

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



2020 3

第45卷 第3期  
Vol.45 No.3

云南省林业调查规划院  
西南地区林业信息中心

林业调查规划

第45卷 第3期

Vol.45 No.3

二〇二〇年五月

# 林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第45卷 第3期 (总第237期) 2020年5月

# Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 45 No. 3 (Sum No. 237) May. 2020

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,  
LYU 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 Jing, 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, LYU 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

中国标准连续出版物号 ISSN 1671-3168  
CN 53-1172/S

ISSN 1671-3168  
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)

# 林业调查规划

第 45 卷 第 3 期

(总第 237 期)

2020 年 5 月

## 目 次

### ●森林经理

- 西藏柳树人工林碳密度影响因素分析 ..... 陈怡,张蓓(1)  
基于主成分回归及遥感的贵阳市林分郁闭度估测 ..... 蒋维成(6)  
利用 91 卫图助手软件实现林业矢量数据坐标系的转换 ..... 马晓伟(10)  
奥维互动地图在林业工作中的应用探析 ..... 覃道彪(14)

### ●研究与探索

- 近 60 年来西双版纳气候变化及其与橡胶种植关系研究 ..... 姚平,寇卫利,王秋华,韩永涛(17)  
文峪河流域土地利用/覆被变化及其驱动力分析 ..... 安冠霖,郭晋平(24)  
2016—2018 年长三角城市群臭氧浓度超标特征分析 ..... 刘玉青,赵锦慧,杨喆,邓田田(31)  
中国木本植物结实规律综述 ..... 谭宏超,赵思俊,谭汝强(38)

### ●生物多样性

- 中老跨境联合保护区域中方一侧动物物种多样性调查  
..... 岩丙,王利繁,刘生强,吉魁,毛娅南,张忠员(42)  
云南九龙山自然保护区水青冈群落物种多样性及群落特征 ..... 赵冬林,张哲,张小安,邓莉兰(47)  
泸沽湖省级自然保护区鱼类物种多样性调查研究 ..... 徐明旺(54)

### ●森林保护

- 云南森林自然中心受损银荆林带阻火效能研究 ..... 叶彪,闫想想,王秋华,陈启良,吴秋杰(60)  
勐海县刚竹毒蛾调查监测及防治技术研究 ..... 谢翔,王仕华,王巧燕,宋军平(65)

### ●自然保护区

- 云南省自然保护地建设发展研究 ..... 赵金发,张宓,郑进煊,华朝朗,徐吉洪,郑静楠(69)  
中国国家级自然保护区面临的主要威胁探析 ..... 陈晓颖,鲁小波(76)

### ●动物研究

- 西双版纳猴科动物资源现状调查 ..... 宋志勇,余东莉,杨鸿培,杨正斌(82)  
昆明动物园野生小白鹭营巢高度选择与营巢材料研究 ..... 戴然,李云乔(89)  
公路改扩建对自然保护区动物影响评价 ..... 吴学靖,余昌元,杨国伟,杨东(93)

### ●产业开发

- 镇沅县现代林业产业发展规划初步研究 ..... 李自聪,刘平书(97)  
基于 SWOT-AHP 分析的敦化市老白山森林康养产业发展评价 ..... 陈鑫,王冬艳,杨月稳,李宛聪(101)

## ●森林分布格局研究

- 额济纳胡杨空间分布格局及其与微生境异质性的关系研究 ..... 马季,高婷婷,王寅,李景文(107)  
香格里拉市林地景观格局分析及优化策略 ..... 李建华,莫志刚,袁丽萍(113)

## ●森林资源管理

- 云南省森林采伐作业设计中存在的问题及处理建议 ..... 张清(119)  
基于智慧林业巡检管理服务平台的林业信息化管理变革与创新 ..... 罗正敏,赵本喜,张兴敏,吴亮(124)  
云南怒江傈僳族自治州古树名木资源现状调查  
..... 王有兵,李学明,王生,胡昌平,杨建军,陈智明,张正全,董云(132)

## ●湿地研究

- 我国湿地生态保护补偿法律机制探析 ..... 郭英华,高咪咪(137)  
郑州黄河湿地野生紫花植物资源调查研究 ..... 孙利强,李玉,黄宾芯,郑潘婷,王鹏飞(141)

## ●森林培育

- 滇西北程海流域干热河谷区造林树种选择 ..... 赵金龙,徐映雪(147)  
极端干旱区绿洲胡杨叶片性状及其对水分条件的响应 ..... 马万飞,何奕成,王寅,李景文(152)  
昭通市核桃优树无性系1年生嫁接苗生长及变异研究  
..... 李正银,蒋德惠,丁永平,范怀刚,曾清贤,赵庆尤(158)

## ●论坛

- 云南省生态保护红线评估实施方案的编制实践与思考 ..... 周永兴,张林艳(165)  
基于城乡协调发展视角的特色小镇探究 ..... 梁立华,唐世斌,陆健滨,李俊,陈泽金,刘丁铭,莫钦(168)  
生态产品价值形成及实现途径 ..... 蒋凡,秦涛,王永富,田治威(174)  
边疆少数民族区域森林康养模式研究 ..... 赵勤,刘红位,李甜江,马建忠(178)

## ●城市园林

- 城市街道空间的景观设计方法 ..... 迟磊(183)  
培黎国际学院植物景观设计 ..... 罗梦瑶,王有国(187)  
北京植物园乡土地被植物调查与园林应用研究 ..... 王舒蓁(197)  
云南香格里拉高原湿地 ..... 张正友摄(封面)  
西双版纳植物园景观 ..... 许易琦摄(封底)  
《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)

(本期责任编辑:许易琦,刘平书,张林艳,杨焱熔)

## Contents

### ● Forest Management

- Analysis of Factors Affecting Carbon Density of *Salix* spp. Plantation in Tibet ..... CHEN Yi, ZHANG Bei(1)
- Estimation of Forest Canopy Density in Guiyang City Based on Principal Component Regression and Remote Sensing  
..... JIANG Weicheng(6)
- Coordinate System Transformation of Forestry Vector Data by 91 Satellite Map Assistant Software ..... MA Xiaowei(10)
- Application of Orville Interactive Map in Forestry Work ..... QIN Daobiao(14)

### ● Research and Exploration

- Relationship between Climate Change and Rubber Planting in Xishuangbanna in Recent 60 years  
..... YAO Ping, KOU Weili, WANG Qiuhua, HAN Yongtao(17)
- Analysis of Land Use/Cover Change and Its Driving Forces in Wenyu River Basin ..... AN Guanlin, GUO Jinping(24)
- Characteristics Analysis of Ozone over Standard in the Yangtze River Delta from 2016 to 2018  
..... LIU Yuqing, ZHAO Jinhui, YANG Zhe, DENG Tiantian(31)
- Review on Fruiting Rules of Woody Plants in China ..... TAN Hongchao, ZHAO Sijun, TAN Ruqiang(38)

### ● Biological Diversity

- Diversity of Animal Species on the Chinese Side of China–Laos Cross–border Biodiversity Joint Protection Area  
..... YAN Bing, WANG Lifan, LIU Shengqiang, JI Kui, MAO Yanan, ZHANG Zhongyuan(42)
- Community Characteristics and Species Diversity of *Fagus longipetiolata* in Jiulongshan Nature Reserve of Yunnan  
..... ZHAO Donglin, ZHANG Zhe, ZHANG Xiao'an, DENG Lilan(47)
- Investigation on Fish Diversity in Luguhu Provincial Nature Reserve ..... XU Mingwang(54)

### ● Forest Conservation

- Fire Retarding Effectiveness of Damaged *Acacia dealbata* Forest Belt in Yunnan Forest Nature Center  
..... YE Biao, YAN Xiangxiang, WANG Qiuhua, CHEN Qiliang, WU Qiuji(60)
- Investigation and Monitoring and Control of *Pantana phyllostachysae* in Menghai County ..... XIE Xiang, WANG Shihua, WANG Qiaoyan, SONG Junping(65)

### ● Natural Reserve

- Construction and Development of Natural Reserves in Yunnan Province  
..... ZHAO Jinfa, ZHANG Mi, ZHENG Jinxuan, HUA Chaolang, XU Jihong, ZHENG Jingnan(69)
- Main Threats to National Nature Reserves in China ..... CHEN Xiaoying, LU Xiaobo(76)

### ● Animal Research

- Resources Investigation of Ceropithecidae in Xishuangbanna  
..... SONG Zhiyong, YU Dongli, YANG Hongpei, YANG Zhengbin(82)
- Nest–height Selection and Nesting Materials of Wild *Egretta garzetta* in Kunming Zoo ..... DAI Ran, LI Yunqiao(89)
- Impact Assessment of Highway Reconstruction and Expansion on Animals in Nature Reserve  
..... WU Xuejing, YU Changyuan, YANG Guowei, YANG Dong(93)

## ● Industrial Development

- Preliminary Study on Development Planning of Modern Forestry Industry in Zhenyuan County ..... LI Zicong, LIU Pingshu(97)
- Development Evaluation of Forest Therapy Industry in Laobai Mountain of Dunhua City Based on SWOT-AHP Analysis  
..... CHEN Xin, WANG Dongyan, YANG Yuewen, LI Wancong(101)

## ● Forest Distribution Pattern

- Relationships between Microhabitat Heterogeneity and Spatial Distribution Pattern of *Populus euphratica* in Ejina of Inner  
Mongolia ..... MA Ji, GAO Tingting, WANG Yin, LI Jingwen(107)
- Analysis and Optimization of Forestland Landscape Pattern in Shangri-La City ..... LI Jianhua, MO Zhigang, YUAN Liping(113)

## ● Forest Resource Management

- Problems and Suggestions for Operation Design of Forest Harvesting in Yunnan Province ..... ZHANG Qing(119)
- Reform and Innovation of Forestry Informatization Management Based on Intelligent Forestry Inspection Management Service  
Platform ..... LUO Zhengmin, ZHAO Benxi, ZHANG Xingmin, WU Liang(124)
- Investigation on Status of Ancient and Famous Trees Resources in Nujiang Lisu Autonomous Prefecture of Yunnan Province  
..... WANG Youbing, LI Xueming, WANG Sheng, HU Changping, YANG Jianjun, CHEN Zhiming, ZHANG Zhengquan,  
DONG Yun(132)

## ● Wetland Research

- Legal Mechanism of Wetland Ecological Conservation Compensation in China ..... GUO Yinghua, GAO Mimi(137)
- Investigation of Wild Purple Flower Plant Resources in Zhengzhou Yellow River Wetland  
..... SUN Liqiang, LI Yu, HUANG Binxin, ZHENG Panting, WANG Pengfei(141)

## ● Forest Cultivation

- Selection of Afforestation Tree Species in Dry and Hot Valley Area of Chenghai River Basin in Northwest Yunnan  
..... ZHAO Jinlong, XU Yingxue(147)
- Leaf Functional Traits of *Populus euphratica* and Its Response to Water Condition in Oasis of Extremely Arid Area  
..... MA Wanfei, HE Yicheng, WANG Yin, LI Jingwen(152)
- Growth and Variation of 1-year-old Grafted Seedlings of *Juglans regia* Superior Clones in Zhaotong City  
..... LI Zhengyin, JIANG Dehui, DING Yongping, FANG Huaigang, ZENG Qingxian, ZHAO Qingyou(158)

## ● Forum

- Compilation Practice and Consideration on the Implementation Plan of Ecological Red Line Assessment in Yunnan Province  
..... ZHOU Yongxing, ZHANG Linyan(165)
- Characteristic Towns Based on the Perspective of Coordinated Development of Urban and Rural Areas  
..... LIANG Lihua, TANG Shibin, LU Jianbin, LI Jun, CHEN Zejin, LIU Dingming, MO Qin(168)
- Value Formation and Realization of Ecological Product ..... JIANG Fan, QIN Tao, WANG Yongfu, TIAN Zhiwei(174)
- Model of Forest Therapy at Frontier Ethnic Minority Area ..... ZHAO Qin, LIU Hongwei, LI Tianjiang, MA Jianzhong(178)

## ● Urban Landscape

- Discussion on Landscape Design Methods of Urban Street Space ..... CHI Lei(183)
- Plant Landscape Design of BaiLie University ..... LUO Mengyao, WANG Youguo(187)
- Investigation and Landscape Application of Native Ground Cover Plants in Beijing Botanical Garden ..... WANG Shuli(197)
- Plateau Wetland of Shangri-La ..... Photographed by ZHANG Zhengyou(Front cover)
- Landscape of Xishuangbanna Tropical Botanical Garden ..... Photographed by XU Yiqi(Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.001

## 西藏柳树人工林碳密度影响因素分析

陈 怡, 张 蓓

(国家林业和草原局中南调查规划设计院, 湖南 长沙 410014)

**摘要:** 柳树在西藏广泛种植, 占人工林的 30.10%, 发挥了固碳释氧等生态功能。以柳树为研究对象, 研究柳树人工林的分布、碳累积规律及影响碳密度的因素。研究表明, 区域、树种、林龄对柳树碳密度均有显著影响。林芝地区、雅鲁藏布江中游地区柳树碳累积速率大。柳树碳汇与林龄、经度呈正相关, 与纬度、海拔、距农田的距离、距水域的距离呈负相关。

**关键词:** 柳树人工林; 碳密度; 碳汇; 碳累积速率; 西藏

中图分类号: S757.3; TN916.9; P318.1 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)03-0001-05

引文格式: 陈怡, 张蓓. 西藏柳树人工林碳密度影响因素分析[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 1-5.

CHEN Yi, ZHANG Bei. Analysis of Factors Affecting Carbon Density of *Salix* spp. Plantation in Tibet[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 1-5.

### Analysis of Factors Affecting Carbon Density of *Salix* spp. Plantation in Tibet

CHEN Yi, ZHANG Bei

(Central South Forest Inventory and Planning Institute of State Forestry and Grassland Administration, Changsha 410014, China)

**Abstract:** The distribution of *Salix* spp. plantation are wide in Tibet, accounting for 30.10% of the total plantation, which plays an ecological role in carbon sequestration and oxygen release. This paper studied the distribution, the rule of carbon accumulation and the factors affecting carbon density of *Salix* spp. plantation. The results showed that region, tree species and forest age had significant effects on the carbon density. The carbon accumulation rate of *Salix* spp. in Linzhi and the middle reaches of the Yarlung Zangbo River was high. The carbon sink was positively correlated with forest age and longitude, and negatively correlated with latitude, altitude, distance from farmland and distance from water area.

**Key words:** *Salix* spp. plantation; carbon density; carbon sink; carbon accumulation rate; Tibet

森林是陆地生态系统重要的碳库, 全球森林生态系统碳储量高达约 1 146 Pg<sup>[1]</sup>。研究森林碳储量及碳汇功能对表征陆地生态系统碳循环过程、减缓气候变化具有重要意义。森林植被碳储量与植被的生长发育阶段、生长过程密切相关, 受多种生物学因素(林龄、郁闭度、胸径、树高、植株密度、蓄积等)和

非生物学因素(气候因子、地形因子、土壤条件等)的影响<sup>[2-11]</sup>, 是林分因子与环境因子共同作用的结果。林分因子包括优势树种、年龄、郁闭度等林分信息, 环境因子包括地理位置、海拔、坡度、坡向、坡位等地理因子及降水量、光照、温度等气候条件。柳树是干旱地区、干旱半干旱地区、高寒地区、风沙区的

收稿日期: 2019-10-09; 修回日期: 2019-10-22.

第一作者: 陈怡(1963-), 女, 湖南永顺人, 高级工程师. 主要从事林业规划设计及森林资源监测等工作.

主要分布树种,对柳树生物量和碳储量的研究也主要集中在这些区域,并以研究单株或群落生物量模型、碳计量方法为主<sup>[12-16]</sup>,仅有少量关于柳树生物量密度随种植年限和海拔等立地因子变化规律的研究<sup>[17-19]</sup>。柳树在西藏被广泛种植,占人工林的 30.10%,对西藏环境美化、防风固沙、水土保持、生态防护、固碳释氧、调节气候具有重要作用。以西藏自治区人工柳树为研究对象,研究人工林的分布、碳累积规律及影响碳密度的因素。通过对柳树碳密度进行分区域建模,一是为碳密度、碳汇量估算提供方法;二是根据碳密度的影响因素筛选碳增长潜力大的地区、树种和地理条件,为今后造林宜林地小班选择提供参考。

## 1 建模单元

在人工林碳储量和碳密度计量及基于碳密度的人工林分区分类<sup>[20-21]</sup>的基础上,根据分类相近与地域相邻相结合的原则,对旱柳、竹柳、乌柳等树种进行分区域碳密度建模。对碳密度进行建模时,一是需要足够的建模样本;二是涉及多项地理因子,为保证建模样本的随机性,在地理空间上需保持连续性。在确定地理建模单元时,一是便于区域管理和指导,二是保持地域上的连续性,以便更科学地探寻规律及建模。由此,根据人工林的主要分布区域确定了 4 个建模地理单元,另有部分区域因分布面积和样本数量的限制未进行分析。

1) 雅鲁藏布江中游地区,位于北纬 29.00° ~ 29.99°,东经 87.00° ~ 92.99°。包括加查县、曲松县、桑日县、墨竹工卡县、琼结县、乃东区、扎囊县、达孜区、林周县、堆龙德庆区、曲水县、贡嘎县、尼木县、仁布县、浪卡子县、江孜县、白朗县、南木林县、桑珠孜区、萨迦县、谢通门县、拉孜县、昂仁县等县(区)的部分区域。

2) 林芝地区,包括巴宜区、工布江达县、米林县、墨脱县、波密县、察隅县、朗县。

3) 三江流域澜沧江以东地区,包括江达县、贡觉县、芒康县、卡若区、察雅县、类乌齐县。

4) 三江流域澜沧江以西地区,包括丁青县、八宿县、左贡县、洛隆县、边坝县、比如县、索县、巴青县。

## 2 自变量的确定

碳密度与坡度、坡向、海拔等地理因子均有较大的相关性,地形因子的引入提高了模型的精度<sup>[11]</sup>。

地理因子中,经度、纬度、海拔体现了地理位置在水平和垂直方向的变化,综合反映了降水、温度条件的变化;光照通过影响植物的光合作用影响植物的生长;水分条件是影响人工林分布和生长的重要因素,距水域的距离反映了供水情况;根据地理学第一定律(the first law of geography),地理空间上的所有值都是互相联系的,且距离近的值具有更强的联系。西藏农田多选择在土壤肥力高、供水条件好的区域,植被多具备较高的生产力,因此使用距农田的距离来表征土壤肥力情况。林分因子中,林龄反映了林木的生长发育阶段,是影响林分生长的关键因素,同一林龄碳密度的大小是表征植被生长快慢与碳储存速度的重要指标。

综合分析,初步筛选了海拔、光照、距水域的距离、距农田的距离、经度、纬度等环境因子与林龄等林分因子作为自变量,探索对碳密度的影响程度。

## 3 分区域分树种碳密度模型

### 3.1 雅鲁藏布江中游地区

#### 3.1.1 旱柳

##### 1) 影响因子筛选

以林分碳密度为因变量,以环境因子和林分因子为自变量,进行多元线性逐步回归。结果表明:按照“Probability of F <= 0.05 引入变量、Probability of F >= 0.10 剔除变量”的原则,最终选用的变量为林龄、经度、纬度、海拔、距农田的距离,碳密度随林龄、经度的增加而增加,随纬度、距农田的距离的增加和海拔的升高而减少。

$$C_i = 1.039 A_i + 4.855 Lon_i - 16.377 Lat_i - 0.013756 H_i - 8.538 D_{fi} + 98.821;$$

调整  $R^2 = 0.222$ ,  $n = 1292$

式中, $C_i$ 、 $A_i$ 、 $Lon_i$ 、 $Lat_i$ 、 $H_i$ 、 $D_{fi}$  分别为  $i$  小班的碳密度、林龄、经度、纬度、海拔、距农田的距离(km),  $n$  为样本数。

##### 2) 影响因素及影响程度

###### ① 林龄

统计各林龄的小班个数及平均碳密度,并建立碳密度与林龄的关系模型。为保证结果的精度,剔除样本数小于 10 的林龄数据,结果见图 1。

从图 1 可以看出,旱柳碳密度与林龄之间存在极显著的线性关系,林龄每增加 1 a,碳密度增加 1.415 2 t/hm<sup>2</sup>;建模样本林龄分布范围为 1 ~ 50 a,即模型的适用林龄范围在 1 ~ 50 a 之间。

###### ② 经度

在分析环境因子对碳密度影响的过程中,需去



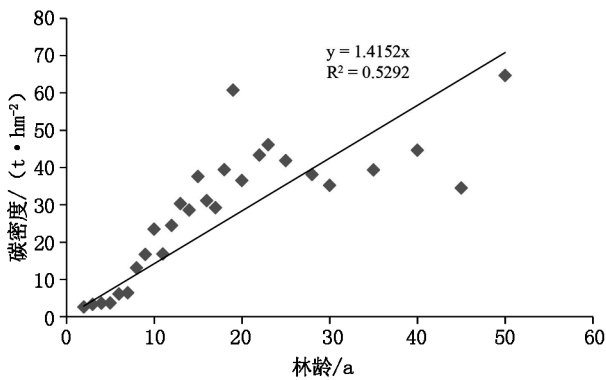


图 1 雅鲁藏布江中游地区旱柳碳密度与林龄的关系  
**Fig. 1 Relationship between carbon density and forest age of *Salix matsudana* in the middle reaches of the Yarlung Zangbo River**

除不同林分生长时间即林龄对碳密度的影响,而只保留环境变量,因林龄与碳密度存在极显著的正相关关系,因此可以用环境因子与碳汇(碳密度/林龄)的关系表征环境因子的影响程度。

碳汇与经度之间存在正相关关系(图 2),这与自西向东海拔降低和降水增加促进了植被生长有关。旱柳建模样本经度分布范围为 88.0°~93.0°,即模型的适用经度范围为 88.0°~93.0°,在此范围内随经度的增加,碳汇由 0.5 t/(hm²·a) 逐渐增加到 1.5 t/(hm²·a);经度每增加 1°,碳汇量增加 0.210 8 t/(hm²·a)。其中,经度 90.5°~92.0°是旱柳种植的集中区,位于拉萨河与雅鲁藏布江交汇区域,该区域分布了雅鲁藏布江中游地区 87.4%的旱柳,碳汇也高于其它区域。

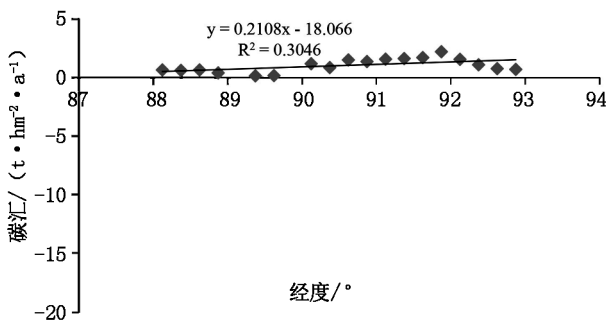


图 2 雅鲁藏布江中游地区旱柳碳汇与经度的关系  
**Fig. 2 Relationship between longitude and carbon sink of *Salix matsudana* in the middle reaches of the Yarlung Zangbo River**

③纬度

碳汇与纬度之间存在负相关关系(图 3)。随着

纬度的增加,碳汇由 1.9 t/(hm²·a) 逐渐减少到 1.0 t/(hm²·a);纬度每增加 0.1°,碳汇量减少 0.084 2 t/(hm²·a)。其中,纬度 29.1°~29.4°是旱柳种植的集中区,该区域分布了雅鲁藏布江中游地区 72.7%的旱柳,也是碳汇的高值区域。

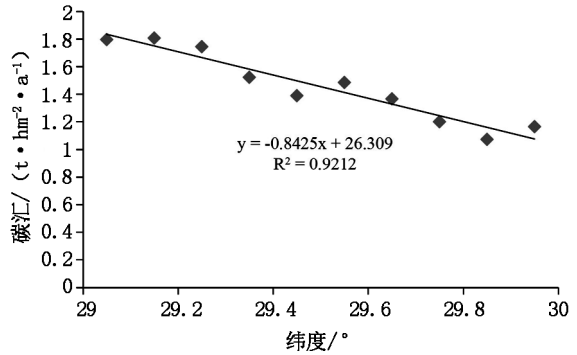


图 3 雅鲁藏布江中游地区旱柳碳汇与纬度的关系  
**Fig. 3 Relationship between latitude and carbon sink of *Salix matsudana* in the middle reaches of the Yarlung Zangbo River**

④海拔

碳汇与海拔之间存在负相关关系(图 4)。旱柳建模样本海拔分布范围为 3 100~4 600 m,即模型的适用海拔范围为 3 100~4 600 m,在此范围内随海拔的升高,碳汇由 2.3 t/(hm²·a) 逐渐减少到 0.5 t/(hm²·a);海拔每升高 100 m,碳汇量减少 0.12 t/(hm²·a)。其中,91.2%的旱柳分布在海拔 3 400~3 900 m 区域。

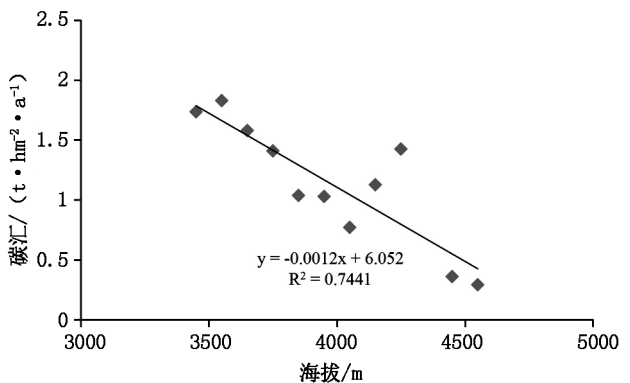


图 4 雅鲁藏布江中游地区旱柳碳汇与海拔的关系  
**Fig. 4 Relationship between altitude and carbon sink of *Salix matsudana* in the middle reaches of the Yarlung Zangbo River**

⑤距农田的距离

随着造林小班距农田距离的增加,碳汇呈波动

式减少趋势(图 5)。农田的选址多在地形开阔、距水源近、土壤肥沃的地方,因此距离农田近的人工林小班,一是周围有水源供应,二是土壤发育条件良好,适宜植被生长。随着距农田距离的增加,碳汇总体上由 1.8 t/(hm<sup>2</sup>·a) 逐渐减少为 1.5 t/(hm<sup>2</sup>·a)。71.7%的旱柳分布在距农田 0~100 m 的距离范围内,该部分旱柳同时具备碳汇量大的特点。

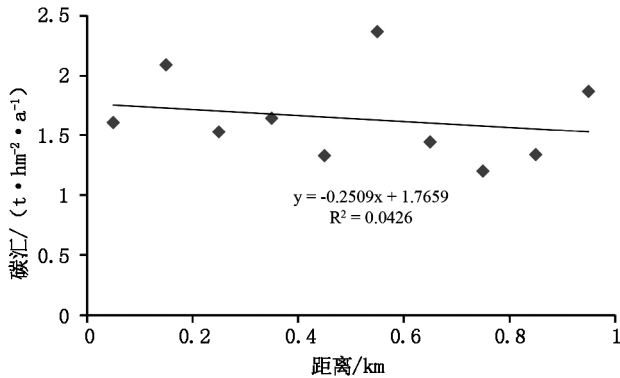


图 5 雅鲁藏布江中游地区旱柳碳汇与距农田距离的关系  
Fig. 5 Relationship between distance from farmland and carbon sink of *Salix matsudana* in the middle reaches of the Yarlung Zangbo River

2) 碳密度模型

$$① C_i = 4437.280 A_i \cdot (0.011253 Lon_i - 1) \cdot (1 - 0.032320 Lat_i) \cdot (1 - 0.000205 H_i) \cdot (1 - 0.121415 D_{fi}); R^2 = 0.235$$

$$② C_i = 4157.686 A_i \cdot (0.011255 Lon_i - 1) \cdot (1 - 0.032301 Lat_i) \cdot (1 - 0.000202 H_i); R^2 = 0.234$$

3.1.2 其它树种

1) 竹柳  $C_i = 11.100 A_i \cdot (0.011870 Lon_i - 1); R^2 = 0.439, n = 518$

2) 垂柳  $C_i = 95.108 A_i \cdot (0.011261 Lon_i - 1) \cdot (1 - 0.266263 Dw_i); R^2 = 0.332$

式中,  $Dw_i$  为  $i$  小班距水域的距离(km)。

3) 左旋柳  $C_i = 2.2644 A_i; R^2 = 0.4489$

4) 乌柳  $C_i = 0.8047 A_i + 0.0197; R^2 = 0.4113$

3.2 其它地区

1) 林芝地区:  $C_i = 2.4086 A_i + 0.0672; R^2 = 0.5703$

2) 三江流域澜沧江以东地区:  $C_i = 1543.777 A_i \cdot (1 - 0.030767 Lat_i) \cdot (0.010345 Lon_i - 1); R^2 = 0.410, n = 194$

3) 三江流域澜沧江以西地区:  $C_i = 2.854 A_i \cdot (1 - 0.028041 Lat_i); R^2 = 0.501, n = 82$

4 碳密度影响因素分析

区域、树种、林龄对林分碳密度均有显著影响(表 1)。

表 1 林龄和环境因素对碳汇的影响幅度

Tab. 1 Effects of forest age and environmental factors

		on carbon sink		$t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$
地区	树种	林龄影响幅度	环境因子影响幅度	
雅鲁藏布江中游地区	旱柳	1.4152	经度 + 0.2108, 纬度 - 0.8425, 距农田的距离 - 0.2509, 海拔 - 0.0012	
	竹柳	0.7081	经度 + 0.0738	
	垂柳	1.7926	经度 + 0.6182, 距水域的距离 - 0.3058	
	左旋柳	2.2644		
	乌柳(细叶红柳)	0.8056		
林芝地区		2.4159		
三江流域澜沧江以东地区		0.5994	纬度 - 0.5911, 经度 + 0.6891	
三江流域澜沧江以西地区		0.4300	纬度 - 0.1942	

注:“+”代表正影响,“-”代表负影响

从表 1 可以看出,柳树碳累积速率为:林芝地区 > 雅鲁藏布江中游地区 > 三江流域澜沧江以东地区 > 三江流域澜沧江以西地区。就柳树的主要分布区雅鲁藏布江中游地区来看,碳累积速率为:左旋柳 > 垂柳 > 旱柳 > 乌柳(细叶红柳) > 竹柳。受经度影响的树种包括旱柳、竹柳、垂柳。经度对垂柳碳累积速率的影响程度最大,经度每增加 1°,碳汇增加 0.618 2 t/(hm<sup>2</sup>·a);经度对竹柳碳累积速率的影响程度最小,经度每增加 1°,碳汇增加 0.073 8 t/(hm<sup>2</sup>·a)。旱柳碳汇与纬度、海拔、距农田的距离呈负相关,垂柳碳累积速率与距水域的距离呈负相关,反映了不同树种对水分、温度、养分的不同需求。

5 讨论与结论

柳树碳密度总体上随林龄和经度增加而增加,随纬度、海拔、距农田的距离、距水域的距离增加而减少。这与西藏冷杉林、云杉林生物量密度随林龄、海拔变化的研究结果一致<sup>[22,23]</sup>,也与乌柳、沙柳、坡柳等树种生物量变化规律一致<sup>[17-19]</sup>。沙柳生物量密度随林龄和种植年限的增加而增加<sup>[17]</sup>。于洋等对青海高寒沙地不同林龄乌柳防护林生态系统碳汇

研究表明,随林龄增加,乌柳碳贮量显著增加,植被年净碳累积速率为  $1.05 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$  [18]。黄冬等研究表明,坡柳生物量随海拔的升高而逐渐减少,随坡位变化自下而上逐渐减少 [19]。西藏柳树与云杉林碳密度随经度的变化呈现相反的规律,分析原因认为:柳树主要分布在雅鲁藏布江中游地区,随经度增加,海拔降低、降水增加,植物生长和碳累积速度增加;就云杉林广泛分布的林芝地区与昌都地区而言,受高原地形地貌与山脉走向的影响,经度增加的同时海拔和降水也随之升高和减少,因此影响了云杉的生产力 [22]。随海拔的变化,光照、温度和降水等发生相应变化 [24],低海拔地区更高的温度和更长的生长季利于植物的生长和干物质的积累 [25-27]。总体来看,西藏柳树人工林生长和碳积累主要受林分生长发育阶段(林龄)和温度、水分等自然条件的影响,在造林前利用本文建立的碳密度模型,根据经度、纬度、海拔、距农田的距离、距水域的距离计算并比较计划造林小班不同树种未来预期碳密度,从而选择植被生长和碳累积潜力大的地块和树种开展造林绿化。

### 参考文献:

- [1] DIXON R K, SOLOMON A M, BROWN S, *et al.* Carbon pools and flux of global forest ecosystems [J]. *Science*, 1994, 263(5144): 185-190.
- [2] 王燕, 赵士洞. 天山云杉林生物量和生产力的研究 [J]. *应用生态学报*, 1999, 10(4): 389-391.
- [3] 王玉辉, 周广胜, 蒋延玲, 等. 基于森林资源清查资料的落叶松林生物量和净生长量估算模式 [J]. *植物生态学报*, 2001, 25(4): 420-425.
- [4] 李克让, 王绍强, 曹明奎. 中国植被和土壤碳贮量 [J]. *中国科学*, 2003, 33(1): 72-80.
- [5] 李高飞, 任海. 中国不同气候带各类型森林的生物量和净第一性生产力 [J]. *热带地理*, 2004, 24(4): 306-310.
- [6] 王维枫, 雷渊才, 王雪峰, 等. 森林生物量模型综述 [J]. *西北林学院学报*, 2008, 23(2): 58-63.
- [7] 刘贵峰, 刘玉平, 郭仲军, 等. 天山云杉林生物量及其变化规律的研究 [J]. *西北林学院学报*, 2013, 28(5): 13-17.
- [8] 贺鹏, 张会儒, 雷相东, 等. 基于地统计学的森林地上生物量估计 [J]. *林业科学*, 2013, 49(5): 101-109.
- [9] 闫妍宇, 李超, 欧光龙, 等. 基于地理加权回归模型的思茅松生物量遥感估测 [J]. *林业资源管理*, 2017(1): 82-90.
- [10] 高金萍, 高显连, 郝月兰. 森林生产力区划和量化分级方法研究——以辽宁省为例 [J]. *林业资源管理*, 2014(6): 49-53, 103.
- [11] 刘芳, 冯仲科, 赵芳, 等. 资源三号遥感卫星影像的生物量反演研究 [J]. *西北林学院学报*, 2015, 30(3): 175-181.
- [12] 徐文兵, 赵敏, 瓦勒塔, 等. 青藏高原东北缘 3 种灌木数量性状、龄级结构及自疏特征 [J]. *草业科学*, 2019, 36(5): 1207-1214.
- [13] 魏兴, 赵吉, 清华, 等. 库布齐沙漠灌木碳汇的计量方法研究——以柠条和沙柳为例 [J]. *赤峰学院学报(自然科学版)*, 2016, 32(18): 118-121.
- [14] 莎仁图雅, 张立欣, 李晓晶, 等. 沙柳人工灌木林生物量碳计量参数初步研究 [J]. *内蒙古林业科技*, 2015, 41(2): 1-3, 12.
- [15] 汤军, 秦富仓, 王娟, 等. 黄柳地上生物量估测模型的构建 [J]. *黑龙江农业科学*, 2015(11): 101-106.
- [16] 黄奇, 刘陟, 周延林, 等. 毛乌素沙地沙柳生物量估测模型研究 [J]. *内蒙古大学学报(自然科学版)*, 2015, 46(3): 256-261.
- [17] 王占军, 许昊, 何建龙, 等. 干旱风沙区沙柳灌木生物量可加性动态模型构建 [J]. *东北林业大学学报*, 2019, 47(9): 52-57.
- [18] 于洋, 贾志清, 朱雅娟, 等. 高寒沙地乌柳防护林碳库随林龄的变化 [J]. *生态学报*, 2015, 35(6): 1752-1760.
- [19] 黄冬, 葛雯, 马焕成, 等. 云南热区坡柳对立地因子的生长响应 [J]. *东北林业大学学报*, 2015, 43(6): 22-24, 29.
- [20] 刘金山, 张蓓, 陈振雄, 等. 西藏人工乔木林碳储量估算 [J]. *中南林业调查规划*, 2018, 37(3): 47-50.
- [21] 刘金山, 张蓓. 基于碳密度的西藏人工林分类区划 [J]. *中南林业调查规划*, 2019, 38(4): 46-48, 68.
- [22] 刘金山, 张蓓, 周学武, 等. 西藏自治区云杉林生物量密度模型研建 [J]. *林业资源管理*, 2018(1): 38-43.
- [23] 周学武, 刘金山, 张蓓, 等. 西藏自治区冷杉林生物量分布格局及模型研建 [J]. *中南林业科技大学学报*, 2018, 38(5): 104-108.
- [24] 淮虎银, 魏万红, 张懿锂, 等. 不同海拔高度短穗兔耳草克隆生长及克隆繁殖特征 [J]. *应用与环境生物学报*, 2005(1): 18-22.
- [25] LI B, SUZUKI J I, HARA T. Latitudinal variation in plant size and relative growth rate in *Arabidopsis thaliana* [J]. *Oecologia*, 1998, 115(3): 293-301.
- [26] LARCHER W. *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups* [M]. Fourth Edition. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003.
- [27] KAO W Y, TSAI T T, CHEN W H. A comparative study of *Miscanthus floridulus* (Labill) Warb and *M. transmorri-sonensis* Hayata: photosynthetic gas exchange, leaf characteristics and growth in controlled environments [J]. *Annals of Botany*, 1998, 81(2): 295-299.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.002

## 基于主成分回归及遥感的贵阳市林分郁闭度估测

蒋维成

(贵州省林业调查规划院, 贵州 贵阳 550003)

**摘要:**以贵阳市为研究区,以 Landsat-8 OLI 为遥感信息源,通过偏相关分析,选择了与郁闭度相关的 12 个遥感因子作为自变量因子。为克服自变量因子间严重的多重共线性和模型的不稳定性,采用主成分回归分析法建立郁闭度估测模型,并对模型进行了检验及精度验证。结果表明,回归方程调整后的  $R^2=0.756$ ,模型的拟合效果较好,说明模型在数学上是可行的;利用 15 个实测样地对模型进行精度验证,估测精度的平均水平为 78.80%,说明该模型可为区域林分郁闭度估测提供参考。

**关键词:**Landsat-8 OLI; 卫星影像; 遥感; 郁闭度估测模型; 主成分回归

中图分类号:S753.3;S771.8;S711 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0006-04

引文格式:蒋维成. 基于主成分回归及遥感的贵阳市林分郁闭度估测[J]. 林业调查规划,2020,45(3):6-9,23.

JIANG Weicheng. Estimation of Forest Canopy Density in Guiyang City Based on Principal Component Regression and Remote Sensing[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(3):6-9,23.

## Estimation of Forest Canopy Density in Guiyang City Based on Principal Component Regression and Remote Sensing

JIANG Weicheng

(Guizhou Institute of Forest Inventory and Planning, Guiyang 550003, China)

**Abstract:** Taking Guiyang City as the research area and Landsat-8 OLI as the remote sensing information source, 12 remote sensing factors related to canopy density were selected as independent variable factors through partial correlation analysis. In order to overcome the serious multicollinearity between the independent variables and the instability of the model, the principal component regression analysis method was used to establish the estimation model of canopy density, and the model was tested and the accuracy was verified. The results showed that the adjusted  $R^2=0.756$ , and the fitting effect of the model was good, indicating that the model was feasible in mathematics. The average level of the estimation accuracy was 78.80% by using 15 sample plots to test the accuracy of the model, which could provide the reference for the estimation of regional forest canopy density.

**Key words:** Landsat-8 OLI; satellite image; remote sensing; model of canopy density estimation; principal component regression

森林郁闭度是指林分中树冠投影面积与林地面积之比<sup>[1]</sup>,是一个地区衡量乔木林地或竹林地面积

进而计算森林覆盖率的重要指标;在森林资源经营管理中,是区划小班的重要条件,是反映森林生长状

收稿日期:2020-02-17.

第一作者:蒋维成(1988-),男,贵州赫章人,工程师.从事林业调查规划工作.

况,是确定森林抚育措施和采伐强度的重要指标,同时也是遥感估测森林蓄积量不可或缺的因子<sup>[2]</sup>。常用的郁闭度调查方法有目测法、样线法、样点法、树冠投影法、抬望眼法、观测管法、冠层分析仪法、Moosehom 观测仪、遥感图像判读法、照片法、理论计算法等<sup>[3]</sup>。其中,树冠投影法准确度较高,但劳动强度大、耗时费力,且不利于大范围林分郁闭度测定;仪器测定法(Moosehom 观测仪、球面密度计、郁闭度测定器、冠层分析仪)设备昂贵,难以推广应用;遥感图像判读法、目测法、样点法、样线法、照片法等容易受测定人员主观性的影响,测定结果一致性差,而且也缺乏必要的精确度与准确度。随着空间技术的发展及遥感数据在资源调查中的推广应用,从测定成本上、数据的时效性上及精度上把林分郁闭度测定推到一个新的高度,使林分郁闭度测定朝着低成本、高时效、高精度的方向发展。因此,寻求一种高精度、低成本且能提高林分郁闭度测定精度的方法具有重要的现实意义。对此,李崇贵、杜晓明、李擎、杨妍婷等在森林郁闭度遥感估测上做了一系列的研究<sup>[4-8]</sup>,但在贵州这样的喀斯特山区相关研究却少见报道。本文以 Landsat-8 OLI 为遥感信息源,通过相关性分析,选择 12 个遥感自变量因子。为克服自变量因子间严重的多重共线性和模型的不稳定性,本研究采用主成分回归分析法建立郁闭度估测模型,为郁闭度测定提供模型参考,为区域林业经营活动提供依据。

## 1 研究区概况

贵阳市位于贵州省中部,东经  $106^{\circ}07' \sim 107^{\circ}17'$ ,北纬  $26^{\circ}11' \sim 26^{\circ}55'$ 。总地势西南高、东北低。苗岭横延市境,岗阜起伏,剥蚀丘陵与盆地、谷地、洼地相间。植被种类丰富。据初步查明,有维管束植物 176 科、489 属、1 299 种,其中蕨类植物 29 科、61 属、145 种;被子植物 147 科、428 属、1154 种。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据来源

#### 1) 遥感数据

选取贵阳市两景 Landsat-8 OLI 影像数据(LC81270422013272LGN00 和 LC81270412013272LGN00)作为遥感数据源,其成像时间为 2017 年 7 月。每景影像数据包括 9 个波段数据,除全色波段(B8)空间分辨率为 15 m 外,其余 8 个波段的空间

分辨率为 30 m,辐射分辨率均为 12 bit。

#### 2) 样地数据

采用典型性样地调查法,设置半径为 13.82 m 的圆形样地,郁闭度测定方法为树冠投影法,即通过测量树冠外围轮廓边缘点距离树干中心的水平距离,在图纸上画出目标树的范围,计算出树冠在样地内的投影面积,其与样地总面积的比值即为所得的郁闭度值<sup>[3]</sup>。应用此方法在研究区范围内测定了 115 个样地的郁闭度值,同时记录样圆的中心点坐标。

## 2.2 研究方法及技术路线

### 2.2.1 研究方法

1) 遥感数据的处理:为消除水汽、二氧化碳、影像本身存在的几何变形和噪声的影响以及提取研究区范围内的影像图,本研究运用 ENVI 5.1 遥感图像处理软件对 Landsat-8 OLI 数据进行辐射定标、大气校正、几何精校正、图像增强处理、图形裁剪、镶嵌、波段分离、计算差值植被指数(DVI)、归一化植被指数(NDVI)、比值植被指数(RVI)、 $B5/B2$ 、 $B7/B4$ 、 $B5 * B4/B7$ ,得到研究区遥感信息。

2) 样地数据的处理:将样地中心点坐标导入 ArcGIS 软件并导出 shp 格式的点图层数据,建立样地面图层,以 shp 点图层中的点为圆心,以 13.82m 为半径,将样地以样圆的形式展绘到已进行几何精校正的遥感影像图上,并将相关信息录入对应样地。

3) 自变量因子的筛选:本研究初选的遥感因子共 15 个,因 B8 为全色波段(分辨率为 15m),B1 和 B9 分别为深蓝波段和短波波段,用于观测气溶胶与卷云,本研究不考虑这 3 个波段,在前人研究和经验知识的基础上,只研究 B2~B7 波段和 DVI、NDVI、RVI、 $B5/B2$ 、 $B7/B4$ 、 $B5 * B4/B7$  共 12 个因子与郁闭度的相关性,结果如表 1 所示。12 个自变量因子对郁闭度均有意义。一般地,当  $VIF > 10$  时,说明因子间存在较强的共线性,当  $VIF$  越大,表明多重共线性越严重<sup>[9]</sup>。本研究拟建模的 12 个自变量因子  $VIF$  均大于 10,说明因子间存在严重的多重共线性。根据已有的研究文献资料,解决多重共线性的方法主要有岭回归、偏小二乘回归、主成分回归和逐步回归<sup>[10]</sup>,本研究采用主成分回归法构建林分郁闭度估测模型。

4) 主成分分析:应用 SPSS 21.0 对 12 个自变量因子进行主成分分析,按特征根  $> 1$  的原则提取主成分。

5) 模型构建及精度验证:应用 SPSS 21.0 对模

表 1 自变量因子的相关系数

Tab.1 Correlation coefficient of independent variable factors

自变量	偏相 关系数	方差膨胀 因子 (VIF)	自变量	偏相 关系数	方差膨胀 因子 (VIF)
B2	0.421	30.611	NDVI	-0.305	10.473
B3	-0.118	63.358	DVI	0.145	32.446
B4	0.321	160.253	RV1	0.188	90.214
B5	-0.576	56.742	B5/B2	-0.372	29.588
B6	-0.125	20.793	B7/B4	0.469	107.091
B7	-0.262	144.702	B5 * B4/B7	0.27	25.554

型进行构建,并利用该软件对模型进行线性显著性检验、参数显著性检验、残差正态性检验及等方差性检验。用 15 个样地实测数据对模型的预报精度进行验证。

### 2.2.2 技术路线

研究技术路线如图 1 所示。

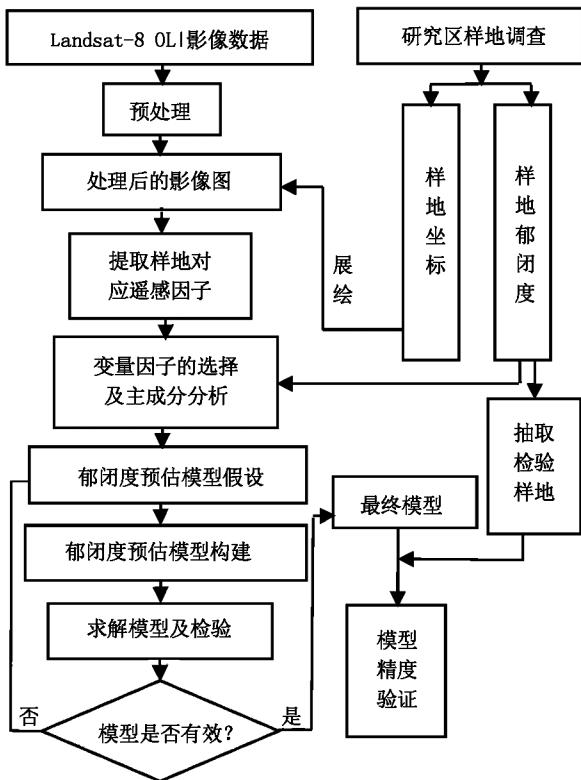


图 1 研究路线

Fig.1 Research route

## 3 主成分回归原理及模型构建

### 3.1 原理和方法

主成分分析的思想是利用降维思想,将多个互

相关联的数值变量转化成少数几个互不相关的综合指标。这些综合指标就是原来多个变量的主成分,每个主成分都是原始变量的线性组合,并且各个主成分之间互不相关。主成分分析的任务之一就是计算主成分,最经典的做法就是用 F1(选取的第一个线性组合,即第一个综合指标)的方差来表达,即  $Var(F1)$  越大,表示 F1 包含的信息越多。在所有的线性组合中选取的 F1 应该是方差最大的,故称 F1 为第一主成分。如果第一主成分不足以代表原来 P 个指标的信息,再考虑选取 F2。即选第二个线性组合。为了有效地反映原来信息,F1 已有的信息就不需要再出现在 F2 中,用数学语言表达就是要求  $Cov(F1,F2)=0$ ,则称 F2 为第二主成分。依此类推,可以构造出第三、第四,……,第 P 个主成分。确定主成分个数的方法有两种:①累计贡献率:当前 k 个主成分的累计贡献率达到某一特定值时,保留前 k 个主成分;②主成分的数目大大少于原始变量的数目;③主成分保留了原始变量的绝大多数信息,一般累计贡献率达到 70% 以上<sup>[9]</sup>。主成分回归的原理是用主成分分析提取的主成分与因变量回归建模。由于主成分间互不相关,并且能较好地反映原来众多相关性指标的综合信息,使得回归方程及参数估计较为可靠。

### 3.2 模型构建

运用统计软件 SPSS 21 对影响林分郁闭度的 12 个因子进行主成分分析,按照特征根大于 1 的原则筛选主成分,分析筛选结果如表 2 所示。

表 2 解释的总方差

Tab.2 Total variance explained

主成分	特征值	方差/%	累积贡献率/%
1	6.555	54.629	54.629
2	3.881	32.341	86.970
3	1.085	9.043	96.012

由表 2 可知,第一主成分特征值为 6.555,解释了原始 12 个自变量的 54.629%;第二主成分特征值为 3.881,解释了原始 12 个自变量的 32.341%;第三主成分特征值为 1.085,解释了原始 12 个自变量的 9.043%。前三个主成分解释了原始 12 个自变量的 96.012% 的信息,因此选择前 3 个主成分建立郁闭度估测模型。

故本研究按照特征根  $\geq 1$  的原则选取前 3 个主

成分的得分为自变量,因变量选取实测郁闭度,建模样地数为 100 个,建立模型如下:

$$Y=0.1P_1+0.01P_2+0.02P_3-0.471$$

式中, $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  分别为第一、第二、第三主成分分量。对模型进行拟合优度检验(表 3)。

表 3 模型汇总  
Tab. 3 Model summary

模型	R	R <sup>2</sup>	修正 R <sup>2</sup>	标准估计误差	更改统计量				
					R <sup>2</sup> 更改	F 更改	df1	df2	Sig. F 更改
1	0.874 <sup>a</sup>	0.764	0.756	5.94419	0.764	104.423	3	97	0.000

从表 3 可以看出,模型的复相关系数为 0.874,拟合优度为 0.764,修正后的拟合优度为 0.756,说明该模型达到较好的拟合效果。

子,如坡度、坡向、坡位、土层厚度等,也没有考虑其他林分因子,如龄组等,故引入立地因子、其他林分

表 4 方差分析  
Tab. 4 Variance analysis

模型	平方和	df	均方和	F	显著性概率
回归	1.107	3	0.369	104.423	0.000 <sup>b</sup>
残差	0.343	97	0.004		
总计	1.450	100			

从方差分析(表 4)结果可以看出,模型的  $F=104.423>F_{0.05}$ , $P<0.01$ ,F 检验达到了 0.01 的显著水平,因此,郁闭度和各主成分之间线性关系显著。

表 5 模型精度检验

Tab. 5 Model accuracy test

编号	实测郁闭度	预测郁闭度	偏差	精度/%
1	0.625	0.499	0.126	79.84
2	0.815	0.632	0.183	77.55
3	0.736	0.582	0.154	79.08
4	0.516	0.408	0.108	79.07
5	0.554	0.441	0.113	79.60
6	0.456	0.574	-0.118	74.12
7	0.256	0.201	0.055	78.52
8	0.654	0.519	0.135	79.36
9	0.856	0.677	0.179	79.09
10	0.512	0.610	-0.098	80.86
11	0.624	0.497	0.127	79.65
12	0.517	0.615	-0.098	81.04
13	0.905	0.719	0.186	79.45
14	0.368	0.285	0.083	77.45
15	0.612	0.473	0.139	77.29

#### 4 模型精度的验证

用 15 个样地对模型精度进行验证(表 5)。结果表明,精度最低为 74.12%,最高为 81.04%,精度的平均水平为 78.80%,可为区域林分郁闭度测定提供模型参考。

因子作为自变量建立林分郁闭度估测模型有待进一步研究。

#### 5 结论与讨论

##### 5.1 结论

1)建立的郁闭度估测模型的复相关系数为 0.874,拟合优度为 0.764,修正后的拟合优度为 0.756,达到较好的拟合效果,说明该模型在数学上是可行的。建成的模型为  $Y=0.1P_1+0.01P_2+0.02P_3-0.471$ 。

2)本研究以贵阳市为研究区域。贵州作为全国唯一没有平原的省份,因其地形地貌的独特性,虽然该模型拟合效果和预报能力均较好,但在地形地貌存在明显差别的其他区域的适用性有待进一步探讨。

2)本研究利用 15 个实测样地对模型预报能力进行精度验证后,估测精度的平均水平为 78.80%,可为区域林分郁闭度估测提供模型参考。

##### 5.2 讨论

1)本研究自变量因子选择时,没有考虑立地因

#### 参考文献:

[1] 孟宪宇. 测树学[M]. 北京:中国林业出版社,2006.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.003

## 利用 91 卫图助手软件实现林业矢量数据坐标系的转换

马晓伟

(永平县林业和草原局,云南 永平 672600)

**摘要:**以永平县林业矢量数据为例,利用 91 卫图助手软件和 ArcGIS 软件,通过北京 54 坐标系矢量数据在各坐标系下叠加、坐标系转换参数的计算、矢量数据坐标系的转换等步骤,阐述实现矢量数据坐标系 WGS84、北京 54、西安 80 和国家 2000 坐标系相互转换的方法,以实现各类自然资源矢量数据的共享。

**关键词:**林业矢量数据;坐标系转换;91 卫图助手软件;ArcGIS 软件;坐标系叠加

中图分类号:S757;P282.2;TP31 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0010-04

引文格式:马晓伟. 利用 91 卫图助手软件实现林业矢量数据坐标系的转换[J]. 林业调查规划,2020,45(3):10-13.

MA Xiaowei. Coordinate System Transformation of Forestry Vector Data by 91 Satellite Map Assistant Software[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(3):10-13.

## Coordinate System Transformation of Forestry Vector Data by 91 Satellite Map Assistant Software

MA Xiaowei

(Yongping Bureau of Forestry and Grassland, Yongping, Yunnan 672600, China)

**Abstract:** Based on the forestry vector data of Yongping County, this paper used 91 satellite map assistant software and ArcGIS software to expound the methods of mutual transformation of WGS84, Beijing 54, Xi'an 80 and national 2000 coordinate system through the superposition of vector data of Beijing 54 coordinate system in each coordinate system, the calculation of transformation parameters and the transformation of vector data coordinate system, so as to realize the sharing of vector data of all kinds of natural resources.

**Key words:** forestry vector data; coordinate system transformation; 91 satellite map assistant software; ArcGIS software; coordinate system superposition

### 1 问题导出

随着 GIS、GPS、RS 软件在林业工作中应用的越来越广泛,在森林和草原资源调查、森林资源管理“一张图”年度更新、湿地资源管理、退耕还林、林业

规划作业设计等工作中产生相应的矢量数据,以永平县为例,其矢量数据坐标系多采用 WGS84、北京 54 坐标系和西安 80 坐标系,由于坐标系不统一,造成矢量数据在 ArcGIS 软件中显示的坐标不一致,同一位置的调查成果矢量数据不能准确地叠加在一

收稿日期:2019-10-12.

第一作者:马晓伟(1978-),男,云南永平人,高级工程师.从事森林经营工作. Email:maxiaowei018@126.com



起,给永平县的林业管理工作造成诸多困扰。

为了使各类自然资源矢量数据成果通用,与国土、农业等部门实现数据共享,根据国务院关于推广使用 2000 国家大地坐标系的有关要求,自然资源部确定自 2018 年 7 月 1 日起全面使用 2000 国家大地坐标系(CGCS2000)。由于坐标系转换需要本地参数,而参数是国家保密的,若使用 91 卫图助手软件计算出本地参数,能在一定程度上提高工作效率,具有一定的实用价值。

## 2 所需软件简介

### 2.1 91 卫图助手(免费版)软件

91 卫图助手(免费版)软件具备强大的标注(勾绘)功能和图层管理功能,支持 KML、SHP 等多种格式矢量数据导入导出,支持 WGS84、西安 80、北京 54、国家 2000 以及地方独立坐标系等多种坐标系及投影。支持坐标系转换、在线标注(勾绘)、格式转换、矢量套合等多种功能,支持与 ArcGIS 软件无缝对接。其 Google Earth 影像的坐标系为 WGS84 坐标系。

### 2.2 ArcGIS 软件

ArcGIS 是由 Esri 公司开发研制的一套完整的 GIS 应用平台。能实现林业和草原资源调查数据采集、编辑、分析和存储等多种功能,已广泛应用于林业工作中。其可以通过转换参数对矢量数据进行投影坐标转换,但尚无转换参数计算功能。

## 3 北京 54 坐标系矢量数据在各种坐标下叠加结果

以“永平县 2008 年造林项目的矢量数据(.shp 格式,北京 54 坐标系)”为例进行探究,西安 80 坐标系转换的方法和步骤与其一致。北京 54 坐标系矢量数据在 ArcGIS 软件里分别与 WGS84、西安 80、国家 2000 坐标系的影像叠加后,由于各数据坐标系不一致,叠加的数据与影像有一定的位置偏移,无法实现数据与影像的完全套合,如图 1,图 2,图 3 所示。

## 4 坐标转换参数的计算

不同坐标系矢量数据的转换首要解决的问题就是坐标系转换参数,而坐标系转换参数是保密的,需通过当地测绘部门购买。这里所指的坐标系转换参数(七参数)是通过 91 卫图助手软件工具“计算坐

标系转换参数”获取到的。

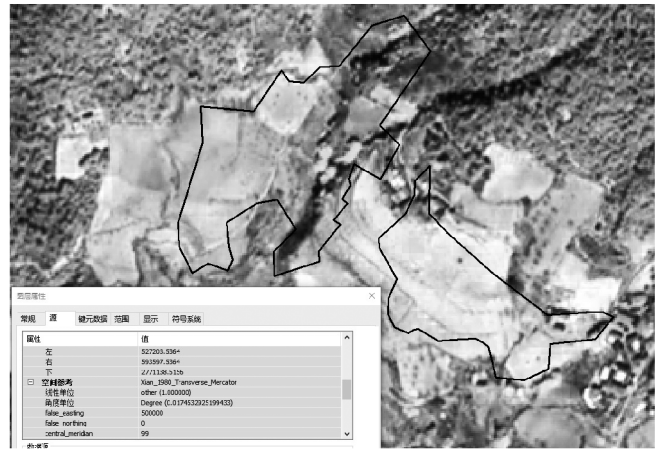


图 1 北京 54 坐标系矢量数据与西安 80 坐标系叠加结果

Fig.1 Superposition of Xi'an 80 coordinate system

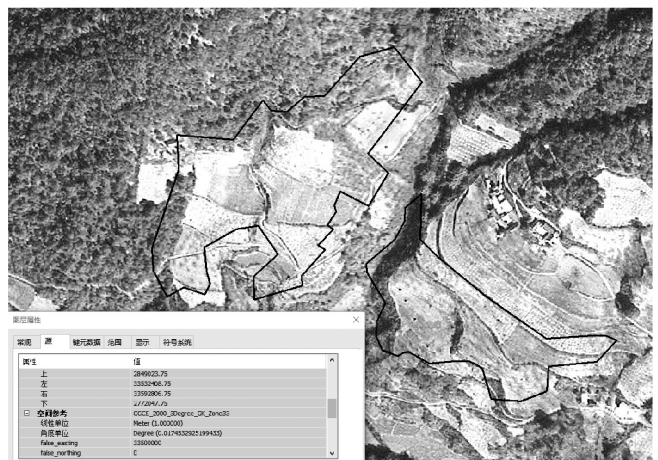


图 2 北京 54 坐标系矢量数据与国家 2000 坐标系叠加结果

Fig.2 Superposition of the national 2000 coordinate system

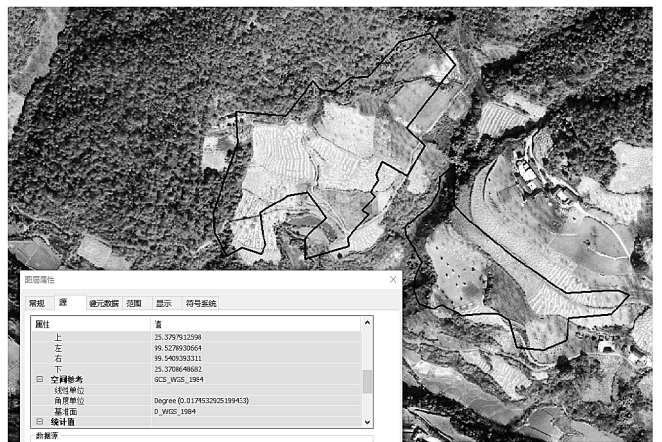


图 3 北京 54 坐标系矢量数据与 WGS84 坐标系叠加结果

Fig.3 Superposition of WGS84 coordinate system

### 4.1 求取公共点

打开 91 卫图助手软件,在实用工具菜单下点击“坐标转换参数”工具,弹出“计算坐标系转换参数”对话框,点击点 0 文本框,再点击“请从地图中取点”然后把鼠标移至 91 卫图助手软件卫星影像一个公共点上并点击,WGS84 坐标系经纬度投影点 0 文本框中会出现经纬度值(如:99.546188607,25.372653871)。点 1、点 2 操作亦如此。

打开 ArcGIS 软件,添加配准好的北京 54 坐标系栅格影像图,在影像图上找到与上述公共点相吻合的位置,记下其坐标值。打开 91 卫图助手软件的“计算坐标系转换参数”对话框,在“北京 54 坐标系高斯投影”下点击 0 文本框并输入记录的坐标值(如:554951,207518)。点 1、点 2 操作亦如此。这样就获得 3 组(点 0、点 1、点 2)公共点坐标。

公共点建议使用 3 组以上,在同一位置且地貌点明显,如房屋的拐角、道路的交叉口、池塘的拐角、田埂交叉点等,取点位置要处于一个村民委员会行政界线范围之内且平均分布,则 91 卫图助手和 ArcGIS 软件公共点匹配的精度就高;若范围过大,则 2 个软件公共点匹配的吻合度会有偏差,精度有所降低。

### 4.2 计算并保存坐标系转换参数

在获得 3 组公共点的坐标后,输入永平县中央子午线:99 度,之后点击“计算参数”、“计算坐标系转换参数”对话框的“转换参数(七参数)”,就自动计算出数值,最后点击“保存参数”,将计算的参数保存为“坐标转换参数.txt”文本文档,以备后期使用(图 4,图 5)。



图 4 91 卫图助手软件“计算坐标系转换参数”

Fig. 4 91 satellite map assistant software "calculate coordinate system conversion parameters"

## 5 矢量数据坐标系的转换

### 5.1 北京 54 坐标系转换为 WGS84 坐标系

打开 91 卫图助手软件,在矢量标绘菜单下点击

“加载矢量”工具,打开 .shp 文件,在弹出的“打开矢量文件”对话框中添加“2008 年造林项目.shp”文件,“坐标投影”选择“北京 54 坐标系高斯投影”,并导入已存储好的“坐标转换参数.txt”,点击确定,



图 5 保存的坐标转换参数

Fig. 5 Saved coordinate conversion parameters

“2008 年造林项目 . shp” 矢量数据就与 91 卫图助手软件 Google Earth 影像叠加在一起 (图 6), 实现了北京 54 坐标系向 WGS84 坐标系的转换。



图 6 坐标系叠加结果

Fig. 6 Overlapping results of coordinate systems

## 5.2 WGS84 坐标系转换为国家 2000 坐标系

根据参考文献 [4] 文章的引述及分析, 在坐标系的实现精度范围内, 国家 2000 坐标系与 WGS84 坐标系是一致的, 即 WGS84 坐标系的矢量数据不需要转换参数就可直接转换为国家 2000 坐标系。

在 91 卫图助手软件矢量标绘菜单下点击保存矢量, 在弹出的“保存矢量文件”对话框中选中“2008 年造林项目”→保存形式为“. shp”→选择保存文件的位置→坐标投影为“国家 2000 坐标系高斯投影”→确定, 即可实现 WGS84 坐标系向国家 2000

坐标系的转换。

## 6 结语

通过利用 91 卫图助手软件计算出来的坐标系转换参数实现了北京 54、西安 80、WGS84、国家 2000 坐标系之间的相互转换, 在 ArcGIS 软件中使各调查成果矢量数据能够充分吻合, 解决了基层林业工作中基础矢量数据坐标系转换问题, 促进各部门、各行业矢量数据的直接对接, 达到信息共享, 同时助力于坐标系转换工作。

## 参考文献:

- [1] 薛在军, 马娟娟. ArcGIS 地理信息系统大全 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.
- [2] 柯德森. 基于 91 卫图助手软件平台影像与矢量图叠加分析 [J]. 福建林业. 2017(6): 46-48.
- [3] 马晓伟 施俊美. ArcGIS 与 91 卫图助手软件结合在永平县新一轮退耕还林工作中的应用 [J]. 林业调查规划, 2019, 44(6): 1-4, 10.
- [4] 谢艳玲, 夏正清. 基于 ArcGIS 的 1980 西安坐标系到 2000 国家坐标系的转换研究 [J]. 测绘与空间地理信息, 2014(12): 220-224.
- [5] 杨森. 林业小班数据与 91 卫图助手网络在线地图套合应用研究 [J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2019, 32(6): 42-43.
- [6] 91 卫图助手影像高程下载专家 [EB/OL]. <http://www.91weitu.com/>.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.004

## 奥维互动地图在林业工作中的应用探析

覃道彪

(斯道拉恩索(广西)林业有限公司,广西 北海 536000)

**摘要:** 随着信息技术的不断发展,奥维互动地图类软件在林业工作中被广泛应用,其不仅为林业工作开展带来较大便利,也在一定程度上提升了林业工作效率,帮助林业工作开展解决了实际成本。文中介绍了奥维互动地图的功能和常规设置,阐述了其在林业经营与管护工作、森林资源调查与连续清查、征占用林地调查和林业综合规划中的应用;对奥维互动地图在应用中存在的定位系统稳定性差、影像更新速度较慢、软件使用要求高、专业性比较单一等不足;提出提高定位稳定性、开发林业应用插件等建议。

**关键词:** 奥维互动地图;林业;应用;定位稳定性

中图分类号:S757;TP413 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0014-03

引文格式:覃道彪. 奥维互动地图在林业工作中的应用探析[J]. 林业调查规划,2020,45(3):14-16.

QIN Daobiao. Application of Orville Interactive Map in Forestry Work [J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(3):14-16.

## Application of Orville Interactive Map in Forestry Work

QIN Daobiao

(Guangxi Stora Enso Forestry Co., Ltd., Beihai, Guangxi 536000, China)

**Abstract:** With the continuous development of information technology, Orville interactive map is widely used in forestry work, which not only brings great convenience, but also improves the efficiency and reduces the actual cost of forestry work to a certain extent. This paper introduced the function and routine setting of Orville interactive map, and expounded its application in forestry management, forest resources inventory, forest land acquisition and occupation investigation and forestry comprehensive planning. Based on the shortcomings in the application, such as poor stability of positioning system, slow speed of image updating, high requirements for software and single professionalism, some suggestions were put forward to improve the positioning stability and develop forestry application plug-ins.

**Key words:** Orville interactive map; forestry; application; positioning stability

林业发展建设中移动地图软件发挥着重要作用,奥维互动地图软件因具有多数据整合、跨平台服务、高质量调查与精度定位等优势,再加上软件自身操作起来相对简便、程序较小、影像图更新及时、平台直观可视,因此可以作为一种优选软件在林业工

作中使用。

### 1 奥维互动地图简介与数据转换

#### 1.1 奥维互动地图简介

目前已集成了 Google 地图与卫星图、Bing 卫星

收稿日期:2019-11-05.

第一作者:覃道彪(1988-),男(壮族),广西金秀人,工程师.主要从事林业调查规划设计工作.

图、百度地图、OpenCycle 等高线地图等多种知名地图,可以自由切换并离线使用这几种地图。软件提供了规划设计的常用工具,可以直接在地图进行各种规划设计操作——画点、画线、画多边形、画圆、画曲线、做标记、填充区域等,也可以分享自己的行走轨迹、指导好友走出迷途,还可以跟踪好友位置、随时对话,及时了解各自方位。奥维地图可直接读取 CAD 文件并将其转化为奥维对象,将设计展现在地图之上;奥维浏览器可以将图片及奥维对象直接转换为 CAD 底图与矢量对象,方便在 CAD 上做精细设计。

### 1.2 奥维互动地图常规设置

使用软件之前都要对奥维互动地图进行一些常规的设置,可以根据不同的工作需求,设置奥维窗口,方便外业工作使用,并做好坐标转换及地图校正工作,奥维互动地图支持关联点转换、经纬度、UTM 等坐标系统。因为一些林业数据并非是在通用坐标系下,所以使用前期需要将其和目标数据坐标转换为同一坐标系,这样可以减少数据误差。利用 ArcGIS 可以实现坐标转换、地图校正,再加上其自身也能进行横轴墨卡托坐标转换;设置数据转换可以将奥维地图支持的 kml、dwg 等格式导入,再用 ArcGIS 软件对目标数据进行转换,使其变成软件可以识别的格式,最终结合目标地图完成数据的编辑与浏览。

## 2 奥维互动地图在林业工作中的应用

### 2.1 在林业经营与管护工作中的应用

林业工程规划设计期间,可以使用奥维地图进行测绘与记录,然后对当前的方案进行合理修改与优化,对特殊位点进行标注,方便在室内进行后期设计。森林抚育上,奥维互动地图能进行现场区划并填写外业因子,开展森林抚育外业调查;管理人员能使用这一地图详细督查抚育地情况,防止抚育操作落实不到位,提升管理效率。森林资源规划设计样地测设,也需要先导入布设样点,做好线路规划,再使用导航找到样地位置;另外,还能进行数据采集与位置跟踪,实现人员位置共享。

在对区域林区进行管护期间,护林员与电脑终端管理员可以加为好友。护林员可以将自身记录及实际巡护轨迹,适时传送到电脑终端,护林员也可用其进行导航,以便在第一时间赶赴具体位点。护林员之间也可以分享彼此的巡护路径,便于护林监管工作的顺利开展。巡山护林期间,可使用奥维互动地图中 GPS 定位和记录功能查看护林员位置,并对

巡护情况进行详细检查;护林员还可结合现场地形对巡护线路进行及时修正,对伐区与水土流失位置进行纪录。森林防火方面,可借助定位功能,对着火位置进行精准定位,如此不仅可以及时向上级呈报火情,还能对参与扑火的人员进行导航,保证火灾发生期间救援队伍能在第一时间赶到火灾场地开展扑救。

### 2.2 在森林资源调查与连续清查中的应用

林业资源调查方面,将小班图层转为 KMZ 格式文件并导入到奥维互动地图中,外业调查期间,开启离线导航功能,顺着原定规划线路开展调查,同时现场填写小班因子,对现场不能确定复杂因子的小班则需要使用拍照与录音功能,采集重要信息,便于对小班地形进行准确判断;外业调查结束后,将收录的因子导出,使用 ArcGIS 软件结合实际参数进行校正,最终和在线地图插件结合,对内进行合理划分。这样既可以节约成本,还能有效提升调查准确性,让数据录入更加方便,另外还能减少工作量,提升工作效率。

在森林资源连续清查工作中,需要将设置好的样地坐标进行转换,然后将其导入到手机软件中提前进行离线地图下载,结合实际需求提前对线路进行规划导航;与此同时,还能实现对简单数据的采集与位置跟踪,开展位置共享,这和传统的 GPS 寻样相比,不仅可以节约时间,还能提升整体工作成效。

### 2.3 在征占用林地项目调查中的应用

征占用林地现场调查是“三类调查”,采用先进的调查方法,才能确保整体工作质量,所以调查期间,需要合理应用调查工具与方法,确保调查结果精准合理。在现场调查中,可将提前转换的数据导入平板软件中,然后将其叠放到影像图里面,再结合软件定位、面积测算、标签等对用地范围中的林地征用情况进行区划,对实地面积进行准确测量与勾绘,完成小班属性信息记录。特别是在野外调查期间,借助软件提供的轨迹功能,既可以对线路走向进行准确标记,还能对占地情况进行详细记录,如此不仅可以确保数据采集更加精准,还能提升外业调查效率,缩短项目完成时间。

### 2.4 在林业综合规划设计中的应用

奥维互动地图结合 CAD 软件,可将奥维互动地图直接应用到林业规划设计中。奥维互动地图能直接读取 CAD 文件,然后将其变为奥维对象,并将其展现在视图中;与此同时,也可以将奥维地图影像、对象转变成 CAD 矢量与底图,方便在 CAD 中展开

设计工作,让设计出来的图形看起来更直观。奥维地图中有很多常用的设计工具,可以在林业调查规划工作中充分利用,例如对区域面积进行标记、画点等,也可以将奥维互动地图应用到林区道路规划、防火带设计等方面,在线路及区域规划期间能对长度与面积进行直接计算,便于对预算进行科学测算,从而确保工程规划更加精准。

### 3 奥维互动地图应用不足与建议

尽管奥维互动地图在不同林业工作中被广泛应用,但其在具体应用期间仍然有很大的局限性。

#### 3.1 定位系统稳定性差

外业工作中,奥维互动地图定位会存在一定偏差,与 Trimble GPS 进行的现场比对发现,奥维的误差比较大,特别是在山地海拔起伏比较大的区域误差更为明显,接收到的卫星数据较少、网络覆盖差等都会影响到系统定位的精度。而在平地且网络覆盖比较高的区域,奥维互动地图可以完全胜任林业的各项外业工作,卫星接受稳定,都在 20 颗以上,跳点的情况也比较少,精度也比较高,因此,如何提高定位精度为林业服务是关键因素。

#### 3.2 影像更新速度较慢且不统一

外业工作中,会经常用到奥维互动地图集成的映像地图数据,例如 Google 卫星图、Bing 卫星图、百度卫星图,以这些卫星图为底图,进行林业区划勘查边界与测量勾绘。以上几家公司的卫星图数据,更新的频率较慢且不统一,大城市周边更新比较快,有时几月一更,而人口密度少的地区更新非常慢,有几年都未更新的卫星图,只能参考历史卫星图的变化进行现场实地勘查作业,这对于林业外业工作的帮助不是很显著。

#### 3.3 软件使用要求比较高

奥维互动地图在不断地升级与完善,因此使用的设备也要不断更新,目前使用的 V8.2.5 版本,需要 3G 以上的运行内存设备(手机/平板电脑)才能高速运行,地图数据、缓存数据、作业数据的保存也

会占用大量的存储空间,信息存储过大将影响到设备的正常运行或运行缓慢,还有可能出现软件闪退的情况。作业过程中,软件耗电量大,但是移动设备自身的续航能力有限,不能长期进行工作,所以需要使用大容量的充电宝,才能确保设备正常使用。在天气炎热的环境下,设备持续使用也容易发热,易造成设备损坏。

#### 3.4 专业性比较单一

奥维互动地图,主要有采集外业地图数据与导航功能,其功能比较单一,并没有搭载相关专业数据的信息记录导入与导出功能,不方便数据记录采集计算与汇总,如能开发一些林业调查、林业汇总的插件加入到奥维软件中使用,将可以高效地提高林业工作者的工作效率。因此,有必要对奥维互动地图软件进行深入研究,提升其实用性,便于其在林业中更好地应用。

## 4 结语

综上所述,奥维互动地图兼具设计与信息处理功能,将其妥善地应用到林业工作中,既可以改变原有的工作方式,还能促进林业工作朝着信息化与规范化发展,提高工作效率,节约生产成本。因此,奥维互动地图在林业工作中有很大的应用前景,值得深入研究。

### 参考文献:

- [1] 武紫娟,王小军. 奥维互动地图在林业工作中的应用探析[J]. 防护林科技,2018(12):72-73.
- [2] 王智飞,赫雁翔. 奥维互动地图和 Google 地球在森林资源二类调查外业中的应用研究[J]. 林业建设,2015(4):30-34.
- [3] 王迎春,江伟,赵玉茹,等. 奥维互动地图软件在林业生产中的应用[J]. 山东林业科技,2017,47(4):81-84,86.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.005

## 近 60 年来西双版纳气候变化及其与橡胶种植关系研究

姚 平<sup>1</sup>, 寇卫利<sup>2</sup>, 王秋华<sup>3</sup>, 韩永涛<sup>3</sup>

(1. 西南林业大学生态与环境学院, 云南 昆明 650224; 2. 西南林业大学大数据与智能工程学院, 云南 昆明 650224;  
3. 西南林业大学土木工程学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:**近年来西双版纳大范围的橡胶种植给当地生态环境带来严重影响。利用 1957—2017 年西双版纳州勐腊县的气候资料以及 1980—2017 年橡胶种植面积数据, 采用气候倾向率估计、滑动 t 检验和 Pearson 相关系数等分析方法, 研究气候变化特征及其与橡胶种植的关系。结果表明, 1957—2017 年勐腊县多年平均气温、最高气温、最低气温、相对湿度、降水量、日降水量 $\geq 0.1$  mm 日数分别为 21.5℃、29.0℃、17.6℃、83.7%、1 528.78 mm 和 160.7 d; 气温、最高气温、最低气温随时间变化呈现显著的上升趋势, 相对湿度和降水日数则呈现显著的下降趋势, 降水量稍有增加, 但增加不明显; 西双版纳气候呈现显著的干热化趋势, 且干热化趋势在 1980 年代明显增强, 至 2000 年代中期以后进一步增强; 1980 年以来, 橡胶林种植面积快速增大, 且其随时间增大的趋势与当地干热化趋势基本一致; 西双版纳橡胶种植面积与气候要素均具有显著的相关关系, 大范围橡胶种植在当地气温上升和相对湿度减小的变化中发挥着显著的作用。

**关键词:**气候变化; 干热化; 橡胶种植; 西双版纳

中图分类号: S718.512; S794.1 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)03-0017-07

引文格式: 姚平, 寇卫利, 王秋华, 等. 近 60 年来西双版纳气候变化及其与橡胶种植关系研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 17-23.

YAO Ping, KOU Weili, WANG Qiu Hua, et al. Relationship between Climate Change and Rubber Planting in Xishuangbanna in Recent 60 years[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 17-23.

### Relationship between Climate Change and Rubber Planting in Xishuangbanna in Recent 60 years

YAO Ping<sup>1</sup>, KOU Weili<sup>2</sup>, WANG Qiu Hua<sup>3</sup>, HAN Yongtao<sup>3</sup>

(1. College of Ecology and Environment, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

2. College of Big data and Intelligent, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

3. College of Civil Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** In recent years, the large-scale rubber planting in Xishuangbanna has seriously affected the local ecological environment. Based on the meteorological data from 1957 to 2017 and the rubber planting area from 1980 to 2017 in Mengla County of Xishuangbanna, the climate change characteristics of Xishuangbanna and its relationship with rubber planting were studied by using climate tendency estimation

收稿日期: 2019-11-25; 修回日期: 2019-12-06.

基金项目: 国家自然科学基金(31760181, 31400493); 云南省优势特色重点学科(生态学); 云南省农业基础研究联合专项面上项目(2017FG001(-034)); 西南林业大学博士科研启动基金(111711)资助.

第一作者: 姚平(1982-), 女, 云南昆明人, 博士, 讲师. 研究方向为气候变化及全球变化生态学. Email: yaoping95@163.com

method, sliding t test and Pearson correlation coefficient method. The results showed that the values of mean annual temperature, maximum temperature, minimum temperature, relative humidity, precipitation and mean annual days with average daily precipitation  $\geq 0.1$  mm were 21.5°C, 29°C, 17.6°C, 83.7%, 1 528.78 mm and 160.7 d in Mengla County from 1957 to 2017, respectively. The temperature, maximum temperature and minimum temperature increased significantly, while the relative humidity and days with average daily precipitation  $\geq 0.1$  mm decreased significantly, and the precipitation increased slightly, but not significantly. The climate of Xishuangbanna presented a significant dry-heating trend, which was significantly strengthened in the 1980s and further strengthened after the mid-2000s. Since 1980, the rubber planting area in Xishuangbanna had increased rapidly, which was consistent with the overall and phased changing tendency of local dry-heating trend in time. Significant correlation was found between the rubber planting area and all climate elements. Extensive rubber plantation played an important role in the increase of temperature and the decrease of relative humidity.

**Key words:** climate change; dry-heating trend; rubber plantation; Xishuangbanna

工业革命以来,人类改造环境的能力日益增强,土地覆被的改变对气候产生巨大影响,是全球变化研究的重要领域<sup>[1-2]</sup>。西双版纳州位于我国西南部边陲,是全球生物物种的高富集区和世界级的生物基因库之一,受到国内外学者的广泛关注<sup>[3]</sup>。由于该区域较丰富的气候资源和适宜的地形条件,成为我国主要的橡胶生产基地,而大范围的橡胶种植对气候和生态环境造成重要的影响<sup>[4-6]</sup>。近年来西双版纳地区橡胶林面积和局地气候特征均出现了新的变化<sup>[7-12]</sup>。为此,针对西双版纳橡胶种植面积较大的勐腊县<sup>[7]</sup>,开展近 60 年来多气候要素及其与橡胶种植面积之间关系的研究,以期对人类活动影响气候,以及西双版纳橡胶经济林合理开发和生态环境的有效保护提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料

采用国家气象信息中心提供的西双版纳州国家基准气候站勐腊站 1957—2018 年逐月气象观测数据,主要包括平均气温、平均最高气温、平均最低气温、平均相对湿度、20—20 时降水量和日降水量  $\geq 0.1$  mm 日数,计算年平均气温(气温)、年平均最高气温(最高气温)、年平均最低气温(最低气温)、年平均相对湿度(相对湿度)、20—20 时年降水量(降水量)和日降水量  $\geq 0.1$  mm 年总日数(降水日数)。

本研究中橡胶种植数据来自《云南统计年鉴》<sup>[8]</sup>及近年来公开发表的数据信息<sup>[9-10]</sup>。

### 1.2 研究方法

主要采用气候要素趋势分析、滑动 t 检验和皮

尔逊(Pearson)相关系数等统计学方法进行分析<sup>[11]</sup>。

#### 1.2.1 气候要素趋势分析

通常用一次线性回归方程表示,即  $\hat{x} = a_1 t + a_0$ ,其中  $x$  为气候要素, $t$  为时间, $a_1 \times 10$  称为气候倾向率<sup>[13]</sup>,采用 F 检验对气候要素的趋势进行显著性验证。利用气候倾向率估计方法分析近 60 年来西双版纳州气候要素的总体变化趋势。

#### 1.2.2 滑动 t 检验

采用滑动 t 检验<sup>[13]</sup>,分析近 60 多年来气候要素的突变特征。滑动 t 检验是通过考察两组样本平均值的差异是否显著来检验突变,对于具有  $n$  个样本量的时间序列  $x$ ,设置某一时刻为基准点,基准点前后两段子序列  $x_1$  和  $x_2$  的样本分别为  $n_1$  和  $n_2$ ,则定义统计量

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (1)$$

其中  $s = \sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$ ,统计量遵从自由度为  $v = n_1 + n_2 - 2$  的  $t$  分布,计算过程中通过反复变动子序列长度实验比较,避免人为选取子序列长度造成突变点的漂移。

#### 1.2.3 Pearson 相关系数

采用 Pearson 相关分析<sup>[13]</sup>,探讨近年来气候变化与橡胶树种植之间的关系。Pearson 相关系数是描述两个随机变量线性相关的统计量,利用检验方法对 Pearson 相关系数进行显著性检验,并采用 Matlab 2014a 软件进行计算分析。



## 2 结果与分析

### 2.1 气候变化特征

近 60 年来西双版纳州勐腊县多年平均气温为 21.5℃,多年平均最高气温和多年平均最低气温分别为 29.0℃ 和 17.6℃,多年平均相对湿度为 83.7%,多年平均年降水量为 1 528.78 mm,多年平均日降水量  $\geq 0.1$  mm 日数平均为 160.7 d。

对各气候要素的时间序列进行趋势分析(表 1),由表 1 可知,气温、最高气温、最低气温的一次线性回归方程均通过  $\alpha=0.05$  的  $F$  显著性检验,其气候倾向率分别为 0.26℃/10 a、0.19℃/10 a、0.22℃/10 a,表明 1957—2017 年来气温、最高气温、最低气温随时间变化呈现显著增加的趋势,近 60 年来气温、最高气温和最低气温平均分别上升 1.58℃、1.16℃ 和 1.34℃,与全国<sup>[11]</sup>和云南省<sup>[12]</sup>升温趋势基本一致,全国近 60 多年来气温倾向率为 0.26℃/10 a,云南省近 50 年来最高气温和最低气

温的倾向率为分别为 0.17℃/10 a 和 0.27℃/10 a;相对湿度和降水日数则呈现显著的减小趋势(通过  $\alpha=0.05$  的  $F$  显著性检验),气候倾向率分别为 -0.94%/10 a 和 -0.55 d/10 a,近 60 多年来相对湿度下降了约 5.73%,降水日数减少了 3.36 d;降水量稍有增加,但增加不显著。

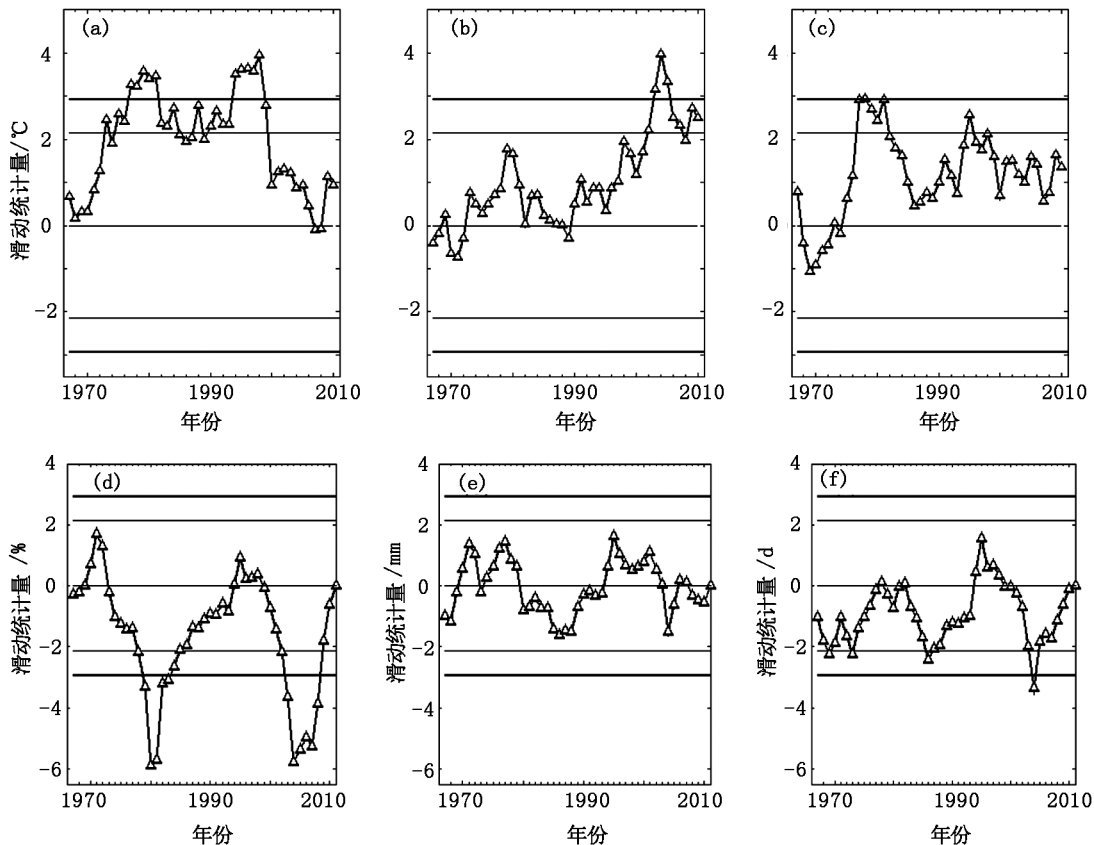
表 1 1957—2017 年各气候要素的气候倾向率

Tab. 1 Tendency rates of climate elements from 1957 to 2017

气候要素	气温 /(℃· 10 a <sup>-1</sup> )	最高 气温 /(℃· 10 a <sup>-1</sup> )	最低 气温 /(℃· 10 a <sup>-1</sup> )	相对 湿度 /(%· 10 a <sup>-1</sup> )	降水量 /(mm· 10 a <sup>-1</sup> )	降水 日数 /(d· 10 a <sup>-1</sup> )
气候倾向率	0.26*	0.19*	0.22*	-0.94*	3.04	-0.55*

注:其中\*表示通过  $\alpha=0.05$  的  $F$  显著检验。

采用滑动  $t$  检验方法对各气候要素的突变特征进行检验。滑动  $t$  检验子序列长度取 9 年,结果如图 1 所示。



(a) 气温; (b) 最高气温; (c) 最低气温; (d) 相对湿度; (e) 降水量; (f) 降水日数  
粗、细实线分别为和显著水平的临界值

图 1 1958—2017 年气候要素滑动  $t$  统计量曲线

Fig. 1 Curve of sliding- $t$  statistical magnitude of climatic elements from 1958 to 2017

1958—2017 年以来气温在 1979 年和 1998 年的滑动统计量超过了  $\alpha=0.01$  显著水平,表明气温分别在这两年出现显著的突变;最低气温的滑动统计量在 1981 年超过了  $\alpha=0.01$ ,表明最低气温在这一年发生了显著的突变;而最高气温和降水日数均在 2004 年发生了显著突变;相对湿度在 1980 年和 2004 年出现两次显著的突变。降水量突变特征不明显。

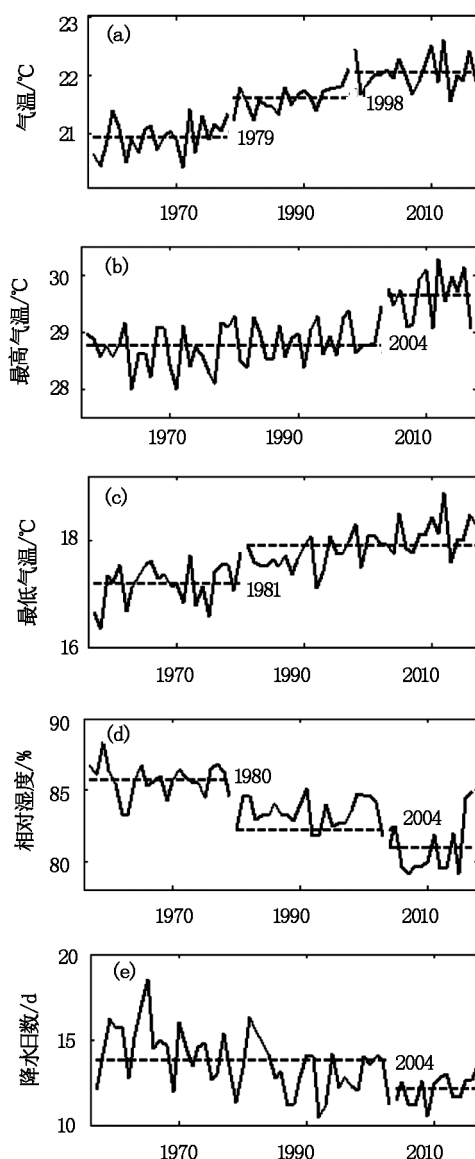
根据滑动 t 检验的突变年份,计算 1958—2017 年来突变前后气候要素的平均值(图 2)。气温在 1979 年和 1998 年发生的突变均为明显的增暖突变,其中 1957—1978 年气温平均值为 20.95℃,1979—1998 年气温平均值为 21.61℃,1998—2017 年气温平均值为 22.04℃;最高气温出现了一次显著的增暖突变,突变前后最高气温平均值分别为 28.76℃和 29.63℃;最低气温出现了一次显著的增暖突变,突变前后最低气温平均值分别为 17.19℃和 17.90℃;相对湿度出现两次显著的减小突变,突变前后平均值分别为 85.66%、82.17%和 80.9%;降水日数出现一次显著的减小突变,突变前后平均值分别为 165.13 d 和 145.71 d。

综上,1958—2017 年勐腊县气温、最高温度和最低温度均呈现显著的增暖趋势,而水分条件(相对湿度和降水日数)均呈现显著的减小趋势,表明近 60 年来西双版纳地区呈现显著的干热化变化趋势。特别地,气温和最低温度在 1979—1981 年间出现一次显著的增暖突变,气温 1998 年发生了第二次显著的增暖突变,最高气温则在 2004 年出现显著的增暖突变,相对湿度在 1980 年出现一次显著的减小突变,在 2004 年相对湿度和降水日数均出现显著的减小突变,表明西双版纳地区在 1980 年代初期出现的显著的干热化突变特征,在 1990 年代后期继续突变增暖,在 2000 年代中期以后干热化突变特征显著增强。

### 2.2 西双版纳橡胶林大面积种植与气候变化的关系

近年来西双版纳橡胶种植面积扩大,对当地的生态环境造成巨大的影响,引发很多学者对其变化特征相关的研究。然而,采用的研究方法不同,所获取的橡胶种植面积也有所差异<sup>[7,9-10,14]</sup>。本研究采用云南统计年鉴<sup>[8]</sup>及廖湛嫻等<sup>[9]</sup>和刘晓娜等<sup>[10]</sup>研究获取的勐腊县和西双版纳橡胶种植面积为依据进行研究(图 3)。

从图 3 中可以看出,不同方法提取的面积虽在数值上稍有差异,但是其随时间的变化趋势大致相



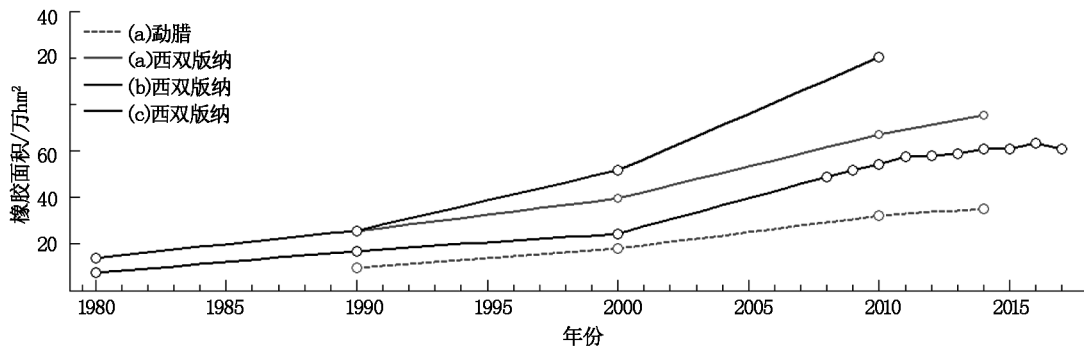
(a) 气温; (b) 最高气温; (c) 最低气温; (d) 相对湿度; (e) 降水日数

图 2 1958~2017 年气候要素突变特征

Fig. 2 Abrupt features of climatic elements from 1958 to 2017

同,即 1980—2017 年橡胶种植面积均呈现增加趋势,且不同年代橡胶种植面积增加幅度不同,在 1980—1990 年间缓慢增加(3 个文献中橡胶种植面积平均增加率为 0.527 万  $\text{hm}^2/\text{a}$ ),在 1990—2000 年间增加较快(0.789 万  $\text{hm}^2/\text{a}$ ),2000—2010 年间增加最快(1.766 万  $\text{hm}^2/\text{a}$ )。2010 年以后橡胶种植面积继续增加,但增加趋势逐渐减弱;值得注意的是,勐腊县橡胶种植面积随时间的变化规律与西双版纳州橡胶种植面积的变化规律大体一致。

改变下垫面覆被是人类活动对气候变化影响的



数据引用:(a)廖谔娅等<sup>[9]</sup>;(b)刘晓娜等<sup>[10]</sup>;(c)云南统计年鉴<sup>[8]</sup>

图 3 1980—2017 年橡胶种植面积变化曲线

Fig. 3 Curve of rubber planting area from 1980 to 2017

重要方式之一。为了探讨西双版纳橡胶种植与当地气候变化的关系,并且考虑到下垫面覆被对气候变化影响的滞后性,采用图 3 中橡胶种植面积数

据,与同期和后期 1 年的气候要素平均值进行相关分析,获得四组橡胶种植面积与气候要素的 Pearson 相关系数(表 2)。

表 2 橡胶种植面积与气候要素的相关系数

Tab. 2 Pearson coefficients between rubber planting area and climatic elements

	气温	最高气温	最低气温	相对湿度	降水量	降水日数
(a) 勐腊	0.789*	0.973***	0.471	-0.956***	-0.929***	-0.979***
(a) 西双版纳	0.759*	0.982***	0.435	-0.964***	-0.941***	-0.988***
(b) 西双版纳	0.991***	0.859**	0.981***	-0.761*	-0.584	-0.971***
(c) 西双版纳	0.68**	0.925***	0.494*	-0.822***	-0.594**	-0.845***

注:其中\*, \*\*, \*\*\* 分别通过  $\alpha=0.1, 0.05, 0.01$  的显著  $t$  检验。

从表 2 中可见,勐腊县橡胶种植面积与气候要素的相关系数,与西双版纳州橡胶种植面积与气候要素的相关系数大致相同;四组橡胶种植面积与局地气候要素的相关系数符号一致,也即变化趋势是一致的。因此,以统计时间年限最长的云南统计年鉴中的橡胶种植面积与气候要素的相关系数为代表进行分析,结果发现,近年来西双版纳橡胶种植面积与局地气候要素均具有显著的相关关系:橡胶种植面积与气温、最高气温和最低气温呈显著的正相关关系,表明当橡胶种植面积增加(减小)时,局地气温、最高气温和最低气温呈现明显的增加(减小)趋势;橡胶种植面积与相对湿度、水汽压、降水量和降水日数呈现显著的负相关关系,表明当橡胶种植面积增加(减小)时,局地相对湿度、水汽压、降水量和降水日数呈现明显的减小(增加)趋势。

综上所述,1980 年以来,西双版纳州橡胶树种植面积总体为增加趋势,与勐腊县气温、最高气温和最低气温的上升趋势,相对湿度和降水日数减小趋

势是一致的。此外,西双版纳州橡胶树种植面积的增加速率,即 1990—2000 年间橡胶种植面积增加较快,2000—2010 年间增加最快的这种变化趋势,大体上也与气候要素显著突变的时间相对应,即气温在 1998 年发生显著的突变,最高气温、相对湿度和降水日数均在 2004 年均出现了突变。以上结论都充分说明,橡胶种植面积与气候要素的总体变化趋势,以及阶段性增加(突变)趋势均具有显著关联。

### 3 讨论与结论

#### 3.1 讨论

从 20 世纪 60 年代初期开始,西双版纳地区进行了大规模橡胶种植工作,至 1980 年以后有林地(包括热带雨林和热带季雨林等自然林)面积持续下降,而橡胶面积则不断增加<sup>[5,15]</sup>。大范围下垫面的植被类型改变必然导致局地气候的改变。

目前虽尚未有直接研究证明西双版纳大范围橡胶种植对当地气温显著上升造成重要的影响,但是

下垫面植被类型的改变会导致反照率、冠层导度、能量收支平衡等变化,从而导致气温的变化<sup>[1]</sup>。橡胶林的反照率比热带雨林更小,能吸收更多的太阳辐射。观测结果表明,橡胶林月平均温度较热带雨林高<sup>[16]</sup>。橡胶的种植必然经历裸地的阶段,而裸土的增加也会改变地表反照率,使生物物理机制发生改变,导致地表及近地表温度的增高。在 40 年的更新周期中,对比同期热带雨林(固碳量为 6720 g/cm<sup>2</sup>)而言,橡胶林是一个弱碳汇(固碳量为 1835 g/cm<sup>2</sup>)<sup>[17]</sup>,即橡胶林通过减弱森林固碳功能,间接加热大气。此外,Wang 等<sup>[18]</sup>的研究发现,橡胶树是强烈的光线依赖性单萜化合物的释放源,该化合物能吸收大量光辐射,影响气温变化。综合以上分析表明,1980 年以来西双版纳区域大面积的橡胶林种植对局地气温的升高具有重要作用。

研究表明,近 60 年来西双版纳降水量稍有增加但变化不显著。易燕明等<sup>[19]</sup>采用 Pielke 模式研究得出,森林对降水有一定的增值作用,但增加的数量甚小。森林作为“水源林”,主要是以其截留大气水分,使其成为“树雨”,补充于土壤,成为增加局地水资源的重要部分。西双版纳橡胶种植面积的大幅增加,而当地降水量变化不明显,表明橡胶种植面积对降水量的影响较小。大范围橡胶种植对空气湿度的影响,主要与大气降水量、植被冠层截留量和森林蒸散等有关。研究表明,西双版纳橡胶林冠截留量(393.5 mm/a)远低于季节雨林(660.6 mm/a)<sup>[20]</sup>,橡胶林的多年平均年蒸散量(774.54 mm/a)也低于热带雨林(795.68 mm/a)<sup>[21]</sup>。西双版纳下垫面的水分主要来源于大气降水量,在降水量变化不大,且降水日数显著减少的情况下,橡胶大面积的种植,会使蒸散到大气中的水量相对减小。而气温的显著升高会使空气中的饱和水汽压剧烈增大,从而导致空气相对湿度显著减小。也即橡胶种植面积的增大,会使局地空气相对湿度显著减小,加剧大气的干燥程度。

综上,1980 年以来西双版纳大范围的橡胶种植是当地气候变化的一个重要影响因素,对局地气温升高和空气湿度减小有显著的影响,也即对气候干热化的趋势具有显著作用。

### 3.2 结论

1) 1957—2017 年西双版纳勐腊县呈现显著的干热化变化趋势。气温、最高气温、最低气温随时间变化呈现显著升高的趋势,气温升高速率高于云南和全国水平。相对湿度和降水日数则呈现显著的减

小趋势,降水量稍有增加,但增加不明显。气温、最低温度(相对湿度)在 1979—1981 年间出现了一次显著增暖(减小)突变;气温在 1998 年发生了第二次显著的增暖突变;最高气温(相对湿度和降水日数)均在 2004 年均出现了显著的增暖(减小)突变。

2) 1980 年以来,西双版纳州橡胶种植面积总体上呈增大的趋势,橡胶种植面积与当地气候要素具有显著的相关关系,且两者的变化趋势一致。分析表明,西双版纳橡胶种植面积的增大对当地气候干热化的变化趋势具有重要的影响。

3) 橡胶种植会改变下垫面植被冠层导度、地表反照率、表面粗糙度、土壤温湿度等下垫面属性,影响地表与大气间的水、热交换过程,进而影响气候变化。因此,大范围橡胶种植对局地气候影响的具体过程是值得继续研究的内容。此外,影响气候的因素较多,除人为因素外,还包括地球物理因子、太阳辐射、大气环流、下垫面性质等。据 IPCC 第五次评估报告<sup>[22]</sup>,与 1986—2005 年相比,2016—2035 年全球平均地表温度将升高 0.3~0.7℃。据此,西双版纳的背景气候将继续变暖。如何从众多影响气候变化的因素中,分离出人为活动(橡胶种植)对气候变化的影响程度,也是需要深入研究的内容。

### 参考文献:

- [1] BOUNOUA L, DEFRIES R, COLLATZ G J, et al. Effects of land cover conversion on surface climate [J]. *Climatic Change*, 2002, 52(1): 29-64.
- [2] MERJA H T, STEVEN E, HANS J P. Impact of Abrupt Land Cover Changes by Tropical Deforestation on Southeast Asian Climate and Agriculture [J]. *Journal of Climate*, 2017, 30(7): 2587-2600.
- [3] 兰国玉, 胡跃华, 曹敏, 等. 西双版纳热带森林动态监测样地树种组成与空间分布格局 [J]. *植物生态学报*, 2008, 32(2): 287-298.
- [4] ZIEGLER A D, FOX J M, XI J C. The rubber juggernaut [J]. *Science*, 2009, 324: 1024-1025.
- [5] 农定飞, 马友鑫, 李红梅, 等. 西双版纳土地利用/覆盖变化对气温的影响 [J]. *云南大学学报(自然科学版)*, 2012, 34(5): 548-553.
- [6] 刘恩勤. 西双版纳天然林与人工林遥感监测及局域气候影响研究 [D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2013.
- [7] 刘陈立, 张军, 李阳阳, 等. 西双版纳橡胶林信息提取和时空格局扩张监测 [J]. *福建林业科技*, 2017, 44(2): 43-50.
- [8] 云南省统计局. 云南统计年鉴 [EB/OL]. <http://www.stats.yn.gov.cn/tjsj/tjnj/>.
- [9] 廖谔娅, 李鹏, 封志明, 等. 西双版纳橡胶林面积遥感监

- 测和时空变化[J]. 农业工程学报, 2014, 30(22): 170-180.
- [10] 刘晓娜, 封志明, 姜鲁光, 等. 基于决策树分类的橡胶林地遥感识别[J]. 农业工程学报, 2013, 29(24): 163-172.
- [11] 吴娴, 王玉, 庄亮. 基于高分辨率格点数据集的中国气温与降水时空分布及变化趋势分析[J]. 气象与减灾研究, 2016, 39(4): 241-251.
- [12] 张万诚, 郑建萌, 马涛, 等. 1961-2012年云南省极端气温时空演变规律研究[J]. 资源科学, 2015, 37(4): 710-722.
- [13] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术(第二版)[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [14] XIAO C W, LI P, FENG Z M. Monitoring annual dynamics of mature rubber plantations in Xishuangbanna during 1987-2018 using Landsat time series data: A multiple normalization approach[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2019, 77: 30-41.
- [15] JIANG A L. Ecological climate and botany plant in Xishuangbanna[J]. Natural Resource, 1987, (2): 32-36.
- [16] MARTIUS C, H ÖFER H, GARCIA M V B, et al. Microclimate in agroforestry systems in central Amazonia: does canopy closure matter to soil organisms[J]. Agroforestry Systems, 2004, 60: 291.
- [17] 孙燕瓷, 马友鑫, 曹坤芳, 等. 基于 Biome-BGC 模型的两双版纳橡胶林碳收支模拟[J]. 生态学报, 2017, 37(17): 5732-5741.
- [18] WANG Y F, OWEN S M, LI Q J, et al. Monoterpene emissions from rubber trees ( *Hevea brasiliensis* ) in a changing landscape and climate: chemical speciation and environmental control[J]. Global Change Biology, 2007, 13(11): 2270-2282.
- [19] 易燕明, 张彩香. 森林对降水量影响的数值模拟研究[J]. 广西气象, 1996, 17(3): 15-17.
- [20] 张一平, 王馨, 王玉杰, 等. 西双版纳地区热带季节雨林与橡胶林冠水文效应比较研究[J]. 生态学报, 2003, 23(12): 2653-2665.
- [21] 林友兴, 张一平, 费学海, 等. 云南不同森林生态系统蒸散特征的比较研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2019, 41(1): 205-218.
- [22] Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2013: The Physical Science Basis: The Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [R]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

(责任编辑 刘平书)

(上接第9页)

- [2] 李崇贵, 蔡体久. 森林郁闭度对蓄积量估测的影响规律[J]. 东北林业大学学报, 2006, 34(1): 15-17.
- [3] 李永宁, 张宾兰, 秦淑英, 等. 郁闭度及其测定方法研究与应用[J]. 世界林业研究, 2008, 21(1): 40-45.
- [4] 李崇贵, 石强, 赵宪文, 等. 用岭估计研究以 RS 和 GIS 为基础的森林郁闭度估测[J]. 林业科学, 2001(5): 24-30.
- [5] 杜晓明, 蔡体久, 琚存勇. 采用偏小二乘回归方法估测森林郁闭度[J]. 应用生态学报, 2008, 19(2): 273-277.
- [6] 高云飞, 李智广, 杨胜天, 等. 基于 SPOT 5 影像的郁闭度反演方法[J]. 水土保持研究, 2012, 19(2): 267-270.
- [7] 李擎, 王振锡, 王雅佩, 等. 基于 GF-2 号遥感影像的天山云杉林郁闭度估测研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2019, 39(8): 48-54.
- [8] 杨妍婷. 基于高分遥感数据的森林郁闭度估测方法研究[J]. 智能计算机与应用, 2019, 9(2): 67-72.
- [9] 武松, 潘发明. SPSS 统计分析大全[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014.
- [10] 杨梅, 肖静, 蔡辉. 多元分析中的多重线性及其处理方法[J]. 中国卫生统计, 2012, 29(4): 620-624.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.006

## 文峪河流域土地利用/覆被变化及其驱动力分析

安冠霖, 郭晋平

(山西农业大学林学院, 山西 太谷 030801)

**摘要:**土地利用/覆被变化对于区域的自然、经济和生态发展有着深刻的影响,土地变化驱动力研究是土地利用/覆被变化的核心问题之一。为了探讨中西部小流域的土地覆被变化特征及其驱动因子组成与驱动方式,以山西省文峪河流域为研究对象,基于 RS 与 GIS 平台,分析流域 2000—2018 年土地利用/覆被变化情况;利用马尔柯夫模型预测未来土地利用结构;选取自然因子、区位建设因子、社会经济因子,利用 Logistic 回归的建模方法分析流域的土地利用/覆被驱动力。结果表明,流域整体耕地、林地、草地面积有所减少,水域、建设用地、其他用地类型面积增加,不同地类的变化速度、土地转移情况不同,流域整体土地变化速度较快,利用程度提高,有序化程度下降,均匀度增加。预测结果显示,耕地、林地、草地、其他用地面积下降,水域、建设用地面积增加,除耕地、建设用地外,其余地类面积变化较小。自然因子、区位建设因子和社会经济因子对研究区土地利用/覆被变化都具有显著的驱动作用。流域的土地利用/覆被在过去 18 年间经历了快速、复杂的变化,自然因子对土地变化具有基础性、长远性的影响,短时间尺度上区位建设因子与社会经济因子是影响土地变化的主要驱动力量。

**关键词:**景观格局;土地覆被;土地利用结构;驱动力;文峪河流域;山西省

中图分类号:S718.553;F301.24 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0024-07

引文格式:安冠霖,郭晋平.文峪河流域土地利用/覆被变化及其驱动力分析[J].林业调查规划,2020,45(3):24-30,37.

AN Guanlin, GUO Jinping. Analysis of Land Use/Cover Change and Its Driving Forces in Wenyu River Basin[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 24-30, 37.

