

中国科技核心期刊
中国林业核心期刊

ISSN 1671-3168
CN 53-1172/S

林业调查规划

FOREST INVENTORY AND PLANNING



2020 2

第45卷 第2期
Vol.45 No.2

云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

林业调查规划

第45卷 第2期

Vol.45 No.2

二〇二〇年三月

林业调查规划

LINYE DIAOCHA GUIHUA

(双月刊 1976年创刊)

第45卷 第2期 (总第236期) 2020年3月

Forest Inventory and Planning

(Bimonthly, Started in 1976)

Vol. 45 No. 2 (Sum No. 236) Mar. 2020

主办单位 云南省林业调查规划院
西南地区林业信息中心

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

《林业调查规划》编辑委员会

主任委员 张子翼

副主任委员 温庆忠

Editorial Board of Forest Inventory and Planning

Director of the Board: ZHANG Ziyi

Associate Director of the Board: WEN Qingzhong

委员 (按姓氏笔画排序)

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

Members:

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

《林业调查规划》编辑部

主编 张子翼

副主编 许易琦

编辑部成员 刘平书 许易琦 吕鹏程
杨焱熔 张林艳 张瑞君

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Chief Editor: ZHANG Ziyi

Associate Editor: XU Yiqi

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

英文责编 杨焱熔

English Editor in Charge: YANG Junrong

编辑出版 《林业调查规划》编辑部

地址 昆明市人民东路289号
云南省林业调查规划院

Edited & Published by:

Editorial Department of Forest Inventory and Planning

Address: 289 East Renmin Road, Kunming, China

邮编 650051

Post Code: 650051

电话 0871-63318347; 63332538

Tel: 86-0871-63318347; 63332538

传真 0871-63318347

Fax: 86-0871-63318347

电子信箱 ynfip@vip.163.com

Email: ynfip@vip.163.com

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

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

印刷 昆明锦润印刷有限公司

Printed by: Kunming Jinrun Printing Co., Ltd.

订购处 《林业调查规划》编辑部

Order Place: Editorial Department of Forest Inventory and Planning

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

ISSN 1671-3168
CN 53-1172/S

广告经营许可证号 5300004000093

Ad. Licence: 5300004000093

国内定价 20.00元

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

林业调查规划

第45卷 第2期

(总第236期)

2020年3月

目次

●森林经理

- 基于无人机倾斜摄影的山地景观规划 刘正威,王腾飞,靳焕,贺丹,雷雅凯(1)
- 基于森林资源规划设计调查的云南省森林碳储量研究 邓永红,肖丰(9)
- 基于 ArcGIS 数据驱动页面与 Python 脚本语言的专题图批量出图技术研究 ... 邱世平,潘立仁,韦建飞(15)
- 内蒙古杭锦旗杨柴生物量估算模型研究 沈浩,常金宝,郭玉东(21)

●研究与探索

- 基于 Landsat TM 的太原市近 20 年热环境时空演变特征研究 王英杰,郭晋平(25)
- 网湖流域不同类型土壤重金属含量及风险评价 吕典,金晶,林邦俊,刘玉青(31)
- IBA、NAA 和 IAA 对云南红豆杉扦插生根的影响 徐丕聪,王继兴,李建华(38)
- 药用绿化植物千里光种子萌发特性研究 钟艺,洪瑜婕,江王浩森,李叶芳(45)

●生物多样性

- 孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区鱼类多样性调查研究
..... 任玲,刘淑伟,浦贤伟,周睿,夏涛,李旭(50)
- 重庆市广阳岛植物群落结构与物种多样性研究 白亚东,秦坤蓉,王海洋(58)

●森林保护

- 云南林业气象灾害及气象服务需求研究 田永丽,王秋华,罗燕(66)
- 近年雷击火研究进展综述 于诗文,王秋华(71)
- 林芝市极小种群野生植物拯救保护对策探究 高林,刘永明,王波,陶政红,熊宇岗(77)

●森林资源管理

- 极小种群野生植物八蕊单室茱萸的种群状况研究 张珊珊,袁春明,陈剑,张永坤(82)
- 漾濞县茶果樟种质资源调查与保护开发建议 李淑芳,杨建华,李孙玲,侯敏,习学良,陈勤(88)
- 方城县野生木本植物资源调查分析 孙利强,任广振,杨延基,王鹏飞(92)
- 滇西北地区近 10 年森林质量变化分析与评价 李亚楠,王生(97)

●生态旅游

- 国家植物博物馆旅游发展战略研究与初步构想 ... 杨清,刘辉,方伟,杨莲,卢宪雯,史鸣明,廖鑫凤(103)
- 洋巴道旅游景观带构建策略 杨湘涛(109)

广西自然保护地森林生态旅游发展路径探析 李玉清,徐竟甯,周芯卉(113)

●森林经营

楚雄州林下中药材白芨和滇黄精丰产栽培试验研究 高文学,施庭有,周庆宏,段福文,陈晓祥(119)

干旱胁迫对药用绿化植物千里光和密蒙花生长的影响研究 魏宝坤,付萌,田叶,李新蕾(124)

不同施肥种类下覆盖与不覆盖对核桃幼树生长影响的对比试验 温琼文,蒋志东,赵保荣,王青叶(128)

勐海古茶树死亡原因及管养措施研究 张永坤,牛毅,谭光荣(132)

●森林培育

苦楝家系生长性状相关分析与单株选育 吴创业,倪静,谷秋芳,李天明,顺玉珩,李继东(135)

金黄熊猫树在福建南亚热带引种适应性试验研究 陈国彪(138)

木棉雄蕊特征与其繁殖策略的关系分析 罗晓滔,胡世俊,马焕成(143)

瓜多竹引种栽培研究 潘涛,吴远媚,余慧连,舒应东(149)

●森林城市

大姚县省级森林县城建设总体思路研究 余志飞(153)

基于 AHP 法的森林小镇藤蔓景观期望度评价 唐世斌,徐阳丽,邓荣艳,朱原立,唐庆,梁燕芳(158)

沾益区创建国家森林城市的思路与举措 何建良(164)

●论坛

基于 PPP 模式的姚安县国家储备林建设模式探析 宋志伟,朱丽艳,王海亮,王群(167)

从学生视角评教以提升林业职教品牌竞争力问卷调查分析 岳丹,汪洋,蔡京勇,尹茜,熊锦秀(172)

贵州省茶园森林康养基地建设 SWOT 分析 李新贵,罗惠宁,彭丽芬,张吉乾(178)

西双版纳国家级自然保护区野生动物肇事补偿现状及缓解对策
..... 谢文芳,宋军平,苏海萍,岩丙,王巧燕(182)

●园林

基于 SBE 法和 AHP 法的南宁市花卉公园植物景观评价 李丽莉,和太平(187)

基于海绵城市原理的湿地公园规划研究 梁惠珊(195)

春 张正友摄(封面)

高山植被 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,杨焱熔,张林艳)

Contents

● Forest Management

- Mountain Landscape Planning Based on Unmanned Aerial Vehicle Oblique Photography
..... LIU Zhengwei, WANG Tengfei, JIN Huan, HE Dan, LEI Yakai(1)
- Study on Forest Carbon Storage in Yunnan Province Based on Forest Resource Inventory DENG Yonghong, XIAO Feng(9)
- Batch Drawing Technology for Thematic Maps Based on ArcGIS Data-driven Page and Python Script Language
..... QIU Shiping, PAN Liren, WEI Jianfei(15)
- Biomass Estimation Model of *Hedysarum mongolicum* in Hangjin Banner of Inner Mongolia
..... SHEN Hao, CHANG Jinbao, GUO Yudong(21)

● Research and Exploration

- Temporal and Spatial Evolution Characteristics of Thermal Environment in Taiyuan City in Recent 20 Years Based on
Landsat TM WANG Yingjie, GUO Jinping(25)
- Heavy Metal Content and Risk Assessment of Different Types of Soil in Wanghu Watershed
..... LYU Dian, JIN Jing, LIN Bangjun, LIU Yuqing(31)
- Effects of IBA and NAA and IAA on Rooting of *Taxus yunnanensis* Cuttings XU Picong, WANG Jixing, LI Jianhua(38)
- Germination Characteristics of *Senecio scandens* Seed ZHONG Yi, HONG Yujie, JIANG-WANG Haomiao, LI Yefang(45)

● Biological Diversity

- Fish Diversity in Nanleihe Nature Reserve for Natural Fishery Resources of Menglian County
..... REN Ling, LIU Shuwei, PU Xianwei, ZHOU Rui, XIA Tao, LI Xu(50)
- Plant Community Structure and Species Diversity of Guangyang Isle in Chongqing
..... BAI Yadong, QIN Kunrong, WANG Haiyang(58)

● Forest Conservation

- Investigation of Forestry Meteorological Disasters and Meteorological Service Demands in Yunnan Province
..... TIAN Yongli, WANG Qiuhua, LUO Yan(66)
- Review on Research Progress of Lightning Fire in Recent Years YU Shiwen, WANG Qiuhua(71)
- Strategies of Saving and Conserving Wild Plant Species with Extremely Small Populations in Linzhi City
..... GAO Lin, LIU Yongming, WANG Bo, TAO Zhenghong, XIONG Yugang(77)

● Forest Resource Management

- Population Status of Wild *Mastixia euonymoides* as an Extremely Small Population
..... ZHANG Shanshan, YUAN Chunming, CHEN Jian, ZHANG Yongkun(82)
- Investigation and Protection on Germplasm Resources of *Cinnamomum chago* in Yangbi County
..... LI Shufang, YANG Jianhua, LI Sunling, HOU Min, XI Xueliang, CHEN Qin(88)
- Investigation and Analysis of Wild Woody Plants in Fangcheng County
..... SUN Liqiang, REN Guangzhen, YANG Yanji, WANG Pengfei(92)
- Analysis and Evaluation of Forest Quality Change in Northwest Yunnan in Recent 10 Years LI Yanan, WANG Sheng(97)

● Ecological Tourism

Research and Preliminary Proposal of Tourism Development Strategies for National Botanical Museum

..... YANG Qing, LIU Hui, FANG Wei, YANG Lian, LU Xianwen, SHI Mingming, LIAO Xinfeng(103)

Construction Strategy of Tourism Landscape Belt along Yangba Road YANG Xiangtao(109)

Preliminary Study on Development Paths of Forest Eco-tourism in Nature Reserves of Guangxi

..... LI Yuqing, XU Jingning, ZHOU Xinhui(113)

● Forest Operation

Experiment on High-yield Cultivation of Understory *Bletilla striata* and *Polygonatum kingianum* in Chuxiong

..... GAO Wenxue, SHI Tingyou, ZHOU Qinghong, DUAN Fuwen, CHEN Xiaoxiang(119)

Effects of Drought Stress on Growth of *Senecio scandens* and *Buddleia officinalis*

..... WEI Baokun, FU Meng, TIAN Ye, LI Xinlei(124)

Contrast Experiments on Effects of Mulching and No Mulching on Young Trees Growth of *Juglans sigillata* with Different

Fertilizers WEN Qiongwen, JIANG Zhidong, ZHAO Baorong, WANG Qingye(128)

Cause of Death and Management Measures of Ancient Tea Plant in Menghai County

..... ZHANG Yongkun, NIU Yi, TAN Guangrong(132)

● Forest Cultivation

Correlation Analysis of Growth Traits and Individual Selection of *Melia azedarach* Families

..... WU Chuangye, NI Jing, GU Qiufang, LI Tianming, SHUN Yuheng, LI Jidong(135)

Experiment on Adaptability of Introducing *Xanthostemon chrysanthus* in South Subtropical Zone of Fujian Province

..... CHEN Guobiao(138)

Relationship between Stamen Characteristics and Breeding Strategy of *Bombax malabaricum*

..... LUO Xiaotao, HU Shijun, MA Huancheng(143)

Introduction and Cultivation of *Guadua amplexifolia* PAN Tao, WU Yuanmei, YU Huilian, SHU Yingdong(149)

● Urban Forest

General Idea of Provincial Forest County Construction in Dayao County YU Zhifei(153)

Evaluation of Vine Landscape Expectation in Forest Town Based on AHP Method

..... TANG Shibin, XU Yangli, DENG Rongyan, ZHU Yuanli, TANG Qing, LIANG Yanfang(158)

Thoughts and Measures of Establishing National Forest City in Zhanyi District HE Jianliang(164)

● Forum

Construction Model of National Reserve Forest Project in Yao'an County Based on PPP Model

..... SONG Zhiwei, ZHU Liyan, WANG Hailiang, WANG Qun(167)

Questionnaire Survey on Promotion of Forestry Vocational Education Competitiveness from the Perspective of Students'

Evaluation YUE Dan, WANG Yang, CAI Jingyong, YIN Xi, XIONG Jinxiu(172)

SWOT Analysis on Construction of Tea Garden Forest Health Base in Guizhou Province

..... LI Xingui, LUO Huining, PENG Lifan, ZHANG Jiqian(178)

Compensation Status and Measures of Wildlife Accident in Xishuangbanna National Nature Reserve

..... XIE Wenfang, SONG Junping, SU Haiping, YAN Bing, WANG Qiaoyan(182)

● Landscape Architecture

Evaluation on Plant Landscape of Nanning Flower Park Based on SBE and AHP Method LI Lili, HE Taiping(187)

Planning of Wetland Park Based on Principles of Sponge City LIANG Huishan(195)

Spring Scenery Photographed by ZHANG Zhengyou(Front cover)

Alpine Vegetation Photographed by XU Yiqi(Back cover)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.001

基于无人机倾斜摄影的山地景观规划

——以新密市香山村为例

刘正威,王腾飞,靳焕,贺丹,雷雅凯

(河南农业大学林学院,河南 郑州 450000)

摘要:改善农村人居环境是中国城镇化发展的重要内容,在乡村景观规划中,由于山村自然环境复杂,缺乏相应的技术支撑,导致规划与实际情况不符,规划深度不够。无人机倾斜摄影作为一种新兴技术,能够对复杂的环境进行较好地感知和精细化表达,并具有精度高、时效性强、成本低等特点。文中以大疆 Phantom 4 RTK 无人机对新密市香山村采集的影像资料为基础,利用 ArcGIS、Context Capture Center 等软件,结合实际情况对香山村进行景观规划设计。研究表明,无人机倾斜摄影可有效解决乡村山地景观规划中地貌复杂、垂直高差大、生态敏感、天际轮廓线杂乱等问题。通过三维实景模型的格式转换,将无人机成果应用于乡村景观规划中,为我国山地乡村景观规划提供技术支撑。

关键词:无人机倾斜摄影;山地景观规划;影像处理;天际轮廓线;三维实景模型;香山村

中图分类号:S717.192;TB82;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0001-08

引文格式:刘正威,王腾飞,靳焕,等.基于无人机倾斜摄影的山地景观规划[J].林业调查规划,2020,45(2):1-8.
Mountain Landscape Planning Based on Unmanned Aerial Vehicle Oblique Photography—A Case Study of Xiangshan Village in Xinmi City[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 1-8.

Mountain Landscape Planning Based on Unmanned Aerial Vehicle Oblique Photography

——A Case Study of Xiangshan Village in Xinmi City

LIU Zhengwei, WANG Tengfei, JIN Huan, HE Dan, LEI Yakai

(College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: The improvement of rural residential environment is an important part of urbanization development in China. The complex natural environment of the mountain villages and the lacking of corresponding technical support make the rural landscape planning inconsistent with the actual situation and not deep enough. As an emerging technology, the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Oblique photography has better perceive and elaborate expression of complex environment with the advantages of high precision,

收稿日期:2019-10-13.

基金项目:国家自然科学基金(31600579);中国林业科学研究院院所基金项目子课题(CAFYBB2016SZ003);中央级公益性科研院所重点
项目子课题(CAFYBB2019ZB005).

