

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43卷 第1期  
Vol.43 No.1

2018 1

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43卷

第1期

Vol.43 No.1

二〇一八年二月



# 林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第43卷 第1期 (总第221期) 2018年2月

# Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 43 No. 1 (Sum No. 221) Feb. 2018

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

## Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong,

## 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

## 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

## 《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 刘平书 许易琦 吕鹏程  
杨焱熔 张林艳 张瑞君

## Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

Editor: LIU Pingshu, XU Yiqi, LV Pengcheng,  
YANG Junrong, ZHANG Linyan, ZHANG Ruijun

英文责编 杨焱熔

English Editor in Charge: YANG Junrong

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

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

邮编 650051

Post Code: 650051

电话 0871-63318347; 63332538

Tel: 86-0871-63318347; 63332538

传真 0871-63318347

Fax: 86-0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

Email: ynfip@vip.163.com

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

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

印刷 昆明锦润印刷有限公司

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

订购处 《林业调查规划》编辑部

Order place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

国际标准刊号 ISSN 1671-3168

ISSN 1671-3168

国内统一刊号 CN 53-1172/S

CN 53-1172/S

广告经营许可证号 5300004000093

Ad. Licence: 5300004000093

国内定价 20.00元

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

目 次 Contents

●森林经理 Forest Management

- 思茅松单木生物量生长模型的构建 ..... 窦玉伟 欧光龙 李超 闫妍宇 魏安超 熊河先 胥辉(1)  
Construction of Biomass Growth Model of *Pinus kesiya* Individual Tree  
..... DOU Yuwei, OU Guanglong, LI Chao, LV Yanyu, WEI Anchao, XIONG Hexian, XU Hui (1)
- 抽样调查在造林验收中的应用 ..... 李纪友(8)  
Application of Sampling Survey in the Afforestation Acceptance ..... LI Jiyou(8)
- 3S 技术在广西石漠化治理研究中的应用 ..... 余慧连(12)  
Application of 3S Technology in the Research of Rocky Desertification Control in Guangxi ..... YU Huilian (12)

●研究与探索 Research and Explore

- 基于高分辨率遥感影像的林地变化图斑检测方法研究 ..... 卢鹏 周菁 王洪波(16)  
Detection Techniques of Forestland Change Based on High-resolution Remote Sensing Image  
..... LU Peng, ZHOU Jing, WANG Hongbo (16)
- 基于 MaxEnt 模型的四川省红豆杉潜在分布区分析及适宜性评价  
..... 李灿 刘贤安 王娟 彭培好 邵怀勇 仙巍(22)  
Potential Distribution and Habitat Suitability Assessment of *Taxus chinensis* Based on MaxEnt in Sichuan Province  
..... LI Can, LIU Xianan, WANG Juan, PENG Peihao, SHAO Huaiyong, XIAN Wei (22)
- 广南县杉木林碳汇量及其空间分配特点研究 ..... 罗开华 田昆 付小勇 周晓(30)  
Carbon Sink of *Cunninghamia lanceolata* Forest and Its Distribution Characteristics in Guangnan County  
..... LUO Kaihua, TIAN Kun, FU Xiaoyong, ZHOU Xiao (30)

●生物多样性 Biological Diversity

- 滇中半湿润常绿阔叶林群落类型演替的植物多样性调查与保护 ..... 张如松 吴宁 安科 李世成(34)  
Investigation and Protection of Botanical Diversity for Semi-humid Evergreen Broad-leaved Forest of Central Yunnan  
at Succession Stages ..... ZHANG Rusong, WU Ning, An Ke, LI Shicheng (34)
- 云南省兽类多样性及保护物种概况 ..... 黄婧雪 杨士剑 邵曰派(39)  
Mammal Diversity and Protected Species in Yunnan Province  
..... HUANG Jingxue, YANG Shijian, SHAO Yuepai (39)

## ●森林保护 Forest Conservation

- 昆明市呼马山松林蛀干害虫调查初报…………… 张罗燕 韩开健 邬志文 付兴飞 李巧(46)  
Investigation of Truck Borers in Pine Forest of Huma Mountain in Kunming  
…………… ZHANG Luoyan, HAN Kaijian, WU Zhiwen, FU Xingfei, LI Qiao (46)
- 基于图论的滇金丝猴栖息地景观连通性动态研究…………… 梅泽文(52)  
Dynamic Study on Landscape Connectivity of *Rhinopithecus bieti* Habitats Based on Graph Theory  
…………… MEI Zewen (52)

## ●生态建设 Ecological Construction

- 云南省生态保护与建设成效分析及对策建议  
…………… 陈哲 温庆忠 秋新选 周小平 卢双珍 邓喜庆 刘娟(57)  
Effects Analysis and Development Countermeasures of Ecological Protection and Construction in Yunnan Province  
CHEN Zhe, WEN Qingzhong, QIU Xinxuan, ZHOU Xiaoping, LU Shuangzhen, DENG Xiqing, LIU Juan (57)
- 怒江州“以电代柴”生态建设项目实施机制研究…………… 宋志伟 朱丽艳 陈为(61)  
Implementation Mechanism of Ecological Construction Project “Substitute Electricity for Firewood” in Nujiang Prefecture  
…………… SONG Zhiwei, ZHU Liyan, CHEN Wei (61)

## ●林火研究 Forest Fire Research

- 基于 3S 技术的森林防火规划制图过程研究…………… 毛丽君(66)  
Research on Mapping Process of Forest Fire Prevention Planning Based on 3S Technology…………… MAO Lijun (66)
- 云南省森林防火应急卫星通信系统建设探讨…………… 吴迪(71)  
Construction Situation of Forest Fire Prevention Emergency Satellite Communication System in Yunnan Province  
…………… WU Di (71)

## ●自然保护区 Nature Reserve

- 生态旅游在自然保护区实践的研究进展…………… 鲁小波 陈晓颖 王万山 赵明成(75)  
Research Progress of Ecotourism in Nature Reserve  
…………… LU XiaoBo, CHEN XiaoYing, WANG WanShan, ZHAO MingCheng (75)
- 自然保护区进行索道建设的全过程管理初步讨论…………… 李萍 李迪强 李广良(83)  
Preliminary Discussion on Whole Process Management in Cableway Construction in Nature Reserves  
…………… LI Ping, LI Diqiang, LI Guangliang (83)
- 凉水国家级自然保护区维管植物区系和地理成分分析…………… 董雪云 易照勤 王洪峰(87)  
Flora and Geographical Compositions of Vascular Plants in Liangshui National Nature Reserve  
…………… DONG Xueyun, YI Zhaoqin, WANG Hongfeng (87)
- 茂兰国家级自然保护区科研监测规划…………… 宋立奕 谭成江 李明阳 熊志斌 陈军(96)



Plan for Scientific Research and Monitoring in Maolan National Nature Reserve

..... SONG Liyi, TAN Chengjiang, LI Mingyang, XIONG Zhibin, CHEN Jun (96)

## ●国家公园 National Park

藤子沟国家湿地公园消落带植物景观概念设计探析 ..... 余朋秋(102)

Design of Plant Landscape of Hydro-fluctuation Belt in Tengzigou National Wetland Park ..... YU Pengqiu(102)

新疆生产建设兵团白沙湖国家沙漠公园规划思路 ..... 高梓洋(109)

Planning of the Baisha Lake National Desert Park in Xinjiang Production and Construction Corps

..... GAO Ziyang (109)

## ●森林资源管理 Forest Resource Management

山西省第九次森林资源连续清查工作总结与思考 ..... 魏清华(112)

Summary and Thinking of the 9th Continuous Forest Inventory in Shanxi Province ..... WEI Qinghua (112)

基于 Mysql 结构的贵州省林地占用征收管理系统设计与实现 ..... 王洪波 王应泉(117)

Design and Application of Management System of Forestland Expropriation and Occupation in Guizhou Based on Mysql Database ..... WANG Hongbo, WANG Yingquan (117)

东港区林木种质资源调查及保护利用 ..... 宋兴安 秦兰香 李梅 景慎诚 杨涛(120)

Investigation and Protection and Utilization of Forest Germplasm Resources in Donggang District

..... SONG Xingan, QIN Lanxiang, LI Mei, JING Shencheng, YANG Tao (120)

江川区森林资源动态变化分析与可持续发展建议 ..... 安科(125)

Dynamic Changes and Sustainable Development Suggestions of Forest Resources in Jiangchuan District

..... AN Ke (125)

## ●产业开发 Industry Development

云南省野生动物人工繁育产业发展调查与评估 ..... 肖军 范荣梅 刘波(130)

Investigation and Evaluation of Artificial Breeding Industry of Wild Animals in Yunnan Province

..... XIAO Jun, FANG Rongmei, LIU Bo(130)

保山市中药材产业发展现状及建议 ..... 赵菊润(139)

Development Status and Suggestions of Chinese Medicinal Materials Industry in Baoshan City

..... ZHAO Jurun (139)

## ●论坛 Forum

北京山区生态林管护员现状及发展对策分析 ..... 耿玉清 袁士保 刘春莹 杨浩 刘忠华(144)

Present Status and Improvement Countermeasures of Ecological Forest Protection and Management Workers in Beijing Mountain Areas ..... GENG Yuqing, YUAN Shibao, LIU Chunying, YANG Hao, LIU Zhonghua (144)

“一带一路”背景下我国农林本科院校外语教育发展的战略思考 ..... 张海水(149)

Foreign Language Education in Agricultural and Forestry Universities in China under the Background of “the Belt and Road” ..... ZHANG Haishui (149)

古树名木资源科普旅游开发研究 ..... 古旭 张瑞 郭吉朋 邓忠坚(156)

Development of Popular Science Tourism Related to Ancient and Famous Trees

..... GU Xu, ZHANG Rui, GUO Jipeng, DENG Zhongjian(156)

## ●园林设计 Landscape Design

安康汉江两岸的植物景观配置分析 ..... 张迪 杨湘涛 田智荣 张梦莹 刘亚新 王凯丽(160)

Arrangement of Plant Landscape on Riverbanks of Han River in Ankang  
..... ZHANG Di, YANG Xiangtao, TIAN Zhirong, ZHANG Mengying, LIU Yaxin, WANG Kaili (160)

“扶荔宫”展览温室室内景观总体设计及植物配置方案  
..... 杨清 郝望 吕元林 李兴贵 袁慧坤 许再富(163)

General Design for the Interior Landscape and Plant Arrange in Fuligong Exhibition Greenhouse  
..... YANG Qing, XI Wang, LV Yuanlin, LI Xinggui, YUAN Huikun, XU Zaifu (163)

## ●森林培育 Forest Cultivation

椭圆叶花锚资源与繁殖分配对策及适应意义 ..... 和文鹏 黄龙琼 陈智发(170)  
Strategies and Significance of Resource and Reproductive Allocation of *Halenia elliptica*

..... HE Wenpeng, HUANG Longqiong, CHEN Zhifa (170)

施肥对美国杏李生长的影响 ..... 徐乔芬(175)

Effects of Fertilization on the Growth of *Prunus simonii* ..... XU Qiaofen(175)

重庆园林绿化树种红檵木春季物候特征研究 ..... 刘聪 王海洋 阳佩良(182)

Spring Phenological Characteristics of *Loropetalum chinense var. rubrum* in Landscaping of Chongqing  
..... LIU Cong, WANG Haiyang, YANG Peiliang (182)

## ●城市林业 Urban Forest

重庆市观音桥商业步行街外部空间规划研究 ..... 杨姗 周建华(187)  
Design on the External Space of Guanyinqiao Commercial Pedestrian Street

..... YANG Shan, ZHOU Jianhua (187)

琅琊山风景名胜区文化景观价值认知与保护研究 ..... 薛全(191)

Cognition and Conservation of Cultural Landscape Value in Mt. Langya Scenic Area ..... XUE Quan (191)

Semiotic 理论在农业生态观光园景观构建中的应用 ..... 蔡翰林 张继兰(196)

Application of Semiotic Theory in the Construction of Eco-Agricultural Tourism Park  
..... CAI Hanlin, ZHANG Jilan (196)

黄龙沟映月彩池 ..... 窦延玲摄(封面)

Moon Pool of Huanglong Valley ..... Photographed by Dou Yanlin (Front cover)

凤凰山自然保护区自然生境 ..... 许易琦摄(封底)

Natural Habitat of Phoenix Mountain ..... Photographed by XU Yiqi (Back cover)

《林业调查规划》编委会名单 ..... (封二)

《林业调查规划》征稿简则 ..... (封三)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.001

## 思茅松单木生物量生长模型的构建

窦玉伟 欧光龙 李超 闫妍宇 魏安超 熊河先 胥辉

(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)

**摘要:**以云南省墨江县鱼塘镇思茅松天然林 132 株单木数据为研究对象,采用 Richards 方程、Logistics 方程、Gompertz 方程、Korf 方程、Weibull 方程进行各维度生物量生长模型的构建,并选出最优模型。通过对各维度生物量最优生长模型的拟合结果对比发现,并不是预估精度高的生长模型是最优生长模型;决定系数最高,均方残差最低的模型,其预估精度反而不是最高的。研究结果表明,各维度生物量生长模型的决定系数除树皮生物量生长模型的为 0.166,树叶生物量生长模型的为 0.374 外,其余的均在 0.500 以上,且木材生物量生长模型的决定系数高达 0.549。各维度生物量生长模型的均方残差均小于 1.140,可以较好地反映其生长变化规律,生长模型拟合效果较好。各维度生物量生长模型也具有较高的预估效果,预估精度都在 75% 以上,其中,木材生物量、树皮生物量、树干生物量、树枝生物量、树冠生物量和地上部分生物量生长模型的预估精度均超过 90%。因此,模型可用于思茅松单木生物量生长模型的预估。

**关键词:**思茅松;生物量;生长模型;决定系数;预估精度

中图分类号:S791.25911;S718.556;S758.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0001-07

## Construction of Biomass Growth Model of *Pinus kesiya* Individual Tree

DOU Yuwei, OU Guanglong, LI Chao, LV Yanyu, WEI Anchao, XIONG Hexian, XU Hui

(Key Laboratory of State Forestry Administration on Biodiversity Conservation in Southwest China, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** By investigating 132 individual trees of *Pinus kesiya* natural forests in Yutang Town, Mojiang County, Yunnan Province, the five growth equations of Richards equation, Logistics equation, Gompertz equation, Korf equation and Weibull equation were used to building biomass growth model and selecting the best model. The comparison of the fitting results of optimal growth model with different dimensions found that the growth model with high prediction accuracy was not the optimal one and the model with the highest determination coefficient determination and the lowest residual mean square was not the highest one. The results showed that except the determination coefficients of the bark biomass growth model and the leaf biomass growth model were 0.166 and 0.374 respectively, the others were all above 0.500, among which the determination coefficient of wood biomass growth model was up to 0.549. The mean square residuals of each dimension biomass growth model were less than 1.140, which reflected the law

收稿日期:2017-11-24.

基金项目:国家自然科学基金项目(31560209,31660202).

作者简介:窦玉伟(1990-),男,山东潍坊人,硕士研究生.主要从事森林经理及森林生态方面的学习和研究. Email:617921470@qq.com

通信作者:欧光龙(1983-),男,云南镇雄人,博士,副教授,硕导.主要从事森林经理及森林生态方面的研究. Email:olg2007621@126.com

of growth and variation and the good fitting effect of growth model. With the accurate prediction results, the predicting accuracy of each dimension of growth model was more than 75%, among which the predicting accuracies of wood biomass, bark biomass, stem biomass, branch biomass, crown biomass and aboveground biomass growth model were more than 90%. Therefore, the model can be used to estimate the biomass growth model of *Pinus kesiya* individual tree.

**Key words:** *Pinus kesiya*; biomass; growth model; determination coefficient; predicting accuracy

森林生物量作为森林生态系统的基础数量特征和森林生态系统性质、状态的重要指示特征,是研究许多林业问题和生态问题的基础,也是森林生态系统碳储量的重要数据来源和全球碳循环的重要组成部分,准确获取森林生物量数据在森林经营管理和监测、评价过程中显得极为重要<sup>[1, 2]</sup>。对于森林生物量,刘世荣<sup>[3]</sup>、陈灵芝<sup>[4]</sup>、党承林、薛立等先后建立了主要森林树种生物量测定相对生长方程,估算了其生物量<sup>[5]</sup>;冯宗炜等<sup>[6]</sup>总结了全国不同森林类型的生物量及其分布格局。肖君<sup>[7]</sup>根据立木总生物量和各维量间的相互依存性,通过非线性联立模型的结构设计,解决了以往总量和各维量均采用独立建模所导致的不兼容问题。

根据不同的使用目的、模型结构组成、反映对象情况等,可以将林分生长和收获预估模型分成许多类。这些分类的区别主要在分类的原则和依据上。现有被广泛应用的分类方法主要有 2 种:1) 是否依据生物学理论或假设考虑, Landsberg<sup>[8]</sup>、Kimmins<sup>[9]</sup>、Mohren 等<sup>[10]</sup>将林分生长模型分为经验模型、机理模型(又称过程模型)和复合型模型<sup>[11]</sup>。2) 按照制作模型的原理和模型的模拟情况将模型分为全林分生长模型和单木生长模型<sup>[12]</sup>。李希菲、唐守正等对可变密度生长模型做了研究<sup>[13]</sup>;蒋伊尹、李长胜在对兴安落叶松人工林平均高和优势高模型研究中得出理查德模型为最佳模型<sup>[14]</sup>;沈俊强在杉木人工林收获预测方面选取 Richards 生长方程进行了应用性研究<sup>[15]</sup>。森林的生长周期长、长期定位监测比较困难等特点往往造成森林经营管理水平相对比较滞后<sup>[16]</sup>,基于此,模拟林分内不同树龄的单木生长变化过程的生长模型是解决这一问题的有效途径<sup>[17]</sup>。对于单木生物量生长模型,欧光龙等<sup>[18]</sup>以林业常用的理论生长方程(Richards 方程、Logistics 方程、Gompertz 方程、Korf 方程、Weibull 方程等)为基础构建单木生物量各维量的生长模型。

本文以思茅松天然林单木各维量生物量为例,采用 Richards 方程、Logistics 方程、Gompertz 方程、Korf 方程、Weibull 5 种生长方程进行各维量生物量

生长的拟合对比,选择最优的各维量生长预估模型,从而更为准确地描述林木生物量生长规律,为生物量生长精确估算提供依据,同时对今后使用皆伐实测法的生物量研究具有一定的参考价值。

## 1 研究区概况

墨江哈尼族自治县位于云南省南部,普洱市东部,地处东经 101°08' ~ 102°04',北纬 22°51' ~ 23°59'。墨江县地处云贵高原西南边缘、横断山系纵谷区东南段,即哀牢山脉中段。地形北部狭窄、南部较宽,似纺锤状,地势自西北向东南倾斜。境内山高谷深,河流纵横,最高点在东北部碧溪乡的大尖山,海拔 2 278 m,最低点在南部泗南江乡的榄皮河与龙马江交汇处,海拔 478.5 m。墨江县雨量充沛、干湿季节分明,受印度洋孟加拉湾潮湿气流和北部湾太平洋潮湿气流的影响,降雨日多,形成雨季。降雨地域上的分布特点是南部多、北部少,高海拔地区多,低海拔地区少。

## 2 数据调查与处理

本研究在墨江县鱼塘彝族乡伐区内,选取一个天然思茅松林样地展开调查,样地面积为 30 m×100 m。对样地内大于起测径阶(4 cm)的乔木进行每木检尺,记录其树种、胸径、树高、树龄、冠长、冠幅等基本信息。其中记录思茅松 132 棵,并以 7:3 的比例随机抽取样地内为模型构建的思茅松 92 棵,独立样本检验的思茅松 40 棵(表 1,图 1)。

在本研究中,生物量数据的调查方法采用的是皆伐实测法。由于皆伐的工作量巨大,仅测定了地上部分生物量。在测定地上部分生物量时,树木的树干(木材、树皮)和树冠(树枝、树叶)维量的鲜重均采用全称重法进行测定,而对于部分树干无法采用全称重法测量的树木,均采用采集密度法进行测定;对于部分树冠无法采用全称重法测量的树木,采用平均标准枝法进行测定。



表 1 思茅松林样地调查基本信息

Tab. 1 Distribution of *Pinus kesiya* individual tree

项目	最小值	均值	均值标准误	最大值
树龄/a	16.0	37.4	0.9	66.0
胸径/cm	7.0	24.3	0.9	45.1
树高/m	6.8	17.1	0.4	25.6
冠长/m	0.2	7.7	0.3	19.7
冠幅/m	2.0	7.4	0.3	13.6
木材生物量/kg	3.3	236.4	19.6	1075.8
树皮生物量/kg	0.1	6.8	0.5	34.5
树干生物量/kg	3.4	243.2	19.8	1082.8
树枝生物量/kg	0.5	37.2	4.2	307.2
树叶生物量/kg	0.1	4.4	0.4	23.4
树冠生物量/kg	0.6	41.7	4.5	316.3
地上部分生物量/kg	4.1	284.9	23.5	1180.4

### 3 研究方法

#### 3.1 理论生长方程

本研究选择 Richards 方程、Logistics 方程、Gompertz 方程、Korf 方程、Weibull 方程等,选择变量树龄 (AGE) 进行模型的构建。5 种理论生长方程计算公式如下:

$$y = a \times [1 - \exp(-b \cdot t)]^c \quad (1)$$

$$y = \frac{a}{1 + \exp(c - b \cdot t)} \quad (2)$$

$$y = a \times \exp[-c \times \exp(-b \cdot t)] \quad (3)$$

$$y = a \times \exp(-b \cdot t^c) \quad (4)$$

$$y = a \times [1 - \exp(-b \cdot t^c)] \quad (5)$$

式中,  $y$  为单木各生物量维量 (kg);  $a$  为在基本式中表示树木各生物量维量生长的渐进参数,而在变式中则表示为林分标准年龄时各生物量维量的值;  $b$  为尺度参数;  $c$  为形状参数;  $t$  为树龄。

#### 3.2 模型评价与检验

##### 3.2.1 统计变量

研究采用决定系数 (Determination coefficient,  $R^2$ ) 与均方残差 (Root mean square error, RMSE) 2 个指标作为基本模型选型的主要参考指标。

1) 决定系数 ( $R^2$ )

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (6)$$

式中,  $y_i$  是实测值,  $\hat{y}_i$  是估计值,  $\bar{y}_i$  为样本平均值。

2) 均方残差 (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1}} \quad (7)$$

式中,  $y_i$  是实测值,  $\hat{y}_i$  是估计值,  $n$  为样本数。

##### 3.2.2 独立样本检验

选取总相对误差 (Sum Relative Error, RS)、平均相对误差 (Mean Relative Error, EE)、绝对平均相对误差 (Absolute Mean Relative Error, RMA) 和预估精度 (Predict Precision, P) 4 个指标进行模型的独立样本检验。

1) 总相对误差 (RS)

$$RS = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)}{\sum \hat{y}_i} \times 100\% \quad (8)$$

2) 平均相对误差 (EE)

$$EE = \frac{1}{N} \sum \left( \frac{y_i - \hat{y}_i}{\hat{y}_i} \right) \times 100\% \quad (9)$$

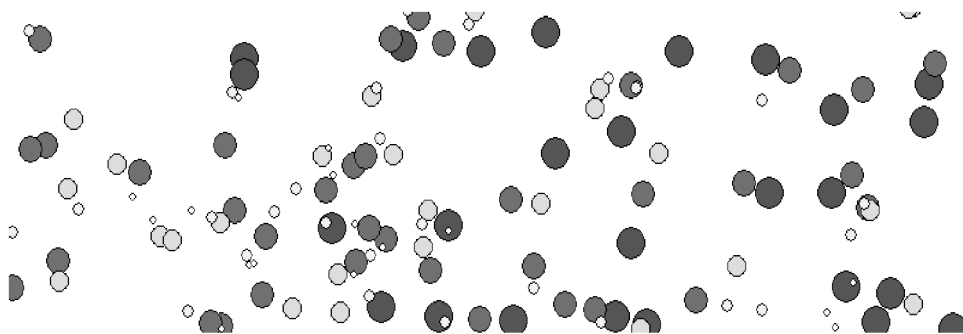


图 1 样地内思茅松单木分布

Fig. 1 The map of Simao pines location

3) 绝对平均相对误差 (RMA)

$$RMA = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{\hat{y}_i} \right| \times 100\% \quad (10)$$

4) 预估精度 (P)

$$P = \left( 1 - \frac{t_a \sqrt{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}}{\hat{y}_i \sqrt{N(N-T)}} \right) \times 100\% \quad (11)$$

式中,  $y_i$  为实测值,  $\hat{y}_i$  为估计值,  $N$  为样本容量,  $t_a$  为置信水平为  $\alpha=0.05$  时  $t$  的分布值,  $T$  为回归曲线方程中参数个数,  $\hat{y}_i$  为估计值中的平均值。

## 4 结果与分析

### 4.1 思茅松各维量生物量生长模型的构建

本研究利用 SPSS 软件对 5 种模型的参数进行预估。根据表 2 得知,以决定系数 ( $R^2$ ) 和均方残差 (RMSE) 作为模型的选取指标,即选择决定系数最大、均方残差最小的模型作为思茅松生物量生长的基础模型。

对于思茅松木材生物量生长模型,因为 5 种生长方程的 RMSE 均为 0.915, Logistics 模型的  $R^2$  (0.549) 与 Richards 模型、Gompertz 模型、Korf 模型、Weibull 模型的  $R^2$  (0.550) 相差不大,因此,再对 5 种模型进行检验对比。

对于树皮生物量生长模型, Logistics 模型和 Gompertz 模型具有最高的决定系数  $R^2$  (0.166), 以及最低的均方残差 RMSE (0.843); 其它 3 种模型的决定系数  $R^2$  为 0.165, 均方残差 RMSE 为 0.844。为此,再对 5 种生长模型进行独立检验对比。

对于树干生物量生长模型, 5 种理论生长方程的决定系数  $R^2$  均为 0.539, 其中, Logistics 模型具有较高的均方残差 RMSE (0.893), 其余 4 种生长模型的均方残差 RMSE 为 0.892。因此,再对 5 种生长模型进行独立检验对比。

对于树枝生物量生长模型, Logistics 模型与 Weibull 模型具有较高的决定系数  $R^2$  (0.511), 其它 3 种模型的决定系数均为 0.510。就均方残差而言, Richards 模型具有最高的均方残差 (1.135), Logistics 模型与 Weibull 模型具有较低的均方残差 (1.131)。因此,再对 5 种生长模型进行独立检验对比。

对于树叶生物量生长模型,就决定系数  $R^2$  而言, Gompertz 模型具有最高的决定系数 0.374, 其次

为 Richards 模型 (0.371)。就均方残差 RMSE 而言, Weibull 模型具有最高的均方残差 1.144, 其次

表 2 各维量生物量生长模型的拟合结果  
Tab. 2 Fitting results of different dimensions of biomass growth models

维量	模型	样本容量	模型参数估计值			$R^2$	RMSE
			a	b	c		
木材	Richards	92	19.518	0.472	6.976	0.550	0.915
	Logistics	92	10.609	1.362	5.102	0.549	0.915
	Gompertz	92	16.656	0.591	10.464	0.550	0.915
	Korf	92	55.227	9.741	1.078	0.550	0.915
	Weibull	92	11.485	0.006	3.541	0.550	0.915
树皮	Richards	92	417.991	0.062	3.478	0.165	0.844
	Logistics	92	1285.104	0.891	9.921	0.166	0.843
	Gompertz	92	6675.365	0.105	12.219	0.166	0.843
	Korf	92	2013.060	12.380	0.429	0.165	0.844
	Weibull	92	177.151	0.000	3.130	0.165	0.844
树干	Richards	92	31.452	0.301	4.529	0.539	0.892
	Logistics	92	12.11	1.177	4.647	0.539	0.893
	Gompertz	92	21.51	0.468	8.051	0.539	0.892
	Korf	92	202.113	8.808	0.67	0.539	0.892
	Weibull	92	16.319	0.007	3.024	0.539	0.892
树枝	Richards	92	13.163	1.058	72.358	0.510	1.135
	Logistics	92	6.433	3.088	11.506	0.511	1.131
	Gompertz	92	12.935	1.082	79.009	0.510	1.132
	Korf	92	24.774	76.303	2.749	0.510	1.133
	Weibull	92	5.519	4.548E-6	9.249	0.511	1.131
树叶	Richards	92	2.581	4.999	8.519E7	0.371	1.130
	Logistics	92	1.980	12.037	43.986	0.366	1.135
	Gompertz	92	2.246	6.421	1.238E10	0.374	1.128
	Korf	92	3.015	2.885E8	14.922	0.370	1.132
	Weibull	92	2.242	2.541E-13	21.834	0.356	1.144
树冠	Richards	92	26.466	0.649	22.254	0.501	1.112
	Logistics	92	7.939	2.468	9.515	0.502	1.111
	Gompertz	92	23.676	0.720	28.690	0.501	1.112
	Korf	92	118.490	24.792	1.472	0.501	1.112
	Weibull	92	6.899	3.419E-5	7.505	0.502	1.111
地上部分	Richards	92	105.58	0.137	3.243	0.546	0.895
	Logistics	92	14.637	1.067	4.507	0.546	0.802
	Gompertz	92	33.913	0.364	7.109	0.546	0.895
	Korf	92	1020.079	9.689	0.468	0.546	0.895
	Weibull	92	35.466	0.005	2.714	0.546	0.895

言, Weibull 模型具有最高的均方残差 1.144, 其次



Logistics 模型的均方残差 RMSE 为 1.135, Gompertz 模型具有最低的均方残差 1.128。因此,根据决定系数最高(0.374)、均方残差最低(1.128)的 Gompertz 模型为最优模型。

对于树冠生物量生长模型,就决定系数  $R^2$  而言,Logistics 模型和 Weibull 模型具有最高的决定系数(0.502),Richards、Gompertz 和 Korf 这 3 个模型的决定系数均为 0.501。就均方残差 RMSE 而言,Logistics 模型和 Weibull 模型具有最低的均方残差(1.111),Richards、Gompertz 和 Korf 这 3 个模型的均方残差最大,均为 1.112。因此,Logistics 模型和 Weibull 模型可为最优模型。

对于地上部分生物量生长模型,以决定系数 ( $R^2$ ) 和均方残差 (RMSE) 作为模型的选取指标,即选择决定系数最大、均方残差最小的模型作为思茅松地上部分生物量生长模型。因为 5 种生长方程的  $R^2$  均为 0.546,Logistics 模型具有最小的 RMSE,为 0.802,其他 4 种模型的 RMSE 最大,且均为 0.895。所以,最优模型为 Logistics 模型。

4.2 模型检验

表 3 为思茅松各维量生物量生长模型的检验结果。

据表 3,对于思茅松木材生物量生长模型,所有模型的预估精度都达到了 94% 以上,均具有较好的拟合效果。5 种理论生长方程中总相对误差 RS 和绝对平均相对误差 RMA 表现相对稳定,就 RS、EE、RMA 3 项指标来看,Logistics 模型具有最低的绝对误差值(12.771%),Gompertz 模型具有最低的总相对误差值(0.016%),Korf 模型有最低的平均相对误差值(0.113%),但 Logistics 模型具有最高的预估精度(4.963%)。因此,综合比较 5 种模型后,Logistics 模型具有较好的拟合效果,决定以其为思茅松木材生物量最优生长模型。

对于树皮生物量生长模型,5 种生长方程的预估精度都在 91% 以上,说明 5 种理论生长方程在模拟思茅松树皮生物量生长方面具有很强的适应性。其中,Richards 模型的预估精度最高,达 98.654%;就总相对误差 RS、平均相对误差 EE、绝对相对误差 RMA 3 项指标而言,Logistics 模型具有最低的总相对误差(0.024%)、平均相对误差(0.089%)、绝对相对误差(20.969%)。因此,综合比较 5 种模型后,Logistics 模型具有较好的拟合效果,决定以其为思茅松树皮生物量最优生长模型。

对于树干生物量生长模型,5 种生长方程的预

估精度都在 95% 以上,说明 5 种理论生长方程在模

表 3 各维量生物量生长模型检验结果  
Tab. 3 Test results of different dimensions of biomass growth models

维量	模型	RS/%	EE/%	RMA/%	P/%
木材生物量	Richards	0.018	0.122	12.822	94.946
	Logistics	0.035	0.184	12.771	94.963
	Gompertz	0.016	0.116	12.814	94.950
	Korf	0.021	0.113	12.831	94.944
	Weibull	0.040	0.217	12.789	94.568
树皮生物量	Richards	0.041	0.101	21.006	98.654
	Logistics	0.024	0.089	20.969	91.507
	Gompertz	0.052	0.112	20.976	91.501
	Korf	0.041	0.100	21.010	91.482
	Weibull	0.034	0.095	21.008	91.667
树干生物量	Richards	0.012	0.087	11.758	95.312
	Logistics	0.115	0.148	11.829	95.303
	Gompertz	0.012	0.083	11.750	95.305
	Korf	0.024	0.103	11.762	95.301
	Weibull	0.026	0.145	11.730	95.304
树枝生物量	Richards	0.274	2.621	28.160	90.642
	Logistics	0.437	3.432	28.227	90.722
	Gompertz	0.269	2.578	28.126	90.643
	Korf	0.247	2.433	28.123	90.626
	Weibull	0.429	3.472	28.113	90.735
树叶生物量	Richards	0.275	3.060	67.186	75.880
	Logistics	0.358	3.374	67.518	75.872
	Gompertz	0.244	2.824	66.925	75.882
	Korf	0.411	3.918	68.111	75.836
	Weibull	0.422	4.050	68.273	75.843
树冠生物量	Richards	0.120	0.996	23.813	91.490
	Logistics	0.211	1.381	23.724	91.535
	Gompertz	0.115	0.963	23.785	91.491
	Korf	0.100	0.876	23.790	91.479
	Weibull	0.251	1.659	23.856	91.531
地上部分生物量	Richards	0.011	0.078	11.340	96.244
	Logistics	0.020	0.013	11.286	96.237
	Gompertz	0.011	0.075	11.240	96.247
	Korf	0.025	0.099	11.259	96.242
	Weibull	0.011	0.062	11.247	96.244

拟思茅松树干生物量生长方面具有很强的适应性。

就预估精度  $P$  而言, Richards 模型具有最高的预估精度(95.312%), 其次为 Gompertz 模型(95.305%)。就总相对误差 RS、平均相对误差 EE、绝对相对误差 RMA 3 项指标而言, Richards 模型与 Gompertz 模型具有最低的总相对误差(0.012%); Gompertz 模型具有最低的平均相对误差(0.083%), 其次为 Richards 模型(0.087%); Weibull 模型具有最低的绝对相对误差(11.730%), 其次为 Gompertz 模型(11.750%)。因此, 综合比较 5 种模型后, Gompertz 模型具有较好的拟合效果, 决定以其为思茅松树干生物量最优生长模型。

对于树枝生物量生长模型, 5 种生长方程的预估精度都在 90% 以上, 说明 5 种理论生长方程在模拟思茅松树枝生物量生长方面具有很强的适应性。就预估精度  $P$  而言, Weibull 模型具有最高的预估精度(90.735%), 其次为 Logistics 模型。就总相对误差 RS、平均相对误差 EE、绝对相对误差 RMA 3 项指标而言, Korf 具有最低的 RS(0.247%)、最低的 EE(2.433), Weibull 模型具有最低的绝对相对误差(28.113%)。因此, 综合比较 5 种模型后, Weibull 模型具有较好的拟合效果, 决定以其为思茅松树枝生物量最优生长模型。

对于树叶生物量生长模型, 5 种生长方程的预估精度都在 75% 以上, 说明 5 种模型的预估效果较好, 其中, Gompertz 模型具有最高的预估精度(75.882%)。就总相对误差 RS、平均相对误差 EE、绝对相对误差 RMA 3 项指标而言, Gompertz 模型具有最低的总相对误差(0.244%)、平均相对误差(2.824%)、绝对相对误差(66.925%)。因此, 确定以 Gompertz 模型为思茅松树叶生物量最优生长模型。

对于树冠生物量生长模型, 5 种理论生长方程的预估精度  $P$  都在 91% 以上, 说明了理论生长方程在模拟思茅松树冠生物量生长方面具有很强拟合效果, 且 Logistics 模型具有最高的预估精度, 为 91.535%。就总相对误差 RS、平均相对误差 EE、绝对相对误差 RMA 3 项指标而言, Korf 模型具有最低的总相对误差(0.100%) 和最低的平均相对误差(0.876%), Logistics 模型具有最低的绝对相对误差(23.724%)。因此, 综合对比这 5 种模型后, 选取 Logistics 模型为思茅松树冠生物量最优生长模型。

对于地上部分生物量生长模型, 5 种理论生长方程中总相对误差 RS 和绝对平均相对误差 RMA 表现相对稳定, 且预估精度  $P$  都在 96% 以上, 进一

步说明了理论生长方程在模拟思茅松地上部分生物量生长方面具有很强的适应性。其中, Gompertz 模型的预估精度最高, 达 96.247%, 其次是 Richards 模型和 Weibull 模型。就 RS、EE、RMA 3 项指标来看, Korf 模型表现较差; Richards 模型、Gompertz 模型和 Weibull 模型具有最低的总相对误差(0.011%), Logistics 模型具有最低的平均相对误差(0.013%), Gompertz 模型具有最低的绝对相对误差(11.240%)。因此, 综合对比这 5 种模型后, 最终选取 Gompertz 模型为思茅松地上部分生物量最优生长模型。

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

利用 Richards 方程、Logistics 方程、Gompertz 方程、Korf 方程、Weibull 方程这 5 种理论生长方程, 分别构建了思茅松单木木材生物量、树皮生物量、树干生物量、树枝生物量、树叶生物量、树冠生物量以及地上部分生物量与树龄关系的生长模型, 通过对比各个维量的生长模型, 选出适应各维量的最优模型。研究得出, 木材生物量生长模型的最优生长模型是 Logistics 模型; 树皮生物量的最优生长模型是 Logistics 模型; 树干生物量的最优生长模型是 Gompertz 模型; 树枝生物量的最优生长模型是 Weibull 模型; 树叶生物量的最优生长模型是 Gompertz 模型; 树冠生物量的最优生长模型是 Logistics 模型; 地上部分生物量的最优生长模型是 Gompertz 模型。

对比选取的各维度生物量最佳生长模型。从模型的决定系数( $R^2$ )来看, 木材生物量生长模型的拟合效果最好, 决定系数( $R^2$ )为 0.549, 地上部分生物量生长模型次之, 为 0.546; 树皮生物量生长模型的拟合效果最差, 其决定系数( $R^2$ )为 0.166, 其次为树叶生物量生长模型, 为 0.374。就模型的均方残差(RMSE)而言, 树皮生物量生长模型的均方残差(RMSE)最低, 为 0.843, 树干生物量生长模型的均方残差(RMSE)次之, 为 0.892; 树枝生物量生长模型的均方残差(RMSE)最高, 为 1.131, 其次为树叶生物量生长模型, 为 1.128。

独立检验结果表明, 总相对误差(RS)都较小, 在 0.011%~0.429% 之间。树枝生物量生长模型的平均相对误差(EE)最大, 为 3.472%; 地上部分生物量生长模型的平均相对误差(EE)最小, 为 0.075%。绝对平均相对误差(RMA)在 11%~67% 之间。各维度生物量生长模型的预估精度( $P$ )都在

75%以上,且木材生物量、树皮生物量、树干生物量、树枝生物量、树冠生物量和地上部分生物量生长模型的预估精度均超过 90%,可以看出各维量生长模型的预估能力较高。因此,模型可用于思茅松单木生物量生长模型的预估。

## 5.2 讨论

当前关于生物量方面的研究大多集中在林分水平上,且多集中在人工林,而基于单木水平和天然林的生物量方面的研究较少<sup>[19]</sup>。以往的建模方法只是关注因变量与其它各因子之间的关系,因此易出现各因子之间的相互影响,使其模型的精度不高;对于生长模型,应该只有一个自变量(树龄),以避免各因子间相互影响的问题<sup>[20]</sup>。通过对单木各维量生物量的生长模型构建,可以深入地了解森林单木动态发展模式,且完善的生长模型可以预测单木生长的变化规律,有利于为合理地经营林木提供依据。

本研究以思茅松为例,构建单木各维量生物量的生长模型。通过对各维量生物量的生长模型的拟合结果对比发现,并不是预估精度高的生长模型是最优生长模型;决定系数最高,均方残差最低的模型,其预估精度反而不是最高的。拟合的各维量生物量生长模型的决定系数都不是很高,可能受到本身与周围其他地域环境的影响,特别是人为与自然的干扰,使得森林的空间依赖性与空间异质性非常复杂,具有很强的不确定性。未考虑单木之间的距离,认为大小相同的树木具有相同的生长速率,树木的生长是由树木的现状与依赖于树木现状的生长速率所决定的<sup>[21]</sup>,因此就不能提高模型精度,从而不能为准确描述林木生长规律提供依据。

## 参考文献:

- [1] 闫文德,田大伦,何功秀. 湖南会同第 2 代杉木人工林乔木层生物量的分布格局[J]. 林业资源管理,2003(2):5-7.
- [2] 胥辉. 林木生物量模型研究评述[J]. 林业资源管理,1997(5):33-36.
- [3] 刘世荣,柴一新,蔡体久,等. 兴安落叶松人工群落生物量与净初级生产力的研究[J]. 东北林业大学学报,1990(2):40-46.
- [4] 陈灵芝,任继凯,鲍显诚,等. 北京西山(卧佛寺附近)人工油松林群落生物学特性及生物量的研究[J]. 植物生态学报,1984,8(3):3-11.
- [5] 党承林,吴兆录. 季风常绿阔叶林短刺栲群落的生物量研究[J]. 云南大学学报(自然科学版),1992(2):95-107.
- [6] 冯宗炜. 中国森林生态系统的生物量和生产力[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [7] 肖君. 南方型杨树人工林生长与收获模型的研究[D]. 南京:南京林业大学,2006.
- [8] LANDSBERG J J. Physiological ecology of forest production [M]. Academic Press,1986:59-70.
- [9] KIMMINS J P. Modelling the sustainability of forest production and yield for a changing and uncertain future[J]. Forestry Chronicle,1990,66(3):271-80.
- [10] MOHREN G, BURKHART HE. Contrasts between biologically-based process models and management-oriented growth and yield models[J]. Forest Ecology & Management,1994,69(1-3):1-5.
- [11] PENG C, LIU J, DANG Q, et al. TRIPLEX: a generic hybrid model for predicting forest growth and carbon and nitrogen dynamics [J]. Ecological Modelling, 2002, 153(1):109-30.
- [12] MUNRO D D. Forest growth models: a prognosis[M]. 1974.
- [13] 李希菲,唐守正,王松林. 大岗山实验局杉木人工林可变密度收获表的编制[J]. 林业科学研究,1988(4):382-389.
- [14] 蒋伊尹,李凤日,李长胜. 兴安落叶松幼、中龄林生长规律的研究[J]. 东北林业大学学报,1990(1):1-7.
- [15] 沈俊强,苏上真,郑孙登. 福建省杉木立地指数表编制[J]. 林业勘察设计,1996(1):46-51.
- [16] 刘平,王玉涛,杨帆. 基于单木生长模型的森林动态模拟系统研究进展[J]. 世界林业研究,2011,24(5):25-30.
- [17] 邓红兵,郝占庆,王庆礼,等. 红松单木高生长模型的研究[J]. 生态学杂志,1999(3):19-22.
- [18] 欧光龙,胥辉. 环境灵敏的思茅松天然林生物量模型构建[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [19] 孙雪莲,熊河先,胥辉,等. 高山松天然林单木生物量因子模型构建[J]. 林业资源管理,2016(3):49-53.
- [20] 付小勇. 云南松林分生长模型研究[D]. 昆明:西南林学院,2006.
- [21] ALABACK P B. Biomass regression equations for understorey plants in coastal Alaska: Effects of species and sampling design on estimates [J]. Northwestence, 1986, 60(2):90-103.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.002

## 抽样调查在造林验收中的应用

李纪友

(广东省林业调查规划院,广东 广州 510520)

**摘要:**以广东省潮州市饶平县 2013 年完成的 2 221.27 hm<sup>2</sup> 碳汇造林项目的抽样检查验收为例,对所抽取检查小班的抽样方法、抽样调查数据处理方法,如计算平均值、标准差、抽样绝对误差、抽样相对误差、估计精度、估计结果等进行论述和分析。结果认为,进行造林检查验收时应根据造林面积及小班分布特点等因素选取最合适的抽样方法。

**关键词:**抽样方法;造林验收;数据处理;抽样数据分析;小班分布特点

中图分类号:S725;O212.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0008-04

## Application of Sampling Survey in the Afforestation Acceptance

LI Jiyu

(Guangdong Forestry Survey and Planning Institute, Guangzhou 510520, China)

**Abstract:** Based on the project of 2 221.27 hm<sup>2</sup> carbon sink afforestation in Raoping County, Chaozhou City of Guangdong, this paper illustrated the methods of subcompartment sampling and data processing including the calculation of average value and standard deviation, sampling absolute error, sampling relative error, estimation accuracy and estimation result. The results suggested to select the most suitable sampling method according to the afforestation area and the characteristics of subcompartment distribution.

**Key words:** sampling survey; afforestation acceptance; data processing; sampling data analysis; characteristics of subcompartment distribution

从 2013 年开始,广东省全面推行新一轮绿化广东大行动,实施绿色发展战略,不断提升生态文明建设水平。具体来说,就是要大力实施生态景观林带、碳汇造林、森林进城围城和乡村绿化美化四大重点林业生态工程。在此背景下,潮州市饶平县仅 2013 年就完成碳汇造林 2 221.27 hm<sup>2</sup>(下文称本项目),共计 71 个小班,分布于全县 7 个镇 20 个村(林场)。为了保证造林质量,需要对造林小班各项指标进行检查验收。限于人力匮乏和时间短促,质量检查人员采取了抽样调查的方法,并取得了良好的效果。下面就结合本项目谈谈抽样调查在造林验收中的应

用,以供同行参考。

### 1 抽样方法设计

采用抽样调查的方法进行造林验收,首先要事前进行抽样方法设计。抽样调查的方法较多,如简单抽样、系统抽样、分级抽样、整群抽样、分层抽样等。抽样调查之前进行抽样方法设计可以有效提高工作效率。

#### 1.1 简单随机抽样

简单随机抽样是最简单的抽样技术,随机度高,可以保证每个样品都有可能被抽中,有标准而且简

收稿日期:2017-10-25;修回日期:2017-12-13.

作者简介:李纪友(1976-),男,高级工程师。从事林业调查规划工作。

单的统计公式。

### 1.1.1 直接抽选法

即从总体中直接随机抽选样本。由于主观因素的影响,这种抽样很容易变成随意抽样,因此在实际工作中要慎重使用。

### 1.1.2 抽签法

即先将总体中的所有个体编号(号码可以从 1 到 N),并把号码写在形状、大小相同的号签上,号签可以用小球、卡片、纸条等制作,然后将这些号签放在同一个箱子里,进行均匀搅拌。抽签时,每次从中抽出 1 个号签,连续抽取 n 次,就得到一个容量为 n 的样本。抽签法简便易行,但当总个体数较多时,工作效率就会受到影响。

### 1.1.3 公式法

利用 EXCEL 表中的公式进行随机抽样。如本项目有 71 个小班,要抽样调查 36 个小班。先将每个小班编号,并放置在 A 列(A1:A71),在 B 列中输入公式 B1=Rand(A1),并下拉填充公式到 B71,再在 C 列中输入公式 C1=OFFSET(\$A\$1,RANK(B1,B\$1:B\$71)-1,0),并下拉填充到 C36,则 C1:C36 就是要抽查的样本。每按一次[F9]键,就得到不同的抽查样本。

在运用随机抽样时,如果每个工组(镇、村)小班数不等,有可能会产生有些工组小班抽不到,样本的代表性不是很好,抽样调查结果会产生较大偏差。

## 1.2 系统抽样

系统抽样也叫机械抽样或等距抽样。系统抽样常用的做法有直线等距抽样、有序对称等距抽样、循环等距抽样等。在实践中,直线等距抽样用得比较多:从总体 N 个单元中,等距地抽取 n 个单元组成样本,根据总体单元 N 和样本单元 n 计算出等距抽样的间隔 k, $k=N/n$ ,然后在 1~k 之间随机抽取一个数字,设为 r,以后每间隔 k 个数抽一个数字。按以上步骤抽取的数字分别为 r,r+k,r+2k,⋯,r+(n-1)k,其相应的单元即为抽中的样本单元<sup>[1]</sup>。本项目若采用直线等距抽样,方法如下:将全县 71 个造林小班按照造林面积从大到小顺序排队形成小班排序表(表 1),确定抽取 n=36 个小班作为调查样本,计算抽样间距  $k=71/36 \approx 2$ ,设第一个抽中小班序号 r=1,则后面抽中的小班序号依次为 3,5,⋯,71,并形成小班抽样调查表(表 2)。系统抽样较大幅度地保证了不同工组(镇、村)小班都有机会抽到,样本的分布较好,抽样的精度也高于简单随机抽样,同时其统计推断简便,类似于随机抽样。

表 1 小班排序

Tab. 1 Order of subcompartments

序号	小班号	造林面积/hm <sup>2</sup>
1	1802	58.93
2	1705	52.20
3	221	51.67
4	1701	51.47
5	1704	49.67
6	213	48.00
7	1201	46.67
8	1709	44.80
9	1708	43.80
10	217	42.80
11	1801	40.73
12	202	40.67
13	1604	40.27
14	1702	40.00
15	1703	40.00
16	1707	40.00
17	0207	39.33
18	1706	39.00
19	220	38.80
20	1703	38.47
21	1601	38.13
22	206	38.00
23	1602	37.20
24	1701	37.20
25	1708	36.40
26	1713	35.60
27	1706	35.33
28	219	34.67
29	1702	34.40
30	215	34.33
31	216	34.00
32	1709	33.93
33	1605	33.60
34	1715	33.47
35	211	33.33
36	201	33.00
37	101	32.00
38	210	32.00
39	1604	31.60
40	1306	31.33

续表 1

序号	小班号	造林面积/hm <sup>2</sup>
41	1712	30.33
42	1601	30.07
43	1601	30.00
44	212	29.33
45	205	28.67
46	1602	27.87
47	1602	27.60
48	1714	27.20
49	214	26.47
50	1710	25.80
51	208	24.67
52	1707	24.40
53	218	24.33
54	1704	23.33
55	203	23.20
56	1711	21.20
57	1603	20.93
58	204	20.67
59	1303	20.13
60	1201	20.00
61	1705	20.00
62	1307	18.73
63	209	18.67
64	102	14.67
65	1605	14.20
66	1710	10.67
67	1304	10.60
68	1302	9.60
69	1305	8.40
70	1603	7.53
71	1301	5.20
合计		2221.27

表 2 小班抽样调查

Tab. 2 Sampling survey of subcompartment

序号	小班号	建设面积/hm <sup>2</sup>	成活率/%	核实面积/hm <sup>2</sup>	核实面积比值
1	1802	58.93	87.8	58.93	1.0
2	221	51.67	86.7	41.33	0.8
3	1704	49.67	86.7	49.67	1.0
4	1201	46.67	88.8	46.67	1.0
5	1708	43.80	86.7	35.04	0.8
6	1801	40.73	87.8	40.73	1.0
7	1604	40.27	86.7	32.21	0.8
8	1703	40.00	88.6	40.00	1.0
9	207	39.33	86.7	31.47	0.8
10	220	38.80	86.7	31.04	0.8
11	1601	38.13	87.6	38.13	1.0
12	1602	37.20	87.5	37.20	1.0
13	1708	36.40	86	36.40	1.0
14	1706	35.33	87.5	28.27	0.8
15	1702	34.40	86.7	34.40	1.0
16	216	34.00	86.7	27.20	0.8
17	1605	33.60	87.6	33.60	1.0
18	211	33.33	88.9	26.67	0.8
19	101	32.00	86.7	32.00	1.0
20	1604	31.60	87	31.60	1.0
21	1712	30.33	87	24.27	0.8
22	1601	30.00	87.8	30.00	1.0
23	205	28.67	86.7	28.67	1.0
24	1602	27.60	87	27.60	1.0
25	214	26.47	86.7	21.17	0.8
26	208	24.67	86.7	19.73	0.8
27	218	24.33	86.7	19.47	0.8
28	203	23.20	86.7	23.20	1.0
29	1603	20.93	88.9	16.75	0.8
30	1303	20.13	86.8	20.13	1.0
31	1705	20.00	88.4	16.00	0.8
32	209	18.67	86.7	14.93	0.8
33	1605	14.20	86.7	11.36	0.8
34	1304	10.60	88.7	8.48	0.8
35	1305	8.40	88.4	6.72	0.8
36	1301	5.20	88.6	5.20	1.0

注:根据当年的造林验收细则,造林核实面积是考虑了林木长势后的折合面积。

### 1.3 分级(多阶)抽样

本项目若采用分级抽样,可以县为总体,以镇和村为单位对小班进行分级,在各级中随机抽取样本。分级抽样效率高,不同级还可以依据情况采用不同的抽样方法。本项目分布于 7 个镇 20 个村,各个镇按照造林面积从小到大排列。采用随机抽样或者系统抽样的方法确定抽取 n 个镇作为抽查对象。在抽中的镇中,可以再次采用随机抽样或者系统抽样的



方法选取  $m$  个村作为抽查对象。二阶抽样要运用二阶估计方法进行数据分析,计算量较大。本调查镇中的村比较少,因此以村为单位作为二阶抽样的单位不太妥当,可以对小班直接进行系统抽样或者随机抽样。在工作量比较大的情况下,采用分级抽样可以大大提高工作效率。

## 2 抽样数据处理

设计好抽样方法后,即可以对抽中的小班进行外业实地调查。本项目根据工作量、小班分布特点,最后采用了系统抽样的办法。考虑到造林成活率和造林核实面积是造林验收的 2 个重要指标,因此将这 2 个指标作为抽样参数。现以系统抽样得到的数据为例说明如何对抽样数据进行处理。

### 2.1 整理抽查小班数据

先用 EXCEL 表格将抽样调查得到的造林数据整理好(表 2)。

### 2.2 计算平均值

成活率的平均值采用加权平均值  $\bar{X}_I$  :

$$\bar{X}_I = \frac{P_1 X_1 + P_2 X_2 + \dots + P_n X_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} = 87.3\%$$

造林核实面积比值的平均值采用算术平均值  $\bar{X}_{II}$  :

$$\bar{X}_{II} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = 90\%$$

式中,  $P_i$  是  $X_i$  的权重,这里表示第  $i$  个小班的核实造林面积,  $X_i$  表示第  $i$  个小班的造林验收指标(造林成活率和核实面积比值),  $n$  表示抽查的小班个数 ( $n=36$ )。

### 2.3 计算标准差

加权平均成活率的标准差  $S_I$  计算参照《火力发电厂岩土工程勘测资料整编技术规定》(DL/T5093-1999)中的标准差公式<sup>[2]</sup>,即:

$$S_I = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^n P_{i-1}} \sum_{i=1}^n [(X_i - \bar{X}_I)^2 P_i]} = 0.008$$

造林核实面积比值的标准差采用算术标准差  $S_{II}$  :

$$S_{II} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [(X_i - \bar{X}_{II})^2]} = 0.101$$

### 2.4 计算抽样绝对误差

有了标准差就可以进一步计算抽样绝对误差  $\Delta$ 。

平均成活率的绝对误差  $\Delta_I$  :

$$\Delta_I = t_j \frac{S_I}{\sqrt{n}} = 0.3\%$$

造林核实面积比值的绝对误差  $\Delta_{II}$  :

$$\Delta_{II} = t_j \frac{S_{II}}{\sqrt{n}} = 3.4\%$$

抽样调查的可靠性取 95%,根据  $t$  分布查表得参数  $t_j$  取 2.028(其中  $j=36$ )<sup>[3]</sup>。

### 2.5 计算抽样相对误差

平均成活率的相对误差  $E_I$  :

$$E_I = \frac{\Delta_I}{\bar{X}_I} = 0.3\%$$

造林核实面积比值的相对误差  $E_{II}$  :

$$E_{II} = \frac{\Delta_{II}}{\bar{X}_{II}} = 3.8\%$$

### 2.6 计算估计精度

平均成活率的估计精度  $P_{cI}$  :

$$P_{cI} = 1 - E_I = 99.7\%$$

造林核实面积比值的估计精度  $P_{cII}$  :

$$P_{cII} = 1 - E_{II} = 96.2\%$$

估计精度均大于相关要求(90%)。

### 2.7 抽样估计结果

根据抽样结果可以推断出全县的造林情况。造林成活率:

$$X_I = \bar{X}_I \pm \Delta_I = 87.3 \pm 0.3$$

全县造林核实面积:

$$A = 2221.27 \times (\bar{X}_{II} \pm \Delta_{II}) = 2221.27 \times (0.9 \pm 0.034) = 1999.14 \pm 75.52$$

## 3 结论与讨论

1)对抽样数据进行处理后,可以对造林验收结果进行评价。将各个县造林验收指标进行横向对比,就可以对各个县造林质量进行打分和排序。

2)本项目若采用分级(二阶)抽样调查,数据处理的程序类似于系统抽样,只是标准差计算公式需要采用以下的公式:

$$S = \sqrt{\frac{1-f_1}{n} S_1^2 + \frac{f_1(1-f_2)}{mn} S_2^2}$$

式中,  $f_1$  为一阶样本抽样比,  $S_1$  为一阶样本标准差;  $f_2$  为二阶样本抽样比,  $S_2$  为二阶样本标准差<sup>[4]</sup>。

3)造林验收时,可以采用多种抽样调查方法,实际调查中应当根据工作量的大小、小班分布特点等因素选择最佳的抽样方法,合适的抽样方法可以取得事半功倍的效果。(下转第 15 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.003

## 3S 技术在广西石漠化治理研究中的应用

余慧连

(南宁市林业科学研究所, 广西 南宁 530107)

**摘要:**石漠化发生的地区一般条件比较恶劣, 常规的地面监测难度大, 并且存在一定的局限性, 3S 技术使大范围的对地监测成为可能, 实现石漠化地区的三维可视化呈现, 为石漠化治理决策提供依据。文章引用国内学者们基于 3S 技术, 以天等、马山、平果、都安等石漠化严重地区为研究对象的研究文献, 总结出广西石漠化治理的有效方式。认为 3S 技术在石漠化治理研究中具有一定的必要性与现实性, 但同时也受到遥感数据源、人为主观因素等的影响, 要充分利用大数据时代的便利, 绘制“石漠化分布一张图”, 实现岩溶地区的优化决策、精准管理、实时监管。

**关键词:**3S 技术; 石漠化治理研究; 岩溶地区; 大数据; 云计算; 广西

中图分类号: P931.3; P228.4; P208; S771.8 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)01-0012-04

## Application of 3S Technology in the Research of Rocky Desertification Control in Guangxi

YU Huilian

(Nanning Forestry Research Institute, Nanning 530107, China)

**Abstract:** With poor conditions in rocky desertification region, the conventional ground monitoring is difficult and limited. 3S technology makes a wide range of ground monitoring possible and realizes the 3D visualization of rocky desertification region to provide the reference for desertification control. This paper summarized the effective way to control the rocky desertification in Guangxi based on the literature review which was studied by 3S technology in some serious rocky desertification areas, such as Tiandeng, Masan, Pingguo and Duan. Since 3S technology was certain necessity and reality in the research of rocky desertification control but affected by the remote sensing data sources and human subjective factors, this paper suggested to make full use of the convenience of Big Data Era, draw a map of the rocky desertification distribution and achieve optimized decision, precision management and real-time monitoring in the Karst area.

**Key words:** 3S Technology; rocky desertification control; Karst area; Big Data; cloud computing; Guangxi Province

### 1 石漠化治理现状

#### 1.1 概念

国际上对石漠化的定义为: 气候因素和人为活

动造成的干旱、半干旱地区及半湿润地区土地退化、向荒漠景观变化的过程<sup>[1]</sup>。中国的学者对石漠化定义的理解见仁见智、各有差别, 随着研究的不断深入日趋完善。总而言之, 石漠化是在热带、亚热带季

收稿日期: 2017-10-24.

作者简介: 余慧连(1988-), 女(壮族), 广西隆安人, 助理工程师. 主要从事林业 GIS 技术研究和林业科研推广工作.

风气候条件下,岩溶极端发育,地表植被遭受人为破坏,雨水冲刷引起土壤严重流失、大面积基岩裸露的土地退化现象,是喀斯特地区土地退化的极端形式<sup>[2]</sup>。

## 1.2 成因

我国南方喀斯特地区是世界上最大的岩溶裸露连片区,与北方荒漠化、黄土高原水土流失并列为中国三大土地退化问题之一。岩溶地区石漠化发生的主要影响因素是自然环境因素和人类活动。李森(2007)等、王宏远(2011)等通过综合分析碳酸盐的岩性、地质构造、降水、地表植物等自然因素,及人口增长、地方政策导向等人为因素,总结出土地石漠化是土地生态系统极端退化、岩溶生态系统发育,形成石质荒漠化的过程。该过程导致地表植被退化、水土流失、岩溶侵蚀、地力退化等组合而成<sup>[4]</sup>。

广西岩溶面积大、分布范围广,是全国石漠化严重的省区。广西位于中国南方沿海,北回归线横贯全区中部,属于典型的亚热带季风气候。降雨量大,年均降雨量 1 400~1 800 mm<sup>[5]</sup>。岩溶地区山峰成群,且裸露广泛、土质疏松,容易腐蚀和冲刷,降雨季节水土流失严重。在这样脆弱的生态地域里,人类的滥垦、乱伐、矿山的滥挖等活动更加剧了石漠化的过程<sup>[6]</sup>。

## 1.3 治理研究现状

对岩溶地区石漠化的研究,国外最早的方向是自然地貌、地质工程、水文因素、洞穴学、人为活动、土地利用等。岩溶环境动态变化、岩溶地区的环境评价和生态重建等方面,从 20 世纪 90 年代起成为研究重点。针对石漠化的治理问题,国外早期已做了研究,但是主要以自然生态为主,对岩溶石漠化地区的经济、社会等人文方面研究较少<sup>[2]</sup>。

自 1980 年代起,众多学者多方面探索西南岩溶地区石漠化现象的演变及形成原因,初步认识了岩溶地区的分布、形成原因、历史演化,并初步掌握了其影响因素和治理策略。随着经济社会的发展,西南地区的生态问题逐渐得到重视,大批学者分别从岩溶石漠化的环境地质背景、地理地貌背景、地表作用过程及人地关系等角度对石漠化的形成和发展进行了研究,并尝试揭示其演化的驱动机制<sup>[7]</sup>。

广西早期主要实行封山育林措施,不断探索总结出“猪-沼-果”三位一体的农业治理模式。2001 年,广西石漠化治理第一批试点工程正式启动,并取得初步成效<sup>[8]</sup>。2008 年以后开始实行“山、水、田、林、路”统一规划的小流域综合治理模式。小流域

治理模式以小流域为治理单元开展综合治理工作,包括农林业措施、水利措施。通过多年的林业生态工程建设以及石漠化综合治理,全区石漠化土地生态状况逐年好转,但全区石漠化土地面积大,占岩溶面积的 23.1%,而且以中度、重度石漠化面积居多,占石漠化土地的 81.2%,石漠化治理还任重道远,石漠化防治形势仍十分严峻<sup>[9]</sup>。

## 2 3S 技术在石漠化治理中的应用

### 2.1 3S 的概念

3S 即 RS(遥感)、GIS(地理信息系统)、GPS(全球卫星定位系统)。采用 GPS 进行精准定位,RS 获取空间、地域的环境、生态安全等方面监测数据,利用 GIS 系统对数据进行处理、空间模拟,进而对结果进行分析和评价,达到石漠化区域环境的可视化,为石漠化治理决策提供更加可靠的依据。

石漠化发生的地区自然条件一般比较恶劣,常规的地面监测难度大,并且存在一定的局限性,3S 技术使大范围的的对地监测成为可能。通过 GPS 获得准确的地理定位,利用 RS 技术获取具有时效性的遥感卫星监测数据,在 GIS 平台上进行遥感影像的分类处理,然后叠加石漠化地面监测数据、DEM 高程数据,以及水文、地理等基础数据,进行石漠化区域的空间管理、分析和评价,三者有效结合,实现石漠化地区的三维可视化呈现,为石漠化治理决策提供依据。

### 2.2 国内研究现状

20 世纪 90 年代后,地信学科理论开始广泛应用于岩溶地区石漠化治理研究。目前 3S 技术在石漠化治理研究中应用的方向有岩溶地区生态安全评价,石漠化动态监测、空间预警、空间布局,石漠化成因分析,喀斯特石漠化程度、等级划分等方面;使用的方法有 5 种,即人机交互解译法、监督分类法、光谱分析法、决策树分类法和综合分析法<sup>[10]</sup>。

左伟(2005)等基于 RS 数据和 GIS 平台,利用模型的运算评价某一特定区域的生态安全;周旭(2006)结合岩溶地区土地退化的生态安全评价指标,以 3S 技术为平台,提出岩溶特殊生境退化的生态安全评价技术框架;胡娟(2006)以都匀市为研究对象,通过监督分类的方法,多次训练解译 RS 影像,监测黔南喀斯特石漠化动态变化;左羽(2008)利用 3S 技术和计算机网络,对生态动态监测系统进行分析研究,构建喀斯特生态监测系统的完整系统构架,管理石漠化动态变化数据;苏锋(2007)等以



RS 卫星数字图像为基础,结合 GPS 野外定位观测,得到全县石漠化分级预警结果;陈起伟(2003)等利用光谱分析法分析不同石漠化等级在各个波段的光谱特征值,构建石漠化的提取模型,实现研究区石漠化空间格局和强度信息提取;胡宝清(2004)等以 RS 和 GIS 技术为支撑,剖析喀斯特石漠化空间演变,系统分析石漠化驱动因子及其与石漠化空间分布的相关性,结合地质、生态、社会经济等因素,建立石漠化综合动力模型,为石漠化预警分析和综合防治提供依据。

近年来,随着人们对 3S 技术应用研究的不断深入,实现了多种新型分类方法,如植被指数法、纹理分析法、神经网络法、波段组合法、支撑向量机分类法、面向对象分类法、模糊分类法、专家系统分类法等。这些新方法要么算法冗长繁杂、难以理解,要么要求操作者有丰富的遥感处理分类等专业学科知识和经验,因此难以在更多的领域得到应用和推广<sup>[11]</sup>。

喻琴(2009)选择波段最佳、信息量最丰富的彩色遥感影像进行 4 个波段的主成分分析,结合野外实测数据,历史结合现实、动静相加、自动与人为辅助解译等多方数据,运用 CART 算法,训练样本数据集来决定节点规则,建立了研究区空间数据库和 DEM 模型,完成了贵州省毕节鸭池石漠化光谱信息的自动提取;马书勇(2013)等基于 ASTER 影像数据,结合地形图、DEM、岩性矢量等数据,提取归一化植被指数(NDVI)、地形等数据,建立决策树分类规则,最终实现了较理想的石漠化信息自动化提取;皇甫江云(2014)基于 1988、1998、2010 年 3 年的遥感数据,结合地面监测,获得晴隆县 3 年的石漠化空间分布和动态变化信息,结合自然、社会、经济等数据,探讨研究区石漠化的驱动力机制;廖娟(2016)分别利用决策树分类法、综合分析法建立了石漠化程度定量影响指标的判别模型,并结合实地调查的等级划分对模型的结果进行验证,最终得出基于全极化 SAR 石漠化等级分类,综合分析法优于决策树法的结论。

### 2.3 广西石漠化治理研究现状

自 1960 年开始,广西针对石漠化地区进行了一些实验性的治理工作。2005 年和 2011 年,在国家林业局的统一部署下,广西结合 3S 技术和地面调查,对全区岩溶地分布区进行了 2 次监测,获得区内岩溶地区石漠化等级区划。

石漠化是广西生态环境的突出问题,岩溶地区

地理环境不仅复杂,生境也各异。许多学者基于 3S 技术不断探索广西石漠化治理的有效方法。闫妍(2010)等以小流域为治理单元,利用 3S-CAD 技术,对天等县的遥感影像进行分析处理,叠加地质地貌图、土地利用现状图,初步设计出石漠化治理的微观工程建设图,并进行等级图斑的野外校正;伊文超(2010)基于广西马山县古寨和塘头 2 个小流域为研究对象,基于 3S 技术,解译研究区域的石漠化强度及空间分布状况,结合该区域一周内水土流失的情况,叠加高程、坡度、植被覆盖等因素,评价 2 个小流域的水土流失风险;余利(2012)以广西都安 1988 年、1999 年和 2005 年 3 个时期的石漠化分布图,对 CA 模型进行扩展,引入影响的自然因素,建立 2 套模型,利用已有数据运行和校验获得最佳模型,对研究区域模拟预测 2015 年石漠化情况;王君华(2014)等以 3 个时相的遥感影像为数据,结合历年来的石漠化分布数据和实地调查结果,以 3S 技术为平台,构建石漠化指数模型,评价岩溶石漠化强度等级,得出不同时期广西平果县岩溶区石漠化的空间动态变化,推测其演变规律;马一琳(2015)在 2005 年和 2011 年的监测基础上,使用数理统计方法和 3S 技术对南宁市石漠化的动态变化进行研究并分析其成因;苗书锋(2015)等使用 1994 年、2000 年、2009 年的 TM 影像数据,处理制作出植被覆盖图、土壤裸露率图,裸岩率图等,通过 GIS 软件叠加分析,得到石漠化等级分布图,进而分析平果县近些年石漠化的面积变化及其产生的原因,为科学治理石漠化提供依据。

石漠化的驱动机制以及时空分布规律存在着明显差异,石漠化的治理对策也存在区域性,因此应该以溶岩小流域为单位,因地制宜、多举措结合制定治理方案。以生态学等相关学科基本原理为基础,生物措施、工程措施、农业技术措施多举措相结合,探索不同地区的有效治理模式,既能做到发展经济又达到植被恢复的效果。多年的治理工作证明,以小流域为基础,大流域为骨干,集中连片、规模推进的方式是最为合理的石漠化治理模式。

### 3 结论与展望

许多研究表明,3S 技术在石漠化治理研究中具有一定的必要性与现实性。通过 3S 技术,能够客观地评价喀斯特石漠化等级分布的状况及时空分布规律,为研究区域石漠化的综合治理提供科学数据和依据。但是不足之处在于,该技术严重受到原始数

据质量和多因素的影响。地物被云层遮挡、不同地物有相似光谱特征、监测时间不足、研究人员经验和学识的限制,或是辅助决策的主成份因素偏差,都会影响分类结果准的准确性。

因此,在甄选遥感数据时,应尽量选择多极化、多波段、穿透云雾、屏蔽地物能力强的遥感数据,同时,尽量保证监测的时间。研究人员应具备丰富的经验和扎实的学识基础,充分考虑研究区域影响石漠化的自然主因素,确保模拟结果的准确性,并进行实际的野外调查验证,选择最佳模型作为该区域的石漠化治理辅助依据。

如今,互联网无处不在,“互联网+”模式日新月异,在大数据的基础上,“智慧林业”和“林地一张图”的概念被广泛提出。结合时代的背景,可以利用 3S 技术平台把 DEM 高程数据、石漠化地区的调查数据、地理信息、遥感影像等叠加,绘制“石漠化分布一张图”,划分保护等级,实现差别管理。“一张图”把实景可视化,为全区石漠化治理搭建一个基础性、全面性、立体的动态基础平台,实现全面监控。

借助大数据强大的云计算功能可以快捷地筛选和处理海量的数据,“一张图”的智能转化,可横向多节点、纵向多线程并发执行,解决云计算检索的瓶颈。应充分利用 WEB、移动终端等实现海量多元数据的展现和服务,在大数据的基础上,跨部门数据共享、多专业数据融合、各类业务数据汇集,实现岩溶地区的优化决策、精准管理、实时监管。大数据便利

了管理,但同时也面临着巨大挑战:如何挖掘有用的数据,海量数据的存储和管理,综合数据的可视化如何呈现,以及网络时代的信息安全,这些都是亟待攻克의 难关。

### 参考文献:

- [1] 中国矿物岩石地球化学学会. 关于我国西南石漠化地区生态环境治理工作的建议[J]. 学会, 2001(9): 10-11.
- [2] 马一琳. 南宁市岩溶地区石漠化动态分析[D]. 南宁: 广西大学, 2015.
- [3] 李森, 魏兴琥, 黄金国, 等. 中国南方岩溶区土地石漠化的成因与过程[J]. 中国沙漠, 2007, 27(6): 918-926.
- [4] 黎遗业, 覃朝膺. 广西喀斯特山区石漠化防治的对策和措施[J]. 广西民族师范学院学报, 2009, 33(S1): 97.
- [5] 解天. 从广西土地石漠化成因谈防治对策[J]. 中国国土资源经济, 2007, 20(6): 33-34.
- [6] 姚永慧. 中国西南喀斯特石漠化研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2014, 33(1): 76-84.
- [7] 伊文超. 基于“3S”技术的不同岩溶石漠化小流域水土流失研究[D]. 南宁: 广西师范大学, 2013.
- [8] 莫剑锋, 陆志星, 尹国平, 等. 新时期广西石漠化土地治理对策与建议[J]. 林业调查规划, 2015, 40(2): 143-148.
- [9] 廖娟. 基于全极化 SAR 数据的喀斯特地区石漠化遥感监测技术研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2016.
- [10] 喻琴. 基于决策树模型的喀斯特石漠化光谱信息自动提取研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2009.

(上接第 11 页)

### 参考文献:

- [1] 王海霞. 谈二阶抽样调查在林业资源监测中的应用[J]. 华东森林经理, 2003, 17(3): 31-33.
- [2] 中国国家经济贸易委员会. DL/T5093-1999 火力发电

厂岩土工程勘测资料整编技术规定[S].

- [3] 汪荣鑫. 数理统计[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1986.
- [4] 刘良才. 二阶等距抽样在造林验收中的应用[J]. 中南林业调查规划, 1990(3): 23-25.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.004

## 基于高分辨率遥感影像的林地变化图斑检测方法研究

卢鹏<sup>1</sup> 周菁<sup>2</sup> 王洪波<sup>3</sup>

(1. 贵州省林业调查规划院, 贵州 贵阳 550003; 2. 北京天目创新科技有限公司, 北京 100088;  
3. 贵州林业勘察设计有限公司, 贵州 贵阳 550003)

**摘要:**运用 eCognition 软件的阈值条件分类方法, 基于高分辨率遥感影像(高分二号)对研究区域的林地变化图斑进行检测, 其关键技术包括影像多尺度分割、影像分类、图斑合并、导出林地变化图斑等 4 个环节。研究表明, 该方法可以快速及时地获取林地变化图斑, 能有效运用在贵州省森林保护“六个严禁”工作中, 并可为森林资源遥感动态监测提供技术支撑。

**关键词:**林地变化; 图斑检测; eCognition 软件; 高分辨率遥感影像

中图分类号: S771.8; S758.61 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)01-0016-06

## Detection Techniques of Forestland Change Based on High-resolution Remote Sensing Image

LU Peng<sup>1</sup>, ZHOU Jing<sup>2</sup>, WANG Hongbo<sup>3</sup>

(1. Guizhou Institute of Forest Survey and Planning, Guiyang 550003, China; 2. Beijing Space Eye Innovation Technology Co., Ltd., Beijing 100088, China; 3. Forestry Survey Design Corporation of Guizhou Province, Guiyang 550003, China)

**Abstract:** Based on the threshold condition classification method of eCognition software, this paper used the high-resolution remote sensing image (GF-2) to detect the forestland change spots of the study area. The key detecting techniques include image multi-scale segmentation, image classification, spots merger and exporting forestland change spots. The results showed that the method detected the forestland change spots quickly and timely which could be used in the “six forbidden” work and provided technical support for the remote sensing dynamic monitoring of forest resources in Guizhou.

**Key words:** forestland change; spot detection; eCognition software; high-resolution remote sensing image

为深入贯彻落实贵州省委、省政府关于严禁盗伐滥伐林木、严禁掘根剥皮等毁林活动, 严禁非法采集野生植物、严禁烧荒野炊等容易引发林区火灾行为, 严禁擅自破坏植被从事采石采砂取土活动, 严禁擅自改变林地用途造成生态系统逆向演替的要求, 贵州省自 2014 年逐年开展森林保护“六个严禁”执

法专项行动, 严厉打击各类破坏森林资源的违法犯罪活动, 震慑违法犯罪行为, 有效保护森林资源、守住生态底线。

该专项行动利用最新遥感影像通过人工判读疑似占用和疑似采伐图斑, 建立疑似图斑库, 由县级主管部门组织人员进行外业现地摸排及核实, 形成案

收稿日期: 2017-10-10.

基金项目: 贵州省林业科研课题(黔林科合[2016]03号); 贵州省林业科研课题(黔林科合[2014]16号).

作者简介: 卢鹏(1983-), 男, 陕西商南人, 高级工程师, 硕士. 主要从事林业信息技术研究与应用工作. Email: 158263077@qq.com



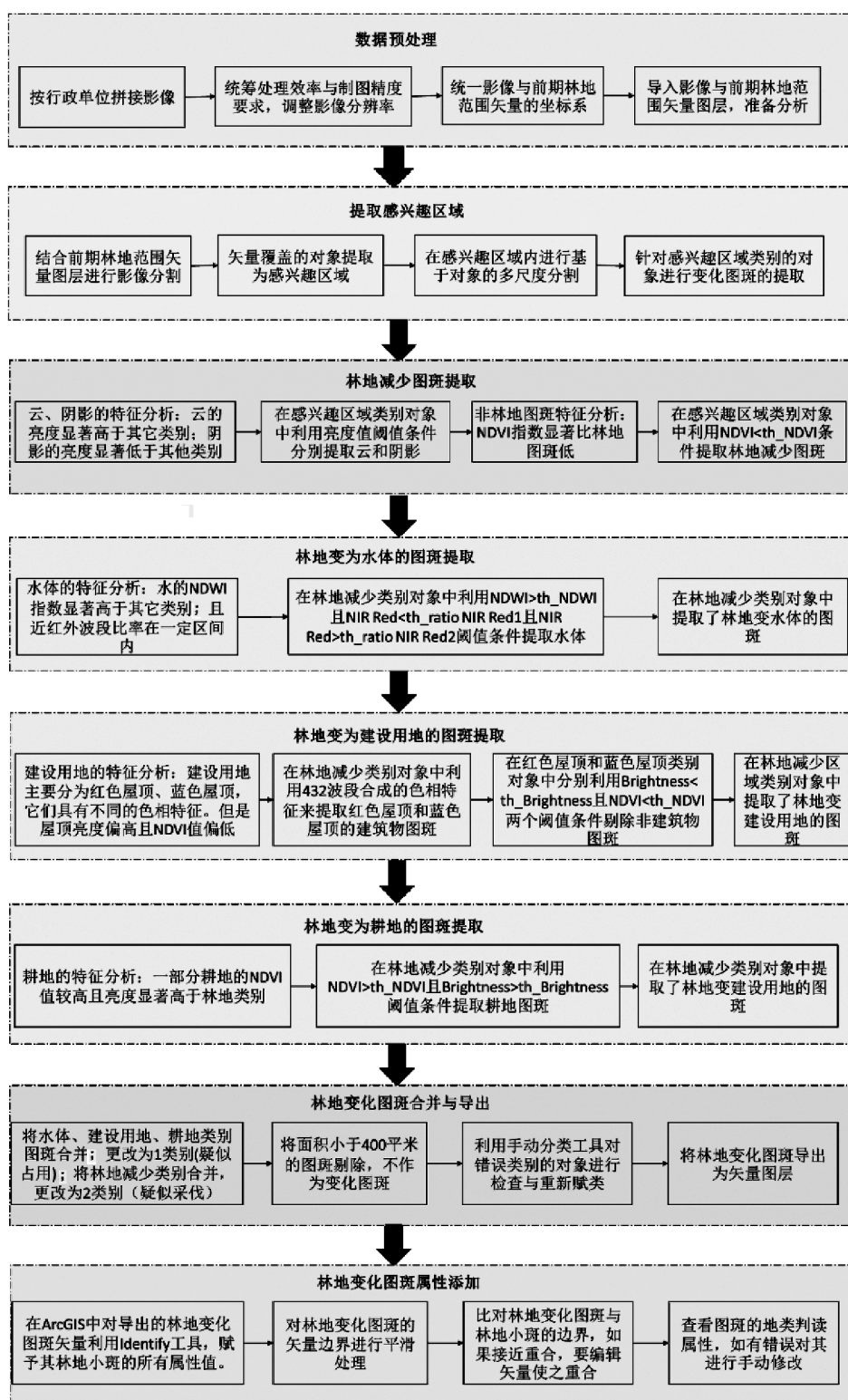


图1 林地变化图斑检测流程

Fig. 1 Process of detecting the forestland change spots

件管理数据库。本文尝试运用 eCognition 软件作为自动化解译工具, 辅助提取林地变化图斑, 实现大面积影像的变化图斑自动检测, 提高工作效率。

## 1 数据准备

矢量数据: 2009 年林地保护利用规划成果数据

库,2015 年林地变更成果数据库,县级行政界线。

栅格数据:2015 年和 2016 年高分一号遥感影像,分辨率为 2 m。

### 2 研究方法与流程

本文尝试运用 eCognition 软件,采用其基于面向对象的阈值条件分类方法对发生变化的林地图斑进行检测,具体流程如下:

1)数据预处理。拼接影像,对影像进行重采样处理,缩小影像数据量。统一 2015 年林地范围矢量文件与 2016 年影像的投影坐标系。

2)变化图斑解译。根据解译要求,建立检测方案,不断调整优化特征参数,获取最佳的解译结果。

3)分类后处理。对照 2016 年影像与 2015 年影像,检查变化图斑的检测结果,按最小检测图斑面积要求和图斑属性进行后处理,形成最终的检测结果。

### 3 关键技术探讨

林地变化图斑检测流程包括了影像多尺度分割、影像分类、图斑合并、导出结果 4 个环节。

#### 1)影像多尺度分割

影像多尺度分割耗时相对较长,其跟电脑性能、研究区域影像范围和分辨率有直接关系。对于 16G 内存的 i5-4210M,2.6GHz 的笔记本电脑来说,处理 1G 数据需要 1 h。因此在做影像多尺度分割时建议尽量使用高配置的电脑,以节约时间,提高效率。

影像多尺度分割过程中要根据影像分辨率和目标地物的尺寸大小来设置分割尺度,影像分辨率为 2 m 时,建议设置尺度为 30。如果分辨率更高,建议将尺度放大。相反,如果分辨率更低,建议将尺度缩小。

#### 2)影像分类

根据解译要求,制定解译方案。根据目标地物类型的影像特征开发自动解译规则集,结合业务要求,逐步进行方案测试和改进,最终打包为方便使用的解决方案。例如本文需要自动检测林地图斑变化为非林地图斑的情况,根据分析,其变化类型涉及:林地转化为水域、建设用地、耕地和未利用地 4 种情形。

eCognition 解决方案使用方法简单,只需要设置好参数之后点击按钮即可执行控件命令。用户需要按照顺序依次执行控件,每个控件都可以反复执行。在影像分类步骤中,如果不满意分类结果,可以使用“(可选)移除所有林地变化类别”控件,将所有对象的类别都恢复到原始林地范围中,再依次执行分类控件。

“(可选)移除所有林地变化类别”控件可帮助恢复到最初的分类状态,准备重新分类。

①提取林地减少图斑。利用 NDVI、亮度特征提取林地减少图斑。小于 NDVI 阈值的图斑为最初筛选的林地变化图斑,在这个基础上,再利用亮度值把阴影和云区剔除在外,如果提取结果出现变化图斑漏检的情形,再适当放宽条件,直至变化图斑检测的

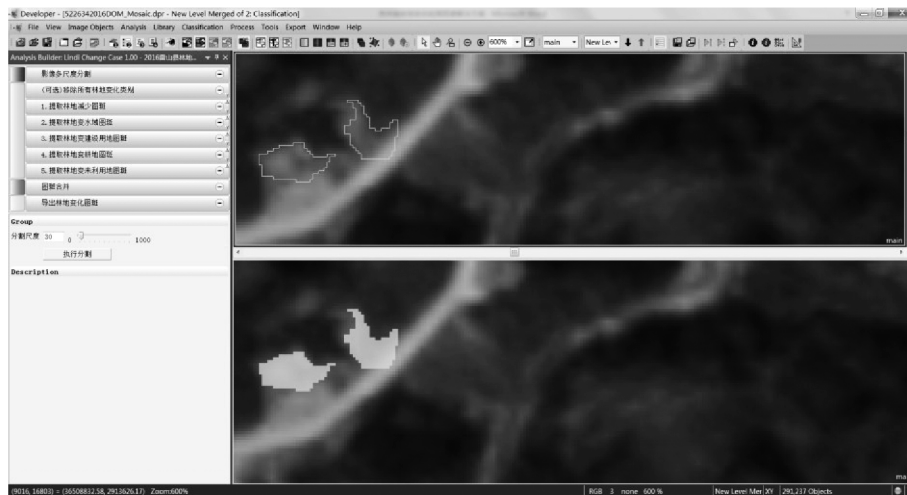


图 2 eCognition 解决方案工作界面

Fig. 2 Interface of eCognition software solution

图 3 影像多尺度分割控件

Fig. 3 Control of image multi-scale segmentation

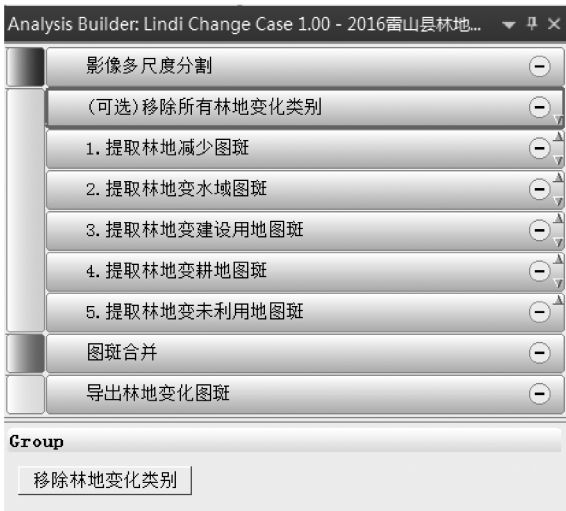
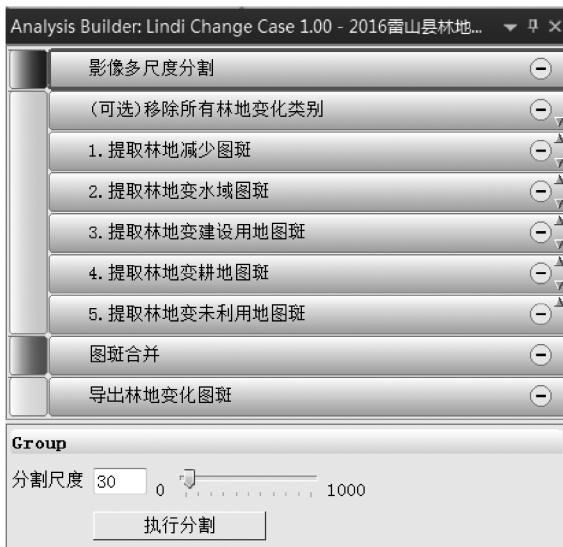


图 4 (可选)移除所有林地变化类别控件

Fig. 4 Control of removing all forestland change spots

正确率达到预期效果为止。

②提取林地变水域图斑。水域图斑的特征为 NDWI 值较大,且近红外波段值偏小。在林地减少图斑中可利用 NDWI 阈值以及近红外波段值区间范围来提取水域图斑。

③提取林地变建设用地图斑。主要采用色相、亮度和 NDVI 特征。建设用地主要分为白色、红色、蓝色屋顶的房屋和工矿用地等,它们的特征为在不

图 5 提取林地减少图斑控件

Fig. 5 Control of extracting spots involving forestland decrease

同颜色的色相值分别集中分布在一个区间范围内,亮度值很高,而 NDVI 除红色屋顶外都较低。其中建设用地的红色屋顶房屋从原始林地范围图斑中筛选,其它建设用地都从林地减少图斑中筛选而来。



图 6 提取林地变水域图斑控件

Fig. 6 Control of extracting spots involving forestland changing into waters



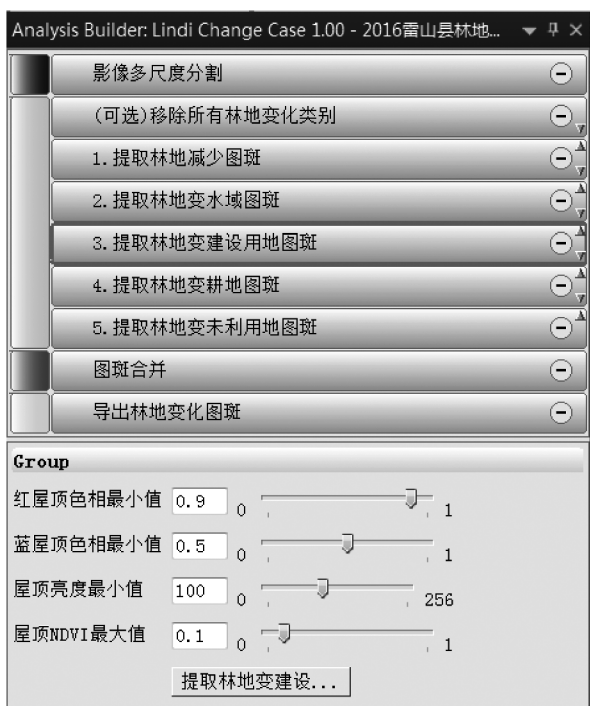


图 7 提取林地变建设用地图斑控件

Fig. 7 Control of extracting spots involving forestland changing into construction land

④提取林地变耕地图斑。耕地的特征为亮度值和 NDVI 值都很高,可通过亮度和 NDVI 值来提取林地范围内的耕地图斑。

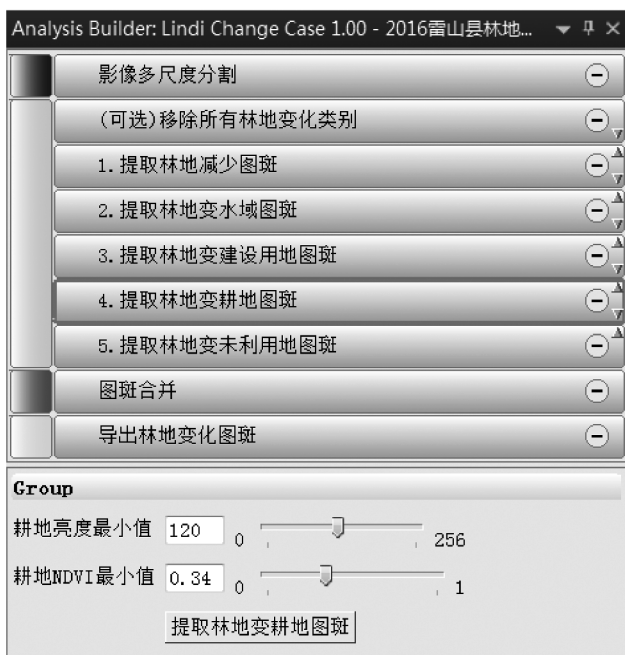


图 8 提取林地变耕地图斑控件

Fig. 8 Control of extracting spots involving forestland changing into cultivated area

⑤提取林地变未利用地图斑,此步骤将剩下的林地减少图斑全部划分到未利用地图斑中。

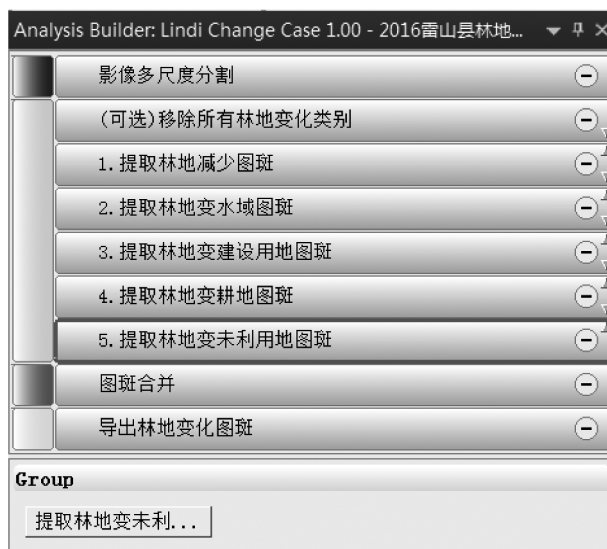


图 9 提取林地变未利用地图斑控件

Fig. 9 Control of extracting spots involving forestland changing into unused land

### 3) 图斑合并

按图斑提取最小面积要求,将面积小于 400 m<sup>2</sup> 的变化图斑全部删除;按林地变化类型对水域、建设用地、耕地、未利用地分类进行图斑合并。

### 4) 导出林地变化图斑

解决方案中的最后一步是导出林地变化图斑,这一步将把分类结果导出为矢量文件,存放到的与影像相同的根目录下一个命名为 results 的文件夹里。用户可以将解译结果导入到 ArcGIS 中进行后处理。

### 5) 检测结果

按上述林地变化图斑自动检测方案,对研究区域林地变化图斑进行提取,得到研究区域 400 m<sup>2</sup> 以上的由林地变化为水域、建设用地、耕地和未利用地的图斑;将导出的林地变化图斑在 ArcGIS 中进行属性编辑、边界平滑、矢量重塑等后处理操作,正确处理变化图斑与林地矢量边界的拓扑关系,最终获取研究区域真正的林地变化图斑。

## 4 结论与建议

文章运用 eCognition 软件提供的阈值条件分类方法,对研究区域内的林地变化图斑进行提取,主要针对对象特征来进行分类控制,并利用林地年度变





图 10 图斑合并控件

Fig. 10 Control of spots merger

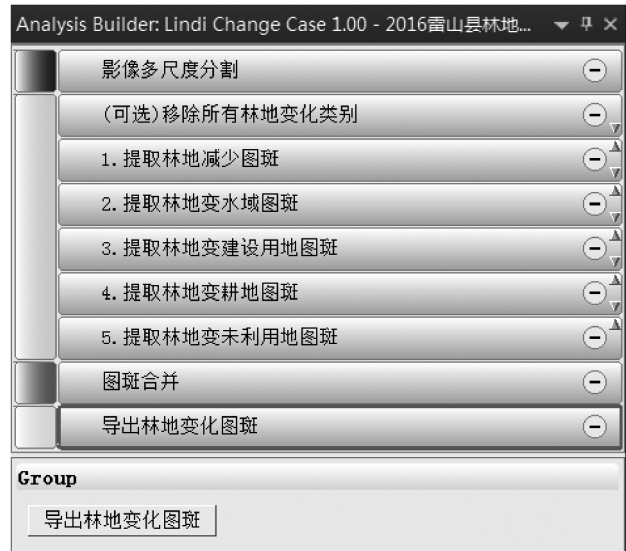


图 11 导出林地变化图斑控件

Fig. 11 Control of exporting forestland change spots

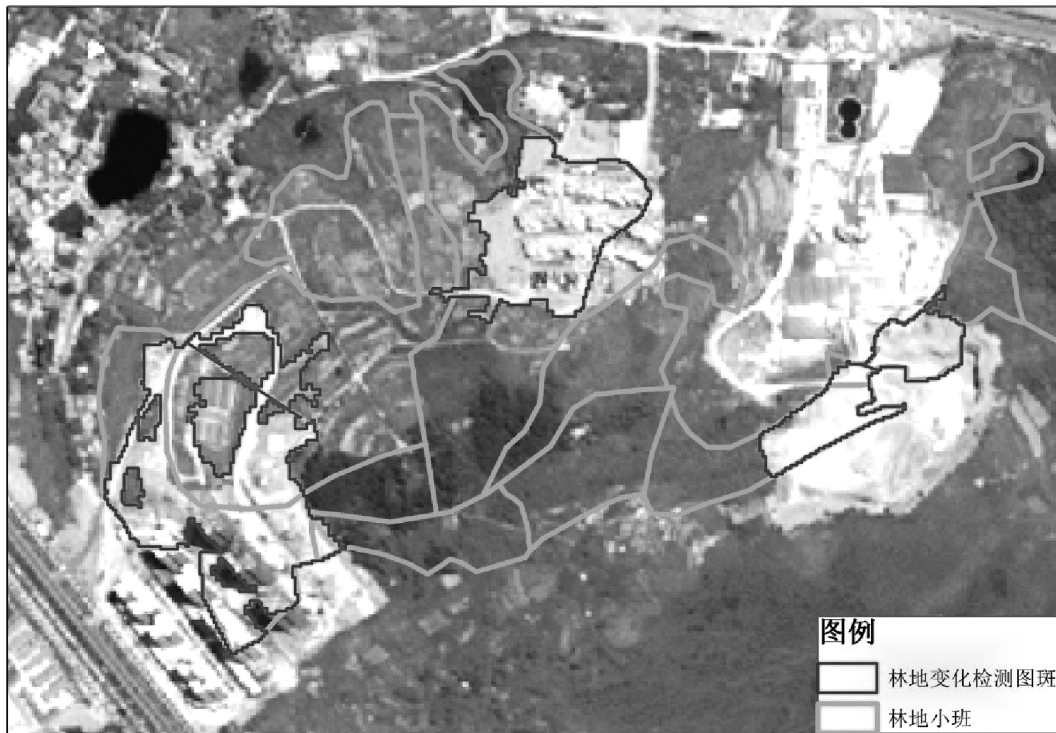


图 12 林地变化图斑检测效果

Fig. 12 Effects of detecting the forestland change spots

更的地面调查数据来指导分类,取得了较好的分类效果。研究表明,eCognition 解决方案可以帮助用户快速进行变化图斑的自动检测,具有较高精度,且无

需进行拓扑检查,可以显著提高工作效率,减少人工成本。但影像尺度分割和分类过程对电脑性能要求 (下转第 29 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.005

## 基于 MaxEnt 模型的四川省红豆杉潜在分布区分析及 适宜性评价

李 灿<sup>1,3</sup> 刘贤安<sup>1,4</sup> 王 娟<sup>2,4</sup> 彭培好<sup>2,3,4</sup> 邵怀勇<sup>1,3</sup> 仙 巍<sup>5</sup>

(1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059; 2. 成都理工大学旅游与城乡规划学院, 四川 成都 610059;  
3. 国土资源部地学空间信息技术重点实验室, 四川 成都 610059; 4. 成都理工大学生态资源与景观研究所,  
四川 成都 610059; 5. 成都信息工程大学资源环境学院, 四川 成都 610225)

**摘要:**以全国第二次重点保护野生植物资源调查中 201 个红豆杉分布点为基础数据源, 筛选 31 个影响红豆杉分布的环境变量, 应用 MaxEnt 最大熵模型, 结合 ArcGIS 地理信息系统, 划定四川省红豆杉潜在分布区并进行适宜性评价。结果表明, 红豆杉在四川省的最适生区域面积为 11 508.75 km<sup>2</sup>, 占全省面积的 2.37%; 适生区域面积为 13 340.49 km<sup>2</sup>, 占全省面积的 2.75%; 较适生区域面积为 12 099.53 km<sup>2</sup>, 占全省面积的 2.49%; 不适生区域面积为 448 368.74 km<sup>2</sup>, 占全省面积的 92.39%; 最适生、适生及较适生区域主要位于茶坪山、龙门山、大巴山、华蓥山、大娄山、大相岭及邛崃山等盆周山地边缘。31 个影响红豆杉分布的环境变量中, 海拔、年均温、7 月降水量、昼夜温差月均值、最冷季均温、降水量变异系数、最冷月最低温、坡度、3 月光照强度、7 月均温、最干季均温及 11 月均温是对红豆杉分布有主要影响的 12 个环境变量。红豆杉最适生环境为气候较为温暖, 年均温 7.5~15℃, 昼夜温差月均值为 7~10℃, 海拔 1 000~2 400 m, 降水量充沛, 7 月降水量 50~160 mm, 降水量变异系数为 50~75, 光照充足, 3 月光照强度为 11 000~12 200 KJ/m<sup>2</sup>·d 的亚热带地区且植被覆盖率较高的山沟或山林中。

**关键词:**MaxEnt 模型; 红豆杉; 潜在分布区; 适宜性评价; 环境变量; 四川省

中图分类号: S791.49; S717.1; S718.5 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)01-0022-08

## Potential Distribution and Habitat Suitability Assessment of *Taxus chinensis* Based on MaxEnt in Sichuan Province

LI Can<sup>1,3</sup>, LIU Xianan<sup>1,4</sup>, WANG Juan<sup>2,4</sup>, PENG Peihao<sup>2,3,4</sup>, SHAO Huaiyong<sup>1,3</sup>, XIAN Wei<sup>5</sup>

(1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. College of Tourism and Urban-Rural Planning, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 3. Key Laboratory of Geoscience Spatial Information Technology Ministry of Land and Resources, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 4. Institute of Ecological Resources and Landscape, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 5. College of Resources and Environment, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** A total of 31 environmental variables that affected the distribution of *Taxus chinensis* were

收稿日期: 2017-08-28.

基金项目: 四川省林业厅全国第二次重点保护野生植物资源调查项目(80303-KZZ031); 国家自然科学基金: “草原牧区资源环境承载力时空过程分析和预警”(编号: 41401659).

作者简介: 李 灿(1993-), 男, 河北邯郸人, 硕士研究生. 主要从事“3S”技术与资源环境遥感评价研究. Email: lc1993926@sina.com

通信作者: 彭培好(1963-). Email: peihaop@163.com

selected based on the data source from the 201 localities of *Taxus chinensis* found in the second national survey of key wild plant resources in Sichuan to designate and evaluate the potential distribution areas of *Taxus chinensis* in Sichuan by using the maximum entropy model (MaxEnt) and the ArcGIS geographic information system. The results indicated that for the growth of *Taxus chinensis*, the most suitable area was 11508.75089 km<sup>2</sup>, accounting for 2.37% of the total area of Sichuan, the suitable area was 13340.48764 km<sup>2</sup>, accounting for 2.75%, the relatively suitable area was 12099.52738 km<sup>2</sup>, accounting for 2.49%, the unsuitable area was 448368.7435 km<sup>2</sup>, accounting for 92.39%. and the most suitable, suitable and relatively suitable areas were mainly distributed at the edge of the mountain regions around Sichuan Basin, such as Chaping Mountains, Longmen Mountains, Daba Mountains, Huaying Mountains, Dalou Mountains, Daxiangling Mountains and Qionglai Mountains. 12 environment variables had the major impact on the distribution of *Taxus chinensis*, including the altitude, the annual temperature, the precipitation in July, the mean diurnal temperature range, the average temperature in the coldest season, the precipitation variation coefficient, the lowest temperature in coldest season, the slope, the solar radiation in March, the average temperature in July, the average temperature in the driest season and the average temperature in November. The most suitable environment for *Taxus chinensis* was mountains or ravines with high plant coverage rate in subtropical region where required the comparatively warm climate with 7.5~15 °C in annual mean temperature and 7~10°C in the mean diurnal temperature range, 1000~2400 meters above sea level, the abundant precipitation, 50 ~ 160 mm precipitation in July, 50~75 precipitation variation coefficient, the adequate light, and 11 000~12 200 KJ/m<sup>2</sup> · d solar radiation in March.