## Analysis of Land Use/Cover Change and Its Driving Forces in Wenyu River Basin

AN Guanlin, GUO Jinping

(Forestry College, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

**Abstract:** The driving force of land use/cover change which has a profound impact on the natural, economic and ecological development of the region is one of the core issues. In order to explore the characteristics of land cover change and its driving factors and modes in the small watershed of the central and western China, the land use/cover change of Wenyu River basin from 2000 to 2018 was analyzed based on RS and GIS, and the natural factors, location-construction factors, socio-economic factors were selected to analyze the driving force of land use/cover change by the Logistic regression modeling method.

收稿日期:2020-01-02

第一作者:安冠霖(1993-),男,山西平遥人,硕士研究生.主要研究方向为风景园林.Email:1320718403@qq.com

责任作者:郭晋平(1963-),男,山西原平人,博士生导师.从事景观生态学、森林生态学、森林资源教学研究工

The results showed that the area of cultivated land, forest land and grassland in the basin decreased, while the area of wetland, construction land and other land types increased. The change speed and land transfer situation of different land types varied, and the overall land change speed of the basin was faster. The utilization degree increased, the orderly degree decreased, and the evenness increased. The prediction results showed that the area of cultivated land, forest land, grassland and other land decreased, while the area of wetland and construction land increased, and the area of other land types except cultivated land and construction land changed little. The natural factors, location-construction factors and socio-economic factors had significant driving effects on land use/cover change in the study area. There were rapid and complex changes of land use/cover in Wenyu River basin in the past 18 years. The natural factors had a fundamental and long-term impact on land change, while the location construction and socio-economic factors were the main driving forces affecting land change in a short time scale.

**Key words:** landscape pattern; land cover; land use structure; driving force; Wenyu River basin; Shanxi Province

土地利用/覆被变化是陆地景观格局变化的表现之一,也是造成全球景观变化的重要原因<sup>[1]</sup>。21世纪以来,区域土地利用情况明显改变<sup>[2]</sup>,已经影响到区域的生态安全<sup>[3]</sup>。人类可以通过改变土地利用方式来逐步改善环境问题<sup>[4]</sup>。土地利用/覆被变化受到自然、经济、区位等因素的综合影响,各因素以不同的方式驱动各地域类型的转变,对区域土地驱动力的研究有助于更好地利用与开发土地资源<sup>[5-7]</sup>。文峪河流域是典型的中西部小流域,近18年来的土地利用/覆被变化变化明显,由此造成的影响也日益显著。而目前尚缺乏对中西部地区小流域整体土地利用/覆被变化过程和规律以及驱动力因子与机制的全面深入探讨。选取文峪河流域进行土地利用/覆被变化及其驱动力研究,其目的在于揭示中西部小流域土地利用/覆被变化过程特征及其驱动力,为中西部小流域土地利用/覆被变化研究提供典型案例,同时也为中西部小流域土地资源开发与保护以及土地利用结构优化提供科学依据。

## 1 研究区概况

文峪河是黄河支流汾河的支流,发源于山西省交城县关帝山,流经交城县、文水县、汾阳市、孝义市,在孝义市境内汇入汾河。流域地处汾河中游,太原盆地西南缘。地理坐标为东经 111°21'06"~112°19'34",北纬 36°56'42"~37°53'38"。属暖温带大陆性半干旱气候区。地形复杂、山体陡峭,各处气温、降水差异较大。全区年均气温 3~7℃,高海拔区较寒冷,低山谷地温和。7月均温 17.5℃,1月均温 -10.2℃,极端低温可达 -29.1℃;年均降水量 450~700 mm,年蒸发量 1 600~1 800 mm,相对湿度

70.9%;≥0℃积温 2 100℃,无霜期 100~130 d,日照时数 1 900~2 200 h。流域内土壤、植被类型众多<sup>[8]</sup>。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据来源

将 2000-2018 年的五期 Landsat TM/OLI\_TIRS 遥感图像在 ENVI 中进行波段融合、辐射校正、镶嵌、裁剪、监督分类等操作,并对分类结果进行聚类、过滤等分类后处理。经手动调整,修改混分、错分的分类结果,将研究区分类为耕地、林地、草地、水域、建设用地、其他用地六大类<sup>[9]</sup>。本研究使用的经济统计数据均来自流域各县市的政府统计部门。部分自然驱动因子数据来自国家地球系统科学数据中心、中科院资源环境科学数据中心、OpenStreet Map、地理空间数据云、国家气象数据中心、USGS 及 NASA。

### 2.2 土地利用/覆被状态指标及其计算

1) 土地利用转移矩阵是土地利用类型间相互转化的数量和方向定量研究的主要方法<sup>[10]</sup>。基于土地利用数据使用 GIS、ENVI 等工具获取土地结构及转移数据。

2) 单一土地利用动态度:定量描述区域一定时间范围内某种土地利用类型的面积变化速度。其计算公式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times 100\%$$

式中:K 表示研究时段内某地类的变化速度, $U_a$  和  $U_b$  分别表示研究初期 a 和期末 b 某地类的面积<sup>[11]</sup>。

3)综合土地利用动态度:定量描述研究区内整体土地变化的速度<sup>[12]</sup>。其计算公式为:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n U_i} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: $U_i$  表示各分期初期第  $i$  地类的面积,  $\Delta U_{i-j}$  表示各分期的地类转移面积,  $T$  为研究期长度。

4)土地利用/覆被转移状态指数:定量描述某土地利用类型的转入与转出的状态<sup>[13]</sup>。其计算公式如下:

$$D_i = \frac{V_{in} - V_{out}}{V_{out} - V_{in}}$$

式中: $V_{in}$ 、 $V_{out}$ —第  $i$  种地类在  $T_1 \sim T_2$  期间的转入速度和转出速度。转入、转出速度是某分期某地类转入、转出面积与该分期该地类总面积之比。

5)土地利用程度指数:反映土地利用的深度、广度。将土地利用程度划分为 4 级;将未利用地赋值为 1;林地、草地、水域赋值为 2;农业用地赋值为 3;建设用地赋值为 4<sup>[14]</sup>。其计算公式如下:

$$L_j = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i$$

式中: $L_j$  表示研究区域在  $j$  时间的土地利用程度,  $A_i$  表示研究区内第  $i$  级土地利用程度分级指数,  $C_i$  表示研究区内第  $i$  级土地利用面积占比。

6)土地利用信息熵和均衡度:分别反映土地利用系统的有序程度和均衡性。熵值越大,土地利用系统的有序性越低;均衡度值越大,土地利用的匀质性越强<sup>[15]</sup>。二者的表达式分别为:

$$H = - \sum_{i=1}^m (p_i \times \ln p_i)$$

$$E = - \sum_{i=1}^m (p_i \times \ln p_i) / \ln m$$

式中: $P_i$  为研究区某一土地利用类型的面积比例,  $m$  为研究区内土地利用类型数。

7)基于马尔柯夫模型对流域未来土地结构进行预测;通过最近一期土地转移矩阵求出土地转移概率矩阵,并基于 2015 年的土地面积对 2018-2023 年的土地利用结构进行预测,使用 2018 年的预测结果进行准确度检验。计算公式如下:

$$A^{(n)} = A^{(0)} \times P^{(n)}$$

式中: $A^{(0)}$  和  $A^{(n)}$  分别为各地类的初始状态和  $n$  时刻后的预测状态,  $P^{(n)}$  为初始状态土地利用概率矩阵经过  $n$  步转移后的概率矩阵。

$$P^{(n)} = P^n$$

式中: $n$  步转移概率矩阵  $P^{(n)}$  是保持转移概率矩阵不变的情况下首步转移概率矩阵  $P$  的  $n$  次方。

卡方检验统计量计算公式如下:

$$\chi^2 = \sum (f_n - f_e)^2 / f_e$$

式中: $f_n$  为实际值,  $f_e$  为估计值,  $\bar{f}_e$  为估计值的平均值。将计算结果与卡方统计表对照,若计算结果小于表中数值,则认为估计效果较好<sup>[16]</sup>。

### 2.3 土地利用/覆被变化驱动力数据库的建立

#### 1) 驱动因子指标体系

驱动因子分为自然因子、区位因子、社会经济因子 3 个一级指标。其中,自然因子包括地形、土壤、气候、生态、植被 5 个二级指标,地形因子包括高程、坡度;土壤因子包括土壤类型、土壤有机质含量;气候因子包括平均温度、平均降水、平均湿度、平均气压、平均风速、日照时数、0℃ 积温、10℃ 积温、湿润程度、干燥程度、LST(地表温度)、ET(蒸散发量);生态因子包括总生态系统服务;植被因子包括植被类型、FPAR(光合有效辐射)、LAI(叶面积指数)、NDVI(归一化植被指数)、EVI(增强型植被指数)、GPP(总初级生产力)、NPP(净初级生产力)。区位因子包括城镇距离、道路距离、水域距离。社会经济因子包括经济、人口、产业结构科技 3 个二级指标,经济因子包括 GDP、人均 GDP、财政支出、存款余额、贷款余额、城市化指数;人口因子包括人口总数、农业人口、城镇人口、人口密度、单位面积国土人口。产业结构科技因子包括一产产值、二产产值、三产产值、一产比重、二产比重、三产比重、农业机械总动力、规模企业数。

#### 2) 因变量获取

在 ENVI 及 GIS 中,部分自然驱动因子数据主要基于 USGS DEM 数据以及 NASA MODIS 数据获取。社会经济因子以统计数据进行插值获取。区位建设因子基于相关矢量图层制作。所有驱动因子都经过数据的正规标准化处理<sup>[17]</sup>。基于土地利用数据获取因变量图层。将因变量制作为二分类数据,其中 0 表示某一地类没有发生变化的部分,1 表示某一地类发生了转变的部分<sup>[18]</sup>;将因变量图层与驱动因子随机抽样并提取值至 SPSS,使用向后:LR 的方法分析<sup>[19]</sup>。

#### 3) 驱动力分析模型构建

选取 Logsitic 模型分析土地覆被驱动力。根据 Logistic 回归的建模要求,记某一类型土地发生变化的概率为  $P$ ,则没有发生的概率为  $1-P$ ,相应的回归模型为<sup>[20]</sup>:

$$\ln [ P / ( 1 - P ) ] = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$$

式中, $x_1, x_2, \dots, x_n$  表示对结果  $Y$  的  $n$  个影响因素; $\alpha$



为常数项; $\beta_1\beta_2\cdots\beta_n$  为 Logistic 回归的偏回归系数。事件发生的概率是一个由解释变量  $x_n$  构成的非线性函数,表达式为<sup>[21]</sup>:

$$P = \frac{\exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_n x_n)}{1 + \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_n x_n)}$$

Logistic 回归模型拟合结果通过经最大似然估计法计算的统计表格表示,主要包括回归系数、效应系数。比较回归系数的绝对值可判断驱动作用的大小,通过回归系数的符号与效应系数可看出驱动因子的作用方式。如 H-L 检验值大于 0.05,可认为模型拟合程度较好;如 ROC 曲线 AUC 值大于 0.5,可认为模型的预测准确度较高;如显著性值小于 0.05,可认为该因子对土地变化的驱动作用显著<sup>[22]</sup>。

### 3 文峪河流域土地利用/覆被的变化

#### 3.1 土地利用/覆被结构的变化

2000—2018 年,耕地面积下降 350.06 km<sup>2</sup>,占

总面积比重减少 6.93%,自身面积减少 17.03%;林地面积下降 37.86 km<sup>2</sup>,占总面积比重减少 0.76%,自身面积减少了 1.67%;草地面积下降 21.59 km<sup>2</sup>,占总面积比重下降 0.43%,自身面积减少了 4.68%;水域面积增加 10.81 km<sup>2</sup>,占总面积比重增加 0.22%,自身面积增加了 303.65%;建设用地面积增加 382.85 km<sup>2</sup>,总面积占比增加 7.61%,其自身面积增加了 179.32%;其他用地面积增加 15.85 km<sup>2</sup>,总面积占比增加 0.32%,自身面积增加了 450.28%(表 1)。耕地面积减少总量较大,比重下降明显;林地面积减少总量较小,比重下降很小;草地面积减少总量较小,比重下降较小;水域面积增加总量较小,比重增加较大;建设用地面积增加总量较大,比重增加明显;其他用地面积增加总量较小,比重增加较大。

表 1 文峪河流域 2000—2018 年土地利用结构

Tab. 1 Land use structure of Wenyu River basin from 2000 to 2018

年份	类别	耕地	林地	草地	水域	建设用地	其他用地
2000 年	面积/km <sup>2</sup>	2055.65	2268.83	461.18	3.56	213.50	3.52
	整体结构	41.06%	45.32%	9.21%	0.07%	4.26%	0.07%
	自身结构	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2005 年	面积/km <sup>2</sup>	1942.10	2251.07	488.99	6.81	312.16	5.11
	整体结构	38.79%	44.97%	9.77%	0.14%	6.24%	0.10%
	自身结构	94.48%	99.22%	106.03%	191.28%	146.21%	145.07%
2010 年	面积/km <sup>2</sup>	1887.97	2253.08	427.30	10.05	417.20	10.65
	整体结构	37.71%	45.01%	8.54%	0.20%	8.33%	0.21%
	自身结构	91.84%	99.31%	92.66%	282.18%	195.40%	302.25%
2015 年	面积/km <sup>2</sup>	1759.38	2221.36	456.61	13.85	535.76	19.29
	整体结构	35.14%	44.37%	9.12%	0.28%	10.70%	0.38%
	自身结构	85.59%	97.91%	99.01%	389.04%	250.94%	548.01%
2018 年	面积/km <sup>2</sup>	1705.59	2230.97	439.59	14.37	596.35	19.37
	整体结构	34.07%	44.56%	8.78%	0.29%	11.91%	0.39%
	自身结构	82.97%	98.33%	95.32%	403.65%	279.32%	550.28%

#### 3.2 各类土地利用/覆被的速度变化

相较于 2000 年,之后耕地、林地的面积呈减少趋势,水域、建设用地、其他用地的面积呈增加趋势(表 2)。整体而言,水域、建设用地、其他用地的变

化速度较耕地、林地、草地快。林地的平均变化速度最慢,其他用地的平均变化速度最快。近年来水域的变化速度趋缓,而建设用地、其他用地的变化速度仍然较快。在林地、耕地、草地中,草地的变化速度

波动较大,耕地、林地的变化速度较为稳定。2000—2018 年流域整体土地利用/覆被变化速度较快。整

体来看,耕地的状态指数接近-1,其转出的速度远大于转入的速度,面积减小;林地的状态指数都为负

表 2 文峪河流域各分期各地类速度状态指标

Tab. 2 Speed status indexes of different land types of Wenyu River basin in different periods

	2000—2005 年		2000—2010 年		2000—2015 年		2000—2018 年	
	动态度	状态指数	动态度	状态指数	动态度	状态指数	动态度	状态指数
耕地	-1.10%	-0.92	-0.82%	-0.90	-0.96%	-0.93	-0.95%	-0.86
林地	-0.16%	-0.39	-0.07%	-0.73	-0.14%	-0.89	-0.10%	-0.35
草地	1.21%	0.47	-0.73%	-0.78	-0.07%	-0.06	-0.26%	-0.17
水域	18.26%	0.94	18.22%	0.97	19.27%	0.84	16.87%	0.83
建设用地	9.24%	0.99	9.54%	0.99	10.06%	0.99	9.96%	0.99
其他用地	9.01%	0.35	20.22%	0.71	29.82%	0.75	24.97%	0.75
流域	0.33%		0.24%		0.27%		0.29%	

数,其转出速度大于转入速度,面积呈现减小趋势;草地的状态指数趋向 0,可认为草地的转入与转出处于双向转换下的平衡状态;水域的状态指数都为正,其转入的速度大于转出的速度,面积呈现增加的趋势;建设用地的状态指数接近 1,其转入的速度远大于转出的速度,面积呈现增加的趋势;其他用地的状态指数都为正,其转入的速度大于转出的速度,面积呈现增加趋势。

### 3.3 土地利用程度、有序度及均匀度的变化

文峪河流域土地利用程度指数呈持续增加的趋势(表 3),表明随着区域土地利用方式不断调整,土地资源的利用向综合程度较高的方向发展;流域的信息熵、均匀度指数持续增加,表明流域整体的土地利用有序度下降,流域土地利用的均匀度增加。

### 3.4 土地利用/覆被类型的转移变化

2000—2018 年,耕地向草地、水域、建设用地、其他用地支出面积(表 4)。林地向耕地、水域、建设用地、其他用地支出面积,草地向林地、水域、建设用

表 3 文峪河流域各分期土地利用、信息熵、均匀度

Tab. 3 Land use, information entropy and evenness of Wenyu River basin in different periods

年份	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2018 年
利用程度指数	249.52	251.16	254.17	256.16	257.51
信息熵	1.0886	1.143	1.1698	1.2233	1.2325
均匀度	0.6076	0.6379	0.6529	0.6828	0.6879

地、其他用地支出面积。水域向建设用地、其他用地支出面积,其他用地对建设用地支出面积。

耕地面积收入来自林地,林地面积收入来自草地,草地面积收入来自耕地。水域的面积收入主要来自耕地、林地、草地。建设用地的面积收入主要来自耕地、林地、草地、水域。其他用地的面积收入主要来自耕地、林地、草地。耕地、林地、草地面积为净支出,水域、建设用地、其他用地面积为净收入。总体土地转移面积由大到小依次为耕地、建设用地、草地、林地、其他用地、水域。

表 4 文峪河流域 2000—2018 年土地利用/覆被转移矩阵

Tab. 4 Land use/cover transfer matrix of Wenyu River basin from 2000 to 2018

km<sup>2</sup>

2000 年	2018 年						
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	其他用地	总计
耕地	1676.66	10.21	35.56	6.65	316.06	10.52	2055.65
林地	13.43	2196.21	17.85	3.41	31.23	6.70	2268.83
草地	14.00	24.47	385.97	1.37	34.37	1.00	461.18
水域	0.02	0.01	0.00	2.46	1.07	0.01	3.56
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.48	212.76	0.26	213.50

其他用地	1.49	0.07	0.21	0.00	0.87	0.88	3.52
总计	1705.59	2230.97	439.59	14.37	596.35	19.37	5006.24

### 3.5 土地利用/覆被的预测分析

利用估计的 2018 年各地类面积与实际面积进行卡方统计值的计算,其结果为 1.043,小于自由度为 5 上 0.05 分位点值 1.145,故认为本模型的预测结果较为准确。预测显示,未来耕地、林地、草地、其他用地的面积呈下降趋势,水域与建设用地的面积呈现增加趋势(表 5)。林地、草地、水域、其他用地的面积变化总量较小,耕地、建设用地的变化总量较大,表明应加强对耕地的保护,合理规划建设用地。

表 5 文峪河流域 2018—2023 年土地利用/覆被结构预测

Tab. 5 Prediction of land use/cover structure of Wenyu River basin from 2000 to 2018 km<sup>2</sup>

年度	耕地	林地	草地	水域	建设用地	其他用地
2018 年	1693.02	2214.35	450.46	15.71	614.11	18.60
2019 年	1676.88	2212.55	448.91	16.16	633.30	18.45
2020 年	1660.92	2210.74	447.36	16.59	652.34	18.31
2021 年	1645.13	2208.91	445.80	17.01	671.22	18.18
2022 年	1629.52	2207.06	444.24	17.43	689.94	18.05
2023 年	1614.08	2205.20	442.67	17.84	708.52	17.94

## 4 土地利用/覆被变化驱动力

本模型 H-L 检验的值为 0.852,远大于 0.05,模型拟合程度较好。ROC 曲线中的 AUC 值为 0.823>0.5,模型具有良好的预测准确度。所有因子的显著性值都小于 0.05,表明各因子对土地变化的驱动作用显著。

期间地形因子、区位建设因子、土壤因子、生态因子、气候因子、植被因子、经济因子、产业结构科技因子、人口因子对土地变化有显著的驱动作用(表 6)。以回归系数绝对值大于 1 为标准比较可知,高程、平均降水、零度积温、LAI、FPAR、GDP、二产产值对土地变化的驱动作用尤其明显。回归系数为负表示该因子增加一个单位,土地改变的概率减小,发生比缩小效应系数倍;回归系数为正表示该因子增加一个单位,土地改变的概率增加,发生比扩大效应系数倍。

地形因子区分了地表不同区域的高程、地貌,反映了当地地质构造特征,与水热条件组合、植被演替、建设难度、宜居程度、资源丰度、土壤形成、水土

保持、土地利用速率等具有明显的关系,是对土地变化长时间影响的基础性因子;土壤因子会对植被、作物生长、建设难度、资源丰度、物质循环等产生影响,

表 6 文峪河流域整体土地变化驱动力分析

Tab. 6 Driving forces analysis of land change in Wenyu River basin

因子	回归系数	效应系数
高程	-2.988	0.050
坡度	-0.354	0.702
城镇距离	0.300	1.349
道路距离	-0.147	0.863
水域距离	-0.185	0.831
土壤类型	-0.102	0.903
生态服务	-0.148	0.863
平均气温	-0.881	0.414
平均降水	1.895	6.655
平均湿度	-0.079	0.924
日照时数	-0.743	0.476
干燥度	-0.294	0.745
零度积温	-1.182	0.307
ET	0.391	1.478
LAI	22.352	5.1E+09
FPAR	-23.274	0.000
EVI	-0.170	0.844
NPP	-0.080	0.924
NDVI	-0.197	0.821
GDP	-4.017	0.018
二产产值	3.449	31.484
人口密度	0.138	1.148

对土地变化起到基础、长远的影响;生态因子主要是通过计算综合的生态系统价值得出,其值较高的地区生态系统的供给能力、调节能力、支持能力、服务能力较强,它是影响土地变化的基础、长远的重要因素;气候因子的变化会显著影响到当地的植被演替、土壤发育、建设难度、宜居程度、动物种类与习性,若考虑人类聚居的因素,则气候因素是对土地变化基础的长远的影响因子;植被因子会对区域的食物供给、物质供给、气候调节、水资源保护、土壤形成、物质循环、生物多样性、景观美学等产生显著影响,是影响土地变化基础、长远的重要因子;区位建设因子

对土地覆被变化的影响是复合、活跃的,它既受到自然因子的影响,也受到社会经济因子如科技、政策等的影响,会通过集聚效应或者吸引效应对区域土地覆被产生影响。经济因子、人口因子、产业结构科技因子对土地变化的影响是活跃的。人口的增长会增加对环境、资源的刚性需求,同时人口分布的不均衡也会对环境、资源产生压力,经济的发展会带来人们观念的改变、技术的进步,会对土地覆被产生影响;产业结构科技因子的变化会带来资源利用方式、途径、效率、重点的变化,会对土地覆被产生驱动作用;政策因子不易被量化分析,但其显著地受到自然、社会经济因子等因素的影响,对研究区的土地利用/覆被变化具有强制性作用,它对于区域土地变化具有明显、活跃的驱动作用。

短时间尺度内土地变化的驱动力量主要是区位建设因子及社会经济因子;自然因子对于土地变化具有基础的长远的影响。以上各因子对土地覆被的影响是综合的,并且各因子之间是相互影响的,各因子具有补偿性、不可替代性,对土地的驱动具有阶段性,对土地覆被的驱动既有直接影响也有间接作用。

## 5 结论与讨论

1)文峪河流域 2000—2018 年期间的土地利用/覆被经历了快速、复杂的变化:①耕地、林地、草地面积有所下降,水域、建设用地与其他用地的面积有所增加,耕地面积减少总量较多,比重减少明显,建设用地面积增加总量较多,比重增加明显;其余地类总量变化较小;水域、其他用地的比重变化较大。②水域、建设用地、其他用地的变化速度大于耕地、林地、草地。流域整体土地的变化速度较快。耕地、林地的转出速度大于转入速度,草地处于双向转换下的动态平衡,建设用地、水域、其他用地的转入速度大于转出速度。③流域整体土地利用程度增加,有序度下降,均匀度上升。④流域的土地利用转移类型为耕地向草地、水域、建设用地、其他用地支出面积,林地向耕地、水域、建设用地、其他用地支出面积,草地向林地、水域、建设用地、其他用地支出面积,水域向建设用地、其他用地支出面积,其他用地对建设用地支出面积。耕地、林地、草地面积为净支出,水域、建设用地、其他用地面积为净收入。总体土地转移面积由大到小依次为耕地、建设用地、草地、林地、其他用地、水域。⑤经预测显示,耕地、建设用地的面积变化较大,其余地类的面积变化较小,耕地、林地、草地、其他用地的面积下降,水域、建设用地的面积

增加。

2)自然因子、区位建设因子与社会经济因子对流域景观都具有显著的驱动作用。影响土地利用的驱动因子有地形、区位建设、土壤、生态、气候、植被、经济、产业结构科技、人口等因子。自然因子对土地变化具有基础性、长远性的影响,短时间尺度上区位建设因子与社会经济因子是影响土地变化的主要驱动力量。各因子的驱动方式不同,具有综合性、补偿性、不可替代性、阶段性、直接作用和间接作用的特点。

## 参考文献:

- [1] 杜金龙,朱记伟. 近 25a 关中地区土地利用及其景观格局变化[J]. 干旱区研究,2018,35(1):217-226.
- [2] 盖兆雪,孙萍. 松花江流域土地利用变化及形成机理——以哈尔滨段为例[J]. 水土保持研究,2019,26(4):314-320.
- [3] 范泽孟,李赛博. 新亚欧大陆桥经济走廊土地覆被变化及驱动力分析[J]. 生态学报,2019,39(14):5015-5027.
- [4] 刘璐,申双和. 基于 MODIS 土地覆被数据的江苏省农地景观变化及其驱动因子分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(12):274-280.
- [5] 孙鸿超,张正祥. 吉林省松花江流域景观格局脆弱性变化及其驱动力[J]. 干旱区研究,2019(4):1005-1014.
- [6] 周旭,石佩琪. 武汉市土地利用/覆被变化(LUCC)时空特征研究[J]. 国土资源科技管理,2019,36(1):58-68.
- [7] 摆万奇,阎建忠. 大渡河上游地区土地利用/土地覆被变化与驱动力分析[J]. 地理科学进展,2004,23(1):71-78.
- [8] 白晋华,郭红彦,郭晋平. 文峪河流域河岸带植被景观格局分析与规划[J]. 林业调查规划,2009(5):29-32.
- [9] 邓书斌,陈秋锦. ENVI 遥感图像处理方法[M]. 北京:高等教育出版社,2014.
- [10] 张诗杨. 基于 RS 和 GIS 的土地利用/覆被变化及驱动力分析——以新津县为例[J]. 西昌学院学报,2015,29(2):8-12.
- [11] 李丽国,王宇欣. 乌鲁木齐市土地利用和覆被生态变化及其驱动力分析[J]. 中国农业大学学报,2017,6(21):177-188.
- [12] 陈惠璇,王行汉. 基于遥感的盐城市土地利用变化及其驱动力分析[J]. 地理信息世界,2012,6(25):25-29.
- [13] 余新晓,张晓明. 黄土高原流域土地利用/覆被动态演变及驱动力分析[J]. 农业工程学报,2005,7(25):219-225.
- [14] 杨永梅,高敏华. 1996—2003 年乌鲁木齐地区土地利用动态变化分析[J]. 科技信息,2006(8):13-15.

- [15] 陈忠升,陈亚宁. 新疆和田河流域土地利用/覆被变化及其驱动力分析[J]. 中国沙漠,2010,2(30):326-333. 利用的动态演变[J]. 河南农业大学学报,2011,45(6):696-700.
- [16] 钟国敏,张学雷. 利用马尔科夫过程预测郑州市土地利用的动态演变[J]. 河南农业大学学报,2011,45(6):696-700. (下转第37页)  
doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.007

## 2016—2018年长三角城市群臭氧浓度超标特征分析

刘玉青,赵锦慧,杨喆,邓田田

(湖北大学资源环境学院,湖北 武汉 430062)

**摘要:**对长三角地区2016—2018年臭氧浓度超标的时空特征进行分析。结果表明,2016—2018年,24个城市年O<sub>3</sub>污染评价为优的城市数量为0,O<sub>3</sub>浓度超标城市由11个增长至14个;O<sub>3</sub>超标浓度和超标天数均为2017年最严重;O<sub>3</sub>浓度超标2—11月均有出现,O<sub>3</sub>中度污染和重度污染仅在4—9月出现;O<sub>3</sub>浓度小时超标9时至次日凌晨2时均有出现,超标频率最高在14—16时;O<sub>3</sub>臭氧90百分位浓度安徽省3年年均增长率达到7.8%,O<sub>3</sub>浓度年评价超标城市由东部城市向江苏西北部和安徽省转移;O<sub>3</sub>浓度超标城市年均天数在江苏省最多,安徽省增长较快,2018年几乎与江苏省持平。

**关键词:**臭氧浓度;超标;时空特征;O<sub>3</sub>污染;臭氧90百分位浓度;长三角城市群

中图分类号:S718.557;X131.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0031-07

引文格式:刘玉青,赵锦慧,杨喆,等.2016—2018年长三角城市群臭氧浓度超标特征分析[J].林业调查规划,2020,45(3):31-37.

LIU Yuqing,ZHAO Jinhui,YANG Zhe, et al.Characteristics Analysis of Ozone over Standard in the Yangtze River Delta from 2016 to 2018[J].Forest Inventory and Planning,2020,45(3):31-37.

### Characteristics Analysis of Ozone over Standard in the Yangtze River Delta from 2016 to 2018

LIU Yuqing, ZHAO Jinhui, YANG Zhe, DENG Tiantian

(School of Resources and Environment, Hubei University, Wuhan 430062, China)

**Abstract:** The temporal and spatial characteristics of ozone concentration over the standard from 2016 to 2018 in the Yangtze River Delta were analyzed. The results showed that none of the 24 cities was excellent in assessment of O<sub>3</sub> pollution, and the number of cities with excessive O<sub>3</sub> concentration increased from 11 to 14. Both the excessive O<sub>3</sub> concentration and the polluted days were the most serious in 2017. O<sub>3</sub> concentrations exceeding the standard appeared from February to November, with the moderate and severe O<sub>3</sub> pollution from April to September. In diurnal ranges, 9—2 a. m. was the time for exceeding the standard with the maximum occurrences around 14—16 p. m. The annual 95<sup>th</sup> percentile O<sub>3</sub> concentration in Anhui Province reached 7.8% in three years, and the cities exceeding the standard transferred from the eastern cities to the northwest of Jiangsu Province and Anhui Province. The annual average days of cities exceeding the standard were the most in Jiangsu Province, and the growth was fast in Anhui Province.

收稿日期:2019-12-16.

第一作者:刘玉青(1992-),女,湖北恩施人,硕士研究生.研究方向为环境地理学.

责任作者:赵锦慧(1974-),女,湖北武汉人,教授.从事环境地理学研究.Email:121747745@qq.com

**Key words:** ozone concentration; over standard; temporal and spatial characteristics; O<sub>3</sub> pollution; 95<sup>th</sup> percentile concentration; the Yangtze River Delta

臭氧(O<sub>3</sub>)主要分布在大气平流层,在近地面 O<sub>3</sub> 含量极其稀少,但是随着人类工业以及汽车排放产生的氮氧化物和挥发性有机物(VOC<sub>s</sub>)增多,O<sub>3</sub>已悄然成了我国南方许多城市的首要污染物<sup>[1]</sup>。彭庆庆<sup>[2]</sup>对长株潭城市群 2013 年 O<sub>3</sub> 浓度进行统计显示,O<sub>3</sub>在夏季容易成为首要污染物,赵熠琳<sup>[3]</sup>对武汉、宁波、中山和南宁 4 个典型南方城市 O<sub>3</sub> 污染进行分析,结果表明,南方典型城市 O<sub>3</sub> 浓度分布有明显时间变化特征,超标时间跨度大,O<sub>3</sub> 浓度主要受所在城市的地理位置、气象因素、大气扩散条件和本地排放污染等因素的影响;黄小刚<sup>[4]</sup>等对长三角城市群 2015—2017 年 O<sub>3</sub> 浓度的时空分布和驱动因素进行分析,结果表明,长三角城市群 2015—2017 年 O<sub>3</sub> 浓度最大 8 h 滑动均值第 90 百分位平均浓度上升,平均超标率上升,以 O<sub>3</sub> 为首要污染物的天数上升,O<sub>3</sub> 污染主要发生在 4—9 月,长三角城市群 O<sub>3</sub> 浓度空间分布格局由东高西低演变为北高南低。自然因素中的降水量和风速呈负向影响,分别对 O<sub>3</sub> 有显著的清除和扩散作用。易睿等<sup>[5]</sup>研究发现,长三角地区 O<sub>3</sub> 污染呈片状分布,上海及周边城市群污染最严重。

### 1 研究区域概况

2016 年 5 月国务院批准实施的《长江三角洲城市群发展规划》已明确将安徽部分城市划入长三角城市群,选择上海市,江苏省的南京、苏州、无锡、常州、南通、镇江、泰州、扬州、盐城市,浙江省的杭州、宁波、绍兴、嘉兴、湖州、金华、舟山、台州市,安徽省的合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、池州、宣城、滁州市等共计 26 个城市,由于宣城市 and 滁州市 O<sub>3</sub> 数据缺失值较多,因此本研究将这 2 个城市剔除,共计 24 个城市(图 1)。

### 2 数据来源与研究方法

城市污染物小时浓度数据来源于中国环境监测总站“中国城市空气实时发布平台”(http://106.37.208.233:2005/),根据《环境空气质量标准(GB3095—2012)》和《环境空气质量评价技术规范(试行)(HJ663—2013)》的 O<sub>3</sub> 浓度数据规范

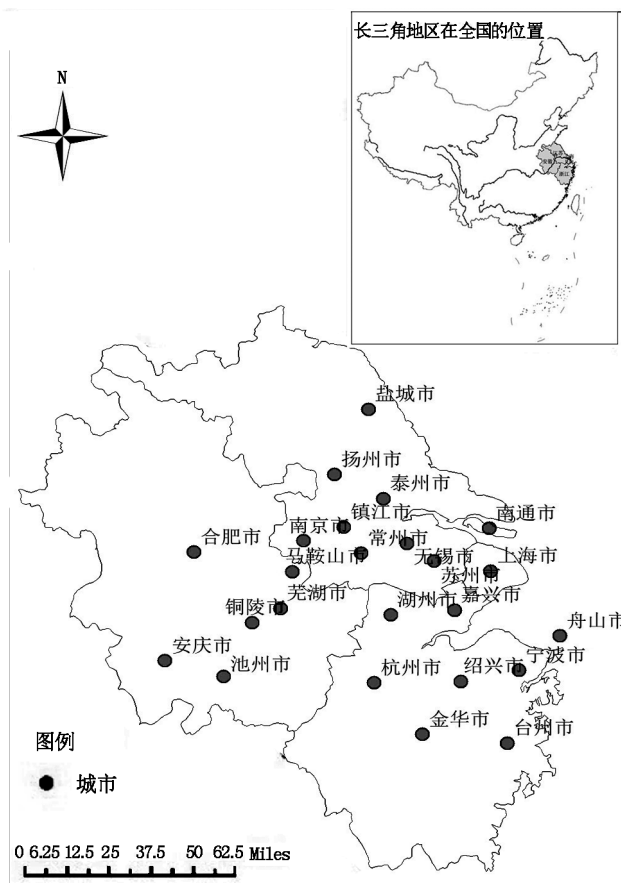


图 1 长江三角洲区域位置

Fig. 1 Regional location of the Yangtze River Delta

与标准对 O<sub>3</sub> 数据的有效性进行筛选,通过筛选,2017 年扣除 5 月 1 日和 9 月 23 日的数据,2018 年夏半年数据齐全。结合国家《环境空气质量标准(GB3095—2012)》确定的日最大 8 h 滑动平均浓度一级限值 100 μg/m<sup>3</sup>、二级限值 160 μg/m<sup>3</sup> 和《环境空气质量指数(AQI)技术规范(试行)(HJ633—2012)》,当 O<sub>3</sub> 日最大 8 h 滑动平均值在 160—215 μg/m<sup>3</sup>、215—265 μg/m<sup>3</sup>、265—800 μg/m<sup>3</sup> 和大于 800 μg/m<sup>3</sup> 时,分别定义为轻度污染、中度污染、重度污染和严重污染;当城市一年内 O<sub>3</sub> 日最大 8h 滑动均值的第 90 百分位数浓度大于 160 μg/m<sup>3</sup> 时,该城市的年度评价结果为超标。

气象数据来源于 ECMWF (time = 0, step = 6, 2.5°×2.5°) 下载数据提取所得。

社会经济数据来源于《2018 年城市统计年鉴》。

### 3 结果与分析

#### 3.1 O<sub>3</sub>浓度均值分布

研究区域内 24 个城市 2016—2018 年 O<sub>3</sub> 年浓度分别为 94.24 μg/m<sup>3</sup>、102.68 μg/m<sup>3</sup>、100.79 μg/m<sup>3</sup>,长三角地区 O<sub>3</sub>浓度整体上有波动上升状态。从城市均值范围来说,2017 和 2018 年年均最低值超过 2016 年较多,年均最大值在 2018 年有所下降,从分布上看,2016 年浓度高值区分布在浙江省东部沿海、上海、江苏省大部,安徽省城市年均值均较低;2017 年高值区主要分布在浙江省东部、上海、江苏省东部等城市,低值区主要分布在浙江省西部、安徽省部分城市;2018 年高值区主要分布在安徽省、江

苏省,长三角东南部的浙江省、上海市均处于均值较低状态,高值区向长三角西部地区蔓延,浙江省东部沿海和江苏省南部 O<sub>3</sub>升高趋势有所缓解。

从城市 O<sub>3</sub>浓度年均值对比(图 2)看出,相比于 2016 年,2017 年仅有 2 个城市浓度出现下降,大部分城市年均值均上升超过 10 μg/m<sup>3</sup>,2018 年相对于 2017 年大部分城市浓度有所下降,浙江省内研究的所有城市浓度均有下降,江苏省除盐城和常州外, O<sub>3</sub>浓度均有下降,下降浓度大部分小于 10 μg/m<sup>3</sup>,而安徽省内城市浓度均值依然保持上升,上升最显著的安庆市、池州市、铜陵市, O<sub>3</sub>浓度上升值超过 30 μg/m<sup>3</sup>,表现出 O<sub>3</sub>浓度急剧升高、污染不断加重的趋势(图 3)。

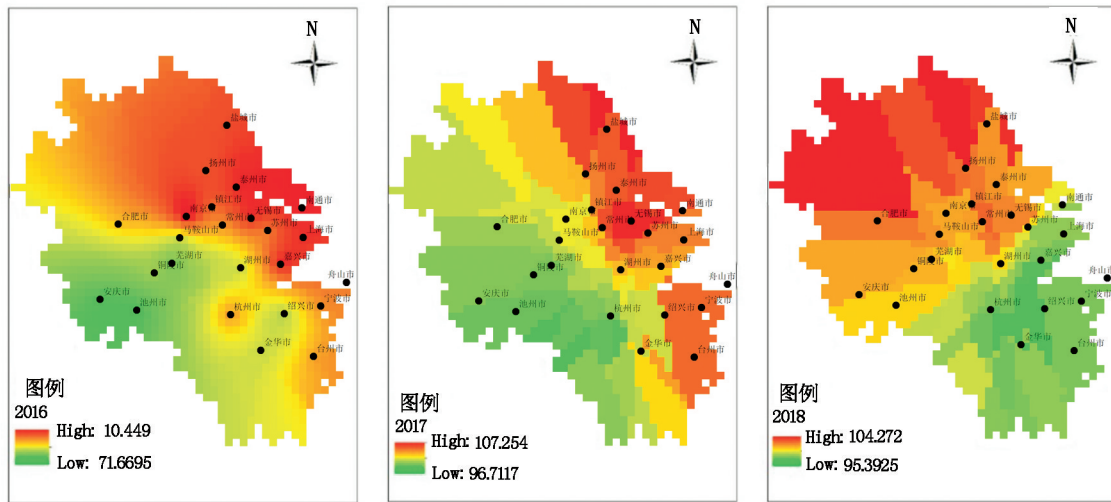


图 2 2016—2018 年 O<sub>3</sub>浓度年均值克里金插值

Fig. 2 Kriging interpolation of annual average O<sub>3</sub> concentration from 2016 to 2018

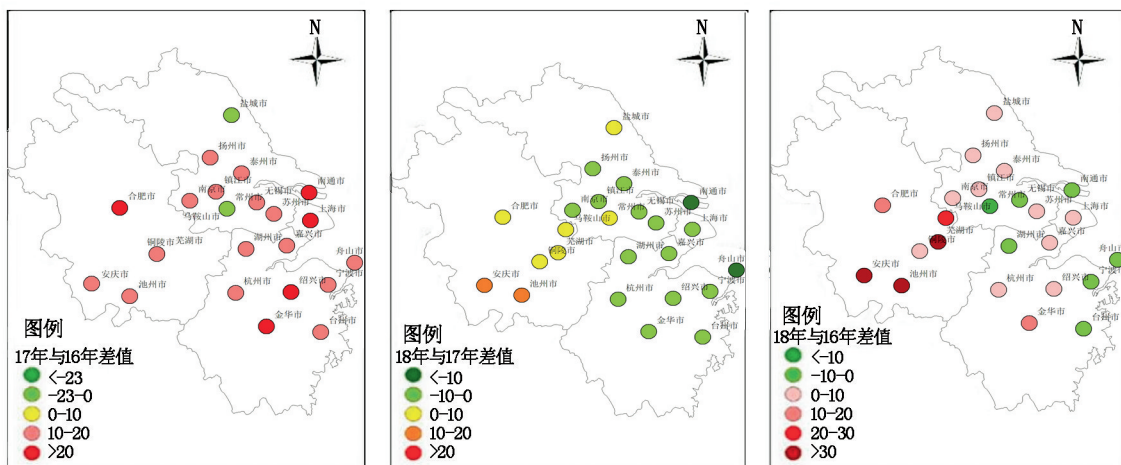


图 3 2016—2018 年城市 O<sub>3</sub>年均浓度

Fig. 3 Annual average O<sub>3</sub> concentration of cities from 2016 to 2018

### 3.2 O<sub>3</sub>浓度超标时间演变特征

O<sub>3</sub>的90百分位2016—2018年浓度分别为113—185 μg/m<sup>3</sup>、122—187 μg/m<sup>3</sup>、129—185 μg/m<sup>3</sup>,3年间O<sub>3</sub>浓度年度评价为优(03-8 h-90<100 μg/m<sup>3</sup>)的城市数均为零,评价为超标(03-8 h-90≥160 μg/m<sup>3</sup>)的城市分别为11个、14个和14个,超标城市数量有所增加。从超标天数来看,2016—2018年长三角地区24个城市O<sub>3</sub>超标天数分别为753 d、976 d和960 d,占全年总天数的8.28%、11.21%和10.96%,城市超标总天数在2017年升高后2018年略有降低。这与黄小刚<sup>[4]</sup>等学者研究的2016—2017年长三角地区O<sub>3</sub>浓度变化趋势一致,学者们认

为这与气温和降水有关,2017年气温高、降水少是导致其O<sub>3</sub>浓度高的关键因素,对比2017年与2018年长三角气温和降水数据也发现,2018年气温高于2017年,降水远多于2017年。

从城市O<sub>3</sub>污染各等级天数来看(图4),2016—2018年轻度污染天数分别为665 d、777 d、779 d,轻度污染总天数在上升;中度污染天数分别为57 d、161 d、116 d;重度污染天数分别为1 d、10 d、8 d,中度污染在2017年较为严重,轻度和重度污染则在2017和2018年天数较多。从城市臭氧8 h滑动均值极大值来看,2016—2018年分别为220.63 μg/m<sup>3</sup>、239.67 μg/m<sup>3</sup>、244.17 μg/m<sup>3</sup>,极大值浓度有上升态势。

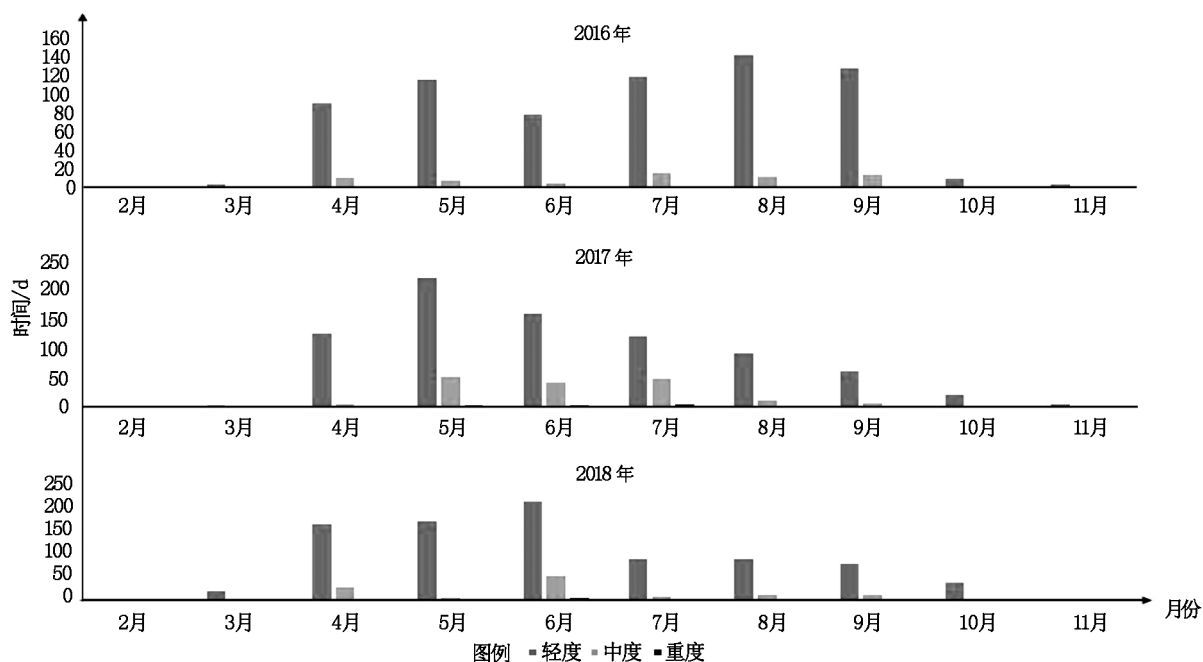


图4 2016—2018年各月各等级O<sub>3</sub>浓度超标天数

Fig. 4 Days of over O<sub>3</sub> concentration standard of each grade in each month from 2016 to 2018

从O<sub>3</sub>超标月份上来看,月际O<sub>3</sub>超标天数与O<sub>3</sub>浓度是完全正相关关系,3年中O<sub>3</sub>浓度超标均发生在2月到11月之间,1月和12月均未见浓度8 h均值超标,2016年7、8、9月O<sub>3</sub>浓度分别超标135 d、155 d、143 d,3个月污染天数占全年污染天数的57%;2017年5、6、7月O<sub>3</sub>浓度分别超标274 d、201 d、174 d,占全年污染总天数的66%;2018年4、5、6月O<sub>3</sub>浓度分别超标188 d、170 d、216 d,占全年污染总天数的64%,城市O<sub>3</sub>浓度超标主要发生在夏半年,梅雨期会影响O<sub>3</sub>浓度超标的天数,梅雨季节是夏半年O<sub>3</sub>浓度的谷值时间<sup>[4]</sup>,中度和重度污染3年内全部发生在4—9月,但统计发现,重度污染并不

完全发生在城市O<sub>3</sub>浓度最高的月份,例如2016年8月25日南京O<sub>3</sub>浓度8 h滑动均值最高值达到280,但是9月才是南京O<sub>3</sub>浓度均值最高值月份,再例如2017年5月11日和27日、6月1日和9日、7月22日,南通市臭氧8 h滑动均值最大值均超过265,但南通市月均值浓度排序为5月、6月、4月和7月,即O<sub>3</sub>重度污染与O<sub>3</sub>浓度最大月并不完全重合。

关于O<sub>3</sub>浓度小时超标状况,统计O<sub>3</sub>浓度小时均值超过200的时刻,2016—2018年污染总小时数分别为1 768 h、2 722 h、2 250 h,2017年O<sub>3</sub>浓度小时超标数尤其明显。从污染出现时刻上看,超标最多的时刻与O<sub>3</sub>浓度小时分布基本一致,集中在14时



至 16 时,其中 2016 年 16 时 O<sub>3</sub> 浓度超标次数最多, 2017 年和 2018 年 15 时 O<sub>3</sub> 浓度超标次数最多,3 年中 3 时至 8 时均未出现 O<sub>3</sub> 浓度小时超标现象,2017

年和 2018 年 0 时和 1 时出现 O<sub>3</sub> 浓度超标现象。总体上,O<sub>3</sub> 浓度超标小时数是先增加再减少,O<sub>3</sub> 浓度超标现象主要发生在 12 时至 19 时(图 5)。

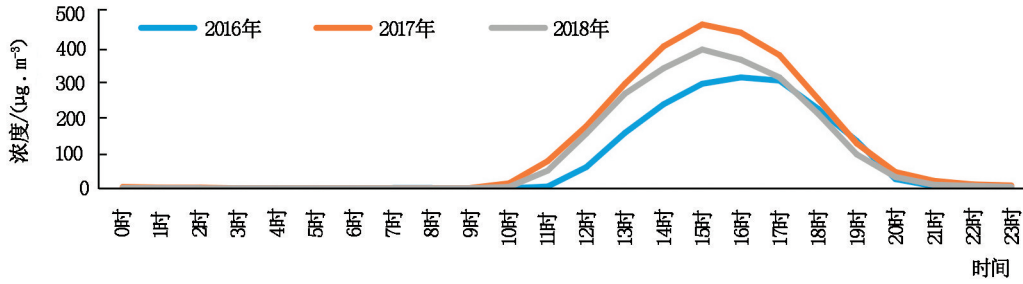


图 5 O<sub>3</sub> 浓度小时超标在各时段次数分布

Fig. 5 Times of over O<sub>3</sub> concentration standard in each hour

### 3.3 O<sub>3</sub> 浓度超标空间分布特征

上海市 2016—2018 年 90 百分位 O<sub>3</sub> 浓度均超标,2018 年为 164 μg/m<sup>3</sup>,是 3 年中最低值;安徽省 3 年中分别为 135.83 μg/m<sup>3</sup>、158.18 μg/m<sup>3</sup>、167.71 μg/m<sup>3</sup>,年均增长 7.8%,在安徽省研究的 6 个城市中,所有城市 90 百分位 O<sub>3</sub> 浓度均处于上升状态,其中芜湖市增长最快,3 年间增长了 72 μg/m<sup>3</sup>,年均增长率达 21.24%,除此之外,池州、安庆、马鞍山市年均增长率也均在 6%~8% 之间,铜陵市增长较为缓慢。

2016—2018 年江苏省臭氧 90 百分位浓度均值分别为 169.33 μg/m<sup>3</sup>、167.78 μg/m<sup>3</sup>、164.56 μg/m<sup>3</sup>,3 年均值整体呈下降状态,年均降幅为 1.4%,在研究的 9 个城市中,仅苏州、镇江和扬州的臭氧 90 百分位浓度是上升的,并且增长缓慢,2018 年与 2016 年的均值差均在 15 以内,剩余 6 个城市的臭氧 90 百分位浓度均处于下降状态,其中常州市 3 年间下降了 44 μg/m<sup>3</sup>,尤其在 2017 年城市 O<sub>3</sub> 浓度值普遍较高的情况下,其臭氧 90 百分位浓度仅 122 μg/m<sup>3</sup>,在 2017 是研究的 24 个城市中 90 百分位的

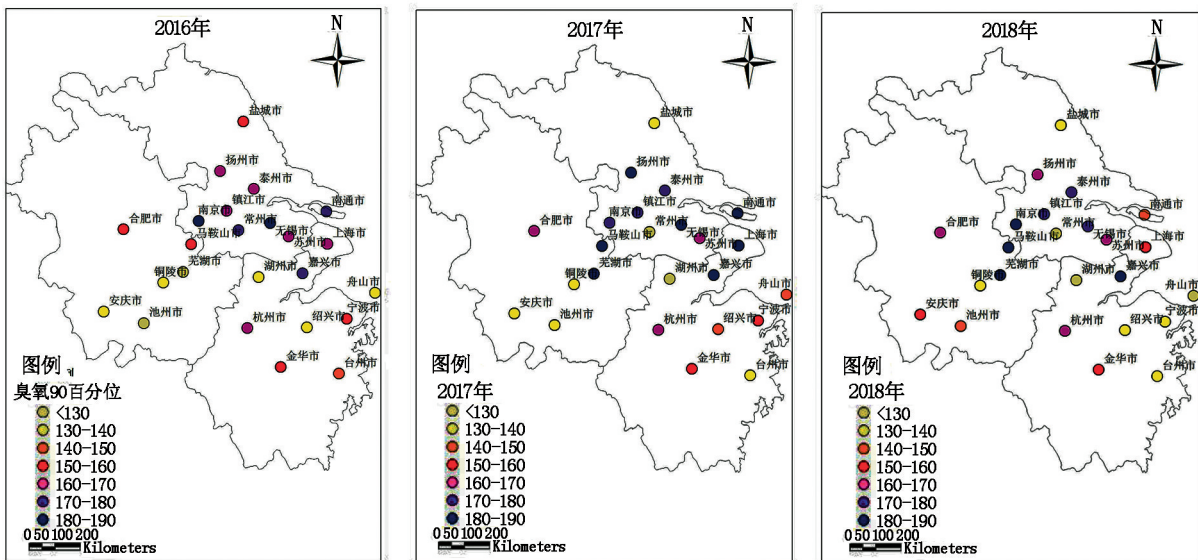


图 6 2016—2018 年臭氧 90 百分位浓度分布

Fig. 6 90<sup>th</sup> percentile distribution of O<sub>3</sub> concentration from 2016 to 2018

最低值。江苏省内部城市高值区由南部向西部转移。

2016—2018 年浙江省臭氧 90 百分位均值分别为 150.75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、153.63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、152.50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 90 百分位浓度变化较小, 相比于 2016 年, 浙江省的  $\text{O}_3$  浓度略有增长, 年均涨幅仅 0.7%。而且 2017 年和 2018 年相比于安徽省和江苏省浓度值最低, 8 个城市中仅杭州、嘉兴、金华和绍兴 4 个城市的  $\text{O}_3$  浓度上升, 东部沿海和北部地区城市均为下降状态。

2016 年  $\text{O}_3$  浓度超标城市为上海、杭州、嘉兴、南京、无锡、常州、南通、苏州、泰州、镇江、扬州市; 2017 年, 常州市不再是  $\text{O}_3$  浓度年超标城市, 新增了金华、合肥、芜湖、马鞍山市; 2018 年南通市不再是  $\text{O}_3$  浓度超标城市, 但是安庆市新增成为年  $\text{O}_3$  浓度超标城市。由此, 2016 年  $\text{O}_3$  浓度超标城市主要分布在江苏省南部和浙江省北部, 2017 年和 2018 年  $\text{O}_3$  浓度超标城市数量处于上升趋势, 新增的城市大多位于长三角西部的安徽省内, 即  $\text{O}_3$  浓度超标城市分布由长三角中东部向西部地区扩展。

从图 6 看到,  $\text{O}_3$  浓度超标天数在江苏省内一直维持较高状态, 经统计, 城市  $\text{O}_3$  浓度超标率在 2016—2018 年分别为 0.27% ~ 16.76%、0.55% ~ 18.18% 和 1.37% ~ 18.68%, 其中 2016 年浙江省、江苏省(包含上海市)和安徽省城市  $\text{O}_3$  浓度超标率分别为 6.37%、13.22%、3.96%; 2017 年分别为 8.71%、13.42%、9.59%, 2018 年分别为 7.43%、

11.92%、11.43%。从省际  $\text{O}_3$  浓度超标天数变化情况看, 浙江省在 2016—2018 年污染天数处于小幅波动状态, 在 3 个区域间 2017 和 2018 年均是  $\text{O}_3$  浓度超标天数占比最少的区域; 江苏省  $\text{O}_3$  浓度超标天数占比较为稳定, 2018 年有微弱下降; 安徽省  $\text{O}_3$  浓度超标天数占比迅速升高, 2018 年与江苏省城市几乎持平。

从图 7 看到 2016 年 24 个城市中轻度污染超过 30 d 的城市为 11 个, 主要是浙江省杭州市和嘉兴市、上海、江苏省除盐城外的 8 个城市, 2017 年和 2018 年则均达到了 15 个城市,  $\text{O}_3$  轻度污染超过 45 d 的城市 2016—2018 年分别为 5 个、7 个和 7 个;  $\text{O}_3$  中度污染 2017 年和 2018 年城市相同, 城市数量均超过 2016 年, 但 2017 年天数多于 2018 年;  $\text{O}_3$  重度污染在 2016 年仅在南京出现 1 d, 2017 年则有 5 个城市出现  $\text{O}_3$  重度污染, 分别是嘉兴、马鞍山、南通、上海、泰州市, 其中南通市达到 6 d, 2018 年  $\text{O}_3$  重度污染城市数量增长到 6 个, 分别是嘉兴、上海、泰州、无锡、扬州市,  $\text{O}_3$  重度污染出现城市有向太湖<sup>[5]</sup>西北部转移的倾向。

### 4 结论

2016—2018 年长三角区域  $\text{O}_3$  浓度年均值先升高再下降,  $\text{O}_3$  浓度高值区由长三角东部向北部和西部转移; 2017 年长三角整体  $\text{O}_3$  浓度高, 且相对于

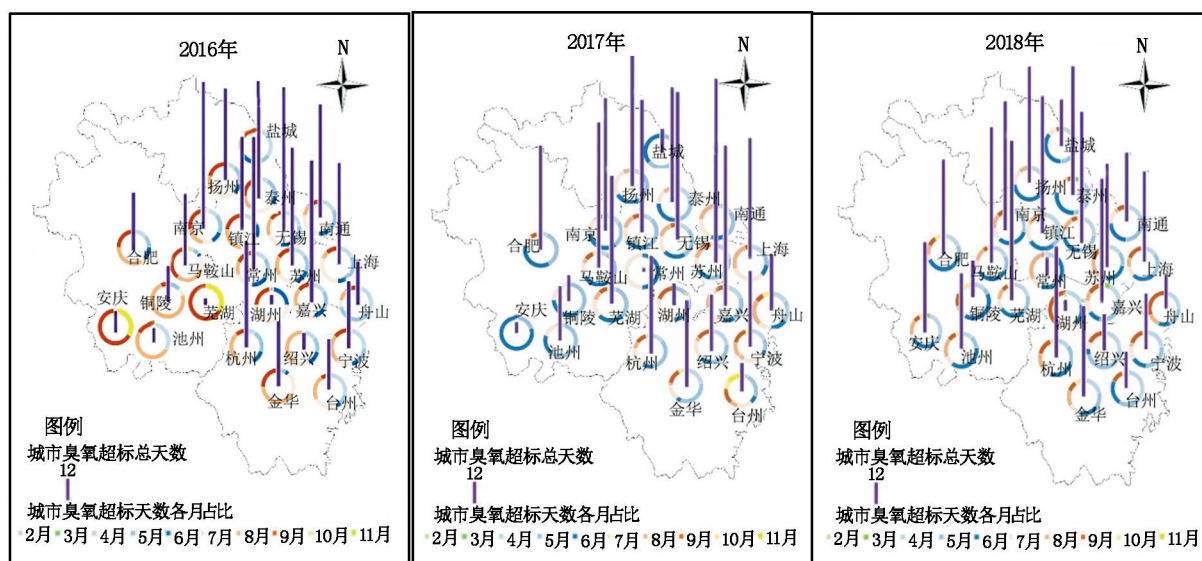


图 7 城市  $\text{O}_3$  浓度超标天数及月份占比分布

Fig. 7 Proportion of days and months of over  $\text{O}_3$  concentration standard

2016年升高;2018年江苏省和浙江省大部分城市O<sub>3</sub>浓度下降,安徽省城市O<sub>3</sub>浓度升高。

2016—2018年城市O<sub>3</sub>浓度超标天数先增加再减少,O<sub>3</sub>轻度、中度和重度污染天数也均是先增加后减少,但是城市O<sub>3</sub>浓度年评价为超标的城市数量由2016年的11个增加到2017和2018年的14个,城市O<sub>3</sub>浓度最大8h滑动均值极大值由2016年的220.63 μg/m<sup>3</sup>增长到2018年的244.17 μg/m<sup>3</sup>,无减小趋势。

城市O<sub>3</sub>浓度超标时间在2—11月均有发生,其中O<sub>3</sub>中度和重度污染均只发生在了4—9月,O<sub>3</sub>浓度超标小时总小时数先增加再减少,O<sub>3</sub>浓度小时超标与O<sub>3</sub>浓度日分布一致,除3—8时未有O<sub>3</sub>浓度小时超标现象,14—16时O<sub>3</sub>浓度超标出现频率比例最高。

臭氧90百分位浓度3年均超标的城市有上海、杭州、嘉兴、南京、无锡、苏州、泰州、镇江、扬州市,臭氧90百分位浓度均值在安徽省年均增长率为21.24%,浙江省也处于微弱上升,年均涨幅为0.6%,江苏省处于下降状态,年均降幅1.4%,其中

杭州、嘉兴、镇江、苏州、扬州5个城市2016年以来均为O<sub>3</sub>浓度超标城市,且臭氧90百分位浓度仍然处于上升状态,还是O<sub>3</sub>重度污染出现频率较高的城市,O<sub>3</sub>污染形势最为严峻。

### 参考文献:

- [1] 吴锴,康平,于雷,等. 2015—2016年中国城市臭氧浓度时空变化规律研究[J]. 环境科学学报,2018,38(6): 2179-2190.
- [2] 彭庆庆,罗岳平,田耘,等. 长株潭城市群区域臭氧浓度统计规律研究[J]. 环境科学与管理,2014,39(3):80-83.
- [3] 赵熠琳,原彩红,刘峥,等. 我国典型南方城市臭氧污染特征[J]. 中国环境监测,2017,33(4):194-200.
- [4] 黄小刚,邵天杰,赵景波,等. 长三角城市群臭氧浓度的时空分异及驱动因素[J]. 长江流域资源与环境,2019,28(6):1434-1445.
- [5] 易睿,王亚林,张殷俊,等. 长江三角洲地区城市臭氧污染特征与影响因素分析[J]. 环境科学学报,2015,35(8):2370-2377.

(责任编辑 许易琦)

(上接第30页)

- [17] 李洪,宫兆宁. 基于Logistic回归模型的北京市水库湿地演变驱动力分析[J]. 地理学报,2012,67(3):357-366.
- [18] 姜广辉,张凤荣. 基于Logistic回归模型的北京山区农村居民点变化的驱动力分析[J]. 农业工程学报,2007,23(5):81-87.
- [19] 刘瑞,朱道林. 基于Logistic回归模型的德州市城市建设用地扩张驱动力分析[J]. 资源科学,2009,31(11):1919-1926.
- [20] 谢花林,李波. 基于logistic回归模型的农牧交错区土

地利用变化驱动力分析—以内蒙古翁牛特旗为例[J]. 地理研究,2008,27(2):294-303.

- [21] 李雪平,唐辉明,陈实. 基于GIS的Logistic回归在区域滑坡空间预测中的应用[J]. 公路交通科技,2005,22(6):152-155.
- [22] BACKHAUS K, WANG X Y. 多元统计分析方法[M]. 上海:上海人民出版社,2017.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.008

## 中国木本植物结实规律综述

谭宏超<sup>1</sup>, 赵思俊<sup>2</sup>, 谭汝强<sup>3</sup>

(1. 云南师范大学生命科学院, 云南 昆明 650500; 2. 曲靖市麒麟区麒麟高级中学, 云南 曲靖 655000;  
3. 云南珍竹农业科技有限公司, 云南 嵩明 661708)

**摘要:**对《中国木本植物种子》一书及多篇文献进行总结归纳, 综述了中国木本植物花期、果实成熟期、结果期、果实脱落期、果实成熟到果实脱落时间等方面的规律。木本植物经过长期的自然选择, 为适应复杂多变的环境, 从基因水平形成了自我调控机制, 生长、发育、繁殖和分布规律均受内、外 2 方面因子影响。外界环境因子的复杂多样致使植物各时期的表现型也复杂多样。

**关键词:**中国木本植物; 结实规律; 花期; 结果期; 果实成熟期; 果实脱落期

中图分类号: S722.11 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)03-0038-04

引文格式: 谭宏超, 赵思俊, 谭汝强. 中国木本植物结实规律综述[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 38-41.

TAN Hongchao, ZHAO Sijun, TAN Ruqiang. Review on Fruiting Rules of Woody Plants in China[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 38-41.

## Review on Fruiting Rules of Woody Plants in China

TAN Hongchao<sup>1</sup>, ZHAO Sijun<sup>2</sup>, TAN Ruqiang<sup>3</sup>

(1. College of Life Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China; 2. Qilin Senior Middle School, Qujing, Yunnan 655000, China; 3. Yunnan Zhenzhu Agricultural Science and Technology Development Co., Ltd., Songming, Yunnan 661708, China)

**Abstract:** This paper summarized the laws of flowering, fruit maturity, fruit bearing, fruit abscission, time from maturity to abscission of woody plants based on Seeds of Woody Plants in China and other literature. After long-term natural selection, woody plants had formed self-regulation mechanism from the gene level in order to adapt to the complex and changeable environment, and their growth, development, reproduction and distribution were affected by internal and external factors. The complexity and diversity of external environmental factors led to the complexity and diversity of plant phenotypes in different periods.

**Key words:** woody plants in China; fruiting rule; flowering; fruiting; fruit maturity; fruit abscission

大多数植物以种子为主要繁殖方式。了解和掌握树木的开花结实规律对提高种子的产量和质量起着关键的作用, 种子的产量和质量严重影响到农业生产所带来的经济效益。本文对《中国木本植物

种子》一书及多篇相关文献进行归纳总结, 应用统计分析方法, 对其中收录的 492 属隶属于 132 科合计 1 565 种木本植物的开花结实规律及其原因进行归纳、讨论, 具有较大的科学价值及实践意义。在农

收稿日期: 2019-12-17.

第一作者: 谭宏超(1963-), 男, 云南宣威人, 教授. 从事生物学教学科研工作. Email: ynbamboo@126.com

责任作者: 赵思俊(1992-), 女, 云南曲靖人, 中学二级. 从事生物学教学科研工作. Email: 1508031557@qq.com

林业上,利用植物的开花结实规律可创造巨大的经济价值。如根据花期可正确掌握放蜂季节,增加受粉率;根据果实成熟期可及时采取措施避免或减轻害虫的侵犯;根据种子散落期可初步确定采集种子的日期,从而提高种子的产量和质量。在学术研究中,探讨研究植物的开花结实规律既可以帮助解释一些生产、生活、学习中的现象,也可为今后在这方面的科学研究提供参考。

### 1 中国木本植物的花期

在自然条件下,每种植物在固定的季节开花。不同的植物在一生中开花的次数也不同,1~2 年生植物生长几个月后就开花,一生中只开花一次;多年生植物要到一定的年龄才开花。开花是植物从营养生长向生殖生长的转变过程,在这一过程中植物从内部的代谢途径到外部表型均会发生一系列程序化的变化。开花相关基因表达是实现这一转变的基础,环境中的低温和适宜的光周期对这些基因的表达起着调控作用,是影响开花的 2 个主要因素(表 1)。

表 1 中国木本植物不同花期物种数

Tab. 1 Species number of woody plants in different florescence in China

花期	春花期 (2-4 月)	夏花期 (5-7 月)	秋花期 (8-10 月)	冬花期 (11-1 月)
总物种数	603	718	162	82
裸子植物	94	32	5	5
单子叶植物	16	12	10	5
双子叶植物	493	674	147	72

从表 1 可知,从物种数来看,在统计的 1 565 种木本植物中,春、夏花期的植物种数较多,其中又以夏花期的树种最多,为 718 种,占有物种数的 45.9%。冬花期的种数最少,仅 82 种。从单个花期来看,在 4 种花期的植物中均以双子叶植物所占的比例最多。从单种植物类型来说,裸子植物、单子叶植物均为:春花期种数>夏花期种数>秋花期种数>冬花期种数。而双子叶植物为:夏花期种数>春花期种数>秋花期种数>冬花期种数。掌握植物的花期对园林植物的配置及规划设计具有重要的指导意义。

植物的花期受光照、温度、空气相对湿度、通风条件、养分状况、土壤酸碱条件、激素处理等多种因素的影响。但最主要的还是光照和温度因素。一般

植物必须经历一段时间的持续低温才能由营养生长阶段转入生殖生长阶段,才能诱导花芽的形成,这一现象称为春化作用。因此,在经历了较长的冬季和适度的严寒后,满足了春化阶段对低温的要求,植物绝大部分于春、夏季节开花。另外,在光周期反应中,一般认为暗期反应是主体。不论明期的长短,只有暗期继续到一定时间(临界暗期)以上,短日照植物花芽才能分化,而长日照植物的花芽则不能分化,因此,经过冬季长时间的短日照作用后,大部分植物仍会在春、夏季节开花。

### 2 中国木本植物的结果期

结果期是指植物从开花到果实成熟所需的时间,短则 1 个月,长则 9 个月以上(表 2)。

表 2 中国木本植物结果期(开花到果实成熟时间)

Tab. 2 Fruiting period of woody plants in China (from flowering to fruit maturity)

结果期 (个月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	大于 9
总物种数	137	197	252	252	275	202	94	52	39	65
裸子植物	5	5	16	24	46	42	17	17	5	15
单子叶植物	9	9	4	7	2	2	2	0	2	2
双子叶植物	123	183	232	221	227	158	75	35	32	48

从表 2 可知,在统计的 1 565 种植物中,绝大多数植物的结果期需 2~6 个月,为 1178 种,占总物种数的 75.3%;结果期为 1 个月的有 137 种,约占总物种数的 8.8%;结果期为 7~9 个月的有 185 种,约占总物种数的 11.8%;结果期大于 9 个月的植物相对较少,仅 65 种,占总物种数的 4.1%。

植物由花发育为果实是受激素调控的,比如西红柿在授粉后会产生生长素刺激子房膨大。利用这一点,可以用低浓度的生长素类物质刺激西红柿花,其子房就会膨大并发育为西红柿,目前人们吃的无籽西红柿就属此类。果实成熟过程中会产生乙烯和脱落酸类激素,其作用在于加速果实成熟并促使种子成熟和休眠,毕竟植物的果实是为种子服务的。

一般而言,适宜浓度的生长素和细胞分裂素类激素会刺激果实细胞分裂,而赤霉素等激素会促使细胞伸长并抑制乙烯等激素的合成,从而延长果实的成熟期。另外,在果实成熟过程中,外界环境也可以通过作用于植物的光合作用、呼吸作用等来影响有机物的积累,从而控制植物的结果期。

### 3 中国木本植物的果实成熟期

果实成熟指全树有 70% 以上的果实具有成熟特征。果实的成熟是有机物逐步积累的过程,在果实成熟过程中,果实甜味增加、酸味减少、涩味消失、香味产生、果皮变软、色泽变艳、维生素含量增加。果实成熟时,果实大小已稳定,并出现应有的色、香、味(表 3)。

表 3 中国木本植物不同果实成熟期物种数

Tab. 3 Species number of woody plants in different fruit maturities in China

果实成熟期	春果期 (2-4 月)	夏果期 (5-7 月)	秋果期 (8-10 月)	冬果期 (11-1 月)
总物种数	120	307	932	206
裸子植物	4	11	110	11
单子叶植物	7	20	10	6
双子叶植物	109	276	812	189

从表 3 可知,秋果期物种数最多,为 932 种,占物种总数的 59.6%;夏果期物种数为 307 种,占物种总数的 19.6%;冬果期物种数为 206 种,占物种总数的 13.2%;春果期物种数最少,仅 120 种,占物种总数的 7.6%。

果实的成熟是由内源激素水平决定的,乙烯具有催熟的作用。

### 4 中国木本植物果实成熟到果实脱落时间

本节的脱落时间是指同一个物种的同一株树的果实从成熟开始到自然脱落所需要的时间。1 565 种木本植物果实脱落时间见表 4。

表 4 中国木本植物果实成熟到果实脱落时间

Tab. 4 Time from fruit maturity to abscission of woody plants in China

脱落时间	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月
总物种数	1255	192	67	36	15
裸子植物	99	20	8	7	2
单子叶植物	29	7	3	2	2
双子叶植物	1127	165	56	27	11

从表 4 可知,在统计的 1 565 种植物中,有 1 255 种植物的果实脱落时间均在 1 个月以内,占总

物种数的 80.2%。脱落时间需要 5 个月的仅 15 种,约占 1%。

植物果实成熟到果实脱落的时间主要由果柄基部离层的形成时间来决定。离层的形成除受植物本身内部激素、酶的影响外还受外界环境因素的作用。如有时外界环境温度突然降低,果柄上的离层根本来不及形成,果实就只能悬挂于树上。

### 5 中国木本植物的果实脱落期

果实脱落期是指全树有 70% 以上的果实成熟自然脱落的时间。1 565 种木本植物果实脱落规律见表 5。

表 5 中国木本植物果实脱落期

Tab. 5 Fruit abscission period of woody plants in China

脱落期	春落期 (2-4 月)	夏落期 (5-7 月)	秋落期 (8-10 月)	冬落期 (11-1 月)
总物种数	111	162	918	374
裸子植物	13	6	45	72
单子叶植物	8	12	17	6
双子叶植物	90	144	856	296

从表 5 可知,绝大多数植物的种子脱落期集中在秋冬季节,为 1292 种,占总物种数的 82.6%。裸子植物冬季果实脱落的种数最多,单子叶植物、双子叶植物秋季果实脱落的种数最多。

任何一种果实均靠果柄和树枝连接,既起到固定作用,同时也是果实获取养分的重要通道。在果实自然成熟阶段,植物体内脱落酸含量会增加,会合成一些分解细胞的酶。果实成熟期,在激素的刺激下果柄的基部会形成“离层”,随果实的长大,离层细胞会断裂,这个时候果实自身重量、风吹或者鸟儿的碰触都会促使果实掉落。如果遇到病虫害或是自然灾害,果实自身也会产生一个预警信号,果柄的离层会提前产生。果柄脱落后还会形成保护层,可以起到保护作用。

### 6 结论

有关木本植物种子结实规律方面的研究报道还很少。研究较多较深入的仅是有关植物的开花、结实及休眠等方面的内容,且大多数只针对于某一种特定类型或某一种特定植物,较系统地研究不同类型植物的结实规律及原因的文献尚未见报道。本文

通过对中国 1 565 种木本植物的花期、结果期、种子脱落期等 7 方面的指标进行归纳、分析,初步得出植物生长、发育、繁殖各阶段均由内、外 2 方面的因子共同协调作用完成。内源基因、外界环境因子的复杂多样,致使植物种子特性各指标的表现型也复杂多样。在生产实践过程中,针对某一特定植物的某一特定现象应结合实际具体分析,再采取相应措施,达到所需目标。

### 参考文献:

- [1] 国家林业局国有林场和林木种苗工作总站. 中国木本植物种子[M]. 北京:中国林业出版社,2000:1-1059.
- [2] 周晓东,刘红娜,方升佐,等. 木本植物种子休眠和萌发的分子生物学研究综述[J]. 世界林业研究,2011,24(4):24-29.
- [3] 黄丹,许岳香,胡海波,等. 植物种子休眠原因与机理的研究进展[J]. 亚热带植物科学,2010,39(2):78-83.
- [4] 赵大中,雍伟东,种康,等. 高等植物开花研究现状综述[J]. 植物学通报,1999,16(2):157-162.
- [5] 燕玲,李红,段淳清,等. 13 种野生观赏植物种子特性的研究[J]. 干旱区资源与环境,2004,18(5):151-158.
- [6] 梁机. 杉木种子园开花结实规律研究的综合评述[J]. 广西林业科学,2001,30(S1):7-9,12.
- [7] 杨培华,樊军锋,刘永红,等. 油松种子园开花结实规律研究进展[J]. 西北林学院学报,2005,20(3):96-101.
- [8] 吴文,马培恰,唐小浪,等. 贡柑果实延期采收技术研究[J]. 广东农业科学,2011(16):26-28.
- [9] 吴文龙,闫连飞,李维连,等. 不同品种黑莓在南京地区的结实表现[J]. 林业科技开发,2008,22(4):24-29.
- [10] 陈章和,罗洁源,周云龙. 几个气候区木本植物的开花结果物候[J]. 热带亚热带学报,1999,7(2):102-108.
- [11] 钟声. 纳罗克非洲狗尾巴草结实性及适宜收种时间的研究[J]. 种子,2007,26(4):32-35.
- [12] 林夏珍,赵建强. 中国野生花卉种质资源调查综述[J]. 浙江林学院学报,2001(4):67-70.
- [13] 北京师范大学生物系. 北京植物志:上册[M]. 北京:北京出版社,1984:1-700.
- [14] 北京师范大学生物系. 北京植物志:下册[M]. 北京:北京出版社,1984:711-1134.
- [15] 陈有民. 园林树木学[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
- [16] 陶泽兴,仲舒颖,葛全胜,等. 1963-2012 年中国主要木本植物花期长度时空变化[J]. 地理学报,2017(1):53-63.
- [17] 董利娟. 农作物种子净度分析的重要性及注意事项[J]. 现代农业,2015(12):56.
- [18] 于淑兰,张淑娟. 刺槐种子等级划分的研究[J]. 种子,1987(3):16-20.
- [19] 佚名. 贵阳木本植物物候对气候变化的响应[J]. 地理研究,2009(6):1606-1614.
- [20] 李德铨,杨湘云,王雨华,等. 中国西南野生生物种质资源库[J]. 中国科学院院刊,2010(5):472-571.
- [21] 刘宸,刘婷,包志毅. 浙江农林大学春季观花植物种类及景观分析[J]. 福建林业科技,2014(2):177-182,188.
- [22] ASKEW G R. An index of phenological overlap in flowering for clonal seed orchards[J]. Silvea Genet,1990,39:3-4.
- [23] NAGY, STEVEN. Vitamin C contents of citrus and their products: a review[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,1980,28(1):8.
- [24] PAWLOWSKI T A. proteomic approach to analyze dormancy breaking of tree seed[J]. Plant Molecular Biology, 2010,73(1/2):15-25.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.009

## 中老跨境联合保护区域中方一侧动物物种多样性调查

岩 丙<sup>1</sup>, 王利繁<sup>1</sup>, 刘生强<sup>2</sup>, 吉 魁<sup>2</sup>, 毛娅南<sup>3</sup>, 张忠员<sup>3</sup>

(1. 西双版纳国家级自然保护区尚勇管护所, 云南 勐腊 666300; 2. 西双版纳国家级自然保护区勐腊管护所, 云南 勐腊 666300; 3. 西双版纳国家级自然保护区科学研究所, 云南 景洪 666100)

**摘要:**2019 年 9—12 月, 采用访问调查及样线调查法对中老跨境联合保护区域中方一侧辖区的 65 个村寨开展动物物种多样性调查。共调查到兽类物种 7 目 20 科 59 种, 均为《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》(IUCN 红色名录) 收录物种, 其中国家 I 级重点保护野生动物 11 种, 国家 II 级 17 种, “三有” 保护动物 26 种。中老跨境联合保护区域是西双版纳兽类多样性最高区域, 且珍稀物种比例最高, 如金钱豹、云豹、金猫、豺、黑熊和马来熊等大型动物, 兽类以食肉目物种最多 (6 科 25 种), 占兽类物种总数的 42.4%。中老联合保护项目存在着因项目资金局限和不足造成工作未能如期开展, 语言障碍、通讯不畅导致双方交流理解低效和部分项目工作滞后等问题。提出加强对巡护员的技能培训, 增加调查方法和设备, 加强与老挝农林部门的跨境生物多样性联合保护等建议。

**关键词:** 动物物种多样性; 珍稀濒危物种; 国家重点保护物种; 兽类物种; 中老跨境联合保护

中图分类号: S718.521.1; S759.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)03-0042-05

引文格式: 岩丙, 王利繁, 刘生强, 等. 中老跨境联合保护区域中方一侧动物物种多样性调查[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 42-46.

YAN Bing, WANG Lifan, LIU Shengqiang, et al. Diversity of Animal Species on the Chinese Side of China-Laos Cross-border Biodiversity Joint Protection Area[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 42-46.

### Diversity of Animal Species on the Chinese Side of China-Laos Cross-border Biodiversity Joint Protection Area

YAN Bing<sup>1</sup>, WANG Lifan<sup>1</sup>, LIU Shengqiang<sup>2</sup>, JI Kui<sup>2</sup>, MAO Yanan<sup>3</sup>, ZHANG Zhongyuan<sup>3</sup>

(1. Shangyong Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Mengla, Yunnan 666300, China;  
2. Mengla Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Mengla, Yunnan 666300, China;  
3. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China)

**Abstract:** The investigation of animal species diversity in 65 villages on the Chinese side of the China-Laos cross-border biodiversity joint protection area was carried out from September to December 2019 by means of interview and sample line survey. A total of 59 species, 20 families and 7 orders of mammal species were investigated, all of which were included in the IUCN Red List of Threatened Species, including 11 species of first-grade national key protected wild animals, 17 species of second-grade national key protected wild animals and 26 species of wildlife which were beneficial or of important economic or scientific value. The mammals diversity of China-Laos cross-border biodiversity joint protection area was

收稿日期: 2019-12-13.

第一作者: 岩 丙 (1975-), 男, 云南景洪人, 工程师. 主要从事自然保护区巡护管理工作.

责任作者: 张忠员 (1983-), 男, 云南思茅人, 高级工程师. 主要从事自然保护区管理工作. Email: yavxin@126.com



highest in Xishuangbanna, with the highest proportion of rare species, such as *Panthera pardus*, *Neofelis nebulosa*, *Catopuma temminckii*, *Cuon alpinus*, *Selenarctos thibetanus* and *Helarctos malayanus*, and the most numerous of Carnivora species (25 species and 6 families) accounted for 42.4% of the total mammals. This paper suggested to strengthen the skill training of rangers, increase investigation methods and equipment, and strengthen the joint protection of cross-border biodiversity with Laos agricultural and forestry departments, to solve the problems that the work was not carried out as scheduled due to the limitation and shortage of project funds, and the understanding between the two sides was inefficient and some projects were lagged due to the language barrier and the poor communication.

**Key words:** animal species diversity; rare and endangered species; national key protected species; mammal species; China-Laos cross-border biodiversity joint protection

云南省是中国生物多样性最为丰富的省份,素有“动植物王国”的美誉;西双版纳国家级自然保护区以极其丰富的生物多样性赋有“动植物王国”皇冠上的绿宝石之美誉。整个西双版纳国家级自然保护区由勐养、勐仑、勐腊、尚勇、曼稿5个子保护区组成,总面积24.251万 $\text{hm}^2$ ,是一个以保护热带森林生态系统和珍稀野生动植物资源为主的大型综合性自然保护区。保护区内生活有2100余种野生动物,其中亚洲象、印支虎、绿孔雀、印度野牛、白颊长臂猿、蜂猴等120种国家重点保护动物更是保护物种中的重中之重。在5个子保护区中,勐腊和尚勇子保护区边境与老挝接壤,边境线长达108 km,该跨境区域正处于全球12大生物多样性热点之一的印支半岛生物多样性热点地带,生物多样性极为丰富,然而由于中国与老挝两国边境一线众多世居少数民族历来有靠山吃山的风俗和狩猎的习俗,砍伐森林和烧荒现象时有发生。落后的经济条件导致边民对森林资源很大程度的依赖性,区域生物多样性不断被蚕食和破坏,野生动植物资源保护面临越来越大的压力。鉴于此,为有效地保护好该区域丰富的野生动植物资源,扩展野生亚洲象及印支虎等野生动物的生存空间,开展了中老跨境联合保护区域中方一侧动物物种多样性调查。

西双版纳国家级自然保护区(以下简称“保护区”)遵循“保护无国界”基本理念,首先提出“生物多样性跨境联合保护”的构想。保护区与老挝有关部门就双方合作事宜达成了共识。从建立之初,中老跨境联合保护就本着以中老两国边境一线自然保护区管理部门间的民间交流为基础,以政府间的会晤为纽带,共同探索中国(西双版纳)、老挝(北部三省)跨境区域生物多样性联合保护的实践模式。自此,西双版纳国家级自然保护区管理局开始与老挝南塔省农林厅、楠木哈国家级自然保护区、丰

沙里和乌渡姆塞省农林厅相关管理部门合作,共同探索在跨境区域开展生物多样性联合保护的一种新模式,共建联合保护区域,携手联合保护区域生物多样性。

## 1 项目区域概况

西双版纳特殊的地理位置,优越的地理条件,孕育了极其丰富的野生动植物资源。西双版纳自然保护区已知的维管束植物有214科1012属2779种,其中国家重点保护植物有31种;已知脊椎动物有818种,其中国家重点保护野生动物有114种。因此,西双版纳国家级自然保护区被誉为“动植物王国皇冠上的绿宝石”和“热带生物物种基因库”,是我国生物多样性优先重点保护的区域和全球25个优先重点保护的生物多样性热带地区之一<sup>[1]</sup>。

西双版纳国家级自然保护区的尚勇片区、勐腊片区均直接与老挝相连,这些区域也是生物多样性十分丰富的区域,同时也是受威胁较严重的区域。

## 2 调查方法

### 2.1 访问调查法

访问以图片辨识为主,将准备好的动物图片展示给受访者,让其从中挑出他/她见过的动物;每套图片中混有2张版纳没有的物种照片,用来测试受访者回答的真实性。使用Google Earth标记村寨地点,为受访者讲解地图上的位置和周边地形,方便其在地图上指出发现动物的大致位点,并作标记。

针对重点物种(如亚洲象、豹、云豹等),要求受访者对所见动物的外形特征尽可能详细地进行描述,挖掘相关细节,对于可以分辨不同物种的受访者,请她/他说出明显的可供辨识的特征,并通过特征描述进行物种鉴定。受访者回答时不打断,用录

音笔完整记录,后期进行整理。

### 2.2 样线调查法

以距离寨子最近的天然林为起点,通过样线监测西双版纳国家级自然保护区勐腊管护所、尚勇管护所区域,对长 3 km 样线上发现的动物足迹、粪便、毛发、食痕、擦痕等信息进行详细记录。

### 3 调查结果

2019 年 9—12 月,在当地护林员的协助下对涵盖了西双版纳国家级自然保护区中的勐腊子保护区、尚勇子保护区及相邻地域的中老跨境联合保护区(中国部分)兽类物种进行动物多样性现状访问调查。调查过程中共走访中老跨境区域(中国部分)65 个村寨(图 1),共走访居民 303 人。记录村寨名、海拔和 GPS 位点,结合访查和样线法共调查到兽类物种 7 目 20 科 59 种,均为《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》(IUCN 红色名录)收录物种。其中,国家 I 级重点保护野生动物 11 种:云豹、金钱豹、熊狸、马来熊、蜂猴、北豚尾猴、熊猴、灰叶猴、小麂鹿、印度野牛和亚洲象;国家 II 级重点保护野生动物 17 种:丛林猫、斑林狸、金猫、大灵猫、小灵猫、豺、黑熊、水獭、青鼬、黄喉貂、恒河猴、短尾猴、水鹿、斑羚、中华鬣羚、穿山甲和巨松鼠;“三有”保护动物 26 种(表 1)。

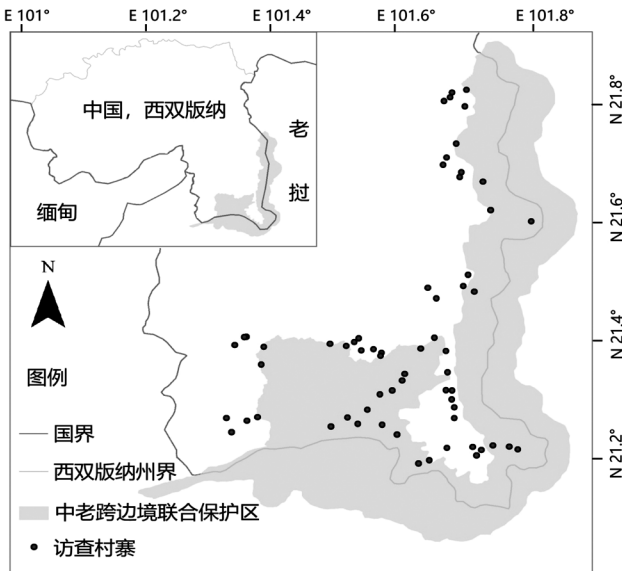


图 1 中老跨境保护调查村寨分布

Fig. 1 Distribution of investigated villages in China-Laos cross-border biodiversity joint protection

表 1 中老跨境生物多样性联合保护区动物物种名录

Tab. 1 List of animal species in China-Laos cross-border biodiversity joint protection area

序号	目	科名	物种	保护级别 (国家级)
1	食肉目	猫科	丛林猫 <i>Felis chaus</i>	II
2			斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	II
3			金猫 <i>Catopuma temminckii</i>	II
4			豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	三有
5			云豹 <i>Neofelis nebulosa</i>	I
6			金钱豹 <i>Panthera pardus</i>	I
7			云猫 <i>Pardofelis marmorata</i>	三有
12	灵猫科		大斑灵猫 <i>Viverra megaspila</i>	三有
8			大灵猫 <i>Viverra zibetha</i>	II
9			小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	II
10			果子狸 <i>Paguma larvata</i>	三有
11			椰子狸 <i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	三有
13			熊狸 <i>Arctictis binturong</i>	I
14	獐科		食蟹獐 <i>Herpestes urva</i>	三有
15	犬科		豺 <i>Cuon alpinus</i>	II
16	熊科		黑熊 <i>Selenarctos thibetanus</i>	II
17			马来熊 <i>Helarctos malayanus</i>	I
18	鼬科		黄鼬 <i>Mustela sibirica Pallas</i>	三有
19			鼬獾 <i>Melogale moschata</i>	三有
20			水獭 <i>Lutra lutra</i>	II
21			青鼬 <i>Martes flavigula flavigula</i>	II
22			黄腹鼬 <i>Mustela kathiah</i>	三有
23			黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	II
24			狗獾 <i>Meles meles</i>	三有
25			猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>	三有
26	灵长目	懒猴科	蜂猴 <i>Nycticebus bengalensis</i>	I
27		猴科	恒河猴 <i>Macaca mulatta</i>	II
28			熊猴 <i>Macaca assamensis</i>	I
29			短尾猴 <i>Macaca arctoides</i>	II
30			北豚尾猴 <i>Macaca leonina</i>	I
31			灰叶猴 <i>Trachypitecus phayrei</i>	I
32	偶蹄目	鹿科	赤鹿 <i>Muntiacus reevesi</i>	三有
33			毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	三有
34			水鹿 <i>Rusa unicorn</i>	II
35		麂鹿科	小麂鹿 <i>Tragulus kanchil</i>	I
36		牛科	印度野牛 <i>Bos gaurus</i>	I
37			斑羚 <i>Naemorhedus goral</i>	II
38			中华鬣羚 <i>Capricornis milneedwardsii</i>	II

续表 1

序号	目	科名	物种	保护级别 (国家级)
39		猪科	野猪 <i>Sus scrofa</i>	三有
40	长鼻目	象科	亚洲象 <i>Elephas maximus</i>	I
41	鳞甲目	穿山甲科	穿山甲 <i>Manis pentadactyla</i>	II
42	兔形目	兔科	云南兔 <i>Lepus comus</i>	三有
43	啮齿目	豪猪科	豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>	三有
44			帚尾豪猪 <i>Atherurus mactourus</i>	三有
45		松鼠科	赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>	三有
46			隐纹花松鼠 <i>Tamiops swinhoei</i>	三有
47			巨松鼠 <i>Ratufa bicolor</i>	II
48		鼯鼠科	黑白飞鼠 <i>Hylopetes alboniger</i>	三有
49			毛耳飞鼠 <i>Belomus pearsoni</i>	三有
50			灰背大鼯鼠 <i>Petaurista magnificus</i>	三有
51			白斑小鼯鼠 <i>Petaurista elegans</i>	三有
52			红白鼯鼠 <i>Petaurista alborufus</i>	三有
53		鼠科	白腹巨鼠 <i>Leopoldamys edwardsi</i>	
54			巢鼠 <i>Micromys minutus</i>	
55			刺毛鼠 <i>Niviventer fulvescens</i>	
56			小家鼠 <i>Mus musculus</i>	
57			长尾攀鼠 <i>Vandeleuria oleracea</i>	
58		竹鼠科	花白竹鼠 <i>Rhizomys pruinosus</i>	三有
59			大竹鼠 <i>Rhizomys sumatrensis</i>	三有

本次调查记录到的兽类以食肉目物种最多(6科 25 种),占兽类物种数的 42.4%;其后依次为啮齿目(5 科 17 种, 28.8%)、偶蹄目(4 科 8 种, 13.6%)、灵长目(2 科 6 种, 10.2%);长鼻目、鳞甲目和兔形目各 1 种。

中老跨境保护区域是西双版纳兽类多样性最高的地区,且珍稀物种比例最高。特别是在尚勇毗邻老挝边境区域调查到豹(金钱豹)、云豹和金猫 3 种大型猫科动物,以及豺、黑熊和马来熊等大型犬形亚目动物(图 2)。勐腊地区曾记录有印支虎<sup>[2]</sup>,但同白德凤等(2018)调查结果一样<sup>[3]</sup>,本次调查也未得到关于印支虎存在的证据。

勐腊县曾被认为是北白颊长臂猿在中国最后的栖息地,范鹏飞等人(2013)结合野外调查和访问调查认为该物种已野外灭绝,近几年仍不断有针对北白颊长臂猿的调查展开<sup>[4]</sup>,至本调查结束均未有结果。其它灵长类物种生存现状亦不容乐观。该区域曾记录有 4 种猕猴属物种(北豚尾猴、熊猴、短尾猴

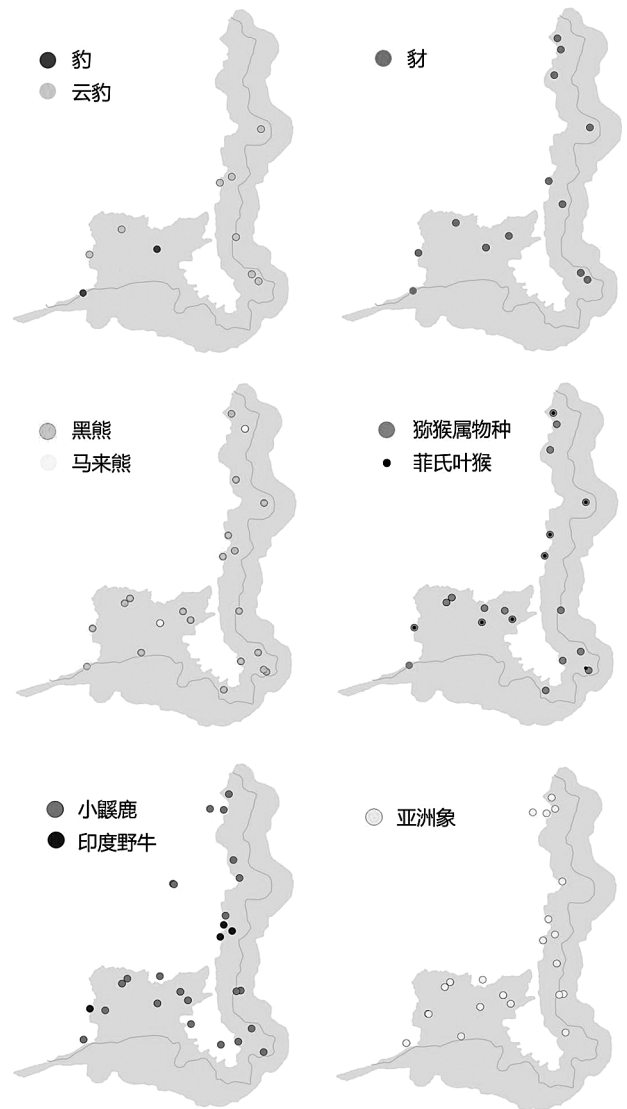


图 2 中老跨境保护区域各珍稀濒危物种分布区域  
Fig. 2 Distribution of rare and endangered species in China-Laos cross-border biodiversity joint protection area

和猕猴),但是由于它们形态相似,不好区分,当地村民也很难判断见到的具体是哪一种猕猴。菲氏叶猴数量稀少,很多地方已 20 多年未有过该物种的记录。蜂猴偶尔会在林缘被发现,但数量和生存状况均不清楚。

小麂鹿和印度野牛均为国家一级保护动物,但在中老跨境保护区域印度野牛的数量不多,而小麂鹿在该地区却有广泛分布,这与相关学者调查结果一致<sup>[5]</sup>。

亚洲象的活动情况及种群数量状况的调查结果,南平村区域内分布有一群跨境亚洲象,2017 年活动路线南奔至上会边—至南尼厄村(老挝村寨),区域亚洲象数量在 30 多头。最近观测到的象群活

动时间为 2019 年 6 月。勐捧镇区域内分布的象群数量在 7 头左右,中方一侧的活动路线为满陇—满坎—勐哈—满听—曼回庄—景坎—城子—曼种—尚勇保护区,最近一次观测到象群活动时间为 2019 年 8 月份。该区域内农地、居民区和森林交错混杂,存在极大的人象冲突发生几率和潜在危险<sup>[7]</sup>。亚洲象种群迁移活动过程中对经过区域周边村寨农作物造成一定程度的毁坏,主要是水稻、玉米、橡胶、甘蔗等经济作物<sup>[6]</sup>,虽然西双版纳针对野生动物肇事有了一定的补偿,但在亚洲象频频出现的区域内村民对此还是抱怨甚多。动物物种在迁移出老挝边境一侧时,由于老挝方面对于动物保护方面的宣传较少,加之无相应的补偿措施,导致很多伤害或猎杀野生动物事件发生<sup>[7]</sup>,极不利于跨境亚洲象的保护。为此,近些年中方与老挝一致在致力于跨境亚洲象保护工作。

#### 4 问题与建议

通过中老双方保护部门间多年的交流合作,中老联合保护区域合作项目取得了一定成绩,但因存在一些困难和客观上的限制,主要存在以下问题:项目资金局限和不足造成工作未能如期开展;语言障碍、通讯不畅导致双方交流理解低效和部分项目工作滞后;调查设备不足影响项目活动的推进;财政管理制度及出境审批手续繁杂,制约跨境生物多样性联合保护工作的开展。

巡护员是动物多样性监测保护的第一线,建议增加针对巡护员的技能培训,如物种识别、样品采集和保存、痕迹辨别等。特别是对特定手机 app 的安装和使用,例如奥维地图、谷歌地球等,不但可以在巡护前全面了解该区域的地形情况,利于规划巡护路线,还可以在巡护过程中实时记录位点、痕迹信息等观察记录,是对多样性调查有益的补充。

调查过程中由于许多村寨自 20~30 年前就已搬离保护区,年轻一代很少上山,几乎不会进入保护区的核心区,对动物的认识与老一辈和曾经的猎人无法相比,单纯依靠访查和样线法,调查结果与实际

情况会有很大差异。因此,增加调查方法和设备,如红外相机陷阱技术等,对中老跨境区域进行长时间大范围的监测,有利于全面了解特别是兽类多样性情况。

调查过程中了解到中老边境一线很多动物消失归根于人类的捕杀。由于国内对于动物保护方面法律法规的宣传,村寨被访问的村民基本了解猎杀野生动物如若被发现将面临行政或刑事处罚,加之村寨很多年轻人到外地打工,猎捕在中方一侧则稍少。而边境线另一侧的老挝村寨由于经济较为落后,动物保护法律法规基本不能有效实施,导致活动于中老边境一线的动物在活动至老挝一侧时被猎捕。因此,加强与老挝农林部门的跨境生物多样性联合保护变得尤为重要。

**致谢:**在此次访问调查过程中西双版纳国家级自然保护区勐腊管护所、尚勇管护所、科学研究所、勐腊县磨憨林业行政中心的全体同仁给予大力帮助和支持,在此谨表感谢!

#### 参考文献:

- [1] 西双版纳国家级自然保护区管理局. 西双版纳国家级自然保护区[M]. 昆明:云南教育出版社,2006:85-101.
- [2] 冯利民,王利繁,王斌,等. 西双版纳尚勇自然保护区野生印支虎及其三种主要有蹄类物种群现状调查[J]. 《兽类学报》,2013,33(4):308-318.
- [3] 白德凤,陈颖,李俊松. 西双版纳尚勇自然保护区哺乳动物物种多样性[J]. 生物多样性,2018,26(1):75-78.
- [4] 宋志勇,杨鸿培,杨正斌. 西双版纳北白颊长臂猿种群现状及其保护策略[J]. 西部林业科学,2017,46(3):18-22.
- [5] 罗爱东,黄建国,董永华. 西双版纳自然保护区麋鹿生境选择的初步研究[J]. 云南林业科技,1999,87(20):66-70.
- [6] 中国人象冲突研究[M]. 昆明:云南教育出版社,2013:1-25.
- [7] 王利繁,李泽君,罗爱东. 中老跨境生物多样性保护措施初探[J]. 林业调查规划,2015,40(2):149-152.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.010

## 云南九龙山自然保护区水青冈群落物种多样性及群落特征

赵冬林<sup>1</sup>, 张哲<sup>2</sup>, 张小安<sup>2</sup>, 邓莉兰\*

(1. 西南林业大学 园林学院, 云南 昆明 650224; 2. 西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:**采用典型样方调查法,对云南九龙山自然保护区内的水青冈群落生物多样性及群落特征进行研究,共设置7个30 m×30 m的样方,从群落的物种组成、重要值、物种多样性、种群年龄结构等方面进行分析。结果表明:云南九龙山水青冈群落中共有维管束植物81种,隶属48科71属,其中蔷薇科为优势科;物种丰富度、多样性、均匀度和优势度在所有群落中均表现为草本层>灌木层>乔木层;在水青冈种群年龄结构中,Ⅳ级和Ⅴ级所占比例为21.4%、78.6%,未发现幼苗、幼树分布,表明种群自然更新不良,表现为衰退型。提出减少人为干扰因素,促进群落自然更新,建立种群动态数据库,在保持群落物种多样性的同时注重维持群落稳定性等保护建议。

**关键词:**水青冈;物种多样性;群落特征;九龙山自然保护区

中图分类号:S718.521.2;S792.16;S759.9 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0047-07

引文格式:赵冬林,张哲,张小安,等.云南九龙山自然保护区水青冈群落物种多样性及群落特征[J].林业调查规划,2020,45(3):47-53.

ZHAO Donglin, ZHANG Zhe, ZHANG Xiao'an, et al. Community Characteristics and Species Diversity of *Fagus longipetiolata* in Jiulongshan Nature Reserve of Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 47-53.

### Community Characteristics and Species Diversity of *Fagus longipetiolata* in Jiulongshan Nature Reserve of Yunnan

ZHAO Donglin<sup>1</sup>, ZHANG Zhe<sup>2</sup>, ZHANG Xiao'an<sup>2</sup>, DENG Lilan

(1. School of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

2. School of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** The 7 forest plots of 30 m×30 m was set up by the typical sample plot survey method to study the characteristics and biodiversity of *Fagus longipetiolata* community in Jiulongshan Nature Reserve of Yunnan from the species composition, important value, species diversity and age structure of the community. The results showed that: there were 81 species of vascular plants belonging to 71 genera and 48 families in the *F. longipetiolata* community and Rosaceae was the dominant family; The species richness, diversity, evenness and dominance were herb layer > shrub layer > arbor layer; In age structure of *F. longipetiolata* population, the individual of IV and V occupied 21.4% and 78.6%, and no seedlings and saplings were found in the community, which showed the poor natural regeneration in the population. This paper suggested to reduce human disturbance, promote natural regeneration of community, establish population dynamic database, and pay attention to maintaining community stability while

收稿日期:2019-12-18.

第一作者:赵冬林(1994-),女,云南曲靖人,硕士研究生.研究方向为风景园林植物资源应用.Email:1798794910@qq.com

责任作者:邓莉兰(1962-),女,教授.研究方向为树木学和园林植物的开发和运用.Email:Lilandeng@163.com

maintaining species diversity of community.