第一作者:刘正威(1994-),男,河南长葛人,硕士研究生.研究方向为风景园林规划与设计. Email:lwz_828@163.com

责任作者:雷雅凯(1985-),男,河南宝丰人,副教授.研究方向为风景园林规划与设计、景观生态学.

high timeliness and low cost. Based on the image data collected by DJI Phantom 4 RTK UAV in Xiangshan Village, Xinmi City, the landscape planning of Xiangshan Village was designed by ArcGIS, Context Capture Center software and so on. The results showed that UAV Oblique Photography was an effective way to solve problems such as complex landform, large vertical elevation difference, ecological sensitivity and disordered skyline in rural mountainous landscape planning. After a seamless format conversion of 3D real scene model, the results of UAV Oblique Photography are applied to rural landscape planning, and provide technical support for mountain and rural planning in China.

Key words: UAV Oblique Photography; mountain landscape planning; image processing; skyline; 3D real scene model; Xiangshan Village

在国家加速社会主义新农村建设的背景下,大批村庄规划相继完成,乡村人居环境得到极大改善^[1]。山地因其丰富的景观多样性和生物多样性,通过合理的建设逐渐发展成为与自然环境协调发展的富有魅力和活力的家园^[2]。纵观目前乡村景观规划方法^[3-5],多基于历史遥感影像、历史土地利用图、地形图和大量的现场勘测数据,但山地具有较大的高差,地质结构复杂,给现场测量工作带来极大困难,并对山地乡村后期的规划产生了一定影响。

随着新农村建设的全面进行,一些地区的村庄规划过程中山区村庄和平原村庄无异,缺乏山地特色的问题逐渐凸显^[6]。如何因地制宜地进行山地乡村景观规划工作成为了本研究的重点。无人机凭借其高时效性、灵活性、适用环境条件广泛等特点,逐渐成为规划设计前期场地信息观测领域的热点。诸多学者针对无人机在景观设计的行业应用^[7-11]、处理过程^[12]、基于第三方平台的深入处理^[13]等进行了研究,但现阶段针对无人机在景观设计中的应用多集中在各类平面数据方面,对于山地复杂的地形地貌,平面的数据略显单薄。鉴于此,本文应用无人机倾斜摄影的方法,以新密市香山村为例进行基于三维实景模型的乡村景观规划。依据规划区的实际情况,梳理无人机倾斜摄影在乡村景观规划过程中的应用方法,探寻无人机倾斜摄影在乡村景观规划不同阶段最优的应用方式。

1 研究区域与方法

1.1 研究区概况

新密市平陌镇香山村位于东经 $113^{\circ}18'34''$,北纬 $34^{\circ}26'07''$ (图 1),平均海拔 440 m,地形高低起伏,面积约 378 hm^2 。位于郑州市东南部,距新密市政府 12 km,自然资源优美,交通便利。属暖温带大陆性气候,四季分明,年均温 14.4°C 。

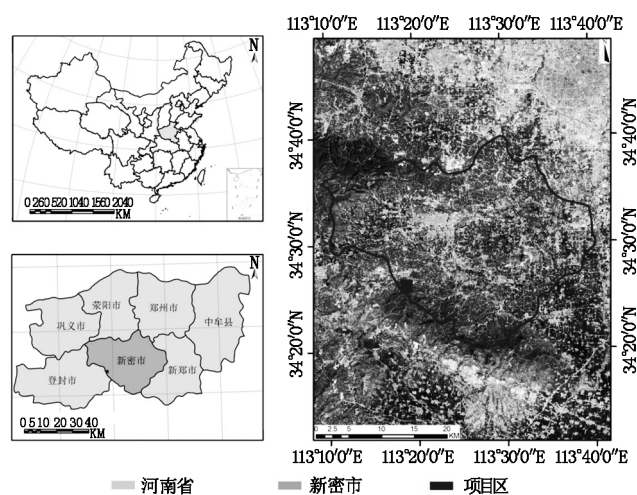


图 1 区位图

Fig. 1 Location of the study area

1.2 数据来源

1.2.1 无人机影像获取

本研究选取具有厘米级导航定位系统和高性能成像系统的大疆 Phantom 4 RTK 无人机进行低空摄影测量。该无人机配备具有自动对焦功能有效像素为 2 000 的图像传感器,以及高精度防抖云台,最大水平飞行速度 50 km/h ,单次续航时间 30 min。为保证数据精度,本次飞行设置旁向重叠率 70%,航向重叠率 80%,共获取 554 幅影像,无人机作业时间选取上午 10 时,微风天气状况良好。

1.2.2 无人机影像处理

本次数据处理选用 Bentley 公司的 Context Capture Center 软件和芬兰赫尔辛基 Terra Solid Oy 公司的 Terra Solid 软件处理,Context Capture Center 主要用来分析来自不同视点的静态主体照片,自动读取无人机影像的 POS 数据,进行空三解算,通过进一步的几何校正、联合平差、点云生成、点云加密、TIN 三角网格构建、纹理映射等处理,生成测区内实景三维模型、数字正射影像(DOM)、三维点云、数字地表

模型(DSM)^[14]。Terra Solid 软件对点云进行异常值提出、点云滤波、数据拼接、点云分类输出,生成数

字高程模型(DEM)^[15]。无人机影像处理的具体流程如图 2 所示。

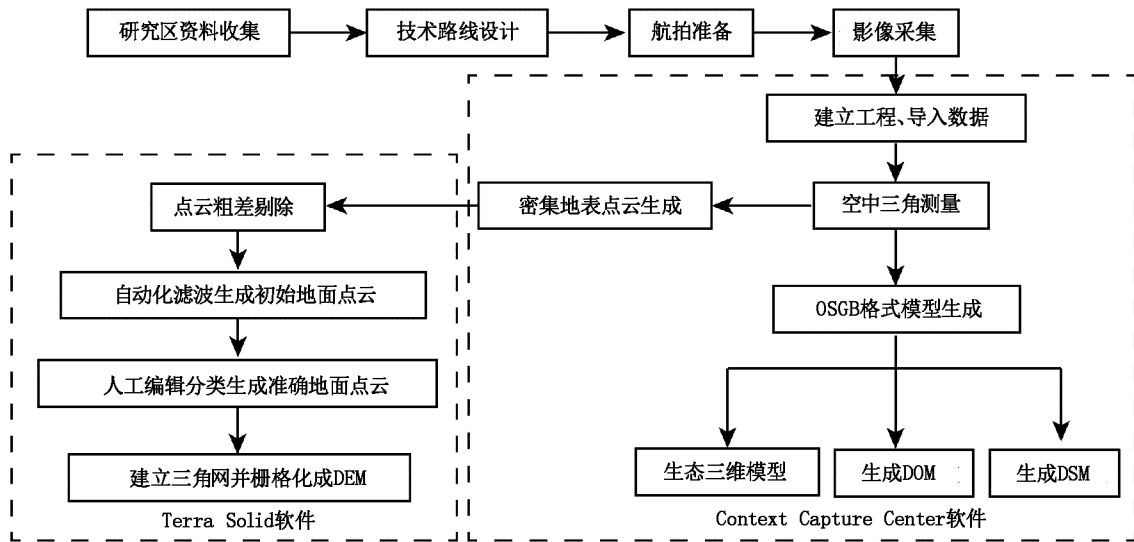


图 2 无人机遥感影像处理流程

Fig. 2 UAV remote sensing image processing flow chart

1.3 技术路线

研究技术路线分为 3 个步骤:1) 无人机数据采集处理;2) 数据分析,将无人机倾斜摄影处理获取的正射影像(DOM)、数字高程模型(DEM)、三维实景模型等基础数据通过 ArcGIS 软件进行分析,得到贴合场地现状的数据;3) 基于数据分析成果的山村景观规划,形成最终的香山村规划设计成果。

2 结果与分析

2.1 无人机影像拼接成果及精度检验

通过 Context Capture Center 软件生成实景三维模型、数字正射影像(DOM)、三维点云、数字地表模型(DSM),通过 Terra Solid 处理生成数字高程模型(DEM),将各类数据添加至 ArcGIS 中,依据原有研究区域边界进行裁剪,将各种类型成果进行整理保存(图 3)。

无人机遥感影像成果精度检验是无人机应用过程中必不可少的环节^[16-18]。本次摄影测量通过 Context Capture Center 软件进行空三解算后生成的精度报告显示,共提取同名点 156 688 个,地面分辨率范围为 0.095~0.29 m,符合项目设计的分辨率需求。

2.2 基于无人机倾斜摄影成果的场地分析

2.2.1 土地利用分析

土地利用是长期人类活动与自然过程共同作用

产生的结果,能有效反映当地地表资源和自然环境^[19]。研究区域正射影像解译如图 4 所示,各类用地分别为:道路用地面积 9.836 hm²,占有用地的 2.6%;基本农田 77.736 hm²,占 20.56%,多分布于道路两侧;建筑用地 11.783 hm²,占 3.11%,均临近道路分布;林业用地 277.54 hm²,占 73.42%,分布于较为陡峭或人们难以到达的区域;水域面积 1.106 hm²,占 0.3%,分布于农田或林地中,满足灌溉用水的需求。

2.2.2 地形地势分析

1) 高程分析

高程是地形地貌中最直观的表现形式,高程变化影响气候变化,进而影响植被的分布情况^[20]。运用 ArcGIS 空间分析工具对斜摄影获取的数字高程模型(DEM)进行分析(图 5),项目区海拔 191.028~536.699 m,结合用地类型分析图得出:居民沿道路分布在整个项目区内,基本农田多分布于海拔 354~236 m 的缓坡区域。

2) 坡度坡向分析

地形因子是研究区域的背景和骨架,对场地生态环境和景观品质起着重要的影响作用^[21]。而坡度坡向则是决定地表面局部地面接收阳光和重新分配太阳辐射量的重要地形因子,直接造成局部地区气候特征差异,影响各项农业生产指标。