**Key words:** MaxEnt model; *Taxus chinensis*; potential distribution area; habitat suitability assessment; environmental variables; Sichuan province

红豆杉是世界上公认的天然珍稀抗癌植物,属于历经第四纪冰川遗留下来的古老孑遗物种,国家 I 级重点保护植物<sup>[1]</sup>。由于其自身巨大的经济价值,常面临盗挖滥伐,保护迫在眉睫。目前,对红豆杉的研究主要集中在遗传学<sup>[2,3]</sup>、组织培育<sup>[4,5]</sup>、药用开发<sup>[6,7]</sup>等方面;针对四川省红豆杉,仅有蔡小虎等<sup>[8]</sup>对种群结构和动态的初步研究,未见利用生态学原理预测潜在分布区的研究实例。已知植物潜在分布区预测的生态学模型主要有生态位因子分析模型、环境包络模型、基于遗传算法的规则组合预测模型、MaxEnt 模型、BIOCLIM 模型及 DOMAIN 模型等。其中,基于 MaxEnt 模型的野生植物潜在分布区预测结果较其他模型优势明显,即使在物种分布数据残缺的情况下,该模型仍具有良好的预测效果和可信度,并在国内外珍稀植物物种,如伯乐树、独叶草、南方红豆杉<sup>[9-11]</sup>等的潜在分布区预测分析方面有广泛的研究。本研究应用 MaxEnt 模型,结合 ArcGIS 地理信息系统,对四川省红豆杉的潜在分布区域进行预测、分析及适宜性评价,为红豆杉资源保护、人工栽培、药用开发等提供参考依据,对珍稀植物资源保护与合理开发利用具有重要的指导意义与参考价值。

## 1 数据与方法

### 1.1 数据来源

#### 1.1.1 分布点数据

红豆杉的实际分布数据来源于四川省全国第二次重点保护野生植物资源调查项目中 201 个红豆杉分布点,主要位于盆周山地边缘及四川盆地向川西北高原过渡的河谷深切区(图 1)。

#### 1.1.2 环境数据

气候数据来源于世界气候数据库 WorldClim (<http://www.worldclim.org/>)网站,共有 28 种气候变量,其中包括符合植物生态学特征的 19 种生物气候变量(bio1-19)和 9 种单月气候变量,即 3 月均温(tmean3)、7 月均温(tmean7)、11 月均温(tmean11)、3 月光照强度(solar3)、7 月光照强度(solar7)、11 月光照强度(solar11)、3 月降水量(prec3)、7 月降水量(prec7)及 11 月降水量(prec11),分别代表一年中具有等时间间隔的 3 个不同季节的气温、光照及降水量对植物生长的影响;月平均气温主要影响植物蒸腾作用,光照强度反映了光合作用的强弱,降水量制约植物根系对水分及其他营养物质的吸收利用。气候数据时间跨度为

1960—2000 年,图层分辨率 30 弧秒,空间分辨率 1 km×1 km。3 种地形变量包括海拔(dem)、坡度(slope)、坡向(aspct),海拔与气温、氧气含量、气压等关系密切,对植物生长影响显著,坡度、坡向体现了太阳光照条件;dem 来源于地理空间数据云(http://www.gscloud.cn/search) STRM30 m 高程数据(单位 m),坡度、坡向使用 ArcGIS 空间分析工具 spatial analyst tools 生成(表 1)。

表 1 变量类型

Tab. 1 Types of variables

变量类型	变量简称	描述
	bio-1	年均温
	bio-2	昼夜温差月均值
	bio-3	等温性(BIO2/BIO7) (* 100)
	bio-4	温度季节性变化的标准差
	bio-5	最暖月最高温
	bio-6	最冷月最低温
	bio-7	年均温变化范围(BIO5- BIO6)
	bio-8	最湿季度均温
	bio-9	最干季度均温
	bio-10	最暖季均温
	bio-11	最冷季度均温
生物气候 变量	bio-12	年均降水量
	bio-13	最湿月降水量
	bio-14	最干月降水量
	bio-15	降水量变异系数
	bio-16	最湿季度降水量
	bio-17	最干季度降水量
	bio-18	最暖季度降水量
	bio-19	最冷季度降水量
单月气候 变量	tmean-3、tmean-7、 tmean-11	3、7、11 月均温
	solar-3、solar-7、so- lar-11	3、7、11 月光照强度
	prec-3、prec-7、prec- -11	3、7、11 月降水量
地形因子 变量	dem	海拔
	slope	坡度
	aspect	坡向

### 1.1.3 地图数据

2012 年中国电子地图,包含四川省各市(州)的

属性数据,使用 ArcGIS 选中四川省行政区划矢量面状界线并输出,用于环境数据栅格图层的裁剪等处理;2010 年四川省土地利用图,用于潜在分布区结果辅助验证与分析。

## 1.2 数据处理

### 1.2.1 环境栅格数据处理

环境数据栅格图层使用 ArcGIS 的处理工具转换为具有相同地理坐标系(WGS84 坐标)、空间范围和像元大小的栅格数据;并将处理结果转换为 ASC II(asc 格式)文件备用。

### 1.2.2 MaxEnt 模型预测

MaxEnt 模型的核心是充分利用不完全信息来推断未知信息,将已知信息作为约束条件,进而求出概率分布满足熵值最大化的条件。采用该模型进行预测时,不做倾向性假设,在确保已有信息不丢失前提下,当熵值最大时,冗余信息被排除,使得未知信息不确定性降低。假设随机变量  $\alpha$ , 包含  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ ,  $n$  种可能, 则其熵值:

$$H(\alpha) = -\sum_{i=1}^n P_i \log \frac{1}{P_i} = -\sum_{i=1}^n P_i \log P_i \quad (1)$$

式(1)中: $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  为每种出现的概率。

利用某物种的分布数据结合分布区域环境变量,计算物种分布规律的最大熵值,该物种潜在分布适宜性区划即熵最大时该物种的概率分布。将红豆杉分布点数据(csv 格式)与环境数据(asc 格式)导入最大熵模型预测软件 MaxEnt3.3.3,参照 Roberto 等<sup>[12]</sup>对研究数据的处理方法,软件设置中选择开启刀切法,并随机选择 25% 的分布点作为测试集,75% 的分布点作为训练集,数据循环计算 10 次,用于模型预测结果的交叉验证;其他设置选择软件默认值,预测结果选择输出为 ASC II(asc 格式)文件,该文件可以转换为栅格图层用于处理分析。图层每一个像元代表该像元对应实际区域的适生指数,数值范围为 0~1。使用重分级工具将预测结果栅格图层分为 4 个适生等级。

### 1.2.3 预测结果精度评定

采用受试者操作特性曲线 ROC 分析法进行模型精度验证。该方法通过计算曲线与横坐标围成的面积即 AUC 值判断模型预测精度。依据 Hanley 等<sup>[13]</sup>对模型预测精度判断标准的研究,当 AUC 值为 0.50~0.60 时说明预测效果为失败,为 0.60~0.70 时预测效果为较差,为 0.70~0.80 时预测效果为一般,为 0.80~0.90 时预测效果为较好,为 0.90~1.00 时预测效果为很好。一般而言,当 AUC



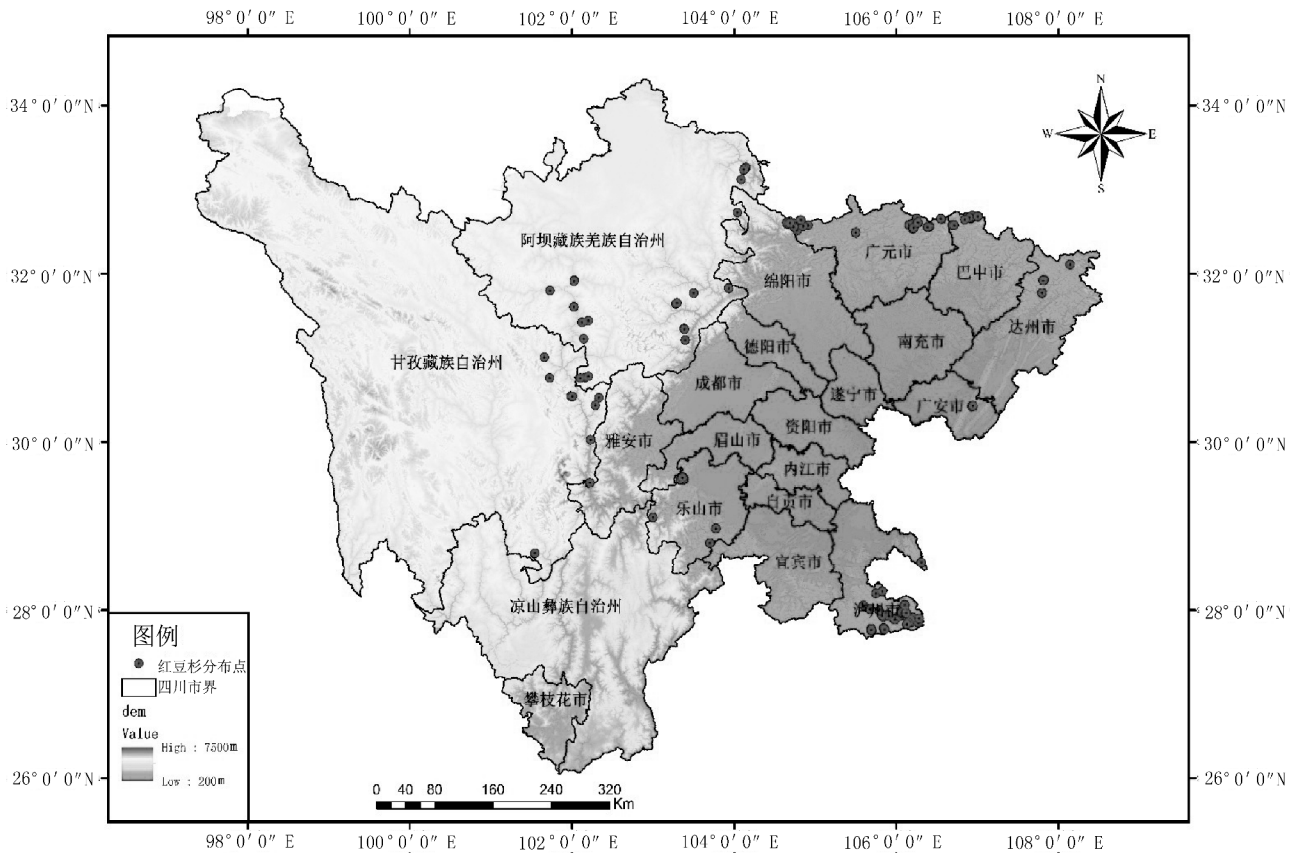


图 1 四川省红豆杉分布区

Fig. 1 Distribution area of *Taxus chinensis* in Sichuan Province

值>0.9 时,预测结果精度较高,预测结果可以采用(图 2)。

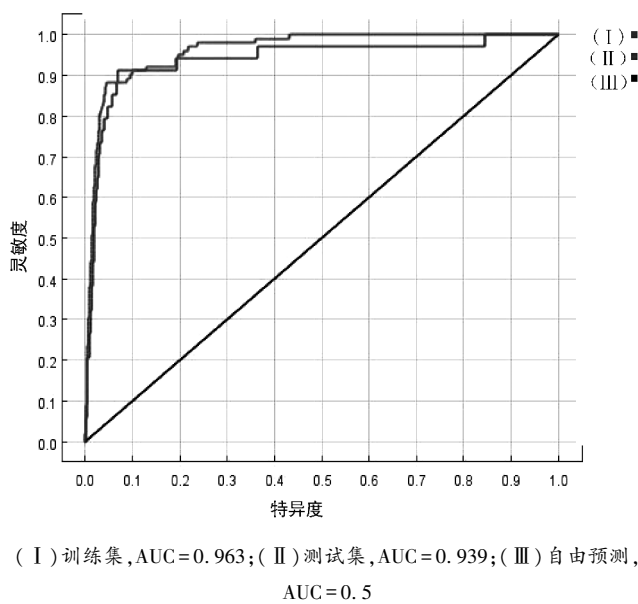


图 2 四川省红豆杉预测的 ROC 曲线

Fig. 2 Predicted ROC curves of *Taxus chinensis* in Sichuan Province

## 2 结果与分析

### 2.1 红豆杉潜在分布区预测模拟

根据 MaxEnt 模型生成的受试者操作特性曲线 ROC 可知,该预测过程产生的 AUC 值高达 0.963,完全满足预测精度要求,说明通过该模型预测四川省红豆杉潜在分布区范围具有很高的可信度。对红豆杉潜在分布区进行适生等级评定,应用 ArcGIS 的 Reclass 重分级工具,采用人工(Manual)分级方法,将预测结果分为 4 个等级,适生指数在 0~0.2 为不适生区,0.2~0.3 为较适生区,0.3~0.5 为适生区,0.5~1.0 为最适生区。对各个适生等级的面积进行分类计算与统计,可得四川省红豆杉不适生区域面积为 448 368.74 km<sup>2</sup>,占全省面积的 92.39%;较适生区域面积为 12 099.53 km<sup>2</sup>,占全省面积的 2.49%;适生区域面积为 13 340.49 km<sup>2</sup>,占全省面积的 2.75%;最适生区域面积为 11 508.75 km<sup>2</sup>,占全省面积的 2.37%(图 3)。

红豆杉适生区域主要出现在阿坝藏族羌族自治州东部、甘孜藏族自治州东部、雅安市西北部、眉山

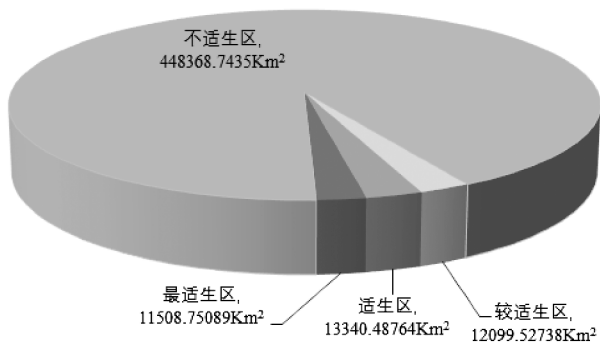


图 3 四川省红豆杉各适生等级区域面积

Fig. 3 Distribution area of different suitable levels of *Taxus chinensis* in Sichuan province

市西南部、乐山市西南部、凉山彝族自治州东北部、宜宾市东南部、泸州市东部、广安市中部、达州市北部、巴中市北部、广元市北部、绵阳市西北部、德阳市西北部及成都市西部,整体而言,主要位于茶坪山、龙门山、大巴山、华蓥山、大娄山、大相岭及邛崃山等盆周山地边缘。盆地内资阳市、内江市、自贡市、遂宁市及南充市,川西高原甘孜藏族自治州中部及阿坝藏族羌族自治州北部,横断山区凉山彝族自治州及攀枝花市基本无红豆杉适生区域,可见红豆杉多适生于中海拔地区,海拔过低或过高都不宜生长(图 4)。

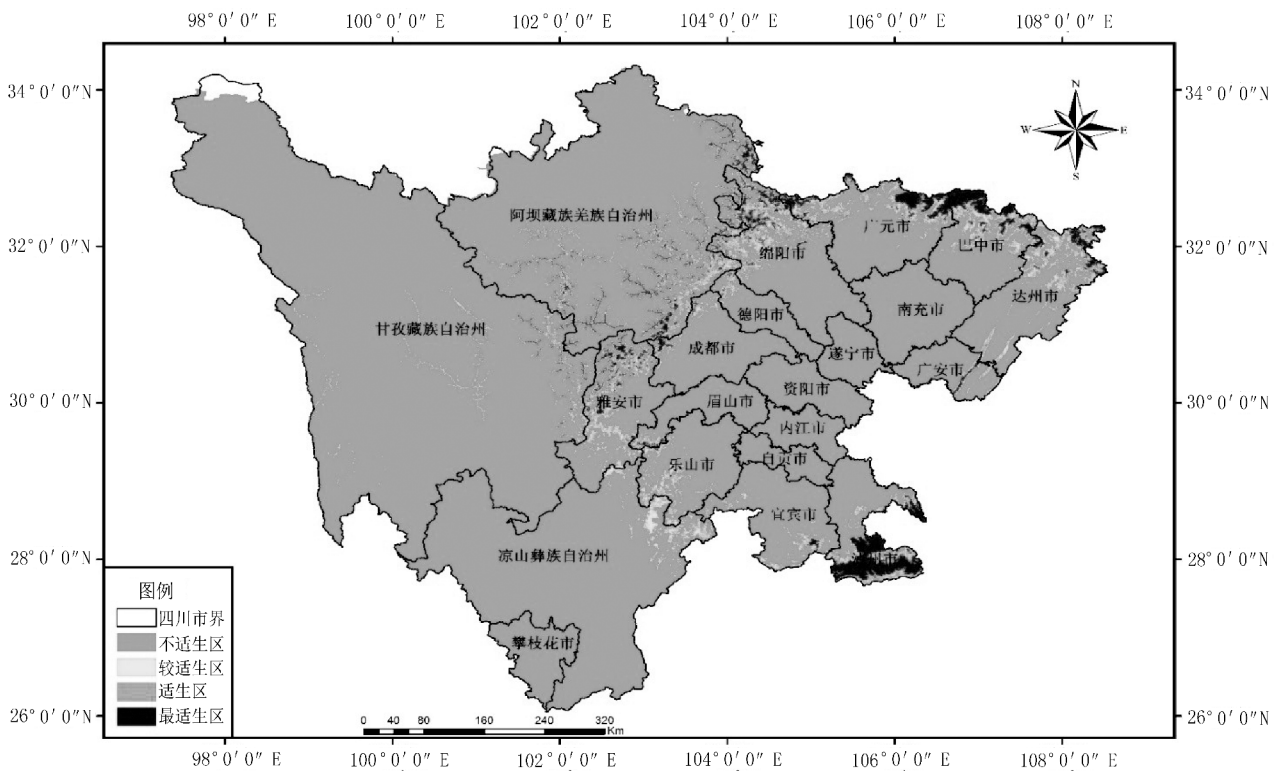


图 4 四川省红豆杉适生区

Fig. 4 Suitable distribution area of *Taxus chinensis* in Sichuan Province

MaxEnt 模型在分布点极少的情况下也有较高的预测精度,201 个分布点基本覆盖了四川省有红豆杉分布且人员可到达或点位信息可获得的全部区域,分布点数量满足要求。分析红豆杉采样点与生态适宜性区划图,共有 186 个分布点位于最适生、适生及较适生区域,占总数的 92.54%。由于现实情况的复杂性,调查中未能采样的区域,模型同样预测出了大范围潜在分布区,可见预测所得四川省红豆杉生态适宜性区划是综合分析分布点区域 31 种环境变量得出的结果。红豆杉采样点的空间分布与密

度主要取决于调查范围和难度,不代表潜在分布状况。同时,将生态适宜性区划图结合 2010 年四川省土地利用图,对红豆杉较适生区、适生区及最适生区分别与森林、灌木地 2 种植被土地利用区域矢量图层进行叠置分析,结果可得,较适生区森林面积为 9 565.43 km<sup>2</sup>,灌木地面积为 15.06 km<sup>2</sup>,分别占较适生区面积的 79.06% 和 0.12%;适生区森林面积为 11 139.92 km<sup>2</sup>,灌木地面积为 7.50 km<sup>2</sup>,分别占适生区面积的 83.50% 和 0.06%;最适生区森林面积为 9 007.32 km<sup>2</sup>,灌木地面积为 7.52 km<sup>2</sup>,分别

占最适生区面积的 78.26% 和 0.07%; 可见, 红豆杉适宜生长区域大多位于森林, 即乔木覆盖且树冠盖度超过 30% 的植被覆盖率较高区域, 这与野外调查实践结果一致, 仅有极少部分位于灌木地区, 符合红豆杉生长特性。这进一步验证了四川省红豆杉适生区域预测结果具有很高的可信度, 预测精度符合要求。

### 2.2 环境变量贡献率分析

通过 MaxEnt 模型刀切法分析环境变量影响权重并计算(图 5)可得 31 种环境变量对四川省红豆杉潜在分布区域影响的贡献率。影响红豆杉分布的主要环境变量有 12 种, 贡献率由高到低依次为海拔(16.8%)、年均温(13.9%)、7 月降水量(11.9%)、昼夜温差月均值(11%)、最冷季度均温(10.9%)、降水量变异系数(6.2%)、最冷月最低温(6.1%)、坡度(5.1%)、3 月光照强度(4.2%)、7 月均温(3.6%)、最干季度均温(3%) 及 11 月均温(2.1%)。这 12 种环境变量的累计贡献率达 94.8%, 其中气候变量累计贡献率为 72.9% (温度 50.6%, 降水量 18.1%, 光照 4.2%), 地形变量累计贡献率为 21.9% (海拔 16.8%, 坡度 5.1%)。由此可知, 温度对红豆杉的生长影响最大, 其次是地形、降水量及光照强度等气候环境变量。

### 2.3 主要环境变量分析

对红豆杉生长有主要影响的环境变量是温度, 其次是地形、降水量及光照强度。因此, 对温度变量中的年均温, 降水量变量中的 7 月降水量、降水量变异系数, 光照强度变量中的 3 月光照强度, 地形变量中的海拔共 6 种环境变量响应曲线进行分析, 探讨各环境变量与红豆杉之间的生态学联系。参考郭杰等<sup>[14]</sup>在药用植物党参全球潜在分布区研究中的范例, 即认为当存在概率大于 0.5 时, 该变量数值范围适宜红豆杉生长。

年均温对红豆杉生长的贡献率最大, 达 13.9%, 其次是昼夜温差月均值, 贡献率为 11%。当年均温低于 0℃ 时, 红豆杉的存在概率趋近于 0, 年均温大于 0℃ 时存在概率快速上升, 在 11℃ 左右达到峰值; 当年均温范围处于 7.5~15℃ 时, 存在概率大于 0.5, 说明该温度范围适宜红豆杉生长; 当年均温大于 15℃ 时, 存在概率快速下降, 说明年均温大于 15℃ 的环境不适宜红豆杉生长。昼夜温差月均值范围在 7~10℃ 时存在概率大于 0.5, 说明该昼

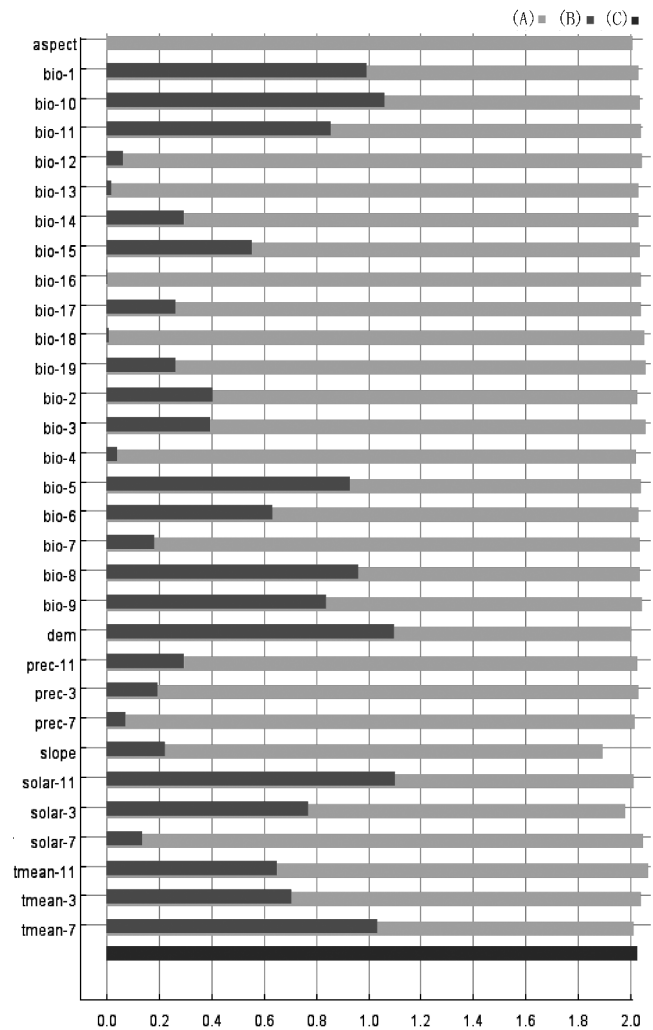


图 5 各环境变量影响权重

Fig. 5 Weight of all environment variables

夜温差范围较适宜红豆杉生长。

海拔的贡献率为 16.8%, 同时在 31 种单一环境变量中贡献率最高, 说明海拔对红豆杉的生长有显著影响。海拔范围在 1 000~2 400 m 时有利于红豆杉生长, 在 1 300 m 左右存在概率达到峰值, 说明红豆杉最适宜在中海拔地区生长; 海拔小于 1 000 m 或大于 2 400 m 时存在概率快速下降, 说明这 2 个海拔段不利于红豆杉生长。

7 月降水量贡献率最大为 11.9%; 其次, 降水量变异系数为 6.2%。7 月降水量范围在 50~160 mm 时较适宜红豆杉生长, 存在概率在 100 mm 左右达到峰值, 降水量大于 160 mm 时存在概率快速下降, 说明降水量过大也不利于红豆杉生长。降水量变异系数范围在 50~75 时最适宜红豆杉生长。

3 月光照强度贡献率为 4.2%。3 月光照强度

在  $9\ 000\ \text{KJ}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$  以下时,红豆杉存在概率趋近于 0,大于  $9\ 000\ \text{KJ}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$  时,存在概率快速上升,在  $11\ 900\ \text{KJ}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$  左右达到峰值。3 月光照强度范围在  $1\ 1000 \sim 12\ 200\ \text{KJ}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$  时,存在概率大于

0.5,说明该光照强度范围最适宜红豆杉生长;当 3 月光照强度大于  $14\ 000\ \text{KJ}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$  时,红豆杉存在概率快速下降并逐步趋近于 0,说明大于该光照强度不适宜红豆杉生长(图 6)。

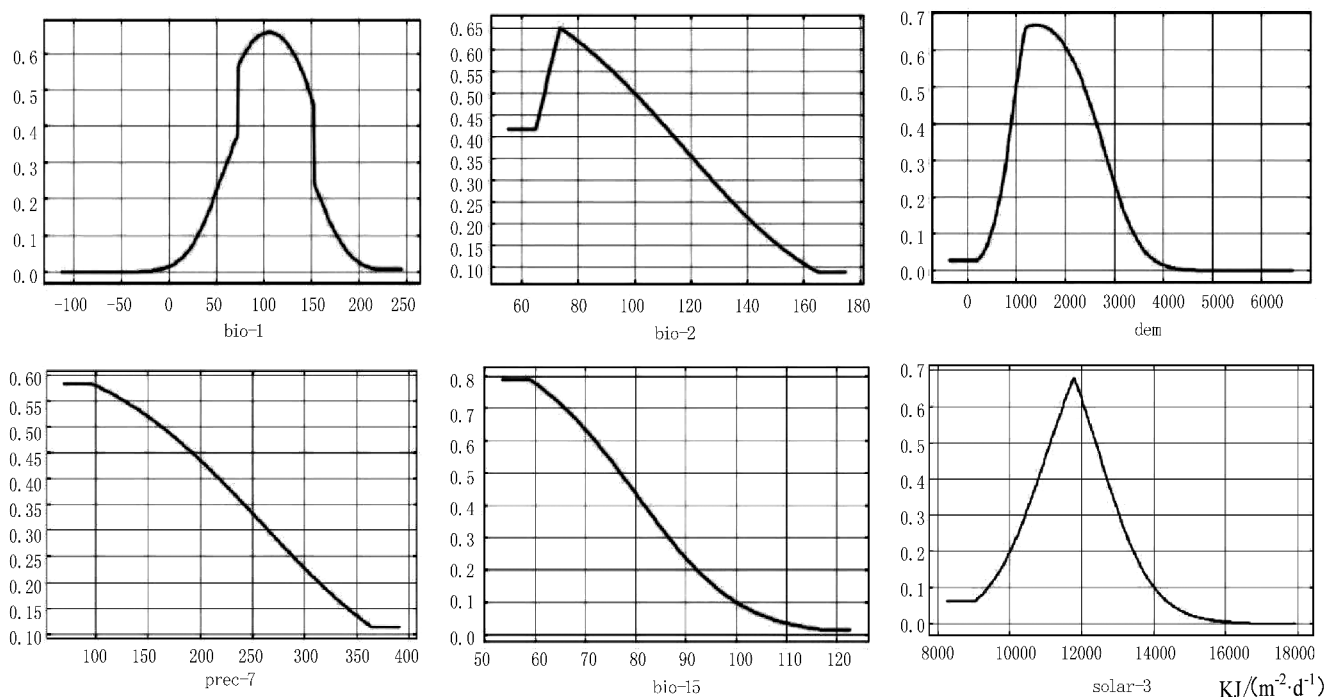


图 6 主要环境变量下的红豆杉存在概率

Fig. 6 Distribution probability of *Taxus chinensis* in dominant environment variables

以存在概率大于 0.5 为标准,其余 6 种环境变量适宜范围分别为:最冷季度均温  $-1 \sim 4^\circ\text{C}$ ,最冷月最低温  $-9 \sim 0^\circ\text{C}$ ,坡度  $0.3 \sim 2.0 \times 10^6$ ,7 月均温  $15 \sim 25^\circ\text{C}$ ,最干季度均温  $-1 \sim 4^\circ\text{C}$ ,11 月均温  $2 \sim 9^\circ\text{C}$ 。

### 3 讨论与结论

本研究应用 MaxEnt 模型,结合 ArcGIS 地理信息系统,最终明确了四川省红豆杉的潜在分布范围和适生环境。研究可得:

1) 红豆杉在四川省的最适生区域面积为  $11\ 508.75\ \text{km}^2$ ,占全省面积的 2.37%;适生区域面积为  $13\ 340.49\ \text{km}^2$ ,占全省面积的 2.75%;较适生区域面积为  $12\ 099.53\ \text{km}^2$ ,占全省面积的 2.49%;不适生区域面积为  $448\ 368.74\ \text{km}^2$ ,占全省面积的 92.39%;最适生、适生及较适生区域主要位于茶坪山、龙门山、大巴山、华蓥山、大娄山、大相岭及邛崃山等盆周山地边缘。

2) 31 个影响四川省红豆杉分布的环境变量中,

海拔、年均温、7 月降水量、昼夜温差均值、最冷季度均温、降水量变异系数、最冷月最低温、坡度、3 月光照强度、7 月均温、最干季均温及 11 月均温是对红豆杉分布有主要影响的 12 个环境变量,这与万基中等<sup>[11]</sup>对与红豆杉同属的南方红豆杉主要影响环境变量分析结果吻合。本研究增选了地形变量、单月降水量变量及光照强度变量,因此,对红豆杉适生环境的分析更为全面。研究表明,海拔与单月降水量对四川省红豆杉的分布也有很大影响。土壤等变量对红豆杉生长的影响有待进一步考证。

3) 红豆杉最适生环境为气候较为温暖,年均温  $7.5 \sim 15^\circ\text{C}$ ,昼夜温差均值为  $7 \sim 10^\circ\text{C}$ ;海拔  $1\ 000 \sim 2\ 400\ \text{m}$ ;降水量充沛,7 月降水量  $50 \sim 160\ \text{mm}$ ,降水量变异系数为  $50 \sim 75$ ;光照充足,3 月光照强度  $11\ 000 \sim 12\ 200\ \text{KJ}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$  的亚热带地区,植被覆盖率较高的山沟或山林中。该结论与于海彬等<sup>[15]</sup>对西藏红豆杉适生环境研究部分结果保持一致。

据此结果,决策人员能够科学有效地获取四川省红豆杉未知分布区域,划定自然保护区,扩展保护



空间范围,弥补保护漏洞,避免生境破碎化对红豆杉种群稳定产生的不利影响;研究所得最适生区能够明确红豆杉重点保护区域范围,加大对重点区域的监督管理力度,避免盲目保护,最大程度地减少人为破坏与干扰,同时为红豆杉人工繁育放归与种植救护承载地选址提供参考;主要环境变量分析数值范围可为红豆杉繁育种植区域营造仿野生生长环境提供参考依据,使红豆杉生长在合适的环境,促进红豆杉增量高产,从而减轻保护压力,实现资源合理开发利用。

### 参考文献:

- [1] 环境保护部和中国科学院. 中国生物多样性红色名录高等植物卷[Z]. 2013.
- [2] 李丽琴,付春华,赵春芳,等. 红豆杉脱分化过程中的遗传和表观遗传变异[J]. 植物生理学通讯,2009(6):544-548.
- [3] 郑超,别庆铃,夏冰,等. 4种红豆杉属植物遗传多样性和遗传关系的 RAPD 分析[J]. 植物资源与环境学报,2013(3):58-62.
- [4] 王俊丽,刘海英,王林,等. 红豆杉组织培养及其产物紫杉醇研究进展[J]. 生物技术,2007,17(3):89-92.
- [5] 李丽,张湮帆,何康,等. 两种红豆杉植物的愈伤组织培养及褐化抑制[J]. 复旦学报(自然科学版),2006(6):702-707.
- [6] 方应权,谢仲德,陈鸿源. 川东地区南方红豆杉药用部位紫杉醇含量变化研究[J]. 时珍国医国药,2012(9):2237-2238.
- [7] 张静. 植物红豆杉的抗癌药用价值研究[J]. 中国药业,2014(1):1-3.
- [8] 蔡小虎,孙启武,罗建勋,等. 四川省红豆杉种群结构和动态的初步研究[J]. 四川林业科技,2004,25(2):21-24.
- [9] 恭维,夏青,陈红峰,等. 珍稀濒危植物伯乐树的潜在适生区预测[J]. 华南农业大学学报,2015,36(4):98-104.
- [10] 徐军,曹博,白成科,等. 基于 MaxEnt 濒危植物独叶草的中国潜在适生分布区预测[J]. 生态学杂志,2015,34(12):3354-3359.
- [11] 万基中,王春晶,韩士杰,等. 应用 GIS 和 Maxent 预测南方红豆杉潜在地理分布及其保护建议[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):349-352.
- [12] ROBERTO M, ZAMORA R, RAMON J, et al. Predictive modeling of microhabitats for endemic birds in South Chilean temperate forests using maximum entropy (Maxent) [J]. Ecological Informatics,2011,6:364-370.
- [13] HANLEY J A, MCNEIL B J. The meaning and use of the area under a Receiver Operating Characteristic (ROC) curve [J]. Radiology,1982,143:29-36.
- [14] 郭杰,刘小平,张琴,等. 基于 Maxent 模型的党参全球潜在分布区预测[J]. 应用生态学报,2017(3):1-12.
- [15] 于海彬,张懿铨,高俊刚,等. 基于 GIS 和生态位模型的西藏红豆杉遗传景观和物种分布格局[J]. Journal of Resources and Ecology,2014(3):193-202.

(上接第 21 页)

较高,建议使用图形工作站等设备加快运行速度,以提高工作效率。

### 参考文献:

- [1] 饶萍,王建力,王勇. 基于多特征决策树的建设用地信息提取[J]. 农业工程学报,2014(12):233-240.
- [2] 吕珩,叶群. 基于资源三号卫星影像的面向对象水资源监测应用研究[J]. 江西测绘,2013(4):14-15.
- [3] 代颖懿,刘辉,黎启燃,等. 基于中等空间分辨率遥感影像的建筑用地信息提取[J]. 亚热带资源与环境学报,2013(4):68-74.
- [4] 刘友山,吕成文,祝凤霞,等. 基于 PCA 和多尺度纹理特征提取的高分辨率遥感影像分类[J]. 遥感技术与应用,2012(5):706-711.
- [5] 汪权方,许纪承,陈媛媛,等. 遥感影像空间分辨率对居民地信息提取的影响[J]. 资源科学,2012(1):159-165.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.006

## 广南县杉木林碳汇量及其空间分配特点研究

罗开华<sup>1</sup> 田昆<sup>2</sup> 付小勇<sup>3</sup> 周晓<sup>4</sup>

(1. 云南省林业调查规划院营林分院, 云南 昆明 650021; 2. 西南林业大学国家高原湿地研究中心, 云南 昆明 650224;  
3. 西南林业大学, 云南 昆明 650224; 4. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650204)

**摘要:**碳储量数据是研究许多林业问题和生态问题的基础。在收集前人研究资料、野外实地调查数据与森林资源二类调查资料的基础上, 构建了广南县杉木林各器官碳储量估测模型、林分碳储量估测模型, 并运用所构建模型进行林分碳储量估测; 基于 ArcGIS 平台分析广南县杉木林碳汇量的分配特点。结果表明, 广南县现有杉木林碳汇量为 45.6 万 t。杉木碳汇量在空间上的分配受海拔、坡度、坡位等的影响。从海拔来看, 杉木林碳汇量主要分布在 1 000 ~ 1 600 m, 碳汇量合计为 41.1 万 t, 占总碳汇量的 90% 以上; 从坡度来看, 碳汇量集中在坡度 15° ~ 35°, 碳汇量为 43.8 万 t, 约占杉木林全部碳汇量的 96.0%; 从坡位来看, 在平地上杉木碳汇量很小, 在山地上碳汇量为 45.1 万 t, 约占杉木林总储量的 98.9%。

**关键词:**杉木林; 碳汇量; 空间分配特点; 海拔; 坡度; 坡位; 广南县

中图分类号: S791.27; P461.7 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)01-0030-04

### Carbon Sink of *Cunninghamia lanceolata* Forest and Its Distribution Characteristics in Guangnan County

LUO Kaihua<sup>1</sup>, TIAN Kun<sup>2</sup>, FU Xiaoyong<sup>3</sup>, ZHOU Xiao<sup>4</sup>

(1. Forest Management Branch of Yunnan Forest Inventory and Planning Institute, Kunming 650021, China;  
2. National Plateau Wetlands Research Center, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;  
3. Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 4. Yunnan Academy of Forest, Kunming 650204, China)

**Abstract:** Carbon sink data is the basis for studying many forestry and ecological problems. Based on the data of predecessors' research, field survey and forest resource inventory and planning, this paper built the carbon sink estimation model of different organs and forest stand to estimate the reserves of *Cunninghamia lanceolata* forest carbon in Guangnan County. The distribution characteristics of *Cunninghamia lanceolata* forest carbon in Guangnan County were analyzed according to ArcGIS platform. The results showed that the amount of *Cunninghamia lanceolata* forest carbon in Guangnan County was 456, 000 t and its distribution was affected by altitude, gradient, slope position and so on. The carbon sink of *Cunninghamia lanceolata* forest mainly distributed between 1000m and 1600m, with a total carbon sink of 411000 t, accounting for more than 90% of the total carbon sink, and distributed in the slope of 15° ~ 35°, with a total carbon sink of 438000 t, accounting for about 96.0% of the total carbon sink. The carbon sink was very small on the plain, and mainly distributed on the mountain with a total carbon sink of

收稿日期: 2017-09-19.

作者简介: 罗开华(1977-), 男, 云南镇雄人, 硕士, 工程师. 从事林业调查规划工作.

通信作者: 周晓(1981-), 女, 四川泸州人, 硕士, 助理工程师. 主要从事遥感与地理信息系统在林业中的研究应用.

451000 t, accounting for 98.9% of the total carbon sink.

**Key words:** *Cunninghamia lanceolate* forest; carbon sink; distribution characteristics; altitude; gradient; slope position; Guangnan County

森林碳储量是近代林学中发展起来的一项新内容,是森林生态系统最基本数量特征。通常以单位面积或单位时间积累的干物质量或能量来表示,它是森林生态系统在长期生产与代谢过程中积累的结果。森林碳储量既表明森林的经营水平和开发利用的价值,同时又反映森林与其环境在物质循环和能量流动上的复杂关系。碳储量数据是研究许多林业问题和生态问题的基础。因此,研究森林碳储量无论在生产上,还是在理论研究上都具有十分重要的意义<sup>[1-3]</sup>。

云南省地域辽阔,植被类型多样,碳汇问题仍存在着相当大的不确定性<sup>[4]</sup>。现有研究尚不能准确地回答云南碳汇到底有多大,其区域分布如何。这就需要针对不同地区植被分别进行研究,以寻求不同森林类型,包括人工种植林的碳库,进一步探索碳循环模式。自 1983 年以来,广南县实施了世行贷款造林、天然林保护、退耕还林等多项林业工程项目,大力营造了杉木林,面积达 26 577.4 hm<sup>2</sup>,活立木蓄积为 1 910 930 m<sup>3</sup>,分别占全县有林地面积的 10.6%、活立木蓄积的 17.8%。并且杉木生长快,所以研究杉木林碳汇量对广南县具有极其重要的意义,是整个云南碳汇量研究不可缺少的。

## 1 研究区概况

广南县地处云贵高原向桂西过渡的斜坡地段,是滇东南岩溶山源的一部份,属云岭山脉分支。总体走势为西南高,东北低,由西南向东北呈阶梯状倾斜。主要山脉有东部车路梁子山,向北经土奎山至大树林坡山,向南经龙朴倒山至坡蒙山;南部玉腊山,自西从山脚梁子经玉腊山、大坪子山、老贵山、大梁子山到东南的花榜山;西北部杨梅山,分二支,向东经九龙山至大冲脑包山,向西南经九龙山、收山坡至大鱼塘山。县内最高海拔 2 035 m,位于珠街玉腊山顶,最低海拔是板蚌西洋江出境处,为 420 m,相对高差 1 615 m,一般海拔 1 000~1 500 m。由于地处云贵高原东南部,河流侵蚀切割形成不同地貌。

## 2 研究方法

### 2.1 资料收集

在收集前人研究资料、野外实地调查数据与森

林资源二类调查资料的基础上,构建杉木林分碳储量相对生长估测模型。

具体步骤:根据前人在江苏镇江、浙江开化、福建洋口、广西桂林等地研究并发表的杉木单木碳储量的相对生长方程,选择了用胸径、树高 2 因子的相对生长方程拟合碳储量,建立广南县杉木碳储量相对生长方程。在广南县砍倒 65 株标准木,按林木胸径与树高、干、枝、叶、根碳储量等内容建立数据库,全株碳储量为相应各器官之和。在 65 组数据中,根据胸径的范围,随机选取 50 组数据进行相对生长方程参数估算,其余 15 组数据对拟合的方程进行验证。构建杉木林各器官碳储量估测模型、林分碳储量估测模型,并运用所构建模型进行林分碳储量估测。利用数字高程图、坡度图、坡向图等 GIS 方法研究,在 SPSS 平台上构建杉木小班碳储量转换模型,并估测出杉木林碳储量。基于 ArcGIS 平台分析杉木林碳汇量的分配特点。

### 2.2 技术路线

本研究具体技术路线如图 1 所示。

## 3 结果与分析

杉木是广南县广泛分布的树种,其在东经 102°~122°、北纬 22°~34°的地区均可栽培。广南县杉木林碳汇量在空间上的分配受人为种植海拔、坡度、坡位及方位等的影响,碳汇量呈现不同的空间分布差异现象。

### 3.1 杉木林碳汇量随海拔变化情况

广南县杉木林面积、碳汇量按海拔等级统计结果见表 1。

#### 3.1.1 不同海拔等级杉木林分布面积

从表 1 可以看出,广南县杉木林总面积约为 26 815.7 hm<sup>2</sup>,并且杉木林面积主要集中在海拔 1 000~1 600 m,约占杉木林总面积的 88.8%;在海拔低于 600 m 的区域内杉木林分布面积最小,仅占杉木林总面积的 0.3%;海拔高于 1 800 m 的区域内杉木林面积同样很小,仅占杉木林总面积的 3.7%。

#### 3.1.2 杉木林碳汇量在各海拔的分布情况

从表 1 可以看出,广南县杉木林碳汇量主要分

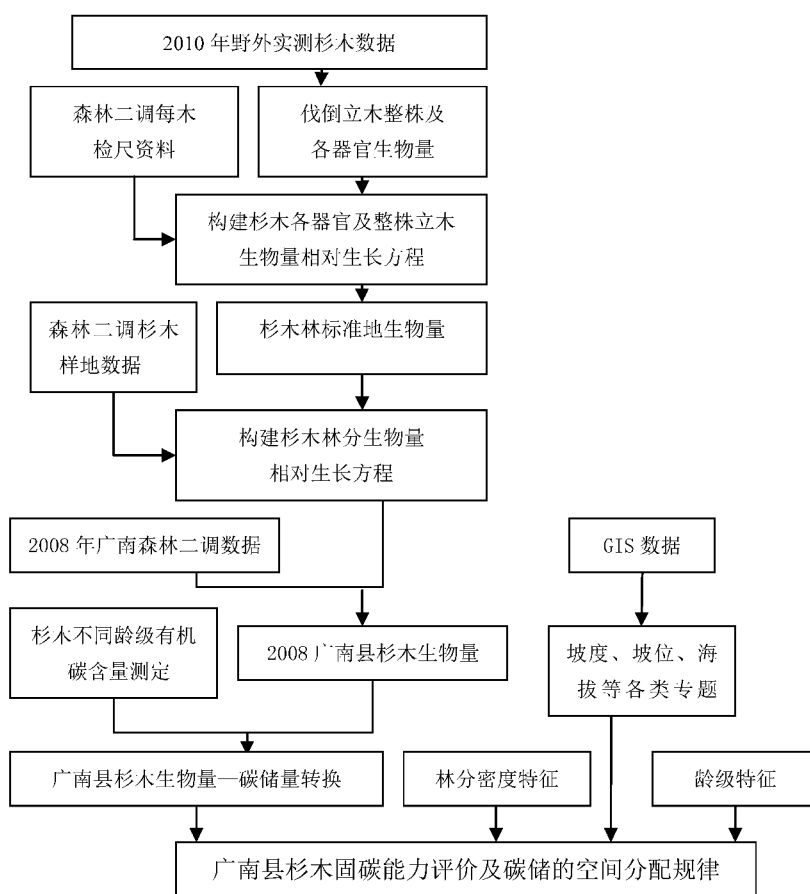


图 1 技术路线

Fig. 1 Technical route

表 1 杉木林面积、碳汇量按海拔等级统计

Tab. 1 Area and carbon sink of *Cunninghamia lanceolata* forest in different altitude

海拔/ m	面积/ hm <sup>2</sup>	碳汇量/ 万 t	碳密度/ (t · hm <sup>-2</sup> )
600	82.1	0.1	12.2
800	1093.6	2.7	24.7
1000	4861.8	12.1	24.9
1200	5313.8	9.4	17.7
1400	7013.7	11.2	16.0
1600	6613.3	8.4	12.7
1800	1837.4	1.7	9.3
总计	26815.7	45.6	17.0

布在海拔 1 000 ~ 1 600 m, 碳汇量合计为 41.1 万 t, 占总碳汇量的 90% 以上。

### 3.1.3 杉木林碳密度在各海拔的分布情况

在广南县杉木林碳密度从海拔 600 m 到 1 000 m 逐渐增大, 由 12.2 t/hm<sup>2</sup> 增加到 24.9 t/hm<sup>2</sup>。从

海拔 1 200 m 到 1 800 m 碳密度逐渐减少, 由 17.7 t/hm<sup>2</sup> 减少到 9.3 t/hm<sup>2</sup>。

从研究可见, 广南县杉木林碳汇量也随海拔的升高, 分布面积、碳汇量和碳密度都先增加后减少。这一现象体现了杉木林存在垂直分布上的最适问题。即在一定范围内, 海拔越高, 杉木林分布越密集, 并在这一海拔达到最高值, 超过这一海拔高度后, 杉木林分布密度不再增加, 且呈下降趋势。导致这一现象的主要原因是, 海拔变化引起局地气候条件变化, 从而直接影响杉木林的生长环境, 造成杉木林分布的变化。在海拔 1 000 ~ 1 600 m 区域, 广南县杉木林碳汇量最大, 这是由于杉木主要分布在该区内, 而且该区域杉木林栽植历史较长, 生长较好, 因而碳汇量最高。在海拔 1 000 m 以下区域, 杉木林碳汇量最低, 原因主要是该区域温度较高, 增加呼吸, 水分蒸发快, 并且杉木林受农业等人为影响较大, 龄级小、面积小等。在海拔 1 600 m 以上, 由于这一海拔区间内气候条件恶劣, 土壤类型和降雨等生境条件不利于杉木林生长, 分布有少量的杉木林,



杉木生长速度慢,因而杉木碳汇量也小。森林碳储量随海拔梯度变化的这种趋势主要是与不同海拔梯度森林植被面积分布有着密切的关系,还与不同海拔梯度分布的森林植被类型以及人为干扰程度有关。

### 3.2 杉木林面积、碳汇量随坡度变化情况

广南县杉木林面积、碳汇量按坡度等级统计结果见表 2。

表 2 杉木林面积、碳汇量按坡度等级统计

Tab. 2 Area and carbon sink of *Cunninghamia lanceolate* forest in different gradient

坡度	面积/ hm <sup>2</sup>	碳汇量/ 万 t	碳密度/ (t · hm <sup>-2</sup> )
<5°	203.2	0.3	14.8
5°~15°	643.2	0.8	12.4
15°~25°	9341.5	13.9	14.9
25°~35°	16041.7	29.9	18.6
>35°	586.1	0.7	11.9
总计	26815.7	45.6	17.0

#### 3.2.1 不同坡度等级杉木林分布面积

由表 2 可以发现,杉木林分布面积集中在坡度 15°~35°区域,面积为 25 383.2 hm<sup>2</sup>,约占杉木林全部面积的 94.7%。坡度小于 15°的杉木林面积为 846.4 hm<sup>2</sup>,占杉木林面积的 3.2%。坡度大于 35°的杉木林面积为 586.1 hm<sup>2</sup>,占杉木林面积的 2.2%。

#### 3.2.2 杉木林碳汇量随坡度的分布

由表 2 可以发现,杉木林分布碳汇量集中在坡度 15°~35°区域,碳汇量为 43.8 万 t,约占杉木林全部碳汇量的 96.0%。坡度小于 15°的杉木林碳汇量为 1.1 万 t,占杉木林碳汇量的 2.4%。坡度大于 35°的杉木林碳汇量为 0.7 万 t,占杉木林碳汇量的 1.5%。

#### 3.2.3 杉木林碳密度随坡度的分布

由表 2 可以发现,广南杉木林碳密度随坡度的变化呈现出 2 个高点,一个高点为坡度小于 5°区域碳密度为 14.8 t/hm<sup>2</sup>。另一个高点在坡度 25°~35°区域,碳密度为 18.6 t/hm<sup>2</sup>。

坡度通过对物质和能量的分配以及土壤水热动态的影响而调控着森林碳储量。在广南县,杉木林碳汇量存在着坡度上的最适问题。在坡度分等级情况下,杉木林碳汇量分布比例随坡度先增加后减小,并在坡度为 25°~35°时碳汇量达到最大,为 29.9 万

t;超过这个坡度级后,碳汇量明显下降。广南县杉木林碳汇量集中分布在坡度 15°~35°区域,可见,在 15°~35°的坡面上,杉木林对光的利用率最高。同时,在坡度 15°~35°区域杉木林分布面积也最大,从而表明杉木碳汇量与杉木面积直接相关。杉木碳汇量在坡度级上的分布特点也表明杉木林碳汇量存在空间分布上的最适问题。

### 3.3 杉木林碳汇量在各坡位分布

广南县杉木林面积、碳汇量按坡位统计结果见表 3。

表 3 杉木林面积、碳汇量按坡位统计

Tab. 3 Area and carbon sink of *Cunninghamia lanceolate* forest in different slope position

坡位	面积/ hm <sup>2</sup>	碳汇量/ 万 t	碳密度/ (t · hm <sup>-2</sup> )
平地	287.3	0.5	17.4
坡上部	6709.8	10.8	16.1
坡中部	14673.2	25.5	17.4
坡下部	5145.4	8.8	17.1
总计	26815.7	45.6	17.0

#### 3.3.1 不同坡位杉木林分布面积

在平地上,杉木林的分布面积为 287.3 hm<sup>2</sup>,约占杉木林总面积的 1.1%;在山地上,杉木林的分布面积为 26 528.4 hm<sup>2</sup>,约占杉木林总面积的 98.9%。在山地上,杉木林按坡位分成坡上部、坡中部、坡下部,其中坡中部杉木林分布面积最大,为 14 673.2 hm<sup>2</sup>,约占杉木林总面积的 54.7%。

#### 3.3.2 不同坡位杉木林碳汇量

在平地上,杉木林的碳汇量为 0.5 万 t,约占杉木林总碳汇量的 1.1%;在山地上,杉木林的碳汇量为 45.1 万 t,约占杉木林总储量的 98.9%,其中坡中部杉木林碳汇量最大,为 25.5 万 t,约占杉木林总碳汇量的 55.9%。

## 4 结论

广南县现有杉木林面积达 26 815.7 hm<sup>2</sup>,总蓄积量为 191.2 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>,杉木林碳汇量为 45.6 万 t。杉木碳汇量按龄级可分为:幼龄林 8.9 万 t,中龄林 35.5 万 t,近熟林 1.1 万 t,成熟林 0.1 万 t。

(下转第 38 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.007

## 滇中半湿润常绿阔叶林群落类型演替 的植物多样性调查与保护

张如松 吴宁 安科 李世成

(云南省林业调查规划院昆明分院,云南 昆明 650200)

**摘要:**滇中地区半湿润常绿阔叶林是其垂直带上重要的植被类型。采用典型样地调查法,对其主要群落类型及破坏后的森林群落类型进行植物生物多样性调查结果认为,元江栲林和高山栲林是该区域顶级群落,破坏后产生的次生群落类型主要为云南松林、早冬瓜林、华山松林。对不同演替阶段的物种多样性、保护物种多样性、群落结构完整性、群落的涵养水源和保持水土能力进行评价,并对当前生态保护存在的问题进行分析,提出保护建议。

**关键词:**半湿润常绿阔叶林;森林群落类型;群落结构;植物多样性;生态保护;滇中

中图分类号:S792;S718.54;Q16 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0034-05

## Investigation and Protection of Botanical Diversity for Semi-humid Evergreen Broad-leaved Forest of Central Yunnan at Succession Stages

ZHANG Rusong, WU Ning, An ke, LI Shicheng

(Kunming Branch of Yunnan Forest Inventory and Planning Institute, Kunming 650200, China)

**Abstract:** Semi-humid evergreen broad-leaved forest of central Yunnan is an important vegetation type in the vertical belt. The botanical diversity of the main community types and the destructive forest community types was studied by typical sample investigation method. The results showed that *Castanopsis orthacantha* forest and *Castanopsis delavayi* forest were climax communities and the secondary community types after the destroy mainly included *Pinus yunnanensis* forest, *Alnus nepalensis* forest and *Pinus armandii* forest. This paper evaluated the diversity of species, especially protected species, the integrity of community structure, and the capacity of water and soil conservation at different succession stages, analyzed the current problems existing in the ecological protection, and put forward protection suggestions.

**Key words:** semi-humid evergreen broad-leaved forest; forest community types; community structure; botanical diversity; ecological protection; central Yunnan

以滇中高原为主的地区,地带性植被是半湿润常绿阔叶林,分布范围在海拔 1 500~2 600 m,属高原季风气候,年均温 12~17℃,≥10℃活动积温

5 000~6 000℃,年降水量 900~1 200 mm。森林群落组成的乔木上层优势树种明显,以壳斗科的栲属、青冈属,栎属中适应干性的树种为主,乔木下层常伴

收稿日期:2017-09-25.

作者简介:张如松(1984-),男,云南宁洱人,工程师。研究方向为林业调查规划。

通信作者:吴宁(1974-),男,广西三江人,高级工程师。研究方向为林业调查规划。

生有耐旱的硬叶栎类树种,其具有明显的旱生特征如叶片较小、草质稍硬、树皮粗厚且干燥。在森林群落类型上,滇中地区以元江栲林、高山栲林、滇青冈林为主,局部也分布有黄毛青冈林和滇石栎林,常由其一种呈单优势,或者 2~3 个树种组成。林分中也常见与云南松、滇油杉等针叶树种混交,形成针阔混交林。由于本地区长期频繁的人为活动干扰破坏,目前原始状态的森林已很少见,且呈岛状星散小片分布,保存较好的大多在自然保护区或风景名胜区,以及地处偏僻的沟谷间,大面积已为云南松林所更替。本文以滇中地区的紫溪山省级自然保护区为研究对象,对半湿润常绿阔叶林的主要森林群落类型演替中的植物多样性进行调查分析,提出半湿润常绿阔叶林的保护建议。

## 1 调查地区概况

滇中地区指哀牢山以东地区,包括昆明市、曲靖市、玉溪市和楚雄州、大理市大部,以及文山州北部的广大区域。紫溪山省级自然保护区位于滇中高原的中部,行政区划为楚雄州楚雄市,地理坐标为东经 101°17'59"~101°26'34",北纬 24°53'24"~25°07'22",总面积 16 000.0 hm<sup>2</sup>。紫溪山属哀牢山系,紫溪山脉处于太平洋的东南季风区,属亚热带山地温良湿润气候,年均温 12.1~14.9℃,年降水量 938.8~1 056.9 mm。保护区植物区系属于东亚植物区(East Asiatic kingdom),中国—喜马拉雅森林植物亚区(Sino-Himalayan forest subkingdom),云南高原地区(Yunnan plateau region),滇中高原亚地区(C. Yunnan plateau subregion)。该自然保护区虽然受干热河谷气候的影响和长期人类活动的干扰,但以元江栲林和高山栲林为主的半湿润常绿阔叶林原生植被保存完整,只是面积较小,大面积已被云南松林所更替。其半湿润常绿阔叶林被破坏后的次生群落类型为云南松林、早冬瓜林、华山松林等。

## 2 调查方法

在每个植物群落类型中,根据海拔、坡度、坡向、坡位的不同,选择相同地段,分别布设 3 个 20 m×20 m 的样地。记录胸高直径大于 2 cm 的木本植物种名、高度、胸径和冠幅,分别用样地物种数表示植物多样性;记录定量的植被数据,包括各物种的多度、频度和盖度;记录每一样地的环境数据,包括海拔、坡向、坡度、坡位、土壤类型、岩性等,也含人为的干

扰情况,例如砍伐、放牧和病虫害等;记录结构和外貌等特征,包括群落外貌(针叶、阔叶、针阔混,落叶和常绿等)、外貌结构(分层数、层高度和层盖度等)、典型的生态特征和生态现象、演替阶段性等。

## 3 调查结果

### 3.1 半湿润常绿阔叶林的主要顶级森林群落类型

紫溪山省级自然保护区地处滇中高原,其地带性植被有亚热带半湿润常绿阔叶林和云南松林等,但其原生植被是半湿润常绿阔叶林。紫溪山的元江栲林和高山栲林是该区域的顶级群落,也是重要的保护对象。

#### 3.1.1 元江栲林

保护区的元江栲林主要分布于紫金山林场国有林区范围内的山箐,海拔 2 000~2 400 m 范围,是滇中高原地区半湿润常绿阔叶林的顶级群落,也是该自然保护区的精华所在。群落结构完整,由乔木层、灌木层、草本层和层间植物构成。乔木上层的盖度达 85%,群落高度达 30m,最大胸径达 1.5 m,优势种类以元江栲 *Castanopsis orthacantha* 为主,也有滇石栎 *Lithocarpus dealbatus*、截斗石栎 *Lithocarpus truncatus*、银木荷 *Schima argentea*、乳状石栎 *Lithocarpus craibianus*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、亮叶桦 *Berula luminifera*、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*、云南樟 *Cinnamomum glanduliferum*、云南松 *Pinus yunnanensis*、早冬瓜 *Alnus nepalensis* 等常绿树种。乔木下层有猴子木 *Camellia yunnanensis*、野八角 *Illicium simonsii*、云南泡花树 *Meliosma yunnanensis* 等种类。在林缘山箐也有野核桃 *Juglans cathayensis*、大果冬青 *Ilex macrocarpa* 等落叶树种混生。灌木层的盖度约 10%,种类以乌饭树 *Vaccinium bracteatum*、米饭花 *Vaccinium sprengelii*、卵叶南烛 *Lyonia ovalifolia*、细齿柃木 *Eurya nitida*、刺菝葜 *Smilax ferox* 等较为常见。草本层的种类有红果苔草 *Carex baccans*、疏叶蹄盖蕨 *Athyrium dissitifolium*、四回毛枝蕨 *Leptorumohra quadripinnata*、鸡足山耳蕨 *Polystichum jizhushanense*、云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis* 等,溪边常见芽孢蹄盖蕨 *Athyrium clarkei*、耳羽翎毛蕨 *Cyclogramma auriculata*、方秆蕨 *Glaphylopteridopsis erubescens*、溪边凤尾蕨 *Pteris excelsa* 等种类。群落中的层间植物较多,大型木质藤本有巴豆藤 *Craspedolobium schochii*、象鼻黄檀 *Dalbergia mimosoides*、云南崖豆藤 *Millettia yunnanensis*、野金银花 *Lonicera acuminata* 等,附生植物有书带蕨 *Vittaria flexuosa*、胎



生铁角蕨 *Asplenium indicum*、鳞轴小膜盖蕨 *Ariostegia perdurans* 和蒙自拟水龙骨 *Polypodiastrium mengtzeense* 等。

### 3.1.2 高山栲林

紫溪山省级自然保护区的高山栲林亦主要分布于紫金山林场国有林区域范围内的山脊或山坡地段,海拔 2 000~2 400 m 范围,亦是滇中高原地区半湿润常绿阔叶林的顶级群落,亦为该自然保护区的精华所在。群落结构完整,由乔木层、灌木层、草本层和层间植物构成。乔木层的盖度达 80%,群落高度达 25 m,最大胸径达 1 m。乔木上层的优势种类以高山栲 *Castanopsis delavayi* 为主,也有滇石栎、银木荷、滇青冈、黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi*、滇油杉 *Keteleeria evelyniana*、云南松等。乔木下层的种类有金叶子 *Craibiodendron yunnanense* 和厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera* 等常绿树种,在林中或林缘有野红山茶 *Camellia pitardii*、云南山茶 *Camellia reticulata*、连蕊山茶 *Camellia fraterna* 等树种混生。灌木层的盖度约 20%,种类以乌饭树、卵叶南烛、细齿柃木、刺菝葜等较为常见。草本层的种类有疏叶蹄盖蕨、云南兔儿风等。群落中的层间植物较多,大型木质藤本有象鼻黄檀、野金银花等,附生植物有书带蕨、胎生铁角蕨、鳞轴小膜盖蕨和蒙自拟水龙骨等。

## 3.2 半湿润常绿阔叶林破坏后的次生群落类型

### 3.2.1 云南松林

紫溪山省级自然保护区云南松林在 1 600~2 200 m 的海拔范围内广泛分布,它是亚热带常绿阔叶林被破坏后出现的次生植被类型,其生境比华山松林偏暖、偏干。云南松林的群落高 15~20 m,树干通直,树皮褐红色,呈鳞片状,树冠呈伞形,分枝高,外貌终年常绿,季相变化不明显。该类森林的群落结构层次分明,分乔木层、灌木层、草本层 3 层。乔木层以云南松为主,在山坡上混生少量滇油杉、栓皮栎 *Quercus variabilis*、响叶杨 *Populus davidiana* 和旱冬瓜等树种,在河谷地段混生少量锥连栎、球花石楠 *Photinia glomerata*、余甘子、虾子花 *Woodfordia fruticosa* 等树种。灌木层有卵叶南烛、马醉木 *Pieris formosa*、老鸦炮 *Vaccinium fragile* 等种类,高 1~2 m。草本层的主要种类有毛蕨菜 *Pteridium revolutum*、紫柄假瘤蕨 *Phymatopteris crenato-pinnata*、三出假瘤蕨 *Phymatopteris trisecta*、硬秆子草 *Capillipedium assimile*、旱茅 *Eremopogon delavayi*、蔗茅 *Erianthus rufipilus*、白健秆 *Eulalia pallens* 和黄背草 *Themeda*

*triandra var. japonica* 等。藤本植物极少,仅有三叶爬山虎 *Parthenocissus himalayana* 等,附生植物几乎没有。

### 3.2.2 旱冬瓜林

紫溪山省级自然保护区的落叶阔叶林仅有旱冬瓜林一个群系,该群系是常绿阔叶林被破坏后出现的次生植被类型,群落高 15~20 m,总盖度约 85%。其群落结构层次分明,分乔木层、灌木层、草本层 3 个层次。乔木层以旱冬瓜为主,间有响叶杨、水红木 *Viburnum cylindricum* 等树种混生,种类简单,林冠稀疏,冬天落叶,季相变化明显,林内树皮粗糙。灌木层的种类较多,有常绿蔷薇 *Rosa longicuspis*、盐肤木 *Rhus chinensis*、马桑 *Coriaria sinica*、西南栒子 *Cotoneaster franchetii*、白牛筋 *Dichotomanthus tristaniaecarpa*、青刺尖 *Prinsepia utilis*、窄叶火把果 *Pyracantha angustifolia*、火棘 *Pyracantha fortuneana*、棠梨刺 *Pyrus pashia* 和鸡骨柴 *Elsholtzia fruticosa* 等。草本层的种类有毛蕨菜、凤尾蕨 *Pteris nervosa*、四回毛枝蕨、芽孢蹄盖蕨、翻白叶 *Potentilla fulgens*、紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum* 等。地被层有苔藓、地衣类植物出现。层间植物少,藤本植物有五香血藤 *Schisandra propingqua*,附生植物多为扭瓦韦 *Lepisorus contortus* 等蕨类。

### 3.2.3 华山松林

紫溪山省级自然保护区的华山松林在海拔 2 200~2 500 m 范围内广泛分布,它是亚热带常绿阔叶林被破坏后出现的次生植被类型,其生境比云南松林偏凉、偏湿。其群落结构层次分明,分乔木层、灌木层、草本层 3 层。乔木层群落高在 20~25 m 范围,树皮光滑,分枝较高,林冠塔形,外貌终年常绿,季相变化不明显,种类以华山松 *Pinus armandii* 为主,混生少量云南松、滇油杉。灌木层有大白花杜鹃 *Rhododendron decorum*、碎米花杜鹃 *Rhododendron speciferum*、炮仗花杜鹃 *Rhododendron spinuliferum* 和野把子 *Elsholtzia rugulosa* 等种类。草本层的主要种类有毛蕨菜、翻白叶、蔗茅、白健秆、鞭打绣球 *Hemiphragma heterophyllum* 等。藤本植物少,有三叶爬山虎等种类,附生植物极少。

## 4 不同演替阶段的评价

### 4.1 物种多样性

滇中半湿润常绿阔叶林中处于原始状态的顶级群落物种多样性比受破坏后次生群落的物种多样性丰富。据调查,在紫溪山省级自然保护区共有维管



束植物 143 科 366 属 507 种,其中,蕨类植物 28 科 56 属,89 种,种子植物 115 科 310 属 418 种。从保护区的各森林群落类型的物种分布看出,处于顶级群落的元江栲林、高山栲林的物种多样性远比其他破坏后的演替群落云南松林、旱冬瓜林、华山松林丰富。

#### 4.2 保护物种多样性

滇中半湿润常绿阔叶林中处于原始状态的顶级群落保护物种多样性比受破坏后次生群落的保护物种丰富。据调查,保护区珍稀濒危保护动植物种类较多,分布有云南山茶花、香果树、红花木莲、猴子木等国家及省级二、三级保护植物;分布有国家重点保护野生动物 15 种,其中国家一级重点保护野生动物有云豹、绿孔雀、黑颈长尾雉、蟒蛇 4 种,国家二级重点保护野生动物有猕猴、中国穿山甲、松雀鹰、普通鵟、红隼、白尾鹞、鸢、白鹇、白腹锦鸡、红腹锦鸡、原鸡 11 种。据调查,保护区绝大部分的珍稀濒危保护动植物都位于元江栲林和高山栲林中,云南松林、旱冬瓜林、华山松林中除少数保护动物到其中觅食外,分布较少。

#### 4.3 群落结构完整性

滇中半湿润常绿阔叶林中处于原始状态的顶级群落结构完整性比受破坏后次生群落结构完整。据调查,保护区的元江栲林和高山栲林主要分布在海拔 2 000~2 400 m 范围,是滇中高原地区半湿润常绿阔叶林的顶级群落。群落结构完整,由乔木层、灌木层、草本层和层间植物构成,乔木上层的盖度达 80%~85%,群落高度达 25~30 m,最大胸径达 1~1.5 m。而其次生群落云南松林、旱冬瓜林、华山松林的森林群落结构层次分明,主要为乔木层、灌木层、草本层 3 层,基本没有层间植物,群落结构不完整。

#### 4.4 群落涵养水源、保持水土能力

滇中半湿润常绿阔叶林中处于原始状态的顶级群落的涵养水源和保持水土能力比受破坏后次生群落强。据调查,在演替各阶段间,随着物种数增加,乔木层和灌木层降水截流量增加,木本植物群落枝叶吸附水增加。物种丰富度增加,提高了地面覆盖,形成多层次结构,增大了拦截雨水面积,减少了穿透雨水形成机会,在垂直方向上可多次截流。蒸发增加,使群落中吸附水功能强的植物存在的机会增加,从而减少了群落地表径流量。径流过程时间增加,降水至形成径流时间不断延长,土壤侵蚀量、总磷淋失量不断降低,提高了涵养水源和保持水土的能力。

元江栲林和高山栲林涵养水源和保持水土的能力较其次生群落强。

综上所述,滇中半湿润常绿阔叶林中处于原始状态的顶级群落比受破坏后次生群落物种多样性丰富、保护物种多样性丰富、群落结构完整、涵养水源和保持水土能力强,滇中半湿润常绿阔叶林中处于原始状态的顶级群落及其森林生态系统亟待保护。

## 5 生态保护存在的问题

滇中以元江栲林、高山栲林、滇青冈林、黄毛青冈林和滇石栎林为主的半湿润常绿阔叶林是其原生植被,但是历经人为活动干扰破坏。目前,这些地带性植被已大部分被云南松林所替代,保存较好的大多在自然保护区或风景名胜区核心区内,以及地处偏僻的沟谷间,呈岛状星散小片分布,如昆明西山的滇青冈林和滇石栎林,武定狮子山的元江栲林,禄丰雕林山自然保护区内的元江栲、滇青冈林、高山栲林和黄毛青冈林,楚雄市紫溪山省级自然保护区的元江栲林和高山栲林。

另外,半湿润常绿阔叶林原生植被保存面积很小,如紫溪山省级自然保护区总面积 16 000  $\text{hm}^2$ ,林业用地面积 15 026.3  $\text{hm}^2$ ,而原生植被元江栲林和高山栲林面积 1 118.7  $\text{hm}^2$ ,只占保护区土地总面积的 7.0%。保护区内的原生植被已被大面积的云南松纯林、华山松纯林和旱冬瓜纯林所替代,原生植被的自然性受到极大影响,但其基本上处于原始状态,保存着滇中高原典型的半湿润常绿阔叶林及其生态系统,一旦遭受破坏就很难恢复,势必会造成部分物种的消失,有着极为敏感的脆弱性,保护意义重大。

## 6 保护建议

### 6.1 加强以半湿润常绿阔叶林为保护对象的自然保护区建设

滇中半湿润常绿阔叶林为主要保护对象的保护区大多为省级自然保护区。目前,由于省级财政支持力度不够,保护区建设相对国家级保护区落后。大多数保护区现正在进行总体规划,总体规划时须把滇中半湿润常绿阔叶林划入核心区或缓冲区。同时遵循自然规律,以科技支撑为手段,以资金投入为保障,以保护管理体系建设、资源保护管理、科研监测、宣传教育设施建设为重点,努力提高科学保护及管理的水平和能力,有效地保护区内各主要保护对

象安全,保持区内滇中半湿润常绿阔叶林自然生态系统的平衡。

## 6.2 保护好历史文化古迹

滇中具有很多悠久的历史文化古迹,与该地区历史上受佛教、道教等宗教影响有关。如武定狮子山在历史上曾是著名的佛教圣地,特别是在明、清两代,佛教等宗教在山上达到鼎盛时期,建立了大量的寺、庵、林、居、室、殿、堂、楼等。这些历史文化古迹周围山系森林一般不准采伐,由此庇护着大量的滇中半湿润常绿阔叶林等原始森林。而楚雄紫溪山、禄丰雕林山、昆明西山等亦是如此。

## 6.3 尊重民族传统

生态安全既要考虑到自然生态系统的稳定和安全,也要考虑到当地的社会经济发展,而滇中少数民族众多,民族传统也是当前滇中半湿润常绿阔叶林赖以存在的原因之一。滇中对于“神山”的意识比较根深蒂固,按当地人们的崇拜意识,神山上的所有动物和树木,既不能猎取,也不能砍伐,在村寨旁和“神山”上半湿润常绿阔叶林为主的原始森林才得以保存下来。因此,研究生态安全和开展规划研究也同样要考虑和尊重当地的民族传统。

## 6.4 合理利用资源

考虑到民众利用当地自然资源的习惯与经济发展和社会进步的需要,将一些特殊经济发展区域划分出来,作为当地发展的区域,如滇中地区有大量食

用菌、野生蜂和多种中药材分布,每年到采收季节,当地群众都能从中获得一些经济收入,多年来已成为当地群众一项相对固定的经济来源。应该实事求是地允许当地居民在这些区域开展采集活动,但前提是不能破坏森林,从保护资源和可持续利用的观点出发,村民也有保护的自觉性。

## 6.5 合理开展生态旅游

滇中半湿润常绿阔叶林保存较好的地方恰恰也是当地的风景区和森林公园所在地。随着人民生活水平的提高和云南旅游业的发展,滇中旅游近年来也得到了发展。旅游业的发展既促进了经济和社会的发展,同时也带来了一些负面影响,生物多样性受到威胁。开展合理的生态旅游活动应在尽量不改变原有森林生态系统完整性的同时,创造经济发展机会,走可持续发展道路,既让自然资源得到保护,又使当地居民获得经济效益。

## 参考文献:

- [1] 赖兴会. 昆明森林及其经营[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2011.
- [2] 欧晓昆, 张志明, 王崇云, 等. 梅里雪山植被研究[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [3] 云南省林业调查规划院昆明分院. 楚雄紫溪山省级自然保护区总体规划[Z]. 2014.
- [4] 云南省林业调查规划院. 云南自然保护区[Z]. 1989.

(上接第 33 页)

杉木碳汇量在空间上的分配受海拔、坡度、坡位等的影响。从海拔来看,杉木林碳汇量主要分布在海拔 1 000 ~ 1 600 m,碳汇量合计为 41.1 万 t,占总碳汇量的 90%以上。从坡度看,碳汇量集中在坡度 15°~35°区域,碳汇量为 43.8 万 t,约占杉木林全部碳汇量的 96.0%。从坡位来看,在平地上杉木林碳汇量很小,在山地上碳汇量为 45.1 万 t,约占杉木林总储量的 98.9%。影响广南杉木人工林碳汇量和碳密度的其它因素有立地条件、林分龄级和经营方式等。

## 5 讨论

由于杉木林多为人工营造,在空间分布上与天然林不同。我国天然林越来越少,取而代之的次生林、人工林越来越多。林地集约化经营,人为因素对

森林的影响越来越大。在广南县,杉木林碳汇量主要分布在海拔 1 000 ~ 1 600 m,碳汇量合计为 41.1 万 t,占总碳汇量的 90%以上。在坡度上,碳汇量集中在坡度 15°~35°区域,碳汇量为 43.8 万 t,约占杉木林全部碳汇量的 96.0%。广南县人工杉木林碳汇量为 45.6 万 t,固碳潜力相当大。

## 参考文献:

- [1] 薛立, 杨鹏. 森林碳储量研究综述[J]. 福建林学院学报, 2004, 24(3): 283-288.
- [2] 李文华. 森林生产量的概念及其研究的基本途径[J]. 自然资源, 1978(1): 71-92.
- [3] 项文化, 田大伦, 阎文德. 森林碳储量与生产力研究综述[J]. 中南林业调查规划, 2003, 3(22): 57-64.
- [4] 方精云, 刘国华, 徐篙龄. 中国陆地生态系统碳循环[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996: 109-128.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.008

## 云南省兽类多样性及保护物种概况

黄婧雪 杨士剑 邵曰派

(云南师范大学生命科学学院,教育部生物能源持续开发利用工程中心,云南 昆明 650500)

**摘要:**云南省是我国公认的“动植物王国”,调查研究云南兽类资源具有重要意义。根据收集的近 100 年云南省兽类的调查统计资料、参考文献和对部分地区进行实地调查,并结合《中国动物地理》(1999)、《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》(2003)、《中国哺乳动物多样性及地理分布》(2015)和《云南省生物物种红色名录》(2017)等资料,统计分析云南省共 12 目 38 科 146 属 317 种兽类的物种组成、区系分布、物种多样性、物种特有性及重点保护物种情况,并提出保护建议与措施。

**关键词:**兽类资源;物种组成;区系分布;分布型;物种特有性;重点保护物种;云南省

中图分类号:Q959.8;Q16 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0039-07

## Mammal Diversity and Protected Species in Yunnan Province

HUANG Jingxue, YANG Shijian, SHAO Yuepai

(Engineering Research Center of Sustainable Development and Utilization of Biomass Energy Ministry of Education, School of Life Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

**Abstract:** As the ‘Kingdom of animals and plants’, it is of great significance to studying mammal resources in Yunnan Province. This paper collected statistical data of mammals in Yunnan Province in recent 100 years and conducted the field survey based on the references of *Zoogeography of China* (1999), *A Complete Checklist of Mammal Species and Subspecies in China* (2003), *China’s Mammal Diversity and Geographic Distribution* (2015) and *Yunnan Province Biological Species Red List* (2017). The results showed that 317 species mammals belonged to 146 genera, 38 families and 12 orders. According to analyzing the composition, distribution, diversity, endemism and status of mammals and key protected species, some protection suggestions and countermeasures were put forward.

**Key words:** mammal resources; species composition; fauna distribution; distribution type; endemism; key protected species; Yunnan Province

云南省总面积约 39 万 km<sup>2</sup>, 占全国面积的 4.11%, 气候复杂, 地形多样, 造就了动植物多样性丰富的状况, 是公认的“动植物王国”, 动植物种类占全国百分比最高, 至 2010 年, 在全国大约 3 万多种高等植物中, 云南已经发现约 1.9 万种, 占全国的

63%, 并且在全国除海洋鱼类外的约 4 357 种脊椎动物中(蒋志刚, 2016), 云南发现约 2 285 种, 占全国的 52.4% 左右(云南省生物物种红色名录, 2017)。

据统计, 在脊椎动物当中更为高级的兽类方面

收稿日期:2017-10-19.

作者简介:黄婧雪(1992-),女,云南安宁人,硕士研究生.主要从事保护生物学研究.



全国有 673 种,云南省约为 317 种(云南省生物物种红色名录,2017),占全国总数的 47.1%(蒋志刚,马勇,2015)。云南省的兽类资源非常丰富,具有重要的研究和保护利用价值。据过去近 100 年的研究资料和各文献书籍记载,现对云南省兽类资源及保护物种的现状进行补充、整理和分析,并提出可行性的意见和建议,以便更好地对兽类资源进行保护和扩充。

## 1 自然概况

云南省,简称滇(云),由 8 个地级市及 8 个自治州组成,位于我国西南边陲。西、南与缅甸、老挝、越南三国交界,东、北与广西、贵州、四川和西藏等省份相邻,北回归线也从该省南部地区横穿而过。

云南省地处低纬度高原区,地形特点为西北高、东南低,属于青藏高原南部延伸部分(龚正达,吴厚勇,2001)。由于复杂的地形结构,云南省大面积土地起伏较大,水系湖泊众多。东南部地形为高原山地,平均海拔约 2 000 m,其中分布着许多断陷的盆地。西部地区则为横断山脉纵谷区,海拔相对高差很大,最高海拔约 4 760 m,地势极其险峻。而整个云南省最低点元江峡谷约 76.4 m,与最高峰梅里雪山 6 740 m 之间的落差高达 6 000 多 m,如此巨大的海拔落差造成了较大的气候垂直变化。

云南省处于西南季风与东南季风的控制下,同时受到高原复杂多变的地理环境及地形的多重影响,形成了气象变化万千的特点。云南气候类型主要有北热带、北亚热带、中亚热带、南亚热带、暖温带、中温带和高原气候区等 7 个气候类型,同时兼具季风气候、低纬气候、山原气候的几大特点。因此,可将云南气候特点总结为年气候温差较小,日温差较大,区域差异和垂直变化显著(董恒年,2014)。

由于明显的海拔落差和地形地貌以及复杂多变的气候类型,云南省植物种类相当丰富,云集了从热带、亚热带至温带甚至是寒带的植物物种约 1.9 万种。云南植被类型共分为 12 类:雨林、季雨林、常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、温性针叶林、竹林、稀树灌木草丛、灌丛、草甸和湖泊水生植被。其中有巧家五针松、水松、贡山三尖杉、滇南苏铁等极危植物和红豆杉、多岐苏铁等濒危植物,均是国家重点保护植物(云南省生物物种红色名录,2017)。基于植物种类繁多的条件,云南省兽类种类也是占全国百分比最高的,约为 47.1%,其中不乏国家重点保护动物和云南省红色物种。繁多

的兽类物种也对云南省生态平衡的保持起着至关重要的作用。

## 2 云南省兽类研究进程

兽类分类区系及其资源状况的调查从 19 世纪开始就有记录可翻阅,更有国外学者对云南省兽类的研究历史已有百余年。早在 1867 年,博物学者 Dr. John Anderson 就作为一名军医随英国远征军从印度进入云南西部边境,他收藏了有关动物学方面的各种标本,并且将他的工作状况标注在地图上,并附有许多物种描述和相应的彩图(GLOVER M. ALLEN, 1938)。

有关云南滇金丝猴的研究最早可以追溯到 1871 年,当时有一位名为大卫的法国人因传闻而在其国家报道了有关这一当时并未命名的物种的存在(龙勇诚,钟泰,肖李,1996)。随后在 1890 年的冬季,两名法国人在云南的德钦县境内和当地的猎人一起捕获了 7 只滇金丝猴,并将其皮张和头骨送到了巴黎博物馆保存(龙勇诚,柯瑞戈,钟泰,1996)。而后法国动物学家米尔恩·爱德华在 1897 和 1898 年对这一物种给出科学描述并且正式对其命名(宁俊勇,2011)。

1895 年左右,法国人 Sonlie,奥地利人 H. Handel Mazzetti(1915 年)、英国人 F. Kingdon. Ward(1922-1924 年)和美国人 Locke(1920-1927 年)等先后来到高黎贡山考察和采集标本。英国爱丁堡植物园的 George Forrest 曾在云南的西北部从维西翻越碧罗雪山,再经过高黎贡山去往西藏。他自 1904—1932 年,共历时 28 年先后组织了 7 次大规模考察,共采集了上万号动植物标本,最后病逝于腾冲。

在 1916 年,中美有一次关于生物考察的合作。纽约自然博物馆派出了 R. Andrews 队长带领的中亚考察队。R. Andrews 是自然博物馆兽类部门的负责人,他在 1916 年首次到达中国,在云南西部收集了大量的生物标本和相关文物,有兽类标本约 2 100 个,其中的白眉长臂猿等是西方首次从我国获得的长臂猿(罗桂环,2005)。

1922 年,美籍奥地利学者洛克受美国地理学会的雇用并被加封为“美国地理学会赴中国云南探险队队长”到云南进行收集、考察等工作。收集到的鸟类和兽类标本合计有 1 000 多种(李旭,2004)。

中国的学者也在很早的时候就对云南的兽类做了一系列的研究工作。1957—1958 年,中国科学院



动物研究所和云南热带生物资源综合考察队在西双版纳进行了兽类资源调查。工作方法主要采用了观察、采集、访问当地猎人以及向当地有关部门了解兽类交易情况等。历时 2 年的调查,科考队共采集标本 1142 号,分属于 8 目 26 科,共计 62 种(高耀亭,陆长坤,1962)。

1959—1960 年,由中国科学院动物研究所、北京大学、武汉大学和云南大学等组成的联合考察队对云南省西双版纳州澜沧江地带、江城、普洱、景东、墨江、景谷、保山和德宏等地区进行了历时 6 个月的考察,共采集标本近万号,发现了 2 种全国兽类物种的新纪录,并且确定了滇金丝猴这一珍稀物种在德钦的原始森林中仍然存在。

1960—1963 年,昆明动物所的科考人员参加了中科院自然资源综合考察委员会组织的调查。此次调查区域包括云南西北部、四川西部以及云南东北部部分地区,更加完善了这些地区的兽类资料。

1973 年,国内学者王应祥、李致祥等在高黎贡山进行了考察,考察时间累计近 8 个月,采集兽类标本近 3000 号。1978 年,科考队去往碧罗雪山进行调查,历时约 3 个月。1981—1985 年,科考队组织了 40 多个单位约 300 人,重点考察了横断山脉地区的鸟兽资源情况,共采集兽类标本 800 余号(杨岚,2017)。

据 1982 年的统计资料,云南省兽类共有 35 科 117 属 253 种(郑重,雷桂林,1991)。

### 3 调查方法

以 19 世纪以来的大量调查资料及参考文献,以及 1999 年出版的《中国动物地理》、2003 年出版的《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》、2015 年出版的《中国哺乳动物多样性及地理分布》、《中国兽类野外手册》和 2017 年出版的《云南省生物物种红色名录》等资料为主,结合对部分地区进行实地调查的方式,对云南省兽类多样性以及保护物种情况进行研究整理。

大中型兽类主要采用样线法。调查时按 2 人一队分组,分区域穿越不同的生境,根据足迹、窝迹、洞穴、食物残渣、粪便等动物痕迹进行调查(彭基泰,周华明,2006),发现国家保护动物时用 GPS 进行定位记录;在兽道或者是动物经常饮水的区域内安置红外相机对兽类进行拍摄、记录目标动物;对当地群众进行访问记录,最好是找到当地有经验的老猎人或者是护林员等;去当地集市查看有无贩卖野生动

物皮张、角等,如有可购买一些留存作标本。

小型兽类主要采用夹捕法(采用线型或矩阵型方式置阱,阱距 5 m 左右,行距 10 m 左右,诱饵为花生米);对飞行性小型兽类则采用张网的方式进行捕捉(邓可,张利周,2013),并对捕捉到的标本进行浸泡保存,以便带回实验室继续鉴定。

## 4 结果及分析

### 4.1 云南省兽类物种组成及区系分布

通过对以往资料整理,以及结合实地考察,最后参照已发布的物种名录,确认云南省现有兽类共 12 目 38 科 146 属 317 种,占全国 673 种兽类的 47.1%(蒋志刚,马勇,2015)。在这 12 目中,物种数量排名前三的分别是啮齿目 Rodentia、翼手目 Chiroptera 和食肉目 Carnivora:啮齿目有 7 科 39 属 98 种,占云南省兽类物种数的 30.9%、占全国兽类物种数的 14.6%;翼手目有 7 科 31 属 79 种,占云南省兽类物种数的 24.9%、占全国兽类物种数的 11.7%;食肉目有 7 科 32 属 41 种,占云南省兽类物种数的 12.9%、占全国兽类物种数的 6.1%。物种数量排名最少的 3 个目分别是攀鼯目 Scandentia(1 科 1 属 1 种)、长鼻目 Proboscidea(1 科 1 属 1 种)和奇蹄目 Perissodactyla(1 科 2 属 2 种)。

其中原食虫目被修订为猬形目和鼯形目,竹鼠科和鼯鼠科合并为鼯形鼠科(胡锦矗,胡杰,2007)。2017 年增加了 3 个新种,分别为天行长臂猿,别名高黎贡白眉长臂猿 *Hoolock tianxing sp. nov.* (Peng-Fei Fan, Kai He, 2017)、小猪尾鼠 *Typhlomys nanus sp. nov.* (Feng Cheng, Kai He, 2017) 和霍氏缺齿鼯 *Chodsigoa hoffmanni sp. nov.* (Zhong-Zheng Chen, Kai He, 2017),并且重新确立了一个亚种的种级地位——云南缺齿鼯亚种的烟黑缺齿鼯为一个独立种,恢复了其有效种的地位。

根据资料的整理分析,云南省 317 种兽类中,东洋界、古北界和广布物种 3 种类型的物种均有分布。区系分布组成来看,云南省兽类主要由东洋界物种组成。其中东洋界物种有 278 种,占有兽类物种的 87.7%,是所占比例最高的一个物种分布类型;古北界物种 25 种,占总数的 7.9%,主要有豹猫 *Prionailurus bengalensis*、虎 *Panthera tigris*、雪豹 *Uncia uncia*、中华斑羚 *Naemoredus griseus*、岩羊 *Pseudois nayaur* 和喜马拉雅旱獭 *Marmota himalayana* 等物种;广布种 14 种,占总数的 4.4%,分别为黄鼬 *Mustela sibirica*、小家鼠 *Mus musculus*、黄毛鼠 *Rattus los-*

ea、褐家鼠 *Rattus norvegicus*、狼 *Canis lupus*、豺 *Cuon alpinus*、貉 *Nyctereutes procyonoides*、赤狐 *Vulpes vulpes*、黑熊 *Ursus thibetanus*、猪獾 *Arctonyx collaris*、水獭 *Lutra lutra*、黄喉貂 *Martes flavigula*、丛林猫 *Felis chaus* 和金钱豹 *Panthera pardus* (张荣祖, 1999)。

从分布型来看,云南省兽类一共可分为 11 个分布型,其中南方类型占比例最高,共 285 种,占兽类物种总数的 89.9%,包括东洋型 177 种(占物种总数的 55.8%)、南中国型 42 种(占物种总数的 13.2%)、喜马拉雅—横断山区型 50 种(占物种总数的 15.8%)、高地型和以青藏高原为中心可包括其外围山地型 11 种(占物种总数的 3.5%)和云贵高原型 5 种(占 1.6%);北方类型 32 种,占兽类物种总数的 10.1%,包括全北型 4 种(占物种总数的 1.3%)、季风型 8 种(占 2.5%)、广泛分布型 8 种(占 2.5%)、古北型 11 种(占 3.5%)和东北—华北型 1 种(占 0.3%)(张荣祖, 1999)。

由上述的总结分析可以看出,云南省处于东洋界中印亚界华南区与西南区、华中区的交界处,这与云南所处的中国动物地理区划相符合。因此,云南省兽类的区系成分比较复杂,动物种类繁多,东洋界种类占有很大的优势,同时也存在着古北界种类的渗透。分布型种类多样,但总体上来看,南方类型占比较大的优势,其中大部分分布型主要是东洋型、喜马拉雅—横断山区型和南中国型的物种(陈友铃, 张秋金, 2009)。

#### 4.2 云南省特有兽类物种

根据兽类的分布地区可得出,云南省 317 种兽类中,共有 80 种属于云南省在全国范围内的特有种,有比较高的物种特有性,占云南省兽类物种数的 25.2%,占全国兽类物种数的 11.9%。其中灵长目 Primates 的云南省特有种为 3 科 7 属 9 种,占云南省 16 种灵长目物种数的 56.2%,占全国 26 种灵长目物种数的 34.6%,说明云南省的气候及地理环境条件很适合灵长目动物生存。另外,鳞甲目 Pholidota 物种全国共有 1 科 1 属 3 种,分别为印度穿山甲 (*Manis crassicaudata*)、马来穿山甲 (*Manis javanica*) 和中国穿山甲 (*Manis pentadactyla*),而云南省特有种就占了 2 种,为印度穿山甲和马来穿山甲,占全国鳞甲目物种数的 66.7%。最后,长鼻目 Proboscidea 和奇蹄目 Perissodactyla 2 个目的物种全国共 2 科 3 属 4 种,除独角犀 (*Rhinoceros unicornis*) 外全部为云南省特有种(表 1)。

表 1 云南省兽类特有物种分布及其保护等级

Tab. 1 Distribution and protection level of endemic mammal species in Yunnan

兽类名称	国家等级	CITES	云南 IUCN	云南省内分布
齧形目 SORICOMORPHA				
齧鼯科 Soricidae				
小臭鼯 <i>Suncus etruscus</i>			NT	西南部:耿马
高氏缺齿鼯 <i>Chodsigoa caovansunga</i>			CR	个旧市
霍氏缺齿鼯 <i>Chodsigoa hoffmanni</i> sp. nov.)				澜沧江以东
鼯科 Talpidae				
贡山鼯 <i>Uropsilus investigator</i>				西北部:贡山
克氏鼯 <i>Euroscaptor klossi</i>				南部、西南部
短尾鼯 <i>Euroscaptor micrura</i>				西部:盈江
翼手目 CHIROPTERA				
狐蝠科 Pteropodidae				
安氏长舌果蝠 <i>Macroglossus sobrinus</i>				南部:西双版纳
无尾果蝠 <i>Megaerops ecaudatus</i>				西北部:贡山独龙江
泰国无尾果蝠 <i>Megaerops niphanae</i>				西部:腾冲,中部:新平
抱尾果蝠 <i>Rousettus amplexicaudatus</i>			VU	南部、西部
假吸血蝠科 Megadermatidae				
马来假吸血蝠 <i>Megaderma spasma</i>				西南部
菊头蝠科 Rhinolophidae				
丽江菊头蝠 <i>Rhinolophus osgoodi</i>				丽江
施氏菊头蝠 <i>Rhinolophus schnitzleri</i>				昆明市宜良县
小褐菊头蝠 <i>Rhinolophus steno</i>				元江、昆明、弥勒
蹄蝠科 Hipposideridae				
大耳小蹄蝠 <i>Hipposideros fulvus</i>				西部
莱氏蹄蝠 <i>Hipposideros lylei</i>				西部:永德
蝙蝠科 Vespertilionidae				
缺齿鼠耳蝠 <i>Myotis annectans</i>				西部:盈江
栗鼠耳蝠 <i>Myotis badius</i>				昆明市晋宁县
小巨足鼠耳蝠 <i>Myotis hasseltii</i>				开远:白龙洞
大灰伏翼 <i>Falsistrellus mordax</i>				西部:盈江
古氏伏翼 <i>Pipistrellus kuhlii</i>				景东县

续表 1

兽类名称	国家等级	CITES	云南 IUCN	云南省内分布
棒茎伏翼 <i>Pipistrellus paterculus</i>				西部:六库,中部:昆明
小扁颅蝠 <i>Tylonycteris pygmaeus</i>				南部
灵长目 PRIMATES				
倭蜂猴 <i>Nycticebus pygmaeus</i>	一级	I	CR	南部:金平、河口、屏边
猴科 Cercopithecidae				
北豚尾猴 <i>Macaca leonina</i>	一级	II		西南部、南部
怒江金丝猴 <i>Rhinopithecus strykeri</i>		I	CR	怒江州
印支灰叶猴 <i>Trachypithecus crepusculus</i>	一级			景东县
菲氏叶猴 <i>Trachypithecus phayrei</i>	一级	II		西部、南部、中部
长臂猿科 Hylobatidae				
白掌长臂猿 <i>Hylobates lar</i>	一级	I		西南部:孟连,沧源;南滚河
东白眉长臂猿 <i>Hoolock leuconedys</i>	一级	I		保山、腾冲、盈江、陇川
西黑冠长臂猿 <i>Nomascus concolor</i>	一级	I	CR	西南部、南部、中部
北白颊长臂猿 <i>Nomascus leucogenys</i>	一级	I		南部:勐腊、江城、绿春
高黎贡白眉长臂猿 <i>Hoolock tianxing sp. nov.</i>				高黎贡山
鳞甲目 PHOLIDOTA				
鲛鲤科 Manidae				
印度穿山甲 <i>Manis crassicaudata</i>		II	DD	西北部:高黎贡山(可能已绝迹)
马来穿山甲 <i>Manis javanica</i>		II	DD	西南部:孟连,南部:勐腊
食肉目 CARNIVORA				
灵狸科 Prionodontidae				
小齿狸 <i>Arctogalidia trivirgata</i>				南部:西双版纳
长颌带狸 <i>Chrotogale oustoni</i>				南部:河口、绿春、金平、屏边、马关
长鼻目 PROBOSCIDEA				
象科 Elephantidae				
亚洲象 <i>Elephas maximus</i>	一级	I	EN	南部、西部(西盟、盈江已绝迹)
奇蹄目 PERISSODACTYLA				
犀科 Rhinocerotidae				
双角犀 <i>Dicerorhinus sumatraensis</i>			RE	西部、南部(已绝迹)
爪哇犀 <i>Rhinoceros sondaicus</i>		I	RE	西部、南部(已绝迹)

续表 1

兽类名称	国家等级	CITES	云南 IUCN	云南省内分布
偶蹄目 ARTIODACTYLA				
麋鹿科 Tragulidae				
威氏小麋鹿 <i>Tragulus williamsoni</i>	一级			西双版纳:勐腊、尚勇
麝科 Moschidae				
贡山麝 <i>Muntiacus gongshanensis</i>				西北部
豚鹿 <i>Axis porcinus</i>	一级	II		西南部:耿马、沧源
牛科 Bovidae				
大额牛 <i>Bos frontalis</i>				西北部贡山;独龙江
爪哇野牛 <i>Bos javanicus</i>				南部:思茅、勐腊
缅甸斑羚 <i>Naemorhedus evansi</i>				西北部
啮齿目 RODENTIA				
松鼠科 Sciuridae				
羊绒鼯鼠 <i>Eupetaurus cinereus</i>			DD	西北部:高黎贡山
印支松鼠 <i>Callosciurus inornatus</i>				南部:勐腊、江城、绿春、金平、屏边
黄足松鼠 <i>Callosciurus phayrei</i>				西部:盈江
纹腹松鼠 <i>Callosciurus quinquestriatus</i>				西部
橙喉长吻松鼠 <i>Dremomys gularis</i>				南部、中部
线松鼠 <i>Menetes berdmorei</i>				南部:西双版纳
仓鼠科 Cricetidae				
克钦绒鼠 <i>Eothenomys cacinus</i>				西北部
大绒鼠 <i>Eothenomys miletus</i>				西北部
德钦绒鼠 <i>Eothenomys wardi</i>				西北部
克氏田鼠 <i>Microtus clarkei</i>				西北部
云南松田鼠 <i>Neodon forresti</i>				西北部
鼠科 Muridae				
澜沧江姬鼠 <i>Apodemus ilex</i>				西北部:澜沧江流域
大泡硕鼠 <i>Berylmys berdmorei</i>				西双版纳
小泡硕鼠 <i>Berylmys manipulus</i>				西部
费氏树鼠 <i>Chinomysus chiropus</i>				南部:西双版纳
南洋鼠 <i>Niviventer langbianis</i>				西部

续表 1

兽类名称	国家等级	CITES	云南 IUCN	云南省内分布
大齿鼠 <i>Dacnomys millardi</i>				西部、南部
云南壮鼠 <i>Hadromys yunnanensis</i>				西部:梁河
长尾狨鼠 <i>Hapalomys longicaudatus</i>				南部:西双版纳
耐氏大鼠 <i>Leopoldamys neilli</i>				西部
红刺鼠 <i>Maxomys surifer</i>				西双版纳
仔鹿小鼠 <i>Mus cervicolor</i>				东北部
丛林小鼠 <i>Mus cookii</i>				西部
梵鼠 <i>Niviventer brahma</i>				西北部:高黎贡山
褐尾鼠 <i>Niviventer cremoriventer</i>			VU	中部:无量山
鼯鼠科 Spalacidae				
小竹鼠 <i>Cannomys badius</i>				西部:盈江,西南部:孟连
大竹鼠 <i>Rhizomys sumatrensis</i>				南部:西双版纳
豪猪科 Hystricidae				
豪猪 <i>Hystrix brachyura</i>				西部:盈江
兔形目 LAGOMORPHA				
鼠兔科 Ochotonidae				
高黎贡鼠兔 <i>Ochotona gaoligongensis</i>			NT	西北部:高黎贡山
黑鼠兔 <i>Ochotona nigritia</i>			VU	西北部:泸水

### 4.3 云南省保护物种概况

云南省兽类保护物种情况是根据《云南省生物物种红色名录》、《国家重点保护野生动物名录》以及《中国哺乳动物多样性及地理分布》等资料归纳总结的。

云南省现有国家重点保护兽类共 49 种,占云南省兽类总数的 15.5%,占全国 154 种保护兽类的 31.8%。其中国家 I 级重点保护兽类 27 种(占云南省兽类总数的 8.5%,占全国 I 级重点保护兽类 67 种的 40.3%);国家 II 级重点保护兽类 22 种(占云南省兽类总数的 6.9%,占全国 II 级重点保护兽类 87 种的 25.3%)。

云南省列入《濒危野生动植物种贸易公约》(CITES 附录)的兽类共有 61 种,占云南省兽类总数的 19.2%,占全国 CITES 兽类总数的 44.2%。其中云南省列入附录 I 的兽类物种有 28 种(占云南省兽类总数的 8.8%,占全国附录 I 兽类总数的 48.3%);列入附录 II 的兽类物种有 18 种(占云南省

兽类总数的 5.7%,占全国附录 II 兽类总数的 31.6%);列入附录 III 的兽类物种有 15 种(占云南省兽类总数的 4.7%,占全国附录 III 兽类总数的 65.2%)。

在《云南省生物物种红色名录(2017 版)》(云南省环境保护厅,中国科学院昆明植物研究所,昆明动物研究所,2017)中,云南省兽类总共有 37 种动物入选,占云南省兽类总数的 11.7%。分为 7 个等级,其中:有 2 种兽类被评为地方性灭绝(RE)物种,有 6 种兽类被评为极危(CR)物种,有 3 种兽类被评为濒危(EN)物种,有 6 种兽类被评为易危(VU)物种,其余被评为近危(NT)、无危(LC)和数据缺乏(DD)的兽类物种分别为 6 种、10 种和 4 种(表 1)。

## 5 讨论

云南省虽然面积不大,但是从上述归纳总结可以看出,云南省拥有相当丰富的兽类资源,这是独特的地理条件和多变的气候环境造成的,是我国重要的动植物宝库。

兽类是自然生态系统的重要组成部分。虽然有的兽类会对人类的工农业生产和社会生活产生一定的危害,如破坏庄稼、传播疾病、攻击人类和偷食家养畜禽等,但兽类更有着维持生态系统平衡的重大作用,并且大部分兽类都有极高的经济价值、美学价值、科学价值、社会价值和娱乐价值。众所周知,兽类资源不像煤炭、石油等资源一样是越用越少的,它是一种可再生资源,只要人们合理开发及保护,便可持续利用(徐宏发,张恩迪,1998)。

从云南省保护物种的情况来看,有大量的物种处于濒危或灭绝的状况。并且在实地访问村民或保护区工作人员的过程中了解到,由于前些年人们对自然资源合理利用缺乏了解,保护意识非常薄弱,对兽类进行大量捕杀、售卖或食用,也在一定程度上对森林进行乱砍滥伐,因此不但破坏了自然环境,也导致了兽类生境的逐渐丧失,相关部门对于此类不法行为的执法力度也有一定的不足。从前数量比较多的穿山甲、野猪、果子狸、黄鼬等兽类也因此骤减,近几年基本见不到了(黄小龙,冉景丞,2016)。

早在 1962 年国务院就发布了“关于积极保护和合理利用野生动物资源”的相关文件,此后的时间里也一直在完善此类法案,并与其他国家签署了相关方面的国际公约。因此,为了保护兽类资源并且恢复一定的兽类种群数量,应从以下几个方面着手进行云南省的兽类保护工作:①加大林业部门的主



管力度,加强政府的宣传教育,提高人们对保护兽类资源重要性的认识,比如让各村委会对村民进行开会强调、拉横幅标语警示等,市区居民可通过报纸、电视、举办有关方面的征文比赛等方式来宣传;②完善监管体系,大力打击违法捕猎行为,有必要时进行高额罚款或者监禁;③政府应加大对村民因野生动物破坏农作物造成损失的补偿力度,以免村民猎杀动物;④加强各地保护区的管理建设,有条件的可增建新的自然保护区,保护好动物的生存环境;⑤积极开展动物保护方面的科学研究,制定出更加完善的保护建议和措施;⑥禁止对野生动物制品进行买卖;⑦实行保护与利用相结合的原则,对动植物资源进行合理的可持续发展的开发利用(王加连,2009);⑧对一部分珍贵物种进行人工繁育,待种群数量有一定恢复时,实行野外放生(蒋志刚,2004)。

### 参考文献:

- [1] 蒋志刚,马勇. 中国哺乳动物多样性及地理分布[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [2] 王应祥. 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全[M]. 北京:中国林业出版社,2003.
- [3] 张祖荣. 中国动物地理[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [4] SMITH A T,解炎,汪松. 中国兽类野外手册[M]. 长沙:湖南教育出版社,2009.
- [5] 董恒年. 美丽云南[M]. 北京:蓝天出版社,2014.
- [6] 云南省环境保护厅,中国科学院昆明植物研究所,中国科学院昆明动物研究所. 云南省生物物种红色名录(2017版)[S]. 2017.
- [7] 邓可,张利周,李权,等. 云南天池自然保护区兽类资源调查[J]. 四川动物,2013(3):458-463.
- [8] 陈友铃,张秋金,杨青. 福建哺乳动物区系研究[J]. 福建林业科技,2009(2):23-30,97.
- [9] 龚正达,吴厚勇,段德兴,等. 云南横断山区小型兽类物种多样性与地理分布趋势[J]. 生物多样性,2001,9(1):73-79.
- [10] 何晓瑞,周希琴. 云南省爬行动物区系及地理区划[J]. 四川动物,2002,21(3):36-39.
- [11] 蒋志刚. 中国脊椎动物生存现状研究[J]. 生物多样性,2016,24(5):41-44.
- [12] 高耀亭,陆长坤,张洁,等. 云南西双版纳兽类调查报告[J]. 动物学报,1962(2):20-24.
- [13] 杨岚. 野生动物考察散记——追忆中国科学院昆明动物研究所建所以来的几次重大野外考察[J]. 动物学研究,2017(3):59-63.
- [14] 郑重,雷桂林. 云南的兽类概况[J]. 云南林业科技,1991(1):34-40.
- [15] 彭基泰,周华明. 青藏高原东南横断山脉甘孜地区哺乳动物调查及区系研究报告[J]. 四川动物,2006(2):49-54.
- [16] 胡锦鑫,胡杰. 四川兽类名录新订[J]. 西华师范大学学报(自然科学版),2007(3):76-80.
- [17] FAN P F, HE K, CHEN X, et al. Description of a new species of *Hoolock gibbon* (Primates: Hylobatidae) based on integrative taxonomy[J]. *American Journal of Primatology*, 2017,79(5).
- [18] CHENG F, HE K, CHEN Z Z, et al. Phylogeny and systematic revision of the genus *Typhlomys* (Rodentia, Platanthomyidae), with description of a new species[J]. *Journal of Mammalogy*, 2017:731-743.
- [19] CHEN Z Z, HE K, CHENG H, et al. Integrative systematic analyses of the genus *Chodsigoa* (Mammalia: Eulipotyphla: Soricidae), with descriptions of new species[J]. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2017, 180:694-713.
- [20] 王加连. 江苏盐城自然保护区的药用兽类资源[J]. 中国中药杂志,2008,33(20):2200-2202.
- [21] 黄小龙,冉景丞. 贵州月亮山自然保护区兽类资源调查[J]. 贵州农业科学,2016,44(2):103-106.
- [22] 徐宏发,张恩迪. 野生动物保护原理及管理技术[M]. 上海:华东师范大学出版社,1998.
- [23] 蒋志刚. 动物行为原理与物种保护办法[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [24] ALLEN G M. The Mammals of China AND Mongolia[M]. New York:The American Museum of Natural History,1938.
- [25] 龙勇诚,钟泰,肖李. 滇金丝猴地理分布、种群数量与相关生态学的研究[J]. 动物学研究,1996,17(4):4.
- [26] 龙勇诚,柯瑞戈,钟泰,等. 滇金丝猴(*Rhinopithecus bieti*)现状及其保护政策研究[J]. 生物多样性,1996,4(3):51-55.
- [27] 宁俊勇. 滇金丝猴研究现状[J]. 安徽农业科学,2011,39(31):19241-19244,19254.
- [28] 罗桂环. 20世纪前期两次失败的中外合作科学考察及其原因[J]. 中国科技史杂志,2005(3):193-203.
- [29] 李旭. 这里曾经并不寂寞 近代西方人对香格里拉的造访 众神聚会在山谷[J]. 中国国家地理,2004(4):94-101.
- [30] 潘清华,王应祥,岩崑. 中国哺乳动物彩色图鉴[M]. 北京:中国林业出版社,2007.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.009

## 昆明市呼马山松林蛀干害虫调查初报

张罗燕 韩开健 邬志文 付兴飞 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:**为获得昆明市呼马山松树林蛀干害虫种类,于2016年7月至2017年7月,使用诱捕器诱捕法和受害木解剖方法对昆明市呼马山松林蛀干害虫进行调查。调查结果表明,诱集到的29种蛀干害虫隶属4科26属,常见种有13种,对常见种类的主要识别特征进行了描述。根据蛀干害虫的类群、群体数量、林木受害部位以及发生规律,分析蛀干害虫对松林的威胁程度,提出了相应防治建议和具体措施。

**关键词:**蛀干害虫;松林;发生规律;识别特征;防治措施;昆明市呼马山

中图分类号:S763.3;S791.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0046-06

## Investigation of Truck Borers in Pine Forest of Huma Mountain in Kunming

ZHANG Luoyan, HAN Kaijian, WU Zhiwen, FU Xingfei, LI Qiao

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

**Abstract:** The wood-boring insects in pine forest of Huma Mountain in Kunming were investigated by using trapping and suffering wood anatomy methods from July 2016 to July 2017. The results showed that 29 species of truck borers belonged to 26 genera and 4 families, and 13 were common species which were described from their main recognition characteristics. This paper analyzed the threat level of truck borers to pine forest based on their groups, populations, the affected part of tree and the occurrence rule, and put forward the corresponding prevention and control suggestions and specific measures.

**Key words:** truck borers; pine forest; occurrence rule; recognition characteristics; prevention and control suggestions; Huma Mountain in Kunming City

在云南地区,云南松(*Pinus yunnanensis*)、华山松(*P. armandii*)及思茅松(*P. kesiya*)等松树构成的松林是主要的森林类型,其中云南松的种植面积占云南省森林总面积的19.63%,具有重要的生态功能<sup>[1,2]</sup>。由于受多种病虫害的侵染,松林的健康面

临严重威胁,其中蛀干害虫的为害最为突出<sup>[3]</sup>。常见的蛀干害虫包括鞘翅目的天牛科(Cerambycidae)、小蠹科(Scolytidae)、象甲科(Curculionidae)、吉丁科(Buprestidae)、鳞翅目的透翅蛾科(Aegeriidae)、木蠹蛾科(Cossidae)及螟蛾科(Pyralidae)等

收稿日期:2017-10-16.

资助项目:西南林业大学科技创新基金2016—2017学年度Z16005项目资助和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).

