

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



2019 3

第44卷 第3期
Vol.44 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44卷 第3期

Vol.44 No.3

二〇一九年五月

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第44卷 第3期 (总第230期) 2019年5月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 44 No. 3 (Sum No. 230) May. 2019

主办单位 云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

Sponsored by: Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning,
Southwest Forestry Information Centre

《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 张子翼

副主任委员 温庆忠

委员 (按姓氏笔画排序)

王卫斌 司志超 艾建林 许易琦 吕树英
华朝朗 负新华 吴霞 张清 张子翼
张正全 张良实 李东 李建友 李春燕
周远 周小平 杨建祥 胥辉 施化云
胡宗华 秋新选 陶晶 彭华 温庆忠
董建昌 魏小平 瞿林

《林业调查规划》编辑部

主编 张子翼

副主编 许易琦

编辑部成员 刘平书 许易琦 吕鹏程
杨焱熔 张林艳 张瑞君

英文责编 杨焱熔

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地址 昆明市人民东路289号
云南省林业调查规划院

邮编 650051

电话 0871-63318347; 63332538

传真 0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

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

印刷 昆明锦润印刷有限公司

订购处 《林业调查规划》编辑部

中国标准连续出版物号 $\frac{\text{ISSN } 1671-3168}{\text{CN } 53-1172/S}$

广告经营许可证号 5300004000093

国内定价 20.00元

Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong

Members:

WANG Weibin, SI Zhichao, AI Jianlin, XU Yiqi,
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

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

English Editor in Charge: YANG Junrong

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

Post Code: 650051

Tel: 86-0871-63318347; 63332538

Fax: 86-0871-63318347

Email: ynfip@vip.163.com

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

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

Order Place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

$\frac{\text{ISSN } 1671-3168}{\text{CN } 53-1172/S}$

Ad. Licence: 5300004000093

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

林业调查规划

第44卷 第3期

(总第230期)

2019年5月

目次

●森林经理

- 基于机器学习的高光谱湿地植被分类研究 罗宁,阮仁宗,王俊海(1)
宁夏空间规划试点中林地精细分类标准的构建
..... 马孝仓,雷学武,李怀珠,岳鹏,魏耀锋,李玉冬,冯仲科(8)
基于区域合并的 Mean Shift 算法识别单木研究 唐孝甲,陈伟,尹准生,张振中(13)
Excel 函数 IF、COUNTIF、IFERROR、VLOOKUP 在天然林停伐保护县级实施方案附表中的应用
..... 普绍林(19)

●研究与探索

- 湖北省区域碳排放强度和森林碳汇差异分析 付甜,潘磊,胡文杰,戴薛(24)
昆明市城区不同区域环境空气负氧离子浓度变化特征分析 马芙蓉,张一舟(30)
大同市道路绿地土壤肥力评价研究 张凯亮,武小刚,杨秀云,米美霞(35)
昆明翠湖公园越冬红嘴鸥觅食生境选择研究 姜志诚,梁良,杨福花,吕婷,陈明勇(41)

●森林经营

- 主要气候因素与云南松天然林生长率的关系研究 皇宝林,温庆忠(47)
纳板河流域不同森林类型林分直径分布结构特征研究 赖叶青,张远荣,胡明星,张发山(51)
湖北兴山县种子植物区系研究 徐玉洋,李亭亭,杨启池,林邦俊,张贺贺,李玲(56)

●生态建设

- 东莞市不同类型植被降温效果分析 苏雅丽,杨燕琼(61)
马关县林业生态扶贫攻坚的思路与策略 张祖海(67)
我国森林生态安全认知度分析 王旭,王金龙,肖更生,吴新华(72)

●森林保护

- 紫溪山樱桃冠瘿病传播途径调查与防治技术研究 徐先银,李祖文,陈光剑(80)
昭通市松墨天牛地理分布及其生活史研究 唐正森,李文静,崔华栋,曾仰君,王惠琼(85)

●自然保护区

- 五鹿山国家级自然保护区药用植物多样性研究 刘冠王,王诚吉(90)
云南新平磨盘山自然保护区地貌特征分析 高大威,王平,杨晓柳(97)
西双版纳国家级自然保护区尚勇保护区冬候鸟初步调查研究
..... 许利剑,宋军平,陶永祥,王巧燕,张莉(104)
滇中新平磨盘山自然保护区气候特征分析 杨晓柳,王平,高大威(109)
勐海县级自然保护区两栖爬行动物资源初步调查与区系分析 张莉,宗春森,杨昆凤,王巧燕(114)

●森林资源管理

- “三湖”径流区森林资源特点分析及经营管理建议 付文林,张丽仙(120)
- 景洪市野生动物肇事及补偿情况调查研究 宋志勇,罗杰斯,刘婷娇(125)
- 基于层次分析法的金秀圣堂山生态旅游资源评价与保护利用 孙昌平,刘智军,霍红(130)
- 勐腊自然保护区砂仁种植现状及对策 许海龙,刀莉,余东莉(136)

●产业发展

- 保山市中药材产业发展现状及经营策略分析 俞新水,孙永玉,吴建花(139)
- 云南省核桃产业发展现状及对策分析 刘云高(143)

●森林培育

- 交趾黄檀在西双版纳的引种生长表现及发展前景展望 朱先成,张劲松,龚江红,沙二(148)
- 臭氧环境对13种乡土树种光合作用的影响 郭成龙(152)
- 版纳甜龙竹笋早发多发技术措施试验 吴展奎,王博武,罗勇,袁慧坤(158)

●规划设计

- 山丹河城郊段河岸植物景观设计 罗莎莎,王有国(163)
- 巴山珍稀植物园规划建设 李哲,邓小明(173)
- 干旱地区农业观光园规划研究 胡慧中,王恒,王诚吉(177)

●论坛

- 生态学理论在昆明市园林绿化中的应用前景展望 熊凌,王革(185)
- 三台县国家柏木良种基地种子园经营管理实践 谯万智,张庆辉,刘高亮,王峰(189)
- 昭通市农村能源发展趋势研究 白祖云,赖叶青,马原,陈家彭,白祖翠,王忠梅(193)

●植物景观研究

- 基于AHP—FCE法的中国农业大学烟台校区景观评价 米广宇,马之珺,夏嘉呈,李林(199)
- 基于SBE法的景洪市棕榈植物景观配置评价 刘敏,魏开云,王锦,张夏梦,宋鼎(206)
- 基于综合评价指数法的城市道路绿化植物景观配置评价研究 韩轶华,刘艳红(213)
- 基于节约性思想的重庆都市休闲农业园植物景观研究 杨梦琪(220)
- 云南野生动物园食草动物区植物景观配置改造策略 杨磊,王晶,张芮婕(226)
- 高原风光 许易琦摄(封面)
- 云南梅里雪山森林地貌 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

- Classification of Hyperspectral Wetland Vegetation Based on Machine Learning LUO Ning, RUAN Renzong, WANG Junhai(1)
Construction of Fine Classification Standards for Forest Land in Spatial Planning Pilot of Ningxia
..... MA Xiaocang, LEI Xuewu, LI Huaizhu, YUE Peng, WEI Yaofeng, LI Yudong, FENG Zhongke(8)
Individual Tree Detection by Mean Shift Algorithm Based on Region Merging
..... TANG Xiaojia, CHEN Wei, YIN Zhunsheng, ZHANG Zhenzhong(13)
Application of Excel Functions IF, COUNTIF, IFERROR and VLOOKUP in Attached Table of County-level Implementation
Plan of Natural Forest Protection after Ending Deforestation PU Shaolin(19)

● Research and Explore

- Analysis on Regional Difference of Carbon Emission Intensity and Forest Carbon Sink in Hubei Province
..... FU Tian, PAN Lei, HU Wenjie, DAI Xue(24)
Variation Characteristics of Negative Oxygen Ion Concentration in Different Regions of Kunming City
..... MA Furong, ZHANG Yizhou(30)
Evaluation on Soil Fertility of Road Green Space in Datong City
..... ZHANG Kailiang, WU Xiaogang, YANG Xiuyun, MI Meixia(35)
Habitat Selection of Wintering *Larus ridibundus* in Cuihu Park of Kunming
..... JIANG Zhicheng, LIANG Liang, YANG Fuhua, LYU Ting, CHEN Mingyong(41)

● Forest Operation

- Relationship Between Climatic Factors and Growth Rate of Natural Forest of *Pinus yunnanensis*
..... HUANG Baolin, WEN Qingzhong(47)
Stand Diameter Distribution Characteristics of Different Forest Types in Nabanhe Basin
..... LAI Yeqing, ZHANG Yuanrong, HU Mingxing, ZHANG Fashan(51)
Floristic Characteristics of Seed Plants in Xingshan County of Hubei
..... XU Yuyang, LI Tingting, YANG Qichi, LIN Bangjun, ZHANG Hehe, LI Ling(56)

● Ecological Construction

- Analysis for Cooling Effect of Different Vegetation Types in Dongguan City SU Yali, YANG Yanqiong(61)
Ideas and Strategies of Ecological Poverty Alleviation by Forestry in Maguan County ZHANG Zuhai(67)
Analysis on Cognition of Forest Ecological Security in China WANG Kui, WANG Jinlong, XIAO Gengsheng, WU Xinhua(72)

● Forest Conservation

- Transmission Routines and Control Techniques of Cherry Crown Gall Disease in Zixishan Mountain
..... XU Xianyin, LI Zuwen, CHEN Guangjian(80)
Geographical Distribution and Life History of *Monochamus alternatus* in Zhaotong City
..... TANG Zhengsen, LI Wenjing, CUI Huadong, ZENG Yangjun, WANG Huiqiong(85)

● Nature Reserve

- Study on Diversity of Medicinal Plants in Wulushan National Nature Reserve LIU Guan, WANG Chengji(90)
Analysis for Geomorphic Characteristics of Mopanshan Nature Reserve in Xiping of Yunnan
..... GAO Dawei, WANG Ping, YANG Xiaoliu(97)
Preliminary Survey on Winter Migratory Birds in Shangyong Sub-reserve of Xishuangbanna National Nature Reserve
..... XU Lijian, SONG Junping, TAO Yongxiang, WANG Qiaoyan, ZHANG Li(104)

Analysis for Climatic Characteristics of Mopanshan Nature Reserve in Xiping of Central Yunnan
..... YANG Xiaoliu ,WANG Ping ,GAO Dawei(109)

Preliminary Survey and Faunal Analysis of Amphibians and Reptiles in Menghai Nature Reserve
..... ZHANG Li, ZONG Chunmiao, YANG Kunfeng, WANG Qiaoyan(114)

● Forest Resource Management

Resource Characteristics and Management Measures of Forest in “Three Lakes” Runoff Area FU Wenlin,ZHANG Lixian(120)

Investigation and Research on Damage and Compensation of Wildlife Accidents in Jinghong City
..... SONG Zhiyong,LUO Jiesi, LIU Tingjiao(125)

Evaluation and Protective Utilization of Ecological Tourism Resources in Shengtangshan Mountain of Jinxiu County Based
on Analytic Hierarchy Process Method SUN Changping, LIU Zhijun, HUO Hong(130)

Present Status and Management Countermeasures of *Amomum villosum* Planting in Mengla Nature Reserve
..... XU Hailong, DAO Li, YU Dongli(136)

● Forestry Industry Development

Analysis of Development Status and Management Strategy of Traditional Chinese Medicine Industry in Baoshan
..... YU Xinshui, SUN Yongyu,WU Jianhua(139)

Analysis on Development Status and Countermeasures of Walnut Industry in Yunnan Province LIU Yungao(143)

● Forest Cultivation

Growth Performance and Development Prospects of *Dalbergia cochinchinensis* in Xishuangbanna
..... ZHU Xiancheng, ZHANG Jinsong,GONG Jianghong,SHA Er(148)

Influence of Ozone Environment on Photosynthesis of 13 Native Tree Species GUO Chenglong(152)

Experiment on Technologies for Early Shooting and High Yield of Bamboo Shoots of *Dendrocalamus hamiltonii*
..... WU Zhankui,WANG Bowu, LUO Yong, YUAN Huikun(158)

● Planning and Design

Landscape Design of Riverside Plants in Suburban Area of Shandan River LUO Shasha, WANG Youguo(163)

Planning and Construction of Rare Botanical Garden in Bashan Area LI Zhe, DENG Xiaoming(173)

Planning of Agricultural Sightseeing Garden in Arid Area HU Huizhong,WANG Heng,WANG Chengji(177)

● Forum

Application Prospect of Ecological Theory in Landscaping in Kunming XIONG Ling, WANG Ge(185)

Management Practice on Seed Orchard of *Cupressus funebris* Fine Varieties in Santai County
..... QIAO Wanzhi,ZHANG Qinghui,LIU Gaoliang, WANG Feng(189)

Research on Development Trend of Rural Energy in Zhaotong City
..... BAI Zuyun, LAI Yeqing, MA Yuan, CHEN Jiapeng, BAI Zucui,WANG Zhongmei(193)

● Plant Landscape Research

Evaluation for Landscape in Yantai Campus of China Agricultural University Based on AHP—FCE Method
..... MI Guangyu,MA Zhijun,XIA Jiacheng, LI Lin(199)

Evaluation for *Trachycarpus fortunei* Landscape Configuration in Jinghong City Based on SBE Method
..... LIU Min,WEI Kaiyun,WANG Jin,ZHANG Xiameng, SONG Ding(206)

Evaluation for Plant Landscape Configuration of Urban Road Based on Comprehensive Evaluation Index Method
..... HAN Yihua, LIU Yanhong(213)

Plant Landscape of Urban Leisure Agricultural Garden in Chongqing Based on Economical Thought YANG Mengqi(220)

Plant Landscape Design and Transformation of Herbivore Area in Wild Animal Park of Yunnan
..... YANG Lei,WANG Jing, ZHANG Ruijie(226)

Scenery of Plateau Photographed by XU Yiqi(Front cover)

Forest Landscape of Meri Snow Mountain in Yunnan Photographed by XU Yiqi(Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.001

基于机器学习的高光谱湿地植被分类研究

罗 宁, 阮仁宗, 王俊海

(河海大学地球科学与工程学院, 江苏 南京 211100)

摘要:为实现湿地植被的精细分类和高精度制图,为湿地管理部门提供准确的决策依据,以美国加州萨克拉门托—圣华金水域的典型湿地植被为研究对象,以高光谱影像为数据源,结合野外 GPS 采样点,对典型湿地植被的光谱反射率作一阶导数和二阶导数处理,基于均值置信区间原理筛选特征波段,基于单因素分析法筛选能够明显区分植被类型的植被指数。联合特征波段和植被指数构建特征集,利用机器学习 C5.0 决策树生成知识规则并提取湿地植被信息。结果表明,基于机器学习 C5.0 决策树的湿地植被提取总体精度为 80.09%, Kappa 系数为 0.792,与最大似然法比较,总体精度提升 10.79%, Kappa 系数提升 0.105,说明基于机器学习的 C5.0 决策树法能够实现植被的精细分类,方法切实可行。

关键词:湿地植被;机器学习;C5.0 算法;高光谱影像;分类精度

中图分类号:S718.54;Q178.5;P228.4 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0001-07

引文格式:罗宁,阮仁宗,王俊海. 基于机器学习的高光谱湿地植被分类研究[J]. 林业调查规划,2019,44(3):1-7.

LUO Ning, RUAN Renzong, WANG Junhai. Classification of Hyperspectral Wetland Vegetation Based on Machine Learning [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 1-7.

Classification of Hyperspectral Wetland Vegetation Based on Machine Learning

LUO Ning, RUAN Renzong, WANG Junhai

(College of Earth Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: In order to achieve fine classification and high-precision mapping of wetland vegetation and provide accurate decision-making basis for the wetland management departments, taking typical wetland vegetation in Sacramento-San Huajin waters of California as the research object, hyperspectral image as data source, combined with field GPS sampling points, the spectral characteristics of typical wetland vegetation were processed by first-order derivative and second-order derivative. The characteristic bands were screened based on the mean confidence interval principle, and the vegetation indexes which could clearly distinguish the vegetation types were screened based on the single-factor analysis method. The feature set was constructed by jointing characteristic bands and vegetation index, and the machine learning C5.0 decision tree was used to generate knowledge rules and extract wetland vegetation information.

收稿日期:2018-11-19.

基金项目:中央高校基本科研业务费(学生项目)(2017B669X14);中国科学院战略性先导科技专项(XDA05050106).

第一作者:罗宁(1993-),女,河南信阳人,硕士研究生.研究方向为湿地植被分类遥感应用与地理信息系统. Email:2315017935@qq.com

The results showed that the overall accuracy of wetland vegetation based on machine learning C5.0 decision tree was 80.09%, and Kappa coefficient was 0.792. Compared with maximum likelihood method, the overall accuracy was improved by 10.79%, and Kappa coefficient was increased by 0.105, which indicated that the C5.0 decision tree method based on machine learning realized the fine classification of vegetation, and the method was feasible.

Key words: wetland vegetation; machine learning; C5.0 decision tree algorithm; hyperspectral image; classification accuracy

湿地生态系统作为水陆生态系统的过渡性地带,既复杂高效,又脆弱易变,近年来,已成为众多研究人员关注的重点。湿地植被具有涵养水源、吸收污水中的重金属物质、增强水力传输以及维护物种多样性等功能,是湿地生态系统的基础组成。利用遥感手段大范围实时监测湿地植被分布与变化,能够为湿地管理部门提供决策依据^[1]。

传统的多光谱数据光谱通道少、分辨率低,难以区分一些光谱差异较小的湿地植被。高光谱数据则克服了这一难题,它以多波段、高分辨率以及庞大的数据量等优势,为湿地植被的精细分类创造了有利条件^[2]。

Margaret E. Andrew^[3] 和 Erin L. Hestir^[4] 均以 HyMap 高光谱影像为数据源,采用决策树法,对萨克拉门托—圣华金三角洲的湿地植被进行信息提取并制图,取得较好的制图精度。张丰^[5] 根据水稻生长期高光谱数据的光谱特征,利用混合决策树分类算法,取得测试样本的高精度分类。邱琳^[6]、丁丽霞^[7]、姜丹萍^[8]、林海军^[9] 等都以高光谱数据为数据源,对植被光谱进行分析,采用相应的技术方法进行信息提取,均取得满意的结果。

机器学习 C5.0 是继承 ID3 和 C4.5 算法并被改进用来面向大数据集的决策树模型生成算法,近年来在数据挖掘、土地利用等方面已被广泛应用。本研究旨在利用机器学习 C5.0 决策树,实现大范围、高精度地提取湿地植被信息,力图为大尺度、高光谱遥感监测湿地水生植被提供种类识别的有效参数,为高光谱遥感影像准确解译与提取湿地水生植物种群组成、分布和生物多样性的动态变化信息提供理论依据和技术支持。

1 研究区概况和数据处理

1.1 研究区概况

萨克拉门托—圣华金三角洲地处美国加利福尼亚州西北部萨克拉门托河与圣华金河的交汇处,北起萨克拉门托市(Sacramento)的南部,南至特雷西

市(Tracy)的北部,东临斯托克顿市(Stockton)^[10]。三角洲河纵横,地势呈低洼状,全长 564 km,流域面积 4.5 万 km²,冬季平均流量约 1 700 m³/s,夏季平均流量约 540 m³/s^[11]。三角洲周边生境多样^[12],有沼泽、河流、滩涂、林地等多种湿地生态系统。生物多样性复杂,水生植被种类繁多。研究的湿地水生植被主要有蒲草、石莲花、水丁香、巴西水草、西洋草、沉水藻类和浮水藻类。

1.2 数据来源

研究区高光谱数据源于成像光谱仪 HyMap 航拍影像,飞行时间为 2007 年 6 月 19—21 日,航高 1 500 m,空间分辨率 3 m,总视场角(FOV)60°,瞬时视场角(IFOV)为 215 m/rad,共 126 个波段,波长范围 0.452~2.543 μm,带宽 0.015~0.02 μm^[11]。每日数据获取时间避开了艳阳高照的正午时段,以减少影像的反射率差异。

研究中引入地面 GPS 控制点,实测数据采集时间与遥感影像的获取时间基本同步。所有野外实测样本点均由 GPS 手持机获取,约 1 m 精度。采集时除位置信息外,还附有每个采样点的物种类型、覆盖度和范围等属性。外业人员同步拍照,照片与点位、拍摄时间建立关联,方便后期计算和参考。

HyMap 影像数据是由 64 条航带组成,共有 64 幅影像,覆盖了整个三角洲水域。本文的研究区如图 1。数据在使用前已由澳大利亚 HyVista 公司进行了大气校正和几何校正。

1.3 数据预处理

采样点选取 GPS 野外采样点。经过对不同类型的水生植被群落进行分析,选取植被覆盖度 80% 以上的采样点。利用选取的不同类型湿地植被采样点,基于 Envi 从高光谱影像上提取湿地植被的光谱信息。其反射率光谱曲线如图 2 所示。

2 研究方法

对反射率光谱曲线作一阶导数、二阶导数处理,降低噪声干扰,放大湿地植被光谱变化特征。基于

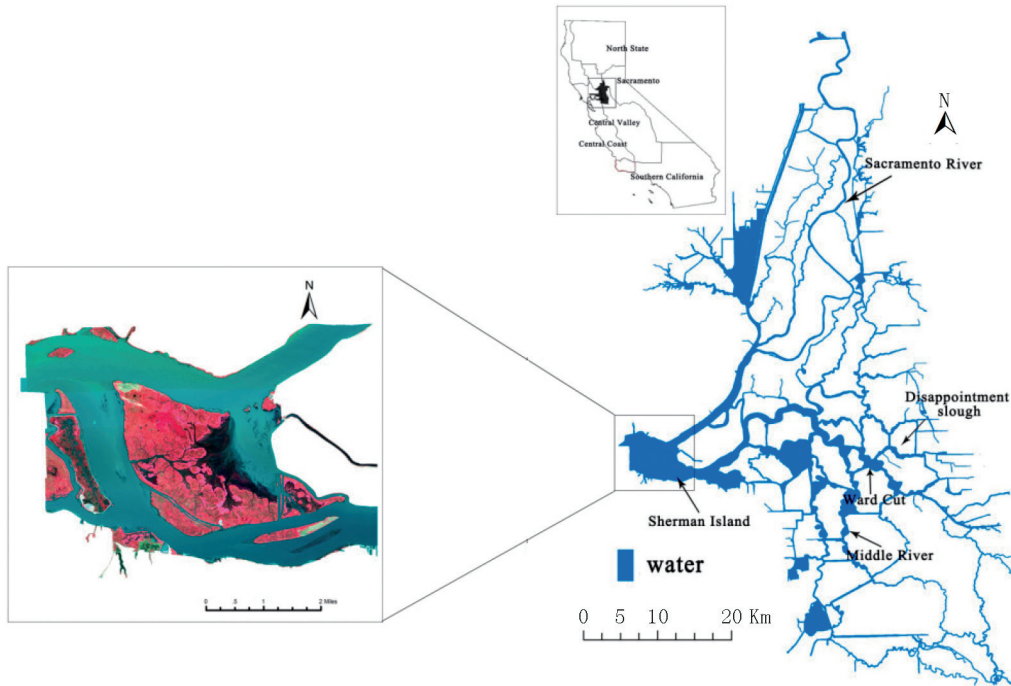


图 1 研究区地理位置

Fig. 1 Location of the study area

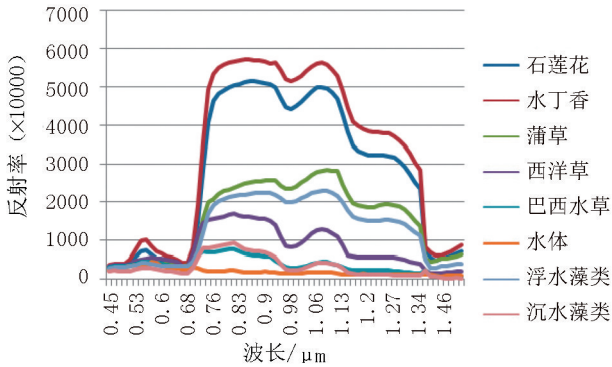


图 2 研究区典型湿地水生植被原始光谱曲线

Fig. 2 Original spectral curves of typical wetlands vegetation in the study area

均值置信区间原理对一阶导数光谱和二阶导数光谱做数据降维处理,降低高光谱数据的冗余度。进一步对选择出的光谱波段进行 T-test 敏感性检验,剔除湿地植被两两之间差异不显著的波段。基于单因素分析法筛选贡献大的高光谱植被指数。最后结合特征波段和选中的植被指数构建特征参数集,利用机器学习 C5.0 决策树生成知识规则并进行分类识别,与最大似然法对比研究机器学习 C5.0 决策树的分类效果。

2.1 导数光谱特征分析

一阶、二阶导数是一种非常普遍的光谱数据处理方式^[13]。一阶导数提取光谱曲线斜率信息,反映

光谱曲线响应速度,能够减弱背景噪声^[14]。二阶导数光谱不仅可以放大不同类型的植被形态、体内水分的含量、叶绿素的含量等^[15],还能削弱太阳角、地形因素、云层覆盖等不利因素对图像亮度的影响,大大减少了大气和背景噪声^[16]。一阶导数、二阶导数公式见式(1)、式(2)。研究区湿地植被的一阶导数和二阶导数光谱曲线如图 3、图 4。

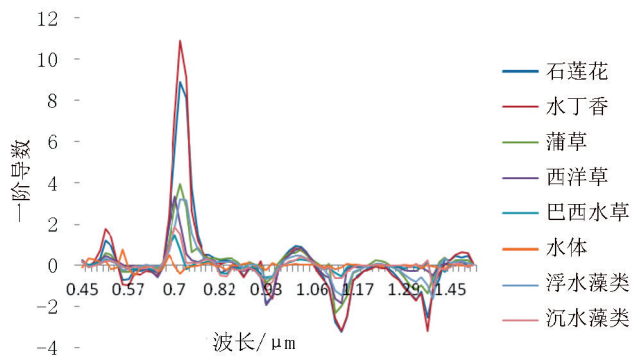


图 3 典型植被的一阶导数曲线

Fig. 3 First derivative curves of typical vegetation

$$DR_{\lambda_i} = \frac{dR}{d\lambda} = \frac{R_{\lambda_{i+1}} - R_{\lambda_{i-1}}}{2 \Delta \lambda} \quad (1)$$

$$SDR_{\lambda_i} = \frac{d^2R}{d\lambda^2} = \frac{d}{d\lambda} \left(\frac{dR}{d\lambda} \right) = \frac{R_{\lambda_{i+2}} - 2R_{\lambda_{i+1}} + R_{\lambda_i}}{(\Delta \lambda)^2} \quad (2)$$

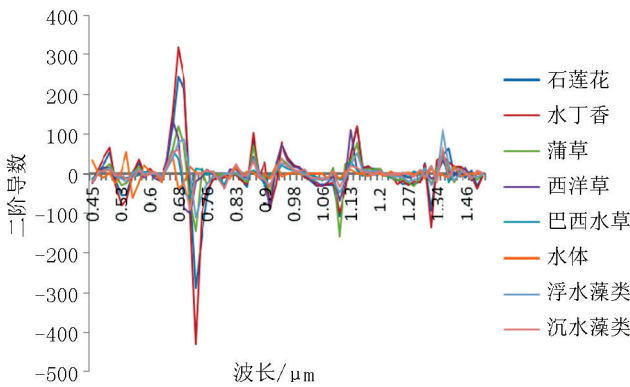


图 4 典型植被的二阶导数曲线

Fig. 4 Second derivative curves of typical vegetation

式中： DR_{λ_i} 、 SDR_{λ_i} 为波段 i 处的一阶导数光谱、波段 i 和波段 $i+2$ 之间的二阶导数光谱； $R_{\lambda_{i-1}}$ 、 R_{λ_i} 、 $R_{\lambda_{i+1}}$ 、 $R_{\lambda_{i+2}}$ 为波段 $i-1$ 、 i 、 $i+1$ 、 $i+2$ 处的反射率； $\Delta\lambda$ 为波段 i 到 $i+1$ 的波长间隔。

从图 3 可以看出，研究区湿地植被一阶导数曲线在 $0.52 \mu\text{m}$ 、 $0.71 \mu\text{m}$ 、 $1.02 \mu\text{m}$ 左右有正的峰值，在 $0.52 \mu\text{m}$ 处的反射率增加意味着叶绿素的反射能力增强，表明石莲花、水丁香和蒲草具有较强的叶绿素反射能力。 $0.710 \mu\text{m}$ 处，几乎所有湿地植被的一阶导数都达到最大值，此处对应湿地植被的“红边效应”区。从图中可看出，石莲花、水丁香在“红边”区域的反射率增速最快，而蒲草、浮水藻类、西洋草增速相对较快，水体和沉水藻类增速最慢。在 $0.57 \mu\text{m}$ 、 $0.93 \mu\text{m}$ 和 $1.14 \mu\text{m}$ 处有 3 个较为明显的光谱响应反射率减速极值。石莲花和水丁香在 $0.57 \mu\text{m}$ 和 $1.14 \mu\text{m}$ 处具有较大的减速值，蒲草在 $1.14 \mu\text{m}$ 处的减速也较大，水体、沉水藻类和巴西水草的减速比较小。

二阶导数的绝对值较大的波段象征着一个光谱响应曲线关键的变化点。当二阶导数值大于零的时候，表示这些波段处于反射率光谱吸收区域，也就是“凹形”的光谱响应曲线处，这样的点主要分布在 $0.51 \mu\text{m}$ 、 $0.68 \mu\text{m}$ 和 $0.97 \mu\text{m}$ 等波段处。相反，当二阶导数为负值的时候，代表着该波段在反射率光谱响应曲线上正处于“凸形”的反射高潮，这样的点主要有 $0.53 \mu\text{m}$ 、 $0.74 \mu\text{m}$ 和 $0.91 \mu\text{m}$ 处。而当反射率光谱响应曲线的曲率没有明显的变化，或者说反射率光谱响应曲线稳步上升或下降的时候，二阶导数则接近零值，例如 $0.8 \mu\text{m}$ 附近。

2.2 基于均值置信区间波段选择

研究采用基于均值置信区间法。该方法依据统计学和概率原理，即实验样本容量足够大，则随机分布点的均值都将趋于正态分布。在 $1-\alpha$ 置信区间下，波谱 i 的谱段反射率的平均值的置信区间、水平之间的关系表达式为：

$$P\left\{\bar{X}_i - Z_{\alpha/2} \frac{S_i}{\sqrt{n}} \leq \mu_i \leq \bar{X}_i + Z_{\alpha/2} \frac{S_i}{\sqrt{n}}\right\} = 1 - \alpha \quad (3)$$

式中， \bar{X}_i 是 n 个样本点中第 i 个波段值的平均值， S_i 是所有采样点的标准差， α 指代显著性水平；光谱的反射均值 μ_i 在 α 置信水平下的区间值为 $\bar{X}_i + Z_{\alpha/2} \frac{S_i}{\sqrt{n}}$ 。

研究选择的显著性水平为 0.05。在置信度 95% 下，一阶导数经过置信变化之后选择的有效波段主要有 $0.557 \sim 0.725 \mu\text{m}$ 、 $1.34 \sim 1.402 \mu\text{m}$ 。 $0.557 \sim 0.725 \mu\text{m}$ 是红光区间段，而 $1.34 \sim 1.402 \mu\text{m}$ 是水体的吸收带，是短波红外，可见高光谱的波谱覆盖范围之广。二阶导数可以选择的有效波段主要为 $0.642 \sim 0.68 \mu\text{m}$ 、 $0.71 \sim 0.74 \mu\text{m}$ 和 $1.34 \sim 1.402 \mu\text{m}$ 。 $0.642 \sim 0.68 \mu\text{m}$ 、 $0.71 \sim 0.74 \mu\text{m}$ 主要是红光区间段， $1.34 \sim 1.402 \mu\text{m}$ 是短波红外。

对上述波段选择的结果进行敏感度检验。主要采用 T-test 检验。T-test 检验主要用来检验两个样本之间的变化差异是否比较明显。本文主要用 T-test 检验对上述一阶导数、二阶导数选择之后的波段进行敏感度检验，检验两种湿地水生植被之间的平均值是否具有明显的差异变化，结果如表 1。

表 1 敏感度检验后的最佳特征波段

Tab. 1 Optimal feature bands after sensitivity test

| 数据类型 | 波段/ μm | | |
|------|-------------------|-------------|---------------|
| 一阶导数 | 0.5875~0.6487 | 0.6793 | 1.3436 |
| 二阶导数 | 0.6793 | 0.7098~0.74 | 1.3436~1.4068 |

2.3 湿地植被指数特征与选择

高光谱光谱特征是地物识别的基础^[17]。植被特殊的形态学特性与化学特征使得植被指数在遥感分类研究中广泛应用。利用植被在可见光及近红外波段光谱反射率之间的比值、差分 and 线性组合等方式放大植被特征或削减其他干扰因素，以便能将地物识别开来。

选取 24 种高光谱及多光谱植被指数,利用 SPSS 统计分析软件进行单因素方差分析,对任意两种植被之间 24 种植被指数在 95%的置信水平下进

行分析。区分效果比较理想的依次为 $CHI_{red-edge}$ 、 CHI_{green} 、 $VARI_{red-edges}$ 、 $MTVII$ (表 2)。可利用上述植被指数进行下一步湿地水生植被的分类。

表 2 单因素选择下的植被指数

Tab. 2 Vegetation indexes under single factor selection

| 光谱指数 | 表达式 | 定义 | 出处 |
|--------------------|--|---|------------------------|
| $CHI_{red-edge}$ | $(R_{760-800}/R_{690-720})-1$ | Chlorophyll Index Using Red Edge Reflectance | Gitelson et al. ,2006 |
| CHI_{green} | $(R_{760-800}/R_{540-560})-1$ | Chlorophyll Index Using Green Reflectance | Gitelson et al. ,2006 |
| $VARI_{red-edges}$ | $(R_{red-edge}-R_{red})/(R_{red-edge}+R_{red})$ | Visible Atmospherically Resistant Index for red edge ref. | Gitelson et al. ,2002 |
| MTVII | $1.2[1.2(R_{800}-R_{550})-2.5(R_{670}-R_{550})]$ | Modified Triangular VII | Haboudane et al. ,2004 |

2.4 机器学习 C5.0 算法构建决策树

C5.0^[18-20] 决策树通过训练样本学习,建立分类规则集。决策树有两类变量:目标变量和属性变量。C5.0 算法以属性变量的信息增益率作为确定决策树分支变量和分割阈值的依据,选取信息增益率最大的属性变量作为决策树的当前节点,并通过“误差估计”判断剪枝,快速构造决策树并提取规则。

本次研究中,测试变量是高光谱遥感影像中的四种植被指数 (CHI_{green} 、 $CHI_{red-edge}$ 、 $MTVII$ 、 $VARI_{red-edge}$)、一阶导数波段 (0.587 5~0.648 7 μm 、0.679 3 μm 、1.343 6 μm)、二阶导数波段 (0.679 3 μm 、0.709 8~0.74 μm 、1.343 6~1.406 8 μm)。目标变量是石莲花、水丁香、蒲草、西洋草、巴西水草、浮水藻类、沉水藻类这些地物。具体操作过程是将 7 类地物的感兴趣区的 ROI 文件转为影像数据,并与前面 17 个波段合成的文件再一次合成。

这个新文件中,前 17 个波段是测试变量,最后新加的波段则是目标变量。将感兴趣区文件转化为 ASC II 格式,利用 MATLAB^[21] 做适当处理,使其满足 C5.0 算法的数据格式要求。建立决策树之前,必须在 C5.0 程序的文件夹内建立两个同名的文件,后缀名分别为 image. data 和 image. names。前者是所有训练样本中的条件属性和所属地物类别构成的数据文件,后者包含了类别和属性的信息。

3 结果与精度评估

为了检验机器学习 C5.0 决策树方法是否具有优势,研究还作了一个对比试验,使用传统监督分类方法中的最大似然法对研究区进行分类。2 种分类结果如图 5、图 6。又建立误差矩阵对 2 次分类结果

进行精度评估,精度评估结果如表 3、表 4。

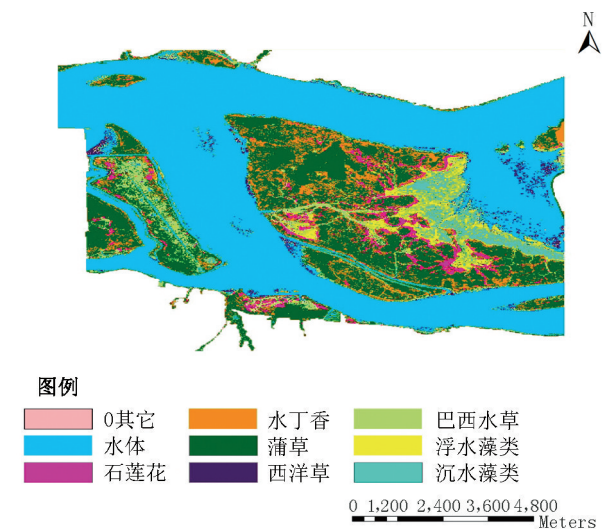


图 5 基于 C5.0 决策树算法的分类结果

Fig. 5 Classification results based on C5.0 decision tree algorithm

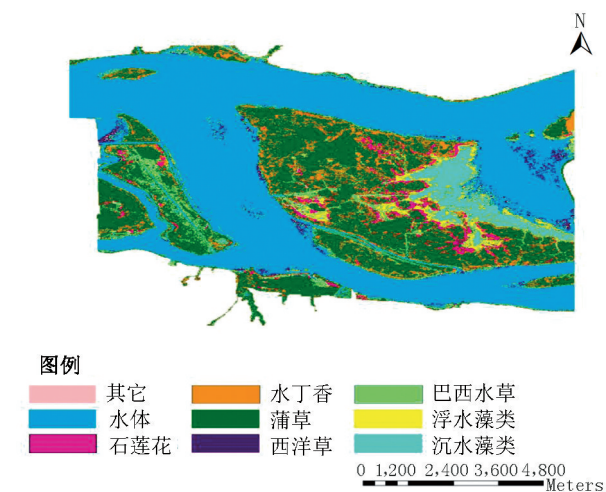


图 6 基于最大似然法的分类结果

Fig. 6 Classification results based on maximum likelihood method

表 3 基于 C5.0 决策树的不同类型水生植被分类结果精度评价

Tab. 3 Accuracy evaluation of classification results of different types of aquatic vegetation based on C5.0 decision tree

| | 石莲花 | 水丁香 | 蒲草 | 西洋草 | 巴西水草 | 浮水藻类 | 沉水藻类 | 其它 | 用户精度/% |
|----------------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 石莲花 | 168 | 6 | 3 | 1 | 1 | 6 | 0 | 5 | 88.42 |
| 水丁香 | 7 | 159 | 5 | 3 | 3 | 10 | 2 | 13 | 78.71 |
| 蒲草 | 24 | 15 | 228 | 4 | 3 | 2 | 1 | 8 | 80.00 |
| 西洋草 | 9 | 7 | 1 | 125 | 15 | 6 | 10 | 9 | 68.68 |
| 巴西水草 | 4 | 5 | 0 | 12 | 190 | 7 | 11 | 1 | 82.60 |
| 浮水藻类 | 9 | 10 | 2 | 5 | 8 | 108 | 12 | 2 | 69.23 |
| 沉水藻类 | 4 | 7 | 1 | 1 | 9 | 9 | 76 | 2 | 69.72 |
| 其它 | 5 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 205 | 94.04 |
| 合计 | 230 | 211 | 240 | 152 | 231 | 150 | 113 | 245 | |
| 生产精度/ | 70.22 | 66.15 | 94.28 | 81.63 | 78.53 | 69.23 | 68.47 | 83.67 | |
| Kappa 系数=0.792 | | | | | 总精度=80.09% | | | | |

表 4 最大似然法不同类型水生植被分类结果精度评价

Tab. 4 Accuracy evaluation of classification results of different types of aquatic vegetation by maximum likelihood method

| | 石莲花 | 水丁香 | 蒲草 | 西洋草 | 巴西水草 | 浮水藻类 | 沉水藻类 | 其它 | 用户精度/% |
|------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|--------|
| 石莲花 | 147 | 17 | 4 | 2 | 3 | 14 | 2 | 7 | 75.00 |
| 水丁香 | 13 | 128 | 7 | 5 | 5 | 11 | 4 | 14 | 68.45 |
| 蒲草 | 33 | 27 | 165 | 5 | 3 | 3 | 3 | 9 | 66.53 |
| 西洋草 | 11 | 8 | 2 | 92 | 36 | 7 | 11 | 10 | 51.98 |
| 巴西水草 | 3 | 3 | 2 | 10 | 162 | 8 | 8 | 5 | 80.60 |
| 浮水藻类 | 28 | 15 | 3 | 6 | 9 | 71 | 21 | 3 | 45.51 |
| 沉水藻类 | 6 | 8 | 2 | 13 | 8 | 8 | 55 | 9 | 50.46 |
| 其它 | 5 | 4 | 0 | 3 | 3 | 2 | 2 | 199 | 91.28 |
| 合计 | 246 | 210 | 185 | 136 | 229 | 124 | 106 | 256 | |
| 生产精度/% | 59.76 | 60.95 | 89.19 | 67.65 | 70.74 | 57.26 | 51.89 | 77.73 | |
| 总精度=69.30% | | | | | Kappa 系数=0.687 | | | | |

从表 3、表 4 可以看出, C5.0 决策树法有利于提高三角洲不同类型的典型湿地水生植被分类的精度: 仅利用高光谱的光谱影像作为分类对象进行最大似然法分类时, 不同类型的水生植被分类得到的分类总精度为 69.30%, Kappa 系数为 0.687, 而基于 C5.0 决策树算法的水生植被分类, 总精度提高了 10.79%, Kappa 系数提升了 0.105。

实验表明, 相对于传统的监督分类方法, C5.0 决策树算法不仅可以提高分类的总体精度, 而且对各个地物的区分在不同程度上也具有一定的优势。从表 4 可看出, 浮水植被石莲花和水丁香的用户精

度分别提升 13.42% 和 10.26%, 挺水植被蒲草的用户精度从 66.53% 上升至 80.00%。C5.0 决策树法与最大似然法相比, 其独特的优势在于对藻类的信息提取精度大大提升, 西洋草、浮水藻类以及沉水藻类的用户精度提升最大, 分别提升了 16.7%、23.72% 和 19.26%。由此可见, 传统的监督分类方法(最大似然法)可以实现一些特殊的植被分类识别, 但对于沉水藻类, 还无法准确精细识别。对湿地植被光谱特征进行详细分析, 再联合贡献突出的植被指数, 通过 C5.0 决策树构建知识规则进一步分类, 不仅能够进一步提升最大似然法提取精度好的

植被类型分类精度,而且也能够很好地完成一些难以区分的植被的分类提取工作,实现湿地植被多种类、高精度精细提取。

4 结论与讨论

综合分析分类结果图和不同类型植被分类精度评价矩阵表可知,构建决策树和分类规则对三角洲湿地植被分类是非常重要的一个步骤。综合分析每类地物的各个特征,对高光谱的特征进行降维研究,并对这些降维后选择的特征波段构建知识规则,进行推理推断,利用 C5.0 自动生成规则,并把这些规则进行整理转化成决策树,有利于提高湿地植被的分类精度。研究表明,机器学习 C5.0 决策树的方法能够有效、准确、合理地实现湿地水生植被分类。

基于机器学习 C5.0 决策树能够实现湿地植被精细化分类,对湿地植被光谱曲线做一阶导数、二阶导数处理能够放大湿地植被的光谱变化特征,基于均值置信区间方法能够准确筛选特征波段达到高光谱数据降维的效果。特征波段与植被指数结合对于湿地植被的提取作用明显。但是在进行分类的过程中,也有不少地物存在错分和漏分的现象,如石莲花容易被错分成水丁香和浮水藻类,沉水植被和浮水植被之间也存在一定的错分现象等。但总体来说,算法的加入对分类的生产者精度和用户精度都有一定的提高。由此可见,在进行湿地植被分类研究时,该方法也是一种值得深入研究并大力推广的方法。

参考文献:

- [1] 陶婷,阮仁宗,岁秀珍,等. 基于 HyMap 数据的浮水植被信息提取[J]. 国土资源遥感,2017,29(2):187-192.
- [2] 孙岩. 湿地植物高光谱特征分析与物种识别模型构建[D]. 北京:清华大学,2008.
- [3] ANDREW M E,USTIN S L. The role of environmental context in mapping invasive plants with hyperspectral image data[J]. Remote Sensing of Environment,2008,112:4301-4317.
- [4] HESTIR E L,KHANNA S,ANDREW M E. Identification of invasive vegetation using hyperspectral remote sensing in the California Delta ecosystem[J],Remote Sensing of Environment. 2008,112:4034-4047.
- [5] 张丰,熊桢,寇宁. 高光谱遥感数据用于水稻精细分类研究[J]. 武汉理工大学学报,2002,24(10):36-9.
- [6] 邱琳. 东洞庭湖典型湿地植被高光谱特征分析与识别[D]. 长沙:中南林业科技大学,2013.
- [7] 丁丽霞,王志辉,葛宏立. 基于包络线法的不同树种叶片高光谱特征分析[J]. 浙江农林大学学报,2010,27(6):809-814.
- [8] 安如,姜丹萍,李晓雪,等. 基于地面实测高光谱数据的三江源中东部草地植被光谱特征研究[J]. 遥感技术与应用,2014,29(2):202-211.
- [9] 林海军,张绘芳,高亚琪,等. 基于马氏距离法的荒漠树种高光谱识别[J]. 光谱学与光谱分析,2014,34(12):3358-362.
- [10] UNDERWOOD E C,MULITSCH M J,GREENBERG J A, et al. Mapping invasive aquatic vegetation in the Sacramento-San Joaquin Delta using hyperspectral imagery[J]. Environmental Monitoring & Assessment,2006,121(1-):47.
- [11] JASSBY A D,CLOERN J E. Organic matter sources and rehabilitation of the Sacramento-San Joaquin Delta (California,USA)[J]. Aquatic Conservation Marine & Freshwater Ecosystems,2000,10(5):323-52.
- [12] UNDERWOOD E C,MULITSCH M J,GREENBERG J A, et al. Mapping invasive aquatic vegetation in the Sacramento-San Joaquin Delta using hyperspectral imagery[J]. Environmental Monitoring & Assessment,2006,121(1-):47.
- [13] 唐延林,王人潮,王秀珍. 对水稻微分光谱和植被指数的探讨[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2003(3):199-204.
- [14] LI M Z(李明洲). Spectrum Analysis Technology and Application(光谱分析技术和应用). Beijing: Science Press(北京:科学出版社),2006:122,168.
- [15] 张飞,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽,等. 塔里木河中游绿洲盐漠带典型盐生植物光谱特征[J]. 植物生态学报,2012,36(7):607-617.
- [16] 孙岩. 湿地植物高光谱特征分析与物种识别模型构建[D]. 北京:清华大学,2008.
- [17] 马娜,胡云锋,庄大方,等. 基于最佳波段指数和 J-M 距离可分性的高光谱数据最佳波段组合选取研究——以环境小卫星高光谱数据在东莞市的应用为例[J]. 遥感技术与应用,2010,25(3):358-65.
- [18] 肖鹏峰,冯学智,阮仁宗,等. 基于频域最小距离的 SPOT (Pan) 图像纹理分类算法[J]. 遥感信息,2006(1):3-5.
- [19] 尹晖. 决策树分类算法的研究与应用[D]. 兰州:兰州大学. 2009.
- [20] 时王侠. 基于粗糙集理论和 C4.5 算法相结合的遥感影像分类研究[D]. 福州:福建师范大学.
- [21] 刘刚. MATLAB 数字图像处理[M]. 北京:机械工业出版社,2010.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.002

宁夏空间规划试点中林地精细分类标准的构建

马孝仓¹,雷学武¹,李怀珠²,岳鹏²,魏耀锋²,李玉冬³,冯仲科³

(1.西吉县林业局,宁夏西吉 756200; 2.宁夏林业调查规划院,宁夏银川 750001;
3.北京林业大学精准林业北京市重点实验室,北京 100083)

摘要:以宁夏承担中央部署的空间规划改革试点为契机,比较了宁夏自治区林业和国土部门在林地面积数量统计和空间矢量叠加上存在的差异,分析产生差异的具体原因。在此基础上,综合考虑林业和国土部门的林地分类体系和概念内涵,制定出满足各部门规划需求的国土空间规划林地地类标准,通过多重属性图斑的比对,在空间地域上形成界线清晰的、属性唯一的林地及其它地类,落实了林地在空间上的唯一属性,解决了多年来政府各部门地类不统一、事权界限不清、管理责任不明、规划不协调、项目落实难等诸多问题,对科学划定“三区三线”,实现国土空间用途管制、“一本规划”管控和“一张蓝图”具有现实意义。

关键词:空间规划(多规合一);林地分类标准;唯一属性;宁夏回族自治区

中图分类号:S757.4 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0008-05

引文格式:马孝仓,雷学武,李怀珠,等.宁夏空间规划试点中林地精细分类标准的构建[J].林业调查规划,2019,44(3):8-12.

MA Xiaocang, LEI Xuewu, LI Huaizhu, et al. Construction of Fine Classification Standards for Forest Land in Spatial Planning Pilot of Ningxia[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 8-12.

Construction of Fine Classification Standards for Forest Land in Spatial Planning Pilot of Ningxia

MA Xiaocang¹, LEI Xuewu¹, LI Huaizhu², YUE Peng², WEI Yaofeng², LI Yudong³,
FENG Zhongke³

(1. Xiji Forestry Bureau, Xiji, Ningxia 756200, China; 2. Ningxia Institute of Forestry Inventory and Planning, Yinchuan 750001, China; 3. Beijing Key Laboratory of Precision Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper compared the differences on the statistics of forest land area and the spatial vector superposition between the forestry and the land departments in Ningxia Hui Autonomous Region, and analyzed the specific reasons for the differences based on the spatial planning reform pilot project deployed by the central government. The classification standard of forest land in spatial planning meeting the demand of both departments was developed considering the system and connotation of forest land classification of the forestry and the land departments, and the forest land and other land types with clear boundaries

收稿日期:2018-11-0.

基金项目:宁夏空间规划财政专项资金.

第一作者:马孝仓(1973-),男,宁夏西吉人,高级工程师.研究方向为国有林场管理. Email:782671259@qq.com

责任作者:魏耀锋(1969-),男,宁夏固原人,正高级工程师.研究方向为林业调查与规划设计. Email:550422311@qq.com

and unique attributes were formed by the comparison for parcels of multiple attributes, which clarified the unique attribute of forest land in the space, and solved the problems such as the inconsistency of land types among various government departments, unclear boundaries of powers, confused management responsibilities, uncoordinated planning and difficulty in project implementation, which was of practical significance for the scientific delimitation of “three zones and three lines” and the realization of land use control, “one plan” control and “one blueprint”.

Key words: spatial planning; classification standard of forest land; unique attribute; Ningxia Hui Autonomous Region

宁夏空间规划改革试点是自治区成立以来首次承担由中央部署的重点改革工作。试点的核心任务是以主体功能区规划为基础,整合住建、国土、环保、交通、林业、农牧、水利等规划,在开展《宁夏环境承载能力评价》和《宁夏国土开发适应性评价》的基础上,科学划定“三区三线”,制定空间发展战略,统筹安排基础设施、产业发展、城乡发展、公共服务、资源利用、生态环境保护等布局,编制《宁夏空间规划(2016-2030年)》,形成管控全域的“一本规划”和“一张蓝图”,提高全区空间治理体系和治理能力现代化水平,为全国空间规划探索可复制、可推广的“宁夏经验”。

在空间规划(多规合一)试点前,因各部门规划在技术方法、标准规范、管理体制等问题上不一致,难以形成全区空间统一的“一本规划”。如若无法确定林地的唯一属性,与林地不一致的其它地类也就实现不了唯一属性,地类不一致就会造成编制全区空间规划没有统一的基础数据,制定的空间管控措施无法落实到具体的空间领域。因此只有将林业与国土部门间不一致的地类由多重属性变单一属性后,才能在此基础上编制全区空间规划。在国土空间林地唯一属性实现后,才能科学划定自治区全域空间的“三区三线”,并按照生态文明建设的要求,制定切实可行的生态红线管控措施。

林业部门和国土部门的林地在矢量图叠加分析后出现较大面积的不一致,而造成其不一致的最主要原因是两部门的林地地类标准不一致。因此,制定统一的林地地类标准是解决林地不一致实现二者唯一属性的根本措施。统一林地地类标准也是编制空间规划的重要工作之一。

1 林业与国土不一致林地的分析

通过对部门统计的林地面积数量差异比较以及叠合矢量图斑比对来对林业和国土部门不一致林地进行分析。

1.1 林业和国土部门林地不一致的表现

2015年底,林业部门确定宁夏林地总面积为188.82万 hm^2 ,占国土面积的36.3%;国土部门确定的林地总面积为76.79万 hm^2 ,占国土面积的14.8%。两部门林地总面积及二级林地面积对比如表1和图1所示。

表1 各部门林地及二级地类面积比对

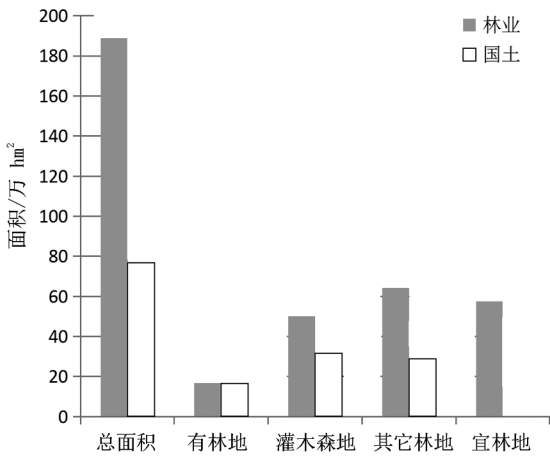
Tab.1 Area comparison of forest land and second-level land among government departments 万 hm^2

| 林业二级地类 | | 国土二级地类 | |
|--------|--------|------------|-------|
| 林地总面积 | 188.82 | 林地总面积 | 76.79 |
| 有林地 | 16.84 | 有林地 | 16.52 |
| 灌木林地 | 50.08 | 灌木林地 | 31.60 |
| 疏林地 | 1.82 | | |
| 未成林造林地 | 38.61 | 64.29 其它林地 | 28.67 |
| 苗圃地 | 0.23 | | |
| 无立木林地 | 23.63 | | |
| 辅助生产用地 | 0.01 | | / |
| 宜林地 | 57.60 | | / |

从表1及图1比对可以看出:

1)有林地面积差异小:宁夏有林地仅指乔木林,是指郁闭度在0.2以上,连片面积达0.067 hm^2 (1亩)的成片林地,主要分布在六盘山、贺兰山、罗山及宁夏南部400mm降雨线以上的黄土丘陵区和土石山区,以及沿黄灌区的宽幅防护林带,林业部门统计全区有林地面积为16.84万 hm^2 ,国土部门则统计为16.52万 hm^2 ,林业部门较国土部门高1.9%,两部门有林地面积差异较小。

2)灌木林面积差异大:总体上讲,全区大部分地区的年降雨量都在200mm以下,灌木林是宁夏最重要的森林资源,主要分布在六盘山、贺兰山和罗山的山脊线及保护区外围、白芨滩保护区、哈巴湖保



注:为便于对比,将林业的疏林地、未成林造林地、苗圃地、无立木林地、辅助生产用地统一合并为其它林地。

图 1 林业与国土部门林地二级地类面积对比
Fig. 1 Area comparison of second-level forest land between forestry department and land department

护区、南华山保护区,盐池、同心、红寺堡、海原等县区,林业部门按覆盖度 $\geq 30\%$ 统计灌木林,国土部门按覆盖度 $\geq 40\%$ 统计灌木林,林业部门统计全区灌木林地面积为 50.08 万 hm^2 ,国土部门则为 31.60 万 hm^2 ,林业部门灌木林地面积较国土部门高出 36.9%,两者差异较大。

3)其它林地面积差异大:林业部门将二级林地分为 8 类,国土部门将林地分为 3 类,但国土将疏林地、未成林地、迹地、苗圃地等合称为其它林地,国土的迹地与林业的无立木林地内涵接近,因此,为提高可比性,将林业的疏林地、未成林造林地、苗圃地、无立木林地合在一起与国土的其它林地比较,林业部门的其它林地面积为 64.29 万 hm^2 ,国土部门的其它林地面积为 28.67 万 hm^2 ,林业部门的疏林地、未成林造林地等合计的其它林地是国土其它林地的 2.24 倍,二者差异很大。

1.2 林地矢量图斑不一致分析

林业、国土两部门矢量图斑叠合后,有双方一致的图斑,也有双方不一致的图斑,具体数值和原因如下:

1.2.1 双方一致的图斑

同一块图斑,林业部门确定是林地,国土部门同样确定是林地,两部门林地图斑完全一致的地块总面积为 68.1 万 hm^2 ,占林业部门林地面积的 36.1%,占国土部门林地面积的 85.7%;如图 2 所示。

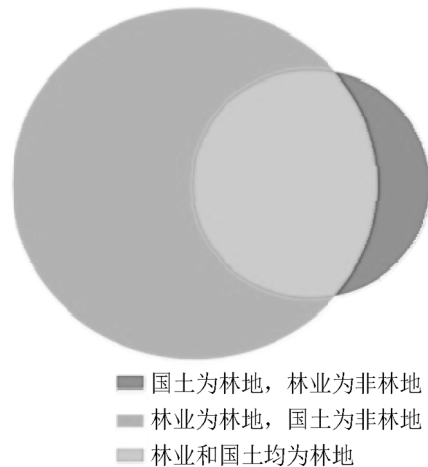


图 2 林业部门与国土部门林地重合示意图

Fig. 2 Superposition of forest land between forestry department and land department

1.2.2 双方不一致的图斑

国土和林业不一致的图斑有 2 种类型:1)同一块图斑,林业部门确定是林地,而国土部门确定是牧草地等其它地类;2)国土部门确定是林地,而林业部门确定是非林地。2 种类型不一致图斑的总面积为 138.28 万 hm^2 ,占国土面积的 26.62%。其中:第一种类型的面积为 127.28 万 hm^2 ,第二种类型的面积为 11 万 hm^2 ,如图 3 所示。

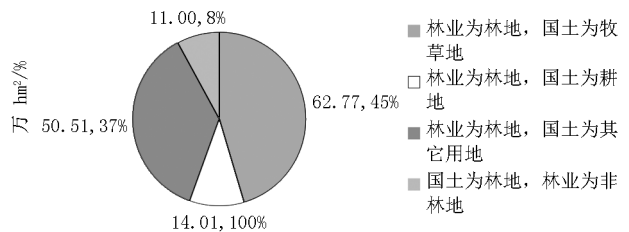


图 3 国土和林业不一致林地示意图

Fig. 3 Inconsistency of forest land between forestry department and land department

1.2.3 图斑不一致的根源分析

1) 国土是林地,林业是非林地

经调研与核查,国土部门是林地、林业部门是非林地有 3 个方面的原因:1)林业部门未将引黄灌区农田中的窄行林带列入林地;2)林业部门将集中连片林地中不适宜种植林木的空间已剔除,而国土部门是整片计入林地;3)林业部门的最小统计面积是 1 亩(666.67 m^2),国土部门的最小上图面积是 0.6

亩(400 m²),最小统计图斑差异导致统计结果的不一致。

2)林业是林地,国土是非林地(耕地、牧草地和其它用地)

林业是林地,国土是耕地的原因是,宁夏实施第一轮退耕还林工程中,两个部门的工作对接不畅,部分相对零散的退耕地没有从国土的耕地数据库中调出;林业是林地,国土是牧草地有两种情况:1)高度低于40 cm的小叶锦鸡儿、红砂等天然灌木丛;2)林业部门的灌木未成林地,这2部分林地国土部门将其纳入牧草地统计。这2部分林地从卫星影像图上判断,与草地很难区分,深入现地调查,也需要相应的专业知识才能确认得准确。林业是林地,国土是其它用地,主要是林业确定的宜林地。

2 制定林地分类标准

2.1 制定林地分类标准的依据

通过对不一致林地矢量图叠加分析发现,造成林业部门和国土部门林地出现较大面积差异的最主要原因是两部门的林地标准不一致。制定统一的林地标准,是解决林地范围不一致的根本措施。《宁夏回族自治区空间规划(多规合一)改革试点工作方案》(宁党办发[2016]53号文件)是宁夏开展空间规划试点的主要政策依据,文件中提出了“统一空间规划技术标准,梳理城乡规划、土地利用、林业用地等现行用地标准,以第二次土地调查连续变更到2015年的用地现状为基础,综合考虑各行业管理需求,制定衔接统一的空间规划用地分类标准。”的总体要求,制定空间规划用地分类标准,出台不一致地类解决的意见及细则,是解决林地范围不一致的有效途径。

2.2 林地分类标准的制定

空间规划(多规合一)在参照(GB/T21010-2007)《土地利用现状分类》、(GB50137-2011)《城市用地分类与规划建设用地标准》、(GB50188-2011)《镇规划标准》、(GB50298-1999)《风景名胜区规划》等“国标”地类、(LY/T1812-2009)《林地分类》等“行标”地类、(TB/T10213-2010)《土地规划用途分类》等“推标”地类的基础上,借鉴浙江省、海南省、深圳市、德清县等省市县的空间用地分类标准,结合宁夏实际,制定了《宁夏回族自治区空间规划用地分类标准》,该标准按照土地实际使用或规划引导的主要用途进行划分和归类,形成服务于空间规划编制的用地分类体系。该标准制定了建设用

地与非建设用地2个一级地类,城镇建设用地、村庄建设用地、农用地、湿地等11个二级地类,耕地、园林、林地、牧草地等39个三级地类,有林地、灌木林地等63个四级地类。

从宁夏空间规划用地分类体系上讲,“林地”被定位为“农用地”(二级地类)下的三级地类,“有林地”等为“林地”下的四级地类,空间规划对“林地”的定义是:“指生长乔木、灌木的土地,以及林业、规划部门认定的适宜种植林木、用于造林的土地。包括迹地,不包括铁路、公路征地范围内的林木,河流、沟渠的护堤林,以及为林业生产提供服务的工程设施用地”。分类标准及含义如表2所示。

表2 《宁夏空间规划土地利用现状分类》林地等级分类
Tab.2 Classification of forest land in Classification of Land Use Status in Ningxia Spatial Planning

| 三级地类 | 四级地类 | 含义 |
|--------------|------------|---|
| 林地 (2130) | 有林地(2131) | 指乔木郁闭度 ≥ 0.2 的林地 |
| | 灌木林地(2132) | 指灌木覆盖度 $\geq 30\%$ 的林地 |
| | 其它林地(2133) | 包括疏林地(指树木郁闭度 ≥ 0.1 、 < 0.2 的林地)、未成林地、苗圃、无立木林地、林业辅助生产用地等林地。 |
| | 宜林地(2134) | 县级以上人民政府规划的适合种植林木的荒山、荒地、荒坡、荒滩、荒沙地和其他用于发展林业的土地,是提高森林覆盖率的重要保障用地 |

从表2可知,空间规划(多规合一)确定的有林地、灌木林地、宜林地与林业部门的有林地、灌木林地、宜林地内涵一致,空间规划(多规合一)将疏林地、未成林地、苗圃、无立木林地、林业辅助生产用地合并统称为其它林地,与林业部门“林地”四级林地中的“疏林地、未成林地、苗圃、无立木林地、林业辅助生产用地”等5类林地完全对应,并全部采用了(LY/T1812-2009)《林地分类》中“疏林地”等5个地类的标准定义。因此空间规划(多规合一)细分的4类四级林地,虽然从分类体系上与国土对林地的分类比较接近(空间规划有宜林地,国土无宜林地),但从概念内涵上和技术标准上讲,空间规划的4类林地与(LY/T1812-2009)《林地分类》中8类的林地是基本一致的,只是空间规划(多规合一)没有特殊灌木林地(灌木林地的下一级地类)。

3 成果创新点

1)统一满足了所有行业规划需要的《宁夏空间

规划土地利用现状分类》标准。充分考虑林业部门的林地和国土部门的林地内涵,结合宁夏实际及浙江开化等县的试点经验,制定了宁夏空间规划用地分类标准,对林地、牧草地和荒草地等地类内涵进行了重新界定。

2)首次实现开门搞规划。包括空间规划用地分类等标准体系的制定等,“四上四下”征求自治区和市县党委、人大、政府、政协及社会民众对规划体系及文本的意见建议,多次与中央深改小组办公室、国家发改委、住建部、国土部、国家林业局等部委沟通,在许多技术难点和瓶颈问题上达成共识,取得支持。

4 结语

1)通过结合宁夏的实际情况及在选择地的试点实验,综合考虑了林业部门和国土部门的林地分类体系和概念标准内涵,制定了宁夏空间规划用地分类标准,对林地、牧草地和荒草地等地类内涵进行了重新界定,可满足各行业规划的需要。

2)林地等地类唯一属性的实现,是空间规划(多规合一)过程中具有转折意义的重要进程,解决了多年来政府各部门地类打架(一地多证等,如同一块地有耕地证、林权证,还有草原证)、事权界限不清、管理责任不明等一系列难点和热点问题,这些问题也是多年来国家各部委想解决而没有解决的难题,消除了政出多门、数出多门、规划不协调、项目落实难等一系列影响可持续发展的症结和根本原因。

3)林地唯一属性的落实,厘清了空间上一致的林地底数,对自治区划定“三区三线”,对宁夏贯彻落实中央生态文明建设的各项要求,对自治区各部门有针对性地贯彻宁夏生态立区战略的各项措施,对自治区国土、林业、农牧部门进一步划定部门事权范围,挖掘部门工作潜力、制定部门发展规划、确定部门发展目标、量化部门工作职责等都具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 崔许锋,王珍珍. “多规合一”的历史演进与优化路径[J]. 城市规划与设计, 2018, 34(6): 34-9.
- [2] 徐豪. “多规合一”的宁夏改革经验[N]. 中国经济周刊, 2017-9-18(1).
- [3] 自治区党委办公厅 人民政府办公厅关于印发《宁夏回族自治区空间规划(多规合一)改革试点工作实施方案》的通知[J]. 宁夏回族自治区人民政府公报, 2016(16): 33-6.
- [4] 李宏志,陈文广,刘文凤. 从被动协调走向主动统筹:宁夏原州区空间规划编制创新实践与探讨[C]. 2017 城市发展与规划论文集, 2018, 34(6): 1-8.
- [5] 金龙新,朱红梅,刘英. 空间规划的“多规合一”实践与研究进展[J]. 湖南农业科学, 2016(3): 100-103.
- [6] 宁夏回族自治区人民政府. 宁夏回族自治区空间规划条例[J]. 宁夏回族自治区人民政府公报, 2017(12): 16-18.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.003

基于区域合并的 Mean Shift 算法识别单木研究

唐孝甲,陈伟,尹准生,张振中

(国家林业和草原局华东调查规划设计院,浙江 杭州 310019)

摘要:为准确识别森林单木,采用区域合并的 Mean Shift 算法对机载点云进行单木分割。首先,以点云三维特征空间为特征向量,选择核带宽度及收敛阈值,采用 Mean Shift 算法对点云进行初始过分割;其次,以过分割点簇为对象,选择分割尺度、平滑度和紧凑度参数,采用基于区域邻接图的最优层次合并方法对点簇进行合并。最后,剔除 3.5 m 高度以下和异常点云,以点云中心点为单木位置,计算森林密度。实验结果表明,基于区域合并的 Mean Shift 算法能够检测到 89% 以上的单木,单木识别精度达 91.6%,避免了生成 CHM 的初始误差。

关键词:Mean Shift 算法; 区域邻接图; LiDAR; 点云; 单木识别

中图分类号:S711;S758.1 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0013-06

引文格式:唐孝甲,陈伟,尹准生,等. 基于区域合并的 Mean Shift 算法识别单木研究[J]. 林业调查规划,2019,44(3):13-18,23.

TANG Xiaojia, CHEN Wei, YIN Zhunsheng, et al. Individual Tree Detection by Mean Shift Algorithm Based on Region Merging[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3):13-18, 23.

Individual Tree Detection by Mean Shift Algorithm Based on Region Merging

TANG Xiaojia, CHEN Wei, YIN Zhunsheng, ZHANG Zhenzhong

(East China Inventory and Planning Institute, State Forestry and Grassland Administration, Hangzhou 310019, China)

Abstract: The Mean Shift algorithm based on region merging was used to identify the individual tree information by the airborne point cloud segmentation. With the feature space of three-dimensional point cloud as the feature vector and selection of kernel band width and convergence threshold, the Mean Shift algorithm was adopted for initial over segmentation of point cloud. The segmentation scale, smoothness and compactness of point clusters were selected, and the optimal hierarchical merging method based on the region adjacency graph was adopted to merge the point clusters. The forest density was calculated by removing the point cloud below 3.5m height and abnormal point cloud and taking the point cloud center as the individual tree position. The experimental results showed that this approach could detect more than 89% of individual trees with the identification accuracy of 91.6%, avoiding the initial error of CHM generation.

收稿日期:2019-01-29.

第一作者:唐孝甲(1963-),男,湖南城步人,高级工程师,注册咨询工程师.主要从事森林资源调查规划设计及森林资源监测工作.

Email:zjhztj@126.com

责任作者:陈伟(1986-),男,博士.主要研究方向为机载 Lidar 森林生物量估算. Email:lajiao.1225@163.com

Key words: Mean Shift algorithm; region adjacency graph; LiDAR; point cloud; individual tree detection

森林资源调查主要任务是摸清调查范围内的森林、林地和林木资源的种类、数量、质量与分布。主要调查因子有优势树种、树种组成、优势树高、郁闭度、单位面积蓄积等。目前主要采用以光学遥感影像和地形图为底图^[1-4],结合目视解译—预区划和野外实地调查的方式采集森林调查因子。但是,采用光学遥感影像无法获取树高、胸径、冠层结构等森林三维结构信息^[5]。机载 LiDAR (Light Detection And Ranging) 技术可以弥补光学遥感的缺陷^[6]。采用 LiDAR 获取的点云数据含有空间三维信息和激光强度等信息,并且激光束可以穿透树冠直达地面,这样可以获取树冠及树冠以下的地物三维结构参数,通过影像分割识别,提取测定优势树种、优势树高等森林单木信息^[7,8]。

单木冠幅是很重要的森林结构因子,可以间接推导出单木树高、单木胸径等其他因子。目前提取单木冠幅主要有两种方式:一种基于点云聚类算法,主要是依据点云的三维空间形态采用空间几何和三维拓扑关系方法,过程复杂且很难找到通用的数学方法;另一种基于栅格图像算法,如 CHM (Canopy Height Model),但 CHM 主要通过栅格插值得到,容易产生无效值或异常值,得到的冠幅结果也会产生累积误差。

Mean Shift 算法在森林三维点云分割方面已有不少研究^[9-12]。采用 Mean Shift 算法容易产生过分割或欠分割现象,不具有通用性。基于最优层次合并方法对影像过分割对象有很好的合并效果^[13,14]。本文单木冠幅分割可分为三步:①对原始点云进行 Mean Shift 初始过分割;②基于区域邻接图的最优层次合并方法对初步分割结果进行合并;③加入筛选条件,剔除小于 3.5 m 高度和异常点云,使点云更能与树冠形状特征吻合。

1 原理与方法

1.1 Mean Shift 基本原理

Mean Shift 算法^[15,16](均值漂移算法),其原理是利用概率密度求得局部最优解。是一个迭代的步骤,即先算出当前点的偏移均值,将该点移动到此偏移均值,然后以此为新的起始点,继续移动,直到满足最终的条件。

对于一个概率密度函数 $f(x)$,已知 d 维空间中 n

个采样点 $x_i (i = 1, \dots, n)$, $f(x)$ 的核函数的估计可以写成:

$$\hat{f}_K(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) w(x_i) \quad (1)$$

其中: $w(x_i) \geq 0$ 是赋给采样点 x_i 的权重, $K(\cdot)$ 表示核函数, h 为带宽。核函数 $K(x)$ 与其轮廓函数 $K(x) = k \|x\|^2$ 轮廓函数 $k(x)$ 的负导数记为 $g(x)$, 即 $g(x) = -k'(x)$, 其对应的核函数是 $G(x) = g \|x\|^2$ 。求解 Mean Shift 向量的过程实质上就是求核函数概率密度的过程:

$$m_h(x) = \frac{\sum_{i=1}^n g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right) w(x_i) x_i}{\sum_{i=1}^n g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right) w(x_i)} \quad (2)$$

给定初始点 x , 核函数 $G(x)$ 以及容许误差 ε , Mean Shift 算法将循环执行下面三个步骤,直到满足结束条件:

- 1) 计算 $m_h(x)$
- 2) 把 $m_h(x)$ 赋给 x
- 3) 如果 $\|m_h(x) - x\| \leq \varepsilon$, 结束循环, 否则继续执行步骤(1)。

上述计算步骤详见图 1。

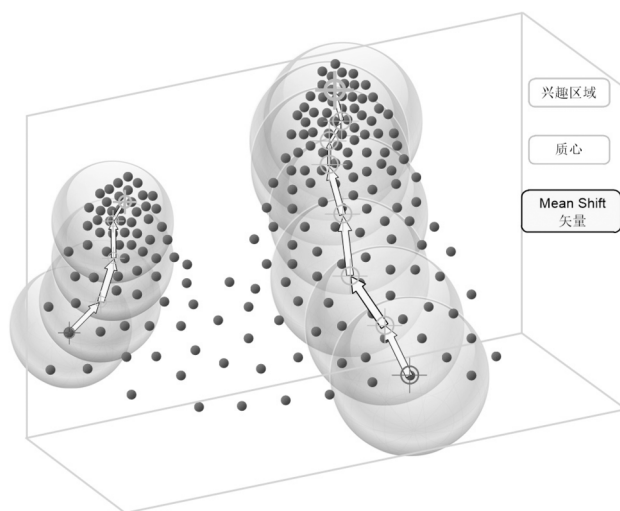


图 1 Mean Shift 过程的直观描述: 寻找相同球分布中最密集的区域

Fig. 1 Visual description of Mean Shift Process: the densest region in the same sphere distribution

1.2 基于区域邻接图的最优层次合并准则确定

区域邻接图 (Region Adjacent Graph, RAG)^[17]

是拓扑数据结构中的一个典型,它的定义为:

$$G = (V, E) \quad (3)$$

其中, V 表示所有对象的集合, 又称为“节点”, 而 E 表示对象间邻接关系的集合, 又称作“边”。

合理确定紧致度和平滑度的权重, 是决定形状因子是否符合实际地物形态特征的关键因素^[18-21]。紧致度指的是目标对象的面积与其等周长的圆的面积的比值, 简化等价公式为:

$$Comp = \frac{1}{4\pi \cdot n} \leftrightarrow Comp = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

其中, I 为周长, n 为坐标点个数。因为紧致度是个相对的测度, 开方与常系数不影响大小的比较, 所以上述两个公式等价。根据紧致度的定义可知, 紧致度越大, 可以使得分割对象的边界更接近圆, 从而使对象的形状看起来更紧凑。

平滑度是目标对象的周长与其最小外包矩形周长的比值, 即:

$$Smooth = \frac{1}{h} \quad (5)$$

形状异质性指标计算公式如下:

$$H_{form} = W_{cmt} \cdot Comp + (1 - W_{cmt}) \cdot Smooth \quad (6)$$

其中, H_{form} 表示形状异质性, $Comp$ 表示紧致度, $Smooth$ 表示平滑度, W_{cmt} 表示紧致度权重。

形状准则使用平滑度与紧致度, 采用加权求和的方式计算如下:

$$MC = SC \quad (7)$$

$$SC = W_{cmt} \left(\frac{l_m}{\sqrt{n_m}} n_m - \frac{l_1}{\sqrt{n_1}} n_1 - \frac{l_2}{\sqrt{n_2}} n_2 \right) + (1 - W_{cmt}) \left(\frac{l_m}{h_m} n_m - \frac{l_1}{h_1} n_1 - \frac{l_2}{h_2} n_2 \right) \quad (8)$$

其中, MC 表示合并准则, SC 表示形状准则。

1.3 基于区域邻接图的最优层次合并过程

通过 Mean Shift 算法对点云初始分割后, 得到分割后的点簇, 每个点簇由 ID 号标识。以点簇 ID 号、大小以及坐标为点簇属性, 以形状异质性指标作为点簇的邻接关系合并准则, 合理设置紧致度和平滑度参数, 从而使分割后的点云再次合并成近似树冠形状的点簇。

为下面描述方便, 定义主要的变量:

Scale: 尺度参数, 为均一性准则的最大标准差, 即合并准则阈值。

MinMC: 最小合并准则。

MaxNumber: 最大自然实数, 计算机常数。

EdgeList: 区域邻接图的边的数组。

EdgeList.First、EdgeList.End: 表示 EdgeList 的第一条边与结尾。

CurrentEdge: 当前处理的边, 表示两点簇的邻接信息, 其中的变量 FirstID 与 SecondID 包含邻接两点簇的 ID 号, MC 表示它们的合并准则。

MinMC、MinFirstID、MinSecondID: 记录 MC 最小的边的信息的 3 个变量。

主要区域合并过程如下:

1) 输入区域邻接图及尺度参数。

2) 初始化参数 MinMC = MaxNumber, CurrentEdge = EdgeList.First。

3) 如果 CurrentEdge.MC < MinMC, 则 MinMC = MC;

MinFirstID = CurrentEdge.FirstID;

MinSecondID = CurrentEdge.SecondID;

CurrentEdge = CurrentEdge++。

4) 重复步骤 (3), 直到最后 CurrentEdge 等于 EdgeList.End, 进入下一步。

5) 如果 MinMC < Scale, 则根据 MinFirstID、MinSecondID 删除 EdgeList 中相应的 Edge, 同时找到 MinFirstID、MinSecondID 两点簇, 合并 MinSecondID 到 MinFirstID 对应的点簇中, 删除两对象的周围点簇中与 MinSecondID 的邻接关系, 重新构建与 MinFirstID 对应点簇的邻接关系, 并重新计算合并后的点簇与邻接点簇的合并准则, 跳入步骤 (2)。

如果 MinMC > Scale, 进入步骤 (6)。

6) 区域合并阶段结束。

1.4 小对象消除

小对象指的是面积和点数小于给定阈值的点簇。经过上述步骤的处理, 可能会有部分噪声或可忽略的碎小点簇残留在结果中。这些小点簇在此步中会被合并到与它们邻近点簇中或直接删除。

2 数据采集与处理

2.1 研究区概况

研究区域为广东省鼎湖山国家级自然保护区, 位于广东省肇庆市, 东经 $112^{\circ}30' \sim 112^{\circ}57'$, 北纬 $23^{\circ}05' \sim 23^{\circ}15'$ 。该自然保护区属南亚热带地带性植被, 地形以丘陵及山地为主, 林分自然生长, 有大量不同生态环境的森林小班。研究区有大量的全波形激光雷达数据和高分辨率 CCD (Charge Coupled Device) 影像数据。

2.2 LiDAR 数据

本研究采用的 LiDAR 系统为 LiteMapper 6800,

具体参数见表 1。该系统能够获取 LiDAR 小光斑、高密度离散点云和全波形数据。离散点云的平均点密度为 15 个/m²,采用 WGS 84 坐标系,UTM 投影北半球 6°分带的第 49 带,记录了点云三维坐标、回波强度、回波次数等,数据文件存储为 LAS 格式。

表 1 LiteMapper 6800 主要技术参数

Tab.1 LiteMapper 6800 main technical parameters

| 设备型号 | LiteMapper 6800 |
|--------------|-----------------|
| 脉冲重复频率 | 最高可达 400 kHz |
| 激光波长 | 1550 ns |
| 脉冲长度 | 3.5 ns |
| 激光发散角 | ≤ 0.5 mrad |
| 可分辨目标之间的最小距离 | 0.6 m |
| 返回脉冲宽度分辨率 | 0.15 m |
| 扫描模式 | 平行扫描 |
| 扫描角范围 | ±30° |
| 角度分辨率 | 0.001° |
| 地面光斑直径 | 0.24 m(@ 800 m) |
| 平面精度 | 0.08 m(@ 800 m) |
| 垂直精度 | 0.04 m(@ 800 m) |

2.3 地面调查数据

地面调查在鼎湖山保护区选择有代表性的野外样点进行。样地大小为 100 m×100 m,内置 2 个样方,样方大小为 30 m×30 m。实测数据包括树高、胸径、单木位置、树种组成、郁闭度等因子。

3 试验与分析

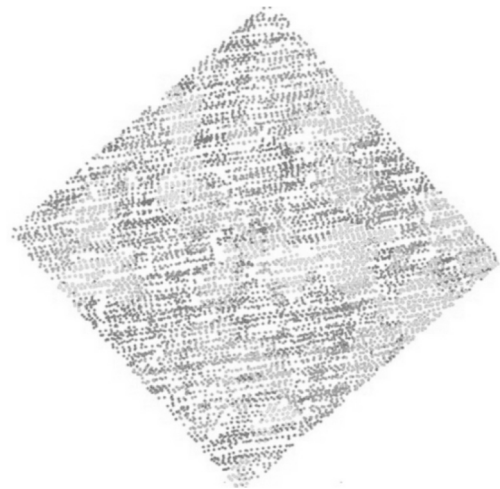
3.1 点云初始分割

初始过分割的目的是获得同质性点簇,然后采用面向对象思想,对点簇进行区域合并,生成树冠。由于点云数据量巨大,本研究的实验区具有几百万个数据点,这对计算机计算性能和速度要求很高。所以,点云初始分割尺度不能太小,否则分割时间很长,计算量太大。但分割尺度也不能过大,否则容易出现欠分割现象,最终降低了分割精度。所以,初始分割尺度要在分割速度和精度上找到一个平衡点。本文采用文献^[22]方法,以多维特征空间为向量和内核带宽度。经多次实验,本研究使用表 2 所列参数,可以得到较好效果(图 2)。

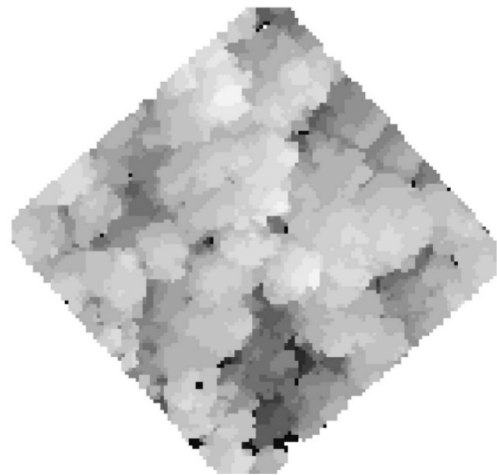
表 2 Mean Shift 初始算法参数设置

Tab.2 Parameters setting of Mean Shift initial algorithm

| 参数 | 值 |
|------------------------------|----------------------|
| 空间特征向量 x_s , 内核带宽 h_s | $h_s = 1.5$ |
| 形状特征向量 x_n , 内核带宽 h_n | $h_n = 9.35$ |
| 能量特征向量 x_e , 内核带宽 h_e | $h_e = 28$ |
| Mean Shift 算法收敛阈值 ϵ | $\epsilon = 0.00001$ |



(a) 顶视图



(b) 点云栅格化

注:图(a)为 MeanShift 算法初始分割点云顶视图,图(b)为采用 IDW 插值法栅格化点云顶视图。

图 2 Mean Shift 算法的初步计算结果

Fig.2 Preliminary calculation results of Mean Shift algorithm

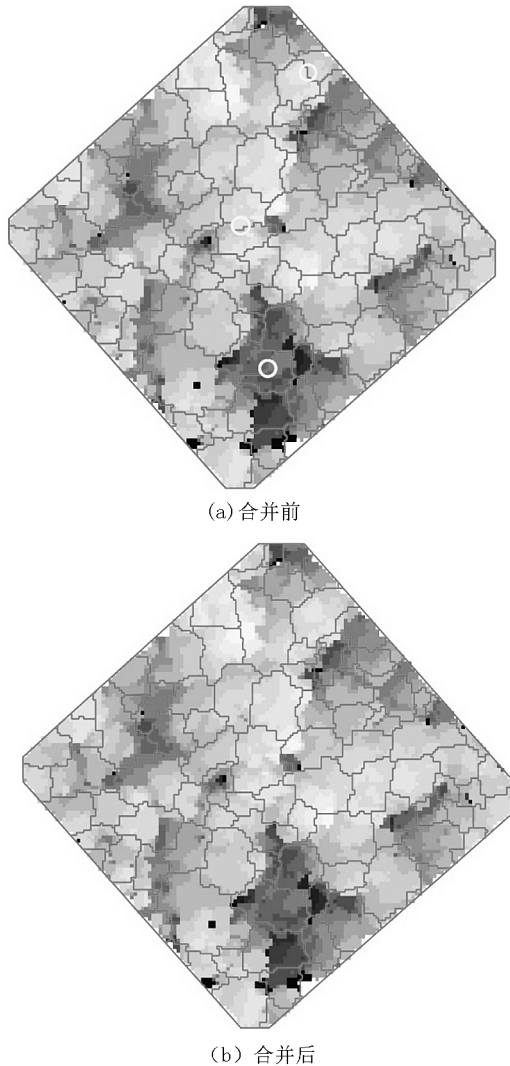
3.2 点簇区域合并

初始分割后的点簇视为对象,区域邻接图的节点为点簇(对象),点簇之间的距离为邻接图的边,形状异质性指标为点簇之间的合并准则。区域合并

可在 eCognition 软件里进行。eCognition 是一款面向对象影像处理软件,可以结合影像的形状因子和光谱因子对影像进行多尺度分割,其中形状因子主要是紧致度和平滑度。合理确定相关因子的权重,可以大大提高图像分割精度。通过不断试验,本次点簇分割尺度为 10(表 3),直观对比效果很好(图 3)。

表 3 基于区域邻接图的最优层次合并方法参数设置
Fig. 3 Parameters setting of optimal hierarchical merging method based on RAG

| 参数 | 值 |
|--------------------|--------------------|
| 尺度参数 Scale | Scale = 10 |
| 紧致度权重 W_{cmpt} | $w_{cmpt} = 0.7$ |
| 平滑度权重 W_{smooth} | $w_{smooth} = 0.3$ |



注:图(a)为区域合并前顶视图,图(b)区域合并后顶视图。

图 3 区域合并前后对比结果

Fig. 3 Comparison of regional merging results

3.3 结果分析

区域合并后的近似树冠轮廓如图 4 所示,树冠轮廓有对应的 Class ID 识别,空隙轮廓在此做透明处理。大部分树冠轮廓都落在图像所示范围内。

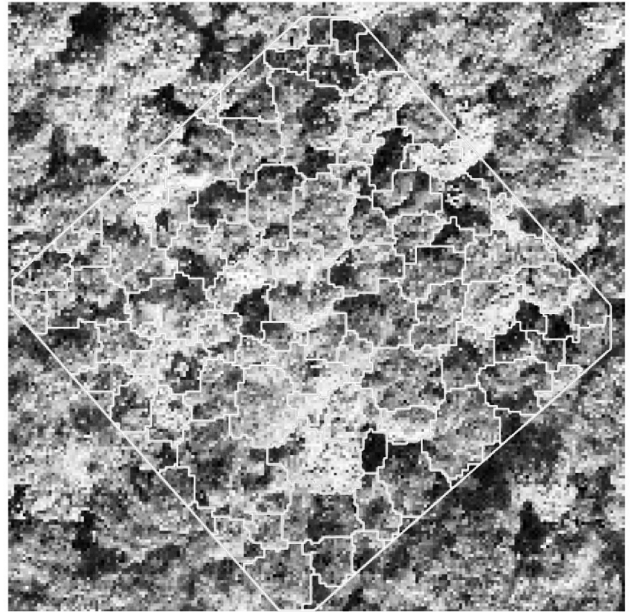


图 4 区域合并结果与 DOM 叠加显示

Fig. 4 Results of region merging and DOM overlay display

采用文献^[23]所提及的定量分析验证方法,把正确分割的点云标识为 TP (True Positive)、欠分割点云为 FN (False Negative)、过分割点云为 FP (False Positive)。用 recall(查全率)作为分割准确度指标,表示单木的分割率,用 Precesion(查准率)表示单木识别的准确程度:

$$precising = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (9)$$

$$recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (10)$$

定量分析选取鼎湖山 20 个典型样方进行结果对比。由表 4 可见,基于最优层次合并的 MeanShift 算法的点云分割与合并,整体计算精度较高,部分地区精度较低,平均精度达到 91.6%,避免了生成 CHM 的初始误差。

4 结论

Mean Shift 算法基于概率密度关系分割点云,能够以三维立体空间采用均值漂移的方式,把机载 LiDAR 点云以地物为对象进行收敛聚类,比较适合结构复杂森林的单木分割。本研究对点云进行 Mean

表 4 结合样方实测数据定量分析

Tab. 4 Quantitative analysis of the measured data combined with plots

| 样方编号 | 实测 树木 | 识别 树木 | TP | Recall | Precision |
|----------|----------|----------|------|--------|-----------|
| DHS01101 | 96 | 92 | 85 | 0.885 | 0.924 |
| DHS01102 | 101 | 95 | 84 | 0.832 | 0.884 |
| DHS01201 | 111 | 107 | 90 | 0.811 | 0.841 |
| DHS01202 | 153 | 148 | 100 | 0.654 | 0.676 |
| DHS01301 | 128 | 116 | 102 | 0.797 | 0.879 |
| DHS01302 | 98 | 93 | 90 | 0.918 | 0.968 |
| DHS01401 | 87 | 85 | 83 | 0.954 | 0.976 |
| DHS01402 | 71 | 70 | 68 | 0.958 | 0.971 |
| DHS01501 | 68 | 66 | 63 | 0.926 | 0.955 |
| DHS01502 | 74 | 71 | 68 | 0.919 | 0.958 |
| DHS01601 | 116 | 109 | 99 | 0.853 | 0.908 |
| DHS01602 | 105 | 100 | 94 | 0.895 | 0.940 |
| DHS01701 | 71 | 68 | 65 | 0.915 | 0.956 |
| DHS01702 | 67 | 66 | 64 | 0.955 | 0.970 |
| DHS01801 | 112 | 109 | 104 | 0.929 | 0.954 |
| DHS01802 | 75 | 72 | 71 | 0.947 | 0.986 |
| DHS01901 | 78 | 75 | 74 | 0.949 | 0.987 |
| DHS01902 | 111 | 104 | 98 | 0.883 | 0.942 |
| DHS2001 | 56 | 52 | 50 | 0.893 | 0.962 |
| DHS2002 | 45 | 41 | 41 | 0.911 | 1.000 |
| Overall | 1779 | 1739 | 1593 | 0.895 | 0.916 |

Shift 初步过分割,为了产生更多同质性较强的对象,然后采用基于区域邻接图的最优层次合并方法,以面向对象的方式对点云再进行区域合并。该区域合并方法在影像分割方面应用较多,实验表明,其单木提取精度达 90% 以上。这两种方法结合,思路简单,且容易实现,适用性强。

在 Mean Shift 算法中,合理设置特征向量权重,点云将会更有针对性地沿实际冠幅漂移。紧致度、平滑度和尺度参数也是分割和合并点云现状的关键尺度,如尺度参数过大,容易产生欠分割现象。下一阶段,将重点考虑森林结构复杂程度,以树高、复杂度为输入参数,以特征向量核带宽度、尺度参数、平滑度为自适应计算参数,采用区域合并的多维特征自适应 Mean Shift 算法,进一步降低点云分割难度、提高精度。

参考文献:

- [1] LEE H, SLATTON K C, ROTH B E, et al. Adaptive clustering of airborne LiDAR data to segment individual tree crowns in managed pine forests[J]. International Journal of Remote Sensing, 2010, 31(1): 117-139.
- [2] 高空间分辨率遥感影像单株立木识别与树冠分割算法研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2009.
- [3] 刘三平, 李利, 曾伟生. 关于完善地方森林资源监测体系的思考[J]. 中南林业调查规划, 2011, 30(3): 1-.
- [4] 基于多源遥感数据的森林蓄积量估算[D]. 北京:北京林业大学, 2015.
- [5] CHEN Q, BALDOCCHI D, GONG P, et al. Isolating Individual Trees in a Savanna Woodland Using Small Footprint Lidar Data [J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2006, 72(8): 923-932.
- [6] ZHANG C, ZHOU Y, FANG Q. Individual Tree Segmentation from LiDAR Point Clouds for Urban Forest Inventory [J]. Remote Sensing, 2015, 7(6): 7892-7913.
- [7] 庞勇, 赵峰, 李增元, 等. 机载激光雷达平均树高提取研究[J]. 遥感学报, 2008, 12(1): 152-158.
- [8] 刘清旺. 机载激光雷达森林参数估测方法研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2009.
- [9] KECK M A, DAVIS J W, TYAGI A. Tracking mean shift clustered point clouds for 3D surveillance[C]. 2006.
- [10] FERENCA I H, SHIMSHONI I. Registration of 3D Point Clouds Using Mean Shift Clustering on Rotations and Translations[J]. 2017: 374-82.
- [11] WEI C, HU X, WEN C, et al. Airborne LiDAR Remote Sensing for Individual Tree Forest Inventory Using Trunk Detection-Aided Mean Shift Clustering Techniques[J]. Remote Sensing, 2018, 10(7): 1078.
- [12] QIN Y, FERRZA A, MALLET C, et al. Individual tree segmentation over large areas using airborne LiDAR point cloud and very high resolution optical imagery[J]. 2015.
- [13] PAVLIDIS T, LIOW Y T. Integrating Region Growing and Edge Detection[J]. Pattern Analysis & Machine Intelligence IEEE Transactions on, 1990, 12(3): 225-233.
- [14] 张学良, 肖鹏峰, 冯学智. 基于改进区域邻接图的遥感图像多尺度快速分割方法[J]. 遥感信息, 2011(5): 3-8.
- [15] COMANICIU D, MEER P. Mean shift: a robust approach toward feature space analysis[J]. IEEE Trans Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2002, 24(5): 603-619.
- [16] CHENG Y. MEAN Shift, Mode Seeking, and Clustering [J]. IEEE Trans. pattern. anal. mach. intell., 1995, 17(8): 790-799.

(下转第 23 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.004

Excel 函数 IF、COUNTIF、IFERROR、VLOOKUP 在天然林停伐保护县级实施方案附表中的应用

普绍林

(易门县十街乡林业工作站,云南 易门 651100)

摘要:介绍 Excel 电子表格软件中函数 IF、COUNTIF、IFERROR、VLOOKUP 的功能、格式与参数,并用天然林停伐保护县级实施方案附表统计林班号和小班号,查找身份证号码举例说明,阐述函数 COUNTIF、VLOOKUP 使用过程中的常见问题及其解决方法。

关键词:Excel 表格;函数;COUNTIF;VLOOKUP;数据统计;身份证号码查找

中图分类号:S711;S757.47;S758.62 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0019-05

引文格式:普绍林. Excel 函数 IF、COUNTIF、IFERROR、VLOOKUP 在天然林停伐保护县级实施方案附表中的应用[J]. 林业调查规划,2019,44(3):19-23.

PU Shaolin. Application of Excel Functions IF, COUNTIF, IFERROR and VLOOKUP in Attached Table of County-level Implementation Plan of Natural Forest Protection after Ending Deforestation[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3):19-23.

Application of Excel Functions IF, COUNTIF, IFERROR and VLOOKUP in Attached Table of County-level Implementation Plan of Natural Forest Protection after Ending Deforestation

PU Shaolin

(Shijie Forestry Station, Yimen, Yunnan 651100, China)

Abstract: This paper introduced the functions, formats and parameters of IF, COUNTIF, IFERROR and VLOOKUP in Excel spreadsheet software, counted up compartments and sub-compartments and searched for ID number by the attached table of the county-level implementation plan of natural forest protection after ending deforestation, as well as illustrated the common problems and solutions of the use of function COUNTIF and VLOOKUP.

Key words: Excel spreadsheet; function; COUNTIF; VLOOKUP; data statistics; search for ID number

1 IF、COUNTIF、IFERROR、VLOOKUP 函 数的功能、格式与参数

1.1 IF 函数

功能:判断是否满足某个条件,如果满足返回一

个值,如果不满足则返回另一个值。

格式:IF(要求的条件,满足条件返回的值,不满足条件返回的值)

参数:要求的条件为要判断的条件。

参数:满足条件返回的值为当满足判断的条件

收稿日期:2018-10-26.

第一作者:普绍林(1969-),男,云南易门人,高级工程师.主要从事营造林规划及资源管理工作. Email:1290735962@qq.com

时返回的值。

参数: 不满足条件返回的值为当不满足判断的条件时返回的值。

1.2 IFERROR 函数

功能: 如果表达式是一个错误, 则返回指定的值, 否则返回表达式自身的值。

格式: IFERROR(返回指定的值, 返回表达式自身的值)

参数: 返回指定的值为表达式错误时返回的指定的值。

参数: 返回表达式自身的值为表达式正确时返回的表达式自身的值。

1.3 COUNTIF 函数

功能: 计算某个区域中满足给定条件的单元格数目。

格式: COUNTIF(计数区域, 定义条件)

参数: 计数区域为需要计算其中满足条件的单元格数目的单元格区域, 即条件。

参数: 定义条件为确定哪些单元格将被计算在内的条件, 其形式可以为数字、表达式或文本。

1.4 VLOOKUP 函数

功能: 在表格或数值数组的首列查找指定的数值, 并由此返回表格或数组中该数值所在行中指定列处的数值^[1]。其中, 精确匹配时, 查找值, 查找区域中查找值都重复, 查找区域绝对引用, 返回值为查找区域中查找值所在行中指定列处的第一个数值, 查找值重复的返回值数值相同, 如果找不到, 则返回错误值 #N/A; 精确匹配时, 查找值重复, 查找区域中查找值不重复, 查找区域绝对引用, 返回值为查找区域中查找值所在行中指定列处的第一个数值, 查找值重复的返回值数值相同, 如果找不到, 则返回错误值 #N/A; 精确匹配时, 查找值不重复, 查找区域中查找值重复, 查找区域绝对引用, 返回值为查找区域中查找值所在行中指定列处的第一个数值(不一定是对应数值), 如果找不到, 则返回错误值 #N/A; 精确匹配时, 查找值, 查找区域中查找值都不重复, 返回值为查找区域中查找值所在行中指定列处的数值, 如果找不到, 则返回错误值 #N/A; 模糊匹配时, 要求查找区域必须按第一列升序排列且返回近似匹配值, 即找不到精确匹配值, 返回小于查找值的最大值^[2]。

格式: VLOOKUP(要查找的值, 要查找的区域, 返回值在要查找区域的第几列数, 精确匹配或模糊匹配)

参数: 要查找的值为需要在数据表中进行查找的数值。要查找的值可以为数值、引用或文本字符串。

参数: 要查找的区域为需要在其中查找数据的数据表区域。使用对区域或区域名称的引用。

参数: 返回值在查找区域的第几列数为返回值在数据表查找区域的列序号, 值为正整数。

参数: 精确匹配或模糊匹配, 为一逻辑值, 指函数 VLOOKUP 查找时是精确匹配, 还是模糊匹配。当值为 0 或省略时, 函数 VLOOKUP 将查找精确匹配值, 如果找不到, 则返回错误值 #N/A。当值为 1 时, 函数 VLOOKUP 将查找近似匹配值。

IF、COUNTIF、IFERROR、VLOOKUP 函数不区分大小写。COUNTIF、VLOOKUP 函数可在工作薄的工作表之间统计、查找数据, 也可在一个工作表中统计、查找数据。

2 使用 COUNTIF 函数统计集体天然林分户一览表林班号、小班号

天然林停伐保护县级实施方案附表集体天然林分户一览表(图 1)中的户主姓名、身份证号码、涉及林班号、小班号等内容, 是用 ArcGIS 软件以天然林停伐保护县级实施方案 Shapefile 图层和林权制度改革 Shapefile 图层制作的 Shapefile 图层导出的的电子表格, 并将集体和个体所有的天然商品林有林地、灌木林地分户(权益主体)情况统计表制作好, 再复制粘贴在集体天然林分户一览表中的方法制作的。其中, 户主姓名(姓名)对应的林班号、小班号统计容易, 一般用先排序, 再统计林班号、小班号的方法统计, 但林班号、小班号不能重复, 数据较多时, 也容易出错^[3]。如使用 COUNTIF 函数辅助统计, 不易出错, 还可提高工作效率。

在使用 COUNTIF 函数辅助统计林班号、小班号前, 要认真筛选村民小组相同姓名的人, 避免统计错误。

在经过整理好的集体和个体所有的天然商品林有林地灌木林地分户(权益主体)情况统计表电子表格中插入辅助列 1(CR 列)、辅助列 2(CS 列), 单击单元格 CR2, 输入公式“=CP2&CQ2”, 回车, 按 CR2 下拉复制公式, 将 CP 列、CQ 列两列数据合并为一列(CR 列), 选择单元格 CS2 输入公式“=COUNTIF(CR\$2:CR2, CR2)”, 下拉复制公式, 统计辅助列 1 单元格数据第几次重复次数, 再按辅助列 2 升序排序, 删除重复数大于等于 2 的行, 再按村

委会、村民小组、户名升序排序,在表格 CT 列后插入 CU 列统计户名(姓名)对应涉及的林班号、小班号(图 2)。

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---------------------------------|-------|-------|-------|-------------------------|--------------|
| 1 | 表5-1 集体和个人所有的天然商品有林地分户(权益主体)一览表 | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | 统计单位 | 林权所有者 | | | | 停伐管护 补助经费 |
| 4 | | 户主姓名 | 身份证号码 | 面积 | 涉及林班号、小班号 | |
| 5 | 十街乡 | 大村 | | 45.2 | 21-4 | 452 |
| 6 | 十街乡 | 王锦洲 | | 2.7 | 21-4 | 27 |
| 7 | 十街乡 | 岭干村 | | 286.3 | 17-21; 3-58, 60, 62, 63 | 2963 |

图 1 附表 5-1 集体天然林分户一览表界面

Fig. 1 Interface of ownership list of collective natural forests in attached table 5-1

| CS2 | | fx =COUNTIF(CR\$2:CR2,CR2) | | | | | | | | | |
|-----|-----|----------------------------|------|-----|-----|----------------|-----|-------------------|------|------|----|
| | CK | CL | CM | CN | CO | CP | CQ | CR | | CS | CT |
| 1 | 乡镇 | 村委会 | 村小组 | 林班号 | 小班号 | XBID | 户名 | 辅助列1 | 辅助列2 | 面积 | |
| 2 | 十街乡 | 大村 | 大村 | 021 | 004 | 53042506021004 | 大村 | 53042506021004大村 | 1 | 5.4 | |
| 3 | 十街乡 | 大村 | 大村 | 021 | 004 | 53042506021004 | 大村 | 53042506021004大村 | 2 | 20.8 | |
| 4 | 十街乡 | 大村 | 大村 | 021 | 004 | 53042506021004 | 大村 | 53042506021004大村 | 3 | 19.0 | |
| 5 | 十街乡 | 大村 | 大村一组 | 021 | 004 | 53042506021004 | 王锦洲 | 53042506021004王锦洲 | 1 | 2.7 | |
| 6 | 十街乡 | 大村 | 大密腊 | 024 | 012 | 53042506024012 | 大密腊 | 53042506024012大密腊 | 1 | 10.3 | |

图 2 用 COUNTIF 函数统计数据第几次重复次数界面

Fig. 2 Interface of statistical data repeat times by COUNTIF function

3 使用 IFERROR、VLOOKUP 函数查找集体天然林分户一览表身份证号码

制作集体天然林分户一览表中的身份证号码时,可用集体和个体所有的天然商品林有林地灌木林地分户(权益主体)情况统计表和生态公益林资金到户兑现表制作好身份证号码,再复制粘贴到集体天然林分户一览表中。

在经过整理好的集体和个体所有的天然商品林有林地灌木林地分户(权益主体)情况统计表电子表格中插入辅助列 1,单击单元格 E4,输入公式“=B4&C4&D4”,将 B、C、D 三列合并为一列。将生态公益林资金到户兑现表中村委会、村小组、姓名四列数据合并为一列,复制粘贴在集体和个体所有的天然商品林有林地灌木林地分户(权益主体)情况统计表右侧。

选择单元格 F4,输入公式“=IFERROR(VLOOKUP(E4,\$T\$4:\$U\$3413,2,0),””)”,其可解释为返回值 F4 值是查找值 E4 值在查找区

域 \$T\$4:\$U\$3413(查找区域绝对引用)按照 T 列匹配查找出来的对应 U 列的值。如果找到,返回对应 U 列的值,如果找不到,返回空值。按 F4 下拉复制公式 3413 行,就可以将身份证号码选入匹配查询列(图 3)。可重新作选择性粘贴中数值。

4 使用 IF、COUNTIF 函数判断身份证号码是否重复、统计身份证号码总重复次数

4.1 判断身份证号码是否重复

在集体和个体所有的天然商品林有林地灌木林地分户(权益主体)情况统计表电子表格中,选择单元格 N4,输入公式“=IF(COUNTIF(\$F\$4:\$F\$864,F4&"*")>1,"重复","")”,按 N4 下拉复制公式,统计 F4 至 F864 单元格中身份证号码是否重复。如果重复,返回值为重复;如果不重复,返回值为空(图 4)。

4.2 统计身份证号码总重复次数

选择单元格 P4,输入公式“=COUNTIF(F:F,F4&"*")”,按 P4 下拉复制公式 864 行,统计 F 列

单元格中身份证号码总重复次数(图 5)。

| F4 =IFERROR(VLOOKUP(E4,\$T\$4:\$U\$3413,2,0),"") | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|-----|-----|-----|----------|--------------------|---|-----|-----|-----|----------|--------------------|------|
| A | B | C | D | E | F | N | P | Q | R | S | T | U | |
| 1 | 集体和个体所有的天然商品林有林地灌木林地分户(权益主体)情况统计表 | | | | | 生态公益林资金到户兑现表 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | 单位:亩 | | | | | | | 单位:元 |
| 3 | 乡镇 | 村委会 | 村小组 | 户名 | 辅助列1 | 身份证号码 | | 村委会 | 村小组 | 姓名 | 村委会村小组姓名 | 身份证号码 | |
| 4 | 十街 | 金田 | 金田 | 王加华 | 金田金田王加 | 532426197401020719 | | 马头 | 大马山 | 王好兰 | 马头大马山王好兰 | 532426194204200725 | |
| 5 | 十街 | 金田 | 金田 | 王兴华 | 金田金田王兴华 | 532426197608020716 | | 马头 | 大马山 | 孟学祥 | 马头大马山孟学祥 | 532426196508060718 | |
| 6 | 十街 | 金田 | 木止箐 | 王兴华 | 金田木止箐王兴华 | 532426196710120719 | | 马头 | 大马山 | 普在华 | 马头大马山普在华 | 532426197507200718 | |
| 7 | 十街 | 金田 | 小革鲜 | 李发兴 | 金田小革鲜李发兴 | | | 马头 | 大马山 | 普在福 | 马头大马山普在福 | 532426196903260718 | |
| 8 | 十街 | 金田 | 小革鲜 | 普正荣 | 金田小革鲜普正荣 | | | 马头 | 大马山 | 普立胜 | 马头大马山普立胜 | 532426197011150710 | |

图 3 用 IFERROR、VLOOKUP 函数查找身份证号码界面

Fig. 3 Interface of ID number searched by IFERROR and VLOOKUP function

| N4 =IF(COUNTIF(\$F\$4:\$F\$864,F4<"*")>1,"重复","") | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|-----|-----|-----|----------|--------------------|----|-----|-----|-----|----------|--------------------|------|
| A | B | C | D | E | F | N | P | Q | R | S | T | U | |
| 1 | 集体和个体所有的天然商品林有林地灌木林地分户(权益主体)情况统计表 | | | | | 生态公益林资金到户兑现表 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | 单位:亩 | | | | | | | 单位:元 |
| 3 | 乡镇 | 村委会 | 村小组 | 户名 | 辅助列1 | 身份证号码 | | 村委会 | 村小组 | 姓名 | 村委会村小组姓名 | 身份证号码 | |
| 4 | 十街 | 金田 | 金田 | 王加华 | 金田金田王加华 | 532426197401020719 | | 马头 | 大马山 | 王好兰 | 马头大马山王好兰 | 532426194204200725 | |
| 5 | 十街 | 金田 | 金田 | 王兴华 | 金田金田王兴华 | 532426197608020716 | | 马头 | 大马山 | 孟学祥 | 马头大马山孟学祥 | 532426196508060718 | |
| 6 | 十街 | 金田 | 木止箐 | 王兴华 | 金田木止箐王兴华 | 532426196710120719 | | 马头 | 大马山 | 普在华 | 马头大马山普在华 | 532426197507200718 | |
| 7 | 十街 | 金田 | 小革鲜 | 李发兴 | 金田小革鲜李发兴 | | 重复 | 马头 | 大马山 | 普在福 | 马头大马山普在福 | 532426196903260718 | |
| 8 | 十街 | 金田 | 小革鲜 | 普正荣 | 金田小革鲜普正荣 | | 重复 | 马头 | 大马山 | 普立胜 | 马头大马山普立胜 | 532426197011150710 | |

图 4 用 IF、COUNTIF 函数判断身份证号码是否重复界面

Fig. 4 Interface of ID number repeat times judged by IF and COUNTIF function

| P4 =COUNTIF(F:F,F4<"*") | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|----------|--------------------|------------|-----|-----|-----|----------|----------|--------------------|
| A | B | C | D | E | F | N | P | Q | R | S | T | U | |
| 1 | 集体和个体所有的天然商品林有林地灌木林地分户(权益主体)情况统计表 | | | | | 生态公益林资金到户兑现表 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | 单位:亩 | | | | | | | 单位:元 |
| 3 | 乡镇 | 村委会 | 村小组 | 户名 | 辅助列1 | 身份证号码 | 身份证号码总重复次数 | 村委会 | 村小组 | 姓名 | 村委会村小组姓名 | 身份证号码 | |
| 4 | 十街 | 金田 | 金田 | 王加华 | 金田金田王加华 | 532426197401020719 | | 1 | 马头 | 大马山 | 王好兰 | 马头大马山王好兰 | 532426194204200725 |
| 5 | 十街 | 金田 | 金田 | 王兴华 | 金田金田王兴华 | 532426197608020716 | 重复 | 2 | 马头 | 大马山 | 孟学祥 | 马头大马山孟学祥 | 532426196508060718 |
| 6 | 十街 | 金田 | 木止箐 | 王兴华 | 金田木止箐王兴华 | 532426197608020716 | 重复 | 2 | 马头 | 大马山 | 普在华 | 马头大马山普在华 | 532426197507200718 |

图 5 用 COUNTIF 函数统计身份证号码总重复次数界面

Fig. 5 Interface of ID number repeat times statistics by COUNTIF function

5 常见问题及解决方法

5.1 用 COUNTIF 函数统计身份证号码是否重复时统计错误

用 COUNTIF 函数统计身份证号码时,按数值统计,如果身份证号码前 15 位相同,后三位都是 0,统计时就会出错。

解决办法:将 COUNTIF 函数第二参数使用通配符 * 将身份证号码连接 *, COUNTIF 函数统计时按文本统计。比如选择单元格 C2,输入公式“=IF(COUNTIF(\$B\$2:\$B\$6,B2&"*")>1,"重复","")”。

5.2 VLOOKUP 函数

1) 查找值和查找区域中的查找值数据格式不一致,返回错误值#N/A

解决方法:将查找值和查找区域中的查找值数据格式设置成一致。

2) 查找区域没有绝对引用,一些返回值返回正确值,一些返回值返回错误值#N/A

解决方法:将查找区域绝对引用。比如 \$B\$2:\$C\$6。

3) 查找值有多余空格,返回值返回错误值 #N/A

解决方法:

①替换法。选中查找值列,查找,输入一个空

格,替换,不输入,全部替换,删除字符串中的所有空格。但这种方法无法去掉单元格对齐方式等原因形成的空格。

②SUBSTITUTE 函数法。比如查找值在表格 A2 列,选择单元格 B2,输入公式“=SUBSTITUTE(A2," ","")”,前一个英文状态双引号中间有一个空格,后一个英文状态双引号中间无空格。回车,按 B2 下拉复制公式,将 A2 列字符串中的空格(空格可位于字符串前、中、后)去掉。可重新作选择性粘贴中数值。

4) 查找值重复,返回值数值相同或返回值只有一个但不一定是对应值

解决方法:用 COUNTIF 函数、连接符 &、设置辅助列等将查找值变成不同,再用 VLOOKUP 函数查找。

参考文献:

- [1] 邓彩云. 巧用 VLOOKUP 函数完成复杂统计报表[J]. 中国卫生统计, 2010, 3(27): 315-16.
- [2] 常桂英. Excel 函数 COUNTIF 及 VLOOKUP 在考勤管理中的应用[J]. 现代计算机(专业版), 2011, 10: 73-75.
- [3] 施永利. 运用 VLOOKUP 函数改进薪酬管理[J]. 财会月刊, 2014, 24: 80-81.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 18 页)

- [17] SAARINEN K. Color image segmentation by a watershed algorithm and region adjacency graph processing[C]. 1994.
- [18] 盛仲飙, 韩慧妍. 散乱点云分割技术研究与应用[J]. 计算技术与自动化, 2016, 35(1): 104-106.
- [19] AHMED M N, YAMANY S M, MOHAMED N A, et al. A Modified Fuzzy C-Means Algorithm for MRI Bias Field Estimation and Adaptive Segmentation[C]. 1999.
- [20] CHEN S, ZHANG D. Robust image segmentation using FCM with spatial constraints based on new kernel-induced distance measure[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics), 2004,

34(4): 1907-1916.

- [21] 刘立坤. 基于流形理论的 LiDAR 多维点云分割方法研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2015.
- [22] 基于机载 LiDAR 和 Mean Shift 算法提取森林密度[J]. 西南交通大学学报, 2015, 50(6): 1156-1163.
- [23] LI W, GUO Q, JAKUBOWSKI M K, et al. A new method for segmenting individual trees from the lidar point cloud[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2012, 78(1): 75-84.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.005

湖北省区域碳排放强度和森林碳汇差异分析

付甜,潘磊,胡文杰,戴薛

(湖北省林业科学研究院,湖北 武汉 430070)

摘要:核算湖北省各州市碳排放强度与森林碳汇,分析区域能源消耗与碳吸收现状,并采用聚类分析方法将各州市按其地区差异划分为4个类别。结果表明,湖北省大部分地区碳排放强度超过0.5 t/万元GDP,其中黄石地区碳排放强度最高,随州地区最低;湖北省各地区森林碳汇差异较大,森林碳汇的总体分布格局为鄂西北>鄂东>鄂中;天门、仙桃、荆州、武汉、随州市属于低碳排放强度—低森林碳汇地区,潜江、荆门、鄂州市属于高碳排放强度—低森林碳汇地区,宜昌、黄石、咸宁、孝感、襄阳市和恩施州属于高碳排放强度—高森林碳汇地区,黄冈、神农架、十堰市属于低碳排放强度—高森林碳汇地区。提出加强造林与森林经营工作,加大木质产品与可再生能源的开发,完善碳汇交易市场等建议。

关键词:碳排放;森林碳汇;聚类分析;碳减排;碳汇交易市场;湖北省

中图分类号:S718.56;P461.7 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0024-06

引文格式:付甜,潘磊,胡文杰,等.湖北省区域碳排放强度和森林碳汇差异分析[J].林业调查规划,2019,44(3):24-29,40.

FU Tian, PAN Lei, HU Wenjie, et al. Analysis on Regional Difference of Carbon Emission Intensity and Forest Carbon Sink in Hubei Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3):24-29, 40.

Analysis on Regional Difference of Carbon Emission Intensity and Forest Carbon Sink in Hubei Province

FU Tian, PAN Lei, HU Wenjie, DAI Xue

(Hubei Academy of Forestry, Wuhan 430070, China)

Abstract: The cities and prefectures in Hubei Province were divided into four categories based on the regional differences on carbon emission intensity, forest carbon sink, regional energy consumption and carbon absorption by cluster analysis method. The results showed that the carbon emission intensity of most areas in Hubei exceeded 0.5 ton per ten thousand yuan GDP, among which the carbon emission intensity was the highest in Huangshi but the lowest in Suizhou. The forest carbon sink showed obvious regional difference and its spatial distribution pattern was northwest area > east area > central area. The areas of low carbon emission intensity—low forest carbon sink were Tianmen, Xiantao, Jingzhou, Wuhan and Suizhou, the areas of high carbon emission intensity—low forest carbon sink were Qianjiang, Jingmen and Ezhou, the areas of high carbon emission intensity—high forest carbon sink were Yichang, Huangshi, Xianning, Xiaogan, Xiangyang and Enshi, and the areas of low carbon emission intensity—high

收稿日期:2018-12-03.

第一作者:付甜(1985-),女,湖北武汉人,博士,助理研究员.从事森林生态学、3S技术在林业上的应用等方面的研究.

forest carbon sink were Huanggang, Shennongjia and Shiyan. Some suggestions were put forward to strengthen afforestation and forest management, increase the development of wood products and renewable energy, and improve the carbon exchange market.

