃—魔芋、核桃树—生姜、核桃—刺包菜 6 种核桃间种模式实践。分别对每种间种模式的栽培管理技术及产量、效益进行阐述。认为核桃间种可以改善林木下层农作物的生长环境,降低抚育成本,达到以短养长,带动区域经济发展的目的,收获的产品可满足社会多方面的需要,并培养一批林农和林业科技人员,为林农产业发展提供技术支撑。

关键词:农林复合系统;核桃;间种模式;栽培技术;效益分析

中图分类号:S792.13;S753.536;F224.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0095-04

Walnut Interplanting Mode and Comprehensive Benefit Analysis

ZHANG Qifen, ZHU Zhengming

(XinPing County Forestry Bureau, Xinping, Yunnan 653499, China)

Abstract: Based on the characteristics of compound interplanting mode of agro-forestry system with ply-ability, systematic, intensives, gradability etc. This paper put forward 6 kinds of walnut interplanting mode which of walnut and tea tree, walnut trees and walnut seedlings, walnut and Chinese fir, walnuts and konjac, walnuts trees and ginger, walnut and cabbage according to the principle of walnut interplanting model species combination. The paper also analyzed the cultivation management technology, the yield and benefit of each interplanting model, results showed that those interplanting modes can improve the growth environment for under layer crops, reduce tending costs, drive regional economic development, meet the needs of society in many aspects, and cultivate a batch of forest and forestry science and technology personnel, provide technical support for the development of forest industry.

Key words: agro-forestry system; Walnut; Interplanting mode; cultivation techniques; benefit analysis

据统计,截至 2015 年 12 月,新平县核桃种植面积达 31 200 hm^2 ,其中投产面积为 10 093.3 hm^2 ,核桃总产量 549 万 kg ,单位产量 544.5 kg/hm^2 (按现有挂果投产面积计算);核桃总收入 1.647 亿元,

平均产值 16 320 元/ hm^2 (按现有挂果投产面积计算)。新平县核桃种植面积、干果产量、核桃产值分别占玉溪市总量的 28.7%、64.8%、71.3%,各项指标均居玉溪市首位。全县有核桃加工企业 8 家,企

收稿日期:2016-10-01.

基金项目:云南省省级财政林业科技推广项目(项目编号:[2015]TSYN03号).

作者简介:张琦芬(1971-),女,云南新平人,高级工程师.主要从事森林资源培育工作.

业总固定资产 1 105 万元。核桃产业已成为新平县山区的生态树、致富树,新平县成为了玉溪市的核桃产业大县。混农林业是当今林业发展的重要方向之一,它能充分有效利用林地空间,农林结合产生大于单做农地或林地的效益,同时,混农林业在类型配置上有利于乔灌草立体多层结合,能发挥远远大于单层结构的生态效果。核桃间种技术研究、实践与推广,增加林地产出,提高综合效益,提升劳动者素质,增强科技成果转化力度,对促进农村经济发展、社会稳定有积极重要的意义。

1 林农间种的理论基础

混农林业(英文:Agroforestry 或 Agro-sylviculture)或称农林间作、农业森林学、混农森林学、农林林业、混林农业等,是一种结合林业与农业间土地利用的研究学科或者实作方式^[1],也称农林复合经营系统,其具有以下基本特征^[2]:

1)复合性:农林复合经营系统改变了常规农业经营对象单一的特点,它至少包括 2 个以上的成分。农林复合经营系统把这些成分从空间和时间上结合起来,使系统的结构向多组分、多层次、多时序发展。同时,农林复合经营系统在设计与管理上要打破部门之间与学科之间的界限,要求跨部门跨学科的研究与合作。

2)系统性:农林复合经营系统是一种人工生态系统,有其整体的结构与功能,在其组成成分之间有物质与能量的交流和经济效益上的联系。农林复合经营系统不同于单一对象的农业与林业生产,而是把取得系统的整体效益作为系统管理的重要目标。

3)集约性:农林复合经营系统是有多种生命成分的生态系统,在管理上要求比单一成分的农业或林业人工生态系统有更高的技术,有更多的资金与技术投入,管理较精细,尤其需要多方面的配套技术。

4)等级性:农林复合经营系统的大小可以具有不同的等级与层次。可以从一个很小庭院的结构单元,到一个大的田间系统,再到小流域或地区的单元,直到覆盖大面积的农田防护林体系

农林复合经营应达到下列目标:增加生产,扩大土地利用面积,提高经济效益和农民的经济生活水平,优化利用自然资源,有效地保护生态环境。

2 核桃间种模式物种组合原则

1)留足核桃生长树盘,方便抚育管理。

2)因地制宜,山地应选择坡度平缓的林地间种作物,新植幼林 3~4 a,沿等高线种植,防止水土流失。

3)间种作物选择。选择适应性强,矮干、耐荫浅根系作物,最好是作物季节安排要保证能充分利用光能,与核桃展叶期错开。

4)实行不同作物轮作,避免核桃与作物生长不良或滋生病虫害。应注意的是核桃根系分泌一种胡桃醌,对番茄、洋芋、草莓的生长有抑制作用,因此番茄、洋芋、草莓不能与核桃间种。

5)忌间种与核桃有共同病虫害的作物,避免核桃感病遭受虫害。

3 核桃间种实践模式

3.1 核桃—茶树

茶树(*Camellia sinensis*(L.)O. ktze),耐荫,喜漫射光,在多云雾山区生长的茶叶品质好,喜温暖湿润气候,最低温不低于-12~18℃,最适年均温 20~30℃,年降水量 1 000~2 000 mm,相对湿度 80%以上地区^[3]。新平县核桃种植区气候条件符合茶树生长习性。核桃林内间种茶树,茶树利用核桃树遮荫,减少直射光,增加漫射光,可提高茶叶品质。茶树品种云抗 10 号种植技术:

1)种植方式:单株单行,行距 1.5 m,株距 0.4 m,种植密度 15 000 株/hm²。

2)移栽季节:6 月上旬至 7 月上旬。

3)茶树整形修剪:幼龄茶树的第一次定型修剪,在茶苗高达 35~50 cm 时进行,用整枝剪于地面 15~20 cm 处剪去主枝,保留侧枝不剪;第二次,在一级侧枝形成次生主梢,从分枝部位算起留 15~20 cm 剪去次生主梢,其余枝不剪;第三次,在二级侧枝长至 30~40 cm 长时,留梢长 10~15 cm,剪去二级次生主梢。第四次,当整个树冠高度达 100 cm 时,距地 60~70 cm 处用篱剪平剪。在以后打顶情况下,每次修剪提高 8~10 cm,最后定型在 80~90 cm 高度。2 年一次修剪,8 年进行一次改造重植。

4)干茶叶产量(8 年平均数)为 1 500~2 250 kg/hm²·a;茶叶收入 3~4.5 万元/hm²·a;扣除成本(肥料款、挖地、整形修剪、采茶工费)1.5 万元/hm²·a,净收益 1.5~3 万元/hm²·a。

3.2 核桃树—核桃苗

核桃林行间培育核桃砧嫁接苗。嫁接苗浸根消毒后定植于苗床,定植孔深 20 cm,株距 10~15

cm,行距 20~25 cm,定植密度 80 000~90 000 株/hm²。定植时苗直立,嫁接口露于地面,踩实土壤,浇透水,床面覆盖地膜,膜面上压细土,以利苗床的增温保湿,提高嫁接苗的成活率。6 月份结合解绑,揭除薄膜,然后进行 5~7 次除草中耕,深度 5~10 cm。施肥 3—6 月份以氮肥为主,每月施一次尿素,施肥量 75 kg/hm²;7—9 月份以施钾肥、磷肥为主,每月施一次,施肥量 113 kg/hm²;4 月份进行病虫害防治,敌克松 2 000 倍液灌根;5—6 月份以多菌灵、甲基托布津 800 倍液体交叉喷布,每月 1 次,防治菌根性根腐病。苗圃地发现刺蛾,用 2.5% 溴氰菊脂 500 倍液喷杀。核桃苗出圃 36 000 株/hm²,单价 5.00 元/株,收入 18.0 万元/hm²,扣除生产成本(核桃嫁接苗款、肥料款、农药款、管护工费)15.0 万元/hm²,净收入 3.0 万元/hm²。

3.3 核桃—杉木苗

利用核桃林行间进行杉木育苗,高效利用土地空间,做到杉木苗、核桃树的兼顾管理。

1) 杉木育苗技术:选择背风向阳比较平整的台地作为育苗地,苗床沿等高线设置,苗床高 20~30 cm,苗床用 75% 锌硫磷 800~1 000 倍液进行土壤消毒,1 周后播种。播种方法以条播为主,即按 20~25 cm 的距离开沟,沟深 1 cm,宽 2~3 cm 左右,将沟用木板压实,把种子均匀撒在沟中,用细土覆盖种子,盖土厚度以不见种子为宜,然后再盖稻草或松针。播种后 6~7 周种子先后发芽出土,分次揭去覆盖物。

2) 杉木猝倒病防治:杉木幼苗容易感染猝倒病,用 1%~2% 硫酸亚铁溶液和甲基托布津 800~1 000 倍液交叉喷布,按苗床面积 1 125 kg/hm² 喷洒,连续喷洒 4~7 次,每隔 7~10 d 喷洒 1 次。每次喷洒完后要立即用清水淋洗幼苗,以防幼苗产生药害。

3) 杉木苗施肥:6 月份以前均匀撒施复合肥,施肥量 180 kg/hm²,6—8 月份按 180 kg/hm² 均匀撒施尿素,施肥后浇透水;9—10 月间,浇施 0.3% 磷钾复合肥水溶液,促进苗木木质化,提高苗木抗性和造林成活率。

杉木苗全部出土后要及及时除草。杉木苗生产量达 22.2 万株/hm²,单价 0.28 元/株,收入 6.216 万元/hm²,扣除成本 1.183 万元/hm²,净收益 5.033 万元/hm²。

3.4 核桃—魔芋

核桃造林地成林后,利用核桃林的遮荫条件种

植魔芋,魔芋栽培技术如下:

1) 种植地选择:选择土层深厚、土壤肥沃、有机质含量高、排水良好的缓坡地或平地种植魔芋。于 3 月中、下旬至 4 月上旬播种,

2) 整地:土壤消毒施用生石灰 2.25 t/hm²,墒面宽 80 cm,株距 20~25 cm,行距 25 cm,为 3 塘 2 塘梅花形配置,步道 60 cm。

3) 种芋选择、消毒:选择二代种,为防止磨损种芋,种芋轻拿轻放。按中药消毒剂:水=300 g:100 kg 配制溶液,浸种 20 min。

4) 种芋摆播:枯枝落叶垫塘底,芽向与水平面呈 45°角,草木灰盖种,盖满塘,培土,扒平,用种量为 2.25 万粒/hm²。

5) 魔芋管理:魔芋先发根后发芽,当根发至 10 cm 以上才发芽。

6) 施肥:当魔芋根长至 2 cm 时施肥,施用魔芋专用肥 1 500 kg/hm²,培土 10 cm,盖黑色地膜。

商品魔芋 10 月中下旬收获,产量 37.5~60 t/hm²,收入 11.25~18 万元,扣除成本(种芋款、肥料款、地膜款、管护工费)6.65 万元/hm²,净收入 4.6 万元/hm² 以上。

3.5 核桃树—生姜

生姜喜荫,不耐高温和强光,核桃间种生姜,生姜生境条件。生姜气味辛辣,可有效防治核桃树害虫的危害,生姜间种技术如下:

1) 种植地选择:选择土层深厚、土壤肥沃、有机质含量高、排水良好的缓坡地或平地种植生姜。

2) 整地:整地时施用腐熟农家肥 4.5 t/hm²,均匀拌入土中,实行种植沟条播,株距 25~30 cm,行距 35~40 cm,沟深 10~12 cm。

3) 播种:种姜消毒用 72% 农用链霉素粉剂 4 000 倍液浸种 48 h,滤干播种,选择晴天播种。

4) 掰姜种播种:将姜种掰开成小块,每个种块上保留 1 个肥壮的幼芽,平放姜种,将姜种块平放在种植沟内,使幼芽方向一致,覆盖土 4~5 cm,播种量 3~3.5 t/hm²。

核桃树 4 m 行距之间套种生姜,生产生姜 30 t/hm²,生姜价格 3 000 元/t,收入可达 9 万元/hm²,扣除成本(种姜、肥料款、管护工费)2.93 万元/hm²,净收入达 6.07 万元/hm²。

3.6 核桃—刺包菜

核桃林内间种刺包菜,价格 5 元/株,刺包菜芽 40 元/kg,刺包菜收入达 2.25~2.7 万元/hm²·a,户均收入 2~3 万元。刺包菜栽植技术如下:

1) 选地:选择耕层深厚、肥沃疏松、排水良好、透气性好的酸性和微酸性沙土种植。

2) 整地:要深翻细耕、结合翻地,施优质农家肥 25 000~30 000 kg/hm²,磷酸二铵 3 000 kg/hm²。

3) 栽植时间:每年的 4 月份为最佳栽植时间。

4) 栽植:株行距 0.4 m×1.5 m,种植密度 15 000 株/hm²。

5) 修剪整枝:剪枝原则使株高适于采收,促进多发枝条和根系发育,提高产量,修剪时靠近枝条基部留 4~6 个侧芽,将上部剪去。修剪在早春树液流动前完成,生长期可在采收后进行。

6) 追肥:根据地力和生长势适当进行追肥,农家肥及化肥均可,农家肥可直接铺在墒面上。

7) 采收技术:春季萌芽后采摘嫩芽。掰去顶芽促进,顶芽下部的 1~5 个侧芽或顶芽的副芽萌发,摘芽每年 2~3 次为适宜,嫩芽以 10~15 cm,叶片尚未展开为宜,侧芽叶片展开早,可在 5~10 cm 时采摘。每株产量可达 0.5~1.5 kg,产量可达 7.5~22.5 t,产值可达 3.75~11.25 万元/hm²,扣除生产成本(种苗款、肥料款、管护、采收工费) 1.5 万元/hm²,净收益达 2.25 万元/hm² 以上。

4 间种综合效益评价

4.1 生态效益

核桃间种,核桃树冠能有效地拦截降雨,间种农作物构成的地表覆盖物可降低雨水的冲击力及片蚀,减少土壤水分和养分的流失,改善了林木下层农作物的生长环境。

4.2 经济效益

核桃间种实现了一地多用和一年多收的目标,促进了土地资源的高效利用,实现单位面积土地收益的最大化,特别是在造林初期间种农作物能充分利用林地中空间、光能和土壤等资源,取得近期经济效益,达到以短养长的目的。同时对林下农作物进行中耕、除草、施肥等管理可起到耕代抚的目的,改善了幼树的生长环境,提高了幼树的成活率,降低了抚育成本。核桃间种可以带来 1.5 万元/(hm²·a)

以上的经济收益(表 1),带动了区域经济的发展。

表 1 不同间种模式经济效益分析

间种模式	interplanting mode		净收益 万元/hm ²
	产值	生产成本	
核桃-茶	3	1.5	1.5
核桃-核桃苗	18	15.0	3.0
核桃-杉木	6.22	1.18	5.04
核桃-魔芋	11.25	6.65	4.6
核桃-生姜	9	2.93	6.07
核桃-刺包菜	3.75	1.5	2.25

4.3 社会效益

1) 核桃间种在重视核桃管护的同时收获多种产品,如生姜、魔芋、杉木苗、核桃苗、茶叶、核桃果实等,可满足社会多方面的需求。

2) 核桃间种解决了农村的剩余劳动力,增加青壮年就近就业机会,兼顾照顾老人和孩子,解决了留守老人和留守儿童的社会问题。

3) 培养了大批的林农和林业科技人员,他们在长期的实践过程中熟练掌握了核桃间种技术,填补了技术人员紧缺的空白,为林农产业发展提供技术支撑。新平核桃-茶树间种,已在者竜乡实践 1 200 hm²;平掌乡实践 160 hm²。

参考文献:

- [1] 姜志林. 农林复合经营技术[J]. 林业科技开发, 1998(3): 54-56
- [2] 朱清科. 复合农林学(高等院校水土保持与荒漠化防治专业教材)[M]. 北京: 中国林业出版社, 2016.
- [3] 李宏, 木伟军, 徐长山, 等. 丽江市山区高效核桃栽培模式初探[J]. 林业调查规划, 2014, 39(4): 106-109.
- [4] 杨海报. 桉树与卷荚相思人工混交经营技术试验研究[J]. 林业调查规划, 2015, 40(1): 91-95.
- [5] 王江生, 谷勇, 胡滨, 等. 马鹿花不同混交模式造林研究[J]. 林业调查规划, 2013, 38(1): 111-114.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.019

缺素对岑溪软枝油茶的营养及生理特性的影响

覃祚玉¹, 刘莉², 唐健¹, 曹继钊¹, 潘波¹, 阮扬³

(1. 广西林业科学研究院, 国家林业局中南速生材繁育实验室, 广西优良用材林资源培育重点实验室, 广西南宁 530002;
2. 广西壮族自治区南宁树木园, 广西南宁 530031; 3. 广西大学, 广西南宁 530004)

摘要:在霍格兰配方基础上,依据广西岑溪软枝油茶自身的营养吸收分配规律,调整营养液配方,采用砂培方法开展软枝油茶苗木缺素试验。监测油茶在 N、P、K、Ca、Mg、Fe、S 营养元素缺失条件下苗木的形态特征、叶片营养元素含量和生理特性(硝酸还原酶活性以及过氧化物酶活性),结果表明,各缺素处理均对油茶苗木的生长产生一定抑制作用,主要表现为叶片失绿,无光泽,苗木纤弱等现象,其中表现症状突出为缺铁、缺氮、缺钙处理。通过叶片营养的主成分分析,叶片综合养分从高到低次序为:全素>-Mg>-S>-Ca>-Fe>-K>-P>-N>蒸馏水,N、P、K 元素为幼苗养分吸收与分配的主要限制因子。不同缺素处理对叶片叶绿素(a+b)总含量、硝酸还原酶活性以及过氧化物酶活性大小影响最为明显的是缺氮和缺铁处理,缺钾处理下这些指标较全素处理略高。

关键词:软枝油茶;缺素;形态特征;营养元素;生理特性

中图分类号:S794.4;S718.43 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0099-04

Effects of Different Nutrient Deficiency on Nutrient Concentration and Physiological Characteristics of *Camellia oleifera* in Guangxi

QIN Zuoyu¹, LIU Li², TANG Jian¹, CAO Jizhao¹, PAN Bo¹, RUAN Yang³

(1. Key Laboratory of Superior Timber Trees Resource Cultivation, Key Laboratory of Central South, Fast-growing Timber Cultivation of Forestry Ministry of China, Guangxi Zhuang Autonomous Region Forestry Research Institute, Nanning 530002, China; 2. Nanning Arboretum of Guangxi Province, Nanning 530031, China 3. Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: On the basis of the formula of Hoagland, and according to the nutrient absorption and distribution rules, this study adjusted the nutrient formula of Cenxi soft-branched *Camellia oleifera*, and also conducted a test to study the effects of different nutrient deficiency on *Camellia oleifera* seedlings in Guangxi by the methods of sand culture. This study monitored the nutrient deficiency, nutrient contents, physiological characteristics (nitrate reductase activity and peroxidase activity) of seedlings under the lacking environments of seven mineral elements: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, and sulfur, the results showed; all treatments of nutrient deficiency had negative effect on the seedlings growth, such as leaves chlorosis and dull, seedling slim and so on. The phenomenon was extruded within the lack of calcium, iron and nitrogen. The principal component analysis of leaf nutrient showed that the

收稿日期:2016-11-14.

基金项目:广西林科院基金项目(林科[2014]24号);中央财政林业科技推广示范项目([2014]TG 04号).

作者简介:覃祚玉(1986-),女,广西蒙山人,助理工程师.从事植物营养与土壤化学研究. Email:lxqinzuoyu@163.com

the order of leaf integrated nutrients was followed the order of vegetative > Mg > -S > -Ca > -Fe > -K > -P > -N > distilled water, and the main limiting nutritional elements were nitrogen, phosphorus, potassium. The deficiency treatment of nitrogen and phosphorus had the greatest impact on total chlorophyll content (a+b), nitrate reductase activity and peroxidase activity of leaves, and these indexes were slightly higher than that of the whole veins under the treatment of potassium deficiency.

Key words: *Camellia oleifera*; nutrient deficiency; morphological characteristics; nutrient element; Physiological characteristics

油茶是我国特有的天然木本食用油料树种,也是广西主要的传统特色经济林。油茶根系发达、耐干旱瘠薄、适生范围广,经济效益和生态效益兼备。广西是全国油茶主产区之一,全区 14 个市、110 个县区内有 11 个市、75 个县均有油茶分布。2015 年,全区油茶面积达 43.3 多万 hm^2 ,居全国第三位,占全国油茶面积的 1/8;年产油茶籽 19.4 万 t,茶油 4 万多 t,仅排在江西、湖南之后,居全国第三位,单产居全国第一位,油茶一二三产业总产值达 85 亿元。岑溪软枝油茶是我国第一个油茶良种,以枝条韧软、挂果下垂而得名,具有速生、高产、早实等优良特性,在广西种植面积广^[1-2]。近年来,全区油茶产业发展形势喜人,各地兴建有不同规模的茶油加工生产线,种质资源改良也得到重大突破,这在很大程度上促进了油茶产业的发展。但是在资源培育方面,传统、粗放、低效的油茶生产施肥管理模式尚未根本改变。前人对软枝油茶的研究多集中在无性系和家系变异遗传、生物学特性研究以及高效栽培等方面^[3-6],主要总结了缺素对广宁油茶及普通油茶苗木生长及根系形态、活力的影响^[7-10],但由于油茶品种不同,植株的营养分配与需求也不同。因此需根据软枝油茶自身营养供需要求,制备适宜其生长的营养液,并在此基础上开展缺素对软枝油茶营养及生理特性影响研究,总结生理缺素症状,为广西油茶营养诊断及施肥管理提供理论依据。

1 样地概况

样地设置在位于南宁市北郊广西林业科学研究院土肥所试验苗圃基地进行,苗圃地位于东经 $108^{\circ}21'$,北纬 $22^{\circ}56'$,属南亚热带季风气候,年均降雨量 1 350 mm,年均相对湿度 80%,年均温 21.8°C 左右。

2 材料与方法

2.1 试验材料

试验材料为林科院油茶“岑溪油茶 2、3 号”优

良嫁接苗,植株生长基本一致,根系发育良好无病虫害。苗高约 20 cm。将植株浸入 1% 高锰酸钾消毒 10~15 min,用蒸馏水冲洗,并用蒸馏水驯化培养一周后,再进行缺素砂培盆栽试验。培养容器为红色聚乙烯盆(25 cm×30 cm),盆栽下层基质为珍珠岩、蛭石,深度为 5~8 cm,上层为消毒蒸馏水清洗过的干净河沙(粒径 ≤ 1 mm 的占 80%)。干净河沙制备过程:先经 1% 稀盐酸浸泡过夜,自来水反复洗去杂质、Cl⁻和残留营养元素,再用去离子水将石英砂冲洗干净,晒干后备用。为防止水肥流失,盆下套有塑料盆。

2.2 试验设计

以霍格兰配方为基础,结合油茶幼苗营养分配特征,保持微量元素不变,适量调整大中量元素比例及浓度,调整后营养配方见表 1 所示。

根据配方,试验共设置 9 个处理,分别为全素(control)、缺氮(-N)、缺磷(-P)、缺钾(-K)、缺钙(-Ca)、缺镁(-Mg)、缺硫(-S)、缺铁(-Fe)、对照(蒸馏水)。每个处理重复 3 次,每盆 1 株苗。合计 27 株。试验周期为 6 个月,移苗第二周开始缺素处理施用调整后配方营养液,每周施营养液 1 次,每次使用 250 ml 营养液浇灌每株苗根部周围 5 cm 左右,期间每 3 d 浇水 1 次(蒸馏水 250 ml),并根据天气状况和苗木生长状况适当调整浇水量,以防基质干旱。

2.3 检测方法

缺素试验结束时,采集油茶叶片样品,分 2 份。一份叶片样品风干后用来测定叶片全氮、全磷和全钾等营养指标,测定方法采用《中华人民共和国林业行业标准 LY/T-1999》;另一份新鲜叶片样品用来测定叶绿素、过氧化物酶和硝酸还原酶等生理特性指标,测定方法参照《植物生理学实验指导》(第三版)^[11],同时用照相机记录缺素症状。

2.4 数据统计分析

运用 SPSS 17.0 统计软件进行方差分析和主成

表 1 营养液配方

Tab. 1 Nutrients formula of concentrations

大中量元素			微量元素		
化合物	分子量	母液浓度 g/L (500 倍)	化合物	分子量	母液浓度 g/L (1000 倍)
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	236.15	73.797	EDTA · FeNa	367.05	18.403
KNO ₃	101.11	12.639	MnSO ₄ · H ₂ O	169.01	1.538
NH ₄ NO ₃	80.0434	10.005	CuSO ₄ · 5H ₂ O	249.68	0.079
MgSO ₄ · 7H ₂ O	246.47	38.511	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	287.54	0.220
KH ₂ PO ₄	136.09	17.011	H ₃ BO ₃	61.83	2.860
NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O	156.01	19.501	H ₂ MoO ₄	175.33	0.092
NaNO ₃	85.01	26.566			
MgCl ₂	95.21	14.877			
Na ₂ SO ₄	142.04	22.194			
CaCl ₂	110.98	34.681			
(NH ₄) ₂ SO ₄	132.14	16.518			
KCl	74.55	23.297			

分分析。

3 结果与分析

3.1 油茶生理性缺素病症的外观形态研究

试验结束后观测生理性缺素病症的外观形态。油茶幼苗缺氮时,植物生长较为矮小、瘦弱、根系长但纤细,叶色淡绿,较老的叶片、叶柄呈淡黄或橙黄色斑块,叶片易脱落,风干后叶片呈褐色;缺磷时,植株生长矮小、茎小细弱,叶色暗绿,后期缺乏光泽,叶片风干后为暗绿色;磷素过量,可能加重或引起锌的缺乏;缺钾时,叶片顶端或边缘出现黄化、焦枯现象,叶顶端或边缘呈拱形弯曲;缺钙时,新生叶严重受

害,叶弯钩状,不易伸展,顶芽常常坏死,根尖坏死发褐;缺镁时,叶色退淡,脉间失绿,但叶脉仍呈绿色,症状先在中下部老叶上出现,并逐步向上发展;缺硫时,植株呈现淡绿色,幼嫩叶片失绿发黄更为明显;缺铁时,植株失绿,症状首先在幼嫩叶片中出现,开始时,叶脉间失绿,呈清晰的网纹状,如症状进一步发展,叶脉也随之失绿而整个叶片黄化。

3.2 缺素对油茶叶片营养的影响

油茶幼苗缺 N、P、K、Ca 含量明显增加,尤以缺 N 处理最为显著。油茶叶片对主要营养元素 N、P 和 K 的吸收分配存在相互影响与相互促进的关系,缺 N 时,P、K 含量均处于较低水平,同样其他 2 种

表 2 不同缺素处理对油茶叶片营养元素含量的影响

Tab. 2 Effect of different nutrient deficient treatments on Nutrient content of *Camellia oleifera* leaf

处理	N/ (g · kg ⁻¹)	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B	叶片综合养分	排名
全素	14.72	955	7936	7722	1502	2.75	13.50	415.00	2101.00	23.80	2.270	1
-N	11.37	907	6078	8008	1502	3.00	12.25	389.25	1859.00	18.99	-1.754	8
-P	11.82	883	6408	7865	1430	3.00	13.25	388.00	2018.00	36.44	-1.014	7
-K	12.19	980	6792	7682	1358	3.00	12.50	348.50	2076.25	24.80	-0.994	6
-Ca	12.44	1004	7222	6149	1430	3.00	13.75	388.75	1850.75	18.44	-0.091	4
-Mg	12.27	1021	5506	6006	930	3.25	52.25	481.25	2109.25	19.34	0.685	2
-S	12.01	1091	7650	6723	930	3.50	96.25	629.75	2054.25	26.39	0.455	3
-Fe	11.56	974	5720	6508	1072	2.75	55.00	404.25	1960.75	26.64	-0.979	5
蒸馏水	10.44	857	5291	5792	930	2.50	22.00	486.75	1834.25	25.61	-1.829	9

元素也呈相同规律(表 2)。利用主成分分析法,将叶片营养进行综合评价,判断缺素对油茶营养的影响程度。结果显示:不同处理对油茶营养养分的综合评分大部分为负值,不同处理叶片养分综合评价大小为:全素>-Mg>-S>-Ca>-Fe>-K>-P>-N>蒸馏水,可见大量元素的缺乏对油茶幼苗的养分分配影响最大,不利于植株的养分吸收。

3.3 缺素对叶片生理特性的影响

不同处理叶片叶绿素(a+b)总含量、硝酸还原酶活性以及过氧化物酶活性大小表现相同的规律,即为:-K>全素>-Ca>-Mg>-P>-S>-Fe>-N,其中缺钾植株叶绿素总含量最高为 0.88 mg/g,全素为 0.86 mg/g,缺氮、缺硫以及蒸馏水处理植株最低,仅为 0.61 mg/gz(表 3)。N 是叶绿素的重要组成部分之一,缺氮会严重影响叶绿素的合成,本试验的结果也证明了这一理论。但缺钾植株叶绿素含量反而较全素高,其机理有待进一步研究。

表 3 不同缺素处理对油茶叶片生理特性的影响

Tab. 3 Effects of different nutrient deficiency on physiological characteristics of *Camellia oleifera* leaf

处理	叶绿素 a/ (mg·g ⁻¹)	叶绿素 b/ (mg·g ⁻¹)	叶绿素 a+b/ (mg·g ⁻¹)	硝酸还原酶活性/ μg/ (g·h),FW	过氧化物酶活性/ U/ (g·min)
全素	0.61	0.25	0.86	4.58	138
-N	0.43	0.15	0.58	3.59	93
-P	0.50	0.18	0.68	4.21	109
-K	0.64	0.24	0.88	5.45	141
-Ca	0.58	0.21	0.79	4.89	127
-Mg	0.54	0.19	0.73	4.52	117
-S	0.45	0.16	0.61	4.02	98
-Fe	0.41	0.20	0.61	3.65	95
蒸馏水	0.47	0.14	0.61	3.78	98

4 结论与讨论

4.1 油茶生理性缺素病症的外观形态研究

油茶幼苗缺素症状表现最为明显的是缺铁处理,与全素对照相比,幼苗症状主要为植株矮小,茎较细,长势较弱,叶片呈网纹状,后变为淡黄色。其次是缺钙处理,叶片出现了不同程度的弯钩状、畸形,这与吴月嫦、贾瑞丰等人^[12-13]的研究结果相似,且顶端生长受抑制或坏死,缺磷、缺钾、缺硫处理的症状表现不明显。营养缺素症是植物体内营养失调

的外部表现,研究植物营养缺素可作为形态诊断合理施肥的重要依据,对油茶生产中的营养诊断和优质高效栽培有一定指导意义。

4.2 缺素对叶片营养的影响

采用主成分方法综合评价不同缺素处理对油茶营养养分的影响。结果表明:不同处理对油茶营养养分的综合评分大部分为负值,不同处理叶片养分综合评价大小为:全素>-Mg>-S>-Ca>-Fe>-K>-P>-N>蒸馏水,可见 N、P、K 元素对油茶,尤其是在幼龄期,是不可或缺的,这些元素的缺乏影响着油茶幼苗的养分分配,不利于油茶生长,因此,油茶幼林要注重氮肥、磷肥、钾肥的合理施用。

4.3 缺素对叶片生理特性的影响

不同处理叶片叶绿素(a+b)总含量、硝酸还原酶活性以及过氧化物酶活性大小表现相同的规律,即为:-K>全素>-Ca>-Mg>-P>-S>-Fe>-N。结果发现,缺钾油茶叶叶绿素总含量反而较全素略高,这与张延红等人^[14]的研究结果一致。氮素是构成叶绿素分子的元素之一,油茶植株缺氮会导致叶绿素合成受阻,表现为缺绿症。通过对缺素植株和全素植株叶绿素含量及酶活性进行比较,定量地解释了植株形态表征的原因。

参考文献:

- [1] 陈国臣,黄开顺. 广西油茶产业现状与发展对策[J]. 广西林业科学,2010,39(3):159-161.
- [2] 陈永忠. 油茶优良种质资源[M]. 北京:中国林业出版社,2008.
- [3] 张子杰,杨善勋,曾彦江,等. 岑软油茶不同品种无性系和家系变异与优株选择[J]. 北京林业大学学报,2016,38(10):59-68.
- [4] 王东雪,曾雯珺,江泽鹏,等. 岑溪软枝油茶全同胞家系遗传变异分析[J]. 西北林学院学报,2016,31(4):118-122.
- [5] 赵海鹄,王东雪,李娜,等. 岑溪软枝油茶优良无性系主要经济性状相关性分析[J]. 农业研究与应用,2012(1):1-3.
- [6] 温焱光,温华英,谢岳昌,等. 广西软枝油茶繁育及高产栽培技术初探[J]. 广东农业科学,2009(7):47-48,58.
- [7] 张祥宇,丁晓纲,张应中,等. 缺素对高州油茶幼苗根系的影响[J]. 经济林研究,2014,32(4):170-174.
- [8] 朱雯,丁晓纲,张应中,等. 缺素对高州油茶幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(25):61-65.