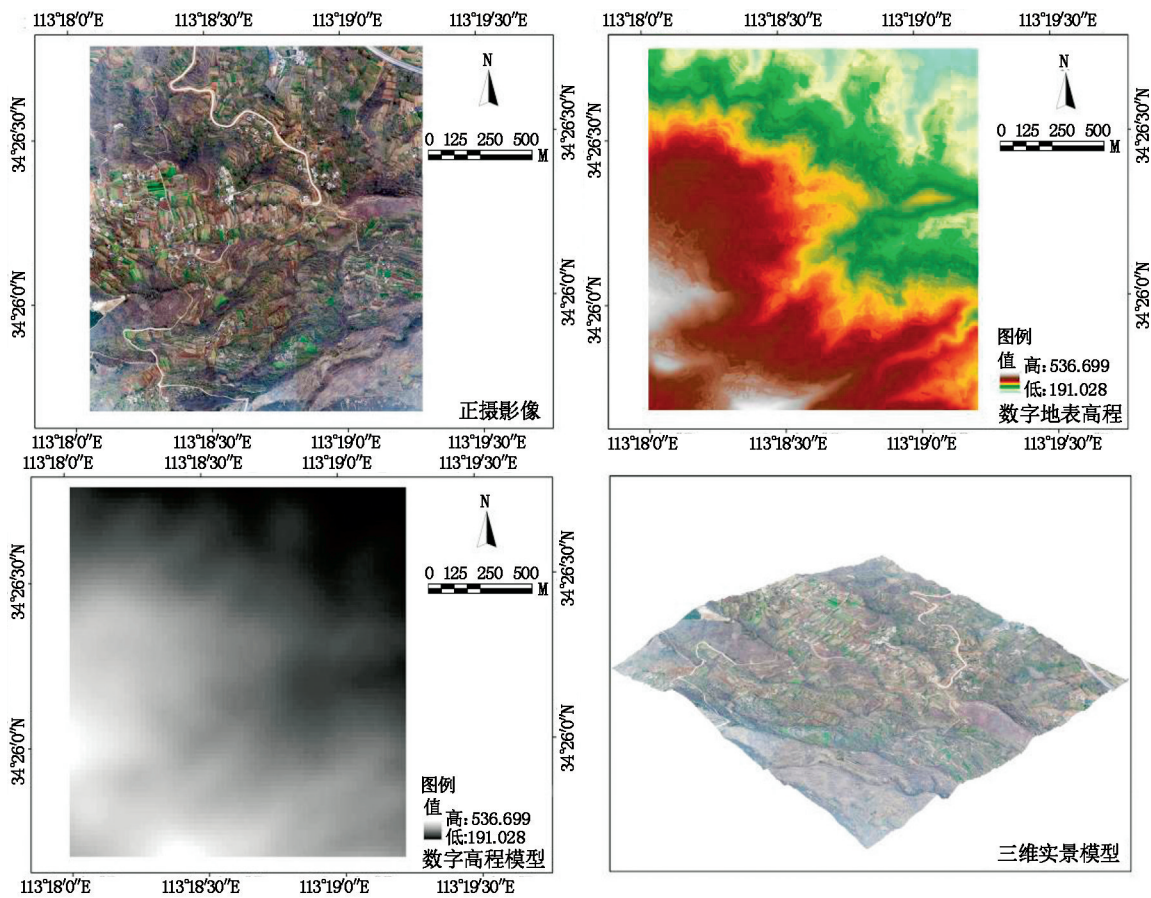


图 3 无人机倾斜摄影成果

Fig. 3 Results of UAV Oblique Photography

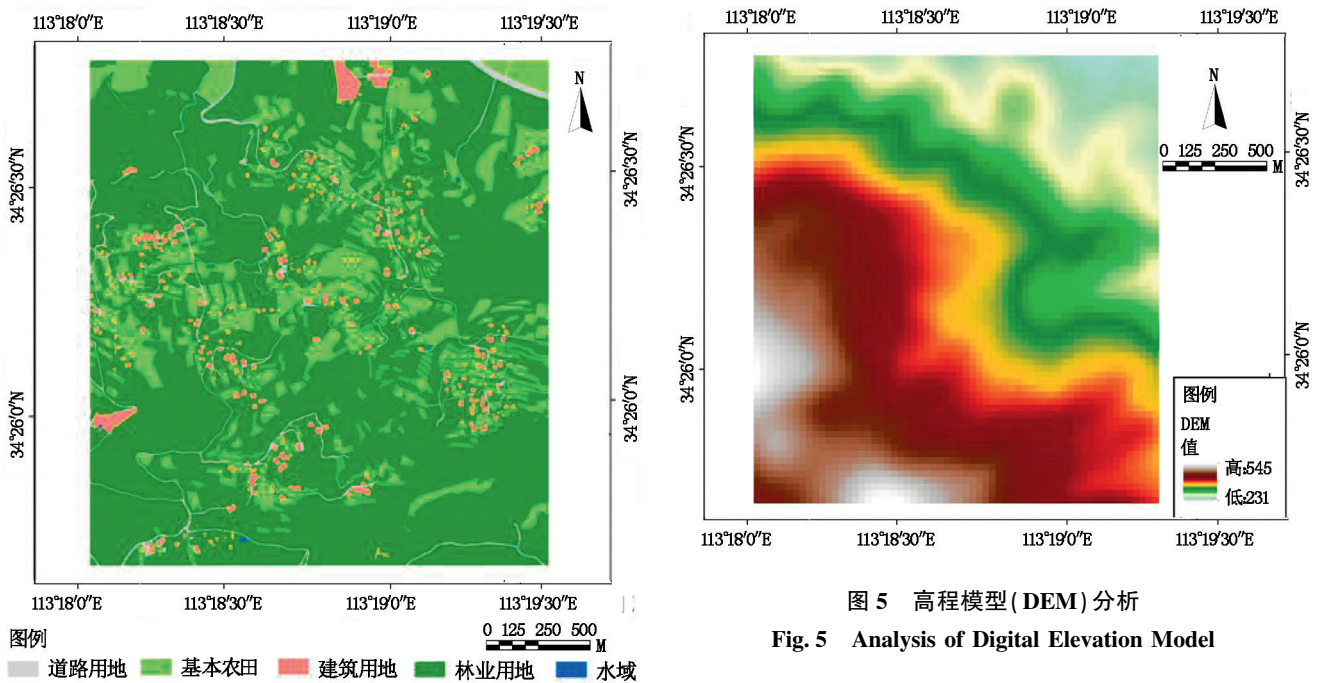


图 4 土地利用分析

Fig. 4 Analysis of land use

图 5 高程模型 (DEM) 分析

Fig. 5 Analysis of Digital Elevation Model

坡度坡向分析如图 6 所示,通过统计分析得出,项目区坡向以北方和东北方向为主,占总面积的 51%。

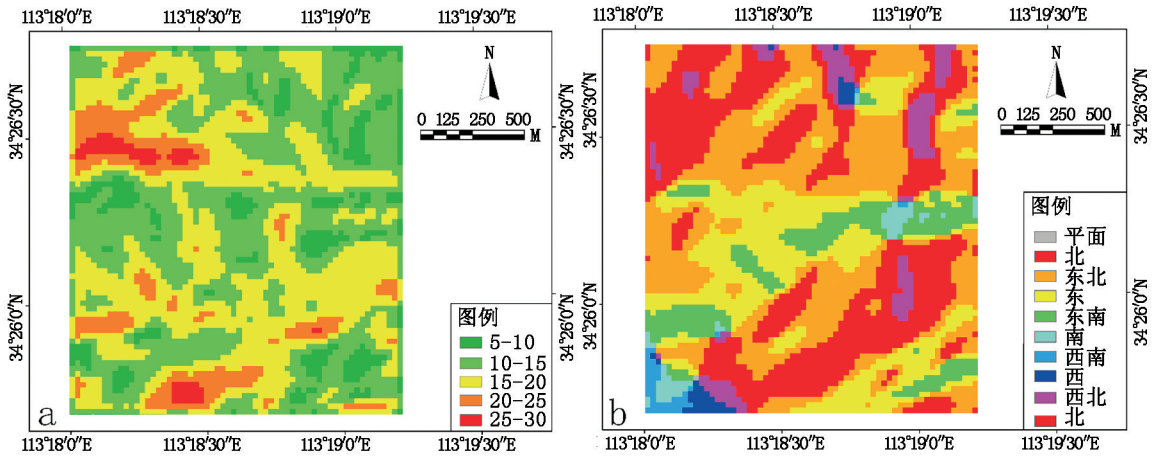


图 6 坡度坡向分析

Fig. 6 Analysis of slope and aspect

结合坡度图和用地类型分析图发现,研究区域内坡度坡向因子直接影响了农田、地表植被、建筑和道路的分布情况。

3) 汇水量分析

水体是构成特色景观的重要元素,汇水区更是关系到研究区域内山洪暴发和水系联通的重要功能,对研究区域的生态安全构建有着重要意义。提取合理的汇水区对场地的数据分析、数字化管理和自然灾害预测均能起到促进作用^[22]。基于高分辨率的数字高程模型(DEM)结合通过无人机影像解译出的现状水体分布进行汇水量分析(图 7),研究区域内地表径流由山体表面逐渐汇集到低洼的山谷地区。

4) 生态敏感性分析

山地由于其地貌复杂、垂直高差大,在进行景观规划过程中有较大的开发难度,且山地生态系统敏感性高,在建设过程中一旦遭破坏将很难恢复^[23]。研究区域作为典型的浅山区,地形起伏明显,野生植被丰富,选取高程、坡度、坡向和用地类型、汇水区域 5 项基本要素对场地进行生态敏感性分析。通过文献查阅和实际用地类型情况比对,研究区域内高程较高的区域生态敏感性最高,应予重点保护;坡度较大的区域直接对自然环境和地表雨水径流有重要影响,在建设开发时予以避让。

3 香山村山地景观规划设计

3.1 香山村现存问题

通过无人机正射影像结合三维实景模型分析,香山村目前以大面积的原生林地为主,由于山区地形复杂,缺少前期建设规划,农田沿地形散落分布,山村内零星分布 1~2 层居民住宅建筑,土地利用效率不高;山地景观资源优势未得到很好发掘,人工天际线与自然天际线之间层次感不突出;生活污水和垃圾对自然环境造成污染;道路基础设施滞后,无路灯,缺少村民健身休闲场所。

3.2 基于三维实景模型的香山村山地景观规划设计

高低起伏的地形赋予研究区域立体的景观纬度,为居民提供了多样化的景观资源。同时也使得适用于常规平原地区的景观营造方法难以在研究区域中直接运用。在山地景观营建过程中,应顺应当地的自然地貌、山水形态进行合理规划,突显当地真山真水、好山好水的自然特质。本文利用高时效性的三维实景模型进行规划设计,期望探寻山村与山

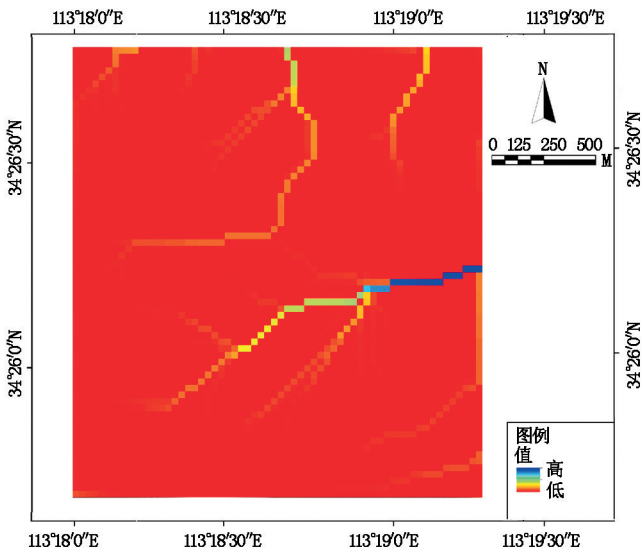


图 7 汇水量分析

Fig. 7 Analysis of flow accumulation

地景观相协调的实现途径。

3.2.1 景观生态规划及总体布局

香山村景观生态规划在基于无人机倾斜摄影成果分析的基础上,形成“一轴一心多点”的景观生态格局(图 8)。“一轴”指以研究区域内现状的主要道路为依据构成的联通村落各处的自然景观轴线;“一心”指依据中部自然地貌,对现状农田进行整合而建立的梯田景观核心,“多点”指在西北部依据现状地形设置的山地自然景观区,西部依据原有村落设置居民聚居区;西南部依据原香山庙基址设置俯瞰整个规划区域的香山庙景观核心,东南部山谷地带以其丰富的植物资源为依托设立生态体验区,东部依据其天然汇水区的自然优势营造富有山地景观特色的文旅集市,东南部依据其便利的交通和富庶的土地设立农业生产示范区,提高居民收入。通过景观规划和整合利用原有地形地貌,形成契合景观轴线、人文气息和浓厚自然气息的山地景观生态系统。

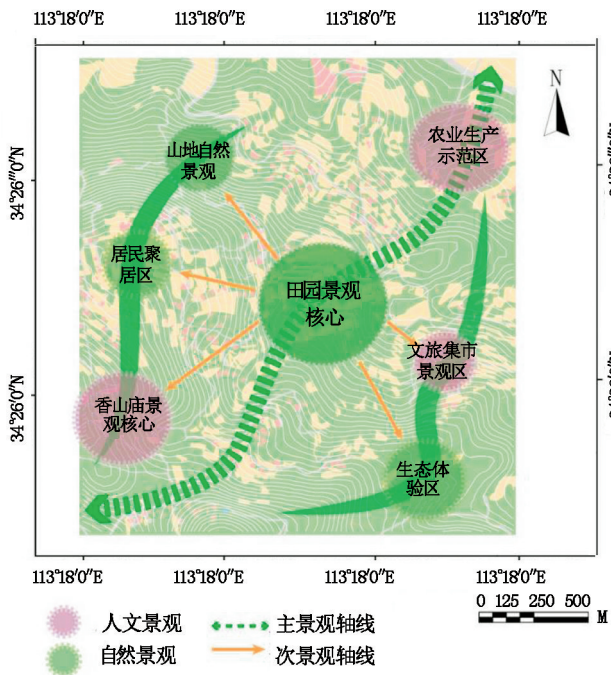


图 8 香山村景观生态规划总体布局

Fig. 8 General layout of landscape ecological planning of Xiangshan Village

3.2.2 香山村天际轮廓线设计

对于研究区域而言,天际轮廓线是由自然山体构成的背景轮廓线和远近不同、高低不等的建筑构成的人工轮廓线 2 部分构成^[24]。基于三维实景模

型梳理现状天际轮廓线发现,现阶段村落背景轮廓线清晰,人工轮廓线零星分布、略有起伏。在本次天际轮廓线设计过程中(图 9),对背景山体轮廓线进行重点强化和勾勒,研究区域内部山地进行“留白”处理,保护原生植被,清除在具有景观标识的山丘、山脉前的遮挡物,使之在整个山体景观立面中凸显出来,同时顺应山地原生地貌的起伏变化,结合不同区域人工建筑空间位置进行分区,丰富人工天际线层次,使之形成高低错落的景致。

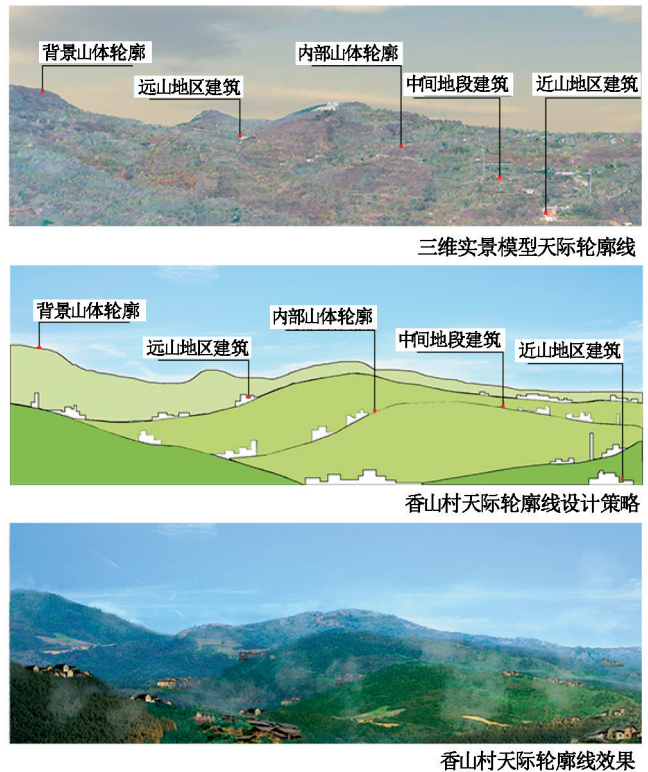


图 9 香山村天际轮廓线设计策略

Fig. 9 Skyline improvement strategy of Xiangshan Village

3.2.3 香山村山地景观规划设计

依据《中华人民共和国城乡规划法》,本着集中利用土地,提高土地利用效率的原则,以香山村实际情况为基础,对村庄进行规划设计^[25]。主要规划项目包括:依据现状地形地貌规划的生态林区、梯田景观、观赏林海、耕读农场;以原有用地为基础强化香山庙景观并设立山居别墅、山川乡落、乡村旅居、生态果园,针对研究区域内部基础设施滞后现状,设置四季书社丰富乡村居民生活,另外,对乡村道路进行规划联通、道路亮化建设、乡村特色景观强化,改善乡村产业布局,研究区域景观规划平面图如图 10 所示。

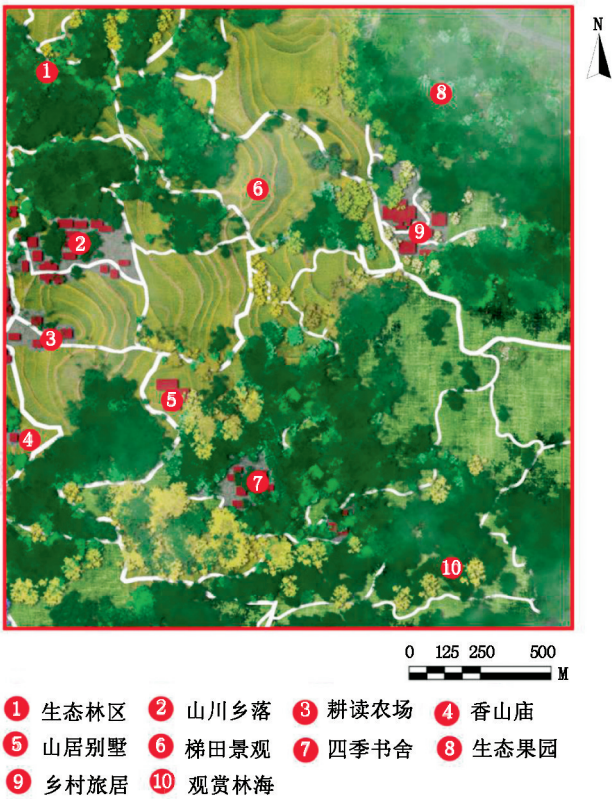


图 10 香山村山地景观规划平面图

Fig. 10 General arrangement plan of Xiangshan Village

目前三维实景模型在风景园林规划设计中的应用多基于 GIS 平台,经过尝试发现,通过 3D MAX 的 MES 插件可将 OBJ 格式的三维实景模型转换为 SketchUp、Lumion 等可识别的 skp 格式文件。在平面规划图的基础上,结合转换过的三维实景模型,制作规划区的局部效果图(图 11),为后期的建设施工提供依据。



图 11 香山村局部效果

Fig. 11 Presentation drawing of Xiangshan Village

4 讨论

本文以大疆 Phantom 4 RTK 无人机对新密市香山村采集的影像资料为基础,以无人机影像处理软件 Context Capture Center 为平台,获取研究区域内正射影像(DOM)、数字高程模型(DEM)、三维实景模型,并在此基础上对研究区域进行规划设计。研究表明:无人机倾斜摄影测量是解决乡村山地景观规划中地貌复杂、垂直高差大、生态敏感、天际轮廓线杂乱等问题的有效方法。具有精度高、时效性强、成本低廉等优点。通过三维实景模型的格式转换,为无人机在山地景观规划中的应用搭建了桥梁,为今后我国山地乡村规划提供有益的思路,该方法具有可操作性和较强的使用性,对于今后的山村景观规划工作有一定的参考意义。

基于无人机三维实景模型的山村景观规划方法较之前的规划方法有明显的优势:1)无人机倾斜摄影在山地景观规划过程中的价值得到了肯定,且规划效率较之前的方法有很大的提高。2)在规划设计过程中可随时查看三维实景模型,剖析场地现存问题,可针对实际情况对规划现状进行调整,省去了繁琐的现场勘查步骤。通过对比分析发现,倾斜摄影技术在山地景观规划中应用仍存在问题,在香山村实景模型制作过程中,实景模型地面分辨率较李加忠等^[13]所制作的三维模型要低,原因是本次实验区域地形复杂,飞行高度设定相对较高,导致照片获取量少,纹理信息获取不够充足。随着数据获取手段的进步,若与近景摄影、激光雷达数据相结合,将会有效提升三维实景模型质量^[26-28],为山村精细化景观规划和中国城镇化发展提供有效助力。

参考文献:

[1] 彭立宁. 北方山村规划发展模式探析——以滦平县偏桥村村庄规划为例[J]. 建筑经济, 2013(1): 95-97.

[2] 梁尧钦, 梅娟, 单琳娜, 等. 山地城市精细化景观规划方法研究[J]. 中国园林, 2018, 34(12): 46-51.

[3] 王峤, 臧鑫宇. 韧性理念下的山地城市公共空间生态设计策略[J]. 风景园林, 2017(4): 50-56.