Key words: carbon emission; forest carbon sink; cluster analysis; carbon emission reduction; carbon exchange market; Hubei Province

1 背景

气候变化问题是人类面临的共同挑战。作为全球最大的发展中国家,中国是最大的二氧化碳(CO₂)排放国。2009年,中国承诺到2020年中国单位GDP的CO₂排放量(碳排放强度)比2005年下降40%~45%,并作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划,显示出一个大国为全球应对气候变化做出的巨大努力。在2015年的巴黎世界气候大会上,中国承诺到2030年单位GDP的CO₂排放量比2005年下降60%~65%。随着武汉市加入“C40城市气候领袖群”以及“中美峰会”上中国提出2030年左右CO₂排放达到峰值等现实背景的确立,湖北省面临的低碳压力越来越大^[1]。2017年,湖北省政府印发“十三五”控制温室气体排放工作实施方案,力争到2020年单位地区生产总值CO₂排放比2015年下降19.5%,能源消费总量控制在1.89亿t标准煤以内。因此,在保持经济增长的同时如何削减碳排放成了具有重大现实意义的课题^[2]。近年来,在经济增长与碳排放的关系方面取得了不少研究成果。张红等(2014)基于33个国家的GVAR模型探讨了中国经济增长对国际能源消费和碳排放的动态影响^[3]。陈红梅等(2012)分析了1965—2007年间的的历史数据,研究发现碳排放和GDP之间存在单向因果关系,GDP和能源消费之间存在双向因果关系^[4]。森林碳汇研究则主要集中在碳储量和固碳量的估算以及计量方法上^[5,6],近几年随着节能减排工作的开展,也出现了对于森林碳汇在能源碳排放上的抵消作用方面的研究^[7]。

从碳排放抵消的角度来看,森林碳汇的增加有助于减少碳排放给环境带来的压力。本文通过对湖北省17个州市的碳排放强度和森林碳汇量的核算,摸清全省各地区碳排放和森林碳汇的基本情况,并针对地域差异进行分类研究,以期为将来湖北省的

碳减排工作策略提供理论与数据基础。

2 研究方法

2.1 碳排放强度计算

碳排放强度是指单位国内(地区)生产总值产生的碳排放量。能源消费数据取自于《中国统计年鉴》、《湖北省统计年鉴》,各类能源折算成标准煤的系数采用《中国能源统计年鉴》中的数据。

采用碳排放系数法来计算碳排放量,该方法是联合国政府间气候变化专门委员会碳排放计算指南的推荐方法。计算表达式为:

$$C = \sum_{i=1}^n E_i C_i$$

式中: C 表示碳排放量; E_i 为第*i*种能源的终端消费量; C_i 为第*i*种能源的碳排放系数; n 为包括煤炭与石油等各种含碳能源,这些能源在使用过程中会产生CO₂排放,CO₂排放量可以通过CO₂气化系数折算成碳排放量。

碳排放主要来源于化石能源的燃烧,根据《中国能源统计年鉴》的统计项目,选择煤炭、汽油、煤油、柴油、天然气、燃料油、原油、焦炭、电力9种最终能源消费数据对碳排放量进行测算。测算时应首先将各种能源消费量转化为标准统计量,再乘以各自碳排放系数,最后将9种能源消费碳排放量加总即可得到某省某年碳排放量。在统计年鉴的数据中,大部分区域能源消费已被统一折算成“万t标准煤”的单位。这类数据可采取国家发改委能源研究所规定的取值0.67作为标准煤的碳排放折算系数。

2.2 碳汇量计算

森林碳汇量是不同测量时期内森林固碳量的变化情况。本文采取的是基于森林蓄积量与林地面积数据进行运算的蓄积量法(kaya恒等式)。蓄积数据来源于省级林业资源清查统计数据。蓄积量法对于不同林分结构的森林具有普适的核算效果,而且不用考虑生物量和微气象变化等其它影响因子,是适用于林业经济类科学研究的方法^[8]。根据蓄积量法,森林各部分的碳储量用活立木蓄积量或森林面积乘以其换算因子得出。具体的核算模型推导过程如下:

$$C = CD + CL + CR + CGP + CE \quad (1)$$

$$CD = 0.3V \quad (2)$$

$$CL = 6.5S \quad (3)$$

$$CR = 0.2(CD + CL) \quad (4)$$

$$CGP = S \quad (5)$$

$$CE = 70S \quad (6)$$

式(1)~(6)中: C 代表森林的总固碳量; V 代表活立木的蓄积量; S 代表森林面积, CD 代表立木的固碳量, CL 代表枝叶的固碳量, CR 代表树桩和根部的固碳量, CGP 代表地被植物的固碳量, CE 代表森林土壤的固碳量。由上述公式 1~6 可以推导得出森林固碳量的计算公式为:

$$C = 0.36V + 78.8S \quad (7)$$

式(7)计算出来的是数据被测算的时间点上的森林储存碳的数量,是一种广义的森林碳汇。一定时期内的森林碳汇可以根据 2 次被测算时间点的差值计算出来。

2.3 聚类分析法

本研究采用 K-means 聚类分析方法,这是一种传统划分方法。它的基本原理是:随机选择 k 个对象,每个对象初始地代表一个簇的均值或中心。对研究样本内剩余的对象,根据其于各个簇中心的距离,将其赋给最近的簇,然后重新计算每个簇的平均值。重复这个过程,直到准则函数收敛^[9]。

3 结果与分析

3.1 碳排放现状与碳排放强度地域差异

湖北省能源消费总量从“十一五”开始处于持续上升态势,但增速自“十二五”开始持续降低。2005 年略高于 1 亿 tce,2007 年达到 1.2 亿 tce,2010 年突破 1.5 亿 tce,2013 年达到 1.86 亿 tce。从增长速度看,湖北省能源消费增速保持在 5% 以上,2010 年增速达到 10.43%,之后增速持续回落,2013 年降至 5.51%。湖北省是“中部崛起”战略的重要省份,自“中部崛起”战略实施以来,湖北省经济社会发展速度不断加快,核心竞争力不断提升,但是单位生产总值(GDP)能耗水平较高的能源问题严重制约了经济的进一步发展。2005 年,湖北省万元 GDP 能耗高达 1.53 tce/万元 GDP(全国为 1.28 t 标煤/万元 GDP);十一五期间由于加大了节能减排力度,2010 年万元 GDP 能耗降低至 1.20 tce/万元 GDP,比 2005 年降低 21.6%。“十二五”期间万元 GDP 能耗继续保持下降态势,2015 年降低至 0.73 tce/万元 GDP。

将湖北省 17 个州市区域的 GDP 和综合能源消费量数据进行对比,能直观地看出全省各地区的产业结构与能源消费效率(图 1)。

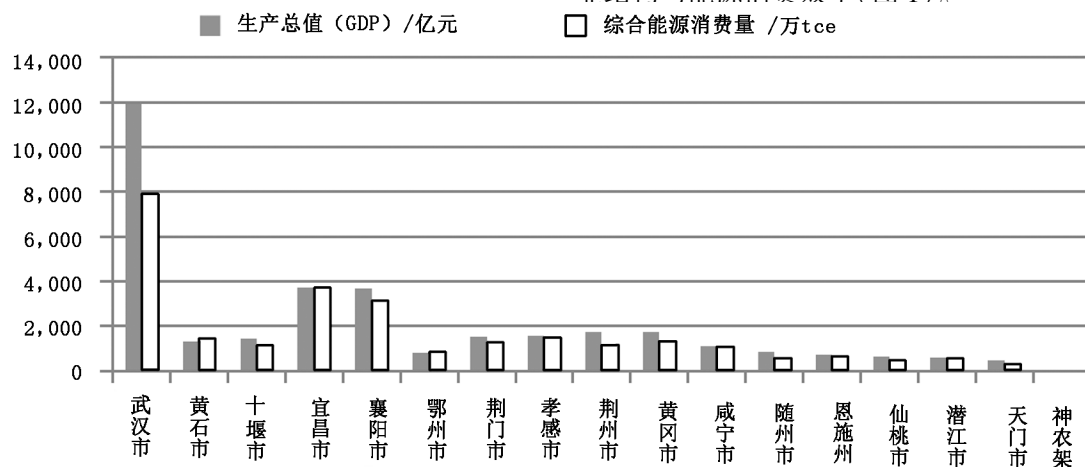


图 1 2016 年湖北省各州市生产总值与综合能源消费量

Fig. 1 GDP (100 million yuan) and comprehensive energy consumption (10,000 tons) of all cities and prefectures in Hubei in 2006

采取国家发改委能源研究所规定的取值 0.67 作为标准煤的碳排放折算系数,折算出各地区碳排放量,也可将万元 GDP 能耗折算成单位(地区)生产总值产生的碳排放量,即碳排放强度。2016 年武

汉市碳排放量全省最高,为 5 286.05 万 tce;宜昌和襄阳地区排名第二和第三位,碳排放量分别达 2 493.24 万 tce 和 2 107.09 万 tce;全省碳排放量最少的地区是神农架,仅为 11.79 万 tce。全省碳排放

强度最高的地区是黄石市,达 0.74 t/万元 GDP,其次为鄂州市,为 0.71 t/万元 GDP、宜昌市为 0.67 t/万元 GDP;随州市碳排放强度最低,仅为 0.43 t/万元 GDP,武汉、荆州和天门市碳排放强度均为 0.44 t/万元 GDP,其他地区碳排放强度均超过 0.5 t/万元 GDP。

3.2 林业资源现状与森林碳汇评估

3.2.1 林业资源现状

依据第九次湖北省森林资源清查成果,湖北省林地面积为 876.09 万 hm^2 , 占全省土地总面积的 47.13%;森林面积为 736.27 万 hm^2 , 占林地面积的 84.04%,森林覆盖率为 39.61%。活立木总蓄积 39 579.82 万 m^3 , 其中森林蓄积 36 507.91 万 m^3 , 占活立木总蓄积的 92.24%。清查间隔期内全省林地面积有所增加,净增了 26.24 万 hm^2 , 全省活立木蓄积增加 8 255.13 万 m^3 , 其中森林蓄积增加 7 854.94 万 m^3 。采取基于森林蓄积量与林地面积数据进行运算的蓄积量法,采用 2 次被测算时间点

的差值计算区域森林的固碳量,可得广义的森林碳汇,最后得出湖北省年均森林碳汇量为 1 007.91 万 t 标煤。假设清查期内的森林资源变动是匀速的,即可看作每年湖北省森林可吸收碳排放 1 007.91 万 t,占 2016 年全省碳排放总量的 6.2%。

3.2.2 森林碳汇地域差异

森林碳汇反映的是森林所承载的碳排放量情况。由于年鉴与连续清查数据中未对各州市进行区域分析,因此,采用湖北省 2009 年二类调查小班统计数据与 2016 年各州市的省年度蓄积监测数据,计算得出各州市森林碳汇量(表 1)。2009—2016 年,湖北省大部份地区森林面积与蓄积量均有大幅度上升,其中恩施州和十堰市年均碳汇量最高,分别达 293.56 万 t/a 和 263.51 万 t/a ,武汉市年均碳汇量最少,仅为 0.53 万 t/a 。有 4 个地区包括荆州市、仙桃市、潜江市、天门市因森林面积减少或其他原因造成不同程度的碳流失,荆州市碳损失量最大,高达 29.50 万 t/a 。

表 1 湖北省各州市森林资源固碳情况

Tab. 1 Forest carbon sink of all cities and prefectures in Hubei

| 地区 | 2009 | | | 2016 | | | 年均碳汇量 /万 t |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|---------------|
| | 森林面积 / hm^2 | 森林蓄积 / km^3 | 碳储量 /万 t | 森林面积 / hm^2 | 森林蓄积 / km^3 | 碳储量 /万 t | |
| 武汉市 | 120632.20 | 4616.064 | 950.748 | 121098.30 | 5333.351 | 954.447 | 0.52844 |
| 黄石市 | 91639.68 | 3776.641 | 722.257 | 158155.40 | 4875.357 | 1246.440 | 74.88335 |
| 十堰市 | 1300094.00 | 65330.480 | 10247.090 | 1534093.00 | 85230.960 | 12091.720 | 263.51810 |
| 宜昌市 | 1205277.00 | 49554.960 | 9499.367 | 1380509.00 | 61743.550 | 10880.630 | 197.32360 |
| 襄樊市 | 725255.20 | 23946.240 | 5715.873 | 816591.50 | 30197.660 | 6435.828 | 102.85070 |
| 鄂州市 | 14392.86 | 777.573 | 113.444 | 17531.43 | 926.547 | 138.181 | 3.53390 |
| 荆门市 | 401315.70 | 16494.860 | 3162.962 | 405180.20 | 20570.820 | 3193.561 | 4.37129 |
| 孝感市 | 151764.30 | 8322.992 | 1196.202 | 168495.70 | 9936.967 | 1328.104 | 18.84309 |
| 荆州市 | 187161.20 | 11593.030 | 1475.248 | 160941.20 | 15125.700 | 1268.761 | -29.49810 |
| 黄冈市 | 586835.20 | 28647.930 | 4625.293 | 737780.60 | 36312.350 | 5815.018 | 169.96080 |
| 咸宁市 | 430191.60 | 11751.720 | 3390.333 | 485877.10 | 14396.900 | 3829.230 | 62.69956 |
| 随州市 | 473523.00 | 14595.900 | 3731.887 | 477648.30 | 17699.520 | 3764.505 | 4.65980 |
| 恩施州 | 1278938.00 | 62850.370 | 10080.290 | 1539650.00 | 77460.590 | 12135.230 | 293.56240 |
| 仙桃市 | 26917.95 | 3117.034 | 212.226 | 16855.42 | 4346.908 | 132.978 | -11.32120 |
| 潜江市 | 19196.62 | 1651.192 | 151.329 | 13033.32 | 1848.881 | 102.769 | -6.93710 |
| 天门市 | 32576.68 | 2856.766 | 256.807 | 19979.09 | 4267.423 | 157.589 | -14.17400 |
| 神农架 | 222658.00 | 15913.200 | 1755.118 | 294904.20 | 24336.830 | 2324.721 | 81.37192 |
| 全省合计 | 7268369.00 | 325796.900 | 57286.480 | 8348323.00 | 414610.300 | 65799.710 | 1216.17600 |

3.3 聚类分析

从湖北省各地区 2016 年碳排放强度与年均森林碳汇量的对比来看(图 2),第二、三产业占主导,经济发展较好的地区如武汉、襄阳等地碳排放量虽

高位运行,其碳排放强度和森林碳汇量却均相对较低,而森林资源相对丰富且第一、三产业占主导的地区如恩施、黄冈等地则碳吸收效益明显,年均碳汇量较高,而碳排放强度则相对较低。

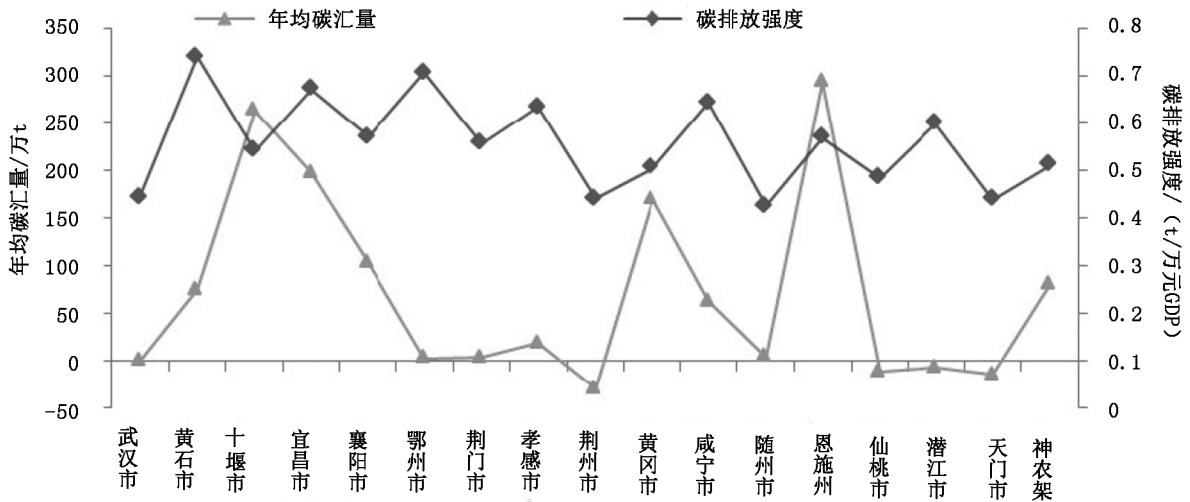


图 2 2016 年湖北省各州市碳排放量与年均碳汇量对比

Fig. 2 Comparison of carbon emission and annual carbon sink of all cities and prefectures in Hubei in 2006

采用碳排放强度和森林碳汇 2 项指标对湖北省各地区的绿色发展等级做一个分类。为避免极值对分类造成的影响,先对湖北省各地区的碳排放强度和森林碳汇数据进行标准化处理,将各地区的碳排放强度和森林碳汇依照排名由高到低依次赋值为 17 到 1;以森林碳汇为横轴,碳排放强度为纵轴,制作碳排放强度—森林碳汇散点图,通过统计分析软件 SPSS 对湖北省 17 个州市进行二维 K-means 聚类分析,确定聚类分析的初始中心点;将散点图划为 4 个象限,即将区域划分为 4 个类别(图 3)。其中,低碳排放强度—低森林碳汇地区,初始中心点为天门市;高碳排放强度—低森林碳汇地区,初始中心点为潜江市;高碳排放强度—高森林碳汇地区,初始中心点为宜昌市;低碳排放强度—高森林碳汇地区,初始中心点为黄冈市。

从聚类分析的结果可以看出,低碳排放强度—低森林碳汇地区包含天门、荆州、仙桃、武汉、随州市;高碳排放强度—低森林碳汇地区包含潜江、荆门、鄂州市;高碳排放强度—高森林碳汇地区包含宜昌、黄石、咸宁、孝感、襄阳市和恩施州;低碳排放强度—高森林碳汇地区包含黄冈市、神农架、十堰市。

天门、仙桃、荆州、武汉、随州市属于低碳排放强度—低森林碳汇地区,分布于湖北省中东部地区。

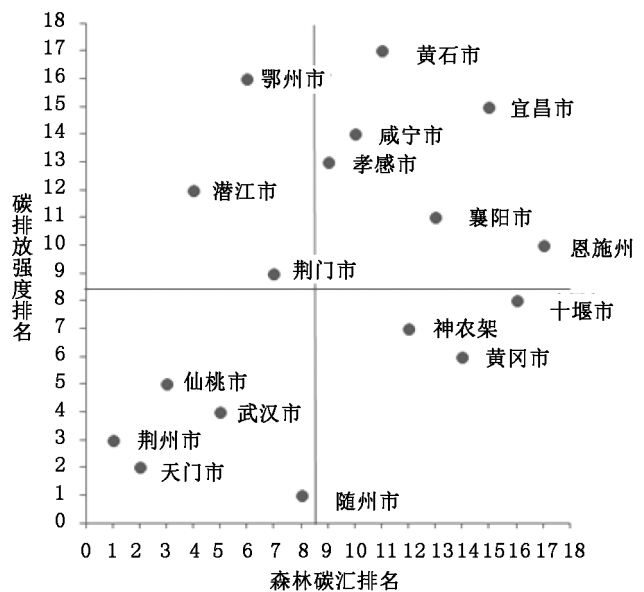


图 3 碳排放强度—森林碳汇散点分类

Fig. 3 Scatter diagram of carbon emission intensity and forest carbon sink

这类地区的产业结构较为合理,同时森林面积相对较少,其碳排放强度和森林碳汇在省内均属于较低水平,需要加强林业建设,提高森林碳汇,并在发展工业经济的过程中保持现有的低碳经济发展水平。

潜江、荆门、鄂州市属于高碳排放强度—低森林

碳汇地区,分布于湖北省中部和东部地区,其产业结构以重化工业为主,能源消耗与碳排放量巨大,而森林面积较少,蓄积量也较低,因此森林碳汇处于较低水平,这类地区的碳减排工作压力相对最大,需同时兼顾林业建设与产业结构调整。

宜昌、黄石、咸宁、孝感、襄阳市和恩施州属于高碳排放强度—高森林碳汇地区,分布于湖北省西北部和东部地区,多半以第二产业为主,低碳经济发展水平较低,但同时森林资源较为丰富,因此森林碳汇相对较高。这类地区应将碳汇工作重心放在调整产业结构,加快产业升级等技术领域,促进低碳经济的发展。

黄冈、神农架、十堰市属于低碳排放强度—高森林碳汇地区,分布于湖北省东部和西北部山区,产业结构以第一、三产业为主,森林资源较为丰富,森林管护工作较为成功,森林碳汇在省内存属于较高水平,减排压力相对最小。

4 结论与建议

1)湖北省各地区碳排放强度存在明显差异。经济发展水平较高的武汉、襄阳、宜昌等地的碳排放量处于省内较高水平;全省大部分地区碳排放强度均超过0.5 t/万元GDP,黄石、鄂州地区的碳排放强度处于省内较高水平,应与当地经济发展的主要产业为工业产业有关。

2)湖北省各地区森林碳汇差异较大。省内大部份地区森林面积与蓄积量均有大幅度上升,有少数地区存在不同程度的碳流失。森林碳汇的总体分布格局为鄂西北>鄂东>鄂中。

3)通过聚类分析可以将全省17个地区划分为4个区域类型。天门、仙桃、荆州、武汉、随州市属于低消耗—低碳汇地区;潜江、荆门、鄂州市属于高碳排放强度—低森林碳汇地区;宜昌、黄石、咸宁、孝感、襄阳市和恩施州属于高碳排放强度—高森林碳汇地区;黄冈、神农架、十堰市属于低碳排放强度—高森林碳汇地区。

森林是陆地生态系统的主体,管理良好的林业能够以低成本实现减源和增汇的双重功效^[10]。针对湖北省各地区碳排放强度和森林碳汇存在的差异,为促进各地区增汇减排工作提出以下建议:

1)加强造林与森林经营工作

植树造林、森林抚育和经营等已有较为成熟的理论和技术体系,早已被广大森林经营者和林业管理者掌握和应用,在林业碳汇政策支持下和市场机

制作用下,只需要较为简单的业务培训与技术推广,相关工作就可以迅速开展。通过在高消耗—低碳汇地区加强造林工作,在高碳汇地区大力开展森林抚育和经营,增加林业碳汇进行间接减排具有很强的可操作性。

2)加大木质产品和可再生能源的开发

经济的快速发展意味着对煤炭、石油等不可再生的化石资源的巨大需求,能源问题是碳减排工作中避不开的重要议题。森林作为一种可再生资源,具有巨大的潜力。在高消耗地区,转变经济发展方式,发展绿色经济、促进绿色增长具有重要意义。此外,林木生物质能源可以部分替代化石能源,有效减少碳排放,而大力发展木本粮油不仅能增加碳汇,还能够维护国家粮油安全。

3)完善碳汇交易市场

现有的森林碳汇由于政策方法等原因一时难以进入计量,但新增的森林在开始就应争取进入碳汇造林体系。一方面要通过造林项目增加森林面积和蓄积量,充分挖掘林业碳汇潜力,为抵消工业碳排放提供碳汇量;另一方面应积极探索碳汇交易机制,通过林业碳汇交易试点逐步扩大森林碳汇产业,切实发挥林业减排的作用。湖北省作为碳交易试点,具有整合碳市场低碳资源的先发优势和潜力。在高能耗地区大力加强参与碳交易市场的几大重点排放行业的基础能力建设、节能减排技术改造和低碳投融资,充分利用碳市场降低湖北省排放企业的碳减排成本,从碳市场获得碳金融的各种支持和服务,促进湖北省以较低成本实现“十三五”的碳减排目标。

参考文献:

- [1] 龙妍,丰文先,王兴辉. 基于LEAP模型的湖北省能源消耗及碳排放分析[J]. 电力科学与工程,2016,32(5): 1-6.
- [2] 栾晏. 发达国家和发展中国家能源消费与碳排放控制研究[D]. 吉林:吉林大学,2015.
- [3] 张红,李洋,张洋. 中国经济增长对国际能源消费和碳排放的动态影响—基于33个国家GVAR模型的实证研究[J]. 清华大学学报(哲学社会科学版),2014(1): 14-25.
- [4] 陈红梅,宁云才,齐秀辉. 中国经济增长、能源消耗与碳排放之间的关机研究[J]. 科技管理研究,2012(10): 198-202.
- [5] 周玉荣. 我国主要森林生态系统碳储量和碳平衡[J]. 植物生态学报,2000,24(5):518-522.

(下转第40页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.006

昆明市城区不同区域环境空气负氧离子浓度变化特征分析

马芙蓉¹, 张一舟²

(1. 云南省林业调查规划院生态分院, 云南 昆明 650051; 2. 云南师范大学实验中学, 云南 昆明 650031)

摘要:选择昆明市主城区及周边具有代表性的居民密集区域和森林植被分布区域作为监测对象,对同一天气环境、不同时段的环境空气负氧离子浓度进行测定,探讨不同区域环境下空气负氧离子浓度变化特征。结果表明,不同区域环境空气负氧离子含量差异显著,森林植被好的区域空气负氧离子浓度高,空气质量好;在不同时段,上午空气负氧离子浓度最高,中午和下午负氧离子浓度低;在同一天内,森林植被好的区域空气负氧离子浓度日变化大,居民密集区空气负氧离子浓度日变化较小;空气负氧离子浓度与森林植被呈正相关关系,森林植被越好,负氧离子浓度越高,空气越清新。

关键词:空气负氧离子;浓度变化;区域环境;森林植被;居民密集区;昆明市城区

中图分类号:S731.2;X21 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0030-05

引文格式:马芙蓉,张一舟. 昆明市城区不同区域环境空气负氧离子浓度变化特征分析[J]. 林业调查规划,2019,44(3):30-4,162.

MA Furong, ZHANG Yizhou. Variation Characteristics of Negative Oxygen Ion Concentration in Different Regions of Kunming City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3):30-4, 162.

Variation Characteristics of Negative Oxygen Ion Concentration in Different Regions of Kunming City

MA Furong¹, ZHANG Yizhou²

(1. Ecology Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650051, China;
2. Experimental Middle School Attached to Yunnan Normal University, Kunming 650031, China)

Abstract: The main urban area of Kunming City and its surrounding representative densely populated areas and forest vegetation distribution areas were selected as monitoring objects to measure the concentration of negative oxygen ions in the same weather environment and at different periods, and to explore the change characteristics of the concentration of negative oxygen ions in different regional environments. The results showed that the contents of negative oxygen ions were significantly different in different regions. The air quality was good with high concentration of negative oxygen ions in areas with good forest vegetation. In different periods, the concentration of negative oxygen ions was the highest in the morning but the lowest at noon and in the afternoon. On the same day, the diurnal variation of negative oxygen ion concentration was large in the areas with good forest vegetation but small in the densely populated areas. The concentration of negative oxygen ions was positively correlated with forest vegetation. The better the forest vegetation was, the higher the concentration of negative oxygen ions was and the fresher the air was.

收稿日期:2019-03-16.

第一作者:马芙蓉(1971-),女,云南泸西人,工程师.从事林业工程和规划设计工作.

Key words: negative oxygen ions; concentration change; regional environment; forest vegetation; densely populated areas; urban area of Kunming City

1 负氧离子的功效

随着经济发展和人口剧增,人们生产和生活产生的各种粉尘、废气导致城市空气二氧化碳浓度超标,空气不清新。一旦走进森林或植被较好的公园时,就会感到呼吸顺畅,心旷神怡,一个很重要的原因是这里空气清新,有丰富的负氧离子^[1]。负氧离子是空气中一种带负电荷的气体离子,可通过对人呼吸道或皮肤的刺激引起其神经反射,并影响全身各系统,从而起到促进新陈代谢、预防流感、增强机体抗病能力和改善睡眠、恢复人体平衡的功效;另外,空气负氧离子还具有杀菌、降尘、清洁空气的功效。像食物中的维生素一样,空气负氧离子对人体及其他生物的生命活动具有十分重要的影响,有利于人的身心健康,被人们誉为“空气维生素”^[2]。

世界卫生组织规定清新空气的负氧离子的标准为 1 000~1 500 个/cm³(表 1)。在医学研究中,人体对负氧离子浓度的要求为:浓度为 400~1 000 个/cm³时,可以维持人体健康的基本需要;浓度低于 200 个/cm³时,将引起亚健康^[2]。

表 1 负氧离子浓度与空气质量的对应标准

Tab. 1 Corresponding standards of air quality with concentration of negative oxygen ions 个/cm³

| 负氧离子浓度 | 等级 | 空气清新程度 |
|-----------|----|--------|
| >2100 | 一级 | 特别清新 |
| 1800~2100 | 二级 | 非常清新 |
| 1200~1800 | 三级 | 清新 |
| 900~1200 | 四级 | 较清新 |
| 500~900 | 五级 | 一般 |
| <500 | 六级 | 不清新 |

2 研究的背景与目的

昆明市是云南省的政治、经济、文化中心,鲜花常年开放,草木四季长青,是著名的“春城”、“花城”,是人们休闲、旅游、度假、居住的理想之地,也是国家实施大健康产业发展的首选地之一。随着人们对环境质量要求的提高,已经认识到森林中空气负氧离子是一种无形、健康的旅游资源,负氧离子浓度作为选择森林旅游、养生休憩地点空气质量好坏

的重要参数,影响着每一个人的生活、学习、工作等各个方面。

人们对负氧离子很好奇,特别是青少年朋友,包括我的孩子。人们都想知道:神奇的负氧离子是怎么测出来的?我们居住的城市空气负氧离子含量是多少?哪些区域负氧离子含量高?森林植被对空气负氧离子含量的影响程度如何?为什么森林中的空气清新宜人?怎样认识森林保护和绿化环境的重要性?结合孩子暑假的课外科技兴趣爱好,带着孩子对这些问题进行了调查研究。拟通过对昆明市城区不同环境条件下负氧离子的监测研究,以期增加人们对空气负氧离子的认知度,提高人们热爱自然、保护森林的积极性,为云南省森林大健康产业发展和美丽云南建设添砖加瓦^[3]。

3 研究方法

3.1 观测点的选择

做好负氧离子的观测研究工作,合理确定观测点很重要。根据研究主题,结合昆明市城市结构及周边的环境特点,本着合理性和代表性原则^[4],首先进行野外踏勘,比选城区及周边居民密集区和森林植被分布区域环境,综合乘车交通路线、观测对象、观测时间等要求,合理确定观测点位,最终选择的居民密集区为顺城商业中心、新迎小区、创意英国小区,选择的森林植被分布区为金殿森林公园、海埂湿地、翠湖公园,确定固定观测点后做好标记。观测点的基本情况:

1)金殿森林公园位于城区的东北郊,公园内植物资源丰富,森林覆盖率达 90%,是滇中常绿针阔混交林的典型分布区。测设点选择在公园入口处滇油杉林内,地理坐标为东经 102°46'11",北纬 25°5'31"。

2)海埂湿地位于城区的西南面,毗邻滇池和云南民族村,是近年来为保护滇池而修复的湿地公园,湿地内分片种植陆生植物和水生植物。测设点选择在湿地柳岸边,地理坐标为东经 102°40'39",北纬 24°57'39"。

3)翠湖公园位于城区五华山西侧,云南大学正对面。翠湖周边绿树成荫,湖内遍植荷花,环境优美。测设点选择在园内海心亭附近,地理坐标为东经 102°42'2",北纬 25°3'7"。

4) 顺城商业街位于城中心闹市区, 人员密集, 高层建筑集中, 地面绿色植被较少。测设点选择在顺城西塔楼下空旷处。地理坐标为东经 $102^{\circ}42'21''$, 北纬 $25^{\circ}2'20''$ 。

5) 创意英国小区位于城西菱菱路的一个较新的商住开放式小区, 地面绿色植被分布较合理。测设点选择在小区中心大道空旷处。地理坐标为东经 $102^{\circ}40'55''$, 北纬 $25^{\circ}3'17''$ 。

6) 新迎小区是城东最大的一个老旧居住小区, 属平层建筑, 小区绿化率较低且人员密集。测设点选择在小区幼儿园旁。地理坐标为东经 $102^{\circ}44'6''$, 北纬 $25^{\circ}3'33''$ 。

3.2 观测设备

使用森林公园规划设计调查常用的 KEC-900 空气离子测试器一台; 国产的家用温湿度计一个, 华为 P9 智能手机一部。

3.3 观测时间

选择 2017 年 8 月中旬(12 日、13 日、14 日) 连续观测 3 d, 每个调查点每天观测 3 次, 早、中、晚(早上 6—9 时、中午 12—15 时、下午 18—21 时) 各观测一次。9 月 2 日对部分观测点进行了补充调查。

3.4 观测方法

利用空气离子测试器直接测量负氧离子浓度的同时, 利用温湿度计测试温度、湿度, 用智能手机定位。为客观地反映观测点数据, 以 10 min 为一时段, 观测平均浓度, 并确定工作程序。找到野外踏勘确定的观测点位后, 做好各项准备工作:

1) 将空气离子测试器安放于 0.7~1.0 m 高度的凳子或平台上, 进气口面向西南方向。先打开电源开关, 接着打开负离子开关, 选取 $100\sim 1\,999\,000$ ions/cm³ 浓度范围模式, 屏幕显示 0.00 后再打开进气口开关, 开始 10 min 浓度测定, 待数字跳动幅度在一个基本稳定范围时, 记录负氧离子浓度平均观测值。

2) 读取并记录观测点位置坐标、温度、湿度以及观测时间、地点和天气情况等环境因子。

3) 完成数据采集, 对数据进行整理。

4) 收集昆明周边已有的空气负氧离子测量数据资料。

5) 对收集到的历史数据进行整理, 对观测到的数据进行统计。用对比方法将不同天气环境下的观测数据进行比较, 将各项统计表一一列示, 用直线方法将变量因子进行演示。

3.5 实验开展情况

3.5.1 温度、湿度测试

温度、湿度也是影响空气负氧离子浓度的主要因子, 受观测设备、测试周期和知识能力限制, 本次测取的温度、湿度仅做为一个相对的气候环境参照范围, 不参与影响空气负氧离子浓度的变量因素对比分析。本次观测周期的白天温度为 $16\sim 24^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $55\%\sim 70\%$, 变化幅度正常, 均达到人体适宜的范围, 也是昆明市夏末秋初的正常气候。在这样的温度、湿度范围内, 对空气负氧离子进行专项测试实验。

3.5.2 天气状况

8 月 12 日整天均为晴天; 8 月 13 日上午阴, 局部区域有小雨, 下午多云转晴; 8 月 14 日整天下雨。

3.5.3 数据观测

在实地测量过程中, 由于受仪器数量和交通影响, 在预定的时限内无法观测完成每个观测点每天 3 次的观测任务, 有的观测点缺测, 但能保证每个观测点每天至少观测 2 次。

前 2 天观测的数据变化幅度不大, 有局部观测点受湿度、温度影响, 有小幅变化, 属正常情况; 但 8 月 14 日受降雨影响, 3 个时段各观测点测取的浓度数据变化幅度很大, 最大值为 $8\,500$ 个/cm³, 最小值为 $1\,300$ 个/cm³, 无法跟前两天的正常数据进行计算比较。因此, 只对 8 月 12 日、13 日的观测数据进行统计分析。

3.5.4 数据计算

1) 各观测点当天的平均值: 用当天不同时段的数据平均值计算得出;

2) 各观测点相同时段的平均值: 用相同时段的数据平均值计算得出;

3) 各观测点综合平均值: 用各观测点 2 天的平均值计算得出。

4 结果与分析

4.1 数据统计结果

8 月 12 日空气负氧离子浓度观测统计结果见表 2; 8 月 13 日空气负氧离子浓度观测统计结果见表 3; 空气负氧离子浓度 2 天综合平均值见表 4。

4.2 不同区域环境空气负氧离子浓度变化特征

由表 4 可以看出, 金殿森林公园日平均空气负氧离子浓度最高, 达 650 个/cm³, 日平均负氧离子浓度最低的为顺城商业中心, 仅为 275 个/cm³。在 6

表 2 8 月 12 日空气负氧离子浓度观测统计
Tab. 2 Observation data of negative oxygen ions concentration on August 12th 个/cm³

| 序号 | 观测点 | 6 :00-9 :00 | 12 :00-15 :00 | 18 :00-21 :00 | 平均值 |
|----|--------|-------------|---------------|---------------|-----|
| A | 金殿森林公园 | 800 | 700 | 500 | 666 |
| B | 海埂湿地 | 900 | 500 | 500 | 633 |
| C | 翠湖公园 | 700 | 200 | 400 | 433 |
| D | 顺城商业广场 | 300 | 缺 | 200 | 250 |
| E | 创意英国小区 | 400 | 200 | 400 | 333 |
| F | 新迎小区 | 300 | 200 | 200 | 233 |

表 3 8 月 13 日空气负氧离子浓度观测统计
Tab. 3 Observation data of negative oxygen ions concentration on August 13th 个/cm³

| 序号 | 观测点 | 6 :00-9 :00 | 12 :00-15 :00 | 18 :00-21 :00 | 平均值 |
|----|--------|-------------|---------------|---------------|-----|
| A | 金殿森林公园 | 1000 | 400 | 500 | 633 |
| B | 海埂湿地 | 1100 | 300 | 400 | 600 |
| C | 翠湖公园 | 800 | 300 | 400 | 500 |
| D | 顺城商业广场 | 400 | 200 | 缺 | 300 |
| E | 创意英国小区 | 500 | 300 | 200 | 333 |
| F | 新迎小区 | 300 | 缺 | 400 | 350 |

个观测点中,日平均负氧离子浓度由大到小为:金殿森林公园>海埂湿地>翠湖公园>创意英国小区>新迎小区>顺城商业中心(图 1)。表明:昆明市主城区不同区域环境空气负氧离子含量差异显著,森林植被越好的区域负氧离子浓度越高,空气质量越好。

表 4 空气负氧离子浓度 2 天综合平均值

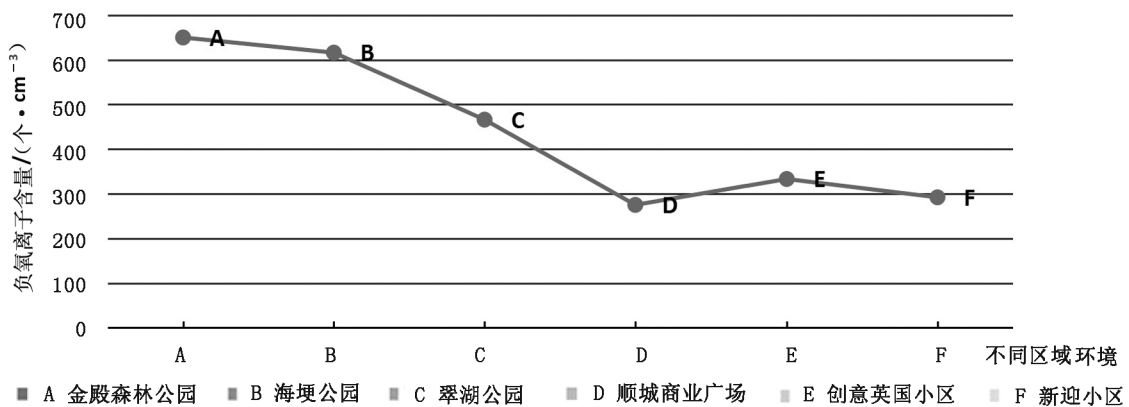


图 1 不同区域环境空气负氧离子含量

Fig. 1 Content of negative oxygen ions in different regional environments

Tab. 4 Comprehensive average value of negative oxygen ions concentration in two days 个/cm³

| 序号 | 观测点 | 6 :00-9 :00 | 12 :00-15 :00 | 18 :00-21 :00 | 平均值 |
|----|--------|-------------|---------------|---------------|-----|
| A | 金殿森林公园 | 900 | 550 | 500 | 650 |
| B | 海埂湿地 | 1000 | 400 | 450 | 616 |
| C | 翠湖公园 | 700 | 250 | 400 | 466 |
| D | 顺城商业广场 | 350 | 200 | 200 | 275 |
| E | 创意英国小区 | 450 | 250 | 300 | 333 |
| F | 新迎小区 | 300 | 200 | 300 | 292 |

4.3 空气负氧离子浓度早晚变化特征

不同区域环境空气负氧离子日变化见图 2 所示。

由表 4、图 2 可以看出:在一天当中,空气负氧离子浓度是上午最大,下午次之,中午最小,表明:空气负氧离子含量早晚有差异,空气质量最好的时间为上午。

此外,在森林植被相对较好的区域,如金殿森林公园、海埂湿地、翠湖公园的空气负氧离子浓度上午分别为 900、1 000、700 个/cm³,下午分别为 500、450、400 个/cm³,相差一倍多。而在绿化较少的区域,如顺城商业中心、创意英国小区、新迎小区空气负氧离子浓度上午分别为 350、450、300 个/cm³,下午分别为 200、300、300 个/cm³,有差异,但变化不大,仅相差 100 个/cm³ 左右。表明:不同森林植被区域负氧离子变化幅度不一致,森林植被较好区域的空气负氧离子浓度日变化幅度大,早晚差异显著;而居民密集区的空气负氧离子浓度日变化幅度小,早

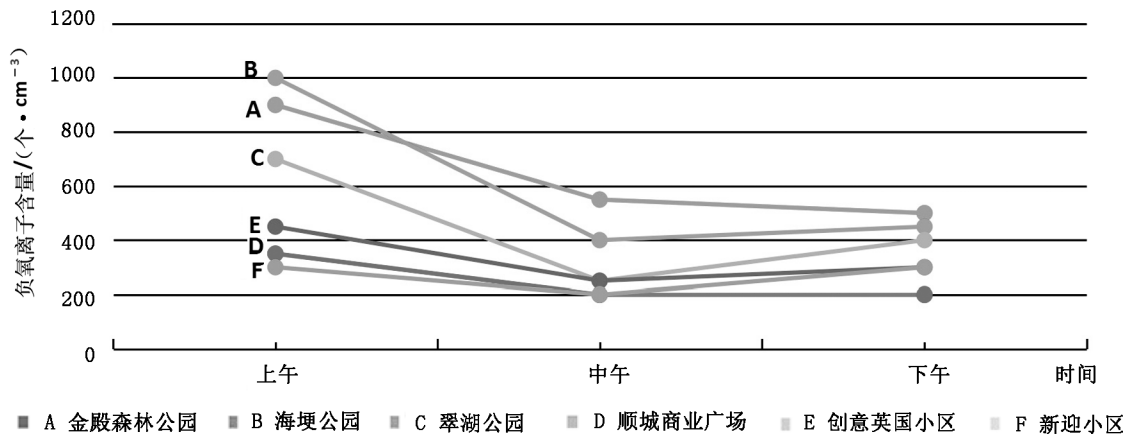


图 2 不同区域环境空气负氧离子日变化

Fig. 2 Diurnal variation of negative oxygen ions concentration in different regional environments

晚差异不显著。

4.4 空气负氧离子浓度与森林植被的关系

从上述观测和统计分析结果可以看出,空气负氧离子浓度与森林植被密切相关,森林植被越好,负氧离子含量越高,空气越清新^[5]。金殿森林公园的森林覆盖率达 90% 以上,森林能吸收二氧化碳,释放氧气,能产生大量的空气负氧离子;海埂湿地和翠湖公园岸边陆地上的树木、灌丛、草地等植被盖度超过 80%,林草植被能大量吸收空气中的污染物,同时绿色植物的光合作用强,地面土壤透气性好,湿度大,也能产生大量的空气负氧离子。而城区居民密集区的森林植被少,建筑物多,地面绝大部分被硬化且不透气,湿气容易蒸发,加之人们生产、生活产生的二氧化碳多,氧气含量少,产生的空气负氧离子就少,空气不清新^[2](图 3)。

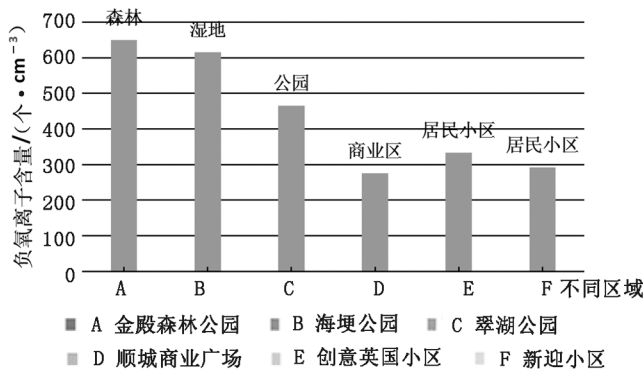


图 3 不同区域环境空气负氧离子含量

Fig. 3 Content of negative oxygen ions in different regional environments

5 结论与建议

5.1 结论

1) 空气负氧离子浓度在昆明市城区不同区域环境的变化规律为:森林植被好的区域空气负氧离子浓度高,居民密集区浓度低^[1]。

2) 空气负氧离子浓度在昆明市城区不同天气环境的变化规律为:雨天高、晴天低。

3) 空气负氧离子在昆明市城区夏季昼间的变化规律为:上午>下午>中午。

4) 空气负氧离子浓度与森林植被的好坏有密切关系,森林植被越好,空气负氧离子浓度越高,空气质量越好。

5) 与世界卫生组织公布的标准对比,昆明市城区的负氧离子含量属于总体偏低水平。

5.2 建议

1) 在今后的城市规划和建设中,适当增加昆明市城区街道、空地及周边的植被绿化率,增加国土绿化面积,以提高空气负氧离子含量^[5]。

2) 在居民密集区多种植阔叶乔木树种,见缝插针地增加绿地,有条件的地段可设置或增加喷泉数量^[6]。

3) 加大宣传力度,提高人们对保护森林资源和生态环境的认知水平。

4) 全社会行动起来,努力创建和维护国家“森林城市”和“文明城市”,争当全国生态文明建设的排头兵^[3]。

(下转第 162 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.007

大同市道路绿地土壤肥力评价研究

张凯亮,武小刚,杨秀云,米美霞

(山西农业大学 林学院,山西 太谷 030801)

摘要:通过采集大同市部分道路土壤,测定土壤容重、饱和导水率、pH值、电导率(EC)、有机质、全氮、全磷7个指标,进行土壤肥力特征的相关性分析,应用内梅罗指数法对土壤肥力进行评价。结果表明,大同市道路绿地表层土壤(0~15 cm)容重变幅在1.13~1.59 g/cm³范围,平均值为1.39 g/cm³,土壤容重偏大;土壤pH值处于8.09~8.85范围,平均值为8.39,以偏碱性为主,较自然土壤明显偏高;有机质、全氮、全磷含量偏低。pH值与有机质、全氮含量呈极显著负相关,有机质与全氮含量呈极显著正相关(P<0.01);容重与有机质呈显著负相关,饱和导水率与有机质、全氮含量呈显著正相关,pH值与电导率(EC)值呈显著负相关,有机质与全磷含量呈显著正相关,全氮与全磷含量呈显著正相关(P<0.05)。大同市道路绿地综合土壤肥力指数为0.62~1.79,属于中等偏下水平,且各条道路间差异较大。提出安排专人定期养护,适当控制氮、磷肥施用量,推进作物还土等土壤改良措施。

关键词:道路绿地;土壤肥力;内梅罗指数法;理化特性;相关性分析;综合评价;土壤改良;大同市

中图分类号:S731.8;S714.8 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0035-06

引文格式:张凯亮,武小刚,杨秀云,等.大同市道路绿地土壤肥力评价研究[J].林业调查规划,2019,44(3):35-40.

ZHANG Kailiang, WU Xiaogang, YANG Xiuyun, et al. Evaluation on Soil Fertility of Road Green Space in Datong City [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 35-40.

Evaluation on Soil Fertility of Road Green Space in Datong City

ZHANG Kailiang, WU Xiaogang, YANG Xiuyun, MI Meixia

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

Abstract: The soils of some urban roads in Datong City were collected to determine the seven indexes of soil bulk density, saturated hydraulic conductivity, pH, electrical conductivity (EC), organic matter, total nitrogen and total phosphorus. The correlation analysis of soil fertility characteristics was made, and soil fertility was evaluated by Nemerow index method. The results showed that the bulk density of surface soil (0~15 cm) ranged from 1.13 to 1.59 g/cm³, with an average value of 1.39 g/cm³ and a larger bulk density; the soil pH was between 8.09 and 8.85, with an average value of 8.39, which was mainly alkaline, higher than that of natural soil; the contents of organic matter, total nitrogen and total phosphorus were lower. The pH value was negatively correlated with organic matter and total nitrogen content, and the organic matter was positively correlated with total nitrogen content (P<0.01). The bulk density was negatively correlated with organic matter, the saturated water conductivity was positively correlated

收稿日期:2019-01-0.

第一作者:张凯亮(1989-),男,山西省左权人,硕士研究生.研究方向:风景园林.

with organic matter and total nitrogen content, the pH value was negatively correlated with electrical conductivity (EC), the organic matter was positively correlated with total phosphorus, and the total nitrogen was positively correlated with total phosphorus ($P < 0.05$). The comprehensive soil fertility index of road green space in Datong City which differed widely among roads was 0.62~1.79, maintaining on or below the medium level. The soil improvement measures of arranging special personnel for regular conservation and properly controlling the application amount of nitrogen and phosphate fertilizer were put forward.

Key words: road green space; soil fertility; Nemerow index; physicochemical properties; correlation analysis; comprehensive evaluation; soil improvement; Datong City

城市道路绿地具有改善城市生态景观的作用,且能提高交通效率与安全^[1]。土壤是植物生长的基质,其性质和规律不同于一般的自然土壤。由于人为活动的强烈影响,城市土壤的物理、化学性质发生了显著改变^[2-4],出现 pH 偏高、有机质含量下降、有效态养分缺乏、土壤板结等特征,必将影响植物的正常生长。

大同市位于山西省北部,是以煤炭生产为主的资源型城市。伴随经济转型发展的大趋势,大同市在城市生态绿地建设方面发展迅速,绿地的科学管理成为绿化建设的一项重要任务。土壤是植物生长所需营养元素的主要来源,科学地评价和管理土壤是城市绿地建设的主要内容。因此,大同市道路绿地土壤质量综合评价和研究就显得非常必要。本研究通过对大同市城区 18 条道路中心及两边绿地土壤进行调查取样和分析测试,运用 SPSS 软件对土壤各项指标进行相关性分析,并运用内梅罗指数法对土壤肥力进行综合评价,以期为大同市道路绿地的管理和改良提供科学理论依据,促进大同市城市生态环境的可持续发展。

1 材料与方法

1.1 调查地点与布点

采集地点分布为大同市城区道路,分别有迎宾街,永泰南路,魏都大道,御河西路,御河东路,北都街,北环路,南环路,向阳街,云州街,云中街,永和路,文兴路,恒源路,文瀛路,大庆路,开源街,太和路 18 条道路。每条道路分 7 个点混合采样,选点为中心道路绿地的中点位置,两点之间约 100 m 间距,采集 0~15 cm 土层的土样,共采集 54 个土样。另外,每条道路分 3 个点用环刀采集表层土壤,两点之间间隔 300 m。

采回的土样风干后,用研钵磨细,使之完全通过 2 mm 孔径的筛子。充分混匀后用四分法分为两部

分,一部分测定土壤 pH 值,电导率 pH 值与电导率,每一层土壤均做 3 次重复实验;另一部分用玛瑙研钵研细,使之全部通过 0.16 mm 孔径的筛子,测定土壤的有机碳、全氮、全磷,这 3 个指标每一土层做 2 次重复实验。用环刀采集的表层土壤分别测定土壤的容重和饱和导水率。

1.2 测定方法

土壤容重采用环刀法测定,饱和导水率采用定水头法测定;土壤 pH 值采用电位法测定;土壤电导率采用电导法测定;土壤有机碳与有机质采用燃烧氧化—非分散红外吸收法测定;土壤全氮采用凯氏定氮法测定;土壤全磷采用 $\text{HClO}_4-\text{H}_2\text{SO}_4$ 消煮法测定^[5]。

1.3 土壤肥力评价方法

应用 SPSS 软件对不同道路各指标进行相关性分析,应用 Microsoft Excel 2010 软件制图。

实验主要采用了改进的内梅罗指数法进行评价分析^[6]。修正的内梅罗指数公式为:

$$P = \sqrt{\frac{(\bar{P}_i)^2 + (P_{imin})^2}{2}} \times \frac{n-1}{n}$$

式中: P 为土壤肥力指标综合评价指数, \bar{P}_i 为土壤中各项肥力指标平均值, P_i 为土壤中各项肥力指数, P_{imin} 为土壤中各项肥力指数中的最小值, n 为参与评价土壤属性项目的数量。

根据 P 值将土壤肥力分为 4 类,即 $P \geq 2.0$ 为优, $1.5 \leq P < 2.0$ 为良, $1.0 \leq P < 1.5$ 为中, $P < 1.0$ 为差(表 1)。

差级: $C_i \leq X_a$ 时,土壤肥力指数 $P_i = C_i / X_i$ ($P_i \leq 1$)

中等级: $X_a < C_i \leq X_c$ 时,土壤肥力指数 $P_i = 1 + (C_i - X_a) / (X_c - X_a)$ ($1 < P_i \leq 2$)

较好级: $X_c < C_i \leq X_p$ 时,土壤肥力指数 $P_i = 2 + (C_i - X_c) / (X_p - X_c)$ ($2 < P_i \leq 3$)

好级: $C_i > X_p$ 时,土壤肥力指数 $P_i = 3$

表 1 土壤指数的分级标准

Tab.1 Grading standard of soil index

| 土壤属性 | 内梅罗分级指标 | | |
|-------------------------------|---------|------|------|
| | Xa | Xc | Xp |
| 容重/(g·cm ⁻³) | 1.45 | 1.35 | 1.25 |
| 饱和导水率/(mm·min ⁻¹) | 0.75 | 1.35 | 3.5 |
| pH 值 | 9 | 8 | 7 |
| 电导率 EC/(ms·cm ⁻¹) | 0.15 | 0.25 | 0.35 |
| 有机质 OM/(g·kg ⁻¹) | 10 | 20 | 30 |
| 全氮 TN/(g·kg ⁻¹) | 0.5 | 0.75 | 1 |
| 全磷 TP/(g·kg ⁻¹) | 0.2 | 0.4 | 0.6 |

Pi 为肥力系数, Ci 为指标的测定值, X 为指标分级标准(Xa、Xc 和 Xp 分别为“差”级、“中等”级、“良好”级分级标准)

2 结果与分析

2.1 道路绿地土壤理化特征

土壤采样调查与测定分析结果,大同市道路绿地土壤理化性状如表 2 所示。

大同市道路绿地表层土壤的容重变幅为 1.13~1.59 g/cm³,土壤容重的平均值为 1.39 g/cm³,变异系数为 0.10(表 2)。容重低于 1.14 g/cm³ 的土壤占 5.6%;在 1.14~1.26 g/cm³ 范围的土壤占 16.7%;在 1.26~1.50 g/cm³ 范围的土壤占 44.4%;高于 1.50 g/cm³ 的土壤占 33.3%。研究表明,土壤容重在 1.14~1.26 g/cm³ 范围内比较有利于幼苗的出土和根系的正常生长。当容重达 1.50 g/cm³ 时,植物根系已难伸入,达到 1.60~1.70

表 2 大同市道路绿地土壤理化性状

Tab.2 Soil physical and chemical properties of road green space in Datong City

| 街道 | 土层深度 /cm | 容重 / (g·cm ⁻³) | 饱和导水率 / (mm·min ⁻¹) | pH 值 | 电导率 EC / (ms·cm ⁻¹) | 有机质 OM / (g·kg ⁻¹) | 全氮 TN / (g·kg ⁻¹) | 全磷 TN / (g·kg ⁻¹) |
|-------------|----------|----------------------------|---------------------------------|------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 云州街 | 0~15 | 1.37 | 1.63 | 8.27 | 0.21 | 17.86 | 0.65 | 0.40 |
| 北环路 | 0~15 | 1.53 | 0.88 | 8.55 | 0.13 | 2.63 | 0.46 | 0.26 |
| 永和路 | 0~15 | 1.48 | 4.40 | 8.09 | 0.33 | 24.54 | 1.53 | 0.53 |
| 文兴路 | 0~15 | 1.50 | 2.45 | 8.18 | 0.20 | 26.78 | 1.15 | 0.42 |
| 云中路 | 0~15 | 1.29 | 2.90 | 8.50 | 0.17 | 16.01 | 0.89 | 0.37 |
| 恒源路 | 0~15 | 1.39 | 3.20 | 8.37 | 0.19 | 18.74 | 0.83 | 0.41 |
| 南环路 | 0~15 | 1.25 | 1.19 | 8.36 | 0.22 | 25.43 | 1.04 | 0.88 |
| 御河东路 | 0~15 | 1.28 | 1.94 | 8.26 | 0.19 | 21.32 | 1.18 | 0.49 |
| 向阳街 | 0~15 | 1.13 | 2.71 | 8.27 | 0.20 | 16.15 | 0.97 | 0.60 |
| 文瀛路 | 0~15 | 1.54 | 1.41 | 8.40 | 0.14 | 8.82 | 0.85 | 0.42 |
| 迎宾路 | 0~15 | 1.50 | 0.52 | 8.35 | 0.21 | 11.94 | 0.91 | 0.46 |
| 魏都大道 | 0~15 | 1.27 | 3.22 | 8.48 | 0.17 | 16.19 | 0.87 | 0.42 |
| 大庆路 | 0~15 | 1.23 | 1.78 | 8.38 | 0.24 | 29.97 | 1.19 | 0.50 |
| 开源街 | 0~15 | 1.15 | 1.78 | 8.24 | 0.42 | 15.37 | 0.95 | 0.35 |
| 御河西路 | 0~15 | 1.47 | 0.72 | 8.67 | 0.17 | 9.17 | 0.81 | 0.38 |
| 北都街 | 0~15 | 1.56 | 1.12 | 8.85 | 0.15 | 3.63 | 0.44 | 0.36 |
| 永泰南路 | 0~15 | 1.43 | 0.75 | 8.45 | 0.18 | 8.65 | 0.64 | 0.42 |
| 太和路 | 0~15 | 1.59 | 0.27 | 8.37 | 0.15 | 11.34 | 0.91 | 0.32 |
| 最大值 Maximum | 0~15 | 1.59 | 4.40 | 8.85 | 0.42 | 29.97 | 1.53 | 0.88 |
| 最小值 Minimum | 0~15 | 1.13 | 0.27 | 8.09 | 0.13 | 2.63 | 0.44 | 0.26 |
| 平均值 Mean | 0~15 | 1.39 | 1.83 | 8.39 | 0.20 | 15.81 | 0.90 | 0.44 |
| 标准差 SD | 0~15 | 0.14 | 1.09 | 0.17 | 0.07 | 7.58 | 0.26 | 0.13 |
| 变异系数 CV | 0~15 | 0.10 | 0.60 | 0.02 | 0.34 | 0.48 | 0.29 | 0.29 |

g/cm³ 时,已是根系穿插的临界点^[7]。表明大同市道路绿化带土壤容重偏大,不利于植物根系的发育和养分吸收。

大同市道路绿地表层土壤饱和导水率平均值为 1.83 mm/min,变异系数为 0.60(表 2);土壤饱和导水率低于 1.35 mm/min 的土壤所占比例为 38.9%;在 1.35 ~ 3.5mm/min 范围的土壤所占比例为 55.6%;高于 3.5mm/min 的土壤所占比例为 5.5%。根据蒋定生对黄土高原土壤饱和导水率的划分,稳定入渗率在 1.35 ~ 3.5mm/min 范围的土壤属于入渗能力很强区^[8]。说明大同市道路绿地土壤饱和导水率处于中等水平,且差异性较大。

大同市道路绿地表层土壤 pH 处于 8.09 ~ 8.85 范围,平均值为 8.39,变异系数为 0.02,根据土壤酸度和碱度等级划分标准,碱性土(7.5 ~ 8.5)所占比例为 83.3%,强碱性土(8.5 ~ 9.5)所占比例为 16.7%,表明大同市道路绿地表层土壤属于碱性—强碱性土壤,这主要是由于黄土母质以及建筑垃圾等因素造成的^[9]。因此,调控城市道路绿地土壤酸碱性已迫在眉睫。

土壤电导率(EC 值)是衡量盐分含量高低的指标,大同市道路绿地土壤电导率处于 0.13 ~ 0.42 范围,平均值为 0.20,变异系数为 0.34,其中 94.4% 的土壤 EC 值为 0.10 ~ 0.35 ms/cm,高于 0.35 ms/cm 的仅占 5.6%,研究表明^[10],当土壤电导率为 0.35 ~ 1.00 ms/cm 时利于植物生长,而高于 1.20 ms/cm 时对植物生长存在盐害威胁,低于 0.35 ms/cm 时则

表明土壤中可交换性离子含量较低,影响植物养分的供应,可见大同市道路绿地土壤可交换的离子含量较低。

土壤有机质是土壤养分的主要来源,可以改善土壤的物理性质,其中腐殖质还具有一定生理活性,能促进作物生长发育。大同市道路绿地的有机质处于 2.63 ~ 29.97 g/kg 范围,平均值为 15.81g/kg,变异系数为 0.48,根据《全国第二次土壤普查标准》^[11],属于 2 ~ 3 级(大于 20 g/kg)的频率占 27.8%;属于 4 ~ 6 级(小于 20 g/kg)的频率占 72.2%。研究表明,大同市道路绿地有机质含量处于低级水平,且差异性较大。

大同市道路绿地表层土壤全氮含量处于 0.44 ~ 1.53 g/kg 范围,平均值为 0.90 g/kg,变异系数为 0.29,据《全国第二次土壤普查标准》,属于 2 ~ 3 级(1.0 ~ 2.0)的频率占 27.8%,属于 4 级(0.75 ~ 1.0)的频率占 50%,属于 5 ~ 6 级(<0.75)的频率占 22.2%,其中最小值为 0.44,接近 5 级水平;全磷含量分布于二、四、五级,属于二级标准(0.8 ~ 1.0 g/kg)的频率为 5.6%;属于四级标准(0.4 ~ 0.6 g/kg)的频率为 61.1%;属于五级标准(0.2 ~ 0.4 g/kg)的频率为 33.3%。测定结果表明,大同市道路绿地表层土壤全氮与全磷含量大部分处于 4 级水平以下,氮、磷含量偏低。

2.2 道路绿地土壤各指标相关性分析

大同市道路绿地土壤各指标相关性分析结果见表 3。

表 3 大同市道路绿地土壤各指标相关性分析

Tab.3 Correlation analysis of soil indicators of road green space in Datong City

| 土壤指标 | 容重 | 饱和导水率 | pH 值 | 电导率 EC | 有机质 OM | 全氮 TN | 全磷 TP |
|--------|---------|--------|----------|--------|---------|--------|-------|
| 容重 | 1 | | | | | | |
| 饱和导水率 | -0.362 | 1 | | | | | |
| pH 值 | 0.304 | -0.448 | 1 | | | | |
| 电导率 EC | -0.468 | 0.348 | -0.573* | 1 | | | |
| 有机质 OM | -0.485* | 0.531* | -0.679** | 0.450 | 1 | | |
| 全氮 TN | -0.312 | 0.603* | -0.732** | 0.539* | 0.788** | 1 | |
| 全磷 TP | -0.451 | 0.171 | -0.330 | 0.194 | 0.578* | 0.499* | 1 |

注: * 表示在 $p < 0.05$ 时,两个变量之间的相关性显著, ** 表示在 $p < 0.01$ 时,两个变量之间相关性极显著;根据相关系数标准:当 r 的绝对值小于 0.2 时,认为两变量之间是极弱相关或不相关;当 r 的绝对值处于 0.2 ~ 0.4 时,认为两变量之间是弱相关;当 r 的绝对值处于 0.4 ~ 0.6 时,认为两变量之间是中等程度相关。

由表 3 可知,在 $P < 0.01$ 时,pH 值与有机质、全氮含量的相关性系数为 -0.679, -0.732,呈极显著

负相关;有机质与全氮含量的相关性系数为 0.778,呈极显著正相关。在 $P < 0.05$ 时,容重与有机质的

相关性系数为-0.485,呈显著负相关;饱和导水率与有机质、全氮含量的相关性系数分别为0.531、0.603,呈显著正相关;pH值与电导率(EC)值的相关性系数为-0.573,呈显著负相关;有机质与全磷含量的相关性系数为0.578,呈显著正相关;全氮与全磷含量的相关性系数为0.499,呈显著正相关。容重与pH值呈弱的正相关;容重与全氮、全磷含量呈弱的负相关;饱和导水率与pH值呈弱的负相关,与电导率呈弱的正相关,与全磷含量呈极弱的正相关。pH值与全磷含量呈弱的负相关,电导率与有机质呈弱的正相关,与全磷含量呈极弱正相关。通过分析各指标之间的相关性表明,pH值与电导率、有机质、全氮含量相关性显著,因此急需调整土壤的pH值,以提升有机质与全氮含量;有机质与全氮、全

磷含量有显著的相关,因此,可通过合理地施有机肥,提高土壤中N、P含量;全氮与全磷也存在显著的相关性,它们对植物生长发育产生的影响是相互的。

2.3 道路绿地土壤肥力特征评价

内梅罗指数法^[6]评价方法的应用,能够在较大程度上避免主观判断对评价结果的影响,可以提高评价结果的准确性。各条道路绿地土壤综合肥力系数变幅为0.62~1.79,平均值为1.30,等级为优的未出现,等级为“良”的占33.3%,等级为“中”的占38.9%,等级为“差”的占27.8%(表4)。总体评价结果表明,大同市道路绿地土壤肥力中等偏下,各条道路间差异较大,需对其采取有效的土壤改良措施。

表 4 大同市道路绿地土壤综合评价结果

Tab. 4 Soil comprehensive evaluation results of road green space in Datong City

| 街道 | 土壤中各项肥力系数 Pi | | | | | | 综合指数 P | 分类 | |
|------|--------------|-----------|------|--------|--------|-------|--------|------|-------|
| | 容重 | 饱和导水率 SHC | pH 值 | 电导率 EC | 有机质 OM | 全氮 TN | | | 全磷 TP |
| 云州街 | 1.80 | 1.87 | 1.73 | 1.60 | 1.79 | 1.58 | 2.00 | 1.44 | 中 |
| 北环路 | 0.95 | 1.22 | 1.45 | 0.87 | 0.26 | 0.92 | 1.30 | 0.62 | 差 |
| 永和路 | 0.98 | 3.00 | 1.91 | 2.80 | 2.45 | 3.00 | 2.65 | 1.57 | 良 |
| 文兴路 | 0.97 | 2.51 | 1.82 | 1.50 | 2.68 | 3.00 | 2.10 | 1.39 | 中 |
| 云中街 | 2.60 | 2.72 | 1.50 | 1.20 | 1.60 | 2.56 | 1.85 | 1.42 | 中 |
| 恒源路 | 1.60 | 2.86 | 1.63 | 1.40 | 1.87 | 2.32 | 2.05 | 1.46 | 中 |
| 南环路 | 2.00 | 1.73 | 1.64 | 1.70 | 2.54 | 3.00 | 3.00 | 1.68 | 良 |
| 御河东路 | 2.70 | 2.27 | 1.74 | 1.40 | 2.13 | 3.00 | 2.45 | 1.60 | 良 |
| 向阳街 | 3.00 | 2.63 | 1.73 | 1.50 | 1.62 | 2.87 | 3.00 | 1.68 | 良 |
| 文瀛路 | 0.94 | 2.03 | 1.60 | 0.93 | 0.88 | 2.41 | 2.10 | 1.08 | 中 |
| 迎宾路 | 0.97 | 0.69 | 1.65 | 1.60 | 1.19 | 2.63 | 2.30 | 1.04 | 中 |
| 魏都大道 | 2.80 | 2.87 | 1.52 | 1.20 | 1.62 | 2.50 | 2.10 | 1.46 | 中 |
| 大庆路 | 3.00 | 2.20 | 1.62 | 1.90 | 3.00 | 3.00 | 2.50 | 1.79 | 良 |
| 开源街 | 3.00 | 2.20 | 1.76 | 3.00 | 1.54 | 2.82 | 1.75 | 1.67 | 良 |
| 御河西路 | 0.99 | 0.96 | 1.33 | 1.20 | 0.92 | 2.23 | 1.90 | 0.99 | 差 |
| 北都街 | 0.93 | 1.62 | 1.15 | 1.00 | 0.36 | 0.88 | 1.80 | 0.70 | 差 |
| 永泰南路 | 1.20 | 1.00 | 1.55 | 1.30 | 0.87 | 1.57 | 2.10 | 0.98 | 差 |
| 太和路 | 0.91 | 0.36 | 1.63 | 1.00 | 1.13 | 2.66 | 1.60 | 0.83 | 差 |

3 结论与讨论

根据土壤肥力状况评价结果,大同市道路绿地土壤肥力整体属于中等偏下水平,不同道路之间差别大,大同市道路绿地土壤 pH 值在 8~9 范围,碱性

较强,而且 pH 值与电导率、有机质、全氮含量紧密相关,肥力差的道路如北都街、北环路、太和路、御河西路 pH 值均较高,因此调整土壤的酸碱性对提高土壤肥力显得特别重要,建议在道路绿地养护过程中避免建筑垃圾进入土壤以及使用土壤改良剂对碱

性土壤进行改良。

土壤容重限制了有机质含量,而有机质含量与全氮、全磷含量呈显著正相关,北环路、文兴路、文瀛路、迎宾路、御河西路、北都街、永泰南路、太和路均呈现出容重高而有机质含量低的现象,因此,土壤容重大也是影响土壤肥力的一个重要因素,建议及时进行人为疏松土壤,增添警示牌、碎石块、栏杆等设施,安排专人定期养护等以减少人为干扰。

文兴路、恒源路、向阳街、开源街 4 条道路有机质与全氮、全磷含量分布不均匀,应适当控制氮、磷肥施用量,推进作物还土,以实现土壤肥力的提高和养分的平衡供应。

参考文献:

[1] 胡彦辉,熊咏梅,徐志平,等. 广州市道路绿地土壤肥力特征研究[J]. 亚热带植物科学,2013,42(2):109-112.

[2] 张效境,张刚. 长春市中心城区道路绿地土壤肥力调查与评价研究[J]. 环境科学与管理,2018,43(7):34-8.

[3] 杨丽军,朱本国,胡艳燕,等. 重庆市主城区道路绿地土

壤 C/N/P 比特征分析[J]. 绿色科技,2018(19):16-17.

[4] 赵满兴,曹阳阳,焦佳斌,等. 延安新区(北区)道路绿地土壤肥力质量评价[J]. 中国农学通报,2018,34(27):130-136.

[5] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版)[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

[6] 周伟,王文杰,张波,等. 长春城市森林绿地土壤肥力评价[J]. 生态学报,2017,37(4):1211-1220.

[7] 单奇华,李卫正,俞元春,等. 南京城市林业土壤的肥力特征分析[J]. 江西农业大学学报,2008,30(1):86-90.

[8] 蒋定生,黄国俊. 黄土高原土壤入渗速率的研究[J]. 土壤学报,1986(4):299-05.

[9] 卓文珊,唐建锋,管东生. 城市绿地土壤特性及人类活动的影响[J]. 中山大学学报(自然科学版),2007,46(2):32-5.

[10] 廖红. 高级植物营养学[M]. 北京:科学出版社,2003.

[11] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京:中国农业出版社,1998.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 29 页)

[6] 张小全,陈先刚,吴曙红. 土地利用变化和林业活动碳贮量变化测定与监测中的方法学问题[J]. 生态学报,2004,24(9):2068-2072.

[7] 周健,肖荣波,庄长伟,等. 城市森林碳汇及其抵消能源碳排放效果—以广州为例[J]. 生态学报,2013,33(18):5865-5873.

[8] 康凯丽. 基于区域森林碳汇能力的我国碳汇林业发展研究[D]. 北京:北京林业大学,2012.

[9] 袁立嘉,唐玉凤,伍格致. 湖南省碳排放强度与森林碳汇地域差异分析[J]. 中南林业科技大学学报,2016,36(7):97-102.

[10] 林德荣,李智勇,吴水荣,等. 林业减排增汇机制对中国多功能森林经营的影响与启示[J]. 世界林业研究,2011,24(3):23-25.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.008

昆明翠湖公园越冬红嘴鸥觅食生境选择研究

姜志诚^{1,2}, 梁良^{1,2}, 杨福花³, 吕婷^{1,2}, 陈明勇^{1,2}

(1. 云南大学生命科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 云南大学亚洲象研究中心, 云南 昆明 650091;
3. 北京互联企信信息技术有限公司(昆明分公司), 云南 昆明 650000)

摘要: 2014—2018年共4年的冬季(11月至次年3月间), 利用样线法、同步统计、定点观察等方法对昆明翠湖公园内越冬红嘴鸥的觅食生境选择开展调查研究。结果表明, 红嘴鸥在翠湖公园水域的分布呈现出一定的规律, 由西南向东北方向递减, 且形成典型的聚集分布型。对水域面积、水面漂浮物、投食人数、植被和建筑物盖度4个觅食生境因子的方差分析结果表明, 向红嘴鸥投食的人数($P < 0.01$)和水域开阔度主要决定了红嘴鸥觅食地的选择结果。其它生境因子影响不显著。针对研究结果提出开展文明喂鸥活动, 倡导节约环保喂鸥等建议。

关键词: 红嘴鸥; 觅食生境选择; 分布格局; 聚集分布型; 投食人数; 昆明翠湖公园

中图分类号: S718.63; Q959.728 文献标识码: A 文章编号: 1671-168(2019)03-0041-06

引文格式: 姜志诚, 梁良, 杨福花, 等. 昆明翠湖公园越冬红嘴鸥觅食生境选择研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(3): 41-46.

JIANG Zhicheng, LIANG Liang, YANG Fuhua, et al. Habitat Selection of Wintering *Larus ridibundus* Gulls in Cuihu Park of Kunming[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 41-46.

Habitat Selection of Wintering *Larus ridibundus* in Cuihu Park of Kunming

JIANG Zhicheng^{1,2}, LIANG Liang^{1,2}, YANG Fuhua³, LYU Ting^{1,2}, CHEN Mingyong^{1,2}

(1. School of Life Science, Yunnan University, Kunming 650091, China;
(2. Asian Elephant Research Center, Yunnan University, Kunming 650091, China;
3. Kunming Branch, Teleperformance China, Kunming 650000, China)

Abstract: The study on habitat selection of wintering *Larus ridibundus* in Cuihu Park of Kunming was carried out by line transect method, synchronous counting and point observation method in four winters (from November to March of next year) from 2014 to 2018. The results showed that the distribution of the gulls in each pools of Cuihu was regular, which decreased from the southwest to the northeast and formed a typical aggregation distribution pattern. The variance analysis for four foraging habitat factors of water area, floating objects, providing food population, vegetation and building coverage showed that the number of people who spilled food to gulls ($P < 0.01$) and the size of water area mainly influenced the choice of feeding sites while the influence of the other factors was not significant.

收稿日期: 2019-01-28.

第一作者: 姜志诚(1994-), 男, 云南昆明人, 硕士研究生. 研究方向: 动物生态学. Email: zhichengjiang@ynu.edu.cn

责任作者: 陈明勇. Email: mychen1108@ynu.edu.cn

Key words: *Larus ridibundus*; foraging habitat selection; distribution pattern; aggregation distribution; providing food population; Cuihu Park

红嘴鸥 (*Larus ridibundus*) 隶属 鸬 形 目 (Charadriiformes)、鸬 科 (Laridae)、鸬 属 (*Larus*) 鸟类,是一种世界性分布鸟类,繁殖于古北界,南迁至印度、东南亚及菲律宾越冬^[1-2]。自 1985 年红嘴鸥进入昆明市以来,在翠湖等地越冬从未间断,且种群数量呈现跳跃性增加趋势^[3]。赵雪冰等^[4]通过对在滇池越冬及在贝加尔湖地区繁殖的红嘴鸥进行实地调查后,对两地的生态环境、红嘴鸥在两地的栖息地、食物以及对待人类所表现出的不同行为等进行了对比,认为食物的供应以及红嘴鸥繁殖期的领域行为导致了红嘴鸥在两地对待人类表现出不同的行为,红嘴鸥对环境的适应性是其地理广布的一个重要原因。吴兆录等^[5]认为,区域性湿地退化、红嘴鸥群集觅食特性和人工喂食控制的综合作用是红嘴鸥聚居滇池地区的主要原因;红嘴鸥对人工喂食的适应和依赖,导致部分野性丧失,或尾随密集人群而转移觅食地,或不再返回繁殖地而变为“留鸟”;提出通过食物招引促成红嘴鸥在不同生境觅食,是维持红嘴鸥正常越冬,又可有效避免其向人类传播疾病的城市野鸟保护新途径。吴兆录等^[6]还开展过红嘴鸥在城区的停留时间和影响因素研究。一些学者统计过昆明地区红嘴鸥的分布和数量变动^[7-9]。韩联宪等^[10]认为越冬觅食地的好坏关系到红嘴鸥成鸟个体能否高质量地度过冬季,更决定成鸟体质量,从而影响到候鸟回迁和次年的繁殖,所以,研究越冬觅食地的选择偏好对鸟类有重要的生物学意义。对于越冬红嘴鸥在翠湖觅食生境选择方面的研究尚未见专门的报道。本文在对昆明翠湖公园红嘴鸥的分布和数量调查统计的基础上,探讨该区域越冬红嘴鸥的分布格局,并对其形成原因进行分析。

1 研究区域概况

昆明市位于中国西南云贵高原中部,属北纬低纬度亚热带高原山地季风气候,受印度洋西南暖湿气流影响,年温差较小,年均温 14.6℃,年均温在 10~22℃ 的时间有 300 d,年均降水量为 1 007 mm,年均日照时间 2 303 h,年均无霜期 244 d。翠湖公园位于昆明市中心区域五华山西麓,占地面积 22.1 hm²;水域面积约 15 hm²,呈长 675 m、宽 500 m 的椭圆形。公园外围由翠湖南路、翠湖东路、翠湖北路、翠湖西路围绕而成;公园内有观鱼楼、水月轩、西南

岛、湖心亭、竹林岛、九龙池等小型岛屿及建筑物;公园的东南西北分别由东门、南门、九曲桥、西门、北门 5 个主要入口组成(图 1)。公园内、外道路交错纵横,交通便利,植被丰富,是昆明市民游览休闲的重要场所之一^[3]。

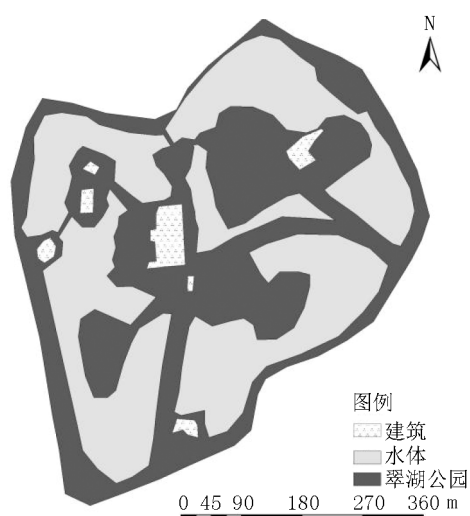


图 1 翠湖公园示意图

Fig. 1 Sketch of Cuihu park

翠湖公园是在昆越冬红嘴鸥觅食的重要场所,每年都有大量的红嘴鸥到此觅食,引来了无数的游客前来观赏,形成了人与鸥之间的互动关系^[12],经初步观察,翠湖水域的每个池子周围都有不同数量的游客,每个水池里都有红嘴鸥分布,但是红嘴鸥的数量却差异较大。

2 研究方法

2.1 数据采集

2.1.1 调查研究时段选择

2014—2018 年冬季(11 月至次年 3 月间)对进入昆明翠湖公园觅食的红嘴鸥进行人工计数,并对公园水域内越冬红嘴鸥的觅食生境进行调查研究。

2.1.2 调查方法

参照侯艳超等^[13]对上海崇明东滩斑背大尾莺越冬栖息地选择偏好的研究方法,采用样线法、同步统计法、样方法等。

1) 样线法

在翠湖公园内、外池子周边设置 5 条样线,每条

样线长 0.5~1 km;2 人一组,10 人分成 5 个小组,每组配备一台数码相机对水面红嘴鸥进行拍摄。

2) 同步统计法

①红嘴鸥数量统计:2014—2018 年冬季红嘴鸥越冬期间,每月中旬采用同步计数法和样线法对整个翠湖水域的红嘴鸥进行调查,采集影像数据,计数红嘴鸥的个体数及其分布的区位,用 GPS 采集经纬度;②翠湖客流量及鸥粮售卖统计:在 7:00—10:00、12:00—14:00、15:00—18:00 分 3 个时段,各选取其中的 10 min 对翠湖公园的 5 个入口的人流量和鸥粮售卖点进行统计,每次统计时间为 3 d,取其平均值。

3) 定点观察法

在翠湖公园内,对每天红嘴鸥进入翠湖公园的方位和时间进行预调查,然后确定最佳计数位点和计数时间,调查人员每天须在红嘴鸥进入公园之前到达指定位置,对红嘴鸥进行长期观察和计数。

2.1.3 因子测定法

根据翠湖公园内各水域的大小、植被和建筑物覆盖情况、游客人数、水面漂浮物等将调查区域划分为 4 类生境因子。

1) 样方水域面积:通过调查翠湖各水域面积大小对各水域进行分级。

2) 水面漂浮物:测定样方内水域中漂浮物面积的大小进行分级。

3) 样方内投食人数统计:每个样方内投食人数不等,为便于统计分析进行合理分级。

4) 植被和建筑物盖度:测定样方内单位植被和建筑物的盖度。

2.2 数据处理

1) 分布图制作方法:在 GIS 软件中导入范围、水域、红嘴鸥分布点、游客,绘制红嘴鸥分布图。

2) 方差分析法:采用 SPSS 22.0 单变量多因素方差分析方法确定影响翠湖公园越冬红嘴鸥觅食地点选择的主要生境因子。

3 结果与分析

3.1 翠湖公园越冬红嘴鸥数量

调查结果表明,在翠湖公园内越冬的红嘴鸥数量为 4 000~4 429 只,与前人调查翠湖公园内红嘴鸥的数量 4 252 只相比^[9],数量较为接近。

3.2 红嘴鸥在翠湖公园的分布格局及分析

3.2.1 红嘴鸥的聚集型分布

从整个翠湖水域来看,水域可分为大、中、小 3

个等级(图 2),不同水域的红嘴鸥分布呈现出一定规律:西南和正西 2 个方向分布最多,其次在正东方向分布较多,但是数量明显比前 2 个方向分布少;翠湖公园的正北方向的桥上也有较多的数量分布,而在翠湖公园正中央的小池子分布的数量极少(图 3)。

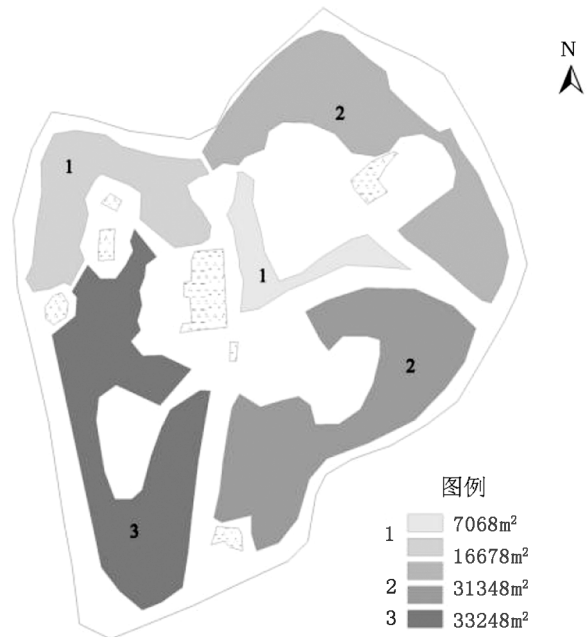


图 2 昆明翠湖公园水域分布

Fig. 2 Distribution of water area in Cuihu park



图 3 昆明翠湖公园不同水域红嘴鸥分布

Fig. 3 Distribution of *Larus ridibundus* in different waters of Cuihu park

从翠湖各池子的分布来看,水域周围(路边)和桥上红嘴鸥分布最多,且较为聚集,红嘴鸥呈现出典型的聚集型分布(图 2)。进食时红嘴鸥并非单独行动,而是群起飞向水面同一处进行取食,因此形成了典型的聚集分布;红嘴鸥觅食结束后,喜欢集群停留在宽阔的水面、水面漂浮的游船上、树顶、建筑物顶休息,也呈现出聚集分布型。

3.2.2 红嘴鸥分布与游客分布的相关性分析

1)结合红嘴鸥分布图和公园各主要入口的人流量可以看出,人流量最大的公园南门和九曲桥 2 个入口处恰好也是红嘴鸥分布最多的地方;而在公园北门人相对较少的入口处红嘴鸥分布也少(图 4)。人与红嘴鸥的分布呈现出相似的规律。人投食的时候大多将食物抛向空中或者洒向水面,红嘴鸥会群飞取食;拍照商贩会手拿食物对着水面叫喊,红嘴鸥也会应声而来取食。

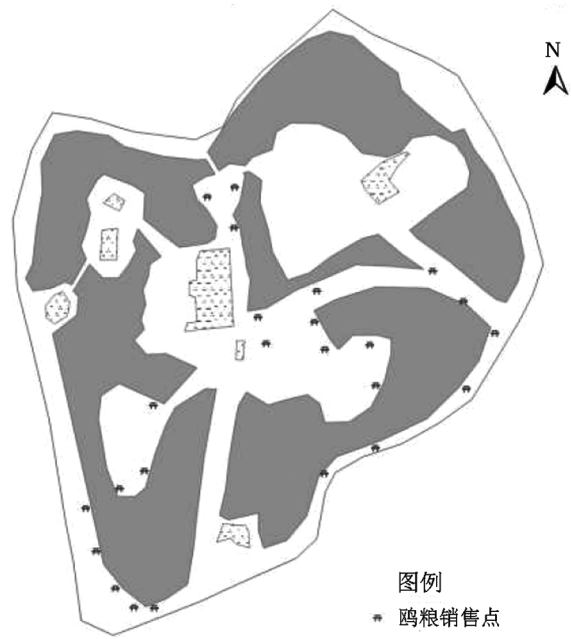


图 5 昆明翠湖公园鸥粮销售点分布

Fig. 5 Distribution of gull food sales sites in Cuihu park



图 4 昆明翠湖公园游客分布

Fig. 4 Distribution of tourists in Cuihu park

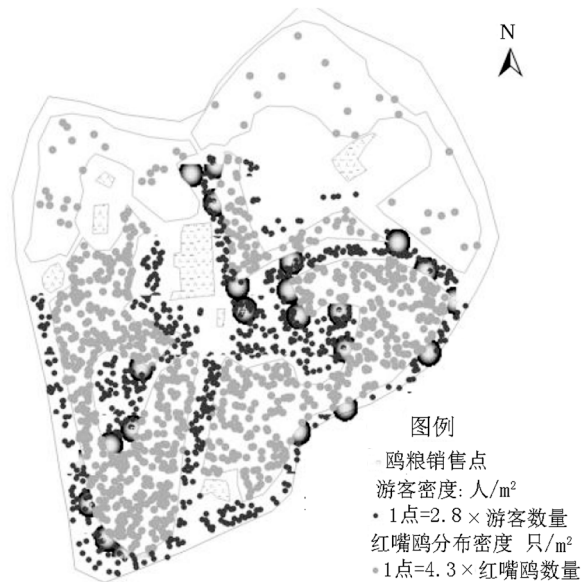


图 6 昆明翠湖公园红嘴鸥分布与游客分布相关性

Fig. 6 Correlation between the distribution of *Larus ridibundus* and the distribution of tourists in Cuihu park

2)结合红嘴鸥和鸥粮售卖点分布图(图 5)不难看出,两者在翠湖公园内呈南多北少的分布状况,在西南方向的池子周围分布最多。游客在购买鸥粮后会就近喂食而不会舍近求远,所以停留在售卖点周围的游客最多。由此也就导致了西南方向红嘴鸥分布最多。人的叫唤行为和投食行为能够召集红嘴鸥集群到水面,所以红嘴鸥在翠湖水域内呈现南北分布差异和聚集分布(图 6)。

3.3 红嘴鸥在翠湖公园的觅食生境选择

3.3.1 生境调查结果

对生境因子进行调查和分级,不仅能将数据分级而且还可以通过统计结果准确表明红嘴鸥的生境选择。翠湖水域存在大池子、小池子,将面积小于 $4 \times 10^3 \text{ m}^2$ 的划分为小水域,面积大于 $1.9 \times 10^4 \text{ m}^2$ 的划分为大水域,介于两者之间的则为中型水域;水面

的漂浮物主要是游船和植物及其枯枝,红嘴鸥对漂浮在水面的游船不排斥,甚至会在上面停歇,但对于游人乘坐的游船表现一定的警戒,根据调查样方内的漂浮物面积将其分级为 3 类;根据样方内给红嘴鸥投食的人数将其分为 4 级;对于植被和建筑物盖度,根据调查样方内的盖度面积分 3 级(表 1)。

表 1 昆明翠湖公园越冬红嘴鸥觅食生境因子分级

Tab. 1 Foraging habitat factors rating of wintering *Larus ridibundus* in Cuihu park

| 生境因子 | 分级 | 分级说明 |
|----------|------|--|
| 样方所在水域面积 | 小型水域 | 水域面积 $m^2(S) \leq 4 \times 10^3$ |
| | 中型水域 | $4 \times 10^3 < S \leq 1.9 \times 10^4$ |
| | 大型水域 | $S > 1.9 \times 10^4$ |
| 水面漂浮物 | 无漂浮物 | 漂浮物面积 $m^2(a) = 0$ |
| | 少漂浮物 | $0 < a \leq 60$ |
| | 多漂浮物 | $a > 60$ |
| 样方内投食人数 | 无人 | 人数/个 $(C) = 0$ |
| | 少数人 | $C \leq 5$ |
| | 较多人 | $5 < C \leq 15$ |
| | 很多人 | $C > 15$ |
| 植被和建筑物盖度 | 开阔地带 | 无植被覆盖的水域 $(D) = 0$ |
| | 低遮蔽物 | 单位面积盖度 $D \leq 50\%$ |
| | 高遮蔽物 | $D > 50\%$ |

3.3.2 红嘴鸥觅食生境选择

对翠湖公园内有红嘴鸥的池子随机布设 50 个样方,根据生境因子的划分级别对其生境因子进行详细的记录(表 2)

从表 2 中的统计结果分析可得出:

1)红嘴鸥比较倾向于在大、中水域中觅食,这 2 种生境中的样本频次占有所有样本的 90%,说明红嘴鸥觅食比较喜欢较为开阔的水域。

2)红嘴鸥对所处觅食水域漂浮物的选择存在一定的偏好,多倾向于漂浮物少的水域,占总样本频次的 90%;对于水面漂浮的游船红嘴鸥又比较喜欢,因为进食以后可以在船顶上停歇休息。

3)在红嘴鸥觅食时倾向于选择人多的区域,无人的样方仅占总样方的 4%,有人的样方占 96%,由此可以看出,红嘴鸥的觅食地生境选择与人的关系较大,红嘴鸥偏好的人群密集的地方觅食,在整个越冬期间对人类投放的食物依赖性大。

4)红嘴鸥对于植被和建筑物的选择没有太大

表 2 昆明翠湖公园越冬红嘴鸥觅食生境因子数量

Tab. 2 Foraging habitat factor quantity of wintering *Larus ridibundus* in Cuihu park

| 生境因子 | 分级 | 出现样本频次/个 | 占总样本比例/% |
|----------|----------|----------|----------|
| 样方所在水域面积 | 小型水域 | 5 | 10 |
| | 中型水域 | 27 | 54 |
| | 大型水域 | 18 | 36 |
| 水面漂浮物 | 无漂浮物 | 25 | 50 |
| | 少漂浮物 | 20 | 40 |
| | 多漂浮物(游船) | 5 | 10 |
| 样方内投食人数 | 无人 | 1 | 4 |
| | 少数人 | 7 | 14 |
| | 较多人 | 33 | 66 |
| | 很多人 | 10 | 20 |
| 植被和建筑物盖度 | 开阔地带 | 2 | 4 |
| | 低遮蔽物 | 30 | 60 |
| | 高遮蔽物 | 18 | 36 |

的偏好,开阔地带占总样方的 4%,因为翠湖公园内的植被和建筑物相似度非常高。

综上所述,翠湖公园越冬红嘴鸥主要选择人聚集度高、水域开阔、水面少植物枯枝的生境进行觅食活动,这样的生境既有利于取食,也有利于红嘴鸥间的交流和警戒活动。

3.3.3 人为干扰对红嘴鸥觅食生境选择的影响

对越冬红嘴鸥的觅食地翠湖公园内 50 个样方的生境因子数据进行单变量多因素方差分析,结果见表 3。

表 3 翠湖公园越冬红嘴鸥觅食生境因子方差分析

Tab. 3 Variance analysis for foraging habitat factors of wintering *Larus ridibundus* in Cuihu Park

| 生境因子 | F 值 | P 值 |
|----------|-------|--------|
| 样方所在水域面积 | 5.638 | 0.006 |
| 水面漂浮物 | 1.577 | 0.130 |
| 样方内投食人数 | 4.111 | 0.0001 |
| 植被和建筑物盖度 | 0.907 | 0.589 |

注: $P < 0.05$ 相关性显著, $P < 0.01$ 相关性极显。

样方内投食人数与样方所在水域的 $P < 0.01$, 差异极显著,说明人的活动和水域开阔度对红嘴鸥选择觅食地均有影响,其中投食人数的影响更为突出;

水面漂浮物与植被和建筑物的 $P > 0.05$, 不存在显著差异, 说明二者对红嘴鸥的觅食生境选择影响不大。与表 2 中的记录相吻合, 说明投食人数和水域开阔度主要决定了红嘴鸥觅食地的选择结果, 其中人为因素的影响最大, 其它生境因子的影响不显著。

由于红嘴鸥在翠湖公园内主要进行觅食活动, 生境选择最大因素为食物因子, 而红嘴鸥在翠湖公园内捕食活动较少, 在共计 150 d 的研究期间内仅记录到 3 次红嘴鸥捕鱼行为, 说明红嘴鸥的食物基本来源于人为投食。翠湖水域西南方向的池子红嘴鸥分布最多, 这里游客最多, 鸥粮售卖点最多, 拍照商贩也最多, 因此, 人为干扰对其生境选择具决定性影响。

4 结论与建议

通过对昆明翠湖公园越冬红嘴鸥数量及分布格局的研究, 越冬红嘴鸥在翠湖湖区内以西南方向居多, 依次往正西方向和东南方向减少, 在正北方向红嘴鸥分布数量极少, 只在桥上有一定的数量分布。分布格局呈现出典型的人为干扰为主要影响因子的聚集分布型, 造成这种分布格局的原因, 首先是各水域的投食人数, 因为公园各入口的人流量、欧粮售卖点与红嘴鸥的分布呈现出相似的规律; 其次是水域的开阔程度, 小水域不受红嘴鸥的喜好, 最后水域的方位对红嘴鸥也存在一定的影响。投食人数因素在众多因子中显得尤为重要。越冬红嘴鸥在翠湖公园主要活动为觅食, 其最主要的食物来源是人为投食物, 显而易见, 人为活动对翠湖公园越冬红嘴鸥的生境选择有决定性作用。根据上述研究结果, 提出以下几点建议:

1) 商贩为游客拍摄给红嘴鸥喂食瞬间时, 用非专用鸥粮来引诱红嘴鸥, 有些油炸食物会对红嘴鸥的健康不利, 有关部门应大力开展大众文明喂鸥活动, 教育群众给红嘴鸥投食健康食物。

2) 游客在投食时喜欢大把洒向空中, 专用鸥粮密度较大, 未被红嘴鸥吃到的鸥粮接触水后会立即沉入水中, 红嘴鸥并不能吃到所有食物, 不仅造成食物的浪费, 同时会造成翠湖水域的水质严重恶化。应倡导广大群众节约环保喂鸥。

3) 红嘴鸥比较喜欢开阔的水域, 但是翠湖公园内较大的水域均存在较多的植物枯枝, 建议在红嘴鸥到来前对其进行清理, 这对红嘴鸥的觅食活动将有较大的帮助, 也可以减少红嘴鸥拥挤的情况。对

红嘴鸥的研究不仅对该物种有重要的生物学意义, 而且对其他城市越冬野鸟(如池鹭等)或留鸟(如白鹭、黑水鸡)的保护也起到借鉴作用。

致谢:感谢吴竹刚老师提供望远镜、照相机等设备, 感谢许世明等同学在调查过程中提供的支持和帮助。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [3] 王紫江, 叶茵, 杨明. 红嘴鸥招引保护的研究与实践[G]//保护鸟类和谐发展. 昆明: 云南科技出版, 2006.
- [4] 赵雪冰, 王紫江, 吴兆录. 红嘴鸥的繁殖地和越冬地的生活习性对比[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2008, 30(S2): 387-90.
- [5] 吴兆录, 赵雪冰, 王紫江, 等. 昆明越冬红嘴鸥适应人工喂食的野性丧失与管理[J]. 云南地理环境研究, 2009, 2(15): 1-5.
- [6] 吴兆录, 郑曼丽, 潘帮珍, 等. 红嘴鸥在昆明城区的停留时间及其影响因素[J]. 四川动物, 2008, 27(3): 351-55.
- [7] 雷桂林, 包颖, 郑重. 昆明地区越冬红嘴鸥分布及数量变动研究[J]. 林业调查规划, 2013, 38(4): 39-44.
- [8] 王紫江. 红嘴鸥在昆明越冬 20 年间的分布及数量变动规律[G]//保护鸟类和谐发展. 昆明: 云南科技出版, 2006: 36-42.
- [9] 李世宗, 刘震. 昆明翠湖越冬红嘴鸥数量变化及投食量调查分析[J]. 野生动物, 2012, 33(3): 146-148.
- [10] 韩联宪, 邓章林, 李晶晶, 等. 越冬期人工投食与自然觅食红嘴鸥形态特征比较[J]. 西南林业大学学报, 2012, 32(3): 104-106.
- [11] 白林壮, 韩联宪, 鲁红林, 等. 滇池越冬红嘴鸥幼鸟比例及种群数量变化研究[J]. 西南林业大学学报, 2014, 34(4): 108-110.
- [12] 王紫江, 叶茵. 人鸥情未了[M]. 昆明: 云南人民出版社, 2007.
- [13] 侯艳超, 李枫, 张欣宇, 等. 上海崇明东滩斑背大尾莺越冬栖息地选择偏好[J]. 东北林业大学学报, 2014, 42(5): 136-142.
- [14] 管晓霞, 赵雪冰, 吴兆录. 红嘴鸥对昆明两个景点游览人数变化的影响[J]. 云南地理环境研究, 2008, 20(6): 85-89.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.009

主要气候因素与云南松天然林生长率的关系研究

皇宝林, 温庆忠

(云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要:依据森林资源连续清查获得的云南松天然林样地调查数据及气象数据,研究了年均温、年均降水量与云南松天然林平均胸径生长率的关系。结果表明,不同年均温区域云南松天然林样地平均胸径生长率总体上呈现出温度越高生长率越大的趋势,但趋势在年均温为16℃时出现了拐点,当年均温>16℃时,随着年均温的升高,云南松天然林生长率反而开始降低。在不同降水量区域的云南松天然林平均胸径生长率总体上与年均降水量呈正相关,降水量越大,生长越快。但在降水量为900~1 099 mm区域,6~16径阶云南松天然林的生长率却超过了降水量≥1 100 mm区域。文中对上述现象进行了讨论,认为其原因涉及云南松的适生区、生态稳定性以及林木的生物学与生态学机制等。

关键词:云南松天然林;生长率;年均温;年均降水量

中图分类号:S791.257;S716.3;S758.52 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0047-04

引文格式:皇宝林,温庆忠.主要气候因素与云南松天然林生长率的关系研究[J].林业调查规划,2019,44(3):47-50,66.

HUANG Baolin, WEN Qingzhong. Relationship Between Climatic Factors and Growth Rate of Natural Forest of *Pinus yunnanensis*[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3):47-50, 66.

Relationship Between Climatic Factors and Growth Rate of Natural Forest of *Pinus yunnanensis*

HUANG Baolin, WEN Qingzhong

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

Abstract: The relationship between average annual temperature, average annual precipitation and average DBH growth rate of *Pinus yunnanensis* natural forest was studied based on the meteorological data and samples investigation data of *Pinus yunnanensis* natural forest in continuous forest inventory. The results showed that the average DBH growth rate of *Pinus yunnanensis* increased with the increment of temperature but presented the decreased trend when the average temperature was above 16℃. The average DBH growth rate increased with the increment of precipitation, which presented the positive correlation with the average annual precipitation. However, in areas with precipitation of 900 ~ 1 099mm, the growth rate of *Pinus yunnanensis* with diameter of 6~16 exceeded that in areas with precipitation of 1 100mm. This paper analyzed that the suitable distribution area of *Pinus yunnanensis*, the ecological stability and the

收稿日期:2019-04-08.

基金项目:云南松林监测研究.

第一作者:皇宝林(1976-),男,云南保山人,工程师.主要从事林业调查规划、林业数量模型研究及软件开发. Email: huangfubl@vip.qq.com

责任作者:温庆忠(1968-),男,广东揭西人,正高级工程师.主要从事林业调查规划和森林生态学研究. Email: wenqingzhong5@126.com

biological and ecological mechanism were the main reasons.

Key words: natural forest of *Pinus yunnanensis*; growth rate; average annual temperature; average annual precipitation

云南松 (*Pinus yunnanensis*) 林是云南省现存面积最大的森林类型,也是我国西南地区最重要的森林类型。长期以来,研究人员对云南松开展了许多研究,包括对云南松的分布^[1]、生物学与生态特征、森林保护、经营利用^[2]、地理种源、遗传资源^[3]、群落结构特征及物种多样性^[4]、林分直径结构^[5]、雨雪冰冻影响^[6]、有害生物入侵影响^[7]、碳储量估算^[8]、资源动态^[9]等方面,对云南松林的生长规律也开展了研究,李本德等采用测树样地和采伐样地等资料,建立了直径、树高生长的相关关系^[10],陈建珍^[11]、束传林^[12]等采用滇中一平浪林场云南松天然次生林树干解析资料,对云南松单株木生长规律进行了研究,但云南松生长规律研究的系统性不足,尤其是气候因素对云南松林生长规律的研究仍然较少。本文采用森林资源连续清查获得的云南松林样地调查监测数据,以平均胸径生长率为研究对象,研究了不同年均温、不同年均降水量与云南松天然林生长率的关系,为云南松林的科学经营、准确测算蓄积变化等提供科学依据。

1 云南松林概况

云南松林为我国西部偏干性亚热带的典型代表森林类型,属暖温性针叶林,在云南省分布广泛,是云南高原上现存面积最大的森林类型,据云南省森林资源连续清查第 9 次复查结果,云南松林占云南省林分总面积的 28.25%,森林总蓄积量的 21.52%,云南松林以滇中高原为中心,在西藏、四川、广西、贵州与云南相邻的部分区域也有分布,是云南省乃至我国西南地区最重要的森林植被。在植被发生上,现有大面积分布的云南松林属于半湿润常绿阔叶林被破坏后形成的次生性森林。分布地气候属亚热带高原季风类型,冬暖夏凉,夏秋季雨量集中,冬春干旱严重,干湿季分明。

2 研究方法

采用云南省 1987—2017 年森林资源连续清查获得的云南松林样地的调查监测数据,运用数理统计、图表分析等方法,以样木胸径生长量为基础,对云南松天然林林木的生长规律进行分析研究。

2.1 样地布设

按 6 km×8 km 间距机械布设样地,全省共布设 7 974 个,样地面积 800 m²,为 28.28 m×28.28 m 的正方形样地。监测期间相邻两期同一样地优势树种均为云南松天然林样地。

2.2 样地调查

森林资源连续清查样地为固定样地,即样地位置、周界固定。从 1987 年开始,每间隔 5 年对样地进行复查,从而实现对样地变化情况的监测。样地内胸径大于等于 5 cm 的林木需进行每木调查,即确定每一株样木的类型、编号、位置、树种,测量胸径、树高及其它相关信息。

2.3 样本获取及处理

样地筛选原则:样地后期必须为复测样地,样地前后期的地类必须为乔木林,优势树种必须为天然起源的云南松。筛选出的样地详见表 1。

表 1 云南松天然林样地数量统计

Tab. 1 Sample plots statistics of *Pinus yunnanensis* natural forest

| 监测年度 | 1987~ 1992 | 1992~ 1997 | 1997~ 2002 | 2002~ 2007 | 2007~ 2012 | 2012~ 2017 | 合计 |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------|
| 样地数 | 396 | 425 | 500 | 501 | 488 | 407 | 2717 |

样本筛选原则:在筛选出来的样地中选择前后 2 期均存在的样木,样木编号一致,树种为云南松,且胸径在 6~40 径阶,本期已经采伐或枯损的排除,因采脂或掉皮出现负生长的也排除。筛选出符合要求的样本详见表 2。

表 2 云南松天然林样本数量

Tab. 2 Samples statistics of *Pinus yunnanensis* natural forest

| 调查年度 | 1987~ 1992 | 1992~ 1997 | 1997~ 2002 | 2002~ 2007 | 2007~ 2012 | 2012~ 2017 | 合计 |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 合计 | 15056 | 17285 | 23043 | 26814 | 29211 | 21006 | 132415 |

2.4 胸径生长率计算方法

胸径生长率采用复利公式,设某样本的胸径生长率为 P_d ,前期胸径为 D_1 ,本期胸径为 D_2 ,两期调

查间隔时间为 5 年,则:

$$P_d = \left[1 - \sqrt[5]{\frac{D_2}{D_1}} \right] \times 100\%。$$

2.5 样本环境因子处理

根据样本所在样地确定样本的气候等因子,包括调查年度、样地号、位置、年均温、年均降水量、地类、优势树种等,样本的因子包括样木号、立木类型、树种、前期胸径、本期胸径等因子。位置信息为纵横坐标,用以标识样地空间位置。样地年均温和年均降水量由样地位置叠加到全省年均温 DEM 和年降水量 DEM 上求得。

3 结果与分析

3.1 云南松天然林生长率与年均温关系

表 3 是不同年均温下的云南松样木平均胸径生长率数据,包括样本数量、标准差和精度,由于样本数量大,精度总体较高,最低的是年均温为 8℃ 样地的平均生长率,也达到了 94.76%,最高的达 99.09%。从年均温与云南松胸径平均生长率的关系(表 3,图 1)看,随着温度的升高,云南松的胸径平均生长率也随之增大,年均温在 8~16℃ 区间,呈现正相关关系,但年均温达到 16℃ 时,出现拐点,平均生长率开始调头向下。具体而言,当年均温为 8℃ 时,云南松的胸径平均生长率为 2.81%,当年均温增至 16℃ 时,平均生长率达到峰值 4.13%。之后随着年均温增加,平均生长率出现下降趋势,年均温 17℃ 时平均生长率降为 3.93%,18℃ 时降为 3.63% (图 1)。

综上所述,云南松天然林生长率与年均温的关系,当年均温低于 16℃ 时,生长率随着年均温的升高而增大,也就是说,温度越高,长得越快。值得关注的是,当年均温大于 16℃ 时,随着年均温的升高,生长率反而开始降低,不再是温度越高生长越快。年均温 16℃ 就是出现拐点的关键数值。这或许反映了年均温 > 16℃ 区域属南亚热带和热带北缘气候,已不是云南松林的适生区。

3.2 云南松天然林生长率与年均降水量关系

表 4 是不同降水量区域云南松天然林样木平均胸径生长率数据。样地降水量小于 900 mm 地区的云南松 6~40 径阶样木平均胸径生长率区间为 3.76%~0.16%;样地降水量为 900~1 099 mm 地区的云南松各径阶样木平均胸径生长率为 5.28%~0.58%;样地降水量大于 1 100 mm 地区的云南松

表 3 不同年均温云南松天然林的平均胸径生长率
Tab. 3 Average DBH growth rate of *Pinus yunnanensis* natural forest with different average annual temperature

| 年均温 /℃ | 胸径生长率 平均值 /% | 标准差 | 精度 /% | 样本数 /个 |
|--------|--------------|------|-------|--------|
| 8 | 2.81 | 2.15 | 94.76 | 820 |
| 9 | 2.73 | 2.55 | 97.42 | 5010 |
| 10 | 2.95 | 2.45 | 98.26 | 8728 |
| 11 | 3.26 | 2.66 | 98.86 | 19780 |
| 12 | 3.43 | 2.65 | 98.67 | 13039 |
| 13 | 3.59 | 2.76 | 98.65 | 12443 |
| 14 | 3.78 | 2.85 | 99.09 | 26331 |
| 15 | 3.78 | 2.97 | 98.89 | 19350 |
| 16 | 4.13 | 3.13 | 98.72 | 13529 |
| 17 | 3.93 | 3.26 | 98.16 | 7765 |
| 18 | 3.63 | 3.13 | 97.48 | 4471 |

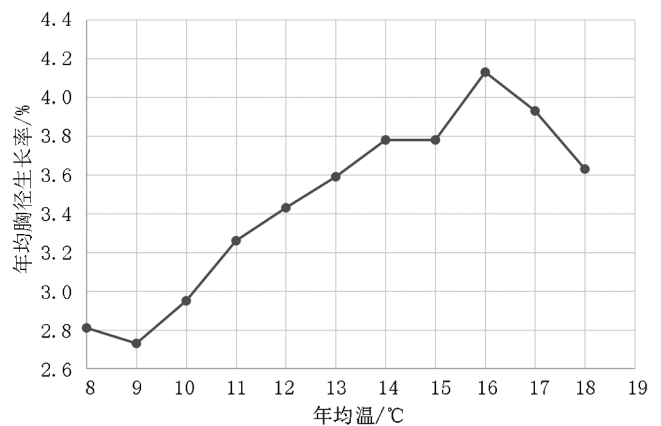


图 1 云南松天然林不同年均温胸径生长曲线
Fig. 1 DBH growth curve of *Pinus yunnanensis* natural forest with different average annual temperature

各径阶样木平均胸径生长率为 5.03%~0.72%,均呈逐渐递减趋势。从这 3 组数据可以看出,对降水量相对一至的地区而言,云南松天然林呈现出胸径越小,生长率越大,胸径越大,生长越慢的趋势。

对比不同降水量区域样地的云南松平均胸径生长率(表 4,图 2),云南松生长速度与年均降水量总体上呈正相关,降水量越大,环境越湿润,生长也越快。但值得关注的是,也出现了与此趋势不一致的情况:在降水量为 900~1 099 mm 的区域,6、8、10、12、14、16 径阶云南松的生长率超过了降水量 ≥ 1 100 mm 区域的生长率,如在降水量小于 900 mm

区域,6 径阶样木胸径生长率为 3.76%,在降水量为 900~1 099 mm 区域 6 径阶样木胸径生长率为 5.28%,超过了降水量 $\geq 1 100$ mm 区域 6 径阶样木胸径生长率(5.03%),类似情况稳定地出现在 8~16 径阶的样木上,这些径阶处于云南松的幼龄和中龄阶段,但并不覆盖整个中龄。这一现象显然超出了人们的认知常识,可能与云南松的生物地理分布、生物学、生态学习性等方面密切相关,但其内在机制仍有待深入研究。一种可能的解释是降水量为 900~1 099 mm 区域可能更有利于云南松幼中龄阶段林木的生长。

表 4 不同年均降水量云南松天然林样本各径阶平均胸径生长率

Tab. 4 Average DBH growth rate of *Pinus yunnanensis* natural forest with different average annual precipitation

| 径阶 | 年均降水量 | | | | | |
|----|---------|-------|-------------|-------|----------------|-------|
| | <900 mm | | 900~1099 mm | | ≥ 1100 mm | |
| | 平均值 | 精度 | 平均值 | 精度 | 平均值 | 精度 |
| 6 | 3.76 | 87.32 | 5.28 | 98.89 | 5.03 | 98.91 |
| 8 | 3.34 | 85.79 | 4.17 | 98.86 | 3.83 | 98.85 |
| 10 | 3.50 | 86.53 | 3.53 | 98.72 | 3.32 | 98.72 |
| 12 | 3.34 | 84.79 | 3.02 | 98.54 | 2.91 | 98.52 |
| 14 | 2.36 | 84.90 | 2.63 | 98.32 | 2.56 | 98.31 |
| 16 | 2.08 | 84.93 | 2.33 | 97.95 | 2.32 | 97.93 |
| 18 | 1.83 | 83.22 | 2.09 | 97.59 | 2.11 | 97.40 |
| 20 | 2.18 | | 1.86 | 97.13 | 1.99 | 96.82 |
| 22 | 1.60 | | 1.63 | 96.50 | 1.75 | 95.94 |
| 24 | 1.38 | | 1.49 | 95.84 | 1.59 | 95.17 |
| 26 | 1.50 | | 1.36 | 95.37 | 1.40 | 94.36 |
| 28 | 1.48 | | 1.22 | 94.14 | 1.41 | 93.11 |
| 30 | 0.74 | | 1.09 | 93.29 | 1.21 | 91.12 |
| 32 | 0.87 | | 1.04 | 91.81 | 1.15 | 86.79 |
| 34 | 0.43 | | 0.88 | 91.01 | 1.10 | 85.80 |
| 36 | 0.22 | | 0.75 | 87.55 | 0.93 | 83.03 |
| 38 | 0.35 | | 0.72 | 85.75 | 0.83 | 83.22 |
| 40 | 0.16 | | 0.69 | 80.13 | 0.72 | 84.47 |

4 结论与讨论

1) 云南松天然林生长率呈现出胸阶越小,生长越快,胸阶越大,生长越慢的规律。

2) 云南松天然林生长率与年均温的关系总体

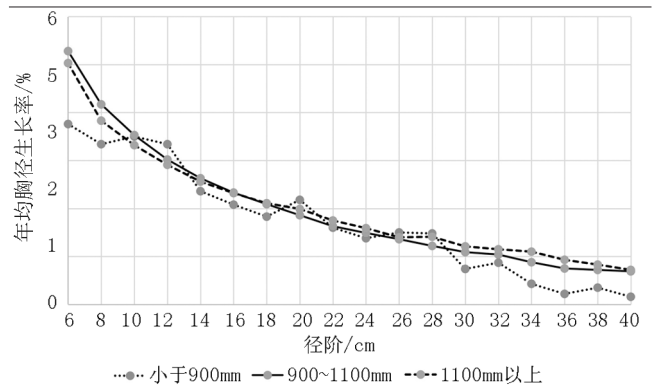


图 2 云南松天然林不同年均降水量的胸径生长曲线
Fig. 2 DBH growth curve of *Pinus yunnanensis* natural forest with different average annual precipitation

上呈现出温度越高,生长率越大的规律,即温度越高,生长越快。但值得关注的是,该趋势在年均温为 16℃时出现了拐点,年均温大于 16℃时云南松天然林生长率随年均温的升高,生长率反而开始降低。一种解释认为云南松天然林在年均温超过 16℃区域出现生态稳定性下降趋势,表明这些区域已不是云南松林的适生区。

3) 在不同降水量区域的云南松天然林平均胸径生长率总体上与年均降水量呈正相关关系,降水量越大,生长越快,胸径生长率越大。但意外情况是,在降水量为 900~1 099 mm 区域,6、8、10、12、14、16 径阶云南松天然林的生长率反而超过了降水量 $\geq 1 100$ mm 区域,其中隐含的生物学和生态学机制有待深入研究。

参考文献:

[1] 邓喜庆,皇宝林,温庆忠,等. 云南松林在云南的分布研究 [J]. 云南大学学报(自然科学版),2013,35(6): 843-848.
 [2] 李贤伟. 云南松研究现状及动态 [J]. 四川农业大学学报,1995,13(3): 309-14.
 [3] 戴开结,何方,沈有信,等. 云南松研究综述 [J]. 中南林学院学报,2006,26(2): 138-142.
 [4] 李贵祥,施海静,孟广涛,等. 云南松原始林群落结构特征及物种多样性分析 [J]. 浙江林学院学报,2007,24(4): 396-400.
 [5] 姜磊,陆元昌,廖声熙,等. 滇中高原云南松林分直径结构研究 [J]. 林业科学研究,2008,21(1): 126-130.
 [6] 温庆忠,魏雪峰,赵元藩,等. 雨雪冰冻灾害对滇东南 5 种人工林的影响 [J]. 林业科学,2008,44(11): 23-27.

(下转第 66 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.010

纳板河流域不同森林类型林分直径分布结构特征研究

赖叶青,张远荣,胡明星,张发山

(昆明驰云林业技术咨询有限公司,云南 昆明 650000)

摘要:在纳板河流域的5种森林类型中设置大样地14块,采用负指数函数模型和q值分布函数,研究不同森林类型的林分直径分布结构特征,以此探究纳板河流域森林群落的生长状况。结果表明,整个流域中的森林群落拟合模型均表现出近似双曲线形式中的局部反“J”型曲线形式,大量林木直径分布在10径阶,不同森林群落的负指数拟合效果较好,其中拟合效果最好的为季风常绿阔叶林。从a值、k值、q值的测算结果得出森林群落次生能力由强到弱的顺序为热带雨林群落、热带季雨林群落、季风常绿阔叶林群落、山地雨林群落、落叶阔叶林群落。

关键词:直径分布;森林类型;负指数函数;q值分布;拟合模型;次生能力;纳板河流域

中图分类号:S758.55 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0051-05

引文格式:赖叶青,张远荣,胡明星,等.纳板河流域不同森林类型林分直径分布结构特征研究[J].林业调查规划,2019,44(3):51-55,108.

LAI Yeqing, ZHANG Yuanrong, HU Mingxing, et al. Stand Diameter Distribution Characteristics of Different Forest Types in Nabanhe Basin[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 51-55, 108.

Stand Diameter Distribution Characteristics of Different Forest Types in Nabanhe Basin

LAI Yeqing, ZHANG Yuanrong, HU Mingxing, ZHANG Fashan

(Kunming Chiyun Forestry Technology Consulting Co., Ltd., Kunming 650000, China)

Abstract: The 14 sample plots were set up in five forest stands in Nabanhe basin to investigate the diameter distribution structure of different forest types by the distribution function of q value and the model of negative exponential function to study the growth status of forest communities. The results showed that the forest community fitting model in the whole basin presented the local inverse “J” curve form similar to hyperbolic form with a large number of trees of 10cm in diameter, and the negative index fitting effect of different forest communities was good, among which the monsoon evergreen broad-leaved forest had the best fitting effect. It can be concluded by the values of A, K and Q that the order of secondary capacity of forest community from strong to weak was tropical rainforest community, tropical monsoon forest community, monsoon evergreen broad-leaved forest community, mountain rainforest community and deciduous broad-leaved forest community.

Key words: diameter distribution; forest type; negative exponential function; distribution function of q value; fitting model; secondary capacity; Nabanhe basin

收稿日期:2018-11-22;修回日期:2018-12-14.

第一作者:赖叶青(1980-),女,重庆人,工程师.主要从事林业调查规划、资产评估、保护区规划设计. Email:982844096@qq.com

责任作者:张远荣(1988-),男,云南宣威人,硕士.主要从事林业调查规划和森林资源经营管理与评价.

在林分结构的研究中,林分的直径分布可以预测和评估该林分的健康态势及生长状况,因此,进行林分直径分布结构研究对林分健康生长具有比较积极的意义。林分直径分布结构指的是林分内各个径阶的林木株数分布状态,不同的直径分布结构直接影响到林分的树高、平均胸径、蓄积及冠幅等因子,会促进或是抑制相关因子的变化。林分的直径分布是最基本的、最直接的,也是最重要的林分结构因子,在研究其他林分结构因子之前,一般首先对林分的直径分布进行研究,是研究其他林分因子的基础^[1]。就目前对于林分结构的研究中,可以将林分直径分布结构研究按照研究类型分为 2 个类型:1) 基于现实林分的静态模拟。该种类型基于基础数据对现有林分的描述,用比较清晰的数据模型将现有的森林植被比较直观地表示出来,是一种比较直接的描述统计手段;2) 基于未知林分的动态预测。该种类型必须基于第一种模型的基础上再度预测森林植被今后的生长状态,通过之前各树种在不同时期上的变化进行总结,拟合出其生长的态势,预测今后某一时刻林分中的各树种各径阶的数量。从而测算森林植被的后期生物量,或是调整森林植被后期的经营方案。

静态模拟描述林分直径分布结构常采用概率密度分布函数,如:对数函数、反函数、二次函数、三次函数、复合函数、幂函数、s 函数、增长函数、负指数分布、逻辑斯蒂函数、weibull 分布及三参数概率密度函数等。动态预测基于静态描述模型对森林植被的林分直径分布结构进行描述,建立森林植被林分直径分布动态预测模型,对林分在未来几年中林木的直径及其分布变化等进行预测,描述林分直径分布的动态变化规律^[2]。对林分直径分布研究所采用的方法主要有 4 种:相对直径法;概率函数法;种群分布模型法;理论生长方程法,这 4 种方法一定程度上描述了林分中林木直径分布结构及森林生长的态势,从而推断林分目前的生长状态及今后的生长态势。也有人利用多个函数自行组建函数模型对林木直径进行拟合分析,经过多方面的比较,最终发现在林分中林木直径分布拟合中实用性最强的是 weibull 分布函数,weibull 分布函数的应用最为广泛和直接^[3-9]。

1 研究区概况

云南省南部的西双版纳傣族自治州境内的纳板

河流域国家级自然保护区(以下简称“纳板河保护区”),是一个小流域生物圈,是以保护森林植被及其森林中的其他物种的理念规划建设,包含有核心区、缓冲区及试验区的多功能、综合型自然保护区。保护区中包含了多种森林群落,物种丰富,地势复杂多样,具有较高的研究价值。

保护区的地理位置主要以纳板河流域为主,涉及景洪市嘎洒镇和勐海县勐宋乡、勐海乡,距景洪市市区 25 km。地理坐标为北纬 22°04′~22°17′,东经 100°32′~100°44′。保护区的土壤类型主要为砖红壤、红壤、黄壤、赤红壤。气候垂直分布明显,高海拔与低海拔地区出现较明显的气候差异,具有较明显的区域气候特点,气候类型多样。地形地势复杂,相对高差达 1 783 m,气温和降水随海拔分布差异很大,保护区植被可划分为热带雨林群落、热带季雨林群落、常绿阔叶林群落、山地雨林群落、季风常绿阔叶林群落等 8 个植被型和 13 个植被亚型,随海拔的变化表现出明显的垂直分布规律。其中海拔 539~800 m 为河谷北热带半湿润季风气候,海拔 800~1 600 m 为山地南亚热带湿润季风气候,海拔 1 600~2 100 m 为山地中亚热带湿润季风气候,海拔 2 100~2 322 m 为山地北亚热带湿润季风气候。

纳板河保护区生物资源丰富,其中已被列为主要保护的植物有榆绿木(*Auogeissus acuminata*)、疣粒野稻(*Boil. subsp. granulata*)、云南肉豆蔻(*Myristica yunnanensis* Y. H. Li)、版纳黑檀(*Dalbergia fusca* Pierre)、山白兰(*Paramichelia baillonii*)、绒毛蕃龙眼(*Pometia tomentosa*)、千果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)等 8 种植物;被列为主要保护的动物有印度野牛(*Bos gaurus readei*)、蜂猴(*Nycticebus coucang bengaleusis*)、孔雀雉(*Polyplectron bicalcaratum*)、水鹿(*Cervus unicolor dejeani*)和原鸡(*Gallus gallus spadiceus*) 5 种动物。

2 研究方法

2.1 负指数分布

针对各林分采用负指数函数模型来研究其直径分布结构,学者迈耶(美国)提出用指数方程来表达直径分布,表达式为:

$$Y = K e^{-ax}$$

式中:Y 为每个径阶的林木株数;X 为径阶;e 为自然对数的底;a、K 为直径分布特征常数。

迈耶指出,特别是异龄林可以通过负指数分布式中的常数 a 和 K 值的大小变化来具体表示林分

中林分直径的构成情况。其中,式中的 a 值表示同一林分中的林木株数在相邻的径阶中增大及减小的速率, K 值表示林分中林木的相对密度。2 个常数有很密切的相关关系。 a 值越大,说明林分中的林木株数随直径的增加而迅速下降;当 a 值和 K 值均大时,往往表明该区域林木处于生长的初期,无较大的林木,所属区域内均为小规格苗木,苗木的密度较高。

2.2 q 值分布

Liocurt 经过多年的研究比较认为,通常情况下,理想的异龄林株数按径级依常量 q 值递减。此后,Husch 认为之前的负指数和 q 值会存在一定紧密的联系。经过多次的方程拟合,将 q 值与负指数关联起来,从而组合得到 q 值分布函数为:

$$q = e^{ah}$$

式中: q 为连续径阶株数之比, a 为负指数分布的结构系数, h 为径阶距。

Liocurt 经过长期的测算得出,合理的异龄林的 q 值最低值为 1.2,最高值为 1.5。 q 值在 1.2~1.5 之间,说明异龄林的林分直径结构分布相对合理,是一个健康的正常的森林生态系统中的异龄林。反之,如果异龄林的 q 值低于 1.2,或高于 1.5,均判定所研究的林分中的异龄林的株数分布存在问题。对于这种情况一般为人工林或是森林在近期发生过一定的灾害,迫使林分的直径结构出现断层等现象。

3 数据的收集与整理

3.1 样地设置

基于纳板河保护区海拔、山势地形、季风气候、森林植被、坡度、坡向、坡位、树种、林木径阶分布情况等多方面的考虑,在充分的外业调查基础上进行比较筛选,最终挑选出 14 块具有比较典型性代表的样地,每一个样地的设置均为 50 m×70 m,面积为 3 500 m²。逐一地对每株林木进行树种鉴定及胸径测量(表 1)。

3.2 标准地因子测定

3.2.1 区划方格

样地面积设置为 50 m×70 m,热带森林生态系统物种丰富,样地面积较大时容易漏侧、重测、错测,故在原有样地的基础上再对 50 m×70 m 样方进行细分,把每一块大样地分成 35 个 10 m×10 m 的小样方,拉线区划标记。

3.2.2 每木检尺

在大样地内细分小样方,运用相邻格子法逐一

表 1 不同森林植被类型林分样地基本情况

Tab.1 Basic situation of stand samples of different vegetation types

| 样地号 | 群落类型 | 海拔 /m | 面积 /m ² | 乔木株数 /株 | 密度 / (株·hm ⁻²) |
|-----|---------|-------|--------------------|---------|----------------------------|
| N1 | 热带雨林 | 755 | 3500 | 103 | 294 |
| N2 | 热带雨林 | 803 | 3500 | 107 | 306 |
| N3 | 热带季雨林 | 962 | 3500 | 120 | 343 |
| N4 | 季风常绿阔叶林 | 1612 | 3500 | 125 | 357 |
| N5 | 季风常绿阔叶林 | 1240 | 3500 | 153 | 437 |
| N6 | 热带季雨林 | 1101 | 3500 | 140 | 400 |
| N7 | 落叶阔叶林 | 1844 | 3500 | 65 | 186 |
| N8 | 山地雨林 | 1756 | 3500 | 131 | 374 |
| N9 | 季风常绿阔叶林 | 1796 | 3500 | 108 | 309 |
| N10 | 落叶阔叶林 | 1748 | 3500 | 53 | 151 |
| N11 | 山地雨林 | 1803 | 3500 | 115 | 329 |
| N12 | 热带季雨林 | 780 | 3500 | 91 | 260 |
| N13 | 热带季雨林 | 1796 | 3500 | 91 | 260 |
| N14 | 热带雨林 | 880 | 3500 | 69 | 197 |

布置,分别对每个小样方开展树种确定及每木检尺等工作,记录每个小样方中直径超过 5 cm 的林木,并及时记录相应的乔木树种种类、胸径及其他。

4 结果与分析

经过对 5 种森林类型样地中的全部林木进行测量,得到胸径分布如图 1~图 5 所示。

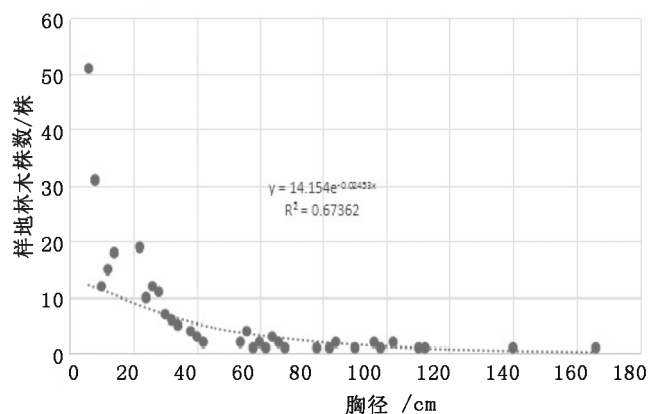


图 1 热带雨林群落样地 N1、N2、N14 胸径分布及拟合

Fig.1 Diameter distribution and fitting of tropical rainforest community in samples N1, N2 and N14

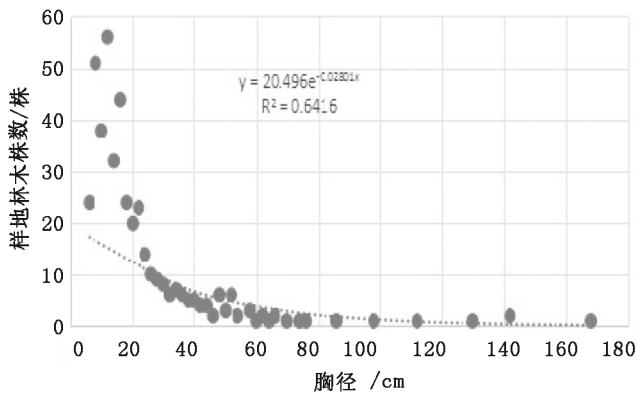


图 2 热带季雨林群落样地 N3、N6、N12、N13 胸径分布及拟合

Fig. 2 Diameter distribution and fitting of tropical monsoon forest community in samples N3, N6, N12 and N13

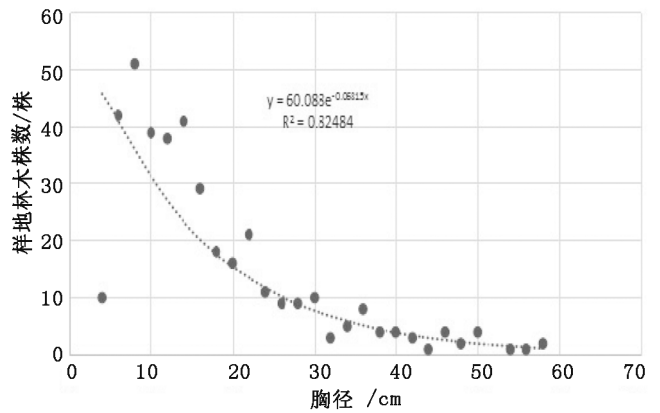


图 4 季风常绿阔叶林群落样地 N4、N5、N9 胸径分布及拟合

Fig. 4 Diameter distribution and fitting of monsoon evergreen broad-leaved forest community in samples N4, N5 and N9

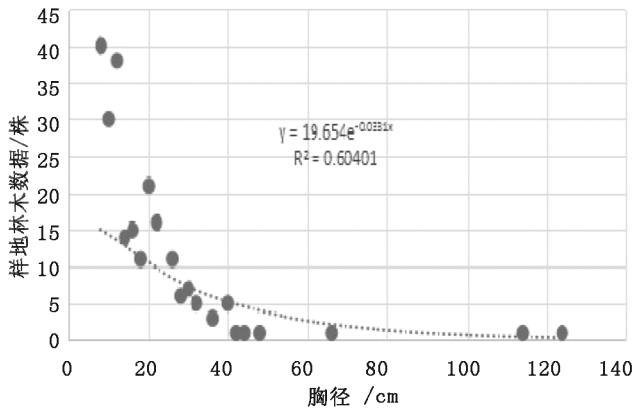


图 3 山地雨林群落样地 N8、N11 胸径分布及拟合

Fig. 3 Diameter distribution and fitting of mountain rainforest community in samples N8 and N11

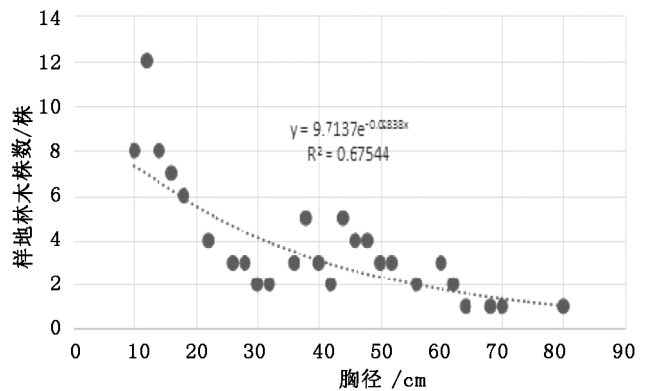


图 5 落叶阔叶林群落样地 N7、N10 胸径分布及拟合

Fig. 5 Diameter distribution and fitting of deciduous broad-leaved forest community in samples N7 and N10

由图 1~图 5 可得 5 种森林类型负指数分布拟合参数(表 2)。

由表 2 可以看出,热带雨林群落、热带季雨林群落、山地雨林群落、落叶阔叶林群落的 R^2 均小于 0.81,说明在这几个林分中小径阶的胸径分布曲线

上下浮动较大,致使负指数拟合效果较差。而季风常绿阔叶林群落的 R^2 高于 0.81,说明在这几个林分中小径阶的胸径分布曲线上下浮动较小,负指数拟合效果较好。

表 2 5 种森林类型负指数分布拟合参数

Tab. 2 Fitting parameters of negative index distribution of five forest types

| 森林类型 | 胸径分布拟合公式 | R 的平方值 | a 值 | k 值 |
|---------|----------------------------|-----------------|----------|--------|
| 热带雨林 | $y = 14.1540e^{-0.02453x}$ | $R^2 = 0.67362$ | -0.02453 | 14.154 |
| 热带季雨林 | $y = 20.4960e^{-0.02801x}$ | $R^2 = 0.6416$ | -0.02801 | 20.496 |
| 山地雨林 | $y = 19.6540e^{-0.0331x}$ | $R^2 = 0.60401$ | -0.0331 | 19.654 |
| 季风常绿阔叶林 | $y = 60.0880e^{-0.06815x}$ | $R^2 = 0.82484$ | -0.06815 | 60.088 |
| 落叶阔叶林 | $y = 9.7137e^{-0.02838x}$ | $R^2 = 0.67544$ | -0.02838 | 9.7137 |

从 a 值可以看出,热带雨林群落、热带季雨林群落、山地雨林群落、落叶阔叶林群落等样地中林木株数随直径的增加而迅速下降,说明样地内小径阶的株数分布较多;而季风常绿阔叶林群落的样地中林木株数随直径的增加而缓慢下降,说明样地内小径阶的株数分布一般,无大量的小径阶乔木更新。

从 k 值可以看出,季风常绿阔叶林群落样地林分的相对密度最大,随后是热带季雨林群落、山地雨林群落、热带雨林群落,落叶阔叶林群落样地林分的相对密度最小。

由表 2 可以得出 5 种森林类型中 q 值分布参数(表 3)。

表 3 5 种森林类型中 q 值分布参数

Tab. 3 Distribution parameters of q values in five forest types

| 森林类型 | a 值 | h 值 | q 值分布参数 |
|---------|----------|-----|----------|
| 热带雨林 | -0.02453 | 2 | 0.952124 |
| 热带季雨林 | -0.02801 | 2 | 0.945520 |
| 山地雨林 | -0.03310 | 2 | 0.935944 |
| 季风常绿阔叶林 | -0.06815 | 2 | 0.872581 |
| 落叶阔叶林 | -0.02838 | 2 | 0.944821 |

Liocurt 认为,q 值在 1.2~1.5 之间的异龄林被认为其林分直径分布是合理的,反之,林分直径分布结构是不合理的。本次研究样地均在纳板河流域国家级自然保护区内,样地中乔木分布均为未被人为干扰下自然生长状态。故其林分中 q 值分布参数均低于 1.2 这个标准水平。

5 结论与讨论

树种的丰富度及乔木树种的株数均是由热带季雨林群落、热带雨林群落、山地雨林群落、季风常绿阔叶林群落、落叶阔叶林群落逐渐降低。

研究表明,5 种林分样地中均是小径阶的林木株数最多,径阶变大的同时,对应的林木株数急剧下降,直到上升到一定的径阶后,株数减少幅度渐趋平缓,整个纳板河保护区中的林分群落拟合模型均表现出近似双曲线形式中的局部反“J”型曲线形式。

从 a 值可以得出,热带雨林群落、热带季雨林群落、山地雨林群落、落叶阔叶林群落等样地中林木株数随直径的增加而迅速下降,说明样地内小径阶的

株数分布较多。而季风常绿阔叶林群落样地中林木株数随直径的增加而缓慢下降,说明样地内小径阶的株数分布一般,并无大量的小径阶乔木更新。

纳板河保护区内的 5 种林分群落的样地统计结果,中径阶株数分布曲线呈单峰山状曲线模型,相邻径阶之间林木株数变动趋势比较明显,也具有比较强的连续性,呈较为明显的单峰山状曲线特征。林木径阶株数分布的最高点在 10 cm 径阶处。

从 k 值可以得出,季风常绿阔叶林群落样地林分的相对密度最大,随后是热带季雨林群落、山地雨林群落、热带雨林群落,落叶阔叶林群落样地林分的相对密度最小。

从 q 值看,热带雨林群落 q 值为 0.952,热带季雨林群落 q 值为 0.945,落叶阔叶林 q 值为 0.944,山地雨林群落 q 值为 0.935,季风常绿阔叶林群落 q 值为 0.872。其 q 值随热带雨林群落、热带季雨林群落、落叶阔叶林、山地雨林群落、季风常绿阔叶林群落逐渐减少,可以在一定程度上推测该流域在此之前的破坏程度随热带雨林群落、热带季雨林群落、落叶阔叶林、山地雨林群落、季风常绿阔叶林群落逐渐增加。

此次研究得出的结果均符合天然林分的直径分布规律。由于森林在之前受到一定程度的破坏,地表植被均受到破坏,故在整个森林生态系统中出现径阶分布为反“J”型,由于不同森林群落在生长势态上存在较大差异,因此不同森林群落计算出来的 a 值、k 值、q 值等均存在一定的差异。从 a 值、k 值、q 值可以得出,植被群落次生能力由强到弱的顺序为热带雨林群落、热带季雨林群落、季风常绿阔叶林群落、山地雨林群落、落叶阔叶林群落。其 q 值均在 1.2 以下,主要原因是本文研究样地均属于纳板河流域国家级自然保护区,保护区中的乔木在之前均遭到当地居民不同程度地破坏,大径阶林木株数偏少,由于近年来保护区开展实施相应的保护措施,出现大量的乔木更新苗木,次生能力较强。

参考文献:

- [1] 孟宪宇. 测树学[M]. 北京:中国林业出版社,1996:66-67.
- [2] 段爱国,何彩云,张建国,等. 杉木人工林林分直径结构预测影响因子的研究[J]. 林业科学,2004,40(5): 32-8.
- [3] 胡文力. 长白山过伐林区云冷杉针阔混交林林分结构的研究[D]. 北京:北京林业大学,2003:1-66.