作者简介:张罗燕(1994-),女,云南剑川人,本科生.主要从事森林保护昆虫学研究. Email:1634746839@qq.com

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

多个类群<sup>[4]</sup>;因隐蔽为害、发生范围广、成虫期长、繁殖扩散快、寄主植物多及自然控制能力弱等特点,如云南木蠹象(*Pissodes yunnanensis*)和华山松木蠹象(*P. punctatus*)对云南松林所造成的损失仅次于云南切梢小蠹(*Tomicus yunnanensis*),并出现了上升趋势,主要分布在丽江、曲靖、玉溪、昆明、临沧、保山等地市,发生面积分别达 1.1 万  $\text{hm}^2$  和 2.3 万  $\text{hm}^2$ <sup>[5]</sup>,因此,蛀干害虫对森林的危害性极高。

蛀干类害虫种类繁多。近年调查发现,昆明市呼马山松树林受蛀干害虫的危害日趋严重。于 2016 年 7 月至 2017 年 7 月,采用诱捕器诱捕法和受害木解析方法进行蛀干害虫种类调查,并对常见蛀干害虫的主要识别特征进行描述,以期明确昆明市呼马山松树林的蛀干害虫种类及危害现状,为松树林蛀干害虫研究提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 调查地区概况

调查地区位于云南省昆明市呼马山(25°03'25" N, 102°46'15"E),海拔 1 985~2 200 m,距离市中心约 6 km,属于北纬低纬度亚热带高原山地季风气候。受印度洋西南暖湿气流的影响,冬无严寒,夏无酷暑,日照长,霜期短<sup>[6]</sup>,年均温约 16.5℃。年均降水量约 1 450 mm。呼马山植被乔木主要为云南松、华山松、桉树(*Eucalyptus robusta*)、柏树(*Platycladus orientalis*)等,其中云南松种群密度平均值约 2 450 株/ $\text{hm}^2$ ;灌木主要为小铁仔(*Myrsine africana*)、广檀木(*Lysidice rhodostegia*)、鼠李(*Rhamnus davurica*);草本主要为紫茎泽兰(*Eupatorium adenophora*)等<sup>[7]</sup>。

### 1.2 调查方法

标本的采集采用诱捕法进行,寄主的确认通过解剖受害木进行。使用 BF—1 型十字交叉诱捕器配合松墨天牛诱芯、无水乙醇诱芯等多个诱芯进行诱捕。诱捕器和诱芯购自杭州费洛蒙生物科技有限公司。共设置 18 个诱捕器,悬挂在距离地面 1.5~2 m 高的松树枝干上,每 7d 左右将诱捕器集虫瓶中的昆虫收集到盛有 70%乙醇的离心管中<sup>[8]</sup>;在调查过程中,采集受害木带回实验室内进行解剖,以明确蛀干害虫与其寄主的关系。调查持续了 1 年,即 2016 年 7 月至 2017 年 7 月。标本的形态鉴定根据陈世襄、黄复生、彭忠亮和殷惠芬等的资料进行分类鉴定<sup>[9-21]</sup>。使用相关网站进行拉丁名的核实,其中接受名和临时接受名均视为有效名<sup>[22]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 松林蛀干害虫类群和种类

1 年来共诱集到蛀干害虫 158 349 头,鉴定出 158 205 头,隶属 4 科 26 属 29 种。其中,天牛科 13 种:褐幽天牛即梗天牛(*Arhopalus rusticus*)、短角幽天牛(*Spondylis buprestoides*)、四斑天牛(*Ceresium quadrimaculatum*)、人纹跗虎天牛(*Perissus paulonotatus*)、榄绿虎天牛(*Chlorophorus eleodes*)、散斑绿虎天牛(*C. notabilis cuneatus*)、松墨天牛(*Monochamus alternatus*)、星天牛(*Anoplophora chinensis*)、光肩星天牛(*A. glabripennis*)、橙斑白条天牛(*Batocera davidis*)、坡翅桑天牛(*Pterolophia (Hylobrotus) annulata*)、二斑突尾天牛(*Sthenias gracilicornis*)和赤瘤筒天牛(*Linda nigroscutata*);小蠹科 6 种:干小蠹(*Hylurgops sp.*)、思茅四眼小蠹(*Polygraphus szemaoensis*)、华山松梢小蠹(*Cryphalus lipingensis*)、小粒绒盾小蠹(*Xyleborinus saxeseni*)、毛刺锉小蠹(*Scolytotypus raja*)和肾点毛小蠹(*Dryocoetes autographus*);象甲科 8 种:云南松镰象(*Drepanoderes leucofasciatus*)、松树皮象(*Hylobius abietis harolddi*)、雪片象(*Niphades sp.*)、云南木蠹象(*Pissodes yunnanensis*)、粗刻点木蠹象即华山松木蠹象(*P. punctatus*)、马尾松角胫象(*Shirahoshizo patruelis (voss)*)、*Camptorrhinus sp.* 和六节象(*Hexarthrum sp.*);吉丁科 2 种:红缘吉丁(*Buprestis fairmairci*)和云南星吉丁(*Chrysobothris yunnanensis*)。

### 2.2 常见蛀干害虫种类的发生规律与识别特征

在上述 29 种害虫中,个体数量超过 10 头的有 13 种,其主要识别特征叙述如下。

#### 1) 褐幽天牛

5 月下旬,在呼马山的云南松上采集到褐幽天牛,其成虫始见于 5 月初,5 月下旬至 6 月中旬处于数量的高峰期,共诱集到 600 头。其主要识别特征有:①触角着生于额的前方,紧靠上颚基根;前胸侧面不具边缘,前胸背板两侧无侧刺突;②触角较长,各节长胜于阔;复眼面较粗;③体较扁平,前胸背板宽胜于长,中区有 3 条纵凹纹,两侧有少许瘤突,前足基节无棘状突起(图 1)。

#### 2) 短角幽天牛

寄主不详。成虫始见于 5 月下旬,6 月中下旬出现的数量较多,共诱集到 47 头。其主要识别特征有:①触角着生于额的前方,紧靠上颚基根;②前胸

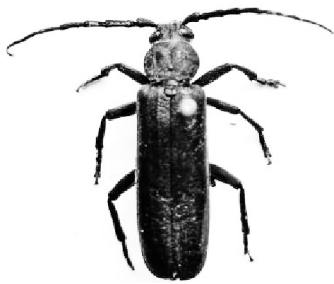


图 1 褐幽天牛  
Fig. 1 *Arhopalus rusticus*

两侧无侧刺突,前足基节横阔,鞘翅刻点细小;③触角各节短,呈念珠状,扁阔,上颚较长,向前伸出(图 2)。



图 2 短角幽天牛  
Fig. 2 *Spondylis buprestoides*

3) 松墨天牛

5 月下旬,在呼马山的云南松、华山松上解剖到松墨天牛,成虫始见于 5 月上旬,6 月下旬至 7 月中旬处于数量的高峰期,共诱集到 478 头。其主要识别特征有:①触角着生处较后,和上颚基根有相当距离;②头额与体纵轴近于垂直,口器向下,前足胫节内沿具斜沟,中足胫节外沿具斜沟;③触角柄节端疤关闭式,第 3 节显著长于第 4 节,前胸背板宽胜于长,具侧刺突;④前胸背板无粒状刻点,中区有 2 条相当宽的棕黄色或桔色纵斑,鞘翅棕红色,每翅有 5 条直纹,由方形或长方形的褐色和灰白色斑纹相间组成(图 3)。

4) 坡翅桑天牛

寄主不详。坡翅桑天牛成虫始见于 5 月上旬,共诱集到 22 头。其主要识别特征有:①触角着生处较后,和上颚基根有相当距离;②头额与体纵轴近于垂直,口器向下,前足胫节内沿具斜沟;③头、胸近等宽,触角柄节无端疤,鞘翅末端圆形或略斜截,中足胫节无斜沟;④每鞘翅中部有 1 条极宽的淡色横带,此带在中缝区较狭,两侧较宽,复眼下叶同颊近于等

长(图 4)。



图 3 松墨天牛  
Fig. 3 *Monochamus alternatus*



图 4 破翅桑天牛  
Fig. 4 *Pterolophia (Hylobrotus) annulata*

5) 二斑突尾天牛

寄主不详。二斑突尾天牛成虫始见于 6 月中旬,7 月上旬的数量较多,共诱集到 46 头。其主要识别特征有:①触角着生处较后,和上颚基根有相当距离,头一般不长,眼后不显著收狭;②头额与体纵轴近于垂直,口器向下,前足胫节内沿具斜沟;③复眼上、下叶近于分离,触角下沿有缨毛,柄节无端疤,鞘翅末端延展成叶状突,近中缝处微凹,中足胫节无斜沟;④鞘翅中部后方有 1 条不规则白色横带,靠近中缝处与一椭圆形黑斑相连(图 5)。

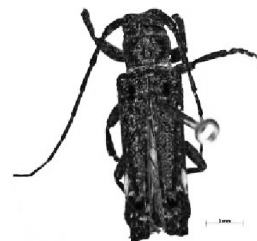


图 5 二斑突尾天牛  
Fig. 5 *Sthenias gracilicornis*



6) 干小蠹(*Hylurgops* sp.)

6—8 月份在呼马山的华山松上解剖到干小蠹,成虫始见于 5 月下旬,7 月份数量较多,共诱集到 17 头。其主要识别特征有:①从背部可见头部,前足胫节外缘只有列齿,无端距;②头部有宽短的喙,鞘翅基缘隆起有锯齿或不隆起无锯齿,体表有短刚毛或鳞片;③鞘翅基缘稍微隆起有低平锯齿,第 3 跗节较宽阔(图 6)。

7) 思茅四眼小蠹

7—10 月份在呼马山的云南松、华山松上解剖到思茅四眼小蠹,成虫始见于 7 月中旬,9 月份数量较多,共诱集到 39 头。其主要识别特征有:①从背部可见头部,前足胫节外缘有列齿,无端距;②鞘翅基缘隆起构成单一弧线,上有锯齿,体表有鳞片;③眼完全分两半,触角锤状部叶片状,斜面各沟间部高低基本一致;④寄生针叶林,体长大于 2.5 mm,鞘翅鳞片倾斜度一致,第一沟间部凸起较高,各沟间部有颗粒(图 7)。



图 6 干小蠹属  
Fig. 6 *Hylurgops* sp.



图 7 思茅四眼小蠹  
Fig. 7 *Polygraphus szemaensis*

8) 华山松梢小蠹

2、7、8 月份在云南松和华山松上解剖到华山松梢小蠹,成虫始见于 2 月下旬,8 月份数量较多,共诱集到 12 头。其主要识别特征有:①前胸背板前半部有鳞状瘤区,从背部看不见头部,前足胫节外缘有列齿,无端距;②前胸背板有最高点,体表有鳞片,沟间部起 1 列刚毛或鳞片;③鞘翅沟间部密被鳞片,还有一列竖立的茸毛;④体长小于 2.0 mm,寄生针叶林,两性均无鳞片,额面密生纵向条纹(图 8)。

9) 小粒绒盾小蠹

在樟树和云南松上均解剖到小粒绒盾小蠹,全年可见成虫,4 月中旬数量达到第一个高峰,9 月出现第 2 个高峰,11 月出现第三个高峰,共诱集到 156 013 头,是诱捕数量最多的一个种类。其主要识别特征有:①从背部看不见头部,前胸背板前半部

有鳞状瘤区,前足胫节外缘只有列齿,无端距;②前胸背板侧视无最高点,前半部急剧向下倾斜,后半部平直,背板上鳞状瘤从前向后逐渐减弱,为刻点所代替,体表只有茸毛,没有鳞片;③小盾片呈塔锥状显露,斜面沟间部有瘤齿或刺,前足胫节侧缘生 6~8 齿;④斜面第 2 沟间部光滑平坦,其余行间都有刺(图 9)。



图 8 华山松梢小蠹  
Fig. 8 *Cryphalus lipingensis*



图 9 小粒绒盾小蠹  
Fig. 9 *Xyleborinus saxeseni*

10) 毛刺锉小蠹

寄主不详。毛刺锉小蠹成虫始见于 2 月下旬,3 和 9 月份数量较多,共诱集到 641 头。其主要识别特征有:①前足胫节外缘除列齿外,还有一如锉刀向外弯曲的端距;②雌虫前胸背板有储菌器,前足腿节无齿,前胸背板基角尖锐,斜面第 2 行间在最低处明显或更明显(图 10,图 11)。

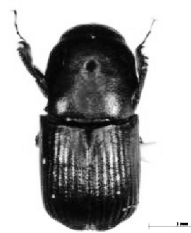


图 10 毛刺锉小蠹(♀)  
Fig. 10 *Scolytoplatus raja*(♀)



图 11 毛刺锉小蠹(♂)  
Fig. 11 *Scolytoplatus raja*(♂)

11) 松树皮象

寄主云南松。松树皮象成虫始见于 5 月上旬,7 月上旬至中旬处于数量高峰期,共诱集到 93 头。其主要识别特征有:①触角沟接近喙的端部,长达眼,前胸背板基部缩窄,后胸后侧片被鞘翅遮蔽,后足胫节端刺起源于胫窝隆线,爪离生;②喙长大于宽,端部放宽,喙背面无沟,索节 7 几乎构成棒的一部分,后胸腹板无横沟;③前胸背板无窝,鞘翅行纹明显较窄,行间较宽(图 12)。

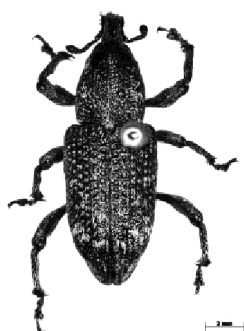


图 12 松树皮象

Fig. 12 *Hylobius abietis haroldi*

### 12) 云南木蠹象

寄主云南松。云南木蠹象成虫始见于 7 月上旬,8 月上旬的数量较多,共诱集到 31 头。其主要识别特征有:①喙细长,触角位于喙的中间或中间以后,前足基节彼此分离,胫节端刺发生于外角;②鞘翅行间 3、5 明显高于其它行间,基部波状,有 1 条带;③鞘翅行间有浅的刻点,行间缩窄,棕色(图 13)。

### 13) 马尾松角胫象

9 月份在华山松上解剖到马尾松角胫象。其成虫始见于 6 月中旬,7 月上旬处于数量高峰期,共诱集到 121 头。其主要识别特征有:①触角棒节不愈合,触角沟位于喙的两侧,胸部有胸沟,休止时,喙隐藏于胸沟内;②前胸背板和鞘翅具固定白斑,胸沟端部有帽状或马蹄形接收器,腿节具齿一个,胫节基部外缘缩成锐角;③小盾片有中隆线,鞘翅黑褐色鳞片多余白色鳞片,行纹的刻点距离小,后足胫节直(图 14)。

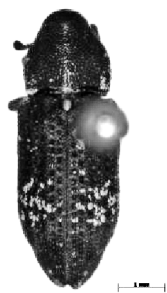


图 13 云南木蠹象  
Fig. 13 *Pissodes yunnanensis*

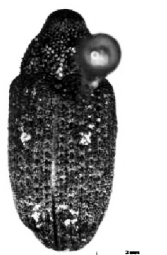


图 14 马尾松角胫象  
Fig. 14 *Shirahoshizo patruelis* (voss)

骥<sup>[3]</sup>和李祥康<sup>[23]</sup>等分别在思茅松和云南松内做了调查,共发现蛀干害虫 13 种。本研究共采集蛀干害虫 29 种,与胡劭骥<sup>[3]</sup>和李祥康<sup>[23]</sup>相比,有 23 种不同,分别是四斑天牛、人纹跗虎天牛、榄绿虎天牛、散斑绿虎天牛、星天牛、光肩星天牛、橙斑白条天牛、坡翅桑天牛、二斑突尾天牛、赤瘤筒天牛、干小蠹、华山松梢小蠹、小粒绒盾小蠹、毛刺铨小蠹、肾点毛小蠹、云南松镰象、松树皮象、雪片象、粗刻点木蠹象即华山松木蠹象、*Camptorrhinus* sp.、六节象、红缘吉丁和云南星吉丁。

所处区域、栖境类型、诱捕器类型、诱芯种类及气象因子等因素对蛀干害虫种类诱集有影响。在受害木解剖过程中,思茅四眼小蠹、华山松梢小蠹等解剖到的数量较多,而实际诱捕数量较少,可能是诱芯种类不是针对其引诱所致。王四宝<sup>[8]</sup>等对松墨天牛的诱捕效果表明,不同诱捕器和不同诱芯对诱捕效果有影响。陈绘画<sup>[24]</sup>等对松树蛀干类害虫引诱剂诱捕效果影响的通径分析表明,气象因子对诱捕效果有较大的影响。就常见种而言,胡劭骥<sup>[3]</sup>等在云南省思茅松主要分布区发现常见的蛀干害虫有 7 种。李祥康<sup>[23]</sup>等在玉溪地区的云南松林中采集蛀干害虫 8 种,常见的有 7 种。与胡劭骥<sup>[3]</sup>和李祥康<sup>[23]</sup>结果相比,相同种类有 6 种,不同种类有 7 种,且诱集到的种类明显增多。在所处区域和栖境类型基本一致条件下,影响蛀干害虫种类诱集原因可能是诱捕器类型、诱芯种类及气象因子等因素。

在 13 种常见蛀干害虫中,对其主要识别特征进行描述,并提供了形态照,对准确识别松林蛀干害虫有所帮助;同时对其发生规律进行调查,为松树林的常见蛀干害虫的精准防治提供指导。昆明市呼马山由于缺乏管理,蛀干害虫种类较多,为防止蛀干害虫的扩散和蔓延,应对其进行防治。目前昆明市呼马山松林蛀干害虫种群数量最高的种类是小粒绒盾小蠹,对其防治应以预防为主,且需加强小蠹虫的监测和测报。具体防治措施:加强林地管理,及时伐除蠹害枯萎木和新枯立木,对伐下的蠹害木及时进行销毁处理;早春越冬成虫飞扬期和 8—9 月新成虫补充营养期向枝干喷施 80%敌敌畏乳油等<sup>[25]</sup>;人工饲养小蠹虫天敌,有针对性地在松林中按需投放<sup>[26]</sup>。对于潜在威胁的蛀干害虫应加强监测,及时预防。此外,对有些威胁较大的蛀干害虫,目前监测手段效果不理想,防治问题特别突出,至今尚未找到有效的防控措施。钻蛀性害虫由于生活隐蔽和寄主较多,在寄主的调查上存在一定困难,有些种类的寄主尚未

## 3 讨论

针对松树蛀干害虫种类调查的研究较少,胡劭

明确,加之调查时间和范围的限制,有些种类可能不够完善,在今后的工作中需要更加深入和广泛地调查加以完善,为呼马山蛀干害虫的后续监测及防治提供理论依据。

**致谢:**在小蠹标本鉴定过程中,得到美国农业部林务局昆虫学家 Robert Rabaglia 博士、美国佛罗里达大学 Jiri Hulcr 博士及李猷先生的帮助;李双建、吴俊、祁登勇等在标本采集过程中给予帮助,在此一并感谢!

### 参考文献:

- [1] 薛纪如,姜汉桥. 云南森林[M]. 昆明:云南科技出版社,1986.
- [2] 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.
- [3] 胡劲曩,李祖钦,叶辉. 云南省思茅松重要蛀干害虫种类及其发生危害[J]. 中国森林病虫,2009,28(3):27-30.
- [4] 朱炜,章荣,巫冬江,等. 园林蛀干害虫调查与防治方法研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(29):14224-14225.
- [5] 张理. 云南木蠹象和华山松木蠹象大面积防治实用技术[J]. 中国森林病虫,2004,23(4):34-36.
- [6] 熊好琴,周鹏. 昆明市呼马山云南松种群的数量特征研究[J]. 现代农业科技,2011(13):185-186.
- [7] 涂璟,李宁,王克勤,等. 昆明呼马山公园人工桉树林林下植被的多样性和生物量研究[J]. 林业资源管理,2010(1):64-67.
- [8] 王四宝,刘云鹏,樊美,等. 不同诱捕技术对松褐天牛的诱捕效果[J]. 应用生态学报,2005,16(3):505-508.
- [9] 陈世骧,谢蕴贞,邓国藩. 中国经济昆虫志(第一册)//鞘翅目天牛科[M]. 北京:科学出版社,1959.
- [10] 蒲富基. 中国经济昆虫志(第十九册)//鞘翅目天牛科(二)[M]. 北京:科学出版社,1980.
- [11] 赵养昌,陈元请. 中国经济昆虫志(第二十册)//鞘翅目象虫科(一)[M]. 北京:科学出版社,1980.
- [12] 殷蕙芬. 中国经济昆虫志(第二十九册)//鞘翅目小蠹科[M]. 北京:科学出版社,1984.
- [13] 蒋书南,蒲富基,华立中. 中国经济昆虫志(第三十五册)//鞘翅目天牛科(三)[M]. 北京:科学出版社,1985.
- [14] 彭忠亮. 云南吉丁虫科已知属及常见种鉴定检索表[J]. 西部林业科学,1988(1):68-76.
- [15] 殷蕙芬. 材小蠹族分属检索表[J]. 植物检疫,1991(4):273-280.
- [16] 张润志. 中国朽木象亚科分属鉴定//鞘翅目象虫科[J]. 北京林业大学学报,1992(3):75-79.
- [17] 李丽莎. 云南天牛[M]. 昆明:云南科技出版社,2009.
- [18] 黄复生,陆军. 中国小蠹科分类纲要[M]. 上海:同济大学出版社,2015.
- [19] MORIMOTO K. Comparative morphology, phylogeny and systematics of the superfamily Curculionoidea of Japan, III [J]. Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University, 1962, 12(1):21-66.
- [20] LU X, ZHANG R, LANGOR D W. Two new species of Pissodes (Coleoptera: Curculionidae) from China, with notes on Palearctic species. [J]. Canadian Entomologist, 2007, 139(2):179-188.
- [21] BEAVER R A, GEBBARDT H. A review of the Oriental species of Scolytoplatypus Schaufuss (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) [J]. Deutsche Entomologische Zeitschrift, 2010, 53(2):155-178.
- [22] Naturalis Biodiversity Center [EB/OL]. <http://www.catalogueoflife.org/col/Search/all>,2017-9-20.
- [23] 李祥康,王宏勋,贾丽萍,等. 云南松主要蛀干害虫林间时序动态研究[J]. 林业调查规划,2014,37(1):68-72.
- [24] 陈绘画,朱寿燕,徐志宏. 气象因子对松树蛀干类害虫引诱剂诱捕效果影响的通径分析[J]. 东北林业大学学报,2010,38(3):103-107.
- [25] 谢文田,许庆亮,宋友文. 危害核桃的小蠹种类及防治对策[J]. 中国森林病虫,2001,20(4):33-35.
- [26] 吕坤,潘伟华,胡钟予,等. 山核桃新害虫——小粒绒盾小蠹(鞘翅目:小蠹科)种类记述[J]. 中国森林病虫,2017,36(2):29-31.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.010

## 基于图论的滇金丝猴栖息地景观连通性动态研究

梅泽文

(云南财经大学,云南 昆明 650221)

**摘要:**运用图论法,结合最小费用距离,分析滇金丝猴栖息地景观连通性在不同时期中的动态变化,依据滇金丝猴习性并结合以往研究综合得出最小费用距离阈值,依据猴群分布的地理位置,将猴群归为 3 个管理单元,计算出不同时期中栖息地整体以及各管理单元所在组分的景观连接度指数值。研究表明,在 1975—2000 年 3 期中,滇金丝猴栖息地连通性指数整体上升,在 1990 年达到高峰值,景观连通性指数整体上处于向好态势。对景观连接度在不同时期中的横向对比情况、纵向动态变化状况进行分析,从景观角度分析影响滇金丝猴生存发展的因素。

**关键词:**图论;滇金丝猴;栖息地;景观连通性;斑块破碎化;最小费用距离

中图分类号:S717;Q959.848;S759.94 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0052-05

## Dynamic Study on Landscape Connectivity of *Rhinopithecus bieti* Habitats Based on Graph Theory

MEI Zewen

(Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, China)

**Abstract:** This paper utilized the graph theory and the minimum cost distance to analyze the dynamic change of the landscape connectivity of *Rhinopithecus bieti* habitats at different times. Based on the threshold of minimum cost distance obtained by the behavior of *Rhinopithecus bieti* and the previous research, the monkey group was classified into three management units according to their geographical location and the index value of the landscape connectivity of the whole habitat and the management units at different times were calculated. The results showed that with the positive trend in the three periods from 1975 to 2000, the connectivity index of *Rhinopithecus bieti* habitats increased, reaching the peak value in 1990. This paper also analyzed the horizontal comparison and longitudinal dynamic changes of the landscape connectivity in different periods, and the factors that affect the survival and development of the *Rhinopithecus bieti* from the perspective of the landscape.

**Key words:** graph theory; *Rhinopithecus bieti*; habitat; landscape connectivity; patch fragmentation; minimum cost distance

滇金丝猴是我国特有的濒危保护动物,栖息地的破碎化已经成为滇金丝猴生存繁衍的重要威胁之一,对滇金丝猴栖息地景观连通性状况进行研究十

分必要。滇金丝猴是国家一级保护动物,世界 25 种顶级的濒危灭绝的灵长类动物之一,十分稀有和珍贵<sup>[1]</sup>。在过去的 400 年,由于人口增长、偷猎和栖息

收稿日期:2017-09-11.

作者简介:梅泽文(1993-),男,湖北黄冈人,硕士研究生.研究方向:景观生态学、环境经济学.



地丧失等原因,滇金丝猴整体分布向西退缩,从低海拔地区退缩到高海拔地区<sup>[2]</sup>。滇金丝猴栖息地丧失及破碎化的严峻问题,使得滇金丝猴的基因交流受阻,遗传多样性水平受到严重威胁<sup>[3-4]</sup>。对滇金丝猴栖息地进行景观格局的分析和破碎化评价对其保护具有十分重大意义。

景观连通性(landscape connectivity)主要研究景观中同类斑块之间或异类斑块之间在功能和生态过程上的有机联系<sup>[5]</sup>。景观连通性较大,表明生物在景观中迁徙、觅食、交换、繁殖和生存比较容易,受到的阻力较小;反之,阻力较大,生存困难<sup>[6]</sup>。景观连接性度量方法可以归纳为最邻近距离法、空间格局指数法、尺度—面积比法、图论法、缓冲半径和关联函数模型法、观察迁入/迁出或扩散率法<sup>[7]</sup>。

图论法应用广泛,是量化网络连接度的重要方法<sup>[9-10]</sup>。在景观生态学的研究中,图论极大地推动了与连接度和生态流相关研究的发展<sup>[11]</sup>。通过对图中要素参数赋予特定的生态意义,能以一种直观和可视化的方式表示区域和自然系统的网络特性,为跨尺度分析以及景观动态的直接表示提供框架<sup>[12]</sup>。图论法依托 GIS 网络平台,把栖息地划分为不同节点,通过度量节点之间的连接,能定量分析出每一斑块对景观连接度的重要度。在景观连通性的相关研究中,图论法应用越来越广。

目前对滇金丝猴的研究多集中于对滇金丝猴分布区域、栖息地环境、猴群数量以及习性等方面的研究。从景观的角度分析滇金丝猴栖息地状况进而评价猴群之间交流难易程度的文章较少。本文在以往研究基础之上,对整个滇金丝猴栖息地不同时期的景观连接度进行动态分析,旨在解决以下问题:1)分析滇金丝猴栖息地整个区域以及各管理单元不同时期景观连接度状况;2)度量对比不同时期景观连接度变化情况;3)对滇金丝猴栖息地的保护工作提出相应的建议。

## 1 研究区域与种群

滇金丝猴自然种群现存 15 个,约 2 500 只<sup>[13]</sup>。其栖息地位于三江并流区域,分布范围东西界为金沙江和澜沧江,分布最北的猴群纬度为 29°20'N,最南的为 26°14'N,即分布于云南的德钦、维西、兰坪、丽江市玉龙县和西藏的芒康县境内<sup>[14]</sup>。本研究涵盖了滇金丝猴所有的分布区域(表 1)。

表 1 滇金丝猴种群和栖息地<sup>[15]</sup>

Tab. 1 Population and habitat of *Rhinopithecus bieti*

猴群	猴群栖息地	种群数量/ 只	活动范围/ km <sup>2</sup>
G1	执娜	50	24.2
G2	小昌都	>200	47.3
G3	米拉卡	100	10.7
G4	巴美	80	117.6
G5	吾牙普牙	>300	180.4
G6	茨卡通	50	61.9
G7	弄资河头、巴迪河头、归龙	100	208.4
G8	同洛河头、施坝	200	131.6
G9	格花菁、响古菁	>900	82.9
G10	大草坝各玛、巴俾河头、仙人洞	30	36.4
G11	金丝厂	250	41.5
G12	大坪子	<50	41.0
G13	长岩山	120	22.7
G14	拉沙山	100	16.5
G15	龙马山	>100	14.8

注:G1—G3 为西藏种群,G4—G15 为云南种群。

## 2 数据来源与方法

### 2.1 数据来源

研究区植被图由云南省林业调查规划院根据 2012 年 SPORT5 卫星遥感影像解译获得,以 1 : 50 000 比例尺水系图和数字高程模型(DEM)作为参考的控制影像,在 ERDAS 9.2 中对整景影像进行了几何精校正,均方根误差(RMS) < 1,植被图满足研究精度要求。遗传距离数据来源于刘志瑾 2009 年发表的研究论文<sup>[16]</sup>,本研究仅采用云南地区的遗传距离。

### 2.2 研究方法

本文以图论为基础进行连接度分析。目前,众多计算连接度的软件中,较为实用的是 Graphab 软件。Graphab 软件利用景观生态网络图建模,能够计算连接度指数,分析连接度指数对物种分布影响。在景观尺度上,Graphab 2.0 中的 PC 值是反映整体连接度的指标,当景观中生境斑块连通时可以进行指数的计算。当斑块之间的距离大于阈值,认为这 2 个斑块不连通;小于或等于阈值,则认为它们是连通的<sup>[17]</sup>。PC 值指在整个图形中,通过它们之间交互概率来定权重的所有成对斑块的容量乘积的和。PC 值的数值大小能够表明景观连通性的高低

程度。

PC 指数在 Global 水平上的表达式为:

$$PC = \frac{1}{A^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i^\beta a_j^\beta e^{-\alpha d_{ij}}$$

式中,  $a_i$  和  $a_j$  指的是斑块  $i$  和斑块  $j$  的容量,  $P_{ij}^*$  指斑块  $i$  和斑块  $j$  之间所有潜在路径中连接度最大的概率,  $A$  是研究区域总面积。  $P_{ij}^*$  由下式指数函数计算出:

$$P_{ij}^* = e^{-\alpha d_{ij}}$$

式中,  $d_{ij}$  是这些斑块之间的距离阈值,  $\alpha (0 < \alpha < 1)$  表示指数函数中扩散几率降低的强度<sup>[18]</sup>,  $d_{ij} = 0$  时,  $P_{ij}^*$  达到最大值 1。在 graphab 中确定  $\alpha$  值需要指定与一定距离对应的概率值, 本文将阈值对应  $p$  的较小值 0.05, 通过  $\alpha = \log(p)/d$  计算出  $\alpha$  值。在 PC 值的计算中,  $\beta$  是应用于计算斑块容量的指数, 起控制作用。它使距离权重和斑块容量权重在指标权重中保持相对的平衡。本文指定  $\beta = 1$ , 其表示意义为斑块容量与权重线性相关。

表 2 生境类型、土地覆盖类型及最小费用值<sup>[19]</sup>

Tab. 2 Habitat type, land cover type and least cost

生境类型	土地覆盖类型	最小费用值
最适宜生境	华山松、铁杉、箭竹林、云冷杉林、针叶阔叶混交林	1
次适宜生境	灌木林地、硬叶常绿阔叶林	10
适宜生境	高山针叶林、阔叶林	70
不适宜生境	非林地、荒山荒地、其他非林地、云南松林	90
阻碍	积雪、农牧地、人工建筑、人工经济林、水体	100

### 2.3 阈值的选定

滇金丝猴是分布海拔最高的灵长类动物<sup>[20]</sup>。高大乔木上的松萝是其主要食物来源。滇金丝猴把大部分时间都花费在树上取食和休息, 白天中, 只有 15% 的时间用来迁徙移动<sup>[21]</sup>。野外调查数据显示, 大部分滇金丝猴每天移动距离在 350 ~ 3 000 m 之间, 每天平均移动距离大约为 1 500 m<sup>[22]</sup>。本研究根据专家知识以及野外调研数据选取阈值间隔为 350 m, 在 Graph2. 0 中依次选取 350 m、700 m、1 050 m、1 400 m……3 150 m 作为实际距离阈值, 再将其转换为最小费用距离, 依据得出最小费用距离, 分别计算出 1975 年、1990 年、2000 年不同时期区域整体 PC 值。在阈值为 1 400 m 时, PC 值变化百分比较小, 结合以往研究以及专家意见, 采用 1 400 m 作为

实际距离阈值进行计算。

### 3 结果与分析

在阈值为 1 400 m 时, 猴群栖息地 3 期 (1975 年, 1990 年, 2000 年) 整体情况分布如表 3 所示。

表 3 3 期 (1975 年, 1990 年, 2000 年) 组分数、斑块数、PC 值

Tab. 3 Components, patches and PC value of three periods (1975, 1990 and 2000)

年份	1975 年	1990 年	2000 年
组分数/个	738	476	484
斑块数/个	3141	2125	2177
PC 值	$7.37 \times 10^{-4}$	$7.65 \times 10^{-4}$	$7.44 \times 10^{-4}$

在阈值为 1 400 m 情况下, 将猴群自北向南编号为 G1、G2、G3、G4……G15, 依据地理位置, 将猴群划分为 3 个管理单元, 并计算各管理单元所在组分平均 PC 值 (表 4)。

表 4 各管理单元不同时期 PC 值

Tab. 4 PC value of three management units at different times

管理单元	所含猴群	1975 年 PC 值	1990 年 PC 值	2000 年 PC 值
S1	G1、G2、G3、G4	$3.55E-07$	$4.92E-07$	$4.63E-07$
S2	G5、G6、G7、G8、G9、G10	$5.82E-04$	$6.67E-04$	$5.88E-04$
S3	G11、G12、G13、G14、G15	$5.41E-06$	$5.26E-06$	$5.23E-06$

从 3 期的整体情况来看, 在 1975—2000 年间, 滇金丝猴栖息地斑块破碎化程度有所降低, 整体景观连接度趋于提升, 并在 1990 年达到峰值。从不同管理单元同期 PC 值对比情况来看, 不同猴群所在区域景观连通性值也相差较大, 表现为 S2 最优, S3 次之, S1 较差。S1 管理单元景观连通性较低的可能原因在于其位于高寒山区, 受积雪、冰川等因素阻碍较大。在整个研究区域中, 南部的 S3 管理单元经济最为发达, 人口最为稠密, 人口活动次数多、频率高, 人工建筑、人工经济林较为常见, 对景观连通性产生了较大影响。S2 管理单元所在区域相对纬度适中, 且分布有白马雪山国家级自然保护区等, 由于保护区特殊的地理位置和自然条件, 形成了生境类

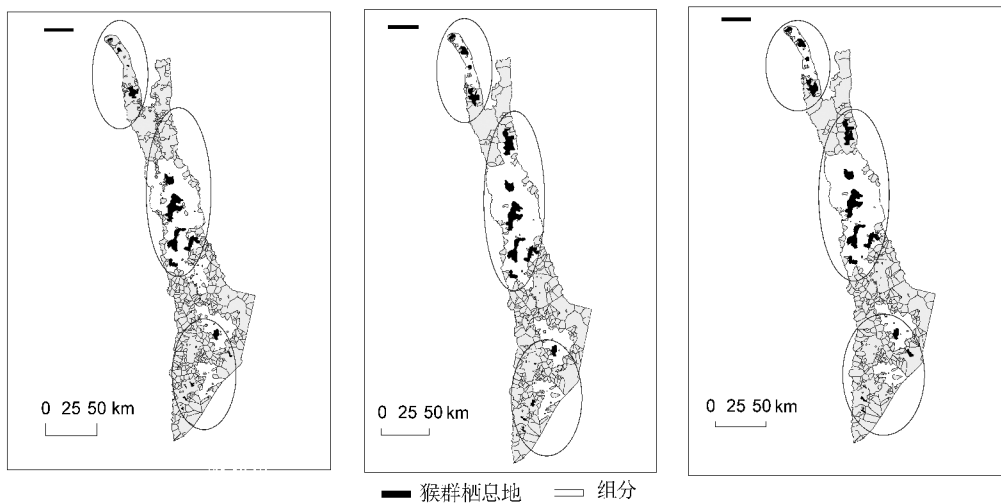


图 1 组分以及管理单元的划分

Fig. 1 Partition component and management unit

型多样,植被类型丰富,动植物区系南北渗透,物种多样性高,特有种多的特点,是我国生物多样性最丰富的地区之一<sup>[23]</sup>。S2 管理单元受人为干预较少,原始森林分布广泛,云冷杉林、高山针叶林等滇金丝猴适宜栖息地土地覆盖类型较多,景观连通性也较高。

从不同时期各管理单元来看,北部中部的 S1、S2 管理单元景观连通性变化情况基本与区域整体变化情况一致,处于向好态势。S1、S2 管理单元分布有西藏芒康滇金丝猴国家级自然保护区、白马雪山国家级自然保护区以及云岭省级保护区等,在不同时期的演变中,由于 S1、S2 单元纬度较高,与经济发达区域重合面积较小,受经济发展带来的人为干扰变化较小。南部的 S3 管理单元,其景观连通性不断下降,景观更为破碎,应引起足够重视。S3 管理单元分布在人为活动较多的区域,可能原因在于随着该区域几十年来的经济社会快速发展,人为活动也更多地影响到该区域的景观格局。

#### 4 讨论:

在 1975—2000 年 3 期中,滇金丝猴栖息地景观连通性指数整体上升,在 1990 年达到峰值,景观连通性指数整体上处于向好态势,说明对滇金丝猴的栖息地保护工作取得了一定成效。在 1975—2000 年间,随着经济水平的提高以及生态保护意识的增强,滇金丝猴栖息地土地利用也从向山要地、毁林开荒逐渐向集约型利用土地、退耕还林转变。2000 年开始,国家全面启动实施天然林资源保护工

程(以下简称天保工程),其中涉及云南省的 13 个州市 69 个县(市、区),在云南省工程区范围为北纬 20°08'32"~29°15'08",东经 98°10'~105°36'<sup>[24-25]</sup>。西藏的天然林保护工程实施于昌都 3 县(江达县、贡觉县、芒康县),天保工程包含了滇金丝猴栖息地全部区域,天保工程的推广实施,给该区域带来了众多的生态经济效益。预计在 2000—2010 年间滇金丝猴分布区域景观连通性状况应该保持前三期提高的趋势。本文由于数据的限制,未能进一步分析近年来尤其是 2010 年以来的滇金丝猴分布区域景观连通性变化状况,所预计结论需更多数据支持,将在未来的研究中进一步分析完善。此外,将栖息地景观连通性变化与社会经济发展指标结合分析,从生态经济学等角度来分析看待景观连通性变化也是非常值得研究与讨论的内容。

作为衡量滇金丝猴扩散难易程度的指标之一,景观连通性在 3 期中的横向、纵向变化情况应引起足够重视。在人为层面,应加强对滇金丝猴栖息地的保护工作,合理调整耕地面积,依据森林更新速度控制森林砍伐量,减轻人为因素对景观连通性的破坏程度,为滇金丝猴种群的扩散提供有利条件。通过计算景观连通性动态变化情况来反映栖息地质量变化的方法,不仅能应用于滇金丝猴栖息地保护分析,也适用于其他物种的分析和保护。

#### 参考文献:

- [1] 赵娟钧,自然保护区滇金丝猴保护现状及管理建议[J]. 农业与技术,2012,32(8):136.

- [2] 黄勇, 权锐昌, 任国鹏, 等. 西藏米拉卡黑白仰鼻猴的栖息地变化[J]. 动物学研究, 2008, 29(6): 653-660.
- [3] LIU Z J, REN B P, WEI F W, et al. Phylogeography and population structure of the Yunnansnub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*) inferred from mitochondrial control region DNA sequence analysis [J]. *Molecular Ecology*, 2007(16): 3334-3349.
- [4] LIU Z J, REN B P, WU R D, et al. The effect of landscape features on population genetic structure in Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) implies an anthropogenic genetic discontinuity [J]. *Molecular Ecology*, 2009(18): 3831-3846.
- [5] TAYLOR PD, FAHRIGL, HENEINK, et al. Connectivity is a vital element of landscape structure [J]. *Oikos*, 1993, 68(3): 571-573.
- [6] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及其应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2011: 82-84.
- [7] CALABRESE J M, FAGAN W F. A comparison-shopper's guide to connectivity metrics [J]. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2004, 2(10): 529-536.
- [8] 王丽丽. 图论的历史发展研究 [D]. 济南: 山东大学, 2012: 3-15.
- [9] THULASIRAMAN K, SWAMY MNS. Graphs: theory and algorithms [M]. New York: Wiley-Interscience, 1992: 1-10.
- [10] TAAFFE E J, GAUTHTHIER H L. Geography of transportation [M]. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1973: 33-45.
- [11] 富伟, 刘世梁, 崔保山, 等. 景观生态学中生态连接度研究进展 [J]. 生态学报, 2009, 29(11): 6174-6182.
- [12] RICOTTAC, STANISCIA, AWENAG C, et al. Quantifying the network connectivity of landscape mosaics: a graph-theoretical approach [J]. *Community Ecology*, 2000, 1(1): 89-94.
- [13] WONG M H G, LI R, XU M, et al. An integrative approach to assessing the potential impacts of climate change on the Yunnan snub-nosed monkey [J]. *Biological Conservation*, 2013, 158: 401-409.
- [14] 薛亚东, 李丽, 李迪强, 等. 基于景观遗传学的滇金丝猴栖息地连接度分析 [J]. 生态学报, 2011, 31(20): 5886-5893.
- [15] WONG M H G, LI R, XU M, et al. An integrative approach to assessing the potential impacts of climate change on the Yunnan snub-nosed monkey [J]. *Biological Conservation*, 2013, 158: 401-409.
- [16] LIU Z J, BEN B P, WU R D, et al. The effect of landscape features on population genetic structure in Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) implies an anthropogenic genetic discontinuity [J]. *Molecular Ecology*, 2009, 18(18): 3831-3846.
- [17] 李雯雯, 李丽, 吴巩固, 等. 评估不同尺度下农牧地对滇金丝猴景观连通性的影响 [J]. 生态学报, 2016, 36(24): 8136-8144.
- [18] FOLTETE J C, CLAUZEL C, VYIDEL G. A software tool dedicated to the modeling of landscape networks [J]. *Environmental Modelling and Software*, 2012, 38: 316-327.
- [19] 张宇, 李丽, 吴巩固, 等. 基于生境斑块的滇金丝猴景观连接度分析 [J]. 生态学报, 2016, 36(1): 51-58.
- [20] LONG Y C, KIRKPATRICK R C, ZHONG T, et al. Report on the distribution, population, and ecology of the Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*) [J]. *Primates*, 1994, 35: 241-250.
- [21] GRUETER C C, LI D, REN B, et al. Overwintering strategy of Yunnan snub-nosed monkeys: adjustments in activity scheduling and foraging patterns [J]. *Primates*, 2013, 2(54): 125-135.
- [22] KIRKPATRICK R C, LONG Y C, ZHONG T, et al. Social organization and range use in the Yunnan snub-nosed monkey *Rhinopithecus bieti* [J]. *International Journal of Primatology*, 1998, 19: 31-51.
- [23] 赵卫东, 格玛江初, 施方勤, 等. 白马雪山国家级自然保护区主要保护动物及其威胁因子变化分析 [J]. 林业调查, 2011, 3(4): 1671-3168.
- [24] 国家林业局天然林保护工程管理中心. 天然林资源保护工程管理手册 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [25] 李月. 云南省天然林保护建设 10 年的主要成效分析 [J]. 西部林业科学, 2010, 39(2): 61-65.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.011

## 云南省生态保护与建设成效分析及对策建议

陈 哲 温庆忠 秋新选 周小平 卢双珍 邓喜庆 刘娟

(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

**摘要:**生态保护与建设是实现区域经济发展与生态环境相协调的基本途径之一。总结近年来云南省生态保护与建设成效,综合分析当前存在的生物多样性保护形势严峻,森林生态服务功能不强,人与野生动物冲突加剧,湿地污染威胁日趋严重等问题。藉此,提出强化监测预警和防控体系,抵御有害生物入侵,坚持实施天然林保护和退耕还林工程,完善保护体系,加大生物多样性保护力度,拓宽野生动物肇事补偿资金投入渠道,推进绿色发展等对策及建议。

**关键词:**生态保护与建设;生物多样性保护;森林生态服务功能;有害生物入侵;生态屏障;野生动物肇事;绿色发展;云南省

中图分类号:S718.5;X171.4 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2018)01-0057-04

## Effects Analysis and Development Countermeasures of Ecological Protection and Construction in Yunnan Province

CHEN Zhe, WEN Qingzhong, QIU Xinxuan, ZHOU Xiaoping  
LU Shuangzhen, DENG Xiqing, LIU Juan

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

**Abstract:** Ecological protection and construction is one of the basic ways to realize the coordination between development of regional economy and ecological environment. The effects analysis of ecological protection and construction in Yunnan Province found that biodiversity conservation was in in grave difficulties with poor forest ecological service function, intensified conflict between people and wildlife and serious wetland pollution. This paper put forward countermeasures to strengthen the monitoring and early warning system and the prevention and control system, prevent from pests' invasion, implement the natural forest protection and grain for green project, perfect the protection system, intensify the protection of biodiversity, broaden the fund channels of compensation for the wildlife accident, and promote green development.

**Key words:** ecological protection and construction; biodiversity conservation; forest ecological service function; pests' invasion; ecological protective screen; wildlife accident; green development; Yunnan Province

党中央高度重视生态文明建设,把生态保护与 建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化

收稿日期:2017-11-01.

基金项目:国家林业局软科学课题“云南省边境生态安全建设研究”。

作者简介:陈哲(1980-),男,湖南邵阳人,工程师。主要研究方向:生态安全及生物多样性保护。

通信作者:温庆忠(1968-),男,广东揭西人,正高级工程师。研究方向:森林生态、自然生态状况监测等。

建设、社会建设各方面及全过程。2015 年习近平总书记在云南考察时明确了云南省“努力成为我国民族团结进步示范区、生态文明建设排头兵、面向南亚东南亚辐射中心”的战略定位,这是习近平总书记在新形势下,着眼于新的时代背景和全国战略布局,为云南确定了新坐标、明确了新定位、赋予了新使命。本文在总结近年来云南省生态保护与建设成效的基础上,综合分析当前存在的主要生态问题,提出了相对应的对策建议,以期为云南省争当生态文明建设排头兵、建设美丽云南和可持续发展提供科学依据和参考。

## 1 区域概况

云南省地处中国西南边陲,位于东亚大陆、中南半岛和南亚次大陆的结合部,是中国陆上唯一能够与东南亚、南亚直接相通的省份,全省东西最大横距 864.9 km,南北最大纵距 990 km,总面积 39.4 万 km<sup>2</sup>。云南具有多样的气候环境和特殊的地理条件,是世界十大生物多样性热点地区之一,也是我国生物多样性的天然宝库和重要的资源基地,全省分布有高等植物 18 340 种,占全国的 53.9%;脊椎动物 1 848 种,占全国的 50.4%。此外,分布的森林、湿地植被类型、生物种类及特有类群数量均居全国之首,使云南省在构筑中国重要的生物多样性宝库及西南生态安全屏障中占据极为重要的战略地位。

## 2 生态保护与建设取得的成效

云南省委、省政府历来重视生态保护与建设,确立“生态立省、环境优先”的战略思想,全面实施“森林云南”建设和“七彩云南”保护行动。先后出台《关于加强生态文明建设的决定》、《关于加快林业发展建设森林云南的决定》、《关于加快森林云南建设构建西南生态安全屏障的意见》、《中共云南省委云南省人民政府关于争当全国生态文明建设排头兵的决定》,编制了全国首个省级层面的生态文明建设规划纲要——《七彩云南生态文明建设规划纲要(2009~2020 年)》。深入推进天然林保护、退耕还林、石漠化综合治理、自然保护区建设、湿地保护、防护林体系建设等一系列国家重大生态工程。启动实施滇西北生物多样性保护、极小种群物种保护、国家公园建设、陡坡地生态治理等切合云南实际、具有地方特色的生态保护建设重点工程,生态保护与建设取得明显成效。

### 2.1 森林生态系统保护与建设成效显著

2016 年云南省全年完成营造林 41 万 hm<sup>2</sup>,全民义务植树 1 亿株;林地面积增加到 2 806.37 万 hm<sup>2</sup>,占全省总面积的 73.2%,森林覆盖率从 2002 年的 44.3% 提高到 2016 年的 59.3%,高于全国近 30 个百分点;活立木蓄积量从 15.48 亿 m<sup>3</sup> 增加到 18.95 亿 m<sup>3</sup>;新设立大山包、独龙江和怒江大峡谷等 5 处国家公园,全省国家公园达 13 个。全省森林生态系统生态服务功能价值达 1.48 万亿,居全国前列<sup>[1]</sup>。

### 2.2 湿地生态系统保护与建设初见成效

颁布实施了《云南省湿地保护条例》,建立湿地类型的自然保护区、湿地公园和湿地保护小区等,初步形成了较规范的湿地分类保护管理体系,进一步加强了对典型、物种富集区、高海拔和脆弱地区自然湿地的保护。根据云南省第二次湿地资源调查,全省自然湿地保护率 10 年内提高了 25.01 个百分点,达到 40.27%。根据 2014 年云南省第二次湿地资源调查公报,全省现有湿地 56.35 万 hm<sup>2</sup>,其中国际重要湿地 4 处,各级别湿地类型的自然保护区 17 个,国家湿地公园 7 个<sup>[2]</sup>。

### 2.3 农田生态系统保护与改良取得明显成效

开展旱作农业示范基地(区)建设、中低产田地改造,倡导绿色环保的生产理念,实施保护性耕作,有效提高了耕地蓄水抗旱和生产能力,一定程度上遏制了水土流失,较大范围地防治了农业面源污染,维护了农田生态系统平衡,改善了农田土壤结构和肥力。大力开展农产品产地污染和农业面源污染防治工作,减缓了农田生态系统受污染状态。

### 2.4 水土流失综合防治工作成效明显

颁布实施《云南省水土防治条例》,启动实施陡坡地生态治理、水土流失综合治理、石漠化综合治理、长江中上游水土保持重点治理及农村能源建设等一大批治理修复和改善生态环境的综合治理工程。全省水土流失面积较 10 年前减少 29 534.04 km<sup>2</sup>,减少了 22%;水土流失面积占国土总面积的比例从 2003 年的 38% 降至 2016 年的 27.33%。年均土壤侵蚀量下降到 4.8 亿 t,流失总面积、轻度和中度流失面积呈显著减少态势,昔日大批的水土流失区筑起了支撑经济社会发展的生态屏障。

### 2.5 生物多样性保护得到加强

启动实施云南省生物多样性保护行动,建立了全省生物多样性保护联席会议制度,先后发布了《丽江宣言》、《腾冲纲领》和《版纳约定》,基本建立

生物多样性保护体系。积极推进自然保护区、国家公园、森林公园、湿地公园等各类保护区建设,截至 2016 年,各类自然保护区面积达 286.76 万  $\text{hm}^2$ <sup>[3]</sup>。生物多样性保护体系基本建立,90%以上的典型生态系统和 85%以上的重要物种得到了有效保护;加快野生动植物迁地保护、人工繁育和种质资源异地保存;加强外来入侵物种预防控制、极小种群物种保护、基础研究和国际交流合作;强化物种、遗传基因和生态系统多样性保护<sup>[4]</sup>。

### 3 生态保护与建设面临的主要问题

当前和今后一个时期是云南省全面同步建成小康社会的关键期,是“四化”同步发展的加速期,面临着保护生态环境和加快社会经济发展的双重压力。由于生态建设投入不足、科技支撑薄弱、生态保护建设激励政策尚未健全、生态脆弱区居民对资源环境依赖性较大等因素,虽然云南省生态保护与建设工程治理区呈现出较好势头,但经济快速发展过程中生态逆转的潜在威胁依然存在;生态环境继续恶化的趋势有所减缓,但未得到根本遏制,经济发展带来的生态保护压力依然较大。现阶段云南省生态保护与建设中仍存在以下问题。

#### 3.1 生物多样性保护形势严峻

经济社会快速发展加剧了生境破坏、生境污染和栖息地破碎化,生物多样性资源下降的趋势仍然没有得到有效遏制。自然保护区尚未完全脱离抢救保护的阶段且存在保护空缺,保护的有效性不足,部分重要的生态系统受保护的面积不够。省级自然保护区基础设施薄弱,管护措施匮乏,管护投入不足,管理工作难以有效开展,生物多样性和生态保护成效十分有限。此外,云南省外来有害生物入侵的种类和入侵范围呈逐年上升趋势,目前已查明的种类约 200 余种,而且生物量大,影响范围广,仅紫茎泽兰在全省的入侵面积就达 2 470 万  $\text{hm}^2$ ,已严重挤占了本土物种的生态空间。此外,外来入侵物种对于云南省生态系统,特别是生物多样性的负面影响日益扩大,不确定性风险越来越突出,成为导致物种灭绝和生物多样性丧失的主要因素之一,为生态保护与建设带来新的不利局面。

#### 3.2 森林生态服务功能不强

云南省是全国重要林区,但原有森林因长期经历不合理的经营,近年来连续遭受雨雪冰冻、干旱等严重的自然灾害,森林质量下降,森林生态系统功能减弱。而新营造的森林,面积虽有较大的增长,但还

处于林分生长初期,中幼林比例大,低龄化问题突出,林分尚未形成稳定的结构,单位面积蓄积量低。全省森林中以先锋树种组成的林分为主,地带性森林所占比重低,原始森林更少,生态服务功能不高,生态功能尚不完备。干热河谷、高寒地区森林植被生态功能退化趋势较为明显。

#### 3.3 人与野生动物冲突加剧

云南省自 1992 年开始实施野生动物肇事补偿工作,2010 年试点探索野生动物肇事公众责任商业保险,一定程度上安抚了受损群众,缓和了人与野生动物的矛盾冲突<sup>[5]</sup>。但野生动物肇事损失金额持续上涨,肇事补偿资金压力增大,现行公众责任保险赔偿比例偏低。亚洲象、野牛、黑熊等大型野生动物造成的人身伤亡案件增加,人与动物的矛盾冲突呈加剧态势。在部分亚洲象分布区,亚洲象进入群众生产生活区,造成人员伤亡时有发生,人与自然不和谐状况加剧<sup>[6]</sup>。

#### 3.4 湿地污染威胁日趋严重

目前水质污染是云南湿地威胁最大的因素之一。湿地污染因子包括工业污水、生活污水、农业生产中的化肥农药残留、垃圾、矿山开采导致的重金属等污染物。此外,水产养殖也是造成湿地水体污染的主要原因,由于养殖过密、单一,饵料过度投放,不仅造成水体的污染,而且给湿地植物和水生生物带来极大危害,影响湿地生态系统的完整性和稳定性,导致湿地水体富营养化,原生动植物减少,生物多样性降低,湿地功能退化<sup>[7]</sup>。在云南省九大高原湖泊中异龙湖、星云湖、滇池、杞麓湖水质为劣 V 类或 V 类。根据 2016 年云南省环境状况公报,在 62 个水质监测断面中,水质中重度污染占 13%,湿地污染日趋严重。

#### 3.5 经济发展方式较为粗放

云南省正处于工业化和城市化快速发展阶段,由于长期以来产业结构不合理,高新技术产业和产品较少,行业集约化程度低,特别是依托自然资源建立起来的有色金属、钢铁和化工等资源型产业,虽然具有一定生产规模,但落后产能比重高,整体素质和技术水平较低,改造和提升传统工艺水平的任务十分艰巨。此外,以大量消耗自然资源为主的传统行业在整个产业结构中依然占据着主导地位,由此带来的生态保护与建设、节能减排与实现经济持续增长之间的矛盾十分突出,长期以来对传统产业的过度依赖,对经济增长路径的惯性依靠,为新时期云南省生态保护与建设带来前所未有的压力。



## 4 对策与建议

### 4.1 强化监测预警和防控体系,抵御有害生物入侵

建设以数据采集、传输、处理为主要内容的多尺度、一体化的外来物种监测预警体系;构建以远程诊断、风险评估、除害处理、检疫执法和检疫监管为主要内容的检疫御灾体系;建设以应急防控指挥、航空与地面防治、应急防控物资储备为主要内容的防治减灾体系;建设以科技支撑、队伍与装备、有害生物数据库、网络森林医院等为主要内容的服务保障体系<sup>[8]</sup>,以抵御有害生物的入侵。

### 4.2 坚持实施天然林保护和退耕还林工程,有效维护生态屏障

由于人工植被处于群落演替的初级阶段,存在大量空缺生态位可被有害生物利用,阻止外来物种入侵的功能不强。通过建立天然林保护制度,加强对天然林保护,突出原始林资源的重要性,实行特殊的保护政策,不断提高政府部门在生态保护方面的主导作用<sup>[9]</sup>。加强天然林保护,避免“边建设,边破坏”。扩大实施退耕还林工程,合理调整基本农田保护区面积及耕地保有量,确保 25 度以上坡耕地做到“应退尽退”,生态保护与生态建设同步推进,建立有效的生态安全屏障体系。

### 4.3 完善保护体系,加大生物多样性保护力度

进一步完善以就地保护为主,结合近地、迁地和回归等多种形式的保护网络体系。整合目前现有各种类型保护地,优化保护地网络体系,在物种重要栖息地、迁徙通道和生态关键区实施生态移民。建立涵盖全省绝大多数自然生态系统和动植物物种的布局合理、类型全面、面积适宜、保护效果显著的保护地网络。健全自然保护区管理机构,理顺管理体制,进一步加强基础设施建设和科技支撑体系建设。建立和完善各级自然保护区的巡护监测体系,提升管护人员专业能力和水平,充分发挥自然保护区对生物多样性就地保护的最大限度,使保护能力水平与该区域具有全球意义的生物多样性资源相适应。

### 4.4 拓宽补偿资金投入渠道,妥善解决野生动物肇事问题

针对西双版纳等地区野生动物肇事补偿工作的特殊性,积极争取中央财政、社会公益基金对野生动物肇事公众责任保险的资金投入,减轻地方保费增

长压力,提高赔偿标准;开展亚洲象、黑熊等主要肇事动物的肇事规律研究,实施野生动物肇事主动防范工程,广泛开展野生动物肇事防范知识宣传培训工作,积极推进野生动物肇事减灾技术试验示范,妥善解决野生动物肇事问题。

### 4.5 转变发展方式,推进绿色发展

通过转变以面积扩张来发展种植业的传统模式,在保护和利用当地良好自然生态资源前提下,发展环境友好型生态种植业,发展现代农业、高效农业、高效林业。与此同时,积极改造提升产业结构,推进生态服务型产业发展,大力发展以生态服务为主的第三产业,解决替代生计和贫困问题,减轻对环境的压力。创新生态资源保护性利用模式,探索把青山绿水转化为金山银山的有效途径,推进一、三产业的整体融合发展。把生态旅游设施建设与乡村建设、新农村建设与旅游特色村寨建设紧密结合,积极探索通过发展生态旅游、生态休闲等途径和方式,把良好的自然生态资源转化成为发展的基础条件,解决农村人口就业,使当地群众从中受益,从而推动区域经济绿色转型,带动群众脱贫致富,为当地居民与全国同步实现小康创造条件,走生态文明的绿色发展之路。

## 参考文献:

- [1] 云南省林业厅. 云南省森林资源调查报告[R]. 昆明: 云南出版集团公司云南省科技出版社, 2016.
- [2] 云南省林业厅. 云南省第二次湿地资源调查公报[R]. 2014.
- [3] 云南省林业厅. 云南自然保护区年报[R]. 2016.
- [4] 郑进烜, 华朝朗, 陶晶, 等. 云南省极小种群野生植物拯救保护现状与对策研究[J]. 林业调查规划, 2013, 38(4): 61-66.
- [5] 郭辉军, 施本植. 自然保护区生态补偿机制研究[J]. 经济问题探索, 2013, (8): 135-142.
- [6] 唐勤. 西双版纳人象冲突与缓解对策[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2005.
- [7] 国家林业局. 中国湿地资源云南卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015.
- [8] 王新猛, 姜南. 跨境野生动物团伙犯罪之打击对策研究[J]. 林业资源管理, 2015, (2): 19-23.
- [9] 刘惠民. 云南林业生态建设的问题及对策[J]. 西南林学院学报, 2005, 25(1): 5-8.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.012

## 怒江州“以电代柴”生态建设项目实施机制研究

宋志伟 朱丽艳 陈为

(国家林业局昆明勘察设计院,云南 昆明 650216)

**摘要:**2016年,按照典型性、代表性、均匀性和随机性原则,在云南省怒江州4县共抽取了180户农户进行问卷调查和入户访谈,调查、收集农户家庭经济、人口、电价承受能力等数据,结合当地社会经济、农村扶贫、能源结构以及电力供需状况、相关利益群体等资料对“以电代柴”项目实施机制进行分析和研究。论述了项目实施的补贴机制、补贴模式、补贴内容、补贴标准,制度约束方案,用电量约束机制,以及保障以电代柴长期实施的生态补偿、农户增收等机制。认为协调和平衡政府、代柴农户和电力企业三方之间利益关系,构建对代柴农户从“输血”到“造血”的长久机制,才能有效保护和修复怒江生态,推进生态文明建设。

**关键词:**以电代柴;生态建设;补贴机制;约束机制;长效机制;怒江州

中图分类号:S718.5;X171.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0061-05

## Implementation Mechanism of Ecological Construction Project “Substitute Electricity for Firewood” in Nujiang Prefecture

SONG Zhiwei, ZHU Liyan, CHEN Wei

(Kunming Survey & Design Institute of State Forestry Administration, Kunming 650216, China)

**Abstract:** Based on the questionnaire and interview of 180 peasant households in 2016, the data of income, population and affordability for electricity price was collected in accordance with the principle of typicality, representative, uniformity and randomness. This paper analyzed the implementation mechanism of ecological construction project Substitute Electricity for Firewood from local social economy, rural poverty alleviation, energy structure, electricity supply and demand, and related interest groups, as well as discussed the mode, content and standard of subsidy mechanism, the plan of system constraints, the mechanism of power consumption constraint and the long-term mechanism of ecological compensation and income increase. The results suggested to balance the interest relationship among government, farmers and electric power enterprise and make the long-term mechanism of blood-transfusion and blood-making poverty alleviation for the effective protection and restoration of ecosystem and the promotion of ecological civilization construction in Nujiang Prefecture.

**Key words:** Substitute Electricity for Firewood; ecological construction project; subsidy mechanism; constraint mechanism; long-term mechanism; Nujiang Prefecture

收稿日期:2017-11-01;修回日期:2017-11-20.

基金项目:怒江州创建整州“以电代柴”示范区建设项目(2016-160).

作者简介:宋志伟(1984-),男,河南淮阳人,硕士,工程师.主要从事林业调查与规划工作.

当前,生态问题已成为制约我国经济社会发展的最大瓶颈,成为人类生存发展的最大威胁。同时,产能过剩问题日益凸显,资源的合理配置与开发利用已成为经济可持续发展急需解决的问题。实施“以电代柴”生态建设项目是解决农民燃料和农村能源问题的有效途径,是保护和修复生态环境的重要手段,是促进生态文明建设的重要举措。

怒江州生态区位极为重要,在国家主体功能区划中属于限制开发类重点生态功能区,地处世界自然遗产“三江并流”腹地,拥有高黎贡山国家级自然保护区、怒江大峡谷国家公园和独龙江国家公园等重要生态功能保护区,既是全国乃至全球生物多样性最为富集的区域之一,又是国家西南生态安全屏障的重要组成部分,同时也是我国贫困面最大、贫困程度最深的地区之一。由于历史沿袭原因和自然条件限制,各民族群众长期延续着砍柴为薪,甚至刀耕火种的生产生活方式,生态环境问题日益凸显,极大地威胁着国土生态安全。基于此背景,怒江州实施“以电代柴”显得极为必要。然而,科学合理构建实施机制是“以电代柴”项目能否顺利实施、达到实质性效果的关键。

目前,一些学者和专家就“以电代柴”实施模式和相关问题先后进行了研究和探讨,如曹可<sup>[1]</sup>、宋志伟等<sup>[2]</sup>从管理机制、影响因素等方面对项目实施模式进行系统分析,李铭芳<sup>[3]</sup>、宋志伟等<sup>[4]</sup>对项目实施途径和电价问题进行深入探究。本文基于怒江州“以电代柴”项目农户问卷调查和座谈走访,从补贴机制、约束机制和长效机制 3 方面系统构建项目实施机制,并进行定量和定性分析,以期促进项目有效实施。

## 1 研究方法 & 数据资料来源

数据资料来源于项目组在 2016 年 5 月对怒江州 4 县(市)进行的点上调研和走访座谈。按照典型性、代表性、均匀性和随机性原则抽取样本农户。在抽取样本农户时,特别考虑影响农户承受电价的多种因素,如地理位置、经济状况、人口、民族、薪柴资源分布等。共抽取 180 户农户进行问卷调查和入户访谈,涉及 12 个乡镇、14 个村委会和 16 个村组。在问卷调查中,主要对农户 2015 年度的家庭基本情况、经济收入、电费支出和电价承受能力等问题进行了调查。在 180 份调查问卷中,有效问卷 180 份。另外,重点收集怒江州 4 县(市)的社会经济、农村扶贫、能源结构、电量需求、现行电价等统计数据。

## 2 调研结果与分析

### 2.1 电力供需状况

怒江州水能资源十分丰富,目前已建成的中小水电站有 92 座,分布在全州 28 个乡镇,总装机容量约 130 万 kW,理论上具备 58 亿 kW·h 以上的年发电能力,远远超出全州年用电水平。近年来,怒江州依托丰富的水资源实施大规模中小水电开发,电力产能过剩已经显现,出现了“窝电”现象。根据怒江州社会经济统计数据 and 问卷调查数据(如代柴电器类型、数量、功率等)预测电量需求状况,预计 2020 年怒江州全社会用电总量(含“以电代柴”需求电量)将达到 36.63 亿 kW·h,“十三五”期间年均增长率为 7.0%。根据《怒江州“十三五”配电网规划》(2016 年)预测电力供应状况,预计到 2020 年怒江州水电总发电量将达 44.98 亿 kW·h,“十三五”期间的年均增长率为 7.8%。可见,“十三五”期间怒江州电力供应量大于全州实施“以电代柴”后的用电需求量。

### 2.2 相关利益群体分析

通过问卷调查和走访座谈得知,项目主要相关利益群体为政府、代柴农户和电力供应企业。首先,就政府(包括相关职能部门)而言,目的在于全面推进生态文明建设,保护和修复怒江生态,为全社会提供生态产品。同时,应发挥其管理协调作用,保障代柴农户和电力供应企业的利益最大化。其次,就代柴农户而言,目的在于廉价使用清洁能源替代“砍柴为薪”,而代柴农户总体生活贫困,经济承受能力差,其“以电代柴”提供的被社会无偿利用的生态效益应得到补偿,必须由相关部门进行资金补贴或电价优惠。最后,就电力供应企业而言,目的在于借项目实施开展供给侧结构性改革,解决电力产能过剩难题。出于承担社会责任和生态建设的考虑,其应在电价上酌情让利。然而,电力供应企业是小水电私营企业,前期建设电站未获得国家专项资金补助,其要回收成本和维持盈利,这就需要政府部门进行干预调控。因此,必须协调和平衡政府、代柴农户和电力供应企业三方之间的利益,构建实施机制,保障项目持续发挥生态效益。

## 3 实施机制设计

### 3.1 补贴机制

“以电代柴”生态项目作为一项生态环境修复工程,其生态效益具有公共物品特性,因此具有典型

的外部经济性。由于目前怒江州农户总体还很贫困,经济收入较低,生活习惯根深蒂固,思想观念比较落后,“火塘文化”影响深远,在项目实施期限内,必须对其进行“输血”,即补贴农户的用电价格和代柴电器购置,农户才会积极主动接受“以电代柴”,生态效益才能最大化发挥。

### 3.1.1 补贴模式

1) 财政补贴。财政补贴是调节国民经济和社会生活的一种手段,目的是为了支持生产发展,调节供求关系,稳定市场物价,维护生产经营者或消费者的利益。就“以电代柴”项目而言,财政补贴是对项目实施后释放的且被全社会无偿利用的巨大生态效益进行经济补偿。主要通过使用省级财政资金如财政扶贫资金、生态补偿资金或生态转移支付等,对“以电代柴”农户用电价格进行财政补贴,对“以电代柴”农户购置代柴电器进行资金补助。

2) 税收优惠。由于实施“以电代柴”项目大大增加了电量需求,给供电企业、发电企业带来了比“以电代柴”项目实施前多几倍的销售收入,因此,企业也要让出一部分利润,承担一定的社会责任,对“以电代柴”农户用电价格给予一定补贴。鉴于企业要回收成本维持其持续运营,因此,对参与“以电代柴”项目的供电企业、发电企业实行先征后返,即征即退的税收返还,或直接减征、免征等形式的税收优惠,以补偿其所承担的农户用电价格补贴。

### 3.1.2 补贴内容

1) 电价差价补贴。应遵循利益均衡原则,平衡政府、企业和农户三者之间的利益关系,尽可能确保各方的利益最大化。“以电代柴”项目的管理部门与当地供电企业签订协议,农户电价继续由原供电企业按照代柴电价(0.20元/kW·h)<sup>[4]</sup>收取,与现行市场平均电价(0.36元/kW·h)的差价(0.16元/kW·h)由4县(市)统筹财政或申请资金进行补贴,同时供电、发电企业分别承担一定比例。

2) 代柴电器补助。“以电代柴”项目的管理部门给农户发放用户证,作为农户代柴电器补助的基本条件,以村委会为代柴电器补助的基本单元,采用实物形式进行补助。代柴电器主要是电饭煲、电磁炉、电水壶、电炖锅、取暖器。除建档立卡的4.5万户贫困农户由省级扶贫专项资金补助外,其余“以电代柴”的98 033户农户购置代柴电器的资金可申请省内一般性转移支付资金进行补贴。

### 3.1.3 补贴标准

#### 1) 电价差价补贴标准

① 财政补贴。根据农户电价测算结果,农户最大承受电价<sup>[4]</sup>为0.20元/kW·h,与现行市场平均电价0.36元/kW·h相差0.16元/kW·h。根据项目特点和怒江实情,这部分电价差价资金主要由4县(市)政府进行财政补贴90%,补贴资金从一般性转移支付资金(如均衡性转移支付、县级基本财力保障支付、革命老区及民族和边境地区转移支付、重点生态功能区转移支付等资金)中统筹列支,其余10%由怒江州政府统筹协调电力供应企业解决。此外,由于其前期电站、电力建设中政府财政未投入资金,发电企业和供电企业还要回收成本,所以政府还要从税收优惠中给予其一定的补偿。

申请财政补贴方案:首先,申请增加重点生态功能区转移支付资金。据了解,近3年云南省财政以每年10%的增加率下拨给怒江州生态补偿资金,2016年下拨给怒江州生态补偿资金2.28亿元。由于“以电代柴”是公益性项目,能释放巨大的生态效益,因此,除怒江州统筹协调使用现有生态补偿资金外,还可以按“以电代柴”项目产生的生态价值申请省级财政增加生态补偿资金转移支付的数额。其次,申请省级财政增加其他一般性转移支付资金。

② 企业承担。从“有项目”和“无项目”角度分析企业承担农户电价差价标准。在没有实施“以电代柴”项目的情况下,根据《怒江州“十三五”配电网规划》电力负荷预测分析数据,“十三五”期间农户年均需求电量为600kW·h;在实施“以电代柴”项目的情况下,由于增加代柴电器的电量使用,根据农户用电量需求预测,项目实施期间农户年均需求电量为1350kW·h,也就是说,发电企业和供电企业的电力供应和销售比项目实施前增加2倍多,那么相应的利润也至少增加2倍多。“以电代柴”项目的实施为电力企业解决了产能过剩的问题,增加了巨大利润,企业也应让出一定利润补贴农户用电费用。经怒江州政府统筹协调,电力供应企业承担“以电代柴”电价差价资金的10%,但可从税收优惠中获得一定补偿。

企业税收优惠方案:根据《税收减免管理办法(试行)》(国税发[2005]129号)第二十七条规定:属于“风、火、水、震”等严重自然灾害及国家确定的“老、少、边、穷”地区以及西部地区新办企业年度减免属于中央收入的税收达到或超过100万元的,国家税务总局不再审批,审批权限由各省级税务机关



具体确定。审批税务机关应分户将减免税情况(包括减免税项目、减免依据、减免金额等)报省级税务机关备案。根据《中华人民共和国企业所得税法》(2007年3月)第二十九条规定:民族自治地方的自治机关对本民族自治地方的企业应缴纳的企业所得税中属地方分享的部分,可以决定减征或者免征,自治州、自治县减征或者免征的,须报省、自治区、直辖市人民政府批准。怒江州属于国家确定的“老、少、边、穷”地区,而且属于民族自治州。因此,企业缴纳所得税中属于国税的向云南省税务机关申请,属于地税的由州政府或者县政府向云南省人民政府申请。

**企业税收优惠标准:**按“以电代柴”项目电价差价 0.160 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$  计,企业承担 10%,即承担 0.016 0 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。对于供电企业来说,根据云政办发[2016]73 号文规定,怒江州农村居民生活用能实施电能替代用电价格,即到户电价为 0.360 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ,拟定减税 3%,相当于减少 0.010 8 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$  的税额;对于发电企业来说,由云南电网按照市场化交易方式以不高于 0.172 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$  的采购价格代居民用户统一采购电能替代电量,拟定减税 2%,相当于减少 0.005 2 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。这样,供电企业和发电企业减税合计 0.016 0 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ,相比承担电价 0.016 0 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ,正好弥补其承担费用。

### 2) 代柴电器补贴标准

代柴电器购置所需资金来自财政扶贫资金和一般性转移支付资金。分析全州 4 县(市)180 户农户典型问卷调查资料得知,有 67.85% 的农户已经购置部分电器,有 32.15% 的农户因家庭条件困难没有购置任何电器。因此,对建档立卡的贫困农户进行全部代柴电器购置补助,对非建档立卡的农户进行部分资金补助。代柴电器资金补贴为一次性差别补贴(按是否为建档立卡贫困农户),补贴农户数量为全州 4 县(市)14.303 3 万户农户。代柴电器购置可以结合家电下乡惠民政策减轻农户经济负担。根据家电下乡政策相关规定,农户购买家电产品,财政给予 13% 的补贴。

**具体补贴标准:**云南省发展改革委印发的《怒江州脱贫攻坚全面小康行动计划(2016—2020 年)》中明确提出,“要发展‘以电代柴’,降低农村居民用电价格,对贫困户购置电炊进行补助,实施农村能源替代”。怒江州决定从省级财政安排的 10 亿元脱贫攻坚全面小康行动计划专项资金中拿出 9 000 万元用于实施“以电代柴”项目,按每户 2 000 元的标

准,对建档立卡的 4.5 万户贫困农户购置代柴电器进行资金补助。除此之外,按每户 1 000 元的标准,对非建档立卡的 9.803 3 万户农户的代柴电器购置资金共 9 803.3 万元申请一般性转移支付资金进行补助,同时利用家电下乡惠民政策即 13% 的财政补贴来减少农户自筹资金,减轻农户经济负担。

## 3.2 约束机制

### 3.2.1 制度约束

**制度约束方案:**1) 制定出台“以电代柴”管理办法,建立健全“以电代柴”规章制度。2) “以电代柴”管理部门与发电和供电企业签订供电协议,根据项目需求情况,合理增加发电企业上网电量配额,监督供电企业足额供电并完善电力设施。3) “以电代柴”管理部门与农户签订协议,监督和约束农户行为,促使农户履行停止砍柴或减少使用薪柴、保护森林植被的责任和义务。同时,向农户发放“以电代柴”用户手册,明确农户代柴电价、代柴电器补贴内容,保障农户用电利益。4) 根据云政办发[2016]73 号文规定,对持有《特困人员供养证书》和《云南省农村最低生活保障金领取证》的用电农户,由供电企业采取即征即退的办法,每户每月给予 15  $\text{kW}\cdot\text{h}$  的免费电量。

### 3.2.2 电量约束

“以电代柴”项目的优惠电价主要是为农户减轻经济负担,确保农户做饭、取暖用得起电。为避免电能资源浪费,必须制定优惠电价(0.20 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ )下的最大使用电量标准,农户使用电量超出约束标准的部分按云政办发[2016]73 号文规定的不同标准的到户电价执行。

**农户电量约束方案:**根据电力供需平衡分析,2016—2020 年农户每年最大使用电量分别为 1 050  $\text{kW}\cdot\text{h}$ 、1 200  $\text{kW}\cdot\text{h}$ 、1 350  $\text{kW}\cdot\text{h}$ 、1 500  $\text{kW}\cdot\text{h}$ 、1 650  $\text{kW}\cdot\text{h}$ ,农户最大使用电量除做饭、取暖用电以外,还包括照明、电视等日常生活电器用电。由于农户代柴电器用电量和日常生活电器用电量无法分开统计,项目实施期间也是怒江州脱贫攻坚重要时期,农户日常生活电器用电的电价也按农户代柴电价(0.20 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ )执行。但是,由于农户是小农经济人,思想素质参差不齐,为避免电能资源浪费,必须制定电量约束方案,实现电能资源的最优化配置(表 1)。

## 3.3 长效机制

### 3.3.1 生态补偿机制

从资源与环境经济学的角度来看,由于“以电



表 1 “以电代柴”农户使用电量控制区间

Tab. 1 Control interval of farmers' electricity consumption in Substitute Electricity for Firewood project

执行电价	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
0.20 元/kW·h	≤1050	≤1200	≤1350	≤1500	≤1650
0.36 元/kW·h	1051~1560	1201~1560	1351~1560	1501~1560	1560~1650
0.45 元/kW·h	1561~3600	1561~3600	1561~3600	1561~3600	1651~3600

代柴”项目使用清洁能源、保护生态环境,给整个社会带来有利影响,具有典型的外部经济性。但是,农户无偿使用薪柴资源的利益被剥夺,并且农民本身并没有因保护森林而得到任何补偿。而且,项目区农户生活贫困,经济收入较低,无力承担“以电代柴”项目后所需电费。因此,必须建立“以电代柴”补偿机制,补偿农户用电成本、减轻农户经济负担,实现项目社会效益最大化。加大申请省级财政转移支付中生态补偿的力度,地方财政也要加大对生态补偿资金配套的投入力度。增加财政转移支付力度和生态补偿资金,通过资金补助或实物补贴,大力支持“以电代柴”项目,以解决农村燃料问题,换取生态环境的持续改善。

### 3.3.2 农户增收机制

通过分析全州 4 县(市)180 户农户调查数据得知,受生活习惯影响和地理条件限制,大多农户小农经济、自给自足的思想严重,存在“想致富、怕吃苦”、“想创业、没路子”的畏难情绪和消极心理,甚至还存在“等、靠、要”的依赖心理。但是,“以电代柴”项目的持续实施,除了财政扶持一定时期外,主要靠农户的自我发展能力来支撑和保障。所以,必须构建农户增收长效机制,采取“引、帮、带”等途径来增强农户的“自我造血”能力,保障“以电代柴”项目得以持续健康实施。

1) 政策引导—“引”。多角度、多途径和全方位地整合有效资源和生产要素,充分发挥政策驱动作用,加大农村扶持政策的整合力度。①加强农村基础设施建设,健全农村公共服务体系,为农村提供基础发展空间。②着力调整农村产业结构,引导农户由单一产业向多元产业转变,特别应发展好林业产业,扩大经济收入来源。③加快农村劳动力转移,制订农村劳动力转移的配套政策措施。④制定“引进来”和“走出去”政策,即引进龙头企业和鼓励农户进城,引导农户转变思想观念,改变农村生产生活方式,调动农村生产要素,发掘农村潜在生产力。⑤加大政策补贴,打造产业示范基地,激发农户创业创新

的主观能动性,引导农户创业和发展多元产业,拓宽农户经济收入渠道。

2) 科技帮扶—“帮”。科技帮扶是助推农户增收致富的持久和稳定的生产力,必须构建多元化的、多层次的农村科技支撑体系。①开展农户就业技能培训,坚持“市场引导培训、培训促进就业”的原则,定期全方位对包括农业、林业、养殖、服务等行业进行培训和指导,增强农户的自我发展能力。②推广农村科技应用,引进、试验、示范、推广新技术、新品种,提高农户科技意识。③培育和发展龙头企业,采取“企业+基地+农户”模式,延伸林业产业链条,推动依托林业富民,为农村全方位注入发展动力,构建农户增收长效机制。④完善农村信息服务设施,按照“信息支农,信息富农”的宗旨,采取多元化的模式,加大资金投入,建立村级信息服务中心,培养农户使用信息意识。⑤尝试和推广“互联网+”发展模式,逐步发展农村电商,拉动农村产品市场需求,指导农户积极参与学习,引导农户合理开发资源,将农村资源优势转化为经济优势。

3) 产业带动—“带”。按照“因地制宜、统筹规划、突出重点、注重效益”的发展原则,遵循“提升、增效、扩量”的发展思路,充分利用怒江生物资源、气候资源多样性特点,大力发展特色生态林业,培育特色生态林业品牌。坚持宜林则林、宜果则果、宜牧则牧,推动特色生态林业多元化发展,以打造绿色富民产业为目标,大力发展林木、林果、林药、林苗、林菌、林菜、林游相结合的“八林”经济。依托国家公园建设,走生态旅游、环境保护、群众参与的可持续发展之路,积极发展乡村旅游,确保农户收入持续增长,加快推进生态扶贫。

## 4 结论

通过科学设计“以电代柴”实施机制得知,首先从补贴机制看,主要强调政府的协调作用,保障代柴农户和电力供应企业的利益;其次从约束机制看,主要强调代柴农户保护森林和节约能源的义务,保障

(下转第 70 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.013

## 基于 3S 技术的森林防火规划制图过程研究

毛丽君

(南京森林警察学院 森林消防学院,江苏 南京 210023)

**摘要:**为优化森林防火规划制图过程,保证森林防火规划编制工作的高效持续开展,在总结传统规划制图过程不足的基础上,提出基于谷歌地球、奥维互动地图、ArcMap 等 3S 技术软件的规划制图过程,实现高效、精准、常态化的数据采集及规划设计模式。基于 3S 技术的制图过程应遵循资料收集、底图准备、野外调查、外业数据导出及分析设计、数据统计、制图输出等步骤。为促进森林防火工程项目的有效开展和森林防火编制规划工作的可持续进行,应加强全国森林防火基础数据库的标准化建设并注重及时更新,综合利用国内各种遥感信息源。

**关键词:**森林防火规划;制图过程;3S 技术;谷歌地球;奥维互动地图;ArcMap

中图分类号:S762.2;S771.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0066-05

## Research on Mapping Process of Forest Fire Prevention Planning Based on 3S Technology

MAO Lijun

(Department of Forest Fire Prevention and Control, Nanjing Forest Police College, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** In order to optimize the mapping process of forest fire prevention planning and ensure the efficient and continuous development of forest fire prevention planning, this paper put forward the mapping process of 3S technology software integrated Google Earth, Ove Interactive Map and ArcMap based on the summary for the shortcomings of traditional planning mapping process, achieving the efficient, accurate and normalized model of data collection and planning. The mapping process based on 3S technology should follow the steps of data collecting, base map preparation, field investigation, field data export and analysis, data statistic and cartographic output. This paper suggested to strengthen the standardization construction of national forest fire prevention database in the planning process, and comprehensively utilized the domestic remote sensing information source to promote the effective development of forest fire prevention project and the sustainable construction of forest fire prevention planning.

**Key words:** forest fire prevention planning; mapping process; 3S technology; Google Earth; Ove Interactive Map; ArcMap

受全球气候变暖和极端天气增多的影响,世界各地的森林火灾呈现高发态势。为了积极应对严峻

的森林防火形势,巩固上一阶段森林防火工作建设成果,全面提升我国森林火灾综合防控能力,国家林

收稿日期:2017-10-09.

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金项目(LGYB201704).

作者简介:毛丽君(1987-),女,硕士,讲师.研究方向:3S 技术在森林防火中的应用研究. Email:111207@nfpcc.edu.cn

业局组织编制了《全国森林防火规划(2016—2025年)》(以下简称《规划》)。《规划》中提出,“未来10年,我国规划投资450.95亿元,重点实施林火预警监测系统、通信和信息指挥系统、森林消防队伍能力、森林航空消防、林火阻隔系统、森林防火应急道路六大建设任务”<sup>[1]</sup>。在《规划》指导下,各级林业主管部门正积极组织编制本地区的森林防火规划,分解落实各项重点工程建设任务。

编制森林防火规划是全面提升我国森林火灾综合防控能力的重要措施,森林防火规划制图则是规划编制工作的基础过程和重要依据。森林防火规划编制工作主要遵循资料收集、实地调查、规划设计和专家评审等步骤<sup>[2]</sup>。规划成果应包括规划说明文本、防火措施统计和资金投入概算表以及森林防火规划图三大部分<sup>[3]</sup>。其中森林防火规划图的制作贯穿了整个规划编制过程,是设计各项防火措施数量和资金概算表格的数据来源,图面直观体现了规划说明文本中拟定建设的森林防火基础设施规划数量及分布地点。科学合理、规范高效的森林防火规划制图是精准落实森林防火工程项目的有力保障,是分步建设各项森林防火基础设施的重要依据。现有关于森林防火规划方面的研究比较注重规划编制内容及方法的宏观分析<sup>[2-4]</sup>,而缺乏对规划制图的过程研究。本文通过分析传统森林防火规划制图过程中存在的问题,提出基于3S技术的规划制图流程,为森林防火规划编制工作的高效持续开展提供借鉴。

## 1 传统制图过程中存在的问题

传统森林防火规划制图实施过程如图1所示。

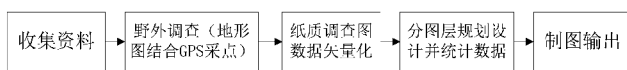


图1 传统森林防火规划制图过程

Fig. 1 Mapping process of traditional forest fire planning

### 1.1 地形图老旧,时效性差

外业调查通常采用纸质地形图(1:10 000 比例尺为主)和手持GPS采点相结合的标绘记录方式。利用地形图进行实地调查主要依赖调查者的用图经验和识图能力。由林业相关部门提供的地形图成图时间较早(通常为十几年前的测绘成果),在野外与现地对照时无法体现近几年发生变化的地形,因此

加大了外业调查人员在野外识别地物和寻找路线的难度。如果购置较新的地形图,则审核周期长且花费成本高。

### 1.2 外业调查操作不便

由于地形图的图幅限制,在进行外业调查前需要将规划区多幅地形图进行裁剪、拼接后折叠使用。拼接后的地形图往往体积较大,使用铅笔在地形图上勾绘时操作不便,精度不高且勾绘失误后不方便修改。使用时要注意防水,防止图纸受潮破损。在外业调查过程中还要避开人群,严格防止国家秘密基础测绘成果的泄密。

### 1.3 内业重复标绘,费时费力

内外业数据无法同步,造成重复标绘工作繁琐、效率低下且精度欠佳。外业调查工作完成后需要将纸质地形图上标绘的成果数据矢量化到电子平台上。电子底图根据规划区范围大小及资料收集情况的不同,可选取高分辨率遥感影像或数字化地形图,内外业工作底图不统一时绘制的调查结果会产生坐标位移。

### 1.4 手持GPS仪辅助调查结果的不确定性

调查时为提高数据精度,需携带手持GPS仪记录辅助定位数据。受出厂性能和地形因素等条件的影响,部分手持GPS仪存在信号不稳定、定位精度不高、数据不能导出到电脑端等问题。GPS使用时需定义为与规划底图相一致的坐标系统,在未正确定义坐标系统的情况下会导致测量结果发生位置偏移,同一点的坐标可能会有几十米甚至上百米的差异<sup>[5]</sup>。

### 1.5 规划主观性较强

在野外调查中获取实地已有森林防火基础设施的位置和数量后,结合对现有资料、相关标准、规划区和国内外森林火灾预防和扑救工作建议的综合分析进行规划设计<sup>[2-4]</sup>。在规划制图过程中以主观经验为主,缺乏量化分析。

## 2 基于3S技术的规划制图过程

3S技术是遥感技术(Remote sensing, RS)、地理信息系统(Geography information systems, GIS)和全球定位系统(Global positioning systems, GPS)的统称。随着3S技术的不断发展与综合应用,已开发出多种功能强大的3S技术集成应用软件。本文提出使用Google Earth提供的遥感数据源作为底图,结合奥维互动地图app进行野外调查,通过ArcMap软件平台的GIS空间分析和制图功能进行森林防火规



划制图的过程。该方法能够有效提高森林防火规划制图的工作效率、节约设计成本、提高设计成果质量和精度、减少外业工作量。

### 2.1 软件介绍

谷歌地球 (Google Earth, 简称 GE) 是美国 Google 公司开发的虚拟地球软件, 它把遥感影像和各种地理信息布置在一个地球三维模型上, 用户可以通过软件客户端免费浏览全球各地不同时间段的高分辨率遥感影像。这些影像主要来源于 Digital Globe、Earth Sat、Blue Sky、Sanborn 等公司提供的卫星影像与航空摄影数据的整合。Google 公司一直积极地对其全球影像数据库进行更新, 目前在中国大部分地区已经更新为最近 1 年的影像数据。目前国内市场上存在如 BIGE MAP、91 卫图助手等谷歌地图下载器, 能够实现对谷歌地球高清、海量、无偏移影像数据的下载, 已广泛应用于森林资源规划设计调查、森林消防管理等工作<sup>[6]</sup>。

奥维互动地图是由北京元生华网公司开发的基于 Google API、百度 API、搜狗 API 的跨平台地图浏览器, 同时支持多种知名地图, 拥有强大的设计功能与地理信息展现技术, 可满足森林防火规划外业数据采集的需求。同时支持多种矢量数据格式, 能够进行离线地图数据管理, 支持多种坐标系并提供信息检索功能等。在电脑端的各种地理规划设计可以快速同步到手机平台上, 在移动端现场采集到的数据也可快速同步到电脑上<sup>[7]</sup>。

ArcMap 是 ArcGIS 桌面软件的主要应用程序, 拥有地图显示、编辑、查询和分析等模块, 包含着一套功能强大的专业制图和编辑系统, 既是对象编辑器, 又是数据表生成器。在 ArcMap 中可以进行点、线、面等图层的编辑操作<sup>[8]</sup>, 也可以打印或输出各种地理信息地图, 还可以进行空间分析等。

### 2.2 制图过程

基于 3S 技术的森林防火规划制图实施过程如图 2 所示。

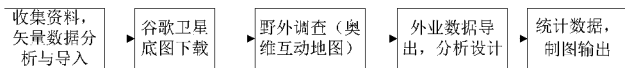


图 2 基于 3S 技术的森林防火规划制图过程

Fig. 2 Mapping process of forest fire planning based on 3S technology

#### 2.2.1 资料收集

除规划区基本情况和图面材料外, 重点收集森

林防火基础地理信息数据, 主要包括重点火险区、矢量化地形图、森林资源分布、已有森林防火基础设施等矢量数据。目前许多省市在加强森林防火信息指挥系统建设时都研发了具有地理信息、业务管理、辅助决策等综合功能的森林防火地理信息系统。系统数据库包含小班信息、森林防火基础设施、重点保护设施、防火队伍、交通路网、影像底图等丰富的数据图层(图 3)。在实际调查中发现, 由于基层防火部门资金和技术条件的限制, 已经建成的森林防火地理信息系统利用率低, 数据库得不到及时有效的更新。用 ArcMap 软件分析收集到的矢量数据图层, 将已有森林防火基础设施数据转换成 kml 格式并导入奥维互动地图手机端中。

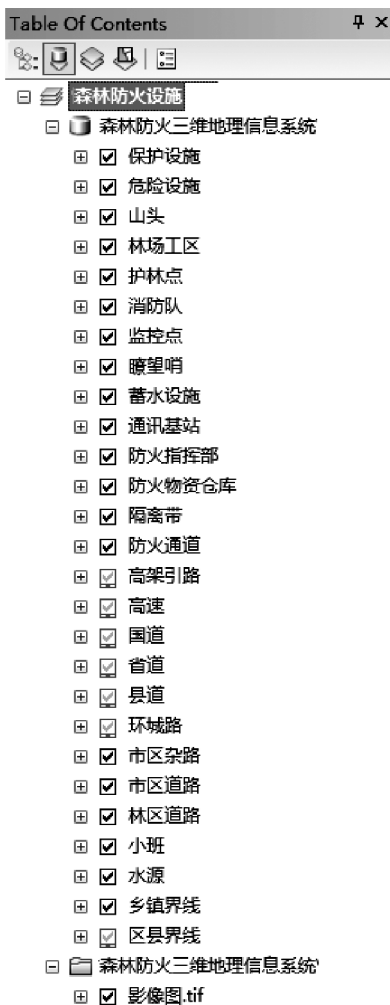


图 3 森林防火地理信息系统包含的数据图层

Fig. 3 Layers contained by forest fire prevention GIS

#### 2.2.2 底图准备

奥维互动地图集成有 Google 地图与卫星图、



Bing 卫星图、百度地图、搜狗地图等多种知名地图,其中谷歌地球提供的卫星图未经过彩色增强处理,显示时更接近地物原本的真实颜色,因而不及其他地图色彩鲜艳,但谷歌卫星图的数据更新速度最快,能够显示近期林区内基础设施的发展变化,是用作森林防火规划底图的最佳选择。外业调查前在奥维互动地图手机端下载离线谷歌卫星图以保障影像在林区内的流畅显示,利用电脑端的地图下载器下载相同的影像图作为规划底图。

### 2.2.3 野外调查

实地调查时选取合适的调查路线,利用智能手机上的奥维互动地图软件即可展开调查。软件采用手机运营商基站结合手机 GPS 定位,借助电子罗盘仪作为辅助工具,调查者可以将实地情况与卫星图对照,做到实时精准定位且信号稳定不易丢失,并且能够自动记录调查路线轨迹。操作介质为智能手机,携带方便且触屏勾绘直接精准,如操作有误,更改简易<sup>[7]</sup>。奥维地图提供常用的矢量数据编辑工具,可以直接在谷歌卫星底图上选择不同符号区分表示各种点、线、面状图层并储存基础设施的多种属性信息,如绘制线状图层(如林区道路、林火阻隔带等)时能够实时显示对象的长度。软件操作界面如图 4 所示。

### 2.2.4 外业数据导出及分析设计

将外业数据导出为 kml 格式并发送到电脑端。调查数据可以与 ArcMap 软件无缝对接,无需繁琐的数据矢量化工作。在 ArcMap 中转换格式后打开,添加已有矢量数据及谷歌卫星底图。综合利用 GIS 的空间分析功能,结合相关标准为森林防火规划做出科学合理的辅助决策。目前 GIS 在森林防火规划设计方面的应用范围非常广泛,例如,耿艳辉等<sup>[9]</sup>利用 GIS 的空间分析功能,依据相关的林区道路建设标准,对广州市白云区下属开发区的林区防火道路进行设计,指导当地的路网规划建设工作。唐伟<sup>[10]</sup>在综合考虑可燃物、森林潜在火行为、地理和自然条件、防火树种与造林技术等因素的基础上,利用 GIS 平台对北京西山林场生物防火林带的空间格局进行优化布置。许水燕<sup>[11]</sup>指出,利用栅格数据邻域分析方法可以从 DEM 数据中提取山顶点,通过可视域分析计算出森林防火监测系统的了望覆盖率,从而实现系统监测点的科学规划和合理布局。

### 2.2.5 数据统计,制图输出

对于部分基层林业或森林防火部门来说,由于缺乏专业软件应用技能,制图技术水平有限,在进

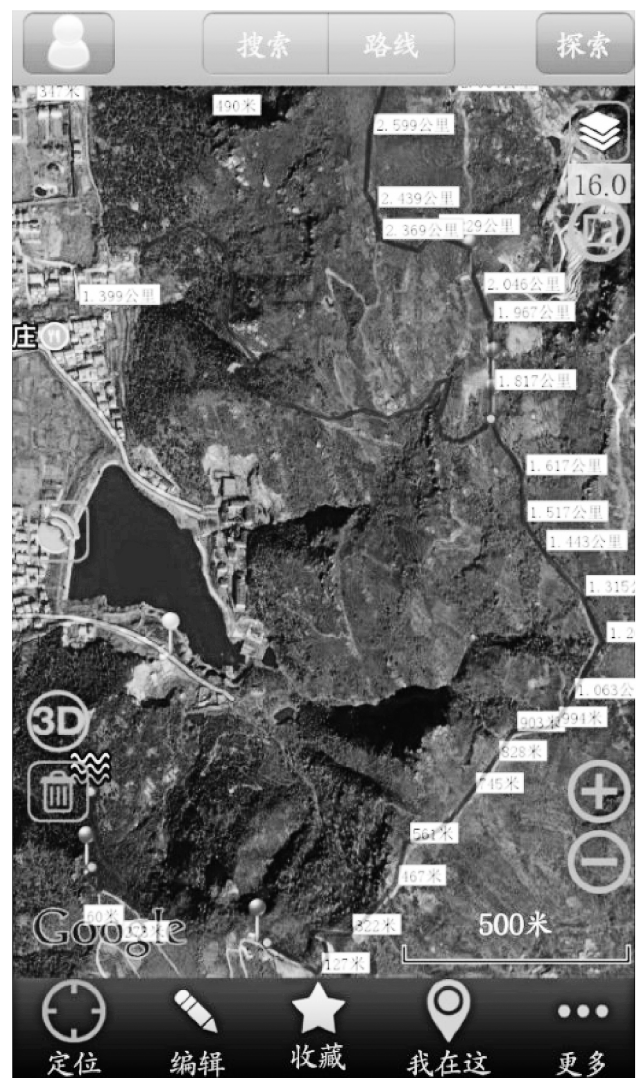


图 4 奥维互动地图软件操作界面

Fig. 4 Operation interface of Ove interactive map software

行日常工程建设规划布局时通常利用谷歌地球截图作为底图,在 Photoshop 等绘图软件上进行绘图,操作较繁琐且不能获取准确的地理位置及属性信息,无法结合空间分析等数据挖掘技术进行辅助规划设计。依据 GIS 空间分析结果及标准要求完成规划设计后,在 ArcMap 软件建立的数据库中分图层统计各种防火设施规划建设数量,根据需要输出高分辨率的森林防火基础设施单项规划图及规划综合一览图。

## 3 结语

随着科学技术的发展,利用 3S 技术结合少量的地面调查,已成为森林防火规划制图的主要发展方

向。3S 技术能够显著提高森林防火规划外业调查工作效率,简化设计流程并增强规划的科学性。从基于 3S 技术的规划制图过程中可见,森林防火基础数据的获取和分析是森林防火规划制图的核心环节。《规划》中提出,要加强森林防火基础数据库、空间地理数据库和遥感影像数据库等建设,构建全国统一的森林防火大数据平台<sup>[1]</sup>。为保证森林防火工程项目的有效开展与规划编制工作的可持续进行,应建立健全森林防火基础数据库并注重数据库的维护与动态更新,从而及时地把握森林防火工程项目的实施进度。此外,文中提出的规划制图过程主要依靠国外的谷歌卫星图作为遥感数据源。在我国航天遥感事业飞速发展的今天,应深入挖掘国内遥感数据源在森林防火方面的应用潜力,在建设森林防火地理信息系统时广泛采用国产高分辨率遥感卫星数据、航空摄影测量飞机及无人机航拍数据,减弱对国外数据产品的依赖性。

#### 参考文献:

- [1] 刘慎元,范鲁安,刘萌. 全国森林防火规划(2016—2025 年)出台[J]. 中南林业科技大学学报,2017,37(3):2-129.

- [2] 吕守高,曹冠武. 如何编制森林防火规划[J]. 河南林业,1991(3):22-24.
- [3] 王东亮. 浅议森林防火总体规划的制定[J]. 森林防火,2015(3):27-29.
- [4] 郑怀兵,彭徐剑,王蕾,等. 森林防火规划编制分析[J]. 广东林业科技,2015,31(6):96-100.
- [5] 张运生,张思玉. 手持 GPS 在森林防火中的应用[J]. 林业实用技术,2010(12):37-38.
- [6] 谢春平. 基于 Google Earth 的面积快速测量法[J]. 湖北农业科学,2011,50(7):1470-1472.
- [7] 王江宇,吴沙,张智禹,等. 奥维地图移动端踏勘选线技术的研究与应用[J]. 石化技术,2016,23(6):115-116.
- [8] 王景弟,戴成栋. ArcMap 在森林经营制图中的应用[J]. 湖南林业科技,2013,40(6):53-57.
- [9] 耿艳辉,葛俊涛,李明哲. 基于 3S 技术的森林防火道路规划研究[J]. 测绘与空间地理信息,2011,34(3):171-173.
- [10] 唐伟. 北京西山林场生物防火隔离带规划与布局[D]. 北京:中国林业科学研究院,2012.
- [11] 许水燕. 基于 GIS 的森林防火监测系统研究与实现[D]. 南京:南京农业大学,2010.

(上接第 65 页)

生态效益的有效发挥和电力资源的合理配置;再次从长效机制看,主要强调政府的引导作用,增强代柴农户的自我发展能力。总之,本文针对怒江州实情,从补贴机制、约束机制和长效机制 3 方面进行系统研究和科学设计,协调和平衡了政府、代柴农户和电力供应企业三方之间的利益关系,力求构建对“以电代柴”农户从“输血”到“造血”的长久持续机制,有效保护和修复怒江生态。就目前而言,“以电代柴”生态项目实施机制设计方面的研究尚不多见。随着“以电代柴”生态项目的持续深入实施,从利益相关者、外部经济性等经济方面,政策、管理等制度方面进行深入研究,充分协调和平衡政府、农户和供电发电企业三者之间的利益关系,确保“以电代柴”

项目发挥最大的生态效益、社会效益和经济效益,有效推进生态文明建设,促进人与自然和谐发展。

#### 参考文献:

- [1] 曹可. 小水电代燃料实施与推广研究—基于贵州普安试点区调研[D]. 南京:南京林业大学,2007.
- [2] 宋志伟,朱丽艳,陈为. 怒江州“以电代柴”生态建设项目实施模式探析[J]. 林业调查规划,2017,42(3):68-72.
- [3] 李铭芳. 福建省小水电代燃料保护生态工程建设研究[J]. 福建能源开发与节约,2003(1):44-46.
- [4] 宋志伟,朱丽艳,陈为. 怒江州“以电代柴”生态建设项目农户承受电价分析[J]. 中南林业调查规划,2017,36(2):22-25.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.014

## 云南省森林防火应急卫星通信系统建设探讨

吴迪

(云南省林业调查规划院营林分院,云南 昆明 650021)

**摘要:**阐述森林防火应急卫星通信系统在森林防火工作中的重要性和紧迫性,分析云南省森林防火应急卫星通信系统建设现状,认为存在着建设经费缺乏、建设滞后,北斗/GPS 定位导航系统建设薄弱,应急卫星通信车辆购置和改装问题突出,通信系统建设全局性、前瞻性考虑不够等问题。藉此提出加大资金投入,构建以州(市)为单位的森林防火应急卫星通讯系统,森林防火通信系统综合考虑、同步建设等相应建议。

**关键词:**森林防火;应急卫星通信系统;北斗卫星系统;VAST 卫星系统;云南省

中图分类号:S762.3;TN927.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0071-04

## Construction Situation of Forest Fire Prevention Emergency Satellite Communication System in Yunnan Province

WU Di

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

**Abstract:** This paper illustrated the importance and urgency of forest fire prevention emergency satellite communication system in forest fire prevention work and analyzed its construction status. Based on the problems including lacking funds, hysteric construction, imperfect BeiDou/GPS Navigation Satellite System, purchase and modification difficulties of emergency satellite communication vehicle, and short of comprehensive and forward-looking planning for communication system construction, this paper put forward the corresponding suggestions to increase the capital investment, construct the forest fire prevention emergency satellite communication system based on the state (city), and plan comprehensively and constructed synchronously the forest fire prevention communication system.

**Key words:** forest fire prevention; emergency satellite communication system; BeiDou Navigation Satellite System; VAST Navigation Satellite System; Yunnan Province

十八大明确提出了“森林覆盖率提高、生态系统稳定性增强、人居环境明显改善”的目标任务,生态文明建设已经被提升到新的战略高度,这对森林防火工作提出了更高的要求。

云南省地处中国西南边陲,位于东经 97°31′~106°11′,北纬 21°08′~29°15′,总面积 39.40 万 km<sup>2</sup>,

其中山地面积占总面积的 84.0%,高原面积占 9.9%,盆地面积占 6.1%。全省有 25 个县(市)分别与老挝、越南、缅甸交界,国境线长达 4 060 km。云南复杂多样的自然环境孕育着丰富的植物资源,素有“植物王国”之美誉。随着国家天然林保护工程和退耕还林等林业重大工程项目的实施,森林面

收稿日期:2017-09-23;修回日期:2017-12-04.