(下转第 106 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.020

锦州市创意农业发展路径研究

单福彬, 李馨

(渤海大学金融与商贸学院, 辽宁 锦州 121007)

摘要:对锦州市创意农业发展现状及面临的困境进行分析,立足创意农业的产业属性和经济属性,基于产业现状和市场需求,提出锦州市创意农业的发展路径。明确锦州市创意农业发展方向、空间布局和发展定位;选择适合的 4 种发展模式;提出完善政策体系,做好整体规划,培育龙头项目,构建产业集群,强化产业创新等促进创意农业发展的关键措施。

关键词:创意农业;发展路径;发展模式;产业集群;锦州市

中图分类号:F303.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0103-04

Development Path of Creative Agriculture in Jinzhou City

SHAN Fubin, LI Xin

(College of Finance and trade, Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121007, China)

Abstract: This paper analyzed present situation and the difficulties of creative agriculture in Jinzhou City, then put forward the development path of creative agriculture from perspective of industrial attributes and economic attributes based on the Industry status and market demand. The paper pointed out development direction, spatial layout and development orientation of the creative agriculture, also selected four suitable development modes and carried out key measures to promote development of creative agriculture, such as integrated planning, foster leading project, build industrial cluster, and strengthen industry innovation.

Key words: creative agriculture; development path; development model; industrial cluster; Jinzhou City

近年来,创意农业在锦州市逐步发展起来,一些成功的生产基地、休闲园区和村镇在发展过程中获得了良好的经济效益和社会效益,但也存在一些问题。如何促进锦州市创意农业快速、健康地发展是当前所要解决的关键问题。

1 创意农业发展概况

1.1 创意农业发展现状

1.1.1 产业规模与发展绩效

锦州市现有创意农业主要以果树、花卉、蔬菜、

食用菌等农业生产基地、特色村镇为载体发展而成。典型发展模式包括农业观光园、休闲农庄、休闲农业园区、采摘园、农家乐、民俗村等。代表性的有北镇梨种植基地、北镇温室盆栽蔬菜、滨海渔家乐、义县万亩玫瑰园等。创意农业的发展提高了传统农业生产经济效益,降低了产业发展风险。2015 年全市农家乐、休闲农庄、休闲农业园区、民俗村共计 461 个,从业人数 6.3 万人,带动农户 2.7 万户,实现销售收入 30 亿元^[1]。同时,创意农业的发展对农业生产企业、农民专业合作社,以及农户的发展理念和经营思

收稿日期:2016-11-28.

基金项目:辽宁省社会科学规划基金项目“辽宁省创意农业的发展模式与空间布局研究”(L15BJY009);锦州市社会科学研究课题“关于锦州创意农业发展的对策研究”。

作者简介:单福彬(1974-),男,辽宁盘锦人,博士,副教授。主要研究方向为休闲农业与乡村旅游。

想、生产技术均有显著推动作用,在一定程度上促进了农业文化和乡村文化的保护与传承。

1.1.2 发展规划与空间布局

锦州市尚未出台针对创意农业发展的专项规划,与之相关的规划主要体现在休闲农业、乡村旅游方面。相关规划在医巫闾山两侧包括:义县宝林楼和北镇青岩寺至大市天仙的观光农业带;沿海地区的农业观光、设施农业采摘、休闲渔业带;黑山绕阳河和凌海大凌河入海口处的以生态观光、观鸟、垂钓为主的农业生态区;黑山以地方戏为依托的乡村文化体验村、北镇以满族文化为依托的乡村文化体验村。此外,锦州市鼓励在全市范围内依托特色种养基地、村镇民风民俗和农耕文化发展农家乐、渔家乐、休闲垂钓、采摘体验等中小型观光休闲农业项目。

1.2 创意农业发展存在的问题

1.2.1 业态形式较少,产品创新性不强

目前,锦州市创意农业主要以农业生产区观光、农产品创意加工为主,如休闲型农业生产园区、创意蔬菜盆景生产、果蔬采摘基地、农家乐、渔家乐等。这些业态是利用当地传统农业生产基地和园区开展休闲旅游服务。锦州市创意农业中的产品主要是围绕景观创意、产品创意、生活创意进行策划、设计而成。产品的形态较少、且创新性不足,产品所融入的要素也比较单一,缺少能够代表锦州特点的产品,尤其缺少创意体验型的休闲产品。

1.2.2 产业整体绩效较低,集聚效应不明显

锦州市创意农业以观光为主,所生产的产品仍以农副产品、观光采摘、景观欣赏等为主。产业链条较短、产业功能单一、产品的附加值也较低,导致创意农业的整体经济效益不高。产业结构的单一制约了创意农业社会效益和生态效益的显现,同时很难带动关联产业发展,创意农业发展的集聚效应和规模效应都明显不足。

1.2.3 开发主体单一,投资规模较小

锦州市创意农业开发主体以农业生产企业为主,如果树种植企业、花卉种植企业、花生种植企业等。这些生产企业以传统农业生产为主,经营规模普遍较小、资金实力不强。现有开发主体用于创意开发的投资较少,主要借助自身的农业生产基地开展部分休闲旅游服务。目前锦州市还缺少专门的企业、旅游公司、村集体、农户等各类主体参与创意农业的开发和经营。

1.3 创意农业发展面临的困境

1.3.1 政府重视不够,缺乏专项发展政策

创意农业是新型农业形态,尚处于起步阶段,需要政府的科学引导和大力扶持。目前锦州市已有相关的政策主要体现在休闲农业、乡村旅游业等相关产业方面,尚未出台专门针对创意农业发展的政策体系。未来政府的扶持政策,除休闲旅游业外,需要对创意加工、创新体验等创意农业核心业务给予重点扶持。此外,锦州市尚未出台全域范围的创意农业发展规划,目前的发展主要依靠经营主体自主发展而成。整体规划的不足,使创意农业缺乏方向和目标,各地发展无序、竞争剧烈。

1.3.2 专项人才缺乏,人才培训工作不足

创意农业注重多产业之间的融合发展,对从业人员要求较高,既需要农业生产型人才,也需要规划、策划、设计、宣传等各类人才。受地理位置、经济发展水平、产业发展状况等因素影响,目前锦州市创意农业领域的人才在数量、结构、层次等方面存在明显不够。市、县各级政府和经营主体针对创意人才的培训工作主要集中在生产、技术推广、经营服务等方面,对经营理念、创新技术、创新方法的培训重视不够,相应的培训工作也较少。人才匮乏和培训工作上的不足,制约了产业规模的扩大和产业的提质增效。

2 创意农业发展方向、布局与定位

2.1 发展方向选择

基于创意农业的特殊性和发展条件,立足锦州市创意农业发展现状和发展目标,确定创意农业未来发展路径。在全市范围内做出统筹规划、确定各县区的功能定位和发展方向,以快速扩大产业规模为发展目标,以辽宁及周边河北、内蒙古等地区为客源市场,以青年人和家庭型消费群体作为主要目标市场,以拓展产业功能为主导,重点推进创意农业的业态创新、产品创新和经营模式。

在实践中,促进锦州市创意农业发展除准确把握客源市场的消费者需求、区域农业生产基础和外部环境的优势外,还需要正确处理好农业生产与生态、科技、文化等要素之间的关系;正确处理创意农业的核心环节与关联产业间的关系^[2-3];正确处理不同主体间的利益关系;正确处理不同地区、村镇之间的关系,通过产业化、协同化推进全市范围内创意农业的优化升级。

2.2 空间布局与发展定位

基于各地区的资源禀赋和创意农业发展现状,

对锦州市各区县创意农业的空间布局与发展定位进行规划。

1) 北镇县以有机农业种植为依托,发展精品型、创汇型、特色精加工型高端创意农业。即将该县特色有机农产品创意加工成特色保健品、健康养生食品、生态美容品等;利用有机农业生产基地,开发游览观光、农业科普、美食品尝、农产品加工体验等休闲业务,将北镇打造成东北地区著名的有机食品创意生产和体验基地。

2) 黑山县在做强特色农业基础上,重点利用花生种植业、杂粮种植业、肉牛养殖业的生产基地,建设以创新型农副产品生产和特色食品生产的为核心的创意型农副产品生产与加工园区。同时,利用黑山传统地方戏曲、民俗文化等资源,开发创意文化与创意生活体验为主题的传统村镇聚集区。

3) 义县重点依托花卉种植业、苗木种植业、中药材苗木种植业生产基地,建设花卉观光、生产体验、科技教育为核心的花卉苗木观赏基地。

4) 凌海市以蔬菜种植、葡萄种植、水产养殖等农业为基础,发展农业生产观光、农业生产技术展示、锦州小菜加工体验等业务为核心的生产观光和体验园区。发挥凌海市空间位置优势,开展认养农业、市民农园、农耕体验园、农家院等都市休闲农业聚集区。

5) 滨海新区主要利用设施种植基地,开发特色水果采摘、农业生产体验、农业娱乐等休闲项目,建设现代农业观光与体验园区。开发海洋捕捞、垂钓、特色美食为主的渔家乐、渔业休闲庄园,建设休闲渔业产业带^[4]。

3 创意农业发展的模式

通过实地调研和专家访谈,利用区位理论和生态位理论,研究影响锦州市创意农业发展的关键影响因素,提出适宜锦州市不同地区的创意农业发展模式。

3.1 以创新农产品生产和加工为主的发展模式

以特色种植业和养殖业为基础,利用创新思维和创新生产加工方法,开发农产品的礼品化、艺术化、娱乐化、休闲化功能,将农产品由实用功能型消费转向文化审美型消费。此类发展模式可以在义县、北镇和凌海西北部地区内的花生、食用菌和种苗产业基地,利用各地特色种植业,将农产品加工成保健品、药品、生活用品、工艺品等。同时,结合农作物不同生长时期的特点,开展相应的观光、节庆、娱乐

等休闲项目。

3.2 以特殊农业生产景观为核心的发展模式

通过创新性的规划、设计,对农作物的耕作布局进行调整,在较大空间上形成或美丽或壮观或奇特的生产景观,突显出农业生产的审美功能,带给消费者视觉上的冲击和感官享受。此类发展模式可以在锦州东南部平原大田作物种植地区、北镇和义县的果树种植地区开展,利用大田农作物和果树种植基地,开发玉米、玫瑰花、树莓、杏花、梨花等特色农业生产景观观光业务。

3.3 以特色乡村食品和菜肴为核心的发展模式

以乡村传统食品和菜肴为基础,融入全新的食材、配料、调料,利用创新的加工方法、工具、器皿,创造出特色食品和菜肴。同时,在食品和菜肴加工制作中融入地方特色文化要素,让消费者在品尝创新美食的同时,体验特色文化的魅力。此类发展模式可以在锦州市区周边的郊村镇、义县和北镇的一些村镇开展。

3.4 以特色乡村生活和乡村文化为核心的发展模式

以村镇特色农耕文化、民族文化、乡村生活、乡村民俗等为核心,开发村民日常生产、生活体验游览项目,让消费者在乡村生活中体验和感知乡村文化的内涵与魅力,使消费者在思想、精神上有所感悟。此类发展模式可以在滨海地区内开展以渔业文化体验和休闲为主的休闲小镇;在黑山北部山区内生态环境良好的村镇,发展以乡村生活体验为核心生态型休闲乡村;在北镇的传统古村落内,发展以满族文化和生活体验为核心的民族生活体验村。

4 促进创意农业发展的主要措施

基于锦州市创意农业发展现状、制约因素、关键问题和消费群体的需求,以驱动各类主体积极参与、引导产业多元化创新为核心,确定促进锦州市创意农业发展的政策建议和关键措施。

4.1 完善政策体系,做好整体规划

科学的政策和发展规划是引导锦州市创意农业发展的重要宏观因素。从锦州各地创意农业发展现状和发展目标出发,针对各地区创意农业经营主体的需求,在财政扶持、金融扶持、土地流转、税收、人才培养等方面出台相应政策和具体措施,发挥政策体系的供给与协调作用。在发展规划上,从市级层面打破基层村镇短视心态和本位主义,统筹规划全市创意农业的整体目标、定位和空间布局,确定各区县创意农业的发展规划和功能定位,在突出各地区

特色的同时,保证全市创意农业的整体性、协调性,实现全市范围内各地区、各项目间的融合互促、协同推进^[5]。

4.2 培育龙头项目,构建产业集群

创意农业发展的核心是提高消费者体验的深度和丰富度。要使消费者获得切实的感受,需要在锦州市全域范围内整体化、一体化地打造完整创意农业“体验链”^[6]。构建锦州全域范围的创意农业体验链,首先要建设不同链条上的“龙头项目”,结合锦州各区、县农业基础和空间条件,培育富有特色的农业园区、农庄、村镇、休闲区等作为龙头项目。围绕龙头项目,构建各地创意农业产业链,实现彼此协调、相互匹配的创意农业发展带、发展片区,利用产业集群扩大创意农业发展规模效应和聚合效应。

4.3 挖掘文化资源,强化产品创新

在锦州市创意农业发展中,需要强化对各地民族传统、民俗礼仪、地方艺术、特色建筑等各类文化资源的开发利用,将乡村文化资源融入到创意农业产品中,尤其是休闲旅游产品中,设计、开发出各类体验产品和旅游项目^[7]。按照消费者的消费需求,从农业景观、特色食品、游览项目、农产品精深加工等方面创新产品。在产品创新中,利用创新思维和理念将农业资源、自然资源和文化进行整合,切记过度强调人为设计,避免将产品过度“城市化”和时尚化。

4.4 差异化发展,推进各地协调互促

锦州市创意农业的发展不仅要求某个园区或基地的快速发展,更强调区域内所有创意农业经营体的彼此协调,进而产生联动效应,打造地方创意农业的品牌,增强对消费者的吸引力。明确滨海地区、丘陵地区、平原地区等各地区创意农业的客源市场和发展方向,在全市范围内形成一个整体的发展格局。在发展中,市、县政府要从区域产业整体化、持续化

发展的角度做好总体规划、对各经营项目进行统筹,通过差异化的统筹发展,实现各项目间功能匹配、互促共赢。

4.5 推进多元化投入、多样化经营机制

锦州市创意农业尚处于发展阶段,面临的困难和风险较大。借鉴国内其它地区的成功经验,构建锦州市创意农业多元化投入机制:政府投入在于完善基础设施、吸引工商企业资本参与园区或景区建设;村集体投资主要为自建项目或以土地入股企业的投资项目;村民投资主要集中在配套服务项目上。在项目经营上,针对不同经营项目的特点,将所有权和经营权分离,采取企业自营、村集体经营、农民自营、委托专业公司经营等多元化经营方式,通过多元化经营模式,降低经营风险,提高项目持续发展能力,推进锦州市创意农业快速发展。

参考文献:

- [1] 何杨. 锦州市充分利用资源 积极规划休闲农业发展 [EB/OL]. <http://www.jz.gov.cn/jzszf/jzcc61/bmgz7/bmgz/999285/index.html>, 2015-12-09.
- [2] 郑榕妍. 发展创意农业及其产业链的价值分析[J]. 福建农业科技, 2013(10): 72-76.
- [3] 林超群. 创意农业发展路径分析: 以成都市为例[J]. 农村经济, 2015(9): 51-54.
- [4] 鲁小波, 陈晓颖. 锦州休闲农业发展的途径与空间布局探析[J]. 决策咨询, 2014(2): 39-43.
- [5] 单福彬, 王刚, 李进伟, 等. 乡村旅游产业的价值体系及其对产业升级的影响[J]. 湖北农业科学, 2013, 54(3): 754-757.
- [6] 杨良山, 胡豹. 发展创意农业的意义、路径与对策思考[J]. 农业经济, 2015(1): 15-17.
- [7] 单福彬, 李馨. 创意农业中乡村文化资源开发的关键问题研究[J]. 北方园艺, 2016(15): 198-202.
- [9] 蔡坚, 丁晓纲, 张应中, 等. 缺素对广宁红花油茶幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报, 2014, 30(28): 53-56.
- [10] 袁军, 谭晓风, 袁德义, 等. 缺素对普通油茶幼苗根系形态及活力的影响[J]. 2010, 39(2): 315-317.
- [11] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 41-44, 67-70, 123-126.
- [12] 吴月嫦, 谢深. P、K、Ca 缺失对枇杷幼苗生长发育及生理特性的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(1): 55-58.
- [13] 贾瑞丰, 尹光天, 杨锦昌, 等. 不同缺素处理对红厚壳幼苗生长的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2012, 36(6): 33-36.
- [14] 张延红, 晋玲, 高素芳, 等. 氮、磷、钾缺素培养对党参幼苗形态特征和生理特性的影响[J]. 中药材, 2013(5): 699-701.

(上接第 102 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.021

我国生态旅游研究的新热点探析

陈晓颖¹, 鲁小波¹, 赵恒德²

(1. 渤海大学 旅游学院, 辽宁 锦州 121013; 2. 辽宁理工职业学院 管理系, 辽宁 锦州 121007)

摘要:随着生态旅游在我国各地的大力发展,相关研究不断增多,且日益深入。对近年来我国学者生态旅游研究成果进行梳理发现,我国生态旅游研究突破了以往聚焦理论探讨、资源评价、开发规划、区域布局等宏观与理论问题的特点,出现了新的热点,包括6个方面:1) 生态旅游的环境教育研究;2) 社区参与生态旅游的研究;3) 生态旅游的利益相关者研究;4) 生态旅游的泛化研究;5) 生态旅游的异化研究;6) 对生态旅游的反思。这些生态旅游研究的新热点是研究走向深入、系统、客观、全面的标志,将会纠正生态旅游发展中的偏差与失误,有力地指导我国生态旅游实践,推动生态旅游健康发展。

关键词:生态旅游;研究热点;环境教育;社区参与;利益相关者;泛化研究;异化研究

中图分类号:S788.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0107-08

New Hot Topic of Ecotourism Research

CHEN Xiaoying¹, LU Xiaobo¹, ZHAO Hengde²

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

2. Management Department, Liaoning Vocational College of Science and Technology, Jinzhou, Liaoning 121007, China)

Abstract: With the vigorous development of ecotourism, the related research of ecotourism constantly increases in China in recent years. The analysis of ecotourism research in recent years by Chinese scholars showed that the main research content focused on five aspects of which the ecotourism theory, resource assessment, development and planning, regional distribution etc. The new hot topics focused on six aspects: 1) research of ecotourism environmental education; 2) research of community participation in ecotourism; 3) ecotourism stakeholder's research; 4) generalization of ecotourism research; 5) ecotourism alienation research; 6) reflection to the ecotourism. These new focuses are a sign for research trend of profound, systematic, comprehensive and objectives. New focuses are going to correct the deviation and fault of ecotourism, and effectively promote the healthy development of ecotourism in China.

Key words: ecotourism; research hot topic; environmental education; C community participation; stakeholders; generalization research; alienation research

生态旅游已是一个家喻户晓的词语,但在 1992 年刚引入中国的时候却是一个陌生的“名词”。随着旅游业的发展,旅游需求的多元化,生态旅游得到了大力发展,2009 年被确定为“中国生态旅游年”,

收稿日期:2016-10-20.

基金项目:国家自然科学基金项目“基于利益相关者理论的自然保护区生态旅游健康度评价”(41301137)研究成果;2016 年国家旅游局“万名旅游英才计划”项目(编号:WMYC20165-1011).

作者简介:陈晓颖(1978-),女,辽宁法库人,讲师,硕士.主要从事旅游地理与旅游规划方面的研究.

主题年口号确定为“走进绿色旅游、感受生态文明”。由此,生态旅游在中国变得“火爆”和“熟知”。生态旅游的概念在中国经历“陌生—传播—熟知—家喻户晓”的过程中,生态旅游的相关研究经历了“萌芽—增长—井喷—丰富稳定”的变化过程。从“中国知网”数据库来看,1993 年仅有 3 篇相关论文,1998 年 62 篇,2000 年 314 篇,2005 年 840 篇,2010 年达 1 919 篇的最高值,2012 年下降为 1 385 篇,2015 年又恢复到了 1 730 篇。在生态旅游的研究中,除了数量发生变化之外,研究的内容也在逐步演化。前几年的综述中,体现出我国生态旅游研究的热点有“生态旅游概念、内涵、特征、原则等理论研究”,“生态旅游资源研究”,“生态旅游开发”,“生态旅游影响”,“生态旅游环境问题”等方面^[1,2]。近年来,学者们关于生态旅游的研究日益深入、逐步细化,突破了以往宏观、间接研究的弊端,出现了应用化、实践化的趋势。本文对当前我国生态旅游研究的新热点进行梳理和总结,将其归纳为生态旅游的环境教育、社区参与生态旅游、生态旅游的利益相关者以及生态旅游的泛化、异化与反思 6 个方面。

1 生态旅游的环境教育研究

随着我国民众对生态旅游的日益熟知以及生态文明建设的需要,加上当前我国游客在国内外旅游的不文明现象遭到大量曝光,环境教育受到学术界的逐步重视。环境教育是生态旅游的关键内容、必备要素,也是生态旅游与传统旅游的区别之一。环境教育功能既是生态旅游的内容,还是生态旅游产品,也是实现生态旅游发展中环境保护与经济发展协调、平衡的必要手段。对生态旅游的环境教育效果进行评价,并采取措施提升教育效果是保障生态旅游健康发展,避免出现泛化、异化的关键措施。在我国高度重视生态文明建设,逐步加强游客不文明现象治理的背景下,对生态旅游的环境教育研究的加强与深化更显紧迫与必要。

1.1 生态旅游环境教育研究现状

目前我国生态旅游环境教育研究取得一些进展,与国外的研究水平相距甚远,我国的研究时间短、基础弱、道路还很漫长。总体而言,我国生态旅游环境教育研究呈现 4 个显著特征。

1.1.1 环境教育研究起步较晚

在中国知网期刊全文数据库中以“生态旅游”“环境教育”为篇名进行检索,2016 年 10 月 10 日,可检索到期刊论文 36 篇,优秀硕士学位论文 6 篇;

而以“生态旅游”进行检索,结果期刊论文 10 711 篇,博士学位论文 76 篇,优秀硕士学位论文 1 055 篇。环境教育仅占生态旅游研究论文的 0.336%,反应出生态旅游环境教育研究的不足。另一个问题是环境教育的研究起步较晚,第一篇论文为 1996 年李寒娥发表的《寓环境教育于生态旅游之中》;1997—1999 年以及 2001、2002、2005 年没有相关论文;2000、2003、2004、2006、2012、2013 年各有 1 篇;2009 年最多,有 9 篇。

1.1.2 研究具有开拓精神

在我国生态旅游环境教育发展之中,相应的研究内容稳步开展,一些研究中体现出开拓精神,根据中国的实际情况和特殊国情,进行了一些局部地区和特色景区的生态旅游环境教育的本土化研究。根据我国本土特色,对生态旅游环境教育的内容进行全面系统地研究,对教育资源评估和效果评价等研究难点进行探索。李洪光和蔡君对旅游解说系统和解说系统+广播 2 种环境教育方法的效果在云蒙山景区开展实验,结果显示,2 种环境教育方法都能够有效促进游客在景区乱扔垃圾现象的减少,且效果没有明显的差别^[3]。文首文与吴章文针对团队和散客 2 组不同出游方式的游客进行了环境教育干预效果的实验,结果显示,环境教育的干预措施可将生态知识和正确的生态观传达给游客,游客的生态意识、保护观念、旅游文明行为明显提高,有效减轻了游憩活动对环境的冲击^[4]。这些领域在国外也鲜有人问津。

1.1.3 研究方法以定性为主

我国的研究由于起步较晚,生态旅游环境教育尚处于探索阶段,研究方法基本上局限在描述性和经验性介绍上,定性研究占主体,根据中国知网数据库文献分析,比重为 87.1%。多数研究侧重于分析生态旅游环境教育的原则、策略等内容。但也有一些研究将定量方法与实地调查等方法应用到环境教育研究中,如生态旅游环境教育效果定量评价等。

1.1.4 研究与实际联系不够

我国生态旅游环境教育的理论研究逐步加强了研究成果的可操作性和实际工作指导价值,倡议生态旅游中加强环境教育,积极探索对策、建议,但在各地生态旅游开发实践中却很少被采纳和落实。生态旅游环境教育的对象包括游客、当地社区居民、从业人员、政府部门和非政府组织、经营者、管理者等主体,这是我国学术界统一的观点,但在实践中针对游客的环境教育都无法有效实施,更不用说其他群

体了。至于环境教育的内容应涵盖生态意识培养、环保技能传授、环保法规的普及等,而大多数环境教育仅停留在环境知识讲解与环境意识教育上,缺失了环保技能与法规等内容。

1.2 生态旅游环境教育研究趋势

1.2.1 完善理论体系研究

目前国内有关生态旅游环境教育的理论体系还不成熟。所以,进一步加强生态旅游环境教育的理论研究,形成统一、标准的概念体系、标准原则,充分吸收生态学、环境学、伦理学、哲学、社会学、教育学、心理学等相关学科营养元素,构筑完善的基础理论体系,为实践指导打下坚实基础。

1.2.2 加强教育效果评价研究,提高环境教育质量

要提高环境教育的效果,必须首先摸清现状,通过调查摸清资源、设施、设备、人员等环境教育的家底,然后借助实验方法、对比方法以及评估体系,科学、准确地评价环境教育的效果以及存在的问题。在此基础上,借鉴环境教育的成功经验,构建适合我国国情的生态旅游环境教育体系,逐步提高环境教育质量,促进生态旅游的健康发展。

1.2.3 重视实证研究与定量方法

生态旅游环境教育不仅是一个理论问题,更重要的是要在实践中充分发挥环境教育的积极作用。因此,加强实证研究是提高环境教育研究实际应用价值的重要途径,也是发挥科研工作者社会贡献的重要步骤。另外,合理运用定量研究方法,借助数学模型,对生态旅游环境教育进行量化分析、研究,提高研究结果的客观性、科学性和规范性,实现研究成果的精准化、清晰化、明确性。

1.2.4 提高研究成果的转化率

理论研究要为指导实践服务,我国生态旅游环境教育的研究要保证其工作的健康发展就必须提高研究成果的实际指导作用,重视能够向实践转化的研究。首先,要搭建产、学、研沟通桥梁和联系平台,通过政策支持、课题资助、企业合作、学术交流、转化奖励等方式,推动相关研究向应用型、实践化方向发展,提高转化率和实践指导价值。

2 生态旅游的社区参与

社区参与是生态旅游的本质要求,而在我国生态旅游中社区参与程度低,且多为被动参与模式,严重影响了生态旅游社会效益的发挥,制约着我国生态旅游的进一步发展。社区参与是保证生态旅游经济效益、社会效益和生态效益全面协调实现的必要

条件,也是保证自然保护区生态旅游健康发展的关键环节。因此,社区参与问题逐渐成为我国研究的重点和热点。

2.1 社区参与生态旅游的内容

关于社区居民参与生态旅游发展内容的研究国内外学者有不同的见解。国外学者起步较早,目前理论界提倡较多的是旅游规划过程中的社区参与。国内学者也非常关注生态旅游发展中的社区参与问题,综合研究成果,社区参与生态旅游的内容主要包括规划、决策、建设、利益分配、教育培训、管理等^[5](表1)。