(下转第 108 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.011

湖北兴山县种子植物区系研究

徐玉洋,李亭亭,杨启池,林邦俊,张贺贺,李玲

(湖北大学资源环境学院,湖北武汉430062)

摘要:根据2016—2017年对兴山县全域进行网格调查所获取的3450号标本以及19026张植物照片,并结合相关标本馆馆藏标本数据对兴山县域种子植物的物种组成及区系特征进行研究。结果显示:兴山县共有种子植物152科761属2185种,其中裸子植物6科15属20种,单子叶植物20科135属315种,双子叶植物126科611属1850种,种优势科45科,表征科15科;其植物地理成分复杂,可划分为15个分布型、21个变型,其中温带分布型共有393属,占总属数的54.4%,热带分布型246属,占总属数的33.79%,具有由亚热带向温带过渡的性质;县域植物区系起源古老,并留存下大量的孑遗物种;县境内珍稀濒危植物丰富,但受威胁程度较高,亟待保护。

关键词:植物区系;种子植物;分布型;孑遗物种;珍稀濒危植物;物种多样性;兴山县

中图分类号:S718.545 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0056-05

引文格式:徐玉洋,李亭亭,杨启池,等.湖北兴山县种子植物区系研究[J].林业调查规划,2019,44(3):56-60,71.

XU Yuyang, LI Tingting, YANG Qichi, et al. Floristic Characteristics of Seed Plants in Xingshan County of Hubei [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 56-60, 71.

Floristic Characteristics of Seed Plants in Xingshan County of Hubei

XU Yuyang, LI Tingting, YANG Qichi, LIN Bangjun, ZHANG Hehe, LI Ling

(Faculty of Resource and Environmental Science, Hubei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: The floristic characteristics of seed plants in Xingshan County were studied based on the 3450 plant specimens and 19026 plant photos collected from the whole region of Xingshan County from 2016 to 2017 by the grid investigation method, and the specimen information obtained from several herbaria. The results showed that 2185 species of seed plants belonged to 761 genera and 152 families in Xingshan, including 20 species of gymnosperms belonging to 15 genera and 6 families, 315 species of monocotyledons belonging to 135 genera and 20 families, 1850 species of dicotyledons belonging to 611 genera and 126 families, as well as 45 dominant families and 15 typical families. The complex floristic geographical elements were divided into 15 distribution types and 21 variations, of which there were 393 genera in temperate distribution, accounting for 54.4% of the total genera, and 246 genera in tropical distribution, accounting for 33.79%, presenting the transition nature from subtropical zone to temperate zone. The origin of flora in Xingshan was ancient and a large number of relict species were preserved. The rare and endangered plants were abundant but threatened seriously which should be protected in time.

收稿日期:2019-03-12.

基金项目:生态环境部“生物多样性保护专项”(2016HB2096001006).

第一作者:徐玉洋(1992-),男,河南洛阳人,硕士研究生.主要从事生物多样性的保护研究. Email:872283498@qq.com

Key words: floristic characteristics; seed plants; distribution types; relict species; rare and endangered plants; species diversity; Xingshan County

兴山县处于我国 32 个陆域生物多样性保护优先区范围内,其境内复杂的地形和适宜的气候孕育了丰富的物种多样性,并保留下众多的孑遗物种和珍稀濒危植物^[1]。早在 19 世纪末,英国植物学者 Ernest Henry Wilson 便来到兴山县采集植物标本,并发现诸多新种^[2]。此后陆续有一些对兴山县植被研究的报道,但多集中于其境内的香溪河流域以及万朝山地区^[3-9]。目前对于全县范围内的植被研究至今未见报道。本研究以网格调查为基础,利用线路调查法与样方法相结合对全县种子植物多样性进行全面调查,同时结合标本馆相关资料,确定兴山县植物名录。并对该县种子植物的物种组成及区系特征进行分析,探讨其形成原因,以期为兴山县域植物区系研究提供重要的基础科学资料,为当地植物多样性保护提供科学指导,并为我国后续的生物多样性保护工作的大规模开展提供调查和研究经验。

1 研究区域概况

兴山县地处鄂西山区,地理坐标为 31°04'~31°

34'N, 110°25'~111°06'E, 位于大巴山东缘与巫山余脉交汇地区,处于我国第二阶梯向第三阶梯过渡区。全县属亚热带大陆性季风气候区,全年气候整体上温和湿润,但小气候复杂多样。该县在地质构造上属鄂西褶皱山系,山高谷深,以深—中深切切割的中低山地形为主,相对高差达 2 317 m^[10]。地势总体上为东、西、北 3 面高,南面低,由南向北逐渐升高,香溪河水系、凉台河水系、沿渡河水系三大水系横贯全县,最后均汇入长江。

2 研究方法

2.1 野外调查

以 105°E 为中央经线,采用阿尔伯特投影,按分辨率 10 km×10 km 划定工作网格。2016—2017 年,对兴山县全域进行了分网格的植物多样性调查,依据植物生长与分布情况,在兴山县所涉及的 28 个工作网格内的典型地段共设置了 47 条样线(图 1)。对样线两侧各 1m 内范围的植被进行水平延伸调

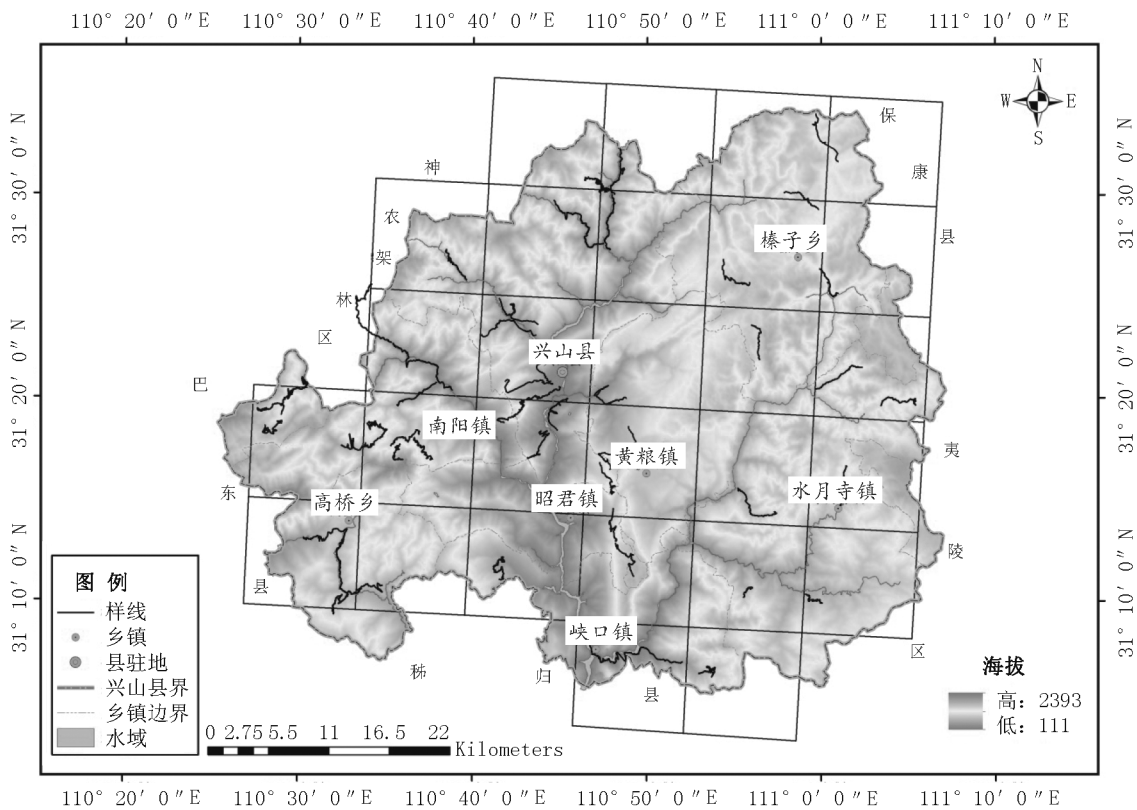


图 1 兴山县植物多样性调查样线示意图

Fig. 1 Transect lines distribution of plant diversity investigation in Xingshan County

查,记录种类、分布、生境等信息,并采集植物标本。在具有代表性的植物群落分布地段设置样方,采用植物社会学方法进行样方记录^[11]。

2.2 数据处理

对调查中采集的 3 450 号植物标本(现存于湖北大学资源环境学院标本馆),以及 19 026 张实地拍摄的植物照片,参考《湖北植物志》、《中国植物志》等文献对植物物种进行鉴定^[12-13]。并在中国数字植物标本馆检索该县域内植物标本数据(主要选取中国科学院植物研究所标本馆、中国科学院武汉植物园标本馆、中国科学院昆明植物研究所标本馆等),并查阅原始文献对馆藏标本进行校对,经审核确认后结合实地调查数据确定兴山县植物标本名录^[14]。

2.3 数据分析

参考相关文献^[15-16]对优势科和表征科的研究方法,以总种数除以总科数得到平均每科种数,科内所含种数高于平均每科种数的科即可确定为优势科;对于表征成分的识别主要通过计算植物区系的重要值(*VFI*)来确定,即 $VFI = \text{某科在兴山县的种}$

数/某科的世界种数 $\times 100$,其重要值高于植物区系重要值的平均数时即可认定其为表征科。种子植物的地理成分划分主要以吴征镒相关分布区类型划分为依据^[17-18]。珍稀濒危植物参考《国家重点保护野生植物名录(第一批)》和《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》确定^[19-20]。

3 结果与分析

3.1 种子植物物种组成

根据 2016—2017 年的野外调查结果,并参考标本馆的相关馆藏数据,确定兴山县域内共有种子植物 152 科 761 属 2 185 种(含种下等级,下同),其中裸子植物有 6 科 15 属 20 种,被子植物有 146 科 746 属 2 165 种,栽培植物有 71 种。其种子植物总科数占湖北省总科数的 76%,全国总科数的 50.50%;总属数占湖北省总属数的 56.16%,全国总属数的 25.59%;总种数占湖北省总种数的 38.67%,全国总种数的 8.66%(表 1)。在被子植物中,兴山县共有单子叶植物 20 科 135 属 315 种,双子叶植物 126 科 611 属 1 850 种。

表 1 兴山县域范围内种子植物统计表

Tab. 1 Statistics of seed plants in Xingshan County

| 地域范围 | 裸子植物 | | | 被子植物 | | | 合计 | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 科 | 属 | 种 | 科 | 属 | 种 | 科 | 属 | 种 |
| 兴山县 | 6 | 15 | 20 | 146 | 746 | 2165 | 152 | 761 | 2185 |
| 湖北 | 9 | 31 | 100 | 191 | 1324 | 5550 | 200 | 1355 | 5650 |
| 全国 | 10 | 34 | 238 | 291 | 2940 | 25000 | 301 | 2974 | 25238 |
| 占湖北的比例/% | 66.67 | 48.39 | 20.00 | 76.44 | 56.34 | 39.01 | 76.00 | 56.16 | 38.67 |
| 占全国的比例/% | 60.00 | 44.12 | 8.40 | 50.17 | 25.37 | 8.66 | 50.50 | 25.59 | 8.66 |

3.2 种子植物科的数量统计

据统计,兴山县种子植物的优势科共计 45 科,优势科中既有属于高大乔木的樟科(*Lauraceae*)、壳斗科(*Fagaceae*)等,也有处于灌木层的蔷薇科(*Rosaceae*)、忍冬科(*Caprifoliaceae*)等,还有位于草本层的菊科(*Compositae*)、禾本科(*Gramineae*)、百合科(*Liliaceae*)等。这些优势科是该区植被组成的主要成分,对该区的生态系统起到关键作用。

表征科是一个植物区系中具有代表性特征的科,其确定依据不仅要求在物种数量上占据优势地位,而且需要一个植物区系中该科的种数在全球分

布的总种数中占有较大比例^[21]。兴山县域内种子植物优势科的重要值为 0.18 ~ 13.18,平均值为 2.96,因此重要值 > 2.96 的科即可识别为表征科。经统计,兴山县域内种子植物表征科共 15 科。按重要值从大到小排列分别为槭树科(*Aceraceae*, 13.18)、山茱萸科(*Cornaceae*, 12.61)、忍冬科(*Caprifoliaceae*, 10.6)、桦木科(*Betulaceae*, 8.57)、蔷薇科(*Rosaceae*, 5.55)、木犀科(*Oleaceae*, 5)、葡萄科(*Vitaceae*, 4.86)、虎耳草科(*Saxifragaceae*, 4.58)、冬青科(*Aquifoliaceae*, 4.44)、鼠李科(*Rhamnaceae*, 4.33)、猕猴桃科(*Actinidiaceae*, 4.05)、卫矛科

(Celastraceae, 4)、毛茛科(Ranunculaceae, 3.35)、蓼科(Polygonaceae, 3.04)、五加科(Araliaceae, 3)。

3.3 种子植物属的分布型统计

通过对兴山县的野生种子植物地理成分进行深入分析,发现兴山县内野生种子植物在属级水平上不仅分布类型丰富,而且还存在诸多变型。兴山县域的 728 属种子植物(除去栽培属 33 属)可划分为 15 个分布型,21 个变型(表 2)。

表 2 兴山县种子植物属的分布区类型统计
Tab. 2 Distribution types of seed plant genera in Xingshan County

| 分布区类型 | 属数 | 占总属数的比例 / % |
|--------------------------|------|-------------|
| 1 世界分布 | 55 | 7.55 |
| 2 泛热带分布及其变型 | 109 | 14.97 |
| 2-1 热带亚洲、大洋洲、南美洲间断 | (6) | - |
| 2-2 热带亚洲、非洲、南美洲间断 | (9) | - |
| 3 热带亚洲和热带美洲间断分布 | 12 | 1.65 |
| 4 旧世界热带分布及其变型 | 32 | 4.4 |
| 4-1 热带亚洲、非洲、大洋洲间断 | (5) | - |
| 5 热带亚洲至热带大洋洲分布及其变型 | 21 | 2.88 |
| 5-1 中国(西南)亚热带和新西兰间断 | (1) | - |
| 6 热带亚洲至热带非洲分布及其变型 | 22 | 3.02 |
| 6-1 华南、西南到印度和热带非洲间断分布 | (1) | - |
| 6-2 热带亚洲和东非或马达加斯加间断 | (1) | - |
| 7 热带亚洲(印度—马来西亚)分布及其变型 | 50 | 6.87 |
| 7-1 爪哇、喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南 | (4) | - |
| 7-2 热带印度至华南 | (2) | - |
| 7-3 缅甸、泰国至华西南 | (3) | - |
| 7-4 越南(或中南半岛)至华南(或西南) | (5) | - |
| 8 北温带分布及其变型 | 156 | 21.43 |
| 8-2 北极—高山 | (1) | - |
| 8-4 北温带和南温带间断 | (30) | - |
| 8-5 欧亚和南美洲温带间断 | (2) | - |
| 8-6 地中海区、东亚、新西兰和墨西哥到智利间断 | (1) | - |
| 9 东亚和北美间断分布及其变型 | 61 | 8.38 |
| 9-1 东亚和墨西哥间断 | (1) | - |
| 10 旧世界温带分布及其变型 | 57 | 7.83 |
| 10-1 地中海区、西亚和东亚间断 | (9) | - |
| 10-3 欧亚、南美洲间断 | (5) | - |
| 11 温带亚洲分布 | 9 | 1.24 |

续表 2

| 分布区类型 | 属数 | 占总属数的比例 / % |
|----------------------------|------|-------------|
| 12 地中海区、西亚至中亚分布及其变型 | 4 | 0.55 |
| 12-1 地中海至中亚和南美洲、大洋洲间断 | (1) | - |
| 12-3 地中海至温带、热带亚洲、大洋洲和南美洲间断 | (1) | - |
| 13 中亚分布 | 1 | 0.14 |
| 14 东亚分布及其变型 | 108 | 14.84 |
| 14-1 中国—喜马拉雅 | (22) | - |
| 14-2 中国—日本 | (36) | - |
| 15 中国特有分布 | 31 | 4.26 |
| 合计 | 728 | 100 |

由表 2 可知,兴山县种子植物中世界分布(1 项)有 55 属,占总属数的 7.55%,主要是悬钩子属(*Rubus*)、薹草属(*Carex*)、蓼属(*Polygonum*)等林下成分。兴山县的热带成分共有 246 属,占全县的 33.79%。我国热带分布(2~7 项)的 6 个分布型和 10 个变型在兴山县内均有分布。泛热带分布(2 项)是该县属的热带成分的主要组成部分,共有 109 属,占总属数的 14.97%,占热带分布的 44.31%。该分布型主要有卫矛属(*Euonymus*)、冬青属(*Ilex*)、菝葜属(*Smilax*)等。该分布型下的 2 个变型热带亚洲、大洋洲、南美洲间断分布(2-1 项)和热带亚洲、非洲、南美洲间断分布(2-2 项)分别有 6 属和 9 属。热带亚洲和热带美洲间断分布(3 项)在兴山县共分布 12 属,占总属数的 1.65%,主要是桫欏属(*Eurya*)、木姜子属(*Litsea*)、泡花树属(*Meliosma*)等。旧世界热带分布(4 项)共有 32 属,占总属数的 4.4%,其变型热带亚洲、非洲、大洋洲间断分布(4-1 项)有 5 属。热带亚洲至热带大洋洲分布(5 项)有 21 属,占该县总属数的 2.88%,其中梁王茶属(*Nothopanax*)属于中国亚热带和新西兰间断分布亚型(5-1 项)。该县热带亚洲至热带非洲分布(6 项)及其变型共计 22 属,占总属数的 3.02%,其中南山藤属(*Dregea*)属于华南、西南到印度和热带非洲间断分布亚型(6-1 项),马蓝属(*Strobilanthes*)属于热带亚洲和东非或马达加斯加间断分布亚型(6-2 项)。热带亚洲分布(7 项)及其 4 个变型,是该区热带成分的又一重要组成部分,共计 50 属,占总属数的 6.87%。

兴山县的温带成分共有 396 属,占全县的 54.4%。温带成分是兴山县种子植物属的水平上的

主要成分。北温带分布(8项)及其北极—高山分布(8-2项)、北温带和南温带间断分布(8-4项)、欧亚和南美洲温带间断分布(8-5项)和地中海区、东亚、新西兰和墨西哥到智利间断分布(8-6项)4个变型构成了兴山县最主要的分布型,共有156属,占总属数的21.43%,主要有槭属(*Acer*)、蔷薇属(*Rosa*)、荚蒾属(*Viburnum*)等。东亚和北美间断分布(9项)在兴山县共有61属,占全县的8.38%,其中六道木属(*Abelia*)属于东亚和墨西哥间断分布(9-1项)变型。旧世界温带分布(10项)及其地中海区、西亚和东亚间断分布(10-1项)和欧亚、南美洲间断分布(10-3项)2个变型共有57属,占总属数的7.83%,主要有沙参属(*Adenophora*)、女贞属(*Ligustrum*)、淫羊藿属(*Epimedium*)等。温带亚洲分布(11项)在本区有9属,占总属数1.24%。地中海区、西亚至中亚分布(12项)共有4属,占总属数的0.55%,其中唐菖蒲属(*Gladiolus*)和黄连木属(*Pistacia*)分别为地中海至中亚和南美洲、大洋洲间断分布变型(12-1项)和地中海至温带、热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布变型(12-3项)。全县仅诸葛菜属(*Orychophragmus*)为中亚分布型(13项),占总属数的0.14%。兴山县东亚分布(14项)的属甚多,共计108属,占总属数的14.84%。该分布型下的2个变型:中国—喜马拉雅分布(14-1项)和中国—日本分布(14-2项),分别有22属和36属。在中国特有属方面,兴山县有31属,占总属数的4.26%,主要包括藤山柳属(*Clematoclethra*)、秦岭藤属(*Biondia*)、动蕊花属(*Kinostemon*)等。

3.4 珍稀濒危植物统计

兴山县独特的地理环境孕育着丰富的珍稀濒危物种。该县有银杏(*Ginkgo biloba*)、珙桐(*Davidia involucrata*)、南方红豆杉(*Taxus chinensis* var. *mairei*)3种一级保护植物,有台湾水青冈(*Fagus hayatae*)、香果树(*Emmenopterys henryi*)、崖白菜(*Triaenophora rupestris*)等二级保护植物14种。此外,兴山县内属极危等级的有银杏、合果景天(*Sedum concarpum*)、亮叶月季(*Rosa lucidissima*)、大叶宝兴报春(*Primula davidii*)4种,属濒危等级的有马蹄香(*Saruma henryi*)、神农架冬青(*Ilex shennongjiensis*)、裸芸香(*Psilopogonum sinense*)等16种。

4 结论

4.1 兴山县种子植物物种丰富,地理成分复杂

兴山县城内现已查明共有种子植物152科761

属2185种(含栽培植物71种),其中裸子植物有6科15属20种,单子叶植物有20科135属315种,双子叶植物有126科611属1850种。兴山县不仅拥有我国所分布的15个分布型,还包括21个变型。兴山县城内不仅种子植物资源丰富,且地理成分复杂多样,是湖北省植物多样性研究的重点地区,是华中地区重要的植物资源宝库。

4.2 种子植物区系特征具有过渡性质

在兴山县城域范围内,属于热带分布型的共246属,占总属数的33.79%;属于温带分布型的共393属,占总属数的54.4%。其热带分布型的属与温带分布型的属比值为0.63。兴山县种子植物的地理成分总体上呈温带分布,但该区种子植物区系特征兼具有温带性质和热带亲缘,呈现出由亚热带向温带的过渡性质。

4.3 兴山县域植物区系古老,并留存有大量子遗物种

从三叠纪开始,兴山县周边以及长江中下游地区气候温暖潮湿,已经生长着丰富的裸子植物。在侏罗纪至白垩纪期间强烈的造山运动使得兴山县及其周边地区的气候多次发生变化,而气候的改变促使新生的种子植物逐渐发展,并替代古老的裸子植物逐渐占据优势地位^[22]。至第四纪大冰期时,兴山县因周边高大山脉的阻隔以及纬度较低的优势,形成天然的植物“避难所”,保留下了大量的古老物种。因此兴山县的种子植物地理成分中不仅拥有大量的原始类群,且其中银杏、珙桐、南方红豆杉、银鹊树(*Tapiscia sinensis*)、水青树(*Tetracentron sinense*)、领春木(*Euptelea pleiospermum*)等子遗物种保留至今。因此兴山县植物不仅区系古老,且子遗物种丰富,是华夏植物区系的重要组成部分。

4.4 兴山县珍稀濒危植物丰富,但受威胁程度较高

兴山县现有保护植物共17种,极危物种4种,濒危物种16种。该县多数的珍稀濒危植物分布于西南部的万朝山自然保护区所处网格内,受到了良好的保护。但是仍有香果树、黄檗(*Phellodendron amurense*)等保护植物仍零散分布于村落以及道路附近,极易受到人类干扰。另外,该地区尚有诸多濒危物种,如裸芸香、川鄂淫羊藿(*Epimedium fargesii*)等尚未得到有效的保护,其多生长于田埂或公路旁,生境退化严重,极易受到人类活动影响而导致灭绝,亟待加强保护。

(下转第71页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.012

东莞市不同类型植被降温效果分析

苏雅丽¹, 杨燕琼²

(1. 广东省林业调查规划院, 广东 广州 510000; 2. 华南农业大学林学与风景园林学院, 广东 广州 510642)

摘要:以 2014 年东莞市 Landsat TM 卫星影像为基础, 反演地温, 结合实地调查数据、气象监测站数据, 分析了东莞市植被构成现状, 利用温度变化指标值分析比较同一龄组下不同林分以及同一林分不同郁闭度下的降温效果。结果表明, 东莞市地表植被中, 其它绿地类型面积占比最大, 占植被覆盖面积的 51.60%, 其次是荔枝林(13.16%)、阔叶混交林(11.59%)以及桉树林(10.02%)等; 与无植被覆盖地区当地地表平均气温相比, 在同一龄组下, 荷木的降温效果最佳, 温度变化指标值为 21.16%; 在林分水平一致的前提下, 林分的郁闭度不同, 产生的降温效果也不一样, 郁闭度为 0.8 及以上时, 大多数乔木林降温效果最佳。

关键词:植被; 林分; 遥感; 地温反演; 降温作用; 郁闭度; 东莞市

中图分类号: S718.512 文献标识码: A 文章编号: 1671-168(2019)03-0061-06

引文格式: 苏雅丽, 杨燕琼. 东莞市不同类型植被降温效果分析[J]. 林业调查规划, 2019, 44(3): 61-66.

SU Yali, YANG Yanqiong. Analysis for Cooling Effect of Different Vegetation Types in Dongguan City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 61-66.

Analysis for Cooling Effect of Different Vegetation Types in Dongguan City

SU Yali¹, YANG Yanqiong²

(1. Guangdong Forestry Survey and Planning Institute, Guangzhou 510000, China;

2. College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The current situation of vegetation composition in Dongguan was analyzed based on Landsat TM satellite image of Dongguan in 2014 and the land surface temperature inversion, combined with field survey data and meteorological monitoring station data, and the cooling effects of different stands in the same age group and different canopy densities in the same stand were investigated by the temperature change index values. The results showed that the largest area of other green space types accounted for 51.60% of the vegetation cover area in Dongguan City, followed by *Litchi chinensis* forest (13.16%), broad-leaved mixed forest (11.59%) and *Eucalyptus robusta* forest (10.02%). Compared with the average surface temperature in the area without vegetation cover, the cooling effect of *Schima superba* was the best in the same age group with the temperature change index value of 21.16%. The cooling effects of stands were different in the same stand level but with different canopy densities. Most of arbor forests had the best cooling effect when the canopy density was 0.8 or above.

收稿日期: 2019-02-27.

基金项目: 广东林业科技计划项目(2012-07)

第一作者: 苏雅丽(1990-), 女, 湖北武汉人, 硕士研究生, 助理工程师. 主要从事 3S 在林业上的应用研究. Email: suyali1990@126.com

责任作者: 杨燕琼(1964-), 女, 博士研究生, 副教授. 从事林学、风景园林学等研究. Email: lik@scau.edu.cn

Key words: vegetation; forest stand; remote sensing; inversion of land surface temperature; cooling effect; canopy density; Dongguan City

当前的中国仍处于快速城市化阶段,城市人口急剧增加,农林用地面积所占比例逐年降低,建设用地面积所占比例不断攀升,造成了城市下垫面性质的改变。同时,由于燃料的大量消耗,引发了大量温室气体的释放,从而导致全球气候变暖,使城市内部的区域气候状况也发生了变化,城市热岛效应由此产生,对城市居民生活环境产生了较大的影响^[1]。城市热岛现象具体表现为局部区域的热量聚集,会严重阻碍空气中污染物的扩散,城市环境质量变差,随之衍生出许多问题,包括多发性流行病的出现导致严重的公共卫生问题,在地表产生的臭氧对人类健康构成了严重威胁^[2]。

植物有着很好的调节周边温度的功能。一方面,其叶面角质层具有反射太阳辐射的作用。另一方面,绿色植物在进行光合作用时,空气通过叶片背面的空隙和层叠进行渗透,通过这种气流的运动可以达到散热的效果;同时,在蒸腾作用的牵引下,叶片蒸发水分的过程中消耗了大量的能量,减少了增加空气温度的能量^[3-4]。除了植被特性以外,树种、郁闭度、风向,林分的面积及形状等因子对林分的降温效果也存在影响。Weaver 等利用实地监测和分析遥感影像等方法对埃塞俄比亚首都亚的斯亚贝巴(Addis Abebā)城市公园降温的效果进行了研究。结果表明,不同树种降温效果不同,其中桉树降温效果优于桦树和柏树,公园降温强度与 NDVI 和林分面积成正相关^[5]。Oliveira S 针对葡萄牙首都里斯本的一片块状绿地进行了调查,得出由于观测对象受到不同风速、地形等因素的影响,公园北部东西片区的街道以及公园内部的降温效果更优,公园的降温效果明显优于周围的绿地^[6]。赵深等比较长沙市某学校、公园内绿地以及裸露地面等样地的温度和湿度,发现生长势好的植物群落降温效果更优,绿地面积和郁闭度与缓解热岛效应的作用呈正相关^[7]。城市植被覆盖率的增加可以有效地缓解热岛效应,然而,由于城市绿地可用面积有限,因此城市绿地的合理规划至关重要^[8]。本研究结合实地调查数据以及 landsat 8 TM 卫星影像数据,对东莞市同一龄组不同林分以及同一林分不同郁闭度的林分降温效果进行了比较分析,旨在为相关研究提供借鉴,为新型生态城市规划建设提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

东莞市为广东省省辖市,位于东经 113°31′~114°15′,北纬 22°39′~23°09′,地处广东省中南部,珠江口东岸,东江下游的珠江三角洲,总面积 2 465 km²。东莞市夏季较长,日照充足,雨水充沛,属亚热带季风气候,季风明显,温差振幅小。改革开放以来,经过不断的发展,已成为产业和劳动密集型企业的聚集区,号称“世界工厂”。截至 2017 年,常住人口为 749.66 万人。

东莞市位于南亚热带,明显受到季风海洋性气候的影响,具有丰富的水热资源和动植物资源^[9],其森林景观资源丰富,多样性较高,基本能满足城市居民对生态环境和游憩的需求。

1.2 数据源及预处理

目前,研究城市热效应的卫星遥感数据主要来源于 EOS/MODIS、NOAA/AVHRR 和 Landsat/TM。Landsat 系列的卫星数据是地球系统科学和地表特征研究中最有效的卫星遥感数据之一,有覆盖范围广泛、时间空间分辨率适中等优势,在长期的数据监测中,可采集地矿、农林、生态环境以及能源、资源等领域的信息,并且有利于政府的系统管理^[10]。本研究采用 Landsat-8 卫星遥感数据,成像时间为 2014 年 1 月 16 日,为天气晴朗、无云的冬季。同时结合了外业调查数据、气象监测站温度数据。本研究反演地表温度,采用的是劈窗算法。由于在反演过程中已经综合考虑到大气及地表会影响到热辐射,因此无需再进行大气校正。以已完成几何精校正的 2008 年 Quick bird 卫星影像为基础,选取 52 个均匀分布的控制点对 2014 年卫星影像进行了几何精校正,使用最邻近内插法进行重采样,将地面分辨率重采样至 30 m 分辨率,所测算的中误差不高于 0.386 7 m。

1.3 地温反演

在前期城市热效应的研究中,大多数学者采用亮温代替实际温度来分析。然而,直接用亮温分析,所得到的结论存在一定的偏差,这是由于传感器所观测到的除地表热辐射强度外还有其它的热辐射信息。此外,地表热辐射的传导直接受到大气和辐射面的影响,并且亮温无法直观地表示地表的热辐射

和温度变化^[11]。温度通常是指距离地面 1.5 m 的空气温度,与气象监测站的地温数据相一致,可以更好地反映实际温度的变化情况。

为计算相应的像元亮温,本研究直接使用辐射定标方法得到的辐射亮度值,利用 Planck 方程或近似式求算相应的像元亮度温度。

亮温强度、地温以及地物的比辐射率函数之间的关系如下:

$$TB = T\varepsilon^{1/4} \quad (1)$$

式中:TB 为地温,T 为亮温, ε 为比辐射率。

结合随机抽取的气象监测站点所测的温度以及反演的对应气象站点所得到的亮温,可以得出东莞市比辐射率(ε)与标准化植被指数(NDVI)的关系如下:

$$\varepsilon = 1.094 + 0.009 \ln(NDVI) \quad (2)$$

式中: ε 为第 11 波段比辐射率(Landsat 8 的 11、12 波段为热红外波段,通过比较,第 11 波段反演的地温比第 12 波段反演的地温更接近于监测站实测数据),NDVI 为标准化植被指数。

对比分析地温数据和当天气象监测站提供的气温数据,得出 2014 年度采用地温估算的 Kappa 系数为 0.921 8。同时,以当天气象站监测数据作为精度检验的真值,绝对误差均小于 2℃,说明本研究所采用的方法是科学的,可用于分析。

在本文中,采用温度变化指标作为林分降温效果的评判标准,其计算公式如下:

$$\text{温度变化指标} = \frac{T_0 - T}{T} \times 100\% \quad (3)$$

式中: T_0 为非绿色植被的平均温度(14.2℃);T 为植被覆盖的平均温度。

1.4 东莞市林分遥感信息提取

综合考虑 Landsat-8 卫星影像的分辨率(地面分辨率和光谱分辨率)以及东莞的实际情况,根据我国的土地分类系统、广东省森林资源调查的主要树种(组)划分,东莞市植被覆盖类型划分如表 1。

本研究从 Landsat-8 影像中提取绿色植被信息采用的是非监督分类法,在此基础上使用分层抽样法对实地外业数据进行调查,再根据不同植被覆盖类型随机抽取样本,以此来对计算机进行训练。之后,在 ERDAS 软件上采用监督分类法对植被的覆盖类型分类,对自动分类的结果进行分类后再处理,通过目视判读纠正以优化分类结果。最后,随机抽取训练样地外的其他样地数据检验森林信息提取精度。所有林分的检验精度均大于 90%,Kappa 系数

表 1 东莞市植被覆盖类型分类

Tab. 1 Classification of vegetation coverage in Dongguan

| I | II | III |
|---------|----------|--------|
| | | 马尾松林 |
| | | 湿地松林 |
| | | 杉木林 |
| | | 针叶混交林 |
| | | 针阔混交林 |
| | | 桉树林 |
| | 1. 1 乔木林 | 荷木林 |
| | | 黎蒴林 |
| | | 相思林 |
| | | 阔叶混交林 |
| | | 荔枝林 |
| | | 龙眼林 |
| | | 其它木本果林 |
| | 1. 2 红树林 | |
| | 1. 3 竹林 | |
| 2. 灌木林地 | | |
| 3. 苗圃 | | |
| 4. 其它绿地 | | |

为 0.9386,以达到最低允许判别精度 0.7 的要求。因此,本研究满足东莞林分降温作用分析的要求。

2 结果与分析

2.1 东莞市植被覆盖情况

由于东莞市林分是从地面分辨率为 30 m 的 Landsat-8 影像上提取的,采用的尺度较大,小面积的斑块信息未作分析,且存在混合像元的问题,故用于降温作用分析的林分见表 2。

从表 2 可以看出,2014 年东莞市植被覆盖中的其他绿地占地面积最大,占植被覆盖总面积的 51.60%,这与东莞市积极落实相关政策和重视生态文明建设有关,还与绿地景观视野开阔、绿化效果好,绿化、美化环境见效快有关;其次为荔枝林、阔叶混交林、桉树林和相思林,分别为 13.16%、11.59%、10.02%和 6.53%,其它植被覆盖类型的面积最小,构成均低于 4%。各植被类型占地面积比重不均匀。

2.2 林分降温效果分析

2.2.1 不同林分降温效果分析

2014 年 1 月 16 日东莞市各植被覆盖类型所反

表 2 2014 年东莞市林分分布情况
Tab. 2 Distribution of different stands in Dongguan in 2014

| 植被覆盖类型 | 面积/m ² | 面积占比/% |
|--------|-------------------|--------|
| 马尾松林 | 33000458.05 | 2.60 |
| 湿地松林 | 2515210.65 | 0.20 |
| 杉木林 | 2923899.37 | 0.23 |
| 针叶混交林 | 1910479.23 | 0.15 |
| 针阔混交林 | 26840697.21 | 2.12 |
| 桉树林 | 127115656.31 | 10.02 |
| 荷木林 | 1016803.15 | 0.08 |
| 黎蒴林 | 343077.40 | 0.03 |
| 相思林 | 82901765.45 | 6.53 |
| 阔叶混交林 | 146970624.10 | 11.59 |
| 荔枝林 | 166946841.62 | 13.16 |
| 龙眼林 | 2858560.73 | 0.23 |
| 其它木本果林 | 1439330.30 | 0.11 |
| 红树林 | 160372.41 | 0.01 |
| 竹林 | 1492720.32 | 0.12 |
| 灌木林 | 13432037.74 | 1.06 |
| 苗圃 | 2154977.02 | 0.17 |
| 其它绿地 | 654595036.82 | 51.60 |
| 合计 | 1268618547.82 | 100.00 |

演的地温平均值如图 1 所示。地表温度的平均值、最小值、最大值分别为 13.02℃、10.40℃ 和 14.5℃，植被覆盖地区的地表温度平均值、最小值、最大值分

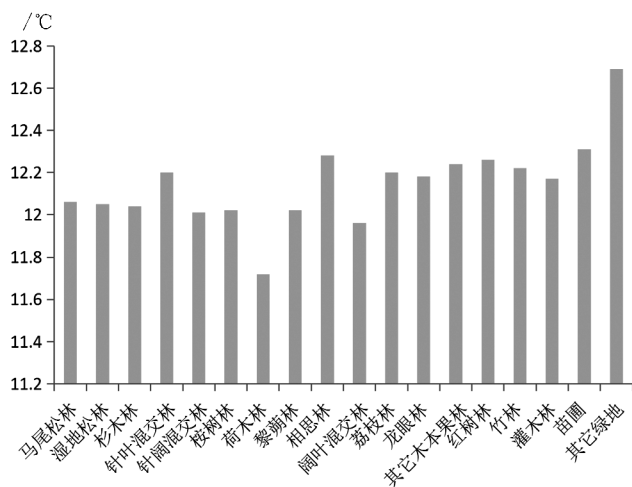


图 1 各植被类型的地温平均值

Fig. 1 Average values of land surface temperature of different vegetation types

别为 12.15℃、11.72℃ 和 12.69℃，比东莞市当地地温的相应值低，这说明植被的降温作用明显。

如图 1 所示，植被类型不同，林分的降温效果差异较大，其中降温效果最好的是荷木林，比东莞当天平均温度、最高温度分别低 1.30℃、2.78℃；阔叶混交林、针阔混交林、桉树林、黎蒴林、杉木林的降温效果次之，分别比东莞当天最高温度低 2.54℃、2.49℃、2.48℃、2.48℃、2.46℃。其他绿地、苗圃的降温效果不显著，分别比东莞当天最高温度低 1.81℃、2.19℃。

把不同植被类型的地温平均值代入式 3，得出不同林分的降温程度如图 2，以反映东莞市不同植被类型的降温水平。

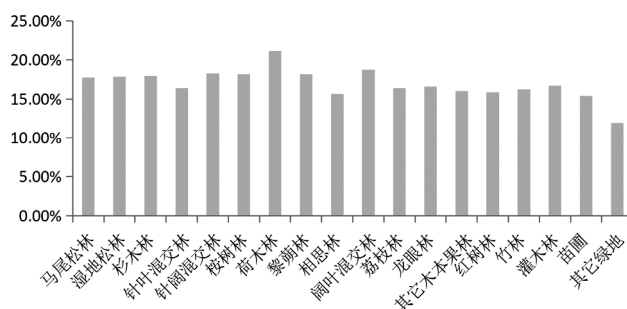


图 2 不同植被类型降温程度

Fig. 2 Cooling effects of different vegetation types

从图 2 可见，在降温效果上，荷木林(21.16%) > 阔叶混交林(18.73%) > 针阔混交林 > 黎蒴林 > 桉树林 > 杉木林 > 湿地松林 > 马尾松林 > 灌木林 > 龙眼林 > 荔枝林 > 针叶混交林 > 竹林 > 其它木本果林 > 红树林 > 相思林 > 苗圃 > 其他绿地(11.90%)。

乔木林的降温效果普遍优于其它林分，各林分降温效果比较：阔叶林 > 针叶林 > 灌木林 > 经济林 > 红树林 > 苗圃 > 其他绿地，其中荷木林温度变化指标为其他绿地的 1.54 倍，降温效果最好。与枝叶相对稀疏的灌木林、相思林、针叶林相比，乔木林，特别是阔叶林，树木较高，枝叶茂密，冠幅和郁闭度相对较大，可较大程度地截留太阳热辐射，使直接进入林内的辐射量变小，降温效果较好。红树林、经济林通常在 150 cm 高度时已暴露在太阳辐射之下，苗圃、其他绿地在 150 cm 高处会大面积接触到太阳辐射，因此对温度调节的效果相对较弱。

2.2.2 不同郁闭度的林分降温效果分析

郁闭度不同时，林分内各生态因子随之变化^[12]。由于乔木林冠层具有茂密的枝叶，当太阳辐

射投射到林冠层时,其短波辐射大部分被吸收,且林下空间受到林冠层遮蔽,降温效果较好。一般而言,郁闭度与降温效果成正比,科学的林分结构可在一定程度上解决森林、绿地面积小而又要能较好地调节区域小气候的问题。

通过实地调查得到的样本数据和所反演的温度分析比较在同一林分条件下,不同郁闭度的林分的降温效果(表 3)。从表 3 可见,林分的郁闭度不同,其降温效果也有差异。当郁闭度为 1 时,降温效果最优的林分是马尾松林、针阔混交林、湿地松林、阔叶混交林、桉树林、荔枝林和相思林,温度变化指标值分别为 26.21%、25.99%、25.22%、23.72%、23.49%、22.75 和 22.64%。当林分郁闭度为 0.90 时,降温效果最优的为相思林和桉树林,其温度变化

指标值分别为 22.33% 和 21.91%。当林分郁闭度为 0.70 时,荷木林的温度变化指标值为 25.99%,降温效果最好。当郁闭度为 0.50 时,相思林、针叶混交林降温效果最好,温度变化指标值分别为 20.90% 和 22.54%。湿地松林、相思林在郁闭度为 0.40 时降温效果最好,温度变化指标值均为 22.33%。杉木林、灌木林在郁闭度为 0.30 时降温效果最佳,温度变化指标值分别为 22.54% 和 21.29%。所以,为了使林分发挥最大的降温效果,马尾松林、针阔混交林、湿地松林的郁闭度可以达到 1,桉树郁闭度可以达到 0.9,荷木林的郁闭度以 0.7 为宜,针叶混交林、相思林郁闭度以 0.5 为宜,灌木林、杉木林郁闭度以 0.30 时降温效果最好。

表 3 不同郁闭度林分降温程度
Tab. 3 Cooling effects of stands with different crown densities

| 林分 | 郁闭度 | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 |
| 马尾松林 | 14.40 | 17.31 | 13.49 | 19.17 | 19.77 | 18.28 | 17.31 | 18.77 | 19.97 | 26.21 |
| 湿地松林 | | | | 22.33 | 17.79 | 15.32 | 20.88 | 24.56 | | 25.22 |
| 杉木林 | | | 22.54 | 20.47 | 16.26 | 14.95 | 17.79 | 17.50 | 18.08 | 18.67 |
| 针叶混交林 | | | 13.76 | 21.81 | 22.54 | 17.50 | | 15.51 | | |
| 针阔混交林 | 12.16 | 17.70 | 18.87 | 17.79 | 18.18 | 17.41 | 18.77 | 19.27 | 20.07 | 25.99 |
| 桉树林 | 18.48 | 18.97 | 19.37 | 18.67 | 19.37 | 16.45 | 16.54 | 19.47 | 21.91 | 23.49 |
| 荷木林 | | | | | | | 25.99 | 18.48 | 18.08 | |
| 黎蒴林 | | | | | | | | 19.67 | 18.28 | |
| 相思林 | | 18.57 | 18.77 | 22.33 | 20.90 | 15.74 | 14.99 | 18.57 | 22.33 | 22.64 |
| 阔叶混交林 | 17.21 | 16.16 | 17.53 | 17.20 | 17.34 | 17.09 | 17.65 | 18.68 | 21.00 | 23.72 |
| 荔枝林 | | 13.40 | 18.08 | 17.41 | 16.64 | 15.79 | 14.58 | 14.49 | 20.88 | 22.75 |
| 龙眼林 | | 14.95 | 17.31 | 19.07 | 17.41 | 16.07 | 13.85 | | | |
| 其它木本果林 | | | 14.68 | 16.07 | 14.68 | 9.75 | 9.75 | | | |
| 竹林 | | | 16.64 | 16.73 | | 14.49 | 12.33 | 15.32 | 14.95 | |
| 灌木林 | | | 21.29 | | 20.88 | 16.35 | 17.41 | 19.07 | 19.97 | |

3 结论与讨论

1) 东莞市植被覆盖以其他绿地为主,占植被覆盖总面积的 51.6%,具有绝对优势,荔枝林、阔叶混交林以及桉树林次之。

2) 同一龄组下的林分,植被类型不同,降温效果差异显著。其中:荷木林降温效果最佳,温度变化指标值为 21.16%;其次为阔叶混交林和针阔混交

林,温度变化指标分别为 18.73% 和 18.23%;相对而言,其它绿地的降温效果最差,温度变化指标值仅为 11.90%。

3) 不同林分的最优降温效果出现在不同的郁闭度,大部分乔木林在郁闭度 0.70 以上时降温效果最佳;郁闭度为 0.50 时,针叶混交林降温效果最好;郁闭度为 0.30 时,杉木林、灌木林的降温效果最好;郁闭度为 0.40 时,经济林(龙眼林、其它木本果林、

竹林)降温效果最佳。

大量研究表明,植被的降温作用显著,能有效地缓解热岛效应,降低能源消耗^[13]。本研究通过定量分析的方法,与东莞市当天非绿色植被覆盖的地表平均温度进行了对比,探讨了在同一龄组不同林分以及同一林分不同郁闭度的林分降温效果差异。另外,所调查植被周边地区的水体也起到了较强的降温作用,由于本研究主要考虑林分的降温效果,对于周边地区水体以及其他因子调节温度的作用还需要进行相应研究。为使城市森林充分发挥其作用,改善人们的生活环境,应当根据实地情况优化城市森林结构,合理地加以经营管理,以更好地起到调节温度的作用。

参考文献:

[1] 彭少麟,周凯,叶有华,等. 城市热岛效应研究进展[J]. 生态环境,2005(4):574-579.

[2] WEAVER C P, et al. A Preliminary Synthesis of Modeled Climate Change Impacts on U. S. Regional Ozone Concentrations[J]. Bulletin of the American Meteorological Society. 2009(12); 90:1843-1863.

[3] DIMOUDI A, NIKOLOPOULOU M. Vegetation in the urban environment; microclimatic analysis and benefits[J]. Energy and Buildings, 2003, 35(1):69-76.

[4] JONSSON P. Vegetation as an urban climate control in the subtropical city of Gaborone, Botswana [J]. International Journal of Climatology, 2004, 24(10):1307-1322.

[5] FEYISA G L, DONS K, MEILBY H. Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect; An example from Addis Ababa[J]. Landscape and Urban Planning, 2014, 123:87-95.

[6] OLIVEIRA S, ANDRADE H, VAZ T. The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat; A case study in Lisbon [J]. Building and Environment, 2011, 46(11):2186-2194.

[7] 赵深,刘克旺,毕丽霞. 长沙不同绿地对缓解热岛效应的作用[J]. 江西农业学报,2007(9):50-52.

[8] 贾刘强,舒波. 城市绿地与热岛效应关系研究回顾与展望[J]. 中国园林,2012(4):37-40.

[9] 王登峰,曹洪麟. 东莞市主要植被类型与生态公益林建设[J]. 广东林业科技,1999(2):23-28.

[10] 姜高珍,韩冰,高应波,等. Landsat 系列卫星对地观测 40 年回顾及 LDCM 前瞻[J]. 遥感学报,2013(5):1033-1048.

[11] 朱焱,朱莲芳,徐永明,等. 基于 Landsat 卫星资料的苏州城市热岛效应遥感分析[J]. 高原气象,2010(1):244-250.

[12] 杨承建,倪静,周其林,等. 不同林分郁闭度与遥感数据的相关性[J]. 生态学报,2015(7):2119-2125.

[13] AKBARI H, POMERANTS M, TAHA H. Cool surface and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas[J]. Solar Energy, 2001, 70(3):295-10.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 50 页)

[7] 温庆忠,王健敏,张正华,等. 紫茎泽兰入侵受松小蠹危害的云南松林群落的研究 [J]. 林业科学研究,2009, 22(6):846-850.

[8] 陆洪灿. 云南松林碳贮量的初步估算 [J]. 林业调查规划,2010,35(4):91-94.

[9] 邓喜庆,皇宝林,温庆忠,等. 云南松林资源动态研究 [J]. 自然资源学报,2014,29(8):1411-1419.

[10] 陈建珍,何超,许彦红. 滇中一平浪林场云南松天然次生林生长规律研究[J]. 林业资源管理,2015(2):77-

81,108.

[11] 李本德,刘中天,王立勤. 云南松(*pinusyunnanensis*) 林分结构和生长规律的初步研究[J]. 云南大学学报(自然科学版),1984(1):47-58.

[12] 束传林,廖声熙,李昆,等. 一平浪林场云南松单株木生长规律初步研究[J]. 陕西林业科技,2008(3):1-

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.013

马关县林业生态扶贫攻坚的思路与策略

张祖海

(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

摘要:马关县在开展林业生态扶贫攻坚中实施了生态治理脱贫、林业产业脱贫和生态保护脱贫,取得了一定成效。文中对开展林业生态扶贫攻坚的劣势进行分析,认为目前尚存在着林业产业结构单一,林业惠农政策落实不到位,林业产品销售渠道不畅等问题。藉此,提出依托林业重点工程建设项目,发展特色产业脱贫、结合生态保护脱贫等生态扶贫方略,加快发展林下经济、生态休闲服务、特色经济林、林业种苗繁育等产业发展,加大林业科技扶贫力度,构建生态宜居环境等建议,发挥林业在生态扶贫攻坚中的独特作用。

关键词:林业生态扶贫;扶贫攻坚;生态保护;特色产业;林下经济;生态休闲服务;马关县

中图分类号:S718.56;X171.4 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0067-05

引文格式:张祖海. 马关县林业生态扶贫攻坚的思路与策略[J]. 林业调查规划,2019,44(3):67-71.

ZHANG Zuhai. Ideas and Strategies of Ecological Poverty Alleviation by Forestry in Maguan County[J]. Forest Inventory and Planning,2019,44(3):67-71.

Ideas and Strategies of Ecological Poverty Alleviation by Forestry in Maguan County

ZHANG Zuhai

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

Abstract: The ecological control, forestry industry and ecological protection in ecological poverty alleviation by forestry were carried out and made achievements. The analysis for the disadvantages of ecological poverty alleviation in forestry concluded that there were still some problems at present, such as the single structure of forestry industry, the inadequate implementation of forestry policies benefiting farmers, and the poor sales channels of forestry industry. This paper suggested to develop characteristic industry combined with the ecological protection based on forestry key engineering construction projects, speed up the industry development of under-forest economy, ecological leisure services, characteristic economic forest and seedlings breeding, increase the intensity of forestry science and technology in poverty alleviation, build ecological livable environment and play the unique role of forestry in ecological poverty alleviation.

Key words: ecological poverty alleviation by forestry; poverty alleviation; ecological protection; characteristic industry; under-forest economy; ecological leisure services; Maguan County

消除贫困现象、实现共同富裕是社会主义本质要求,更是中国共产党人的使命担当。2015年11

月29日党中央、国务院出台的《中共中央国务院关于打赢脱贫攻坚战的决定》要求:到2020年,稳定实

收稿日期:2019-03-04.

第一作者:张祖海(1972-),男,江西安义人,工程师.从事林业调查规划工作.

现农村贫困人口“两不愁三保障”，确保贫困群众人均可支配收入增长幅度高于全国平均水平，基本公共服务主要领域指标靠近全国平均水平。当前，我国的扶贫机制主要由政府主导、部门协作、社会帮扶以及自我造血组成，林业生态扶贫作为部门扶贫不可缺少的一部分，不仅具有生态价值，还是经济社会发展的基础，凭借其绿色环保、可持续发展等优势，在扶贫攻坚以及生态文明建设中肩负着重要责任。

1 概况

马关县地处云南省东南部，文山壮族苗族自治州南部，是一个集边境、民族、贫困、山区、老区、原战区为一体的国家重点贫困县。全县国土面积 2 676 km²，辖 4 乡 9 镇 1 农场 124 村委会（社区），总人口 38.31 万人。目前仍有 1.4 万户 5.2 万贫困人口。滞后的林业产业发展和脆弱的生态环境制约着全县经济社会的可持续发展和贫困群众脱贫致富进程。

2 森林资源现状

马关县地处六诏山脉南缘，境内山脉连绵，峰峦起伏，地势险峻，溪流纵横，地势呈西北高，东南低。境内河流属红河流域泸江水系，属亚热带东部型季风气候。由于特殊的地形地貌和气候特点，造就了较为丰富的马关县森林资源，全县森林植被划分为 3 个森林植被型，7 个森林植被亚型，22 个森林类型。列为国家重点保护的野生动植物资源有 30 余种。全县林业用地面积 15.52 万 hm²，其中，有林地面积 10.86 万 hm²，国家特别灌木林面积 1.09 万 hm²，森林覆盖率 44.81%，林木绿化率 55.21%。全县活立木总蓄积 763.982 万 m³。

3 开展林业生态扶贫攻坚现状

3.1 实施生态治理脱贫

马关县大力开展石漠化治理、造林补贴、森林抚育、新一轮退耕还林等生态治理工程建设，加大对贫困农户的倾斜支持力度，吸纳贫困人口参与林业工程建设，提高家庭收入。2015 年以来，全县实施新一轮退耕还林工程 7 660 hm²，累计投入资金 1.72 亿元，涉及 1.8 万户，其中建档立卡贫困户 0.6 万户；实施石漠化治理封山育林 800 hm²，人工造林 1 530 hm²，累计投入资金 1 100 万元，涉及 3 700 户林农，其中建档立卡贫困户 1 100 户；实施森林抚育 3 000 hm²，造林补贴 2 000 hm²，累计投入资金

1 000 万元，涉及 9 600 户，其中建档立卡贫困户 3 200 户。

3.2 实施林业产业脱贫

马关县加大林业产业结构调整力度，大力发展杉木、核桃、林下经济、观赏苗木、经济林果、木材加工六大林业产业，促农脱贫致富。全县有杉木林面积 3.76 余万 hm²，年审批采伐蓄积量 10 万余 m³，林农每年实现收入约 5 000 万元；核桃面积 4 000 m³ 60 万株，已有 1 330 hm² 16 万株开始挂果，平均每株挂果 15 kg，每年可产核桃果 240 万 kg，按照市场价格 20 元/kg 计算，可实现产值 4 800 万元/a，促农增收 3 000 余万元/a；草果 8 600 hm²、香草 730 hm²、砂仁 950 hm²，年产值近 1 亿元，促农增收 7 000 万余元；绿化观赏苗木 800 hm²，260 万株，从事绿化观赏苗木的个人或企业共 468 个，可实现年产值 3.04 亿元，可促农年增收 7 400 万元；发展八角、柿子、橘类、李子、杨梅等经济林果 8 200 hm²，年可实现促农增收 2 600 余万元；共有木材经营加工企业 158 户，年加工木材 15 万 m³，实现木材加工产值 1.08 亿元，实现利润 2 400 余万元，上缴税费 310 余万元，每年可解决当地农户就业 1 600 余人次，实现劳务经济收入 4 000 万元。

3.3 实施生态保护脱贫

马关县加强生态公益林的管理力度，兑现好 4.70 万 hm² 生态公益林管护资金，每年兑现生态补偿金 589.2 万元，其中国家级生态补偿金 344.2 万元，涉及农户 33 456 户，惠及建档立卡贫困户 9 914 户，省级生态补偿金 245.0 万元，涉及农户 38 317 户，惠及建档立卡贫困户 12 309 户；聘请生态护林员 1 037 人，每年兑现资金 1 037 万元，惠及建档立卡贫困户 975 人，每年可增加贫困户收入 975 万元；全县区划天然商品林停伐保护面积 2.97 万 hm²，每年兑现村集体和农户补助资金 420 余万元。实现林业资源管护和脱贫攻坚双推进。

4 开展林业生态扶贫攻坚的劣势分析

4.1 林业产业结构单一，龙头带富能力不强

全县森林资源总量大，但林业产业结构单一，森林质量不高，以森林旅游、森林康养等为主的非木质资源开发利用工作滞后，林下经济发展技术难突破，涉林龙头企业带富能力不强，科研成果难以显现，林业产品质量不高，难于实现“生态受保护、林农增效益”林业发展课题目的。

4.2 林业短期效益不明显,难以调动贫困户参与发展的积极性

贫困户多为思想意识落后、致富愿景不强、发展后劲不足的部分群体,他们始终抱守一亩三分地,农业产业种植观念守旧单一,而对于短期收益不明显的林业更是无参与发展的积极性。就退耕还林等惠农政策而言,部分农户尤其是贫困户无长期发展的思想准备和积极性,也就只想单纯套取补贴,苗木种下就不管不顾,以致退耕地放荒。最终农业种植不成,林业发展未果,导致出现“耕地越来越少、收成越来越薄”的不利局面。

4.3 林业惠农政策落实不到位,部分贫困户难以享受生态红利

近年来,虽然国家的林业惠农政策越来越好,但很多贫困户因缺意识、缺劳力、缺技术等原因,对退耕还林等惠农政策认识不到位,处于被动发展状态,导致退耕还林、陡坡地治理、农村能源建设等涉及千家万户的林业项目在部分贫困家庭中的发展效果却不尽如人意。以致出现林业惠农政策多,贫困户受益少的现象,使贫困户失去了政策扶持发展的先机。

4.4 林业产业附加值低,部分林产品销售渠道不畅

随着马关县精准扶贫政策深入推进,越来越多的农户家庭大面积种植经济林果,广泛发展林业产业,多品种特优苗木种植如雨后春笋般蓬勃发展。但是大多都是借助退耕还林等惠农政策发展起来的家庭种植,零散低效。林业产业规模化水平低、林产品附加值少、销售渠道不畅仍是目前林业扶贫面临的重要问题。

5 开展林业生态扶贫攻坚的思路与策略

5.1 坚持生态保护扶贫与林业重点工程建设相结合,发挥林业在生态文明建设中的关键作用

5.1.1 开展新一轮退耕还林

将符合国家现行政策的坡度 25° 以上非基本农田陡坡耕地纳入国家新一轮退耕还林实施范围,争取将重要水源地及石漠化严重地区坡度 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 非基本农田坡耕地、严重污染耕地、移民搬迁撂荒耕地纳入新一轮退耕还林工程建设范围。全县规划实施退耕还林人工造林 1.53 万 hm^2 ,年度建设任务优先满足贫困地区、贫困村、贫困户退耕需求,提高贫困户退耕还林的参与度和受益水平,提升退耕还林对扶贫脱贫工作的支持力度。

5.1.2 加大石漠化综合治理力度

坚持因地制宜,宜造则造、宜封则封、宜草则草

的原则,通过封山育林、抚育管护、人工种植等生物治理措施,把石漠化地区生态环境改善与林业生态扶贫相结合,全县规划实施石漠化治理工程 $117\,960\text{hm}^2$,其中,人工造林 313.93hm^2 ,封山育林 865.67hm^2 。着力改善石漠化地区生态环境,逐步扭转石漠化区域水土流失、石漠化土地面积扩大的趋势,使石漠化地区生态环境明显改善。

5.1.3 加大森林抚育力度

遵循多功能可持续经营理念,将符合条件的中幼林纳入森林抚育,加强国有林场森林保护与培育,加快人工林集约经营,在全县规划实施森林经营工程森林抚育 $3\,000\text{hm}^2$ 。稳步推进森林抚育和改造提升,以森林抚育为抓手,全面开展森林经营,调整优化森林结构,有效改善林分生长状况,精准提升森林质量,提高贫困人口在森林抚育中的参与程度,增加贫困人口从森林抚育项目中的直接收入。

5.1.4 加强农村能源建设

开展农村能源建设,通过农村太阳能热水器推广、省柴节煤炉灶推广等,全县规划实施太阳能热水器项目 $2\,500$ 台,省柴节煤炉灶项目 $2\,500$ 台,太阳能路灯项目 500 盏。不断优化农村能源结构,实现多能互补,使各种优质、高效、洁净能源逐步进入农村千家万户,提升和改变贫困地区群众的生活质量与生存环境,减少农村环境污染,促进农村生态环境的良性循环。

5.2 坚持生态产业扶贫和特色产业相结合,发挥林业在促进农民脱贫致富中的主导作用

5.2.1 发展特色经济林群

以实施退耕还林为契机,以市场为导向,按照“公司+合作社+基地+农户”产供销一条龙服务的新模式,引导农户发展目前市场前景好的李子、刺梨、花椒等特色经济树种。全县规划新建特色经济林规模为 $4\,330\text{hm}^2$,其中,李子 $1\,800\text{hm}^2$,刺梨 $2\,200\text{hm}^2$,花椒 330hm^2 。对现有核桃林开展提质增效,在集中连片且水源、交通等条件较好的种植区规划完成核桃提质增效 $3\,330\text{hm}^2$ 。提高核桃林地的产出效益,帮助贫困人口增加收入。

5.2.2 发展林下经济群

鼓励引导贫困户以劳动力、林地出租、入股等形式参与林下经济开发。充分利用丰富的森林资源和良好的气候条件在林下空间发展林下经济,以林畜、林禽、林蜂、林蛙为林下经济的发展模式,在林下种植药材、食用菌、蔬菜、牧草等。全县规划林下家畜养殖 $10\,000$ 头,家禽养殖 $100\,000$ 只,养蜂 $1\,000$

箱,养殖林蛙 13.33 hm²;开展特色名贵药材林下种植 866.67 hm²,人工林下仿生食用菌栽培 33.33 hm²,种植森林蔬菜 66.67 hm²,人工经济林下栽培牧草 33.33 hm²。提高林地效益,帮助农民群众增收,尽快脱贫致富。

5.2.3 发展林木种苗繁育群

以国有金城林场和国有古林箐林场为重点,充分依托国有林场的技术力量开展林木种苗、景观植物栽培和选育工作,全县规划实施林木种苗繁育基地 66.67 hm²。一方面抓住马关县加快生态和产业发展的契机,培育当地产业和生态建设需要的林木种苗,品种以杉木、秃杉、旱冬瓜、西南桦等速生丰产林为主,为贫困户提供低价或免费林木种苗,降低贫困户造林成本,充分调动其造林积极性;另一方面以马关县当地和周边城市市场需求的优良景观植物栽培为主,推进马关县林木种苗繁育基地化、规模化、培育和销售一体化,以形成产品特色突出、资源配置合理、综合效益显著的林木种苗生产经营局面。

5.2.4 打造生态休闲服务基地群

根据马关县森林资源特点,充分利用县域自发形成的民族风情、浓郁的边境文化及原生态的自然风光,重点打造金城林场生态旅游区、古林箐林场生态旅游区,发展一批森林康养精品庄园、森林人家,以满足游客的森林休闲、森林度假、森林体验、森林运动、森林教育、森林保健、森林养生、森林养老、森林疗养和森林食疗(补)等多种需求。拓宽林农增收渠道,增加林农收入,改善生活水平,同时增加就业机会,对解决农村剩余劳动力将发挥积极作用。

5.3 坚持生态补偿扶贫与生态保护脱贫相结合,发挥林业在精准扶贫中的独特作用

5.3.1 发挥公益林生态效益补偿助农脱贫作用

紧紧围绕“管好公益林、用好补偿金”的总体要求,继续推进全县 4.70 万 hm² 公益林(其中,国家级公益林 3.07 万 hm²,省级公益林 1.63 万 hm²)的生态效益补偿工作,将森林生态效益补偿费直接兑现给林权所有者,促进 10391 户贫困户、61 196 名贫困人口增加政策性收入,改善生活水平和生产条件。

5.3.2 发挥天然林停伐补偿助农脱贫作用

在全面停止天然林采伐的基础上,按照国家和省关于天然林停伐补助资金使用有关要求,对全县 2.97 万 hm² 天然商品林实施天然林停伐补助,将补助资金和管护任务落实到山头地块,落实到林权所有者及重点贫困地区和建档立卡贫困户,切实发挥补助资金效用。

5.3.3 加大生态护林员选聘力度

积极争取扩大生态护林员选聘规模,力争到 2020 年,中央、省级林业生态护林员达 1 400 人,实现一人就业全家脱贫,带动 5 600 名贫困人口稳定增收脱贫。

5.4 坚持基础设施建设与林业科技扶贫相结合,发挥林业在促进社会和谐中的重要作用

5.4.1 加强基础设施建设

加强林区道路建设,完善马关县森林火险预警监测系统建设,有效改善乡镇林业站标准化建设。全县规划完成林区道路建设 1 000 km,购置远程高清红外视频监控系统 15 套,对马关县未达标林业站进行改造。有效改善全县林区交通条件,提高森林火灾防控预警能力,改善林业站办公条件,最大限度地发挥基础设施建设效应,为马关县森林资源保护和可持续发展奠定扎实基础。

5.4.2 加强新型经营主体培育

积极引导农民群众以投资投劳入社、出让林地经营权入社、收益分红入社等方式,成立有独立法人资格的各类林业专业合作社,发挥林业生产资料及各项资源的集聚效应,围绕市场需求发展特色产业,带动贫困户实施基地建设和集约经营。采取流转林地经营权、承包经营、林权入股等多种形式,积极扶持林业大户,发展林地适度规模经营,通过合作经营引导贫困群众与林业大户建立利益联结机制,带动贫困群众发展林业产业,稳定增加贫困群众收入。大力培育林产经营加工龙头企业。围绕丰富的林业资源,整顿整合分散零星、不具规模的林产经营加工企业,引进培育具有雄厚资金和先进技术的大中型企业,促进产品向精深加工迈进,积极打造特色林产品产业集群。

5.4.3 加大林业科技扶贫力度

充分发挥森林资源丰富、特殊地形地貌和气候特点明显的优势,开展以人工杉木林近自然经营及林下经济培育为主的试验示范基地建设,探索人工杉木林可持续经营、林下经济良好发展的优良模式,以试验示范带动技术推广,以点带面带动贫困群众积极发展杉木近自然经营及林下经济。积极开展包括核桃提质增效、林下种植养殖、特色经济林种植及管护等技术培训,切实解决林业生产技术难题,提高林业技术人员、林农相关技术水平,加速林业科技成果转化,促进林业产业增产,确保林农增收致富。

5.4.4 构建生态宜居环境

遵循乡村自身发展规律,稳步推进山水林田路

综合治理,加强乡村道路绿化、河道绿化、庭院绿化、房前屋后绿化,并兼顾村庄面山绿化及村庄四周林带建设,每年实施5个行政村的绿化美化工作。逐步实现“山地森林化、农田林网化、村寨园林化、道路林荫化、庭园花果化”生态宜居环境。

6 结语

马关县按照“发展特色产业脱贫”、“结合生态保护脱贫”等生态扶贫方略,充分发挥林业在扶贫攻坚中的特殊优势,依托林业重点工程项目,加快发展林下经济、生态休闲服务、特色经济林、珍贵用材林等高原特色林产业,建设完善的特色林业产业扶贫体系和林业生态保护扶贫体系,最大限度地让贫困群众从参与林业生态建设中得到实惠,实现生态建设与扶贫攻坚双惠双赢,为马关县脱贫攻坚和巩固脱贫成果贡献林业力量。

(上接第60页)

参考文献:

- [1] 李俊生,靳永超,王伟,等. 中国陆域生物多样性保护优先区域[M]. 北京:科学出版社,2016.
- [2] WILSON E H. China—mother of gardens[M]. Boston: The Stradford Company, 1929.
- [3] 江明喜,邓红兵,唐涛,等. 香溪河流域河岸带植物群落物种丰富度格局[J]. 生态学报,2002,22(5):629-635.
- [4] 江明喜,党海山,黄汉东,等. 三峡库区香溪河流域河岸带种子植物区系研究[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(2):178-182.
- [5] 王飞,熊俊,胥涛,等. 香溪河库岸植物群落及分布特点调查[J]. 绿色科技,2014(1):88-91.
- [6] 付娟,李晓玲,戴泽龙,等. 三峡库区香溪河消落带植物群落构成及物种多样性[J]. 武汉大学学报(理学版),2015,61(3):285-290.
- [7] 徐建霞,彭刚志,王建柱. 三峡库区香溪河消落带植被多样性及分布格局研究[J]. 长江流域资源与环境,2015,24(8):1345-1350.
- [8] 彭乾乾,汪正祥,李亭亭,等. 湖北万朝山自然保护区珍稀濒危植物优先保护定量研究[J]. 广西植物,2017,37(7):859-867.
- [9] 汪正祥,雷耘,李亭亭,等. 湖北万朝山自然保护区生物多样性及其保护研究[M]. 北京:科学出版社,2018.
- [10] 雷深涵,夏俊宝,杨建. 兴山县三峡库区地质灾害发育规律及其防治问题与建议[J]. 地质灾害与环境保护,2011,22(4):21-24.

参考文献:

- [1] 龚维斌. 习近平贫困治理思想研究[J]. 贵州省党校学报,2016(4):5-13.
- [2] 汪洋. 紧紧围绕精准扶贫精准脱贫 深入推进脱贫攻坚[J]. 行政管理改革,2016(4):4-13.
- [3] 郝学峰. 关于林业扶贫工作的分析与研究[J]. 国家林业局管理干部学院学报,2015(1):49-53.
- [4] 云月奎. 实施林业精准扶贫强力支撑脱贫攻坚[J]. 内蒙古林业,2016(6):8-9.
- [5] 张建龙. 发挥林业独特优势 坚决打赢扶贫开发攻坚战—写在国家扶贫日、国际消除贫困日来临之际[N]. 中国绿色时报,2015-10-16.
- [6] 王学武. 农村精准扶贫:林业的优势、劣势与对策[J]. 林业调查规划,2018,43(5):164-168.

(责任编辑 许易琦)

- [11] 汪正祥,雷耘,KAZUE F,等. 亚热带山地亮叶水青冈林的群落分类及物种组成与更新[J]. 生物多样性,2006,14(1):29-40.
- [12] 傅书遐. 湖北植物志[M]. 武汉:湖北科学技术出版社,2002.
- [13] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [14] 中国科学院植物研究所. 中国数字植物标本馆[DB/OL]. [2017-10-18]. <http://www.cvh.ac.cn/>.
- [15] 徐远杰,陈亚宁,李卫红,等. 中国伊犁河谷种子植物区系分析[J]. 干旱区研究,2010,27(3):331-37.
- [16] 努尔买买提,张相锋,张维. 新疆野核桃自然保护区植物区系和地理成分[J]. 生态学杂志,2015,34(7):1838-1846.
- [17] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究,1991,4(S):1-139.
- [18] 吴征镒,周浙昆,孙航,等. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明:云南科技出版社,2016.
- [19] 中华人民共和国国务院. 国家重点保护野生植物名录(第一批)[J]. 植物杂志,1999(5):4-11.
- [20] 中国环境保护部. 中国生物多样性红色名录—高等植物卷[EB/OL]. [2018-09-02]. <http://www.nmgepb.gov.cn/ywgl/stbh/zrstgl/201310/P020131009593533399802.pdf>.
- [21] 崔大方,廖文波,张宏达. 新疆种子植物科的区系地理成分分析[J]. 干旱区地理,2000,23(4):326-30.
- [22] 祁承经,喻勋林,肖育檀,等. 华中植物区种子植物区系的研究[J]. 云南植物研究,1995,7(S):55-92.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.014

我国森林生态安全认知度分析

——基于728位县域林业管理人员问卷调查

王 馗¹, 王金龙², 肖更生², 吴新华¹

(1. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051; 2. 中南林业科技大学, 湖南 长沙 410004)

摘要:利用实地调研与网络问卷的方法,访谈了东、中、西部五省728位县域林业管理人员,分析不同区域林业管理人员对森林生态安全状态及安全压力的认知和对保护森林生态安全存在问题及成因的认知。分析结果表明,东、中、西部林业管理人员在森林生态系统服务功能变动趋势的认知方面,对森林的供给与调节服务功能变化的认知有显著差异($P < 0.05$),且在森林生态安全的压力来源的最大驱动因素中对不合理利用方式的认知差异显著($P < 0.05$);关于保护森林生态安全过程中存在问题的认知,对森林资源的经营水平方面有显著差异($P < 0.05$)。森林生态安全保护体系不完善、公众对森林价值的认知偏差等6个方面是导致保护森林过程中存在问题的主导因素。

关键词:森林生态安全;认知度;林业管理人员;森林生态系统服务功能;生态系统服务付费机制

中图分类号:X171.4 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0072-08

引文格式:王馗,王金龙,肖更生,等.我国森林生态安全认知度分析——基于728位县域林业管理人员问卷调查[J].林业调查规划,2019,44(3):72-79,84.

WANG Kui, WANG Jinlong, XIAO Gengsheng, et al. Analysis on Cognition of Forest Ecological Security in China——Based on Questionnaire Survey from 728 Forestry Managers of Countries[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 72-79, 84.

Analysis on Cognition of Forest Ecological Security in China

—— Based on Questionnaire Survey from 728 Forestry Managers of Countries

WANG Kui¹, WANG Jinlong², XIAO Gengsheng², WU Xinhua¹

(1. Yunnan Institute of Forestry Inventory and Planning, Kunming 650051, China;

2. Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: The survey was conducted by field investigation and network questionnaire among 728 forestry managers from 5 provinces in western, central and eastern China to analyze their cognition on forest ecological security status and pressure, and their cognition on problems of protecting forest ecological security. The results showed that forestry managers in different regions had significant differences in cognition on the changes of forest ecosystem services in supply and regulation function ($P < 0.05$), on unreasonable utilization patterns which was the the biggest pressure of forest ecological security ($P < 0.05$), and

收稿日期:2019-03-12.

基金项目:湖南省教育厅科学研究项目(17B290,13K073);湖南省哲学社会科学基金项目(17YBQ115).

第一作者:王馗(1981-),男,云南昆明人,硕士,工程师.研究方向:林业调查规划、项目管理(PM). Email:27948861@qq.com

责任作者:王金龙(1982-),男,湖南长沙人,博士.研究方向:林业经济理论与政策. Email:wjl-123@126.com

肖更生(1959-),男,湖南长沙人,教授.研究方向:林业经济理论与政策. Email:xiaogengsheng@sina.com

吴新华(1977-),男,云南禄劝人,高级工程师.研究方向:林业调查规划. Email:15087089998@163.com

on forest resources management level for the problems of forest ecological security conservation ($P < 0.05$). The six main reasons, including the imperfect system of forest ecological security and the cognitive bias of the public for forest value, resulted in the problems of forest ecological security conservation.

Key words: forest ecological security; cognition; forestry managers; forest ecosystem service function; payment for environmental services

人类活动在不断地改变生态系统组成、结构和功能,严重削弱了生态系统服务功能^[1],使得全球变暖、臭氧层破坏、大气污染与酸雨、森林资源退化、生物多样性丧失等全球规模的环境问题持续加剧^[2]。联合国千年生态系统评估发现,全球生态系统服务功能在评估的 24 项生态服务功能中有 15 项(约占评估的 60%)正在退化,生态系统服务能力的丧失和退化将对人类福祉产生重要影响,威胁人类的安全与健康,直接威胁着区域乃至全球的生态安全^[3]。生态安全已引起国际社会的普遍关注,并成为生态学、环境科学、经济学和地理学等相关学科的研究热点问题。森林生态系统是陆地生态系统的主体,在调控全球气候变化和碳循环方面起着重要作用,尽管森林仅占陆地总面积的 30%,但森林光合作用产生的陆地—大气碳交换量高达陆地生态系统碳交换量的 90%,在维持自然界的生态平衡,改善人类生存环境方面,森林生态系统的作用是应予以首先考虑的重要因素^[4]。由于森林生态系统相对脆弱,易受自然和人类的干扰,使得森林遭破坏、资源过度利用、森林生物量锐减等现象频发,从而严重影响森林生态系统的健康发展和自然生态环境的良性循环^[5]。因此,森林生态系统的特性和森林生态问题的突显决定了森林生态安全在生态安全中的首要和核心地位。

近年来,国内外学者在森林生态安全指标体系和评价等方面进行了大量的研究探索,并将其与传统的森林健康评价加以区分,把自然、经济和社会生态安全看成一个复合生态系统的整体安全问题^[6]。而最近的研究指出,对于如何保育和管理森林生态系统,改善其生态系统服务功能,进而保障区域生态安全,生态学家和管理者却感到力不从心。其原因在于人们对森林生态系统的大部分服务功能还缺乏深入的生态学理解,能够为决策提供依据的生态学信息非常少^[7],林业管理人员对森林生态安全的认知和森林保护措施等一系列问题的定量研究更是薄弱。林业管理人员,特别是县域的基层林业管理人员是森林生态安全保护政策的最终执行者,也更熟知所在区域森林资源保护的现状与存在的问题以及

保护的成效,在维护森林生态安全的过程中起着非常关键的作用。因此,定量对比分析不同地区县域林业管理人员的森林生态安全认知度,对保障我国森林生态安全和完善森林保护的管理显得尤为重要。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本文所用数据来自于实地调研与网络访谈。课题组于 2018 年 7—8 月收集了全国 5 省(浙江、湖北、吉林、贵州、青海)县级林业管理人员的一手问卷调查数据。县域林业管理人员调查问卷全部采取结构化问卷调查方式,通过实地调研与网络问卷的途径共发放问卷 1 000 份,其中采取会议座谈的方式现场发放问卷 400 份,并在县级林业主管部门的协助下发放网络问卷 600 份。课题组共收回问卷 785 份,其中浙江省 172 份、湖北省 220 份、吉林省 139 份、贵州省 125 份、青海省 129 份,剔除无效问卷 57 份,最终获取有效问卷 728 份,问卷有效率达 92.8%。本研究的样本量基本上覆盖了上述 5 省的所有县域,因此,这些样本可以充分地反映林业管理人员对所在区域的森林生态安全认知状况。

1.2 研究方法

1.2.1 问卷设计

为了解 5 省县域林业管理人员对森林生态安全保护的认知,调查问卷设计为 2 个部分。第一部分是林业管理人员对所在县域森林生态安全的基本认知。借鉴联合国经济合作开发署与经济合作发展组织(OECD)倡导的 PSR 模型,本文从 2 个视角评估林业管理人员对森林生态安全的认知程度,即森林生态系统自身的安全状态认知和森林生态系统所承载的压力认知。其中根据联合国千年生态系统评估体系(MA),从森林覆盖率、森林生态系统的供给服务功能、调节服务功能、支持服务功能以及文化服务功能 5 个方面的变化分析林业管理人员对所在县域森林生态安全状态的认知,并从所在区域内导致森林生态安全的最大压力来源及森林生态安全中人类行为的最大驱动因素 2 方面分析林业管理人员对所

在县域森林生态安全的压力认知。

第二部分为林业管理人员对保护森林生态安全过程中存在的问题及成因的认知。主要从森林资源采伐强度、森林资源经营方式、违法违规使用林地的严重程度及森林旅游的影响 4 个方面分析林业管理人员所在县域在保护森林生态安全过程中面临的问题。为更好地了解县域林业管理人员对保护森林生态安全存在问题成因的认知,本文通过实地调研及相关文献查阅,总结了森林生态保护过程中出现较为频繁的问题成因供县域林业管理人员选择,主要包括法律不完善、多部门管理、保护体系不完善、森林资源权属不清、森林保护缺乏战略规划及公众对森林价值的认知偏差 6 个方面。

1.2.2 分析方法

为能体现出我国东、中、西区域的林业管理人员对目前所在县域森林生态安全的认知差异,由于难以确定总体的分布态势,本研究采用非参数检验方法分析东、中、西部林业管理人员对每个选项频率的差异性,从而深入了解目前森林生态安全保护过程中存在的问题及成因。相对于常规的参数检验如方差分析,非参数检验方法更为稳健。由于不依赖总体的正态分布为前提条件,在总体分布情况不明时,该方法的假定条件比参数假设检验方法要少得多,也容易满足,且计算方法也简便易行,因而在实际中有广泛的应用。由于分析的东、中、西部样本相互独立,故引入非参数检验中的 Kruskal-Wallis H 检验方法。Kruskal-Wallis H 检验是最常用的多独立样本秩和检验,其原假设为:样本所在的多独立总体的分布无显著差异。通过将多组样本的数据混合并按照升序排序,进而求出各变量值的秩,最后通过对各组秩的均值研究推断东、中、西部林业管理人员的森林生态安全认知在区域间的差异是否显著。

2 结果与分析

2.1 林业管理人员对森林生态安全的基本认知

2.1.1 对森林生态安全状态的认知

森林作为自然生态系统的最重要组成部分,是最丰富的物质、能量、信息资源库,为人类社会提供了重要的资源,包括经济资源、生态资源和社会文化资源,每种资源都体现了森林与森林生态环境对人类社会的贡献。人类从森林生态系统获得的所有惠益,包括供给服务(如提供木材和食物等)、调节服务(如水源涵养、净化大气和改善气候等)、支持服务(如维持地球生命生存环境的养分循环)以及文

化服务(如旅游、休闲服务等)^[8]。森林生态系统的服务功能既是森林生态系统向人类社会的重要输出,是支撑社会经济维持发展的重要基础,同时也是检验森林生态系统是否安全的重要指标。森林生态系统服务功能与生态安全研究已成为国际生态学和相关学科研究的前沿和热点^[9]。

表 1 反映了近年来林业管理人员对森林生态系统服务功能变化的认知程度。由于大规模的人工造林,我国森林覆盖率呈逐年增加的态势,61.8%的林业管理人员对森林覆盖率不断增加认知度是一致的($\chi^2 = 5.79, P > 0.05$)。对于森林生态系统提供的供给服务功能,不同区域的林业管理人员的认知度呈现出显著的差异($\chi^2 = 43.452, P < 0.05$)。虽然 52.2%的人认为森林供给功能增强了,但西部的认知度(66.1%)远远高于东部(32.6%),且东部 39%的林业管理人员认为森林供给服务呈减弱趋势。原因可能是相对于森林提供的木材、食物等物质的经济供给功能,经济发达的东部地区更注重森林提供的非物质的生态功能。这一点从各区域林业管理人员对森林调节服务功能认知的显著差异可得到论证($\chi^2 = 33.903, P < 0.05$),42.4%的林业管理人员认为森林提供的调节服务功能是不变的,但东部地区 51.7%的林业管理人员认为所在区域森林的该项服务功能是增加的,显著高于中部(26.4%)和西部(23.3%)。而对于森林的支持服务功能与文化功能,东、中、西部地区的差异并不显著($\chi^2 = 1.991, P > 0.05$; $\chi^2 = 4.286, P > 0.05$)。由于森林的支持服务功能在短期内不会直接反映出外在变化,58.4%的林业管理人员认为其功能没有发生变化,只有 14.8%的林业管理人员认为其功能在减弱。相对于上述 3 种功能,调查人员对森林文化服务功能认知的认同度最高。只有 4.7%的林业管理人员认为该功能是减弱的,但其 80.6%的林业管理人员认为该功能是增强了,可以解释为:近些年,各地区对森林文化价值的宣传力度不断加大,多个省份陆续规划并实施森林生态旅游项目,森林旅游资源社会关注度得到加强。

上述东、中、西部地区的认知差异体现了森林生态系统服务的空间异质性^[10],从森林生态系统服务的需求角度来说,不同尺度下的利益相关者对森林生态系统服务的需求也呈现出显著的差异:一般而言,森林的供给服务功能与当地居民或社区的关系更为密切,而森林的调节与支持服务功能通常在区域或国家甚至全球尺度发挥其服务价值。因此,相

表 1 林业管理人员对森林生态安全状态的认知度
Tab. 1 Cognition of forestry managers on forest ecological security status

| 与 5 年前相比,县域森林生态安全状态的认知 | 全部 (N=728) | 东部 (N=172) | 中部 (N=329) | 西部 (N=227) | χ^2 | Sig. |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-------|
| 1. 森林覆盖率 | | | | | 5.790 | 0.055 |
| ①增加 | 61.8(450) | 62.8(108) | 56.8(187) | 68.3(155) | | |
| ②不变 | 21.3(155) | 19.8(34) | 25.5(84) | 16.3(37) | | |
| ③减少 | 16.9(123) | 17.4(30) | 17.6(58) | 15.4(35) | | |
| 2. 森林供给服务功能 | | | | | 43.452 | 0.000 |
| ①增强 | 52.2(380) | 32.6(56) | 52.9(174) | 66.1(150) | | |
| ②不变 | 22.5(164) | 28.5(49) | 24.3(80) | 15.4(35) | | |
| ③减弱 | 25.3(184) | 39.0(67) | 22.8(75) | 18.5(42) | | |
| 3. 森林调节服务功能 | | | | | 33.903 | 0.000 |
| ①增强 | 31.5(229) | 51.7(89) | 26.4(87) | 23.3(53) | | |
| ②不变 | 42.4(309) | 30.8(53) | 44.4(146) | 48.5(110) | | |
| ③减弱 | 26.1(190) | 17.4(30) | 29.2(96) | 28.2(64) | | |
| 4. 森林支持服务功能 | | | | | 1.991 | 0.370 |
| ①增强 | 26.8(195) | 28.5(49) | 25.2(83) | 27.8(63) | | |
| ②不变 | 58.4(425) | 50.0(86) | 60.8(200) | 61.2(139) | | |
| ③减弱 | 14.8(108) | 21.5(37) | 14.0(46) | 11.0(25) | | |
| 5. 森林文化服务功能 | | | | | 4.286 | 0.117 |
| ①增强 | 80.6(587) | 80.8(149) | 77.5(255) | 85.0(193) | | |
| ②不变 | 14.7(107) | 9.3(16) | 19.8(65) | 11.5(26) | | |
| ③减弱 | 4.7(34) | 9.9(17) | 2.7(9) | 3.5(8) | | |

注:根据我国东、中、西部区域的划分标准,东部为浙江省;中部为湖北与吉林省;西部为贵州与青海省(下同)。

对于同一片森林,其周边社区居民如林农关注的是森林产出的木材和林果产品等供给服务价值,当地政府则更注重森林旅游文化休闲的文化服务价值,而中央政府最为关注的是森林在水土保持、改善气候、涵养水源等调节方面的服务价值。

2.1.2 对森林生态安全压力的认知

一般而言,陆地生态系统动态的驱动力或压力因素主要来自自然和人类活动 2 个方面(表 2)。地形地貌、气候气象、土壤质地和自然灾害是陆地生态系统动态演变的自然原因;人类活动如人口增长、经

表 2 林业管理人员对森林生态安全压力的认知度
Tab. 2 Cognition of forestry managers on forest ecological security pressure

| 森林生态安全面临的压力认知 | 全部 (N=728) | 东部 (N=172) | 中部 (N=329) | 西部 (N=227) | χ^2 | Sig. |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-------|
| 1. 区域内导致森林生态安全的最大压力来源 | | | | | 4.960 | 0.084 |
| ①自然因素 | 25.1(183) | 27.9(48) | 27.4(90) | 18.9(45) | | |
| ②人类活动 | 74.9(545) | 72.1(124) | 72.6(239) | 80.1(182) | | |
| 2. 森林生态安全中人类行为的最大驱动因素 | | | | | 27.076 | 0.000 |
| ①人口增加 | 11.3(82) | 14.0(24) | 6.7(22) | 15.9(36) | | |
| ②经济发展 | 41.2(300) | 55.8(96) | 46.8(154) | 22.0(50) | | |
| ③不合理利用方式 | 47.5(346) | 30.2(52) | 46.5(153) | 62.1(141) | | |

济发展、政策法规、文化观念等可对陆地生态系统的存在状况产生影响,属于人文方面的压力因素。

表 2 中关于区域内导致森林生态安全的最大压力来源选项,东、中、西部地区的认知度没有显著差异($\chi^2 = 4.960, P > 0.05$)。74.9%的林业管理人员选择了人类活动,说明自然因子对我国森林生态系统的动态演变是比较稳定和持续的。而城市的不断扩张、林地被占用直至消失、经济目标下的无序发展等人类诸多短视和不理智行为已使森林生态系统呈现出由结构性破坏向功能性紊乱的方向发展,由此引起的水土流失、沙漠化、生物多样性减少等生态问题持续加剧,对我国森林生态安全造成严重威胁^[11]。

进一步分析森林生态安全中人类行为的最大驱动因素,可以看出,47.5%的林业管理人员认为不合理的利用方式是所在区域森林生态安全的最主要驱动因素,但东、中、西部的认知度具有明显的差异($\chi^2 = 27.076, P < 0.05$)。西部地区 62.1%的林业管理人员选择不合理的利用方式,但东部地区的认知度

远远低于西部,只有 30.2%的比例,并且有 55.8%比例的人选择了经济发展为森林生态安全的最大压力来源。值得注意的是,只有 11.3%的人认为人口增加是影响森林生态安全的最大影响因素,并且中部只有不到 7%的比例。说明了随着我国人口增长率的逐渐放缓和人口老龄化的趋势不断加快,特别是中、西部的劳动力大量向东部沿海迁移,有研究表明,中、西部地区由于人为干扰活动的减少,其森林生态系统在自然状态下正逐步恢复。

2.2 林业管理人员对保护森林生态安全存在问题及成因的认知

2.2.1 对保护森林生态安全存在问题的认知

森林是陆地上最大的生态系统,被誉为“地球之肺”,对森林资源的过度开发将会造成森林生态系统功能的下降和退化,从而引起人类生存环境无法逆转的改变^[12]。例如,过度采伐森林资源、各种占用林地的工程建设及森林旅游等人类行为(表 3)。

表 3 林业管理人员对保护森林生态安全存在问题的认知度

Tab. 3 Cognition of forestry managers on problems of forest ecological security conservation

| 对保护森林生态安全存在问题的认知 | 全部 (N=728) | 东部 (N=172) | 中部 (N=329) | 西部 (N=227) | χ^2 | Sig. |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-------|
| 1. 森林资源采伐强度 | | | | | 3.212 | 0.201 |
| ①非常严重 | 15.8(115) | 25.0(43) | 10.6(35) | 16.3(37) | | |
| ②比较严重 | 26.8(195) | 17.4(30) | 36.2(119) | 20.3(46) | | |
| ③不严重 | 57.4(418) | 57.6(99) | 53.2(175) | 63.4(144) | | |
| 2. 森林资源经营方式 | | | | | 40.613 | 0.000 |
| ①非常落后 | 19.2(140) | 10.5(18) | 22.2(73) | 21.6(49) | | |
| ②比较落后 | 48.6(354) | 19.5(64) | 54.1(178) | 49.3(112) | | |
| ③不落后 | 32.1(234) | 52.3(90) | 23.7(78) | 29.1(66) | | |
| 3. 违法违规使用林地的严重程度 | | | | | 1.594 | 0.451 |
| ①非常严重 | 22.5(164) | 18.6(32) | 21.6(71) | 26.9(61) | | |
| ②比较严重 | 51.9(378) | 55.2(95) | 53.2(175) | 47.6(108) | | |
| ③不严重 | 25.5(186) | 26.2(45) | 25.2(83) | 25.6(58) | | |
| 4. 森林旅游的影响 | | | | | 5.719 | 0.057 |
| ①非常严重 | 3.6(26) | 3.5(6) | 3.3(11) | 4.0(9) | | |
| ②比较严重 | 16.9(123) | 20.3(35) | 13.1(43) | 19.8(45) | | |
| ③不严重 | 79.5(579) | 76.2(131) | 83.6(275) | 76.2(173) | | |

表 3 分析了林业管理人员对保护森林生态安全过程中存在问题的认知。从林业管理人员对森林资

源采伐强度的认知度可知($\chi^2 = 3.212, P > 0.05$), 57.4%的林业管理人员认为所在县域的森林资源采

伐不严重,只有 15.8%的林业管理人员认为此现象非常严重。原因可以解释为:随着我国实施严格的森林保护措施如天保工程、公益林管护、退耕还林等工程,客观上减弱了森林资源的采伐强度,这也与我国森林覆盖率的逐年增加趋势是吻合的。但是,对于森林资源经营方式的选择,各区域的认知度差异显著($\chi^2 = 40.613, P < 0.05$)。48.6%的林业管理人员认为所在区域的森林资源经营方式比较落后,其资源禀赋丰富地区的森林资源经营方式仍然以初级原材料加工为主。尽管如此,东部地区的浙江省却有 52.3%的林业管理人员认为其经营方式不落后,浙江省的森林覆盖率超过 60%,该省在充分发掘其自身资源的潜力下,兼顾森林的生态效益与经济效益,其境内的竹木、竹藤产业位居全国之首。

关于违法违规使用林地的严重程度,东、中、西部的林业管理人员一致认为比较严重($\chi^2 = 1.594, P > 0.05$)。与前 3 个森林安全保护过程中存在问题的认知度完全相反,近 80%的林业管理人员认为森林旅游的负面影响并没有凸显出来($\chi^2 = 5.719, P > 0.05$)。森林旅游是森林生态系统文化服务功能的表现形式,是森林提供的因人与森林生态系统关系而产生的非物质利益^[13]。森林旅游影响森林文化服务的直接途径是旅游设施的修建,旅游道路的修建提高了森林文化景观可及度,却带来了景观及生境破碎化的负面效应。近年来,对于森林文化服务的开发利用与保护研究已成为一个研究热点^[14]。随着森林生态旅游的蓬勃发展,寻求兼顾经济、社会与生态效益的综合开发模式是森林旅游发展的必然选择。

2.2.2 对保护森林生态安全存在问题成因的认知

探究林业管理人员对森林保护过程中存在问题

成因的认知度,是制定森林生态安全保护政策的重要依据。在 6 个存在问题的成因中,林业管理人员的选项最多的 3 个分别是保护体系不完善、公众对森林价值的认知偏差及森林保护缺乏战略规划(表 4),且东、中、西部的认知差异也很显著。76.2%的林业管理人员认为保护体系不完善是目前森林保护中众多问题的最大成因($\chi^2 = 18.613, P < 0.05$),中部的比例高达 81.8%。关于公众对森林价值的认知偏差,有 68%的林业管理人员认为此原因是导致森林保护存在问题的主要成因($\chi^2 = 7.863, P < 0.05$),而西部地区有 74.4%的林业管理人员认为公众对森林价值的认知比较缺乏。有统计数据显示,在中、西部地区广大农村的能源消费中薪材的消费比例达 50%以上^[15]。农村薪柴的普遍使用为森林保护带来诸多资源与生态问题,一方面,农村的薪柴消费需要消耗乔灌木,大量砍伐乔灌木不仅影响森林的植被分布,也影响其动植物栖息地的完整;另一方面,相对于标准煤的热值,薪柴供热效率低,同等的热量需要消耗大量薪柴,这不仅造成了大量的碳排放,薪柴中杂质燃烧产生的有害气体也直接或间接污染环境与危害人类健康^[16]。另外,火灾是对森林生态安全的最大威胁,尽管有自然因素,但人的不恰当行为要为森林火灾的发生承担主要责任,需要加强公众特别是森林社区居民对森林价值的认知教育,明确人为导致森林火灾的法律责任,共同维护森林生态安全。地方政府层面在未来的经济与社会发展战略中应该根据各县域情况,把森林保护纳入到战略高度,从本质上解决目前森林生态安全保护过程中存在的一系列问题。

区域发展战略规划是针对特定区域内经济、社会发展等的整体性、长远性、决定性问题所作的谋划

表 4 林业管理人员对森林生态安全保护存在问题成因的认知度

Tab. 4 Cognition of forestry managers on causes of forest ecological security problems

%

| 对森林生态安全保护存在问题成因的认知 | 全部 (N=728) | 东部 (N=172) | 中部 (N=329) | 西部 (N=227) | χ^2 | Sig. |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-------|
| 1. 法律不健全 | 41.2(300) | 42.4(73) | 37.7(124) | 45.4(103) | 3.411 | 0.182 |
| 2. 多部门管理 | 26.4(192) | 29.7(51) | 27.1(89) | 22.9(52) | 2.431 | 0.297 |
| 3. 保护体系不完善 | 76.2(555) | 64.5(111) | 81.8(269) | 77.1(175) | 18.613 | 0.000 |
| 4. 森林资源权属不清 | 30.2(220) | 30.8(53) | 28.3(93) | 32.6(74) | 1.231 | 0.540 |
| 5. 森林保护缺乏战略规划 | 45.2(330) | 48.3(83) | 50.8(167) | 35.2(80) | 13.811 | 0.001 |
| 6. 公众对森林价值的认知偏差 | 68(495) | 68.6(118) | 63.2(208) | 74.4(169) | 7.868 | 0.020 |

和决策,如从中央到地方层面的五年规划,区域发展战略规划是实现经济和社会等发展目标的需要。调研中发现,在多个省份规划的关于本省中长期发展战略中,森林资源的保护并没有上升到一个战略的高度。从各区域林业管理人员对森林保护纳入当地发展战略的必要性的认知也可以看出,45.2%的林业管理人员认为($\chi^2 = 13.811, P < 0.05$)所在区域的森林资源保护还缺乏战略层面的规划。另外,林业管理人员对森林生态安全保护过程中存在问题的成因中,关于法律因素($\chi^2 = 3.411, P > 0.05$)、多头多部门管理因素($\chi^2 = 2.431, P > 0.05$)及森林资源权属的模糊成因($\chi^2 = 1.231, P > 0.05$)3方面的认知度没有显著差异。

3 结论与讨论

对东、中、西部林业管理人员的森林生态安全状态认知的调查分析,反映出不同地区对森林生态系统服务的需求有着空间尺度上的依存特性,即不同地理区位的居民对森林生态系统服务的需求存在差异。本研究中的青海省即是长江流域的发源地,贵州省和湖北省是长江流域的中游省份,浙江省则位于长江流域的末端。一般而言,在我国森林生态区位优势明显的地区往往也是经济落后地区,从而形成一种“源头现象”^[17]。居住在长江流域上游的居民(如西部的青海省和贵州省)更多地关注与其生计有关的供给服务类型,如木材和食物等的供给,而居住在长江流域下游的居民(东部的浙江省)对于森林生态系统的水源涵养、防洪、净化水质等调节服务功能更为注重。其次偏远地区的居民对森林的供给服务感知高于其他服务类型,而城镇居民对森林的调节和支持服务认知程度较高^[18]。然而,由于森林生态系统服务的时空尺度差异及流域内各省经济与社会发展的不一致,对于长江流域森林生态安全的保护,各省始终没有形成有约束力的流域生态环境保护方案。2009年,京冀生态水源保护林建设工程的开展,为跨区域的流域保护提供了很好的合作案例,由北京市政府出资、河北省当地政府具体实施的京冀合作造林工程可视为京冀流域下游地区因上游地区提供良好生态服务而投入了保护成本的一种生态补偿途径。另外,为保护京冀流域水源地区生态环境,京津两地每年给京冀潮白河流域上游的落后地区支付100万和40万元^[19]生态补偿金。因此,对于国家尺度的我国森林生态安全的保护,经济发达的东部地区可以借鉴京冀合作造林工程的模式对

中、西部地区开展以流域为尺度的森林保护工程,最终提高我国森林生态系统的安全状态。

对森林生态安全压力的认知调查说明了经济发展的模式将决定着东部发达地区的森林生态安全程度,而相对于我国生态系统脆弱的西部,选择科学合理的森林资源开发和利用方式对于保护西部地区森林生态安全具有重大意义。不管是东部区域经济的发展模式还是西部地区森林资源的开发和利用模式,在我国,由政府主导的森林生态安全保护与修复工程往往对工程建设的微观行为主体即社区的利益诉求没有引起足够的重视,而森林生态系统的各项服务功能与所在区域内农户的生产和生活活动是紧密相连的,许多小流域治理工程从规划到实施也都强调农户的参与^[20],但多数学术研究结论表明,政府和森林覆盖区域的社区对森林生态安全保护的政策目标往往不一致^[21]。森林保护区的周边社区即农户作为保护工程中至关重要的利益相关者,应尽可能地让农户参与森林保护工程的实施及后续管理,即倡导参与式林业政策过程。所谓参与式林业政策过程,就是利益相关者介入到林业政策的发起、设计、执行、监督与评估中^[22]。有研究表明,林农运用乡土技术,适当利用森林资源不但不会损害森林,而且能促进人们提升森林保护意识。其中,中等程度利用材—肥—药组合最有可能促进当地村民具有最高等级的森林保护意识^[23]。因此,森林生态安全的保护必然要考虑到所在区域社区的生境问题。一方面,参与式林业政策方式可以为当地居民创造一定的就业机会,增加经济收入;另外,最重要的是可以激发当地居民保护生态环境的意识及保护积极性。参与式林业政策过程鼓励人们变成参与者,他们是参与或遵守未来政策的人。只有参与,利益相关者对所制定的政策才有归属感和责任感。参与式林业政策过程还可以提高林业政策实施的效率,大幅度缩小政策宣传和倡导的成本有助于森林生态安全各项保护政策的有效实施。

对于对保护森林生态安全存在问题的认知调查而言,绝大多数林业主管人员都赞同对我国森林生态安全实行最严格的保护策略。相对于中、西部较落后的森林资源采伐与经营水平,各地区将林地局部或整体改为耕地或工程建设用地等的后果几乎是毁灭性的,尽管土地的供给服务是增加了(例如将林地改为耕地,耕地的供给服务是最高的),但其调节和支持服务则是急剧下降甚至消失。林地的占用实质是改变了土地的利用方式,其特征是将复杂的

自然生态系统变为人工或半人工的简单生态系统^[24]。这一利用类型的转换,使得森林生态系统的支撑服务即物质循环路径被改变,通常是加速循环或缩短路径。另外,森林连续的自然生境被道路、城镇建设及厂矿等人工设施分割成非连续体,增加了生态系统的边缘面积,进而迫使森林生态系统的生境破碎化。尽管我国已颁布了《森林法》,但多数森林仍然处于非严格意义上的保护状态,只有建立国家层面的森林生态安全红线制度,才能使森林资源得到持续而有效的保护。因此,非常有必要根据我国东、中、西部的生态保护格局划定生态红线,从而建立森林生态安全的红线制度,严格按照规划的要求守住森林生态保护红线,维护我国生态安全,以制度保护生态环境。

通过对森林保护过程中存在问题成因的分析可知,在森林保护体系中经费是制约森林生态安全保护的最大瓶颈因素,特别是在中、西部,由于地方人稀,在目前的森林保护管理中,其经费来源主要为林业上级主管部门的林业人员事业经费,经费的不足不能确保临时聘用的森林巡护人员补贴的正常发放,其金额也不能激励部分人员的保护积极性。目前,中央财政专项资金是我国林业生态保护与修复工程的主要资金来源,而区域间的财政资金转移严重缺失,单一的资金投入在很大程度上制约了森林生态安全保护的可持续性。由于森林生态系统服务价值功能具有典型公共物品的特性,其提供的各项服务并不能够进行市场交换,也就没有市场价格和价值。但根据外部经济性理论,森林生态系统服务的受益者应当为其收益而支付相应费用,即生态系统服务付费机制(payment for environmental services, PES),以此鼓励社会公众保护森林生态系统。国际上关于森林生态服务市场的交易案例涉及多个方面,如生物多样性、碳汇、森林水文服务、森林景观及森林综合服务等类型^[25]。可以实现多样化的付费方式,一方面继续发挥中央财政资金的主导力量,同时开展跨省级流域生态补偿实践,推动东部地区对中、西部地区、发达地区对欠发达地区的横向财政资金转移;另一方面,逐渐引入森林生态系统服务付费的市场机制,如碳汇交易,并探索森林保护基金的多元化渠道,如发行类似于福利或体育彩票性质的林业生态彩票,其收益只作为森林生态安全保护用途。

4 展望

总体而言,森林生态安全的保护体系是一项系

统工程,需要考虑到政策、法律、管理制度、经费、技术手段等多方面的因素,其目标实现任重而道远。就目前而言,政府需要在国家尺度上完善森林生态安全的监测体系与信息发布制度,具体而言,一是在划定森林生态安全红线的前提下,建立森林生态安全年报制度,即建立森林生态系统安全状况及发展态势的常规监测、计量和统计制度。一方面可以及时掌握我国任意区域的森林生态安全状况,并在很大程度上转变地方政府的经济社会发展方向与政绩观,从而为我国生态文明建设规划提供政策考量依据;另一方面,通过宏观的安全状况等级划分森林生态安全红线制度可以规范各类企业的微观生产经营活动,进一步维护环境、经济与社会发展的平衡。二是构建森林生态安全状况发布平台,将森林生态安全通过基于互联网平台公开发布全国近 3 000 个县域尺度的森林生态安全等级,可以让社会公众了解到所在区域的森林生态安全状况,并参与到森林生态安全的保护工作中。与空气质量指数(PM2.5 指数)的逐日发布制度一样,森林生态安全的等级或指数发布可以促使国民更加关注和爱护生态环境,进而选择环境友好、节约资源的生活与生产方式。

参考文献:

- [1] PALMER M A, MORSE J, BEMBANRDT E, et al. Ecology for a crowded planet [J]. Science, 2004 (304): 1251-1252.
- [2] 于贵瑞. 人类活动与生态系统变化的前沿科学问题 [M]. 北京:高等教育出版社,2009:468-469.
- [3] MA (Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystem and Human Well-being [M]. Washington DC: Island Press, 2005.
- [4] IPCC. Land-use, Land-use change and Forestry: A special report of the IPCC [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- [5] WANG B, LU S W, LI H J, et al. Observation Methodology for Long-Term Forest Ecosystem Research [M]. Beijing: State Forestry Administration, 2011: 1-133.
- [6] OSZLÁNYI J. Forest health and environmental pollution in slovakia [J]. Environmental Pollution, 1997, 98 (3): 389-92.
- [7] 傅伯杰. 生态系统服务与生态安全 [M]. 北京:高等教育出版社,2013:1-6.
- [8] 张永民. 生态系统与人类福祉:评估框架 [M]. 北京:中国环境科学出版社,2007:57-60.
- [9] 李文华,张彪,谢高地. 国内生态系统服务研究的回顾与展望 [J]. 自然资源学报,2009(1):1-10.

(下转第 84 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.015

紫溪山樱桃冠瘿病传播途径调查与防治技术研究

徐先银,李祖文,陈光剑

(紫溪山省级自然保护区管护局,云南 楚雄 675008)

摘要: 楚雄市紫溪山樱桃栽培历史悠久,近几年栽培面积不断扩大,随着产业发展,已成为当地村民重要经济收入之一,但樱桃冠瘿病害也随之发生。2016—2018年连续3年对紫溪山樱桃冠瘿病危害及其传播途径进行调查。结果表明,冠瘿病主要危害樱桃的树干和枝条,危害特征明显,危害程度逐年加重,且发病率高,传播速度快。土壤和病株冠瘿病病菌主要通过雨水、灌溉近距离传播和修剪扩散传播,此外,冠瘿病的病菌还通过红颈天牛等蛀干昆虫进行远距离传播。文中提出土壤消毒、苗木处理、病株除治、红颈天牛防治等樱桃冠瘿病的防治技术措施。

关键词: 樱桃冠瘿病;传播途径;危害程度;红颈天牛;防治技术;紫溪山

中图分类号:S763.1 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0080-05

引文格式:徐先银,李祖文,陈光剑.紫溪山樱桃冠瘿病传播途径调查与防治技术研究[J].林业调查规划,2019,44(3):80-84.

XU Xianyin, LI Zuwen, CHEN Guangjian. Transmission Routines and Control Techniques of Cherry Crown Gall Disease in Zixishan Mountain[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 80-84.

Transmission Routines and Control Techniques of Cherry Crown Gall Disease in Zixishan Mountain

XU Xianyin, LI Zuwen, CHEN Guangjian

(Administration of Zixishan Provincial Nature Reserve, Chuxiong, Yunnan 675008, China)

Abstract: The cultivation of cherry in Zixishan Mountain of Chuxiong City had the long history and the expanding area which became one of the important economic income of local villagers, accompanied by the cherry crown gall disease. The damage and transmission routines of cherry crown gall disease were investigated from 2016 to 2018. The results showed that the disease mainly damaged cherry trunks and branches with obvious damage characteristics, high incidence rate and fast transmission speed, and the extent of damage increased year by year. The pathogens of crown gall disease in soil and plant were mainly transmitted by rainwater, irrigation and pruning, as well as transmitted by long-distance borers such as *Aromia bungii*. This paper put forward the prevention and control measures of cherry crown gall, such as soil disinfection, seedling treatment, plant control and *Aromia bungii* control.

Key words: cherry crown gall disease; transmission routine; extent of damage; *Aromia bungii*; control technique; Zixishan Mountain

收稿日期:2019-01-07.

第一作者:徐先银(1982-),男,云南楚雄人,工程师.主要从事林业工程项目调查规划、自然保护区资源调查监测、保护区科研项目组织实施等专业技术工作. Email:cxsljxxy@163.com

冠瘿病 *Agrobacterium tumefaciens* (Smith and Townsend) Conn 属国家检疫对象,是楚雄紫溪山樱桃的主要病害。从樱桃冠瘿病发病情况来看,紫溪山樱桃冠瘿病主要危害受害木的树干和枝条,研究樱桃冠瘿病危害及其传播途径,对有效进行冠瘿病防治起到积极的促进作用,对有效保障紫溪山周边樱桃产业的健康发展具有重要的推广价值和意义。

1 樱桃栽培历史

中国樱桃栽培始于19世纪70年代,是由当时的传教士和侨民等带进中国的,随后在河南、山西、陕西、甘肃、安徽、浙江、新疆及云南、贵州、四川的高海拔地区广泛试种及发展。紫溪山樱桃已有56年的栽培历史,第一株樱桃由1962年成立的紫金山林场老职工从外地引进,栽培在老林场院子内,因该株樱桃在此地生长适宜,结实量多,果实粒大饱满、色泽鲜艳、酸甜爽口而出名,深受林场职工和周边群众的喜爱,随后林场职工将枝条嫁接到本地野樱桃上进行繁殖,逐步推广种植。在20世纪90年代,紫溪山就形成一定的樱桃种植规模,昆明市等省内州市以及省外游客闻讯蜂拥而至,前往紫溪山旅游品尝甜樱桃,樱桃一度成为带动紫溪山旅游业发展和周边林农经济创收的主导产业,目前该株樱桃母树尚存。

楚雄市樱桃栽培主要集中在楚雄市紫溪山,紫溪镇的紫金、云庆和冷水村委会以及东华镇红墙村委会等区域栽培较广泛,附近乡镇有零星栽培,甜樱桃是主要栽培品种。近几年来随着紫溪山旅游开发带动和樱桃产业的发展,栽培面积不断扩大,樱桃已成为当地村民重要经济收入之一,但病虫害也随之发生,特别是樱桃冠瘿病害的传播蔓延,严重影响到群众的经济收入和发展樱桃种植的积极性。针对这一情况,掌握樱桃冠瘿病害发生和传播途径,切断传播源头,采取有效防治措施,是解决樱桃产业发展、增加群众创收的关键所在。

2 樱桃冠瘿病危害及其传播途径调查

2016—2018年连续3年在紫溪山的利么苴和龙坝2地各抽取有代表性的杨桃植株100株进行樱桃冠瘿病危害和传播途径调查,调查结果如表1所示。

表1调查结果显示,2016—2018年紫溪山樱桃冠瘿病危害程度逐年加重,仅2年的时间危害程度

表1 紫溪山樱桃冠瘿病传播速度及发病率调查结果

Tab. 1 Transmission speed and incidence rate of cherry crown gall disease in Zixishan Mountain

| 调查时间 | 调查地点 | 调查株数/株 | 发病株数/株 | 健康株数/株 | 发病率/% | 危害程度 |
|-------|------|--------|--------|--------|-------|------|
| 2016年 | 利么苴 | 100 | 8 | 92 | 8 | 轻度 |
| | 龙坝 | 100 | 6 | 94 | 6 | 轻度 |
| 2017年 | 利么苴 | 100 | 35 | 65 | 35 | 中度 |
| | 龙坝 | 100 | 41 | 59 | 41 | 中度 |
| 2018年 | 利么苴 | 100 | 75 | 25 | 75 | 重度 |
| | 龙坝 | 100 | 78 | 22 | 78 | 重度 |

由轻度转为重度,且发病率由6%扩散到78%,传播速度快。

冠瘿病是紫溪山樱桃的主要病害,主要危害樱桃的树干和枝条,危害特征明显,危害数量多且传播速度快,若不及时防治,从零星发生到成片危害仅需2~3年时间。病害发生后,树势日渐衰弱,叶片逐步萎蔫,树体枝干部位形成瘤状突起,瘤状突起部分表面粗糙,有裂纹且较坚硬(图1,图2),树干内部多已枯死,最后瘤状开裂导致树木整株死亡。



图1 樱桃冠瘿病发病初期形态

Fig. 1 Early morphology of cherry crown gall disease

樱桃树生长速度快,在水肥条件较好的地方,樱桃树干和枝条上会不同程度地生长出气生根,冠瘿病发病部位多在萌生气生根位置,早期症状不明显。



图 2 樱桃冠瘿病发病初期解剖形态

Fig. 2 Anatomical morphology of cherry crown gall disease in early stage

受到病菌感染后气生根部位树干形成包块,逐步发展成球状树瘤,随着包块或树瘤增大,表面变为褐色,表皮变得粗糙,出现龟裂,表层细胞枯死,内部木质化。病害发生后,植株矮小或萎缩,树势日渐衰弱,叶片黄化早落,结果晚,果实小,甚至落花、落果,产量锐减,一段时间后整株枯死(图 3,图 4)。



图 3 樱桃冠瘿病前期症状

Fig. 3 Early symptoms of cherry crown gall disease

冠瘿病病原细菌在病组织中越冬,大都存在于癌瘤表层,当癌瘤外层被分解后,病菌被雨水或灌溉

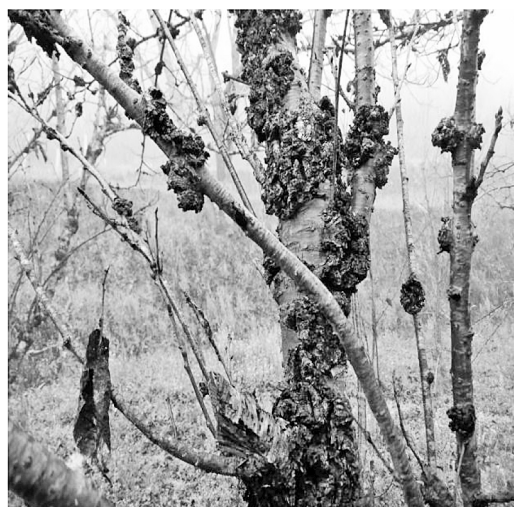


图 4 樱桃冠瘿病严重症状

Fig. 4 Severe symptoms of cherry crown gall disease

水冲下,进入土壤。病菌能在土壤中存活很长时间。可由嫁接口、虫害伤口入侵,土温为 18~22℃ 时最适合癌瘤的形成。一般经 3 个月表现症状。土壤和病株的病菌主要通过雨水、灌溉及修剪近距离扩散传播,经调查发现,紫溪山樱桃冠瘿病的病菌还通过红颈天牛等蛀干昆虫进行远距离传播。冬季,红颈天牛幼虫在癌瘤内部蛀成隧道越冬,2~3 月幼虫开始在树干表皮层啃食危害,随着虫龄增大蛀入木质部,4~6 月老熟幼虫在木质部虫道内以分泌物粘结粪便和木屑做茧化蛹,6~7 月蛹羽化为成虫后钻出,寻找异性成虫交尾,经一段距离飞行后,产卵在树干和粗枝皮缝中。成虫和虫卵携带的病菌由成虫啃食树皮或虫卵孵化后幼虫啃食树皮蛀入树干传播到新的植株,新株发病后形成癌瘤状突起,幼虫继续在癌瘤中危害,病菌通过昆虫繁殖替代重复传播。

根据红颈天牛的生活习性,采用癌瘤解剖方法在樱桃病株上展开实地调查(表 2),红颈天牛幼虫在癌瘤状物中危害情况得到了验证(图 5,图 6)。

表 2 樱桃冠瘿病瘤状物解剖调查

Tab. 2 Neoplasm anatomical investigation of cherry crown gall disease

| 调查时间 | 调查株数 / 株 | 解剖瘤状物个数 / 个 | 有天牛幼虫的瘤状物数 | 占比 / % |
|-------------|----------|-------------|------------|--------|
| 2018 年 1 月 | 20 | 40 | 26 | 65.0 |
| 2018 年 12 月 | 20 | 36 | 25 | 69.4 |



图5 树瘤内红颈天牛幼虫

Fig. 5 Larvae of *Aromia bungii* in tree tumor

图6 红颈天牛危害部位症状

Fig. 6 Hazard symptoms of *Aromia bungii*

3 樱桃冠瘿病的防治技术措施

3.1 土壤消毒

选择在红壤、黄红壤等酸性土壤中种植;对熟地种植樱桃苗木,可结合种植坑施生石灰 1 200 ~ 1 500 kg/hm²,或漂白粉 75 ~ 225 kg/hm² 等方式进行土壤消毒,能使冠瘿病得到有效控制。

3.2 苗木处理

为切实做好樱桃冠瘿病防治,必须从樱桃幼苗定植环节开始抓起,定植前使用药剂浸渍处理苗木。可使用硫酸链霉素、青霉素钠可溶性粉剂,硫酸铜(CuSO₄·5H₂O)晶体等配成溶液浸泡 10~20 min,再将苗木放入 50 倍生石灰液中浸渍。药剂处理能有效杀灭苗木携带的病菌。

3.3 病株除治

对病害严重的植株必须全株挖出,采用焚烧措施消灭病菌,并在土壤中填埋生石灰进行消毒,彻底杀灭病菌。对于感染病菌较轻,全株出现瘤状病征部位较少的病株,可采取整形修剪、剪枝等方式清除病害部位,并进行喷药处理。对于树干部位的树瘤,可采取用锯子、砍刀等工具切除树瘤部分枝干,清理其中红颈天牛幼虫及危害产生的坑道,使用石硫合剂涂抹创口进行杀虫杀菌处理,创口较大的需要用黑塑料膜包裹伤口,创口较小的经过一段时间后会自动愈合。

3.4 红颈天牛防治

3.4.1 捕杀成虫

6—7月是红颈天牛成虫发生盛期,在早晨6点以前或在大雨过后太阳出来的时段,利用成虫翅膀潮湿难以起飞的弱点进行人工捕杀;也可使用引诱剂诱捕毒杀成虫。

3.4.2 树干涂白

在4—5月成虫羽化前,利用红颈天牛惧怕白色的习性,用“涂白剂”将树干和主枝涂白,使成虫不敢停留在树干与主枝上产卵。涂白剂可用生石灰、硫磺、水自行配制,也可使用当年的石硫合剂的沉淀物配制。

3.4.3 化学药剂防治

根据红颈天牛的不同龄期,采取不同的化学药剂进行防治。在6—7月成虫发生盛期和幼虫刚刚孵化期,在树体上喷施 50% 杀螟松乳油 1 000 倍液或 10% 吡虫啉 2 000 倍液进行除治。大龄幼虫蛀入木质部后,树体喷药除治效果不佳,可采取在虫孔中填塞浸过敌敌畏、吡虫啉的药棉或插入杀灭天牛幼虫的专用磷化铝毒签进行除治。

4 结论与讨论

樱桃冠瘿病的传播途径研究和阻断以及病害的预防和除治对樱桃产业发展具有积极意义。通过近年来对樱桃苗木进行药剂浸泡处理试验证实,樱桃冠瘿病防治应从幼苗移栽开始,进行药剂浸泡处理

可使樱桃冠瘿病菌得到有效除治;对病害严重的植株进行清除,结合发病部位进行整形修剪等,把病害植株或部位进行焚烧处理能有效减少病害传播和蔓延。由于对冠瘿病认识不足,广大种植户舍不得将携带病菌的苗木进行焚烧,仍然种植使用;对于挂果期发生的病害,种植户们认为整形修剪和剪枝会减少樱桃挂果枝数,减少樱桃挂果量和产量,对树体除治处理会损伤果树,对樱桃冠瘿病的防治措施存在担忧或认为带病无所谓,等到树体严重衰竭枯萎时方知为时已晚,延误了病害防治的最佳时机,同时附近果树也被传染了病菌,出现了连片或大面积受害,严重影响了产量和经济收入。也有林农对病害清理下的树干和枝条舍不得焚烧处理,认为留着可作烧柴用,致使病菌未能得到有效处理。

为有效防治樱桃冠瘿病,首先要加强对樱桃冠瘿病的危害、预防和除治措施等方面的科普宣传和技术培训,以提高广大群众对樱桃冠瘿病的认识,加大对樱桃冠瘿病防治技术的普及推广,做到科学种植、科学经营管理,巩固紫溪山甜樱桃产业健康有序发展。

参考文献:

- [1] 杜珍珍,李向南,蔡宇良. 樱桃冠瘿病田间调查与防治[J]. 北方园艺,2016(18):115-118.
- [2] 李淑平,张福兴,孙庆田,等. 樱桃根癌病研究进展[J]. 烟台果树,2010(2):7-9.
- [3] 付丽,范昆,曲健禄,等. 樱桃根癌病的研究进展[J]. 落叶果树,2015,47(2):19-21.
- [4] 段保灵,陈秀玉,何银玲,等. 果树冠瘿病的发生规律与综合防治技术[J]. 河南林业科技,2005,25(2):55.
- [5] 马文会,孙立祎,于利国,等. 桃红颈天牛发生及生活史的研究[J]. 华北农学报,2007(22):247-249.
- [6] 韩文璞,杨秀光,邵巧红,等. 红颈天牛对甜樱桃的危害与防治[J]. 烟台果树,2007(2):46.
- [7] 李国平. 桃树红颈天牛综合防治技术[J]. 现代农业科技,2008(13):166.
- [8] 李百万,柳建定,熊小萍,等. 樱花冠瘿病的诊断与防治[J]. 华东森林经理,2006(1):33-4.
- [9] 李景慧,刘忠. 樱桃红颈天牛防治技术[J]. 中国林副特产,2011(3):69-70.
- (责任编辑 许易琦)
-
- (上接第 79 页)
- [10] ZHANG Y, HOLZAFEL C, YUAN X. Scale-dependent Ecosystem Service//Steve Wratten, Harpinder Sandhu, Ross Cullen, et al. Ecosystem Services in Agricultural and Urban Landscapes[M]. New York: John Wiley&Sons, 2013.
- [11] 傅伯杰,周国逸,白云飞,等. 中国主要陆地生态系统服务功能与生态安全[J]. 地球科学进展,2009,4(6):571-576.
- [12] VITOUSEK P M, MOONEY H A, LUBCHENCO J, et al. Human Domination of Earth, s Ecosystems [J]. science, 1997, 277(5325):494-499.
- [13] CHAN K M A, GUERRY A D, BALVANERA P, et al. Where are culture and social in ecosystem servies A framwork for constructive engagement [J]. BioScience, 2012, 62(8):744-756.
- [14] 高虹,欧阳志云,郑华. 居民对文化林生态系统服务功能的认知与态度[J]. 生态学报,2013(33):756-763.
- [15] 国家能源局、财政部、农业部联合召开全国农村能源工作会议 [EB/OL]. <http://www.sdpc.gov.cn/gzdt/t20110726-424889.htm>, 2011-07-11/2013-10-15.
- [16] 韩锋,王昌海,侯一蕾,等. 自然保护区周边社区新柴消费影响因素分析[J]. 资源科学,2014,36(5):0971-0978.
- [17] 张跃西,孔栋宝. 异地开发生态补偿“金磐经验”探讨[J]. 浙江学刊,2005(4):223-225.
- [18] 李双成. 生态系统服务地理学[M]. 北京:科学出版社,2014:100.
- [19] 杨光梅,李文华,闵庆文. 生态系统服务价值评估研究进展——国外学者观点[J]. 生态学报,2006(8):206.
- [20] 丁士军,马志雄,张银银. 农户参与水土保持项目的满意度分析——以云贵渝小流域治理世界银行项目为例[J]. 农业技术经济,2012(3):28-6.
- [21] 李周. 生态环境治理政策评价[J]. 绿色中国,2001(8):14-17.
- [22] 刘金龙,孙程艳,徐飞. 参与式林业政策过程方法——一个新的林业政策形成路径[J]. 林业经济,2011(2):82-86.
- [23] 陈娟,李维长,李子轩,等. 林农乡土技术对农户家庭年收入及森林保护意识的影响[J]. 广东农业科学,2009(7):224-227.
- [24] FOLEY J A, DEFRIES R, ASNER G P, et al. Global consequences of land use[J]. science, 2005, 309(5734):570-574.
- [25] LANDELL-MILLS N, PORRAS I T. Silver bullet or fool, s gold A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor[J]. A Research Prepared by the International Institute for Environment and Development(IIED) [M]. London, 2002:1-18.
- (责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.016

昭通市松墨天牛地理分布及其生活史研究

唐正森¹,李文静¹,崔华栋¹,曾仰君¹,王惠琼²

(1. 昭通市林业有害生物监测检验中心,云南 昭通 657000; 2. 昭通市林业有害生物防治检疫局,云南 昭通 657000)

摘要:为了有效防控松墨天牛,运用 APF-I 型松墨天牛引诱剂和诱捕器调查昭通市松墨天牛的地理分布,采用林间和室内观察法研究其生活史。结果表明,松墨天牛广泛分布于昭通市的 11 个县区,寄主有马尾松、云南松、华山松。松墨天牛在昭通市 1 年发生 1 代,成虫羽化期为 4 月下旬至 9 月中旬,卵期一般为 6~12 d,幼虫期长达 300 多 d,蛹期为 10~20 d,成虫期为 4 月上旬至 10 月上旬。松墨天牛在昭通市地理分布区域性明显,北部片区种群数量相对较大,南部片区种群数量较小。提出加强林间种群监测,强化检疫措施,加大无公害防治力度等防控措施。

关键词:松墨天牛;地理分布;生活史;防控措施;昭通市

中图分类号:S763.3 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0085-05

引文格式:唐正森,李文静,崔华栋,等. 昭通市松墨天牛地理分布及其生活史研究[J]. 林业调查规划,2019,44(3):85-89,96.

TANG Zhengsen, LI Wenjing, CUI Huadong, et al. Geographical Distribution and Life History of *Monochamus alternatus* in Zhaotong City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 85-89, 96.