**Key words:** *Fagus longipetiolata*; species diversity; community characteristics; Jiulongshan Nature Reserve

水青冈 (*Fagus longipetiolata*) 是壳斗科水青冈属的落叶乔木,为中国特有植物。该物种分布范围广泛<sup>[1]</sup>,分布的最南、最东界达云南西畴县和浙江永嘉县<sup>[2]</sup>,适应环境幅度大,在研究植物系统演化、地理、植被生态、古植物等方面具有重要的价值。但由于人类高强度干扰活动的影响,水青冈分布区日益缩小,天然水青冈群落已罕见<sup>[3]</sup>。在森林群落中,随着植物种类组成的增加,群落结构趋向复杂化,群落功能趋于稳定<sup>[4-5]</sup>。对植物群落物种多样性和群落特征的研究,有助于深入了解森林群落的结构和功能,以便采取相应措施维持其稳定性<sup>[6-8]</sup>。故深入了解水青冈群落的特征,掌握其生物多样性状况,揭示其生存现状对保护水青冈具有重要意义。目前对水青冈的研究多集中于生活型谱<sup>[9]</sup>、幼苗根系构型<sup>[10]</sup>、种群遗传结构<sup>[11]</sup>等方面,在群落学研究方面,广西水青冈林<sup>[12]</sup>、湖北姊妹山水青冈群落<sup>[3]</sup>、贵州雷公山水青冈群落<sup>[13]</sup>已有研究报道,但未见云南九龙山自然保护区水青冈群落的相关研究报道,鉴于此,开展了保护区内水青冈群落生物多样性调查,计算物种多样性指数,探究群落植物的物种组成、物种多样性、群落类型、水青冈种群年龄结构等内容,以期水青冈的种质资源保护及合理利用提供科学的基础依据。

## 1 研究区域概况

九龙山自然保护区地处云南省文山州广南县,为亚热带高原季风气候,年均降水量 1 056.5 mm,

年均温 16.7℃,年均日照 1 875.7 h,土壤以黄壤、红壤为主。保护区海拔为 817~1 933.7 m,海拔高差大,生境多样,植被多样性丰富。植被类型以典型湿性常绿阔叶林为主,如红花木莲群落、栲树群落,以半湿润常绿阔叶林为辅,如枫香群落、榲栌群落。九龙山自然保护区是典型的滇东南喀斯特地貌,保存了喀斯特地区重要的森林植被,虽地处喀斯特岩溶地区,但由于降水充沛,加上当地壮族敬山、护山的民族文化,保留了滇东南地区典型的喀斯特地貌常绿阔叶林植被,对研究滇东南地区原始阔叶林的物种组成、结构、气候变迁的演变具有重要价值。

## 2 研究方法

### 2.1 样地选择及样方设置

在全面踏查的基础上,对保护区内的水青冈植物群落进行调查,选择种群分布集中、林分保持较好的典型地段,设置 7 个 30 m×30 m 的样方,使用 GPS 测量经度、纬度和海拔,并记录样方坡向、坡度等因子(表 1)。对样方内所有胸径≥5 cm 的木本植物进行每木检尺,调查树种、胸径、冠幅、树高、物候期、基径等指标。每个样方内设 5 个 5 m×5 m 的下木样方,梅花形布局,记录小样方内胸径小于 5 cm、且未记录在乔木层的木本植物,包括乔木的幼树和灌木,记录其种名、株数、高度、基径、冠幅等。记录胸径小于 3 cm 的植物高度,在样方内设 5 个 1 m×1 m 的草本样方,梅花形布局,记录样方内草本植物的种名、数量、盖度。

表 1 云南九龙山自然保护区水青冈群落样方信息

Tab. 1 Sample plots of *F. longipetiolata* community in Jiulongshan Nature Reserve of Yunnan

样方编号	经度	纬度	海拔/m	坡向	坡度/°	乔木层盖度/%	灌木层盖度/%	草本层盖度/%	人为影响	树高范围/m	胸径范围/cm
1	E104°47' 08"	N24°23'13"	1817	西北	35°	50	55	35	挖草药(弱)	2.0~13	5.0~35
2	E104°73' 51"	N24°22'09"	1792	北	40°	70	50	25	挖草药(弱)	2.4~18	5.6~30
3	E104°74' 11"	N24°25'47"	1859	东	30°	60	48	20	挖草药(弱)	1.5~12	5.1~22
4	E104°76' 61"	N24°21'42"	1879	南	25°	55	48	25	挖草药(弱)	2.0~14	6.1~37
5	E105°00' 49"	N24°17'49"	887	西	15°	50	20	20	公路(强)	2.5~9.0	5.0~19
6	E104°15' 36"	N24°22'34"	1657	南	20°	58	60	30	挖草药(弱)	2.0~19	5.4~39
7	E104°45' 26"	N24°13'11"	1804	北	25°	58	55	30	挖草药(弱)	2.5~15	6.7~35

2.2 数据分析

2.2.1 重要值计算

利用植物群落样方数据分层计算各群落的重要值<sup>[14]</sup>。计算公式为:

$$\text{乔木重要值}(\%) = (\text{相对多度} + \text{相对频度} + \text{相对优势度}) / 3 \quad (1)$$

$$\text{灌木重要值}(\%) = (\text{相对多度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) / 3 \quad (2)$$

$$\text{草本重要值}(\%) = (\text{相对多度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) / 3 \quad (3)$$

式中,相对多度(%) = 某个种的株数/所有种的总株数×100%;

相对频度(%) = 某个种在统计样方中出现的次数/所有种出现的总次×100%;

相对优势度(%) = 某个种的胸高断面积/所有种的胸高断面积×100%;

相对盖度(%) = 某个种的盖度/所有种的总盖度×100%。

2.2.2 多样性计算

$$\text{Shannon-Wiener 指数: } H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad (4)$$

$$\text{Simpson 指数(优势度指数): } D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (5)$$

$$\text{Pielou 指数: } E = H' / \ln s \quad (6)$$

式中,S 为出现在样方内的物种数,N 是样方单元的总个数, $p_i$  为种的重要值(IV)<sup>[14-15]</sup>。

3 结果与分析

3.1 植物物种组成及重要值

在所调查的 7 个样方中,共记录到维管植物 81 种,隶属 43 科 71 属,其中:乔木植物 23 种,灌木 26 种(包括乔木幼苗 1 种),草本植物 33 种。优势科为蔷薇科,其次为壳斗科、菊科。

3.1.1 乔木重要值分析

7 个样方共计调查到乔木层植物 23 种,隶属 14 科 19 属。各样方乔木层组成数为 4~8 种,根据重要值分析结果,水青冈在 7 个样方中的重要值均为最高,其中在样方 1 中的重要值最高,达 42.01%;在样方 5 中的重要值最低,为 29.31%。数量优势科为壳斗科 Fagaceae(3 属 6 种)、山茶科 Theaceae(2 属 4 种)、木兰科 Magnoliaceae(2 属 2 种),单属单种占绝对优势,共有 13 属 13 种,占属数的 68%(表 2)。

表 2 云南九龙山自然保护区水青冈群落乔木层重要值

Tab. 2 Important values of species in arbor layer of *F. longipetiolata* community in Jiulongshan Nature Reserve of Yunnan

植物种名	拉丁学名	样方 1	样方 2	样方 3	样方 4	样方 5	样方 6	样方 7
水青冈	<i>Fagus longipetiolata</i>	42.01	30.99	31.36	39.45	29.31	34.51	37.79
银木荷	<i>Schima argentea</i>	13.64						
南亚枇杷	<i>Eriobotrya bengalensis</i>	9.74						
枫香	<i>Liquidambar formosana</i>	27.7		18.82	18.90		21.59	11.71
锈毛杜英	<i>Elaeocarpus howii</i>	9.74						
红花木莲	<i>Manglietia insignis</i>		10.59					
罗浮锥	<i>Castanopsis fabri</i>		11.06		15.20			
刺栲	<i>Castanopsis fargesii</i>		12.55		14.71			
东京四照花	<i>Dendrobenthamia tonkinensis</i>		13.62		16.71	19.02		
山香圆	<i>Turpinia montana</i>		12.08					
窄叶青冈	<i>Cyclobalanopsis augustinii</i>		9.10					
岗柃	<i>Eurya groffii</i>			12.55				
大参	<i>Macropanax Oreophilus</i>			9.20				
西南红山茶	<i>Camellia pitardii</i>			10.05				
广南槭	<i>Acer kwangnanense</i>			18.01				
连蕊茶	<i>Camellia cuspidata</i>					21.01		





3.1.3 草本重要值分析

7 个样方共调查到草本植物 33 种,隶属 25 科 31 属,含蕨类植物 8 科 8 属 8 种。样方群落中,优势科依次为菊科(4 属 4 种)、荨麻科(3 属 3 种),各样方组成数为 7~9 种。样方 1 的优势种为蕨,重要值为 21.19%;样方 2 的优势种为楼梯草,重要值为

27.11%;样方 3 的优势种为麦冬,重要值为 26.89%;样方 4 的优势种为扁竹兰,重要值为 22.73%;样方 5 的优势种为石韦,重要值为 17.26%;样方 6 的优势种为野棉花,重要值为 17.26%;样方 7 的优势种为紫茎泽兰,重要值为 20.91%(表 4)。

表 4 云南九龙山自然保护区水青冈群落草本重要值

Tab. 4 Important values of species in herb layer of *F. Longipetiolata* community in Jiulongshan Nature Reserve of Yunnan %

植物种名	拉丁学名	样方 1	样方 2	样方 3	样方 4	样方 5	样方 6	样方 7
麦冬	<i>Ophiopogon japonicus</i>	9.26	20.04	26.89				
楼梯草	<i>Elatostema involucratum</i>	10.92	27.11					
阔鳞鳞毛蕨	<i>Dryopteris championii</i>	6.45			13.11			
蕨	<i>Pteridium aquilinum</i>	21.19			10.94			
石韦	<i>Pyrrhosia lingua</i>	7.24			10.23	17.26		
雪里见	<i>Arisaema rhizomatum</i>	6.09					15.17	
锥序冷水花	<i>Pilea paniculigera</i>	17.06				14.48		
天南星	<i>Arisaema heterophyllum</i>	9.87						
牛膝	<i>Achyranthes bidentata</i>	11.89		17.37				
大叶凤仙花	<i>Impatiens apalophylla</i>			16.95				
松毛火绒草	<i>Leontopodium andersonii</i>		7.99					
车前	<i>Plantago asiatica</i>		5.99				11.01	
野芋	<i>Colocasia antiquorum</i>		9.57				11.01	
野棉花	<i>Anemone vitifolia</i>		14.15				17.26	13.08
酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i>		7.28					14.03
紫萁	<i>Osmunda japonica</i>		7.84	11.48			13.39	
拉拉藤	<i>Galium aparine</i>			6.72				
金粉蕨	<i>Onychium siliculosum</i>			6.72				
凤尾蕨	<i>Pteris nervosa</i>			13.86		16.07		10.98
商陆	<i>Phytolacca acinosa</i>					11.70		
草玉梅	<i>Anemone rivularis</i>					15.87		
千里光	<i>Senecio scandens</i>					11.70		
荨麻	<i>Urtica fissa</i>					11.70		
蛇莓	<i>Duchesnea indica</i>				14.31			
紫茎泽兰	<i>Ageratina adenophora</i>				15.35			20.91
野姜	<i>Zingiber striolatum</i>				5.46			
蓟	<i>Cirsium japonicum</i>				7.84			
扁竹兰	<i>Iris confusa</i>				22.73			
大叶卷柏	<i>Selaginella bodinieri</i>						8.63	
石松	<i>Lycopodium japonicum</i>						14.88	
夏枯草	<i>Prunella vulgaris</i>						8.63	14.83
寸金草	<i>Clinopodium megalanthum</i>							8.29
白英	<i>Solanum lyratum</i>							9.10

3.2 物种多样性分析

物种多样性是生境中物种丰富度及分布均匀性

的一个指标,能有效地表征生物群落和生态系统结构的复杂性,它受生境中和非生境中的多种因素影

响<sup>[16]</sup>。云南九龙山自然保护区 7 个水青冈群落调查样方的乔木层、灌木层、草本层的丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数和 Simpson 优势度指数如表 5 所示。从物种多样性的平均值来看,物种丰富度( $S$ )、多样性( $H'$ )、均匀度( $E$ )和优势度( $D$ )指数由大到小均表现为草本层>灌木层>乔木层。由于自然因素和人为因素影响程度的不同,不同样方相同层次的多样性有所差异。

表 5 各样方分层物种多样性

Tab. 5 Species diversity of every sample plot

样方编号	林分层	丰富度( $S$ )	Shannon-Wiener 指数( $H'$ )	Pielou 指数( $E$ )	Simpson 指数( $D'$ )
1	乔木层	5.0	1.44	0.89	0.73
	灌木层	8.0	1.93	0.92	0.83
	草本层	9.0	2.11	0.96	0.87
2	乔木层	7.0	1.85	0.95	0.82
	灌木层	8.0	1.86	0.89	0.81
	草本层	8.0	1.94	0.93	0.84
3	乔木层	6.0	1.70	0.94	0.79
	灌木层	7.0	1.80	0.93	0.80
	草本层	7.0	1.84	0.95	0.83
4	乔木层	5.0	1.52	0.94	0.78
	灌木层	7.0	1.82	0.94	0.82
	草本层	8.0	2.00	0.96	0.86
5	乔木层	4.0	1.36	0.98	0.74
	灌木层	5.0	1.47	0.91	0.75
	草本层	7.0	1.92	0.98	0.85
6	乔木层	6.0	1.66	0.93	0.78
	灌木层	8.0	2.05	0.98	0.87
	草本层	8.0	2.06	0.99	0.87
7	乔木层	6.0	1.66	0.93	0.78
	灌木层	7.0	1.91	0.98	0.85
	草本层	8.0	2.03	0.98	0.86
平均值	灌木层	5.57	1.57	0.91	0.81
	草本层	7.14	1.80	0.92	0.85
	草本层	8.14	1.94	0.93	0.87

乔木层:物种丰富度( $S$ )为 4~7,样方 2 最高,样方 1、样方 4 较低;Shannon-Wiener 指数( $H'$ )为 1.36~1.85,样方 2 最高,样方 5 最低;Pielou 指数

( $E$ )为 0.89~0.98,样方 5 最高,样方 1 最低;Simpson 指数( $D'$ )为 0.73~0.82,样方 2 最高,样方 1 最低。

灌木层:灌木层丰富度为 5~8,样方 1、2 和样方 6 最高,样方 5 最低;Shannon-Wiener 指数为 1.47~2.05,样方 6 值最高,样方 5 最低;Pielou 指数为 0.89~0.98,样方 6、7 最高,样方 2 最低;Simpson 指数为 0.75~0.87,样方 6 最高,样方 5 最低。

草本层:物种丰富度为 7~9,样方 1 最高,样方 3 最低 Shannon-Wiener 指数为 1.84~2.11,样方 1 最高,样方 3 最低;Pielou 指数为 0.93~0.99,样方 2 最低,样方 6 最高;Simpson 指数为 0.83~0.87,样方 3 最低,样方 1 最高。

### 3.3 保护区水青冈种群年龄结构

种群年龄结构是种群的一个重要数量特征<sup>[17]</sup>,可以反映出种群的更新状况。植物胸径与年龄成正比,胸径结构反映了年龄结构。参照王伯荪<sup>[18]</sup>等的划分方法对乔木立木级进行划分,将胸径作为度量林木年龄大小的指标,将种群的径级划分为 5 个级别:Ⅰ级为幼苗(高 33 cm 以下),Ⅱ级为幼树(高 33 cm 以上,胸径小于 2.5 cm),Ⅲ级为小树(胸径 2.5~7.5 cm),Ⅳ级为壮树(胸径 7.5~22.5 cm),Ⅴ级为大树(胸径 22.5 cm 以上)。种群年龄结构分为 3 种类型,即增长型、稳定型和衰退型。

保护区 7 个样方共调查到水青冈 14 株,其中 3 株胸径为 7.5~22.5 cm,划分为Ⅳ级,占总数的 21.4%;11 株胸径在 22.5 cm 以上,划分为Ⅴ级,占总数的 78.6%。7 个样方中均无幼苗、幼树、小树分布,说明水青冈群落自然更新不良,总体表现为衰退型。

### 3.4 植物群落类型及垂直结构

根据乔木的重要值(表 2)将 7 个样方的植物群落划分成 7 个类型:水青冈-枫香-银木荷群落,水青冈-东京四照花-刺栲群落,水青冈-枫香-广南槭群落,水青冈-枫香-东京四照花群落,水青冈-高山栲-连蕊茶群落,水青冈-枫香-栓皮栎群落,水青冈-栓皮栎-高山栲群落。

云南九龙山自然保护区水青冈群落垂直结构明显,可划分为乔木层、灌木层、草本层。乔木层高度为 2.12~14 m,盖度为 50%~70%;灌木层高度为 0.8~1.6 m,盖度为 20%~60%,以灌木型植物为主,伴生少量乔木型幼苗,如连蕊茶;草本层盖度为 20%~35%。

## 4 讨论

在所调查的7个样方中,共记录到乔木23种,灌木26种,草本33种,分属于48科71属。其中,乔木层重要值最高的是水青冈,其次为枫香、广南槭、东京四照花、罗浮锥;灌木层重要值最高的是短节方竹,其次为西南绣球、疏花卫矛、矮杨梅;草本层重要值最高的是楼梯草,其次为麦冬、扁竹兰。

物种丰富度( $S$ )、多样性( $H'$ )、均匀度( $E$ )和优势度( $D$ )指数在所有群落中均表现为草本层>灌木层>乔木层,对比各样方乔木层、灌木层、草本层的多样性、丰富度指数发现,样方5与其他6个样方相比较低,有显著差距。群落物种多样性、群落特征的变化受海拔高度差异及人类活动的影响。低海拔区域受人类干扰影响较大,多样性低可能源于受到干扰后部分物种消失或不适于因干扰而改变的环境<sup>[19]</sup>。分析认为,样方5由于受到的人为干扰因素较强,植物多样性偏低。

九龙山自然保护区水青冈群落总体表现为衰退型,建议在后期的管理维护中,减少人为干扰因素,促进群落的自然更新;建立种群动态数据库,调查包括枫香在内的主要物种种群动态,长期关注群落结构的变化,在保持群落物种多样性的同时也注重维持群落稳定性。

## 参考文献:

- [1] 方精云,郭庆华,刘国华.我国水青冈属植物的地理分布格局及其与地形的关系[J].植物学报,1999,41(7):766-774.
- [2] 李腾飞,李俊清.中国水青冈起源、分布、更新以及遗传多样性[J].林业科学,2008,24(10):185-191.
- [3] 何俊,汪正祥,张柳.湖北七姊妹山长柄水青冈林群落学特征研究[J].安徽农业科学,2013,41(26):10676-10678.
- [4] 陈海波,孟庆彬,宋森.伊春林区4种森林群落中的灌木多样性特征[J].东北林业大学学报,2014(3):15-18.
- [5] ORIANS G H. Diversity, stability and maturity in natural ecosystems[M]. Unifying Concepts in Ecology. Dor-

recht; Springer Netherlands, 1975: 139-150.

- [6] TARALD O, KVALSETH. Note on biological diversity, evenness and homogeneity measures[J]. Oikos, 1991, 62(1): 123-127.
- [7] MCNAUGHTON S J. Stability and diversity of ecological communities[J]. Nature, 1978, 274(5668): 251-253.
- [8] ODUM E P. The strategy of ecosystem development[J]. Science, 2014, 164(3877): 262.
- [9] 颜源涑. 福建君子峰自然保护区长柄水青冈群落植物生活谱型研究[J]. 亚热带植物科学, 2016, 45(3): 267-270.
- [10] 贾丽娟,汪正洋. 不同基质对长柄水青冈种子出苗和幼苗生长的影响[J]. 生态科学, 2009, 28(6): 503-509.
- [11] 刘美化. 长柄水青冈种群遗传结构和系统地理学研究[D]. 上海:华东师范大学,2008.
- [12] 王献溥,李俊清. 广西水青冈林分类研究[J]. 植物研究,1996,16(4):369-406.
- [13] 杨礼旦,王安文,李朝志. 水青冈群落物种多样性及乔木种群分布格局[J]. 南京林业大学学报,2005,29(3):107-110.
- [14] 杨琦,蒋方政,李浩东. 蒙山国家森林公园龟蒙顶植物群落物种多样性及群落特征[J]. 山东科学,2018,31(3):101-107.
- [15] 方精云,沈泽昊,唐志尧,等.“中国山地植物物种多样性调查计划”及若干技术规范[J]. 生物多样性,2004,12(1):5-9.
- [16] 刘春生,章艺,刘鹏,等. 九龙山自然保护区黄山木兰群落结构特征及其优势种群结构[J]. 浙江林业科技,2010,30(1):1-7.
- [17] 冷平生. 园林生态学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:155-156.
- [18] 王伯荪,余世孝,彭少麟,等. 植物群落学实验手册[M]. 广州:广东高等教育出版社,1996:23-26.
- [19] KELLY C L, PICKETING C M, BUCKLEY R C. Impacts of tourism on threatened plant taxa and communities in Australia[J]. Ecol Manage Restor, 2003, 4(1): 37-44.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.011

## 泸沽湖省级自然保护区鱼类物种多样性调查研究

徐明旺

(泸沽湖省级自然保护区管护局,云南 丽江 674100)

**摘要:**为对泸沽湖省级自然保护区的生物多样性及环境质量做出更好的评估,分别于2016年3月,6月,7月就其鱼类资源特点及其分布格局等开展了3次调查。结果表明,泸沽湖省级自然保护区记录鱼类6目8科15属17种,鲤形目鲤科鱼类种数最为丰富,共9种,占泸沽湖鱼类总种数的52.9%;土著鱼类仅2属4种,分别为泥鳅、厚唇裂腹鱼、宁蒗裂腹鱼、小口裂腹鱼。区系组成与云贵高原湖泊存在共同特点:种类贫乏,个体较小,生长稍慢。泸沽湖鱼类物种多样性匮乏、物种同域分化现象明显、鱼类特有性极强、物种群落脆弱性极高、物种组成自然性偏低。文中提出保护好鱼类产卵场,加强入湖河流的清淤治理,建立保育繁殖基地等保护策略。

**关键词:**鱼类物种多样性;区系组成;同域分化;特有性;脆弱性;自然性;泸沽湖省级自然保护区

中图分类号:S718;Q959.4;S759.9 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0054-06

引文格式:徐明旺. 泸沽湖省级自然保护区鱼类物种多样性调查研究[J]. 林业调查规划,2020,45(3):54-59,41.

XU Mingwang. Investigation on Fish Diversity in Lugu Lake Provincial Nature Reserve [J]. Forest Inventory and Planning, 2020,45(3):54-59,41.

## Investigation on Fish Diversity in Lugu Lake Provincial Nature Reserve

XU Mingwang

(Management Bureau of Lugu Lake Provincial Nature Reserve, Lijiang, Yunnan 674100, China)

**Abstract:** The three surveys were carried out in March, June and July 2016 on the characteristics and distribution pattern of fish resources in Lugu Lake Provincial Nature Reserve to make a better assessment of the biodiversity and environmental quality. The results showed that 17 species of fishes belonging to 15 genera, 8 families and 6 orders were recorded, and the Cyprinidae was the most abundant, with 9 species in total, accounting for 52.9% of the all fish species. There were only 4 species of native fishes in 2 genera, including *Misgurnus anguillicaudatus*, *Schizothorax labrosus*, *Schizothorax ninglangensis*, and *Schizothorax microstomus*. The characteristics of fish fauna in Lugu Lake were poor species, small individuals and slow growth, which were the same as the lake in Yunnan-Guizhou Plateau. The species diversity of Lugu Lake was deficient, the phenomenon of species differentiation in the same region was obvious, the uniqueness of fish was very strong, the species community was extremely vulnerable, and the natural composition of species was low. This paper put forward some protection strategies, such as protecting spawning grounds, strengthening the dredging of rivers entering the lake, and establishing conservation and breeding bases.

收稿日期:2019-12-16;修回日期:2020-01-10.

第一作者:徐明旺(1979-),男,云南丽江人,工程师.研究方向:自然保护区监测研究. Email:1037136695@qq.com

**Key words:** fish species diversity; fauna composition; syngenetic differentiation; endemism; vulnerability; naturalness; Lugu Lake Provincial Nature Reserve

泸沽湖地处云南省宁蒗彝族自治县与四川省盐源县交界处,为川滇共辖高原湖泊。泸沽湖总容水量为21亿 $m^3$ ,居云南省内的抚仙湖(185亿 $m^3$ )、洱海(30亿 $m^3$ )及程海(27亿 $m^3$ )之后列第四位。根据历史记录,泸沽湖的土著鱼类只有泥鳅和裂腹鱼2个属。其中厚唇裂腹鱼、宁蒗裂腹鱼及小口裂腹鱼3种特有鱼类是泸沽湖中同域分化形成的鱼类,其分化历史对青藏高原形成历史、同域生物种类分等研究具有重要的科学价值。20世纪80年代,上述3种裂腹鱼构成了泸沽湖的主要鱼类群落,曾一度拥有较高的种群密度,亦是当地主要的渔获对象。云南泸沽湖省级自然保护区(以下简称“保护区”)成立后,3种裂腹鱼虽然作为保护区的主要保护对象已被重点保护,但因受到外来鱼种引入、捕捞强度过大、水体质量下降等诸多因素的持续胁迫,这3种裂腹鱼数量正逐年下降,目前已极为罕见。为进一步保护泸沽湖的生物资源,合理规划保护方案,现对泸沽湖鱼类资源现状、分布格局进行调查,并就保护中存在的问题提出保护策略。

## 1 调查时间与方法

根据当地的地理条件和物种组成特征,调查者于2015年12月开展了预调查,并设计调查方法和技术路线。2016年3月后裂腹鱼进入产卵期,活动相对活跃,具备开展鱼类动物资源调查的工作条件。因此,在2016年3月、6月、7月分别开展3次外业调查工作,累计25个工作日,投入技术人员9名。以泸沽湖沿岸分布的自然村为调查单位,以不低于10%的抽样率对渔民和保护站工作人员开展访谈调查,确证目前裂腹鱼在泸沽湖中生存情况,对导致裂腹鱼种群变化的威胁因子进行研究。以样点法作为主要调查方法,在裂腹鱼可能生存的水域多次重复下网开展调查工作。

### 1.1 样点法

样点监测以地网“1网/夜”为单位,工具为渔笼。将渔笼放至样点后,24h后取回。调查样点设置为6个固定样点,租用当地渔民渔笼,单个渔笼为2.6m 12节8洞密眼地笼;共计捕捞10次(表1)。捕获鱼类后,记录鱼类名称、数量,本次调查所得鱼种均为常见外来引入种类,野外可即时鉴定,因此未采集活体作为凭证标本。仅大鳞副泥鳅在泸沽湖较

为少见,采集6份标本带回西南林业大学保存;采集小口裂腹鱼标本2份,其中1份保存于云南省泸沽湖省级自然保护区管理局,1份保存于丽江市林业局。鉴定标本时参考中国动物志—硬骨鱼纲的分类标准<sup>[1,2]</sup>。

### 1.2 访谈调查法

对泸沽湖沿岸小吃、餐馆、渔业养殖户开展访问调查。研究人员通过向当地住户及保护站和林业站的相关工作人员等描述物种的各种特征以及物种所处的生境等,为相关鱼类标本的采集收集有针对性的信息。在泸沽湖历年针对鱼类的记录中,因土著鱼类种类少且特征明显,容易辨认,在走访过程中不难发现当地很多居民能对几种土著鱼类的图名及外形特征进行简单描述,并能清楚地说明土著鱼类的产卵时间和地点。

## 2 调查结果

### 2.1 物种组成

经实地调查和查阅资料进行综合分析,云南省泸沽湖省级自然保护区记录在册的鱼类共17种,隶属6目8科15属。鲤形目鲤科Cyprinidae共9种,占泸沽湖鱼类总种数的52.9%(表1)。但土著鱼类仅2属4种,分别为泥鳅、厚唇裂腹鱼、小口裂腹鱼、宁蒗裂腹鱼(表2)。

### 2.2 区系组成

裂腹鱼的主要分布区是横断山脉北部的金沙江地段高原冷水河、湖。泸沽湖与云南省其它高原湖泊相比,具有纬度偏北,海拔高,湖水较深,水体凉冷等特点,泸沽湖属半封闭生态系统类型。该湖水质优良,水生植物资源丰富,提供了鱼类繁衍和分化的较好条件。云南省裂腹鱼种类接近40种,而厚唇裂腹鱼、宁蒗裂腹鱼、小口裂腹鱼是泸沽湖的特有物种,并在演化过程中形成较大的数量群体,3种特有鱼种是保护区的重点保护对象。裂腹鱼是原始的鲃亚科鱼类,随着青藏高原的隆起,生活环境不断变化,为适应逐步变化的生境演化而来,分布于本区的1属3种裂腹鱼是裂腹鱼亚科中较为原始的属,在鱼类地理分区中一直被视为分区的代表性属种,其形成和演化与青藏高原地质变迁的历史相联系,是青藏高原鱼类区系的主要类群。

表 1 泸沽湖省级自然保护区鱼类物种组成  
Tab. 1 Composition of fish species in Luguhu Provincial Nature Reserve

分类阶元	科	属数及其占比			物种数及其占比		
		属	N	占比/%	种	N	占比/%
鲤形目 Cypriniformes	鳅科 Cobitidae	泥鳅属 <i>Misgurnus</i>	2	13.3	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	2	11.8
		副鳅属 <i>Paramisgurnus</i>			大鳞副泥鳅 <i>Paramisgurnus dabryanus</i>		
	鲤科 Cyprinidae	草鱼属 <i>Clenopharyngodon</i>	7	46.7	草鱼 <i>Clenopharyngodon idellus</i>	9	52.9
		鲤属 <i>Cyprinus</i>			鲤 <i>Cyprinus carpio</i>		
		鲫属 <i>Carassius</i>			鲫 <i>Carassius auratus</i>		
		裂腹鱼属 <i>Schizothorax</i>			厚唇裂腹鱼 <i>Schizothorax labrosus</i>		
					宁蒗裂腹鱼 <i>Schizothorax ninglangensis</i>		
					小口裂腹鱼 <i>Schizothorax microstomus</i>		
					中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>		
					棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>		
			麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>				
鲇形目 Siluriformes	鲇科 Siluridae	鲇属 <i>Silurus</i>	1	6.7	大口鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	1	5.9
鲑形目 Salmoniformes	银鱼科 Salangidae	大银鱼属 <i>Protosalanx</i>	1	6.7	大银鱼 <i>Protosalanx hyalocranius</i>	1	5.9
鲈形目 Perciformes	沙塘鳢科 Odontobutidae	黄魮鱼属 <i>Micropercops</i>	1	6.7	小黄魮鱼 <i>Micropercops swinhonis</i>	1	5.9
	鰕虎鱼科 Gobiidae	吻鰕虎鱼属 <i>Rhinogobius</i>	1	6.7	子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	1	5.9
鲢形目 Cyprinodontiformes	花鳉科 Poeciliidae	食蚊鱼属 <i>Gambusia</i>	1	6.7	食蚊鱼 <i>Gambusia affinis</i>	1	5.9
合鳃鱼目 Synbranchiformes	合鳃鱼科 Synbranchidae	黄鳝属 <i>Monopterus</i>	1	6.7	黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	1	5.9
合计			15	100			17

### 3 资源分析

#### 3.1 泸沽湖鱼类特有物种

泸沽湖及附近 10 多条溪流均属金沙江水系,且泸沽湖是半封闭生态系统类型,水质优良,拥有丰富的水生动植物资源,是鱼类繁衍和分化的理想环境。泸沽湖与云南省其它高原湖相比,湖水较深,纬度偏北,海拔高,水体冷凉,盛产高原冷水河、湖特有的厚唇裂腹鱼、宁蒗裂腹鱼、小口裂腹鱼。据调查,20 世纪 80 年代,这 3 种裂腹鱼是泸沽湖的主要鱼类,并拥有较高的种群密度,是当地主要的渔获对象。虽然 3 种裂腹鱼作为保护区的主要保护对象已被重点保护,但受外来鱼种引入、捕捞强度过大、水质变差等诸多因素的持续影响,3 种裂腹鱼种群密度逐年下降,急需开展抢救性的保护措施。

#### 3.2 经济鱼类

1950 年泸沽湖渔业开始引入捕鱼技术,历史上

裂腹鱼最高年产量为 1966 年,产量接近 500 t,最多一网打过 3 t,捕获最大的裂腹鱼在 15 kg 以上。1974 年产量为 125 t。3 种裂腹鱼的产量比例分别为:厚唇裂腹鱼 5%~10%;宁蒗裂腹鱼 20%~25%;小口裂腹鱼 70%。近年来产量呈逐年下降趋势。自 1978 年开始在湖中投放了草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*)、鲢鱼 (*Hypophthalmichthys molitrix*) 和鲤鱼 (*Cyprinus carpio*)。在此期间,家养鱼中的有害小杂鱼麦穗鱼 (*Pseudorasbora payra*)、克氏鰕虎鱼 (*Rhinogobius cliffordpopei*) 随水流流入湖泊并开始大量繁殖,威胁到裂腹鱼的生存。目前鲤鱼已形成较大群体,约占鱼类年产量的 10%;草鱼的个体重平均达 2.4 kg 以上,且生长发育良好,这对裂腹鱼的生存也产生较大影响。除上述引进鱼种外,1980 年投放的鲫鱼 (*Carassius auratus*)、青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*) 和 1997 年投放的银鱼

表2 泸沽湖省级自然保护区鱼类动物名录  
Tab. 2 List of fish species in Lugu Lake Provincial Nature Reserve

分类阶元	种名	特有种	外来物种	数据来源	
				实体痕迹	访谈
一 鲤形目 Cypriniformes					
(一) 鳅科 Cobitidae					
1 泥鳅属 <i>Misgurnus</i>	(1) 泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>			√	
2 副鳅属 <i>Paramisgurnus</i>	(2) 大鳞副泥鳅 <i>Paramisgurnus dabryanus</i>		√	√	
(二) 鲤科 Cyprinidae					
3 草鱼属 <i>Clenopharyngodon</i>	(3) 草鱼 <i>Clenopharyngodon idellus</i>		√	√	
4 鲤属 <i>Cyprinus</i>	(4) 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>		√	√	
5 鲫属 <i>Carassius</i>	(5) 鲫 <i>Carassius auratus</i>		√	√	
6 裂腹鱼属 <i>Schizothorax</i>	(6) 厚唇裂腹鱼 <i>Schizothorax labrosus</i>	√			√
	(7) 宁蒗裂腹鱼 <i>Schizothorax ninglangensis</i>	√			√
	(8) 小口裂腹鱼 <i>Schizothorax microstomus</i>	√		√	
7 鲮鱼属 <i>Rhodeus</i>	(9) 中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>		√	√	
8 棒花鱼属 <i>Abbottina</i>	(10) 棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>		√	√	
9 麦穗鱼属 <i>Pseudorasbora</i>	(11) 麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>		√	√	
二 鲇形目 Siluriformes					
(三) 鲇科 Siluridae					
10 鲇属 <i>Silurus</i>	(12) 大口鲇 <i>Silurus meridionalis</i>		√	√	
三 鲑形目 Salmoniformes					
(四) 银鱼科 Salangidae					
11 大银鱼属 <i>Protosalanx</i>	(13) 大银鱼 <i>Protosalanx hyalocranius</i>		√	√	
四 鲈形目 Perciformes					
(五) 沙塘鳢科 Odontobutidae					
12 黄魮鱼属 <i>Micropercops</i>	(14) 小黄魮鱼 <i>Micropercops swinhonis</i>		√	√	
(六) 鰕虎鱼科 Gobiidae					
13 吻鰕虎鱼属 <i>Rhinogobius</i>	(15) 子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>		√	√	
五 鲮形目 Cyprinodontiformes					
(七) 花鲮科 Poeciliidae					
14 食蚊鱼属 <i>Gambusia</i>	(16) 食蚊鱼 <i>Gambusia affinis</i>		√	√	
六 合鳃鱼目 synbranchiformes					
(八) 合鳃鱼科 Synbranchidae					
15 黄鳝属 <i>Monopterus</i>	(17) 黄鳝 <i>Monopterus albus</i>		√	√	

(800万尾)等,这些外来鱼种相比裂腹鱼具有较大的竞争优势,夺取了裂腹鱼的生存空间。

截至2015年的资料统计,泸沽湖鱼类年产量平均100t左右<sup>[3]</sup>。

泸沽湖当地销售的经济鱼类,如泥鳅、麦穗鱼、棒花鱼、大银鱼、小黄魮鱼、子陵吻鰕虎鱼等小型鱼类以小吃的形式在泸沽湖周边大量售卖;草鱼、鲤、鲫等体型较大的鱼类则作为景区内餐馆的主要食用

鱼类。

### 3.3 具有科学价值的鱼种

裂腹鱼亚科起源于鲃亚科(Barbinae),其演化过程大致是自第三纪末期,随着青藏高原的急骤隆起,引起地形环境条件的巨大改变,促使鲃亚科中的某一种类发生了适应性变化,并逐步演变为适应于寒冷气候和河川急流环境的原始裂腹鱼类,其形成和演化与青藏高原地质变迁的历史息息相关,是青

藏高原鱼类区系的主要演化类群。泸沽湖特有的 3 种裂腹鱼虽未列入国家重点保护名录,但特有性极强,且营养丰富、味道鲜美,具有很高的食用价值和经济价值。此外,裂腹鱼属于原始的鲃亚科鱼类,是随着青藏高原的隆起、生境的变化逐步适应演化而来。因此,鱼类学家认为,其对青藏高原形成的历史及对其它生物的影响也具重要科学研究价值。

## 4 鱼类分布特点

泸沽湖省级自然保护区鱼类集中分布在吕梁湾子、三家村、大小落水、大小鱼坝、里格、大鱼出水洞等水域,位于泸沽湖省级自然保护区 11 条入湖河流的入河口。

水流量的变化是鱼类产卵的一个重要因素,而水流量及流速的周期性变化强度主要受河流比降及河道宽窄的影响。河床基底的基岩和卵石是鱼类隐蔽和产卵的天然场所,而丰富的水生维管植物在为鱼类提供隐蔽场所的同时也蕴藏着丰富的食物。因此,一定水深和水面宽度可为鱼类的生存及繁殖提供天然屏障及栖息地。

水温是影响鱼类分布的另一重要因素。随着海拔的上升,气温会随之降低,水温也随之降低。在水温较低的山溪支流中生长着许多藻类植物,其依靠水底岩石和砾石来减小水流对自身的影响,形成较丰富的藻类群落,因此,支流中存在以藻类为食的水生无脊椎动物;而在急流中有大量贴附在石面生活的蜉蝣目、直翅目、毛翅目水生昆虫。为了生存,这些生物演变出各种各样的身体结构和生活习性来适应这样的生存环境;在急流迂缓的河道中则普遍生长着水毛茛、眼子菜、狸藻等水生维管束植物以及轮藻,这些水生植物是鱼类食物的主要来源<sup>[4]</sup>。同时,湖泊边上植被的枯枝落叶也为鱼类及其他水生生物提供了丰富的养分。

## 5 鱼类物种多样性评价

### 5.1 鱼类物种多样性匮乏

1978 年从外地向湖中引放家鱼时,因未经种源净化,在鱼苗中混进了大量的麦穗鱼和克氏鰕虎鱼,这些混杂小鱼生活力强,繁殖力亦强,而泸沽湖中未出现过凶猛性鱼类,这些小型鱼类的种群得到快速发展,争夺裂腹鱼的食物、生存空间,还大量吞食裂腹鱼的卵,造成裂腹鱼数量急剧减少。据统计,泸沽湖土著鱼类只有 1 目 2 科另 2 亚科 2 属 4 种,其中 3

种裂腹鱼(宁蒗裂腹鱼、厚唇裂腹鱼及小口裂腹鱼)为泸沽湖所特有,泥鳅为常见种。土著鱼类生物多样性不显著,这是泸沽湖鱼类多样性匮乏的主要原因。

### 5.2 物种同域分化现象明显

从生长环境及鱼类自身的特点来看,泸沽湖内现存的 3 种裂腹鱼类的亲缘种并非是在地理隔离的情况下形成的,而可能是同域分化造成的结果。

#### 5.2.1 泸沽湖裂腹鱼类物种形成过程的第一次分化

推测认为其主要原因是地域隔离。将泸沽湖的 3 种裂腹鱼与分布在雅碧江、金沙江中的四川裂腹鱼之间进行了对比,结果表明,两者之间存在有大量的共同离征或共同祖征。每年 5—8 月雨季期间,湖水外溢,泸沽湖东南方向的小河与雅碧江的支流相通,雅碧江支流中类似于现存的四川裂腹鱼和短须裂腹鱼的类群便通过小河上溯入湖;随着环境的改变,小河的水流量逐渐减小,已进入泸沽湖的种群不能返回雅碧江从而形成了地理上的隔绝。被隔离在湖泊内的是一类较为特化的铲食鱼类—短须裂腹鱼,但这种鱼类因无法适应深水湖泊环境而导致灭绝;而具有较强适应力的类似于四川裂腹鱼的祖先则存活了下来。由于栖息的水体环境不断变化,食物的种类也随之而变,其口须和唇随探索食物功能的减弱而逐渐退化,最终形成了泸沽湖现存的 3 种裂腹鱼类的共同祖先。

深水湖泊为封闭在湖内的鱼类提供了与河流大相径庭的栖息环境,丰富多样的生态位势必促进其种群的分化。类似四川裂腹鱼的祖先为杂食性物种,但很快就分化成 2 个种群,其中一个种群保留底栖觅食的习性,以水草和水生昆虫幼虫为主食,而形态上却未发生明显变化;另一种群的食物来源主要为浮游生物,生活在水体的中上层,口由下位逐渐移向端位,口裂倾斜,呈马蹄形,口唇结构更为简单。这 2 个种群在湖内各自占据一定的活动场所。

#### 5.2.2 泸沽湖裂腹鱼类物种形成过程的第二次分支演化推测

生活在湖中上层的鱼类种群有可能感受到流水的刺激,保持祖先的习性,追溯流水进入小溪产卵。而生活在底层的种群接受的刺激较小或接受不到水流的刺激信号,只能逐渐改变繁殖习性,在湖滩掘坑产卵;以适应底层水体的生活环境。生态位分离导致了种群之间的生殖隔离,生态分离所导致的形态变异得到保存并逐步加强,从而形成了不同的物种。



### 5.2.3 泸沽湖裂腹鱼类物种形成过程的第三次分支演化

这次分化形成了现生的宁蒗裂腹鱼和小口裂腹鱼。推测演化原因认为,由于泸沽湖内几乎不存在凶猛的肉食鱼类,而体型较小的米虾和小鱼则种类丰富,从生活在中的上层的口端位裂腹鱼祖先种中分离出一个吞食小鱼虾的新种群。这个种群的鱼类的口裂明显变大,头骨也相对变长,双眼间距越来越小,向着有利于取食生存的方向发展。由于食物链变宽,活动范围相对变大,为了捕获食物,该种群经常活动在水体下层,离开了水流刺激较大的范围,进而失去了溯河产卵的习性,转而寻找湖滩泉水出口作为其繁殖场所。这样就与主食浮游生物的种群之间出现了新的生殖隔离。而主食浮游生物的种群在这个分离过程中形态特征也在不断强化,鳃耙的数目增多且更为细长。综上所述,在泸沽湖裂腹鱼类演化过程的第二次和第三次分支演化中,不存在狭义的地理隔离因素,而是由生态分离导致生殖隔离和形态变异,这显然是一个同域物种形成的典型分化案例。

### 5.3 鱼类特有性极显著

在4种土著鱼类中,厚唇裂腹鱼、宁蒗裂腹鱼、小口裂腹鱼为泸沽湖特有种,占土著鱼类种数的75%,表现出极强的特有性。

### 5.4 物种群落极其脆弱

泸沽湖土著鱼类对生境要求高,鱼类群落极其脆弱,特别是宁蒗裂腹鱼、厚唇裂腹鱼和小口裂腹鱼,泸沽湖已成为上述3种裂腹鱼唯一、且最后的栖息生境。如出现被捕杀或栖息地受污染导致栖息环境恶化,则其种群密度的恢复相当困难,当外界干扰过度时可能导致该物种的灭绝。对一个特定区域来说,土著鱼类资源一旦消失不可能再次恢复。

### 5.5 物种组成自然性偏低

基于物种组成,泸沽湖外来鱼类13种,占泸沽湖鱼类总数的76.5%;从种群数量上来看,宁蒗裂腹鱼、厚唇裂腹鱼、小口裂腹鱼种群数量却极少,捕获率在1~2条/a,物种组成自然性偏低。

## 6 保护策略

### 6.1 加强泸沽湖裂腹鱼保护工作势在必行

基于裂腹鱼种群数量极少的情况,在裂腹鱼类的开发和利用上要特别小心谨慎,该种类资源一旦被破坏,想要恢复将十分困难。泸沽湖自然保护区作为以保护裂腹鱼类为主要目的的单位,主要任

务是保护其自然种群,不宜过度引进外来鱼种,并且根据目前裂腹鱼趋于灭绝的实际,应把恢复裂腹鱼种群放在首位,禁止捕捞、食用裂腹鱼,严格使用地笼网捕、电捕及细网等渔具捕捞鱼类,若过度捕捞则会造成泸沽湖鱼类灭绝式的资源损失。应尽快开展有害小杂鱼的防治工作。

### 6.2 保护好鱼类产卵场

泸沽湖鱼类的产卵场主要位于湖边红崖子、小鱼坝、三家村、普洛、里务比岛附近一带。但随着20世纪70~80年代森林的砍伐和外来鱼种的引进,给泸沽湖造成一定的污染,水生生物栖息环境被破坏,特别是在湖水出口的四川境内的草海一带修建电站,加宽加深了出水渠道,使水位落差加大,使裂腹鱼在洄游时不能返回泸沽湖,裂腹鱼极易从出水渠道中流失,无法洄游产卵,这无疑再次地加剧了裂腹鱼的灭绝进程。因此,恢复泸沽湖鱼类生物多样性,首先需要保护好鱼类产卵场,应从泸沽湖周边的湿地保护着手,同时要从裂腹鱼流失处采用工程治理手段,变更鱼道,使其能够洄游产卵。例如保护好周边大、小草海中的各种水生植物,增加水生植物多样性,以便鱼类有产卵场所和幼鱼觅食场所。

### 6.3 加强泸沽湖入湖河流清淤治理

水质是泸沽湖土著鱼类产卵和繁殖的主要保障。随着泸沽湖旅游业的快速发展,生活污水以及工业污水肆意排放、垃圾扩散、农药化肥的不合理使用等多种污染源,加剧了泸沽湖部分湖湾的污染。因此,污染治理应从源头抓起,从入湖河流的管理着手。泸沽湖入湖河流共11条,其中常流河5条,大鱼坝、午马河、三家村河、浪放河、山垮河等是泸沽湖主要入湖河流。对入湖河流进行清淤,恢复岩石、沙砾的河床基质,同时开展植树造林、水土保持、湿地恢复等治理工程,避免或减少泥沙、污染物等直接或间接进入泸沽湖,为厚唇裂腹鱼、小口裂腹鱼、宁蒗裂腹鱼等土著鱼类提供主要产卵场和养育场。

### 6.4 建立泸沽湖保育繁殖基地

根据多年来传统调查和访谈调查结果,目前泸沽湖特有种厚唇裂腹鱼、宁蒗裂腹鱼、小口裂腹鱼数量逐年减少,目前每年捕获量只有3尾左右,处于濒临灭绝状态。为此,应开展泸沽湖鱼类特有种保育繁殖工作,建立泸沽湖濒危土著鱼类保育繁殖基地,有效地保证泸沽湖特有物种资源,开展增殖放流活动。泸沽湖流域居民信奉藏传佛教,增殖放流活动也符合泸沽湖摩梭人的传统文化和宗教信仰,可以达到既保护鱼类的同时又增进民族团结的效果。

(下转第157页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.012

## 云南森林自然中心受损银荆林带阻火效能研究

叶彪<sup>1</sup>, 闫想想<sup>2</sup>, 王秋华<sup>2</sup>, 陈启良<sup>1</sup>, 吴秋杰<sup>2</sup>

(1. 云南森林自然中心, 云南 昆明 650224; 2. 西南林业大学土木工程学院,  
云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

**摘要:**在云南森林自然中心林区受损银荆林带设置标准地和样方,通过外业调查和实验分析,从银荆生物生态学特性、防火林带受损率、受损规律以及林下可燃物的变化 4 个方面对银荆林带的阻火效能进行研究。结果表明:银荆防火林带平均受损率为 65.79%,受损银荆的胸径略大于存活银荆;未清理过林下可燃物的受损银荆防火林带林下可燃物含水率为 10.38%,单位面积可燃物重量为 0.80 kg/m<sup>2</sup>,且燃烧速度快、火焰及温度高、火势蔓延迅速、烧损率大,已不具备防火阻隔性能,反而会成为火灾蔓延的通道;清理过林下可燃物的银荆防火林带林下可燃物少,能有效阻隔火势的蔓延,虽受损但仍具有一定的防火效能。依据当下防火形势,提出加大宣传力度,提高群众防火意识,加大森林防火基础设施的建设力度,及时修复受损的生物防火隔离带,加大森林防火投入、引进新技术等森林防火的建议。

**关键词:**受损银荆;生物防火林带;阻火效能;云南森林自然中心

中图分类号:S762.33 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0060-05

**引文格式:**叶彪,闫想想,王秋华,等.云南森林自然中心受损银荆林带阻火效能研究[J].林业调查规划,2020,45(3):60-64,68.

YE Biao, YAN Xiangxiang, WANG Qiuhua, et al. Fire Retarding Effectiveness of Damaged *Acacia dealbata* Forest Belt in Yunnan Forest Nature Center[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 60-64, 68.

## Fire Retarding Effectiveness of Damaged *Acacia dealbata* Forest Belt in Yunnan Forest Nature Center

YE Biao<sup>1</sup>, YAN Xiangxiang<sup>2</sup>, WANG Qiuhua<sup>2</sup>, CHEN Qiliang<sup>1</sup>, WU Qiujie<sup>2</sup>

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

**Abstract:** The sample plots were set up for the damaged *Acacia dealbata* forest belt in the forest area of Yunnan Forest Natural Center to study the fire retarding effectiveness of *Acacia dealbata* forest belt from the ecological characteristics of *Acacia dealbata*, the damage rate of fire forest belt, the damage rule and the change of combustibles under the forest by field investigation and experimental analysis. The results showed that the average damage rate of forest belt was 65.79%, and the DBH of the damaged forest was slightly larger than that of the surviving forest. The moisture content of the combustibles under the not

收稿日期:2019-11-26.

基金项目:云南省农业联合面上项目(2018FG001-055).

第一作者:叶彪(1989-),男,云南嵩明人,助理工程师.主要从事森林防火管理工作.

责任作者:王秋华(1978-),男,福建长汀人,教授,博士.主要从事森林防火教学、科研工作.

cleaned forest was 10.38%, and the weight of the combustible per unit area was  $0.80 \text{ Kg/m}^2$ , with fast burning speed, high flame and temperature, rapid fire spread and high burning loss rate, which had lost fire barrier performance, but became the channel of fire spread. The cleaned forest with less combustible could effectively block the spread of fire, which still had a certain fire prevention efficiency although it was damaged. According to the current situation of fire prevention, this paper suggested to improve publicity and the fire prevention awareness of the masses, strengthen the construction of forest fire prevention infrastructure, timely repair the damaged biological fire belt, increase the investment in forest fire prevention and introduce new technologies.

**Key words:** damaged *Acacia dealbata*; biological fire belt; fire retarding effectiveness; Yunnan Forest Nature Center

随着社会经济的发展和居民生活水平的提高,人们对休闲旅游的需求越来越大,进入林区休闲娱乐的人数也逐年增加,野外火源管理难度增大。云南省近年来整体气温呈现上升趋势,各类极端天气增多,导致自然灾害频发,这些现象间接或直接地加重了云南森林防火的形式,给森林防火工作带来了巨大的挑战。2015年云南昆明受极端天气影响,遭遇了多年来最严重的冰雪灾害,昆明城区气温最低下降到 $-5^\circ\text{C}$ 。云南森林自然中心林区地处高海拔区域,冰雪灾害来袭时受灾更严重,林区内许多植被被冻死冻伤,林内可燃物剧增,其中银荆防火林带也受灾严重。因银荆防火林带具有良好的抗火性和耐火性特点,具有抑制和防止火灾蔓延的作用,一旦发生森林火灾,防火林带可减缓火势的蔓延,从而为火灾的扑救争取时间,减少火灾带来的各项损失和危害,达到防火的目的。但受损后的银荆林带遇到森林火灾时,阻火效能如何亟待研究。

## 1 研究地概况

云南森林自然中心位于昆明市东北郊区,地理坐标为东经 $102^\circ43' \sim 102^\circ53'$ ,北纬 $25^\circ04' \sim 25^\circ11'$ ,因地处低纬度高海拔地区,受季风和海拔的影响,形成“夏无酷暑,冬无严寒,干湿分明”的北亚热带高原季风气候。林区分散不集中,由南向北涉及龙泉镇,茨坝镇和双龙乡等7个乡镇,共有园宝山、长虫山及平顶山等7个营林区,林区四周遍布村落,道路错综复杂,周边有许多休闲山庄、餐馆、工厂企业以及各类大中专学校和中小学,还有各类风景区。

云南森林自然中心林区总面积 $1\,872.0 \text{ hm}^2$ ,拥有丰富的森林资源,森林覆盖率为89.33%,以人工林为主。乔木树种主要有华山松(*Pinus armandii*)、云南松(*Pinus yunnanensis*)、冲天柏(*Cupressus duclouxiana* Hichel) 桤木(*Alnus cremastogyne* Burk) 及

其它阔叶树等。灌木树种主要有小铁子(*Myrsine africana* Linn)、火棘(*Pyracantha fortuneana* (Maxim.) Li)、杨梅(*Myrica rubra* (Lour.) S. et Zucc)等。草本植物主要有紫茎泽兰(*Eupatorium adenophora* Spreng)、野古草(*Arundinella anomala* Steud)、鬼针草(*Bidens pilosa* L.)、蕨类等<sup>[1]</sup>。由于现有森林资源以人工针叶纯林为主,天然林和针阔混交林比重较小,具有发生森林火灾、林业有害生物灾害等潜在危险<sup>[2]</sup>。

云南森林自然中心于1990年引种银荆,其后几年在云南森林自然中心发生过几次火险,银荆林带均表现出良好的阻火效果。2002年开始营造银荆生物防火林带,面积 $170.5 \text{ hm}^2$ 。中心结合林区地理环境和森林植被覆盖情况,在之前开设的防火线上扩宽防火线,增加宽度 $20 \sim 30 \text{ m}$ ,同时在林区距离原有道路两旁 $2 \text{ m}$ 处,各种植4行银荆林,使林区内形成封闭的林火隔离圈。

## 2 研究方法

通过查阅文献资料,制定研究方案。于2018年6月和2019年2月开展外业调查:在受损银荆林带设置标准地( $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ )6块,对样地内的林木进行每木检尺并调查其成活与否。同时测定银荆防火林带生物生态学特性、受损率、受损规律、林下可燃物(高度、分布状况、含水率、载量)。

在每个样地内采样,带回实验室进行燃烧实验。在受损银荆防火林带下从林带边缘向中心方向设置5个 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 的标准样方,对每个样方中的所有可燃物收集称重、记录样方中可燃物的高度以及分布状况,然后带回实验室后进行含水率测定、载量测算和可燃物水平燃烧实验观测,最后用Excel软件处理数据并分析。

### 3 结果与分析

#### 3.1 银荆生物生态学特性

银荆(*Acacia dealbata* Link)又名圣诞树,为豆科金合欢属常绿乔木,是速生树种,根系发达,具有根瘤菌,对土壤保持和改良具有重大意义,根部萌蘖及繁殖能力极强,适应性强,防护效应好,是优良的防护树种。银荆为常绿树种,花期在 12 月至次年 3 月,花期长,是很好的绿化树种<sup>[4]</sup>。

银荆林带枯落物很少,再加上银荆有很强的化感作用,林下灌木和草本也很少。银荆能很好地适应多火环境,火烧能够促进种子萌发,因此银荆林具有很好的阻火和防火效果,是很好的防火树种。

营造生物防火林带,可产生防火、阻火、隔火以及断火的作用<sup>[5]</sup>,生物防火主要通过营造抗火植物带,将集中连片的大面积易燃林分割成小面积林分,植物带起到阻隔林火的作用,从而达到降低森林火灾危害的目的<sup>[6]</sup>。根据林区森林资源分布状况和地形地貌,生物防火林带的建设要因害设防,重点在跨区域、火灾频发地区以及防范措施薄弱的地点设防<sup>[7]</sup>。

#### 3.2 银荆林带受损率

外业调查银荆总数 152 棵,经统计分析,受损银荆总数为 100 棵,银荆防火林带受损率为 65.79% (表 1,表 2)。

表 1 受损银荆胸径统计

Tab. 1 DBH statistics of damaged *Acacia dealbata*

/cm

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7.1	13.5	16.7	21.7	26.8	14.8	17.1	10.1	16.1	16.8
2	8.1	13.9	17.0	21.8	28.3	24.5	18.7	17.2	31.2	12.2
3	8.8	13.9	17.7	22.6	29.3	25.5	23.9	21.6	8.6	24.7
4	9.3	14.0	18.5	22.7	29.6	23.1	23.5	15.9	17.3	24
5	11.3	14.2	18.7	23.0	29.7	12.6	17.0	15.9	14.7	16.4
6	11.4	14.6	19.3	23.3	39.5	18.7	14.7	15.4	15.7	14.0
7	11.7	15.0	19.9	23.4	25.7	14.2	18.5	14.4	14.9	21.5
8	11.8	15.4	20.2	23.8	25.1	17.2	25.7	13.6	11.1	25.6
9	11.8	15.7	20.5	26.6	13.4	8.6	15.8	16.2	12.8	29.9
10	54.6	16.6	21.3	26.6	33.9	28.6	22.4	23.1	23.6	21.6

表 2 成活银荆胸径统计

Tab. 2 DBH statistics of surviving *Acacia dealbata*

/cm

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	23.8	35.3	22.9	26.8	16.4	22.4	18.6	19.8	28.9	19.1
2	14.2	20.6	20.9	30.3	16.6	19.6	14.7	24.1	27.7	11.6
3	23.6	19.5	16.6	19.1	23.2	13.7	21.0	26.4	14.3	10.8
4	14.5	13.3	17.5	18.5	21.1	21.8	25.2	27.7	29.3	35.1
5	12.6	18.4	15.0	18.6	21.5	22.3	27.2	28.5	19.0	18.0
6	14.6	16.4	—	—	—	—	—	—	—	—

#### 3.3 受损规律

由表 1、表 2 可知,受损银荆平均胸径为 19.21 cm,成活银荆平均胸径为 17.98 cm,受损银荆的平均胸径大于成活银荆的平均胸径。如图 1 所示,银

荆林带受损的银荆树普遍比成活的银荆树大。

按照胸径大小,将径阶小于等于 10 cm 的划分为小乔木,径阶在 12~22 cm 的划分为中乔木,径阶大于等于 24 cm 的划分为大乔木。经统计,受损银

荆小乔木数量为 7 棵,中乔木为 63 棵,大乔木为 30 棵。由图 2 可知,受损银荆小乔木占比为 7%,中乔木为 63%,大乔木为 30%,可知受损银荆树大部分为中乔木,大乔木次之,小乔木最少。

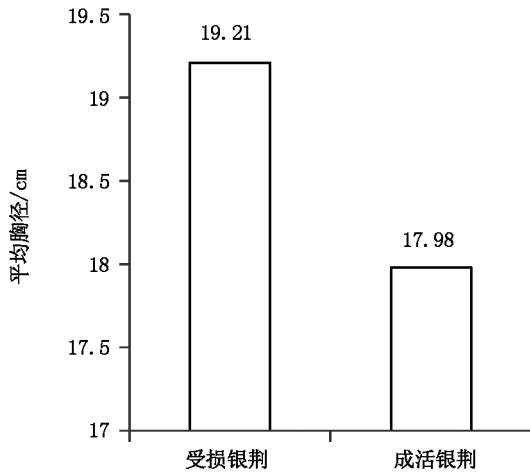


图 1 银荆平均胸径对比图

Fig. 1 Comparison of average DBH of *Acacia dealbata*

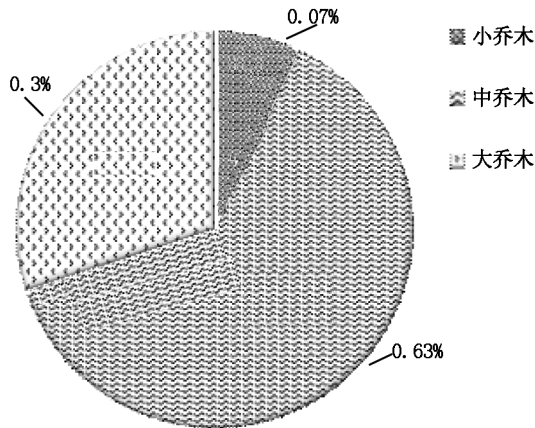


图 2 受损银荆各类型比重

Fig. 2 Proportion of various types of damaged *Acacia dealbata*

### 3.4 受损银荆林下可燃物测定

云南森林自然中心银荆防火林带宽度约为 20~30 m,在防火林带中部对林下可燃物进行清理,被清理宽度约为 15 m,对未清理过和清理过林下可燃物的防火林带进行对比分析。

在未清理林下可燃物的防火林带中,林下可燃物草本植物平均高度为 85 cm,灌木平均高度为 100 cm,这个高度在发生森林火灾时,可燃物能够形成良好的过火通道,具备了火灾蔓延的可燃物高度

表 3 银荆林下可燃物高度

Tab. 3 Height of combustibles under forest /cm

序号	草本植物/cm	灌木/cm
1	70	100
2	75	76
3	82	120
4	116	80
5	82	125
6	90	119
7	79	93
8	83	88
9	90	97
10	86	103
平均高度	85	100

条件。

对 5 个标准样方里的所有可燃物进行分装收集,现场称量并记录,把采集的可燃物带回实验室,将样品整理后放入实验室烘箱,以 105℃ 烘干至恒重后,称重并测定含水率(表 4)。

表 4 可燃物载量

Tab. 4 Combustible load per unit area

样方	可燃物总鲜重 /kg	含水率 /%	可燃物载量 /( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )
样方 1	0.75	9.79	0.68
样方 2	0.79	8.40	0.72
样方 3	0.86	13.70	0.74
样方 4	1.12	10.99	1.00
样方 5	0.93	9.02	0.85
平均载量	0.89	10.38	0.80

由表 4 可知,未清理过的银荆防火林带林下可燃物平均绝对含水率为 10.38%,单位面积内的可燃物平均载量为 0.80  $\text{kg}/\text{m}^2$ 。

对 5 个未清理过的受损银荆林带的 1 m×1 m 样方内的可燃物样本进行燃烧实验发现:可燃物点着时间很快,为 1 s、2 s;在无风状态下,火焰维持时间在 100~511 s,燃烧很迅速;火焰最大高度为 70~100 cm,火焰最高温度为 541℃~629℃,对其扑灭灭火很危险;热辐射强度为 7.22~7.27  $\text{KW}/\text{m}^2$ ,平均蔓延速度为 1.27~1.79  $\text{cm}/\text{s}$ ,火势蔓延迅速;烧损率分别为 61.22%、65.38%、71.70%、65.85%、

70.15%(表 5)。林下可燃物的燃烧特性表明,未清理过林下可燃物的受损银荆林带无防火阻燃功能,在发生火灾时林下可燃物能形成良好的过火通道,

火势能够迅速蔓延,火焰高度也决定了火势能顺梯状从地表火蔓延为树冠火。

表 5 银荆林下可燃物燃烧特性

Tab. 5 Characteristics of combustibles in *Acacia dealbata* forest

样地	引燃时间 /s	烧前质量 /kg	铺设可燃物平均厚度 /cm	火焰维持时间 /s	最大火焰高度 /cm	火焰最高温度 /°C	火焰热辐射 /( $\text{kw} \cdot \text{m}^{-2}$ )	阴燃最高温度 /°C	阴燃维持时间 /s	阴燃热辐射 /( $\text{kw} \cdot \text{m}^{-2}$ )	平均蔓延速度 /( $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )	烧损率 /%
样地 1	1	0.49	11.8	100	80	541	7.22	302	190	6.80	1.79	61.22
样地 2	1	0.52	9.6	240	80	629	7.24	428	279	6.60	1.59	65.38
样地 3	1	0.53	9.0	140	100	593	7.25	374	317	7.25	1.27	71.70
样地 4	2	0.83	6.4	511	70	603	7.26	474	201	7.26	1.45	65.85
样地 5	1	0.67	9.8	125	90	595	7.27	356	205	6.49	1.45	70.15

根据外业调查,清理过林下可燃物的防火林带和未清理过的防火林带形成了鲜明对比。清理过林下可燃物的银荆防火林带具有以下特点:林下可燃物几乎没有,受损银荆的根部还萌生出来新的枝条;受损银荆倒木极少,大多数分散直立着;受损银荆虽然树皮裂开,但没有掉落,用力拉扯也很难拉扯下来。由此可知,清理过林下可燃物的防火林带林下很难形成过火通道,能有效地阻止林火蔓延。

难以形成过火通道,能够有效地阻止火势的蔓延,在受损后仍具有一定的阻燃效能。

## 4 结论与讨论

### 4.2 讨论

#### 4.1 结论

随着社会经济的发展,人们的旅游及休闲意识也越来越强,越来越多的人进入林区踏青旅游,健身锻炼,且活动地点大多聚集在旅游景点和郊外森林等环境优美的地方,每年进入林区的人数成倍增加,但是人们对森林防火的关注还是很欠缺,导致野外火源管控难度大,火灾隐患日益严重。因此要大力加强森林防火宣传,提高人民群众防火意识,营造人人皆知防火的良好社会氛围。

在云南森林自然中心林区内,受损银荆平均胸径为 19.21 cm,成活银荆平均胸径为 17.98 cm,受损银荆平均胸径大于成活银荆,这主要是由其生境决定,胸径大的银荆主要生长在山脊、山沟里,受到的冰雪影响大,而成活的银荆主要生长在立地条件相对较差的地方,但受到冰雪影响小。在受损银荆中,中乔木占比最大,为 63%;大乔木次之,为 30%;小乔木最少,仅为 7%。不同地理位置的银荆受损程度略有不同,银荆防火林带受损率为 65.79%。

在森林防火工作中,防火基础设施建设至关重要,生物防火林带的营造是森林防火设施建设中的一项重要内容。对于受损的生物防火林带,要及时补种,选择的防火林带树种应具有较强的抗火能力、适应性强、常绿、栽培容易、生长快等特性<sup>[8]</sup>。雨雪冰冻灾害增加了火灾引患,灾害木不及时清理,会成为很大的森林火灾隐患,为此需加大灾害木的清理力度,恢复并加强防火林带和基础设施建设,建立林火预警机制<sup>[9]</sup>。在云南气候变化的背景下,森林防火工作也要跟上形势变化,应增加投入,引进高新技术,采取有效措施,提高昆明地区森林防火工作的效率<sup>[10]</sup>。

对未清理的林下可燃物研究可知,在发生火灾时林下可燃物能形成良好的过火通道,火势能够迅速蔓延,火焰高度也决定了火势能顺梯状从地表火蔓延为树冠火。因此,未清理过林下可燃物的受损银荆林带无防火阻燃功能。清理过的银荆防火林带林下基本没有可燃物,受损银荆几乎没有倒木,树皮裂开但都没有掉落,有的受损银荆从根部萌生出新的枝条。因此,清理过林下可燃物的银荆防火林带

### 参考文献:

[1] 叶彪,陈启良,李正祥,等. 昆明面山的林火管理研究[J]. 防护林科技,2018(10):13-15.

(下转第 68 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.013

## 勐海县刚竹毒蛾调查监测及防治技术研究

谢翔<sup>1</sup>, 王仕华<sup>2</sup>, 王巧燕<sup>2</sup>, 宋军平<sup>3</sup>

(1. 勐海县林业局, 云南 勐海 666200; 2. 云南西双版纳国家级自然保护区科学研究所, 云南 西双版纳 666100;  
3. 云南西双版纳国家级自然保护区勐仑管护所, 云南 勐腊 666300)

**摘要:**于 2016—2018 年, 采用野外调查和定点观测的方法, 对勐海县刚竹毒蛾进行调查监测和防治研究。结果显示: 刚竹毒蛾为 1 年 2 代, 每年的 5 月和 10 月发生; 可采用计划烧除, 森得保粉剂喷雾、80% 敌敌畏乳剂 1 000 倍液熏蒸等化学方法及频振式杀光灯诱杀成虫的方法进行防治; 提出加强预测预报; 改善竹林健康状况, 减少造成虫害发生的环境条件, 专、群结合, 群防群治; 实施计划烧除等防治建议。

**关键词:**刚竹毒蛾; 调查监测; 生物学特性; 防治技术; 勐海县

中图分类号: S763.3 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)03-0065-04

引文格式: 谢翔, 王仕华, 王巧燕, 等. 勐海县刚竹毒蛾调查监测及防治技术研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 65-68.

XIE Xiang, WANG Shihua, WANG Qiaoyan, et al. Investigation and Monitoring and Control of *Pantana phyllostachysae* in Menghai County[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 65-68.

## Investigation and Monitoring and Control of *Pantana phyllostachysae* in Menghai County

XIE Xiang<sup>1</sup>, WANG Shihua<sup>2</sup>, WANG Qiaoyan<sup>2</sup>, SONG Junping<sup>3</sup>

(1. Menghai Forestry Bureau, Menghai, Yunnan 666200, China; 2. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Xishuangbanna, Yunnan 666100, China; 3. Menglun Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Mengla, Yunnan 666300, China)

**Abstract:** The field investigation and the fixed-point observation were used to investigate, monitor and control *Pantana phyllostachysae* in Menghai county from 2016 to 2018. The results showed that there were two generations of *Pantana phyllostachysae* in one year, occurring in May and October, which could be prevented by the planned burning, the chemical methods such as Sendebao powder spray, 80% DDVP emulsion and 1000 times liquid fumigation, and the frequency trembler pest-killing lamp. This paper suggested to strengthen the prediction, improve the health status of bamboo forests, reduce the environmental conditions causing insect pests, combine the work of the experts and the masses, and implement planned burning.

**Key words:** *Pantana phyllostachysae*; investigation and monitoring; biological characteristics; control technology; Menghai County

收稿日期: 2019-11-25.

第一作者: 谢翔(1976-), 男, 云南勐腊人, 工程师. 主要从事林业有害生物监测、防治、检疫工作.

责任作者: 宋军平(1970-), 男, 云南勐腊人, 高级工程师. 主要从事生物多样性监测及研究工作.

林业有害防治作为林业工作的重要组成部分,是国家公共危机管理和减灾工程的重要内容,肩负着保护林业建设成果,保障生态安全,促进生态文明,推进“建设生态环境良好国家”的重任。勐海县地理条件复杂,境内交通发达,边境线长,对外贸易便利,导致了各种虫害四处伺机扩散。再者,随着人工纯林面积的增加,各种病虫危害也日益加剧。现今,由于害虫的抗逆能力随着环境条件的变化,适应能力不断增强。即使是一些抗虫(病)的品种,由于长期适应的结果,遗传特性也逐渐变异或减退。因此,研究森林虫害的防治技术对于林木的生长成材变得尤为重要。据此,本文从 2016—2018 年针对勐海县危害竹类较为严重的刚竹毒蛾进行调查监测和防治技术研究,旨在为勐海县的竹类发展及有害生物防治提供理论依据。

### 1 研究区域概况

勐海县地处东经 99°56′~100°41′,北纬 21°28′~22°28′,位于西双版纳傣族自治州西部,东接景洪市,东北和西北与普洱市思茅区和澜沧县相邻,西部和南部与缅甸接壤,国境线长 146.556 km,总面积 5 511 km<sup>2</sup>。全县林业用地面积为 368 595.3 hm<sup>2</sup>,活立木总蓄积为 28 536 330 m<sup>3</sup>,森林覆盖率为

60.33%。其中:思茅松面积为 25 742.9 hm<sup>2</sup>,竹林面积为 7 945.6 hm<sup>2</sup>,杉木面积为 605.9 hm<sup>2</sup>。勐海县属亚热带气候,自然环境得天独厚,林木四季常绿,多种多样的气候和土壤类型,使勐海的森林资源较为丰富,林产业较发达,林产经济成为勐海县群众重要的收入来源之一。

### 2 材料与方法

#### 2.1 野外调查

野外踏查主要以样线法为主。利用公路、河流、林间道路、林班线等现有的路线对竹类地块进行调查,每月 1~3 次监测刚竹毒蛾的生活史及其变化情况。

#### 2.2 勐海县森林虫害刚竹毒蛾的分布调查

2016—2018 年对勐海县的有害生物进行调查,在勐遮镇曼洪村委会曼洪村的集体林,发现有刚竹毒蛾危害的竹林达 666.7 hm<sup>2</sup>,每年均有发生,调查期间对刚竹毒蛾的生物学特征进行监测研究,并进行防治试验。具体分布区域如图 1 所示。

### 3 结果与分析

刚竹毒蛾属鳞翅目毒蛾科。寄主为甜竹、黄竹、苦竹等,受害竹林大面积发生时可将竹叶吃光,使竹

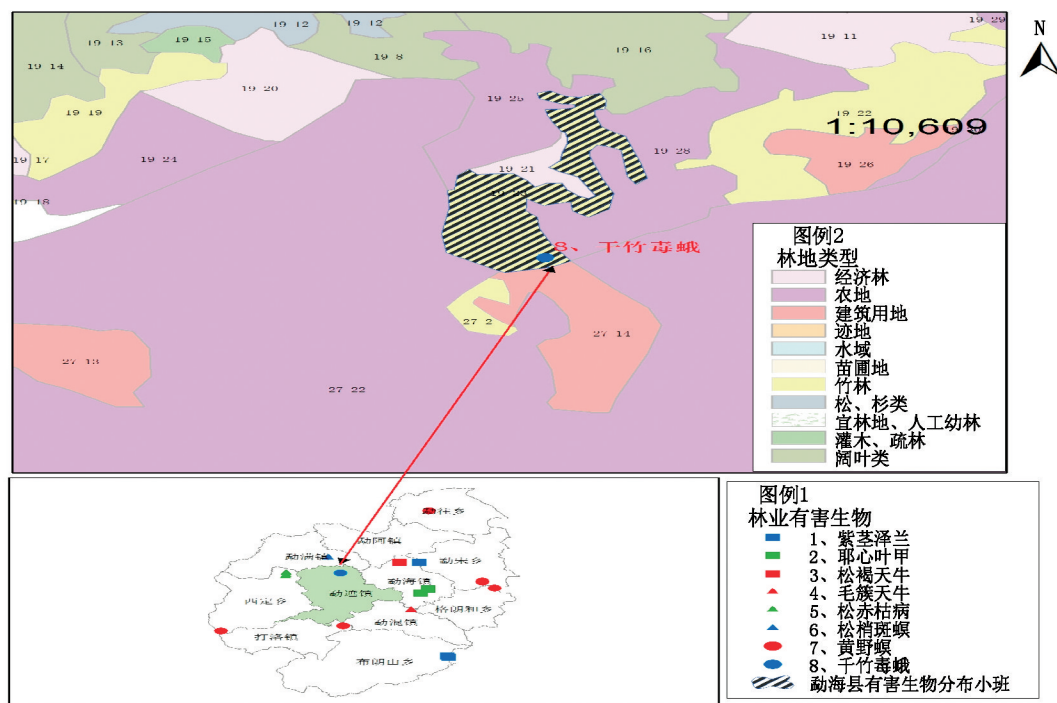


图 1 勐海县刚竹毒蛾的分布

Fig. 1 Distribution of *Pantana phyllostachysae* in Menghai County



腔各节内积水,致被害竹林成片死亡,下年度竹笋减少,成竹产量下降。

### 3.1 形态特征

#### 3.1.1 成虫

雄蛾体长 10~11 mm,翅展 28~30 mm,复眼黑色、圆形突出、触角双栉齿状,触角干黄白色,栉齿黑色,头胸和腹部浅橙黄色,足黄白色,颈板和刚毛簇色略深,前翅橙黄色,其前缘和中室处颜色较深,后翅浅橙黄色,内缘颜色较深,略带橙黄色。雌蛾比雄蛾体形略大而体色较浅,体长 12~13 mm,翅展 32~35 mm,头、胸和腹部浅黄白色,颈板和刚毛簇呈浅黄白色,前翅浅黄白色,半透明,少数斑点浅褐色,后翅污白色,半透明,后缘近中央处斑点黑褐色<sup>[3]</sup>。

#### 3.1.2 卵

半球形,直径 0.8~0.9 mm,上部略平,卵孔在略凹陷的正中,凹面中央有一褐色小点,卵孔周围有鳞片状刻点。

#### 3.1.3 幼虫

老熟幼虫头宽 3.2~3.7 mm,体长 20~25 mm,体被黄白色和黑色,长短不一的毛,呈丛状或刷状。前胸背板两侧各有一束向前伸出的灰黑色羽状毛。1~4 腹节背面中央有 4 簇桔黄色刷状毛,第 8 腹节背面中央有一簇橘黄色刷状毛,腹部末节背面有 1 束向后伸的灰黑色丛状长毛<sup>[3]</sup>。

#### 3.1.4 蛹

黄棕色,短径 5~6 mm,末端臀棘 30~43 根,臀棘尖端膨大略呈豆芽状,基部共生一束。

#### 3.1.5 茧

椭圆形,由纵横交错的薄丝网组成,茧薄浅黄褐色,杂有毒毛,长约 15 mm(图 2)。

### 3.2 刚竹毒蛾的发生规律

刚竹毒蛾在勐海县勐遮镇是 1 年 2 代,第一代以卵或 1~2 龄的小幼虫在竹上越冬,幼虫翌年 3 月中旬出现并取食危害。幼虫 4 月下旬化蛹,蛹期 4 月下旬至 5 月中旬,成虫 5 月上旬至下旬为第一次危害。第二代为 8 月初至 9 月初,幼虫期 8 月中旬到 10 月初,蛹期 9 月底至 10 月底,成虫 10 月中旬至 11 月中旬为第二次危害。10 月中旬成虫产卵越冬(图 2)。刚竹毒蛾喜温暖湿润环境,虫害初期常发生于海拔 500~800 m,背风向阳的山腰或山脚处,然后向周围扩散。

### 3.3 生物学特性

1) 成虫:成虫具有趋光性,在清晨或黄昏活动

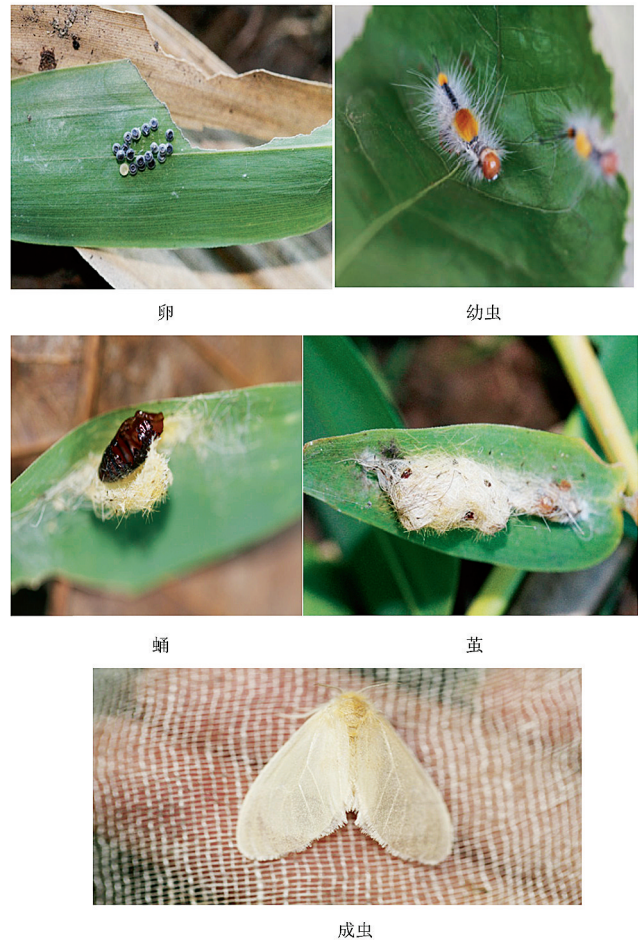


Fig. 2 Egg, larva, pupa, cocoon and adult of *Pantana phyllostachysae*

较为活跃。雄雌在清晨多次交尾,卵多产在竹叶背面,每次产 3~14 粒,成直线排列,每雌虫平均产卵 70 粒左右。

2) 幼虫:幼虫一般 5 龄,1~2 龄有吐丝下垂随风扩散习性,善爬行,能弹跳。老熟幼虫群集结茧在竹叶背面和竹节线下。幼虫主要取食竹叶,但在食物缺乏时,也取食林地周围其他禾本科植物。在勐遮镇发生区域周围为农田,在监测时发现禾苗上到处都有刚竹毒蛾幼虫危害禾苗叶片。

### 3.4 防治技术

#### 3.4.1 计划烧除清除老熟幼虫

根据监测结果,每年勐遮镇发生地的刚竹毒蛾老熟幼虫危害发生在 2—3 月、10—11 月,表现为群集结茧在竹叶背面和竹节线下。因此,在老熟幼虫危害期有计划地实施计划烧除,可烧死大部分老熟幼虫,减少取食竹叶的危害。

图 2 刚竹毒蛾的卵、幼虫、蛹、茧、成虫

### 3.4.2 化学防治

1) 喷雾防治。可施放生物农药森得保粉剂(用喷粉机直接喷洒),用量为 15~39 kg/hm<sup>2</sup> 喷洒 30 min 后虫体脱落死亡。喷药时要顺风方向将药粉向上喷洒,喷洒宜选择晴天早上或者雨后,叶上有露水时喷洒,药效会保持较长时间,喷洒时注意风速,风速超过 3 m/s,停止作业<sup>[3]</sup>。

2) 熏蒸法。采用 80% 敌敌畏乳剂 1 000 倍液进行焚烧后的烟雾进行防治,杀虫效果达 97%,不足之处是施后易分解,残效期短。

3) 生物防治。利用频振式杀光灯诱杀成虫。挂灯位置选择在开阔地,高度为离地 1.2~2 m 处,注意及时清理捕杀的成虫,此方法主要诱杀成虫,用于降低虫口密度。

## 4 建议

### 4.1 加强预测

以县为测报站、以各乡镇为测报点,建立一个覆盖全县的、健全的预测预报网络体系对辖区内的竹类资源进行监测,及时、准确地掌握刚竹毒蛾的分布及其变化动态。既要进行区域性短期预报或预警,也要结合竹木资源状况、气候气象条件等相关资料,进行全县刚竹毒蛾虫害的长期预报,为林业主管部门决策提供科学依据。

### 4.2 改善竹林健康状况,减少造成虫害发生的环境条件

在保护好现有林地的基础上,造林要坚持适地适树,采用良种壮苗,营造混交林,实行工程造林和集约经营等林业措施,把虫害防治工作贯穿于林业

生产的各个环节,加强抗虫品种的研究和应用,增强林业自然抵御病虫害的能力,减少造成虫害发生的环境条件。

### 4.3 专、群结合,群防群治

抓住虫害化蛹、羽化、产卵、幼虫初孵的薄弱环节,发动群众采用专、群结合的办法大搞人工采茧、诱蛾、采卵及用喷粉袋喷杀群集未散的初孵幼虫。

### 4.4 实施计划烧除

每年 2 月中、下旬,在幼虫未爬上树前,有计划地实施计划烧除,也能达到较好的防治效果。

## 参考文献:

- [1] 黑龙江省牡丹江林业学校. 森林病虫害防治[M]. 北京:农业出版社,1979.
- [2] 山东省林业学校. 森林昆虫学[M]. 北京:中国林业出版社,1984.
- [3] 马爱国. 林业有害生物防治[M]. 北京:中国林业出版社,2010.
- [4] 云南省林业厅,西南林学院. 云南省森林病虫害防治检疫岗位规范培训教材[M]. 昆明:云南省新闻出版局,1992.
- [5] 云南省森林自然中心. 版纳那碧奇草养生露酒厂项目使用林地可行性报告[R]. 2014.
- [6] 云南省森林资源规划院. 勐海县森林资源规划设计调查报告[R]. 2006.
- [7] 胡乐华. 刚竹毒蛾的发生与防治[J]. 安徽农业科技, 2007,35(7):1964-1966.
- [8] 林家杉. 解析毛竹刚竹毒蛾发生规律及防治措施[J]. 绿色科技,2017(9):104-105,110.

(责任编辑 张林艳)

(上接第 64 页)

- [2] 刘代亿,曾琳,任仕伟,等. 云南森林自然中心森林资源现状分析与评价[J]. 林业调查规划,2017,42(1):80-84.
- [3] 李眉慧. 云南森林自然中心防火林带设计[J]. 森林防火,2002(1):28-30.
- [4] 邓学渊,华秀. 优良树种银荆与黑荆[J]. 四川林勘设计,1995(3):31-33.
- [5] 赖桥安. 生物防火林带的作用和营造措施[J]. 南方农业,2017,11(11):57-59.
- [6] 李眉慧,李世友,王秋华. 云南森林自然中心生物防火阻隔带设计[J]. 林业调查规划,2006,31(A2):47-50.
- [7] 孙颖. 生物防火林带营建技术研究[J]. 中国农业信息,2017(17):56-57.
- [8] 陈存及,施小芳,胡晃,等. 防火林带树种选择的研究[J]. 福建林学院学报,1988(1):1-12.
- [9] 张铁平. 广东省雨雪冰冻灾害对引发森林火灾的影响分析与建议[J]. 林业调查规划院,2018(5):79-83.
- [10] 杨维张,李志鹏. 气候变化背景下云南森林防火工作的形势与对策[J]. 现代园艺,2018(2):232-233.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.014

## 云南省自然保护区建设发展研究

赵金发<sup>1</sup>, 张宓<sup>2,3</sup>, 郑进烜<sup>4</sup>, 华朝朗<sup>4</sup>, 徐吉洪<sup>4</sup>, 郑静楠<sup>4</sup>

(1. 云南省林业调查规划院生态分院, 云南 昆明 650051; 2. 南京林业大学, 江苏 南京 210037;  
3. 云南林业职业技术学院, 云南 昆明 650224; 4. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

**摘要:** 云南省建立了自然保护区、国家公园、森林公园、风景名胜区、湿地公园、地质公园、水产种质资源保护区等类型的自然保护区, 保护对象已涵盖除海洋和荒漠以外的所有生态系统类型, 保护了大部分特有和典型自然生态系统及重要物种, 构筑了牢固的绿色生态安全屏障, 加快了生态文明建设进程, 但目前尚存在资源本底不清, 保护地范围交叉重叠, 保护区域存在空缺, 自然资源产权复杂, 总体规划滞后, 保护与地方发展矛盾突出等问题。文中从政策、管理、资金、人才与技术、公众参与和社会监督以及国际合作等方面提出建设发展措施, 助推云南省统一的自然保护区体系建设。

**关键词:** 自然保护区; 自然生态系统; 国家公园; 生态文明建设; 生物多样性; 云南省

中图分类号: S759.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)03-0069-07

引文格式: 赵金发, 张宓, 郑进烜, 等. 云南省自然保护区建设发展研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 69-75.

ZHAO Jinfa, ZHANG Mi, ZHENG Jinxuan, et al. Construction and Development of Natural Reserves in Yunnan Province [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 69-75.

## Construction and Development of Natural Reserves in Yunnan Province

ZHAO Jinfa<sup>1</sup>, ZHANG Mi<sup>2,3</sup>, ZHENG Jinxuan<sup>4</sup>, HUA Chaolang<sup>4</sup>, XU Jihong<sup>4</sup>, ZHENG Jingnan<sup>4</sup>

(1. Ecology Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China;  
2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 3. Yunnan Forestry Technological College, Kunming 650224, China; 4. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

**Abstract:** The nature reserve, national park, forest park, scenic spot, wetland park, geological park, aquatic germplasm resources reserve and other types of nature reserves have established in Yunnan Province, where the protected objects have covered all types of ecosystems except oceans and deserts, which conserve most of the unique and typical natural ecosystems and important species, build a solid ecological security barrier and accelerate the construction of ecological civilization. However, some problems still exist at present, such as unclear resource background, overlapping or vacancy of protected areas, complex property rights of natural resources, lagging overall planning, and prominent contradiction between protection and local development. This paper proposed the construction and development measures from policy, management, funds, talents and technology, public participation, social supervision,

收稿日期: 2019-11-10.

基金项目: 云南省林业调查规划院青年联合会项目(1QL002Z00018).

第一作者: 赵金发(1983-), 男, 云南建水人, 硕士, 工程师. 从事林业调查规划和生物多样性保护工作. Email: 623680768@qq.com

责任作者: 张宓(1990-), 男, 湖南浏阳人, 硕士研究生, 讲师. 主要从事森林经理学研究. Email: 327612571@qq.com

and international cooperation, so as to promote the construction of a unified natural reserve system in Yunnan Province.

**Key words:** nature reserve; natural ecosystem; national park; ecological civilization construction; biodiversity; Yunnan Province

自然资源为人类维持生命系统提供直接或间接的物质基础,是一个国家经济与社会发展的物质保障。当前,由于受人口增长和社会经济快速发展的影响,加之人类对生物多样性的认识具有历史局限性,不合理的开发利用破坏了自然生态系统,导致全球生物多样性锐减已成为不争的事实。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化等严峻形势,党的十八大以来生态文明建设的深入推进,国家自然保护地体制迎来了巨大变革。十九大报告提出“构建国土空间开发保护制度、完善主体功能区配套政策,建立以国家公园为主体的自然保护地体系”等重要理念。云南省地处中国西南边陲,是我国重要的生物多样性宝库和西南生态安全屏障。建立自然保护地是世界公认的最有效的自然保护方式,目前云南省已建立自然保护区、国家公园、风景名胜、森林公园、湿地公园、地质公园、水利风景区等自然保护地共 11 个类型 373 处<sup>[1]</sup>,保护对象涵盖了重要生态系统类型,为保护云南生物多样性做出了重大贡献。云南省自然保护地的建设与管理正处在从数量建设向管理建设转型阶段,本文总结分析云南省自然保护地现状和保护空缺,从政策、管理、资金、人才与技术、公众参与和社会监督以及国际合作等方面提出建设发展措施,为建设生态文明、美丽云南、森林云南奠定坚实基础。

## 1 建设发展现状

### 1.1 各类型自然保护地概况<sup>[2]</sup>

党的十八大以来明确提出建设生态和美丽中国的战略部署,云南省作为我国重要的生物多样性宝库和西南生态安全屏障,保护和建设好全省自然保护地是推进生态文明和美丽云南建设的重要举措。云南省建立了自然保护区、国家公园、森林公园、风景名胜、湿地公园、地质公园、水产种质资源保护区、沙漠(石漠)公园、水利风景区、矿山公园等类型的自然保护地,保护对象已涵盖除海洋和荒漠以外的所有生态系统类型。

#### 1) 自然保护区

截至 2018 年底,全省已建各种类型、不同级别

的自然保护区 164 个,总面积 286.71 万  $\text{hm}^2$ , 占全省国土总面积的 7.3%,自然保护区数量位居全国第 6 位,面积位居全国第 8 位,面积占比低于全国自然保护区 14.87% 的平均水平,基本形成了布局较为合理、类型较为齐全、功能较为完备的自然保护区网络体系,大部分特有和典型自然生态系统、重要物种和自然景观资源均在自然保护区内得到保护。其中:国家级自然保护区 21 处,面积 151.03 万  $\text{hm}^2$ ;省级自然保护区 38 处,面积 67.81 万  $\text{hm}^2$ ;州(市)级自然保护区 56 处,面积 44.13 万  $\text{hm}^2$ ;县(市、区)级自然保护区 49 处,面积 23.74 万  $\text{hm}^2$ 。

#### 2) 国家公园

截至 2017 年底,云南省人民政府已批准建立了香格里拉普达措、丽江老君山、西双版纳、梅里雪山、普洱、高黎贡山、南滚河、大围山、白马雪山、大山包、楚雄哀牢山、怒江大峡谷、独龙江 13 处国家公园,先期批建的香格里拉普达措、丽江老君山、西双版纳、梅里雪山、普洱、高黎贡山、南滚河、大围山 8 处国家公园总面积 76.39 万  $\text{hm}^2$ ,其余 5 处国家公园总体规划尚未得到批复。

#### 3) 森林公园

截至 2017 年底,云南省已建 58 处森林公园,总面积 18.15 万  $\text{hm}^2$ 。其中国家级森林公园 32 处,面积 146 085.18  $\text{hm}^2$ ;省级森林公园 15 处,面积 33 627.09  $\text{hm}^2$ ;州(市)级森林公园 1 处,面积 88.51  $\text{hm}^2$ ;县(市、区)级 10 处,面积 1 659.34  $\text{hm}^2$ 。

#### 4) 风景名胜区

云南省风景名胜资源涉及山岳、湖泊、洞穴、壁画石窟、河流、名人民俗、特殊地貌、园林等多种类型,涵盖了所有的风景名胜资源类型。截至 2017 年底,云南省已建立各级风景名胜区 66 处,总面积 1 964 907.00  $\text{hm}^2$ ,占全省国土面积的 4.99%,涵盖云南省 16 个州(市)。其中:国家级风景名胜区 12 处,面积 1 428 716.00  $\text{hm}^2$ ;省级风景名胜区 54 处,面积 536 191.00  $\text{hm}^2$ 。

#### 5) 地质公园

云南省地质公园主要地质遗迹为古生物、地貌景观、环境地质遗迹景观和水体景观四大类。截至 2018 年 3 月,云南省已建设地质公园 13 处,总面积

304 440 hm<sup>2</sup>,其中大理苍山和石林被联合国教科文组织列为世界地质公园,面积分别为 93 300 hm<sup>2</sup> 和 35 000 hm<sup>2</sup>;国家地质公园 10 处,面积 165 106 hm<sup>2</sup>;省级地质公园 1 处,面积 11 034 hm<sup>2</sup>,涉及云南省 9 个州(市)、15 个县(市、区)。

#### 6) 湿地公园

截至 2017 年底,云南省已建国家湿地公园(含试点) 18 处,其中 10 处以湖泊湿地为主,总面积 59 640.61 hm<sup>2</sup>,其中红河哈尼梯田、洱源西湖、普者黑喀斯特和普洱五湖等 4 处国家湿地公园已通过国家验收,获得正式授牌,其余 14 处正在开展试点建设。已建国家湿地公园(除红河哈尼梯田国家湿地公园)保护的湿地面积为 40 035.05 hm<sup>2</sup>,占全省湿地面积的 7.11%。

#### 7) 水产种质资源保护区

截至 2018 年,云南省已建立各级水产种质资源保护区 21 处,其中国家级水产种质资源保护区 15 处,面积 31 665.30 hm<sup>2</sup>;省级水产种质资源保护区 6 处,面积 1 150.99 hm<sup>2</sup>,涉及云南省 11 个州(市)的 30 个县(市、区)。

#### 8) 沙漠(石漠)公园

截至 2019 年 1 月,云南省由原国家林业局批复开展试点建设的国家沙漠(石漠)公园 5 处,总面积 11 285.85 hm<sup>2</sup>,涉及曲靖、文山、红河、昭通 4 个州(市)的陆良、砚山、西畴、建水、彝良 5 个县(市)。

#### 9) 水利风景区

截至 2018 年底,云南省已建成国家水利风景区 23 个,覆盖全省 11 个州(市)的 18 县(市、区),23 个国家水利风景区按功能特征分为:水库型 15 个、自然河湖型 5 个、城市河湖型 3 个。

### 1.2 建设成效

#### 1.2.1 保护了大部分特有和典型自然生态系统及重要物种

各类自然保护地的建设使全省大多数自然生态系统类型、珍稀濒危野生动植物和重要自然遗迹得到就地保护,在全省生物多样性保护与生态保护中发挥了重要作用。根据自然保护区调查统计结果,全省超过 90% 的国家重点保护植物和约 80% 的国家重点保护动物被列为主要保护对象在自然保护区得到有效保护,众多珍稀濒危物种在自然保护区得到保存、发展,奠定了全省生物多样性宝库的地位。据调查,国家重点保护植物的种群数量在自然保护区内分布比例达 70% 以上。全省自然保护区还保护了我国 80% 的典型森林生态系统类型和最精华

的天然优质森林。同时,全省自然保护区还涵盖了 30% 的天然湖泊水体,孕育了集水面积在 100 hm<sup>2</sup> 以上的河流 908 条,全省 37 个主要高原湖泊有 10 个被划为自然保护区而得到有效保护<sup>[2]</sup>。

#### 1.2.2 构筑了牢固的绿色生态安全屏障

云南地处青藏高原与长江中下游平原、中南半岛过渡的云贵高原,太平洋与印度洋地质板块和大气环流结合部,生态区位极为重要,是我国重要的生态安全屏障。云南以自然保护区为主的各类自然保护地已基本在各个流域形成保护网络,成为重要的流域生态安全屏障,在涵养水源、保持水土、保护生物多样性、减少自然灾害等方面具有突出的作用。此外,自然保护区内保存了典型的自然生态系统,也为修复受到破坏的生态系统提供了参照对比。

#### 1.2.3 夯实了经济社会可持续发展的基础

一方面,各类自然保护地保存了大量的动植物、地质遗迹等资源,为人类提供了食品、医药和工农业生产原料以及极具旅游价值的景观资源。另一方面,各类自然保护地在生物多样性保护、水源涵养、保育土壤等方面具有重要价值。据 2018 年完成的云南自然保护区森林生态系统服务功能价值评估报告,经对选取的 6 类 11 项指标进行评估,云南省国家级、省级自然保护区森林生态系统服务功能总价值为 2 129.35 亿元/a。评估结果充分体现了自然保护区这一特殊区域的森林生态服务功能价值和地位,夯实了经济社会可持续发展的基础。

#### 1.2.4 加快了生态文明建设进程

自 20 世纪 90 年代以来,部分自然保护地就与国内外的大学院校、科研院所开展广泛的合作,建立了一批各具特色的教学实习基地、科普教育基地及研究基地,建成了一批“全国科普教育基地”、“云南省科普教育基地”、“区校共建”的教学实习基地,如西双版纳国家级自然保护区、腾冲火山热海国家地质公园等被确定为“全国科普教育基地”,高黎贡山、哀牢山国家级自然保护区被确定为“云南省科普教育基地”。全民参与自然保护与森林生态文化宣传,具有云南特色的生态文化宣传教育网络体系建设稳步推进。以自然保护区为主体的宣传教育基地创建活动已启动实施,各民族优秀的自然生态保护文化得到不断弘扬。

#### 1.2.5 为以国家公园为主体的自然保护地体制改革奠定了基础

云南省早在 1996 年就率先开展了国家公园保护模式的探索,云南省人民政府也依托自然保护区

批准建设了普达措、白马雪山、梅里雪山、南滚河、大围山等 13 处国家公园,并制定了一系列的技术标准。已建的国家公园有着优越的自然资源禀赋、特殊的地质地貌,其生态系统类型多样、物种多样性富集、景观资源独特而丰富。多年的保护实践,为以国家公园为主体的自然保护地体制改革奠定了良好的自然条件和管理基础,必将为改革的成功发挥决定性作用。

### 1.3 存在的问题

#### 1.3.1 资源本底不清,需补充调查完善

目前云南省已完成全省野生动植物、重点保护植物和湿地资源调查,但由于受时间、资金、技术限制,还需补充调查完善。就自然保护区而言,大部分国家级自然保护区在成立初期进行了综合科学考察,但受资金和技术水平限制,考察范围、深度均非常有限,其生态本底状况、重要物种的种群数量、分布及其生物学、生态学特性等有待进一步调查和研究;大多数省级及以下级别的自然保护区未开展过综合科学考察;还有一些自然保护区综合科学考察年限已超过 10 年,需进行重新调查。其他自然保护地开展过综合科学考察的较少。

#### 1.3.2 保护地范围交叉重叠,“一地多牌”现象突出

各类自然保护地在划建时,多以资源的价值为依据,未充分考虑区域内资源产权和管理的关系,以致各类自然保护地普遍存在范围交叉重叠现象。有的区域既是自然保护区,又是世界自然遗产地,或是风景名胜区、国家公园、森林公园等,一个区域建立了不同行政层次、隶属不同系统的多个管理机构,形成了管理机构和权限交叉重叠、一地多牌、多头管理、政出多门的局面,造成了管理资源的浪费,增加了部门之间的协调成本,制约了自然保护地的有序发展。另外,有的自然保护地存在资源的所有权、经营和管理权界定不清的情况,导致管理机构不能对其实施“统一管理、统一规划、统一保护、统一开发”。

#### 1.3.3 保护区域仍存在空缺

云南省自然保护地的分布集中程度较高,但均匀度较差。由于部分地方建设自然保护地的意愿不够强,加之譬如建设经费缺乏等原因,导致一些区域的自然保护地覆盖面相对较低,部分生物地理单元无自然保护地覆盖或覆盖较少,部分具有重要生物多样性的生物地理单元受保护程度不够,一些受到威胁的物种未受到或未很好地受到自然保护地覆盖,如作为生态脆弱区和敏感区的滇西北也存在明

显的保护空缺,碧罗雪山、香格里拉大峡谷、高山和亚高山冰蚀湖群等尚未纳入自然保护地,未得到自然保护地网络的覆盖和有效保护。

#### 1.3.4 自然资源产权复杂

大部分自然保护地内的自然资源产权复杂,除国有林地(土地)外,还有一定面积的集体林地(土地),有的自然保护地还存在着“一地多证”、管理机构无自然资源的林地(土地)权证等问题,直接影响到自然保护地的有效管理。大多数自然保护地内分布有居民,有的还分布有村庄和农地,现行的自然保护地管理法规在一定程度上限制了居民对自然资源的利用,而政府又缺乏有效的机制和足够的资金将这部分居民从自然保护地内迁出,需要寻找新的解决思路和办法。

#### 1.3.5 总体规划滞后

据不完全统计,各级各类自然保护地中,总体规划已批复且在有效期的仅有 126 处,仅占有自然保护地数量的 39.25%,直接影响到自然保护地的有效管理。其中 161 处自然保护区中编制过总体规划的有 68 处;58 处森林公园中编制过总体规划的有 25 处;18 处国家湿地公园均有试点规划;66 处风景名胜区内有总体规划的有 29 处;13 处地质公园中有总体规划的有 9 处;5 处沙漠公园中有总体规划的有 1 处<sup>[1]</sup>。需抓紧安排各类保护地总体规划的编制工作,使各类自然保护地得到有效管理。

#### 1.3.6 管理体制不顺

云南省自然保护地分属环保、林业、农业、国土等多个部门管理,其中自然保护区管理部门就涉及林业、环保、农业、国土、水利、住建和旅发委等 6 个部门,不同管理部门均有各自的管理规章和要求,制定背景、主导思想和侧重点各不相同,在保护理念、投入机制、经费使用和经营权等方面标准各异,导致管理成效存在差距。

#### 1.3.7 保护与地方发展矛盾突出

一方面,云南省自然保护地大多地处山区,虽然生物多样性丰富、保持着较完整的原生生态系统,但生态环境脆弱。部分自然保护地在划建时缺乏前瞻性,范围和区划不合理,或因资源调查技术手段落后,将集体林、责任山、自留山、耕地、人工商品林以及居民点划入自然保护地范围,限制了群众的生产和生活,资源保护和社区发展矛盾突出。另一方面,自然保护地内水能、风能、矿产、旅游资源较为丰富,一些自然保护地所在地方政府为了发展当地经济,在自然保护地范围内违法违规开发,严重破坏了当

地生态环境。

### 1.3.8 法制建设不完善

在各类自然保护地中,地质公园、水利风景区、水产种质资源保护区等无专门法规,自然保护区、风景名胜區、森林公园和湿地公园虽然有专门的法规或规章,但部分条款本身存在与现实管理不符或因出台时间较早而不能适应新形势下管理等问题。另外,一些法规、规章存在立法层次低、过于原则或不同法规、规章之间发生冲突等问题,导致管理和执法困难。

### 1.3.9 资金投入机制不健全

我国现行的自然保护地投入机制主要以地方财政投入为主,中央仅对国家级别的自然保护地给予有限的补助。云南省自然保护地所在的地方政府财政比较困难,导致许多自然保护地无专门的管理机构和管理人员,即使有也存在管理机构不完善、管理人员能力不足等问题,部分自然保护地基础设施薄弱,难以满足自然保护地建设与管理的需求,给生态保护、科学研究、宣传教育、社区扶持等基础性工作带来极大困难。

### 1.3.10 自然保护地申报积极性下降

一方面,一些地方政府生态保护意识不强,认为自然保护地的划建会限制当地经济发展;另一方面,近年来国家加强了生态环境督查检查力度,各种督查检查查出各种自然保护地违法违规行为,当地政府认为自然保护地就是“烫手的山芋”,宁可不触碰。此外,自然保护地划建后,除国家级自然保护地以外,其他自然保护地资金和人员投入机制不健全,诸多原因导致地方政府自然保护地申报积极性有所下降。

## 2 建设发展任务

建立以国家公园为主体的自然保护地体系是推进美丽中国建设的重大举措,是党的十九大提出的重要改革任务,是推进生态文明体制建设的重要内容。基于云南省自然保护地现状,分析自然保护地存在的主要矛盾和问题,开展对现有自然保护地的整合,并针对保护空白区域<sup>[3]</sup>建立相应的自然保护地,在国家相关文件政策指导下,构建云南省统一的自然保护地体系,推动解决云南省自然保护地建设和管理中存在的管理标准各异、区域重叠、交叉管理、保护成效低下<sup>[4]</sup>等具体问题,实现自然生态系统的原真性、完整性保护,同时促进自然保护与社会经济的共同发展。

## 3 建设发展领域

### 3.1 政策

#### 3.1.1 出台省级层面《自然保护地法》

加快自然保护地立法进程,健全云南省自然保护区保护法规体系,推进法制建设。云南省自然保护地经过多年的建设与发展,保护地的整体质量得到提升,但保护地周边区域一直是社会经济建设与发展的重点区域,当地政府依托保护区的生态环境,在法律允许的范围内在其外围或实验区开展重点项目建设,导致保护地的有效保护面积减少。因此,现阶段出台一部《云南省自然保护地法》迫在眉睫,实现保护地建设与管理有法可依的基础,推行“行政主导、社会监督、公众参与”工作机制,切实守住自然保护区的“生态底线”,并推动国家层面对自然保护地的立法进程。

#### 3.1.2 制定自然保护地政策保障措施

研究制定自然保护区管理建设财政转移支付政策、投资政策、产业政策、人口政策、土地政策、环境政策、扶贫政策等,尽快配套编制相应的各保护区保护发展规划文件,将规划指标纳入各地州(市)国民经济和社会发展规划中。出台科学发展评价及政绩考核办法,进一步研究完善生态补偿机制,提高补偿标准<sup>[5]</sup>。研究制定扶持自然保护区发展、科技人员待遇优惠、科学研究重点扶持等相关优惠政策,促进自然保护区的发展。

对于新建和扩建的自然保护地,要充分利用国家和省的相关政策,进一步完善林权制度和林地补偿政策制度,将划入保护地的区域全部纳入公益林进行补偿,积极探索集体林地赎买和置换政策。同时针对各保护区的具体实际,因地制宜地制定适合社区发展的政策制度。

#### 3.1.3 健全自然保护地生态补偿机制

重大工程等建设项目已实施生态补偿,但对自然保护地这类特定区域尚未建立生态补偿机制。自然保护地保护与发展的矛盾长期以来未得到有效缓解,特别是保护地周边社区与保护地之间的矛盾尤为突出,主要原因是由于保护地的建立有碍农户正常的生产与生活。长期以来,管理部门单纯强调保护,严格限制对资源的利用,割裂和对立了保护地与当地社区之间的内在联系,激化了保护地与当地社区之间的内在联系。然而,现代的保护管理理念更强调保护区的生物多样性保护、自然资源的持续利用、生态效益的保持要与社会发展进程密切结合,同

时更加关注区域内文化多样性的保护,重视当地社区参与保护地的保护并受益于保护实践。因此,根据全省自然保护地的特点,研究制定自然保护地生态补偿办法<sup>[6]</sup>,确定不同区域补偿方式及标准,建立健全自然保护地生态补偿机制,对自然保护地周边社区居民进行生态补偿,真正让保护参与者受益,缓解保护与发展的矛盾。

### 3.2 管理

#### 3.2.1 加强组织领导与协调

云南省人民政府统一领导全省自然保护区管理工作,各州(市)、县(市、区)人民政府负责本行政区域内各级、各类自然保护区的管理。在整合现有自然保护区管理机构的基础上,规范各级自然保护区管理机构设置,按照自然保护区级别分类制定科学合理的人员编制标准。各地、各有关部门要按照各自职责分工,加强协调沟通,切实做好自然保护区的建设和管理工作。妥善处理和解决保护地重叠问题,突出保护区的主体地位,为保护区的发展建设营造良好的管理环境。

#### 3.2.2 构建自然保护地群的协调机制

自然保护地是一个生物多样性丰富的区域,在自然保护地之间的过渡区域将产生“空白保护”的夹心地带。在面对一些突发事件时,出现各责任保护地之间的相互推诿现象,导致濒危野生动植物和自然生境遭到破坏,影响生物多样性保护的连续性。为此,云南省林业与草原局作为全省自然保护区的主管部门,应视具体情况,在生物多样性丰富且连片的保护区域建立保护区群协调机制,加强各州市林业局和保护区管理部门之间的保护联合工作,遏制保护区走向破碎化、斑块化、孤岛状的不良景观趋势。

#### 3.2.3 推进自然保护地整合优化进程

有效解决云南省自然保护地设置不尽科学、规划不尽合理、体系不够完善、空间重叠、地域交叉、边界不清、保护与发展矛盾突出等问题,充分发挥自然保护地在生态文明建设中的重大作用,促进全省经济社会统一协调发展,全面推进云南省自然保护地整合优化进程。

#### 3.2.4 启动全省保护地评估和保护地体系规划工作

尽快开展全省自然保护地体系的调查、评估工作,全面摸清现有自然保护地的家底和自然保护空缺区域状况。启动《云南省自然保护地体系规划》工作,按照自然保护地体系的思路,整合、优化自然保护地边界;同时,通过政府主导或引导,规划新建

一批自然保护区、自然公园和社区保护地,完成全省的自然保护地体系规划。

#### 3.2.5 建立以国家公园为主体的自然保护地管控体系

目前云南省的国家公园功能分区基本按照严格保护区、生态保育区、传统利用区和游憩展示区来划分和管理;自然保护区则是按照核心区(季节性核心区)、缓冲区和实验区进行功能区划;森林公园主要按照核心景观区、生态保育区、一般游憩区和管理服务区进行划分;其他类型的保护地有的还未确立相应的功能分区及管控措施。自然保护地管控体系的建立应遵循实事求是,以有效提高保护地保护管理水平为目的,通过保护管理带动地方发展,最终实现可持续发展。以国家公园为主体的自然保护地管控体系应按照森林生态类、湿地类、野生动物类、野生植物类、地质遗迹类等进行分类,并按照国家、地方事权的不同进行分级管理,在分类、分级的基础上按照禁止开发区和限制开发区进行分区制定管控措施,做到一类一策,一区一措施<sup>[1]</sup>。

#### 3.2.6 建设与完善自然保护地的监测与综合管理系统

随着现代科学技术的发展,保护地自然生态系统、野生动植物的监测手段日趋完善。目前云南省各类自然保护地的日常巡护工作以人员现地巡护的形式开展,使用比较原始的监测工具,加之巡护路线长、面积大等因素,势必造成大量巡护盲点,巡护结果已不能满足新形势的科研监测需要。根据国家“十二五”期间的生态保护精神,提出了科学管理自然保护地,及时全方位地了解自然保护地动态发展,以进一步提升保护地管理工作的质量。因此,加大资金投入,建设与完善各类型自然保护地的监测与信息管理势在必行,是今后自然保护地建设管理的一个重要工作。主要通过继续完善已建或正在建的自然保护区监测站,特别是边远地区的生态监测站或特定物种的监测点的建设,及时更新并丰富自然保护区监测数据库,为生物多样性保护提供科学数据。在建设和布设监测站点时,不能仅对保护地内进行监测,要涉及保护地周边的监测,如保护地外的人为干扰、社区共管、生态旅游活动等。

#### 3.2.7 建立目标责任评估考评机制

建立健全自然保护地管理目标责任制,各级政府要加强对自然保护地管理工作的组织领导,建立和完善自然保护地管理绩效评估制度,制定全省管理目标和考核指标体系,建立考核制度,实行任期目



标管理。省级自然保护地主管部门负责对本规划的执行实施情况进行监督;各州市自然保护地管理部门要制定计划或方案,分解落实自然保护的各项工作任务,制定相关的评估考核方案,对本规划的实施情况开展评估考核和验收。

### 3.3 资金

将自然保护地建设和管理经费纳入各级政府财政预算,积极争取国家投资,将自然保护地基本建设纳入省级国民经济和基本建设计划,保障各级自然保护地建设配套资金。同时拓展资金来源渠道,鼓励企业捐助,开展国际合作(国外援助),建立社会各界支持(捐赠)等多元化投入机制,切实发挥资金效益,提高资金使用效率。建立自然保护地建设管理资金投入良性运行机制。

### 3.4 人才与技术

#### 3.4.1 人才保障

加强对自然保护地科技人员培训,不断提升自然保护地科技人员自身素质。依托地缘优势,用好专家队伍,与科研团队签订合作协议,长期就其研究领域为云南省各级各类自然保护区提供服务。加强提升人才队伍建设,研究制定相应的奖励优惠政策。

#### 3.4.2 强化科技支撑

加强理念创新,吸收国内外自然生态保护中成功的先进经验和技术,应用于全省各级各类自然保护地保护体系建设。搭建科学研究平台,吸引国内外科研力量联合开展研究工作。建立科普教育和教学实习基地,把自然保护地建成提升公民科学素养、开展教学实习、实施生态文明教育的重要场所。

### 3.5 公众参与和社会监督

自然保护地建设管理作为生态文明建设的重要组成部分,不仅是行业部门的工作内容,同时也需要全社会的共同参与。为使该规划能够稳步实施,需建立和完善公众参与制度,积极发动、组织引导各社会团体(包括 NGO)、人民群众参与各级各类自然保护地保护管理建设工作。另外,还要依托社会舆论等的正能量,强化社会监督,使自然保护地建设管理工作趋于科学规范并有序开展。

### 3.6 国际合作

保护地工作是一项国际性事业,加强国际合作和交流是提高保护地管理能力的途径之一,特别对于那些已加入国际组织的国际级保护地,应将之摆

在重要地位加强交流与合作。要为保护地管理者参加国内外学术交流活动提供更多的机会,大力促进国内外保护地的合作,建立跨界保护区。通过聘请相关科研单位或高等院校作为顾问单位,邀请国内外有关专家建立顾问委员会,协助规划保护地各方面的工作,并加大培训力度,加强人才队伍建设。

## 4 结语

保护、建设和发展好自然保护地是对不断推进生态文明和美丽中国建设的美好宏图历史规律的科学把握,也是坚持走保护优先的自觉体现<sup>[4]</sup>。“生态文明、美丽云南”这一宏伟目标的实现必将使云南人民走向生态文明新时代,同时应该清醒地认识到,自然保护地网络体系虽已初具规模,但由于建设和管理中存在的管理“标准各异、区域重叠、交叉管理、保护成效低下”等具体问题的存在,保护地不能够完全发挥出最大作用<sup>[2]</sup>。当前,应该抓住建设生态文明这一历史机遇,把云南省自然保护地建设列为重点任务,以“建设国家公园为主体的自然保护地体系”为契机,根据资源自然属性特征、管理目标及与其他保护地、保护空缺区域的空间关系,进行全面整合、归并、优化和提升,结合提出建设发展的六大领域进行自然保护地发展建设,助推云南自然保护地体系建设。

## 参考文献:

- [1] 华朝朗,陶晶. 云南省以国家公园为主体的自然保护地体系研究[M]. 昆明:云南出版集团,云南科技出版社,2019.
- [2] 云南省林业厅. 云南自然保护区年报[R]. 2018.
- [3] 王勇,余昌元,郑进烜,等. 云南省自然保护区保护空缺分析[J]. 林业调查规划,2018,43(4):55-58,62.
- [4] 郑进烜,吴霞,华朝朗,等. 自然保护区在建设生态文明和美丽云南中的地位与作用[J]. 林业调查规划,2018,39(4):51-53,79.
- [5] 倪健,任久长,巩玉华. 自然保护区的作用、建设与管理[J]. 大自然探索,1997,60(16):103-106.
- [6] 李建军. 浅谈自然保护区在湖北生态建设中的地位与作用[J]. 湖北林业科技,2003(4):43-44.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.015

## 中国国家级自然保护区面临的主要威胁探析

陈晓颖, 鲁小波

(渤海大学管理学院, 辽宁 锦州 121013)

**摘要:**目前我国已建立 474 个国家级自然保护区, 总面积占我国陆地面积的 10.13%, 在我国大陆 31 个省、直辖市、自治区都有分布。在全国的分布特点为数量“东多西少”, 面积“西大东小”。从人均和占省域土地面积比例来看, 西藏自治区以 11 080 m<sup>2</sup>/人和 33.105% 为全国各省域最高。以祁连山等 16 个典型的国家级自然保护区为例通过分析发现, 当前存在的突出问题包括非法开采各类资源, 周边企业污染和侵占保护区土地, 违法建设各类设施与建筑, 其他活动破坏自然保护区生态环境, 监管不足, 整改不力。分析导致这些问题的根源是“经济”原因, 认为解决问题的关键还是要健全监督、管理体系, 藉此提出健全法律法规, 丰富监督手段, 建立区长制等对策、措施。

**关键词:**自然保护区; 面积; 分布; 环境污染; 非法开采; 违法建筑

中图分类号: S759.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)03-0076-06

引文格式: 陈晓颖, 鲁小波. 中国国家级自然保护区面临的主要威胁探析[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 76-81, 164.