表1 社区参与生态旅游的内容

Tab.1 Content of community participation in ecotourism

国外学者	国内学者	综合学者们的研究成果
目前理论界提倡较多的是旅游规划过程中的社区参与	刘维化:居民应参与旅游发展决策、旅游利益分配和旅游知识教育培训等各方面	社区参与旅游规划、旅游项目设计、旅游决策、旅游基础设施建设、旅游利益分配、教育培训、旅游资源和环境管理等旅游发展的全过程
	王春雷:旅游开发中的社区参与,居民应了解本地社会文化发展的未来状态,参与讨论重大旅游项目的设计和立项,共同商定旅游开发的利益分配方案,协助制定面向当地居民的就业政策	
	王瑞红:社区居民应参与旅游发展决策,参与旅游经济活动,包括旅游市场调查,旅游产品规划,参与旅游社区营销,参与旅游服务,参与旅游发展带来的利益分配,参与旅游资源和环境保护,参与有关旅游知识培训	
	蒋燕:居民参与旅游发展决策和利益分配。其中,参与旅游发展利益分配又包括经济利益分配、培训和教育、就业和商机4个方面	
	保继刚:阳朔遇龙河风景区旅游规划的社区参与	

2.2 社区参与生态旅游的制约因素

从国内外大量的实践案例调查中可以发现,当前除了少数生态旅游中社区参与效果较好之外,大多数都存在参与不足,模式单一,程度不够深入,利益分配不均,社区在规划、决策、管理中的作用未能充分发挥等问题。制约社区参与生态旅游的原因包

括客观与主观 2 个方面。

2.2.1 客观的条件限制

社区及其居民在生态旅游发展中是一个相对弱勢的群体,一些客观条件的不足严重制约了其参与的规模、层次和效果。1) 行政管理体制。生态旅游的缺乏行政管理、多头管理导致社区参与生态旅游政策、法律法规缺失和不完善,社区参与的法律依据不足,行政支持力度不够,很难保障社区参与的权利。2) 参与机制。社区参与生态旅游需要一个相对完整、有效的机制来协调各方利益关系,保护社区的权益,也保障生态旅游的正常运营。由于我国生态旅游起步晚、基础弱,生态旅游中社区参与的经验缺乏,机制机构建设滞后,导致社区参与生态旅游缺乏保障机制,也难以有效协调生态旅游发展中的矛盾冲突,严重影响其健康发展。3) 经济水平。一般生态旅游都是在资源条件优越、经济基础薄弱的地区开展,当地社区经济水平低,缺乏资金,难以投资相关服务、经营项目。另外,生态旅游的开发影响了当地社区单一的生产模式,引起矛盾冲突,从而制约社区参与生态旅游。4) 信息渠道。当地社区一方面信息闭塞、视野狭窄,对于生态旅游这一新生事物缺乏认识。另一方面,生态旅游开发过程中缺乏参与机制,忽视社区参与,导致当地居民对生态旅游开发、经营、盈利等都不了解,更无法参与。

2.2.2 社区居民的主观条件

除了客观条件的限制,当地社区居民的主观条件也是限制社区参与生态旅游的重要因素:1) 思想观念。生态旅游大多地处偏远地区,社区居民文化程度低、思想观念保守、陈旧,重农、轻商、轻服务业,缺乏参与意识。2) 工作能力。社区参与生态旅游需要居民具备基本的生态旅游知识和服务技能,而我国生态旅游开发地区的居民多为文化程度低,劳动效率差的人群(一些有知识、有能力、有远见的人要么通过上学在外地工作,要么在外地打工、闯荡),影响了社区居民参与生态旅游的层次和效果。

2.3 促进社区参与生态旅游的措施

生态旅游发展中存在 4 种主要的参与主体,即当地居民、旅游企业(旅游开发商)、当地政府(存在大政府与小政府的概念)和旅游者。它们的关系有同属关系、邻里关系和主客关系 3 种(李俊清, 2010)(图 1)。

在实际生态旅游开发中,政府往往扮演着调适、疏通者的角色,为企业、当地社区居民和旅游者之间

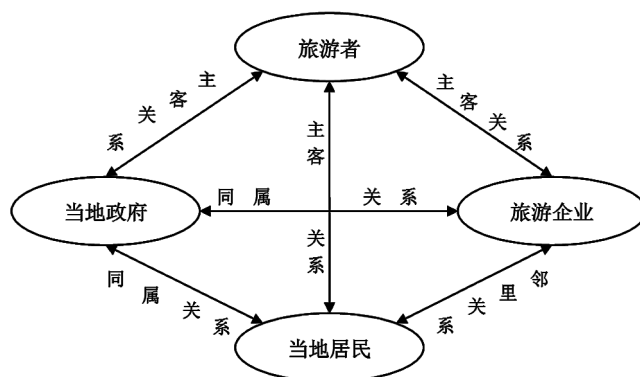


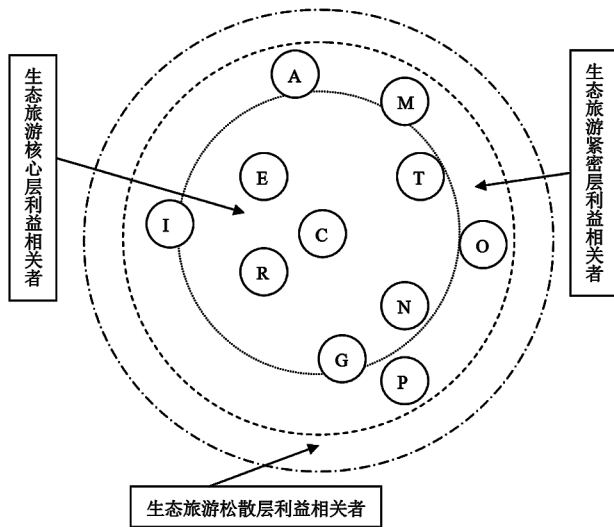
图 1 社区参与生态旅游的结构关系

Fig. 1 Structural relationships of community participation in ecotourism

搭建一个交流的平台。要平衡各参与主体的利益关系,要构建“政府主导、企业经营,社区参与、共同管理、利益均衡、和谐共进”机制,措施有:1) 扶持“领头羊”,做好社区居民参与生态旅游的示范带头作用。要实现社区参与的规模、层次和程度,必须分步骤进行,不可能一蹴而就。首先要重点扶持一些条件好、理念新的居民积极参与生态旅游,并从中获得良好的经济收益,为社区其他居民做好“示范”。2) 通过教育培训、示范区参观、失败案例分析等方式,让社区居民充分认识到生态旅游健康发展与社区居民的利益密切相关,直接影响到社区每个人、每个家庭的利益,提高意识、提高素质、自我约束、合法经营,维护生态旅游的持续发展,实现社区自治的效果。3) 构建政府、投资者、企业、从业人员、当地相关服务行业经营者、社区、社会组织、游客及生态旅游资源与环境之间协调、稳定、均衡的相互合作关系,保障生态旅游协调发展。4) 完善参与、管理机制。要实现社区充分、深入参与生态旅游的目标,科学的引导机制、决策咨询机制、利益保障机制、监控机制、评估反馈机制以及调控机制是非常关键的^[6]。在社区参与问题上,学者们引进西方的“增权”理论,提出要实现生态旅游中的社区参与,必须构建社区增权制度、体制,让社区在生态旅游发展中拥有“话语权”与实权^[7]。社区增权是一种更高层面的社区参与措施和方案,它的实施需要一个循序渐进的过程,不能一蹴而就。且社区增权的“中国化”还有很多方面需要完善与防控:“权利”是一把双刃剑,社区仓促“增权”在保证社区的利益的同时,有可能伤害到生态旅游经营者及其他群体的正当权益,损害生态旅游的健康发展。

3 生态旅游的利益相关者研究

利益相关者的参与是生态旅游健康发展的必备条件,而他们之间的利益均衡是生态旅游发展的前提条件,我国学者对此已开展了相关研究。政府、生态旅游资源与环境、旅游企业、当地社区和生态旅游者是生态旅游的 5 个关键利益相关者(刘静艳, 2006)^[8]。生态旅游的利益相关者还应包括资源与环境管理局、林业部门、生态旅游经营者、社会媒体、金融机构、环境保护组织、专家学者团体(李星群, 2011)^[9]。宋瑞(2004)根据利益相关者对生态旅游发展的影响程度,将其分为核心利益相关者、紧密利益相关者和松散利益相关者 3 个层次^[10](图 2)。



注:T—旅游者(包括生态旅游者和其他旅游者);E—国内或者当地生态旅游企业;C—当地社区;R—保护区;N—非政府组织(包括环保组织和发展组织);G—政府(包括不同级别,其中部分属于紧密层,部分属于核心层);O—其他产业(如农业、林业等);I—国际企业;M—媒体;A—学术界和专家;P—公众。

图 2 生态旅游利益相关者层级划分

Fig. 2 Ecotourism stakeholders level classification

冉琼等(2009)和旷雄杰(2010)基于生态旅游利益相关者的范围与层次划分,对自然保护区的生态旅游相关者结构及其各自的作用与职责进行了分析^[11,12]。利益相关者的利益诉求是其核心特征。在认真分析扎龙自然保护区各利益相关群体的利益诉求基础上,冯晓东、徐超(2012)提出了扎龙自然保护区生态旅游利益相关者共同治理的思路与方案^[13]。利益相关者之间的关系和谐与否直接影响

生态旅游的成败。方怀龙等(2012)以长白山、鸡公山、天目山、王朗、九寨沟和西双版纳 6 个自然保护区为例,深入剖析了生态旅游利益相关者之间的潜在矛盾、冲突起因和防控措施等^[14](表 2)。

表 2 生态旅游利益相关者矛盾起因、解决对策、角色定位
Tab. 2 Causes, solutions, role of contradiction between ecotourism stakeholders

利益相关者	矛盾起因	解决对策	角色定位
当地政府	过多开发和干预,多头管理,权利失衡,影响利益相关者的积极性	统一管理、规划、开发,兼顾各方利益	生态旅游调控主体,政策引导,制定政策、法律,协调各利益相关者关系,监督行为
保护区管理局	行政级别问题,保护和开发矛盾,实际利益分配较少	统一行政级别,赋予生态旅游更多话语权	保护、监督资源、生态旅游的监督主体
社区	局限在低收入、不重要岗位,初步、低层次的利益获得者,缺乏有效参与机制	政策倾斜,实现与社区共管,提高参与度,并建立评价体系	利益主体,保护者和载体,资源和劳动力的提供者
旅游公司	专业化程度不够,与当地政府和保护区管理局的目标不统一,过多追求经济利益	在政府或保护区管理局的统一管理模式下经营	经营者、投资者,生态旅游的执行主体
旅游从业人员	导游内容的科技含量低,服务意识差,综合素质有待提高	专业化培训,具备高素质,提高服务质量,规范化管理	生态保护的积极宣传者,生态旅游的服务主体
游客	未控制游客数量,或控制数量标准定位过高	合理控制游客数量,并对其科学定量评价	实践主体、监督和投诉者,负责任地旅游

4 生态旅游的泛化问题研究

“泛化”一词源自心理学,指人(或动物)学会对特定的外来刺激做出固定的反应时,这种反应不仅由原刺激所引起,也可由类似的刺激所引起的现象。生态旅游的泛化从对其概念的“泛化”开始,逐步扩展到“生态旅游的内涵”、“生态旅游资源”、“生态旅游产品”、“生态旅游者”、“生态旅游景区”等^[15]。

4.1 “生态旅游泛化”的表现

4.1.1 理论上的泛化

由于我国旅游发展晚、理论研究相对滞后,加之生态旅游为新生事物,所以在生态旅游的概念中存

在诸多的泛化理解,将生态旅游泛化为自然旅游、乡村旅游、森林旅游、农业观光旅游、动植物观光旅游、甚至大众旅游^[16]。在理论研究中还存在对生态旅游内涵、生态旅游市场、生态旅游资源等内容的泛化理解和解释^[17]。这些理论泛化在一定程度上助长和推动了生态旅游实践上的泛化和扭曲,导致我国生态旅游的泛化日趋严重,背离了生态旅游的本质,忽视了环境与社会效益。

4.1.2 实践上的泛化

在实际生态旅游发展中,生态旅游被泛化为一张获取暴利的“招牌”与政绩工程,在“资本操控”与“政治操控”模式下,生态旅游的标准、原则、目标和效益被完全忽略^[18],只要能牵强、附会上“生态”的都可以冠以“生态旅游”的响亮名号,生态旅游目的地、生态旅游景区、生态旅游产品“遍地开花”、“泛滥成灾”。

4.1.3 案例分析

何方永(2009)研究指出,以四川省为核心的大熊猫生态旅游发展中存在着严重的泛化倾向。其突出表现就是把大熊猫旅游等同为大熊猫生态旅游,四川省几乎所有大熊猫的旅游都被冠以“生态旅游”之名。另外,在一些为保护大熊猫而建立的自然保护区内,本应严格遵循生态旅游原则,却采用了大众旅游的方式,导致大熊猫生活环境的严重破坏^[19]。

4.2 “生态旅游泛化”的原因

对于生态旅游泛化的原因分析,张建雄(2002)等总结了6点:1)对于生态旅游的核心概念没有形成共识。国内外生态旅游概念界定很多,没有形成统一共识,缺乏权威意见,无法对实践进行有效指导。2)“盲从”导致对生态旅游的理解出现偏差,逐渐丧失了生态旅游原本的内涵,偏离了“生态旅游”的正常轨迹。3)追求经济利益的动机,促使很多地方将“生态旅游”作为招揽“游客”的幌子,而完全忽视生态旅游环境效益和社会效益。4)由于我国旅游学科建设滞后,处于被动学习、引进国外理论、观点、经验的状态,对于新事物、新观点、新理论缺乏准确的判断和科学的理解,出现了偏差,对实践缺乏指导^[20]。5)生态旅游监管体制不健全,评价机制缺乏、认证体制滞后、奖罚制度、管控的法律法规不完善,无法认定、评估、监督、规范生态旅游的健康发展^[18]。6)经济发展水平的影响。开发生态旅游的地区大多为偏远、落后地区,“扶贫”任务重,在发展生态旅游的过程中,很容易形成“以经济为中心”的

模式^[21]。尚丽娜(2010)从旅游者、经营者与社区居民的角度,分别分析了他们的心理活动特点,及导致生态旅游泛化的原因^[16]。

4.3 生态旅游泛化的正面应用

大多数学者都认为应该防止生态旅游的泛化,但有一种新的观点是“将错就错”的逆向思维—由于生态旅游的泛化不可避免,索性将生态旅游的概念彻底泛化,其泛化的原则为将旅游资源等同于生态旅游资源,所有的旅游资源都可以开展生态旅游,并且构建了一个生态旅游彻底泛化的发展模型(图3)(秦海旭,2006),模型中:旅游资源—客车,游客—汽油,经营者—司机(或车主),当地社区居民—乘客,当地政府—交警。

研究认为,企业追求经济利益最大化的宗旨无法改变,生态旅游发展的关键就是要提高旅游者的素质,就好比交通环境污染控制的关键是采用清洁能源,提高汽油(游客)的质量一样^[22]。李亚男(2008)应用这一理论,对南京珍珠泉旅游度假区进行了“生态旅游彻底泛化”发展模式探析,构建了包括温泉生态旅游、文化生态旅游、探险生态旅游与观光生态旅游在内的“泛化”发展框架结构^[23]。

5 生态旅游的异化

异化是指某一事物或人离异于其原本位置的行为以及产生的结果。生态旅游的异化指生态旅游的管理者、经营者、从业者、到访者(游客)及其他利益相关者的行为脱离生态旅游的基本原则、标准、要求,甚至走向相反方向的现象及产生的后果。生态旅游异化的主要表现包括:1)生态旅游环境教育功能的缺失;2)生态旅游开发中大量人工设施建设破坏生态环境;3)伪文化充斥生态旅游活动之中;4)当地社区被排除在生态旅游之外;5)生态旅游活动走着传统大众旅游的老路^[24]。生态旅游的经济异化表现有:1)严重破坏自然生态环境资源;2)冲击传统和谐的人文社会环境与景观;3)经济的“短视”隐藏巨大风险;4)误导民众的“生态意识”和“环保观念”。至于生态旅游的产生原因,王谊(2010)指出由旅游者、经营者、当地社区、政府4个方面的“非生态”行为引发^[25]。另外,也有人总结为思想根源、知识根源与经济利益根源3个原因。对于生态旅游的异化,应该从教育体系、发展体系、环境管理体系与保障体系4个方面采取措施(图4)(王谊,2010)。

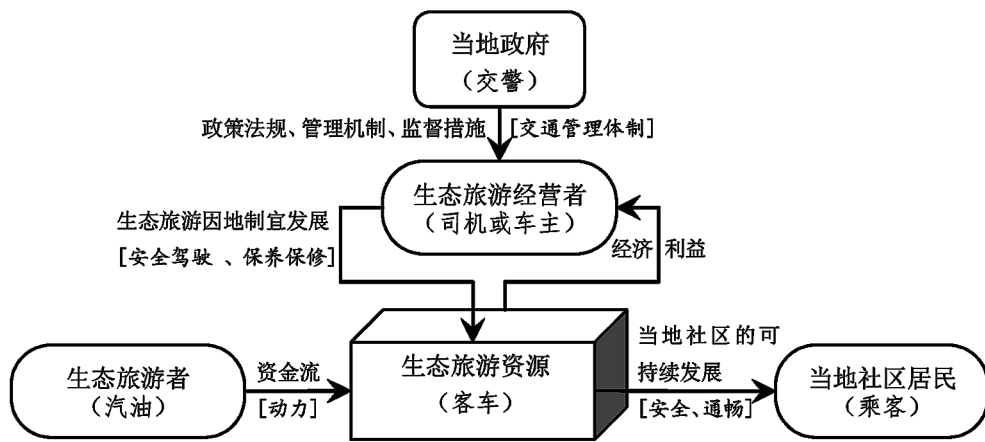


图 3 生态旅游彻底泛化的经营模型

Fig. 3 Business model of ecotourism generalization

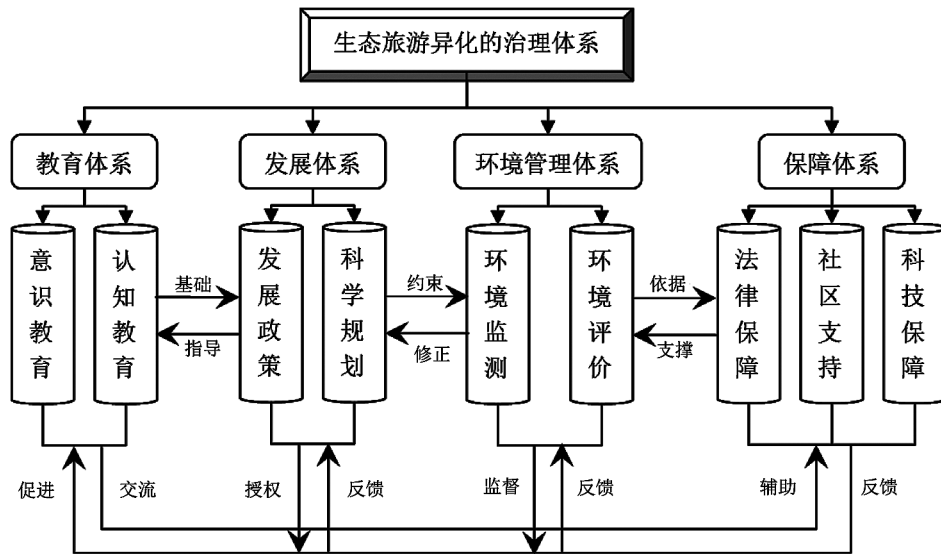


图 4 生态旅游异化的治理体系

Fig. 4 Governance system of ecotourism alienation

6 对生态旅游的质疑与反思

宋瑞(2006)综合分析国外研究中有关对生态旅游质疑与批评的内容与观点,总结了对生态旅游理论质疑的7点内容:对生态旅游理论中的可持续发展的质疑,对旅游者生态旅游动机的质疑,对生态旅游者消费行为的质疑,对生态旅游企业或行业动机的质疑,对生态旅游在发展中国家作用的质疑,对利益相关者合作的质疑,对社区参与—收益—保护机制的质疑。另外,还总结了对生态旅游的实际效果的批评,指出生态旅游成了环境陷阱、社会侵蚀,导致了当地的分裂,呈现出大众化的趋势^[26]。袁

俊,吴殿廷(2007)在对国内外生态旅游的概念与内涵进行深入分析的基础上,对我国生态旅游实践存在的问题从生态旅游的对象、生态旅游者、生态旅游的属性、生态旅游与社区的关系4个方面提出了质疑^[27]。葛安新、杨瑞峰(2004)对我国生态旅游实践与理论相悖的问题进行反思,认为存在思想与社会2方面的原因^[28]。另外,还有学者反思中国生态旅游不良发展的原因,包括生态旅游理论研究的滞后、生态旅游参与者的迷失、国内历史因素的约束和国外输入“理念”的干扰4方面^[29]。质疑与反思不是为了反对生态旅游,而是希望冷静分析我国生态旅游的发展条件,不夸大生态旅游作用,密切关注生态

旅游的负面影响,加强生态旅游的监管,规范生态旅游活动,促进环境保护与社区参与,最终走向生态旅游的正轨。

7 结语

从当今世界科技水平来看,解决环境问题的难点不在技术,而在人们的思想意识,只有当绝大多数人都充分意识到环境问题的严重性,并开始自觉为环境改善做出积极贡献,实现可持续发展就为时不远了。生态旅游的环境教育强调通过宣传、教育扭转人们的环境观念,提高生态保护意识,这是生态旅游健康发展的根本途径。因此,生态旅游环境教育的研究凸显了对环境保护的关切,而社区参与生态旅游研究是对社会效益的重视。生态旅游利益相关者的研究说明对生态旅游的研究逐步进入了系统性的层次。有关生态旅游的泛化、异化的研究与反思是我国学者开始冷静、客观审视生态旅游发展与问题的体现。总之,我国生态旅游研究中的新热点体现出我国学者突破了以往以经济效益为中心,为经济发展服务的局限,开始深入、系统、客观、全面地开展生态旅游的相关研究,这有利于更加准确掌握生态旅游的发展规律与制约因素,为我国生态旅游健康发展及可持续发展提供有力的指导和积极的帮助。

参考文献:

- [1] 钟林生,马向远,曾瑜哲. 中国生态旅游研究进展与展望[J]. 地理科学进展,2016,35(6):679-690.
- [2] 鲁小波,李悦铮. 21 世纪初中国生态旅游研究进展[J]. 经济地理,2009,29(6):1018-1023.
- [3] 李洪光,蔡君. 游客教育在减少云蒙山游客乱扔垃圾行为中的有效性研究[J]. 河北林业科技,2005(12):17-19.
- [4] 文首文,吴章文. 生态教育对游憩冲击的影响[J]. 生态学报,2009,29(2):768-775.
- [5] 李俊清. 生态旅游开发中的社区参与问题探析[J]. 经济论坛,2012(12):184-185.
- [6] 王军,王媛. 湿地生态旅游资源开发的社区参与模式探讨[J]. 资源科学,2011(11):2175-2181.
- [7] 左冰,保继刚. 从“社区参与”走向“社区增权”:西方“旅游增权”理论研究评书[J]. 旅游学刊,2008(4):58-63.
- [8] 刘静艳. 从系统学角度透视生态旅游相关者结构关系[J]. 旅游学刊,2006,21(5):17-21.
- [9] 李星群. 自然保护区生态旅游主要利益相关者利益诉求研究:以广西大明山国家级自然保护区为例[J]. 生态经济,2011(11):141-146,160.
- [10] 宋瑞. 我国生态旅游发展:利益相关者视角分析[J]. 杭州师范学院学报(社会科学版),2004(5):74-80.
- [11] 冉琼,苏智先,冉军. 利益相关者理论在民族村寨生态旅游发展中的实践:以震前北川县青片乡羌、藏民族村寨为例[J]. 农村经济与科技,2009,20(11):71-73.
- [12] 旷雄杰. 生态旅游发展中利益相关者格局及其角色的定位分析[J]. 中南林业科技大学学报,2010,30(9):81-84.
- [13] 冯晓东,徐超. 扎龙国家级自然保护区核心利益相关者及治理机制分析[J]. 北京林业大学学报(社会科学版),2012,11(3):89-93.
- [14] 方怀龙,玉宝,张东方,等. 林业自然保护区生态旅游利益相关者的利益矛盾起因及对策[J]. 西北林学院学报,2012,27(4):252-257.
- [15] 王谊,苟小东,张晓慧. 关于生态旅游概念泛化问题的思考[J]. 西北林学院学报,2001,16(2):54-58.
- [16] 尚丽娜. 心理学视角下生态旅游泛化问题新探讨[J]. 传承,2010(3):37-39.
- [17] 刘雁,石丹,李秀霞. 中国生态旅游泛化:现象、原因与对策研究[J]. 资源与产业,2009,11(6):131-134.
- [18] 周俊满,岑建明. 正本清源:生态旅游泛化的深度思考:旅游人类学的生态视角[J]. 钦州学院学报,2007(5):125-128.
- [19] 何方永. 大熊猫生态旅游的泛化与科学发展[J]. 安徽农业科学,2009,37(23):11268-11269,11298.
- [20] 张建雄. 生态旅游泛化现象略论[J]. 桂林高等专科学校学报,2002,13(2):86-88.
- [21] 裴沛. 中国生态旅游泛化现象原因探析[J]. 北方经贸,2005(8):86-88.
- [22] 秦海旭,万玉秋,夏远芬. 生态旅游的彻底泛化研究及其概念模型的构建[J]. 环境科学与管理,2006,31(9):146-149.
- [23] 李亚男. 泛化理解下的生态旅游发展思考:以南京珍珠泉旅游度假区为例[J]. 环境科学与管理,2008,33(3):143-146.
- [24] 俞益武,徐莲卿,李文明. 国内生态旅游的异化与纠正[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2008,2(2):51-53.
- [25] 王谊. 生态旅游“非生态”异化现象与生态管治体系的构建[J]. 电子科技大学学报(社会科学版),2010,12(2):11-16.
- [26] 宋瑞. 另一种声音:国际学术界对生态旅游的质疑与批评[J]. 北京第二外国语学院学报,2006(9):58-62.
- [27] 袁俊,吴殿廷,常旭,吴铮争. 关于生态旅游的若干质疑[J]. 商业研究,2007(10):188-191.
- [28] 葛安新,杨瑞峰. 关于生态旅游实践的反思[J]. 陕西林业,2004(6):26-27.
- [29] 何一飞,李丰生. 国内生态旅游发展反思:问题、原因与策略[J]. 河北旅游职业学院学报,2015,20(2):50-53.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.022

高黎贡山赧亢东白眉长臂猿活动区秋季潜在 可选果实食物研究

李明会¹, 周伟¹, 李柳¹, 李正波²

(1. 西南林业大学云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224;

2. 高黎贡山国家级自然保护区保山管理局, 云南 保山 678000)

摘要: 为保护东白眉长臂猿及其生境提供有效合理的依据, 调查和研究了东白眉长臂猿秋季潜在果实食物, 从而可以提供预案, 防止突发自然灾害引起的常规食物不足, 威胁东白眉长臂猿生存。研究采取野外观察与实验室分析相结合的方法, 对高黎贡山赧亢东白眉长臂猿活动区的果实进行鉴定和测定。涉及的内容有果实和果树类型, 果实的颜色、大小、形状和有无防护物, pH 值、含水量、蛋白质、脂肪、灰分、Ca、P。在测定时, 每项成分测定均做平行实验, 求取平均值。采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件分析数据, 采用独立样本 t 检验分析食源果实和非食源果实数据。东白眉长臂猿只利用藤本果和乔木果, 喜食浆果和梨果, 颜色偏重于紫黑色和红色, 对大小没有特别的要求, 但食源果实中聚集生长的小果实居多 (56.14%)。共测定了活动区的 30 种果实。比较本次测定的果实特征和东白眉长臂猿食源果实特征, 葡萄酸藤子 (*Embelia procumbens*)、八月瓜 (*Holbelia latifolia*) 和肉轴胡椒 (*Piper poneseense*) 等 3 种与其食源果实最为接近, 很有可能会成为东白眉长臂猿潜在可选果实。

关键词: 东白眉长臂猿; 食源果实; 潜在可选果实食物; 高黎贡山

中图分类号: S718.521.1; S759.83; Q959.848 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2016)06-0115-06

Potential Optional Fruits for Eastern Hoolock Gibbons (*Hoolock leuconedys*) on Autumn in its Active Regions at Nankang, Mt. Gaoligong

LI Minghui¹, ZHOU Wei¹, LI Liu¹, LI Zhengbo²

(1. Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Controlling in Yunnan Province, Southwest Forestry University,

Kunming 650224, China; 2. Baoshan Administration Bureau, Gaoligaongshan National Nature Reserve,

Baoshan 678000, Yunnan, China

Abstract: In order to provide reasonable and effective evidence for conservation of eastern hoolock gibbon and its habitat, this paper conducted an investigation on animal potential fruit food. This could provide a plan to prevent sudden natural disasters caused by lack of conventional food and finally threatening survival of gibbons. Combining field observation and laboratory analysis, this paper identified the fruits from Nankang activity area of gibbons at Mt. Gaoligong and also determined their composition. The study

收稿日期: 2016-10-08.

基金项目: 云南省林业厅 2015 年极小种群物种拯救保护项目“GSM/GIS 监测管理平台构建及在赧亢东白眉长臂猿和伴生灵长类中的应用”和云南省林业厅 2016 年云南省野生动植物保护项目“赧亢东白眉长臂猿和伴生灵长类巡护监测数据化平台研建”(No. [2016]1 号) 的资助, 云南省重点学科野生动植物保护与利用项目 (XKZ200904) 支持。

作者简介: 李明会 (1966-), 女, 硕士, 副教授。从事野生动物保护与利用的研究工作。Email: liminghui@163.com

通信作者: 周伟 (1957-), 男, 博士, 教授。研究方向: 生物多样性保护、动物生态学、脊椎动物区系和分类等。Email: weizhouyn@163.com

mainly focused on type of fruit and tree, the color, size and shape of fruit with or without protection, pH value, water content, protein, fat, ash, Ca, P and so on. The parallel experiments was carried out and the average value was gained when each component was determined. By using Microsoft Excel in 2003 and SPSS software 17.0 for Windows, the data was analyzed. Fruit and food source also were tested by independent sample data contrast t test. Results showed that the hoolock gibbons only used liana fruit and tree fruit, liked berries and pomes, more favorite purple and red color, no special requirements for fruit size. We measured thirty fruits from their active region in this study. However, in their food sources, small fruit was the most which accounted for 56.14%. Comparison between characters of measured fruit and gibbons fruit food source also showed that *Embelia procumbens*, *Holbelia latifolia* and *Piper ponesheense* were close to their food source and likely to be alternative fruit for gibbons. .