Geographical Distribution and Life History of *Monochamus alternatus* in Zhaotong City

TANG Zhengsen¹, LI Wenjing¹, CUI Huadong¹, ZENG Yangjun¹, WANG Huiqiong²

(1. Zhaotong Monitoring and Inspecting Center for Forest Pests, Zhaotong, Yunnan 657000, China;

2. Zhaotong Control and Quarantine Bureau for Forest Pests, Zhaotong, Yunnan 657000, China)

Abstract: In order to effectively prevent and control *Monochamus alternatus*, the APF-I trap device was used to investigate the geographical distribution of *Monochamus alternatus*, and the field and laboratory observation methods were used to research the life history of the pest. The results showed that *Monochamus alternatus* widely distributed in all the 11 counties or districts of Zhaotong City, hosting *Pinus massoniana*, *P. yunnanensis* and *P. armandii*. *Monochamus alternatus* had one generation yearly in Zhaotong City. The eclosion period of the adults was from late April to mid-September, the egg period was usually 6-12 days, the larval period was more than 300 days, the pupa period was 10-20 days, and the adult period was from early April to early October. The geographical distribution of *Monochamus alternatus* in Zhaotong City was obvious, which was relatively large in the northern area but small in the southern area. This paper proposed to strengthen the monitoring of forest population, intensify the quarantine measures, and increase the nuisanceless control.

收稿日期:2018-12-14.

第一作者:唐正森(1965-),男,云南永善人,高级工程师.主要从事林业有害生物监测、防治、检疫工作.

责任作者:李文静(1976-),女,云南昭阳人,工程师.主要从事林业有害生物监测、防治工作.

Key words: *Monochamus alternatus*; geographical distribution; life history; control method; Zhaotong City

松墨天牛(*Monochamus alternatus* Hope)又名松天牛、松褐天牛,隶属于鞘翅目(Coleoptera),天牛科(Cerambycidae),墨天牛属(*Monochamus*),是危害松树的主要蛀干害虫之一,主要以幼虫和成虫危害松属(*Pinus*)、云杉属(*Picea*)、落叶松属(*Larix*)植物。2003年国家林业局首次列入的全国林业危险性有害生物之一,其通过蛀食寄主植物韧皮部、木质部进行危害,也是“松树癌症”松材线虫病的主要媒介昆虫。

昭通市地处云贵川交界处,素有云南北大门之称。近几年来,随着昭通市经济快速发展,贸易和物流急剧增长,林业植物及产品调入调出和途经昭通市境内频繁,从而导致昭通市松材线虫病入侵严峻形势。以往报道昭通市仅昭阳区 and 镇雄县有松墨天牛分布记录^[1],对其生活史方面无系统观察研究。针对昭通市松材线虫病防控的形势严峻,有必要查清其携带者松墨天牛在昭通市的地理分布和生活史,提出科学有效的防控措施,对保护昭通市松科植物资源、维护森林健康具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

福建农林大学生产的 APF-I 型松墨天牛成虫引诱剂及诱捕器、饵木(新砍伐松木)、养虫笼、白油漆、解剖工具等。

1.2 地理分布调查方法

2014—2017年的4—10月^[5]在松墨天牛成虫羽化期应用 APF-I 型松墨天牛成虫引诱剂及诱捕器在昭通市松科植物分布区开展诱捕调查工作,每个乡镇(街道办事处)设置1个松墨天牛诱捕点,每个诱捕点设置3个诱捕器,间隔50~100 m^[2]。诱捕器尽可能设在林间高处、山腰、山顶或林内开阔地带^[2],由专人管理,每隔10 d对诱捕器诱捕结果进行检查,收集和清点诱捕到的松墨天牛雌、雄成虫数,并做好相关数据记录。2015—2017年,每年对上年未诱捕到松墨天牛的诱捕点进行调整,并继续开展诱捕调查工作,连续4年均未诱捕到松墨天牛的乡镇(街道办事处)确定为无松墨天牛分布。

1.3 生活史观察方法

2016年5月上旬分别在水富县和彝良县松墨天牛种群密度较大的松林内放置30根新砍伐的树

皮光滑、无疤痕的松原木作为引诱松墨天牛产卵的饵木,每根原木长100~120 cm,直径为10~15 cm^[6],共计60根。待观察到松墨天牛在饵木上咬出刻槽和产卵后,各选取产卵刻槽数20个以上的饵木10根放置于养虫箱内并放置于观察点,对松墨天牛卵、皮层幼虫、木质部幼虫的发育情况进行定期观察;同时,选取产卵刻槽数相似的10根饵木带回室内进行生活史观察,在每个观察点原地留下10根饵木继续观察松墨天牛产卵行为。

1.3.1 林间观察

留在林间不做处理的10根饵木主要用于确定松墨天牛林间产卵期,时间为观察到松墨天牛产卵刻槽开始直至未发现新的产卵刻槽。观察期间使用白油漆对刻槽进行标注,并记录刻槽数量,直到未发现新的产卵刻槽为止,观察频率为10天1次。

置于养虫箱内的饵木,在观察期间将饵木两头用棉花包上定期喷水保湿,每隔10 d对饵木解剖1次,每次解剖5~10个刻槽或蛀食道,观察虫态发育情况,一直到老熟幼虫蛀入木质部后改为每月解剖1根饵木,观察老熟幼虫发育情况,并做好相关记录。

1.3.2 室内观察

带回室内观察的20根饵木,以观察点为单位分别标记,分开放置。在观察期间将饵木置于温度25±2℃、湿度35%~65%的环境条件下,两头使用棉花包上定期喷水保湿,每隔10 d解剖1次,前期每次解剖5~10个刻槽,观察松墨天牛幼虫发育情况;待发现木质部出现蛀食孔后,每次解剖5~10个蛀食道,观察虫态发育情况;待大部分老熟幼虫蛀入木质部后,改为每月解剖1根饵木,观察其虫态发育情况,做好相关记录。从成虫羽化开始,将成虫转移至养虫笼中,用新鲜的嫩松枝饲养,直至所有羽化的成虫死亡,确定松墨天牛成虫的存活期。

2 结果与分析

2.1 松墨天牛的地理分布

汇总2014—2017年各县区 APF-I 型松墨天牛成虫引诱剂及诱捕器诱捕数据和野外调查数据,结果表明,昭通市11个县区均有松墨天牛分布,危害的主要树种有马尾松(*Pinus massoniana*)、云南松(*P. yunnanensis*)、华山松(*P. armandii*) (表1,图1)。

表1 昭通市各县区松墨天牛危害寄主及诱捕数量
Tab.1 Hosts and trapping quantity of *Monochamus alternatus* in counties or districts of Zhaotong City

| 县区 | 地理分布 乡镇街道 | 海拔/m | 寄主植物 | 诱捕成虫数量 | |
|-------------------|--------------|------|---------|--------|------|
| | | | | 雌虫数 | 雄虫数 |
| 昭阳区 | 北闸镇 | 2100 | 华山松、云南松 | 0 | 1 |
| | 永丰镇 | 1913 | 华山松、云南松 | 2 | 2 |
| 鲁甸县 | 文屏镇 | 2115 | 华山松、云南松 | 24 | 18 |
| | 茨院乡 | 2100 | 华山松、云南松 | 2 | 3 |
| 巧家县 | 白鹤滩镇 | 1500 | 华山松、云南松 | 150 | 75 |
| | 大寨乡 | 1373 | 华山松、云南松 | 5 | 3 |
| 盐津县 | 普洱镇 | 480 | 马尾松 | 17 | 16 |
| | 中和镇 | 568 | 马尾松 | 5 | 7 |
| | 牛寨乡 | 520 | 马尾松 | 25 | 23 |
| | 落雁乡 | 980 | 马尾松、云南松 | 48 | 39 |
| 大关县 (含三江口国有林场) | 悦乐乡 | 1200 | 华山松 | 84 | 66 |
| | 木杆镇 | 1340 | 华山松 | 128 | 122 |
| | 天星镇 | 1100 | 华山松、云南松 | 38 | 22 |
| 永善县 | 桧溪镇 | 1163 | 马尾松 | 49 | 40 |
| | 团结镇 | 1337 | 云南松 | 58 | 36 |
| 绥江县 | 会议镇 | 760 | 马尾松 | 22 | 16 |
| | 中城镇 | 920 | 马尾松 | 7 | 8 |
| 镇雄县 | 碗厂乡 | 1620 | 华山松 | 440 | 386 |
| | 芒部镇 | 1900 | 华山松 | 100 | 87 |
| | 罗坎镇 | 1250 | 华山松 | 83 | 81 |
| | 中屯镇 | 1300 | 云南松 | 90 | 76 |
| 彝良县 (含小草坝国有林场) | 龙街乡 | 1576 | 华山松、云南松 | 847 | 780 |
| | 钟鸣镇 | 1476 | 华山松、云南松 | 22 | 12 |
| | 角奎镇 | 1560 | 云南松 | 83 | 77 |
| 威信县 | 水田镇 | 1300 | 华山松 | 11 | 13 |
| | 扎西镇 | 1360 | 华山松 | 1 | 2 |
| 水富县 | 向家坝镇 | 690 | 马尾松 | 438 | 400 |
| | 太平镇 | 680 | 马尾松 | 301 | 253 |
| | 两碗镇 | 700 | 马尾松 | 64 | 58 |
| | 云富街道办事处 | 620 | 马尾松 | 94 | 80 |
| 合计 | — | — | — | 2967 | 2770 |

2.2 林间观察结果

根据昭通市2014—2017年各县区诱捕松墨天牛成虫情况,选取诱捕数量较多的水富县、巧家县、大关县、镇雄县、彝良县5个县区进行林间松墨天牛成虫发生情况分析。

由于昭通市海拔高差大,林地环境复杂,受海拔、气温、湿度等自然因素影响,昭通市不同区域松墨天牛各虫态发育情况在时间上有一定差异。

在海拔1000 m以下的水富县、盐津县和绥江县,松墨天牛老熟幼虫于翌年3月中旬开始活动并取食木质部,4月上旬化蛹。4月下旬成虫开始羽化,从羽化孔飞出后到松树枝梢上取食嫩梢皮层补充营养,于5月上、中旬进行交尾后,雌虫在林间的新枯死或衰弱松木^[8]上咬出刻槽并产卵于其中,刻槽和卵主要集中在松树主干中部或中下部。在海拔1000 m以上的分布区域,松墨天牛各虫态的发育时间相对较晚,比海拔1000 m以下分布区域推迟10~15 d。在昭通市,松墨天牛越冬存在区域差异,在海拔1000 m以下的区域均以4~5龄幼虫在松树木质部蛀道或蛹室内越冬;在海拔1000 m以上区域,一部分以3~4龄幼虫在松树皮层蛀道内越冬,另一部分以4~5龄幼虫在松树木质部蛀道或蛹室内越冬。松墨天牛雌成虫交尾后,多在松林中的濒死木或衰弱木上刻槽产卵,而在健康松木上偶见有刻槽但未发现卵粒。

昭通市水富县、镇雄县等区域2014年松墨天牛成虫诱捕数量较大,自2015年开始每年开展松材线虫病春、秋季普查并及时清理枯死松木,每年诱捕的松墨天牛成虫数量减少不明显。同时在对这些区域内枯死木或衰弱木进行调查时发现,松墨天牛羽化孔数量远远少于诱捕虫量,根据有关报道推断,可能是因为当地松墨天牛是从较大的松树衰弱枝或枯死枝上羽化逸出^[7],其原因有待下一步调查验证。

2.3 室内观察结果

通过2016—2017年对松墨天牛各虫态的室内发育情况观察,总结了松墨天牛室内发育情况。2016年5月下旬,即松墨天牛在饵木上产卵10日后,初龄幼虫出现,并在松木皮层韧皮部活动,卵未孵化完;6月上旬至7月上旬,饵木中幼虫主要活动于松木皮层与木质部边材;7月中旬,饵木中幼虫开始向木质部内部蛀食;7月下旬至8月下旬,饵木中木质部蛀食孔数量增多,幼虫向木质部中蛀食,但未发现筑建蛹室;9月上旬至2017年3月上旬,幼虫多活动于饵木蛀食孔道内。

2017年3月中旬发现有老熟幼虫开始筑蛹室,部分老熟幼虫进入预蛹期;3月下旬发现有通体白色的蛹;4月上旬发现有黑褐色蛹;4月下旬开始出现成虫;5月上旬至6月上旬饵木中成虫陆续出现,仍存在蛹;6月中旬成虫羽化后未发现蛹;6月下旬

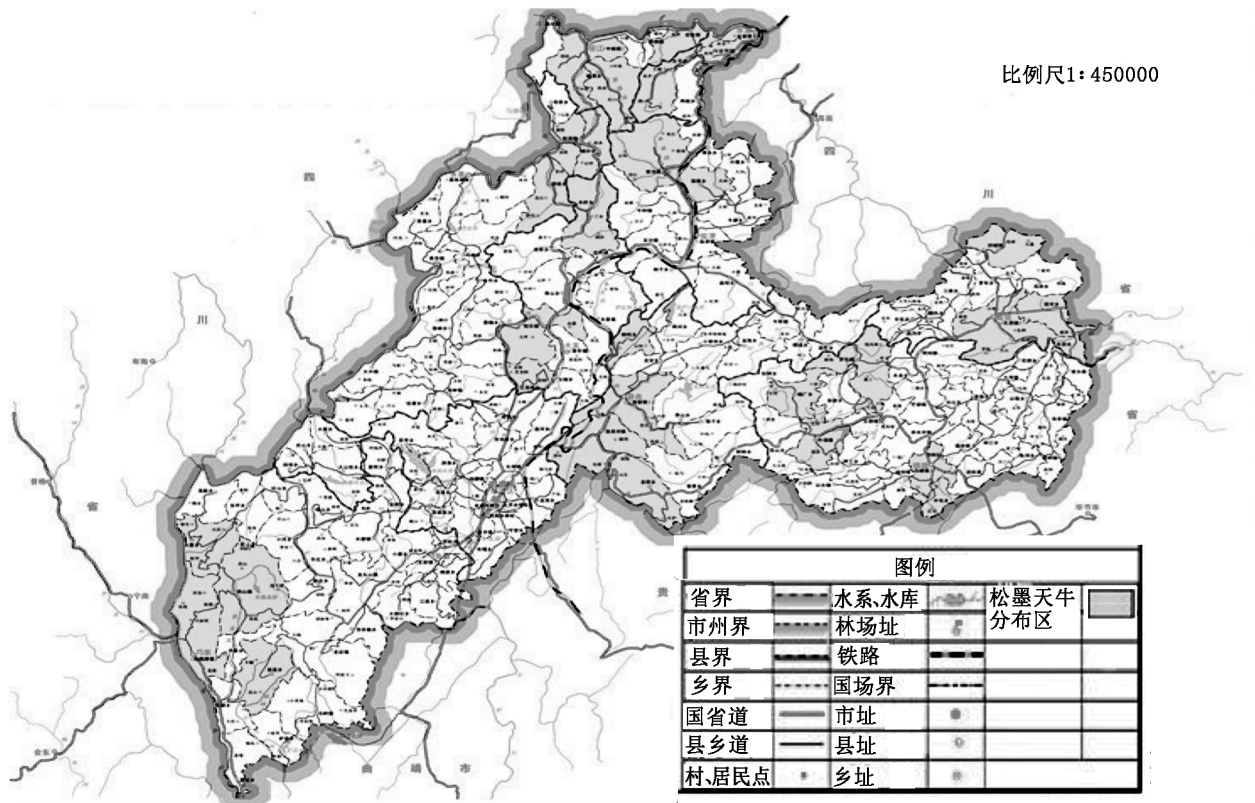


图 1 昭通市松墨天牛分布

Fig. 1 Distribution of *Monochamus alternatus* in Zhaotong City

至 7 月上旬未发现羽化成虫和活体蛹;7 月中旬羽化出来的成虫全部死亡,室内饲养观察的松墨天牛化蛹和成虫羽化期时间较野外林间相对集中。经统计,松墨天牛在室内饲养过程中陆续死亡,利用嫩松梢饲养最长的存活期为 38 d。

2.4 松墨天牛的生活史

通过 2014—2017 年野外诱捕和 2016—2017 年林间调查及室内定期饲养观察,松墨天牛在昭通市 1 年发生 1 代,成虫羽化期为 4 月下旬至 9 月中旬,卵期一般为 6~12 d,幼虫期长达 300 多 d,蛹期为 10~20 d,成虫期为 4 月上旬至 10 月上旬。从历年松墨天牛诱捕情况分析,羽化出的成虫最初雄虫较多,随后雌虫数量增加,雌雄比接近 1:1^[9](表 2)。

3 松墨天牛危害状况

3.1 危害寄主

经调查,昭通市松墨天牛的寄主为马尾松、云南松和华山松。2014—2017 年,各县区森防站连续 4 年对辖区内的枯死松木进行春、秋季普查,发现因松墨天牛危害致死的松树约占全市枯死松树的 33%。

其中马尾松受害最严重,华山松次之,云南松受害较轻。

1) 因松墨天牛危害致死的马尾松约占枯死植株的 64.73%。但昭通市仅有马尾松面积 206.4 hm²,占全市松林面积的 0.13%,主要以小块状或散生形式分布在水富、绥江和盐津县,且不是这 3 个县的主要造林树种。因此,昭通市松墨天牛虽对马尾松危害严重,但未造成大面积危害,对昭通市林业生态的影响相对较小。

2) 因松墨天牛为害致死的华山松约占枯死植株的 28.23%。昭通市华山松面积为 95 811.8 hm²,占全市松林面积的 62.12%。昭阳、鲁甸、大关、镇雄、彝良、巧家和威信等区县华山松主要分布区均受到松墨天牛危害,林间主要呈现少数或单株受害枯死林木,未出现大面积危害情况。

3) 因松墨天牛危害致死的云南松约占枯死植株的 7.03%,主要集中在昭阳、永善、彝良等区县的云南松林中,偶见受危害而枯死的单株。

3.2 松墨天牛地理分布区域性特点

松墨天牛在昭通市的地理分布区域性明显,北

表 2 昭通市松墨天牛生活史(2016—2017 年)
Tab. 2 Life history of *Monochamus alternatus* in Zhaotong City

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 旬 | 上中下 | 上中下 | 上中下 | 上中下 | 上中下 | 上中下 | 上中下 | 上中下 | 上中下 | 上中下 | 上中下 | 上中下 |
| 水富县 林间生活史 | | | | | ⊙⊙ | ⊙⊙⊙ | ⊙⊙⊙ | ⊙⊙⊙ | ⊙⊙⊙ | | | |
| | | | | | - | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |
| | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈ | | ≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ |
| | | | △△△ | △△△ | △△△ | △△△ | △△△ | | | | | |
| | | | | + | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | + | | |
| 彝良县 林间生活史 | | | | | ⊙ | ⊙⊙⊙ | ⊙⊙⊙ | ⊙⊙⊙ | ⊙⊙⊙ | ⊙ | | |
| | | | | | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | | | | | | | | | ≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ |
| | --- | --- | -- | | | | | | | | | |
| | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | | | | | |
| | | | | | △ | △△△ | △△△ | △△△ | △△△ | | | |
| | | | | | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | ++ | | |
| 昭阳区 室内生活史 | | | | | ⊙⊙ | | | | | | | |
| | | | | | - | --- | --- | --- | --- | | | |
| | | | | | | | ≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ |
| | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | ≈≈≈ | | | | | | | | |
| | | | △△ | △△△ | △△△ | △ | | | | | | |
| | | | | + | +++ | +++ | ++ | | | | | |

注: +成虫, ⊙卵, -皮层幼虫期, ≈木质部幼虫期, △蛹期。水富县林间生活史观测点为向家坝镇, 海拔为 690 m; 彝良县林间生活史观测点为龙街镇, 海拔 1 576 m; 昭阳区室内生活史观测点海拔 1 950 m。

部片区种群数量相对较大, 南部片区种群数量较小。如北部片区的水富县 4 个乡镇松林面积 415.1 hm², 设置的诱捕点 4 年共诱捕到成虫 1 688 头; 彝良县 3 个乡镇松林面积 3 829.9 hm², 诱捕点 4 年共诱捕到成虫 1 821 头。南部片区(昭阳区、鲁甸县、巧家县)的松林面积占全市松林面积的 82%, 连续 4 年诱捕松墨天牛成虫情况为: 昭阳区 5 头、巧家县 233 头、鲁甸县 47 头, 可见南部片区目前受松墨天牛危害的程度较小, 这也有利于该区域松材线虫的防控和松树健康生长。

4 防控措施

4.1 加强松墨天牛林间种群监测

昭通市除水富、彝良、镇雄县需要采取措施进行防治外, 其余县区主要以监测为主, 密切观测松墨天牛种群动态发展趋势。

4.2 强化检疫措施, 严防外境松材线虫的传入

为了预防昭通市境外的松墨天牛随林业植物及

产品传入, 特别是严防携带有松材线虫的松墨天牛随林业植物及产品调运传入, 昭通市应进一步加强林业有害生物检疫执法队伍建设, 相关部门密切配合, 强化检疫执法力度, 对违法行为采取“不放过, 不妥协”的强硬态度, 做到“守土有责、守土负责、守土尽责”。

4.3 加大无公害防治力度, 降低松墨天牛种群密度

对松墨天牛种群密度大的区域, 如水富、彝良、镇雄县, 可采用诱捕器或直径 5~15 cm 松木^[6]放置于林中作饵木进行诱杀, 以降低虫口密度; 特别是在 5—10 月期间暂不对林中的枯死木或衰弱木进行清理, 待松墨天牛产卵于这些松木上, 于翌年 1—2 月份集中清理并及时处置。

4.4 合理化学防治, 降低传播风险

通过监测和调查判断, 对松墨天牛种群密度出现明显上升的县区可在成虫羽化高峰期进行化学防治。建议用噻虫啉粉剂、2%噻虫啉微胶囊悬浮剂和 48%噻虫啉水悬浮剂防治^[4]。(下转第 96 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.017

五鹿山国家级自然保护区药用植物多样性研究

刘冠,王诚吉

(西北农林科技大学风景园林艺术学院,陕西 杨凌 712100)

摘要:以2012年五鹿山国家级自然保护区综合科学考察报告及蒲县县志为基础,结合相关文献,分析五鹿山药用植物资源的多样性。结果表明:五鹿山有药用植物45科128属179种;最丰富的科为菊科、蔷薇科、百合科及毛茛科(种数 ≥ 10),最丰富的属是蒿属、堇菜属(种数 > 5);大多药用植物分布高差为400 m以下(含400 m),80.4%分布在针叶阔叶混交林带;植物药用部位以全草为主;生活型以多年生草本植物为主,占总数的50.8%;有党参、苦参、地黄、黄芩、北柴胡5种道地药材;有珍稀濒危植物5科7属7种;植物药用功能主要为清热解毒。

关键词:药用植物多样性;垂直带分布;药用部位;生活型;道地药材;药用功能;五鹿山国家级自然保护区

中图分类号:S718;S759.82;S759.92 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0090-07

引文格式:刘冠,王诚吉.五鹿山国家级自然保护区药用植物多样性研究[J].林业调查规划,2019,44(3):90-96.

LIU Guan, WANG Chengji. Study on Diversity of Medicinal Plants in Wulushan National Nature Reserve[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 90-96.

Study on Diversity of Medicinal Plants in Wulushan National Nature Reserve

LIU Guan, WANG Chengji

(College of Landscape Architecture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: This paper analyzed the diversity of medicinal plant resources in Wulu Mountain based on the comprehensive scientific investigation report of Wulushan National Nature Reserve in 2012, Puxian County Annals and relevant literatures. The results showed that there were 179 species, 128 genera and 45 families of medicinal plants in Wulu Mountain. The most abundant families were Compositae, Rosaceae, Liliaceae and Ranunculaceae (number of species ≥ 10), and the most abundant genera were *Artemisia* and *Viola* (number of species > 5). The distribution of most medicinal plants had the altitude difference of 400 meters or less (including 400), 80.4% were distributed in coniferous and broad-leaved mixed forest belt. The main medicinal parts of plants were herbs and the perennial herb accounted for 50.8%. There were 5 species of authentic medicinal materials including *Codonopsis pilosula*, *Sophora flavescens*, *Rehmannia glutinosa*, *Scutellaria baicalensis* and *Bupleurum chinense* and 7 species of rare and endangered plants belonging to 7 genera and 5 families. The main medicinal functions were heat-clearing and detoxification.

收稿日期:2018-10-10;修回日期:2018-10-25.

第一作者:刘冠(1995-),女,宁夏吴忠人,硕士研究生.研究方向:园林景观设计及应用. Email:1076425892@qq.com

责任作者:王诚吉(1963-),男,甘肃甘谷人,副教授.研究方向:园林景观设计及应用.

Key words: diversity of medicinal plants; vertical distribution; medicinal parts; life form; authentic medicinal materials; medicinal functions; Wulushan National Nature Reserve

五鹿山植物资源丰富多样,药用植物资源是其重要的一部分,研究药用植物资源对于当地合理发展药材、保护珍稀濒危药用植物具有重要参考价值。但迄今为止,很少有对五鹿山国家级自然保护区药用植物资源多样性进行详细分析,因此,通过到五鹿山国家级自然保护区收集有关资料,走访保护区重点地段获取相关信息,分析其药用植物资源多样性特征,为当地发展中药材资源提供有力依据。

1 研究对象

五鹿山国家级自然保护区(以下简称“保护区”),地处山西省临汾市蒲县、隰县境内,位于县城北 20 km,地理坐标为 36°23'45"~36°38'20"N, 111°2'~111°18'E,属暖温带大陆性季风气候区。全区总面积 20 617.3 hm²,主峰海拔 1 946 m,最低处为海拔 1 135 m 的下庄水库。森林覆盖率为 68%。年降水量 500~560 mm,土壤按棕壤、褐土、草甸土、山地草甸土类型呈垂直分布,年均相对湿度为 55.6%,年均温为 8.7℃^[1]。

2 研究方法

2018 年 8 月底至 2018 年 9 月初,向当地政府及村民收集保护区相关资料,并勘察保护区重点地段,如阁老章、上紫裕、上湾村、中柏村、桑湾、油松种子基地等。通过一周的资料收集及局部区域勘察,以《五鹿山国家级自然保护区综合科学考察报告》(2012 版)内容为基础,查阅《中国植物志》^[2]、《中国中草药图典》^[3]、《实用中草药图典》^[4]、《道地药材图典》^[5]等,对保护区药用植物多样性进行研究。

3 研究内容

3.1 药用植物种类

由《五鹿山国家级自然保护区综合科学考察报告》(2012 版)可知,五鹿山共有野生种子植物 72 科 227 属 356 种,其中具备药用价值的植物共有 45 科 128 属 179 种,包含裸子植物 1 科 1 属 1 种,蕨类植物 3 科 3 属 4 种,被子植物 41 科 124 属 174 种。药用植物种类占五鹿山野生种子植物的 50.3% (图 1),这对保护区挖掘、保护、利用野生药用植物具有很大的实践性。

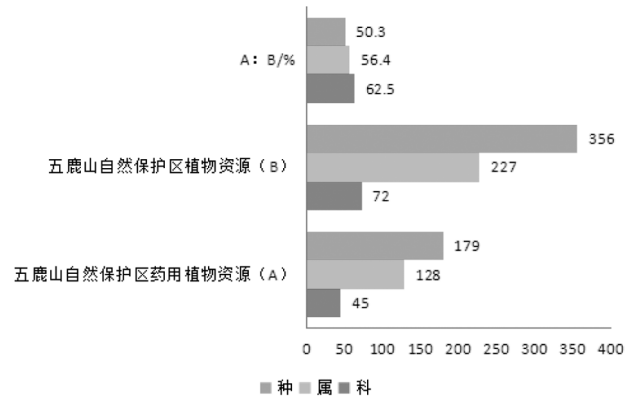


图 1 五鹿山药用植物资源与植物资源比较

Fig. 1 Comparison of medicinal plant resources and plant resources in Wulu Mountain

3.2 药用植物分类构成

五鹿山药用植物单种科(含 1 种的科)有 20 科,占总科数的 44.4%;20 种,占总种数的 11.2%,如木犀科(Oleaceae)、鸢尾科(Iridaceae)等。寡种科(含 2~5 种的科)有 17 科,占总科数的 37.8%;49 种,占总种数的 27.4%,如大戟科(Euphorbiaceae)、玄参科(Scrophulariaceae)等。中等科(含 6~9 种的科)有 4 科,占总科数的 8.9%;28 种,占总种数的 15.6%,如伞形科(Umbelliferae)、唇形科(Labiatae)等。丰富科(含 10 种以上的科)有 4 科,占总科数的 8.9%;82 种,占总种数的 45.8%,如蔷薇科(Rosaceae)、菊科(Compositae)等。

单种属(含 1 种的属)有 100 属,占总属数的 78.1%;100 种,占总种数的 55.9%,如悬钩子属(*Rubus* L.)、路边青属(*Geum* L.)等。中等属(含 2~4 种的属)有 26 属,占总属数的 14.3%;63 种,占总种数的 35.2%,如委陵菜属(*Potentilla* L.)、山楂属(*Crataegus* L.)等。丰富属(含 5 种以上的属)有 2 属,占总属数的 1.6%;16 种,占总种数的 8.9%,如蒿属(*Artemisia* Linn. Sensus stricto, excl. Sect. *Seriphidium* Bess.)、堇菜属(*Viola* L.)等。

3.3 药用植物分布

3.3.1 海拔分布

五鹿山药用植物的分布按海拔高度有所不同,根据植物分布跨越的海拔区间可分为分布广泛型(高差含 700 m 及以上)、分布较广泛型(高差 400~700 m)、分布稀少性(高差含 400 m 及以下)3 类^[5]。

分布广泛型植物有 25 科 43 属 52 种,占药用植物科、属、种总数的 55.6%、33.6%、29.1%,代表植物有北桑寄生(*Loranthus tanakae* Franch. et Sav.)、石竹(*Dianthus chinensis* Linn. var. *chinensis*)、杜梨(*Pyrus betulifolia* Bunge)、龙牙草(*Agrimonia pilosa* Ledeb.)、辽东栎(*Quercus wutaishanica* Mayr)、阴行草(*Siphonostegia chinensis* Benth.)、大车钱(*Plantago major* L.)、接骨木(*Plantago major* L.)、白莲蒿(*Artemisia sacrorum* Ledeb.)、党参(*Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.)等。

分布较广泛型植物有 21 科 33 属 38 种,占药用植物科、属、种总数的 46.7%、25.8%、21.2%,代表植物有蝙蝠葛(*Menispermum dauricum* DC.)、苦参(*Sophora flavescens* Alt.)、蛇莓(*Duchesnea indica* (Andr.) Focke)、委陵菜(*Potentilla chinensis* Ser.)、草本威灵仙(*Veronicastrum sibiricum* (L.) Pennell)、角蒿(*Incarvillea sinensis* Lam.)、蓬子菜(*Galium verum* Linn.)、紫花野菊(*Dendranthema zawadskii* (Herb.) Tzvel.)、烟管头草(*Carpesium cernuum* L.)、

川续断(*Dipsacus asperoides* C. Y. Cheng et T. M. Ai)等。

分布稀少型植物有 35 科 78 属 89 种,占药用植物科、属、种总数的 77.8%、60.9%、49.7%,代表植物有路边青(*Geum aleppicum* Jacq.)、扁核木(*Prinsepia uniflora* Batal.)、山杏(*Armeniaca sibirica* (L.) Lam.)、鼠掌老鹳草(*Geranium sibiricum* L.)、山罗花(*Melampyrum roseum* Maxim.)、平车前(*Plantago depressa* Willd.)、膜叶茜草(*Rubia membranacea* Diels)、猪殃殃(*Galium aparine* Linn. var. *tenerum* (Gren. et Godr.) Rechb.)、桦叶荚蒾(*Viburnum betulifolium* Batal.)、刚毛忍冬(*Lonicera hispida* Pall. ex Roem. et Schult.)等。

3.3.2 垂直带分布

参考《五鹿山国家级自然保护区综合科学考察报告》(2012 版),保护区植被垂直带划分为农田带、低山针叶林带、针叶阔叶混交林带、落叶阔叶林带(表 1)。

表 1 五鹿山药用植物垂直带分布

Tab. 1 Vertical distribution of medicinal plants in Wulu Mountain

| 生活类型 | 农田带 | | | 低山针叶林带 | | | 针叶阔叶混交林带 | | | 落叶阔叶林带 | | |
|--------|------|------|------|--------|------|------|----------|------|------|--------|------|------|
| | 科 | 属 | 种 | 科 | 属 | 种 | 科 | 属 | 种 | 科 | 属 | 种 |
| 乔木 | 5 | 6 | 6 | 7 | 9 | 10 | 7 | 9 | 11 | 6 | 7 | 8 |
| 灌木 | 5 | 6 | 6 | 8 | 11 | 13 | 10 | 15 | 19 | 10 | 13 | 13 |
| 藤本 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 3 | 4 | 4 |
| 一年生草本 | 5 | 8 | 10 | 6 | 11 | 13 | 10 | 16 | 16 | 10 | 12 | 12 |
| 二年生草本 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 6 | 2 | 5 | 6 |
| 多年生草本 | 17 | 31 | 36 | 19 | 44 | 59 | 17 | 53 | 71 | 17 | 50 | 63 |
| 直立草本 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| 半灌木状草本 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 |
| 地生草本 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| 寄生植物 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 蕨类 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| 总计 | 29 | 57 | 72 | 35 | 85 | 113 | 41 | 106 | 144 | 38 | 93 | 118 |
| 占比/% | 64.4 | 44.5 | 40.2 | 77.8 | 66.4 | 63.1 | 91.1 | 82.8 | 80.4 | 84.4 | 72.7 | 65.9 |

农田带海拔在 1 050 m 以下,主要种植玉米、高粱等农作物。在非农田地段主要植物有乔木:山桃(*Amygdalus davidiana* (Carrière) de Vos ex Henry)、臭椿(*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle)等;灌木:鞘柄菝葜(*Smilax stans*)、北桑寄生等;藤本:蝙蝠葛、

芹叶铁线莲(*Clematis aethusifolia* Turcz.)等;一年生草本:阴行草、苍耳(*Xanthium sibiricum* Patr. ex Widder)、婆婆针(*Bidens bipinnata* L.)等;二年生草本:大车前(*Plantago major* L.)、车前(*Plantago asiatica* L.)、毛连菜(*Picris hieracioides* L.)等;多年生

草本:草本威灵仙、地黄 (*Rehmannia glutinosa* (Gaetn.) Libosch. ex Fisch. et Mey.)、委陵菜等;直立草本:雉隐天冬 (*Asparagus schoberioides* Kunth)、石刁柏 (*Asparagus officinalis* L.) 等;半灌木状草本:白莲蒿等;地生草本:沼兰 (*Malaxis monophyllos* (L.) Sw.) ; 蕨类:蕨 (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw. ex Heller) 等。

低山针叶林带在海拔 1 050~1 250 m, 有较好的热量条件, 但水湿条件较差。主要植物有乔木:暴马丁香 (*Syringa reticulata* (Blume) Hara var. *amurensis* (Ruprecht.) P. S. Green)、侧柏 (*Platycladus orientalis* (L.) Franco)、杜梨等;灌木:截叶铁扫帚 (*Lespedeza cuneata* G. Don)、本氏木蓝 (*Indigofera bungeana* Walp.) 等;藤本:穿龙薯蓣 (*Dioscorea nipponica* Makino)、茜草 (*Rubia cordifolia* L.) 等;一年生草本:鸡眼草 (*Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl.)、青蒿 (*Artemisia carvifolia*) 等;二年生草本:扁蕾 (*Gentianopsis barbata* (Froel.) Ma)、毛连菜等;多年生草本:苣荬菜 (*Sonchus arvensis* L.)、牡蒿 (*Artemisia japonica*) 等;直立草本:羊齿天门冬 (*Asparagus filicinus* D. Don) 等;半灌木状草本:茵陈蒿 (*Artemisia capillaris*) 等;地生草本:沼兰等;蕨类:节节草 (*Commelina diffusa* Burm. f.) 等。

针叶阔叶混交林带在海拔 1 250~1 550 m, 有较好的水热条件。主要植物有乔木:中国沙棘 (*Hippophae rhamnoides* subsp. *sinensis* Rousi)、接骨木等;灌木:冻绿 (*Rhamnus utilis* Decne.)、桦叶荚蒾、刚毛忍冬、金银忍冬 (*Lonicera maackii* (Rupr.) Maxim.) 等;藤本:葎叶蛇葡萄 (*Ampelopsis humulifolia* Bge.)、短尾铁线莲 (*Clematis brevicaudata* DC.) 等;一年生草本:狼把草 (*Bidens tripartita* L.)、大籽蒿 (*Artemisia sieversiana* Ehrhart ex Willd.) 等;二年生草本:飞蓬 (*Erigeron acer* L.) 等;多年生草本:北方拉拉藤 (*Galium boreale* Linn.)、蒲公英 (*Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz.) 等;半灌木状草本:华北米蒿 (*Artemisia giraldii* Pamp.) 等;地生草本:沼兰等;直立草本:香薷 (*Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyland.) 等。

落叶阔叶林带在海拔 1 550~1 950 m。主要植物有乔木:榆树 (*Ulmus pumila* L.)、辽东栎等;灌木:山柳 (*Salix pseudotangii*)、扁核木等;藤本:猪殃殃等;一年生草本:鼠掌老鹳草等;二年生草本:牛蒡 (*Arctium lappa* Linn.)、紫花野菊等;多年生草本:膜叶茜草、蓬子菜等;半灌木状草本:白莲蒿等;直立草本:曲枝天门冬 (*Asparagus trichophyllus* Bunge) 等;

地生草本:沼兰等;蕨类:问荆 (*Equisetum arvense* L.) 等。

3.4 植物药用部位

药用植物的药用部位依据植物种类有所不同, 有些植物多个部位均可入药, 如木梨、接骨木、苍耳、榆树等。按药用植物入药部位的分类标准将五鹿山药用植物分为 9 类(每种植物选取其最重要的一个部位)^[6]。

1) 全草(全株)类:共 25 科 62 属 79 种。所占药用植物科、属、种比例为 55.6%、48.4%、44.1%。如黄香草木樨 (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.)、本氏木蓝等。

2) 根类:共 16 科 27 属 34 种。所占药用植物科、属、种比例为 35.6%、21.1%、19.0%。如苦参、乳浆大戟 (*Euphorbia esula* Linn.) 等。

3) 根茎类:共 16 科, 23 属, 27 种。所占药用植物科、属、种比例为 35.6%、18.0%、15.1%。如:射干 (*Belamcanda chinensis* (L.) Redouté)、地黄等。

4) 茎叶类:共 7 科 8 属 8 种。所占药用植物科、属、种比例为 15.6%、6.3%、4.5%。如菝葜 (*Smilax china*)、野燕麦 (*Avena fatua* L.) 等。

5) 皮类:共 2 科 2 属 2 种。所占药用植物科、属、种比例为 4.4%、1.6%、1.1%。如臭椿、冻绿等。

6) 花类:共 3 科 5 属 8 种。所占药用植物科、属、种比例为 6.7%、3.9%、4.5%。如刚毛忍冬、紫花野菊等。

7) 果类:共 8 科 10 属 13 种。所占药用植物科、属、种比例为 17.8%、7.8%、7.3%。如黄花蒿 (*Artemisia annua*)、中国沙棘等。

8) 种子类:共 4 科 5 属 7 种。所占药用植物科、属、种比例为 8.9%、3.9%、3.9%。如山桃、菟丝子 (*Cuscuta chinensis* Lam.) 等。

9) 藤茎类:共 1 科 1 属 1 种。所占药用植物科、属、种比例为 2.2%、0.8%、0.6%。如短尾铁线莲等。

3.5 植物生活型

五鹿山药用植物具有多种生活型, 根据统计, 将其分为乔木、灌木、藤本、多年生草本等 11 类(表 2)。其中乔木代表植物为暴马丁香、侧柏等;灌木代表植物为苦参、桦叶荚蒾等;藤本代表植物为葎叶蛇葡萄、穿龙薯蓣等;一年生草本代表植物为虎尾草 (*Chloris virgata* Sw.)、益母草 (*Leonurus artemisia* (Laur.) S. Y. Hu) 等;二年生草本代表植物为扁蕾、大车前等;多年生草本代表植物为石竹、甘草 (*Gly-*

cyrrhiza uralensis Fisch) 等;直立草本代表植物为山罗花、羊齿天门冬等;半灌木状草本代表植物为白莲蒿、华北米蒿等;地生草本代表植物为沼兰等;寄生植物代表为菟丝子等;蕨类植物代表为问荆、节节草等。

表 2 五鹿山药用植物生活型

Tab. 2 Life form of medicinal plants in Wulu Mountain

| 生活类型 | 科 | 占比 / % | 属 | 占比 / % | 种 | 占比 / % |
|--------|----|--------|----|--------|----|--------|
| 乔木 | 8 | 17.8 | 11 | 8.6 | 13 | 7.3 |
| 灌木 | 11 | 24.4 | 17 | 13.3 | 21 | 11.7 |
| 藤本 | 5 | 11.1 | 6 | 4.7 | 7 | 3.9 |
| 一年生草本 | 12 | 26.7 | 20 | 15.6 | 22 | 12.3 |
| 二年生草本 | 3 | 6.7 | 7 | 5.5 | 8 | 4.5 |
| 多年生草本 | 21 | 46.7 | 67 | 52.3 | 91 | 50.8 |
| 直立草本 | 3 | 6.7 | 3 | 2.3 | 5 | 2.8 |
| 半灌木状草本 | 1 | 2.2 | 1 | 0.8 | 4 | 2.2 |
| 地生草本 | 1 | 2.2 | 3 | 2.3 | 3 | 1.7 |
| 寄生植物 | 1 | 2.2 | 1 | 0.8 | 1 | 0.6 |
| 蕨类 | 3 | 6.7 | 3 | 2.3 | 4 | 2.2 |

3.6 道地药材

道地药材药效好、质量高,具有一定知名度,是当地乃至其他地区优选药材。五鹿山国家级自然保护区共有 5 种道地药材,如党参、苦参、地黄、黄芩 (*Scutellaria baicalensis* Georgi)、北柴胡 (*Bupleurum chinense* DC.) 等。

3.7 珍稀濒危植物

查阅《五鹿山国家级自然保护区综合科学考察报告》(2012 版)及相关文献^[7],统计出保护区共有 5 科 7 属 7 种珍稀濒危植物,包括国家三级保护植物甘草、中国沙棘,山西重点保护植物蕨、连翘 (*Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl)、党参、桔梗 (*Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC.)、二叶舌唇兰 (*Platanthera chlorantha* Cust. ex Reichb.) 等。其中甘草已濒危,连翘和蕨处于渐危状态,致使五鹿山部分植物珍稀濒危的因素见表 3。

3.8 药用功能

五鹿山药用植物功能丰富,参考《中医学概

表 3 五鹿山濒危药用植物及致危因素

Tab. 3 Endangered medicinal plants in Wulu Mountain and the threatening factors

| 序号 | 名称 | 致危因素 |
|----|-------|---------------------|
| 1 | 甘草 | 过度采挖 |
| 2 | 中国沙棘 | 开发利用不合理 |
| 3 | 蕨 | 开发不合理 |
| 4 | 连翘 | 人工造林使连翘面积缩小,且人为破坏严重 |
| 5 | 党参 | 长期被大量采挖 |
| 6 | 桔梗 | 过度采挖 |
| 7 | 二叶舌唇兰 | 不合理采挖 |

论》^[8]和《中国中草药图典》^[3],将药用植物功能分为解表药、清热药、涌吐药、泻下药、渗湿逐水药、祛风湿药、治咳化痰药、理血药、补养药、芳香化湿药、安神镇惊药、祛寒药、固涩药、消导药、驱虫药、理气药、外用药等 17 大类,其中解表药分为发散风寒药和疏散风热药;清热药分为清热燥湿药、清热凉血药、清热解毒药、清热利咽药、清热止痢药、清肝明目药、清虚热药;渗湿逐水药分为渗湿药和逐水药;理血药分为止血药和行血药;补养药分为补气药、补血药、补阳药和补阴药。整理统计结果见表 4。

4 研究结论

基于五鹿山国家级自然保护区药用植物种类、构成、分布、药用部位、生活型、道地药材、珍稀濒危药用植物以及药用植物功能的分析,从多角度出发,研究五鹿山药用植物资源多样性。经统计分析得出 3 方面结论。

1) 五鹿山药用植物种类丰富多样,占据整个自然保护区野生植物种类一半以上,由此说明,五鹿山具有得天独厚的药用植物资源。但五鹿山植物资源大多为单种科、单种属植物,单种科植物占总科数的 44.4%,单种属植物占总属数的 55.9%,若不加以保护,易造成整个科、属的灭绝,且药用植物部位 44.1%为全草,19%为根,若开采不合理,对五鹿山药用植物资源造成极大的破坏。

2) 五鹿山珍稀濒危药用植物,生活型科、属、种占比较低的植物以及道地药材均应采取就地保护、培育人工品种、扩大种植面积、建立药用植物种子基地等措施。

表 4 五鹿山自然保护区药用植物功能
Tab. 4 Functions of medicinal plants in Wulushan National Nature Reserve

| 功能 | 科 | 占比 / % | 属 | 占比 / % | 种 | 占比 / % | 举例 | |
|-------|-------|--------|------|--------|------|--------|------|---|
| 解表药 | 发散风寒药 | 3 | 6.7 | 3 | 2.3 | 3 | 1.7 | 防风(<i>Saposhnikovia divaricata</i> (Trucz.) Schischk.)、香薷 |
| | 疏散风热药 | 3 | 6.7 | 4 | 3.1 | 6 | 3.3 | 牛蒡、北柴胡 |
| 清热药 | 清热燥湿药 | 4 | 8.9 | 4 | 3.1 | 5 | 2.8 | 苦参、黄芩 |
| | 清热凉血药 | 4 | 8.9 | 5 | 3.9 | 5 | 2.8 | 地黄、火绒草(<i>Leontopodium leontopodioides</i> (Willd.) Beauv.) |
| | 清热解毒药 | 14 | 31.1 | 25 | 19.5 | 33 | 18.4 | 山罗花、苣荬菜 |
| | 清热利咽药 | 2 | 4.4 | 2 | 1.6 | 2 | 1.1 | 蝙蝠葛、射干 |
| | 清热止痢药 | 6 | 13.3 | 7 | 5.5 | 8 | 4.5 | 地锦草(<i>Euphorbia humifusa</i> Willd. ex Schlecht.)、翻白草(<i>Potentilla discolor</i> Bge.) |
| | 清肝明目药 | 1 | 2.2 | 1 | 0.8 | 1 | 0.6 | 扁核木 |
| | 清虚热药 | 1 | 2.2 | 1 | 0.8 | 1 | 0.6 | 青蒿 |
| 涌吐药 | | 1 | 2.2 | 1 | 0.8 | 1 | 0.6 | 藜芦(<i>Veratrum nigrum</i> L.) |
| 泻下药 | | 2 | 4.4 | 2 | 1.6 | 2 | 1.1 | 杜梨、蕨 |
| 渗湿逐水药 | 渗湿药 | 6 | 13.3 | 8 | 6.3 | 11 | 6.1 | 石竹、大丁草(<i>Gerbera anandria</i> (L.) Sch. - Bip.) |
| | 逐水药 | 1 | 2.2 | 1 | 0.8 | 1 | 0.6 | 鸦葱(<i>Scorzonera austriaca</i> Willd.) |
| 祛风湿药 | | 9 | 20 | 10 | 7.8 | 11 | 6.1 | 截叶铁扫帚、路边青 |
| 止咳化痰 | | 12 | 26.7 | 14 | 10.9 | 17 | 9.5 | 甘草、大籽蒿 |
| 理血药 | 止血药 | 12 | 26.7 | 17 | 13.3 | 17 | 9.5 | 阴行草、猪殃殃 |
| | 行血药 | 16 | 35.6 | 18 | 14.1 | 18 | 10.1 | 蓬子菜、桔梗 |
| 补养药 | 补气药 | 2 | 4.4 | 2 | 1.6 | 2 | 1.1 | 党参、鹿药(<i>Smilacina japonica</i> A. Gray) |
| | 补血药 | 2 | 4.4 | 2 | 1.6 | 2 | 1.1 | 当归(<i>Angelica sinensis</i> (Oliv.) Diels)、宽叶苔草(<i>Carex siderosticta</i> Hance) |
| | 补阳药 | 2 | 4.4 | 2 | 1.6 | 2 | 1.1 | 菟丝子、川续断 |
| | 补阴药 | 1 | 2.2 | 2 | 1.6 | 3 | 1.7 | 玉竹(<i>Polygonatum odoratum</i>)、山韭(<i>Allium senescens</i>) |
| 芳香化湿药 | | 2 | 4.4 | 2 | 1.6 | 2 | 1.1 | 苍术(<i>Atractylodes lancea</i> (Thunb.) DC.)、藿香(<i>Agastache rugosa</i> (Fisch. et Mey.) O. Ktze.) |
| 安神镇惊药 | | 3 | 6.7 | 3 | 2.3 | 3 | 1.7 | 甘菊(<i>Dendranthema lavandulifolium</i> (Fisch. ex Trautv.) Ling & Shih)、缬草(<i>Valeriana officinalis</i> L.) |
| 祛寒药 | | 2 | 4.4 | 2 | 1.6 | 2 | 1.1 | 虎尾草、芍药(<i>Paeonia obovata</i> Maxim.) |
| 固涩药 | | 5 | 11.1 | 5 | 3.9 | 5 | 2.8 | 鸡眼草、桦叶荚蒾 |
| 消导药 | | 3 | 6.7 | 4 | 3.1 | 6 | 3.3 | 山楂(<i>Crataegus pinnatifida</i> Bge.)、二苞黄精(<i>Polygonatum involucreatum</i>) |
| 驱虫药 | | 1 | 2.2 | 1 | 0.8 | 1 | 0.6 | 小窃衣(<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.) |
| 理气药 | | 3 | 6.7 | 3 | 2.3 | 3 | 1.7 | 薤白(<i>Allium macrostemon</i>)、香附子(<i>Cyperus rotundus</i> L.) |
| 外用药 | | 6 | 13.3 | 6 | 4.7 | 6 | 3.3 | 乳浆大戟(<i>Euphorbia esula</i> Linn.)、密花香薷(<i>Elsholtzia densa</i> Benth.) |

3) 五鹿山药用植物功能多样, 清热药、理血药、止咳化痰药为主导药用功能, 另有 15 种其他功能,

但鉴于一些药用功能的植物种数较少, 如涌吐药、驱虫药仅有 1 种, 因此, 需要引进具备该药用功能的植

物并对当地已存在的药用植物实施保护措施,以免具有该种药用功能的植物灭绝。

综上所述,五鹿山野生药用植物资源的保护迫在眉睫,以《中华人民共和国自然保护区条例》、《野生药材资源保护条例》等为依据,严厉制止不法分子进入保护区内进行砍伐、采药、烧荒等恶劣行为。除此之外,为避免一些药用资源濒危甚至消亡,需要结合引种驯化技术,通过专家介入,研究、培育家种植物^[9],使五鹿山野生药用资源得以延续。目前,对于五鹿山药用植物资源的研究较少,运用于实际之中的药用价值并未有科学的数据支撑,因此,今后的发展中,一方面以保护珍稀濒危药用植物及一些单科、单属、单种植物等为主,另一方面,需要深入研究五鹿山药用植物的实际药用价值。

参考文献:

- [1] 薛倩妮,闫明,毕润成. 山西五鹿山森林群落木本植物功能多样性[J]. 生态学报,2015,35(21):7023-7032.
- [2] 吴征镒,陈心启. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [3] 黄兆胜,杜同仿. 中国中草药图典[M]. 广东:广东科技出版社,2011.

- [4] 《实用中草药图典》编委会. 实用中草药图典[M]. 上海:上海世纪出版股份有限公司,上海科学技术出版社,2010.
- [5] 王强,徐国钧. 道地药材图典[M]. 福建:福建科学技术出版社,2003.
- [6] 周繇,于俊林,张本刚,等. 长白山区药用植物资源及其多样性研究[J]. 北京林业大学学报,2007,29(3):52-59.
- [7] 任小顺. 五鹿山珍稀濒危植物及保护利用[J]. 山西林业科技,2005(4):27-29.
- [8] 南京中医学院. 中医学概论[M]. 北京:人民卫生出版社,1958.
- [9] 朱强,王俊,郑紫燕,等. 宁夏六盘山地区药用植物资源及其多样性研究[J]. 西北林学院学报,2008,23(1):23-27.
- [10] 徐国钧,何宏贤,徐璐珊,等. 中国药材学[M]. 北京:中国医药科技出版社,1996.
- [11] 郝近大,黄璐琦. 中国中药材原植(动)物彩色图谱[M]. 广东:广东科技出版社,2010.
- [12] 毕润成,魏学智. 山西省五鹿山自然保护区科学考察报告[M]. 北京:中国科学技术出版社,2004.

(责任编辑 杨焱熔)

(上接第 89 页)

4.5 生物防治

水富、盐津县在松墨天牛羽化期正处于高湿、高温季节,可考虑采用白僵菌防治。

致谢:本文承蒙西南林业大学徐正会教授、云南省林业科学院陈鹏研究员指导;在野外观察研究中得到水富县朱昌玉,彝良县潘廷元、潘东,昭阳区冯正嵩,鲁甸县许国贵,巧家县邹开成,大关县卢宏才,永善县荀均财、陈波,绥江县张仕清,镇雄县贾东,威信县周斌、任正田等同仁的支持和帮助;昭通市林业局林政科罗建华提供昭通市最新二类资源数据,在此一并致谢!

参考文献:

- [1] 徐正会,段艳,史胜利,等. 云南省松墨天牛地理分布及危害程度调查[J]. 西南林学院学报,2010,30(2):37-43.

- [2] 陈龙,林强,李俊楠,等. 松墨天牛诱捕器空间位置的野外对比试验[J]. 福建林学院学报,2014,34(1):11-14.
- [3] 赵宇翔,董燕,徐正会,等. 云南省松墨天牛生物学特性和地理分布研究[J]. 中国森林病虫,2004(5):13-16.
- [4] 戴玉斌. 噻虫啉药剂防治松墨天牛效果分析[J]. 华东森林经理,2014(1):23-24.
- [5] 徐正会,段艳,郭萧,等. 云南省松墨天牛生活史比较研究[J]. 西南林学院学报,2010,30(8):53-58.
- [6] 付甫永,王健,司徒春南. 防治松褐天牛诱木设置密度及胸径大小试验[J]. 中国农学通报,2009,25(15):88-90.
- [7] 周成枚,蒋莹莹,肖灵亚,等. 松褐天牛在松树枯死木枝干中种群动态研究[J]. 浙江林业科技,2002(7):18-22.
- [8] 曹露凡,杨龙,高峰,等. 松墨天牛生物学特性及防治的研究进展[J]. 山东林业科技,2010(2):111-115.
- [9] 张永慧,郝德君,王焱,等. 松墨天牛成虫交配与产卵行为的观察[J]. 昆虫知识,2006,43(1):47-49.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.018

云南新平磨盘山自然保护区地貌特征分析

高大威,王平,杨晓柳

(云南师范大学旅游与地理科学学院,云南昆明650500)

摘要:通过野外实地考察并参考有关文献,就云南磨盘山自然保护区的地貌进行研究,划分了保护区的基本地貌类型、分析了地貌特征及其生态环境效应。结果表明,磨盘山自然保护区的基本地貌类型为砂岩类侵蚀剥蚀中起伏中山、大起伏中山、大起伏亚高山,地貌成因类型有构造地貌、河流地貌、沟谷地貌、重力地貌、丹霞地貌;保护区整体地势中部高,向东北、西南两侧呈阶梯状下降,山体坡度大,河谷切割较深,相对高差大,区域地貌结构系大起伏中山、亚高山峡谷山原;受山脉走向影响,使河谷呈东南西北走向排列,气候、水文、土壤、植被等自然地理因素垂直分异明显。

关键词:地貌类型;地貌特征;坡度;坡向;生态环境效应;磨盘山自然保护区

中图分类号:S759.92;P931 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0097-07

引文格式:高大威,王平,杨晓柳. 云南新平磨盘山自然保护区地貌特征分析[J]. 林业调查规划,2019,44(3):97-103.
GAO Dawei, WANG Ping, YANG Xiaoliu. Analysis for Geomorphic Characteristics of Mopanshan Nature Reserve in Xinping of Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3):97-103.

Analysis for Geomorphic Characteristics of Mopanshan Nature Reserve in Xinping of Yunnan

GAO Dawei, WANG Ping, YANG Xiaoliu

(School of Tourism and Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: The geomorphic characteristics of Mopanshan Nature Reserve in Xinping were studied to divide the basic geomorphologic types of the reserve and analyze the geomorphologic characteristics and ecological environmental effects based on field investigation and relevant literature. The results showed that the basic geomorphologic types of Mopanshan Nature Reserve were intermediate altitude mountain with intermediate undulating, intermediate altitude mountain with large undulating, and high altitude subalpine mountains with large undulating, and the geomorphic origins were tectonic landform, river landform, valley landform, gravity landform and Danxia landform. The overall topography of the reserve was high in the middle, with a step-like decline to the northeast and southwest. The slope of the mountain was large with deep valley and large relative height difference. Affected by the trend of mountains, the valleys were arranged in the direction of southeast and northwest, and the natural geographical factors such as climate, hydrology, soil and vegetation had obvious vertical differences.

Key words: geomorphic type; geomorphic characteristics; slope gradient; slope aspect; ecological environmental effect; Mopanshan Nature Reserve

收稿日期:2018-12-18.

第一作者:高大威(1994-),男,河北唐山人,硕士研究生.研究方向为自然地理. Email:1179712716@qq.com

责任作者:王平(1965-),男,云南昭通人,副教授,硕士.主要从事土壤地理与区域自然地理研究. Email:ynwangping@163.com

云南磨盘山自然保护区地处云贵高原、横断山脉和青藏高原的地理接合部。该地区为云南热带南北部的气候过渡带,典型的山地气候特点,属中亚热带气候^[1-3]。发育有红壤、山原红壤等亚热带地区代表性土壤,在保护区相对平缓、雨量较多的地方发育有黄红壤,在 2 100 m 以上的部分地区发育的地带性土壤为黄棕壤。部分地区由于地形、成土母质的差异,在地带性土壤中也镶嵌着非地带性土壤,即出现显域土(紫色土)。属于半湿性常绿阔叶林原生森林区^[4],森林植被类型丰富,以滇中高原亚热带森林植被类型为主,且随海拔的增高,呈现出植物垂直分带。前人有关自然保护区研究主要集中在旅游开发价值或植物生长分析等方面,而对地貌特征的基础研究鲜见报到^[1-3,5,11]。在野外考察基础上,借助相关资料,分析该保护区主要地貌类型与地貌特征及其生态环境效应,旨在为研究该保护区生物多样性及其演化、管护和利用等提供地貌依据。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

磨盘山自然保护区(以下简称保护区)位于滇中玉溪市新平县城南部,地跨桂山镇、平甸乡和扬武镇 3 个乡镇,邻近新平县的新化乡、戛洒镇、腰街镇和漠沙镇,总面积 5 663.05 hm²。在中国地貌区划中,保护区位于“西南亚高山中山大区(V)”西部的“川西南、滇中亚高山盆地区(VD)”的西南部^[6],在云南地貌区划中,位于“滇东盆地山原区(I)”内的“滇中红层高原亚区(I3)”南部^[7]。保护区最低点位于赫白租河出口处,海拔 1 351 m;最高点位于敌军山,海拔 2 614.32 m,起伏高度 2 192.32 m。该保护区是距昆明最近的半湿性常绿阔叶林原生森林区,森林覆盖率达 64.2%^[8]。

按板块构造—地球动力学观点,在中国大地构造分区^[9]中,保护区位于一级构造单元“扬子陆块区”和二级构造单元“上扬子陆块”的西南边缘,三级构造单元“楚雄前陆盆地”东南缘。按槽台学说观点,在云南省大地构造分区中位于一级构造单元“扬子准地台”西南部,二级构造单元“川滇台背斜”的南部,三级构造单元“滇中中台陷”南部^[10]。保护区出露的岩石地层主要为中生界侏罗系中统张河组上段(J₂^z)紫红色砂岩、细砂岩、粉砂岩、泥岩、钙质泥岩。其次是小面积的侏罗系上统蛇甸组(J₃^s)灰白、紫灰色块状细至中粒石英砂岩、泥岩、砾岩、砂

砾岩^[10]。第四系(Q)零星分布于河流谷底、山麓部位、山体的顶部和地势平缓的地区,包括更新统和全新统,更新统为洪积之砂质黏土、黏质砂土夹砾石组成。

1.2 研究方法

依据中国陆地基本地貌类型分类系统^[11]以及《中国 1:100 万地貌图制图规范(试行)》^[12]中的地貌形态成因类型分类方案,在野外考察基础上,以 1:5 万地形图为工作底图,划分保护区基本地貌类型,参考 1:20 万区域地质图,划分形态成因类型,运用 ArcGIS 软件平台,绘制了保护区基本地貌简图和地势剖面图;按周爱霞等^[13]的坡度分级方法和国际地理学会对于坡度划分标准,并参考秦松等^[14]的坡向分级方法,利用 DEM 数据绘制了坡度、坡向图。

2 地貌类型划分

2.1 基本地貌类型

2.1.1 类型划分

依据中国陆地基本地貌类型分类系统^[11]中的海拔高度和起伏高度分级指标,可将保护区山地划分为中海拔(1 351~2 000 m)山地和亚高海拔(2 000~2 614.32 m)山地,中起伏山地(500~1 000 m)和大起伏山地(1 000~2 500 m)2 个形态类型。按照我国大多数学者认可的将海拔高度和起伏高度两个指标组合起来划分中国陆地基本地貌类型的原则^[11],可将保护区山地划分为中起伏中山、大起伏中山、大起伏亚高山 3 个基本地貌类型(表 1)。

按《中国 1:100 万地貌图制图规范(试行)》^[12]中的地貌形态成因类型分类方案,保护区山地都是构造抬升和流水侵蚀切割作用下所形成的,均属于侵蚀剥蚀山地。构成保护区山地的岩性以紫红色砂岩为主,因此保护区山地划属砂岩类山地。由于内外营力强度及对比关系的不同,磨盘山侵蚀剥蚀山地具有不同的海拔高度和起伏高度(表 1)。

2.1.2 分布和面积

1) 中山

中起伏中山海拔高度在 1 351~1 500 m,主要分布于保护区西部黑白朱河上游地区,占保护区总面积的 1%左右(表 1),是保护区面积最小的山地类型(图 1)。山顶和山脊与元江河谷之间的起伏高度在 929~1 000 m。保护区内中起伏中山有多座,其山峰都无名,例如 1 411.6 m、1 467.5 m、1 487.2 m。

表 1 保护区基本地貌类型和地貌形态成因类型分类系统

Tab. 1 Classification system of basic geomorphologic types and geomorphic origins in nature reserve

| 海拔高度 /m | 起伏高度 /m | 基本地貌类型 | 地貌形态成因类型 | 面积 /hm ² | 比例 /% |
|--------------|-----------|--------|---------------|---------------------|-------|
| 1351~<2000 | 900~<1000 | 中起伏中山 | 砂岩类侵蚀剥蚀中起伏中山 | 53.00 | 1 |
| | 1000~2500 | 大起伏中山 | 砂岩类侵蚀剥蚀大起伏中山 | 1395.00 | 25 |
| 2000~2614.32 | 1000~2500 | 大起伏亚高山 | 砂岩类侵蚀剥蚀大起伏亚高山 | 4184.00 | 74 |

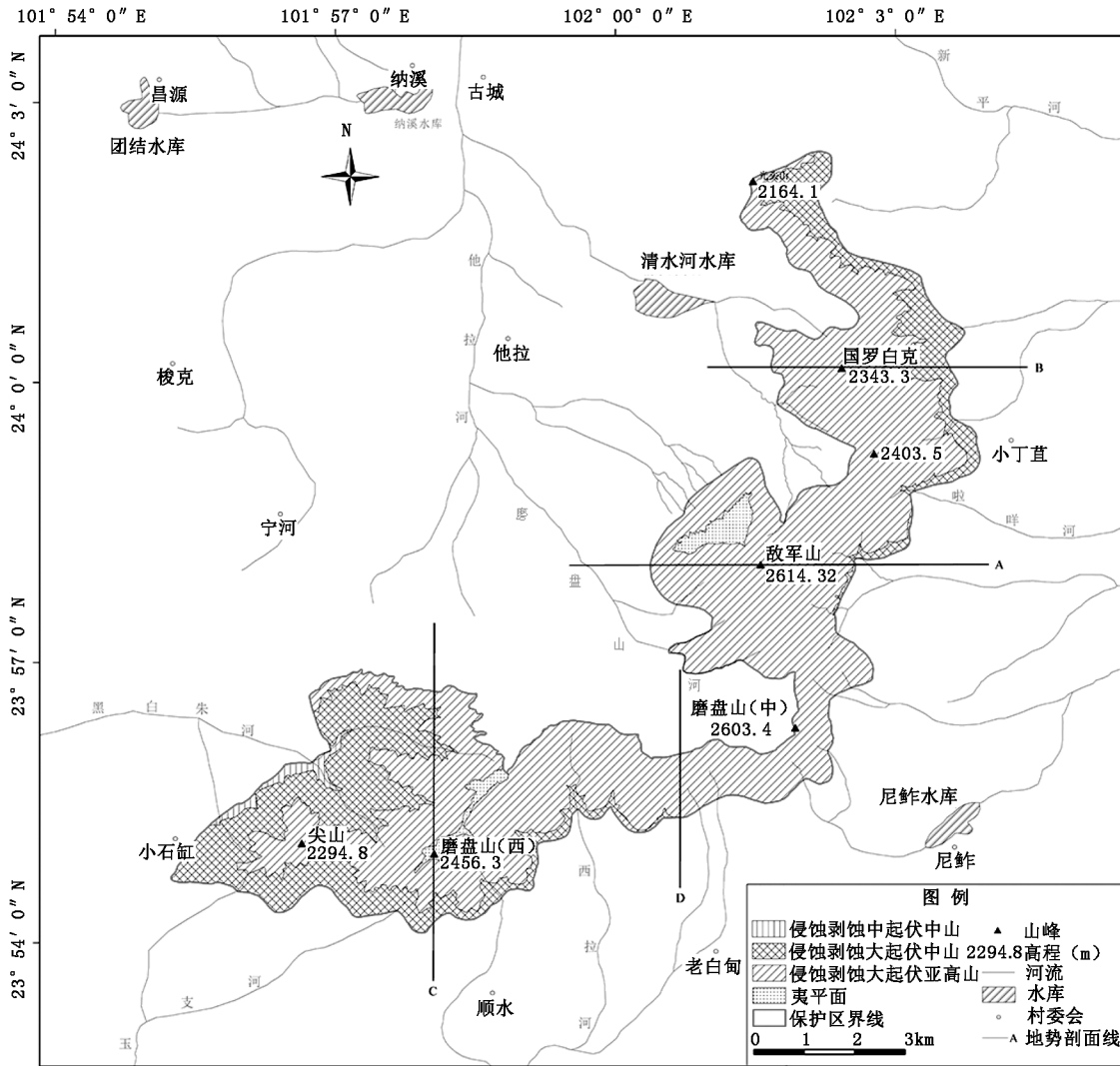


图 1 磨盘山地貌简图

Fig. 1 Geomorphic characteristics of Mopanshan Nature Reserve

大起伏中山海拔在 1 500~2 000 m, 分布于保护区南部的西拉河上游、西南部玉支河上游、西部黑白朱河上游和东北部边缘(图 1), 面积为 1 395 hm², 占保护区总面积的 25%左右(表 1)。山顶和山脊与元江河谷之间的起伏高度在 1 000~1 500 m。主要山峰近 10 座, 山顶海拔多在 1 800~2 000 m, 都是无

名山峰。

2) 大起伏亚高山

海拔在 2 000~2 614.32 m, 集中分布于保护区中部, 面积 4 184 hm², 约占保护区总面积的 74%(表 1), 是保护区分布最广、面积最大的山地类型(图 1)。山顶和山脊与元江河谷之间的起伏高度在

1 500~2 200 m。主要山峰有国罗白克 2 343.3 m、敌军山 2 614.32 m、塔里莫白利 2 204.7 m、黑子白克 2 239.2 m 等。

2.2 地貌成因类型

按《中国 1:100 万地貌图制图规范(试行)》^[12]中的地貌成因类型分类方案,保护区可划分出以下成因类型,均发育分布于各类基本地貌类型之上,属次一级中、小型地貌形态,分别以地质构造或河流等内营力或外营力为主形成。

1) 河流地貌

保护区内河谷均为河流上游源头河段。因比降大,河流下切侵蚀强烈,形成河谷窄,河床陡,呈阶梯状,多岩槛、跌水。河床主要由粗砂、砾石和基岩组成,没有边滩、河漫滩的发育,河谷横剖面大多呈“V”型,例如啦咩河及高粱冲河、黑白朱河、他拉河等河谷。

2) 沟谷地貌

分布于西拉河、黑白朱河、他拉河等干支流源头地区,由暂时性的沟谷流水侵蚀、堆积作用形成,类型有切沟、冲沟、坳沟、洪积扇等。保护区内无泥石流发育。

3) 重力地貌

有崩塌、滑坡等,以崩塌为主,主要发生在雨季中后期,常见于公路沿线、河流沿岸、水库库岸等地区,以公路尤其是新修公路沿线的高陡边坡雨季发生频率最高,对保护区的管护、社区居民的生产生活造成不利影响。保护区岩层产状大多平缓,森林覆盖率很高,山坡大多较稳定,崩塌等发生频率很低。

4) 丹霞地貌

保护区位于滇中红壤分布区南部,出露的岩石以紫色砂岩、泥岩为主,流水沿垂直节理面侵蚀、磨蚀、风化后形成系列丹霞地貌类型,有丹霞平顶山、丹霞单斜峰、丹霞崖壁、丹霞沟谷、丹霞峡谷、丹霞瀑布、丹霞石芽、丹霞孤石等,主要位于保护区山脊两侧的崖壁。

5) 构造地貌

保护区西部为盐边—双柏断裂带,东部为磨盘山—绿汁江断裂带,受褶皱、断裂等地质构造控制,保护区形成有断层崖、断层谷、断层台地、剥蚀面、褶皱山、夷平面等。保护区内磨盘山以北的狭长带附近和敌军山的西北部还分布有小面积的夷平面,海拔 2 300~2 600 m,占保护区面积的 2%左右。是地面经长期剥蚀—堆积夷平作用后形成准平原,之后地壳抬升,准平原受切割破坏,残留在山顶或山坡

上,地面较为平坦开阔,局部有基岩裸露。

3 地貌特征

3.1 山脉呈东北西南走向,河谷呈东南西北走向排列

因受构造运动影响、地质构造的控制,致使保护区西部、西南部、南部和东部边界附近山地成为邻近的他拉河、西拉河、高粱冲河流域的分水岭,由丁苴山梁子、尖山、光头山、敌军山及其多条支脉(山岭)构成,主要属于砂页岩山地,山脊海拔大多在 2 100~2 614.32 m。河流的支流都发源并流经保护区(图 2,图 3),河谷都由流水侵蚀而成,与山脉走向近乎垂直(图 4)。受红河断裂、磨盘山—绿汁江断裂、盐边—双柏断裂控制隆升,又受到溪泥河背斜、新平大向斜的影响,磨盘山山脉呈东北西南走向,与该地区构造单元、褶皱、断裂、地层的走向基本一致。

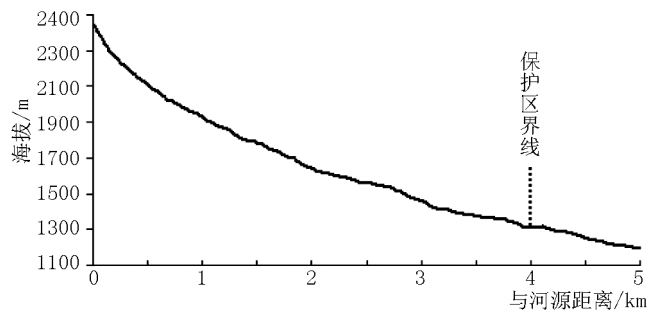


图 2 黑白朱河河谷纵剖面
Fig. 2 Profile of valley in Heibaizhu River

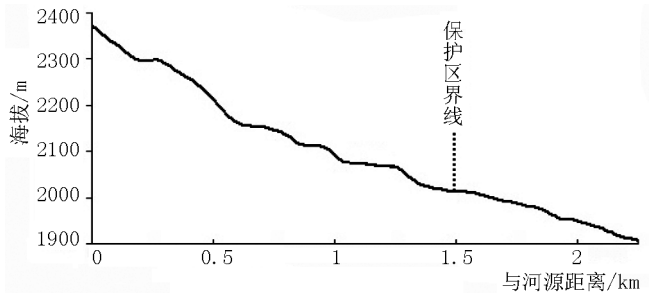


图 3 磨盘山河河谷纵剖面
Fig. 3 Profile of valley in Mopanshan River

3.2 河谷切割深,地势起伏大,地表破碎

保护区位于元江东部,莫沙江河谷海拔在 422~552 m,山地以大起伏中山和亚高山为主,约占保护区总面积的 96%。保护区位于他拉河、黑白朱河、西拉河、高粱冲河的分水岭部位,河源地区落差大,

水流湍急,如:黑白朱河在保护区内河长 4 616 m,落差 1 113 m,平均比降为 241.1‰(图 2);磨盘山河在保护区内长 2 509 m,落差 365 m,平均比降为 145.5‰(图 3)。在坡面流水强烈的侵蚀、剥蚀以及沟谷流水、河流侵蚀切割作用下,导致古夷平面解体,地势起伏大,地表破碎,水系发育。保护区内较典型的夷平面仅见于磨盘山以北的狭长带和敌军山西北部的附近地区,海拔 2 400~2 600 m。保护区总的地势为中部高,东北部和西南部低。

3.3 区域地貌结构系大起伏中山,亚高山峡谷山原 保护区内大部分山岭海拔在 2 100~2 600 m,

与附近河谷之间的岭谷高差 1 800~2 200 m。例如,黑子白克、国罗白克、尖山、磨盘山与附近河谷之间的岭谷高差 1 700~2 100 m,保护区的西南部和东北部边界地区的山岭海拔大多在 1 700~2 000 m,与附近河谷之间的岭谷高差 1 200~1 600 m,均属于大起伏中山、大起伏亚高山。保护区零星分布有海拔 1 300~1 500 m 的中山,与河谷之间的岭谷高差 800~1 000 m,属于中起伏中山。区域地貌由大起伏中山和大起伏亚高山以及深切峡谷组合而成,局部地区分布有中起伏中山,区域地貌结构系大起伏中山、亚高山峡谷山原(图 4)。

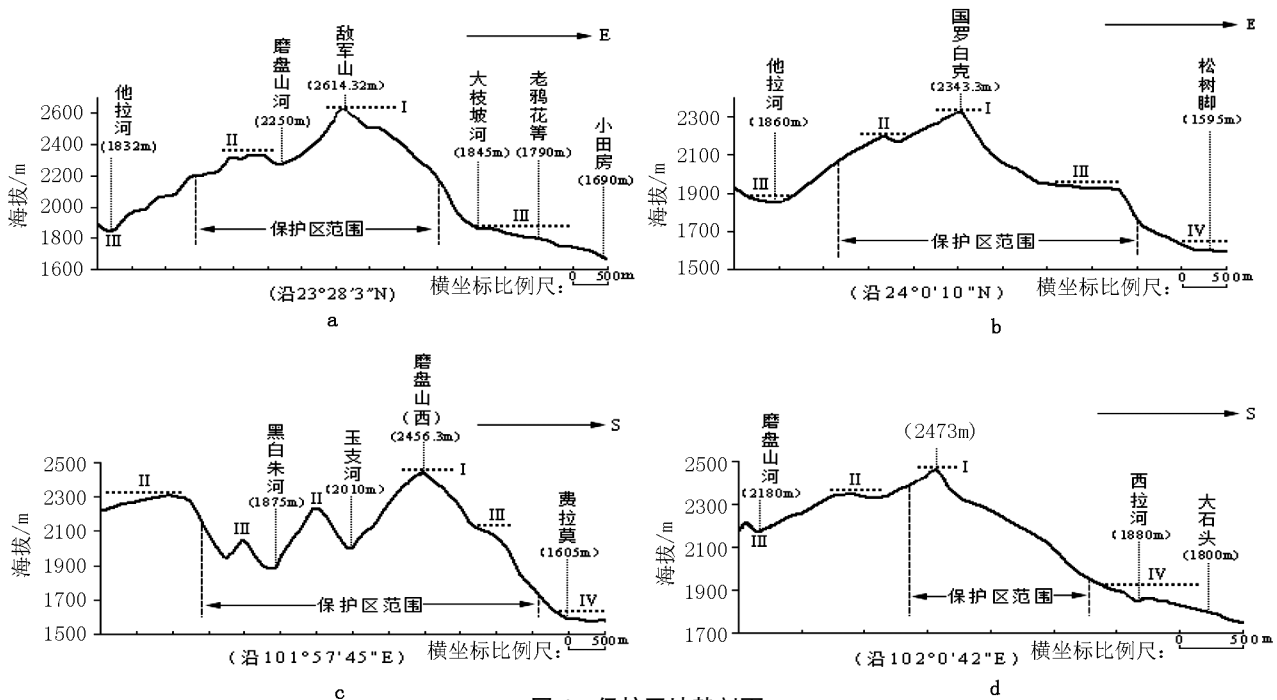


图 4 保护区地势剖面

Fig. 4 Profile of topography in nature reserve

3.4 层状地貌发育

层状地貌是地貌演化研究的重要对象,它们记录了区域地貌、地质、环境及气候变化等地球内外动力的演变^[15]。通过地势剖面图(图 4)可以看出保护区有多级剥蚀面,其中图 4a 发育有三级剥蚀面, I 级、II 级、III 级剥蚀面海拔高度分别为 2 500 m、2 350 m、1 800 m;图 4b 发育有四级剥蚀面, I 级、II 级、III 级、IV 级剥蚀面海拔高度分别为 2 300 m、2 200 m、1 850 m、1 650 m;图 4c 发育有四级剥蚀面, I 级、II 级、III 级、IV 级剥蚀面海拔高度分别为 2 400 m、2 250 m、2 050 m、1 650 m;图 4d 发育有四级剥蚀面, I 级、II 级、III 级、IV 级剥蚀面海拔高度分

别为 2 400 m、2 350 m、2 150 m、1 900 m。保护区在新生代以来伴随青藏高原隆升而经历多次抬升夷平过程,导致该区域层状地貌较为发育。

3.5 山体坡度大,以陡坡、急坡、险坡为主

坡度对水分、土壤厚度、土壤养分等具有分异作用,从而影响着植被的分布^[16]。保护区坡度范围为 0°~74.07°,平均坡度为 26.98°,其中急坡所占面积比重最大,达 29.89%,其次为陡坡(表 2)。由图 5 可以看出,磨盘山(中)以北的西侧大部分区域较东侧平缓,东侧险坡比重较大;磨盘山(中)以西到磨盘山(西)坡度要小于磨盘山(西)西部的区域。总体上,磨盘山的坡度较大,大部分为陡坡、急坡、险

表 2 坡度分级

Tab. 2 Classification of slope gradient

| 级别 | 分级 | 坡度/° | 面积/hm ² | 比重/% |
|----|-----|-------|--------------------|-------|
| 1 | 极缓坡 | 0~2 | 11.61 | 0.21 |
| 2 | 缓坡 | 2~5 | 66.15 | 1.17 |
| 3 | 中等坡 | 5~8 | 150.93 | 2.66 |
| 4 | 斜坡 | 8~15 | 736.20 | 13.01 |
| 5 | 陡坡 | 15~25 | 1657.17 | 29.28 |
| 6 | 急坡 | 25~35 | 1691.01 | 29.89 |
| 7 | 险坡 | 35~90 | 1345.86 | 23.78 |

坡,三者合占保护区总面积 82.95%,磨盘山(中)西部比北部更陡。

3.6 山体坡向类型完整,面积比例适宜

坡向是决定地表面局部地面接受阳光和重新分配太阳辐射能量的重要地形因子,也是直接造成局部地区气候特征差异的主要因素^[16]。保护区内平地面积比重最小,阳坡、半阳坡、阴坡、半阴坡比重虽大小有差异,但总体来说所占比重相当(表 3),各个坡向的分布位置见图 5。

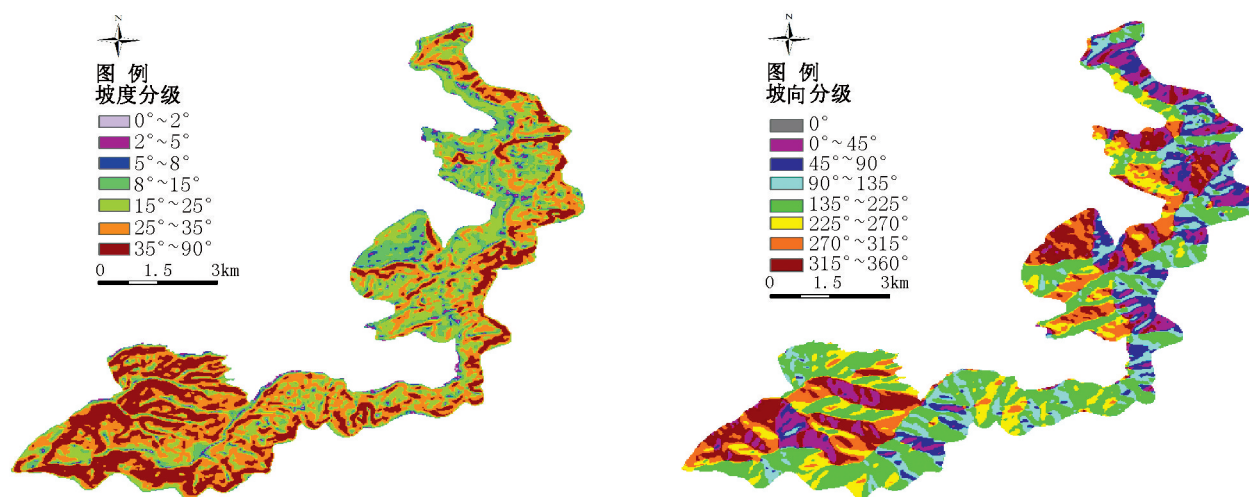


图 5 坡度、坡向分析

Fig. 5 Analysis of slope gradient and slope aspect

表 3 坡向分级

Tab. 3 Classification of slope aspect

| 级别 | 分级 | 坡向/° | 面积/hm ² | 比重/% |
|----|-----|-----------------|--------------------|-------|
| 1 | 平地 | 0 | 10.17 | 0.17 |
| 2 | 阳坡 | 135~225 | 1730.34 | 30.58 |
| 3 | 半阳坡 | 90~135, 225~270 | 1329.84 | 23.5 |
| 4 | 阴坡 | 0~45, 315~360 | 1388.43 | 24.54 |
| 5 | 半阴坡 | 45~90, 270~315 | 1200.15 | 21.21 |

灾害。

4.2 对气候的影响

保护区相对高度 1263m,由最低点(海拔 1 351 m)至最高点(海拔 2 614.32 m),随海拔高度的增加,年均温由 17.47℃降低至 8.75℃,≥10℃年积温由 5 000℃降低至 1 700℃,年降水量由 1 388.11 mm 递增至 2 035.18 mm,垂直气候带谱为南亚热带(海拔 1 351~1 561 m)、中亚热带(海拔 1 561~2 312 m)、北亚热带(海拔 2 312~2 500 m)和暖温带(海拔 2 500~2 614.32 m)等山地季风气候。

4.3 对植被的影响

受垂直气候的影响和控制,保护区植被类型较多,垂直分带十分明显,落叶阔叶林(1 300~2 400 m,如旱冬瓜林)、半湿润常绿阔叶林(1 500~2 100 m,如滇青冈林)、暖温性针叶林(1 500~2 500 m,如云南松林、滇油杉林等)、中山湿性常绿阔叶林(2 000~2 500 m,如壳斗石栎林、青冈栎林等)、寒

4 生态环境效应

4.1 对水系和水情的影响

保护区山脉呈“L”型走向,地势高耸,成为他拉河、新平河、西拉河等小流域的分水岭,水系结构呈放射状,河谷走向与山脉近似垂直。坡度大致使保护区河床上游比降大,水流湍急,山区河道特征明显,水位随降雨补给陡涨陡落,下游山麓易发生洪涝

温性灌丛(2 400~2 612 m,如杜鹃灌丛)、寒温山地硬叶常绿阔叶林(2 500~2 612 m,如黄背栎林)等。

4.4 对土壤的影响

因位处中亚热带,保护区海拔 1 351~2 100 m 地带,在高温多雨、干湿分明的气候条件下,土壤脱硅富铝化作用较强烈,生物富积作用显著弱于砖红壤,硅铝铁率较低,质地较黏重,发育的土壤为红壤。在 2 100~2 300 m,土壤脱硅富铝化过程和黄化过程较强,形成黄壤;在 2 100~2 500 m 则明显减弱,而淋溶黏化及腐殖质累积过程则明显增强,形成黄棕壤。2 500 m 至最高点(2 614.32 m)左右,有明显的淋溶和粘化过程及较强的生物富集作用,形成棕壤。随海拔高度的增加,表土层土壤有机质含量随之增加,到 2 100~2 400 m 地带含量达到最大值。

4.5 对生态系统的影响

随着海拔高度的增加,山体坡度相应地由极缓坡、缓坡、中等坡、斜坡变为陡坡、急坡、险坡,人为干扰显著降低,山体中上部残留了大面积连片完整的原始中山湿性常绿阔叶林等生态系统及珍稀濒危动植物。保护区的阳坡、半阳坡、阴坡、半阴坡所占面积比例大致相当,表明生境类型齐全。阳坡由于接受太阳辐射多于阴坡,致使温度状况比阴坡好,但由于蒸发量大,使土壤水分状况比阴坡差,植被的覆盖度要低于阴坡。

5 结论

1)保护区基本地貌类型为砂岩类侵蚀剥蚀中起伏中山、大起伏中山、大起伏亚高山,地貌成因类型有构造地貌(如夷平面、断层崖、断层三角面、断块山等)、河流地貌(如峡谷、河流阶地、冲积扇等)、沟谷地貌(如切沟、冲沟、拗沟、洪积扇等)、重力地貌(如崖壁、倒石堆、滑坡壁、滑坡体等)、丹霞地貌(如丹霞孤石、丹霞石芽、丹霞单斜峰)等。

2)磨盘山呈东北西南走向,总的地势中部高、东北部和西南部低,且起伏大,层状地貌发育,区域地貌结构系大起伏中山、亚高山峡谷山原。保护区多为陡坡、急坡、险坡,阳坡和阴坡所占面积比例大致相当。

3)受磨盘山山地影响,保护区的水系结构呈放射状,山区性河流河道和水文特征显著;气候垂直带谱为山地南亚热带—山地中亚热带—山地北亚热带—山地暖温带,植被垂直带谱为落叶阔叶林—半湿润常绿阔叶林—暖温性针叶林—中山湿性常绿阔

叶林—暖温性针叶林—寒温性灌丛—寒温山地硬叶常绿阔叶林等组成,土壤垂直带有红壤—黄壤—黄棕壤—棕壤。

参考文献:

- [1] 和平. 磨盘山国家森林公园基础设施建设可能产生的水土流失及防治措施[J]. 林业调查规划, 2009(4): 129-132.
- [2] 杨媛媛, 陈奇伯, 黎建强, 等. 滇中地区常绿阔叶林土壤酶活性与理化因子通径分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(3): 86-91.
- [3] 佟志龙, 陈奇伯, 王艳霞, 等. 不同林龄云南松林营养元素积累与分配特征研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(6): 100-106.
- [4] 曹向文, 赵洋毅, 段旭, 等. 磨盘山华山松人工林林冠截留和产流特征及其影响因子[J]. 西南林业大学学报, 2017(6): 105-112.
- [5] 卢双珍. 云南磨盘山国家森林公园生态旅游资源质量评价研究[J]. 安徽农业科学, 2008(12): 5134-5136.
- [6] 尤联元, 杨景春. 中国地貌[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 1, 574-577.
- [7] 陈永森. 云南省志·地理志[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1998: 244-249.
- [8] 新平彝族傣族自治县志编纂委员会. 新平县志[M]. 北京: 三联书店出版社, 1993: 83.
- [9] 潘桂堂, 肖庆辉, 陆松年, 等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质, 2009, 36(1): 1-28.
- [10] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990: 576.
- [11] 李炳元, 潘保田, 韩嘉福. 中国陆地基本地貌类型及其划分指标探讨[J]. 第四纪研究, 2008, 28(4): 535-543.
- [12] 中国科学院地理研究所. 中国 1:100 万地貌图制图规范(试行)[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 33-7.
- [13] 周爱霞, 马泽忠, 周万村. 大宁河流域坡度与坡向对土地利用/覆盖变化的影响[J]. 水土保持学报, 2004(2): 126-129.
- [14] 秦松, 樊燕, 刘洪斌, 等. 地形因子与土壤养分空间分布的相关性研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(1): 46-52.
- [15] 周德全, 刘秀明, 姜立君, 等. 贵州高原层状地貌与高原抬升[J]. 地球与环境, 2005, 33(2): 79-84.
- [16] 烟贯发, 万鲁河, 温智虹, 等. 基于 RS 和 DEM 的长白山天池植被分布的坡度坡向分析[J]. 测绘通报, 2012(S1): 233-239.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.019

西双版纳国家级自然保护区尚勇子保护区 冬候鸟初步调查研究

许利剑¹, 宋军平², 陶永祥³, 王巧燕³, 张莉⁴

(1. 云南西双版纳国家级自然保护区勐养管护所, 云南 景洪 666106; 2. 云南西双版纳国家级自然保护区勐仑管护所, 云南 勐腊 666303; 3. 云南西双版纳国家级自然保护区科学研究所, 云南 景洪 666100; 4. 云南西双版纳国家级自然保护区生态旅游管理所, 云南 景洪 666100)

摘要:2017年11月—2018年3月开展了西双版纳国家级自然保护区尚勇子保护区及其周边的冬候鸟调查。结果表明,调查区域共有冬候鸟32种,隶属于6目13科,占尚勇子保护区鸟类总数的22.5%,占西双版纳州冬候鸟总数的58.2%。其中,国家Ⅰ级重点保护鸟类1种,即中华秋沙鸭;国家Ⅱ级重点保护鸟类4种,分别为红隼、苍鹰、普通鵟、短耳鸮;列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的有25种,占尚勇子保护区鸟类总数的78.1%,初步获取了西双版纳尚勇子保护区冬候鸟名录。此次调查的鸟类有14个分布型,主要来自在寒温带地区繁殖而向南迁徙越冬的种类。在调查的5类生境类型中,以农耕地和居民地生境中分布的种类最多,有25种,占候鸟总数的78.1%。

关键词:冬候鸟;调查名录;分布型;生境类型;西双版纳国家级自然保护区尚勇子保护区

中图分类号:S759.92;S718.63 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0104-05

引文格式:许利剑,宋军平,陶永祥,等. 西双版纳国家级自然保护区尚勇子保护区冬候鸟初步调查研究[J]. 林业调查规划,2019,44(3):104-108.

XU Lijian, SONG Junping, TAO Yongxiang, et al. Preliminary Survey on Winter Migratory Birds in Shangyong Sub-reserve of Xishuangbanna National Nature Reserve [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 104-108.

Preliminary Survey on Winter Migratory Birds in Shangyong Sub-reserve of Xishuangbanna National Nature Reserve

XU Lijian¹, SONG Junping², TAO Yongxiang³, WANG Qiaoyan³, ZHANG Li⁴

(1. Mengyang Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jihong, Yunnan 666106, China;
2. Menglun Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Mengla, Yunnan 666303, China;
3. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jihong, Yunnan 666100, China;
4. Ecotourism Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jihong, Yunnan 666100, China)

Abstract: The survey on winter migratory bird of Shangyong Sub-reserve and its surrounding areas in Xishuangbanna National Nature Reserve was conducted from November 2017 to March 2018. The results showed that there were 32 species of winter migratory birds, belonging to 13 families and 6 orders, accounting for 22.5% of the total number of birds in Shangyong Sub-reserve and 58.2% of the total number

收稿日期:2019-02-11.

第一作者:许利剑(1977-),男,云南景洪人,工程师.长期从事巡护及监测工作. Email:549771940@qq.com

责任作者:张莉(1975-),女,云南景洪人,工程师.从事自然保护与监测工作. Email:1376592217@qq.com

of winter migratory birds in Xishuangbanna, which included 1 species of national first-class protection *Mergus squamatus*, 4 species of national second-class protection *Falco tinnunculus*, *Accipiter gentilis*, *Buteo buteo* and *Asio flammeus* and 25 species of state protection with useful or important economic and scientific research values, accounting for 78.1% of the total number of birds in Shangyong Sub-reserve. A list of winter migratory birds in Shangyong Sub-reserve of Xishuangbanna was obtained preliminarily. The 14 distribution patterns of birds in this survey were mainly the species that bred in the cold temperate zone and migrated southward to overwinter. The most widely distributed in the five types of investigated habitats was farmland and residential habitat with 25 species, accounting for 78.1% of the total number of migratory birds.

Key words: winter migratory bird; survey list; distribution type; habitat type; Shangyong Sub-reserve in Xishuangbanna National Nature Reserve

野生动物是携带和传播野生动物疾病的媒介之一。西双版纳因其所处特殊的地理位置和拥有丰富的野生动物资源,与部分相邻的东南亚国家又出现了高致病性禽流感疫情,成为全国陆生野生动物疫源疫病风险最高的地区之一^[1]。西双版纳国家级自然保护区尚勇子保护区与老挝国相邻边境线长达140 km。随着春季野生候鸟迁徙的到来已成为了疫情发生的高危地区。冬春季候鸟监测和高致病性禽流感防控重点主要放在边境一线的林区、自然保护区、湖泊水库和野生动物养殖单位。鉴于这一情况,2017年11月—2018年3月,开展西双版纳国家级自然保护区范围内尚勇子保护区冬候鸟的调查,掌握冬候鸟的种类及分布,及时做好疫源疫病的防控工作。

1 研究区概况

西双版纳国家级自然保护区尚勇子保护区(简称“尚勇子保护区”)位于西双版纳自治州东南,以景洪为起点194 km,分布在勐腊南部的尚勇位于以西勐满以东,中老国镜线以北,南腊河以南。地处北纬 $21^{\circ}10' \sim 21^{\circ}30'$,东经 $101^{\circ}15' \sim 101^{\circ}45'$,面积为 311.84 km^2 。与老挝国相邻边境线长达140 km,最高海拔1691.6 m,最低海拔610 m,保护区主要植被有季节雨林、山地雨林、季风常绿阔叶林、热性竹林。在调查和监测中尚勇子保护区共记录到鸟类142种(亚种),隶属于15目49科^[3]。保护区周边社区涉及勐腊镇、勐满镇、磨憨镇、勐捧镇4个镇6个村民委员会及1个农场,共有37个村小组3个队。

2 调查方法

2.1 访问调查法

对尚勇子保护区周边17个村寨进行访问调查,

访问了20~60岁不同年龄阶段的村民87人,其中20~29岁11人,30~39岁18人,40~49岁22人,50~59岁18人,60岁以上17人。采用“非诱导法”向村民说明来意,解除戒备心理。并借助一些清晰的照片、图片或图册了解鸟类的相关信息。

2.2 样线法

设置一定的样宽(50 m)和样线长度(3 km)的样线4条,记录其间所遇到鸟类实体和鸣声等,并确定其物种。若在样线中发现鸟类或听见其鸣声时,该点即作为监测动物选择的生境指标,记录所处位置的经纬度、海拔、植被类型、人为干扰影响等生态因子。

2.3 样点法

以河流、湖泊或水塘作为样点,观察其附近活动的鸟类,记录所处位置的(及每个样方的)GPS、海拔、植被类型、人为干扰影响等生态因子。

3 结果与分析

据统计分析,尚勇子保护区周边冬候鸟调查与后期的监测共记录到冬候鸟32种,隶属6目13科。冬候鸟种类占尚勇保护区鸟类总数(142种(亚种)^[4])的22.5%,占西双版纳全区冬候鸟总数(55种(亚种))^[3]的58.2%。其中,国家Ⅰ级重点保护物种1种,即中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*),占总数的3.1%;国家Ⅱ级重点保护物种4种,占总数的12.5%,分别为红隼(*Falco tinnunculus*)、苍鹰(*Accipiter gentilis*)、普通鵟(*Buteo buteo*)、短耳鸮(*Asio flammeus*);列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的有25种,占总数的78.1%(表1)。

表 1 西双版纳国家级自然保护区尚勇子保护区冬候鸟调查名录

Tab. 1 List of winter migratory birds in Shangyong Sub-reserve of Xishuangbanna National Nature Reserve

| 物种名 | 保护等级 | 地理分布型 | 生境分布 | | | | |
|---------------------------------|------|-------|------|---------------|---------|---------|----|
| | | | 季节雨林 | 落叶季雨林、季风常绿阔叶林 | 次生林和灌木林 | 农耕地和居民地 | 湿地 |
| 鹤形目 CICONIFORMES | | | | | | | |
| 鹭科 Ardeidae | | | | | | | |
| 苍鹭 <i>Ardea cinerea</i> | | Cc | | | | | * |
| 雁形目 ANSERIFORMES | | | | | | | |
| 鸭科 Anatidae | | | | | | | |
| 绿翅鸭 <i>Anas crecca</i> | | U | | | | | * |
| 中华秋沙鸭 <i>Mergus squamatus</i> | I | Ka | | | | | * |
| 隼形目 FALCONIFORMES | | | | | | | |
| 鹰科 Acciptridae | | | | | | | |
| 普通鵟 <i>Buteo buteo</i> | II | Ud | * | * | * | * | |
| 苍鹰 <i>Accipiter gentilis</i> | II | Cc | * | * | * | * | |
| 隼科 Falconidae | | | | | | | |
| 红隼 <i>Falco tinnunculus</i> | II | O1 | | | | | |
| 鸻科 Charadriidae | | | | | | | |
| 凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i> | | M | | | | * | * |
| 鹬科 Scolopacidae | | | | | | | |
| 丘鹬 <i>Scolopax rusticola</i> | | Uc | | | | * | * |
| 针尾沙锥 <i>Gallinago stenura</i> | | Uc | | | | * | * |
| 扇尾沙锥 <i>Gallinago gallinago</i> | | Ub | | | | * | * |
| 白腰草鹬 <i>Tringa ochropus</i> | | Uc | | | | * | * |
| 矶鹬 <i>Actitis hypoleucos</i> | | Cf | | | | * | * |
| 鸮形目 STRIGIFORMES | | | | | | | |
| 鸮鸮科 Strigidae | | | | | | | |
| 短耳鸮 <i>Asio flammeus</i> | II | Cc | * | * | * | | |
| 鸺形目 PICIFORMES | | | | | | | |
| 啄木鸟科 Picidae | | | | | | | |
| 蚁鴟 <i>Jynx torquilla</i> | | Ub | * | * | * | | |
| 雀形目 PASSERIFORMES | | | | | | | |
| 鹨科 Motacillidae | | | | | | | |
| 白鹨 <i>Motacilla alba</i> | | O1 | | | | * | * |
| 田鸫 <i>Anthus rufulus</i> | | Mf | | | | * | |
| 树鸫 <i>Anthus hodgsoni</i> | | M | * | * | * | * | |
| 黄头鹨 <i>Motacilla citreola</i> | | U | | | | * | * |
| 灰鹨 <i>Motacilla cinerea</i> | | O1 | | | | * | * |
| 鸫科 Turdidae | | | | | | | |
| 虎斑地鸫 <i>Zoothera dauma</i> | | U | * | * | * | * | |
| 红喉歌鸫 <i>Luscinia calliope</i> | | U | * | * | * | * | |

续表 1

| 物种名 | 保护等级 | 地理分布型 | 生境分布 | | | | |
|---|------|-------|------|---------------|---------|---------|----|
| | | | 季节雨林 | 落叶季雨林、季风常绿阔叶林 | 次生林和灌木林 | 农耕地和居民地 | 湿地 |
| 蓝歌鸲 <i>Luscinia cyane</i> | | Mb | * | * | * | * | |
| 红胁蓝尾鸲 <i>Tarsiger cyanurus</i> | | M | * | * | * | * | |
| 白顶溪鸲 <i>Chaimarrornis leucocephalus</i> | | Hm | | | | | * |
| 鸫科 Sylviidae | | | | | | | |
| 黄眉柳莺 <i>Phylloscopus inornatus</i> | | U | * | * | * | * | |
| 棕眉柳莺 <i>Phylloscopus armandii</i> | | Hm | * | * | * | * | |
| 燕雀科 Fringillidae | | | | | | | |
| 普通朱雀 <i>Carpodacus erythrinus</i> | | U | * | * | * | * | |
| 黑尾蜡嘴雀 <i>Eophona migratoria</i> | | Ka | * | * | * | * | |
| 鹀科 Emberizidae | | | | | | | |
| 栗鹀 <i>Emberiza rutila</i> | | Ma | | | * | * | |
| 黄胸鹀 <i>Emberiza aureola</i> | | Ub | | | * | * | |
| 灰头鹀 <i>Emberiza spodocephala</i> | | M | | | * | * | |
| 小鹀 <i>Emberiza pusilla</i> | | Ua | | | * | * | |

注:地理分布型:U—古北区,Ua—古北区寒带—寒温带,Ub—寒温带—中温带,Uc—古北区寒温带,Ud—温带,Cc—全北区寒温带,Cf—中温带,Hm—横断山—喜马拉雅山脉型,Ka—东北地区再包括西伯利亚朝鲜半岛种类,M—东北地区或附近地区,Ma—东北地区再包括附近地区,Mb—东北地区再包括乌苏里及朝鲜半岛,Mf—东北地区包括乌苏里、朝鲜半岛及远东地区,O1—温带—热带型,I、II—国家重点保护野生动物 I 级、II 级。

此次调查到的尚勇子保护区冬候鸟的科、种(亚种)的数量分别占西双版纳国家级自然保护区冬候鸟的 72.2% 和 58.2% (表 2)。

表 2 尚勇子保护区冬候鸟种数占西双版纳国家级自然保护区冬候鸟记录种数的比例

Tab. 2 Proportion of species of winter migratory birds of Shangyong Sub-reserve in that of Xishuangbanna National Nature Reserve

| 动物门类 | 西双版纳国家级自然保护区记录 | | 尚勇子保护区种数占西双版纳国家级自然保护区记录的百分比 | | | |
|------|----------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|
| | 科数 / 科 | 种数 / 种 | 科数 / 科 | 占比 / % | 种数 / 种 | 占比 / % |
| 冬候鸟 | 18 | 55 | 13 | 72.2 | 32 | 58.2 |

注:西双版纳国家级自然保护区记录数据出自《西双版纳国家级自然保护区》(2005)。

根据《中国动物地理》(张荣祖,2004)中的“中国陆栖脊椎动物分布区分布及分布型”的记述。此次调查共记录到 32 种冬候鸟,14 个分布型;繁殖区域主要在古北界的有 4 个种和亚种(其中寒温带(针叶林带)为主的 Cc 有 3 个种和亚种,中温带为

主的 Cf 有 1 个种和亚种,占所记录冬候鸟种数的 12.5%;繁殖区域主要在古北区的有 14 个种和亚种,其中寒带—寒温带(Ua)有 1 种和亚种,寒温带—中温带(Ub)有 3 个种和亚种,古北区寒温带(Uc)有 3 个种和亚种,温带(Ud)有 1 个种和亚种,不可细分的(U)有 6 个种和亚种,占所记录冬候鸟种数的 43.8%;繁殖区域在我国东北地区或再包括附近地区有 9 个种和亚种,其中主要在西伯利亚、蒙古、阿穆尔(Ka、M)的有 4 个种和亚种,乌苏里和朝鲜半岛(Mb)有 1 个种和亚种,朝鲜半岛、乌苏里及远东(Mf)有 1 个种和亚种,不可细分的有 3 个种和亚种,占所记录冬候鸟种数的 28.1%;繁殖区域主要在我国西南部横断山区(Hm)而冬季南迁越冬的白顶溪鸲(*Chaimarrornis leucocephalus*)和棕眉柳莺(*Phylloscopus armandii*) 2 种,占所记录冬候鸟种数的 6.3%;繁殖区域较为广泛,不易归类的分布型(O1)有 3 种,占所记录冬候鸟种数的 9.4%。据此,该地区的冬候鸟主要来自在寒温带地区繁殖(古北区、全北区)而向南迁徙越冬的种类。

此次调查按生境类型分为季节雨林、落叶季雨林和季风常绿阔叶林、次生林和灌木林、农耕地和居

民地、湿地 5 类。其中季节雨林、落叶季雨林和季风常绿阔叶林、湿地 3 类生境分布的种和亚种各有 13 种,各占候鸟总数 40.6%;次生林和灌木林分布的种和亚种有 17 种,占候鸟总数的 53.1%;农耕地和居民地分布的种和亚种有 25 种,占候鸟总数的 78.1%。以农耕地和居民地生境中分布的种类最多,次生林和灌木林生境分布的种数次之,以季节雨林、落叶季雨林和季风常绿阔叶林、湿地 3 种生境中均有分布的种类最少。

4 结论与讨论

此次调查,初步获取了西双版纳国家级自然保护区尚勇保护区冬候鸟名录,为该保护区的鸟类资源长期监测研究积累了基础数据和经验。本次调查到的冬候鸟主要来自在寒温带地区繁殖(古北区、全北区)而向南迁徙越冬的种类,以农耕地和居民地生境中分布的冬候鸟的种类最多,次生林和灌木林生境分布的种数次之,以季节雨林、落叶季雨林和季风常绿阔叶林、湿地生境中分布的种类最少,原因可能与食物资源有关。鸚科、莺科、雀科和鹰科分布较广泛,各种生境类型均有分布;鸚科、啄木鸟科分布于季节雨林、落叶季雨林和季风常绿阔叶林;鸚科、鸚科分布于人为活动比较频繁的农耕地和居民地、湿地;鸚科分布于次生林和灌木林、农耕地和居民地;鸚科和鸭科仅分布于湿地。分布种类较多

的科是鸚科、莺科和鸚科,其它科的种类仅分布 1~2 种。

由于保护区周边社区土地利用的改变,农田改种为香蕉林和蔬菜地,导致鸟类栖息地的退化、丧失,另外,也可能与本次调查强度有关,因调查时间短,调查到的种类及数量较少。今后应加强日常巡护监测,及时掌握冬候鸟的动态变化,为保护区的管理和野生动物禽流感的防治提供决策依据。

参考文献:

[1] 杨国伟,胡箭. 云南省野生动物疫源疫病监测体系建设研究[J]. 林业调查规划,2009,34(1):105-107.
 [2] 西双版纳国家级自然保护区综合考察团. 西双版纳自然保护区综合考察报告集[R]. 昆明:云南科技出版社,1987.
 [3] 西双版纳国家级自然保护区管理局,云南省林业调查规划院. 西双版纳国家级自然保护区[M]. 昆明:云南教育出版社,2005.
 [4] 李泽君,王利繁,王巧燕,等. 西双版纳国家级自然保护区尚勇保护区样线建设与鸟类多样性[J]. 玉溪师范学院学报,2014,30:23-27.
 [5] 王紫江,廖峻涛. 云南鸟类[M]. 昆明:云南人民出版社,2002:10-239.
 [6] A. N. 伊万诺夫. 云南西双版纳及其邻近地区鸟类调查报告(II)[J]. 动物学报,1960,13:1-4.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 55 页)

[4] 李梦,仲崇洪,李元,等. 长白落叶松人工林直径分布模型的研究[J]. 南京林业大学学报,1998,22(1):57-60.
 [5] 舒洪岚,徐素芬. 樟树苗期直径结构分布的研究[J]. 江西林业科技,2004(5):4-6.
 [6] 吕勇,李卫兵,王才喜,等. 黄丰桥林场杉木林分直径的结构特征[J]. 中南林学院学报,2002,22(2):44-47.
 [7] 惠淑荣,吕永震. 分布函数在林分直径结构预测模型中

的应用研究[J]. 北华大学学报,2003,4(2):101-104.
 [8] 张文,高天雷. 马尾松林分直径结构研究[J]. 四川林勘设计,2001(2):26-0.
 [9] 许彦红,杨宇明,杜凡,等. 西双版纳热带雨林群落林分直径结构研究[J]. 西南林学院学报,2004,24(2):16-18.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.020

滇中新平磨盘山自然保护区气候特征分析

杨晓柳,王平,高大威

(云南师范大学旅游与地理科学学院,云南昆明650500)

摘要:依据新平站1961—1990年和2007—2016年,杨武站和磨盘山站2013—2017年月降水量、月均温、极端气温、相对湿度等气象资料,采用线性回归方法对保护区东西坡进行对照分析;并采用该方法模拟出磨盘山自然保护区所在地日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的日数随海拔高度变化方程,从而推算出保护区各海拔日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的日数,以此为主要指标,最冷月均温为参考指标,根据《中国气候》的指标体系及划分标准,划分保护区的垂直气候带。结果表明,保护区东坡气温、降水垂直递减率大于西坡;相对湿度随海拔升高呈上升趋势;保护区垂直气候带可划分为山地南亚热带季风气候、山地中亚热带季风气候、山地北亚热带季风气候、山地暖温带季风气候4个气候带。

关键词:气温;降水;变化特征;垂直气候带划分;磨盘山自然保护区

中图分类号:S759.92;S716.3 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0109-05

引文格式:杨晓柳,王平,高大威.滇中新平磨盘山自然保护区气候特征分析[J].林业调查规划,2019,44(3):109-113.

YANG Xiaoliu, WANG Ping, GAO Dawei. Analysis for Climatic Characteristics of Mopanshan Nature Reserve in Xinping of Central Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 109-113.

Analysis for Climatic Characteristics of Mopanshan Nature Reserve in Xinping of Central Yunnan

YANG Xiaoliu, WANG Ping, GAO Dawei

(School of Tourism and Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: Based on the meteorological data of monthly precipitation, monthly average temperature, extreme temperature and relative humidity at Yangwu Station and Mopanshan Station from 2013 to 2017 and at Xinping Station from 1961 to 1990 and from 2007 to 2016, the eastern and western slopes of the reserve were compared and analyzed by linear regression method which simulated the equation of stable days keeping the daily average temperature of 10°C or above changing with the altitude. According to the index system and classification standard of China Climate, the vertical climatic zone of the reserve was divided with the mean temperature of the coldest month as the reference index. The results showed that the vertical decline rate of temperature and precipitation on the eastern slope of the reserve was larger than that on the western slope. The relative humidity increased with elevation. The vertical climatic zone in the reserve could be divided into four climatic zones of mountainous southern subtropical monsoon climate, mountainous mid-subtropical monsoon climate, mountainous northern subtropical monsoon climate

收稿日期:2019-01-04;修回日期:2019-01-08.

第一作者:杨晓柳(1994-),女,云南保山人,硕士研究生.主要研究保护区生态恢复与气候变化.Email:2495750785@qq.com

责任作者:王平(1965-),男,云南昭通人,副教授.主要从事土壤地理与区域自然地理研究.Email:ynwangping@163.com

and mountainous warm temperate monsoon climate.

Key words: temperature; precipitation; change characteristics; vertical climatic zone division; Mopanshan Nature Reserve

气候作为自然环境的重要组成部分,它的变化会对自然生态及社会经济系统产生重要的影响^[1]。由于自然或人为因素的影响,全球变暖加剧了气候变化的速度,气候变化影响已经是当前科学界讨论和关注的热点之一^[2-5]。在全球气候日趋异常的情况下,认识和掌握保护区的气候特征,科学合理地利用当地气候资源,对人们生产、生活和保护区的有效保护具有十分重要的意义。由于前人未对滇中新平磨盘山自然保护区气候特征进行分析,文中通过对该保护区及其附近站点多年的气温、降水、气温极值、相对湿度等气象资料进行分析,总结其气候特征,为该保护区及附近地区农业经济发展、防灾减灾和保护区的建设提供参考依据^[6]。

1 资料与方法

1.1 研究区概况

新平彝族傣族自治县位于云南省玉溪市,磨盘山自然保护区位于新平县东南部,最高点敌军山海拔 2 614.32 m,最低点赫白租河出口处海拔 1 351 m,海拔高差 1 263.32 m,立体气候明显。该保护区属于县级自然保护区,有丰富的生物资源,具有较高的研究和保护价值。

1.2 资料选取

资料主要来源于新平县气象局提供的新平站 2007—2016 年的月均温、月降水量、月日照时数、月蒸发量、月平均相对湿度 5 要素的数据;杨武站和磨盘山站 2013—2017 年月均温、降水量、极端气温值、相对湿度等要素的数据;极端气温值主要来源于新平县气象站 1986 年 5 月编制的新平彝族傣族自治县农业气候资源与区划报告。

1.3 研究方法

对该保护区有关气候资料数据进行收集整理,参照王宇主编《云南山地气候》玉溪山区气候,采用线性回归法,分析保护区气温、降水量随海拔高度时空变化特征;气候带的划分方面主要是参考丁一汇主编的《中国气候》划分温度带的指标体系及其划分标准;季节划分是根据气候统计学上春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)、冬季(12 月—次年 2 月)、雨季(5—10 月)、干季(11 月至次年 4 月)的划分标准。

2 新平磨盘山自然保护区气候变化特征

2.1 太阳辐射和日照时数

保护区年太阳总辐射量为 5 261.0 MJ/m²,属全省较高值区^[7]。季节变化显著,呈现春>夏>冬>秋季特征,太阳辐射量分别为 1 692.8 MJ/m²、1 264.3 MJ/m²、1 207.2 MJ/m²、1 096.7 MJ/m²,干季(11 月至次年 4 月)为 2 698.9 MJ/m²,雨季(5—10 月)为 2 562.1 MJ/m²。从月份上看,保护区太阳总辐射 4 月最高,为 578.1 MJ/m²;11 月最低,为 350.6 MJ/m²(表 1)。

保护区年日照时间为 2 494.5 h,属全省较高值区^[8],季节变化显著,春>冬>夏>秋季,日照时间分别为 773.0、645.4、591.5、484.4 h,干季日照时间明显高于雨季,为 1 418.5 h,占全年的 56.9%;雨季为 1 076.0 h,占全年的 43.1%。从月份上看 2—5 月各月日照时间均高于 245 h,3 月最高,为 262.71 h;7—10 月各月日照时间均低于 165.0 h,7 月最低,为 147.9 h(表 1)。

表 1 新平站各月、年太阳总辐射量和日照时间

Tab. 1 Monthly solar radiation and sunshine duration in Xinping Station

| 项目 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 全年 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 总辐射量 (MJ·m ⁻²) | 405.5 | 437.9 | 563 | 578.1 | 551.7 | 427.5 | 417.5 | 419.3 | 388.3 | 357.8 | 350.6 | 363.8 | 5261.0 |
| 日照时间 /h | 228.9 | 249.1 | 262.7 | 261.3 | 248.4 | 195.2 | 147.9 | 163.5 | 157.3 | 163.6 | 212.1 | 204.5 | 2494.5 |

2.2 气温

根据新平站、磨盘山站和杨武站 2013-2017 年的气温与海拔资料,采用线性回归分析求得保护区气温与海拔的相关性方程^[9](表 2)。结果显示,保护区东西坡气温垂直递减率差异较大,呈现东坡气温垂直递减率大于西坡的现象。东坡在年、春、夏、秋、冬、雨、干季的气温垂直递减率分别为-0.72、-0.78、-0.78、-0.67、-0.65、-0.76、-0.67℃/100 m,西坡分别为-0.57、-0.60、-0.47、-0.54、-0.49、-0.64、-0.49℃/100 m(表 2)。由于保护区东坡位于西南季风的迎风面,气温及变率较西坡高,低纬高原山地特征较显著。

表 2 保护区东西坡年均温随海拔高度变化方程

Tab. 2 Equation of mean annual temperature changing with altitude on eastern and western slopes of the reserve

| 季节 | 东坡 | 西坡 |
|------|------------------------------|------------------------------|
| 年均温 | $T_{东} = -0.0072 h + 26.407$ | $T_{西} = -0.0057 h + 23.48$ |
| 春季气温 | $T_{东} = -0.0078 h + 29.167$ | $T_{西} = -0.0060 h + 25.613$ |
| 夏季气温 | $T_{东} = -0.0078 h + 31.12$ | $T_{西} = -0.0067 h + 28.76$ |
| 秋季气温 | $T_{东} = -0.0067 h + 25.588$ | $T_{西} = -0.0054 h + 22.963$ |
| 冬季气温 | $T_{东} = -0.0065 h + 19.773$ | $T_{西} = -0.0049 h + 16.507$ |
| 雨季气温 | $T_{东} = -0.0076 h + 29.909$ | $T_{西} = -0.0064 h + 27.615$ |
| 干季气温 | $T_{东} = -0.0067 h + 22.86$ | $T_{西} = -0.0049 h + 19.253$ |

保护区属于典型的低纬高原气候,而低纬高原气候最典型的特征是“四季如春”,气温年较差小,日较差大。保护区 3 个气象站的最热月均为 6 月,磨盘山及新平站最冷月为 1 月,杨武站最冷月则为 12 月,虽然气温存在差距,但总体来说年温差较小。山顶位置的磨盘山观测站最热月出现在 6 月,均温为 15.7℃;最冷月在 1 月,均温为 5.7℃;冬季气温最低,均温为 6.8℃;秋季次之,均温为 12.2℃;夏季最高,均温为 15.5℃;春季次高,均温为 13.6℃;干季均温为 9.4℃,雨季均温为 14.7℃。东侧杨武观测站最热月出现在 6 月,均温为 24.2℃;最冷月在 12 月,均温为 12.1℃;冬季气温最低,均温为 13.3℃;秋季次低,均温为 18.9℃;夏季最高,为 23.3℃,春季次高,为 21.4℃,雨季均温为 22.3℃,干季均温为 16.1℃。西侧新平站最热月出现在 6 月,均温为 22.9℃,最冷月在 1 月,均温为 10.6℃,夏季均温最高,为 22.1℃;春季次高,为 19.6℃;冬季最低,为 11.7℃;秋季次低,为 17.6℃;雨季均温为 21.2℃,干季均温为 14.3℃。

从气温极端值来看,杨武站极端气温最高值出现在 7 月,为 33.1℃,最低值出现在 12 月,为 1.9℃;新平站最高值出现在 5 月,为 33.2℃,最低值出现在 12 月,为-2.7℃;磨盘山站最高值出现在 5-6 月,为 23.8℃,最低值出现在 12 月,为-2.6℃(表 3,表 4)。

表 3 保护区各站点极端高温

Tab. 3 Extreme high temperature in stations of the reserve

| 站名 | ℃ | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 年 |
| 杨武站 | 19.3 | 26.0 | 29.1 | 31.5 | 32.8 | 32.8 | 33.1 | 30.9 | 30.3 | 27.8 | 25.9 | 21.5 | 33.1 |
| 新平站 | 23.4 | 26.2 | 30.1 | 32.9 | 33.2 | 32.1 | 31.4 | 31.2 | 30.8 | 29.0 | 26.1 | 23.5 | 33.2 |
| 磨盘山站 | 14.3 | 17.0 | 20.2 | 22.3 | 23.8 | 23.8 | 22.6 | 23.0 | 22.2 | 19.5 | 18.6 | 14.7 | 23.8 |

表 4 保护区各站点极端低温

Tab. 4 Extreme low temperature in stations of the reserve

| 站名 | ℃ | | | | | | | | | | | | |
|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 年 |
| 杨武站 | 3.6 | 5.4 | 9.4 | 11.2 | 14.0 | 16.6 | 17.8 | 17.5 | 15.2 | 10.7 | 7.4 | 1.9 | 1.9 |
| 新平站 | -1.8 | 0.9 | -0.8 | 3.5 | 9.0 | 11.4 | 13.9 | 12.3 | 10.1 | 5.1 | 1.7 | -2.7 | -2.7 |
| 磨盘山站 | -2.4 | 1.4 | 3.8 | 6.5 | 8.3 | 11.4 | 11.8 | 11.7 | 9.1 | 6.3 | 4.1 | -2.6 | -2.6 |

2.3 降水

根据新平站 30 年、磨盘山站和杨武站 2013-

2017 年的降水与海拔资料,采用线性回归分析求得保护区降水与海拔的相关性方程^[8](表 5)。结果

显示,保护区降水量垂直递增率东侧总体高于西侧,东侧在年、春、夏、秋、冬、雨、干季的降水量垂直递减率分别为 64、7、36、22、-1、61、-4 mm/100 m,西侧在年、春、夏、秋、冬、雨、干季的降水量垂直递减率分别为 57、6、27、21、3、48、9 mm/100 m。

表 5 保护区东西坡年降水量随海拔高度变化方程

Tab. 5 Equation of annual precipitation changing with altitude on eastern and western slopes of the reserve

| 季节 | 东坡 | 西坡 |
|-------|----------------------------|---------------------------|
| 年降水量 | $R_{东} = 0.64 h + 236.94$ | $R_{西} = 0.57 h + 380.26$ |
| 春季降水量 | $R_{东} = 0.07 h + 64.18$ | $R_{西} = 0.06 h + 75.86$ |
| 夏季降水量 | $R_{东} = 0.36 h + 60.8$ | $R_{西} = 0.27 h + 247.44$ |
| 秋季降水量 | $R_{东} = 0.22 h + 15.6$ | $R_{西} = 0.21 h + 40.5$ |
| 冬季降水量 | $R_{东} = -0.01 h + 96.9$ | $R_{西} = 0.03 h + 16.66$ |
| 雨季降水量 | $R_{东} = 0.61 h + 50$ | $R_{西} = 0.48 h + 308.12$ |
| 干季降水量 | $R_{东} = -0.04 h + 316.22$ | $R_{西} = 0.09 h + 72.34$ |

保护区属低纬高原,冬、夏半年受 2 种不同大气环流的影响,冬半年(即干季 11—4 月),受来自阿拉伯沙漠和印度北部大陆上空干暖气流控制,晴天多,空气干燥,降水少;夏半年(雨季 5—10 月),受印度洋和太平洋暖湿气流控制,日照少,空气湿度大,降雨多。磨盘山观测站年降水量为 1 518.9 mm;降水量 7 月最多,为 287.8 mm;2 月最少,为 15.2 mm;夏季降水量最多,为 777.2 mm;秋季次多,为 452.3 mm;冬季最少,为 85.3 mm;春季次少,为 204.1 mm;干季为 245.7 mm,雨季为 1 273.2 mm。新平站年降水量为 949.6 mm,降水量 8 月最多,为 190.1 mm;2 月最少,为 12.7 mm;夏季降水量最多,为 512.2 mm;秋季次多,为 246.4 mm;冬季最少,为 51.0 mm;春季次少,为 140.0 mm;干季为 159.0 mm,雨季为 790.6 mm。杨武观测站年降水量为 877.9 mm,降水量 8 月最多,为 170.5 mm;2 月最少,为 13.7 mm;夏季降水量最多,为 419.0 mm;秋季次多,为 233.6 mm;冬季最少,为 91.1 mm;春季次少,为 134.2 mm;干季为 216.3 mm,雨季为 661.6 mm。

2.4 相对湿度、蒸发量、干燥度

相对湿度随海拔的升高递增。杨武站年均相对湿度为 28.4%,相对湿度 7 月最大,为 33.1%;1 月最小,为 19.3%。夏季相对湿度最大,为 32.2%;春季次之,为 31.1%;冬季最小,为 22.3%;秋季次小,

为 28.0%;干季为 25.5%,雨季为 31.3%。新平站年相对湿度为 71.8%,相对湿度 8 月最大,为 82.6%;3 月最小,为 53.3%;秋季相对湿度最大,为 80.2%;夏季次之,为 79.1%;春季最小,为 58.2%;冬季次小,为 69.8%;干季为 66.4%,雨季为 77.3%。磨盘山站年相对湿度为 81.3%,相对湿度 9 月最大,为 95.2%;3 月最小,为 58.6%;秋季相对湿度最大,为 92.1%;夏季次之,为 88.1%;春季最小,为 67.6%;冬季次小,为 77.3%;干季为 73.9%,雨季为 88.7%(图 1)^[10]。

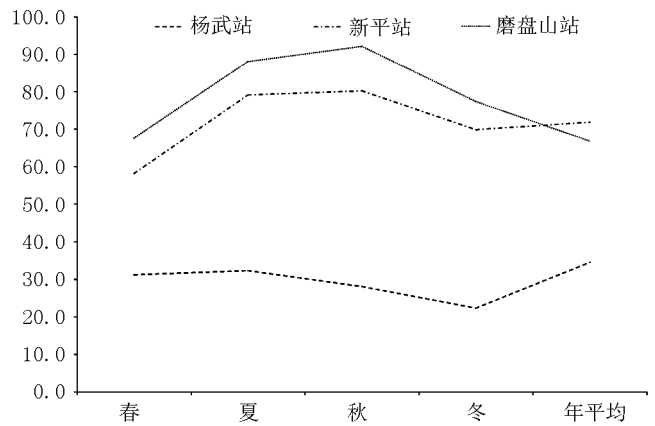


图 1 保护区各季度相对湿度

Fig. 1 Relative humidity of each quarter in the reserve

保护区年蒸发量为 1 951.11 mm,其中 4 月蒸发量最大,为 259.19 mm;12 月蒸发量最小,为 99.12 mm。从季节变化来看,保护区春、夏、秋、冬、雨、干季蒸发量分别为 739.24 mm、449.39 mm、350.39 mm、412.09 mm、933.8 mm、1 017.31 mm,分别占全年的 38.05%、23.12%、18.03%、21.20%、47.86%、52.14%^[10]。

保护区干燥度 3 月最大,为 6.29,8 月最小,为 0.52,年均均为 1.24。季节干燥度春、夏、秋、冬、雨、干季分别为 4.11、0.22、0.97、0.93、3.76、0.93^[10]。

2.5 垂直气候带划分

根据《中国气候》中划分温度带的指标体系及划分标准,即以日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的日数为主要指标,最冷月均温为参考指标,当日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的日数在 285~365 d 为南亚热带,在 225~285 d 为中亚热带,在 210~225 d 为北亚热带,在 170~210 d 为暖温带^[9]。根据新平县气象局提供的磨盘山顶、漠沙、新平、建新等地日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的日数,模拟出保护区所在地区日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的日数随海拔

变化的方程:

$$d = -0.0799H + 409.77 (R^2 = 0.9941)$$

根据方程,保护区日均温稳定 $\geq 10^\circ\text{C}$ 日数垂直递减率为 $-7.99 \text{ d} \cdot (100 \text{ m})^{-1}$,经推算得到保护区各海拔高度日均温稳定 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的日数,从而确定保护区各气候带的海拔范围。

2.5.1 山地南亚热带季风气候

主要分布在海拔 1 351~1 561 m 区域,该范围内日均温稳定 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的日数在 285.04~301.83 d, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温为 5 597.5~6 122.5 $^\circ\text{C}$,年均温 16.0~17.5 $^\circ\text{C}$,7月气温为 20.1~21.9 $^\circ\text{C}$,1月气温为 10.4~11.8 $^\circ\text{C}$,冬季不明显,年降水量为 1 388.1~1 495.7 mm。植被以云南松林为主,其次为滇油杉林、旱冬瓜林等,地带性土壤为红壤。

2.5.2 山地中亚热带季风气候

主要分布在保护区海拔 1 561~2 312 m 范围内,该范围内日均温稳定 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的日数在 225~285 d, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温为 3 720~5 597.5 $^\circ\text{C}$,年均温为 10.8~16.0 $^\circ\text{C}$,7月气温为 13.7~20.1 $^\circ\text{C}$,1月气温为 5.7~10.4 $^\circ\text{C}$,年降水量为 1 495.7~1 880.3 mm。山体中下部植被以暖温性针叶林(如云南松林、滇油杉林)、半湿润常绿阔叶林等为主,上部以中山湿性常绿阔叶林为主,中下部地带性土壤以红壤为主,上部有黄壤、黄棕壤。

2.5.3 山地北亚热带季风气候

主要分布在海拔 2 312~2 500 m 区域,该范围内日均温稳定 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的日数在 210~225 d, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温为 3 250~3 720 $^\circ\text{C}$,年均温在 9.5~10.8 $^\circ\text{C}$,7月气温为 12.1~13.7 $^\circ\text{C}$,1月气温为 4.5~5.7 $^\circ\text{C}$,气温年较差大,最冷月大多数在 0°C 以上,年降水量为 1 880.3~1 976.6 mm。植被以中山湿性常绿阔叶林为主,地带性土壤以黄棕壤为主。

2.5.4 山地暖温带季风气候

主要分布在海拔 2 500~2 614.32 m 范围内,该范围内日均温稳定 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的日数为 200.89~210 d, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温为 2 964.2~3 250 $^\circ\text{C}$,年均温在 8.7~9.5 $^\circ\text{C}$,7月气温为 11.2~12.1 $^\circ\text{C}$,1月气温为 3.8~4.5 $^\circ\text{C}$,气温季节变化快,昼夜温差大,年降水量为 1976.6~2035.2 mm。植被为寒温性灌丛(如杜鹃灌丛)、寒温山地硬叶常绿栎类林(如黄背栎林)等,地带性土壤为棕壤。

2.6 灾害性天气

灾害性天气的发生与影响保护区天气系统的因素密切相关。影响保护区天气系统的因素较为复杂,冬半年主要受冬季风的控制,加之受昆明准静止锋的影响,下半年主要受印度环流和东亚季风的共同控制。保护区主要的灾害性天气有干旱、洪涝、冰雹、低温、冷冻、霜冻、大风等^[11]。

3 结论

滇中新平磨盘山自然保护区太阳辐射强,光照充足。由于东侧靠近元江河谷,气温和降水高于西坡。保护区气温垂直递减率东坡高于西坡,降水量垂直递增率东坡也高于西坡。保护区垂直气候带有山地南亚热带季风气候、山地中亚热带季风气候、山地北亚热带季风气候、山地暖温带季风气候。文中通过对保护区气候特征进行分析,不仅可以弥补该地区无气候特征分析的缺憾,也为保护区生态恢复与建设提供了参考依据。

参考文献:

- [1] 樊宽,毛万忠,王勇.中卫市近 54 a 气候变化特征与突变分析[J].宁夏大学学报(自然科学版),2017,12(38):420-425.
- [2] 任国玉,郭军,初子莹,等.近 50 年中国地面气候变化基本特征[J].气象学报,2005,6(63):942-956.
- [3] 尚小宁,赵新莹,高峰,等.泾阳县近 58 年气候变化特征分析[J].陕西气象,2014,1(1):1-4.
- [4] 程清平,王平,杨艳飞.云南腾冲市 1971-2014 年气候变化特征分析[J].资源开发与市场,2016,32(8):949-964.
- [5] 岳海燕,顾桃峰,肖明坤.南京市气候特征分析[J].气象科学,2010,6(17):137-138.
- [6] 周溥佳,水旭琼,申子彬.近 58 年宁海县气候特征分析[J].浙江农业科学,2017,58(9):1640-1641,1649.
- [7] 云南省气象局.云南省农业气候资料集[M].昆明:云南人民出版社,1984.
- [8] 王宇.云南山地气候[M].昆明:云南科技出版社,2006:274-280.
- [9] 丁一汇,王绍武,郑景云,等.中国自然地理系列专著·中国气候[M].北京:科学出版社,2013:398-411.
- [10] 施超,李文祥,解福燕.玉溪气象灾害与应对措施[M].北京:气象出版社,2009:18-87.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.021

勐海县级自然保护区两栖爬行动物资源初步调查与区系分析

张莉¹, 宗春森², 杨昆凤³, 王巧燕²

(1. 云南西双版纳国家级自然保护区生态旅游管护所, 云南 景洪 666100; 2. 云南西双版纳国家级自然保护区科学研究所, 云南 景洪 666100; 3. 西双版纳布龙州级自然保护区, 云南 景洪 666200)

摘要:2018年1—8月对勐海县级自然保护区两栖爬行动物进行本底调查,共记录到两栖爬行动物5目21科92种,其中两栖类38种,隶属于2目7科;爬行类54种,隶属于3目14科;属国家Ⅰ级、Ⅱ级保护动物的分别有2种和5种。列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的有81种,云南特有种9种,西双版纳特有种5种。文中对勐海县级自然保护区两栖爬行动物物种组成、物种多样性、地理区系特征和生态类型等进行分析研究,对研究区域的两栖爬行动物资源提出栖息地保护和加强宣传等保护措施。

关键词:两栖爬行动物;区系组成;物种多样性;生态类型;栖息地保护;勐海县级自然保护区

中图分类号:S759.92;S718.61;S718.62 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0114-06

引文格式:张莉,宗春森,杨昆凤,等. 勐海县级自然保护区两栖爬行动物资源初步调查与区系分析[J]. 林业调查规划,2019,44(3):114-119.