CHEN Xiaoying, LU Xiaobo. Main Threats to National Nature Reserves in China[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 76-81, 164.

## Main Threats to National Nature Reserves in China

CHEN Xiaoying, LU Xiaobo

(College of Management, Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121013, China)

**Abstract:** At present, 474 national nature reserves have been established in China, accounting for 10.13% of China's land area. The distribution of national nature reserves in the whole country is characterized by the quantity of “more in the east and less in the west” and the area of “larger in the west and smaller in the east”. In terms of per capita and proportion of land area in 31 provinces, the highest is 11 080 m<sup>2</sup>/person and 33.105% in Tibet Autonomous Region. The in-depth analysis for 16 typical national nature reserves such as Qilian Mountain found that the prominent problems of nature reserves included illegal exploitation of various resources, pollution and encroachment of land in protected areas by surrounding enterprises, illegal construction of various facilities and buildings, destruction of ecological environment by other activities, insufficient supervision and inadequate rectification. This paper analyzed that the root cause of these problems was the “economy”, and the key to solve the problems was to improve the supervision and management system. At the same time, some countermeasures were put forward such as improving laws and regulations, enriching the means of supervision, and establishing

收稿日期: 2019-11-19.

第一作者: 陈晓颖(1978-), 女, 辽宁法库人, 硕士, 讲师. 主要从事旅游地理与旅游规划方面的研究.

责任作者: 鲁小波(1978-), 男, 甘肃景泰人, 副教授, 博士. 主要从事旅游规划与区域旅游经济方面的研究. Email: luxiaobo029@163.com

the district chief system.

**Key words:** nature reserve; area; distribution; environmental pollution; illegal mining; illegal construction

生态文明已经成为“五位一体”中国特色社会主义建设的核心内容。2019年2月习近平同志重要文章《推动我国生态文明建设迈上新台阶》发表。文章指出,生态文明建设是关系中华民族永续发展的根本大计,要自觉把经济社会发展同生态文明建设统筹起来,推动我国生态文明建设迈上新台阶。文章强调,新时代推进生态文明建设,必须坚持好以下原则:一是坚持人与自然和谐共生;二是绿水青山就是金山银山;三是良好生态环境是最普惠的民生福祉;四是山水林田湖草是生命共同体;五是用最严格制度最严密法治保护生态环境;六是共谋全球生态文明建设。2017年10月18日,习近平同志在十九大报告中指出,坚持人与自然和谐共生。必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,坚持节约资源和保护环境的基本国策,像对待生命一样对待生态环境,统筹山水林田湖草系统治理,实行最严格的生态环境保护制度,形成绿色发展方式和生活方式,坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路,建设美丽中国,为人民创造良好生产生活环境,为全球生态安全做出贡献<sup>[1-2]</sup>。国家级自然保护区是推进生态文明、构建国家生态安全屏障、建设美丽中国的重要载体。强化自然保护区建设和管理,是贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享新发展理念的具体行动,是保护生物多样性、筑牢生态安全屏障、确保各类自然生态系统安全稳定、改善生态环境质量的有效举措。生态文明要有坚实的物质基础,自然保护区是生态文明建设的重要载体,自然保护区建立主要强调保护生态文明的物质基础。随着人们物质生活水平的提高,中国出现了更强的经济发展需求和生活环境质量改善需要,由此也激发了诸多面向国家级自然保护区的人类活动,进而引起了对保护区生态环境的巨大影响,对我国的生态文明基础构成了潜在威胁。

## 1 中国国家级自然保护区概况

截至2016年12月,全国(不含香港、澳门与台湾)共建立各级自然保护区2740个,占全国陆地面积的14.84%,其中国家级自然保护区474处(2019年初),面积达9757万 $\text{hm}^2$ ,占自然保护区总面积的66.19%,占国土陆地面积的10.13%。其中面积最大的国家级自然保护区是三江源国家级自然保护

区,总面积36.6万 $\text{km}^2$ ,也是世界高海拔地区生物多样性最集中的地区和生态最敏感的地区。2000年8月19日,为了保护三江源的自然资源,三江源自然保护区纪念碑正式落成,它也标志着三江源自然保护区正式成立。而面积最小的为山东山旺古生物化石国家级自然保护区,它位于山东省临朐县山旺村,地处鲁中南山区的东北边缘,总面积1.2 $\text{km}^2$ ,其间保存着1800万年前的各种动植物化石。这些化石种类繁多,精美完好,印痕清晰,栩栩如生,被誉为“化石宝库”、“万卷书”,是一座古生物化石天然博物馆。跨省份最多的国家级自然保护区——长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区,保护区江段总长度为1162.61 $\text{km}$ ,总面积为33174.213 $\text{hm}^2$ 。它是在原“长江合江—雷波段珍稀鱼类国家级自然保护区”的基础上经过调整,2005年由国务院批准成立的,跨越四川、云南、贵州、重庆三省一市,是为维护长江上游鱼类种群多样性和长江上游自然生态环境而设。我国的第一个自然保护区——鼎湖山自然保护区建于1956年,位于广东省肇庆市。保护区总面积1155 $\text{hm}^2$ ,森林覆盖度98%,主要保护对象为典型地带性森林植被——南亚热带常绿阔叶林。海拔最高的保护区当属青海可可西里国家级自然保护区,它位于青海省玉树藏族自治州西部,总面积450万 $\text{hm}^2$ ,是21世纪初世界上原始生态环境保存较好的自然保护区,是野生动物资源最为丰富的自然保护区之一<sup>[3-5]</sup>。

## 2 中国国家级自然保护区各地分布情况

### 2.1 数量、面积与分布

从地域分布来看,黑龙江省拥有49个国家级自然保护区,是我国大陆31个省域中最多的,其后依次是四川省32个,内蒙古自治区29个,陕西省26个,吉林省24个,广西壮族自治区和湖南省同为23个,湖北省22个,甘肃省和云南省都为21个(表1)。

国家级自然保护区较少的省域包括北京市与上海市,各为2个;天津市和江苏省,各有3个;山东省、重庆市和青海省各有7个;山西省和安徽省均有8个;宁夏回族自治区有9个。虽然青海省的国家级自然保护区数量少,但面积大。从面积排序看,西藏自治区以37.34万 $\text{km}^2$ 排名第一,青海省20.73

表 1 全国各省区国家级自然保护区面积及数量

Tab. 1 Area and quantity of national nature reserves in all provinces and regions

单位	数量/个	面积/km <sup>2</sup>
北京	2	264.031
天津	3	378.620
河北	13	2575.070
山西	8	1414.159
内蒙古	29	42575.250
辽宁	19	9103.708
吉林	24	11712.830
黑龙江	49	35361.760
上海	2	661.750
江苏	3	2992.917
浙江	11	1477.835
安徽	8	1432.212
福建	17	2504.158
江西	16	2546.782
山东	7	2198.270
河南	13	3682.505
湖北	22	5133.631
湖南	23	6356.211
广东	15	3260.920
广西	23	3928.610
海南	10	1569.899
重庆	7	2668.187
四川	32	30471.500
甘肃	21	69320.180
宁夏	9	4595.493
云南	21	15089.420
贵州	11	2801.345
西藏	11	373423.100
陕西	26	6326.336
青海	7	207337.500
新疆	15	122553.900
合计	474	975718.043

万 km<sup>2</sup> 第二,其后依次为新疆维吾尔自治区、甘肃省、内蒙古自治区、黑龙江省、四川省、云南省、吉林省和辽宁省。面积最少的为北京市,仅有 264.03 km<sup>2</sup>,天津市仅有 378.62 km<sup>2</sup>,其后依次为上海市、山西省、安徽省、浙江省、海南省、山东省、福建省和江西省。总体而言,中国国家级自然保护区在全国的分布特点为数量“东多西少”,面积“西大东小”。

## 2.2 中国各地国家级自然保护区人均面积

从人均的角度来看,西藏以 11 080 m<sup>2</sup>/人的国家级自然保护区人均占有面积为全国省域之首,其后依次为青海(34 671 m<sup>2</sup>/人)、新疆(5 012 m<sup>2</sup>/人)、甘肃(2 639 m<sup>2</sup>/人)、内蒙古(1 683 m<sup>2</sup>/人)、黑龙江(933 m<sup>2</sup>/人)、宁夏(673 m<sup>2</sup>/人)、吉林(431 m<sup>2</sup>/人)、四川(367 m<sup>2</sup>/人)、云南(314 m<sup>2</sup>/人)。这些省份的特点是大多经济发展较为滞后。而人均国家级自然保护区面积最少的分别是北京市、山东省、安徽省、天津市、浙江省、上海市、广东省、河北省、江苏省和山西省,这些省份的特点是人口稠密,经济一般都较为发达(表 2)。

从国家级自然保护区面积占省域面积的比重来看(表 2),西藏自治区以 33.105% 为全国各省域最高,青海省为 28.705%,全国第二,其后依次为甘肃省 15.255%、上海市 10.504%、黑龙江省 7.775%、新疆维吾尔自治区 7.383%、宁夏回族自治区 6.921%、四川省 6.330%、吉林省 6.250%、辽宁省 6.240%。山西省国家级自然保护区面积仅为 0.905%,而安徽省、河北省、山东省、浙江省、江西省、北京市、贵州省、广西壮族自治区和广东省的国家级自然保护区面积占省域面积在 1%~2%<sup>[6]</sup>。

## 3 中国国家级自然保护区面临的突出问题

国家级自然保护区是推进生态文明、构建国家生态安全屏障、建设美丽中国的重要载体。但是随着我国经济的快速发展,国家级自然保护区面临日益突出的问题。2017 年 7 至 12 月,环境保护部、国土资源部、水利部、农业部、国家林业局、中国科学院、海洋局等 7 部门联合组织开展了“绿盾 2017”国家级自然保护区监督检查专项行动,坚决查处涉及国家级自然保护区的违法违规问题。绿盾 2017 专项行动重点查处了自然保护区内采矿、采石、工矿企业和核心区、缓冲区内的旅游与水电开发等对生态环境影响较大的问题。环境保护部采用高分辨率遥感影像、无人机、自然保护区移动监管 APP 等多种技术手段支持绿盾专项行动,分三批下达遥感问题清单,并及时搜集汇总社会各界反映的问题提供给巡查组或移交地方重点巡查督办。总结起来,国家级自然保护区当前面临的主要威胁包括以下几方面。

### 3.1 非法开采各类资源

甘肃祁连山国家级自然保护区设置的 144 宗探矿权、采矿权中,有 14 宗是在 2014 年 10 月国务院

表 2 国家级自然保护区人均占有面积和占国土面积比例  
Tab. 2 Per capita area and proportion of land occupied by national nature reserves in China

地区	人均面积 /(m <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> )	占国土 面积比例 /%
北京	12.162	1.572
天津	24.317	3.351
河北	34.243	1.372
山西	38.200	0.905
内蒙古	1683.482	3.599
辽宁	208.371	6.240
吉林	431.094	6.250
黑龙江	933.274	7.775
上海	27.368	10.504
江苏	37.276	2.917
浙江	26.124	1.449
安徽	22.897	1.025
福建	64.029	2.064
江西	55.101	1.525
山东	21.970	1.429
河南	38.524	2.205
湖北	86.981	2.766
湖南	92.656	3.001
广东	29.196	1.812
广西	80.422	1.665
海南	169.536	4.617
重庆	86.770	3.242
四川	367.038	6.330
甘肃	2639.763	15.255
宁夏	673.826	6.921
云南	314.297	3.937
贵州	78.250	1.592
西藏	110808.042	33.105
陕西	164.963	3.077
青海	34671.823	28.705
新疆	5012.429	7.383
合计	702.795	10.260

明确保护区划界后违法违规审批延续的,涉及保护区核心区 3 宗、缓冲区 4 宗。长期大规模的探矿、采矿活动,造成保护区局部植被破坏、水土流失、地表塌陷。锡林郭勒草原自然保护区内有 67 家工矿企业,辽河口自然保护区仍有 2 752 口生产油井,其中 813 口位于核心区和缓冲区,2017 年计划退出 63

口,实际仅退出 17 口,一些油井生产时严重污染周边环境。吉林珲春东北虎自然保护区延田煤矿位于缓冲区,年开采煤炭约 9 万 t,直至 2018 年 8 月现场检查时仍在生产。九江市都昌县、永修县、庐山市等部分鄱阳湖自然保护区采砂区超采,三江源自然保护区采石场乱采乱挖砂石资源,重庆缙云山自然保护区也存在工矿点。还有一类就是违法建设、运营水电站,祁连山自然保护区、三江源自然保护区都有这一问题。西双版纳自然保护区存在企业违法开采水资源问题。

### 3.2 周边企业污染和侵占保护区土地

自然保护区周边部分企业环保投入严重不足,污染治理设施缺乏,偷排偷放现象屡禁不止。如祁连山自然保护区面临着巨龙铁合金公司大气污染物排放长期无法稳定达标,当地环保部门多次对其执法,但均未得到执行。石庙二级水电站将废机油、污泥等污染物倾倒入河道,造成河道水环境污染。辽河口自然保护区实验区的众诚塑料制品厂于 2014 年开工生产,原料随意堆放,生产废水直排,严重污染周边环境。西双版纳自然保护区实验区的力达废旧金属处理厂屡禁不止,锡林郭勒草原国家级自然保护区核心区和缓冲区内存在大片喷灌农业,实验区内的水泥熟料生产线生产污染严重。据《扎龙国家级自然保护区水污染防治与鹤类保护研究报告》评价结果,其中扎龙湿地水质已达到地面水环境质量标准 V 类水质,大部分湖泊富营养化严重,地表水体属于重营养化范围。这说明扎龙湿地地表水水质很差,远远达不到自然保护区水质要求。污水的大量排入,致使湿地内生物大量死亡,生物群落被破坏,湿地生物多样性受到威胁。鄱阳湖自然保护区周边部分市县污水处理问题突出,流域超标排污问题仍较常见,流域生态破坏问题突出。黄河三角洲自然保护区一路之隔的就是东营港经济开发区,其最先入住的 12 家企业均为化工企业,其中两家企业距离自然保护区只有 10 m,近年来水污染、大气污染十分严重,保护区水质急剧恶化。三亚珊瑚礁自然保护区的陆源污染突出,对珊瑚礁生态环境造成越来越严重的污染。宣城市泾县经济开发区长期违规侵占安徽扬子鳄自然保护区双坑片区核心区土地近 300 hm<sup>2</sup>。

### 3.3 违法建设别墅、旅游设施

吉林珲春东北虎自然保护区博亚山庄在核心区建有别墅,长白山国际滑雪中心项目在实施过程中,违反国家要求擅自建设两座高尔夫球场和 93 栋别

墅,并长期违规运营。重庆九滨马术俱乐部违规建设接待房和彩钢棚,占用缙云山自然保护区实验区林地 3 086 hm<sup>2</sup>;哈纳斯国家级自然保护区实验区范围内鉴苑山庄少批多建,占用林地面积 8 028 hm<sup>2</sup>;哈纳斯漂流项目占用林地面积共计 3 241 m<sup>2</sup>。在三亚珊瑚礁自然保护区,侵占保护区 10.2 hm<sup>2</sup> 的亚龙湾瑞吉度假酒店配套游艇码头长期违法经营,保护区内三亚洲际度假酒店海上餐厅及游艇码头等违法项目长期存在。扎龙自然保护区竟然在核心区建设有瑙奈景区二期和三期工程房屋、栈道等旅游设施。

### 3.4 其他活动破坏生态环境

辽河口自然保护区建有多处苇田生产设施,并将保护区湿地以 225 元/hm<sup>2</sup> 出租用于养殖虾蟹。吉林琿春东北虎自然保护区还违规发包约 3 600 hm<sup>2</sup> 林地、草地给吉兴牧业、天一牧业、森泰牧业用于畜禽养殖,核心区还有 21 处毁林种参,核心区和缓冲区内违规取土和散养牲畜问题屡见不鲜。郎溪县高井庙林场违规将安徽扬子鳄自然保护区核心区部分林地出租种植百合,红星片区实验区青峰村附近仍存在削山造田行为。缙云山自然保护区核心区仍有村民擅自扩建房屋,侵占林地;实验区仍有 105 家农家乐,大肆占用林地。

### 3.5 监管不足,整改不力

2017 年 7 月 20 日,多名甘肃官员因祁连山生态问题,“扎堆”上了被问责的名单。中办、国办对外公布《甘肃祁连山国家级自然保护区生态环境问题的通报》,直指祁连山存在违法违规开矿、水电设施违建、偷排偷放、整改不力等行为。通报在点评当地官员时措辞严厉,比如“落实党中央决策部署不坚决不彻底”,“在立法层面为破坏生态行为放水”,“不作为、乱作为,监管层层失守”,“不担当、不碰硬,整改落实不力”等。2018 年 7 月以来,“秦岭违建别墅拆除”备受关注,有 1 194 栋违建别墅被整治。从 2014 年 5 月到 2018 年 7 月,习近平总书记先后六次就“秦岭违建”做出批示指示。国家级自然保护区监管不足、整改不力已经不是个别现象,已经是非常普遍的问题。祁连山自然保护区自不必说,其他的如辽河口、长白山、缙云山、扬子鳄、黄河三角洲、锡林郭勒草原、三江源、西双版纳、三亚珊瑚礁、鄱阳湖、崇明东滩等自然保护区都长期存在不履行监管职责,对侵占保护区的项目或活动长期不查处,敷衍整改,虚假整改,“罚而不停、以罚代改”,甚至变更保护区范围和功能区划,为非法侵占行为站

台等性质恶劣行为<sup>[7]</sup>。

## 4 问题产生的原因

党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央把生态文明建设作为统筹推进“五位一体”中国特色社会主义总体部署的核心内容之一,生态文明建设从认识到实践发生了历史性、转折性和全局性的变化。2018 年 5 月 18 日,习近平总书记在全国生态环境保护大会上指出,虽然我国生态环境质量出现了稳中向好趋势,但成效并不稳固,生态文明建设正处于压力叠加、负重前行的关键期<sup>[8]</sup>。然而,在生态文明建设如此重要、如此关键的时期,作为中国生态文明重要物质基础的国家级自然保护区却面临着非法开采资源、污染、违法乱建、过度开发旅游、监管不力等诸多严重问题,严重威胁着生态环境和保护对象,与中国大张旗鼓地宣传和建设生态文明的大背景格格不入。

自从 1956 年我国建立第一个自然保护区至今,全国共建立国家级自然保护区 474 个,构成了体系完整、覆盖全国的国家级自然保护区体系,为了这些保护区的建立放弃了很多经济发展机遇,投入了大量人力和资金,即便是在经济落后、生活难以保障的年代,我国依然坚持自然保护区的建设不放松。但当前我国经济快速发展,综合国力全面提升,人民生活达到较高水平的条件下,反而对国家级自然保护区的威胁更加严重,这是一个令人悲哀的现象。

国家级自然保护区面临的问题可以形象地概括为“虎视眈眈,群狼难防,猎人无枪,保护区遭殃”。所谓虎视眈眈就是在经济快速发展过程中,很多人瞄准了保护区内的资源(矿藏、水电、森林、土地、水等),为了更快、更多地获得经济利益,不惜动用各种关系和手段将“发财之手伸向了自然保护区”。在这个关系错综复杂的社会中,一个小小的自然保护区管理机构怎能“小胳膊拧得过大腿”呢!另外,还有各种利益群体,如旅游企业、房地产、农业企业以及自然保护区周边的农民、牧民、渔民等,都将自然保护区作为发财的好地方,所以除了“虎”,还有“群狼”对保护区构成了不断的骚扰。所谓“猎人无枪”,是指作为保护区的管理机构和管理人员,应该有强力的武器抵制“虎狼”对保护区的非法活动和无理要求,但鉴于我国当前自然保护区相关法律法规不健全、执法不严、违法难究等现状,导致了自然保护区管理机构“监管不严,整改不力,甚至为虎作

张,狼狈为奸”。

国家级自然保护区当前遭受各类“问题”围困的根源是“经济利益”的趋使,而关键是在自然保护区监管上,在保护区违法活动监管不严,违法成本低。让自然保护区管理机构成为自然保护区“带枪”保镖,对各类伸向自然保护区的“黑手”毫不留情地予以拒绝和斩断,是最有效的方法。党的十九大报告指出,中国特色社会主义进入新时代,我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。秦岭、长白山、黑龙江牡丹江市的“曹园”、河北邯郸的“袁府”等全国各地数以万计的违建别墅或豪宅不断曝光,这些违建建筑绝大多数都蔓延到了生态环境较好的山林、绿地甚至自然保护区,其本质是随着生活水平的提高,部分人为了满足“美好的生活需要”,享受更好的生活条件和更接近大自然的体验而出现的行为。现在民众有钱了,想生活得更舒适一些,这本无可厚非,但问题的关键是不该违反相关的法律法规,将“手”伸向国家重点保护的生态环境,错在向生态环境索要太多,贪得无厌。因此,一方面要防止对国家级自然保护区等生态环境的各种“无礼”索取,另一方面还要看到社会上的合理需求,在不违犯法规的前提下进行引导、规范、满足,在适当地点合法建设“别墅或豪宅”型房地产,既满足社会需要,对生态环境破坏的程度也尽量轻。

## 5 对策及措施

从上可以看到,当前我国自然保护区面临的威胁十分严重,这类“掠夺资源、污染环境、破坏生态”的非传统安全威胁给生态文明建设和民众的生活、生命健康带了日益严重的影响,是生态文明建设的潜在威胁,是美丽中国建设的绊脚石。基于现状与问题,本文提出如下建议:

### 5.1 建立健全自然保护区法律法规

明确自然保护区范围的违法行为要从重从严处罚,要经济处罚与刑事处罚并重,要对行为人与监管部门共同处罚。作为自然保护区管理机构的职责就是保护自然保护区,既然监管不到位,就应当接受“法律的处罚”。

### 5.2 通过大众监督和技术手段,增加自然保护区监督群体,丰富监督手段,提高监督质量

从目前的情况看,自然保护区的监管仅靠保护

区管理机构是不行的,那么就应该向当地居民和社会大众明确自然保护区的监管内容、监管途径和监管职责,并且通过技术手段科学、便捷地监管自然保护区内的一切活动。当前自然保护区边界不规范,核心区、缓冲区、实验区模糊不清的情况比较普遍,应该采取严厉办法明确保护区范围,清晰核心区、缓冲区和实验区边界,使得通过卫星影像就可以清晰、准确地监控保护区内是否有违法行为。

### 5.3 建立生态环境保护专业法庭、生态环境警察等专业司法体系

生态环境不仅关系到当代人,更关系到子孙后代,为了保护好,应该构建专业司法体系,专注国家级自然保护区等重大生态环境地区的监督、检举、诉讼、审判等司法程序,加强管理,杜绝破坏,保护环境。

### 5.4 借鉴国外和我国环境治理的“河长制”,让政府行政长官为“生态环境”负责

国务院总理为“全国国家级自然保护区的大区长”,副总理分别负责“华北、东北、西北、西南、华中、东南沿海、华南”等自然保护区区域长,各省省长为“省域国家级自然保护区区长”。如出现问题区长负责。

### 5.5 建设专业化、规范化、高素质的生态环境巡视队伍

此次自然保护区大量问题的暴露与中央环保督察组的生态环境巡视是分不开的。为了更好地促进国家级自然保护区相关问题的发现与解决,保障生态环境保护工作有条不紊、循序渐进,逐步走上规范化的道路,建设一支懂专业、有信念、操作规范的生态环境巡视员队伍是重要的举措。

### 5.6 科学规划、有序发展“第二居所”

为合理满足社会上存在的享受“回归自然”、“接近自然”、“体验自然”的生活需求,减小对国家级自然保护区的压力,可借鉴国外经验科学规划、有序发展“第二居所”。

## 参考文献:

- [1] 习近平. 推动我国生态文明建设迈上新台阶[J]. 求是, 2019(3): 1-10.
- [2] 汪永晨,熊志红. 最美的危机——中国自然保护区媒体调查[M]. 北京:中国环境出版社, 2013.
- [3] 李萍,苑彩霞,王文强. 中国自然保护区现状研究[J]. 环境科学与管理, 2019(2): 191-194.
- [4] 杨喆,吴健. 中国自然保护区的保护成本及其区域分布[J]. 自然资源学报, 2019(4): 839-852.
- [5] 常延明,夏志立,王静. 中国自然保护区地理分布及级

别分析[J]. 防护林科技, 2018(7):66-72.

(下转第 164 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.016

## 西双版纳猴科动物资源现状调查

宋志勇, 余东莉, 杨鸿培, 杨正斌

(云南西双版纳国家级自然保护区科学研究所, 云南 景洪 666100)

**摘要:**在西双版纳傣族自治州全州采用半结构访谈法、样线法和红外相机技术相结合的方法,对猕猴、熊猴、北豚尾猴、短尾猴、菲氏叶猴等 5 种猴科动物种群进行调查。结果显示:猕猴在全州 3 县市所有乡/镇(街道办)均有分布;熊猴分布于勐养、勐遮、勐混、勐仑等乡镇;北豚尾猴分布于勐遮、勐混、易武、勐仑、勐腊等乡镇;短尾猴分布于勐海、勐仑等乡镇;菲氏叶猴分布于允景洪、勐养、勐旺、勐遮、勐腊、勐仑等乡镇。运用 ArcMap10.2.2 软件进行筛选过滤,测算出猴科动物潜在分布面积约为 32.02 万  $\text{hm}^2$ , 分布海拔在 480~2 200 m, 种群规模约在 3 470~4 740 只。热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、竹林、灌木林等 7 种植被类型均有猴科动物分布。针对猴科动物保护面临的生境破碎化、林下经济发展导致生境质量下降、被猎杀等威胁,提出加强栖息地保护、关注笼养猴科动物福利、严肃查处非法猎杀行为、开展科学研究和加强宣传力度等保护建议。

**关键词:**猴科动物;资源现状;种群分布;保护形式;西双版纳傣族自治州

中图分类号:S757.3;Q959.848 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0082-07

引文格式:宋志勇,余东莉,杨鸿培,等. 西双版纳猴科动物资源现状调查[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3):82-88.  
SONG Zhiyong, YU Dongli, YANG Hongpei, et al. Resources Investigation of Ceropithecidae in Xishuangbanna [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3):82-88.

## Resources Investigation of Ceropithecidae in Xishuangbanna

SONG Zhiyong, YU Dongli, YANG Hongpei, YANG Zhengbin

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

**Abstract:** The semi-structured interview, sample method and infrared camera technology were used to investigate five species of Ceropithecidae, namely *Macaca mulatta*, *Macaca assamensis*, *Macaca leonina*, *Macaca arctoides*, *Presbytis phayrei* in Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture. The results showed that *Macaca mulatta* was distributed in all townships (sub-district) of three counties and cities; *Macaca assamensis* was found in Mengyang, Mengzhe, Menghun and Menglun; *Macaca arctoides* was distributed in Mengzhe, Menghun, Yiwu, Menglun and Mengla; *Macaca arctoides* was in Menghai and Menglun; *Macaca arctoides* was in Yunjinghong, Mengyang, Mengwang, Mengzhe, Mengla and Menglun. By using ArcMap 10.2.2 software for screening and filtering, the potential distribution area of Ceropithecidae was estimated to be about 320 200  $\text{hm}^2$ , the distribution altitude was 480~2 200 m, and

收稿日期:2019-10-08.

基金项目:西双版纳猴科动物种群调查项目.

第一作者:宋志勇(1979-),男,云南保山人,高级工程师.主要从事动物生态学及保护生物学研究工作. Email:551992760@qq.com

责任作者:杨正斌(1967-),男,云南易门人,正高级工程师.主要从事生物多样性保护与研究工作. Email:xsbn2012@126.com



the population size was 3 470~4 740. All the 7 vegetation types, including tropical rain forest, tropical monsoon forest, subtropical evergreen broad-leaved forest, deciduous broad-leaved forest, warm coniferous forest, bamboo forest and shrub had the distribution of Ceropithecidae. In view of the threats of habitat fragmentation, habitat quality degradation as a result of forest economic development and hunting, this paper put forward conservation suggestions such as strengthening habitat protection, paying attention to the welfare of captive Ceropithecidae, seriously punishing illegal hunting, carrying out scientific research and strengthening publicity and education.

**Key words:** Ceropithecidae; resource status; population distribution; conservation form; Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture

西双版纳傣族自治州猴科动物资源调查经历了以下几个阶段:1983年,由云南省林业厅主持的西双版纳自然保护区综合考察做了较系统、全面的考察,对猴科动物的分布进行阐述<sup>[1]</sup>;1983年西双版纳州动物园由国家科委在1982年筹建的基础上改建为“云南西双版纳灵长类实验动物中心”,1985年改名为“中国实验动物云南灵长类中心”,随后更名为“中国实验动物云南灵长类实验动物有限公司”;1984—1985年云南省科委、云南省林业厅组织考察云南省猕猴资源,西双版纳州为考察区之一。但是,针对西双版纳州猴科动物的专项调查近30年都未曾开展过,因此非常有必要对全州猴科动物资源现状进行调查,为保护猴科动物资源提供科学依据。

一般而言,灵长类包括猿猴和人类。为区别起见,称猿猴为非人灵长类(nonhu-man primates)或次人灵长类(subhuman primates)<sup>[2]</sup>。在中国,现生非人灵长类有3科,分别为懒猴科、猴科、长臂猿科,共26种,其中:猴科(Ceropithecidae)18种<sup>[3]</sup>。云南现生的非人灵长类分属于懒猴科、猴科和长臂猿科,总共15个种,而猴科则占了8个种<sup>[4]</sup>。西双版纳猴科动物共有2属5种<sup>[5]</sup>,猕猴属(*Macaca*):猕猴(*Macaca mulatta*)、熊猴(*Macaca assamensis*)、北豚尾猴(*Macaca leonina*)、短尾猴(*Macaca arctoides*);叶猴属(*Semnopithecus*):菲氏叶猴(*Presbytis phayrei*)。其中:熊猴、北豚尾猴、菲氏叶猴在《中国国家重点保护野生动物名录》被列为一级保护动物,在《中国濒危动物红皮书》中列为濒危(E)物种,全州分布的5个猴种都属世界自然保护联盟(IUCN)以及濒危野生动植物物种国际贸易公约(CITES)附录II物种<sup>[6]</sup>,云南省将北豚尾猴、菲氏叶猴列为极小种群拯救保护物种<sup>[7]</sup>。西双版纳州分布的5种猴科动物有3种属国家I级保护野生动物,有2种属国家II级保护野生动物,且种群数量稀少,分布范围较为狭窄,这些猴科动物都具有重要的经济价值、生

态价值和社会价值。为积极响应党中央将云南建设为生态文明排头兵的号召,调查西双版纳猴科动物资源本底,分析致危因子,提出科学的监测方案,制定合理的生物多样性保护策略具有重要意义。

## 1 研究区概况

西双版纳傣族自治州地理坐标为北纬21°08'~22°36'、东经99°56'~101°50',国土面积1.91万km<sup>2</sup>,东南与老挝相连,西南与缅甸接壤,国境线长966.3 km。系澜沧江下游,北回归线以南,亚洲大陆向东南亚半岛过渡地带。地势北高南低,州内最高点为勐海县勐宋乡的桦竹梁子,海拔2 429.5 m;最低点为勐腊县南腊河与澜沧江交汇入口处,海拔477 m<sup>[8]</sup>。全州森林面积151.66万hm<sup>2</sup>,占国土总面积的79.29%;自然保护区总面积为40.39万hm<sup>2</sup>,占国土总面积的21.15%。其中,国家级自然保护区26.8万hm<sup>2</sup>,森林覆盖率80.79%,天然林覆盖率54.9%。

## 2 调查方法

### 2.1 半结构访谈法

根据文献记载,参阅2017年遥感卫星影像图,结合全州天然林分布情况,在全州1市2县32个乡镇(街道办)选取256个点(村民小组/站所)作为访谈点(图1),采用半结构(非诱导式)访谈法,了解当地猴科动物分布情况、种群数量等信息,同时运用Arc Map 10.2.2软件记录和处理矢量数据<sup>[9]</sup>。

### 2.2 样线调查法

根据半结构访谈结果,在西双版纳国家级自然保护区、纳板河流域国家级自然保护区、西双版纳布龙州级自然保护区、西双版纳易武州级自然保护区、景洪市(县)级自然保护区、勐海县级自然保护区、勐腊县级自然保护区、国有天然林、集体天然林中设

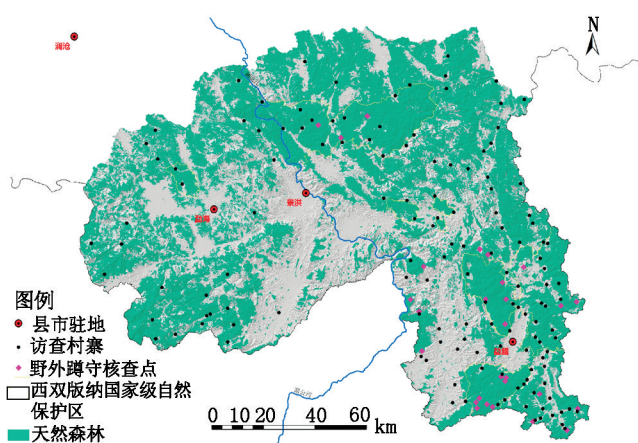


图 1 猴科动物调查点布设情况

Fig. 1 Layout of investigation sites for Ceropithecidae

定 40 条调查样线。样线长度约为 5 000 m, 目视宽度为 20~50 m, 鸣声记录宽度为 100~300 m, 步行速度为 1.0~2.0 km/h(表 1)。发现猴科动物活体或鸣声时记录其种名、种群数量等信息, 用单反相机拍摄猴科动物影像, 用录音笔录制猴科动物鸣声, 同时用 GPS 记录样线航迹<sup>[10]</sup>。

### 2.3 运用红外相机技术

运用红外相机技术来获得野生动物图像数据, 并通过这些图像来分析野生动物的物种分布、种群数量、行为和生境利用等重要信息, 在野生动物监测和自然保护区资源编目中具有广泛的应用前景<sup>[11]</sup>。在猴科动物样线上, 使用红外相机进行监测, 拍摄模式设置为: 高清照片连拍 3 张, 录像模式拍摄 30 秒高清视频。运用 GPS 记录每台红外相机安装的地理坐标及海拔, 并记录该区植被类型(表 1)。

## 3 结果与分析

### 3.1 水平分布

根据西双版纳自然保护区、国有林、天然林村寨分布情况, 选取 256 个村小组开展半结构访谈调查, 收集到 190 份有效信息, 访谈涉及傣族、哈尼族、瑶族等 8 个民族, 访谈对象有村民、老猎人、林业工作者等 3 个类群, 被访者年龄在 25~90 岁之间, 其中 40~60 岁的男性占 75%。在调查中以 2017 年卫片为底图, 运用 Arc Map 10.2.2 软件进行筛选过滤, 计算出猴科动物潜在分布面积约 32.02 万  $hm^2$ , 其中: 自然保护区 27.52 万  $hm^2$ , 国有、集体天然林 3.56 万  $hm^2$ , 其他林分 0.94 万  $hm^2$ (图 2)。

调查显示猕猴在全州 3 县(市)所有乡/镇(街道办)均有分布; 熊猴分布于勐养、勐遮、勐混、勐仑

表 1 样线布设  
Tab. 1 Sample line layout

样线编号	自然保护区	植被类型	长 /m	宽 /m	红外相机 /台	调查频次 /次
1	曼稿	c d	5016	20~300	0	1
2	曼稿	c d	4986	20~300	0	1
3	曼稿	c d	5260	20~300	0	1
4	勐养	b c d f	4962	20~300	2	1
5	勐养	c d e	4850	20~300	2	1
6	勐养	a b c	5070	20~300	2	1
7	勐养	a b c	5180	20~300	2	1
8	勐养	c g	5005	20~300	2	1
9	勐养	c	5230	20~300	2	1
10	勐养	c d e	4780	20~300	2	1
11	勐养	a c	4890	20~300	2	1
12	勐仑	b c	5045	20~300	0	1
13	勐仑	a c d	4976	20~300	5	1
14	勐仑	a c	5188	20~300	0	1
15	勐腊	c d	4968	20~300	1	1
16	勐腊	c d	4957	20~300	1	1
17	勐腊	a c	5017	20~300	0	2
18	勐腊	a c	5002	20~300	0	2
19	勐腊	a c	5144	20~300	5	1
20	勐腊	c	4987	20~300	0	2
21	勐腊	c	4859	20~300	1	1
22	勐腊	c d e	5012	20~300	0	2
23	勐腊	c g h	5231	20~300	0	1
24	勐腊	c	5010	20~300	0	2
25	尚勇	a b c	5140	20~300	5	1
26	尚勇	a c	5110	20~300	6	1
27	尚勇	a c	4876	20~300	4	2
28	尚勇	a c f	5040	20~300	3	1
29	纳板河	b c	5017	20~300	0	1
30	纳板河	c d	5001	20~300	0	1
31	布龙	c d	4886	20~300	1	1
32	布龙	b c	5102	20~300	1	1
33	易武	c d	5017	20~300	1	1
34	易武	d e	5140	20~300	1	1
35	景洪	b c	5049	20~300	1	1
36	景洪	b c	4988	20~300	1	1
37	勐海	d e	4862	20~300	1	1
38	勐海	c d	4969	20~300	1	1
39	勐腊	b c	5007	20~300	1	1
40	勐腊	c d	5123	20~300	1	1

注: a 代表植被类型中的热带雨林; b 代表热带季雨林; c 代表亚热带常绿阔叶林; d 代表落叶阔叶林; e 代表暖性针叶林; f 代表竹林; g 代表灌木林; h 代表草丛。

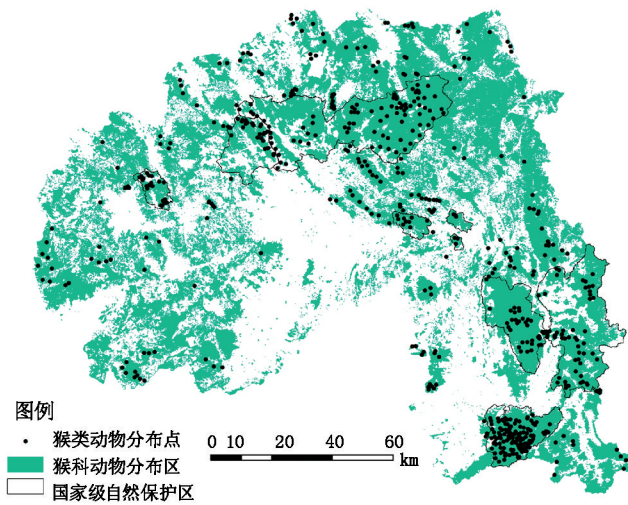


图 2 西双版纳州猴科动物分布

Fig. 2 Distribution of Ceropithecidae in Xishuangbanna

等乡镇;北豚尾猴分布于勐遮、勐混、易武、勐仑、勐腊、嘎洒、勐满、布朗山等乡镇;短尾猴分布于勐海、勐仑等乡镇;菲氏叶猴分布于允景洪、勐养、勐旺、勐遮、勐腊、勐仑等乡镇(表 2),其中在自然保护区分布较多(表 3)。

3.2 垂直分布

运用 ArcMap 10.2.2 软件提取出猴科动物分布的高程信息,结合红外相机捕获的猴科动物影像所处的海拔高度以及样线调查结果,得出猴科动物分布的海拔在 480~2 200 m,其中:猕猴分布海拔在 500~2 100 m,熊猴分布海拔在 750~1 300 m,北豚尾猴分布海拔在 700~2 000 m,短尾猴分布海拔在 900~1 700 m,菲氏叶猴分布海拔在 700~1 500 m。

3.3 种群规模

根据半结构访问及样线调查结果,结合红外相机捕获影像数量,参考猴科动物种群社会结构估算,西双版纳州猕猴有 85~115 个种群,数量约 3 000~4 000 只;熊猴有 5~7 个种群,数量约 30~40 只;北豚尾猴 15~20 个种群,数量约 300~500 只;短尾猴有 6~9 个种群,数量约 40~50 只;菲氏叶猴有 25~30 个种群,数量约 100~150 只。

3.4 生境选择

猕猴分布于热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、竹林、灌木林等 7 种植被类型(图 3)。小生境多为澜沧江水系周边、石山峭壁、硝塘等。水源是猕猴分布和生存的主要限制因素,在稳定的猴群分布区域,其活动范围以水源为中心<sup>[12]</sup>,食物的季节性变化也会影响猕猴的食

表 2 西双版纳州猴科动物分布调查统计  
Tab. 2 Statistics of the distribution of Ceropithecidae in Xishuangbanna

县市	乡镇	猕猴	熊猴	北豚尾猴	短尾猴	菲氏叶猴
景洪	允景洪	0				0
	嘎洒	0		0		
	勐龙	0				
	勐养	0	0			0
	勐罕	0				
	基诺	0				
	普文	0				
	大渡岗	0				
	勐旺	0				0
	景讷	0				
景哈	0					
勐海	勐海	0			0	
	勐遮	0	0	0		0
	格朗和	0				
	勐宋	0				
	打洛	0				
	西定	0				
	勐满	0				
	布朗山	0		0		
	勐阿	0				
	勐往	0				
勐混	0	0	0			
勐腊	勐腊	0				0
	瑶区	0				
	勐伴	0				
	易武	0		0		
	明象	0				
	勐仑	0	0	0	0	0
	勐捧	0				
	关累	0				
	勐满	0		0		
	尚勇	0		0		

注:“0”为有物种记录。

物组成<sup>[13]</sup>。熊猴分布于热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林等 3 种植被类型(图 4)。北豚尾猴分布于热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、落叶阔叶林等 4 种植被类型(图 5)。短尾猴分布于亚热带常绿阔叶林、落叶阔叶林等 2 种植被类型(图 6),主要生活在树上,也到地面活动。菲氏叶猴分布于热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林等 3 种植被类型(图 7)。

表 3 西双版纳自然保护区猴科动物分布调查统计表

Tab .3 Statistics of the distribution of Ceropithecidae in Xishuangbanna Nature Reserve

级别	自然保护区	猕猴	熊猴	北豚尾猴	短尾猴	菲氏叶猴
国家级	西双版纳	0	0	0	0	0
	纳板河	0		0	0	0
州级	布龙	0			0	
	易武	0	0	0		0
县级	景洪	0				0
	勐海	0				
	勐腊	0				

注：“0”为有物种记录。

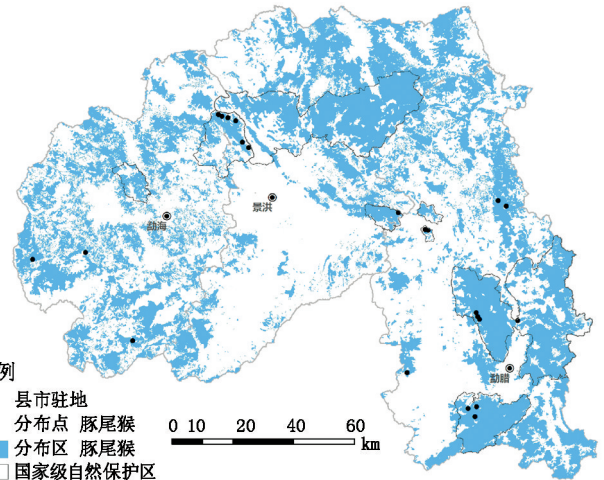


图 5 北豚尾猴分布范围

Fig. 5 Distribution of *Macaca leonina*

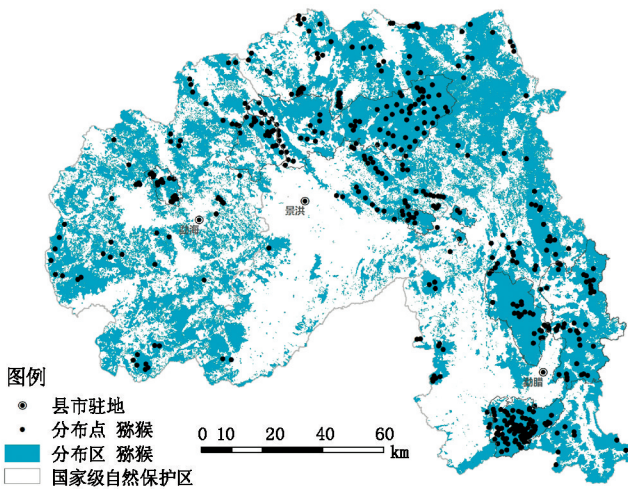


图 3 猕猴分布范围

Fig. 3 Distribution of *Macaca mulatta*

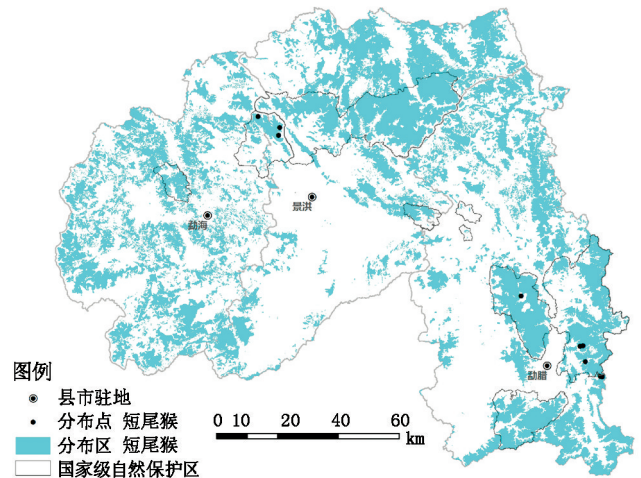


图 6 短尾猴分布范围

Fig. 6 Distribution of *Macaca arctoides*

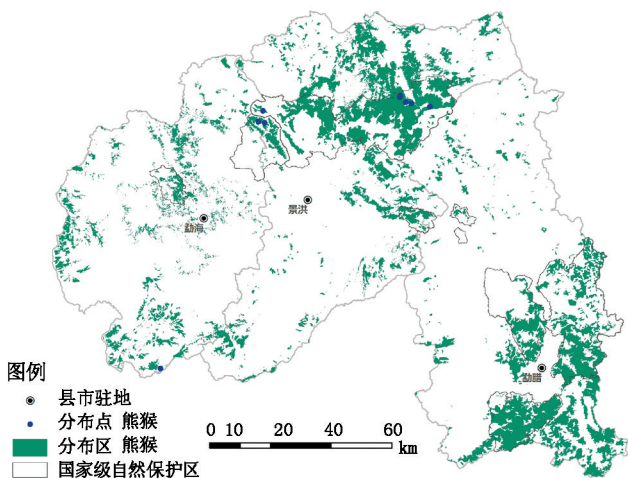


图 4 熊猴分布范围

Fig. 4 Distribution of *Macaca assamensis*

## 4 结论与讨论

### 4.1 猴科动物生存面临的威胁

#### 4.1.1 生境破碎化

生境破碎化是由于人为因素或环境变化而导致面积较大的动物自然栖息地不断被分割成较小的斑块或者是由于生态功能降低而形成的生境破碎现象,包括 2 种情况:1) 总生境面积的减少;2) 剩余地区分裂成非连续的碎片<sup>[14]</sup>。例如西双版纳国家级自然保护区内有 122 个村寨,保护区周边有 138 个村寨<sup>[15]</sup>,尽管全州有 40.39 万  $\text{hm}^2$  自然保护区,但国家级自然保护区由 6 片组成,州级自然保护区由 2 片组成,县级自然保护区由 17 片组成。猴科动物分布区被经济林(图 8)、生产生活区以及基础设施隔离。

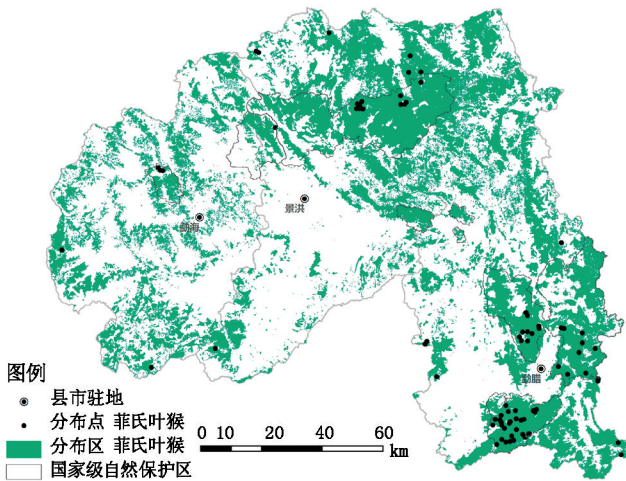


图 7 菲氏叶猴分布范围

Fig . 7 Distribution of *Presbytis phayrei*

#### 4.1.2 林下经济发展

目前,西双版纳州林下经济经营面积 10.35 万  $\text{hm}^2$ ,从业人数 12 万人,产值 26.06 亿元<sup>[16]</sup>,自然保护区、天然林林下种植的沙仁 (*Amomum villosum*) 等经济作物对植被演替有一定的影响,会导致猴科动物生境质量不同程度地下降。

#### 4.1.3 猎杀

西双版纳是一个多民族聚居的地区,很多世居民族都有打猎的习俗,以本次调查的被访人员为例,60 岁以上的瑶族、哈尼族男性 80% 均有打猎经历。非法猎捕猴科动物的主要目的是养殖、买卖和食用。

### 4.2 人与猴科动物关系

#### 4.2.1 观赏动物

在西双版纳野象谷、原始森林公园、热带风情园等景区都有观赏类猴科动物,具有观赏价值。

#### 4.2.2 实验动物

猴科动物是国际国内重要的实验动物,中国实验动物云南灵长类实验动物有限公司养殖的猕猴、食蟹猴等猴科动物规模在全省名列前茅,在省内主要的猴科实验动物养殖单位有西双版纳繁殖中心、昆明技术中心,以及昆明、保山、河口 3 个养殖场。中国医学科学院也是云南省内重要的灵长类实验动物养殖单位<sup>[17]</sup>。

#### 4.2.3 猴科动物肇事

在西双版纳肇事野生动物主要有亚洲象、野猪、黑熊、偶蹄类动物、灵长类和爬行动物等<sup>[18]</sup>,猴科动物破坏庄稼及经济作物现象时常出现在自然保护区周边的玉米、甘蔗、柑橘等作物种植区。

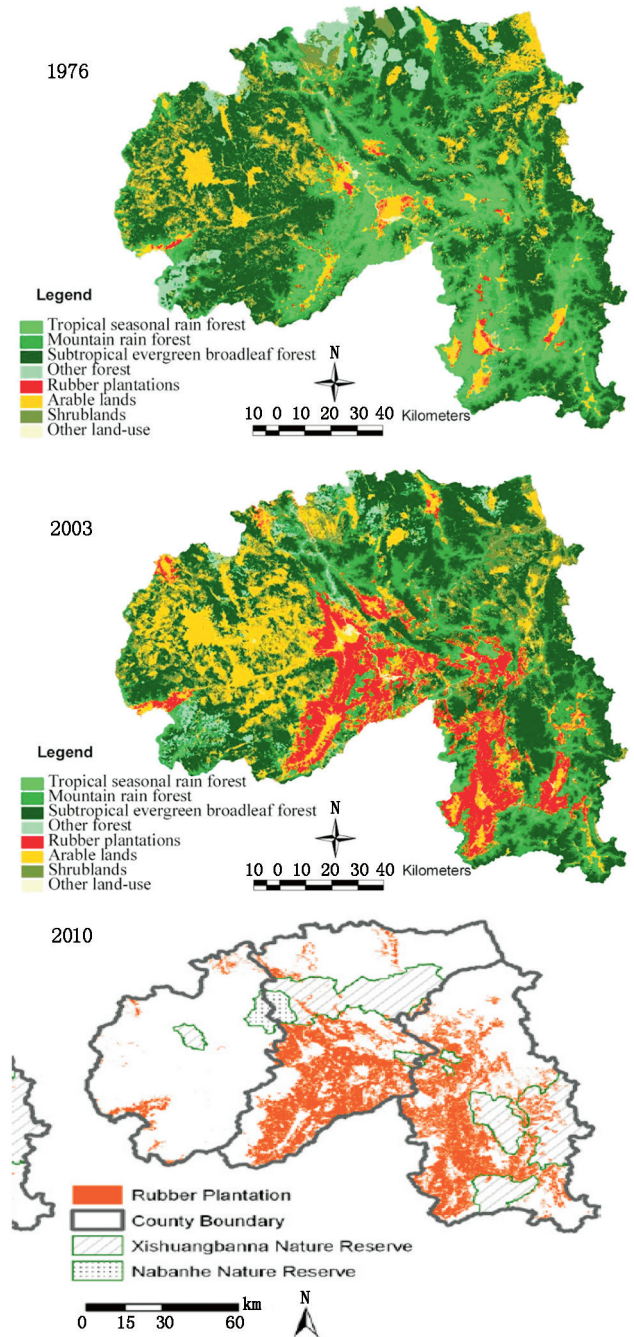


图 8 西双版纳经济林分布 (1976, 2003, 2010)

Fig . 8 Distribution of economic forest in Xishuangbanna (1976, 2003, 2010)

#### 4.2.4 猴科动物救助及放生

西双版纳野生动物救助站主要负责省内野生动物(包括猴科动物)收容救助工作,林草及森林公安部门依法办理猴科动物放生事宜,放生区域主要集中在自然保护区。

### 4.3 保护措施

#### 4.3.1 加强猴科动物栖息地保护

自然保护区是西双版纳州天然林的精华所在,

也是猴科动物最重要的栖息地,国有、集体天然林也是猴科动物的重要分布区。建议出台相关政策,禁止在保护区内发展林下经济,为猴科动物保留优质的栖息地。在制定破碎景观的物种保护措施时不仅要考虑斑块面积对物种的影响,同时还考虑斑块异质性、空间格局、边缘效应的影响以及廊道的作用,使保护区的设计更趋合理。

#### 4.3.2 关注笼养猴科动物福利

除了保护好野生猴科动物外,对于笼养猴科动物(如动物园、实验动物养殖场)也要秉承生态伦理思想,善待笼养猴科动物,关注动物福利。

#### 4.3.3 严厉查处非法猎杀猴科动物行为

猴科动物均为国家保护野生动物,非法猎杀猴科动物将受到国家法律的制裁。在保护工作中要整合自然保护区、林草、公安等部门的力量,严厉打击非法猎杀猴科动物行为。

#### 4.3.4 开展猴科动物科学研究工作

多渠道争取项目和资金,与国内外灵长类动物研究机构合作,建立标准化的研究监测体系<sup>[19]</sup>,对猴科动物种群动态进行长期监测,将保护区的巡护监测工作制度化、规范化,实时了解和掌握保护区猴科动物资源动态<sup>[20]</sup>。开展猴科动物生物学和生态学方面的研究,为保护该物种提供数据支持和技术服务。建立猕猴等灵长类动物繁殖种群,对灵长类动物种质资源的保护和动物实验水平的提高,均具有重要的意义<sup>[21]</sup>。

#### 4.3.5 加大猴科保护动物宣传力度

加大野生动物资源保护相关法律法规的宣传力度,通过广播、电视、报刊和网络等媒体宣传相关政策和法规。在该项目实施过程中,项目组开展了“猴科动物保护 西双版纳在行动”系列宣传活动,面向全州猴科动物主要分布区发放保护宣传材料,引导广大群众保护猴科动物,关注猴科动物生存现状,取得了一定的成效。

**致谢:**西双版纳州猴科动物种群调查过程中,西南林业大学崔亮伟教授、中国科学院西双版纳热带植物园张明霞博士、纳板河流域国家级自然保护区曹光宏高级工程师,以及参与该项目调查的同志提供帮助与支持,在此一并致以诚挚的感谢!

#### 参考文献:

[1] 徐永春,姜汉侨,全复. 西双版纳自然保护区综合考察报告集[M]. 昆明:云南科技出版社,1985:306.

- [2] 陈元霖,曾中兴,白寿昌. 猕猴[M]. 北京:科学出版社,1985:1.
- [3] 蒋志刚,马勇,吴毅,等. 中国哺乳动物多样性及地理分布[M]. 北京:科学出版社,2015:139-148.
- [4] 廖琼. 云南现生灵长类猴科简介与分布[J]. 科技信息,2008(9):226,249.
- [5] 夏武平,张荣祖. 中国灵长类研究的现状与未来[M]. 北京:中国林业出版社,1995:4-5.
- [6] 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室,中华人民共和国濒危物种科学委员会. 濒危野生动植物物种国际贸易公约[R]. 2011:17.
- [7] 云南省林业厅,云南省科学技术厅. 云南省极小种群物种拯救保护规划纲要(2010-2020年)[R]. 2009:44.
- [8] 西双版纳傣族自治州林业局,西双版纳傣族自治州林业志[M]. 昆明:云南民族出版社,2011.
- [9] 宋志勇. 西双版纳北白颊长臂猿种群现状和保护概况[J]. 西部林业科学,2017(3):18-22.
- [10] 云南省林业厅. 云南省第二次陆生野生动物资源调查技术方案[S]. 2012:10.
- [11] 肖治术. 红外相机技术促进我国自然保护区野生动物资源编目调查[J]. 兽类学报,2016,36(3):270-271.
- [12] 张忠员,朱静,番玉买,等. 云南华坪县永兴乡猕猴生境比较[J]. 西南林学院学报,2010(2):48-51.
- [13] TANG C B, HUANG L B, HUANG Z H. Ali Krzlon, Forest seasonality shapes diet of limestone-lining rhesus macaques at Nonggang, China[J]. Primates, 2016(57):83-92.
- [14] 王晓卫,于晓平,齐晓光,等. 生境破碎化对非人灵长类生存影响的研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2006,34(S1):113-116.
- [15] 王战强,负新华,黄建国,等. 西双版纳国家级自然保护区[M]. 昆明:云南教育出版社,2006:404.
- [16] 宋志勇,杨鸿培. 西双版纳州林下经济调查分析[J]. 安徽农业科学,2014,42(7):2011-2013.
- [17] 宋志勇,孔树芳. 云南灵长类实验动物养殖产业发展现状及对策[J]. 保山师专学报,2007(5):16-18.
- [18] 宋志勇,罗杰斯,刘婷姣. 景洪市野生动物肇事及补偿调查研究[J]. 林业调查规划,2019,44(3):125-129.
- [19] 王勇,张正旺,郑光美,等. 鸟类研究过去二十年的回顾和对未来发展的建议[J]. 生物多样性,2012,20(2):119-137.
- [20] 郭龙洁,白帆,代陆娇,等. 文山国家级自然保护区灵长类种群数量研究[J]. 西南林业大学学报,2017(3):101-106.
- [21] 杨培清,杨森富. 中国灵长类实验动物的现状与未来[R]. 第四届生物多样性保护与利用高新技术国际研讨会,2003:236-237.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.017

## 昆明动物园野生小白鹭营巢高度选择与营巢材料研究

戴 然<sup>1</sup>, 李云乔<sup>2</sup>

(1. 泰国国王理工大学生态保育实验组, 泰国 曼谷 10150; 2. 昆明动物园, 云南 昆明 650021)

**摘要:**对昆明动物园内干香柏树上营巢的野生小白鹭进行研究, 测算其最低适宜营巢枝干和实际最低营巢枝干占树高的百分比, 并检测两者的差异显著性。结果表明, 实际营巢高度与适宜营巢高度占树高百分比存在显著差异, 可能因为亲鸟为避免来自地面的干扰, 选择离地较高的位置繁育后代。通过分析坠落鸟巢的构成材料, 发现其由 268 根植物枝条构成, 其中 91% 为干香柏, 与主要营巢树一致, 说明此地可能由于提供丰富的营巢材料而被鹭群选择成为繁殖地。建议公园积极加强野生涉禽的科学管理, 降低繁殖区内及周边的干扰。

**关键词:**小白鹭; 营巢高度选择; 营巢材料构成; 干香柏; 栖息地管理; 昆明动物园

中图分类号: S718.521.1; Q959.724 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)03-0089-04

引文格式: 戴然, 李云乔: 昆明动物园野生小白鹭营巢高度选择与营巢材料研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 89-92.

DAI Ran, LI Yunqiao. Nest-height Selection and Nesting Materials of Wild *Egretta garzetta* in Kunming Zoo[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 89-92.

## Nest-height Selection and Nesting Materials of Wild *Egretta garzetta* in Kunming Zoo

DAI Ran<sup>1</sup>, LI Yunqiao<sup>2</sup>

(1. Conservation Ecology Program, King Mongku's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150, Thailand;  
2. Kunming Zoo, Kunming 650021, China)

**Abstract:** This paper studied the nest of wild *Egretta garzetta* on *Cupressus duclouxiana* trees in Kunming Zoo, and calculated the percentage of the suitable lowest nesting branch and the actual lowest nesting branch in the height of the tree, the significant difference of which was tested. The difference statistically significant indicated that higher positions of a tree were preferred possibly because the parental birds avoided disturbances coming from the ground level in order to protect their offspring. A fallen nest was used to analyze nesting materials, which composed of totally 268 twigs, of which 91.4% were *C. duclouxiana*, consistent with the main nest-trees indicating that availability of nesting materials was probably one of the reasons for the site selection for breeding by the birds. This paper suggested that the park should strengthen the scientific management of wading birds and reduce the interference in and around the breeding area.

**Key words:** *Egretta garzetta*; nest-height selection; nesting materials composition; *Cupressus duclouxiana*; habitat management; Kunming Zoo

收稿日期: 2019-11-07.

第一作者: 戴然(1989-), 女, 云南昆明人, 硕士. 主要从事野生动物生态学研究. Email: randaiqq@gmail.com

责任作者: 李云乔(1980-), 男, 云南宣威人, 高级工程师. 主要从事野生动物保护与繁殖研究. Email: 419324631@qq.com

小白鹭 (*Egretta garzetta*) 为自然和人工水域内常见的中型涉禽<sup>[1]</sup>。其通体覆盖纯白色的羽毛,喙和腿部为黑色至深灰绿色,趾为黑色至黄色<sup>[2]</sup>。繁殖期间,由两亲鸟选择合适的营巢地点(过程可持续 3~5 d),通常为乔木或灌木的主干或侧枝上<sup>[3-4]</sup>,通过编织植物细枝搭建浅盘状鸟巢(营巢时间可持续 4~6 d)。同一鸟巢可于一年或多年内重复使用。然而,相对于其他鸟类,小白鹭巢结构较单一而显简陋<sup>[5]</sup>。

营巢高度的选择反映了鸟类和其他动物的反捕食策略<sup>[6]</sup>。例如,位于营巢树高处的绿纹霸鹟幼鸟被捕食的几率小于位于树干较低处的巢,且营巢高度与隐蔽性成正相关<sup>[7]</sup>。黑猩猩在营过夜巢时,不仅优先选择较高的树,而且该树离地面最近枝干也高<sup>[8]</sup>。研究发现,营巢高度的选择是种间竞争和人为干扰的综合影响结果<sup>[9-10]</sup>。鹭科鸟类经常形成混合集群<sup>[5]</sup>。由小白鹭和黑顶夜鹭 (*Nycticorax nycticorax*) 组成的集群内,体型大的夜鹭开始繁殖时间较早,巢位相对于小白鹭巢高且稳定;而小白鹭巢位较矮且波动较大<sup>[11]</sup>。在保护程度高、人为干扰小的地区,例如肯尼亚的 Turkana 湖和 Kisite 岛上甚至观察到小白鹭在地面高度营巢<sup>[12]</sup>。

一些城市环境内经常聚集大量野生动物,表明此地可能提供了重要的资源(例如食物和理想的繁殖点)<sup>[13]</sup>,对动物生存和繁殖具有显著意义,在开展生态研究的基础上应得到重视和保护。尽管小白鹭在人类主导的环境下表现出较强适应能力,高程度的干扰仍可导致营巢密度减少,弃巢现象增加,幼鸟死亡率攀升和繁殖成功率下降<sup>[14-15]</sup>。由于经常受人为因素影响,涉禽的繁殖成功率可作为衡量城市栖息地质量的重要生态指标<sup>[16]</sup>。然而,目前国内对城市生态指示物种栖息地选择的研究甚少,造成潜在重要栖息地的保护和管理被忽略,即使是有限的管理,也常常未建立在科学研究的基础之上<sup>[17]</sup>。本文通过观察昆明市老城区公园内营巢繁殖的野生小白鹭,分析营巢高度的选择和营巢材料的构成,探究其对栖息地的具体需求。

## 1 研究方法

### 1.1 研究地概况

昆明动物园(或称圆通山动物园)位于昆明市旧城区的繁华地段,主体占据海拔约 1 900 m 的圆通山顶,主要占地面积为 23 hm<sup>2</sup>。2013 年首次观测到一群小白鹭和黑顶夜鹭于公园水禽饲养区 2 个人

工水塘(分别称为“上鸭子塘”和“下鸭子塘”)内的人工岛屿上营巢。这些野生水鸟(部分可能来自 2013 年拆除大鸟笼时外放的笼养鸟)利用岛内和岸边种植的垂柳、大叶女贞及其他树木与灌木营巢,在内交配、产卵、养育后代。夜鹭的巢一般位于靠近树顶的地方,高于小白鹭的巢。该区域亦有少量大灰鹭 (*Ardea cinerea*) 在人工岛及附近地区栖息和觅食,但未观察到营巢。

2016 年受昆明城区内天气(连日大风加暴雨)影响,岛屿内部分树木被折断,导致大量未成年白鹭和夜鹭因坠落伤亡。2017 年首次观测到小白鹭和夜鹭迁移至上鸭子塘附近 100 棵以上干香柏组成的小树林内营巢。繁殖期间,自地面可粗略观测到巢内有 1~5 只未成年小白鹭。

### 1.2 营巢树测量

2017 年 7 月 30 日在研究地点内随机选取 42 棵承载了 1 个及以上鸟巢的干香柏个体用于研究营巢高度的选择。由于所选树干笔直,用激光测距仪 (SNDWAY SW-M40) 测量每棵树的高度,最低适宜营巢枝干(目测直径 > 10 cm, 根据经验假设为能够承担鸟巢重量的下限)高度(m),计算最低适宜营巢枝干高度占树高的百分比(%);同时测量该树实际最低营巢枝干(最接近地面的且承载了 1 个及以上鸟巢)高度,计算实际最低营巢枝干高度占树高的百分比。为降低个别极端数值对样本集中趋势的影响,用 R 软件<sup>[18]</sup>自带的 Wilcoxon Signed Rank Test (或称 Mann-Whitney Test, 一种非参数估计法)检测同一棵树两百分比中值的差异显著性<sup>[19]</sup>。

### 1.3 营巢材料分析

2018 年 5 月 27 日 8 时在研究地点发现一个坠落在地的鸟巢,内含 2 只可能由于撞击致死的未成年小白鹭。该巢被尽量完整地收集起来,用于分析和测量其构成。在常温干燥的室内环境下,避免枝条折断,该鸟巢被小心分离(图 1),辨认植物种类(部分营巢材料与公园内现存植物进行比对)。用标准米尺测量单一构成部分(枝条)长度(cm),用游标卡尺测量干香柏树枝(主要营巢材料)断面口径(mm)。细碎枝条(长度 ≤ 10 cm)未纳入测量。所测长度和口径用于计算平均值、标准差和范围。

## 2 结果与分析

### 2.1 营巢高度

被测量树高平均值为 9.31 m ( $SE = 0.95$  m)。最低适宜营巢枝干平均高度为 5.58 m ( $SE = 2.01$



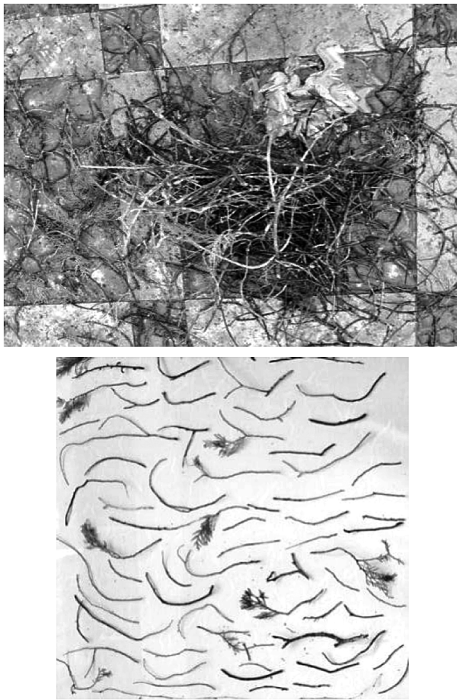


图1 坠落的小白鹭巢及其材料构成

Fig. 1 A fallen nest of *Egretta garzetta* and its materials composition

m), 占树高百分比中值为 56.23%。实际最低营巢枝干平均高度为 6.93 m ( $SE=1.33$  m), 占树高百分比中值为 74.77%。两高度百分比中值无显著相关( $r=0.54$ )。Wilcoxon Signed Rank Test 结果显示两高度百分比中值间的差异极显著( $W=533, P=0.002$ )。

## 2.2 营巢材料

营巢材料研究结果显示:该巢约由 268 根枝条构成,其中 91% ( $n=245$ ) 辨别为干香柏。其他营巢材料来自 7 种不同植物,包括 1 种藤蔓植物(地锦),1 种草本植物(狗牙根)和 5 种木本植物(垂柳、垂丝海棠、大叶女贞、枇杷、叶子花)。另外,有  $n=13$  个枝条未能辨别物种(表 1)。

营巢枝条平均长度为 26.71 cm ( $SE=8.93$  cm, 范围 12 ~ 60 cm)。其中,干香柏枝条平均长度为 26.43 cm ( $SE=8.78$  cm, 范围 12 ~ 51 cm), 断面平均口径为 4.22 mm ( $SE=1.15$  mm, 范围 1.15 ~ 10.16 mm)。

## 3 讨论

最低适宜营巢枝干占树高百分比与实际最低营

表 1 昆明动物园内一个坠落小白鹭巢的构成材料  
Tab. 1 Materials composition of a fallen nest of *Egretta garzetta* in Kunming Zoo

中文名	拉丁名	科	数量	比例/%
垂柳	<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae 杨柳科	1	0.4
垂丝海棠	<i>Malus halliana</i>	Rosaceae 蔷薇科	3	1.1
大叶女贞	<i>Ligustrum compactum</i>	Oleaceae 木犀科	1	0.4
地锦	<i>Parthenocissus</i> sp.	Vitaceae 葡萄科	2	0.7
干香柏	<i>Cupressus duclouxiana</i>	Cupressaceae 柏科	245	91.4
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae 禾本科	1	0.4
枇杷	<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae 蔷薇科	1	0.4
叶子花	<i>Bougainvillea</i> sp.	Nyctaginaceae 紫茉莉科	1	0.4
未辨别	-	-	13	4.9

巢枝干占树高的比例存在显著差异,表明此地的小白鹭避免在靠近地面的枝干上营巢,即使枝干能够承载巢的重量。亲鸟选择较高营巢点很可能是为了保护幼鸟少受来自地面的干扰<sup>[20]</sup>。研究期间,观察到大量游客途经小树林,特别在公众节假日,公园内游客数量剧增,带来更多的噪音干扰。而傍晚观察到树下经常有游荡觅食的家猫,对已离巢但飞羽尚未长成的鹭构成严重威胁<sup>[21]</sup>。

绝大部分营巢材料同主要营巢树干香柏一致,表明营巢材料可能直接来自于主要营巢树,而鹭群选择在此地繁殖的一个重要原因也可能是丰沛的营巢材料。干香柏是云南和四川高海拔地区的特有物种和常见造林树,其枝条细密柔软,富有韧性,经久耐用<sup>[22]</sup>。研究期间频繁观察到小白鹭从干香柏树上折断枝条运输到营巢点。成年个体亦会为掉落在地的枝条展开竞争。而部分营巢材料与公园现存植物相同,揭示小白鹭可能在公园内其他区域内寻求补充材料,虽然其他植物较干香柏可能不占数量优势。

为更好地保护城市环境里的野生涉禽,建议公园积极加强科学管理,例如引导游客绕行,减少进入鹭群繁殖区域内游客数量,降低噪音和其他形式的干扰,并隔离对小白鹭构成潜在威胁的掠食者(家猫)等。

由于鸟巢掉落为偶然现象,收集坠落后还相对完整的鸟巢较为困难,坠落的鸟巢亦含有较多折断的枝条,容易影响测量结果。由于部分枝条看上去时间久远,损坏程度较高,或被大量粪便黏附,导致物种无法识别。

致谢:数据收集得到戴楠的大力协助,数据分析得到 Dusit Ngoprasert 的建议。在此表示感谢!

### 参考文献:

- [1] BirdLife International. The IUCN Red List of Threatened Species: *Egretta garzetta* [EB/OL]. (2016-11-01) [2019-11-05]. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T62774969A86473701.en>.
- [2] 约翰·马敬能,卡伦·菲利普斯,何芬奇. 中国鸟类野外手册[M]. 长沙:湖南教育出版社,2000:210-211.
- [3] 王松,易善军,鲍方印. 白鹭生态与繁殖习性的观察[J]. 安徽科技学院学报,2001,15(1):29-31.
- [4] 梁斌,陈水华,王忠德. 浙江五峙山列岛黄嘴白鹭的巢位选择研究[J]. 生物多样性,2007,15(1):92-96.
- [5] 韩庆,梁瑜,何超. 湖南花岗岩溪白鹭繁殖习性研究. 四川动物[J],2008,27(4):594-598.
- [6] 胡鸿兴. 武汉市区自然景观的变迁与鸟类物种及数量变动[J]. 环境科学,1984(1):53-58.
- [7] WILSON R R, COOPER R J. Acadian Flycatcher nest placement: Does placement influence reproductive success? [J]. The Condor, 1998, 100(4): 673-679.
- [8] HERNANDEZ - AGILAR R A, MOORE J, STANFORD C B. Chimpanzee nesting patterns in savanna habitat: environmental influences and preferences [J]. American Journal of Primatology, 2013, 75(10): 979-994.
- [9] PARK S, KIM K Y, CHUNG H, et al. Vertical nest stratification and breeding success in a six mixed-species heronry in Taeseong, Chungbuk, Korea [J]. Animal cells and systems, 2011, 15(1): 85-90.
- [10] DHINDSA M S, KOMERS P E, BOAG D A. Nest height of Black-billed Magpies: is it determined by human disturbance or habitat type? [J]. Canadian Journal of Zoology, 1989, 67(1): 228-232.
- [11] KAZANTZIDIS S, GOUTMER V, PYROVETSI M, et al. Comparative nest site selection and breeding success in 2 sympatric Ardeids, Black-crowned Night-Heron (*Nycticorax nycticorax*) and Little Egret (*Egretta garzetta*) in the Axios Delta, Macedonia, Greece [J]. Colonial waterbirds, 1997, 20(3): 505-517.
- [12] HANCOCK J, KUSHLAR J A. The herons handbook [M]. New York: Harper & Row, 1984.
- [13] WHITE J G, ANTOS M J, FITZSIMONS J A, et al. Non-uniform bird assemblages in urban environments: the influence of streetscape vegetation [J]. Landscape and urban planning, 2005, 71(2-4): 123-135.
- [14] 王明春, 杨月伟. 城市化对繁殖期白鹭的影响[J]. 曲阜师范大学学报(自然科学版), 2007, 33(4): 90-94.
- [15] DATTA T, PAL B C. The effect of human interference on the nesting of the openbill stork *Anastomus oscitans* at the Raiganj Wildlife Sanctuary, India [J]. Biological Conservation, 1993, 64(2): 149-154.
- [16] POWELL G V N, POWELL A H. Reproduction by Great White Herons *Ardea herodias* in Florida Bay as an indicator of habitat quality [J]. Biological Conservation, 1986, 36(2): 101-113.
- [17] 世界自然基金会. 中国生态足迹报告 2012 [R/OL]. (2012-12-12) [2019-11-05]. [https://www.footprint-network.org/content/images/article\\_uploads/China\\_Ecological\\_Footprint\\_2012\\_Chinese.pdf](https://www.footprint-network.org/content/images/article_uploads/China_Ecological_Footprint_2012_Chinese.pdf).
- [18] R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing [CP]. 2015; <https://www.r-project.org/>.
- [19] WILCOXON F, KATTI S K, WILCOX R A. Critical values and probability levels for the Wilcoxon rank sum test and the Wilcoxon signed rank test [M]. New England: American Mathematical Society, 1970.
- [20] 罗祖奎, 李扬, 潘娟, 等. 乔木林生境中白鹭巢址选择[J]. 焦作师范高等专科学校学报, 2019, 35(1): 60-65.
- [21] SIMS V, EVANS K L, NEWSON S E, et al. Avian assemblage structure and domestic cat densities in urban environments [J]. Diversity and Distributions, 2008, 14(2): 387-399.
- [22] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 7 卷 干香柏 *Cupressus duclouxiana* Hickel [M]. 北京: 科学出版社, 1978.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.018

## 公路改扩建对自然保护区动物影响评价

——以宣威市火车站至电视台公路为例

吴学靖,余昌元,杨国伟,杨东

(云南省林业调查规划院,云南昆明650051)

**摘要:**采用访问调查、样线调查、文献查阅等方法,对宣威市火车站至电视台公路改扩建工程影响评价区内陆生野生脊椎动物进行系统调查,评价分析该公路改扩建对云南珠江源省级自然保护区内陆生野生脊椎动物的影响程度。评价结果认为,评价区动物物种丰富度低,该拟改扩建公路建设对陆生野生脊椎动物影响较小,项目建设不会导致重要动物种群数量减少,对其迁移、散布、繁衍产生的影响不明显。对项目建设提出进一步优化工程施工方案,避免在动物繁殖季节施工,加强巡护监测等建议。

**关键词:**公路改扩建;自然保护区;动物影响评价;特有物种;保护物种

中图分类号:S759.9;S718.521.1;U415 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0093-04

**引文格式:**吴学靖,余昌元,杨国伟,等.公路改扩建对自然保护区动物影响评价——以宣威市火车站至电视台公路为例[J].林业调查规划,2020,45(3):93-96,187.

WU Xuejing, YU Changyuan, YANG Guowei, et al. Impact Assessment of Highway Reconstruction and Expansion on Animals in Nature Reserve——A Case Study of the Road from the Xuanwei Railway Station to the Xuanwei TV Station [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 93-96, 187.

## Impact Assessment of Highway Reconstruction and Expansion on Animals in Nature Reserve

——A Case Study of the Road from the Xuanwei Railway Station to the Xuanwei TV Station

WU Xuejing, YU Changyuan, YANG Guowei, YANG Dong

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

**Abstract:** This paper made the systematic investigation on the terrestrial wild vertebrates in Zhujiangyuan Nature Reserve by the highway reconstruction and expansion from the Xuanwei Railway Station to the Xuanwei TV Station, and evaluated the impact of this project on the terrestrial wild vertebrates based on the means of interview, sample line investigation and literature review. The results showed that the richness of animal species in the impact assessment area was low, and the proposed highway construction had little impact on terrestrial wild vertebrates, which would not lead to the reduction of important animal populations or the obvious impact on their migration, distribution and reproduction. Some protection suggestions were put forward to further optimize the construction scheme of the project, avoid the construction

收稿日期:2019-12-01;修回日期:2020-02-11.

第一作者:吴学靖(1979-),男,贵州福泉人,工程师.从事林业调查规划工作.

责任作者:杨东(1978-),男,高级工程师.从事林业调查规划、自然保护区与生物多样性保护工作. Email:yd998711@126.com

in the animal breeding season, and strengthen the patrol monitoring.

**Key words:** highway reconstruction and expansion; nature reserve; impact assessment on animal; endemic species; protected species

自然保护区是我国自然遗产最珍贵、自然景观最优美、自然资源最丰富、生态地位最重要的区域,是保护生物多样性和维护生态平衡的重要载体<sup>[1]</sup>。随着西部大开发的深入和面向西南开放重要桥头堡建设的推进,在保护区内开展各项建设项目逐年增多,如公路、输电线路、输油管道、铁路、旅游接待设施等,造成保护区内保护功能和主要保护对象遭到破坏。由此,我国专家学者针对这些项目建设对保护区的生物多样性影响进行了评价<sup>[2-7]</sup>,并提出了相应的保护管理措施。本文拟就宣威市火车站至电视台公路改扩建工程影响评价区内的陆生野生脊椎动物进行调查,分析评价该拟改扩建公路对云南珠江源省级自然保护区的陆生野生脊椎动物影响程度,并提出相应的建议。

## 1 调查区域概况

宣威市宛水街道火车站至电视台扶贫公路改扩建工程路线起点为宛水街道龙口(宣倘公路),止于电视台岔路口,处于云南珠江源省级自然保护区西片区的中部靠近宣威城区边缘。根据建设方提供的设计图纸资料,结合实地踏勘,拟改扩建公路在保护区内长度为 4.91 km,占用实验区面积 3.6428 hm<sup>2</sup>,其中:既有道路面积为 1.963 7 hm<sup>2</sup>,改扩建新增占用面积 1.679 1 hm<sup>2</sup>。

根据《自然保护区建设项目生物多样性影响评价技术规范》,影响评价区为拟改扩建公路占地范围外扩 1 000 m 构成,为两山夹一沟,面积 768 hm<sup>2</sup>。该区域山体较为陡峻,坡度约 20°~50°;海拔高差较大,介于 2 020~2 560 m。按《云南植被》分类系统,该区域自然植被类型包括暖性针叶林、灌丛和草丛 3 个植被型;进一步可划分为暖温性针叶林、暖温性灌丛和暖温性草丛 3 个植被亚型;云南松林、黄背栎灌丛、长叶女贞—马桑灌丛、马桑—火棘灌丛、金茅—多花蒿群落共 5 个群系。

## 2 调查方法

2018 年 8 月 6—11 日,项目组到宣威市宛水街道火车站至电视台扶贫公路改扩建工程涉及区域一带进行实地调查。根据评价区生境分布的具体情

况,本次陆生野生脊椎动物主要调查哺乳动物、鸟类、爬行动物、两栖动物等。由于受调查周期和调查规模限制,本次陆生野生脊椎动物调查以访问调查为主、实地样线调查为辅的方式进行,同时查阅相关文献资料。

### 2.1 样线法

根据已有公路以及山间小路,在评价区内设定 4 条调查样线,每条样线约 1.5 km;遇到水塘、水沟、溪流等水体时做穿插扩展调查。实地调查时,调查者行走速度约 2.0 km/h,使用 10×35 mm 双筒望远镜对样线两侧和周围出现的动物实体进行观察记录,并记录样线上发现的动物足迹、粪便、羽毛、洞穴、巢穴等痕迹。同时还观察记录动物栖息地植被类型、坡度坡向、水源位置、人为干扰情况等自然要素。

### 2.2 访问调查

野外调查期间,访问林业站管理人员、护林员以及当地村民计 10 人。通过受访者的描述判断动物种类;对不确定的特征和信息采用非诱导式方式进行询问,根据其补充描述的形态特征、大小、体色、羽色、生活习性、生境情况等特征确认物种信息。随后对确定的非保护物种进行有关分布和资源状况访问,尤其是分布信息的访问,对珍稀濒危物种则进一步了解其种群数量和资源变化以及威胁因子等。

### 2.3 文献查阅

收集整理《云南珠江源省级自然保护区综合考察报告》、《云南珠江源省级自然保护区总体规划(修编)(2005~2015 年)》等参考资料中的该区域动物相关记载,参照《中国脊椎动物红色名录》<sup>[9]</sup>等资料,根据调查者近年来在云南珠江源省级自然保护区的多次考察以及本次野外样线调查和实地访问调查结果,结合现地栖息地状况,确定评价区野生动物分布。

## 3 结果与分析

### 3.1 多样性分析

#### 3.1.1 哺乳动物

在评价区内记录到哺乳动物 6 目 10 科 16 属 17 种。其中,物种多样性最丰富的为啮齿目 RODENTIA,有 2 科 6 属 7 种,占评价区内哺乳动物总种数

的41.2%;其次为食肉目 CARNIVORA,有3科4属4种,占评价区内哺乳动物总种数的23.5%;再次为翼手目 CHIROPTERA,有2科2属2种,食虫目 INSECTIVORA 有1科2属2种,各占评价区内哺乳动物总种数的11.8%;攀鼯目 SCANDENTIA 和兔形目 LAGOMORPHA 各仅有1种分布。调查结果表明,本区域哺乳动物是以对人类干扰和生境破坏耐受性较强的小型啮齿类、小型食肉类、食虫类物种占据优势,缺乏大型哺乳动物如猴科 Cercopithecidae、熊科 Ursidae、鹿科 Cervidae 等动物。

### 3.1.2 鸟类

在评价区内共记录到鸟类9目23科51属66种。鸟类的物种多样性虽然较为丰富,但是每个类群的丰富度却差异巨大。各目中物种多样性最丰富的为雀形目 PASSERIFORMES,有13科34属48种,种类数占影响评价区内鸟类总种数的72.7%;其次为隼形目 FALCONIFORMES,有2科3属3种,鸡形目 GALLIFORMES 有1科3属3种,鸚形目 CUCULIFORMES 有1科2属3种,此3目各占鸟类物种数的4.55%;鸨形目 CHARDRIFORME、鸮形目 STRIGIFORMES、佛法僧目 CORACIFORMES、鸺形目 PICIFORMES 等4目各有2属2种;鸽形目 COLUMBIFORMES 仅有1属1种。显然,影响评价区的鸟类多样性以林栖小型鸣禽为主要成分,符合当地植被状况。

### 3.1.3 爬行动物

评价区内共记录有爬行动物2目4科7属8种,其中游蛇科 Colubridae 有3属4种,蝰科 Viperidae 有2属2种,壁虎科 Gekkonidae 和鬣蜥科 Agamidae 仅有1种。

### 3.1.4 两栖动物

评价区内共有两栖动物1目4科6属8种,其中蛙科 Ranidae 有3属4种,蟾蜍科 Bufonidae 有1属2种,雨蛙科 Hylidae 和姬蛙科 Microhylidae 仅有1种。

## 3.2 珍稀濒危物种

根据1988年国务院颁布的《国家重点保护野生动物名录》,评价区中分布有国家Ⅱ级重点保护动物白腹锦鸡 *Chrysolophus amherstiae*、红隼 *Falco tinnunculus*、普通鵟 *Buteo buteo*、黑翅鸢 *Elanus caeruleus*、领角鸮 *Otus bakkamoena*、短耳鸮 *Asio flammeus* 等6种。列入CITES(2017)附录Ⅱ物种有树鼯 *Tupaia belangeri*、豹猫 *Felis bengalensis*、红隼、普通鵟、黑翅鸢、领角鸮、短耳鸮等7种;无列入IUCN红色

名录物种。

经实地调查,在拟改扩建公路位址发现豹猫粪便2处、树鼯1只,尚未发现其他珍稀濒危物种。

## 3.3 特有物种

评价区中记录有中国特有物种5种,即云南兔 *Lepus comus*、白腹锦鸡、领雀嘴鹀 *Spizixos semitorques*、昆明攀蜥 *Japalura varcoae*、昭觉林蛙 *Rana chaochiaoensis*;未发现保护区特有种和云南特有种分布。

经实地调查,在拟改扩建公路位址发现领雀嘴鹀1只,未发现其他中国特有种实体分布。

## 4 评价分析

### 4.1 动物物种丰富度低

动物丰富度主要由自然植被所决定。从调查结果可以看出,与其他保护区相比较,影响评价区物种丰富度低,并且个体数量较少,仅记录有哺乳动物6目10科16属17种、鸟类9目23科51属66种、爬行动物2目4科7属8种、两栖动物1目4科6属8种。评价区由暖温性针叶林、暖温性灌丛和暖温性草丛3个植被亚型组成,动物物种组成与自然植被分布相吻合。

### 4.2 对特有物种影响较小

评价区内仅记录有云南兔、白腹锦鸡、领雀嘴鹀、昆明攀蜥和昭觉林蛙等5种中国特有种。

云南兔其主要生活于灌丛、草丛中,以草本植物和树叶等为主要食物。施工期的施工作业会对云南兔的生境造成一定的扰动和破坏,使其远离原栖息生境致使栖息生境有所减少。但评价区内云南兔数量较少,而其他区域还拥有大量的适宜栖息地,对于具有主动避让性的云南兔来说,施工作业对其影响较小。进入运营期后,由于施工活动停止以及部分施工用地进行生态恢复,云南兔可以重新占有原来的栖息地。虽说工程永久占地部分不可能得到恢复,但由于新增永久占地区占保护区面积比例很小,并且云南兔具有很强的繁殖力和适应力,因而该特有物种的种群数量不致因此而发生明显下降。

白腹锦鸡和领雀嘴鹀主要活动在影响评价区的森林和灌丛中,以陆生植物为主要食物。由于白腹锦鸡远离施工区,因此项目建设对白腹锦鸡基本无影响。对于领雀嘴鹀,在拟改扩建公路施工区域发现其实体,由此判断,施工区域占用森林和灌丛等生境将对领雀嘴鹀在该区域的栖息环境产生一定的影响,减少其活动范围。如果繁殖季节施工,如需清除

领雀嘴鹛筑巢的树木,则将其卵或幼体死亡,繁殖中断。进入运营期后,由于施工活动停止,对领雀嘴鹛的不利影响将减少。总体而言,白腹锦鸡和领雀嘴鹛在其他地域分布范围广、种群数量大,且由于施工区是在原有公路的基础上改扩建,且占地面积较小,加之鸟类的活动范围较大,因而不会对这些特有鸟类产生较大影响,其种群数量不致因此而发生明显下降。

两栖动物移动缓慢,活动范围较小,较局限于具水的水渠、沟、塘等区域,而爬行动物活动相较两栖动物更宽泛。拟改扩建公路主体呈线状施工,且是在原有道路的基础上改造、拓宽,多种开挖活动、土石填埋等工程作业会对小生境有一定程度的破坏,对该区域栖息的爬行动物物种的食物、迁移、散布和繁衍构成一定影响,但这种障碍是在拟改扩建公路之前就存在的。因此不会因为该拟改扩建公路而加剧这种障碍作用。需要指出的是,昆明攀蜥和昭觉林蛙等在云南均为普通种、常见种,调查中未发现国家级和云南省级保护物种,且随着施工期结束以及时间的推移,在施工后期的人为修复和环境的自我恢复功能作用下,施工影响还可逐渐消除。因此,总体上拟改扩建公路对两栖爬行动物的影响较小。

#### 4.3 对保护物种影响甚微

评价区内记录有树鼩、豹猫、黑翅鸢、普通鵟、红隼、白腹锦鸡、领角鸮和短耳鸮等 8 种国家 II 级重点保护或 CITES 附录的动物。

对于哺乳动物来说,树鼩以植物果实、种子等为主要食物;豹猫为肉食性捕食者,喜捕食啮齿类和其他小型动物。由于项目建设占地以及施工人员和工程机械的惊扰将使上述物种远离施工区,其食物分布面积有所减小。但树鼩和豹猫具主动避让性和较强的适应性,可以选择其他非施工区域进行迁移、散布,以维持其正常繁衍。进入运营期后,由于公路状况改善,交通量增加,交通干扰将减少道路两侧小型哺乳动物、鸟类的分布,因而对于豹猫的食物链有一定的影响;而树鼩的食物链受影响甚微。在迁移、散布、繁衍方面,树鼩和豹猫均具较强的跑动、攀爬能力,公路的运营对其影响甚微。

对于鸟类保护物种,因白腹锦鸡远离施工区,项目建设对其基本无影响。而黑翅鸢、普通鵟和红隼为昼行性猛禽,领角鸮和短耳鸮为夜行性猛禽。由于猛禽运动范围大,运动速度快,取食范围广阔,且多不在项目区内觅食,因而拟改扩建公路建设对这

些猛禽的食物链结构、迁移、繁衍等影响甚微。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

宣威市火车站至电视台公路改扩建工程是在原公路上进行,虽说线路较长,但建设区域涉及面较小,对影响评价区内动物栖息地的破坏小,加之处于保护区边缘,动物在该区域少有活动。同时,动物具有较强的主动避让性和环境适应特性,项目建设不会导致重要动物种群数量减少,对其迁移、散布、繁衍产生的影响不明显;不会明显改变在该区域栖息的某一动物物种的食物链结构,更不会因食物链结构方面的影响而造成某一动物物种在影响评价区内消失,且项目进入运营期后其影响可逐渐消除。因此,如果做好宣传教育和防范措施,杜绝盗猎和驱赶野生动物,宣威市火车站至电视台公路改扩建工程对动物的影响较小。

### 5.2 建议

#### 5.2.1 进一步优化工程施工方案

对动物的影响主要是施工期的噪声、粉尘、震动,因此施工过程应尽可能采用先进技术,尽量减少和降低施工带来的噪声、粉尘、震动,最大限度地避免开挖的土石滚入下方坡面破坏项目区外的植被以及避免河道阻塞对两栖爬行动物造成影响。

#### 5.2.2 避免在动物繁殖季节施工

由于在施工沿线发现有豹猫、树鼩、领雀嘴鹛等重要动物实体或活动痕迹,同时为减少施工对其它活动于施工区周围的动物带来的影响,应尽可能避免在动物繁殖季节(主要是春季)施工,以尽可能减少对区域范围内动物繁殖的影响。

#### 5.2.3 加强巡护监测

在施工期和运营期均应开展对项目建设区野生动物的监测,以便及时掌握项目建设对动物的实际影响并采取相应的保护措施。项目建设使保护区的可进入性增强,为非法盗猎野生动物提供便利。因此,针对人为活动增加,保护区管理部门应增加管护人员,加强日常巡护,坚决杜绝保护区内的盗伐、偷猎等非法活动和驱赶野生动物的不良行为发生。

## 参考文献:

- [1] 卢世柱. 涉及自然保护区的建设项目生态补偿机制探讨——以广西林业系统自然保护区为例[J]. 广西林业科学, 2007, 36(4): 223-227.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.019

## 镇沅县现代林业产业发展规划初步研究

李自聪<sup>1</sup>, 刘平书<sup>2</sup>

(1. 云南省林业调查规划院营林分院, 云南 昆明 650021; 2. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

**摘要:**介绍镇沅县林业产业发展现状;对镇沅县林业产业发展存在的产业整体发展水平仍较低、商品林培育有待加强、林副产品开发不足、林业产业结构不合理等问题进行阐述;对镇沅县林业产业发展具备的林地资源丰富、光热水资源丰富、森林资源丰富等优势及存在的交通基础设施发展滞后、资金投入不足、发展模式单一等劣势进行分析;提出确立产业发展规划的近、中、远期目标,调整产业结构、突出优势产业发展,加强商品林培育和林副产品开发,大力发展林下经济和森林旅游,加大林业建设投入、提升林业科技创新能力,扶植龙头企业、加强企业品牌建设等规划对策。

**关键词:**林业产业;发展规划;商品林培育;林下经济;镇沅县

中图分类号:S750;F416.88 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0097-04

引文格式:李自聪,刘平书.镇沅县现代林业产业发展规划初步研究[J].林业调查规划,2020,45(3):97-100.

LI Zicong, LIU Pingshu. Preliminary Study on Development Planning of Modern Forestry Industry in Zhenyuan County [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 97-100.

## Preliminary Study on Development Planning of Modern Forestry Industry in Zhenyuan County

LI Zicong<sup>1</sup>, LIU Pingshu<sup>2</sup>

(1. Forest Management Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650021, China;  
2. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

**Abstract:** Based on the development status of forestry industry in Zhenyuan County, the problems were pointed out that the overall development level of the industry was still low, the cultivation of commercial forest needed to be strengthened, the development of forest by-products and the comprehensive development of forestry resources were insufficient. According to analyzing the advantages of forestry industry development in Zhenyuan County, such as rich forest land resources, heat and water resources, and forest resources, and the disadvantages such as lagging development of transportation infrastructure, insufficient capital investment and single development mode, this paper proposed to establish the short, medium and long-term objectives of industrial development planning, adjust industrial structure, highlight the development of advantageous industries, strengthen the cultivation of commercial forests and the development of forest by-products, and vigorously develop the under-forest economy and forest tourism, increase investment in forestry construction, improve the ability of forestry science and technology innovation,

收稿日期:2019-12-03;修回日期:2019-12-25.

第一作者:李自聪(1972-),男,云南昆明人,工程师.从事林业调查规划设计等工作.

责任作者:刘平书(1970-),男,云南昭通人,副编审,工程师.从事林业调查规划及期刊编辑工作. Email:liupsqqq@sina.com

support leading enterprises, and strengthen the brand building of enterprises.

**Key words:** forestry industry; development planning; commercial forest cultivation; under-forest economy; Zhenyuan County

镇沅县是普洱市重要的林业大县,林业资源丰富,林业产业具有较大的开发潜力。近年来,镇沅县相关部门为促进林业产业的科学发展进行了很多探索,也取得了较大的进步和成绩,但依然存在不少问题。对其发展中存在的问题进行分析,并提出发展规划建议,以期能促进镇沅县现代林业产业的进一步发展,也给云南省其它地区的林业产业发展提供一些参考和启示。

## 1 基本情况

镇沅彝族哈尼族拉祜族自治县(以下简称镇沅县)隶属云南省普洱市,位于云南西南部、云贵高原西侧哀牢山和无量山之间,地理坐标为 $100^{\circ}21'E \sim 101^{\circ}31'E$ 、 $23^{\circ}24'N \sim 24^{\circ}22'N$ ,国土面积约 $4\,145\text{ km}^2$ 。下辖4镇5乡,总人口212 000人,其中少数民族人口119 470人,占总人口的56.4%;农业人口159 551人,占总人口的75.2%;非农业人口52 449人,占24.8%;人口密度 $51.1\text{ 人}/\text{km}^2$ 。

境内地势北高南低,海拔高差大,山区多坝子少。有者干河、恩乐河、勐统河、景谷河4条重要河流。属亚热带季风区,地形地貌复杂,气候垂直差异明显,热带、亚热带、暖温带3种气候类型共存,降水丰沛、光照充足、干湿分明、雨热同期,温差变化明显,非常适合发展林业生产<sup>[1]</sup>。

## 2 林业产业发展现状

林业产业是国民经济的重要组成部分,促进林业产业发展,是实现区域经济的稳步前进和改善地区生态、社会、经济和谐可持续发展的重要手段<sup>[1]</sup>。由于特殊的自然地理和气候条件,镇沅县林业资源十分丰富,是普洱市甚至云南省重要的林业生产基地。境内分布着季风常绿阔叶林、暖性思茅松林和针阔混交林、半湿性常绿阔叶林、半湿性常绿阔叶林和针阔混交林、常绿阔叶林和灌丛等多种植被类型,有国家一、二、三类保护植物23种,是思茅松的中心分布区。境内还种植有大面积的核桃、柑橘、茶叶、石斛、茯苓、野生菌等重要的经济林及林下经济作物(2014年年产棕片79 t、核桃3 719 t、板栗55 t、花椒21 t、紫胶3 t、咖啡842 t、香菇8 400 t、橡胶3t、茶叶

3 980 t、水果174 t),对促进全县经济发展发挥了重要作用。

2016年镇沅县森林资源二类调查数据显示,全县 $414\,528\text{ hm}^2$ 的国土面积中,林业用地为 $342\,244.4\text{ hm}^2$ ,占比高达82.56%。全县生态公益林面积为 $85\,898\text{ hm}^2$ ,商品林面积为 $232\,318.0\text{ hm}^2$ 。森林覆盖率近72%,有林地覆盖率超过70%,均远高于云南省平均水平。经过多年培育,各种林分生长良好,乔木林分结构、树种结构得到一定程度的优化,林分蓄积量有了较大提高。全县拥有近、成、过熟林面积 $102\,802.1\text{ hm}^2$ ,蓄积量达 $15\,236\,500\text{ m}^3$ ,有了较大增长。活立木总蓄积量为 $34\,341\,170\text{ m}^3$ ,林木年净生长量 $1\,190\,714\text{ m}^3$ ,森林资源总量十分丰富。

## 3 林业产业发展存在的主要问题

镇沅县为促进林业产业的科学发展进行了很多探索,经过多年努力,也取得了较大的进步和成绩,但依然存在不少问题,制约了林业产业的进一步又快又好发展。

### 3.1 林业产业整体发展水平仍较低

总体上看,镇沅县的林业发展还处于“大资源、大产业、低效益”的状况,木材加工的深度和广度也不足,森林资源的优势没有充分发挥出来,森林资源的生态、社会、经济等综合效益没有得到广泛和深入的开发,林业对全县社会经济发展的贡献率还比较低。比如2014年,全县采伐木材 $67\,585\text{ m}^3$ ,木材产值2 771万元,各类木材加工产品产量主要为:锯材 $46\,356\text{ m}^3$ 、胶合板 $47\,744\text{ m}^3$ 、纤维板 $48\,567\text{ m}^3$ ,深加工能力不足,缺乏市场竞争力。

### 3.2 商品林培育有待加强

镇沅县商品林比重较大,但树种和龄组结构不合理,70%以上是思茅松,中幼林分蓄积量超过乔木林分总蓄积的80%,而近、成、过熟林的占比不到20%。商品林的种类比较单一,尤其是工业性的原料林发展相对滞后,对林产业特别是木材加工业极为不利。

### 3.3 林副产品开发不足

镇沅县有丰富的林副产品,比如野生菌、中药材、花卉、经济林果、森林蔬菜等都是森林瑰宝,对促



进县域经济发展有十分重要的作用,但目前对这些林副产品的开发利用程度还很不足。另外,镇沅县思茅松采脂产业历史悠久,已建立了松香厂,进行松香加工、松节油生产等,获得了显著经济效益。但是,没有将采脂和林木的培育管理系统地结合起来,采脂的计划性、科学性有待提高,松香生产中的分离加工技术也还比较落后<sup>[2]</sup>。

### 3.4 林业产业结构不合理

镇沅县林业资源丰富,但林业产业结构不合理,森林资源开发主要以第一产业和第二产业为主,对森林服务、森林旅游等第三产业开发不足,尤其是林下资源开发利用水平较为低下。

## 4 发展林产业的优势及劣势

### 4.1 林产业发展的优势

#### 4.1.1 林地资源丰富

根据2016年镇沅县最新一轮森林资源设计调查(二类调查)成果数据,全县土地总面积为414 528 hm<sup>2</sup>,其中:林地面积为342 244.4 hm<sup>2</sup>,占全县国土面积的82.6%,远高于云南省的平均水平。丰富的林地资源为林产业发展打下了坚实基础。

#### 4.1.2 光热水资源丰富

镇沅县属南亚热带山地季风气候,具有雨热同季、干湿季分明,夏无酷暑、冬无严寒,光能热量充足的气候特点。受高原山地地貌影响,气候垂直变化突出,立体气候显著。年均温18.6℃,最热月为6月,月均温22.9℃;最冷月为1月,月均温为11.3℃。年均降水1 235 mm,全年降水量多集中于5—10月,11月至次年4月降水较少。年均日照时数为2 065 h,年内分配较为均匀。丰富的光热水资源极利于植物生长,发展林产业。

#### 4.1.3 森林资源丰富

镇沅县森林(有林地、国家特别规定灌木林)面积为298 429.9 hm<sup>2</sup>,蓄积34 244 620 m<sup>3</sup>。其中:有林地面积292 823.6 hm<sup>2</sup>,蓄积34 244 620 m<sup>3</sup>;国家特别规定灌木林地面积5 606.3 hm<sup>2</sup>。全县森林覆盖率为71.99%,其中:有林地覆盖率70.64%,国家特别规定灌木林地覆盖率1.35%。丰富的森林资源有利于发展林下经济、林产品加工、森林生态旅游、乡村旅游、全域旅游等产业。

### 4.2 林产业发展的劣势

#### 4.2.1 交通基础设施发展滞后

境内公路里程为3 455.4 km,其中:二级路3

km,三级公路36.2 km,四级公路305.1 km,虽然实现了村村通公路,但道路等级低,限制了旅游等产业的发展。

#### 4.2.2 资金投入不足

镇沅县是农业县,没有上规模的企业,政府财政投入有限,对林业的投入主要是靠国家项目资金,林农虽有心发展经济林果等林产业,但难以获得资金支持做大做强形成规模。

#### 4.2.3 发展模式单一

镇沅县林产业发展模式以采伐木材为主,但随着国家全面停止天然林商业性采伐政策的实施,以木材生产为主的发展模式就面临重大危机,急需转变产业发展方式。

## 5 促进现代林业产业发展的规划策略

### 5.1 确立产业发展规划目标

为了促进林业产业的快速、可持续发展,需要对林产业发展进行系统规划,发扬优势,克服劣势,制定明确的林业发展目标,并稳步推进。根据镇沅县林业产业发展现状、存在的问题及未来社会对林业产业的需求,科学合理地确定产业发展近期、中期和远期目标:

#### 5.1.1 近期目标(2018—2022年)

新建良种苗木基地133 hm<sup>2</sup>,新建2.0万hm<sup>2</sup>用材林、经济林、林化工原料林基地,培育1.4万hm<sup>2</sup>的林下资源,完善现有的林(竹)板加工体系,建立数字林业和合理布局木材等林产品交易市场,大力发展林下经济、森林生态旅游等产业,使全县的林业产值大大提高,平均年递增12.86%。

#### 5.1.2 中期目标(2023—2027年)

建立完善的种植、木材加工、林化工加工体系,造林树种良种使用率达90%,林业生产年递增11.48%;适度发展林下经济、森林生态旅游等产业。

#### 5.1.3 远期目标(2028—2032年)

继续扩大种植体系,扩大用材基地、经济林、林化工原料基地建设规模,完善加工体系,优化产业结构;使林业的第一、二、三产业产值比由2007年的64.24:34.69:107调整为33:55:12;合理发展林下经济、全域旅游等产业。

### 5.2 调整产业结构,突出优势产业发展

镇沅县林业产业具有广阔的市场前景和发展潜力,应积极探索有效策略,促进林业产业规划的合理优化,推动林业产业长远和谐可持续发展。

### 5.2.1 发挥优势,加强商品林培育和林副产品开发

应充分发挥亚热带气候资源优势,大面积推广乡土树种的种植。培育以思茅松速生林为典型样板的用材林,加强良种繁育基地和生产产业链的建设。应充分发挥本地林业资源优势,以商品林的培育为基础,通过思茅松、西南桦、桉树速生林用材、竹炭林、核桃林、柑橘林等果木林以及茶林等相关林业产业的发展,丰富产品结构,深化和拓展木材加工产业的深度和广度。

### 5.2.2 大力发展林下经济和森林旅游

建设生态文明,核心就是要转变发展方式<sup>[3]</sup>。基于此,镇沅县应加快林业第三产业的发展,走循环经济之路,将林业生态建设和经济建设结合起来,促进林业可持续发展<sup>[4]</sup>。比如,应大力发展林下经济和森林旅游,积极发挥“山上种树——树下养畜禽——畜禽粪肥地——树木茂盛”的立体林业循环发展模式的优势,促进以大红菌、羊肝菌、鸡枞为代表的野生食用菌的培育,推动仿野生石斛、龙胆草、草果、重楼、天麻等中药材的种植,促进黑山羊、瓢鸡、腺鸡、土鸡等传统家禽家畜养殖业的发展,扩大以刺五加、苦藤菜、象蹄叶、香椿、刺包菜、臭菜等为主的森林蔬菜种植,大力开发林副产品,发挥菌类、中药材、花卉、经济林果、森林蔬菜等的经济价值促进农民增收。因此,应继续推动林副产品的开发利用,持续提高经济效益。

与本地社会历史文化、彝族、哈尼族、拉祜族等少数民族民俗文化相结合发展森林旅游,比如加强和完善千家寨、飞来寺、金山丫口、和尚洞、玻烈河古桥、湾河等景区的基础设施建设,开发森林和林下作物的观光性旅游,建立生态旅游产业基地等,发挥生态资源优势,促进森林生态旅游、乡村旅游、全域旅游等产业的发展,使当前的“绿水青山”成为将来的“金山银山”。

### 5.2.3 加大林业建设投入,提升林业科技创新能力

合理的投入是林业产业的重要保障,政府应加大在苗木的培育、中幼林抚育、重点企业建设、特色林业基地建设、林业科技推广等方面的投入,使持续的林业改革和发展有资金保障。科技是第一生产力,要想促进林产业的又好又快发展,必须科技兴林。加大林业科技的研发、应用、宣传和推广,加大良种培育力度;在林业生产、加工等领域进行技术创新,促进林产品的深加工、精加工,促进林业产业的优化升级和结构合理<sup>[5]</sup>。

建立完善的产业链和规范的林材、林产品市场

等<sup>[5]</sup>。比如,应加强核桃种植基地建设和种植技术研发推广,促进核桃种植的“良种良法、适地适树”,提高核桃产业经济效益;应坚持推动思茅松良种产业化工程,加强思茅松速生技术、高产优质产脂技术研发,提高思茅松对经济的贡献率;加强木材加工技术的创新,提高旋切板、人造板、组木工板、中密度纤维板、竹木复合集装箱地板、木材改性材、工业托盘等林产品的科技含量,增加产品的附加值,建立完整的育苗、抚育、采伐、加工、销售、售后服务产业链,促进林产业竞争力的提高。

### 5.2.4 扶植龙头企业,加强企业品牌建设

镇沅县十年前拥有森工企业 45 家,十年来虽然数量不断增加,规模有所扩大,但缺少在云南省具有重要影响力的企业和林业生产、加工品牌。今后应加大对在林业种植、培育、加工等方面具有重要贡献和影响力的企业扶持力度,在税收、政策、财政补贴等方面给予适当的支持和鼓励,引导企业加强品牌建设,以带动全县森林企业的改革和发展<sup>[6]</sup>。

## 6 结语

镇沅是云南省西南部地区重要的林业大县,林业资源丰富,林产业具有广阔的发展前景,但林业产业发展还相对滞后。应在全县已划定的生态保护红线及生态文明建设规划基础上,加强生态环境保护,合理规划现代林业产业,转变发展方式,充分发挥林业资源优势,使绿水青山转化成金山银山,促进社会经济发展,助力 2020 年全面脱贫奔小康及国家生态文明建设。

## 参考文献:

- [1] 温清涛. 镇沅县林业资源现状及改善措施[J]. 绿色科技, 2017(7): 23-26.
- [2] 孟梦, 李江, 岳华, 等. 镇沅县思茅松产业现状及发展对策[J]. 林业调查规划, 2011, 36(1): 87-89.
- [3] 高晶, 支玲. 林业产业发展研究综述[J]. 林业调查规划, 2019, 44(1): 112-115.
- [4] 付新峰. 林业生态建设与林业产业发展探究[J]. 绿色科技, 2019(3): 145-146.
- [5] 卢爱玲. 漳县林业产业发展现状及建议[J]. 中国林副特产, 2019(4): 91-93.
- [6] 赵东方. 芒康县林业产业发展特点及发展建议[J]. 中南林业调查规划, 2018(4): 36-39.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.020

## 基于 SWOT-AHP 分析的敦化市老白山森林康养 产业发展评价

陈 鑫,王冬艳,杨月稳,李宛聪

(吉林大学地球科学学院,吉林 长春 130061)

**摘要:**利用 SWOT-AHP 分析法,对吉林敦化市老白山森林康养产业进行发展评价。结果表明,其最大优势是多样的地方特产,最大劣势是康养设施的欠缺;最大威胁是巨大的行业竞争压力和资金投入的有限性,最大机遇是国家政策的支持。分析认为,老白山森林康养基地应充分依靠国家政策的支持,吸引相关专业人才,逐步完善康养设施;通过大力发展地方特产,扩大品牌效应,提高经济收入的同时,提高行业竞争力,推动其森林康养产业的发展。

**关键词:**森林康养;SWOT 分析法;层次分析法(AHP);发展评价;老白山;黄泥河自然保护区

中图分类号:S788.1;F416.88 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0101-06

**引文格式:**陈鑫,王冬艳,杨月稳,等. 基于 SWOT-AHP 分析的敦化市老白山森林康养产业发展评价[J]. 林业调查规划,2020,45(3):101-106,112.

CHEN Xin, WANG Dongyan, YANG Yuewen, et al. Development Evaluation of Forest Therapy Industry in Laobai Mountain of Dunhua City Based on SWOT-AHP Analysis[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3):101-106, 112.