Key words: Eastern hoolock gibbons (*Hoolock leuconedys*); fruit source; potential fruit food; Mt. Gaoligong

东白眉长臂猿 (*Hoolock leuconedys*) 隶属灵长目 (Primates) 长臂猿科 (Hylobatidae), 种群数量稀少且分布区较为狭窄, 分布于亲敦江 (伊洛瓦底江的最大支流) 和怒江 (又名萨尔温江) 之间的中国云南、缅甸和印度的局部地区, 国内仅分布于云南西部怒江以西的保山、腾冲、盈江等地, 为中国国家 I 级保护动物、《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES) 附录 I 物种^[1]。

国内外对东白眉长臂猿生态生物学理论研究多集中在生态、食性、分布现状、栖息地选择等。对高黎贡山赧元东白眉长臂猿春季、秋季食谱和食物选择及对印度阿萨姆和孟加拉国西白眉长臂猿 (*Hoolock leuconedys*) 的食性研究表明, 不同地点的种群食物种类不同, 且取食部位也不尽相同; 但果实为主要食物, 花和嫩叶在果实匮乏的季节才成为白眉长臂猿的主要食物^[1-5]。果实食物研究主要针对种子的数目、大小^[6], 且注意到高黎贡山赧元东白眉长臂猿食物种类在年间有变化^[5]。这意味着许多种类不是不取食, 而是受一定的诱因才会导致它们取食。有哪些果实有可能还会被它们取食, 即哪些果实为东白眉长臂猿的潜在果实食物, 它们可能今后会被东白眉长臂猿利用。通过分析东白眉长臂猿取食果实食物的特征及其喜好, 可了解其潜在的食物资源, 以防止突发自然灾害引起某种食物不足而对东白眉长臂猿的生存构成威胁, 也可为就地保护和迁地保护中的生境管理提供指导。

1 研究方法

1.1 研究地概况

高黎贡山自然保护区南段生物走廊带位于云南省保山市和龙陵、腾冲县之间高黎贡山脉主体南延部分, 地处东经 98°43'58"~98°47'55", 北纬 24°49'

20"~24°58'10", 最高海拔 2 660 m, 最低海拔 1 653 m, 总面积为 4 847.9 hm²。该区属中亚热带山地季风气候, 干湿季明显, 雨量充沛, 年均降水量为 2 086.1 mm, 年积温 ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) 4 695.9 $^{\circ}\text{C}$ ^[7]。地理环境复杂多变, 为植物的生长创造了十分有利条件。

1.2 果实采集及其物理特征鉴定

根据对东白眉长臂猿 2006—2009 年的野外跟踪调查, 确定高黎贡山赧元片区为东白眉长臂猿活动区。同时根据 2006 年以来对东白眉长臂猿取食种类的观察记录, 集中于 2009 年 11 月 17 日至 26 日在其活动区内收集该季节东白眉长臂猿取食种类和不取食种类的成熟果实。收集果实时采取树上采摘和地面收集不腐烂落果相结合的方式。果实种类鉴定参照李恒等^[8]和汪建云^[9]对高黎贡山植物研究结果。

收集到果实后, 在宿营地完成物理特征测定, 包括果实大小、颜色、形状、有无防护物、初步含水量、果肉 pH 值、果实种类、果树类型等。果实大小按体积分为小果 ($V < 0.5 \text{ cm}^3$)、中果 ($0.5 \text{ cm}^3 \leq V \leq 1.0 \text{ cm}^3$) 和大果 ($V > 1.0 \text{ cm}^3$)^[10]。形状、颜色、防护物的有无都是眼观^[11]。果实形状分为球形、椭圆形和近球形。颜色与标准色谱比较得出。防护物则分为无或具毛、刺、壳等。初步含水量的测定在野外称量其鲜重置于保鲜袋内保存并做好记录, 回到学校烘干后测风干样的重量得出初步含水量。果肉 pH 值的测定用 pH 试纸测定, 与标准比色卡对比确定 pH 值。果实种类分为浆果、核果、梨果、聚合果、翅果和荚果; 收集到的果实是否为东白眉长臂猿的食源果实与吴建普等^[5]的研究结果比对得出结论。果树类型分为藤本、乔木、灌木和草本。

测定物理性质后将果实置于保鲜袋内保存, 次日借助腾冲至昆明的长途客车将样品带回昆明。样

品取回后在实验室称重,并置于 120℃ 灭酶 15 min, 60~70℃ 下烘烤 8~15 h 制成风干样品,注明样品名称、采集日期、制样日期,保存备用。

1.3 成分测定及数据分析

采集到的果实首先测定总含水量,然后以风干样为基础测定灰分、蛋白质、脂肪、Ca 和 P 等成分。测定时每一样品每个成分的测定均设计 2 个平行样,以其算术平均值作为结果。方法及数据计算参照张丽英^[12]和李艳梅等^[13]研究结果。数据采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 17.0 for Windows 软件分析,用独立样本 t 检验分析食源果实和非食源果实数据差异显著性。

2 结果

2.1 东白眉长臂猿活动区果实特征

在东白眉长臂猿活动区共收集到 30 种果实。

根据 2006—2009 年秋季对东白眉长臂猿的跟踪观察结果,30 种果实中有东白眉长臂猿食源果实 11 种,非食源果实 19 种。在高黎贡山赧东白眉长臂猿活动区采集到果实的果树类型有乔木、藤本、灌木、草本。果实类型主要为浆果、梨果、核果,仅飞蛾槭的果实为翅果。除金丝桃的果实形状为锥形,飞蛾槭的为蝴蝶形外,其余均为球形或近球形,占 83.33%。果实的颜色有黑紫色、红色、橙色(绛色、棕灰色)和绿色,活动区内紫黑色和红色果实居多,占 63.33%,橙色和绿色的较少。实地观察时发现果实大多呈簇状生长,且这种生长类型为东白眉长臂猿的首选。果实表面基本都无防护物,仅长蕊木兰和红花木莲有壳,但壳上没有刺和毛等覆盖物(表 1)。果实多为酸性,只有柃木、木姜子和肉轴胡椒 3 种(10%)为中性,没有果肉 pH 呈碱性的果实(表 1)。

表 1 高黎贡山赧东白眉长臂猿活动区果实分类和物理特征

Tab. 1 Classification and physical characters of fruits in hoolock gibbon active regions at Nankang, Mt. Gaoligong

序号	种名	可食性	颜色	大小/cm	形状	果树类型	果实类型	防护物	pH
1	岩爬藤 <i>Tetrastigma planch</i>	+	紫黑色	0.55	球形	藤本	浆果	无	3
2	长尾冬青 <i>Ilex longicaudata</i>	+	红色	0.15	球形	乔木	核果	无	3
3	印度木荷 <i>Schima khasiana</i>	+	紫黑色	4.60	椭球形	乔木	核果	无	3
4	星毛鹅掌柴 <i>Scueflera minutistellata</i>	+	紫黑色	0.15	近球形	乔木	梨果	无	6
5	长蕊木兰 <i>Alcinandra cathcartii</i>	+	红色	0.15	不规则	乔木	聚合果	有壳	—
6	合蕊五味子 <i>Schisandra chinensis</i>	+	红色	1.90	球型	藤本	聚合果	无	3
7	柃木 <i>Eurya japonica</i>	+	紫黑色	0.12	球形	乔木	梨果	无	7
8	川滇蔷薇 <i>Rose soulieana</i>	+	红色	0.75	椭球形	藤本	梨果	无	—
9	飞蛾槭 <i>Acer oblongum</i>	+	红色	—	翅形	乔木	翅果	无	—
10	盘叶忍冬 <i>Lonicera tragophylla</i>	+	橙色	1.13	球形	藤本	浆果	无	6
11	无患子 <i>Sapindus mukorossi</i>	+	橙色	0.55	球形	乔木	梨果	无	—
12	山帆叶九节 <i>Psychotria symplocifolia</i>	-	红色	0.42	椭球形	灌木	浆果	无	5
13	杜英 <i>Elaeocarpus decipiens</i>	-	绿色	10.08	椭球形	乔木	核果	无	4
14	匍匐酸藤子 <i>Embelia procumbens</i>	-	绛色	0.25	近球形	藤本	浆果	无	3
15	七叶岩爬藤 <i>Tetrastigma delavayi</i>	-	红色	0.30	椭球形	藤本	浆果	无	4
16	硬毛山香圆 <i>Turpinia affinis</i>	-	红色	0.10	球形	灌木	梨果	无	4
17	暗绿杜茎山 <i>Maesa japonica</i>	-	淡粉色	0.20	近球形	灌木	梨果	无	6
18	西南绣球 <i>Hydrangea davidii</i>	-	绿色	0.03	近球形	草本	翅果	无	—
19	金丝桃 <i>Hypericum monogynum</i>	-	黑色	0.21	锥形	灌木	荚果	无	—
20	红花木莲 <i>Manglictia indigis</i>	-	红色	0.30	不规则	乔木	聚合果	有壳	—
21	青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	-	淡绿色	8.63	近球形	乔木	核果	无	5
22	南紫金牛 <i>Ardisia neriifolia wall</i>	-	红色	0.45	球形	灌木	核果	无	6
23	柔毛云南越橘 <i>Vaccinium duclouxii</i>	-	紫黑色	0.04	近球形	灌木	梨果	无	—

续表 1

序号	种名	可食性	颜色	大小 /cm	形状	果树类型	果实类型	防护物	pH
24	黄丹木姜子 <i>Listea gongshanensis</i>	-	紫黑色	0.95	椭球形	乔木	核果	无	6
25	柔毛算盘子 <i>Clochidion velutinum</i>	-	棕灰色	5.00	球形	乔木	核果	无	—
26	八月瓜 <i>Holbelia latifolia</i>	-	紫黑色	—	不规则	藤本	浆果	无	—
27	木姜子 <i>Listea pungens</i>	-	紫黑色	0.20	球形	乔木	核果	无	7
28	肉轴胡椒 <i>Piper poneseense</i>	-	紫黑色	0.30	椭圆形	藤本	聚合果	无	7
29	鸡旦参 <i>Codonopsis convolvulacea</i>	-	紫色	2.00	球形	藤本	梨果	无	6
30	未鉴定种	-	绿色	179	椭球形	乔木	核果	无	6

不同种果实的各种营养成分差异较大。其中脂肪含量差异最为显著,最低的杜英只有 0.99%,而最高的木姜子 (*Listea pungens*) 高达 47.59%。果实蛋白质含量均比较低,最高的柔毛算盘子才 4.84%。灰分、Ca 和 P 含量均比较低,一般小于 1.00%,仅岩爬藤 P 含量为 1.07%(表 2)。

表 2 高黎贡山赧亢东白眉长臂猿活动区果实营养成分

Tab. 2 Nutrients of fruits in regions of the hoolock gibbons at Nankang, Mt. Gaoligong

序号	种名	总含水量	成分比例/%(以风干样为准)				
			灰分	蛋白质	脂肪	Ca	P
1	岩爬藤	84.78	5.01	2.32	9.81	0.32	1.07
2	长尾冬青	65.45	3.76	1.13	3.39	0.23	0.19
3	印度木荷	58.65	3.21	2.41	15.15	0.20	0.22
4	星毛鹅掌柴	73.65	4.22	3.01	13.49	0.27	0.36
5	长蕊木兰	51.03	2.18	3.47	42.92	0.13	0.41
6	合蕊五味子	90.26	4.93	2.52	10.87	0.24	0.36
7	桉木 <i>Eurya</i>	66.40	3.56	1.12	7.46	0.58	0.22
8	川滇蔷薇	42.01	3.37	1.60	2.63	0.24	0.30
9	飞蛾槭	74.96	4.49	3.40	3.92	0.29	0.44
10	盘叶忍冬	69.33	4.74	2.60	6.13	0.30	0.27
11	无患子	62.66	5.58	2.26	7.07	0.47	0.27
12	山帆叶九节	81.03	5.29	2.53	13.88	0.46	0.35
13	杜英	59.35	2.15	2.30	0.99	0.23	0.17
14	匍匐酸藤子	88.82	5.51	3.73	10.89	0.39	0.46
15	七叶岩爬藤	89.02	7.30	4.08	1.30	0.69	0.65
16	硬毛山香圆	70.64	5.82	2.89	6.78	0.48	0.36
17	暗绿杜茎山	83.83	8.01	4.82	19.60	0.34	0.62
18	西南绣球	76.67	10.08	4.68	8.02	0.42	0.57
19	金丝桃	62.23	4.28	3.68	4.32	0.22	0.57
20	红花木莲	32.87	2.41	2.58	30.32	0.31	0.48
21	青冈	68.77	3.68	1.26	3.05	0.35	0.17

续表 2

序号	种名	总含水量	成分比例/%(以风干样为准)				
			灰分	蛋白质	脂肪	Ca	P
22	南紫金牛	60.65	3.92	1.67	1.79	0.19	0.25
23	柔毛云南越橘	59.04	4.34	2.29	7.31	0.40	0.34
24	黄丹木姜子	62.01	10.52	1.86	2.78	0.13	0.25
25	柔毛算盘子	42.56	3.63	4.84	12.12	0.18	0.90
26	八月瓜	82.28	3.23	1.17	6.89	0.31	0.25
27	木姜子	46.44	3.99	3.40	47.59	0.22	0.40
28	肉轴胡椒	71.67	3.32	2.70	4.02	0.27	0.22
29	鸡旦参	86.15	4.36	2.58	15.06	0.25	0.40
30	未鉴定种	77.52	4.37	1.85	12.82	0.17	0.23

2.2 食源果实和非食源果实特征比较

东白眉长臂猿 11 种食源果实包含浆果、梨果、聚合果和翅果。核果中仅利用长尾冬青和印度木荷,仅占同类型果实的 22.22%,翅果中仅飞蛾槭 1 种为其食源果实。乔木和藤本果实利用率接近 50%,完全不利用灌木和草本植物的果实。

食源果实中橙色、紫黑色、红色约占活动区内同种颜色果实的一半。食源果实主要为红色(占 45.45%)、紫黑色(占 36.36%),完全不利用绿色果实。果实形状大多接近圆形(占 81.82%),仅长蕊木兰果实形状不规则,飞蛾槭为翅形。仅有长蕊木兰和飞蛾槭 2 树种东白眉长臂猿取食其种子。长蕊木兰种子外有硬壳,其余食源果实可食部分表面均无防护物。飞蛾槭为翅果,其体积不便于测量,因此食源果实大小只有 10 种的数据,食源果实中小果所占比例最大(占 40%),但仅占东白眉长臂猿活动区所有小果的 25%(表 3)。

食源果实果肉 pH 值实测 7 种,4 种为酸性(pH 值为 3),2 种为弱酸性(pH 值为 6),仅 1 种为中性(pH 值为 7)。非食源果实果肉 pH 值实测 13 种,6

表 3 食源果实与非食源果实物理性质比较

Tab. 3 Physical characters comparison between edible fruits and non-edible fruits

果实分类特征类型	果实特征	全部果实	食源果实	非食源果实
果实类型	浆果	6	2	4
	核果	9	2	7
	梨果	8	4	4
	翅果	1	1	0
	聚合果	4	2	2
果树类型	乔木	17	8	9
	藤本	9	4	5
	灌木	7	0	7
	草本	1	0	1
颜色	紫黑色	9	4	5
	红色	10	5	5
	橙色*	4	2	2
	绿色	3	0	3
形状	接近圆形	25	9	16
	翅形	1	1	0
	不规则形	3	1	2
	锥形	1	0	1
大小	小果	16	4	12
	中果	4	3	1
	大果	8	3	5

* 橙色包括棕色, 绛灰色。

种为酸性 (pH 值为 3 占 16.66%, pH 值为 4 占 50.00%, pH 值为 5 占 33.33%), 5 种为弱酸性 (pH 值为 6), 2 种为中性 (pH 值为 7)。

食源果实与非食源果实各营养成分差异性均不显著 (表 4)。

3 讨论

3.1 食源果实特征

影响东白眉长臂猿取食的果实特征有果树类型、果实颜色、果实类型和果实聚集状态。

对果树类型的选择性明显, 只选择乔木和藤本果实。东白眉长臂猿为严格的树栖种类, 乔木和攀附在其上的藤本刚好符合长臂猿的栖息高度。因此, 乔木和藤本为东白眉长臂猿取食树的类型; 而灌木和草本太低, 其果实不能被东白眉长臂猿取食。选择的果实食物多为紫黑色和红色 (占 83.33%)。

东白眉长臂猿喜食的果实大小并没有严格要求, 而成簇状生长的为其首选。小果基本上都是聚生的, 如合蕊五味子聚合成球状生长, 星毛鹅掌柴聚集成伞状生长等。取食成簇状生长的果实可能与减少东白眉长臂猿自身能量消耗有关。因为成簇生长的果实容易被发现, 利用率高, 可以减少长臂猿自身的能量消耗。

东白眉长臂猿对果实类型没有严格的选择, 但更偏重于浆果和梨果类种子小、含水量大的果实^[1]。研究地核果种类多, 但果核相对较大, 在整个果实重量中占有相当大的比例, 东白眉长臂猿对其呈弱选择性。而多汁的浆果和梨果表皮光滑, 只有一层薄且脆弱的果皮, 没有任何防护物。秋季东白眉长臂猿主要从果实中获得水, 果肉内多汁且果肉较软、种子较小的浆果和梨果是东白眉长臂猿的首选。浆果类食物, 果内多汁, 果肉较软, 东白眉长臂猿不需要经过特别处理就可直接放入口中咀嚼吞食, 这一点与之前对东白眉长臂猿的研究吻合^[1]。合蕊五味子含水量高达 90.26%, 且五味子口感好有生津健胃的功能, 是东白眉长臂猿喜食的果实之一。

东白眉长臂猿对果实中 Ca 和 P 没有特别的偏好, 故不是对果食选择的影响因素, 只是出于对微量元素的需求。

3.2 潜在可选果实

根据活动区果实特征和东白眉长臂猿食源果实特征, 判断匍匐酸藤子、八月瓜和肉轴胡椒等 3 种与其食源果实最为接近, 很有可能会成为其食物, 为东白眉长臂猿潜在可选果实。

1) 匍匐酸藤子其体积虽然小, 但果实聚集一起

表 4 食源果实与非食源果实营养成分比较

Tab. 4 Nutritional content comparison between edible fruits and non-edible fruits

	含水量/%	蛋白质/%	脂肪/%	灰份/%	Ca/%	P/%
食源果实	67.20±4.20	2.35±0.24	11.17±3.40	4.10±0.30	0.30±0.04	0.37±0.07
非食源果实	68.50±3.68	2.89±0.27	11.03±2.63	5.60±0.54	0.32±0.03	0.4±0.04
t 值 (P=0.05)	0.225	1.368	-0.032	1.292	0.378	0.353

生长。有利于东白眉长臂猿集中取食。其为浆果,种子小,可利用部分比例大,含水量高可满足东白眉长臂猿对水分的需求。pH 值、果实类型、果树类型等都符合东白眉长臂猿食源果实的特征,所测的营养成分与食源果实的营养成分差异性也不显著。

2) 八月瓜为缠绕藤本,生长在比较高的地方,果实大且形状不规则便于抓拿和采摘,再加之颜色比较显眼容易发现,但其生长疏散,大小差异大。

3) 肉轴胡椒椭圆形状似桑葚,大小也和桑葚接近,单看形状和颜色很容易被误认为桑葚,但只在低洼的山沟发现过,且其果实生长在叶柄基部,被叶片遮住,果实的聚集程度不及匍匐酸藤子,不容易被发现。

综上所述,匍匐酸藤子最可能成为其食源果实,3 种果实中肉轴胡椒可能性就小些。而接下来在 2010 年的观察中发现,东白眉长臂猿确实取食匍匐酸藤子。根据多年的观察结果,前一年取食的果实,有的种类在第二年未被取食,这似乎还与当年该种果实量的多寡有相当的关联性,涉及取食时长臂猿的能量收支平衡^[15]。这是今后值得关注的一个问题。

在测定的几种成分中,食源和非食源果实间没有显著差异,但还不足以从营养成分的角度解释东白眉长臂猿对果实的选择机制。还应测定含糖量、单宁、有机酸、淀粉、纤维素,以及微量元素等,从动物生长、发育和新陈代谢等方面深入研究,得出东白眉长臂猿其取食机制与能量利用原则。需要指出,不一定符合条件的每种果实都可以食用,如有的果实可能有毒;有的单独食用对身体没有副作用,但如果和另外一种共同食用,可能会引起中毒等副作用。在这种情况下,东白眉长臂猿如何选择和搭配呢?尤其是这种选择潜在果实资源的启动机制由什么因素决定。这些均有待进一步观察和研究。

致谢:野外数据采集得到西南林业大学野生动植物保护利用专业 2009 级研究生李奇和野生动物与自然保护区管理 2010 届本科生黎鹏程的协助,果实树种类和果实类型鉴定得到中国科学院西双版纳植物园施济普博士的帮助,营养成分测定得到陈粉粉实验师的指导,在此一并表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 张兴勇,周伟,吴建普,等. 高黎贡山赧元白眉长臂猿春季食物选择[J]. 动物学研究, 2008, 27(2): 174-180.
- [2] TILSON R L. On the behavior of hoolock gibbons (*Hyllobates hoolock*) during different seasons in Assam, India [J]. Bombay Nat Hist Soc, 1979, 76:1-16.
- [3] ISLAM M A, FEEROZ M M. Ecology of hoolock gibbon of Bangladesh [J]. Primates, 1992, 33(4):451-464.
- [4] 张兴勇,吴建普,周伟,等. 云南高黎贡山赧元白眉长臂猿春季食谱及活动时间分配初探[J]. 四川动物, 2008, 27(2):193-204.
- [5] 吴建普,周伟,周杰珑,等. 高黎贡山赧元白眉长臂猿食性及日取食量[J]. 动物学研究, 2009, 30(5):539-544.
- [6] KUNZ B K, LINSSENMAIR K E. Seed size selection by olive baboons [J]. Primates, 2008, 49:239-245.
- [7] 薛纪如. 高黎贡山自然保护区[M]. 北京:中国林业出版社,1995.
- [8] 李恒,郭辉军,刀志灵. 高黎贡山植物[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [9] 汪建云. 高黎贡山植物研究[M]. 昆明:云南大学出版社,2008.
- [10] 苑克俊,李震三,张道辉,等. 梨果实体积新测算方法的建立[J]. 农业系统科学与综合研究, 1999, 15(2):130-132.
- [11] MARTINS M M. Fruit diet of *Alouatta guariba* and *Brachyteles arachnoides* in Southeastern Brazil: comparison of fruit type, color, and seed size [J]. Primates, 2008, 49:1-8.
- [12] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术(第二版)[M]. 北京:中国农业大学出版社,2003:46-74.
- [13] 李艳梅,赵福顺,赵丽华. 沙果、123 苹果、沈农 2 号苹果营养成分分析[J]. 农产品加工学刊, 2009(2):79-81.
- [14] FELTON A M, FELTON A, WOOD J T, et al. Diet and feeding ecology of *Ateles chamek* in a Bolivian Semihumid Forest: the importance of *Ficus* as a staple food resource [J]. International Journal of Primatology, 2008, 29(2): 379-403.
- [15] 吴建普,周伟,罗红,等. 高黎贡山赧元白眉长臂猿(*Hoolock hoolock*) 春季食物资源可利用性与取食[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2010, 32(6):715-723.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.023

分布区人工条件下小熊猫繁殖初探

刘 波

(云南森林自然中心,云南 昆明 650224)

摘要:建立人工种群开展繁殖研究是减轻野生种群压力,有效保护小熊猫的措施之一。为探索提高人工条件下小熊猫的繁殖水平,自 2002 年起云南森林自然中心在小熊猫现存的分布区云南省泸水县姚家坪开展人工条件下的繁殖实验。初步结果显示,在分布区人工条件下,小熊猫的产仔率及幼仔成活率明显提升,这可能与饲喂充足的新鲜竹叶有关。约 60%的小熊猫在 6 月产仔,超过 60%的小熊猫每胎产 2 仔。

关键词:小熊猫;繁殖;人工条件;受孕率;产仔率;成活率

中图分类号:S718.521.1;Q959.838;S864.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0121-03

Artificial Breeding of *Ailurus fulgens* in Distribution Area

LIU Bo

(Yunnan Forest Nature Center, Kunming 650224, China)

Abstract: Set up artificial population breeding study is one of the effective measures to reduce the wild population pressure and protect *Ailurus fulgens*. In order to increase the rate of reproduction of *Ailurus fulgens*, Yunnan Forest Nature Center have conducted an experiment in the distribution area of *Ailurus fulgens* since 2002. The results indicated the artificial breeding rate and survival rate of *Ailurus fulgens* have significantly improved in distribution area, which related to enough fresh bamboo leaves for *Ailurus fulgens*. This study also showed that about 60% of *Ailurus fulgens* gave birth in June, and more than 60% of the pandas had two babies in each birth.

Key words: *Ailurus fulgens*; breeding; artificial condition; pregnancy rate; breeding rate; survival rate

小熊猫隶属于食肉目小熊猫科小熊猫属,为单型科单型属物种^[1],现仅分布于喜马拉雅、横断山脉的尼泊尔、不丹、锡金、印度北部、缅甸北部以及中国云南、四川、西藏等地^[2]。因其特殊的分类地位,狭窄的分布范围以及靓丽优雅的外形而极具科研和观赏价值。人们对小熊猫有较大的需求,国内外均有动物园等饲养机构从野外捕捉用于人工饲养和观赏展出^[3-4]。

随着人类活动范围的扩大,小熊猫栖息地逐渐

减少和片段化,其濒危程度加剧,野生种群数量呈下降趋势^[3-7]。建立人工种群,开展繁殖研究,是缓解需求、减轻对野生种群的压力,有效保护小熊猫的措施之一^[7]。

很多饲养机构都在尝试小熊猫繁殖实验,但因缺乏稳定的繁殖种群而难以为继。少数几家饲养机构具备条件,拥有一定规模的繁殖种群,却没有达到稳定的繁殖^[3,4,8,9]。成规模、连续繁殖的报道仅见于福州大熊猫研究中心,但产仔率和成活率均不

收稿日期:2016-11-22.

作者简介:刘波(1969-),男,云南镇雄人,工程师.从事野生动物保护工作.