ZHANG Li, ZONG Chunmiao, YANG Kunfeng, et al. Preliminary Survey and Faunal Analysis of Amphibians and Reptiles in Menghai Nature Reserve [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 114-119.

Preliminary Survey and Faunal Analysis of Amphibians and Reptiles in Menghai Nature Reserve

ZHANG Li¹, ZONG Chunmiao², YANG Kunfeng³, WANG Qiaoyan²

(1. Ecotourism Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China;
2. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China;
3. Bulong Nature Reserve of Xishuangbanna Prefecture, Jinghong, Yunnan 666200, China)

Abstract: The background survey on amphibians and reptiles in Menghai Nature Reserve from January to August, 2018 found 92 species of amphibians and reptiles belonging to 21 families and 5 orders, including 38 species of amphibians belonging to 7 families and 2 orders, 54 species of reptiles belonging to 14 families and 3 orders, as well as 2 species of national first-class protected animals and 5 species of national second-class protected animals. 81 species were in Lists of Terrestrial Wildlife under State Protection with Useful or Important Economic and Scientific Research Values, 9 species were endemic to Yunnan, and 5 species were endemic to Xishuangbanna. This paper studied the species composition, species

收稿日期:2019-01-02.

第一作者:张莉(1975-),女,云南景洪人,工程师.从事自然保护与监测工作. Email:1376592217@qq.com

责任作者:王巧燕(1974-),女,湖南祁东人,工程师.长期从事野生动物研究与监测工作. Email:wqyanqq@126.com

diversity, geographical features and ecological types of amphibians and reptiles in Menghai Nature Reserve, and suggested to protect habitat and enhanced publicity.

Key words: amphibians and reptiles; faunal composition; species diversity; ecological types; habitat protection; Menghai Nature Reserve

2012年勐海县为创建生态文明州生态县,使勐海县森林资源物种多样性得到更好地保护,由勐海县林业局向县人民政府建议拟建勐海县级自然保护区。2018年5月正式确定成立勐海县级自然保护区(以下简称保护区)^[1]。据此,保护区开展了包括两栖爬行动物在内的野生动物本底调查,依据保护区自然地理和气候特点,以及该地区两栖爬行动物活动习性,于2018年1—8月开展了野外调查,调查范围尽可能覆盖保护区全境及周边区域。

1 概况

勐海县级自然保护区位于勐海县境内,地理位置为东经99°56'38"~100°37'31",北纬21°44'16"~22°27'50",由不相连的7片组成,涉及勐往、勐阿、勐遮、勐满、西定和打洛6个乡镇,从北向南依次分为蚌蛾田片区、大龙山片区、大尖山片区、芦腊山片区、景播大山片区、西定片区和打洛片区,总面积为28 315. hm²,其中蚌蛾田片区2 888. 1 hm²,大龙山片区4 652 hm²,大尖山片区1 588. 9 hm²,芦腊山片区4 039. 5 hm²,景播大山片区3 672. 1 hm²。西定片区2 758. 6 hm²,打洛片区8 716. 4 hm²;西定片区与缅甸接壤,涉及国境线长9.0 km。保护区最高海拔2 249 m,最低海拔550 m,相对高差大。保护区在地域上属于北热带季风气候,阳光充足,雨量充沛,区内沟谷纵横交错,河流较多,在保护区内形成了以热带、亚热带成分为主的热带季节雨林、热带山地雨林、亚热带季风常绿阔叶林、思茅松林和黄竹林,复杂的自然环境和丰富的植被类型孕育了丰富的野生动植物资源^[1]。

2 调查方法

2.1 资料收集

野外调查之前,收集并分析历年来有关两栖爬行动物在此区域的物种分类、分布信息。

2.2 访问调查

访问范围包括勐海县级自然保护区、周边的保护区(如西双版纳布龙州级自然保护区及纳板河国家级自然保护区)及周边村寨。访问对象包括西双

版纳布龙州级自然保护区、纳板河国家级自然保护区的工作人员、护林员及当地不同年龄阶段的村民。采用“非诱导法”向村民说明来意,通过图片,书籍等形式确定一些特征突出的物种(如眼睛蛇、蟒蛇、红瘰疣螈、巨蜥、虎纹蛙等)的分布。

2.3 样线调查

设置一定长度和宽度的样线,在样线上随机设置样方(样方垂直于样线),记录动物活动痕迹、发现地点、时间、生境类型、海拔、动物生态特征等,样线设置时应考虑不同海拔、坡向、生境等尽可能涉及保护区的各种植被和生境。分类依据主要参照文后的参考文献^[5,8,9]。

3 调查结果

本次调查共记录到保护区分布的两栖爬行动物5目21科92种。其中爬行类54种,隶属于3目14科,两栖类38种,隶属于2目7科(表1)。

属国家Ⅰ级保护动物的有2种:巨蜥(*Varanus salvator*)、蟒蛇(*Python olurusvivittatus*);国家Ⅱ级保护动物的有5种:虎纹蛙(*Rana rugulosa*)、红瘰疣螈(*Tylosotriton verrucosus*)、凹甲陆龟(*Cyclemys dentate*)、大壁虎(*Gello gecko*)、山瑞鳖(*Palea steindachneri*)。除国家Ⅰ、Ⅱ级保护动物外,列入云南省级保护区的物种有眼睛蛇、眼睛王蛇2种。列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》^[11]简称“三有”的达81种之多。云南特有种有9种:管状小头蛇(*Oligodon cyclurus*)、颈斑蛇(*Plagiopholis blakewayi*)、银环蛇(*Bungarus multicinctus*)、黑带腹链蛇(*Amphiesma nigrocineta*)、缅甸颈斑蛇(*Plagiopholis nuchalis*)、红瘰疣螈(*Tylosotriton Wgufucosus*)、黑带蛙(*Rana nigrovittata*)、沙巴拟髭蟾(*Leptobrachium chapaensis*)、陇川小树蛙(*Philautus longcuanensis*);西双版纳特有种5种:大姬蛙(*Microhyla berdmorei*)、刘氏小岩蛙(*Micrixalus liui*)、凹顶角蟾(*Megophrys perva*)、突肛拟角蟾(*Ophryophryne pachyproctns*)及锯缘摄龟(*Cyclemys dentate*)。

表 1 勐海县级自然保护区两栖爬行动物名录
Tab. 1 Lists of amphibians and reptiles in Menghai Nature Reserve

| 物种名 | 区系从属 | 国家保护等别 | IUCN 级别 | 特有种 |
|---|------|--------|---------|------------|
| 两栖纲 AMPHIBIA | | | | |
| 有尾目 CAUDATA | | | | |
| 蝾螈科 almandridae | | | | |
| 红瘰疣螈 <i>Tylotriton verrucosus</i> | SW | II | | 仅见云南 |
| 无尾目 SA LIENTIA | | | | |
| 锄足蟾科 Pelobatidae | | | | |
| 沙巴拟髭蟾 <i>L. eptobranchium cha-paense</i> | SW | | T | 仅见云南 |
| 白颌大角蟾 <i>Megophrys lateralis</i> | SC | | | |
| 宽头短腿蟾 <i>Rrachytarsophrys car-inensis</i> | SC | | | |
| 凹顶角蟾 <i>Megophrys perva</i> | SC | | T | 仅见西 双版纳 |
| 突肛拟角蟾 <i>Ophryophryne pachy-proctus</i> | SC | | | 仅见西 双版纳 |
| 螫掌突蟾 <i>Leptotalax pelodytoides</i> | SC | | | |
| 蟾蜍科 Bufonidae | | | | |
| 黑眶蟾蜍 <i>Bufo melanostictus</i> | CC-S | | | |
| 雨蛙科 Hylidae | | | | |
| 华西雨蛙 <i>Hyla annectans</i> | SW | | | |
| 蛙科 Ranidae | | | | |
| 圆舌浮蛙 <i>Occidozyga martensii</i> | SC | | T | |
| 尖舌浮蛙 <i>Occidozyga lima</i> | SC | | | |
| 大头蛙 <i>Rana kuhlii</i> | SC | | T | |
| 泽陆蛙 <i>Rana limnocharis</i> | CC-S | | | |
| 大绿蛙 <i>Rana livida</i> | SC | | | |
| 黑带蛙 <i>Rana nigrovittata</i> | SC | | | 仅见云南 |
| 云南臭蛙 <i>Rana andersonii</i> | SC | | | |
| 虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus rugulosus</i> | SC | II | | |
| 黑耳蛙 <i>Hylarana varians</i> | SC | | | |
| 多疣棘蛙 <i>Rana verrucosipinosa</i> | SW | | | |
| 双团棘胸蛙 <i>Rana yunnanensis</i> | SW | | | |
| 沼蛙 <i>Rana guentheri</i> | SC | | | |
| 刘氏小岩蛙 <i>Micrixalus liui</i> | SC | | | 仅见西 双版纳 |
| 树蛙科 Rhacophoridae | | | | |
| 锯腿小树蛙 <i>Philautus cavirostris</i> | SC | | | |
| 斑腿泛树蛙 <i>Polypedates megace-phus</i> | CC-S | | | |
| 黑蹼树蛙 <i>Rhacophorus reinwardtii</i> | SC | | | |
| 红蹼树蛙 <i>Rhacophorus rhodopus</i> | SC | | | |

续表 1

| 物种名 | 区系从属 | 国家保护等别 | IUCN 级别 | 特有种 |
|--|------|--------|---------|------------|
| 背条跳树蛙 <i>Chiromantis doriae</i> | SC | | | |
| 侧条跳树蛙 <i>Chirixalus vittatus</i> | SC | | T | |
| 白颌大树蛙 <i>Rhacophorus maximus</i> | SW | | T | |
| 陇川小树蛙 <i>Philautus longchua-nensis</i> | SW | | | 仅见云南 |
| 棕褶泛树蛙 <i>Polypedates feae</i> | SW | | T | |
| 无声囊泛树蛙 <i>Polypedates mutus</i> | SC | | | |
| 姬蛙科 Microhylidae | | | | |
| 花狭口蛙 <i>Kaloula pulchra</i> | SC | | | |
| 粗皮姬蛙 <i>Microhyla butleri</i> | CC-S | | | |
| 小弧斑姬蛙 <i>Microhyla heymonsi</i> | CC-S | | | |
| 大姬蛙 <i>Microhyla fowleri</i> | SC | | T | 仅见西 双版纳 |
| 饰纹姬蛙 <i>Microhyla fissipes</i> | SC | | | |
| 花姬蛙 <i>Microhyla pulchra</i> | CC-S | | | |
| 爬行纲 REPTILIA | | | | |
| 龟鳖目 TESTUDINATA | | | | |
| 平胸龟科 Platysternidae | | | | |
| 平胸龟 <i>Platysternon megacephalum</i> | CC-S | | E | |
| 陆龟科 Testudinidae | | | | |
| 凹甲陆龟 <i>Manouria impressa</i> | SC | II | E | |
| 锯缘摄龟 <i>Cyclemys dentata</i> | SC | | E | 仅见西 双版纳 |
| 鳖科 Trionychidae | | | | |
| 山瑞鳖 <i>Palea steindachneri</i> | SC | II | E | |
| 蜥蜴亚目 LACERTILIS | | | | |
| 鬣蜥科 Agamidae | | | | |
| 丽棘蜥 <i>Acanthosaura lepidogaster</i> | SC | | | |
| 棕背树蜥 <i>Calotes emma</i> | SC | | | |
| 绿背树蜥 <i>Calotes jerdonii</i> | SC | | | |
| 变色树蜥 <i>Calotes versicolor</i> | SC | | | |
| 昆明龙蜥 <i>Japalura varcoae</i> | SW | | | |
| 壁虎科 Gekkonidae | | | | |
| 大壁虎 <i>Gekko gecko</i> | SC | II | E | |
| 原尾蜥虎 <i>Hemidactylus bowringii</i> | SC | | | |
| 锯尾蜥虎 <i>Hemidactylus garnotii</i> | SC | | | |
| 疣尾蜥虎 <i>Hemidactylus frenatus</i> | SC | | | |
| 石龙子科 Scincidae | | | | |
| 中国石龙子 <i>Eumeces chinensis</i> | CC | | | |
| 堰蜥 <i>Lygosoma indicum</i> | CC-S | | | |
| 斑蜓蜥 <i>Sphenomorphus maculatus</i> | SC | | | |

续表 1

| 物种名 | 区系从属 | 国家保护等别 | IUCN 级别 | 特有种 |
|---------------------------------------|------|--------|---------|------|
| 多线南蜥 <i>Mabuya multifasciata</i> | SC | | | |
| 蛇蜥科 Anguidae | | | | |
| 细脆蛇 <i>Ophisaurus gracilis</i> | SC | | E | |
| 巨蜥科 Varanidae | | | | |
| 圆鼻巨蜥 <i>Varanus salvator</i> | SC | I | | |
| 蛇亚目 SERPENTIES | | | | |
| 盲蛇科 Typhlopidae | | | | |
| 钩盲蛇 <i>Ramphotyphlops braminus</i> | CC-S | | | |
| 蟒蛇科 Boidae | | | | |
| 蟒蛇 <i>Python molurus</i> | SC | I | | |
| 闪鳞蛇科 Xenopeltidae | | | | |
| 闪鳞蛇 <i>Xenopeltis unicolor</i> | SC | | | |
| 游蛇科 Colubridae | | | | |
| 红脖颈槽蛇 <i>Rhabdophis subminiatus</i> | SC | | | |
| 过树蛇 <i>Dendrelaphis pictus</i> | SC | | | |
| 八线腹链蛇 <i>Amphiesma octolineata</i> | OD | | | |
| 紫灰锦蛇 <i>Elaphe porphycea</i> | SC | | | |
| 绿锦蛇 <i>Elaphe prasina</i> | SC | | | |
| 黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i> | OD | | | |
| 三索锦蛇 <i>Elaphe radiata</i> | SC | | | |
| 双全白环蛇 <i>Lycodon fasciatus</i> | SW | | | |
| 环纹华游蛇 <i>Sinonatrix aequifasciata</i> | SC | | | |
| 锈链腹链蛇 <i>Amphiesma craspedogaster</i> | CC-S | | | |
| 黑带腹链蛇 <i>Amphiesma bitaeniatum</i> | SC | | | 仅见云南 |
| 白眉腹链蛇 <i>Amphiesma boulengeri</i> | SC | | | |
| 渔游蛇 <i>Xenochrophis piscator</i> | SC | | | |
| 紫棕小头蛇 <i>Oligodon cinereus</i> | SC | | | |
| 赤链华游蛇 <i>Sinonatrix annularis</i> | SC | | | |
| 管状小头蛇 <i>Oligodon cyclurus</i> | SW | | T | 仅见云南 |
| 颈斑蛇 <i>Plagiopholis blakewayi</i> | SC | | | 仅见云南 |
| 缅甸颈斑蛇 <i>Plagiopholis nuchalis</i> | SC | | | 仅见云南 |
| 斜鳞蛇 <i>Pseudoxenodon macrops</i> | SW | | | |
| 灰鼠蛇 <i>Ptyas korros</i> | SC | | | |
| 滑鼠蛇 <i>Ptyas mucosus</i> | SC | | | |
| 缅甸颈槽蛇 <i>Rhabdophis leonardi</i> | SW | | | |
| 黑纹颈槽蛇 <i>Rhabdophis nigrocinctus</i> | SW | | | |
| 绿瘦蛇 <i>Ahaetulla prasina</i> | SC | | | |
| 黑线乌梢蛇 <i>Zaocys nigromarginatus</i> | SC | | | |

续表 1

| 物种名 | 区系从属 | 国家保护等别 | IUCN 级别 | 特有种 |
|---------------------------------------|------|--------|---------|------|
| 铅色水蛇 <i>Enhydryis plumbea</i> | SC | | T | |
| 眼镜蛇科 Elapidae | | | | |
| 金环蛇 <i>Bungarus fasciatus</i> | SC | | | |
| 银环蛇 <i>Bungarus multicinctus</i> | SW | | | 仅见云南 |
| 眼镜蛇 <i>Naja naja</i> | CC-S | | | |
| 眼镜王蛇 <i>Ophiophagus hannah</i> | SC | | | |
| 蝰科 Viperidae | | | | |
| 云南竹叶青 <i>Trimeresurus yunnanensis</i> | CC-S | | | |
| 山烙铁头 <i>Ovophis monticola</i> | SW | | | |

注:区系:SC—华南区,SW—西南区,CC—S—华中—华南区,OD—东洋界广布;I、II:国家重点保护动物 I 级、II 级;濒危等级:灭绝(Ex),绝迹(Et),濒危(E),受危(T),易危(V),稀有(R),未定(I)。

4 两栖爬行动物物种多样性分析

勐海县级自然保护区两栖爬行动物种、种数量占西双版纳的比例见表 2 所示。

表 2 勐海县级自然保护区两栖爬行动物种数占西双版纳全州数量的比例

Tab. 2 Proportion of amphibian and reptile species of Menghai Nature Reserve in that of Xishuangbanna Prefecture

| 动物门类 | 西双版纳记录 | | 勐海县级保护区种数占西双版纳记录比例 | | | |
|------|--------|-----|--------------------|------|----|------|
| | 科数 | 种数 | 科数 | 占比/% | 种数 | 占比/% |
| 两栖类 | 8 | 53 | 7 | 87.5 | 38 | 71.7 |
| 爬行类 | 16 | 79 | 14 | 87.5 | 54 | 68.4 |
| 合计 | 24 | 132 | 21 | 87.5 | 92 | 69.7 |

注:西双版纳记录数据出自《西双版纳国家级自然保护区》(2005)

由表 1 可知,勐海县级自然保护区调查到的两栖类动物中有尾目仅 1 种,即红瘰疣螈;无尾目 37 种,其中蛙科 13 种,占调查到的两栖类物种的 34.2%;树蛙科 10 种,占 26.3%;姬蛙科 6 种、锄足蟾科 6 种,各占 15.8%;蟾蜍科 1 种、雨蛙科 1 种,各占 2.6%。综上所述,蛙科和树蛙科为该保护区中的优势科。

勐海县级自然保护区记录到的爬行类动物共 14 科 54 种,其中游蛇科 26 种,占调查到的爬行类

物种的 48.1%;鬣蜥科 5 种,占 9.3%;眼镜蛇科 4 种、壁虎科 4 种、石龙子科 4 种,各占 7.4%;陆龟科 2 种、蝾科 2 种,各占 3.7%;平胸龟科 1 种、鳖科 1 种、蛇蜥科 1 种、巨蜥科 1 种、盲蛇科 1 种、蟒蛇科 1 种、闪鳞蛇科 1 种,各占 1.9%;综上所述,游蛇科为该保护区的优势科。

此次调查记录到勐海县级自然保护区两栖动物 39 种,占西双版纳两栖类物种的 71.7%;爬行动物 54 种,占西双版纳爬行类物种的 68.4%;调查结果表明,该保护区两栖爬行动物资源物种多样性丰富。

5 两栖爬行动物区系分析

5.1 区系成分

5.1.1 两栖类

经调查与统计,勐海县级自然保护区共有两栖类 38 种,区系组成为:SC(华南区)24 种,占总种数

的 63.2%;SW(西南区)8 种,占总种数的 21.1%;CC—S(华中—华南)5 种,占总种数的 13.2%;OD(东洋界广布)1 种,占总种数的 2.63%(表 3)。

其中,仅见于云南(特有种)的物种有 4 种,即红瘰疣螈、黑带蛙、沙巴拟髭蟾、陇川小树蛙,占总种数的 10.5%。

仅见于西双版纳(特有种)的物种有 4 种,即大姬蛙、刘氏小岩蛙、凹顶角蟾、突肛拟角蟾,占总种数的 10.5%。

5.1.2 爬行类

本次调查共记录到勐海县级自然保护区分布的爬行类动物 54 种,区系组成为:SC(华南区)有 32 种,占总种数的 59.3%,其次是 SW(西南区)有 13 种,占总种数的 24.1%;CC—S(华中—华南区)有 6 种,占总种数的 11.1%;OD(东洋界广布种)有 2 种,占总种数的 3.7%;CC(华中区)有 1 种,占总种数的 1.85%种(表 3)。

表 3 勐海县级自然保护区两栖爬行动物区系成分

Tab. 3 Faunal composition of amphibians and reptiles in Menghai Nature Reserve

| 区系类别 | 总种数 /种 | 华南区 (SC) | | 华中—华南区 (CC-S) | | 西南区 (SW) | | 华中区 (CC) | | 广布种 (OD) | | 云南特有种 | | 西双版纳特有种 | |
|------|--------|----------|-------|---------------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-------|-------|---------|-------|
| | | 种数 /种 | 占比 /% | 种数 /种 | 占比 /% | 种数 /种 | 占比 /% | 种数 /种 | 占比 /% | 种数 /种 | 占比 /% | 种数 /种 | 占比 /% | 种数 /种 | 占比 /% |
| 爬行动物 | 54 | 32 | 59.3 | 6 | 11.1 | 13 | 24.1 | 1 | 1.85 | 2 | 3.7 | 5 | 9.26 | 1 | 1.85 |
| 两栖动物 | 38 | 24 | 63.2 | 5 | 13.2 | 8 | 21.1 | | | 1 | 2.63 | 4 | 10.5 | 4 | 10.5 |

其中:仅见云南(特有种)的物种有 5 种,即管状小头蛇、颈斑蛇、银环蛇、黑带腹链蛇、缅甸颈斑蛇,占总种数的 9.26%。

仅见于西双版纳(特有种)的物种有 1 种,即锯缘摄龟,占总种数的 1.85%。

5.2 区系特征

勐海县级自然保护区两栖爬行动物共有 92 种,其中的华南区种有 56 种,占两栖爬行动物总种数的 60.9%;西南区有 21 种,占 22.8%;华中—华南区 11 种,占 12%;广布种 3 种,占 3.3%。研究表明,勐海县级自然保护区两栖爬行动物的区系成分主要以华南区种为主,此外尚有广布种、华中区种、华中—华南区和西南区种,区系成份较多。而且该区特有种较高,占两栖爬行动物总种数的 15.2%(14 种),反映出在热带季雨林地区物种分化迅速的

特点^[4]。

6 重点保护物种、特有种的生态类型

6.1 重点保护物种、特有种数量

一个地方的保护物种的多少是衡量该地区生物多样性保护价值的重要标准之一^[4]。勐海县级自然保护区重点保护的两栖类动物共有 7 种,即巨蜥(I 类)、蟒蛇(I 类)、凹甲陆龟(II 类)、大壁虎(II 类)、虎纹蛙(II 类)、红瘰疣螈(II 类)、山瑞鳖(II 类),约占云南省列入国家级保护的两栖爬行动物种类(11 种)的 63.6%,占全国重点保护的两栖爬行动物(24 种)的 29.2%。该保护区保护物种较多,表明此区域具有较大的保护价值。

6.2 两栖爬行动物的生态类型

两栖爬行动物对人类有着直接的经济价值以及

间接的生态作用,对维持陆生生态系统稳定性有极为重要的作用^[7]。勐海县级自然保护区的两栖爬行动物呈立体分布,分布型有树栖型、地栖型、水栖型,少数种类为洞穴居方式。从高大乔木到低矮的灌丛均有不同种类栖息,在小生境的分布上,常见于森林、灌丛、草地、溪流、水塘、湿地甚至村寨房舍之中。

6.2.1 沟谷、低海拔地带的两栖爬行动物生态类型

在海拔 900 m 以下的河谷、盆地、低山,其植被相当于季节性雨林和山地雨林的界限,上层树种多为干季换叶性落叶树种,中、下层多为常绿树种组成。该地带被认为是河谷北热带气候,具有高温高湿的特点。该地带分布的主要物种为典型的东南亚热带类群,如两栖类的黑眶蟾蜍、大头蛙、泽蛙、姬蛙属等种类;爬行类的平胸龟、大壁虎、巨蜥、盲蛇、闪鳞蛇、蟒蛇、过树蛇、滑鼠蛇、眼睛王蛇等种类。

6.2.2 山地丘原中山地带两栖爬行动物生态类型

在海拔 900~1 400 m 的山地、丘原,相应的植被为季风常绿阔叶林和思茅松林。该地带属山地南亚热带气候,物种主要由广泛分布于南部的物种组成,其对温、湿度的选择具有更大的适应能力,分布也较为普遍,如两栖类的红瘰疣螈、华西雨蛙、双团棘胸蛙等种类;如爬行类的树蜥属、石龙子科和游蛇科中的众多种类。

6.2.3 山原、高原、高山地带两栖爬行动物生态类型

在海拔 1 400 m 以上的高山、山原、高原是本区爬行动物垂直分布的高山带。其相应的植被为季风常绿阔叶林的上部,大体属山地中亚热带气候,湿凉潮湿过渡区,温湿条件较差。本带两栖爬行动物种类较少,主要是一些华中—华南区、华中区和西南区的物种。如八线腹链蛇、黑眉锦蛇、虎斑颈槽蛇、山烙铁头等种类。

7 保护措施

7.1 加强对栖息地的保护

两栖爬行动物的活动范围相对较小,对生境要求一般不太严格,而自身的生长繁衍速度又十分迅速,如能维持较好的栖息环境,该类资源的恢复和发

展将大有前途。因此应加强对现有栖息地的保护,禁止在保护区内开展农业活动及林下垦植等活动,并减少农药的使用。

7.2 加强对野生动物保护的宣传

勐海县级自然保护区是新成立的保护区,区内的村民对野生动物的保护知识和法律法规知之甚少,有取食部份两栖爬行动物的行为。建议通过宣传册、宣传牌、PPT 等形式开展宣传教育活动,提高保护区内及周边居民保护野生动物的意识。

参考文献:

- [1] 云南省林业调查规划院. 勐海县自然保护区总体规划[Z]. 2018.
- [2] 西双版纳国家级自然保护区管理局,云南省林业调查规划院. 西双版纳国家级自然保护区[M]. 昆明:云南教育出版社,2006.
- [3] 杨德华. 西双版纳动物志[M]. 昆明:云南大学出版社,1993.
- [4] 云南省林业调查规划院,西双版纳州林业局. 西双版纳扩建自然保护区科学考察报告集[R]. 2001.
- [5] 杨大同,饶定齐. 云南两栖爬行动物[M]. 昆明:云南科技出版社,2008.
- [6] 勐海县林业局野生动植物保护站. 勐海县陆生野生动物资源[Z]. 1999.
- [7] 李泽群,杨鸿培,李红梅,等. 西双版纳布龙州级自然保护区两栖爬行动物多样性[J]. 林业调查规划,2014,39(5):44-49.
- [8] 费梁. 中国西栖动物图鉴[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1994.
- [9] 季达明,温世生. 中国爬行动物图鉴[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2002.
- [10] 中华人民共和国濒危物种进口管理办公室. 常见龟鳖类识别手册[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
- [11] 陈明勇. 西双版纳布龙州级自然保护区科学考察报告[M]. 昆明:云南科技出版社,2013.
- [12] 国家林业局. 国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录[J]. 野生动物,2000,21(5):49-82.
- [13] 汪松,解焱. 中国物种红色名录(第一卷)[M]. 北京:高等教育出版社,2004.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.022

“三湖”径流区森林资源特点分析及经营管理建议

付文林¹,张丽仙²

(1.玉溪市林业局营林站,云南 玉溪 653100; 2.玉溪市国土资源局不动产登记中心,云南 玉溪 653100)

摘要:“三湖”(即抚仙湖、星云湖、杞麓湖)径流区面积 156 621 hm²,其中林地 69 184.7 hm²、非林地 87 436.3 hm²,有林地 54 523.2 hm²,森林覆盖率 56.70%,林木绿化率 67.94%,活立木蓄积量 3 450 460 m³。森林主要为纯林和相对纯林,森林覆盖率相对较低,林地生产率,林地残次林相多。据此,提出大力发展林果业,继续实施新一轮退耕还林、石漠化综合治理、防护林和陡坡地治理等建设工程,加快中幼林抚育等建议,以提高森林生态及经济价值。

关键词:抚仙湖;星云湖;杞麓湖;径流区;森林资源;经营管理;玉溪市

中图分类号:S757.2;S76 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0120-05

引文格式:付文林,张丽仙.“三湖”径流区森林资源特点分析及经营管理建议[J].林业调查规划,2019,44(3):120-124.

FU Wenlin,ZHANG Lixian. Resource Characteristics and Management Measures of Forest in “Three Lakes” Runoff Area [J]. Forest Inventory and Planning,2019,44(3):120-124.

Resource Characteristics and Management Measures of Forest in “Three Lakes” Runoff Area

FU Wenlin¹, ZHANG Lixian²

(1. Forest Culture and Management Station, Yuxi Forestry Bureau, Yuxi, Yunnan 653100, China;
2. Real Estate Registration Center, Yuxi Land Resource Bureau, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: The runoff area of “Three Lakes” (Fuxian Lake, Xingyun Lake and Qilu Lake) covered 156621 hm², of which the forestland was 69184.7 hm², the non-forestland was 87436.3 hm², the woodland was 54523.2 hm². The forest coverage rate was 56.70%, the forest greening rate was 67.94%, and the growing stock was 3450460 m³. The forest was mainly pure forest and relatively pure forest with relatively low forest coverage rate, low woodland productivity and large deteriorated forest. This paper put forward suggestions on vigorously developing the fruit industry, continuing to carry out a new round of construction projects of returning farmland to forest, the comprehensive control of rocky desertification, the construction of protection forest and the control of steep slope land, and accelerating the cultivation of medium and young forests, to improve the ecological and economic value of forest.

Key words: Fuxian Lake; Xingyun Lake; Qilu Lake; runoff area; forest resource; operating management; Yuxi City

收稿日期:2018-09-19.

第一作者:付文林(1967-),男,云南华宁人,农学士,高级工程师.主要从事森林培育、经济林栽培管理等工作.Email:ynhnfwl@126.com

责任作者:张丽仙(1965-),女,云南宣威人,农学士,高级工程师.主要从事经济林栽培管理、技术推广及不动产登记等工作.Email:

1477246001@qq.com

1 自然环境概况

位于云南省中部玉溪市境内的抚仙湖、星云湖、杞麓湖(以下简称“三湖”),是云南省九大高原湖泊(滇池、洱海、抚仙湖、程海、泸沽湖、杞麓湖、异龙湖、星云湖、阳宗海)中的三个重要湖泊,属珠江流域南盘江水系。“三湖”径流区(汇水区)涉及澄江县、通海县、华宁县和江川区(以下简称“三县”一区)。抚仙湖径流区涉及澄江县、华宁县、江川区;星云湖径流区涉及江川区;杞麓湖径流区涉及通海县。“三湖”径流区面积 156 621 hm^2 ,抚仙湖、星云湖、杞麓湖径流区面积分别为 71 847 hm^2 、45 638 hm^2 、39 136 hm^2 ,占“三湖”径流区总面积的比例分别为 45.87%、29.14%、24.99%,详见表 1。“三湖”周边的澄江县、通海县、华宁县、江川区地理位置介于 23°55′~24°55′N,102°30′~103°09′E 之间,地势北部高、中部低,由中山、低山和盆地组成;属亚热带高原季风气候,年平均气温 13.4~15.6℃,≥10℃积温 4 906.8℃~5 000℃,极端最高气温 33℃,极端最低气温 -5℃,最热月均温 21.5℃,最冷月均温 8℃。年均降雨量 831.1~945 mm,年均蒸发量 1 756.4~1 970.5 mm,年均日照时数 2 141.8~2 286 h。森林土壤有棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、石灰土五个土类,棕壤、黄棕壤、黄红壤、红壤、酸性紫色土、红色石灰土六个亚类,海拔>2 400 m、2 200~2 400 m、1 800~2 200 m、1 730~1 800 m 分别为棕壤、黄棕壤、黄红壤、红壤分布区,紫色土交错分布于海拔 1 730~2 650 m 的区域,红色石灰土零星分布于海拔 1 730~2 500 m 的区域^[1]。

2 社会经济概况

2016 年末,“三湖”周边“三县一区”总人口 92.510 4 万人,其中城镇人口 35.263 1 万人、乡村人口 57.247 3 万人,国内生产总值 3 415 804 万元(第一、二、三产业产值分别为 607 219 万元、1 131 438 万元、1 677 147 万元),占玉溪市总人口(218.479 8 万人)、城镇人口(83.402 9 万人)、乡村人口(134.086 8 万人)、国内生产总值(13 118 823 万元,其中第一、二、三产业产值分别为 1 350 203 万元、6 853 375 万元、4 915 245 万元)的比例分别为 42.54%、42.28%、42.69%、26.04%^[2],主要粮食作物有水稻、玉米、马铃薯、蚕豆、小麦等,经济作物有烤烟、油菜、蔬菜和花卉等。

3 森林资源

“三湖”径流区森林植被主要有暖温性针叶林、常绿阔叶林、落叶阔叶林和人工植被。暖温性针叶林主要有云南松、华山松和少量滇油杉林。云南松林分布在海拔 1 730~2 200 m 区域,多为云南松纯林,伴生栎类、桉木、华山松及滇油杉林等;华山松分布在海拔 1 900~2 760 m 区域,上半部为华山松纯林,下半部华山松、云南松交叉分布;滇油杉纯林较少,云南松为主要伴生树种;灌木有矮刺栎、野山茶、杜鹃等。常绿阔叶林分布在海拔 1 730~2 200 m 区域,主要树种有石栎、滇青冈等,灌木有杜鹃、车桑子、小铁子等。落叶阔叶林分布在海拔 1 730~2 500 m 区域,以桉木为优势树种,伴生云南松、栎类等;灌木有杜鹃、乌饭、蔷薇等;人工植被有人工经济林、云南松、华山松和桉树等。森林主要为纯林和相对纯林。

3.1 各类土地面积

3.1.1 林地与非林地面积、比例

抚仙湖、星云湖、杞麓湖径流区面积为 71 847 hm^2 、45 638 hm^2 、39 136 hm^2 ,分别占“三湖”径流区总面积(156 621 hm^2)的 45.87%、29.14%、24.99%。抚仙湖、星云湖、杞麓湖径流区林地面积为 33 117.9 hm^2 、18 549.2 hm^2 、17 517.6 hm^2 ,分别占“三湖”径流区林地面积(69 184.7 hm^2)的 47.87%、26.81%、25.32%;抚仙湖、星云湖、杞麓湖径流区非林地面积为 38 729.1 hm^2 、27 088.8 hm^2 、21 618.4 hm^2 ,分别占“三湖”径流区非林地面积(87 436.3 hm^2)的 44.29%、30.98%、24.73%。“三湖”径流区林地、非林地面积占径流区总面积的比例分别为 44.17%、55.83%(表 1)。

3.1.2 各类林业用地面积

“三湖”径流区林地面积 69 184.7 hm^2 ,其中有林地 54 523.2 hm^2 、疏林地 194.5 hm^2 、灌木林地 9 117.1 hm^2 、未成林造林地 2 622.5 hm^2 、苗圃地 22.8 hm^2 、无立木地 1 157.8 hm^2 、宜林地 1 546.1 hm^2 ,辅助生产林地 0.7 hm^2 ,占“三湖”径流区林地面积的比例分别为 78.81%、0.28%、13.18%、3.19%、0.03%、1.67%、2.24%。按径流区分:抚仙湖径流区林地面积 33 117.9 hm^2 ,其中有林地 23 098.1 hm^2 、疏林地 93.8 hm^2 、灌木林地 6 599 hm^2 、未成林造林地 1 399.2 hm^2 、苗圃地 9.2 hm^2 、无立木地 773.3 hm^2 、宜林地 1 145.3 hm^2 ;星云湖径流区林地面积 18 549.2 hm^2 ,其中有林

地 16 195.8

表 1 抚仙湖、星云湖、杞麓湖径流区林地、非林地面积及比例

Tab. 1 Areas and percentages of forestland and non-forestland in runoff area of Fuxian Lake, Xingyun Lake and Qilu Lake

| 项目 | 面积合计 | 比例 | 林地 | | 非林地 | | 森林 | |
|--------|--------|-------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | | | 面积 | 面积比例 | 面积 | 面积比例 | 覆盖率 | 绿化率 |
| 计 | 156621 | 100 | 69184.7 | 100 | 87436.3 | 100 | 35.71 | 41.49 |
| 抚仙湖 | 71847 | 45.87 | 33117.9 | 47.87 | 38729.1 | 44.29 | 33.36 | 42.30 |
| 星云湖 | 45638 | 29.14 | 18549.2 | 26.81 | 27088.8 | 30.98 | 36.10 | 39.50 |
| 杞麓湖 | 39136 | 24.99 | 17517.6 | 25.32 | 21618.4 | 24.73 | 39.56 | 42.33 |
| 占总面积比例 | | 100 | | 44.17 | | 55.83 | | |

hm²、灌木林地 1 592.6 hm²、未成林造林地 337.8 hm²、苗圃地 13.6 hm²、无立木地 255.9 hm²、宜林地 216.5 hm²；杞麓湖径流区林地面积 17 517.6 hm²，其中有林地 15 229.3 hm²、疏林地 100.7 hm²、灌木林地 988.5 hm²、未成林造林地 885.5 hm²、无立木地 128.6 hm²、宜林地 184.3 hm²，辅助生产林地 0.7 hm²。

3.1.3 各类林地及四旁树、散生木面积(株数)、蓄积(株数)

“三湖”径流区林地面积 69 184.7 hm²、活立木总蓄积 3 450 460 m³，乔木林地 54 073.7 hm²、蓄积 3 367 460 m³，竹林 449.5 hm²、12 857 840 株，疏林地 194.5 hm²、蓄积 3 670 m³，四旁树 2 494 710 株、蓄积 60 570 m³，散生木 434 330 株、蓄积 18 760 m³。其中抚仙湖径流区林地面积 33 117.9 hm²、活立木总蓄积 1 417 840 m³，乔木林地 22 682.1 hm²、蓄积 1 382 350 m³，竹林 416 hm²、12 376 520 株，疏林地 93.8 hm²、蓄积 1 230 m³，四旁树 1 362 520 株、蓄积 25 060 m³，散生木 254 390 株、蓄积 9 200 m³；星云湖径流区林地面积 18 945.2 hm²、活立木总蓄积 706 520 m³，乔木林地 16 170.6 m²、蓄积 673 630 m³，竹林 25.2 hm²、411 200 株，四旁树 530 410 株、蓄积 27 490 m³，散生木 106 960 株、蓄积 5 400 m³；杞麓湖径流区林地面积 17 517.6 hm²、活立木总蓄积 1 326 100 m³，乔木林地 15 221 hm²、蓄积 1 311 480 m³，竹林 8.3 hm²、70 120 株，疏林地 100.7 hm²、蓄积 2 440 m³，四旁树 671 780 株、蓄积 8 020 m³，散生木 72 980 株、蓄积 416 m³[3]。

3.2 各类林地活立木蓄积及比例

“三湖”径流区活立木总蓄积 3 450 460 m³，其中乔木林地蓄积 3 367 460 m³、疏林地蓄积 3 670 m³、四旁树蓄积 60 570 m³、散生木蓄积 18 760 m³，

占“三湖”径流区活立木总蓄积的比例分别为 97.59%、0.11%、1.76%、0.54%。按径流区分：抚仙湖径流区活立木总蓄积 1 417 840 m³，其中乔木林地蓄积 1 382 350 m³、疏林地蓄积 1 230 m³、四旁树蓄积 25 060 m³、散生木蓄积 9 200 m³，占“三湖”径流区活立木总蓄积、乔木林地蓄积、疏林地蓄积、四旁树蓄积、散生木蓄积的比例分别为 41.09%、41.05%、33.51%、41.37%、49.04%；星云湖径流区活立木总蓄积 706 520 m³，其中乔木林地蓄积 673 630 m³、四旁树蓄积 27 490 m³、散生木蓄积 5 400 m³，占“三湖”径流区活立木总蓄积、乔木林地蓄积、四旁树蓄积、散生木蓄积的比例分别为 20.48%、20%、45.39%、28.78%；杞麓湖径流区活立木总蓄积 1 326 100 m³，其中乔木林地蓄积 1 311 480 m³、疏林地蓄积 2 440 m³、四旁树蓄积 8 020 m³、散生木蓄积 416 m³，占“三湖”径流区活立木总蓄积、乔木林地蓄积、疏林地蓄积、四旁树蓄积、散生木蓄积的比例分别为 38.43%、38.95%、66.49%、13.24%、22.18%。

3.3 森林覆盖率

“三湖”径流区森林覆盖率为 35.71%、有林地覆盖率 34.81%、林木绿化率 41.49%。其中：抚仙湖径流区森林覆盖率 33.36%、有林地覆盖率 32.15%、林木绿化率 42.30%；星云湖径流区森林覆盖率 36.10%、有林地覆盖率 35.49%、林木绿化率 39.50%；杞麓湖径流区森林覆盖率 39.56%、有林地覆盖率 38.91%、林木绿化率 42.33%。“三湖”径流区的森林覆盖率、有林地覆盖率、林木绿化率以杞麓湖径流区最高；森林覆盖率、有林地覆盖率以抚仙湖径流区最低；林木绿化率以星云湖径流区最低。“三湖”径流区的森林覆盖率、林木绿化率较玉溪市 56.70% 的森林覆盖率、67.94% 的林木绿化率分别

低 20.99 个百分点、26.45 个百分点,较云南省 59.30% 的森林覆盖率、67.82% 的林木绿化率分别低 23.59 个百分点、26.33 个百分点,较全国 21.66% 的森林覆盖率高 14.05 个百分点。

3.4 乔木林资源

“三湖”径流区乔木林地面积 54 073.7 hm^2 、蓄积 3 367 460 m^3 ,占“三湖”径流区林地面积的 78.16%、活立木总蓄积的 97.59%。其中抚仙湖、星云湖、杞麓湖各湖径流区的乔木林面积、蓄积分别为 22 682.1 hm^2 、1 382 350 m^3 , 22 682.1 hm^2 、16 170.6 m^3 , 15 221 hm^2 、1 311 480 m^3 ,占其径流区林地面积、活立木总蓄积的比例分别为 68.49%、98.90%、87.18%、96.99%、86.89%、98.90%。

3.5 竹林资源

“三湖”径流区竹林面积 449.5 hm^2 、12 857 840 株,其中抚仙湖、星云湖、杞麓湖径流区的竹林面积、株数分别为 416 hm^2 、12 376 520 株, 25.2 hm^2 、411 200 株, 8.3 hm^2 、70 120 株,主要为慈竹、金竹和毛竹。

3.6 疏林地资源

“三湖”径流区疏林地面积 194.5 hm^2 、蓄积 3 670 m^3 ,其中抚仙湖径流区 93.8 hm^2 、蓄积 1 230 m^3 ,杞麓湖径流区 100.7 hm^2 、蓄积 2 440 m^3 。

3.7 四旁树资源

“三湖”径流区四旁树 2 494 710 株、蓄积 60 570 m^3 ,其中抚仙湖径流区 1 362 520 株、蓄积 25 060 m^3 ,星云湖径流区 530 410 株、蓄积 27 490 m^3 ,杞麓湖径流区 671 780 株、蓄积 8 020 m^3 。

3.8 散生木资源

“三湖”径流区散生木 434 330 株、蓄积 18 760 m^3 ,其中抚仙湖径流区 254 390 株、蓄积 9 200 m^3 ,星云湖径流区 106 960 株、蓄积 5 400 m^3 ,杞麓湖径流区 72 980 株、蓄积 416 m^3 。

3.9 灌木林地资源

“三湖”径流区灌木林地面积 9 117.1 hm^2 (抚仙湖 6 599 hm^2 、星云湖 1 529.6 hm^2 、杞麓湖 988.5 hm^2),占“三湖”径流区林地面积的 13.18%。

4 森林资源特点

4.1 森林资源总量少,森林覆盖率低

“三湖”径流区面积、林地面积、有林地面积、活立木蓄积占玉溪市国土面积(1 496 708 hm^2)、林地面积(1 088 595.9 hm^2)、有林地面积(823 155.5

hm^2)、活立木总蓄积(55 936 040 m^3)的比例分别为 10.46%、6.36%、6.62%、6.17%,森林覆盖率为 35.71%,较玉溪市 56.70%、云南省 59.30% 的森林覆盖率分别低 20.99%、23.59 个百分点,较全国 21.66% 的森林覆盖率高 14.05 个百分点。

4.2 林地生产率低,残次林相多

4.2.1 林地利用率低

“三湖”径流区有林地面积占林地面积的 78.81%,而世界上发达国家的林地利用率大多在 80% 以上。

4.2.2 森林单位面积蓄积量低

“三湖”径流区森林单位面积蓄积量为 62.28 m^3/hm^2 ,分别较世界(115.5 m^3/hm^2)、全国(76.65 m^3/hm^2)、云南省(94.8 m^3/hm^2)、玉溪市(72.11 m^3/hm^2)的低 53.22 m^3/hm^2 、14.37 m^3/hm^2 、32.52 m^3/hm^2 、9.83 m^3/hm^2 。可通过中幼林抚育、低效林改造等途径改善林木生长条件,提高林分质量,增加单位面积蓄积量。

4.2.3 残破林相多

“三湖”径流区现有的天然林均为逐步演替的天然次生林,部分森林因干旱、冰冻雨雪灾害、森林病虫害、森林火灾等形成次生林,林相残破,单位面积蓄积量低,部分有林地演变为疏林地。因此,应积极争取国家造林补贴、低效林改造等项目资金,改造无前途的次生林、低效林,提高林地生产力。

5 森林资源评价

5.1 森林的防护作用和生态价值突出

“三湖”径流区的森林是涵养水源、保持水土、保持抚仙湖 I 类水质和遏制星云湖、杞麓湖水质恶化的重要保障。以每公顷森林每年保土 60 t 计算,“三湖”径流区的 54 523.2 hm^2 森林(有林地)每年可保土 327.139 2 万 t,按云南省平均土壤溶重 1.35 t/m^3 计算,合 242.325 3 万 m^3 ,按固土工程 4 元/ m^3 计算,年保土替代价值为 969.301 2 万元,以单位库容造价 6.3 元/ m^3 计算,“三湖”径流区的森林每年可减少 242.325 3 万 m^3 的库容损失,替代价值 1 526.649 4 万元。以每公顷森林每年可增加蓄水 375 m^3 计算,“三湖”径流区的森林每年可增加蓄水 2 044.62 万 m^3 。以 0.5 元/ m^3 的水价计算,年蓄水替代价值 1 022.31 万元。每公顷森林每年可减少土壤中的氮、磷、钾流失折合有机肥 840 kg,按 800 元/t 计算,“三湖”径流区的森林每年可保肥 4.579 9 万 t,年保肥替代价值 3 663.92 万元。按每

公顷森林每天吸收 1 t 二氧化碳、释放 0.735 t 氧气计算,“三湖”径流区的森林每天可吸收 54 523.2 t 二氧化碳、释放 40 074.55 t 氧气,每年吸收 19 900 968 t 二氧化碳、释放 14 627 210.75 t 氧气。

5.2 森林覆盖率有待提高

“三湖”径流区森林覆盖率为 35.71%,分别低于玉溪市 56.70%、云南省 59.30% 的森林覆盖率 20.99、23.59 个百分点。

6 森林经营管理建议

“三湖”径流区是玉溪市工农业生产较发达的地区,其周边的帽天山国家地质公园、樱花谷、禄冲、碧云寺、明星渔洞、阳光海岸、隔河界渔石、秀山公园等风景名胜是理想的旅游观光度假地、“健康生活目的地”。根据“三湖”径流区森林资源状况提出以下经营管理建议:

6.1 大力发展林果业

发挥邻近省会昆明和玉溪至河口铁路、在建的玉溪至磨憨铁路、昆明至元江、呈贡至昆明高速公路穿境而过的区位优势,发展林果业。在海拔 1 723~2 200 m 立地条件较好的区域种植核桃、板栗、蓝莓、柿、桃、梨、樱桃等经济林木和竹子;在海拔 1 900~2 760 m 立地条件中等或中等偏下的区域营造柏树、栎类、云南松、华山松、石楠、冬樱花、桉木、滇朴、香樟、栎树等。整合新一轮退耕还林工程、石漠化综合治理、陡坡地治理、防护林工程建设等项目资金,加快造林绿化进程,增加径流区森林资源总量,提高农民收入。

6.2 继续实施新一轮退耕还林、石漠化综合治理、陡坡地治理和防护林建设等工程

“三湖”径流区现有的 2 703.9 hm² 无立木林地和宜林地因立地条件差,造林难度大,宜采取大塘、客土、大苗造林等方式以获得较好的绿化效果。结合石漠化综合治理、防护林工程建设等,在石漠化较重的地区营造耐旱、耐瘠薄土壤的清香木、栎类、柏树、火棘、小石积等,在石漠化较轻的地区营造云南樱花、桉木、华山松、云南松、竹子和经济林。在新一轮退耕还林工程、陡坡地治理中以种植核桃、板栗、蓝莓、葡萄、李、桃、柿、梨等经济林木为主,桉木、石楠、冬樱花等生态林木为辅,形成乔、灌结合,针、

阔混交,常绿与落叶树种相间的森林,提高森林的防火、抗病虫害能力。

6.3 发展林下经济

因地制宜地发展林下经济,在林下种植重楼、金银花、白芨、草乌等中药材和木耳、食用菌、森林蔬菜等,在不污染“三湖”水质的局部地区开展林下畜禽及野生动物养殖,促进农民增收。

6.4 加快农村替代能源和林业基础设施建设

充分利用石漠化综合治理建设等项目资金,加快“三湖”径流区农村节柴改灶、沼气、太阳能等替代能源和林区、农田机耕道路、沟渠等基础设施建设,减少农民生产、生活对森林资源的依赖,改善林业生产条件。

6.5 加快低效林改造和中幼林抚育速度

“三湖”径流区现有的 9 117.1 hm² 灌木林地、194.5 hm² 疏林地和 2 622.5 hm² 未成林造林地是低效林改造和中幼林抚育的主要对象,应积极争取国家森林抚育、造林补贴项目和省级低效林改造项目资金,加快低效林改造和中幼林抚育,以改善林木生长条件,增加单位面积蓄积量,提高林分质量。

7 结语

“三湖”径流区具有较大的林业发展潜力,应抓住抚仙湖列为全国第二批山水林田湖草生态保护修复工程试点,筑牢西南生态安全屏障,争当全国生态文明建设排头兵的机遇,加快森林资源培育速度、加强森林病虫害防治和森林防火工作,保护好现有的森林资源,实现山水林田湖草统筹治理,为抚仙湖保持 I 类水质,杞麓湖、星云湖水质由 V 类恢复 IV 类奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 云南省林业调查规划院. 玉溪市“三湖”径流区森林资源规划设计调查报告[R]. 2009.
- [2] 玉溪市统计局,国家统计局玉溪调查队. 玉溪统计年鉴 2016[Z]. 2017.
- [3] 云南省林业调查规划院昆明分院. 玉溪市森林资源调查报告(2016年)[R]. 2016.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.023

景洪市野生动物肇事及补偿情况调查研究

宋志勇¹, 罗杰斯¹, 刘婷娇²

(1. 云南西双版纳国家级自然保护区科学研究所, 云南 景洪 666100; 2. 景洪市林业局, 云南 景洪 666100)

摘要:为掌握景洪市野生动物肇事及其补偿情况, 经过查阅野生动物肇事及补偿统计表、年度保险理赔金额等资料, 并进行统计分析。结果表明, 1990—2017年景洪市野生动物肇事共造成群众经济损失24 040.043 2万元, 人员伤亡121人(死14人), 实际补偿2 735.379 8万元, 补偿率为11.4%; 肇事野生动物主要为亚洲象、野猪、黑熊, 偶蹄类、灵长类和爬行动物等; 肇事的主要原因为人口的日益增长、土地利用方式改变、野生动物栖息地不断丧失、野生动物食性改变以及保护措施的有效实施等。建议采取缓解人象冲突、完善补偿机制、防范野生动物肇事、野生动物栖息地恢复、保护区内村寨搬迁、相关补偿法规的建立与完善等措施以解决存在的问题。

关键词:野生动物; 肇事; 补偿; 亚洲象; 景洪市

中图分类号: S718.65; S863 文献标识码: A 文章编号: 1671-168(2019)03-0125-05

引文格式: 宋志勇, 罗杰斯, 刘婷娇. 景洪市野生动物肇事及补偿情况调查研究[J]. 林业调查规划, 2019, 44(3): 125-129.

SONG Zhiyong, LUO Jiesi, LIU Tingjiao. Investigation and Research on Damage and Compensation of Wildlife Accidents in Jinghong City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 125-129.

Investigation and Research on Damage and Compensation of Wildlife Accidents in Jinghong City

SONG Zhiyong¹, LUO Jiesi¹, LIU Tingjiao²

(1. Scientific Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China;
2. Jinghong Forestry Bureau, Jinghong, Yunnan 666100, China)

Abstract: The statistics of wildlife damage and compensation and the data of annual insurance claims amount were consulted and analyzed to know the situation of damage and compensation by wildlife accidents in Jinghong City. The results showed that from 1990 to 2017, wildlife accidents in Jinghong City caused economic losses of 240 400 432.00 yuan, casualties of 121 people (14 people died), actual compensation of 27 353 798.00 yuan, and compensation rate of 11.4%. The main wildlife affected were *Elephas maximus*, *Sus scrofa*, *Selenarctos thibetanus*, artiodactyla, primates and reptiles. The main causes of accidents were the increasing population, changes in land use patterns, loss of wildlife habitats, changes in wildlife feeding habits, and effective implementation of conservation measures. It was suggested to alleviate conflicts between human and elephants, perfect compensation mechanism, prevent wildlife accidents, restore wildlife habitats, move villages in protected areas, and establish and improve relevant

收稿日期: 2018-11-12.

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生物多样性保护研究工作. Email: 551992760@qq.com
责任作者: 刘婷娇(1971-), 女, 云南景洪人, 工程师. 主要从事野生动植物与自然保护区管理工作.

compensation laws and regulations.

Key words: wildlife; causing damage; compensation; *Elephas maximus*; Jinghong City

野生动物是指非家养的动物。建立自然保护区是对野生动物保护最有效的措施^[1]。西双版纳国家级自然保护区是全国建立最早的自然保护区之一,属森林生态系统和野生动植物类型的综合性自然保护区^[2]。随着自然保护工作的不断深入,野生动物资源得到了恢复,在保护区范围出现了野生动物侵扰损害庄稼以及伤人事件^[3]。“野生动物肇事或危害(Wildlife damage)”是指野生动物造成居民人身伤害以及作物、家畜和房屋等财产损失的事件^[4]。野生动物肇事是世界各地特别是自然保护区周边普遍存在的一种现象,不仅给当地居民造成经济损失,危害人身安全,而且降低了他们保护生物多样性的积极性^[5]。据统计,云南省野生动物肇事损失金额呈逐年上升的趋势,2000年为2 099.0万元、2001年为2 671.0万元、2002年为3 100.0万元、2003年为3 480.0万元,2004年达3 590.0万元。西双版纳的野生动物肇事一直占云南省的50%以上。景洪市内有各类自然保护区17.41万hm²,野生动物肇事一直占全州的50%以上。因此,有必要对景洪市野生动物肇事情况进行系统的调查研究,探寻解决人与野生动物矛盾的长效机制。

1 研究区概况

景洪市地处西双版纳傣族自治州中部,2016年生产总值192.5亿元,地处东经100°25′~101°31′,北纬21°27′~22°36′之间,南与缅甸接壤,与老挝、泰国相毗邻,国境线长112.39 km。景洪市辖10个乡镇和1个街道办事处,97个村民委员会,有13个世居民族。土地面积6 959 km²,其中山区6 610.1 km²,占95%;坝区348.9 km²,占5%。地形北高南低,境内山脉走向多由西北至东南。有野生动物1 861种,其中:亚洲象(*Elephas maximus*)、印度野牛(*Bos gaurus*)、孔雀雉(*Polyplectron bicalcaratum*)等国家一级保护动物11种,脊椎动物600多种,兽类60种。有高等植物3 890种,珍贵树种340种。有13万hm²国家级自然保护区,4.41万hm²市级自然保护区。森林覆盖率84.99%^[6],是北回归线上的一片绿洲。最高海拔2 196.6 m,最低海拔485 m,城区平均海拔552.7 m^[7]。

2 研究方法

1990—2009年景洪市开展的野生动物肇事及

补偿工作的责任单位分别为西双版纳国家级自然保护区管护局(勐养、勐仑管护所)和景洪市林业局,通过查阅野生动物肇事及补偿统计资料,利用Microsoft Excel 2003软件进行分类汇总和分析。2010—2017年开展的野生动物肇事公众责任险由中国太平洋财产保险股份有限公司西双版纳中心支公司负责理赔工作,相关数据也由该公司提供。

3 结果与分析

3.1 野生动物肇事及补偿情况(1990—2009年)

景洪市野生动物肇事及补偿情况统计责任单位共有4个:景洪市林业局负责国家级自然保护区以外区域,西双版纳国家级自然保护区勐养管护所负责勐养子保护区,西双版纳国家级自然保护区勐仑管护所负责勐仑子保护区(景洪片区),纳板河国家级自然保护区管理局负责纳板河自然保护区(景洪片区)。1990—2009年,景洪市野生动物损坏农作物、伤害人畜,共造成群众损失粮食作物32 182 t,经济作物11 944 t,经济林木4 862 938棵(株),伤害畜禽5 189头(只)、伤害人员70人(其中死亡8人)。野生动物肇事涉及辖区11个乡镇39个村委会161个村民小组,损失补偿资金共计11 696,579元(表1),补偿率仅为5%~8%^[8]。肇事野生动物主要为亚洲象、野猪、黑熊,偶蹄类、灵长类和爬行类动物等。

3.1.1 景洪市林业局统计数据

1997—2009年景洪市林业局统计数据主要包括景洪市辖区除勐养、勐仑、纳板河自然保护区以外区域。其中粮食作物23 302.420 t,经济作物7 333.140 t,经济林木1 285 746株,牲畜家禽1 253头(只),人员伤亡29人(死亡2人)(表2)。

3.1.2 勐养管护所统计数据

勐养管护所辖区面积99 840 hm²,涉及勐养、基诺、大渡岗等8个乡镇。1997—2009年辖区共损失粮食作物6 054.464 t,经济作物4 429.160 t,经济林木1 386 780株,牲畜家禽143头(只),人员伤亡30人(其中死亡5人)(表3)。

3.2 野生动物公众责任险赔偿情况(2011—2017年)

2010年,西双版纳州林业局与中国太平洋财产

表1 景洪市1990—2009年野生动物肇事损失及补偿经费汇总

Tab. 1 Statistics of loss and compensation of wildlife accidents in Jinghong City from 1990 to 2009

| 年度 | 单位 | 粮食作物 /kg | 经济作物 /kg | 经济林木 /株 | 牲畜家禽 /头(只) | 人员伤亡 /人 | 补偿金额 /元 |
|-----------|------------|-------------|-------------|------------|---------------|------------|------------|
| 1997—2009 | 景洪市林业局 | 23 302 420 | 7 333 140 | 1 219 746 | 1 253 | 29 | 8 033 998 |
| 1990—2009 | 勐养管护所 | 7 964 059 | 4 611 280 | 1 404 162 | 262 | 37 | 3 506 057 |
| 1990—2009 | 勐仑管护所(景洪) | 222 051 | 0 | 4 328 | 0 | 3 | 54 692 |
| 1997—2009 | 纳板河管理局(景洪) | 693 495 | 0 | 5 088 | 4 | 1 | 101 832 |
| 合计 | | 32 182 025 | 11 944 420 | 2 633 324 | 1 519 | 70 | 11 696 579 |

表2 1997—2009年景洪市林业局野生动物肇事损失及补偿情况统计汇总

Tab. 2 Statistics of loss and compensation of wildlife accidents in Jinghong Forestry Bureau from 1997 to 2009

| 年度 | 粮食作物 /kg | 经济作物 /kg | 经济林木 /株 | 牲畜家禽 /头(只) | 人员伤亡 /人 | 补偿金额 /元 |
|------|-------------|-------------|------------|---------------|------------|------------|
| 1997 | 235 769 | 141 100 | 38 540 | 31 | | 138 208 |
| 1998 | 813 804 | 384 850 | 67 424 | 382 | 1 | 196 528 |
| 1999 | 754 605 | 469 140 | 1 382 | 333 | 1 | 173 024 |
| 2000 | 1 173 533 | 2 465 600 | 36 952 | 362 | 2 | 554 077 |
| 2001 | 1 924 537 | 317 500 | 24 739 | 58 | | 151 516 |
| 2002 | 2 034 469 | 353 100 | 26 580 | 31 | 3 | 181 243 |
| 2003 | 2 042 555 | 407 000 | 200 008 | 10 | 2 | 216 178 |
| 2004 | 2 611 020 | 534 000 | 46 244 | 2 | 1 | 257 572 |
| 2005 | 2 300 375 | 352 500 | 40 526 | 34 | 4 | 813 206 |
| 2006 | 2 064 527 | 634 550 | 12 780 | 10 | 4 | 1 002 374 |
| 2007 | 2 165 940 | 244 300 | 229 719 | 0 | 8 | 1 057 444 |
| 2008 | 2 617 025 | 227 500 | 329 645 | 0 | 0 | 1 646 736 |
| 2009 | 2 564 262 | 802 000 | 231 207 | 0 | 3 | 1 645 892 |
| 合计 | 23 302 420 | 7 333 140 | 1 285 746 | 1 253 | 29 | 8 033 998 |

保险股份有限公司西双版纳中心支公司签定野生动物公众责任险,由保险公司负责境内野生动物肇事理赔工作,林业部门配合完成现场勘察、定损及评估工作。2011—2017年,景洪市共发生亚洲象等野生动物肇事1 737起,涉及受灾人口达8.2万人,导致人员伤亡51人(其中死亡6人)(表4)。造成直接经济损失64 688.652万元,保险理赔15 65.7219万元,赔偿率为24.2%。肇事野生动物主要为亚洲象、野猪、黑熊,偶蹄类、灵长类和爬行动物等。

4 结论

1990—2017年,景洪市野生动物肇事共造成群众经济损失240 400 432元,人员伤亡121人(死亡14人),实际补(赔)偿27 353 798元,补偿率为

11.4%。肇事野生动物主要为亚洲象、野猪、黑熊,偶蹄类、灵长类和爬行动物等。肇事的主要原因有人口的日益增长、土地利用方式改变使野生动物栖息地不断丧失,野生动物食性改变以及保护措施的有效实施等^[9]。2010年之前景洪市野生动物肇事的补偿率仅为5%~8%;2010年之后,对亚洲象损害的粮食作物和经济林木的补偿只占到市场价格的25%,人员死亡仅赔偿20万元(低于其他事故赔偿标准,如矿难等)。

5 建议

5.1 缓解人象冲突

亚洲象是具有重要的生态价值、科研价值和经济价值的大型野生动物。我国现存亚洲象种群数量

表 3 勐养保护区野生动物肇事历年损失及补偿情况
统计汇总

Tab. 3 Statistics of loss and compensation of wildlife accidents in Mengyang Nature Reserve

| 年度 | 粮食 作物 /kg | /经济 作物 /kg | 经济 林木 /株 | 牲畜 家禽 /头 (只) | 人员 伤亡 /人 | 补偿 金额 |
|------|-----------------|------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------|
| 1997 | 299 921 | 147 060 | 1 944 | 3 | 3 | 139 996 |
| 1998 | 328 385 | 171 150 | 725 | 17 | 1 | 74 264 |
| 1999 | 499 414 | 273 700 | 7 846 | 15 | 2 | 105 229 |
| 2000 | 540 364 | 973 900 | 123 026 | 11 | 2 | 284 545 |
| 2001 | 455 450 | 247 400 | 42 241 | 83 | 1 | 40 807 |
| 2002 | 506 637 | 420 000 | 73 889 | 1 | 2 | 69 794 |
| 2003 | 563 382 | 584 400 | 119 724 | 9 | 2 | 77 439 |
| 2004 | 754 232 | 636 500 | 141 558 | 0 | 3 | 126 852 |
| 2005 | 543 135 | 649 800 | 70 667 | 3 | 2 | 317 014 |
| 2006 | 417 006 | 105 000 | 90 834 | 1 | 2 | 266 026 |
| 2007 | 462 615 | 182 000 | 184 177 | 0 | 4 | 406 622 |
| 2008 | 312 045 | 0 | 244 394 | 0 | 4 | 561 681 |
| 2009 | 371 880 | 38 250 | 285 755 | 0 | 2 | 522 288 |
| 合计 | 6054 464 | 4 429 160 | 1386 780 | 143 | 30 | 2 992 565 |

表 4 2011—2017 年景洪市野生动物公众责任险
理赔情况

Tab. 4 Claims of public liability insurance for wildlife accidents in Jinghong City from 2010 to 2017

| 年度 | 经济损失 /元 | 补偿金额 /元 |
|------|------------|------------|
| 2011 | - | 1 500 000 |
| 2012 | - | 456 778 |
| 2013 | - | 2 291 361 |
| 2014 | - | 2 376 780 |
| 2015 | - | 3 375 300 |
| 2016 | - | 1 200 000 |
| 2017 | - | 4 457 000 |
| 合计 | 64 688 652 | 15 657 219 |

极少、分布区狭窄而零散,处于极度濒危状态,是国家一级重点保护野生动物,近年来被列为极小种群物种进行重点保护。目前,分布于西双版纳的亚洲象种群数量仅为 300 头左右。景洪市是野生亚洲象的主要分布区,但近年来存在亚洲象种群退化、栖息地破碎化,人象冲突不断升级,因此缓解人象冲突已

经刻不容缓。建议以亚洲象为主题,以丰富的生物多样性和重要的生态系统及多彩的少数民族文化为载体,以保护资源为基础,以缓解人象冲突、发展社区、资源展示、游憩和自然教育为目标,扩大保护范围,加快栖息地的恢复与改善,完善和统一亚洲象及栖息地保护管理体系,切实缓解人象冲突。

5.2 完善补偿机制

景洪市于 1991 年开始对野生动物肇事损失进行调查、统计和补偿工作;1997 年成立野生动物保护管理站,负责全市除国家级自然保护区外区域的野生动物肇事统计及补偿工作;2006 年,根据《中华人民共和国野生动物保护法》和《云南省重点保护陆生野生动物造成人身财产损害补偿办法》的相关规定,制定了《西双版纳州野生动物肇事调查统计及补偿兑现管理办法》。该办法明确了调查统计范围,规定了各级林业部门的调查统计权限和调查方法,理顺了群众受理程序,量化了具体的精度指标,有效杜绝了虚报情况的发生,各种损失数有了明显的减少^[8];2010 年,由中国太平洋财产保险股份有限公司西双版纳中心支公司负责全州野生动物肇事的补偿工作;另外,亚洲象保护协会、西双版纳热带雨林基金会,国际爱护动物基金会(思茅办)以 NGO 的身份致力于保护野生亚洲象、缓解人象冲突、保护热带雨林。

针对目前地方财政不足的情况,国家财政部门应设立专项的“生态保护补偿基金”,专门用于自然保护区、天然林保护区的生态建设保护补偿,除了用于重点保护野生动物肇事造成的财产损失和人员伤亡补偿外,还包括帮助保护区内及其周边村民发展经济^[10]。对于野生动物带给林缘社区居民的损失,完全由政府给予财政补偿目前是不太可能的,为了维持林缘社区居民的生活,促进保护事业的发展,必须全方位全面地拓宽补偿资金的筹集渠道^[11]。

5.3 防范野生动物肇事

近年来,由于国家对自然保护区资金投入增加,景洪市在亚洲象经常出没和肇事的村寨建了一些防象设施,如防象护栏、防象亭、防象沟、太阳能路灯等,并运用无人机对亚洲象进行跟踪预警。社区群众对肇事补偿工作认识参差不齐,影响工作开展。除对社区居民开展宣传教育外,还应把野生动物保护和肇事补偿工作列入村规民约,鼓励保护野生动物行为,使保护野生动物成为社区群众的自觉行为^[12]。开展亚洲象防范意识教育,提高群众防范亚洲象等动物肇事的能力。

5.4 野生动物栖息地恢复

由于橡胶等经济作物的种植面积占全市国土面积比重较大,亚洲象等野生动物栖息地面积相应减少,因此非常有必要对橡胶等经济林进行恢复和改造。自然保护区内禁止种植砂仁、茶叶和重楼等经济作物^[13],国有林范围内种植的经济作物逐步恢复为天然林,集体林范围内逐步改造为野生动物食物基地。

5.5 保护区内村寨搬迁

由于自然保护区内村寨较多,严重影响自然资源的保护,亚洲象等野生动物肇事也影响群众的生产生活。目前针对自然保护区集体林,地方政府尚没有开展核心区移民的相关政策。如能逐步实施核心区移民搬迁,或通过土地购买等方式开展核心区移民,对于缓解人象冲突、提升保护区的管理等方面有很大益处^[14]。

5.6 政策、法规制度的建立与完善

对于野生动物的保护,不仅是为了保护稀缺的野生动物物种资源和维护生物多样性,从野生动物在整个生物圈和生态链中举足轻重的作用来看,更是人类可持续发展的要求,保护野生动物成为社会及每个公民应尽的责任。但是从环境公平的角度讲,对于那些所处环境或其他因素受到野生动物侵袭的人来说,由受害者个人负担所遭受的人身和财产的损失是不公平的。自然保护区地处边远地区或贫困山区,群众生活水平低,自然保护区的建设本身就对他们的发展产生了限制和不利影响,野生动物的侵扰更是进一步危及了他们的生存,不能及时充分地对他们进行补偿往往会引发人民群众的不满情绪,影响社会稳定,野生动物的生存状况也会由于当地群众缺乏保护的动机而进一步恶化。因此,应当尽快完善我国重点保护野生动物肇事经济补偿的政策、法规,对因保护野生动物而丧失发展机会、受到人身伤害及财产损失的群众给予足额的补偿,由受

益的全体公民共同承担这一部分特别的损失^[10]。

参考文献:

- [1] 徐宏发,张恩迪,宋慧刚. 野生动物保护原理及管理技术[M]. 上海:华东师范大学出版社,1998.
- [2] 杨松海,王战强,汤忠明,等. 西双版纳傣族自治州自然保护区志[M]. 昆明:云南科技出版社,2010.
- [3] 候一蕾,温亚利. 野生动物肇事对社区农户的影响及补偿问题分析[J]. 林业经济问题,2015,32(5):388-92.
- [4] TIMM R M. Trends in wildlife damage management in north America[J]. Outlook on Pest Management, 2005, 16(5): 215-219.
- [5] 徐建英,桓玉婷,孔明. 卧龙自然保护区野生动物肇事农地特征及影响机制[J]. 生态学报,2016(12):3748-751.
- [6] 白玲. 景洪市政府工作报告[R]. 景洪市第六届人民代表大会第一次会议,2017.
- [7] 西双版纳州人民政府. 西双版纳年鉴(2010)[M]. 芒市:德宏民族出版社,2011:33-4.
- [8] 甘燕君,李玲. 西双版纳州野生动物肇事补偿现状及补偿机制初探[J]. 绿色科技,2018(12):38-41.
- [9] 杨文忠,和淑光,沈永生. 白马雪山南段野生动物肇事的时空格局[J]. 山地学报,2009(3):306-09.
- [10] 周鸿升,唐景全,郭保香. 重点保护野生动物肇事特点及解决途径[J]. 北京林业大学学报(社会科学版), 2010(2):40-44.
- [11] 韦惠兰,贾亚娟,李阳. 自然保护区林缘社区野生动物肇事损失评估及补偿问题研究[J]. 干旱区资源与环境,2008(2):185-188.
- [12] 张映兰. 丽江市野生动物肇事特点及解决途径[J]. 林业调查规划,2013(5):103-106.
- [13] 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.
- [14] 刘美斯,廖庆义,白林壮,等. 壶瓶山国家级自然保护区野生动物肇事现状及管理建议[J]. 动物学报,2018(39):180-184.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.024

基于层次分析法的金秀圣堂山生态旅游资源评价与保护利用

孙昌平¹, 刘智军¹, 霍红²

(1. 国家林业局昆明勘察设计院, 云南 昆明 650216; 2. 昆明学院, 云南 昆明 650214)

摘要:采用层次分析法(AHP),选取资源要素价值、生态环境质量和开发建设条件3个综合指标及19个项目指标,构建了圣堂山生态旅游资源评价指标体系,并对各个层次和各个项目指标进行权重确定和评分计算。通过评分计算,圣堂山生态旅游资源综合评分为9.13分,其中:资源要素价值得分6.74,生态环境质量得分1.65,开发建设条件得分0.74。表明圣堂山生态旅游资源质量优良,开发潜力巨大,但也存在区位优势不足、交通条件较差等不利条件。提出将瑶族村屯为主的乡村旅游与景区观光、休闲旅游相结合,以优越的生态环境为开发主导要素,改善交通条件、注重旅游产品的差异化等开发建议。

关键词:生态旅游;资源评价;层次分析法(AHP);开发建议;圣堂山

中图分类号:S711;S788.2;P964 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0130-06

引文格式:孙昌平,刘智军,霍红.基于层次分析法的金秀圣堂山生态旅游资源评价与保护利用[J].林业调查规划,2019,44(3):130-135,157.

SUN Changping, LIU Zhijun, HUO Hong. Evaluation and Protective Utilization of Ecological Tourism Resources in Shengtangshan Mountain of Jinxiu County Based on Analytic Hierarchy Process Method [J]. Forest Inventory and Planning, 2019,44(3):130-135,157.

Evaluation and Protective Utilization of Ecological Tourism Resources in Shengtangshan Mountain of Jinxiu County Based on Analytic Hierarchy Process Method

SUN Changping¹, LIU Zhijun¹, HUO Hong²

(1. China Forest Exploration & Design Institute in Kunming, Kunming 650216, China;
2. Kunming University, Kunming 650214, China)

Abstract: The analytic hierarchy process (AHP) which selected 3 comprehensive indexes of resource element value, ecological environment quality and construction conditions and 19 project indexes was used to construct the evaluation index system of ecological tourism resources in ShengTangshan Mountain, and determine the weights and calculate the scores of each index in each level. The comprehensive score of ecological tourism resources in ShengTangshan Mountain was 9.13, including 6.74 points for the value of resource elements, 1.65 points for the quality of ecological environment, and 0.74 points for development and construction conditions. It showed that the eco-tourism resources were of good quality and great potential for development, but had some disadvantages such as insufficient regional advantages and poor

收稿日期:2018-10-26;修回日期:2018-11-26.

课题名称:昆明学院人才引进项目(YJL18018).

第一作者:孙昌平(1983-),男,云南富源人,工程师.主要从事林业调查规划工作.

traffic conditions. This paper suggested to combine rural tourism with scenic spot sightseeing and leisure tourism, take superior ecological environment as the leading factor of development, improve traffic conditions and pay attention to the differentiation of tourism products.

Key words: ecological tourism; evaluation of resources; Analytic Hierarchy Process; development suggestions; ShengTangshan Mountain

1 引言

生态旅游是保护环境和促进当地居民富裕的一种负责任的旅游方式^[1-3],是基于自然和文化多样性的高层次旅游形式^[4-5]。生态旅游是以高质量的生态环境为基础,以生态学原理为指导,以获取经济效益为主要目的,最终使人们树立起正确的生态观,提高人们环境与生态意识的旅游活动^[6]。在国内,卢云亭把生态旅游定义为:以生态学观点和可持续发展思想为指针,以自然生态环境和相关文化区域为场所,为体验、了解、认识、欣赏、研究自然和文化而开展的一种对环境负有真正保护责任的旅游活动,是专项自然旅游的一种形式^[7]。李绪荫先生定义的生态旅游是:在生态学的观点和理论指导下享受、认识、保护自然和文化遗产,带有生态科教、生态科普色彩的一种特殊形式的专项旅游活动^[8]。目前,关于生态旅游的概念与内涵,尚未最终达成一致的看法,但在以下几个方面已达成共识:旅游地主要为受人类干扰破坏很小、较为原始古朴的地区,特别是生态环境保存完好的自然保护区;旅游者、当地居民、旅游经营管理者等的环境意识很强;旅游对环境的负面影响很小;旅游能为环境保护提供资金;当地居民能参与旅游开发与管理并分享其经济利益,因而为环境保护提供支持;生态旅游对旅游者和当地社区等能起到环境教育作用;生态旅游是一种新型的、可持续的旅游活动^[9]。

开展生态旅游活动,首要任务是对生态旅游资源进行评价^[10-12],即从合理开发利用和保护生态旅游资源角度出发,运用定量分析方法,对一定区域内生态旅游资源本身价值及其外部开发条件等进行综合评判和鉴定的过程,生态旅游资源评价是在资源调查的基础上所进行的更深入的研究工作,也是生态旅游资源开发的前提^[13-17]。生态旅游资源评价指标的确定无疑是生态旅游资源评价的关键环节,虽然不同学者提出了自己的见解,并且建立了评价体系,但是,目前还没有一个被普遍接受的评价体系,本文根据(GB/T 18005—1999)《中国森林公园风景资源质量等级评定》^[18],以《广西金秀瑶族自治县圣堂山旅游区总体规划》为范围,采用层次分

析法计算各指标权重^[19],对范围内的自然旅游资源进行评价,以期为以后的开发建设和管理提供科学依据。

2 圣堂山区域概况

圣堂山风景区位于广西壮族自治区来宾市金秀县西南部,地理坐标为 E109°58'45"~110°12'7", N23°51'27"~24°3'49",总面积 305 km²。圣堂山风景区海拔 1 979 m,为广西第五高峰,桂中第一峰。圣堂山是最受瑶山人民推崇的“圣山”,为广西名山之一,是大瑶山自然风光的精华所在,1988 年自治区人民政府把它定为省级风景名胜区;1997 年升为国家森林公园;2000 年 4 月批准为国家级自然保护区;2015 年 12 月,被自治区旅游发展委员会认定为 4A 级旅游景区。

圣堂山风景区年均温 17℃,最低月均温为 8.3℃,最高月均温 23.9℃,7 月均温 23℃,极端最低温-5.6℃,极端最高温 32.6℃,夏无酷暑,冬无严寒,旅游舒适期长达 261 d,适宜开发避暑度假、休闲娱乐等旅游产品。

风景区地处南亚热带-中亚热带的过渡地带,地形复杂,环境条件优越,森林覆盖率高达 90%以上,孕育着丰富多样的植物种类。在海拔 1 000 m 以下地段,由于人为活动长期持续影响,原生性的常绿阔叶林被次生性的马尾松林、杉木林、八角林、竹林、次生灌丛以及茶园等替代;在海拔 1 000 m 以上,原生植被保存完好;至 1 500 m 处,为山地常绿阔叶林和中山针阔混交林,森林景观资源丰富;在 1 500 m 以上,为山顶(山脊)苔藓矮林,主要为大面积连片的变色杜鹃林、红岩杜鹃林,构成圣堂山最具震撼力的杜鹃花海。

风景区内观赏植物有 398 种之多,隶属 94 科 199 属,占本区植物种数的 19.25%,占广西同类资源植物种数的 28.43%。另外,风景区还分布有材用植物、药用植物、油脂植物、纤维植物、淀粉植物、杂果植物、芳香植物、栲胶植物、保健饮料植物、饲料植物、水土保持植物及珍稀濒危植物等多种植物资源,其中药用植物资源最为丰富,达 1 299 种,隶属

191 科 602 属,占本区植物种类的 62.84%。

根据《广西大瑶山自然保护区生物多样性研究及保护》^[20],圣堂山片区分布有两栖动物 27 种,爬行动物 36 种,鸟类 231 种,兽类 50 种,是猕猴、短尾猴、仙八色鸫、鹊色鹇等多种国家 II 级保护动物的最佳栖息地和觅食场所。

3 圣堂山生态旅游资源评价

3.1 层次分析法的原理

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP),是指将一个复杂的多目标决策问题作为一个系统,将目标分解为多个目标或准则,进而分解为多指标的若干层次,通过定性指标模糊量化方法算出层次单排序和总排序,以作为目标、多方案优化决策的系统方法。

层次分析法将决策问题按总目标、各层子目标、评价准则直至具体备投方案的顺序分解为不同的层次结构,然后用求解判断矩阵特征向量的办法,求得每一层次各元素对上一层次某元素的权重,最后再用加权的方法递阶归并各备择方案对总目标的最终权重。

3.2 层次分析法的步骤

层次分析法一般分为以下 4 个步骤:1)确定目标和评价因素,建立层次结构模型;2)构造判断矩阵;3)确定指标权重,进行层次单排序和总排序;4)判断矩阵的一致性检验。

3.2.1 建立层次结构模型

建立层次结构模型即是构建评价指标体系。参考旅游资源评价常用模型 12,结合圣堂山旅游资源的类型特性和地域环境,构建圣堂山生态旅游资源的 3 个层次的评价结构模型:第一层为目标层(A 层),即圣堂山生态旅游资源综合评价;第二层为评价综合层(B 层),包括:资源要素价值(B1)、生态环境质量(B2)和开发建设条件(B3);第三层为评价项目层(C 层),包括具体的 19 个指标(C1~C19)。评价指标结构体系如图 1 所示。

3.2.2 构造判断矩阵

构造判断矩阵是运用 1~9 标度法将同一层中的各个指标相对于上一层的相对重要性进行两两比较,得到相对重要性判断值,相对重要性标定值如表 1 所示。标定值介于 1、3、5、7、9 之间的 2、4、6、8 表示它们的过渡情况。

通过发放调查表和访问的形式,向旅游规划、管理的专家征询指标重要性信息,构建判断矩阵,判断矩阵的形式如表 2 所示。

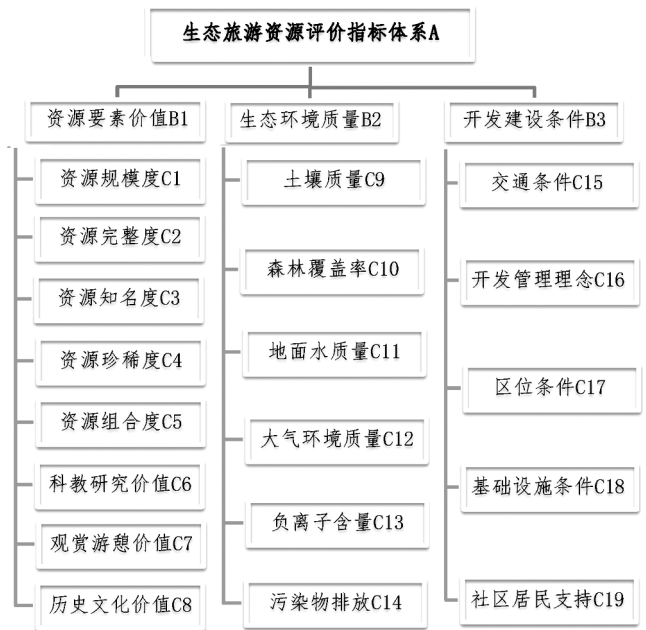


图 1 旅游资源评价指标体系

Fig. 1 Evaluation index system of ecological tourism resources

表 1 因子相对重要性标定系列

Tab. 1 Relative importance calibration series of factors

| | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| 两因子相对重要性比较 | 极端重要 | 重要得多 | 明显重要 | 稍微重要 | 同等重要 | 稍不重要 | 明显不重要 | 不重要的多 | 极不重要 |
| 标定值 | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 1/3 | 1/5 | 1/7 | 1/9 |

表 2 比较判断矩阵

Tab. 2 Comparison of judgment matrixes

| A | B ₁ | B ₂ | ... | B _j | ... | B _n |
|----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|
| B ₁ | a ₁₁ | a ₁₂ | ... | a _{1j} | ... | a _{1n} |
| B ₂ | a ₂₁ | a ₂₂ | ... | a _{2j} | ... | a _{2n} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| B _i | a _{i1} | a _{i2} | ... | a _{ij} | ... | a _{in} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| B _n | a _{n1} | a _{n2} | ... | a _{nj} | ... | a _{nn} |

注: a_{ij} 是指标 B_i 相对指标 B_j 对因素 A 的重要程度的表示值。

假定因素 A 表示目标,因素 B_i 表示目标的评价指标(i=1,2,3,⋯,n),则将 B 中的指标两两比较,填写比较标定值。比较判断矩阵应满足 a_{ij}>0; a_{ij}=1/a_{ji}; a_{nn}=1。

3.2.3 确定各层次指标权重

利用方根法对判断矩阵进行最大特征根的特征

向量求算,并进行归一化处理即可得到每个指标的权重值,计算步骤如下:

1) 将比较判断矩阵的每一行元素相乘,所得乘积进行 n 次方根,得到特征向量:

$$w_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \quad (i, j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

2) 将所得向量进行归一化处理。

$$\bar{w}_i = w_i / \sum_{i=1}^n w_i \quad (2)$$

3) 计算出各个比较判断矩阵的最大特征值:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \quad (3)$$

经过计算,4 个判断矩阵的计算结果如表 3 所示。

利用评价综合层和评价指标层的权重即可计算出所有指标相对于目标层的权重,得到层次总排序(表 4)。

表 3 判断矩阵计算结果

Tab. 3 Calculation results of judgment matrix

| 最大特征值 | 数值 | 特征向量 | 数值 | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|
| 矩阵 A | 3.0142 | W _A | 0.7396 | 0.1666 | 0.0938 | | | | | | | | |
| 矩阵 B ₁ | 8.5718 | W _{B1} | 0.0639 | 0.0202 | 0.0306 | 0.0793 | 0.0463 | 0.1591 | 0.3744 | 0.2262 | | | |
| 矩阵 B ₂ | 6.4560 | W _{B2} | 0.1773 | 0.3980 | 0.1079 | 0.2443 | 0.0296 | 0.0430 | | | | | |
| 矩阵 B ₃ | 5.2077 | W _{B3} | 0.5009 | 0.0474 | 0.2627 | 0.1246 | 0.0645 | | | | | | |

表 4 层次总排序权重

Tab. 4 Ranking of weight values

| 目标层 (A) | | 评价综合层 (B) | | | 评价指标层 (C) | | | 总权重 | 总排序 |
|--------------------------------|----------------|----------------|--------|--------------------|-------------|--------|--------|--------|-----|
| 指标 | 权重 | 指标 | 权重 | 排序 | 指标 | 权重 | 排序 | | |
| 圣堂山 生态旅 游资源 评价 (A) | 1 | 资源要素价值 (B1) | 0.7396 | 1 | 资源规模度 (C1) | 0.0639 | 5 | 0.0473 | 6 |
| | | | | | 资源完整度 (C2) | 0.0202 | 8 | 0.0149 | 14 |
| | | | | | 资源知名度 (C3) | 0.0306 | 7 | 0.0226 | 12 |
| | | | | | 资源珍稀度 (C4) | 0.0793 | 4 | 0.0587 | 5 |
| | | | | | 资源组合度 (C5) | 0.0463 | 6 | 0.0342 | 9 |
| | | | | | 科教研究价值 (C6) | 0.1591 | 3 | 0.1177 | 3 |
| | | | | | 观赏游憩价值 (C7) | 0.3744 | 1 | 0.2769 | 1 |
| | | | | | 历史文化价值 (C8) | 0.2262 | 2 | 0.1673 | 2 |
| | 生态环境质量 (B2) | 0.1666 | 2 | 土壤质量 (C9) | 0.1773 | 3 | 0.0295 | 10 | |
| | | | | 森林覆盖率 (C10) | 0.3980 | 1 | 0.0663 | 4 | |
| | | | | 地面水质量 (C11) | 0.1079 | 4 | 0.0180 | 13 | |
| | | | | 大气环境质量 (C12) | 0.2443 | 2 | 0.0407 | 8 | |
| | | | | 负离子含量 (C13) | 0.0296 | 6 | 0.0049 | 18 | |
| | | | | 污染物排放 (C14) | 0.0430 | 5 | 0.0072 | 16 | |
| | 开发建设条件 (B3) | 0.0938 | 3 | 交通条件 (C15) | 0.5009 | 1 | 0.0470 | 7 | |
| | | | | 开发管理理念 (C16) | 0.0474 | 5 | 0.0044 | 19 | |
| | | | | 区位条件 (C17) | 0.2627 | 2 | 0.0246 | 11 | |
| | | | | 基础设施条件 (C18) | 0.1246 | 3 | 0.0117 | 15 | |
| | | | | 社区居民支持 (C19) (C19) | 0.0645 | 4 | 0.0061 | 17 | |

3.2.4 对判断矩阵的一致性检验

为了保证结果的科学性和说服力,需要计算判断矩阵的一致性指标,检验其一致性,并满足随机一致性比率 $CR < 0.1$,计算步骤如下:

1) 计算一般一致性指标。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \quad (5)$$

2) 查表确定平均随机一致性指标 RI 值(表 5)。

表 5 平均随机一致性指标 RI 值

Tab. 5 Mean random consistency index RI value

| N(阶数) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0.52 | 0.89 | 1.12 | 1.26 | 1.36 | 1.41 | 1.46 |

3) 计算随机一致性比率。

$$CR = CI / RI \quad (6)$$

当 $CR < 0.1$ 时,即认为比较判断矩阵具有满意的一致性,说明权数分配比较合理,否则认为人的主

观判断偏离了客观实际,说明比较判断矩阵需要调整。

计算得矩阵 A 的 $CI = 0.0071, RI = 0.52, CR = 0.0136 < 0.1$,说明矩阵 A 满足随机一致性检验,权数分配比较合理;矩阵 B1 的 $CI = 0.0817, RI = 1.41, CR = 0.0579 < 0.1$;矩阵 B2 的 $CI = 0.0912, RI = 1.26, CR = 0.0724 < 0.1$;矩阵 B3 的 $CI = 0.0519, RI = 1.12, CR = 0.0464 < 0.1$ 。经过计算, B1、B2、B3 的一致性比率 CR 值均小于 0.1,说明矩阵 B1、B2、B3 均通过随机一致性检验,权数分配比较合理,表 5 所示的最终权重可用。

3.3 计算综合评分

利用确定的指标体系和各层次权重,结合圣堂山的实际情况,对各项指标进行赋值,并计算综合分值。

$$E = \sum_{i=1}^n Q_i P_i (i, j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (7)$$

式中: E 为生态旅游资源的综合评价得分; Q_i 为第 i 个指标的权重; P_i 为第 i 个指标的评分,评分按 10 分制赋值; n 为评价指标的数量。评价结果如表 6 所示。

表 6 圣堂山生态旅游资源综合评价评分表

Tab. 6 Comprehensive evaluation scores of ecotourism resources in ShengTangshan Mountain

| 指标 | 指标评价标准 | | | | 指标赋分 | 指标得分 | 综合指标得分 | 总得分 |
|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------|------|--------|------|
| | 2~4 | 4~6 | 6~8 | 8~10 | | | | |
| 资源规模度(C1) | 规模小 | 规模中等 | 规模较大 | 规模巨大 | 9 | 0.43 | 6.74 | 9.13 |
| 资源完整度(C2) | 重大变化 | 明显变化 | 变化不明显 | 保存完整 | 10 | 0.15 | | |
| 资源知名度(C3) | 本地区 | 本省 | 全国 | 世界 | 6 | 0.14 | | |
| 资源珍稀度(C4) | 比较突出 | 突出 | 奇特 | 异常奇特 | 8 | 0.47 | | |
| 资源组合度(C5) | 一般 | 较高 | 很高 | 极高 | 8 | 0.27 | | |
| 科教研究价值(C6) | 一般 | 较高 | 很高 | 极高 | 10 | 1.18 | | |
| 观赏游憩价值(C7) | 一般 | 较高 | 很高 | 极高 | 10 | 2.77 | | |
| 历史文化价值(C8) | 一般 | 较高 | 很高 | 极高 | 8 | 1.34 | | |
| 土壤质量(C9) | 国家Ⅳ类及以下 | 国家Ⅲ类 | 国家Ⅱ类 | 国家Ⅰ类 | 10 | 0.30 | 1.65 | |
| 森林覆盖率(C10) | 一般 | 较好 | 很好 | 极佳 | 10 | 0.66 | | |
| 地面水质量(C11) | 国家Ⅳ类及以下 | 国家Ⅲ类 | 国家Ⅱ类 | 国家Ⅰ类 | 10 | 0.18 | | |
| 大气环境质量(C12) | 国家Ⅳ类及以下 | 国家Ⅲ类 | 国家Ⅱ类 | 国家Ⅰ类 | 10 | 0.41 | | |
| 负离子含量(C13) | 1千个/cm ³ 以上 | 3千个/cm ³ 以上 | 1万个/cm ³ 以上 | 5万个/cm ³ 以上 | 10 | 0.05 | | |
| 污染物排放(C14) | 落后 | 一般 | 较好 | 先进 | 8 | 0.06 | | |
| 交通条件(C15) | 一般 | 较好 | 很好 | 极佳 | 8 | 0.38 | 0.74 | |
| 开发管理理念(C16) | 一般 | 较高 | 很高 | 极佳 | 8 | 0.04 | | |
| 区位条件(C17) | 一般 | 较好 | 很好 | 极佳 | 8 | 0.20 | | |
| 基础设施条件(C18) | 一般 | 较好 | 很好 | 极佳 | 6 | 0.07 | | |
| 社区居民支持(C19) | 不支持 | 观望 | 支持 | 积极参与 | 10 | 0.06 | | |

3.4 结果分析

通过评分计算圣堂山生态旅游资源的综合评分为9.13分,其中:资源要素价值得分6.74分,生态环境质量得分1.65分,开发建设条件得分0.74分(表6)。从得分结果可以看出,圣堂山生态旅游资源的综合质量优越,具有较高的开发利用价值,但也面临着旅游资源开发条件不足的挑战。结合圣堂山的资源现状来看,风景区内旅游资源类型多样,峰林、峡谷、山峰、气象气候、生物生态景观及瑶族风情在不同海拔、不同地域既有分异又有组合,在大尺度空间表现出同类景观变化的连续性与差异性,在微观尺度各类景观资源的完美组合形成了各局部区域的旅游特色。山岳旅游资源呈块状集中分布,峡谷沟壑和瑶族村屯纵横环绕圣堂山-五指山呈带状分布,决定了圣堂山旅游区的空间开发的基本布局。同时,普通级旅游资源在风景区主要旅游资源总量中占有一定的比例,表明风景区旅游资源具有巨大的开发潜力,如圣堂湖、大凳村石碑坪、费孝通瑶族调查旧址、岭岔瑶寨、泗水瑶寨、大凳河峡谷蝶类栖息地等一系列资源可以进一步提升为优良旅游资源,这部分旅游资源经过科学的规划和高质量的开发后,能够大幅度提高旅游资源的等级,从而最大限度地挖掘和发挥资源的潜力,成为具有较高市场占有率的旅游产品。

从评分结果还可以看出,风景区内大多数旅游资源并非独有或稀缺性旅游资源,多数旅游资源的级别与价值未达到顶级,不具备广域性(全国或者世界级的吸引力)资源;以瑶族民俗文化为主的人文环境不浓、人文遗存保存状况堪忧。支撑人文资源的载体匮乏、更多的体现为非物质文化形态,缺乏核心或者有效载体;资源可进入性差,支撑资源的地质环境脆弱,开发利用存在地质灾害风险。

4 资源开发利用建议

圣堂山旅游资源具有较高的观赏价值,为大众观光旅游提供了资源基础,而独特的瑶族文化更具有非常高的科学研究和人文历史研究价值。自然景观与人文景观的组合增加了景观的丰富性与独特性,为各种层次的观光旅游、特色旅游提供了良好的发展基础。因此,以瑶族村屯为主的乡村旅游与景区观光、休闲旅游的结合,应该成为风景区主要的旅游发展模式,而且必须对以瑶族文化为代表的人文旅游资源进行保护,这有利于民族文化的传承,有利于自然生态环境的保护和解决保护与开发利用之间

的矛盾,更有利于协调风景区与社区的关系,促进区域社会经济发展。

圣堂山优越的生态环境是其它自然旅游资源不可比拟的,也是我国在日益城市化过程中越来越稀缺的资源,这一巨大的资源优势应该成为风景区旅游开发的主导要素,以此来整合观光、休闲、康体、探险等旅游产品,形成特色。

圣堂山区位优势不足,交通条件较差,可进入性不高,这些问题一直是制约圣堂山旅游发展的瓶颈问题,也是圣堂山开发体量不足的原因。因此,在圣堂山开发生态旅游,经营者必须与政府同心,对内、外交通建设加大投入力度,改善交通条件,消除瓶颈,为旅游发展打下基础。另外,圣堂山局部地段应加强地质排险,消除落石、塌方等安全隐患。

环圣堂山瑶族文化旅游带与以金秀县城为中心的世界瑶都景区在开发利用瑶族文化资源上应有不同的开发定位策略和表现形式,形成在瑶族文化风情系列旅游产品中不同的产品范畴,在同一供应产品链条中居于不同的位置上,满足不同游客的需求,进行差别化开发与建设,做到在文脉上相同、相通的前提下产品形态的差异化。

参考文献:

- [1] HONEY M S. Treading Lightly: Ecotourism's Impact on the Environment[J]. Environment, 1999, 41(5): 4-9.
- [2] MOTAVALLI J. Taking the Natural Path; in 2002, the International Year of Ecotourism, Will We Set New Standards for Green Travel[J]. The Environmental Magazine, 2002(6): 12.
- [3] WALL G. Is Ecotourism Sustainable [J]. Environmental Management, 1997, 21(4): 483-491.
- [4] 李俊清, 石金莲, 刘金福. 生态旅游学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 9.
- [5] 吴章文. 森林旅游区环境资源评价研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2003: 68.
- [6] 杨国靖. 陇南山区生态旅游开发设计[J]. 山地学报, 2003, 21(3): 381.
- [7] 卢云亭. 生态旅游学[M]. 北京: 旅游教育出版社, 2000.
- [8] 李绪荫. 话说生态旅游[J]. 中国旅游杂志, 1995(2): 36-7.
- [9] 万绪才, 朱应皋, 丁敏. 国外生态旅游研究进展[J]. 旅游学刊, 2002, 17(2): 68-72.
- [10] SHERYL R, WALL G. Evaluating Ecotourism: the Case of North Sulawesi, Indonesia [J]. Tourism Management, 1999, 20(6): 673-682.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.025

勐腊自然保护区砂仁种植现状及管理对策

许海龙¹, 刀莉¹, 余东莉²

(1. 云南西双版纳国家级自然保护区勐腊管护所, 云南 勐腊 666300;
2. 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:针对西双版纳勐腊保护区内社区群众种植砂仁的现状,采用地理信息系统(GIS),分户填报砂仁调查表,面上踏察和重点村寨实地调查相结合的方法,对社区居民在保护区内林下种植砂仁的社会经济效益和破坏生物多样性等的问题进行调查分析。结果表明,种植砂仁对社区群众的经济发展有一定的推动作用,同时也对自然保护区的生物多样性产生了破坏作用。藉此提出了加强宣传,发展替代产业,严控种植面积扩大,科学管理现存种植地等对策和建议。

关键词:砂仁种植;管理;生物多样性保护;热带雨林;西双版纳自然保护区

中图分类号:S759.92;S759.82 文献标识码:B 文章编号:1671-168(2019)03-0136-03

引文格式:许海龙,刀莉,余东莉. 勐腊自然保护区砂仁种植现状及管理对策[J]. 林业调查规划,2019,44(3):136-138,188.

XU Hailong, DAO Li, YU Dongli. Present Status and Management Countermeasures of *Amomum villosum* Planting in Mengla Nature Reserve[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 136-138, 188.

Present Status and Management Countermeasures of *Amomum villosum* Planting in Mengla Nature Reserve

XU Hailong¹, DAO Li¹, YU Dongli²

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

Abstract: Based on the cultivation status of *Amomum villosum* in Mengla Nature Reserve of Xishuangbanna, this paper investigated and analyzed the social and economic benefits of *Amomum villosum* under-forest planting in the reserve and its destruction for biodiversity by means of GIS, household filling in questionnaires, on-the-spot investigation and field investigation in key villages. The results showed that the cultivation of *Amomum villosum* promoted the economic development of the community, but had the destructive effect on the biodiversity of the reserve. Therefore, some countermeasures were put forward to strengthen propaganda, develop alternative industries, strictly control the expansion of planting areas, and scientifically manage existing plantations.

Key words: cultivation of *Amomum villosum*; management; biodiversity protection; tropical rainforest; Xishuangbanna National Nature Reserve

收稿日期:2018-10-26;修回日期:2019-01-04.

第一作者:许海龙(1970-),男,云南勐腊人,高级工程师.主要从事保护区管理及科研工作. Email:385602785@qq.com

砂仁是姜科豆蔻属多年生草本植物,于1963年从广东引进西双版纳试种成功。勐腊县最早于20世纪70年代末80年代初引进种植,以帮助边疆少数民族尽快脱贫,成为保护区辖区内及周边社区村寨特别是山区部分村寨最为主要的经济收入之一,对边远山区村民的生产、生活产生了重要的影响。同时,砂仁的大面积种植对热带季节性雨林、山地雨林造成了一定的破坏,也对保护区的生物多样性保护造成了压力,保护区的生物多样性保护和社区村民的经济发展发生了矛盾。本文根据保护区砂仁种植地的现状和特点,分析砂仁种植对自然保护区的影响程度,并提出了管理对策和建议,旨在促进自然保护区的生物多样性保护和可持续发展。

1 研究区域概况

勐腊自然保护区属云南西双版纳国家级自然保护区五个子保护区之一,1958年经云南省人民委员会批准建立,1980年调整扩大,1986年7月经国务院批准为国家级自然保护区。位于勐腊县中部(东经 $101^{\circ}25' \sim 101^{\circ}50'$ 、北纬 $21^{\circ}26' \sim 21^{\circ}50'$),东邻老挝,国境线长120多km。地势两侧高、中部低,区内最高点为雷公崖(海拔2007m),最低处在勐腊盆地北部的出口地带,海拔约650m,高差达1400m。辖区面积为92683.9 hm^2 ,占勐腊县国土面积的13%,是我国热带雨林的典型地段,主要保护西双版纳自然保护区特有的以龙脑香科望天树、版纳青梅为标志的热带季节雨林,以鸡毛松、山桂花为标志的热带生态系统及季风常绿阔叶林、苔藓常绿阔叶林、热性竹林等亚热带森林生态系统。其中,以龙脑香科望天树、版纳青梅为标志的热带雨林森林生态系统是中国分布面积最大、保存最完整、最原始的热带林区,分布有以望天树、版纳青梅、山红树、鸡毛松、肉托竹柏、桫欏、蓖齿苏铁、兰花类以及亚洲象、印支虎、麝鹿、爪哇野牛、蟒蛇、巨蜥、白颊长臂猿等国家重点保护的野生动植物^[1],其中亚洲象已达到40余头。

勐腊自然保护区做为云南西双版纳国家级自然保护区的重要组成部分,为多民族聚居区,世居民族有汉、傣、瑶、哈尼、克木人、壮族等。自然保护区分布在勐腊镇、勐伴镇、关累镇、尚勇镇、瑶区乡5个乡镇境内,有116个村民小组(其中区内54个,边缘61个),共约(含流动人口)3万多人口。

由于保护区内部温热,低矮山地广阔,人口密度较小,是西双版纳5个子保护区中森林面积保存最

大,也是较好的一处。由于高差悬殊,植被的垂直变化较明显,河谷及盆地周围为热带雨林、季雨林型,山地上大部分为季雨林和南亚热带常绿阔叶林,在这个林带的上下部则分布有中北亚热带和面积较小的热带型植被,山上的植被一般保存较好^[2]。在它们分布的沟谷和低洼地均有砂仁种植,其中以热带雨林、季雨林地种植砂仁最为突出。

2 研究方法

采用地理信息系统(GIS),分户填报砂仁调查表,面上踏察和重点村寨实地调查相结合的方法,以砂仁种植重点地区曼旦村委会5个村寨为重点调查区域。该地区集中种植砂仁时间较早(20世纪80年代初),产量高、面积大而且集中。

3 砂仁种植的基本情况

砂仁(*Amomum villiosum*)为重要的药材资源,为喜欢湿热、半荫蔽环境的草本植物,原产广东阳春,通常在有高大乔木遮阴的林地、潮湿环境下栽种^[3]。据调查,在本调查区域内砂仁最适合种植地为海拔高度650~1100m的山区沟谷潮湿地带,而在海拔超过1200m的区域种植砂仁基本上不会结果。

由于勐腊保护区保存了大面积的天然森林植被,有广阔的山区沟谷森林,水热、荫蔽条件优越,其中的沟谷雨林是种植砂仁的最佳场所,非常有利于砂仁的生长。在保护区建立初期,当地居民特别是山区居民基本上还沿习以“刀耕火种”、“轮歇游耕”和狩猎为主的传统生产方式和资源利用方式,当地有关部门最初引进砂仁种植时,是为了帮助他们尽快脱贫,制止毁林开荒,保护热带森林和珍稀的动植物资源。另外,由于缺乏科学种植的引导和管理,保护区建立初期管理部门不健全,管理不到位,使砂仁种植在保护区发展很快,现已具有相当的规模。按相关的法律法规,保护区内是禁止种植砂仁的,近些年来,随着砂仁市场价格逐渐上升,少数村民不顾国家法律法规,偷偷在保护区内扩大种植砂仁获取经济利益,使保护区内砂仁种植面积不断扩大。

由于种植砂仁获得了较好的经济效益,人们的思想观念逐渐发生改变,一定程度上环境保护意识在增强,认识到种植砂仁对生长环境要求严格,保护好森林,砂仁生产才能持续发展。所以,种植砂仁一定程度上保护了森林的上层植被,但却破坏了中下

层乔木、灌木、草本、藤本植物。

4 存在的问题和矛盾分析

4.1 保护区内砂仁种植时间早,难以管理

勐腊自然保护区社区群众种植砂仁时间早,大部分都是在 20 世纪 80 年代初就已经开始种植,在保护区内,砂仁种植区主要集中在保护区边缘的沟谷和低洼地带沟谷雨林林下。

根据调查统计,保护区内砂仁的种植地主要集中在实验区,占种植地的 60%;其次为缓冲区,占种植地的 35%;最少的是核心区,占种植地的 5%。保护区管理部门采取的措施:①严厉打击在保护区内种植砂仁的行为,新种植的,坚决清除。②早期种植的,在核心区的,坚决清除;在缓冲区内种植的,控制现有面积,不准更新和管理,逐步让其自然更新;在实验区种植的,固定面积,不准扩大。但是,近年来由于砂仁价格不断攀升,新种植砂仁的现象屡禁不止。

4.2 砂仁种植不利于资源保护管理

砂仁自从引进种植后,多年来一直是山区社区群众的主要经济来源之一。保护区山区社区经济发展落后,可选择发展的产业不多,而砂仁是一种种植粗放、管理简单、不需要投入太多劳力和经费、经济效益高的产业,深受山区群众的喜爱。近年来由于砂仁价格不断升高,群众种植砂仁的热情更是高涨,而当前适合种植砂仁的区域大部分集中在保护区,村民为种植砂仁,把林下植被清除,破坏了保护区的生物多样性。另外,由于村民为种植、管理、采摘砂仁而频繁进入保护区,野外用火、偷猎、盗伐行为增多,易引发森林火灾,给自然保护区的管理和生物多样性保护带来很大的压力。

4.3 破坏保护区生物多样性

在砂仁种植和抚育管理过程中,为保证砂仁的正常生长,通常要清除林下胸径约 5 m 以下的所有植株,只保留上层乔木树种。砂仁生长快、密度大,其他植物或幼苗更新及生长极为困难。对林下种植砂仁的植物群落研究表明,热带雨林下种植砂仁后造成 70%~90% 物种流失,98% 的个体消失,灌木、草本植物基本被清除,种类流失率达 100%,而乔木物种的流失率达 60%~70%(苏文华等,1997);在部分地段森林原有的乔木种类成分流失 36.7%,植被个体减少 52.8%(殷寿华,1993)。可见,林下种植砂仁对热带雨林的破坏和影响是很大的^[3]。

4.4 破坏野生动物栖息地,加剧了人与动物间的生存矛盾

种植砂仁的区域一般也是野生动物栖息地或活动频繁的区域,因种植砂仁而清除的林下乔木幼树、灌木和草本等植被,同时也是部分野生动物的遮蔽物和主要食物来源,而群众为了种植、管理、采摘砂仁而频繁进入保护区,这既破坏了野生动物食物源以及栖息地,减少了野生动物食物来源,也威胁野生动物的生存,又增加了野生动物肇事的发生,加剧了人与野生动物间的冲突。在调查研究重点南浪、南蚌村,近几年野生动物经常走出保护区损害农作物、家畜,由于村民经常出入保护区,野生动物伤害人的现象也时有发生。

4.5 违背保护区的管理政策和法规

由于种植砂仁给社区群众带来了巨大的经济效益,改善了社区的生产生活条件,使得更多人不顾自然保护区管护的法律法规偷偷到保护区内种植砂仁。据调查,村民不但在实验区内种植(55%),在缓冲区(40%)、核心区(5%)也有种植,而按相关法律法规规定,保护区内特别是核心区和缓冲区禁止种植砂仁等物种,这就造成了新的发展与保护的矛盾冲突。

5 管理对策和建议

5.1 加大宣传力度,加强对社区村民进行生物多样性保护意识教育

加大宣传力度,进一步在社区村民中开展生物多样性保护的意识教育,让保护区内及周边社区村民正确认识砂仁种植的经济效益和对森林资源及生物多样性保护的影响程度,提高社区村民对生物多样性的保护意识。

5.2 发展替代产业,减少社区群众对保护区资源的依赖程度

根据保护区的相关法律,自然保护区管理部门可按照国家批准的自然保护区总体规划、设计,在保护区实验区利用荒山荒地、水面开展种植业、养殖业和旅游服务业等多种经营活动。开展上述经营活动时,应当吸收当地群众参加,以增加其经济收入^[4]。如利用自然资源和山区优势,开展旅游服务业,养殖土鸡、土猪,种植冬季作物、生态蔬菜、水果等产业,提高群众的经济收入。

5.3 科学种植,科学管理

兼顾生态、经济、社会三大效益共同发展,明确

(下转第 188 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.026

保山市中药材产业发展现状及经营策略分析

俞新水¹, 孙永玉², 吴建花³

(1. 保山市林木种苗管理站, 云南 保山 678000; 2. 中国林科院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224;
3. 保山市林业技术推广总站, 云南 保山 678000)

摘要:近年来,保山市以中药材种植为主的林下经济产业发展较为迅速,进一步提高了林地利用率,切实巩固了集体林权制度改革成果。分析保山市中药材产业发展过程中主要存在着野生资源开发过度、现代化种植进程缓慢、产品加工业发展较为落后,产业效益不明显、市场信息不畅、科技创新不足等问题,提出建设优质中药材基地、培育壮大本土潜力企业等建议以促进产业发展。

关键词:中药材种植;林下经济产业;野生药材资源;保山市

中图分类号:S722;S723.13;S68;F416.88 文献标识码:B 文章编号:1671-168(2019)03-0139-04

引文格式:俞新水,孙永玉,吴建花.保山市中药材产业发展现状及经营策略分析[J].林业调查规划,2019,44(3):139-142.

YU Xinchui, SUN Yongyu, WU Jianhua. Analysis of Development Status and Management Strategy of Traditional Chinese Medicine Industry in Baoshan[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 139-142.

Analysis of Development Status and Management Strategy of Traditional Chinese Medicine Industry in Baoshan

YU Xinchui¹, SUN Yongyu², WU Jianhua³

(1. Baoshan Forest Seedling Management Station, Baoshan, Yunnan 678000, China; 2. Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming, 650224, China; 3. Baoshan Forestry Technology Extension Station, Baoshan, Yunnan 678000, China)

Abstract: The development of under-forest economic industry dominated by the cultivation of traditional Chinese medicinal materials improved the utilization rate of forest land, and effectively consolidated the reform achievements of collective forest right system in Baoshan City. This paper analyzed the main problems in the development of traditional Chinese medicine industry in Baoshan City, such as excessive exploitation of wild resources, slow modernization of planting process, backward development of product processing industry, inconspicuous industrial benefits, poor market information and inadequate scientific and technological innovation, as well as put forward some suggestions to promote industrial development, including building high-quality base of traditional Chinese medicine and cultivating local potential enterprises.

Key words: traditional Chinese medicine planting; under-forest economic industry; wild medicinal resources; Baoshan City

收稿日期:2018-10-16;修回日期:2018-12-25.

第一作者:俞新水(1977-),男,福建长汀人,高级工程师.主要从事林产业发展及种苗管理工作. Email:yuxinshui2001@163.com

责任作者:吴建花(1977-),女,云南施甸人,高级工程师.主要从事经济林栽培技术研究与推广工作.

林下经济是以林地空间、森林资源和森林生态系统环境为依托,以科学技术为支撑,以林下种植、养殖、有关产品采集加工和森林景观利用为主要内容的复合型生产经营活动^[1-4]。保山市是云南省的重点林区之一,林业用地面积 133.77 万 hm^2 , 占国土总面积的 70.1%, 其中,森林面积 111.60 万 hm^2 , 森林覆盖率 65%, 活立木总蓄积 1.04 亿 m^3 , 森林资源较为丰富, 发展林下经济产业具有得天独厚的资源优势, 潜力巨大、前景广阔。为深入贯彻落实国家和云南省关于加快林下经济产业发展精神, 充分发挥资源优势, 进一步做大做强保山市中药(民族药)产业, 2014 年以来, 保山市人民政府制定了《关于大力推进高效林业发展的意见》、《关于加快林下经济发展的意见》、《关于加快石斛产业发展的意见》以及《保山市加快中医药发展行动计划(2014—2020)》等一系列政策扶持措施, 切实加快了中药材产业的发展, 为巩固和扩大集体林权制度主体改革成果, 创新林业发展体制机制, 实现农民增收和农村经济发展奠定了基础。为进一步了解保山市林下中药材产业发展情况, 笔者深入五县(市、区)10 个国有林场近 21 个营林区以及 7 个林下中药材种植、加工、销售企业, 开展林下中药材产业专题调研, 对产业发展过程中存在的广大中药材种植企业(农户)对野生中药材资源保护意识不强、中药材现代化种植进程缓慢, 资源保护与利用矛盾突出、产业效益发挥不充分等问题, 进行深入研究, 并提出相应的经营利用策略。

1 野生中药材资源现状及区域分布

1.1 资源现状

经调查, 保山市野生药材蕴藏量约为 480 多万 kg , 其中动物药材的蕴藏量达 0.25 万 kg , 菌类 10 万 kg , 矿物类 0.5 万 kg , 植物类 460 万 kg 。以腾冲为例, 全市共有动植物、矿物、菌类 183 种, 其中: 动物类 15 种, 矿物类 1 种, 菌类 2 种, 植物类 165 种; 野生药材蕴藏量达 387.25 万 kg , 其中动物蕴藏量 0.15 万 kg , 菌类 1.05 万 kg , 矿物类 0.5 万 kg , 植物类 386 万 kg 。蕴藏量 5 万 kg 以上的有 10 种, 2.5 万 kg 以上的有 5 种, 0.5 万 kg 以上的有 26 种。石斛、天麻、重楼、草果、云木香、云黄连、云茯苓、半夏、沉香、砂仁、槟榔、三七、川贝母、百合、杜仲、黄柏、狗脊、厚朴、木瓜、枇杷叶、松花粉、山楂等经济价值高的森林药材蕴藏量均在 1~5 万 kg 左右。

1.2 资源分布

根据自然气候特点, 保山市野生中药材分布区划分为三类:

1.2.1 高山峡谷寒温带药物区

该区域山高谷深, 海拔为 2 000~3 000 m , 坝区海拔 1 550~1 840 m , 山势较为陡峻。涉及的物种有珠子参、黄连、尖贝母、百合、防党参等。半山区和坝区分布有石斛、龙胆草、重楼、芦子、厚朴、黄柏、木香、木瓜、山楂、什麻、续断、百部、茯苓、玉竹参、桑柏皮、苍耳草、夏枯草、地榆、栀子、薄荷、槐花、鱼腥草、白扁豆、乌梅等。

1.2.2 中低山温带药物区

该区域地势较为平缓, 山区海拔为 1 600~2 500 m , 坝区为 1 385~1 640 m 。涉及的物种有石斛、山药、龙胆草、车前草、半夏、重楼、首乌、木通、天冬、苦楝子、天花粉、射干、茜草、寄生、山楂、辛夷花、仙茅、灯心草、桑皮、益母草、马兜铃、苏叶、乌梅、枇杷叶、草果、三七等。由于这一地带火山地表温泉较多, 还具有独特的天生黄。

1.2.3 低山丘陵河谷温带药物区

该区域海拔 1 300~1 800 m , 谷地地势平缓。涉及的物种有大白部、石斛、狗脊、淡竹叶、苍耳草、贯众、芦子、玉京、莪术、车前草、山楂、乌梅、三七、丝瓜络、重楼, 坝区有木蝴蝶、枳壳、勾藤、蔓京子、草决明、云香草、石莲子、雷丸、磕腾子等种类。

1.3 资源经营利用情况

据元史地理志记载, 北宋崇宁年间高泰运在大理为官时, 于崇宁五年(1106)进汴京朝见, 求经籍, 得药书六十二种, 回来后被封为腾冲土知府。其将医药引入腾冲, 随后中医药逐步发展。1926 年, 腾冲医官李仲春、张其翼, 举人胡子连会议建盖了药王宫, 1956 年组建腾冲制药厂, 从此开启了保山中药材产业新纪元。随着草果、白术、黄柏、云木香、杜仲、石斛等中药材扩繁栽培试验的相继成功, 保山市中药材野生资源得到了进一步利用, 并在适宜区开展了大面积人工推广种植。截至目前, 全市中药材种植面积达 2.47 万 hm^2 以上, 年产量 1.65 万 t , 产值近 20 亿元。其中: 林下仿野生种植面积 1.73 万 hm^2 以上, 年产量 1.1 万 t , 产值 9.5 亿元; 人工集约化种植面积 0.73 万 hm^2 , 产量 0.5 万 t , 产值 10.5 亿元。种植种类有石斛、草果、重楼、红花、三七、葛根、金铁锁、续断、黄精、滇龙胆、红豆杉、党参、茯苓、天麻、银杏等。

1.4 中药材品牌建设情况

保山市中药材集市贸易具有悠久的历史传统,每年的端阳花市,十里八乡的花农、药农及来自省内外的客商云集保山,已成为滇西中药材交易的一张名片。每年上市中草药品种多达2 000余种,交易额达1 000多万元。龙陵县为中国紫皮石斛种植第一县,紫皮石斛占全国紫皮石斛50%以上的市场份额,已成功注册“龙陵紫皮石斛”国家地理标志证明商标,完成农产品地理标志登记,国家质检总局发布公告,批准对“龙陵紫皮石斛”地理标志产品保护,并正式批准道地产地龙陵县创建“全国石斛产业知名品牌示范区”。2018年1月19日,云南省卫计委正式发布紫皮石斛食品安全地方标准,2月19日起施行。创建中药材驰名商标1个(腾药),GMP认证4家,GAP基地认证3家。

2 目前主要存在的困难和问题

2.1 野生资源保护意识不强,过度开采情况较为严重

我国80%的中药材来源于野生植物资源,其余20%来源于人工培植。随着中药材加工技术和制药企业的快速发展,许多种类中药材仅靠利用野生资源已无法满足需求,供需矛盾十分突出。为缩短中药材生长周期、节约生产成本,一些不良种植户、商家以赚取更大的经济利润为目的,向当地群众大量收购野生资源后,辅以人工培育措施或直接对外销售。由于广大群众保护野生资源的意识不强,只顾短期利益乱采滥挖,导致石斛、重楼、白芨、黄精、滇厚朴、云茯苓等野生药材的原生境遭到严重破坏,资源富含量、可采量日益萎缩。加之,中药材人工种植驯化工作滞后,极个别野生资源难寻其踪,资源保护、繁育和开发利用的矛盾亟待解决。仅腾冲市石斛、重楼野生资源每年市场收购量已由10年前的3 t、20 t分别锐减至现在的1.5 t、3.2 t,而且每年还在以10%的速度逐年递减,野生中药材资源现状令人堪忧。

2.2 中药材企业总体规模较小,辐射带动能力不足

随着产业规模的不断扩大,保山市中药材企业也得到了较快发展。截至目前,全市共培育以中草药为主要原料的中成药和中药饮片生产企业3户,中药材种植企业13户、专业合作社218户,种植大户306户,主要布局在全市五县(市、区)的48个中药材种植乡(镇)。除云南腾药制药股份有限公司、云南腾冲东方红制药有限公司、云南品斛堂生物科技

有限公司3户企业基础条件好,经济实力强,辐射带动作用明显外,其余的企业经济实力整体较弱,技术研发、创新能力不足,优质品牌少,辐射面狭窄,带动能力不强。另外,中药材种植企业因涉及农户较多,种植种类繁多,基地分散,加之缺乏科学的指导,经营管理水平低,产品质量参差不齐,难以适应市场需求,经济效益不高,中药材资源优势没有得到充分发挥。

2.3 中药材现代化种植进展缓慢

2008年进行集体林权制度改革以后,林地经营权逐步得到了落实,进一步激发了广大林农投入林业建设的积极性和主动性,从而促进了林下中药材产业的发展。特别是在国家一系列政策的正确引导下,受市场利益的驱使,保山市中药材种植产业规模已由10年前的0.69万 hm^2 发展至现在的2.47万 hm^2 ,但70%以上种植面积是由农户自行种植于个体林地内,分布较散,且分布区主要位于高山、河谷地带,水、电、路等基础设施条件较差,这严重制约了中药材种植标准化、规范化发展。加之,由于缺乏政策资金的引导支持,药材种植、种苗繁育、质量评价、产品研发等方面的投入严重不足,从而影响了中药材现代化种植的推广。

2.4 市场信息不畅通

保山市的中药材主要是由农户自发种植、采集和出售,由于种植户对中药材本身的价值和市场需求了解不够,盲目种植,或多或少导致销售价格不稳定,有时甚至出现药材卖不出去的情况,严重挫伤了林农的种植积极性。

2.5 科技创新理念还不够

许多企业的研究与开发投入不及企业销售收入的3%,产学研合作体系在一些企业中尚未真正形成,项目储备少,新产品跟进缓慢。同时,中药材产品工艺、技术现代化程度较低,生产技术优势弱化,品牌维护能力不强,缺乏相应的支撑,核心竞争力还未真正形成。

3 推进中药材产业发展的对策和建议

3.1 建设优质中药材基地

按照科学规划、合理布局的要求,做到有序开发、规模发展。大力推行“龙头企业+合作经济组织(或基地)+农户”经营模式,建立中药材协会和专业合作社,做好“无公害农产品产地认证”和“无公害农产品认证”,着力建设一批道地中药材种植基地。另外,在最适宜区、适宜区优先发展中药材,并采用

“野生资源封禁保护、仿野生人工栽培、林地林药间套种”等种植模式,重点发展石斛、重楼、续断、红花、黄精、白芨、草果、银杏、滇龙胆、茯苓、当归、川乌、葛根、三七、黄芩等中药材品种,形成资源保护、繁育、合理开发利用的良好格局,把保山建设成为云南省重要的生物制药及中药材种植加工基地。

3.2 培育壮大本土潜力企业

围绕省委、省人民政府关于打造世界一流“绿色品牌”的重大决策部署,加大对云南腾药制药股份有限公司、云南腾冲东方红制药有限公司等中药材企业的扶持力度,建立保山市中药材产业优质高效示范基地,带动全市中药材产业建设质量不断得到提高,从源头上保障中药材产业健康发展。同时,通过落实政策激励机制,鼓励企业在产品精深加工、新产品研发、市场营销等方面进行创新,组织开展 GAP、GMP、GSP 认证,提高市场占有率和竞争力,切实加快中药材产业的规范化、集约化、规模化发展。

3.3 健全服务体系

1)以保山中医药高等专科学校、保山市森宝林业发展有限责任公司、云南绿健农副产品开发有限责任公司、保山绿色畅通林农产业发展有限公司中草药种植基地作为科普示范基地,加强中药材种植各环节的技术指导和培训。

2)注重科技创新,加强同大专院校、科研单位的合作,积极开展重要濒危药用植物的保护与繁育利用研究,开展地产中药材品种的质量研究,确定其“道地性”依据,逐步建立规范化的良种繁育体系。

3)建立保山市中药材质量检测中心和药用植物栽培研究所,重点解决好大宗药材的质量控制和安全评价,树立保山中药材的良好信誉。

4)借“一带一路”建设契机,以保山地产中药材物流中心为载体,实施“互联网+中药材”,加快推进中药材专业市场建设和仓储集散中心的建设,提供信息、购销、仓储、加工等系列化服务,促进产品流通,加快产业化进程,提高组织化程度。

5)树立地产药材的品牌,建立地产药材品质数据库,全面提升中药材产业开发利用的整体竞争能力。

3.4 加大政策支持力度

把中药材产业作为保山市脱贫攻坚的一个重点

产业来培植,成立中药材产业发展领导小组和工作机构,以指导中药材产业健康有序地发展。根据《中共保山市委 保山市人民政府关于印发〈保山市农业规模化发展的实施意见〉等 5 个实施意见的通知》(保发〔2017〕3 号)的有关扶持政策,保山市已对涉及中草药种植的 3 户省级林业龙头企业分别给予 2000 万元的中药材产业化发展专项引导资金,并给予了一定的贷款贴息政策支持,但这对面广的中药材种植产业来说还远远不够。为此建议:①进一步加大对林下中药材种植产业的政策扶持力度,对从事林下中药材种植的农户、合作社也要给予相应的政策扶持。②发挥全市各级涉农部门、药材公司和中介服务组织的作用,积极为企业和农户提供产前、产中、产后的配套服务,围绕中药材的种植、加工、贮藏、保鲜、推销以及信息、人才等方面提供系列化服务。③制定和出台相应的中药材产业发展扶持政策,特别是税收政策,在政策允许的范围内调整企业所得税、个人所得税等,以最大限度地调动中药材相关企业技术进步的积极性,为企业的发展创造更为宽松和良好的环境。

参考文献:

- [1] 另青艳,何亮,周志翔,等. 林下经济模式及其产业发展对策[J]. 湖北林业科技,2013(1):38-43.
- [2] 刘美丽. 林下经济模式及综合效益[J]. 林业实用技术,2017(4):37-8.
- [3] 顾晓君,曹黎明,叶正文,等. 林下经济模式研究及其产业发展对策[J]. 上海农业学报,2008(3):21-24.
- [4] 翟明普. 关于林下经济若干问题的思考[J]. 林产工业,2011,38(3):47-52.
- [5] 国务院办公厅关于加快林下经济发展的意见[S]. 国办发〔2012〕42 号.
- [6] 云南省人民政府关于加快林下经济发展的意见[S]. 云政发〔2014〕39 号.
- [7] 云南省人民政府关于加快中药(民族药)产业发展的指导意见[S]. 云政发〔2015〕27 号.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.027

云南省核桃产业发展现状及对策分析

刘云高

(云南省林业调查规划院生态分院,云南昆明 650031)

摘要:核桃产业是云南省高原特色现代农业的重点产业和脱贫攻坚的支撑产业。分析云南省核桃产业发展现状,结果表明:云南省核桃产业发展较快,但存在粗放式经营管理,资金和技术投入不足,市场销售、质量标准和社会化服务体系不完善,深加工能力不足等诸多问题。在此基础上提出向集约化经营管理转变,加大资金与技术投入,完善云南省核桃地方标准体系,加强市场销售网络体系建设,加大核桃加工龙头企业扶持力度,建立健全社会化服务体系等核桃产业发展对策。

关键词:核桃产业;发展现状;新型市场经营主体;地方标准;社会化服务体系;集约化经营管理;云南省

中图分类号:S792.13;F416.88 文献标识码:B 文章编号:1671-168(2019)03-0143-05

引文格式:刘云高.云南省核桃产业发展现状及对策分析[J].林业调查规划,2019,44(3):143-147,151.