[4] 崔翀, 古海波, 严丽平. 空间精细化治理背景下的协同规划与实施组织——以深圳安托山地区环境提升规划为例[J]. 城市规划, 2015, 39(6): 105-112.

[5] 陈竹安, 施陈敬, 冯祥瑞, 等. 低空多旋翼无人机航测在秀美乡村规划建设中的应用[J]. 测绘通报, 2019(8): 144-148.

[6] 王富更. 村庄规划若干问题探讨[J]. 城市规划学刊,

- 2006(3):106-109.
- [7] 李复,常贺星. 无人机测量在景观设计科研与实践中的应用[J]. 景观设计学,2019,7(2):38-54.
- [8] 韩炜杰,王一岚,郭巍. 无人机航测在风景园林中的应用研究[J]. 风景园林,2019,26(5):35-40.
- [9] 尧鸿飞,郑思俊. 小型无人机航测图像及其在园林规划设计领域的应用[J]. 园林,2018(2):70-73.
- [10] 李秀全,陈竹安,张立亭. 基于 Agisoft PhotoScan 的无人机影像快速拼接在新农村规划中的应用[J]. 湖北农业科学,2016,55(3):743-745.
- [11] 代婷婷,马骏,徐雁南. 基于 Agisoft PhotoScan 的无人机影像自动拼接在风景园林规划中的应用[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2018,42(4):165-170.
- [12] 程文字,冯潇. 低空多旋翼无人机航测在风景园林规划设计前期现场观测中的应用[J]. 中国园林,2018,34(11):97-101.
- [13] 李加忠,程兴勇,郭湧,等. 三维实景模型在景观设计中的应用探索——以金塔公园为例[J]. 中国园林,2017,33(10):24-28.
- [14] 张慧莹,董春来,王继刚,等. 基于 Context Capture 的无人机倾斜摄影三维建模实践与分析[J]. 测绘通报,2019(S1):266-269.
- [15] 黄剑飞. 基于 Smart3D 和 TerraSolid 软件的无人机倾斜摄影生产 DEM 方法研究[J]. 经纬天地,2018(3):35-41.
- [16] 崔红霞,林宗坚,孙杰. 大重叠度无人机遥感影像的三维建模方法研究[J]. 测绘科学,2005(2):36-38+4.
- [17] 朱进,丁亚洲,陈攀杰,等. 控制点布设对无人机影像空三精度的影响[J]. 测绘科学,2016,41(5):116-120.
- [18] 张纯斌,杨胜天,赵长森,等. 小型消费级无人机地形数据精度验证[J]. 遥感学报,2018,22(1):185-195.
- [19] 徐勇,赵荣,段健. 国土空间规划的土地利用分类方案研究[J]. 地理研究,2019,38(10):2388-2401.
- [20] 周建华,杨淑梅. 重庆红池坝景区景观规划中的生态适宜性分析[J]. 中国园林,2012,28(12):74-78.
- [21] 李抒音,姚崇怀,刘英. 青龙山风景区规划中生态敏感性分析方法研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(35):20160-20162,20176.
- [22] 李精忠,艾廷华,柯舒. DEM 提取谷地线的有效汇水量阈值范围[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2012,37(10):1244-1247.
- [23] 曹珂,李和平,肖竞,等. 人工与自然互契的山地城市景观设计方法研究——以重庆市云阳县北部新区城市设计为例[J]. 城市规划,2018,42(7):52-60.
- [24] 许靖涛,岳晓琴,王进安. 大理市下关城区建筑高度控制规划[J]. 规划师,2014,30(4):47-52.
- [25] 国务院法制办公室. 中华人民共和国城乡规划法注解与配套[M]. 北京:中国法制出版社,2017(6):27-34.
- [26] 连蓉,丁忆,罗鼎,等. 倾斜摄影与近景摄影相结合的山地城市实景三维精细化重建与单体化研究[J]. 测绘通报,2017(11):128-132.
- [27] 晏磊,廖小罕,周成虎,等. 中国无人机遥感技术突破与产业发展综述[J]. 地球信息科学学报,2019,21(4):476-495.
- [28] BRUNA P R, SEBASTÃO V M. Management Recommendation Generation for Areas Under Forest Restoration Process through Images Obtained by UAV and LiDAR [J]. Remote Sensing,2019(11):1508.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.002

基于森林资源规划设计调查的云南省森林碳储量研究

邓永红,肖丰

(云南省林业调查规划院,云南昆明 650051)

摘要:基于云南省 2016 年森林资源规划设计调查数据,运用森林蓄积量扩展法等,按区域、流域对森林碳储量进行研究。结果表明,云南省 2016 年森林碳储量为 100 170.49 万 t,相当于固定 367 625.71 万 t CO₂,森林单位面积碳储存能力为 51.55 t/hm²,按照现行碳交易价格计算,云南省森林碳储量价值为 12 866 899.85 万元。按不同森林类型对区域、流域森林碳储量进行分析,结果表明,按区域森林碳储量排序为:滇西北地区>滇南地区>滇西南地区>滇中地区>滇东北地区;按流域碳储量排序为:金沙江流域>澜沧江流域>红河流域>南盘江流域>怒江流域>伊洛瓦底江流域;按森林类型碳储量排序为:针叶林>混交林>阔叶林,按单位面积碳储量排序为:混交林>阔叶林>针叶林。研究显示,云南省森林碳储量巨大,碳汇交易前景广阔。提出下一步应开展不同年度的森林碳储量动态分析,开展碳汇研究,为森林生态系统补偿和碳排放交易提供技术支持。

关键词:森林碳储量;区域分布;流域分布;森林类型;碳汇;云南省

中图分类号:S757.2;S718.556;P461.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0009-06

引文格式:邓永红,肖丰.基于森林资源规划设计调查的云南省森林碳储量研究[J].林业调查规划,2020,45(2):9-14,20.

DENG Yonghong, XIAO Feng. Study on Forest Carbon Storage in Yunnan Province Based on Forest Resource Inventory[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 9-14, 20.

Study on Forest Carbon Storage in Yunnan Province Based on Forest Resource Inventory

DENG Yonghong, XIAO Feng

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

Abstract: Based on the forest resource inventory data of Yunnan Province in 2016, the forest carbon storage was studied by regions and basins by using the method of forest stock volume expansion. The results showed that the forest carbon storage of Yunnan in 2016 was 1 001.704 9 million tons, equivalent to the fixed 3 676.257 1 million tons of CO₂, and the carbon storage capacity per unit area was 51.55 t/hm², with the value of 128 668.998 5 million yuan according to the current carbon trading price. The analysis showed that the order of forest carbon storage in different regions was northwest Yunnan>south Yunnan>southwest Yunnan>central Yunnan>northeast Yunnan, the order of forest carbon storage in different basins was Jinsha River basin>Lancang River basin>Honghe River basin>Nanpan River basin>Nujiang River basin>Irrawaddy River basin, the order of different forest types was coniferous forest

收稿日期:2019-10-24.

第一作者:邓永红(1974-),男,贵州道真人,高级工程师.主要从事林业调查规划工作.

责任作者:肖丰(1972-),男,安徽灵璧人,讲师.主要从事林业调查规划工作.

>mixed forest>broad-leaved forest, and the order of carbon storage per unit area was mixed forest>broad-leaved forest>coniferous forest. The forest carbon storage in Yunnan Province was abundant, and the carbon sink trade was promising. It was suggested to carry out dynamic analysis of forest carbon storage in different years and carbon sink research to provide technical support for forest ecosystem compensation and carbon emission trading.

Key words: forest carbon storage; regional distribution; basin distribution; forest type; carbon sink; Yunnan Province

温室气体的持续高速排放将使全球气温升高, 导致全球气候异常、沙漠化加剧等严重后果, 给人类的持续健康发展带来严重影响, 减少碳排放, 提升森林碳储存能力, 加强对森林碳储量的研究显得十分重要, 也引起国际社会的普遍关注。

森林生态系统是指在一定地域内生存的森林生物群落与环境相互作用的、有能量转换和信息传递功能的统一体。森林生态系统是生物圈生态系统中分布最广、结构最复杂、类型最丰富的陆地生态系统。森林以其繁茂的林冠层, 林下的灌草植物形成的灌、草层, 林地上的枯枝落叶层和疏松而深厚的土壤层, 建造了完美的储存碳的良好环境, 发挥着森林生态系统特有的净化空气功能, 作为全球气候系统的重要组成部分, 在陆地生态系统碳循环研究中占有十分重要地位。

近年来, 云南省大力实施林业重点工程, 不断改善和提高森林数量和质量, 有针对性地评估森林植被碳储量的区域和流域分布, 不仅为云南省森林资源的经营管理和林业可持续发展提供重要科学依据, 而且对云南省建设最美丽省份和实现“绿水青山就是金山银山”, 推动全省人民共同步入小康社会具有十分重要意义。

1 研究区概况

云南省地处中国西南边陲, 位于东经 97°31′~106°11′, 北纬 21°08′~29°15′。全省东西最大横距 885 km, 南北最大纵距 910 km, 总面积 38.264 4 万 km²。其中山地面积占总面积的 84.0%, 高原占 9.9%, 盆地占 6.1%。全省地势呈北高南低, 由北向南倾斜, 西北最高, 东南最低, 呈明显的阶梯状下降, 最高海拔 6 740 m, 最低海拔 76.4 m, 相对高差达 6 664 m。云南省气候类型多样, 区域差异和垂直变化明显, 年温差小, 日温差大, 降雨充沛, 干湿季分明, 分布不均, 最热月均温 19~22℃, 最冷月均温 6~8℃, 年均降雨量 1 010 mm, 85% 的雨量集中在 5—10 月的雨季。

云南省总面积 39.4 万 km², 辖 16 个州市 129 县(市、区), 是中国植物种类最多的省份, 由于气候和地貌的多样性, 形成了丰富的森林植物区系, 组成了复杂多样的森林类型。云南省林业用地面积 2 806.37 万 hm², 占土地总面积的 73.2%。其中, 有林地 2 120.16 万 hm², 占林业用地面积的 73.2%; 疏林地 10.58 万 hm², 占 0.4%; 灌木林地 462.99 万 hm², 占 16.5%; 未成林造林地 130.79 万 hm², 占 4.7%; 无立木林地 32.21 万 hm², 占 1.1%; 宜林地 49.23 万 hm², 占 1.8%; 苗圃地 0.31 万 hm²; 辅助生产林地面积 0.1 万 hm²。全省森林覆盖率 59.03%。

2 研究方法

根据已有的研究资料, 按不同森林类型确定估算方法。

2.1 乔木林碳储量估算

采取蓄积量扩展法, 公式为:

$$C_{\text{乔木林}} = r \sum_{i=1}^n V_i WD_i BEF_i (1+R) \quad (1)$$

式中: $C_{\text{乔木林}}$ 为林木固碳量(万 t); V 为立木蓄积量(万 m³); WD 为木材基本密度(t/m³); BEF 为生物量扩展因子, 分析时取 IPCC 默认值; R 为根径比, 分析时取 IPCC 默认值; r 为碳转化系数, 取 0.5。

2.2 经济林碳储量估算

经济林碳储量计算公式为:

$$C_{\text{经济林}} = W_{\text{经济林}} A_{\text{经济林}} CF_{\text{经济林}} \quad (2)$$

式中: $C_{\text{经济林}}$ 为经济林碳储量(万 t); $W_{\text{经济林}}$ 为经济林单位面积生物量(t/hm²), 平均值取 23.7; $A_{\text{经济林}}$ 为经济林面积(hm²); $CF_{\text{经济林}}$ 为碳含率, 取 0.5。

2.3 竹林碳储量估算

竹林碳储量计算公式为:

$$C_{\text{竹林}} = W_{\text{竹林}} A_{\text{竹林}} CF_{\text{竹林}} \quad (3)$$

式中: $C_{\text{竹林}}$ 为竹林碳储量; $W_{\text{竹林}}$ 为竹林单位面积生物量(t/hm²), 平均值取 10.44; $A_{\text{竹林}}$ 为竹林面积(hm²)。

2.4 特别灌木林碳储量估算

特别灌木林碳储量计算公式为:

$$C_{\text{灌木林}} = W_{\text{灌木林}} A_{\text{灌木林}} CF_{\text{灌木林}} \quad (4)$$

式中: $C_{\text{灌木林}}$ 为特别灌木林碳储量; $W_{\text{灌木林}}$ 为特别灌木林单位面积生物量(t/hm^2),平均值取 19.76; $A_{\text{灌木林}}$ 为特别灌木林面积(hm^2)。

3 研究数据

3.1 资料来源

采用 2016 年云南省森林资源规划设计调查(以下简称“二类调查”)报告数据和相关文献资料数据,相关参数来源于国家和 IPCC 国家温室气体清单办法:土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南。

3.2 数据整理

据 2016 年云南省二类调查报告资料,将云南省按区域划分为 5 个部分,即滇中地区(昆明市、玉溪市、楚雄市)、滇东北地区(昭通市、曲靖市)、滇西北地区(大理州、丽江市、怒江州、迪庆州)、滇西南地区(保山市、临沧市、德宏州)、滇南地区(红河州、文山州、普洱市、西双版纳州);按流域划分为六大流域,即金沙江流域、澜沧江流域、怒江流域、红河流域、南盘江流域、伊洛瓦底江流域。按区域及流域将云南省森林面积进行整理(表 1,表 2,图 1,图 2)。

表 1 云南省森林面积按区域统计

Tab.1 Statistics of forest areas by regions in

统计单位	Yunnan Province			特别灌木林地
	纯林+混交林	乔木经济林	竹林	
全省	1943.07	156.52	20.57	153.40
滇中地区	341.87	18.81	2.15	12.18
滇东北地区	172.23	9.74	2.32	19.65
滇西北地区	527.35	23.26	1.32	44.91
滇西南地区	299.14	31.24	4.93	18.29
滇南地区	602.48	73.47	9.85	58.37

表 2 云南省森林面积按流域统计

Tab.2 Statistics of forest areas by basins in

统计单位	Yunnan Province			特别灌木林地
	纯林+混交林	乔木经济林	竹林	
全省	1943.07	156.52	20.57	153.40
金沙江流域	541.27	25.50	2.38	53.83
澜沧江流域	514.06	67.24	9.34	22.27
怒江流域	184.81	20.49	3.34	10.03
红河流域	378.28	24.81	3.79	31.62
南盘江流域	202.90	12.23	1.42	31.90
伊洛瓦底江流域	121.75	6.25	0.30	3.75

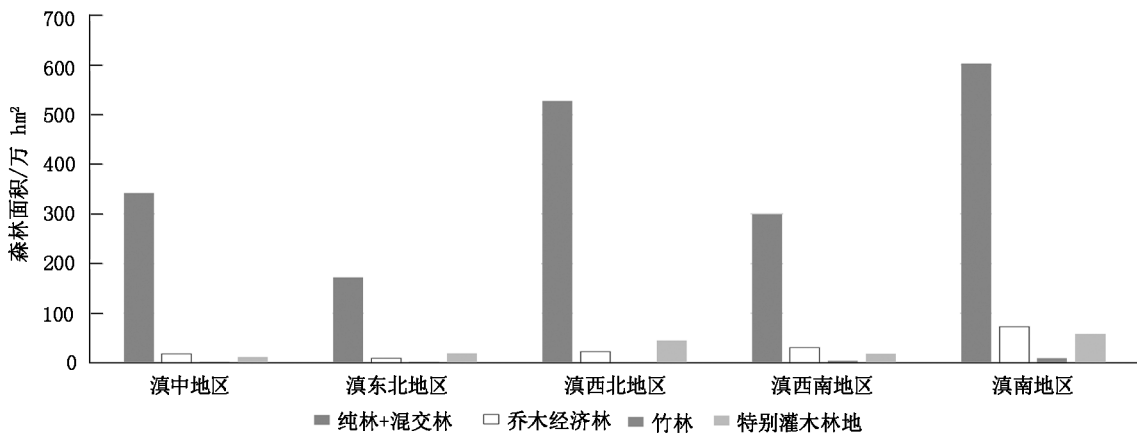


图 1 云南省森林面积按区域分布

Fig.1 Distribution of forest areas by regions in Yunnan Province

按区域将乔木林(纯林+混交林)按龄组整理,其中:幼龄林面积 385.18 万 hm^2 ,蓄积 15 039.08 万 m^3 ;中龄林面积 891.87 万 hm^2 ,蓄积 69 592.11 万 m^3 ;近熟林面积 365.59 万 hm^2 ,蓄积 42 752.59 万 m^3 ;成熟林面积 229.35 万 hm^2 ,蓄积 39 596.74 万

m^3 ;过熟林面积 71.08 万 hm^2 ,蓄积 17 274.39 万 m^3 。按森林类型整理,其中:针叶林面积 866.76 万 hm^2 ,蓄积 8 3 629.90 万 m^3 ;阔叶林面积 498.29 万 hm^2 ,蓄积 39 450.78 万 m^3 ;混交林面积 578.02 万 hm^2 ,蓄积 61 174.22 万 m^3 (表 3,表 4)。