高^[10]。云南森林自然中心在现存分布区建立繁育基地,开展人工条件下小熊猫的繁殖实验是有益的探索。

1 研究地点

小熊猫繁育基地位于云南省泸水县姚家坪,地理位置为东经 98°42'35.89",北纬 25°58'32.33",海拔 2 519 m;年均温 11℃,7 月份均温 15℃,1 月份均温 4℃^[11]。基地所处的高黎贡山保护区南段泸水县姚家坪,是云南省小熊猫现存的分布区,天然生长大面积寒温性小型箭竹和玉山竹^[12]。

2 研究方法

2.1 笼舍

基地笼舍设计主要考虑如何减少人工环境对小熊猫的惊扰和刺激,避免紧张和烦躁,使其能快速适应,安心在人工条件下生活。基地建有笼舍 12 套。每套笼舍约 30 m²,包括休息室和露天活动场,分别设置 80 cm×60 cm×40 cm 木箱供小熊猫隐蔽、休息及产仔。休息室除门外,还留一个通道,专供小熊猫自由进出。当工作人员进休息室操作时,小熊猫可以从通道避让到活动场,避免和工作人员遭遇,引起紧张。活动场还搭有木架供小熊猫栖息和攀爬;墙上设一个观察孔,便于工作人员在观察过程中不让小熊猫察觉,这样可以减少人为干扰,避免惊扰小熊猫,也可以得到真实和自然的观察结果。

2.2 繁殖方案

基地从 2002 年开始进行小熊猫的繁殖。每年 1 月份,在发情期前开始进行配对。由于成年雌雄个体数量接近,基本按雌雄比例 1:1 配对。4 月底,发情交配结束后,把雄性个体隔离出去,雌性小熊猫留下单独饲养,避免分娩和育幼时受到干扰。6 月开始产仔,进入哺乳期;到下一年发情期开始前,将幼仔隔离出来集中饲养,成年个体重新配对;如上一没有受孕,可视情况调换雄性个体。出生的幼仔性成熟后参加繁殖配对。

2.3 饲料

野外小熊猫的食物 99% 由竹子组成,因竹叶粗蛋白、半纤维素、可溶性碳水化合物和其它细胞成分比较稳定,难以消化的植物纤维素和木质素较竹子的枝和茎低,小熊猫优先采食竹叶;发笋的季节,笋占食物的 4%~5%^[13]。在高黎贡山小熊猫几乎全部以竹叶为食^[14]。基地在小熊猫的饲养过程中,根

据其野外食性,充分发挥当地竹类资源丰富的优势,投喂充足的新鲜竹叶,适当添加精饲料。精饲料主要由玉米、大米、牛奶粉和糖组成。

2.4 投喂

在野外,小熊猫清晨和傍晚各有一个活动高峰^[13],根据小熊猫的活动节律,基地每天上午 8:00 和下午 18:00 投喂竹叶。工作人员在每次投喂竹叶之前才到野外采集,采集回来马上投喂,确保竹叶新鲜;保证竹叶投喂量充足,任其自由采食,尽量每次都有剩余。精饲料每天早晨添加一次。发情期和哺乳期适当添加鸡蛋。

2.5 数据统计和分析

统计基地 2002—2006 年的繁殖数据,并将其与福州大熊猫研究中心连续 6 年的繁殖数据进行比较,采用 Excel 进行分析。

3 结果

姚家坪繁育基地 2002—2006 年的繁殖情况见表 1。基地 5 年共有 44 只(次)雌性小熊猫参与繁殖配对,产仔 26 胎,平均产仔率 59.1%;产仔 45 只,成活 25 只,平均成活率 55.6%。

表 1 姚家坪繁育基地 2002—2006 年小熊猫繁殖情况
Tab. 1 Breeding situation of red panda (*Ailurus fulgens*) in Yaojiaping Base from 2002 to 2006

年度	配对雌性数/只	产仔雌性数/只	产仔率/%	产仔数/只	成活数/只	成活率/%
2002	7	5	71.4	9	3	33.3
2003	9	4	44.4	7	5	71.4
2004	10	8	80.0	13	8	61.5
2005	9	4	44.4	7	4	57.1
2006	9	5	55.6	9	5	55.6

福州大熊猫研究中心有小熊猫成规模连续 6 年繁殖的报道^[10],产仔率和成活率见表 2。姚家坪繁育基地小熊猫连续 5 年的繁殖结果与之相比,各年平均产仔率明显高于后者($P < 0.05$)。福州大熊猫研究中心 2002 年仅繁殖一胎一仔,成活率 100%;剔除该年的数据,姚家坪基地 5 年小熊猫的平均成活率也明显高于福州研究中心($P < 0.05$)。

2002—2005 年产仔时间及每胎仔数统计见表 3。产仔日期在 6 月的占 61.9%,产仔日期在 7 月

表 2 福州大熊猫研究中心 2000-2005 年小熊猫繁殖情况
Tab. 2 Breeding situation of red panda (*Ailurus fulgens*) in Fuzhou Research Center of Giant Panda from 2000 to 2005

年度	育龄雌性数/只	产仔雌性数/只	产仔率/%	产仔数/只	成活数/只	成活率/%
2000	7	4	57.0	8	3	37.5
2001	7	4	57.0	6	2	33.3
2002	6	1	16.0	1	1	1.0
2003	9	2	22.0	4	0	0
2004	12	4	33.0	9	3	33.3
2005	13	4	30.0	8	0	0

表 3 姚家坪繁育基地 2002-2005 年小熊猫产仔时间和每胎产仔数

Tab. 3 Date of birth and the size of litter red pandas in the Yaojiaping Base from 2002 to 2005

年度	6月生产数/胎	7月生产数/胎	1仔数/胎	2仔数/胎	3仔数/胎
2002	2	3	1	4	0
2003	2	2	2	1	1
2004	6	2	3	5	0
2005	3	1	1	3	0

的占 38.1%, 没有在 8 月产仔的记录; 产仔日期最早为 6 月 6 日, 最晚为 7 月 15 日。每胎二仔的占 61.9%, 一仔的占 33.3%, 三仔的占 4.8%。

4 讨论

自然条件下小熊猫 9 成以上的食物为竹叶, 在长期的进化过程中, 小熊猫的食性几乎特化, 对竹叶的消化利用率高, 适应了这种低营养、低能量的食物^[15]。根据这一特性, 小熊猫饲养机构在人工饲养和繁殖时, 虽然都会尽可能为小熊猫提供竹叶, 但往往难以完全满足其对竹叶的需求, 因为要持续为成规模的小熊猫种群提供充足的新鲜竹叶难度非常大。因此, 在人工饲养和繁殖时, 人们都会尝试提供更多的配合饲料、牛奶、水果等其它饲料, 以弥补竹叶的不足^[9,10]。泸水县姚家坪是小熊猫现存的分布区, 竹类资源异常丰富, 云南森林自然中心之所以选择在此建设小熊猫繁育基地也是基于这一天然优势。基地周围生长着大面积的天然竹林, 完全能够

满足基地小熊猫对新鲜竹叶的需求。在小熊猫的分布区内开展人工条件下的繁育实验, 可能会有很多因素有利于小熊猫提高其受孕率和产仔率, 但其中最重要的因素就是能够持续为小熊猫种群提供充足的新鲜竹叶。

小熊猫机警胆小, 看见人或听见声响均会紧张和不安, 繁殖期尤为突出。不安的情绪会影响到小熊猫的进食、发情及交配等活动, 分娩时还会导致母猫弃养和吞食幼仔^[10,16,17]。姚家坪繁育基地周围环境安静, 少有人为活动。基地在设计笼舍、制定繁殖方案以及日常管理过程中都充分考虑到小熊猫的这一特性。日常工作中严格控制工作人员进入笼舍的次数, 工作人员因打扫卫生和投喂食物进笼舍时, 小熊猫有回避的空间, 可以避免与人遭遇。观察小熊猫时多使用观察孔, 尽可能不被其发现, 减少小熊猫因察觉有人而引起的不安情绪。在繁殖期发情交配之后将雄猫分隔出去, 避免影响母猫分娩和育幼。这些措施有助于提高雌性小熊猫的产仔率及幼仔成活率。

参考文献:

- [1] 盛和林. 中国野生哺乳动物[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999: 86-87.
- [2] 高耀亭. 中国动物志. 兽纲(第八卷). 食肉目[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 104-110.
- [3] 胡洪光, 李映红. 从小熊猫现状谈保护对策[J]. 四川动物, 1993, 12(3): 46.
- [4] 胡洪光, 沈庆永. 小熊猫在中国的饲养历史及现状[J]. 野生动物, 1997, 18(6): 16-18.
- [5] 魏辅文, 胡锦矗. 四川省小熊猫现状和保护[J]. 四川师范学院学报(自然科学版), 1992, 13(3): 156-160.
- [6] 韩宗先, 胡锦矗. 熊猫资源现状与保护[J]. 生物学通报, 2004, 39(9): 7-9.
- [7] 胡刚, 杜勇. 云南省小熊猫(*Ailurus fulgens*)资源分布及保护现状[J]. 西北林学院学报, 2002, 17(3): 67-71.
- [8] GLATSTON A R, ROBERTS M. The current status and future prospects of red panda (*Ailurus fulgens*) studbook population [J]. Zoo Biology, 1988, 7(1): 47-60.
- [9] 熊荫芝. 动物园里小熊猫的饲养与繁殖[J]. 动物学杂志, 1985(3): 31-34.
- [10] 修云芳, 陈玉村, 邵良平, 等. 福州地区圈养小熊猫的饲养和繁殖[J]. 四川动物, 2006, 25(4): 875-878.
- [11] 西南林学院, 云南省林业调查规划院, 云南省林业厅, 等. 高黎贡山国家级自然保护区[M]. 北京: 中国林业出版社 1995(2): 21-22.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.024

巨龙竹秋季实生育苗技术初步研究

徐田¹, 陈剑^{1,2}, 毕玮^{1,2}

(1. 云南省林业科学院, 云南昆明 650201; 2. 国家林业局重点开放性实验室云南珍稀濒危特森林植物保护和繁育实验室/云南省森林植物培育与开发利用重点实验室, 云南昆明 650201)

摘要:用不同基质对储藏了 6 个月的珍稀特有竹种巨龙竹种子进行秋季反季节播种试验。结果表明:播种后 10 d 内无发芽,在播种后 11~30 d 集中发芽,30 d 后已极少有新发芽竹苗;各基质平均发芽率为 53.57%,不同基质的发芽差异达到极显著,当土与砂的比例为 7:3 时,发芽率最高。

关键词:巨龙竹;育苗技术;播种育苗;基质;发芽率

中图分类号:S795;S723.13 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0124-03

Dendrocalamus sinicus seed breeding in autumn

XU Tian¹, CHEN Jian^{1,2}, BI Wei^{1,2}

(1. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China; 2. Yunnan Laboratory of Conservation for Rare, Endangered & Endemic Forest Plants, Yunnan Key Laboratory of Cultivation and Exploitation of Forest Plants, State Forestry Administration, Kunming 650201, China)

Abstract: This study conducted an anti-season seed breeding experiments of *Dendrocalamus sinicus* in autumn by using rare and endemic bamboo species stored more than six months. The results showed that seeds did not germinate after 10 days, but germinated within 11 to 30 days, and few new bamboo seedling germinated after 30 days; the average germination rates was 53.57% in all substrates, germination rates of different substrates was significant, germination rates was the highest while the proportion of soil and sand was 7:3.

Key words: *Dendrocalamus sinicus*; seed breeding; substrates; germination rates

巨龙竹(*Dendrocalamus sinicus*)属禾本科竹亚科牡竹属竹种,又名歪脚龙竹,是迄今所发现的世界上最高大的竹子,秆高 20~30 m,直径 20~30 cm,花期 10 月至次年 5 月,果期 12 月至次年 7 月^[1-2]。巨龙竹分布区域非常狭窄,主要分布在云南省西南部的佤族、傣族、拉祜族聚集区,海拔 600~1 500 m 的低中山平坝和河谷地带。巨龙竹在种质资源、地理分布、人文文化上都具有不可替代性,是非常珍稀、特

有的竹种。巨龙竹野外多见零星开花,以通直型为主,但结实少见且结实率低,约为 0.34%~0.64%^[3],因此其种子收集量很少。根据巨龙竹的生物学特性和分布区的生境特点,目前巨龙竹种子大多在 3—6 月随采随播。笔者通过在秋季进行实生育苗试验研究,验证贮藏 6 个月以上的巨龙竹种子发芽情况,初步探索反季节巨龙竹实生育苗技术,为今后开展巨龙竹种质资源保存、竹林培育等工作

收稿日期:2016-10-20.

基金项目:云南省应用基础研究计划自筹项目(2013FZ163).

作者简介:徐田(1981-),女,硕士,助理研究员.主要从事竹类培育和经济林良种选育方面的研究.

通信作者:毕玮(1983-),女,硕士,助理研究员.主要从事竹类培育方面的研究.

提供基础资料和科学依据。

1 材料与方法

1.1 种子来源

2013 年 3 月,采集种子于西盟县中课乡,纬度 22°43'41",经度 99°32'29",海拔 1 295 m;种子为颖果,采集后常温保存 20 d 后置于 4℃ 温度下冷藏保存 6 个月,于 2013 年 9 月下旬进行拷种和育苗试验。种子千粒质量 189.83 g,横径 6.90 mm,纵径 32.20 mm,棱径 5.15 mm。

1.2 试验地概况

本试验地设置在云南省林业科学院树木园苗圃内,苗圃位于昆明市北郊,海拔 1 968 m,气候类型为亚热带高原山地季风气候。

1.3 试验方法

种子处理:用 50% 可湿性多菌灵粉剂配置有效成分 0.5% 溶液浸种消毒 3h,再用 0.05 g/L 赤霉素浸泡催芽 12 h,播种时以多菌灵拌种。土壤消毒:高锰酸钾喷洒消毒,拌少量火烧土。基质配比:以纯土和砂为原料,设计 3 种不同基质处理。基质 A:纯土和砂的配比为 7:3,基质 B:纯土和砂的配比为 1:1,基质 C:纯土和砂的配比为 3:7。每种基质设 3 个重复,每个重复随机选取 80 粒种子。播种后 2 个月内持续进行出苗统计,种子胚芽冒出土面视为发芽^[4]。每 5 d 统计一次,发芽率=实际发芽数/参试种子数×100%。

1.4 播后管理

播种后搭设塑料温棚和遮荫棚进行增温和遮荫,每隔 2 d 浇一次水,并打开温棚通风,保持空气湿度在 80% 以上。开始出苗后结合出苗进行人工除草。

1.5 数据处理

数据整理、计算和汇总用 Microsoft Excel 2010 软件完成,用 SPSS 18.0 完成几种基质重复测量方差分析。

2 结果与分析

2.1 种子发芽情况

巨龙竹种子秋季播种后 10 d 之内在基质 A、B、C 中均无发芽,15 d 时有部分发芽,20 d 时发芽数猛增,1 个月时发芽数趋于稳定,之后有个别死亡竹苗。基质 A、B、C 发芽趋势基本一致(图 1),都在播种后 11~30 d 集中发芽,30 d 后已极少有新发芽竹

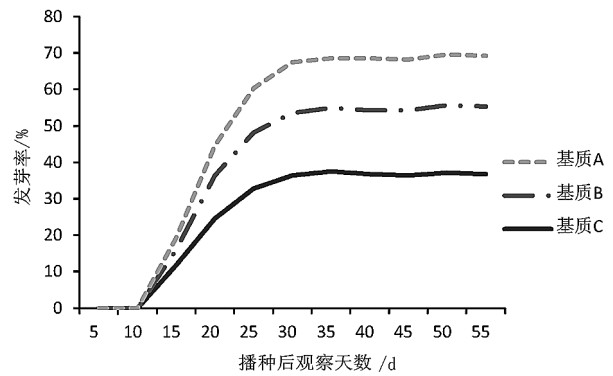


图 1 巨龙竹种子秋季播种萌发情况

Fig. 1 Seeds germination of *Dendrocalamus sinicus*

苗。萌发情况并不理想,总体的发芽率仅为 53.57%。孙茂盛等对巨龙竹种子春季随采随播的试验研究显示,初始发芽在播种 10 d 以后,并且集中在播种后 11~37 d,38 d 后仍有少量发芽;种子发芽率和成活率可达 90% 以上^[5]。本试验在秋季播种,与春季播种相比,初始发芽时期基本相同,大量发芽期则相对较短,集中发芽期过后新发芽数也远少于春季播种,同时整体平均发芽率比春季播种发芽率低很多。初步判断造成这种区别的原因主要是气候、种子活力和种子质量 3 方面:春季气温呈升高趋势,喜热的巨龙竹种子随着气温升高不断萌发,因此萌芽期可以持续较长,秋季气温则呈下降趋势,低温不利于种子萌发,部分种子因为温度不足难以萌发;种子经过半年的储存,活力下降了许多,也是发芽率低的主要原因;另一方面,种子质量也是决定是否能正常萌发的关键因素。

2.2 不同基质处理下的萌发比较

基质 A、B、C 的发芽率分别为 69.29%、55.36%、36.79%,对 3 种基质发芽情况做重复测量,方差分析结果见表 1。

表 1 不同基质对巨龙竹发芽的影响方差分析

Tab. 1 Influence variance analysis of different substrates on seeds germination of *Dendrocalamus sinicus*

方差来源	平方和	自由度	均方	F	显著性标记
处理间	2030.765	8	253.846	79.311	极显著
重复	296.938	16	18.559	5.798	极显著
误差	153.63	48	3.201		

3 种基质的发芽差异达到了极显著水平,基质 A 的发芽率明显高于其余 2 种,基质 C 最低。巨龙

竹特殊的根际地下系统较适应土质疏松的土壤类型。本试验中土与砂的比例为 7:3 时发芽率较高,说明在育苗阶段,土的含量需要高于砂,初步判断是巨龙竹种子萌芽期需要较多的水分,通常土的保水效果高于砂。

2.3 苗期管理

巨龙竹育苗期要进行遮荫,一般搭建高 1.8~2.0 m 荫棚,以便于工作人员操作。遮光度初期在 70%~80%,后期可逐步降低直至拆除。水分是竹类植物生长的关键因子,在苗期则更为重要。育苗要适时观察土壤湿度情况,一旦干旱要及时浇水,以保持土壤湿度。幼苗节芽萌动抽枝展叶后开始施用肥料。初期用浓度较低的叶面肥,每月宜施用尿素 1~2 次,用量 23~30 g/m³,后期苗木逐渐木质化时施用复合肥 1 次,每次用量 30~37 kg/m²。幼苗发枝展叶后,不宜让苗木生长太高,在一定高度时要进行断梢。一般在秆高 30~50 cm 处断梢,并剪除过密枝叶。除草和松土可同时进行。不同地区除草时间有所区别,雨水充足时期杂草生长也较快,要及时除去杂草。除草和松土时要注意不能伤及根鞭、根兜。巨龙竹是浅根系植物,松土时不必太深^[6]。

3 结论与讨论

3.1 结论

在云南省林业科学院树木园内试验地开展不同基质对巨龙竹种子秋季育苗发芽率的影响研究。试验表明,当年 3—4 月采集的巨龙竹种子放置半年后在秋季播种,发芽率为 36.79%~69.29%。不同基质对巨龙竹种子发芽率影响较为显著,当纯土和砂的比例为 7:3 时,发芽率最高;纯土和砂的比例为

3:7 时,发芽率最低。综合各种条件,在云南地区以后的秋季育苗试验、生产中,推荐使用纯土和砂的比例为 7:3 的基质。种子播种后 11~30 d 集中发芽,之后几乎没有新发芽竹苗,建议在以后巨龙竹秋季育苗试验、生产中,播种后的 11~30 d 是重点管护和观测时期。

3.2 讨论

巨龙竹属于珍稀特有竹种,生长区域较为狭窄,而其开花结实更为罕见,因此对巨龙竹种子的萌发、活力持续、休眠等特性了解和研究都较少,又因实生繁殖在遗传性方面具有不可替代的重要作用,因此,关于其萌发机理的深入了解需要进一步研究。根据本文的试验结果,巨龙竹种子在秋季育苗发芽率并不十分理想,对于这种不易获取的种子来说,应尽量随采随播。

参考文献:

- [1] 耿伯介,王正平. 中国植物志(第九卷第 1 分册·竹亚科)[M]. 北京:科学出版社,1996.
- [2] 辉朝茂,杨宇明,杜凡. 珍稀竹种巨龙竹生态生物学特性及开发利用基础性研究[M]. 昆明:云南科技出版社,2006.
- [3] 谷志佳,杨汉奇,孙茂盛,等. 巨龙竹资源分布特点及其开花结实现象[J]. 林业科学研究,2012,25(1):1-5.
- [4] 杨汉奇,梁宁,李春芳,等. 云南 6 种竹子种子萌发和贮藏特性初步研究[J]. 林业科学研究,2013,26(6):710-714.
- [5] 孙茂盛,汤成松,杨宇明. 特有珍稀竹种巨龙竹种子育苗技术[J]. 世界竹藤通讯,2013,11(1):22-25.
- [6] 孙茂盛,鄢波,徐田,等. 竹类植物资源与利用[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [12] 西南林学院,云南省科学技术委员会,云南省林业厅,等. 云南省竹类资源及其开发利用[M]. 昆明:云南科学技术出版社,1995.
- [13] 胡锦涛,魏辅文. 小熊猫的觅食行为生态[J]. 四川师范学院学报(自然科学版),1992,13(2):83-87.
- [14] 胡刚. 高黎贡山小熊猫生态对策的初步研究[J]. 动物学研究,1998,19(5):358-366.
- [15] 魏辅文,王维,周昂,等. 小熊猫对食物的选择和觅食对策的初步研究[J]. 兽类学报,1995,15(4):259-266.
- [16] 黄炎. 小熊猫额饲养管理[J]. 四川动物,2000,19(4):250-251.
- [17] 黄松,吴晓云,刘成,等. 小熊猫人工育幼的研究[J]. 野生动物,2008,29(4):195-197.

(上接第 123 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.025

仙茅根繁殖育苗试验研究

叶生宝^{1a}, 何钢^{1a}, 席飞飞^{1a}, 刘贤桂^{1b}, 张虹^{1a}, 刘杰^{1a}, 倪尚格²
(1. 中南林业科技大学 a. 生命科学与技术学院, b. 林学院, 湖南 长沙 410018;
2. 广东常瑞林业有限公司, 广东 广州 510000)

摘要: 为了完善仙茅人工栽培和仙茅根繁殖体系, 以四川、湖南、贵州、广西、云南收集的仙茅为实验材料, 研究了不同地区, 不同根部位、根年龄、根直径和根切割长度的仙茅根繁殖成活难易情况, 并对四川仙茅成活率的条件(生根剂种类、浓度、侵根时间、根茎繁殖部位)进行优化。结果表明, 不同地区仙茅根繁殖成活情况存在差异, 四川仙茅成活率最高为 47.3%, 根上段繁殖成活率高达 76%。选择栽培 3~5 a、直径为 1.0~1.2 cm、切割长度为 3 cm 的仙茅主根上段, 浓度为 200 mg/ml 的 NAA 处理 30 min 的组合能较大程度地提高仙茅成活率。

关键词: 仙茅; 根繁殖育苗; 成活率; 正交试验

中图分类号: S723.132.5 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2016)06-0127-05

Seeding Breeding Research on *Curculigo orchiodes* Root

YE Shengbao^{1a}, HE Gang^{1a}, XI Feifei^{1a}, LUI Xiangui^{1b}, ZHANG Hong^{1a}, LIU Jie^{1a}, NI Shangge²
(1. Central South Forestry University of Science and Technology, a. College of Life Science and Technology, b. Forestry College, Changsha, Hunan 410018, China; 2. Guangdong Changrui Forestry co., LTD., Guangzhou 510000, China)

Abstract: In order to improve the artificial cultivation reproductive system of *Curculigo orchiodes*, this paper studied the breeding survival rate of *Curculigo orchiodes* at different regions, different root segment, root age, root diameter and root cutting length by experimental material collected from Sichuan, Hunan, Guizhou, Guangxi, Yunnan regions. The study optimized the conditions (rooting agent type, concentration, intrude root of time, rootstock breeding segment) for the survival rate of Sichuan *Curculigo orchiodes*. The results showed that: In different areas, breed survival rate of *Curculigo orchiodes* were different, the survival rate was 47.3% in Sichuan, which reproductive survival rate of up root section was as high as 76%. The combination of 3~5years *Curculigo orchiodes*, diameter of 1.0~1.2cm, cutting length of 3cm, and 30min treatment with concentration of 200mg/ml NAA can largely enhance the survival rate of *Curculigo orchiodes*.

Key words: *Curculigo orchiodes*; roots breeding; survival rate; orthogonal test

仙茅(*Curculigo orchiodes* Gaertn) 别名地棕、独茅、仙茅参、婆罗门参, 石蒜科 Amaryllidaceae 仙茅属

Curculigo Gaertn 多年生草本植物, 生于海拔 1 600 m 的林下草地或荒坡上, 主要分布于四川、贵州、云

收稿日期: 2016-12-05.

基金项目: 国家林业公益性行业科技专项(编号 201304807).

作者简介: 叶生宝(1992-), 男, 硕士研究生. 研究方向为生物化学与分子生物学. Email: 10411616292@qq.com

通信作者: 何钢, 教授, 硕士. Email: hegang262@163.com

南、广西、广东等省区^[1-5]。不同地区的仙茅其有效成分和药理作用也不近相同,导致市面上的仙茅杂乱不堪,出现很多假冒伪劣品,不仅危害市场公平交易,并且假药会一定程度地危害到人类的健康。随着社会的发展,人们对仙茅的认识也逐渐加深,目前对仙茅的药效成分的分析已经逐步完善,根据 2010 年《中国药典》,仙茅的功能有补肾阳,强筋骨,祛寒湿,用于阳痿精冷,筋骨痿软,腰膝冷痛,阳虚冷泻^[6-9]。近年来,由于人们对仙茅的研发利用不断增加,仙茅药用量与日俱增。然而,长期对野生资源的开发和利用导致仙茅野生资源匮乏。可见,进行统一、高效的人工栽培对提高仙茅产量和质量具有重要意义。仙茅主要通过种子繁殖、组织培养和根茎繁殖^[10]。仙茅结实率很低,种子繁殖很难实现,而组织培养技术还不够成熟。目前仙茅人工栽培一般都是通过根茎繁殖,根茎培育繁殖方式是进行野生植物资源扩大繁殖的有效手段。为提高仙茅的根繁殖成活率,具体进行了如下实验。

1 实验与方法

1.1 实验区概况

实验区位于广东省从化市横岭村惠之谷庄园,其土地基质以黄土为主,其中含有 30%~40% 的沙,土质疏松,空气透性较好,较适宜育苗试验。地理位置为东经 113°55',北纬 23°57',属于南亚热带季风气候,气候温和,年均温 20℃。雨量充足,年均降雨量 1 800 mm。四季特征为春季冷暖多变,阴湿多雨,夏季晴多温高,秋季气爽少雨,常遇干旱,冬季多晴天,气候干燥。

1.2 实验材料

供试材料为春季 3—4 月份广西、云南、四川、贵州、湖南等人工收集的仙茅,根繁殖育苗可选取仙茅根的上段、中段或下段及侧根部位进行繁殖育苗。

1.3 实验方法

选择背风向阳、水源方便的地块,要求土壤疏松、肥沃,排水良好。春季将刨后的地耙平,深翻起垄做苗床。苗圃宽度约 1~1.5 m,高度约 20~30 cm 为宜,长 20 m,床面要求平整,以保证出苗整齐。苗床之间及四周挖好排水沟,要求排水通畅,沟内没有积水。先将育苗地土壤进行消毒,即用福尔马林溶液喷洒^[11],每升培养土中均匀撒上 40% 的多菌灵溶液 4~5 ml。然后将发酵鸡粪、河沙、草木灰、消毒的土壤按照 1:2:2:3 的比例进行混匀即可。选择无病虫害、健壮、成熟、根较大的仙茅,挖根时间安排在清

晨温度不高时进行。挖取仙茅根放在清水中保湿,然后将仙茅根截成 2~3 节、长约 3~5 cm 的根段,在主根上选取粗壮的侧根,其他侧根保持完整。

1.3.1 不同地区仙茅根繁殖的成活难易程度比较

选取 3 月份来自四川、湖南、贵州、广西、云南经人工收集的无病虫害、健壮、成熟、根粗壮仙茅。将仙茅主根,切割成 3 cm 的根段,保持须根完整,并将切割好的仙茅进行消毒处理。另用四川仙茅以 200 mg/ml 的 NAA 侵根 30 min 处理作为对照。根埋在地下距地面 1~2 cm 深处,然后用遮荫网遮荫,完毕后每天早上 9:00 用自动喷雾浇水 1 h。定期除草,50 d 后统计成活情况。

1.3.2 仙茅根不同部位根繁殖比较

选取 3 月份来自四川经人工栽培后无病虫害、健壮、成熟、根粗壮仙茅。将仙茅主根切割为上段、中段和下段及侧根部位进行繁殖育苗,主根切割成 3 cm 根段,保持须根完整。侧根无需切割,保持完整即可。并将切割好的仙茅进行消毒处理后埋在地下距地面 1~2 cm 深处育苗。用遮荫网遮荫,每天早上 9:00 用自动喷雾浇水 1 h。定期除草,统计 50 d 内的成活情况^[12-14]。

1.3.3 不同年龄仙茅根繁殖育苗

选取 3 月份经人工收集的不足 1 年,1~2 年,3~5 年生的无病虫害、健壮、成熟、根粗壮仙茅,将仙茅主根切割成 3 cm 根段,保持须根完整。将切割好的仙茅进行消毒处理后,埋在地下距地面 1~2 cm 深处育苗。用遮荫网遮荫,每天早上 9:00 用自动喷雾浇水 1 h。定期除草,统计成活情况。

1.3.4 不同直径仙茅根繁殖育苗

选取 3 月份经人工收集的 3~5 年生直径分别为 0.4~0.6,0.7~0.9,1.0~1.2 cm 的无病虫害、健壮、成熟、根粗壮仙茅。将仙茅主根切割成 3 cm 根段,保持须根完整。并将切割好的仙茅进行消毒处理后育苗。用遮荫网遮荫,每天早上 9:00 用自动喷雾浇水 1 h。定期除草,统计成活情况。

1.3.5 不同切割长度仙茅根繁殖育苗

选取 3 月份来自四川经人工收集的 3~5 年生直径为 0.7~0.9 cm 的无病虫害、健壮、成熟、根粗壮仙茅。将仙茅主根分别切割成长度为 3 cm、4 cm、5 cm 的根段,保持须根完整。并将切割好的仙茅进行消毒处理后埋在地下距地面 1~2 cm 深处育苗。用遮荫网遮荫,每天早上 9:00 用自动喷雾浇水 1 h。定期除草,统计成活情况。

1.3.6 仙茅根茎繁殖育苗的正交

选取4月份无病虫害、健壮、成熟、根粗壮的仙茅进行单因素实验和正交实验,根据查阅的相关文献资料以植物激素种类、侵根时间、激素浓度以及根部位设计(L_93^4)正交实验(表1)。

表1 仙茅根茎繁殖育苗的正交实验设计

Tab.1 Seeding breeding orthogonal experiment design of *Curculigo orchiodes* root

水平	因素			
	A 侵根时间/ min	B 根部位	C 浓度/ ($\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$)	D 激素
1	30	根上段	100	生根粉
2	60	根中段	200	IBA
3	90	根下段	400	NAA

2 结果与分析

2.1 仙茅成活难易程度比较结果分析

不同地区仙茅根繁殖成活率有一定的差异。其成活难易程度为:四川>贵州>广西>湖南>云南(表2),这主要原因可能是不同地区仙茅的侧根数目不一样,对土壤中营养成分的吸收能力不同,因此导致了根繁殖的成活率也不一样。在以NAA为生长激素,时间为30 min,浓度为200 mg/ml的对照试验中,成活率明显有一定程度的提高,并且在统计过程中发现仙茅根上段容易成活。

表2 不同地区仙茅成活难易程度比较试验结果

Tab.2 Contrast test of *Curculigo orchiodes* survival rate at different regions

处理	须根数/根	成活率/%
四川	9	47.3
湖南	6	44.6
贵州	7	46.3
广西	7	45.3
云南	4	40.6
Ck	9	59.3

2.2 不同根部位仙茅根繁殖成活情况

仙茅根茎不同分段及侧根繁殖实验结果表明:仙茅根茎不同分段及侧根部位均能长出新苗,15 d时根茎上段有须根生成,根茎下段也有明显的须根出现;但侧根和根茎中段出现的须根较少;根上段发

新叶较早,15 d时就有新叶出现,并且一个根上会有多个出芽部位;根中段和侧根出新叶较晚,并且成活率低。分析认为,须根集中在根下端,出新叶的芽眼集中在根上端,而根中段芽眼和须根均很少,不能从土壤中吸收充足的养分,并且根中段伤口面过大容易污染、霉烂;对50 d时的成活率比较,根茎上段>下段>中段>侧根(表3)。

表3 不同根部位仙茅根繁殖试验结果

Tab.3 Breeding test result at different root segment

分组	材料数	10 d	15 d	20 d	30 d	40 d	50 d	成活率/ %
上段	100	4	19	38	67	76	76	76
中段	100	0	0	3	29	28	28	28
下段	100	0	5	14	36	46	46	42
侧根	100	0	0	0	18	19	18	18

2.3 不同根年龄仙茅根繁殖成活情况

不同年龄的仙茅根在根繁殖育苗过程中成活率有明显差异。栽培了3~5年的仙茅在根茎繁殖过程中成活率最高,成活率可达54%。栽培不足1年的仙茅成活率较低,成活率为38%(图1)。原因是年龄大的仙茅根粗壮,须根根系发达,病害较少,因此育苗的成活率较高。

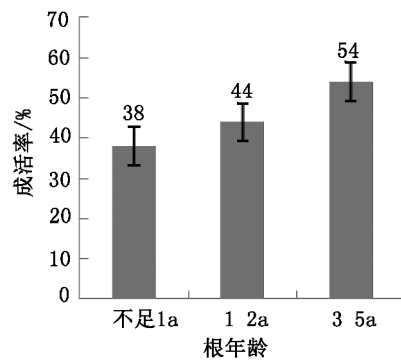


图1 不同根年龄仙茅根繁殖的成活率

Fig.1 Reproductive survival rate of *Curculigo orchiodes* at different root age

2.4 不同根直径仙茅根繁殖成活情况

不同根直径的仙茅根在根繁殖育苗过程中成活率有明显差异。直径为1.0~1.2 cm的仙茅在根茎繁殖过程中成活率最高,成活率可达64%。直径为0.4~0.6 cm的仙茅成活率较低,成活率为46%(图2)。因此,在仙茅根茎繁殖中选择根直径较大的进行繁殖有利于提高育苗成活率。