LIU Yungao. Analysis on Development Status and Countermeasures of Walnut Industry in Yunnan Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 143-147, 151.

Analysis on Development Status and Countermeasures of Walnut Industry in Yunnan Province

LIU Yungao

(Ecology Branch, Yunnan Institute of Forestry Inventory and Planning, Kunming 650031, China)

Abstract: Walnut industry is the key industry of modern agriculture with plateau characteristics and the supporting industry of poverty alleviation in Yunnan Province. The analysis on the development status of walnut industry in Yunnan showed that the walnut industry developed rapidly, but there were many problems including extensive management, insufficient capital and technology investment, imperfect market sales, quality standards and socialized service system, and insufficient deep processing capacity. Therefore, this paper put forward countermeasures for the development of walnut industry, such as transforming to intensive management, increasing capital and technology investment, perfecting the local standard system of walnut, strengthening the construction of market sales network system, enhancing the support of leading processing enterprises, and improving the socialized service system.

Key words: walnut industry; development status; new market operator; local standard; socialized service system; intensive management; Yunnan Province

核桃是世界主要的木本油料和干果经济林树种之一,素有“木本油料之王”的美称,位居世界“四大

干果”之首^[1-2]。我国作为世界核桃原产地之一,是世界核桃生产第一大国^[3]。云南省是我国核桃主

收稿日期:2019-01-03;修回日期:2019-03-11.

第一作者:刘云高(1975-),男,云南南涧人,工程师.主要从事林业调查规划设计工作. Email:731907922@qq.com

产大省,是世界深纹核桃的原产地和主要分布区。多年来,云南省委、省政府高度重视核桃产业发展,始终坚持把发展核桃产业作为实现绿色发展、培育高原特色现代农业产业、解决三农问题和推进脱贫攻坚步伐的重要举措。2016年,云南省委、省政府在《云南省高原特色现代农业“十三五”核桃产业发展规划》中,把核桃产业作为云南高原特色现代农业“产业兴省”的突破口;2018年,云南省政府又将核桃产业列为云南“绿色食品牌”八大重点产业之一。云南核桃产业孕育着“绿水青山”,是云南边疆山区群众脱贫致富的“金山银山”。然而,云南省核桃产业尽管在发展和体量上占有先发优势,但也存在粗放式经营管理,资金和技术投入不足,市场销售、质量标准和社会化服务体系不完善,深加工能力不足等诸多问题。为此,通过分析研究云南省核桃产业发展现状,找准产业发展存在问题,提出对策措施,为其可持续发展提供参考。

1 核桃产业资源现状

云南省脱贫攻坚已进入决战期,云南核桃已惠及 2600 多万山区群众,成为云南山区群众增收的重要经济来源。目前,核桃产业已成为云南山区规模最大、覆盖面最广、惠及农户最多、持续发展带动性最强、最具优势的高原特色现代农业的重点产业和脱贫攻坚的支撑产业。

1.1 核桃种植品种

核桃原产于中亚,又称胡桃、羌桃,为胡桃科胡桃属植物。全世界核桃有 20 个种,中国有 5 个种,云南有 3 个种。我国广泛种植的核桃品种主要分胡桃(即普通核桃)、泡核桃(即深纹核桃)2 种,普通核桃主要分布于我国北方地区;深纹核桃则为我国西南地区特有品种,主要分布于云南、贵州、四川和西藏部分地区^[1]。云南核桃是深纹核桃,栽培历史超过 800 多年,传统优良品种主要有漾濞大泡核桃、大姚三台核桃、昌宁细香核桃以及华宁大白壳核桃等泡核桃和圆波罗、桐子果、娘青夹绵等夹绵核桃品种。目前生产上推广使用的还有采用深纹核桃和普通核桃杂交选育的云新云林、云新高原等杂交品种^[2]。科学研究表明:云南核桃有别于其他省份的核桃,一个重要特点是云南核桃为深纹核桃,高海拔种植,所含营养成分不同。云南深纹核桃仁白饱满,香气浓郁,集脂肪、蛋白质、糖类、维生素、纤维素等五大营养成分于一体,其蛋白质、粗脂肪、磷脂、维生

素 E 等多种营养成分含量均高于其他省份普通核桃,是世界核桃家族中的上品。

1.2 核桃种植分布

云南省地理位置介于 21°08'32"~29°15'08"N, 97°31'39"~106°11'47"E。全省 94% 的土地面积为山地与高原,云南核桃物种资源丰富,适合核桃生长的地域宽广。根据调查统计,云南省 129 个县(市、区)中近 90% 以上都有核桃种植,多以农户为基本单位,以四旁种植、山地林果间种、农田套种、沿山谷散生种植等的多元化种植模式为主^[2]。云南核桃多种植于澜沧江、金沙江、怒江及红河流域,主要分布在滇西、滇西北、滇中以及滇东北等地区。纬度从 21°08'32"N 的勐腊县跨越到 29°15'08"N 的德钦县,经度从 97°31'39"E 的盈江县跨越到 106°11'47"E 的富宁县。种植海拔区间为 700~2 900 m,比较适宜海拔区间为 1 800~2 200 m^[4]。

1.3 核桃种植面积、产量和产值

据云南省林业和草原局统计数据,截至 2017 年,云南核桃种植面积已达 286.67 万 hm^2 ,年产量 115 万 t,产值 318 亿元,均位居全国之首^[1]。

2 核桃产业发展现状分析

近年来,云南省核桃产业发展按照“整合资源、创新模式、服务林农”的原则,坚持走市场导向与政府引导相结合、龙头企业带动与品牌建设相结合,大力扶持培育新型市场经营主体,加大品牌创新力度等产业发展新路子,使核桃产业得到了快速发展。

2.1 核桃产业发展规模

从云南省林业和草原局 2012—2017 年有关核桃统计数据(表 1)来看:①种植面积从 2012 年 246.27 万 hm^2 增加到 2015 年 282 万 hm^2 ,年均增幅 11.91 万 hm^2 ,呈现快速扩张趋势。2016 年以来,由于受市场核桃价格下滑的影响,加上政府部门对核桃种植面积的调控,核桃种植面积发展趋势逐渐趋于平缓,其中:2016 年年均增幅 3.33 万 hm^2 ,2017 年年均增幅 1.34 万 hm^2 ,年均增幅呈现逐年下降趋势。②产量从 2012 年 55 万 t 增加到 2017 年 115 万 t,年均增幅高达 12.0 万 t,多年保持稳定增长。③产值从 2012 年 165 亿元增加到 2017 年 315 亿元,年均增幅高达 30 亿元,多年保持高速增长,成为云南省唯一产值有望超 1000 亿元的高原特色农业产业。

表1 2012—2017年云南省核桃种植面积、产量及产值统计

Tab. 1 Statistics of planting area, yield and output value of walnut in Yunnan from 2012 to 2017

| 年份 | 面积/万 hm ² | 产量/万 t | 产值/亿元 |
|------|----------------------|--------|-------|
| 2012 | 246.27 | 55 | 165 |
| 2013 | 260.00 | 65 | 190 |
| 2014 | 273.33 | 77 | 239 |
| 2015 | 282.00 | 85 | 266 |
| 2016 | 285.33 | 102 | 305 |
| 2017 | 286.67 | 115 | 315 |

2.2 核桃产业发展布局

从《云南统计年鉴—2017》对云南省各州(市)2016年核桃产品产量统计数据(表2)可以看出:大理、临沧、保山、楚雄4个州(市)是云南核桃四大主产区,其核桃产品产量占全省核桃产品总产量的83%。

表2 2016年云南省各州(市)核桃产品产量统计

Tab. 2 Output statistics of walnut productions in prefectures (cities) of Yunnan

| 州(市) | 产量/万 t | 比例/% | 排序 |
|------|--------|------|----|
| 大理 | 32.31 | 38.2 | 1 |
| 临沧 | 22.77 | 26.9 | 2 |
| 保山 | 9.98 | 11.8 | 3 |
| 楚雄 | 5.17 | 6.1 | 4 |
| 昭通 | 3.34 | 3.9 | 5 |
| 迪庆 | 1.78 | 2.1 | 6 |
| 曲靖 | 1.76 | 2.1 | 7 |
| 普洱 | 1.71 | 2.0 | 8 |
| 丽江 | 1.37 | 1.6 | 9 |
| 玉溪 | 1.16 | 1.4 | 10 |
| 怒江 | 0.96 | 1.1 | 11 |
| 红河 | 0.89 | 1.1 | 12 |
| 昆明 | 0.72 | 0.9 | 13 |
| 德宏 | 0.41 | 0.5 | 14 |
| 文山 | 0.22 | 0.3 | 15 |
| 西双版纳 | 0.01 | 0.0 | 16 |

2.3 新型市场经营主体

转变传统的单一农户经营主体地位,大力扶持培育了一批有特色、有优势的大型核桃龙头企业,并

鼓励和支持龙头企业参与基地建设,同时引导农户积极组建林农专业合作社,逐步推动云南省核桃产业基地式规模化、集约化经营管理^[5]。目前,云南省核桃产业发展已培育形成了以普通农户、林业专业大户、家庭林场、林农专业合作社、林业龙头企业等为主的新型市场经营主体。截至2017年底,云南省已扶持培育从事核桃产品加工、销售企业500多家,省级龙头企业84家。同时,培育从事核桃种植、加工和销售林农专业合作社1000多个,连接带动6万多农户,经营林地面积近13.33万hm²^[1]。

2.4 社会化服务体系建设加强

社会化服务供给主体由传统的单一政府主导,扩展到目前的政府、市场和社会3种社会化服务供给主体。原先由政府部门统包统领、大包大揽的服务项目,部分已分散到市场中介机构和社会合作组织。截至2017年底,云南省核桃产业社会化服务内容已扩展到良种及栽培技术、病虫害等“三防”、政策咨询、市场营销信息、资金融通以及资产评估等多个服务领域^[6]。

2.5 核桃加工利用逐步崛起

随着云南摩尔农庄生物科技开发有限公司、云南磨浆农业股份有限公司等一批核桃精深加工龙头企业的逐步崛起,云南省核桃加工利用逐渐由初始生产加工型向科技创新型转变,产业链不断地从下游向上游延伸。目前,云南核桃产品已涉及6大系列20多个品种,年销售收入达89.8亿元。初加工核桃产品主要有核桃仁、核桃粉和分心木等;深加工核桃产品主要有核桃油、核桃乳、蛋白粉以及核桃多肽等。另外,还伴有少量以核桃果壳、果皮为原材料制作加工而成的日用品和工艺品^[1]。

2.6 核桃品牌建设取得初步成效

近年来,云南核桃品牌建设取得初步成效。①漾濞、大姚、永平、楚雄、昌宁、南华、云龙、凤庆、会泽共9个县(市)被授予“中国核桃之乡”称号。②云南摩尔农庄生物科技开发有限公司和云南信威食品有限公司2家核桃龙头企业被评为“中国核桃产业十佳企业”称号。③宾川拉乌核桃、漾濞大泡核桃、漾濞核桃、大姚核桃、景东核桃和昌宁核桃等6类核桃品类已通过地理标志认证。④34家核桃企业已通过有机、绿色、无公害农产品认证,通过认证的核桃基地种植面积已超过10000hm²,认证范围涵盖了核桃果、仁、油、乳等系列产品。⑤云南摩尔农庄生物科技开发有限公司已完成了世界上首个深纹核桃全基因组测序,并开发出全国首家核桃工业旅游,推

出了“中粮—摩尔农庄”双品牌。

3 核桃产业发展存在的问题

3.1 传统的粗放式经营管理方式,造成重栽轻管突出,低效林多,投产率低、单产量少

云南省核桃产业主要分布在偏远山区,核桃种植面积规模大,参与农户数量多(500~800万户),科技推广难度大。由于山区条件的特殊性,农户对核桃大多采用传统的粗放式经营管理方式,造成云南核桃重栽轻管现象突出,低效林多,投产率低、单产量少等问题。①重栽轻管突出。山区核桃种植多以零散农户分散种植为主,外加近年来核桃产区青壮年劳力紧缺,老龄化严重,造成农户对核桃粗放式经营管理,重栽轻管现象突出。核桃种植后疏于抚育、管护等,多数核桃树放任生长,延长了结果期和盛产期。②低效林多。很多地方为了完成各级政府部门下达的核桃种植规模任务,片面强调集中连片,造成很多基地虽然核桃造林规模大,但品种混杂,良种率不高,形成了大量的核桃低效林。③投产率低、产量少。据云南省林业和草原局统计数据,截至2017年,云南省核桃种植面积已达286.67万 hm^2 ,但优质高效示范基地面积却不足种植总面积的10%。云南核桃目前平均产量约为750~2250 kg/hm^2 ,集中连片基地在盛果期核桃平均产量为793 kg/hm^2 。国家核桃丰产标准为:树龄在15a以下的,丰产指标为1170 kg/hm^2 ;树龄在16~20a的,丰产指标为2580 kg/hm^2 。云南核桃投产率低、单产量少,达不到丰产要求。

3.2 资金和技术投入不足,严重制约核桃产业的快速发展

云南省核桃产业发展长期以来存在资金和技术投入不足的问题,“天保工程”、退耕还林及扶贫攻坚等核桃造林项目专项资金,其补助标准偏低,资金投入十分有限^[7]。支持核桃产业发展资金基本用来补助扩大核桃种植规模,而真正用于对产业发展起关键性作用的技术培训、科技推广示范,尤其是新品种培育、丰产栽培技术研究、新产品开发等技术投入方面的资金不足全部资金的10%^[8]。在很多地方,项目资金除了购买核桃种苗外,其他配套的后期抚育、管护等投入资金几乎没有^[9]。

3.3 缺乏统一的质量标准化体系,难以保证云南核桃产品质量的稳定性

我国核桃产业现行标准多以北方核桃为主要依据来编写的,不适应云南省核桃产业发展的需求。

云南省现共发布核桃地方标准6项,核桃企业标准101项。云南省核桃地方标准数量极少,产业链各环节所涉及的相关标准没有形成一系列的配套体系。核桃产业从生产到加工全过程缺乏有效的技术指导,质量安全监控方面也缺乏相应的技术标准依据^[3],导致云南核桃产品质量参差不齐,难以保证核桃产品质量的稳定性。

3.4 市场销售网络体系不完善,严重影响核桃产业的健康有序发展

市场导向缺乏,市场销售网络体系不完善,社会化服务体系不健全,产品市场供求信息不通畅,严重缺乏像斗南花卉那样的大型核桃产品交易中心。导致云南核桃产品的销售没有相对稳定的流通渠道,基本处于自由贩运,随行就市,看货论价的无序流通状态。核桃产品销售方式也主要依靠现货交易,中间流通环节过多,不但造成农户的经济利益得不到保障,而且核桃加工企业的原材料供应也无法从根本上得到保证,严重影响到云南省核桃产业的健康有序发展。

3.5 深加工能力不足,缺乏优势核桃品牌产品

云南省现有核桃加工企业500多家,省级核桃龙头企业84家^[1]。虽然核桃加工企业多,但普遍存在规模不大,实力不强,龙头效应不明显,标准化程度欠缺,加工工艺落后,卫生条件差,深加工能力明显不足等缺点。目前市场上销售的云南核桃产品也主要局限于核桃果、仁、乳、油等营养食品,严重缺乏如“六个核桃”那样的优势核桃品牌产品,产品类型单一,经济附加值不高,同质产品竞争激烈,市场占有率低,导致云南核桃产品出现供需失衡、产销不畅、价格走低等问题。

3.6 社会化服务体系不完善,严重阻碍核桃产业发展的现代化进程

云南省核桃产业社会化服务体系不完善,服务供给能力不足,服务组织机构数量少,服务范围狭窄,普遍存在“重产前、产中服务,而轻产后服务;重生产技术服务,而轻金融保险服务”等现象。现有的社会化服务已不能满足农户等新型市场经营主体从核桃产业生产、加工、贮运、销售到信息、金融、技术等各环节多样化服务需求,严重阻碍了云南省核桃产业发展的现代化进程^[6]。

4 核桃产业发展的对策

4.1 向集约化经营管理转变,提高核桃单产及质量

云南省核桃产业工作重心要从扩大核桃种植面积规模,粗放式经营管理转移到稳定核桃种植面积,

基地式规模化、集约化经营管理,提高单产、质量及效益上来^[8]。①稳定核桃种植面积。根据“适地适树,因地制宜”的原则,注重调整品种结构,合理优化产业布局,稳定核桃种植面积。②推进基地式规模化、集约化经营管理模式。加快培育新型市场经营主体,鼓励龙头企业参与核桃种植生产基地建设,引导农户采取自愿联合、委托经营、入股分红、有偿转让以及集中管护等方式,积极组建林农专业合作社^[5]。采用“公司+合作社+农户+基地”等多种基地式规模化、集约化经营管理模式逐步取代农户自产自销的传统粗放式经营管理方式。③强化科技支撑。构建新型农技推广服务体系,加速科技成果转化利用,提升科技服务能力。④加快实施优质高效基地示范工程。以提质增效为重点,对已形成的核桃低效林基地实施全面转型升级改造。加快实施绿色、有机、无公害等以及丰产栽培等优质高效基地示范工程,提高单产及质量,促进云南核桃产业增产增收。

4.2 争取政策支持,加大资金与技术投入

资金与技术投入程度直接关系着核桃产业的发展速度,云南省核桃产业必须积极争取政策支持,加大资金与技术投入。①加大资金投入。积极探索PPP等新型投融资机制,拓宽金融支持通道,加大对云南省核桃产业资金投入。另外,要充分发挥政策性银行和商业银行作用,利用信用贷款、林权抵押贷款、林业贴息贷款等多种方式,帮助核桃企业解决资金难的问题。②调整政策资金扶持方向。继续保持对发展核桃产业的资金扶持,停止对新增核桃种植面积的资金补助,增加对核桃低效林改造、规模化深加工、高新技术研究和高端产品生产等资金补助^[8]。③加大技术投入。以产业发展技术需求为导向,强化科技人才、技术引进,加强新品良种培育、合理间种、病虫害防控、成熟采收、无烟烘烤等新型实用技术推广。有效整合和利用产、学、研各方产业资源优势,按“科研院所+企业+合作社+基地”等多种运营模式,积极组建云南核桃产业研发实体,共同突破产业发展急需的技术瓶颈,提高云南省核桃产业的整体技术水平。

4.3 完善云南省核桃地方标准体系,保证核桃产品质量的稳定性

完善云南省核桃地方标准体系,让云南核桃有个统一的评价标准,保证云南核桃产品质量的稳定性。①充分发挥政府部门的引导和服务作用,抓紧完善云南省核桃地方标准体系^[8],尽快建立涵盖云

南核桃产前、产中、产后全过程的质量标准体系和产品质量监测体系。②制定云南核桃种苗、栽培、管护、采收、贮藏、加工、包装等环节的质量标准或技术规范规程,出台云南核桃加工产品的质量检验标准。加强对云南核桃生产、加工全过程质量监控,积极推进统一标准、统一品牌、统一包装、统一检验检测^[10]。外销的云南核桃产品要符合标准,保证云南核桃产品质量的稳定性,提高云南核桃产品的市场认可度。

4.4 加强市场销售网络体系建设,规范核桃产品贸易流通秩序

市场销售网络体系建设是产业发展的核心。只有以市场为导向,加强市场销售网络体系建设,破解交易市场难题,理清产品流通渠道,才能规范云南核桃产品贸易流通秩序及稳定云南核桃产品价格。①建立“云南国际核桃交易中心”,让云南核桃和世界有一个对话平台,以满足云南核桃产品的贸易流通。②加快云南标准化冷链物流建设,尽快建成核桃主产区标准仓储库,推进云南核桃产品大宗商品贸易以及在线上、线下的高度融合发展。③建立全国核桃产品贸易监测机制,及时准确掌握全国有关核桃产品产量、价格、产品流向等方面的市场动态信息,为云南核桃产业发展提供更具科学性和权威性的市场信息情报。

4.5 加大核桃加工龙头企业扶持力度,打造“云南核桃”大品牌

云南核桃产业要做大做强,必须要加大政策扶持力度,引进和培育核桃深加工龙头企业,构建云南核桃大品牌带动战略,打造“云南核桃”大品牌。①引进和培育核桃深加工龙头企业。政府部门要出台政策扶持标准,制定扶持办法和措施。引进和培育核桃深加工龙头企业,鼓励和支持企业进行核桃产品深加工,延伸产业链,生产高附加值新产品。②强化产业科技支撑。引进技术人才,加强技术改造,提高核桃加工企业的深加工能力。提高科技成果转化率,利用新技术、新工艺,开发高端核桃品牌新产品。同时深入挖掘云南核桃文化等方面价值,延伸产业链,开发带有现代工艺的现代核桃系列新产品。加强对传统核桃产品的升级改造和功能性食品开发,提升云南核桃产品档次,促进云南核桃产业深层增值、增收^[10]。③打造“云南核桃”大品牌。构建云南核桃大品牌带动战略,有效整合和利用核桃产业资源,加快推进“云南核桃”品牌认证。通过拍摄“云南核桃”公益宣传片,积极组织、参与国际、国内

(下转第151页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.028

交趾黄檀在西双版纳的引种生长表现及发展前景展望

朱先成¹,张劲松¹,龚江红¹,沙二²

(1.勐腊县林业局,云南 勐腊 666300; 2.西双版纳州林业调查规划院,云南 景洪 666100)

摘要:交趾黄檀是著名的热带珍贵用材树种,其心材属上等红木,且具有重要的药用价值。文章系统阐述了交趾黄檀的经济价值和生物学、生态学特性。为获得2007年以来引种的该树种在西双版纳的适应性和生长表现,对勐腊县及景洪市五个引种种植点的交趾黄檀、树高、胸径、冠幅进行了调查和分析。结果表明,交趾黄檀在西双版纳州表现出较好的适应性,生长快速,病虫害少。藉此还分析了其在州内发展具有的气候、土地、政策、技术等优越条件。

关键词:交趾黄檀;大红酸枝;红木;生长特性;西双版纳州

中图分类号:S792.28;S722.7 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0148-04

引文格式:朱先成,张劲松,龚江红,等.交趾黄檀在西双版纳的引种生长表现及发展前景展望[J].林业调查规划,2019,44(3):148-151.

ZHU Xiancheng, ZHANG Jinsong, GONG Jianghong¹, et al. Growth Performance and Development Prospects of *Dalbergia cochinchinensis* in Xishuangbanna[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 148-151.

Growth Performance and Development Prospects of *Dalbergia cochinchinensis* in Xishuangbanna

ZHU Xiancheng¹, ZHANG Jinsong¹, GONG Jianghong¹, SHA Er²

(1. Mengla Forest Bureau, Mengla, Yunnan 666300, China;
2. Xishuangbanna Institute of Forestry Inventory and Planning, Jinghong, Yunnan 666100, China)

Abstract: The heartwood of *Dalbergia cochinchinensis* which is a famous valuable timber species in the tropics belongs to high-quality rosewood with important medicinal value. This paper described the economic values and biological and ecological properties of *D. cochinchinensis* and investigated the tree height, DBH and crown width of *D. cochinchinensis* in five introduction planting sites of Mengla County and Jinghong City to know the its adaptability and growth performance in Xishuangbanna since 2007. The results showed that *D. cochinchinensis* had good adaptability with rapid growth and fewer pests and diseases in Xishuangbanna. The favorable conditions of climate, land, policy and technology for the development of *D. cochinchinensis* in Xishuangbanna were also analyzed.

Key words: *Dalbergia cochinchinensis*; rosewood; growth property; Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture

交趾黄檀(*Dalbergia cochinchinensis* Pierre)为蝶形花科黄檀属乔木树种,天然分布于东南亚地区。

其木材称大红酸枝,属上等红木,用于制作高档家具、工艺品和乐器等。我国是大红酸枝的主要消费

收稿日期:2018-11-22

第一作者:朱先成(1972-),男,云南勐腊人,高级工程师。主要从事林业科技推广及森林资源管理工作。Email:zhuxc72@163.com

责任作者:张劲松(1967-),男,云南勐腊人,工程师。主要从事林业科技推广工作。

国之一,长期以来花费大量外汇进口。本世纪我国才开始引种交趾黄檀,2005年底由中国林业科学研究院热带林业研究所(简称“热林所”)从泰国引进,先后在海南尖峰岭、广东江门、云南西双版纳和福建漳州进行了试种,表现出较强的适应性和早期速生性。如,福建漳州约8年生交趾黄檀平均胸径14.5 cm,树高8.5 m^[1]。此后,交趾黄檀在海南、云南、广西、广东、福建等省区逐步扩大种植。热林所在“948”项目资助下,更为系统地从泰国、柬埔寨、越南等地引进交趾黄檀种质资源,对其种子形态、千粒重和发芽率的变异情况进行了测定分析^[2]。福建龙海林下国有林场进行的交趾黄檀种源试验结果表明,优良种源1年生苗木保存率达95%,平均树高2.0 m^[3]。各地引种初步结果表明,交趾黄檀在我国热区发展潜力大。

西双版纳州地处热带,受印度洋西南季风和太平洋东南季风的双重影响,拥有优越的光、温、水、热条件,而且无台风危害,为我国热带珍贵材生产的理想场所^[4],州委州政府亦十分重视珍贵材林基地和红木资源储备库建设。勐腊县林业局在热林所的协助下,于2007年引种交趾黄檀泰国种源,后来又引种老挝种源,分别进行了小规模试种,取得良好的试验示范效果,随后勐腊、景洪的一些企业、林农也开始种植。为了系统了解其生物学、生态学特性,推动交趾黄檀在西双版纳州的快速推广和应用,对西双版纳州早期引种的交趾黄檀生长状况进行了调查,从而为其规模发展提供科学依据。

1 经济价值

1.1 木材价值

交趾黄檀木材俗称“大红酸枝”,又称“老红木”。其木材为散孔材,心材和边材区别明显,心材是其主要利用部分,质地坚硬,气干密度为1.01~1.09 g/cm³,顺纹抗压强度和抗弯强度分别为107.87和259.9 MPa^[5]。一般呈紫红色或红褐色,纵剖面上有宽窄不等的深褐色带状条纹,具光泽,纹理通直,结构细腻,加工性能好;锯解时有酸臭气味,耐腐蚀性和抗虫性强^[5,6]。在《红木》国家标准(GBT 18107—2000)中属于红酸枝木类。我国明清时期将檀香紫檀、降香黄檀和交趾黄檀并称为宫廷专用的“三大贡木”^[2]。目前,交趾黄檀木材的国内需求量较大,因国内资源缺乏,全部依靠进口。交趾黄檀木材几乎全部来自天然林,随着资源急剧减少,加之国际组织施加的环保压力,2013年6月《濒危

野生动植物种国际贸易公约》将交趾黄檀列入保护名录。由于原产国实施出口限制,交趾黄檀的木材价格近几年来一路飙升。据调查,其市场售价从2001年的6 000元/t涨至2016年的20万元/t以上^[1],上等木材甚至涨至30万元/t。由此可见,交趾黄檀木材市场发展潜力大。

1.2 药用价值

交趾黄檀心材富含名贵中药材—降香,在泰国、印度以及我国具有悠久的药用历史,是重要的医药资源。其心材通常用于治疗风湿病、消化不良、腕腹疼痛、跌扑伤痛、外伤出血等病症,尤其在泰国主要用于治疗血瘀和癌症^[8,9]。化学分析研究表明,交趾黄檀主要医药成分为新黄酮类、异黄酮类、黄酮类、呋喃类和类固醇类等。异黄酮类成分具有抗心律失常、降血压等功效^[8],新黄酮类成分在抗肿瘤、抗骨质疏松、抗过敏、消炎、抗雄性激素等方面具有显著成效^[9]。

2 生物生态学特性

2.1 形态特征

交趾黄檀属半落叶大乔木,在泰国和越南部分地区为常绿乔木,胸径可达1.2 m,树高达30 m。树皮光滑,浅黄色至灰褐色,鳞片状纵向开裂,后期脱离;羽状复叶,多为7片小叶,叶序互生或半对生;花白色,圆锥花序;果实为荚果,成熟时暗褐色,不开裂^[1]。花期通常为5—7月,果实成熟期在9—10月。

交趾黄檀的树干通直度一般,往往存在分叉或多个主干的现象。因此在苗圃通过密植培养好干形,利用多年生苗造林效果较好。

2.2 地理分布

交趾黄檀主要天然分布于中南半岛区域,包括泰国中部、东部和东北部,越南广平省以南地区,老挝中部、南部以及柬埔寨等^[10]。原产地的分布海拔一般为100~500 m,在老挝海拔1 000 m的天然林中仍有零星分布,是目前发现野生交趾黄檀的最高海拔。我国海南、云南、广西、广东、福建等省区有引种栽培。

2.3 适生环境

交趾黄檀天然生长于半落叶季雨林或较湿润的季雨林中,通常与大果紫檀等阔叶树种伴生。适生区域的年降雨量为1 200~1 700 mm,年平均气温20~32℃,极端最低气温10℃以上;对土壤要求不严,适应诸如砂质土壤、粘土和石灰钙质土等多种类型土壤,亦较耐干旱瘠薄,然而在土层深厚、土壤肥

沃、排水良好立地才能实现速生丰产之目的。幼树较耐荫,但是随着其年龄的增长,对光的需求逐渐增加而变为喜光^[1]。

3 西双版纳引种生长表现

为了掌握交趾黄檀在西双版纳州的生长状况,选取了州内 5 个交趾黄檀种植点进行调查(表 1)。勐腊县引种交趾黄檀较早,已有 10 年以上历史。各种种植点所有样木的胸径年均生长量大多在 1.5 cm 以上,仅景洪市勐罕镇种植点略小于 1.5 cm。各种种植点优势木胸径年均生长量亦是如此,除了景洪市勐罕镇种植点小于 2.0 cm,其余种植点均在 2.0 cm

以上。各种种植点所有样木树高年均生长量和优势木树高年均生长量差别相对较小,均在 1.0 m 以上。冠幅生长随着年龄的增大呈现递增趋势。调查发现,交趾黄檀在土层深厚、水分充足的缓坡地带生长好,如勐腊县勐仑镇 11 年生交趾黄檀优势木平均胸径 20 cm,树高超过 15 m,冠幅 6 m 以上;在土壤板结干旱、有机质含量低的地段生长相对较差,如景洪市勐罕镇 4 年生交趾黄檀优势木平均胸径在 7 cm 以下,树高 4.5 m,冠幅 2.5 m,整体长势较差。调查还发现,交趾黄檀在阳坡比阴坡生长迅速。总体而言,交趾黄檀在西双版纳州表现出速生性,而且目前尚未发现对其为害较严重的病虫害。

表 1 交趾黄檀在西双版纳的生长表现

Tab. 1 Growth performance of *Dalbergia cochinchinensis* in Xishuangbanna

| 地点 | 海拔/m | 年龄/a | 所有样木均值 | | | 优势木均值 | | |
|--------|------|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | | | 胸径/cm | 树高/m | 冠幅/m | 胸径/cm | 树高/m | 冠幅/m |
| 勐腊县城 | 630 | 10 | 16.5(2.7) | 14.8(0.4) | 4.8(1.1) | 20.8(1.0) | 15.1(0.1) | 6.3(0.8) |
| 勐腊县勐仑镇 | 680 | 11 | 20.0(4.1) | 14.6(1.6) | 5.9(0.9) | 24.2(0.8) | 15.3(0.8) | 6.6(0.4) |
| 勐腊县勐伴镇 | 850 | 2 | 3.1(0.8) | 3.3(0.7) | 1.5(0.5) | 4.3(0.4) | 4.3(0.4) | 1.9(0.4) |
| 景洪市勐罕镇 | 660 | 4 | 5.7(0.8) | 4.3(0.3) | 2.2(0.6) | 6.8(0.4) | 4.5(0.1) | 2.5(0.4) |
| 景洪市勐养镇 | 810 | 6 | 11.2(2.4) | 6.3(0.9) | 3.6(0.9) | 14.1(1.9) | 7.1(0.6) | 4.6(0.5) |

注:括号内为标准差。

4 发展前景展望

4.1 自然条件优势

西双版纳州地处北回归线以南,热量丰富,雨量充沛,年温差小,夏无酷暑,冬无严寒。根据水热条件,西双版纳州气候可划分为 4 个片区,即东南部北热带湿润片区,包括景洪市的勐龙镇、勐罕镇、勐腊县南部;澜沧江中游海拔 800 m 以下北热带半湿润片区;澜沧江南部海拔 800 m 以上南亚热带湿润片区,包括勐海县大部分区域;澜沧江北部海拔 800 m 以上的南亚热带湿润片区,主要包括景洪市的勐养、大渡岗和普文镇^[11]。西双版纳的气候特征总体上表现为高温、多雨、湿润、静风等,适应交趾黄檀树种生长。建议针对 4 个气候分区开展栽培区域化试验,更为细致地探讨其适生区域和海拔范围。

4.2 政策保障

为推进云南林业的快速发展,2009 年 12 月,云南省委、省政府提出建设“森林云南”的战略目标。在此基础上,西双版纳州委、州政府 2013 年 5 月提出了建设“全国珍贵用材林储备基地”的战略目标,

大力发展珍贵用材林基地建设。近五年来,西双版纳州各级政府每年筹集大量资金用于购置珍贵树种苗木,无偿提供给全州广大农户种植;按照“谁种谁有,谁种谁受益”的原则,以政策扶持结合市场导向的方式,充分调动全州各族群众的积极性和主动性,大力发展珍贵树种产业。通过多年的宣传和发展,农户对于珍贵树种的认识已进一步提高,通过荒山造林、茶园套种、城镇园林和道路绿化以及四旁种植等发展珍贵用材树种,在全州范围内形成良好发展态势,为交趾黄檀的推广应用奠定了坚实基础。

4.3 技术保障

为保障交趾黄檀等珍贵树种种植业的健康高效发展,西双版纳州各级政府加强与中国科学院西双版纳热带植物园、中国林业科学研究院热带林业研究所以及云南林业科学院等科研单位合作,开展种质资源引进与培育技术研究与示范,利用早期营建的试验示范林生产种子,降低其苗木价格。同时,聘请相关专家对珍贵用材林苗木培育、造林、幼林抚育管理以及病虫害防治等技术进行培训和现场指导,培育了一批专业技术人员,可为广大营林企业、林农

组织、农民种植户提供优质技术服务。

4.4 土地资源

根据2016年森林资源二类调查统计,西双版纳州境内海拔1 000 m以上的橡胶种植面积达6.543万 hm^2 ,由于海拔偏高,橡胶林长势较差,产胶量较低。为合理利用土地资源,加快产业结构调整,可通过政府引导将之替换为交趾黄檀等珍贵用材树种。加之宜林荒山面积1.053万 hm^2 ,全州适宜种植交趾黄檀的林地面积逾6.667万 hm^2 。本着“因地制宜,适地适树”的原则,采取引资、融资等形式,结合新农村建设、乡村振兴、扶贫攻坚等政策,利用所有可利用的土地大力发展种植交趾黄檀,将西双版纳州真正打造成为全国优质的珍贵用材林储备基地。

参考文献:

- [1] 吴培衍,张荣标,张金文. 红木树种新贵——交趾黄檀[J]. 福建热作科技,2016,41(4):51-54.
- [2] 李科,洪舟,杨曾奖,等. 不同种源交趾黄檀种子形态及多点发芽率的差异[J]. 浙江农林大学学报,2018,35(1):121-127.
- [3] 李瑞聪. 闽南山地引种交趾黄檀种源初步表现[J].

绿色科技,2017,15:127-129.

- [4] 何凌. 西双版纳珍稀用材树种栽培利用现状及建议[J]. 热带农业科技,2014,37(3):40-42.
- [5] 邓海秀,徐峰. 交趾黄檀与微凹黄檀比较研究初探[J]. 中国木材,2009,21(3):10-13.
- [6] 何拓,罗建举. 交趾黄檀及其相似树种木材构造的比较分析[J]. 林业工程学报,2016,1(4):58-63.
- [7] 吴青思,王旋,夏金尉,等. 交趾黄檀和微凹黄檀木材构造特征及GC-MS的辨析[J]. 林业工程学报,2017,2(6):26-0.
- [8] 刘荣华,温新潮,张普照,等. 交趾黄檀异黄酮类化学成分研究[J]. 中草药,2015,46(19):2851-2855.
- [9] 刘荣华,林帅,张普照,等. 黄檀属植物新黄酮类化学成分与药理活性研究进展[J]. 中国中药杂志,2017,42(24):4707-4715.
- [10] 莫世琴,林明平,王淑娥. 不同产地交趾黄檀种子形态与发芽率研究[J]. 热带林业,2016,44(2):8-10.
- [11] 缪应国,杨南,谭仲明. 西双版纳州珍贵用材林产业培育与发展探析[J]. 林业调查规划,2016,41(3):115-119.

(责任编辑 刘平书)

(上接第147页)

各类展销会等方式,充分利用“互联网+”手段,扩大“云南核桃”国内、外影响力,提升“云南核桃”知名度,打造“云南核桃”大品牌^[1]。

4.6 建立健全社会化服务体系,加快云南核桃产业发展的现代化进程

建立健全社会化服务体系,为云南核桃产业提供生产所必需的“产前服务”,生产作业技术指导方面的“产中服务”和产品流通方面的“产后服务”,以满足农户等新型市场经营主体多样化需求,加快云南核桃产业发展的现代化进程。①构建政府、社会、市场“三位一体”的社会化服务供给主体体系以及多元化供给社会化服务体系。②加强制度建设,严格规范社会化服务活动行为。③完善配套政策,拓宽有利于产业发展的社会各界力量支持渠道。④优化基础环境建设,建立协调机制,营造良好的政策环境、法制环境、经济环境和市场环境。⑤增加产业社会化服务供给的有效性,建立资金支持体系、技术培训体系、市场营销体系和信息网络体系^[6]。

参考文献:

- [1] 李娅,余红红. 基于全产业链视角的云南省核桃产业国

内竞争力分析[J]. 林业经济问题,2018,38(5):38-43.

- [2] 陈伟,李江,裴艳辉,等. 云南省核桃栽培的技术问题及对策[J]. 林业调查规划,2014,39(5):123-128.
- [3] 李淑芳,习学良,杨建华,等. 我国核桃产业标准化现状与进展[J]. 北方园艺,2016(22):185-188.
- [4] 李娅,韩长志. 云南省核桃产业发展现状及对策分析[J]. 经济林研究,2012,30(4):162-167.
- [5] 张立春. 云南省林业社会化服务体系现状及发展对策[J]. 林业调查规划,2014,39(2):129-131.
- [6] 孔凡斌,阮华,廖文梅. 构建新型林业社会化服务体系——文献综述与研究展望[J]. 林业经济问题,2017,37(6):90-97.
- [7] 杨文莹,谢萍. 云南省核桃产业发展制约因素与对策探讨[J]. 当代经济,2016(2):78-79.
- [8] 凌鹤. 对云南核桃产业后续发展的建议[J]. 云南林业,2014(3):28.
- [9] 赵廷松,范志远,邹伟烈,等. 云南省核桃产业发展现状调查与问题分析[J]. 林业科技通讯,2016(7):76-77.
- [10] 方文亮. 加强云南核桃种业发展势在必行[C]//第七届云南省科协学术年会论文集——专题二:绿色经济产业发展,2017.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.029

臭氧环境对 13 种乡土树种光合作用的影响

郭成龙

(云南省林业调查规划院大理分院, 云南 大理 671000)

摘要:以华南地区 13 种乡土树种为试验对象,采用浓度为 200×10^{-9} 臭氧环境进行树种环境胁迫试验。结果表明,各参试树种净光合速率值较对照均有不同程度的降低,其中幌伞枫、鱼尾葵、麻楝树种的降幅最大,分别为 61%、60%、54%;坡垒和竹柏树种的降幅最小,降幅为 22% 和 10%;鸭脚木、幌伞枫、杨梅、鱼尾葵树种气孔导度值比对照略有升高,其余树种均有不同程度的降低;蒸腾速率值仅鱼尾葵树种比对照略高,其余树种均有不同程度的降低;各参试树种胞间二氧化碳浓度值较对照有不同程度的升高和降低。对 13 种乡土树种各指标进行模糊隶属函数分析,结果表明,鱼尾葵、鸭脚木、大花第伦桃树种抗臭氧性最强。

关键词:臭氧环境;光合作用;乡土树种;模糊隶属函数法;抗臭氧性;净光合速率;气孔导度

中图分类号:S79;S718.43;Q945.11 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0152-06

引文格式:郭成龙. 臭氧环境对 13 种乡土树种光合作用的影响[J]. 林业调查规划,2019,44(3):152-157.

GUO Chenglong. Influence of Ozone Environment on Photosynthesis of 13 Native Tree Species[J]. Forest Inventory and Planning,2019,44(3):152-157.

Influence of Ozone Environment on Photosynthesis of 13 Native Tree Species

GUO Chenglong

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

Abstract: The environmental stress test of 13 native tree species in South China was carried out in the ozone environment with 200 ppb concentration. The results showed that the net photosynthetic rate of all tested tree species decreased in different degrees compared with the control, among which, *Heteropanax fragrans*, *Caryota ochlandra* and *Chukrasia tabularis* showed the largest decreases, 61%, 60% and 54%, respectively, and *Hopea hainanensis* and *Podocarpus nagi* showed the smallest decreases, 22% and 10% respectively. The stomatal conductance values of *Schefflera octophylla*, *Heteropanax fragrans*, *Myrica rubra* and *Caryota ochlandra* were slightly higher than that of the control while those of the other tree species were lower. The transpiration rate value of *Caryota ochlandra* was slightly higher than that of the control, while those of the other tree species were reduced in varying degrees. The intercellular carbon dioxide concentration values of different species increased or decreased in various degrees compared with that of the control. The results of fuzzy membership function analysis for 13 native tree species showed that the ozone resistance of *Caryota ochlandra*, *Schefflera octophylla* and *Dillenia turbinata* was

收稿日期:2019-01-02.

第一作者:郭成龙(1990-),男,云南腾冲人,助理工程师.从事林业调查规划工作. Email:345289754@qq.com

责任作者:王继兴(1973-),男,工程师.从事林业调查规划工作. Email:7059645@qq.com

the strongest.

Key words: ozone environment; photosynthesis; native tree species; fuzzy membership function; ozone resistance; net photosynthetic rate; stomatal conductance

臭氧(O₃)是一种具有特殊臭味的微量无色气体,主要存在距地球表面20 km的同温层下部,臭氧浓度往往随纬度、季节和天气等因素的变化而不同,其能吸收紫外线,起到保护地球生物的作用,是地球的保护伞^[1-2]。自20世纪30年代以来,氟氯昂制冷剂的广泛使用,化石燃料大量燃烧和含氮化肥的大量使用,造成地表臭氧浓度迅速上升,然而大气中过量的臭氧则会对人们的生活造成一定危害,对植物生理活动、新陈代谢的抑制也给农业生产带来巨大损失。有研究表明,臭氧层的变化会影响生物的生理生化过程,如阻碍生长、减弱光合、改变代谢途径、引发防御机制、影响膜系统等^[3-4]。目前有关臭氧对植物的胁迫研究较多多见于农作物^[5-10],而涉及林木的较少^[2,11-13]。乡土树种是生态系统中稳定的生物群落,其所生长的环境有最强的适应性,经过自然的进化与演替,乡土树种已完全适应了本地的立地条件。随着城市化进程的加快,人们生活水平不断提升,乡土植物在园林绿化中得到应用,对我国园林绿化工程的多样化发展发挥了重要作用^[14]。本试验通过控制臭氧浓度,对各熏气树种的光合作用进行测定,评价13种乡土树种的抗臭氧污染能力,以期筛选出适合当地城市绿化树种。

1 材料与方法

1.1 试验地点及参试树种

试验地点位于广州市天河区华南农业大学跃进北苗圃。试验树种有糖胶树 *Alstonia scholaris*、麻楝 *Chukrasia tabularis*、鸭脚木 *Schefflera octophylla*、幌伞枫 *Heteropanax fragrans*、杨梅 *Myrica rubra*、坡垒 *Hopea hainanensis*、竹柏 *Podocarpus nagi*、岭南山竹子 *Garcinia oblongifolia*、芒果 *Mangifera indica* Linn、鱼尾葵 *Caryota maxima*、降香黄檀 *Dalbergia odorifera*、桂花 *Osmanthus fragrans*、大花第伦桃 *Dillenia turbinata* 13个乡土树种。

1.2 试验方法

试验于模拟自然动态熏气室中进行,臭氧由中山市聪明人环保科技有限公司生产的YIDAB-8D型号臭氧发生器产生,并采用美国ECO公司生产的Z-1200便携式臭氧检测仪对熏气室中臭氧浓度进行定时监控。

设置了2个臭氧浓度梯度:E200和对照(CK)。每个树种各放置3盆,每天熏气7 h,连续熏气3 d,每小时测定一次O₃浓度,监测室内O₃浓度是否保持稳定。第四天上午9:00—11:30和下午2:00—4:30测定叶片光合作用的各项指标。应用模糊隶属函数法^[15-16]对参试树种材料抗臭氧污染指标进行综合评价。首先,对各指标抗逆系数进行计算。

指标抗逆系数(X_i)=处理组指标平均值/对照组指标平均值

通过隶属函数计算公式对各指标抗逆系数进行定量转换,再将各指标隶属函数值取平均值,对抗臭氧污染情况进行综合评价。隶属函数计算公式为:

$$U(X_i) = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$$

式中,U(X_i)为隶属函数值;X_i为某树种某指标的抗逆系数;X_{max}和X_{min}为13个树种中某一指标内抗逆系数中的最大值与最小值。如某一测定指标与综合评判结果为负相关,则应使用反隶属函数对其进行定量转换。反隶属函数计算公式为:

$$U(X_i) = 1 - (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$$

2 结果与分析

2.1 臭氧环境对净光合速率(P_n)的影响

光合速率是反映生长速度的一个主要参照指标,净光合速率是指单位时间、单位光合机构(干重、面积或叶绿素)固定CO₂、释放O₂或积累干物质的数量,是重要的光合效率指标。净光合速率越高,表明植物叶片的结构和功能状况越好^[17-18]。

试验结果表明,在200×10⁻⁹浓度臭氧环境中,不同乡土树种间净光合速率存在一定程度的差异,13个乡土树种净光合速率从大到小次序为:竹柏、杨梅、芒果、降香黄檀、坡垒、麻楝、桂花、大花第伦桃、鸭脚木、幌伞枫、鱼尾葵、岭南山竹子、糖胶树(图1)。其光合速率值均比对照低,鸭脚木、幌伞枫、麻楝、杨梅、鱼尾葵、芒果、大花第伦桃等树种不同处理之间净光合速率值变化较大,其中幌伞枫、鱼尾葵、麻楝树种的降幅最大,分别为61%、60%、54%;而岭南山竹子、降香黄檀、桂花等树种不同处理之间的净光合速率变化较小,其变幅分别为35%、27%、24%;坡垒和竹柏2个树种不同处理之间的差值最小,降幅为22%和10%。

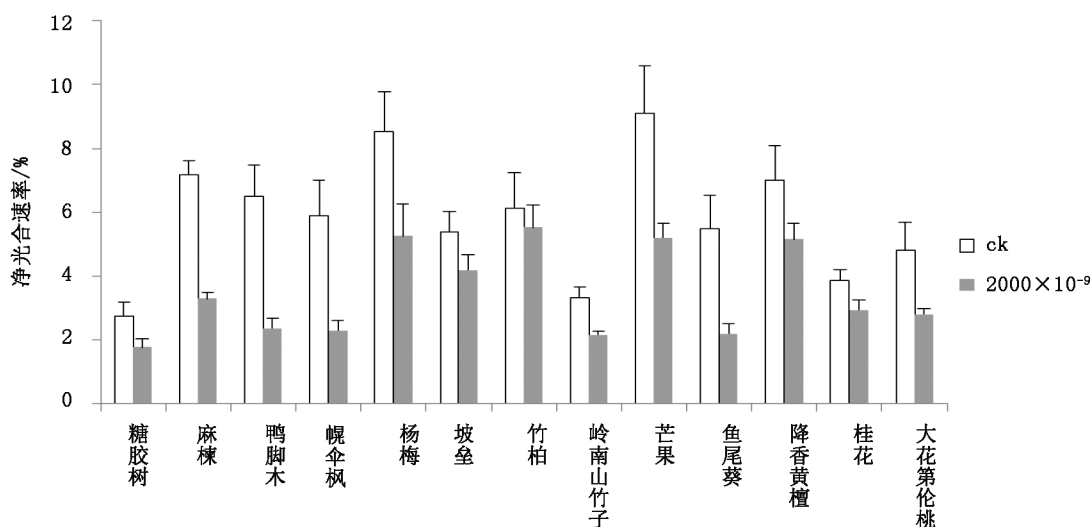


图 1 200×10⁻⁹ 臭氧环境下 13 种乡土树种净光合速率变化

Fig. 1 Change of net photosynthetic rate of 13 native tree species in the ozone environment with 200 ppb concentration

2.2 臭氧环境对气孔导度 (cond) 的影响

气孔是植物进行 CO₂ 和水气交换的主要通道, 气孔导度表示植物气孔的开张程度, 不仅可以反映植物蒸腾耗水的大小, 也是植物抗旱性能的重要指标。

试验结果表明, 在 200×10⁻⁹ 浓度臭氧环境中, 不同乡土树种间气孔导度存在一定程度的差异, 13 个乡土树种气孔导度从大到小次序为: 杨梅、竹柏、麻楝、芒果、桂花、降香黄檀、幌伞枫、鸭脚木、大花第伦桃、坡垒、岭南山竹子、鱼尾葵、糖胶树(图 2)。其

中糖胶树、麻楝、坡垒、岭南山竹子、降香黄檀、芒果、竹柏、桂花、大花第伦桃树种的气孔导度值比对照低, 鸭脚木、幌伞枫、杨梅、鱼尾葵树种的气孔导度值比对照高。糖胶树、坡垒、岭南山竹子、降香黄檀、芒果等树种不同处理之间气孔导度值变化较大, 其中岭南山竹子、坡垒、降香黄檀树种的降幅最大, 分别为 65%、54%、49%; 而鸭脚木、幌伞枫、杨梅、麻楝、竹柏、鱼尾葵等树种不同处理之间的气孔导度值变化较小, 其变幅为 10%~30%; 杨梅树种不同处理之间的差值最小, 变幅为 1%。

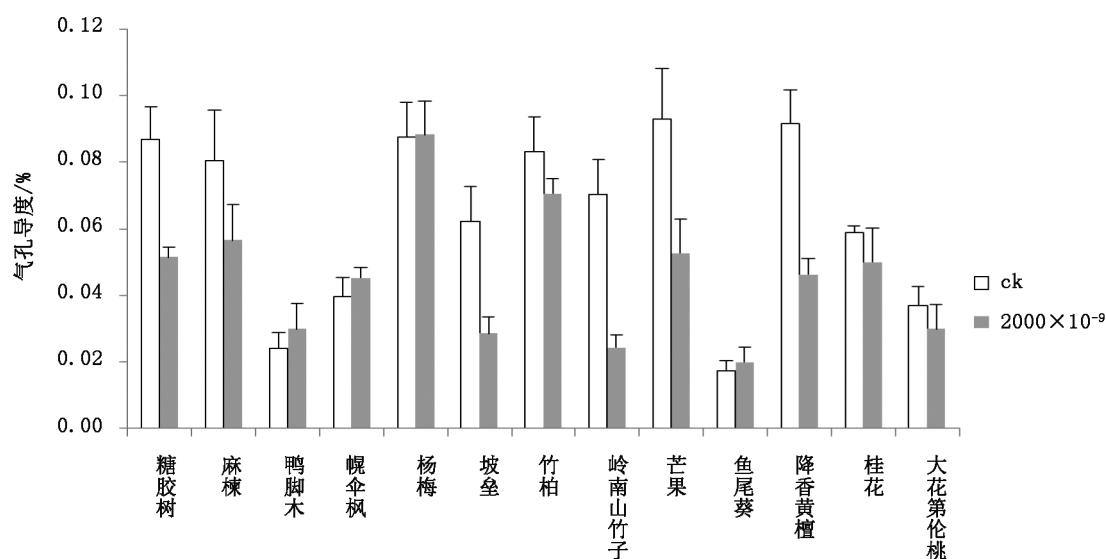


图 2 200×10⁻⁹ 臭氧环境下 13 种乡土树种气孔导度变化

Fig. 2 Change of stomatal conductance of 13 native tree species in the ozone environment with 200 ppb concentration

2.3 臭氧环境对胞间二氧化碳浓度(Ci)的影响

胞间 CO₂ 浓度反映了叶片光合作用对二氧化碳的利用情况,在外界二氧化碳浓度不变的情况下,随着光强的增强,胞间二氧化碳浓度值会逐渐减小直至稳定。在最开始的时候减小较快,表明二氧化碳在光合作用开始的时候被固定的速度较快,光强增加到一定程度时,胞间 CO₂ 浓度趋于稳定,光合速率变化不大^[19]。

试验结果表明,在 200×10⁻⁹ 浓度臭氧环境中,不同乡土树种胞间二氧化碳浓度存在一定程度的差异,13 个乡土树种胞间二氧化碳浓度从大到小次序为:鱼尾葵、杨梅、大花第伦桃、桂花、竹柏、糖胶树、岭南山竹子、幌伞枫、芒果、降香黄檀、麻楝、鸭脚木、

坡垒(图 3)。其中麻楝、鸭脚木、幌伞枫、杨梅、坡垒、竹柏、芒果、鱼尾葵、大花第伦桃树种胞间二氧化碳浓度值比对照高,坡垒、岭南山竹子、降香黄檀、桂花树种胞间二氧化碳浓度比对照低。鸭脚木、幌伞枫、杨梅、坡垒、竹柏、鱼尾葵、大花第伦桃等树种不同处理之间胞间二氧化碳浓度值变化较大,其中鸭脚木、大花第伦桃、幌伞枫树种的变幅最大,分别为 77%、52%、51%;而岭南山竹子、糖胶树、降香黄檀等树种不同处理之间的胞间二氧化碳浓度值变化较小,其变幅分别为 22%、16%、12%;桂花、芒果和麻楝 3 个树种不同处理之间的差值最小,变幅为 7%、2%和 1%。

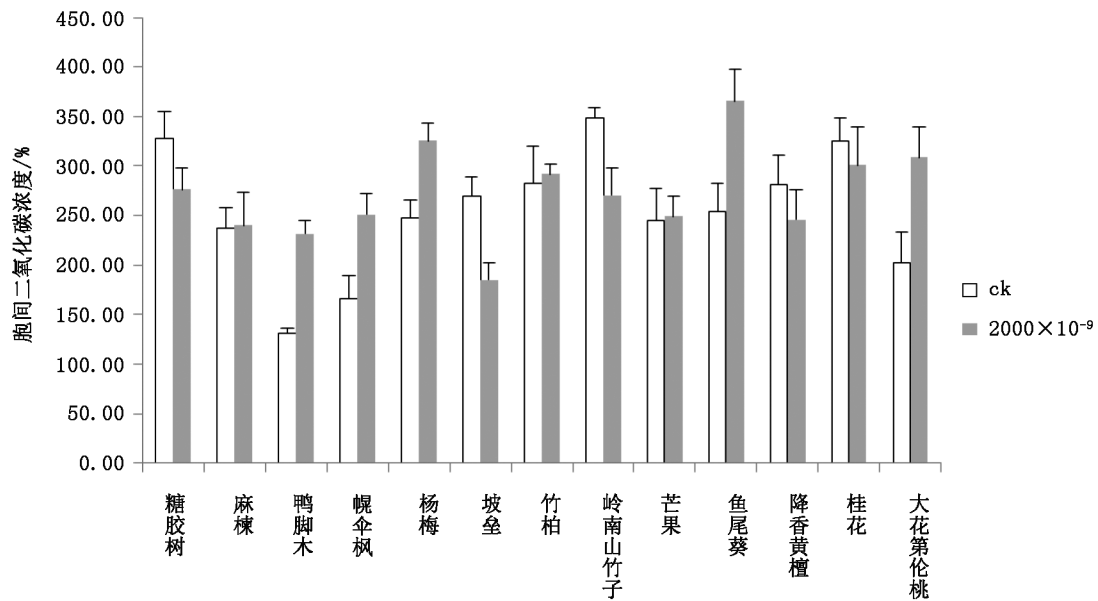


图 3 200×10⁻⁹ 臭氧环境下 13 种乡土树种胞间二氧化碳浓度变化

Fig. 3 Change of carbon dioxide concentration of 13 native tree species in the ozone environment with 200 ppb concentration

2.4 臭氧环境对蒸腾速率(Tr)的影响

植物的蒸腾过程是指土壤水分通过植物体并主要经过叶片气孔向大气输送的过程,蒸腾作用的强弱是植物水分代谢的重要生理指标^[20]。

试验结果表明,在 200×10⁻⁹ 浓度臭氧环境中,不同乡土树种间蒸腾速率存在一定程度的差异,13 个乡土树种蒸腾速率从大到小次序为:杨梅、竹柏、芒果、桂花、降香黄檀、麻楝、幌伞枫、坡垒、岭南山竹子、鱼尾葵、糖胶树、大花第伦桃、鸭脚木(图 4)。杨梅、竹柏、芒果、桂花、降香黄檀、麻楝、幌伞枫、坡垒、

岭南山竹子、糖胶树、大花第伦桃、鸭脚木树种蒸腾速率值比对照低,鱼尾葵树种蒸腾速率比对照略高,升幅为 14%。糖胶树、麻楝、鸭脚木、坡垒、岭南山竹子、降香黄檀、大花第伦桃等树种不同处理之间蒸腾速率值变化较大,其中糖胶树、岭南山竹子、大花第伦桃树种的降幅最大,分别为 63%、63%、53%;而芒果、幌伞枫、竹柏、鱼尾葵、桂花等树种不同处理之间的蒸腾速率值变化较小,其变幅分别为 38%、16%、15%、14%、14%;杨梅树种不同处理之间的差值最小,降幅为 2%。

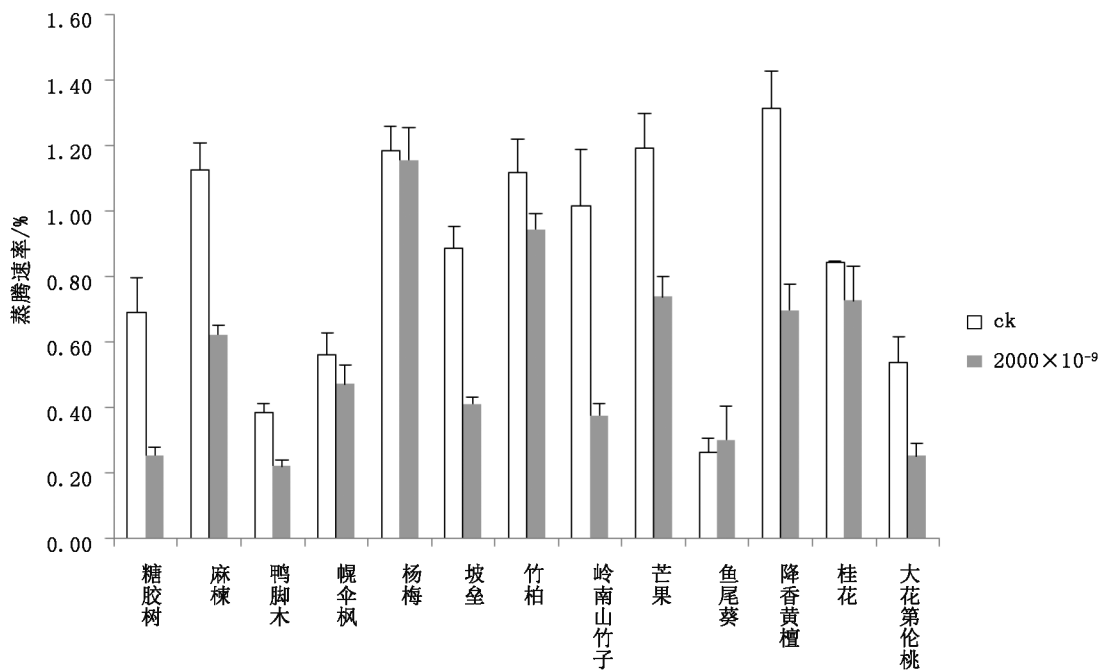


图 4 200×10⁻⁹ 臭氧环境下 13 种乡土树种蒸腾速率的变化

Fig. 4 Change of transpiration rate of 13 native tree species in the ozone environment with 200 ppb concentration

2.5 综合性评价

在多树种水平筛选试验中,植物机体的生理生化反应错综复杂,因此仅由单个指标对其抗性进行评价是不够的,此时,利用多指标进行综合评价才更为合理。对一些树种抗性的研究表明,模糊隶属函数法是一种较好的抗逆性综合评价方法,其平均值越大,则其抗逆性越强。本试验对 13 个乡土树种的几个指标进行模糊隶属函数法分析,结果表明:鱼尾葵、鸭脚木、大花第伦桃树种抗臭氧性最强;杨梅、坡垒、麻楝、幌伞枫、芒果、桂花、竹柏、降香黄檀树种的抗臭氧性中等;抗臭氧性最弱的是岭南山竹子和糖胶树(表 1)。

3 结论

在 200×10⁻⁹ 臭氧环境胁迫下,各参试树种净光合速率值较对照均有不同程度的降低,其中幌伞枫、鱼尾葵、麻楝树种的降幅最大,分别为 61%、60%、54%;坡垒和竹柏树种的降幅最小,降幅为 22%和 10%;鸭脚木、幌伞枫、杨梅、鱼尾葵树种气孔导度值比对照略有升高,其余的树种均有不同程度的降低;蒸腾速率值仅鱼尾葵树种比对照略高,其余树种均有不同程度的降低;各参试树种胞间二氧化碳浓度值较对照有不同程度的升高和降低。通过对 13 种乡土树种各指标进行模糊隶属函数分析,结

表 1 13 个乡土树种各指标隶属函数值

Tab. 1 Fuzzy membership function values of indexes of 13 native tree species

| 树种 | U(X _{Pn}) | U(X _{Cond}) | U(X _{Cl}) | U(X _{Tr}) | 综合评价 | 抗逆位次 |
|-------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------|------|
| 鱼尾葵 | 0.0690 | 1.0000 | 0.4100 | 1.0000 | 0.6198 | 1 |
| 鸭脚木 | 0.0000 | 0.5890 | 1.0000 | 0.4930 | 0.5205 | 2 |
| 大花第伦桃 | 0.4090 | 0.5750 | 0.4540 | 0.3830 | 0.4553 | 3 |
| 竹柏 | 1.0000 | 0.2640 | 0.1880 | 0.2200 | 0.4180 | 4 |
| 杨梅 | 0.4700 | 0.3270 | 0.3400 | 0.2800 | 0.3543 | 5 |
| 桂花 | 0.7330 | 0.2630 | 0.1300 | 0.2270 | 0.3383 | 6 |
| 幌伞枫 | 0.0470 | 0.3790 | 0.4510 | 0.2160 | 0.2733 | 7 |
| 降香黄檀 | 0.6860 | 0.1260 | 0.1030 | 0.0750 | 0.2475 | 8 |
| 坡垒 | 0.7670 | 0.1080 | 0.0000 | 0.0440 | 0.2298 | 9 |
| 芒果 | 0.3820 | 0.1510 | 0.1810 | 0.1150 | 0.2073 | 10 |
| 麻楝 | 0.1770 | 0.2050 | 0.1760 | 0.0860 | 0.1610 | 11 |
| 岭南山竹子 | 0.5280 | 0.0630 | 0.0490 | 0.0010 | 0.1603 | 12 |
| 糖胶树 | 0.5230 | 0.0000 | 0.0850 | 0.0000 | 0.1520 | 13 |

果表明:鱼尾葵、鸭脚木、大花第伦桃树种的抗臭氧性最强;杨梅、坡垒、麻楝、幌伞枫、芒果、桂花、竹柏、降香黄檀树种的抗臭氧性中等;抗臭氧性最弱的是岭南山竹子和糖胶树。

参考文献:

- [1] 李坤兰. 臭氧层的破坏及保护[J]. 环境技术, 2000(2):21-23.
- [2] 张越,董喜光,薛立,等. 臭氧胁迫对山杜英幼苗生理的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(9):97-103.
- [3] 列淦文,薛立. 臭氧与其他环境因子对植物的交互作用[J]. 生态学杂志, 2014, 33(6):1678-1687.
- [4] 列淦文,叶龙华,薛立. 臭氧胁迫对植物主要生理功能的影响[J]. 生态学报, 2014, 34(2):294-06.
- [5] 郑有飞,张金恩,吴荣军,等. UV-B辐射增强与O₃胁迫对冬小麦光合特征的影响[J]. 环境科学, 2011, 32(10):3023-032.
- [6] 郑有飞,徐静馨,吴荣军. 遮荫条件下O₃胁迫对冬小麦气孔导度影响的模拟[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(7):1271-1280.
- [7] 温晋强,温伟中. 山杜英的形态特征及栽培技术[J]. 现代农业科技, 2012(20):169-170.
- [8] 郑启伟,王效科,冯兆忠,等. 臭氧对原位条件下冬小麦叶片光合色素、脂质过氧化的影响[J]. 西北植物学报, 2005, 25(11):2240-2244.
- [9] 郑有飞,徐卫民,吴荣军,等. 地表臭氧浓度增加和UV-B辐射增强及其复合处理对大豆光合特性的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(8):2515-2524.
- [10] 赵天宏,刘轶鸥,王岩,等. O₃浓度升高和UV-B辐射增强对大豆叶片叶绿素含量和活性氧代谢的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(5):1277-1283.
- [11] 郭雄飞,黎华寿,杨宝仪,等. 秋枫和木棉对大气臭氧浓度升高的生理响应[J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(2):49-53.
- [12] 郝云亭,林敏,薛立,等. 臭氧与水分交互胁迫对海南蒲桃和盆架子幼苗光合生理的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2014, 41(2):193-197.
- [13] 李秋静,卢广超,薛立,等. 臭氧与干旱胁迫对3种幼苗光合生理的影响[J]. 广东林业科技, 2014, 30(2):45-52.
- [14] 唐祉绥,乡土植物在园林绿化中的应用与分析[J]. 现代园艺, 2018(10):144.
- [15] 何雪银,王仁来,吴翠荣,等. 模糊隶属函数法对玉米苗期抗旱性的分析[J]. 西南农业学报, 2008, 24(1):53-56.
- [16] 苏永华. 岩土参数模糊隶属函数的构造方法及应用[J]. 山西水土保持科技, 2005, 29(12):1172-1176.
- [17] 许大全. 光合作用效率[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2002.
- [18] 张治安,杨福,陈展宇. 菰叶片净光合速率日变化及其与环境因子的相互关系[J]. 中国农业科学, 2006, 29(3):502-509.
- [19] 吕爱霞,杨吉华,夏江宝,等. 3种阔叶树气体交换特性及水分利用效率影响因子的研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(3):188-192.
- [20] 郭建平,高素华. CO₂浓度和辐射强度变化对沙柳光合作用速率影响的模拟研究[J]. 生态学报, 2004, 24(2):181-185.
- (责任编辑 许易琦)
-
- (上接第135页)
- [11] CHOONG K L, SANG Y H. Estimating the Use and Preservation Values of National Parks' Tourism Resources Using a Contingent Valuation Method[J]. Tourism Management, 2002, 23(5):531-540.
- [12] 粟海军,马建章. 森林自然保护区生态旅游资源研究进展[J]. 生态环境, 2008, 17(2):866-871.
- [13] 冯书成,武永照. 森林旅游资源评价方法与标准的研究[J]. 陕西林业科技, 2000(1):23-26.
- [14] 刘友多. 福建森林旅游资源评价[J]. 中南林业调查规划, 2003, 22(3):48-51.
- [15] 马剑英,孙学刚. 森林旅游资源评价研究综述[J]. 甘肃农业大学学报, 2001, 36(4):357-63.
- [16] 苏维词,朱文孝. 论贵州喀斯特地域自然保护区的生态旅游开发[J]. 地域研究与开发, 2001, 20(1):87-90.
- [17] 倪幸媛. 贵州旅游资源与发展生态旅游[J]. 贵阳师范学院高等专科学校学报(社会科学版), 2005(4):50-55.
- [18] 《中国森林公园风景资源质量等级评定》(GB/T 18005—1999).
- [19] 张和平. 生态旅游之推广—以息丁国家森林公园为例[C]. WCPA/IUCN 东亚地区自然保护研讨会论文, 1998.
- [20] 谭伟福,罗何庭. 广西大瑶山自然保护区生物多样性研究及保护[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2009:71.
- (责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.030

版纳甜龙竹笋早发多发技术措施试验

吴展奎¹,王博武²,罗勇²,袁慧坤³

(1. 昆明市机关事务管理局呈贡苗圃, 云南 昆明 650205; 2. 景洪市林业局, 云南 景洪 666100;
3. 中国科学院昆明植物研究所昆明植物园, 云南 昆明 650022)

摘要:对云南省勐海县竹类科技园的版纳甜龙竹笋用林进行4因素3水平正交试验L₉(3⁴),即施肥、晒塘、覆盖、断顶4种处理,每种处理3个水平。结果表明,施肥可明显提高竹笋总产量,达到极显著差异;晒塘、覆盖和断顶都能明显提高提前发笋产量,达到显著或极显著差异;施肥、晒塘和覆盖都能提高经济效益,而断顶对提高经济效益没有达到显著差异。版纳甜龙竹笋早发多发技术措施最优组合为在春节后对竹笋晒塘30天,原表土恢复后,再用砒糠覆盖20cm厚,在10月中旬施底肥(农家肥),3月中旬施第一次追肥(尿素+复合肥),6月中旬施第二次追肥(尿素+复合肥),能明显提高其发笋总产量、提前发笋产量和经济效益。

关键词:版纳甜龙竹;施肥;晒塘;提前发笋;产量;经济效益

中图分类号:S795;S725 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0158-05

引文格式:吴展奎,王博武,罗勇,等. 版纳甜龙竹笋早发多发技术措施试验[J]. 林业调查规划,2019,44(3):158-162.

WU Zhankui, WANG Bowu, LUO Yong, et al. Experiment on Technologies for Early Shooting and High Yield of Bamboo Shoots of *Dendrocalamus hamiltonii* [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 158-162.

Experiment on Technologies for Early Shooting and High Yield of Bamboo Shoots of *Dendrocalamus hamiltonii*

WU Zhankui¹, WANG Bowu², LUO Yong², YUAN Huikun³

(1. Chenggong Nursery, Kunming Administration of Government Affairs, Kunming 650205, China;
2. Jinghong Forestry Bureau, Jinghong, Yunnan 666100, China;
3. Kunming Botanical Garden, Kunming Institute of Botany, CAS, Kunming 650022, China)

Abstract: The orthogonal test L₉ (3⁴) of 4 factors (fertilization, drying pond, covering and breaking top) and 3 levels was carried out on bamboo shoots of *Dendrocalamus hamiltonii* in Bamboo Science Park of Menghai County, Yunnan Province. The results showed that the fertilization could significantly increase the total yield of bamboo shoots and the difference was very significant. The yield of early shoots could be significantly increased by drying pond, covering and breaking top and the difference was very significant or significant. The treatments of fertilization, drying pond and covering increased the economic benefits, but the top breaking had no significant difference in improving the economic benefits. The optimal technology for early shooting and high yield of bamboo shoots of *Dendrocalamus hamiltonii* was

收稿日期:2018-08-25.

第一作者:吴展奎(1968-),男,贵州凯里人,工程师.主要从事高原特色园艺植物的收集与繁育. Email:953970953@qq.com

责任作者:罗勇(1975-),男,湖南祁东人,工程师.主要从事热带植物培育与森林病虫害防治检疫工作. Email:1317358680@qq.com

that the bamboo stump was dealt with drying pond for 30 days after the Spring Festival, and the rice chaff of 20cm thick was used to cover the original surface soil after recovery with the base fertilizer (farmyard manure) in mid-October, the top application for the first time (urea + compound fertilizer) in mid-March and the top application for the second time (urea + compound fertilizer) in mid-June, which could significantly improve the yield, shooting time and economic benefit of bamboo shoots.

Key words: *Dendrocalamus hamiltonii*; fertilization; drying pond; advancing the shooting time; yield; economic benefit

版纳甜龙竹(*D. hamiltonii* Nees et Arn. ex Munro)属禾本科(Gramineae)竹亚科(Bambusoideae)牡竹属(*Dendrocalamus*),又叫甜笋竹(中国竹谱),甜竹、甜龙竹(西双版纳),西双版纳当地土著傣族称之为埋弯^[1-2],是大型合轴丛生竹类。其笋体粗大洁白,肉质细嫩,清香鲜甜可口,富含23种人体所需的氨基酸、矿物质元素和其他微量元素,是30多种笋用竹中含糖量、谷氨酸和蛋白质含量最高的竹种之一,具有较高的营养价值,被认为天然保健食品,是最受欢迎的笋用竹之一^[3-4],也是世界上有名的三大甜龙竹之一。其竹材通直,节平、坚韧、弹性强,可供编织、家具和加工成竹胶合板、竹装饰板及竹浆造纸原料等^[5],是集笋用、材用、观赏于一身的极具开发利用价值的优良笋材竹种^[6-7]。

在自然栽培状态下版纳甜龙竹林一般6月中、下旬开始发笋,7月中旬为发笋盛期。由于发笋盛期竹笋产量多,价格较低,效益不佳。为了解决当前生产实践中这一关键问题,同时实现版纳甜龙竹山地笋用林高产高效经营,提高经济效益,本文采用四因素三水平的正交试验设计,研究不同培育措施对版纳甜龙竹竹笋产量及其经济效益的影响,筛选最优配方,为山地版纳甜龙竹林的高效栽培提供理论依据。

1 试验地概况

试验林设在云南省西双版纳州勐海县巴腊寨,位于北纬21°57'N,东经100°32'E。海拔1200~1400m,平均气温18.1℃,无四季之分,唯有干湿之别,11—次年4月为干旱季,5—10月为雨季。年降雨量1500~1900mm,雨季降雨量占全年的86%。>10℃积温为5900~7200℃。冬无严寒,夏无酷暑,气候宜人,属亚热带高原气候。土壤为山地红壤和砖红壤性红壤,土层较深厚,pH为5.0。

2 研究方法

2.1 试验材料

试验林为2002年通过埋节造林成林,株行距5m×6m,密度为330株/hm²。试验前竹林每年除草3次,分别于3、6和8月初进行。每丛竹留立竹6株,分别为1年竹3株,2年竹3株。

2.2 试验设计

影响版纳甜龙竹发笋的因素很多,自然因素有不同坡位、坡向、土层厚度、肥力以及当年的水热条件,栽培技术上有立竹的多少、立竹的杆龄、施肥等。经实地走访调查,许多竹农都认为施肥、春节前后的晒塘、利用茅草和椰糠覆盖、头年10月份对保留的立竹断顶以及在4月份的闷灌浇水等栽培措施都能提高其竹笋产量,并促进提前发笋。本试验重点研究早发多发技术,经全面考虑,最后确定施肥、晒塘、覆盖、断顶为试验因素,进行四因素三水平正交试验L₉(3⁴),因素水平见表1。每个处理选取10丛竹进行处理,三次重复。

表1 扦插试验因素水平
Tab.1 Factor level of cutting test

| 水平 | 施肥 | 晒塘 | 覆盖 | 断顶 |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | S ₁ | T ₁ | F ₁ | D ₁ |
| 2 | S ₂ | T ₂ | F ₂ | D ₂ |
| 3 | S ₃ | T ₃ | F ₃ | D ₃ |

施肥处理:标准肥料用量为尿素990kg/hm²,复合肥为1500kg/hm²(复合肥N:P:K—15:15:15),农家肥为33000kg/hm²。施肥时间分3次,即3月中旬、6月中旬施尿素和复合肥,10月份施农家肥。

S₁为只施尿素和复合肥,施肥量为尿素和复合肥的1个标准用肥量,3月中旬和6月中旬分别施60%和40%的用肥量。S₂施尿素、复合肥和农家

肥,施肥量为尿素、复合肥、农家肥的 1/2 个标准用肥量,3 月中旬和 6 月中旬分别施 60%和 40%的尿素和复合肥,10 月份只施农家肥。S₃ 只施农家肥,施肥量为 1 个农家肥的标准用肥量,即 10 月份只施农家肥,3 月中旬和 6 月中旬不施尿素和复合肥。

晒塘处理:T₁ 是不晒塘,T₂ 是晒塘 15 d,T₃ 是晒塘 30 d。在 2 月份(春节前后),覆盖之前,把竹筴及其周围(离竹筴边缘 50 cm)的表土全部扒开,深度约 20~30 cm,让竹筴的 2/3 裸露(当地老百姓俗称“晒塘”)。晒塘处理后把原有表土恢复。此期间西双版纳的气候已经转暖,白天温度都在 20℃ 以上。

覆盖处理:F₁ 是不覆盖,F₂ 是茅草覆盖,F₃ 是苍糠覆盖。旱季的 2—5 月在竹筴及其周围用茅草、苍糠进行覆盖的,覆盖厚度为 20 cm。

断顶处理:P₁ 是都不断顶,P₂ 是 1/2 的立竹断顶,P₃ 是全部断顶。在 10—11 月,对当年的立竹在 4~5 m 处断顶。

2.3 数据收集与分析

竹笋冒出土壤或覆盖物 20 cm 以上时才采集数据,分别 3 d 采集一次。对每丛采集发笋总产量、提前发笋的产量、经济效益,利用 SPSS 19.0 软件进行方差分析和显著性检验。

自然栽培状态下版纳甜龙竹一般 6 月中、下旬开始发笋,7 月中旬为发笋盛期。因此,确定 6 月 15 日以前为提前发笋期,此时竹笋价格约为 10~20 元/kg,经济效益计算平均以 15 元/kg 计;6 月 16~8 月 15 日为发笋正常期,此时竹笋价格约为 2~3 元/kg,经济效益计算平均以 2.5 元/kg 计;8 月 16 日以后为发笋末期,此时竹笋价格约为 4~5 元/kg,经济效益计算平均以 4.50 元/kg 计。

3 试验结果及分析

3.1 不同处理对版纳甜龙竹竹笋总产量的影响

试验分析表明,在四种处理中,只有施肥处理对版纳甜龙竹的发笋总产量有影响,达到极显著差异,晒塘、覆盖、断顶三种处理对其发笋总产量有影响但不显著(表 2,表 3)。施肥处理中,第二种施肥处理的发笋产量最高,为 97 905 kg/hm²,比第三种施肥处理和第一种施肥处理分别高 9 270 kg/hm² 和 10 650 kg/hm²,说明尿素+复合肥+农家肥混合施肥可明显提高版纳甜龙竹发笋总产量,优于单独施农家肥,更优于单独施尿素和复合肥。

表 2 不同处理的竹笋总产量

Tab. 2 Yield of bamboo shoots in different treatment

| 处理号 | 施肥 | 晒塘 | 覆盖 | 断顶 | 空列 | 竹笋总产量 / (kg · 667 m ⁻²) | | | |
|---------|------|------|------|-------|----|-------------------------------------|------|------|------|
| | | | | | | I | II | III | 合计 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1890 | 1870 | 1819 | 5579 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1958 | 1949 | 1910 | 5817 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1969 | 1918 | 1938 | 5826 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2149 | 2090 | 2130 | 6369 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2178 | 2119 | 2138 | 6435 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2200 | 2350 | 2259 | 6809 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1870 | 1910 | 1879 | 5658 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2059 | 2090 | 2009 | 6158 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1980 | 2009 | 1949 | 5938 |
| k1j5817 | 5909 | 6149 | 6048 | 6127 | | | | | |
| K2j6527 | 6195 | 6087 | 6028 | 18132 | | | | | |
| K3j5909 | 6149 | 6017 | 6178 | 18284 | | | | | |

表 3 不同处理竹笋总产量方差分析

Tab. 3 Variance analysis for yield of bamboo shoots in different treatment

| 变异来源 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F 值 | Fa | 显著水平 |
|------|---------|-------|---------|-------|------|------|
| 施肥 | 6853.85 | 2.00 | 3426.93 | 11.36 | 3.49 | ** |
| 晒塘 | 1082.30 | 2.00 | 541.15 | 1.79 | 5.85 | |
| 覆盖 | 200.30 | 2.00 | 100.15 | 0.33 | | |
| 断顶 | 303.19 | 2.00 | 151.59 | 0.50 | | |
| 误差 e | 5430.00 | 18.00 | 301.67 | | | |

3.2 不同处理对提前发笋产量的影响

试验分析表明,在四种处理中,晒塘、覆盖对提前发笋产量的影响都达到极显著差异,断顶处理只达到显著差异,而施肥对版纳甜龙竹提前发笋的影响不大,无显著差异(表 4,表 5)。从三种晒塘处理对版纳甜龙竹提前发笋产量来看,第三种晒塘处理(晒塘 30 天)的提前发笋产量最大,达到 5 715 kg/hm²,占全年发笋总产量的 6.26%;其次是第二种晒塘处理(晒塘 15 天),提前发笋产量为 3 975 kg/hm²,占全年发笋总产量的 4.35%;不晒塘处理的提前发笋产量仅有 1 410 kg/hm²,占全年发笋总产量的 1.54%。从三种覆盖处理对版纳甜龙竹提前发笋产量来看,第三种覆盖处理(旱季的 2—5 月在竹筴及其周围用苍糠覆盖 20 cm)的提前发笋产量最

高,为 4 755 kg/hm²,占全年发笋总产量的 5.21%;其次是第二种覆盖处理(旱季的 2—5 月在竹筍用茅草覆盖 20 cm),提前发笋产量为 3 795 kg/hm²,占全年发笋总产量的 4.16%。

表 4 不同处理的提前发笋产量

Tab. 4 Yield of early bamboo shoots in different treatment

| 处理号 | 季节 | 基质 | 枝龄 | 浓度 | 空列 | 提前发笋的产量 /(kg·667 m ⁻²) | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|-----|-----|
| | | | | | | I | II | III | 合计 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 17 | 19 | 24 | 60 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 85 | 80 | 83 | 248 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 152 | 148 | 162 | 462 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 31 | 33 | 30 | 94 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 119 | 117 | 122 | 358 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 92 | 95 | 90 | 277 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 46 | 42 | 39 | 127 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 61 | 54 | 56 | 171 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 137 | 143 | 135 | 415 |
| k1j | 254 | 94 | 170 | 273 | 197 | | | | |
| K2j | 242 | 265 | 253 | 223 | 971 | | | | |
| K3j | 244 | 381 | 317 | 244 | 652 | | | | |

表 5 不同处理提前发笋产量方差分析

Tab. 5 Variance analysis for yield of early bamboo shoots in different treatment

| 变异来源 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F 值 | Fa | 显著水平 |
|------|---------|-------|---------|--------|------|------|
| 施肥 | 9.19 | 2.00 | 4.59 | 0.32 | 3.49 | |
| 晒塘 | 4632.07 | 2.00 | 2316.04 | 161.58 | 5.85 | ** |
| 覆盖 | 1207.19 | 2.00 | 603.59 | 42.11 | | ** |
| 断顶 | 140.07 | 2.00 | 70.04 | 4.89 | | * |
| 误差 e | 258.00 | 18.00 | 14.33 | | | |

3.3 不同处理对经济效益的影响

试验分析表明,施肥、晒塘、覆盖都能明显提高版纳甜龙竹笋用林的经济效益,其中施肥对经济效益的影响达到极显著差异,晒塘和覆盖达到显著差异,而断顶对经济效益效果不显著(表 6,表 7)。从三种施肥处理来看,第二种施肥处理效果最好,其经济效益可达 30.30 万元/hm²,比第三种和第一种施肥处理分别高 41 970 元/hm² 和 99 990 元/hm²。从三种晒塘处理来看,第三种晒塘处理(晒塘 30 天)

效果最好,其经济效益为 28.70 万元/hm²,比第二种晒塘处理(晒塘 15 天)和不晒塘处理分别高 32 010 元/hm² 和 61 935 元/hm²。从三种覆盖处理来看,第三种覆盖处理(苍糠)效果最好,其经济效益为 28.56 万元/hm²,比第二种晒塘处理(晒塘 15 天)和不晒塘处理分别高 33 600 元/hm² 和 53 100 元/hm²。

表 6 水同处理的经济效益

Tab. 6 Economic benefit of bamboo shoots in different treatment

| 处理号 | 施肥 | 晒塘 | 覆盖 | 断顶 | 空列 | 经济效益 /(元·667 m ⁻²) | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|------|------|-------|
| | | | | | | I | II | III | 合计 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3500 | 3201 | 3604 | 10300 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4200 | 5001 | 4899 | 14100 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5834 | 5533 | 5467 | 16832 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 5500 | 5700 | 5009 | 16201 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 7201 | 7000 | 6699 | 20900 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 7500 | 7700 | 8294 | 23496 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 6004 | 6200 | 5905 | 18099 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 5599 | 5201 | 5300 | 16100 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 5799 | 6004 | 6096 | 17899 |
| k1j | 3534 | 15004 | 16599 | 16500 | 16300 | | | | |
| K2j | 20200 | 16999 | 15499 | 17703 | 50932 | | | | |
| K3j | 7402 | 19133 | 19039 | 16933 | 55695 | | | | |

表 7 不同处理的经济效益方差分析

Tab. 7 Variance analysis for economic benefit of bamboo shoots in different treatment

| 变异来源 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F 值 | Fa | 显著水平 |
|------|------------|-------|------------|-------|------|------|
| 施肥 | 2489812.16 | 2.00 | 1244906.08 | 13.46 | 3.49 | ** |
| 晒塘 | 947685.98 | 2.00 | 473842.99 | 5.12 | 5.85 | * |
| 覆盖 | 729363.26 | 2.00 | 364681.63 | 3.94 | | * |
| 断顶 | 82552.12 | 2.00 | 41276.06 | 0.45 | | |
| 误差 e | 1664779.31 | 18.00 | 92487.74 | | | |

4 结果与讨论

从四种处理对版纳甜龙竹发笋总产量来看,施肥处理影响最大,达到极显著差异,其他三种处理影响较小或几无影响;从对提前发笋产量的影响来看,

晒塘影响最大,其次是覆盖和断顶,都达到显著差异或极显著差异,而施肥影响较小;从对经济效益的影响来看,施肥影响最大,其次是晒塘,达到显著差异或极显著差异,而覆盖和断顶的影响较小或几无影响。通过多方比较和综合考虑,四个因素作用的主次顺序为施肥、晒塘、覆盖和断顶处理,但断顶处理只对提前发笋产量有影响,对发笋总产量和经济效益几乎没有影响;三个因素的最优水平为第二种施肥处理、第三种晒塘处理和第三种覆盖处理,即在春节后对竹笋晒塘 30 天,之后用砻糠覆盖 20 cm 厚,在 10 月中旬施农家肥 16 500 kg/hm²,3 月中旬施尿素 300 kg/hm² 和复合肥 450 kg/hm²,6 月中旬再施尿素 195 kg/hm² 和复合肥 300 kg/hm²(当地俗称“追肥”),能明显提高发笋总产量、提前发笋产量和经济效益,其经济效益可达到 30 万元/hm² 以上。

施肥无疑可提高发笋总产量,进而提高经济效益。在正常发笋期之前的竹笋,其价格明显高于正常发笋期,特别是当地的“泼水节”期间,版纳甜龙竹笋的价格都在 20 元/kg 以上,有的高达 50 元/kg。因此,即使发笋总产量不变,提前发笋的产量越高,其经济效益也就越大。从试验来看,晒塘和覆盖可明显提高提前发笋的产量,究其原因,在春节前后(此期间西双版纳处于旱季,白天温度都在 20℃ 以上,但晚上温度略低,但一般都在 15℃ 以上)对版纳甜龙竹的竹笋晒塘,可有效提高竹笋的温度;另外,覆盖也可明显提高竹笋的温度,并有利于竹笋保持一定的湿度,进而促进和提前竹笋萌发,对早期发笋数量和产量有明显的增产作用。当地竹农表示,10 月份对保留的当年新竹在 4~5 m 高处断顶,对提高发笋的个数和产量都有好处。在实际调查过程中也发现,断顶的竹子比不断顶的竹子可提前抽枝展叶(比正常提前 5~6 个月),且竹的侧枝、叶数量明显

增加,其光合能力和物质的积累也应该会增加,对发笋总产量应该有影响。但是试验结果表明,断顶只对提前发笋产量有显著效果,但对全年发笋总产量和经济效益几乎没有影响,其原因还需深入试验研究。

致谢:本试验研究过程中得到中国科学院西双版纳热带植物园经济植物试验推广站和西双版纳州竹类科技园的大力支持;在写作过程中,得到中国科学院昆明植物研究所杨清博士的指导,在此一并致谢!

参考文献:

[1] 耿平介,王正平. 中国植物志(第九卷第一分册)[M]. 北京:科学出版社,1996.

[2] 李延辉. 西双版纳高等植物名录[M]. 昆明:云南民族出版社,1996.

[3] Bhatt B. P., Singh K., Singh Alka. Nutritional values of some commercial edible bamboo species of the North Eastern Himalayan region[J], India Journal of Bamboo and Rattan, 2005, 4 (2) :111-124.

[4] Sundriyal, Manju, Sundriyal R. C. . Wild edible plants of the Sikkim Himalaya: Marketing value addition and implications for management [J]. Economic Botany, 2004, 58 (2) :300-15.

[5] 杨清,苏光荣,许丛恒,等. 版纳甜龙竹化学成分与制浆性能研究[J]. 中华纸业,2007,28(6):83-86.

[6] 李金泽. 西双版纳甜龙竹:托起绿色经济新希望[J]. 生态经济,2003(12):77-79.

[7] 杜凡. 云南重要经济竹种特性及其生产中存在问题[J]. 西南林学院学报,2003,23(2):26-0.

[8] 杨清,苏光荣,段柱标,等. 版纳甜龙竹种群生物量结构及其回归模型[Z].

(责任编辑 刘平书)

(上接第 34 页)

参考文献:

[1] 韩妍,董文渊,胡戎,等. 昆明金殿国家森林公园秋冬季节空气负离子分布格局研究[J]. 林业调查规划, 2013, 38(3): 21-25.

[2] 林金明,宋冠群,赵利霞,等. 环境健康与负氧离子[M]. 北京:化学工业出版社,2006.

[3] 云南省人民政府. 云南省生物医药和大健康产业发展规划(2016—2020年)[Z]. 2016.

[5] 郭茂盛,杜天真,赖胜男,等. 城市绿地对空气负离子的影响[J]. 城市环境与城市生态,2006,19(2):1-4.

[4] 王洪俊. 城市森林结构对空气负离子水平的影响[J]. 南京林业大学学报,2004,28(5):96-98.

[6] 毛成忠,于乃莲,杜佳乐,等. 典型城市区与森林区空气负氧离子特征比较分析[J]. 气象科技,2014,42(6):1083-1089.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.031

山丹河城郊段河岸植物景观设计

罗莎莎,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山丹河污水处理厂至祁家店水库段河道的河岸植物景观设计为例,分析项目地概况、主要植物种类选择,分别提出河岸护坡植物及湿地植物的配置原则及方法,采用乔、灌、草搭配及不同植物的色彩搭配进行植物配置。对项目地右岸、左岸生态护坡植物及湿地植物进行种植设计,运用植物景观改善山丹河的环境现状。

关键词:植物景观;河岸护坡;湿地植物;配置原则;种植设计;山丹河

中图分类号:S718.521.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0163-010

引文格式: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.

LUO Shasha, WANG Youguo. Landscape Design of Riverside Plants in Suburban Area of Shandan River[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 163-172.

Landscape Design of Riverside Plants in Suburban Area of Shandan River

LUO Shasha, WANG Youguo

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: The landscape design of riverside plants from Shandan River sewage disposal plant to Qijiadian reservoir of Shandan County, Zhangye City, Gansu Province was used for the research example to analyze the general situation and the main selected plant species in this design based on the basic principles and the method of plant landscape. The configuration principles and methods of slope protection plants and wetland plants were proposed respectively, and the plant configuration was carried out with the combination of arbors, shrubs and herbs and the color matching of different plants. The plants of the slope ecological protection on the right bank and the left bank of the project and the wetland plants were planned, and the plant landscapes were used to improve the environmental status of Shandan River.

Key words: plant landscape; slope protection of riverside; wetland plant; configuration principle; planting design; Shandan River

河流是生态系统的重要组成部分,给人们带来丰富的物质资源,与人类的生活息息相关^[1]。随着城市经济的不断发展,河道污染日趋严重。为了改善河流污染情况,人们开始治理河道。河道治理发

展至今,最有效的治理方法是运用植物固土、净化水质、调节小气候环境等功能改善河道环境。

本项目植物景观设计包含河岸护坡和河流湿地2部分。河岸护坡是利用生态护坡技术中的植物护

收稿日期:2018-11-21;修回日期:2019-01-07.

基金项目:山丹河生态治理与人文景观园林规划设计(KX132269).

第一作者:罗莎莎(1992-),女,四川广安人,硕士研究生.主要从事风景园林规划设计研究. Email:952529520@qq.com

责任作者:王有国(1970-),男,甘肃张掖人,副教授,硕士生导师.主要从事风景园林规划设计研究. Email:wyg9988@sohu.com

坡^[2],对山丹河河岸护坡进行植物配置;河流湿地植物景观设计则从植物群落的生态结构出发,成带状或片状种植体现植物整体美,也突出湿地特色^[3]。通过对河岸护坡和河流湿地植物景观设计来改善山丹河的河道环境,为当地居民提供更好的水资源和更美的河道风景。

1 植物造景的基本原则与方法

城市河流植物景观设计属于城市绿化的特定范畴,指用观赏植物绿化城市河流沿岸地段,创造优美的滨水绿地空间^[4]。运用观赏植物绿化河道就涉及到植物造景,即应用乔木、灌木、藤本及草本植物来创造景观,充分发挥植物本身形体、线条、色彩等自然美,配置成一幅美丽动人的画面^[5]。

项目中的植物景观设计等同于植物造景,运用植物材料自身的美学、生态特性,结合造园的其他题材,按照园林植物的生态习性和现状条件,采用不同的构图形式,创造出以植物为主体,具有审美价值、生态价值的景观综合体^[6]。

1.1 植物造景的原则

1) 主次分明,疏密有度

园林植物造景时要主次分明,疏密有度,师法自然,避免人工痕迹明显,做到先点后面、先主后宾、远近结合;从整体考虑,大局入手,然后考虑局部穿插细节,做到大处添景、小处添趣^[7]。此外,在植物造景时还需考虑到园林中其他景观元素,与其他元素相配合,使其与周围的景观相呼应,在结构布局上达到统一^[8]。

2) 季相变化

季相是植物在生长过程中叶、花、果实的色彩和形状随季节变化所表现出来的景象。在植物造景时,注重植物自身特点,在配置植物时将不同植物的特点相融合,让整体景观表现出四季特点。例如:植物的叶由新绿变浓绿变黄再到落叶,体现了四季;植物开花到花落到果实成熟,这又是一个四季。

3) 合理围合划分空间

植物由于枝叶繁茂和高低的不同,可以围合和划分不同的空间,围合的空间大多分为封闭空间、半封闭空间和开敞空间。在街道、广场等开敞空间植物种植距离较远,视野开阔。封闭空间大多植物种植密集,外围植物多成圈划分空间。同时空间之间可通过植物相隔、遮挡、融合,这时植物犹如围墙,但比建筑围墙更让人感到亲近、舒适。

4) 应用数学原理造景

利用透视、几何等数学原理造景,可让植物景观更加多样。视线通透和远近是由植物种植疏密和植物个体材质规格决定,乔木、灌木和草本不同植物的不同搭配能起到不同的视觉效果。在园林景观植物造景过程中,应充分考虑观赏者视觉需求,在多种视觉感受表达方式中融合视线上的透视变形、几何以及视错觉等理论,构建出令人赏心悦目、有特色的园林景观^[9]。

1.2 植物造景的方法

1) 规则式

规则式包含对植与列植。对植是指同种或者相似的植物作对称种植,主要用于建筑入口,一般与其他景观形成夹景;列植是植物成行列栽植或者成直线配置,多用于行道树种植。

2) 自然式

自然式包含孤植、丛植、群植、片植(林植)。孤植是姿态较好的植物单独种植,欣赏植物个体美;丛植即同种或异种的植物不等距地种植在一起,其树冠线连接形成不规则形状,欣赏植物组合美,同时也欣赏植物的个体美;群植是二三十或上百株的乔、灌木成群种植,欣赏植物的群体美;片植是同种或2种植物成片、成块种植,只有乔木成片种植即为林植,欣赏植物群体美。

2 项目概况

2.1 区位分析

山丹河河道由东向西横穿山丹县城而过,成为县域经济、社会发展的命脉和核心区域,被当地群众赞誉为“母亲河”。项目位于山丹县城西北侧,山丹县污水处理厂外的河道至祁家店水库为项目地,河道全长 4.95 km,项目起始高差 18.43 m,河道地势较为平坦。现有河床宽为 5~20 m 不等。项目占地面积约为 193 126.8 m²。

2.2 河道环境分析

随着气候变化和生态恶化,山丹河长期断流、污染严重、泥沙淤积、河道萎缩,冬春风沙弥漫,夏秋洪水四溢,生态恶化,特别是城区段长期断流,污染严重,山丹河的自然禀赋和资源优势没有得到充分发挥和利用。

2.3 河道绿地分析

山丹河两岸土地为林地、河滩地和农田。项目中林地绿化占地面积约为 17 411.5 m²。湿地总占

地面积为 31 757.42 m²。其中,原有湿地面积约为 15 729.12 m²,大部分湿地被农民开垦为种植地,湿地生态系统破坏较为严重。项目地当前绿化覆盖率约为 17.2%。

2.4 河道现状分析

山丹河治理段起始桩号自山丹县污水处理厂处(0+000),止于祁家店水库库尾(4+950),总长约 4.95 km。该段地处河西走廊中段的山丹盆地,地势北高南低,东高西低,河床为宽浅式。由于河道紧靠村庄或耕地,故生活及建筑垃圾在河道内随意堆积,河道内开垦农田等,致使河道萎缩严重,行洪能力降低,现有河床宽为 5~20 m 不等,局部地段如双桥村砖厂挤占河床,致使该段河道宽度仅有 5 m。

现把河道按桩号分成几段,不同桩号段的现状见图 1~图 8。



图 1 0+150 段现状

Fig. 1 Present condition of 0+150 segment



图 2 0+600 段现状

Fig. 2 Present condition of 0+600 segment

3 植物设计

3.1 植物选择原则

项目地的植物选择应满足耐寒、抗旱、保水、保土、能够涵养水源且具有良好的景观价值等要求。



图 3 2+000 段现状

Fig. 3 Present condition of 2+000 segment



图 4 2+650 段现状

Fig. 4 Present condition of 2+650 segment



图 5 3+750 段现状

Fig. 5 Present condition of 3+750 segment

1) 乡土植物原则

乡土植物又称本土植物,是通过多年的物种选择,证明适宜于本地生境的物种^[10-11],不仅具有文化底蕴充分、生态适应性强、性价比高、管理方便等优点,还有利于增加本地区的生物多样性^[12-13]。

2) 保土保水性原则

所选的植物应主根粗长或须根发达。粗长的主



图 6 4+200 段现状

Fig. 6 Present condition of 4+200 segment



图 7 4+500 段现状

Fig. 7 Present condition of 4+500 segment



图 8 4+900 段现状

Fig. 8 Present condition of 4+900 segment

根可深入土壤,能够抑制地表径流并削弱雨滴溅蚀;发达的须根可牢牢抓住土壤表面,能够减少土壤的流失。在项目地中,边坡倾斜,土壤和水分容易流失,根系发达的植物可稳固土壤和减少水分流失。湿地植物选择根系比较发达的水生植物,附着生长在根区表面及附近的微生物可去除水中的 BOD₅、COD、TN、TP 等有害物质,可保护湿地水资源。

3) 科学性原则

所选的植物应生长周期长且具有很强的生命力及旺盛的生长势,不对当地的生态环境构成威胁,具有生态安全性。植物品种应该与周边的植被群落和谐统一,在群落形态、植物品种构成等方面和周围的植物群落相近^[14]。

4) 抗逆性原则

抗逆性是指植物具有抵抗不利环境的某些性状,如耐寒,抗旱等。山丹县的气候和土壤环境,所选植物应具有耐寒、抗旱、抗盐碱性的特性。

3.2 植物选择

根据山丹县气候和本项目的特殊性选择项目主要植物种类。

1) 生态护坡由于覆土 30 cm,能满足大多数地被和草坪植物生长。考虑植物主要具备抗旱、耐寒和根系发达等 3 个特性。本设计优选植物为马蔺、沙地柏、鸢尾和五叶地锦。

2) 由于原有湿地的植物种类少,植物分布凌乱,湿地生态系统遭到严重破坏。为改善现状,湿地内的植物选择,除了考虑其近水性、耐寒和抗盐碱性,还要增加植物种类。本设计优选植物为黄菖蒲、鸢尾、马蔺、香蒲、花叶芦竹、芦苇、千屈菜和水葱。

3) 种植品种,乔木种植于河道内,主要考虑旱柳和垂柳,灌木主要考虑怪柳。

项目主要植物种类选择如表 1。

4 植物配置设计

4.1 设计依据

- 1) 《公园设计规范》(GB 51192-2016)。
- 2) 《国家湿地公园建设规范》(LY/T 1755-2008)。
- 3) 《国家湿地公园管理办法(试行)》(2010.2)。

4) 国家行业标准、以及当地绿化常规规范要求及工程主管部门的要求。

5) 甲方提供项目测量底图、高层图。

4.2 河岸护坡植物配置

4.2.1 配置原则

1) 美学原则

美学性原则为不同植物色彩搭配体现的色彩美;高低错落植物搭配体现的空间美;姿态各异植物搭配体现的姿态美等感官上的美的体验。美的植物配置可以给人的身心带来愉悦感,提高人们的生活质量水平。城市河流作为人类生活环境的重要部分,

表1 项目主要植物种类选择

Tab. 1 Main plant species

| 类型 | 学名 | 科属 | 形态特征 | 生态习性 |
|--------|---|--------------|--|---|
| 乔木 | 旱柳 <i>Salix matsudana</i> | 杨柳科 柳属 | 高可达 20~30 m, 生长迅速; 树皮纵裂, 枝条细长而低垂, 褐绿色, 无毛 | 喜光, 耐寒性强, 耐水湿又耐干旱; 对土壤要求不严 |
| | 垂柳 <i>Salix babylonica</i> | 杨柳科 柳属 | 高达 12~18 m, 树皮灰黑色, 不规则开裂; 枝细, 下垂, 淡褐黄色、淡褐色或带紫色, 无毛 | 喜光, 耐寒性强, 耐水湿又耐干旱; 对土壤要求不严 |
| 灌木 | 柽柳 <i>Tamarix ramosissima</i> | 柽柳科 柽柳属 | 乔木或灌木高 3~8 m, 老枝直立, 暗褐红色, 光亮, 幼枝稠密细弱 | 耐高温和严寒; 为喜光树种, 不耐遮荫; 耐烈日曝晒, 耐干又耐水湿, 抗风又耐碱土 |
| 湿生植物 | 黄菖蒲 <i>Iris pseudacorus</i> L. | 鸢尾科 鸢尾属 | 多年生草本, 无限花序, 花黄色 | 野生状态下生长于灌木林缘、阳坡地、林缘及水边湿地 |
| | 鸢尾 <i>Iris tectorum</i> Maxim. | 鸢尾科 鸢尾属 | 多年生草本, 株高 15~50 cm, 叶基生, 黄绿色, 稍弯曲, 中部略宽, 宽剑形, 长 15~50 cm, 宽 1.5~3.5 cm | 喜阳光, 耐干旱, 耐水湿, 耐寒力强 |
| | 马蔺 <i>Iris lactea</i> Pall. var. <i>chinensis</i> (Fisch.) Koidz. | 鸢尾科 鸢尾属 | 多年生草本, 叶基生, 坚韧, 灰绿色, 条形或狭剑形, 长约 50 cm, 宽 4~6 mm | 耐寒, 耐干旱, 抗盐碱, 耐水湿, 耐践踏, 具固土、抗病害能力 |
| | 香蒲 <i>Typha orientalis</i> Presl. | 香蒲科 香蒲属 | 多年生水生或沼生草本植物, 高 1.3~2 m, 叶片条形, 长 40~70 cm | 喜高温多湿气候, 生长适温为 15~30℃, 耐寒 |
| 挺水植物 | 花叶芦竹 <i>Arundo donax</i> var. <i>versicolor</i> | 禾本科 芦竹属 | 多年生挺水草本观叶植物, 株高 1.5~2.0 m | 喜光、喜温、耐水湿, 也较耐寒 |
| | 芦苇 <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. | 芦竹科 芦苇属 | 多年生, 根状茎十分发达 | 生于江河湖泽、池塘沟渠沿岸和低湿地 |
| | 千屈菜 <i>Lythrum salicaria</i> L. | 千屈菜科 千屈菜属 | 多年生草本, 高 30~100 cm, 全体具柔毛, 有时无毛; 茎直立, 多分枝, 有四棱 | 喜温暖及光照充足, 通风好的环境, 喜水湿, 我国南北各地均有野生, 多生长在沼泽地、水旁湿地和河边、沟边 |
| | 水葱 <i>Scirpus validus</i> Vahl. | 莎草科 薹草属 | 匍匐根状茎粗壮, 具许多须根 | 最佳生长温度 15~30℃, 10℃ 以下停止生长; 能耐低温, 北方大部分地区可露地越冬 |
| 藤蔓植物 | 五叶地锦 <i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch | 葡萄科 地锦属 | 木质藤本, 小枝圆柱形, 无毛; 卷须总状 5~9 分枝, 相隔 2 节间断与叶对生, 卷须顶端嫩时尖细卷曲, 后遇附着物扩大成吸盘 | 耐寒耐旱, 喜阴湿环境; 对土壤要求不严 |
| 边坡地被植物 | 沙地柏 <i>Sabina vulgaris</i> | 柏科 圆柏属 | 常绿匍匐小灌木, 高达 75 cm, 冠幅逾 2 m; 枝干贴近地面伸展, 褐色, 小枝密生; 枝梢及小枝向上斜展 | 阳性树, 能在干燥的沙地上生长良好, 有很强的耐寒、耐旱能力, 忌低湿 |

河岸护坡植物配置的美学性原则是必不可少的。

2) 经济性原则

经济性是指护坡植物配置具有一定的经济价值。进行护坡植物配置时多选用当地市场价格低的植物种类, 选择适当的规格和控制适当的种植密度, 可减少项目的经济成本。

3) 本土性原则

本土性原则指应多选用本土植物, 即乡土植物。乡土植物能很好地适应当地环境, 生长状态良好, 还能体现当地的地域文化特色。运用乡土植物造景, 可以营造出更具特色的文化景观。

4) 固土性原则

固土性指配置的植物具有保持水土、稳定边坡的作用。项目地的土壤多为沙土, 缺水严重还易板结成块, 河道边坡易坍塌, 因此护坡植物需选择根系发达、抗侵蚀性强、具有较好水土保持作用的物种^[15]。

5) 无害性原则

护坡植物应选择无毒、无齿、无臭、无污染的植物进行配置。

4.2.2 配置方法

护坡植物配置为垂柳、旱柳、柽柳、马蔺、鸢尾、

沙地柏、五叶地锦。垂柳、旱柳列植于河道两侧，围合河道形成纵深空间。马蔺、鸢尾、沙地柏、五叶地锦交错片植于河岸护坡，不同色彩和姿态的植物成块种植，可欣赏植物群体美。

采用乔、灌、草形式进行配置，在竖向空间上形成高低错落的效果。在横向空间上，运用季相变化的造景手法，通过植物的叶、花、枝干的色彩和植物姿态的变化，让河岸护坡四季有景可观。春天柳树新芽嫩绿，桤柳、五叶地锦也刚发芽，沙地柏还是浓

绿，让人感觉绿意盎然。夏季，柳树成荫，马蔺花为紫色，鸢尾花为黄色，沙地柏仍是浓绿，3 种颜色交错，让夏季更加美丽。秋季，旱柳有红红的花序，五叶地锦的叶也红了，红红的秋季让人感觉到了丰收的喜悦。冬季，叶子都落掉了，只剩下枝干，厚厚的雪压在枝干上也别有一番风味。

河岸护坡植物配置平面图如图 9，横断面绿化布置如图 10~图 13，效果如图 14。

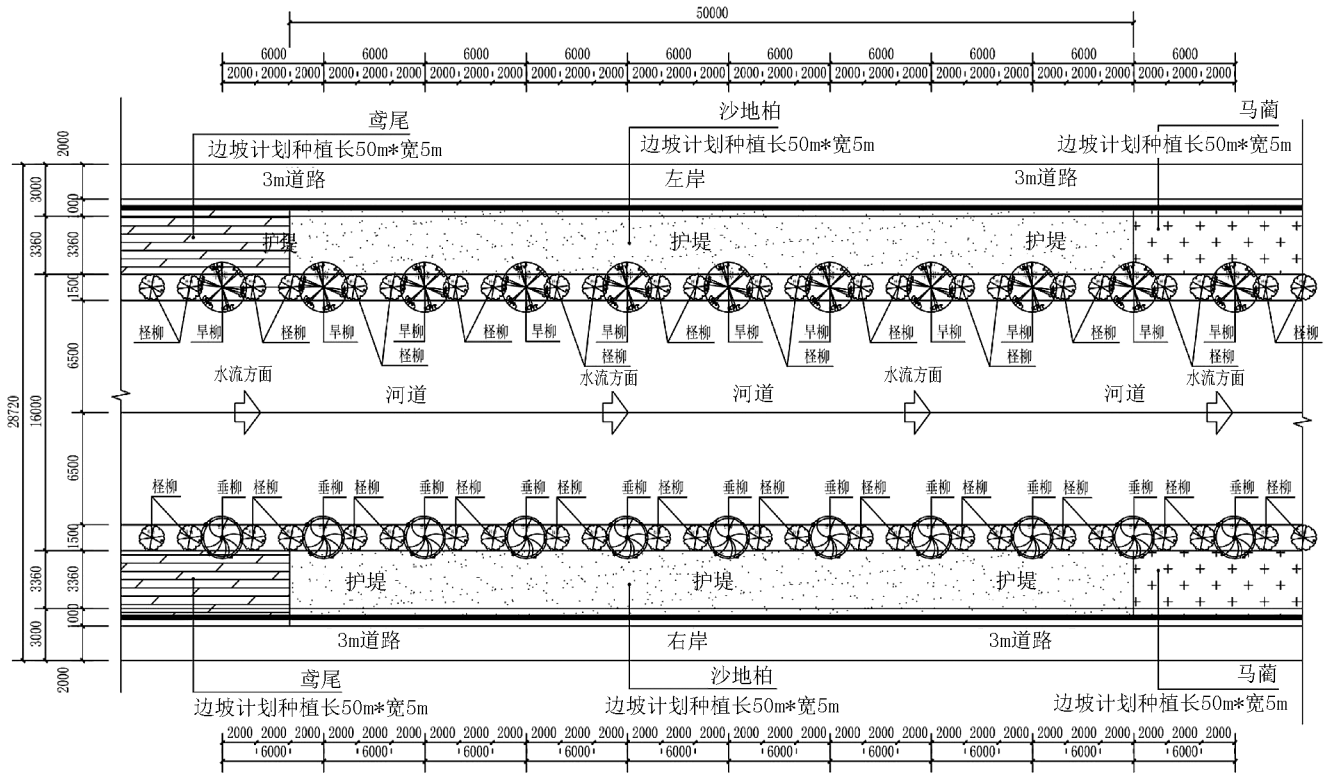


图 9 0+000~0+100、0+550~4+070、4+350~4+950 段护坡植物配置平面图

Fig. 9 Plant configuration plan of 0+000~0+100, 0+550~4+070 and 4+350~4+950 segments

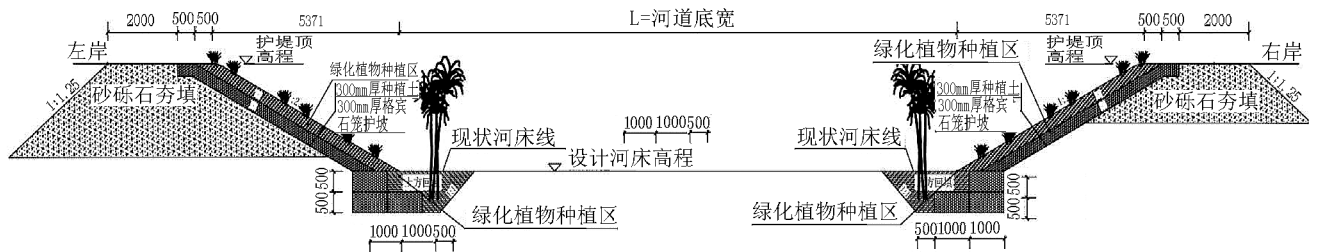


图 10 0+000~0+100、0+550~4+670 段河道横断面绿化布置

Fig. 10 Greening layout of channel cross section of 0+000~0+100 and 0+550~4+670 segments

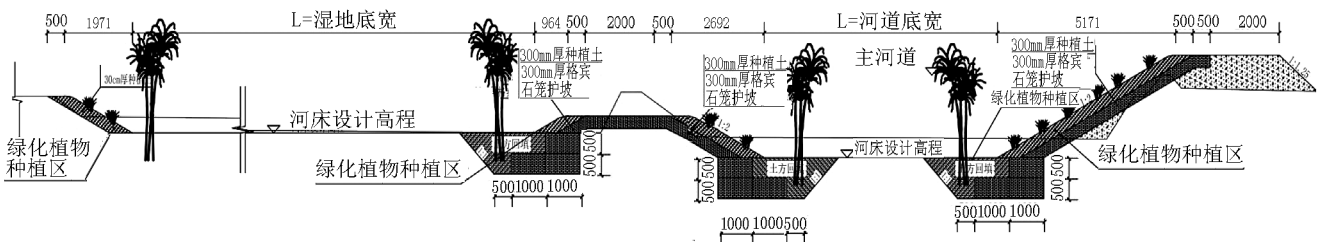


图 11 4+070~4+320 段河道横断面绿化布置

Fig. 11 Greening layout of channel cross section of 4+070~4+320 segment

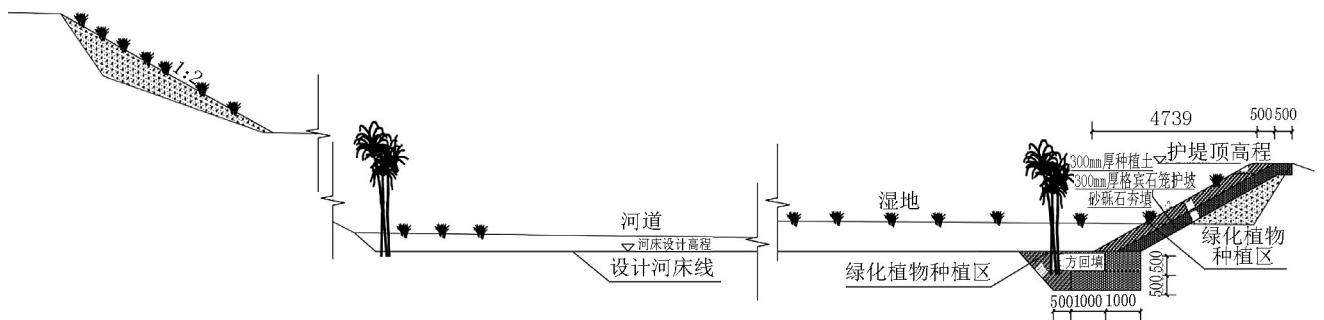


图 12 4+350~4+670 段河道横断面绿化布置

Fig. 12 Greening layout of channel cross section of 4+350~4+670 segment

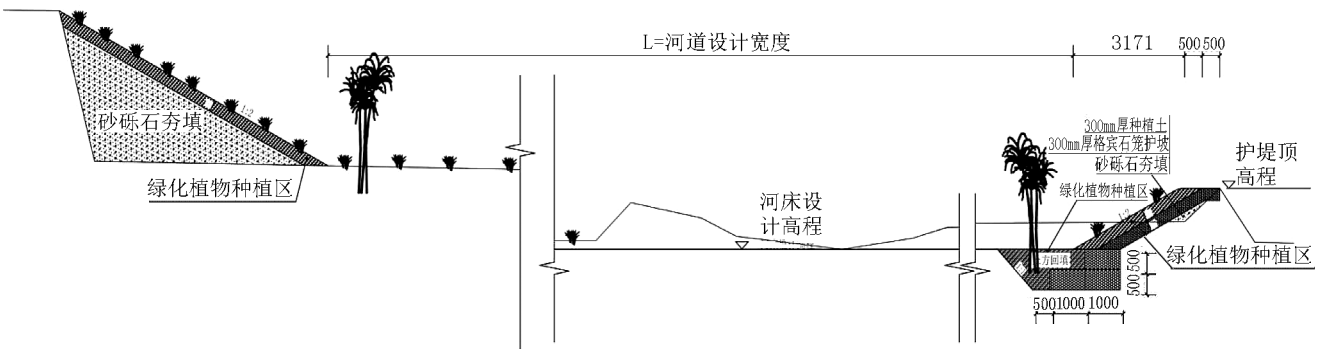


图 13 4+670~4+950 段河道横断面绿化布置

Fig. 13 Greening layout of channel cross section of 4+670~4+950 segment

4.3 湿地植物配置

4.3.1 配置原则

1) 科学性原则

科学性原则是指湿地植物配置需符合湿地性质和功能要求。湿地是一种多类型、多层次的复杂的生态系统,所以植物配置时需考虑植物种类多样,才能保护湿地多样性。

2) 美观性原则

美观性是指运用不同的植物造景手法,让湿地植物配置符合美学规律。

3) 经济性原则

经济性是指湿地植物配置具有一定的经济价

值。进行湿地植物配置时多选用当地市场价格低的植物种类,选择适当的规格和控制适当的种植密度,可减少项目的经济成本。

4.3.2 配置方法

选择黄菖蒲、鸢尾、马蔺、香蒲、花叶芦竹、芦苇、千屈菜和水葱作为湿地配置植物。这些植物的叶、花的色彩都有差异,把它们配置在湿地不同的区块中,凸显湿地的色块,远望如同花田。芦苇属于高的禾本科植物,成片种植可以划分景观空间,也可以在竖向景观上有高低错落之感,避免平淡。

湿地植物配置平面图如图 15,图 16,效果图如图 17。



图 14 河岸护坡效果图

Fig. 14 Riverside slope protection effect map

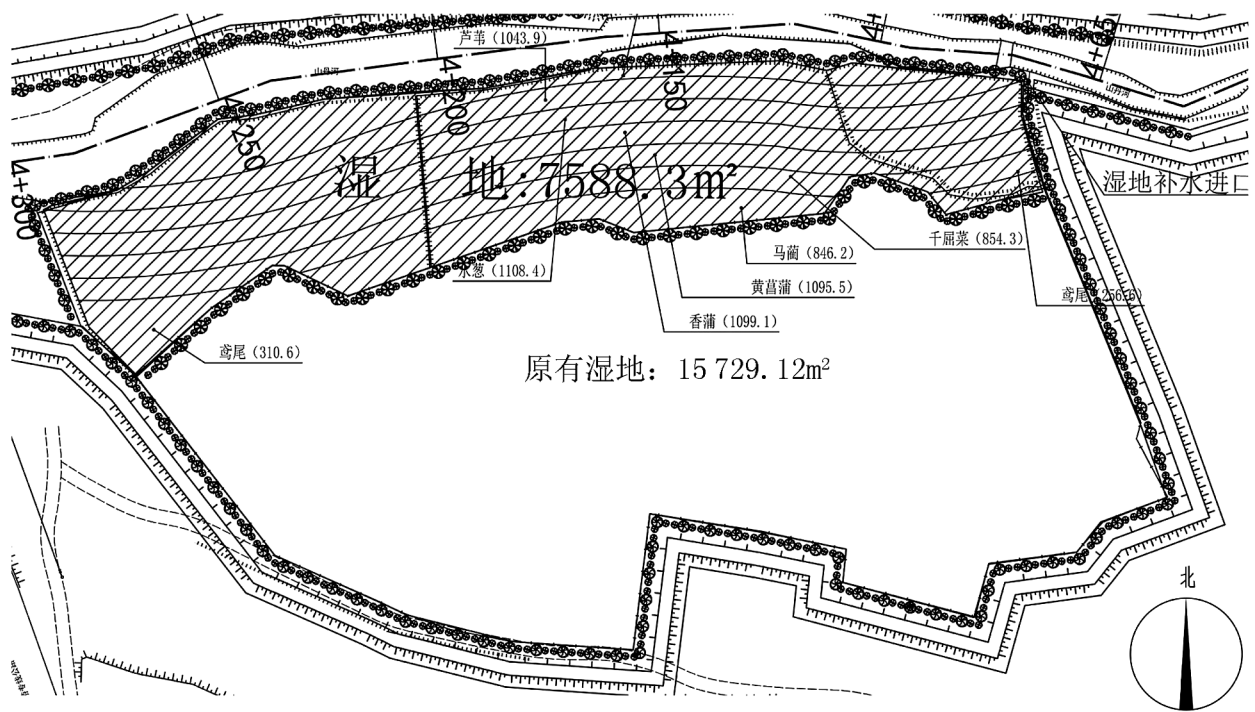


图 15 4+050~4+300 左岸湿地植物配置平面图

Fig. 15 Wetland plants configuration on the left bank of 4+050~4+30 segment

5 植物种植设计

5.1 设计依据

1) 国家行业标准、当地绿化常规规范要求及工程主管部门的要求。

2) 《城市绿化和园林绿地用植物材料木本苗》(DB11/T 211-2003)。

3) 《园林绿化工程施工及验收规范》(CJJ/

T 82-2012)。

4) 《环境景观绿化种植设计》(03J012-2)。

5.2 种植设计

5.2.1 右岸生态护坡植物种植

右岸全长 4.95 km, 绿化面积约为 22 750 m²。计划种植乔木为垂柳, 定干高度 (截干以后高度) 为 350 cm, 胸径为 8 cm, 株距为 600 cm, 种植数量为 788 株; 灌木计划种植柽柳, 株距为 200 cm, 种植数

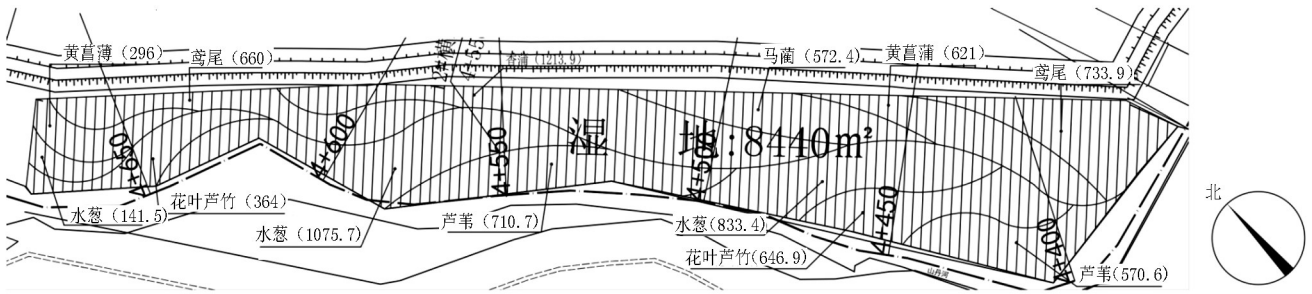


图 16 4+350~4+700 右岸湿地植物配置平面图

Fig. 16 Wetland plants configuration on the right bank of 4+350~4+700 segment



图 17 河岸湿地效果图

Fig. 17 Design sketch of riverside wetland

量为 1 576 株;右岸乔木和灌木种植区域分别为 0+00~0+100 段、0+550~4+950 段。

右岸生态护坡地被主要考虑种植马蔺、鸢尾和沙地柏。种植区域为 0+000~0+400 段、0+650~4+950 段。马蔺、鸢尾和沙地柏交替穿插种植,每间隔 50 m 种植 1 种地被。马蔺种植面积约为 8 500 m²,鸢尾种植面积约为 7 500 m²,沙地柏种植面积约为 7 500 m²。

在 0+400~0+650 段右岸有浆砌石护坡。此位置不考虑重新修建生态护坡,为了增强山丹河的整体生态效果,在这个 250 m 长的浆砌护坡坡底种植 2 行五叶地锦,依靠五叶地锦自身的藤蔓生长覆盖浆砌石,达到美化河道的效果。

5.2.2 左岸生态护坡植物种植

左岸全长 5.16 km,绿化面积约为 26 800 m²。设计种植区域为 0+000~0+100 段、0+550~4+950 段。

左岸计划种植乔木为旱柳,株距为 600 cm,种

植数量为 828 株;灌木计划怪柳,株距为 200 cm,种植数量为 1 656 株;地被主要考虑种植马蔺、鸢尾和沙地柏。

马蔺、鸢尾和沙地柏交替穿插种植,每间隔 50 m 种植 1 种地被。马蔺种植面积约为 9 250 m²,鸢尾种植面积约为 9 250 m²,沙地柏种植面积约为 8 400 m²。

5.2.3 湿地植物种植

本次规划湿地面积为 16 028.3 m²,分布于 2 个位置。其中,4+050~4+300 左岸位置为湿地分布区,面积约为 7 588.3 m²,计划种植方式为片状种植;4+350~4+700 右岸位置也是湿地,面积约为 8 440 m²,设计种植湿地植物为带状种植。

规划种植湿生植物:黄菖蒲 2 012.5 m²、鸢尾 1 704.5 m²、马蔺 1 418.6 m²、香蒲 2 313 m²、千屈菜 854.3 m²;挺水植物:芦苇 2 583.2 m²、花叶芦竹 1 983.2 m²、水葱 3 159 m²。湿地植物种植规格如表 2。

表 2 湿地植物种植规格

Tab. 2 Planting specifications of wetland plants

| 类型 | 种类 | 规格 | 备注 |
|------|------|---------------------------------|--------------------|
| 乔木 | 垂柳 | 胸径 8 cm, 高度 350 cm, 带土球栽植 | 设计高度为截干后种植高度 |
| | 旱柳 | 胸径 8 cm, 高度 350 cm, 带土球栽植 | 设计高度为截干后种植高度 |
| 灌木 | 柽柳 | 高 1.5 m, 5 个分枝 | 设计高度为修剪后种植高度(裸根种植) |
| 湿生植物 | 黄菖蒲 | 高 25 cm, 密度 9 株/m ² | |
| | 鸢尾 | 高 25 cm, 密度 9 株/m ² | |
| | 马蔺 | 高 25 cm, 密度 9 株/m ² | |
| | 千屈菜 | 高 25 cm, 密度 9 株/m ² | |
| 挺水植物 | 花叶芦竹 | 密度 4 丛/m ² | 一丛 3~5 个芽 |
| | 水葱 | 密度 4 丛/m ² | 一丛 6~8 个芽 |
| | 芦苇 | 密度 4 丛/m ² | 一丛 3~5 个芽 |
| 藤蔓植物 | 五叶地锦 | 藤长 50 cm, 密度 4 株/m ² | |
| 地被植物 | 沙地柏 | 长 40 cm, 密度 4 株/m ² | |

5.3 种植工程量统计

护坡植物规划种植数量及单价如表 3。

表 3 种植工程量统计

Tab. 3 Statistics of planting volume

| 类型 | 种类 | 数量 | 单价/元 | 备注 |
|--------|------|------------------------|---------|-----------|
| 乔木 | 垂柳 | 788 株 | 95 | |
| | 旱柳 | 828 株 | 95 | |
| 灌木 | 柽柳 | 3232 株 | 5 | 裸根种植 |
| 湿生植物 | 黄菖蒲 | 2012.5 m ² | 1.5 元/株 | |
| | 鸢尾 | 18454.5 m ² | 1.5 元/株 | |
| | 马蔺 | 22968.6 m ² | 1.5 元/株 | |
| | 千屈菜 | 854.3 m ² | 1.5 元/株 | |
| 挺水植物 | 花叶芦竹 | 1983.2 m ² | 5 元/丛 | 一丛 3~5 个芽 |
| | 水葱 | 3159 m ² | 5 元/丛 | 一丛 6~8 个芽 |
| | 芦苇 | 2583.2 m ² | 5 元/丛 | 一丛 3~5 个芽 |
| 藤蔓植物 | 五叶地锦 | 250 m ² | 1.5 元/株 | |
| 边坡地被植物 | 沙地柏 | 15800 m ² | 3 元/株 | |

6 结语

城市河岸植物景观设计是城市绿化中重要的部分,也是改善河道环境,提高城市居民生活质量的重要方法。将植物造景方法和原则运用于河岸植物景观设计中,选择具有良好抗性的边坡植物和具有净化能力的湿生植物,利用植物固土河岸护坡,增加湿地植物,稳定湿地生态系统。采用乔、灌、草搭配,以及不同植物的色彩搭配对山丹河河道进行植物配置。运用植物景观改善山丹河的环境现状,让山丹河成为一条美丽的风景线。

参考文献:

- [1] 王宗侠,段渊古. 城市河道景观规划设计方法探析[J]. 水利与建筑工程学报,2010,8(1):32-4.
- [2] 陈玉芳,白雪彬,杨清辉. 城市河道整治中生态护坡技术的运用[J]. 内蒙古水利,2018(3):63-64.
- [3] 江婷. 南京城市湿地公园植物造景研究[D]. 南京:南京林业大学,2007.
- [4] 吴利华. 城市滨水区植物景观设计研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2010.
- [5] 苏雪痕. 植物造景[M]. 北京:中国林业出版社,1994.
- [6] 林月惠. 世界自然保护联盟中国植物专家组成员会议侧记[J]. 植物杂志,2003(1):41.
- [7] 张予西,刘长宝. 浅谈在园林绿化中“植物造景”的方法和原则[J]. 现代园艺,2012(22):123.
- [8] 林璐莹. 构建闽江河口湿地公园的若干思考[J]. 福建林业科技,2008(1):166-170.
- [9] 曹辉,张晓萍,陈平留. 福州国家森林公园旅游气候资源评价研究[J]. 林业经济问题,2007(1):34-5.
- [10] 潮洛蒙,俞孔坚. 城市湿地的合理开发与利用对策[J]. 规划师,2003,19(7):75-77.
- [11] 孙卫邦. 乡土植物与现代城市园林景观建设[J]. 中国园林,2003,19(7):63-65.
- [12] WHITE G J, ANTOS J M, FITZSIMONS A J, et al. Non-uniform bird assemblages in urban environments: the influence of streetscape vegetation [J]. Landscape Urban Plan,2005,71:123-135.
- [13] THOMAS G. Attracting Butterflies with Native Plants [EB/OL]. [2018-11-20]. <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/for/for-98/for98.htm>.
- [14] 孔东莲,郭小平,赵廷宁. 华北地区边坡生态防护植物选择[J]. 林业调查规划,2006,31(4):31-4.
- [15] 陈淑桦,马安卫,蔡峰. 浅析河道护坡物种选择与河道养护的关联性[J]. 上海水务,2011,27(1):37-40.