作者简介:吴迪(1967-),男,云南镇雄人,工程师。从事林业调查规划等工作。



积和蓄积快速增长。据云南省林业厅《云南省森林资源调查报告(2016年)》,全省林地面积达2 806.37万 $\text{hm}^2$ ,其中有林地面积2 120.16万 $\text{hm}^2$ ,占林地面积的75.6%;全省活立木总蓄积19.13亿 $\text{m}^3$ ,有林地蓄积18.95亿 $\text{m}^3$ ,占总蓄积99.1%。

由于全球气候变暖、云南省山地地形复杂、国境线长等因素,保护好云南省丰富的森林资源任务艰巨,森林防火工作难度加大。

以数字化、智能化和网络化为特征的新兴信息技术是加强森林防火建设的重要手段,是关系到森林防火工作全局的战略举措。通过应急卫星通信系统建设,满足国家森林防火指挥中心利用卫星线路召开全国视频会议,实时传输图像、语音等;实现扑火前指与各级森林防火指挥中心的视频会议或视频会商,实现前后方指挥系统的一体化,同时可实现火灾现场实况图像回传;为扑火前指提供可连接公众电话网的语音通信,提供多路IP电话;为扑火前指的计算机提供接入后方指挥中心网络的接入服务,实现访问数据库、浏览网页、共享数据等网络通信服务。加强森林防火卫星通讯系统建设,特别是应急卫星通信系统建设,将为云南省生态安全保驾护航提供坚强保障。

## 1 应急卫星通信系统建设现状

### 1.1 森林防火通信系统

森林防火通信系统主要由有线综合网、卫星通信网、超短波通信网、短波通信网、机动通信系统、森林航空消防通信系统等组成。

### 1.2 森林防火卫星通信系统

森林防火卫星通信系统属于森林防火通信系统的重要组成部分,承担主要的森林防火通信任务。

森林防火卫星系统主要包括VSAT卫星系统、海事卫星系统、北斗卫星系统。VSAT卫星系统包括卫星固定站、车载站、便携站等;海事卫星系统包括车载BGAN终端、卫星手持机等;北斗卫星系统包括指挥机、车载(机载)机、手持机等。

VSAT系统主要保障前线指挥部通信,可实时、高质量地传输火场的图像、语音等数据,便于领导及时了解火情和指挥扑救。

海事卫星系统主要包括BGAN系统和卫星手持机。BGAN系统可提供中低质量的图像、语音等数据通信传输能力,卫星手持机可提供方便的语音通信能力。BGAN系统设备体积小、便于携带,卫星手持机也可随身携带,因此,海事卫星主要保障移动

通信,与VSAT卫星系统互为补充,互为备份。

北斗卫星系统用于各种导航、定位,特别适用于森林防火工作。随着北斗二代系统的建成,北斗定位导航系统已可对亚太地区提供可靠稳定的定位导航服务,利用该系统提供的服务,可极大地提升森林防火通信系统的能力。

### 1.3 应急卫星通信系统建设现状

2016年国家批复在云南实施云南省森林防火省级卫星通信系统建设项目。主要建设内容为VSAT卫星系统和海事卫星系统。包括卫星固定站、卫星便携站、卫星车载站及海事卫星电话等。

#### 1) VSAT 卫星系统

VSAT卫星系统是卫星通信网的主体,由卫星和地面通信系统组成。地面通信系统通过卫星链路形成一个星状结构的通信网络,实现森林防火系统各级单位及国家森林防火指挥部办公室之间的信息传输。地面卫星通信系统主要包括国家森林防火指挥中心固定站、固定小站、便携站等。同时,VSAT卫星系统也可以与机动通信系统中的各型综合通信车(卫星车载站)进行通信(图1)。

VSAT卫星在空中起中转站的作用,即把地球上行站发送上来的电磁波放大处理后再返回地面接收站。地面接收站则是卫星系统与地面公众网的接口,地面用户通过接收站与通信卫星组成一个完整连接。设备支持移动3G/4G网接入。

VSAT卫星通信系统采用星型网络,采用TCP/IP、TCP加速、组播和QoS,TDM/TDMA通信体制。系统主要由天线、ODU、IDU等组成,指挥中心地面站也采用相同的设备构成。通过卫星信道单向和双向传输信息,传输速率带宽1~2M,图像编码格式为MPEG4或MPEG2,传输效果可达到广播级DVD画面品质。

系统通过视频系统、通信系统等,实现图像、语音等数据的传输。实时视频的处理和双向传送将现场图像实时传送到指挥中心视频指挥系统和电视电话会议系统播放,并具有召开现场电视电话会议等功能,以及2路电话及1路数据(实现与后方应用服务器系统或Internet连接)WIFI连接功能。

#### 2) 海事卫星系统

项目建设购置了海事卫星系统的卫星手持机。海事卫星手持机是在极端情况下应急使用的通信工具,具有远距离通话、GPS定位、使用简单、语音清晰等特点。



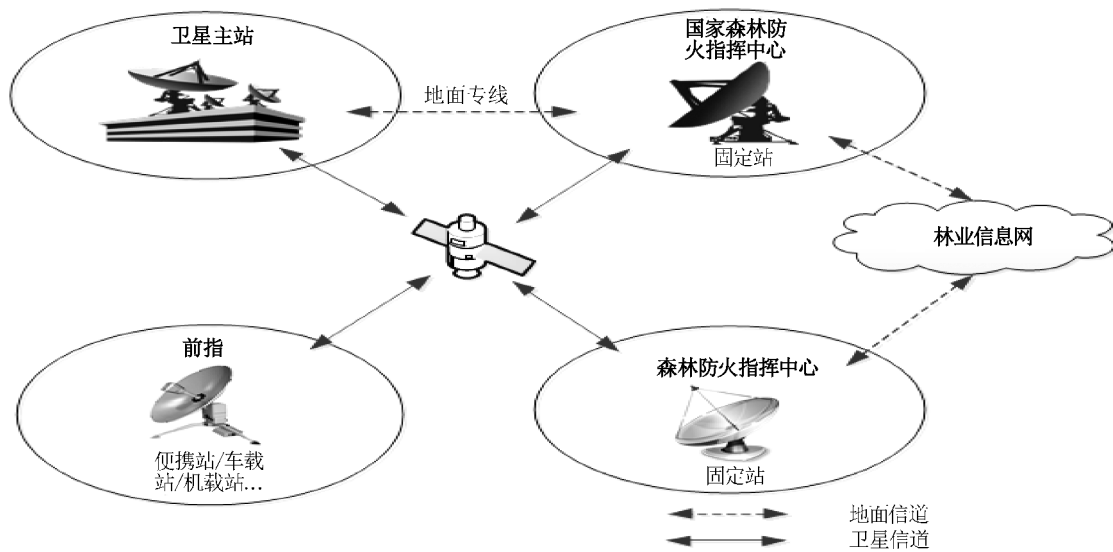


图 1 VSAT 系统拓扑图

Fig. 1 Topology of VSAT system

3) 项目建设成效

项目建设极大地提升了云南省森林防火指挥部处置边远山区突发森林火灾的能力。

云南省丰富的森林资源和重点林区多分布在偏远山区,加之受全球变暖、气候异常等因素影响,森林防火形势非常严峻,因此加快以州(市)为单位的森林防火卫星通信系统建设刻不容缓。

2 森林防火应急卫星通信系统建设存在的主要问题及面临的困难

2.1 州(市)森林防火应急卫星通信系统建设滞后

云南省地处西南边陲,长江、珠江和国际河流湄公河等上游和发源地,生态区位非常重要。多年来,在国家大力支持下,云南省各级地方政府和林业主管部门对森林资源的发展和保护非常重视,在资金比较紧张的情况下,努力筹集资金用于森林防火工作,取得了较好成绩。

随着森林防火新技术的发展和应用,应急卫星通信系统在云南省偏远山区的重点林区森林防火工作中的作用举足轻重。由于森林防火应急卫星通信系统建设在云南省起步较晚,欠账较多,辖区内 16 个州(市)至今没有建成森林防火应急卫星通信系统。

2.2 通信车辆购置和改装成为项目建设制约瓶颈

森林防火应急卫星通信系统建设中需要购置符合条件的应急通信车辆并加以改装,满足卫星车载

站的安装和卫星便携站等应急通讯设备的运输、转移等工作。

公车改革后,各级林业主管部门车辆很少,加之保存的车辆老化,其稳定性、通过性能等都达不到森林防火应急卫星通信车辆的要求。加之国家对森林防火应急通信系统车辆改装要求严格,车辆整体改装必须满足车体内外单元设计、电气系统设计、照明系统设计、车体平台及对外接口设计、车辆避雷及电磁兼容设计、车内外布线系统设计、警灯警报系统设计、车改工艺流程等要求。对现有老化车辆改装不能通过交管、环保部门的审核。

另一方面,随着国家机关和事业单位车辆改革的不断推进,车辆购置、落户受到相关限制,项目建设应急卫星通信车辆的购置和落户指标得不到落实,影响项目建设推进。

2.3 北斗/GPS 定位导航系统建设有待加强

北斗卫星系统(BDS)是中国正在实施的自主发展、独立运行的全球卫星导航系统,致力于向全球用户提供高质量的定位、导航、授时、短消息服务,并能向有更高要求的授权用户提供进一步服务,而且军民通用。中国在 2003 年完成了具有区域导航功能的北斗卫星导航试验系统,之后开始构建服务全球的北斗卫星系统,于 2012 年起向亚太大部分地区正式提供服务,并计划至 2020 年完成全球系统的构建。但由于北斗/GPS 定位导航系统起步较晚,在森林防火工作中应用较少。

## 2.4 应急卫星通信系统与其它通信系统建设还未形成统一整体

森林防火通信以超短波通信为基础,采用先进数字通信技术,综合运用现代无线通信、有线通信、卫星通信、短波通信和计算机网络技术及软件技术,重点解决林场到护林员、扑火前指到扑火队长(员)的通信,实现火灾现场从扑救人员、队伍到前线指挥部所需要的数字语音、数据、文件、短信、图像、GPS 定位、数据查询等多种业务应用。

森林防火应急卫星通信系统与其它通信系统建设互为补充。森林防火应急卫星通信系统、超短波通信系统和短波通信系统在森林防火工作中各具特色,缺一不可,但由于受到资金短缺等因素的限制,导致森林防火通信系统建设顾此失彼,不能形成统一整体。一旦发生森林火灾,“火场通”、“动中通”的目标很难实现。

## 3 对云南省应急卫星通信系统建设的建议

### 3.1 加大云南省森林防火应急卫星通信系统建设力度

由于云南省所处地理位置特殊,生态区位重要,偏远山区的重点林区地形复杂,森林防火工作任务艰巨,以州(市)为单位建设森林防火应急卫星通信系统刻不容缓。因此,建议国家加大对云南省森林防火应急卫星通信系统资金投入,按照先重点、后一般的原则,尽早建成各州(市)森林防火应急卫星通信系统。

### 3.2 国家出台相关政策,解决森林防火应急通信车辆购置和改装问题

森林防火通信车辆属于特种车辆,建议国家对森林防火通信车辆购置、落户和改装出台相应的政

策,解决车辆落户和改装等政策性难题。

### 3.3 从国家战略利益出发,加强北斗/GPS 定位导航系统建设

从国家战略利益出发,立足长远,加强北斗/GPS 定位导航系统建设,使其在森林防火工作中发挥更大的作用。

### 3.4 应急卫星通信系统与其他通信系统需同步建设

在野外条件差、常规通信手段无法使用时,使用卫星系统进行通信保障,可满足森林防火任务的需要,是森林防火中的重要机动通信手段。

有线综合网是森林防火通信基础网络,能保障在森林防火日常任务、应急任务中传送语音、视频、图像、数据等信息;数字超短波网是提供话音通信的重要网络;短波通信网是森林防火通信体系中的后备应急通信网,以话音和报文通信为主,是在特殊情况下的最低限度通信手段。

由于森林防火应急卫星通信网、有线综合网、超短波通信网、短波通信网等在森林防火工作中应用环境不同,功能不同,它们互为补充,缺一不可,因此森林防火通信系统建设必须综合考虑,同步建设。

## 参考文献:

- [1] 文定元. 森林防火基础知识[M]. 北京:中国林业出版社,1992:105-210.
- [2] 牛林国. 山区森林防火问题浅析及对策研究[J]. 科技与生活,2010(2):8.
- [3] 云南省林业厅. 云南省森林资源规划设计调查操作细则(2013年修订)[S]. 2013.
- [4] 云南省林业厅. 云南省森林资源调查报告[R]. 2016.
- [5] 云南省林业调查规划院营林分院. 云南省森林防火省级通信和信息指挥系统建设项目初步设计[R]. 2017.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.015

## 生态旅游在自然保护区实践的研究进展

鲁小波 陈晓颖 王万山 赵明成

(1. 渤海大学 管理学院旅游系, 辽宁 锦州 121013; 2. 渤海大学 旅游发展与规划研究中心, 辽宁 锦州 121013)

**摘要:**自然保护区是生态旅游最主要的实践场所,在可持续发展的大背景下,世界各地的自然保护区开展了大量的生态旅游实践。建立生态旅游认证制度、促进社区有效参与的管理机制和完善生态旅游实践标准是生态旅游在自然保护区实践成功的重要经验。生态旅游的发展对当地的环境、经济和社会文化带来积极与消极 2 方面的影响。生态旅游在自然保护区实践出现偏差的主要原因包括:①缺乏有效管理;②环境保护缺失;③当地社区居民的参与不足。生态旅游在自然保护区实践面临 5 方面主要问题:①大家对生态旅游的理解和认识存在偏差;②生态旅游在自然保护区开发建设的偏差;③生态旅游对自然保护区及其周边造成环境、社会与经济 3 方面的负面影响;④生态旅游在自然保护区实践管理方面的偏差;⑤社区参与方面的问题。生态旅游在自然保护区实践研究方面存在 4 个突出问题:①对于国际前沿和最新实践经验的关注不足;②对于自然保护区生态旅游的发展规律研究不足;③研究中广度与深度结合不足;④缺少长期追踪性研究。

**关键词:**生态旅游;自然保护区;实践研究;偏差类型;社区参与

中图分类号:S759.93;S788.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0075-08

## Research Progress of Ecotourism in Nature Reserve

LU XiaoBo, CHEN XiaoYing, WANG WanShan, ZHAO MingCheng

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

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

**Abstract:** In the context of sustainable development, a great number of ecotourism practices have been carried out in nature reserves which are the most important practice place for ecotourism. The important experiences of ecotourism practice in nature reserve include the establishment of ecotourism certification system, the management mechanism of promoting effective community participation and the standard of ecotourism practice. The development of ecotourism brings not only negative but also positive effects on the local environment, economy and social culture. The main reasons for the deviation of ecotourism in the nature reserve include lack of effective management, deficient environmental protection and insufficient participation of local community residents. The problems of ecotourism in nature reserve exist in the misunderstanding of ecotourism, the substandard ecotourism construction, the negative impact of ecotourism in nature reserve, the deviation of the management and the insufficiency of community participation.

收稿日期:2017-09-14.

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);2016 年度北京市教委社科一般项目(项目编码:SM201612448002).

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



There are four outstanding problems in the practice of ecotourism in nature reserves include less attention to the international frontier and the latest practical experience, insufficient research on the development rules of ecotourism in nature reserve, inadequate combination of extensive research and deep research, and short of long-term follow-up studies.

**Key words:** ecotourism; nature reserve; practice research; types of deviation; community participation

截至 2016 年 12 月,中国(不含港澳台)共建立各类各级自然保护区 2740 个,总面积为全国陆地面积的 14.84%,其中国家级自然保护区 446 处,面积达 9698 万  $\text{hm}^2$ ,占全国各类自然保护区总面积的 65.79%,占国土陆地面积的 10.07%。在旅游开发方面,国家明确要求自然保护区必须开展“生态旅游”,但在实践过程中,规划、开发、建设、运营、管理等方面出现大量偏离“生态旅游”的现象,许多自然保护区为开展旅游,甚至在核心区修建道路及其他旅游设施,对保护区生态造成了严重破坏(罗春菊,2013)<sup>[1]</sup>。《实践论》中指出:“通过实践发现真理又通过实践证实真理和发展真理……”<sup>[2]</sup>。生态旅游在中国自然保护区实践中出现了脱离、违背生态旅游基本原则和核心理论的现象,导致了一系列严重的后果,引起了社会各界对自然保护区生态旅游可持续性的怀疑、质疑甚至反对。本文通过对生态旅游在自然保护区实践研究的进展展开分析,结合“实践论”的基本原理,对生态旅游在中国自然保护区实践的规律和原则进行总结,探索中国自然保护区生态旅游可持续发展的规律与实践标准,这是对生态旅游在自然保护区实践检验的再认识和深化,也是将生态旅游引入中国之后本土化实践的总结和升华。另外,通过探索自然保护区生态旅游实践中的环境教育与生态文明建设融合发展的必要性、方式、价值与意义等问题,可以丰富中国可持续发展理论、科学发展观、生态文明等理论体系。

## 1 生态旅游与自然保护区

### 1.1 生态旅游概念的提出与发展

1983 年国际自然保护联盟(IUCN)特别顾问、墨西哥专家谢贝洛斯·拉斯喀瑞首次提出了“生态旅游”的概念并在 1986 年的国际环境会议上被正式确认。联合国将 2002 年定为国际生态旅游年,以鼓励各国发展生态旅游。此后世界各国迅速响应(万绪才,2002)<sup>[3]</sup>,生态旅游成为 21 世纪旅游发展的主要方向并以 20%~25% 的年增速发展(陈忠晓,2001;梁慧,2007)<sup>[4,5]</sup>。“生态旅游”在中国也渐入人心,1995 年在西双版纳召开的“中国首届生态旅

游研讨会”发布了《发展中国生态旅游的倡议》,是中国关注和研究生态旅游的起点。“2009 年中国生态旅游年”之后,生态旅游在中国大地异军突起,“泛化”、“异化”现象十分严重,生态旅游竟演化为营销手段,成为很多旅游企业和开发商中饱私囊的工具。杨开忠、宋子千、黄远水、王家骏等学者一致认为国内对于生态旅游概念的认识存在误用、滥用、泛化的倾向<sup>[6-8]</sup>。生态旅游在实践中逐渐出现了与预期目标相违背的效果,生态旅游导致了环境陷阱、社会侵蚀、当地的分裂,呈现出大众化的趋势(宋瑞,2006)<sup>[9]</sup>。

### 1.2 生态旅游与自然保护区

自然保护区是一个区域的精华所在,资源丰富,风景优美,是生态旅游最佳、最主要场所。生态旅游已经成为自然保护区的主要任务之一(张玉钧,石玲,2013)<sup>[10]</sup>。自然保护区的首要任务是保护,在不妨碍自然保护的前提下,适度开发生态旅游,“以游养保”应被视为成功之道(郭来喜,1997)<sup>[11]</sup>。中国发展生态旅游应该谨慎,1999 年的一项调查显示“22%的自然保护区因开展生态旅游而造成破坏,11%出现旅游资源退化”<sup>[12]</sup>。对英国、西班牙和法国 8 个自然保护区的研究发现,建立监测指标体系是自然保护区生态旅游可持续发展的必备条件(Hawkins,2004)<sup>[13]</sup>。2013 年中国至少有 80% 的自然保护区在开展旅游,国家要求做生态旅游规划,但地方管理跟不上,旅游成了破坏自然保护区的重要因素,引发的人类活动对自然保护区构成了巨大威胁(罗春菊,杨恒,2013)<sup>[1]</sup>。

## 2 生态旅游在自然保护区的实践

生态旅游在自然保护区的实践是指将国外生态旅游理论与发展经验引入中国,为实现生态保护、社会进步与经济可持续发展的可持续发展目标,在中国各级各类自然保护区内按照生态旅游的原则和标准开展生态旅游规划、开发、经营与体验的活动。

### 2.1 生态旅游在自然保护区实践成功的经验

Parker & Khare(2005)提供了考察生态旅游成功与否的方法,从 3 个方面评估:1) 环境方面(环境

质量和资源使用的机会成本等);2)社区(社区参与、社区对话、贫困和社会包容);3)经济(政治环境、法律体系和安全保障、基础设施和政府政策)。国外生态旅游实践主要有认证制度、管理机制和实践标准 3 个方面的成功经验。

### 2.1.1 认证制度

Muriithi(2013)总结了肯尼亚生态旅游发展成功的关键是通过生态旅游认证体制,要求生态旅游经营企业与当地社区建立良好的关系,积极吸纳当地居民进入生态旅游行业工作,支持当地环境保护和强化当地社区的社会、经济和文化方面的权利<sup>[14]</sup>。生态旅游在自然保护区实践成功的关键是制定标准——认证体制。欧洲比较典型的认证体系有“最佳自然”(Nature's Best)、“绿色环球 21 国际生态旅游标准”(Green Globe 21 International Ecotourism Standard)、“德国安德斯·莱尔森论坛”、“自然保护促进公园”(PAN—Parks is a tool to improve nature protection)、“自然保护区可持续旅游欧洲宪章”(The European Charter for Sustainable Tourism in Protected Areas)、“罗马尼亚生态旅游品牌”(Romanian Ecotourism label)、“生态旅游的荷兰标签”(Dutch label for ecotourism)、“可持续旅游生态认证计划”(STEP—Sustainable Tourism Eco—certification Program)等。

### 2.1.2 管理机制

20 世纪 80 年代建立的“基于社区的自然资源管理模式”(Community Based Natural Resource Management,缩写 CBNRM)在南非林波波省 Masebe 保护区生态旅游的管理中发挥了重要作用。该模式的核心是建立由本地居民 3 人(从周边村庄中选出,其中 1 位为村庄的首长和至少 1 位女性成员)、政府代表 1 人、外地专家 1 人组成的自然保护委员会(Nature Conservation Committee)(C. C. Boonzaaier, 2012)。在印度尼西亚建立的协同管理机制 CMI (Collaborative Management Initiatives)中自然保护区生态旅游管理董事会(核心管理层)的成员分别来自当地政府、社区、私营企业和非政府组织(Purnomo & Mendoza et al, 2005)<sup>[15]</sup>。

### 2.1.3 实践标准

重视保护区的发展、社区参与生态旅游、政府的支持、利益相关者高度重视环境保护等是自然保护区生态旅游实践的关键(A. C. Er, 2012)<sup>[16]</sup>。Svoronou & Holden(2005)在对希腊 Dadia—Lefkimi—Soufli 森林保护区的研究中,总结了自然保护区生态旅游

成功的关键:①完善的自然环境保护程序;②为当地社区创造经济发展机会和就业岗位;③向游客提供高质量的旅游体验<sup>[17]</sup>。Sangpikul(2011)总结了六大要素 31 项指标的生态旅游在自然保护区的最佳实践标准(Elements of Ecotourism Model for Tour Operators 缩写 EMTO)<sup>[18]</sup>(表 1)。

表 1 生态旅游在自然保护区最佳实践标准

Tab. 1 Practice standard of ecotourism in nature reserve

要素	生态旅游在自然保护区的最佳实践标准
自然要素	提供丰富的未被污染的环境或自然保护区的自然景观。
	在一些项目中(在恰当的时候),可以安排游客访问当地的文化景观和社区。
	安排一个以享受、体验、学习自然为目的,且对环境强调低影响或非消耗性的旅游活动。
教育要素	向游客明确告知旅游行程,并介绍旅游目的地及其周边环境的价值和意义。
	向游客提供游览地区的自然环境科学知识,如生物多样性、生态系统、植物、野生动物等。
	向游客提供学习自然环境知识的宣传单、手册、书籍、图片。
	游客到达目的地或进行以自然为基础的活动时,要借助各种技术手段进行解说,如语言、图片、录音、指示牌等。
	教育和鼓励当地居民(旅游开发的地区)保护自然资源。
保护素质	在恰当的时候向其他利益相关者(政府、学校、非政府组织)提供生态旅游知识或进行相关培训。
	将保护作为经营道德和社会责任的重要一部分。
	选择有利于保护的公司主张和运营模式。
	通过各种途径对保护做出贡献(除了直接保护行动,还可以通过物质帮助和资金支持等途径)。
	恰当的时候,鼓励游客参与保护行动中。
	与其他利益相关者(社区、政府、非政府组织、企业等)一起在生态旅游经营过程中合作进行保护工作。
影响要素	遵守生态旅游的规章制度,减少对目的地的不利影响。
	提醒旅客进行恰当的旅游行为,减少对当地生态系统、野生生物(动物、植物)及其生存环境的影响。
	旅游指南向游客提供恰当旅游行为规范。
	用恰当的方式管理游客在旅游过程中产生的垃圾或废物。
	尽可能使用可生物降解或可循环利用的产品。
社区要素	控制旅游团规模,减少对环境的影响。
	在进行当地社区参观时,要向游客提前介绍当地的文化知识。
	促进当地居民就业(在旅游业中雇佣当地居民),让旅游运营与当地社区密切关联。
	通过旅游业发展鼓励游客在当地消费等来促进地方经济发展。
社区要素	与当地社区建立良好的关系。
	安排游客了解和体验当地人的文化与生活方式。
	向当地居民提供参与旅游运营的机会,如当地导游、浏览向导、服务员、当地文化表演者等。

续表 1

要素	生态旅游在自然保护区的最佳实践标准
	发展其他基于社区的旅游形式,如志愿者旅游、农业旅游、民宿等。
企业要素	旅游企业员工应当了解到访地区的法律与习俗,还要知道生态旅游企业的政策和目标。
	通过旅游指南让游客了解当地生态环境的知识(生态系统、野生动物、植物及其生存环境)。
	向游客传达企业的发展理念,让人们了解到他们的责任是为了保护当地自然与生态环境。
	应该定期进行游客满意度调查。
Aswin Sangpikul, 2011。	

## 2.2 生态旅游在自然保护区实践带来的影响

自然保护区生态旅游的影响包括环境和社会 2 方面。对野生动物影响研究的对象包括亚马逊热带雨林中的麝雉(Karp & Root, 2009)<sup>[19]</sup>,法国卡马尔格国际湿地保护区中的越冬野鸭(Guillemain et al, 2007)<sup>[20]</sup>,巴哈马群岛西端和佛罗里达西部海域的虎鲨(Hammerschlag et al, 2012)<sup>[21]</sup>和澳大利亚珊瑚海的礁鲨(Fitzpatrick et al, 2011)<sup>[22]</sup>。对植物影响研究包括生态旅游造成墨西哥的塞莱斯顿自然保护区中的泰来草变稀少、生长减缓、附生植物增加等(Herrera-Silveira et al, 2010)<sup>[23]</sup>。Buckley(2009)将生态旅游的环境影响分为 4 类:积极的影响,缓解消极的影响,增加消极的影响,其他的影响<sup>[24]</sup>。在社会影响方面,Ramser(2007)通过 114 份问卷对肯尼亚莱奇皮亚地区生态旅游的社会经济影响进行分析<sup>[25]</sup>。Kumar(2009)对印度中央邦班达伽国家公园生态旅游对当地村民的影响进行了研究<sup>[26]</sup>。与亚马逊部族首领的访谈发现,生态旅游给当地社区带来经济收益,同时也增加了社会矛盾,引起了社会的不稳定(Stronza & Gordillo, 2008)<sup>[27]</sup>。Weaver(1998)系统地总结了生态旅游带来的影响,从 3 个方面 2 个角度 2 种关系进行了分析(Diamantis, 1999)<sup>[28,29]</sup>(表 2)。

## 2.3 生态旅游在自然保护区实践产生偏差的原因

生态旅游实践偏差指的是在生态旅游的规划、开发、建设、经营、管理、监督、体验等活动中出现的违背生态旅游原则、标准、理论、内涵和本质的现象与行为。

生态旅游尚处在发展初期,实践中出现一些问题在所难免(Weaver & Lawton, 2007)<sup>[30]</sup>。Chiutsi(2011)通过对南非和津巴布韦的生态旅游研究发现,对生态旅游缺乏正确的认识导致了打着“生态旅游”旗号的“伪生态旅游”<sup>[31]</sup>。从尼泊尔

表 2 生态旅游带来的积极与消极影响

Tab. 2 Positive and negative impact of ecotourism			
方面	效果	直接	间接
环境 影响	积极	激发保护环境(保护区或其他区域)的积极性,为栖息地修复和保护提供动力。 生态旅游者积极协助栖息地保护(如捐款、治安、维护等)。	于生态旅游之中促进了更广泛的环境健康提升承诺。 通过生态旅游可以获得保护环境的效益。
	消极	无意中的环境承载力扩展增加了对环境的威胁:旅游快速发展;对长期影响的识别、监测的困难;游客活动带来的思想压力。	脆弱地区暴露于非严格的生态旅游之中。 培养根据景观质量用经济价值衡量自然的习惯。
经济 影响	积极	通过生态旅游获得经济收益。 创造直接就业机会。 加强与当对其他经济部门联系的潜力。 促进周边农村经济发展。	从生态旅游获得间接效益(很高的乘数效应)。 带动游客访问保护区周边的文化景点。 从可持续利用自然保护区资源中获得经济效益。
	消极	开发费用(收购土地,建立保护区,地面建筑,基础设施)。 持续的费用(维护基础设施、营销、工资)。	原位自然消费收入的不确定性。 外地人员引入或不雇佣当地员工引发的经济漏损。 机会成本。 野生动物破坏作物。
社会 文化 影响	积极	生态旅游带动人口增长。 美学或精神要素的体验。 培养游客和居民的环境意识。	增加机会和自然价值。
	消极	文化入侵或当地文化被孤立的可能。 外业精英价值体系替代本地传统的价值体系。 通过旅游活动扭曲本地文化。 对当地控制的侵蚀(外国专家、外地求职者)。	当地人对游客潜在的怨恨和敌意。 游客对当地文化某些方面的反对(狩猎、原始毁林农业等)。

Chitwan 国家公园生态旅游的研究中可以发现,生态旅游实践产生偏差的原因在于:缺乏社区参与,侵蚀当地居民权益,传统职业和生态旅游就业不能衔接,传统价值观和文化的忽视,外国文化渗透,高污染的产生,缺乏污染预防措施等(Dhakal & Khadka, 2010)<sup>[32]</sup>。KRüGER(2005)对世界各地 251 个自然保护区(或国家公园)生态旅游的实践案例分析,总结了 70 个失败案例和 118 个成功案例的实践经验<sup>[33]</sup>(表 3)。



表 3 生态旅游失败与成功的影响因素与原因对比  
Tab. Comparison between the influence factors and the reasons of ecotourism failure and success

项目	不可持续的案例(70个)	比例/%	备注
不可持续的 类型	栖息地破坏、土壤侵蚀、污染。	45.6	主要失败类型
	缺少当地社区的参与,土地消耗性使用。	25.0	社会效益没有实现
	外地人涌入,本地人口下降,行为习惯的改变。	20.6	社会影响严重
	用于保护的基金不足,消耗性使用资源。	8.8	保护投入问题
不可持续的 原因	太多的游客到访。	36.8	主要原因
	当地社区没有参与到生态旅游之中。	27.9	主要原因
	缺乏有效控制与管理。	14.7	管理滞后
	没带动当地经济收入显著增加。	10.3	政策失当
	保护区地位高于当地居民。	7.4	不公平问题
	环境教育(对当地居民和游客)的缺乏。	2.9	措施不足
	可持续的案例(118个)	比例/%	备注
可持续的 类型	有效的保护(新领域,更有效)。	44.1	关键内容
	带动当地居民致富,土地的合理利用。	28.8	社会公平性得到落实
	增加了地方和国家财政收入。	21.2	经济效益良好
	当地居民对保护的态度改变(积极支持)。	5.9	效益驱动认知
可持续的 成功原因	当地居民深入参与生态旅游发展。	38.5	根本途径
	科学的规划与有效的管理。	33.3	关键工作
	生态旅游形成本地或地区的经济优势。	17.1	效益突出
	本地优势物种得到繁衍。	6.0	保护效益
	灵活定价的机制。	5.1	灵活经营

OLIVER KRÜGER, 2005

总体而言,缺乏有效管理、环境保护与当地社区居民的参与是生态旅游实践中出现偏差或失败的主要原因,而导致缺乏社区参与生态旅游的因素包括社区能力、资源使用方面的冲突、权利缺失、利益分配不均等。

### 3 生态旅游在自然保护区实践中存在的问题分析

#### 3.1 生态旅游在自然保护区实践偏差类型总结

自然保护区生态旅游的实践在中国还处于初

期,存在很多问题在所难免。生态旅游在自然保护区实践中的普遍性问题值得共同关注。

1)对生态旅游的理解和认识存在偏差。对生态旅游的认识不足、不深、不正确;规划不科学、不合理;“伪生态旅游”泛滥(徐正春,2012;宗雪,2016)<sup>[34,35]</sup>。

2)生态旅游在自然保护区开发建设的偏差。违规开发,将旅游线路引伸到缓冲区甚至核心区,破坏生态环境;违法建设,保护区内大建宾馆、饭店、商店;为了方便,保护区内开山劈石大修公路等(罗菊春,王灵艳,2010)<sup>[36]</sup>。

3)生态旅游在自然保护区的负面影响。包括环境、社会与经济3个方面,其中环境影响是当前比较突出的问题(刘洋,吕一河,陈利顶,等,2005)<sup>[37]</sup>,如生态环境的污染和破坏、植被破坏、动物栖息地破坏、偷捕盗猎屡禁不止,景观可欣赏度降低等。生态旅游在宝天曼自然保护区的负面环境影响包括对地表和土壤、植物、动物、水体、空气质量等的影响(刘铁军,2005)<sup>[38]</sup>。王金叶(2010)以猫儿山自然保护区为例构建了从景观与生态系统2方面分析负面影响的思路<sup>[39]</sup>(图1)。

生态旅游对自然保护区野生动物存在直接和间接2方面的影响(马建章,程鲲,2008)<sup>[40]</sup>。刘春艳,李文军,叶文虎(2001)在九寨沟采用游客自辟道路、游径变宽、植被根部裸露及泥泞路等指标评价游客对土壤、植被的践踏破坏程度等非污染生态影响<sup>[41]</sup>。

4)生态旅游在自然保护区实践管理方面的偏差。①宏观决策方面:法律制度不健全、缺乏国家层面的发展战略;多头管理,行政主管部门与业务主管相分离;分部门管理,部门管理目标不一致。②保护区管理方面:对生态旅游缺乏认识和理解;缺乏科学的总体规划;管理不规范;缺乏专业管理人才。③保护区与社区关系层面:缺乏有效的社区参与机制;权益分配不均,冲突日益明显。④保护区与游客关系层面:科普宣教功能缺失;对游客行为的限制和管理不足。⑤保护区与经营者关系层面:保护与经营的关系不顺;用于保护的旅游收益稀少。⑥保护区与生态环境关系层面:缺乏对旅游影响的监测分析(刘青,王智,钱谊,等,2009)<sup>[42]</sup>。

5)生态旅游在自然保护区实践偏差的原因。包括:①缺乏科学的监测和管理系统;②社区参与程度低;③缺乏专业性人才;④资金投入不足,管理和科研水平低;⑤缺乏技术支撑与环境保育手段;⑥游

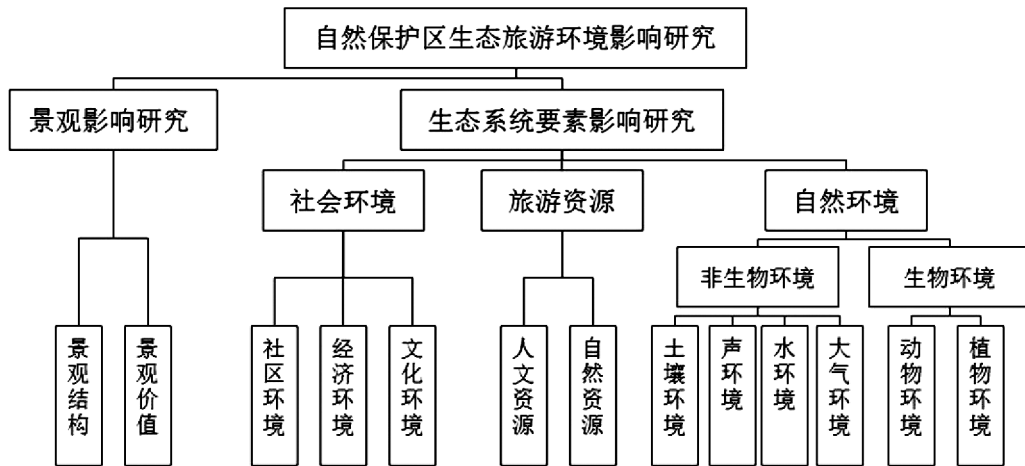


图 1 自然保护区生态旅游环境影响研究体系

Fig. 1 Environment impact of ecotourism in nature reserves

客严重超载;⑦土地权属与利益关系不协调;⑧法规制度不健全,法律法规落实不够(徐正春,2012);⑨开发项目与自然保护区矛盾复杂;⑩交通闭塞,通讯落后,基础设施差,自然灾害等制约(贺昭和,秦卫华,王智等,2007)<sup>[43]</sup>。

### 3.2 社区参与的偏差

社区参与是自然保护区生态旅游的本质要求和核心内容,是发挥社会效益,改被动保护为主动保护的動力。借鉴肯尼亚的成功经验,中国自然保护区生态旅游须充分重视当地居民的正当权益和利益(张建萍,2003)<sup>[44]</sup>。国内学者对各地自然保护区生态旅游的社区参与进行了研究。陈金华、李洪波(2005)和郭进辉、孙玉军(2009)研究发现:武夷山自然保护区在处理自然保护与社区发展之间的关系及推动社区参与保护区管理方面取得一些成功经验,但社区参与生态旅游的程度较低,且为被动参与<sup>[45,46]</sup>。左神曼、陈学刚(2014)研究发现:喀纳斯自然保护区周边牧民参与生态旅游的程度和水平较低,规模较小,没有参与规划、决策和管理,选择权、决策权和收益分配权缺失,属被动参与,保护区管理机构 and 外来经营者占绝对主导地位(李偲,海米提·依米提,李晓东,2011)<sup>[47,48]</sup>。文军、胡天淑、刘洋等(2009)研究发现:大明山自然保护区社区参与生态旅游尚属初始阶段,除个别社区居民参与小规模旅游经济活动外,高层次的如发展决策、规划、管理等方面的参与欠缺,周边社区居民虽对生态旅游开发现状不满意,但具有很强的参与意愿(梁家善,2013)<sup>[49,50]</sup>。另外,天宝岩、吉林向海、卧龙等自然

保护区也都存在社区参与生态旅游程度低的问题(刘翠,何东进,蔡昌棠,2009;刘延,张大红,2006;李树信,陈学华,2006)<sup>[51-53]</sup>。综合来看,国内自然保护区周边社区参与生态旅游普遍存在参与不足,模式单一,程度不深,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因素有客观(体制机制、经济水平、信息渠道等)与主观(思想观念与工作能力)2方面。而社区参与不足的根本原因是土地权属虚空直接导致政治权力与企业资本联合控制旅游开发,社区参与流于形式(丛艳国,蔡秀娟,2013)<sup>[54]</sup>,应深化体制改革、建立参与机制、提供参与机会、加强信息沟通等,鼓励社区居民参与自然保护区生态旅游。

### 3.3 管理方面的偏差

生态旅游如何发展,不仅是世界性的大课题,也是中国不得不面对的选择。针对中国在生态旅游发展中的泛化倾向和保护主义的主张,刘德谦(2003)提出应明确3个问题:是无所谓的保护还是积极有效的保护?是大众旅游还是特殊专项旅游?是粗放地发展还是对其进行必要规范?在对全国120个林业部门主管国家级自然保护区的生态旅游经营管理模式的研究中,方怀龙(2013)概括出5种主要管理模式:自然保护区管理局统管下多经营方式并存模式(九寨沟)、管委会统管模式(长白山)、自然保护区管理局与风景管理局合作经营模式(鸡公山)、自然保护区管理局+企业垄断经营模式(天目山与西双版纳)、主管政府+企业垄断经营模式(王朗)。另外,对自然保护区生态旅游利益相关者矛盾冲突的

研究发现,81.3%的自然保护区生态旅游存在利益矛盾,保护区与旅游公司、当地政府、社区间矛盾较突出(方怀龙,2012)<sup>[55]</sup>。

生态旅游在自然保护区管理实践中的问题包括:1)管理体制不完善,生态旅游缺乏科学的管理和监督机制;2)产权权属不明,矛盾冲突严重;3)生态旅游定位不明确,生态旅游不“生态”;4)与社区缺乏沟通;5)偏重于经济效益,忽视资源的保护和管理,导致因旅游造成的环境问题日益突出(李国平,郭勇,刘大为,2015;蒋明康,吴小敏,2000)<sup>[56,57]</sup>。

坚持保护为主、政企分开、共同管理、分类经营、社区参与、利益共享等原则,优化管理模式是自然保护区生态旅游管理的重要任务(方怀龙,2013)<sup>[58]</sup>。另外,提高自然保护区管理效率的关键措施包括:明晰资源产权;扩大筹资渠道,提高资金效率;重视生态监测,加大生态监测合作;科学规划,规范管理;建立激励性生态补偿机制;推行社区共管模式等(李国平,郭勇,刘大为,2015)<sup>[56]</sup>。

#### 4 生态旅游在自然保护区实践研究的总结

自然保护区生态旅游取得了丰硕研究成果,但也存在突出的问题,制约研究工作走向深入。

1)对于国际前沿和最新实践经验的关注不足。在生态旅游刚刚引入中国的20世纪90年代,学者们大量总结和推广国际前沿成果和实践经验,翻译了大量著作,引入了丰富的案例。时至今日,这些成果与案例依然“活跃”在国内学术界,很少有“新鲜血液”补充。

2)对于自然保护区生态旅游的发展规律研究不足。每个事物发展都会按照客观规律演化,当前国内对于自然保护区生态旅游的研究大多“就事论事”,以个案研究为主,缺乏对普遍性规律的总结和提炼。

3)广度与深度结合不足。广泛性研究可以描绘全貌,深入研究能够揭示内部结构与特征,将广度与深度相结合是研究“客观规律”的有效途径。目前,自然保护区生态旅游的研究中,普遍性调查与深入分析相结合的研究不足,制约了研究成果理论价值的提升。

4)缺少长期追踪性研究。中国的科学研究“追热点”、“一次性”研究、“零打碎敲”、“过后不问”的现象非常普遍。研究成果要经历大量的验证与不断地完善,才能越来越接近“真理”。一项顺利完成的

课题其研究成果仅为一个靶子,需要大量的追踪、验证、完善、提升,才能不断提高结论的科学性和方法的合理性。因此,应重视和支持长期的连续性追踪、验证研究,强调研究工作的长期性、持续性,加强对自然保护区生态旅游的规律性认识。

#### 参考文献:

- [1] 杨恒. 我国目前有80%的自然保护区在发展旅游,但由于管理跟不上,旅游现在成为破坏自然保护区生态的重要因素,旅游开发与生态保护能否兼顾? [N]. 中国环境报,2013-12-13.
- [2] 毛泽东. 毛泽东选集(第一卷)[M]. 北京:人民出版社,1992:282-298.
- [3] 万绪才. 国外生态旅游研究进展[J]. 旅游学刊,2002,17(2):68-72.
- [4] 陈忠晓,彭建. 生态旅游的内涵辨析[J]. 桂林旅游高等专科学校学报,2001(1):56-57.
- [5] 梁慧. 国际生态旅游发展趋势展望[J]. 当代经济,2007(1):72-73.
- [6] 杨开忠,许峰,权晓红. 生态旅游概念内涵、原则与演进[J]. 人文地理,2001,16(4):6-10.
- [7] 宋子千,黄远水. 对生态旅游若干理论问题的思考[J]. 林业经济问题,2001,21(4):213-215.
- [8] 王家骏. 关于“生态旅游”概念探讨[J]. 地理学与国土研究,2002,18(1):103-105.
- [9] 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,2006,28(9):58-62.
- [10] 张玉钧,石玲. 自然保护区开展生态旅游的意义及潜在风险[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2013(1):7-10.
- [11] 郭来喜. 中国生态旅游—可持续发展的基石[J]. 地理科学进展,1997,16(4):1-10.
- [12] 张广瑞. 生态旅游的理论与实践[J]. 旅游学刊,1999,4(1):51-55.
- [13] DONALD E H. A Protected Areas Ecotourism Competitive Cluster Approach to Catalyse Biodiversity Conservation and Economic Growth in Bulgaria[J]. Journal of Sustainable Tourism,2004,12(3):219-244.
- [14] MURITHI J K. Eco-certification and insertion of socio-economic and cultural best practices in ecotourism operations in Kenya[J]. International Journal of Humanities & Social Science,2013,3(5):216-224.
- [15] PURNOMO H, MCNDOZA G A, PRABHU R, et al. Developing multi-stakeholder forest management scenarios: a multi-agent system simulation approach applied in Indonesia[J]. Forest Policy & Economics,2005,7(4):475-491.



- [16] ER A C. Perception of local community towards community-based ecotourism[J]. *Advances in Natural & Applied Sciences*, 2012, 6(2): 213-218.
- [17] SVORONOU E, HOLDEN A. Ecotourism as a tool for nature conservation; the role of WWF Greece in the Dadia-Lefkimi-Soufli Forest Reserve in Greece[J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2005, 13(5): 456-467.
- [18] ASWIN S. Developing Good Practices for Ecotourism Tour Operators[J]. *Sasin Journal of Management*, 2011, 17(1): 53-86.
- [19] DANIEL S K, TERRY L R. Sound the stressor; how Hoatzins (*Opisthocomus hoazin*) react to ecotourist conversation[J]. *Biodivers Conserv*, 2009, 18: 3733-3742.
- [20] MATTHIEU G, BLANC R, LUCAS C, et al. Ecotourism disturbance to wildfowl in protected areas; historical, empirical and experimental approaches in the Camargue, Southern France[J]. *Biodivers Conserv*, 2007, 16: 3633-3651.
- [21] NEIL H, AUSTIN J G, JULIA W, et al. Don't bite the hand that feeds; assessing ecological impacts of provisioning ecotourism on an apex marine predator[J]. *Functional Ecology*, 2012, 26(3): 567-576.
- [22] RICHARD F, KÁTYA G. A, JAMIE S, et al. Variation in depth of whitetip reef sharks; does provisioning ecotourism change their behaviour? [J]. *Coral Reefs*, 2011, 30: 569-577.
- [23] JORGE A H, JUST C, JENNIFER H, et al. Evidence of negative impacts of ecological tourism on turtlegrass (*Thalassia testudinum*) beds in a marine protected area of the Mexican Caribbean[J]. *Aquat Ecol*, 2010, 44: 23-31.
- [24] RALF B. Evaluating the net effects of ecotourism on the environment; a framework, first assessment and future research[J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2009, 17(6): 643-672.
- [25] 鲁小波, 丁玉娟, 郭迪. 国外保护地生态旅游评价研究进展[J]. *西部林业科学*, 2014, 43(3): 145-152.
- [26] VIJAY K. Impact assessment of ecotourism on visitors in Satpuda National park, Madhya Pradesh [J]. *Journal of tropical forestry*, 2009, 25(1): 62-65.
- [27] AMANDA S, JAVIER G. Community views of ecotourism [J]. *Annals of Tourism Research*, 2008, 35(2): 448-468.
- [28] DIAMANTIS D. The concept of ecotourism; Evolution and trends[J]. *Currents in tourism*, 1999, 2(2-3): 93-122.
- [29] WEAVER D B. *Encyclopedia of Ecotourism* [M]. CABI Publishing, 2003.
- [30] WEAVER D B, LAWTON L J. Twenty years on; The state of contemporary ecotourism research [J]. *Tourism Management*, 2007, 28(5): 1168-1179.
- [31] SIMON C, MEMORY M, PAULINE K, et al. The theory and practice of ecotourism in Southern Africa[J]. *Journal of Hospitality Management and Tourism*, 2011, 2(2): 14-21.
- [32] DHAKAL N, NELSON K, DAVIDSMITH J L. Resident Well-Being in Conservation Resettlement: The Case of Padampur in the Royal Chitwan National Park, Nepal [J]. *Society & Natural Resources*, 2011, 24(6): 597-615.
- [33] OLIVER K. The role of ecotourism in conservation; panacea or Pandora's Box? [J]. *Biodiversity and Conservation*, 2005, 14(3): 579-600.
- [34] 徐正春. 广东省自然保护区生态旅游问题探讨[J]. *西南林业大学学报*, 2012(3): 73-79.
- [35] 宗雪. 中国森林类型自然保护区生态旅游开发存在的问题及对策[J]. *林业资源管理*, 2016, 45(1): 14-18.
- [36] 罗菊春, 王灵艳. 论我国自然保护区生态旅游问题[J]. *北京林业大学学报*, 2010(3): 221-224.
- [37] 刘洋, 吕一河, 陈利顶, 等. 自然保护区生态旅游影响评价; 进展与启示[J]. *自然资源学报*, 2005, 20(5): 771-779.
- [38] 文军, 胡天淑, 刘洋, 等. 广西大明山自然保护区生态旅游开发中的社区参与研究[J]. *中南林业调查规划*, 2009, 28(2): 38-42.
- [39] 王金叶. 自然保护区生态旅游环境影响评价—以猫儿山国家级自然保护区为例[J]. *中南林业科技大学学报(社会科学版)*, 2010(1): 105-108.
- [40] 马建章, 程颀. 自然保护区生态旅游对野生动物的影响[J]. *生态学报*, 2008, 37(6): 2818-2827.
- [41] 刘春艳, 李文军, 叶文虎. 自然保护区旅游的非污染生态影响评价[J]. *中国环境科学* 2001, 21(5): 399-403.
- [42] 刘青, 王智, 钱谊, 等. 我国自然保护区生态旅游存在问题分析[J]. *生态与农村环境学报*, 2009, 25(3): 11-15.
- [43] 贺昭和, 秦卫华, 王智, 等. 我国自然保护区生态旅游发展存在的问题及对策[J]. *生态环境*, 2007, 16(1): 253-256.
- [44] 张建萍. 生态旅游与当地居民利益—肯尼亚生态旅游成功经验分析[J]. *旅游学刊*, 2003(1): 60-63.
- [45] 陈金华, 李洪波. 试论自然保护区生态旅游社区参与—以武夷山为例[J]. *北京第二外国语学院学报*, 2005(1): 11-15.
- [46] 郭进辉, 孙玉军. 武夷山自然保护区社区居民对生态旅游影响感知分析[J]. *西北林学院学报*, 2009, 24(2): 185-189.
- [47] 左神曼, 陈学刚. 喀纳斯自然保护区社区参与生态旅游发展研究[J]. *兰州教育学院学报*, 2014, 30(2):

55-57. (下转第 86 页)  
doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.016

## 自然保护区进行索道建设的全过程管理初步讨论

李 萍 李迪强 李广良

(中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所,北京 100091)

**摘要:**人们对到自然保护区进行生态旅游的需求日渐强烈,国家公园的建设中也涵盖不少原国家级自然保护区,游览方式的选择是解决生态保护与游览的重要一环,游览索道作为游览方式之一,其建设过程中一定要遵循全过程管理的理念,从规划、设计、施工、运营 4 个阶段科学设计、强化管理,最大限度地实现生态保护前提下的生态旅游开发。

**关键词:**索道建设;游览方式;全过程管理;生态保护;生态旅游;自然保护区;国家公园;

中图分类号:S759.93;U491.228;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0083-04

### Preliminary Discussion on Whole Process Management in Cableway Construction in Nature Reserves

LI Ping, LI Diqiang, LI Guangliang

(Research Institute of Forest Ecological Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

**Abstract:** On account of the increasing requirement for ecotourism in nature reserve and the overlapping between national parks and national nature reserves, the visiting way plays an important role to solve the problems of ecological protection and visiting. As a visiting option, the construction of cableway should follow the idea of the whole process management, which was designed and managed scientifically from planning, designing, construction and operation for the maximum development of ecological tourism under the premise of ecological protection.

**Key words:** construction of cableway; visiting way; whole process management; ecological protection; ecotourism; nature reserve; national park

自然保护区是指对有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物物种的天然集中分布区、有特殊意义的自然遗迹等保护对象所在的陆地、陆地水体或者海域,依法划出一定面积予以特殊保护和管理的区域<sup>[1]</sup>。1956 年广东省肇庆建立了中国第一个自然保护区——鼎湖山自然保护区,之后中国

自然保护区事业发展迅速。截至 2015 年底,我国已建立各种类型、不同级别的自然保护区 2 750 处,总面积达 147 万 km<sup>2</sup>,约占陆地面积的 14.88%。随着社会生活水平的提高,人们对大自然美景的欣赏和亲近需求也越来越强烈,自然保护区以其原生态的自然美景吸引着越来越多追求心灵放松、度假疗养、

收稿日期:2017-11-21.

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划项目(2013BAD03B03-03);自然保护区生物标本资源共享平台项目(No. 2005DKA21404).

作者简介:李萍(1973-),女,山东潍坊人,博士.主要从事自然保护区研究. Email:786832420@qq.com

通信作者:李迪强(1966-),男,湖南湘潭人,研究员,博士.主要从事生物保护学研究. Email:lidiq@caf.ac.cn

健康保健等的人们。“生态旅游”的概念由世界自然保护联盟(IUCN)于1983年首次提出,1993年国际生态旅游协会将其定义为:具有保护自然环境和维护当地人民生活双重责任的旅游活动。如何做到既保护了自然生态价值,又达到人们亲近自然、美学体验的目的,自然保护区内游览方式的选择是其中非常重要的一个环节。

目前山岳型的保护区中旅游形式主要有汽车公路、步行盘道和架空索道3种,其中索道作为一种便捷快速的交通工具发展迅速。自1979年以来,我国旅游索道从无到有,迅速发展至目前的数百条,期间伴随着2000年泰山索道扩建工程引发的索道是否应该建设的辩论<sup>[3-6]</sup>,还有对索道如何进行规范化建设的建议<sup>[7,8]</sup>。发展至今,索道以其对自然地形适应性强、游览时间短、受气候条件影响小、对生态环境破坏小、“三废”污染量小、易实现机械化、自动化操作及基建投资小等特点,在旅游开发中应用广泛。但索道在自然保护区,尤其是国家级自然保护区中的建设实例很少,国家林业局对索道建设采取严格的审批制度,通过了行业审批的项目只有2项。仅从直接损失的生物量而言,索道建设比汽车公路和步行盘道对自然保护区的影响要小些,但其对景观的影响明显较大,而且对野生动植物具有长期性、间接性和累积性的影响。因此,自然保护区内的索道建设一定要遵循充分论证、谨慎审批、规范建设、遵循全过程管理的原则。

## 1 索道建设的规划阶段

核心区和缓冲区是生态系统天然“本底”,也是珍稀、濒危动植物在地球上的最后“避难所”,绝对不允许进行开发利用,杜绝一切旅游活动,所以规划中索道建设项目只能位于自然保护区实验区内是必需遵守的“生态红线”,且应首先处理好生态保护和开发利用的关系。在进行自然保护区生态旅游规划时,一定要合理规划,需组织规划和设计、生物多样性影响和环境影响评价、水土保持、地质、索道设计等各专业单位早期介入,在规划阶段重点考虑政策的符合性,符合法律、法规的前提下,也需符合保护区总体规划等的相关要求,从对主要保护对象影响等多角度充分论证规划方案的可行性,避免后期规划方案的修改、调整。浙江凤阳山自然保护区在规划阶段总体考虑、合理规划,十八窟生态教育基地工程、乌狮窟宗教养生中心工程和索道工程同时进行规划设计,实现了科普宣教和生态旅游两项功能,索

道的建设在缓解旅游负荷,减轻生态破坏的同时,还起到了保护区的管理和防火、救护等功能。

## 2 索道建设的设计阶段

1)首先应充分考察自然保护区可容纳的环境容量,并且结合当地的旅游资源、旅游发展形势及趋势、交通状况等,合理预测保护区旅游发展的近、中、远期客流量,通过方案对比,合理选择生态旅游的方式,充分论证索道建设的必要性。避免客流量不足或者过多导致索道建设不能有效发挥其作用,甚至出现建设后拆除的现象,造成经济损失的同时,对景观环境造成二次损害。九华山九子岩景区在年接待游客只有10万人次的情况下,投资兴建了索道工程,难以发挥预期的效果。北京百花山保护区投入800万元建设的观光索道,运行6年后拆除,造成经济与景观环境损失。

2)在充分考虑保护区地形高差、线路长度、攀登时间及攀登难易程度的基础上,进行合理的索道走向设计。考虑索道建设的科学合理性,一般山体垂直高差在1000m左右,步游道路达10km以上,爬坡角度45度左右的情况下应考虑修建索道<sup>[9,10]</sup>。线路越长越能体现索道建设的优越性,索道的占地包括山下站房和支架,相对盘山公路和步行道,索道可随地形地势就势架设,不需开挖大量土石方,不需修筑桥梁、涵洞,对生态环境、植被、野生动物的直接影响相对较小,营运期索道采用电力驱动,“三废”的产生量也较少。云南高黎贡山保护区是一处闻名海内外的旅游胜地,有着雄伟秀丽的自然风光、富有魅力的动植物景观和悠久的人文历史。其南段东、西侧的保山和腾冲之间有一条历史悠长的南方丝绸之路连接(丝绸之路位于高黎贡山保护区的实验区),徒步线路爬高约1300m,线路全长20km,一般情况下徒步攀爬时间10h余,一般成年人体力也难以实现,更不用说老人和儿童。基于这种状况,要发展生态旅游,应优先考虑客运索道建设,让人们比较轻松地到达顶峰欣赏美景,少数有特殊需求的群体,如对体力要求更加严苛的徒步者可以沿有历史感的茶马古道攀爬至顶,索道运送更多的客流量、古道承载较少客流量的分配模式能很好地满足不同群体的需求。

3)索道的设计需结合景点、宣传教育点的分布及自然生态动植物的分布状况,尽量减小对自然植被的破坏和对动物栖息地、生物廊道的影响。一般要求索道下站(山脚处)、上站(山顶处)自然景观较



好,适合游人步行游览。尤其是山顶不仅要有优美的景色,而且要有足够的旅客游览空间,索道站点和景点之间保持一个合理的缓冲、疏导区域,避免空间狭窄、客流过度集中引发安全事故的发生。另外索道站点的选择和设计需注意对景观的影响,不会影响到游人对核心景观的观赏,建筑风格需与自然环境氛围协调统一,吊厢颜色和形状的选配也应适应环境,注重突出体现保护区的特点。线路的选择上尽量使索道线路与步行道不重合,游客乘坐索道可以从空中不断变化的角度欣赏到地面观赏不到的自然景观,达到不同旅游方式有不同收获的目的,增加游人对自然保护区景观的满意度。张家界天子山索道的设计使游人领略到了空中观赏奇松怪石、莽莽翠林的奇绝风光,与步行爬山欣赏到的潺潺流水、天然氧吧有着截然不同的体验。

4) 索道建设应选择先进的施工工艺,尽量减少站点,尤其是支架施工建设对生态环境的破坏。目前索道的施工工艺可以做到支架一般由工厂制作,运到下站后由货索从空中运到支架点垂直组装,支架基础为现浇钢筋混凝土基础,混凝土、支架钢结构和设备等其他材料也由货索从空中运输到支架点。针对施工时对生态环境的保护要求,目前施工工艺从技术上和理论、实践经验上都是可行的,但需进行充分的预先研究和计算以及工具装备的准备,制定出详细的转运和安装方案,确保工程安全和生态环境保护目标的实现。

### 3 索道建设的施工阶段

根据生态环境保护要求,需开展施工期环境监理。全面监督和检查施工单位生态环境保护措施的实施和效果,严格落实设计方案,及时处理和解决施工过程中出现的生态环境问题。环保监理主要是进行施工过程控制,采取专项检查和日常巡检相结合,重点工程项目和一般工程项目相结合的工作方式,特别是关注各环境敏感点和重点控制关键工序的环保检查控制情况。自然保护区内开展索道工程项目,其对保护区的直接影响主要发生在施工期,包括植被破坏,尤其是临时占地的施工及恢复,施工噪音对动物的影响,施工期废水、生产和生活垃圾、机械设备产生的废气、清洗产生的废水等的影响,需要采取环境监理进行施工期的全过程管控。

### 4 索道建设的运营阶段

1) 注重索道的质量监督及服务措施,制定安全

管理制度,监督和检查安全管理制度的实施,建立严格的操作规程、安全规程和健全的安全档案,定期进行设备检修,制定应急预案,配备营救设施,并定期进行演练。因客运索道的特殊性,一旦出现事故,社会影响较大,对游客的生命安全及对保护区的旅游影响都会造成直接的损失。在中国索道协会的网站<sup>[11]</sup>可以看到几起事故案例分析中,违规使用、存在安全隐患、运行混乱、工作人员违规操作等现象时有发生,必须加强索道运营过程中的安全管理制度和应急救援预案的建立和完善。

2) 建设合理的索道缆车调度系统,提高服务和管理水平,增强游客的游览满意度。我国人口众多,尤其是近年来随着生活水平的提高,人们的旅游热度持续增温,每年“五一”、“十一”长假期间各景区基本都是人满为患,保护区的生态旅游也会存在旺季和淡季的差异。如果认为只要索道等旅游设施建设好了,游客就会对游览景观产生满意感,这明显是错误的,有研究<sup>[12]</sup>证明,服务质量的优劣才是游客满意度的关键。可以在旅游高峰期采取控制游客数量、实行预约、限制售票、提高价格等市场手段;或者科学分流、合理疏导游客、提高游览效率、降低滞留时间、调整旅游路线、分区分期开放等管理手段,提高管理和服务水平,制订合理的索道缆车调度方案,使游客流连忘返,满意而归,从而使索道建设发挥作用,生态旅游进入良性循环。

3) 需进一步创新探索运行体制。我国自然保护区管理机构一般属于国家拨款事业单位,没有资金支持索道的建设及后期运行,保护区通常是以自筹社会资金的方式进行投资和后续运行管理的模式进行索道建设,需理顺保护区与索道建设单位的关系,明晰权责关系,合理进行利益分配。社会资金的旅游开发是以经济利益为目的的市场行为,它是利用自然保护区的生态资源来吸引游客,而保护区的核心功能还是生态保护,那么就需要探讨理顺两者之间的关系,探索一条利用社会资金发展生态旅游的同时,保护区也能有更多的资金进行基础设施的建设和改善。运行体制探索中还应该特别注重保护区周边群众生存发展的需要<sup>[13]</sup>,通过共同参与和利益共享的模式,使其具有自发保护环境的意愿,达到保护区可持续发展的目标。

4) 自然保护区作为特殊的生态敏感区域,即使是为满足人们对自然美景的需求而开展生态旅游开发,也需谨记其首要的职能还是对生态系统的保护。究竟在开发的过程中会对自然保护区的生态环境和

野生动植物产生怎样的影响,需对保护区进行跟踪监测,以便在项目的运行过程中发现问题并及时解决,最大限度地实现生态保护前提下的生态旅游开发。

国家公园体制建设刚刚起步,十处试点的国家公园涵盖不少原国家级自然保护区,因国家公园的功能区划分包括核心保护区、生态修复区、游憩科普区、传统利用区等特色区域,其中核心保护区和生态修复区主要起生态保护作用,而游憩科普区和传统利用区则主要承载生态旅游功能,所以在各国家公园规划设计阶段会面临更多的游览区划定及游览方式选择的问题,管理部门也由原来的各自然保护区的上级主管部门转变为国家公园管理部门。转变期更需提醒注意,针对索道建设项目务必“充分论证、谨慎审批”,对其进行严格的全过程管理,防止自然保护区在索道建设严格控制的情况下,借助国家公园建设一拥而上的现象发生,以真正实现生态环境当代的人人受益和以后的子子孙孙受益。

### 参考文献:

[1] 中华人民共和国自然保护区条例[S]. 1994.

[2] 姜素红,程真. 发展自然保护区生态旅游的思考[J].

中南林业科技大学学报(社会科学版),2010,4(4):47-50,54.

[3] 谢凝高索道对世界遗产的威胁[J]. 旅游学刊,2000(6):57-60.

[4] 蒋宁. 浅谈风景名胜区内旅游索道存在的合理性[J]. 旅游学刊,2000(6):61-63.

[5] 吴东晓. 对泰山风景区内修建索道的几点思考[J]. 中国园林,2001(4):29-31.

[6] 李山. 基于 PRED 协调的风景区旅游设施建设初探—以风景名胜区索道建设为例[J]. 人文地理,2002,17(5):7-11,40.

[7] 许韶立,席建超,肖建勇. 论旅游景区索道建设的五大前提[J]. 地域研究与开发,2006,25(6):80-82,103.

[8] 方百寿,董玉明. 论索道建设与旅游景观开发的协调发展[J]. 地理学与国土研究,2001,17(4):39-43.

[9] 许韶立,吕连琴. 论旅游景区开发遵循的“十化”原则[J]. 中州学刊,2004(4):189-193.

[10] 许韶立. 关于拉长我国旅游产业链的几点思考[J]. 中州学刊,2005(4):38-42.

[11] 郭娟. 景区索道建设与游客满意度相关性研究——以山西恒山索道为例[J]. 太原师范学院学报(自然科学版),2011,10(2):139-141,151.

[12] 陈晓颖,鲁小波,赵恒德. 我国生态旅游研究的新热点探讨[J]. 林业调查规划,2016,41(6):107-114.

(上接第 82 页)

[48] 李偲,海米提·依米提,李晓东. 基于社区参与的喀纳斯自然保护区生态旅游能力建设研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(16):9971-9973.

[49] 文军,胡天淑,刘洋,等. 广西大明山自然保护区生态旅游开发中的社区参与研究[J]. 中南林业调查规划,2009,28(2):38-42.

[50] 梁家善. 大明山自然保护区发展社区参与生态旅游的必要性及可持续发展对策研究[J]. 安徽农业科学,2013(12):5443-5444,5501.

[51] 刘翠,何东进,蔡昌棠,等. 天宝岩自然保护区社区参与生态旅游的现状与对策分析—以龙头村为例[J]. 云南农业大学学报,2009,3(4):37-41.

[52] 刘延,张大红. 吉林省向海自然保护区生态旅游社区参与调查[J]. 林业调查规划,2006,31(2):48-51.

[53] 李树信,陈学华. 卧龙自然保护区社区参与生态旅游

的对策研究[J]. 农村经济,2006(2):43-45.

[54] 丛艳国,蔡秀娟. 集体林权制度改革对自然保护区生态旅游社区参与的影响—以广东省为例[J]. 北京林业大学学报(社会科学版),2013(2):31-35.

[55] 方怀龙,王宝,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.

[56] 李国平,郭勇,刘大为. 自然保护区管理效率评价研究—以牛背梁自然保护区为例[J]. 旅游学刊,2015,30(3):76-85.

[57] 蒋明康,吴小敏. 自然保护区生态旅游开发与管理对策研究[J]. 农村生态环境,2000(3):1-4,14.

[58] 方怀龙,王宝,张东方,等. 林业自然保护区生态旅游经营管理优化模式的探讨[J]. 林业资源管理,2013,42(5):8-13.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.017

## 凉水国家级自然保护区维管植物区系和地理成分分析

董雪云<sup>1</sup> 易照勤<sup>2</sup> 王洪峰<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨学院 食品工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 东北林业大学 林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

**摘要:**根据野外实地调查、植物标本采集和鉴定、文献资料借鉴,对凉水国家级自然保护区维管植物进行植物区系和地理成分分析。研究表明:凉水国家级自然保护区内共有植物 78 科 246 属 440 种,其中蕨类植物 10 科 15 属 23 种,裸子植物 1 科 4 属 7 种,被子植物 67 科 227 属 410 种。菊科、蔷薇科、毛茛科等 22 科为优势科,桦木科、杨柳科、松科等 8 科为表征科;优势属和表征属分别为 86 属和 15 属。保护区植物不存在真正意义上的单种科,但有 2 个单种属。在地理成分中温带分布型有 23 科 185 属 431 种,分别占(不含广布型)科、属、种总数的 29.49%、74.80%和 97.95%;保护区植物与亚洲交流较多,与热带交流较少,具有强烈的温带性质。

**关键词:**植物区系;维管植物;地理成分;分布型;凉水国家级自然保护区

中图分类号:S759.94;S718.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0087-09

## Flora and Geographical Compositions of Vascular Plants in Liangshui National Nature Reserve

DONG Xueyun<sup>1</sup>, YI Zhaoqin<sup>2</sup>, WANG Hongfeng<sup>2</sup>

(1. School of Food Engineering, Harbin University, Harbin 150086, China;

2. School of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

**Abstract:** Based on the field investigation, plant specimens collection and identification, and reference literature materials, the flora and geographical components of vascular plants in Liangshui National Nature Reserve were analyzed. The results showed that there were 440 species belonging to 246 genera and 78 families in Liangshui National Nature Reserve, among which, 23 species ferns belonged to 15 genera and 10 families, 7 species gymnosperms belonged to 4 genera and 1 families, and 410 species angiosperms belonged to 227 genera and 67 families. There were 22 dominant families, such as Asteraceae, Rosaceae and Ranunculaceae and 8 typical families including Betulaceae, Salicaceae and Pinaceae. Dominant genera and typical genera belonged to 86 genera and 15 genera. There was no real single families but two single genera in the reserve. The geographical composition mainly belonged to temperate type with 431 areal-types of species, belonging to 185 genera and 23 families, which (not including the widely distributed type) accounted for 29.49%, 74.80% and 97.95% of all the families, genera and species

收稿日期:2017-09-21.

基金项目:中国高校基本科研业务费专项资金项目(2572015CA14);高等教育科学研究“十三五”规划课题,植物学数字化教学资源库的研究与建设(16G298);哈尔滨学院青年博士科研启动基金项目,中国东北温带森林不同类群维管植物叶功能性状的变异及系统发育信号研究(HUDF2016-006).

作者简介:董雪云(1976-),女,黑龙江人,讲师,博士.主要从事植物生态学研究. Email:15045112537@163.com



respectively. Plants in this reserve had obvious temperate nature, which had close affinity with Asia, but not too much with tropic.

**Key words:** flora; vascular plants; geographical composition; distribution types; Liangshui National Nature Reserve;

植物区系是某一特定地区(或时间、类群、植被)的全部植物种类总和,其形成是植物界在一定自然地理环境下,特别是自然历史综合条件下长期发展演化和时空分布的结果<sup>[1,2,3]</sup>。植物区系构成中存在着大量地理、生态和系统进化信息<sup>[4]</sup>。对特定的区域植物区系了解,可以为该地区植物资源开发、物种引种、植物多样性保护以及农、林、牧业的远景规划提供科学依据<sup>[3]</sup>。

凉水国家级自然保护区具有现存最为完整、典型的原始阔叶红松林,保存了第三纪植物群落的特征,展示了古老的区系发生与群落发生历史,具有很高的生态系统服务价值<sup>[5]</sup>。在植物地理区划上,凉水国家级自然保护区属于泛北极植物区<sup>[3]</sup>。自 20 世纪 60 年代以来,凉水自然保护区引起了很多学者关注<sup>[6,7,8]</sup>,相关研究主要包括景观生态<sup>[9]</sup>、生物多样性<sup>[10]</sup>、林下土壤<sup>[11]</sup>等方面,而对于该地区的区系研究较少,而且多集中于对种子植物分布区类型的研究,对于维管植物分布区特点尚未了解。本文基于样地调查、标本采集以及相关文献资料,获得凉水自然保护区维管植物名录,在此基础上对该保护区维管植物区系和地理成分进行分析,旨在揭示该区植物区系的组成,科、属和种的地理成分等特征,为凉水自然保护区植物多样性保护和植物资源合理开发利用及后续研究提供基础资料。

## 1 研究区与研究方法

### 1.1 研究区概况

凉水国家级自然保护区位于黑龙江省伊春市带岭区中心,小兴安岭南端达里带岭支脉东坡,面积 12 133 hm<sup>2</sup>,其地理位置为东经 128°47′08″~128°57′19″,北纬 47°06′49″~47°16′10″。全境为山地,平均海拔 400 m,坡度 10°~15°。温带大陆性气候,年均降水量 676 mm,年均蒸发量 805 mm;年均温 -0.3℃,年均最低温 -6.5℃,年均最高温 7.5℃;土壤主要为暗棕壤,森林覆被率为 98%。

### 1.2 研究方法

2013—2016 年共 3 次对凉水自然保护区进行全面踏查,并对典型的植物群落采用样方调查方法,

依据《黑龙江省植物志》<sup>[12]</sup>和《中国植物志》<sup>[13]</sup>等资料对植物进行鉴定,获得凉水自然保护区植物名录。采用植物区系地理的理论和方法<sup>[2]</sup>,对保护区植物区系和地理成分进行统计分析。其中蕨类植物的区系分布型依据严岳鸿等<sup>[14]</sup>、陆树刚等<sup>[15]</sup>和严岳鸿,张宪春等<sup>[16]</sup>的划分方法进行分析;种子植物的区系分布型依据吴征镒等<sup>[17,18,19]</sup>、李锡文等<sup>[20]</sup>和傅沛云等<sup>[21]</sup>的划分方法进行分析。

优势科和优势属依据张高等<sup>[22]</sup>和徐远杰等<sup>[23]</sup>的方法计算,公式为:

$$Fa = Fc > St / Ft; Ga = Gc > St / Gt$$

式中:Fa:优势科,Ga:优势属,Fc:某科包含种数,Gc:某属包含种数,St:总种数,Ft:总科数,Gt:总属数。

表征科和表征属的判断参考徐远杰等(2010)的方法,公式为:

$$Faiv = Fc / Gw; Giv = Gc / Gw$$

$Faa = Fciv1 + Fciv2 + \dots + Fcivn / n; Gciv1 + Gciv2 + \dots + Gcivn / n$

$$Fch = Fciv > Faa; Gch = Gciv > Gaa$$

式中:Faiv:优势科重要值,Gaiv:优势属重要值,Fw:某科包含的世界种数,Gw:某属包含的世界种数,Fciv:某科重要值,Gciv:某属重要值,Faa:优势科的平均值,Gaa:优势属的平均值,Fch:表征科;Gch:表征属。

## 2 结果与分析

### 2.1 植物区系成分

#### 2.1.1 植物科、属组成

凉水国家级自然保护区共有维管植物 78 科,246 属,440 种(包括种下分类单位),分别占东北全区维管植物总数的 47.56%、26.51% 和 11.47%。其中蕨类 10 科,15 属,23 种;种子植物 68 科,231 属,417 种;裸子植物 1 科,4 属,7 种;被子植物 68 科,228 属,413 种(表 1)。

在凉水 78 科植物中,含 31 种以上的科有 2 个,分别是菊科和蔷薇科,共含 40 属、78 种,分别占凉水维管植物总科数的 2.56%,总属数的 16.26%,总

表 1 凉水国家级自然保护区植物类群组成

Tab. 1 Composition of phytogroup in Liangshui National Nature Reserve

植物类型	LF	LF/NF/%	LG	LG/NG/%	LS	LS/NS/%	NF	NG	NS
维管植物	78	47.56	246	26.51	440	11.47	164	928	3836
种子植物	68	48.92	231	26.34	417	11.32	139	877	3683
裸子植物	1	25.00	4	21.05	7	9.86	4	19	71
被子植物	67	49.63	227	26.46	410	11.35	135	858	3612
蕨类	10	49.63	15	26.46	23	11.35	25	51	153

注释:LF:凉水科的数量;LG:凉水属的数量;LS:凉水种的数量;NF:东北全区科的数量;NG:东北全区属的数量;NS:东北全区种的数量

种数的 17.73%;含 20~30 种的科有 3 个,即杨柳科 Salicaceae、禾本科 Gramineae、毛茛科 Ranunculaceae, 共含 37 属,73 种,占凉水维管植物总科数的 3.85%,总属数的 15.04%,总种数的 16.59%。以上 5 个大科占凉水维管植物总科数的 6.41%,却包含 77 属,151 种,分别占凉水维管植物总属数的 31.30%,总种数的 34.32%。其次,含有 10~19 种的科有 8 个,占凉水维管植物总科数的 10.26%,总属数的 23.17%,总种数的 24.32%;含 2~9 种的科有 40 科,虽占凉水维管植物总科数的 51.28%,而属数、种数却只有 87 属、157 种,仅占凉水维管植物总属数的 35.37%,总种数的 35.68%;含有 1 个种的科有 25 科,占凉水维管植物总科数的 32.05%,总属数的 10.16%,总种数的 25%(表 2)。

表 2 凉水国家级自然保护区种子植物科的大小排序 (共计 68 科)

Tab. 2 Families sort by quantity of genera in Liangshui National Nature Reserve

科内 含种数	科		属		种	
	科数	占总 科数/ %	属数	占总 属数/ %	种数	占总 种数/ %
>31	2	2.56	40	16.26	78	17.73
20~30	3	3.85	37	15.04	73	16.59
10~19	8	10.26	57	23.17	107	24.32
2~9	40	51.28	87	35.37	157	35.68
1	25	32.05	25	10.16	25	5.68

按属含种的数量将凉水自然保护区维管植物 246 属分为 3 个等级(表 3)。含 1 种的植物有 153 属,占凉水维管植物总属数的 63.75%;含 2~5 种的植物有 87 属,占凉水维管植物总属数的 36.25%;含 7~17 种的植物有 6 属,占凉水维管植物总属数的

0.25%,分别是柳属 *Salix*(17 种)、薹草属 *Carex*(16 种)、风毛菊属 *Saussurea*(8 种)、委陵菜属 *Potentilla*(7 种)、野豌豆属 *Vicia*(7 种)、堇菜属 *Viola*(7 种)。

表 3 凉水国家级自然保护区植物属的统计与比较

Tab. 3 Statistics and Comparison of genera in Liangshui National Nature Reserve

属内 含种数	属数	占总属数/ %	种数	占总种数/ %
7~17	6	0.25	62	14.09
2~5	87	36.25	225	51.14
1	153	63.75	153	34.77

### 2.1.2 植物优势科与表征科及优势属与表征属

用总种数(440)除以总科数(78),得到平均每科包含 5.6 种,凉水自然保护区维管植物包含 6 种以上的科共有 22 科(表 4),是植物区系中的优势科。优势科中含 165 属 323 种,分别占凉水维管植物总属数和总种数的 67.07%和 73.41%。凉水自然保护区维管植物优势科的重要值(IV)变异较大(0.06~7.00)。优势科的 IV 平均值为 1.12,因此,可以确定 IV>1.12 的优势科为该区维管植物的表征科,表征科共有 6 个,按 IV 值从大到小排序为:桦木科、杨柳科、松科、忍冬科、毛茛科、虎耳草科。

凉水自然保护区植物区系中有柳属 *Salix*、薹草属 *Carex*、风毛菊属 *Saussurea*、委陵菜属 *Potentilla*、野豌豆属 *Vicia*、堇菜属 *Viola* 等 86 个属是优势属(表 5)。优势属中包含植物 280 种,占凉水维管植物总种数的 63.64%,表征属有 15 个,从大到小排序分别是:蚊子草属 *Filipendula*、露珠草属 *Circaea*、孩儿参属 *Pseudostellaria*、地笋属 *Lycopus*、木贼属 *Equisetum*、败酱属 *Patrinia*、升麻属 *Cimicifuga*、落叶松属

表 4 凉水国家级自然保护区植物区系优势科 (≥6 种) 的重要值

Tab. 4 Dominant families in Liangshui National Nature Reserve

优势科	种数量	IV
菊科 Compositae	44	0.18
蔷薇科 Rosaceae	34	1.03
毛茛科 Ranunculaceae	30	1.50*
禾本科 Gramineae	22	0.22
杨柳科 Salicaceae	21	3.39*
莎草科 Cyperaceae	18	0.45
虎耳草科 Saxifragaceae	16	1.33*
豆科 Leguminosae	15	0.08
唇形科 Labiatae	14	0.40
百合科 Liliaceae	12	0.34
兰科 Orchidaceae	11	0.06
石竹科 Caryophyllaceae	11	0.55
伞形科 Umbelliferae	10	0.40
十字花科 Cruciferae	9	0.28
忍冬科 Caprifoliaceae	8	1.60*
桦木科 Betulaceae	7	7.00*
桔梗科 Campanulaceae	7	0.35
松科 Pinaceae	7	3.04*
堇菜科 Violaceae	7	0.78
报春花科 Primulaceae	6	0.60
柳叶菜科 Onagraceae	6	0.92
茜草科 Rubiaceae	6	0.06

注释: \* 表示重要值(IV)大于平均值

*Larix*、鹿蹄草属 *Pyrola*、榆属 *Ulmus*、驴蹄草属 *Caltha*、榛属 *Corylus*、稠李属 *Padus*、接骨木属 *Sambucus*、杓兰属 *Cypripedium*、金腰属 *Chrysosplenium*、卷柏属 *Selaginella*、地榆属 *Sanguisorba*、五加属 *Acanthopanax*、荨麻属 *Urtica*、变豆菜属 *Sanicula*、绣线菊属 *Spiraea*、溲疏属 *Deutzia*、党参属 *Codonopsis*、野芝麻属 *Lamium*、云杉属 *Picea*、黄精属 *Polygonatum*，重要值的最大值是 30.00，最小值是 5.00。

## 2.2 植物地理成分

### 2.2.1 科的分布型

凉水国家级自然保护区维管植物 78 科的地理成分可划分为 6 个分布区型和 3 个变型,可见保护区维管植物科的地理成分比较单一(表 6)。其中世界分布 36 科,如禾本科、蓼科 *Polygonaceae*、蹄盖蕨科 *Athyriaceae*。泛热带分布及其变型共 16 科,如鳞

表 5 凉水国家级自然保护区植物区系优势属 (≥2 种)的重要值

Tab. 5 Importance value of dominant genera in Liangshui National Nature Reserve

优势属	属数量	IV
柳属 <i>Salix</i>	17	3.27
薹草属 <i>Carex</i>	16	0.80
风毛菊属 <i>Saussurea</i>	8	2.00
委陵菜属 <i>Potentilla</i>	7	3.50
野豌豆属 <i>Vicia</i>	7	3.50
堇菜属 <i>Viola</i>	7	1.40
银莲花属 <i>Anemone</i>	5	3.33
金腰属 <i>Chrysosplenium</i>	5	7.69*
绣线菊属 <i>Spiraea</i>	5	5.00*
槭属 <i>Acer</i>	4	2.00
蒿属 <i>Artemisia</i>	4	1.33
桦木属 <i>Betula</i>	4	4.00
蓟属 <i>Cirsium</i>	4	1.60
杓兰属 <i>Cypripedium</i>	4	8.00*
老鹳草属 <i>Geranium</i>	4	1.00
忍冬属 <i>Lonicera</i>	4	2.00
毛茛属 <i>Ranunculus</i>	4	1.00
茶藨子属 <i>Ribes</i>	4	2.50
卷柏属 <i>Selaginella</i>	4	6.67*
木贼属 <i>Equisetum</i>	4	16.00*
乌头属 <i>Aconitum</i>	3	0.86
楼斗菜属 <i>Aquilegia</i>	3	4.29*
碎米荠属 <i>Cardamine</i>	3	1.88
露珠草属 <i>Circaea</i>	3	21.43*
紫堇属 <i>Corydalis</i>	3	0.70
溲疏属 <i>Deutzia</i>	3	5.00*
野青茅属 <i>Deyeuxia</i>	3	3.00
柳叶菜属 <i>Epilobium</i>	3	1.82
卫矛属 <i>Euonymus</i>	3	1.36
大戟属 <i>Euphorbia</i>	3	0.15
繁缕属 <i>Stellaria</i>	3	2.50
唐松草属 <i>Thalictrum</i>	3	1.50
榆属 <i>Ulmus</i>	3	10.00*
鳞毛蕨属 <i>Dryopteris</i>	3	0.25
五加属 <i>Acanthopanax</i>	2	5.71
蓍属 <i>Achillea</i>	2	1.00
当归属 <i>Angelica</i>	2	2.50
紫菀属 <i>Aster</i>	2	0.80
驴蹄草属 <i>Caltha</i>	2	10.00



续表 5

优势属	属数量	IV
风铃草属 <i>Campanula</i>	2	1.00
藜属 <i>Chenopodium</i>	2	0.80
升麻属 <i>Cimicifuga</i>	2	11.11
党参属 <i>Codonopsis</i>	2	5.00
榛属 <i>Corylus</i>	2	10.00
山楂属 <i>Crataegus</i>	2	0.20
石竹属 <i>Dianthus</i>	2	0.33
龙胆属 <i>Gentiana</i>	2	0.50
金丝桃属 <i>Hypericum</i>	2	0.50
鸢尾属 <i>Iris</i>	2	0.67
野芝麻属 <i>Lamium</i>	2	5.00
落叶松属 <i>Larix</i>	2	11.11
山豆属 <i>Lathyrus</i>	2	1.54
胡枝子属 <i>Lespedeza</i>	2	3.33
地笋属 <i>Lycopus</i>	2	20.00
稠李属 <i>Padus</i>	2	10.00
蟹甲草属 <i>Parasenecio</i>	2	3.33
云杉属 <i>Picea</i>	2	5.00
松属 <i>Pinus</i>	2	2.50
早熟禾属 <i>Poa</i>	2	0.40
花苎属 <i>Polemonium</i>	2	4.00
蚊子草属 <i>Filipendula</i>	3	30.00*
顶冰花属 <i>Gagea</i>	3	4.29*
拉拉藤属 <i>Galium</i>	3	1.00
珍珠菜属 <i>Lysimachia</i>	3	1.67
败酱属 <i>Patrinia</i>	3	15.00*
蓼属 <i>Polygonum</i>	3	1.30
杨属 <i>Populus</i>	3	3.00
孩儿参属 <i>Pseudostellaria</i>	3	20.00*
鹿蹄草属 <i>Pyrola</i>	3	10.00*
鼠李属 <i>Rhamnus</i>	3	1.50
蔷薇属 <i>Rosa</i>	3	1.50
茜草属 <i>Rubia</i>	3	4.29*
黄芩属 <i>Scutellaria</i>	3	1.00
黄精属 <i>Polygonatum</i>	2	5.00
香茶菜属 <i>Rabdosia</i>	2	1.33
悬钩子属 <i>Rubus</i>	2	0.29
接骨木属 <i>Sambucus</i>	2	10.00
地榆属 <i>Sanguisorba</i>	2	6.67
变豆菜属 <i>Sanicula</i>	2	5.41
千里光属 <i>Senecio</i>	2	0.20

续表 5

优势属	属数量	IV
花楸属 <i>Sorbus</i>	2	2.50
蒲公英属 <i>Taraxacum</i>	2	0.10
椴树属 <i>Tilia</i>	2	2.50
荨麻属 <i>Urtica</i>	2	5.71
婆婆纳属 <i>Veronica</i>	2	0.80
荚蒾属 <i>Viburnum</i>	2	1.00

注释: \* 表示重要值(IV)大于平均值

毛蕨科 *Dryopteridaceae*、鸭跖草科 *Commelinaceae*、葡萄科 *Vitaceae* 等。东亚分布只有五加科 *Araliaceae*。温带分布共 19 科,其中北温带分布 7 科,为百合科、杜鹃花科 *Ericaceae*、松科、金丝桃科 *Hypericaceae*、五福花科 *Adoxaceae*、忍冬科、球子蕨科 *Onocleaceae*; 北温带和南温带(全温带)间断分布 11 科,如灯心草科 *Juncaceae*、胡桃科 *Juglandaceae*、花苎科 *Polemoniaceae* 等; 欧亚和南美洲温带间断分布只有 1 科(小檗科 *Berberidaceae*)。东亚和北美间断分布有 2 科,为木兰科 *Magnoliaceae* 和透骨草科 *Phrymaceae*。温带分布和泛热带分布的科均占凉水维管植物总科数的 24.36%,如果除去世界分布的科,则所占的比例都高达 45.24%。经统计,凉水自然保护区维管植物 22 个优势科中除 17 科为世界分布型外,其余 5 科均为温带分布型。4 个世界性的大科中,有菊科、禾本科、兰科,3 科在凉水自然保护区得到了比较充分的发展,分别排在优势科的第 1、4 和 11 位;6 个表征科有 2 科是世界分布型,4 科为北温带分布型及其变型。

表 6 凉水国家级自然保护区维管植物科的分布型(78 科)

Tab. 6 Distribution types of vascular plants in Liangshui

National Nature Reserve		
分布区类型及变型 A real-types	科数量	占总科数 百分比/%
1. 世界广布成分	36	46.15
2. 泛热带分布	16	20.51
2-2. 热带亚洲-热带非洲-热带美洲(南美洲)分布	3	3.85
3. 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布	1	1.28
8. 北温带分布	7	8.97
8-4. 北温带和南温带间断分布	11	14.10
8-5. 欧亚和南美洲温带间断分布	1	1.28
9. 东亚及北美间断分布	2	2.56
14. 东亚分布	1	1.28

### 2.2.2 属的分布型

凉水国家级自然保护区维管植物的 246 属地理成分可划分为 10 个分布区型和 8 个变型(表 7)。在热带分布型中:泛热带分布有 12 属,占凉水维管植物总属数的 4.88%;旧世界热带和热带亚洲分布有 3 属,占总属数的 1.22%;以北温带分布及其变型最多,有 116 属,占凉水维管植物总属数的 47.15%;其次为旧世界温带分布及其变型,有 24 属,占凉水维管植物总属数的 9.76%;再次为东亚分布及其变型与东亚和北美洲间断分布,都有 18 属,占凉水维管植物总属数的 7.32%;温带亚洲分布有 6 属,占总属数的 2.44%;中亚分布型和地中海变型都有 1 属,均占凉水维管植物总属数的 0.41%。除去世界分布型的 43 属外,大多数属于温带性质分布型。属于热带分布型及其变型的共 18 属,占非世界分布型总属数的 8.87%;而属于温带分布型及其变型的共 185 属,占非世界分布总属数的 91.13%。

表 7 凉水国家级自然保护区植物属的分布区类型  
Tab.7 Distribution types of genera in Liangshui National Nature Reserve

分布型	属数量	占总属数/ %
1. 世界分布	43	17.48
2. 泛热带分布	12	4.88
4 旧世界热带分布	3	1.22
7. 热带亚洲分布	3	1.22
8. 北温带分布	92	37.40
8-1 环极分布	1	0.41
8-2 北极-高山分布	1	0.41
8-4 北温带、南温带间断分布	21	8.54
8-5 欧亚和南美洲温带间断分布	1	0.41
9 东亚和北美洲间断分布	18	7.32
10. 旧世界温带分布	24	9.76
10-3 欧亚和南非间断分布	1	0.41
11 温带亚洲分布	6	2.44
12-3 地中海区至温带、热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布	1	0.41
13. 中亚分布	1	0.41
14. 东亚(东喜马拉雅-日本)分布	13	5.28
14-1 中国-喜马拉雅分布	1	0.41
14-2 中国日本分布	4	1.63

经统计,在 86 个优势属中属于广布型的有 20

属,51 属为温带分布型及其变型,泛热带分布型 3 属,旧世界热带分布型 1 属,东亚和北美间断分布型有 4 属,旧世界温带分布型有 3 属,温带亚洲分布型有 1 属,东亚分布型有 3 属;15 个表征属中属于广布型的有 2 属,9 属为北温带分布型及其变型,东亚和北美间断分布型有 1 属,旧世界温带分布型 1 属,温带亚洲分布型 1 属,东亚分布型 1 属。在凉水自然保护区的世界分布型中,有 3 属分别为木质藤本的铁线莲属、半灌木的悬钩子属、灌木的鼠李属,其余 40 属都是草本植物,如剪股颖属 *Agrostis*、早熟禾属、苋属 *Amaranthus*、蓼属等。热带、亚热带分布型(2~7 型),在凉水自然保护区有 18 属;其中泛热带分布最多,有 12 属,占热带和亚热带分布型总和的 66.67%,如凤仙花属 *Impatiens*、变豆菜属 *Sanicula*、打碗花属 *Calystegia* 等。旧世界热带和热带亚洲都各有 3 属,分别是槲寄生属 *Viscum*、天门冬属 *Asparagus*、香茶菜属 *Rabdosia* 与狗牙根属 *Cynodon*、水晶兰属 *Monotropa*、斑叶兰属 *Goodyera*。温带分布型(8~14-2 型),在凉水保护区共有 185 属,占凉水维管植物总属数的 75.20%。其中北温带分布及其变型最多,共有 116 属,占全部温带分布属的 47.15%。如以胡桃属 *Juglans*、落叶松属 *Larix*、杨属 *Populus*、栎属 *Quercus* 为代表的乔木属;以茶藨子属 *Ribes*、小檗属 *Berberis*、榛属 *Corylus*、绣线菊属 *Spiraea* 等为代表的灌木属;以葡萄属 *Vitis* 为代表的木质藤本;以柳叶芹属 *Czernaevia*、葱属 *Allium*、芍药属 *Paeonia*、马先蒿属 *Pedicularis* 等为代表的草本属。旧世界温带分布以及变型共有 24 属,占凉水维管植物总属数的 9.76%。该类型除了丁香属 *Syringa* 属于木本外,其他均为草本属,常见的有石竹属 *Dianthus*、益母草属 *Leonurus*、草木犀属 *Melilotus*、牛蒡属 *Arctium*、毛连菜属 *Picris* 等。温带亚洲分布有 6 属,占凉水维管植物总属数的 2.44%。如山茄子属 *Brachybotrys*、附地菜属 *Trigonotis*、孩儿参属 *Pseudostellaria*、钻天柳属 *Chosenia*、山牛蒡属 *Synurus*、假冷蕨属 *Pseudocystopteris*。地中海区至温带分布、热带亚洲分布、大洋洲和南美洲间断分布、欧亚和南非间断分布、中亚分布、中国-喜马拉雅分布都各有 1 属,均占凉水维管植物总属数的 0.41%,分别是牻牛儿苗属 *Erodium*、苜蓿属 *Medicago*、栉叶蒿属 *Neopallasia*、扁核木属 *Prinsepia*。中国-日本有 4 属,占总数的 1.63%,分别是苍术属 *Atractylodes*、黄檗属 *Phellodendron*、荷青花属 *Hylomecon*、桔梗属 *Platycodon*。

2.2.3 种的分布型

凉水国家级自然保护区 440 种维管植物的地理成分可划分为 17 个分布区型和 18 个变型(表 8)。热带分布种占 3.41%,温带分布种占 96.59%,温带性成分是热带性成分的 30 倍左右。其中,世界分布 6 种,全部为草本,且都是种子植物,包括藜 *Chenopodium album*、野稗 *Echinochloa crusgalli*、苋菜 *Amaranthus retroflexus*、茵草 *Beckmannia syzigachne*、小飞蓬 *Conyza canadensis*、虎尾草 *Chloris virgata*。

表 8 凉水国家级自然保护区植物种的分布区类型

Tab. 8 Distribution types of species in Liangshui National Nature Reserve

分布型	数量	占总种数/%
1. 世界分布成分	6	1.36
2 北温带-北极成分	11	2.50
2-1 旧世界温带-北极成分	4	0.91
2-2 亚洲-北美-北极成分	1	0.23
2-3 亚洲温带-北极成分	5	1.14
3 北温带成分	16	3.64
3-1 北温带-南温带成分	26	5.91
4 旧世界温带成分	28	6.36
5 亚洲-北美成分	34	7.73
5-1 东亚-北美	4	0.91
6 温带亚洲成分	6	1.36
7 西伯利亚成分	34	7.73
8 东亚成分	47	10.68
10. 中国-日本成分	69	15.68
10-1 中国东北-日本中北部成分	16	3.64
10-2 中国-日本-蒙古草原成分	1	0.23
11. 中国东部成分	10	2.27
11-1 中国东部-西部成分	1	0.23
11-2 中国东部-蒙古草原成分	1	0.23
12. 东北-华北成分	19	4.32
12-1 东北-华北-蒙古草原成分	1	0.23
13-1 华北-朝鲜-俄国远东区成分	1	0.23
14 东北成分	31	7.05
14-1 中国东北-俄国远东区成分	28	6.36
14-2 中国东北-达乌里成分	15	3.41
14-3 东北-大兴安岭成分	3	0.68

续表 8

分布型	数量	占总种数/%
14-4 东北-蒙古草原成分	1	0.23
15-2 华北-蒙古草原成分	1	0.23
16. 大兴安岭成分	1	0.23
18. 阿尔太-蒙古-达乌里成分	1	0.23
19. 达乌里-蒙古成分	3	0.68
22. 北温带-热带成分	1	0.23
22-2 亚洲-北美-温带至热带成分	2	0.45
22-3 亚洲温带-热带成分	9	2.05
23. 泛热带成分	2	0.45
27 热带亚洲-热带非洲	1	0.23

热带性分布(22~27型)15种。其中,亚洲温带—热带成分9种,如刺犁头 *Polygonum perfoliatum*、伏茜草 *Rubia cordifolia*、蛇含萎陵菜 *Potentilla kleiniana*、林茜草 *Rubia sylvatica*;亚洲—北美—温带至热带成分和泛热带成分均有2种,分别是东北香薷 *Elsholtzia densa*、鸭跖草 *Commelina communis* 和马唐 *Cynodon dactylon*、欧洲蕨 *Pteridium aquilinu*;北温带—热带成分和热带亚洲—热带非洲都只有1种,分别是黑哇侧偏莎 *Pycneus globosus var. Nilagiricus* 和团扇蕨 *Gonocormus minutus*。

温带分布(2~19型)共有419种,占到非世界分布总种数的96.54%,是本区维管植物区系的主体。比例最高的是中国—日本成分及其变型,有98种,占凉水维管植物总种数的23.39%,其中,中国—日本分布有69种,灌木9种,如库页悬钩子 *Rubus sachalinensis*、杞柳 *Salix integra*、毛榛子 *Corylus mandshurica*、榛子 *Corylus heterophylla* 等,乔木6种,如水榆 *Sorbus alnifolia*、黄波罗 *Phellodendron amurense*、水曲柳 *Fraxinus mandshurica* 等,木质藤本3种,如五味子 *Schisandra chinensis*、刺南蛇藤 *Celastrus flagellaris*、狗枣猕猴桃 *Actinidia kolomikta*,其他均是草本,如宽叶荨麻 *Urtica laetevirens*、山红花 *Lychnis fulgens*、山芍药 *Paeonia obovata*、毛茛 *Ranunculus japonicus*;中国东北—日本中北部成分16种,其中乔木2种,包括红松 *Pinus koraiensis*、香杨 *Populus koreana*,灌木3种,有细柱柳 *Salix gracilistyla*、早花忍冬 *Lonicera praeflorens*、毛接骨木 *Sambucus williamsii*,其他都是草本,如深山唐松草 *Thalictrum tuberiferum*、猫眼草 *Chrysosplenium ramosum*、红花变



豆菜 *Sanicula rubriflora*、樱草 *Primula sieboldii*; 中国东部成分 10 种, 均是草本; 中国—日本—蒙古草原成分 1 种, 硬质早熟禾 *Poa sphondylodes*。

居于第二位的是东北成分及其变型共 78 种, 东北成分最多, 有 31 种, 乔木 4 种, 分别是长白落叶松 *Larix olgensis*、红皮云杉 *Picea koraiensis*、大青杨 *Populus ussuriensis*、青楷槭 *Acer tegmentosum*, 灌木 8 种, 如小花溲疏 *Deutzia parviflora* var. *Amurensis*、东北山梅花 *Philadelphus schrenkii*、马氏醋李 *Ribes maximowiczianum* 等, 其他都是草本, 如山茄子 *Brachybotrys paridiformis*、菟葵 *Eranthis stellata*、尾叶香茶草 *Rabdosia excisa*、飞燕草 *Delphinium maackianum* 等。其次是中国东北—俄国远东区成分, 有 28 种, 有鱼鳞云杉 *Picea jezoensis*、山桃稠李 *Padus maackii*、山槐 *Maackia amurensis*、花楷槭 *Acer ukurunduense* 等为代表的乔木 4 种, 有以沼柳 *Salix rosmarinifolia* var. *Brachypoda*、伪蒿柳 *Salix viminalis*、刺李 *Ribes burejense*、刺老牙 *Aralia elata* 等为代表的灌木 4 种, 常见的草本有短兴安楼斗菜 *Aquilegia viridiflora* f. *Atropurpurea*、延胡索 *Corydalis yanhusuo*、巨紫堇 *Corydalis gigantea*、燕尾凤毛菊 *Saussurea neoserrata* 等。中国东北—达乌里成分型有 15 种, 乔木 1 种(山荆子 *Malus baccata*)、灌木 2 种, 大黄柳 *Salix raddeana* 和鼠李 *Rhamnus davurica*, 其他均是草本, 如小叶独活 *Czernaevia laevigata*、北付地菜 *Trigonotis radicans*、大花马薺蒿 *Pedicularis grandiflora*、羽叶鬼针草 *Bidens maximowicziana*。东北—大兴安岭成分型有 3 种, 长毛猫眼草 *Chrysosplenium pilosum*、芦苇 *Phragmites australis*、北大戟 *Euphorbia esula*。东北—蒙古草原成分型只有 1 种(东北蒲公英 *Taraxacum ohwianum*)。

居于第三位的是东亚成分型有 47 种, 其中乔木 3 种, 伪粉枝柳 *Salix rorida* var. *roridaeformis*、柞树 *Quercus mongolica*、暴马子 *Syringa reticulata*, 灌木 5 种, 兴安胡枝子 *Lespedeza daurica*、卫矛 *Euonymus alatus*、翅卫矛 *Euonymus macropterus*、刺五加 *Acanthopanax senticosus*、朝鲜接骨木 *Sambucus williamsii*, 其他的是草本, 如黄乌头 *Aconitum umbrosum*、类叶升麻 *Actaea asiatica*、乌苏里毛茛 *Ranunculus franchetii*、萎陵菜 *Potentilla chinensis*。

居于第四位的是北温带成分及其变型有 42 种, 北温带—南温带成分最多, 有 26 种, 乔木 1 种(兴安落叶松 *Larix gmelinii*)、灌木 5 种, 卷边柳 *Salix siuzevii*、卵叶桦 *Betula ovalifolia*、刺玫果 *Rosa davurica*、兴

安杜鹃 *Rhododendron dauricum*、蓝锭果忍冬 *Lonicera caerulea*, 其他均是草本, 如狭叶荨麻 *Urtica angustifolia*、垂梗繁缕 *Stellaria radicans*、蚊子草 *Filipendula palmata*、一枝黄花 *Solidago virgaurea* 等; 其次是北温带成分型有 16 种, 乔木 3 种, 粉枝柳 *Salix rorida*、毛赤杨 *Alnus sibirica*、春榆 *Ulmus davidiana* var. *Japonica*, 灌木 2 种, 珍珠梅 *Sorbaria sorbifolia*、长刺玫果 *Rosa acicularis*, 其他草本, 如老山芹 *Heracleum dissectum*、小叶芹 *Aegopodium alpestre*、大叶龙胆 *Gentiana macrophylla*、东北甜菜 *Glyceria triflora* 等。

### 2.3 特有种

本区无中国特有属, 地区特有种有带岭柳 *Salix daikiingensis*; 中国特有种有 34 种, 占整个东北植物区系中国特有种数 124 种的 27.42%。

## 3 结论与讨论

凉水国家级自然保护区物种比较丰富, 共有维管植物 78 科 246 属 440 种。凉水自然保护区含 10 种以上的科是保护区维管植物的主体, 属和种集中在有限的少数科内; 含 10 种以下的科中寡种科和属较多。凉水自然保护区科级、属级和种级的地理成分都是以温带分布型为主。凉水保护区的优势科、优势属以及表征科和表征属均是以温带分布及其变型为主。

凉水国家级自然保护区的维管植物有 78 科 246 属 440 种, 分别占东北全区维管植物总数的 47.56%、26.51% 和 11.47%, 表明该保护区的物种是比较丰富的。凉水自然保护区的被子植物中, 既有进化水平较低的古老科, 如木兰科, 毛茛科, 也有进化水平较高的现代大科, 如菊科和禾本科。凉水是小兴安岭的中心地带, 是中国原始林保存最好地区之一, 西邻大兴安岭, 南邻松嫩平原, 东部是长白山脉, 特殊的地理位置、地形使本区形成了比较丰富的物种组成。

凉水自然保护区维管植物中含 10 种以上的科是保护区的主体, 有 13 科 134 属 258 种, 属和种集中在有限的少数科内。含 10 种以下的科共有 65 科 112 属 182 种, 体现了保护区植物区系的复杂性和多样性。单种科反映了植物科进化过程中两个相反的方向, 一个是新产生的科, 其属种尚未分化; 另一个是演化终极的科, 属种已大量消亡, 现存的是残遗种类<sup>[2]</sup>。从统计结果看, 本区单种科有 25 科, 但这些科并非在世界范围内仅有 1 种的科, 仅说明这些科在保护区内种类稀少, 优势度不明显。

优势科是指种类较多、在植被或植物群落中占优势或常见的科,确定一个区系的优势科应满足数量标准<sup>[23]</sup>。凉水自然保护区的优势科以北温带分布及其变型为主。一般而言,某个区系的表征科不仅具有较多的种数,而且它们在世界区系中所占的比例也较高<sup>[24]</sup>。保护区植物 8 个表征科的重要值(IV)虽然均较小,但 IV 本身是一个相对值,用 IV 值的相对大小是可以反映该区植物表征科属性的<sup>[25]</sup>。6 个表征科中有 4 科属于北温带分布及其变型,反映出保护区生境比较严酷,只有世界性广布科和温带科适应力强的植物才能够在该区正常生长繁衍。从优势属和表征属均反映出凉水自然保护区植物地理成分有强烈的温带性质。

从科、属和种的地理成分来看,凉水自然保护区植物地理成分以温带性质的为主,热带和亚热带较少,主要是因为凉水自然保护区纬度高,受寒冷气候的影响较大。科级的地理成分比较单一,保护区种的地理成分复杂。在整个保护区内寡种属(51.14%)和寡种科(32.05%)所占的比例都比较大,说明本植物区系是相当古老的,组成较为分散,植物成分较为复杂。

### 参考文献:

- [1] 吴征镒,周浙昆,孙航,等. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明:云南科技出版社,2006.
- [2] 王荷生. 植物区系地理[M]. 北京:科学出版社,1992: 1-17.
- [3] 吴征镒,孙航. 中国种子植物区系地理[M]. 北京:科学出版社,2011:52-54.
- [4] 邓红兵,王青春,代力民,等. 长白山北坡河岸带群落植物区系分析[J]. 应用生态学报,2003,14(9):1405-1410.
- [5] 刘哲强. 凉水自然保护区不同植被恢复方式下昆虫群落结构及生态位研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2015.
- [6] 方三阳. 东北林学院凉水实验林场红松人工幼林分叉原因调查初报[J]. 东北林业大学学报,1975(2):56-57.
- [7] 裴赢. 凉水国家级自然保护区天然红松林叶绿体微卫星遗传变异的研究[D]. 沈阳:辽宁师范大学,2006.
- [8] 朱良军,金光泽,杜文先,等. 小兴安岭凉水典型阔叶红松林林冠干扰特征分析[J]. 北京:北京林业大学学报,2016,38(6):17-27.
- [9] 牛健植,余新晓,高甲容. 凉水自然保护区景观动态研究初探[J]. 北京林业大学学报,2003,25(3):74-75.
- [10] 李俊涛,谭晓京,蔡体久,等. 凉水国家级自然保护区森林群落林下物种多样性[J]. 北京林业大学学报,2007(s2):266-271.
- [11] 唐庆明. 凉水原始红松林植被及土壤微生物功能多样性的研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2011.
- [12] 周以良. 黑龙江省植物志[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,1985.
- [13] 中国科学院植物志委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [14] 秦仁昌,中国现代蕨类植物地理分布概况[C]//秦仁昌文选[M]. 北京:科学出版社,1988:255-263.
- [15] 陆树刚,中国蕨类植物区系概论[C]//李承森. 植物科学进展(第6卷)[M]. 北京:高等教育出版社,2004:29-42.
- [16] 严岳鸿,张宪春,马克平. 中国蕨类植物多样性与地理分布[M]. 北京:科学出版社,2013:29-75.
- [17] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究,1991(SIV):1-139.
- [18] 吴征镒,周浙昆,李德铎,等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究,2003,25(3):245-257.
- [19] 吴征镒,周浙昆,孙航,等. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明:云南科技出版社,2006.
- [20] 李锡文. 中国种子植物区系统计分析[J]. 云南植物研究,1996,18(4):363-384.
- [21] 傅沛云,曹伟,李冀云,等. 中国东北部种子植物种的分布区类型[M]. 哈尔滨:东北大学出版社,2003.
- [22] 张高,海鹰,楚新正,等. 巴音布鲁克大尤尔都斯盆地野生种子植物区系研究[J]. 西北植物学报,2013,33(3):599-606.
- [23] 徐远杰,陈亚宁,李卫红,等. 中国伊犁河谷种子植物区系分析[J]. 干旱区研究,2010,27(3):331-337.
- [24] 陈建民,何平,邹新慧,等. 四川省黄龙自然保护区种子植物区系研究[J]. 植物科学学报,2003,21(1):54-60.
- [25] 努尔买买提,张相锋,张维. 新疆野核桃自然保护区植物区系和地理成分[J]. 生态学杂志,2015,34(7):1838-1846.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.018

## 茂兰国家级自然保护区科研监测规划

宋立奕<sup>1,2</sup> 谭成江<sup>3</sup> 李明阳<sup>2</sup> 熊志斌<sup>3</sup> 陈军<sup>1</sup>

(1. 贵州省林业调查规划院, 贵州 贵阳 550003; 2. 南京林业大学, 江苏 南京 210037;

3. 贵州茂兰国家级自然保护区管理局, 贵州 荔波 558400)

**摘要:** 为了促进茂兰国家级自然保护区科研监测工作的标准化建设, 在该保护区进行全面深入调研的基础上, 依据相关技术标准, 编制了保护区 2016—2025 年的科研监测规划, 主要内容: 1) 开展“第二次综合性科学考察”、“关键物种就地保护、繁育和自然回归”、“地理信息系统和生物多样性数据库建设”等基础研究; 2) 开展“茂兰喀斯特森林生态系统健康评价与预警”、“茂兰珍稀濒危动植物的保育研究”、“自然保护区民族地区经济可持续发展研究”等具有自身特色的多层次、多学科的专项研究; 3) 建设茂兰喀斯特森林生态系统定位监测站; 4) 加强关键物种、林业有害生物及外来物种、陆生野生动物疫源疫病监测; 5) 建设科研中心办公楼, 完成相关设施与设备、数字化科研管理平台建设。最后, 对规划实施的条件进行分析, 认为多方争取项目资金、探索合理的社区管理模式、妥善处理旅游产生的废弃物、避免保护区破碎化与孤岛化等是规划顺利实施的关键。

**关键词:** 科研监测; 研究课题; 项目规划; 森林生态系统; 珍稀濒危动植物; 茂兰国家级自然保护区

中图分类号: S759.93; S758.4 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)01-0096-06

## Plan for Scientific Research and Monitoring in Maolan National Nature Reserve

SONG Liyi<sup>1,2</sup>, TAN Chengjiang<sup>3</sup>, LI Mingyang<sup>2</sup>, XIONG Zhibin<sup>3</sup>, CHEN Jun<sup>1</sup>

(1. Guizhou Institute of Forestry Survey and Planning, Guiyang 550003, China; 2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 3. Administration Bureau of Guizhou Maolan National Nature Reserve, Libo, Guizhou 558400, China)

**Abstract:** To standardize the construction of scientific research and monitoring in Maolan National Nature Reserve, this paper conducted the thorough investigation and made the research and monitoring plan for the reserve from 2016 to 2025 based on relevant technical standards. The main construction projects in the plan were as follows: (1) The fundamental research would be carried out including the second integrated scientific survey, the in situ conservation, breeding and reintroduction for the rare and endangered species, development of geo-information system and biodiversity data base, etc. (2) The special research with local advantages would be conducted at multi-level and in multidisciplinary including health assessment and early warning for the karst forest ecosystems in Maolan, conservation of the rare and endangered species, sustainable economic development in minority regions of the reserve, etc. (3) The monitoring station for the karst forest ecosystem would be constructed. (4) The monitoring for the key species, forestry pests, invasive species and disease of terrestrial wild animals would be strengthened.

收稿日期: 2017-11-13.

作者简介: 宋立奕(1978-), 女, 辽宁宽甸人, 工程师. 主要从事森林生态研究与林业调查规划工作. Email: thinkerinf@163.com



(5) The administration building for scientific research and monitoring would be constructed with the supporting facilities and the digital management platform. According to the analysis of the requirements for the plan implementation, this paper pointed out that the keys to the effective implementation of the plan were to raise project funds in many ways, explore sound community management pattern, dispose of tourist garbage appropriately, prevent the reserve from being fragmental and isolated.