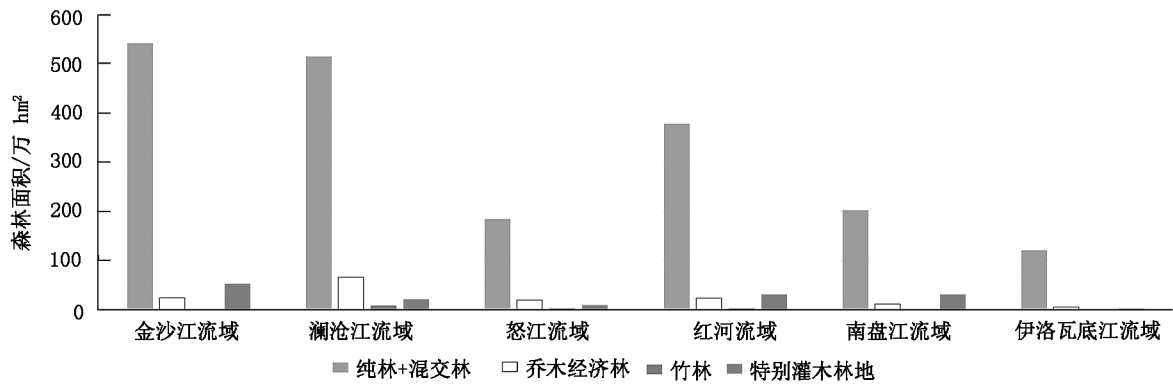


图 2 云南省森林面积按流域分布

Fig. 2 Distribution of forest areas by basins in Yunnan Province

表 3 云南省乔木林(纯林+混交林)按龄组统计

Tab. 3 statistics of arbor forest (pure forest + mixed forest) by age groups in Yunnan Province 万 hm²; 万 m³

合计		幼龄林		中龄林		近熟林		成熟林		过熟林	
面积	蓄积	面积	蓄积	面积	蓄积	面积	蓄积	面积	蓄积	面积	蓄积
1943.07	184254.91	385.18	15039.08	891.87	69592.11	365.59	42752.59	229.35	39596.74	71.08	17274.39

表 4 云南省乔木林(纯林+混交林)按类型统计

Tab. 4 Statistics of arbor forest (pure forest + mixed forest) by types in Yunnan Province 万 hm²; 万 m³

合计		针叶林		阔叶林		混交林	
面积	蓄积	面积	蓄积	面积	蓄积	面积	蓄积
1943.07	184254.91	866.76	83629.90	498.29	39450.79	578.02	61174.22

表 5 云南省森林碳储量按区域分布统计

Tab. 5 Statistics of forest carbon storage by regions in Yunnan Province 万 t

统计单位	合计	纯林+混交林	乔木经济林	竹林	灌木林地
全省	100170.49	95694.29	1854.76	1105.85	1515.59
占比/%	100.00	95.53	1.85	1.10	1.51
滇中地区	11674.21	11231.76	222.90	99.21	120.34
占比/%	11.65	11.74	12.02	8.97	7.94
滇东北地区	5739.36	5241.83	115.42	187.97	194.14
占比/%	5.73	5.48	6.22	17.00	12.81
滇西北地区	34129.16	33236.86	275.63	172.96	443.71
占比/%	34.07	34.73	14.86	15.64	29.28
滇西南地区	16411.57	15706.30	370.19	154.37	180.71
占比/%	16.38	16.41	19.96	13.96	11.92
滇南地区	32216.20	30277.54	870.62	491.34	576.70
占比/%	32.16	31.64	46.94	44.43	38.05

4 结果与分析

4.1 不同森林类型碳储量

根据公式(1)、(2)、(3)、(4),分别按区域、流域计算乔木林、乔木经济林、竹林、灌木林碳储量,汇总得出全省森林碳储量。经计算,云南省森林碳储量为 100 170.49 万 t,相当于固定 367 625.71 万 t CO₂。其中,乔木林碳储量为 95 694.29 万 t,相当于固定 351 198.04 万 t CO₂;乔木经济林碳储量为 1 854.76 万 t,相当于固定 6 806.97 万 t CO₂;竹林碳储量为 1 105.85 万 t,相当于固定 4 058.47 万 t CO₂;特别灌木林碳储量为 1 515.59 万 t,相当于固定 5 562.22 万 t CO₂。按区域、流域统计见表 5,表 6,图 3,图 4。

4.2 乔木林不同森林类型碳储量

根据公式(1)计算出云南省乔木林碳储量为 95 694.29 万 t,相当于固定 351 198.04 万 t CO₂。其中,针叶林碳储量为 41 682.82 万 t,相当于固定

表 6 云南省森林碳储量按流域分布统计

Tab. 6 Statistics of forest carbon storage by basins in Yunnan Province 万 t

统计单位	合计	纯林+混交林	乔木经济林	竹林	灌木林地
全省	100170.49	95694.29	1854.76	1105.85	1515.59
占比/%	100.00	95.53	1.85	1.10	1.51
金沙江流域	27689.51	26657.02	302.18	198.47	531.84
占比/%	27.64	27.86	16.29	17.95	35.09
澜沧江流域	26588.90	25316.94	796.79	255.14	220.03
占比/%	26.54	26.46	42.96	23.07	14.52
怒江流域	9653.44	9101.72	242.81	209.81	99.10
占比/%	9.64	9.51	13.09	18.97	6.54
红河流域	19563.00	18629.92	293.99	326.68	312.41
占比/%	19.53	19.47	15.85	29.54	20.61
南盘江流域	10521.72	9992.63	144.93	68.99	315.17
占比/%	10.50	10.44	7.81	6.24	20.80
伊洛瓦底江流域	6153.93	5996.06	74.06	46.76	37.05
占比/%	6.14	6.27	3.99	4.23	2.44

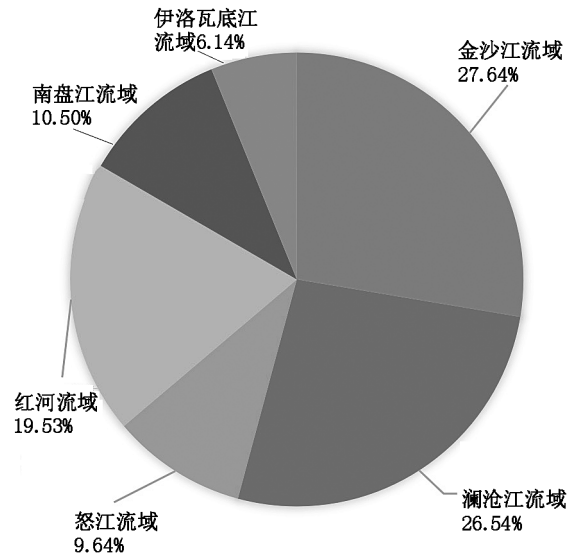


图 4 云南省森林碳储量按流域分布

Fig. 4 Distribution of forest carbon storage by basins in Yunnan Province

表 7 云南省不同区域乔木林碳储量按森林类型统计

Tab. 7 Carbon storage of arbor forest in different regions of Yunnan Province by forest types 万 t

统计单位	合计	针叶林	阔叶林	混交林
全省	95694.29	41682.82	21175.60	32835.87
占比/%	100.00	43.56	22.13	34.31
滇中地区	11231.76	5913.06	2764.52	2554.18
占比/%	11.74	14.19	13.06	7.78
滇东北地区	5241.83	3022.29	1353.64	865.90
占比/%	5.48	7.25	6.39	2.64
滇西北地区	33236.86	21053.36	6012.50	6171.00
占比/%	34.73	50.51	28.39	18.79
滇西南地区	15706.30	3711.15	3067.38	8927.77
占比/%	16.41	8.90	14.49	27.19
滇南地区	30277.54	7982.96	7977.56	14317.02
占比/%	31.64	19.15	37.67	43.60

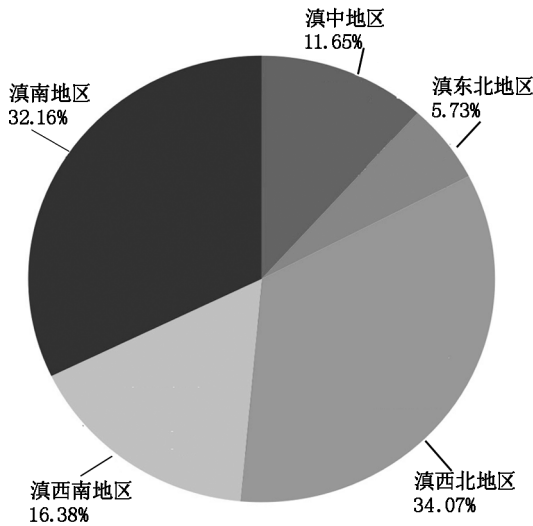


图 3 云南省森林碳储量按区域分布

Fig. 3 Distribution of forest carbon storage by regions in Yunnan Province

152 975.95 万 t CO₂;阔叶林碳储量为 21 175.60 万 t,相当于固定 77 714.45 万 t CO₂;混交林碳储量为 32 835.87 万 t,相当于固定 120 507.64 万 t CO₂。乔木林碳储量按森林类型、龄组统计见表 7,表 8。

5 结论与讨论

1) 云南省 2016 年森林碳储量达 100 170.49 万

t,相当于固定 367 625.71 万 t CO₂,森林单位面积碳储存能力为 51.55 t/hm²。按照交易额 35 元/t CO₂ 计算,云南省森林碳储量价值为 12 866 899.85 万元,效益非常显著。

2) 按区域森林碳储量排序为:滇西北地区(34 129.16 万 t,占 34.07%)>滇南地区(32 216.20 万 t,占 32.16%)>滇西南地区(16 411.57 万 t,占

表 8 云南省不同区域乔木林碳储量按龄组统计

Tab. 8 Carbon storage of arbor forest in different regions of Yunnan Province by age groups 万 t

统计单位	合计	幼龄林	中龄林	近熟林	成熟林	过熟林
全省	95694.29	7938.27	36129.23	22195.58	20495.20	8936.01
占比/%	100.00	8.30	37.75	23.19	21.42	9.34
滇中地区	11231.75	1583.74	5985.60	2264.80	1013.28	384.34
占比/%	11.74	19.95	16.57	10.20	4.94	4.30
滇东北地区	5241.84	589.50	2427.57	1354.00	726.18	144.59
占比/%	5.48	7.43	6.72	6.10	3.54	1.62
滇西北地区	33236.86	1352.77	8383.13	6069.12	11707.15	5724.69
占比/%	34.73	17.04	23.20	27.34	57.12	64.06
滇西南地区	15706.30	1357.16	5174.69	4565.33	3591.47	1017.65
占比/%	16.41	17.10	14.32	20.57	17.52	11.39
滇南地区	30277.54	3055.10	14158.23	7942.33	3457.13	1664.74
占比/%	31.64	38.49	39.19	35.78	16.87	18.63

16.38%)>滇中地区(11 674.21 万 t,占 11.65%)>滇东北地区(5 739.36 万 t,占 5.73%)。表明滇西北地区是云南省森林资源最为丰富的区域,也是三江并流世界自然遗产保护的重点区域,同时也是金沙江、澜沧江、怒江 3 条大河的上游,生态地位和保护作用十分重要;滇南地区是云南省重要林区,森林资源仅次于滇西北地区,也是云南省自然条件较好的区域,适宜于大规模发展林产业。从森林碳储量按区域的排序也印证了云南省森林资源分布特点,要在重点保护的基础上有针对性地对森林碳储量较少区域加大林业工程建设力度,不断提高本区域森林的数量、质量和碳储存能力。

3)按流域森林碳储量排序为:金沙江流域(27 689.51 万 t,占 27.64%)>澜沧江流域(26 588.90 万 t,占 26.54%)>红河流域(19 563.00 万 t,占 19.53%)>南盘江流域(10 521.72 万 t,占 10.50%)>怒江流域(9 653.44 万 t,占 9.64%)>伊洛瓦底江流域(6 153.93 万 t,占 6.14%)。说明各流域森林资源分布与碳含量成正比,同时反映各流域森林资源质量和数量。但由于流域涉及范围十分复杂,本次分析所整理的数据与现实有一定差距,估算评价结果并不代表实际状态下森林的碳储量。

4)2016 年云南省乔木林碳储量为 95 694.29 万 t,相当于固定 351 198.04 万 t CO₂,单位面积碳储存能力为 49.25 t/hm²。按照交易额 35 元/t CO₂ 计算,乔木林碳储量价值为 12 291 931.55 万元。按森林类型排序:针叶林(41 682.82 万 t,占

43.56%)>混交林(32 835.87 万 t,占 34.31%)>阔叶林(21 175.60 万 t,占 22.13%),说明云南省针叶林面积、蓄积占优势,是最大碳储量来源。按龄组排序:中龄林(占 37.75%)>近熟林(占 23.19%)>成熟林(占 21.42%)>过熟林(占 9.34%)>幼龄林(占 8.30%),表明中龄林具有较大碳汇能力,因此要加大其经营管理,提高其数量和质量,扩大碳储存空间。按单位面积碳含量排序:混交林(56.81 t/hm²)>针叶林(48.09 t/hm²)>阔叶林(42.50 t/hm²)。

5)通过搜集已发表的文献,根据不同森林类型估算其碳储量,但估算的范围只涉及乔木林(纯林、混交林)、乔木经济林、竹林、特别规定灌木林的碳含量,不能充分反映全部森林生态系统的碳储量,下一步需进一步深入研究,采取更加科学合理的方法对全省森林生态系统碳含量进行测算,并进行不同年度的森林碳储量动态分析。要开展不同森林类型、不同树种、不同林龄的碳含量研究,为森林云南建设提供基础数据,推进林业工程建设,不断提升森林数量和质量。

6)大力宣传森林资源保护和森林生态系统在碳储存方面的重要作用,提高全民森林保护意识,合理经营和利用森林资源。积极开展碳汇研究,为森林生态系统补偿和碳排放交易提供技术支撑,贯彻创新、协调、绿色、开放、共享发展理念,用集约、循环、可持续方式做大“金山银山”,形成节约资源和保护环境的空间格局,让“良好生态环境是最普惠

(下转第 20 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.003

基于 ArcGIS 数据驱动页面与 Python 脚本语言的 专题图批量出图技术研究

邱世平¹, 潘立仁², 韦建飞²

(1. 崇左市林业勘测设计院, 广西南宁 530001; 2. 广西南宁林业勘测设计院, 广西南宁 530001)

摘要:针对目前 ArcGIS 数据驱动页面批量出图格式单一, 无法完全满足实际的定制需要等问题, 利用 ArcGIS 中的 Python 脚本语言中的 ArcPy 库结合数据驱动页面以生成 MXD 文档(ArcMap 地图文档)的方式, 实现了专题图的批量自动化处理, 其优势在于能够提供自带坐标信息的 JPG、PDF 等多种格式的专题图导出, 并能根据定制需要灵活设计, 文中介绍了该研究方法技术流程和 ArcPy. mapping 工具, 以及批量出图的代码实现和操作流程。

关键词:批量出图; 专题图; ArcGIS; Python 脚本; 数据驱动页面; ArcPy 库; 代码实现; 操作流程

中图分类号: S758.6; P208 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)02-0015-06

引文格式: 邱世平, 潘立仁, 韦建飞. 基于 ArcGIS 数据驱动页面与 Python 脚本语言的专题图批量出图技术研究 [J]. 林业调查规划, 2020, 45(2): 15-20.