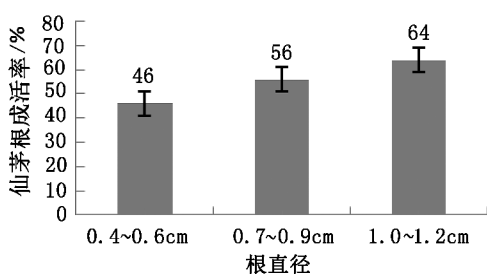


图 2 不同根直径仙茅根繁殖的成活率

Fig. 2 Reproductive survival rate of *Curculigo orchiodes* at different root diameter

2.5 不同根切割长度仙茅根繁殖成活情况

不同根切割长度的仙茅根在根繁殖育苗过程中成活率没有明显差异。切割长度为 5 cm 的仙茅根在根茎繁殖中成活率为 55%。切割长度为 3 cm 和 4 cm 的仙茅根在繁殖中成活率为 51% (图 3)。因此,在仙茅根繁殖过程中,应选取根切割长度为 3 cm 较为合适。

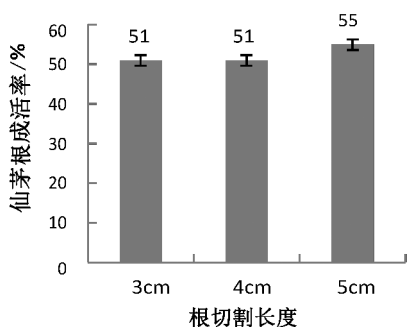


图 3 不同根长度仙茅根繁殖成活率

Fig. 3 Reproductive survival rate of *Curculigo orchiodes* at different root length

2.6 正交实验结果分析

为了提高仙茅根繁殖成活率,对四川仙茅根茎繁殖条件进一步进行优化实验。试验中选择 3 种不同浓度的生长激素,对不同部位的仙茅根进行处理,每个处理 100 个,重复 3 次。结果显示,植物激素的浓度以及侵根时间对其成活率的影响不显著,而生长激素的种类对其成活率影响显著,仙茅根部位对根繁殖成活率的影响极显著。说明生长激素的选择和根部位是影响仙茅根繁殖成活率的关键因素。

对所得数据进行极差分析可知,4 个因素对仙茅根繁殖成活率影响大小依次为根段部位>激素种类>侵根时间>激素浓度(表 4)。可见,在进行仙茅根繁殖时,选取特定的根部位和生长激素种类对提

高其成活率至关重要。根据正交实验的直观分析,有利于提高成活率的组合为 A2B1C2D3,即选择时间为 60 min、根上段部位、浓度为 200 mg/ml 的 NAA,在此条件下仙茅根繁殖成活率高达 86.3%。

表 4 仙茅根茎繁殖育苗的正交实验结果

Tab. 4 Seeding breeding orthogonal experiment result of *Curculigo orchiodes* root

处理	A 侵根时间/ min	B 根部位	C 浓度/ (mg · ml ⁻¹)	D 生长激素	成活率/ %
1	1	1	1	1	61.6
2	1	2	2	2	34.3
3	1	3	3	3	59.3
4	2	1	2	3	86.3
5	2	2	3	1	31.3
6	2	3	1	2	40.3
7	3	1	3	2	64.3
8	3	2	1	3	41.3
9	3	3	2	1	41.6
I	51.73	70.73	47.73	44.83	
II	52.96	35.63	54.07	46.30	
III	49.73	47.06	51.63	62.30	
R	3.32	35.10	6.34	17.47	

为进一步分析各因素对仙茅根繁殖成活率影响,对各因素进行了方差分析(表 5)。

表 5 仙茅根繁殖成活率方差分析

Tab. 5 Survival rate variance analysis of *Curculigo orchiodes* root

因素	第Ⅲ类平方和	自由度	F 值	显著性
A	20.642	2	0.035	
B	1922.842	2	2.717	**
C	61.242	2	0.074	
D	563.236	2	1.480	*

因素 B 以及 D 是影响成活率的主要因素,二者均具有显著性意义,即 $P < 0.05$,并且因素 B 具有极显著意义,即 $P < 0.01$ 。A 与因素 C 对繁殖成活率影响不显著,因此考虑综合因素后提高仙茅根茎繁殖成活率的组合为 A₁B₁C₂D₃,即选择浓度为 200 mg/ml 的 NAA、侵根时间为 30 min、仙茅的主根上段部位进行根繁殖成活率较高。

3 结论与讨论

近年来,国内外学者对仙茅的化学成分进行了系统地研究,其成分极其复杂多样,截至目前,该属所分离鉴定的主要成分涉及酚及酚苷类,含氯酚,四环三萜皂苷类,木脂素类,生物碱,黄酮,挥发油及微量元素类等^[15-19]。随着人们生活水平的提高,仙茅需求量增大,导致大量采挖野生资源,加之对生态环境的破坏,致使仙茅资源蕴藏量急剧下降。研究过程中发现,仙茅结实率很低,种子繁殖很难实现,而组织培养技术还不够成熟,因此,提倡利用根茎繁殖技术来提高仙茅繁殖的成活率,以保证市场的供求,以及保护野生资源多样性。

对5种来自不同地区的仙茅比较其根繁殖成活率,结果发现,不同地区的仙茅根繁殖成活率存在差异,这主要是由于不同地区仙茅的侧根数目不同,对土壤中营养成分的吸收能力也不同,导致根繁殖的成活率也不同。通过以四川仙茅为对照进行比较,生长激素的使用对提高根繁殖成活率有较大影响。对不同根部位、根年龄、根直径和切割长度的仙茅根繁殖成活难易程度进行了实验,结果发现,根上段繁殖成活率高达76%,年龄为栽培3~5年的仙茅成活率可达到54%,直径为1.0~1.2 cm的仙茅成活率为64%,切割长度为5 cm的仙茅成活率为55%,与切割长度为3 cm、成活率为51%的不存在明显差异,所以在切割时选取3 cm较为合适。

对四川仙茅进行了根茎繁殖育苗的正交实验,结果表明,植物激素的浓度以及侵根时间对其成活率的影响不显著,而生长激素的种类对其成活率影响显著,仙茅根部位对根繁殖成活率的影响极显著。说明生长激素的选择和根部位是影响仙茅根繁殖成活率的关键因素。4个因素对仙茅根繁殖成活率影响大小依次为根段部位>激素种类>侵根时间>激素浓度。可见,在进行仙茅根繁殖时,选取特定的根部位和生长激素种类对提高其成活率至关重要。根据正交实验的方差分析,有利于提高成活率的组合为A₁B₁C₂D₃,即选择时间为30 min、根上段部位、浓度为200 mg/ml的NAA,在此条件下仙茅根繁殖成活率高达86.3%以上。

另外,在实验过程中所采挖的仙茅都是在春季,未考虑其他季节、不同栽种方法以及不同土壤、水分对仙茅的成活率影响。因此,对仙茅根繁殖育苗还需进行更详细的实验。

参考文献:

[1] 李隆云,马鹏,喻强,等. 仙茅药材的质量标准研究

[J]. 中国药房,2011,43:4068-4071.

- [2] CHANG W L, SU M J, LEE S S. Bioactive norlignan glucosides from *Curculigo capitulate* [J]. J Nat Prod, 1997, 60:76-80.
- [3] LEE S S, CHANG W L, CHEN C H. Curcapitoside, a novel glucosylfused phenanthropyran isolated from *Curculigo capitulate* [J]. Tetrahedron Lett, 1966, 37:4405-4408.
- [4] WU Q, FU D X, HOU A J, et al. Antioxidative phenols and phenolic glycosides from *Curculigo orchiooides* [J]. Chemical and pharmaceutical Bulletin, 2005, 53(8):1065-1067.
- [5] KUBO M, NAMBA K, NAGAMOTO N, et al. A new phenolic glucoside, curculigoside from rhizomes of *Curculigo orchiooides*[J]. Planta Med, 1983, 47(1):52-55.
- [6] GARG S N, MISRA L N, AGARWAL S K. Corchioside A, an orcinol glycoside from *Curculigo orchiooides* [J]. Phytochemistry, 1989, 28(6):1771-1772.
- [7] DALL A S, SHRESTHA B B, COMAI S, et al. Two phenolic glycosides from *Curculigo orchiooides* Gaertn [J]. Fitoterapia, 2009, 80(5):279-282.
- [8] PANDIT P, SINGH A, BAFNA A R, et al. Evaluation of Antiasthmatic Activity of *Curculigo orchiooides* Gaertn Rhizomes [J]. Indian J Pharm Sci, 2008, 70(4):440-444.
- [9] AUGUSTINE A C, SOUZA L D. Regeneration of an anticarcinogenic herb, *Curculigo orchiooides* (Gaertn) [J]. In Vitro Cellular & Development Biology - plant, 1997, 33(2):111-113.
- [10] 杨慧. 中药仙茅的化学成分及其活性研究[D]. 长沙:湖南中医药大学,2012.
- [11] 朱丽芳,何钢,荣广天,等. 我国仙茅属植物的初步研究[J]. 经济林研究,2015(1):136-140.
- [12] 张萍,魏琴,张超,等. 仙茅地下茎段组织培养研究[J]. 安徽农业科学,2009(10):4380-4381.
- [13] 时维静,张子学,于群英. 野生白头翁分根繁殖的试验研究[J]. 中国林副特产,2005(3):14-15.
- [14] 陈芳,周玲玲,李学禹. 甘草根茎繁殖技术研究[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2000(3):183-184.
- [15] 鄢武先,闵安民,刘光华,等. 葛根不同品种林下栽培性状调查和评价研究[J]. 四川林业科技,2012(4):43-46.
- [16] 朱翠翠. 三种仙茅属植物化学成分的研究[D]. 合肥:安徽大学,2010.
- [17] 吴果团. 仙茅组培快繁体系的建立及形态发生的研究[D]. 南宁:广西师范大学,2005.
- [18] 张锋,单成钢,韩金龙,等. 白花丹参分根繁殖技术研究[J]. 现代中药研究与实践,2014(5):6-8.
- [19] 时维静,张子学,于群英. 野生白头翁分根繁殖的试验研究[J]. 中国林副特产,2005(3):14-15.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.026

蒙古族传统图案在云南传统村落公共空间景观更新中的运用

沈 丹

(西南林业大学艺术学院,云南 昆明 650224)

摘要:传统村落公共空间是村落居民生产和公共活动的主要场所,在民族融合的推进与城市文明的冲击下,云南省唯一的蒙古族聚居乡——通海县兴蒙蒙古族乡传统村落公共空间中的民族景观特色逐渐丧失。为秉承民族传统文化,对北阁楼下村空间景观现状进行分析,对其 6 个最具代表性的公共空间进行景观更新设计,将蒙古族传统图案进行提炼和变形,以场地中的种植池、铺地图案、公共设施为载体来呈现这一传统文化。运用环保型铺地材料,在继承民族传统文化的同时,融入可持续发展理念,以使公共空间景观在继承优秀传统文化的同时跟上时代的步伐,健康良性发展。

关键词:景观更新;传统村落;公共空间;蒙古族传统图案;民族传统文化;兴蒙乡

中图分类号:S713.7;J522.8 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0132-04

Mongolian Traditional Pattern to Landscape Update of 4 Yunnan Traditional Village Public Space

SHEN Dan

(School of Arts, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: The traditional village public space is the main place to village residents. Under the background of national fusion propulsion and the impact of urban civilization, the public space landscape of Tonghai Xingmeng, the only Mongolian Township village is losing its feature. To inherit the traditional culture, this paper analyzed the space landscape of Beixiage village, and redesigned landscape of six most representative public spaces, including extracting Mongolian traditional pattern, using the cultivation pool, floor design, public facilities to present the traditional culture. Use environmental protection material while inheriting traditional culture and embodying the concept of sustainable development, in order to make public space landscape inherit excellent traditional culture, and at the same time keep up with the pace of the times, have healthy development.

Key words: landscape update; traditional villages; public space; Mongolian traditional pattern; traditional national culture; Xingmeng Township

传统村落公共空间是村落居民生产和公共活动的主要场所,体现村落居民的生活观念、理想和价值观,承载着村落的历史和记忆。忽必烈率大军平

云南大理国后,镇守曲陀关的蒙古族将士落籍云南省通海县兴蒙乡。目前,村落形态保留最为完整且最具代表性的北阁楼下村历经 700 多年的风雨洗礼,

收稿日期:2016-11-12.

基金项目:云南省教育厅科学研究基金项目;云南兴蒙乡蒙古族特色传统村落景观保护与更新研究(项目编号:2014Y341).

作者简介:沈丹(1982-),女,云南玉溪人,硕士,讲师。主要研究方向:少数民族传统村落景观保护与更新。

勤劳、勇敢、纯朴的蒙古族人民在与当地原驻各民族的融合与交流中,造就了独特的村落公共空间景观形态。然而,在现代城市文明的冲击下,北阁下村公共空间中的民族景观特色逐渐丧失。为了能够传承民族文化,增强民族团结,使村落公共空间具有独特的地域性及民族风情魅力,并让居民有强烈的民族归属感,对北阁下村公共空间景观的更新成为亟待解决的问题。

传统图案是中华民族历经 5 000 年的历史提炼而出的文化精华,它展现着本民族的人文风情和崇拜信仰。在少数民族聚居地公共空间环境景观中运用民族图案进行设计,不仅能够传递本民族独特的文化信息,弘扬民族传统文化,而且能够增强居民的归属感。因此,对北阁下村公共空间景观的更新主要运用蒙古族传统图案进行设计,将蒙古族文化融入景观空间之中,体现蒙古族独特的民族风情,使蒙古族传统文化得以继承与发扬。

1 研究地概况

兴蒙蒙古族乡于 1988 年建立,是云南省唯一的蒙古族聚居乡。辖区面积 4.77 km²,总人口 5 524 人,其中蒙古族 5 347 人,占总人口的 96.73%,主要从事农业生产、餐饮业,是典型的农业乡(图 1)。



图 1 兴蒙蒙古族乡整体风貌

Fig. 1 Village landscape of Xingmong Mongolian Township

北阁下村隶属于兴蒙乡,也是乡政府驻地,是全乡政治、经济、文化的中心,全乡对外开放的窗口,最具民族特色的村落景观也集中于此地。村庄坐落在杞麓山山脚下地势较为平坦的坝区,地处东经 102°30'25"~102°52'53",北纬 23°65'11"~24°14'49",海拔 1 800 m。

2 北阁下村公共空间景观现状分析

北阁下村主要的公共空间主要分布在三圣宫、三教寺、观音寺及部分古居民、三井、古牌坊等处(图 2)。

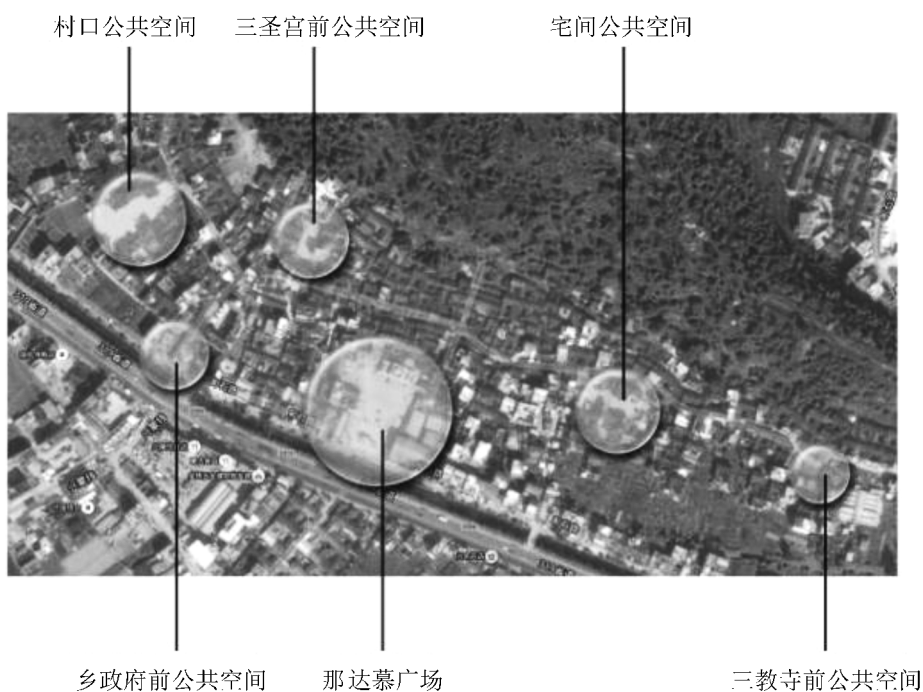


图 2 兴蒙蒙古族乡主要公共空间分布

Fig. 2 Main public space distribution of Xingmong Mongolian Township

据实地调查,北阁下村主要公共空间存在如下问题:1)场地为民居建筑群体的负空间,均散乱空留,交通紊乱;2)铺地材质主要有青石板及水泥路面,形式单一,无任何村落民族特色;3)空间内缺乏植物的种植,场地生硬,且无纳凉遮荫处;4)缺乏公共设施,场地利用率低(图 3,图 4)。



图 3 那达慕广场
Fig. 3 Nadam Fair square



图 4 村口广场
Fig. 4 Village entrance square

总体看来,北阁下村村落公共空间形式单一,功能不齐全,利用率低,缺乏少数民族村落识别特征。

3 村落公共空间的更新

针对上述村落公共空间现状存在的问题,结合场地独有的蒙古族文化脉络,主要运用蒙古族独有的传统图案对北阁下村公共空间进行更新设计。

图案在蒙语里统称为“乌嘎拉吉”,即盘羊的意思。因为盘羊的犄角卷曲好看,所以一般类似犄角形卷曲的纹样称为“乌嘎拉吉”,其大都形成于原始社会。蒙古族传统图案早期为直接描摹自然界物象

的一些图形和符号,随着时间的推移,这些图形符号逐渐加入了人的因素,反映人们对时空概念的理解和对客观世界的认识,原始的图形符号也从简单描摹自然界物象变为加入了对艺术形式美感的追求,经过岁月的沉淀和累积,形成了富有丰厚民族文化传统的蒙古族传统图案,时至今日仍然散发着夺目的光芒(图 5)。另外,在与云南当地不同民族的文化相互吸纳、交融中,蒙古族不断丰富和完善了北方草原文化的精神内涵,同时也赋予草原文化的内在动力,使其始终保持旺盛的生命力。这种不断吸纳优秀文化,融汇到自身文化建设的动态发展观的思想理念也是形成这次把传统的蒙古族图案改造成新的有活力的图案元素的灵感来源。传统的蒙古族图案由于自身较为具体和繁复,要运用于景观设计中,必须对其进行概括提炼,使民族化的图形元素符合现代的审美精神。更新方案中将蒙古族传统图案进行提取和变形,将其“放大”、重复和延伸,使蒙古族文化得以传承和发扬,增强村落中的民族归属感。



图 5 蒙古族传统图案
Fig. 5 Mongolian traditional pattern

3.1 图案在道路铺装中的运用

六大主要公共空间无高差起伏,更新方案依旧保持沿用平整的地形,这也使无障碍能在场地中得以有效实现。针对场地中交通的无序状,更新方案运用卷曲的盘羊纹为原型来变形,作为基面限定对场地的交通线路进行梳理,使场地中的交通流线明确、易识别,且流畅圆润。在色彩的运用上,主要提取蒙古族传统的蓝色(青色)、橘黄和白色来进行交通线路及场地的限定,烘托了场地的民族精神,强化了民族归属感。为遵循可持续环保及绿色设计的理念,铺装材料主要使用彩色透水混凝土,体现时代精神(图 6)。

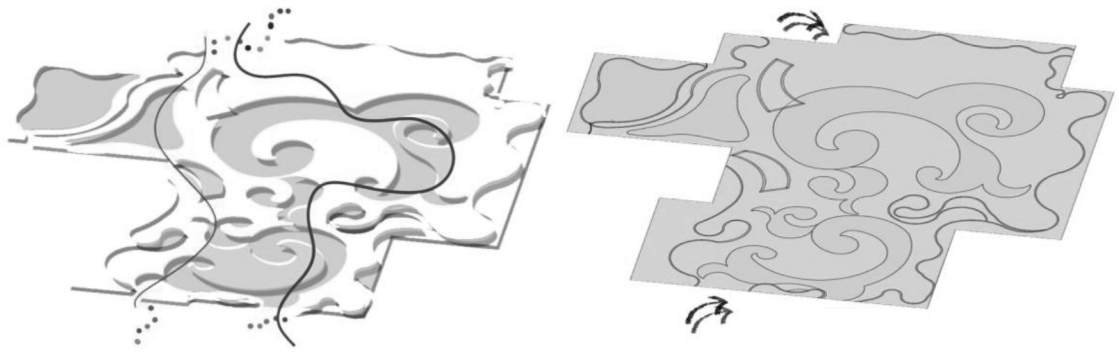


图 6 那达慕广场更新方案

Fig. 6 Update scheme of Nadam Fair square

3.2 图案在公共设施中的运用

3.2.1 种植池

更新方案中,场地中的种植池也都以盘羊纹为原型,在保留传统图案的风格与特色的前提下对其进行变型,同样以流畅的曲线为主要形式,一方面增添了场地民族特点和趣味性,另一方面结合场地交通流线动向,限定和区划功能场地(图 7)。



图 7 种植池更新方案

Fig. 7 Update scheme of cultivation pool

种植池其功能主要为上升的水平面限定,区划种植区域及道路,池内乔木主要选择当地长势良好的广玉兰、樱花、银杏等,营造季相变化景观。30 cm 高的种植池沿口使用暖色调透水材料,强化图案边界,亦可作为公共空间辅助座椅,考虑到遮荫效果,池内乔木主要选用冠幅较大的云南樟。

3.2.2 廊架

针对原公共空间场地中缺乏公共设施的问题,更新方案中特别增设了多处庇护性景观设施——廊架,并在不妨碍交通的滞留点中进行设置(图 8)。廊架的平面形态呈弧形,与场地中地面的基面限定图案相贴合,形成呼应,强化了流畅动感的曲面限定边界。其形式简洁浑厚,体现了爽朗豪放的民族气节。廊架主要使用生态环保的木塑材料,在视觉体验上能感受到木材的亲切感,又能避免木材本身易腐蚀的特性。廊架的增设丰富了场地中的竖向关系,并且为在场地中活动的村民配置了休息的座椅,充分弥补了场地中缺乏设施的弊端,增加了空间的利用率。

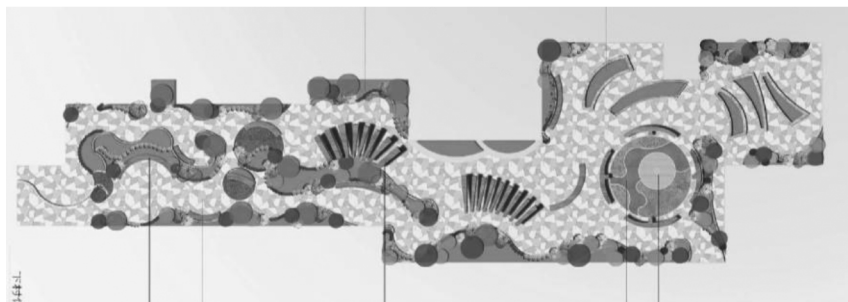


图 8 公共空间平面之一

Fig. 8 One of the plane of public space

(下转第 143 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.027

永川红旗河城市河岸带植物景观生态设计研究

李俊阳,王海洋

(西南大学园艺园林学院,重庆 北碚 400715)

摘要:以重庆市永川红旗河城市河岸带的植物景观为研究对象,从景观和生态的角度进行探讨分析。通过整体调查、现状分析,指出其现存问题,并根据生态要求提出红旗河河岸带植物景观的生态规划思路。分别对上中下游典型地点河流形态、水文特征、基质特点、植物景观及周边环境等进行分析,提出植物景观生态设计建议。

关键词:城市河岸带;植物景观;生态设计;配置模式;红旗河

中图分类号:S718.521.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0136-08

Ecological Design of Plant Landscape in Urban Riparian Zone of Yongchuan Red Flag River

LI Jiaoyang, WANG Haiyang

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: This paper analyzes the Plant landscape of urban riparian zone in Yongchuan Red Flag River from the perspective of landscape and ecology. By investigation and analysis of the present situation, the paper pointed out the existing problems and proposed ecological planning ideas of riparian plants according to ecological requirements. Through detailed investigation on river morphology, hydrological characteristics, matrix, plant landscape and surrounding environment, the paper carried out ecological design suggestions of plant landscape.

Key words: riparian zone; plant landscape; ecological design; allocation model; Red flag River

随着城市的多元化发展及人们精神文明需求的增加,城市河流的生态恢复和功能完善得到重视。河岸带作为功能最齐全、生态最脆弱的水陆交错区,是城市生态系统及城市景观的重要组成,其植被的景观、生态及社会功能的开发利用也成为了研究热点^[1-5]。城市河岸带植物景观的生态化设计,能有效恢复、完善城市河岸带生态系统,丰富其生态功能,并展示城市独特的滨水植物景观风貌,为人们提供集自然、生态、美观于一体的滨水特色空间^[6-7]。

以永川红旗河河岸带植物景观为研究对象,结合城市发展和河流特征,探讨城市河岸带植物景观的生态规划及植物配置策略,对于永川区及西南地区城市河流生态恢复、河岸带景观建设具有参考意义。

1 永川红旗河概况

永川区位于重庆西部,年均降雨量 1 042.2 mm,但时空分布不均匀,具有雨热同季的特点。城市水资源丰富,以永川河(临江河)为干流,加之其

收稿日期:2016-10-18;修回日期:2016-11-07.

作者简介:李俊阳(1991-),女,重庆人,硕士研究生.主要从事风景园林生态研究. Email:247019664@qq.com

通信作者:王海洋,教授.主要从事风景园林生态研究.

余季节性支流,共有 6 条河交错于城区。红旗河源于永川孙家口水库,由北至南流经新城东南部(现永川区经济、政治、文化中心),最终汇入永川河。红旗河市区段长近 5 000 m,宽 20~38 m,建有桥梁 14 座,拦水坝 4 座、市政取水点 2 个,沿途共 50 余个雨水管网排扣。

2 红旗河现状调查及分析

2.1 调查范围与方法

调查范围为红旗河上游近郊至与永川河交汇的河段(即城区内河段),全长约 6 130 m。

调查方法是整体分段调查与各河段典型地点详细调查相结合。根据河道、河岸特征及周边用地性质,将调研河段分为上游近郊段、兴龙湖、城区改造河段、城区未改造河段和下游近郊段 5 大段进行调研分析,并选取典型地点河岸进行详细调查(图 1)。主要调查河流形态、河床特征、水文特点、土壤性质、河岸带形式、植物种类与配置等。

2.2 红旗河现状调查结果

上游近郊段是红旗河源头 2 条河交汇处,以河岸荒坡、苗圃、农田及待建地为主。原有河漫滩湿地

靠近城区逐渐退化,原有自然植被遭到破坏,河岸廊道破碎化。红旗河穿过兴龙湖后,流入永川新城区,在建成区内为渠化河道,根据市政建设分为城区改造河段和城区未改造河段。改造河段河道较为平直,河面宽度一致,约 21~25 m,无河漫滩,设有 4 个拦水坝。河道两侧为城市滨河公园,植物较为丰富,但多为人工栽植的高地陆生植物。城区未改造河段河道干涸,河床裸露,伴有野生或半野生消落带植物,沿河景观缺乏管理和维护。下游近郊段周边为农田、居住、工业混合用地,半自然原型河岸与农用自然形态驳岸混合,河道蜿蜒曲折,河面宽窄不一。河流两侧有大面积河漫滩,两岸植被受水位变化影响较大。低河漫滩处多为水生和湿地植被,坡岸多为野生或半野生河流防护林带植被(表 1)。

2.3 红旗河现存问题

1) 水资源季节性短缺,下游河道干涸

由于城市用水需求的增加及水工程建设,造成下游河道干涸;而全年水资源供给量和需求量的分布不均匀,造成水资源季节性短缺。

2) 河流生态功能退化,受面源污染严重

上游远郊农耕污染未经拦截流入下游,上游近



图 1 红旗河分段

Fig. 1 Sectional diagram of Red flag river

表 1 永川区红旗河水文及河岸现状
Tab.1 Present situation of Red flag river

河段	长度/ m	常水位/ m	平均水深/ m	土壤类型	河床特征	河岸带形式	滨水绿带 宽度/m
上游近郊段	790	316.21~319.70	1.76	紫色土、中壤	稳定弯曲河床, 坡度大	半自然成层河岸带+ 堆土斜坡河岸带	7~18.5
城区改造河段	2910	304.34~312.77	1.21	黄壤、紫色土、中壤	固定顺直微曲河床	立式硬质石砌驳岸	4~26
城区未改造河段	1516	302.04~303.39	0.39	黄壤、淤泥质土	固定顺直微曲河床, 河床裸露	立式硬质石砌驳岸	21
下游近郊段	914	301.10~302.04	0.51	水稻土、紫色土	稳定弯曲河床	半自然原型河岸带	4~13

郊河岸植被带缺失,周边建设及农业污染直接影响河岸带基质及河流水体。城区河流生活污染在下游未得到有效拦截,下游近郊区工业排放、农田灌溉、家禽放养加剧了水体污染。

3)近郊区绿化面积小,植物种类单一,植物廊道破碎化

原有自然河岸多被农用或作为建设的临时堆土地,河岸绿化面积较小,景观层次简单,物种丰富度较低。

4)城区河段缺乏水陆交错植被带,生态系统的连续性遭到破坏

城区河段由于硬质河堤的修建,导致水陆交错带植被缺失,河流与高地间缺乏生态过渡带,水陆生态系统的连续性遭到破坏。同时,未注重垂直绿化设计,河流与两岸景观缺乏自然过渡。

5)水生、湿生植物应用较少,河流生态系统功能退化

植物景观集中于城区中心,且多为高地植物,水生、湿生植物应用较少。河岸带自然化程度较低,植物群落结构及生态层次简单,未能体现其生态过渡带的功能效益。

3 永川红旗河河岸带植物景观生态设计策略

3.1 河岸植物景观生态规划

3.1.1 生态规划的基本原则

1)尊重自然,因地制宜

在保证景观和生态效果的前提下,尽量减少对原始自然环境的改变,使设计与自然相协调。在树种选择和配置时,应充分考虑当地土壤、地理、气候及环境条件,因地制宜,重视乡土植物的应用。