**Key words:** scientific research and monitoring; research subject; project plan; forest ecosystem; rare and endangered species; Maolan National Nature Reserve

茂兰国家级自然保护区位于贵州省黔南布依族苗族自治州荔波县东南部,为森林生态系统类型自然保护区,主要保护对象为中亚热带喀斯特森林生态系统及其珍稀濒危野生动植物。它是地球同纬度地区残存下来的一片面积最大、相对集中、原生性强、相对稳定的喀斯特森林,在广布的喀斯特地貌大多已失去森林植被覆盖的情况下,该区大面积原生性喀斯特森林的存在,具有重要而独特的意义<sup>[1]</sup>。为研究喀斯特森林生态系统结构与功能、生物多样性保护、喀斯特地区植被恢复及低效林改造等提供了珍贵的参考,具有重大的保护和科研价值。该保护区 1996 年加入联合国教科文组织国际人与生物圈保护区网络(MAB),2007 年被纳入世界自然遗产地管理。

自然保护区科研监测规划是保护区建设的重要内容,是保护区管理的主要依据之一,一些学者已对此开展了相关工作<sup>[2-10]</sup>。2006 年,茂兰自然保护区被国家林业局确定为第一批国家级示范自然保护区,按照国家级示范自然保护区的要求,保护区现有的科研监测条件与示范标准还有一定差距。主要问题有:本底资源数据亟待更新完善,关键物种的监测与系统研究急需深入,科研监测样地缺失,科研监测平台有待完善,资金不足,仪器设备落后,专项课题研究领域有待拓宽、水平需要提升等。为此,本文设计、编制了茂兰自然保护区 2016—2025 年的科研监测规划,旨在改善、提升其科研基础设施条件,充分发挥其科研监测潜力,有效促进保护区科研监测水平提升,为保护区的有效管理提供科学依据。

## 1 研究区概况

茂兰国家级自然保护区地理位置为东经 107°52′10″~108°05′40″,北纬 25°09′20″~25°20′50″。保护区总面积 21 285 hm<sup>2</sup>,其中核心区 8 305 hm<sup>2</sup>,缓冲区 8 130 hm<sup>2</sup>,实验区 4 850 hm<sup>2</sup>。保护区涉及荔波县 4 个乡镇 14 个村 88 个自然寨(组),区内居住群众一万余人,其中少数民族占总人口的 86.78%

(熊志斌等,2014)。保护区处于中亚热带季风湿润气候区,年均温 15.3℃,1 月均温为 5.2℃,7 月均温为 23.5℃,≥10℃活动积温 4 598.6℃,生长期 237 d。全年降水量 1 752.5 mm,集中分布在 4—10 月,年均相对湿度 83%,年日照时间 1 272.8 h。保护区位于云贵高原向广西丘陵盆地过渡的斜坡地带。区内分布岩石主要为石灰岩和白云岩,以白云岩裸露面积最大,为喀斯特森林的主要着生基岩,基岩裸露率在 70%~80%。区内地势西北高,东南低,最高海拔 1 078.6 m,最低海拔 430 m,平均海拔 880 m 以上,区内喀斯特地貌十分发育,地貌类型以峰丛漏斗和峰丛洼地为主。区内成土母岩为碳酸盐岩,其风化发育形成的土壤均为石灰土。土壤层厚度一般仅有 20~40 cm,多存在于岩石缝隙中。但土壤质量很好,剖面多呈碱性<sup>[1]</sup>。区内植被处于亚热带常绿阔叶林区、东部(湿润)常绿阔叶林亚区、中亚热带常绿阔叶林带,除少数地段为藤刺灌丛和灌草丛外,其自然植被均为发育在喀斯特地貌上的原生性常绿落叶阔叶混交林。

## 2 规划方法

在茂兰自然保护区进行实地全面深入的调查基础上,依据《自然保护区总体规划技术规程》(GB/T 20399—2006)、《森林生态系统定位观测指标体系》(LY/T 1606—2003)、《森林生态系统定位研究站建设技术要求》(LY/T 1626—2005)、《森林生态系统长期定位观测方法》(LY/T 1952—2011)、《森林生态站数字化建设技术规范》(LY/T 1873—2010)、《自然保护区综合科学考察规程》(试行)、《自然保护区工程项目建设标准》(试行)(2002)等技术标准,结合《荔波县林地保护利用规划(2010—2020 年)》、《荔波县林地年度变更调查成果报告(2014 年)》、《贵州茂兰国家级示范自然保护区建设实施方案(2013—2017 年)》、《贵州茂兰国家级自然保护区 2013—2015 年度国家级自然保护区能力建设可行性研究报告》、《贵州茂兰国家级自然保护区总

体规划(2004—2015年)》、《贵州茂兰国家级自然保护区总体规划(2016—2025年)》<sup>[11-23]</sup>等标准、规程和成果数据编制完成。

### 3 监测规划

#### 3.1 科研项目规划

##### 3.1.1 基础研究课题

###### 1) 第二次综合性科学考察

茂兰自然保护区在成立之初(1984年)曾开展过一次综合科学考察,其后还未组织过全面的综合性科学考察。根据《国家级自然保护区规范化建设和管理导则(试行)》的有关规定<sup>[24]</sup>,为了进一步查清保护区的自然地理环境、生物资源及国家重点保护的野生动植物资源现状,更好地管理自然资源,需进行一次综合性科学考察。内容包括生物多样性专项调查、自然地理环境专项调查、保护区森林生态系统健康与安全格局专项调查、社会经济状况专项调查、保护区威胁因素专项调查等。综合科学考察结束后,编写出版《茂兰国家级自然保护区综合科学考察集》。

###### 2) 关键物种就地保护、繁育和自然回归研究

随着市场经济的发展,保护区内的濒危动植物时有被偷猎、盗采或破坏的情况发生,致使一些重要物种数量不断下降,受威胁程度急剧增加,野外调查已很难见到实体,种群数量难以估计。因此,开展关键物种(旗舰种)的就地保护、繁育和自然回归项目建设对于保护和扩大物种的种群数量具有重要意义。建设内容包括:①开展白花兜兰 *Paphiopedilum emersonii*、小叶兜兰 *Paphiopedilum barbigerum* 和硬叶兜兰 *Paphiopedilum micranthum*、荔波杜鹃 *Rhododendron liboense*、荔波唇柱苣苔 *Chirita liboensis*、石山胡颓子 *Elaeagnus calcarea*、荔波瘤果茶 *Camellia rubimuricata* 等物种的野外专项调查,查清物种的分布现状、地理位置(采用GPS定位)、种群数量、物种分布地环境因子特点及物种受威胁状况,并收集物种的图片。②在白花兜兰、小叶兜兰和硬叶兜兰集中分布的区域开展就地保护,建立标志牌14块,警示牌20个。③采集白花兜兰、小叶兜兰和硬叶兜兰的种子开展育苗试验,同时开展无性繁殖(组培)试验;在三岔河管理站建立白花兜兰、小叶兜兰和硬叶兜兰等物种扩繁、回植试验基地1000 m<sup>2</sup>。

###### 3) 地理信息系统和生物多样性数据库建设

建设内容包括:购买相关软硬件1套;开展生物多样性数据采集1次;开展地理信息系统和生物多

样性系统开发,内容包括生物多样性数据库、森林资源数据库、景观类型数据库、湿地资源数据库、社区人员与经济发展数据库、生态旅游管理数据库等;开展系统管理、维护人员培训。

##### 3.1.2 专题研究课题

根据保护区实际情况、特点及科研现状,循序渐进地开展多层次、多学科的专项研究,逐步完善科研体系,丰富研究领域,建立特色及优势领域,全面提升科研水平。规划的专题研究课题有:1)森林生态系统健康评价与预警研究;2)森林生态系统的碳储量、碳密度及其分布;3)生态安全格局与管理;4)森林生态系统水源涵养功能研究;5)森林生物多样性动态监测研究;6)不同干扰程度及土地利用方式对保护区生物多样性影响研究;7)珍稀濒危植物致濒机制研究;8)珍稀濒危植物的保护生物学研究;9)珍稀濒危植物保育研究;10)森林有害生物综合防治技术研究;11)关键物种种群动态及天然更新特征研究;12)重要湿地植物种群与群落生态学研究;13)森林土壤养分空间变异性研究;14)森林土壤碳储量与土壤碳过程研究;15)森林土壤动物研究;16)珍稀濒危动物现状及其保护对策研究;17)珍稀濒危动物种群及其栖息地恢复技术研究;18)洞穴生物种类组成、数量动态与其生境的关系;19)保护区生物多样性数字化平台设计与实现;20)保护区3S数字化建设;21)森林防火技术研究;22)自然保护区社区共管模式及其限制因素分析;23)民族地区自然保护区建设对当地社区发展的影响;24)民族地区自然保护区经济可持续发展研究;25)自然保护区社区共管绩效评估研究;26)自然保护区社区共管模式的法律机制;27)基于低碳经济背景下保护区旅游扶贫模式构建;28)生态旅游与生物多样性保护对策研究;29)民族传统文化对自然保护区的影响分析。

### 3.2 监测项目规划

#### 3.2.1 喀斯特森林生态系统定位监测

鉴于茂兰喀斯特森林生态系统特殊、极高的保护、科研价值和重要地位,有必要在保护区内典型地段设置监测站点,改善科学研究工作的基础条件。规划在石上森林景区新建喀斯特森林生态系统定位监测站。

##### 1) 建设生态站监测楼

在实验区选择适宜地段新建监测楼600 m<sup>2</sup>,建设内容包括仪器室、样品室、办公室、宿舍、厨房、餐厅、卫生间等。配备常规实验室所需要仪器设备、办

公设备 1 套,以及供水、供电、供暖和通讯设施。

## 2) 监测项目

### ① 森林气象及环境空气质量监测

在永康管理站、三岔河管理站、洞塘管理站、翁昂管理站附近,在林内及林外各选择 1 处适宜地点建设地面气象观测场,场内配备气象观测仪器 1 套,共计 8 处气象观测场、8 套气象观测仪器。此外,配备森林环境空气质量监测系统 1 套、干湿沉降收集仪 1 台。

### ② 水文监测

在尧兰地下河、板寨地下河、洞腮地下河选择适宜地点,新建水文监测站 3 处、测流堰 3 座、地表径流场 3 座、水量平衡场 3 座,配备热扩散植物液流测定仪 3 个、包裹型植物液流测定仪 3 个、多参数水质监测仪 2 套、水文监测设施 1 套、水文监测设备 1 套。

### ③ 土壤监测

在保护区选择具有代表性和典型性的适宜地段设置土壤剖面,配备森林土壤水分测定仪 2 台、土壤碳测定系统 1 台、土壤水势仪 3 套。

### ④ 森林生物监测

森林群落观测:选择适宜地段建立大型森林群落观测固定样地 4 个,面积为  $1 \text{ hm}^2$ ,形状为长方形或正方形,在其中设置  $(20 \times 20) \text{ m}^2$ 、 $(5 \times 5) \text{ m}^2$ 、 $(2 \times 2) \text{ m}^2$ 、 $(1 \times 1) \text{ m}^2$  的各类样方,分别用于乔木层、灌木层、下木层、草本层调查。对不同的森林群落(按群系划分)建  $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$  的固定样地各 2~3 个。

森林生产力观测:森林木本层生物量测定标准地:在石上森林景区、三岔河管理站附近选择适宜地段建立 10 个面积为  $0.1 \text{ hm}^2$  标准地,形状为长方形或正方形,采用径阶等比标准木法测定;森林灌木层生物量测定样地:在石上森林景区、三岔河管理站附近选择适宜地段,建立 15 个面积为  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$  的样方,或 5 个  $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$  的样方,采用全部收获法测定灌木层生物量;森林草本层生物量测定样方:在石上森林景区、三岔河管理站附近选择适宜地段建立 30 个面积为  $1 \text{ m}^2$  的小样方,在每个小样方中将所有草本植物连根挖出,用水冲掉泥土后称量鲜质量,然后烘干称干质量。

森林生物多样性观测:森林昆虫种类调查试验样方:在石上森林景区、三岔河管理站附近选择适宜地段设置 30 个样方(根据实际情况确定样方面积);大型兽类种类和数量调查试验样线:在石上森林景区、三岔河管理站附近选择适宜地段设置 30

km 的样线;两栖类动物种类和数量调查试验样方:在石上森林景区、三岔河管理站附近选择适宜地段设置 10 个面积为  $50 \text{ m}^2$  的样方;植物种类与数量调查:在石上森林景区、三岔河管理站附近选择适宜地段进行植物种类调查,设置 40 km 的样线,植物数量调查设置 40 个  $400 \text{ m}^2$  的正方形或长方形样地。此外,在实验区的游道人多之处,于路旁两边设条带状植物观测样地,从道边往外宽 20 m,条带沿道长 50 m,即建  $0.1 \text{ hm}^2$  的样地,观测植物多样性变化,为生态管理提供警示与依据。

仪器设备:配备差分式 GPS 2 台、植物冠层分析仪 1 台、年轮分析仪 1 台、根系分析系统 1 台、径向生长仪 10 套、超声波测高测距仪 2 个、便携式叶面积仪 1 台、便携式光合仪 1 台、植物水势仪 1 台、生长锥 2 个、 $\text{CO}_2$  和水汽通量观测设备 1 套、 $\text{CO}_2$  廓线仪 1 套、大口径闪烁仪 1 套。

### ⑤ 森林健康监测

在石上森林景区、三岔河管理站附近选择适宜地段建立 40 个面积为  $400 \text{ m}^2$  的森林病虫害发生与危害观测样方、200 个面积为  $25 \text{ m}^2$  的土壤微生物观测取样样方。

### ⑥ 水土资源保持监测

在石上森林景区、三岔河管理站附近选择适宜地段建立 2 个林地土壤侵蚀观测样地、6 个林地土壤侵蚀模数观测沉沙池(根据实际情况确定面积),观测各年度侵蚀强度和侵蚀面积的变化以及植物温度的变化。

## 3) 数据管理与分析系统

配置数据管理与分析系统 1 套,用于数据采集、传输、接收、储存、分析处理及数据共享等。

## 3.2.2 珍稀动植物(关键物种)监测

### 1) 珍稀濒危植物监测

对单性木兰 *Kmeria septentrionalis*、掌叶木 *Han-deliidendron bodinieri*、红豆杉 *Taxus wallichiana var. chinensis*、白花兜兰、荔波杜鹃、四药门花 *Loropetalum subcordatum*、荔波桑 *Morus liboensis*、石山木莲 *Manglietia calcarea* 种群进行监测。由于荔波杜鹃目前只发现在洞化山一处有分布,故设置 1 个监测点。对于其它物种,根据其分布情况,选择具有代表性和典型性的地段,每种物种设置 3 个监测点,合计 22 个植物监测点。

### 2) 国家重点保护动物种群野外监测

对猕猴 *Macaca mulatta*、白鹇 *Lophura nycthemera*、蛇雕 *Spilornis cheela*、虎纹蛙 *Hoplobatrachus*



*chinensis*、白鹭 *Egretta garzetta garzetta* 种群进行监测。根据上述物种的分布情况,选择具有代表性和典型性的地段建立监测点。其中,猕猴、白鹇各设置 4 个监测点;蛇雕、虎纹蛙各设置 2 个监测点;白鹭设置 3 个监测点。合计 15 个动物监测点。

### 3.2.3 陆生野生动物疫源疫病普查与监测

定期组织开展陆生野生动物疫源疫病普查,在 4 个二级监测点配置陆生野生动物疫源疫病监测设备设施共 4 套,根据实际情况在重点动物疫源疫病区域开展监测。

### 3.2.4 林业有害生物及外来物种监测

购置林业有害生物及外来物种野外监测设备设施 1 套,根据实际情况在重点区域开展监测。在实验区内如果发现入侵植物,采用 GPS 定位,然后采取措施将其连根除掉。1 年后复查,看是否又有发生,只要一经发现就要立即去除,严禁蔓延。

### 3.3 科研监测中心建设

目前,茂兰自然保护区科研基础设施较为落后,设备严重老化,已无法满足保护区科学研究发展的需要,应根据科研需要建设科研楼及配备相关科研仪器与设备。

#### 1) 科研中心

建筑面积 1 500 m<sup>2</sup>,包括功能用房与辅助用房,功能用房包括监测信息中心、实验室、样品室、仪器室、野生动物疫源疫病监测站、组培室、档案室、科普展示厅等,辅助用房包括宿舍、厨房、餐厅、卫生间、活动室等。

#### 2) 科研仪器与设备

室内分析仪器设备:配备精密电子天平 2 台、生物显微镜 1 台、电热恒温鼓风干燥箱 1 台、全自动新型电热恒温培养箱 1 台、不锈钢立式压力蒸汽灭菌器 1 台、单人双面垂直净化工作台 1 台、试制设备及保存柜 2 套。

野外调查仪器设备:红外自动摄像机 120 台、数码相机 3 台、手持罗盘仪 10 台、激光测距测高仪 5 台、林地调查仪 1 台、高清摄像机 1 台、卫星定位仪(GPS)6 部,并配备相应的数据处理设备。

#### 3) 办公设施及设备

根据实际需要,配置相关办公设施及设备 30 套。

#### 4) 基础设施

配备供水、供电、供暖和通讯设施,包括输水管道、排水管道、锅炉、水塔、输电线路、变压器、通讯线路、宽带网等。

#### 5) 数字化科研管理平台

配备地理信息系统和生物多样性数据库,包括数据采集、传输、接收、存储、分析处理及数据共享等所需的软硬件。

## 4 讨论

随着保护区的发展及对保护区管护水平要求的提高,现有基础设施与仪器设备难以满足保护区科研监测的需要,亟需维护、完善与更新。茂兰自然保护区的资金来源依靠省财政全额拨款,仅能维持管理人员的工资和一般的日常工作开支,科研监测、资源调查等难以保障,制约了保护区功能的发挥。如何有效地多方争取项目资金是值得注意的问题。

与很多自然保护区内无居民或居民较少的情况截然不同,茂兰自然保护区社区人口多,并且经济基础薄弱,社情复杂。对保护对象的生存和发展的负面影响和潜在的威胁主要体现在火灾、非法砍伐林木与薪材消耗、偷猎、采集、采石、开荒、环境污染、疫情疫病、放牧等方面。因此监测工作难度大、范围广,需要进一步增强巡护力度,以减少、杜绝各种潜在威胁的发生。为此,加强当地居民与保护区之间的交流,提高当地居民生活水平,缓和社区居民与保护区保护资源之间的矛盾,对促进保护区可持续发展,改善双方关系具有重要意义,一些研究也得出相似结论<sup>[25-27]</sup>。

自茂兰自然保护区建立后,通过政府行为将森林质量好的林地划为自然保护区并颁发国有林权证,但对当地村民原持有的集体林权证尚未解除,出现了“一地两证”的现象。随着生态公益林补偿的实施,区内持有国有林权证的补偿 25 元/hm<sup>2</sup>,而区外持有集体林权证的补偿 75 元/hm<sup>2</sup>,这一差距导致双方矛盾更加突出,给自然保护区的管理带来较大困难。因此,处理好自然保护区内土地权属问题,对协调社区关系、促进保护区管护工作顺利开展同样具有重要意义<sup>[28]</sup>。

随着自然保护区内生态旅游的发展,保护区及周边社区、生态旅游区产生的固体废物、生活垃圾、污水等逐渐增多;同时,因道路交通等建设的增加,加剧了保护区破碎化与孤岛化,生态系统的完整性正受到威胁。如何对其妥善处理以切实保护区内陆地与水域生物多样性,维护生态安全是急需解决的问题。

## 参考文献:

[1] 周政贤. 茂兰喀斯特森林科学考察集[M]. 贵阳:贵州

- 人民出版社,1987.
- [2] 韩亚彬,杨贺道. 谈黑龙江南瓮河国家级自然保护区科研监测规划[J]. 林业勘查设计,2008(3):44-45.
- [3] 石妍. 大理苍山洱海国家级自然保护区专项规划(2011—2020) [D]. 昆明:西南林业大学,2012.
- [4] 孙建. 兴凯湖国家级自然保护区规划与效益评价[J]. 防护林科技,2014(1):101-102
- [5] 吴章文,周仲珩,何克军. 广东龙门南昆山省级自然保护区总体规划[M]. 北京:中国林业出版社,2014.
- [6] MEZQUIDA J A A, DE FEMÁNDEZ J V L, YANGÜAX M A M. A Framework for designing ecological monitoring programs for protected areas: a case study of the Galachos del Ebro Nature Reserve (Spain) [J]. *Environmental Management*, 2005, 35(1): 20-33.
- [7] Hurford C and Schneider M (eds.). *Monitoring nature conservation in cultural habitats* [M]. The Netherlands: Springer, 2006.
- [8] HIERL L A, FRANKLIN J, DEUTSCHMAN D H, *et al.* Assessing and prioritizing ecological communities for monitoring in a regional habitat conservation plan [J]. *Environmental Management*, 2008, 42(1): 165-179.
- [9] PEDIADITI K, BUONO F, POMPIGNA F, *et al.* A decision support system-based procedure for evaluation and monitoring of protected areas sustainability for the Mediterranean region [J]. *Journal of Earth System Science*, 2011, 120(5): 949-961.
- [10] ALEXANDER M. *Management planning for nature conservation: a theoretical basis & practical guide* [M]. The Netherlands: Springer, 2013.
- [11] 刘永范,李忠,唐小平,等. 自然保护区总体规划技术规程 GB/T 20399-2006 [S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [12] 王兵,郭泉水,杨锋伟,等. 森林生态系统定位观测指标体系 LY/T 1606-2003 [S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [13] 王兵,陈步峰,杨锋伟,等. 森林生态系统定位研究站建设技术要求 LY/T 1626-2005 [S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [14] 王兵,鲁绍伟,李红娟,等. 森林生态系统长期定位观测方法 LY/T 1952-2011 [S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [15] 王兵,郭浩,丁访军,等. 森林生态站数字化建设技术规范 LY/T 1873-2010 [S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [16] 环境保护部. 自然保护区综合科学考察规程(试行) [Z]. 2010.
- [17] 国家林业局. 自然保护区工程项目建设标准(试行) [S]. 北京:中国林业出版社,2002.
- [18] 荔波县林业局. 荔波县林地保护利用规划(2010—2020年) [Z]. 2010.
- [19] 荔波县林业局. 荔波县林地年度变更调查成果报告(2014年) [R]. 2015.
- [20] 茂兰国家级自然保护区管理局. 贵州茂兰国家级示范自然保护区建设实施方案(2013—2017年) [Z]. 2012.
- [21] 茂兰国家级自然保护区管理局. 贵州茂兰国家级自然保护区 2013—2015 年度国家级自然保护区能力建设可行性研究报告 [R]. 2013.
- [22] 贵州省林业调查规划院. 贵州茂兰国家级自然保护区总体规划(2004—2015年) [Z]. 2003.
- [23] 贵州省林业调查规划院. 贵州茂兰国家级自然保护区总体规划(2016—2025年) [Z]. 2016.
- [24] 环境保护部. 国家级自然保护区规范化建设和管理导则(试行) [Z]. 2009.
- [25] RAO K, NAUTIYAL S, MAIKHURI R, *et al.* Local peoples' knowledge, aptitude and perceptions of planning and management issues in Nanda Devi biosphere reserve, India [J]. *Environmental Management*, 2003, 31(2): 168-181.
- [26] MÉNDEZ-CONTRERAS Contreras J, DICKINSON F, CASTILLO-BURGUELE T. Community member viewpoints on the ría celestún biosphere reserve, Yucatan, Mexico: suggestions for improving the community/natural protected area relationship [J]. *Human Ecology*, 2008, 36(1): 111-123.
- [27] ELLWANGER A L, RILEY E P, NIU K, *et al.* Local people's knowledge and attitudes matter for the future conservation of the endangered Guizhou Snub-Nosed Monkey (*Rhinopithecus brelichi*) in Fanjingshan national nature reserve, China [J]. *International Journal of Primatology*, 2015, 36(1): 33-54.
- [28] 熊志斌,玉屏,杨婷婷,等. 贵州茂兰国家级自然保护区科学发展策略 [J]. *安徽农业科学*, 2014, 42(31): 11037-11038, 11089.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.019

# 藤子沟国家湿地公园消落带植物景观概念设计探析

余朋秋

(西南大学园艺园林学院,重庆 北碚 400715)

**摘要:**阐述位于重庆市石柱县境内长江一级支流龙河源头的藤子沟湿地消落带的地质地貌、土壤、土地利用类型、坡度、水文、视线等自然条件,以及产生的生态环境、人居环境、景观效果等问题。提出保护优先,科学恢复生态,合理利用湿地资源,构建景观的多样性等景观规划原则,以及自然植被重建、人工植被营造、消浪植生型生态护坡构建、人工湿地护坡构建、保护裸岩现状等消落带治理模式。藉此,对不同高程消落带植被景观及不同功能分区进行了相应的植物配置设计。

**关键词:**山地溪谷型消落带;生态修复;治理模式;植物景观设计;藤子沟国家湿地公园

中图分类号:S718.521.2;S759.91;Q178.513;TU986.5;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0102-07

## Design of Plant Landscape of Hydro-fluctuation Belt in Tengzigou National Wetland Park

YU Pengqiu

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Tengzigou Wetland is located in the source of Longhe river, a tributary of Yangtze river in Shizhu County of Chongqing. This paper analyzed the natural conditions of the hydro-fluctuation belt of Tengzigou Wetland including geological landform, soil, land use type, slope, hydrology and viewshed, and discussed the problems of ecological environment, living environment and landscape effect. Based on landscape planning principles of protection priority, scientific restoration of ecology, rational utilization of wetland resources, construction of landscape diversity, this paper also put forward the governance model, including natural and artificial vegetation reconstruction, construction of wave dissipation with vegetation for slope protection, construction of the artificial wetland slope protection and protection of bare rock. Vegetational landscape in different elevation and plants arrangement in different functional area were designed.

**Key words:** hydro-fluctuation belt of valleys; ecological restoration; governance model; plant landscape design; Tengzigou National Wetland Park

### 1 藤子沟国家湿地公园项目概述

藤子沟湿地地处三峡库区腹地,位于重庆市石

柱县境内长江一级支流龙河源头区域,湿地类型以山地溪流、洪泛浅滩、库塘湿地、稻田湿地等为主,是亚热带库塘湿地的典型代表。有效保护藤子沟湿地

收稿日期:2017-10-17;修回日期:2017-11-22.

作者简介:余朋秋(1993-),男,四川广安人,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计.

通信作者:张建林,副教授.研究方向:风景园林规划设计.



及龙河水资源对石柱县乃至三峡库区的水源安全和生态安全具有重大的战略意义。

规划范围以现状环水库乡村公路边界向外延伸 20 m 为公园建设范围边界,规划建设总面积 7.99 km<sup>2</sup>。规划范围内陆地面积(高程 775 m 至红线范围)3.43 km<sup>2</sup>。其中,消落带为本次湿地公园规划的重点,面积(高程 730~775 m 范围)2.68 km<sup>2</sup>;死水位面积(高程 730 m 以下)1.88 km<sup>2</sup>。

作为典型的山地溪谷型消落带,藤子沟湿地消落带存在着水位变化明显、植被类型特殊、地形复杂多变、地质灾害风险较大等诸多情况,使得消落带的植物景观重建倍加困难。因此,规划前期对三峡库区消落带治理相关工程措施及植物造景方式进行了充分的资料收集分析与实地调研,结合藤子沟水库的实际情况,借鉴并提出相应的工程措施与植物景观设计策略。

## 2 消落带自然条件与分析

### 2.1 自然地理条件

#### 1) 地质地貌

石柱县属巫山、大娄山山系,境内地势东高西低,呈起伏式下降,方斗山、七曜山 2 条山脉顺东北—西南近似平行排列,纵贯全境,形成“两山夹一槽”的主要地貌特征。境内以中低山为主,占全县土地面积的 93.79%,丘陵区仅占全县土地面积的 6.21%。

藤子沟国家湿地公园属中低山地貌,龙河由北向南穿过公园,与其它溪流把四周山地分为五大板块,呈五马归槽状。公园内沟壑纵横,水系发达。沿岸主要为陡坡裸岩型和河流阶地型消落带。

#### 2) 土壤

消落带沿岸自然条件复杂,土壤类型多样,主要为水稻土、冲积土、紫色土、山地黄壤。水稻土是各种自然土壤经人们开垦种植水稻后熟化而形成的特殊土类;冲积土系江河、溪流冲刷搬运沉积而成,主要分布于河漫滩;紫色土是湿地公园的主要土壤类型,由物理风化形成;山地黄壤母质位于原属河滩的部分区域,主要有砂页岩、石灰岩、老冲积物等,大部分呈酸性,难以利用。

#### 3) 土地利用类型

消落带内土地利用类型主要由林地、耕地、园地、灌草地、旱地及建筑用地组成。其中,现状用地以林地为主,占总面积的 28%,主要分布在沿河两

侧的陡坡上,品种以马尾松、桉木、杨树为主;另有少量耕地及园地于沿河两岸缓坡地段分布,占总面积的 7.3%;灌草地主要分布于河岸西侧的部分区域;建筑用地集中分布于河岸西侧的乡镇上。

### 2.2 现状分析

#### 1) 坡度

规划建设范围内大部分用地坡度为 25°~45°的陡坡区域,主要集中于沿河以西的山体坡面,植被长势较差,生态环境受到一定影响;少部分用地坡度在 25°以内,主要分布于沿河以东的临水区域,对景观设施建设提供了一定条件;局部用地为坡度大于 60°的崖壁地貌,主要分布于藤子沟水库沿岸一侧,成为公园独具特色的自然景观资源(图 1)。

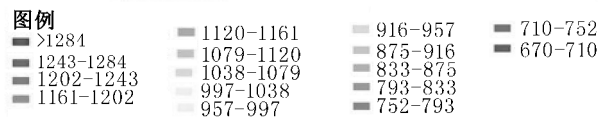
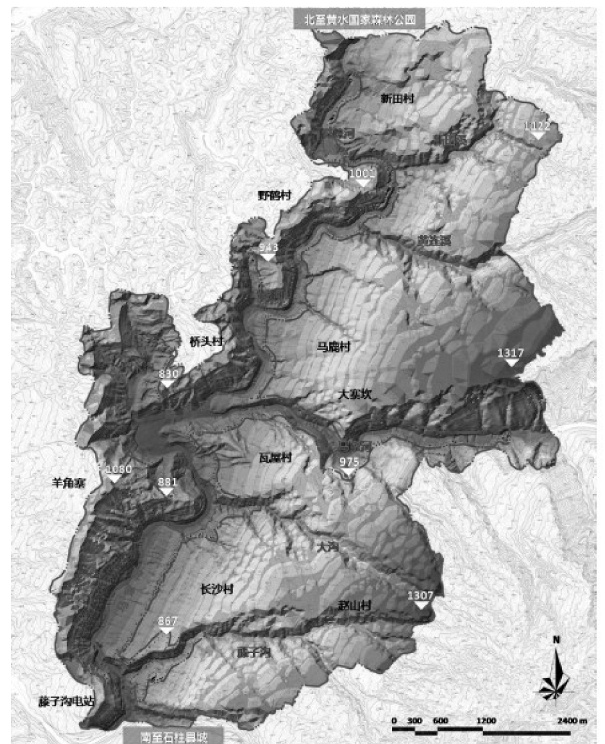


图 1 坡度分析

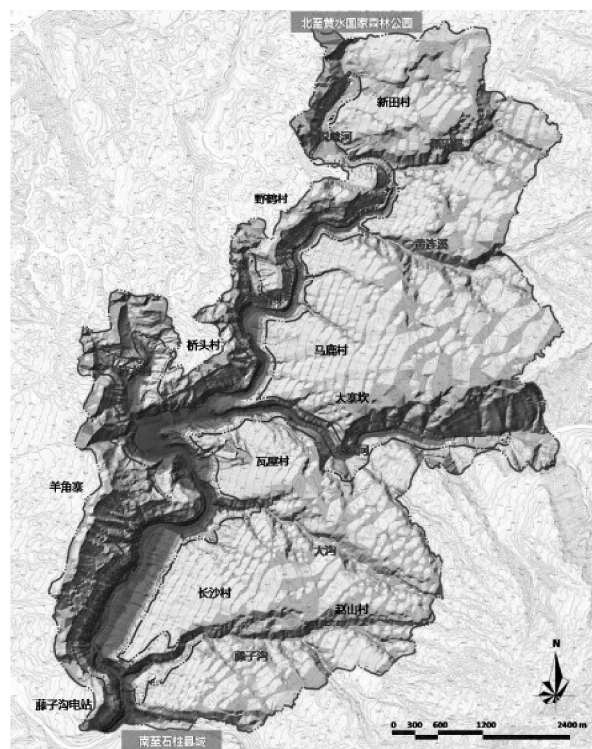
Fig. 1 Slope analysis

#### 2) 水文

公园主体是藤子沟水库,水库坝址以上控制流域面积 591 km<sup>2</sup>,占全流域面积的 21%,年均流量 15.1 m<sup>3</sup>/s,年均径流量 4.76×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>。

消落带最低水位为 730 m,常水位为 765 m,最

高蓄水位为 775 m,消落带在 730~775 m 水位之间变动。其中,730~765 m 区域属于周期性消落带,在一年中水位变化较为频繁;高程 730 m 以下区域常年处于淹没状态,应通过水生植物进行生态修复;高程 730~745 m 区域在 1—4 月,成陆时间较短;高程 745~765 m 区域在 5—9 月,成陆时间较长,应注重水分净化,控制水土流失。周期性消落带面积为 181.55 hm<sup>2</sup>;765~775 m 区域属于偶发性消落带,水位只有在特殊的季节气候条件下才可能达到。偶发性消落带面积为 86.49 hm<sup>2</sup>(图 2)。



图例  
 ■ 蓄水位线淹没区(水位线为775m)  
 ■ 常水位线淹没区(水位线为765m)  
 ■ 最低水位线淹没区(水位线为730m)

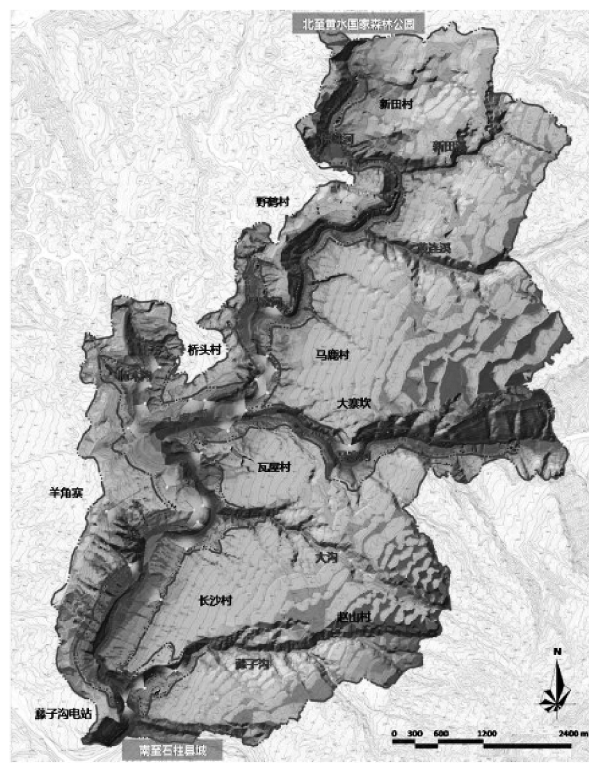
图 2 水文分析  
 Fig. 2 Hydrological analysis

3) 视线

利用 GIS 的景观视线分析功能,通过对主要景点及水上游线的可视区域,得到相应的视域分析结果,为植物规划的合理布局提供科学依据。

规划建设范围内整体呈现深邃狭长的内向型的视域空间,峰回路转,变化丰富。而视域范围内呈现疏朗开阔的外向型的可视空间,并于地势较高处形成视线交点。以 765 m 常水位线作为水上游览视线分析的标准,发现区域内沿马家河西侧由于受陡坎

所限,视域所达广度不大;东侧地势坡度较缓,视线多呈开阔发散的外向型特征(图 3,图 4)。



图例  
 ▲ 视点  
 ◀ 视线方向  
 ■ 视域范围

图 3 视域分析  
 Fig. 3 Viewshed analysis

2.3 消落带水位变化引发的问题

水库建成后,水位每年在 730~775 m 之间变化。从综合水库调度运行方式可以看出,消落带水位在不同区域、不同时段以及淹没频率均有差异。水作为消落带主要影响因素,由此产生了一系列问题:

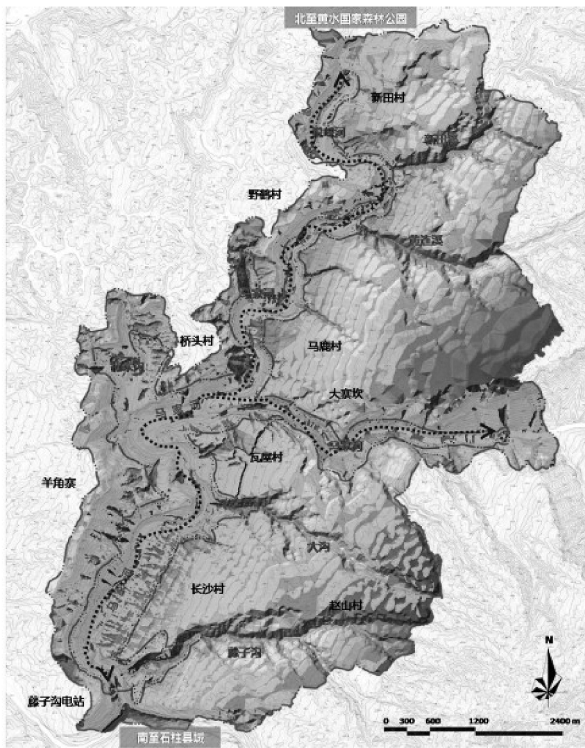
1) 生态环境问题

由于水位常年涨幅较大,原来大面积的陆生生态系统演变为季节性湿地生态系统,许多陆生植物逐渐消亡,消落带适生植物减少,进而影响到库区周边动物的生存,中华秋沙鸭等保护动物的生存环境岌岌可危;由于地处山地,大部分区域地形陡峭,加上库水常年浸泡,驳岸地层稳定性差,加剧水土流失,尤其是在暴雨季节,极易诱发滑坡、崩塌。同时已有研究表明,在水库消落带开展农业生产将加剧库区生态环境恶化。

2) 人居环境问题

水位上涨使得大面积耕地被淹没,可用于农业





图例  
 水上游览路线 视域范围

图 4 水上游览视线分析

Fig. 4 Viewshed analysis of tourism on water

生产的土地资源严重不足,加剧了人地矛盾。不仅如此,水位季节性变动对库岸基础设施建设造成极大阻碍。

### 3) 景观效果问题

最高蓄水位 775 m 以下,码头、崖棺等多处人文景观受到影响,传统物质文化的保护和展示面临巨大挑战。由于植被稀少,基岩大量裸露,局部淤泥、沼泽化,使旅游者见到的消落带看似“荒漠化”景观,使景观廊道受到影响,造成严重的视觉污染。

## 3 规划原则

### 3.1 保护优先,遵从生态修复

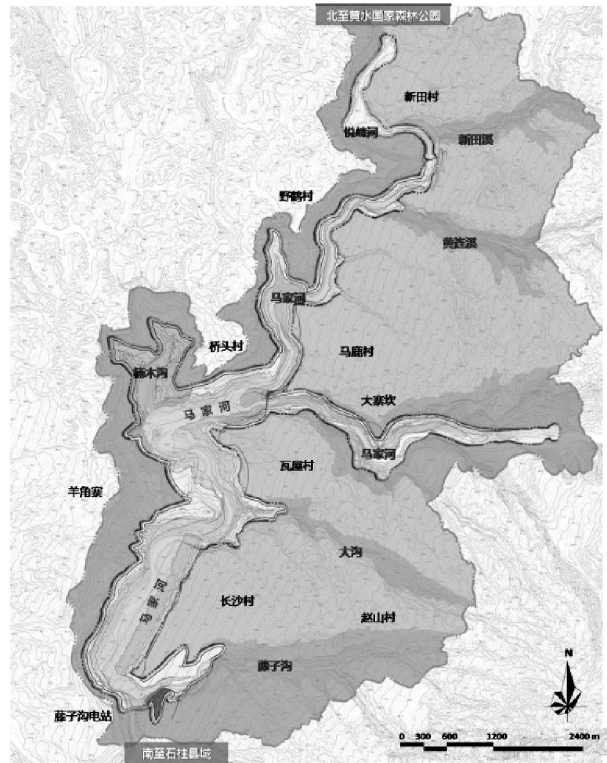
着力维护湿地系统健康,保护生物多样性,充分发挥湿地生态系统的生态服务功能,实现湿地资源的可持续利用。在进行景观设计时,应对库岸及周边区域的自然环境资源进行充分调查分析,尊重库岸原始形态,对沿岸湿地、乡土物种进行保护性开发利用,通过适当的人工途径修复库区生态环境,创造具有生命力、与周边居民和谐共生的库区湿地景观环境。

### 3.2 科学恢复,保证持续发展

借鉴三峡库区的湿地修复经验,引入先进的生态恢复技术和措施,修复、重建湿地生态景观,维护湿地生态过程,最大限度地保留原生湿地生态特征和自然风貌,保护湿地生物多样性。保护湿地资源及其湿地生态环境,充分挖掘湿地景观文化价值,实现湿地资源和区域社会经济的可持续发展。

### 3.3 合理利用,满足不同功能需求

在保护好藤子沟湿地生态系统的前提下,合理利用藤子沟湿地水资源、生物资源和土家族人文景观资源,正确处理好保护与利用的关系,对藤子沟湿地资源进行适度利用,建立湿地科普体验平台,并充分发挥土家族地域文化游憩价值,以满足公园不同功能区的功能需求(图 5)。



图例  
 管理服务区 宣教展示区 生态保育区  
 恢复重建区 合理利用区

图 5 功能分区

Fig. 5 Function division

### 3.4 人景互动,注重体验多样

消落带作为湿地公园最具吸引力的区域,其景观影响藤子沟湿地公园的整体形象。为满足公园的多种功能需求,需在合理利用区和宣教展示区进行



重点景观打造。结合水位情况与立地条件,分析景观是否具有可达性和参与性,从而确定景观的观赏尺度与距离,通过合理的构图,植物的多样与统一,设计出丰富的植物空间,丰富观赏体验。

#### 4 消落带治理模式

本次规划方案是以上位规划为基础,通过科学的现状分析,并结合实际功能需求和可持续发展要求,最终在规划建设范围内分为生态保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区和管理服务区五大功能分区。根据不同功能分区的特点和立地条件以及景观的可达性,采取最为合适的治理模式。

##### 4.1 自然植被重建

主要应用于生态保育区。该区域内人类活动少,区域生态环境质量总体良好,也是湿地公园的主体和生态敏感区域,主要以开展湿地生态系统、生物多样性、动植物资源、水资源的保护、保育和恢复为主,最大化发挥其生态功能。该模式一般分为 3 个阶段:初期草本植物发展阶段—中期湿生灌木生长阶段—后期耐水淹乔木扎根阶段。整个过程耗时较长,一般需要数十年甚至更长时间,但最后能够形成最为稳定的自然生态系统,从而最为有效地保护库岸、净化水质、减少水土流失。

##### 4.2 人工植被营造

主要应用于生态重建区。该区域地势较为平坦,消落区明显,湿地植被稀疏,人为活动较多,湿地生境受胁迫程度较大,主要采取种草护坡措施。根据不同的坡面情况,采用不同的方法:在一般土质坡面上采用直接播种法;在密实的土质边坡上采取坑植法;在风沙坡地,应先设沙障,固定流沙,再播种草籽。植物选择生长快的低矮型草种,例如狗牙根、早熟禾等。除此之外,消落带的治理也应与当地的经济相结合,在统一规划管理下,采用蚕桑模式或香根草模式。该方式时间短、见效快,能在较短的时间内形成较为稳定的生态系统,但稳定性次于自然恢复模式。

##### 4.3 消浪植生型生态护坡构建

主要应用于恢复重建区内地势较陡处,该区域由于经常遭受风浪侵蚀,部分库段时常面临崩塌滑坡的风险,同时,库岸植被生长恢复受阻,稳定的生态系统发展缓慢,短时间内难以形成,严重束缚了库岸的景观重建。

通过采用自锁定消浪植生型生态护坡构件,铰链式平铺于消落带坡面,在水陆交界面形成一个连

续的波浪缓冲带,以增强坡面的抗冲性和稳定性,最大限度地降低波浪冲刷力,保护消落带表层土壤。根据构建孔不同大小,分别选用合适乔灌木和草本,比如桑树、狗牙根、李氏禾等,经过植物根系不断发育成熟,分布于土壤不同深度,同时在地上部分簇生成丛,逐渐形成稳定的绿化带,对消落带边坡进行防护加固,进而逐渐进行生态环境恢复和景观重建(图 6)。

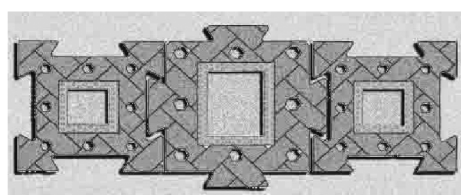


图 6 植生型消浪护坡构建平面图

Fig. 6 Plan of wave dissipation with vegetation for slope protection

##### 4.4 人工湿地护坡构建

人工湿地护坡主要应用于恢复重建区及合理利用区 760~775 m 区域的偶发性消落带范围。受当地原有梯田的启发,增加和完善现有湿地梯田,将其应用于消落带的治理当中,在不同地段分别承担增加库岸稳定性以及污水处理、提供宣教展示的功能。在结构上,通过利用现状的梯田肌理,形成逐层退台式的湿地净化系统。

以展示作用为主的人工湿地主要分布于宣教展示区湿地文化广场,展示各类湿地植物景观。梯田间设置游步道,材质选用自然石材或木栈道,以提高湿地的观赏性和丰富游憩体验。该类型人工湿地在枯水位季节必须进行必要的景观用水补充,以满足水生植物生长的水位要求。

以水净化作用为主的人工湿地设置于合理利用区,选择净化能力较强的植物,如千屈菜、美人蕉等,用于处理雨水径流以及生活中水,过量径流溢流至人工湿地,经过层层净化后最终排入藤子沟。在宣教展示区污水处理厂周边,依照原有地形构建台地状的表面流人工湿地设施,用于净化污水处理厂排放的中水。中水经过逐层净化后,最终排入藤子沟(图 7)。

##### 4.5 保持裸岩现状

主要应用于生态保育区。区域内多为陡坡裸岩型消落带,坡度陡峭、基岩外露、植物生长困难,但具

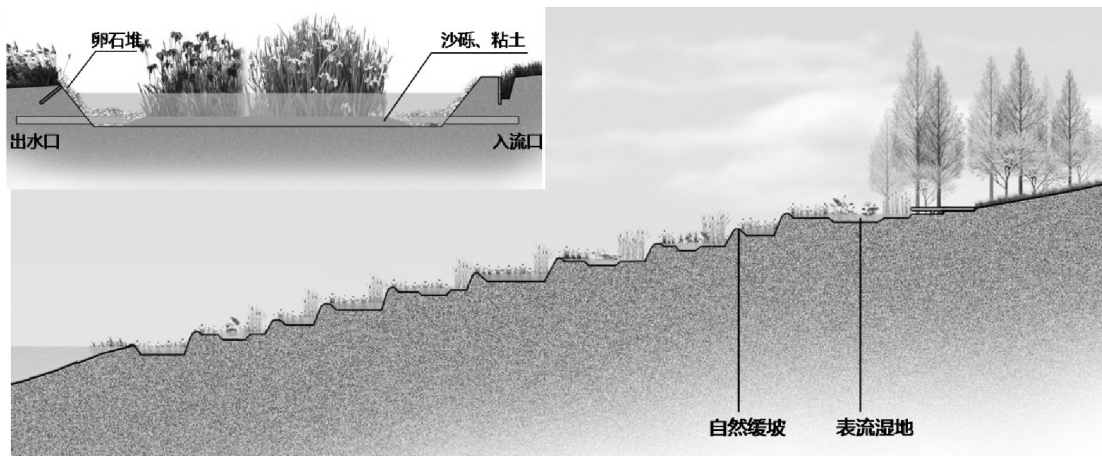


图 7 人工湿地断面

Fig. 7 Section of constructed wetlands

有消落带结构稳定、水土流失程度低等优点。同时,裸岩也是长江三峡著名的旅游景观。因此,对库区陡峭的裸岩地段不进行植物配置,保留自然现状,以展示消落带独特的地貌景观。

## 5 植物景观设计

藤子沟消落带的植物群落与水位变化频率、河水的冲击强度、驳坡的稳定性以及消落带上方自然条件等因素息息相关,构成多种类型的植物景观,应主要结合水文和功能需求选择适宜的草本植物和乔灌木植物。

### 5.1 不同水位下的植物景观设计

水文作为影响藤子沟消落带植物分布的首要因素,应在水文分析的基础上,综合考虑坡度类型、土壤性质、工程要求等因素,以湿地水生高草、灌木为主,湿地水生乔木为辅,配合湿地低草,在库岸形成稳定、丰富、优美的湿地植物景观。

在基地周期性消落带(730~765 m),将水位高程划分为以下 3 个范围:730~745 m、745~755 m、755~765 m,依照不同的水位高程范围栽植相应的水生植物。高程 730~745 m 区域成陆时间短,植物主要选择能耐水淹、固土护坡的多年生草本,如三峡一号、狗牙根等。高程 745~755 m 区域成陆时间较短,在进行故土护坡的同时,具有净化水分、拦截泥沙的功能,植物选择上以李氏禾、双穗雀稗、牛鞭草为主。755~765 m 区域成陆时间较长,在满足生态功能的同时,可进行季节性景观营造,栽植芦苇、芭茅、荷花等具有一定观赏价值的湿地植物。

在偶发性消落带(765~775 m),于 765~768 m

区域规划水际线森林带,作为拦截外部污染进入消落带的最后一道屏障。同时,由于成陆时间长,可搭配具有观赏性的湿地植物,如千屈菜、美人蕉、再力花等,以丰富库岸景观,满足游憩、观赏等功能需求(表 1)。

### 5.2 不同功能下的植物景观设计

#### 5.2.1 缓冲净化下的植物景观设计

在恢复重建区域上方存在较多的居住用地,为有效避免生活污染物随地表径流直接进入藤子沟污染水质,在消落带上设置多层植物结构,对流经地表的污染物进行有效降解。自上而下主要分为密林植被带—疏林草地带—湿地灌丛带—湿生植被带。密林植被带作为外来污染进入消落带的最后一道屏障,树种选择乌桕、黄桷、桑等;疏林草地带为密林与草地的过渡带,稀疏的乔灌木构成半开敞的消落带景观,乔木以枫杨、水杉为主,配以黄荆、小叶蚊母树等灌木;湿地灌丛带以美人蕉、风车草、香蒲等挺水植物为主,它们在出露季节能够很好地生长,同时具有较好的净化能力;湿生植被带大量种植湿地草本植物,以狗牙根、李氏禾为主。

#### 5.2.2 游憩体验下的植物景观设计

游憩体验项目设置于合理利用区,主要形式为湿地净化示范园和坡林花海。其中,湿地净化示范园利用现状地形打造临水梯田景观,分别栽植挺水、浮水、沉水水生植物,并结合景观栈道,为游人创造丰富的亲水体验,在其观景游憩的同时进行湿地植物净水过程的展示,赋予湿地公园一定的科普教育内涵。另外,利用现状地形、地貌打造一处浪漫、幽静的坡林花海景观,相对高差约为 35m。依据交通

表 1 消落带植物配置

Tab. 1 Plants arrangement of hydro-fluctuation belt

区域	高程/ m	面积/ hm <sup>2</sup>	植物种类 选择	属性	功能
周期性 消落带	730~745	57.03	三峡一号、牛鞭草、双穗雀稗、狗牙根	多年生草本	固土护坡、净化污染、拦沙截污
	745~755	50.51	三峡一号、牛鞭草、双穗雀稗、狗牙根、李氏禾	多年生草本	固土护坡、净化水质、减轻污染、拦沙截污
	755~765	49.59	芦苇、芭茅、荷花、菖蒲	水生多年生	产生经济效益、拦截净化水质、调控水土流失
水际线森林带 (10.54 hm <sup>2</sup> )					
偶发性 消落带	适宜高程/m	面积/hm <sup>2</sup>	造林树种		
	765~768	2.04	水杉、水松、池杉、湿地松、枫杨、桤木、垂柳		
			梯田湿地及湿地调节塘的植物配置	造林树种	
		挺水植物	沉水植物		
		芦苇、香蒲、伞草、芦竹、马蹄莲、菖蒲、水竹、慈姑	金鱼藻、菹草	垂柳、池杉、重阳木、乌桕、白蜡树、榔榆、桑、黄连木	

游线走向和视线关系设置观景平台,以供游人休憩交谈;缓坡上栽植海棠等花卉控制边界,中心成片栽植千屈菜、石竹等花卉,打造多年生草本植被群落,并结合疏林草地、风景林带形成自然风景。

### 5.2.3 动物生境下的植物景观设计

生态保育区主要承担保护自然生境的功能,为野生鸟类及其他野生动物提供适宜的庇护场所。在对现状马尾松、桤木、杨树、枫香等林地保护的基础上,补植浆果类植物如枇杷、朴树、火棘、石楠、胡颓子,以供野生动物觅食;另外,补植乌桕、银杏、榆树、枫香、重阳木、刺桐、栾树等色叶乔木,为野生动物创造更多的停留空间,丰富植物林相。

## 6 结语

在以藤子沟国家湿地公园为代表的山地溪谷型消落带治理和景观设计中,以生态治理为前提、以景观重建为目标,通过科学全面的前期分析,提出了消落带规划基本原则,并从治理模式、植物选择上提出具有针对性的策略以解决生态问题与景观问题。

在消落带治理模式中,充分尊重和利用现状自然资源,在尽可能低地减少挖填方的前提下,通过适当的人为介入,使消落带逐渐形成最为稳定的自然生境。但微地形的设计也是重点,通过消浪护坡、构筑人工湿地等,提高消落带蓄水调洪能力,为湿地植物的生长及植物景观的重建提供保证,并为在湿地

内构建良好的科普宣教、观赏游憩空间创造了条件。

消落带植物景观设计是营造消落带景观的关键环节,而合适的植物选择则是基本保障,通过对相似类型消落带植物选择上的借鉴,结合自身特点,根据不同水位和功能,在充分发挥植物生态恢复功能的同时,打造不同区域的植物景观特色,从湿地草本、灌丛、密林上整体提高湿地公园的观赏性。

### 参考文献:

- [1] 肖凤娟,邹锦. 遵循水文过程的消落带湿地植物景观设计研究——以重庆汉丰湖景观设计方案为例[J]. 西部人居环境学刊,2013(3):69-76.
- [2] 侯岑. 河流消落带景观规划设计研究[D]. 杭州:浙江农林大学,2015.
- [3] 任维,吴丹子,王向荣. 三峡库区城市区域消落带景观规划策略探究——以重庆市云阳县为例[J]. 风景园林,2017(2):91-100.
- [4] 张清. 人工湿地的构建与应用[J/OL]. 湿地科学,2011,9(4):373-379.
- [5] 刘平,冯潇. 人工水库消落带景观设计策略探索——以太极湖湿地公园景观概念设计为例[J]. 建筑与文化,2016(12):190-193.
- [6] 袁兴中,熊森,刘红,等. 水位变动下的消落带湿地生态工程——以三峡水库白夹溪为例[J/OL]. 重庆师范大学学报(自然科学版),2012,29(3):24-26.
- [7] 周明涛,杨平,许文年,等. 三峡库区消落带植物治理措施[J]. 中国水土保持科学,2012,10(4):90-94.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.020

## 新疆生产建设兵团白沙湖国家沙漠公园规划思路

高梓洋

(国家林业局林产工业规划设计院,北京 东城 100010)

**摘要:**白沙湖沙漠公园位于阿勒泰生态区,是我国土地荒漠化威胁最为严重的地区之一,为了有效遏止该区域沙化土地扩展趋势,丰富沙漠公园的生物多样性,改善生态环境,生态系统稳定性进一步增强,建设了白沙湖国家沙漠公园。文章分析规划区域内土地、植物、动物、景观、生态等资源的特点,对资源进行综合评价,提出沙漠公园的规划定位和规划目标,"三点一线带一面"的总体规划及功能区划构想,以构建人与自然和谐发展的综合型国家沙漠公园。

**关键词:**总体规划;功能分区;生态系统;白沙湖国家沙漠公园

中图分类号:S717.193;TU986.52 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0109-03

## Planning of the Baisha Lake National Desert Park in Xinjiang Production and Construction Corps

GAO Ziyang

(Planning and Designing Institute of Forest Products Industry, Dongcheng, Beijing 100010, China)

**Abstract:** Baisha Lake Desert Park is located in Altay ecoregion which is one of the most serious areas of land desertification in China. The Baisha Lake National Desert Park was constructed to effectively curb the expansion trend of desertified land, improve the biodiversity and ecological environment of desert park and strengthen the stability of ecosystem. This paper analyzed the resource characteristics of land, plants, animals, landscape and ecology in the planning area, evaluated the resources comprehensively, put forward the planning orientation and objectives, and proposed the functional zoning conception of three point and one line with one plane to construct the comprehensive national desert park with harmonious development of human and nature.

**Key words:** overall planning; functional zoning; ecosystem; Baisha Lake National Desert Park

白沙湖沙漠公园位于我国重要的阿勒泰生态功能区的西南和我国第二大沙漠古尔班通古特沙漠北缘。因为气候、人为活动等原因,这一地区也是我国土地荒漠化威胁最为严重的地区之一,如果对土地荒漠化的趋势不加以遏制,就会使阿勒泰生态功能区的生态环境稳定与生物多样性水平受到严重的威胁。通过白沙湖沙漠公园的规划建设,对沙漠公园

周边区域防护林带等天然固定和半固定的沙地加强保护保育工作,促进人沙交界过渡区域的环境稳定与生态平衡,防止沙地沙漠的进一步扩大<sup>[1]</sup>。

### 1 白沙湖沙漠公园概况

新疆生产建设兵团白沙湖国家沙漠公园位于新

收稿日期:2017-10-11;修回日期:2017-10-30.

作者简介:高梓洋(1988-),女,黑龙江大庆人,硕士研究生,工程师.从事林业规划设计等工作.

疆维吾尔自治区阿勒泰地区哈巴河县的新疆生产建设兵团第十师一八五团辖区内。一八五团地处我国西北之极,沙漠公园主要规划范围为一八五团北部的沙漠沙地区域。白沙湖沙漠公园的规划总面积为 17 636.69 hm<sup>2</sup>,其中沙化土地总面积为 17 537.51 hm<sup>2</sup>,占沙漠公园总面积的 99.44%。

### 1.1 沙地类型

白沙湖沙漠公园按照土地沙化分类系统分为天然固定沙地、天然半固定沙地和流动沙地 3 种,其中以流动沙地占大多数,面积达到 12 417.05 hm<sup>2</sup>,占到沙漠公园沙化土地总面积的 70.80%,占公园规划总面积的 70.40%。在地势相对低洼处,别列孜克河西侧(沙漠公园东部)与西侧边境防护林带周边区域分布有一定面积的天然固定沙地或天然半固定沙地。

### 1.2 植物资源

白沙湖沙漠公园内以沙生植被为主要类型,在河流、绿洲等处有湿生植被分布。根据沙漠公园内微地形的变化与水分梯度的改变,形成了多样复合的植被群落类型,主要植被类型由旱生、中温超旱生、中温特化的落叶或叶退化半灌木和灌木构成。

目前白沙湖沙漠公园内植被种类共有 51 科 110 属 194 种,植被群落主要有马蔺群落、莎草群落、芦苇群落、苦杨群落等几十种。白沙湖等区域湿生植物种类丰富,有芦苇、芨芨草、长苞香蒲、拂子茅、水莎草、球穗藨草、细秆藨草、水葱、沙苔草等。

### 1.3 动物资源

在规划区内野生动物种类繁多,共有野生脊椎动物 23 目 45 科 122 种,以沙地干旱类型动物为主。其中,鱼类分布于别列孜克河与阿拉克别克河;两栖类主要在河流及沙地绿洲等湿地分布;爬行类分布较为广泛,优势种主要为沙生的沙蜥、麻蜥、鬣蜥等种类;鸟类种类主要为过境迁徙候鸟,留鸟以猛禽为主,水鸟主要栖息于别列孜克河一线及白沙湖等沙漠绿洲等处;哺乳动物主要以小型啮齿类动物为主。作为候鸟迁徙途中的重要节点,每到迁徙季节,沙漠公园内的绿洲等区域都成为了鸟类嬉戏玩闹的天堂,成为一道具有独特魅力的景观。

## 2 资源特点及评价

### 2.1 生态系统的典型性

白沙湖沙漠公园位于我国第二大沙漠古尔班通

古特沙漠北缘,为温带大陆性干旱气候区。根据《全国生态脆弱区保护规划纲要》,沙漠公园规划的项目区属于西北荒漠绿洲交接生态脆弱区,同时也是我国土地荒漠化威胁最为严重的地区之一,主要地貌为典型的风沙地貌,充分展现了白沙湖沙漠公园生态系统的典型性<sup>[2]</sup>。

### 2.2 生态系统的独特性

白沙湖沙漠公园内沙丘、沙垄植被稀疏,沙丘间小平原植被繁茂。以沙生灌木、半灌木及沙生禾本科植物为主组成群落类型。在以风沙地貌和旱生动植物资源为主的公园内,有着复杂多样的微地形,根据水热条件的不同变化也形成了丰富的生态系统。在这里,有着荒漠、森林、湿地等多种生态环境,在候鸟迁徙季节也有很多水鸟在沙漠绿洲和周边的河流湿地内驻足嬉戏,展现了沙漠公园生机勃勃的一面,体现了白沙湖沙漠公园生态系统的独特性。

### 2.3 景观观赏价值

白沙湖沙漠公园几乎浓缩了天山以北的所有地貌元素,以流动沙丘为主,同时有部分天然固定、半固定沙丘,相对高差可达几十甚至上百米,同时还零星分布着多处沙漠湖泊绿洲。中央地势平坦,视野开阔,其间的绿洲水草丰茂,美不胜收<sup>[3]</sup>,独特的自然景观景色宜人。目前,白沙湖沙漠公园仍保持着良好的原生态特征,由沙地、灌丛、草滩、沙丘等资源共同构成沙地、林地、湿地等组成的复合生态系统,充满生机,具有独特的魅力和景观观赏价值。

### 2.4 科研价值

白沙湖沙漠公园是研究不同固沙模式的生态效应、沙漠动植物分布情况及荒漠植物对水分的响应模式、沙漠生态系统物质循环、荒漠生态系统种质资源和特有物种保护,探索有效的沙漠保护措施,实现沙漠公园可持续发展的重要实践场所。

## 3 规划思路

### 3.1 规划定位

依据沙漠公园沙地生态系统、所处区位和历史文化资源等特点,将白沙湖国家沙漠公园的性质确定为:中哈边境自然和谐的生态屏障;西北之北防沙治沙的旗帜示范;屯垦戍边兵团文化的展示舞台;沙漠探秘休闲体验的理想场所。

白沙湖沙漠公园将有效地保护区域内各类生态系统稳定,维护自然资源的完整与可持续发展,同时展示独特兵团文化与沙漠景观,为游客提供亲近沙地、游玩休憩的场所。

### 3.2 规划目标

白沙湖沙漠公园将以保护区域植物资源和生物多样性,维持生态系统稳定为基础,维护中哈边境地区的国土战略安全与推动我国西北土地荒漠化防治工作;利用自然资源及相关设施开展宣教工作,提高大众环保意识与防沙治沙认识;同时展示独特的新疆生产建设兵团屯垦戍边的历史文化,推动生态旅游等相关产业的快速开展,加快精神文明与生态文明建设步伐,带动当地新疆生产建设兵团驻屯团、连的经济转型与可持续发展。

## 4 总体规划及功能分区

### 4.1 总体规划

新疆生产建设兵团白沙湖沙漠公园根据其功能分区与各个资源分布情况,形成了“三点一线带一面”的总体布局结构。

“三点”即为鸣沙山、白沙湖、西北之北 3 大景区。这 3 大景区为整个沙漠公园进行规划建设与未来开展生态旅游的核心。

“一线”即为 840 公路。840 公路作为连接一八五团团场以及鸣沙山、白沙湖、西北之北 3 大景区的主要干道,是整个沙漠公园内连接的必需廊道。

“一面”即指白沙湖沙漠公园广袤深邃的腹地,其内部的环境容量与景观特质都使其具有很大的发展和探索价值。

“三点一线带一面”的总体布局结构,使白沙湖沙漠公园内的景观设施建设与规划项目内容都围绕着核心景区与规划主线,同时注重对于沙漠公园腹地的内部开发,使未来沙漠公园的规划建设能够科学、有序地进行。

### 4.2 功能分区

#### 1) 沙地保育区

主要包括白沙湖沙漠公园边界上的防沙林带,西侧 840 公路沿途边境防护林带等区域。沙地保育区内植被覆盖度高,乔灌木搭配良好,多属于林地和天然固定沙地,是沙漠公园内生态系统与生物多样性最为稳定的区域。主要建设内容包括沙地、植被和环境等的保护,利用界碑、界桩、围栏等设施确定边界,防止人为干扰。利用开展植被恢复及科研监测等措施,为沙地保护提供理论依据与数据支持。

#### 2) 宣教展示区

位于白沙湖沙漠公园北部,主要包括一八五团三连附近的白沙湖及周边沙地绿洲,以及一八五团一连西北之北、眼睛山等区域。白沙湖沙漠公园的

宣教展示区内包括了多样复合的生态系统与沙漠景观,可以作为进行户外自然展示与宣教的理想场所。另外,以“西北边境第一连”等为代表的兵团文化宣教也将是一项重要内容。主要建设内容包括建设野外宣教设施,打造野外宣教路径,设置牌示系统等。利用宣教展示区及周边区域的水域、地文、生物、人文等景观资源,采取室外宣教与室内宣教相结合的展示手段,有针对性地向游客宣传保护白沙湖沙漠公园沙地生态系统的重要性,以及生产建设兵团的历史文化与建设意义。

#### 3) 沙漠体验区

包括了白沙湖沙漠公园鸣沙山等主要区域。区内面积广阔,目前植被覆盖度不高,沙丘连绵起伏,涵盖了白沙湖沙漠公园独特的地文、景观资源,是公园内沙地景观最为独特和有代表性的区域之一。主要建设内容包括滑沙、沙地探索、沙漠越野、沙地资源展示、自驾式沙漠风情体验,露营式生活体验、补给点/服务点、安全设施建设等。

#### 4) 管理服务区

主要根据其他功能区的设置与设施条件等,以 840 公路(团一线)为串联主轴,分别设置于一八五团团场所在地和一八五团一连(西北之北)、三连(白沙湖)、十连附近(白沙湖)等处,借助便利的交通条件与团场连队的设施,利于白沙湖沙漠公园管理与服务功能的开展。主要建设项目包括对于一连、三连、十连等沿线连场驻地相关设施与项目的建设,以及一八五团团场所在地相关辅助设施的配置等。

## 5 结语

通过建设白沙湖沙漠公园,开展沙漠生态旅游、沙漠休闲等旅游项目,在保护环境的同时丰富一八五团居民日常生活需求,增强兵团屯垦团场的知名度,吸引各地游客来此休闲游憩,将对兵团屯垦团场的相关产业发展提供巨大的推动作用,提高周边兵团居民的生活质量,实现物质、精神文化需求与生存环境质量的协调发展,促进精神文明建设 with 生态文明建设的同步发展,对人与自然和谐共处具有十分重要的意义。同时,通过与周边景区景点(如喀纳斯、五彩滩、白哈巴等)的资源整合,优势互补,可以推动全区域经济产业结构调整,促进传统产业向新兴绿色产业发展,吸引外部资金,拉动区域经济增长,做到在保护中发展,实现人与自然的和谐相处。

(下转第 116 页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.021

# 山西省第九次森林资源连续清查工作总结与思考

魏清华

(山西省林业调查规划院,山西 太原 030012)

**摘要:**山西省于 2015 年开展了第九次全国森林资源连续清查工作,在各方努力下,圆满完成了任务。文中总结本次清查工作在组织领导、方案制定、资金落实、队伍组建、技术培训、制度机制、设备采购、技术创新和宣传动员等方面的做法,以期为今后推动我国森林资源连续清查工作的进步提供借鉴。

**关键词:**森林资源连续清查;“九清”;组织实施;落实资金;队伍建设;技术培训;制度机制;山西省

中图分类号:S757.2 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2018)01-0112-05

## Summary and Thinking of the 9th Continuous Forest Inventory in Shanxi Province

WEI Qinghua

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

**Abstract:** The 9th continuous forest inventory in Shanxi Province had been carried out and successfully completed with the efforts of all parties in 2015. This paper summarized the experiences on organizational leadership, program formulation, funding implementation, team formation, technical training, institutional mechanism, equipment procurement, technological innovation and publicity to provide reference for the further continuous forest inventory.

**Key words:** continuous forest inventory; the 9th continuous forest inventory; organization and implementation; funding implementation; team formation; technical training; institutional mechanism; Shanxi Province

### 1 山西省森林资源清查体系概况

山西省森林资源清查体系初建于 1978 年,以全省为总体,面积 15 万余 km<sup>2</sup>,布设样地 25 781 个,其中固定样地 19 535 个,成数样地 6 246 个,样地面积 666.7 m<sup>2</sup>,形状正方形。1984、1990、1995、2000、2005 和 2010 年分别进行了复查。1990 年仅对 19 535 个固定样地进行了复查;1995 年清查时,对体系进行了优化,固定样地调整为 9 915 个;2000 年

清查时,布设了遥感判读样地 51 412 个,其中 1/4 样地与固定样地重合。2005 和 2010 年对 9 915 个固定样地和 51 412 个遥感判读样地进行了复查。2015 年清查取消了遥感判读样地的内容。

### 2 前期工作准备

#### 2.1 及早启动,夯实清查基础

按照“提前介入,尽早准备、预先开展”的总体

收稿日期:2017-11-06.

作者简介:魏清华(1969-),男,山西阳高人,高级工程师。从事森林资源监测、规划设计工作。

工作思路,在国家林业局尚未部署之前,山西省林业调查规划院(以下简称“省院”)从 2014 年 3 月就逐步启动开展了各项前期准备工作,2014 年 4 月组织 20 余名技术骨干分赴全省各市、省直属林业局进行前期调研:1)核对、修正、修复八次清查纸质卡片;2)通过野外调查摸清样地标桩、样木标牌的缺失数量;3)清点各地仪器设备的保有情况;4)督导各地成立领导机构、组建调查队伍、申请配套经费等。

### 2.2 提前介入,编制 3 个方案

进入第九次全国森林资源连续清查(以下简称“九清”)工作周期,国家林业局对森林资源连续清查(以下简称“清查”)技术规定进行了较大幅度修改。为了追踪技术规定的新变化,适应其新要求,山西省林业调查规划院及早动手,根据 2014 年技术规定等有关要求,在全面总结山西省历次清查工作经验的基础上,参照山西省“九清”工作第一批开展的经验 and 做法,结合本次清查工作的特点和山西省实际,组织技术专家多次讨论、实战检验、反复修改,后经西北院审查,数易其稿,历时半年完成了山西省第九次森林资源清查工作方案、技术方案和技术细则。

### 2.3 科学谋划,推进技术创新

2014 年初去国家林业局西北林业调查规划设计院(以下简称“西北院”)请教,并向陕西省林业调查规划院学习,对数据采集仪的应用情况进行了考察,并积极与北京思行伟业公司等服务商联系,就全面使用数据采集仪开展“九清”工作进行了广泛的调研和技术准备。与此同时,千方百计争取山西省财厅的支持,将采购数据采集仪和配套软件提前列入财政预算。

## 3 工作组织实施

2014 年 6 月,在《国家林业局资源司关于做好第九次全国森林资源清查 2015 年清查准备工作的通知》下发后,山西省林业厅(以下简称“省厅”)高度重视,及时安排省院、省厅资源处、发资处等单位,在时间上从早安排,在工作中从细着手,在成效上从实发力,多次召开专题会议研究部署。全省各级林业部门提前介入、尽早准备、精心谋划、预先开展,做到了工作方案具体、技术措施细化、设备仪器到位、积极宣传动员。特别是在国家林业局召开 2015 年清查工作前期会议后,山西省根据会议要求和资源司精神,进一步加大工作力度,做了充分的前期准备,为“九清”工作的顺利开展奠定了坚实基础。

### 3.1 成立领导机构

2014 年 7 月成立了以厅长任组长,国家林业局西北院院长为顾问,三位副厅长和西北院总工为副组长、各参与单位领导为组员的“山西省第九次森林资源清查工作领导小组”,全面负责清查工作的组织、领导、指挥和协调。领导小组办公室设在山西省林业厅资源处,办公室由督导组、技术指导组、质量检查组、后勤保障组、宣传报道组组成,成员为省厅资源处和省院的同志,负责落实领导小组的各项工作部署,日常管理和技术质量把关,安排协调工作进度,组织省级质量检查验收,配合国家级检查及质量验收以及成果的初审和上报。

山西省各市林业局和省直属林业局也先后成立了由一把手为组长的“九清”领导小组,负责本辖区清查工作的组织、领导和协调工作。各级领导机构认真负责、勇于担当,亲自协调解决资源清查工作中的人员问题、资金问题、设备问题、进度问题,领导小组成员亲自到现场检查指导工作,同时利用各种场合安排、部署、强调“九清”工作,全省上下形成了齐抓共管的有效机制,确保了“九清”工作的顺利进行。

### 3.2 组建调查队伍

按照国家林业局要求,山西省以省院为主承担清查工作任务,由于 2015 年山西省同时要开展林地变更调查工作,考虑到省院力量不足的现实,省厅要求各市、各林业局进行补充,组建调查队伍。全省共组建了 166 个调查工作组,落实调查人员 1 200 人以上,其中专业技术人员 862 人,曾参加过一次清查工作的技术人员 568 人,人员复位率达 65.9%。省院抽派专业技术骨干 35 人组建 20 个省级技术指导检查组,每个组负责 1 个市或林业局的技术指导和质量检查工作。

### 3.3 筹措工作经费

2014 年 7 月,山西省林业厅邀请国家林业局和西北院、省财政厅的有关专家领导召开评审会,对《山西省第九次森林资源清查工作方案》进行评审。会上省院朱院长就准备工作情况做详细汇报,并通过多媒体生动系统地介绍了清查工作的目的意义、工作任务、监测内容、调查方法、艰苦程度、经费预算、物资设备等内容,财政厅预算处、农业处、政府采购处等部门领导建言献策、悉心指点,资源司、西北院的领导从更高的层次、更宽广的视野为“九清”助力,为山西省“九清”争取到省财政专项经费 600 万元。

### 3.4 动员部署,统一思想认识

2015年4月,山西省林业厅4位厅领导史无前例地同时出席山西省“九清”工作电视电话部署会。西北院总工李立球对我省“九清”前期准备工作给予了高度评价,并提出了指导意见。李永林厅长强调指出:第九次森林资源清查工作是全省2015年林业战线、林业工作中的一件大事、要事、紧事,必须高度重视、认真对待,必须举全厅之力做好这项工作,要求做到6个到位、3个确保,即思想认识到位、组织领导到位、队伍组建与技术培训到位、经费与综合保障到位、质量管理以及工作举措到位;确保按时完成,确保高质量完成,确保成果真实,要求所有参与这项工作的同志要有历史使命感、时代责任感和光荣感,以良好的作风圆满完成“九清”工作,从而统一了思想认识。

### 3.5 精心安排,强化多重培训

为了使每位调查队员全面掌握清查技术,进行了4个环节的培训。

1)15年3月下旬,省院技术骨干率先进行了培训,完成了5块样地调查,对技术细则和采集仪软件进行最后的优化,形成了15人的师资队伍。西北院和北京思行伟业公司技术专家全程跟踪指导。

2)4月上旬,省院50名技术人员亲自开展清查工作,由原培训形成的师资力量带队,在忻州8县开展了外业调查工作,完成样地调查48块。为山西省集中培训及指导各地调查人员开展清查工作夯实了技术基础。

3)4月中下旬,分别在临汾、晋中、忻州举办了3期清查技术省级培训班。培训班采取教学和讨论交流相结合的方式,每期培训6天,其中1天生生产性实习,全部培训至工组长和技术骨干达600余人。西北院专家全程跟踪指导并亲自授课,北京思行伟业公司技术人员手把手教学,培训了基础理论、技术标准、调查方法、工作流程、仪器使用、野外演练等内容。

4)5月,根据省级培训的总体安排,为提高实战培训效果,避免每期200余人实战培训效果不佳的情况,各地技术人员在省院技术人员的指导下分散开展生产性实习。各地分别完成实战样地调查4块以上。通过样地调查实践,提高了全员实战能力,实现了对全部调查人员严格考核、持证上岗。

### 3.6 凝心聚力 做好综合保障

为了提高资金使用效率,省院统一装印技术细则一千册,保证参加清查工作的同志人手一册;复印

1:5万地形图500余份下发至各调查单位;制印60多份连清样点分布图;为各调查单位集中购置数据采集仪及配套软件200套;为各调查单位集中购置罗盘仪200台、钢架式皮尺150把、测量花杆150套;统一制做了样木铝质号牌12万个和打孔工具200把等。

考虑到数据采集仪集中采购不足的情况,省厅鼓励各地自行采购,为了解决各地数据采集仪购置难的问题,出台了《关于山西省第九次森林资源清查野外数据采集仪及配套软件采购的通知》,简化采购程序,充分满足了工作的需要。

为了确保将经费全部用于清查工作,特别是保证调查人员待遇,省厅专门制定了《关于全省第九次森林资源清查有关问题的意见》,明确规定在全省范围内“九清”野外调查人员的执行住宿费、伙食补助费、市内交通费等标准,确定报销和发放依据,调动大家的积极性。

为配合西北院开展检查验收,减少各调查单位负担,通过公开招标向汽车租赁公司租赁了3部越野车,确保各地调查工作不受检查验收用车的影响。

## 4 工作经验与体会

### 4.1 领导重视是关键

厅党组对本次山西省“九清”工作高度重视,为实现高位推动,15年6月,8位厅领导亲赴各市督导,详细了解规章制度执行、技术装备、资金落实、安全生产责任制和工作进度等情况。每位厅领导均全程参与调查至少1个测树样地,体会调查工作的艰苦,鼓舞了一线队员,推动了全省“九清”工作的顺利推进。

2015年6月底,国家林业局资源司徐济德副司长及多名专家来山西省检查指导“九清”工作,检查工作后指出:“山西省林业厅把今年的连清工作摆到了前所未有的突出位置,一把手亲自抓,全体厅级领导分片督查,并深入一线了解连清工作、看望调查队员,这一做法很值得各省学习和借鉴”。西北院领导先后深入现场检查指导,研究解决清查工作中的技术问题,为山西省“九清”工作倾注了大量心血。

临汾市林业局丁向阳局长亲自到市财政局落实配套资金100万元,解决了资源清查工作仪器、设备、交通工具以及外业所需的防暑药品和蛇药等劳保用品不足的问题,并为调查员办理了人身保险。



#### 4.2 落实资金是前提

2014年5月,省院向国家林业局和省财政厅分别呈报了900万元预算。根据第八次森林资源连续清查(以下简称“八清”)中央和省财政经费到位情况判断,2015年“九清”申请经费恐难以足额到位。为此,省厅相关处室及省院通过积极工作,争取中央财政资金815万元、省财政配套资金600万元,分别比“八清”增加了240多万元和400万元。为确保“九清”工作顺利开展,省厅又从全省森林植被恢复费中列出500万经费弥补资金的不足。另外,专门列出45万元专项调查经费,用于植被专项调查。

山西省投入“九清”工作经费2228万元,除此之外在财政十分困难的情况下基层仍投入经费近300万元,合计比“八清”增加了1000多万元。特别是省级配套资金成为历史上最多最好的一年,不仅较“八清”经费翻了2翻,而且在时间上省财政厅也早做安排,满足了仪器设备购置、技术培训等清查准备工作的顺利开展,为按期完成任务提供了先决条件。

#### 4.3 队伍建设是根本

观念新、能力强、素质高的调查队伍是高质量完成清查工作的根本保证。随着清查内容的不断扩展和新技术装备的广泛应用,对清查队伍的人员素质和业务技能提出了新要求。按照国家林业局的安排部署,省院作为清查工作的龙头,认真担负着牵头抓总的组织责任,不仅要统筹做好各项前期筹备工作,更要承担起具体调查、指导任务。为了搞好全省的技术培训和清查工作,省院提前组织全院技术人员进行了业务培训,并率先在忻州8县开展了外业调查,首先在省级层面成功探索和积累了一定的实战经验,形成了一支50多人的清查专业队伍和师资力量。在此基础上,各市、省直属林业局按照“力量要足、配置要优”的原则,以调查队为主力,以业务骨干为补充、以大专院校为机动、以内部选调为托底,千方百计夯实队伍基础,按照着眼“九清”、考虑“十清”的队伍组建方案,采取边实践边培养、边锻炼边提升的办法,努力造就了一支能吃苦、乐奉献,复合型、创新型的清查专业队伍,为保质保量全面完成“九清”工作奠定了坚实基础。

#### 4.4 技术培训是核心

清查工作技术含量高,需要全面系统的林业专业知识,更需要一支能吃苦、肯钻研的高素质队伍。根据国家林业局和西北院要求,省厅按照“统一组织、骨干培训、理论与实践相结合”原则,分别在南

部、中部、北部,分3片举办3期省级培训班,培训覆盖至全部工组长和技术骨干。培训结束后,进行了严格的理论考试和实践检验,经考核合格后,实行持证上岗。集中培训结束后,各地又结合工作实际,采取多形式、多渠道、理论学习和实战演练相结合的原则,有计划地组织开展生产性实习培训,突出实际操作能力,提高了调查人员的素质,保证了清查工作质量。

#### 4.5 奉献精神是动力

清查工作与森林防火并称为林业行业最艰苦的工作,广大调查队员发扬“不怕困难,勇于奉献”的林勘精神,为清查工作圆满完成付出了常人难以承受的艰辛努力。在外业期间,同志们早出晚归,常常一天只吃2顿饭,舍小家顾大家,一心扑在工作上。阳泉林业调查处杜义明处长,60岁了还和年轻人一样翻山越岭,从调查测树到记录都严把质量关,一丝不苟;太原监测中心62岁的刘元平工程师已退休2年,连续参加过8次清查工作,经验丰富、业务娴熟,因对清查事业的热爱,今年仍坚持参加“九清”工作,亲赴一线指导年轻队员,受到一致好评。由于全体清查队员高昂的斗志,吃苦耐劳的精神,乐于奉献的品格,严谨的科学态度,确保了山西省清查工作的圆满完成。

#### 4.6 制度机制是保障

清查工作时间紧、任务重、地域广、难度大,为了充分发挥各级部门的作用,建立了科学可行的工作制度,保证了工作进度和质量。

1)实行目标责任制。山西省清查工作采取任务分解、目标量化、职责清晰、奖惩分明、功效挂钩的管理办法,将调查任务按地域范围分解到11个市和9个省直属林业局,明确责任主体,并将“九清”工作列入年度考核,对重视不够、组织不力、进度滞后的单位进行问责;工作完成后,对做出突出贡献的集体和个人进行表彰。同时对参加清查工作的调查人员建立档案,进行考核评价,作为晋职晋升的重要依据。

2)实行定期汇报和通报制度。各市、省直属林业局清查办每月逢十向省清查办汇报工作进展,省清查办全面掌握清查动态,及时发现和纠正出现的问题,做到事中及时通报、特殊情况及时汇报,确保信息畅通。同时,利用文件、通报、简报、视频、网络等形式,交流工作进展中的典型做法、工作经验,解决存在的问题。

3)落实宣传报道制度。通过宣传栏、报纸、网

络、杂志、电视台专题片等多种形式,实时跟踪报道连清工作亮点和感人事迹,扩大社会影响,引起领导关注,赢得社会理解,得到部门支持,有效推动清查工作。

通过工作制度和责任机制,明确了任务、时间、质量、安全,层层强化责任意识,增强了各级领导和全体参战人员的责任心和使命感,极大地调动了各单位和广大调查人员的积极性,为按时高质量完成清查工作提供了保障。

## 5 总结与讨论

### 5.1 总结

山西省第九次清查工作的圆满成功,得益于以下几个方面:1)凡事提前准备,不等不靠;2)上级领导给与大力支持,成立了强有力的组织机构;3)采用科学的管理方式,建立了一套人员管理、成果质量管理;4)采用了数据采集仪和思行连清等高新技术进行数据采集,提高了成果质量;5)北京思行伟业等支持单位提供了良好、专业的技术支持服务。这几方面缺一不可。

此外,通过“九清”工作的开展,锻炼和培养了一支技术过硬的调查队伍,为山西省林业发展提供了人才后备力量。

### 5.2 讨论

由于森林资源连续清查工作涉及面广、要求高,

不断有新情况新问题出现,国家林业局相关领导在考察山西省“九清”工作过程中,给予高度评价的同时也提了许多宝贵意见,推荐了多个兄弟省份来山西交流,在沟通过程中受益匪浅。希望今后国家林业局多组织相关经验交流活动,与兄弟省份一起共同推动我国森林资源连续清查工作的进步。

就清查具体工作来讲,在技术上,随着技术的进步,希望到第十次清查时,引进更多高新技术,不断提高工作效率,降低劳动强度;在管理上,充分总结前期经验,借鉴兄弟省份在清查工作过程中好的做法,把山西省森林资源连续清查及林业工作做得更好。

### 参考文献:

- [1] 王祝雄. 总结经验再接再厉努力提升森林资源连续清查水平[J]. 林业资源管理,2005(3):1-6.
- [2] 刘炳英,李华润. 山东省森林资源清查工作回顾与建议[J]. 中南林业调查规划,1994(4):15-18.
- [3] 李忠平. 森林资源连续清查体系优化问题的思考[J]. 林业建设,2014(4):1-3.
- [4] 周昌祥. 对我国森林资源清查体系及年度出数的研究与探讨[J]. 林业资源管理,2013(2):1-5.
- [5] 冯建成. 山西省森林资源现状及林业发展思路[J]. 林业调查规划,2012,37(4):58-61.

(上接第 111 页)

### 参考文献:

- [1] 董瑞杰. 沙漠旅游资源评价及风沙地貌地质公园开发与保护研究[D]. 西安:陕西师范大学,2013.
- [2] 希吉日. 沙漠旅游及其对我国沙漠旅游开发的探索[D]. 呼和浩特:内蒙古师范大学,2013.

- [3] 吴艳茹,周瑞平. 鄂尔多斯沙漠公园开发的基本思路[J]. 内蒙古师范大学学报,2005(2):106-109.
- [4] 高锡林. 加快防沙治沙进程构筑北方生态屏障[J]. 林业经济,2009(1):28-29.
- [5] 黄耀丽,魏兴琥,李凡. 我国北方沙漠旅游资源开发问题探讨[J]. 中国沙漠,2006,26(2):739-744.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.022

# 基于 Mysql 结构的贵州省林地占用征收管理系统设计与实现

王洪波<sup>1</sup> 王应泉<sup>2</sup>

(1. 贵州林业勘察设计有限公司, 贵州 贵阳 550003; 2. 贵州省林业调查规划院, 贵州 贵阳 550003)

**摘要:** 基于 Mysql 关联型数据库管理系统及 MapZone 平台, 采用 GeoDatabase 的数据模型进行空间数据的组织, 逻辑架构采用国家林业信息化以及“两横两纵”架构, 构建了集地图浏览、图层管理、数据查询、项目管理、专题制图、统计报表等功能于一体的贵州省林地占用征收管理信息系统, 以提高工作效率, 便于林地占用征收信息管理、查询。

**关键词:** Mysql 数据库; 林地占用征收; 管理信息系统; 贵州省

中图分类号: S718.52; TP311.131; TP31 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2018)01-0117-03

## Design and Application of Management System of Forestland Expropriation and Occupation in Guizhou Based on Mysql Database

WANG Hongbo<sup>1</sup>, WANG Yingquan<sup>2</sup>

(1. Forestry Survey Design Corporation of Guizhou Province, Guiyang 550003, China;

2. Guizhou Institute of Forest Survey and Planning, Guiyang 550003, China;)

**Abstract:** Based on Mysql relational database management system and MapZone platform, the spatial data was organized by GeoDatabase model. Using the national forestry informatization and "two horizontal two vertical" architectures, this research built the management information system of forestland expropriation and occupation in Guizhou with the function of map browsing, layer management, data query, project management, thematic mapping and statistical statement to improve the work efficiency and facilitate the information query and management.

**Key words:** Mysql database; forestland expropriation and occupation; management information system; Guizhou Province

林地作为自然界众多生命的载体,在人类社会经济发展中具有举足轻重的作用,如何做好林地保护与利用,处理好社会经济发展与林地保护的关系越来越重要。长期以来,占用征收及林地增减的管理是县级林政部门的重要工作,由于技术条件的限制,粗放式、图纸化管理不仅工作效率低下,而且存在查询困难,汇总复杂,档案保管不便等诸多问题。

Mysql 是一种关联数据库管理系统。关联数据

库将数据保存在不同的表中,而不是将所有数据放在一个大仓库内,这样就提高了速度和灵活性。贵州省林地占用征收管理系统是基于 Mysql 数据库架构基础建立的,可实现林地占用征收及林地增减的系统化管理,从根本上改变粗放式管理模式。

### 1 系统功能模块

贵州省林地占用征收管理系统是在林业相关标

收稿日期:2017-08-30.

作者简介:王洪波(1988-),男,河北保定人,工程师.从事林业调查规划设计工作.



准规范基础上建立的,针对县级林政管理需求,可实现林地占用征收项目管理、作业设计数据入库与管理、项目审核、新增/减少或违法使用林地信息维护、地图查询与浏览、林地数据编辑、统计报表输出、专题制图维护等业务功能,可极大地提高占用征收林地数据管理的效率和现代化水平,为林业主管部门提供林地占用征收信息查询、浏览服务,为占用征收林地审核审批管理与辅助决策提供支撑服务。

系统主要包括地图浏览、图层管理、数据查询、数据编辑、项目管理、设计管理、林地信息管理、逻辑质检、专题制图、统计报表、辅助工具等 11 个专题功能模块。

## 2 功能模块分析

系统各功能模块功用情况如表 1 所示。

表 1 系统需求功能及模块描述

Tab. 1 Requirements function of system and module description

编号	模块名称	模块描述
01	地图浏览	包括空间数据的放大、缩小、定位、地图漫游,要素选择与清除选择、坐标定位等,长度、面积测量。
02	图层管理	系统各专题图层的显示控制、顺序调整、属性设置以及属性表操作等。
03	数据查询	提供专题信息的各种查询方式,包括一键查询、属性查询与定位等。
04	数据编辑	违法用地和增减用地的图形编辑、属性录入等。
05	项目管理	实现项目信息的新增、编辑修改、查询、定位等。
06	设计管理	设计数据导入、地图查看、四旁树查看、古树名木查询等。
07	林地信息管理	通过设置查询条件查询出的林地增减台账记录或违法用地信息记录,并进行地图定位。
08	数据质检	包括征占小班图形与林地更新和公益林小班的重叠检查和属性逻辑检查。
09	统计报表	统计报表的输出功能,支持林地管理表、统计报表的输出。
10	专题制图	根据业务需要配置,可进行专题图自动生成与输出。
11	辅助工具	支持外部数据导入以及字典维护与管理。

## 3 数据库环境说明

系统基于 Mysql 数据库和 MapZone 平台,采用 MapZone SDE 进行空间数据的连接(表 2)。

表 2 数据库及其环境

Tab. 2 Database and its environment

数据库结构	设计工具	编程工具	数据库运行环境	备注
Mysql	Enterprise Architect	Mysql Workbench 6.1 CE	Windows 操作系统	需安装 MapZone SDE

## 4 数据库架构设计

数据库统一采用 GeoDatabase 的数据模型进行空间数据的组织,并根据数据的逻辑层次设计矢量数据、栅格数据的组织、存储结构。采用统一的高程基准和坐标系统,其中空间数据库的高程基准统一采用 1985 国家高程基准;空间数据库的坐标系统统一采用 1980 西安大地坐标系。

## 5 逻辑架构设计

贵州省林地占用征收管理系统在逻辑架构设计上采用国家林业信息化以及“四横两纵”架构,包括基础层、数据层、中间件层、平台服务层、应用层。同时系统整体上遵循相关数据库标准及更新体系,以及组织保障与安全保障体系。系统总体逻辑架构设计如图 1 所示:

## 6 接口设计

### 6.1 林地占用征收成果导入接口

支持将林地占用征收成果数据按照规范模板进行数据规范(Mdb 空间数据库、Excel 属性表),提交本系统进行图属挂接(含图属挂接一致性检查),自动转换格式(Zdb),进行展示与查询浏览。

### 6.2 与“国家征占用林地管理信息系统”的交互

目前,“国家征占用林地管理信息系统”不支持外部数据的导入,但本林地占用征收管理系统可预留交互接口,可根据“国家征占用林地管理信息系统”后续要求提供能导入的数据。

## 7 结语

林业建设在推动生态文明和多彩贵州建设中发挥着主体作用,发展现代林业、建设生态文明、推动科学发展是当前贵州省林业工作的主题和方向。发展现代林业,必须要用现代科学技术手段提升林业发展水平,用现代物质条件装备林业,用现代信息手段管理林业,实现林业发展的科学化和信息化。

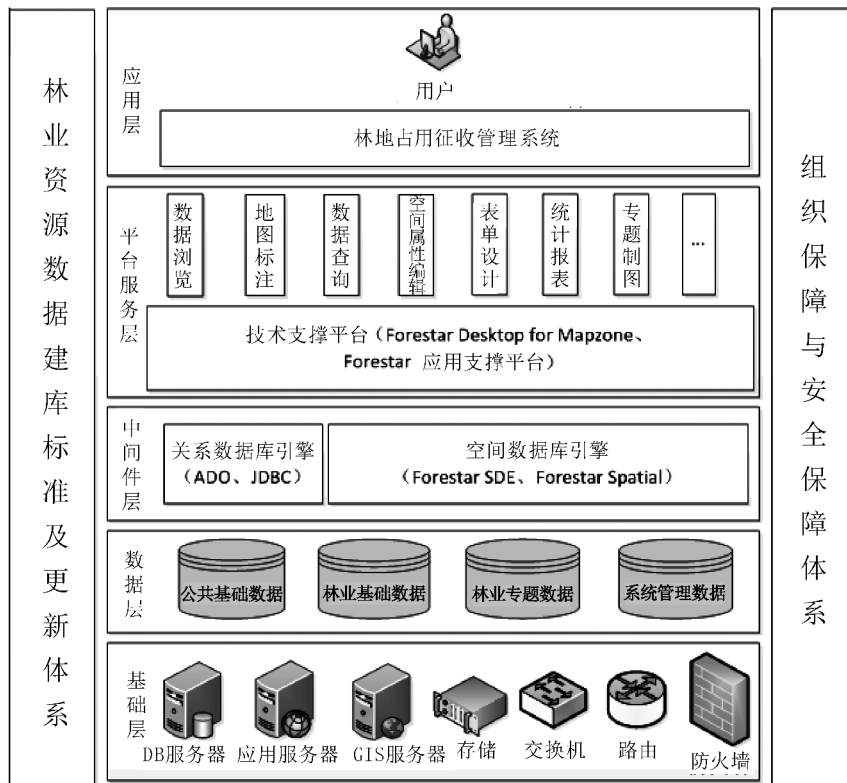


图 1 系统总体逻辑架构

Fig. 1 Overall logical architecture of system

在信息化时代,“3S”技术在林业上的综合应用,加上互联网技术、数据存储技术、计算机技术等信息技术的快速发展,为实现林业资源监测信息化管理提供了良好的平台。贵州省林地占用征收管理系统的建设,作为林业信息化的一部分,对实现全省林地占用征收信息系统化管理具有重要意义。

参考文献:

[1] 张志勇. 辽宁省林地占用征收管理信息系统的研制[J].

内蒙古林业调查设计,2013,36(3):26-29.

[2] 于义科,廖为明,欧阳勋志,等. 森林资源管理信息系统的研究和开发——以江西铜鼓县为例[J]. 江西农业大学学报,2004,26(6):972-975.

[3] 赵玉堂. 云南省占用征用林地管理浅析[J]. 林业调查规划,2008,33(5):95-97.

[4] 冯树清. 占用征用林地管理的有关问题与对策探讨[J]. 林业资源管理,2003(3):11-13,43.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.023

## 东港区林木种质资源调查及保护利用

宋兴安<sup>1</sup> 秦兰香<sup>2</sup> 李梅<sup>3</sup> 景慎诚<sup>1</sup> 杨涛<sup>1</sup>

(1.日照市东港区林业局,山东日照 276800; 2.日照市东港区陈疃镇林业工作站,山东日照 276800;  
3.日照市东港区河山镇林业工作站,山东日照 276800)

**摘要:**采用资源查阅、知情人访谈、线路调查、样地调查、单株调查等方法,对山东省日照市东港区林木种质资源进行调查。结果表明,东港区林木种质资源较为丰富、本次调查共记录木本植物 77 科 179 属 533 种,其中野生树种 120 种、栽培树种 381 种、引进树种 21 种、珍稀濒危树种 11 种、古树名木 68 株。对林木种质资源特点及保护利用方面存在的问题进行分析。提出开展中长期规划、建立林木种质资源库、加强重点林木种质资源的保护、注重乡土树种选育等对策及建议。

**关键词:**林木种质资源;珍稀濒危树种;野生树种;栽培树种;引进树种;乡土树种;保护利用;东港区  
中图分类号:S718.49;S757.2;S76 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2018)01-0120-05

## Investigation and Protection and Utilization of Forest Germplasm Resources in Donggang District

SONG Xingan<sup>1</sup>, QIN Lanxiang<sup>2</sup>, LI Mei<sup>1</sup>, JING Shencheng<sup>1</sup>, YANG Tao<sup>1</sup>

(1. Donggang Forestry Bureau of Rizhao, Rizhao, Shandong 276800, China;  
2. Chentuan Forestry Station of Donggang Forestry Bureau, Rizhao, Shandong 276800, China;  
3. Heshan Forestry Station of Donggang Forestry Bureau, Rizhao, Shandong 276800, China)

**Abstract:** The forest germplasm resources in Donggang District of Rizhao City, Shandong Province were investigated based on literature review, insider interview, line survey, sample survey and individual plant survey. The results showed that with abundant germplasm resources 533 species of woody plants belonging to 179 genera and 77 families were recorded in this research, among which there were 120 species of wild trees, 381 species of cultivated trees, 21 species of introduced trees, 11 species of rare and endangered trees and 68 strains of ancient and rare trees. The characteristics of tree germplasm resources and the problems of resources protection and utilization were analyzed. This paper put forward some countermeasures to carry out medium-and long-term plan, establish forest germplasm resource base, strengthen the protection of key forest germplasm resources, and pay attention to the breeding of local tree species.

**Key words:** forest germplasm resources; rare and endangered tree species; wild tree species; cultivated tree species; introduced tree species; local tree species; protection and utilization; Donggang District

林木种质资源也称森林植物种质资源,它是林木遗传多样性的载体,是物种多样性和生态系统多

样性的前提和基础,也是林业生产力发展的基础性和战略性资源。为查清全区林木种质资源现状,东

收稿日期:2017-10-30.

作者简介:宋兴安(1975-),男,山东日照人,高级工程师。从事林业技术推广等工作。



港区林业局在省林业勘察设计院的技术指导下,开展了为期 3 年的林木种质资源调查,查清了区域内野生林木、栽培树种、古树名木、引进树种、珍稀濒危树种等 5 大类种质资源的分布和生长特点,为下步全区林木种质资源的保护利用及林业可持续发展提供基本依据。

## 1 概况

东港区地处鲁东南沿海,位于东经  $119^{\circ}04' \sim 119^{\circ}09'$ ,北纬  $35^{\circ}01' \sim 35^{\circ}36'$ 。东濒黄海,北邻胶南、五莲县,西连莒县、莒南县,南接岚山办事处,隔海与日本、韩国相望。境内海岸线总长 57 km,陆地总面积 1 221.1 km<sup>2</sup>。东港区属鲁东丘陵区,主要由片麻岩和花岗岩组成,大小山头 500 余座,地势由西北向东南倾斜,最高海拔 656.9 m,最低海拔 1.3 m,相对高差 655.6 m。地貌大体分为低山丘陵、剥蚀残丘、陵下平地、海滨平地和滨海沙岗 5 种类型。气候属东亚暖温带湿润季风区大陆性气候,年均温 12.6℃,积温为 4 671.5℃,平均日照时间为 2 532.9 h,年均无霜期 226 d,年均降水量 901.3 mm。境内有较大河流 20 余条,除板石河西流莒县入沭河外,其余全部独流入海,属滨海水系。土壤有棕壤、潮土、水稻土、盐化土、风沙土 5 个类型,其中棕壤占总面积的 79.1%。全区森林植被属暖温带落叶阔叶林区域,植被构成主要有乔木、灌木、草本和农作物。

## 2 调查对象、内容与方法

### 2.1 调查对象

调查研究对象为东港区行政区域内的各类林木种质资源。主要包括:1)野生林木种质资源;2)栽培树种,包括用材林、生态防护林、经济林和观赏树木及花卉等树种古树名木;3)引进树种、品种;4)珍稀濒危树种种质资源等。

### 2.2 调查内容

调查研究内容主要有:野生林木种质资源在全区的自然分布以及原生群落存在和生长的树种(含珍稀濒危树种)种类、地理分布、单株或群体信息、生长情况等;栽培树种(品种),包括用材林、生态防护林、经济林和观赏树木及花卉等树种(品种)种质资源的类型数量、质量、空间分布;古树名木资源的类型、分布、数量及生长情况;引进树种(品种)的种质资源产地、引种时间、驯化方法、栽植立地条件、生

长发育情况、用途、繁殖方法等。

### 2.3 调查方法

采用资料查阅、知情人访谈、踏查、线路调查、样地调查、单株调查等方法。通过访问、座谈、查阅资料的形式进行普查,掌握有关社会经济、自然条件、植被和森林分布等基本情况;根据调查区域的地形、地貌,选定有代表性的线路进行重点调查;对有代表性的林分和植株进行实地调查,摄影、填写相关表格,采集植物标本供室内种类鉴定和制作标本。在野生林木种质资源调查方面,全区共设 119 个样地、68 条山地丘陵区线路进行调查;在栽培树种、古树名木、引进树种调查方面,在对全区 13 处镇街道、723 个行政村居、社区采用面上普查调查的基础上,对 63 个重点村居、社区,6 处公园,6 处苗圃,1 处国有林场,设置 73 条平原区线路进行重点调查。

## 3 调查结果

东港区林木种质资源较为丰富,本次调查记录木本植物 77 科 179 属,记录树种 533 个。其中:野生树种 120 种,栽培树种 381 种,引进树种 21 种,珍稀濒危树种 11 种,古树名木 68 株。调查共填写纸质表格 857 份,山地丘陵区线路树种记载表 68 份,平原区线路调查树种记载表 73 份;拍摄照片 2 000 余幅,导入计算机数据库照片 1 549 幅,制作标本 497 套、1 491 份。

### 3.1 野生林木种质资源

调查记录野生林木树种 39 科 74 属 120 种。野生林木种质资源分布在全区的山地丘陵及东部沿海盐碱滩地,主要以赤松、刺槐、麻栎、胡枝子、酸枣为主。主要集中分布在平垛山、峤子山、河山、丝山等几大山系,以平垛山山系最为丰富,基本囊括全区野生林木种质种类。北部山系、东部山系乔木以赤松为主,中部山系乔木以刺槐、赤松为主,西部山系乔木以麻栎为主。野生灌木主要以胡枝子、酸枣、多花蔷薇为主,分布较为均匀,东部沿海盐碱滩地灌木主要以怪柳、单叶蔓荆、杠柳为主。杠柳主要分布于东部沿海蔡家滩林场、桃花岛、涛雒;单叶蔓荆主要分布于蔡家滩、大沙洼林场、涛雒沿海等。

### 3.2 栽培树种种质资源

调查记录栽培树种 65 科 150 属 381 种。栽培树种广泛分布于丘陵山地农田、河滩、海滩、植物园、公园、城镇村庄、苗圃。丘陵山地栽培树种主要是黑松、火炬松、侧柏等;村镇农田栽培树种多以板栗、核桃、柿子、苹果、梨、桃、葡萄、蓝莓、枣树、山楂、茶、桑

等经济林和杨、柳、榆、槐类等用材林树种为主,在全区分布范围广,种群数量庞大;城区公园、住宅小区、街道多以悬铃木、国槐、银杏、毛白杨、旱柳、垂柳、栾树、白蜡、青桐、合欢、雪松、圆柏、龙柏等树种作为行道树;紫叶李、樱花、海棠、月季花、紫薇、木槿、石榴、五角枫、红枫、石楠等作为绿化观赏树种大量栽培。东部沿海防护林主要栽培树种为黑松、紫穗槐等。

### 3.3 古树名木种质资源

调查统计,东港区现存百年以上古树名木 68 株 23 种,分属 12 科 19 属。按树木种类分,数目最多的是银杏 22 株,侧柏 13 株,其它 33 株。按保护等级分,一级 2 株,二级 16 株,三级 50 株。主要分布在日照、三庄、南湖、西湖、河山、后村、陈疃、涛雒、

两城等 7 个镇街道。总体生长状况良好,但由于管理不善、树龄过大、立地条件较差等原因,部分古树生长不良,个别甚至濒临死亡。

### 3.4 引进树种种质资源

调查记录引进树种 11 科 15 属 21 种(表 1)。2012 年以来,东港区引进树种主要分布于东港区林业高科园和南湖金枫园林。通过 21 个树种的栽培表现来看,北美乔松、美国鹅掌楸、日本七叶树等 14 个引进树种生长状况良好,树势生长旺盛,适合东港区栽培种植,而欧洲红栎、多花蓝果树等 7 个树种或因生长习性、管理、气候等原因生长状况一般,其表现性状还有待于进一步观察。

表 1 东港区引进树种名录及生长状况  
Tab. 1 List and status of introduced tree species in Donggang District

分类及中文名称			拉丁学名	引种来源地	生长势
松科	松属	海岸松	<i>Pinus pinaster</i>	法国	一般
		北美乔松	<i>Pinus strobus</i> Linn.	美国	旺盛
		刚火松	<i>Pinus</i> Linn.	韩国	旺盛 Y
	云杉属	科罗拉多蓝衫	<i>Picea pungens</i> var. <i>glauca</i>	美国	旺盛
木兰科	鹅掌楸属	美国鹅掌楸	<i>Liriodendron tulipifera</i> Linn.	美国	旺盛
金缕梅科	枫香属	北美枫香	<i>Liquidambar styraciflua</i> Linn.	美国	旺盛
壳斗科	栎属	欧洲红栎	<i>Quercus</i> Linn.	荷兰	一般
		沼生栎	<i>Quercus palustris</i>	美国	一般
蔷薇科	蔷薇属	紫叶蔷薇	<i>Rosa</i> Linn.	美国	旺盛
	李属	美洲稠李	<i>Prunus virginiana</i> var. <i>schubert</i>	美国	一般
豆科	紫荆属	紫叶加拿大紫荆	<i>Cercis Canadensis</i> Linn.	美国	旺盛
	肥皂荚属	美国肥皂荚	<i>Gymnocladus dioica</i> K. Koch.	美国	一般
	紫藤属	多花紫藤	<i>Wisteria floribunda</i> DC.	美国	旺盛
蓝果树科(珙桐科)	蓝果树	多花蓝果树	<i>Nyssa sylvatica</i>	美国	一般
卫矛科	卫矛属	火焰卫矛	<i>Euonymus alatus</i>	美国	旺盛
七叶树科	七叶树属	日本七叶树	<i>Aesculus chinensis</i> Bunge	日本	旺盛
槭树科	槭属	挪威槭黄金枫	<i>Acer platanoides</i>	美国	旺盛
		花叶复叶槭	<i>Acer negundo</i> var. <i>variegatum</i> Jacq.	荷兰	旺盛
		银边挪威槭	<i>Acer platanoides</i>	美国	旺盛
		紫叶挪威槭	<i>Acer platanoides</i>	美国	旺盛
忍冬科	六道木属	大花六道木	<i>A. grandiflora</i> (Andre) Rehd	美国	一般

### 3.5 珍稀濒危树种种质资源

东港区分布的珍稀濒危树种共 8 科 10 属 11 种(表 2)。三桠乌药、化香、野核桃、映山红、迎红杜鹃、刺楸、榔榆、华山矾、少叶花楸、辽东栎等珍稀濒

危树种多分布在峤子山、平垛山、丝山、河山、黄山山系等深山、远山,与其它树种混交生存,受人为活动影响极小,受干扰程度极低,呈全自然生长状态,生长旺盛。

表 2 日照市东港区珍稀濒危树种种质明细及分布

Tab. 2 Details and distribution of rare and endangered tree species in Donggang District

分类及中文名称			拉丁学名	分布地点
樟科	樟属	三桠 乌药	<i>Cinnamomum camphora</i> (Linn.) Presl.	河山、丝山、 峤子山、马 陵山
榆科	榆属	榔榆	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.	寨山、平垛 山、黄山、 河山
胡桃科	化香 树属	化香树	<i>Platycarya strobilacea</i> Sieb. et Zucc.	河山, 寨山
	胡桃属	野核桃	<i>Juglans cathayensis</i> Dode	峤子山
壳斗科	栎属	辽东栎	<i>Quercus wutaishanica</i> Mayr.	河山、峤 子山
杜鹃 花科	杜鹃 花属	映山红	<i>Rhododendron simsii</i> Planch.	河山, 峤 子山
		迎红 杜鹃	<i>Rhododendron mucronula- tum</i> Turcz.	
山矾科	山矾属	华山矾	<i>Symplocos chinensis</i> (Lour.) Druce	丝山
蔷薇科	花楸属	少叶 花楸	<i>Sorbus discolor</i> (Maxim.) Maxim. var. <i>paucijuga</i> D. K. Zang et P. C. Huang	马陵山、峤 子山
	山楂属	山东 山楂	<i>Crataegus cuneata</i> Sieb. et Zucc.	河山、平 垛山
五加科	刺楸属	刺楸	<i>Kalopanax septemlobus</i> ( Thunb.) Koidz.	河山

## 4 调查结果分析

### 4.1 林木种质资源特点

从调查结果看,东港区林木种质资源异常丰富。野生林木种质种类在全区各处山系大多都有分布,以平垛、河山、丝山山系的分布较为广泛。栽培树种种类繁多,多以经济林、用材林、花卉、观赏树种为主。从现有的种质种类及生长状况看,能够适应东港区环境的树种近 500 余种。山地丘陵主要以松类、麻栎混交林、矮林和阔叶杂交林构成天然次生林植被。盐生植被和滨海滩涂草甸植被分布于东部沿海盐碱滩地等适生环境中。山地丘陵分布有不少针叶林,而地带性植被——落叶阔叶林,除少量次生天然林外,大多是人工林和萌生林。

### 4.2 种质资源对比分析

全区本次调查记录现有木本植物 75 科 179 属 533 种。东港区因区划变化等原因,原种质资源数量不确定,家底不清。根据查对有关资料和咨询专家,初步确认这次调查中发现新树种 4 个,分别为七

叶木通、异叶木通、红花山合欢、大叶胡枝子;调查发现日照新纪录树种 96 个,包括野生树种 18 个,栽培树种 78 个。调查中原有记载东港区分布的野生珍稀濒危树种流苏,野生树种迎春、探春等,本次调查未发现,只有栽培种,主要是由于人为采挖过度致使野生流苏、迎春、探春等种质资源枯竭。与上次调查相比较,古树名木本次共调查 68 株,其中新增古树 8 株,减少 1 株。新增古树中,化香、流苏、枫杨、臭椿等 4 种古树在东港区属首次发现。死亡古树是位于日照街道李家庄一株 300 余年的金桂,因管理不善而死亡。

### 4.3 调查成果应用

近年来,随着东港区生态文明建设和森林城市创建工作的不断推进,在城区绿化、村镇绿化、绿色通道建设等方面大量栽植和应用红叶石楠、黄栌、白蜡、樱花、雪松、紫薇以及木兰科、木犀科及豆科等园林树种。经过多年引种栽培,这些树种已基本适应当地的气候,并成为当地的主要绿化栽培树种。大量人工复合群落的形成,丰富了区域绿化的景观层次和色彩,全面提升了绿化美化水平。

通过调查,发现多种适应性、抗逆性、抗病虫性、观赏性、经济性、应用性很好的树种,有很高的开发利用价值,如野生的三桠乌药、化香、野核桃等,而数量众多的栽培树种资源是良种选育的基础。饱经沧桑、见证历史、积淀文化、象征文明的古树名木是活的历史文物,对研究古树资源基因保存和利用,以及当地水文地理、气候变迁意义重大。

## 5 存在的问题

东港区林木种质资源丰富,种类繁多,具有良好的种质资源基础和开发利用潜力,但这些资源并没有引起人们关注和重视,在具体应用和保护方面还存在许多问题:对于城区绿化,由于缺乏对乡土树种在城乡绿化中综合生态功能的认识,加之人们的功利思想和对外来树种的新奇和偏爱,有的不经引种试验就大面积栽培,结果损失惨重;有的在实际的绿化实践中,认为当地树种档次不够,缺乏活力,难以形成特色,而东港本地大量乡村树种,如小叶榆、映山红、小叶朴等树种长期处于自然分布生长状态,种植规模小、管理粗放,个别地方甚至私采滥伐严重;对于山区防护林,由于防护林大部以赤松、刺槐、黑松、栎树为主,树种单一,而大面积针叶纯林不利于森林资源的管护,单一的植物群落容易降低群落的整体抗性;对于荒山造林投入不足,手段不多,品种



单一,大面积营造纯林极易引发森林病虫害。另外,由于森林火灾、森林病虫害、私采滥挖以及不合理的开发利用,大肆破坏了有限的森林资源,使得遗传性生物多样性遭到严重威胁,多数潜在的有价值的种质资源被遗失和破坏,其数量急剧减少或灭绝。

## 6 对策及建议

### 6.1 林木种质资源的管理与保护

#### 6.1.1 开展中长期规划

要充分利用此次调查成果,在全面掌握全区林木种质资源现状的基础上,确定各类林木资源名录,掌握资源消长动态,进行规范化研究。要编制适合本地区林木种质资源管理的中长期规划,为东港区有计划地开展林木良种资源的管理保存和利用提供科学依据。

#### 6.1.2 建立林木种质资源库

要抓住东港区和中国林学会合作共建的契机,加快推进全区林木良种资源基地建设,加强林木种质资源的生物学、生态学特性和繁育技术研究。要在积极做好乡土树种资源库建设的基础上,积极做好国内外优质林木良种的引种培育,对近年来东港区新引进的树种(品种)进行认真梳理,做好深度观察分析,进而筛选出适合本地区栽植的优质良种进行推广应用。

#### 6.1.3 加强重点林木种质资源的保护

要加大对古树名木和珍稀濒危树种的管护力度,制定切实可行的管护办法和措施,设立专项资金,安排专人,常年监测,定期管护;在野生林木种质资源较丰富的地方建立重点保护区或者封山育林等,防止人为干扰和破坏,进行就地保护。在生产活动中,要对有珍稀树种生存的次生林予以保留;要加强宣传教育,提高民众对林木种质资源的保护意识,全社会自觉地加以保护;要进一步健全法律体系,严厉打击采挖珍稀植物、特有植物等破坏林木种质资源的违法行为等。

### 6.2 注重乡土树种选育

乡土树种是经过大自然长期选择而形成的最适宜当地生长的树种,适应性强、栽植成功率高,具有文化底蕴丰富、适生生态性强、生态效益高、性能价格比高、管理成本低等特点,具有很大的开发利用价值。东港区现有乔木林分中,赤松、黑松等针叶林面积占乔木林面积的 69.8%,这说明现有林分针叶树较多,阔叶树较少,树种单一,抗逆性较差,防火功能和景观效果差。应加大刺槐、板栗、山楂、栎树等乡土阔叶树的种植,在造林实践中注重营造混交林。同时,在今后的城区绿化中要注重对在调查中初步筛选出的具有较高经济价值和开发潜力的三桠乌药、化香、野核桃、映山红、迎红杜鹃、刺楸、榔榆、华山矾、少叶花楸等野生木本观赏植物进行深入调查研究,以多种形式、多种途径加快发展利用。

### 6.3 积极开展林木种质资源综合利用

东港区林木种质资源丰富,种类繁多,特别是名特优经济产品种类繁多,茶、蓝莓、苹果、桃、核桃、柿、板栗、日本栗、茶、桑蚕、花卉苗木等都形成了区域化种植的格局。“中国蓝莓之乡”、“全国十大生态产茶县”、“国家级有机绿茶标准化栽培示范区”的创建成功,唱响了东港区林业产业发展的品牌优势。为此,有关部门要依托东港区丰富的林木良种资源,积极发挥林木种质资源的绿色、营养、保健、观赏等方面优势,加快推进资源综合利用和深加工研究工作,走精细化、集约化加工路子,全面提升产品的附加值,努力推动林木种质资源综合开发和可持续利用。

### 参考文献:

- [1] 山东省林业勘察设计院. 山东省林木种质资源调查技术规程[Z]. 2011.
- [2] 李呈杰. 山东省林木种质资源现状分析及保护利用研究[J]. 河北林业科技, 2012(2): 68-69.
- [3] 孔建鹏. 山东省曲阜市林木种质资源调查与保护利用对策[J]. 中国林业产业, 2017(1): 130.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.024

## 江川区森林资源动态变化分析与可持续发展建议

安 科

(云南省林业调查规划院昆明分院,云南 昆明 650200)

**摘要:**基于 2005 年和 2015 年 2 次森林资源规划设计调查数据,对云南省玉溪市江川区森林资源动态变化进行分析。结果表明:江川区林地面积上升,森林面积增加 2 935 hm<sup>2</sup>;活立木蓄积量大幅增长,比 2005 年增加 21.16%,森林覆盖率增加,天然林资源减少,人工林增加,林分结构趋于合理。分析森林资源变化的原因,提出加强森林资源保护、推进非木质林产品开发利用、抓好林业生态建设、推进林业产业发展、提升森林质量等可持续发展建议。

**关键词:**森林资源;森林面积;森林蓄积;森林起源;动态变化;可持续发展;江川区

中图分类号:S757;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0125-05

## Dynamic Changes and Sustainable Development Suggestions of Forest Resources in Jiangchuan District

AN Ke

(Kunming Branch of Yunnan Forest Inventory and Planning Institute, Kunming 650200, China)

**Abstract:** dynamic changes of forest resources in Jiangchuan District, Yuxi City of Yunnan were analyzed. Results showed that with the raise of forestland area, forest area increased by 2 935 hm<sup>2</sup>, that the volume of standing tree increased significantly, 21.16% more than in 2005, and that the stand structure tended to be reasonable because of the increasing forest coverage, decreasing natural forests and increasing plantation. This paper analyzed the reasons of the changes of forest resources and put forward sustainable development suggestions to strengthen the protection of forest resources, promote non-wood forest products exploitation, pay attention to the forestry ecological construction, promote the development of forestry industry and improve the quality of forest.