## Development Evaluation of Forest Therapy Industry in Laobai Mountain of Dunhua City Based on SWOT-AHP Analysis

CHEN Xin, WANG Dongyan, YANG Yuewen, LI Wancong

(College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China)

**Abstract:** This paper evaluated the development of forest therapy industry in Laobai Mountain of Dunhua City, Jilin Province by the SWOT-AHP analysis. The results showed that the biggest advantage of forest therapy base in Laobai Mountain was the diversity of local specialties, the biggest disadvantage was the lack of health facilities, the biggest threat was the huge industry competition pressure and the limited investment, and the biggest opportunity was the support of national policies. This paper thought that the forest therapy base in Laobai Mountain should fully rely on the support of national policies to attract relevant professionals and gradually improve facilities, and increase economic income and industry competitiveness by vigorously developing local specialties and expanding brand effects to promote the development of the forest therapy industry.

**Key words:** forest therapy; SWOT analysis; analytic hierarchy process; development evaluation; Laobai Mountain; Huangnihe Nature Reserve

收稿日期:2019-12-13;修回日期:2019-12-26.

第一作者:陈鑫(1995-),女,河南滑县人,硕士研究生,研究方向:土地资源管理.

森林康养行业是将旅游休闲与调节人体身心健康合二为一的产业,最初起源于德国的“森林浴场”,此后,韩国、日本等国家也相继将其作为一种产业进行发展<sup>[1]</sup>。近年来,我国通过不断地向国外借鉴学习,将其作为新产业大力发展<sup>[2]</sup>。经研究证明,森林康养具有医疗效果,对于人体肺功能的调节有一定作用<sup>[3]</sup>,还能够缓解压力、降低血压,并有效预防抑郁症<sup>[4]</sup>。同时,森林康养产业的发展能够促进国有林场转型改革,带动林场经济发展,并有效推动国有森林资源有偿使用<sup>[5]</sup>。

森林康养产业的发展在我国尚处于初级阶段,对其进行研究和探讨是十分重要且必要的。陈明泽<sup>[6]</sup>及刘雨晴<sup>[7]</sup>对森林康养基地的规划研究进行了探讨;段金花<sup>[8]</sup>在森林康养基地的旅游资源开发潜力方面进行了评价研究;束怡、楼毅等<sup>[9]</sup>及林坚、孙小明等<sup>[10]</sup>都对森林康养基地的发展提出了相应对策;张慧琴、翟绪军、何丹等<sup>[11]</sup>对森林康养产业的创新发展进行了研究。综上,我国目前森林康养的研究主要集中在森林康养基地的规划、潜力评价及发展对策等方面,对于森林康养基地的发展评价方向研究较少,且已有研究多局限于定性分析。

本文基于问卷调查结果,利用 SWOT-AHP 分析法对老白山森林康养产业的发展现状进行定性及定量分析,指出其目前存在的优势、劣势、机遇及威胁,对其发展做出评价,并提出合理对策。

## 1 研究方法与数据来源

### 1.1 研究区概况

老白山位于北纬 44°07'31",东经 127°59'16",地处黄泥河国家级自然保护区内(图 1),归吉林省敦化市黄泥河林业有限公司管辖,是东北亚第三高峰。气候冬季寒冷干燥,夏季温暖湿润,主峰海拔高度为 1 696.2 m,有“小长白山”之称<sup>[12-13]</sup>。2015 年,黄泥河林业有限公司开始发展“老白山旅游”项目;2017 年,老白山景区于被纳入 4A 景区,同年底打造建设“老白山雪村”;2018 年,老白山被确定为“第四批全国森林康养基地试点建设单位”。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 资料查询与实地调查法

通过实地调查并搜集老白山相关资料,结合国家建设森林康养基地的相关政策及其他地区发展森林康养基地的经验,构建了老白山森林康养产业发展影响因素指标体系。

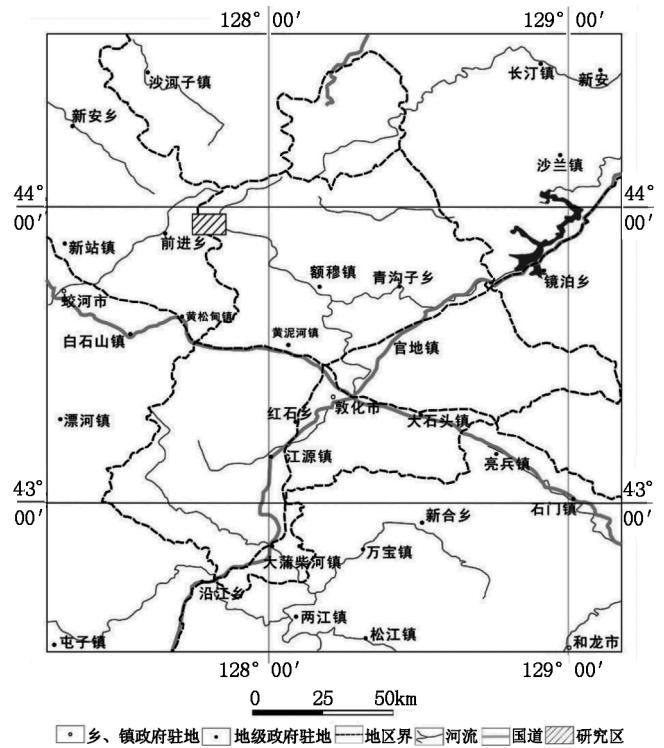


图 1 老白山区位

Fig. 1 Location of Laobai Mountain

#### 1.2.2 问卷调查法

以景区职工及游客为调查对象,以上述构建的指标体系为调查内容,得出影响老白山森林康养产业发展的主要优势、劣势、机遇及威胁因素。在调查问卷中,需要为每项指标的影响程度赋值,以某一项优势因素为例,五种程度分别为无优势、优势较小、优势一般、优势较大及优势巨大,分别对应 1 分、3 分、5 分、7 分及 9 分(表 1),最终计算平均得分。

表 1 优势因素评分依据

Tab. 1 Scoring basis of advantage factors

程度	无优势	优势较小	优势一般	优势较大	优势巨大
分值	1	3	5	7	9

依据平均分高低得出影响老白山森林康养产业发展的主要优势、劣势、机遇及威胁因素,其结果作为 SWOT-AHP 分析法分析的依据。

#### 1.2.3 SWOT 分析法和 AHP 分析法

基于问卷调查结果,采用 SWOT 法,对老白山森林康养产业目前存在的优势、劣势、机遇与威胁进行定性分析。其次,利用层次分析法(AHP),对上述分析的优势、劣势、机遇与威胁进行定量分析,对

主要因素通过权重进行排名,对森林康养产业的发展做出科学评价。

### 1.3 数据来源

本文数据来源于《长白山森工集团黄泥河林业有限公司 2018 年统计年鉴》、《长白山森工集团团北林场 2018 年统计年鉴》。

## 2 SWOT 模型构建

### 2.1 老白山森林康养产业发展因素指标体系构建

基于老白山森林康养基地的实地调查结果,结合相关资料、文献,以优势(S)、劣势(W)、机遇(O)、威胁(T)四个方面为分类依据,总结得出如下指标体系(表 2,表 3),作为问卷调查的主要内容选项。

表 2 老白山森林康养基地优势及劣势因素指标体系

Tab.2 Index system of advantage and disadvantage factors of forest therapy base in Laobai Mountain

编号	优势因素 S	编号	劣势因素 W
S1	自然资源丰富	W1	康养设施欠缺
S2	管理经验丰富	W2	技术支持不先进
S3	主题定位独特	W3	知名度匮乏
S4	空气环境优越	W4	开发程度较低
S5	民俗文化独特	W5	专业人才短缺
S6	政策环境良好	W6	管理机制不完善
S7	当地政府支持	W7	交通位置偏僻
S8	地方特产多样	W8	景区项目不完善

表 3 老白山森林康养基地机遇及威胁因素指标体系

Tab.3 Index system of opportunity and threat factors of forest therapy base in Laobai Mountain

编号	机遇 O	编号	威胁 T
O1	国家政策支持	T1	行业竞争压力大
O2	居民消费观念转变	T2	市场需求多样化
O3	国有林区改革政策	T3	生态保护工作难
O4	市场前景广阔	T4	先进技术引进难
O5	康养意识有所提高	T5	资金投入有限

### 2.2 问卷调查结果

调查问卷以电子问卷的形式发放,共回收 188 份,其中有效问卷 162 份。参与调研的游客人数为 88 人,其中有 62 人来自吉林省;参与调研的相关工作人员为 74 人。

依据问卷调查结果,计算各指标平均分,并依据平均分高低选出主要指标,结果如表 4 所示。

表 4 指标平均值

Tab.4 Average value of index

指标编号	平均分	是否为 主要指标	指标编号	平均分	是否为 主要指标
优势 S	7.645		劣势 W	5.721	
S1	5.795	是	W1	4.354	是
S2	3.909	否	W2	3.570	否
S3	3.981	否	W3	4.313	是
S4	5.468	是	W4	3.909	否
S5	5.742	是	W5	4.282	是
S6	4.313	否	W6	3.618	否
S7	4.356	否	W7	4.187	是
S8	5.866	是	W8	3.668	否
机遇 O	7.618		威胁 T	5.762	
O1	4.360	是	T1	4.308	是
O2	4.164	是	T2	3.699	否
O3	3.122	否	T3	4.208	是
O4	4.303	是	T4	3.351	否
O5	3.122	否	T5	4.310	是

### 2.3 SWOT 分析

对上述得到的优势、劣势、机遇与威胁主要指标因素进行分析。

#### 2.3.1 优势分析

##### 1) 自然资源丰富(S1)

老白山为 4A 级景区,生物多样性丰富,素有“小长白山”之称。该地区森林茂密,树种多样,并长有党参、五味子、刺五加等珍贵中药材;林中野生动物多样;一年四季景色怡人,因此该区域旅游业受季节限制较少。

##### 2) 空气环境良好(S4)

老白山森林覆盖率达 95.6%,空气中细菌含量极低,在旅游季节空气负氧离子为 18 000 (ions/cm<sup>3</sup>),空气中细颗粒物(PM2.5)污染指标全年优良,被评为“中国森林氧吧”。优越的空气环境为森林康养产业的发展带来了巨大的优势。

##### 3) 民俗文化独特(S5)

老白山位于延边朝鲜族自治州境内,有独特的汉族、朝鲜族、回族及满族相互融合的民俗与文化。尤其在美食方面,除纯正的东北传统美食外,也有正宗的少数民族美食,民俗交融体验正是老白山森林康

养基地的独到之处。

#### 4) 地方特产多样(S8)

老白山拥有多样的地方特产,比如远近闻名的黑木耳、刺五加茶、木耳、灵芝孢子粉、矿泉水等,并以此打造了独立品牌。此外,老白山还开展了一系列地方特产推广项目,比如游客野菜采摘体验项目,不但增加了游客与自然的互动,提高游客兴致,还提高了经济效益。

### 2.3.2 劣势分析

#### 1) 康养设施欠缺(W1)

由于国内森林康养产业正处于起步阶段,各地森林康养基地的发展程度整体不高,加之老白山森林康养产业起步较晚,景区内用于康养、疗养的设施尚不完善。康养设施的欠缺会大大影响康养效果。

#### 2) 知名度较缺乏(W3)

老白山景区近年来积极打造“老白山雪村”主题品牌形象,一定程度上带动了老白山森林康养产业的知名度。同时,公司积极宣传,参加了宁波国际旅游展会、广州 2018 年森林旅游节,将老白山冬季、夏季游设定为宁波市赴延边州对口康养活动的固定项目,取得了一定的成效,但在全国知名度仍然较低,游客量较小,且大部分为本地游客。

#### 3) 相应人才短缺(W5)

由于森林康养行业在我国发展尚不成熟,缺乏相应的专业人才。实地调研结果显示,目前老白山景区工作人员大多为林场职工,缺乏专业的疗养团队,难以满足森林康养产业发展的人才要求。

#### 4) 交通位置偏僻(W7)

老白山位于敦化市北部约 100 km 处,市区出发驾车约需 1.5 h。外地旅客需乘坐高铁或动车到达敦化市后,再自行乘车或报团到达老白山,需付出较多的时间和经济成本,使老白山交通位置偏僻的劣势愈加凸显。

### 2.3.3 机遇分析

#### 1) 国家政策支持(O1)

自 2016 年来,国家林业局相继发布《林业发展“十三五”规划》、《关于大力推进森林体验和森林养生发展的通知》、《关于启动全国森林体验基地和全国森林养生基地建设试点的通知》等多部文件,足以表明我国在大力推动森林康养产业的发展。良好的政策支持为老白山森林康养产业的发展带来巨大的机遇。

#### 2) 市场前景广阔(O2)

目前,我国经济发展稳步上升,产业结构逐步优

化升级,旅游业蓬勃发展,森林康养产业的发展正处于上升的阶段,市场前景广阔,具有很大的发展潜力。

#### 3) 居民消费观念转变(O4)

当前,居民生活水平稳步提高,需求趋于多样化,消费结构升级,旅游消费占比提高,加之日益加重的生活压力,环境优美、安静舒适的自然风光景区得到更多人的青睐,这也为森林康养行业的发展带来很大的机遇。

### 2.3.4 威胁分析

#### 1) 行业内竞争压力大(T1)

目前,国内旅游业蓬勃发展,相同或相似产业如雨后春笋,业内竞争日趋激烈,凸显地方特色、维持稳定客流量、不断吸引新游客的任务愈加艰难。

#### 2) 生态保护责任艰巨(T3)

生态旅游的发展必然会对景区生态造成一定程度的破坏,景区的生态保护工作将面临更大困难。在景区发展的过程中,随着知名度的扩大,游客数量增加,需更加重视对生态的保护,寻求旅游业发展及生态环境保护的平衡是一项重要且艰巨的工作。

#### 3) 资金投入有限(T5)

森林康养基地及其配套设施的建设需要大量资金投入,基地的维护与运营也需要较高的成本。目前,老白山景区虽是黄泥河林业有限公司主打的旅游发展区,但其主要项目以夏季漂流及冬季雪村为主,对于森林康养基地的建设尚处于起步阶段,资金投入有限。

### 2.4 SWOT 分析模型

依据上述调研结果及分析,构建老白山森林康养基地发展的 SWOT 分析模型(表 5)。

表 5 老白山森林康养基地发展的 SWOT 分析模型

Tab.5 SWOT model analysis of the development of forest therapy base in Laobai Mountain

优势(S)	劣势(W)
自然资源丰富 S1	康养设施欠缺 W1
空气环境优越 S4	知名度较缺乏 W3
民俗文化独特 S5	相应人才短缺 W5
地方特产多样 S8	交通位置偏僻 W7
机遇(O)	威胁(T)
国家政策支持 O1	行业内竞争压力大 T1
居民消费观念转变 O2	生态保护责任艰巨 T3
市场前景广阔 O4	资金投入有限 T5

### 3 对 SWOT 进行 AHP 分析

#### 3.1 构建层次分析递阶层次模型

对老白山森林康养产业发展进行层次模型构建,准则层为优势 S,劣势 W,机遇 O,威胁 T,指标层为 SWOT 模型中的各个指标(图 2)。

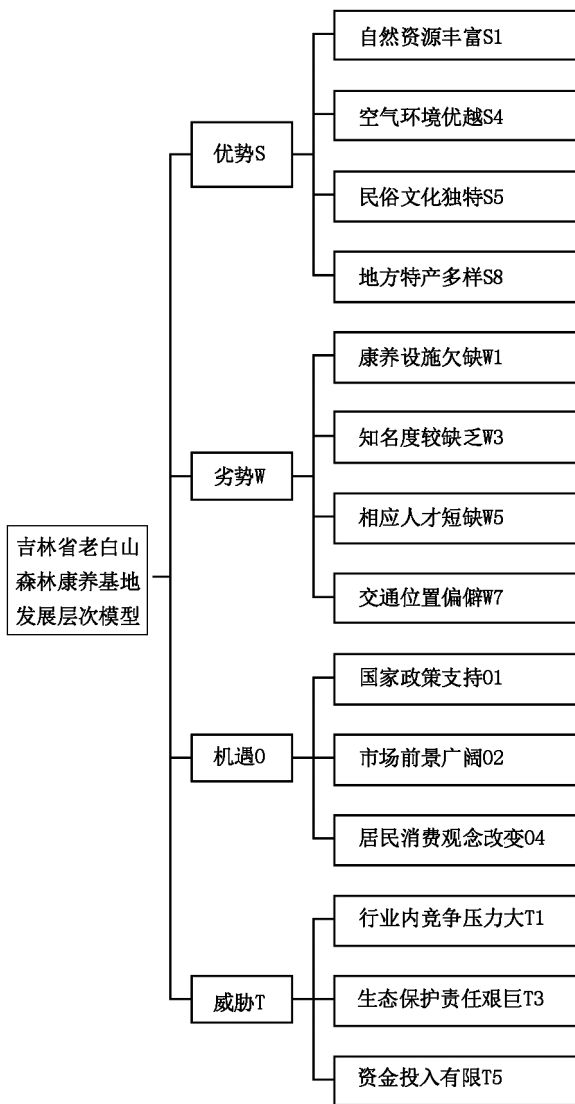


图 2 老白山森林康养基地发展层次模型

Fig. 2 Development level model of forest therapy base in Laobai Mountain

#### 3.2 构造判断矩阵

依据问卷调查法所得各指标重要程度平均值,计算矩阵指标值,构造判断矩阵。

##### 3.2.1 计算矩阵指标值

将构造矩阵的指标设为  $b_{ij}$ ,其数值可通过平均值比值得到,公式如下:

$$b_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{j=1}^n X_j}$$

式中: $n$  为样本数量, $b_{ij}$  为判断矩阵中指标  $i$  对于指标  $j$  的权重值, $X_i$  为指标  $i$  的调查数据平均值, $X_j$  为指标  $j$  的调查数据平均值。

##### 3.2.2 构造判断矩阵

依据计算所得各指标值,构造同层次相应影响因素的判断矩阵。

1) 构造优势 S、劣势 W、机遇 O、威胁 T 对于总目标的判断矩阵:

$$P = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.3360 & 1.0040 & 1.3270 \\ 0.7485 & 1.0000 & 0.7510 & 0.9930 \\ 0.9960 & 1.3316 & 1.0000 & 1.3220 \\ 0.7536 & 1.0070 & 0.7564 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

2) 构造优势指标 S1、S4、S5、S8 对于优势 S 的判断矩阵:

$$S = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0280 & 0.9650 & 1.0210 \\ 0.9728 & 1.0000 & 0.9390 & 0.9930 \\ 1.0363 & 1.0650 & 1.0000 & 1.0580 \\ 0.9794 & 1.0070 & 0.9452 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

3) 构造劣势指标 W1、W3、W5、W7 对于劣势 W 的判断矩阵:

$$W = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0100 & 1.0170 & 1.0400 \\ 0.9901 & 1.0000 & 1.0070 & 1.0300 \\ 0.9833 & 0.9930 & 1.0000 & 1.0230 \\ 0.9615 & 0.9709 & 0.9975 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

4) 构造机遇指标 O1、O2、O4 对于机遇 O 的判断矩阵:

$$O = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0470 & 1.0130 \\ 0.9551 & 1.0000 & 0.9680 \\ 0.9872 & 1.0331 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

5) 构造威胁指标 T1、T3、T5 对于威胁 T 的判断矩阵:

$$T = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0240 & 1.0000 \\ 0.9766 & 1.0000 & 0.9760 \\ 1.0000 & 1.0246 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

#### 3.3 计算指标值权重

利用 yaahp 软件可直接计算指标值权重。同时,为保证判断矩阵较高的一致性 & 准确性,需要进行一致性检验,只有满足一致性检验条件,才可以将计算所得权重值作为战略指标的权重值。一致性检验可通过检验判断矩阵的随机一致性比率 CR 来确

定,其数值通过 yaahp 软件可直接得出,若满足  $CR < 0.1$ ,即可认为矩阵的分歧程度在误差允许的范围之内。

由于所得一致性比率 CR 值均小于 0.1,因此,计算所得权重值可作为战略指标的权重值。将所得结果按照重要程度排序,结果如表 6 所示。

表 6 各指标权重排序  
Tab. 6 Weight ranking of index

准则层	权重	指标层	权重	综合权重	一致性检验
优势 S	0.2859	地方特产多样 S8	0.2598	0.0743	CR=0<0.1
		自然资源丰富 S1	0.2507	0.0717	
		民俗文化独特 S5	0.2456	0.0702	
		空气环境优越 S4	0.2439	0.0697	
机遇 O	0.2848	国家政策支持 O1	0.3399	0.0968	CR=0<0.1
		市场前景广阔 O2	0.3355	0.0955	
		居民消费观念转变 O4	0.3247	0.0925	
威胁 T	0.2154	行业竞争压力大 T1	0.3360	0.0724	CR=0<0.1
		资金投入有限 T5	0.3360	0.0724	
		生态保护工作艰巨 T3	0.3280	0.0707	
劣势 W	0.2139	康养设施欠缺 W1	0.2541	0.0544	CR=0<0.1
		知名度较缺乏 W3	0.2516	0.0538	
		相应人才短缺 W5	0.2499	0.0535	
		交通位置偏僻 W7	0.2443	0.0523	

### 3.4 老白山森林康养产业发展的 AHP 结果

SWOT-AHP 分析法的结果显示,在准则层中,老白山森林康养产业的发展优势权重值最大,为 0.285 9,其次是机遇权重值,为 0.284 8;威胁权重值与劣势权重值相差不大,分别为 0.215 4 和 0.213 9。依据指标层权重值,可知老白山森林康养产业发展的最大优势因素是地方特产多样,权重值为 0.074 3;最大的机遇因素是国家政策的支持,权重值为 0.096 8;最大的威胁因素是巨大的行业竞争压力及资金投入的有限性,权重值均为 0.072 4;最大的劣势因素是康养设施欠缺,权重值为 0.054 4。

## 4 产业发展评价及建议

基于 SWOT-AHP 分析结果,可以得出,发挥自

身优势和把握良好的机遇是老白山森林康养产业发展的关键,外界的威胁以及自身的劣势在森林康养产业的发展过程中也是不容忽视的。扩大地方特产多样的优势,把握国家政策支持的良好机遇,面对日益增强的行业竞争和资金压力,时刻保持警惕,避免被淘汰,同时不断完善康养设施,逐步减少劣势,使老白山森林康养产业得以稳健地发展。由此,提出以下建议:

### 1) 扩大地方特产品牌效应,缓解资金压力

老白山具有丰富的地方特产,拥有独立品牌,在发展过程中,应不断扩大品牌效应。例如,对产品进行分档包装,建立微信公众平台、注册微博旅游账号、做宣传广告、请明星代言推广产品,同时开展线上、线下的推销活动等,使老白山不断积累经营资本,进而完善该地区森林康养基地的建设,形成良性循环。此外,独特的品牌效应能够大大增加老白山森林康养基地的行业竞争力。

### 2) 依靠国家政策,完善康养设施建设

凭借良好的国家政策,依靠当地政府的大力支持,引进健康管理学、心理学、旅游管理等多方面的专业人才,不断提高森林康养服务水平;同时,逐步加大对康养设施的建设,关注主要的目标人群,建设相应的养生体验馆及相关的服务配套设施,使该地区能够真正实现“森林旅游+康养”双效合一。

## 5 结论

目前,在老白山森林康养产业的发展过程中,优势和机遇占主导地位。最大优势在于多样的地方特产;最大的劣势是康养设施的欠缺;巨大的行业内部竞争压力及资金压力是目前产业发展的最大威胁;由于森林康养行业在我国方兴未艾,国家的相关政策为森林康养产业发展提供了大好的机遇。

老白山森林康养基地应充分发展地方特产,扩大品牌效应,提高知名度,进而提高经济收入并增强行业竞争力;同时,依靠国家政策的支持,吸引相关专业人才,逐步完善森林康养设施,带动产业良性快速发展。

## 参考文献:

- [1] 陈娟,邵景安,郭跃,等. 森林康养基地配套设施建设[J]. 南方林业科学,2019,47(3):52-55.
- [2] 邓三龙. 森林康养的理论研究与实践[J]. 世界林业研究,2016,29(6):1-6. (下转第 112 页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.021

## 额济纳胡杨空间分布格局及其与微生境异质性的关系研究

马季<sup>1</sup>, 高婷婷<sup>1</sup>, 王寅<sup>2</sup>, 李景文<sup>2</sup>

(1. 额济纳旗林业工作站, 内蒙古 额济纳 735400; 2. 北京林业大学林学院, 北京 100083)

**摘要:**通过地统计学与方差分解等方法,对额济纳二道桥胡杨幼苗、幼树、成树以及微生境因子的分布格局进行研究。结果表明:受不同生活史阶段和微生境异质性的影响,胡杨幼苗趋于聚集分布,而幼树、成树则表现为随机分布;土壤全氮、含水率、全盐表现出显著的空间自相关结构,在空间上表现为聚集分布;胡杨幼苗的空间分布与土壤全盐含量呈负相关,而成树与土壤全氮、全盐显著正相关;环境因素与空间因素是影响胡杨种群分布格局的 2 个重要原因。

**关键词:**胡杨;空间分布格局;微生境;生活史阶段;半方差函数;空间自相关;额济纳旗

中图分类号:S792.11;S718.542;S718.53 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0107-04

引文格式:马季,高婷婷,王寅,等.额济纳胡杨空间分布格局及其与微生境异质性的关系研究[J].林业调查规划,2020,45(3):107-112.

MA Ji, GAO Tingting, WANG Yin, et al. Relationships between Microhabitat Heterogeneity and Spatial Distribution Pattern of *Populus euphratica* in Ejina of Inner Mongolia[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 107-112.

## Relationships between Microhabitat Heterogeneity and Spatial Distribution Pattern of *Populus euphratica* in Ejina of Inner Mongolia

MA Ji<sup>1</sup>, GAO Tingting<sup>1</sup>, WANG Yin<sup>2</sup>, LI Jingwen<sup>2</sup>

(1. Forestry Station of Ejina Banner, Ejina, Inner Mongolia 735400, China;

2. College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** By means of geostatistics and variance decomposition, the distribution patterns of seedling, young tree, adult tree and microhabitat factors of *Populus euphratica* were studied. The results showed that the seedlings were in aggregating distribution, which were mainly influenced by different life stages and microhabitat factors, while young trees and adult trees were random distribution. Soil total nitrogen, soil moisture content and soil total salt showed significant spatial autocorrelation structure, which were also in aggregating distribution. The spatial distribution of seedlings had negative correlation with soil total salt content, while adult trees had significant correlation with soil total nitrogen and total salt. The environment and the spatial factors had an important effect to the distribution patterns of *Populus euphratica*.

**Key words:** *Populus euphratica*; spatial distribution pattern; microhabitat; life stage; semi-vario-gram; spatial autocorrelation; Ejina Banner

收稿日期:2019-11-25.

基金项目:国家自然科学基金项目(31570610).

第一作者:马季(1988-),男,内蒙古额济纳人,工程师.从事森林保险与林业调查规划工作. Email:348505706@qq.com

责任作者:李景文(1968-),男,黑龙江大庆人,教授.从事森林生态学与保护生物学研究.

植物种群空间分布格局的研究是目前生态学的热点问题<sup>[1-2]</sup>。在不同尺度上,植物的空间分布格局是由多种环境因子长期共同作用的结果,其中生境过滤作用就是森林群落构建的基本驱动力<sup>[3]</sup>。植物种群的分布格局可分为 3 类:随机分布、均匀分布和聚集分布<sup>[4]</sup>。对于不同植物物种空间分布格局已有大量的报道<sup>[5-6]</sup>,但专门针对同一植物种群不同生活史阶段空间分布格局的研究还较少。

胡杨(*Populus euphratica*)是中国西北地区唯一能够独自成林的乔木树种<sup>[7]</sup>,由于自然条件的恶化与人为破坏,其生存条件受到严重威胁<sup>[8]</sup>。胡杨作为荒漠河岸林建群种,是构成内陆河流域河岸林生态系统结构的主体<sup>[9]</sup>。胡杨的空间分布决定了荒漠河岸林植物群落的结构<sup>[10]</sup>,但目前关于额济纳绿洲胡杨的空间分布格局鲜有文献报道。同时胡杨幼苗天然更新极其困难<sup>[11]</sup>,其种群年龄结构为衰退型<sup>[12]</sup>;对于乔木植物来说,能否在幼苗、幼树阶段成功定植是其存活的关键<sup>[13]</sup>,所以幼苗对环境更为敏感。对不同生活史阶段乔木空间分布格局的成因与过程及其与生境的关系研究,将有利于进一步了解植物种群空间分布格局的形成机制。

本研究通过了解不同生活史阶段胡杨分布格局与微生境因子的关系,分析胡杨在幼苗、幼树、成树 3 个生活史阶段的分布格局,并对 5 个环境因子(全氮、全磷、有机质、含水量、全盐)进行空间自相关性分析。以期揭示不同生活史阶段胡杨空间分布格局及其与环境异质性的关系,同时分析影响胡杨分布格局的关键环境因子,阐明微生境异质性在胡杨不同生活史阶段的生态学意义,为进一步掌握额济纳绿洲胡杨的分布状况以及保护问题提供理论基础。

## 1 研究地概况

研究区位于中国西北干旱区的内蒙古额济纳旗,为温带大陆性气候,年均温为 8.9℃,年均降水量为 37.9~49.3 mm,蒸发量高达 3 746~4 213 mm,平均蒸发量是降水量的 88~109 倍。额济纳绿洲核心区的主要土壤类型为非地带性林灌草甸土,并与固定、半固定风沙土、潮土镶嵌分布。额济纳绿洲植被类型是以胡杨和怪柳(*Tamarix chinensis*)为主的植物群落,其中胡杨林分布面积最大,也是绿洲的重点保护对象<sup>[14]</sup>,胡杨林的生长以及衰退过程与黑河上游来水和地下水埋深状况有着密切联系<sup>[15]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 样地布设

1984 年起开始封育的二道桥林区,覆盖面积约 150 hm<sup>2</sup>,是额济纳绿洲中保护较好的胡杨群落。2015 年 7 月在额济纳胡杨林国家级自然保护区胡杨分布比较集中的二道桥(41°58′7.16″N,101°05′9.96″E)进行样地调查。布设一块 100 m×100 m 的固定样地,并将固定样地划分为 20 m×20 m 的样方(共计 25 个),采用每木检尺的方法调查所有胸径≥1 cm 的胡杨个体,记录其胸径、树高、冠幅、相对坐标和生长状况等。

### 2.2 胡杨不同生活史阶段

根据胡杨种群生活史特点,本文将胡杨种群按胸径大小划分为:幼苗(胸径<4 cm)、幼树(4 cm≤胸径<10 cm)及成树(胸径≥10 cm)3 个生长阶段<sup>[16]</sup>。按径级划分的方式分析胡杨的空间分布格局,以判断不同生活史阶段胡杨的分布特征<sup>[17]</sup>。不同生活史阶段胡杨的分布情况如图 1 所示。

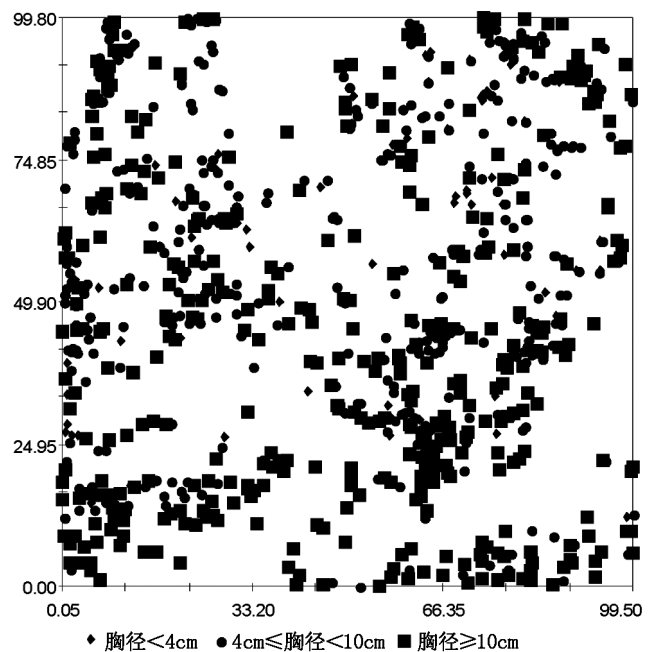


图 1 胡杨空间分布

Fig. 1 Spatial distribution of *Populus euphratica*

### 2.3 土壤样品采集与分析

在每个 20 m×20 m 的样方中,采用 5 点取样法分别在样方中央与 4 个角落采集 0~20 cm 的土样,记录土壤取样位置的相对坐标。土样剔除植物根系与石砾带回实验室,在室内风干后过 2 mm 土

壤筛,用于测定土壤理化指标。土壤含水率采用烘干法测定;土壤理化性质的测试主要参考鲍士旦<sup>[18]</sup>研究方法。

### 2.4 数据分析

运用地统计学中的半方差函数分析法,对胡杨空间分布格局进行定量分析。对部分数据进行对数转换,以保证所有数据符合正态分布。半方差函数分析通过软件 GS+9.0 实现。

采用空间自相关性 Moran's I 指数检验 5 个微生境因子的空间自相关性。采用类似张春雨等<sup>[19]</sup>的方法,将样点间最大空间距离 120 m 设定为有效滞后距离,并划分为 8 个滞后距离级,最后使用置换检验进行空间自相关指数的显著性检验。空间自相关指数的计算及显著性检验在 GS+9.0 及 R 语言的 spdep 包中完成。

采用冗余分析(RDA)确定不同环境因子对不同生活史阶段胡杨分布格局的作用。最后使用相邻矩阵主坐标(PCNM)分析方法获得空间变量,同时结合环境因子,利用方差分解分析空间变量与环境变量对胡杨分布的相对作用。冗余分析与方差分解使用 R 软件完成。

## 3 结果与分析

### 3.1 胡杨空间分布格局

通过本次调查,样地内共记录胡杨 859 株,其中幼苗 99 株,幼树 360 株,成树 400 株。研究发现,胡杨成树基台值最大(0.272 6),说明胡杨成树的空间异质性程度较高;成树的半方差函数变程最长(22.4 m),说明胡杨成树具有较强的空间自相关性,且空间自相关强度大于幼树和幼苗;3 个生活史阶段半方差函数结构比为 0.827、0.869、0.740,说明样地内胡杨分布格局主要受结构性因素影响,由随机因素引起的空间异质性所占比例较小(表 1,图 2)。

表 1 胡杨空间分析的半方差函数模型类型及参数

Tab. 1 Semi-variogram theoretical models and parameters

for *Populus euphratica*

生长阶段	数量	模型	块金值 $C_0$	基台值 $C_0 + C$	结构比 $C / (C_0 + C)$	决定系数 $R^2$	变程 /m
幼苗	99	Exponential	0.007	0.0405	0.827	0.084	9.6
幼树	360	Exponential	0.007	0.0535	0.869	0.413	8.7
成树	400	Spherical	0.071	0.2726	0.740	0.754	22.4

胡杨幼苗表现出较强的空间自相关结构(图 3),当滞后距离级  $d = 1, 4, 5$  时,空间自相关指数为正值,表明幼苗分布为空间正相关。同时空间自相关指数随滞后距离的增加不断变化,总体趋势为不断降低,空间正相关逐渐减弱,最终出现空间负相关。而胡杨成树与幼树空间自相关指数则表现为平缓下降,其空间相关性微弱,即空间分布趋于随机分布。

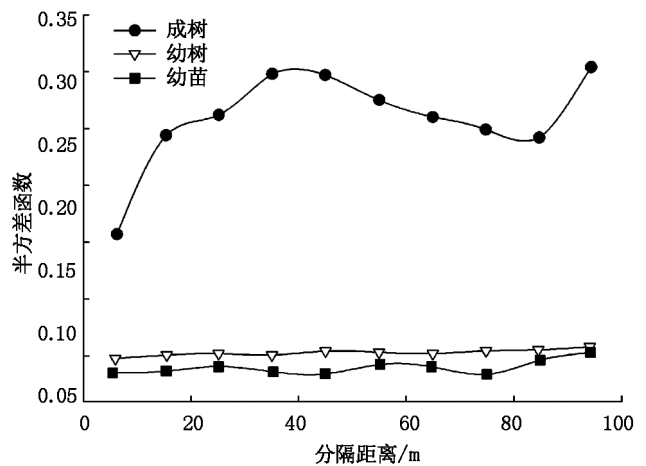


图 2 胡杨半方差函数

Fig. 2 Semi-variograms for *Populus euphratica*

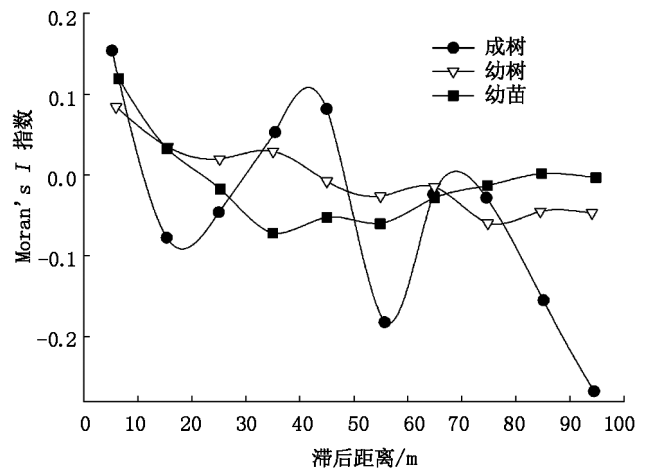


图 3 胡杨分布空间自相关指数

Fig. 3 Spatial autocorrelation index for *Populus euphratica*

### 3.2 微生境因子的空间分布格局

样地中各土壤理化性质的变异系数均在 40%~70%,表现为中等程度变异,其中,土壤全磷的变异系数最大,为 70.5%;土壤含水率变异系数最小,为 49.6%(表 2)。

由表 2 还能看出,土壤全氮、全磷、含水率最佳

拟合模型为指数模型 ( $R^2=0.636、0.739、0.913$ ), 而土壤有机质、全盐最佳拟合模型为球状模型 ( $R^2=0.284、0.852$ ), 表明用半方差函数模型能较好地反映样地土壤元素的空间分布格局。各土壤理化指标的块金值 ( $C_0$ ) 均为正值, 土壤有机质、含水率、全盐

具有较大的块金值; 各指标的块金值与基台值的比值较大 ( $0.503\sim 0.895$ ), 说明由结构性因素引起的空间异质性所占比例较高。土壤有机质的半方差函数变程最短 ( $11.4\text{ m}$ ), 说明其空间连续性较差。

表 2 微生境因子半方差函数模型参数

Tab. 2 Parameters of semi-variance model of microhabitat factors

微生境因子	平均值	变异系数	模型	块金值 $C_0$	基台值 $C_0 + C$	结构比 $C / (C_0 + C)$	决定系数 $R^2$	变程 /m
全氮/%	0.047	0.652	Exponential	0.0000	0.0001	0.503	0.636	90.6
全磷/%	0.023	0.705	Exponential	0.0001	0.0005	0.667	0.739	932.7
有机质/%	2.289	0.568	Gaussian	0.177	1.682	0.895	0.284	11.4
含水率/%	9.197	0.496	Exponential	15.8	62.6	0.748	0.913	276.3
全盐/%	1.532	0.633	Gaussian	2.63	7.845	0.665	0.852	121.9

土壤全氮 ( $d=1$ )、含水率 ( $d=1,4$ )、全盐 ( $d=1$ ) 表现出显著的空间自相关结构, 在空间上呈现出显著的聚集分布 (表 3)。空间自相关指数随滞后距

离级的增大逐渐减小; 随着尺度的增大, 环境变量的分布由聚集趋势转变成分散趋势, 空间自相关性从正相关变成负相关。

表 3 微生境因子的空间自相关分析

Tab. 3 Spatial autocorrelation analysis of microhabitat factors

微生境因子	滞后距离级							
	1	2	3	4	5	6	7	8
全氮/%	0.2362**	0.089	-0.1585	-0.1958	-0.0735	-0.0831	-0.0598	-0.0692
全磷/%	0.1506	-0.0031	-0.1134	-0.0069	-0.1432	-0.1884	-0.2882	-0.0362
有机质/%	0.0829	-0.0413	0.1294	-0.0369	-0.2867	-0.0354	-0.1262	-0.2092
含水率/%	0.2265*	0.0104	-0.0121	0.2751*	0.1441	-0.0934	0.0819	0.1500
全盐/%	0.4377***	-0.0946	-0.1978	-0.1316	0.1923	0.2241	0.0739	-0.1747

注: \*\*\* 代表  $P < 0.001$ , \*\* 代表  $P < 0.01$ , \* 代表  $P < 0.05$ 。

### 3.3 胡杨空间分布格局与微生境因子的关系

5 个微生境因子与幼树均无显著关系, 而土壤全氮与全盐对成树分布具有显著影响, 解释率分别为 44.9%、9.2%; 土壤全盐与幼苗分布呈负相关关系, 其解释率为 12.9% (表 4)。

利用 25 个样方的相对位置, 运用基于距离的 Moran's 特征向量图 (MEM) 构建空间变量, 共计获得 14 个 PCNM 变量。结合环境变量与空间变量对胡杨的分布进行方差分解 (图 4)。环境变量对幼苗分布的解释率为 12.9%; 空间变量对幼树的解释率为 36.6%; 仅成树受到环境与空间变量的共同作用, 且微生境异质性与空间距离的共同作用是成树空间分布格局的主导因素。

表 4 微生境因子与胡杨空间分布相关性及其解释量

Tab. 4 Correlation between microhabitat factors and spatial distribution of *Populus euphratica*

微生境因子	幼苗			成树		
	相关系数	解释率 /%	P	相关系数	解释率 /%	P
全氮/%				0.687	44.9	0.0009
全盐/%	-0.407	12.9	0.04	0.328	9.2	0.02

注: 表中仅显示显著的微生境因子。

## 4 结论与讨论

种群空间分布是指种群所有个体在水平空间中的分布情况<sup>[20]</sup>。不同生活史阶段胡杨的空间分布

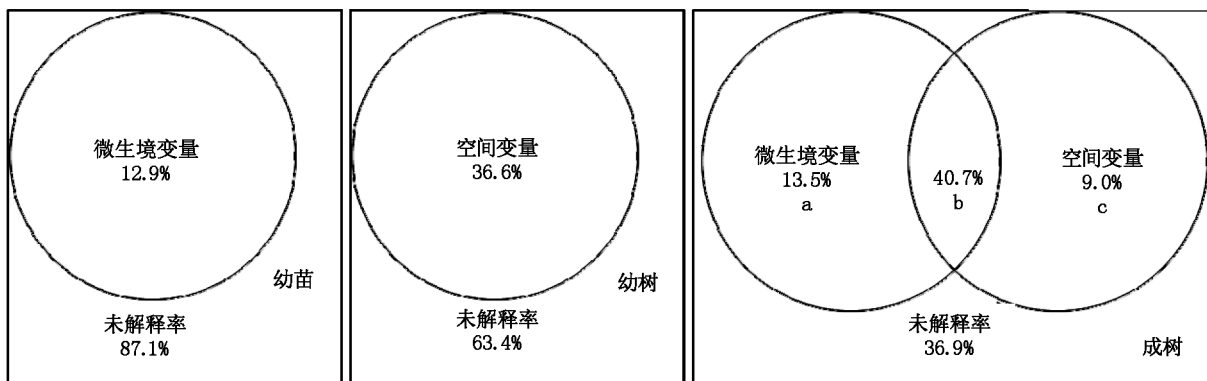


图4 微生境变量与空间变量对胡杨空间分布格局的解释

Fig. 4 Explanation of microhabitat factors and spatial factors to patterns of *Populus euphratica*

格局存在明显区别,幼苗趋于聚集分布,而幼树、成树则表现为随机分布。胡杨幼苗具有较强的空间自相关结构,而幼树、成树未表现出显著的空间自相关结构,空间异质性主要由随机效应引起。幼苗的聚集分布可能是因为种子扩散的不确定性以及适宜生境较少,仅在少数适宜生境中萌发;同时额济纳胡杨幼苗天然更新极其困难<sup>[11]</sup>,所以胡杨根系主要以根蘖更新为主,根蘖繁殖主要出现在母树周围<sup>[21]</sup>,使得幼苗出现明显的聚集分布<sup>[12]</sup>。而对于成树与幼树,由于资源限制性作用,种间竞争加剧,个体数量减少,进而增加植物随机分布的可能,目前乔木物种的这种随机分布格局已有大量研究报道<sup>[22-23]</sup>,说明胡杨在不同生活史阶段的分布格局既与额济纳较为特殊且复杂的生境异质性有关,也与胡杨自身的生物学特性和对不同环境的适应策略有关。胡杨空间分布格局与空间自相关因素有关(82.7%、86.9%、74%),其主要受结构性因素的影响,这和李肇晨等<sup>[24]</sup>的研究结果一致。

土壤是植物生存生长的基质,对热带雨林树种研究发现,超过30%的乔木树种的分布格局受到土壤养分的强烈影响<sup>[25]</sup>。本文研究发现,幼苗的空间分布与土壤全盐含量呈负相关,土壤表层盐分含量较高,则会抑制种子萌发与幼苗生长<sup>[26]</sup>。而成树则与土壤全氮、全盐显著正相关,植物生长必需的养分元素主要来源于土壤中氮、磷,氮素是陆地生态系统植物生长的主要限制因子<sup>[27]</sup>,能够提高植物光合效率<sup>[28]</sup>,胡杨成树的生存与土壤氮含量密切相关。纯粹的微生境变量与空间变量对成树空间分布的解释率较低,而两者共同起到了主导作用;而微生境变量与空间变量对幼苗、幼树的解释率较低,说明一些未知的因素在幼苗、幼树空间分布格局形成过程中起

到重要作用。

通过对额济纳二道桥胡杨种群空间分布格局及其微生境异质性的研究,能够直观地反映胡杨种群的分布格局及其与环境的关系。种群的空间分布格局不仅与微生境异质性有关,还受到不同生活史阶段的影响。在今后的研究中,可以通过考虑不同生活史阶段的问题对额济纳胡杨进行后续的研究。

#### 参考文献:

- [1] DALE M R T. Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- [2] 姚蓓. 亚热带森林种子扩散对植物物种空间分布格局的影响[D]. 北京:中国科学院大学, 2014.
- [3] 田镛, 陈磊, 米湘成, 等. 亚热带常绿阔叶林木本植物幼苗分布格局及其对生境过滤的响应[J]. 科学通报, 2013, 58(34): 3561-3569.
- [4] 苏志尧, 吴大荣, 陈北光. 粤北天然林优势种群结构与空间格局动态[J]. 应用生态学报, 2000(3): 337-341.
- [5] 刘妍妍. 典型阔叶红松林木本植物的空间分布格局及其与生境的关联性[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2014.
- [6] 王道亮, 李卫忠, 曹铸, 等. 黄龙山天然次生林辽东栎种群空间格局[J]. 生态学报, 2016, 36(9): 2677-2685.
- [7] 王根绪, 程国栋. 干旱荒漠绿洲景观空间格局及其受水资源条件的影响分析[J]. 生态学报, 2000(3): 363-368.
- [8] 高润宏, 董智, 张昊, 等. 额济纳绿洲胡杨林更新及群落生物多样性动态[J]. 生态学报, 2005, 25(5): 1019-1025.
- [9] 张青青, 徐海量, 安红燕, 等. 塔里木河下游河水漫溢后胡杨幼苗分布格局初探[J]. 西北植物学报, 2011, 31(11): 2298-2303.
- [10] 赵峰侠, 尹林克. 荒漠内陆河岸胡杨和多枝怪柳幼苗种群空间分布格局及种间关联性[J]. 生态学杂志,

- 2007, 26 (7): 972-977.
- [11] 张玉波, 李景文, 张昊, 等. 额济纳胡杨有性繁殖失败因素分析[J]. 科学技术与工程, 2005(8): 467-472.
- [12] 李军, 张秋良, 高润宏, 等. 额济纳绿洲胡杨种群结构与分布格局研究[J]. 干旱区资源与环境, 2008(2): 187-190.
- [13] 郑玉莹. 秦岭松栎混交林建群种更新特征与微生物异质性的关系[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2018.
- [14] 郝鹏. 基于环境因子的极端干旱区胡杨繁殖适应机制研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.
- [15] 武逢平. 额济纳荒漠绿洲胡杨繁殖特性的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [16] 李吉玫, 徐海量, 张青青, 等. 塔里木河下游荒漠河岸林不同退化区胡杨种群结构和空间分布格局研究[J]. 中国沙漠, 2009, 29(5): 897-904.
- [17] 郑亚琼. 胡杨和灰叶胡杨克隆生长特征及与内外资源的关系研究[D]. 阿拉木: 塔里木大学, 2014.
- [18] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 152-200.
- [19] 张春雨, 赵秀海, 夏富才. 长白山次生林树种空间分布及环境解释[J]. 林业科学, 2008, 44(8): 1-8.
- [20] 张金屯. 植物种群空间分布的点格局分析[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 344-369.
- [21] 韩路, 席琳乔, 王家强, 等. 塔里木河上游灰胡杨种群生活史特征与空间分布格局[J]. 生态学报, 2013, 33(19): 6181-6190.
- [22] 黄小波, 李帅锋, 苏建荣, 等. 云龙天池云南松自然种群分布格局分析[J]. 林业科学研究, 2018, 31(4): 47-52.
- [23] 陈科屹, 张会儒, 雷相东. 天然次生林蒙古栎种群空间格局[J]. 生态学报, 2018, 38(10): 3462-3470.
- [24] 李肇晨, 罗微, 陈永富, 等. 海南霸王岭陆均松空间分布格局及其与微生物异质性的关系[J]. 生态学报, 2015, 35(8): 2545-2554.
- [25] JOHN R, DALLING J W, HARMS K E, et al. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2007, 104(3): 864-869.
- [26] 鲁艳, 雷加强, 曾凡江, 等. NaCl 处理对胡杨生长及生理生态特征的影响[J]. 干旱区研究, 2015, 32(2): 279-285.
- [27] DELGADO-BAQUERIZO M, MAESTRE F T, GALLARDO M A. Decoupling of soil nutrient cycles as a function of aridity in global drylands [J]. Nature, 2013, 502: 672-676.
- [28] 叶莉莎, 陈双林. 氮素形态及配比对雷竹光合特性和氮代谢酶活性的影响[J]. 生态学杂志, 2016, 35(9): 2355-2360.

(责任编辑 杨焱熔)

(上接第 106 页)

- [3] 覃芳葵, 刘伦光, 邓涛, 等. 短期森林康养对中老年人肺功能影响的调查[J]. 预防医学情报杂志, 2019, 35(10): 1172-1177.
- [4] FURUYASHIKI A, TABUCHI K, NORIKOSHI K, et al. A comparative study of the physiological and psychological effects of forest bathing (Shinrin-yoku) on working age people with and without depressive tendencies [J]. Environmental health and preventive medicine, 2019, 24(1): 26-29.
- [5] 元越, 马宁, 陈建成. 国有林场森林资源有偿使用机制研究[J]. 林业经济, 2018, 40(2): 14-18.
- [6] 陈明泽. 湘乡市东台山国家森林公园森林康养基地规划研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2018.
- [7] 刘雨晴. 湖南黄家垅森林公园康养基地规划设计研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2019.
- [8] 段金花. 森林康养基地生态旅游资源开发潜力评价研究[D]. 山东: 山东师范大学, 2019.
- [9] 束怡, 楼毅, 张宏亮, 等. 我国森林康养产业发展现状及路径探析——基于典型地区研究[J]. 世界林业研究, 2019, 32(4): 51-56.
- [10] 林坚, 孙小明, 郑丽智, 等. 南方林区国有林场森林康养产业发展探索——以浙江省景宁畲族自治县草鱼塘国有林场为例[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(12): 153-155.
- [11] 张慧琴, 翟绪军, 何丹. 基于产业共融的森林康养产业创新发展研究——以黑龙江省为例[J]. 林业经济, 2019, 41(8): 56-61.
- [12] 张冬冬, 朱洪强, 葛志勇, 等. 黄泥河自然保护区原麝冬季栖息地的选择[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2015, 43(6): 15-20.
- [13] 杨倩楠, 赵红艳, 李永锋, 等. 老白山泥炭沼泽元素地球化学特征及其记录的大气沉降[J]. 湿地科学, 2015, 13(4): 400-409.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.022

## 香格里拉市林地景观格局分析及优化策略

李建华,莫志刚,袁丽萍

(云南省林业调查规划院大理分院,云南 大理 671000)

**摘要:**利用香格里拉市 2017 年林地变更调查数据,选取斑块数量(PN)、斑块类型面积(CA)、斑块平均大小(MPS)、景观百分比(PLAND)、斑块密度(PD)、分离度(F)、景观多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI)等 8 个景观指标,借助 Fragstats4.2 软件和 ArcGIS10 软件,从斑块特征、异质性以及多样性 3 个方面对香格里拉市林地景观格局进行分析。结果表明:香格里拉市林地景观格局类型较为丰富,多样性较高,斑块内部连通性较强;各林地景观类型分布不均,以针叶林景观为主,存在比较明显的异质性;景观类型斑块数量大,非林地景观破碎化严重。提出合理编制林地利用方案、不断提高林地景观格局稳定性,加强资源林政管理、控制林地破碎化程度,加快建设“智慧林业”步伐、高效管理林地资源,抓住林业重点工程建设、全面优化林地景观格局,结合林地适用类别,科学合理规划林地功能等优化策略。

**关键词:**林地景观格局;分析;斑块特征;优化策略;香格里拉市

中图分类号:S718.542;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0113-06

引文格式:李建华,莫志刚,袁丽萍.香格里拉市林地景观格局分析及优化策略[J].林业调查规划,2020,45(3):113-118.

LI Jianhua, MO Zhigang, YUAN Liping. Analysis and Optimization of Forestland Landscape Pattern in Shangri-La City[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 113-118.

## Analysis and Optimization of Forestland Landscape Pattern in Shangri-La City

LI Jianhua, MO Zhigang, YUAN Liping

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

**Abstract:** Based on the investigation data of forestland change in Shangri-La in 2017, the 8 landscape indexes, including patch number (PN), class area (CA), mean patch size (MPS), percent of landscape (PLAND), patch density (PD), fragmentation (F), Shannon's diversity index (SHDI) and Shannon's evenness index (SHEI) were selected by using Fragstats 4.2 software and ArcGIS 10 software to analyze the landscape pattern of forestland in Shangri-La from patch characteristics, heterogeneity and diversity. The results showed that the forestland landscape pattern in Shangri-La was rich on type and diversity with strong patch internal connectivity. The distribution of forestland landscape type was uneven, mainly coniferous forest landscape, which had obvious heterogeneity. The number of landscape type patch was large and non forest landscape fragmentation was serious. This paper put forward some

收稿日期:2019-12-03.

第一作者:李建华(1995-),男,云南曲靖人,助理工程师.主要从事林业调查规划和森林生态学研究. Email:616681113@qq.com

责任作者:莫志刚(1974-),男,云南大理人,助理工程师.主要从事林业调查规划和森林生态学研究. Email:724089855@qq.com

optimization strategies, such as making the reasonable plan of forestland utilization, constantly improving the stability of landscape pattern, strengthening the management of resources and forestry, controlling the degree of forestland fragmentation, speeding up the construction of "smart forestry", efficiently managing forestland resources, grasping the construction of key forestry projects, comprehensively optimizing the landscape pattern, scientifically and reasonably planning the functions of forestland combining the applicable categories of forestland.

**Key words:** forestland landscape pattern; analysis; patch characteristics; optimization strategy; Shangri-La City

景观格局在学术上理解为景观的空间格局,是指大小和形状不一的景观斑块(Patch)在景观空间上的排列;景观格局是景观异质性的具体表现,也是各种生态过程在不同尺度上共同作用的结果<sup>[1]</sup>。林地景观格局则是指存在于某一区域各种大大小小的斑块所构成的景观组成类型、数量,以及在空间上的排列方式,通过对林地景观格局的分析研究,可以在无序的景观变化中找到潜在的规律,从而为林地景观格局的规划设计、景观功能优化提供一定的基础,总结出景观格局与生态功能的相互作用<sup>[2]</sup>。

香格里拉市气候寒冷、地势陡峭,林木生长缓慢,造林难度大,成活率较低,一旦其对生态环境造成破坏就难以恢复,对其林地景观格局进行一次全新的调查分析具有一定的现实意义,可为该区域强化林地管理特别是生态红线管理、实现林地景观优化配置及林业可持续经营提供一定的依据。目前,已有学者运用 3S 技术对香格里拉市的天然林景观、森林景观、森林景观演化及变化的驱动力等方面进行了研究,下一步将运用 3S 技术,结合林地实际变化情况对香格里拉市的林地景观格局进行实时更新分析,并对香格里拉市林地景观未来的发展趋势进行研究与展望,已是该领域必不可少的研究方向。

## 1 研究区概况

香格里拉市地处三江并流保护区,位于云南省的西北部,是迪庆州的行政中心,生态区位非常重要。地质地貌在构造上属于青藏高原南延部分和横断山脉纵谷地带,山脉南北走向,地势北高南低,为云南省的高山区,全市山高坡陡,大部分地区位于海拔 3 200 m 以上的高寒地区,热量不足,温度较低,属于山地寒温带季风气候,具有干湿季分明,四季不明显,夏秋多雨,冬春干旱的气候特征<sup>[3]</sup>。香格里拉拥有着丰富的森林资源<sup>[4]</sup>,典型的立体气候,给各种植物和动物提供了适宜的生存环境,植物种类繁多,野生动物种类和数量较多,生物多样性丰富。

## 2 研究方法和内容

### 2.1 数据收集与整理

本人参加了由云南省林业调查规划院大理分院完成的香格里拉市 2017 年度林地变更调查,收集相关数据时征得大理分院同意由项目组提供,数据包括香格里拉市 2017 年度林地变更小班区划图和小班数据库,2017 年影像图等。

### 2.2 景观格局指数的选取

在对某一区域的景观格局进行研究时,需要根据研究对象的特点以及研究目的选择适宜的景观格局描述指数<sup>[5]</sup>,本研究根据香格里拉市景观类型及森林资源分布的特点,选取斑块数量等 8 个景观指数从斑块特征、异质性、多样性 3 个方面对该地区的林地景观格局进行分析比较(表 1)。

### 2.3 景观类型划分

对某一区域景观格局进行研究,主要是为了掌握景观结构、类型动态变化特点以及景观类型受人为干扰的情况,分析其景观格局的稳定性,研究其发展趋势,通过对景观类型进行有效地管理规划,对景观实施生态保护、恢复、建设和管理<sup>[6]</sup>。

根据研究目的和香格里拉市的实际情况,结合林业管理和生产需要,对林地景观格局进行分类,具体将香格里拉市林地景观分为以下几个类型:其中,一级林地景观分类标准参考我国《森林资源规划设计调查主要技术规定》(2003 年)林地分类系统,结合区域内国土开发和利用特点,将其林地景观类型分为六大类别,由于研究区有林地类型丰富,物种多样,遂结合其景观的差异性及森林生态价值、经济价值的重要性,将一级分类中的有林地景观细分为 4 类二级林地景观,分别是针叶林景观、阔叶林景观、竹林景观、果树林(表 2)。

研究区景观共分为 9 种:1)阔叶林景观(阔叶纯林、阔叶混交林及以阔叶树种为优势树种的阔针混交林,代码:11);2)针叶林景观(针叶纯林、针叶



表 1 香格里拉市林地景观指数选取  
Tab. 1 Selection of forestland landscape index in Shangri-La

特征	景观指数	公式	公式描述
斑块特征	斑块数量 (PN)	$PN_i = n_i$	PN 等于景观中某一景观类型的斑块个数的总和
	斑块类型面积 (CA)	$CA = \sum_{i=1}^n a_{ij} (\frac{1}{10000})$	CA 等于某一景观类型中所有斑块的面积之和
	斑块平均大小 (MPS)	$MPS = \frac{A_i}{N_i}$	MPS 等于某一景观类型的总面积除以该类型的斑块数量
异质性	景观百分比 (PLAND)	$PLAND = P_i = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{A} (100)$	PLAND 等于某一景观类型的总面积除以景观总面积后所占的百分比
	斑块密度 (PD)	$PD = \frac{N_i}{A_i}$	PD 等于某一景观类型的斑块数除以该景观类型的总面积
	分离度 (F)	$F_i = \frac{A}{2A_i} \sqrt{\frac{N_i}{A}}$	F 指同一景观类型中斑块个体分布的离散程度
多样性	多样性指数 (SHDI)	$SHDI = -\sum_{i=1}^n (P_i \ln P_i)$	SHDI 等于各景观类型的面积比乘于其值的自然对数之后的和的负值
	香农均匀度指数 (SHEI)	$SHEI = \frac{-\sum_{i=1}^n P_i \ln(P_i)}{\ln(n)}$	SHEI 等于各景观类型的面积比乘于其值的自然对数之后的和的负值除以景观类型均匀分布下的最大可能多样性

表 2 香格里拉市林地景观分类  
Tab. 2 Classification of forestland landscape in Shangri-La

一级分类	二级分类	代码	一级分类	二级分类	代码
有林地 10	针叶林	11	其它林地 40	/	40
	阔叶林	12			
	竹林	13	草地 50	/	50
	果树林	14			
灌木林 20	/	20	非林地 60	/	60
未成林造林地 30	/	30			

混交林及以针叶树种为优势树种的针阔混交林,代码:12);3)竹林景观(主要包括灌竹、箭竹等竹类,代码:13);4)果树林景观(包括核桃,花椒,青刺果,油橄榄等,代码:14);5)灌木林景观(包括一般灌木林和特别灌木林,代码:20);6)未成林造林地景观(人工造林未成林地,封育未成林地,代码:30);7)其它林地景观(主要包括其他无立木林地,采伐迹地,其它宜林地,林业辅助生产用地等,代码:40);8)草地景观(包括草原及牧场,代码:50);9)非林地景观(包括道路交通用地,水域,建设用地及未利用地,代码:60)。

2.4 技术路线

以香格里拉市 2017 年度林地变更数据为基础,运用 ArcGIS10.0 软件,根据不同景观类型分类建立图层,并转换为栅格数据。选取相应的景观指数,将

转换好的栅格数据导入景观格局分析软件 Fragstas4.2 中进行景观指数计算,将结果导入 Excel 2003 进行汇总处理,最后对香格里拉林地景观进行分析。

3 结果与分析

3.1 斑块特征分析

以香格里拉市 2017 年度林地变更数据处理为基础,计算出林地各景观类型的斑块数量、斑块面积和斑块平均大小等景观斑块特征值(表 3)。

从表 3 可知,香格里拉市 2017 年共有斑块 66 272 块,斑块数量在前 3 的景观类型分别为:针叶林 29 164 块、灌木林 11 784 块和非林地 10 368 块,斑块数量位于中间的景观类型依次为:阔叶林、草地和其它林地,斑块数量靠后的景观类型依次为:未成林造林地、果树林和竹林。斑块类型面积大小依次为针叶林、灌木林、阔叶林、非林地、草地、其它林地、未成林造林地、果树林和竹林。针叶林景观在香格里拉市表现出其景观内部生境的多样性,随着海拔的变化构成了许多大小不一的森林生态系统,其系统内各物种相互依赖,彼此制约,共同抵御外界的干扰,物质与能量达到一个动态平衡的状态。斑块平均大小依次为针叶林、阔叶林、灌木林、非林地、竹林、草地、未成林造林地、其它林地和果树林。斑块平均大小较大,说明其景观内部的物种丰富性较高,物种间、物种内可以进行频繁的物质与能量交流。香格里拉市的林地景观类型主要以针叶林、阔叶林

表 3 香格里拉市 2017 年林地景观类型斑块特征

Tab. 3 Patch characteristics of forestland landscape type in Shangri-La in 2017

景观类型	斑块数量/块	斑块类型面积/hm <sup>2</sup>	斑块平均大小/hm <sup>2</sup>
针叶林	29164	607005.01	20.8135
阔叶林	8719	154833.05	17.7581
竹林	225	2727.79	12.1235
果树林	720	3070.35	4.2644
灌木林	11784	179446.74	15.228
未成林造林地	722	5194.06	7.194
其它林地	2062	9602.93	4.6571
草地	2508	29947.49	11.9408
非林地	10368	149911.58	14.4591

和灌木林为主;城镇化建设和交通建设带来了大量的附属工程,增加了非林地景观的斑块面积和斑块数量,非林地景观的斑块数量超过了阔叶林景观的斑块数量,斑块面积也将接近阔叶林景观,说明人为干扰对林地景观格局的变化可以造成一定的影响。

### 3.2 景观的异质性分析

通过软件分析得到香格里拉市 2017 年林地景观类型斑块异质性指数数值(表 4)。

表 4 香格里拉市 2017 年林地景观类型斑块异质性指数

Tab. 4 Patch heterogeneity index of forestland landscape type in Shangri-La in 2017

景观类型	景观百分比/%	斑块密度块/hm <sup>2</sup>	分离度
针叶林	53.16	0.048	0.2060
阔叶林	13.56	0.056	0.8724
竹林	0.28	0.082	51.1429
果树林	0.27	0.235	89.7778
灌木林	15.72	0.066	0.8174
未成林造林地	0.45	0.139	41.4222
其它林地	0.83	0.215	27.9277
草地	2.61	0.084	5.5517
非林地	13.12	0.069	1.0008

从表 4 可知,香格里拉市 2017 年林地景观以针叶林为主,面积占比为所有景观类型的 53.16%,其次为灌木林,占比为 15.72%,针叶林、阔叶林和灌木林景观斑块面积占了总面积的 82.44%,果树林较少,面积占比仅为 0.27%。一般来说,林地景观内部物种的多样性与景观的百分比成正比关系,香格里拉市 2017 年的林地景观内部物种丰富度排名前 3

的景观类型大小依次为:针叶林、灌木林和阔叶林,其它林地景观面积均太少,且呈零星分布,分离度较大,景观内部的物种多样性较低,抗干扰能力较弱,一旦受到外界干扰,极易发生质的变化,向其它林地景观发生转移。斑块密度大于 0.1 的分别为果树林景观,其它林地景观和未成林造林地景观,说明了它们的破碎度较大,受人为干扰较大;破碎度最小、连接性最强的为针叶林景观,其斑块密度为 0.048,说明其斑块类型比较集中。非林地景观与阔叶林景观相比,景观占比略小,但斑块密度却略大,说明其景观的破碎化程度大于阔叶林,阔叶林景观的衔接性较非林地景观的好。从分离度来看,分离度最大的景观类型为果树林,最小的为针叶林。可见,城镇化对非林地景观的影响是巨大的,虽然政府已严令禁止违法破坏森林,但受传统文化影响,乱砍滥伐现象依然存在,尤其是靠近人类生产生活区域的林分,如若管理不当,森林就会被小块且不规则地蚕食,导致非林地斑块面积增加,破碎度增强。通过对林地合理地规划和经营,森林中的一些小型非林地景观斑块也会被林地所取代,可增强斑块的连接性,降低斑块的破碎度,增加林地景观面积。

### 3.3 景观的多样性分析

分别从多样性指数和香农均匀度指数对香格里拉市 2017 年林地景观多样性进行分析(表 5)。

表 5 香格里拉市 2017 年林地景观多样性指数

Tab. 5 Forest landscape diversity index of Shangri-La City in 2017

景观指标	多样性指数	香农均匀度指数
林地景观	1.3561	0.6172

根据香农均匀度指数和多样性指数的生态学意义,SHEI 值为 1 时,表示景观具有最大多样性,各景观类型均匀分布,其值较小时,优势度一般较高,SHEI 值较大时,优势度较低;SHDI 值为 0 时,说明该区域中仅存在一种景观类型,其值越大,说明该研究区的景观类型越多,土地利用率高。经计算,香格里拉市 2017 年林地景观的多样性指数为 1.3561,香农均匀性指数为 0.6172,说明该时期林地景观较为丰富,多样性较高,各景观类型不均匀分布,优势景观类型较为突出,以针叶林景观类型为主。

### 3.4 香格里拉市林地景观格局特点

### 3.4.1 林地景观类型分布不均

从香格里拉市2017年林地景观格局来看,该区域内林地景观类型分布不均,优势景观针叶林的平均斑块面积最大,分布较广。针叶林、阔叶林和灌木林景观均以面积较大的斑块为主,且相互连接,破碎化程度较低,其余景观类型破碎化程度较大,空间异质性极高,特别是果树林和竹林景观,在人类居住外缘区呈点状少量分布,以小斑块分布为主。从分布区域来看,针叶林在低海拔地区、高海拔地区均大量分布,特别是在人类尚未涉足的区域;灌木林则主要分布于干热河谷地区、乔木线以上雪线带以下;在人类活动较为频繁的区域分布着未成林造林地、草地、非林地景观,总体来看,林地景观类型的分布不太均衡。

### 3.4.2 林地景观多样性丰富,斑块内部连通性较强

从香格里拉市林地景观斑块的多样性和异质性分析结果中可以看出,研究区林地景观多样性较为丰富,优势景观类型突出,针叶林、阔叶林和灌木林景观的斑块大小差别较小,结构稳定性较好,景观斑块内部连通性较强,促进了相邻斑块间的物质和能量流动,3种景观内的生物稳定性均较强,分隔胁迫力弱于其它6种景观类型。

### 3.4.3 景观类型斑块数量大,非林地景观破碎化严重

分析香格里拉市林地景观格局斑块特征可以得出,2017年林地景观的总斑块数量为66 272块,针叶林、阔叶林、灌木林和非林地均在7 000块以上,其中以针叶林斑块数量最多,针叶林、阔叶林、灌木林景观斑块数量的居多性在很大程度上促进了生态平衡及环境的保护。非林地景观受当地自然因素和人为因素影响,斑块涉及的区域较大,且分布零散,一些非林地斑块的面积极小,破碎化较为严重。

## 4 结论与讨论

香格里拉市林地景观格局类型较为丰富,存在比较明显的异质性。2017年香格里拉市林地景观的优势景观由针叶林、灌木林、阔叶林这3类景观斑块组成,最主要的林地景观类型为针叶林景观,其面积最大,斑块密度和分离度均为最小,景观的整体生态功能较强。针叶林、灌木林、阔叶林面积占比分别为53.16%、15.72%、13.56%,共占了所有景观类型的82.44%。香格里拉作为云南省西北生态屏障和“三江并流”腹地,其生态位置的重要性不言而喻,3种景观类型的占比将对生态环境的保护以及生物多样

性的维护起到重要作用。

林地景观作为动植物的栖息地,对生态系统的多样性有着决定性作用,因此,研究林地景观对景观的生态安全显得尤为重要。针叶林作为该区域中最大的林地景观,其景观内部的动植物种类和数量较多,物质与能量流动较为频繁,景观整体功能性最好。针叶林、阔叶林、灌木林景观斑块面积、斑块数量、平均斑块大小均较大,在研究区内交叉分布,且3种景观的分离度均较小,较好地维持了林地景观的稳定性。香格里拉市林地景观主要以有林地为主,一方面可以有效防控病虫害,另一方面增加了景观的生态价值和社会价值。

受人类活动特别是工程建设的影响,非林地景观的分布较为集中,主要位于城镇边缘及各乡镇之间的交通要道附近,有效地降低了林地景观的破碎化程度,在社会和经济的快速发展中,非林地景观的数量和面积也会持续增加和增大,这也将对林地保护造成一定的压力。草地景观在境内各乡镇均有分布,斑块面积适中,斑块数量较少,以致于平均斑块大小排名较靠前,其余景观类型的斑块数量均较少,斑块面积较小,分离度较大,景观的破碎化程度较高,景观内部构造较为单一,容易受到其它林地景观的影响。政策对林地变化具有导向性作用,相关政府部门应充分利用好林地与非林地之间的转化形式,在加快城市化和快速发展经济的同时,也应该采取相应的措施来提高有林地景观的覆盖率,对未来的林地经营及管理作出有效的规划,从而提高林地整体效益和林地质量,进一步增加林地的使用价值。

## 5 林地景观格局优化策略

### 5.1 合理编制土地利用方案,不断提高林地景观格局稳定性

林地利用的本质是实现自然力加人工力产生“1加1大于2”的综合协同效果。合理地编制土地利用方案,有利于优化林地资源结构,提高林地生产力;有利于维护林地景观格局的稳定,提高景观的整体功能;有利于保护生物多样性,改善野生动植物的栖息环境;有利于提高林地经营者的经济效益,改善林区经济社会状况,促进人与自然和谐发展<sup>[7]</sup>。综上所述,建议以年度林地变更成果为基础,林地景观格局为导向,结合全市社会、经济、自然条件,组织编制香格里拉市土地利用方案,尽快建立起生态合理、经济可行、社会可接受的林地利用运行机制,合理的林

地景观布局将有利于增强林地景观的生态及经济效益。可以通过人工造林更新、绿色生态廊道建设等方式,将破碎化程度较高的林地景观连接起来,改善斑块的连通性,改变点状的林地景观分布方式,从而对破碎化的景观类型进行有效整合,提高研究区林地景观格局的稳定性。

### 5.2 加强资源林政管理,有效控制林地破碎化程度

香格里拉属于少数民族自治州,群众的所有生产生活都离不开森林资源。据森林资源消耗量调查显示,香格里拉市烧材消耗量及民居建材消耗量均比较高,为此,建议采取如下措施:1)政府应从严控森林资源的消耗,特别是低价值的消耗,虽然做饭取暖、建造房屋等消耗森林资源是生活之需,属于刚性需求,但也应引导当地居民改变生产生活方式,在生产生活中推广使用新能源,建盖房屋尽量采用混凝土结构,从而有效地减少木材消耗量。2)建议对该区域的林地资源采取分区分治的管理措施,在使用林地较为频繁的地区,建立林地变化缓冲区,加大林业用地监督,严格控制征占用林地面积,有效防止未批先占、少批多占等现象的发生,杜绝林地资源的非法流失;在毁林开荒较为严重的地区,加强对当地农民的生态文明教育,鼓励及引导其通过其它方式来发展经济,从而降低林地的破碎化程度,促进林地景观的优化。

### 5.3 加快建设“智慧林业”的步伐,高效管理林地资源

“智慧林业”是指充分利用云计算、物联网、大数据、移动互联网等新一代信息技术,通过感知化、物联化、智能化的手段,形成林业立体感知、管理协同高效、生态价值凸显、服务内外一体的林业发展模式<sup>[8]</sup>。香格里拉市森林资源丰富,森林覆盖率高,地域广阔,林地资源监管具有一定的难度,传统林业已不能满足时代发展的要求,为此,应充分利用新一代信息技术,结合当地的林业特点建设“智慧林业”,实现林业信息实时采集、快速传输、海量存储、智能分析、共建共享的林业体系,从而实现对林地资源进行有效管理,最终使当地居民能从自然界中获取最大生态效益和经济效益。

### 5.4 抓住林业重点工程建设,全面优化林地景观格局

继续实施自然保护区建设和生物多样性保护、世界自然遗产地保护、天然林资源保护、退耕还林、森林生态效益补偿等国家重点生态建设工程,强化全市生态公益林的保护管理。香格里拉要创建“生

态文明建设排头兵”,首先离不开林业,必须加强森林资源监控,实施森林质量精准提升工程,尤其是要加强自然保护区的森林保护,重点地区的林分改造急需换挡加速。加大金沙江沿岸植被恢复工程,城镇面山植被恢复工程,矿山、公路边坡等复绿工程的建设力度,提高植被的覆盖率,扩大森林的生态效益,全面优化香格里拉市林地景观格局。

### 5.5 结合林地使用类别,科学合理规划林地功能

为了促进香格里拉市林地景观格局的稳定性和多样性,建议对征占用林地进行有效的规划管理,建立健全林地使用方案。征占用林地应以构造景观的稳定性和多样性为前提,多考虑林地变化对边缘林地景观及生态环境带来的影响,其斑块的分布方式应尽量集中且连片,以降低林地景观的破碎化程度;对临时占用林地进行规范化管理,应尽量选择靠近交通发达,人类活动较为频繁的区域;在林地景观类型管理上,注意重点保护集中连片具有一定面积规模的森林资源,以保障持续稳定地发挥其整体生态功能,使其免受破坏或遭人为活动的威胁,应尽量不占用针叶林和阔叶林等乔木林地,以及集中连片的灌木林地。林业部门应加大对林地植被恢复的监督力度,严厉打击“批甲占乙,少批多占,未批先占”等违法违规行,对修复还林的土地、临时占用到期的林地应及时进行人工更新造林,缓解社会经济发展与生态效益之间的矛盾。

### 参考文献:

- [1] 周瑜,岳彩荣. 香格里拉县森林景观格局分析[J]. 林业建设,2009(6):25-29.
- [2] 邱实. 八达岭林场森林景观格局动态变化研究[D]. 北京:北京林业大学,2014.
- [3] 周南,徐天蜀. 云冷杉林生物量遥感估测模型研究[J]. 林业调查规划,2010,35(4):29-31.
- [4] 宋宗宇,孙红梅. 香格里拉森林资源保护调查研究[J]. 行政与法(吉林省行政学院学报),2005(12):89-91.
- [5] MORTBERG U M, BALFORS B, KNOL W C. Landscape ecological assessment: A tool for integrating biodiversity issues in strategic environmental assessment and planning[J]. Journal of Environmental Management,2006(21):63-72.
- [6] 孙楠,王京民,赵鹏祥,等. 基于 GIS 的黄龙山林区森林景观格局分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2013(9):61-67.
- [7] 国家林业局. 关于印发《森林经营方案编制与实施纲要》(试行)的通知[J]. 国家林业局公报,2007(1):32-40.
- [8] 蔺生金. 简述物联网在智慧林业建设中的应用[J]. 内蒙古林业,2014(4):20-21.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.023

## 云南省森林采伐作业设计中存在的问题及处理建议

张 清

(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

**摘要:** 阐述云南省当前森林采伐作业设计中存在着的调查设计人员专业能力参差不齐,调查设计单位质量保障意识淡薄,林分调查设计内容与相关林业规划间存在冲突,森林资源现状调查中存在采伐地点遗漏,采伐小班四至情况遗漏,采伐林种设计脱离市场需求等问题。藉此提出建立、健全采伐作业设计质量管理及考核制度,加强对相关专业人员全面培训,制定作业设计所用卫星影像图的分辨率、时效、几何校正等的技术标准,及时按市场木材需求材种编制出材量表等对策、建议。

**关键词:** 森林采伐;作业设计;质量管理;伐区调查;小班因子

中图分类号:S751 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2020)03-0119-05

引文格式:张清. 云南省森林采伐作业设计中存在的问题及处理建议[J]. 林业调查规划,2020,45(3):119-123.

ZHANG Qing. Problems and Suggestions for Operation Design of Forest Harvesting in Yunnan Province[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(3):119-123.

## Problems and Suggestions for Operation Design of Forest Harvesting in Yunnan Province

ZHANG Qing

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

**Abstract:** This paper expounded the problems existing in the current design of forest harvesting operation in Yunnan Province, such as the uneven professional ability of the investigation and design personnel, the weak awareness of quality assurance of the design units, the conflict between the content of forest investigation and design and the relevant forestry planning, the omission of harvesting sites and four boundaries of harvesting subcompartment, and the separation of the cutting forest species from the market demand. Therefore, this paper suggested to improve the quality management and assessment system of harvesting operation design, strengthen the comprehensive training of relevant professionals, formulate the technical standards of resolution, timeliness and geometric correction of satellite image used in operation design, and timely prepare the timber quantity table according to the demand in the market.

**Key words:** forest harvesting; operation design; quality management; harvesting area survey; subcompartment factor

笔者从事森林采伐作业设计及其管理、授课、检查、审稿和答疑解难工作近二十年,见证了云南省森

林采伐作业设计由少数专业队伍完成,发展到现在的凡持有“林业调查规划设计资质”的单位,即省、

收稿日期:2019-12-13.

第一作者:张清(1962-),男,云南昆明人,高级工程师。从事林业调查规划、森林资源监测管理、森林采伐利用管理等工作。

州(市)、县(市、区)直属林业调查规划院(队)和中介公司(以下简称单位)共同承担完成的状况。同时,也发现了一些森林采伐作业设计中存在的问题。因此,通过收集、整理、分析森林采伐作业设计工作开展状况,找出存在的问题和分析出现问题的原因,结合现行的森林采伐管理制度及规程规范的规定、要求,提出处理问题的建议,为林业主管部门或协会建立、健全质量管理机制,完善技术规范,加强质量管理和承担森林采伐作业设计单位提升森林采伐作业设计质量提供参考或借鉴。

## 1 调查设计人员专业技术能力参差不齐

云南省承担森林采伐作业设计单位的资质从丙级至甲 A 级均有涉及,单位的技术力量和管理水平差异明显。承担森林采伐作业设计的专业技术人员,其职称有高、中、初级,个人的工作经历、背景、专业知识和工作能力参差不齐。其中的部分专业技术人员未经过系统培训和考核,缺乏森林采伐管理政策、森林采伐作业设计相关的知识及调查、设计的技能,也不清楚森林采伐作业设计应满足年森林采伐限额管理、林木采伐许可证核发、伐区检查验收的规定和要求;更有甚者,因对自身的能力缺乏信心,就过多依赖过往的资料,特别是“二类调查”成果和同行编制的《森林采伐(抚育)作业设计说明书》,常使得调查设计结果与伐区森林现状、特点及市场对林产品的需求出入明显。我国实行年森林采伐限额管理制度,森林采伐利用,包括森林采伐作业设计应符合年森林采伐限额管理制度的相关要求。年森林采伐限额每五年编制一次,国家根据社会经济及环境发展的需要,均对年森林采伐限额的总量、结构、内容及其使用、管理制度进行部分调整。因管理及培训脱节,大部分专业技术人员不知道年森林采伐限额的调整窗口及内容,导致部分森林采伐作业设计成果与年森林采伐限额的要求不匹配,也不符合年森林采伐限额管理的要求。

我国林木采伐许可证的核发是以森林采伐作业设计成果资料为依据,其调查、设计内容、格式是否满足林木采伐许可证的核发,是衡量森林采伐作业设计是否合格的主要指标之一,也直接影响林木采伐许可证的核发工作。2012 年以前,林木采伐许可证为手工填写核发,之后均为在全国统一的网络平台上填写核发,林木采伐许可证的格式、内容及填写要求也随之发生了一些变化。因管理及培训脱节,大部分专业技术人员不熟知林木采伐许可证的调整

内容及填写要求,导致部分森林采伐作业设计成果不能完全满足林木采伐许可证的发放要求,填写林木采伐许可证时,往往出现从森林采伐作业设计成果资料中,找不到格式相匹配的对应项和内容,直接影响到林木采伐许可证的规范性发放。

## 2 调查设计单位及人员保障质量意识淡薄

云南省森林采伐作业设计质量管理,因未设置系统的监管机制,加之各级林业主管部门和承担森林采伐作业设计的单位,均未要求在森林采伐作业设计成果中附《伐区调查设计质量检查评定表(报告)》,调查设计成果中未留下质量管理、检查和评质的痕迹,委托单位(人)和主管部门收到的森林采伐作业设计成果资料,是不是经过评审程序的“合格产品”并无凭证。同时,也无法考证林业主管部门和承担森林采伐作业设计的单位履行“伐区调查设计质量管理工作”情况。因质量监管存在缺陷,或多或少会影响到单位、专业技术人员的质量意识和对规范、规程的敬畏之心,少数单位和专业技术人员的质量意识也随之逐渐淡薄,其调查设计结果与森林资源现状、市场需要和规程、规范要求不符的现象时有发生。

## 3 森林资源现状调查中存在的问题

### 3.1 林分调查设计与相关林业规划间存在冲突

森林采伐作业设计主要涉及林地保护利用规划、森林分类区划、自然保护区规划和其他涉林规划。

#### 3.1.1 调查设计与林地保护利用规划间存在矛盾

林地保护利用规划是分级管理森林资源的主要依据之一,包括森林采伐利用。林地保护利用规划,最初(2010—2012 年)是以在卫星影像遥感再结合现地验证而取得的森林资源数据为基础;2015 年之后,是以县级森林资源二类调查成果资料为基础进行修正完善,森林资源调查详细等级为二类,低于森林采伐作业设计要求的三类,因此常遇到下列问题:

1) 森林起源。伐区森林资源现状调查结果中,常出现森林起源情况与林地保护利用规划不一致现象。因此,森林的起源是以伐区森林资源现状调查为准,还是沿用林地保护利用规划的莫衷一是。

2) 亚林种。森林采伐作业设计为满足年森林采伐限额管理和林木采伐许可证的核发,需要准确界定伐区森林的亚林种。因县级森林资源二类调查时,误将一部分省、州(市)、县(市、区)级的速生丰

产林基地上培育的速生丰产林和企业、林场、个人培育的速生丰产林、工业原料林的亚林种,错划为一般用材林,导致林地保护利用规划也出现相应的错误。这一错误涉及面较广,因此,是以林地保护利用规划的亚林种为准,还是以森林的培育目的为准,目前仍处于争论中,也引发了管理上的混乱,特别是年森林采伐限额管理和林木采伐许可证核发的混乱。

3) 龄组。森林的龄组是确定森林采伐类型、采伐方式的主要因子之一,也是确定能否开展森林采伐或抚育的主要判定因子,不应有误。因调查详细等级不同,常出现伐区森林现状调查的龄组与林地保护利用规划的不一致。目前,是按伐区森林现状调查的龄组管理森林采伐,还是按林地保护利用规划中的龄组管理森林采伐,分歧明显。

### 3.1.2 调查设计与森林分类区划间存在矛盾

森林分类区划是编制森林采伐限额的依据,也是森林采伐管理的主要依据之一,其森林类别是森林采伐作业设计的主要调查因子。因受森林分类区划使用的图纸、影像、工作条件和技术要求的限制,小面积森林漏区划森林类别的现象时有发生,特别是人工林,导致森林采伐作业设计调查时,从森林分类区划成果资料中查不到其森林类别。

### 3.1.3 调查设计与自然保护区规划间存在矛盾

因历史的原因,部分自然保护区内分布有少量个人或集体、企业所有的人工林,部分人工林已生长为成、过熟林。来自不同县(市、区)的林木所有者和管理者询问:“自然保护区内,个人或集体、企业所有的人工林能否采伐利用”,此问题一直让林木所有者困惑,也让管理者为难。

### 3.1.4 调查设计与其他规划间存在矛盾

伐区森林资源现状调查结果,不时出现与其他林业规划不一致现象,如何处理此问题,也因困扰着管理者和技术人员。

## 3.2 森林资源现状调查中存在的问题

### 3.2.1 采伐地点遗漏

采伐地点是“林木采伐许可证”的应填项,但漏填“小地名(地块)名称”的现象较为普遍,直接影响了“林木采伐许可证”的核发。漏填的主要原因是大部分采伐地点没有小地名,其次是专业技术人员遗漏调查。

### 3.2.2 采伐小班(伐块)四至情况遗漏

采伐小班(伐块)四至是“林木采伐许可证”的应填项,但漏填采伐小班(伐块)四至的现象较为普遍,直接影响“林木采伐许可证”的核发和伐区监

管、检查及验收。漏填的主要原因是,单位规定的伐区调查、登记内容本无此项,专业技术人员一般也就不会加以调查填报;其次是采伐小班(伐块)四至的明显地物较少,加之部分采伐小班(伐块)的周界未设置标志,导致此项内容难以填写。

### 3.2.3 采伐小班周界及面积调查中存在的问题

目前,主要采用地形图、卫星影像图和卫星定位测量仪(俗称GPS)进行采伐小班周界定界和面积测量。此三种方法对采伐小班周界定界及面积调查结果影响各有不同,主要表现在以下几个方面。

#### 1) 采用地形图勾绘确定

采用地形图勾绘小班周界及调查小班面积,是一种传统的方法,影响调查精度的因素主要为专业技术人员的识图能力和勾绘小班界线的技巧个体差异明显,需要培训和工作积累;其次是地形地势的影响。一般地形地势较平缓 and 明显地物少的地带,勾绘难度较大;地形地势起伏大,且明显地物多的地带,勾绘较容易。目前,采用卫星定位测量仪辅助地形图勾绘,其精度可大幅度提高。

#### 2) 采用卫星影像图勾绘确定

采用卫星影像图勾绘小班周界及求算小班面积较直观、方便和精准,且室内可复核。影响调查精度的主要因素是卫星影像图的质量、时效和校正精度。卫星影像图的质量受分辨率、气象条件的影响较明显。校正精度影响主要是因为云南省目前没有伐区卫星影像图校正技术标准可执行,大部分沿用“二类”调查时校正的卫星影像图,其校正精度是否达到森林采伐作业设计要求的精度无从知道;其次是部分单位不具备卫星影像图处理、校正的能力却强加处理,处理质量难以保证。

#### 3) 采用卫星定位测量仪确定

采用卫星定位测量仪调查采伐小班周界及小班面积,是目前最便捷和成本较低的调查方法,在森林采伐作业设计调查工作中被普遍使用。目前,因市面上销售的卫星定位测量仪品牌繁多,产品的主要用途、功能、参数、理论精度、格式和安装的系统、使用的环境差异较大,其调查结果的规范性、一致性和精度均难以保障。

### 3.2.4 小班因子调查中存在的问题

#### 1) 林木株数、蓄积

按《森林采伐作业规程》规定,伐区林木株数、蓄积及林木因子应采用“全林实测法或标准地或机械抽样调查法推算”,目前云南省主要采用设置标准地调查法,总体上看较规范和统一。但在核查、审

稿过程中,不时发现采用角规辅助目测调查林木数量的现象,更有甚者直接使用“二类”调查的成果资料。未按规定规定的方法调查林木数量及林木因子,其主要原因是承担森林采伐作业设计的单位对调查质量检查工作不到位,以及部分专业技术人员对规程规范没有敬畏心所致。

#### 2) 林分起源

伐区森林起源的调查结果,不时出现与林地保护利用规划、“二类”调查成果资料中的不一致,主要表现在两个方面:一是明显不一致,后者是错的;二是年森林采伐限额是按森林的起源分项管理,伐区森林的起源划分应与年森林采伐限额的保持一致,划分为人工、天然,而林地保护利用规划、“二类”调查时,将森林的起源划分为人工、天然和人工促进天然更新,再者相差一项,即人工促进天然更新。对依赖于“二类”调查成果资料的专业技术人员和管理人员,当遇到伐区森林的起源调查结果与“二类”调查成果资料中的明显不一致或显示为人工促进天然更新时,就不知所措。

#### 3) 林分年龄及龄组

通常情况下,主管部门以“二类”调查成果资料为基础,依据森林的龄组结构下达林木采伐(抚育)计划,林木所有者按其森林及其龄组分布情况安排林木采伐(抚育)生产计划,即安排年度伐区。但伐区森林现状调查结果不时出现年龄及龄组与“二类”调查成果资料不符合情况,一些林木所有者、管理人员和专业技术人员不知如何处理。

### 4 采伐方式及材种作业设计中存在的问题

#### 4.1 采伐方式

##### 1) 皆伐小班

采伐林木的皆伐方式,是云南省目前森林采伐利用的主要采伐方式之一。从检查、咨询和考查的情况看,大部分皆伐小班的设计相对规范,问题较少;少数皆伐小班的设计未严格执行技术规程,主要存在三个方面的问题:1) 皆伐小班与皆伐小班之间未设置保留带或保留带的设置不符合规范要求;2) 皆伐小班周界未设置标志,保留木未作标记,采伐作业时,难以控制采伐范围和应保留树(木)不被采伐,特别是野生保护树种和古树名木;3) 皆伐小班有保留木,但设计结果中无保留木的树种、株数、蓄积,其株数、蓄积的采伐强度错确定为 100%。主要原因是承担采伐作业设计单位的技术力量弱、管理

水平低和专业技术人员缺乏基本的专业知识及调查、设计能力,以及对规程、规范的敬畏心。

##### 2) 择伐小班

择伐也是云南省目前采伐利用森林的主要采伐方式之一。从检查和考查的情况看,部分择伐小班设计未严格执行规程、规范,存在择伐小班周界未设置标志和择伐木未作标记情况,导致采伐作业时难以控制采伐目的树(木)、采伐范围和采伐强度。其主要原因同上。

##### 3) 抚育小班

抚育采伐是云南省目前大力推进的森林经营措施之一,目的是调整林分密度、树种组成和年龄结构,促进林木健康生长。从检查、考查和咨询的情况看,问题不少,主要是部分专业技术人员不清楚森林抚育调查设计的工作流程、所需工作量和未掌握调查、设计技巧,特别是控制抚育采伐强度的调查、设计、推算技巧,就接手森林抚育采伐作业设计工作,导致调查、登记、设计的内容、方法和推算的株数、蓄积、郁闭度、采伐强度存在一些问题;其次是少数抚育采伐小班未设置周界标志和抚育采伐木未作标记,导致抚育采伐作业时,难以控制应抚育采伐树(木)、抚育采伐范围和采伐强度。原因是云南全省性的森林抚育采伐工作启动较晚,系统性培训滞后,部分单位不具备承担森林抚育采伐作业设计的能力,部分专业技术人员缺乏森林抚育采伐作业设计工作经验、常识和调查、设计及控制指标推算能力。

#### 4.2 材种(林产品)

当前云南省森林采伐作业设计中,材种(林产品)设计是问题最多的一项,主要表现在以下方面:

##### 1) 设计的材种(林产品)与市场需求脱节

材种(林产品)设计普遍存在脱离市场需求的情况。大部分设计,将材种(林产品)设计为 4 m 原木、2 m 原木、薪材和小材小料,少数将材种(林产品)设计为纸浆材和纤维(中密度)板材,而目前市场上主要需要的是刨切板材、旋切(胶合)板材、指接板材、纤维(中密度)板材、纸浆材、薪炭材和培植用材,因此导致部分木材加工企业往往需要对收购到的木材进行再次造材,直接降低了木材高价值利用率,造成经济损失,影响到林木所有者的收益。

##### 2) 现有数表不能满足材种(林产品)设计需要

云南省已编制的材种出材量表没有覆盖目前采伐利用的主要树种和市场上需求的主流材种(林产品),已编制的材种出材量表中,材种(林产品)只有长材(9~12 m)、中材(6~8.5 m)、短材(2~5 m)、小



径材和薪材。以市场需要设计材种(林产品)时,往往无对应的材种出材量表可用。如果临时编制材种(林产品)出材量表,从时间、技术和成本上考虑均不现实,无奈只能仍按材种出材量表上的材种(林产品)设计和推算出材量、出材率,导致设计的材种(林产品)及其规格与市场需求不相符。

### 3) 专业技术人员缺乏市场调查意识

笔者在审稿时,当询问伐区所在地市场上需要什么材种(林产品)时,相当一部分专业技术人员均回答不上来,说明他们普遍缺乏市场调查意识。

## 5 对策及建议

1) 主管部门和承担森林采伐作业设计的单位应建立、健全森林采伐作业设计的质量管理制度,按相关规定履行质量管理职责。

2) 主管部门或行业协会,应对承担森林采伐作业设计单位的能力和调查设计质量进行年度考核,对不具备能力和调查设计成果质量差的单位,责令其暂停业务,针对存在的问题进行整改,复核整改合格后,方能允许其恢复业务。

3) 承担森林采伐作业设计的单位,应认真履行质量管理职责,加强对专业技术人员的质量意识教育和管理工作,按规程、规范的要求开展质量检查、审核和评质工作,未经检查、审核和检查、评质合格的调查设计严禁提交相关单位。

4) 主管部门应要求报送的森林采伐作业设计成果资料中附调查设计单位《伐区采伐作业质量检查及质量评定表(报告)》,使成果具有“合格证”。

5) 主管部门或协会应制定伐区卫星影像图的分辨率、质量和校正的技术标准。使用卫星影像图的单位,应加强卫星影像图的采购和质量的管理工作,杜绝使用质量差、时效性差和未经校正及校正精度低的卫星影像图。

6) 主管部门或协会应规范卫星定位测量仪在森林采伐作业设计中的应用,制定卫星定位测量仪的功能、参数、格式、精度、使用环境的技术标准和应用软件清单,以及支持的卫星系统等相关规定。

7) 主管部门和承担森林采伐作业设计的单位,应按市场对材种(林产品)的需求情况,及时编制材种出材量表,以满足材种(林产品)设计和出材量、出材率推算的需要。

8) 承担森林采伐作业设计的单位,应加强技术培训和质量检查工作,保证专业技术人员熟悉相关

规程、规范,具备伐区调查、设计的专业知识、能力和质量意识。杜绝在森林采伐作业设计中,直接使用“二类”调查的成果资料,也杜绝采用“角规辅助目测调查方法”调查伐区森林资源。严防采伐(抚育)小班周界不设置标志,皆伐小班的保留树(木)和择伐、渐伐、抚育采伐小班的采伐树(木)不设置标记的情况发生。

9) 承担森林采伐作业设计的单位,应规范森林采伐作业设计工作,规范不同采伐类型、采伐(抚育)方式的调查、登记、设计和标志(记)设置的内容、格式。其内容、格式应符合规程规范、市场需求的要求和满足年森林采伐限额管理、林木采伐许可证核发及伐区验收的要求,做到调查设计成果无多项,也无缺漏项。

10) 伐区森林资源现状调查结果,如出现树种、起源、年龄/龄组与林地保护利用规划、“二类”调查及其他林业规划(区划)不一致时,应以伐区森林资源现状调查的结果为准。起源为人工辅助天然更新的森林,按天然林调查、登记、设计。如果年龄/龄组的差异影响到森林采伐类型、采伐(抚育)方式时,应视年森林采伐限额分项限额的余额情况,更换伐区或调整木材生产计划。

11) 在调查伐区森林资源现状过程中,如发现林地保护利用规划、“二类”调查或其他林业规划(区划)中将速生丰产林、工业原料的亚林种错定为一般用材林时,应予以纠正。因为年森林采伐限额实行总限额和分项限额管理,一般用材林与速生丰产林、工业原料林对应不同的分项限额进行管理。

12) 对于自然保护区内个人或集体、企业所有的人工林,因《森林法》和《自然保护区条例》均明确规定“严禁采伐自然保护区的林木”,严禁采伐。

13) 森林分类区划时漏区划的森林,其森林类别应视森林所在的生态区位和周边的森林类别综合考虑确定,但不得缺漏。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国森林法[S]. 1998.
- [2] 中华人民共和国自然保护区条例[S]. 2017.
- [3] 国务院关于全国“十三五”期间年森林采伐限额的批复(国函〔2016〕32号)[S]. 2016.
- [4] 国家林业局森林资源管理司关于印发《林木采伐许可证制版与填写的规定》的通知(资用函〔2013〕16号)[S]. 2013.
- [5] 森林采伐作业规程:LY/1646-2005[S]. 2005.
- [6] 森林抚育规程:GB/15781-2015[S]. 2015.

## 基于智慧林业巡检管理服务平台的林业信息化 管理变革与创新

罗正敏,赵本喜,张兴敏,吴亮

(贵州师范大学经济与管理学院,贵州 贵阳 550025)

**摘要:**随着物联网、大数据技术的兴起,为变革创新林业管理模式提供了条件。文章基于智慧林业巡检管理服务平台构建,以物联网、大数据、RS、GPS、GIS 等技术为支撑,建立“智能+手机 App”的巡检管理方式。以林业资源管理、护林员管理和培训、林区灾害监测预防为主线,解决传统巡检模式落后、巡检考核方式单一、平台使用感不强等问题,实现林业部门对森林资源的全面监管和提供服务,完成主要的巡护巡检工作。同时,借助相关林业数据构建灾害预测模型,形成灾害预测报告。

**关键词:**智慧林业;巡检管理平台;林业信息化;模式变革;管理创新

中图分类号:S757;TP311.131;C931.9 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0124-08

引文格式:罗正敏,赵本喜,张兴敏,等.基于智慧林业巡检管理服务平台的林业信息化管理变革与创新[J].林业调查规划,2020,45(3):124-131.

LUO Zhengmin,ZHAO Benxi,ZHANG Xingmin,et al.Reform and Innovation of Forestry Informatization Management Based on Intelligent Forestry Inspection Management Service Platform[J].Forest Inventory and Planning,2020,45(3):124-131.

## Reform and Innovation of Forestry Informatization Management Based on Intelligent Forestry Inspection Management Service Platform

LUO Zhengmin, ZHAO Benxi, ZHANG Xingmin, WU Liang

(School of Economics and Management, Guizhou Normal University, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** The rise of the Internet of things and big data has created a new development space for the new model of forestry management. This paper took the smart forestry inspection management service platform as the research object, which was supported by technologies such as Internet of things, big data, RS, GPS, GIS, etc, to build the inspection and management method of “smart + Mobile App”. Focusing on forestry resource management, forest ranger management and training, and forest disaster monitoring and prevention as the main line, the investigation and statistics of forest resources were carried out to solve the problem of backward traditional inspection mode, single inspection and assessment mode, and weak sense of platform use and so on. The platform tried to realize the comprehensive supervision of forest resources by the forestry department, and complete the main patrol inspection work. At the same time, with the relevant forestry data collected through inspections, the disaster prediction models were constructed to form disaster prediction reports.

收稿日期:2019-12-13.

第一作者:罗正敏(1995-),女,贵州桐梓人,硕士研究生.研究方向为信息管理与信息系统.

责任作者:吴亮(1969-),男,贵州威宁人,博士,硕士生导师.从事管理科学与工程教学研究.