2)生态稳定,生态功能优先

营造生态高效的植物景观,根据河岸现状和周

边环境,选择适宜的护岸植物和抗污染植物,构建稳定、合理、生态的复合植物群落结构,提高河岸带生态系统光合效率,维护河流生态系统稳定,创建自然、舒适、健康的滨河环境。

3)保护生物多样性

着手于生物多样性的恢复和重建,丰富植物群落水平梯度和垂直层次,提高群落生态效益,创造更适宜野生动物、微生物生存、繁衍的栖息地和保护地。

4)健全景观功能,体现地域文化

在保证生态优先的同时,充分考虑其景观、休闲、游憩、文化和安全等功能,实现其社会经济价值。并结合当地地域文化,以本土特色植物为基础,构建植物景观,体现富有城市特色的植物文化。

3.1.2 总体规划

以红旗河现有资源为依托,根据生态规划基本原则,结合上下游河流关系与特点,提出概念性的河岸带植物规划:

1)以红旗河流域特点及河流生态功能为主导,划分河流功能区域^[8],将调查范围内红旗河分为上游近郊生态修复型河段、城区人文景观型河段、下游近郊生态湿地型河段进行植物景观生态设计(图2)。

2)建设生态节点、保护生态敏感区,打造兴龙湖入口汇水湿地、下游交汇处净水湿地2个生态关键点。

3)扩大红旗河汇水区域(兴龙湖入口处与永川河交汇处)绿化面积,涵养水源,增加河流水量,改善下游干涸现状。

4)恢复、拓宽河岸植被带,重建近郊河流湿地,整治河流污染。

5)优化景观格局,修复破碎化植被廊道,提高斑块连接度,促进物种流动和基因交换,丰富生物多

样性。

3.1.3 生态规划措施

针对红旗河河岸带植物景观现存问题,提出生态规划措施(图 2)。

1) 上游近郊生态修复型河段

此段河岸带景观受周边农业及建设干扰较大,自然景观缺失且各类景观缺乏连续性。应着重于生态修复,在保持河道自然形态基础上,退化耕地,适当拓宽河岸植被带,拦截周边建设、农业等面源污染。并加强水体绿化,利用水生植物净化水体,改善上游远郊段农田灌溉对河流造成的富营养状况^[9]。

2) 城区人文景观型河段

此段河流受人为干扰明显,河堤硬质,水陆缺乏过渡带,其景观规划应同时考虑景观游憩功能与生态效益,整体上构建基于河流廊道的游憩空间格局,连接各公园和滨河绿地,发挥绿色廊道的生态效益。同时,优化植物配置,利用乡土植物提高生态稳定性、突显地域特色;增加垂直绿化,软化河堤,恢复河道自然性^[10]。对城区未改造河段进行河床湿地景观建设,拦截上游生活污染,涵养水源,改善干涸现状。

3) 下游近郊生态湿地型河段

此段河道变窄,受城区生活污染及下游工业、农

耕污染严重。应利用河岸缓坡及消落带,适当拓宽河面,调整湿地生态结构,打造延续性的人工湿地景观,形成景观优美、生态稳定的湿地生态系统,在增强河道的自净能力的同时吸引更多鱼虫鸟类。

4) 生态关键点建设

①兴龙湖入口汇水湿地:此处水域面积较大,河岸带相对平缓,应保持河流自然形态,形成“袋囊状”结构,并扩大绿化面积,在利于河流抗涝防洪的同时涵养水源;同时,适当引种吸引鸟类的植物,打造候鸟栖息地,完善河流生态功能,丰富基因多样性。②下游交汇处净水湿地:在红旗河下游近郊段与永川河交汇处着重打造净水湿地,延续湿地型河流景观,利用水生植物及微生物吸收河流中有机物及毒素,缓解此处污水处理厂点源污染,降低周围农田灌溉对下游河流富营养化的污染力度。

3.2 各河段典型地点植物景观生态设计

根据各河段不同的河岸带特点及植物景观现状,选取典型地点河岸,依照生态规划要求,提出植物景观生态设计建议,以总结红旗河各河段植物景观具体的生态设计模式。

3.2.1 上游近郊河段

1) 典型地点生境分析

河道自然蜿蜒呈 S 型,水面宽窄不一。东岸为

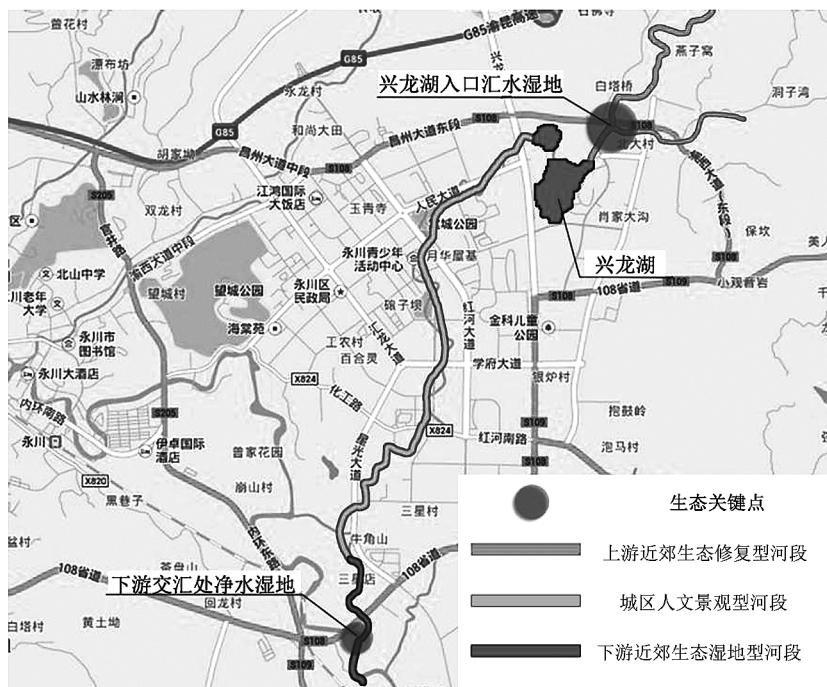


图 2 红旗河河岸带植物景观生态规划
Fig. 2 Ecological planning of Red flag river

杂草陡坡;西岸较宽、河岸成层,上、中层为田地使用,并伴有野生杂草和生活垃圾,除周边苗圃地外,河岸带无高大乔木,最下层为河漫滩湿地。常水位

时湿地大面积显露;洪水位时湿地完全淹没,水位上涨至中层斜坡 40~50 cm 处。河岸带整体生态效益低、物种丰富度低、景观荒芜(表 2)。

表 2 永川区红旗河上游典型地点河流及河岸现状
Tab. 2 Status of rivers and riparian in upstream of the Red flag River

河流形态	常水位/ m	洪水位/ m (季节性)	河岸坡度		河岸宽度/m		土壤类型	表层土厚度/ cm
			东岸	西岸	东岸	西岸		
稳定弯曲型	317.31	318.75	60°~70°	34°~37°	4~6	16~24	紫色土、淤泥质土	50~80

2) 植物景观生态设计对策

上游近郊河流受周边建设及农、林业干扰较大,河岸带自然景观缺失。其植物景观营造应着重于恢复自然生态、拦截污染,并能有效连接郊区自然景观与兴龙湖人工湿地景观。此处河道蜿蜒曲折,河岸相对自然,河流水位变化对滨水植物影响较大,可根据河岸特性营造陆生—湿生—水生的连续植物群落和生态景观。陡坡侧,由于坡度较大且不具备分层状态,应选用根系发达的乔木、灌木及具有护坡能力的地被植物,并考虑水生植物与坡岸植物的天然过渡。另外,根据用地情况适当拓宽河岸植被带,增强其缓冲作用(表 3、图 3)。

表 3 上游近郊河段典型地点植物景观配置模式

Tab. 3 Plant configuration mode of the upstream riparian

位置	群落类型	植物配置
河岸上层高地	高地陆生植物群落	香樟+栎树+杜英+海棠—夹竹桃+杜鹃+海桐+金叶女贞—麦冬+结缕草 广玉兰+水杉+枫香—木芙蓉+月季+构骨+小叶女贞—鸢尾+白花酢酱草 香樟+枫杨+刺槐+合欢—桂花+紫薇+小叶女贞—酢酱草+结缕草+花叶冷水花
坡岸(洪水线以上)	坡岸喜湿木本植物群落	重阳木+水杉+垂柳+女贞—紫穗槐+多花蔷薇+梔子—麦冬+紫鸭跖草+鸢尾 池杉+乌桕+合欢+枫香—紫荆+木芙蓉+小叶女贞+云南黄素馨—狗牙根+麦冬+千屈菜 乌桕+构树+慈竹+小琴丝竹—狗牙根+鸢尾
坡岸(枯水位至洪水位间)	坡岸湿生草本植物群落	芦苇+香蒲—灯芯草 花叶芦竹+黄菖蒲 芦竹+千屈菜+水生美人蕉 水蓼+旱伞草+水葱

续表 3

位置	群落类型	植物配置
河漫滩湿地	湿地水生植物群落	香蒲+梭鱼草+蒲苇—萍蓬草+荇菜—黑藻+金鱼藻 黄花鸢尾+花叶芦竹+莎草—金鱼藻+竹叶眼子菜 芦苇+香蒲+水葱—萍蓬草+芡实—狐尾藻+小眼子菜 黄菖蒲+萱草+水生鸢尾—睡莲+野菱

3.2.2 城区未改造河段

1) 典型地点生境分析

河流顺直微曲,河岸硬质渠道化,河流干涸,常水位时大面积河床裸露,伴有 1 年生野生消落带植物和少量生活垃圾,暴雨时河水上涨约 1 m,河床植物易倒伏。硬质河堤裸露,无生态过渡带,两岸人工步道疏于管理。西岸有 21 m 左右的河岸防护林带,主要有桉树、天竺桂、黄葛树、秋枫等乔木,与地被麦冬形成乔—草植物群落;东岸是靠近工业集资房的景观林带,成 32° 斜坡,以柳树、毛竹、小琴丝竹、红叶李为主。两岸均有被周边居民利用为农田的现象(表 4)。

表 4 永川区红旗河城区未改造河段典型地点河流及河岸现状

Tab. 4 Status of rivers and riparian in unreconstructed reach of Red flag River

河流形态	常水位/m	洪水位/m (季节性)	驳岸类型	滨河绿地宽度/m		土壤类型	
				东岸	西岸	堤岸	河床湿地
稳定弯曲型	302.50	303.48	立式硬质石砌驳岸	8~10	21	黄壤	淤泥质土

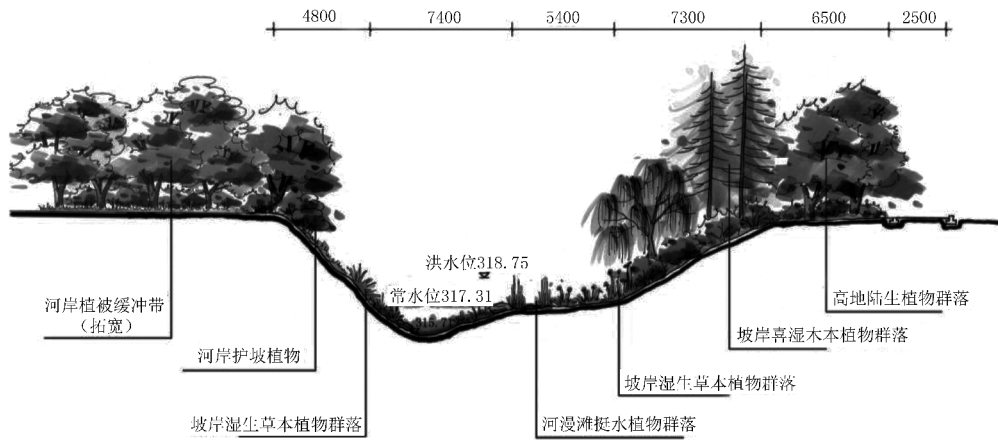


图 3 上游近郊河段典型地点植物景观生态设计剖面

Fig. 3 Plant landscape ecological design of upstream riparian

2) 植物景观生态设计对策

该段首先应考虑两岸林带景观修复和生态廊道重建的问题。堤岸绿化应在原有基础上适当丰富灌、草层植物,构建生态效益高的复层植物群落,完善河岸林带防护、隔离、景观及改善环境的功能。硬质堤岸利用藤蔓植物及垂枝灌木打造垂直绿化带,同时在堤岸下部种植挺水植物,软化河岸并完善河流与河岸的生态过渡。对于干涸的河床,可考虑使用 1 年生水生草本植物进行景观改造,恢复河流湿地生态功能,起到拦截上游生活污染、涵养水源的作用。对于此段河流还应加强管理,保护河流生态系统及河岸带景观不受破坏,修复滨河步道,提高河流经济社会效益(表 5、图 4)。

表 5 城区未改造河段典型地点植物景观配置模式
Tab. 5 Plant configuration mode of unreconstructed

位置	群落类型	植物配置
堤岸防护林带	高地陆生植物群落	桉树+黄葛树+天竺桂+秋枫—日本珊瑚树—麦冬(原有乔草群落增加灌木层) 秋枫+构树+刺桐—木芙蓉—麦冬(被破坏林带及受干扰严重河段)
堤岸景观绿地	高地陆生植物群落	垂柳+小琴丝竹+凤凰竹+红叶李—海桐+红檫木+金森女贞—结缕草+麦冬 慈竹+小琴丝竹+海棠+红叶李+女贞—南天竹+月季+海桐—麦冬+鸢尾
堤岸垂直绿化	藤蔓植物或垂枝灌木	云南黄素馨、蔓长春花、七姊妹、常春藤、天门冬等
河床湿地	1 年生水生草本植物群落	鸭舌草、碎米莎草、菱角、芡实等

3. 2. 3 下游近郊段

1) 典型地点生境分析

河道自然蜿蜒,河流狭窄,两岸受水位变化影响较大。东岸有高于常水位 40 cm 的人工堡坎,河岸农田化;西岸有河滩缓坡(越往下游滩地越宽),往上是宽度 4~7 m 坡度 40°~50°的人工堆土形成的荒草坡。两岸植物除农作物外,主要有构树及野生灌木草本。暴雨水位水面约能再上涨 0.5~1 m(表 6)。

表 6 永川区红旗河下游近郊段典型地点河流及河岸现状
Tab. 6 Status of rivers and riparian in downstream reach of Yongchuan Red flag River

河流形态	常水位/洪水位/ m (季节性)		河岸坡度		河岸宽度/m		土壤类型	表层土厚度/cm
	常水位	洪水位	东岸	西岸	东岸	西岸		
稳定弯曲型	301.24	302.20	30°~36°	40°~50°	4~6	8~13	水稻土、紫色土	5080

2) 植物景观生态设计对策

该河段应着重于恢复河滩湿地,增强水体自净能力,过滤上游生活污染,缓解周边面源污染。坡岸植物考虑以慈竹、孝顺竹、毛竹等乡土植物为建群种,同时可搭配原有的构树、刺桐等抗干扰能力极强的树种,快速恢复河岸生态系统的同时,还能有效拦截周边面源污染;由于坡岸坡度较大,还应考虑深根性的护坡草种。河滩地植物应选择既能耐旱瘠薄又耐季节性水淹的多年生禾草植物,同时应倾向于选择对 N、P 及污染物吸收能力较强的种类,并根据

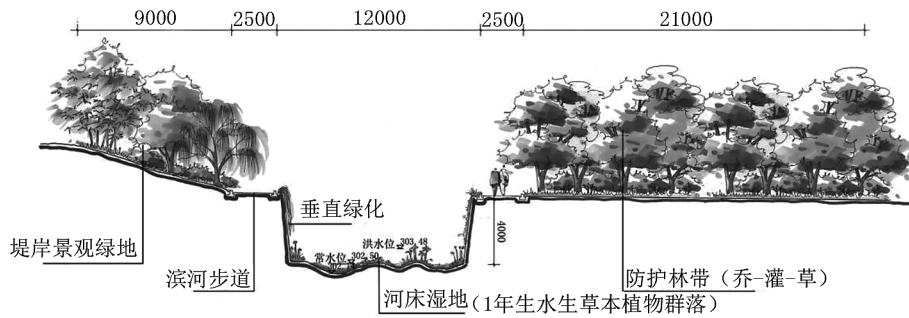


图 4 城区未改造河段典型地点植物景观生态设计剖面

Fig. 4 Plant landscape ecological design of unreconstructed riparian

水淹程度和时间的不同建立具有生态梯度的植物群落(表 7、图 5)。

表 7 下游近郊河段典型地点植物景观配置模式

Tab. 7 Plant configuration mode of downstream riparian

位置	群落类型	植物配置
缓坡带与河漫滩	消落区禾草莎草植物群落	芦苇+香蒲—灯芯草、千屈菜+石菖蒲、水蓼+旱伞草+水葱、芦苇+甜根子草、狗牙根+甜根子草等
坡岸(洪水位以下)	坡岸湿生草本植物群落	扁穗牛鞭草+狗牙根、双穗雀稗+野青茅、芦竹+石菖蒲、狗牙根+甜根子草等
坡岸(洪水位以上)	坡岸喜湿禾本、木本植物群落	慈竹+孝顺竹—小楸木—狗牙根+野古草 慈竹+孝顺竹—狗牙根+地瓜藤 毛竹+慈竹—小楸木+细叶团水花—狗牙根 山麻杆+枫杨+孝顺竹—中华蚊母树+小楸木—野古草+狗牙根 构树+刺桐+慈竹—狗牙根

4 结论与建议

4.1 结论

永川红旗河的现存问题反映了城市中、小河流河岸带植物景观设计存在的普遍问题,主要为:水资源季节性短缺;河流生态功能退化;植物廊道破碎化;城市河道硬质化,缺乏水陆交错植被带;植物选择、配置不当,水生植物应用少等。本文针对永川红旗河存在的问题,提出“功能导向、分段规划和节点控制”的植物景观生态规划思路,并结合典型地点提出几种典型城市河岸带植物景观生态设计对策。可为红旗河该段河岸带植物景观的生态设计提供依据和参考,也可为西南地区类似河岸带的自然恢复和景观改造规划和设计提供参考。

4.2 建议

对于城市河岸带植物景观的生态规划和设计,笔者认为还可以从以下几个方面进行考虑:

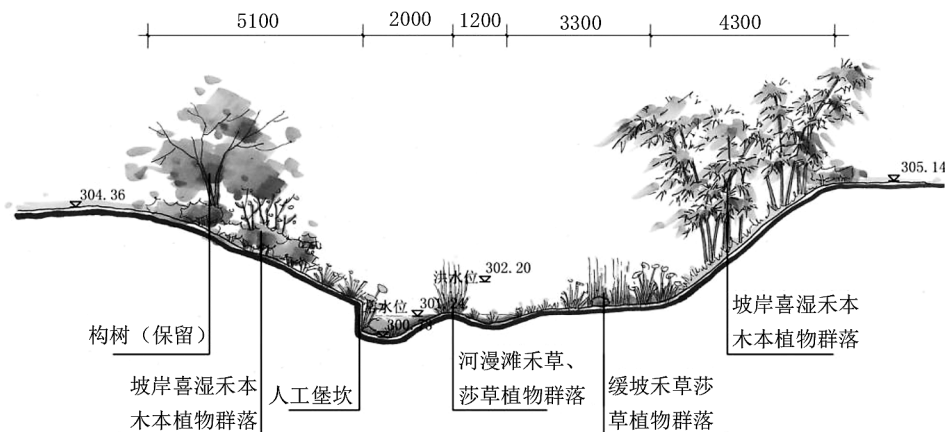


图 5 上游近郊河段典型地点植物景观生态设计剖面

Fig. 5 Plant landscape ecological design of downstream riparian

1)城市河岸带植物景观生态设计仅从河岸自然性恢复和污染治理的角度很难取得理想效果,设计时应综合考虑河道两侧的自然本底条件和周边土地利用情况,从河流廊道的整体出发,进行植物规划和具体的植物配置设计。

2)在河岸带整体规划中,应考虑利用河流“袋囊状”结构建设生态节点,并适当引种吸引鸟类的植物,打造候鸟栖息地,完善河流生态功能,丰富基因多样性。

3)充分考虑河流廊道与绿地基质间的连通性,同时保证河岸绿地宽度,使河流的生态效能有效渗入到城市腹地。

4)植物设计在以生态优先的同时,应考虑社会、经济需求,如城市滨河带的景观、游憩功能,郊区缓冲带的林业功能等。

参考文献:

- [1] 韩露,王海珍,于军. 河岸带生态学研究进展与展望[J]. 生态环境学报,2013(5):879-886.
[2] 岳隽,王仰麟. 国内外河岸带研究的进展与展望[J].

地理科学进展,2005,24(5):33-40.

- [3] BENNETT RJ,DECAMPS H, POLLOCK M. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity[J]. Ecological Application,1993,3(2):209-212.
[4] NILSSON C,GARDFJELL M,GRELLSSON G. Importance of hydrochory in structuring plant communities along river [J]. Can. J. Bot,1991,69:2631-2633.
[5] JOHNSON W C,DIXON M D,et al. Mapping the response of riparian vegetation to possible flow reductions in the Snake River, Idaho [J]. Geomorphology, 1995, 13: 159-173.
[6] 陈吉全. 河岸带植物特征及其在生态系统和景观中的作用[J]. 生态应用学报,1996,7(4):439-488.
[7] 江明喜,邓红兵,唐涛,等. 香溪河流域河岸带植物群落丰富度格局[J]. 生态学报,2002,22(5):629-635.
[8] 张建春,彭补拙. 河岸带及其生态重建研究[J]. 地理研究,2002,21(3):373-383.
[9] 李国庆,宋作雷. 关于水生湿生植物在城市滨水景观及园林水景中的作用的探讨[J]. 科技信息,2009(16):121.
[10] 陈旭磊. 基于生态理念的旧城滨河空间环境更新研究[D]. 成都:西南交通大学,2008.

(上接第135页)

4 结语

近年来我国对城市和村镇进行大规模改造,导致许多原生景观遭到严重破坏,这对传统文化的延续极为不利,从而导致公共空间环境景观风格日益趋同化,具有民族性及地方特色的公共空间景观设计日趋减少。民族文化的继承性是民族文化得以保存和延续的根本。在云南省通海县兴蒙乡北阁下村公共空间景观更新过程中,重点使用蒙古族传统图案作为方案的基础脉络,旨在防止人为地割裂民族文化的延续与发展,有效体现北阁下村公共空间景观的地方文化标志特征,增强村落居民的文化认同感以及民族凝聚力和归属感。该设计成果直接服务于兴蒙乡传统村落公共景观空间的科学更新,填补

兴蒙乡村落公共空间更新研究的空白,同时,设计成果可为其他具有类似问题的传统村落公共空间研究以及人居环境方面的研究提供参考借鉴,具有重要的理论意义。

参考文献:

- [1] 张健. 传统村落公共空间的更新与重构:以番禺大岭村为例[J]. 华中建筑,2012(7):144-148.
[2] 邱裕. 现代城市景观设计中传统吉祥图案的运用研究[J]. 现代装饰(理论),2012(2):33-34.
[3] 张曼娟. 蒙古族传统图案对于现代设计的应用价值[J]. 内蒙古艺术,2009(2):97-99.
[4] 马崴. 小型公共空间的景观艺术设计:以沈阳农业大学克威园为例[J]. 农业科技与装备,2009(5):1-3.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.06.028

基于 AHP 法的南平市玉屏山公园植物景观评价

唐必成

(福建林业职业技术学院,福建 南平 353000)

摘要:运用层次分析法对福建省南平市玉屏山公园的植物景观进行评价。在玉屏山公园 3 个功能分区挑选 9 个 10 m×10 m 样地进行植物景观生态美、景观和谐性以及景观人性化等指标调查。通过构建指标体系、判断矩阵、检验排序一致性,计算权重、指标,确定评价标准。指标评价结果表明,玉屏山公园植物景观总体评价较好,但部分区域的植物景观配置有待提升。

关键词:植物景观评价;层次分析法(AHP);评价指标;评价标准;玉屏山公园

中图分类号:S759.91;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2016)06-0144-05

Evaluation of Plant Landscape at Yuping Park based on AHP

TANG Bicheng

(Fujian Forestry Vocational and Technical College, Nanping, Fujian353000, China)

Abstract: Based on AHP, the garden was divided into three functional partition and nine 10m * 10m sample plots were chose for quantitative analysis of landscape ecological beauty, harmony and humanistic landscape index data. This study also set up index system, verdict matrix, tested order consistency, calculated weight and index, determined evaluate standard. The results showed that the plant landscape at Yuping garden is favorable, but some districts needs to be improved.

Key words: plant landscape evaluation; AHP; evaluation index; evaluate standard; Yupingshan Park

植物作为园林景观的主要构成要素,植物景观营造在园林造景中占据着重要地位。随着社会的发展和进步,人们对环境景观的要求不断提高,这就要求园林专业技术人员从植物的生态学特性、观赏特性以及人性化需求等方面进行植物景观的营造。本文利用层次分析法对南平市玉屏山公园的植物景观进行量化评价,为后期玉屏山公园建设提供依据,也可为周边公园的植物景观营造提供参考。

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP),是由美国运筹学家托马斯·塞蒂(T. L. Satty)在 20 世纪 70 年代初提出。它是一种将定性和定量相结合,系统化、层次化的分析方法,由于它在处理复杂

的决策问题上具有实用性和有效性的特点^[1],在园林植物景观评价中已有大量研究和应用,能较为客观地对园林植物的景观效果进行评价。

1 研究区概况

南平市位于福建省北部,属亚热带湿润性气候,具有八山一水一分田的典型特征,城市绿化覆盖率高,生态环境佳。

玉屏山公园地处南平市延平区,位于闽江和建溪交汇处,南和九峰山隔江对望,东与市区一溪相隔,由横跨建溪的玉屏桥连接城区。公园占地面积 29.48 hm²,为南平市城区最大的公益开放性公园,

收稿日期:2016-11-22.

作者简介:唐必成(1982-),女,福建闽侯人,硕士,讲师。研究方向:园林工程设计与施工。

服务对象以城区居民为主。其日常客流量为 200 ~ 400 人次/日,节假日客流量为 700 ~ 900 人次/日。公园山势平缓,可登可游。园区分为休闲游憩区、文化休闲区、健身游览区 3 个区,每区通过不同的表现形式展示主题^[2]。

2 研究方法

在公园的休闲游憩区 A、文化休闲区 B、健身游览区 C 中各选择 3 个 10 m×10 m 的标准样地,分别

对每个样地的植物种类、植株数量、生活型结构、观赏特性以及种植现状等进行记录和拍摄,在后期作数据整合并进行植物景观评价分析。

2.1 评价体系构建

采用层次分析法,将植物景观作为评价目标,将植物景观生态美、植物景观和谐性和植物景观人性化作为评价指标,设定定性指标 C₁、C₂、C₃、C₄ 和定量指标 C₅、C₆、C₇、C₈、C₉,建立植物景观评价模型(图 1)^[3,4]。

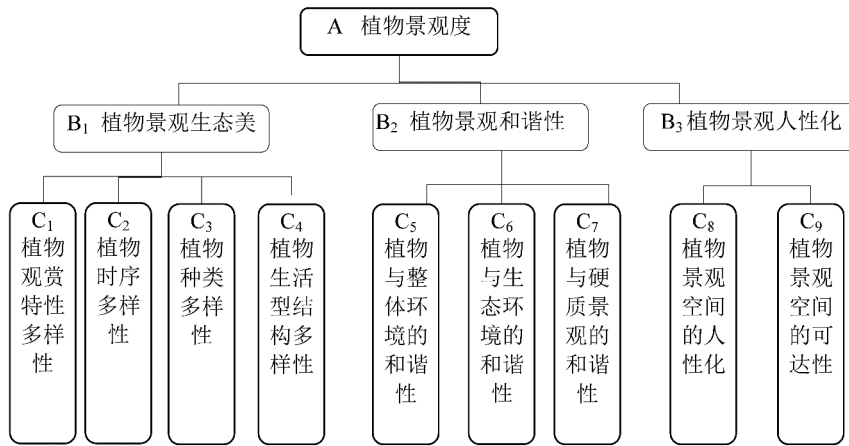


图 1 南平市玉屏山公园植物景观评价模型

Fig. 1 Nanping Yupingshan Park plant landscape evaluation model

2.2 构建判断矩阵

构建判断矩阵,将各层次评价元素进行两两比较,用 1~3 之间的整数及倒数来标度:整数 1 代表两个比较元素同等重要,整数 2 表示前者比后者重要一些,整数 3 代表前者比后者重要很多,倒数表示 2 个元素的反比较。A-B、B₁-C、B₂-C、B₃-C 判断矩阵见表 1~表 4。

表 1 A-B 判断矩阵

Tab. 1 A - B judgment matrix

A	B ₁	B ₂	B ₃	W _i
B1	1	2	4	0.571
B2	1/2	1	2	0.286
B3	1/4	1/2	1	0.143

表 2 B₁-C 判断矩阵

Tab. 2 B₁ - C judgment matrix

B ₁	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	W _i
C ₁	1	2	3	3	0.455
C ₂	1/2	1	2	2	0.263
C ₃	1/3	1/2	1	1	0.141
C ₄	1/3	1/2	1	1	0.141

表 3 B₂-C 判断矩阵

Tab. 3 B₂ - C judgment matrix

B ₂	C ₅	C ₆	C ₇	W _i
C ₅	1	2	4	0.559
C ₆	1/2	1	3	0.319
C ₇	1/4	1/3	1	0.122

2.3 排序一致性检验

计算各矩阵的最大特征值 λ_{max},对一致性进行检验,通过公式 CI=(λ_{max} - n)/(n-1)计算出各矩

阵的一般一致性指标 C_I,查表得出各矩阵的平均随机一致性指标 RI,然后由公式 C_R = C_I/R_I 计算出一

致性比例^[5],通过计算可知,各判断矩阵的 C_R 值均 <0.10(表 5),通过一致性检验,所构建的判断矩阵合理。

表 4 B₃-C 判断矩阵
Tab. 4 B₃-C judgment matrix

B ₃	C ₈	C ₉	W _i
C ₈	1	2	0.750
C ₉	1/2	1	0.250

表 5 判断矩阵一致性检验指标值

Tab. 5 Test parameter values of judgment matrix consistency

	λ_{max}	C_1	R_1	C_R
A-B 判断矩阵	3.000	0.000	0.520	0.000
B ₁ -C 判断矩阵	4.010	0.003	0.900	0.004
B ₂ -C 判断矩阵	3.018	0.005	0.520	0.009
B ₃ -C 判断矩阵	2.000	0.000	0.000	0.000