**Key words:** forest resources; forest area; volume; origin of forest; dynamic changes; sustainable development; Jiangchuan District

森林是林业产业发展的基础,是人类生存、发展的必要条件<sup>[1]</sup>。因此,对森林资源进行科学的评价,以反映森林资源质量现状和变化趋势,有利于实现森林资源的可持续发展。目前,国内一些学者在不同尺度上用不同的评价方法对森林资源进行了评价研究<sup>[3-6]</sup>。江川区早在 2005 年进行过森林资源

规划设计调查,10 年来森林资源有较大变化。通过对 2015 年森林资源规划设计调查数据进行分析,可掌握森林资源动态变化,提出森林资源可持续发展建议,对提高科学管理和经营森林资源水平,推进林业可持续发展和生态文明建设具有重要的意义。

收稿日期:2017-09-05;修回日期:2017-10-11.

作者简介:安科(1984-),男,四川长宁人,工程师。主要从事林业调查规划工作。Email:63288211@qq.com

## 1 研究区自然概况

江川区位于云贵高原西南部,云南省中部偏东,行政隶属于玉溪市,地理位置介于东经 102°34′~102°55′,北纬 24°12′~24°32′之间。东与华宁县交界、南与通海县相连、西与红塔区接壤、北与澄江县和昆明市晋宁区相连。全区土地总面积 80 868 hm<sup>2</sup>,地形为四周高、中间低,东北部为全国最深的淡水湖抚仙湖。境内沟谷纵横交错,地形复杂。最高点海拔 2 648 m,最低点海拔 1 690 m。气候属中亚热带半干燥高原季风气候,干湿季分明。年均降雨量 811.0 mm,年均日照 2 392.9 h。境内河流均流入星云湖和抚仙湖,属珠江流域南盘江水系。主要森林土壤有红壤、棕壤和紫色土。主要植被类型有半湿润常绿阔叶林、暖温性针叶林和人工林。

## 2 研究方法

利用江川区 2005 年、2015 年 2 次森林资源规划设计调查成果资料,分析和研究 10 年间各类林地

面积、蓄积等数量特征和起源、龄组等结构特征,初步探讨变化原因,提出森林资源可持续发展的建议。

## 3 结果与分析

### 3.1 各类林地面积动态变化

2005—2015 年 10 年间,江川区林地面积总量增加 1 350.5 hm<sup>2</sup>,净增 3.50%。其中:纯林面积比上期增加 448.4 hm<sup>2</sup>,增幅 1.69%;混交林面积比上期增加 1 973.6 hm<sup>2</sup>,增幅 72.24%;乔木经济林面积比上期增加 572.6 hm<sup>2</sup>,增幅 32.16%;竹林面积比上期增加 20.4 hm<sup>2</sup>,增幅 160.63%;疏林地面积比上期减少 138.6 hm<sup>2</sup>,减幅 82.94%;国家特别规定灌木林面积比上期减少 80.0 hm<sup>2</sup>,减幅 5.73%;其他灌木林面积比上期增加 222.7 hm<sup>2</sup>,增幅 8.01%;未成林造林地面积比上期减少 670.6 hm<sup>2</sup>,减幅 56.22%;苗圃地面积比上期减少 0.1 hm<sup>2</sup>,减幅 0.62%;无立木林地面积比上期减少 330.6 hm<sup>2</sup>,减幅 49.27%。宜林地面积比上期减少 667.3 hm<sup>2</sup>,减幅 51.40%(表 1)。

表 1 各类林地面积动态变化

Tab. 1 Dynamic changes of areas of all forestland types

年度	合计	纯林	混交林	乔木经济林	竹林	疏林地	国家特别规定灌木林	其他灌木林	未成林造林地	苗圃地	无立木林地	宜林地
2005/hm <sup>2</sup>	38595.6	26546.1	2732.0	1780.2	12.7	167.1	1397.3	2782.0	1192.9	16.1	671.0	1298.2
2015/hm <sup>2</sup>	39946.1	26994.5	4705.6	2352.8	33.1	28.5	1317.3	3004.7	522.3	16.0	340.4	630.9
差值/hm <sup>2</sup>	1350.5	448.4	1973.6	572.6	20.4	-138.6	-80.0	222.7	-670.6	-0.1	-330.6	-667.3
净增率/%	3.50	1.69	72.24	32.16	160.63	-82.94	-5.73	8.01	-56.22	-0.62	-49.27	-51.40

### 3.2 森林覆盖率变化

全区森林面积从 2005 年的 32 468.3 hm<sup>2</sup> 增长到 2015 年的 35 403.3 hm<sup>2</sup>,增加面积为 2 935.0 hm<sup>2</sup>。森林覆盖率从 40.66% 提高到 43.78%,增长 3.12 个百分点,年均增长 0.312%。

### 3.3 森林蓄积量动态变化

全区活立木总蓄积量为 1558 340 m<sup>3</sup>,比 2005 年调查蓄积量 1 286 140 m<sup>3</sup> 增加 272 200 m<sup>3</sup>,增幅达 21.16%。其中:纯林蓄积比上期增加 137 240 m<sup>3</sup>,净增 12.99%;混交林蓄积比上期增加 124 730 m<sup>3</sup>,净增 71.46%;乔木经济林蓄积比上期增加 1 120 m<sup>3</sup>,净增 933.33%;疏林地蓄积比上期减少 2 520 m<sup>3</sup>,减少 90.97%;散生木蓄积比上期增加

7 110 m<sup>3</sup>,净增 215.45%;四旁树蓄积比上期增加 4 520 m<sup>3</sup>,净增 9.17%(表 2)。

### 3.4 森林起源动态变化

2005—2015 年,全区天然林面积减少,但蓄积有所增加;人工林面积和蓄积均大幅增加。天然林、人工林总面积增加 2 348.5 m<sup>3</sup>,增幅 6.41%;总蓄积增加 268 630 m<sup>3</sup>,增幅 21.75%。其中:天然林面积减少 2 035.1 m<sup>3</sup>,减幅 7.24%;蓄积增加 86 020 m<sup>3</sup>,增幅 7.84%。人工林面积增加 4 383.6 m<sup>3</sup>,增幅 51.55%;蓄积增加 182 610 m<sup>3</sup>,增幅 131.86%。天然林、人工林面积比例从 76.77:23.23 演变到 66.92:33.08;蓄积比例从 88.79:11.21 演变到 78.65:21.35(表 3)。



表 2 各类森林蓄积量动态变化

Tab. 2 Dynamic changes of stock volume of all forest types

年度	总蓄积量	纯林	混交林	乔木经济林	疏林地	散生木	四旁树
2005/m <sup>3</sup>	1286140	1056120	174550	120	2770	3300	49280
2015/m <sup>3</sup>	1558340	1193360	299280	1240	250	10410	53800
差值/m <sup>3</sup>	+272200	+137240	+124730	+1120	-2520	+7110	+4520
净增率/%	+21.16	+12.99	+71.46	+933.33	-90.97	+215.45	+9.17

表 3 森林起源动态变化

Tab. 3 Dynamic changes of origin of forest

hm<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>

调查年度	天然					人工				
	总面积	总蓄积	林分面积	林分蓄积	竹林面积	总面积	总蓄积	林分面积	林分蓄积	竹林面积
2005	28107.4	1096710	24518.9	1094150	1.7	8502.9	138490	6539.4	136640	11.0
2015	26072.3	1182730	24240.3	1180750		12886.5	321100	9812.6	319690	33.1
变化值	-2035.1	86020	-278.6	86600	-1.7	4383.6	182610	3273.2	183050	22.1
净增率/%	-7.24	7.84	-1.14	7.91	-100.00	51.55	131.86	50.05	133.97	200.91

3.5 森林各龄组面积蓄积动态变化

除幼龄林面积减少外,各龄组面积蓄积均有所增加,中龄林、近熟林、成熟林和过熟林面积、蓄积增量和比例较大。各龄组面积比例从 2005 年的

40.60 :35.43 :19.46 :4.14 :0.38 演变到 2015 年的 36.20 :36.04 :21.19 :4.79 :1.78;蓄积比例从 15.42 :40.41 :33.90 :9.10 :1.17 演变到 12.88 :38.29 :34.25 :9.62 :4.96(表 4)。

表 4 森林各龄组面积蓄积动态变化

Tab. 4 Dynamic changes of areas and volume in different age groups

hm<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>

调查年度	幼龄林		中龄林		近熟林		成熟林		过熟林	
	面积	蓄积	面积	蓄积	面积	蓄积	面积	蓄积	面积	蓄积
2005	11954.7	190200	10431.7	498490	5729.6	418100	1218.2	112280	111.0	14370
2015	11486.2	192850	11434.3	573230	6723.9	512810	1519.3	143970	564.9	74190
变化值	-468.5	2650	1002.6	74740	994.3	94710	301.1	31690	453.9	59820
净增率/%	-3.92	1.39	9.61	14.99	17.35	22.65	24.72	28.22	408.92	416.28

4 森林资源动态变化原因分析

4.1 林地面积动态变化分析

间隔期间林地增加 1 350.5 hm<sup>2</sup>,净增 3.50%。其中:纯林、混交林面积分别增加 1.69% 和 72.24%,主要是因为“十一五”、“十二五”期间实施退耕还林、石漠化综合治理、陡坡地生态治理、国家造林补贴和道路绿化与义务植树等项目,使得林地面积增加。

乔木经济林面积增 572.6 hm<sup>2</sup>,灌木经济林面积减少 449.7 hm<sup>2</sup>,原因是上期将桃、李、柿等按灌木经济树种统计,本期又列入乔木经济树种统计。本期调查结果显示,经济林面积总体有所增加(增加 123.3 hm<sup>2</sup>)。

竹林面积增幅达 160.63%,但绝对数量增加不大。江川区竹林资源匮乏,上期基数较小,竹林面积实际增加不大。

疏林地面积减少 82.94%,主要是通过森林管

护,使疏林地郁闭度增加,变为有林地。

其他灌木林面积增加 8.01%,主要是从宜林地或无立木林地演替而来。

未成林造林地面积减少 56.22%,比上期减少 670.6 hm<sup>2</sup>,主要原因是造林地达到郁闭条件相应划入有林地或灌木林地。

无立木林地面积减少 49.27%,比上期减少 330.6 hm<sup>2</sup>,主要是通过造林或封育,成为灌木林或有林地。

#### 4.2 森林蓄积量动态变化分析

全区活立木总蓄积量为 1 558 340 m<sup>3</sup>,比 2005 年调查蓄积量 1 286 140 m<sup>3</sup> 增加 272 200 m<sup>3</sup>,增幅达 21.16%,年均净增 2.12%。其主要原因是:1) 通过加强森林管理,偷伐盗伐现象得到遏制,森林资源得到有效保护;2) 天然林商品性采伐逐渐减少;3) 实施两湖保护工程以来,人民群众对环境资源的保护意识逐渐增强,两湖面山森林群落得到较好恢复;4) 随着社会经济的快速发展,人民生活水平不断提高,农村电气化建设步伐加快,生活能源由单一渠道向多渠道发展,减少了烧材的消耗。

#### 4.3 森林起源动态变化分析

江川区不属于云南省天然林资源保护工程区,10 年来,部分天然商品林被采伐后更新为人工林,以桉树和其它经济林木等替代了原有天然林分;退耕还林、石漠化治理、国家补贴造林等项目也是以人工造林为主。所以,天然林总体有所减少,人工林面积、蓄积呈增加趋势。

### 5 结论

通过对江川区 2005 年和 2015 年调查数据进行分析,得出以下结论:

1) 10 年来江川区林地面积稳步上升。截至 2015 年,林地面积比上轮调查增加 1 350.5 hm<sup>2</sup>,增幅为 3.50%。森林面积增加 2 935.0 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率增加 3.12 个百分点,林地和森林面积均有所增加。

2) 活立木蓄积量大幅增长。2015 年全县活立木蓄积量达 1 558 340 m<sup>3</sup>,比 2005 年增加 21.16%。

3) 天然林面积减小,蓄积增加;人工林蓄积增加。人工林资源增加较多,天然林和人工林面积差距减小。

4) 幼、中林比例减小,近、成、过熟林比例增加。2005 年,幼龄林和中龄林总面积、总蓄积分别占

76.03%和 55.83%,近熟林、成熟林和过熟林总面积、总蓄积分别占 23.97%和 44.17%。2015 年,幼龄林和中龄林总面积、总蓄积分别占 72.24%和 51.17%,近熟林、成熟林和过熟林总面积、总蓄积分别占 27.76%和 48.83%。

## 6 森林资源可持续发展建议

### 6.1 加强森林资源保护

切实加强国家级公益林和省级公益林的管理工作。适时开展尚未纳入补偿的市、区级生态公益林森林生态效益补偿工作。把公益林的管护和生态效益补偿作为森林资源保护的重点。

加大防火宣传力度,群防群治。加强基础设施建设,增加森林防火的科技含量,建立起比较完善的预防体系和地方专业扑火队为主的科学指挥扑救体系,以提高全区预测预报和扑救森林火灾的水平。

建立健全林业有害生物防治的长效机制,使主要林业有害生物的发生范围和危害程度大幅度下降、扩散蔓延趋势得到较大缓解,逐步实现林业有害生物的可持续控制。

根据森林资源消耗量调查结果,江川区森林资源消耗以烧柴为主,农村生活烧柴所消耗的森林资源占全年森林资源消耗量的 29.29%,低价值消耗量较高。需进一步加大农村能源建设的力度,积极推广“节能改灶”、“以气代柴”、“以电代柴”、“以煤代柴”、发展太阳能等节能措施,继续稳步推进农村新能源建设。

### 6.2 推进非木质森林资源开发利用

通过非木质资源的开发利用,有效减少对农林资源的直接利用,从而有效保护森林资源持续发展。

以林地空间、森林资源和森林生态系统环境为依托,以科学技术为支撑,开展以林下种植、养殖为主要内容的复合型生产经营,并积极支持鼓励开展食用菌、林下食品、林下药材、林下香料、森林蔬菜等相关产品加工。

依托抚仙湖、星云湖旖旎的湖光山色,以及周边体现古滇国灿烂辉煌的青铜文化、渔(鱼)文化、古生物遗迹、文化古迹和风景名胜,建设集度假、康体休闲、运动体验为一体,各种消费层次齐全的森林公园、湿地公园、森林人家、水上人家、农家乐等休闲度假基地。

加大野生动物驯养繁殖许可准入,充分利用森林资源和林下空间,选择市场前景好、驯养繁殖技术

成熟、经济效益好的野生动物开展人工驯养繁殖,并重点扶持实验动物、药用动物、食用动物、观赏动物的驯养繁殖及产品开发加工。

### 6.3 抓好林业生态建设

结合抚仙湖、星云湖退田还湖工程,在退田还湖生态景观建设的基础上,延伸 30 m 至临湖面山,选择当地乡土树种,采用大规格种苗进行环湖生态景观绿化。

以高速公路、国省道、乡村公路、景区道路沿线两侧为绿化重点,选择当地乡土树种,建设多树种、多层次、多功能、多效益的绿色景观防护通道,种植绿化景观树。

坚持绿化造林和改善人居环境结合,让群众在绿化造林中受益,成为绿化造林的主体。大力开展以植树造林、绿化美化乡村和农家院落为主要内容的“千村万户”绿色美丽家园行动计划。对乡镇和坝区村所在地,按城市水平和标准进行高标准绿化美化。对半山区和山区村所在地,按照亲近自然模式,建设森林村,打造“村在林中、房在树中、路在林中、人在景中”的乡村森林生态景观。

继续实施珠江防护林建设工程,开展虫害木清理、疏林地补植补造、火烧迹地补植补造、退化防护林更新造林等。

通过树种更替、补植补造、林分抚育、采伐更新、嫁接复壮等形式,优化树种结构,改善林分质量,提高林地生产力,搞活商品林地经营,进一步发挥森林资源优势,提高森林生态和经济效益。

以良种建设和良种推广为重点启动林木种质资源保护,建立林木种苗科技创新体系、良种生产繁育推广体系、种苗质量监管体系、市场信息服务体系。

### 6.4 推进林业产业发展

江川区的立地条件适合核桃生长,要大力发展以核桃为主的木本油料基地建设,扩大核桃种植和提质增效面积。

发展以红梨、油桃、石榴等为主的温带水果,突出重点,借助“抚仙—星云湖旅游带”的区位优势,打造区域重点品牌。

积极开展景观植物的人工驯化、栽培和选育工

作。全面推进绿化苗木的基地化、良种化、标准化建设和产业化生产。逐步建成品种丰富、特色明显、质量优良、数量充足、价格平稳的绿化观赏苗木基地,使绿化观赏苗木产业成为江川重要的新兴特色产业,更好地为生态建设工程和城市建设服务。

### 6.5 加快森林资源培育,着力提升森林质量

坚持科学绿化、适地适树、封山育林、人工造林并举,积极推广使用良种壮苗,切实提高造林质量。及时完成采伐迹地、火烧迹地的更新造林;加大中幼龄抚育间伐和退化林分生态修复力度;针对导致林分质量下降的原因和后备资源培育的需要,在今后的森林经营中,应根据森林资源的特点,设计合理的森林资源培育利用方式,提升森林的质量和林地生产潜力,增加森林资源总量,提升森林质量。

### 参考文献:

- [1] 亢新刚. 森林资源经营管理 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [2] 熊奎山. 几种森林资源调查方法与实践 [M]. 兰州: 兰州科学技术出版社, 2002.
- [3] 王忠春. 林分级森林健康评价研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [4] 赵惠勋, 周晓峰, 王义弘, 等. 森林质量评价标准和评价指标 [J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(5): 58-61.
- [5] 周洁敏. 森林资源质量评价方法探讨 [J]. 中南林业调查规划, 2001, 20(2): 5-8.
- [6] 党普兴, 侯晓巍, 惠刚盈, 等. 区域森林资源质量综合评价指标体系和评价方法 [J]. 林业科学研究, 2008, 21(1): 84-90.
- [7] 马益斌, 范桑桑, 刘强, 等. 森林资源动态变化及分析——以海南省为例 [J]. 安徽农业科学, 2012(29): 14295-14299.
- [8] 戴思勇. 隆阳区森林资源动态变化分析及评价 [J]. 林业调查规划, 2017, 42(4): 95-99.
- [9] 丁福红. 宁洱县森林资源现状评价及可持续经营策略 [J]. 绿色科技, 2017(7): 199-202.
- [10] 邓桃. 孟连县森林资源现状评价及林业可持续发展建议 [J]. 绿色科技, 2017(9): 144-146.
- [11] 云南省林业调查规划院昆明分院. 云南省江川区森林资源规划设计调查报告 [R]. 2016.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.025

## 云南省野生动物人工繁育产业发展调查与评估

肖 军 范荣梅 刘 波

(云南森林自然中心,云南 昆明 650224)

**摘要:**结合云南省第二次陆生野生动物资源调查结果,对全省野生动物人工繁育产业发展情况进行实地调查,并按人工繁育目的和技术状况进行分类,从养殖规模、种源来源、养殖技术成熟度、产品市场规模与销售渠道、经济效益等方面分析产业发展现状和人工繁育物种现状,评估各物种养殖产业发展现状及前景,得出动物养殖技术成熟度结论,进而评估养殖单位的现状与发展前景。分析产业发展中存在的问题,提出转变观念,有序发展,增加投入,紧抓重点,促进国家重点保护动物人工繁育研究,设置产业准入门槛,加强人工繁育产业监管等建议。

**关键词:**人工繁育;野生动物;产业发展;抽样调查;技术成熟度;产业评估;云南省

中图分类号:S864;F416.88 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0130-09

### Investigation and Evaluation of Artificial Breeding Industry of Wild Animals in Yunnan Province

XIAO Jun, FANG Rongmei, LIU Bo

(Yunnan Forest Nature Center, Kunming 650224, China)

**Abstract:** Based on the results of the second terrestrial wildlife resource survey in Yunnan Province, the wild animal breeding industry in the Yunnan was surveyed and classified according to the purpose of artificial breeding and the technical condition. From the scale of cultivation, the source of provenance, the maturity of farming technology, product market size, sales channels and economic benefits, this paper analyzed the status of the industry development and artificial breeding species, and assessed the status and prospects of various species cultivation industry to make animal breeding maturity conclusions and evaluate the status and prospects of breeding units. According to analyzing the problems in the industry development, this paper suggested to change concept, develop orderly, increase investment, focus the key point, promote key protected animal artificial breeding research, set the industrial access threshold and strengthen supervision.

**Key words:** artificial breeding; wild animal; industry development; sample survey; maturity conclusions; industry evaluation; Yunnan Province

#### 1 目的和意义

云南地处我国西南边陲,总面积 39.4 万 km<sup>2</sup>,

与老挝、越南、缅甸 3 国相邻,地形地貌复杂,气候多样,资源丰富,其中,野生动物种类数量冠居全国。省内分布有脊椎动物 2 242 种,占全国的 51.4%;被

收稿日期:2017-10-19.

作者简介:肖 军(1967-),男,云南昆明人,工程师.主要从事野生动物收容救护及疫源疫病监测工作.

通信作者:范荣梅(1973-),女,助理工程师.主要从事森林资源保护工作. Email:1677256745@qq.com

列入国家重点保护野生动物名录的 335 种物种中,分布有一级 45 种,二级 154 种,是当之无愧的“动物王国”。

丰富的野生动物资源,面向东南亚和南亚的特殊地理位置,以及较强的动植物科学技术力量,使云南省有理由加大人工繁育野生动物产业的发展力度,其被列入云南省八大林业产业之一,并得到政府的大力支持。云南省山区半山区的特点适合发展养殖业,创造就业岗位,解决部分农村剩余劳力,增加从业人员收入,促进当地财政增收。

人工养殖野生动物某种程度上缓解了部分物种的野外生存压力,通过人工繁育,扩大野生动物的种群数量已被证明是一种行之有效的措施,对野生种群的恢复和发展起到关键作用。但不科学的养殖,特别是养殖种群依赖野外获得的,加剧了物种的野外生存压力,或导致物种消亡<sup>[1]</sup>。

遵循修订后的《中华人民共和国野生动物保护法》的精神,支持那些不再依赖野外种源、养殖技术成熟、市场前景良好的养殖产业,限制那些依靠或部分依靠野外种源的养殖产业,甚至关停取缔部分对野外种群造成危害、威胁生态安全、被社会广为诟病的养殖产业成为云南省林业主管部门当前一项重要工作。为了实现这一目标,通过对全省人工繁育野生动物产业现状进行调查,对数据进行分析,对养殖产业进行评估:1) 评估各物种养殖产业的发展现状及前景,得出动物养殖成熟度结论,即养殖成熟种类、发展中种类、不成熟种类等;2) 评估养殖单位的现状与发展前景;3) 对全省人工繁育产业给出规范管理和发展的意见建议。

## 2 方法与步骤

### 2.1 资料收集整理

1) 收集整理云南省第二次陆生野生动物资源调查(以下简称“二调”)各州市人工繁育产业资料,需要补充部分由云南省林业厅发文进一步补充收集。

2) 收集整理国内野生动物人工繁育相关法律法规、技术标准及养殖信息等相关资料。

### 2.2 人工繁育产业类型分类

依据养殖繁育目的或技术成熟度的不同,将人工繁育产业划分为保护型、观赏型、驯养试验型、生产经营型<sup>[1][26]</sup>。

1) 保护型:通过提供人工合适环境,以迁地保护为主要目的进行野生动物繁育活动的单位。使从

野外救护的野生动物能够顺利繁殖,扩大种群或对其进行以扩大野外种群为目的的繁育研究,包括科研、收容救护等性质的人工繁育产业。

2) 观赏型:人为提供合适的生活环境,满足人们对野生动物观赏及了解需求为目的的人工繁育单位类型。

3) 驯养试验型:以把原来生活在野外的野生动物,驯化成为能在人工环境下顺利地完成生长、发育、繁殖的生物学周期为目的;具有养殖范围较小、饲养技术不完善、人工繁育技术不成熟或不完全成熟、产业面窄、产业链不完整、短期内不具有推广可能性、种源来自野外或部分来自野外等特点。

4) 生产经营型:指人工繁育对象驯化比较完全,在人工环境下能够顺利地完成生长、发育、繁殖的生物学周期,甚至于遗传性状上可能有别于野外种群,可以稳定地提供某种产品的养殖业;具有养殖规模较大、产品产量和质量具有不断提升的潜力,技术上和管理流程上形成行业特色,且有配套产业,能产生经济效益,种源不再来自野外等特点。

### 2.3 资料统计分析

1) 根据“二调”数据、补充调查资料,制定云南省人工繁育物种信息名录。

2) 统计野生动物人工繁育产业相关数据,进行分析,得出结论。

### 2.4 实地抽样调查与核实

#### 1) 实地抽样原则

选择一定数量、不同类型的养殖物种或养殖单位,优先选择饲养有代表性、特殊性、争议性物种的单位,特别是对有一定规模养殖某物种的单位进行详细数据采集。如有必要,同一类型选择 2 家以上进行调查核实。

#### 2) 实地抽样调查核实内容

调查通过问询、交流、核查、填写调查问卷等方式进行。调查内容包括:企业信息,驯养繁殖许可证信息,野生动物产品经营许可证信息,饲养物种信息,种源来源信息,场地、设施、设备信息,技术力量信息,饲养技术、死亡率、疾病防控能力,繁殖种群、年繁殖状况、数量信息,产品形态、产量、销售方式、渠道,经济效益等。

### 2.5 评估方法

#### 2.5.1 保护型养殖评估方法

从单位性质、饲养繁育目的、日常工作状况等方面进行综合评估。

### 2.5.2 观赏型养殖评估方法

从展示种类、数量、饲养技术、展示场地、笼舍、疾病防控与治疗、游客数量、经济效益、社会效益等方面进行综合评估。

### 2.5.3 驯养试验型、生产经营型养殖评估方法

这 2 个类型的养殖规模、种源来源、养殖技术成熟度、产品的市场规模与状态、经济效益等方面比较复杂,需从 5 个方面分别对其进行流程式评估:

#### 1) 养殖规模

①调查物种养殖总数;②调查该物种养殖单位总数;③调查养殖最多或较多的企业养殖数量,进而综合判断该物种的养殖成熟度。

#### 2) 种源来源

①全部源自野外:对以科学研究为目的的,根据相关法律条款内容,评估结果为鼓励发展或保持现状;对以生产产品为目的的,评估结果为建议关停。

②部分源自野外:根据对野外依赖程度、养殖技术成熟度、养殖目的等,评估结果为保持现状或限制发展。

③从养殖单位引种:经核实为引进单位自繁的,继续下一步的评估。

#### 3) 养殖技术成熟度

以下 3 方面都合格的物种进入下一步评估,若有某一方面不合格,评估结果为限制发展。

①硬件:场地、设施、设备、技术人员;

②饲养技术:饲料、饲喂技术、疾病防控、死亡

率、废物处理;

③繁育技术:种群建设、繁殖率、繁育数量、繁育计划、保育技术。

#### 4) 产品市场规模与销售渠道

对产品形态、用途、数量进行统计,调查市场规模与状态,对产品有销售市场,有加工、销售渠道的物种进行进一步评估;对无市场,无加工、销售渠道或渠道不明的物种,评估结果为限制发展。

#### 5) 经济效益

通过市场调查、实地核实,计算养植物种利润,对有良好经济效益的物种,建议鼓励发展;对效益不理想、不明或存在明显不正常现象的(如炒种、套取野生资源等),建议审慎发展。

## 3 调查结果

### 3.1 企业数量

截至 2017 年 6 月,全省批准养殖野生动物企业共 1 969 家;取得《野生动物经营许可证》的企业有 1 769 家,各州市皆有分布。

### 3.2 投资规模

截至 2017 年 6 月,全省人工繁育野生动物产业固定资产投资总额约 28 亿元人民币,总占地面积约 15 万  $hm^2$ ,就业人员 9 200 余人,其中有初职以上技术人员 2 500 余人。各固定资产投资额与企业数量见表 1 所示。

表 1 固定资产投资额与企业数量

Tab. 1 Fixed investments and enterprise quantity

固定资产/万元	>10000	5000~10000	1000~<5000	500~<1000	200~<500	100~<200	50~<100	20~<50	<20
企业数量/家	9	5	29	48	114	133	233	441	980

## 3.3 养殖目的

### 3.3.1 观赏型

全省有 18 家企业进行这方面的野生动物相关利用活动(表 2),其中,位于昆明市的云南野生动物园有限公司和昆明动物园从事观赏展出,规模全省最大,具有行业代表性。

### 3.3.2 保护型

全省有 5 家事业单位从事这方面的工作,分别是中科院昆明动物研究所、云南省野生动物收容拯救中心及昆明市、德宏州、普洱市 5 家野生动物收容拯救中心(表 3)。

表 2 观赏型企业分布

Tab. 2 Distribution of enterprises for ornamental value

地区	昆明	曲靖	普洱	版纳	文山	保山	玉溪	红河	临沧	大理
数量/家	3	2	2	3	2	1	1	1	1	2



表 3 保护型单位分布

Tab. 3 Distribution of units for conservation value

地区	昆明	德宏	普洱
数量/家	3	1	1

表 4 实验动物养殖繁育单位分布

Tab. 4 Distribution of units for experimental animal

breeding					
地区	昆明	玉溪	丽江	临沧	西双版纳
数量/家	3	1	1	1	2

### 3.3.3 驯养试验型

全省有 8 家从事实验动物人工繁育的企业,主要繁育非人灵长类动物(表 4)。

全省有 36 家进行国家 I、II 重点保护野生动物(不含梅花鹿、马鹿)驯化、饲养。(表 5)

表 5 国家重点保护野生动物饲养单位分布

Tab. 5 Distribution of units for feeding national priority protective wild animals

地区	昆明	德宏	红河	曲靖	版纳	迪庆	大理	昭通	保山	普洱	怒江	丽江	楚雄
数量/家	7	5	4	3	4	3	1	1	2	2	1	2	1

### 3.3.4 生产经营型

绝大部分企业以此目的为主,占比达 97% 以上,全省各州市皆有企业分布。

## 3.4 养殖繁育物种

### 3.4.1 观赏型

本类型企业全省养殖繁育展出野生动物数量 6 000 头(只)。就物种而言,地处昆明市的 2 家动物园涵盖了全省其余 16 家企业的所有种类。昆明动物园饲养动物 173 种,云南野生动物园饲养 85 种,2 家养殖数量达 5 107 头(只)。养殖物种中,兽类涉及 8 目 22 科 60 种,其中国家一级保护动物 17 种,国家二级保护动物 13 种,“三有”保护动物 7 种,外来物种 23 种;鸟类共 13 目 22 科 120 种,其中国家一级保护动物 5 种,国家二级保护动物 21 种,外来物种 19 种,“三有”和非保护物种 75 种;两爬类共 3 目 8 科 10 种,其中国家一级保护动物 1 种,二级保护动物 1 种,“三有”保护动物 5 种,外来物种 3 种。

### 3.4.2 保护型

昆明动物研究所多年致力于滇金丝猴(*Rhinopithecus bieti*)的繁育研究,截至 2016 年 5 月存栏滇金丝猴 19 只,其中成年雄性 5 只,成年雌性 6 只,亚成体 6 只,幼体 2 只。

截至 2016 年底,云南省内 4 家野生动物收容救护中心收容养殖 100 余种 1 700 多头(只)陆生野生动物。其中,云南野生动物收容拯救中心存栏 96 种陆生野生动物共 976 只,昆明市濒危动植物拯救中心存栏 13 种陆生野生动物共 496 只,德宏野生动物收容拯救中心有 15 种 639 头(只),普洱野生动物

收容拯救中心有 18 种 83 头(只)。

### 3.4.3 驯养试验型

#### 1) 实验动物养殖繁育

全省 8 家企业共养殖猕猴(*Macaca mulatta*) 7 400 只,食蟹猴(*Macaca fascicularis*) 16 340 只,平顶猴(*Macaca leonina*) 675 只。其中:云南英茂生物科技有限公司、中国医学科学院医学生物学研究所、中国科学院昆明动物研究所、昆明亚灵生物科技有限公司 4 家养殖数量占总数 90% 以上。中国医学科学院医学生物学研究所、中国科学院昆明动物研究所养殖繁育树鼩(*Tupaia belangeri*) 4 455 只<sup>[11]</sup>。

#### 2) 驯化养殖繁育

驯化类型的物种超过 30 种,包括国家重点保护野生动物、CITES 附录 I、II 野生动物或国家保护野生动物驯化或试验养殖(表 6、表 7)<sup>[12-24]</sup>。

### 3.4.4 生产经营型

生产经营型人工繁育的目的是生产野生动物产品或利用养殖物种,包括兽类、鸟类、爬行类、两栖类<sup>[2-9]</sup>和节肢动物<sup>[25]</sup>。

## 4 调查评估结论

### 4.1 人工繁育产业发展现状

云南省野生动物养殖繁育单位从 2000 年的 81 家发展到 2017 年上半年的 1 969 家<sup>[10]</sup>,17 年时间总数翻了 22 倍,企业分布全省各州(市),投资规模达 28 亿元人民币,创造了近万个就业岗位。被用于人工繁育的野生动物物种超过 100 个,涉及科研、保

**表 6 国家重点保护陆生野生动物驯化养殖情况**  
**Tab. 6 Domestication of national priority protective terrestrial animals**

物种名称	饲养目的	养殖单位数量/家	养殖数量/头(只)	最大养殖数量/头(只)	平均养殖数量/头(只)
黑熊	获取衍生物	8	2166	1015	270
棕熊	目的不明	1	13	13	13
马来熊	目的不明	1	2	2	2
小灵猫	获取衍生物	2	84	60	42
水鹿	药用	3	106	89	35
林麝	药用	2	198	138	99
斑羚	目的不明	1	15	15	15
犀牛	驯化试验	1	110	110	110
长颈鹿	展出	1	2	2	2
斑马	展出	1	6	6	6
穿山甲	食用、药用	2	401	213	200
红腹锦鸡	活体观赏、标本	2	1100	600	550
白腹锦鸡	活体观赏、标本	5	545	200	109
白鹇	活体观赏、标本观赏、表演观赏、食用	1	86	86	86
原鸡	食用	5	3628	2800	725
白马鸡	观赏	3	329	307	102
鸚形目	观赏	4	296	200	74
大天鹅	观赏	1	3	3	3
大壁虎	药用	1	700	700	700
隼形目	生产	1	5	5	5

**表 7 国家保护陆生野生动物驯化养殖情况**  
**Tab. 7 Domestication of national priority protective terrestrial animals**

物种名称	饲养目的	养殖单位数量/家	养殖数量/头(只)	最大养殖数量/头(只)	平均养殖数量/头(只)
椰子狸	食用、观赏、生产	2	60	40	30
小鹿	食用	28	1336	340	47
赤麂	食用	14	600	180	51
狍子	食用	2	66	41	33
平胸龟	食用、药用	5	2200	1150	438
亚达伯拉象龟	观赏	1	3	3	3
苏卡达陆龟	观赏	1	3	3	3

的景象,这与以往的政策扶持是分不开的。

但繁荣景象的背后存在的问题也比较多,体现在:1)投资零散,投资规模差别较大。大规模投资集中于实验动物、观赏展演、衍生物制药 3 个行业。投资规模小于 50 万元人民币的中、小企业数量占养殖单位总数量的 2/3 以上,其中投资小于 20 万元人民币的小型企业数量占 3/4。2)从事恢复野生动物野外种群数量的养殖单位或企业数量少,恢复性养植物种少,与云南野生动物资源大省的地位不相符,全省占比高达 97% 的养殖单位以生产利用为目的(表 8~表 14)。3)虽然被利用养殖的物种种类品种繁多,但养殖不成规模,养殖目的不明(表 6,表 7)。有 30 多种国家重点保护野生动物和近 60 种国家保护野生动物被用于利用性质的养殖,但养殖物种数量都不多,资源利用率低、浪费大,部分物种的养殖利用与新实施的《中华人民共和国野生动物保护法》内容相违背。4)盲目养殖,企业在养殖技术、条件、市场状况都不清的情况下,跟风养殖,导致损失。

**表 8 生产经营兽类养殖情况**

**Tab. 8 Commercial breeding of mammals**

物种名称	饲养目的	养殖单位数量/家	养殖数量/只	最大养殖数量/只	平均养殖数量/只
果子狸	食用、观赏、生产	33	2533	420	76
狐	食用、衍生物利用	1	40	40	40
野猪	食用	257	62350	5684	250
梅花鹿	食用、药用	80	11172	1900	143
马鹿	食用、药用	3	73	50	24
大竹鼠、银星竹鼠、中华竹鼠	食用	581	245000	12000	438
豪猪	食用	440	86500	5000	200
野兔	食用	11	7100	5000	645

#### 4.2 评估结论

评估结论见云南省人工繁育野生动物产业评估结果(表 15)。

### 5 存在的问题

#### 5.1 投资、人才集中,大部分产业投资规模小,发展有局限性

云南省人工繁育产业投资主要集中在实验动

物、观赏、实验、驯化、生产等多个领域,呈现出繁荣

表 9 生产经营两栖类养殖情况

Tab. 9 Commercial breeding of amphibians

物种名称	饲养目的	养殖单位数量/家	养殖数量/只	最大养殖数量/只	平均养殖数量/只
双团棘胸蛙	食用	62	2630000	1500000	46000
中华大蟾蜍、黑眶蟾蜍	药用	6	6000	6000	1000

表 10 生产经营鸟类养殖情况

Tab. 10 Commercial breeding of birds

物种名称	饲养目的	养殖单位数量/家	养殖数量/只	最大养殖数量/只	平均养殖数量/只
雉鸡	食用、观赏	260	390000	100000	1527
蓝孔雀	食用、观赏	80	81560	5000	1020
石鸡	食用、观赏	11	12494	10000	1135
珍珠鸡	食用、观赏	3	101	58	33
灰斑鸠、珠颈斑鸠	食用	5	100	40	20
黑水鸡	食用	1	100	100	100
鹇鹑	观赏	5	188	70	37
鸵鸟	食用、观赏	32	4900	1200	140
灰雁	食用、观赏	11	9315	4000	846
鸿雁	食用、观赏	10	1625	800	162
绿头鸭	食用、观赏	9	5895	800	655
斑嘴鸭	食用、观赏	1	420	420	420
赤麻鸭	食用、观赏	1	350	350	350

物、观赏展演、制药 3 个方面,此外,人才也主要集中在在这 3 个产业。占全产业 2/3 的企事业单位投资规模小于 50 万元人民币,而其中大部分小于 20 万元人民币,人才匮乏,显示产业发展有局限性。

5.2 保护性繁育物种太少,利用物种太多,且数量少,规模零散

近百种野生动物被用于人工繁育,包含有 30 多种国家重点保护和 60 多种国家保护野生动物。然而,被用于以恢复野生动物种群为主要目的的保护性养殖物种太少。所有养殖物种中,成规模、形成生产能力的少之又少,驯化养殖物种占比高,资源浪费大,利用率低。

5.3 部分物种人工繁育目的不明,甚至与现行法规相冲突

部分国家重点保护野生动物人工繁育目的不

表 11 生产经营蛇类养殖情况

Tab. 11 Commercial breeding of serpent

物种名称	饲养目的	养殖单位数量/家	养殖数量/条	最大养殖数量/条	平均养殖数量/条
尖吻蝮	药用	1	370	370	370
王锦蛇	食用	10	15000	3000	1500
黑眉锦蛇	食用	4	730	300	182
圆斑蝮蛇	食用	3	19850	18300	6600
滑鼠蛇	食用	20	59000	31600	3100
乌梢蛇	药用	1	3000	3000	3000
棕黑锦蛇	药用	1	1500	1500	1500
赤链蛇	药用	1	1500	1500	1500
眼镜蛇	食用	7	25400	8000	3640
白花锦蛇	食用、观赏	1	20	20	20
白条锦蛇	食用、观赏	1	20	20	20
灰鼠蛇	食用、观赏	1	20	20	20
眼镜王蛇	食用	1	7000	7000	7000

表 12 生产经营蜥蜴类养殖情况

Tab. 12 Commercial breeding of saurian

物种名称	饲养目的	养殖单位数量/家	养殖数量/只	最大养殖数量/只	平均养殖数量/只
脆蛇蜥	药用	2	1500	1200	750

表 13 生产经营鳄类养殖情况

Tab. 13 Commercial breeding of crocodile

物种名称	饲养目的	养殖单位数量/家	养殖数量/只	最大养殖数量/只	平均养殖数量/只
暹罗鳄	食用、衍生物利用	3	3058	3058	1020

表 14 生产经营节肢动物养殖情况

Tab. 14 Commercial breeding of arthropod

物种名称	饲养目的	养殖单位数量/家	养殖数量/只	最大养殖数量/只	平均养殖数量/只
昆虫纲鳞翅目	观赏	9	2000000	1600000	200000
蛛形纲蝎目蝎子	药用	3	330000	200000	110000
唇足纲蜈蚣目蜈蚣	药用	3	330000	200000	110000

明,有被食用的嫌疑,如斑羚、红腹锦鸡、白腹锦鸡、



表 15 云南省人工繁育野生动物产业评估结果  
Tab. 15 Evaluation results of wild animal industries in Yunnan province

人工繁育 产业名称	种源来源			技术成熟度			经济或社会效益			评估结果
	野生	部分野生	人工繁育	成熟	发展中	不成熟	有效益	不理想	不明	
观赏展演	√	√	√	√	√	√	√			保持现状
科研保护	√				√	√	√			保持现状
实验动物		√		√			√			保持现状
黑熊			√	√			√		√	保持现状
小灵猫		√			√				√	限制发展
椰子狸		√			√				√	限制发展
水鹿			√	√				√		保持现状
林麝			√		√			√		限制发展
斑羚		√			√				√	限制发展
白犀牛			√		√				√	保持现状
穿山甲	√					√		√		建议关停
鹿、狍		√			√			√		限制发展
红腹锦鸡			√	√					√	审慎发展
白腹锦鸡		√			√				√	限制发展
白鹇		√		√					√	限制发展
原鸡			√	√			√			鼓励发展
白马鸡		√			√				√	限制发展
大壁虎		√			√			√		限制发展
进口鹦鹉			√	√					√	审慎发展
猛禽	√					√			√	建议关停
大天鹅			√	√					√	审慎发展
观赏鸟		√				√		√		限制发展
平胸龟		√			√				√	限制发展
雉鸡			√	√			√			鼓励发展
蓝孔雀			√	√				√		审慎发展
石鸡			√	√			√			鼓励发展
斑鸠		√		√				√		审慎发展
黑水鸡		√		√				√		审慎发展
鸵鸟			√	√			√			鼓励发展
鸚鵡			√	√					√	审慎发展
雁鸭类			√	√			√			鼓励发展
蝶类		√			√			√		限制发展
蝎子蜈蚣			√	√				√		审慎发展
蛇类		√			√			√		限制发展
脆蛇蜥		√			√				√	限制发展
暹罗鳄			√	√					√	审慎发展
双团棘胸蛙		√		√				√		审慎发展
蟾蜍		√		√				√		审慎发展
竹鼠			√	√				√		审慎发展
豪猪			√	√				√		审慎发展

续表 15

人工繁育 产业名称	种源来源			技术成熟度			经济或社会效益			评估结果
	野生	部分野生	人工繁育	成熟	发展中	不成熟	有效益	不理想	不明	
野猪			√	√			√			鼓励发展
梅花鹿马鹿			√	√			√			鼓励发展
果子狸			√	√			√			鼓励发展
野兔		√		√			√			审慎发展
狐			√	√					√	审慎发展
豚鼠			√	√					√	审慎发展

白鹇、大壁虎等,与现行法律不符;部分国家保护动物种源来源涉嫌野生种群,却被用于食用,如麂、平胸龟等,也与现行法律不符。

#### 5.4 炒种风气依然存在,危害养殖户和养殖产业

调查到部分物种市场较小,养殖数量与养殖单位数量却较大,如蛇、竹鼠等。以前炒种严重的物种如鸵鸟、蓝孔雀等,养殖单位数量与养殖数量有所下降。炒种风气导致养殖户盲目养殖,严重损害养殖户利益,危害人工繁育产业健康发展。

#### 5.5 放养有利于改善动物生活环境,但存在巨大监管漏洞

毋庸置疑,放养改善了被养殖动物的生活环境,提高了养殖效益和动物福利。但放养加大了监管难度,产生巨大漏洞。主要体现在养殖状况难以监管,数量难以统计。这为少数养殖户提供了“钻空子”的机会,如穿山甲、斑羚的养殖等。有的养殖户用放养中无法统计数量逃避监管,有的夸大报告人工繁育数量,存在套取不明来源(主要是野生种群)动物个体嫌疑。

#### 5.6 生产性质人工繁育产业产品深加工缺乏,效益较低

部分生产经营型产业产品深加工能力不足,只能赚取较少资源性利润,利润较低,如鸵鸟产品加工要送至省外甚至国外。

#### 5.7 部分物种人工繁育成本高于市场价格,有套取野生资源嫌疑

部分物种人工繁育技术成熟或基本成熟,但养殖成本高,不合算养殖,但依然在进行养殖,有套取捕捉野生资源获利嫌疑,如斑鸠、观赏鸟、棘胸蛙等。

#### 5.8 产品进入市场条件多,市场化依然任重道远

虽然野生动物产品标识管理在不断完善和运行中,然而,野生动物产品要完全进入市场还需多方面

协调,如卫生检验检疫、食品安全监管等。

#### 5.9 部分管理部门管理粗放,监管不到位

体现在监管企业数量不清,养殖具体物种、数量不清,养殖现况不清等多个方面。有的审批过程不严谨,越级审批;有的未能确定物种导致错批;有的名称含糊笼统,不知具体养的是什么;特别要说的是,人工繁育产业行政许可与人工繁育产业管理政策相矛盾,也就是“你先养,回头我们再来看看能不能养”,此项管理弊病颇大。

另外,人工繁育场所野生动物疫源疫病监测工作是疫源疫病监测的一项重要内容,目前各地皆未重视。调查中甚至发现在候鸟迁徙的重要鸟区建有候鸟养殖场,此方面需加强监管。

## 6 建议

### 6.1 转变观念,有序发展

新修订的《中华人民共和国野生动物保护法》弱化了对野生动物资源利用的条款,明确对野生动物经营利用与人工繁育进行了规定与约束。管理部门应依据新的法律法规,调整并加强管理方法和监管方式,对人工繁育产业进行引导、调整,使之在符合国家生态发展战略的前提下有序发展。

### 6.2 增加投入,紧抓重点,促进国家重点保护动物人工繁育研究

云南省作为野生动物资源大省,野生动物物种丰富是显著特点,但数量不多。全省人工繁育产业中属于野生动物保护性繁育的单位和物种并不多。许多物种,特别是云南省特有的如绿孔雀、滇金丝猴、亚洲象、印度野牛等,应加强栖息地建设辅以人工繁育;另一些物种,如穿山甲,应积极介入加强人工繁育研究和物种保护区建设;还有一些物种,如斑羚、白马鸡、大壁虎等,需加强监管和引导,实现完整的人工繁育后再行利用。

### 6.3 设置产业准入门槛,减少急功近利杀鸡取卵式的养殖利用

部分产业应设置准入门槛。首先设置一个物种最低准入养殖种源数量或最低保有量,最低数量有利于引导产业实现种群建设,只有建设起一定数量的、稳定的繁育种群,繁育物种才能实现正常利用,从而杜绝炒种、倒卖等杀鸡取卵式的利用,野生资源也才能有保障,人工繁育产业也才能有效地起到保护野生动物,增加野生种群数量的作用。如麂属,从全省调查来看,人工繁育企业数量并不算少,然而平均养殖数量却很低。实地调查中发现,企业饲养数量远比“二调”数据要低,养殖总数大于 50 头的很少,大部分在 10 头以下,这样的产业难以发展,甚至存在套取野生资源的可能。其次,研究制定审批条件,严格执行审批条件,如制定从事人工繁育某物种,除检查场地、设施、技术等条件外,应提供引种合同,对养殖物种种类、数量、来源等内容进行核实,无误后方可准入。

### 6.4 加强多方交流协调,促进部分产业产品实现深加工

应建设信息交流平台,加强与产业协会间相互交流,加强与农业、卫生检验检疫、工商等部门的协调,使部分符合条件的野生动物产品进入市场,并通过产品深加工提升附加值。

### 6.5 不断提升管理能力,加强人工繁育产业监管

管理部门应不断提升自身管理能力,制定措施,加强监管,防范少数企业利用监管漏洞获取野生动物资源。发展的同时要引导、加强企业的社会责任感。要让每个从业者明白人工繁育野生动物产业是为了保护动物,保护动物是为了合理地利用动物,只有保护好了动物才可以利用动物。明白了其中的辩证关系,才会产生社会责任感,而这份社会责任感是每个从业人员应该建立起来的。

### 参考文献:

- [1] 国家林业局野生动植物保护与自然保护区管理司. 中国野生动物保护管理法律法规和文件汇编[G]. 2014.
- [2] 刘军,唐朝晖. 我国竹鼠养殖现状与发展对策[J]. 湖南省环境生物职业技术学院学报,2011,17(2):1-5.
- [3] 李伟,朱开明. 豪猪饲养研究现状与发展前景[J]. 经济动物学报,2010,14(4):232-234.
- [4] 张秀萍,王春艳. 长白山特种野猪养殖产业的SWOT分析[J]. 南方农业,2014,8(36):170-171.
- [5] 高利. 我国养鹿业存在的问题及发展出路[J]. 特种经济动植物,2008(7):5-7.
- [6] 周起东. 养狗市场前景与引种狗应注意的问题[J]. 黑龙江动物繁殖,2003,11(1):39.
- [7] 李凤珍,刘明. 小鹿的人工饲养[J]. 广西畜牧兽医,2000,16(4):20-21.
- [8] 王海京. 龟野生种群现状调查[J]. 野生动物,2010,31(2):110-112.
- [9] 陈金印,张华安,丁志山. 我国蛇类养殖业发展的现状与思考[J]. 蛇志,2011,23(2):117-121.
- [10] 华朝朗,杨东,杨国伟,等. 云南省野生动物驯养繁殖产业现状与发展对策[J]. 安徽农业科学,2013,41(16):7182-7184.
- [11] 马广鹏. 我国非人灵长类实验动物产业发展现状、问题及对策[J]. 调研,2013(6):74-75.
- [12] 范志勇. 养熊业的问题分析及思考[J]. 天津农业科技,2006,189(1):4-10.
- [13] 李林海,黄祥云,刘刚,等. 我国麝养殖种群现状及其养殖业发展的分析[J]. 四川动物,2012,31(3):494-2-495.
- [14] 张月云,李晓玲,黄勇,等. 蛤蚧人工养殖技术研究进展[J]. 中药材,35(8):1350-1353.
- [15] 胡诗佳,彭建军,于冬梅,等. 中国穿山甲的研究及保护现状[J]. 四川动物,2010,29(4):673-679.
- [16] 吴诗宝,王应祥,冯庆. 中国兽类一新记录—爪哇穿山甲[J]. 动物分类学报,2005,30(2):039.
- [17] 程抱林,吴兴兵. 斑羚的驯化、饲养与繁殖[J]. 特种养殖,2003(2):26-27.
- [18] 钟福生. 小灵猫的资源、开发利用现状与分布[J]. 湖南环境生物职业技术学院学报,2001,7(2):24-26.
- [19] 王小明,盛和林. 中国水鹿现状[J]. 野生动物,1995(3):7-12.
- [20] 张国贤,曹天海. 人工饲养条件下非洲白犀牛的饲养与繁殖[J]. 野生动物,2010,31(5):240-242.
- [21] 提布. 白马鸡人工驯养初步研究[J]. 林业调查规划,2015,40(2):126-129.
- [22] 胡日查,满初日嘎,赵建国,等. 红色原鸡及其研究进展[J]. 中国家禽,2010,32(1):45-48.
- [23] 田娟,张蓬莱,王国华. 贵阳花鸟市场野生动物鸟类贩卖情况调查及保护建议[J]. 贵州林业科技,2015(2):38-42.
- [24] 李顺才,徐兴有,张坤,等. 我国鹦鹉资源及其市场开发[J]. 中国家禽,2004,26(21):51-53.
- [25] 蒲正宇,史军义,姚俊,等. 中国蝴蝶养殖业的发展、现状及其效益分析[J]. 山东林业科技,2014,44(6):104-107.
- [26] 杨淑慧. 中国野生动物养殖业可持续发展策略研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2008.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.026

## 保山市中药材产业发展现状及建议

赵菊润

(龙陵县石斛研究所,云南 龙陵 678300)

**摘要:**介绍保山市中药材品种、分布、面积、产量、产值以及各县区中药材企业等概况。阐述其产业发展优势,如拥有知名度较高的中药材品种(石斛等),中药材种植有一定规模,自然生态优越,具有一定的产业发展基础和种植研究能力等。对投入不足,基础条件差,中药材产业总体发展规模小,产业链延伸不够,市场销售及信息交流渠道不畅,野生资源开发过度等中药产业当前存在的问题进行分析。藉此,提出科学规划,合理布局,加快中药市场信息服务网络建设,培植本土企业,形成中药材产业链等建议。

**关键词:**中药材;产业发展优势;市场需求;产业链;保山市

中图分类号:S759.8;R281.4 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2018)01-0139-05

## Development Status and Suggestions of Chinese Medicinal Materials Industry in Baoshan City

ZHAO Jurun

(Dendrodium Research Institute, Longling, Yunnan 678300, China)

**Abstract:** This paper introduced the species, distribution, area, yield and output value of Chinese medicinal materials and the development status of related enterprises in Baoshan City. The development advantages of the industry were illustrated, such as high-profile varieties (*Dendrobium nobile*, etc.), certain planting scale, superior natural ecology, industrial development foundation and research ability. According to the analysis of problems existing in the Chinese medicinal materials industry including inadequate investment, poor basic condition, small industry scale, insufficient industry chain extension, impeded market sales and information communication channel, and excessive exploitation of wild resources, this paper suggested to make scientific planning, build rational layout, speed up the construction of information service network, support local enterprises, and form industry chain of Chinese medicinal materials.

**Key words:** Chinese medicinal materials; development advantages of the industry; market demand; industry chain; Baoshan City

2016 年新春伊始,习近平总书记发表了“中医药是中华民族的瑰宝”的重要论述,紧接着国务院常务会议提出“确定进一步促进中医药发展措施,发挥传统医学优势造福人民”,拉开了 2016 中医药

产业发展政策年的序幕。《中医药发展战略规划纲要(2016-2030)》《中医药发展“十三五”规划》《国务院中医药工作部际联系制度》《中国中医药法》(草案)的再审,加上去年发布的《中医药健康服务

收稿日期:2017-09-27;修回日期:2017-12-04.

作者简介:赵菊润(1977-),女,云南龙陵人,高级工程师。从事中药材栽培及产业发展研究。Email:zjr9296@126.com

发展规划(2015-2020年)》,众多中医药政策的出台,使我国传统医学发展进入新的阶段。保山市人工种植中药材历史悠久,规模逐年增加,目前中药材产业已经成为保山市脱贫攻坚的朝阳产业。

## 1 中药材产业发展现状

### 1.1 保山市中药材资源情况

据《高黎贡山药用植物名录》介绍,全市可供药用的植物 1 298 种,其中药用价值较高的共计 169 科 430 种,包括传统中药材、民间民族药材、引种栽培药材、新药源植物等几类,药用植物资源丰富,分布面积较广,蕴藏量较大。保山市发展和改革委员会委托云南中医学院中药学院牵头组织省、市有关部门专家开展了保山市中药产业 2020 年中长期规划研究。全市中药资源有茯苓、云南黄连、半夏、珠子参、天麻、吴茱萸、贝母、重楼等传统药材;千张纸、雪茶、鱼腥草、草血竭等傣族药用植物;虎杖、金毛狗脊、铁线蕨、番石榴、紫茉莉等傣族药用植物;清香木姜子、狭叶岩爬藤、臭牡丹、萱草、青阳参等彝族药用植物;凹叶厚朴、杜仲、云木香、砂仁、川乌、芦荟、银杏、石斛、红花、薯蓣等引种栽培药材;香附子、半夏、芭蕉、鸭跖草、绞股兰、当归、川芎、猪苓、仙茅、银耳、黄芪、白芍、三尖杉、红豆杉等抗癌药用植物;九里香、毛梗豨莶、雷公藤、芫花、栀子等避孕药用植物;银杏、榕木、猩红花五味子、糙叶五加、竹节参、珠子参、灵芝、列当、云南红景天、何首乌等保健药用植物;芦荟等化妆品药用植物;另外还有可提取黄连素的小檗、十大功劳,可提取岩白菜素的岩白菜,可提取镇痛定的荷包地不容等其它药用原料植物。

全市常见重点中(草)药品种 100 余种,总面积 5.3 万  $\text{hm}^2$ ,其中,人工种植面积 2.7 万  $\text{hm}^2$ ,产量 6.43 万 t,产值 13.8 亿元。

#### 1.2 各县区培植情况

截至 2016 年末,全市 42 个主要中药材种植(养殖)、分布面积和销售区域详见表 1 所示。

#### 1.3 各县区中药材企业情况

2016 年末,全市有中药材加工、销售、制药规上企业 10 家,中药制药总产量 3 566.4 t,工业产值 3.6 亿元,销售收入 3.9 亿元,实现利润 10 162 万元。地产中药材交易市场 1 个;中药材种植规上企业 5 家,注册登记的中药材培植专业合作社 58 个,种植大户 306 户。

1) 制药企业 10 家:腾药制药股份有限公司,腾冲县东方红制药有限公司,腾冲福德生物资源开发有限公司,腾冲县朋昊源商贸公司,云南禾顺生物科技有限公司(腾冲),云南品斛堂生物科技有限公司(龙陵县),龙陵县云河石斛开发有限公司,龙陵县林源石斛开发有限公司,龙陵县宏兴茶饮料开发有限责任公司,云南海瑞迪生物药业有限公司(施甸县)。

2) 中药材培植企业 5 家:云南极斛生物科技有限公司(龙陵县),保山市源泰林产品资源开发有限公司,保山市山田种植有限公司,保山市老耕地农业开发有限公司,嶲淦中药材种植发展有限公司(隆阳区)。

3) 交易市场 1 个:保山市地产中药材物流中心(地产中药材交易市场)。

## 2 产业发展优势

### 2.1 拥有国内知名度较高的中药材品种

道地药材紫皮石斛,品质优良,远销海外,行业知名度较高。已成功注册“龙陵紫皮石斛”国家地理标志证明商标;完成农产品地理标志登记;国家质检总局发布公告,批准对“龙陵紫皮石斛”地理标志产品保护,并正式批准地产地龙陵县创建“全国石斛产业知名品牌示范区”。

### 2.2 中药材种植有一定的规模

市内年规模在 66.7  $\text{hm}^2$  以上的大宗品种达 24 种,其中,规模最大的品种草果、红花、续断、石斛分别达 15 400.4  $\text{hm}^2$ 、2 153.7  $\text{hm}^2$ 、1 778.2  $\text{hm}^2$  和 1 736.5  $\text{hm}^2$ 。

### 2.3 自然生态优势

保山降雨丰沛、亚热带植被郁郁葱葱、环境优美、生物多样性显著,这种独特的地理环境和气候条件特别适宜中药材生长,中药材产品质量上乘。

### 2.4 具有一定的产业基础

保山市中药材种植有较好的群众基础,龙头企业腾药、东方红、品斛堂等发展势头较好。同时,还不断地引进中药制药企业,扩大产业规模,以充分消纳药材资源。

### 2.5 具有一定的种植研究能力

辖区内的保山学院、保山中医药高等专科学校在中药材种植方面有一定的研究开发实力,龙头企业、龙陵县石斛研究所研发实力逐年增强,和浙江医科院、上海中医药大学、昆明医科大学等科研院校合作,有较好的平台。

表 1 保山市各区县中药材面积

Tab. 1 Areas of Chinese medicinal materials in all counties( districts) of Baoshan City

hm<sup>2</sup>

序号	品名	隆阳区	施甸县	腾冲市	龙陵县	昌宁县	合计
1	石斛	86.7	36.7	563.5	1000.5	49.1	1736.5
2	茯苓	23.0	35.9	81.9	40.0	82.4	263.2
3	红花	2022.3				131.4	2153.7
4	银杏			1563.3			1563.3
5	龙胆草	346.7	21.3	272.3	136.7	94.7	871.7
6	白花蛇舌草				675.7 (野生)		675.7
7	苦良姜				83.3		83.3
8	续断	1640.0	45.5	30.0	62.7		1778.2
9	花椒	43.0	316.5		20.3	141.1	520.9
10	鱼腥草	1.3	101.5			76.7	179.5
11	重楼	18.4	21.5	156.8	154.2	23.7	374.6
12	何首乌				13.3	34.1	47.4
13	草果	98.9		12353.3	2933.3	14.9	15400.4
14	厚朴	2.0				14.9	16.9
15	灵芝		0.03	5.3		202.1	207.43
16	当归	0.7				7.7	8.4
17	杜仲		226.9	31.2	4.5	29.2	291.8
18	天麻					18.5	18.5
19	栀子					26.9	26.9
20	三七	25.7		197.6		0.7	223.7
21	党参	2.6	5.3			2.2	10.1
22	丹参		5.3				5.3
23	板蓝根					3.5	3.5
24	佛手柑					2.8	2.8
25	滇黄芩	0.7				3.2	3.9
26	火麻					12.4	12.4
27	天麻			19.5			19.5
28	露水草					44.1	44.1
29	白芨					7.3	7.3
30	吴茱萸					16.3	16.3
31	桔梗	33.7					33.7
32	金银花	10.0		15.0			25.0
33	半夏	3.0			63.3		66.3
34	木香	0.2	1.3				1.5
35	法国百合		6.0				6.0
36	水蛭		20.4				20.4
37	美洲大蠊		0.4	3.3			3.7
38	黄精				7.2		7.2
49	川芎				9.3		9.3
40	金荞麦				383.3		383.3
41	野坝子				16.0		16.0
42	白茅根				326.8		326.8
合计		4358.9	844.53	15293.0 (其中草果 12353.3)	5930.4 (其中草果 2933.3)	1039.9	27466.4



### 3 市场需求

云南是全国最大的中药材生产基地之一,随着世界范围内“回归自然”、“返璞归真”思潮的兴起,有几千年文化基础的中医药逐渐得到越来越多人的接受和认可。目前,中药出口遍及全世界 130 多个国家和地区,中医药的广泛传播不仅使国内中药市场繁荣起来,也使国际上的重要市场容量、使用范围日益扩大。据统计,在亚洲有 60% 的人利用中草药进行保健治病,市场上出售中药材约 2 000 种,90% 从内地输入,中成药约 3 300 种,75% 从内地输入。由于国家对中医药的重视,出台了一系列政策,国内市场对中药材的需求呈现逐年上升的趋势。

### 4 存在问题

#### 4.1 投入不足,基础条件差

由于全市中药材培植规模化程度不高,政府重视和引导不够,资金投入不足,人工培植基地规模小,不能满足市场规模开发需要;加之中药材多数分布在高山、河谷地带,水、电、路等基础设施条件差,严重制约了中药材产业的发展,潜力尚未充分显现;另外,在药材种植、种苗繁育、质量评价等方面的基础性研究投入不足。

#### 4.2 中药材产业总体规模较小

主要表现在:1)龙头企业少、生产规模(产值)小,辐射带动面窄,有的企业基本上就是作坊;2)规模化、专业化种植面积少。全市中药材品种虽然很多,但种植较为分散,标准化、规模化的生产基地较少,缺少专业化组织(如协会等)牵头整合资源。加强种植技术培训,市场信息反馈等,统一规划,规模化种植,形成产、供、销一条龙,以满足市场产业化开发的需求。

#### 4.3 产业链延伸不够

很多中药材都是以原生药材或粗加工产品销售,产品单一,缺少下游精深加工产品。这种以销售原料为主的生产方式经济效益不高,中药材资源优势未得到充分发挥。

#### 4.4 现代化种植进展缓慢

中药现代化是发展趋势,中药要发展,产品要与国际接轨,首先要解决“第一车间”的生产问题。但是,全市中药种植标准化、规范化进展缓慢,远达不到要求,表现在 3 个方面:1)缺少资金的引导支持,中药现代化种植进程缓慢;2)农户种植观念落后,小农意识较强、重栽轻管,其规范化、标准化种植观

念改变困难,影响中药现代化种植的推广;3)缺少相应的政策支持。规范化种植中药材产品成本过高,未达到优质优价,给企业市场营销造成一定困难。

#### 4.5 市场交换与信息交流不畅通

药材市场建设和发展滞后,不能及时反馈市场需求变化。全市的中药材主要是农户自发种植、采集和出售,由于农民对药材本身的价值和市场需求了解不够,盲目种植,或多或少导致销售价格不稳定,甚至出现药材卖不出去的情况。

#### 4.6 科技创新理念还不够

1)许多企业的研究与开发投入不足,达不到企业销售收入的 3%,产学研合作体系在一些企业中尚未真正形成,项目储备少,新产品跟进缓慢;

2)产品工艺、技术现代化程度较低,生产技术优势弱化,品牌维护不够,缺乏相应的支撑,核心竞争力还未真正形成。

#### 4.7 野生资源开发过度,保护意识不强

对野生资源保护意识不强,大多数药农在采集野生药材时,只顾短期利益乱采滥挖,严重破坏了生态环境,野生药材如石斛、重楼、白芨、黄精等品种资源量日益萎缩。加之人工种植驯化工作滞后,有的野生资源难寻其踪,资源保护、繁育和开发利用的矛盾亟待解决。

### 5 发展建议

随着国际国内的关注和重视,中医药产业将迎来发展的新机遇,应抓住这一历史契机,充分利用本地特色资源优势,积极制定措施,将全市的中药产业向规范化、集约化、规模化方向发展。

#### 5.1 加强组织领导,加大投入

把中药材产业作为全市脱贫攻坚的一个重点产业来培植,成立中药材产业发展领导小组和工作机构,指导产业健康有序发展。建议建立 1 000 万元以上的中药产业化发展专项引导资金,且每年应新增 200 万元以上对重点中药材生产和中药研究开发、产业化项目(产品)予以立项补助、贴息支持等。

#### 5.2 科学规划,合理布局

合理安排生产布局,优先在最适宜区、适宜区进行中草药培植。采用“野生资源封禁保护、仿野生人工栽培、林地林药间套种”等模式,通过试验、示范,在全市大面积利用山地资源推广中药材野生抚育种植。各县(市、区)、乡镇、村(社区)在总体规划指导下,制定本区域的发展目标和重点,做到有序开发,规模发展。建议全市重点发展石斛、重楼、续断、

红花、黄精、白芨、草果、银杏、滇龙胆、茯苓、当归、川乌、鱼腥草、三七、黄芩等重点中药材品种,同时保护好野生资源,形成资源保护、繁育、合理开发利用的良好格局,把保山市建设成为云南省重要的生物制药及中药材种植、养殖加工基地。

### 5.3 创造良好和宽松的政策环境

1) 积极实行以知识产权、投资收益权、股权、期权等多种形式的创新人员分配激励机制。

2) 完善和落实知识作为生产要素参与分配的政策,拓宽分配、奖励渠道。

3) 制定和落实有效的投融资政策、税收政策、技术进步政策等优惠政策,特别是税收政策方面,在政策允许的范围内调整企业所得税、个人所得税等,最大限度地调动中药制药企业技术进步的积极性,为中药材生产和中药制药企业的发展创造更为宽松和好的环境。

### 5.4 强化中药科技服务,提高效益

1) 建立、健全中药材科技服务体系,加强中药材培植各个环节的技术指导和培训。

2) 注重科技创新,加强同大专院校、科研单位的合作,积极开展重要濒危药用植物的保护与繁育利用研究,开展地产中药材品种的质量研究,确定其“道地性”依据。

3) 树立地产药材品牌,建立地产药材品质数据库,全面提升中药材产业开发的整体竞争能力。

4) 以保山中医药高等专科学校百草园作为科普示范基地,举办培训班,加大对药农的技术培训;进一步加强集体林权制度改革各项配套政策的落实,鼓励农民靠山吃山,发家致富。

5) 加快市场准入申报进度,打通市场准入渠道和产品销售瓶颈,延伸产业链。

### 5.5 加快中药市场信息服务网络建设

1) 市级中药材协会指导县级成立中药材协会分会,通过协会建立中药材产业信息监测预警平台,形成全市药材种植、专业合作社、协会、批发市场、饮片生产企业、制药企业一条龙的产业开发链。及时发布省内外甚至国内外市场对中药材的供求状况和销售单价等信息,指导种植户准确选择种植品种、种植规模,把握销售时机。

2) 做好地产中药材市场对接《国家工信部中药材天地网》(www.zyctd.com)、《康美中药网》(www.kmzyw.com.cn),通过这些网站宣传打造中药材产业发展平台。

3) 加强电子商务平台建设,做好村淘这篇文章。

### 5.6 招商引资,培植本土企业,形成中药材产业链

1) 优选一批科技含量高、市场前景好的中药项目,精心组织、政策引导,做好招商引资工作,引进有实力的企业到保山建基地、初加工厂、中药饮片厂和制药厂,形成中药产业链。

2) 培植一批生物制药龙头企业,打造品牌,加快中药材产业发展步伐;加大对腾冲制药厂、东方红制药厂、施甸海瑞迪公司和龙陵品斛堂公司的扶持力度,打造保山生物制药品牌;努力推进龙头企业在精深加工、新产品研发、市场营销等方面取得新突破,提高市场占有率和竞争力。

3) 做大做强中药材交易市场,填补云南无大型中药材交易市场的空白,更好地发展中药材产业。

### 5.7 超前谋划,广开销售渠道

1) 鼓励种植户积极实施订单农业,由企业提供种苗,生产资料,并回收产品,降低投资风险,保障种植户脱贫致富。

2) 积极拓宽销售渠道,支持企业、合作社、个体户“走出去”到有条件的城市建立直销点、专柜,拓宽产品销售渠道;针对电子商务和微商,按照“政府引导、电商支持、企业唱戏、农户增收”的思路,大力引导企业利用互联网销售,创立自有电商品牌,开辟新的营销模式。

3) 充分利用专业合作社、协会的作用,组织种植户抱团销售,互通信息,实现种植户利益最大化,实现丰产丰收。

### 5.8 加强自主创新,培育知名品牌

1) 进一步加强机制创新,整合科研与具有研发实力的中药企业,特别是要充分利用已有的平台,加强创新药物研究和中药二次开发研究。

2) 积极引进和消化吸收国内外生物制药先进技术和管理理念,运用现代高科技设备、工艺和技术,提高现代化中药产业的装备水平和工艺水平,促进现有产品的升级换代,塑造具有自主知识产权、竞争力强的知名品牌和大企业,进而带动全市中药材产业又好又快发展,做大做强全市生物医药产业。

### 参考文献:

- [1] 钱子刚,李安华.高黎贡山药用植物名录[M].北京:科学出版社,2008.
- [2] 保山市人民政府办公室关于印发保山市中医药健康服务发展规划(2015—2020年)的通知[Z].2016.
- [3] 王剑.中药材市场现状分析与策略研究[D].山东:山东中医药大学,2015:1-35.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.027

## 北京山区生态林管护员现状及发展对策分析

耿玉清<sup>1</sup> 袁士保<sup>2</sup> 刘春莹<sup>2</sup> 杨浩<sup>2</sup> 刘忠华<sup>3</sup>

(1. 北京林业大学林学院, 北京 100083; 2. 北京市园林绿化局造林营林处, 北京 100013;  
3. 北京林业大学生物科学与技术学院, 北京 100083)

**摘要:**北京山区生态林补偿机制的实施,增加了山区农民的收入,但关于生态林管护员的现状还不清楚,在一定程度上影响着生态林补偿政策的不断完善。文章选取昌平、房山、怀柔和延庆 4 个区县 14 个乡镇 39 个村庄,调查生态林管护员的选用条件、组织管理机构以及管护报酬情况。结果表明:生态林管护员的年龄主要集中在 50 岁左右,初中学历以下的管护员占 86.4%。乡政府是实施生态林管护工作的责任主体,行政村为具体的实施单位。生态林管护员的年均报酬为 5 331.80~9 213.24 元,同一区县的不同行政村生态林管护员的年报酬也有一定的差距。生态林管护员报酬占林业总收入的 55.59%~75.15%,在家庭收入中所占的比例均数为 23.56%~29.70%。多元化促进生态林管护员增收,重视山区劳动力结构改善是生态林补偿需要关注的课题。

**关键词:**生态林管护员;年龄结构;组织管理;管护报酬;劳动力结构;北京山区

中图分类号:S727.2;S757;C931 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2018)01-0144-05

## Present Status and Improvement Countermeasures of Ecological Forest Protection and Management Workers in Beijing Mountain Areas

GENG Yuqing<sup>1</sup>, YUAN Shibao<sup>2</sup>, LIU Chunying<sup>2</sup>, YANG Hao<sup>2</sup>, LIU Zhonghua<sup>3</sup>

(1. College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;  
2. Division of Afforestation and Forest Management, Beijing Landscaping Bureau, Beijing 100013, China);  
3. College of Biological Sciences and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The implementation of ecological forest compensation mechanism has increased farmers' income in Beijing mountainous area. However, the current situation of life and working for ecological forest protection and management workers has been unclear. In order to improve the policy of ecological forest compensation, the selection conditions, organizational management as well as the income for workers were investigated in 39 villages which distribute in the Changping, Fangshan, Huairou and Yanqing districts that involved in the compensation policy. The results showed that the age of workers was concentrated at about 50, among which 86.4% of educational background was under junior middle school. The township government was responsible personnel, and the administrative village was the affiliated unit for implementing the management and protection of ecological forest. The average annual reward of workers ranged from 5331.0 to 9213.24 RMB, and the difference among different administrative village in the same

收稿日期:2017-11-27.

基金项目:北京市园林绿化局项目:2016 年度山区生态林经营和管护成效监测与评价.

作者简介:耿玉清(1965-),女,河北武强人,副教授,硕士生导师.主要研究方向为林业土壤与生态. Email:gengyuqing@bjfu.edu.cn

通信作者:刘忠华(1969-),男,湖南邵东人,副教授.主要研究方向为植物分类与系统进化. Email:liuzhtony@163.com



districts was obvious. The ratio of average annual wage of workers to average annual income was from 55.59% to 75.15% and to the all family income was from 23.56% to 29.70% respectively. The results demonstrated that promoting the reward raise in multivariate ways and improving the labor structure should be paid attention for further perfecting ecological forest compensation policy.

**Key words:** ecological forest protection and management workers; age structure; organizational management; protection and management income; labor structure; Beijing mountainous area

为尽可能最大限度地发挥森林和林木的生态功能,北京市的森林资源将生态公益林定位为主体。其中,山区生态公益林面积 84.25 万  $\text{hm}^2$ , 占全市生态林面积的 92%。为切实维护好农民的利益,加快山区农村建设小康社会的步伐,2004 年 7 月,市委、市政府做出了建立山区生态林补偿机制的重大决策,印发了《北京市人民政府关于建立山区生态林补偿机制的通知》(京政发〔2004〕25 号)。依据“养山就业、规范补偿、以工代补、建管结合”的方针,将全市经区划界定的 60.8 万  $\text{hm}^2$  山区集体所有的生态林纳入补偿范围。集体生态林补偿机制的实施,使祖祖辈辈靠山吃山的农民找到了一份工作——生态林管护员,其主要职责和任务是开展林木抚育,监测病虫害,搞好森林防火,保护森林资源<sup>[1]</sup>。从此,生态林管护员进入媒体视野。利用“生态林管护员”在中国知网进行文献检索,可检索到 86 条,其中期刊 47 篇,报纸 37 篇。而利用“生态林管护员”作为篇名进行检索,仅能检索到 7 篇文献。以往针对生态林管护员的报道,在时间上主要集中在 2009 年前后。就内容来看,主要集中在有关生态林管护员的社会保障、轮岗管理、培训以及工作情况方面<sup>[2-4]</sup>。

2010 年北京市政府印发了《北京市人民政府决定建立山区生态公益林生态效益促进发展机制的通知》(京政发〔2010〕20 号),将经区划界定的山区集体所有的 67.4 万  $\text{hm}^2$  生态林纳入补偿范围,并建立了山区生态公益林生态效益促进发展资金(生态补偿资金和森林健康经营管理资金)。据统计资料显示,自 2010 年北京市政府建立山区生态公益林生态效益促进发展机制后 5 年的时间,山区森林覆盖率由 50.97% 提升到 56.65%,林木绿化率由 71.35% 提高到 77.22%,单位蓄积量由每公顷 27  $\text{m}^3$  增加到 28.77  $\text{m}^3$ ,山区森林生态服务价值由 4 328 亿元增加到 5 540 亿元,占全市森林生态服务价值的 87.5%。实践表明,生态林补偿实施最直接的效

果是切实增加了山区农民收入,调动了广大山区农民管林护林的积极性<sup>[5]</sup>。山区生态林管护员队伍已成为森林防火、森林有害生物防治、森林资源保护的重要力量,为保护森林资源、确保生态安全做出了重大贡献。

当前习近平总书记提出的“绿水青山就是金山银山”的战略思想,为北京山区生态林建设指明了方向。随着生态文明制度建设逐步完善以及生态林补偿理念的深入与发展,如何认真研判和准确把握生态林补偿政策,进一步完善现有政策,是各级政府部门关注的焦点<sup>[6]</sup>。因此,准确地了解山区生态林管护员的现状,可及时发现与山区当前发展形式不相适应的问题,为今后生态林补偿机制的实施提供科学依据,同时对促进山区生态林建设具有一定的实践意义。

## 1 数据来源及调查方法

本研究采用文献查阅与实地调研相结合的方法。在 2017 年 7 月,针对实施生态林补偿的区县,选取了昌平、房山、怀柔和延庆 4 个区县。在每个区县根据地理位置、地质地貌以及人均生态林面积等进行抽样,共调查了 4 个区县的 14 个乡镇 39 个村庄。

对生态林管护员的调查分别从 3 个层次进行。首先,从区县生态林管理部门详细了解各区实施生态林管理的方案。其次,到乡镇生态林管理部门详细调查生态林管护员队伍建设、培训、出勤、考核以及兑现报酬等情况。最后,到行政村直接与生态林管护员和非生态林管护员交谈,直接调查了解村民信息及其家庭各种收入情况。

## 2 生态林管护员现状

### 2.1 生态林管护员的选用条件

在外行人看来,生态林管护员仅仅是愿不愿意干的事情。但经过调查发现,生态林管护员的入职是有一定规则的。首先,生态林管护员选择的范围,

应坚持用工本地化的原则,也有在本镇(乡)范围内就近选用的。其次,要坚持有利于农民就业和增收致富。在同样条件下,应优先选用符合从事生态林管护条件的低收入户的家庭成员。如千家店乡的实施方案中,认为从事二三产业,有相对稳定职业、稳定收入的村民,尤其是有三险或五险的村民,或享受定补的村支书或村委会干部,不列入专职管护人选用和补偿范围。

虽然在家门口就业,但对年龄有一定的限制。根据山区人口的特征,一般规定生态林管护员的年龄为男 18~65 周岁,女 18~55 周岁。因本村适龄人员少,需要使用超龄的,男性不得超过 70 周岁,女性不得超过 65 周岁,且报镇政府审批同意后方可使用。对北京山区的调查发现,4 个区生态林管护员的平均年龄在 47.8~59.6 岁(表 1),其中,女性的年龄在 47.8~56.3 岁,男性在 54.2~59.6 岁。从众数来看,主要集中在 50 岁左右,以中年和年轻老年人为主。从性别来看,在近郊区女性所占比例较高,而在较远的怀柔男性相对较多。但目前生态林管护员的文化程度普遍较低,调查数据显示,小学以下所占比例为 31.2%,初中学历为 55.2%,高中及以上学历仅为 13.6%。

表 1 不同区县生态林管护员的年龄结构

Tab. 1 Ages of ecological forest protection and management workers in different districts (counties)

行政区	女性年龄/a	男性年龄/a	中数/a	众数/a	男/女
昌平区	56.3±0.9	59.6±1.2	58	54	23/46
房山区	47.8±5.4	54.2±2.0	50	48	25/35
怀柔区	51.4±2.5	58.1±1.4	57	50	34/16
延庆县	50.4±1.8	56.9±2.4	52.5	50	12/20

## 2.2 生态林管护员队伍的规模

在《北京市实施山区生态林补偿机制办法》文件中规定,生态林管护员的数量主要是基于“中幼林 6.7~20 hm<sup>2</sup>/人,成林 13.3~26.7 hm<sup>2</sup>/人,灌木林 20~33.3 hm<sup>2</sup>/人”的标准配备。各区县和乡镇也基本按这一标准确定管护员数量。生态林管护员的产生过程遵循公平的原则。一般是村民自愿报名,经村两委会或村民代表会评议或投票、抓阄产生生态林管护员。如果生态林面积少,要求参加生态林管护工作的农民较多,则实行轮岗工作,尤其是生态林面积较少的村,管护员的轮岗是必须的。轮换周

期以年度为单位,换岗的时间一般在每年的 7 月 1 日。因此,生态林管护员队伍的规模是受生态林规模限制的。

## 2.3 生态林管护员的组织管理

经过几年的发展对生态林管护员的组织管理已初步形成了健全的机构。从调查来看,各区都有相应的生态林管理办公室,能根据北京市山区生态林管护职责和标准,制定适合本区的生态林管护员管理方案。乡政府是实施生态林管护工作的责任主体,而行政村为具体的实施单位。从管理层次来看,各乡镇人民政府明确生态林管护员的职责和管护责任,并对生态林管护员进行上岗前培训,使其掌握基本的林木抚育、森林病虫害防治、森林防火、野生动植物保护等理论知识和操作技能。此外,为保证生态林补偿机制的顺利实施,各乡镇还制定严格的奖惩措施。例如怀柔区建立了奖罚标准,对管护不合格的人员要扣减报酬,对造成森林资源损失的管护人员取消管护资格,甚至追究行事责任。在延庆,规定生态林管护员上岗时不吸烟、不生火取暖,上坟不烧纸,不燎地边;对因用火引起火灾的一律开除。

行政村是山区生态林管护的具体实施和管理单位。就行政村对生态林管护员的组织管理而言,主要有 3 种方式:1)由村级专职的林务员管理。对林务员的要求相对高一些,如千家店镇人民政府规定林务员的年龄原则在 18~50 周岁,初中及以上文化程度。2)直接由村级(村主任或村支书)组织负责管理。3)乡生态林管理大队管理,如香营乡增设一定数量的专职管理人员,负责本乡生态林管护员的监督、检查、考核等工作。为进一步完善责任,各行政村都规定了每位生态林管护员详细的管护范围,做到责任到人、到地块。

## 2.4 生态林管护员的管护报酬

生态林补偿资金是对从事山区集体所有林的管护人员给予一定的补偿的专项资金。为确保生态林管护员的报酬,《北京市人民政府决定建立山区生态公益林生态效益促进发展的通知》(京政发[2010]20 号)文件规定,生态林管护员的收入为 440/月,并指出今后每 3 年提高 10%。但由于不同区县经济发展不平衡,使得各区县生态林管护员的报酬有一定的区别。如昌平区《关于推进山区经济社会健康发展促进农民增收的意见》(京昌发[2014]15 号)中指出,从 2015 年 1 月 1 日开始,全区生态林管护员补偿标准从月平均 384 元提高到 768 元,并要求生态林管护员人均月工资最低不少

于 520 元,最高不超过 1 500 元。而在延庆县的香营乡则规定生态林管护员的月工资原则不低于 440 元。如果生态林面积大,但本村符合管护员条件的人员少,可适当增加管护员的看护面积,但报酬不得超过区规定的上线标准(每人每年 7 980 元)。

对 4 个区县的生态林管护员收入的调查发现,昌平区生态林管护员的年均收入为 9 213.24 元,显著地高于其它 3 个区县。怀柔区生态林管护员报酬年均均为 5 331.80 元,众数为 5 230 元,显著低于延庆区的 27.05%(表 2)。值得关注的是在同一区县的不同行政村,生态林管护员的年报酬也有一定的差距。对昌平区 10 个行政村的生态林管护员的管护报酬进行统计分析发现,最高的行政村可达 18 000 元,最低为 6 240 元,最高的是最低的近 2 倍。因此,不同区县以及同一乡镇的不同行政村的生态林管护员的报酬有很大的差异。

表 2 不同区县生态林管护员的管护报酬

Tab. 2 Reward of ecological forest protection and management workers in different districts (counties)

行政区	样本数/ 个	年收入 均值/ 元	标准误	标准差	众数/ 元	中数/ 元
昌平区	67	9213.24 a	528.63	4327.00	7200	7200
房山区	60	6442.87 b	158.73	1155.57	6388	6388
怀柔区	50	5331.80 c	502.82	79.50	5280	5280
延庆县	32	6773.88 b	162.32	918.21	7200	7200

注:表中同列不同小写字母表示达到显著差异水平( $p < 0.05$ )。

考虑到山区以林为主,对生态林管护员在林业上的总收入情况进行统计(表 3),可看出,4 个区县的生态林管护员报酬都占到了林业上的总收入 55%以上,其中,房山区生态林管护员林业收入的 75%来源于管护的报酬。就生态林管护报酬在家庭收入中所占的比例而言,4 个区县的均数在 23.56%~29.70%,不同区县管护收入在家庭中所占比例没有显著差异。

人均收入是衡量收入水平的一个重要指标,个人收入在家庭人均收入中的比例可反映其对家庭收入的贡献。从表 3 可以看出,生态林管护员的报酬低于家庭人均收入的均数。在调查的 4 个区县中,生态林管护员的收入占人均收入的 60.97%~91.68%,其中房山区管护员的收入所占人均比例为 91.67%,显著高于怀柔区。总的来看,生态林管护员的收入对家庭人均收入的贡献还是比较明显的。

表 3 生态林管护员的管护报酬在各类收入中的贡献

Tab. 3 Ratio of reward of ecological forest protection and management workers to all family income %

行政区	占林业总收入 比例		占家庭总收入 比例		占人均收入 比例	
	均数	中数	均数	中数	均数	中数
昌平区	66.16 ab	59.65	25.39a	19.47	73.73 ab	53.41
房山区	75.16 a	78.26	28.16a	19.56	91.67 a	58.63
怀柔区	55.59 b	33.90	23.56a	17.02	60.97 b	44.95
延庆县	63.89 ab	61.45	29.70a	25.43	93.85 a	72.87

### 3 存在的问题及对策

#### 3.1 提升生态林管护员的满意度

实施生态林补偿机制的核心就是以工代补,因此生态林管护员对管护资金政策的满意度直接影响到生态林补偿机制实施效果。针对 358 名山区农民的调查发现,所有参与调查的村民均表达了愿意参加生态林管护工作的意愿(100%),但对生态林管护员提供管护资金政策的满意度存在一定差异。其中,很满意的有 53 人,占总人数的 14.8%;较满意的有 140 人,占 39.1%;满意的有 77 人,占 21.5%;较不满意的有 60 人,占 16.8%;28 人不满意,占 7.8%。生态林管护员对生态林补偿机制实施不满意的原因主要是收入少。

为保障劳动者的基本生活,劳动者提供正常劳动的情况下,用人单位应遵守最低工资制度。山区生态林管护员通过劳动参与生态林的管护,为生态林建设做出了贡献。另外,与平原相比,在山区进行巡山、林木抚育、防火救火等是高危险工作。鉴于山区劳动力的年龄特点,生态林管护员的报酬可参考最低工资标准。在《关于调整北京市 2017 年最低工资标准的通知》(京人社发〔2017〕149 号)中,北京市将最低工资标准调整为每月不低于 2 000 元。而年均收入最高的昌平区,生态林管护员的报酬仅有 9 213.24 元/年,与最低工资标准有一定的差距,这也是导致生态林管护员满意度低的主要原因。另外,按北京市统计局资料,2016 年北京农村人均可支配收入为 22 310 元。随年均整体收入的提高,物价也有不同程度的上涨,收入与支出的平衡关系在不断地发生改变。因此,针对不同区域人口分布状况、不同地理位置以及林分所发挥的生态效益,以及更好地发挥效益而进行森林健康经营,更科学



地实施生态林补偿,增加生态林管护员的报酬有一定的必要性<sup>[7]</sup>。

### 3.2 多元化促进生态林管护员增收

山区农民传统的收入方式是多元化的,可以通过种植、养殖、打零散工等方式获取收入。随着调结构转方式发展以及高效节水农业的实施,不符合首都功能定位、不符合北京城市副中心建设的低端养殖业和种植业不断调整退出。再加上北京山区生态林主要集中在生态涵养区,在大力开展生态林建设和保护的同时,制约了山区经济产业的发展<sup>[8]</sup>,一定程度上影响改变了山区农民的收入及其方式,使得生态林补偿机制成为收入的重要来源。尽管山区农民认为生态林管护员的报酬不高,但由于管护工作在家门口,在缺乏其它增收方式的情况下,还是非常愿意做生态林管护员工作的。如在怀柔区的某些行政村,并不是由专门的生态林管护员进行管护,而是全村 18-60 周岁的村民都是管护员,轮流看山,有的 3~4 年才轮到 1 次,但也仅有 3 个月时间,获得的管护收入才 900 元左右;更有部分行政村,生态林管护报酬采用全村按人口均分的方式,每年仅有 500 元的状况。因此,山区收入方式的单一,就业机会的减少是影响生态林管护员报酬不高的主要因素。

按京津冀地区经济社会与生态环境系统持续发展的要求,生态环境的保护和优化仍然是北京市目前面临的重点问题。生态林补偿实施的目标就是养山增效,兴林富民。调查发现,一些生态林管护员以及家庭还可通过苗木和果品种植、食用菌栽培以及民俗旅游增加收入。从资源角度来看,虽然生态林的直接收益很低甚至没有,但林地资源有很大的利用空间。以生态林资源为依托,以科技为支撑,充分利用林下自然条件进行合理的林下种植、养殖和相关产品加工以及与森林景观利用相关的休闲游憩、科普教育和文化健身等活动,对实现农林牧各业资源共享、优势互补、循环相生和协调发展,对增加生态林管护员收入都有重要作用<sup>[9]</sup>。从与生态林管护员交流可知,仅仅依靠单个农户自身的力量难以形成规模,通过政府引导和科技下乡方式,对提升山区农民充分利用林地资源实现增收是大有裨益的。

### 3.3 促进山区劳动力结构改善

生态林的健康经营是一个长期的林业生产过程。目前林业在维护国土生态安全中的重要作用尚未充分发挥,森林经营问题仍是制约我国林业发展的瓶颈。引进先进的森林经营理念,科学确定生态

林的经营目标,对确保森林健康有重要意义。通过改革创新,让生态林资源变资产,让绿水青山变金山银山,是促进贫困人口增收的重要途径。然而,教育程度较高、年龄较轻、有一定工作技能的农村人口具有较多的非农就业机会和更倾向于进城就业,这大大地提高了农村老龄劳动力的比重。一定程度上,老龄人口在经验和技能方面有更多的积累,也更专注于生态林的管护,但随着时间的推移,老龄化进一步加剧,将来生态林管护和经营或许会出现劳动力缺乏的现象<sup>[10]</sup>。

没有充足的工作机会和较优越的环境也难以留住人才。山区人口劳动力中缺乏年轻人,在一定程度上制约着先进林业生产技术的消化、吸收和推广,影响着山区生态建设。如何创造条件,让年轻人参加生态林管护,提升经营管理水平,将森林资源转化为山区农民手中“活”的资产,在经营和流转中同时产生生态效益、经济效益和社会效益,是生态林建设需探究的课题。

### 参考文献:

- [1] 吴志勇,佟永宏,刘丽莉.从“靠山吃山”到“养山富民”——北京市山区集体生态林补偿机制实施纪实[J].绿化与生活,2005(5):8-10.
- [2] 史宇,孙伟.首都生态林管护员培训及工作情况调查研究[J].科技资讯,2008(28):139.
- [3] 辛梓豪.强化生态林管护员管理全面推进生态林补偿机制工作[J].绿化与生活,2007(5):30-31.
- [4] 米锋,高岚,冯琼,等.建立和完善北京市山区生态林管护员社会保障体系的思考[J].北京林业大学学报(社会科学版),2010,9(2):120-124.
- [5] 郭阎思彤,乔玥,张慧,等.北京市生态公益林补偿政策效果分析[J].中国林业产业,2016(2):175-176.
- [6] 薛文,贾东东,彭强,等.北京山区生态公益林补偿政策对农民收入的影响[J].北京林业大学学报(社会科学版),2015,12(3):59-62.
- [7] 梁宝君,石焱,袁卫国.我国森林生态效益补偿政策的回顾与思考[J].中南林业科技大学学报(社会科学版),2014,8(5):1-5.
- [8] 史宝娟,杨楠.北京市产业结构与生态环境的耦合性问题[J].科技和产业,2017,17(7):1-4,145.
- [9] 罗元浩,黄映晖,张晋京,等.北京林下经济发展现状分析与对策研究[J].农学学报,2014,4(4):119-124.
- [10] 李传友.北京郊区生态林管护及林下经济作物种植机械化装备现状与发展建议[J].农业工程,2015,5(S2):4-8.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.028

## “一带一路”背景下我国农林本科院校外语 教育发展的战略思考

张海水

(广州市教育研究院,广东 广州 510000)

**摘要:**“一带一路”提高了我国农业国际化水平,也催生了涉外涉农复合型人才的需求。梳理我国农林本科院校外语教育发展现状,结果表明:开设语种较为单一,特别是面向“一带一路”沿线国家或地区的小语种种类严重不足、涉农特色不鲜明、人才培养定位较不清晰。文章从小语种数量、课程内容改革、教学方法改革、培养模式改革、人才培养定位、资源优势发挥、对外交流强化等方面,对我国农林本科院校外语教育的发展进行了战略思考,并提出相关的政策建议。

**关键词:**一带一路;涉外涉农复合型人才;农林本科院校;外语教育;战略思考

中图分类号:S71;G64;G633.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0149-07

## Foreign Language Education in Agricultural and Forestry Universities in China under the Background of “the Belt and Road”

ZHANG Haishui

(Guangzhou Institute of Education, Guangzhou 510000)

**Abstract:** “The Belt and Road” internationalized the agriculture in China and increased the demand for foreign-related and agriculture-related talents. According to summarizing the developing status of foreign language education in agricultural and forestry universities in China, the results showed that languages set up in the universities were unitary, lacking minority languages of the country or region along “the belt and road”, that the agricultural characteristic was not distinct, and that the orientation of talent cultivation was not clear. This paper studied the development of foreign language education in agricultural and forestry universities in China from minority languages、reform on course content、teaching methods、training mode、the orientation of talent cultivation、resource advantages and exchanges with foreign countries, so as to put forward relevant suggestions.

**Key words:** “the Belt and Road”; foreign-related and agriculture-related talents; agricultural and forestry universities; foreign language education; strategic thinking

“一带一路”战略缘起于国家主席习近平 2013 年 9 月访问哈萨克斯坦提出的“丝绸之路经济带” 与 2013 年 10 月出席亚太经合组织(APEC)领导人非正式会议期间提出的“海上丝绸之路”。2015 年

收稿日期:2017-10-09.

项目来源:全国教育科学“十二五”规划 2015 年度课题教育部青年专项“‘一带一路’战略下我国高校小语种专业布局调整策略研究(EIA150409)”成果之一.

作者简介:张海水(1987-),男,湖南岳阳人,助理研究员.研究领域为教育政策.