QIU Shiping, PAN Liren, WEI Jianfei. Batch Drawing Technology for Thematic Maps Based on ArcGIS Data-driven Page and Python Script Language[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 15-20.

Batch Drawing Technology for Thematic Maps Based on ArcGIS Data-driven Page and Python Script Language

QIU Shiping¹, PAN Liren², WEI Jianfei²

(1. Chongzuo Forestry Survey and Design Institute, Nanning 530001, China;
2. Nanning Forestry Survey and Design Institute, Nanning 530001, China)

Abstract: In view that the batch mapping format of ArcGIS data-driven page was single and couldn't fully meet the actual customization needs currently, this paper used the MXD documents (ArcMap map documents) generation method combining the Arcpy Library of ArcGIS Python script language and data-driven pages to realize the batch automation processing of thematic maps. Its advantage was that it could export JPG, PDF and other formats of thematic maps with coordinate information, and flexibly designed according to the needs of customization. This paper introduced the technical process of this method and Arcpy. mapping tool, as well as the code implementation and operation process of batch mapping.

Key words: batch mapping; thematic map; ArcGIS; Python script; data-driven page; Arcpy Library; code implementation; operation process

收稿日期: 2019-05-22.

第一作者: 邱世平(1983-), 男, 广西梧州人, 理学学位(生态学)、工学学位(第二学位: 计算机科学与技术), 工程师. 研究方向: 林业调查规划设计, 森林资源监测和 3S 技术在林业上的应用.

责任作者: 潘立仁(1963-), 男, 广西象州人, 高级工程师. 研究方向: 森林资源规划设计调查、林业工程规划设计和技术标准制定.

专题地图作为一种突出反映多种自然要素、人文要素以及社会经济方面等的有效工具,在国土资源、环境规划设计和林业勘测设计中得到广泛应用。然而,一些专题图件的数量较多,需要通过批处理的方式生成,例如一些专题类的地质图、林业中的林班图等^[1]。

目前设计生产单位在批量出图中大多通过计算机辅助制图的方式进行。绘图类专业软件有 CorelDRAW、Adobe illustrator、CAD 等。地理信息系统软件有 ArcGIS、MapGIS、QGIS 等,拥有强大的符号库、标记库以及丰富的色彩表现功能的绘图类专业软件,图形要素不能很好地与地理信息关联,出图效率以及自动化出图的能力无法与地理信息系统软件相比。

ArcGIS 功能非常强大,其根据不同的用户需求提供多种应用场景和服务,是一套完整的、可伸缩的 GIS 软件。ArcGIS 软件中的 ArcMap 自带的驱动页面已基本能实现批处理功能,这种方式能批量生成 PDF 格式专题图。然而在实际生产需要中大部分的专题图的出图格式需求多样,如 JPG、BMP 等。另一些研究运用 Python 脚本语言中 Arcpy 库对专题图制作方法进行改进,基本实现了整个专题图制图流程的自动化,但这种操作需要建立专题变量库,当制作不同专题图时,需要建立不同的专题变量库,未充分利用 ArcGIS 中数据驱动页面功能^[2-3]。

针对目前专题图批处理存在的问题,本文主要创新点是基于 ArcGIS Python 语言,根据 MXD 文档(ArcMap 地图文档)模板结合数据驱动页面进行批量出图,提供 JPG、PDF 等多种格式的专题图的导出,专题图还自带坐标文件便于实际应用的需要。

1 ArcGIS 中的 Python 脚本

从 ArcGIS 9.3 开始 ESRI 已在 ArcGIS 中纳入了 Python,使得 Python 能够用于 GIS 平台数据分析、转换与管理,也能够快速实现地图的自动化,很大程度上提升了 GIS 的工作效率,特别是 ArcGIS10 中加入了 ArcPy 库,使得其 arcgisscripting 模块功能相较于先前版本得到更多的加强。ArcPy 库能够实现地理处理过程,运用 ArcPy 站点功能调用其中的地理处理工具、函数以及模块。

采用 ArcPy 在 ArcGIS 平台上编写应用程序与脚本,能够共享其他人员开发的大量 Python 模块。ArcGIS10 中引入了全新的 Python 窗口(图 1)来增强内嵌于 ArcGIS 桌面的 Python 体验,其作为 Python

的解释器,替代了先前版本中的命令行窗口,但可使用 ArcPy 提供的 Command 函数来执行以前的命令行语法。在 ArcGIS 平台上的 Python 窗口,相关的开发人员能够快速地在 GIS 软件中应用到 Python。进而便捷地实现了地理处理工具和功能的交互使用,也使 Python 模块和库得到充分利用。Python 窗口提供了智能感知和代码自动完成功能。



图 1 Python 窗口代码输入与执行

Fig. 1 Code input and execution of Python window

2 专题图批处理的实现

2.1 研究方法及技术流程

基于 MXD 文档(ArcMap 地图文档)的 Arcpy 的专题图批量出图技术流程如下所述。首先遍历文件目录中的 MXD 文档,然后将每个文件中所包含的图层遍历出来。获取每个图层后,需要先将图层开启显示,然后调用 ArcPy 库的方法将图层输出成 JPG 或 PDF 文件,完成后关闭该图层,最后遍历完毕地图也输出完毕(图 2)^[6-8]。

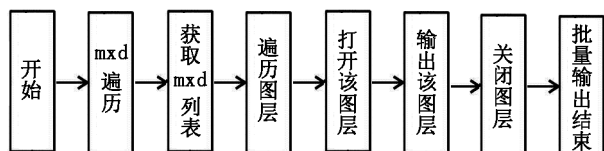


图 2 批量出图技术流程

Fig. 2 Technical process of batch mapping

2.2 ArcPy. mapping 工具

ArcPy. mapping 模块里常用的类有 MapDocu-

ment、DataFrame、Layer、DataDrivenPages 和 TextElement。MapDocument 类是地图文档(. mxd 文件)对应的类。初始化参数是一个字符串,一般是 . mxd 文件的路径:

```
mxd = arcpy. mapping. MapDocument( r" F: \Geo-Data \ChinaArea \ChinaVector. mxd" )
```

DataFrame 类用于操作地图内的 Data Frame(即下图的 Layers),能够控制地图的范围、比例尺等。用 ArcPy. mapping. ListDataFrames(map_ document, { wildcard }) 函数获取。

```
df = arcpy. mapping. ListDataFrames( mxd ) [ 0 ]
```

Layer 类用于操作具体的图层。能够控制图斑的样式、可见性等^[8]。可以用 . lyr 文件的路径初始化,也可以通过 arcpy. mapping. ListLayers(map_ document_ or_ layer, { wildcard }, { data_ frame }) 函数获取。

```
lyr1 = arcpy. mapping. Layer( r" F: \GeoData \ChinaArea \Province. lyr" )
```

```
df. addLayer( lyr1 )
```

1) 第一步:在脚本的属性中“验证”栏下 def updateParameters(self): 函数中,编写遍历 MXD 文档的核心代码:

#以下代码是遍历 MXD 文档中的图层列表

```
qsplyrs = arcpy. mapping. ListLayers( qspmxd ) //列出 MXD 文档的 LYR 图层
qsplayerList = [ ]
for qsplyr in qsplyrs: //执行循环
    qsplayerList. append( qsplyr. name ) //列出图层名
uniqueLayerList = list( set( qsplayerList ) ) //将列出的图层名显示在下拉菜单中
uniqueLayerList. sort( )
```

2) 第二步:依次遍历获取索引图层以及索引字段

#以下代码是依次遍历获取索引图层以及索引字段

```
qspseleLayer = self. params[ 1 ]. value
qsplayerRef = arcpy. mapping. ListLayers( qspmxd, qspseleLayer ) [ 0 ] //列出图层
qspfields = arcpy. ListFields( qsplayerRef. dataSource )
qspfieldList = [ ]
for qspfield in qspfields: //执行循环
    qspfieldList. append( qspfield. name ) //列出字段名
uniqueFieldList = list( set( qspfieldList ) ) //将列出的图层名显示在下拉菜单中
uniqueFieldList. sort( )
```

3) 第三步:获取索引字段后,将索引字段列表于“选择索引字段内容”中

```
qsprows = arcpy. SearchCursor( qsplayerRef. dataSource ) //搜索图层的数据源
qspro = qsprows. next() //游标移动到下一条记录
qsppageNameList = [ ] //驱动页名称列表
while qspro: //执行循环选择字段列表的记录
```

```
lyr2 = arcpy. mapping. ListLayer( mxd, "", df ) [ 0 ]
```

DataDrivenPages 类需要配合 ArcMap 中的 Data Driven Pages 工具使用。用于一个矢量文件内的全部或部分图斑每个出一张图的情况^[9-10]。TextElement 类用于操作地图上的文字,比如图名、页数。通过 arcpy. mapping. ListLayoutElements(map_ document, { element_ type }, { wildcard }) 函数获取。

```
txtElm = arcpy. mapping. ListLayoutElements( mxd, "TEXT_ELEMENT" ) [ 0 ]
```

常见的出图模式有 2 种:一个矢量文件里每个图斑出一张图,一个文件夹下每个矢量文件出一张图。

2.3 批量出图

2.3.1 代码实现

首先需要制作一个在数据驱动页下设置好索引图层、字段以及比例的 MXD 文档。借助 ArcMap 工具的 ArcToolBox 工具箱,新建一个工具箱。在新建工具箱中添加一个脚本,之后在脚本属性中编写验证代码,脚本的代码设计如下:

```

if qspro. getValue( qspffieldName) not in qsppageNameList;
    qsppageNameList. append( qspro. getValue( qspffieldName) )
qspro = qspros. next()
qsppageNameList. sort()

```

4) 第四步: 依次设置好余下的“选择成果放置文件夹”、“设置照片像素”等参数内容。进入核心代码批量另存为单个 MXD 文档

```

for eachPage in pageList://执行循环导出 MXD 文档
    arcpy. AddMessage( str( eachPage) + ". mxd" )
    pageID = ddp. getPageIDFromName( str( eachPage. strip(" ") ) )//逐页名称赋值给 pageID
    ddp. currentPageID = pageID//设置 pageID 为当前 MXD 文档
    if tpgs == 'pdfzh':
        ddp. printPages( printerzh, "CURRENT" )
        qspxmd. saveACopy( printer+str( eachPage) + ". mxd" )
    elif not( tpgs == 'pdfzh' ):
        qspxmd. saveACopy( printer+str( eachPage) + ". mxd" )//另存一个 MXD 文档

```

5) 第五步: 批量将“选择成果放置文件夹”下的 MXD 文档导出为 JPG 或 PDF 图件

```

for qspf in os. listdir( path) ://遍历文件夹下的 MXD 文档
    if qspf[ -3: ]. lower() == 'mxd':
        if tpgs == 'jpg': //当参数选择为 JPG 时
            arcpy. AddMessage( str( qspf) + ". jpeg" )
            qspxmd = arcpy. mapping. MapDocument( os. path. join( path, afile) )
            arcpy. mapping. ExportToJPEG( qspxmd, os. path. join( path, afile[ : -3 ] + 'jpg' ), resolution = qspress) //
            导出 JPG 格式图件
        if tpgs == 'pdf': //当参数选择为 PDF 时
            arcpy. AddMessage( str( qspf) + ". pdf" )
            qspxmd = arcpy. mapping. MapDocument( os. path. join( path, qspf) )
            arcpy. mapping. ExportToPDF( qspxmd, os. path. join( path, qspf[ : -3 ] + 'pdf' ), resolution = qspress) //导
            出 PDF 格式图件

```

2.3.2 操作流程

在 ArcMap 布局或数据视图下设置: 索引图层和索引字段的数据驱动页设置—保存 MXD 文档—使用本程序打开 MXD 文档模板—选择索引图层—选择索引图层出图字段—选择索引字段内容(在字段内容列表中选择批量成图的记录数)—设置成果放置文件夹—设置导出图片像素—设置出图格式—执行程序。制作的工具如图 3 所示。

3 结果分析与评价

以崇左市群力林场为实例, 进行了林场森林分布图专题图的批处理工作(图 4)。本文 MXD 文档结合数据驱动页面方法的优势主要表现在: 1) 充分利用了 ArcGIS 数据驱动页面的优势, 批量生成具有坐标信息的专题图; 2) 充分利用了 ArcGIS 自带的符



图 3 批量出图工具展示

Fig. 3 Display of batch mapping tools

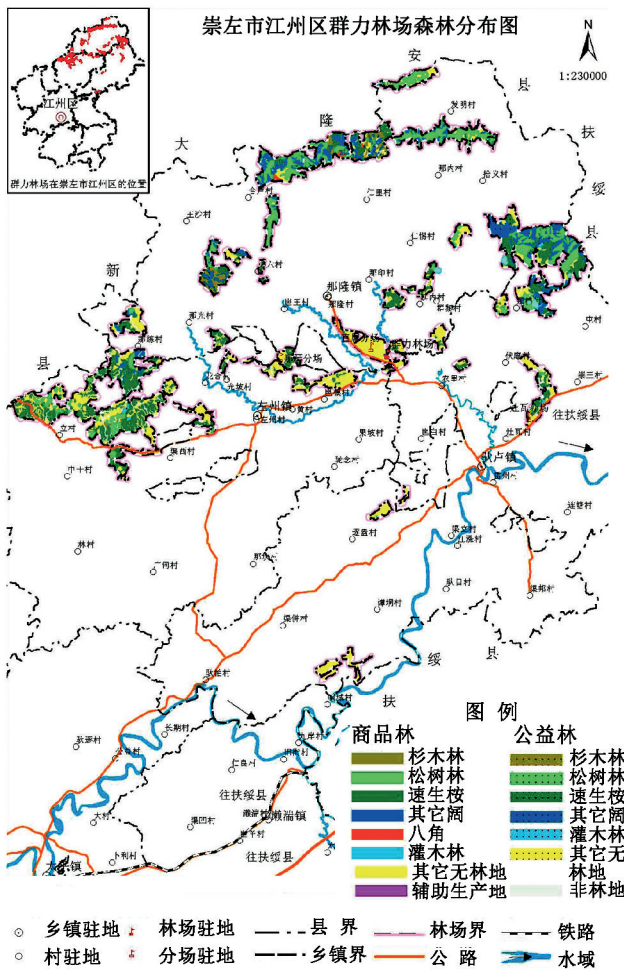


图 4 成图效果
Fig. 4 Mapping effect

号库、变量库等,不需要制作专门的变量库;3)由图 5 可见,导出专题图的同时,生成对应的 MXD 文档,便于个别图幅的灵活修改。总体而言,基于 ArcGIS Python 语言,根据 MXD 文档(ArcMap 地图文档)模板结合数据驱动页面进行批量出图,提供 JPG、PDF 等多种格式的专题图的导出,专题图还自带坐标信息便于实际应用的需要。

由表 1 可以看到,ArcPy 结合专题变量库方式与 MXD 文档结合数据驱动页面对比:1)前者操作相对复杂,需要进行专门使用培训,而后者只需要知道简单的 ArcGIS 操作便可熟练使用;2)前者需要编写较多的代码,设定专门的符号库、变量库等,后者能充分利用 ArcGIS 自身功能,简化复杂程度;3)在灵活设计方面,由于前者针对的是某一方面的专题图,当需要制作另外一种模式的专题图时,需要进行代码的大幅修改,而后者进行简单的修改就能适应不同的专题图的需求。