**Key words:** smart forestry; inspection management service platform; forestry informatization; mode reform; management innovation

据统计,我国的森林覆盖面积超 21%。近年来,由于受现有巡检管理系统的限制,巡护巡检信息反馈不及时、不准确,预警机制不完善等问题,森林火灾、虫灾、盗窃等频频发生,对我国林业生态环境、产业发展构成严重影响,同时,导致巨大人员伤亡和经济损失。据 2018 年国家统计局统计,森林火灾发生次数为 2 478 次、受灾面积达 16 309 hm<sup>2</sup>、伤亡人数约 39 人;2019 年 3 月,四川省凉山州木里县发生特大森林火灾,面积达 20 hm<sup>2</sup>,致 31 人遇难,再次引发人们对森林灾害防治管理的高度重视。同年 8 月,亚马逊发生森林火灾,持续燃烧 16 天之久,森林着火点高达 36 711 处,较 2019 年 7 月激增 175%。分析成因发现,森林火灾既有人为因素,还有雷击、自燃等非人为因素,亟需转变传统人工巡检方式,采用“智能+手机 App”的方式进行巡护巡检,加强管理,预防灾害事件的发生。

党的十九大报告指出,要加快生态文明建设,保护林草资源,实现美丽中国。同时,习近平总书记在全国生态环境保护大会上提出山水林田湖草是生命共同体。林业在我国国民经济和社会发展中的作用和地位不断攀升,但是林业管理发展的背后也面临着巨大的困难和挑战:传统巡检模式导致林业管理部门对护林员考核方式单一;护林员巡检信息反馈不及时、不准确;无法实时监控护林员的日常巡检工作,不能满足林业部门的日常管理需求。基于此,整个林业巡检工作急需转型求变,对传统林业管理过程中巡护巡检管理模式进行变革与创新。

在《中国林业信息化发展战略研究报告》中,首度提出智慧林业的概念<sup>[1]</sup>。在《中国智慧林业发展指导意见》中指出:“智慧林业是指充分利用云计算、物联网、大数据、移动互联网等新一代信息技术,通过感知化、物联化、智能化的手段,形成林业立体感知、管理协同高效、生态价值凸显、服务内外一体的林业发展新模式”<sup>[2]</sup>。智慧林业作为一种新型的林业发展模式,如何通过智慧林业战略,构建林业管理体系、完善林业巡检工作成为林业行业研究的热点问题。在林业行业中,如何构建林业巡检管理服务平台,完成林业巡护巡检工作仍然是一大重点。

## 1 林业巡检管理中存在的问题

### 1.1 现有林业管理存在感知能力不足、信息发布滞后、业务体系分散、难以有效协同等问题

在现有的护林工作中,护林员采取的仍然是传统的“巡检模式”,护林方式单一、巡检记录方式滞后,无法准确判断灾害发生率,无统一应急机制;部分护林员文化程度低,对林业部门下发的通知公告无法及时响应,对于巡检过程中发现的问题无法进行及时有效的反馈;大多数的林业部门对护林员考核方式单一、不准确,无法实时监控护林员的日常巡检工作,不能满足林业部门的日常管理需求。林业管理部门采取人工记录护林员巡检信息,对护林信息的收集存在滞后性,无法实时更新。

### 1.2 传统的护林员培训方式耗时耗力、成本高

据统计,截至目前,贵州省天保护林员(或林管员)、生态护林员及其他护林员共计 10 万余人。截至 2018 年 2 月,全国已选聘生态护林员 37 万余人<sup>[3]</sup>。可见,对护林员进行集中培训的难度大、费用高。

### 1.3 现有的林业管理缺乏有效的隐患预测方式,不能及时预警各类灾害

森林是全球生态系统的重要组成部分,由于气候变暖和人为原因,森林灾害(火灾、虫灾)的发生频率逐年增高。我国森林资源相对匮乏,而频繁发生的森林灾害除了造成巨大经济损失和人员伤亡,更对林业生态环境和林业产业经济构成严重影响,而传统的人工巡检方式对森林灾害不能及时预警响应。

### 1.4 林业数据收集手段单一、数据利用附加值低

通过实地走访调研得知,多数林业管理部门仍采用传统人工采集的方式收集林业资源数据,信息化程度低。已有的林业信息管理系统存在功能不完善等弊端,收集的林业资源数据存在不完整、不详细、数据相关性差以及数据利用附加值低等现象。

## 2 技术基础

### 2.1 物联网技术

谭星等提出,通过无线传感器网络(WSN)和无线射频识别技术(RFID)等物联网相关技术,实现森林资源监管、林业灾害监控、林业生态监测和林产品

质量监管<sup>[4]</sup>。陈凯等认为,物联网相关技术在智慧林业建设中的应用主要包括森林防火系统、道路视频监控系统等六个方面<sup>[5]</sup>。李岩泉等认为,通过无线传感器网络、GIS 等技术对突发性森林火灾进行信息提取、预判、救援<sup>[6]</sup>。卢书海等人认为,物联网技术还可以应用于木材干燥监测领域,并提出基于无线传感器网络的木材干燥监测系统<sup>[7]</sup>。

通过在林区布设温度传感器、湿度传感器、红外传感器、前端监控设备等数据采集装置与管理平台相连,实现对森林数据的采集、融合、处理,并能通过操作终端实现林区智能化远程监测。

## 2.2 大数据技术

汪东等人开发基于大数据的森林防火管理系统,实现森林防火管理的智能化和森林可持续发展<sup>[8]</sup>。赵伟等认为,大数据将是信息化与林业深度融合、优化林业管理方式、破解林业发展难题的重要手段<sup>[9]</sup>。余茂源认为,大数据在林业资源监控与管理、综合营造林管理、森林资源管理、林业灾害监控以及林业社会公众服务等方面都能得到广泛应用<sup>[10]</sup>。罗兴军认为,推动大数据与林业的深度融合是发展智慧林业的重要手段<sup>[11]</sup>。

通过各类传感器、前端监控设备等数据采集仪器收集气温、风速、湿度状况等结构化、半结构化和非结构化的大量林业数据,进行综合分析,深入挖掘数据的使用价值。通过对森林灾害发生的历史数据进行分析,可以对森林灾害的发生情况进行事前预防,实现对林区火险实时监控和预警。

## 2.3 3S 技术

吴朝辉等认为,RS、GPS、GIS 在森林病虫害监测与预警研究中起着举足轻重的作用,同时,3S 集成技术能更好地分析林业有害生物发生规律与环境生态因子的关系,形成预测预报模型<sup>[12]</sup>。汪浩然等利用 3S 技术实现对林业有害生物病虫害进行预警预报、缓冲分析、叠分析、预测范围、高亮标识、关联预防方法和防治技术的系统设计<sup>[13]</sup>。资权伟将智能手机与“3S”技术联合应用在林业调查工作中,能够及时预防及控制森林灾害,提升林业调查工作的效率<sup>[14]</sup>。张禹认为 3S 技术应用于森林资源监测与管理中,能及时提供盗伐林木等信息,实现森林资源监测的自动化和集成化<sup>[15]</sup>。张丽峰认为,可以通过 GPS 和 GIS 技术实现对林区护林行为的监督、协调、指派,对偏远林区日常工作严格化、规范化管理<sup>[16]</sup>。还有学者认为,智能手机已经替代传统纸卡作为森林资源调查的新载体,通过 GIS、GPS、RS 技术集成

的数字数据采集,可以真正实现森林资源调查业务的无纸化和集成化<sup>[17]</sup>。颜伟等基于 GIS 技术进行二次开发营造林办公自动化系统,结束了以往逐级上报手动统计的弊端<sup>[18]</sup>。

3S 技术的应用,使林业部门能够及时、准确、高效地了解森林状况。通过遥感图像观测植被等在不同时期不同情况下表现出的差异,管理人员可以及时察觉树木是否受病虫害及其他灾害类型侵扰,对森林病虫害等进行有效的防治管理。

综上,构建基于传感器、遥感网络的智能巡检与嵌入 3S 等技术的手机移动端,实现无纸化巡检已成为林业行业的发展趋势。随着信息技术的发展,融合物联网、大数据、3S 等技术,为林业管理部门提供“智能+手机 App”巡检管理方式,以林业资源管理、护林员管理和培训、林区灾害监测预防为主线,对森林火灾、虫灾及盗伐达到事前预测,对林业灾害形成一套监控-防护-预警-应急-预案的闭合综合管理流程,有效提高林业管理效率。同时,进行林业资源的调查统计,实现林业部门对森林资源的全面监管,完成主要的巡护巡检工作。实现对林区管理的实时化、感知化、智能化。

## 3 智慧林业巡检信息管理平台构建

### 3.1 平台总体架构

借鉴智慧林业总体架构构建了智慧林业巡检管理服务信息平台总体架构(图 1)。平台总体架构主要包括采集层、数据传输层、应用层、服务层。

#### 1) 采集层

采集层是平台的基础,主要利用传感设备、物联网、大数据、3S 等技术建立采集层,进行林业(资源)信息采集、简单处理及数据传输,为平台的高效运营提供基础信息及高速通道,实现人与林、林与林之间全面感知和深度感知。平台的感知范围包括林业资源(资源总量、资源结构、资源质量、木质类资源、非木质类资源等),林业环境(气象、土壤、植被、地形等)。

#### 2) 数据传输层

数据传输层包含三大基础数据库,即林业资源数据库、林业地理空间信息库、林业产业数据库,实现数据的共建共享、互联互通。林业资源数据库包括林业资源总量数据、林业资源结构数据、森林资源质量数据、木质类林业资源数据库、非木质类林业资源数据库等;林业地理空间信息库包括地理背景数据、遥感影像背景数据和林业地理编码数据信息;林

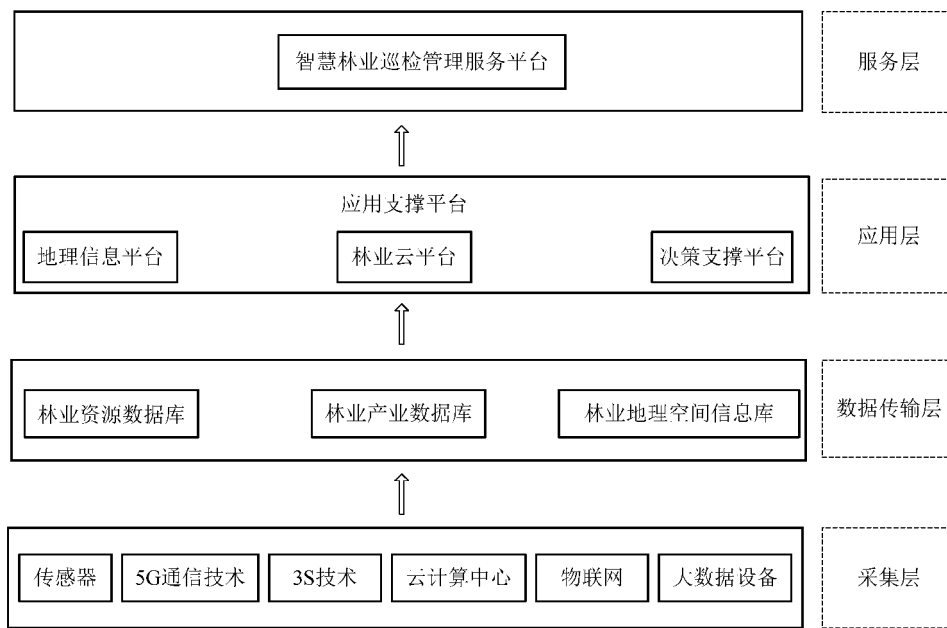


图1 智慧林业巡检管理服务平台总体架构

Fig. 1 Overall framework of intelligent forestry inspection management service platform

业产业数据库包括林业宏观经济、林业产业、林业技术、林业基础设施、林业企业等信息。

### 3) 应用层

应用层主要包括地理信息、林业云、决策支持等平台,负责整个系统的信息加工、海量数据处理、业务流程规范、模型搭建与分析、灾害预测分析等,为实现林业资源监测、应急预防指挥调度、智能诊断等提供平台化的支撑服务和智能化的决策服务。

### 4) 服务层

服务层主要进行信息集成共享、资源交换、业务协同等,主要内容是林业资源管理、护林员管理和培训、林区灾害监测预防及林业资源利用。

## 3.2 平台功能

### 1) 林业资源管理

林业资源管理主要通过林业资源、智能分析等功能板块进行林业资源数据采集与录入、林业资源管理、林业资源维护范围划分,实现林业资源的有效管理。

### 2) 护林员管理和培训

通过手机 App 中通知公告、GIS 地图、历史轨迹、巡逻路线、巡检计划、在线课堂、专家坐诊、信息推送、信息交互、人员管理、在线统计等功能板块的使用,实现对护林员的管理、在线培训等。

### 3) 林区灾害监测预防

平台借助林区布设的传感器和利用第三方网络

技术实时提取气象数据,使用温度、湿度、风速和降水量四个气象指标建立五个等级火灾评估表,形成森林火险预警图,达到林区火灾的事前预测。同时,通过手机 App 中报警信息、隐患上报、火险气象、事件上报等功能,护林员对巡护巡检过程中的灾害隐患信息及时上报。

### 3.3 平台分析框架

在林业行业中对巡护巡检已有较多的相关尝试,本文以智慧林业巡检管理服务平台为例,助推林业管理巡护巡检的变革与创新。平台以大数据、物联网、3S 等技术为支撑,围绕林业资源管理、护林员管理和培训、林区灾害监测预防为主线,构建了“云管理平台+手机 App”的工作模式,为林业管理部门提供“智能+手机 App”巡检管理方式(图 2)。依托平台,管理人员可以对护林员日常巡检工作进行科学规划。平台能够记录和实时处理相关林区数据信息,实现后台的信息可视化和对灾害、报警事件的及时捕获。

平台共包含两大板块:智能巡检(智能设备)是对重点、高危林区安装视频监控,布设温度、湿度和红外传感器等,通过物联网、大数据、3S 等技术支撑。采集该林区范围内的气温、湿度状况和人类活动的实时数据,为灾害预测模型提供气象和人为数据因子,结合预测模型,实现林区大数据监控;手机 App 巡检主要是护林员依靠 App 中巡检计划、GIS

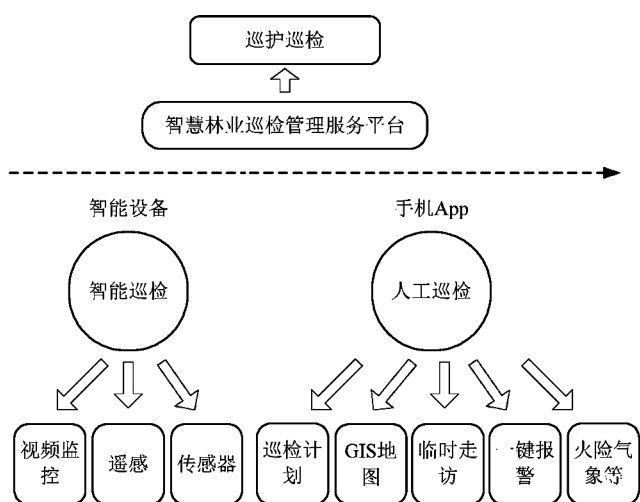


图 2 “智能”+“手机 App”结合的分析框架

Fig. 2 Analysis framework of “smart” and “Mobile App”

地图、临时走访、一键报警、火险气象、通知公告、历史轨迹、报警信息、隐患上报、巡检线路、林业资源、在线课堂、专家坐诊、智能分析、信息推送等 21 个功能板块对林区进行巡护巡检,实现林区灾害实时可视化、直观化。同时,通过平台形成的灾害预测模型,根据智能巡检和手机 App 巡检收集的气象因子、人为数据因子和植被因子等数据,搭建林区预警、应急机制,形成灾害预测报告。

### 3.3.1 智能巡检

智能巡检通过温度传感器、湿度传感器和视频监控等设备传回林区实时数据信息,实现对林区不间断的安全巡检。

#### 1) 视频监控

本平台可实现无人值守全天候监控预警。监控装置作为在林区布置的重要前端采集设备,后台中心管理端可以随时对林区任意监控设备拍摄的图像进行显示与控制。前端设备监测到烟火时,平台自动识别分析,并自动弹出预警画面和发出提示音。

#### 2) 传感收集

林区内布置的传感器装置可以实时不间断地采集林区温度、湿度、风速、风向、烟雾等气象信息,并将感知的环境信息、经纬度坐标通过网络(3G/4G/WAN/LAN)传输至平台,实现数据存储、分析、实时显示、报表统计等。平台针对已收集的气象信息,通过对数据进行 ETL(Extract-Transform-Load)操作,即对数据从数据来源端经过抽取(Extract)、转换(Transform)、加载(Load)到目的端,然后进行处理分析。用户从数据源抽取所需的数据,经过数据

清洗,最终按照预先定义好的预测模型,来对林区当前危险等级进行判别和对灾害发生可能性进行监控。

### 3) 遥感采集

林业管理人员进行森林巡检时可以使用已经处理好的遥感影像对保护区进行分析处理,如发现森林火灾、珍稀野生动植物、森林病虫害等情况时,将情况发送给护林员前往核查,护林员可以以拍照、视频的方式上传至对应平台数据库,做好备份及分析预判。

### 3.3.2 手机 App 巡检

通过手机 App,护林员可根据地图标注对巡检工作做到有的放矢,利用包括图片、视频、语音等多样化方式与林业部门管理者建立及时的数据通讯。App 的使用实现了无纸化巡检,并使林区巡检与后台管理协同并行。GIS 模块实现基于行政图及卫星图监控可视范围内人员的在线情况及位置。手机 App 记录了护林员的巡检轨迹。后台可通过两点间耗时及经过速度等信息来更加精确地分析巡护质量。平台强大的 GIS 监控管理功能,可实现人员监控、车辆监控、人员轨迹、车辆轨迹、人员巡检轨迹分析等五大功能。人工巡检实现护林员在巡检过程中,发现有火灾、盗采盗伐、虫害、紧急情况时,可以通过照片、视频、语音的方式上报隐患情况给后台中心端进行隐患分析,后台通过 GPS 快速定位护林员上传信息时所在位置的经纬度,可以快速组织人员赶往现场处理危情。

### 3.4 平台运作模式

智慧林业巡护巡检管理服务平台是集云服务器+管理平台+智能巡检(智能采集设备)和手机 App 为一体的服务平台,可以远程跟踪和管理覆盖范围内的特定人员移动,从而记录护林员所巡路线及到达指定位置的时间,并实时上传到管理平台,实现对巡检工作的有效管理。在发生危及护林员人身安全等突发事件时,能使用一键报警功能发送紧急求救信号,标明护林员准确的经纬度坐标,给救援人员提供准确的地理位置。同时,护林员在巡护过程中将实时数据上传至平台。平台具体工作模式如下(图 3):

#### 3.4.1 数据来源

平台的数据来源包括林区布设监控设备和传感装置采集的数据,引进第三方网络数据实时提取技术来获取中国气象网上即时气象信息,护林员通过手机 App 上传巡检过程中的数据。

图 3 平台工作模式

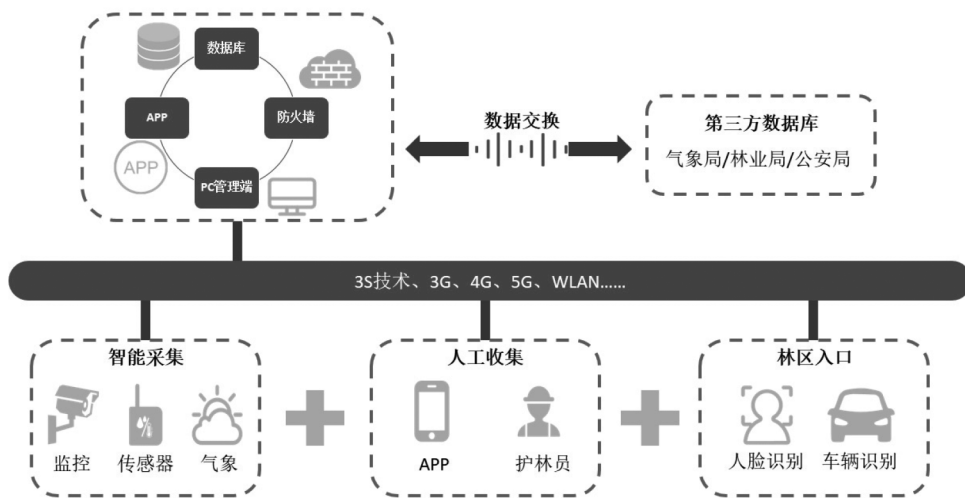


Fig. 3 Working schematic diagram of the platform

1)在重点高危林区布设的传感器可以不间断地传回所在林区的气象数据,为数据加工提供支持。在林区主要卡口设置了人脸识别监控设备,可以采集并识别进入林区的车辆与人员信息,通过与公安部第三研究所数据库信息进行实时比对,快速确认入林人员的基本信息。

2)平台借助第三方网络数据实时提取技术,提取了中国气象网的气象信息,数据来源于中国气象局,从而保证了数据的可靠性,为后续数据利用提供了支持。

3)护林员通过手机 App 采集数据:护林员携带安装有 App 的智能手机,巡检过程中手机 App 能够将实时读取和发送护林员的经度、纬度、时间等位置信息,并显示在管理平台上。护林员到达指定巡检地点后,可以就该点火灾、盗伐、病虫害等实时状况通过语音、图片、视频的方式上传至平台,然后将定位信息及事件状况信息通过网络实时发送至云服务器,再传至管理中心的服务器数据库中,供管理人员进行分析、处理、统计、制作报表,提供决策依据。

#### 3.4.2 数据传输

对采集的数据设置异常阈值,当布设在林区内的各种传感器和视频监控采集到的数据超过预先设置的阈值时,传感器和视频监控将自动通过 WiFi/3G/4G/5G 网络上传至平台。对于在阈值内的数据,设备自动存储到自身所携带的内存中,15 天后将自动覆盖之前数据,实现存储空间的循环高效利用,同时也解决了上传数据量大的问题。

#### 3.5 平台促进林业管理实践创新

平台引入文字播报、语音转写、在线林业课堂、在线专家坐诊的功能,优化林业部门管理方式,有效地解决护林员管理和培训问题。

##### 1)文字播报

平台率先实现将文字转换成语音。林业部门下发通知公告,平台可以直接将通知公告内容自动转换成语音,使其能及时获悉上级指示。

##### 2)语音转写

采用先进的人工智能方式进行护林管理。在智慧林业巡检管理服务平台中,率先实现将语音转换成文字,电脑端或者手机端 App 将通知内容用说话的方式讲出来,自动将说话的内容转换成文字,然后形成文件通知下发给护林员,能有效地提高工作效率,便利护林员和林业部门的沟通交流。

##### 3)在线林业课堂

通过在线林业课堂功能模块,护林员可以随时随地用手机学习护林知识。护林员只需在家听语音和看视频,就能学习护林知识,这解决了上万的护林员无法全面培训护林知识的问题,并可节省大笔集中培训的费用。

##### 4)专家坐诊

针对森林病虫害等问题,引入专家坐诊的功能模块,护林员可以通过手机 App 视频集群功能,在手机 App 上与专家进行一对一的咨询,专家通过远程视频指导林业病虫害的防治工作。

### 4 灾害智慧预警

#### 4.1 林区火灾预防

对采样处理后的气象信息进行归一化处理使得数据适用于建立模型。其次,结合遥感影像处理和 GIS 技术获取植被覆盖信息,形成植被因子和 DEM 数据(数字高程模型)整合得到的地形因子,以及林区实时视频监控和红外传感器获得的人为活动因子,实现林区大数据的获得,最后将地形、气象、植被因子以及人为因素等信息进行整合分析,将以往各个部门间的数据充分利用,建立林业森林火灾预测模型(图 4),实现每月对火灾进行评估预测。在火灾高危季节(春季和冬季),做到每周预测,确保森林防火安全。

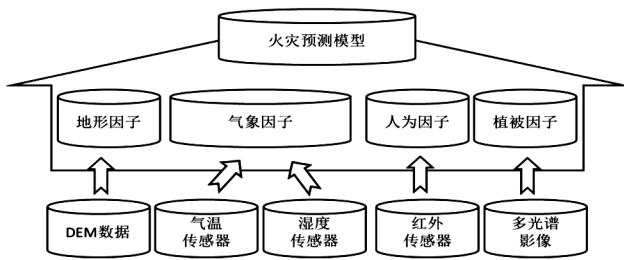


图 4 火灾预测模型

Fig. 4 Fire prediction model

针对林区火灾预防,采用智能巡检+手机 App 巡检的手段。借助智能巡检设备来检测火灾,如当视频监控画面中出现烟雾、明火或其它火灾隐患现象时,系统自动识别林区位置等相关信息,后台管理平台屏幕将自动弹出该画面并发出声光报警,提醒管理人员做出判断和处理。当布设于森林中的智能传感设备监测温度、湿度、烟感等参数,后台通过将其与森林火险等级评估表(表 1)的标准进行比对,当出现有较大偏差时,系统可按预先设定的参数阈值实现黄色、红色预警提醒。当出现预警提醒后,后台管理平台将自动弹出相应报警设备所处位置,并下发临近的护林员进行临时巡检确认现场情况。同时,结合日常巡检来及时规避引发火灾的人为因素,实现林区火灾的事前控制。

#### 4.2 林区虫灾预防

在林业病虫害防治方面,平台主要运用了 3S 技术与手机 App 巡检相结合。RS(遥感)主要通过感知植物受到病虫害侵袭时,植物自身会反射或发射出异于健康时的波谱值,然后从遥感波谱中提取有

表 1 森林火险等级评估

Tab. 1 Evaluation of forest fire risk grade

火险等级	气温 / $^{\circ}\text{C}$	风速/级	相对湿度 /%	降雨量 /( $\text{mm}\cdot\text{m}^{-2}$ )
一级	$<-5^{\circ}\text{C}$	$<2$ 级	$>85\%$	$>1\text{mm}$
二级	$-5^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$	$<2$ 级	$65\%\sim 85\%$	$<1\text{mm}$
三级	$0^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$	$2\sim 3$ 级	$45\%\sim 65\%$	无降水
四级	$10^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$	$>4$ 级	$25\%\sim 45\%$	无降水
五级	$>18^{\circ}\text{C}$	$>5$ 级	$<15\%$	无降水

用的信息,通过一系列的传输、加工和解译过程,快速、精准、实时地确定病虫害源、灾情分布等;利用 GIS 进行时空动态数据分析,精准地预报病虫害的集中爆发区域和病虫侵扰状况;使用 GPS 进行精度更高的定位来确定受害林区范围,及时采取相应的灾害防治措施。同时,平台在林区布设的传感器也可以对监测区域的林木生长情况进行信息搜集和分析,以此作为林木健康现状的凭证。病虫害有很强的潜伏期,而且会不定时爆发,非常难以预判,3S 技术的应用能大大减轻林业病虫害危害。

#### 4.3 灾害响应机制

林业部门借助智慧林业巡检管理服务平台对林业资源数据进行调查、统计、分析,对林区区域内“山、林、树、动物、人员、组织”等进行管理,实现对区域内林区进行网格划分;平台集林区责任制、地理信息展示、日常工作管理、林区风险评估、人员组织管理、统计分析、考核评估等实用功能于一体,整合整个区域的资源和事件,以“信息采集、任务建立、任务派遣、任务处理、处理反馈、核查结案”六个闭环流程,创新服务管理工作体系,构建“一体化网格化林业管理”灾害响应机制(图 5):



图 5 灾害响应机制

Fig. 5 Disaster response mechanism



## 5 研究结论

### 5.1 巡检管理智能化

通过智慧林业巡检管理服务平台的应用,实现森林状况的实时可视化与直观化,完成对森林资源的日常巡检工作,实现林业资源管理信息化。林业部门工作人员通过远程操作就可以实时查看森林资源、巡护力量、火灾危险、虫灾危险等信息,在灾害发生之后,各级管理部门能够在最快的时间内通过监控图像,了解现场态势,紧急调动资源以及协同其他部门进行救援行动,增加林业管理部门所获信息的直观性和客观性,提高森林防火、防盗、防虫工作的效率。同时,通过手机 App 中巡检记录和巡检计划考核功能,可实现对护林员的培训和巡检工作绩效考核等。

### 5.2 巡检信息数字化

平台通过文字播报、语音转写、在线林业专家坐诊、在线林业课堂等功能模块,建立了林业部门与护林员之间的沟通渠道,解决了护林员无法全面接受护林知识培训的问题。通过 OA 办公系统,实时将通知、公告下发给护林员,护林员可通过语音转写等功能及时查收林业部门下发的指令,保证了指令执行的时效性。同时,平台通过培训,可提高护林员对风险认定的能力,并在发现隐患时可通过平台及时上报林区风险。

### 5.3 巡检管理感知化

通过对重点、高危林区布设温度、湿度和红外传感器等,采集该范围内的气温、湿度和人类活动的实时数据,为灾害预测模型提供气象和人为数据因子,形成森林火险等级评估表,构建灾害预测模型,实现林区智能远程监控。

## 参考文献:

- [1] 左家哺,邓平. 林业发展新模式:智慧林业的评述(I)[J]. 湖南生态科学学报,2014,1(2):48-51.
- [2] 国家林业局. 中国智慧林业发展指导意见(林信发[2013]131号)[Z]. 2013.
- [3] 中华人民共和国中央人民政府. 我国生态护林员已达

37万人[EB/OL]. [http://www.gov.cn/xinwen/2018-02/05/content\\_5263900.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2018-02/05/content_5263900.htm)

- [4] 谭星,冯鹏飞,张旭,等. 物联网技术在我国智慧林业建设中的应用现状及发展策略[J]. 世界林业研究,2019(6):1-9.
- [5] 陈凯,施云龙. 物联网在智慧林业建设中的应用[J]. 电子技术与软件工程,2019(13):9.
- [6] 李岩泉,何诚,张明远. 森林防火中的物联网技术及应用[J]. 林业机械与木工设备,2016,44(5):50-51.
- [7] 卢书海,刘帅,李建军,等. 物联网关键技术及其在林业中的应用[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(11):181-185.
- [8] 汪东,周爱民,丛静华,等. 基于大数据的森林防火管理系统设计[J]. 中南林业科技大学学报,2017,37(11):30-37.
- [9] 赵伟,魏亚伟. 大数据时代下的林业发展研究[J]. 新农业,2017(5):16-17.
- [10] 余茂源. 林业大数据的内涵及应用策略研究[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2017,30(3):17-19.
- [11] 罗兴军. 大数据时代下的林业发展研究[J]. 中国市场,2017(36):53,61.
- [12] 吴朝辉,肖志高. 3S技术在森林病虫害监测预警中的应用与展望[J]. 测绘与空间地理信息,2018,41(2):131-133,137.
- [13] 汪浩然,闫秀婧. 基于“3S”技术林业有害生物预警预报系统设计与实现[J]. 矿山测量,2016,44(5):28-31.
- [14] 资权伟. 林业调查工作中智能手机与“3S”技术的联合应用[J]. 绿色科技,2019(6):200-201.
- [15] 张禹. “3S技术”在森林资源监测与管理中的应用研究[J]. 现代信息科技,2018,2(2):156-157.
- [16] 张丽峰. “全球GPS人员定位管理系统”对森林巡护信息化的作用[J]. 山西林业,2017(4):20-21.
- [17] WU L C. Research and Development of Mobile Forestry GIS Based on Intelligent Terminal[P]. Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering (RSETE), 2012 2nd International Conference on, 2012.
- [18] 颜伟,彭松,李健生,等. 基于GIS技术的营造林管理系统设计与实现[J]. 贵州林业科技,2019,47(1):45-48,10.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.025

## 云南怒江傈僳族自治州古树名木资源现状调查

王有兵<sup>1</sup>,李学明<sup>2</sup>,王生<sup>1</sup>,胡昌平<sup>1</sup>,杨建军<sup>1</sup>,陈智明<sup>1</sup>,张正全<sup>1</sup>,董云<sup>2</sup>

(1.云南省林业调查规划院大理分院,云南 大理 671000; 2.怒江傈僳族自治州林业局,云南 泸水 673200)

**摘要:**对怒江傈僳族自治州人为活动区域古树名木资源现状进行调查。结果表明:共记录到古树名木 496 株,涉及 36 科 54 属 76 种,其中有 8 种国家重点保护野生植物,分别为澜沧黄杉、秃杉、南方红豆杉、云南榿树、千果榄仁、红椿、光叶珙桐和香果树;怒江州古树名木主要分布在乡村街道及远郊野外,占总数的 98.8%,63.6%的古树生长在海拔 1 500~1 999 m;古树名木的生长环境及长势总体较好,但保护力度相对薄弱,应采取相关措施加强保护和管理。

**关键词:**古树名木资源;种类组成;分布特点;生长现状;怒江傈僳族自治州

中图分类号:S757.2;TU986.36 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0132-05

引文格式:王有兵,李学明,王生,等.云南怒江傈僳族自治州古树名木资源现状调查[J].林业调查规划,2020,45(3):132-136.

WANG Youbing, LI Xueming, WANG Sheng, et al. Investigation on Status of Ancient and Famous Trees Resources in Nujiang Lisu Autonomous Prefecture of Yunnan Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 132-136.

## Investigation on Status of Ancient and Famous Trees Resources in Nujiang Lisu Autonomous Prefecture of Yunnan Province

WANG Youbing<sup>1</sup>, LI Xueming<sup>2</sup>, WANG Sheng<sup>1</sup>, HU Changping<sup>1</sup>, YANG Jianjun<sup>1</sup>,  
CHEN Zhiming<sup>1</sup>, ZHANG Zhengquan<sup>1</sup>, DONG Yun<sup>2</sup>

(1. Dali Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Dali, Yunnan 671000, China;  
2. Forestry Bureau of Nujiang Lisu Autonomous Prefecture, Lushui, Yunnan 673200, China)

**Abstract:** The investigation on the status of ancient and famous trees resources in the human activities area of Nujiang Lisu Autonomous Prefecture found 496 ancient and famous trees belonging to 76 species, 54 genera and 36 families, among which 8 species of national key protected wild plants were *Pseudotsuga forrestii*, *Taiwania cryptomerioides*, *Taxus wallichiana* var. *mairei*, *Torreya yunnanensis*, *Terminalia myriocarpa*, *Toona ciliata*, *Davidia involucrata* var. *vilmoriniana* and *Emmenopterys henryi*. 98.8% of ancient and famous trees were distributed in the countryside and the outskirts, and 63.6% of the ancient trees grow at an altitude of 1 500~1 999 m. The growth environment and trend of the ancient and famous trees were generally good, but the protection efforts were relatively weak, so relevant measures should be taken to strengthen protection and management.

**Key words:** ancient and famous trees resources; species composition; distribution characteristics; growth status; Nujiang Lisu Autonomous Prefecture

收稿日期:2019-11-06.

第一作者:王有兵(1986-),男,云南弥勒人,硕士,工程师.研究方向:林木遗传育种及林业资源调查规划. Email:1789908001@qq.com

责任作者:王生(1972-),男,高级工程师.研究方向:林业遥感与信息化管理. Email:lgyws@sina.com

古树名木是经历千百年的地理变迁和社会发展影响后幸存下来的顽强生命体,其记载了千百年来气候、水文、地理、地质、植被、生态等自然变迁的历史和现状<sup>[1]</sup>。古树名木也是优良的植物种质资源和重要的遗传资源<sup>[2]</sup>。每一株古树名木都是自然界和前人遗留下的珍贵遗产,具有不可替代性和不可再生性<sup>[3]</sup>,集经济、生态、科研、景观等多种价值于一身。

怒江傈僳族自治州(以下简称“怒江州”)居住着傈僳、白、汉、怒、普米、彝、独龙、纳西、藏、傣、回、景颇等12个主要民族<sup>[4]</sup>。怒江州海拔高差大,山高坡陡,气候独特,孕育了丰富多样的生物资源。近代以前,怒江流域仍未得到开发,原始森林密布。建国初期受毁林开荒(怒江州垦殖系数由2.24%快速提高至3.3%)、炼铁及森林火灾的影响,森林资源遭到极大破坏,森林覆盖率由解放初约50%下降到34%。怒江州98%以上的国土面积是高山峡谷,其中坡度大于25°的土地面积占84%,超过法定值(25°)的耕地占全州总耕地的34%<sup>[5-7]</sup>。怒江流域的陡坡垦殖导致海拔2500 m以下的沿江河谷已很少有成片的森林,仅残留部分次生林,古树资源更是寥寥无几。随着振兴边境、富裕边民及陆上丝绸之路经济带战略建设的推进,保护怒江州生态环境及古树名木资源意义重大。

## 1 地理概况

怒江州地处横断山区西南部,青藏高原南延部分横断山脉纵谷地带,位于98°09′~99°39′E,25°33′~28°23′N。处于怒江—澜沧江—金沙江“三江并流”腹地西部,云南省西北部,国境线长449.47 km,占中缅边境线的20%,总面积为1458576 hm<sup>2</sup><sup>[8]</sup>。辖区有4个县(市),泸水市、福贡县及贡山县属于怒江流域,兰坪县属于澜沧江流域。全州总人口50余万,少数民族居多,其中主要以傈僳族为主。其气候带从谷底至山巅可细分为南亚热带、中亚热带、北亚热带、南温带、中温带、高原气候区6个,年均温分别为20.1℃、16.9℃、14.6℃、13.8℃、11.2℃、4.2℃。全州气候差异较大,四季不分明,属低纬度高原季风气候。著名的“怒江大峡谷”就位于怒江州境内,呈南北走向,是世界上最长、最神秘、最美丽险奇和最原始古朴的大峡谷。

## 2 调查方法及范围

根据《古树名木普查技术规范》<sup>[9]</sup>于2016年2

月起开展怒江州古树名木资源调查。根据树木的形态特征,查阅相关植物分类工具书确定其所属科、属、种,无法鉴定的拍照和采集标本送专家鉴定。依据史料及访问确定树龄,并按照分级标准进行分级。记录树木生长位置,采用GPS测定树木的生长海拔。树木生长环境划分为良好、差、极差3个等级。1)良好:较少人为干扰或有较好保护措施;2)差:人为干扰明显;3)极差:受人为干扰严重。生长势划分为正常、衰弱、濒危、死亡4个等级。1)正常:正常叶片量占叶片总量95%以上,枝条生长正常、新梢数量多,无枯枝枯梢,树干基本完好,无坏死;2)衰弱:正常叶片量占叶片总量50%~95%,新梢生长偏弱,枝条有少量枯死,树干局部有轻伤或少量坏死;3)濒危:正常叶片量占叶片总量50%以下,枝杈枯死较多,树干多为坏死、干朽或成凹洞;4)死亡:无正常叶片,枝条枯死,无新梢和萌条,树干枯死。记录树木的具体保护措施。本次调查范围不包含自然保护区、国有林区及原始林分。

## 3 结果与分析

### 3.1 古树名木种类组成

调查数据显示,怒江州共有古树名木496株,涉及36科54属76种,其中名木1株(梧桐)(表1)。

表1 古树名木种类组成

Tab. 1 Species composition of ancient and famous trees

科名	属名	种名	株数
松科	冷杉属	苍山冷杉 <i>Abies delavayi</i>	3
	松属	华山松 <i>Pinus armandii</i>	1
		云南松 <i>Pinus yunnanensis</i>	2
	黄杉属	澜沧黄杉 <i>Pseudotsuga forrestii</i>	1
	铁杉属	云南铁杉 <i>Tsuga dumosa</i>	1
杉科	台湾杉属	秃杉 <i>Taiwania cryptomerioides</i>	19
柏科	侧柏属	侧柏 <i>Platyclusus orientalis</i>	16
	圆柏属	圆柏 <i>Juniperus chinensis</i>	3
红豆杉科	红豆杉属	南方红豆杉 <i>Taxus wallichiana</i> var. <i>mairei</i>	2
	榧树属	云南榧树 <i>Torreya yunnanensis</i>	6
木兰科	玉兰属	滇藏玉兰 <i>Yulania campbellii</i>	1
樟科	樟属	云南樟 <i>Cinnamomum glanduliferum</i>	3
	楠属	大果楠 <i>Phoebe macrocarpa</i>	3
千屈菜科	紫薇属	小果紫薇 <i>Lagerstroemia minuticarpa</i>	1
海桐科	海桐属	羊脆木 <i>Pittosporum kerrii</i>	1

续表 1

科名	属名	种名	株数	
山茶科	木荷属	印度木荷 <i>Schima khasiana</i>	1	
		红木荷 <i>Schima wallichii</i>	7	
桃金娘科	蒲桃属	滇边蒲桃 <i>Syzygium forrestii</i>	1	
使君子科	榄仁树属	千果榄仁 <i>Terminalia myriocarpa</i>	9	
椴树科	椴属	华椴 <i>Tilia chinensis</i>	1	
梧桐科	梧桐属	梧桐 <i>Firmiana simplex</i>	1	
木棉科	木棉属	木棉 <i>Bombax ceiba</i>	6	
蔷薇科	石楠属	椶木石楠 <i>Photinia davidsoniae</i>	2	
	梨属	沙梨 <i>Pyrus pyrifolia</i>	9	
苏木科	顶果树属	顶果树 <i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	2	
	羊蹄甲属	白花羊蹄甲 <i>Bauhinia variegata</i>	1	
含羞草科	合欢属	楹树 <i>Albizia chinensis</i>	2	
		合欢 <i>Albizia julibrissin</i>	1	
		藏合欢 <i>Albizia sherriffii</i>	2	
金缕梅科	马蹄荷属	马蹄荷 <i>Symingtonia populnea</i>	1	
杨柳科	柳属	云南柳 <i>Salix cavaleriei</i>	1	
杨梅科	杨梅属	杨梅 <i>Myrica rubra</i>	1	
桦木科	桤木属	旱冬瓜 <i>Alnus nepalensis</i>	3	
壳斗科	栗属	板栗 <i>Castanea mollissima</i>	4	
	栲属	高山栲 <i>Castanopsis delavayi</i>	8	
青冈属	小叶青冈 <i>Cyclobalanopsis myrsinifolia</i>	1		
	曼青冈 <i>Cyclobalanopsis oxyodon</i>	4		
石栎属	粗穗石栎 <i>Lithocarpus grandifolius</i>	1		
	白穗石栎 <i>Lithocarpus leucostachyus</i>	1		
	厚叶石栎 <i>Lithocarpus pachyphyllus</i>	3		
栎属	麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	1		
	槲栎 <i>Quercus aliena</i>	3		
	大叶栎 <i>Quercus griffithii</i>	1		
	贡山栎 <i>Quercus kongshanensis</i>	3		
	栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i>	2		
榆科	榆属	兴山榆 <i>Ulmus bergmanniana</i>	1	
桑科	波罗蜜属	白桂木 <i>Artocarpus hypargyreus</i>	1	
		榕属	高山榕 <i>Ficus altissima</i>	13
		聚果榕 <i>Ficus racemosa</i>	2	
		绿黄葛树 <i>Ficus virens</i>	3	
		黄葛树 <i>Ficus virens</i> var. <i>sublanceolata</i>	53	
		小叶榕 <i>Ficus concinna</i>	8	
桑属	川桑 <i>Morus notabilis</i>	1		
冬青科	冬青属	多脉冬青 <i>Ilex polyneura</i>	2	
芸香科	柑桔属	桔 <i>Citrus reticulata</i>	2	
苦木科	臭椿属	大果臭椿 <i>Ailanthus altissima</i> var. <i>sutchuenensis</i>	1	

续表 1

科名	属名	种名	株数
		臭椿 <i>Ailanthus altissima</i>	1
楝科	椿属	红椿 <i>Toona ciliata</i>	6
		紫椿 <i>Toona microcarpa</i>	1
槭树科	槭属	兰坪槭 <i>Acer lanpingense</i>	1
清风藤科	泡花树属	暖木 <i>Meliosma veitchiorum</i>	1
漆树科	南酸枣属	南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>	5
	芒果属	芒果 <i>Mangifera indica</i>	3
黄连木属	黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	10	
	清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i>	2	
	胡椒科	黄杞属	槭果黄杞 <i>Engelhardtia aceriflora</i>
毛叶黄杞 <i>Engelhardtia colebrookiana</i>	毛叶黄杞 <i>Engelhardtia colebrookiana</i>	1	
	云南黄杞 <i>Engelhardtia spicata</i>	1	
	胡桃属	铁核桃 <i>Juglans regia</i>	203
泡核桃 <i>Juglans sigillata</i>	15		
山茱萸科	四照花属	头状四照花 <i>Cornus capitata</i>	1
珙桐科	珙桐属	光叶珙桐 <i>Davidia involucrata</i> var. <i>vilmoriniana</i>	1
木樨科	木樨榄属	尖叶木樨榄 <i>Olea ferrugenea</i>	3
		腺叶木樨榄 <i>Olea glandulifera</i>	2
木樨属	桂花 <i>Osmanthus fragrans</i>	3	
茜草科	香果树属	香果树 <i>Emmenopterys henryi</i>	2

从表 1 可见,古树数量  $\geq 5$  株的种类分别为秃杉 19 株、侧柏 16 株、云南榧树 6 株、红木荷 7 株、千果榄仁 9 株、木棉 6 株、沙梨 9 株、高山栲 8 株、高山榕 13 株、黄葛树 53 株、小叶榕 8 株、红椿 6 株、南酸枣 5 株、黄连木 10 株、铁核桃 203 株、泡核桃 15 株。

### 3.2 古树名木级别

怒江州一级古树有 26 株,占总株数的 5.2%,其中 4.0%分布于兰坪县;二级古树有 28 株,主要分布于兰坪县;三级古树有 441 株,占总株数的 89%,主要分布在泸水市、福贡县及贡山县一带,即怒江流域;名木 1 株,为清朝著名爱国将领杨玉科将军亲手所植,生长于兰坪县营盘镇杨玉科将军纪念馆内(表 2)。

### 3.3 古树名木分布特点

怒江州古树名木主要分布在乡村街道,比例高达 87.3%,其次为远郊野外,占总数的 11.5%,城区、历史文化街区及风景名胜古迹区古树极少,仅占 1.2%(表 3)。

表 2 古树名木分级统计

Tab. 2 Classification statistics of ancient and famous trees

级别	兰坪县		泸水市		福贡县		贡山县	
	数量/株	比例/%	数量/株	比例/%	数量/株	比例/%	数量/株	比例/%
一级古树	20	4.0	1	0.2			5	1.0
二级古树	18	3.6	2	0.4			8	1.6
三级古树	30	6.1	208	42.0	64	12.9	139	28.0
名木	1	0.2						

表 3 古树名木分布格局

Tab. 3 Distribution of ancient and famous trees

分布位置	数量/株	比例/%
远郊野外	57	11.5
乡村街道	433	87.3
城区	1	0.2
历史文化街区	1	0.2
风景名胜古迹区	4	0.8

超过一半以上的古树名木生长在海拔 1 500~1 999 m, 分布于海拔 1 000~1 499 m 和 2 000~2 499 m 的古树名木占 27.4%, 海拔 1 000 m 以下及 2 500 m 以上的古树名木数量仅占 9%(表 4)。

表 4 古树名木生长海拔

Tab. 4 Growth elevation of ancient and famous trees

海拔区间/m	数量/株	比例/%
<1000	17	3.4
1000 ~ 1499	73	14.7
1500 ~ 1999	315	63.6
2000 ~ 2499	63	12.7
2500 ~ 2999	25	5.0
≥3000	3	0.6

### 3.4 古树名木生长现状

怒江州古树名木的生长环境总体较好, 78.6% 的古树生长环境良好, 并且 79.5% 的古树生长正常; 部分古树受自身因素及人为干扰影响, 导致生长环境相对较差, 18.3% 的树木开始衰弱, 2.2% 的树木处于濒危状态(表 5)。

### 3.5 古树名木保护现状

怒江州古树主要分布于乡村街道及远郊野外,

表 5 古树名木生长势及生长环境

Tab. 5 Growth and environment of ancient and famous trees

生长情况		数量/株	比例/%
生长环境	良好	390	78.6
	差	106	21.4
	极差	0	0.0
生长势	正常	394	79.5
	衰弱	91	18.3
	濒危	11	2.2
	死亡	0	0.0

故保护力度较弱, 仅有 7 株修建了护栏, 2 株封堵树洞, 11 株砌了树池, 1 株包树箍, 未进行复壮沟、渗井、通气管、幼树靠接、土壤改良、叶面施肥等养护复壮管理(表 6)。

表 6 古树名木保护现状

Tab. 6 Protection status of ancient and famous trees

地上保护现状	数量/株
护栏	7
支撑	0
封堵树洞	2
砌树池	11
包树箍	1
树池透气铺装	0
其它	475

## 4 结论与讨论

通过初步调查, 怒江州人为活动区域古树名木有 496 株, 涉及 36 科 54 属 76 种, 主要分布在乡村街道及远郊野外, 一半以上的古树名木生长在海拔 1 500~1 999 m。古树名木生长环境及长势相对较好, 有部分古树名木由于树龄较大或受到破坏, 生长环境恶化, 长势开始衰弱。从目前所采取的保护措施来看, 保护力度薄弱。

20 世纪 80 至 90 年代, 云南省林业厅曾组织专家对云南省古树名木进行调查, 共调查到 2500 多株古树名木, 主要涉及 77 科 178 属 338 种, 其中怒江州涉及 72 株<sup>[10]</sup>。时隔 20 多年, 怒江州人为活动区域古树名木数量虽有大幅度增加, 但和前次调查对象相比, 已有大部分古树消亡, 这主要受人为破坏及自然灾害的影响。随着怒江州交通条件的逐步改

善,调查区域相比第一次较大,所调查出的科属也有所增加,同时也增加了一些重要的新成员,如茜草科的香果树、千屈菜科的小果紫薇、桑科的白桂木等,这些树种具有重要的保护、科研价值。

怒江州位于中国西南云南省西北地区,国境线长占中缅边境线的 20%,是重要的生态屏障区。怒江州野生植物种类繁多,有高等植物 200 余科 1 000 余属 3 600 余种<sup>[11]</sup>。近代以来怒江流域森林资源受砍伐、开垦、火灾等影响,海拔 2 500 m 以下区域资源总量急剧减少<sup>[5]</sup>。与外界的联系交流相对滞后,农业生产技术落后,加之民族生活习性的特殊性,村寨及耕地附近树木早已砍伐殆尽,仅有少部分高大的树木被认定为神树得以保存下来。近几十年来,随着生态环境保护的推进,怒江州森林资源总量得到稳步提升,全州森林覆盖率达 75.31%,为其古树资源的储备打下坚实基础<sup>[8]</sup>。

保护古树名木的重要性不言而喻。古树历经沧桑、时代变迁,承载了过去生态、水文、气候等变迁的信息,是重要的历史研究载体,同时也是难能可贵的生物遗传资源库。随着社会经济、旅游业和科技的快速发展,古树名木逐渐成为旅游资源和文化遗产,相关部门可利用二维码电子标签技术,使古树都会“说话”,建立古树名木信息化管理数据平台,便于管理和了解古树名木的相关信息<sup>[12]</sup>。随着全国生态文明建设的推进,不少地区相继开展了古树名木调查<sup>[13-16]</sup>,古树数量得到进一步扩充,也发现不少具有重要保护价值的古树名木,并针对该地区古树名木的保护情况提出了相应的保护建议。

对古树名木应定期巡查,尽快采取有效措施防治人为破坏、地质灾害、病虫害等不利因素。对部分濒危、稀有的保护性树种应采取保育复壮措施,使其遗传资源得以延续。古树后备资源是古树名木的有效补充<sup>[17]</sup>,从本文的调查结果来看,怒江州古树资源较少,但其得天独厚的气候条件孕育着许多古树后备资源,要加强对古树后备资源的保护,为下一次古树名木补充调查和扩充古树名木资源总量打下基础。

## 参考文献:

- [1] 杨静怡,马履一,贾忠奎. 古都北京的古树概述[J]. 北方园艺,2010(13):110-113.
- [2] 钱江波,于炜,刘锦. 杭州市古树名木信息系统的设计与开发[J]. 北方园艺,2013(20):197-200.
- [3] 张庆峰. 古树名木保护中存在的问题与对策[J]. 河北农业科学,2010,14(5):26-28.
- [4] 杨少龙,张云莲,李祥福. 怒江原生态民族文化的旅游开发与保护[J]. 昆明理工大学学报(社会科学版),2008,8(6):74-78.
- [5] 吴臣辉. 近代以来怒江流域森林破坏的历史原因考察[J]. 贵州师范学院学报,2015,31(7):11-15.
- [6] 高应新. 云南怒江傈僳族自治州陡坡垦殖刍议[J]. 山地研究,1987,5(3):147-153.
- [7] 李益敏. 怒江峡谷基于人居环境的反贫困模式研究[J]. 国土与自然资源研究,2011(2):73-75.
- [8] 王生. 怒江州森林资源动态变化分析与评价[J]. 林业调查规划,2017,42(3):36-41,95.
- [9] 国家林业局. 古树名木普查技术规范:LY/T 2738—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [10] 云南省林业厅,云南省林学会. 云南名木古树[M]. 芒市:德宏民族出版社,1995.
- [11] 华朝朗,杨东,赵元藩,等. 怒江州森林生态系统服务功能价值评估[J]. 林业调查规划,2012,37(6):44-48.
- [12] 蔡尊煌. 二维码在古树名木信息化管理中的应用[J]. 信息与电脑,2013(1):163-165.
- [13] 鲁才员,向继云,熊丹,等. 余姚市古树名木资源调查及特征分析[J]. 福建林业科技,2013,40(4):145-151,168.
- [14] 赵丛笑,李明红,胡春辉,等. 南岳衡山古树名木资源现状及特征分析[J]. 湖南林业科技,2015,42(6):106-110.
- [15] 谢丽宏,黄钰辉,温小莹,等. 广东省新丰江水库古树资源特征与分布格局[J]. 林业与环境科学,2017,33(4):34-38.
- [16] 邹嫦,康秀琴,罗开文. 广西北海市古树名木资源特征分析[J]. 林业资源管理,2017(3):128-132.
- [17] 蒋建绒,董建国,朱杰旦,等. 慈溪市古树名木资源现状与保护对策[J]. 浙江林业科技,2012,32(3):58-61.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.026

## 我国湿地生态保护补偿法律机制探析

郭英华,高咪咪

( 河海大学法学院,江苏 南京 211100)

**摘要:** 阐述建立完善的湿地生态保护补偿法律机制的必要性,针对我国湿地生态保护补偿法律机制中存在的湿地定义和范围不明、湿地生态保护补偿法律缺位、补偿方式单一等不足,介绍美国湿地生态保护补偿的湿地银行补偿机制、湿地替代补偿机制、被许可人自行补偿机制等先进经验,提出完善湿地生态补偿立法体系、明确湿地生态保护补偿的主体和对象、调整湿地生态保护补偿方式等完善我国湿地生态保护补偿法律机制的建议。

**关键词:** 湿地;生态保护补偿;法律机制;市场补偿

中图分类号:S718.56;Q178.5;DF463 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0137-04

引文格式:郭英华,高咪咪.我国湿地生态保护补偿法律机制探析[J].林业调查规划,2020,45(3):137-140,146.  
GUO Yinghua,GAO Mimi. Legal Mechanism of Wetland Ecological Conservation Compensation in China[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(3):137-140,146.

## Legal Mechanism of Wetland Ecological Conservation Compensation in China

GUO Yinghua, GAO Mimi

(Law School, Hohai University, Nanjing 211100, China)

**Abstract:** This paper expounded the necessity of establishing the perfect legal mechanism of wetland ecological conservation compensation, and introduced the mechanism of wetland bank compensation, wetland substitution compensation and licensee's self compensation in the United States, aiming at the deficiencies in the legal mechanism of wetland ecological conservation compensation in China, such as the unclear definition and scope of wetland, the legal vacancy of compensation, and the single compensation method. Based on the advanced experience of compensation mechanism, it was suggested to improve the legal mechanism of wetland ecological conservation compensation, including perfecting the legislation system, clarifying the subject and object of compensation, and adjusting the compensation mode.

**Key words:** wetland; ecological conservation compensation; legal mechanism; market compensation

### 1 概述

湿地作为地球的三大生态系统之一,作为水陆

生态系统间的交接地带,其不仅可以维持生物多样性、调节气候、蓄洪防旱,还可以净化环境、出产湿地动植物产品等,被誉为“地球之肾”<sup>[1]</sup>。

收稿日期:2019-12-18.

第一作者:郭英华(1965-),女,江苏南京人,副教授,研究生导师.研究方向为合同法、侵权责任法、环境法. Email:714236035@qq.com

责任作者:高咪咪(1994-),女,江苏南京人,硕士研究生.研究方向为合同法、侵权责任法、环境法. Email:gmm549402158@qq.com

2014年4月全国人大常委会修订的《环境保护法》(以下简称:新《环保法》)第2条规定唯一的变动就是新增了“湿地”为环境因素。且该法第31条明确规定,国家建立、健全生态保护补偿制度<sup>[2]</sup>。

2016年3月中央全面深化改革领导小组在讨论通过的《关于健全生态保护补偿机制的意见》中提到,至2020年实现生态保护补偿全覆盖的几大区域中就包括湿地,并强调退耕还湿试点工作要稳步推进,要建立健全湿地生态效益补偿制度,开展湿地生态效益补偿试点工作。

随着党和国家的重视,我国各地展开了诸多湿地生态保护补偿的相关实践。例如湖北武汉自2014年起,每年由财政出资1000元为全市五大湿地自然保护区提供生态保护补偿资金,并出台相关的补偿办法<sup>[3]</sup>;西藏自治区重要湿地生态效益补偿,从湿地管护和监管、湿地生态补偿、湿地保护与恢复、湿地监测等4个方面展开工作,对沼泽湿地保育农牧民按照90元/hm<sup>2</sup>·a的标准给予补偿;四川理塘的省级湿地补偿试点,通过政府购买服务形式,以60元/hm<sup>2</sup>·a的标准,聘请农牧民、村集体、湿地管理机构参与湿地管护,还按照375元/hm<sup>2</sup>的标准,选取生态较为脆弱、功能退化严重的湿地进行退牧还湿。

尽管近年来国家对湿地保护越来越重视,但迄今为止,在湿地生态保护补偿法律体系中,依然对湿地生态保护补偿问题缺乏有针对性、可操作的相关规定。在城镇化和现代化高速发展的时代,人们过度地开发和利用湿地资源,已严重损害湿地生态环境和功能。因此,为了让湿地资源得到充分保护,更好地平衡生态与经济效益,构建完善的湿地生态保护补偿法律机制是当前中国湿地保护最为关键的问题。

## 2 我国湿地生态保护补偿法律机制存在的不足

### 2.1 湿地的定义和范围不明

《湿地公约》中规定湿地的范围主要是“天然的或人工的、永久或暂时的沼泽地、泥炭地及水域地带,带有静止或流动的淡水、半咸水及咸水水体,包含低潮时水深不超过6m的海域。”<sup>[4]</sup>

国家林业局出台的《湿地保护管理规定》将湿地定义为:“常年或者季节性积水地带、水域和低潮时水深不超过6m的海域,包括沼泽湿地、湖泊湿地、河流湿地、滨海湿地等自然湿地,以及重点保护

野生动物栖息地或者重点保护野生植物的原生地等人工湿地。”虽然该定义相较于《湿地公约》更加具体清晰,但是此规定只是部门规章,我国尚无法律明确规定何为“湿地”以及湿地的范围与边界等,加之我国地形复杂,各地的湿地形态不一,各地依据当地立法情况对湿地定义的界定各不相同,如:《盐城市黄海湿地保护条例》中规定湿地的范围除《湿地保护管理规定》所列外还包括泥质海滩;《内蒙古自治区湿地保护条例》中规定湿地还包括沼泽化草甸、库塘等。因全国尚未形成统一的湿地界定标准,从而导致水法、土地管理法等法律中有关禁止围垦湿地的规定在具体实施中难以有效落实。

### 2.2 湿地生态保护补偿法律缺位

湿地生态保护补偿制度是湿地保护制度和生态补偿制度的下位概念,而我国目前无论是在湿地保护方面还是生态补偿方面,均存在严重的法律缺位问题。

针对三大生态系统,我国出台了《中华人民共和国海洋环境保护法》以保护海洋资源,颁布了《中华人民共和国森林法》以保护森林资源,而关于湿地的保护却只有一个国家林业局颁布的部门规章和一个国务院办公厅发布的中央政府公文,分别为《湿地保护管理规定》和《湿地保护修复制度方案》。依据我国《立法法》的相关规定,上述关于湿地的保护文件效力位阶较低,均不具有普遍适用的法律性质。因缺乏湿地保护的专门法律,地方在湿地保护责任划分、保护机构设置、生态补偿标准及方式的规定等方面均无上位法依据。并且在实际工作中,地方湿地保护管理部门监管不仅无明确的法律授权,亦无具体的制度措施参考,此外还受到行政体制和机制障碍的限制。

在生态保护补偿方面,我国目前的法律还不完善。虽然新《环保法》中首次提出了生态补偿,但只是笼统地进行原则性规定,缺乏可操作性。地方出台的一些湿地保护条例中亦未明确规定具体的生态保护补偿办法,以至于在实际操作中无法可依。如2015年黑龙江省修订的湿地保护条例第9条规定湿地生态补偿制度的具体实施办法由省人民政府另行制定。

### 2.3 湿地生态保护补偿方式单一

湿地生态保护补偿是生态保护补偿机制中的重要一环,目前我国生态保护补偿方式主要是政府补偿,市场补偿方式应用较少。虽然各省市也相继对市场补偿的方式进行了一些探索和尝试,但市场补



偿机制存在主体不明、产业结构不合理、产业分布不均等问题,在全国范围内并未普遍推广和实施。

仅仅依靠政府财政转移的方式无法全面有效地保护湿地生态环境资源。因为国家用于环境保护的财政资金有限,如果将环保财政资金盲目用作生态补偿资金,很可能产生顾此失彼的尴尬局面,无法达到预期的效果。其次,根据每个地区的实际生态补偿需求确定政府的财政转移支付额度,中间环节复杂,极易出现信息不对称情况,导致最需要资金支持的地方无法获得财政补偿。再次,湿地生态补偿过程中,由于激励机制与生态补偿的结合不力,使得湿地生态保护补偿实践中出现推诿扯皮、管理职责难以落实到位、各部门不能有力协调等问题,导致政策难以有效实施<sup>[5]</sup>。并且,以政府主导的生态补偿机制,缺乏有效的监督,存在不公开透明以及行政成本过高等问题<sup>[6]</sup>,不利于建立完善的湿地生态补偿法律机制。

### 3 美国湿地生态保护补偿的法律机制

美国对湿地生态补偿机制的研究较早,制定了详备的法律法规和政策以保护湿地生态环境,联邦政府对于所有的湿地保护事务享有排他性管辖权,其不仅可以建立国家公园和自然保护区,还可建立湿地信托基金、国家荒地保护体系等其它保护体系<sup>[7]</sup>,这些对中国建立健全湿地生态补偿法律机制具有借鉴意义。

#### 3.1 湿地银行补偿机制

为一种事前补偿机制,涉及湿地开发者、湿地建设者与湿地银行监管者三方。由专门从事湿地恢复工作的主体,通过新建、恢复湿地,强化功能和保存湿地等方式改善湿地生态环境,并将此湿地转化为一定的“信用”,湿地开发者通过支付合理的资金购买“信用”,从而将补偿湿地的责任转移给湿地银行建设者,湿地银行则持有和管理这些补偿湿地。

#### 3.2 湿地替代费补偿机制

为一种事后补偿机制,是湿地开发者向替代费发起人给付资金,由发起人依据约定使用专项资金新建地点来满足开发者所要求的补偿缓解,或者从缓解银行购买信用从而履行湿地补偿缓解义务,以抵消开发活动给湿地生态环境造成破坏的补偿机制<sup>[9]</sup>。

#### 3.3 被许可人自行补偿机制

为美国最传统的湿地补偿机制,是开发湿地的被许可人通过恢复受损湿地、新建湿地、强化现有湿

地功能、特别保存现有湿地等方式,达到对开发行为致湿地受损进行补偿的目的。这种机制不仅实现湿地总量和功能的可持续平衡,还实现湿地开发者与保护者权利义务的平衡。

## 4 完善我国湿地生态保护补偿法律制度的建议

### 4.1 完善湿地生态补偿的立法体系

#### 4.1.1 筛选和清理现行有关湿地保护的法律法规

中国现行法律法规中,有关开发与保护湿地的规定大多散见于海洋环境保护法、水污染防治法、草原法、水法以及一些部门规章和地方性法规等文件中,有必要在现行法律法规中,对湿地保护利用等内容全面评估,保留对湿地保护起促进作用的规定,修改或者废止对湿地保护起阻碍作用的规定<sup>[11]</sup>。对于各地方现有的规定中不一致的情况,应做出统一规定,比如对于湿地的定义和范围应当从国家层面予以明确。

#### 4.1.2 制定专项湿地生态保护补偿法律法规

在生态文明建设和绿色发展观的背景下,建议尽快在国家层面制定专门的湿地生态保护补偿法律法规,明确生态保护补偿中所涉及的利益主体及其权利义务关系、统一补偿标准、制定多元的补偿方式、规定补偿资金的来源和用途,有针对性地解决我国湿地生态保护补偿过程中出现的相关问题。同时,各省级行政区可以在各地自然保护区实行“一区一法”试点,应以国家层面出台的湿地生态保护补偿法律为依据,因地制宜地修订保护区条例,并加入到生态保护补偿制度的相关规定中,从而构建我国完整的湿地生态保护补偿法律体系。

### 4.2 明确湿地生态保护的主体和对象

#### 4.2.1 明确湿地生态保护补偿的主体

湿地生态补偿的主体主要包括:

1) 政府。政府和其他社会主体相比因其地位的特殊性使其职能上亦具有特殊性,相较于其他社会主体,政府收集生态资信息和资料更加权威与便捷。应构建多层级的政府权责制,中央政府主要负责全国湿地生态补偿活动的整体部署和宏观规划;地方政府在中央政府的领导和指挥下,对地方行政主管领域内的湿地采取具体的、有针对性的补偿措施。

2) 企业。在日常生产经营活动中,通过消耗和利用湿地生态资源为代价以达到营利目的企业,是湿地自然资源最直接的受益者和破坏者。故企业在生产活动中若对湿地资源产生消耗或者污染,应该

为自身的行为承担责任,以其独立的财产承担补偿责任。

3) 公民个人。公民个人能够在湿地生态补偿的过程中因环境改善而获益,享受着湿地带来的生物多样性、调节气候、蓄洪防旱、净化环境、出产湿地动植物产品等福利。作为受益者,依据“谁受益,谁补偿”原则,公民个人应该承担生态补偿的责任。

#### 4.2.2 明确湿地生态保护补偿的对象

1) 湿地生态补偿对象应包括为了保护湿地而使自身权益受损的个人和集体,尤其是牺牲自身公平发展权来保护湿地生态环境的居民。各级人民政府在统筹规划整体湿地生态保护工作中,会牺牲个别湿地区域的权利以成就整体利益,故国家或受益地区应当对因湿地生态保护而牺牲公平发展权的区域给予相应补偿。

2) 湿地生态保护补偿的对象还应包括湿地生态的保护者和建设者。相较于上述权益受损者,湿地的保护者和建设者虽没有直接的经济损失,但是他们在湿地的管护工作中投入了大量的人力、物力、财力,给湿地生态环境和因湿地受益的主体带来诸多利益。故湿地生态保护补偿的对象也应包括湿地生态保护者和建设者。

#### 4.3 调整湿地生态保护补偿方式

##### 4.3.1 发挥政府补偿方式的基础作用

在湿地生态保护补偿方式中,中央财政转移支付具有最基础的地位,但目前以中央和地方之间单一纵向转移的方式为主,制约着地方财政的周转和灵活运用。为了保障政府间财政的灵活转移,充分发挥财政转移支付的特殊优势,应注重同级政府间横向转移支付的发展,以加强同级地方政府间及湿地自然保护区间的交流和合作,促进对湿地系统进行整体全面的保护。

并且,政府应逐步从生态补偿的主导者和实际操作者,转变为政策的引导者和规则的制定者,通过建立健全湿地生态保护补偿的法律法规和相应的奖惩机制,倒逼规范化的生态补偿市场形成。通过建立市场监管队伍对生态补偿市场进行长效严格的监督,从而改善湿地生态资源不合理使用现状,建立长期可持续发展的湿地生态系统<sup>[13]</sup>。政府在伸出有为之手的同时亦要简政放权,充分发挥市场的自我调节作用。同时拓宽补偿资金来源渠道,引入社会资本,以形成多元化的湿地生态保护补偿体制。

##### 4.3.2 发挥市场补偿方式的优势作用

单一的政府补偿形式不利于对湿地的长效保

护,因此在完善政府补偿方式的前提下,应充分重视市场补偿方式的完善。市场补偿主要是由湿地生态环境资源的受益者,对湿地生态建设者、保护者和受损者给予一定的补偿<sup>[14]</sup>。应根据不同湿地区域的具体情况结合当地的经济水平,引进并优化适宜的市场机制,打破政府补偿方式手段单一性的僵局。为此,可以借鉴美国的相关做法,引进被许可人自行补偿、湿地替代费补偿、湿地银行补偿机制等,多种补偿机制协调统一,共同推进我国湿地生态文明建设。

此外,需构建多种湿地生态保护补偿市场化途径。主要包括:1) 政府引入市场型。即在以政府为主的湿地生态保护补偿项目中引入市场机制。2) 政府创建市场型。赋予湿地生态保护者们湿地生态保护的产权,允许其进行市场交易,同时对开发者设定相应的保护义务,以此来创造供需市场,激发市场活力。3) 政府培育市场型。关注对湿地资源的价值开发,结合人们对湿地生态的需求,将湿地生态系统的使用价值转化为经济价值,并用湿地生态系统创造的经济价值维护其生态价值<sup>[15]</sup>。

## 5 结语

湿地生态保护补偿法律的缺位,使我国湿地生态环境难以得到有效保护。我国现急需完善湿地生态保护补偿机制:1) 需要对相关的零散规定进行评估和清理,以保障法律机制的整体性和系统性。2) 国家应尽快制定一部湿地生态保护法律,给地方湿地生态保护提供上位法的依据。3) 发挥政府补偿的基础作用,政府应伸出有为之手,提供一定的财政支持。4) 充分发挥市场的活力,借鉴美国的相关经验,健全和完善我国市场生态补偿方式。5) 明确我国湿地生态保护补偿的主体和客体,只有国家企业和公民个人共同参与,才能充分发挥湿地生态保护补偿法律机制的内在作用,真正实现我国湿地生态环境的可持续发展,助推生态文明建设。

## 参考文献:

- [1] 芦英俊,王东,邓术兴. 黄河三角洲湿地环境评价及生态影响[J]. 四川环境,2018,37(3):141-146.
- [2] 赵星. 流域生态补偿机制的合作治理框架研究[J]. 湖北农业科学,2018,57(7):127-130.
- [3] 吴乐,孔德帅,靳乐山. 中国生态保护补偿机制研究进展[J]. 生态学报,2019,39(1):1-8.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.027

## 郑州黄河湿地野生紫花植物资源调查研究

孙利强, 李玉, 黄宾芯, 郑潘婷, 王鹏飞  
(河南农业大学林学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 结合相关文献,对郑州黄河湿地自然保护区的野生紫花植物资源进行实地踏查与整理,结果表明,郑州黄河湿地野生紫花植物资源丰富,共计 61 种,隶属 25 科 52 属。对紫花植物的科属种组成、生活型、花期和园林应用前景及应用方式进行分析,提出加强保护、建立种质资源库,选择性驯化开发,综合评价、确定开发次序等保护开发建议。

**关键词:** 紫花植物;野生植物资源;开发利用;郑州黄河湿地

中图分类号:S757.3;S718.521.2;Q178.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0141-06

引文格式:孙利强,李玉,黄宾芯,等. 郑州黄河湿地野生紫花植物资源调查研究[J]. 林业调查规划,2020,45(3):141-146.

SUN Liqiang, LI Yu, HUANG Binxin, et al. Investigation of Wild Purple Flower Plant Resources in Zhengzhou Yellow River Wetland[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3):141-146.

## Investigation of Wild Purple Flower Plant Resources in Zhengzhou Yellow River Wetland

SUN Liqiang, LI Yu, HUANG Binxin, ZHENG Panting, WANG Pengfei  
(College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** The investigation of wild purple flower plant resources in Zhengzhou Yellow River Wetland Nature Reserve based on the related literature showed that there were 61 species of wild purple flower plants belonging to 52 genera and 25 families. This paper analyzed the species composition, life form, flowering period, landscape application prospect and application mode of purple flower plants, and suggested to strengthen protection, establish germplasm resource bank, selectively domesticate and develop, comprehensively evaluate and determine the development order.

**Key words:** purple flower plants; wild plant resources; development and utilization; Zhengzhou Yellow River Wetland

随着城市化不断推进,园林城市建设也如火如荼,特别是近几年城市绿化发展迅速,但同时也面临着园林植物品种单一,花色单调等问题。紫色是一种神秘、高贵和具有极佳视觉冲击力的色彩,紫花植

物具有较高的观赏价值,但紫花园林植物品种目前在园林中的应用还十分有限,尤其是北方地区。河南野生植物资源丰富,其中就包含大量的紫花植物资源,但是目前在园林中的应用非常有限,据统计,

收稿日期:2019-12-23.

基金项目:河南省林木种质资源清查专项(30601573).

第一作者:孙利强(1994-),男,河南兰考人,硕士研究生. 研究方向:风景园林规划设计.

责任作者:王鹏飞(1964-),男,河南信阳人,博士,教授,博士生导师. 研究方向:风景园林规划设计.

在河南园林绿化中应用的紫花植物仅占河南紫花植物资源的 10% 左右<sup>[1-2]</sup>。本研究对郑州黄河湿地自然保护区野生紫花植物进行调查分析,初步摸清了该地区的野生紫花植物资源种类,以期为保护区野生紫花植物资源的保护和开发利用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地概况

郑州黄河湿地自然保护区位于河南省中北部(112°49'~114°13'E, 34°51'~34°59'N)、郑州市北部,处于黄河中下游流域。保护区东西长 158 km,总面积 36 574 hm<sup>2</sup>,包括核心区、缓冲区和实验区<sup>[3]</sup>。该区域属于北温带温带大陆性气候,四季气候特征变化明显,春节干燥多风,夏季炎热,秋季凉爽,冬季干燥寒冷;年均温 15.6℃;年均降水量 542 mm,主要集中在 7—9 月;全年无霜期 209 d。该区域是我国河流湿地最具代表性的地区之一,动植物资源丰富,保护区内有维管束植物 80 科 284 属 598 种,分别占河南全省植物科数的 35.31%、属数的 23.52%、种数的 14.73%<sup>[4]</sup>。区内植被以自然草本植物为主,兼有灌木丛和零星乔木,人工植被以农作

物和防护林为主。

### 1.2 调查方法

在查阅相关文献<sup>[5-6]</sup>的基础上,于 2018 年 3 月至 2019 年 10 月,深入郑州黄河湿地自然保护区,对该区域内的野生紫花植物资源进行现场调查。调查范围包括郑州市金水区、郑东新区、中牟县、荥阳市、巩义市等地的黄河湿地保护区,每个地区均选取不同生境进行调查。对发现的野生紫花植物进行拍照,并记录其花色、姿态、花期、生活型、生长状况及生境等信息,对于现场不能确定种类的植物及时采样,咨询植物学专家进行鉴定。参照《河南植物志》<sup>[7]</sup>、《中国植物志》<sup>[8]</sup>和《河南野生观赏植物志》<sup>[9]</sup>,对调查到的自然保护区内的野生紫花植物资源进行统计分类。

## 2 结果与分析

通过对郑州黄河湿地自然保护区湿地调查,初步掌握了该地区的野生紫花植物资源状况,经过统计分析,郑州黄河湿地自然保护区有野生紫花植物 25 科 52 属 61 种(表 1)。

表 1 郑州黄河湿地紫花植物名录

Tab. 1 List of purple flower plants in Zhengzhou Yellow River Wetland

序号	植物名	拉丁名	科	属	花期	花色	生活型	生境
1	多花胡枝子	<i>Lespedeza floribunda</i>	豆科	胡枝子属	6—9 月	紫色	灌木	岸边、路边、田边
2	野大豆	<i>Glycine soja</i>	豆科	大豆属	7—8 月	淡红紫色	一年生	田边、沟旁、河岸、沼泽
3	野豌豆	<i>Vicia sepium</i>	豆科	野豌豆属	6 月	紫色	多年生	田边、河岸边等湿润处
4	斜茎黄耆	<i>Astragalus laxmannii</i>	豆科	黄耆属	6—8 月	红紫色	多年生	田边、河岸边、林缘和向阳地带
5	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>	豆科	紫穗槐属	5—10 月	紫色	灌木	河岸边、盐碱地、田边和林缘
6	紫藤	<i>Wisteria sinensis</i>	豆科	紫藤属	4—5 月	紫色	藤本	草地、田野路旁
7	鸡眼草	<i>Kummerowia striata</i>	豆科	鸡眼草属	7—9 月	紫色	一年生	路旁、田边、河岸边、砂质地
8	多花木蓝	<i>Indigofera amblyantha</i>	豆科	木蓝属	5—7 月	淡红紫色	灌木	田边、河沟边、路旁灌丛中及林缘
9	毛状棘豆	<i>Oxytropis trichophora</i>	豆科	棘豆属	5—8 月	蓝紫色	多年生	路旁草地、沟边、沙地
10	刺果甘草	<i>Glycyrrhiza pallidiflora</i>	豆科	甘草属	6—7 月	紫色	多年生	河滩地、岸边、田野、路旁
11	紫苜蓿	<i>Medicago sativa</i>	豆科	苜蓿属	5—7 月	紫色	多年生	田边、路旁、河岸及沟谷地
12	广布野豌豆	<i>Vicia cracca</i>	豆科	野豌豆属	5—9 月	紫色	多年生	林缘、河沟、河滩草地及灌丛中
13	大花野豌豆	<i>Vicia bungei</i>	豆科	野豌豆属	4—5 月	红紫色	一或二年生	河沟、草丛、灌丛及田边路旁
14	阿尔泰狗娃花	<i>Aster altaicus</i>	菊科	狗娃草属	5—9 月	淡紫色	多年生	荒地、沙地及干旱地
15	碱菀	<i>Tripolium pannonicum</i>	菊科	碱菀属	8—11 月	淡紫色	一年生	岸边、河沟、沼泽及盐碱地

续表 1

序号	植物名	拉丁名	科	属	花期	花色	生活型	生境
16	紫菀	<i>Aster tataricus</i>	菊科	紫菀属	7—9月	紫红色	多年生	湿地、河沟阴潮处及沼泽地
17	驴欺口	<i>Echinops davuricus</i>	菊科	蓝刺头属	6—9月	蓝紫色	多年生	田边、路旁边沟及林下
18	刺儿菜	<i>Cirsium arvense</i> var. <i>integrifolium</i>	菊科	蓟属	6—9月	蓝紫色	多年生	河旁、荒地、盐碱地
19	蓟	<i>Cirsium japonicum</i>	菊科	蓟属	5—9月	蓝紫色	多年生	林缘、灌丛中、草地、路旁河沟
20	泥胡菜	<i>Hemisteptia lyrata</i>	菊科	泥胡菜属	3—8月	蓝紫色	一年生	林缘、林下、荒地、田间、河边
21	漏芦	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	菊科	漏芦属	4—8月	紫红色	多年生	林下、河岸边
22	乳苣	<i>Lactuca tatarica</i>	菊科	乳苣属	6—9月	紫色	多年生	河滩、湖边、草甸、田边、沙地
23	牛蒡	<i>Arctium lappa</i>	菊科	牛蒡属	6—9月	紫红色	二年生	林缘、林中、灌木丛、滩涂潮湿湿地
24	风毛菊	<i>Saussurea japonica</i>	菊科	风毛菊属	6—11月	紫红色	多年生	林下、路旁、灌丛中、荒坡、水旁
25	长梗紫菀	<i>Aster dolichopodus</i>	菊科	紫菀属	7—9月	浅蓝紫色	多年生	路旁边沟、草地及河滩潮湿处
26	狗舌紫菀	<i>Aster senecioides</i>	菊科	紫菀属	8—9月	淡紫色	多年生	河沟、沼泽地及河岸潮湿处
27	椭圆叶花锚	<i>Halenia elliptica</i>	龙胆科	花锚属	7—9月	蓝紫色	一年生	田野草地、路旁、水沟边
28	龙胆	<i>Gentiana scabra</i>	龙胆科	龙胆属	5—11月	蓝紫色	多年生	草地、路边、河滩、灌丛中、草甸
29	肋柱花	<i>Lomatogonium carinthiacum</i>	龙胆科	肋柱花属	8—10月	淡蓝紫色	一年生	灌丛草甸、河滩草地和林下
30	扁蕾	<i>Gentianopsis barbata</i>	龙胆科	扁蕾属	7—9月	淡紫色	一或二年生	林下、灌丛中及河岸边沙地
31	齿叶水蜡烛	<i>Dysophylla sampsonii</i>	唇形科	水蜡烛属	9—10月	紫红色	一年生	生于沼泽中和水边
32	紫背金盘	<i>Ajuga nipponensis</i>	唇形科	筋骨草属	4—6月	蓝紫色	一或二年生	生于田边、水边、湿润处
33	黄芩	<i>Scutellaria baicalensis</i>	唇形科	黄芪属	7—8月	紫色	多年生	荒地、河岸、沙地等向阳处
34	雨久花	<i>Monochoria korsakowii</i>	雨久花科	雨久花属	7—8月	紫色	多年生	生于池塘、沼泽、浅水处和稻田
35	凤眼蓝	<i>Eichhornia crassipes</i>	雨久花科	凤眼蓝属	7—10月	蓝紫色	多年生	水塘、沟渠及稻田
36	鸭舌草	<i>Monochoria vaginalis</i>	雨久花科	雨久花属	8—9月	蓝紫色	多年生	沟旁、浅水池塘和沼泽等水湿处
37	早开堇菜	<i>Viola prionantha</i>	堇菜科	堇菜属	4—9月	淡紫色	多年生	草地、岸边、路沟等向阳处
38	紫花地丁	<i>Viola philippica</i>	堇菜科	堇菜属	5—9月	淡紫色	多年生	林下、河滩、路旁等湿润处
39	黄荆	<i>Vitex negundo</i>	马鞭草科	牡荆属	4—6月	淡蓝紫色	多年生	路旁、河岸边及灌丛中
40	牡荆	<i>Vitex negundo</i> var. <i>cannabifolia</i>	马鞭草科	牡荆属	4—6月	淡紫色	灌木	河岸边、路旁村边及河岸处
41	野老鹳草	<i>Geranium carolinianum</i>	牻牛儿苗科	鹳草属	4—7月	淡紫红色	一年生	河岸路旁、荒草丛中
42	牻牛儿苗	<i>Erodium stephanianum</i>	牻牛儿苗科	牻牛儿苗属	6—8月	淡紫色	多年生	田边、路旁边沟及沙质河岸边
43	涩芥	<i>Malcolmia africana</i>	十字花科	涩芥属	6—8月	淡紫色	二年生	路边荒地或田间
44	诸葛菜	<i>Orychophragmus violaceus</i>	十字花科	诸葛菜属	4—5月	紫色	一或二年生	荒地、路旁、田中及河滩处
45	婆婆纳	<i>Veronica polita</i>	玄参科	婆婆纳属	3—10月	蓝紫色	一或二年生	路旁、荒地、林下及林缘
46	阿拉伯婆婆纳	<i>Veronica persica</i>	玄参科	婆婆纳属	3—5月	紫色	一或二年生	路旁河沟、林下及林缘
47	红花酢浆草	<i>Oxalis corymbosa</i>	酢浆草科	酢浆草属	2—9月	淡紫色	多年生	河谷沿岸、路边、田边等阴湿处
48	锦葵	<i>Malva cathayensis</i>	锦葵科	锦葵属	4—9月	淡紫色	多年生	荒野、草坡、林下
49	沙参	<i>Adenophora stricta</i>	桔梗科	沙参属	8—10月	蓝紫色	多年生	岸边草地、林下
50	蓝雪花	<i>Ceratostigma plumbaginoides</i>	白花丹科	蓝雪花属	7—9月	蓝紫色	多年生	路旁沟边、草地

续表 1

序号	植物名	拉丁名	科	属	花期	花色	生活型	生境
51	柳兰	<i>Chamerion angustifolium</i>	柳叶菜科	柳叶菜属	8—10月	紫红色	多年生	河岸边、路旁、林缘
52	高乌头	<i>Aconitum sinomontanum</i>	毛茛科	乌头属	6—9月	紫色	多年生	河沟潮湿处、草地或林中
53	千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i>	千屈菜科	千屈菜属	6—9月	紫红色	多年生	河岸边、路旁边沟及潮湿草地
54	地榆	<i>Sanguisorba officinalis</i>	蔷薇科	地榆属	7—10月	紫褐色	多年生	草地、灌丛及林下
55	枸杞	<i>Lycium chinense</i>	茄科	枸杞属	6—11月	淡紫色	灌木	荒地、盐碱地、路旁及村边宅旁
56	牵牛	<i>Ipomoea nil</i>	旋花科	牵牛属	6—9月	蓝紫色	一年生	灌丛、干燥河谷路边、宅旁路边
57	紫茉莉	<i>Mirabilis jalapa</i>	紫茉莉科	紫茉莉属	6—10月	紫红色	一年生	路旁边沟、村边宅旁及河岸边
58	远志	<i>Polygala tenuifolia</i>	远志科	远志属	5—9月	紫堇色	多年生	草地、灌丛中、林缘及林下
59	马蔺	<i>Iris lactea</i>	鸢尾科	鸢尾属	5—6月	蓝紫色	多年生	荒地、盐碱地及河岸边
60	楝	<i>Melia azedarach</i>	楝科	楝属	4—5月	淡紫色	乔木	宅旁路边、林下及河岸边
61	白头翁	<i>Pulsatilla chinensis</i>	毛茛科	白头翁属	4—5月	紫色	多年生	林缘、草丛中及河岸边干旱处

2.1 野生紫花植物科系分析

通过调查统计得知郑州黄河湿地有野生紫花植物 25 科 52 属 61 种。主要分属在豆科(13 种)、菊科(13 种)和龙胆科(4 种)(图 1),分别占种植物总种数的 21.31%、21.31%、6.56%,其中 3 种植物以上的科包含的种数占全部种数的 59.02%,包含种数较多的属是豆科的野豌豆属和菊科的紫菀属。

2.2 野生紫花植物生活型分析

按照植物形态将调查到的植物分为草本和木本 2 种类型,草本植物为主要类型(54 种),占调查类型的 88.52%,其中以多年生植物为主,占调查类型的 59.02%(图 2);按照生境将调查到的草本植物分为陆生草本、湿生草本、沼生草本、水生草本和浮水草等多种类型。木本植物有 8 种,以灌木为主<sup>[10]</sup>。

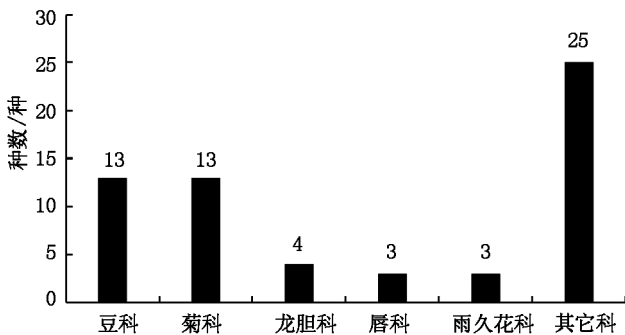


图 1 野生紫花植物科系统计

Fig. 1 Families statistics of wild purple flower plants

2.3 野生紫花植物花期分析

按照郑州黄河湿地自然保护区植物的物候期,可将调查到的野生紫花植物分为 4 个类型:即春季开花型、夏季开花型、秋季开花型和冬季开花型(表 2)。春季开花型,花期在 3—5 月,如白头翁、婆婆纳、楝、紫藤等 27 种;夏季开花型,花期在 6—8 月,如多花胡枝子、斜茎黄耆、野豌豆、刺儿菜等 55 种;秋季开花型,花期在 9—11 月,如碱菀、紫菀、风毛菊、肋柱花等 37 种;冬季开花型,花期在 12 月至次年 2 月,如红花酢浆草。

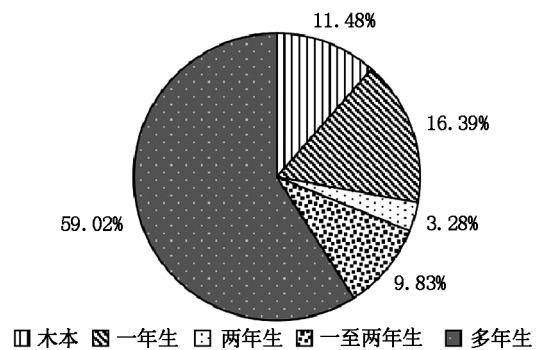


图 2 野生紫花植物类型

Fig. 2 Types of wild purple flower plants

按照花期的长短又将紫花植物分为 4 类,花期 ≤1 个月、1 个月 < 花期 ≤3 个月、3 个月 < 花期 ≤5 个月、花期 >5 个月。由表 3 可知,该区野生紫花植物花期在 3 个月以上的有 29 种,占全部种数的 47.54%,

表2 野生紫花植物花期分类

Tab.2 Florescence classification of wild purple flower plants

开花季节	春季	夏季	秋季	冬季
种类数量	27	55	37	1

表3 野生紫花植物花期统计

Tab.3 Florescence statistics of wild purple flower plants

花期长	花期≤1 m	1 m<花期≤3 m	3 m<花期≤5 m	花期>5 m
种类数量	1	31	20	9

几乎所有紫花植物种类花期都超过1个月,说明紫花植物在花期方面表现良好,具有很大的开发潜力。

### 3 紫花植物资源园林应用前景分析

郑州黄河湿地紫花植物种类多、花期长、花色艳丽;大多具有耐贫瘠、耐干旱、耐寒、繁殖能力强的特点,在自然状态下能够完成生长繁殖;抗逆性好、适应性强,能够较好地适应河南地区的气候条件和生长环境,在园林绿化应用方面具有巨大潜力。将野生紫花植物引入城市中,可以丰富园林植物色彩,增加城市园林的田野趣味。多数野生紫花植物为多年生植物,适应能力强、抗逆性好,应用到园林绿化中可以减少维护管理成本,有助于创建节约型园林景观<sup>[11]</sup>;紫花植物的花期主要集中在夏季,可以为夏季少花的园林景观增添色彩。同时将野生紫花植物应用在园林中也可以丰富园林植物多样性,增加生态趣味性,符合创建生态园林城市的要求。基于紫花植物的观赏特性、生物学特征及生境特点,按照园林应用形式可以分为3类。

#### 3.1 用于花坛、花带和盆栽等造景

花坛植物要求植物花色艳丽、植株低矮、生长迅速、花期长和便于移栽等特点,白头翁、紫花地丁、早开堇菜、蒿蓄等就可以作为花坛植物应用。花带要求花朵繁茂,能够体现群体美,碱菀、小薊、泥胡菜、风毛菊等可应用于花带。盆栽要求花朵艳丽奇特,姿态优美、花叶兼美,龙胆、肋柱花、蓝雪花、柳兰等植物可作盆栽欣赏。

#### 3.2 园林地被与花境

园林地被是园林绿化中的重要组成部分,可构成园林底色提高园林质量,要求繁殖快、低矮紧实、能够体现群体美,婆婆纳、沙参、早开堇菜、紫苜蓿等植物春季返青早且花期早,可应用于地被。花境是

园林中运用艺术手法模拟自然状态下林地边缘多种野生花卉交错生长的状态<sup>[12]</sup>,要求花卉适应性强、高低错落、能够体现立体美。野生紫花植物能够更好地模拟自然状态,表现力更强,可应用于花境的植物有紫菀、紫花地丁、阿尔泰狗娃花、风毛菊等品种。

#### 3.3 用于棕地修复与营造野生植物景观

棕地,泛指因人类活动而存在已知潜在污染的场地,需要通过植物对土壤环境进行修复的区域<sup>[13]</sup>。野生植物一般具有很强的抗逆性和适应性,引入野生植物,通过植物长期的生长过程富集转化污染物,改善土壤条件,将野生紫花植物应用于棕地修复,不仅具有良好的生态效应,而且还兼具景观效果。野生植物群落景观是一种能够满足城市居民对自然的向往,体现自然趣味的应用形式。野生紫花植物本身来源于野外,具有较高的观赏价值,模拟自然状态下的野生植物群落,可给人以自然野趣。

## 4 开发建议

#### 4.1 加强保护,建立种质资源库

调查发现,郑州黄河湿地虽然紫花植物种类繁多,但就数量和分布范围而言有数量少,分布范围小的特点。黄河湿地范围内的人类活动对野生植物的影响较大,虽然目前加强了对黄河湿地的管控,但对野生植物的保护还尚未形成系统。要尽快制定黄河湿地紫花植物保护计划,将野生植物作为园林绿化的后备资源,建立起完善的种质资源库。

#### 4.2 选择性驯化开发

在相关调查研究的基础上,综合植物的生长环境、适应性和抗逆性等因素考虑。可将生境不同的野生植物,按照不同的园林应用形式如陆生、湿生、沼生等进行分类驯化开发。在充分了解其生长环境和生长条件后,选择分布广泛的种类,以提高驯化开发的成功率。

#### 4.3 综合评价,确定开发次序

目前对野生紫花植物的研究还不多,对其开发利用也十分有限。野生植物资源驯化开发是一项复杂的系统工程,涉及到多个领域和学科。要结合野生植物的生物学特征、观赏特征、资源潜力和生态学价值等方面建立评价体系进行综合评估,确定野生紫花植物资源的开发次序,避免盲目性开发<sup>[14]</sup>。

对郑州黄河湿地野生紫花植物资源的开发利用,应坚持保护为主、建立种质资源库,开发与保护相结合的方针。但对其开发利用方式和评价体系的构建还需要进一步深入探讨。

## 参考文献:

- [1] 郑晓军,胡颖,郭二辉,等. 河南野生草本紫花观赏植物资源与园林应用研究[J]. 河南农业大学学报,2009,43(1):70-73.
- [2] 田朝阳,胡颖,郭二辉,等. 河南野生木本紫花观赏植物资源调查分析[J]. 西北农林科技大学学报,2008,36(2):134-142.
- [3] 王恒瑞. 郑州黄河湿地保护管理现状及对策[J]. 湿地科学与管理,2018,14(2):30-32.
- [4] 郑州黄河湿地自然保护区管理中心. 郑州黄河湿地野生植物图谱[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2015.
- [5] 马瑞鑫,姜杰. 河北省蓝色野生花卉资源调查[J]. 河北师范大学学报,2018,42(4):314-351.
- [6] 孙健,赵惠恩. 北京小龙门地区蓝紫色野生花卉资源调查[J]. 河南农业科学,2012,41(11):132-135.
- [7] 叶永忠. 河南野生花卉资源的调查研究[J]. 河南农业大学学报,1985,19(2):178-183.
- [8] 王遂义,丁宝章. 河南植物志[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1994.
- [9] 田朝阳,田国行. 河南野生观赏植物志[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [10] 北京科学院. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [11] 李霞. 节约型园林绿化建设分析[J]. 现代园艺,2016(2):168-169.
- [12] 徐冬梅,周立勋. 花境在我国应用中存在的若干问题探析[J]. 北方园艺,2003(4):10-11.
- [13] 王云才,薛竣桓. 生态智慧引导下的太原市棕地修复逻辑与策略[J]. 风景园林,2019,26(6):53-57.
- [14] 任学敏,李思锋,黎斌,等. 秦岭山地主要野生木本观赏植物资源评价[J]. 西北林学院学报,2013,28(5):71-78.

(责任编辑 张林艳)

(上接第 140 页)

- [4] 翟杰斌,杨艳艳. 我国湿地保护立法研究[J]. 曲靖师范学院学报,2009,28(3):76-79.
- [5] 张颖. 中国湿地生态补偿法律机制改革研究——基于美国的比较借鉴与启示[J]. 世界农业,2017(12):118-121.
- [6] 张明波,田义文. 渭河全流域生态补偿机制研究[J]. 广东农业科学,2013,40(3):163-166.
- [7] 张立. 美国补偿湿地及湿地补偿银行的机制与现状[J]. 湿地科学与管理,2008,4(4):14-15.
- [8] 刘金淼,孙飞翔,李丽平. 美国湿地补偿银行机制及对我国湿地保护的启示与建议[J]. 环境保护,2018,46(8):75-79.
- [9] 沈洪涛,任树伟,梁雪峰. 替代费实现美国湿地“零净损失”[J]. 环境保护,2009(22):74-75.
- [10] 邵琛霞. 湿地补偿制度:美国的经验及借鉴[J]. 林业资源管理,2011(2):107-112.
- [11] 潘佳,汪劲. 中国湿地保护立法的现状、问题与完善对策[J]. 资源科学,2017,39(4):795-804.
- [12] 栾丽,杨玖贤,何月萍,等. 水电工程建设对生态环境的影响及生态补偿机制研究[J]. 四川环境,2013,32(1):78-83.
- [13] 靳乐山,吴乐. 我国生态补偿的成就、挑战与转型[J]. 环境保护,2018,46(24):7-13.
- [14] 张炳淳. 生态补偿机制的法律分析[J]. 河北学刊,2008(1):172-176.
- [15] 吴健,袁甜. 生态保护补偿市场机制的国际实践与启示[J]. 中国国土资源经济,2019,32(7):4-11.

(责任编辑 张林艳)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.028

## 滇西北程海流域干热河谷区造林树种选择

赵金龙<sup>1</sup>, 徐映雪<sup>2</sup>

(1. 国家林业和草原局昆明勘察设计院, 云南 昆明 650216; 2. 国家林业和草原局, 北京 100714)

**摘要:**程海流域地处金沙江干热河谷区,天然植被稀少,生态环境脆弱,造林难度较大,树种选择适当与否是造林成败的关键因子。文中阐述了程海流域现有的植被分布情况和主要造林树种,对程海流域造林存在的自然环境恶劣、自然灾害严重、生态系统退化等问题,提出适地适树、生物多样性丰富和效益最大化等造林树种选择的原则,并对该区域立地条件进行评价。在此基础上,从不同抗逆性特征、不同坡度、不同海拔以及不同坡位等方面,总结出适合程海流域造林的备选树种和干热河谷区造林及树种选择的要点,以期为金沙江流域干热河谷区造林树种选择提供参考。

**关键词:**程海流域;金沙江干热河谷;造林;树种选择

中图分类号:S725.1;S728.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0147-05

**引文格式:**赵金龙,徐映雪. 滇西北程海流域干热河谷区造林树种选择[J]. 林业调查规划,2020,45(3):147-151.  
ZHAO Jinlong, XU Yingxue. Selection of Afforestation Tree Species in Dry and Hot Valley Area of Chenghai River Basin in Northwest Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3):147-151.

## Selection of Afforestation Tree Species in Dry and Hot Valley Area of Chenghai River Basin in Northwest Yunnan

ZHAO Jinlong<sup>1</sup>, XU Yingxue<sup>2</sup>

(1. Kunming Survey & Design Institute of State Forestry and Grassland Administration, Kunming 650216, China;  
2. National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100714, China)

**Abstract:** The Chenghai River Basin is located in the dry-hot valley area of the Jinsha River, with scarce natural vegetation, fragile ecological environment, and difficult afforestation. The key factor of afforestation success is the proper selection of tree species. This paper described the vegetation distribution and main afforestation species in Chenghai River Basin, analyzed the problems of bad natural environment, serious natural disasters, ecosystem degradation, etc, put forward the principles of tree species selection, such as suitable site and species, rich biodiversity and maximum benefit, and evaluated the site conditions of the region. The selection of tree species and the key points of afforestation in dry-hot valley area was discussed from the aspects of different stress resistance characteristics, different slopes, different altitudes and different slope positions, in order to provide reference for afforestation tree species selection in the dry-hot valley area of the Jinsha River.

**Key words:** Chenghai River Basin; dry-hot valley area of the Jinsha River; afforestation; tree species selection

收稿日期:2019-11-15.

第一作者:赵金龙(1984-),男,云南丽江人,博士,高级工程师.主要从事林业规划设计工作. Email:zhaojinlong1257436@163.com

干热河谷俗称“干坝子”<sup>[1]</sup>或“干热坝子”,主要分布在横断山脉的怒江、澜沧江、金沙江、元江、南盘江、岷江、雅砻江等高温低湿河谷地带。程海流域地处金沙江上游支流区域,海拔 1 600 m 以下地区多为干热河谷区。

长期以来,干热河谷被认为是世界上环境最恶劣的地区之一<sup>[2-3]</sup>,植被稀少,森林覆盖率低,造林绿化一直以来都是一大难题。金沙江干热河谷区气候干旱炎热,降水量少且分布不均,土壤瘠薄,是我国造林极端困难的立地之一<sup>[4]</sup>。近年来,研究人员在金沙江河谷<sup>[5-15]</sup>、怒江河谷<sup>[16-18]</sup>等干热河谷区已开展了一些人工造林树种选择<sup>[11,13,19-25]</sup>、造林技术<sup>[10,26]</sup>等方面的研究,但在程海流域干热河谷区还未开展过造林绿化工作的研究。鉴于此,研究人员对程海流域 1 600 m 以下干热河谷区进行了全面调查,并对造林树种选择做了深入探讨,以期对干热河谷区生态修复树种选择提供参考。

## 1 程海流域概况

### 1.1 自然环境概况

程海流域地处丽江市永胜县,属金沙江流域干热河谷区,为一近南北向展布的长条形区域,南北长约 50 km,东西宽约 5 km,东面、西面与北面山体连绵高耸,南面地势较低,流域河水注入金沙江。程海流域属亚热带高原季风气候,全年盛行南风,常有强烈的“焚风”,气候干旱炎热,且干旱时间长,晴朗少雨,四季不分明,年均温 19.1℃<sup>[27]</sup>,月最高温出现在 5—7 月,≥10℃ 的年活动积温达 6 400℃,日照时数 2 700 h 左右,降雨量少,降水集中在 7—9 月,年均降雨量为 755.9 mm,年均蒸发量为 1 814.2 mm。土壤成土母质主要为玄武岩,土壤有红壤、棕壤、红棕壤、红褐土和水稻土,程海边分布有一定盐碱土。

### 1.2 植物植被

程海流域植被主要为干热河谷稀树灌草丛,由于过度放牧和樵采,部分地区植被已经退化为“稀树草丛”、“稀灌草丛”和以中草和禾草为主的“草丛”。分布植物有木棉(*Bombax ceiba*)、红椿(*Toona ciliata*)、楝(*Melia azedarach*)、黄葛树(*Ficus virens*)、滇刺枣(*Ziziphus mauritiana*)、滇榄仁(*Terminalia franchetii*)、车桑子(*Dodonaea viscosa*)、清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、岩柿(*Diospyros dumetorum*)、余甘子(*Phyllanthus emblica*)、疏序黄荆(*Vitex negundo*)、麻疯树(*Jatropha curcas*)、金合欢(*Acacia farnesiana*)、龙舌兰(*Agave americana*)、牛角瓜(*Cal-*

*otropis gigantea*)、黄茅(*Heteropogon contortus*)、丛毛羊胡子草(*Eriophorum comosum*)、戟叶酸模(*Rumex hastatus*)、孔颖草(*Bothriochloa pertusa*)等。

## 2 造林绿化树种

经本人实地调查,程海流域干热河谷区目前人工造林树种主要有:木棉、楝、凤凰木(*Delonix regia*)、蓝花楹(*Jacaranda mimosifolia*)、黄葛树、小叶榕(*Ficus parvifolia*)、印度榕(*Ficus elastica*)、蓝桉(*Eucalyptus globulus*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、清香木、车桑子、麻疯树、龙舌兰等。

## 3 造林面临的困难

### 3.1 自然环境恶劣

程海流域干热河谷区光照强度大,气候干旱炎热,干旱时间长,全年盛行南风,“焚风效应”明显。该区年降水量较少,而蒸发量则是降水量的 2~3 倍,空气干燥,且降水年内分配不均匀,主要集中在 7—9 月,导致土壤经常缺水“干化”。此外,该区土壤瘠薄,且石砾较多,土壤保水保肥性较差,非常不利于植物生长。

### 3.2 自然灾害严重

程海流域干热河谷区地质地貌复杂,山高坡陡、沟谷纵横,仅大的冲沟就有 47 条之多。加之气候干旱少雨、水热不均衡,土壤瘠薄,采石采沙现象突出,导致水土流失严重,泥石流、滑坡、火灾、病虫害等自然灾害频繁。

### 3.3 生态系统退化

程海流域干热河谷区原生植被是以硬叶栎类为主的亚热带常绿阔叶林,由于气候变化、长期人为活动干扰,特别是过度放牧和开垦的破坏,目前区域内植被已逆向演替为干热河谷灌草丛,环境越来越恶劣,生态系统退化严重。

## 4 造林树种选择

### 4.1 树种选择原则

#### 1) 适地适树

树种选择必须因地制宜、适地适树<sup>[28]</sup>。选择适生性强、抗逆性强、根系发达、改良土壤效果好的地带性乡土树种,适当选用引种驯化后长势较好的外来树种。

#### 2) 生物多样性丰富

坚持常绿与落叶搭配,绿化与美化相结合,见缝

插绿,宜乔则乔、宜灌则灌、宜草则草、宜藤则藤,乔、灌、草、藤综合配置,提高生物多样性水平,促进植被正向演替。

3) 效益最大化

坚持生态、社会、经济效益相结合,效益最大化的原则。既要营造生态林构建程海流域绿水青山,也要营造风景林促进当地生态旅游发展,还要发展经济林增加周边群众收入。

4.2 立地分类及评价

1) 立地分类

采用气候(温度带、湿度带)、地形地貌和土壤(土壤质地、Ph值)3个因子作为立地划分依据,试验区涉及的立地类型主要是亚热带干旱山地、洪积扇、阶地和滩地,土壤主要是酸性红壤。

2) 立地评价

试验区地处干旱亚热带中高山峡谷区域,坡向多为阳坡,土壤瘠薄,呈酸性及弱碱性,砾石多,保肥持水能力差,且多采石采沙活动,土壤侵蚀严重,立地条件较差。因此,在选取造林绿化树种时,应以抗逆性较强的乡土树种为主,乔、灌、草、藤相结合,提高生物多样性和植被覆盖率水平。

4.3 树种选择

文中从不同抗逆性特征、不同坡度、不同海拔,以及不同坡位等方面探讨了造林树种选择情况,在实践中应将以上因素统筹考虑,科学选择造林树种。

4.3.1 不同抗逆性特征

从造林树种抗逆性来看,锥连栎(*Quercus franchetii*)、铁橡栎(*Quercus cocciferoides*)、赤桉(*Eucalyptus camaldulensis*)、滇刺枣、滇榄仁等树种抗逆性强;云南松(*Pinus yunnanensis*)、楝、滇朴(*Celtis kunmingensis*)、台湾相思(*Acacia confusa*)、麻疯树等树种抗逆性较强;龙眼(*Dimocarpus longan*)、荔枝(*Litchi chinensis*)、杧果(*Mangifera indica*)等经济类树种抗逆性一般(表1)。

4.3.2 不同坡度

经调查,在干热河谷较陡峭的山体上主要以原生性的栎类、余甘子、车桑子、滇榄仁、黄荆(*Vitex negundo*)等树种为主;在沟谷、洪积扇、阶地等坡度较小的区域以人工桉树林,以及木棉、红椿、白头树(*Garuga forrestii*)、滇刺枣、楝等乡土树种为主;在地势较平坦的区域,目前存在一些桉树人工林和景观林,建议下一步该区域以景观林和经济果木林为主进行营造(表2)。

表1 不同抗逆性特征树种选择

Tab.1 Selection of tree species under different stress resistance characteristics

序号	抗逆特性	树种
1	抗逆性强	木棉、滇刺枣、滇榄仁、锥连栎、铁橡栎、赤桉、金合欢、白毛黄荆( <i>Vitex negundo</i> )、余甘子、银合欢( <i>Leucaena leucocephala</i> )、火棘( <i>Pyracantha fortuneana</i> )、石山羊蹄甲( <i>Bauhinia comosa</i> )、车桑子、小石积( <i>Osteomeles anthyllidifolia</i> )、小檗美登木( <i>Maytenus berberoides</i> )、云南土沉香( <i>Excoecaria acerifolia</i> )、龙舌兰、仙人掌( <i>Opuntia stricta</i> )等
2	抗逆性较强	云南松、尼泊尔栎木( <i>Alnus nepalensis</i> )、栓皮栎( <i>Quercus variabilis</i> )、麻栎( <i>Quercus acutissima</i> )、楝、川楝( <i>Melia toosendan</i> )、滇朴、台湾相思、大叶相思( <i>Acacia auriculiformis</i> )、西南杭子梢( <i>Campylotropis delawayi</i> )、麻疯树、蓖麻( <i>Ricinus communis</i> )等
3	抗逆性一般	龙眼( <i>Dimocarpus longan</i> )、荔枝、杧果、枣( <i>Ziziphus jujuba</i> )、桑( <i>Morus alba</i> )、辣木( <i>Moringa oleifera</i> )、慈竹( <i>Bambusa emeiensis</i> )等

表2 不同坡度树种选择

Tab.2 Selection of tree species at different slopes

序号	坡度	树种
1	≤10°	酸豆( <i>Tamarindus indica</i> )、龙眼、荔枝、杧果、桑、枣、柑橘( <i>Citrus reticulata</i> )、葡萄( <i>Vitis vinifera</i> )、番石榴( <i>Psidium guajava</i> )、番木瓜( <i>Carica papaya</i> )、花椒( <i>Zanthoxylum bungeanum</i> )等
2	≤20°	木棉、红椿、白头树、赤桉、小叶榕、滇刺枣、楝、凤凰木、蓝花楹、黄花夹竹桃( <i>Thevetia peruviana</i> )、滇朴、构树( <i>Broussonetia papyrifera</i> )等
3	>20°	锥连栎、铁橡栎、麻栎( <i>Quercus acutissima</i> )、栓皮栎( <i>Quercus variabilis</i> )、黄葛树、金合欢、滇合欢( <i>Albizia simeonis</i> )、银合欢、余甘子、车桑子、滇榄仁、黄荆( <i>Vitex negundo</i> )、龙舌兰等

4.3.3 不同海拔

在海拔较高的干热河谷区,植被分布相对较好,分布有各种栎类、云南松、清香木、车桑子、余甘子、西南杭子梢等,造林时可作为参考树种;在1400~1600m海拔区域,可种植合欢类、柏木类以及滇朴、白头树、楝等乡土树种;在海拔较低的区域,可种植榕树类、木棉、凤凰木、蓝花楹等景观类树种,以及钝叶黄檀(*Dalbergia obtusifolia*)、秧青(*Dalbergia assamica*)、油桐(*Vernicia fordii*)、台湾相思等经济林木(表3)。

4.3.4 不同坡位

山体区宜种植栎类、清香木、车桑子、余甘子、滇

表 3 不同海拔树种选择

Tab. 3 Selection of tree species at different altitudes

序号	海拔/m	树种
1	≤1600	云南松、黑荆 ( <i>Acacia mearnsii</i> )、尼泊尔栲木、锥连栎、铁橡栎、栓皮栎、麻栎、清香木、车桑子、余甘子、西南杭子梢、木豆 ( <i>Cajanus cajan</i> )、长叶女贞 ( <i>Ligustrum compactum</i> )、栎菊木 ( <i>Nouelia insignis</i> ) 等
2	1400~1600	滇朴、白头树、楝、黄连木 ( <i>Pistacia chinensis</i> )、乌桕 ( <i>Sapium sebiferum</i> )、樟 ( <i>Cinnamomum camphora</i> )、合欢 ( <i>Albizia julibrissin</i> )、山合欢 ( <i>Albizia kalkora</i> )、毛叶合欢 ( <i>Albizia mollis</i> )、滇合欢、头状四照花 ( <i>Cornus capitata</i> )、黄花夹竹桃、黑荆、墨西哥柏木 ( <i>Cupressus lusitanica</i> )、干香柏 ( <i>Cupressus duclouxiana</i> )、构树等
3	≤1400	木棉、凤凰木、蓝花楹、紫薇 ( <i>Lagerstroemia indica</i> )、黄葛树、大青树 ( <i>Ficus hookeriana</i> )、印度榕、银桦 ( <i>Grevillea robusta</i> )、滇朴、酸豆 ( <i>Tamarindus indica</i> )、金合欢、钝叶黄檀 ( <i>Dalbergia obtusifolia</i> )、秧青、木油桐 ( <i>Vernicia montana</i> )、油桐、台湾相思等

榄仁、银合欢 (*Leucaena leucocephala*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*)、牛筋条 (*Dichotomanthes tristanii*) 等涵养水源较好的树种;冲积扇区水土流失严重,宜种植楝、麻疯树、金合欢、白头树、岩柿 (*Diospyros dumetorum*)、刺槐 (*Robinia pseudoacacia*)、牛角瓜 (*Calotropis gigantea*)、白刺花 (*Sophora davidii*)、木豆等固土保肥效果较好的树种;河谷平坝区立地条件较好,宜种植具有良好生态、社会和经济效益的树种,实现效益价值最大化;程海湖滨区风力较大,且分布有一定的盐碱地,可种植垂柳 (*Salix babylonica*)、木麻黄 (*Casuarina equisetifolia*)、滇杨 (*Populus yunnanensis*)、芦苇 (*Phragmites australis*) 等抗风耐盐碱的树种,并种植眼子菜 (*Potamogeton distinctus*)、红线草 (*Potamogeton pectinatus*)、苦草 (*Vallisneria spiralis*)、狐尾藻 (*Myriophyllum verticillatum*) 等原生水生植物对水体进行修复 (表 4)。

### 5 小结

1) 干热河谷区自然环境恶劣,树种选择是造林技术的关键<sup>[8]</sup>。应根据不同海拔、土壤条件、坡度、坡向和立地条件,采用不同的造林方式,选择乡土树种和外来引种成功且有深根、长效、耐旱、耐瘠薄的乔木、灌木和豆科草本植物<sup>[29]</sup>。

2) 在立地条件好的地方,宜采用油橄榄、荔枝、芒果、龙眼、辣木等营造经济林;采用红椿、白头树、黄檀等乡土树种营造珍贵用材林;采用木棉、凤凰

表 4 不同坡位树种选择

Tab. 4 Selection of tree species on different slope positions

序号	区域	树种
1	山体区	锥连栎、铁橡栎、麻栎、栓皮栎、西南杭子梢、清香木、车桑子、余甘子、滇榄仁、银合欢、马桑、牛筋条 ( <i>Dichotomanthes tristanii</i> )、白毛黄荆 ( <i>Vitex negundo</i> )、龙舌兰、金刚纂 ( <i>Euphorbia nerifolia</i> )、仙人掌 ( <i>Opuntia stricta</i> var. <i>dillenii</i> ) 等
2	洪积扇区	木棉、凤凰木、红椿、楝、羽脉山黄麻 ( <i>Trema levigata</i> )、滇刺枣、麻疯树、金合欢、白头树、岩柿、刺槐、墨西哥柏木 ( <i>Cupressus lusitanica</i> )、油橄榄 ( <i>Olea europaea</i> )、牛角瓜、白刺花、木豆等
3	河谷平坝区	木棉、红椿、凤凰木、蓝花楹、黄连木、黄葛树、大青树 ( <i>Ficus hookeriana</i> )、印度榕、高山榕 ( <i>Ficus altissima</i> )、滇朴、酸豆 ( <i>Tamarindus indica</i> )、番石榴 ( <i>Psidium guajava</i> )、叶子花 ( <i>Bougainvillea spectabilis</i> )、虾子花 ( <i>Woodfordia fruticosa</i> )、滇刺枣、白头树、女贞 ( <i>Ligustrum lucidum</i> )
4	湖滨区	垂柳、木麻黄、滇杨、芦苇、斑茅 ( <i>Saccharum arundinaceum</i> )、狗牙根 ( <i>Cynodon dactylon</i> )、波斯菊 ( <i>Cosmos bipinnatus</i> )、酸模叶蓼 ( <i>Polygonum lapathifolium</i> )、千屈菜 ( <i>Lythrum salicaria</i> )、眼子菜、红线草、苦草、狐尾藻等

木、苦楝、蓝花楹、毛叶合欢、黄连木、滇朴等景观类树种营造风景林;在土壤瘠薄、水土流失严重、人畜活动频繁的区域,应采用锥连栎、铁橡栎、麻栎、栓皮栎、清香木、余甘子、山黄麻、车桑子、火棘、马桑、黄荆、滇榄仁、女贞、木豆、龙舌兰等乡土树种营造生态林。

3) 应科学分析评估造林地块的立地条件,全面掌握干热河谷区不同立地条件下的环境特征,将乡土生态树种与经济树种、景观树种相结合,采用有针对性的配置方式,宜乔则乔、宜灌则灌、宜藤则藤,宜草则草,乔、灌、藤、草相结合。

4) 应开展造林科学试验研究,筛选出抗旱、耐贫瘠、具根瘤菌、适应性强的乡土树种,将其作为干热河谷造林绿化的先锋树种,以提高造林成活率。

### 参考文献:

[1] 胡子萍,方强明,李江,等. 元江县干热河谷造林进展与展望[J]. 绿色科技,2012,4(6):4-7.  
 [2] 杨振寅,苏建荣,罗栋,等. 干热河谷植被恢复研究进展与展望[J]. 林业科学研究,2007,20(4):563-568.  
 [3] 赵培仙,孔维喜,何璐. 金沙江干热河谷退耕还林造林模式及造林技术研究[J]. 陕西林业科技,2014(5):29-34.  
 [4] 费世民,蒋俊明,张旭东,等. 再论干热河谷植被恢复过程中的“适度”造林[J]. 四川林业科技,2016,37(1):

- 13-22.
- [5] 李晓清,高捍东,李荣伟,等. 金沙江干热河谷希蒙德木造林技术及幼林生物量分配[J]. 西南林学院学报, 2007,27(2):23-26.
- [6] 贾利强. 金沙江干热河谷造林树种抗旱特性的研究[D]. 北京:北京林业大学,2003.
- [7] 刁阳光,表志明,林兴贵,等. 金沙江干热河谷新银合欢优良造林类型选择研究[J]. 四川林业科技,1998(1):76-79.
- [8] 田广红,王仁师,张尚云. 金沙江干热河谷立地类型的划分及其造林技术措施[J]. 云南林业科技,2003(3):29-35.
- [9] 刘方炎. 金沙江干热河谷滇榄仁与锥连栎幼苗建成机制及生态适应性[D]. 北京:北京林业大学,2011.
- [10] 李强. 金沙江干热河谷生态环境特征与植被恢复关键技术研究[D]. 西安:西安理工大学,2008.
- [11] 张春华,廖声熙,李昆,等. 金沙江干热河谷3个造林树种裸根1年生苗的育苗密度研究[J]. 西部林业科学,2007,36(4):79-86.
- [12] 张春华,李昆,廖声熙,等. 金沙江干热河谷退耕还林区川楝造林技术研究[J]. 西北林学院学报,2008,23(1):115-120.
- [13] 张春华,李昆,崔永忠. 金沙江干热河谷上段退耕还林区造林树种选择[J]. 西南林学院学报,2005,25(1):20-23.
- [14] 张尚云,高洁,傅美芬,等. 金沙江干热河谷恢复植被与造林技术研究[J]. 西南林学院学报,1997,17(2):3-9.
- [15] 蒋俊明,费世民,何亚平,等. 金沙江干热河谷植被恢复探讨[J]. 西南林学院学报,2007,27(6):11-15,29.
- [16] 胡学军. 怒江干热河谷地区植树造林措施探讨[J]. 绿色科技,2018(1):36-37.
- [17] 胡滨. 怒江干热河谷不同海拔马鹿花造林效果初探[J]. 内蒙古林业调查设计,2011,34(4):33-34,38.
- [18] 杨向林. 怒江干热河谷造林的影响因素及对策探析[J]. 中国林业经济,2014(6):45-46,52.
- [19] 余丽云. 元谋干热河谷植被恢复造林树种选择研究[J]. 西南林学院学报,1997,17(2):51-56.
- [20] 段爱国,张建国,何彩云,等. 干热河谷主要造林树种气体交换特性的坡位效应[J]. 生态学报,2013,33(12):3630-3638.
- [21] 张春华,李昆,崔永忠,等. 适于金沙江干热河谷造林用的6个树种的育苗施肥试验[J]. 西部林业科学,2005,34(4):53-57.
- [22] 李昆,曾觉民. 金沙江干热河谷主要造林树种蒸腾作用研究[J]. 林业科学研究,1999,12(3):25-31.
- [23] 李昆,张春华,崔永忠,等. 金沙江干热河谷区退耕还林适宜造林树种筛选研究[J]. 林业科学研究,2004,17(5):555-563.
- [24] 李昆,孙永玉,张春华,等. 金沙江干热河谷区8个造林树种的生态适应性变化[J]. 林业科学研究,2011,24(4):488-494.
- [25] 李昆,崔永忠,张春华. 金沙江干热河谷退耕还林区造林树种的育苗技术[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2003,27(6):89-92.
- [26] 李昆,刘方炎,杨振寅,等. 中国西南干热河谷植被恢复研究现状与发展趋势[J]. 世界林业研究,2011,24(4):55-60.
- [27] 周兴中. 程海湖流域生态环境现状及保护[J]. 云南环境科学,1999,18(3):9-11.
- [28] 杨华. 东川干热河谷地带造林树种的选择及造林方法[J]. 吉林农业,2013(1):141-142.
- [29] 赵培仙,孔维喜,何璐. 金沙江干热河谷区退耕还林工程项目营造林技术推广应用——以元谋县为例[J]. 绿色科技,2014(7):76-79.