3月,国家发展改革委、外交部、商务部联合发布了《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》,更是将“一带一路”战略发展推向了高潮,深化与扩大了该战略在各相关行业领域的发展,其中农业是重要的行业领域之一。

2016 年 4 月与 7 月,教育部相继出台了《关于做好新时期教育对外开放工作的若干意见》与《推进共建“一带一路”教育行动》等文件,指出作为人才供给与智力服务的重要阵地,高等教育应在“一带一路”中扮演重要角色。2017 年 5 月,农业部等四部委发布了《共同推进“一带一路”建设农业合作的愿景与行动》,明确了农业合作与发展在“一带一路”中的重要地位。在此背景下,我国高等农业院校加大了服务“一带一路”战略的力度。如新疆农业大学立足区位优势,与伯明翰大学合作共建新疆丝路产业发展研究院,还将依托“中亚现代农业科技创新与交流中心”,推动“一带一路”专业化智库建设;甘肃农业大学与沿线 8 国 46 所高校成立了“一带一路”高校战略联盟,达成了敦煌共识,还依托“一带一路”,积极开办专题讲座,与沿线国家合作开展科技创新合作项目;福建农林大学与南非德班理工大学签署了创办孔子学院的协议,该学院成为全球第二所农业特色的孔子学院,此外,还通过举办高级别研讨会、开展科研项目与援外服务,深化与海外之间的合作力度等。

可以说,“一带一路”背景下我国高等农林院校做出了积极的回应。“一带一路”对高校最直接的挑战则聚焦于人才供给与智力服务。与此同时,我国高等农林院校基本都开展有外语教育。在此背景下,结合“一带一路”对外语类人才培养所带来的挑战及高等农林院校外语教育开展现状进行分析,对高等农林院校的外语教育进行战略思考,并提出相关对策建议,就具有一定的现实意义。

## 1 “一带一路”对我国农业发展带来的机遇与挑战

### 1.1 机遇

“一带一路”对我国农业最直接、最全面的影响是提升了我国农业国际化水平,具体变化或机遇大致如下:

#### 1.1.1 增加农业对外贸易交易额

如中国与中东欧农产品贸易额由 2005 年的 4.32 亿美元增加为 2014 年的 23.72 亿美元,增加

了 4.49 倍<sup>[1]</sup>;中国与中亚五国之间的农产品贸易额由 2001 年的 1.03 亿美元增长为 2014 年的 11.03 亿美元,年均增长率约 20%<sup>[2]</sup>。

#### 1.1.2 扩大合作领域

近年来,各地区积极相应,立足地区特色,扩大与“一带一路”沿线国家或地区间的合作。农垦系统成为农业“走出去”的重要力量。截至 2013 年底,已有 23 个垦区实施了“走出去”战略,其中 7 个垦区在中亚 3 个国家、东南亚 8 个国家、俄罗斯、中东欧等沿线国家开展了 27 个农业“走出去”项目<sup>[3]</sup>;截至 2015 年 12 月 21 日,中国农业部已与 17 个非洲国家和组织签署了 31 份合作文件,在当地援建了 22 个农业技术示范中心,超过 1 万多名专家奉派到非洲支援农业发展和传授经验<sup>[4]</sup>等。我国与“一带一路”沿线国家或地区间的交流与合作呈现“五通”趋势,即农业基础设施连通、农产品贸易畅通、农业投资融通、农业技术互通、农业政策沟通<sup>[5]</sup>。

#### 1.1.3 促进资源互补

如中亚五国在棉花以及粮食等土地密集型农产品的出口贸易上具有较强的发展优势,但是在农产品加工产品等资本与劳动密集型农产品的出口上则长期处于劣势发展地位,而在这方面可以发挥我国的优势<sup>[6]</sup>;东南亚、南亚和中东欧国家,除鱼及鱼制品外,其具有比较优势的农产品都与中国农产品互补,存在较大的农产品贸易合作潜力<sup>[1,7-8]</sup>。

#### 1.1.4 深化合作层次

《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》提出,“拓展相互投资领域,开展农林牧渔业、农机及农产品生产加工等领域深度合作,积极推进海水养殖、远洋渔业、水产品加工、海水淡化、海洋生物制药、海洋工程技术、环保产业和海上旅游等领域合作”。我国可深化与成员国中具有世界领先研发水平和知名度的机构或大学的合作。

### 1.2 挑战

“一带一路”背景下,我国与沿线国家或地区的农业合作走向更广、更深,对我国农业在深度合作与交流中保持自身优势、提升自身竞争力带来挑战;对相关弱势企业走出去带来挑战;对规避合作中的政治风险、宗教风险等带来挑战;对提升农业贸易效率带来挑战……而这一系列的挑战,除了对相关政策的供给带来挑战,更核心、更关键的则是对相关人才供给与智力服务带来挑战。



## 2 “一带一路”背景下涉外涉农类复合型人才的需求类型

应对“一带一路”对农业所带来的挑战与机遇,除了需要传统的农林专业技术人才外,更需要大量具有国际化视野与交流能力的农林专业技术人才或具有农林素养的专业性外语人才。对涉外涉农类复合型人才的需求类型主要有:

1)需要既熟练掌握农业领域相关的学科知识与技能,还能通晓合作国家的主要语言或官方语言,较好地熟悉合作国的农业产业政策、农产品的市场潜力、农村风土人情等,从事农业交流合作中的技术生产、产品研发等对农业技能要求较高的岗位。满足上述要求的人才类型为“农业知识与技能+英语或小语种技能”的复合型应用型人才。

2)需要能够熟练掌握所合作国家的主要语言或官方语言,同时还掌握有一定的农业学科知识(或术语)、商贸知识与技能等,从事农业交流合作中的商贸、翻译等对语言技能要求较高的岗位。满足上述要求的人才类型为“英语或小语种技能+农业素养或商贸知识与技能”的复合型应用型人才。

3)需要掌握较为丰富的农业学科知识、法律知识,能通晓合作国家的主要语言或官方语言,很好地熟悉合作国的法律法规、农业产业政策、农产品的市场潜力、农村风土人情等,还能拥有一定的研究素养,从事农业交流合作中的投资咨询、政策研究与咨询、战略规划研究与咨询等对综合能力要求高的岗位,进而尽力规避或降低农业交流中的政治风险、宗教风险、经济风险等,甚至参与推动改革和完善全球农业治理。满足上述要求的人才类型为“英语或小语种技能+农业素养+法律素养+研究素养”或“农业知识与技能+英语或小语种技能+法律素养+研究素养”的高端复合型研究型人才。

## 3 我国高等农林本科院校外语教育发展现状分析

本部分主要从外语教育的依托实体及功能定位、开设语种、人才培养定位、涉农特色等维度简要分析我国高等农林本科院校外语教育的发展现状。

为简化研究,本研究选择的对象为高等农林本科院校,未包含高等农林专科院校,本研究的相关资料来源主要是各高校的官网,考虑到南京农业大学等高校相关官网无法打开的因素,本研究的研究对象为中国农业大学等 36 所农林类本科高校。

### 3.1 外语教育的依托实体及功能定位

当前,我国高等农林本科院校的外语教育主要以 3 类实体存在(表 1),其类型与功能定位分别如下:

表 1 我国高等农林本科院校外语教育的依托实体情况  
Tab. 1 Supporters of foreign language education in agricultural and forestry universities in China

类型	高校名称	外语院(系)建制情况
第一类: 外语学院 建制	华中农业大学	外国语学院
	华南农业大学	外国语学院
	北京林业大学	外语学院
	东北林业大学	外国语学院
	山东农业大学	外国语学院
	河南农业大学	外国语学院
	湖南农业大学	外国语学院
	南京林业大学	外国语学院
	河北农业大学	外国语学院
	云南农业大学	外语学院
	内蒙古农业大学	外国语言学院
	安徽农业大学	外国语学院
	新疆农业大学	外国语学院
	中南林业科技大学	外国语学院
	吉林农业大学	外国语学院
	上海海洋大学	外国语学院
	浙江海洋大学	外国语学院
	浙江农林大学	外国语学院
	大连海洋大学	外国语学院
	青岛农业大学	外国语学院
西南林业大学	外国语学院	
仲恺农业工程学院	外国语学院	
信阳农林学院	外国语学院	
第二类: 外语系 建制	中国农业大学	人文与发展学院(外语系)
	西北农林科技大学	外语系(单独)
	福建农林大学	文法学院(外语系)
	东北农业大学	文法学院(英语系、俄语系、日语教研室、德语教研室)
	四川农业大学	人文学院(外语系)
	甘肃农业大学	人文学院(英语系)
山西农业大学	文理学院(外语系)	
黑龙江八一农垦大学	人文社会科学学院(英语系)	
天津农学院	人文科学部(外语系)	

续表 1

类型	高校名称	外语院(系)建制情况
	吉林农业科技学院	文理学院(外语系)
	山东农业工程学院	人文学院(英语系)
第三类: 外语教学 部建制	沈阳农业大学	外语部
	北京农学院	外语教学部

### 3.1.1 外语教育整体以学院为单位进行建制

在本研究的 36 所高校中,有 23 所高校(占比为 64%)的外语专业是整体以学院为单位进行建制。以学院为单位建制,大体经过了“外语教研室”“外语系”的发展历程,其功能主要有:1)独立培养外语专业本科(专科或硕士)人才;2)承担全校各层次学生的公共外语教学及部分学科特色外语选修课教学;3)针对校内外人员开展外语培训;4)承担全校的涉外工作及其它与外文相关领域的工作。如云南农业大学外语学院成立于 2001 年 4 月,历经云南农业大学外语教研室、外语部的发展和积淀,当前学院负责全校翻译硕士、英语专业、越南语专业、泰语专业、非外语专业本科生、硕士和博士研究生外语(英语、日语、法语、泰语和越南语)的教学任务,同时还承担着旅游英语、商务英语、CET-4、CET-6 级、TM-4、TEM-8 级、雅思等各级各类的外语教学任务。

### 3.1.2 外语教育以外语系为单位进行建制

在本研究的 36 所高校中,有 11 所高校(占比为 31%)的外语专业是以外语系建制,并依存于相关学院或独立建制。其功能主要是独立培养外语人才,并主要承担全校公共外语教学及对外交流等事务。如西北农林科技大学外语系承担着英语专业本科生、硕士研究生和全校非英语专业本科生、硕士研究生及博士研究生的外语教学任务,同时还承担着学校科教人员的外语培训工作和本校校园网英语网站翻译和各类学术期刊的英文编校任务,并长期为学校及杨凌示范区各类外事交流及国际会议等涉外活动提供大量的翻译服务。

### 3.1.3 外语教育依托外语教学部

在本研究的 36 所高校中,有 2 所高校不存在外语专业,外语教育仅依托于本校的外语教学部。其功能定位为全校学生的公共外语教学、承担外语各类考试的考前辅导及培训、本校的对外交流服务工作等。

## 3.2 开设语种

从所能获取资料的 34 所农林本科高校本科层

次外语专业语种的开设情况来看,主要有如下特点:1)基本都开设有英语专业;2)小语种专业种类偏少,主要涉及日语、俄语、德语、法语、越南语、韩语、泰语等 7 种;3)小语种专业主要集中在传统小语种,如日语、韩语,与“一带一路”相关的小语种过少;4)开设有 3 类以上小语种的高校偏少,只有 3 所(表 2)。

表 2 我国高等农林本科院校本科层次开设外语专业种类情况

Tab. 2 Foreign languages set up in agricultural and forestry universities in China

高校名称	语种种类
中国农业大学	英语
华中农业大学	英语
西北农林科技大学	英语
华南农业大学	英语、日语
北京林业大学	英语、日语
东北林业大学	英语、日语、俄语
山东农业大学	英语、日语、俄语
东北农业大学	英语、日语、俄语、德语
四川农业大学	英语
河南农业大学	英语、日语
湖南农业大学	英语、日语
南京林业大学	英语、日语
河北农业大学	英语、日语
沈阳农业大学	英语、日语、俄语、法语
云南农业大学	英语、越南语、泰语
内蒙古农业大学	英语
山东农业工程学院	英语
安徽农业大学	英语、日语、法语
中南林业科技大学	英语、日语、法语、韩语、俄语
吉林农业大学	英语
上海海洋大学	英语、日语、韩语
甘肃农业大学	英语
浙江农林大学	英语、日语
浙江海洋大学	英语
山西农业大学	英语
大连海洋大学	英语、日语
青岛农业大学	英语、日语、韩语

续表 2

高校名称	语种种类
西南林业大学	英语、法语、泰语、越南语
黑龙江八一农垦大学	英语
北京农学院	英语、日语、俄语三门公共外语课
天津农学院	英语
仲恺农业工程学院	英语、日语
吉林农业科技学院	英语、韩语
信阳农林学院	英语

### 3.3 人才培养定位

从所能获取资料的 31 所高校外语专业本科层次人才培养的定位来看,主要有如下特点:1)24 所高校定位为培养复合型人才,占比为 77%;2)21 所高校定位于培养应用型人才,占比为 68%;3)6 所高校明确提出培养“高级人才”,占比为 19%;4)仅有 7 所高校(中国农业大学、西北农林科技大学、内蒙古农业大学、吉林农业大学、甘肃农业大学、浙江海洋大学、山西农业大学)的毕业生行业定位涉及农业,占比为 23%(表 3)。

### 3.4 涉农特色

在人才培养目标中,明确提出培养涉农特色外语人才或人才培养方案,及课程设计中明确有涉农课程的有:

1)东北农业大学实践一种新的“1+2+1”培养模式,即“一个中心,两个基本点和一个特色”,就是以培养学生的应用能力为中心,以学生扎实的语言基本技能和广博的英语专业知识为基本点,以农业科技英语、农业经贸英语、翻译为特色。

2)湖南农业大学英语系通过开设农科双语教师讲座,为学校其他学科的国际交流与合作、前沿研究的文献阅读提供英语翻译指导,为双语课程开设、职称英语测试、第二学位教学等提供有力支撑,打造“厚英语基础、扬人文精神、强实践能力、融农科特色”的英语专业。

3)河北农业大学在学生拓展能力培养模块开设农科、农贸翻译课程。

4)吉林农业大学英语专业在三、四年级培养学生专业知识及实践能力,设置系列农业概述课程、农业科技英语阅读课程、农业科技英语翻译、口译等农业科技翻译方向课程,培养“英语专业+农业科技翻译”的复合型人才。

5)云南农业大学外语学院越南语专业除了开

表 3 我国高等农林本科院校本科外语专业人才培养定位情况

Tab. 3 Cultivation orientation of foreign language talents in agricultural and forestry universities in China

高校名称	培养人才类型
中国农业大学	应用型、复合型高级专门人才
西北农林科技大学	高素质、复合型高级专门人才。
华南农业大学	应用型高级专门人才
东北林业大学	复合型、应用型人才
福建农林大学	复合型、应用型专业人才
山东农业大学	复合型、应用型专门人才
东北农业大学	高素质实用型的专门人才
四川农业大学	复合型人才
河南农业大学	创新型、创业型、复合型高素质人才
湖南农业大学	中、高级应用型人才
南京林业大学	复合型、应用型外语人才
河北农业大学	应用型、复合型人才
云南农业大学	复合型、应用型、综合型专门人才
内蒙古农业大学	复合型人才
安徽农业大学	应用型、复合型高素质人才
新疆农业大学	复合型人才
中南林业科技大学	复合型人才
吉林农业大学	应用型及复合型高级人才
上海海洋大学	高级复合型人才
甘肃农业大学	应用型、复合型高级专门人才
浙江海洋大学	应用型、复合型外语人才
山西农业大学	外语专业人才
大连海洋大学	复合型、应用型外语人才
青岛农业大学	高素质的应用型、复合型、涉外型外语人才
西南林业大学	复合型、应用型专业人才
黑龙江八一农垦大学	复合型人才
天津农学院	应用型人才
仲恺农业工程学院	复合型、应用型人才
吉林农业科技学院	应用型高级专门人才
信阳农林学院	应用型、复合型人才
山东农业工程学院	高素质、应用型专业人才

设相关的语言课之外,还开设一定的农业课程和相关课程,使学生掌握一定的科技、外贸、旅游、文秘等知识,拓宽学生的知识面,增强学生的竞争力,培养



既懂越南语,又了解农业科技、外贸、旅游等知识的复合型、综合型人才等。

通过梳理,当前农林院校内部外语专业人才培养与农科特色之间的融合,主要呈现 3 种样态:1) 独自发展,即外语专业人才的培养并未涉及农科特色;2) 浅度融合,仅在外语专业人才培养目标或方案中较少体现农科特色,其形式通常以涉农选修课或讲座呈现等;3) 深度融合,即涉农课程成为了外语专业学生的必修课,通常学时较长,学生社会实践基地倾向于涉农外贸企业等。在本研究的 34 所院校中,外语专业人才培养方案(涉及培养目标、课程设置等)中体现农科特色的院校只有 16 所,占比仅为 47%。“在高等教育进入大众化阶段后,诸多院校为了应对扩招带来的规模扩张,开始增设专业,英语、计算机类、管理类、经济类的专业蜂拥而至,突破‘农’的壁垒,在高等农业院校大规模‘繁衍’开来,并且互相‘渗透’。有的院校即使不具备师资和仪器设备等基本教学条件,也随波逐流,由此导致了不同地区不同省份的不同农业院校的专业设置诸多趋同,甚至专业课程几近相似,区域性和行业性特色基本缺失。”<sup>[9]</sup>“部分中国农业高等院校存在人才培养目标泛化,‘农’科特色淡化,专业定位上不能很好地体现农业、农村经济发展对人才的需要,培养出来的人才不能胜任地方农业经济发展需要;课程设置无法反映当下农业发展新趋势的现象,使得理论知识与实践脱节,不能很好地起到培养高级农业人才为农业发展服务的作用。”<sup>[10]</sup>

## 4 我国农林本科院校外语教育发展的战略思考

### 4.1 因地制宜,相关高校逐步降低相关小语种人才的培养力度或增加“一带一路”小语种人才的培养力度

当前我国高等农林院校开设的小语种专业主要集中在日语、韩语等相关小语种范围。随着近年来日、韩等语种人才的供过于求,相关毕业生的就业对口率、满意度下降较为严重。在此背景下,部分农林院校可以综合本校日、韩语毕业生的就业情况、本地区其他高校日、韩语人才的培养现状、本校的教学优势等因素,逐步降低日、韩语小语种人才的培养力度。与此同时,处于“一带一路”重要节点城市或区域的高等农林院校,应综合自身的办学优势与资源、对外交流合作的现状与潜力、所在地区与“一带一

路”相关国家或地区农业的交流现状与潜力等相关因素,创造条件增设“一带一路”小语种专业,并从财政及教学所需的相关资源方面给予较为充足的保障。

### 4.2 加快农林院校外语专业教学的课程内容改革、教学方法改革、培养模式改革,培养农业国际化发展及“一带一路”战略所需要的涉外涉农复合型人才

1) 农林院校外语学院或外语系、外语教研室面向全校的公共外语课程,应在课程内容等方面体现涉农特色,注重通过外语教学渗透相关涉农知识,培养非农专业学生的涉农素养。

2) 农林院校涉农专业的外语教学,应加快教学方式方法的改革力度,如采取实践研讨式教学、任务型教学、职场模拟式教学等,提升学生外语的实践应用能力。

3) 农林院校的外语专业,在课程设置方面应加大涉农特色。“目前农业院校对本科生培养都重视通识教育,对艺术、人文、体育、经管等都有一定学分要求,但是往往都没有把农业类课程视为必备的通识教育,加强非农专业的农业意识。此外,即使是农业院校向综合性大学靠拢,也应该增强其非农专业向农业方向的倾斜。在农业院校农业研究的基础上,将非农学科与农业交叉,符合培养最好的农业法律、农业经济、农业外语、农业金融等专业的要求,更符合农业院校特色,也更具社会竞争力。”<sup>[11]</sup>为此,相关部门应出台意见,在农林院校外语专业人才培养方案中开设农业类课程,并将其纳为必修课程,给予一定比重的学分。此外,有条件的农林院校应依据本校资源现状与特色,加快外语专业人才培养模式的改革,培养具有鲜明农科特色的外语专业复合型、应用型人才。如东北农业大学英语专业采用“1+2+1”培养模式培养涉农复合型外语人才;吉林农业大学以“英语专业+国际商务”和“英语专业+农业科技翻译”为方向,培养独具农业院校外语人才特色的复合型高素质人才等。

### 4.3 理清不同类型农林院校外语专业人才培养定位

人才培养定位主要涉及人才知识或素养的组合、实践性或理论性偏向、高低层次、行业定位等 4 个方面。

1) 依据校情,提高复合型人才培养的有效性。随着工作环境渐趋复杂化,特别是来自社会及工作

岗位的挑战增多,单一技能或素养的人才已经难以适应未来工作岗位的需求,为此,复合型人才的培养成为了今天众多高校的选择。农林院校外语专业人才培养定位于复合型人才的培养也是时代所需。各高校需要结合本校的资源特点,探索符合校情的复合型人才培养模式,真正将复合型人才的培养落实在人才培养方案、课程教学等方面,真正提升人才的综合素养。

2)重点加快课程教学等方面的改革,提升人才的实践操作能力,培养应用型人才。我国将研究型或理论型人才的培养工作主要放在研究生阶段,本科层次主要培养能够快速适应岗位需求的应用型人才。对于外语专业而言,由于所面临的工作岗位主要是与人进行沟通,更有必要提高人才的实践能力,培养应用型人才。

3)依据学校办学水平的高低,将人才培养层次分别定位于高、中级人才。对于办学优势突出的部属高校,如中国农业大学等,可定位于为社会培养高层次的外语人才;对于办学优势较突出的省属高校,可定位于培养中级或高级外语人才;对于办学水平一般的高校,可定位于培养中级或初级外语人才。

4)各农林院校外语专业在实现课程改革,强化涉农特色的基础上,在毕业生的行业定位方面可加入农业。

#### 4.4 注重借力,发挥多种资源的优势,合力培养“一带一路”所需要的涉外涉农复合型、应用型人才

1)相关院校可发挥地缘优势,以外语学院(专业)和涉农专业学院为主体,积极与临近国家涉农高校或相关学院开展合作,发挥他方语言或农业优势,联合培养相关高素质复合型人才;2)可将外语专业与涉农专业学生的教学实习基地放在涉外农企,发挥涉外农企的实践资源优势,提高人才的实践操作能力与综合素养;3)积极搭建农林院校间资源的共享平台,促进农林院校间,特别是外语学院间的交流与合作,促进资源互补与共赢。

#### 4.5 适应新形势,强化外语教育服务全校师生及学校对外交流战略的需求

“一带一路”是我国农业国际化发展的机遇,也是高等农林院校国际化办学的机遇。在此背景下,高等农林院校外语教育可通过课程教学改革、增设面向“一带一路”发展所需的小语种选修课或语言培训班、举办外语类讲座等方式,提升全校师生的外语水平。同时,应依据学校对外交流战略,及时提供相关对外交流国的情报信息,提升本校研究智库的国际化视野。

#### 参考文献:

- [1] 李丹,夏秋,周宏.“一带一路”背景下中国与中东欧国家农产品贸易潜力研究——基于随机前沿引力模型的实证分析[J]. 新疆农垦经济,2016(6):24-32.
- [2] 王丝丝. 一带一路背景下中国与中亚五国主要农产品贸易潜力研究[D]. 杭州:浙江工业大学,2015.
- [3] 张芸,张斌. 农业合作:共建“一带一路”的突破口[J]. 农业经济,2016(8):3-5.
- [4] 张希颖,彭苗.“一带一路”战略下加速推进中非农业合作——从中非合作兴办农场的视角[J]. 对外经贸实务,2016(5):27-29.
- [5] 曹云华,胡爱清.“一带一路”战略下中国—东盟农业互联互通合作研究[J]. 太平洋学报,2015(12):73-82.
- [6] 黄毅.“一带一路”背景下我国对外农产品贸易研究[J]. 当代经济,2016(1):92-93.
- [7] 何敏,张宁宁,黄泽群. 中国与“一带一路”国家农产品贸易竞争性和互补性分析[J]. 农业经济问题,2016(11):51-60.
- [8] 陈天金,郑床木,贡锡锋,等.“一带一路”框架下我国农产品质量安全科技国际合作方向探讨[J]. 农产品质量与安全,2015(06):44-46.
- [9] 孙守钧,田健. 高等农业院校本科专业结构调整的影响因素、问题与策略[J]. 高等农业教育,2014(8):3-6.
- [10] 赵宇虹,王政. 欧盟农业高等教育对中国农业高级人才培养的启示——以欧盟农村发展国际硕士项目为例[J]. 世界农业,2016(6):190-193.
- [11] 张蕴薇. 我国高等农业教育的危机与对策[J]. 安徽农业科学,2016(12):306-308.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.029

## 古树名木资源科普旅游开发研究

古旭<sup>1</sup> 张瑞<sup>2</sup> 郭吉朋<sup>3</sup> 邓忠坚<sup>1</sup>

(1. 西南林业大学 云南生物多样性研究院, 云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224;  
2. 西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650224; 3. 云南森林自然中心, 云南 昆明 650224)

**摘要:**我国古树名木资源丰富,并且具有较高的景观、科研和历史价值,因而成为开发优质科普旅游的基础。文中对古树名木的科普价值和旅游资源潜力进行分析,并且以“树文化”为发展契机的贵州妥乐村、台湾科普旅游典范——溪头自然教育园区以及面临开发与保护平衡的云南腾冲古银杏村为案例,分析了3个景区的成功要素和建设经验。在此基础上,对不同类型的古树名木资源分布区的科普旅游开发模式和景区建设进行了探讨。

**关键词:**古树名木;科普旅游;开发模式;景区建设

中图分类号:S788.2;TU986.36 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0156-04

## Development of Popular Science Tourism Related to Ancient and Famous Trees

GU Xu<sup>1</sup>, ZHANG Rui<sup>2</sup>, GUO Jipeng<sup>3</sup>, DENG Zhongjian<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control, Yunnan Academy of Biodiversity, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;  
3. Yunnan Forest Nature Center, Kunming 650224, China;)

**Abstract:** With high ornamental, scientific and historical values, the resources of ancient and famous trees are abundant in China and have become the basis for the development of high-quality popular science tourism. This paper analyzed the values of ancient and famous trees in both science and tourism aspects, and studied the successful factors and construction experiences of three scenic areas including Tuole Village of Guizhou taking tree culture as development opportunity, Xitou Nature Education Area in Taiwan and the Ginkgo Village of Tengchong concentrating the balance between development and protection. Based on the analysis, the different development mode of popular science tourism related to the resources of ancient and famous trees, as well as the construction of scenic spots, were further discussed.

**Key words:** ancient and famous trees; popular science tourism; development mode; construction of scenic spots

随着我国高等教育的普及和国民科学素质的提升,科普旅游逐步成为旅游业发展的一个新方

收稿日期:2017-11-21.

基金项目:云南省森林灾害预警与控制重点实验室开放基金(ZK150003).

作者简介:古旭(1988-),女,云南昆明人,实验师.主要研究方向为生物多样性保护. Email:675129144@qq.com

通信作者:郭吉朋,男,工程师.主要从事森林资源经营管理、林业调查等相关工作. Email:651564080@qq.com



向<sup>[1]</sup>。科普旅游也称科技旅游,是指以普及科学知识、宣传科学精神为宗旨,利用科学研究、宣传教育等场所和活动以及一些科技含量比较高的产业和具有较大科学考察价值的自然环境开展的,集知识性、教育性、趣味性和娱乐性为一体的旅游形式<sup>[2]</sup>。科普旅游作为一种向公众进行科学教育、宣传科学精神的活动,有利于提升公众整体的科学素质以及社会整体的科技发展水平。除此之外,由于科普旅游拓展和优化了传统旅游业的形式和内容,因而起到了丰富旅游产业结构,推动地区经济发展,促进城市形象提升的社会经济功能<sup>[3-5]</sup>。

我国拥有丰富的古树名木资源,目前调查约有 285.3 万株<sup>[6]</sup>,且分布范围广泛。北京全市共有古树群 100 余处,100 年树龄以上古树名木 4 万余株,300 年以上古树 6 123 株<sup>[7]</sup>;陕西省古树名木数量超过 60 万余株,分布于全省 11 个市(区)的 92 个县(市、区)<sup>[8]</sup>;湖南省古树名木资源超过 10 万株,树龄 500 年以上的有 989 株<sup>[9]</sup>;广东省有古树名木 2.3 万余株,其中 500 年以上古树 693 株<sup>[10]</sup>。随着全国古树名木普查工作的深入,古树名木的物种、树龄和分布区的多样性优势也将进一步凸显,成为开发优质科普旅游的基础。

## 1 以古树名木资源开发科普旅游的可行性分析

### 1.1 古树名木具有较高的科普价值

古树名木是我国各个历史发展时期的见证。如在华夏文明发源地陕西,周代政治家、军事家姜太公所植侧柏,春秋战国名医扁鹊手植银杏,西汉外交家张骞墓前柏木,唐代“天宝之乱”唐玄宗思念杨贵妃手植槐树,唐玄奘所植梭罗树以及延安枣园毛泽东手植丁香和邓小平手植银杏等古树名木至今长势良好<sup>[8]</sup>。每一株古树名木都承载着一段传奇、辉煌的历史。

古树名木是研究自然史的重要材料。古树名木复杂的年轮结构中储藏着百年、甚至千年的气象变化和生境变迁信息,是科学家研究世界自然史的重要参考。古树名木经历百年的自然演化尚能存活,对其基因组以及生境适应机制的研究在树种选育、栽培和驯化等方面都具有重要的现实意义。以处于不同年龄阶段的树木作为研究对象,采用空间代替时间的研究方法,得以在短时期内探寻树木从生长、发育、衰老直至死亡的变化规律<sup>[11]</sup>。

古树名木是地区民族文化的简史。对于古树名

木生长较为集中的地区,居民的饮食、医药和经济收入等生活的方方面面都与树木息息相关。此外,许多地区还发展出了与古树相关的宗教信仰,展现了地区独特的历史魅力和文化底蕴。

### 1.2 古树名木分布区具有可挖掘旅游潜力

近年来,贵州妥乐村的古银杏、云南大理巍山的古山茶、云南腾冲的古银杏村和新疆轮台的胡杨林均是倍受游客追捧的热门景区。树木绚丽的花朵以及多彩的枝叶本身就是一道靓丽的风景线,加之经历过百年的风雨雕琢,古树名木的造型更加奇特,或庞大茂盛、或苍凉遒劲、或奇妙弯曲、或笔直坚挺,更增添了一丝神韵。如被誉为黄山“四绝”之一的迎客松就是每一位到黄山的游客必观之景。

多省市的调查结果显示,现存古树名木主要分布于乡村、庙宇、陵园和公园,其中超过 80% 的古树名木分布于乡村<sup>[6,10,12,13]</sup>。庙宇、陵园和公园属于传统旅游景区,本身就具备一定的旅游资源。但目前多数传统景区均面临因缺乏吸引游客眼球的“招牌”而难以脱颖而出的局面,古树名木科普旅游的开发正有利于打破这一困局。虽然绝大多数乡村并不属于传统意义上的旅游景区,但随着《爸爸去哪儿》等综艺节目的热播,湖南省绥宁县、江西省陂下村和陕西省王阳澗村等古村镇已成为当下的旅游新地标。远离都市的自然宁静、民族特色的民宅村舍、醇厚古朴的民俗风情以及返璞归真的生活方式均是当代游客所追捧的旅游时尚,古树名木科普旅游的开发正好为古乡镇的旅游业发展提供一个新的切入点。

## 2 案例分析

### 2.1 贵州妥乐村“树文化”与旅游业发展

妥乐村位于贵州省六盘水市盘县石桥镇,全村居住有 510 户 1 810 人。村内有古银杏 1 145 株,平均树龄 300 年以上,最大树龄超过千年,是全世界古银杏最集中的地区,因而也被称为“古银杏之乡”。妥乐村的历史离不开古银杏树,相传树是明朝大将傅友德的军队在村中屯戍时思乡而种。在 6 个世纪的岁月中,妥乐村村民的房前屋后都种满了银杏树,银杏树也反哺着植树人,夏可遮阳避暑,叶可制茶提神,皮可入药补体,果可剥食充饥,出售白果一直是妥乐村民主要的经济来源。妥乐村村民和银杏树已经形成了一种“人树相依”的血脉情怀<sup>[14]</sup>。古银杏在村中被视为神灵,象征着长寿和人丁兴旺,寨里规定“毁树者轻则罚跪,重则棒槌”,逢

年过节还要杀猪宰羊,举行隆重的祭树活动。

这份独特的“树文化”也为古村带来了新的发展契机。随着旅游人数日益增加,妥乐古银杏风景区建设成为贵州省第八届全省旅发大会核心项目之一。景区核心区已于 2013 年竣工,完成了游览步道、景观湖畔、五星级酒店和“农家乐”服务区的建设和改造工程,旅游观光、休闲度假功能已基本完善,当年该景区接待游客量就已达 31 万人次<sup>[15]</sup>。2016 年妥乐古银杏景区获批为国家 4A 级旅游景区。当地政府进一步加强了对古银杏树的管理,派遣职管部门对树木进行逐一编号,了解其健康状况,并定期对树木进行检查和诊断治疗。妥乐村的“人树情”得以进一步升华。

## 2.2 台湾溪头自然教育园区的建设启示

溪头自然教育园区位于台湾南投县鹿谷乡凤凰谷山麓中,属于台大的实验林场。清末时期,溪头只是一个山林小村,1970 年被规划为森林游乐园,后为推广户外教学和环境教育,更名为溪头自然教育园区<sup>[16]</sup>,现已发展成为台湾科普旅游的典范。

溪头自然教育园区的成功主要归因于其对丰富自然资源和独特“妖怪文化”的开发和营造。溪头拥有珍贵木本植物 300 余种,草本植物 1 300 余种,鸟类 70 种<sup>[17]</sup>,并在园区深处屹立着一株树龄超过 2 800 年的红桧神木<sup>[18]</sup>。为让游客与大自然更亲密地接触,园区精心规划了一处距地面 22.6 m、长约 180 m 的空中走廊,让游客仿佛置身于树冠层中,从不同角度欣赏森林的美。此外,园内还设置了青年活动中心和教育中心,以及各类珍稀树种的保育试验园,开展各类科普教育活动,以寓教于乐的形式向游客介绍森林保护的相关知识。

妖怪村位于教育园区的入口处,曾经是一个名不见经传的山区小村庄,但村民们却依据着当地流传的妖怪传说,发展出了别出心裁的“妖怪文化”,在极短的时间内一跃成为闻名台湾的个性化乡村。为让村中的生活要素均体现出妖怪风格,村民将民宅、商店、酒吧,甚至公共汽车、厕所等建筑设施都进行了重新修饰,让“萌搞怪”的“妖怪”生动地活跃于生活的不同场景中。此外,妖怪村还推出了妖怪雨伞、咬人面包等别出心裁的旅游纪念品,并定期举办“魔神祭”、“天狗击鼓秀”等各色文化秀活动,使妖怪村的形象更加生动<sup>[17]</sup>。

## 2.3 云南腾冲古银杏村聚焦景区开发与保护

古树名木的健康生长离不开适宜的生境,科普景区的开发,特别是对自然或人口较少的乡村环境

进行的景区开发,在一定程度上均会对古树名木生长所需的生态因子产生影响,如楼层建设改变了树木的光照条件,过量的游客踩踏改变了土壤质地进而影响树木根系生长。所以古树名木科普景区能否可持续性发展,关键在于开发与保护两者之间的平衡关系。

云南古银杏村位于腾冲县固东镇江东社区,是近几年来才开始逐步发展旅游业的古村庄,因而其在发展过程中的问题与解决方式也是许多古树名木资源开发地区所具有的。银杏村因村内分布着 130 多  $\text{hm}^2$ 、3 000 余株连片的古银杏树而得名,树龄 400 年以上的 120 多株,远处望去有一种“村在树中,林在村中”的别致美感<sup>[19]</sup>。每年约 30 万游客集中于银杏叶黄时期涌入。为满足游客游玩的便利性并同时减轻游客及私家车对古村落和古树名木的不良影响,银杏村重新规划并建立了新停车场,加强块石路面和草皮铺设,完成农户风貌改造并对 25 家农家旅馆进行示范性建设,推进农村环境净化,完善垃圾收集处理<sup>[20]</sup>。尽管如此,当前银杏村依旧面临几个问题:除了依靠古银杏树的观赏价值外,景区如何开发才能持续推动全年的收益?利用白果进行土特产开发可以提升当地经济收入,但没有规划的人为选育致使银杏树性别差异严重失调,因而古树名木的经济价值开发需要景区进行科学的宏观规划<sup>[21-22]</sup>。

## 3 古树名木资源科普旅游开发模式

### 3.1 加强古树名木保护,确立开发核心

保护是资源开发利用的基石,完善地区古树名木调查,对衰弱、濒危树木进行抢救性保护。充分挖掘树木美学价值和科学研究价值,收集与当地历史文化相关的故事传说及与当地居民生活相关的趣闻异事,针对各地区古树名木的资源特色,确立本地区科普旅游开发主题。以古树名木观赏价值为开发核心的景区,要凸显其自然之美,拆除与景观不相符的建筑设施,利用山水、植物进行搭配。而与之不同,以古树名木历史价值为开发核心的景区,应适当增加仿古建筑与雕塑,“枯藤老树昏鸦,小桥流水人家”更能突显树木的古韵美。而以“人树情”为卖点的古村镇,保持树木和村落的古朴之美是景区建设的重点,对建筑风格、材质应进行统一规划,利用传统农耕和民族手工艺制品对新修建筑和公共设施进行装饰,所到之处都能让游客充分体验并融入到当地的风土人情中。宣传是景区对外展示的一扇窗口,聘请专业摄影团队进行宣传片拍摄,以树木的四



季之美和人文故事为主线,形、韵中赋予古树名木新魅力。

### 3.2 建设科普宣教设施,规划旅游路线

研究表明,博物馆、解说标示牌、导游科普解说和科普活动是科普旅游中最重要的 4 个指标<sup>[23]</sup>,建设景区科普宣教设施是开展科普旅游的基础。设置古树名木科普解说牌不同于传统的树木挂牌,除树木名称、年龄、科属等信息外,科普解说牌内容还应更生动丰富,包括树木的识别特征、分布区域、经济价值、传说典故、保护情况等。鉴于当前二维码技术的广泛应用,景区可为每棵树木建立二维码,游客只需对解说牌进行“扫码”,就可以通过图片、语音、视频等形式了解到更多古树名木的信息。建立“树文化”博物馆,设置不同主题的展厅,展出内容不局限于本地区树种,展出形式也应多样,既可以是植物标本、产品等实物,也可以为图文影视等资料,还可适当增设 VR 游戏等游客互动设施。

对景区进行主、次游览路线规划,使主路线上尽可能观赏到具有代表性的景点,次要路线上可修建自行车或游船游览道,增加游玩形式。但路线的规划应将古树名木保护放在第一位,距树冠垂直投影 5 m 范围内不铺设硬质路面、不增建人工设施,主要景点可架设观景台,减少对树木立地条件的影响。

### 3.3 策划多样科普活动,注重导游培训

特色科普活动和出色的科普解说往往是提升景区竞争力的“点睛之笔”。摄影比赛、标本制作、丛林寻宝已经是开展较为成熟的科普活动,新建景区尚可借鉴。但要进一步凸显古树名木资源特色及科普旅游的科教主题,就需对活动内容进行创新。开展“我是古树调查员”和“古树名木修复体验”活动,让游客切身参与到古树名木保护工作中,在学得植物学知识的同时,更能培养游客的环保意识。此外,古树分布集中的庙宇和古乡镇还可结合时令节气和民族风俗开展祈福祭拜、农田耕种、工艺品制作等活动,使景区主题更具有代入感。

在科普旅游中,导游既是知识的传递者也是活动的组织者,更是环保意识的传递者,因此注重导游培训对提升游客旅游感受起到关键性作用。对科普导游进行岗前培训,内容包括服务和表达能力,也包括知识水平和环保言行。

### 3.4 完善配套服务设施,提升景区管理

科普旅游既作为旅游的一种形式,园区在游客中心的设施配备及其服务内容、形式等方面须遵从国家和地区制定的相关规定,同时应尽量满足游客

的需求。依据景区大小,在园区多个位置设立游客服务中心,为游客提供免费的咨询、讲解、寄存、休息以及无障碍与医疗救助等公共设施及服务。此外,还应注重各类商业设施的建设,如酒店、餐馆、酒吧、邮局及纪念品商店等,要充分考虑到各个消费层次的游客需求。园区内座椅、直饮水、垃圾桶和厕所等公共设施的设置位置及数量应充分研究考察,并随游客数量的增长进行调整。同时要制定景区管理办法,提升园区服务管理能力。制作具有古树名木资源特色的园区导游图和旅游纪念商品和书籍。加强服务人员培训考核,统一服饰和服务用语,提高咨询、安保和环卫人员在园区内的服务频次。

### 参考文献:

- [1] 陈锐凯,钟学斌,孙志国. 咸宁岩溶资源科普旅游开发研究[J]. 江西农业学报,2010,22(12):204-206.
- [2] 金颖若. 科技旅游论[J]. 江汉论坛,2003(10):35-37.
- [3] 刘艳. 科技旅游的理论与实践阐释[D]. 哈尔滨:东北大学,2005.
- [4] 李廷勇. 论科技旅游[J]. 山西大学学报(哲学社会科学版),2007,27(2):66-70.
- [5] 刘丹. 科技旅游功能分析[J]. 城市地理,2014(4):54.
- [6] 陈丹. 古树名木的保护管理措施建议——以陕西古树名木为例[J]. 陕西农业科学,2015,61(4):75-78.
- [7] 施海. 北京市古树名木资源保护管理存在的问题及对策[C]//北京林业发展论坛,2007.
- [8] 董青峰,巨炎武,高根虎,等. 陕西古树名木保护存在的问题及对策[J]. 陕西林业科技,2008(3):84-87.
- [9] 侯伯鑫,程政红,林峰,等. 湖南古树名木资源及保护现状[J]. 中国城市林业,2005,3(3):72-74.
- [10] 杨清云,薛春泉,江建发,等. 广东省古树名木资源现状及保护利用探讨[J]. 林业与环境科学,2004,20(3):46-49.
- [11] 周红军. 浅谈保护和研究古树名木的意义[J]. 农家科技旬刊,2013(4):37.
- [12] 范小莉,梁玉,王玉华,等. 山东省古树名木保护调查与现状分析[J]. 山东师范大学学报(自然科学版),2013,28(1):146-148.
- [13] 庄晨辉,吴朝明. 福建省古树名木现状调查与保护对策[J]. 华东森林经理,2013(6):48-50.
- [14] 吕学琴,刘青秀,胡珠楠. 记忆·眷恋·归属感——妥乐古村寨“树文化”阐释[J]. 六盘水师范学院学报,2013(4):65-68.
- [15] 贵州日报. 妥乐古银杏景区游客纷至沓来促当地百姓齐致富[EB/OL]. [http://www.gywb.cn/content/2014-10/05/content\\_1535502.htm](http://www.gywb.cn/content/2014-10/05/content_1535502.htm),2014-10-05.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.030

## 安康汉江两岸的植物景观配置分析

张迪 杨湘涛 田智荣 张梦莹 刘亚新 王凯丽

(安康学院 艺术学院, 陕西 安康 725000)

**摘要:**植物作为生态环境的主体和重要的景观资源用于景观艺术创作,能够形成一个充满生机、赏心悦目的绿色自然环境。由植物构成的空间,无论是造型变化还是色彩变化,反映在景观中都极为丰富。在安康汉江两岸景观建设中,强调营造植物景观的季相美,重点阐述色彩之季相美、果实之季相美和造型之季相美,提倡增加乡土植物的配置,满足人们的依恋情结并体现地域文化特色。植物造景可通过乡土植物与外来植物在不同区域的配置,巧妙地融为一体,通过色彩、造型、果实等景观配置带给人们心理的愉悦与享受,共同形成汉江两岸独特的园林景观。

**关键词:**植物造景;季相美;乡土植物;植物配置;地域特色文化;园林景观;安康汉江两岸

中图分类号:S731.1;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0160-03

## Arrangement of Plant Landscape on Riverbanks of Han River in Ankang

ZHANG Di, YANG Xiangtao, TIAN Zhirong, ZHANG Mengying, LIU Yaxin, WANG Kaili

(Department of Arts, Ankang University, Ankang, Shanxi 725000, China)

**Abstract:** As the main body of ecological environment and significant landscape resources, plants can be used for landscape artistic creation to form a vibrant and pleasing green environment. Plants used in the landscape design were extremely abundant on modeling change or color change. The charm of seasonal aspect was emphasized from color, fruits and modelling in the landscape construction on riverbanks of Han River in Ankang. This paper advocated to increase the arrangement of native plants to satisfy the population's attachment bond and present the local cultural characteristics. Plants landscape could be integrated skillfully by indigenous plants and exotic plants in different regions to bring people pleasure and enjoyment through the landscape arrangement of color, modeling and fruits, which could jointly form unique landscape on riverbanks of Han River.

**Key words:** construction of plant landscape; charm of seasonal aspect; indigenous plants; arrangement of plants; local cultural characteristics; landscape; riverbanks of Han River in Ankang

作为城市开放的空间,安康汉江两岸的景观建设已是城市形象的重要节点。植物作为生态环境的

主体和重要的景观资源用于景观艺术创作,成为历来中外园林美感享受的对象。英国园林学家 B.

收稿日期:2017-08-22;修回日期:2017-10-24.

基金项目:陕西省大学生创新创业训练计划项目(2016sxjy006).

作者简介:张迪(1995-),女,河北秦皇岛人,在校本科生.所学专业:视觉传达设计专业环境艺术设计方向.

通信作者:杨湘涛(1968-),女,陕西临潼人,副教授.主要从事园林艺术和美术教学研究.

Clauston 认为,园林设计归根结底是植物材料的设计,目的就是改善人类的生态环境,其他内容都只能在一个有植物的环境中发挥作用<sup>[1]</sup>,可见植物造景的重要性。安康汉江两岸植物景观配置目前虽然品种较多,但乡土植物偏少,虽也能绿意盎然,但在季相配置手法上还显欠缺。汉江两岸景观绿化随着汉江的走向呈东西方向延伸,面积较广,对景观的影响巨大。建议在沿路的植物景观中分段进行配置,在某一区域中的配置主要表现植物的色彩美,另一区域主要表现果实美,再间隔一段区域主要表现造型美,另用一较大区域专用来配置乡土植物。如此可反复形成序列布置,以不同的手法配置花草树木,使其与周边环境相适应,与功能要求相统一,从而产生出千姿百态的景观效果,使游人在不同的季节观赏到不同植物的时序性和季相美,创造出丰富多彩的艺术画面。

## 1 营造植物景观的季相美

植物随着时间和季节的变化,自身也经历着生长、发育的生命周期,表现出展叶、开花、结果、落叶的生理变化过程,形成了叶容、花貌、色彩、芳香、枝干姿态等一系列的规律变化,并构成春花含笑、夏绿浓荫、秋叶硕果、冬枝傲雪的四季景象变化<sup>[2]</sup>。在汉江沿岸体现季相美的景观带中组织好植物的时序景观,可以人为地延长植物群落的观赏期,将不同时期的观形、取色、闻香、品味的植物合理地配置在一起,形成多物种交叉构建混合林景观,便可组成三时有花、四时有景、红白相间、次第花开的景观构图。

### 1.1 色彩之季相美

设置不同时期的观花、观叶、观果、闻香植物的交叉配置。植物的色彩主要体现在花与叶上,其中的观花植物可选用春季开花的樱花、桃花、贴梗海棠、玉兰、紫薇等小乔木,秋季开花的桂树、木芙蓉等小乔木,冬季开花的梅花、黄花槐等小乔木。观叶植物可选用红叶李、鸡爪槭、五角枫等秋季叶色变红的小乔木和塔柏、刺柏等长青乔木,将这些小乔木在这一区域进行交叉配置,另植 2~3 株阔叶大乔木植物银杏做背景,一为增加秋季观叶效果,二为和其它小乔木形成错落有致的层次感。此区域林带边沿处配置小蜡、红叶石楠等灌木作为配景,其中小蜡为长青、红叶石楠春季叶红,其余三季长青。这样的配置能够丰富四季的景观色彩,使春夏秋冬雨雪雾晴的时令色彩变化都影响着人们的心理感受。

春天是树木抽芽吐绿、早春红蕾含笑、盛春群芳争艳、色彩缤纷的季节,也是赏花的最好季节;夏季色彩以绿色为主,风摇绿叶虽万绿重重,但因不同种类的叶在色调上有深浅、明暗、偏色之异,如墨绿、黛绿、黄绿等,在色彩上能形成对比,带给人丰富多变的视觉冲击;中秋树洒桂雨、芳香飘逸、红叶斑斓;冬日黄花槐绽、寒梅怒放、青松迎霜,另有红叶李、桂树、小蜡、石楠等常绿植物相伴,最大程度上发挥、展现植物自然而美丽的色彩艺术效果。

### 1.2 果实之季相美

观果植物的景观效果主要有观花、观果、赏叶、看型、闻香等五大优势,使园林景观根据季节变化而变换不同的景致。多数果树花量大,色彩丰富,花期前后错落,果实更是大小不一,形态各异,色彩斑斓。根据观果植物的这种季相变化进行合理配置,能够营造出“源于自然而胜于自然”的景观效果。观果植物能为人们带来最自然最美好的感受,也是一道使人感受到生命变化、人生意义的风景<sup>[3]</sup>。果树配置中,可选择本地夏季挂果的梨树、苹果树,秋季挂果的枇杷、柿子、李子、枣、石榴、橘柑等树作为主景交叉种植。由于果树多为落叶乔木,该区域在冬季会缺少绿色,所以适当配置红叶李、桂树、香樟、广玉兰等长青乔木与果树分层种植,作为配景以弥补冬季的单调萧条。林带边沿配置十大功劳、南天竹、黄杨等常绿灌木,其一可防止游人入内采花摘果,其二可与各类高低不同的乔木形成多层次植物群落景观,其三可辅助丰富四季景观色彩。这种配置能够丰富堤岸边的空间,独立成景,还能构成迷人的乡村野趣之景。春季观万紫千红的花簇,夏季观绿叶之中的累累果实,最喜秋季景致,石榴、柿子是红果,一片金黄是枇杷,累累硕果,使游人感受丰收后喜悦的场景。

### 1.3 造型之季相美

很多景观设计中,过多地强调四季常青,反而缺乏一种落叶之美,使人们体验不到大自然的美妙。没有植物季相的多样性,哪来景观的丰富多彩?植物的季相变化也是园林景观中最为直接和动人的景色。一些观赏植物在树叶落光之后,树干所展现出来的或苍劲、或柔美、或光滑、或粗犷的姿态,是冬季特有的景观,常能给人以艺术的美感。展现造型的植物可选用重阳木、栾树、槐树、银杏等树冠伞型、大枝斜展、主杆粗壮、较为高大的乔木,不仅在春夏秋季枝多叶茂时树形婆娑,冬季更是观赏树姿的最佳

季节——疏疏斜斜的枝干,交织成一幅浑然天成的淡墨画。这些高大落叶乔木与半落叶植物的竹子及落叶小乔木的梅树交叉配置作为主景,长青针叶植物圆柏或洒金柏作为配景点缀其后。竹子在春季出笋时的线条感、展叶时的郁闭感,夏季叶茂时的浓郁感,冬季落叶时的舒朗感<sup>[4]</sup>,都具有不可比拟的造型美。而品种独特的梅,在夏秋季节枝叶素净雅洁、舒展飘逸、纯净疏淡的风姿,冬春季节虬枝倒悬、疏影横斜、花朵绽放、暗香浮动的傲骨,无不展现着“东风第一枝”的神韵。此处屹然挺立的竹、傲挺霜天的梅和背景枝干如铁的松已然形成了绚丽如画的“岁寒三友图”,与高大的乔木配置一起,在造型上更能体现春之动、夏之萌、秋之爽、冬之静,尤其冬季下雪过后,各类植物银装素裹,又是一番傲骨迎春的壮丽景观,使山光水色更加迷人。

## 2 增加乡土植物的配置

乡土植物是长期生存于本地且保留下来的物种,在其生长进化的过程中已经高度适应了周边环境,即便在简单、粗放的管理条件下,仍能充分表现出树种的生物学特性和良好的观赏效果。乡土树种易于管理、费用低、成活率高的特点是有些外来树种不可比拟的。乡土树种也可对当地植物特色加以体现,在服务园林景观和改善生态环境的同时,也赋予了园林一定的文化品质和内容。因此,乡土植物的运用能有效增强景观绿化中的美感度。

### 2.1 乡土植物对人们心理的影响

人们在心理学上对熟悉的事物更愿意去接近而且防备的逆反心里减弱,对植物也是如此,乡土植物在景观应用中可以很好地迎合人们的这种心理。对于土生土长的本地人,乡土植物伴随着他们成长,甚至某一些植物还在童年留下一段美好记忆<sup>[5]</sup>,如美味的桑葚、橘子、柿子、榆树、槐树等。童年时期爬过树折过花摘过果的人,一定不会忘记桑果、橘子、柿子的甜蜜和榆钱、槐花的美味,这不仅满足的是味觉,更是一个时代的印记,所以自然而然地对乡土植物有一种亲切感。人们也愿意置身于乡土植物中,以此产生强烈的安全感。

### 2.2 体现地域特色文化

植物文化与其它文化门类在漫长的历史过程中相互影响、相互补充、相互融合,形成与植物相互关联的特色文化,反映出当地传统价值观念、审美情趣、文化心态、哲学意识等。安康的乡土植物如皂荚

树,高大乔木,树形美观,树叶茂密,具有多种药用价值,寿命可达六七百年,百年以上的皂荚树都被当地人认为神树,人们在其树枝上挂上几多红绸,以求岁岁平安,吉祥健康。臭椿,高大乔木,干型通直,造型美观,树皮、根皮、果实均可入药,有清热利湿、收敛止痢等功效,生命力强,具有良好的观赏性而被人们普遍种植。梧桐,大乔木,干直冠大,遮天蔽日,形状如伞,因传说能招凤被人们寓为福树。核桃,大乔木,树冠广阔,枝叶繁茂,绿荫盖地,因果实形状为圆型,寓意为心意满满。香樟,高大乔木,据说因木材上有许多纹路,被人理解为大有文章的意思,所以在“章”字旁加一个木字做为树名,树冠呈卵型广展,有樟脑香气,能驱蚊蝇,一年四季都呈现绿意盎然的景象,被选为安康市的市树。紫薇,小乔木,花期正当夏秋少花季节,且花期极长,由6月可开至9月,有“百日红”之称,被选为安康市的市花。

### 2.3 乡土植物在汉江两岸景观中的配置

安康乡土植物种类繁多,树型千姿百态,乡土植物的地域特色是园林景观的基调和根基,其在空间营造上发挥着生态优势,对景观营造的意义功不可没。

汉江两岸景观植物营造中,将不同种类的乡土植物混植在同一个区域,每一树种不用太多,高大乔木1~2株,中小型乔木2~3株即可。高大乔木如桑树、榆树、臭椿、皂荚、核桃等做背景,中型乔木如槐树、灯苔树、栾树、柿树、枣树等,小乔木如白丁香、石榴、紫薇、枫香等,间隔一定距离进行混合配置,适当增加桂树、飞蛾槭等常绿植物,以缓解冬季落叶植物的单调,形成高、中、低3个基本层次的群落景观,能够达到春夏秋三季赏花、赏叶、赏果,冬季赏枝的四季有景的艺术效果。区域边缘处不需要配置矮灌木做绿篱,可供游人进入林地以增强亲切感。这种乡土植物的配置不仅经济投入低廉,造景搭配丰富多样,同时满足了本地人的认同感、归属感以及外地游客的特色感。

## 3 结语

植物是构成景观的主要框架性材料,安康汉江两岸的景观是城市形象的重要节点,其植物的配置尤显重要。运用植物的形态、色彩、果实等体现出不同季节的季相变化,同时运用乡土植物的配置体现当地的地域特色文化,以满足人们对乡土植物的依

(下转第200页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.031

## “扶荔宫”展览温室室内景观总体设计 及植物配置方案

杨清<sup>1</sup> 郝望<sup>1</sup> 吕元林<sup>1</sup> 李兴贵<sup>1</sup> 袁慧坤<sup>1</sup> 许再富<sup>2</sup>

(1. 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650204; 2. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303)

**摘要:**介绍中国科学院昆明植物研究所“扶荔宫”主展览温室面积、主体建筑设计以及展示内容等基本情况。阐述展览温室植物选择与景观设计应遵循的生态景观与生物多样性、文化特色与科普教育、经济可持续与环保性、功能分区结合空间动态设计等原则。继而对展览温室的道路与交通组织、竖向设计、园林小品设计,以及植物配置中的总体景观效果、热带雨林区、奇果及水生植物区、干旱植物区的植物配置种类、方式等进行分析、论述。

**关键词:**扶荔宫;展览温室;景观设计;植物配置;中科院昆明植物研究所

中图分类号:S731.1;Q149;TU985.11 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0163-07

## General Design for the Interior Landscape and Plant Arrange in Fuligong Exhibition Greenhouse

YANG Qing<sup>1</sup>, XI Wang<sup>1</sup>, LV Yuanlin<sup>1</sup>, LI Xinggui<sup>1</sup>, YUAN Huikun<sup>1</sup>, XU Zaifu<sup>2</sup>

(1. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China;

2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, MengLa, Yunnan 666303, China)

**Abstract:** This paper introduced the basic situations of Fuligong in Kunming Botanical Garden, including the area of main exhibition greenhouse, design of main building and exhibition content. Based on the principles of ecological landscape and biodiversity, cultural characteristics and popularization education, and economic sustainability and environmental protection, functional division and spatial dynamic, this paper analyzed the landscape design from roads and traffic organization, vertical design and landscape architecture design, discussed the plant arrange from the overall landscape effect and plant species in tropical rainforest area, exotic fruits and hydrophyte area and drought plants area.

**Key words:** Fuligong exhibition; exhibition greenhouse; landscape design; plant arrange; Kunming Institute of Botany in Chinese Academy of Sciences

展览温室是一个由人工控制、展示生长在不同地域和气候条件的植物及其生存环境的室内空间,它的构建和运行涉及建筑学、园艺学、美学、生态学及管理学等学科。展览温室是人们认识植物及其生

存环境、保护和研究植物的重要场所,是全年可供公众寓学习于观赏、游览和休闲的绿色场所,是园林城市中的植物精品屋和内环境可调控的园林建筑<sup>[1]</sup>。近些年来,展览温室发展迅速,逐渐成为国内外诸多

收稿日期:2017-10-25.

作者简介:杨清(1969-),男,重庆忠县人,副研究员。主要从事植物迁地保护与园林园艺研究。

通信作者:许再富(1943-),男,中科院终生研究员和2016年度中国植物园终生成就奖获得者。主要从事植物迁地保护研究与植物园建设。

城市现代化建设的一个亮点。它的植物布展与景观建设与室外的园林景观建设在许多方面具有相似之处,但它自身也存在一定的特异性,而这种特异性正是展览温室吸引人们,受到人们追捧与观赏的重要原因。目前,展览温室已经成为最吸引游客的地方之一,已成为所在城市的建筑、文化和文明标志。

“扶荔宫”是世界上最早有文字记载的温室,汉武帝时期(前 111 年)曾建于上林苑中,用于栽种南方佳果和奇花异木,以种植荔枝而得名<sup>[2]</sup>。中国科学院昆明植物研究所于 1986 年建设了面积为 2 726 m<sup>2</sup>,由荒漠温室、耐荫温室、王莲温室、南亚温室和工作温室 5 个部分组成的温室群。当时,我国著名植物学家吴征镒院士借用此典故命名本温室群为“扶荔宫”。经过 20 多年的植物资源收集和景观建设,截至 2010 年已收集保存植物 2 000 余种,成为国内外非常有特色的现代温室,年接待参观游览人数突破 80 万人次。

由于受当时建设技术和材料的限制,加上扶荔宫自建成开放以来尚未进行全面大修,其入口及温室主体结构都有破损,已不能充分展示“扶荔宫”特有的风貌和适应昆明植物园对外开放的需要,给游客安全和植物保育都带来极大影响。2010 年,昆明植物所决定对扶荔宫温室群进行改扩建,新建展览温室,使之成为植物多样性研究、展示与知识传播的重要基地。

本文通过对展览温室景观展示内容的分析,借鉴国内外展览温室景观设计和植物配置的经验,结合“扶荔宫”展览温室的景观设计与建设,提出了展览温室植物选择与景观设计的基本原则以及植物配

置的总体方案,可为其它展览温室的景观设计提供参考和借鉴。

## 1 扶荔宫主展览温室概况

改扩建后的扶荔宫温室群由主展览温室、兰花馆、秋海棠馆、蕨类馆、奇特植物馆和草木百兼馆(植物医生体验馆)组成。其中主展览温室以展示热带雨林和干旱植物景观为重点。根据扶荔宫新的总体规划,2012 年新建了 4 200 m<sup>2</sup> 的主展览温室。该温室由一高一低的 2 个圆形温室相连。1#温室室内面积 1 938 m<sup>2</sup>,最高处为 29.9 m,是一个上小下大的圆锥体温室;2#温室室内面积 2 100 m<sup>2</sup>,是一个圆柱体形状的温室(图 1)。同时,整个展览温室从北端 2#温室屋面高度的 7.5 m 处向南部由低到高、盘旋式上升到最高处的 29.9 m,就像一条盘山公路,由山脚逐渐盘旋到山顶,充分反映了云南的交通干道和海拔由低到高的特点,间接反映了云南植被从低海拔的热带雨林到寒带的高山灌丛、草甸、苔原等随着海拔逐渐上升的分布特点。

## 2 展览温室景观展示内容分析

根据国内外对展览温室展示内容的分析,展览温室通常展示热带、亚热带、寒带以及其他特殊气候或具有独特地域特征的植物景观<sup>[20]</sup>。同时,为了方便管理以及节能的需要,各展厅之间通常分隔设置,但相距不会太远。其展示内容大致分为七大类。

### 2.1 热带雨林景观

几乎所有展览温室都有热带雨林景观,该温室

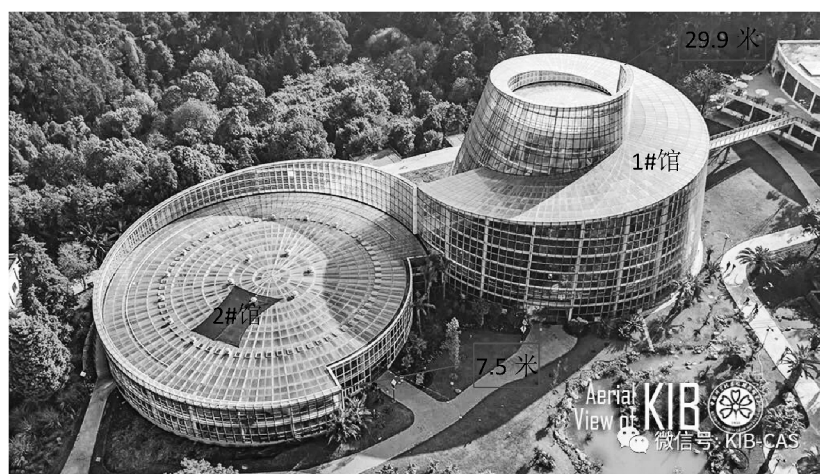


图 1 扶荔宫主温室俯视图

Fig. 1 Planform of main greenhouse in Fuligong exhibition

主要模拟热带地区自然界的植被群落状态,并结合山峰、沟谷、溪流等元素,将其热带雨林高温湿热的环境以及生物景观生动形象地表达出来。

## 2.2 沙生植物景观

沙生植物因其生长在其极为干旱的环境,造就了沙生植物奇特的外形。绝大多数展览温室都有沙生植物景观。

## 2.3 棕榈植物景观

棕榈科植物高耸挺拔、伟岸的姿态容易使人们联想到热带风情,再结合芭蕉科、天南星科、姜科植物的点缀,更能突显南国风光。如上海辰山植物园展览温室的棕榈景观。

## 2.4 水生植物景观

通常在水面栽植挺水、浮叶、沉水和漂浮植物,在水的周围栽植一些耐水湿的湿地植物,为人们展示较为丰富的水生植物景观。此景观区王莲 *Victoria regia* 和热带睡莲 *Nymphaea* spp. 必不可少。

## 2.5 附生植物景观

附生植物主要展示部分兰花、凤梨类、旅人蕉类、蕨类、秋海棠、萝藦科植物,它们既可作为主题展馆在某个片区单独存在,又可与其它植物搭配成景。如华南植物园展览温室。

## 2.6 经济植物景观

主要展示生长在热带和亚热带地区的橡胶 (*Hevea brasiliensis*)、油棕 (*Elaeis guineensis*)、小粒咖啡 (*Coffea arabica*)、阳桃 (*Averrhoa carambola*)、可可 (*Theobroma cacao*)、番木瓜 (*Carica papaya*)、香蕉 (*Musa nana*)、橄榄 (*Canarium album*)、荔枝 (*Litchi chinensis*)、龙眼 (*Dimocarpus longan*) 之类的具有较高经济价值的植物。

## 2.7 高山植物景观

一些温室展示高山地区生存条件下的植物景观,为节约能源考虑,通常采用箱式封闭空间,人们在室外观赏。但因高山植物要求的环境比较苛刻,不但对温度、湿度要求较高,可能还对光照时间、紫外线等都有特定要求。目前只有英国邱园的高山植物温室是比较成功的,但面积较小。华南植物园曾经做过“极地温室”,但因诸多原因,其植物长势都不是很好。

除了上述这些,越来越多的展示内容正逐渐被人们认识并发掘出来,这些新的内容也正在扩充着这个专题的范围,使它更加丰富,日趋成熟。

根据扶荔宫实际情况和文化特色,在设计过程中,在景观展示方面重点展示热带雨林生态特征及

景观、沙生植物景观、热带水生植物景观、热带水果为主的经济植物景观、以空中花园为主的附生植物景观、以大型藤本植物为主的藤蔓植物景观。因在扶荔宫温室群的室外有几十颗生长较好的棕榈植物如加纳利海枣 (*Phoenix canariensis*)、蒲葵 (*Livistonia chinensis*)、布迪椰子 (*Butia capitata*)、弓葵 (*Butia eriopantha*)、棕榈 (*Trachycarpus fortunei*)、老人葵 (*Washingtonia filifera*) 等,在设计时可围绕主温室室外周围布置,与室内少量的热带性强的棕榈植物如大王椰子 (*Roystonea regia*)、三角椰子 (*Dypsis decaryi*)、象鼻棕 (*Raphia vinifera*)、酒瓶椰子 (*Hyophorba belagencaulis*)、江边刺葵 (*Phoenix roebelenii*) 等遥相呼应,形成室内外相结合的棕榈景观。

## 3 展览温室植物选择与景观设计遵循的原则

国际、国内著名的展览温室各具特色,吸引了众多学者以及游客前去参观学习。展览温室除了要服务于物种收集、保存、科研的功能需要外,在一定程度上还应满足人们科普教育以及游览的需要。因此,在展览温室的植物选择、景观设计中不仅要体现科学性和生态原则,更应注重其意境的创造,感受“虽由人作,宛自天开”之美。在其植物选择与景观设计中应注意坚持4项原则:

### 3.1 生态景观与多样性原则

展览温室的景观以“植物”为主。因此,在植物选择时应兼顾植物与展示主题的关系,考虑科学引种的意义和植物自身的代表性、实用性、多样性,尽量选择3E植物,即保护植物、珍稀濒危植物、重要经济价值植物以及重要研究价值、观赏价值和历史文化价值的植物。重点以云南本土原生植物为主,适当结合国外代表性植物。

在设计过程中,遵循自然生态原则,根据植物的生态学特征,充分考虑植物的生境、生长特性及类群演化关系,并结合温室环境调控措施,模拟不同植物的原生生境,做到科学合理,实现生态景观与多样性相结合,力求在实现其种质资源保存、科研价值的同时,展现植物的生态多样性特点,展示植物多样性。以植物为素材,紧贴布展主题,突出植物的新、奇、特。将“生态景观”概念融入主题温室的景观设计,体现自然优先和生态文明的理念。造景时还要辅以瀑布、假山、岩石、叠石、堆木、园林小品等,丰富温室的景观效果。

植物布置层次上,以种群生态、群落生态的相关理念,做到物种适应与群落结构的科学性,使之成为



热带雨林的真正缩影。

### 3.2 文化特色与科普教育原则

为带给人们不一样的视觉体验,各展区通过真实植物造景,展示一些罕见的植物景观与生态特征,并辅以艺术化的园林小品和先进的科教设施,使之成为新型的科普教育基地和游览观光胜地。在温室的景观设计中,可通过地形的塑造,植物品种及文化展示,适当添加植物发源地的自然、人文景观,使人们不出城市就能感受异域风情,提升温室的文化特色。重点要融入“扶荔宫”与昆明植物研究所的历史文化内涵,最大限度地把“扶荔宫”的特色表现出来。充分考虑植物自身的文化内涵,并结合场地环境,游客的可接受度和观赏位置,增加从宏观到微观植物景观及其文化的科普素材,设置不同的科普知识区、游客体验区,让人们参与进来,增加互动效果,体现趣味性、互动性,寓教于乐。

### 3.3 经济可持续与环保性原则

展览温室的投资必然是巨大的,虽然投资巨大,但并不意味着它的成本是盲目的毫无控制。在这个过程中,如何做到既保证展览温室的功能和景观效益,又尽可能地减少建设成本是必须坚持的基本原则。在温室景观设计时就应充分考虑这些因素,整个过程应体现低碳、节能、环保、生态、简单实用,充分考虑建设期内以及未来的维护与管理成本,确保材料、结构、工艺及形态的安全性,不会对人、环境等产生损害;在植物引进过程中,选择能实施的、可操作性强的物种,争取成为国内节能环保温室的典范。

### 3.4 功能分区结合空间动态设计原则

因扶荔宫主温室面积不大,仅有 4 200 m<sup>2</sup>,但空间比较高。根据植物的生长环境设置功能分区和植物空间,三者全方位考虑,利用空间分割、障景、借景等多种手法,实现“小中见大”的意境。同时,热带雨林区突出雨林的标志性特点,再设置一些仅容 1~2 人通过的较狭窄游憩道路,既能让人们近距离接触热带植物,又减少对热带雨林植物生长的干扰。

## 4 主展览温室的景观设计

### 4.1 道路与交通组织

主体温室利用温室的展示条件,通过对湿度的调节,将热带雨林、热带奇特水果和干旱植物景观浓缩在主体温室之中(分别位于温室 1#与温室 2#内圆、温室 2#外环),来实现几种截然不同的景观氛围,使主体温室成为整个温室群游览路线的高潮

部分。

主体温室 1#层高最高处达 29.9 m,通过景观营造,模拟热带雨林古木参天、浓荫密闭的植物生境。首先,由植物医生体验馆通过连廊直接进入主展览温室 1#的 3 层平台,站在观景揽胜台上直面倾泻而下的瀑布溪流,体验“飞流直下三千尺,疑是银河落九天”的意境。由平台穿过假山门洞,进入一个巨大的闭合空间(核心桶景观区),绿墙环绕,各种蕨类、藤本植物附着其上,犹如一个巨大的绿色山谷,螺旋形道路穿梭其中,旋转而下。走出绿墙外,踏上环形的木质天桥,树干挺拔的植物成群分布在天桥边,恍如空中云端古木参天,结合喷雾,人行走在桥上,亦如悬在树干中央。俯瞰峡间谷地,郁郁葱葱,从不同的视角领略雨林风情,可近距离接触形态各异的珍稀植物。沿环形天桥继续向前,驻足观景揽胜台下方,上望瀑布、下瞰深潭,烟雾妖娆,如置身于世外仙境,如痴如醉。走出绿墙,在“远古之途”中历经风雨的斑驳的石头与榕树、菩提树等植物盘根错节的根系相互交织,石抱树,树包石,诉说着古老的故事,独木成林、绞杀、板根、支柱根、老茎生花、老茎结果、附生等热带雨林现象影印其中。从古老的记忆中走出,再次进入闭合的绿色山谷。这次的感觉跟上次感觉大不一样,位于山谷底端更为幽深,又一大水面映入眼帘,名“天池”。抬头仰望山谷,柔和的光线洒落进来,周边各种藤本植物和附生植物触手可及,如置身于时光隧道一般,与自然进行着心灵的对话。峡间谷地的尽头是瀑布倾泻而下落入的水潭,星落迷瀑、水花跃动、彩虹呈现,热带湿地植物环绕周围,与水共舞。在整个温室的假山上,潮湿的石缝中爬出古老的蕨类植物,各种凤梨科、萝藦科植物三五成群生长其上,偶有岩生花卉不经意间给人惊喜。

穿过底部空间和连接处,到达主体温室 2#。主体温室 2#层高,较矮,最高处为 7.65 m。主体温室 2#有两大空间,通过景观营造,分别模拟干热河谷植物、干旱植物和奇珍异果(热带水果)的自然生境。首先进入的是与热带雨林形成鲜明反差的干热河谷、干旱植物生境——岩漠峡谷。红色的丹霞石堆叠,时而陡峭,时而舒缓,生命力旺盛的干热河谷植物、干旱植物置身其中,岩石上点缀各式奇异花卉,真实地反映了岩漠峡谷中植物生存的景象。穿过一个幽暗的岩洞,空间豁然开朗,自然的另一番景象呈

现在游客眼前,深潭幽幽,周边层峦叠嶂,热带果树枝叶摇曳,硕果累累,如世外桃源,名“扶荔幽潭”,将“扶荔宫”的历史文化融入其中,增添了一份历史的厚重。顺着幽邃的石阶小道可以将热带水果区游览一圈。至此,主体温室游线结束,带给游人一个浓缩的、多彩的自然体验。

#### 4.2 竖向设计

根据温室建筑现有框架,主体温室1#净高达26 m,在竖向设计上,通道上共分了3层空间(标高分别为±0.00,4.20,7.24)。游线首先是从室外天桥进入主体温室1#,采用自上而下游览方式。对于中央核心筒景观,最高处达16 m。主体温室2#净高7 m,并被已有建筑玻璃墙分隔为内圆与外环2个相对独立的气候区。原建筑室内地坪标高一样。在景观设计上,将内圆区道路局部抬高到标高1.2 m,形成溪涧跌水景观。在外环上,则将道路标高降到-0.5 m,形成干旱河谷景观。2个区域高差的一抬和一降,为净高只有7 m的温室创造了丰富的竖向空间变化。

#### 4.3 园林小品设计

##### 4.3.1 道路

主体温室道路分为地面道路与空中道路,其中空中道路位于主体温室1#,空中道路又分为已有观光步道和新增景观步道。

1)地面道路:主体温室地面道路以花岗岩、片麻岩等真石碎拼。

2)空中道路:空中道路分为已有观光步道和新增景观步道。已有观光步道为钢结构上铺木板。新增景观步道采用钢结构上铺木板,游线上与原有观光步道相衔接。新增景观步道的钢结构同时也作为塑石假山的骨架,形成山体道路景观。

##### 4.3.2 假山

假山根据选择的材料分为真石及塑石,并按高度及区域布置。主体温室1#地面接近游人处点缀光滑的江石,入口及出口区的山体则采用塑石,塑石最高达12.29 m瀑布水口处。机理及颜色为模拟自然山石。主体温室2#外环圆区地面接近游人处点缀红色火山石、丹霞石与砂积石;背景及山体的塑石机理及颜色为模拟红色火山石契合干旱河谷景观。

##### 4.3.3 水系

主体温室的水景有主体温室1#核心筒外13 m高的瀑布深潭,核心筒内的静池,主体温室2#的溪涧跌水景观。水池结构采用钢筋混凝土结构。

## 5 主展览温室植物配置设计

### 5.1 总体景观效果

主展览温室景观围绕热带雨林、奇珍异果和干旱景观三大主题,分成热带雨林区(高温高湿区)和干旱河谷与干旱区(高温低湿区)。热带雨林区重点保存、展示以滇南热带雨林和东南亚热带雨林为主的代表性植物和生态特征,兼顾西非和南美的热带雨林区典型代表植物。同时,保存、展示热带重要经济植物和野生近缘种,并利用典型热带花卉、观赏植物和奇特植物进行点缀,如兰科、秋海棠属、小鸟蕉类、黄蝉类、瓷玫瑰等。另外,营造适当的水体和水系,并展示以“王莲、热带睡莲”为主的热带水生植物、湿地植物及其景观。其中热带雨林展区把热带雨林几大重要特征融汇布置成扶荔幽潭、瀑布清泉、空中花园、绞杀茎花、独木成林、藤桥飞渡和盘龙板根7个景点,各景点相互呼应、穿插渗透、融为一体,展现一个逼真的雨林缩影,形成展览温室中最为壮观的绿色舞台。

干旱景观区主要展示红色的丹霞石、火山石以及岩漠峡谷,干旱植物置身其中,岩石上点缀各式奇异花卉,真实地反映了岩漠峡谷中植物生存的景象。展现出沙生植物智慧用水的特色,将游人带入启示生命的大自然的一隅。

### 5.2 分区植物配置

#### 5.2.1 热带雨林区

热带雨林区主要集中在主体温室1#。通过真实的植物造景,采用自然式配植方式,沿观赏道路布置展示能体现热带雨林几大主要特征的景点,创造郁郁葱葱的热带森林氛围。大致分为四大展示区域,包括滇南热带雨林为主的东南亚热带雨林区域、西非雨林区、南美雨林区和核心桶藤蔓景观区。其各区植物配置如下:

##### 1) 东南亚热带雨林区

东南亚雨林区面积最大,包括以滇南雨林代表性植物如龙脑香科的望天树(*Parashoreachinensis*)、青梅(*Vaticamangachapoi*)、羯布罗香(*Dipterocarpus-turbinatus*)、箭毒木(*Antiaristoxicaria*)、千果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)、绒毛番龙眼(*Pometiatomentosa*)等作为骨架树种,展示热带雨林密林景观的“综合植物区”,以“五树六花”为主展示佛教文化内涵的“佛教文化植物区”,展示热带奇特植物的“奇花异木区”和展示热带丰富药用植物的药用植物区。同时,结合水景,种植天南星科、姜科、蕨类等以

模拟东南亚雨林景观。

### ①佛教文化植物小区

佛教作为世界三大宗教体系之一,其生态智慧,尤其是其“慈悲观”和“无情有性,众生平等”以及“因果报应”等朴素的生态理念,对当今社会的生态环境保护仍然具有积极的意义。目前,与热带雨林密切相关的佛教文化以及相应的植物在西双版纳及东南亚国家都比较盛行,特别是每个佛教寺院里都有众所周知的“五树六花”<sup>[3]</sup>。因此,收集展示“五树六花”为主的佛教文化植物,因势利导,运用佛教的生态智慧引导人们关爱自然,保护环境。五树分别是菩提树(*Ficus religiosa*)、大青树(*Ficus hookeriana*)、贝叶棕(*Corypha umbraculifera*)、槟榔(*Areca catechu*)、糖棕(*Borassus flabellifer*)或椰子(*Cocos nucifera*);“六花”分别为荷花(*Lotus flower*)、文殊兰(*Crinum asiaticum*)、黄姜花(*Hedychium flavum*)、黄缅桂(*Michelia champaca*)、鸡蛋花(*Plumeria rubra*)和地涌金莲(*Musella lasiocarpa*)。除此之外,释迦牟尼的诞生树种—无忧花(*Saraca dives*)以及佛教中人们比较熟悉的植物还有瑞香(*Daphne odora*)、沉香(*Aquilaria agallocha*)、朱槿(*Hibiscus rosa-sinensis*)、蓖麻(*Ricinus communis*)、香橼(*Citrus medica*)、茉莉(*Jasminum sambac*)、金银花(*Lonicera japonica*)、胡椒(*Piper nigrum*)、菠萝蜜(*Artocarpus heterophyllus*)、羊蹄甲(*Bauhinia purpurea*)、孔雀豆(*Adenanthera microsperma*)、夹竹桃(*Nerium indicum*)、梔子花(*Gardenia jasminoides*)、曼陀罗(*Datura stramonium*)、木芙蓉(*Hibiscus mutabilis*)等<sup>[3]</sup>。

### ②奇花异木小区

奇花异木就是那些在特殊的生态环境中,部分植物在进化和物种竞争的过程中,为了更多地获得环境资源并为与其它物种协调发展而使根、茎、叶、花、果等的形状发生了变异,或植物对光线、声音、震动等产生了特殊的反应。这些奇与异给人们带来知识性和趣味性。本小区主要收集展示热带雨林中的一些奇花异木植物,如闻声起舞的跳舞草(*Desmodium motorium*)、能改变味觉的神秘果(*Synsepalum dulcificum*)、果实如气球的气球果(*Asclepias fruticosa*)、果实形状非常奇特的乳茄(*Solanum mammosum*)、能感知时间的时钟花(*Turnera ulmifolia*)、一碰就害羞的含羞草(*Mimosa pudica*)、茎秆膨大的观茎植物大王棕、酒瓶棕、佛肚树(*Jatropha podagrica*)等,块根、块茎膨大的植物山乌龟(*Stephania cepharantha*)、世界花之最的巨花马兜铃(*Aristolochia grandiflora*)、花

构件似胡须的老虎须(*Taccachantrieri*)、猫须草(*Clerodendranthus spicatus*)、花形奇特艳丽的红花西番莲(*Passiflora coccinea*)、金杯花(*Solandra nitida*)、重瓣纸扇(*Mussaenda hybrid cv. 'Alicia'*)、草花植物虾衣花(*Justicia brandegeana*)、太阳花(*Portulaca grandiflora*)、花叶植物金边红桑(*Acalypha wilkesiana-Muell. Arg. cv. Marginata*)等<sup>[4]</sup>。

### ③药用植物小区

热带雨林素为药用植物宝库,也是民间传统医药的主要组成部分。傣药是中国四大民族医药之一。据普查,西双版纳傣药药材种类 1 776 种中有植物药材 1 715 种,这些植物几乎都来自热带雨林<sup>[5]</sup>。该小区主要收集展示傣药植物,突出热带雨林药用植物的多样性。如茴香砂仁(*Achasmayunnanense*)、灯台树(*Alstonia scholaris*)、魔芋(*Amorphophallus rivieri*)、五月茶(*Antidesma bunius*)、朱砂根(*Ardisia crenata*)、紫金牛(*Ardisia japonica*)、清明花(*Beaumontia grandiflora*)、红木(*Bixa orellana*)、西双版纳粗榧(*Cephalotaxus mannii*)、海风藤(*Kadsura heteroclita*)、海南风吹楠(*Horsfieldia hainanensis*)、黄连(*Arcangelicium agusanlung*)、地不容(*Stephania spp.*)、白木香(*Aquilaria sinensis*)、风车藤(*Hiptagea benghalensis*)、子藤(*Entadaphaseolois*)、鸡血藤(*Nfilletia spp.*)、降香檀(*Dalbergia odorifera*)、杜仲藤(*Parabarium spp.*)、吊罗山萝芙木(*Rauwolfia toulouanensis*)、药用狗牙花(*Tabernaemontana officinalia*)、海南狗牙花、巴戟天、毛巴戟天(*Morinda officinalis var. hirsuta*)、乌檀(*Dlaolea officinolis*)、丁公藤(*Erycibe spp.*)、壳砂(*Amomum spp.*)、益智(*Alpinia oxyphylla*)、华重楼(*Paris polyphylla var. chinensis*)、千年健(*Homalomena odorata*)、山薯(*Diocorea spp.*)等。

### ④综合植物小区

展示热带雨林的植物多样性,植物配置体现热带雨林群落结构的多层次和复杂性。以望天树、青梅、绒毛番龙眼(*Pometia pinnata*)、千果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)、多花白头树(*Garuga floribunda*)、箭毒木等滇南优秀景观观赏乔木撑起主要骨架,高 10 m 以上,最高的望天树可达 15 m,其他植物与骨架树共同构成高低错落的生态群落和热带雨林“密林”林上林的景观。乔木中层配置典型的雨林成分如滇木花生(*Madhuca pasquieri*)、大叶藤黄(*Garcinia xanthochymus*)、梭果玉蕊(*Barringtonia fuscarpa*)、景洪暗罗(*Polyalthia cheliensis*)、云南肉豆蔻(*Myristica yunnanensis*)、红木荷(*Schima wallichii*)、竹节树(*Car-*



*allia brachiata*)、萝芙木 (*Rauwolfia verticillata*)、杜英 (*Elaeocarpus decipiens*) 等植物。下木层包括幼树和灌木层,其中幼树有普文楠 (*Phoebe puwenensis*)、滨木患 (*Aryteralittoralis*)、西南猫尾木 (*Markhamiastipulata*)、小叶红光树 (*Knemaglobularia*)、大花哥纳香 (*Goniothalamus griffithii*)、刺通草 (*Trevesiapalmata*)、红花天料木 (*Homalium hainanense*) 等<sup>[5]</sup>。草本层布置姜科、天南星科、竹芋科、蕨类等植物。岩石上种植一些附生植物如兰科石解属和苦苣苔科植物。在该区域中错落有致地呈现独木成林、绞杀、老茎生花、老茎结果、板根、巨叶、花叶、藤蔓等热带雨林特有的生态特征和现象。

#### 2) 西非雨林区

非洲雨林的种类较贫乏,但有大量的特有种。其中棕榈科植物尤其引人注目,如棕榈、油椰子等,咖啡属种类很多(全世界有 35 种,非洲占 20 种)。然而在西非却以楝科为优势,豆科植物也占有一定的优势。在此区重点展示西非有代表性的棕榈科植物油棕、酒瓶椰子,豆科植物酸豆 (*Tamarindus indica*) 和盾柱木 (*Peltophorum pterocarpum*),楝科植物非洲楝 (*Khayasegalesis*)、热带三把火—火焰木 (*Spathodea campanulata*)、凤凰木 (*Delonix regia*) 和木棉 (*Bombax ceiba*) 以及芭蕉目植物小鸟蕉属 (*Heliconia* spp.) 植物、旅人蕉 (*Ravenala madagascariensis*)、鹤望兰 (*Strelitzia reginae*)、瓷玫瑰 (*Etilingera elatior*) 等。同时,将咖啡与相邻的南美雨林区的可可一起展示世界三大饮料植物。

#### 3) 南美雨林区

南美雨林是最大的热带雨林群系,豆科植物是优势科,藤本植物和附生植物特别多,凤梨科、仙人掌科、天南星科和棕榈科植物也十分丰富。经济代表作物有三叶橡胶、可可树、椰子属植物等。该小区重点收集展示木棉科的水瓜栗 (*Pachira aquatica*)、大戟科的三叶橡胶 (*Hevea brasiliensis*)、豆科的雨树 (*Samanea saman*)、派克豆、红皮铁树、黄花风铃木 (*Tabebuia chrysantha*)、木棉科的爪哇木棉 (*Ceiba pentandra*)、楝科的桃花心木 (*Swietenia mahagoni*) 以及世界三大饮料植物之一的可可等。林下和树干上种植或附生南美雨林林下特有植物凤梨。

#### 4) 核心桶藤蔓景观区

核心桶藤蔓景观区位于主题温室 1# 中间区域,为竖向空间的垂直绿化,植物以西番莲科、葫芦科、萝藦科、茜草科、夹竹桃科、葡萄科等藤本植物为主,苦苣苔科、天南星科、蕨类、兰科等附生植物点缀,形

成曲折盘绕、郁郁葱葱的自然生态的绿化景观,并在视觉效果上形成山体绿化的竖向延伸。

#### 5.2.2 奇果及水生植物区

位于主题温室 2# 的中部,重点搜集各种热带珍奇水果,体现扶荔宫历史文化内涵。包括荔枝、龙眼 (*Dimocarpus longan*)、菠萝蜜 (*Artocarpus heterophyllus*)、蛋黄果 (*Lucuma nervosa*)、人心果 (*Manilkara zapota*)、神秘果 (*Synsepalum dulcificum*)、番木瓜 (*Carica papaya*)、香蕉 (*Musa nana*)、莲雾 (*Syzygium samarangense*)、芒果 (*Mangifera indica*)、阳桃 (*Averrhoa carambola*)、木奶果 (*Baccaurea ramiflora*) 等。中心柱体旁种植 3 株姿态优美的鸡蛋花,除附生一些藻类、地衣和苔鲜外,还附生一些有花植物,如兰科、天南星科、蕨类、凤仙花、萝藦科、凤梨科等。配置植物有的叶形奇异,有的花色雅致,有的清香扑鼻,形成美丽的空中花园,弱化柱体结构。中间是一个王连池,种植一些典型的热带水生植物;驳岸周围种植一些湿地植物,如浮叶植物王莲、睡莲 (*Nymphaea* spp.)、芡实 (*Euryale ferox*)、萍蓬草 (*Nuphar pumilum*),浮水植物雨久花 (*Monochoria korsakowii*)、满江红 (*Azolla imbricate*)、美洲槐叶萍 (*Salvinia natans*)、紫萍 (*Spirodela polyrrhiza*)、大漂 (*Pistia stratiotes*)、眼子菜 (*Potamogeton distinctus*)、荇菜 (*Nymphoides peltatum*),沉水植物金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*)、黄花狸藻 (*Utricularia aurea*)、黑藻 (*Hydrilla verticillata*) 等,挺水植物纸莎草 (*Cyperus papyrus*)、畦畔莎草 (*Cyperus haspan*)、水葱 (*Scirpus validus*)、长节淡竹芋 (*Marantochloa leucantha*)、白粉塔里亚 (*Thalia dealbata*)、水芋 (*Calla palustris*)、泽泻 (*Alisma plantago-aquatica*)、黄花蔺 (*Limnocharis flava*)、千屈菜 (*Lythrum salicaria*)、菖蒲 (*Acorus calamus*)、黄花鸢尾 (*Iris wilsonii*)、滨水植物露兜树 (*Pandanus tectorius*)、玉蕊 (*Barringtonia* spp.)、蒲桃 (*Syzygium jambos*)、水翁 (*Cleistocalyx operculatus*)、花叶艳山姜 (*Alpinia zerumbet* ‘Variegata’) 等。

#### 5.2.3 干旱植物区

位于主题温室的外环,展示云南干热河谷植物以及澳洲、非洲、南美洲地区的代表性植物。展示的骨架植物包括云南干热河谷植物元江苏铁 (*Cycas parvulus*)、火烧花 (*Mayodendron igneum*)、虾子花 (*Woodfordia fruticosa*) 等,澳洲的瓶干树 (*Brachychiton rupestris*)、黑仔树 (*Xanthorrhoea australis*)、班克木 (*Banksia integrifolia*)、红花银桦 (*Grevillea banksii*)

(下转第 174 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.032

## 椭圆叶花锚资源与繁殖分配对策及适应意义

和文鹏<sup>1</sup> 黄龙琼<sup>2</sup> 陈智发<sup>3</sup>

(1. 玉龙雪山自然保护区管理局, 云南 玉龙 674199; 2. 云南农业大学, 云南 昆明 650201;  
3. 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650204)

**摘要:**对玉龙雪山龙胆科 1 年生植物椭圆叶花锚 2 个种群的花期繁殖分配进行观察发现:其资源分配存在个体大小依赖性,且繁殖分配将近占了总投入的一半,种群间的资源分配模式没有显著性差异。结果显示,该物种花数量随个体大小增大而快速增多,表明 1 年生植物个体寿命有限,繁殖的意义远大于其他功能,其资源分配模式不因生境改变或恶劣而产生异质性,也不受种群密度的影响。

**关键词:**椭圆叶花锚;资源分配;繁殖分配;个体大小依赖;生物量;分配模式;生境异质性;种群密度  
中图分类号:S723.132;S68 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0170-05

## Strategies and Significance of Resource and Reproductive Allocation of *Halenia elliptica*

HE Wenpeng<sup>1</sup>, HUNAG Longqiong<sup>2</sup>, CHEN Zhifa<sup>3</sup>

(1. Bureau of Jade Dragon Snow Mountain Natural Reserve, Lijiang, Yulong 674199, China ; 2. Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China ; 3. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China )

**Abstract:** This paper investigated the reproductive allocation of two populations' therophyte *Halenia elliptica* in flowering phase in Jade Dragon Snow Mountain. The results showed that it was size-dependent in resource allocation, and the reproductive allocation occupied nearly half of total investment. The rapidly increase of flower number with individual size indicated that the reproduction was more important than other function in the short lifespan of therophyte, that there were no heterogeneity patterns of resource allocation in different or severe habitat, and that the population density had little effect in allocation pattern.

**Key words:** *Halenia elliptica*; resource allocation; reproductive allocation; size-dependent; biomass; allocation pattern; habitat heterogeneity; population density

### 1 研究背景

目前,很少有报道关于高山亚高山植物的资源分配策略问题,而高山和亚高山的恶劣环境可能是

物种形成和适应相应策略的驱动力。

在植物的生长发育中,由于资源的有限性,可用于生长和繁殖的能量是一定的。因此,如何将有限资源有效地分配显得极为重要,植物必须权衡生长、

收稿日期:2017-09-05.

作者简介:和文鹏(1976-),男,云南玉龙人,工程师。从事自然保护区管理工作。

黄龙琼(1992-),女,云南宣威人,助理工程师。从事植物栽培研究。

通信作者:陈智发(1986-),男,硕士,云南绿春人,工程师。从事生物监测及传粉生物学研究。

繁殖和防御等功能之间的资源分配<sup>[1,2]</sup>。资源分配问题或权衡问题反映了植物的繁殖对策,其模式在很大程度上反映了植物的生活史特征<sup>[3]</sup>。研究主要集中在 2 个方面:繁殖分配(有性)和营养分配(器官)以及它们之间如何权衡的问题,尤其是性分配理论为繁殖分配研究的核心问题之一<sup>[4]</sup>。繁殖分配是指资源分配到繁殖体占营养体的比例,它控制着植物繁殖与生存平衡,是植物生活史理论研究的核心之一;而性分配主要研究繁殖资源在雌雄两个性别之间的最优分配问题。在影响植物繁殖分配的诸多因子中,繁殖体大小与个体大小的关系被认为是生活史理论中最基本的研究内容,也是种群生态学研究的热门之一<sup>[5]</sup>。大多研究都认为虫媒植物繁殖分配随着个体大小(individual size)增大而投入增加<sup>[4,8]</sup>,只有少量的研究表明植物的繁殖分配是随机的,不存在依赖个体大小(size-dependent)的现象<sup>[6,9]</sup>。因为大个体在资源方面的优势,可以将更多的资源投入到繁殖分配中,然而每个物种可能会有所不同。目前,对于高山亚高山植物的分配和生存策略问题报道很少,而高山和亚高山的恶劣环境可能是物种适应和形成相应的分配策略的驱动力<sup>[4,6,7]</sup>。本研究以 1 年生龙胆科植物椭圆叶花锚为对象,检验其在不同生境下的繁殖分配策略和依赖大小的适应意义,通过这一物种揭示滇西北地区亚高山植物的资源分配策略。

## 2 研究方法

### 2.1 研究材料

椭圆叶花锚 *Halenia elliptica* D. Don, 龙胆科花锚属, 1 年生草本, 高 15~60 cm。茎直立, 无毛, 四棱形, 上部具分枝。基生叶椭圆形, 有时略呈圆形, 长 2~3 cm, 宽 5~15 mm, 全缘, 具宽扁的柄, 柄长 1~1.5 cm, 叶脉 3 条; 茎生叶卵形、椭圆形、长椭圆形或卵状披针形, 先端圆钝或急尖, 基部圆形或宽楔形, 全缘, 叶脉 5 条, 无柄或茎下部叶具极短而宽的扁柄, 抱茎。聚伞花序腋生和顶生; 花梗长短不相等, 长 0.5~3.5 cm; 花 4 数, 直径 1~1.5 cm; 花萼裂

片椭圆形或卵形, 长 4~6 mm, 宽 2~3 mm, 先端通常渐尖, 常具小尖头, 具 3 脉; 花冠蓝色或紫色, 花冠筒长约 2 mm, 裂片卵圆形或椭圆形, 长约 6 mm, 宽 4~5 mm, 先端具小尖头, 距长 5~6 mm; 雄蕊内藏, 花丝长 3~5 mm, 花药卵圆形, 长约 1 mm; 子房卵形, 长约 5 mm, 花柱极短, 长约 1 mm, 柱头 2 裂。蒴果宽卵形, 种子褐色, 椭圆形或近圆形。花果期 7~9 月。花锚一般以伴生植物出现在植物群落中, 也常有小片分布。植物群落的种类组成随生境不同变化较大, 以湿中生或中生植物为主。生于亚高山林下及林缘、山坡草地、灌丛、山谷水沟边, 海拔 700~4 100 m。

### 2.2 研究区概况

采样地点情况如表 1 所示, 均位于丽江市玉龙雪山, 分别属于 2 个种群: 白水河种群(BSH)和甘海子种群(GHZ)。白水河种群位于云南丽江玉龙雪山白水河沟谷溪流畔, 海拔 2 900 m, 地理位置为东经 27°05'22", 北纬 100°15'27"。该种群主要分布于林缘、沟边的开阔处, 尤其是沼泽地或潮湿林下最为密集。甘海子种群位于玉龙雪山甘海子景区。甘海子是玉龙雪山山麓一个开阔的草甸, 地势平缓起伏, 为山间小盆地的中心。采样点海拔约 3 000 m, 地理坐标为东经 27°07'48", 北纬 100°14'10"。该种群主要分布于草甸和林缘, 常形成大面积的景观, 生境比较干燥。这 2 个种群分别代表草甸和森林、干燥和潮湿 2 种生境类型, 间隔 5 km。

### 2.3 研究内容

本实验主要采用随机抽样的方法, 从白水河和甘海子的椭圆叶花锚种群中, 于花期挖取整株, 对其进行器官(根、茎、叶、花、花序)分割, 研究各器官生物量在单个个体中所占的比例, 以及随个体大小的关系。

### 2.4 研究方法

于花期随机从白水河和甘海子种群中采取个体, 整株挖取、清洗。其中, BSH 种群随机采 36 个个体, GHZ 随机采 24 个个体。每个个体分根、茎、叶、花序等器官解剖分离, 记录各器官的长度和花朵

表 1 椭圆叶花锚采集地点概况

Tab. 1 General situation of *H. elliptica* collection sites

种群	地点	地理坐标	海拔/m	地形	生境	样本量/个
BSH	玉龙雪山白水河	27°05'22"(E), 100°15'27"(N)	2900 m	山地沟谷	林缘	36
GHZ	玉龙雪山甘海子	27°07'48"(E), 100°14'10"(N)	3000 m	山地坡麓	草甸	24



数目。分装后,在自然条件下晾干,称重前进行烘干处理(70 ℃,烘干 48 h)。

使用电子卡尺测量其长度(精度为 0.1 mm),电子天平(0.000 1 g)称重。统计软件使用开放式 R 语言,绘图软件使用 Sigmaplot。

采用干重表示质量或生物量<sup>[4,6]</sup>,如根干重表示根的生物量(root mass),茎干重表示茎的生物量(stem mass),叶干重表示叶的生物量(leaf mass),花序干重表示花序的生物量(inflorescence mass);个体大小(individual size)用总质量(total mass)表示,繁殖投入用花序质量或花朵数目表示。原始数据在分析前进行数据转化,线性模型拟合不同种群长度与生物量、各器官生物量与个体大小的关系,以及不同种群间的差异。

### 3 结果与分析

#### 3.1 植株性状

椭圆叶花锚个体平均株高(不含花序轴长)为 21.57±0.81 cm,根长度为 4.92±0.31 cm,茎的长度为 16.66±0.82 cm。调查结果显示,在白水河与甘海子 2 个种群间无显著差异( $p>0.05$ )。椭圆叶花锚个体的平均生物量为 0.85±0.17 g,其中,根的生物量(root mass)为 0.08±0.02 g,茎的生物量为 0.21±0.02 g,花序的生物量为 0.41±0.10 g,花朵数目为 34.81±7.17 朵(表 2)。

对 2 个种群的分析表明,根长度与根生物量间存在极显著的正相关关系(BSH:  $R^2=0.58$ ,  $F_{1,22}=32.32$ ,  $p<0.01$ ; GHZ:  $R^2=0.33$ ,  $F_{1,22}=12.2$ ,  $p<0.01$ );而茎长度与茎生物量相关不显著(BSH:  $R^2=-0.04$ ,  $F_{1,22}=0.08$ ,  $p=0.77$ ; GHZ:  $R^2=0$ ,  $F_{1,22}=0.95$ ,  $p=0.34$ );叶片数目与叶生物量形成极显著的正相关关系(BSH:  $R^2=0.91$ ,  $F_{1,22}=232.2$ ,  $p<0.01$ ; GHZ:  $R^2=0.85$ ,  $F_{1,22}=130$ ,  $p<0.01$ )。

#### 3.2 资源分配

椭圆叶花锚对繁殖器官的投入将近一半,占总

投入的 48.30%;而对营养器官的投入中,茎的生物量约占一半左右,达到总投入的 24.28%;叶片所占的生物量也极为重要,而对根的投入最少(图 1)。

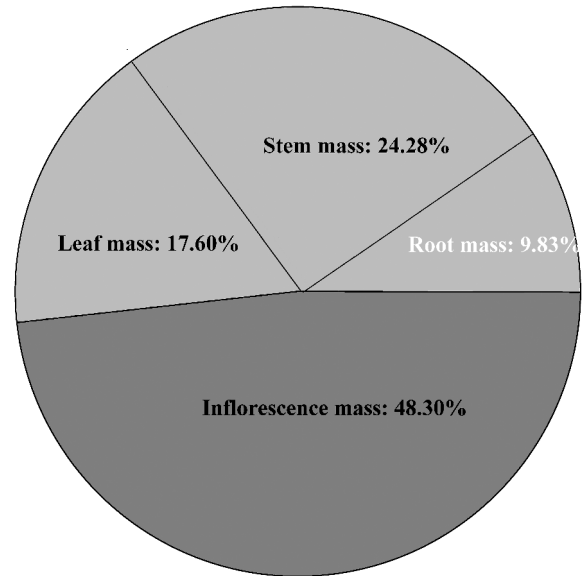


图 1 椭圆叶花锚对植物器官的资源分配

Fig. 1 Resource allocation for *H. elliptica* organs

注:root mass 为根干重,stem mass 为茎干重,leaf mass 为叶干重,inflorescences mass 为花序干重。N=60。

无论是繁殖器官还是营养器官(图 2),甚至总投入,2 个种群间生物量都没有显著差异( $p>0.05$ )。由此可以得出结论,资源的投入不因种群而存在差异。

#### 3.3 资源与个体大小

将原始数据转化后,线性模型拟合曲线显示(图 3),根、茎、叶的生物量分别与总生物量间存在极为显著的正相关关系;而花序的生物量、花朵数目分别与总生物量也形成极为显著的正相关关系(图 4)。

表 2 椭圆叶花锚植物性状与生物量

Tab. 2 Botanical properties and biomass of *H. elliptica*

种群	根长度/cm	根干重/g	茎长度/cm	茎干重/g	叶干重/g	花序干重/g	花朵数量/朵
BSH	4.48±0.45	0.10±0.03	17.06±1.40	0.21±0.03	0.16±0.05	0.48±0.16	46.96±14.11
GHZ	5.35±0.41	0.06±0.01	16.25±0.89	0.21±0.03	0.13±0.02	0.30±0.06	24.13±2.99
总体	4.92±0.31	0.08±0.02	16.66±0.82	0.21±0.02	0.15±0.03	0.41±0.10	34.81±7.17

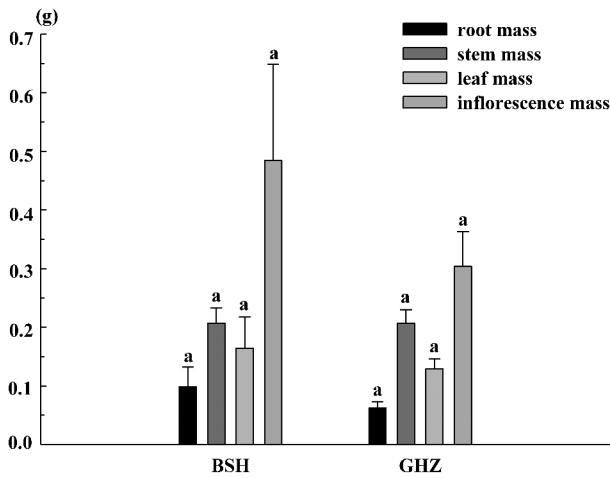


图 2 不同种群间植物器官的生物量比较

Fig. 2 Comparison of organs biomass among different populations of plants

注:root mass 为根干重,stem mass 为茎干重,leaf mass 为叶干重,inflorescence mass 为花序干重。N=24,p>0.05。

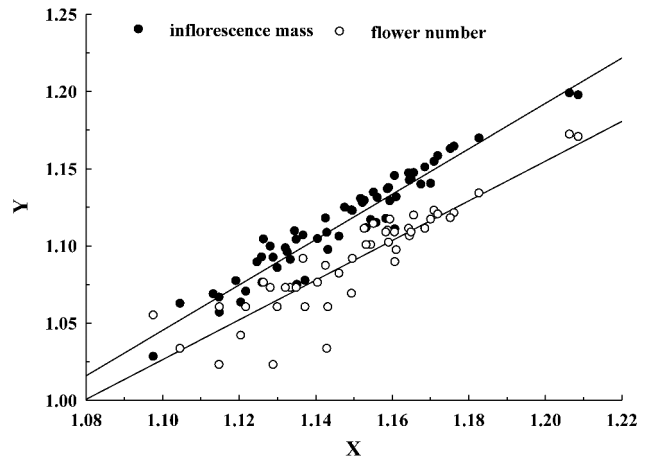


图 4 繁殖结构依赖个体大小的关系

Fig. 4 Relationship between reproduction structure and individual size

注:x 为总质量(g)自然对数化后的数据: $\ln(\text{总干重} \times 100)^{0.1}$ ; y 为营养结构的质量(g)自然对数化后的数据: $\text{inflorescence mass} = \ln(\text{花序干重} \times 100)^{0.1}$ ,  $\text{flower number} = \ln(\text{花朵数量}/2)^{0.1}$ 。其中,所有线性模型拟合曲线  $n = 60, p < 0.001$ 。

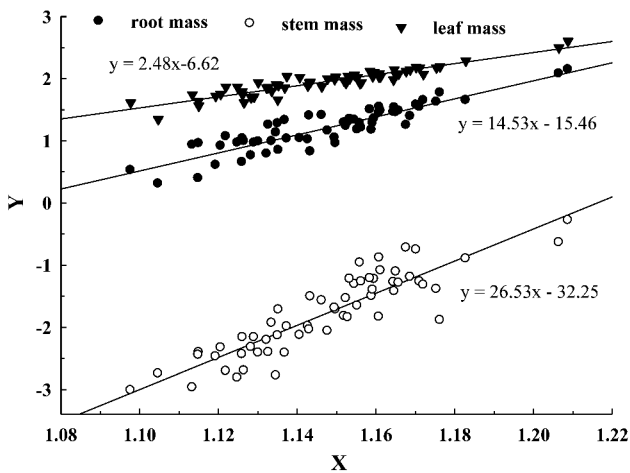


图 3 营养器官依赖个体大小的关系

Fig. 3 Relationship between vegetative organ and individual size

注:x 为总质量(g)自然对数化后的数据: $\ln(\text{总干重} \times 100)^{0.1}$ ; y 为营养器官的质量(g)自然对数化后的数据: $\text{root mass} = \ln(\text{根干重} \times 100)^{0.5}$ ,  $\text{stem mass} = \ln(\text{茎干重})$ ,  $\text{leaf mass} = \ln(\text{叶干重} \times 500)^{0.5}$ 。其中,所有线性模型拟合曲线  $n = 60, p < 0.001$ 。

随着个体增大,营养器官投入会分别增加,也将更多的资源投入到繁殖分配中,形成更多的花朵。而方差分析表明,这种投入的变化在种群间没有显著差异( $p > 0.05$ )。

#### 4 讨论

在植物个体发育过程中,由于各器官功能的

同,植物需要把资源进行分配,去维持各器官在个体生长、发育和繁殖过程中的生理机能,使得植物个体不同物候期具有不同的资源分配对策<sup>[1,2]</sup>。由于资源在植物体各器官间的生理整合,各器官间存在相关生长关系,资源分配存在个体大小依赖性<sup>[4,8]</sup>。本研究揭示了椭圆叶花锚也存在类似的关系,随着个体大小的增大,繁殖投入也是增加的。与其他研究不同<sup>[4,6]</sup>,其对营养器官的投入也是随着个体大小增大而增加的。不过,椭圆叶花锚繁殖投入占据了总资源的一半,表现得更为依赖个体大小。该物种花数量的快速增多表明了 1 年生植物个体寿命有限,繁殖的意义远大于其他功能<sup>[10]</sup>。

一般认为资源有效性、竞争和遗传差异是决定植物繁殖分配策略的主要原因<sup>[11,12]</sup>。资源有效性考虑影响植物生长发育的无机环境资源,环境资源充足与否决定资源分配的高低;竞争主要考虑影响植物生长发育的生物学因素—邻体效应<sup>[4]</sup>。一些研究揭示了同种或异种个体的密度会影响甚至改变繁殖分配,即邻体效应<sup>[13,14]</sup>。如海拔的变化影响了环境恶劣程度,会使植物繁殖分配产生差异<sup>[13,14]</sup>。椭圆叶花锚不因生境改变或恶劣而产生异质性的资源分配模式,即使在草甸上有充足的阳光,或者森林中有充足的水分;而种群密度似乎也不足以产生足够的效应影响其分配模式,毕竟生长在草甸的个体数量远远超过林下。

资源分配的适应对策对高海拔或高纬度等极端环境下的繁育系统形成是及其重要的,有助于揭示繁殖分配、性分配与繁育系统之间的相互关系,对空间尺度上的进化有重要意义<sup>[7]</sup>。未来的研究应更倾向于椭圆叶花锚的功能性状和性分配策略如何响应于环境异质性,而这一亚高山植物物种的资源分配格局又如何展现环境的适应性。

**致谢:**在本实验采样称量过程中得到昆明植物研究所丽江森林生态系统定位研究站的鼎力支持,给予设备和仪器的便利,实验设计、论文写作中也得到诸位同仁的参与、讨论,在此表示衷心感谢!

### 参考文献:

- [1] CHEPLICK G P. Life history trade-off in *Amphibromus scabrivalvis* (Poaceae): allocation to clonal growth, storage, and cleistogamous reproduction[J]. *American Journal of Botany*, 1995, 82:621-629.
- [2] 张大勇. 理论生态学研究[M]. 北京:高等教育出版, 2000:10-14, 32-38.
- [3] 刘左军, 杜国祯, 陈家宽. 不同生境下黄帚橐吾(*Ligularia virgaurea*)个体大小依赖的繁殖分配[J]. *植物生态学报*, 2002, 26(1):44-50.
- [4] 梁艳, 张小翠, 陈学林. 多年龙胆属植物个体大小与花期资源分配研究[J]. *西北植物学报*, 2008, 28(12): 2400-2407.
- [5] 钟章成. 植物种群的繁殖对策[J]. *生态学杂志*, 1995, 14(1):37-42.
- [6] 陈学林, 梁艳, 齐威, 等. 一年生龙胆属植物的繁殖分配及其花大小、数量的权衡关系研究[J]. *草业学报*, 2009, 18(5):58-66.
- [7] 赵志刚, 杜国祯, 刘左军. 雌雄同花植物的性分配[J]. *生态学报*, 2005, 25(10):2725-2732.
- [8] 赵志刚, 杜国祯, 任青吉. 5种毛茛科植物个体大小依赖的繁殖分配和性分配[J]. *植物生态学报*, 2004, 28(1): 9-16.
- [9] 陈智发, 高江云. 红姜花 *Hedychium coccineum* 依赖个体大小的性分配研究[J]. *云南大学学报(自然科学版)*, 2011, 33(5):594-603.
- [10] 何亚平, 段元文, 费世民, 等. 青藏高原天山报春高寒湿地种群的花期资源分配[J]. *应用与环境生物学报*, 2008, 14(2):180-186.
- [11] 张大勇, 姜新华. 植物交配系统的进化、资源分配对策与遗传多样性[J]. *植物生态学报*, 2001, 25(2): 130-143.
- [12] PICKERING C M. Size-dependent reproduction in Australian alpine *Ranunculus*[J]. *Australian Journal of Botany*, 1994, 19(3):336-344.
- [13] FABBRO T, KORNER C. Altitudinal differences in flower traits and reproductive allocation[J]. *Flora*, 2004, 199(1):70-81.
- [14] 周志宇, 李峰瑞, 陈亚明. 阿拉善荒漠不同密度白沙蒿人工种群生长、繁殖与土壤水分的关系[J]. *生态学报*, 2004, 24(5):895-899.
- [15] 何亚平, 何飞, 费世民, 等. 从资源分配论生物竞争的存在性[J]. *四川林业科技*, 2010(2):27-34.

(上接第 169 页)

*ivarforsteri*)、佛肚树、非洲的猴面包树(*Adansoniadigitata*)、帝王花属植物(*Protea spp.*)、象腿辣木(*Moringathouarsii*)、光棍树(*Euphorbia tirucalli*)、沙漠玫瑰(*Adeniumobesum*)、美洲的巨人柱(*Carnegiea-gigantea*)、酒瓶兰(*Beaucarnearecurvata*)、稻草人(树丝兰属)等。并利用典型的干热(旱)花卉、观赏植物和奇特植物进行点缀,如帝王花属、澳蜡花属、贝克斯属、圆冠木属、羽花木属、针垫花属、银树属、禾木胶属、绿珊瑚属、大戟科、仙人球类、仙人柱类、仙人掌类、龙舌兰类、景天科植物等。

总之,昆明植物园扶荔宫主展览温室室内布展设计以热带雨林、干旱植物景观为舞台背景,展示稀有奇特并具有极高价值的热带植物,是一个融科学性、观赏性、知识性和趣味性为一体的展示中心。

**致谢:**扶荔宫主展览温室的总体设计及植物配置方

案在上海离言境环境艺术设计有限公司提供的初步方案基础上进行了修改和二次创造,在此表示感谢!