(责任编辑 杨焱焱)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.032

巴山珍稀植物园规划建设

李哲, 邓小明

(陕西省林业调查规划院, 陕西 西安 710082)

摘要:介绍巴山珍稀植物园规划及建设过程,分析珍稀植物园建设在维护生物多样性安全、建设巴山珍稀植物基因库和生态文明、生态科普教育方面的重大意义,提出植物园选址与地形解决方案,对植物园建设中珍稀植物种类的甄选原则和甄选结果以及植物园规划分区情况进行阐述,总结出植物园规划建设应尊重原有地形,植物选择要以生物学习性及其适应性为原则,科普性、开放性与景观性是未来植物园建设的主导方向等经验。

关键词:珍稀植物园;规划建设;植物甄选;巴山区

中图分类号:S759.94;TU242.6 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0173-04

引文格式:李哲,邓小明.巴山珍稀植物园规划建设[J].林业调查规划,2019,44(3):173-176,184.

LI Zhe, DENG Xiaoming. Planning and Construction of Rare Botanical Garden in Bashan Area[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 173-176, 184.

Planning and Construction of Rare Botanical Garden in Bashan Area

LI Zhe, DENG Xiaoming

(Shaanxi Institute of Forestry Inventory and Planning, Xi'an 710082, China)

Abstract: This paper introduced the planning and construction of rare botanical garden in Bashan area, analyzed the importance of rare botanical garden in maintenance of biodiversity security, construction of rare plants gene library, and popular science education of ecological civilization, put forward solutions to botanical garden location and topography, and illustrated the selection principle and result of rare plant species and the division of botanical garden. The experience was summarized that the planning and construction of botanical garden should adjust to the original topography, the selection of rare plant species should follow the principle of biological habit and adaptability, and the dominant trend of construction should present science popularization, openness and landscaping character.

Key words: rare botanical garden; planning and construction; selection of plants; Bashan area

植物资源是人类赖以生存的最基本物质基础,植物多样性是植物资源持续发展和人类社会持续发展的前提^[1]。珍稀濒危植物,是稀有的生物资源,它与其它生物群落一起构成了庞大的生态体系,并有效地维护着区域生态环境安全。岚皋县地处巴

山腹地,是陕西省内巴山植物最丰富的区域之一,在岚皋县建设巴山珍稀植物园既是保护巴山植物资源的需要,也符合植物生态学需求。该项目选址于岚皋县城北部莲花山中部,用地范围南北高差超过40 m,在植物园规划与建设时,对用地现状的考量、植

收稿日期:2018-10-18;修回日期:2019-01-03.

第一作者:李哲(1979-),男,陕西长安人,工程师.主要从事林业生态建设、林业资源保护规划工作.

责任作者:邓小明(1982-),男,高级工程师.主要从事风景园林与湿地生态保护规划工作.

物种的甄选以及植物引种适宜性的分析等均作了科学、审慎地论证,在植物园建成后对这些经验予以总结,以期对其它类似植物园规划建设提供借鉴。

1 巴山珍稀植物园的建设意义

1.1 植物园类型

巴山珍稀植物园地处巴山腹地岚皋县北部浅山地带,主要为周边居民提供科普教育、生态休闲场所,兼具保护巴山珍稀植物品种,保存重要植物基因的功能,是一个复合型植物园。该植物园既是陕西省巴山区域首个珍稀植物园,也是岚皋县境内最大的一处公共生态绿地。

1.2 植物园建设意义

1.2.1 是维护生物多样性安全的需要

陕西全境分布有国家 I 级保护树种 7 种,国家 II 级保护树种 19 种。这些重点保护树种中,许多树种种群数量日益减少,已经或逐渐沦为濒危种,残留的许多树种(植物)也由于群落遗传资源的原生性和完整性较差,逐渐失去原来的优良性状。保护物种、维护生物多样性,就是保护人类赖以生存的物质基础。对现有物种及遗传资源进行持续稳定的保护、繁育,并开展系统研究,是一项重要的基础性工作,建立植物园是保护生物多样性的需要和必要手段。

1.2.2 是建设巴山珍稀植物基因库的需要

巴山系我国一古老山系,地处亚热带北缘,又是我国西部高原向东部低山丘陵的过渡区域。巴山森林植物区系是古热带、温带植物区系发展及再度分化的重要地段,东亚植物区系的的东西两大植物区系的交汇处,也是我国东西植物区系交流的重要“甬道”,在植物地理上地位特殊,历来受到国内外植物学家的关注。目前,全世界的植物园已达 2 500 多个,并以每周一个的速度在继续增加。我国共有各类植物园 250 余个。巴山珍稀植物园的建设将填补我国西北——西南地区巴山珍稀植物保护工作的一项空白,为收集、保护巴山珍稀植物提供最佳场所。

1.2.3 是生态文明和生态科普教育的需要

生态意识的提高和生态文明的塑造,依赖于生态教育。要保护和建设好生态环境,走可持续发展的道路,为建设“一带一路”发展战略服务,固然离不开科学技术手段的支持和法规制度的保障,但更离不开人们生态意识的强化和生态文明的认知。巴山珍稀植物园距岚皋县城 2 km,通畅便捷的交通条

件和区位优势,能够有效发挥其科教展示功能,为充实和强化当地生态旅游发挥积极作用。

2 植物园选址与地形解决方案

2.1 植物园选址

珍稀植物园的建设地点要求地理位置适宜,交通方便,具有一定地域面积,气候、土壤、生境条件与植物原分布地相似^[2]。

2.1.1 选址的原则

1) 地形地貌自然。植物园收集树种包含较多野外树种,其原生环境多在野外山区。为使植物生长接近原生环境,植物园选址应以自然地貌为好,而不应选择城市公园一样的绝对平坦用地。

2) 道路便捷通畅。植物园建设时要有树木入园,建成后要向社会展示。这些都与道路交通有关。便捷畅通的交通条件,可以为项目未来的经营管理和诸多功能的发挥奠定良好的基础。

3) 利于经营管理。从树种的栽植、经营管护、社会展示等方面考虑,项目区的用地条件应相对开阔,土层深厚,并避开行洪区、雷电区等,为日后的经营管理创造更为优越的先天性条件。

4) 外围环境良好。珍稀植物是植物园中的珍品,其生长环境也要求更绿色、更生态。外围必须有自然安静的旷野环境。所以项目选址必须考虑无污染、无环境威胁的良好地域,包括良好的地下水、土壤、空气状况,无噪音等。

2.1.2 选址方案

综合以上选址考量因素,根据岚皋县实际用地情况,确定选择毗邻县城北部的莲花山作为巴山珍稀植物园建设地点。该选址地形地貌极为自然,现状为林地或弃耕地,且距离岚皋县城只有 2 km,交通十分便利,既利于工程建设,又有较好的可进入性,是向外界展示植物景观与科普知识的良好窗口。该选址需要解决的问题是场地坡度较大,规划与建设施工存在一定的困难。

2.2 对现有地形的利用

植物园立地条件较为复杂,场地最北部和最南部相对高差 40 m,平均坡度达到 20° 以上。在多次赴现地勘察并进行方案比对后,各方一致同意采取遵循原地形进行微地形改造的原则,采用“坡向分区、台地景观”的设计理念,最大程度保持原地形,尽量减少土方开挖,平衡土方量的同时也降低了水土流失的风险,体现了自然、生态、环保的设计理念。

3 植物种类的甄选

3.1 甄选的原则

巴山珍稀植物园入选植物在以下几个方面进行了主要考量:

- 1) 该区域现有的国家 I、II 级保护植物。
- 2) 被列为陕西省的重点保护植物。
- 3) 具有巴山植物区系属性的植物。
- 4) 其它观赏价值较高的植物。

3.2 入选植物

经筛选后,符合以上 4 个条件的植物大约有 300 余种。结合项目区气候、土壤等生态环境条件,与入选植物种源地自然条件进行比较,通过调查研究、咨询专家,筛选出最具巴山属性的巴山松 (*Pinus henryi* Mast.)、黄杉 (*Pseudotsuga sinensis* Dode)、巴山榧树 (*Torreya fargesii* Franch.)、红豆杉 (*Taxus wallichiana* var. *chinensis* (Pilg.) Florin)、珙桐 (*Davidia involucrata* Baill)、喜树 (*Camptotheca acuminata* Decne.)、香果树 (*Emmenopterys henryi* Oliv.) 等 118 种植物作为一期建设入选对象(表 1)。

表 1 巴山珍稀植物园主要保护植物一览表

Tab. 1 List of major protected plants in Bashan rare botanical garden

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 | 科属 | 保护等级 |
|------|-----|---|----------|-----------|
| 裸子植物 | | | | |
| 1 | 银杏 | <i>Ginkgo biloba</i> L. | 银杏科银杏属 | 国家 I 级保护 |
| 2 | 巴山松 | <i>Pinus henryi</i> Mast. | 松科松属 | 巴山代表性植物 |
| 3 | 水杉 | <i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu & W. C. Cheng | 杉科水杉属 | 国家 I 级保护 |
| 4 | 红豆杉 | <i>Taxus wallichiana</i> var. <i>chinensis</i> (Pilg.) Florin | 红豆杉科红豆杉属 | 国家 I 级保护 |
| 被子植物 | | | | |
| 1 | 珙桐 | <i>Davidia involucrata</i> Baill | 蓝果树科珙桐属 | 国家 I 级保护 |
| 2 | 红豆树 | <i>Ormosia hosiei</i> Hemsl. et Wils. | 蝶形花科红豆属 | 国家 II 级保护 |
| 3 | 鹅掌楸 | <i>Liriodendron chinense</i> (Hemsl.) Sarg. | 木兰科鹅掌楸属 | 国家 II 级保护 |
| 4 | 香樟 | <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl. | 樟科樟属 | 国家 II 级保护 |
| 5 | 魔芋 | <i>Amorphophallus konjac</i> K. Koch | 天南星科芋属 | 巴山代表性植物 |

续表 1

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 | 科属 | 保护等级 |
|------|--------|--|-----------|---------|
| 6 | 荷包杏 | <i>Siberian apricot</i> L. | 蔷薇科李属 | 巴山代表性植物 |
| 7 | 黄连 | <i>Coptis chinensis</i> Franch. | 毛茛科黄连属 | 陕西省重点保护 |
| 8 | 天麻 | <i>Gastrodia elata</i> Bl. | 兰科天麻属 | 巴山代表性植物 |
| 9 | 石斛 | <i>Dendrobium nobile</i> Lindl | 兰科石斛兰属 | 巴山代表性植物 |
| 10 | 照山白 | <i>Rhododendron micranthum</i> Turcz. | 杜鹃花科杜鹃属 | 巴山代表性植物 |
| 11 | 秀雅杜鹃 | <i>Rhododendron concinnum</i> Hemsl. | 杜鹃花科杜鹃属 | 巴山代表性植物 |
| 12 | 四川杜鹃 | <i>Rhododendron sutchuenense</i> Franch. | 杜鹃花科杜鹃属 | 巴山代表性植物 |
| 13 | 满山红 | <i>Rhododendron mariesii</i> Hemsl. et Wils. | 杜鹃花科杜鹃属 | 巴山代表性植物 |
| 14 | 杜鹃花 | <i>Rhododendron simsii</i> Planch. | 杜鹃花科杜鹃属 | 巴山代表性植物 |
| 15 | 舌唇兰 | <i>Platanthera japonica</i> (Thunb. ex A. Murray) Lindl. | 兰科舌唇兰属 | 陕西省重点保护 |
| 16 | 白及 | <i>Bletilla striata</i> (Thunb.) Reichb. f. | 兰科白及属 | 陕西省重点保护 |
| 17 | 独蒜兰 | <i>Pleione bulbocodioides</i> (Franch.) Rolfe | 兰科独蒜兰属 | 陕西省重点保护 |
| 18 | 二叶兜被兰 | <i>Neottianthe cucullata</i> (L.) Schltr. | 兰科兜被兰属 | 陕西省重点保护 |
| 19 | 木竹 | <i>Bambusa rutila</i> McClure | 禾本科籐竹属 | 巴山代表性植物 |
| 20 | 方竹 | <i>Chimonobambusa quadrangularis</i> (Fenzi) Makino | 禾本科寒竹属 | 巴山代表性植物 |
| 蕨类植物 | | | | |
| 1 | 安康凤丫蕨 | <i>Coniogramme ankangensis</i> Ching et Hsu | 裸子蕨科凤丫蕨属 | 巴山代表性植物 |
| 2 | 长尾复叶耳蕨 | <i>Arachniodes simplicior</i> (Makino) Ohwi | 鳞毛蕨科复叶耳蕨属 | 巴山代表性植物 |

4 植物园规划分区

在综合分析各种植物的生物学、生态学习性、景观效果以及各种技术措施的基础上,结合具体的环境条件确定其布局。在有限的用地中,本着既要考虑到自然地理条件和树种适应环境的局限性,又要利于植物景观展示、科普宣传的原则,对植物进行分区规划。按照相对集中、规模适度、便于经营管理和建设的原则,充分考虑物种的生物学和生态习性,结合植物展示与科普宣教的需要,将巴山珍稀植物园划分“两区五园”。两区:即东门区和天地区。五园:指园区的5个专类园,包括兰花园、竹园、杜鹃

园、药用植物园和经济植物园。

5 规划建设经验的总结

5.1 山地型植物园规划建设应充分尊重原有地形

巴山珍稀植物园选址于陕南山地,项目场地立地条件复杂,规划建设时最大程度地维持了原地形,平衡了土方量,体现了自然、生态、环保的设计理念。对原有地形的尊重与利用,不仅仅是出于经济考量,也是出于生态保护的需要,这种“因势利导、依山就势”的手法也符合我国古典园林的造园理念。这种方法在其它一些植物园建设中也有应用,如郑州植物园就利用原有的 3 条黄土干旱沟渠进行分区,使其呈树枝状贯穿全园,极具特色^[3]。

5.2 植物选择要以生物学习性及其适应性为原则

巴山区域幅员较广,属典型的山区,海拔跨度 500 m~3 000 m,植物垂直分布带谱明显。在植物甄选时不可能将所有珍稀植物均选入,而应以植物园所在地海拔、气候、土壤等自然条件为基准,选择生物学习性适应的植物。就巴山珍稀植物园建设经验来看,海拔是该区域植物适应性首要考量的因子,巴山植物园海拔约为 800m,而选择入园的植物分布海拔多为 500 m~1 000 m,分布在更高海拔的植物一般较难适应低海拔地区的自然环境。而乡土植物经过长期自然演替,对该区域具有高度生态适应性^[4]。因此,乡土植物也是植物园进行植物筛选的重要资源。

5.3 科普性、开放性与景观性是未来植物园建设的主导方向

科学意义上的植物园是随着植物学和与之密切联系的医药学发展而建立的^[5]。植物园尤其是珍

稀植物园是为民众提供植物知识科学普及的良好场所。植物园作为城市绿地系统中的重要组成部分,比其它类型绿地更具丰富的植物及自然景观^[6](图 1,图 2,图 3,图 4)。近年来随着我国人民生活水平的提高,民众尤其是学生群体对学习自然知识的需求日益旺盛。目前大多数植物园均为公益性建设,



图 2 药用植物园区
Fig. 2 Medicinal plants garden



图 3 植物园天门区
Fig. 3 Tianmen area of botanical garden



图 1 植物园入口
Fig. 1 Entrance of botanical garden



图 4 植物园东门区
Fig. 4 Dongmen area of botanical garden

(下转第 184 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.033

干旱地区农业观光园规划研究

胡慧中¹,王恒²,王诚吉¹

(1.西北农林科技大学风景园林艺术学院,陕西杨凌 712100; 2.西北农林科技大学农学院,陕西杨凌 712100)

摘要:运用文献分析法和案例分析法,以宁夏回族自治区中卫市苹果产业观光园为例,总结农业观光园的特征,探讨干旱地区农业观光园规划原则和规划内容。结果表明:干旱地区农业观光园具有独特性、安全性、科技性、参与性、产业延伸性、生态性等特征,其规划设计应坚持因地制宜、突出特色、低碳环保、科学发展等原则,分为生产区、示范区、管理服务区、观光区、仓储加工区等功能区,并对园区道路系统、灌溉系统、绿地植物进行分项规划。

关键词:农业观光园;干旱地区;规划设计;功能分区;分项规划;中卫市苹果产业观光园

中图分类号:S731.1;S731.7;S728.2 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0177-08

引文格式:胡慧中,王恒,王诚吉.干旱地区农业观光园规划研究[J].林业调查规划,2019,44(3):177-184.

HU Huizhong, WANG Heng, WANG Chengji. Planning of Agricultural Sightseeing Garden in Arid Area [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 177-184.

Planning of Agricultural Sightseeing Garden in Arid Area

HU Huizhong¹, WANG Heng², WANG Chengji¹

(1. College of Landscape Architecture and Arts, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712000, China;
2. College of Agriculture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712000, China)

Abstract: The apple industry sightseeing garden in Zhongwei City of Ningxia Hui Autonomous Region was studied to summarize the characteristics of agricultural sightseeing garden, and discuss the planning principles and contents of agricultural sightseeing garden in arid areas by the method of literature analysis and case analysis. The results showed that agricultural sightseeing gardens in arid regions were characterized by uniqueness, safety, technology, participatory, extensibility and ecology. The planning and design should adhere to the principles of design in light of local conditions, highlighting features, low-carbon and environmental protection and scientific development. The agricultural sightseeing gardens were divided into production area, demonstration area, management and service area, sightseeing area, storage and processing area, and the road system, the irrigation system and the greenbelt plants in the garden were planned separately.

Key words: agricultural sightseeing garden; arid area; planning and design; function division; separate planning; apple industry sightseeing garden in Zhongwei City

收稿日期:2018-11-19;修回日期:2019-01-07.

第一作者:胡慧中(1993-),女,河南漯河人,硕士研究生.研究方向为园林景观设计、园林植物应用. Email:1092866427@qq.com

责任作者:王诚吉(1963-),男,甘肃甘谷人,副教授,研究生导师.研究方向为园林景观设计、园林植物应用. Email:544812071@qq.com

广义的干旱区是指年降雨量在 500 mm 以下的地区,主要集中于我国西北部^[1]。干旱地区深居内陆,降雨少、蒸发量大^[2],且生产技术落后,严重限制了农业的发展。但其光照充足、昼夜温差大、土地广袤、农耕历史悠久、农耕文化深厚,具备一定的农业发展潜力。因此,干旱地区农业发展必须探索一种经济高效、科学环保的模式,以助推该地区农业经济的腾飞。

在我国农业产业供给侧结构性改革过程中,产生了融生产、观光、体验、科普等功能为一体的多元生产模式——农业观光园^[3]。农业观光园通过引进高效的科学技术和先进的生产理念促进了农业产业的发展,提高了农产品的附加值,不仅给周围居民带来了更多的就业机会和经济利益,而且带动了乡村景观的营造、生态文明的建设等,是我国干旱地区农业产业发展和生态环境建设的重要途径。

1 研究现状

随着国内外农业观光园的发展,农业观光园的研究受到许多学者的关注。Veeck 等^[4]以密歇根州农业观光园的发展为研究对象,探讨了农业观光园对农村和城郊经济发展的重要性。Trukhachev^[5]以 Stavropol Krai 为例,探讨了观光农业发展的潜力、面临的挑战和问题。蒋志远^[6]对新疆观光农业的发展现状和策略进行了研究,为农业观光园的前期分析与规划提供了方法和理论支撑。赵昕等^[7]以榆林市为例,对毛乌素沙地农业生态科技园基本内涵、特点、规划方法、内容、管理模式等方面进行了探讨,为干旱地区农业观光园的规划提供了借鉴。叶宁等^[8]以宁夏孙家滩国家农业科技园区为例,进行了半干旱地区农业土地资源生态安全评价,认为土地资源生态安全是实现半干旱区可持续发展的重要前提。Garau^[9]以意大利撒丁岛 Marmilla 为例,探讨智慧、可持续的观光农业发展,认为平衡好旅游开发和环境保护之间的关系是产业园规划的关键。赵文怡等^[10]以天津七里海生态农业观光园为例,探讨了北方城郊型农业观光园规划理论,为农业观光园的规划提供了帮助。邱梦洋等^[11]、徐宏^[12]、蒋娟娟^[13]探讨了花园、蓝莓园、茶园等通过主题农业观光园的规划,为干旱地区主题农业观光园的规划提供了思路。严军等^[14]采用层次分析法以安徽省庐江农业观光园为例,探讨了生态适宜性评价在农业观光园规划中的应用。Blancas 等^[15]以 Andalusia 为案例,详细阐述了多维数据可视化分析法在农业观光园规

划中的应用。丁金胜^[16]、何龙斌^[17]、李鸿杰^[18]等人研究了循环经济理论在产业园规划和建设中的应用,促进了农业观光园向集约、绿色、生态的方向发展。

综上所述,农业观光园的研究已取得了相当的成果,但多偏重于某一具体领域或理论,对干旱地区农业观光园系统型的规划研究较少。本文在三产融合发展的视角下,采用文献分析法和案例分析法对干旱地区农业产业发展的特征以及农业观光园的特征、规划设计原则、规划内容等进行探讨,并结合宁夏回族自治区中卫市苹果产业观光园进行实例分析,以形成系统的农业观光园规划理论,为整个干旱地区农业观光园的规划建设提供参考。

2 干旱地区农业观光园特征分析

2.1 干旱地区农业产业特征

1) 农业生态的脆弱性

我国干旱地区多地处内陆,具有降雨少、风沙大、温差大、蒸发量大等特征,造成了干旱地区沙漠戈壁广布,植被稀少,气候干燥,生态环境脆弱等^[19]。农业发展受自然因素的影响,易受自然灾害侵袭,土壤贫瘠且退化严重,生产效益不高,农业生态环境问题日益突出。

2) 产业发展的落后性

西北干旱地区是我国经济实力最弱的地区,GDP 仅占全国的 3.93%^[20],且经济收入大部分来源于农业产业^[21]。干旱地区由于地理和历史等原因,长期以来农业配套水利设施、交通设施、机械设施等不够完善,科学技术条件、科研实力和从业人员科学文化素质相对落后,经营管理粗放,严重限制了农业产业的发展。

3) 农业产业的局限性

基于干旱地区特殊的气候环境和社会、经济现状,当地农业产业发展具有很大的局限性,主要体现在农业产业种类、农业分布区域以及农业产业链的延伸等方面,例如:农业产业种类只能发展喜凉耐旱的品种;农业产业主要分布于新疆绿洲、河西走廊、河套平原、宁夏平原等^[22];农业产业模式以传统的种养殖为主,农产品加工以及旅游服务的发展受到限制,导致产业链的短缺和不完整等。

2.2 干旱地区农业观光园特征

1) 产品的独特性与安全性

农业观光园产品主要包括农产品、农产加工品、旅游产品等。干旱地区农业观光园引入了现代农业

科学管理技术、标准化种植养殖技术以及绿色生态的生产理念,通过大幅度减少或禁用化学药品等,使其产品具有独特性与安全性。

2) 科技的高渗透性

由于农业发展的局限性、落后性等,干旱地区农业观光园需要更多的科学技术来支撑农业产业的发展,如标准化栽培、标准化养殖、节水灌溉、温度控制、盐渍化治理、土壤贫瘠改良、新能源应用等技术。

3) 强烈的参与性

农业观光园是乡村旅游的新载体,通过合理的功能区规划让游客接受了农耕文化的熏陶,体验到农业生产、加工等乐趣,具有较强的参与性。

4) 产业发展的延伸性

农业观光园兼具生产、旅游观光、科普教育、休闲体验等功能,打破了传统农业单一的生产模式,形成了完整的产业链,提高了农业产业的附加值,保证了观光园经济效益的稳步提升。

5) 生态效益的突出性

由于干旱地区农业产业的脆弱性以及生态环境的恶劣性,农业观光园的规划与建设注重对环境景观的营造及资源的合理开发利用,保护和改善农业观光园的生态环境,突出了农业观光园的生态效益。

3 干旱地区农业观光园的规划设计原则

3.1 因地制宜,打造特色旱地生态农业园

干旱地区农业观光园的规划应充分考虑干旱地区降雨少、温差大的特殊自然条件以及相对落后的生产和社会经济条件等,准确定位园区发展目标,确定适宜的产业类型、产业规模、发展模式等。把区域化布局和自然资源的合理利用结合起来,并充分挖掘当地的地质文化、民族宗教文化和民风民俗文化等,提取文化符号,选择特色产业,开发出具有旱地特色和明显优势的农副产品和旅游产品。

3.2 低碳环保,保护和改善旱区农业生态

农业观光园的规划要基于合理的用地适宜性分析,避免给当地脆弱的生态环境带来破坏。农业观光园的发展建设要遵循低碳环保理念和原则,科学合理地保护和利用旱区资源,发展绿色循环农业,杜绝使用不利于农业生态的农资、设备等,既可以保护和改善干旱地区的农业生态环境,又能保证产品的独特性与安全性。

3.3 科学发展,打造旱区农业创新高地

干旱地区农业观光园的规划要充分借鉴国内外农业观光园先进的节水农业技术、设备和发展理念,

打破干旱地区传统农业发展的科技禁锢。农业观光园的建设要树立科学发展规划意识,坚持高起点规划设计、高标准建设、高效能经营管理,探索低能耗、高效率、可持续农业发展模式与经营管理机制,并注重从业人员科学文化素质的提升,打造干旱地区农业创新高地。

3.4 调整产业结构,建立融合、高效的旱区农业发展模式

充分利用干旱地区特殊的气候条件、原始的田园风光、灿烂的乡土文化,调整传统农业发展模式,推动一二三产业融合发展,延伸农业产业链,探讨农村产业融合发展的新模式、新方法、新途径,实现农业内部、产业链、农业功能、农业科技、产业集聚等融合发展。

3.5 与区域规划相结合,形成旅游开发的整体效应

农业观光园规划应与上位规划相结合,服从上位规划。农业观光园的选址以及发展模式,可与干旱地区独特的自然、人文景观的规划相结合,打造区域旅游综合体,形成较强的综合旅游吸引力。

4 中卫市苹果产业观光园总体规划实践

4.1 研究区概况

该项目占地面积约 157 hm²,位于宁夏回族自治区中卫市沙坡头区南山台子,地理坐标为 37.45N,109.15E。项目区属中温带干旱气候,因紧邻腾格里沙漠,具有典型的大陆性沙漠气候特征,春秋两季风沙大,夏季酷暑干旱,冬季气候寒冷^[23]。该地区光照充足,昼夜温差大,全年日照时数为 3 796.1 h,风沙大而多。南山台子年均降雨量为 188.4 mm,蒸发量高达 2 582 mm,属于干旱半干旱地区。因紧邻黄河,虽降雨少但可灌溉。土壤以炭灰钙土为主,土壤含碱量大,属国内高含硒地区。

4.2 现状分析

4.2.1 优势

1) 区位优势

中卫市苹果产业观光园位于中卫市沙坡头区宣和镇,距离宣和镇 10 km、中卫市区 25 km、中卫机场 30 km,地理区位条件优越。且紧邻防洪板路、寺口路,距离迎大线仅 1 km,交通条件便利。

2) 资源优势

项目区紧邻黄河,且场地内有二十四支渠、乱壕沟等,灌溉条件良好。太阳能资源丰富,温差大,具有发展林果产业的气候资源优势。中卫市为回族聚

居区,文化资源独具特色,具有发展观光旅游产业的优势。

3) 产业发展优势

南山台子苹果已有 200 多年的栽种历史,农民的种植经验丰富。其具有糖分充足、口感独特、品质上乘、微量元素丰富等特征,在南山台子已形成品牌效应,并与硒砂瓜、枸杞等成为了宁夏中卫的产品名片,保证了产业园的客源以及产品的销售。

4.2.2 劣势

1) 自然条件差

该区域属于扬黄灌区,土地盐渍化严重。同时降水少,蒸发量大,土壤保水性能差,不利于植物和作物的生长。

2) 环境恶劣

项目区植被稀疏,沟壑纵横,水土流失严重。且原有的防护林带由于树木老化、死亡等,起不到防护作用,使得产业发展缺少绿色屏障,对不良环境的抵抗能力较差。

3) 生产技术劣势

生产技术落后,品种和生产模式单一,产品附加值低,受市场波动等外界因素冲击大。

4.3 项目定位

中卫市苹果产业观光园规划基于当地农业产业和农业观光园的基本特征,遵循因地制宜、突出特色、低碳环保、科学发展等原则,通过节水农业、立体农业、设施农业、循环农业、观光农业等低碳农业技术的应用,克服产业发展劣势,充分发挥本地观光园建设优势,打造一个集苹果标准化栽培、采摘体验、观光休闲、加工等功能为一体的复合型农业观光园。

4.4 总体布局与功能区规划

4.4.1 总体布局

中卫市苹果产业观光园总体布局为“一圈、两带、六区”(图 1)。一圈指生态防护圈,每侧防护林带宽约 6 m,栽植 2 行新疆杨+2 行合作杨,为园区苹果产业发展提供绿色屏障;两带指乱壕沟游憩观光带和产业园区苹果文化景观带;六区指苹果种植区、仓储加工区、生态防护区、游憩观光区、综合管理区、科技试验区等六大功能区。

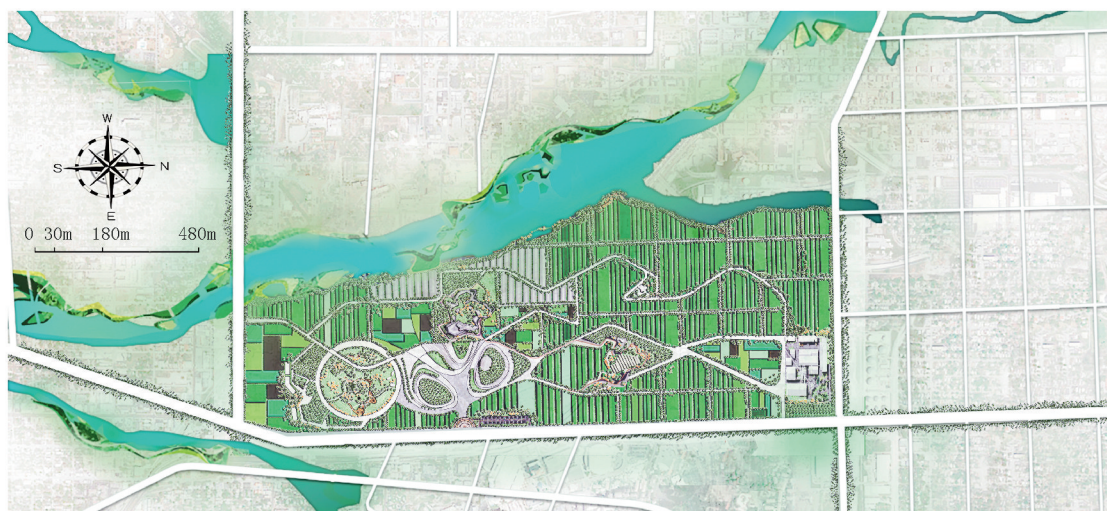


图 1 中卫市苹果产业观光园平面图

Fig. 1 Plan of apple industry sightseeing garden in Zhongwei City

4.4.2 功能区规划

根据项目区气候特征、场地现状以及产业发展需求等将观光园划分为苹果种植区、仓储加工区、生态防护区、游憩观光区、综合管理区、科技试验区等六大功能区(图 2)。

1) 综合管理区

综合管理区是农业观光园运营管理的核心,主要负责园务管理、接待服务、产品展示与销售、技术

培训、员工生活等。综合管理区规划于主入口处,占地面积一般不超过园区面积的 10%。

综合管理区负责园内种植、采摘、加工、贮藏、包装等活动,是农业观光园市场开拓、产品销售的重要窗口,也是游人对农业观光园的首要感官印象。在综合管理区规划过程中,不仅要综合考虑管理区的基本功能,也要注重外环境的营造,包括建筑物的外形、色彩、绿地面积、景观小品、道路广场等。通过回

族文化、沙漠文化、苹果文化等的提炼,使建筑和景观的营造烘托园区文化环境,成为构景元素和游览

对象(图 3)。

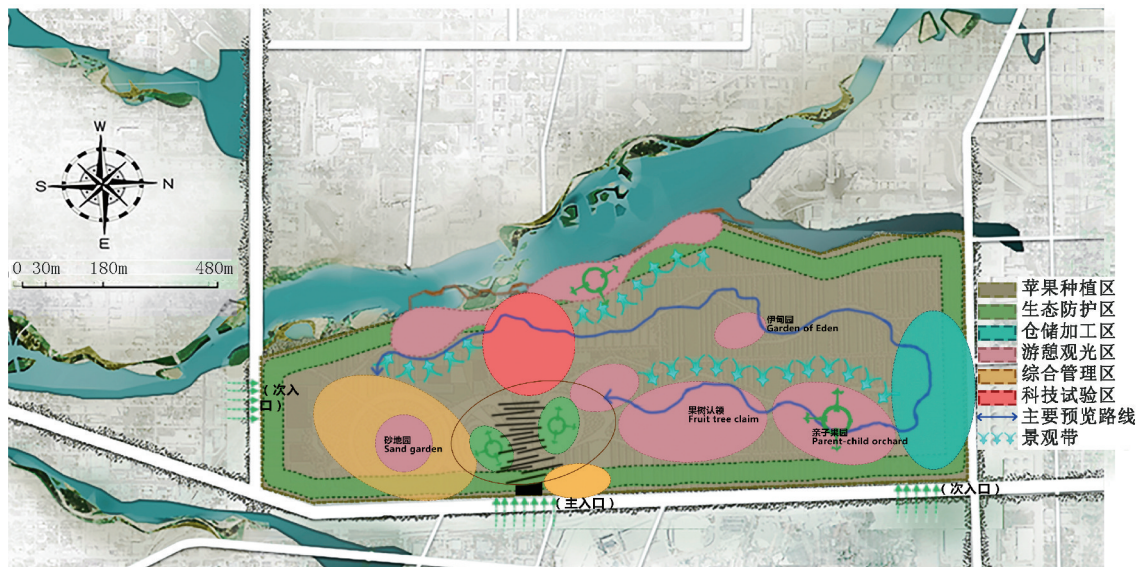


图 2 中卫市苹果产业观光园功能分区

Fig. 2 Function division of apple industry sightseeing garden in Zhongwei City



图 3 综合管理区建筑及小品意向图

Fig. 3 Design drawing of buildings and sketches in comprehensive management area

2) 苹果种植区

苹果种植区包括标准化苹果种植和特色苹果种植,融合了生产、观光、生态等功能,占地面积约为园区面积的 70%,是苹果观光园的主体部分。

标准化苹果种植区主要有 3 种植模式。①矮砧苹果种植。该模式养护管理较少,同时具有低碳、高产、结果早等优点,可用于采摘体验区。在矮砧苹果树冠下,可种植耐旱能力强的绿肥植物如毛叶苕子、野苜蓿等,既可以改善土壤的理化性质,也能促进果树的根系生长。②苹果和具有吸纳盐碱作用的经济作物混植,如黄须菜、盐蒿、多变小冠花、补血草、商陆、油莎豆等,能综合利用有限空间,提升产业园综合效益。③苹果种植、饲草种植和养殖结合的种养混合模式,如柠条、苜蓿、蜜蜂、鸡禽等,应用循

环农业发展理念,提高土地资源的利用率。

特色苹果种植区主要指盆景苹果、无土栽培苹果等。盆栽苹果对场地要求不严,布设于土壤贫瘠但相对平坦区域,拓宽了苹果的种植范围,并用我国传统的盆景造型艺术进行整形修剪,具有较高的观赏价值和食用价值,可摆放于庭院、厅堂、阳台等处;无土栽培苹果采用珍珠岩、蛭石、树皮、木屑等做基质,通过营养液等提供养分,是一种非常适合于室内种植与养护的苹果种植模式,同时能实现农业有机废弃物的综合利用,具有广阔的发展前途。

苹果种植区是产业园的主要耗水区,主要面临节水和改良土壤等问题。种植节水主要采用渗灌技术,减少水分蒸发以及水分输送过程中的水头损失,具有良好的节水效果。并结合园区北侧的壕沟,有

效地积蓄雨水,提高雨水的利用率。不同果树和不同的生长阶段对水分的要求不同,苹果树灌溉可集中于萌芽至开花期、新梢生长和幼果膨大期、果实迅速膨大期、采果后入冬前等时期。土壤改良主要涉及盐碱地土壤,综合考虑园区特殊的气候条件和资源等,采用场地平整、沙压、植物中和等免耕少耕的盐碱地治理方法。

3) 科技试验区

科技试验区主要用于新品种的研发、引种驯化、农业节水技术的实验等,占地面积约为总面积的 7%,设置于相对隐蔽的综合管理区北侧,避免遭到外来干扰。该功能区可与科研院校及科技公司等合作,聘请技术研究人员进行技术服务与技术创新研究等。

4) 嘉年华娱乐区

嘉年华娱乐区包括游憩休闲、果树认领、亲子果园、伊甸园等,分布于综合管理区附近,占园区面积的 8%。

游憩休闲区用于园内游客集散、休闲、苹果文化体验等,可将当地人文历史与民俗文化融入其中,形成地域文化景观,以提升其景观品味。通过雕塑、文

化墙、景观柱、苹果形建筑小品等,突出观光园苹果文化主题。并配置具有较高观赏价值的典型荒漠植被怪柳、龙舌兰、枸杞、沙棘、沙拐枣、梭梭、半日花、小叶杨、柠条等,营造西北干旱区特有的植物景观面貌。

果树认领区可结合不同品种划定区域展示栽培,进行苹果树编号认领,并通过大数据平台“数字果园客户端”实施精细化管理与操作,园区可代理修剪、施肥、采摘等业务,使游客足不出户就能享受到田园耕作的乐趣。

亲子果园通过苹果采摘活动、童话场景营造活动、家长和孩子互动性娱乐活动、帐篷露营等为家庭提供亲密交流的平台,体验“采菊东篱下,悠然见南山”的桃源生活。

伊甸园是专为青年男女打造的集相亲、恋爱、婚纱摄影、举办婚礼等功能为一体的空间场地。提取世界传说亚当夏娃典故文化元素,营造浪漫爱情文化氛围,并通过地形、植物、山石、水体、梦幻欧式建筑等园林要素,营造浪漫温馨、灵动自然的空间氛围(图 4)。

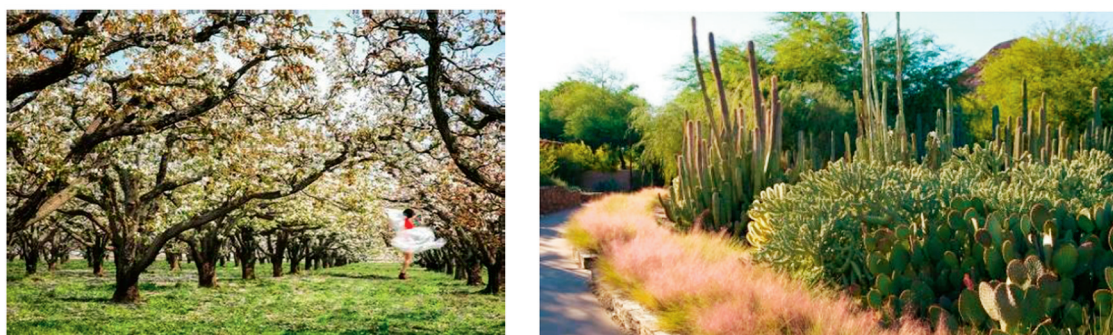


图 4 嘉年华娱乐区意向图

Fig. 4 Design drawing of Carnival area

5) 仓储加工区

仓储加工区包括仓储物流和产品加工。该功能区对场地位置要求不严,选择地势平坦干燥、通风良好、土壤相对贫瘠、地理位置偏僻的区域,并紧邻观光园次入口,便于农资和产品的运输,约占园区面积的 5%。

仓储物流区域包括农资农具、农产品及其加工品的储藏和转运等,农机具、生产资料的储藏根据生产规模等设计库房的大小和外观,保证基本的生产活动和资源的充分利用。产品加工区包括农产品加

工、分级包装、质量检测等。仓储库房区与产品加工区紧密相邻,方便加工产品及农产品的转运。

该区域为园区的主要能源消耗区,可引进先进的可再生能源理论和技术,充分使用清洁、无污染、可再生的太阳能、风能、地热能等。其运行以市场为导向,并借鉴先进的产品加工系统、物流工艺系统和管理系统等,以提升产品加工、运输和储藏效率,打造优质高效、生态安全的农产品仓储加工基地,提升农业产业化水平和产品品牌效应,增强产品市场竞争力。

6) 生态防护区

生态防护林能防止风沙侵袭、改良土壤和局部生态环境等,是防治风沙灾害、保证生产安全最有效的措施^[24]。

园区多风沙天气,气候环境恶劣。生态防护林的设置根据当地的气候特点,采用防护林带+防护林网混交方式,营造疏透结构林带,以增强其防风效果。选择耐旱、耐风沙的新疆杨、合作杨,以2行新疆杨+2行合作杨、株数比6:4混合种植,防治水土流失和土地退化。在满足其生态功能的基础上,可结合生产功能和景观功能,种植沙棘、云杉、五角枫等,提升其综合效益。

4.5 分项规划

4.5.1 道路系统规划

农业观光园道路系统规划要注重生产管理 with 游览路线组织的有机结合。合理的道路系统规划既有利于田间管理和生产作业,也便于引导游客安全快捷地到达各个不同功能区域。园内道路主要规划为主干道、次干道、生产路以及景观游步道等。①主干道布置成环状,位置适中,宽约12 m,为一板两带式结构,可供货运车、生产用车、观光游览电瓶车、自行车等通行,是各功能区通往外界的主要通道。②次干道宽6 m,结合园区各功能分区特点,布置成棋盘状或绞索状,并与主干道连通,可供生产管理用车、游览电瓶车、自行车等通行。③生产路也叫田间作业路,是种植小区的分界线,一般与主干道和次干道垂直连接。根据田间作业要求设置道路宽度,机械化程度高的区域道路宽度可达2.5 m,一般田间道路为1.5 m左右,满足人工及小型机械的通行。④景观游步道规划设计根据景观功能分区以及景观节点设计布置,考虑景观序列和功能空间的组织作用,更要考虑其生态功能,创造安全、便捷、美观、生态的道路系统。

4.5.2 灌溉系统规划

园区属于干旱半干旱地区,降雨少、蒸发量大,因此,园内灌溉系统的规划要综合考虑节约用水、减少水分蒸发、增加土壤保水量等。灌溉系统的规划可与道路系统规划相结合,利用二十四支渠建立以渗灌为主的节水灌溉系统。为减少不必要的水分流失,灌溉系统采用管网灌溉的形式,包括干管、分干管、支管、滴灌管等。根据场地内地形,将干管和支管采用鱼骨形布置在远处,以减少沿程水头损失。干管、分干管均为埋地管,支管布置于地面。并利用乱壕沟修建拦水坝、蓄水池等水利设施,便于蓄积地

表水补充园区灌溉用水,体现低碳节约理念。

4.5.3 园内绿地植物规划

园内绿地包括道路绿地、厂区绿地、主入口及广场区景观绿地、乱壕沟生态绿地等。①道路系统绿地植物规划以冠大荫浓、树干通直的乔木为主,适当结合景观效果好的花灌木,如香花槐+连翘、千头椿+榆叶梅、紫叶李+贴根海棠、复叶槭+珍珠梅等,构成连续的景观序列。②厂区绿地植物选择干净整洁、景观效果好的乔、灌木及地被植物,如云杉、白蜡、龙爪槐、国槐、金叶榆、金丝柳、紫叶李、美人梅、香茉莉、红刺玫、贴根海棠、连翘、丁香、木绣球、紫叶矮樱等。③主入口及广场区景观绿地根据场地场景需求、文化需求等选择以乡土树种为主的园景树,如云杉、侧柏、油松、樟子松、旱柳、楸树、复叶槭、五角枫、白蜡、金叶榆、小蜡、紫叶小檗、迎春、红瑞木、金银木、新疆卫矛、牡丹、芍药、月季、绣线菊、凌霄、五叶地锦、山荞麦等。④乱壕沟生态绿地运用生态学理论与园林艺术设计方法,构建乱壕沟沟道两侧绿地景观及其湿地景观。乱壕沟两侧绿地植物选择可参照主入口及广场区景观绿地植物规划;湿地景观植物系统体系结合当地自然条件构建,在近水湿地选择有一定耐旱能力的植物如芦苇、千屈菜、香蒲、水红蓼等草本植物和杞柳、紫穗槐、丝棉木、绦柳、火炬树、怪柳等木本植物;水体内选择水生植物如黄菖蒲、荷花、香蒲、千屈菜、再力花、荇菜等。

5 结语

通过分析,干旱地区农业观光园的规划应坚持因地制宜,科学发展观,生态、社会与经济三大效益相结合等原则;以资源环境保护为前提,以全方位多元化经营模式为构架,以现代农业高新技术为支撑,以乡村生态旅游为引擎,以经济发展为目标,准确定位发展方向,合理开发利用当地资源,科学规划产业类型。通过科学合理的功能分区和空间布局来疏通整个园区脉络,实现干旱地区产业的持续稳定发展,为干旱地区综合效益的稳步提升做引领示范。

参考文献:

- [1] 刘仁志,倪晋仁. 中国滑坡崩塌危险性区划[J]. 应用基础与工程科学学报, 2005, 13(1): 9-18.
- [2] 郑剑锋. 内陆干旱区河流取水权初始分配研究——以玛纳斯河取水权初始分配研究为例[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2006.
- [3] 吉世虎,唐艳,张君. 旅游导向的农村新型社区营造模

- 式探讨——以河北石家庄鹿泉区阎同村为例[J]. 科技经济市场, 2016, 31(7): 137-139.
- [4] VEECK G, HALLETT IV L, CHE D, et al. The economic contributions of agricultural tourism in Michigan[J]. Geographical Review, 2016, 106(3): 421-440.
- [5] TRUKHACHEV A. Methodology for evaluating the rural tourism potentials; A tool to ensure sustainable development of rural settlements[J]. Sustainability, 2015, 7(3): 3052-070.
- [6] 蒋志远. 新疆观光农业发展的 SWOT 分析及对策研究[J]. 农业经济, 2016, 36(4): 33-5.
- [7] 赵昕, 任志远. 榆林毛乌素沙地农业生态科技园建设初探[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(5): 151-156.
- [8] 叶达, 吴克宁, 刘霏珈. 半干旱区农业开发土地资源生态安全评价——以宁夏孙家滩国家农业科技园区为例[J]. 环境科学学报, 2016, 36(3): 1099-1105.
- [9] GARAU C. Perspectives on cultural and sustainable rural tourism in a smart region; The case study of Marmilla in Sardinia (Italy) [J]. Sustainability, 2015, 7(6): 6412-6434.
- [10] 赵文怡, 车代弟. 北方城郊型观光农业园规划初探[J]. 农业经济, 2017, 37(1): 112-113.
- [11] 邱梦洋, 王雨薇, 刘慧婧, 等. 基于生态理论的花海主题农业观光园植物景观设计初探[J]. 农业经济, 2017, 37(11): 24-25.
- [12] 徐宏. 贵州麻江县特色蓝莓产业观光园规划设计研究[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(3): 204-207, 211.
- [13] 蒋娟娟. 广西桂林生态观光茶园的规划设计[J]. 福建茶叶, 2016, 38(12): 106-107.
- [14] 严军, 侯源远, 张仲昊. 基于 GIS 的农业观光园生态适宜性评价与规划——以安徽省庐江农业观光园为例[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12): 520-524.
- [15] BLANCAS F J, LOZANO-OYOLA M, GONZÁLEZ M, et al. How to use sustainability indicators for tourism planning; the case of rural tourism in Andalusia (Spain) [J]. Science of the Total Environment, 2011, 412(7377): 28-45.
- [16] 丁金胜. 循环经济主导型农业生态园的规划设计研究[J]. 中国农业资源与区划, 2015, 36(4): 140-144.
- [17] 何龙斌. 产业转移与西部地区循环经济产业园区建设[J]. 科技管理研究, 2013, 33(10): 102-105.
- [18] 李鸿杰. 西北半干旱山区基于果园的循环型复合生态农业系统化设计与实践[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(5): 60-64, 124.
- [19] 芮敏敏, 李东海. 干旱半干旱地区的抗旱造林技术浅析[J]. 工程技术: 全文版, 2016, 8(11): 265.
- [20] 史炜. 西北经济发展的现状、问题与前景[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 1997, 38(2): 16-20.
- [21] 王越, 王还珠, 赵华. 黄土高原水土保持世行贷款项目促进了区域经济的可持续发展[J]. 中国水利, 2005, 56(12): 19-20.
- [22] 西北地区农业发展研究报告[EB/OL]. [2018-11-16]. <https://max.book118.com/html/2012/0705/2360011.shtml>.
- [23] 王芳. 宁夏引黄灌区桑树栽培技术要点[J]. 北方蚕业, 1996, 17(3): 24-26.
- [24] 于建权, 肖映秋, 陈新, 等. 半干旱风沙区疏林式草牧场防护林的土壤改良效应[J]. 东北林业大学学报, 2001, 29(2): 55-58.

(责任编辑 杨竣熔)

(上接第 176 页)

正是为了适应这种社会需求。

另外, 植物园在规划建设时应考虑现代审美和观赏功能, 因地制宜布置景点^[7]。巴山珍稀植物园在规划建设中借鉴了市政公园的景观设计手法, 同时还增加了开放式的景区服务设施, 做到了以人为本。植物园自建成开放以来, 受到社会各界好评, 成为当地中小学生群体的生态教育基地, 取得了良好的社会效益与生态效益。

参考文献:

- [1] 李爱平, 王晓江, 萨仁, 等. 从植物园功能建设谈植物种质资源持续发展[J]. 内蒙古林业科技, 1999(2): 9-12.
- [2] 陈黎磊. 资溪珍稀植物园建设构想[J]. 江西林业科技, 2013(2): 29-1.
- [3] 王浩, 毛峰, 苏文松, 等. 植物园规划设计的地域性特色塑造方法[J]. 规划师, 2009(2): 44-48.
- [4] 刘晓红. 本土植物在现代城市地域特色园林景观设计中的作用[J]. 中外建筑, 2009(8): 126-128.
- [5] 全磊. 植物园地域规划建设研究——以铜川市植物园为例[J]. 绿色科技, 2013(2): 113-114.
- [6] 阙欣欣, 黄莹. 植物园地域性特色设计研究[J]. 北方园艺, 2013(1): 82-84.
- [7] 黄莹, 潘家勇, 邓荣艳. 桂林桂花博览园的设计与构思[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2004(S1): 109-111.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.034

生态学理论在昆明市园林绿化中的应用前景展望

熊凌¹,王革²

(1. 昆明市盘龙区绿化工程服务中心, 云南 昆明 650031; 2. 云南省林业调查规划院, 云南 昆明 650051)

摘要:将生态学理论应用到城市园林绿化中是发达国家正在推进的方向,生态学理论的应用可以将城市园林绿化融入大的生态环境中,实现人与自然平衡发展,和谐共生。昆明市具有良好的自然条件和生态环境,园林绿化具有较好的基础。文中从生态平衡理论、生物多样性理论、斑块—廊道—基质理论和恢复生态学原理等几个方面进行应用分析,提出管理部门高度重视,加大人才培养力度,先行改造,加大动物生态系统培育等建议。随着社会经济的快速发展和管理部门的高度重视,昆明市率先将生态学理论应用于园林绿化中必将前景广阔。

关键词:生态学理论;园林绿化;生态平衡;生物多样性;生态恢复;动物生态系统;昆明市

中图分类号:S731.2;S718.5 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0185-04

引文格式:熊凌,王革. 生态学理论在昆明市园林绿化中的应用前景展望[J]. 林业调查规划, 2019, 44(3): 185-188.

XIONG Ling, WANG Ge. Application Prospect of Ecological Theory in Landscaping in Kunming[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 185-188.

Application Prospect of Ecological Theory in Landscaping in Kunming

XIONG Ling¹, WANG Ge²

(1. Greening Engineering Service Center of Panlong District, Kunming 650031, China;
2. Yunnan Institute of Forestry Inventory and Planning, Kunming 650051, China)

Abstract: The application of ecological theory in urban landscape greening is the developing direction of developed countries, which can integrate urban landscape greening into the large ecological environment to achieve the balanced development and harmonious coexistence between human and nature. The natural conditions and ecological environment are favorable in Kunming with the good foundation of landscaping. This paper analyzed the application of ecological balance theory, biodiversity theory, patch-corridor-matrix theory and ecological restoration principle, and put forward suggestions from raising the attention of management department, strengthening personnel training, and enhancing the cultivation of animal ecosystem. With the rapid development of social economy and the high attention of management department, the application of ecological theory in landscape greening which was taken the lead in Kunming would have broad prospects.

收稿日期:2018-11-19.

第一作者:熊凌(1979-),女,湖北宜昌人,高级工程师.主要从事城市园林绿化管理、规划设计和项目运营管理工作. Email: 330516639@qq.com

责任作者:王革(1975-),男,陕西靖边人,高级工程师.主要从事林业调查规划、自然生态保护和城市林业研究工作. Email: 593317195@qq.com

Key words: ecological theory; landscape greening; ecological balance; biodiversity; ecological restoration; animal ecosystem; Kunming City

近年来,随着我国经济的快速发展,城市化进程加快,人们生活水平稳步提高,对生活质量的要求也越来越高。特别是生活在大城市的居民,日常面对更多的是钢筋、水泥和玻璃幕墙建造的建筑物,对以植物为主的园林绿化需求强烈。随着我国城市建设中对园林绿化的重视和投入的加大,在城市园林绿化中如何融入生态学理念,杜绝出现千城一篇的绿化景观以及在园林绿化只注重一时的景观美感而忽视人造景观的生态功能和生态价值,对未来城市园林绿化发展具有重要作用。

1 生态学理念

生态学理念的主旨是在一定的系统内根据系统具有自我修复调节的功能,在一定程度上保持系统内生物多样性,维持系统内生态稳定,可以通过在人为的因素下创建和维护系统内生态平衡,实现系统内高效充分的生态平衡,实现可持续发展^[1]。

2 城市的生态园林绿化概念

生态园林绿化是当代城市园林绿化建设的发展趋势,以保持生态平衡、美化城市环境为主导思想,遵循生态学原理,对自然环境进行保护和再改造,建立城市绿化系统,在园林绿化中建立多层次、多结构、多功能的植物群落,以达到顺应自然、提高环境质量、有益于人们身心健康的园林绿化方案与措施^[2]。生态学理论在城市园林绿化建设中的应用,强调和遵循自然界的生态规律,强调人与自然的和谐共生、互惠互利,重点关注生态平衡和生物群落、布局结构、景观等方面的多样性,实现生物间的互惠共生,生态环境的可持续发展。

3 昆明市概况

昆明市位于我国西南云贵高原中部,主城中心位于北纬 25°02'11",东经 102°42'31",南濒滇池,三面环山,城区集中在滇池平原。昆明市是中国面向东南亚、南亚开放的门户城市,国家历史文化名城,是中国重要的旅游、商贸城市。昆明市属低纬度亚热带—高原山地季风气候,由于受印度洋西南暖湿气流的影响,日照长、霜期短、年均温 15℃,年均日照时间 2 200 h 左右,无霜期 240 d 以上。昆明市中

心海拔约 1 891 m,全年温差较小,市区年均温在 15℃左右,气候温和,夏无酷暑,冬无严寒,四季如春,气候宜人,年降水量 1 035 mm,具有典型的温带气候特点,城区温度在 0~29℃之间,年温差为全国最小,气候特征在全球少有,鲜花常年开放,草木四季常青,是著名的“春城”、“花城”。

截至 2017 年末,昆明市常住人口 678.3 万人。其中城镇常住人口 488.72 万人,2017 年全年地区生产总值(GDP)4 857.64 亿元,全市常住人口人均生产总值 71 906 元,增长率达 8.9%,年末建成区绿地总量为 16 011 hm²,城镇常住人口人均绿地 32.76 m²^[3]。在全国省会城市中处于领先地位。1999 年,我国首次承办的世界园艺博览会在昆明市举办,将昆明市乃至我国园艺和园林绿化事业的发展推向一个新的高度,为昆明市实现城市园林绿化生态化奠定了基础。

4 生态学理论在昆明市园林绿化中的应用前景展望

4.1 生态平衡理论应用

生态平衡是指生态系统在一定时间内结构和功能的相对稳定,其物质和能量的输入与输出接近相等^[4]。要求不同的生物之间、不同的种群之间能够通过物质循环和能量流动等保持一定时期内的相互协调和适应的状态,当系统受到外来干扰时能够通过这一协调性使系统状态自然调整到初始稳定的状态中。昆明市在未来的城市绿地规划中应强调园林绿化的结构、布局与城市功能分区的协调统一,使城市绿地形成人工创造的自然环境。可以充分利用环滇池湿地公园、多条穿越主城区的入滇河流沿线,合理配置湿地、水生生态景观,与现有城市中心绿地、近郊森林公园以及面山森林植被形成生态协调系统。

4.2 生物多样性理论应用

生物多样性是生命有机体及借以生存的复合体的多样性与变异性,包括所有植物、动物和微生物物种以及所有生态系统及其形成的生态过程。城市园林绿化生物多样性主要通过生物群落多样性、景观类型多样性、形态结构多样性和植物功能多样性体现。

4.2.1 生物群落多样性

城市园林绿化需要多种植被以及各种相适应的生物,从而创造一个丰富的群落和充实的生态系统,这些生物群落需要在生存和生长上有相互促进的作用,能够适应这个生态环境,能够达成一个和谐的生态系统^[5]。在物种方面要利用不同的植物合理配置,充分利用不同的资源条件因地制宜,同时避免自然灾害或者病虫害的单一、毁灭性侵害,增强植物群落的抗逆性。昆明市地处全球生物多样性最为丰富地区之一的云南省中部,在生物多样性方面具有得天独厚的优势,在城市园林绿化中引导乡土树种的应用和本地特有植被类型与生物群落的恢复推广具有良好的条件。要吸取过去盲目引进外来树种导致的城市园林绿化树种在遇到低温、干旱等自然灾害发生时植物大面积死亡以及外来树种病虫害发生频率高、防治难度大的教训,积极推广乡土树种的应用,营造本地适生的生物群落和生态系统。

4.2.2 景观类型多样性

景观多样性是根据建设和引入相应的设施和群落进行合理地配置,通过丰富多彩的搭配,开发出相应的观赏性强的区域,打造鲜明的特色,满足人们对美的视觉需求,吸引人们的注意力和对环境的关注度。大自然赋予了昆明市美丽的湖光山色和宜居气候,使其享有世界“花都”、“春城”等美誉,国家级历史文化名城的深厚底蕴,使城市园林绿化景观具有鲜明的地方特色。历史上遗留了大观楼、金殿等具有代表性的滇派园林巨作,今天依然是游客和市民推崇的特色景观,作为国际著名旅游城市,多样而富有特色的城市园林绿化景观是留给游客的第一感官体验,也是游客永远的记忆点和再次光顾与深度体验的基础条件。

4.2.3 形态结构多样性

城市园林绿化时,要充分利用生态系统内所有空间资源,将丰富的植物群落通过合理的铺垫和布局对区域进行进一步的科学划分,通过不同生态型、生活型植物的合理搭配,使景观错落有致,同时要利用不同层次的空间资源、光照资源、养分资源、水分资源,实现能源的高效利用。昆明市地处低纬度高原,光照资源充分,雨量充沛,上层植被、灌木层、花卉、草本、水生植物种类多、花期长,适合不同季节和多层次景观的营造。

4.2.4 植物功能多样性

植物功能多样性是指通过具有不同生态功能的植物组合配合,改善局部小气候,影响城市热岛的分

布格局,降低挟菌含量,净化气态污染物^[6],营造出适宜人类居住、游憩、观赏的园林景观。昆明市太阳光照强烈,紫外线辐射大,非机动车和人行道行道树种选择要优先考虑冠幅大、遮阴效果好的树种,居住小区绿化要考虑有利于驱逐蚊虫和花香、花粉适宜的树种,避免对人们日常生活造成困扰。具有特色的核桃等干果树种和梨、桃等水果的适当配置,可以增加城市园林绿化的功能性。

4.3 斑块—廊道—基质理论应用

园林景观的基本结构由斑块、廊道、基质组成,与周围背景相异、较为均质、呈非线性的区域即为斑块;与相邻两边环境不同,且较为狭长的地带是廊道,而分布最广泛、连续性最大、作为景观背景存在的结构则为基质。斑块、廊道的合理布局 and 链接,对植物授粉、种子自然传播以及动物、昆虫和微生物的迁徙具有重要作用。科学的布局会使人们视觉得到美的享受,功能得到充分利用。由斑块、廊道构成的绿地生态系统能够起到掩盖建筑物基质的作用。昆明市主城区建筑物密集,人口密度大,绿地斑块的合理规划布局需求强烈,利用城中村改造、老旧工厂与小区改造的契机,绿地斑块合理化布局具备了一定条件,通过对现有掩盖河道改造,形成水域、湿地廊道贯通。

4.4 恢复生态学原理应用

恢复生态学是研究生态系统退化的原因、退化生态系统恢复与重建的技术和方法及其生态学过程和机理的学科。恢复已被用作一个概括性的术语,包含重建、改建、改造、再植等含义,一般泛指改良和重建退化的自然生态系统,使其重新有益于利用,并恢复其生物学潜力,也称为生态恢复。生态恢复最关键的是系统功能的恢复和合理结构的构建^[7]。昆明市在大规模的城市化进程前,是著名的高原水乡,截至2017年,依然有36条主要入滇河流。近年来随着城区面积的快速扩张,许多穿城而过的河道被硬化、覆盖甚至人工改道,对自然水流及流域沿线湿地生态系统造成极大的破坏。目前,翠湖周边洗马河等河流逐步开始恢复,盘龙江沿线部分地段石砌河道也逐步拆除,河道两岸湿地生态系统正在恢复。此外,城市建设中由于建筑材料的大量需求,城市面山采石行为破坏了原有良好的植被生态系统,目前废弃矿山植被恢复迫在眉睫,恢复过程中一定要重视恢复生态学原理的应用。

5 建议

5.1 管理部门高度重视

将生态学理论应用在城市园林绿化中,政府起到关键的主导作用。政府下属的规划、住建、园林绿化等部门要有高度的认识,在前置规划等环节做到先期引导,具备一定条件后通过制定规章制度和地方行政立法等多种手段推动。对政府相关职能部门决策者及时进行生态学理论专业知识的培训,生态学素养的培植,在决策层实现思想统一,强力推进。

5.2 加大人才培养力度

要求在昆明市从事园林绿化事业的景观规划师、园林设计师、工程师必须具备综合的生态学理论知识,鼓励和引导城市园林绿化主体景观缔造者开展实验示范和样板工程建设。注重高校、技校等园林绿化专业人才培养中生态学理论知识的学习,从源头培植专业人才生态素养。

5.3 先行改造

及时对现有具备条件的城市绿地系统、城市公园、植物园、高校校园等园林绿化景观进行生态化改造、培植,减少人为的干扰,逐步实现自然演替。对部分由于树种等选择不当,需要大量人工辅助养护的景观绿地,逐步应用生态学原理进行改造。

5.4 加大动物生态系统培育

目前我国城市园林绿化以植物培植为主,对小型哺乳动物、鸟类、昆虫、微生物生境营造考虑不足,生态系统类型单一,建议建立复合生态系统,为动物融入生态系统创造条件。

5.5 培植全民生态素养

加大全民生态学知识的普及宣传,让广大市民了解自然、尊重自然、顺应自然,自觉维护生态平衡,实现人与自然的互惠共生。

6 结语

党的十八大报告对推进中国特色社会主义事业作出“五位一体”总体布局,生态文明建设是其中重要组成部分,随着我国社会、经济的快速发展,将生态学理论应用到城市园林绿化中是未来发展的必然趋势。在云南省争当全国生态文明建设排头兵的行动中,昆明市已具备了一定的基础,率先将生态学理论应用到城市园林绿化中前景广阔。

参考文献:

- [1] 文友. 生态学理论在城市园林绿化中应用研究[J]. 北京农业, 2015(11): 70-71.
- [2] 何文亮, 罗志远. 试论生态园林理论的实践应用[J]. 山西建筑, 2007, 33(25): 344-45.
- [3] 孙岩, 杨军, 卓文飞, 等. 生态学理论在城市园林绿化中的应用研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(15): 161-164.
- [4] 苏以江. 生态学理论在城市园林绿化中的应用与实践探析[M]. 低碳世界, 2016(10): 257-258.
- [5] 张浩, 王祥荣. 城市绿地的三位生态特征及其生态功能[J]. 中国环境科学, 2001, 21(2): 101-104.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 138 页)

现有的砂仁种植地必须在保护的基础上进行合理利用,在管理砂仁种植地的时候尽量保留林下植被,从而实现保护与发展的可持续性。

5.4 加强对早期砂仁种植地的管理

1) 在保护区核心区、缓冲区内严格禁止种植砂仁;对于早期种植在核心区的要坚决清除,在缓冲区的要控制现有面积,不准更新和管理。

2) 加强对实验区种植地的管理,严禁扩大种植面积,对现有种植地要与种植户签订保护区资源安全管理的协议。

3) 加大巡护和执法力度,对新种植砂仁的予以严厉处罚,并且责其恢复森林,以严格控制砂仁种植地不再扩大。

参考文献:

- [1] 国家林业局昆明勘测设计院,西南林学院,西双版纳自然保护区管理局. 西双版纳国家级自然保护区总体规划(2005-2015)[Z]. 2005. 37-8.
- [2] 西双版纳自然保护区考察团. 西双版纳自然保护区综合考察报告集[C]. 昆明:云南科技出版社,1987:33-4.
- [3] 吴兆录. 西双版纳国家级自然保护区管理成效评价[M]. 北京:科学出版社,2008:115-116.
- [4] 西双版纳傣族自治州人民代表大会常务委员会. 云南省西双版纳傣族自治州自然保护区管理条例[S]. 1992.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.035

三台县国家柏木良种基地种子园经营管理实践

谯万智¹, 张庆辉², 刘高亮², 王峰¹

(1. 四川省林业调查规划院, 四川 成都 610081; 2. 三台县林业局, 四川 绵阳 621100)

摘要:种子园是获得林木良种的重要基地。文中简述三台县国家柏木良种基地建设情况,对经营管理中存在的缺少经费、经营停滞不前,按生产营林模式建设、种子产量低,以“表型”性状显著的优树作为建园遗传材料,未开展遗传测定等问题进行分析;对种子园实施土壤管理、病虫害防治、留优去劣疏伐、树体管理和升级换代等集约化精细化经营管理措施效果进行总结。提出对种子园进行升级换代,加强种子调剂,完善储备制度等建议。

关键词:柏木种子园;经营管理;集约精细化;升级换代;三台县

中图分类号:S791.41;S722.83 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0189-04

引文格式:谯万智,张庆辉,刘高亮,等.三台县国家柏木良种基地种子园经营管理实践[J].林业调查规划,2019,44(3):189-192,198.

QIAO Wanzhi, ZHANG Qinghui, LIU Gaoliang, et al. Management Practice on Seed Orchard of *Cupressus funebris* Fine Varieties in Santai County[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 189-192, 198.

Management Practice on Seed Orchard of *Cupressus funebris* Fine Varieties in Santai County

QIAO Wanzhi¹, ZHANG Qinghui², LIU Gaoliang², WANG Feng¹

(1. Sichuan Forestry Inventory and Planning Institute, Chengdu 610081, China;

2. Santai Forestry Bureau, Mianyang, Sichuan 621100, China)

Abstract: Seed orchard is an important base to obtain improved tree species. This paper briefly described the construction of national fine-varieties base of *Cupressus funebris* in Santai County, and analyzed the problems in the operation and management such as insufficient fund, stagnant operation, construction with mode of production and forest management, low seed yield, using excellent “phenotypic” trees as genetic materials, and not carrying out genetic determination. Based on the summary for the effects of intensive and fine management measures such as soil management, pest control, thinning, tree management and upgrading, some suggestions were put forward including upgrading seed orchard, strengthening seed regulation and perfecting reserve system.

Key words: seed orchard of *Cupressus funebris*; management; intensive refinement; upgrading and updating; Santai County

林木良种是林业发展的战略资源和重要基础。推进林木良种化进程,是提高森林资源质量和林地

生产力,促进林业发展方式转变和林农增收,满足社会发展对林业多样化需求,实现林业发展目标

收稿日期:2018-12-12.

第一作者:谯万智(1968-),男,四川西充县人,高级工程师。主要从事森林资源调查与生态监测等工作。Email:465067807@qq.com

带有根本性和战略性的选择^[1]。建设林木良种基地是应用先进技术,采用科学管理方法生产遗传品质优良的繁殖材料基地,是获得良种重要途径,也是林木育种界视为不可缺少的手段。林木良种基地主要包括母树林、种质资源收集区、优树收集区、采穗圃、种子园、种源试验林、子代测定林、试验示范林等^[2]。其主要任务是:树种的种质资源引进、良种选育、良种种植材料的生产供应,将选育出的优良繁殖材料或其它优良繁殖材料按照技术标准或规程建立采种林(或采穗圃);通过集约经营,提高良种产量,直接为造林绿化和育苗提供品种对路、数量充足的林木良种和优良穗条。

柏木(*Cupressus funebris*)是我国特有的传统珍贵造林树种^[3],其自然分布范围广,适应性强,材质优良,生长较快,综合利用价值高,生态、经济和社会效益显著,已被列入《国家储备林树种目录》。柏木既是四川钙质紫色土区和石灰岩地区不可替代的主要造林树种,也是《四川省工业原料林培育业发展规划(2004-2010年)》和《四川省珍稀树木发展规划(2011-2020年)》确定的目标发展树种。

四川省林木种苗站于1984年在全省范围内组织开展了柏木优树选择,并以此为契机于1985年在三台县金鼓乡建设了柏木种子园。2009年,该种子园被国家林业局确定为第一批国家重点林木良种基地,也是目前我国仅有的2处国家级柏木良种基地之一。现已建成柏木良种基地45 hm²,其中:种子园28.4 hm²、优树收集区3 hm²、子代测定林11.4 hm²、示范林2.2 hm²。

三台县柏木种子园建园后,由于缺乏后续资金投入,一直未采取集约经营管理措施,导致种子园长期处于“守业”状态,以看(护)代管、管理粗放,致使树体高大、结实部位上移、林分郁闭度高,采种难度非常大。2010年,基地建设被纳入中央财政国家林木良种补贴项目,加快了基地发展,强化了基地管理,实施了去劣疏伐、抚育管理等集约经营措施,基地生产功能明显提升,种质资源收集保存完好,科研示范成效显著。

1 基地概况

1.1 自然地理概况

三台县地处四川盆地中部偏北涪江上游,地理坐标为东经104°42'~105°07',北纬30°42'~31°23',北邻绵阳市涪城区,南连射洪县,西靠中江县,东接盐亭县。良种基地位于三台县金鼓乡长地坪村,距

县城33 km,海拔430~570 m。种子园呈南北坡向,坡度14~20°,土壤系钙质紫色土,质地为沙壤,pH值7.5~8.0,土层厚度变化较大,30~80 cm不等;属亚热带湿润季风气候,年均温16.7℃,有效积温4 800℃,无霜期平均为283 d;年均相对湿度79%,年均降雨量882.2 mm,降水时空分布不均,多集中在5—10月降雨,造成冬干春旱,甚至春夏连旱。

1.2 种子园建设情况

基地柏木种子园于1985年开工建设,参加建园的优树来自原四川省范围的广元、剑阁、南江、通江、巴中、云阳、平昌等地;1986年秋,采用优树半同胞家系种子进行营养袋育苗;1987年秋,按等高线水平大穴整地,品字形排列,株行距2 m×3 m,共定植109个家系19 460株树,种子园的不同家系采用随机区组排列和顺序错位排列,当年定植5个大区17个小区;1990年,按相同排列方式和株行距,定植1 492株树,建成种子园第六大区。

种子园现有面积28.4 hm²。其中第I大区面积4.7 hm²,第II大区面积3 hm²,第III大区面积6.1 hm²,第IV大区面积4.2 hm²,第V大区面积4 hm²,第VI大区面积6.4 hm²。

种子园生产的混合种子,1998年经四川省林木品种审定委员会认定为良种;2010年,通过省级良种审定(编号:川S-SSO(1.5)-CFU-008-2010)。

2 种子园建设存在的问题

1)2010年林木良种补贴实施前,由于缺乏后续的经费投入,种子园经营停滞不前,长期处于“守业”状态,以看(护)代管,致使土肥管理、病虫害防治等经营管理措施难以实施,也导致种子园柏木母树生长不良、树势较弱、球果败育率高、结实播种品质差。

2)三台县柏木种子园和我国早期营建的种子园模式一样,按照营林生产模式而建,造林密度大、林分郁闭度高,造成母树树冠相互交叉,光照严重不足,自然整枝严重,母树结实层高度明显上升,部分母树仅剩顶部结实层,极大地影响了单株产量;而且因为树体高大,种子采收和树体管理比较困难,导致种子产量逐年下滑,难以发挥种子园良种生产功能。因此,需要根据种子园母树的生长发育及时进行营林性疏伐和遗传性疏伐以及必要的树体管理措施。

3)种子园是利用“表型”优良的优树作为建园材料,然而树木的表现值是基因型和环境因素共同作用的结果,由于“表型”性状容易受环境的影响而

产生变异。这种受环境影响而产生的变异一般是不能遗传的,但与遗传变异混在一起,增加了分析的难度。因此需要适时开展遗传测定^[4],排除环境偏差,提高选择的准确性,这是进行遗传性疏伐的前提。

3 集约化精细化经营管理技术措施

针对种子园发展和经营过程中存在的问题,在加强土壤养分管理和病虫害防治的基础上,根据子代遗传测定结果适时开展留优去劣疏伐和树体管理工作,为种子园的升级换代做好相关技术储备和材料准备。

3.1 土壤管理

土壤管理主要是养分管理。柏木母树的生长、开花结实需要消耗大量的营养物质。充足的养分是保证柏木母树健康生长、早实丰产的基础。特别是在结果盛期,为了保证良好的营养生长和生殖生长,对养分的要求更高。

从2011年起,种子园在测土的基础上,每年在4-9月高茎生长和花芽分化前进行配方施肥。采用人工开条沟方式,沿树冠投影垂直方向开沟,以4株树木中心点开挖,沟宽30 cm、深40 cm、长40 cm,施肥、浇水后回填,结合施肥进行松土。

此外,种子园每年开展清除杂灌草工作。采取人工刀锯斧锄的方式,清除种子园内影响采种、抚育施工、技术作业和森林防火的杂灌草,将清理的杂灌草运出园区堆沤,或粉碎后回填增强土壤肥力。

3.2 病虫害防治

病虫害会严重影响植株的生长发育,降低种子园的产量和品质,甚至会危及整个种子园生态系统。坚持“预防为主,综合防治”的方针,依托四川农业大学林学院,对因病虫危害影响柏木正常生长、开花结实、造成落果等问题进行观测。根据观测结果,对症下药,采用高压机动喷雾器,喷施防病治虫药物毒杀幼虫,结合灯光诱虫诱杀成虫进行防治,及时有效防治柏木病虫害,减轻其对开花结果的影响。

2017年是绵阳等地蜀柏毒蛾大暴发之年,根据2016年冬季和2017年春节三台县森林病虫害监测预报,蜀柏毒蛾在三台县东部乡镇呈大面积发生态势。三台县金鼓国家柏木良种基地及早安排,从入冬,就对病虫害情况进行了全面监测,并于4月7-16日,立足“治小”,在蜀柏毒蛾2~3龄期,开展第一轮药物防治工作,施用药物72 kg,有效杀灭了害虫。5月初,开展第二轮药物防治,进行查漏补缺,

施用药物104 kg,累计防治面积近66.7 hm²。与此同时,三台县金鼓柏木良种基地主动与周边乡镇协调,开展病虫害联防联控,最终确保了金鼓国家柏木良种基地范围内的柏木鳞叶未受到危害。

3.3 留优去劣疏伐

种子园的去劣疏伐是实现林木改良、保障种子生产遗传品质和播种品质的重要经营措施,是种子园经营管理工作的一项重要内容^[5]。三台县柏木种子园建园遗传材料是未经遗传鉴定的“表型”性状显著的优树,均未经过子代测定,且数量较多,单位面积定植密度偏大。种子园去劣疏伐的目的—是根据子代测定结果,伐去遗传品质低劣的母株,通过改善种子园交配体系来提高种子园后代的整体遗传品质;二是通过去劣疏伐为保留母树创造理想的光照条件和地下部位(根系)的发展空间,促进树冠和种子发育,提高种子产量。如果不采取疏伐改良措施,其遗传品质和种子产量难以提高,甚至会失去建园意义。去劣疏伐也必须适时进行,如果去劣疏伐措施不及时,会形成自然整枝,导致结实部位提高,结果量少,种子园变成用材林,从而失去种子园的价值。种子园疏伐可以分为遗传性疏伐和营林性疏伐。遗传伐主要是按子代测定表现对种子园进行留优去劣,改善种子遗传品质;营林伐则是根据种子园树木生长情况进行密度调整,改善光照条件,促进开花结实。

种子园建园以来,进行过3次疏伐作业。2004年进行第一次疏伐,主要伐除了种子园内的病腐木、被压木、形质低劣的不良林木;2012年进行第二次疏伐,以调整柏木母树营养空间、照顾母树密度均匀为原则,以达到降低林分郁闭度和改善种子园光照条件为目的。这2次疏伐均为营林性疏伐,难以从根本上保证种子园的遗传品质优良。

随着种子园母树进入结实盛期,树体逐渐高大,树冠相互交叉,林分郁闭度0.8~0.9,光照严重不足,自然整枝严重,母树结实层高度明显上升,部分母树仅剩顶部结实层,极大的影响了母树的单株产量,需要进行新一轮疏伐。2015年,根据子代林测定、优良家系评选结果和开花结实习性观察情况,开展了新一轮疏伐。新一轮疏伐以遗传性疏伐为主、营林性疏伐为辅,对种子园母树进行留优去劣,重点保留子代测定确定的45个优良家系以及种子园复选519株优良单株,保留结实量高和长势较好的母树;保留按均匀疏伐或自然式疏伐方式需要保留的母树,避免开天窗;去掉遗传品质低劣的家系,去

掉不开花、结实量极低、开花期过早或过晚的家系或单株,去掉生长慢、干型弯曲、病虫害严重的家系或单株。2016年12月,完成新一轮疏伐作业,共伐除1281株,疏伐株数强度为17.65%,疏伐后林分郁闭度保留在0.6~0.7。新一轮疏伐措施实施后,种子园母树采光条件、生长环境明显改善,遗传品质得到有效提高,其子代材积遗传增益提高25%以上。

3.4 树体管理

种子园林分郁闭度高,导致种子产量逐年下滑,难以发挥其良种生产功能。此时,除应对种子园进行去劣疏伐外,还应及时采取修枝和必要的截冠等树体管理措施。

2013年、2015年开展了全园修枝,主要修剪树冠内膛枯枝、生长衰退枝、重叠枝和枯病枝,极大地改善母树通风、透光性能,有效改善光合作用条件,达到促进开花结实的作用。

2013—2014年在种子园内开展柏木截顶促实试验,共截顶45株,重点观测记录截顶柏木新枝萌生、开花、生长发育、冠幅生长及种实产量等指标,用于分析截顶对柏木生殖生长、促使结实部位下移的作用。

2015—2016年实施了“果园式”树体管理。选择树形条件较好、枝形完整的柏木,疏去过密枝、纤弱枝、病虫枝、徒长枝,采用拉、撑、吊枝技术使枝条分布均匀,增强枝叶受光采光,调节营养物质分配、运输和利用,以促进柏木结实、稳产丰产。2015年在种子园第六大区选择柏木300株、2016年在第五大区选择柏木600株,实施修、拉、撑、吊枝等技术,采取“果园式”树体管理,有效调整了柏木枝条分布,增强枝叶采光受光,提高柏木结实能力和种子质量。

3.5 升级换代方法

3.5.1 优良家系筛选

先后在2011年、2012年和2014年各开展了子代测定林调查1次,与以往的子代林测定资料一同形成了系统的子代林测定数据库。2014年,以四川农业大学林学院为技术依托,按照《主要针叶造林树种优树子代遗传测定技术(LY/T 1340-1999)》,采用LSR法、性状表现水平分析法、一般配合力相对效应分析法和育种值评定法等4种方法,对建园以来的子代树高、胸径、冠幅等指标测定数据进行分析,在子代测定林274个参试家系中,评选出45个优良家系。

3.5.2 优良单株评选

2013年开始选优工作,历时3年共选出519株优良单株。2015年,通过对优良单株的家系号与评选出的优良家系进行比对,决选出优良单株57株,当年全部挂牌保护。2016年3月29日,四川省林业厅考评组专家确定决选优良单株45株。

3.5.3 柏木嫁接试验

自2013年开始,采用柏木嫩梢插皮接、嫩梢撕皮嵌接、髓心形成层对接法3种方法,4年共开展嫁接试验12次,嫁接柏木8000余株,并观察、记载了柏木嫁接成活情况。通过反复试验和不断总结,2015年嫁接成活率提升到65.7%,2016年嫁接成活率提高到80%以上,为下一步柏木优树的收集、无性系种子园营建奠定了基础。

通过以上措施,柏木母树树势得到明显恢复,促花促实、保花保果效果明显,种子产量也呈递增趋势,由2011年开展集约化、精细化经营管理前年年产量不足50kg提高到2016年的165kg。这为种子园的升级换代做好了技术和材料的储备。

4 建议

三台县国家柏木良种基地经过集约化和精细化的经营管理,种子园生产能力得以显著提高,但仍然有以下问题需要进一步完善和探讨,为此,提出以下建议:

4.1 对种子园进行升级换代

建设1.5代无性系柏木种子园是基地升级换代的重点。采用选择出的柏木优良单株材料作为建园材料,通过嫁接手段进行无性繁殖,能确保材料优良性状稳定;对建设的种子园进行精细化“果园式”管理,矮化树体,易于管理和种子采摘;实行集约化经营,可降低生产成本,增加单位面积种子产量;采用无性系种子园的穗条用于柏木育苗,易于造林生产。

4.2 加强种子调剂,完善储备制度

林木良种补贴项目实施后,通过采取去劣疏伐、抚育管理等集约经营措施,种子园生产能力得以显著提高,但由于当前林业生产更多地侧重于经济林的发展,导致柏木种子容易滞销。建议建立良种储备制度,对良种基地生产的种子,实行统一储存、调剂使用,以确保基地生产的良种全部用于造林。

(下转第198页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.036

昭通市农村能源发展趋势研究

白祖云¹, 赖叶青², 马原³, 陈家彭³, 白祖翠⁴, 王忠梅⁴

(1. 昭通市林业局能源科技推广站, 云南 昭通 657000; 2. 昆明驰云林业技术咨询有限公司, 云南 昆明 650051;
3. 昭通市森林资源管理站, 云南 昭通 657000; 4. 水富县林业局, 云南 水富 657800)

摘要:采用典型抽样方法首次在昭通市的水富、绥江、巧家、鲁甸4个县开展农户生活能源设备使用情况调查,了解农户对能源设备的评价和使用意愿,以此分析农村能源发展趋势。结果表明,农村能源将向集中供能、多能互补、持续增长的趋势转变,提出大力推广节柴灶和太阳能热水器,积极研究和推广适合当地的生产、生活用能设备,适度发展大中型沼气池,大力支持农村公共能源基础设施建设等建议。

关键词:农村能源;发展趋势;能源设备;使用意愿;集中供能;多能互补;公共能源;昭通市

中图分类号:S210.1;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0193-06

引文格式:白祖云,赖叶青,马原,等. 昭通市农村能源发展趋势研究[J]. 林业调查规划,2019,44(3):193-198.

BAI Zuyun, LAI Yeqing, MA Yuan, et al. Research on Development Trend of Rural Energy in Zhaotong City [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3):193-198.

Research on Development Trend of Rural Energy in Zhaotong City

BAI Zuyun¹, LAI Yeqing², MA Yuan³, CHEN Jiapeng³, BAI Zucui⁴, WANG Zhongmei⁴

(1. Energy Science and Technology Extension Station, Zhaotong Forestry Bureau, Zhaotong, Yunnan 657000, China;
2. Kunming Chiyun Forestry Technology Consulting Co., Ltd, Kunming 650051, China; 3. Zhaotong Forest Resources Management Station, Zhaotong, Yunnan 657000, China; 4. Shuifu Forestry Bureau, Shuifu, Yunnan 657800, China)

Abstract: The survey was conducted for the first time in four counties of Zhaotong, namely Shuifu, Suijiang, Qiaojia and Ludian by the typical sampling method to know the evaluation and willingness of rural households for the usage of energy equipment, so as to analyze the development trend of rural energy. The results showed that the development of rural energy would be transformed into centralized energy supply, multi-energy complementation and sustainable growth. Therefore, this paper suggested to vigorously promote fuel-saving stoves and solar water heaters, actively study and popularize energy-using equipment suitable for local production and living, appropriately develop large and medium-sized biogas digesters, and energetically support the construction of rural public energy infrastructure.

Key words: rural energy; development trend; energy-using equipment; usage willingness; centralized energy supply; multi-energy complementation; public energy; Zhaotong City

收稿日期:2018-10-23.

第一作者:白祖云(1968-),男,云南水富人,高级工程师.从事森林资源管理和农村能源科技推广工作. Email:zbzy666@126.com

农民群众的需求,就是农村能源发展的动力,也是农村能源技术进步的推动力,国家的政策和农民群众的需求共同引导着农村能源发展的方向和趋势。只有了解农民群众的需要,把群众的需求与国家的政策紧密结合起来,正确把握农村能源的发展趋势,顺势而为,农村能源建设才能健康发展。

1 概况

昭通市位于云南省东北部,地处东经 102°52′~105°19′、北纬 26°55′~28°36′。昭通市作为云南北上连接丝绸之路经济带、南下连接海上丝绸之路的重要节点,是云南融入长江经济带的重要门户^[5]。全市辖 10 县 1 区,共 99 个镇、40 个乡(其中民族乡 17 个)、7 个城区办事处,1 159 个村民委员会、153 个居民委员会,土地总面积 2 245 231.0 hm²,全市森林覆盖率达 35%。2016 年全市生产总值(GDP)达 768.23 亿元,全年实现农林牧渔总产值 235.9 亿元,全年财政总收入完成 135.05 亿元,全年实现 13 个贫困乡镇 231 个贫困村出列,24.02 万贫困人口脱贫^[5]。全市有 119.11 万农户,其中:农业经营户 115.4 万户,有 1 处住房的农户 114.63 万户。100% 的村通电,3.7% 的村通天然气,18% 的村内部主要道路有路灯。

截至 2016 年,昭通市通过农村能源项目累计完成农村沼气池 43.58 万户、节柴改灶 26.68 万户、农村太阳能热水器 7.8 万户。全市社会用能 508.78 万 tce,其中农村能源利用 56.65 万 tce,占社会用能的 11.13%^[1],其中生物质能源利用占比 34.77%,沼气池占比 20.65%,电能占比 19.74%,太阳能占比 5.17%,其他能源利用占比 19.66%(表 1)。

表 1 2016 年昭通市农村能源利用情况

Tab. 1 Utilization status of rural energy in Zhaotong City in 2006

| 项目 | 合计 | 生物质能源 | 沼气 | 电能 | 太阳能 | 其它 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 消耗量 / 万 tce | 56.65 | 19.7 | 11.7 | 11.18 | 2.93 | 11.14 |
| 占比/% | 100 | 34.77 | 20.65 | 19.74 | 5.17 | 19.66 |

2016 年,昭通市共有农村能源管理人员 45 人,服务网点 522 个,网点从业人员 824 人,其中持证上岗技能人员 639 人。

昭通市现有规模化养殖场 351 个,年饲养畜禽

54.66 万头(只),年产生粪便 28.9 万 t,治理量 24 万 t,占 83%。只有少部分通过沼气发酵处理,多数还田处理,效果较差,往往产生二次污染。

2 研究方法

2.1 调查方法

由于昭通市在气候和生活习惯上南部县和北部县差异相对较大,因此,把全市分为南部县和北部县进行典型抽样。南部县包括昭阳、鲁甸、巧家县(区)全境及永善、彝良、大关县南部区域;北部县包括绥江、水富、盐津、威信、镇雄县全境及大关、永善、彝良县北部区域。在全市抽取 4 个县,其中南部县 2 个,北部县 2 个;在抽中的县中每个县抽 2 个乡镇,每个乡镇抽 2 个村;每个村随机调查 5 户以上,但考虑到工作量不得超过 20 户。对随机调查户进行入户访问及现场查看,按照调查内容逐项记录。调查表中未明确的调查项目填写在“其他”栏中。同时了解被调查的农户使用柴灶、电磁炉、沼气池、太阳能热水器的意愿,并评价其优缺点,填写群众使用农村能源意愿调查表。

2.2 调查内容

全面收集调查全市的社会经济情况、农村能源建设情况、能源利用结构、规模化养殖情况;对随机调查户(户主姓名、所在的县、乡、村、小组名称)进行生活用能(包括土灶、节柴灶、节煤灶、节煤炉、电磁炉、太阳能热水器、沼气池、空调等)使用情况调查。

2.3 分析方法

通过政策研究,结合调查区实际,利用典型抽样调查结果及 Excel 等分析工具进行农村能源利用趋势综合分析,为今后农村能源建设提出合理建议。

2.4 抽样结果

南部县为:巧家县、鲁甸县;北部县为:绥江县、水富县(表 2)。

3 调查结果与分析

根据抽样结果,在 4 县 8 乡镇 16 村共调查农户 191 户,以村为单位进行调查,其中调查最少的村仅调查了 6 户,最多的调查了 19 户。

在 191 户农户中,使用土灶的有 52 户、节柴灶 124 户、节煤灶 7 户、节煤炉 21 户、电磁炉 148 户、太阳能热水器 92 户、沼气池 91 户、空调 3 户、其他 49

表2 抽样结果统计

Tab. 2 Statistics of sampling results

| 县 | 乡镇 | 村 |
|----|-----|-------|
| 水富 | 云富 | 新安、新寿 |
| | 向家坝 | 永安、水河 |
| 绥江 | 中城 | 绍廷、凤池 |
| | 新滩 | 新滩、银厂 |
| 巧家 | 老店 | 治乐、尹武 |
| | 金塘 | 仁和、梨树 |
| 鲁甸 | 水磨 | 滴水、水磨 |
| | 龙树 | 新乐、照壁 |

户(表3)。

3.1 柴灶使用情况分析

在抽查的191户农户中使用柴灶的农户有176户,占被调查农户数的92.1%。在这176户中,使用传统土灶(老虎灶)的有52户,占调查农户数的27.2%,占使用柴灶农户数的29.5%;使用节柴灶的有124户,占调查农户数的64.9%,占使用柴灶农户数的70.5%。

总体上柴灶使用的比例非常高,占调查农户数的92.1%,主要原因是:1)群众通过实践认为,用柴灶炒菜比用其他灶炒出的菜味道好,造成对柴灶的偏爱。2)通过改革开放几十年来的努力,全市森林覆盖率大大提高,从改革开发初期的6.7%增加到目前的35%,过去的缺林少柴区已成为历史,现在靠修枝、检枯枝落叶就可以满足生活燃料所需。在

调查中100%的农户认为利用树木枯枝落叶、桔杆、采伐剩余物作为生活燃料是有剩余的,只是没有用电方便卫生。

3.1.1 节柴灶使用情况分析

在使用节柴灶的农户中,水富县使用节柴灶的农户占使用柴灶农户的88.5%,排名第一;鲁甸县占69.0%,排名第二;巧家县占61.1%,排名第三;绥江县占56.0%,排名第四。水富县之所以使用节柴灶的比例远高于其他几个县区,主要原因是:1)节柴灶已深得民心,得到群众的广泛接受。2)与经济社会发展程度有关,水富县是昭通市11个县区中唯一的非贫困县。3)与重视程度、管理质量、宣传力度有关。水富虽然是一个小县,人口只有10万人,但县区农村能源管理人员有5人,仅次于全市最大的县镇雄县的6人。在52户未使用节柴灶的农户中,有41户愿意使用节柴灶,占52户的78.8%。

3.1.2 土灶(老虎灶)使用情况分析

在调查农户中还有52户农户使用老虎灶,占使用柴灶农户数的29.5%。这些农户仍使用土灶的主要原因是:1)被调查者认为土灶虽然耗柴量比较大,但在使用上比节柴灶方便,因为节柴灶吊火高度低,要求使用的柴的粗度要小,对一些较粗的柴需要进行加工,比较费力。2)在使用节柴灶时要求关闭灶门才能发挥热效率的作用,达到省柴的目的。因此,对较长的柴也必须进行加工,费时费力。

3.2 煤炉灶使用情况分析

在调查农户中使用煤作为燃料的有28户,占14.7%。在抽查的16个村中,有8个村有农户使用

表3 农户现有生活能源设备统计

Tab. 3 Statistics of existing energy equipment for living

| 县 | 调查户数 | 柴灶 | | | | | 电磁炉 | 太阳能热水器 | 沼气池 | | | 空调 | 其他 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|-----|------|
| | | 小计 | 土灶 | 节柴灶 | 节煤灶 | 节煤炉 | | | 沼气池 | 使用 | 未用 | | |
| 合计 | 191 | 176 | 52 | 124 | 7 | 21 | 148 | 92 | 91 | 32 | 59 | 3 | 49 |
| 占比/% | 100 | 92.1 | 27.2 | 64.9 | 3.7 | 11 | 77.5 | 48.2 | 47.6 | 35.2 | 64.8 | 1.6 | 25.7 |
| 水富县 | 70 | 61 | 7 | 54 | | | 47 | 29 | 43 | 18 | 25 | 2 | 18 |
| 占比/% | 100 | 87.1 | 10 | 77.1 | | | 67.1 | 41.4 | 61.4 | 41.7 | 58.1 | 2.9 | 25.7 |
| 绥江县 | 52 | 50 | 22 | 28 | 2 | | 40 | 22 | 11 | 1 | 10 | 1 | 30 |
| 占比/% | 100 | 96.2 | 42.3 | 53.8 | 3.8 | | 76.9 | 42.3 | 21.2 | 9.1 | 90.9 | 1.9 | 57.7 |
| 巧家县 | 39 | 36 | 14 | 22 | 5 | 7 | 33 | 26 | 22 | 7 | 15 | | 1 |
| 占比/% | 100 | 92.3 | 35.9 | 56.4 | 12.8 | 17.9 | 84.6 | 66.7 | 56.4 | 31.8 | 68.2 | | 2.6 |
| 鲁甸县 | 30 | 29 | 9 | 20 | | 14 | 28 | 15 | 15 | 6 | 9 | | |
| 占比/% | 100 | 96.7 | 30 | 66.7 | | 46.7 | 93.3 | 50 | 50 | 40 | 60 | | |

煤,占被调查村总数的 50.0%;占被调查农户总数 70 户的 40%。煤在生活能源中的优势正在逐步丧失,主要表现在:在卫生及使用方便程度方面不如电能、沼气和太阳能,在经济实惠方面不如薪柴。但仍有些农户使煤作为燃料,其主要原因是与煤的分布有关,使用煤的农户就近有煤矿,采煤、买煤方便。

3.3 电磁炉使用情况分析

在调查的农户中使用电磁炉的农户有 148 户,占被调查农户数的 77.5%,仅次于使用柴灶的农户,但已经高于使用节柴灶的农户 12.6 个百分点。主要原因是:1) 被调查的 191 户农户 100% 的农户均认为电磁炉方便、卫生;2) 过去几年国家实行家用电器补助,电磁炉价格便宜。同时,调查农户中 100% 的农户认为使用中比较费钱,这也是调查农户中还有 22.5% 的农户还未使用电磁炉的原因,同时,在这部分农户中大部分表示将来会使用电磁炉,占被调查农户的 19.9%,占未使用电磁炉农户的 88.4%。电磁炉的使用与节柴灶的使用存在正相关关系,即使用电磁炉的农户多,则使用节柴灶的农户也多;南部县比北部县的使用率更高(图 1)。

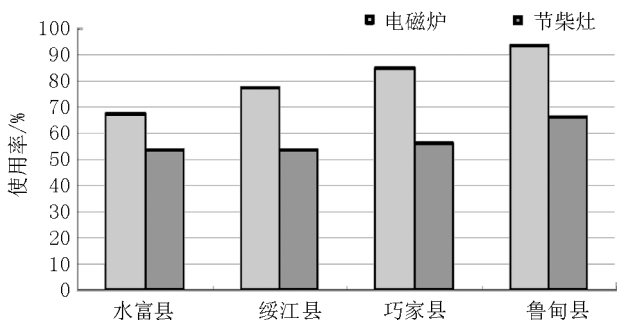


图 1 电磁炉与节柴灶使用率对比

Fig. 1 Comparison of utilization rates of induction cooker and fuel-saving stoves

3.4 太阳能热水器使用情况分析

在调查的农户中使用太阳能热水器的农户有 92 户,占被调查农户数的 48.2%,南部县在调查户中占 50% 以上,北部县均在 50% 以下。主要原因是北部县年日照时间少,而南部县年日照时间长,有利于太阳能热水器的推广。未安装太阳能热水器的农户均希望将来能使用。

3.5 沼气池使用情况分析

在调查的农户中使用沼气池的农户有 91 户,占被调查农户数的 47.6%。依次是水富、巧家、鲁甸、

绥江县,分别占被调查农户数的 61.4%、56.4%、50.0%、21.2%。其与经济条件和气候密切相关,水富县所调查的 4 个村分别处于金沙江和横江的面山,经济条件较好;绥江县所调查的 4 个村有的村属于二半山区,年均温相对较低,经济条件也相对较差。巧家、鲁甸县年均温相对较高,适合沼气发酵。调查户的沼气池使用率仅为 35.2%,依次为水富、鲁甸、巧家、绥江县,分别占被调查户的 41.7%、40.0%、31.8%、9.1%。共同原因是外出务工人员多,在家留守的多为老人和儿童,在供料、维护方面无人力支持,造成沼气池的使用率普遍偏低。同时,由于地区间气候的差异也造成了地区间使用率的差异。

3.6 空调使用情况分析

在调查的农户中使用空调的农户仅 3 户,占被调查农户数的 1.6%,主要是因为购买空调的成本和使用成本均较高,对绝大部分家庭而言,在经济上还难以承受,但在被调查的农户中仍然有 13.6% 的农户希望使用空调。

3.7 其他能源设施使用情况分析

其他能源主要是指土火坑(火塘)、小煤炉等,使用其他能源设备的农户有 49 户,占被调查农户的 25.7%,主要分布在绥江县和水富县。绥江县主要属二半山区,大多数群众家里均有一个土火坑,水富县的被调查户中部分家庭有一个小火炉用于冬天取暖,这种情况在北部二半山区比较普遍。

3.8 农户对能源设备评价分析

调查农户对能源设备优、缺点的评价情况见表 4。

从表 4 可以看出,调查农户对能源设备评价中对设备优点最认可的是柴灶、电磁炉和太阳能热水器,认可度均达 100%,优点是炒菜味道好,省钱,方便,卫生;同时对各能源设备的缺点的认知也很明确,柴灶的不卫生,电磁炉的费钱,沼气池的费力,农户对这 3 种设备的缺点认知度均达 100%,有 88% 的农户认为太阳能热水器自投费用高。

3.9 农户对能源设备使用意愿调查分析

调查农户对能源设备使用意愿情况见表 5。

从表 5 可以看出,农户对能源设备使用意愿最佳的设备是太阳能路灯,认可度为 82.7%,其次是生物质能源加工设备和太阳能热水器,认可度分别为 71.2% 和 51.8%,农户认可度最低的能源设备是空调,认可度仅为 13.6%。

表4 农户对主要能源设备评价分析

Tab. 4 Evaluation and analysis for main energy equipment by farmers

| 能源设备 | 评价 | 户数/户 | 占比/% | |
|--------|----|-------|------|------|
| 柴灶 | 优点 | 炒菜味道好 | 191 | 100 |
| | | 省钱 | 191 | 100 |
| | 缺点 | 不卫生 | 126 | 66.0 |
| 电磁炉 | 优点 | 方便 | 191 | 100 |
| | | 卫生 | 191 | 100 |
| | 缺点 | 费钱 | 191 | 100 |
| 沼气池 | 优点 | 方便 | 162 | 84.8 |
| | | 卫生 | 191 | 100 |
| | | 省钱 | 180 | 94.2 |
| | 缺点 | 费力 | 191 | 100 |
| 太阳能热水器 | 优点 | 方便 | 191 | 100 |
| | | 卫生 | 191 | 100 |
| | | 省钱 | 191 | 100 |
| | 缺点 | 自投费用高 | 168 | 88.0 |

表5 农户对能源设备使用意愿分析

Tab. 5 Analysis of farmers' willingness to use energy equipment

| 能源设备 | 户数/户 | 占比/% |
|-----------|------|------|
| 太阳能热水器 | 99 | 51.8 |
| 太阳能路灯 | 158 | 82.7 |
| 空调 | 26 | 13.6 |
| 电磁炉 | 38 | 19.9 |
| 电热水器 | 36 | 18.8 |
| 节柴灶 | 41 | 21.5 |
| 生物质能源加工设备 | 136 | 71.2 |
| 调查户数合计 | 191 | 100 |

4 农村能源发展趋势分析

4.1 相对集中、规模化供能趋势——大中型沼气池的需求将在一定时期内持续增长,户用沼气池将不断萎缩甚至淘汰

十八大以来,把生态文明建设放到了突出位置,提出绿色发展理念,到2020年全面建成小康社会。十九大进一步强调了生态文明建设,纳入“五位一体”总体布局,提出实施“乡村振兴战略”,发展清洁能源产业,推进能源生产和消费革命,构建清洁低碳、安全高效的能源体系^[2]。推进资源全面节约和

循环利用,实施国家节水行动,降低能耗、物耗,实现生产系统和生活系统循环链接。强化土壤污染管控和修复,加强农业面源污染防治,开展农村人居环境整治行动。实施重要生态系统保护和修复重大工程,优化生态安全屏障体系,构建生态廊道和生物多样性保护网络,提升生态系统质量和稳定性^[2]。云南省决定对昭通市115万贫困人口中的75万人实行异地搬迁扶贫,50万人口随迁,共搬迁125万人。农村能源建设要适应扶贫攻坚的需要,对适合集中统一供能的,要集中统一建设,如大中型沼气池的建设。同时,由于农村规模化养殖的发展,为处理好养殖业的污染,也必将促进沼气集中建设与集中供气。异地搬迁也对太阳能热水器的集中建设与统一供水创造了条件。这些新情况将促进农村能源建设的相对集中连片建设,实现规模化发展。户用沼气由于外出务工人员较多,留守的老人和儿童难以胜任沼气的管理和养护工作,难以实现高使用率,将逐步被淘汰。

4.2 多能互补的趋势——柴灶与电磁炉2种生活能源设备将长期并存,太阳能利用将进一步得到发展

由于经济发展不平衡以及各种能源各有优缺点等原因,农村对能源的利用将是多样化的,多种能源互为补充。昭通市经济发展水平还比较低,且发展不平衡,再加之生活习惯的差异,以及各地的自然资源也有所差异,将会呈现多种能源利用并存。在经济相对落后、森林资源较为丰富地区,薪柴作为生活燃料仍然会在一定时期内存在,并在这一时期内作为生活的主要能源,电能、沼气、太阳能的利用作为补充。在经济条件较好的地区,电能将是生活的主要能源,太阳能、沼气、薪柴等其它能源将作为补充。随着社会、经济的发展,电能、汽油、柴油的利用比例将越来越高。在调查中发现,经济条件较好的农户同时拥有太阳能热水器、节煤炉、节柴灶、沼气池、电磁炉等。利用能源的方式和种类反映出农户的经济条件的差异。经济条件越好,对能源利用的方式、种类越多,反之则少。尤其是对太阳能热水器的需求还有较大的空间,农户自发购买太阳能热水器的不少,但大多数贫困户在经济上还难以承受。因此,经济越发展,对能源利用的方式和种类会越来越多样化。这对环境的影响总体上是积极的、正面的。因此,从社会经济角度的角度看,农村能源将出现多能互补的趋势^[3]。其中柴灶与电磁炉2种生活能源设备将长期并存,太阳能利用将进一步得到发展。

4.3 农村对能源的需求量呈持续增长趋势——能源利用的结构将进一步趋于完善,以油为主的生产设备和以电为主的生活用能设备将不断增长

十八大提出到 2020 年将全面建成小康社会的目标,国家对农村的扶持政策将持续发挥效应,十九大提出“乡村振兴”战略的实施将进一步加快农村的发展,缩小城乡差别。过去的手工劳动将逐步被机械、电器代替,交通条件将会有大的改善,农村的汽车拥有量将大幅提高。尤其是昭通市属于欠发达地区,提升的空间较大。不管如何采取节能措施,农村的能耗总量将在一定时期内持续增长。在消耗结构上,由于经济的发展,生态保护意识的增强,对薪柴的消耗比重将进一步缩减。对清洁能源的需求将逐步提高,尤其是在一定时期内,电能、汽油、柴油的消耗比重将持续提高。

4.4 农村能源公共需求凸现——太阳能路灯需求量大

随着新农村建设和扶贫攻坚的推进,农村道路和人居环境改善将对路灯的需求激增,尤其是太阳能路灯,由于是一次性投入,减少了支出和后续管理的难度,深受群众欢迎,82.7%的被访农户希望使用太阳能路灯。

5 建议

5.1 加大节柴灶与电磁炉的推广力度

继续实施节柴灶的补助政策,加大节柴改灶的技能培训,结合当地群众需要,研究和推广适合当地生活需求的节柴灶。同时,根据农户的需求,允许利用农村能源项目推广电磁炉。

5.2 加大太阳能热水器的使用扶持力度

提高太阳能热水器补助标准,重点扶持建档立卡贫困户;在区域上,重点扶持南部县区。

5.3 抓好户用沼气池的维护

户用沼气池不宜再大规模实施,对户用沼气池

应将重点放在维护上,重点加强安全管理,按照报废的条件和程序上报批准报废,并采取安全措施对报废沼气池进行处理。

5.4 适当发展大中型沼气池

结合规模化养殖、集镇建设和异地搬迁集中安置,建设大中型沼气池,实行集中统一供能。

5.5 积极研究和推广适合当地生产、生活的用能设备

结合当地产业发展,研究和推广当地需求的节能设备,如核桃、花椒、竹笋的烘干设备,采伐剩余物、农作物桔杆的小型加工设备,生产生物质能源颗粒,提高农村能源质量,降低能源成本。

5.6 大力支持农村公共能源基础设施建设

积极推进以太阳能路灯为主的农村公共能源基础设施建设,促进扶贫攻坚,改善农村人居环境。

5.7 加强农村能源队伍建设

农村能源建设在生态文明建设和改善群众生活中具有重大意义^[6],农村能源项目的推广与能源队伍建设具有十分密切的关系,应加强农村能源队伍建设,加强农村能源项目的宣传、推广、管理、服务。

参考文献:

- [1] 白祖云. 昭通市农村能源利用现状及消耗结构研究[J]. 林业调查规划, 2018, 43(4): 186-189.
- [2] 习近平. 决胜全面建设小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利[M]. 北京: 人民出版社, 2017.
- [3] 田宜水. 2012 年中国农村能源发展现状与未来趋势[J]. 中国能源, 2013, 35(3): 11-15.
- [4] 云南昭通行署经济技术研究室. 昭通地区国土资源[M]. 1992.
- [5] 昭通市统计局. 昭通统计年鉴[M]. 2016.
- [6] 白祖云. 昭通市农村能源建设与扶贫攻坚相结合的思考[J]. 林业调查规划, 2018, 43(S): 170-171.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 192 页)

参考文献:

- [1] 骆文坚. 林木种质资源保育及利用[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2009.
- [2] 刘伟宏, 徐高福, 金国庆, 等. 浙西马尾松、柏木良种基地现状与问题思考[J]. 江苏林业科技, 2009, 36(4): 52-54.
- [3] 程瑞梅, 肖文发, 李新新, 等. 三峡库区柏木林研究

[J]. 林业科学研究, 2004, 17(3): 382-86.

- [4] 郑仁华, 陈国金, 傅忠华, 等. 马尾松优树子代遗传评价及选择[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(2): 144-149.
- [5] 李树森, 王福森, 李晶, 等. 樟子松无性系种子园去劣疏伐技术研究[J]. 防护林科技, 2015(5): 25-27, 30.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.037

基于 AHP—FCE 法的中国农业大学烟台校区景观评价

米广宇,马之珺,夏嘉呈,李林

(中国农业大学烟台研究院,山东 烟台 264670)

摘要:以中国农业大学烟台校区为研究对象,根据李克特(Likert)量表和层次分析法(AHP)建立了一套模型。从植物景观、水景、小品设施和文脉传承4方面挑选出17个因子构建校园景观评价体系。采用问卷调查法对校园景观各项因子进行调查。对32份调查问卷进行分析并运用模糊综合评价(FCE)的方法计算出因子的隶属度矩阵,划分景观评价等级。结果表明,中国农业大学烟台校区校园景观总体一般,植物景观隶属于IV,水景观和文脉传承为III,设施小品为II,仍有较大的提升空间。藉此对校园景观提出改进意见。

关键词:层次分析法(AHP);使用后评价(POE);模糊综合评价(FCE);植物景观;文脉传承;中国农业大学烟台校区

中图分类号:S711;S731.9;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0199-07

引文格式:米广宇,马之珺,夏嘉呈,等. 基于 AHP—FCE 法的中国农业大学烟台校区景观评价[J]. 林业调查规划,2019,44(3):199-205,212.

MI Guangyu, MA Zhijun, XIA Jiacheng, et al. Evaluation for Landscape in Yantai Campus of China Agricultural University Based on AHP—FCE Method[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 199-205, 212.

Evaluation for Landscape in Yantai Campus of China Agricultural University Based on AHP—FCE Method

MI Guangyu, MA Zhijun, XIA Jiacheng, LI Lin

Abstract: The evaluation system for landscape in Yantai Campus of China Agricultural University with 17 indexes selected from the 4 aspects of plant landscape, water landscape, facilities and culture was established by using analytic hierarchy process and Likert scale. This paper investigated all the indexes and analyzed 32 questionnaires by using fuzzy comprehensive evaluation to calculate the membership matrix of indexes and grade the landscape evaluation. The result showed that the whole quality of landscape in Yantai Campus of China Agricultural University was average. However, the plant landscape was level of IV, water landscape and culture assessment were level of III, and facilities were level of II, which had large room to be improved. Therefore, some strategies of improvement and development of campus landscape were put forward.

Key words: analytic hierarchy process; post occupancy evaluation; fuzzy comprehensive evaluation; plant landscape; cultural heritage; Yantai Campus of China Agricultural University

收稿日期:2019-01-22;修回日期:2019-01-1.

基金项目:中国农业大学本科生科研项目(U2017013)资助.