(责任编辑 张林艳)

(上接第96页)

- [2] 项卫东,郭建,魏勇,等. 高速公路建设对区域生物多样性影响的评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003,27(6):43-47.
- [3] 彭丽芬,李新贵. 环线公路建设对梵净山自然保护区生物多样性的影响评价[J]. 林业调查规划,2010,35(6):53-56,58.
- [4] 吴征镒,王荷生. 天然气管道工程对云南乌蒙山国家级自然保护区生物多样性的影响评价[J]. 林业调查规划,2014,39(3):87-91.
- [5] 赫尚丽,朱丽艳,李百航,等. 丽香铁路建设对保护区生物多样性的影响评价[J]. 林业建设,2013(1):54-56.
- [6] 邓勇. 高速公路建设对自然保护区生物多样性影响评价[J]. 四川林勘设计,2015(3):75-79,80.
- [7] 王勇,郑进烜,杨东,等. 玉磨铁路建设工程对生物多样性影响评价[J]. 林业调查规划,2016,41(5):29-37.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.029

## 极端干旱区绿洲胡杨叶片性状及其对水分条件的响应

马万飞<sup>1</sup>, 何奕成<sup>2</sup>, 王寅<sup>2</sup>, 李景文<sup>2</sup>

(1. 额济纳旗水务局, 内蒙古 额济纳 735400; 2. 北京林业大学林学院, 北京 100083)

**摘要:**为探究荒漠植物对极端干旱环境的响应,对额济纳绿洲胡杨 5 个叶功能性状及其对水土异质性的响应进行测定与分析。结果显示:胡杨叶功能性状具有不同程度的变异幅度,变异系数最大的为比叶面积;比叶面积与叶片厚度呈显著负相关,与叶氮、磷含量呈显著正相关,其是反映胡杨适应干旱环境的关键指标;地下水与土壤含水率对胡杨叶性状解释率最高,表明水分是胡杨叶性状的主要影响因素,可以通过合理的分水措施对胡杨种群进行加以保护。

**关键词:**胡杨;叶功能性状;水分条件;相关性分析;环境因子;额济纳绿洲

中图分类号:S792.11;S718.42;S718.512.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0152-06

引文格式:马万飞,何奕成,王寅,等. 极端干旱区绿洲胡杨叶片性状及其对水分条件的响应[J]. 林业调查规划, 2020,45(3):152-157.

MA Wanfei, HE Yicheng, WANG Yin, et al. Leaf Functional Traits of *Populus euphratica* and Its Response to Water Condition in Oasis of Extremely Arid Area[J]. Forest Inventory and Planning, 2020,45(3):152-157.

### Leaf Functional Traits of *Populus euphratica* and Its Response to Water Condition in Oasis of Extremely Arid Area

MA Wanfei<sup>1</sup>, HE Yicheng<sup>2</sup>, WANG Yin<sup>2</sup>, LI Jingwen<sup>2</sup>

(1. Ejina Water Authority, Ejina, Inner Mongolia 735400, China;

2. College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The five leaf functional traits of *Populus euphratica* and its response to soil and water heterogeneity were measured and analyzed in Ejina Oasis to study the response of desert plant to extreme drought environment. The results showed that the leaf functional traits were different in degrees of variation, and the largest variation coefficient was specific leaf area, which was negatively correlated with leaf thickness and positively correlated with leaf nitrogen and phosphorus concentration, and could be the key index reflecting adaptability of *P. euphratica* to drought stress. The groundwater and the soil moisture were the main factors of *P. euphratica* leaf traits, and *P. euphratica* populations could be protected by rational water resources allocation.

**Key words:** *Populus euphratica*; leaf functional trait; water condition; correlation analysis; environmental factor; Ejina Oasis

位于极端干旱区的荒漠生态环境极为脆弱<sup>[1]</sup>,但其拥有特殊而珍贵的植物资源。自二十世纪中期

以来,全球变化所导致的极端气候、土壤退化、降水格局变化等,已经造成全球范围干旱区河流频繁改

收稿日期:2019-12-31.

基金项目:国家自然科学基金项目(31570610).

第一作者:马万飞(1981-),男,内蒙古额济纳人,工程师. 从事额济纳河水资源配置与水利工程建设管理工作. Email:378250425@qq.com

责任作者:李景文(1968-),男,黑龙江大庆人,教授. 从事森林生态学和保护生物学研究.

道、土壤沙化及盐渍化过程,对荒漠生态系统稳定性造成严重影响<sup>[2]</sup>。而绿洲作为极端干旱区荒漠生态系统受全球变化影响最为敏感的区域,其植物如何应对干旱环境是生态学研究的重要内容<sup>[3]</sup>。

植物功能性状是能强烈影响生态系统功能并反映植物对环境变化响应的核心属性<sup>[4-5]</sup>。植物体与环境变化有着密切联系,而叶片与植物体上各个器官相比有着对环境更为敏感的反应<sup>[6]</sup>。叶片是植物进行各项生理活动的重要场所,也是连接大气和植物系统进行能量流动的重要媒介,维持生态系统稳定的重要要素<sup>[7]</sup>。因此,研究植物叶功能性状对环境的响应具有重要意义。

胡杨(*Populus euphratica*)主要生长在中纬度的干旱荒漠地区,是荒漠河岸常见的优势种,对维持荒漠河岸生态系统稳定起关键作用<sup>[8]</sup>。额济纳胡杨林是内蒙古西部干旱区唯一的天然乔木林,也是中国天然胡杨林的集中分布区之一<sup>[9]</sup>。而荒漠河岸胡杨林的更新与恢复主要依靠上游来水与地下水位的抬升<sup>[10-11]</sup>;同时黑河上游的不规律来水使额济纳绿洲的水土条件存在明显的空间异质性<sup>[12]</sup>。因此,本文从胡杨叶片形态性状的角度出发,分析在不同水土条件下胡杨叶片形态性状的变化以及造成这种变化的主要影响因素,以此为额济纳绿洲胡杨林的保护以及水资源合理配置提供理论基础。

## 1 研究地概况

研究地位于中国西北干旱区的内蒙古额济纳旗,地处亚洲大陆腹地,属于典型的温带大陆性气候。年均温为 8.9℃,年均降水量为 37.9~49.3 mm,蒸发量为 3 746~4 213 mm,平均蒸发量是降水量的 88~109 倍。额济纳绿洲核心区的主要土壤类型为非地带性林灌草甸土,并与固定、半固定风沙土、潮土镶嵌分布。额济纳绿洲主要的植被类型是以胡杨和柽柳(*Tamarix chinensis*)为主的植物群落,其中胡杨林分布面积最大,也是绿洲的主要保护对象,胡杨林的生长以及衰亡过程与河流来水和地下水埋深状况有着密切联系。

## 2 研究方法

### 2.1 样地布设

于 2017 年生长季,在额济纳胡杨林国家级自然保护区胡杨分布比较集中的二道桥、四道桥、七道桥进行样地调查。在围封的胡杨林内分别设置 3 块

30 m×30 m 的样地,在每个样地内选择胸径、长势一致的 10 株胡杨,于每株顶部采集当年生、成熟、完全伸展且健康无病虫害的叶片 10~20 片。同时使用二、四、七道桥的 3 口地下水观测井进行地下水位的记录。

### 2.2 样品处理与指标测定

为探究绿洲胡杨对环境资源的利用特性以及对土壤环境的适应特征,根据前人相关研究<sup>[13-14]</sup>,选择叶片厚度(leaf thickness)、比叶面积(specific leaf area)、叶碳含量(leaf carbon concentration)、叶氮含量(leaf nitrogen concentration)、叶磷含量(leaf phosphorus concentration)等 5 个叶功能性状指标进行测量与分析。

新鲜植物样品采集后需进行清洗,避免叶片上附着的灰尘等干扰产生影响,用自来水、去离子水对样品冲洗 1~3 次,然后再对叶片的功能性状进行测定<sup>[15]</sup>。使用电子游标卡尺(精确度 0.01 mm)测量采集叶片的叶片厚度时,沿主叶脉方向上、中、下重复测量 3 次厚度取平均值,且测量时避开主叶脉。将叶片平铺展开,使用 V700 扫描仪进行扫描并计算叶面积。叶片体积的测量通过排水法实现,将清洗后的新鲜叶片自然风干后浸没到装有水的 100 mL 量筒中,并持续浸没 5s,通过浸没叶片前后的量筒读数差得到叶片体积。将测过面积、厚度和体积的叶片在 80℃ 持续烘干 48h 直至恒重,完成干重的测量。

比叶面积计算公式:比叶面积=叶面积/叶干重

将测量过比叶面积的植物样品在莱驰 MM400 混和型研磨仪上进行粉碎,进行化学元素的测定。叶碳含量采用重铬酸钾容量法—外加热法完成测定,叶氮含量和叶磷含量分别采用半微量凯氏法和氢氧化钠熔融—钼锑抗比色法完成测定。

### 2.3 土壤样品采集与分析

在每株胡杨下方,采集 0~20 cm 土层的土样。土壤含水率采用烘干法测定。剩余土样剔除植物根系及石砾等杂物,带回实验室在室内风干后过 2 mm 筛,用于测定土壤的化学性质。土壤全氮用半微量凯氏法测定;土壤全磷用氢氧化钠熔融—钼锑抗比色法测定;有机质用重铬酸钾容量法—外加热法测定;土壤全盐采用加和法计算;土壤 pH 采用电位法测定<sup>[16]</sup>。

### 2.4 数据分析

对植物群落的叶片性状进行描述性统计分析,得到叶片性状的变异特征。叶片性状间的相关性分

析采用 Pearson 相关性检验。叶片性状的变异系数计算公式:变异系数=标准差/算术平均值。对不同样地的胡杨叶功能性状、水土环境的差异进行单因素方差(One-Way ANOVA)分析。采用多元回归模型分析环境因子与叶功能性状的关系,利用前向选择筛选剩余的环境因子,并剔除膨胀因子(VIF)大于 10 的解释变量,当最终多元回归模型中保留多个变量时,研究将通过 Hierarchical 分解分析来评估各个被保留变量的单独贡献情况。全部数据均采用 SPSS 18.0、R 3.4.4、Sigma Plot 12.5 进行统计、分析与作图。

### 3 结果与分析

#### 3.1 胡杨叶性状的分布规律

根据胡杨叶功能性状特征值的统计可以看出(表 1),变异系数最大的功能性状为比叶面积,其次为叶磷含量、叶片厚度,变异幅度居中。变异幅度最小的功能性状为叶碳含量、叶氮含量。叶片厚度的均值为  $0.32 \pm 0.03$  mm,比叶面积的均值为  $73.07 \pm 29.73$  m<sup>2</sup>/kg,叶碳含量的均值为  $391.45 \pm 37.53$  g/kg,叶氮含量的均值为  $14.65 \pm 1.4$  g/kg,叶磷含量的均值为  $1.11 \pm 0.17$  g/kg。

表 1 额济纳绿洲胡杨叶功能性状的特征

Tab. 1 Parameters of leaf functional traits of *Populus euphratica* in Ejina Oasis

叶片性状	最小值	最大值	均值	偏度	峰度	变异系数/%
叶片厚度/mm	0.25	0.42	$0.32 \pm 0.03$	0.42	0.26	10.71
比叶面积/(m <sup>2</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	23.02	127.08	$73.07 \pm 29.73$	0.11	-1.27	40.69
叶碳含量/(g·kg <sup>-1</sup> )	312.59	486.67	$391.45 \pm 37.53$	0.02	-0.35	9.59
叶氮含量/(g·kg <sup>-1</sup> )	12.41	18.42	$14.65 \pm 1.4$	0.52	-0.42	9.57
叶磷含量/(g·kg <sup>-1</sup> )	0.75	1.48	$1.11 \pm 0.17$	0.40	-0.41	15.07

#### 3.2 胡杨叶性状的相关性

对胡杨叶功能性状间的关系进行 Pearson 相关性检验,结果如表 2 所示。

表 2 额济纳绿洲胡杨叶功能性状相关性分析

Tab. 2 Correlation analysis between leaf traits of *Populus euphratica* in Ejina Oasis

性状	LT	SLA	LCC	LNC
SLA	-0.73**			
LCC	-0.27	0.12		
LNC	-0.10	0.27*	-0.18	
LPC	-0.19	0.42**	-0.11	0.17

注:\*\*表示极显著相关  $P < 0.01$ , \*表示显著相关  $P < 0.05$ 。

由表 2 可以看出,由于额济纳绿洲水资源的匮乏及水土环境不均匀性所造成的生境差异,胡杨叶片采用特定的功能组合适应环境。其中,叶片厚度与比叶面积呈显著负相关关系;比叶面积与叶氮含量、叶磷含量呈显著正相关关系;叶磷含量呈显著负相关关系。而其他叶功能性状之间则不存在显著的相关关系。

胡杨功能性状在不同地区上存在显著性差异(图 1),其中,二道桥叶磷含量显著高于四道桥、七道桥;七道桥叶碳含量显著高于二道桥、四道桥;四道桥叶氮含量显著高于二道桥、七道桥。而 3 个地区的胡杨比叶面积、叶片厚度差异不显著。

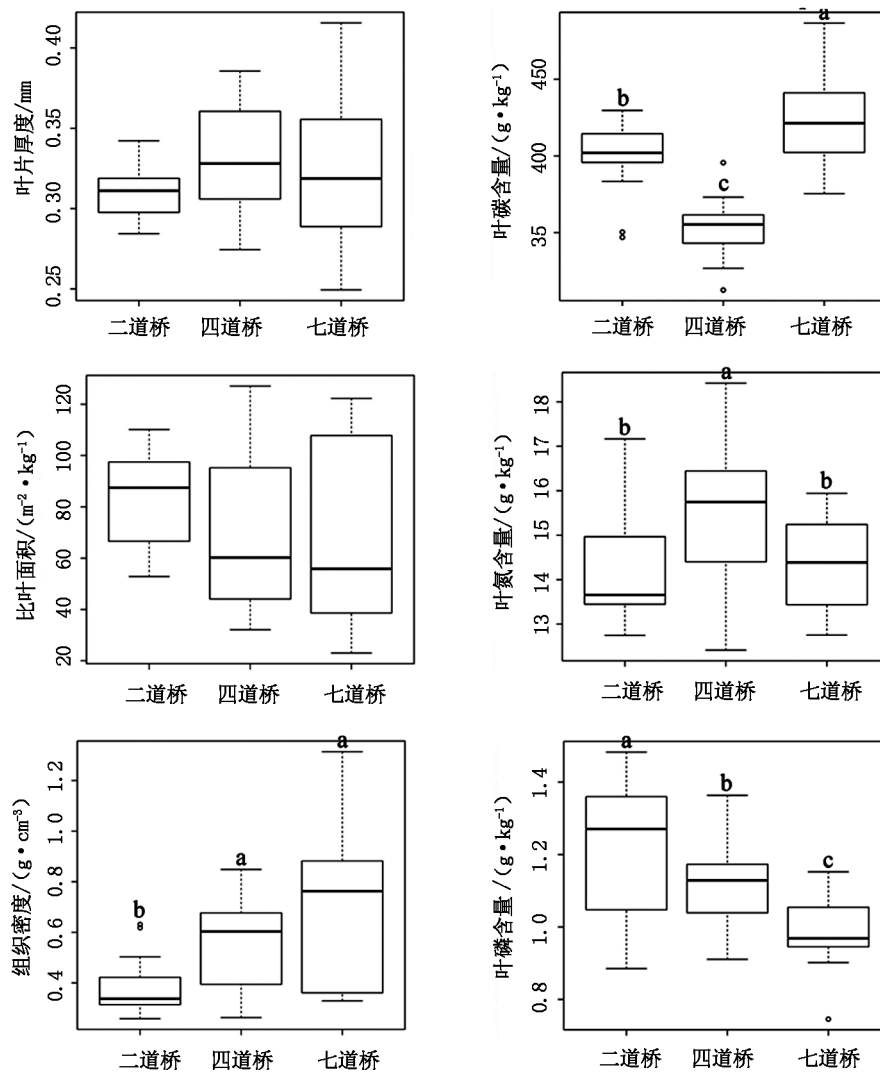
额济纳不同样点各土壤因子间存在显著性差异(表 3),二道桥土壤含水率、有机质与电导率显著高于四道桥、七道桥;四道桥土壤磷含量、pH、地下水

表 3 额济纳绿洲不同生境土壤条件比较

Tab. 3 Soil conditions under different habitats in Ejina Oasis

环境因子	二道桥	四道桥	七道桥
土壤含水率/%	$8.94 \pm 2.85a$	$4.14 \pm 1.42c$	$6.63 \pm 1.03b$
土壤 pH	$9.12 \pm 0.2b$	$9.28 \pm 0.18a$	$8.8 \pm 0.19c$
土壤有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )	$2.51 \pm 0.78a$	$1.23 \pm 0.38b$	$1.53 \pm 0.31b$
土壤全氮/(g·kg <sup>-1</sup> )	$0.06 \pm 0.02$	$0.05 \pm 0.03$	$0.06 \pm 0.02$
土壤全磷/(g·kg <sup>-1</sup> )	$0.07 \pm 0.01b$	$0.09 \pm 0.02a$	$0.04 \pm 0.01c$
土壤电导率/%	$1.05 \pm 6.71a$	$0.62 \pm 0.17b$	$0.69 \pm 0.28b$
地下水位/cm	109.13c	180.55a	125.41b





注:不同字母代表差异显著。

图1 不同样地胡杨叶功能性状特征

Fig. 1 Characteristics of leaf traits in different sites

位显著高于二道桥、七道桥。这说明额济纳胡杨林不同生境的土壤条件存在异质性差异。

### 3.3 胡杨叶性状与不同环境因子的关系

采用多元回归模型分析环境因子与叶功能性状的关系(表4),层次分解结果显示:土壤含水率是胡杨叶片厚度与比叶面积的最强解释因子;地下水位是叶片碳含量的最强解释因子;土壤全氮、地下水位是叶片氮含量的最强解释因子;土壤全磷、地下水位是叶片磷含量的最强解释因子。同时,土壤含水率与地下水显著性相关( $R = -0.48, P < 0.001$ )。综上,水分(土壤含水率、地下水位)是胡杨叶功能性状的主要影响因子。

## 4 结论与讨论

额济纳绿洲胡杨叶功能性状具有不同程度的变异幅度,结合局域环境因子进一步分析可以发现,与水分相关性更高的性状表现出更大的差异,比如比叶面积。同时,不同的功能性状之间具有一定的相关性。表明额济纳地区胡杨叶片性状形成某种特定的权衡方式以此适应极端干旱的环境。叶片功能性状并不是独立地响应环境条件的变化,而是相互关联的;在长期适应特定环境的过程中,性状之间通过调节资源的分配实现彼此之间的协同与权衡,从而提高植物在极端环境中的存活率<sup>[17]</sup>。

比叶面积是反映植物在不同环境下采取何种生

表 4 环境因子对胡杨叶功能性状的解释

Tab. 4 Explanation of environmental factors to leaf traits of *Populus euphratica*

环境因子	LT	SLA	LCC	LNC	LPC
土壤含水率/%	25.5%***	26.5%***	12.6%*		
土壤 pH	20.3%***	24.3%***		5.2%*	6.7%***
土壤有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )		15.3%***	7.2%***		
土壤全氮/(g·kg <sup>-1</sup> )		3.9%***	3.2%**	17.9%**	
土壤全磷/(g·kg <sup>-1</sup> )	3.3%**			9.6%*	29.0%***
土壤电导率/%	5.0%**		5.5%***		11.7%***
地下水位/cm			34.9%***	12.1%*	20.2%***
模型总解释率	49.4%***	66.9%***	58.8%***	39.1%***	64.3%***

注:\*\*\* $P < 0.001$ ; \*\* $P < 0.01$ ; \* $P < 0.05$ 。

长对策的关键指标,其能体现植物的生长状况,反映植物在该生境条件下的资源利用能力<sup>[18]</sup>。比叶面积代表了植物获取资源的能力,通常生长在资源较为丰富的环境中的植物具有较高的比叶面积<sup>[19]</sup>。而叶片厚度则与叶片水分供应、存储以及资源获取等过程密切相关<sup>[20]</sup>。而本文发现比叶面积与叶片厚度具有显著的负相关关系( $R = -0.73$ ),高叶片厚度和低比叶面积能够增强叶片的养分保存能力,有效降低水分散失,使胡杨具有更强的适应贫瘠环境的能力<sup>[21]</sup>。同时比叶面积与叶氮含量成正相关关系( $R = 0.27$ ),低比叶面积的植物叶片厚度小而光捕获面积大、叶氮含量高,从而实现较高的净光合速率和相对生长速率<sup>[21]</sup>。

额济纳绿洲水土环境受其河流的影响较大,由于季节性断流及上游来水的影响,致使绿洲水资源分布较不均匀,并导致部分地区异质性程度较高,影响了绿洲植物的生长发育。本文对胡杨叶功能性状的特征值与环境因子进行多元回归分析发现,地下水与土壤含水率对额济纳绿洲胡杨叶功能性状的解释率均最高,即二者对叶功能性状均具有十分重要的作用。总之,在额济纳绿洲的水土异质性条件下,水分对叶功能性状的影响更为关键。这可能是近年来绿洲水资源分布不均匀加重了该地区水土条件的异质性,胡杨种群为获得稳定性,通过调整叶功能性状来适应特殊生境。因此了解植物功能性状的变化格局及其主要影响因素,有助于预测全球气候变化背景下绿洲胡杨种群的演变。

叶片形态性状可作为反映胡杨适应极端干旱环境的重要功能性状指标,通过这类功能性状可以预测水分环境变化对黑河下游额济纳绿洲胡杨种群结构和功能的影响,同时可以通过合理的分水措施对胡杨种群加以保护。

#### 参考文献:

- [1] 张雪妮,李岩,杨晓东,等. 荒漠植物叶片化学性状及其经济谱对水盐变化的响应[J]. 生态学杂志,2018,37(5):1299-1306.
- [2] 方精云,朱江玲,石岳. 生态系统对全球变暖的响应[J]. 科学通报,2018(2):136-140.
- [3] SCHROTER D, CRAMER W, LEEMANS R, et al. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe[J]. Science, 2005, 310(5752):1333-1337.
- [4] MOONEY K A, HALITSCHKE R, KESSLER A, et al. Evolutionary trade-offs in plants mediate the strength of trophic cascades[J]. Science, 2010, 327(5973):1642-1644.
- [5] 孟婷婷,倪健,王国宏. 植物功能性状与环境及生态系统功能[J]. 植物生态学报,2007(1):150-165.
- [6] WRIGHT I J, REICH P B, WESTOBY M. Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high-and-low rainfall and high-and-low nutrient habitats[J]. Functional Ecology, 2001, 15(4):423-434.
- [7] 王丽华,高景,王金牛,等. 高山草地长花马先蒿的性状和生物量分配对坡向的适应[J]. 应用与环境生物学报,2017,23(4):648-657.
- [8] CAO D, LI J W, HUANG Z Y, et al. Reproductive characteristics of a *Populus euphratica* population and prospects for its restoration in China [J]. Plos One, 2012, 7(7):39121.
- [9] 黄晶晶,井家林,曹德昌,等. 不同林龄胡杨克隆繁殖根系分布特征及其构型[J]. 生态学报,2013,33(14):4331-4342.
- [10] WESTERMANN J, ZERBE S, ECKSTEIN D. Age Structure and Growth of Degraded *Populus euphratica* Floodplain Forests in North-west China and Perspectives for Their Recovery[J]. Integr Plant Biol, 2008, 50(5):536-546.
- [11] LING H B, GUO B, XU H L, et al. Configuration of water resources for a typical river basin in an arid region of China based on the ecological water requirements (EWRs) of desert riparian vegetation[J]. Global Planet Change, 2014, 122:292-304.
- [12] 董芳宇,王文娟,崔盼杰,等. 胡杨叶片解剖特征及其可塑性对土壤条件响应[J]. 西北植物学报,2016,36(10):2047-2057.
- [13] 祁建,马克明,张育新. 北京东灵山不同坡位辽东栎

- (*Quercus liaotungensis*)叶属性的比较[J]. 生态学报, 2008, 28(1):122-128.
- [14] WILSON P J, THOMPSON K, HODGSON J G. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies [J]. *New Phytologist*, 1999, 143(1):155-162.
- [15] CORNELISSEN J H C, LAVOREL S, GARNIER E, et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide [J]. *Australian Journal of Botany*, 2003, 51(4):335-380.
- [16] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000:152-200.
- [17] CORNWELL W K, SCHWILK D W, ACKERLY D D. A trait-based test for habitat filtering: convex hull volume [J]. *Ecology*, 2006, 7(6):1465-1471.
- [18] 热孜也木·阿布力孜, 玉米提·哈力克, 塔依尔江·艾山, 等. 塔里木河下游胡杨叶片性状特征及其对水分胁迫的响应[J]. 东北林业大学学报, 2019, 47(5):46-51.
- [19] GRASSEIN F, TILL-BOTTRAUD I, LAVOREL S. Plant resource-use strategies: The importance of phenotypic plasticity in response to a productivity gradient for two sub-alpine species [J]. *Annals of Botany*, 2010, 106:637-645.
- [20] SCOFFONI C, MCKOWN A D, RAWLS M, et al. Dynamics of leaf hydraulic conductance with water status: quantification and analysis of species differences under steady state [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2011, 63(2):643.
- [21] WRIGHT I J, CANNON K. Relationships between leaf lifespan and structural defences in a low-nutrient, sclerophyll flora [J]. *Functional Ecology*, 2001, 15(3):351-359.

(责任编辑 杨竣熔)

(上接第59页)

#### 参考文献:

- [1] 乐佩琦. 中国动物志—硬骨鱼纲—鲤形目(中卷) [M]. 北京:科学出版社, 1998.
- [2] 乐佩琦. 中国动物志—硬骨鱼纲—鲤形目(下卷) [M]. 北京:科学出版社, 2000.
- [3] 彭徐, 徐大勇, 董艳珍, 等. 泸沽湖鱼类资源现状及保护对策[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2015, 29(5):1-4.
- [4] 曹文宣, 伍献文. 四川西部甘孜阿坝地区鱼类生物学及其渔业问题[J]. 水生生物学集刊[J], 1962(2):79-110.
- [5] 陈宜瑜, 曹文宣, 郑慈英. 珠江的鱼类区系及其动物地理区划的讨论[J]. 水生生物学报, 1986, 10(3):228-236.
- [6] 陈宜瑜, 张卫, 黄顺友. 泸沽湖裂腹鱼类的物种形成[J]. 动物学报, 1982, 28(3):217-224.
- [7] 孔德平, 陈小勇, 杨君兴. 泸沽湖鱼类区系现状及人为影响成因的初步探讨[J]. 动物学研究, 2006, 27(1):94-97.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.030

## 昭通市核桃优树无性系 1 年生嫁接苗生长及变异研究

李正银<sup>1</sup>, 蒋德惠<sup>2</sup>, 丁永平<sup>1</sup>, 范怀刚<sup>1</sup>, 曾清贤<sup>1</sup>, 赵庆尤<sup>3</sup>

(1. 昭通市林业和草原科学研究所, 云南 昭通 657000; 2. 昭通市林木种苗工作站, 云南 昭通 657000;  
3. 昭阳区庆丰果树有限公司, 云南 昭通 657000)

**摘要:**为揭示不同区域核桃优树无性系 1 年生嫁接苗生长及变异规律, 为区域核桃种资源筛选及开发提供参考依据, 以云南省昭通市 21 个核桃优树无性系为试验材料, 对其 1 年生嫁接苗苗高、地径进行遗传变异分析、方差分析、Pearson 相关性检验、聚类分析及苗木分级评价, 并对无性系母树环境因子进行主成分分析。结果表明, 各核桃优树无性系 1 年生嫁接苗平均苗高范围为 6~162 cm, 变幅为 29.95~80.20 cm, 平均值为 53.06 cm, 变异系数总体为 49.09%, 变幅为 34.61%~68.76%; 平均地径 0.6~3.0 cm, 变幅为 1.053~1.662 cm, 平均值为 1.298 cm, 变异系数总体为 29.13%, 变幅为 19.24%~35.44%。各核桃优树无性系间苗高和地径差异均达到极显著水平, 苗高和地径的均值均呈极显著正相关。核桃优树无性系受地理位置影响最明显, 其次是年降水量、年温度。地径对区域核桃良种资源的选择贡献较小, 苗高可作为区域核桃良种资源早期初步筛选的主要参数。

**关键词:**核桃优树; 无性系; 苗高; 地径; 变异系数; 主成分分析; 聚类分析; 昭通市

中图分类号: S792.13; S723.2 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)03-0158-07

引文格式: 李正银, 蒋德惠, 丁永平, 等. 昭通市核桃优树无性系 1 年生嫁接苗生长及变异研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 158-164.

LI Zhengyin, JIANG Dehui, DING Yongping, et al. Growth and Variation of 1-year-old Grafted Seedlings of *Juglans regia* Superior Clones in Zhaotong City[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 158-164.

### Growth and Variation of 1-year-old Grafted Seedlings of *Juglans regia* Superior Clones in Zhaotong City

LI Zhengyin<sup>1</sup>, JIANG Dehui<sup>2</sup>, DING Yongping<sup>1</sup>, FANG Huaigang<sup>1</sup>, ZENG Qingxian<sup>1</sup>,  
ZHAO Qingyou<sup>3</sup>

(1. Zhaotong Institute of Forestry and Grassland, Zhaotong, Yunnan 657000, China; 2. Zhaotong Forest Seedling Work Management Station, Zhaotong, Yunnan 657000, China; 3. Zhaoyang Qingfeng Fruit Tree Co., Ltd, Zhaotong, Yunnan 657000, China)

**Abstract:** The genetic variation, variance analysis, Pearson correlation test, cluster analysis and seedling grading evaluation for 1-year-old grafted seedlings of the selected 21 *Juglans regia* superior clones and the principal component analysis of the environmental factors of the clone mother tree were carried out

收稿日期: 2019-12-26.

基金项目: 中央财政林业科技推广项目“滇东北特色核桃庆丰系列良种推广与示范”(云[2018]TG15号); 昭通市市级财政项目“昭通市区域性核桃良种扩繁”(云[2017]ZT04号).

第一作者: 李正银(1988-), 男, 云南威信人, 硕士, 工程师. 主要从事林业科学研究及推广工作. Email: 947357169@qq.com

责任作者: 曾清贤(1967-), 男, 云南鲁甸人, 正高级工程师. 主要从事林业科学研究及推广工作.

in Zhaotong to reveal the growth and variation of 1-year-old grafted seedlings of *Juglans regia* superior clones in different regions, and provide reference for selection and development of regional walnut germplasm resources. The results showed that the average height of 1-year-old grafted seedlings was 6 ~ 162 cm, with the range of 29.95 ~ 80.20 cm, the average value of 53.06 cm, the overall variation coefficient of 49.09% and the variation range of 34.61% ~ 68.76%, and the average ground diameter was 0.6 ~ 3.0 cm, with the range of 1.053 ~ 1.662 cm, the average value of 1.298 cm, the overall variation coefficient of 29.13% and the variation range of 19.24% ~ 35.44%. There were significant differences in height and ground diameter among the superior clones, and the mean values of height and diameter were positively correlated. The *J. regia* superior clones were most affected by geographical location, followed by annual precipitation and temperature. The ground diameter made little contribution to the selection of regional *J. regia* germplasm resources, and the seedling height could be used as the main parameter for early screening of regional *J. regia* germplasm resources.

**Key words:** *Juglans regia* superior tree; clones; seedling height; ground diameter; coefficient of variation; principal component analysis; cluster analysis; Zhaotong City

核桃 (*Juglans regia* L.), 系胡桃科 (Juglandaceae) 核桃属 (*Juglans*) 植物, 又称胡桃、羌桃、万岁子, 是世界上最重要的坚果类果树和木本油料树种之一<sup>[1-3]</sup>, 具有很高的营养<sup>[4]</sup>、药用<sup>[5]</sup>、医疗保健<sup>[6]</sup>、艺术<sup>[7]</sup>、美化环境和保持水土等价值<sup>[8]</sup>。全世界核桃属植物有 23 个种, 原产中国有 5 个种<sup>[9]</sup>, 目前广泛栽培的有核桃 (*Juglans regia*) 和深纹核桃 (铁核桃、泡核桃、云南核桃) (*Juglans sigillata*) 2 个种, 在我国 27 个省 (区、市) 一千余个县均有分布, 主要分为西北、华北、云南和贵州 3 个栽培中心<sup>[10]</sup>。云南和贵州栽培中心主要以深纹核桃为主, 分布在云、贵、川西南及周围的桂、湘、川、藏省区的毗邻部分<sup>[11]</sup>。昭通市地处乌蒙山脉腹心, 为云、贵、川 3 省结合处, 坐落于四川盆地向云贵高原抬升的过渡地带, 境内山高谷深、沟壑纵横, 独特的地理气候为核桃生长发育提供了异常丰富的立地环境, 加之该区域长期以来采用实生繁殖, 形成了庞大的实生变异群体, 蕴藏了大量多样而特异的核桃品种资源<sup>[12,13]</sup>, 为世界核桃种质资源最富集的区域之一, 是我国选育出有特色、有影响力品种最有希望的地区。近几年来, 中国学者从核桃种质资源<sup>[14,15]</sup>、栽培技术<sup>[16,17]</sup>及现代生物技术应用<sup>[18,19]</sup>等方面进行了大量的研究, 特别是从形态<sup>[20,21]</sup>、分子<sup>[22,23]</sup>等方面进行种质资源评价, 为收集和保存优异种质资源奠定了科学基础。形态方面, 主要从果形、出仁率、坚果质量、仁色和风味等方面进行筛选, 分子方面主要指纹图谱、亲缘关系、遗传结构、杂交子代的亲本测定等。但核桃优树无性系嫁接苗苗木生长量对核桃种质资源筛选方面尚未进行过报道。鉴于此, 在

云南省林业厅及各县 (市) 区林业局的大力支持下, 依托云南省林业科学院“云南核桃遗传资源调查编目”及“昭通市优质核桃评定”项目, 综合选育出了一批独具地方特色、品质优良、有较高推广价值的区域性核桃优良单株。2017 年以来, 课题组通过采集昭通市 9 个县 (市) 区共 21 个优树母树基本信息及穗条, 进行优树无性系嫁接育苗试验, 对其苗期生长性状进行测定分析, 研究探索不同区域核桃优良无性系苗期生长变异规律, 以期为区域核桃种质资源筛选及开发提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于昭通市昭阳区永丰镇三甲村庆丰核桃基地 (E103°62'04", N27°29'74"), 海拔 2012m, 年平均气温 11.7℃, 最热月 7 月平均气温 20.5℃, 最冷月 1 月平均气温 -5.5℃, 极端最高气温 33.5℃, 极端最低气温 -13.3℃, 年日照时数 1902h, 无霜期 225d, 年平均降水量 750mm, 雨季多集中于夏秋时节。土壤属红壤和砂壤, 土层深厚肥沃, 肥力较好, 保水性强, 适宜于核桃苗木生长。

### 1.2 试验材料

参试材料包括昭通市鲁甸县 (LD-02、LD-03)、巧家县 (QJ-01、QJ-02、QJ-03)、镇雄县 (ZX-01、ZX-02、ZX-03)、彝良县 (YL-03)、威信县 (WX-01、WX-02)、大关县 (DG-01、DG-02、DG-03)、永善县 (YS-01、YS-02、YS-03)、绥江县 (SJ-01、SJ-02)、水富市 (SF-02、SF-03) 等 9 个县 (市) 区 21 个区域核桃优树无性系母树穗条, 母树基本信息见表 1。

采集的穗条经自然脱水蜡封后分类挂标签存放于庆丰果树有限公司冷库备用。以一年生铁核桃苗为砧木,挑选有 10 年以上嫁接核桃树工龄的师傅,于 2018 年 3 月 20 日按照统一的嫁接方法进行嫁接,

接后在大棚内按不同优树无性系进行排苗,并挂地标、统计株数、绘制定植图,株行距 50 cm × 50 cm,安排专人按照核桃嫁接苗培育方法进行抚育管理。

表 1 21 个核桃优树无性系母树基本信息

Tab. 1 Basic information of mother trees of 21 *Juglans regia* superior clones

无性系	树龄 /a	冠幅 /m	干径 /cm	经度 (E)	纬度 (N)	海拔 /m	年温度 /℃	年降水 /mm	无霜期 /d	年日照 /h	地点
LD-02	60	13;15	56	103°44'28"	27°17'78"	2278	9.3	800	150	1660	鲁甸县水磨镇
LD-03	70	10;12	74	103°33'04"	27°07'17"	1940	12.1	850	220	1638	鲁甸县文屏镇
QJ-01	25	8;6	42	103°00'23"	26°54'44"	2380	18.0	600	260	1889	巧家县白鹤滩镇
QJ-02	30	6;7	29	103°12'23"	27°11'41"	1161	20.0	120	325	2365	巧家县小河镇
QJ-03	60	11;12	44	103°10'16"	27°12'42"	1796	14.4	1180	325	2365	巧家县小河镇
DG-01	35	8;6	37	103°30'20"	27°11'56"	870	18.0	900	235	1988	大关县吉利镇
DG-02	50	9;7	42	103°53'04"	27°56'06"	1483	20.0	910	235	1988	大关县寿山镇
DG-03	30	8;7	36	103°54'21"	27°56'44"	1302	20.0	910	235	1988	大关县寿山镇
YS-01	15	13;10	32	103°55'56"	28°20'25"	942	17.0	815	180	1056	永善县桧溪乡
YS-02	13	5;8	34	103°30'25"	27°45'22"	1695	12.1	992	189	1240	永善县莲峰镇
YS-03	45	8;12	52	103°23'38"	27°37'15"	2274	13.0	1760	180	1300	永善县码口镇
SJ-01	40	12;13	43	104°08'39"	28°27'26"	508	18.6	912	238	1050	绥江县新滩镇
SJ-02	30	12;13	40	104°09'34"	28°34'35"	1124	17.0	1100	250	1200	绥江县会议镇
ZX-01	45	16;18	66	104°58'27"	27°26'44"	1552	17.0	900	210	1340	镇雄县泼机镇
ZX-02	40	10;9	45	104°58'00"	27°26'34"	1445	17.0	900	210	1340	镇雄县泼机镇
ZX-03	20	7;6	30	104°57'38"	27°26'43"	1647	17.0	900	210	1340	镇雄县泼机镇
YL-03	40	15;15	34	104°27'43"	27°56'06"	1440	16.5	980	265	1218	彝良县海子乡
WX-01	38	12;11	38	105°16'51"	27°44'05"	1190	14.0	780	285	870	威信县水田乡
WX-02	36	8;7	32	105°00'43"	28°01'17"	579	14.7	920	320	1600	威信县罗布乡
SF-02	25	7;8	36	104°14'24"	28°34'03"	673	15.6	1150	300	1050	水富县太平镇
SF-03	50	12;8	28	104°21'13"	28°27'56"	675	12.6	1170	320	749	水富县云富街

### 1.3 测定方法

于 2018 年 12 月 18 日,随机选择已嫁接成活的各优树无性系嫁接苗 30 株,对苗高、地径进行测量。地径测量:用数显游标卡尺测定苗木嫁接口 1 cm 处地径,精确到 0.01 cm,株高测量:用卷尺测定苗木嫁接口 1 cm 以上株高,精确到 0.1 cm。

### 1.4 统计分析

数量性状变异参数包括均值 (Mean)、标准差 (SD)、变异系数 (CV)。利用 SPSS 22.0 软件分别对核桃优树无性系苗高、地径进行遗传变异分析、方差分析、Pearson 相关性检验、聚类分析,对无性系母树环境因子进行主成分分析并对各优树无性系苗木

进行分级评价。所涉及的数据处理及差异性分析均在 SPSS 22.0 或 Excel 中进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 苗高、地径遗传变异分析

对各核桃优树无性系苗高、地径进行遗传变异分析,结果表明:平均苗高范围为 6~162 cm,变幅为 29.95~80.20 cm,平均值为 53.06 cm,变异系数总体为 49.09%,变幅为 34.61%~68.76%,变化幅度较大;平均地径范围为 0.6~3.0 cm,变幅为 1.053~1.662 cm,平均值为 1.298 cm,变异系数总体为 29.13%,变幅为 19.24%~35.44%,变化幅度也较

大(表 2)。可见,各核桃优树无性系间存在不同程度的分化变异,且苗高的变异比地径大。在培育措

施尽可能相同的条件下,造成这种差异的主要原因为各核桃优树无性系间的遗传特性不同。

表 2 核桃优树无性系苗高、地径平均值及变异系数

Tab.2 Average height,ground diameter and coefficient of variation of *Juglans regia* superior clones

无性系	苗高/cm				地径/cm			
	Mean/cm	SD	范围/cm	变异系数/%	Mean/cm	SD	范围/cm	变异系数/%
LD-02	70.36	31.27	14~162	44.45	1.420	0.39	0.62~2.65	27.29
LD-03	44.18	30.38	10~108	68.76	1.152	0.33	0.75~1.65	28.28
QJ-01	60.39	36.83	8~143	60.99	1.392	0.43	0.63~2.50	30.79
QJ-02	47.60	25.58	8~113	53.75	1.388	0.37	0.80~2.40	26.59
QJ-03	39.62	18.78	8~85	47.41	1.255	0.24	0.80~1.65	19.24
DG-01	58.10	37.87	20~138	65.18	1.555	0.55	0.80~3.00	35.44
DG-02	80.20	34.21	10~145	42.66	1.585	0.42	0.95~2.40	26.55
DG-03	71.83	34.83	31~136	48.49	1.442	0.44	1.00~2.25	30.82
YS-01	58.90	29.28	18~121	49.72	1.353	0.38	0.80~2.00	28.01
YS-02	54.05	21.73	18~94	40.21	1.220	0.27	0.70~1.85	21.80
YS-03	73.06	32.82	35~154	44.92	1.662	0.38	1.10~2.75	22.85
SJ-01	66.88	25.91	26~118	38.74	1.379	0.30	0.75~2.00	21.71
SJ-02	47.78	19.64	6~104	41.10	1.106	0.22	0.70~1.75	19.61
ZX-01	41.15	17.52	12~72	42.58	1.298	0.37	0.75~2.00	28.74
ZX-02	43.60	26.19	17~103	60.07	1.150	0.35	0.70~1.85	30.81
ZX-03	54.68	27.25	8~108	49.84	1.298	0.38	0.62~2.00	29.35
YL-03	29.95	17.92	6~80	59.84	1.101	0.28	0.60~1.85	25.39
WX-01	38.61	13.36	20~76	34.61	1.178	0.33	0.62~2.00	27.85
WX-02	39.51	17.12	14~83	43.32	1.053	0.22	0.60~1.70	20.43
SF-02	46.80	19.44	9~85	41.55	1.230	0.30	0.75~2.00	24.79
SF-03	47.11	24.86	16~98	52.76	1.217	0.31	0.85~1.70	25.50
总计	53.06	29.69	6~162	49.09	1.298	0.38	0.60~3.00	29.13

2.2 苗高、地径单因素方差分析

对各核桃优树无性系的苗高、地径做单因素方差分析,结果表明,不同核桃优树无性系间有极显著差异,均达到极显著水平(P<0.01),但总体来看,各优树无性系间地径的均值及变异系数变化相对较小,对核桃良种资源的选择贡献较小。因此,在核桃良种的选择上应以苗高作为主要参数。

对苗高和地径均值进行 Pearson 相关性检验(表 3),结果表明,核桃优树无性系间苗高和地径的均值均呈极显著正相关(R=0.831,P≤0.01),说明各优树无性系的苗高和地径具有极高的相关性,两

Table3 ANOVA analysis of height and Basal diameter and Pearson test between different provenances

性状	变异来源	平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F	P	Pearson Pearson test
苗高	组间	110611.4	20	5530.6	7.6	0.0**	R=0.831 n=21 P≤0.01
	组内	455126.4	622	731.7			
	总计	565737.8	642				
地径	组间	15.2	20	0.8	6.1	0.0**	
	组内	76.7	622	0.1			
	总计	91.8	642				

表 3 苗高、地径方差分析

者具有相同的变化趋势。

### 2.3 核桃优树无性系的聚类分析

根据核桃优树无性系的平均苗高和地径,建立核桃各个优树间的遗传距离,进行聚类分析(图 1)。由图 1 可以看出,在距离系数 5 时,可分为 4 类:第一类包含 10 个优树无性系,占参试无性系的 47.62%,分别为 SJ-02、QJ-02、SF-03、SF-02、ZX-02、LD-03、ZX-01、WX-01、WX-02、QJ-03;第二类仅包含 1 个无性系,为 YL-03;第三类包含 5 个优树无性系,占参试无性系的 23.81%,分别为 YS-02、ZX-03、DG-01、YS-01、QJ-01;第四类包含 5 个优树无性系,占参试无性系的 23.81%,分别为 DG-03、YS-03、LD-01、SJ-01、DG-02。

### 2.4 不同核桃优树无性系母树环境因子的主成分分析

主成分的特征值和贡献率是选择主成分的依据。根据核桃优树无性系母树基本信息,对经纬度、海拔、年温度、年降水等 7 项环境因子进行主成分分析(表 4)。由表 4 可知,前 2 个成分的累计贡献率为 64.8%,表明这两个主成分已经将 64.8% 的信息反映出来。第一主成分中负荷量最高的是纬度、经度和年降水,说明这几个环境因素对核桃苗木的生长影响最明显;第 2 主成分中负荷量较高的是年温度、无霜期、年日照时数。总体来看,核桃优树无性

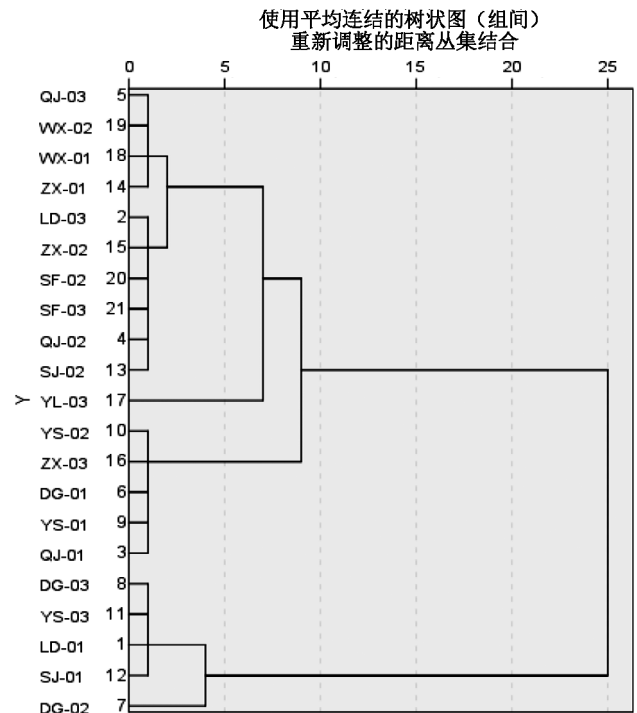


图 1 基于生长量的核桃优树无性系系统聚类  
Fig. 1 Clustering graph of *Juglans regia* superior clones system based on growth

系受地理位置影响最明显,其次才是降水量、年温度。

表 4 各核桃优树无性系环境因子主成分分析

Tab. 4 Principal component analysis of environmental factors of *Juglans regia* superior clones

主成分	特征值	贡献率 /%	累计贡献率 /%	经度 (E)	纬度 (N)	海拔 /m	年温度 /°C	年降水 /mm	无霜期 /d	年日照 /h
1	2.594	37.052	37.052	0.636	0.899	-0.784	-0.044	0.341	0.282	-0.755
2	1.942	27.748	64.800	-0.020	0.034	-0.520	0.767	-0.669	0.650	0.460
3	0.796	11.376	76.176	0.628	-0.336	0.160	-0.330	-0.227	0.321	0.000
4	0.777	11.100	87.276	-0.313	0.058	-0.016	-0.340	0.380	0.599	0.237
5	0.550	7.864	95.139	0.301	-0.090	0.129	0.394	0.486	0.003	0.209
6	0.232	3.315	98.454	0.110	0.134	-0.150	-0.168	-0.014	-0.182	0.343
7	0.108	1.546	100.000	0.027	0.221	0.224	0.024	-0.070	0.043	0.035

### 2.5 不同核桃优树无性系苗木分级评价

根据各核桃优树无性系苗木苗高和地径,结合云南省主要造林树种苗木<sup>[24]</sup>地方标准,将核桃优树无性系平均苗高和平均地径数据分别划分为 A、B 和 C 三个级别,并且 A>B>C,分级评价结果见表 5。

由表 5 核桃优树无性系生长量评价结果显示,首先评价最好的是第 4 类无性系,有 LD-02、DG-02、DG-03、YS-03,平均苗高为 73.9 cm,平均地径

为 1.53 cm,说明其生态适应性强,生命力旺盛,可重点关注;其次为第 2 类和第 3 类,有 DG-01,第 3 类无,平均苗高为 58.1 cm,平均地径为 1.56 cm;再次为第 1 类,有 LD-03、QJ-01、QJ-02、YS-01、YS-02、SJ-01、SJ-02、ZX-01、ZX-02、ZX-

表 5 核桃优树无性系生长量评价结果

Tab. 5 Evaluation results of the growth of *Juglans regia* superior clones



分类	平均苗高/cm			平均地径/cm			总级别
	≥70.0 A	40.0~ 70.0 B	≤40.0 C	≥1.40 A	1.00~ 1.30 B	≤1.00 C	
第1类		√			√		BB
第2类		√		√			BA
第3类	√				√		AB
第4类	√			√			AA
第5类		√				√	BC
第6类			√		√		CB
第7类			√			√	CC

03、SF-02、SF-03,占参试总数的57%,平均苗高为47.18 cm,平均地径为1.164 cm;最差为第5类、第6类和第7类,有QJ-03, SF-03、WX-02、WX-01、YL-03,平均苗高为38.9 cm,平均地径为1.162 cm,影响其评价的排名。

### 3 讨论与结论

变异是选择的基础,没有变异就没有选择,只有了解和掌握林木群体的遗传变异模式和规律,才能筛选出适用有效的测定方法和测定指标。种苗的苗期生长性状是植物生长快慢的一种体现,苗高和地径是判断苗木质量好坏最直观的指标。遗传变异系数反映性状在群体中遗传变异的幅度,用遗传变异系数可以反映遗传因素导致性状相对变异的程度,遗传变异系数大,说明家系对该性状的可利用的改良潜力较大<sup>[25]</sup>。对21个核桃优树无性系1年生嫁接苗苗高地径进行统计分析发现,各核桃优树无性系间苗高和地径差异均达到极显著( $P < 0.01$ ),苗高和地径的均值均呈极显著正相关( $R = 0.831, P \leq 0.01$ ),苗高家系变幅为29.95~80.20 cm,地径家系变幅为1.053~1.662 cm。遗传参数结果表明,苗高遗传变异系数49.09%,变幅为34.61%~68.76%;地径遗传变异系数29.13%,变幅为19.24%~35.44%。可以看出,不同区域核桃优树无性系苗高、地径的变幅不同,苗高变幅远大于地径,可能因为各优树无性系都是1年生嫁接苗,地径生长还没有充分表现出来,说明苗高对于核桃优树无性系间差异的灵敏度明显大于地径。因此,相对地径而言,对苗高进行选择更有效,这与于华会等<sup>[26]</sup>对厚朴苗期的研究结果相同,可用苗高作为核桃良种资源早期初步筛选的主要参数。

研究生物与环境因子之间的相互作用,不但可以了解环境因子对生物成长过程的影响,也能反映生物自身对环境的适应。近年来,已有关于不同种源植物生长性状的地理变异及其与环境因子的相互作用。黄智慧等<sup>[27]</sup>对毛白杨无性系苗期生长性状地理变异研究表明,毛白杨无性系生长变异与地理气候因子关系密切;赵秉伦等<sup>[28]</sup>对侧柏种源试验苗期生长性状变异研究表明,种源内个体变异明显存在,地理变异模式以纬向变异为主。本研究表明,核桃优树无性系间受地理位置影响最明显,其次是降水量、年温度。

苗高、地径是苗木等级划分的重要指标,是评价个体遗传品质的主要因子。根据苗木规格要求,低于平均值生长类型的个体属于遗传品质差的,不作为人工培育的对象<sup>[29]</sup>。本文通过对21个核桃优树无性系苗木苗高和地径进行分级评价,结果显示:评价最好的是第4类无性系,有LD-02、DG-02、DG-03、YS-03,平均苗高为73.9cm,平均地径为1.53 cm,说明其生态适应性强,生命力旺盛,可重点关注;最差为第5类、第6类和第7类,有QJ-03, SF-03、WX-02、WX-01、YL-03,平均苗高为38.9 cm,平均地径为1.162 cm,均达不到主要造林树种苗木规格要求。

无性系繁殖虽然能保持原来的母体遗传基因型不变<sup>[30]</sup>,但受区域立地条件限制,通过无性系繁殖获得的子代,在某些条件下不一定能将母本的优良性状全部表现出来,一种树种的优良特性只有在一定的条件下才能充分表现出来。由于此次试验是在大棚内进行,且测试的子代仅属苗期阶段,某些优良无性系的适应性以及对极端气候的响应能力没有完全表现出来,还有待于下一步进行长期的观测。

### 参考文献:

- [1] 郗荣庭,张毅萍. 中国核桃[M]. 北京:中国林业出版社,1992.
- [2] 郗荣庭,张毅萍. 中国果树志(核桃卷)[M]. 北京:中国林业出版社,1996:47.
- [3] 郑万钧. 中国树木志[M]. 北京:中国林业出版社,1985:1339-1348.
- [4] 李敏,刘媛,孙翠,等. 核桃营养价值研究进展[J]. 中国粮油学报,2009,24(6):166-170.
- [5] 核桃药用价值高[J]. 湖南中医杂志,2017,33(5):117.
- [6] 沈学友. 核桃—人类最佳的营养保健品[J]. 中国检验检疫,2000(1):46.
- [7] 薛文婷,张玉花. 浅析文玩核桃的艺术价值[J]. 大众

- 文艺,2019(10):235-236.
- [8] 周泽胜. 核桃林的生态价值[J]. 经济林研究,2001(3):33.
- [9] 郗荣庭,张毅萍. 中国果树志(核桃卷)[M]. 北京:中国林业出版社,1996:56-78.
- [10] 汤睿,刘静波,刘劲,等. 中国核桃嫁接繁殖技术研究进展[J]. 农学学报,2017,7(8):60-65.
- [11] 马庆国,乐佳兴,宋晓波,等. 新中国果树科学研究 70 年——核桃[J]. 果树学报,2019,36(10):1360-1368.
- [12] 肖良俊,吴涛,陈少瑜,等. 昭通市核桃种质资源坚果表型特征及多样性研究[J]. 西南农业学报,2018,31(11):2255-2260.
- [13] 李小琴,彭明俊,段安安,等. 基于坚果性状的滇东北地区核桃选优[J]. 西南林业大学学报,2011,31(6):17-20,30.
- [14] 肖良俊,陈少瑜,宁德鲁,等. 滇西北深纹核桃(*Juglans sigillata*)种质资源遗传多样性研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学),2018,33(4):597-604.
- [15] 李健. 薄壳山核桃种质资源生物学特性研究及遗传多样性分析[D]. 杭州:浙江农林大学,2018.
- [16] 耿新杰,施丽丽. 丘陵区核桃省力化栽培发展滞后原因及对策[J]. 河北果树,2019(3):37-38.
- [17] 韩晓东. 山核桃栽培关键技术研究[J]. 中国林副特产,2019(2):43-44,46.
- [18] 李文治. 核桃蛋白酶解产物改善记忆功效及其压片性能研究[D]. 广州:华南理工大学,2017.
- [19] 武万兴. 固态发酵核桃粕制备抗氧化活性肽的研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2014.
- [20] 贺娜,耿树香,宁德鲁,等. 云南核桃主栽品种表型特征及主成分分析[J]. 西部林业科学,2019,48(5):101-106.
- [21] 骆翔,曹尚银,曹达,等. 核桃壳厚度表型变异及其与重要农艺性状间相关性分析[J]. 中国农学通报,2018,34(31):60-67.
- [22] 闫思宇,朱鹏,龚伟,等. 基于 RAD-SNPs 分析的四川核桃良种资源的遗传多样性研究[J]. 热带亚热带植物学报,2019,27(1):19-28.
- [23] 李亚兰,潘存德,陈虹. SRAP 标记在五月份新疆人工栽培核桃种质资源的鉴定与应用[J]. 北方园艺,2019(16):44-52.
- [24] 云南省地方标准. 主要造林树种苗木:DB53/062-2006[S]. 2006.
- [25] 刘林英,蒋明,张宋智,等. 青海云杉半同胞家系苗期遗传变异及选择[J]. 东北林业大学学报,2012,40(7):11-13,24.
- [26] 于华会,杨志玲,谭梓峰,等. 厚朴苗期性状及种源选择初步研究[J]. 热带亚热带植物学报,2010,18(2):189-195.
- [27] 黄智慧. 毛白杨无性系地理变异的研究[J]. 北京林业大学学报,1992(S3):33-42.
- [28] 赵秉伦. 侧柏种源试验苗期生长性状变异的研究[J]. 陕西林业科技,1990(4):1-6.
- [29] 郭祥泉. 钟萼木一年生苗木生长分化与分级标准理论依据的探讨[J]. 安徽大学学报(自然科学版),2019,43(5):90-96.
- [30] 施娟娟. 薄壳山核桃种质资源收集与无性繁殖技术研究[D]. 杭州:浙江农林大学,2013.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 81 页)

- [6] 王昌海. 改革开放 40 年中国自然保护区建设与管理:成就、挑战与展望[J]. 中国农村经济,2018(10):93-106.
- [7] 曹巍,黄麟,肖桐,等. 人类活动对中国国家级自然保护区生态系统的影响[J]. 生态学报,2019(4):1338-1350.
- [8] 全国干部培训教材编审指导委员会. 推进生态文明,建设美丽中国[M]. 北京:人民出版社,党建读物出版社,2019:1-3.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.031

# 云南省生态保护红线评估实施方案的编制实践与思考

周永兴,张林艳

(云南省林业调查规划院,云南昆明 650224)

**摘要:**2019年6月自然资源部和生态环境部联合下发《关于开展生态保护红线评估工作的函》,10月下旬,云南省自然资源、省生态环境厅、省林业和草原局3部门联合印发了《云南省生态保护红线评估实施方案》,指导云南省生态保护红线评估工作的顺利开展。文中分析了实施过程中存在的资料收集不全面,纠偏工作不到位,调出举证不充分,调入评估不合理等问题,分析存在问题的原因,提出提高政治站位,加强对《方案》的学习培训,严格工作程序等建议。

**关键词:**生态保护红线;评估实施方案;编制实践;纠偏;调出举证;调入评估;云南省

中图分类号:S718.557 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0165-03

引文格式:周永兴,张林艳.云南省生态保护红线评估实施方案的编制实践与思考[J].林业调查规划,2020,45(3):165-167,173.

ZHOU Yongxing,ZHANG Linyan. Compilation Practice and Consideration on the Implementation Plan of Ecological Red Line Assessment in Yunnan Province[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(3):165-167,173.

## Compilation Practice and Consideration on the Implementation Plan of Ecological Red Line Assessment in Yunnan Province

ZHOU Yongxing, ZHANG Linyan

(Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650224, China)

**Abstract:** In June 2019, the Ministry of Natural Resources and the Ministry of Ecology and Environment jointly issued the letter on carrying out the ecological red line assessment. In late October, the Department of Natural Resources, the Department of Ecology and Environment and the Forestry and Grassland Administration of Yunnan Province jointly issued Implementation Plan of Ecological Red Line Assessment in Yunnan to guide the work of ecological red line assessment. This paper discussed the problems existing in the assessment, such as incomplete data collection, inadequate revise work, insufficient transfer-out proof and unreasonable transfer-into evaluation, and put forward suggestions on improving the political position, strengthening the learning and training of the plan, and implementing strict working procedures by analyzing the causes of the problems.

**Key words:** ecological red line; implementation plan of assessment; compilation practice; revise work; transfer-out proof; transfer-into evaluation; Yunnan Province

### 1 编制背景

为贯彻落实习近平总书记对加快划定并严守生

态保护红线重要指示和国务院领导同志关于开展生态保护红线评估工作的重要批示精神,2019年6月29日,自然资源部和生态环境部联合下发《关于开

收稿日期:2019-10-12;修回日期:2020-02-20.

第一作者:周永兴(1978-),男,云南腾冲人,高级工程师.从事林业调查规划和生态保护红线研究.

责任作者:张林艳(1982-),女,云南祥云人,工程师.主要从事林业调查规划工作. Email:2227941957@qq.com

展生态保护红线评估工作的函》，共同部署开展生态保护红线评估工作，对既有生态保护红线开展科学评估，重点对生态保护红线区域内永久基本农田、耕地、人工商品林、林粮间作、基本草原、承包草原、镇村、重大基础设施工程、合法矿业权、战略性矿产资源区域、国家规划矿区等情况进行核实，分析生态保护红线与永久基本农田、城镇开发边界重要控制线交叉冲突情况，提出解决矛盾冲突的规则和办法。按照省委、省政府要求及省领导的指示，省自然资源厅、省生态环境厅转发了《关于开展生态保护红线评估工作的函》，要求各地结合实际认真抓好贯彻落实，明确工作任务和部门责任分工。因从国家层面没有正式出台生态红线评估工作指导性文件，致使评估工作存在技术路线不清、调整规则不明等诸多问题，迟迟无法顺利展开。为指导市县开展好评估调整工作，以现有成果为基础，对重点识别区域内存在的矛盾冲突提出优化调整建议，完善管控规则，有针对性地提出调整方案和勘界定标工作方案，结合国土空间规划编制和勘界定标工作落地，确保生态保护红线生态功能不降低、面积不减少、性质不改变，划定成果权威、科学、法治、可执行，急需制定一系列地方的指导实践规则。

## 2 编制过程

2019年6月底，自然资源部、生态环境部共同部署开展生态保护红线评估工作，云南省自然资源厅便组织《云南省生态保护红线评估实施方案》（以下简称“《方案》”）的编制。7—8月，云南省基础地理信息中心、云南省林业调查规划院、云南省环境科学研究院技术支撑单位着手编制《方案》，形成初稿，期间，省自然资源厅9次组织召开相关部门人员讨论会和专家论证会议，对《方案》初稿进行讨论，形成《方案》征求意见稿；9月初，由云南省自然资源厅牵头，省生态环境厅、省林业和草原局相关处室负责人、生态保护红线划定工作有关专家参加，召开了《方案（征求意见稿）》的专家审查会，编制组依据审查意见对《方案》进行了修改；9月中旬向全省16个州（市）和11个省直相关部门对《方案》进行书面意见征求，共收到反馈意见120条，经认真梳理，全部或部分采纳意见115条，未采纳意见5条，对《方案》进一步修改完善；9月底再次发函给省生态环境厅、省林业和草原局对修改完善的《方案》进行意见征求；10月下旬，省自然资源厅、省生态环境厅、省林业和草原局3部门联合印发了《云南省生态保护

红线评估实施方案》，指导云南省生态保护红线评估工作的顺利开展。

## 3 主要内容

《方案》由正文10章和9个附录组成。正文部分依次为工作概述、工作依据、技术路线与方法、县（市、区）自查、州（市）初审、省级复合、国家核实、成果汇交、工作保障、工作计划等10章。附录A为评估基础数据清单；附录B为云南省生态保护红线评估工作数据收集清单；附录C为生态保护红线内人为活动清单；附录D为XX县（市、区）生态保护红线自查报告提纲；附录E为生态保护红线相关统计表；附录F为成果汇交要求；附录G为县（市、区）生态保护红线自查送审资料清单；附录H为生态保护红线调整数据检查清单；附件I为云南省生态保护红线数据质量检查记录表。内容覆盖了政策背景、技术操作、成果质量、时限要求、组织保障等方面，能有效指导云南省生态保护红线的评估调整工作。

## 4 实施过程中存在的问题

在《方案》的实施过程中，对全省16个州（市）进行了调研，调研采用现场核实和召开座谈会方式，准确把握《方案》在指导全省开展评估调整工作中存在的问题。

### 4.1 资料收集不全面

与《方案》资料收集要求对比，市、县普遍存在资料收集不全面的情况4，如生态功能极重要数据、生态环境极敏感极脆弱数据、禁止开发区域分布图、保护地分布图、“双评价”生态评价成果系列图件、植被类型数据、物种调查数据、国家规划重要矿区等；工作中缺乏生态保护红线划定时的资料支撑，许多矛盾冲突问题难以追溯原因，比如：原划定生态保护红线中有大量零碎图斑和空洞；市、县级自然保护区有的未完成总体规划，只有自然保护区范围界，自然保护区批复文件中的面积与生态保护红线图斑面积不一致；部分带状图斑穿越整片耕地、村庄，不知是划定失误，还是属于生态廊道或动物迁徙通道等。

### 4.2 纠偏工作不到位

在评估调整工作过程中，技术支撑单位对纠偏处理存在理解不到位的情况，一些生态保护红线边界与影响明显不符，但因未收集到原有生态保护红线划定的基础资料，未对红线进行纠偏处理；有的未考虑原划定纳入生态保护红线的法定管理界线，

导致纠偏前后面积出入较大,原划定生态保护红线管理属性与纠偏纳入地块发生变化;纠偏工作与调整工作未分开,纠偏时进行了大量的图斑调出和调入处理;在纠偏过程中,依据基本农田或行政区界线对原生态保护红线进行平移、拖动或几何校正处理,导致纠偏后的生态保护红线与三调的地类边界或林业部门提供的林业小班数据不一致,造成评估成果的边界更加不准确、不合理;纠偏后成果与影像、三调图斑、公益林、法定界线叠加检查,有的图斑还存在重叠等问题。

#### 4.3 调出举证不充分

因交通、水利、能源等基础设施建设以及城镇发展等部分地块需调出生态保护红线,但部分调出依据不充分、举证材料不齐全,导致评估调整理由不充分;对人工商品林的调出处理认识不足,调出的人工商品林对生态功能、生态系统完整性和连通性、生态保护红线格局的影响未进行论证说明;未收集极小种群和物种等材料,碎图斑调出依据不充分;大滇西旅游环线、高速公路、十四五规划、城镇开发等项目无明确选址,要求预留空间,但无可靠的支撑材料;存在自然保护区核心区被调出的情况等。

#### 4.4 调入评估不合理

对调入生态保护红线涉及的自然保护地、重要水源地及人工商品林、天然商品林等未进行评估,未与极重要、极敏感脆弱资料进行比对,纳入地块缺少生态功能评价;因国土三调数据与林草部门数据边界和分类的不一致,部分新调入地块范围与耕地、基本农田、镇村存在新的矛盾冲突;调入的集体和个人权属的林地缺少告知权利人和公示材料等。

#### 4.5 自查报告编写不规范

自查成果报告未按《方案》提纲要求编写,结构不完整、不规范,多数县(市、区)成果报告只有文字而无附表或附图,或有附表无附图;报告存在重要章节内容的缺漏,有的前后章节衔接不够,前后内容不一致,分析无针对性,缺乏逻辑性,如缺少纠偏情况、调整结果分析等;对基础数据的收集、使用情况表述不清楚;矛盾冲突分析不到位,主要冲突图斑的位置区域交代不清,致使调整规则针对性不强,调整情况不相呼应;评估结论缺少总结归纳,无生态保护红线面积、占比、生态功能等情况调整前后结果对比分析;缺乏实地踏勘、座谈交流等工作过程说明等。

### 5 存在问题的原因分析

#### 5.1 对《方案》学习培训不系统

市、县自然资源主管部门的业务人员及技术支

撑单位未对《方案》进行系统培训学习,对《方案》整体要求认识不全面,不能将《方案》要求系统地贯穿到工作全过程,导致工作质量不高。

#### 5.2 对《方案》理解上有偏差

在纠偏和边界一致性处理过程中对原划定生态保护红线数据来源分析不够,未认真分析原生态保护红线纳入的原因,对原纳入地块清晰的自然保护地、公益林等界线沿国土三调地类图斑边界重新勾绘,未考虑地块来源和管理属性;对碎小、细缝图斑未进行纠偏处理,部分县对原生态保护红线进行整体平移,平移后存在更多新的矛盾冲突;很多项目尚无规划、批复文件,特别是一些县乡级基础设施等项目,只能以清单形式列出,调整依据不充分;对调整和调整依据2个图层不理解,数据结构与《方案》要求不一致。

#### 5.3 数据处理未严格按《方案》技术要求进行

数据处理及优化调整不合理,调整数据、调整依据、应划尽划工作不全面;成果的外部数据未按标准格式组织,应划尽划情况检查中提供的外部数据类型较少,导致分析不全面。

#### 5.4 自查工作未按《方案》流程进行

此次生态保护红线评估调整由自然资源部门牵头,联合林草、生态环境部门共同完成,但相关部门间的配合协调参与不足,评估调整工作座谈会、专家论证、实地踏勘等缺少记录,职能部门资料收集存在缺漏。

### 6 思考及建议

#### 6.1 提高政治站位

科学评估调整生态保护红线是贯彻落实党的十九大和十九届二中、三中全会精神及《中共中央国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》的具体工作,需要省、市、县上下联动,部门协作,内外业结合。各级各地各部门应严格按《方案》要求组织开展工作,让红线划得实、能落地,守得住、有权威,助力生态文明排头兵和最美两省份建设,保护好云南的绿水青山、蓝天白云、原野沃土。

#### 6.2 加强对《方案》的学习培训

评估调整工作时间紧、任务量大,自然资源部门和技术支撑单位应加强对参加人员的业务培训,使投入评估调整工作的每一位技术人员熟练掌握《方案》内容要求,有力指导工作开展,保障工作质量。

#### 6.3 严格按《方案》技术要求开展工作

按照技术路线与方法、成果汇交数据要求,建立起各级数据库,编制出成果。(下转第173页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.032

## 基于城乡协调发展视角的特色小镇探究

梁立华<sup>1,2</sup>, 唐世斌<sup>1</sup>, 陆健滨<sup>1</sup>, 李俊<sup>1,2</sup>, 陈泽金<sup>1,2</sup>, 刘丁铭<sup>1,2</sup>, 莫钦<sup>1,2</sup>

(1. 广西大学林学院, 广西南宁 530004; 2. 广西壮族自治区国有七坡林场, 广西南宁 530225)

**摘要:**通过梳理特色小镇的相关概念,从城乡协调发展的视角,分析特色小镇发展现状,发现国内特色小镇存在发展过热、民族传统文化缺失、缺乏生态考量、特色产业趋于同化、基本功能得不到满足等问题,提出在发展方向上坚持产业为先,在景观外貌上坚持文化为魂,在生态上坚持以人为本,在规划设计上坚持多规合一等特色小镇发展策略。

**关键词:**特色小镇;城乡协调发展;发展现状;传统产业;城市规划

中图分类号:S731.2;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0168-06

引文格式:梁立华,唐世斌,陆健滨,等. 基于城乡协调发展视角的特色小镇探究[J]. 林业调查规划,2020,45(3):168-173.

LIANG Lihua, TANG Shibin, LU Jianbin, et al. Characteristic Towns Based on the Perspective of Coordinated Development of Urban and Rural Areas[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 168-173.

## Characteristic Towns Based on the Perspective of Coordinated Development of Urban and Rural Areas

LIANG Lihua<sup>1,2</sup>, TANG Shibin<sup>1</sup>, LU Jianbin<sup>1</sup>, LI Jun<sup>1,2</sup>, CHEN Zejin<sup>1,2</sup>, LIU Dingming<sup>1,2</sup>,  
MO Qin<sup>1,2</sup>

(1. Forestry College, Guangxi University, Nanning 530004, China; 2. Qipo State-owned Forest Farm of Guangxi, Nanning 530225, China)

**Abstract:** This paper analyzed the the relevant concepts and development status of characteristic towns from the perspective of coordinated development of urban and rural areas. The results showed that the problems of domestic characteristic towns was the overheated development, the deficiency of national traditional culture and ecological consideration, the assimilation of characteristic industries, and the dissatisfaction of basic functions. It was proposed that the characteristic towns should be industry first in development direction with the culture as soul in the landscape appearance, the people-oriented in the ecology, and the integration of multiple planning and design.

**Key words:** characteristic town; coordinated development of urban and rural areas; development status; traditional industry; urban planning

在中国,较早用“特色小镇”一词的是与房地产有关的文章,其所指的大多也是新开发的具有异域

风情的房地产项目,真正意义上的“特色小镇”源于浙江。2014年在参观云栖小镇时,时任浙江省省长李

收稿日期:2019-11-27.

基金项目:广西科技基地和人才专项项目“广西特色藤本植物种质资源库建设与应用研究”(桂科 AD17129021)资助.

第一作者:梁立华(1963-),男,广西崇左人,工程师.研究方向:林业调查规划、森林资源培育与林业经营管理. Email:575908031@qq.com

责任作者:唐世斌(1963-),男,重庆梁平人,副教授,硕士生导师.研究方向:风景园林建筑工程与规划设计. Email:tshibin@163.com

强提出:让杭州多一个美丽的特色小镇,天上多飘几朵创新彩云<sup>[1]</sup>。这是特色小镇概念首次被提及,随后其他省份也加入相关项目建设中,各地关于特色小镇的建设如火如荼,涉及到互联网、大数据、金融、文化、产业和旅游等多个行业,特色小镇成为投资项目申请热点。

### 1 特色小镇相关概念

目前特色小镇并无明确的概念定义,许多学者也提出了自己的看法。2016年1月4日浙江省委机关刊物《今日浙江》题为《特色小镇是浙江创新发展的战略选择》的文章指出:特色小镇是按照创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,结合自身特质,找准产业定位,科学进行规划,挖掘产业特色、人文底蕴和生态禀赋,形成产、城、人、文四位一体有机结合的重要功能平台<sup>[2]</sup>。这个概念合理、科学地规范了特色小镇的界限,明确了特色小镇的基本特征,得到国内大多数学者的认同。

在中国城镇化进程中,出现了住房紧张、环境破坏、医疗和教育建设跟不上的问题,城市与乡村发展不平衡是许多城乡新概念解决的首要问题。目前不管是传统行政上还是功能定位上,关于镇的概念和说法很多,如集镇、中心镇、文化名镇、景观镇、专业镇等;这些各形各色的概念在不同地域、不同时期、不同语境、不同部门有不同的含义、界定标准和发展重点(表1)。

表1 特色小镇相关概念辨析

Tab. 1 Relevant concepts of characteristic town

名称	概念本质	空间范畴
建制镇	行政空间	镇域行政管辖范围
集镇	空间经济自组织	非建制镇
中心镇	规划体系	建制镇
专业镇	产业空间	建制镇
产业园区	政策区域	产业功能区
特色小镇	文化空间	建制镇
小城镇	经济空间规模	建制镇
特色小镇	政策空间	非镇非区

以上镇的相关概念都与特色小镇有明显的区别,而特色小镇概念常常与特色小城镇概念相混淆,两者之间有共同点但又相互区别(表2)。

表2 特色小镇与特色小城镇的概念对比

Tab. 2 Concepts comparison of characteristic town and characteristic small town

对比项	特色小镇	特色小城镇
概念	产、城、人、文四位一体有机结合的重要功能平台 <sup>[3]</sup>	以传统的行政区域为单位,城乡地理位置重要、资源优势独特、经济规模较大、产业相对集中、建筑特色明显、地域特征突出、历史文化保存相对完整的乡镇 <sup>[4]</sup>
主管单位	国家发改委	住建部
提出背景	经济转型升级 城乡统筹发展 供给侧结构性改革	新型城镇化建设 新农村建设
面积	规划面积控制在3 km <sup>2</sup> (建设面积控制在1 km <sup>2</sup> )	建整个镇区(一般为20 km <sup>2</sup> )
产业类型	大数据、云计算、清洁能源、健康养生、文化旅游、金融、加工制造、电子商务物流、农林牧渔、生物医药、半导体等	历史故居型、商贸流通型、民族聚居型、农业生产型、工业制造型、旅游文化型等
小镇建设	政府引导 企业主体 市场化运作	政府资金支持 统筹城乡一体化 规划引领建设
属性	强调经济性、产业性;产业是特色小镇的命脉,美丽宜居	注重社会性、公共性;重点建设基础设施、公共服务、小城镇配套等

通过对比发现,特色小镇与特色小城镇在定位和发展目标上有着本质的区别。当前部分学者单纯地将特色小镇与产业园区划等号是不正确的,特色小镇与传统的产业园区和工业园区有根本的区别(表3)。

特色小镇建设与一般的产业园区、景区开发流程类似,主要分为规划咨询、要素导入、场地建造和后期运营4个阶段,但由于融合了生产、生态和生活等多个方面,因此在项目的顶层设计上比其他产业园区要求和标准更高,必须以人为本,除了突出产业,也重视生态、景观、文化等方面的建设。

### 2 特色小镇发展现状

近几年来,特色小镇发展迅速,从中央政策支持到地方政府扶持,从加工制造企业到互联网金融公司,从传统行业到新兴产业,从中介机构到投资者,均有涉及,特色小镇已成为当下国内经济的新热点。国外有关特色小镇的研究较早,19世纪中期,欧美

表 3 特色小镇与传统园区对比

Tab. 3 Comparison between characteristic town and traditional park

名称	行政地位	产业结构	管理主体	功能
特色小镇	非行政区, 面积较小	战略性新兴产业、特色产业、现代服务业为主	企业	产业、文旅、社区功能
工业园区	单一行政区	工业制造为主	管委会	生产功能
经济开发区	半行政区, 面积较大	高新技术为主	管委会、投资公司	生产为主, 兼具生活
旅游区	非行政区	旅游、休闲、餐饮为主	旅游公司、地方政府	生态、生活功能

部分国家和地区开始发展乡村旅游,部分学者的研究方向也由城市园林景观转向乡村景观。在探索过程中,一部分学者和投资者逐渐演变为对特色小镇的研究和投资,其发现特色小镇的建设带来的效益不仅仅是景观方面的,在生态、产业、经济等方面均有显著效果。很多去过欧美的人都会被其很多特色小镇所震撼,那里既能像大城市那样有良好的交通设施、优美的生态环境、不错的就业机会,又能像乡村那样既有花草树木包围,又传承浓郁的民族文化,在当今国内城乡二元分化加剧且城中村像城市伤疤一样难以愈合的背景下,这种独具特色的小镇对我国城乡发展具有现实的借鉴意义。

目前国家住房和城乡建设部公布的全国特色小镇一共 403 个,其中第一批 127 个(2016 年),第二批 276 个(2017 年)<sup>[5]</sup>。从当前特色小镇在各省的分布可以看出(图 1),浙江省作为特色小镇概念的发源地,无论数量和质量一直走在前列,对其他省份特色小镇的建设有着指导意义,山东和江苏的特色小镇建设也十分积极。

特色小镇吸纳了大量的城乡人口就业,从人口规模来看,人口数量超 100 万的特色小镇有 32 个,超 20 万的特色小镇有 6 个<sup>[6]</sup>。在城乡协调发展过程中,特色小镇也接收了一部分的功能转移,缓解了大城市人口压力。

从各地区的特色小镇数量来看(图 2),人口较多的东部沿海地区特色小镇的数量也较多,说明在把握城乡发展相关的新趋势上,东部发达省份一直很敏锐。

根据国家住房和城乡建设部推荐工作通知,特

色小镇的类型主要有商贸流通型、历史文化型、农业服务型、民族聚居型、旅游发展型和工业发展型<sup>[7]</sup>。根据第一、二批公布特色小镇名单显示(图 3),不同发展定位的特色小镇数量差距很大,旅游发展型的数量最多,其次为历史文化型,这 2 个类型占 62.6%,说明大多数特色小镇还是简单地依靠历史文化资源或自然环境风光,以新兴产业为主导的特色小镇虽有个案但尚未形成规模。实际上,一个特色小镇的类型不是单一的,而是在一个类型主导下交集着多个类型的综合发展模式。

目前,为防止特色小镇被过度热炒,国家已经停止了第三批特色小镇的审批,并对第一、二批特色小镇进行定期审查,对不符合要求和不达标的特色小镇进行警告甚至取消资格,有效把控了特色小镇的质量,减少了单纯借政策热炒的现象。

### 3 发展问题

虽然特色小镇的实践在国内有成功的范例,但也存在一些严重的问题。

#### 3.1 国内特色小镇发展过热

不少地方甚至存在圈地为镇、无中生有,不顾当地传统产业特色和人文地理环境,盲目上项目、造特色的行为,让特色小镇建设沦为新一轮人为圈地造城运动,特色小镇过度房地产化,假小镇真地产,走不出穿新鞋走老路的浮躁。

#### 3.2 民族传统文化缺失

国内部分小镇是将场地原本的建筑、景观、设施等推平重建的,部分特色小镇的民族文化遗产严重依赖并且是粗暴、简单地照抄搬移,不是现代科技风就是古典欧美风,不仅千村一面,而且让大众对原有的地域文化内涵的认知造成偏差。

#### 3.3 缺乏生态考量

与国外不同的是对特色小镇的生态环境保护在经济利益面前显得微不足道,投机商往往借“科技小镇”概念推动地产,以获得地方政府大量土地资源支持,特色小镇规划用地往往用于房地产的建造,生态环境往往作为装饰性工程作次要考虑。

#### 3.4 特色产业趋于同化

近几年的微商小镇、互联网小镇、大数据小镇、云计算小镇等一些随热度兴起缺乏冷静的纵深策略思考的小镇昙花一现,盲目跟风,炒概念,少有成气候。



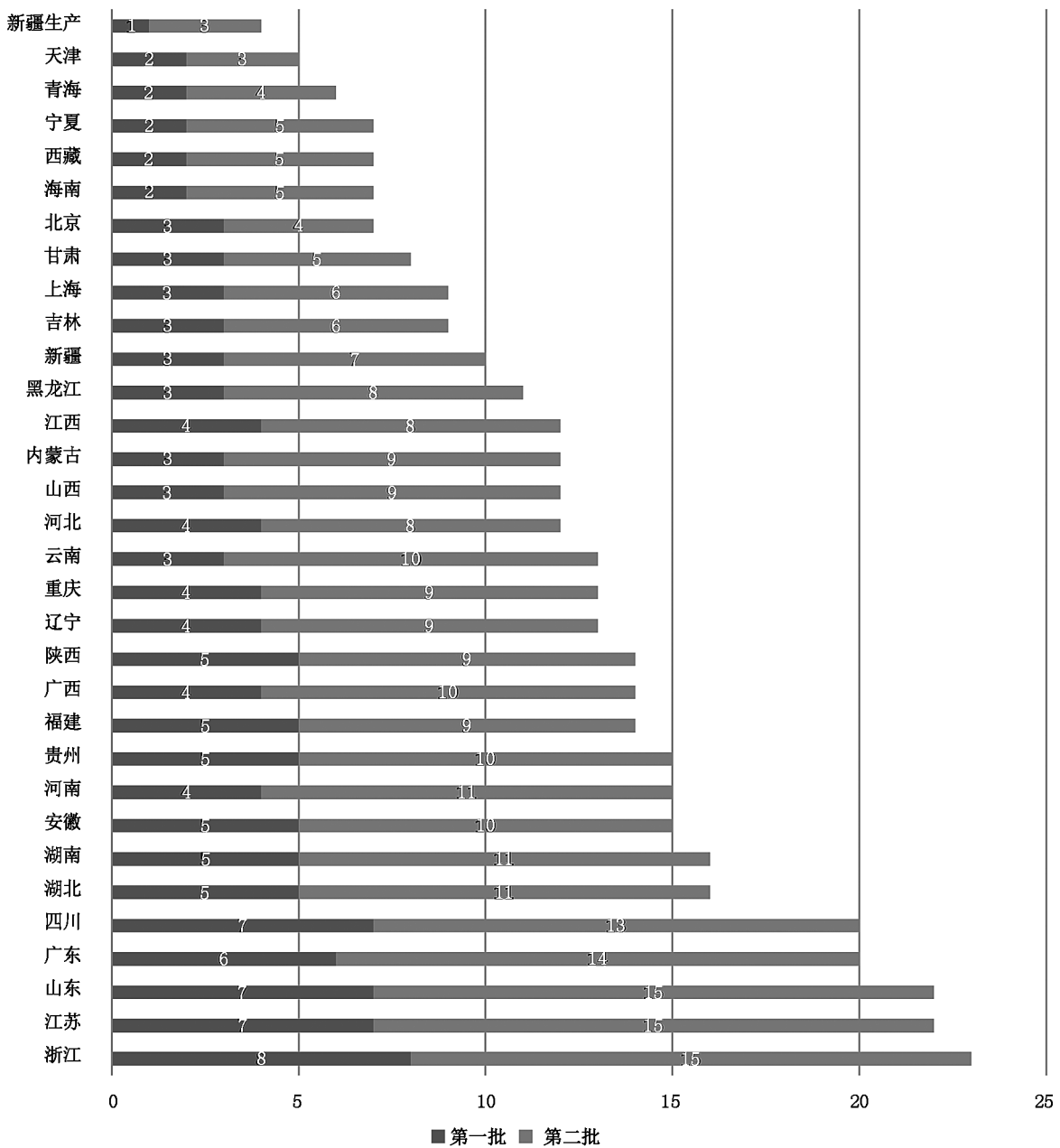


图1 第一、二批特色小镇省份分布

Fig. 1 Provinces distribution of the first and second batch of characteristic towns

### 3.5 基本功能得不到满足

当前新建成的特色小镇大多不具备居住、生活等功能,所谓的特色小镇和工业园区、产业园区等生产加工厂几乎没有区别,不能给当地人就地提供居住、生活、生态、游憩等基本功能需求。

## 4 发展策略

### 4.1 在发展方向上坚持产业为先

特色小镇最大的特点是以产业为中心,当前的特色小镇大多以旅游产业作为支撑,与风景名胜区、

综合公园、游乐场等功能重叠,产业是特色小镇的基石,建设特色小镇的核心是因地制宜,培养具有特色和富有活力的产业<sup>[8-10]</sup>。薄弱的产业基础难以形成人口的聚集,难以创造稳定的现金流,从而无法保证稳定的资金流入,因此产业的形成不是凭空圈地而起,而是在本区域具有一定基础产业上进行创新、发展、壮大,从而形成自身优势产业与特色风格。以广西国有七坡林场森林小镇项目建设为例,目前很多国有林场具有林地、林木资源优势但发展有限。随着城镇化程度的提高,多数林场职工都移居交通

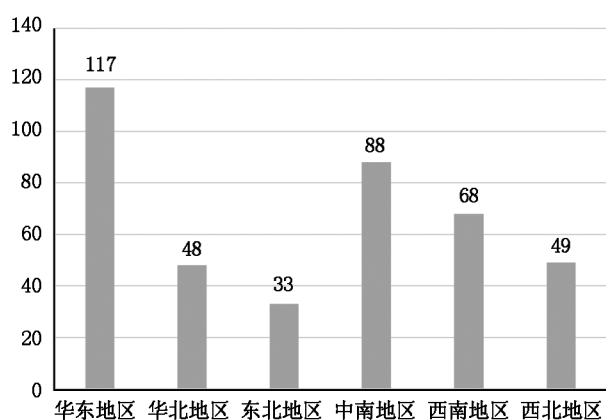


图 2 特色小镇区域分布

Fig. 2 Regional distribution of characteristic towns

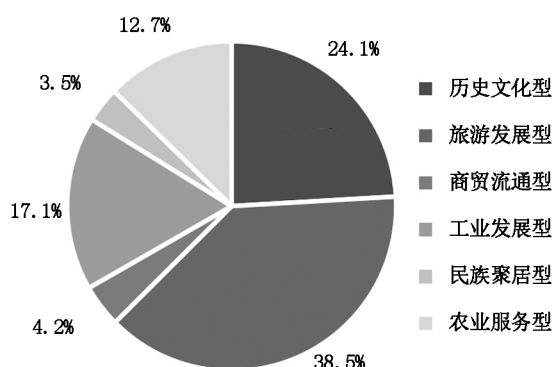


图 3 第一、二批特色小镇类型分布

Fig. 3 Types distribution of the first and second batch of characteristic towns

方便的城镇,林场营林站点的林区设施多为空置状态。在林站及林区周边建设森林小镇,保持林区绿化生态环境并适当进行林相改造培育,增加项目设施,打造林业文化和商业娱乐、度假、康养等产业体系,开发森林休闲区、森林保健中心、森林游憩区、户外拓展区等产品类型,还可以结合林下经济养殖、种植发展森林人家,规划建设健身养生步道、观赏林科普长廊和树木标本园等,将森林生态建设和人居休闲养生有机结合起来,以满足人们对美好生活的不断追求。

#### 4.2 在景观外貌上坚持文化为魂

特色小镇很多是依托当地历史文化进行建设的,优秀的古代建筑遗迹、民俗文化、历史文化等是中华民族的瑰宝<sup>[11-13]</sup>。特色小镇带来的投资可以用于对文物古迹进行保护、修复、开发和宣传,但建设过程中要尊重当地历史和传统文化,避免过度商

业化和破坏性开发或是照搬其他旅游区的商品买卖,要重点突出地域文化。

#### 4.3 在生态上坚持以人为本

特色小镇不仅是工作、旅游的去处,更是具有居住、生活功能的小镇,生态环境良好,美丽宜居也是特色小镇的基本特征。建筑应彰显传统文化和地域特色,贴近生活、贴近工作,满足人们的基本需求。

#### 4.4 在规划设计上坚持多规合一

特色小镇规划涉及多个相关部门,除了传统空间规划内容外,还包括产业规划、定位策划、土地规划、交通规划、建筑设计、生态规划、社区规划、文化规划等,同时特色小镇的规划必须具有前瞻性,满足未来中长期发展的需要。

## 5 结论与讨论

目前特色小镇的建设正在积极地探索中,由于特色小镇非镇非区的特点,其建设规划的理论和方法与传统的城乡规划差异显著,决定了特色小镇的规划从规划理论、目标、体系到技术手段、成果内容等均不同于传统的城乡规划。

#### 5.1 突出特色

特色小镇规划的目标应具有 5 个维度:特色鲜明的产业支撑、和谐宜居的美丽环境、特色显著的传统文、便捷完善的服务设施及充满活力的体制机制<sup>[14]</sup>。特色,不仅仅是指风貌特色,也指产业特色,还有发展路径的特色,体制机制的特色<sup>[15]</sup>。产业特色,不应仅仅着眼于旅游产业,单纯依靠当地自然资源和历史文化优势进行建设是不长远的,特色小镇发展视角应是多样化、嗅觉敏锐的,不该局限于传统产业领域,应特别聚焦新科技的应用,开拓新的市场需求。以人为本,基于当地的自然和人文禀赋,符合绿色发展、可持续发展理念。

#### 5.2 多规合一,共同参与

特色小镇非镇非区的特点要求打破传统城市规划的总规—控规—修规的法定程序,在规划内容上要体现镇乡村统筹和多规合一<sup>[16]</sup>。同时各级特色小镇管理单位也应建立相关审查监督机制,出现问题应警告,严重的取消相关资格。

#### 5.3 协调优化

伴随中国城镇化的推进,城市规划模式也在转变,发动与组织当地群众参与共同建设特色小镇美好环境和和谐社会,充分调动群众的积极性,发挥群众的创造性,实现特色小镇的“共谋、共建、共管、共评、共享”。

## 参考文献:

- [1] 东方财富网. 特色小镇建设如火如荼[EB/OL]. (2016-07-01). [http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201607/t20160720\\_228237.html](http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201607/t20160720_228237.html).
- [2] 赵磊,关克宇. 中国特色小镇发展现状分析[J]. 中国房地产,2019(2):58-64.
- [3] 张杰. 特色小镇发展的警惕与规划反思[J]. 规划师,2018,34(11):121-125.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 关于开展特色小镇培育工作的通知[EB/OL]. (2016-07-01). [http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201607/t20160720\\_228237.html](http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201607/t20160720_228237.html).
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 关于公布第一批中国特色小镇名单的通知[EB/OL]. (2016-10-11). [http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201610/t20161014\\_229170.html](http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201610/t20161014_229170.html).
- [6] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于建立特色小镇和特色小城镇高质量发展机制的通知[EB/OL]. (2018-08-30). [http://www.ndrc.gov.cn/fzgggz/fzgh/zcfg/201809/t20180928\\_899411.html](http://www.ndrc.gov.cn/fzgggz/fzgh/zcfg/201809/t20180928_899411.html).
- [7] 沈体雁. 中国特色小镇规划与实践[M]. 北京:社会科学文献出版社,2016.
- [8] 王忠. 我心目中的理想小镇[J]. 中国房地产,2017(8):76-78.
- [9] 赵磊,关克宇. 中国特色小镇发展现状分析[J]. 中国房地产,2019(2):58-64.
- [10] 詹杜颖. 品牌效应下的特色小镇构建研究[D]. 杭州:浙江工业大学,2016.
- [11] 郑浩宇. 后工业视角下浙江省特色小镇的特征分析与产生机制研究[D]. 杭州:浙江大学,2017.
- [12] 宋涛. 特色小镇旅游深度开发中的文化元素研究[D]. 武汉:华中师范大学,2017.
- [13] 王雪芄. 亮出小镇“特色美”[J]. 走向世界,2016(49):14-17.
- [14] 张宁. 田园城市理论的内涵演变与实践经验[J]. 现代城市研究,2018(9):70-76.
- [15] 张衍春,马学广,单卓然,等. 精明增长政策下美国城市多中心治理研究[J]. 地理科学,2017,37(5):672-681.
- [16] 张传秀. 欧洲国家特色小镇建设经验及启示[J]. 沈阳干部学刊,2017(3):48-50.

(责任编辑 杨焱熔)

(上接第167页)

## 6.4 严格工作程序

严格按照《方案》程序开展工作,坚持问题导向,问题的对接要充分协调、尊重有关部门意见。补划的生态保护红线不能引起新的问题矛盾,保障生态功能完整性和协调性;坚持生态优先、科学客观、实事求是的原则,使生态保护红线划定结果符合构筑国家生态安全格局的需要,满足云南省“三屏两带”的总体生态屏障格局。

## 参考文献:

- [1] 中共中央,国务院. 关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见[Z]. 2019.
- [2] 自然资源部,生态环境部. 关于开展生态保护红线评估工作的函[Z]. 2019.
- [3] 云南省生态保护红线划定工作方案[S]. 2017.
- [4] 云南省生态保护红线划定技术方案[S]. 2017.
- [5] 自然资源部. 关于印发生态保护红线评估有关材料的函[Z]. 2019.
- [6] 云南省生态保护红线评估调整工作过程调研报告[R]. 2019.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.033

## 生态产品价值形成及实现途径

蒋凡<sup>1,2</sup>, 秦涛<sup>2</sup>, 王永富<sup>1</sup>, 田治威<sup>2</sup>

(1. 广西生态工程职业技术学院, 广西柳州 545004; 2. 北京林业大学经济管理学院, 北京 100083)

**摘要:**从使用价值和交换价值两个方面阐述生态产品价值形成过程。分析认为,生态产品的使用价值由生态系统和人类劳动共同创造,其使用价值来源于生态产品多种功能所产生价值的叠加;生态产品交换价值是使用价值在交换过程中,买卖双方通过在费用对效用关系上的复杂博弈并达到均衡价格后,通过交易实现的价值。根据生态产品交换方式,其价值实现的主要途径有生态权属交易、经营开发利用和生态补偿等三种方式。

**关键词:**生态产品;使用价值;交换价值;价值实现;生态补偿

中图分类号:S718.56 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0174-04

引文格式:蒋凡,秦涛,王永富,等.生态产品价值形成及实现途径[J].林业调查规划,2020,45(3):174-177.

JIANG Fan, QIN Tao, WANG Yongfu, et al. Value Formation and Realization of Ecological Product [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 174-177.

## Value Formation and Realization of Ecological Product

JIANG Fan<sup>1,2</sup>, QIN Tao<sup>2</sup>, WANG Yongfu<sup>1</sup>, TIAN Zhiwei<sup>2</sup>

(1. Guangxi Eco-engineering Vocational and Technical College, Liuzhou, Guangxi 545004, China;

2. School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** This paper discussed the value formation process of ecological product from use value and exchange value. The analysis showed that the use value of ecological products was created by the ecosystem and human labor together, and came from the superposition of the multi-function of ecological products. The exchange value of ecological products was the use value in the exchange process which the buyer and the seller realized by the transaction after reaching the balanced price through the complex game on the cost-utility relationship. According to the exchange modes of ecological products, the main ways to realize its value included the transaction of ecological ownership, the management, development and utilization, and the ecological compensation.

**Key words:** ecological products; use value; exchange value; value realization; ecological compensation

生态产品是指从生态系统中产生的具有特定生态功能的产品,主要包括清洁的空气、干净的水源和舒适的气候环境等,是人们生活的基本需要;生态产

品的功能主要包括维护生态安全、保障生态调节以及提供良好人居环境<sup>[1]</sup>。

生态产品价值实现是践行习近平总书记“两

收稿日期:2020-02-17.

基金项目:广西哲学社会科学规划研究课题“生态文明背景下广西林产品绿色供应链战略联盟构建研究(15BJY013)”。

第一作者:蒋凡(1984-),男,湖北钟祥人,博士生.主要从事绿色经济研究. Email: jf16896@163.com

责任作者:王永富(1968-),男,四川荣县人,教授.主要从事绿色供应链研究。

山”理论的重要举措,也是促进“两山”转化的有效途径。探索“绿水青山”转变为“金山银山”的重点是建立生态产品价值实现机制<sup>[2]</sup>。而建立生态产品价值实现机制的前提是摸清生态产品价值形成及实现途径。因此,生态产品的价值形成及实现途径是生态产品价值实现需要解决的首要问题。本文在研究生态产品价值形成的基础上,尝试探索实现生态产品价值的主要路径,以期对生态产品价值实现提供借鉴。

## 1 生态产品价值形成理论

### 1.1 价值形成的一般理论

#### 1.1.1 劳动价值论

劳动价值论认为,所有商品的价值均从人的劳动中创造,凝聚在商品中的人类劳动时间是决定商品价值变动的基础<sup>[3]</sup>。该理论通过生产商品所消耗的社会必要劳动时间来衡量单位产品的价值量,即在现有社会的生产水平下,以平均劳动强度和熟练程度生产某种商品所需要的劳动时间来衡量商品的价值量<sup>[4]</sup>。劳动价值论在解释生态产品价值形成过程中存在一些问题:劳动价值是通过劳动附加在具有生态功能的自然资源上,并没有全部反应出自然资源的整体价值,因而该理论只统计消耗的人类劳动,未摆脱自然资源无价的事实<sup>[5]</sup>。

#### 1.1.2 效用价值论

效用价值论则从人们主观效用感受出发,认为商品的价值主要取决于能够满足人们某种需求和欲望的属性<sup>[6]</sup>。然而,效用价值论在解释生态产品价值形成过程中也存在一些问题,它把商品价值看成个人主观感受,人为割断了生态产品价值同劳动之间的关系<sup>[5]</sup>。

### 1.2 均衡价值

恩格斯认为,劳动价值论和效用价值论在解释生态产品价值形成过程中均各执一端,并排除了市场竞争对价值形成的作用。在此基础上,恩格斯提出了均衡价值论,认为劳动价值和效用价值在相互博弈中共同形成和确定了商品的价值<sup>[7]</sup>。根据均衡价值论,生态产品价值是生态产品的使用价值在交换过程中,供给方(卖方)与需求方(买方)通过在费用对效用关系上的复杂博弈并达到均衡价格后,通过正常交易实现了生态产品的价值<sup>[8]</sup>。

## 2 生态产品价值形成过程

使用价值是指商品满足人们某些需要的特定功

能;交换价值表现为一种商品的某种使用价值同另一种商品的某种使用价值交换的比例。根据均衡价值论,有使用价值是生态产品实现交换的前提条件<sup>[9]</sup>,而交换是生态产品价值实现的必要条件;生态产品价值实现一般指的是生态产品的交换价值,只有具备了交换价值才能够在内容和形式上实现生态产品价值的统一<sup>[7]</sup>。生态产品价值实现需要经过使用价值和交换价值两个阶段。

### 2.1 使用价值的形成

#### 2.1.1 使用价值的构成

从使用价值的功能属性上看,一种生态产品往往同时具有多种功能,并具有多种使用价值,比如可以提供各类生产基础资料,满足人类各项物质需求;可以提供生活基本需要,保障人类正常生存;还可以陶冶人们的情操,满足人类的精神需求。因此,生态产品的使用价值来源于生态产品多种功能所产生价值的叠加<sup>[10]</sup>。

#### 2.1.2 使用价值的形成

劳动价值理论认为,使用价值是商品对人有用的功能属性,是劳动和自然生态系统两个生产要素共同作用的结果<sup>[11]</sup>。人类劳动作用在自然生态系统上生产出生态产品,生态产品所具有的各项功能使其具有了多种形式的使用价值。因此,生态产品的使用价值由自然生态系统和人类劳动共同创造<sup>[12]</sup>。首先,自然生态系统与劳动和资本等生产要素一样,都是生态产品必不可少的生产要素<sup>[5]</sup>。在整个生产过程中,自然生态系统参与了生态产品生产,对生态产品生产起到了无可替代的作用,如果缺少生态系统这一关键生产要素,人类劳动就无法和劳动对象进行有效结合,生态产品也就无法生产<sup>[5]</sup>。其次,随着科技进步,人类生产技术不断提高,人类对自然生态系统改造和修复的贡献进一步扩大。人类为保护、修复和改善生态系统而采取一系列措施,包括各类技术、劳动、资金等付出,均可看作是维护生态系统和生态环境而支付的成本。生态系统本身虽不需要人类劳动而自然存在,但是要恢复由于人类开发利用自然资源造成的生态环境损害,维持生态系统的效用价值不受破坏,或者人类主动通过劳动改造修复生态环境,都必须支付一定的劳动、资金和技术成本<sup>[13]</sup>。

### 2.2 交换价值的形成

如果按照总使用价值来计算生态产品的价值,可能会造成生态产品价值数额较大。因为生态产品的若干功能实际上仅仅附着于一个物质实体上,而

在市场经济下,可能有意识利用的仅仅是其中一个或几个功能,这时再去计算其他功能所带来的效益,就会发生重复计算生态产品价值而高估其市场价值<sup>[14]</sup>。因此,生态产品价值实现要取决于其交换价值。

### 2.2.1 生态产品交换过程中买卖双方的效用

#### 1) 基于买方眼中的生态产品交换

从买方角度看,生态产品为买者提供各类生态效用,同时买方为获得生态效用也要付出相应代价。因此,生态产品价值实际上就是买方为了获得生态产品的生态效用而必需付出的代价,从而使生态产品表现出应有的价值。生态产品对购买者的效用价值包括现实的效用价值和预期的效用价值两部分。现实的效用价值包括对生态产品的直接利用产生的效用、间接利用产生的效用和选择价值产生的效用等 3 个部分;预期的效用价值包括遗产价值产生的效用和存在价值产生的效用<sup>[15]</sup>。其中,直接利用产生的效用价值是指生态产品直接被利用产生的效用价值;间接利用产生的效用价值是指从生态产品各项功能中间接利用所获得的效用价值<sup>[16]</sup>;选择价值产生的效用是生态产品目前未被直接和间接利用,但将来可能利用某种功能所产生的效用价值<sup>[17]</sup>;存在价值产生的效用是购买者为某种生态产品存在而愿意支付的费用;遗传价值产生的效用是指当代为子孙后代保留生态产品的利用价值和非利用价值所产生的效用<sup>[18]</sup>。买方基于效用价值对生态产品交换决策的产生,不等于直接利用产生的效用、间接利用产生的效用、选择价值产生的效用、遗产价值产生的效用、存在价值产生的效用的共同叠加,而取决于购买者的效用选择。

#### 2) 基于卖方眼中的生态产品交换

从卖方角度看,生产生态产品需要耗费一定的劳动、资金等生产要素,同时卖者也应从中获得相应的收益。因此,生态产品的价值实际上就是为了得到这种收益而付出相应的费用<sup>[7]</sup>。卖者作为生态产品的生产者,在生产生态产品的过程中耗费了一定的生产要素,卖者的生产要素耗费只有得到相应的补偿,生产主体才愿意延续再生产。此外,生产过程中的生产要素耗费既包括直接的耗费,也包括间接的耗费。因此,卖者的内在规定性是要补偿已耗费的各类生产要素。

### 2.2.2 生态产品交换存在的制约因素

#### 1) 生态产品产权界定困难

生态产品交换的前提是产权清晰。受到一系列

因素的制约,生态产品产权界定十分困难:首先,生态产品的整体不可分割性导致产权界定困难。生态产品难以像其他一般有形商品一样能有效分割,其产权也难以像一般商品能有效地进行界定。第二,难以准确的特定化导致生态产品产权界定困难。在传统的物权理论中,特定化的要求是建立在对物的质、量等因素准确物化衡量的基础之上,特定化意味着能够准确地划定所有权的权利边界,同时有助于形成合理的收益预期<sup>[19]</sup>。

#### 2) 生态产品具有较强的正外部性

由于生态产品所具有的非排他性和非竞争性等公共物品特性,使社会公众能够在不付出任何代价的情况下就可以享用到。此外,在现有补偿政策下,生产者对提供生态产品所付出的劳动难以得到相应的经济补偿,基于对投入和产出的权衡,生产者往往会做出不主动提供生态产品的决策<sup>[20]</sup>。外部性内在化是解决生态产品外部性的基本方式。

## 3 生态产品价值实现主要途径

生态产品价值实现是生态产品在交换中的部分功能满足了购买者的特定效用。根据生态产品的交易方式,其价值实现途径主要包括生态权属交易、生态产品经营开发利用和生态补偿等三种方式。

### 3.1 生态权属交易

生态权属交易是生态产品直接通过市场交易实现其价值。由于生态产品难以像物质产品交易那样进行实物交割,一般在虚拟交易市场上开展权利转让,主要包括碳排放权、取水权、排污权等方式,最具代表性的是碳排放权交易。碳排放权交易是通过市场机制实现森林生态产品的价值:由于化石能源燃烧释放了大量二氧化碳等气体,引起了温室效应,世界各国的公民为平等地享有获得二氧化碳排放的权利,同时也享有反对各类单位、组织和个人向大气中超标排放二氧化碳等温室气体的权利,使地球上的每个人均能享受到清洁的空气和适宜的生存环境<sup>[21]</sup>。《京都议定书》中规定发达国家可从发展中国家购买碳信用指标,以抵减超过《京都议定书》中规定的温室气体减排量<sup>[22]</sup>。因此,碳汇交易可使一些发展中国家通过大力开展人工造林以吸收空气中的二氧化碳,并将多余的碳排放指标转卖给二氧化碳超量排放的国家或地区,以抵消这些国家和地区的减排任务。这种造林单位或个人在二氧化碳排放指标交易过程中,首先通过注册获得森林碳汇林木产权证书,从而明确经营碳汇林的权利和参与碳汇

交易的主体资格,再通过投入人类劳动增加碳汇林吸收二氧化碳的量,经过科学的方法评估森林碳汇的服务价值,最后在已经建立的交易所按照市场规则进行交易,并获得相应的回报。

### 3.2 经营开发利用

随着我国市场化体制改革不断深入,生态环境资源逐渐成为产业资本投资运营的资产,从而产生以良好自然生态环境为基础,以充分利用生态产品为主要手段,不断融入市场机制以实现生态产品价值增值。经营开发利用实现生态产品价值,往往需要特定载体来突破生态产品公共物品的限制,以清晰界定生态产品的产权和明确受益主体,并按照“受益者付费”的原则实现生态产品受益方同生态产品供给方之间的等价交换<sup>[23]</sup>。目前通过经营开发利用实现生态产品价值,主要是利用得天独厚的自然生态环境来发展生态旅游服务和生产生态农产品。生态产品依附于农产品和旅游服务等载体后,将生态产品价值转移到载体中,通过“捆绑式”开发经营实现“共生增值”,同时要求消费者付费才可以享用生态农产品和旅游服务。这种通过载体交易间接实现了生态产品价值。

### 3.3 生态补偿

生态补偿是各级政府代表人民购买生态产品并实现其价值的有效方式。由于生态产品具有较强的正外部性,导致优质的生态产品供给严重不足,这是应该由国家为生态产品的生产者提供相应生态补偿的主要理论依据<sup>[24]</sup>。因此,各级政府基于国家生态安全、社会稳定和区域协调发展等目标<sup>[25]</sup>,往往通过财政转移支付的方式,向在生态保护中限制发展区域的生态产品生产者支付相应的劳动或机会成本补偿,以此实现生态产品价值。单位补偿标准是生态产品通过生态补偿实现价值重要的程度指标<sup>[26]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 丘水林,靳乐山. 生态产品价值实现的政策缺陷及国际经验启示[J]. 经济体制改革,2019(3):157-162.
- [2] 高世楫,王海芹,李维明. 改革开放40年生态文明体制改革历程与取向观察[J]. 改革,2018(8):49-63.
- [3] 马克思. 资本论第1卷[M]. 北京:人民出版社,1975.
- [4] 倪红珍. 基于绿色核算的水资源价值与价格研究[D]. 北京:中国水利水电科学研究院,2004.
- [5] 韩嵩,刘俊昌. 野生动物资源价值评估的研究进展[J]. 北京林业大学学报(社会科学版),2008(1):47-52.
- [6] 陈海,康慕谊. 森林旅游资源价值核算研究进展[J]. 资源科学,2003(3):104-111.
- [7] 安晓明. 自然资源价值及其补偿问题研究[D]. 长春:吉林大学,2004.
- [8] 严立冬,李平衡,邓远建,等. 自然资源资本化价值诠释——基于自然资源经济学文献的思考[J]. 干旱区资源与环境,2018,32(10):1-9.
- [9] 罗顺元. 马克思的深刻自然价值论——论伯克特对马克思价值论的生态辩护和发展[J]. 理论月刊,2018(5):16-21.
- [10] 刊评.“欸乃一声山水绿”——谈自然资源资产属性和生态产品价值实现机制[J]. 中国国土资源经济,2019(8):1.
- [11] Paul Burkett. Marx and Nature: A Red and Green Perspective[M]. Chicago:Haymarket Books,2014.
- [12] 高德海. 生态资源价值观念理论基础初探[J]. 生态经济,1990(5):5-7,49.
- [13] 樊笑英. 自然资源资产负债表中的生态价值体现[J]. 中国国土资源经济,2019,32(3):34-37.
- [14] 高建中. 森林生态产品价值补偿研究[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2005.
- [15] 张志强,徐中民,程国栋. 生态系统服务与自然资本价值评估[J]. 生态学报,2001(11):1918-1926.
- [16] 黄如良. 生态产品价值评估问题探讨[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(3):26-33.
- [17] Turner P K, Jeroen C J M van den Bergh, Soderqvist T, et al. Ecological-economic analysis of wetlands; scient integration for management and policy[J]. Ecological Economics,2000,35(1):7-23.
- [18] 冯俊. 环境资源价值核算与管理研究[D]. 广州:华南理工大学,2009.
- [19] 张璐. 自然资源作为物权客体面临的困境与出路[J]. 河南师范大学学报(哲学社会科学版),2012,39(1):99-102.
- [20] 赵亚. 生态产品供给市场化法律促导机制研究[D]. 绵阳:西南科技大学,2017.
- [21] 张瑞萍,杨肃昌. 林业碳汇交易市场机制路径探析[J]. 兰州大学学报(社会科学版),2013,41(6):138-142.
- [22] 赵宗桓. 促进林业生态产品生产与发展对策建议——以林业碳汇为例[J]. 林业经济,2014,36(2):39-42.
- [23] 高晓龙,林亦晴,徐卫华,等. 生态产品价值实现研究进展[J]. 生态学报,2020(1):1-10.
- [24] 张林波,虞慧怡,李岱青,等. 生态产品内涵与其价值实现途径[J]. 农业机械学报,2019,50(6):173-183.
- [25] 葛颜祥,吴菲菲,王蓓蓓,等. 流域生态补偿:政府补偿与市场补偿比较与选择[J]. 山东农业大学学报(社会科学版),2007(4):48-53,125-126.
- [26] 王璟睿,陈龙,张焱,等. 国内外生态补偿研究进展及实践[J]. 环境与可持续发展,2019,44(2):121-125.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.034

## 边疆少数民族区域森林康养模式研究

——以滇东南森林康养公园为例

赵勤<sup>1</sup>, 刘红位<sup>2</sup>, 李甜江<sup>3</sup>, 马建忠<sup>3</sup>

(1. 云南省林业和草原局, 云南 昆明 650224; 2. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051;

3. 云南省林业和草原科学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:**为探索边疆地区森林康养典型模式,以滇东南森林康养公园为研究对象,调查分析该地开展森林康养活动的可行性,建立滇东南森林康养发展模式。结果表明,试验区的森林覆盖率、大气质量、水质、土壤质量、声音、人体舒适度指数等指标均达到森林康养指标;试验区的地理位置、自然资源、社区发展模式等均适合森林康养业的发展;试验区设计的森林康养模式内容包括森林步道区、森林沐浴区、自然教育区、生态保育区、观景平台区、管理服务区及其它辅助设施等功能区。在滇东南发展森林康养业将获得良好的社会效益、生态效益和经济效益。

**关键词:**森林康养模式;森林覆盖率;人体舒适度;功能分区;效益分析;滇东南森林康养公园

中图分类号:S788.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0178-05

引文格式:赵勤,刘红位,李甜江,等. 边疆少数民族区域森林康养模式研究——以滇东南森林康养公园为例[J]. 林业调查规划,2020,45(3):178-182.