图 5 成图目录
Fig. 5 Mapping catalogue

表 1 2 种批处理方式的对比

Tab. 1 Comparison of two batch processing methods

批处理方式	可迁移性	结果格式	专业要求	复杂程度	其他
MXD 文档结合数据驱动页面	好	自由设定	低	简单	专题图带坐标信息每张图有对应的 MXD 文档。
ArcPy 结合专题变量库方式	差	自由设定	高	较复杂	无

4 结论及讨论

本文主要创新点是基于 ArcGIS Python 语言,根据 MXD 文档(ArcMap 地图文档)模板结合数据驱

动页面进行批量出图。基本过程是首先遍历文件目录中的 MXD 文档,然后将每个文件中所包含的图层遍历出来。获取每个图层后,需要先将图层开启显示,然后调用 ArcPy 库的方法将图层输出成 JPG 或 PDF 文件,完成后关闭该图层,最后遍历完毕地图也输出完毕。批量出图实现过程中有 2 种出图模式,即一个矢量文件里每个图斑出一张图,一个文件夹下每个矢量文件出一张图。使用中需要根据实际需要选择合适的出图模式。

本文提出的批量处理方式可以达到节省人力和作业时间的目的。专题地图制作是个繁琐的作业过程。虽然本文通过 MXD 文档的方式解决原有批量出图的部分问题,该方法的推广将有助于专题制图更灵活的设计和更加的智能化,但完全自动化的批量出图仍需要进一步探索。

参考文献:

- [1] ROBERTS J J, BEST B D, DUNN D C, et al. Marine Geospatial Ecology Tools: An integrated framework for ecological geoprocessing with ArcGIS, Python, R, MATLAB, and C++[J]. *Environmental Modelling & Software*, 2010, 25(10): 1197-1207.
- [2] 焦洋, 邓鑫, 李胜才. 基于 Python 的 ArcGIS 空间数据格式

- 批处理转换工具开发[J]. *现代测绘*, 2012, 35(3): 54-55.
- [3] 汪敏, 余晨曦. ArcGIS 地理数据库驱动的快速出图技术[J]. *测绘通报*, 2017(5): 137-139.
- [4] 张友挺, 余跃平, 刘增林. 基于 ArcGIS 的测绘应急地图快速出图系统的设计与实现[J]. *测绘*, 2013(5): 201-203, 231.
- [5] 普绍林. ArcGIS 在易门县林权证林地附图批量出图中的应用[J]. *林业调查规划*, 2016(4): 16-20.
- [6] 张亮, 魏苹, 支焕玉. 基于 ARCGIS 软件的土地变更调查核查疑问图斑出图[J]. *矿山测量*, 2012(4): 37-39.
- [7] 刘桂英. 一种基于 Python 与 ArcPy 的批量图形文件转换方法[J]. *科技资讯*, 2015(31): 1-2.
- [8] 宋香平, 段动宾, 张桥梁. 基于 ArcPy 专题地图批量制作方法[J]. *黑龙江工程学院学报*, 2017(2): 36-40, 44.
- [9] 曹斌. 基于 ArcPy 的矢量数据批处理方法研究[J]. *科技创新与应用*, 2017(21): 90.
- [10] 刘桂英. 基于 Python 的 ArcGIS 批量地图输出方法[J]. *科技与企业*, 2016(9): 94.
- [11] 张朋. 运用 ArcPy 大批量提取标准分幅影像图[J]. *工业*, 2016(9): 00290.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 14 页)

民生福祉”,努力实现“绿水青山就是金山银山”。

参考文献:

- [1] 国家林业局应对气候变化和节能减排工作领导小组办公室. 中国绿色碳基金造林项目碳汇计量与监测指南[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [2] 国家林业局调查规划设计院. 全国林业碳汇计量监测技术指南(试行)[S]. 2011.
- [3] 云南省林业厅. 云南省森林资源[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2017.
- [4] 孟祥江, 周恺. 基于森林资源二类调查数据的重庆市森

林碳储量估算研究[J]. *安徽农业科学*, 2013, 41(27): 11038-11040.

- [5] 周金杰, 续珊珊. 云南省森林碳储量现状与动态分析[J]. *林业调查规划*, 2016, 41(1): 17-23.
- [6] 杨海军, 邵全琴, 陈卓奇, 等. 森林碳蓄积量估算方法及其应用分析[J]. *地理信息科学*, 2007, 9(4): 5-12.
- [7] 王效科, 冯宗炜, 欧阳志云. 中国森林生态系统的植物碳储量和碳密度研究[J]. *应用生态学报*, 2001, 12(1): 13-16.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.004

内蒙古杭锦旗杨柴生物量估算模型研究

沈浩,常金宝,郭玉东

(内蒙古农业大学,内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要:选择内蒙古鄂尔多斯市杭锦旗常见的沙地植物杨柴进行生物量及其相关因子研究,构建植株个体的生物量估测模型,并从中筛选出与生物量相关性最显著、拟合度最好的生物量估测模型。结果表明,杨柴的最优生物量回归方程为三次函数方程,判定系数 R^2 的范围为 0.311 ~ 0.762,SEE 值范围在 0.187 ~ 0.84,F 检验达到显著性水平。杨柴以 DH 为自变量的模型最优,模型为 $y = -0.236 + 0.017x + 1.50E-06x^3$ ($R^2 = 0.762, p < 0.01$)。由于灌木的生长状况具有空间异质性,在其他研究区使用该模型时需要进行精度的检验和校正。

关键词:杨柴;生物量;估测模型;断面周长;沙地灌木

中图分类号:S718.556;S711 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0021-04

引文格式:沈浩,常金宝,郭玉东. 内蒙古杭锦旗杨柴生物量估算模型研究[J]. 林业调查规划,2020,45(2):21-24.

SHEN Hao, CHANG Jinbao, GUO Yudong. Biomass Estimation Model of *Hedysarum mongolicum* in Hangjin Banner of Inner Mongolia[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 21-24.

Biomass Estimation Model of *Hedysarum mongolicum* in Hangjin Banner of Inner Mongolia

SHEN Hao, CHANG Jinbao, GUO Yudong

(Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010020, China)

Abstract: This paper studied the biomass and the related factors of *Hedysarum mongolicum*, a common sandy plant in Hangjin Banner, Ordos City, Inner Mongolia, and constructed the biomass estimation model of individual plant, from which the biomass estimation model with the most significant correlation and the best fitting degree was selected. The results showed that the optimal biomass regression equation was a cubic function equation, the determination coefficient R^2 was in the range of 0.311 ~ 0.762, the SEE value was in the range of 0.187 ~ 0.84, and the F test was significant. The model with DH as independent variable was the best, which was $y = -0.236 + 0.017x + 1.50E-06x^3$ ($R^2 = 0.762, p < 0.01$). Due to the spatial heterogeneity of shrub growth, the accuracy of the model should be tested and corrected when used in other research areas.

Key words: *Hedysarum mongolicum*; biomass; estimation model; section circumference; sandy shrub

灌木在我国干旱、半干旱地区有大量的分布,是生态系统中重要的植被类型,它在这些地区大面积

种植后,对当地生态环境具有显著效应,例如改良土质,防止水土流失等,而且对经济发展也有显著提升

收稿日期:2019-11-25.

第一作者:沈浩(1994-),男,内蒙古乌兰察布人,硕士研究生.研究方向为园林植物等.

作用,一举两得。另外,灌木生物量的组成以及它的形态特征对整个生态系统的研究有重大意义,是整个生态系统生产力的重要体现^[1-2]。

本文选用的是沙地灌木杨柴,灌高约 1~2 m,叶互生,阔线状,披针形或线椭圆形,小叶柄极短,总状花序,腋生,花紫红色,且花期时间长,从 6 月下旬到 9 月上中旬,观赏价值很高;荚果具 1~3 节,每节荚果内有种子一粒,荚果扁圆形。杨柴是多年生落叶半灌木,具有耐寒、耐旱、耐贫瘠、抗风沙的特点,适应性强,喜欢适度沙压并能忍耐一定风蚀,还具有丰富的根瘤,利于改良沙地土壤肥力,是防风固沙的先锋植物。杨柴的分布很广,在我国陕北榆林和宁夏东部沙地都有种植,在内蒙古各个沙地更是广泛种植,例如毛乌素沙地、库布齐沙漠东部、乌兰布和沙漠以及浑善达克沙地西部。本文采样的地点杭锦旗,东南部接壤毛乌素沙地,库布齐沙漠起源于其西部,横亘东西,杨柴大面积分布。

国内外对灌木生物量的研究不多,对于杨柴生物量的参考文献更是少之又少。截至目前,国内外对灌木的生物量估测基本都是采用整株切割法,这种方法的缺点很明显,对植株本身产生较大的破坏,而且费时费力^[3]。现如今对生态保护的意识越来越强,应该运用更加合理、环保的方式进行灌木生物量研究。生物量的估算模型通过对野外生长的灌木地径、冠幅和高度这些容易测得的数据就可以建立起来,运用数理统计软件 SPSS,就能估算出该物种生物量,而且这种方法会节省很多时间,不用去进行繁重的野外工作,也不会对植被产生多大的破坏。

1 研究区概况

研究区位于鄂尔多斯杭锦旗锡尼镇阿门其日格村,地处北纬 39°41'656",东经 109°00'315",海拔 1 573 m。杭锦旗干旱少雨,全旗降水量由东向西递减,多年平均降水量 245 mm,降水量的 60%集中在夏季的 7—9 月,多年平均蒸发量 2 720 mm,相对湿度 49%,干燥度 1.98。风速一般较大,年平均风速 3.0 m/s,一般春季多见,最大风速达 28.7 m/s,并伴随沙尘暴天气。其中生长的灌木主要有柠条、沙冬青、杨柴等。

2 材料与方法

2.1 数据的选取

选取杭锦旗锡尼镇阿门其日格村附近沙地的杨

柴,测量离地面 5~10 cm 处的地径(*D*)、高度(*H*)和冠幅(*S*)后,在与地面齐平的地方利用剪枝剪整株剪下,然后用电子秤测定杨柴鲜质量,将其放入烘箱 80 °C 烘干至恒定质量(*M*)。杨柴的各项基本参数见表 1。

表 1 杨柴基本参数

Tab. 1 Basic parameters of *Hedysarum mongolicum*

灌木	样本数	株高/cm	地径/cm	冠幅/cm	生物量/kg
杨柴	65	91.71	0.82	89.17	0.27

注:表中数据为平均值。

2.2 数据处理

2.2.1 自变量选取

经过阅读文献发现,灌木植物的地径(*D*)、冠幅(*S*)和高度(*H*)很容易测量,经它们得出的断面周长(*DH*)与断面面积(*D²H*)与生物量(*M*)有较强的相关性,而且断面面积还能体现灌木的形态特征,在本研究中就着重选取了它们作为自变量,来对杨柴进行生物量模型拟合^[4-5]。

2.2.2 模型选取

试验采集到的数据经过整理,运用 SPSS 17.0 软件进行回归分析,通过方程得出的 *R²*、*F*、*SEE* 来评价方程的优劣程度,然后再用备用的数据带入所选出方程,得出的总相对误差(*R_s*)和平均相对误差绝对值(*R_{M.A}*)的大小值进行评价,从这些得出数据中选出 *P* 值 < 0.01, *R²* 值较大, *SEE* 值较小,拟合性最好的生物量估测回归模型^[6-9]。模型采用以下六种类型:

线性函数: $W = a + bX$ (1)

二次函数: $W = a + bX + cX^2$ (2)

三次函数: $W = a + bX + cX^2 + dX^3$ (3)

指数函数: $W = ab^X$ (4)

对数函数: $W = a + b \ln X$ (5)

幂函数: $W = aX^b$ (6)

式中: *W* 为灌木生物量(g), *a* 为常数项, *b*、*c*、*d* 分别为系数。

$$SEE = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y'_i)^2}{n-p} \right)^{1/2}$$

式中: *Y_i* 为实测生物量, *Y'_i* 为模拟生物量, *n* 为第 *i* 种样丛的观测株数, *p* 为自由度。

相对误差 (*R_s*)

$$R_s = \left(\frac{\sum Y_i - \sum Y_j}{\sum Y_j} \right) \times 100\%$$

平均相对误差绝对值 ($R_{M.A}$)

$$R_{M.A} = [\sum (Y_i - Y_j) / Y_j] \times 100\% / n$$

式中: n 为样本数, Y_i 为生物量实测值, Y_j 为生物量模型预测值。

3 结果与分析

3.1 最佳生物量模型

通过 SPSS 软件的回归分析, 建立并从中选出

了最佳的杨柴生物量估测模型(表 2), 其中变量冠幅(S)的最佳生物量模型是幂函数模型, 变量为断面周长(DH)和断面面积(D^2H)的最佳生物量模型都是三次函数模型, 估计值的标准误差(SEE)值较小, 且显著(F 检验, $p < 0.01$)。 R^2 的范围为 0.311 ~ 0.762, SEE 值范围在 0.187 ~ 0.84, F 检验的值也达到了显著性水平。

表 2 杨柴生物量回归模型

Tab. 2 Regression model of *Hedysarum mongolicum* biomass

树种	自变量	模型方程	系数				R^2	SEE	F
			a	b	c	d			
杨柴	S	式 6	4.86E-05	1.843			0.622	0.630	102.109
		式 4	0.024	0.021			0.612	0.638	97.869
		式 2	-0.094	0.002	1.91E-05		0.367	0.303	17.709
		式 3	0.359	-0.014	0	-4.88E-07	0.379	0.302	12.191
		式 1	-0.257	0.006			0.360	0.302	34.802
		式 5	-1.828	0.479			0.310	0.313	27.795
	DH	式 3	-0.236	0.017	0	1.50E-06	0.762	0.187	82.709
		式 2	0.57	-0.017			0.731	0.197	82.709
		式 1	-0.38	0.009			0.486	0.271	58.586
		式 4	0.032	0.021			0.402	0.792	41.658
		式 6	0	1.411			0.327	0.840	30.167
		式 5	-1.91	0.515			0.321	0.311	29.341
	D ² H	式 3	-0.036	0.008	-9.36E-05	5.25E-07	0.755	0.19	61.796
		式 2	0.22	-0.005	6.46E-05		0.733	0.197	93.726
		式 1	-0.179	0.007			0.558	0.251	78.135
		式 4	0.057	0.016			0.398	0.715	40.984
		式 5	-1.091	0.342			0.322	0.311	29.441
		式 6	0.004	0.912			0.311	0.850	27.970

3.2 模型精度检验

在得出最佳估测模型后, 需要进一步验证模型的估计效果。将提前准备好的杨柴备用样株数据带入最佳估测模型进行检验。其中两个指标对生物量模型的适用性, 以及说明样本的实测值与预测值的拟合程度具有很好的显示效果, 一个是总相对误差 R_s 值不得大于 30%, 另一个是平均相对误差绝对值 $R_{M.A}$ 值不得大于 20%(表 3)。

从表 3 中就可以明显看出, 除了以地径(S)作为自变量的估测模型 $R_{M.A}$ 不在检验精度 ($R_{M.A} < 20\%$) 要求范围, 其他两个变量断面周长(DH)和断

表 3 杨柴生物量回归模型精度检验

Tab. 3 Accuracy test for regression model of *Hedysarum mongolicum* biomass

树种	生物量 M	总相对误差 $R_s / \%$	平均相对误差 $R_{M.A} / \%$
杨柴	M_s	29	23.16
	M_{DH}	0	2.55
	M_{D^2H}	0	4.03