2.4 权重计算

通过各判断矩阵的最大特征值,计算出对应的特征向量,并进行归一化处理,求得各评价元素的权重系数,最后得出总权重(表 6)。

表 6 各评价元素的权重系数

Tab. 6 Weight coefficient of each evaluation element

目标层	权重	准则层	权重	因子层	权重	总权重
植物景观度	1	植物景观生态美 B ₁	0.571	植物观赏特性多样性 C ₁	0.455	0.260
				植物时序多样性 C ₂	0.263	0.150
				植物种类多样性 C ₃	0.141	0.081
				植物生活型结构多样性 C ₄	0.141	0.081
	植物景观和谐性 B ₂	0.286	植物与整体环境的和谐性 C ₅	植物与整体环境的和谐性 C ₅	0.559	0.160
				植物与生态环境的和谐性 C ₆	0.319	0.091
				植物与硬质景观的和谐性 C ₇	0.122	0.035
	植物景观人性化 B ₃	0.143	植物景观空间的人性化 C ₈	植物景观空间的人性化 C ₈	0.750	0.107
				植物景观空间的可达性 C ₉	0.250	0.036

3 指标计算及评价标准

3.1 植物种类多样性

对于植物种类多样性的评价采用以下公式计算:

$$\text{Simpson 多样性指数}(D) = 1 - \sum_{i=1}^N \left(\frac{N_i}{N}\right)^2;$$

Shannon-Weiner 多样性指数(H) = $\sum_{i=1}^N (P_i \times \ln P_i)$, 其中 $P_i = N_i/N^2$;

$$\text{Pielou 均匀度指数}(E) = \frac{H}{H_{max}}, \text{其中 } H_{max} = \ln S$$

上述公式中的 N_i 为植物种 i 的数量, N 为样地中所调查的植物总数; H_{max} 表示样地中 S 个种类植物出现机率都为 $1/S$ 时的多样性指数。

对于观赏特性、观赏时序以及生活型结构各项目的评价, S 统一取值为 4, 分别表示 4 种观赏类型(观花、观叶、观果和观干)、4 个观赏季节(春、夏、秋、冬)和 4 种生活型结构(绿乔、落乔、绿灌、落灌), N_i 为所评价项目中 4 种类型各自的物种数, N 为所评价项目中 4 种类型包含的全部物种数^[6]。

3.2 各指标评价标准

设计调查问卷,选择普通市民、专业技术人员、专业学生和教师共 30 人作为调查对象,以德尔菲法对定量指标 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 进行评价和量化处理,评价指标与评分标准见表 8^[6,7]。

为了使评价反应有效,将拍摄整理的植物景观照片以随机排序的方式进行重复幻灯播放。第一次播放对各样地植物名称、特性等进行介绍,让评价者对所有植物样本有一个基本的了解,然后再播放一次,每位评价者按照播放顺序在评价表上记录对各指标的评分^[8]。最后,采用截尾均值法得出各评价指标的得分值(表 9)。

4 指标评价结果

通过以上各表对定性和定量指标的数据分析结果可以看出:A 区植物景观总体评价得分最高,植物景观配置较好。在定性指标方面,A 区观赏特性多样性、时序多样性和植物种类多样性得分均高于 B、C 两区,但该区的生活型结构多样性低于其他 2 个区。在定量指标方面,A 区的植物与硬质景观、生态环境的和谐性得分高于其他 2 个区。B 区的植物与整体环境的和谐性最好,且植物景观空间最人性化。C 区的植物景观空间可达性最好。具体评价结果见表 10。

表 7 各样地植物种类的多样性指数

Tab.7 All kinds of plant species diversity index

样地	指数	A			B			C		
		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#
观赏特性多样性 C ₁	D	0.4853	0.6082	0.5598	0.6232	0.3456	0.2398	0.3659	0.6653	0.4524
	H	0.5242	0.8956	0.9522	0.8952	0.3654	0.3252	0.2412	0.5258	0.3415
	E	0.6512	0.7124	0.6514	0.7655	0.2101	0.1501	0.2651	0.3654	0.3521
	累和	1.6607	2.2162	2.1634	2.2839	0.9211	0.7151	0.8722	1.5565	1.1460
时序多样性 C ₂	D	0.1547	0.5456	0.5878	0.1145	0.5212	0.0764	0.5241	0.3551	0.4295
	H	0.4225	1.0236	1.0654	0.3554	0.7426	0.2531	0.5753	0.2550	0.5751
	E	0.2365	0.6552	0.7416	0.3522	0.5247	0.1405	0.6845	0.4124	0.3545
	累和	0.8137	2.2244	2.3948	0.8221	1.7885	0.4700	1.7839	1.0225	1.3591
种类多样性 C ₃	D	0.7654	0.6955	0.3546	0.2145	0.6698	0.8487	0.3654	0.5435	0.2583
	H	2.5652	2.0562	0.5364	0.3202	0.9958	1.0256	0.6584	1.0642	0.4569
	E	0.9895	0.9564	0.5512	0.2598	0.6204	0.7589	0.5112	0.6951	0.3365
	累和	4.3201	3.7081	1.4422	0.7945	2.2860	2.6332	1.5350	2.3028	1.0517
生活型结构 多样性 C ₄	D	0.1201	0.3221	0.2455	0.3654	0.4521	0.4983	0.3012	0.4254	0.6842
	H	0.3112	0.4225	0.3354	0.4885	0.6587	0.5741	0.3001	0.3698	0.4527
	E	0.4125	0.3549	0.4127	0.6512	0.5688	0.6244	0.5244	0.3214	0.2541
	累和	0.8438	1.0995	0.9936	1.5051	1.6796	1.6968	1.1257	1.1166	1.3910

表 8 定量指标评价标准及分值

Tab.8 Quantitative index evaluation standard and score

指标	评价标准	分值
植物与硬质景观的和谐性 C ₅	植物与区域内硬质景观和谐统一	10
	植物与区域内硬质景观能较好地相互衬托	8
	植物与区域内硬质景观组合效果一般	6
	植物与区域内硬质景观稍不协调	4
	植物与区域内硬质景观极不协调	2
植物与生态环境的和谐性 C ₆	植物能很好地与周围其他植物共生共存,生态环境好	10
	植物能与周围其他植物共生共存,生态环境较好	8
	植物与周围其他植物共生共存情况一般,生态环境一般	6
	植物与周围其他植物共生共存情况差,生态环境不好	4
	植物与周围其他植物共生共存情况极差,生态环境极差	2
植物与整体环境的和谐性 C ₇	植物景观与周边环境完美融合	10
	植物景观与周边环境能较好融合	8
	植物景观与周边环境有一定关联	6
	植物景观与周边环境没有关联	4
	植物景观与周边环境格格不入	2

续表 8

指标	评价标准	分值
植物景观空间的人性化 C ₈	植物景观空间舒适性和安全性强	10
	植物景观空间舒适性和安全性较强	8
	植物景观空间舒适性和安全性一般	6
	植物景观空间舒适性和安全性稍差	4
	植物景观空间极不舒适,安全性差	2
植物景观空间的可达性 C ₉	植物景观空间在视觉和行为上极易可达	10
	植物景观空间在视觉和行为上容易到达	8
	植物景观空间需要仔细观察后方可绕道到达	6
	植物景观空间不易发现且需要绕道或其他方式到达	4
	植物景观空间无法到达	2

在此次景观评价中,评价者对植物的景观生态美感最为重视,但其中的植物观赏特性多样性、时序多样性、种类多样性得分值都不是很高,尤其是生活型结构多样性得分较低,说明在植物选择和配置方面有待提升的空间较大。而在植物景观和谐性和人

表 9 各样地定量指标评价得分
Tab. 9 Quantitative indicators evaluation score

样地	指数	A			B			C		
		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#
植物与硬质景观的和谐性 C ₅	8.0237	7.4516	7.8422	7.1045	7.5741	7.3955	7.5126	7.2235	7.0230	
植物与生态环境的和谐性 C ₆	8.2521	8.0452	7.9524	8.2325	7.9243	7.8155	7.9453	7.3112	7.6121	
植物与整体环境的和谐性 C ₇	8.0241	8.0542	7.8215	8.5026	7.8542	8.0254	7.8738	7.5122	7.2155	
植物景观空间的人性化 C ₈	7.5452	7.9742	8.1528	8.2548	8.2689	7.9522	7.9215	7.5214	7.2105	
植物景观空间的可达性 C ₉	7.3548	7.6544	7.5410	7.5523	7.0622	7.4512	7.8528	7.6211	7.6514	

表 10 各区植物景观评价结果
Tab. 10 Plant landscape evaluation results

指标 样地	加权得分									总分
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	
A	0.5235	0.2717	0.2557	0.0794	1.2436	0.7356	0.2788	0.8443	0.2706	4.4960
B	0.3397	0.1540	0.1543	0.1318	1.1773	0.7272	0.2845	0.8730	0.2648	4.1065
C	0.3098	0.2083	0.1325	0.0981	1.1605	0.6937	0.2637	0.8080	0.2775	3.9520

性化方面得分较高,说明园内所选择和引种的植物适宜当地生长,对生态环境破坏度小。同时,植物景观空间的营造较好地的人性需求出发,人性化程度高。

5 讨论

利用层次分析法构建公园植物景观评价体系,将植物景观评价细分为定量和定性指标,并对各项指标进行数据量化并评价赋值,通过统计和分析,可以较为客观地评价公园植物的景观效果,具有较好的实际应用价值。当然,该分析法也存在不足,由于抽样调查的样地具有随机性,公园植物景观分布可能存在着不均匀性,在一定程度上会影响评价结果,使得评价结果不能完全客观地反应出植物的景观效果;同时,评价指标的选择和各指标的评价标准具有一定的主观性。因此,样地的选择越丰富,评价指标的划分越细致,则评价因子的权重区分度越好,评价结果就会越客观合理。

参考文献:

[1] 刘新宪,朱道立. 选择与判断-APH(层次分析法)决策

[M]. 上海:上海科学普及出版社,1990:5-8.

[2] 卞贝佳. 南平玉屏山公园概念性规划设计[J]. 绿色科技,2011(4):87-90.

[3] 孙明,杜小玉,杨炜茹. 北京市公园绿地植物景观评价模型及其应用[J]. 北京林业大学学报,2010,32(Z1):163-167.

[4] 张新平,阴雷鹏. 基于 AHP 法的高职校园植物景观评价;以陕西职业技术学院为例[J]. 南方园艺,2010,21(4):33-34.

[5] 杨艺红,魏亮亮,杨巍嵘. 基于层次分析法的南通水绘园植物景观美感评价[J]. 福建林学院学报,2014,34(3):230-235.

[6] 朱云辰,毛一平. 基于层次分析法的浙江大学紫金港东区植物景观评价[J]. 浙江大学学报,2013,39(4):452-459.

[7] 康秀琴,李海防. 基于层次分析法的桂林市“两江四湖”景区植物景观评价[J]. 中南林业科技大学学报,2016,36(3):129-133,140.

[8] 唐必成. 南平市城市公园主要木本观花植物观赏价值评价[J]. 林业调查规划,2016,41(4):131-136.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2016.

《林业调查规划》 2016 年(第 41 卷)论文总目次

论文文题

作者(期.页码)

●森林经理

- 基于 GIS 的石家庄市土地利用变化分析及预测 梁龙祺,岳彩荣(1.1)
- 森林资源二类调查外业小班采集系统基于平板电脑在调查中的运用 刘丽芳,苏亚林,任晓东,等(1.6)
- 基于 GIS 的昆明市海口林场森林景观视觉敏感度评价 明慧,张夸云,赵林森,等(1.11)
- 基于森林资源规划设计调查小班数据的林分-蓄积量模型构建 黄国贤,刘苑秋,况水标,等(2.1)
- 基于 ArcEngine 的大样地中群团样地的自动生成研究 徐志扬(2.7)
- 一种基于概率神经网络的城市用地高分辨率影像信息提取方法 程鹏,岳彩荣,江东,等(2.10)
- 基于 Landsat 数据的普洱市土地利用变化动态监测 申晨,岳彩荣,梅鸿刚(2.17)
- 林木种质资源调查技术规程研制 安元强,郑勇奇,林富荣,等(3.1)
- 基于向量空间模型的城市街头绿地季相变化相似度研究 洪昕晨,肖玥,陈凯,等(3.7)
- 红树林面积量算方法的比较探讨 劳智文,孟祥丽,刘一鸣(3.12)
- 基于 GIS 图谱法的雷公山自然保护区交密站闽楠适生区研究 吴必锋,张前江,邵正光,等(3.15)
- 干旱遥感反演模型研究进展 陈都都,张超(3.18)
- 基于高分辨率遥感影像的森林信息提取方法综述 王宗梅,徐天蜀,岳彩荣(4.1)
- 宣威市林地质量等级评定及分等利用探析 孙杰萍(4.7)
- 访谈法在野生动物调查中的应用综述 毕超贤,杨士剑,刘聪,等(4.12)
- ArcGIS 在易门县林权证林地附图批量出图中的应用 普绍林(4.16)
- 高分一号卫星影像融合方法及质量评价 董倩,岳彩荣(5.1)
- 手持式 Garmin、UniStrong GPS 仪点位数据的批量导入方法 姜健发,李金亮,杨月圆,等(5.6)
- 基于 Landsat TM 的香格里拉市高山松生物量估测重建 陆驰,张加龙,王爱芸,等(6.1)
- 3S 技术在云南省县级林地变更调查中的应用研究 时银骏(6.8)
- 基于 ArcGIS 的基础测绘成果 DLG 数据入库 杨小梅,朱光兴(6.14)

●研究与探索

- 云南省森林碳储量现状与动态分析 周金杰,续珊珊(1.17)
- 罗平县资源环境承载力分析 陈为(1.24)
- 油橄榄花芽分化期叶片内含物变化规律研究 贺娜,马婷,徐田(1.28)
- 旱冬瓜鲜叶及其凋落物的热解动力学 苏文静,李世友,单保君,等(1.31)
- 重庆市核心区半自然林地群落物种组成及其更新演替研究 徐伟,林立,祝浩翔,等(2.23)
- 玉溪尖山河流域不同植被类型坡面产流产沙规律研究 延红卫,杨芳,王克勤(2.29)

贵州南部桉树人工林生物量及碳储量研究 甘桂春,王伟,王晓宁,等(2.34)

不同种源木棉种子萌发特性的抗旱性研究 王颖,马焕成,王彦洪,等(3.25)

药用植物白及研究进展 曹建新,姜远标,张朝玉,等(3.29)

山杜英人工林生长特性及其改良土壤效果研究 甘玉亭(3.33)

2015 年冬季低温对昆明园林植物的危害研究 喻丁香,杨锦超,赵宣武,等(4.21)

不同龄组和密度杉木人工林碳储量分配特征 武晓玉,王伟峰,袁婷婷,等(4.26)

云南普渡河攀枝花苏铁群落特征 王昌洪,赵云勇,范锦绣,等(4.32)

中缅天然气管道红河支线建设项目使用林地对生态环境影响评价方法探析
..... 宋志伟,朱丽艳,张良(5.18)

广西桉树林区地表水水质特征分析与评价 王会利,张明慧,覃其云,等(5.23)

玉磨铁路建设工程对生物多样性影响评价 王勇,郑进焯,杨东,等(5.29)

云南省土地荒漠化和沙化动态变化及原因分析 安科(5.38)

云南松茎干弯曲、扭曲特性的研究现状及展望 蔡年辉,许玉兰,李根前,等(6.19)

森林生态系统水化学效应研究综述 雷丽群,韦菊玲,农友,等(6.24)

细叶云南松研究进展 李春叶,王有兵,廖聪宇,等(6.30)

●生物多样性

巨尾桉工业原料林下植物物种组成及多样性特征研究 张静美(2.48)

云南省 5 个自然保护区蝶类多样性与相似性比较研究 王革(2.51)

石岷镇中药材生物多样性调查与分析 李永德(4.35)

初造西南桦人工林物种多样性变化研究 王发忠,杨罡,徐崇华,等(4.40)

环境因子对西双版纳野生兰科植物物种组成和丰富度的影响 余东莉,杨鸿培,杨正斌(6.35)

铁路建设工程对元江国家级自然保护区生物多样性影响评价研究 吴兴华,郑进焯,余昌元(6.42)

特色小镇背景下横店道路绿化植物的群落结构和多样性研究 吴璐璐(6.49)

●自然保护区

自然保护区建构物设计方向初探 吴明伟(1.51)

洋溪自然保护区森林群落主要优势种生态位特征分析 张文洁,谢双喜,刘飞(1.54)

白马雪山自然保护区画鹀科鸟类多样性调查研究 龙华,旺丁,扎史江初,等(1.58)

庐山自然保护区野菜资源特征及应用研究 冯艳,梁同军,李晓花,等(3.37)

基于红外相机技术的白马雪山自然保护区野生动物监测研究 赵卫东,孙庆蕾,陈永春,等(3.42)

330Kv 高压联网工程建设对三江源自然保护区影响评价 杨平,王玉玲(4.60)

兰坪云岭省级自然保护区功能区调整与评价 崔茂欢,杨国斌(4.64)

恐龙河州级自然保护区绿孔雀监测探讨 文云燕,谢以昌,李学红(4.69)

西双版纳布龙自然保护区森林资源保护存在的问题及对策 粟军,何有才(5.85)

河北大海陀自然保护区与社区关系研究 武占军,李永霞,任志和,等(5.91)

●森林资源管理

庐山地区乡土木本色叶植物资源调查 宋满珍,魏宗贤,刘昊,等(1.34)

腾冲红花油茶重瓣、半重瓣类型资源调查及保护利用分析 寸明辉,谢胤,徐志映,等(1.41)

广东省林地变更调查工作存在的问题与对策研究	区汉明(1.44)
西双版纳州林地流转中存在的问题及对策	蔡云峰,余波(1.47)
近 18 年来非法破坏珍贵、濒危野生动物资源案件实证研究	晋海,张静(3.45)
林地年度变更和土地变更调查数据差异性分析	王洪波,卢鹏,曹霸,等(3.51)
基于 GIS 的云南蜜源植物分布信息管理研究	梁昌献,寇卫利,周开来,等(4.45)
大山包国家公园资源保护管理有效性评价	时银俊,徐吉洪,杨忠兴,等(4.50)
西双版纳州种质资源保护与开发利用现状及建议	杨南,文世荣,董南(4.56)
千岛湖 50 年间(1963—2013 年)森林资源变化动态与成因分析	徐高福,方中平,吴永强,等(5.42)
隆阳区国有林场林木资源资产评估研究	延红卫,杨芳(5.47)
大理市林地变化影响因素分析	王生(5.51)
浙江省 2014 年新版二类调查规程修订分析	季碧勇,陶吉兴,张国江,等(6.72)
山西省永久性生态公益林体系建设规划布局及区划界定	梁林峰(6.77)

● 森林培育

地形因子对马铃乡马尾松人工林生长的影响	杨俊松,王德炉,吴春玉,等(1.98)
昆明地区墨西哥鼠尾草的耐旱性探讨	施光华,曹永琼,赵凤(1.101)
植物生长调节剂对细叶云南松种子发芽指标的影响	蓝柳凤,韦娜,曾祥秀(1.105)
油橄榄花芽分化的形态解剖学特征观测	贺娜,徐田,宁德鲁,等(2.82)
不同种源华山松育苗试验初报	蒋应召,李江(2.86)
激素处理对竹节树扦插繁殖的影响试验	杨发余,寸德山(2.89)
温水和 GA3 浸种对冷藏 7a 云南松种子发芽的影响	唐惠,李莲芳,李春贤,等(3.77)
氮磷钾配比施肥和激素处理对白枪杆生长的影响	夏泽源,何祯,徐云鹏,等(3.82)
Hort16A 猕猴桃叶片直接再生不定芽研究	刘子花,李晓蓉,杨玲,等(3.87)
火草组培快繁技术研究	黄玉玲,朱跃珍,李永平,等(4.72)
黑黄檀的植物学特性及资源培育技术概况	王磊,刘久东,耿云芬,等(4.75)
琿春野生玫瑰的组织培养试验	郑龙飞,曹蕾,罗广军(4.80)
引种南林 3412 杨与滇杨苗期生长比较	段丽华,赵苗,钟华,等(5.77)
降香黄檀在普洱市引种试验初报	王立新,许丽萍,李倩,等(5.81)

● 森林经营

基于 Delphi 法的城市森林可持续经营评价指标体系构建研究	韦菊玲,陈世清(1.76)
核桃园不同材料树盘覆盖后土壤养分变化分析	张艳丽,罗国发,宁德鲁,等(1.83)
昆明地区针叶混交林主要树种种间联结性研究	师静(1.86)
临沧市核桃抚育管理中存在的问题及对策措施	杨建荣,铁学江,唐永奉,等(3.68)
云南省白木香栽培生态适宜区探讨	张玉金,刘钊,李荣春,等(3.72)
楚雄州红河水系干热河谷紫胶寄主树更新改造及紫胶放养试验	高文学,施庭有,段福文,等(4.84)
马占相思自由授粉子代测定分析及优良家系选择	冯宇(4.89)
新疆常用榆属绿化树种疏密度调查分析	刘彤,孙卫,张冠山,等(4.92)
核桃提质增效技术实证研究	林向群,黄佳聪,熊健(5.55)

英国杜鹃花 100 万年后无人影响下的生长模式设想 苏凯文,潘瑶,沈立新(5.60)

贵州省乡土树种毛杨梅优树选择研究 王志伟,任广炼,张光辉,等(5.63)

核桃间种植模式及综合效益分析 张琦芬,朱正明(6.95)

缺素对岑溪软枝油茶的营养及生理特性的影响 覃祚玉,刘莉,唐健,等(6.99)

● 林火研究

林火干扰对森林植被碳库影响的研究进展 蒋波,胡青,肖良俊,等(2.56)

滇中火灾高发区 15 种木本植物燃烧性研究 李旭,王秋华,张雨瑶(2.62)

● 森林保护

桉树萌芽林梢枯病发生原因及防治对策 覃祚玉,农必昌,李世敏,等(1.91)

5 种针叶树球果所含挥发性物质与丽江球果花蝇危害关系研究 徐磊,潘勇智,薛辉,等(1.95)

寻甸县楚雄腮扁叶蜂生物学特性研究 徐荣,李永和,夏举飞,等(2.69)

巧家五针松人工繁育种群主要病虫害种类调查及其防治研究 邬琰,苏腾伟,伍建榕(2.73)

东川区桉树枝瘿姬小蜂综合防治初探 朱玉梅,贺永,宋德盟(2.78)

昆明市考氏白盾蚧的危害特点及发生规律研究 付兴飞,李雅琴,于潇雨,等(6.83)

勐海县林业有害昆虫资源种类初步调查 杨鸿培,赵建伟,陶永祥,等(6.87)

● 森林土壤

春季火烧对落叶阔叶林土壤物理性质影响的空间差异研究 闫德民,张思玉(5.67)

登山野道对南京紫金山风景林土壤理化性质影响的量化分析 程岩,李明阳,姜文倩,等(5.73)

● 原始林研究

原始林研究现状与展望 陶晶,温庆忠,华朝朗(2.38)

KNN 算法在原始林判别中的应用研究 何长斌,邓喜庆,温庆忠,等(2.43)

● 森林公园

长白山国家森林公园生态文化建设规划探讨 党维华,侯雅萍(3.56)

珠江三角洲地区湿地公园建设现状及发展对策研究 屈明,张春霞,陈盼(3.59)

普达措国家公园自然旅游资源评价 谭小爱,王平,陈慧(3.63)

陕西宜君福地湖国家湿地公园植物区系特征研究 马国强,李秋洁,付元祥,等(5.11)

云南省国家公园建设现状与对策研究 杨东,郑进烜,华朝朗,等(5.14)

基于游客感知的福州国家森林公园自然教育发展探析 王碧云,修新田,兰思仁(6.53)

基于 F-AHP 法的城郊型森林公园声景观评价研究 洪昕晨,张薇,陈凯,等(6.58)

● 湿地公园

汤河国家湿地公园建筑景观设计的地域性尝试 吴明伟(2.141)

大理州湿地保护管理现状与对策 施雯(2.145)

● 生态旅游

中国生态旅游研究的焦点探析 鲁小波,陈晓颖,王万山,等(5.94)

广西大明山自然保护区开发森林康养旅游研究 邓金春(5.102)

日本森林疗法基地建设研究 张志强,谭益民(5.106)

● 生态建设

- 我国森林旅游景区生态安全的 IRDS 分析 郑永贤,薛菲,张智光(1.64)
- 风景名胜区生态保护与游览规划耦合研究 李正睿,秦华(1.70)
- 云南省荒漠化和沙化宏观监测体系探讨 吴宁,张如松,安科,等(4.113)
- 昆明城市生态安全屏障构建思路 莫傲,肖龙山(4.117)
- 云南省开展生态资产评估的初步探讨 吴凤志,郑买红,庄立会(4.122)
- 层次分析法在西曲河水电规划环境影响评价中的应用 李秋洁,侯永平,强继红(4.126)
- 面向可持续的国有林场森林生态系统管理研究 潘瑶,苏凯文,张婉洁,等(6.64)
- 武汉市不同树种吸附 PM_{2.5} 能力研究 鲁君悦(6.68)

● 动物研究

- 浣熊越冬行为模式观察 李潇晗,吴思思(2.93)
- 西双版纳勐仑地区不同植被类型鸟类季节变化 段文荣,李正玲,陈明勇(2.96)
- 白马雪山自然保护区人工繁养白马鸡放归野外实验 提布,李新红,江初农布,等(2.100)
- 高黎贡山赧元东白眉长臂猿活动区秋季潜在可选果实食物研究 李明会,周伟,李柳,等(6.115)
- 分布区人工条件下小熊猫繁殖初探 刘波(6.121)

● 产业开发

- 西双版纳州沉香产业发展现状及建议 缪应国,杨南(2.133)
- 富源县魔芋产业发展初探 邹秀芬,段晗(2.138)
- 易门县野生食用菌资源开发利用现状分析 张占兴,张丽珍(5.112)
- 勐海县土沉香种植现状及发展研究 吴顺福,王巧燕(5.115)

● 论坛

- 中缅边境木材贸易情况的简述 苏凯文,胡融之,巩合德,等(1.109)
- 梅里雪山国家公园旅客安全风险评价 扬子江,徐之熊,王雅金,等(1.114)
- 普洱市林下经济发展研究 许俊萍,李江,王磊,等(1.120)
- 退耕还林对保护区周边农户收入的影响研究 刘凌宇(2.105)
- 山丹县清华园居住区景观设计中意境和地域文化的应用探析 姜蔼玲,王有国(2.111)
- 西双版纳印度野牛种群数量分布及保护现状 张忠员,杨鸿培,罗爱东(2.115)
- 玉溪市森林防火规划探讨 王秋华,唐永军,张波,等(3.105)
- 论生态整体主义思想对我国森林生态建设的启示 刘晶(3.110)
- 西双版纳州珍贵用材林产业培育与发展探析 缪应国,杨南,谭仲明(3.115)
- 中国 1955-2015 年桉树研究科技文献计量分析 宋玉龙(4.98)
- 昆明地区林下经济发展 谢虹,马骏(4.103)
- 丽江市木本油料林主要有害生物及其治理措施 徐长山,张珍茵,徐萍,等(4.108)
- 云南外来脊椎动物及其危害防控 李明会,赵衡,周伟(5.118)
- 西藏边坝县森林重点火险区综合治理对策研究 辜正翔(5.128)
- 基于农户层面的退耕还林工程评价方法研究综述 崔方茹,支玲,杨芳(5.131)
- 锦州市创意农业发展路径研究 单福彬,李馨(6.103)

我国生态旅游研究的新热点探析 陈晓颖,鲁小波,赵恒德(6.107)

●苗木培育

施肥对格木苗木生长的影响试验 许俊萍,刘庆云,姜远标,等(3.92)

滇橄榄自然居群子代苗期生长节律研究 尹瑞萍,黄佳聪,尹光顺,等(3.96)

西南桦轻基质容器育苗试验 邱琼,谭申明,陈显兵,等(3.101)

巨龙竹秋季实生育苗技术初步研究 徐田,陈剑,毕玮(6.124)

仙茅根繁殖育苗试验研究 叶生宝,何钢,席飞飞,等(6.127)

●景观设计

基于园艺疗法的养老院景观规划设计研究 李鹏飞,刘欣,周鑫,等(1.125)

融入“古诗词”的“新中式”景观设计研究 吴柳韵,关文灵,李叶芳(1.130)

云南高原特色农业庄园景观格局分析 黄炜,吴晓敏(1.134)

●城市森林建设

江西三爪仑森林养生基地建设模式分析 韩旭(3.120)

仙居县珍贵彩色森林建设浅析 李佐晖,方炎杰,周天焕,等(3.126)

●园林

伊宁市本地木本植物指数及园林应用研究 薛丹,张健,魏仲鹏,等(1.139)

体育公园建设模式初探 毛韦玉,谈燕君(1.144)

“寻常景观”在居住区环境设计中的运用 文佳,曹先贵(1.148)

株洲市集雨型绿地规划建设探析 罗金芳(2.120)

基于 LID 开发模式的云南工商学院海绵校园规划设计 马竞一,王锦(2.124)

十笏园造园艺术初探 张蕾,桑国臣,王德法(2.128)

新型城镇化视野下的风景园林规划设计理论梳理 邵杰(3.131)

西藏林芝地区办公建筑外环境园林植物配置的探讨 罗志远(3.139)

昆明市黑龙潭公园景观提升改造赏析 聂雅萍(3.143)

南平市城市公园主要木本观花植物观赏价值评价 唐必成(4.131)

地域文化景墙在安康城市景观中的艺术表现 李婷晨,杨湘涛,王亚飞,等(4.137)

易门县城建成区公园绿地乡土植物应用情况研究 张正菊,刘昕岑(4.140)

Lumion 软件在园林设计中的应用 陈阳(4.145)

基于虚拟现实技术的福州市街头绿地景观综合评价体系构建 陈凯,林洲瑜,洪昕晨,等(5.135)

高速公路开放式服务区景观设计初探 李博,李俊阳(5.142)

蒙古族传统图案在云南传统村落公共空间景观更新中的运用 沈丹(6.132)

永川红旗河城市河岸带植物景观生态设计研究 李俊阳,王海洋(6.136)

基于 AHP 法的南平市玉屏山公园植物景观评价 唐必成(6.144)

《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”



峡谷地貌



国内定价：20.20元（全年120.00元）
Price(abroad): 5.00 dollars(30.00 dollars yearly)

广告经营许可证号：5300004000093

ISSN 1671-3168



9 771671 316059