### 参考文献:

- [1] 胡永红, 黄卫昌. 展览温室与观赏植物[M]. 北京:中国林业出版社, 2005.
- [2] 何清谷. 《三辅黄图》校释[M]. 北京:中华书局, 2013.
- [3] 许再富, 许又凯, 刘红茂. 热带雨林漫游与民族森林文化趣谈[M]. 昆明:云南科技出版社, 1998.
- [4] 胡建湘, 黄建平, 王平元. 热带雨林奇花异木[M]. 北京:中国林业出版社, 2015.
- [5] 赵世望, 刀正员. 西双版纳傣药志[M]. 西双版纳州卫生局出版社, 1980.
- [6] 朱华, 王洪, 李保贵, 等. 西双版纳森林植被研究[J]. *植物科学学报*, 2015, 33(5):641-726.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.033

## 施肥对美国杏李生长的影响

徐乔芬

(云南省林业调查规划院昆明分院,云南 昆明 650200)

**摘要:**以美国杏李(味厚、味帝 2 个品种)为试验材料,采用随机区组,设 3 个重复,定期分别等量每株施用 N 5 g+复合肥 10 g、N 10 g+复合肥 10 g、N 15 g+复合肥 10 g,并设对照,观测美国杏李生长状况,分析研究不同施肥处理对美国杏李地径、株高、苗冠生长的影响。结果表明,施肥处理 2(N 10 g+复合肥 10 g)对美国杏李的苗木地径影响最大;施肥处理 1(N 5 g+复合肥 10 g)对苗木株高影响较大;各施肥处理对苗木的苗冠影响不显著。

**关键词:**施肥;美国杏李;味厚苗木;味帝苗木;苗木生长;地径;株高;苗冠

中图分类号:S662.3;S753.531;S758.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0175-07

## Effects of Fertilization on the Growth of *Prunus simonii*

XU Qiaofen

(Kunming Branch of Yunnan Forest Inventory and Planning Institute, Kunming 650200, China)

**Abstract:** This paper observed the growth situation of *Prunus simonii* and studied the effects of different fertilizer treatments on ground diameter, height and crown based on the check experiment for two varieties of Weidi and Weihou which were randomly grouped and set 3 repetitions regularly dealing with 10g of N5 g + compound fertilizer, 10g of N10 g + compound fertilizer and 10g of N15 g + compound fertilizer respectively. The results showed that the effect of 10g of N10 g+ compound fertilizer on the seedling diameter was greatest, the effect of 10g of N15 g+ compound fertilizer on the seedling height was relatively great and the effects of all fertilization on seedling crown were not significant.

**Key words:** fertilization; *Prunus simonii*; Weihou seedling; Weidi seedling; seedling growth; ground diameter; height; crown

杏李(*Prunus simonii* Carr)属蔷薇科李属木本果树,小乔木、多年生落叶果树,树皮灰褐色,起伏不平,树冠高度一般为 3~5 m,树姿直立或张开,张开型的干性较弱,多为半圆头形;直立性品种很少,树的形态因品种和树形及环境条件的不同而异;2~3 a 开始结果,5~8 a 进入盛果期。杏李是李和杏杂交后,再与李或杏回交而培育出的果树种间杂交新品

种,果个大,高产稳产,收获期长,果实色泽艳丽,风味独特,营养丰富,果肉、果皮色泽艳丽,含糖量高,病虫害少,适应性强。美国在杏李的新品种培育工作上处于世界领先水平,我国杏李品种有许多是从美国引进的。美国杏李种间杂交新品种能够适应多种类型的土壤条件,对土壤的酸碱度要求不严,抗干旱寒冷的能力特别强,具有萌芽率高、成枝力强、能

收稿日期:2017-08-04.

作者简介:徐乔芬(1990-),女,云南宣威人,助理工程师.主要从事苗木培育研究.

快速成形的生长特性。美国杏李具抗病虫、抗旱耐涝、特抗寒的抗逆性,深受消费者欢迎,是当前市场前景最被看好的新型高档水果之一,果树专家誉其为 21 世纪水果。

### 1 试验地概况

试验地位于昆明市石林县圭山镇小圭山村委会昆明石林县宏建果树种植公司美国杏李果园。圭山镇位于石林县城东南 38 km 处,东经 103°22',北纬 24°30',海拔约 1 850 m,地处低纬高原,属亚热带低纬高原山地季风气候,年降雨量在 970 mm 左右,年均温约 14℃,年均无霜期 210 d,月均温变化不大;土质为红壤,PH 值 5~8,偏中性。经过调查,圭山镇小圭山田房门前坂田偏坡草地(昆明石林县宏建果树种植公司美国杏李果园)比较适宜杂交美国杏李的栽培。为此,先将要栽植杏李的地段翻耕,放置 3 年左右更适宜杏李的栽培,用挖土机挖坑,长、宽、高均 70~80 cm,株行距 3 m×3 m。

### 2 试验方法

以美国杏李(味厚和味帝 2 个品种)为试验材料,试验设 4 个处理,每个处理 5 株,3 次重复,每个处理施肥 3 次(发芽前肥、花前肥、花后肥);处理 1:尿素 5 g/株、复合肥 10 g/株;处理 2:尿素 10 g/株、复合肥 10 g/株;处理 3:尿素 15 g/株、复合肥 10 g/株;处理 4(对照):不施肥。对施肥量进行控制,测定苗木生长量(地径、株高、苗冠)并进行比较分析,了解施肥处理对苗木生长的影响。每次测量完成后按处理组合的施肥量进行施肥,施肥后给植株适当浇水。

### 3 结果与分析

#### 3.1 不同施肥处理对美国杏李地径的影响

对不同处理味厚苗木的地径进行统计,获取其平均值、标准差、极值(极大值和极小值)、变异系数等(表 1)。对不同重复的苗木地径进行直观的绘图分析(图 1,图 2)。

表 1 不同处理对美国杏李苗木地径的描述统计

Tab. 1 Descriptive statistics for seedling ground diameter of *Prunus simonii* with different treatment

处理组合	味厚						味帝					
	均值/mm	标准差	标准误差	极小值	极大值	变异系数/%	均值/mm	标准差	标准误差	极大值	极小值	变异系数/%
对照	1.00	0.41	0.18	2.99	3.95	11.84	2.68	0.71	0.32	3.29	1.47	23.46
1	2.77	0.74	0.19	1.51	3.84	26.56	2.20	1.34	0.35	6.00	0.58	60.80
2	3.00	0.95	0.24	1.02	4.22	36.94	3.15	1.53	0.40	5.78	0.62	48.75
3	2.00	1.11	0.29	0.88	5.24	44.33	1.72	1.28	0.33	5.39	0.34	74.02

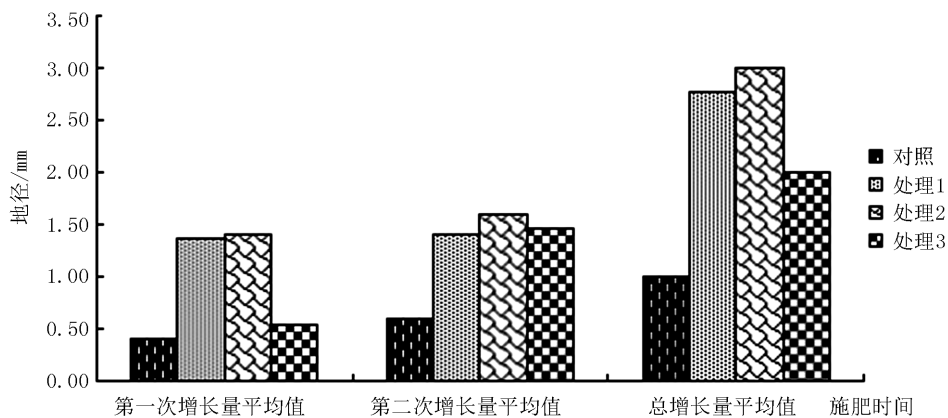


图 1 不同施肥量味厚苗木地径增长量平均值对比分析

Fig. 1 Contrastive analysis for average increment of Weiyou seedling ground diameter with different fertilization

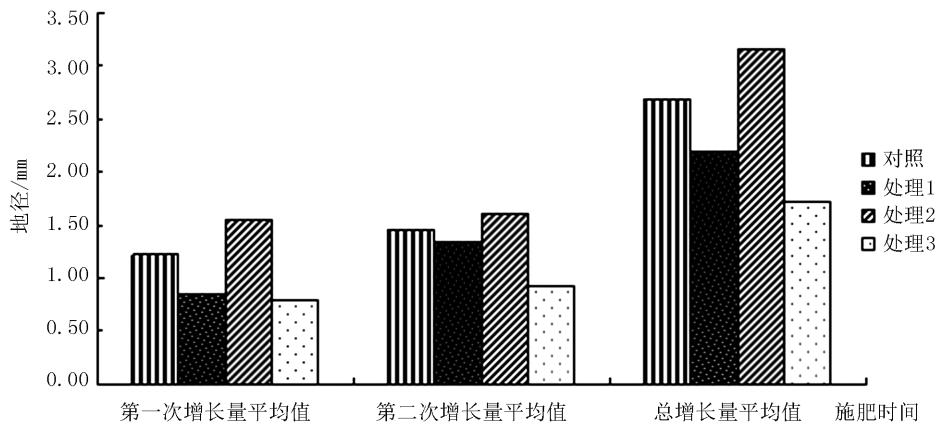


图 2 不同施肥量味帝苗木地径增长量平均值对比分析

Fig. 2 Contrastive analysis for average increment of Weidi seedling ground diameter with different fertilization

根据描述统计结果(表 1),处理组合 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)的味厚苗木地径平均值最大(3.00 mm),处理 1(尿素 5 g/株+复合肥 10 g/株)的次之(2.77 mm);对照组的极差为 0.96、处理 1 为 2.33、处理 2 为 3.20、处理 3 为 4.36,说明不同施肥量的极差变动范围存在差异;变异系数在 11.84%~44.33%,最大的为处理 3,达 44.33%,对照组为 11.84%,最小。各处理组合间的变异系数存在差异较大的现象,说明不同处理组合间苗木的整齐度不一致,也表明了同一处理组合的苗木之间也存在参差不齐的现象。

根据描述统计结果(表 1),处理组合 2 的味帝苗木地径平均值最大(3.15 mm),对照组次之(2.68 mm);处理 1 极差最大(5.42)、处理 2 为 5.16、处 3 为 5.05、对照组为 1.82;变异系数为 23.46%~74.02%,最大的为处理 3(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株),最小变异系数为不施肥。

为了解不同施肥量对美国杏李苗木地径的影响,对苗木作柱形图分析(图 1,图 2)。

由图 1 可以看出,对味厚第一次施肥后地径增量最明显的为处理 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株),增量最大;第二次施肥后地径增量最大的为处理 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)。从总的味厚地径生长情况来看,增长最快的是处理 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)。说明施肥对苗木地径生长有促进作用,说明施用(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)时对味厚地径影响最大。

从图 2 可以看出,对味帝第一次施肥后,地径增量最大为处理 2,增幅为 1.55 mm;第二次施肥后增量最大为处理 2,对味厚地径影响最明显的为处理 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)。说明施用(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)时对味帝地径影响最大。

为了解不同处理间地径的差异显著性,将对照组和处理组苗木的地径进行单因素方差分析(表 2)。

表 2 施肥对美国杏李苗木地径的单因素方差分析

Tab. 2 Variance analysis for effects of fertilization on seedling ground diameter of *Prunus simonii*

处理	味厚					味帝				
	平方和	自由度	均方	F	显著性	平方和	自由度	均方	F	显著性
组间	3.76	3	1.25	1.514	0.22	16.06	3	5.35	2.96	0.04 * *
组内	38.06	46	0.82			83.12	46	1.81		
总数	41.818	49				99.18	49			

由表 2 可看出,味厚在 4 个处理组合的显著性  $P=0.22>0.05$ ,4 个处理组合间的差异性不明显;味帝在处理组合的显著性  $P=0.04<0.05$ ,处理组合间

的差异性显著。

### 3.2 不同施肥处理对美国杏李株高的影响

对不同处理美国杏李苗木株高进行描述统计,



获取其平均值、极值(极大值和极小值)、标准差、变异系数等(表 3),并对不同施肥时间苗木株高进行直观的绘图分析(图 3,图 4)。

表 3 不同处理对美国杏李苗木株高的描述统计

Tab. Descriptive statistics for seedling height of *Prunus simonii* with different treatment

处理组合	味厚						味帝					
	均值/mm	标准差	标准误差	极小值	极大值	变异系数/%	均值/mm	标准差	标准误差	极大值	极小值	变异系数/%
对照	4.66	1.47	0.66	3.49	7.10	31.51	3.58	0.81	0.36	4.60	2.40	22.64
1	4.78	1.93	0.50	2.00	10.00	40.33	7.83	5.25	1.36	24.20	1.90	67.02
2	4.57	1.62	0.42	1.80	7.80	35.58	7.42	3.39	0.88	13.9	3.00	45.69
3	2.91	2.03	0.52	0.30	8.50	69.93	4.62	1.92	0.50	7.50	1.20	41.57

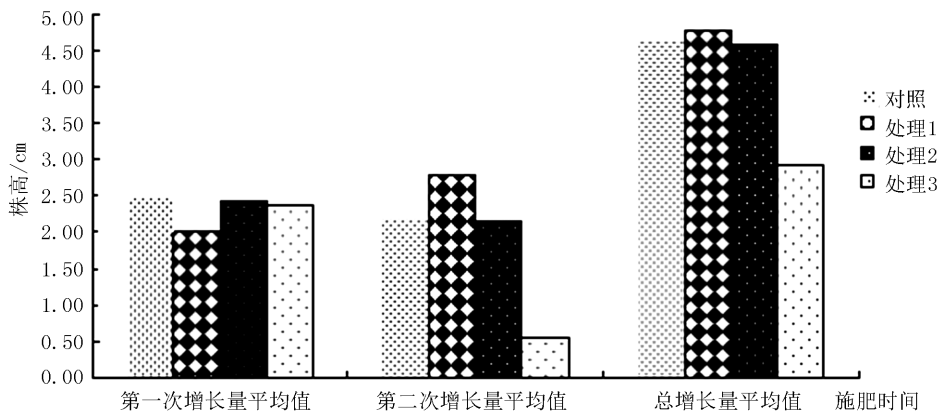


图 3 不同施肥量味厚苗木株高增长量平均值对比分析

Fig. 3 Contrastive analysis for average increment of Weiyou seedling height with different fertilization

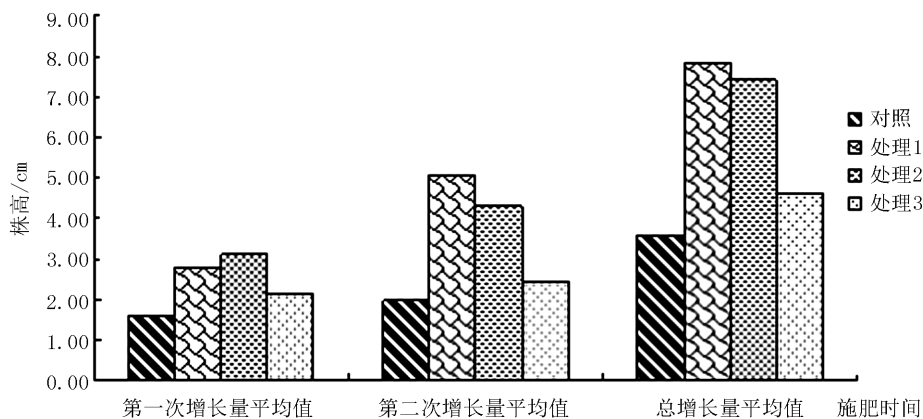


图 4 不同施肥量味帝苗木株高增长量平均值对比分析

Fig. 4 Contrastive analysis for average increment of Weidi seedling height with different fertilization

根据描述统计结果(表 3),处理组合 1(尿素 5 g/株+复合肥 10 g/株)的味厚苗木株高平均值最大(4.78 mm),对照组的次之,为 4.66 mm;对照组的

极差为 3.61,处理 1 为 8.00,处理 2 为 6.00,处理 3 为 8.20。施肥 15 g 时株高的变动最大,说明不同施肥量的极差变动范围存在差异。变异系数为

31.51%~69.93%,最大的为处理 3(尿素 15 g/株+复合肥 10 g/株),最小是对照组。各处理组合间的变异系数存在差异较大的现象,说明不同处理组合间苗木的整齐度不一致,也表明了同一处理组合的苗木之间存在参差不齐的现象;说明施肥 15 g 时对味厚苗木株高生长影响最大。

根据描述统计结果(表 3),处理组合 1 的味帝苗木株高平均值最大(7.83 mm),对照组平均值最小(3.58 mm);处理 1 极差最大,为 22.3,对照极差最小,为 2.2,处理 2 为 13.9、处理 3 为 6.3;变异系数为 22.64%~67.02%,最大变异系数为处理 1(尿素 5 g/株+复合肥 10 g/株)67.02%,最小变异系数为不施肥。

由图 3 可知,第一次施肥后对味厚苗木株高影响最明显的为对照组;第二次施肥后对味厚苗木株高影响最明显的为处理 1,达 2.78 cm。从整体来看,对株高影响最显著的为处理 1(尿素 5 g/株+复合肥 10 g/株)。

由图 4 可以看出,第一次施肥后味帝苗木在处理 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)株高生长量最大;第二次施肥后对株高生长量影响最大的为处理 1(尿素 5 g/株+复合肥 10 g/株)。从整个施肥量期间来看,处理 1(尿素 5 g/株+复合肥 10 g/株)对味帝苗木株高的影响明显高于其它处理。

为了解不同处理间株高的差异显著性,将对照组和处理组苗木株高进行单因素方差分析(表 4)。

表 4 施肥对美国杏李苗木株高的单因素方差分析

Tab. 4 Variance analysis for effects of fertilization on seedling height of *Prunus simonii*

处理	味厚					味帝				
	平方和	自由度	均方	F	显著性	平方和	自由度	均方	F	显著性
组间	33.03	3	11.01	3.26	0.03**	133.39	3	44.46	3.40	0.03**
组内	155.44	46	3.38			601.05	46	13.01		
总数	188.47	49				734.44	49			

由表 4 可以看出,味厚在 4 个处理组合间的显著性  $P=0.03<0.05$ ,可见四者之间差异显著(置信度为 95%);味帝在 4 个处理组合间的显著性  $P=0.03<0.05$ ,可见四者之间差异显著。

3.3 不同施肥处理对美国杏李苗冠的影响

对不同处理美国杏李苗木苗冠进行描述统计,获取其平均值、极值(极大值和极小值)、标准差、变异系数等(表 5),并对不同施肥时间苗木株高进行直观的绘图分析(图 5,图 6)。

根据描述统计结果(表 5),处理组合 2(尿素 10

g/株+复合肥 10 g/株)的味厚苗木苗冠平均值最大,达 36.84 mm,对照组最小,为 11.30 mm;对照组的极差为 32,处理 1 为 57,处理 2 为 78,处理 3 为 94。施肥 15 g 时苗冠的变动最大,说明不同施肥量的极差变动范围存在差异;变异系数为 40.21%~111.07%,最大的为对照组,最小的是处理 1,各处理组合间的变异系数差异存在较大的现象,说明不同处理组合间苗木的整齐度不一致,也表明了同一处理组合的苗木之间存在参差不齐的现象;说明不施肥对味厚苗木苗冠生长影响最大。

表 5 不同施肥处理对美国杏李苗木苗冠的描述统计

Tab. 5 Descriptive statistics for seedling crown of *Prunus simonii* with different treatment

处理组合	味厚						味帝					
	均值/mm	标准差	标准误差	极小值	极大值	变异系数/%	均值/mm	标准差	标准误差	极大值	极小值	变异系数/%
1	34.30	13.79	3.69	17.00	74.00	40.21	22.85	2.54	2.54	9.00	46.00	43.02
2	36.84	24.52	6.33	10.00	88.00	66.55	23.75	2.98	2.98	10.00	52.00	48.54
3	28.54	23.12	5.97	0.00	94.00	80.99	27.53	3.30	3.29	11.00	57.00	46.32
4	11.30	12.55	5.61	0.00	32.00	111.07	18.16	3.86	3.88	7.00	27.00	47.72

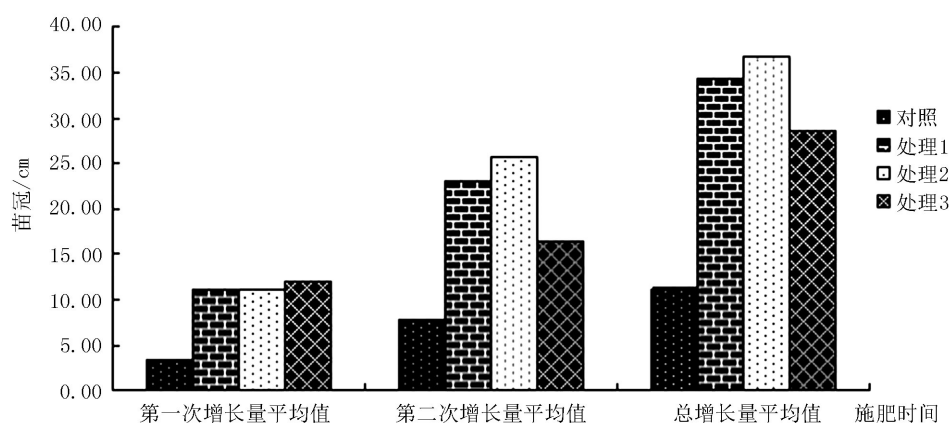


图 5 不同施肥量味厚苗木苗冠增长量平均值对比分析

Fig. 5 Contrastive analysis for average increment of Weihou seedling crown with different fertilization

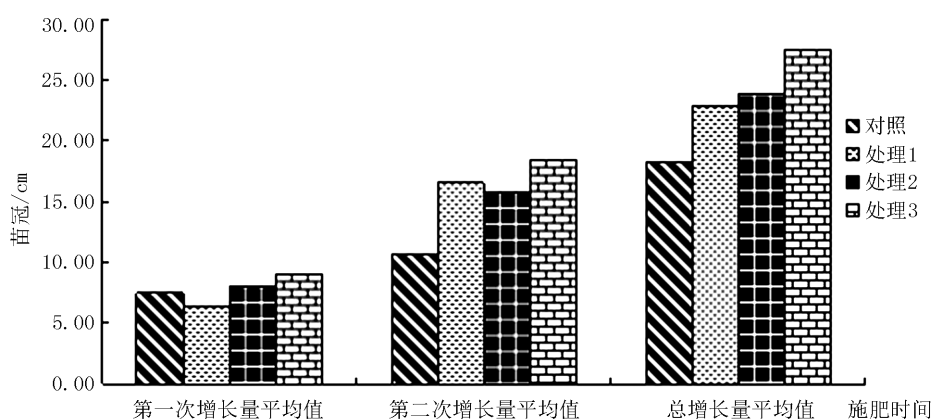


图 6 不同施肥量味帝苗木苗冠增长量平均值对比分析

Fig. 6 Contrastive analysis for average increment of Weidi seedling crown with different fertilization

根据描述统计结果(表 5),处理组合 3 的味帝苗木苗冠平均值最大,为 27.53 mm,对照组最小,为 18.16 mm;处理 3 极差最大,为 46,处理 2 次之,为 42,处理 1 为 37,对照组最小,为 20。变异系数为 43.02%~48.54%,最大为处理 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株),达 48.54%,最小变异系数为处理 1。

由图 5 可知,第一次施肥后味厚苗木苗冠变化最大的为处理 3(尿素 15 g/株+复合肥 10 g/株),达 12.00 cm;第二次施肥后变化量最大的为处理 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株),为 25.71 cm。从总体来看则是处理 2 对味厚苗木苗冠的影响最大,说明施用(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)时对味厚苗木苗冠影响最大。

由图 6 中可知,对味帝苗木苗冠影响最大的为处理 3(尿素 15 g/株+复合肥 10 g/株);第二次施肥后变化最大的还是处理 3。从整体来看,对味帝苗木苗冠影响最大的为处理 3(尿素 15 g/株+复合肥

10 g/株),说明施用(尿素 15 g/株+复合肥 10 g/株)时对味帝苗木苗冠影响最大。

为了解不同处理间苗冠的差异显著性,将对照组和处理组苗木苗冠进行单因素方差分析(表 6)。

从表 6 可知,味厚苗木苗冠  $P = 0.11 > 0.05$ 、味帝苗木苗冠  $P = 0.40 > 0.05$ ,故味厚、味帝的苗木苗冠显著性均不明显,故 3 种 N 素水平施肥处理对味厚、味帝苗木苗冠的影响均不显著。

## 4 结论

### 4.1 不同施肥处理对美国杏李地径生长的影响

对味厚施肥后,地径在不同施肥处理条件下,各处理组间没有显著差异;在 4 个处理组合中,对照组的极差和变异系数都最小,说明苗木地径较整齐;处理 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)的苗木地径增长量最大。对味帝施肥后,地径在不同施肥处理



表 6 施肥对美国杏李苗木苗冠单因素方差分析

Tab. 6 Variance analysis for effects of fertilization on seedling crown of *Prunus simonii*

处理	味厚					味帝				
	平方和	自由度	均方	F	显著性	平方和	自由度	均方	F	显著性
组间	2695.22	3	898.41	2.13	0.11	378.56	3	126.19	1.00	0.40
组内	18999.15	45	422.40			5797.68	46	126.91		
总数	21694.37	48				6170.24	49			

条件下,各处理组合间存在极显著差异。处理组合 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)的苗木地径增长量最大。从观测期间及分析结果来看,对味厚、味帝苗木施用(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)时对地径影响最大。

#### 4.2 不同施肥处理对美国杏李株高生长的影响

对味厚施肥后,株高在不同施肥处理条件下,各处理组合间存在极显著差异,处理 1(尿素 5 g/株+复合肥 10 g/株)对苗木株高的生长影响最大。对味帝施肥后,株高在不同施肥处理条件下,各处理组合间存在极显著差异,以施用(尿素 5 g/株+复合肥 10 g/株)时显著性最明显。从本实验中可看出,在石林圭山镇这片土地上施用(尿素 5 g/株+复合肥 10 g/株)时对苗木株高的影响较大。

#### 4.3 不同施肥处理对美国杏李苗冠生长的影响

对味厚施肥后,苗冠在不同施肥处理条件下,各处理组合间施肥对苗冠没有显著性差异;施用处理组合 2(尿素 10 g/株+复合肥 10 g/株)时平均值最大(36.84 mm),因此施肥对味厚的苗冠也有一定的影响。对味帝施肥后,苗冠在不同施肥处理条件下,各处理组合间施肥对苗冠没有显著性差异。对其用柱形图分析后可得出,与前述的各处理组合对地径显著性差异相吻合,施用处理组合 3(施肥 10 g)时平均值最大 27.53 mm;影响苗木生长的主导因素是施肥量。

在苗木生长过程中,影响苗木质量的不仅有施肥,还有其它生长指标,如株行距、修剪、光照、温度、病虫害等。对于经济林木应该去除顶端优势,加强侧枝的发育。

#### 参考文献:

[1] 张庆辉,郝连君,李国艳,等. 美国杏李引种栽培试验及栽培技术[J]. 林果花卉,2010(12):34-35.  
[2] 郑艳荣. 美国晚熟杏李新品种味厚的特性及栽培技术

[J]. 中国果菜,2008(5):18-19.

- [3] 魏会丽,周国庄. 七个美国杂交杏李的生长结果习性 & 栽培要点[J]. 西南园艺,2005,33(1):28-29.  
[4] 丁玲,陆军师. 美国杂交杏李设施栽培技术[J]. 中国农村科技,2007(2):12-13.  
[5] 孙富春,王玉江,徐军,等. 早熟杏李新品种一味帝[J]. 北方果树,2007(3):91-92.  
[6] 王华. 杏李品种味厚在甘肃天水的引种实验[J]. 山西果实,2007(4):44-45.  
[7] 杨留成,刘国安,杨艳丽,等. 杏李味帝丰产栽培技术[J]. 北方园艺,2007(11):138-131.  
[8] 杨飞,韦茜,刘朝英,等. 美国杏李种植管理技术[J]. 中国园艺文摘,2011(3):154-155.  
[9] 凌晓明,赵辉. 美国杏李引种栽培现状、存在问题及建议[J]. 河南林业科学研究,2012(3):4-5.  
[10] 斯罗格日乐. 天水地区 5 个品种美国杏李引种栽培研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2009.  
[11] 刘新社,逯昀. PBO 对美国杏李产量和品种的影响[J]. 浙江柑橘,2010,27(2):44-45.  
[12] 张冬华,任贵芝,刘荣太,等. 美国杏李盐碱地栽培技术[J]. 河北农业科技,2005(11):24.  
[13] 王尚堃,张传来. 杂交杏李研究进展[J]. 北方园艺,2012(16):195-197.  
[14] 韦茜,刘朝英,刘飞,等. 美国杂交杏李引种栽培初报[J]. 中国园艺文摘,2011(9):1-3.  
[15] 刑艳杰,高素红. 美国极早熟杏李味帝的特性及栽培要点[J]. 果农之友,2006(7):25-26.  
[16] 丁立军. 7 个美国杏李品种的适应性和结果情况及病虫害调查[J]. 落叶果树,2008(2):59-60.  
[17] 王海水,赵琼. 水果骄子—美国杂交杏李[J]. 烟台果友,2005(2):9-10.  
[18] 刘义新,韩移旺,王彦亭,等. 结晶有机肥与复合肥、尿素在土壤中养分淋失的比较研究[J]. 华中农业大学学报,2004,8(1):239-240.  
[19] 严毅,李贤忠,杨志明. 我国美国杏李栽培现状及发展对策[J]. 林业调查规划,2011,36(2):120-122.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.034

## 重庆园林绿化树种红檵木春季物候特征研究

刘 聪 王海洋 阳佩良  
(西南大学园艺园林学院,重庆 400716)

**摘要:**红檵木是重庆常见的园林绿化植物,常用于道路两边绿化、校园绿化和公园绿化等。对重庆市主城区 3 种不同生境类型下 19 个样地的红檵木进行实地调查,研究不同生境类型和不同园林修剪形式对红檵木春季物候的影响。结果表明,叶平均物候期与花平均物候期显著正相关,展叶持续时间与开花持续时间不相关;公园的红檵木展叶及开花时间显著晚于道路和校园的,展叶速率最快,展叶持续时间最长;道路的红檵木开花持续时间最长。开花速率方面 3 种生境差异不大,自然状态的红檵木花期较早且开花持续时间更长,花量更多,观赏效果更好。

**关键词:**红檵木;春季物候;开花持续时间;展叶速率;生境类型;修剪形式;园林绿化

中图分类号:S793;S718.512 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0182-05

## Spring Phenological Characteristics of *Loropetalum chinense* var. *rubrum* in Landscaping of Chongqing

LIU Cong, WANG Haiyang, YANG Peiliang

(School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** As one of the common landscaping plants in Chongqing, *Loropetalum chinense* var. *rubrum* was commonly used in the road, campus and park. This paper investigated *Loropetalum chinense* var. *rubrum* in 19 samples with three different habitats in Chongqing to study the influence of different habitats and pruning techniques on the spring phenophase. The results showed that the average phenophase of leaves was significantly positive correlated to the average phenophase of flowers while the sprouting leaves duration was not associated with the flowering duration, that with the fastest leafing speed and the most lasting leafing time, the leafing and flowering time in park was significantly later than that in road and campus, that the flowering duration was longest in road, and that the flowering speed had little difference in three habitats but the flowering time was early and lasting in natural habitat where the flower quantity was more and the ornamental effect was better.

**Key words:** *Loropetalum chinense* var. *rubrum*; spring phenophase; flowering duration; habitat types; pruning techniques; landscaping

红檵木系金缕梅科檵木属常绿灌木,花紫红色,花瓣带状条形,一年内能多次开花,新叶偏红。红檵

收稿日期:2017-10-09.

基金项目:重庆市林业重点科技攻关项目(2015LAL1502).

作者简介:刘聪(1993-),女,河北唐山人,硕士研究生.主要从事风景园林生态研究.

通信作者:王海洋,教授.

木枝繁叶茂,耐修剪,常以绿篱的形式用于道路两旁或道路中心隔离带的绿化,在校园、居住区和公园,以修剪成球状的居多,也有自然式的形式。近年来国内外对于物候的关注愈来愈加深,有关物候的研究也渐为丰富,尤其是从时间和空间角度分析植物物候对环境的响应,从而探讨其生长策略以及适应机制。从城市到农村,美国豚草物候期的提前伴随着花粉量以及地上生物量的增加<sup>[1]</sup>。在北京的研究也发现,靠近城区的植物开花物候期提前,提前时间 2~20 d 不等<sup>[2,3]</sup>。研究者在对上海市的物候研究中也发现城乡梯度明显,城市比郊区物候期提前<sup>[4]</sup>。在对园林植物的物候研究中,有学者研究了不同地区黄花风铃木的物候差异<sup>[5]</sup>,紫薇的年际开花物候变化特征<sup>[6]</sup>,以及东樱花物候随地区的变化<sup>[7]</sup>,研究主要是针对乔木,但是在园林绿化中,灌木也占非常大的比重,对园林树种灌木物候的深入研究较少。

虽然红檫木在园林绿化中已广泛应用,但对其种植后的景观效果究竟如何并没有人研究,尤其是从修剪形式角度更是从未有人研究。本研究通过对红檫木的春季物候观测,掌握其物候节律,从物候的角度对不同生境类型以及不同修剪形式的物候差异进行研究,为未来如何利用红檫木进行园林绿化和植物配置提供一定借鉴依据,为其在城市美化中的合理推广应用提供理论支撑,这对整个园林的景观建设具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究材料

在重庆主城区内,选择 3 种不同的生境类型,分别是道路区、校园区和公园区。其中,道路区样地 8 个,校园组样地 3 个,公园区样地 8 个(表 1)。植物选择在园林绿化中最为常见的红檫木。红檫木为常绿灌木,在重庆应用非常广泛。

### 1.2 研究方法

物候观测按照《中国物候观测方法》<sup>[8]</sup>进行,观测时间间隔一周,至少观测 3~5 株植物。春季物候期包括叶物候和花物候。观测的叶物候为芽开放期、展叶始期、展叶盛期和展叶末期。观测的花物候为显蕾期、始花期、盛花期、末花期。并计算各样地的平均叶/花物候期、展叶/开花持续时间以及展叶/开花速率<sup>[2]</sup>。

表 1 样地基本情况

Tab. 1 Basic situation of the sample plot

春晖路	大渡口区	道路区	修剪
大坪正街	渝中区	道路区	修剪
金兴大道	渝北区	道路区	修剪
双元大道	北碚区	道路区	修剪
新南路	渝北区	道路区	修剪
站西路	沙坪坝区	道路区	修剪
长江一路	渝中区	道路区	修剪
大渡口公园	大渡口区	公园区	修剪
动物园	九龙坡区	公园区	修剪
鹅岭公园	渝中区	公园区	修剪
鸿恩寺公园	江北区	公园区	修剪
南山植物园	南岸区	公园区	修剪
沙坪公园	沙坪坝区	公园区	修剪
园博园	渝北区	公园区	修剪
西南大学	北碚区	校园区	修剪
重庆大学	沙坪坝区	校园区	修剪
重医大学	渝中区	校园区	修剪
春晖路	大渡口区	道路区	自然
新南路	渝北区	道路区	自然
碚青路	北碚区	道路区	自然
动物园	九龙坡区	公园区	自然
鹅岭公园	渝中区	公园区	自然
花卉园	渝北区	公园区	自然
南山植物园	南岸区	公园区	自然
沙坪公园	沙坪坝区	公园区	自然
西南大学	北碚区	校园区	自然
重庆大学	沙坪坝区	校园区	自然
重医大学	渝中区	校园区	自然

注:绿篱式和球状定义为修剪形式。

### 1.3 统计与分析方法

物候开始、结束日期按照 Julian 日换算法表示。采用 SPSS 18.0 和 Excel 等软件,用 Pearson 相关分析法分析红檫木春季物候期间的相关关系,用单因素方差法分析在不同生境类型和不同修剪形式下红檫木春季物候期的差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 春季物候期间的关系

春季物候可以笼统地分为叶物候和花物候。为了清楚叶物候间、花物候间以及叶物候与花物候彼此之间是否有相关关系,将春季各物候期进行相关



分析。结果表明(表 2):芽开放期与展叶始期、展叶盛期、叶平均物候期之间存在显著的正相关,与展叶持续时间存在极显著的负相关,说明展叶物候期的早晚与芽开放的时间相关,芽开放早的同时展叶始期、盛期早、展叶持续时间长。展叶持续时间与平均叶物候期之间相关关系不显著;显蕾期与始花期、盛花期、花平均物候期之间存在极显著的正相关,与开花持续时间存在极显著的负相关,说明开花物候期

的早晚与显蕾期的时间有关,开花始期与显蕾期具有相同的特点,所以显蕾期、始花期越早,盛花期早,开花持续时间长,开花持续时间与平均开花物候期有极显著的负相关,平均开花物候期越早,开花持续时间越长;展叶始期与始花期、盛花期和花平均物候期间存在着显著的正相关,与开花持续时间有显著的负相关,同时叶平均物候期与花平均物候期间有显著的正相关,说明展叶早的开花早且花期长。

表 2 红榿木春季各物候期间相关关系  
Tab. 2 Relationship of all phenophases in Spring

物候期名称	芽开放期	展叶始期	展叶盛期	展叶末期	显蕾期	始花期	盛花期	末花期	平均叶物候期	展叶持续时间	展叶速率	平均花物候期	开花持续时间	开花速率
芽开放期	1													
展叶始期	0.832**	1												
展叶盛期	0.344*	0.497**	1											
展叶末期	0.179	0.298	0.419*	1										
显蕾期	0.188	0.263	0.055	0.278	1									
始花期	0.247	0.342*	0.046	0.394*	0.938**	1								
盛花期	0.247	0.396*	0.256	0.387*	0.727**	0.836**	1							
末花期	0.048	-0.123	-0.215	-0.053	-0.238	-0.074	-0.135	1						
平均叶物候期	0.735**	0.840**	0.755**	0.676**	0.285	0.364*	0.443**	-0.130	1					
展叶持续时间	-0.452**	-0.454**	-0.023	0.706**	0.081	0.145	0.087	0.071	-0.007	1				
展叶速率	0.174	0.253	-0.433*	0.121	0.158	0.247	0.195	0.002	0.011	-0.063	1			
平均花物候期	0.265	0.354*	0.166	0.415*	0.810**	0.918**	0.967**	-0.016	0.418*	0.151	0.202	1		
开花持续时间	-0.199	-0.353*	-0.128	-0.370*	-0.927**	-0.916**	-0.795**	0.468**	-0.375*	-0.100	-0.218	-0.820**	1	
开花速率	0.111	0.011	-0.281	0.113	0.530**	0.458**	-0.077	0.034	0.004	0.120	0.137	0.114	-0.392*	1

\*\*表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关;\*表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

2.2 不同环境下春季物候差异

平均叶物候期为公园>校园>道路,展叶持续时间、展叶速率均为公园>道路=校园,说明道路中的红榿木展叶最早且展叶时间短、展叶速率快;平均花物候期在不同生境类型下时间相同,这是由于不同的园林修剪形式影响了整体平均值导致 3 个环境下数值相同;平均开花持续时间为道路>校园>公园,开花速率为公园>校园=道路,说明公园里的红榿木开花速率最快,开花持续时间最短,可能由于道路比校园和公园污染更为严重、温度较高,在这种条件下

延长了花期长度(图 1)。

同时,不同的园林修剪形式同样也会影响植物春季物候(图 2),平均叶物候期、平均花物候期和展叶速率均为修剪>自然,修剪形式下植物展叶和开花更晚且展叶更快,自然形式下植物展叶和开花更早且展叶稍慢;展叶持续时间及开花持续时间自然>修剪,自然形式下展叶和开花的时间比修剪形式下更长。在修剪或者自然形式下的开花速率相等,在修剪组的样地中,公园和道路的比例更大,这使得比较出来的结果无差异。

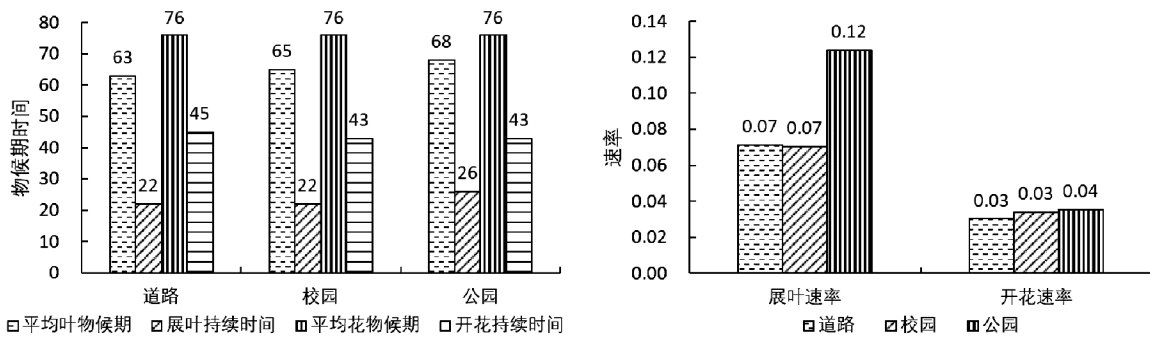


图 1 不同生境类型下物候期指标差异

Fig. 1 Phenological differences in different habitats

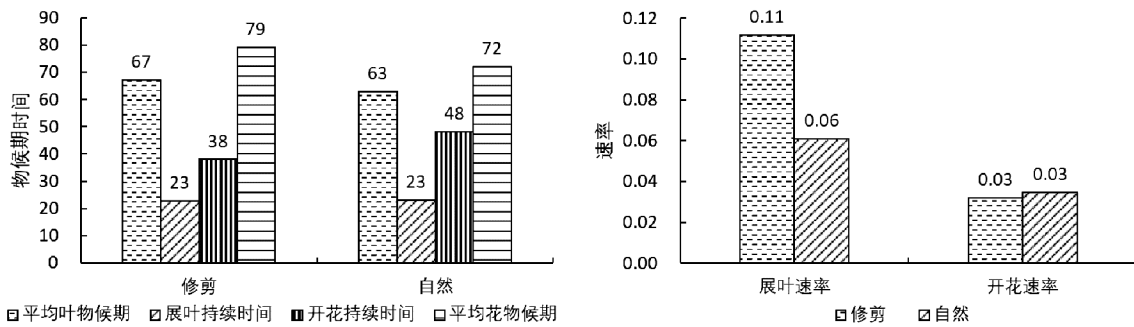


图 2 不同修剪形式下各物候期指标差异

Fig. 2 Phenological differences in different pruning techniques

### 2.3 春季各物候期差异特征

平均叶物候期、展叶速率、平均花物候期、开花持续时间在道路、校园、公园 3 种生境类型下均显示修剪状态比自然状态展叶早、展叶速度快、开花晚、花期短。展叶持续时间、开花速率在道路、校园 2 种生境类型下,修剪状态比自然状态的展叶时间长、开花速度慢,但是在公园中则相反。在公园中,植物的养护管理较好,植物的长势较好,这是导致公园中被修剪的红欏木反而比自然状态下展叶持续时间短,开花速度快的原因。

红欏木在被修剪状态下,公园的平均叶物候期最长,说明公园中的红欏木展叶最晚,其次是校园,再次是道路;道路中的红欏木展叶期最短,校园和公园无差异;公园中的红欏木展叶速率最快、开花时间最晚,校园和道路相差不大;花期持续时间的排序为道路>校园>公园,开花速率彼此相同。在自然状态下,道路中的红欏木展叶早于校园,公园展叶最晚,这和修剪状态下一致;道路和校园中的红欏木展叶期最短,公园中的红欏木最长;影响展叶持续时间长短的主要原因取决于展叶始期的早晚,展叶盛期各条件下相差甚微,校园中的红欏木展叶速率最慢,其

次是道路和公园;公园中的红欏木开花最早,道路和校园相差不大;道路、校园、公园三者开花持续时间相差不大;校园环境中的红欏木开花速率稍快于道路和公园中的红欏木(图 3)。

## 3 结论与讨论

### 3.1 红欏木春季物候期间的关系

芽开放期的早晚最能代表红欏木的叶物候,芽开放早的展叶始期、展叶盛期都早,同时展叶持续时间增长。展叶持续时间的长短主要由展叶始期决定,展叶末期与其他叶物候指标相关性不显著,这是由于影响展叶末期的因素与其他叶物候的指标不同造成的。展叶末期的时间早晚不仅与温度有关,还与降水等因素相关,而芽开放期、展叶始期和展叶盛期都主要受温度的影响<sup>[9]</sup>。杨乐的研究也证明了展叶早的展叶结束得也较早,展叶持续时间较长<sup>[10]</sup>。显蕾期、开花始期的早晚最能代表红欏木的花物候,显蕾期、开花始期早,开花盛期早,开花持续时间长。花期长度主要由开花始期决定,开花末期与其他花物候指标相关性不显著,原因也是由于开

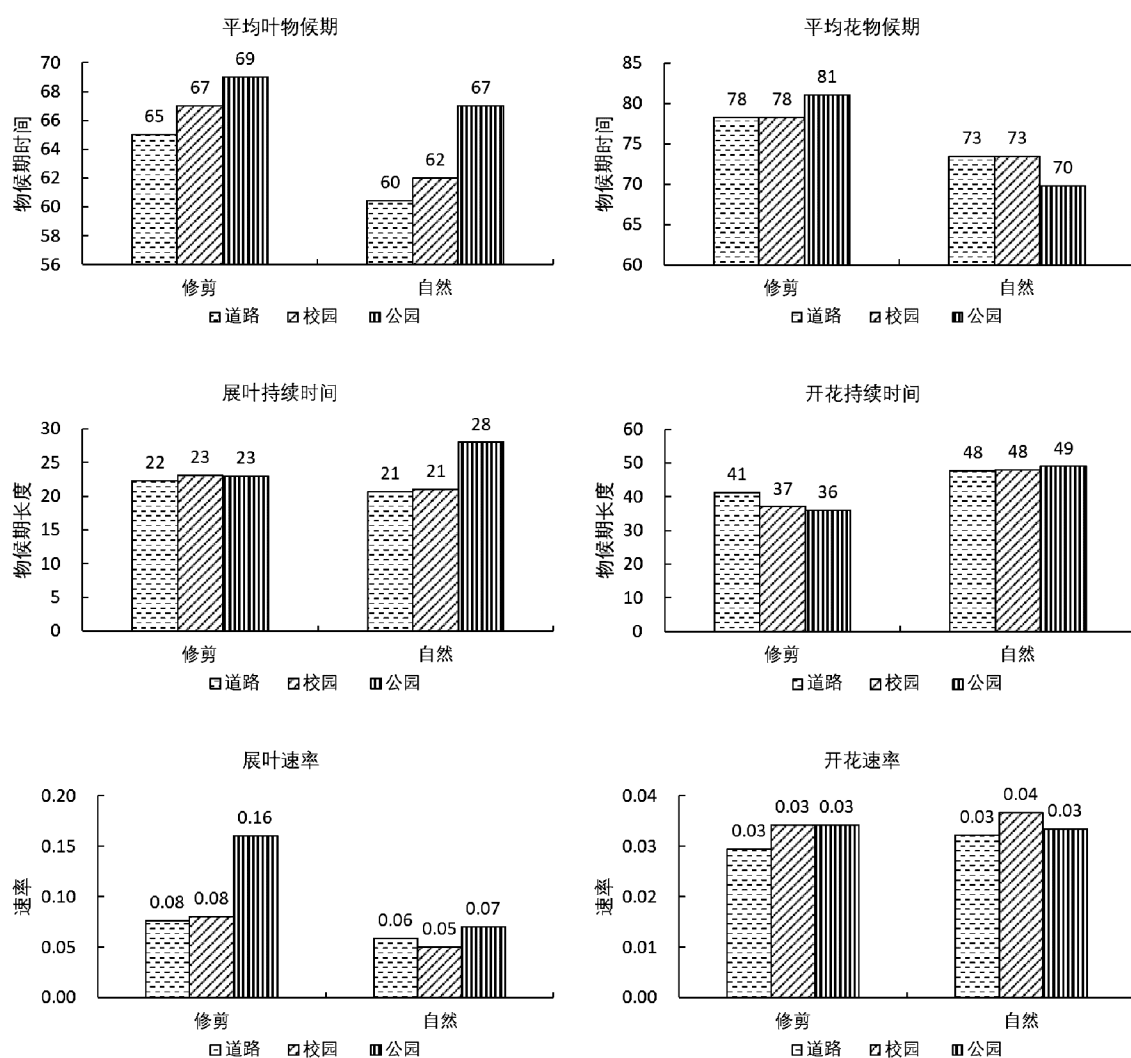


图 3 春季各物候差异

Fig. 3 Differences of all phenophases in Spring

花末期的影响因子与其他花物候指标不同。叶平均物候期与花平均物候期有显著的正相关关系,在一定程度上说明展叶早的开花也早。在野外调研中,可以通过判定叶物候现状来预测花物候的情况。展叶持续时间与开花持续时间没有显著的相关性,这也是由于展叶末期与开花末期之间没有显著相关性导致的。

### 3.2 不同生境类型下红榿木春季物候差异

道路、校园和公园的展叶期均在 2 月底至 3 月底,花期在 3 月初至 3 月底。重庆红榿木的花期相比中国植物志的记录较早,整个花期以盛花期为主。公园中的红榿木展叶显著晚于校园和道路,展叶速率显著快于校园和道路,展叶期比校园和道路中的红榿木长( $p < 0.05$ ),校园与道路之间差异不显著;道路中的红榿木花期显著长于校园和公园,公园中

的红榿木开花时间比道路和校园晚,开花速率在 3 种生境类型中彼此差异不显著。道路生境植物多样性低,植物物种丰富度低,污染程度高,温度较高,同时硬质铺装比例高,铺装不透水比例高;公园中环境生物多样性及丰富度较高,污染程度低,是城市中的“冷岛”,硬质铺装比例较低,铺装的透水比例较高;校园环境介于道路与公园之间。

### 3.3 不同修剪形式下红榿木春季物候差异

修剪状态下红榿木展叶显著早于自然状态下的红榿木,展叶速率显著较快,开花显著较晚,开花速率显著较慢( $p < 0.05$ )。展叶期和开花速率在修剪和自然状态下差异不显著。实地调研中发现,自然状态下的红榿木花色更加艳丽,花量较多,花瓣长度更长,景观效果较好,且开花早,花期长,更加适宜园

(下转第 195 页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.035

## 重庆市观音桥商业步行街外部空间规划研究

杨 珊 周建华

(西南大学园艺园林学院,重庆 北碚 400715)

**摘要:**商业步行街外部空间作为城市公共活动空间的一个分支,其重要性越来越突出。通过对重庆市观音桥商业步行街实地调研,分析其外部空间现状,认为其存在边缘空间利用率低、空间变化单一以及交通拥堵等问题。藉此,提出注重边缘空间的利用,丰富线性空间景观,合理规划交通流线等规划策略。

**关键词:**商业步行街;外部空间;景观设计;边缘空间;线性空间;交通流线

中图分类号:S731.8;TU-024 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0187-04

### Design on the External Space of Guanyinqiao Commercial Pedestrian Street

YANG Shan, ZHOU Jianhua

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** As a branch of urban public space, the external space of pedestrian streets is becoming more and more important. This paper analyzed the current situation of the external space in Guanyinqiao commercial pedestrian street by the field investigation. Based on the problems of low utilization of edge space, unitary change in space and traffic congestion, this paper put forward the strategies to emphasize the utilization of edge space, enrich linear space landscape and plan traffic streamline reasonably.

**Key words:** commercial pedestrian street; external space; landscape design; edge space; linear space; traffic streamline

商业步行街外部空间是城市中具有鲜明特征的城市公共活动空间。外部空间是物质空间形式与城市的文化、生活方式等相互影响而共同形成的空间形态,它具有商业空间管理之下的私有性,与商业活动密切相关;另一方面,它又具有相当程度的开放性,与城市社会生活相融合<sup>[1]</sup>。合理的商业步行街外部空间能顺应城市空间结构和肌理、吸引集聚人流、方便市民日常生活、提升城市形象<sup>[2]</sup>。观音桥

商业步行街和其他步行街一样有着许多共性,但也有其独特的地方。观音桥步行街外部空间由于其复杂的地形,具有独特的外部空间结构和构造,充分体现重庆地形特色,也深受市民喜爱。但也存在边缘空间利用率低、空间变化单一、交通拥堵等问题。本文通过对观音桥商业步行街实地调研,探索观音桥商业步行街外部空间存在的问题,最终提出对应解决策略。

收稿日期:2017-10-03;修回日期:2017-11-14.

作者简介:杨珊(1992-),女,重庆巴南人,硕士研究生.主要从事风景园林规划与设计研究.

通信作者:周建华(1970-),男,江西宜春人,博士,副教授,硕士生导师,一级注册风景园林师.主要从事风景园林规划设计的研究与教学工作.

### 1 商业步行街外部空间概念

商业步行街是步行街的一种,是城市中商业活动集中的街道,由大量的零售业、服务业作为主体,集中于一定的地区,构成有一定长度的街区。

芦原义信在《外部空间设计》中这样解释外部空间:“建筑外部空间是从自然当中限定自然开始,外部空间是由人创造的有目的的外部环境,是比自然更有意义的空间,是没有屋顶的建筑”<sup>[3]</sup>。因此,可理解为:城市商业步行街外部空间是一种介于商业建筑和外围城市道路之间的过渡空间,通常具有开放性、可达性高、景观性好、文化性突出等特点。

### 2 观音桥商业步行街自然概况

观音桥商业步行街位于重庆市渝中半岛和北部地区的几何中心,地处江北区中心区域,是传统的商贸繁华区<sup>[4]</sup>。观音桥商业步行街南起建新东路,北至建北六支路和北城天街,东抵中医院支路和枫香庭支路,西达嘉陵公园西侧(图 1)。城市景观公共空间面积达 20 万 m<sup>2</sup>,地形复杂,高差达 30 m。其外部空间顺应地形,形态多样,这些空间相互连接,相互影响,形成独具特色的商业步行街外部空间。



图 1 观音桥商业步行街范围

Fig. 1 Range of Guanyinqiao commercial pedestrian street

### 3 外部空间格局

#### 3.1 空间形态类型

观音桥商业步行街是一个综合性的商业体,其地势复杂,根据地形而呈现不同的空间形态。可主要分为步行街道空间、城市广场空间和公园绿地空间<sup>[5]</sup>(表 1)。步行街道空间主要包括北城天街和新

世纪百货步行街;城市广场空间包括观音桥广场和融恒时代广场;公园绿地空间则主要指嘉陵公园。

表 1 观音桥商业步行街外部空间分类

Tab. 1 Classification of external space of Guanyinqiao commercial pedestrian street

外部空间类型	囊括区域
步行街道空间	北城天街,新世纪百货步行街
城市广场空间	观音桥广场,融恒时代广场
公园绿地空间	嘉陵公园

#### 3.2 空间分布

观音桥商业步行街外部空间分布相互交织,错综复杂(图 2)。观音桥广场地处观音桥商业步行街中心位置,是城市广场空间。整个空间布局以观音桥广场为核心,呈发散状连接其他步行街道空间和公园绿地空间。观音桥广场北侧是北城天街。北城天街是一条线性商业步行街,整体呈东北—西南走向,东北高,西南低,总长约 430 m,高差约 20 m。观音桥广场东南方向是新世纪百货步行街和融恒时代广场。融恒时代广场处于新世纪百货步行街东南方向尽头,其宽度约为 60 m,长度约为 400 m。二者紧密相连,延伸至外围城市道路。观音桥广场的西南侧是重庆商圈内唯一的生态公园——嘉陵公园。嘉陵公园与观音桥广场紧密相连,公园西南方向则延伸至外围城市道路,连接周边写字楼。这些外部空间相互连接交融,形成复杂的外部空间骨架。



图 2 观音桥商业步行街空间分布

Fig. 2 Space Distribution of Guanyinqiao commercial pedestrian street

### 3.3 空间现状分析

商业步行街外部空间是城市道路与建筑之间的过渡空间,起衔接作用,具有中介性与模糊性。当人们位于外部空间时,会自然而然地感觉自己从某一场所进入到另一个场所,但又由于四周的开敞环境,往往分不清到底是处在城市环境当中还是建筑的派生物里,这就是外部空间中介性与模糊性的体现。其次,商业步行街外部空间具有复合性,它不是一个单一功能的空间,而是肩负着休闲、娱乐、社交、商业活动等越来越多的社会公共服务职能<sup>[6]</sup>。

#### 3.3.1 城市广场空间

城市广场空间包括观音桥广场和融恒时代广场。观音桥广场视野开阔,是整个商业步行街的标志性空间节点,同时也起到重要的交通组织作用。广场顺应地势,西北侧打造高差明显的大舞台,既满足观赏者的视觉需求,也规避了垂直高差带来的景观冲击。观音桥广场整个空间形态复杂,中心以圆形场地为主要空间,四周空间则呈现不规则形状,空间与空间的衔接处多存在过渡空间——边缘空间。边缘空间由于其地理位置处于空间边缘区域,人迹罕至,利用率极低。融恒时代广场地势平坦,广场上通过种植桂花、黄葛树等,打造良好的广场生态环境。空间生态环境虽良好,但是空间内缺少小品、水景等景观元素,空间观赏性欠佳。

#### 3.3.2 城市街道空间

城市街道空间包括北城天街和新世纪百货步行街。北城天街和新世纪百货步行街两侧均为商业楼,呈线性分布。北城天街宽度 37~50 m 不等,新世纪百货步行街宽约 60 m,二者空间结构相似,空间内以黄葛树、桂花和小叶榕等本土树种为行道树,配置少量花池式座椅,变化韵律重复,空间内部景观较为单调。

#### 3.3.3 公园绿地空间

嘉陵公园是处于商业圈内的生态公园,入口空间开阔,设置大型音乐喷泉作为公园景观关键性节点。在客流量较大的东西两侧留出宽达 20 m 的直向通道,采用硬质铺装,满足了商业步行街和写字楼之间的通行要求。轻轨三号线观音桥站 5 出入口设置于公园内部,在上下班高峰期和节假日,人流量巨大,公园内部尤为拥挤,超出了公园内部交通应有的承受力。与此同时,也给公园景观带来极大的负面影响。

## 4 存在的问题

观音桥商业步行街由于地势、地形原因,外部空间错综复杂,空间与空间之间相互影响,其空间基本上能满足使用需求,但是部分区域也存在问题,归纳如下:

1) 观音桥广场由于地形限制,开辟大范围平坦的空间较为困难,因此,广场四周不可避免地存在形状不规则的边缘空间。由于这些空间处于大空间的边缘,又没有得到合理的规划和充分的利用,久而久之便使得这些空间无人问津,不能发挥其应有的作用。在观音桥商业步行街这样用地紧张的区域,这种情形难免会造成空间资源的浪费。

2) 北城天街和新世纪百货步行街都是线性空间,空间内部景观变化韵律单调,空间较为乏味。

3) 嘉陵公园处于繁华的商业区内部,公园内部设置轻轨站出入口,巨大的人流量给公园的交通和景观都带来极大的负担。

## 5 规划策略

### 5.1 注重边缘空间的利用

边缘空间的功能不确定性和空间限定模糊性导致边缘空间利用率低,无法发挥其应有的作用。因此,外部空间在规划设计之初就应充分考虑空间之间的相互连接,充分利用每一个空间,尽量发挥空间应有的作用。一个高效的空间需要底面、垂直面和顶面的共同围合。底面主要涉及空间的铺装材料以及功能安排,垂直面常作为空间的围合物界定空间的边界,并把相邻空间隔断开。它影响着视野,也引导和约束人的视线,当然它也影响着人们对空间的感受。

因此,在空间布置上,边缘空间应该以敞亮的姿态示人,加强边缘空间与外界空间的连接,让其作为大空间的附属空间而存在。可在局部上设置适量精致小节点,增加景观性,从而吸引人群前往。在植物设计方面,边缘空间不应设置太多繁茂植被,不宜采用生长繁茂的小乔木,而应以低矮灌木为主<sup>[8]</sup>,使视线通透,以免本就狭小的空间被植物严密遮挡,造成阴郁感,使得空间无人问津。在道路设计上,应设置宽度大于 1 m 的道路通往该空间。有研究表明,宽度低于 1 m 的道路利用率极低,行人排斥感上升<sup>[7]</sup>,因此,宽度以在 1.2 m 以上为佳。在铺装上,可采用别具匠心的铺装方式,体现风土人情或地域文化等,增加园林景观的内涵,展现园林景观与自然



景物共同组成的城市自然景观,打造具有特色的空间景观,提升空间利用率<sup>[8]</sup>。

## 5.2 丰富线性空间景观

线性空间是商业区内常见的空间形式,线性空间内部本身空间变化较少,空间形式较为单调。一般来说,商业区内的线性空间多存在空间尺度大的特点,如若景观设计不合理,很容易造成空间乏味无趣。因此,若想要线性空间给人以丰富感,在满足其空间的交通、休闲、生态等功能的同时,应采取巧妙的景观手段,注重空间与景观元素的结合,丰富空间景观。

在植物的配置上,可采取观赏性较强的开花植物,丰富植物的配置,打造层次丰富的季相景观,增加观赏性,从而使空间在视觉上达到丰富多彩的效果,避免视觉疲劳。在景观小品的设计上,景观树池可采取多种形式变化,用不同造型的树池围合成满足各种社交需求的空间。也可在局部节点设置反映人文特征、设计意图的景墙,起到分隔空间和围合空间的作用。在条件允许的情况下,设计适量的水景以增加空间灵动感,提升空间趣味性。

## 5.3 合理规划交通流线

地处繁华商业区中心的公园,其地理位置非常特殊。在设计之初,应科学规划公园与城市交通的组织关系,尽量避免大量行人穿行公园,影响公园内部景观和功能。因此,应尽量避免将轻轨出入口等直接设置于公园内部。

若根据相关规划要求,公园无法规避轻轨出入口的位置,则不能将出入口周边交通单纯作为公园道路进行规划,而应该参照城市道路设计的规范进行相应的调整,并与城市道路连通,合理引导人群流动方向。此外,要科学预估人流量,在出入口预留合

理的疏散空间,以满足交通的要求,避免拥挤。

## 6 总结

通过实地调研,对观音桥商业步行街的外部空间——观音桥广场和融恒时代广场、北城天街和新世纪百货步行街以及嘉陵公园的现状进行分析总结,发现观音桥广场存在边缘空间利用率低,北城天街和新世纪百货步行街存在空间景观变化单一以及嘉陵公园存在交通拥堵等问题。针对以上问题,提出有效利用边缘空间、丰富线性空间景观、合理规划交通流线等策略。通过以上策略的提出,希望为以后的商业步行街外部空间设计提供参考,也希望能够对该领域的研究提供帮助。

## 参考文献:

- [1] 朱佩娟,周晗. 城市商业外部空间吸引力的物质空间影响因素研究[C]//转型与重构—中国规划年会论文集,2011.
- [2] 刘滨谊,范榕. 景观空间视觉吸引要素及其机制研究[J]. 中国园林,2013(5):5-10.
- [3] 芦原义信. 外部空间设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1985.
- [4] 李栋. 重庆商业步行街外部空间特色研究—以观音桥步行街为例[D]. 重庆:重庆大学,2010.
- [5] 吴必虎,董莉娜. 公共游憩空间分类与属性研究[J]. 中国园林,2003(2):48-50.
- [6] 余姝苇,周波. 商业建筑外部空间的积极化研究[J]. 四川建筑,2013(33):69-71.
- [7] 毛美余,蔡鲁祥. 园林绿化植物配置研究[J]. 安徽农业科学,2010(10):5416-5419.
- [8] 王俊骅,方守恩. 人行道有效宽度和利用率分析[J]. 交通运输工程与信息学报,2005(3):68-71.

(上接第 159 页)

- [16] 溪头自然教育园区. 设立沿革[EB/OL]. <http://www.exfo.ntu.edu.tw/sitou/cht/02history/>, 2017-09-26.
- [17] 孙美玲,卓健. 溪头自然教育园区:台湾生态旅游的典范[J]. 人类居住,2016(2):36-39.
- [18] 人民网. 台湾必游景点之溪头园区[EB/OL]. <http://tw.people.com.cn/GB/26741/125150/7437112.html>, 2008-06-27.
- [19] 佚名. 腾冲银杏村全景[J]. 边疆文学,2011(10):封1-封2.
- [20] 杨丛,钟文干,贤海华,等. 一棵树富了一个村——云南“银杏第一村”是如何发展特色乡村旅游的[J]. 广西经济,2013(7):23-24.
- [21] 云南网. 腾冲银杏村该不该收费听听村民官员怎么说[EB/OL]. [http://society.yunnan.cn/html/2015-12/30/content\\_4092709.htm](http://society.yunnan.cn/html/2015-12/30/content_4092709.htm), 2015-12-30.
- [22] 吴岐奎,邢世岩,王莹,等. 腾冲县古银杏资源的分布和结构特征[J]. 西部林业科学,2014(5):81-86.
- [23] 罗伟,黄凌,鄢志武. 地质公园科普旅游综合评价指标体系研究[J]. 湖北农业科学,2016(16):4340-4343.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.036

## 琅琊山风景名胜区文化景观价值认知与保护研究

薛 全

(安徽省城乡规划设计研究院,安徽 合肥 230022)

**摘要:**传统风景名胜区总体规划编制重视资源点的评价与保护,易忽视琅琊山独特的文化与自然相互演进的过程与关联。从文化景观角度出发,对琅琊山风景名胜区文化景观价值的认知与保护,是新一轮总体规划修编的基础性工作。文章在对琅琊山风景名胜区资源调查与评价基础上,分析琅琊山文化景观的物质表象和精神内涵,提炼文化景观价值和承载点,提出文化景观保护策略,并探讨该研究对于风景名胜区总体规划编制的实际意义。

**关键词:**文化景观;价值认知;物质表象;精神内涵;价值承载;总体规划编制;琅琊山风景名胜区

中图分类号:S759.92 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0191-05

## Cognition and Conservation of Cultural Landscape Value in Mt. Langya Scenic Area

XUE Quan

(Anhui Urban and Rural Planning&Design Institute, Hefei 230022, China)

**Abstract:** The planning of traditional scenic area always pays attention to the evaluation and conservation of resources points, ignoring the process associated with the unique cultural and natural mutual evolution of Mt. Langya Scenic Area. From the view of cultural landscape, the cognition and conservation of the cultural landscape value in Mt. Langya Scenic Area is a foundation work for a new round of planning revision. Based on the resource investigation and evaluation of Mt. Langya Scenic Area, this paper analyzed the physical appearance and spirit connotation of cultural landscape, summarized the cultural landscape values and bearing points, put forward the conservation strategies, and discussed the practical significance of the research on scenic area planning.

**Key words:** cultural landscape; value cognition; physical appearance; spirit connotation; value bearing; overall planning; Mt. Langya Scenic Area

琅琊山风景名胜区是在千余年历史和文化发展中形成的郊邑游憩地,是具有强烈文化特征、人文与自然水乳交融的国家级风景名胜区。风景名胜区内以醉翁亭、摩崖石刻为突出代表的文化遗产与自然山水环境和谐共生,反映了文化与自然在演进过程中的相互关联,是人与自然共同的杰作,具备强烈的

文化景观特性<sup>[1]</sup>。

2017年,琅琊山风景名胜区总体规划修编工作启动,对这一作为文化景观的典型风景名胜区而言,以资源点为对象,依赖自然、人文资源“二分法”区分保护对象的传统总体规划方法<sup>[2]</sup>,忽视了琅琊山

收稿日期:2017-10-25.

基金项目:安徽省城乡规划设计研究院院内重点项目(2017B27).

作者简介:薛全(1991-),男,硕士,安徽全椒人,助理工程师。从事风景名胜区规划设计、景观设计工作。

风景名胜区文化与自然的演进过程与相互关系,忽视了仍在不断发展的外界文化环境,对风景名胜区未来保护与利用存在不利影响。

本文将从文化景观视角出发,梳理琅琊山风景名胜区文化景观价值,识别价值承载,探索保护策略,并尝试将上述研究应用于风景名胜区总体规划编制。

## 1 概述

琅琊山风景名胜区是我国第二批国家级风景名胜区,位于安徽省滁州市西;风景名胜区由醉翁亭片区、清流关片区、普贤庵片区三大部分组成,总面积约为 115 km<sup>2</sup>,为离散型风景名胜区。琅琊山自然风光淡雅俊秀,人文历史渊源久远:分布着我国北亚热带向温带过渡地带石灰岩地区保存最为完整的天然次生林,山中沟壑幽深、泉清湖秀;自唐宋以来,佛僧道士及韦应物、欧阳修等历代文豪墨客为之开发山川、建寺造亭、赋诗题咏,留下大量卓越的文化遗产<sup>[3]</sup>。

## 2 风景资源概况与特征

### 2.1 风景资源概况

2017 年,在琅琊山风景名胜区总体规划修编期间对风景资源进行了普查与评价,共发掘以景物为单元的风景资源 186 个,其中自然资源 86 个,人文资源 97 个,数量较为均衡,整体表现出自然与人文交相辉映,各类资源种类齐全的特征。

自然景源中,以让泉为代表的泉井 12 处、以深秀湖为代表的湖泊 12 处、以千年古梅欧梅为代表的古树名木 22 处,占较大比例;人文景源中,以醉翁亭为代表的风景建筑 30 处、以清流关为代表的遗址遗迹 26 处、以醉翁亭摩崖石刻为代表的摩崖石刻 9 处,占较大比例;代表性的风景资源都具备强烈的文化特征。

通过对琅琊山风景名胜区风景资源的评价,确定琅琊山风景名胜区资源分级:特级景源 1 个,属人文景源;一级景源 15 个,其中人文景源 12 个,自然景源 3 个。可以看出,琅琊山风景名胜区高等级景源以人文景源为主,自然景源为辅。

### 2.2 风景资源特征

#### 2.2.1 历史悠久,古迹众多

琅琊山始开发于唐,初有琅琊古寺,宋代建醉翁

亭和丰乐亭等古建筑,明清皆有建制;历朝历代摩崖石刻众多;清流关“三古”闻名遐迩。

#### 2.2.2 蔚然深秀,自然天成

琅琊山自然景观绝佳,古人以蔚然深秀形容,高峰深壑、幽涧奇石、清泉秀湖,树木繁茂、百花杂陈,四季景异。大片天然次生林保存完好,其间丘壑林泉以其蔚然深秀、清幽淡雅而独树一帜。

#### 2.2.3 文山诗水,文景皆秀

继欧阳修散文名篇《醉翁亭记》后,宋、明代文人官员都乐于游憩于此,并作诗文以记其胜,涌现了大批以寄情山水为主题的诗歌文章。

#### 2.2.4 宗教开山,历代营建

佛教、道教在琅琊山皆有发展,推动了琅琊山作为古代滁州郊邑游憩地的开发,是琅琊山走向繁荣的根基。散落其间的古宗教遗址,见证了宗教与琅琊山相生相伴的源远流长。

#### 2.2.5 城景交融,山水相连

琅琊山风景名胜区与城市关系体现了天人合一的山水城市思想;滁州的山水形胜、清溪注流体现了古人的传统山水城市观念。“滁州十二景”作为滁州古代的景观代表,是城景相融的完美体现。

## 3 文化景观的价值认知

### 3.1 文化景观的物质表象

#### 3.1.1 传统风景建筑和园林空间

以醉翁亭为突出代表的中国传统风景建筑与园林空间点缀于琅琊山的山林自然环境间。醉翁亭园是极具文化氛围的园中园,园内有醉翁亭、宝宋斋、古梅亭等 9 院 7 亭,风格各异,反应了不同建造年代的时代审美,空间格调典雅,园内遍布摩崖石刻,移步换景,体现了传统江南园林特色。

#### 3.1.2 历代山水诗文

依托于琅琊山风景名胜区优越的自然环境,历朝历代涌现了大批以琅琊山山水为对象的山水诗文。以《醉翁亭记》为代表的山水文学作品,不仅突出表现了自然风光,更抒发了其所处历史境地中的情怀与感悟。琅琊山山水诗文呈现出了典型的中国传统格物情怀,见证了历史文人墨客与琅琊山的情感关联。

#### 3.1.3 宗教文化遗产

以琅琊寺、南天门、琅琊寺庙会为代表的琅琊山宗教遗产,自唐宋以来就以其宗教的号召力推动着琅琊山的景观建设。琅琊山佛教、道教、儒学共生的宗教局面,提升了人与自然的交融程度,展现了琅琊



山不仅拥有以山水诗文为代表的上品位文化,亦具有以其宗教共融共生的下品位文化吸引芸芸众生的强大包容性。

### 3.1.4 历代历史遗迹

琅琊山风景名胜区周边,以清流关“三古”、汉高祖庙遗址、柏子灵湫、南太仆寺等为代表的各类历史遗迹,记录着琅琊山周边自汉代开始的绵延不断的人类文明活动,充分验证了琅琊山人与自然共融共生的文化景观演进历程。

### 3.1.5 城景空间关系

自唐宋开始的山城相望的景观格局传衍至今。明代时任滁州通判的尹梦璧将滁州最佳景致归为“滁州十二景”,其中大量景观为山城相互渗透的空间关系,体现了自然山水与人居空间的和谐统一,反映了古代滁州人民的生态观念。

## 3.2 文化景观的精神内涵

历朝历代对琅琊山的营建,造就了琅琊山今日文化景观的魅力。不断的文化演进和景观变化使琅琊山见证了自唐代以来的山水文化、隐士文化、宗教文化和历史文化,传达出中国传统的山水观和人文精神。

### 3.2.1 寄情山水的隐士文化

琅琊山见证了历朝官员文人既胸怀大志,亦寄情山水的隐士思想,“醉翁之意不在酒”更加凸显了琅琊山山水之乐带给无数文人墨客积极的入世态度。千年来,诸多有识之士在仰慕欧阳修山水之趣的同时,也推动了琅琊山的开发与文化景观的形成。

### 3.2.2 与民同乐的执政态度

开发琅琊山,不仅是出仕者自身对自然山水的向往,更表达了其作为执政者造福百姓、为民请命的积极作为。与民同乐的执政态度尤其表现在欧阳修对丰乐亭和紫薇泉的修建。《丰乐亭记》中“使民知所以安此丰年之乐者,幸生无事之时也”,表达了其与民同乐的执政理念<sup>[4]</sup>。

### 3.2.3 开放豁达的造景理念

琅琊山风景名胜区中的醉翁亭、丰乐亭都是古代著名的公共园林,是滁州民众重要的郊邑游憩地。其虽未精雕细琢,但承载了千年来达官贵人、文人墨客、高僧道士、平民百姓的游憩与休闲,尤其以亭为代表的风景建筑,其突出的公益性,使琅琊山文化景观兼容并蓄、高雅与世俗并存,反映出开发建设者极为豁达的造园理念。

## 3.3 文化景观价值认知与价值承载

对琅琊山风景名胜区文化景观的物质表象和精

神内涵的研究,可以得出:山水文化与宗教文化是琅琊山风景名胜区得以开发的根本所在,极佳的自然景观环境是琅琊山文化景观生存发展的土壤,历朝历代的历史环境是推动琅琊山文化发展与景观营建的动力;历史文化与自然景观双重互动,精神世界与物质世界相互渗透,反映了人与自然的高度统一,铸就了琅琊山风景名胜区的文化景观价值核心(表1)。上述关系体现了琅琊山风景名胜区的发展脉络与演进性的文化景观完美契合,即文化是动因,自然是载体,景观是结果<sup>[5]</sup>。

表1 琅琊山风景名胜区文化景观价值与价值承载关系

Tab.1 Relationship between cultural landscape value and value bearing in Mt. Langya Scenic Area

文化景观价值	文化景观价值承载
传统山水文化美学的景观典范——山水诗文齐秀,景观与文化并胜 1. “文以景生辉,景以文异秀”,源远流长的山水诗文与摩崖碑刻; 2. 古代文化精英在“寄情山水”的中国山水美学理论下所营造的文化景观; 3. 山城胜境的景城空间关系,体现自然景观与人居环境的和谐共存。	1. 以山水诗文、摩崖石刻为代表的文化遗产 2. 以醉翁亭、丰乐亭等为代表的景观遗产 3. 以“滁州十二景”为代表,以城景和谐为核心的城、景空间关系
永恒的儒、道、佛三教思想主题与官民同乐的优秀执政理念 1. 出仕、归隐、禅修的传统文化思想在琅琊山高度统一; 2. 与民同乐,造福百姓的宏图之志,寄情山水的处世之道,千年来不断影响滁州的执政者。	1. 以山水诗文为代表的隐逸文化遗产 2. 以琅琊寺、玄帝行宫为代表的佛教、道教宗教文化遗产 3. 以丰乐亭为代表的执政文化遗产
秀美清幽的自然山野景观与兼容并蓄的人造景观的高度和谐 1. 高峰深壑、幽涧奇石、清泉秀湖的绝佳自然生态环境; 2. 特色的植物、动物、草药等。	1. 以琅琊山山林水体、石林洞府为代表的自然景观 2. 以琅琊榆、欧梅、滁菊等为代表的特色动植物。
漫长中华文明历史变迁的景观载体 古关隘、古驿道、古战场、太仆寺等一系列文化遗存见证了漫长的历史变迁。	以清流关“三古”、南太仆寺、柏子灵湫为代表的历史遗存、历史要素、传统风物。

## 4 文化景观的保护

《文化景观保护与管理指南》中提出世界遗产文化景观保护过程包括“景观评价、规划、实施、监测和适应性管理”。该过程中的关键步骤为“在方

法上取得一致;理解文化景观及其价值;提供未来的图景;确定管理目标;评价机会与挑战;用管理规划来组织和协调;确定管理战略;考虑如何实施管理战略;监测、评价,适应性管理;确定修订管理战略和管理规划的时间和内容”<sup>[6]</sup>。

#### 4.1 现状问题

目前琅琊山风景名胜区按照《琅琊山风景名胜区总体规划(2007-2020)》对大部分资源点进行了良好的保护,对文物等文化资源点进行了大量的维护和修复工作,对自然山水环境采取了大量切实可行的保护措施。但受认知的局限性影响,仍然存在一些问题。

1) 重视对资源本体尤其是文物古迹的保护,忽视了对资源价值的传承与利用,影响了对琅琊山文化景观的认知与宣传。

2) 重视对自然环境如植被、水体的保护,忽视了对“人与自然”关系的梳理与传承,尤其是对琅琊山文化景观的形成、发展、演进过程的认知、保护与宣传。

3) 建设发展过程中,对琅琊山文化景观的真实性考证不足,在一定程度上影响了建筑、道路等风貌与工艺的真实性。

4) 忽视了风景区内社区发展与琅琊山文化景观的关联。社区是文化景观形成的重要力量,社区的管理不当不仅对琅琊山文化景观的保护造成了不利影响,也造成了琅琊山文化景观的价值缺失。

#### 4.2 保护策略

##### 4.2.1 明确与评价文化景观价值、载体及其空间层次

在明确和评价琅琊山风景名胜区文化景观价值的基础上,明确价值载体极其所在的空间层次,包括实物载体和关联要素所在的空间范围<sup>[7]</sup>。对于琅琊山重要的价值承载点,基于要素所在环境及其所需塑造的空间氛围,按照《总体规划》的景区范围统筹考虑。

##### 4.2.2 动态关注文化景观载体

通过历史研究和现状清查,明确文化景观载体的演进历程和原真性,关注其变化与变化因素,目的是进一步明确文化景观价值,对可引起文化景观演进的因素加以控制和利用。

##### 4.2.3 充分展示与发扬文化景观价值

在目前风景名胜区解说系统基础上,展示琅琊山文化景观所承载的文化价值和自然价值,使游客充分认知人与自然如何关联,如何结合,如何影响,

如何演进,充分认识琅琊山文化景观是历朝历代人与自然共同的作品<sup>[8]</sup>。在风景名胜区下一步规划建设中,充分突出文化景观价值,塑造文化景观空间,彰显文化景观特色。

## 5 文化景观价值认知与保护对琅琊山风景名胜区总体规划编制的意义

在传统风景名胜区总体规划中,重视文化与自然要素单体,往往将二者区分对待,忽视文化与自然之间的关联与演进。琅琊山风景名胜区文化景观价值认知与保护研究能够对《琅琊山风景名胜区总体规划修编》起到重要的基础和补充工作。

### 5.1 充实了风景名胜区风景资源调查与评价

现行的《总体规划》中,对风景资源点与风貌特征较为重视,但对其内在价值与发展的演进历程较为忽视,造成了一定程度全面性缺失。琅琊山风景名胜区文化景观的认知,在资源调查阶段,以“人与自然相互作用”为核心,加强了对价值承载点关联要素的认识,吸纳了一定文化与社会要素,充实了资源体系;在资源评价阶段,提升了资源评价的高度,突出琅琊山风景名胜区人与自然的的关系,以及其在漫长历史过程中的演进历程,是对资源调查与评价的补充与升华。

### 5.2 完善了风景名胜区保护培育规划依据

琅琊山风景名胜区文化景观价值及其承载点研究,在以往《总体规划》基础上,更加关注资源点本身及其关联因素,以文化景观的视角,进一步充实和明确了保护对象。相关研究能够确定文化景观的真实性,且具备一定的动态性观点,能够对资源保护的影响要素进一步判断和控制。使风景单元划分与组织更加合理,完善了保护培育的基础性依据,起到支撑作用。

### 5.3 完善了风景名胜区风景游赏体系建设

琅琊山风景名胜区文化景观的保护,可结合文化景观展示与传承的具体措施,增强琅琊山文化景观的可读性,完善风景名胜区解说系统,增强风景名胜区景点建设,充实风景名胜区风景游赏体系建设,使游客在游览过程中充分认知琅琊山文化景观是自古至今文化与自然环境充分互动产生的结果。

### 5.4 增强了风景名胜区特色与风貌塑造

琅琊山风景名胜区文化景观价值的认知与保护,能够明确琅琊山文化景观的真实性,增强其可读性,进一步塑造风景区的景观特色与风貌。在《总体规划》中,文化景观价值认知与保护为特色风貌

控制与引导提供了重要的依据和判断,明确了琅琊山风景名胜区景观风貌的引导方向:体现各类历史文化要素的风景建筑和园林景观、体现古滁州城景关系的大尺度空间景观、体现滁州历史变迁的历史演进性景观。

## 6 结语

琅琊山风景名胜区文化景观在漫长的历史演进历程中体现了中国传统的山水审美文化、宗教文化、历史文化与自然景观相互交织,是自古至今中华民族生态文明智慧的绝佳见证。对琅琊山文化景观的认知与保护研究,能够识别风景名胜区核心价值、承载要素与环境,能够充分认识到风景名胜区发展历程中人与自然相互关联与演进历程,积极完善和补充风景名胜区规划相关内容,增强风景名胜区保护与管理能力,提升风景名胜区价值展示和文化遗产。

(上接第186页)

林景观设计中运用。自然状态下红榿木长势更好的原因:1)在自然条件下其树龄较长、地径较粗,这也是自然状态下红榿木比修剪状态花期较早的原因,张静等人对黄花风铃木的研究中论证了这一点<sup>[5]</sup>;2)对树木进行修枝剪叶后,植物会进行更多的营养生长而在繁殖生长上投入较少,导致花量减少。建议在以后的园林设计中多运用自然形式的红榿木,不建议修剪成绿篱形式。

## 参考文献:

- [1] ZISKA LEWIS H, GEBHARD DENNIS E, FRENZ DAVID A, et al. Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health [J]. *The Journal of allergy and clinical immunology*, 2003, 111(2): 290-295.
- [2] 王静. 早春草本植物开花物候期对城市化进程的响应——以北京市为例[J]. *生态学报*, 2014, 34(22):

## 参考文献:

- [1] 韩锋. 文化景观—填补自然与文化之间的空白[J]. *中国园林*, 2010(9): 7-11.
- [2] 赵智聪, 刘雪华, 杨锐. 作为文化景观的风景区认知与保护问题识别[J]. *中国园林*, 2013(11): 30-33.
- [3] 章尚正. 醉翁亭与琅琊山—旅游名胜开发研究之一[J]. *安徽大学学报*, 1996(1): 73-75, 67.
- [4] 刘尚荣. 欧公居滁无乐考—《丰乐亭记》、《醉翁亭记》别解[J]. *井冈山大学学报(社会科学版)*, 2013(1): 83-87.
- [5] 倪琪, 许萍. 杭州西湖世界文化景观遗产的物质表象与精神内涵[J]. *中国园林*, 2012(8): 86-88.
- [6] MITCHELL N, ROSSLER M, TRICAUD P M. *World Heritage Cultural Landscapes—A Handbook for Conservation and Management* [N]. *World Heritage Paper*, 2009, 6(2): 17.
- [7] 张铁群. 文化景观的保护与传承——以杭州八卦田为例[J]. *规划师*, 2005(7): 47-50.
- [8] 单霁翔. 实现文化景观遗产保护理念的进步[J]. *北京规划建设*, 2008(5): 116-121.

6701-6710.

- [3] 罗海江. 基于卫星遥感的北京城乡植物物候差异[J]. *地理科学进展*, 2013(10): 1463-1469.
- [4] 胡瀚文. 城市景观格局对城乡梯度上植物物候的影响[D]. 上海: 华东师范大学, 2013.
- [5] 张静, 廖绍波, 孙冰, 等. 观赏树种黄花风铃木花期物候与花形态[J]. *浙江农林大学学报*, 2017(4): 759-764.
- [6] 陈发军, 杨银华, 柳继尧, 等. 川南城市园林中紫薇开花物候变化特征及其影响因素[J]. *生态学杂志*, 2017(7): 1841-1846.
- [7] 谭秀梅, 段晓梅, 樊国盛, 等. 冬樱花物候及观赏期观测[J]. *山东林业科技*, 2008(1): 18-20.
- [8] 宛敏渭, 刘秀珍. *中国物候观测方法* [M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [9] 白洁, 葛全胜, 戴君虎, 等. 西安木本植物物候与气候要素的关系[J]. *植物生态学报*, 2010(11): 1274-1282.
- [10] 杨乐. 浙江天童常绿阔叶林植物春季叶物候研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2009.



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2018.01.037

## Semiotic 理论在农业生态观光园景观构建中的应用

蔡翰林 张继兰

(西南林业大学风景园林学院,云南 昆明 650221)

**摘要:**在目前的农业生态观光园景观构建中,由于规划缺乏系统性和地域性,导致国内景观单调、园区结构混乱、园务管理难等问题。因此,试图引入语言符号学理论进行景观设计,以降低景观设计中的非理性因素。藉此,对语言符号学理论中的重要论点及其在农业生态观光园景观设计中的应用进行论述,并分别就点、线、面状元素等设计思想,以夏洒农业生态观光园景观设计为例进行了说明。

**关键词:**语言符号学(Semiotic)理论;农业生态观光园;景观符号;景观构建;景观设计

中图分类号:S731.1;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2018)01-0196-05

## Application Of Semiotic Theory In the Construction of Eco-agricultural Tourism Park

CAI Hanlin, ZHANG Jilan

(College of Landscape, Southwest Forestry University, Kunming 650221, China)

**Abstract:** The present construction of eco-agricultural landscape was faced with some problems, including monotonous landscape, chaotic structure and difficult management due to the lack of systematic and regional planning. The linguistic semiotics was introduced to design landscape to reduce irrational factors in the design. This paper illustrated the important arguments of linguistic semiotics theory and its application in eco-agricultural landscape design, and discussed the design idea from the elements of point, line and facet based on the design of eco-agricultural landscape park in Gasa Town.

**Key words:** Semiotic theory; eco-agricultural tourism park; landscape symbol; landscape construction; landscape design

### 1 概述

#### 1.1 研究背景

目前我国正处于并长期处于城市化加速发展时期,城市化给人们的生活和工作带来了诸多便利的同时,也带来了交通拥挤、绿地匮乏、用地紧张等诸多的社会矛盾。紧张的生活节奏,不断恶化的城市

环境,使得城市居民对于自然生态、绿色清新的绿地需求越来越大。但与之矛盾的是城市用地日益紧张,用来改善人们生活的园林绿地空间少之又少。所以,将城市建设用地之外的绿地空间作为改善人们所需的游憩空间是不错的选择。

此外,“三农问题”也逐渐成为社会突出问题,其主要是由城乡发展不平衡和城乡居民收入差距扩

收稿日期:2017-09-01.

作者简介:蔡翰林(1991-),男,江苏泗洪人,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计. Email:1052794482@qq.com

通信作者:张继兰.

大所造成。很显然,传统的农业生产方式已跟不上社会和时代发展的步伐。所以,优化农业产业模式,扩大农业经济圈,缩小城乡居民收入差距是中国完全走向现代化必须要解决的问题。

## 1.2 研究对象与范围

本研究在总结前人对于农业生态观光园研究的基础上,通过对农业生态观光园的景观规划研究,总结农业生态观光园景观设计法则和目前发展所面临的问题,并引入 Semiotic 相关理论应用于夏洒农业生态观光园景观构建,提出较为理性和系统的设计手法。

## 1.3 研究目的与意义

近年来, Semiotic 理论被诸多学者应用于广告学、艺术设计学、工业设计学、景观设计学等领域,但将 Semiotic 理论应用于园林景观的构建中却是很少。关于用 Semiotic 理论来构建农业生态观光园景观的基础理论是前人所未研究过的。在农业观光园目前所面临的诸多问题中,笔者认为可以用 Semiotic 来解决这些问题。在目前的农业生态观光园景观构建中,由于规划缺乏系统性和地域性,导致园内景观单调,园区结构混乱,园务管理难,旅游经济收入低的现象。为解决这一问题,笔者引入 Semiotic 理论对农业生态观光园设计手法进行分析,降低在景观设计中很多非理性的因素,用语言符号学相对成熟的理论提出科学理性的设计方法来指导景观的设计活动。

## 1.4 国内外研究现状

### 1.4.1 国内研究状况

#### 1) 关于农业生态观光园

国内的学者在探索农业观光园的发展时,尝试着把不同的模式引入其中,如王国莉、骆海峰等(2005)提出“农业生态示范园”以生态学原理作指导,在全园建立起一个良性循环的生态农业系统,使农林牧渔各业科学组合,各种模式物尽其用<sup>[1]</sup>。针对不同地域特色性质的农业景观,各学者对其所应有的开发方式也持不同意见。严力蛟(2007)将其分为 4 种模式:农业娱乐型、农业旅游型、农业示范园型、农家乐型<sup>[2]</sup>。

#### 2) 关于 Semiotic 理论

国内的学者从 20 世纪 80 年代开始对 Semiotic 相关理论进行研究,近几年来出版了一些设计符号学专著,填补了国内符号学在设计艺术领域研究的空白。将 Semiotic 理论运用于景观设计中的研究大多是博士和硕士的论文,如吕苏银的《基于语言符

号学思考的大丰湿地公园景观设计研究》,主要从 Semiotic 理论的语构、语义、语用学 3 个层面去分析大丰湿地公园的景观设计。

### 1.4.2 国外研究现状

#### 1) 关于农业生态观光园

国外对此方面的研究已经有一百多年的历史,发展策略、经营机制、开发模式和管理模式等方面都已日趋成熟。休闲农场和观赏旅游是美国观光农业的重要形式,得到了美国各地政府部门的大力支持。目前城区的耕种和社区的农庄是美国观光、休闲农业的一种主要形式<sup>[3]</sup>。德国的农业观光从 19 世纪开始发展,主要进行大规模农牧场的开发和规划<sup>[4]</sup>。如今市民农园的发展在德国呈现上升趋势,发展趋势十分旺盛,其租赁者达到将近一百万人,其产品产量可以达到全国产量的 1/3<sup>[5]</sup>。

#### 2) 关于 Semiotic 理论

国外对于 Semiotic 理论的研究比较早,目前已形成了完整的理论体系,也出现了诸多的研究学派。Semiotic 理论被艾柯、加罗尼、德·福斯柯运用于建筑设计中并取得了较大成就后,其它领域也开始广泛运用,但是将其引入到园林设计中也仅是近 25 年的时间。惠斯顿斯普林撰写的《景观语言》提出了“景观具有语言的所有特征”的观点,这是首次将语言符号学运用到景观设计中。

## 2 研究内容和方法

### 2.1 研究内容

笔者将从 5 个方面来研究课题。第一部分主要对农业生态观光园和 Semiotic 理论的发展背景,前学者研究现状,以及本案的研究目的和意义进行概述。第二部分主要为相关的理论概况,阐明 Semiotic 理论与农业生态观光园的关系,并且提出 Semiotic 理论对农业生态观光园景观构建的意义。第三部分为夏洒农业生态观光园的规划条件分析。第四部分为应用 Semiotic 理论和方法,从园内的符号提取、设计方案设计的生成及各专项设计去分析夏洒农业生态观光园景观。第五部分对本案的创新点和研究结果进行总结。

### 2.2 研究方法

本文重点的研究内容是应用 Semiotic 理论和方法来构建夏洒农业生态观光园景观,并得出农业生态观光园规划的相关原则和方法,同时也运用了案例分析和比较分析 2 种方法。

### 3 相关理论研究

#### 3.1 生态农业观光园的内涵

1981 年,美国的农学家 M. Worthington 将“生态农业”明确定义为“生态上能自我维持低输入,经济上有生命力,在环境、伦理和审美方面都可接受的农业”<sup>[6]</sup>。

农业生态观光园是融合生态、经济、社会、文化于一体的微缩世界,是将生态农业和生态旅游进行结合的产物。

#### 3.2 Semiotic 理论相关理论引入

Semiotic 理论即为语言符号学理论,兴起于 20 世纪初。简单从文字来解释,符号学就是研究符号的科学,更为严谨地说,符号学是系统地研究语言符号和非语言符号的学问<sup>[7]</sup>。语言学家 F. De Saussure 和逻辑学家 Charles Sanders Peirce 几乎在同一时期提出了“符号的科学”,莫里斯对前学者的结论进行了更为深层次的研究。

##### 3.2.1 索绪尔(F. De Saussure)的符号学理论

1)索绪尔的符号学中心理论就是“能指”和“所指”。他认为,符号学中的符号都具有“能指”和“所指”双重性质。“能指”指符号的表现层面,即符号形式;“所指”是符号所要表达的意义层面,即符号所代表的内容。后来英国的学者 Ogden 和 Richards 以此为依据提出了“语意三角”,如图 1 所示。

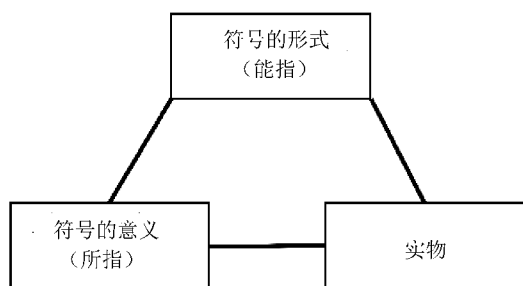


图 1 语意三角

Fig. 1 Semantic triangle

2)索绪尔的第二个重要理论就是语言的组合关系和系统关系。他认为,语言由一定的单位所构成,这些单位也是相对系统中的要素,这些要素的意义取决于在系统中的位置和出现时所运用的组合方式。

##### 3.2.2 皮尔斯(Charles Sanders Peirce)的语言符号学理论

皮尔斯提出了符号元素、符号本体和符号解释的三分系统。符号元素是指符号自身元素,符号本体是指符号的本体和其所指事物,符号解释是指符号所代表的内容和对符号的解释,三者是相互包含的关系(图 2)。

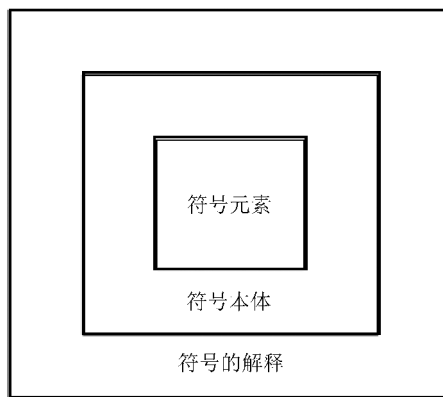


图 2 符号三分法关系

Fig. 2 Relationship of sign trichotomy

##### 3.2.3 莫里斯的符号学理论

莫里斯是现代符号学的创建者,他将符号学分成了 3 个分支,即语构学、语意学、语用学。语构学即符构学,研究符号的组成结构;语意学即符意学,研究符号所表达的意义、内涵及二者间的关系;语用学研究的是符号的用法和来源,并讨论与采用者之间的关系。莫里斯和皮尔斯的论点很相似,两者的对应关系如表 1 所示。

表 1 皮尔斯与莫里斯体系

Tab. 1 Pierce and Morris system

皮尔斯	莫里斯
符号元素	语构学—符号的组成
符号本体	语意学—符号的意义
符号解释	语用学—符号的运用、效应

### 3.3 符号与农业生态观光园景观构建的关系

1)通过对 Semiotic 理论的认识,可以得出生态观光园内景观创作过程即设计师想对参观者表达设计理念的过程,就是符号的“所指”向符号的“能指”过渡的过程。



2) 生态农业观光园景观是由各种农业景观要素所构成, 这些要素就类似于语言符号学中的语素, 这些景观要素通过形式法则将会组成不同的农业景观, 这就类似于语言符号学中的语素通过语言法则组成不同的语句, 那么这些语句所表达的语意, 就类似于农业景观对观光者表达的思想内容。不同的景观要素通过不同的形式法则所表达的多种景观给观光者不同的视觉感受, 这就等于语言学中不同的语素通过不同的语构句式组成不同的语言意思, 给读者不同的意境体会。因此, 对于农业生态观光园景观构建可以通过语言形成体系的方式来复制出一套景观构成的方法体系, 其两者之间的关系如图 3 所示。

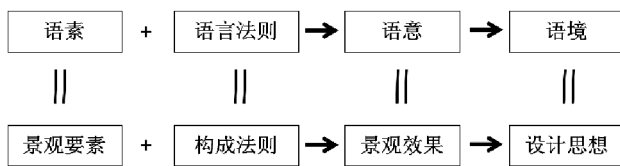


图 3 语言符号与景观符号  
Fig. 3 Linguistic symbols and landscape symbols

3) 农业观光园景观中的语言符号可以分为形式构成符号和景观要素 2 类。①园内的所有景观都可以被视作为点、线、面这一类形式符号, 并有着不同的作用和含义。点可以被看作农业观光园的视觉中心点和重要的标志物; 线便是园内的轴线、道路和水系; 面可以被看作是园内的农田、林地和水面。②植被和土石等自然要素可视作自然符号, 道路、建筑和雕塑等人工设施可视作人工符号。

4) 农业观光园内景观构成的方式也就是符号的组构方式, 这对应为 Semiotic 理论中语言的法则和句式。景观的构成通过借鉴语言的构成体系, 可以让景观的设计更加合理、系统, 那么设计的过程便是“能指”向“所指”的转化。转化中所运用的构成法则则有统一与变化、节奏与韵律、比例与尺度、对比与相等等。

5) 从宏观的角度来说, 农业生态观光园就是一个复杂的符号, 它给观光者的所见、所感便是一个复杂语句给读者的感悟。

### 3.4 农业生态观光园景观中语言符号的解读

在观光园内景观构建中, 探讨景观符号和景观内容的关系, 从 Semiotic 理论层面上来说就是研究符号和符意的关系, 也就是语构和语意之间的关系。那么景观中的语言符号传达机制如同编码的传达机

制, 如图 4 所示。

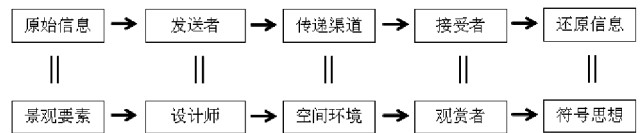


图 4 语言符号与景观符号的信息传递  
Fig. 4 Information transfer of linguistic symbols and landscape symbols

### 3.5 案例分析

安徽省淮南市的十涧湖国家城市湿地公园面积约 1 013.91 hm<sup>2</sup>。点: 本案中的点符号便是湿地内的岛屿。通过对点元素的布置, 营造出了零星式岛屿、凹凸式浅滩。线: 对于线的理解可以分为实体线和虚空线, 实体线元素便是指湿地公园内入口处的景观轴线, 它给观光者强烈的引导性; 虚空线可以被视作为景观视线。面: 面元素在本案中可以分为水面和斑块面。2 个面域的关系便是景观设计的切入点, 水面所形成的网格利用斑块中高差形成了瀑布景观, 斑块之间的距离形成了河道的水面, 距离的大小决定了河水的流速, 从而让设计师考虑到了对于河床和驳岸的保护。

## 4 应用 Semiotic 理论的夏洒农业生态观光园景观设计

### 4.1 夏洒农业生态观光园景观构建条件

“哀牢满得啦”农业科技观光园位于云南省玉溪市新平县夏洒镇西北侧, 距新平县城 60 km, 对外交通较理想, 为旅游开发奠定了良好基础。园内地势西南高、东北低, 沿着河谷梯田层叠而上, 以梯田、村落和成片果林为主。规划区最低点海拔 520 m, 最高海拔 1 020 m。园区周边旅游资源丰富, 距项目 20 km 范围内约有 12 个旅游区, 为园区的旅游开发提供了良好条件。

### 4.2 夏洒农业生态观光园设计方案的生成

#### 4.2.1 平面中语言符号的组构

##### 1) 点与线的组构

本案根据实际的使用和管理需求以及园区的现状, 在夏洒大道的南北两处设置了 2 个主要出入口, 随着入口的确定, 基本形成了 2 个景观轴线。园区西北片区的轴线连接穿过 4 个点空间, 最终到达本轴的景点高潮——欢乐谷。三级高端养生区分布于轴线西北侧, 与轴线东南侧的温室餐厅、科技农田以

及科技大棚相对。东南片区的轴线连接了主入口和园区大棚商业街,最终到达稻花香广场。神农草堂和农业博物馆分别位于轴线的东南侧和西北侧。除此之外,园区的其他集散广场、景观雕塑等节点造型丰富、空间独特、位置特殊,再结合“线”元素的基础进行构图,使得点的分布有主有次。

## 2) 线与面的组构

线的存在第一是以路径角色作为串联点符号,即上文所说的点与线的组构。第二是由于面区与面区的交交所形成。由于面的形式不同,所产生的线也会不同,即曲线符号和直线符号。不同形式的线形符号也会有不同的作用和景观效果。在本案中,8个种植片区之间,为了方便园区管理和游览观赏,面区之间的道路采用正交或者斜交的方式组织。园区的南片区,由于受到地形的影响和林地的面域形态不一,形成了曲线式符号的路径。

## 3) 点、线、面在整体规划结构中的组构

将3种符号综合对园区进行合理的布局分区,最终形成了“两轴、四环、四域、多园、一飘带”的空间结构。两轴即花腰傣民族手工艺展示大道、商品展示交易大道;四环即综合建设区、休闲观光游览区、精准农业科技示范区、生产区这4区的外部环状绿道;四域即综合建设区、休闲游览观光区、精准农业科技示范区、生产区;多园即神农百花园、欢乐谷、亚热带珍稀植物园、云南省市树、市花、县树、县花园、大棚农博馆、亚热带水果种植示范园等;一飘带即空中竹栈道走廊。

### 4.2.2 各功能区空间语言元素的组构

本案将项目区分为7个功能区。综合服务区位位于园区正北方向,共有温室花园餐厅3个,园区管理用房2栋,停车场1处。生态养生区位于园区的最北段,包括3栋度假酒店,24栋花园别墅。休闲游览观光区位于园区东北端,包括神农草堂、神农百花园、亚热带珍稀植物园、大棚商业街、大棚游客接待

中心、大棚农业高新技术展示、室外农业高新技术展示、大棚农博馆、云南省市树、市花、县树、县花园、五色花带等游览区。精准农业科技示范区位于园区的中心位置,包括蔬菜生产区、亚热带水果种植示范区、水稻种植示范区、苗木生产区、智能玻璃温室、空中竹栈道、花田等。农业科技研发区包括41个培育大棚、7块试验田、3栋研发楼。农业生产区位于园区西南方向地势较高处,主要为水果种植生产区。游乐区以林间欢乐谷为主题,主要承担园区内娱乐服务功能。

## 5 结语

在实践上,通过对夏洒农业生态观光园景观构建的分析,为其提供了景观设计的符号。根据园区的功能布置,确定了符号的组构方式,最终形成了夏洒农业生态观光园景观构建。在设计过程中,运用 Semiotic 理论,避免非理性因素的存在,用相对成熟的理论来指导设计实践,取得了良好的设计效果。

## 参考文献:

- [1] 王国莉,骆海峰,陈鸣春,等. 观光农业生态园的规划设计[J]. 生态环境,2005,14(3):439-440.
- [2] 伊力蚊. 我国休闲观光农业的模式与发展对策[J]. 新农化,2007(2):6-7.
- [3] 张小路. 美国的西进运动及其西部开发模式[J]. 社会科学战线,2002(2):134-140.
- [4] LOUIS H. Die geographische Gliederung Von Gross Berlin, in H. Louls and W. Panzer (eds) Landerkunde[J]. the Forschung: krebs - festschrift. Sturtgart: Engelhorn, 1996,20(4):770-773.
- [5] 陈明明. 观光农业园景观规划初探[D]. 郑州:河南农业大学,2009.
- [6] VINK A P. Landscape ecology and land use[M]. New York: Longman, 1983.
- [7] 哈特曼·斯托克. 语言与语言学词典中译本[M]. 上海:上海辞书出版社,1981:311.

(上接第162页)

恋情结,使其与周边环境相协调,使游人能够畅游在更加完美的绿色空间里,带来心理的愉悦与享受,赋予植物更加丰富的内容和感染力。

## 参考文献:

- [1] 毛春英,李和滨,徐斌,等. 园林植物造景刍议[J]. 北方园艺,2007(2):72-74.
- [2] 陈晓娟,潘迎珍,吉文丽. 论园林植物造景艺术[J]. 西

北林学院学报,1995,10(1):84-88.

- [3] 王敏华. 观赏果树配置与造景研究[D]. 福州:福建农林大学,2006.
- [4] 张诗媛. 园林植物季相设计理论基础及应用研究——以广西南宁市为例[D]. 成都:四川大学,2007.
- [5] 李岳. 北方乡土植物在城市公园中的景观营造[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2015.

# 《林业调查规划》征稿简则

《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,在云南期刊奖评选中,连续二届荣获“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、结论和结论等要素,并具有独立性和自明性,不加注释和评论,不用“本文”、“笔者”等主语,字数控制在200字以内。关键词应选择紧扣文章主题、反映文章内容的单词、词组或术语3~8个,中间用分号“;”隔开,最后一个词不加标号。

**1.6 正文:** 正文中的各层次标题用阿拉伯数字连续编写,如1;1.1;1.1.1;2;2.1……,顶格书写,层次划分不超过3级。

**1.7 图和表:** 应有自明性,切忌与文字表述重复。插图要求用计算。机绘制,图序和图题应标在图的下方;采用三线表设计,不要表墙,表中参数应标明量和单位符号。

**1.8 量、单位和符号:** 请使用法定计量单位,量名称及符号、单位、数字等应符合国家标准,书写要规范,外文字母和符号必须注明大小写、正斜体及上下角标。例如:长度单位:km、m、cm、mm;面积单位:hm<sup>2</sup>、m<sup>2</sup>、dm<sup>2</sup>、cm<sup>2</sup>;体积单位:m<sup>3</sup>、l、ml;质量单位:t、kg、g、mg;时间单位:a、d、h、min、s。

**1.9 数字的写法:** 凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方,均应使用阿拉伯数字;公历世纪、年代、年、月、日均用阿拉伯数字。年代不能简写。

**1.10 参考文献:** 只列出作者直接阅读过并已公开发表的主要文献,未发表的著作、论文集、内部资料不列入参考文献范围。采用顺序编码制,即按文中出现的顺序连续编号,并用阿拉伯数字加方括号标于文中适当位置的右上角,并与文

末参考文献序号对应一致。著录格式如下:①期刊:[序号]作者(3人以上须满足3人后加等)。篇名[J]。刊名,年,卷(期):起止页码。②图书:[序号]作者。书名[M]。出版地:出版单位,出版年:起止页码。③论文集:[序号]作者。篇名[C]//编著者。论文集名。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>)认真阅读本刊征稿简则中的各项说明,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。来稿所在当期期刊出版后,本刊将寄赠作者2册期刊。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:昆明市盘龙区人民东路289号(650051),云南省林业调查规划院《林业调查规划》编辑部,电话:0871-63318347(传真);Email:ynfip@vip.163.com



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”



凤凰山自然保护区自然生境



国内定价：20.00元（全年120.00元）  
Price(abroad): 5.00 dollars(30.00 dollars yearly)

广告经营许可证号：5300004000093

ISSN 1671-3168