第一作者:米广宇(1998-),男,山东济南人,在读大学本科.研究方向为风景园林设计.Email:mi.guangyu@163.com

责任作者:李林(1981-),男,博士,讲师.研究方向:风景园林规划与设计.Email:aaronliyt@outlook.com

大学校园是环境育人的重要载体,体现了一所大学规划和设计校园的能力^[1]。而其设计和利用合理与否,从使用者的立场来说便十分重要。事实上,伴随着中国高等教育事业的快速推进,各大高校纷纷进行改造、扩建、合并、新建校区^[2],其中暴露出的问题也尤为显著:过于强调总体平面图的视觉效果和空间尺度感,而忽视了人的行为和心理需求,导致了外部空间与人的行为活动规律的不和谐,以至于花费了很多物力财力建设的校园往往不能很好地满足学生的需要^[3]。因此,对于校园景观进行评价并提出改进意见便有着十分重要的现实意义。

近年来,国内外许多研究人员都对校园景观的评价模型、评价指标、分析方法开展过大量研究。主要是运用 AHP 法^[5-8]、SBE 法^[17]、POE 法^[1,5]对校园的植物景观、水景观、建筑景观等方面进行评价^[5-8,11],也有一些结合环境心理学的理论和方法^[3],创建描述人主观感受的新指标,取得了较好的效果。“人创造环境,同样环境也创造人”^[4],为了对中国农业大学烟台校区景观的使用情况进行分析,并为之后相关的设计提供改进思路,现采用 AHP—FCE 的方法,同时辅以问卷、访谈、数据分析等方法,对其校园景观进行评价,在评价的基础上提出具体的改造建议。

1 研究对象

中国农业大学烟台校区坐落于山东省烟台市高新区,校园占地 157.3 hm²,于 2006 年正式投入使用。现已建成教学楼、实验楼、办公楼、学生公寓、食堂、国际交流中心、风雨操场等校舍及各类配套设施,校园建筑既体现了中国农业大学百年老校的文化底蕴,也结合烟台区位因素,展现了碧海、蓝天、红墙、绿地的海滨建筑元素,形成了独具特色的校园文化景观。但在近年来的使用过程中发现,建筑、植物、人文景观等方面还存在一些问题,校园景观建设还有较大的改进提升空间。

2 研究方法

采用层次分析法(AHP)建立校园景观评价因子体系,并求出其相对权重,再通过李克特量表和问卷调查的方式得到受访者对每项因子的评价得分;应用模糊综合评价法(FCE)计算出校园景观各项指标的隶属度函数,给出相应的评价等级,对各项因子做出使用后评价(POE),对于评价得分不高的因子

提出改进建议。

2.1 评价因子的确定

通过查阅文献^[5-12]和运用环境心理学相关知识,从功能性、美观性、文化性三个角度,描述构成中国农业大学烟台校区校园景观的四个主要因素:植物景观、水景观、小品设施和文脉传承。

2.1.1 植物景观

植物景观是在校园中与人接触最多的因素。植物景观的设置与配置要考虑植物的生态性、功能性,同时要考虑人的感受^[7]。用“种类丰富度”、“健康情况”、“搭配合理性”表征生态性;用“遮荫效果”、“与硬质景观协调度”、“植物季相变化丰富度”表征其功能性;用“色彩搭配”反映人的心理感受。

2.1.2 水景观

水景观作为校园景观中的重要景观,在中国农业大学烟台校区主要集中在中华湖一带,为人们提供了连续的、富有动感的视觉景观。水景观主要是由自然因素和人工因素构成^[8],同时综合考虑到人与水景观之间的互动需求,因此用“水体质量”、“水景视觉效果”、“水边设施数量及实用性”和“水景附近安全性”评价校园内的滨水景观。

2.1.3 小品设施

小品与设施主要是指校园景观中具有装饰性和实用性的小型建筑。设计搭配合理的小品设施会成为校园景观中的亮点,但是校园小品设施设计和建造的过程中,经常会出现与环境协调性差、布局不合理、维护落后的问题。而伴随着人们精神文明的提升,也越来越追求小品设施在其材料、景观、文化、功能、建设上的进步^[9],因此用“美观性”、“实用性”、“数量和种类”表征校园小品设施。

2.1.4 文脉传承

校园对大学生的世界观、人生观、价值观的形成和发展有着直接而深远的影响。校园文化作为校园景观的重要组成部分,在建立评价模型时必须予以充分考虑,因此用“校园时代特征”、“校园文化氛围”和“校园历史沉淀”表现文化因素对校园景观上的影响。

以下列出了 17 个表征校园景观的评价因子,可以较好地反映出校园景观的全貌(表 1)。

2.2 建立评价因子层次结构模型

2.2.1 准则层和目标层的选定

层次分析法是一种定性定量相结合的系统化、层次化的分析方法。层次分析法将目标决策分解成目标、准则、方案三个层次,其目的是确定各因

表 1 校园景观评价因子体系

Tab. 1 Evaluation index system of campus landscape

| | | |
|------|----|------------|
| 植物景观 | A1 | 遮荫效果 |
| | A2 | 种类丰富度 |
| | A3 | 健康状况 |
| | A4 | 季相变化丰富度 |
| | A5 | 与硬质景观协调度 |
| | A6 | 搭配合理性 |
| | A7 | 植物色彩 |
| 水景 | B1 | 水景附近安全性 |
| | B2 | 水体质量 |
| | B3 | 水景视觉效果 |
| | B4 | 水边设施数量及实用性 |
| 小品设施 | C1 | 小品设施美观性 |
| | C2 | 小品设施实用性 |
| | C3 | 小品设施数量和种类 |
| 文脉传承 | D1 | 校园时代特征 |
| | D2 | 校园文化氛围 |
| | D3 | 校园历史积淀 |

子在决策之中所占的权重。将确立的 17 个评价因子集合为基础构建层次分析法的模型,以“校园景观评价”作为目标层,“植物景观”、“水景观”、“小品设施”、“文脉传承”作为准则层,各准则层所包含的因子作为方案层(图 1)。

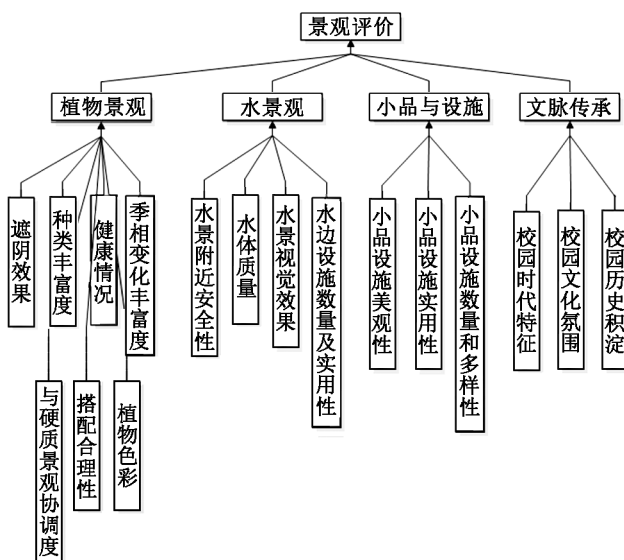


图 1 层次分析法模型

Fig. 1 Model of analytic hierarchy process

2.2.2 构造判断矩阵

构造好层次模型后,针对某一层来讲,在比较第 i 个元素与第 j 个元素相对于上一层某个因素的重要性时,使用数量化的相对重要度 a_{ij} 来表示。假设共有 n 个元素参与比较,则矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 称为判断矩阵。

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & A & a_{1n} \\ M & O & M \\ a_{nl} & A & a_{nn} \end{pmatrix} = (a_{ij})_{n \times n}$$

建好矩阵后,用 1~9 及其倒数作为标度来确定 a_{ij} 的值,其中 1、3、5、7、9 分别代表一个因子比另一个同样重要、稍微重要、比较重要、十分重要、绝对重要;2、4、6、8 则是分别介于 1、3、5、7、9 对应的重要程度之间,显然, $a_{ii} = 1, a_{ji} = 1/a_{ij}$ 。

邀请包括学生、职工和教师在内的 32 位评价者填写判断矩阵 $A = a_{ij}$ 的对应值,将原始数据用 Excel 软件处理。

2.2.3 层次单排序以及一致性检验

层次单排序:判断矩阵对应于最大特征值 λ_{max} 得到一组特征向量 W_i ,经过归一化后即可得到同一层次因子对于上一层次因子的相对重要性排序。

在实际操作中,由于客观事物的复杂性以及人们对事物判断比较时的模糊性,很难构造出完全一致的判断矩阵。因此,在构造层次分析法时,提出了一致性检验,所谓一致性检验是指判断矩阵允许有一定不一致的范围。

一致性检验即判断重要性传递是否合理,步骤如下:

- 1) 计算 A 的最大特征根 λ_{max}
- 2) 求出一致性指标 CI

其中, $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$, $CI = 0$ 表示完全一致, CI 越大越不一致。

3) 计算一致性比例 CR: $CR = \frac{CI}{RI}$, 当 $CR < 0.1$ 时认为矩阵的一致性是可接受的。其中 CR 可通过查询随机一致性指标表确定(表 2)。

表 2 平均一致性指标

Tab. 2 Mean consistency index

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.32 | 1.41 | 1.45 |

2.2.4 层次总排序和评价因子权重确定

为体现层次分析法分层的特点,就要由上而下分层计算得到各因子对于目标层的合成权重。设层的个因子相对于目标层的总排序权重为:

$$v^{(k-1)} = (v_1^{k-1}, v_2^{k-1}, \dots, v_{n_{k-1}}^{k-1})$$

再设第 k 层的 n_k 个元素关于第 k-1 层的第 j 个元素的单排序权重为:

$$u_j^{(k)} = (u_{1j}^k, u_{2j}^k, \dots, u_{n_{k-1}j}^k)$$

从而可以得到第 k 层的第 n_k 个元素关于目标层的合成权重向量 ω_{nk}^k 为:

$$\omega_{nk}^k = \sum_{j=1}^{n_{k-1}} u_{nj}^k v_{n_{k-1}}^{k-1}$$

并记 17 个因子对于目标层的合成权重的 1×17 阶矩阵为 W(表 3)。整体总排序本应该向层次单排序一样需要进行一致性检验,但在实际应用中,整体考虑十分困难;其次,若每个单一准则下的判断矩阵具有满意的一致性,而整体达不到满意的一致性时,调整起来非常困难,因此整体一致性检验常不予进行。

表 3 校园景观评价因子权重

Tab. 3 Index weight of campus landscape evaluation

| 目标层 | 权重 | 准则层 | 权重 | 评价因子 | 权重 W |
|----------------|--------|------|--------|---------------|--------|
| 中国农业大学烟台校园景观评价 | 1.0000 | 植物景观 | 0.2811 | A1 遮荫效果 | 0.0396 |
| | | | | A2 种类丰富度 | 0.0416 |
| | | | | A3 健康情况 | 0.0529 |
| | | | | A4 季相变化丰富度 | 0.0361 |
| | | | | A5 与硬质景观协调度 | 0.0369 |
| | | | | A6 搭配合理性 | 0.0323 |
| | | | | A7 植物色彩 | 0.0415 |
| | 1.0000 | 水景观 | 0.2379 | B1 水景安全性 | 0.0960 |
| | | | | B2 水体质量 | 0.0652 |
| | | | | B3 水景视觉效果 | 0.0424 |
| | | | | B4 水边设施数量及实用性 | 0.0343 |
| | 1.0000 | 小品设施 | 0.2501 | C1 小品设施艺术性 | 0.0705 |
| | | | | C2 小品设施实用性 | 0.1101 |
| | | | | C3 小品设施数量及多样性 | 0.0695 |
| | 1.0000 | 文脉传承 | 0.2310 | D1 校园时代特征 | 0.0776 |
| | | | | D2 校园文化氛围 | 0.0801 |
| | | | | D3 校园历史积淀 | 0.0733 |

2.3 模糊综合评价

2.3.1 给出评语集

李克特量表(Likert scale)是最常用的一种评分加总式量表。量表一般设有五个选项,评判者对各个评价因子的打分代表对校园景观因子的态度。

采用模糊数学的 5 分制打分给出评语集,记作:
 $V = (V_1 \ V_2 \ V_3 \ V_4 \ V_5)$

评判者对各个评价因子进行打分,代表对校园景观因子的态度。五个选项为“很差”、“较差”、“一般”、“较好”、“很好”,其代表的罗马数字分别为“Ⅰ”、“Ⅱ”、“Ⅲ”、“Ⅳ”、“Ⅴ”。邀请包括教师、学生、职工在内的 35 人填写了问卷,其中回收有效问卷 32 份,回收率达到 91.4%。受邀者根据现场实地景观对 17 个评价因子进行打分。回收问卷后,将各项因子得分取均值后进行数据分析。

2.3.2 确定各个因素对评语集的隶属度函数

正确地确立隶属度函数是应用模糊理论恰当地刻画模糊概念的基础,因此确定合适的隶属度函数便十分重要。其中常见的隶属度函数的函数形式有三种:三角形隶属度函数(图 2)、梯形隶属度函数、高斯型隶属度函数。由于评语集是由单值表示的,因此更适用于三角形隶属度函数^[10]。

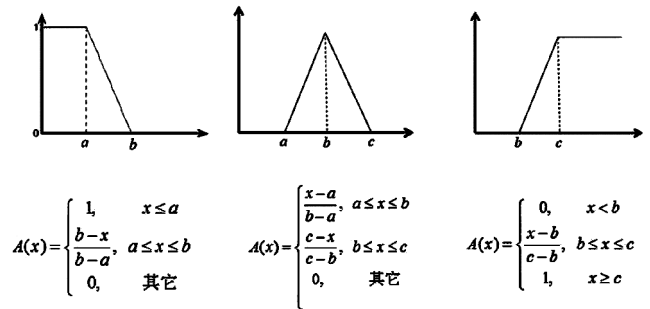


图 2 三角形隶属度函数

Fig. 2 Model of triangle membership function

将评语集中的单值代入上图中各顶点,得到隶属度函数,再将各因子均值代入函数即可得到对于评语集隶属度矩阵,再根据隶属度最大原则确定各评价因子等级(表 4)。

2.3.3 模糊综合评判

通过以上步骤,可以看出各因子的得分情况,但是为了兼顾各个因素对于校园景观评价的贡献程度,在 Matlab 软件中用 $M(\cdot, +)$ 算子(加权平均)来计算校园景观总评价 $S = W \times R$,并对 S 进行归一

表4 各因子隶属度矩阵及其评语

Tab. 4 Membership matrix and evaluation of level for index

| 评价因子 | R | 等级 |
|------|---------------------|-----|
| A1 | [0,0,0.375,0.625,0] | IV |
| A2 | [0,0,0.219,0.781,0] | IV |
| A3 | [0,0,0.062,0.938,0] | IV |
| A4 | [0,0,0.406,0.594,0] | IV |
| A5 | [0,0,0.969,0.031,0] | III |
| A6 | [0,0,0.781,0.219,0] | III |
| A7 | [0,0,1,0,0] | III |
| B1 | [0,0.406,0.594,0,0] | III |
| B2 | [0,0.062,0.938,0,0] | III |
| B3 | [0,0.125,0.875,0,0] | III |
| B4 | [0,1,0,0,0] | II |
| C1 | [0,0.687,0.313,0,0] | II |
| C2 | [0,0.594,0.406,0,0] | II |
| C3 | [0,0.750,0.250,0,0] | II |
| D1 | [0,0.281,0.719,0,0] | III |
| D2 | [0,0.062,0.938,0,0] | III |
| D3 | [0,0.781,0.219,0,0] | II |

化处理,得到校园总体景观评价的隶属度矩阵。

$$S = (0, 0.3326, 0.5308, 0.1365, 0)$$

并由最大隶属度原则判断中国农业大学烟台校区总体景观评价等级为Ⅲ。

3 结果与分析

3.1 植物景观 POE 分析

综合来看,植物景观在四个准则层中得分最高,达到了“较好”水平。主要原因是中国农业大学烟台校区规划在植物景观配置上做到了“层次立体”和“四季有景”。

“层次立体”主要体现在不同的功能区和道路级别对应不同的绿化方式。例如,从学校东门到“孺子牛”这一主干道,是“乔木+灌木+地被植物”的多层次配置模式。主干道的乔木起到遮荫作用,道路外侧以低矮的地被植物、草坪花灌木为主,起到了防尘和降噪的作用,而且还可以打破植物的整齐划一,产生层次美感^[11],或者道路中采用间植布置的方式。东门至宿舍生活区路段种植紫叶李、龙柏和黄鸢尾等,宿舍生活区男生宿舍南面多种植紫叶李和竹子,女生宿舍南面多种植紫薇和木槿,从而形

成特有的植物组团(图3)。这种间植的方式既增强了植物景观功能性,也增加了其丰富度。



图3 生活区中层次立体的植物景观

Fig. 3 Hierarchical plant landscape in living area

“四季有景”则体现在校区设计中运用种植规划体现道路四季景观交替的序列。伴随着游人行走的脚步,行人可以感受到时间流逝中季节转变的美感。例如,在东门入口的道路两侧,春天有白色的玉兰花、金黄色的连翘和暗红色的日本小檗;再往前走中段,夏天绽放的日本晚樱在阳光照耀下格外美丽,气味芬芳,引人入胜;秋高气爽时,龙船花、紫叶李、紫薇和鸡爪槭交相辉映;冬季时分,从孺子牛到教学楼路段,落叶植物虽然显得十分疏松,但两侧常青的黑松则打破了秋冬的肃杀,显示出勃勃生机。这些都让人在不同季节感受到独特的美感(图4)。

但其中“与硬质景观协调度”、“搭配合理性”、“植物色彩”表现一般。这主要是因为层次分明具有季相变化的植物景观空间主要集中于东门主干道、宿舍生活区和办公区行政楼,而作为校园重要文化载体和功能区的教学区和图书馆附近则只有黑松林和低矮的草坪,植物景观空间还有待进一步完善。

3.2 水景观 POE 分析

烟台校区的水景观主要集中在中华湖附近(图5)。中华湖位于校园东北侧,因为形似中国地图因此被命名为“中华湖”,中华湖是校园景观设计的一大亮点。从表4结果来看,水景观评价是Ⅲ,并且“水边设施数量及实用性”评价是Ⅱ,这说明校园水

景观与理想状态还存在差距。



图 4 东门四季有景的植物景观

Fig. 4 Long-lasting plant landscape near the east gate



图 5 水景观中华湖一隅

Fig. 5 Corner of Zhonghua Lake water landscape

根据现状和使用后评价结果,可以得到优化校园水景观配置的办法。为保证拥有一个能够安全地亲水戏水的场地,最重要的是修缮水景的安全防护设施,例如栏杆和安全警示牌。其次,对于“水体质量”和“水景视觉效果”,有效的解决方式是建造“人造溪流”。通过调查访谈发现,“流动的水”是受访者们最认可的一种人造水景形式。“流水不腐,户枢不蠹”,人造溪流不仅有助于保持水质,而且它作为一个小型的湿地系统,还有着涵养水源和保护生态的功能。

中华湖及附近区域西高东低地势相差较小,可依据地势建造平缓式“人造溪流”^[12],同时搭配卵石和水景植物,不仅可以满足人们对于水的需求,同时也潜移默化地提升了人们的审美趣味。并且,考

虑到气象要素,烟台市夏季容易发生干旱的现象^[13],若人工水景中无法保证充沛的水量,也可考虑“旱溪式”人造溪流,通过模拟水涨水落时不同的情态来提升水景观的美感。同时,在设计中也要考虑溪流的形态、动态、声音和色彩^[13]等因素,使中华湖成为人们踏青郊游、放松心情的好去处。

3.3 小品设施 POE 分析

“小品”特指对空间起点缀作用的公共艺术品,“设施”指的是环卫、文体、生活服务等设施^[14]。众所周知,设施小品与人们有很大关系,其包括但不限于路上的座椅、长廊、路灯、垃圾桶、雕像等。良好的小品设施设计有利于校园公共空间整体感与空间尺度的塑造。从表 4 结果来看,烟台校区小品设施类评价因子评价较低,为 II。

“小品”中存在的最主要问题是缺乏维护。在校园景观中可以称作亮点的小品,有生活区的“求索”雕像,各主干道交叉口的“孺子牛”石像和数块分布在教学区和生活区的无名巨石等。它们形态各异,极具审美趣味。此类小品虽然占地面积不大,但是却属于景观设计的点睛之笔,是校园景观体系的重要组成部分。但是,校园内的一些设施小品的维护由于管理的不到位而没有到位,因此造成了许多设施小品残损破败的现象,减少了视觉上的美感。

“设施”类集中反映出的问题为缺少独特的设计,以及在数量和种类上缺乏,从而导致这些设施在材质和色彩等方面严重雷同,与周围环境格格不入,无法发挥其美化环境和烘托气氛的作用;另外,由于校园园区较大,更应该增加相关设施小品以减少空旷感。可以增加校园中供休息、照明、装饰和功能性作用的设施。例如,可以在育种林中设置设计新颖的路牌,或者在中华湖岸边开辟几条卵石小路,或者在湖面上放置几组汀步,或者在教学区安装几张供人小憩的座椅等。

3.4 文脉传承 POE 分析

校园文化建设本质上是对价值的追求与创造^[16],其建成并非一蹴而就。中国农业大学烟台校区在“时代特征”和“文化氛围”上评价为 III,在“历史沉淀”上是 II。这说明,评分者们对于其文化建设成果并不十分认同。这个原因是多方面的,其主观原因是校园文化建设定位不清;客观原因是因为烟台校区回迁师生较少,资金紧张,开展建设有实际困难。结合调查情况,从以下几个方面提出“文脉传承”方面的改进意见。

1) 传承建筑特色。建筑特色是校园文脉传承

的具象表现,独具特色的校园建筑无疑会增强人们对校园的归属感。烟台校区建于2006年,其校园建筑结合城市特点,层次丰富,恢宏大气,例如“现代潮”广场^[15],以“潮”为表现特征,广场的中间区域由北向南设计成“S”型的台阶带,设计活泼、庄重,融入了滨海城市烟台“浪潮”的符号元素。但为了显示烟台校区与中国农业大学老校区一脉相承的特点,可以在烟台校区的建筑中融入老校区的标志性元素,例如东校区的水塔元素和西校区的老校门元素。

2)增加文化小品设施,使师生能在日常的工作、学习和生活中与文化小品设施产生互动。

例如,可以在宿舍生活区设立小型书报亭,在学校主要入口和标志性建筑入口设置景观型小品。还可以根据各个院系(设施农业科学与工程、水产养殖、公共事业管理、市场营销)的历史建立院系博物馆,展现各自专业的特色与文化。

3)关注学生群体。受访者普遍反映文化活动组织形式单调,精品活动较少。因此应开展有特色、内涵丰富、贴近学生的校园活动,加强人文关怀,培养学生的创新思维。

4 结论与建议

本研究依托 POE 理论,设计并制作了评价因子表和李克特量表,构造了针对中国农业大学烟台校区的景观评价体系,并运用 AHP 法和 FCE 法进行分析。结果表明,新校区的校园景观在植物景观设计方面较好,但亟需在水景观、小品设施和文化建设方面做出改进。对于使用后评价反馈的不足,现给出具体的改进意见:

4.1 植物景观

植物景观的规划设计较为合理,总体评价较好,但其中“与硬质景观协调度”、“搭配合理性”、“植物色彩”表现一般。层次分明具有季相变化的植物景观空间只集中于特定的区域,而不能覆盖到整个校园,例如教学区和图书馆附近只有黑松林和低矮草坪。针对秋冬季植物景观色彩单一的问题,可以在上述区域引种秋冬季树干造型赏心悦目的树种,例如可以种植有“乌柏赤于枫,园林二月中”之赞名的乌柏。乌柏树冠整齐,叶形美丽,十分美观,能产生良好的造景效果,同时具有文化内涵,能在潜移默化中提升人的品味。

4.2 水景观

在水景观的设计上,要有“以人为本”的设计理

念,从形态、动态、声音、色彩的角度全方位地进行改造。针对水景建立完善的养护方案,加强水边设施的管理与维护。依据地势和水量多少分别设计建造不同类型的“人造溪流”来体现水景观的独特美感,同时保持水质,形成生态闭环,维持良好的生态环境。通过建造水中汀步,铺设卵石路面,增植滨水植物的方法提高水景对游人的可亲近性。以缓坡、草坪等取代硬质堤岸,增加水边设施数量。

4.3 设施与小品

设施与小品作为校园景观的微观部分,可以体现校园景观的布局与规划。除了造景同质化严重之外,还有不少的设施与小品处于见缝插针式的不良布局,缺乏总体上的规划。设计者更应该根据使用者的偏好来进行设计,使得每一个设施小品都能发挥其功能性。增设商店和综合服务厅、修缮篮球场和跑道、升级餐厅的座椅、改造风格老旧的指示牌与垃圾桶等,都是提升校园设施与小品设计感的重要方式。

4.4 文脉传承

烟台校区校园景观不但要体现出海滨建筑“碧海蓝天、红墙绿地”的建筑特点,更要珍视校史传统,在景观设计上也要和百年校史一脉相承。例如在设施与小品的设计中,可以充分融合中国农业大学东校区的水塔元素和西校区的老校门元素,可以在“现代潮”广场上设立微缩版硬质水塔和人工做旧的老校门石像,这样既体现了海滨的区位因素,也展现了校园深厚的文化底蕴。但要注意设施小品与周围建筑物风格的统一,做到浑然一体,水乳交融。

参考文献:

- [1] 王磊,吴承南,许亚琼,等. POE 法在校园景观评价中的应用及发展概况[J]. 现代园艺,2015(13):109-110.
- [2] 郑芳香. 高校校园景观设施配置研究[D]. 福州:福建农林大学,2014.
- [3] 张智宏. 大学校园绿地空间使用状况评价——以中国农业大学东校园为例[D]. 北京:中国农业大学,2004.
- [4] 马克思,恩格斯. 马克思恩格斯选集第1卷[M]. 北京:人民出版社,1995:92.
- [5] 全向,谢珊珊,孔德政,等. 基于 POE 的大学城校园总体景观评价与分析——以郑州大学新校区为例[J]. 西部林业科学,2017,46(2):113-117,123.
- [6] 汪婷,刘惠锋,傅德亮. 基于 AHP 法的大学城校园绿地总体景观评价——以上海交通大学闵行校区为例[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2009,27(4):418-423.

(下转第 212 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.038

基于SBE法的景洪市棕榈植物景观配置评价

刘敏¹, 魏开云¹, 王锦¹, 张夏梦¹, 宋鼎²

(1. 西南林业大学园林学院, 云南 昆明 650224; 2. 昆明理工大学绿化中心, 云南 昆明 650504)

摘要:采用美景度评价法(SBE)对景洪市棕榈植物造景进行了与5种景观要素搭配类型(植物、建筑、景观小品、山水地形和道路广场)的景观美景度评价,对不同受测评价群体的风景审美特点进行相关性和差异性分析。结果表明,各类受测群体在景洪市棕榈植物景观审美方面存在普遍一致性。对植物种类丰富性、水平结构丰富性、垂直结构丰富性、色彩结构丰富性4个植物景观要素进行回归分析,得到棕榈植物与5种搭配类型的回归模型,以此探讨棕榈植物景观要素与搭配类型的相关性,总结出棕榈植物景观配置的最佳搭配方式。提出在未来植物景观配置中可适当多进行道路广场的棕榈植物景观营造。

关键词:棕榈植物;景观评价;美景度评价法(SBE);景观要素;搭配类型

中图分类号:S711;S792.91;S731.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0206-07

引文格式:刘敏,魏开云,王锦,等.基于SBE法的景洪市棕榈植物景观配置评价[J].林业调查规划,2019,44(3):206-212.

LIU Min, WEI Kaiyun, WANG Jin, et al. Evaluation for *Trachycarpus fortunei* Landscape Configuration in Jinghong City Based on SBE Method [J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 206-212.

Evaluation for *Trachycarpus fortunei* Landscape Configuration in Jinghong City Based on SBE Method

LIU Min¹, WEI Kaiyun¹, WANG Jin¹, ZHANG Xiameng¹, SONG Ding²

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

2. Center of Greening, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650504, China)

Abstract: The scenic beauty estimation method (SBE) was used to evaluate the *Trachycarpus fortunei* landscape with five types of landscape elements (plants, buildings, landscape sketches, landscape topography and roads and squares) in Jinghong City, and analyze the correlation and difference of the aesthetic characteristics of different groups. The results showed that the aesthetics of *Trachycarpus fortunei* landscape were generally consistent. The regression model of five configurations of *Trachycarpus fortunei* landscape was constructed by the regression analysis for plant species richness, horizontal structure richness, vertical structure richness and color structure richness to study the correlation between plant landscape elements and configuration types and summarize the best landscape configuration mode. It was suggested to appropriately increase the construction of *Trachycarpus fortunei* landscape on the roads and squares in future plant landscape configuration.

收稿日期:2018-12-18.

资助项目:云南省高校科技创新团队支持计划资助.

第一作者:刘敏(1987-),女,湖南娄底人,讲师.主要从事城市生态研究工作. Email:327653208@qq.com

Key words: *Trachycarpus fortunei*; landscape evaluation; scenic beauty estimation method; landscape element; configuration model

植物景观评价是景观评价研究的核心^[1]。近几年城市植物景观评价成为了园林植物研究的热点,多聚焦于园林植物配置评价研究。园林植物造景是城市绿化美化建设的重要途径,其中植物景观评价已成为国内外学者研究的重点。当前棕榈植物作为热带景观营造的骨干树种而广泛应用于园林植物配置中。目前在园林景观中运用较多的植物景观评价方法有层次分析法(AHP),美景度评价法(SBE),审美评判测量法(BIB-LCJ),语义分析法(SD)及人体生理心理指标测试法(PPI)^[2-7]。其中SBE法操作简单,大小样本均可,且采用了一定的心理技术和数据处理方法以减少评判者个体差异的影响^[8]。美景度评价法(SBE)是比较可靠的方法,其中由于进行综合的数据分析和分类,获得的结论具有较强的科学性^[9]。SBE法目前被广泛应用于各类景观评价中,如公园植物景观^[1,10-17],滨水湿地植物^[18-20]、居住区^[21-22]、道路^[23]、温室景观^[6]等。然而目前仅少量学者在小尺度上对植物景观进行相关评价,对专科专属植物景观应用的评价偏少,闰长春等学者^[5]应用BIB-LCJ审美评判法对榕属植物在园林中的7种应用类型进行了景观评价;许丽颖等学者^[24]应用SBE法对3城市的彩叶植物配置进行评价分析;赵强民等学者^[25]使用SBE法从植物组团的色彩对比度、植物密度、形态多样性、种类多样性进行了成熟稳定的32个园林植物组团的美景度评价及配置探讨;对于有着热带明星景观之誉的棕榈植物景观以及关于营造符合大众审美的棕榈科植物景观的研究甚少,目前仅有郑洲翔等学者^[7]应用BIB-LCJ审美评判法仅从造景类型上(入口景观、堤岸景观、与雕塑景石配置的景观、棕榈岛景观、行道树景观、群植景观和绿篱景观)进行了比较直白的评价,缺乏对棕榈植物造景配置与美景度之间相关关系的深入探讨研究。本文对景洪市棕榈植物造景进行了景观美景度评价,从植物种类丰富性、水平结构丰富性、垂直结构丰富性、色彩结构丰富性4个景观要素方面进行了棕榈植物与不同造景元素之间搭配的景观评价,基本涵盖了棕榈植物造景所有搭配模式,进行了较为全面的景观评价分析,并且通过4个要素的回归分析,获取不同搭配类型的棕榈植

物景观配置模型,总结出棕榈植物配置的最佳搭配方式。为今后棕榈植物设计模式、景观营造提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料采集

对景洪市内公园、街道、单位小区附属绿地内棕榈科植物景观配置选取了134个样点,对棕榈植物与园林各要素搭配进行照片采集工作。为确保评价媒介(照片)具有一致性,在实际拍摄过程中采用一致性原则,拍摄相机是Nikon D60型数码相机、照片质量选1020万像素。拍摄的图片对拍摄角度、近远景选取、光强等因素尽量保持一致的要求,最大限度地减少人为误差,增加照片之间的可比性。本方案针对景洪市棕榈植物景观共拍摄图片900张,根据棕榈植物景观配置特色,尽可能选取有代表性的照片。其中P表示棕榈植物与其他植物搭配类型,B表示棕榈植物与建筑搭配类型,S表示棕榈植物与景观小品搭配类型,C表示棕榈植物与山水地形搭配类型,D表示棕榈植物与道路广场搭配类型,根据不同的景观类型,从样本照片中分别选取P型15张、B型17张、S型10张、C型20张、D型20张作为评价材料,并做好编号,即:P1-P15;B1-B17;S1-S10;C1-C20;D1-D20。

1.2 评价者选择

评价者共选择90人,由专家和学生组成,其中教授专家(包括园林植物、城市生态学和园林规划设计方向)5人,园林从业人员(主要是园林工程类的施工员)5人,参评的学生为本科二年级以上的学生,园林专业和非园林专业各40人,共有80名学生参与参评^[8]。

1.3 确定研究方法

本研究采用的评价方法为风景质量评价法中的心理物理学派法(SBE),评价测量的媒介为选取的5种搭配类型的照片,按P型、B型、S型、C型、D型的顺序排列,评价照片采用室内数字投影仪播放方式,每幅照片播放间隔时间为8秒,幻灯不得回放。受测者凭第一直观印象对幻灯片中的棕榈植物景观进行十分制打分,分值为较差(0~2分)、一般(2~4分)、中等(4~6分)、良好(6~8分)、优秀(8~10分)5个等级。

为进一步探讨景观要素与棕榈植物景观美景度的关系,根据相关园林植物景观营造的文献研究统计,选取了植物种类、水平结构、垂直结构、色彩结构 4 个植物景观要素进行分析。分别对 4 个要素的丰

富程度进行量化,得出的 SBE 值与 4 个要素进行相关量化的回归分析,参考所选样本景观的配置特征,具体的评价等级指标见表 1。

表 1 植物景观要素评分
Tab. 1 Scoring of plant landscape elements

| 景观要素 | 0~2 | 2~4 | 4~6 | 6~8 | 8~10 |
|--------|----------|-----------|----------------|-----------|------|
| 植物种类/种 | 0~2 | 2~4 | 4~6 | 6~10 | ≥10 |
| 水平结构 | 孤植 | 列植(篱植) | 丛植(对植) | 群植 | 林植 |
| 垂直结构 | 乔木型/灌-草型 | 乔-草型 | 乔-灌型 | 乔-灌-草型 | ---- |
| 色彩结构 | ---- | 棕榈植物+常绿搭配 | 棕榈植物+落叶阔叶/有花植物 | 棕榈植物+色叶植物 | ---- |

利用 Excel 和 SPSS 统计分析软件系统对试验数据进行处理,分析得出各种评价数据。

2 结果与分析

2.1 美景度值分析

根据美景度计算方法^[8,23],计算各类评价人群对不同棕榈植物搭配景观的美景度,得到各景观美学质量的美景度量表(表 2)。由美景度评价分析可得,棕榈科植物造景与植物搭配类景观中有 67% 为中等美景度,20% 为一般美景度,13% 拥有良好的美景度值;与建筑搭配类景观中有 71% 为中等美景度,24% 为良好美景度,6% 为一般美景度;与景观小品搭配类景观中 50% 为中等美景度,50% 为良好美景度;与山水地形搭配类景观中有 75% 为中等美景度,20% 为一般美景度,5% 为良好美景度;与道路广场搭配类景观中有 75% 为中等美景度,25% 为良好美景度。所有景观照片统计评价中有 70% 为中等美景度,21% 为良好美景度,10% 为一般美景度。

2.2 相关性分析

为反映不同受测群体审美特点,根据 4 组不同背景进行测试人群的 SBE 度量值对各受测评价群体的风景审美特点进行相关性和差异性分析。相关性分析结果表明,其中与植物搭配类(P 型),SBE 值与各类受测群体的相关性从高到底分别为专家、园林学生、非园林学生、从业人员;与建筑搭配类(B 型),相关性从高到底分别为专家、从业人员、园林学生、非园林学生;与景观小品搭配类(S 型),相关性从高到底分别为从业人员、非园林学生、专家、园林学生;与山水地形搭配类(C 型),相关性从高到底分别为专家、园林学生、非园林学生、从业人员;与

道路广场搭配类(D 型),相关性从高到底分别为专家、非园林学生、园林学生、从业人员。分析结果表明,各受测群体都有着较好的相关性,4 类受测群体中在景洪市棕榈植物景观审美方面存在普遍一致性,而且均呈显著相关(表 3)。

2.3 棕榈植物与各景观要素回归分析

为探讨植物种类、水平结构、垂直结构、色彩结构 4 个植物景观要素对棕榈植物景观配置评价影响的相关性,将得到的美景度(SBE)值和 4 种景观因子的量化值进行回归分析,从回归常量系数分析可以看出,道路广场搭配类棕榈植物景观(D 型)SBE 值常量最高,其次为山水地形搭配类(C 型)、建筑搭配类(B 型)、景观小品搭配类(S 型)、植物搭配类(P 型)。

2.3.1 棕榈植物与其他植物搭配类景观要素回归分析

回归分析结果表明,与植物搭配类棕榈植物景观(P 型)美景度的模拟方程为: $SBE = 2.1 - 0.224(\text{种类}) + 0.688(\text{水平}) + 0.041(\text{垂直}) + 0.141(\text{色彩})$ ($R^2 = 0.658$)。回归分析显示,棕榈植物景观中水平结构、垂直结构、色彩结构三要素的丰富性与 P 型棕榈植物景观营造成正相关关系,其中观测值越大,代表该模式下的棕榈植物景观美景度越高,若棕榈植物丛植、群植、林植且层次越丰富、色彩结构越丰富,其景观美景度效果越好。植物种类的丰富性与该类型棕榈植物景观美景度表现出负相关关系,其观测值越大,对应的美景度值越低,因而其他搭配植物种类越单纯,美景度越高,如纯棕榈群落景观,效果更好。同时,水平结构对该模式下的棕榈植物景观美景度的贡献表现出了最大值,其次为色彩结

表 2 棕榈植物造景与各类搭配类型景观美景度 (SBE) 值
Tab. 2 SBE values of various configuration models of
Trachycarpus fortunei landscape

| 照片序号 | SBE 得分值 | 照片序号 | SBE 得分值 |
|------|---------|------|---------|
| P1 | 5.63 | S10 | 6.51 |
| P2 | 4.79 | C1 | 7.49 |
| P3 | 4.02 | C2 | 4.77 |
| P4 | 3.60 | C3 | 4.92 |
| P5 | 4.64 | C4 | 5.76 |
| P6 | 5.36 | C5 | 3.83 |
| P7 | 5.74 | C6 | 4.37 |
| P8 | 5.26 | C7 | 5.90 |
| P9 | 5.77 | C8 | 4.85 |
| P10 | 5.10 | C9 | 5.91 |
| P11 | 5.33 | C10 | 4.81 |
| P12 | 3.25 | C11 | 3.47 |
| P13 | 3.76 | C12 | 5.84 |
| P14 | 7.56 | C13 | 4.26 |
| P15 | 7.30 | C14 | 5.81 |
| B1 | 5.77 | C15 | 3.37 |
| B2 | 6.57 | C16 | 3.61 |
| B3 | 4.89 | C17 | 5.04 |
| B4 | 5.56 | C18 | 5.20 |
| B5 | 5.46 | C19 | 5.28 |
| B6 | 5.80 | C20 | 5.78 |
| B7 | 4.97 | D1 | 4.92 |
| B8 | 3.52 | D2 | 5.52 |
| B9 | 6.71 | D3 | 7.10 |
| B10 | 5.97 | D4 | 6.44 |
| B11 | 5.65 | D5 | 6.47 |
| B12 | 5.68 | D6 | 5.42 |
| B13 | 4.75 | D7 | 5.68 |
| B14 | 5.40 | D8 | 4.32 |
| B15 | 6.53 | D9 | 5.25 |
| B16 | 6.44 | D10 | 5.78 |
| B17 | 5.60 | D11 | 7.34 |
| S1 | 5.12 | D12 | 6.50 |
| S2 | 6.14 | D13 | 4.92 |
| S3 | 6.38 | D14 | 5.59 |
| S4 | 4.89 | D15 | 5.69 |
| S5 | 4.90 | D16 | 5.14 |
| S6 | 6.61 | D17 | 5.15 |
| S7 | 6.62 | D18 | 4.71 |
| S8 | 4.62 | D19 | 5.41 |
| S9 | 4.53 | D20 | 5.33 |

构、垂直结构的丰富性对棕榈植物的景观效果有很大的影响。

2.3.2 棕榈植物与建筑搭配类景观要素回归分析

与建筑搭配类棕榈植物景观 (B 型) 美景度的模拟方程为: $SBE = 3.534 - 0.202(\text{种类}) + 0.764(\text{水平}) - 0.067(\text{垂直}) - 0.016(\text{色彩})$ ($R^2 = 0.674$)。其中回归分析显示,植物种类、垂直结构、色彩结构与 B 型棕榈景观美景度成负相关关系,观测值越大,代表该模式下的棕榈植物景观美景度越低,即植物种类、垂直结构、色彩结构越丰富,棕榈植物景观美景度越差。水平结构丰富性与该类型棕榈植物景观美景度表现出正相关关系,即观测值越大,其棕榈植物景观美景度越高,因此棕榈植物丛植、群植、林植效果佳。同时也表明了水平结构对该模式下的棕榈植物景观美景度的贡献值最大,为 0.764,其次为种类丰富度,而色彩结构、垂直结构的丰富性对棕榈植物的景观效果影响甚微。所以通常以单一的乔—灌、乔—草型为主,棕榈植物乔木(丛植)—灌木(草本)与建筑搭配的方式最为常见。

2.3.3 棕榈植物与景观小品搭配类景观要素回归分析

与景观小品搭配类棕榈植物景观 (S 型) 美景度的模拟方程为: $SBE = 3.337 - 0.233(\text{种类}) + 0.734(\text{水平}) + 0.064(\text{垂直}) + 0.07(\text{色彩})$ ($R^2 = 0.868$)。回归分析显示,水平结构、垂直结构、色彩结构与 S 型棕榈植物景观美景度成正相关关系,观测值越大,代表该模式下的棕榈植物景观美景度越高,因而丛植、群植、林植等层次丰富、色彩丰富的棕榈植物搭配模式效果最佳。而植物种类丰富性与该类型棕榈植物景观美景度表现出负相关关系,其中观测值越大,美景度越低,所以一般以少量树种与景观小品搭配为宜,如景石配以棕竹丛植。水平结构丰富性同样表现出了最大的贡献值,为 0.734,其次为种类丰富度,而色彩结构、垂直结构的丰富性对棕榈植物的景观效果影响甚微。

2.3.4 棕榈植物与山水地形搭配类景观要素回归分析

与山水地形搭配类棕榈植物景观 (C 型) 美景度的模拟方程为: $SBE = 4.416 + 0.397(\text{种类}) + 0.059(\text{水平}) + 0.121(\text{垂直}) - 0.461(\text{色彩})$ ($R^2 = 0.658$)。其中植物种类、水平结构、色彩结构与 S 型棕榈植物景观美景度成正相关关系,观测值越大,代表该模式

下的棕榈植物景观美景度越高。而色彩结构丰富性与该类型棕榈植物景观美景度表现出负相关关系,观测值越大,其表现的美景度越低。同时,植物种类丰富性对于该模式下的棕榈植物景观美景度贡献值

最大,为 0.397,其次为垂直结构、水平结构的丰富性。因而该类搭配群落树种越丰富,垂直结构多样,丛植、群植的美景度效果较佳。

表 3 棕榈植物景观配置美景度与受测群体相关性系数分析

Tab. 3 Correlation coefficient analysis between the SBE values of plant landscape configuration and the tested population

| 与植物搭配类(P型) | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 评价者 | 非园林学生 1 | 园林学生 1 | 从业人员 1 | 专家 1 | SBE1 |
| 非园林学生 1 | 1 | 0.968(**) | 0.916(**) | 0.939(**) | 0.975(**) |
| 园林学生 1 | 0.968(**) | 1 | 0.937(**) | 0.967(**) | 0.987(**) |
| 从业人员 1 | 0.916(**) | 0.937(**) | 1 | 0.970(**) | 0.974(**) |
| 专家 1 | 0.939(**) | 0.967(**) | 0.970(**) | 1 | 0.988(**) |
| SBE1 | 0.975(**) | 0.987(**) | 0.974(**) | 0.988(**) | 1 |
| 与建筑搭配类(B型) | | | | | |
| 评价者 | 非园林学生 2 | 园林学生 2 | 从业人员 2 | 专家 2 | SBE2 |
| 非园林学生 2 | 1 | 0.858(**) | 0.886(**) | 0.859(**) | 0.942(**) |
| 园林学生 2 | 0.858(**) | 1 | 0.877(**) | 0.918(**) | 0.956(**) |
| 从业人员 2 | 0.886(**) | 0.877(**) | 1 | 0.907(**) | 0.959(**) |
| 专家 2 | 0.859(**) | 0.918(**) | 0.907(**) | 1 | 0.965(**) |
| SBE2 | 0.942(**) | 0.956(**) | 0.959(**) | 0.965(**) | 1 |
| 与景观小品搭配类(S型) | | | | | |
| 评价者 | 非园林学生 3 | 园林学生 3 | 从业人员 3 | 专家 3 | SBE3 |
| 非园林学生 3 | 1 | 0.841(**) | 0.953(**) | 0.970(**) | 0.977(**) |
| 园林学生 3 | 0.841(**) | 1 | 0.900(**) | 0.829(**) | 0.925(**) |
| 从业人员 3 | 0.953(**) | 0.900(**) | 1 | 0.928(**) | 0.983(**) |
| 专家 3 | 0.970(**) | 0.829(**) | 0.928(**) | 1 | 0.968(**) |
| SBE3 | 0.977(**) | 0.925(**) | 0.983(**) | 0.968(**) | 1 |
| 与山水地形搭配类(C型) | | | | | |
| 评价者 | 非园林学生 4 | 园林学生 4 | 从业人员 4 | 专家 4 | SBE4 |
| 非园林学生 4 | 1 | 0.937(**) | 0.877(**) | 0.948(**) | 0.971(**) |
| 园林学生 4 | 0.937(**) | 1 | 0.899(**) | 0.935(**) | 0.974(**) |
| 从业人员 4 | 0.877(**) | 0.899(**) | 1 | 0.924(**) | 0.951(**) |
| 专家 4 | 0.948(**) | 0.935(**) | 0.924(**) | 1 | 0.981(**) |
| SBE4 | 0.971(**) | 0.974(**) | 0.951(**) | 0.981(**) | 1 |
| 与道路广场搭配类(D型) | | | | | |
| 评价者 | 非园林学生 5 | 园林学生 5 | 从业人员 5 | 专家 5 | SBE5 |
| 非园林学生 5 | 1 | 0.881(**) | 0.840(**) | 0.880(**) | 0.953(**) |
| 园林学生 5 | 0.881(**) | 1 | 0.759(**) | 0.895(**) | 0.937(**) |
| 从业人员 5 | 0.840(**) | 0.759(**) | 1 | 0.846(**) | 0.914(**) |
| 专家 5 | 0.880(**) | 0.895(**) | 0.846(**) | 1 | 0.964(**) |
| SBE5 | 0.953(**) | 0.937(**) | 0.914(**) | 0.964(**) | 1 |

表4 各类棕榈植物景观美景度影响因素回归分析
Tab.4 Regression analysis for influence factors of
Trachycarpus fortunei landscape SBE values

| 搭配类型 | 景观要素 | 非标准化系数 | | R ² |
|----------|---------|--------|-------|----------------|
| | | B | 标准误差 | |
| 与植物搭配类 | SBE 值常量 | 2.1 | 1.624 | 0.658 |
| | 植物种类 1 | -0.224 | 0.22 | |
| | 水平结构 1 | 0.688 | 0.271 | |
| | 垂直结构 1 | 0.041 | 0.265 | |
| | 色彩结构 1 | 0.141 | 0.415 | |
| 与建筑搭配类 | SBE 值常量 | 3.534 | 0.777 | 0.674 |
| | 植物种类 2 | -0.202 | 0.240 | |
| | 水平结构 2 | 0.764 | 0.262 | |
| | 垂直结构 2 | -0.067 | 0.135 | |
| | 色彩结构 2 | -0.016 | 0.208 | |
| 与景观小品搭配类 | SBE 值常量 | 3.337 | 0.445 | 0.868 |
| | 植物种类 3 | -0.233 | 0.184 | |
| | 水平结构 3 | 0.734 | 0.166 | |
| | 垂直结构 3 | 0.064 | 0.103 | |
| | 色彩结构 3 | 0.070 | 0.125 | |
| 与山水地形搭配类 | SBE 值常量 | 4.416 | 0.901 | 0.658 |
| | 植物种类 4 | 0.397 | 0.209 | |
| | 水平结构 4 | 0.059 | 0.173 | |
| | 垂直结构 4 | 0.121 | 0.304 | |
| | 色彩结构 4 | -0.461 | 0.223 | |
| 与道路广场搭配类 | SBE 值常量 | 6.481 | 0.908 | 0.584 |
| | 植物种类 5 | -0.369 | 0.182 | |
| | 水平结构 5 | -0.296 | 0.296 | |
| | 垂直结构 5 | 0.195 | 0.259 | |
| | 色彩结构 5 | 0.192 | 0.165 | |

2.3.5 棕榈植物与道路广场搭配类景观要素回归分析

与道路广场搭配类棕榈植物景观(D型)美景度的预测方程为: $SBE=6.481-0.369(\text{种类})-0.296(\text{水平})+0.195(\text{垂直})+0.192(\text{色彩})$ ($R^2=0.658$)。回归分析表明,垂直结构、色彩结构的丰富性与D型棕榈植物景观美景度成正相关关系,观测值越大,代表该模式下的棕榈植物景观美景度越高。然而植物种类、水平结构的丰富性与该类型棕榈植物景观美景度表现出负相关关系,其观测值越大,表现的美景度越低。同时植物种类丰富性对于该模式下的棕榈植物景观美景度贡献值最大,其次是水平结构丰

富性,再次是垂直结构和色彩结构的丰富性。因而道路广场绿化时应尽量选择树种种类少、垂直结构丰富、水平结构单一(列植为主)的棕榈植物景观配置模式。

3 结论与讨论

3.1 棕榈植物景观美景度值评价

所选棕榈植物景观样本中,美景度分析符合正态分布规律,其中大部分样本评价为中等美景度,少部分样本评价为良好及一般美景度。就不同搭配类型的棕榈植物景观,从4组不同的受测群体分析,美景度均表现出了显著的相关性,专家组表现了较强的相关性,并且在各类型中(与景观小品搭配类除外)较为稳定,与曲大铭等学者^[13]、翁殊斐等学者^[15]结论吻合。说明专业人士在园林景观评价中考虑的专业知识较为全面。

3.2 棕榈植物与景观要素搭配

回归分析结果表明,棕榈植物在道路广场中的应用美景度值偏高,其次为与山水地形的搭配、与建筑类的搭配、与景观小品类的搭配,美景度值最低的为与其他植物类的搭配。其中与植物类搭配、景观小品类搭配的棕榈植物景观中,水平结构丰富性、垂直结构丰富性和色彩结构丰富性3要素为正相关,植物种类丰富性为负相关;与建筑搭配的棕榈植物景观中,配置的水平结构丰富性为正相关,其他3要素(植物种类、垂直结构、色彩结构)为负相关;与山水地形类搭配的棕榈植物景观正相关的因子有植物种类丰富性、垂直结构丰富性和水平结构丰富性,负相关因子为色彩结构丰富性;与道路广场搭配的棕榈植物景观中植物种类丰富性和水平结构丰富性为负相关因子,垂直结构丰富性和色彩结构丰富性为正相关因子,但影响系数偏弱。

综上所述,在未来的棕榈植物景观配置中,可以适当多进行道路广场中的棕榈植物景观营造。同时,对于各要素类型的配置可以参考模型配比进行相应的植物种类选择。

参考文献:

- [1] 杜红玉,张志颖,蓝悦,等. 基于SBE法的上海市闵行体育公园植物景观评价[J]. 福建林业科技, 2014(2): 156-160.
- [2] 张哲,潘会堂. 园林植物景观评价研究进展[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(6): 962-967.
- [3] 郜春丽,翁殊斐,赵宝玉. 基于AHP法的滨水绿道植物

- 景观评价体系构建[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(3): 206-209.
- [4] 矫明阳, 高凤, 郝培尧, 等. 基于 SD 法的城市带状公园植物景观评价研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(5): 185-190.
- [5] 闫长春, 陈超, 姚平. 运用 BIB-LCJ 审美评判法评价榕属植物景观[J]. 热带农业科学, 2011, 31(5): 79-83.
- [6] 李艳, 杜勇军, 刘国宇, 等. SBE 法评价西安地区温室植物景观营造及配置特色[J]. 西北林学院学报, 2015, 30(6): 255-260.
- [7] 郑洲翔, 陈锡沐, 翁殊斐, 等. 运用 BIB-LCJ 审美评判法评价棕榈科植物景观[J]. 亚热带植物科学, 2007, 36(1): 46-48.
- [8] 刘敏. 云南省西双版纳棕榈科园林植物造景模式研究[D]. 昆明: 西南林业大学, 2011.
- [9] 马玲. 园林植物景观评价研究进展[J]. 农业科技与信息, 2016(1): 143-143.
- [10] 陈灿, 林勇明, 林晗, 等. 用 SBE 法进行福州市公园植物配置研究[J]. 福建建筑, 2009(2): 61-63.
- [11] 陈凯, 杨龙. 基于 SBE 法对漳州市公园植物配置研究[J]. 现代园艺, 2014(6): 12-13.
- [12] 马琳, 赵兰勇, 赵红霞, 等. 济南植物园植物配置评价研究[J]. 山东林业科技, 2007(1): 40-42.
- [13] 曲大铭, 郭颖涛, 权顺子. SBE 法评价北京市朝阳区公园植物配置效果[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2010(2): 8-9.
- [14] 王美婷, 孙冰, 陈雷, 等. 广州市典型性城市公园植物景观美景度研究[J]. 浙江农林大学学报, 2017, 34(3): 501-510.
- [15] 翁殊斐, 陈锡沐, 黄少伟. 用 SBE 法进行广州市公园植物配置研究[J]. 中国园林, 2002, 18(5): 84-86.
- [16] 肖斌, 王娜. 基于 SBE 对太原市公园植物配置的研究——以玉门河公园为例[J]. 山西林业, 2011(2): 42-44.
- [17] 张娟, 王小德, 刘臣琼, 等. 基于 SBE 法的嘉兴南湖植物景观评价[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(5): 714-717.
- [18] 吉杨婷, 李燕妮, 陈为, 等. 成都市城市公园滨水植物景观评价[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(3): 291-297.
- [19] 李丽. 扬州滨水植物景观评价研究[J]. 北方园艺, 2012(19): 103-105.
- [20] 许丽, 欧静, 陈荣建, 等. 基于 SBE 法的阿哈湖国家湿地公园植物景观评价[J]. 山地农业生物学报, 2017, 36(3): 15-22, 48.
- [21] 石平, 张广新, 白昕畅, 等. SBE 法评价沈阳市典型居住庭园的植物配置效果[J]. 沈阳农业大学学报, 2005, 36(4): 471-474.
- [22] 杨善云, 陈翠玉, 刘云峰, 等. 柳州市居住区植物景观美学评价与优化策略[J]. 北方园艺, 2014(11): 80-84.
- [23] 罗召美, 杨小波, 侯百镇, 等. 基于 SBE 评价法的海南沿海城市道路绿化景观分析[J]. 四川建筑科学研究, 2013, 39(5): 262-266.
- [24] 许雨颖, 王立凤, 李艳萍, 等. 三城市彩叶植物配置多样性及景观评价分析[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(8): 1494-1498.
- [25] 赵强民, 胡传伟, 孙冰, 等. 园林植物组团美景度评价及其配置探讨[J]. 广东园林, 2016, 38(5): 75-77.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 205 页)

- [7] 郜春丽, 翁殊斐, 赵宝玉. 基于 AHP 法的滨水绿道植物景观评价体系构建[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(3): 206-209.
- [8] 姚玉敏, 朱晓东, 徐迎碧, 等. 城市滨水景观的视觉环境质量评价——以合肥市为例[J]. 生态学报, 2012, 32(18): 5836-5845.
- [9] 程逸楠. 森林公园景观设施小品的生态化设计初探[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2013.
- [10] 吴刚, 张敬信. 数学建模与数学实验[M]. 北京: 中国商业出版社, 2017.
- [11] 陆东芳. 大学校园植物景观评价模型及其应用[J]. 福建林学院学报, 2008(4): 328-32.
- [12] 殷婷. 城市绿地人工溪流景观设计研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2014.
- [13] 王冰, 余锦华, 程志攀, 等. 基于 SPI 的烟台地区干旱特征分析[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2015, 46(1): 16-22.
- [14] 林静, 杨建华. 层次分析法在城市公共空间景观设施评价中的应用[J]. 华中建筑, 2014, 32(8): 96-101.
- [15] 孟祥彬, 于滨. 中国农业大学烟台校区现代潮广场设计[J]. 风景园林, 2007(1): 78-81.
- [16] 欧阳康. 大学校园文化建设的价值取向[J]. 高等教育研究, 2008(8): 5-10.
- [17] 张秦英, 罗开喜, 白云鹏, 等. 基于 SBE 法的天津常绿园林植物景观评价研究[J]. 北方园艺, 2015(23): 90-93.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.039

基于综合评价指数法的城市道路绿化植物景观配置评价研究

——以运城市盐湖区为例

韩轶华, 刘艳红

(山西农业大学 林学院, 山西 太谷 030801)

摘要:对山西省运城市盐湖区的道路绿化植物景观配置模式进行实地调研,统计分析主要道路的绿化断面形式、道路绿化现状及植被种类选择。运用综合评价指数法,以植物物种多样性、植物生活型结构、植物景观变化性、植物观赏时序、植物景观空间、植物季相丰富度、植物景观韵律感以及植物与整体环境的协调性作为评价指标,建立景观综合评价体系,对运城市盐湖区道路绿地景观进行分级,进而对道路绿地植物景观进行评价。结果表明,禹西路和铺安路为Ⅰ级景观道路;槐东路、涑水东街、学苑路、人民北路、人民南路、禹都东街为Ⅱ级景观道路;魏风街、涑水西街、潞村街、河东西街、河东西街、解放北路、条山路、圣惠北路、韩信路、工农西街、红旗西街、红旗东街为Ⅲ级景观道路;凤凰路、中银南路、周西路、圣惠路为Ⅳ级景观道路。提出丰富道路绿化植物景观配置模式,适当引进新品种,增加草坪及地被覆盖率等建议。

关键词:城市道路绿化;植物景观配置;综合评价指数法;质量等级;评价因子;运城市盐湖区

中图分类号:S711;S731.8;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0213-07

引文格式:韩轶华,刘艳红.基于综合评价指数法的城市道路绿化植物景观配置评价研究——以运城市盐湖区为例[J].林业调查规划,2019,44(3):213-219,225.

HAN Yihua, LIU Yanhong. Evaluation for Plant Landscape Configuration of Urban Road Based on Comprehensive Evaluation Index Method—A Case Study of Yanhu District in Yuncheng City[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 213-219, 225.

Evaluation for Plant Landscape Configuration of Urban Road Based on Comprehensive Evaluation Index Method

—A Case Study of Yanhu District in Yuncheng City

HAN Yihua, LIU Yanhong

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

Abstract: This paper carried out the field investigation on the configuration mode of road plant landscape in Yanhu District of Yuncheng City, Shanxi Province, and made the statistical analysis on the greening section form, road greening status and vegetation species selection of main roads. The comprehensive evaluation system with the indexes of species diversity, life form, landscape variability, viewing sequence, landscape space, seasonal abundance, rhythm sense and coordination with the overall environment was established by the method of comprehensive evaluation index to classify and evaluate the road plant landscape.

收稿日期:2019-03-11;修回日期:2019-03-16.

第一作者:韩轶华(1990-),男,山西太原人,硕士研究生.研究方向:道路绿化模式设计探究.

The results showed that Yuxi Road and Puan Road were class I landscape roads, Huaidong Road, Sushui East Road, Xueyuan Road, Renmin North Road, Renmin South Road and Yudu East Road were class II landscape roads, Weifeng Road, Sushui West Road, Lucun Road, Hedong East Road, Hedong West Road, Jiefang North Road, Tiaoshan Road, Shenghui North Road, Hanxin Road, Gongnong West Road, Hongqi West Road, Hongqi East Road were class III landscape roads, and Fenghuang Road, Zhongyin South Road, Zhouxi Road, Shenghui Road were class IV landscape roads. Some suggestions were put forward, such as enriching the configuration mode of plant landscape, introducing new species appropriately, and increasing the coverage of lawn and ground cover.

Key words: urban road; configuration of plant landscape; comprehensive evaluation index method; quality level; evaluation factor; Yanhu District of Yuncheng City

1 研究背景

道路绿化建设现已成为各地园林部门每年的主要绿化任务之一。道路绿化是反映城市绿化面貌的重要标志,关系到道路环境的改善和城市景观的提升,关系到一个城市的形象,体现了一个城市的绿化风貌与景观特色。而如何做到合理地设计道路绿化,直接关系到城市道路绿化效果的好坏,因此,道路绿化设计已成为国内外各有关机构在道路绿化与改造研究中的重点内容。

2 研究区概况

2.1 区位概况

运城市隶属于山西省,位于山西省西南部,北依吕梁山与临汾市接壤,东侧中条山与晋城市毗邻,西、南与陕西省渭南市、河南省三门峡市隔黄河相望,地理位置为东经 $110^{\circ}15' \sim 112^{\circ}04'$ 。北纬 $34^{\circ}35' \sim 35^{\circ}49'$,东西长 201.87 km,南北宽 127.47 km,总面积 13 968 km²,占山西省总面积的 9%。本次的调研工作主要位于运城市盐湖区,盐湖区是运城市政治、经济和文化中心,是中华武圣关公故里、虞舜圣帝王安息之地。盐湖区因盐湖而兴,因盐湖而得名,古为盐贩之泽,有过盐邑、苦城、潞村、圣惠镇、凤凰城等称谓;自宋、元置盐运使,遂筑城驻运司,始名运城,1958 年称运城县,1983 年改运城县为运城市,2000 年撤市设区改称盐湖区。该区气候特点是典型的温带大陆性季风气候,夏季炎热且多雨,冬季寒冷且干燥,春秋两季气候舒适,雨水丰富,适宜居住。

2.2 道路水平断面结构概况

在城市中常见的道路绿化形式有以下几种;一板两带式、两板三带式、三板四带式、四板五带式和

五板六带式以及其他形式^[1,2]。一板二带式指的是道路中央是机动车车行道,两侧为绿化带的道路绿化形式^[3]。二板三带式即为分向行驶的 2 条道路用分车绿化隔离带分隔,路侧各一条绿化带^[4]。三板四带式指利用 2 条分隔带把车行道分为 3 个部分,中间为机动车道,两侧为非机动车道,连同车道两侧的行道树共有 4 条绿带^[5]。四板五带式指利用 3 条分隔带将车行道分为 4 个部分,在人行道与非机动车道分隔带上种植行道树,共有 5 条绿化带^[6,7]。在本次调研中,对运城市盐湖区的大部分道路就道路的板式分类进行了调查(表 1)。

表 1 运城市盐湖区道路水平断面结构统计

Tab. 1 Road sections in Yanhu District of Yuncheng City

| 断面结构 | 代表路段 |
|-------|---|
| 一板两带式 | 凤凰路(解放南路—南城墙街)、周西路(魏风街—红旗东街) |
| 两板三带式 | 中银南路(禹都东街—红旗东街)、圣惠路(河东东街—红旗西街) |
| 三板四带式 | 禹西路(红旗东街—机场大道)、工农西街(圣惠北路—解放北路)、涑水西街(圣惠北路—解放北路)、速水东街(解放北路—学苑路)、红旗西街(解放南路—圣惠南路)、红旗东街(解放南路—运城绕城高速)、圣惠北路(涑水东街—河东东街)、条山路(圣惠北路—学苑路)、解放北路(涑水东街—工农东街)、河东东街(解放南路—韩信路)、潞村街(解放南路—人民南路)、禹都东街(解放南路—禹西路)、铺安路(槐东路—学苑路)、人民北路(涑水东街—工农东街)、人民南路(工农东街—红旗东街)、学苑路(涑水东街—红旗东街)、槐东路(禹都东路—河东东路)、韩信路(红旗东街—铺安路) |
| 五板六带式 | 魏风街(学苑路—周西路) |

在对山西省运城市的道路绿化植物景观配置模式进行调研期间共研究了 24 条道路,其中主干道 6 条,次干道 9 条,支路 7 条,快速路 2 条(表 2)。

表2 运城市盐湖区部分道路等级

Tab.2 Partial road grade in Yanhu District of Yuncheng City

| 道路类型 | 条数 | 路段名称 |
|-------|----|--|
| 主干道 | 6条 | 圣惠北路(涑水东街—河东东街)、圣惠路(河东东街—红旗西街)、解放北路(涑水东街—工农东街)、工农西街(圣惠北路—解放北路)、红旗东街(解放南路—运城绕城高速)、红旗西街(解放南路—圣惠南路) |
| 次干道 | 9条 | 涑水东街(解放北路—学苑路)、涑水西街(圣惠北路—解放北路)、河东东街(解放南路—韩信路)、河西西街(凤凰路—解放北路)、人民北路(涑水东街—工农东街)、人民南路(工农东街—红旗东街)、中银南路(禹都东街—红旗东街)、学苑路(涑水东街—红旗东街)、铺安路(槐东路—学苑路) |
| 支路 | 7条 | 条山路(圣惠北路—学苑路)、槐东路(禹都东路—河东东街)、魏风街(学苑路—周西路)、周西路(魏风街—红旗东街)、禹西路(红旗东街—机场大道)、韩信路(红旗东街—铺安路)、潞村街(解放南路—人民南路) |
| 城市快速路 | 2条 | 禹都东街(解放南路—禹西路)、凤凰路(中银南路—运城绕城高速) |

2.3 道路绿带植物种类概况

在调研期间,对道路绿化所用到的植物材料进行了详细记录,确定了运城市的主要绿化带所用植物种类与配置模式(表3,表4)。

3 研究目的与方法

3.1 研究目的

被称之为“关公故里”的运城市近年来也在大力发展旅游业,整合旅游资源,改善旅游环境,在大力发展旅游业的同时,运城市的城市风貌也成为重点改造的项目之一,整改城市风貌必需要建设道路,所以道路绿化建设已成为运城市园林部门的主要任务之一。道路绿化是反映城市绿化面貌的重要标志,关系到道路环境的改善和城市景观的提升,关系到一个城市的形象,体现一个城市的绿化风貌与景观特色。然而对道路绿化的评价也是众说纷纭,尚无一个合理的的研究方法来评价道路绿化设计的好坏,本文通过大量查阅文献资料及实地调研,试图找到一种合理的、有效的方法来对道路绿化设计进行评价。

3.2 研究方法

3.2.1 实地调研法

采用实地调研法对运城市盐湖区大部分城区道

表3 运城市盐湖区主要行道树种类

Tab.3 Species of main road trees in Yanhu District of Yuncheng City

| 植被类型 | 品种数量/种 | 植物种类 |
|-------|--------|--|
| 乔木 | 20 | 国槐(<i>Sophora japonica</i> 蔷薇科李属)、圆柏(<i>Juniperus chinensis</i> (L.) Ant. 柏科刺柏属)、金枝槐(<i>Sophora japonica</i> cv. <i>Golden Stem</i> 豆科槐属)、悬铃木(<i>Platanus acerifolia</i> 悬铃木科悬铃木属)、雪松(<i>Cedrus deodara</i> (Roxb.) G. Don 松科雪松属)、毛白杨(<i>Populus tomentosa</i> Carrière 杨柳科杨属)、梓树(<i>Ovate Catalpa</i> , <i>China Catalpa</i> , <i>Catalpa</i> , <i>Japanese Catalpa</i> , <i>Yellow Catalpa</i> 紫葳科梓属)、合欢(<i>Albizia julibrissin</i> Durazz 豆科合欢属)、新疆杨(<i>Populus alba</i> var. <i>pyramidalis</i> Bge. 杨柳科杨属)、榉树(<i>Zelkova serrata</i> 榆科榉属)、栎树(<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm 无患子科栎树属)、杉松(<i>Abies holophylla</i> Maxim. 松科冷杉属)、云杉(<i>Picea asperata</i> Mast. 松科云杉属)、水杉(<i>Metasequoia glyptostroboides</i> 杉科水杉属)、大叶女贞(<i>Ligustrum lucidum</i> Ait. 木犀科女贞属)、金叶榆(<i>Ulmus pumila</i> cv 'Jinye' yukeyushu 榆科榆属)、白皮松(<i>Pinus bungeana</i> Zucc. ex Endl. 松科松属)、青杆(<i>Picea wilsonii</i> Mast. 松科云杉属)、白杆(<i>Picea meyeri</i> 松科云杉属)、白蜡(<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb 木犀科栲属) |
| 灌木 | 15 | 石榴(<i>Punica granatum</i> L. 石榴科石榴属)、紫叶李(<i>Prunus Cerasifera</i> 蔷薇科李属)、月季(<i>Rosa chinensis</i> Jacq. 蔷薇科蔷薇属)、蔷薇(<i>Rosa</i> sp. 蔷薇科蔷薇属)、紫薇(<i>Lagerstroemia indica</i> L. 千蕨菜科紫薇属)、小叶黄杨(<i>Buxus sinica</i> (Rehd. et Wils.) Chengsubsp. <i>sinica</i> var. <i>parvifolia</i> M. Cheng 黄杨科黄杨属)、大叶黄杨(<i>Buxus megistophylla</i> Levl. 卫矛科卫矛属)、女贞(<i>Ligustrum lucidum</i> Ait. 木犀科女贞属)、胶东卫矛(<i>Euonymus kiautschovicus</i> 卫矛科卫矛属)、山桃(<i>Amygdalus davidiana</i> (Carrière) de Vos ex Henry 蔷薇科桃属)、龙柏(<i>Sabina chinensis</i> (L.) Ant. cv. <i>Kaizuka</i> 柏科圆柏属)、侧柏(<i>Platycladus orientalis</i> 柏科侧柏属)、石楠(<i>Photinia serrulata</i> Lindl. 蔷薇科石楠属)、红叶石楠(<i>Photinia fraseri</i> Dress 蔷薇科石楠属)、丁香(<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. EtPerry 桃金娘科蒲桃属) |
| 草本及地被 | 4 | 萱草(<i>Hemerocallis fulva</i> (L.) L. 百合科萱草属)、沿阶草(<i>Ophiopogon bodinieri</i> Levl. 百合科沿阶草属)、铺地柏(<i>Sabina procumbens</i> (Endl.) Iwata et Kusaka 柏科圆柏属)、高羊茅(<i>Festuca elata</i> Keng ex E. Alexeev 禾木科羊茅属) |

路进行调研分析,经实地调研,统计得到道路绿化植被名录及城市道路绿化植物景观配置模式现状,进一步分析城市道路绿化配置模式优劣,通过分析归纳及植物配置优化,提出可供山西省南部地区道路绿化配置采用的较优模式。

3.2.2 综合评价指数法

选择综合评价指数法^[6,8],即;通过景观的各种特征,对景观成分进行评价,获得景观整体的质量分

表 4 运城市盐湖区道路绿地植物景观调查结果

Tab. 4 Investigation results of road plant landscape in Yanhu District of Yuncheng City

| 路段名称 | 配置模式 | 观赏特性 | 主要绿化植物 |
|------|-------|--------|---|
| 魏风街 | 乔、灌、草 | 观叶、形 | 栾树、国槐、大叶黄杨(灌)、侧柏(灌) |
| 槐东路 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 国槐、小叶黄杨(灌)、女贞(灌)侧柏、铺地柏、杉松、紫叶李 |
| 涑水东街 | 乔、灌、草 | 观叶、形、 | 悬铃木、白皮松、侧柏、女贞大叶黄杨 |
| 学苑路 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 悬铃木、金叶榆、栾树、大叶黄杨、丁香 |
| 人民北路 | 乔、灌、草 | 观叶、形 | 悬铃木、大叶黄杨(球及绿篱)、小叶黄杨 |
| 人民南路 | 乔、灌、草 | 观叶、形 | 悬铃木、大叶黄杨(球及绿篱)、小叶黄杨 |
| 铺安路 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 国槐、悬铃木、石楠、大叶黄杨(球及绿篱)、紫叶李(球及绿篱) |
| 禹都东街 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 雪松、圆柏、大叶黄杨(球)、女贞、金叶女贞、月季 |
| 潞村街 | 乔、灌、 | 观叶、形 | 悬铃木、大叶黄杨、女贞 |
| 河东东街 | 乔、灌、草 | 观叶、形 | 悬铃木、大叶黄杨(球及绿篱)、女贞 |
| 河西西街 | 乔、灌、草 | 观叶、形 | 悬铃木、大叶黄杨(球及绿篱)、女贞 |
| 解放北路 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 红叶石楠、月季、杉松 |
| 条山路 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 国槐、栾树、紫叶李、大叶黄杨、侧柏、女贞 |
| 圣惠北路 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 紫叶李(灌木)、大叶女贞(小乔木)、萱草、大叶黄杨球 |
| 凤凰路 | 乔、灌、草 | 观叶 | 国槐、女贞 |
| 中银南路 | 乔、灌 | 观叶、形 | 圆柏、石榴、紫叶李、月季、蔷薇、大叶黄杨 |
| 周西路 | 乔、灌、草 | 观叶、形 | 国槐、女贞(绿篱)、紫叶李、大叶黄杨、萱草 |
| 禹西路 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 悬铃木、国槐、雪松、胶东卫矛、山桃、大叶黄杨、紫叶李、月季、梓树、龙柏、女贞(球) |
| 韩信路 | 乔、灌 | 观叶 | 国槐、雪松、大叶黄杨 |
| 工农西街 | 乔、灌 | 观叶、形、花 | 圆柏、紫薇、合欢、山桃、新疆杨、大叶黄杨 |
| 涑水西街 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 栾树、紫叶李(绿篱)、侧柏、月季 |
| 红旗西街 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 圆柏、紫薇、大叶黄杨(绿篱)、女贞(绿篱) |
| 红旗东街 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 国槐、紫叶李、山桃、紫薇、石楠、龙柏 |
| 圣惠路 | 乔、灌、草 | 观叶、形、花 | 石榴、女贞、大叶黄杨(绿篱和球)、龙柏 |

数,从而反映出各景观质量的相对值。经过对大量文献的收集与整理,了解到徐锦海的肇庆市区道路绿化带植物景观评价研究^[9]一文中的评价因子对城市道路绿化景观评价有较大的参考意义,为此,本文借鉴了此文中评价因子的选择方式,但由于肇庆市位于我国广东省西部,属于南方地区,植被类型与种植方式均与山西地区不同,城市道路系统的规划也与运城市有较大区别,为此,对其文中的评价因子做出了更为合理的筛选与优化,根据基本数据分析以及对运城市盐湖区的实地调研情况进行分析,结果表明,运城市盐湖区的道路植物景观逐步成为一种立体的、全面的、追求生态可持续发展的综合植物景观。因此,本次评价运用植物物种多样性、植物生活型结构、植物景观变化性、植物观赏时序、植物景观空间、植物季相丰富度、植物景观韵律感以及植物景观与整体环境的协调性作为评价因子,建立运城市盐湖区道路绿化景观综合评价体系(表 5)。

表 5 运城市盐湖区道路植物景观评价因子和分级指标

Tab. 5 Evaluation factors and grade index of road plant landscape in Yanhu District of Yuncheng City

| 评价因子 | 权值 | 评分 | | | |
|-------------|---------|------|-------|-------|------|
| 植物物种多样性 | X1=0.12 | 好(6) | 较好(5) | 一般(3) | 差(1) |
| 植物生活型结构 | X2=0.13 | 好(6) | 较好(5) | 一般(3) | 差(1) |
| 植物景观变化性 | X3=0.11 | 好(6) | 较好(5) | 一般(3) | 差(1) |
| 植物观赏时序 | X4=0.12 | 好(6) | 较好(5) | 一般(3) | 差(1) |
| 植物景观空间 | X5=0.13 | 好(6) | 较好(5) | 一般(3) | 差(1) |
| 植物季相丰富度 | X6=0.13 | 好(6) | 较好(5) | 一般(3) | 差(1) |
| 植物景观韵律感 | X7=0.12 | 好(6) | 较好(5) | 一般(3) | 差(1) |
| 植物与整体环境的协调性 | X8=0.14 | 好(6) | 较好(5) | 一般(3) | 差(1) |

1) 权值的确定

由于权值是一个相对概念,是指某一指标对整体系统的重要程度,代表这个指标在系统中的地位,权值的不同代表指标的重要程度不同。但是很多植物景观的评价因子比较抽象模糊,为了确保评价结果专业可靠,对运城市盐湖区道路绿化植被景观评价因子权值的确定建立了评价小组,其中人员包括绿化人员,高级管理员,园林部门人员,景观设计人员以及在校相关专业的教师,共计 20 人。结合运城市盐湖区道路绿化建设的实际情况,得到运城市盐湖区道路植物景观评价各因子的权值。

2) 评价因子及分级指标

按照常规的做法,把每个评价因子设置 4 个评分级别,按其好坏程度分为好(6 分),较好(5 分),一般(3 分),差(1 分),分值越高,表示其景观质量

越高^[10](表 5)。同时,请教了 5 位相关专业的老师以及 10 位相关专业的同学对每条调研道路的评价因子进行打分,得出平均分(表 6)。

表 6 运城市盐湖区调查道路评价因子评分结果

Tab. 6 Evaluation factor scores of roads in Yanhu District of Yuncheng City

| 调查道路 | 植物物种多样性 | 植物生活型结构 | 植物景观变化性 | 植物观赏时序 | 植物景观空间 | 植物季相丰富度 | 植物景观韵律感 | 植物与整体环境的协调性 |
|------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|-------------|
| 魏风街 | 3.3 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 2.3 | 2.9 | 3.3 |
| 槐东路 | 4.5 | 4.3 | 4.8 | 3.8 | 4.4 | 3.4 | 4.2 | 2.8 |
| 涑水东街 | 4.2 | 4.2 | 4.5 | 4.1 | 3.9 | 3.3 | 3.9 | 3.8 |
| 涑水西街 | 3.5 | 3.1 | 3.7 | 3.2 | 3.2 | 2.4 | 2.9 | 3.4 |
| 学苑路 | 4.1 | 3.9 | 4.3 | 4.2 | 4.2 | 3.2 | 3.8 | 3.7 |
| 人民北路 | 4.7 | 4.6 | 5.1 | 3.5 | 4.6 | 3.7 | 4.3 | 4.5 |
| 人民南路 | 4.6 | 4.4 | 4.8 | 4.4 | 4.5 | 3.6 | 4.2 | 4.3 |
| 铺安路 | 5.1 | 4.8 | 5.3 | 5.2 | 4.9 | 4.1 | 4.8 | 4.8 |
| 禹都东街 | 4.8 | 4.4 | 4.2 | 4.7 | 4.7 | 3.8 | 4.6 | 4.7 |
| 潞村街 | 3.2 | 3.1 | 3.5 | 3.1 | 2.9 | 2.3 | 2.9 | 3.2 |
| 河东东街 | 3.5 | 3.2 | 3.7 | 3.6 | 3.2 | 2.6 | 3.3 | 3.3 |
| 河西西街 | 3.8 | 3.5 | 3.8 | 3.8 | 3.5 | 2.7 | 3.4 | 3.6 |
| 解放北路 | 2.9 | 2.6 | 3.2 | 2.7 | 2.8 | 2.3 | 2.7 | 3.2 |
| 条山路 | 3.3 | 3.1 | 3.5 | 3.1 | 3.2 | 2.5 | 3.1 | 3.4 |
| 圣惠北路 | 3.9 | 3.6 | 4.1 | 3.5 | 3.8 | 3.1 | 2.7 | 3.7 |
| 凤凰路 | 1.8 | 1.5 | 2.1 | 1.5 | 1.7 | 1.1 | 1.5 | 1.5 |
| 中银南路 | 2.9 | 2.6 | 2.8 | 2.4 | 2.5 | 1.9 | 2.7 | 2.5 |
| 周西路 | 3.1 | 2.5 | 3.3 | 2.8 | 2.9 | 2.3 | 2.7 | 2.9 |
| 禹西路 | 5.5 | 5.3 | 5.8 | 5.6 | 5.1 | 4.1 | 4.2 | 5.4 |
| 韩信路 | 2.7 | 2.4 | 2.9 | 2.4 | 2.3 | 1.9 | 2.5 | 2.6 |
| 工农西街 | 3.8 | 3.3 | 3.9 | 3.5 | 3.5 | 2.7 | 3.3 | 3.6 |
| 红旗西街 | 3.4 | 3.2 | 3.6 | 2.9 | 3.1 | 2.6 | 2.8 | 3.3 |
| 红旗东街 | 3.2 | 2.8 | 3.5 | 3.1 | 2.8 | 2.3 | 3.1 | 3.1 |
| 圣惠路 | 2.9 | 2.4 | 3.1 | 2.5 | 2.7 | 2.1 | 2.5 | 2.8 |

3) 计算方法

在道路绿化景观评价中,由于是多因子的评价过程,为了更优地反应景观质量的好坏,使园林绿化植物更好地发挥作用,采用综合评价指数法,公式为:

$$B = \sum XiFi$$

式中:B 为道路综合评价指数;Xi 表示某一评价因子的权值;Fi 表示道路植物景观在某评价因子下的得分值;XiFi 表示道路植物景观评价分指数。

第一步:依据在现场实地调研收集到的资料,研究确定各条道路绿化带植物景观在每一个评价因子下的级别 Fi,并按表 5 中所属级别的赋值乘以该因子的权重,得出与该因子相应的道路植物景观评价分指数 XiFi,各分指数相加,得出某一道路植物景观的综合评价指数 B(表 7)。

第二步:计算道路植物景观质量分数 M。

$$M = B/B' \times 100\%$$

式中:B'为理想道路植物景观评价指数(标准状态

表 7 运城市盐湖区调查道路综合评价指数

Tab. 7 Comprehensive evaluation index of roads in Yanhu District of Yuncheng City

| 调研路段 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | ΣB |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 魏风街 | 0.369 | 0.403 | 0.341 | 0.372 | 0.416 | 0.299 | 0.348 | 0.462 | 3.037 |
| 槐东路 | 0.540 | 0.559 | 0.528 | 0.456 | 0.572 | 0.442 | 0.504 | 0.392 | 3.993 |
| 涑水东街 | 0.504 | 0.546 | 0.495 | 0.492 | 0.507 | 0.429 | 0.468 | 0.532 | 3.973 |
| 涑水西街 | 0.420 | 0.403 | 0.407 | 0.384 | 0.416 | 0.312 | 0.348 | 0.476 | 3.166 |
| 学苑路 | 0.492 | 0.507 | 0.473 | 0.504 | 0.546 | 0.416 | 0.456 | 0.518 | 3.912 |
| 人民北路 | 0.564 | 0.598 | 0.561 | 0.420 | 0.598 | 0.481 | 0.516 | 0.630 | 4.368 |
| 人民南路 | 0.552 | 0.598 | 0.528 | 0.372 | 0.585 | 0.468 | 0.504 | 0.602 | 4.209 |
| 铺安路 | 0.612 | 0.624 | 0.583 | 0.624 | 0.637 | 0.533 | 0.576 | 0.672 | 4.861 |
| 禹都东街 | 0.576 | 0.572 | 0.462 | 0.564 | 0.611 | 0.494 | 0.552 | 0.658 | 4.489 |
| 潞村街 | 0.384 | 0.403 | 0.385 | 0.372 | 0.377 | 0.299 | 0.348 | 0.448 | 3.016 |
| 河东东街 | 0.420 | 0.416 | 0.407 | 0.432 | 0.416 | 0.338 | 0.396 | 0.462 | 3.287 |
| 河东西路 | 0.456 | 0.455 | 0.418 | 0.456 | 0.455 | 0.351 | 0.408 | 0.504 | 3.503 |
| 解放北路 | 0.348 | 0.338 | 0.352 | 0.324 | 0.364 | 0.299 | 0.324 | 0.448 | 2.797 |
| 条山路 | 0.396 | 0.403 | 0.385 | 0.372 | 0.416 | 0.325 | 0.372 | 0.476 | 3.145 |
| 圣惠北路 | 0.468 | 0.468 | 0.451 | 0.420 | 0.494 | 0.403 | 0.324 | 0.518 | 3.546 |
| 凤凰路 | 0.216 | 0.159 | 0.231 | 0.336 | 0.221 | 0.143 | 0.180 | 0.210 | 1.696 |
| 中银南路 | 0.348 | 0.338 | 0.308 | 0.288 | 0.325 | 0.247 | 0.324 | 0.350 | 2.528 |
| 周西路 | 0.372 | 0.325 | 0.363 | 0.336 | 0.377 | 0.299 | 0.324 | 0.126 | 2.186 |
| 禹西路 | 0.660 | 0.689 | 0.638 | 0.672 | 0.663 | 0.533 | 0.504 | 0.406 | 4.765 |
| 韩信路 | 0.324 | 0.312 | 0.319 | 0.288 | 0.299 | 0.247 | 0.300 | 0.756 | 2.845 |
| 工农西街 | 0.456 | 0.429 | 0.429 | 0.420 | 0.455 | 0.351 | 0.396 | 0.364 | 2.871 |
| 红旗西街 | 0.408 | 0.416 | 0.396 | 0.348 | 0.403 | 0.338 | 0.336 | 0.504 | 3.149 |
| 红旗东街 | 0.384 | 0.364 | 0.385 | 0.372 | 0.364 | 0.299 | 0.372 | 0.462 | 2.703 |
| 圣惠路 | 0.348 | 0.312 | 0.341 | 0.300 | 0.351 | 0.273 | 0.300 | 0.392 | 2.617 |

注: B1: 植物物种多样性; B2: 植物生活型结构; B3: 植物观赏特性; B4: 植物观赏时序; B5: 植物景观空间; B6: 植物季相丰富度; B7: 植物景观韵律感; B8: 植物与整体环境的协调性。

下的得分值为 6, 默认全为满分)。

M 作为道路植物景观分级的依据, 并以差值百分比分级法划分为 I、II、III、IV 级(表 8)。

道路植物景观质量分级的各级别的标准如下:

I 级 ($100\% \geq M \geq 75\%$): 生态功能健全完善, 景观设计独特新颖, 苗木品种丰富, 物种配置及结构合理, 可观赏性高, 养护管理好, 植物与整体环境协调。

II 级 ($74\% \geq M \geq 60\%$): 生态功能完善, 景观设计独特, 苗木品种较为丰富, 物种配置及结构较为合理, 可观赏性好, 养护管理良好, 植物与整体环境协调。

III 级 ($59\% \geq M \geq 45\%$): 生态功能一般, 景观设计较差, 苗木品种较少, 物种配置及结构不很合理,

可观赏性一般, 养护管理一般, 植物与整体环境不甚协调。

IV 级 ($45\% \geq M$): 生态功能差, 景观设计差, 苗木品种少, 物种配置及结构不合理, 可观赏性差, 养护管理不良, 植物与整体环境不甚协调^[11]。

根据道路植物景观分级标准对运城市盐湖区道路植物景观进行分级, 分级结果见表 9。

4 道路景观评价结果与分析

通过综合评价指数法和景观质量分级结果得出, 在运城市盐湖区道路绿化带植物评价中, 属于 I 级景观道路的有 2 条, 为禹西路和铺安路; 属于 II 级景观道路的有 6 条, 分别为槐东路、涑水东街、学苑路、人民北路、人民南路、禹都东街; 属于 III 级景观道

表 8 运城市盐湖区道路植物景观分级质量分数

Tab. 8 Classification quality scores of road plant landscape in Yanhu District of Yuncheng City

| 调研路段 | 质量分数 M/% | 所属级别 |
|------|----------|------|
| 魏风街 | 55.10 | III |
| 槐东路 | 66.60 | II |
| 涑水东街 | 66.20 | II |
| 涑水西街 | 52.77 | III |
| 学苑路 | 65.20 | II |
| 人民北路 | 72.80 | II |
| 人民南路 | 70.15 | II |
| 铺安路 | 81.02 | I |
| 禹都东街 | 74.82 | II |
| 潞村街 | 50.27 | III |
| 河东东街 | 54.78 | III |
| 河东西街 | 58.38 | III |
| 解放北路 | 46.62 | III |
| 条山路 | 52.42 | III |
| 圣惠北路 | 59.10 | III |
| 凤凰路 | 28.27 | IV |
| 中银南路 | 42.13 | IV |
| 周西路 | 36.43 | IV |
| 禹西路 | 79.41 | I |
| 韩信路 | 47.42 | III |
| 工农西街 | 47.85 | III |
| 红旗西街 | 52.48 | III |
| 红旗东街 | 45.05 | III |
| 圣惠路 | 43.62 | IV |

表 9 运城市盐湖区道路植物景观分级标准及结果

Tab. 9 Classification criteria and results of road plant landscape in Yanhu District of Yuncheng City

| Mark | 100~75 | 74~60 | 59~45 | <45 |
|------------|--------|-------|-------|-------|
| 道路植物景观质量等级 | I | II | III | IV |
| 各质量等级数量/条 | 2 | 6 | 12 | 4 |
| 比例/% | 8.33 | 25.00 | 50.00 | 16.67 |

路的有 12 条,分别为魏风街、涑水西街、潞村街、河东东街、河东西街、解放北路、条山路、圣惠北路、韩信路、工农西街、红旗西街、红旗东街;属于 IV 级景观道路的有 4 条,分别为凤凰路、中银南路、周西路、圣惠路。其中,属于 I 级景观的道路占总调研道路的

8.33%,属于 II 级景观的道路占 25%,属于 III 级景观的道路占 50%,属于 IV 级景观的道路占 16.67%。

从运城市盐湖区的实地调查结果得知,在盐湖区道路绿化使用频率较高的乔木主要为国槐、悬铃木、雪松;使用频率较高的灌木主要为大叶黄杨、小叶黄杨、侧柏、金叶榆、月季、女贞、紫叶李,地被的使用品种较单一,仅高羊茅和铺地柏 2 种。

5 结论与建议

综上所述,调研道路绿化样带的道路绿化植物景观质量分级结果,结合现场调研得知运城市盐湖区道路绿化植物配置类型,不难分析出;在道路绿化植物配置中,选用植被类型较为丰富的绿化样带得分相对较高,选用有季相变化、有观花、观叶、观果或是树形姿态优美的绿化样带得分相对较高,例如禹西路和铺安路;绿化植被选择上种类较少的,无季相变化,不能供观花、观果,只能观叶的道路评级等级较低,景观效果不佳的绿化样带得分较低,如凤凰路、中银南路、周西路、圣惠路。

对今后的道路绿化建设提出以下建议:

1) 丰富道路绿化配置模式

在绿化模式设计之初,应对设计样带的形式加以丰富,做到乔、灌、草的搭配合理化,告别简单的乔木+地被、灌木+地被或乔木+灌木的形式,增加绿化模式的曲线形与多样性,以增加景观丰富度。

2) 适当引进新品种,改善绿化植被品种不丰富的局面

在本次实地调研中通过对道路绿化植物品种的统计得知,运城市盐湖区的绿化植被不够丰富,可根据当地自然条件和植物的生物生态学特性,适当地引进一些新品种,对于乔木而言可以引进一些叶形有特色、枝干富有形态美的植物,对于灌木可引进观花、观果效果较好的植物,地被选择色彩较为丰富的植物,充分利用植物的观花、观叶、观果的景观效果,对后期的道路绿化建设提供新的素材。

3) 增加草坪及地被覆盖率

结合实地调研以及上述数据分析,得分较低的路段大多会呈现出地表裸露的状况,或是地被植物及地被生长状况较差的样带地段,乔木、灌木的使用固然重要,但草本及地被也是景观中必不可少的元素,应在设计之初就对地被以及草坪的设计加以重视,不容忽略。

(下转第 225 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.040

基于节约性思想的重庆都市休闲农业园植物景观研究

杨梦琪

(西南大学园艺园林学院,四川重庆400715)

摘要:对重庆都市40个休闲农业园进行走访调查后发现,重庆都市休闲农业园植物景观存在乡村景观特征把握不足、植物景观风貌趋向城市园林、特色不明显,滥用不适宜本地气候环境的植物造成资源浪费等问题。提出了强化生产性植物造景,植物选择应兼具观赏性和经济价值,加强土地节约集约利用、丰富竖向植物层次,植物景观应反映出村民日常生活等突出节约性思想的植物景观设计策略,并结合重庆地域气候及都市休闲农业园的特点,从农作物和乡土植物两方面归纳整理出基于节约性思想的重庆都市休闲农业园植物种类。

关键词:节约性思想;休闲农业园;景观营造;植物选择;重庆市

中图分类号:S731.9;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0220-06

引文格式:杨梦琪.基于节约性思想的重庆都市休闲农业园植物景观研究[J].林业调查规划,2019,44(3):220-225.

YANG Mengqi. Plant Landscape of Urban Leisure Agricultural Garden in Chongqing Based on Economical Thought[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 220-225.

Plant Landscape of Urban Leisure Agricultural Garden in Chongqing Based on Economical Thought

YANG Mengqi

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: The survey for 40 urban leisure agricultural gardens in Chongqing found that there were some problems in the plant landscape of leisure agricultural gardens, such as the insufficient understanding for characteristics of rural landscape, the tendency of plant landscape features to urban gardens, the inconspicuous characteristics, and the abuse of plants unsuited to the local climate and environment which caused the waste of resources. This paper put forward the design strategies of plant landscape including improving productive plant landscaping, considering ornamental and economic value, strengthening intensive use of land, enriching vertical plant layers, combining the production and life of villagers, and summarized the plant species in urban leisure agricultural gardens from crops and native plants based on the characteristics of regional climate and the characteristics of urban leisure agriculture garden.

Key words: economical thought; leisure agricultural garden; landscape construction; plant selection; Chongqing City

收稿日期:2018-12-12;修回日期:2019-01-03.

基金项目:山地都市休闲农业园节约型景观规划建设技术研究(cstc2016shmszx0471).

第一作者:杨梦琪(1994-),女,四川重庆人,硕士研究生.主要从事风景园林规划与设计研究.

以生产性、粗放性为特征的休闲农业园植物景观不同于传统园林植物景观,在景观打造过程中应准确把握其景观特征,避免因认识不足而产生资源浪费。笔者在对重庆都市40个休闲农业园中的植物景观进行广泛地实地调查后,总结出山地型都市休闲农业园植物景观设计策略,以期对其它休闲农业园的植物景观设计提供参考。

1 重庆都市休闲农业园植物景观营造存在的问题

1.1 对于乡村景观特征把握不足,植物景观风貌与城市园林植物景观无异,缺乏特色

休闲农业园的景观应以展现农村生产生活为主,植物景观设计上也应模拟乡村植物景观环境为打造重点,融入整体的乡野景观环境,符合村民生产生活习惯与游客的审美喜好。在重庆一些都市休闲农业园内,却存在着植物景观“城市化”的现象,在设计中不考虑使用功能需求和整体景观风格和谐,盲目使用“城市化”的植物景观设计手法。如有的园区在广场上滥用大草坪(图1),草坪景观虽然首次投入少,景观见效快,但其后期管护对人工和水资源的消耗会造成极大的浪费,同等面积的乔灌木搭配式植物组合所带来的生态效益也远大于草坪景观^[1-2]。一些园区内充斥着大量城市常用园林植物,修剪整齐,不符合乡村植物景观自然野趣的氛围(图2)。利用“城市化”的植物既不能营造出符合乡村特征的植物景观,也会让游客感觉与城市公园无异,而且在后期的管理过程中也需要较高的养护费用,是对植物材料、人工成本的双重资源浪费。



图1 渝北·大湾花漾渔村广场上的大草坪
Fig. 1 Lawn in square of Huayang fishing village in Dawan, Yubei



图2 渝北·玉峰山生态农庄修剪整齐的红花檵木和毛叶丁香

Fig. 2 Trimmed *Loropetalum chinense* and *Syringa tomentella* in ecological farm of Yufengshan Mountain, Yubei

1.2 忽视植物生长环境和周期,滥用不合理树种和名木古树,造成资源浪费

植物作为具有生命特征的园林景观要素,有着一定的地域分布特征和生长周期。部分开发商追求标新立异,滥用热带棕榈植物,营造“热带风情”以吸引游客。景观营造成本更高的热带植物有着不同于本地植物的独特造型,在初期确实会带来一些新鲜感,但是在重庆漫长而炎热的夏季,棕榈植物并不能有效遮阳,应用乡土阔叶常绿树种则能营造出宜人小气候,其造型姿态也能达到理想效果。因此,在设计过程中,需慎用外来植物品种,多应用乡土植物(图3)。



图3 巴南区·大来山湖岸边的蒲葵

Fig. 3 Lakeside *Livistona chinensis* in Dalaishan Mountain, Banan

植物景观空间基调的形成很大程度上取决于所搭配植物的成熟度,而植物的生长周期注定需要一个成熟的时间空间去成长,并形成一个与整体环境融合的生态系统。一些设计者为了短期内能快速形成景观,在建设过程中,盲目使用名木古树,忽视植物生长周期,不仅移植、养护成本较高,且未必能达

到理想效果,对原生生态系统也是一种打击(图 4)。



图 4 沙坪坝·移植的凤凰花

Fig. 4 Transplanted *Delonix regia* in Shapingba



图 6 渝北区·七彩大庄园

Fig. 6 Colorful Estate in Yubei

2 基于节约性思想的重庆都市休闲农业园植物景观设计策略

2.1 以生产性植物景观为特色,兼具自然植物景观的粗放性和城市植物景观的规整性,最大程度减少植物景观维护成本

休闲农业园的发展基础是农业产业资源,因此,在植物景观风貌上,应以生产性农业植物景观为主要特征。当园区赋予了休闲旅游的功能,就需要满足游客的使用需求,在一些游客集中的区域,植物景观处理手法上不免趋向于城市景观的集约、高效,植物种类繁多,层次丰富,且人工化痕迹明显,而在一些游客密度较低的游憩空间,则植物景观趋向于自然化(图 5,图 6)。近自然的植物景观营造,既能促进人工植物与自然植物的景观、生态融合,又符合都市休闲农业园的景观特征,并降低了建设成本和管护成本^[3]。



图 5 北碚区·花漾栖谷

Fig. 5 Flower Valley in Beibei



图 7 九龙坡区·蓝莓庄园蓝莓种植区

Fig. 7 Blueberry plantation area in Blueberry Garden, Jiulongpo



图 8 北碚区·禾红生态园葡萄种植区

Fig. 8 Grape plantation area in Hehong Ecological Garden, Beibei

2.2 以盈利为目的的都市休闲农业园,植物种植除观赏意义外应兼具经济价值

都市休闲农业园区别于市政公园最大的不同在

于,都市休闲农业园具有盈利需求,期望在农业产业的基础上,发展旅游业,增加地区活力,取得经济效益。因此,都市休闲农业园内的植物景观,应选择既有较好景观效果,又能带来直接经济效益的植物(图 7,图 8)。

2.3 加强土地节约集约利用,丰富竖向植物层次,提高空间利用率

重庆被称为“山城”,可利用土地空间有限,是

一个在竖向上发展起来的城市。重庆的都市休闲农业园也多以山地型空间为主,打造竖向植物景观,对平面空间资源的高效利用,可以降低管护成本,在重庆这座山地城市,是对土地资源最直接的节约体现^[4](图 9,图 10)。



图 9 沙坪坝·一麓欢歌坡面植物层次
Fig. 9 Plant layers on slope of Liluhuang, Shapingba



图 10 九龙坡区·西池农庄丝瓜藤架空间的高效利用
Fig. 10 Efficient use of vertical space of *Luffa cylindrica* pergola in Xichi Farmstead, Jiulongpo

2.4 都市休闲农业园内的植物景观应反映出村民日常的生产生活

村民的日常生产生活所承载的乡村文化内涵,是都市休闲农业园的人文资源核心。如房前院后的瓜藤,既能带来食物,又能起到一定的装饰和保护隐私的作用;许多村庄的村口处都有一棵孤植的风水树,树荫下则是村民们日常休憩活动、信息交流最集中的场所;村庄的建筑选址一般会选背山面阔的地方,如若没有条件,则通常会在建筑后方种植一些植物起到遮挡保护的作用;在村民劳作的田间,也会充分利用现有空间进行植物栽植(图 11,图 12,图 13,图 14)。



图 11 北碚·花漾栖谷村民安置房前的丝瓜架
Fig. 11 *Luffa cylindrica* pergola in front of the house in Flower Valley, Beibei



图 12 九龙坡·含谷镇寨山坪村村口孤植的黄葛树
Fig. 12 Isolated planting *Ficus virens* var. *sublancoolata* in entrance to Zhaishanping Village, Hangu Town

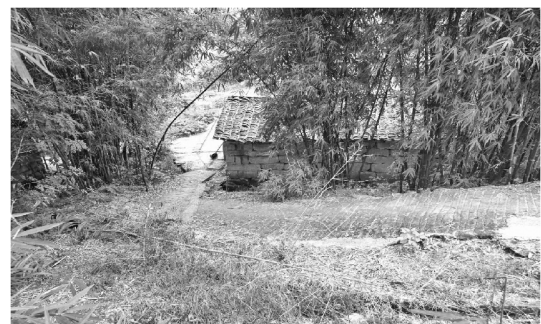


图 13 九龙坡·含谷镇寨山坪村村民房舍后的竹丛
Fig. 13 Bamboo grove behind the house in Zhaishanping Village, Hangu Town

3 基于节约思想的重庆都市休闲农业园植物选择

3.1 兼具经济价值和景观价值的农作物

休闲农业园景观欣赏的本质是对劳动的欣赏,而农作物兼具植物景观效果和产生经济价值。因此,在休闲农业园景观植物选择时,可选择农作物进



图 14 渝北·玉峰山生态农庄田坎边种植的芋头
Fig. 14 *Colocasia esculenta* planted by the field in ecological farm of Yufengshan Mountain, Yubei

行植物景观打造,烘托园区的乡村农业氛围。重庆山地都市休闲农业园常用农作物如下:

适宜于展现劳动场景,具有较高经济效益,便于规模化种植的观赏性农作物:水稻(*Oryza sativa*)、茼蒿(*Chrysanthemum coronarium* L.)、宝塔菜(*Humata tyermanni* Moore)、羽衣甘蓝(*Brassica oleracea* var. *acephala* f. *tricolor*)、花椰菜(*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.)、黄花菜(*Hemerocallis citrina* Baroni)、南瓜(*Cucurbita moschata* (Duch. ex Lam.) Duch.)、葫芦(*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.)、樱桃番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)、鸡蛋茄(*Solanum texanum* Ten.)、百合(*Lilium brownii* var. *viridulum* Baker)等;

适宜作为行道树,分枝点较高,花果、株型具有观赏性的农作物:杏李(*Prunus simonii*)、柑橘(*Citrus reticulata* Blanco.)、樱花(*Cerasus* sp.)、碧桃(*Amygdalus persica* L. var. *persica* f. *duplex* Rehd.)、海棠(*Malus spectabilis*)、芭蕉(*Musa basjoo* Siebold)等;

适宜作地被,具有一定地面覆盖性的观赏性农作物:羽衣甘蓝、彩叶生菜(*Lactuca sativa*)、彩叶苋菜(*Amaranthus mangostanus* L.)、彩色菠菜(*Spinacia oleracea* L.)等;

适宜结合廊架等打造休憩空间的攀爬类农作物:葫芦、南瓜、蛇瓜(*Trichosanthes anguina* Linn.)、小金瓜(*Cucurbita pepo* L. var. *kintoga* Mak)、黄瓜(*Cucumis sativus* Linn)等;

适宜于坡/坎空间,打造立体植物景观的农作物:豇豆(*Vigna unguiculata* (Linn.) Walp)、丝瓜(*Luffa cylindrica*)、苦瓜(*Momordica charantia* Linn.)、四季豆(*Phaseolus vulgaris* L.)、甘蔗(*Saccharum officinarum*)、玉米(*Zea mays* Linn. Sp.)等;

适宜于滨水空间,打造湿地景观的农作物:荷花

(*Latus flower*)、芋头(*Colocasia esculenta* (L.) Schott)、茭白(*Zizania latifolia* (Griseb.) Stapf)等;

适宜于打造花海景观的观赏性农作物:油菜(*Brassica napus* L.)、向日葵(*Helianthus annuus*)等;

适宜提供采摘活动的农作物:柑橘、枇杷(*Eriobotrya japonica*)、杏李、櫻桃李(*Prunus cerasifera*)、葡萄(*Vitis vinifera*)、猕猴桃(*Actinidia chinensis*)、无花果(*Ficus carica*)、白肉果桑(*Morus alba* L.)等;

适宜与其它常用园林植物搭配打造植物景观环境的农作物:海棠、樱花、蔷薇(*Rosa* sp.)、紫薇(*Lagerstroemia indica* L.)、栀子(*Gardenia jasminoides* Ellis)、腊梅(*Chimonanthus praecox* (Linn.) Link)、山茶(*Camellia japonica* L.)、桂花(*Osmanthus fragrans*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora* Linn.)等。

3.2 乡土植物

乡土植物是经过物种演替与自然选择对某一地区具有高度生态适应性的植物^[5],具有适应性强、资源丰富、易栽植、抗逆性强等特点,非常适宜打造节约型都市休闲农业园植物景观。深入研究已有乡土树种,将其作为园林树种大力开发,既能节约植物造景费用,又能提高园区内植物的多样性,同时增强生态稳定性^[6-7]。

重庆地处四川盆地东南,属亚热带季风性湿润气候,且具有明显的立体性气候特征,在全国属于低照度地区,独有的气候环境,形成了独特的高湿、低照的植物生长环境,主要分布的植物类型为亚热带常绿阔叶林。在重庆都市休闲农业园植物景观打造过程中应考虑融入重庆植物整体风貌,突出地域特色:

呼应重庆整体植物景观风貌,打造四季常绿的亚热带阔叶林背景:黄葛树(*Ficus virens* var. *sublancoolata*)、红花木莲(*Manglietia insignis* (Wall.) Bl. Fl. Jav. Magnol)、木荷(*Schima superba* Gardn. et Champ.)、厚皮香(*Ternstroemia gymnanthera* (Wight et Arn.) Beddome)、黑壳楠(*Lindera megaphylla*)、贵州琼楠 *Beilschmiedia kweichowensis* Cheng)、新木姜子(*Neolitsea aurata* (Hayata) Koidz.)、南川木菠萝、缙云槭、北碚槭;

在常绿背景林的基础上,增加色叶类和观果类乡土植物,丰富色彩,增加季相性植物景观变化:北碚榕(*Ficus beipeiensis*)、南川木菠萝(*Artocarpus nanchuanensis* S. S. Chang)、鹅掌楸(*Liriodendron chinensis* (Hemsl.) Sarg)、红翅槭(*Aceraceae fabri* Hance)、大果杜英(*Elaeocarpus fleuryi* A. Chev. ex Gagnep.);

结合重庆坡多、坎多的地形空间特征,选择攀爬类乡土植物,打造立体化植物景观:铁线莲(*Clematis florida* Thunb.)、崖爬藤(*Tetrastigma fornosanum* (Hemsl.) Gagnep)、常春藤(*Hedera nepalensis* var. *sinensis* (Tobl.) Rehd)、常绿油麻藤(*Mucuna sempervirens* Hemsl.)、厚果鸡血藤(*Millettia pachycarpa* Benth.)、藤金合欢(*Acacia sinuata* (Lour.) Merr.)、冠盖藤(*Pileostegia viburnoides*)、川鄂爬山虎(*Parthenocissus henryana* (Hemsl.) Diels et Gilg)、三叶木通(*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz.)、紫花络石(*Trachelospermum axillare* Hook. f.);

重庆地处两江交汇之处,多数都市休闲农业园考虑到园区的农业灌溉需求及景观丰富性,选择具有丰富水资源的地块进行园区打造,适宜于湿生环境的乡土植物有:水杉(*Metasequoia glyptostroboides* Huet Cheng)、枫杨(*Pterocarya stenoptera* C. DC.)、小楝木(*Swida paucineris* (Hance) Sojak)、南川柳(*Salix rosthornii* Seemen)、水黄杨木(*Polygala caudata* Rehd. et Wils.)、长叶水麻(*Debregeasia longifolia* (Burm. f.) Wedd.)、水竹(*Phyllostachys heteroclada* Oliver)、中华蚊母(*Distylium chinense*)、疏花水柏枝(*Myricaria laxiflora* (Franch.) P. Y. Zhang & Y. J. Zhang)等^[8]。

4 结语

重庆都市休闲农业园发展建设过程中进行了大量的植物造景尝试,挖掘了一些节约型园林植物景

观打造的手法,但也存在着大量的资源浪费现象。重庆地处四川盆地东南,有着自身独有的山地型立体气候,在都市休闲农业园植物景观打造过程中,应基于节约思想,从休闲农业园的乡村景观特征出发,结合重庆的自然环境条件,打造具有山城特色的山地都市休闲农业园植物景观。

参考文献:

- [1] 陈进,勇朱瑛,李炜民,等. 干旱条件下冷季型草光合蒸腾特性的研究[J]. 西北植物学报,2006,26(8):1638-1643.
- [2] 韩建国,潘全山,王培. 不同草种草坪蒸散量及各草种抗旱性的研究[J]. 草业学报,2001,10(4):56-63.
- [3] BRANDWEIN T. Greening of walls. Techniques for vertical greening and possible combinations of plant species[J]. Baumschulpraxis,1987;100-102.
- [4] 赵岩,王浩. 基于节约型园林理念的城市绿地系统规划策略研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(3):17183-17193.
- [5] 孙卫邦. 乡土植物与现代城市园林景观设计[J]. 中国园林,2003(7):63-65.
- [6] 田希武,胡德秀. 城市植物在城市生态环境中的效应[J]. 陕西水力发电,2001,17(2):60-62.
- [7] 周建东. 基于生态理念的节约型园林绿地规划设计[J]. 林业科技,2009,34(2):32-5.
- [8] 何定萍,王红娟. 重庆乡土植物资源极其在营造特色植物景观中的应用[J]. 西南园艺,2006,34(2):30-2.

(责任编辑 张林艳)

(上接第219页)

参考文献:

- [1] 张瑛. 基于综合敏感性设计方法的城市道路设计关键技术研究[D]. 南京:东南大学,2010.
- [2] 殷恒清. 道路分车带绿化设计[J]. 内蒙古林业调查设计,2010(4):84-85.
- [3] 韩新英,曹勇. 基于横断面形式的城市道路绿化模式分析[J]. 中国园艺文摘,2017,33(5):92-94.
- [4] 魏宾. 昌邑市城区主要道路绿化及景观研究[D]. 泰安:山东农业大学,2014.
- [5] 侯俊杰. 浅谈中小城市道路绿化形式与植物配置[J]. 城乡建设,2009(11):88.
- [6] 郭瑛. 郑州市道路绿化分析、评价及模式构建[D]. 郑

州:河南农业大学,2013.

- [7] 丁慧君. 关于分车带绿化几个问题的探讨[J]. 现代园林,2011:85-87.
- [8] 王军锋. 道路景观评价指标体系研究[D]. 西安:长安大学,2005.
- [9] 徐锦海. 肇庆市区道路绿化带植物景观评价研究[J]. 生态科学,2007,26(6):513-518.
- [10] 李文敏. 植物景观评价研究——以湖北九宫山风景区为例[J]. 风景科学,1995.
- [11] 杨秀芳. 呼和浩特市道路景观评价方法的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2008.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2019.03.041

云南野生动物园食草动物区植物景观配置改造策略

杨磊,王晶,张芮婕

(云南林业职业技术学院,云南昆明650224)

摘要:以云南野生动物园食草动物区为研究对象,在调查分析基础上,依据动物的生活习性将园区划分为林区、草原区、草甸和荒漠区、水域区4个功能区。阐述植物景观在野生动物园展区中的功能转换,遵循以动物为主体、以模拟生境为核心的景观改造方略,并结合游人游览和观赏需求,对云南野生动物园食草动物区的4个功能区提出具体的植物景观配置改造方案。

关键词:景观改造;植物景观配置;改造方案;生境模拟;食草动物区;云南野生动物园

中图分类号:S759.94;S731.3;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-168(2019)03-0226-05

引文格式:杨磊,王晶,张芮婕.云南野生动物园食草动物区植物景观配置改造策略[J].林业调查规划,2019,44(3):226-230.

YANG Lei, WANG Jing, ZHANG Ruijie. Plant Landscape Design and Transformation of Herbivore Area in Wild Animal Park of Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning, 2019, 44(3): 226-230.

Plant Landscape Design and Transformation of Herbivore Area in Wild Animal Park of Yunnan

YANG Lei, WANG Jing, ZHANG Ruijie

(Yunnan Forestry Technological College, Kunming 650224, China)

Abstract: The herbivore area of Yunnan Wild Animal Park was divided into forest area, grassland area, meadow and desert area and water area based on living habits of animals by the investigation and analysis. This paper expounded the functional transformation of plant landscape in the exhibition area of this park, and put forward the specific reconstruction scheme of plant landscape for four functional areas in the herbivorous animal area combined with the needs of tourists for sightseeing and viewing which followed the strategy with animals as the main body and simulated habitat as the core.

Key words: landscape transformation; plant landscape configuration; transformation plan; habitat simulation; herbivore area; Wild Animal Park of Yunnan

野生动物园的定义在国外比较常见的说法是指开放式动物园或者动物观赏(狩猎)公园或国家公园^[1];人类通过聚集各种动物,提供适当食物来源及活动场所,从而满足研究、观赏、科普宣传等各项功能的场所^[2]。

早在古埃及时代,人类已经有了将野生动物作为观赏对象的行为(冯冰,2011);动物园由最初的“私人园林”发展成为公众游览场所;在我国真正意义的动物园是清朝时期才建立的,规模很小,解放后我国有动物园和野生动物园243个^[2]。

收稿日期:2019-01-17.

第一作者:杨磊(1979-),男,陕西绥德人,讲师.主要从事风景园林方面的研究. Email:1708911909@qq.com

动物园的建立不应局限于科普工作,还应将野生动物的保护工作纳入其中^[2]。基于对动物保护意识的提高,进行了大量的野外调查工作,了解动物的野外生存习性,关注动物的健康,以动物的生存、健康生活为主体,而不是以人类作为动物园建设的主体。因此,模拟动物的野生生境成为新的工作热点。

1 模拟野生动物生境的意义及作用

食物、水源、隐蔽物是野生动物生境的三大内容。不同的野生动物对生境有自己不同的选择和偏爱,在设计生境时就要考虑不同动物的不同需求,这样才可以更好地模拟出动物原始的生活环境,如果能够系统地对动物的生境进行模拟,能够使动物更好地表现出原始的自然行为,可以对游人起到更好地科普教育的作用。目前,由于动物所处生境不符合原生环境,动物的自然习性也慢慢退化,游人们无法看到野生动物真正的原始状态。为此,选择食草动物散放一区进行改造势在必行。

2 研究地概况

云南野生动物园地处昆明市北郊金殿国家森林公园境内,距昆明市区7 km,与金殿水库相邻,与世博园隔水相望。地理坐标为东经102°43′~102°53′,北纬25°04′~25°11′。野生动物园占地面积约200 hm²,滇中高原山地地貌,地质结构较为复杂,山岭纵横、沟壑交错,整个地形由南向北逐级抬升,局部地形坡度较大,平均坡度25°~35°,顶部平坦。最高处摩天岭海拔2 458.0 m,为公园景观控制区域最高点,最低为西侧台地,海拔1 996.6 m,大部分区域在海拔2 000~2 200 m范围内,总地势相对高差493.0 m。园区属热带西南季风气候,干湿季分明,四季如春。土壤类型为山地红壤。树种有华山松、藏柏、滇油杉、蓝桉、圣诞树以及栎类等。

云南野生动物园目前划分为动物幼儿园、孔雀园、食草动物散放一区和二区、鸵鸟放养区、斑马园、天鹅湖、大熊猫馆、狮虎山庄等9个园区,通过调查,仍有部分采用笼养,其他散放区由于动物的食性特点等情况植物破坏不很严重。

3 植物景观现状与改造必要性分析

云南野生动物园食草动物区未对植物景观进行规划,而是就地圈地,将动物直接圈养在园区内,园区地处金殿片区山上原有的茂密的桉树林,无灌木

及草本的生长,游客只能看到野生习性退化的动物,动物的精神和身体受这种单一环境的影响,对其生长和繁育也产生不利影响。园区内树种非常单一,缺乏季相景观变化,更缺乏色叶植物的美化。同时,由于动物啃食严重,管理不当,导致植物景观破坏严重。

调查发现,云南野生动物园食草动物区在建设初期并未对园区进行景观植物配置规划,而是在原有森林山地的基础上直接将动物圈养在园区内,加之动物密度较大,对园区内植物破坏相当严重,地被植物几乎全部消失,土壤层破坏严重,园区内已呈现出近荒漠化的状态,园区环境已无法满足园区内动物的需求。此外,通过查阅资料发现,国内对野生动物园的研究方向主要侧重于园区内动物的饲养及管护,较少涉及野生动物园园区内植物景观规划内容。对云南野生动物园的几次调查发现,食草动物区的动物种类繁多,生活习性各有特色,差异明显,园区内动物的生活环境单一,长此以往,动物的野生天性将受到极大限制,可能会导致习性改变,极不利于动物的驯养繁殖,也无法满足游客欣赏景观的需要。食草动物园区内仅存蓝桉一种树种,从遮阴、隐蔽、躺卧等方面都无法满足动物的需求,园区内动物原有的野生特性正在慢慢消失。

调查分析结果表明,对园区内植物景观的改造势在必行,同时也顺应生态文明建设发展和人们生活水平提高以及满足游客观赏景观的需求。

4 植物景观配置改造策略

4.1 动物生活习性功能区划分

根据食草动物园区内现有动物的状况及生活习性可将园区分为4个功能区:林区、草原区、草甸和荒漠区、水域区。

4.2 功能区植物景观配置改造原则

1) 适地适树的原则:树种的选择要符合气候、土壤条件,具有大树冠可遮阴的效果等。

2) 养护成本低的原则:选择的树种要具耐寒、耐旱、耐干扰等特性。

3) 满足动物基本诉求的原则:模拟野生动物生境,满足动物的具体诉求和植物可提供的功能之间的关联性。

4.3 功能区植物景观配置改造方案

4.3.1 林区功能区植物景观配置改造方案

营造针叶林(杉林、松林)、针阔混交林、阔叶

林。林区内可设溪流水塘,水鹿及东北马鹿都比较喜欢生活在针阔混交林中,并且都喜欢戏水,恰巧在准备改造的林区功能区中有一个高差为 11.5 m 的沟壑,因此,可在林区功能区中设计一片针阔混交林,合理地配置一些灌木,在沟壑中营造一条人工溪流自上而下流过,溪流两侧配置浓密的植物,以满足水鹿及东北马鹿的生活习性需求(表 1)。

表 1 林区动物及其生活习性

Tab. 1 Animals in forest area and their living habits

| 学名 | 栖息环境与习性 |
|--|---|
| 水鹿 <i>Rusa unicolor</i> | 生活于草原、阔叶林、季雨林、稀树草原、高山溪谷以及高原地区等环境。喜在日落活动,具垂直迁移的习性。其活动范围大。 |
| 东北马鹿 <i>Cervus elaphus xanthopygus</i> | 经常到沟塘、溪间戏水,秋季常常到农田偷吃庄稼。经驯养,东北马鹿性情变得较温顺,体型也较野生品种大些,适应性也增强了,易于管理。 |

根据林区动物的生活习性,在植物配置上选择了华山松、云南油杉、滇青冈、早冬瓜、小铁子、红花檵木、金森女贞等树种(表 2)。

林区功能区主要考虑水鹿和东北马鹿为主的生境,配置以华山松、云南油杉、滇青冈及早冬瓜为主的针阔混交林,不仅在配置上让植物做到功能互补,以保证林区植物景观的可持续发展,早冬瓜作为落叶乔木,秋季落叶后可以给土壤提供天然的养分,对林区功能区的整个生态系统有利。此外,作为高大木组成的针阔混交林也会成为动物遮荫避暑的好场所;而配置的红花檵木及金森女贞均有明显的季相变化,整个林地功能区中会呈现一片红黄相间的景象,不仅为动物提供遮挡的条件,更可以带给游人丰富的景观享受。一条溪流自上而下贯穿整个功能区,不仅满足了水鹿和东北马鹿戏水的生活习性需求,更给整个功能区植物提供必要的水分供给,功能区改造后,大片森林及乔木中间流淌一条溪流,整个园区将呈现郁郁葱葱,温暖湿润的状态。在整个园区的植物景观中所用树种均以云南乡土树种为主,因其非常适应本地的土壤气候条件,自然养护成本较低,在整个功能区分布着大型乔木、灌木及溪流,可满足水鹿及东北马鹿的基本诉求。

4.3.2 水域功能区植物景观配置改造方案

营造水塘、沼泽和滩涂。在水域功能区改造的过程中应考虑麋鹿的习性特点,水域功能区不仅可

表 2 林区功能区植物景观配置中的树种选择

Tab. 2 Tree species selection of plant configuration in forest area

| 树种 | 植物习性 | 园林用途 |
|--|---|---|
| 华山松 <i>Pinus armandi</i> Franch | 喜温凉湿润的环境,天然分布常见于阴坡、半阴坡或沟谷土壤深厚湿润处,稍耐干旱瘠薄。 | 高大挺拔,在园林中可用于丛植、群植,是优良风景林树种。 |
| 云南油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i> Mast | 喜光,不耐庇荫,较抗旱,在土层深厚湿润处生长旺盛。 | 树形高大挺拔,孤植、群植。 |
| 滇青冈 <i>Cyclobalanopsis glaucooides</i> Schottky | 喜光树种,适应性强,对土壤要求不严,幼年生长较慢,萌芽力强,耐修剪,深根性,可防风、防火。 | 四季常绿,树形美观,可与其他树种混交成林,或作背景树。用于工厂绿化、防火林、防风林、绿篱、绿墙等。 |
| 早冬瓜 <i>Alnus nepalensis</i> D. Don | 喜温暖湿润环境,适应性强,砍伐后伐桩萌芽力强,具有良好的天然更性能力。 | 树形挺拔,可孤植于公园,也可用作防护林和水土保持林。 |
| 小铁子 <i>Myrsine africana</i> Linn | 耐旱,喜向阳干燥环境。 | 植株秀雅,果浓密,可丛植于草坪。 |
| 红花檵木 <i>Lorpetalum hindense</i> Var. <i>rubrum</i> | 喜光,稍耐阴,但在阴处叶色变绿。适应性强,耐旱。喜温暖,耐寒冷。萌芽力和发枝力强,耐修剪,耐瘠薄,适宜在肥沃、湿润的微酸性土壤中生长。 | 枝繁叶茂,姿态优美,耐修剪,常做绿篱,也可用于制作树桩盆景。 |
| 金森女贞 <i>Ligustrum japonicum</i> Thunb. | 耐热耐寒,对土壤的要求不严格。长势强健,萌发力强。 | 枝繁叶茂,姿态优美,可用于绿篱。叶金黄,色叶植物。 |

以满足麋鹿对生活环境的需要,还可以满足食草动物区内大部分动物的饮水需求。因此在植物配置中选择了狐尾草、黑藻、芦苇、垂柳等植物(表 3)。

麋鹿适于在沼泽地活动,长而多毛的尾巴利于驱赶飞扰的昆虫;从麋鹿喜泡水和泥浴的习性判断,其过去生活于温暖潮湿泽地。喜平原、沼泽和水域,长江三角洲平原湿地显然是其栖息的理想生境。

在水域功能区的植物配置中,首先营造一个人工的浅水塘,配置狐尾草、黑藻 2 种沉水植物,再种植大量芦苇,模拟沼泽、滩涂的环境,另外,在浅塘周边种植一些垂柳,不仅能够满足麋鹿遮荫的需要,满足园区动物部分的饮水需求,还可以美化整个功能区,给游人赏心悦目的感觉。

4.3.3 草原功能区植物景观配置改造方案

营造草原及稀树灌丛。大羚羊和角马喜欢栖息在开阔的草原或有灌丛和稀疏树木区域,梅花鹿多

表 3 水域功能区植物景观配置中的植物选择

Tab. 3 Tree species selection of plant configuration in water area

| 树名 | 植物习性 | 园林用途 |
|--|---|---|
| 狐尾草 <i>Alopecurus pratensis</i> L. <i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verde | 喜温和湿润气候,不耐炎热和干旱。以湿润而富含有机质的黏壤土和黏土生长最好。 | 生于沟渠、池塘,在湖泊生态修复工程中可作为水体净化和植被恢复的先锋物种。 |
| 黑藻 <i>Hydrilla verticillata</i> | 适于阳光充足环境,如果阳光不足对植物生长产生影响,新发芽叶片颜色会变淡,每天需 2 h 以上的阳光照射,喜温暖环境,也耐寒冷。 | 叶片能吸附大量泥土,因此可净化水体。 |
| 芦苇 <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud | 多年生草本植物。生于湿地或浅水,生长于池沼、河岸、河溪边多水地区,常形成苇塘。 | 水面绿化、河道管理、净化水质、沼泽湿地、护土固堤、改良土壤。 |
| 垂柳 <i>Salix babylonica</i> | 喜光,喜温暖湿润气候,适于酸性及中性土壤。根系发达,对有毒气体有一定的抗性,并能吸收二氧化硫。 | 配植在水边,如桥头、池畔、河流、湖泊等水系沿岸处,固堤护岸。也可作庭荫树、行道树。 |

生活于森林边缘和山地草原区域。因此,在草原功能区配置比例合适且耐践踏、生长速度快的草类,再配置相关的稀疏乔木及灌丛,草原功能区应与林区和水域区相连,以满足动物生活的基本需求(表 4)。

表 4 草原功能区动物及其生活习性

Tab. 4 Animals in grassland area and their living habits

| 学名 | 生活习性 |
|-----------------------------------|--|
| 大羚羊 <i>T. derbianus</i> | 常小群栖,年长的羚为王,带领成年羊和幼羊一起觅食和活动。大羚羊喜欢栖息在宽阔的草原或有树丛和疏林的区域活动。清晨和傍晚吃食,吃树叶、灌木、多汁植物。常在有水源处,但也可从树叶、须根等食物中取得所需要的水分。 |
| 角马 <i>Connochaetes</i> | 角马主要以草、树叶及花蕾为食,一般在白天活动。角马的觅食活动多见于上午和傍晚,晨昏时期较为活跃。所食植物种类多达百种,因此具有多方面的营养,有些是天然的中草药,有止泻驱虫的功能,能抵御疾病,还喜爱舔食岩盐、硝酸盐或喝盐水以满足自身的需要,因此栖居在林中含盐较多的区域。 |
| 梅花鹿 <i>Cervus nippon Temminck</i> | 梅花鹿为了能够在危险时躲避及快速奔跑,绝大多数喜欢栖息在树林的外围和草原上,极少在枝繁叶茂的森林中生活。 |

草原功能区是为以大羚羊和角马为主的食草动物营造的生境,主要营造大面积的草原环境,种植稀疏乔木及灌木;草原考虑配置 45% 的草地早熟禾, 35% 的高羊茅, 20% 的多年生黑麦草;草地早熟禾为多年生草种,能够达到持久绿化的效果;高羊茅非常耐践踏,由于动物生活在草原上,因此草的类型要相对耐践踏,否则动物践踏过后会对景观造成破坏;种植一些生长速度快的草种如多年生黑麦草等可使草地得以维持,尽量不出现被破坏的景观状态。通过以上 3 种草种的合理配置可以达到维持草原的效果;配置一些红花三叶草及白花三叶草,在开花时草原上点缀着星星点点的红色和白色,用以提升草原的景观效果;在营造好的草原上稀疏种植一些乔木及灌丛,为动物提供遮阴及隐蔽的场所,可考虑枫香、樟 2 种乔木,在乔木周围再配置一些八角金盘,配合乔木,为动物营造能够隐蔽的场所,4 个不同功能区的动物均可以到草原上躺卧休息。

4.3.4 草甸和荒漠功能区植物景观配置改造方案

牦牛是高寒地区的特有种,喜高原草甸、灌丛、荒漠等地,适应性强,耐风雪严寒,嗅觉灵敏,多群居,喜晨觅食。草甸和荒漠功能区是专门为牦牛而设计的,遵循自然演替规律,草甸和荒漠区不能与林区或水域区相连,而只能与草原区相连,牦牛的饮水问题需要在草甸和荒漠功能区内专门考虑设置。

草甸荒漠功能区主要是为牦牛营造的生境。牦牛生活习性比较特殊,既适应于草甸生境,还适应于过渡性的荒漠地带,因此,在植物景观配置中考虑在功能区边缘种植一部分星星草,再种植一些波斯菊,模拟高原草甸荒漠的生境;星星草耐践踏,有较强的分蘖能力且耐啃食,能够满足牦牛在功能区内生活的需求,波斯菊为 1 年生草本,具极强的自播能力,加之波斯菊花型美丽,颜色鲜艳,能够在草甸荒漠区起到眼前一亮的景观效果,且整个草甸部分也可以为牦牛提供躺卧的空间。另外,遵循自然演替规律,草甸荒漠区相对远离林区及水域功能区,为解决牦牛饮水问题,需要在草甸荒漠功能区内单独考虑设置一个水槽供牦牛饮水。

5 结论与讨论

通过调查、分析,阐述植物景观在野生动物园展区中的功能,结合动物生境及游人游览需求,对云南野生动物园食草动物区植物景观提出相关改造方案。

1) 景观改造的主体:野生动物园做为强调动物

表 5 草原功能区植物景观配置中的植物选择

Tab. 5 Tree species selection of plant configuration in grassland area

| 种名 | 植物习性 | 园林用途 |
|--|---|--|
| 草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i> L. | 喜阳光充足,温暖湿润环境,有很强的耐寒力。抗旱性差,在排水良好、潮湿、中性到微酸性肥沃的土壤生长良好。 | 园林景观中主要用于草地的营造。 |
| 高羊茅 <i>F. rubra</i> L. | 耐热性强,夏季不休眠。耐寒性差,耐干旱又耐潮湿。耐酸又耐碱,具较强的耐践踏性,耐荫性中等。 | 园林景观中主要用于草地的营造。 |
| 多年生黑麦草 <i>L. perenne</i> L. | 适应潮湿、凉爽环境。抗寒,耐湿不耐干旱,不耐瘠薄。在肥沃排水良好的粘土中生长较好。夏季休眠,春秋两季生长良好,生长最适温 27℃。 | 园林景观中主要用于草地的营造。 |
| 红花三叶草 <i>Trifolium pratense</i> | 喜凉爽环境,较耐阴,适生温度为 15~25℃,适生于疏松的砂壤土。 | 常作为林下地被,既能赏花又能观叶,同时覆盖地面效果好。用于花坛镶边或布置花境。 |
| 白花三叶草 <i>Trifolium repens</i> L. | 喜温暖、向阳的环境和排水良好的粉砂壤土或粘壤土。耐寒,耐热,耐霜,耐旱,耐践踏。喜温暖、湿润的气候,最适生长温度为 16~25℃。 | 可作为绿地、堤岸防护草种,草坪装饰。 |
| 枫香 <i>Liquidambar formosana</i> Hance | 喜温暖湿润气候,喜光。在湿润肥沃而深厚的红黄壤土上生长良好。深根性,主根粗长,抗风力强,不耐移植及修剪。 | 庭荫树,草地孤植、丛植,或于山坡、池畔与其他树木混植。秋季红绿相衬显得格外美丽。 |
| 香樟 <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl. | 樟树多喜光,稍耐荫;喜温暖湿润气候,耐寒性不强,对土壤要求不严,主根发达,深根性,能抗风。萌芽力强,耐修剪。 | 庭荫树、行道树、防护林及风景林;配植池畔、水边、山坡等。在草地中丛植、群植、孤植或作为背景树。 |
| 八角金盘 <i>Fatsia japonica</i> (Thunb.) Decne. et Planch. | 喜温暖湿润气候,耐阴,不耐干旱,有一定耐寒力。适生于排水良好和湿润的砂质壤土。 | 植于庭院、门旁、窗边、墙隅及建筑物背阴处,也可点缀在溪流滴水之旁,也可成片群植于草坪边缘及林地。 |

表 6 草甸和荒漠功能区植物景观配置中的植物选择

Tab. 6 Tree species selection of plant configuration in meadow and desert area

| 种名 | 植物习性 | 园林用途 |
|---|---|---|
| 星星草 <i>Puccinellia tenuiflora</i> (Griseb.) Scribn. | 星星草耐寒喜湿,耐践踏,有较强的分蘖能力,每株可分蘖 20~40 个,牛羊啃吃其枝秆后 3~5 d 复生。 | 星星草极耐践踏,主要用来铺设草地。 |
| 波斯菊 <i>Cosmos bipinnatus</i> | 喜温暖,不耐寒,忌酷热。喜光,耐干旱瘠薄,喜排水良好的沙质土壤。忌大风,宜种背风处。可大量自播繁衍。 | 株形高大,叶形雅致,花色丰富,适于布置花镜,在草地边缘、树丛周围及路旁成片栽植。也可植于篱边、山石、崖坡、树坛或宅旁。 |

为核心的展出方式,需要更多地关注动物这一主体的诉求,在植物景观改造过程中将动物放在主体位置,在野生动物园食草动物区植物景观改造中将主体转换为动物,同时兼顾游人的需求。

2) 景观改造以模拟生境为核心:对于动物而言,赖以生存的环境尤为重要,在景观改造过程中注重不同动物的生活习性及其栖息环境,在有限的区域内为动物重塑、构建一个接近动物原始生境的环境。植物可以为动物提供栖息、繁育、御寒、躲藏、躺卧的场所,亦是景观的重要组成部分。通过植物景观的改造对食草动物区不同动物的生境进行模拟,以满足动物生存的需要。

参考文献:

[1] 左斌. 中国野生动物园建设与管理评价体系研究[M]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2006.
 [2] 康兴梁. 动物园规划设计[M]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2005.
 [3] 周丽. 昆明地区地域性植物景观特色研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
 [4] 罗玉艳. 野生动物园生态展区绿化景观关系研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2011.
 [5] 李坚, 郭辉军. 云南省国家公园建设文件汇编[G]. 云南省人民政府研究室.
 [6] 周庆宏, 段晓梅, 刘昕岑. 滇中特色园林植物图鉴[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2013.
 [7] 于斯惟. 野生动物园规划与设计初探—以长沙生态动物园为例[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2009.
 [8] 杨秀梅, 李枫. 中国野生动物园发展中的突出问题及可持续发展对策[J]. 野生动物, 2008, 29(3): 152-156, 159.

(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:hm²、m²、dm²、cm²;体积单位:m³、L、mL;质量单位:t、kg、g、mg;时间单位:a、d、h、min、s。

1.9 数字的写法: 凡是可以使用阿拉伯数字且很得体的地方,均应使用阿拉伯数字;公历世纪、年代、年、月、日均用阿拉伯数字。年代不能简写。

1.10 参考文献: 只列出作者直接阅读过并已公开发表的主要文献,未发表的著作、论文集、内部资料不列入参考文献范围。采用顺序编码制,即按文中出现的顺序连续编号,并

用阿拉伯数字加方括号标于文中适当位置的右上角,并与文末参考文献序号对应一致。著录格式如下:①期刊:[序号]作者(3人以上须满足3人后加等)。篇名[J]。刊名,年,卷(期);起止页码。②图书:[序号]作者。书名[M]。出版地:出版单位,出版年;起止页码。③论文集:[序号]作者。篇名[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”



云南梅里雪山森林地貌



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