ZHAO Qin, LIU Hongwei, LI Tianjiang, et al. Model of Forest Therapy at Frontier Ethnic Minority Area ——A Case Study of Forest Therapy Park in Southeast Yunnan [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 178-182.

## Model of Forest Therapy at Frontier Ethnic Minority Area

——A Case Study of Forest Therapy Park in Southeast Yunnan

ZHAO Qin<sup>1</sup>, LIU Hongwei<sup>2</sup>, LI Tianjiang<sup>3</sup>, MA Jianzhong<sup>3</sup>

(1. Yunnan Forestry and Grassland Administration, Kunming 650224, China; 2. Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China; 3. Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming 650224, China)

**Abstract:** In order to study the typical model of forest therapy in the border areas, this paper investigated and analyzed the feasibility of carrying out forest therapy activities and establishing the development mode in forest therapy park of southeast Yunnan. The results showed that the forest coverage, air quality, water quality, soil quality, sound, human comfort and other indicators of the experimental area all reached the standard, where the geographical location, natural resources, community development mode were all suitable for the development of forest therapy industry. The designed forest therapy model included areas of forest footpath, forest bath, natural education, ecological conservation, sightseeing platform,

收稿日期:2019-11-20;修回日期:2020-03-17.

基金项目:云南省林业和草原科学院创新基金项目“云南森林康养典型模式研究”(QN2018-06).

第一作者:赵勤(1973-),男,云南昆明人.从事园林绿化工程及园林设计方面的研究. Email:376077280@qq.com

责任作者:刘红位(1987-),男,助理工程师.主要从事林业调查规划研究.



management service and other auxiliary facilities. The development of forest therapy in southeast Yunnan would obtain good social, ecological and economic benefits.

**Key words:** forest therapy model; forest coverage; human comfort; functional partition; benefit analysis; therapy park of southeast Yunnan

森林康养是一种综合森林五感刺激、气候环境、各种物理疗法、食物疗法、作业心理疏导的辅助和替代治疗方法。中国大部分贫困地区位置偏远,而这些地区往往保留着丰富的自然治愈素材和自然治愈手段,倘若其能够充分利用自然资源发展森林康养业,吸引投资,吸引外地体验者,这些贫困地区将会得到全新的发展。发展森林康养,遵循可持续发展原则进行保护性开发,既能为农村劳动力提供就业机会、带来经济收益,带动农民发展第三产业,又可增强山区群众的生态环境保护意识,使森林康养成为贫困山区农民脱贫增收致富和提升生活质量的重要途径<sup>[1-4]</sup>。

滇东南边疆区域是通往南亚、东南亚各国的重要门户,也是历史上南方“古丝绸之路”的途经地。其中的屏边县具有“冬暖夏凉、四季如春”的气候特征,被誉为“中国最南端的春城”。属于典型的东南部山地季雨林、热带湿润雨林地区,是滇东南区域极其重要的动植物基因库,是中国西南边疆的天然生态屏障。该地区独特的自然、地形、气候以及水文条件孕育了丰富的动植物资源,从而形成了生物多样性景观与森林植被类型景观。在滇东南边境上开展森林康养对带动边境经济高速发展将起到积极的推动作用,因此,本研究对滇东南开展森林康养的可行性、康养基地建设内容、效益分析等进行研究,以期为我国边疆少数民族地区森林康养发展提供有力的理论依据。

## 1 研究方法

### 1.1 研究区概况

研究区选择滇东南的红河州屏边县正在规划中的滇东南森林康养公园,年均温 16.5℃,年降雨量 1 650 mm,湿度 89%,年均日照 1 571.4 h,具有“冬暖夏凉、四季如春”的气候特征,低纬度山地季风立体气候明显,属典型的山地季雨林,主要树种为杉木、竹子等。国道 326 线从旁而过,南距国家级开放口岸河口县 100 km,北距省级经济开发区蒙自县 72 km。所处试验区空气清新,拥有多个天然氧吧,是市民休闲健身胜地,同时具有丰富、奇特的自然景观资源,为公园项目建设和开发奠定了有利的自然、社

会条件。

### 1.2 环境因子测定方法

#### 1.2.1 森林覆盖率

数据采用云南省森林资源二类调查数据。

#### 1.2.2 空气质量

测定空气负离子含量、空气细菌含量和 PM10 值 3 个指标。空气负离子浓度采用检测仪 COM-3200 进行检测。空气细菌含量测定采用自然沉降法,将营养琼脂平板放置于 37℃ 的恒温培养箱培养 24 h 后取出,计算所生长的菌落数和数量。PM10 值采用山东聚创公司的 PM10 检测仪测定。

#### 1.2.3 水质

采用 JC-70A 型 BOD 快速测定仪/全自动水质检测仪进行检测。

#### 1.2.4 土壤污染

采用 TPJS-B 便携式土壤重金属检测仪进行检测。

#### 1.2.5 噪音

采用 DT-805 系列噪声计进行检测。

#### 1.2.6 人体舒适度指数

根据当日最高气温和 14 时相对湿度的预报值计算指数值,再利用指数的大小划分等级并确定舒适程度。

人体舒适度指数(ssd) = (1.818t + 18.18)(0.88 + 0.002f) + (t - 32) / (45 - t) - 3.2v + 18.2

式中,t 为平均气温,f 为相对湿度,v 为风速<sup>[5]</sup>。

### 1.3 建模方法

根据试验区的环境因子、自然资源、地理位置、社会需求等分析结果,构建滇东南康养模式,包括功能分区、康养产品、康养活动等设计。

## 2 结果与分析

### 2.1 滇东南森林康养指标分析

试验区森林康养环境评价指标包括:森林覆盖率、大气质量、地表水质量、土壤质量、负离子含量、空气细菌含量。

#### 2.1.1 森林覆盖率

试验区森林覆盖率为 96%,符合森林康养基地 ≥65% 以上的标准。

2.1.2 大气质量

1)PM10 含量

试验区的空气质量为优,对人体健康极为有益,适于开展自然环境的保护和生态旅游<sup>[6]</sup>。对 PM10 的监测结果如表 1 所示。

表 1 PM10 监测结果

Tab.1 Results of PM10 monitoring

观测点 名称	PM10			
	时均值		日均值	
	浓度值 /(mg·Nm <sup>-3</sup> )	超标率 /%	均值 /(mg·Nm <sup>-3</sup> )	超标率 /%
滇东南森林康养公园试验区	0.001-0.008	0	0.005	0

2)负离子含量

森林环境中的空气负离子主要由森林植物的光合作用、森林土壤中的气体交换以及森林植物芬多精的作用所形成,溪流、瀑布、跌水区域的空气负离子主要由水分子受到撞击产生勒纳德效应(Lenard effect)形成空气负离子。经测定,试验区空气负离子含量平均值达 5 150 个/cm<sup>3</sup>,部分区域最大值达到 14 200 个/cm<sup>3</sup>。

3)空气细菌含量

试验区空气清洁度极高。空气中各类菌的微生物数量在 0~518 范围,远低于国家标限<sup>[6]</sup>,是理想的集度假、休闲、养生为一体的乐园。

2.1.3 地表水质量

按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)<sup>[7]</sup>的一级标准对滇东南森林康养公园试验区周边水质进行评价,评价结果,试验区水质为Ⅱ类(表 2)。

2.1.4 土壤质量

试验区内土壤重金属含量低于全国平均水平的 5 倍,土壤总体状况良好,受人为干扰较小,土壤营养成分几乎无流失,表土层厚,孔隙均匀,质地良好,土壤盐饱和度和碱化度均处于良好水平。试验区土壤属于《土壤环境质量标准(修订)》(GB 15618-2008)<sup>[8]</sup>规定的第一级值,属于清洁、无污染标准。

2.1.5 声音质量

试验区环境噪声昼间为 45dB,夜间为 39dB,符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)<sup>[9]</sup>规定的 0

表 2 水质监测结果

Tab.2 Results of water quality monitoring mg/L

序号	项目	平均值	超标率/%
1	水温/℃	14.90	0
2	PH 值	7.49	0
3	溶解氧	7.52	0
4	高锰酸盐指数	2.83	0
5	化学需氧量	11.00	0
6	五日生化需氧量	2.88	0
7	氨氮	1.10	9
8	总磷	0.15	0
9	总氮	0.85	0
10	铜	0.0022	0
11	锌	0.0013	0
12	氟化物	0.0520	0
13	硒	0.0010	0
14	砷	0.0033	0
15	汞	3×10 <sup>-6</sup>	0
16	镉	0.0001	0
17	六价铬	0.0052	0
18	铅	0.0011	0
19	氰化物	0.0010	0
20	挥发酚	0.0011	0
21	石油类	0.0150	0
22	阴离子表面活性剂	0.0300	0
23	硫化物	0.0140	0
24	粪大肠菌群/(个·L <sup>-1</sup> )	12000	20

类标准。

2.1.6 电离辐射

试验区远离天然辐射高本底地区,无通过工业技术发展变更的天然辐射,无有害人体健康的人工辐射,符合标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)<sup>[10]</sup>。

2.1.7 人体舒适度指数

试验区一年中基地人体舒适度指数为 0 级(舒适)的天数约 180 d,超过森林康养基地人体舒适度天数≥150d 的标准。

从以上环境指标可看出,试验区具有良好的自然环境,天然无污染,符合建立森林康养基地的环境要求。

2.2 森林康养功能分区

试验区分为 6 个功能分区,包括森林康养步道

区、森林沐浴区、自然教育区、生态保护区、观景平台区、管理服务区(图1)。



图1 滇东南森林康养基地功能分区

Fig. 1 Functional partition of forest therapy base in southeast Yunnan

### 2.2.1 森林康养步道区

森林康养步道是森林康养中最基本的要素,其将森林的优美环境与步道结合并赋予其“森林客厅”的功能,民众置身其中,不仅是在登山行走,更是身心上的疗养与休憩。森林康养步道具有减轻心脏负担、抗氧化、使紧张的神经系统放松等多重医疗功效。

试验区以建设森林康养步道为主体工程,一级步道贯穿整个公园,南起昆河路长晟中央广场,北至田心桥,长约9.5 km;二级步道分为3条,分别以昆河路烈士陵园、半坡村、飞龙山庄为起点上山,直至与一级步道汇合;三级步道10余条,是连接一级步道与观景平台、森林沐浴场所、自然教育区、生态保育区、公厕等的道路。

### 2.2.2 森林沐浴区

森林植物释放的“芬多精”物质有助于人们放松身心,消除疲劳,舒缓情绪,适合开展森林浴。选择在试验区内负离子含量高、安静、位置相对独立的针叶林中(如柏木林、松林、杉林等),林内空气流

通,开辟小于10 m<sup>2</sup>的森林浴场所3个,提供给民众进行打太极拳、练瑜伽、聆听大自然的声音、进行森林冥想等。森林浴场所的地面灌木少,以铺设碎石为宜。

### 2.2.3 自然教育区

选择在试验区地势相对平缓、林内环境较好、一级步道附近的针叶林和阔叶林的混交林分内,开展的森林体验式教育包括植树、农耕体验、厨房体验、造纸工艺、制作盆景、手工制作、森林美术课、发现美微景观、植物辨别及标本制作等体验活动,对幼儿开展自然教育,从小培养保护自然的理念。

### 2.2.4 生态保育区

生态保育区主要包括试验区范围内坡度较大,景观资源相对较少,景观价值不太高的林区。划分该区的主要目的是为了永久性保护该区域的生物资源、景观资源,涵养水源、保持水土,防止人为干扰和破坏,以利于公园内生物物种的繁衍和迁徙。因此,该区域内应严格禁止人工设施建设,且不对民众开放。

### 2.2.5 观景平台区

在试验区内设置林间休憩长廊、观景平台、与自然生态零距离接触的“森林吧台”等功能设施。

### 2.2.6 管理服务区

在试验区的出入口、3条二级步道与一级步道的连接点等区域设置公园管理服务中心、公厕、商品店等。

### 2.2.7 其它建设内容

开展生态环境监测,在试验区的公园2个主入口及半坡村附近共设置3个环境因子监测仪,全天24 h不间断地监测森林内的气温、湿度、大气压、臭氧含量、负氧离子含量、风向、风速、雨量等指标,实时向民众提供优良的森林环境因子数据,以可靠、详实的数据向民众展示森林巨大的强身健体功能。

辅助设施,在一级步道和二级步道沿线设置排水沟、垃圾分类箱、路灯、广播音响、防火设备储备箱、标志牌、指示牌、地形图等。

## 2.3 森林康养效益评价分析

### 2.3.1 社会效益分析

试验区的开发建设必将为滇东南生态文明建设和林业系统产业结构调整作出巨大贡献,从而加速边疆地区经济的发展。森林康养公园的建设对提高全民健康水平起到至关重要的作用;也可增强森林康养体验者的环境保护意识;还可以带动公园周边农村经济发展,并可提供一定数量的公园内爱岗

位,小商铺创收,为相关部门分流内部职工和农村劳动力转移作出贡献。

### 2.3.2 生态效益分析

建立森林康养公园有利于森林资源保护和对该地区生态环境的保护,改善周边环境质量,其生态效益若以物质标准来衡量的话,将远远胜过森林公园所能创造的直接经济效益。

### 2.3.3 经济效益分析

滇东南森林康养公园建设重在资源保护及森林资源永续利用。通过项目建设,可为屏边县后期综合开发和生态旅游打下一定的基础,促进地方经济社会发展。随着森林公园各种设施、设备的完善,管理能力和水平的进一步提高,森林康养公园的窗口功能和示范带动效应将更加明显。将有助于森林康养公园周边城市建设、农林业、旅游业发展,对缓解当地就业压力,促进产业升级,增加地方财政收入,服务屏边县经济社会发展起到重要作用。同时,该项目的实施,不仅有着较大的直接经济效益,潜在的间接经济效益更是不可估量。

## 3 结论与讨论

滇东南森林康养公园拥有丰富的生物多样性资源,公园内及其外围有半坡村遗址、昆河路烈士陵园、牧羊河湿地公园、滴水苗城等旅游资源,周边居住有苗族、彝族、壮族等世居少数民族。该区域民族文化特色突出、历史文化底蕴深厚,是镶嵌在屏边市郊的一颗绿色的璀璨明珠。形成了景观丰富、文化底蕴深厚,自然与人文景观交相辉映的独特、高品质的旅游资源,特别是清爽、温润的气候条件得天独厚,对久居喧嚣城市的人们极具吸引力。

改革开放以来,滇东南的社会经济有了较快的发展,但由于自然环境条件和交通区位等诸多因素的制约,滇东南国民经济整体水平不高,群众收入较低,部分山区群众还处于温饱阶段。解决山区群众特别是少数民族同胞脱贫致富,一直是党中央、国务院以及各级政府最关心的问题之一。滇东南森林康养公园的建立可为山区群众特别是少数民族同胞提供新的脱贫致富机会。森林公园建成后,不仅能吸引大批的境内外旅游者,通过为游人提供食、住、行、游、购、娱等一系列产品和服务,带动和促进本地区

及周边地区第三产业及交通运输业的发展。森林康养公园的建成,可通过森林生态旅游作为信息交流,引进资金、引进人才,扩大林区与外界社会交往的途径,通过这一窗口,让世人了解屏边,达到促进区域经济振兴和加速发展的目的。

综上所述,滇东南森林康养公园的建立具有坚实的基础和广阔的发展前景。公园的建立,对于促进滇东南生态文明建设、保护与改善屏边县生态环境,维护滇东南生态安全,保持该区域生物多样性,挽救濒危珍稀物种,保护历史文化遗产等诸多方面将发挥重要作用。该项目建设将实现林业资源优势向生态产业优势的转变,在调整滇东南林业产业结构,实现林业资源可持续利用的同时对带动该地区人民群众脱贫致富等方面具有十分重要的意义。

## 参考文献:

- [1] 李青辉,魏璐.森林康养助力乡村脱贫[J].现代园艺,2020(1):198-199.
- [2] 程希平,陈鑫峰,沈超,等.森林养生基地建设的探索与实践[J].林业经济问题,2015,35(6):548-553.
- [3] 陆献峰.德国乡村振兴与森林康养的启示[J].浙江林业,2018(9):40-41.
- [4] 邓三龙.森林康养的理论研究与实践[J].世界林业研究,2016(12):26-29.
- [5] 郑有飞.人体舒适度及舒适指数计算[J].气象教育与科技,2000(2):7-10.
- [6] 中国环境科学研究院.地表水环境质量标准(GB3838-2002)[S].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [7] 中国环境科学研究院,中国环境监测总站.环境空气质量标准(GB3095-2012)[S].北京:中华人民共和国环境保护部,2012.
- [8] 南京环境科学研究所,中国科学院南京土壤研究所.土壤环境质量标准(修订)(GB 15618-2008)[S].北京:中华人民共和国环境保护部,2008.
- [9] 中国环境科学研究院,北京市环境保护监测中心,广州市环境监测中心站.声环境质量标准(GB 3096-2008)[S].北京:中国环境出版社,2008.
- [10] 潘自强,叶常青,张延生,等.电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB 18871-2002)[S].北京:中华人民共和国卫生部,2002.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.035

## 城市街道空间的景观设计方法

迟磊<sup>1,2</sup>

(1. 南昌市新建区南矶乡镇规划建设环境保护管理所, 江西 南昌 330100;  
2. 南昌市新建区城乡规划设计院, 江西 南昌 330100)

**摘要:**街道景观是城市景观的重要组成部分,是人们日常生活中进行各种活动的重要场所。街道景观的提升有助于改善城市环境、提高市民居住的舒适度、增强市民的凝聚力和认同感。文章阐述了城市街道空间的天空、地形地貌、绿化、水体、建筑、路面、小品、交通设施等景观要素,以及适宜的空间尺度、阴角空间,分析了对景、偏移、引导、对比、分段等设计手法在街道空间景观设计中的应用。

**关键词:**街道景观;景观要素;尺度构成;景观设计;对景;偏移;引导;分段

中图分类号:S718.54;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0183-04

引文格式:迟磊. 城市街道空间的景观设计方法[J]. 林业调查规划, 2020, 45(3): 183-186, 196.

CHI Lei. Discussion on Landscape Design Methods of Urban Street Space[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 183-186, 196.

## Discussion on Landscape Design Methods of Urban Street Space

CHI Lei<sup>1,2</sup>

(1. Nanji Rural Planning and Construction Environmental Protection Management Office of Xinjian District, Nanchang 330100, China; 2. Urban and Rural Planning and Design Institute of Xinjian District, Nanchang 330100, China)

**Abstract:** Street landscape is an important part of urban landscape and an important place for people to carry out various activities in daily life. The improvement of street landscape is helpful to improve the urban environment, and enhance the comfort, cohesion and identity of citizens. This paper discussed the landscape elements of urban street space, such as sky, landform, greening, water body, building, road surface, sketch, traffic facilities, as well as the appropriate space scale and internal corner space, and analyzed the application of opposite scenery, offset, guidance, contrast, segmentation and other design methods in street space landscape design.

**Key words:** street landscape; landscape elements; scale composition; landscape design; opposite scenery; offset; guidance; segmentation

改革开放已四十多年,现在城市发展进入了新时代,必须从新的战略高度着眼完善城市街道的各种功能,大力提升街道的美学价值,最大限度地为人民群众提供休闲、生态的街道空间环境和丰富多彩

的街道景观,这是摆在城市规划、景观设计等人士面前的紧迫课题。同时,街道景观设计需要符合当地居民的行为模式和地域特征,并结合时代精神和民俗文化,突出场地的归属感,为人们提供精神层面活

收稿日期:2019-11-27.

基金项目:2017年度“南昌市县西南片区战略发展研究”规划项目(NCGHY2017012).

第一作者:迟磊(1986-),男,内蒙古赤峰人,硕士,工程师。从事城市景观规划与设计等工作。Email:kexueyuandi1980@163.com

动的场所。街道景观可以更直观地反映出城市特色,是构建城市景观空间中不可或缺的重要组成部分,也是提高城市整体形象及改善居住环境品质的有效手段。基于以上原因,文章探讨了城市街道空间的景观要素、尺度构成及其设计方法,为城市街道景观空间的景观设计提供方法指导。

## 1 城市街道空间的景观要素

### 1.1 自然景观要素

#### 1) 天空

天空是街道空间构成的底界面。由两个侧界面顶部边线所确定的天空,是最富变化、最自然化并能提供自然条件的界面。天空作为街道的背景,也是城市色彩的一部分。在阳光普照的白天和璀璨的夜晚,天空作为街道的背景给人以美的感受。在日本台场的维纳斯广场,就很好地利用了天空这个景观要素:设计者用幕布模拟白天湛蓝的天空,并随着时间的推移,天空会变幻不同的颜色,使得游人在夜晚也能感受到变化莫测的美丽天空。

#### 2) 地形地貌

城市及其周边的地形、地貌景观和其它自然环境方面的资源,给街道带来富有个性的风格。街道设计上需因地制宜,使街道与地形地貌特点相适应。历史上许多著名的城市大都街道与其所在的地域特征密切结合,形成了城市靓丽的风景线。如重庆的街道格局在清代已基本定型,其街道的布置因山势地貌而随机布局、自然起伏。山城的街道空间变化多样、景观层次丰富,凸显了山地城市街道景观的特色。

#### 3) 绿化

道路绿化是城市道路的重要组成部分,它不仅有助于创造优美的城市环境,提供舒适的行驶条件,同时还能改善城市的小气候环境,给烈日下的车行人流提供遮荫空间。道路绿化又是交通道路上重要的视觉景观要素,它与其他景观要素相协调。街道绿化是街道环境中重要的景观要素。街道的带状绿化通过它的“线”的作用把整个城市的绿地连接起来形成一个整体。街道绿化可以软化硬质景观,植物的自然美使城市更接近自然,植物生长中产生的各种变化,使城市中的人体验到时间、季节的变化更替。总之,街道绿化作为城市的门面,是城市绿化工作的重中之重。

#### 4) 水体

水体是城市中宝贵的风景资源,是园林中最富

有生气的景观要素。水的风韵、气势及音响是最动人的景观素材,城市街道景观设计中常借助水体建设滨水街道,利用喷泉、水渠等丰富街道景观。水体在街道设计中有机地结合街道的建筑、小品,提升了街道的生气与活力。例如,弗赖堡是一座沿河而建的城市,德赖萨姆河从市中心的周边流过。早在建城初期,河水就被引入市区形成了沿街的小水渠。城市的内部空间被穿过街道的流水有机地联系起来。这些水渠在街道上呈不对称型布置,界定和突出了线性的街道,不断提醒着人们水是这个城市的主题。

#### 5) 天气时令

云、雾、雨、露、日出、日落、朝霞、暮晖、四季的气候变化都是城市街道景观设计可以利用的自然景观要素。清晨的薄雾、天空中飘动的云朵、春季蒙蒙的细雨都带给人美的感受。因此,在街道设计中需要综合考虑本地的气候特点,扬长避短,充分利用好秀美的自然景观。

### 1.2 人工景观要素

#### 1) 建筑

街道的含义是“旁边有房屋的比较宽阔的道路。”由此可见,建筑对于一个街道来说是不可或缺的景观要素。街道中的建筑风格体现着这个城市的历史文化,如法国的哥特式建筑,印度的街道多为宗教建筑风格。在中国,街道的建筑风格比较多样,古有川西民居、徽州名居、北京四合院等。其发展到现代,主要有以下几种风格:新古典主义风格、现代主义风格、异域风格等。街道的建筑,不仅反映着城市的历史与文化,而且限定了街道空间的大小和比例,形成了空间的轮廓线。街道的垂直界面是城市空间中一项基本的环境模式,其布置形式会对街道空间产生重要的影响。因此,在街道景观设计中,建筑是街道空间中最具表现力的景观要素。

#### 2) 路面

路面和与它关联的可见构成部分的处理对于一个环境能否成为视觉上的整体极为重要。街道的路面作为街道的底界面,常常通过利用不同铺装材料的大小、形状、色彩和质地等营造不同的空间效果。路面设计首先考虑交通功能的需求,对路面材料及结构形式进行选择,以达到路面的强度以及耐磨性、防滑性。我国城市大部分路面为沥青或水泥地面,仅有步行街还是以石材、卵石和各类地砖为主进行铺砌。此外,路面材质的选择还需注意到其给予人们的视觉感受,不同色彩、质感的路面材质对于使用

者在心理上造成的影响是不同的。平整的沥青路面会使人感到顺畅,石板路令人感受到古老而亲切,卵石路可使人感受到趣味与轻松。最后,路面的铺装设计需结合街道周围的环境,特别是与之相关的城市公共设施,如座椅、灯具、公交车棚、绿化等,力求将各景观要素融为一体,使街道景观更具整体美感,创造出人们喜闻乐见的场景效果。

### 3) 街道小品

街道小品的种类丰富,如灯具、长椅、喷泉、雕塑、标识、壁画、电话亭等。街道小品不仅能满足人们交往、休憩等活动的功能需求,更是营造街道景观的重要景观要素。人们在设计街道小品时,常常使用地方材料,突出地方特色,多采用具有传统文化特色的物质载体,如牌坊、门楼、灯具、碑亭、塔楼、匾额、楹联、古诗、石刻等历史文化景观。这些历史文化景观常常能使人发思古之幽情,于无声处使人浸润在历史文化氛围之中。当街道的建设位于城市中有历史文化渊源的地段时,需更好地利用当地的历史文化,并妥善地处理好新与旧两者之间的对话关系,达成相得益彰的景观效果。

### 4) 街道的交通设施

街道交通设施也是街景中重要的构成要素,主要包括立交桥、人行天桥、高架桥、过街地道、指路牌以及各种交通信号灯等。这类设施的存在主要是为了保障城市交通的安全,其次会考虑交通设施对街道景观的影响,利用它们丰富和美化街道景观。

### 5) 街道的边界景观要素

街道的边界景观要素是指街道附近的或者与街道相联系的街旁绿地、公园、水面、广场等。虽然街道的边界景观要素,严格地说并不属于物理上街道的组成部分,但是从视觉及其对街道带来的影响力来说,街道边界景观要素对街道来说是十分重要的组成部分。它不仅可以作为街道景观的背景,而且可以为街道景观带来更多的活力。

## 2 城市街道空间的尺度构成

### 2.1 适宜的空间尺度

从空间构成的角度来说,人们对于街道空间的感受主要取决于人们观察街道的视距、视角、街道的宽度(D)、建筑外墙的高度(H)及两者的比例关系。人们在游览街道景观时,在不同视角下会对街道空间会产生不同的感受。刘滨谊先生在《城市街道景观规划设计》中提出:视角影响着人们的观景感受,同样街道的宽度与建筑外墙的高度也会在人的心理

上产生不同的感受。当 $D/H > 1$ 时,随着比值的增大会逐渐产生远离之感,此时街道的围合感会逐渐减弱; $D/H > 2$ 时,则产生宽阔之感; $D/H < 1$ 时,随着比值的减小会产生接近之感,还会有建筑的压迫感;当 $D/H = 1$ 时,高度与宽度之间存在一种匀称之感。显然, $D/H = 1$ 是空间性质的一个转折点。所以,在街道景观的实际设计中,可以充分考虑 $D/H$ 数值的应用。由上分析可知,从视线集中的角度来看,建筑的高度与道路的宽度的适宜比例为 $1:1 \sim 1:3$ 。生活性街道, $D/H = 1$ 较好,可使其空间具有匀称感,更显生活气息,有利于营造和谐安宁的街道氛围;交通性街道,一般要考虑有足够的观赏距离、车辆中人们的观赏速度和交通流量,因而以 $D/H = 2 \sim 3$ 为宜;商业性街道, $D/H$ 宜小,可使空间显得紧凑,有利于突出街道的繁华与热闹。

### 2.2 阴角空间

所谓“阳角”,以“升”为例,是指其内侧凹进去的空间。所谓“阴角”是指“升”外侧突出的空间。在外部空间中,“阳角”空间很容易创造;相对地,从道路与建筑的关系来说,“阴角”空间很难成立。在欧洲,著名的阴角空间有巴黎的旺多姆广场、哥本哈根的阿玛利安波尔哥广场。这些都是成功地运用“阴角”来增加空间的封闭性,形成令人亲切、安心的空间。在欧洲,保持转角的“阴角空间”为城市增添魅力而吸引人们。当沿着棋盘式道路布置建筑时,全都成了“阳角”空间,形成把人挤出去似的非人性化城市空间。相反,“阴角”空间可以创造出一种把人拥抱在里面的温暖、完整的城市空间。

目前在街道空间中营建“阴角空间”主要有两种方法:一种是让面向道路的建筑大胆地往后退,如果可能让对面的建筑也同样地后退,这样就可以将建筑后退之后产生的场地作为市民开展休闲娱乐活动的场所。另外一种是利用下沉式庭院技法,创造出高质量的封闭式外部空间。最有名的例子是纽约洛克菲勒中心,下沉广场,给街道带来了生气。因此,在营建街道空间时,需适当地营造一些阴角空间,以丰富街道空间的格局,提升街道活力。

## 3 城市街道空间的景观设计

街道空间狭长,具有纵深感,有聚景作用,但缺少变化。如何将街道空间依据使用功能,并按照游人的游览心理对动静观察的要求组织街道景观要素。如何增加街道景观的层次和深度,使其更加引人入胜,是设计师最关心的问题,常采用对景、偏移、

引导、对比、分段等艺术手法使街道更具曲折缠绕、转折偏移、高差错落等特点,这样既能避免街道性空间垂直冗长的单调性,又能使城市街道更具有情趣。

### 3.1 对景

对景的“对”,就是相对之意。我把你作为景,你也把我作为景。街道对景景观是对街道空间的组织、利用和创造,反映了观景点和景面的相互关系。对景的观景点和所对的观景面宜虚不宜实,宜透不宜隔,宜有空间距离,不宜有其他实物阻挡审美视线,也就是说,其间应留有“对景空间”,这样,景观点—对景空间—所对景面,就形成了一条审美的对景线。城市节点是运用对景的最佳位置,因为游人在节点处需要对前进的方向做出选择,因此会非常注意周边的环境。在节点处运用对景景观,不仅可以起到引导、定位,明确方向感的作用,而且还可以给游人留下深刻的印象。在城市空间中,典型的节点有街道的交叉口、交通广场、立交桥、曲折道路的转折点。典型的景面,如建筑物、雕塑、钟楼、市政设施、广告牌等。通常对景景点可以是位于街道对面形成的底景,通过其增加街道的方向感,也可以是位于交叉路口转角的特色建筑,它不仅统领着建筑群,而且统领着交叉路口,丰富着路口的对景景观。

### 3.2 偏移

街道是由很多个节点组成,就像是乐章一样有“序曲—发展—高潮—结束”。合理的节点设置会使街道空间更具节奏和韵律。如果连续段太长,会使街道视线过于通畅,最终使景观序列一览无余,引发游人对街道空间的单调感、乏味感。长度适中的街道“段”能使街道空间既丰富多变,又统一有序。因此,安排街道景观序列时,常采用偏移的手法增加景观层次。例如,采用偏移的手法,可把街道空间分割成明显不同的场所,引导和暗示行人接下来将进入到不同的场所,可有效地提升街道的趣味性,并削弱了一条直形布线的急迫感,还能把不显眼的建筑物引入视线范围。总之,利用微妙偏移会使街道更具趣味,避免了视线的无限延伸,并可减少行人的疲劳心理。

### 3.3 引导

在街道空间中,常通过远处的建筑、铺装、小品等引导游人进入下一个空间节点进行游览。这种街景的特征往往表现在沿途景色中包含着一个既很诱人却又不能直接到达的单体时。引导通常还可以采用在依地势而建的台阶处布置树木、小品或者通过地面铺装的变化来引导游人的视线,从而产生诱导

效果。

### 3.4 对比

过元炯先生在《园林艺术》中提到:“对比是指园林中通过空间的开合收放、光线明暗深浅以及虚实等对比,使人产生层次和深度感。”在街道景观中,可以利用景物的高低关系来丰富景观层次,如通过利用低矮的植物等来烘托特色景物的高大。也可以通过运用景物的进退关系、明暗关系等进行对比,形成生动有趣的景观。

### 3.5 分段

分段同样是为了避免街道空间的狭长感,通过其来打破街道序列中单调的透视,增添街道空间的层次感和趣味性。在城市街道中坡度较大的地段,可利用地形的高差进行街道空间的分段,从而形成不同的街道空间层次。也可以利用牌坊、门楼、拱门、过街楼、高架桥、通口等,对街道空间进行分段。游人在穿行拱门、过街楼等时,会下意识地加强注意,使游人感受到从已知空间走向未知空间的乐趣。

## 4 结语

城市街道景观是一个综合的载体,它反映了城市的历史文化变迁。因此,在街道空间景观方面,应注重人性化空间的营建,多为市民提供休憩、交往、娱乐的场所;在街道绿化方面,应适地适树,丰富行道树的种类,注重植物层次的搭配,以美化景观;在硬质景观设计中,应统一街道两侧建筑和小品的风格、色彩、高度等,使街道景观更具体性。同时,街道空间景观的设计还要基于以下原则:1)综合考虑周边环境的影响,准确把握街道的功能和作用;2)从游人的视觉、行为特性出发,以满足人的行为需求;3)在街道设计中既不能一味地追求宽阔笔直的景观大道,也不能片面地强调街道的曲折变化,而应立足于城市的实际情况,在满足交通功能的基础上尽可能地增加一些空间的变化。总之,城市街道空间景观设计需要以塑造城市文化为核心,充分利用对景、偏移、引导、对比、分段等艺术处理手法,形成独具构思且变化丰富的街道空间序列,这样才能营建出风貌别致、形式各异的街道景观。

### 参考文献:

- [1] 李纯. 城市街道景观美学的理论探索——以成都市高新区街道空间环境景观提升方案的四种范式为例[J]. 建筑与文化, 2019(1): 26-29. (下转第 196 页)



doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.036

## 培黎国际学院植物景观设计

罗梦瑶,王有国

(云南农业大学园林园艺学院,云南昆明650201)

**摘要:**基于植物造景的基本原则与方法,以甘肃省张掖市山丹县培黎国际学院的植物景观设计为例,研究适用于西北地区的校园植物景观设计方法。在满足校园功能要求的基础上,遵循适地适树,合理搭配树种比例,生态效益优先、乔灌花草藤并举等配置原则,明确校园绿化的主要树种,对校园内各功能区植物景观进行合理设计,营造科学的群落结构,突出植物景观的季相特色,以期为西北地区校园植物景观设计提供参考。

**关键词:**校园植物景观;植物配置;设计原则;功能区;西北地区

中图分类号:S718.54;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0187-010

引文格式:罗梦瑶,王有国.培黎国际学院植物景观设计[J].林业调查规划,2020,45(3):187-196.

LUO Mengyao, WANG Youguo. Plant Landscape Design of BaiLie University[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3):187-196.

## Plant Landscape Design of BaiLie University

LUO Mengyao, WANG Youguo

(College of Horticulture and Landscape, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

**Abstract:** The plant landscape design method applied to Northwest China was studied by taking the plant landscape design of BaiLie University in Shandan County, Zhangye City, Gansu Province as an example based on the basic principles and methods of plant landscaping. By meeting the functional requirements of the campus and following the principles of appropriate location and trees, reasonable species proportion, priority of ecological benefits, and collocation of arbors, shrubs, flowers and vines, the main tree species for campus greening were defined and the plant landscape of each functional area was designed reasonably, which created the scientific community structure and highlighted the seasonal characteristics of the plant landscape to provide reference for campus plant landscape design in Northwest China.

**Key words:** campus plant landscape; plant layout; design principle; functional area; Northwest China

大学是传授知识、培养人才的中心。近年来,随着高等教育的不断发展,对校园的环境建设也提出了更高的要求。优美的校园环境不仅能满足师生基本的学习、生活需求,而且应具有陶冶情操、提升师生生活品质、促进学生身心健康发展的作用。植物

景观是校园景观非常重要的组成部分<sup>[1]</sup>。独具特色的植物景观,可以展现出特定的地域特色及文化内涵,进而影响学生人生观、价值观的塑造<sup>[2]</sup>。因此,进行校园植物景观设计方面的研究具有重要的现实意义。

收稿日期:2019-11-25;修回日期:2019-12-19.

第一作者:罗梦瑶(1995-),女,河北邯郸人,硕士研究生.主要从事园林植物配置研究. Email:526097128@qq.com

责任作者:王有国(1970-),男,甘肃山丹人,副教授,硕士生导师.主要从事园林植物与观赏园艺研究. Email:wyg9988@sohu.com

随着“西部大开发战略”的不断推进,西北地区的建设需要更多的人才参与进来,高等教育院校在其中肩负着义不容辞的责任<sup>[2]</sup>。由于西北地区干旱少雨、风沙多、温差大的气候特点,在校园植物景观的建设方面具有一定的局限性。目前关于校园植物景观设计的研究多集中在华北、东北等地区,针对西北地区高校植物景观设计的研究较为少见。本文以笔者参与设计的培黎国际学院植物景观设计为例,重点探讨具有西北地域特色、能体现校园文化且满足师生行为和心理需求的校园景观设计模式,希望可以为西北地区校园植物景观的建设提供借鉴。

## 1 项目概况

培黎国际学院位于甘肃省西北部的张掖市山丹县,地处河西走廊的咽喉要地,在丝绸之路重镇上。山丹县三面环山,海拔 1 550~4 441 m,地势东南高、西北低,属大陆性高寒半干旱气候,四季分明,冬季严寒干燥、降水稀少,夏季气候温凉、雨量集中<sup>[4]</sup>。

项目位于山丹新城北部,南临医院,东依艾黎大道,东北临近艾黎纪念馆,西、北临农田,与 312 国道相距较近,东侧现有大量杨树。场地东北高,西南低。东西长约 11 18.36 m,南北宽约 554.92 m,占地面积为 0.621 km<sup>2</sup>。项目总面积为 329 321.67 m<sup>2</sup>,其中建筑面积为 71 712.35 m<sup>2</sup>,景观规划面积,即本项目的红线面积为 160 923.88 m<sup>2</sup>。项目用地内原始地形较为平整,无明显高差。

## 2 校园植物景观设计的构思及原则

植物景观设计,即植物造景,指按照植物自身的生态习性、美学特性,结合造园所需的其他材料,在不同的现状条件下采用不同的构图形式,建设出以植物为主体,兼具美学和生态价值的景观综合体。

### 2.1 校园植物景观设计的构思

培黎国际学院植物景观设计的构思是以校园总体规划和功能分区为基础,遵循景观生态学的相关理论,考虑山丹县特殊的气候和植被条件,用绿地、水体构成景观的生态基底,使之与周围建筑相结合,形成生态、丰富多变、能体现西北地域特色的校园景观<sup>[6]</sup>。其中,中式庭园、新西兰自然风光园是校园东、西两大特色的绿地空间,同时也是校园自然景观、人文景观的核心。桃园、李园的设计则与周围的建筑相结合,建设成为独具特色的景观空间。以上

4 园结合中心广场、生活区绿地,一起构成校园的户外交流空间系统,为校园增添生机与活力。在校园内众多的绿地空间中,主要选择能在山丹县生长良好的特色植物用于造景,并将具有西北地域特色的植物景观与校园的建筑等其他设施相结合,共同打造出生态良好、地域特色鲜明的优美校园景观。

培黎国际学院具有典型的混合式校园空间序列,这是由校园各区不同的功能决定的。在营造植物景观空间时,应充分考虑各区不同的功能需求和人流因素,从人的生理和心理角度出发,创造出类型多样、特色突出的校园植物景观空间<sup>[6]</sup>。校园的主干道与行道树结合,形成具有一定延展性的线性空间;中式庭园、新西兰自然风光园形成具有一定开放性的面状空间;桃园、李园利用植物的围合,形成具有一定界定性的半开敞空间;教学区、生活区则形成具有一定私密性的点状封闭空间。因西北地区具有高寒、干旱、植被种类较少、土壤较贫瘠等较恶劣的自然条件,在选择造景植物时,应首先考虑其是否能适应西北地区特殊的自然环境并能健壮地生长。其次,要从植株的大小、形态、色彩等方面入手,根据校园各功能区的特点,选择不同的景观植物,同时要处理好植物与周边环境的关系<sup>[7]</sup>。充分利用对比、比拟、借景、联想等意境创作的手法,营造出或动、或静、或动静结合的校园景观<sup>[8]</sup>。

### 2.2 校园植物景观设计的原则

#### 2.2.1 因地制宜、适地适树,重视乡土植物的使用

在进行校园植物造景时,要遵循因地制宜、适地适树的原则,充分考虑山丹县特殊的气候、土壤等状况,以建设西北地区生态校园为目标,科学合理地树种进行规划,明确校园绿化的骨干树种、基调树种和特色树种<sup>[7]</sup>。由于西北地区特殊的地理环境和气候条件,用于培黎国际学院校园景观营造的植物,除了要能形成良好的景观效果以外,还应具备优良的抗旱、耐寒和保水保土能力。因此,具有极强的适应性、能够在山丹县生长良好且能凸显地域特色的乡土植物就成为了用于景观营造的植物首选。造景时,要注意对于乡土树种和外来树种的搭配运用,这样可以使其各自的优势得到充分发挥,同时增强校园生态系统本身的自我调节能力。

#### 2.2.2 合理搭配树种比例,重视植物季相效果

在营造植物景观时,要重视落叶树种与常绿树种的搭配使用,兼顾速生树种与慢生树种的协调发展,配合花灌木和色叶树种的栽种,加上对植物适度的修剪造型,丰富校园植物景观在季相上的变化和

景观上的层次, 展现不同地块所独有的特色, 配置出四季各异的校园植物景观<sup>[7]</sup>。在山丹县等西北干旱寒冷地区, 因气候环境的恶劣和植被资源的匮乏, 很难做到四季开花, 需利用植物枝干、叶片、果实的色彩, 通过互相合理搭配来创造出四季可赏的丰富的植物景观。

### 2.2.3 生态效益优先、乔灌花草藤并举

校园植物造景要以生态效益优先为原则, 最大限度地发挥植物对环境的改善作用。造景所选用的植物除了要能适应西北地区气候干旱、土地荒漠化严重的恶劣环境之外, 最好还能具备涵养水源、保持水土、改良土壤、降低噪音、阻滞灰尘、杀灭细菌、净化空气、增加空气湿度、调节小气候等生态方面的功能。同时还要注重在平面、立面、空间上创造出变化多样的景观效果, 增加乔、灌、藤、花、草的物种丰富度, 采用灵活多变的配置方式, 创建出多层次、多结构、多色彩且富于变化的复层人工植物群落, 形成步移景异的校园植物景观<sup>[6]</sup>。

西北地区经济发展较为落后, 水资源也很匮乏, 为应对这一现状, 应在其校园植物造景中尽可能地

增加宿根花卉的使用。宿根花卉具有适应性强、花色艳丽、养护成本低、耐粗放管理等优点, 且能够在环境较为恶劣的西北地区形成良好的景观效果, 既可以替代草坪覆盖地表, 同时也可以弥补西北地区木本花卉资源匮乏的劣势, 是十分理想的校园造景植物材料。

### 2.2.4 注意安全卫生

在进行校园植物造景时, 最好选用无毒、无刺激、无飞絮、无污染物的植物, 不可栽种有毒、带刺和容易引起过敏的植物。运动场地内不适宜选用飞毛、落果的树木<sup>[6]</sup>。

## 3 校园各功能区植物景观设计

### 3.1 植物的选择

以校园植物景观设计的原则为依据, 结合山丹县特殊的气候和地理环境, 本项目共选用 23 科 37 属 49 种景观植物, 其中乔木 24 种, 灌木 10 种, 地被植物 16 种。选用的植物名录如表 1 所示。

表 1 项目选用的植物名录

Tab. 1 Main plant species

序号	中文名	学名	科属	类型
1	圆柏	<i>Juniperus chinensis</i> (L.) Ant.	柏科圆柏属	常绿乔木
2	白杜(丝绵木)	<i>Euonymus maackii</i> Rupr.	卫矛科卫矛属	落叶小乔木
3	白蜡树	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	木犀科梣属	落叶乔木
4	樟子松	<i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i> Litv.	松科松属	常绿乔木
5	油松	<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	松科松属	常绿乔木
6	云杉	<i>Picea asperata</i> Mast.	松科云杉属	常绿乔木
7	火炬树	<i>Rhus typhina</i> Nutt	漆树科盐麸木属	落叶小乔木
8	梓	<i>Catalpa ovata</i> G. Don	紫葳科梓属	落叶乔木
9	圆冠榆	<i>Ulmus densa</i> Litw.	榆科榆属	落叶乔木
10	文冠果	<i>Xanthoceras sorbifolium</i> Bunge	无患子科文冠果属	落叶灌木或小乔木
11	山荆子	<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.	蔷薇科苹果属	落叶乔木
12	槐(国槐)	<i>Sophora japonica</i> Linn.	豆科槐属	落叶乔木
13	西府海棠	<i>Malus × micromalus</i> Makino	蔷薇科苹果属	落叶小乔木
14	长枝榆	<i>Ulmus elongata</i> L.	榆科榆属	落叶乔木
15	杏	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	蔷薇科杏属	落叶乔木
16	苹果梨	<i>Pyrus bretschneideri</i> Rehd. 'Pingguoli'	蔷薇科梨属	落叶乔木
17	杜梨	<i>Pyrus betulifolia</i> Bunge	蔷薇科梨属	落叶乔木
18	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	苦木科臭椿属	落叶乔木
19	红叶复叶槭	<i>Compona acernus folium folia</i>	槭树科槭属	落叶乔木
20	馒头柳	<i>Salix matsudana</i> f. <i>umbraculifera</i> Rehd.	杨柳科柳属	落叶乔木

续表 1

序号	中文名	学名	科属	类型
21	垂柳	<i>Salix babylonica</i> L.	杨柳科柳属	落叶乔木
22	李	<i>Prunus salicina</i> Lindl.	蔷薇科李属	落叶乔木
23	山桃(山毛桃)	<i>Amygdalus davidiana</i> (Carrière) de Vos ex L. Henry	蔷薇科桃属	落叶乔木
24	金叶榆	<i>Ulmus pumila</i> L. 'Jinye'	榆科榆属	落叶乔木或灌木
25	连翘	<i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.) Vahl	木犀科连翘属	落叶灌木
26	紫丁香	<i>Syringa oblata</i> Lindl.	木犀科丁香属	落叶灌木或小乔木
27	榆叶梅	<i>Amygdalus triloba</i> (Lindl.) Ricker	蔷薇科桃属	落叶灌木
28	紫叶矮樱	<i>Prunus × cistena</i> N. E. Hansen ex Koehne	蔷薇科李属	落叶灌木或小乔木
29	珍珠梅	<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.	蔷薇科珍珠梅属	落叶灌木
30	红刺玫	<i>Rosa rugosa</i> var. <i>cathayensis</i>	蔷薇科蔷薇属	落叶灌木
31	辽东水蜡树(水蜡)	<i>Ligustrum obtusifolium</i> subsp. <i>suave</i> (Kitagawa) Kitagawa	木犀科女贞属	落叶灌木
32	牡丹	<i>Paeonia suffruticosa</i> Andr.	毛茛科芍药属	落叶灌木
33	金银忍冬(金银木)	<i>Lonicera maackii</i> (Rupr.) Maxim.	忍冬科忍冬属	落叶灌木
34	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i> Linn.	豆科紫穗槐属	落叶灌木
35	马蔺	<i>Iris lactea</i> Pall.	鸢尾科鸢尾属	多年生宿根草本
36	百脉根	<i>Lotus corniculatus</i> Linn.	豆科百脉根属	多年生草本
37	萱草	<i>Hemerocallis fulva</i> (L.) L.	阿福花科萱草属	多年生宿根草本
38	石竹	<i>Dianthus chinensis</i> L.	石竹科石竹属	多年生草本
39	千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i> L.	千屈菜科千屈菜属	多年生草本
40	鸢尾	<i>Iris tectorum</i> Maxim.	鸢尾科鸢尾属	多年生草本
41	月季花(黄色月季)	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.	蔷薇科蔷薇属	落叶灌木
42	四季玫瑰	<i>Rosa davurica</i> × <i>rugosa</i> Thunb	蔷薇科蔷薇属	落叶灌木
43	叉子圆柏(沙地柏)	<i>Juniperus sabina</i> Linnaeus	柏科刺柏属	匍匐灌木
44	鼠尾草	<i>Salvia japonica</i> Thunb.	唇形科鼠尾草属	一年生草本
45	地被菊	<i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat.	菊科菊属	多年生宿根草本
46	八宝(八宝景天)	<i>Hylotelephium erythrostictum</i> (Miq.) H. Ohba	景天科八宝属	多年生肉质草本
47	锦带花	<i>Weigela florida</i> (Bunge) A. DC.	忍冬科锦带花属	落叶灌木
48	薰衣草	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	唇形科薰衣草属	半灌木或矮灌木
49	驴食草(红豆草)	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	豆科驴食草属	多年生草本

注:科属、拉丁名等信息来源于中国自然标本馆(<http://www.cfh.ac.cn>)、中国植物志(<http://frps.iplant.cn/>)网络资源。

### 3.2 各功能区植物景观设计

各功能区的植物景观设计要与校园的总体规划相配合,以便形成丰富多样的校园景观。本项目根据各地块的功能和特点,采用点、线、面、带相结合的方式,运用借景、对比、穿插、围合等手法,设计出具有意境美的植物景观空间。将艾黎精神融于亭廊、小品、广场等人工造景中,与具有西北地域特色的植物景观相互映衬,建设成为一步一景的美丽校园。

#### 3.2.1 主入口

校门入口区是进入校园首先看到的区域,是校园环境给人们的第一印象。因而该区域的规划设计应最大程度地体现校园的特色。主入口区是校园内主要的集散场所,主要功能为供人、车通行,因而在

该区域中并未过多地设计景观,而是留出了大量的道路空间来满足最基本的交通功能。在植物造景方面,也主要依靠入口两侧的桃、李园中教学建筑外围的植物景观作为背景映衬。主入口的植物配置见图 1。

##### 1) 西侧桃园区域

乔木:山毛桃、圆柏、红叶复叶槭。

灌木:榆叶梅、连翘、紫叶矮樱。

地被植物:萱草、石竹、马蔺、水蜡、鸢尾、金叶榆、紫叶矮樱、混播草坪。

##### 2) 东侧李园区域

乔木:丝绵木、苹果梨、杏树、红叶复叶槭。

灌木:榆叶梅、牡丹、丁香、连翘。

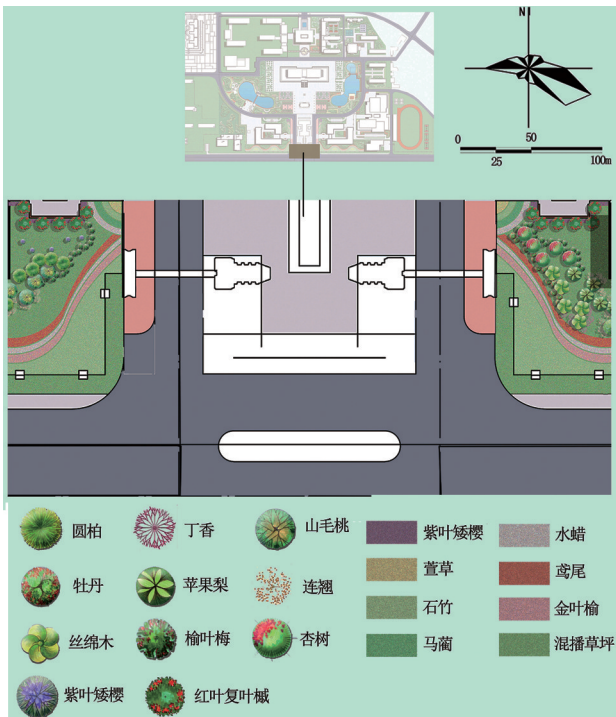


图 1 主入口植物配置

Fig. 1 Plant layout of main entrance

地被植物:萱草、石竹、马蔺、水蜡、鸢尾、金叶榆、紫叶矮樱、混播草坪。

### 3.2.2 中心主广场

中心主广场紧邻校园主入口,为一近“T”字型的开阔空间,是校园环线以内最主要的出入口。该区域位于校园正中央偏南,由桃园和李园之间的部分及东西两侧艾黎、何克广场和工合广场之间的部分一同组成。中心主广场区域主要为硬质铺装地面,中心处摆放有体现校园文化的情系培黎雕塑。该区域主要为师生提供通行、集散的功能,无实际的植物景观设置,主要可供观赏的为桃园、李园靠近中心主广场的外围区域的植物造景,艾黎、何克广场及少许西侧新西兰自然风光园和东侧中式庭园边缘部分的植物造景。中心广场的植物配置见图 2。

#### 1) 西侧桃园区域

乔木:臭椿、山毛桃、白蜡、油松、红叶复叶槭、国槐。

灌木:红刺玫、丁香、紫叶矮樱、连翘、牡丹。

地被植物:萱草、石竹、马蔺、水蜡、金叶榆、四季玫瑰、紫叶矮樱、混播草坪。

#### 2) 新西兰自然风光园区域

乔木:红叶复叶槭、国槐、高接金叶榆。

地被植物:地被菊、四季玫瑰、萱草、鸢尾、千屈

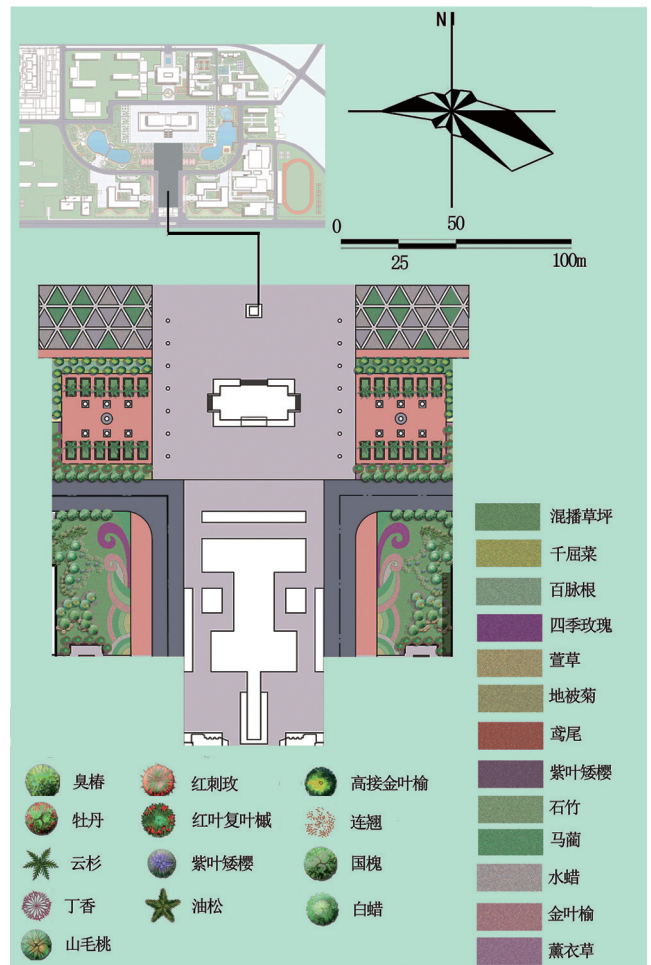


图 2 中心主广场植物配置

Fig. 2 Plant layout of central main square

菜、百脉根、混播草坪。

#### 3) 东侧李园区域

乔木:臭椿、山毛桃、白蜡、油松、红叶复叶槭、国槐。

灌木:红刺玫、丁香、紫叶矮樱、连翘、牡丹。

地被植物:萱草、石竹、马蔺、水蜡、金叶榆、四季玫瑰、紫叶矮樱、混播草坪。

#### 4) 中式庭园区域

乔木:红叶复叶槭、国槐、高接金叶榆。

地被植物:薰衣草、地被菊、混播草坪。

东西两侧的艾黎、何克广场采用相同的植物造景方式,均选用云杉来填充树池,为广场上的 12 根文化柱充当植物背景。

### 3.2.3 国际交流中心

该区域位于校园正中央,中心处建有标志性建筑——国际交流中心,东、西两侧各设有一个读书处。读书处的设计大致相同,只在东侧读书处的内

部设有一条人行道路,可以通往中式庭园。该区域处于校园的中心位置,国际交流中心东、西两侧留有大片空地,仅做了硬质铺装,因而该区域除用于教学活动外,仍然承担着一部分交通功能。该区域可供观赏的植物景观主要为东、西 2 个读书处的植物造景,其植物配置见图 3。

1) 西侧读书处

乔木:樟子松、云杉、国槐、梓树、白蜡。

灌木:金银木。

2) 东侧读书处

乔木:樟子松、云杉、国槐、梓树、白蜡、文冠果。

灌木:金银木。

地被植物:石竹。

3.2.4 桃李园

桃李园内多为教学建筑,所以也属于教学区域。该区域位于校园南部,中心主广场的东、西两侧,西侧为桃园,东侧为李园。其主要承担学校的教学功能,是校园分区中较为重要的部分。本区域建筑较多,绿地空间较少。在设计时主要通过东西两园不同的主题定位,来营造优美、安静且整体统一中又有差异的植物景观,丰富该区域外部空间的景观效果。桃李园的植物配置见图 4。

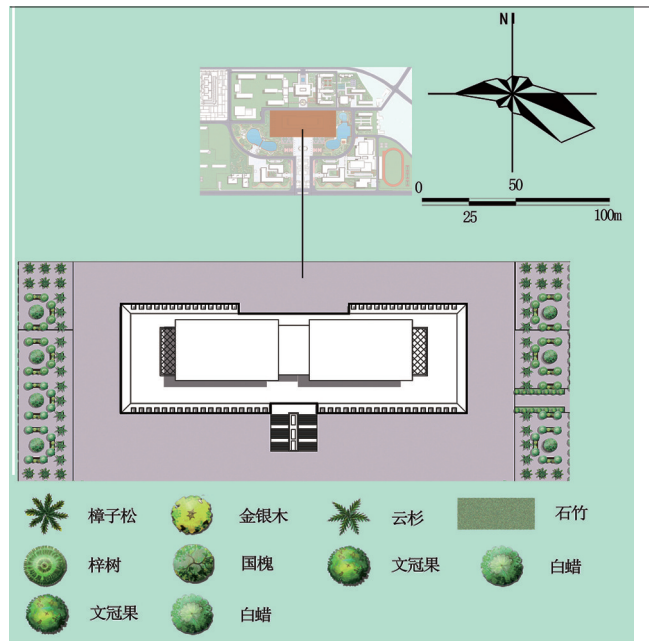


图 3 国际交流中心植物配置

Fig. 3 Plant layout of International Exchange Center

1) 西侧桃园

乔木:长枝榆、国槐、臭椿、山毛桃、白蜡、油松、红叶复叶槭、圆柏、圆冠榆。

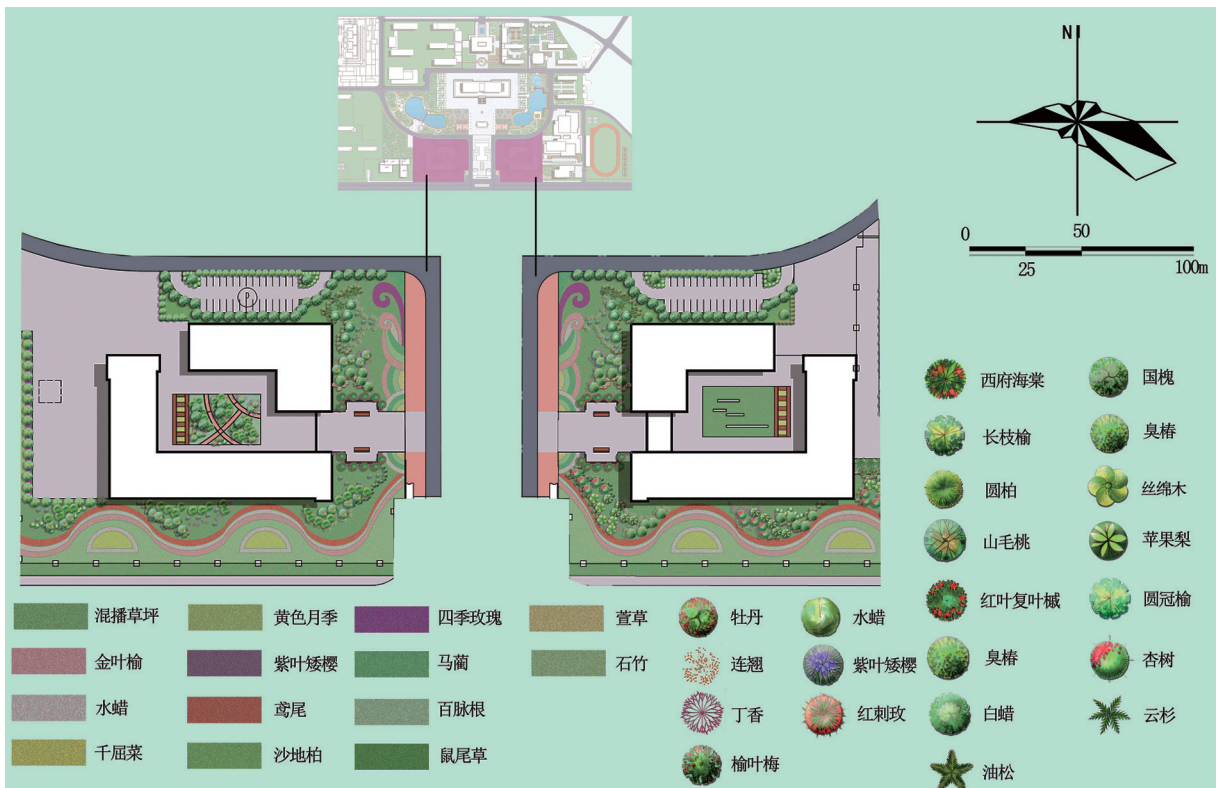


图 4 桃李园植物配置

Fig. 4 Plant layout of peach and plum garden

灌木:水蜡、红刺玫、丁香、紫叶矮樱、连翘、牡丹、榆叶梅。

地被植物:鼠尾草、沙地柏、萱草、石竹、马蔺、水蜡、金叶榆、四季玫瑰、紫叶矮樱、千屈菜、鸢尾、百脉根、混播草坪。

2) 东侧李园

乔木:臭椿、长枝榆、国槐、山毛桃、白蜡、油松、红叶复叶槭、丝绵木、苹果梨、杏树、山荆子、西府海棠。

灌木:牡丹、水蜡、红刺玫、丁香、紫叶矮樱、连翘、榆叶梅。

地被植物:沙地柏、萱草、石竹、马蔺、水蜡、金叶榆、四季玫瑰、紫叶矮樱、千屈菜、鸢尾、混播草坪。

3.2.5 教学活动区

教学活动区内主要为教学建筑及其楼前广场空地与周围的绿地区域,主要用于学校教育、教学活动的开展。该区包含位于校园北部中间区域的创意中心和时间轴广场,以及位于校园东南区域的培训中心。教学活动区植物景观的营造主要以观赏型的植物群落为主,以防护型植物群落为辅,其植物配置见图5。

1) 创意中心区域

乔木:圆柏、油松、丝绵木、白蜡、樟子松、云杉、樟子松、火炬、梓树、圆冠榆。

灌木:连翘、丁香、榆叶梅、金叶榆、紫叶矮樱、珍珠梅、水蜡、红刺玫。

地被植物:石竹、马蔺、四季玫瑰、千屈菜、百脉根、红豆草、八宝景天、鸢尾、金叶榆、混播草坪。

2) 培训中心区域

乔木:西府海棠、云杉、国槐、丝绵木。

灌木:丁香。

地被植物:萱草、黄色月季、混播草坪。

3.2.6 生活区

生活区包含校园内东北部的师生生活区及西南部的小部分区域。校园西南部分目前尚未进行规划,但在远期规划中,该区域主要用来建设师生宿舍楼,因而将其归为生活区。这是师生生活的主要区域,以师生宿舍、食堂、浴室、运动场等生活服务设施为主。通过科学的植物配置,在建筑之间的绿地中进行植物造景,为师生提供环境优美、舒适宜人的室外活动场所。在设计时要注意保证建筑物的通风和采光。植物主要为保健型植物群落和观赏性植物群落2种,既可以美化生活区环境,又能发挥植物杀菌保健的功能,改善周边的生活环境。该区域的植物

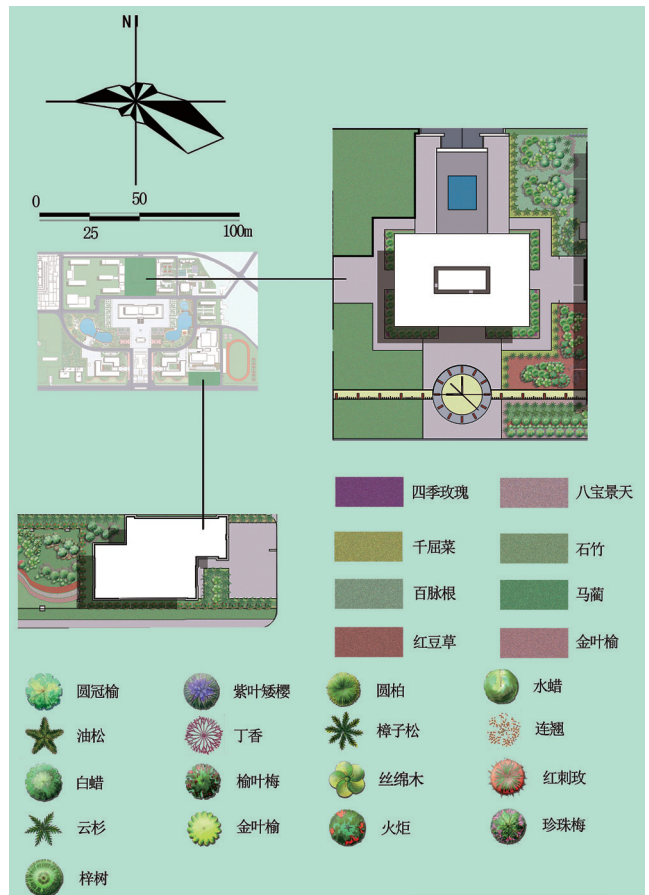


图5 教学活动区植物配置

Fig. 5 Plant layout of teaching activity area

配置见图6。

1) 校园东北部的师生生活区

乔木:山荆子、文冠果、云杉、油松、梓树、国槐、西府海棠、长枝榆、圆柏、圆冠榆、丝绵木、白蜡、杏树、苹果梨、臭椿、杜梨、樟子松。

灌木:紫叶矮樱、连翘、金叶榆、丁香、鸢尾、金银木、珍珠梅、水蜡、红刺玫、榆叶梅、牡丹。

地被植物:百脉根、锦带花、萱草、石竹、八宝景天、金叶榆、黄色月季、马蔺、沙地柏、地被菊、千屈菜、紫穗槐、鼠尾草、四季玫瑰、紫叶矮樱、红豆草、混播草坪。

2) 校园西南部的待规划生活区

乔木:火炬、圆冠榆、白蜡、梓树、西府海棠、国槐、云杉、油松、垂柳、杜梨、杏树、丝绵木、山荆子。

灌木:水蜡、丁香、牡丹、连翘、金叶榆、珍珠梅。

地被植物:黄色月季、四季玫瑰、紫穗槐、马蔺、百脉根、萱草、石竹。

3.2.7 公共景观区

公共景观区包含位于国际交流中心东、西两侧

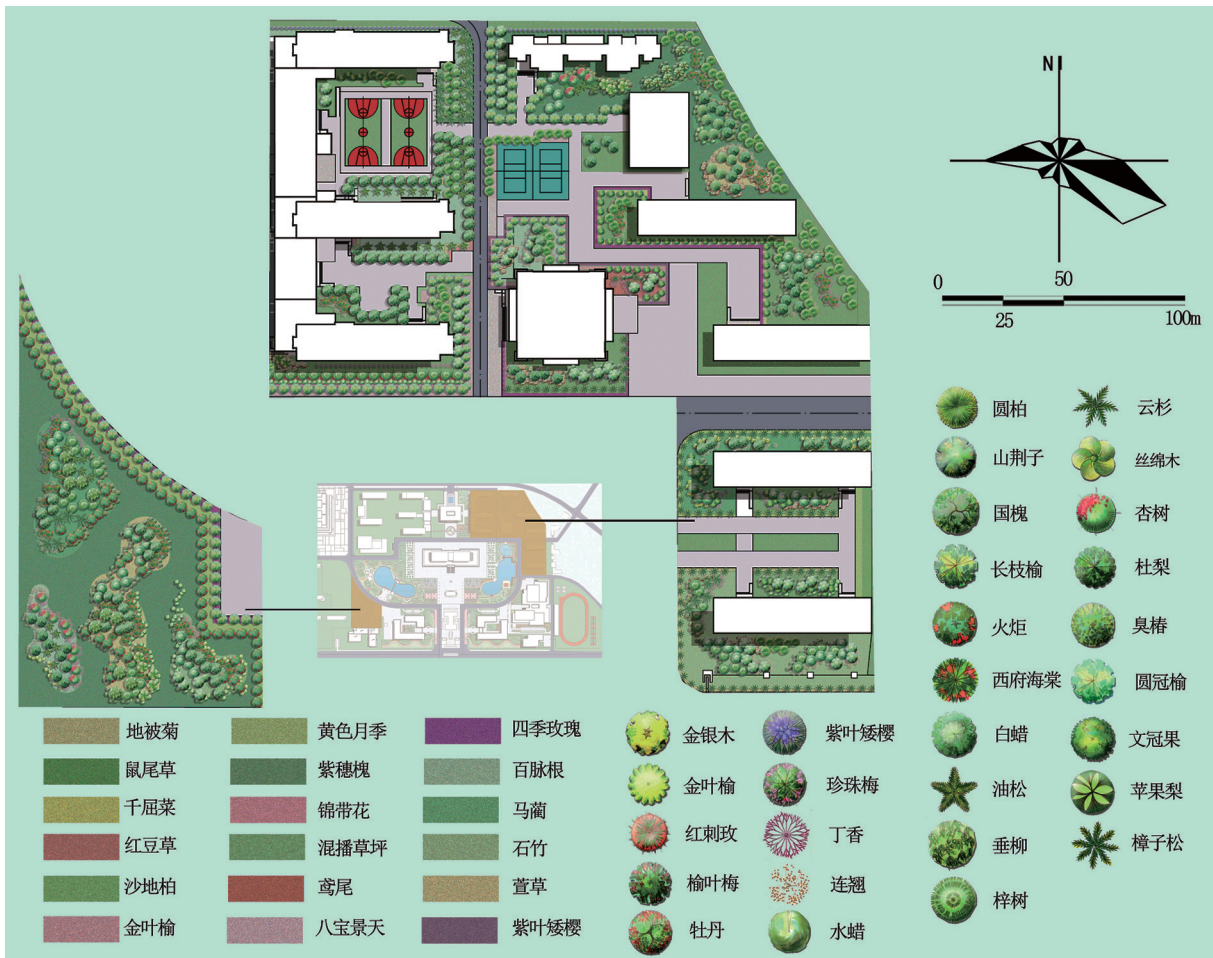


图 6 生活区植物配置

Fig. 6 Plant layout of living area

的 2 个部分,其中西侧为新西兰自然风光园,东侧为中式庭院。公共景观区是校园内面积最大、景观类型最为丰富多样的区域,是为师生提供休闲、交流、观赏功能的最主要的户外空间。此区域是校园植物景观营造的精华,其植物配置遵循多样性的基本原则,主要采用保健型及观赏型的植物群落,通过自然式的配置方式,与地被植物一起形成围合的绿地空间。此区域的植物景观要突出艾黎精神,体现中新文化,同时兼具艺术性和科学性,其植物配置见图 7。

1) 西侧新西兰自然风光园

乔木:馒头柳、梓树、火炬树、文冠果、油松、圆柏、山毛桃、山荆子、白蜡、杏树、云杉、臭椿、西府海棠、垂柳、圆冠榆、高接金叶榆、红叶复叶槭、国槐、长枝榆、丝绵木、李子树、苹果梨。

灌木:紫叶矮樱、牡丹、连翘、丁香、珍珠梅、金叶榆、水蜡、红刺玫。

地被植物:水蜡、锦带花、千屈菜、马蔺、石竹、混

播草坪、四季玫瑰、地被菊、鸢尾、萱草、百脉根、八宝景天、鼠尾草、黄色月季、沙地柏。

2) 东侧中式庭院

乔木:馒头柳、丝绵木、西府海棠、李子树、樟子松、杏树、垂柳、杜梨、国槐、文冠果、云杉、圆冠榆、圆柏、长枝榆、油松、红叶复叶槭、高接金叶榆。

灌木:水蜡、珍珠梅、连翘、丁香、牡丹、金叶榆、榆叶梅。

地被植物:鸢尾、黄色月季、锦带花、萱草、鼠尾草、百脉根、红豆草、地被菊、四季玫瑰、混播草坪、八宝景天、沙地柏、千屈菜、石竹、薰衣草。

3.2.8 体育运动区

体育运动区是师生进行体育活动的主要场所,距离教学区较远,避免了噪音对教学工作的干扰。此区主要由体育馆、游泳馆、停车场、篮球场、田径场及其附属建筑组成。其中篮球场、田径场区域未进行植物造景,仅对体育馆、游泳馆、停车场周围进行了植物景观的设计和营造。此区域的植物景观要体



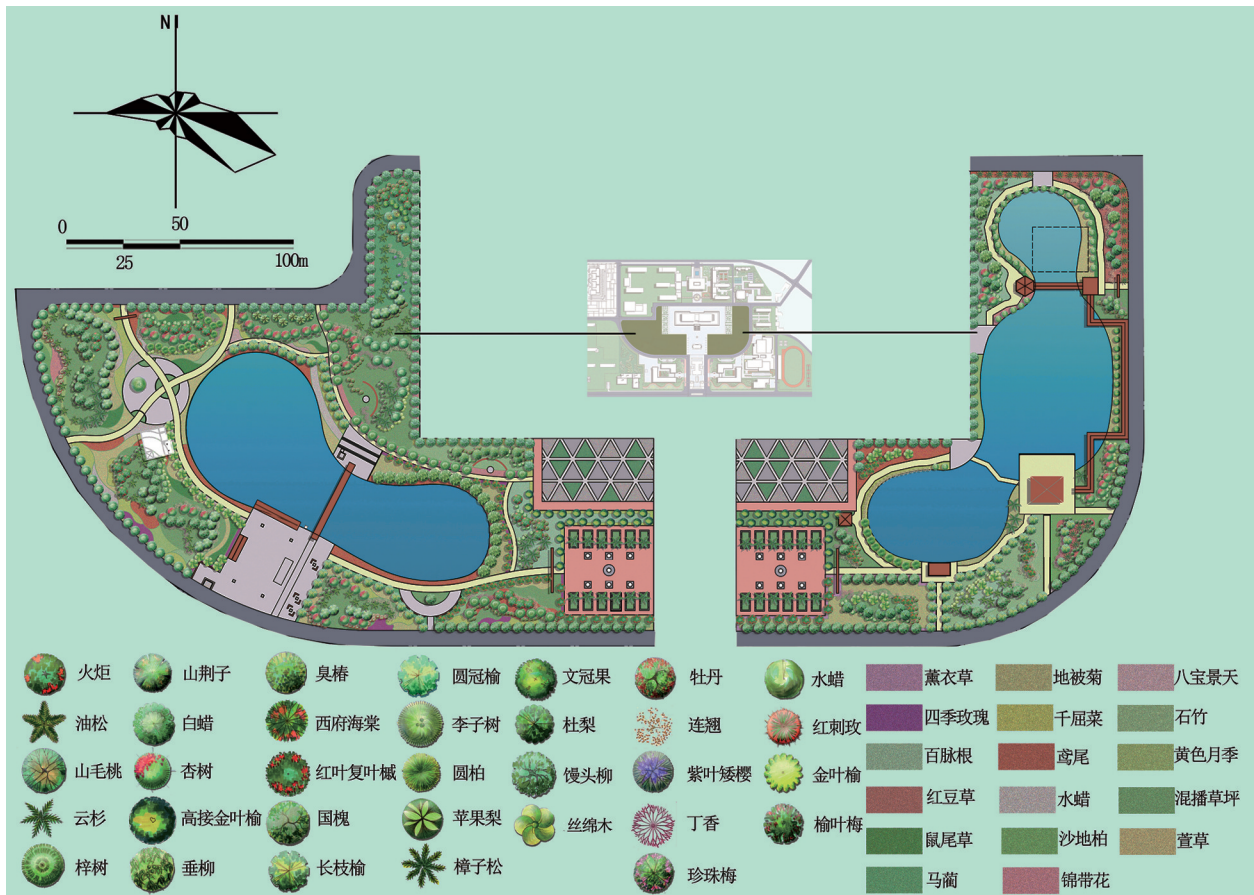


图 7 公共景观区植物配置

Fig. 3 Variation trend of human comfort in different types of space with time



图 8 体育运动区植物配置

Fig. 8 Plant layout of sports area

现活力、运动的感觉,营造一种轻松的氛围,因而在植物景观的配置上较为简单,空间上较为疏朗。植物材料的选择上应以具备较强的抗尘能力,能有效滞尘、隔音的植物为主。该区的植物配置见图 8。

由图 8 可知,此区域植物配置主要采用西府海棠、文冠果、圆柏、圆冠榆、臭椿、山荆子、国槐、丝绵木、火炬、长枝榆等乔木;珍珠梅、丁香、红刺玫、牡丹、水蜡等灌木;黄色月季、马蔺、沙地柏、红豆草、萱草、鸢尾、金叶榆等地被植物。

#### 4 结语

校园植物造景对美化校园环境、改善校园内小气候具有重要作用<sup>[1]</sup>。本文依据培黎国际学院总体规划和功能特点,对校园植物景观做了全面、系统的配置设计。通过科学的植物选择和群落设计,打造出一个功能完善、结构合理、满足生态、特色突出且适用于西北地区的校园绿地景观系统。希望可以为今后西北地区的校园植物景观设计提供参考。

## 参考文献:

- [1] 朱云,颜冬梅,陈晨,等. 校园景观中植物专类园多功能复合规划设计应用研究——以南京林业大学溧水基地樱花海棠展示园设计为例[J]. 园林,2019(7):87-91.
- [2] 刘会晓,沈好喆. 大学校园户外交往空间的植物景观设计[J]. 吉林工程技术师范学院学报,2013,29(7):58-60.
- [3] 王子梦秋,李侃侃,窦龙. 西北高校校园秋季植物色彩研究——以西北农林科技大学校园为例[J]. 林业科技通讯,2019(6):9-13.
- [4] 罗莎莎,王有国. 山丹河城郊段河岸植物景观设计[J]. 林业调查规划,2019,44(3):163-172.
- [5] 葛佩琳. 西北地区大学校园景观设计研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [6] 马菁. 浅谈高校校园植物景观的设计与应用[J]. 艺术评论,2017(6):164-168.
- [7] 李晶晶. 浅析校园景观设计中的植物配置——以某师范大学美术馆景观设计为例[J]. 艺术科技,2017,30(8):339.
- [8] 吴泽铿,胡华. 论校园主题空间植物景观设计——以丽水职业技术学院“爱心乐园”为例[J]. 绿色科技,2017(11):14-16.
- [9] 潘延宾. 山水型高校校园种植规划设计研究——以湖北美术学院藏龙岛校区为例[J]. 湖北美术学院学报,2016(1):115-119.
- [10] 田星,杜浩然. 校园景观设计中的植物景境设计——以景德镇陶瓷学院为例[J]. 中国园艺文摘,2015,31(4):131-133.
- [11] 苏雪痕. 植物造景[M]. 北京:中国林业出版社,1994.
- [12] 王丹,吴仁武,饶显龙,等. 浙江农林大学诸暨校区植物景观规划设计[J]. 福建林业科技,2015,42(1):188-193,203.
- [13] 鲁敏,杨盼盼,闫红梅,等. 高校生态校园植物配置概念设计——以山东建筑大学新校区为例[J]. 山东建筑大学学报,2014,29(1):9-27.
- [14] APPLETON J. Landscape Evaluation; The Theoretical Vacuum[J]. Transactions of the Institute of British Geographers,1975(66):120-123.
- [15] JIN H Y, ZHU Z W. Design of Household MultiFunction Vacuum Cleaner [J]. Advanced Materials Research, 2014,945-949(4):266-269.
- [16] 李庆,崔建国. 浅谈大学校园植物景观设计——以北京林业大学校园植物景观为例[J]. 现代园艺,2012(22):126.
- [17] 秦岩. 北京地区大学校园植物配置初探——以首都师范大学良乡新校区园林规划设计方案为例[J]. 北京林业大学学报(社会科学版),2009,8(3):78-82.
- [18] 偶春,姚侠妹,陈杰,等. 高校校园植物景观重塑——以阜阳师范学院老校区绿化景观改造设计为例[J]. 南方农业(园林花卉版),2008(5):38-43.
- [19] 李静,傅莉. 突显校园生态文化——安徽大学新校区植物景观设计[J]. 中国城市林业,2007(2):36-38.
- [20] 张辉,张凌华,赵继明. 浅谈西北高寒城市园林绿化植物配置——卓尼县园林绿化植物配置的探讨[J]. 甘肃科技,2013,29(12):145-147.

(责任编辑 杨焱熔)

(上接第 186 页)

- [2] 王佐,彭昊. 基于城市修补理念的城市老旧住区街道空间环境改造研究[J]. 遗产与保护研究,2018(4):34-37.
- [3] 方飞,聂传恩. 基于交往需求的寒地城市生活性街道空间营造策略[J]. 四川建材,2018(3):38-39.
- [4] 唐婧娴,龙瀛. 特大城市中心区街道空间品质的测度——以北京二三环和上海内环为例[J]. 规划师,2017(2):68-73.
- [5] 黄锰,叶洋. 基于提升行为品质的城市街道空间设计研究[J]. 城市建筑,2016(13):116-118.
- [6] 付帅,扈万泰,章征涛. 城市街道空间尺度设计的城市主义思考[J]. 国际城市规划,2014(2):111-117.
- [7] 史明,周洁丽. 城市街道空间“可意象性”认知介质单元的研究[J]. 创意与设计,2013(4):51-55.
- [8] 张慧,王淮梁. 浅析城市街道空间环境系统设计——以连云港市街道空间环境系统设计为例[J]. 赤峰学院学报(自然科学版),2014(10):129-131.
- [9] 胡婷婷,秦华,周智勇. 山地城市新型道路景观规划设计研究[J]. 林业调查规划,2019,44(2):86-91.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.03.037

## 北京植物园乡土地被植物调查与园林应用研究

王舒藜

(中国气象局机关服务中心,北京 100081)

**摘要:**采用样方法对北京植物园中乡土草本地被植物的种类、频度和生长势进行调查。结果表明,北京植物园内的乡土草本地被植物共 53 种,隶属 25 科 51 属,其中菊科、十字花科和唇形科植物种类最多,茜草科、马齿苋科、罗摩科等 15 个科仅 1 种植物;抱茎苦买菜的出现频度最高。结合调查与城市园林应用进行分析,提出适合做林下、岩生及水边地被植物的种类,并提出加强乡土植物生境的调查研究,针对植物引种提出先易后难、少量间断移植,引种繁殖方式视所引种植物的生殖特性和引种量而定。

**关键词:**乡土地被植物;园林应用;种类组成;出现频度;植物引种;北京植物园

中图分类号:S718.54;S757.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)03-0197-04

引文格式:王舒藜.北京植物园乡土地被植物调查与园林应用研究[J].林业调查规划,2020,45(3):197-200.

WANG Shuli. Investigation and Landscape Application of Native Ground Cover Plants in Beijing Botanical Garden[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(3): 197-200.

## Investigation and Landscape Application of Native Ground Cover Plants in Beijing Botanical Garden

WANG Shuli

(China Meteorological Administration Service Center, Beijing 100081, China)

**Abstract:** The species, frequency and growth potential of native herbaceous ground cover plants in Beijing Botanical Garden were investigated by samples. The results showed that 53 species of native herbaceous ground cover plants belonged to 51 genera and 25 families in Beijing Botanical Garden, among which Asteraceae, Brassicaceae and Lamiaceae were the most species, Rubiaceae, Portulacaceae and Asclepiadaceae were only one species, and the occurrence frequency of *Ixeridium sonchifolium* was the highest. Based on the investigation and the analysis of urban landscape application, this paper proposed the species suitable for undergrowth, lithophyte and waterside ground cover plants, and suggested to strengthen the research of native plant habitat, follow the principle of easy first, then difficult, and a small amount of discontinuous transplantation for the introduction of plants, and take introduction and propagation mode according to the reproductive characteristics and the amount of introduction.

**Key words:** native ground cover plants; landscape application; species composition; frequency of occurrence; plant introduction; Beijing Botanical Garden

地被植物是指株丛紧密、低矮(50 cm 以下),用于覆盖园林地面而避免杂草孽生的植物<sup>[1]</sup>,包括木

本、草本、藤本和肉质植物。草本地被植物在地被植物中占有重要地位,在实际园林中应用最为广泛。

收稿日期:2019-12-27.

第一作者:王舒藜(1985-),女,内蒙呼伦贝尔人,工程师.从事乡土植物开发与应用研究及植物病毒检测工作. Email:47864646@qq.com

草坪地被植物如草地早熟禾、多年生黑麦草、高羊茅等,整齐美观,景观效果好,但养护管理任务繁重、维护成本高。乡土地被植物作为优势种,具有抗性强、自播能力强、耐旱耐瘠、少病虫害、管理省工、养护成本低等优点<sup>[2]</sup>。随着生态园林建设步伐的加快,乡土地被植物越来越受到园林界的重视。我国乡土草本地被植物引种筛选工作起步较晚,很多种类仍处于野生状态未被开发利用,加之北京干旱缺水、夏季炎热、冬季寒冷等气候条件的限制,草本地被植物在园林中的应用仍很匮乏。本研究通过对北京植物园中乡土草本地被植物的种类、频度和生长势进行调查,分析其应用现状,并提出开发利用建议,旨在为今后北京地区乡土草本地被植物应用提供参考。

## 1 研究区概况

北京植物园位于北京西山卧佛寺(40°0'21"N, 116°11'38"E), 全园总规划面积 400 hm<sup>2</sup>, 已建成游览区 200 hm<sup>2</sup>(现实展览区面积 128.59 hm<sup>2</sup>, 科研生产用地 7.8 hm<sup>2</sup>, 管理办公用地 4.07 hm<sup>2</sup>), 自然保护试验区 200 hm<sup>2</sup>。北京植物园的开放游览区由植物展览区、名胜古迹区和樱桃沟自然保护试验区 3 部分组成<sup>[3]</sup>。

## 2 研究方法

北京植物园乡土草本地被植物种类和频度的调

查采用样方法,样方的设置主要依照随机、均匀的原则,选取大小为 10 m×10 m 的大样方,然后在样方中的四角及正中心设置 5 个 1 m×1 m 的小样方,用于草本植物的种类、生活型、生长环境以及生长势等的调查和记录<sup>[4]</sup>。在园内选取 50 个大样方,选取的样方覆盖光照和水分存在差异的不同生境,包括林下、林缘和开阔草地等不同光照条件的生境以及近水源和远离水源等不同水分条件的生境。频度就是某个物种在调查范围内出现的频率<sup>[5]</sup>,按该物种所出现的样方数占样方总数的百分比来计算,即:

$$\text{频度} = \frac{\text{某物种出现的样方数}}{\text{样方总数}} \times 100\%$$

采用 Microsoft Excel 2007 软件对数据进行统计分析,并制作图表。

## 3 调查统计与分析

### 3.1 乡土草本地被植物的种类组成

经调查,北京植物园内乡土草本地被植物共 53 种,隶属 25 科 51 属,其中,菊科、十字花科和唇形科的植物种类最多,分别为 9 种、4 种、4 种,茜草科、马齿苋科、罗摩科等 15 个科仅有 1 种植物。除了歪头菜(*Vicia unijuga*)和野豌豆(*Vicia sepium*),以及瞿麦(*Dianthus superbus*)和中国石竹(*Dianthus chinensis*)隶属于同一个属外,其他的乡土植物均属于不同的属(表 1)。

表 1 北京植物园乡土草本地被植物名录

Table 1 List of native herbaceous ground cover plants of Beijing Botanical Garden

科	属	种	花期	花色	生境及特点
菊科 Asteraceae	苦苣菜属 <i>Ixeris</i>	抱茎苦苣菜 <i>Ixeridium sonchifolium</i>	6—7 月	黄色	路边、荒野
	蓟属 <i>Cirsium</i>	刺儿菜 <i>Cirsium setosum</i>	6—8 月	蓝紫色	适应性强
	牛膝菊属 <i>Galinsoga</i>	牛膝菊 <i>Galinsoga parviflora</i>	7—10 月	白色	草地、河谷、林下
	紫菀属 <i>Aster</i>	紫菀 <i>Aster tataricus</i>	7—8 月	蓝紫色	阴坡、望地、河边
	蒲公英属 <i>Taraxacum</i>	蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	4—8 月	黄色	耐旱,适应性强
	凤毛菊属 <i>Saussurea</i>	银背凤毛菊 <i>Saussurea nivea</i>	8—9 月	紫红	林缘、草甸、林下
	菊属 <i>Chrysanthemum</i>	甘野菊 <i>Chrysanthemum indicum</i>	8—9 月	黄色	林缘、路旁
	兔儿伞属 <i>Syneilesis</i>	兔儿伞 <i>Syneilesis aconitifolia</i>	7—9 月	白色	山坡荒地
	蒿属 <i>Artemisia</i>	蒿 <i>Artemisia carvifolia</i>	6—8 月	黄绿色	分布广泛
十字花科 Brassicaceae	诸葛菜属 <i>Orychophragmus</i>	二月兰 <i>Orychophragmus violaceus</i>	4—6 月	紫色	耐阴
	独行菜属 <i>Lepidium</i>	独行菜 <i>Lepidium apetalum</i>	5—7 月	白色	抗旱,分布广
	蔊菜属 <i>Rorippa Scop</i>	蔊菜 <i>Rorippa indica</i>	4—5 月	黄色	路旁、田野
	芥菜属 <i>Capsella</i>	芥菜 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	4—6 月	白色	适应性强
唇形科 Lamiaceae	夏至草属 <i>Lagopsis</i>	夏至草 <i>Lagopsis supina</i>	3—6 月	白色	向阳湿润
	黄芩属 <i>Scutellaria</i>	黄芩 <i>Scutellaria baicalensis</i>	7—10 月	蓝紫色	向阳较干

续表 1

科	属	种	花期	花色	生境及特点
	活血丹属 <i>Glechoma</i>	连钱草 <i>Glechoma longituba</i>	3—4 月	蓝紫色	喜阴湿
	紫苏属 <i>Perilla</i>	紫苏 <i>Perilla frutescens</i>	8—10 月	紫红色	适应性强
石竹科 Caryophyllaceae	繁缕属 <i>Stellaria</i>	繁缕 <i>Stellaria media</i>	7—8 月	白色	林下、路旁
	石竹属 <i>Dianthus</i>	瞿麦 <i>Dianthus superbus</i>	5—7 月	紫色	耐干旱
	石竹属 <i>Dianthus</i>	中国石竹 <i>Dianthus chinensis</i>	4—10 月	多色	耐寒耐旱喜光
蔷薇科 Rosaceae	蛇莓属 <i>Duchesnea</i>	蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	4—8 月	黄色	半阴
	委陵菜属 <i>Potentilla</i>	委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	6—8 月	黄色	适应性强
	龙牙草属 <i>Agrimonia eupatoria</i>	龙牙草 <i>Agrimonia pilosa</i>	7—9 月	黄色	疏林下灌丛
豆科 Leguminosae	野豌豆属 <i>Vicia Linn</i>	歪头菜 <i>Vicia unijuga</i>	6—7 月	蓝紫色	稍耐阴、耐瘠薄
	苜蓿属 <i>Medicago</i>	苜蓿 <i>Medicago Sativa</i>	5—6 月	紫色	喜光,干燥环境
	野豌豆属 <i>Vicia</i>	野豌豆 <i>Vicia sepium</i>	6—7 月	紫色	林缘草丛
玄参科 Scrophulariaceae	马先蒿属 <i>Pedicularis</i>	穗花马先蒿 <i>Pedicularis spicata</i>	7—8 月	紫红色	林缘草甸或疏林
	地黄属 <i>Rehmannia Libosch</i>	地黄 <i>Rehmannia glutinosa</i>	4—6 月	紫红色	耐寒
	婆婆纳属 <i>Veronica</i>	婆婆纳 <i>Veronica didyma</i>	3—10 月	蓝紫色	林缘、路旁
蓼科 Polygonaceae	酸模属 <i>Rumex</i>	巴天酸模 <i>Rumex patientia</i>	6 月	绿色	路旁、潮湿地
	蓼属 <i>Polygonum</i>	萹蓄 <i>Polygonum aviculare</i>	5—8 月	白色	路旁或水边湿地
罂粟科 Papaveraceae	罂粟属 <i>Papaver</i>	野罂粟 <i>Papaver nudicaule</i>	5—8 月	多色	草甸
	白屈菜属 <i>Chelidonium</i>	白屈菜 <i>Chelidonium majus</i>	5—7 月	黄色	林边草地
紫草科 Boraginaceae	附地菜属 <i>Trigonotis</i>	附地菜 <i>Trigonotis peduncularis</i>	5—6 月	淡蓝色	田野、路旁
	斑种草属 <i>Bothriospermum</i>	斑种草 <i>Bothriospermum chinense</i>	4—6 月	淡蓝色	山坡草地
旋花科 Convolvulaceae	打碗花属 <i>Calystegia</i>	打碗花 <i>Calystegia hederacea</i>	7—9 月	粉红色或白色	林下水边
	旋花属 <i>Convolvulus</i>	田旋花 <i>Convolvulus arvensis</i>	5—8 月	粉红色或白色	荒地
	牵牛属 <i>Pharbitis</i>	牵牛 <i>Pharbitis nil</i>	5—7 月	多色	适应性强
茜草科 Rubiaceae	茜草属 <i>Rubia</i>	茜草 <i>Rubia cordifolia</i>	6—9 月	白色	山坡、灌丛间
马齿苋科 Portulacaceae	马齿苋属 <i>Portulaca</i>	马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	5—8 月	黄色	荒地
萝藦科 Asclepiadaceae	萝藦属 <i>Metaplexis</i>	萝藦 <i>Metaplexis japonica</i>	7—8 月	白色	攀于灌丛
防己科 Menispermaceae	蝙蝠葛属 <i>Menispermum</i>	蝙蝠葛 <i>Menispermum dauricum</i>	6 月	黄绿色	林缘、灌丛
桔梗科 Campanulaceae	半边莲属 <i>Lobelia</i>	半边莲 <i>Lobelia chinensis</i>	5—8 月	粉红色或白色	喜潮湿
鸢尾科 Iridaceae	鸢尾属 <i>Iris</i>	马蔺 <i>Iris lactea</i>	5—6 月	蓝紫色	荒地路旁
毛茛科 Ranunculaceae	唐松草属 <i>Thalictrum</i>	唐松草 <i>Thalictrum aquilegifolium</i>	4 月	白色	林下或潮湿环境
禾本科 Gramineae	狗尾草属 <i>Setaria</i>	狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	6—9 月	绿色	荒野
堇菜科 Violaceae	堇菜属 <i>Viola</i>	紫花地丁 <i>Viola philippica</i>	5—8 月	紫色	喜半阴
车前科 Plantaginaceae	车前属 <i>Plantago</i>	车前 <i>Plantago asiatica</i>	4—8 月	淡绿色	山野、路旁
藜科 Chenopodiaceae	藜属 <i>Chenopodium</i>	灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	5—8 月	黄白色	水沟旁、平原荒地
酢浆草科 Oxalidaceae	酢浆草属 <i>Oxalis</i>	酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	4—8 月	黄色	分布广泛
桑科 Moraceae	葎草属 <i>Humulus</i>	拉拉秧 <i>Madder root</i>	8—9 月	白色	沟边、路旁
牻牛儿苗科 Geraniaceae	老鹳草属 <i>Geranium</i>	鼠掌老鹳草 <i>Geranium sibiricum</i>	7—8 月	蓝紫色	河岸、林缘
大戟科 Euphorbiaceae	大戟属 <i>Euphorbia</i>	猫眼草 <i>Euphorbia lunulata</i>	5—6 月	绿色	荒地、路边

### 3.2 乡土草本地被植物的频度分析

北京植物园乡土草本植物中抱茎苦买菜的出现频度最高,达 50%,分布最为广泛。其次是二月兰和灰绿藜,出现频度达到 40% 以上。出现频度在 40%~30% (含 30%) 之间的地被植物有 5 种,分别

是蒲公英、独行菜、狗尾草、紫花地丁和车前;出现频度在 30%~20% (含 20%) 之间的地被有 9 种,约占全部草本植物的 1/6,分别有刺儿菜、牛膝菊、紫菀、芥菜、蛇莓、委陵菜、婆婆纳、附地菜、拉拉秧。出现频度在 20%~10% (含 10%) 之间的地被植物有 17

种,约占 1/3,主要有甘野菊、葶菜、夏至草、黄芩、连钱草等。出现频率较低,小于 10%的地被植物有 19 种,主要有紫苏、萝藦、猫眼草、篇蓄等(图 1)。

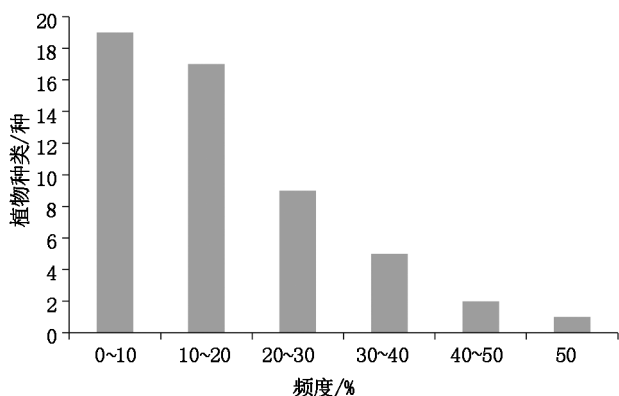


图 1 北京植物园乡土草本地被植物频度

Fig. 1 Frequency of native herbaceous ground cover plants in Beijing Botanical Garden

## 4 结论与讨论

### 4.1 调查结果

北京植物园内的乡土草本地被植物共 53 种,隶属于 25 科 51 属,其中菊科、十字花科和唇形科的植物种类最多,分别有 9 种、4 种、4 种,茜草科、马齿苋科、萝藦科等 15 个科仅有 1 种植物。菊科中的抱茎苦苣菜出现频度最高,达 50%,分布最广,其次是二月兰和灰绿藜,出现频率达到 40%以上。出现频度在 30%~20%(含 20%)范围的地被有 9 种,出现频度在 20%~10%(含 10%)范围的有 17 种,出现频率较低(小于 10%)的地被植物有 19 种。

### 4.2 乡土草本地被植物资源城市园林应用分析

按照筛选地被植物的标准,植株低矮,高度不超过 50 cm,全部生育期在露地栽培,覆盖力强,生长迅速,观赏价值较高,在生长环境中具有一定的稳定性,对人畜无害,可管理,即不会泛滥成灾<sup>[6]</sup>,结合地被植物的生境和生态习性对调查中频度高于 10%(含 10%)的地被植物在城市园林应用中提出以下建议:

北京植物园中可作为林下地被的乡土地被植物资源有抱茎苦苣菜、牛膝菊、打碗花、连钱草、繁缕等。可作为岩生地地被的乡土地被植物资源有石竹科的石竹、瞿麦、附地菜、蒲公英、苜蓿、黄芩。可作为水边地被的乡土地被植物资源有白屈菜、龙牙草、鼠掌老鹳草、打碗花、紫菀、夏至草、牛膝菊等。可作为路边墙角等花境布置植物的乡土地被植物资源有抱茎苦苣菜、刺儿菜、苜蓿、石竹、瞿麦、婆婆纳等。此

外,狗尾草作为观赏草应用于花境也是极好的素材。可作为混播草坪(全光型地被)的乡土地被植物资源有附地菜、紫花地丁、蛇莓、委陵菜、鼠掌老鹳草、甘野菊、车前<sup>[7]</sup>。攀援植物也可用作地被,此类植物匍匐生长可很快覆盖地面,如豆科的歪头菜、野豌豆等有很高的观赏价值,另外豆科植物的根瘤菌可以固定空气中的氮元素供植物所需,贫瘠的土地会变得富有营养。

### 4.3 乡土草本地被植物资源开发利用建议

作为大自然赠予的宝贵乡土植物,对其开发利用要以保护为前提,不要因盲目开发而造成资源破坏和不必要的损失。对乡土草本地被植物资源的开发利用应做到以下几点:1)加强对乡土植物生境的调查研究,全面掌握各乡土植物的生态习性,选择适宜的移栽环境和条件。2)植物引种应先易后难,首先选择出现频度高、分布广泛、适应性强、易繁殖的植株<sup>[8]</sup>。3)植物引种时宜少量间断移植,切不可成片大量滥采滥挖,破坏生态平衡。4)引种繁殖方式要视所引野生花卉植物的生殖特性和引种量而定,可采用种繁、分株、分根、移栽、扦插和嫁接等方法,建议使用种子繁殖<sup>[9]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 中国农业百科全书编辑部. 中国农业百科全书观赏园艺卷[M]. 北京:中国农业出版社,1996.
- [2] 赵晓燕,高大伟,周肖红. 北京野生地被植物引种赛选及应用[J]. 中国园林,2007(8):50-54.
- [3] 孟宪民. 沈阳植物园的现状分析及同北京植物园的比较[D]. 北京:北京林业大学,2004.
- [4] 张超,徐希,李雪珂,等. 北京奥林匹克森林公园乡土草本地被植物调查及分析[J]. 草业科学,2012(8):1193-1198.
- [5] 张超,郝培尧,董丽. 北京市朝阳区 4 个区域性公园植物应用调查及分析[J]. 北京林业大学学报,2010,32(S1):105-109.
- [6] 张玲慧,夏宜平. 地被植物在园林中的应用及研究现状[J]. 中国园林,2003(9):54-57.
- [7] 孟雪松,崔国发,欧阳志云. 北京城区常见野生草本植物资源种类构成及其保护利用对策[J]. 河北果树研究,2004(3):11-16.
- [8] 朱里莹,陈士宁. 北京百花山野生草本地被在城市园林中的应用[J]. 林业调查规划,2010,35(4):1671-3168.
- [9] 周勃,任亚萍. 中国野生花卉资源的研究现状[J]. 信阳农业高等专科学校学报,2007(6):111-113.

(责任编辑 许易琦)

# 《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:** 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、结果和结论等要素,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300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[C]//,对于图书中析出的文献采用[M]//,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。

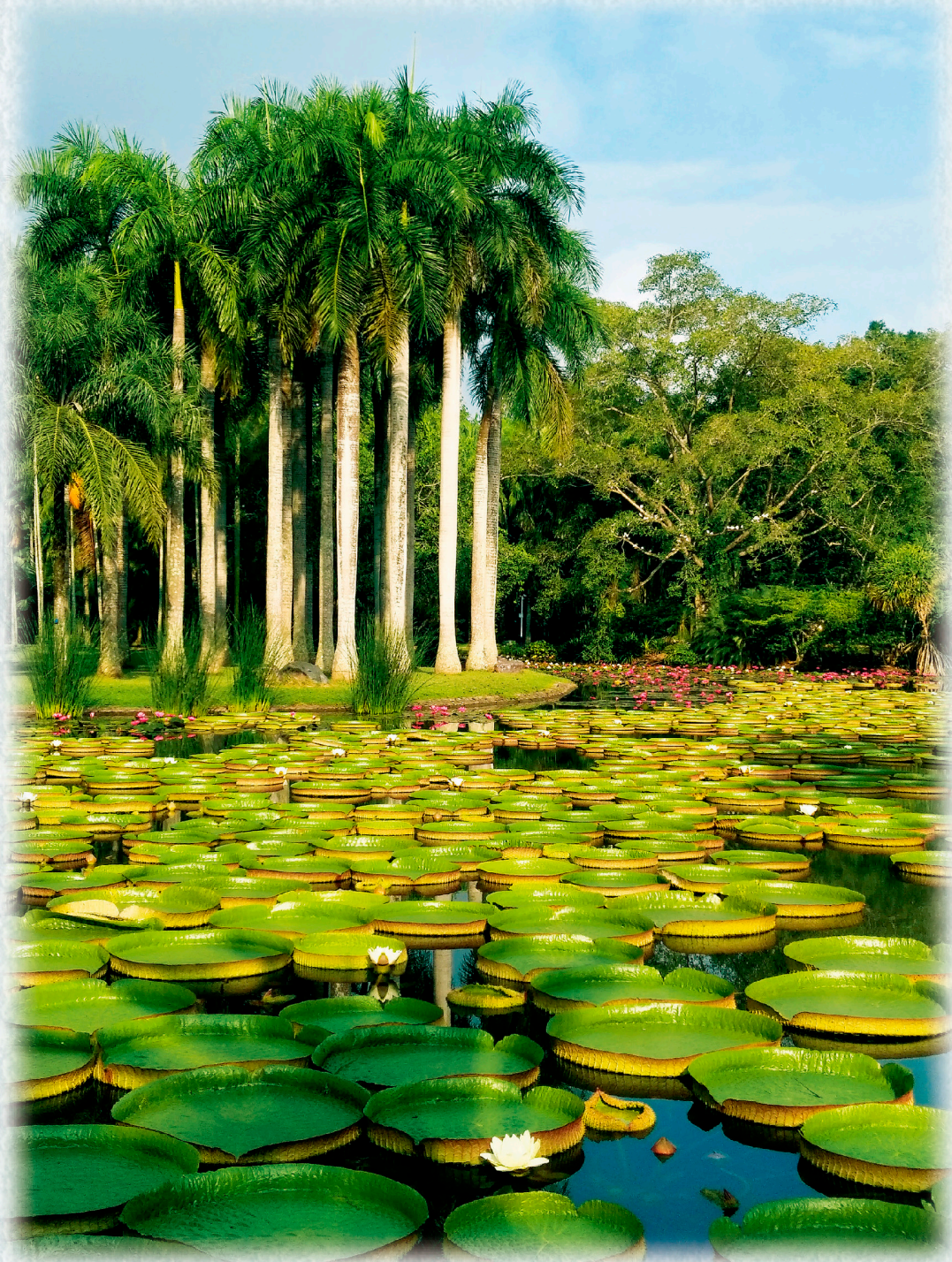
4)来稿发表后,文章著作权归作者所有,文责自负,其编辑版权属本刊所有。

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。

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”



西双版纳植物园景观



国内定价：20.00元（全年120.00元）  
Price(abroad): 5.00 dollars(30.00 dollars yearly)

广告经营许可证号：5300004000093

ISSN 1671-3168



9 771671 316202