面面积(D^2H)都满足精度要求, 杨柴各自变量的估

测模型值 $R_{M.A}$ 均显著高于 R_s , 其中杨柴以 DH 为自变量建立的估测模型最优。

杨柴各自变量的估测模型优劣顺序为 $DH > D^2H > S$, 从整体上来看估测模型效果显著, 可以对杨柴进行生物量估测。图 1 为杨柴最优生物量回归方程的散点图。

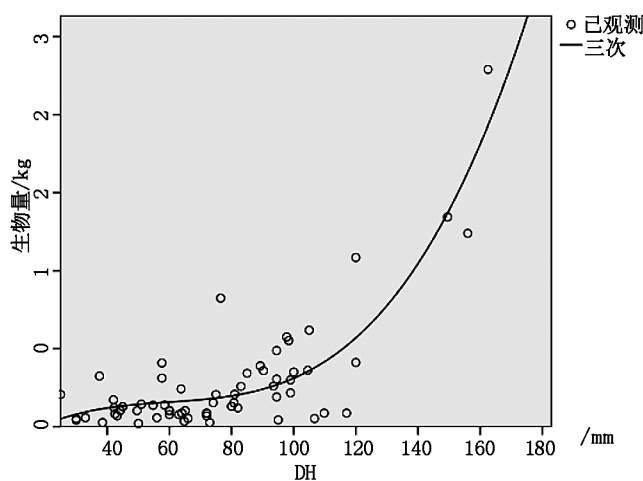


图 1 杨柴最优生物量回归方程散点图

Fig. 1 Scatter diagram of optimal regression equations of *Hedysarum mongolicum* biomass

4 讨论

本研究对杭锦旗风沙土区杨柴生物量估测模型进行构建。通过选取三种易测因子地径、冠幅和高度作为自变量, 得到以 DH 为自变量的三次函数估测模型最优, 方程式为: $W = -0.236 + 0.017(DH) + 1.50E-06(DH)^3$ 。自变量对模型优劣的影响为 $DH > D^2H > S$ 。从模型精度检验的结果来看 ($R_s < 30\%$, $R_{M.A} < 20\%$), 与筛选出来的估测模型具有一致性, 可以用来对沙地灌木生物量进行估测。

灌木的生长、生态特征与立地环境及气候状况

等关系密切, 导致不同地区的生物量估测模型的选择也会不同。本研究所建立的杨柴生物量回归模型仅限于杭锦旗附近的区域, 当环境发生变化或者研究的季节发生改变, 在用本实验估测模型估算生物量时需要作进一步检验。

参考文献:

- [1] 李钢铁, 秦富仓, 贾守义, 等. 旱生灌木生物量预测模型的研究[J]. 内蒙古林学院学报, 1998(2): 26-32.
- [2] 王伟峰, 段玉玺, 李少博, 等. 毛乌素沙地 3 种典型灌木生物量分配与土壤含水量特征[J]. 西部林业科学, 2018, 47(3): 45-49.
- [3] 黄劲松, 邱雪颖. 帽儿山地区 6 种灌木地上生物量估算模型[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(5): 54-57.
- [4] 陈遐林, 马钦彦, 康峰峰, 等. 山西太岳山典型灌木林生物量及生产力研究[J]. 林业科学研究, 2002(3): 304-309.
- [5] NÁVAR J, MÉNDEZ E, NÁJERA A, et al. Biomass equations for shrub species of Tamaulipan thornscrub of North-eastern Mexico[J]. Journal of Arid Environments, 2004, 59(4): 93-97.
- [6] 林伟, 李俊生, 郑博福, 等. 井冈山自然保护区 12 种常见灌木生物量的估测模型[J]. 武汉植物学研究, 2010, 28(6): 725-729.
- [7] 姜凤歧. 小叶锦鸡儿灌丛生物量的预测模型[J]. 生态学报, 1982, 2(2): 103.
- [8] 王娟, 汤军, 郭月峰, 等. 内蒙古敖汉旗北部风沙土区两种灌木地上生物量估算模型[J]. 农业工程, 2015, 5(6): 44-47, 51.
- [9] 郑绍伟, 唐敏, 邹俊辉, 等. 灌木群落及生物量研究综述[J]. 成都大学学报(自然科学版), 2007(3): 189-192.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.005

基于 Landsat TM 的太原市近 20 年热环境时空演变特征研究

王英杰, 郭晋平

(山西农业大学林学院, 山西 太谷 030801)

摘要: 由于全球变暖以及城镇化进程的加快, 城市热环境不断变化, 为更好地研究太原市热环境变化, 运用 GIS 平台和 ENVI 软件, 将太原市夏季 Landsat 卫星遥感数据通过温度反演法得到地表温度, 研究太原市近 20 年夏季热环境时空演变特征。结果表明, 1999—2018 年, 研究区地表温度在空间分布上存在明显差异性, 1999—2014 年太原市夏季年均温有所上升, 高温区增加较快, 热环境恶化, 2014—2018 年, 年均温有所下降, 高温区减少, 热环境有所改善, 太原市近 20 年的热中心的迁移与城市发展中心具一致性, 均是向城南转移。

关键词: 热环境; 时空演变; landsat TM; 温度反演; 地表温度; 太原市

中图分类号: S771.8; S716.2 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)02-0025-06

引文格式: 王英杰, 郭晋平. 基于 Landsat TM 的太原市近 20 年热环境时空演变特征研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(2): 25-30, 70.

WANG Yingjie, GUO Jinping. Temporal and Spatial Evolution Characteristics of Thermal Environment in Taiyuan City in Recent 20 Years Based on Landsat TM[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 25-30, 70.

Temporal and Spatial Evolution Characteristics of Thermal Environment in Taiyuan City in Recent 20 Years Based on Landsat TM

WANG Yingjie, GUO Jinping

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

Abstract: Due to the global warming and the acceleration of urbanization, the urban thermal environment is constantly changing. In order to better study the thermal environment change of Taiyuan City, the surface temperature of the Landsat satellite remote sensing data in summer of Taiyuan city was obtained by temperature inversion method based on GIS platform and ENVI software, and the temporal and spatial evolution characteristics of the thermal environment in recent 20 years were studied. The results showed that the distribution of surface temperature in the study area had obvious differences from 1999 to 2018. The annual average temperature increased from 1999 to 2014, the high-temperature areas increased rapidly and the thermal environment deteriorated, while the annual average temperature decreased from 2014 to 2018, the high-temperature areas decreased and the thermal environment improved. The thermal center and urban development center were consistent in recent 20 years, which transferred to

收稿日期: 2019-09-16.

第一作者: 王英杰(1993-), 男, 山西太原人, 硕士研究生. 研究方向: 城市景观规划与生态修复. Email: 573139638@qq.com

责任作者: 郭晋平(1963-), 男, 山西平遥人, 教授, 博士, 博士生导师. 主要从事森林经理、森林资源管理、景观生态学和森林生态学研究. Email: jinpguo@126.com

the south of the city.

Key words: thermal environment; temporal and spatial evolution; Landsat TM; temperature inversion; surface temperature; Taiyuan City

最近几十年的全球升温和城镇化,热环境空间变化对城市生态问题有着深远的影响^[1-2],城市热环境不断恶化,尤其是城市高温现象的频繁发生,直接影响到城市的舒适度和宜居性,成为建立生态宜居城市需解决的问题。随着城市气温的升高,城市居民的高温疾病和流行性疾病的发病率均有所加剧,在热带和亚热带地区表现更为明显^[3-5]。刘艳红,郭晋平以太原市为例,分析 1986—2001 年间太原市绿地景观格局与热环境的重要关系。^[6]刘艳红,王均国,郭晋平,以太原市为例,分析了城市化过程中城市热岛空间变化特征^[7]。城市热岛效应是指市区温度明显高于外围郊区温度的现象,可以反映城市热环境。在早期,很多学者通过气象台观测站的气温数据研究城市热环境,但是气温数据不准确,不能反应整个城市的热环境空间分布情况;而通过遥感技术获取的数据,再用地表温度反演法得到的地表温度具有一定的准确性和空间连续性。Landsat 数据空间分辨率较高,时间连续性较好,因此是现阶段研究城市热环境较好的遥感数据^[8]。太原市近 20 年城市发展迅速,城市下垫面发生变化,城中村改造数量增加,许多农田绿地被新建的住宅、商业街和道路取替,城市市区面积不断扩大,城市的景观生态功能逐渐削弱,导致城市热岛效应进一步加剧。本文收集了 1999 年、2003 年、2006 年、2010 年、2014 年和 2018 年 6 年的城市夏季 Landsat 卫星遥感影像,对近 20 年长时序的城市热岛效应进

行研究,进而分析太原市城市热环境的时空变化情况。

1 研究区概括

太原市是山西省省会,国家级园林城市、中国优秀旅游城市、国家历史文化名城,是一座具有 4700 多年历史,2500 年建城史的古都。太原市城区位于山西省中部,东、西、北三面环山,中、南部为河谷平原。全市整个地形北高南低呈簸箕形^[9],属北温带大陆性气候,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥。本文以太原市建成区为研究对象,太原市建成区南北长、东西窄,包括万柏林区、尖草坪区、杏花岭区、迎泽区、小店区、晋源区的部分区域。

2 数据来源与处理

本研究数据太原市近 20 年(1999—2018 年)热岛时空演变特征,来源于 Landsat 系列卫星数据,涉及到 Landsat-5 和 Landsat-8 数据。主要包括太原地区 Landsat-5 扫描成像的 TM 影像和 Landsat-8 扫描成像的 OLI 陆地影像以及 TIRS 热红外影像。TM 影像 7 个波段和 OLI、TIRS 影像 11 个波段的特性以及不同波段反映景观要素特征见表 1。数据采集时间为 6—8 月,间隔期 4 年,由于 1998 年和 2002 年夏季数据云量过大,影响计算结果,改用 1999 年和 2003 年替代,同时参考太原市建成区矢量地图和太原市规划行政图等。

表 1 Landsat 遥感数据

Tab. 1 Landsat remote sensing data

	1999. 7. 23	2003. 6. 16	2006. 6. 24	2010. 6. 19	2014. 6. 30	2018. 8. 12
传感器	Landsat-5 TM	Landsat-5 TM	Landsat-5 TM	Landsat-5 TM	landsat-8 TIRS 热红外传感器 1	landsat-8 TIRS 热红外传感器 1
波段	波段 6	波段 6	波段 6	波段 6	波段 11	波段 11
波长/ μm	10.40~12.50	10.40~12.50	10.40~12.50	10.40~12.50	10.60~11.19	10.60~11.19
分辨率/m	120	120	120	120	100	100

3 地表温度数据反演

3.1 数据预处理

整理下载 Landsat-5 和 Landsat-8 数据,并对数

据进行预处理,通过 ENVI5.1 和 GIS10.2 软件,分别对太原市 1998 年、2002 年、2006 年、2010 年、2014 年和 2018 年 Landsat-5 和 Landsat-8 影像数据进行辐射定标,将辐射定标以后的数据通过

FLAASH 模块进行大气校正,得到矫正后的数据^[10]。最后通过 GIS10.2 软件将得到的数据结合太原市建成区矢量图进行裁剪,得到太原市建成区影像图。

3.2 地表温度计算

将处理过的数据通过 ENVI 软件计算得到植被覆盖度、地表比辐射率,由地表比辐射率计算黑体辐射亮度,由黑体辐射亮度和植被覆盖度计算地表温度^[11]。

3.2.1 植被覆盖度和地表比辐射率计算

可以大致将城市地表分为水体、自然表面和建筑表面 3 种,根据之前学者提出的混合像元分解法,计算地表比辐射率,计算公式为^[12]:

$$\varepsilon = P_V R_V \varepsilon_V + (1 - P_V) R_m \varepsilon_m + d \varepsilon$$

式中: ε 为混合像元的地表比辐射率; P_V 为植被覆盖率; R_V 为植被的温度比率; R_m 为建筑表面的温度比率; ε_V 表示植被法地表比辐射率, ε_m 表示建筑表面的地表比辐射率; d 表示辐射校正项^[13]。

P_V 植被覆盖率计算公式为:

$$P_V = (NDVI - NDVI_S) / (NDVI_V - NDVI_S)$$

式中: $NDVI$ 为归一化植被指数, $NDVI_V$ 、 $NDVI_S$ 分别为植被和裸土的 $NDVI$ 值^[14]

3.2.2 辐射亮度温度计算

利用普朗克公式,将卫星传感器接收到的图像像元对应传感器辐射强度值转换为对应的亮度温度

$$\text{值的表达式为: } T_{\text{senso}} = \frac{K_2}{\ln\left(1 + \frac{K_1}{L_\lambda}\right)}$$

式中: T_{senso} 为亮度温度值; L 为影像预处理后得到的光谱辐射值,单位为 $w / (m^2 \cdot sr \cdot \mu n)$ 、 K_1 、 K_2 为常量,可由数据头文件获取^[8]。

计算图像辐射亮温之前,需采用辐射定标参数将像元灰度值 DN 转换为热辐射强度值,公式为:

$$L_\lambda = M_L \times DN + A_L$$

式中: M_L 为增益参数, A_L 为偏移参数,该参数可直接在影像通文件数据中获取,且 ENVI 软件中已经集成,不需要自己查找。

3.2.3 地表真实温度反演计算

根据辐射亮度温度和地表比辐射率求地表温

$$\text{度,公式为: } LST = \frac{T_s}{1 + (\lambda \times T_s / \rho) \ln \varepsilon}$$

式中, LST 为地表温度, T_s 为亮度温度, ε 为地表比辐射率^[15]。

3.2.4 太原市地表温度分布图

根据地表温度反演计算公式,在 ENVI 遥感影像处理平台软件中,将 1999 年、2003 年、2006 年、2010 年、2014 年和 2018 年的 6 期影像进行地表温度反演,并将地面亮温划分为 5 个温度等级,温度区间从低到高分别为低温、次低温、中温、次高温、高温^[16]。具体分类方法为:

$$\Delta T = T_{\text{max}} - T_{\text{min}}; \Delta t = \Delta T / 5$$

式中: T_{max} 为该数据遥感影像反演所得的研究区范围内的地表温度最高值, T_{min} 为该数据遥感影像反演所得的研究区范围内的地表温度最低值^[12]

得到 6 期太原市地表温度分布图(图 1)。利用地表温度反演法计算出来的地表温度值虽然和实际地面温度之间有误差,但温度高低和地表温度强弱趋势一致。在研究城市热环境时,通过地表温度反演遥感影像数据得到的地表温度,能够在一定程度上反映城市热环境高低温度信息、不同温度的分布区域情况以及城市热场分布等信息。

4 结果与分析

基于 GIS 技术,通过对太原市 1999—2018 年 20 年的地表温度进行反演分析,研究太原市建成区夏季热环境空间分布特征、太原市高温区转移和城市发展建设迁移以及城市绿地建设的关系,从而分析太原市热环境时空演变特征。图 2 至图 7 半透明红区域色表示高温集中区,具体分析如下。

4.1 太原市夏季热岛演变分析

1) 从图 2 可以看出,1999 年高温区主要分布在太原市北城区,汾河东西两侧,高温区相对集中,太原市南城区尚无高温现象。高温区、次高温区主要集中在城市北面,包括尖草坪区、杏花岭区,中温区主要在太原市中部偏北,包括万柏林区北侧和迎泽区北侧,太原市南面多处于次低温区和低温区。1999 年太原市主城区主要集中在北城区,太原市北城区工厂较多,工业制热多,人口相对集中,尤为典型的是位于太原市尖草坪区汾河东西两岸的太钢集团和太原市选煤厂。

2) 从图 3 可以看出,2003 年高温区开始向南移动,高温区主要有 2 块,主要分布在太原市北城区和太原市中部区域,高温区相对集中。万柏林区以南、晋源区大部分和汾河多处于低温区和次低温区。2003 年城市建设开始向南扩展,万柏林区以南,小店区开始城市建设,晋源区人口相对较少,农田面积

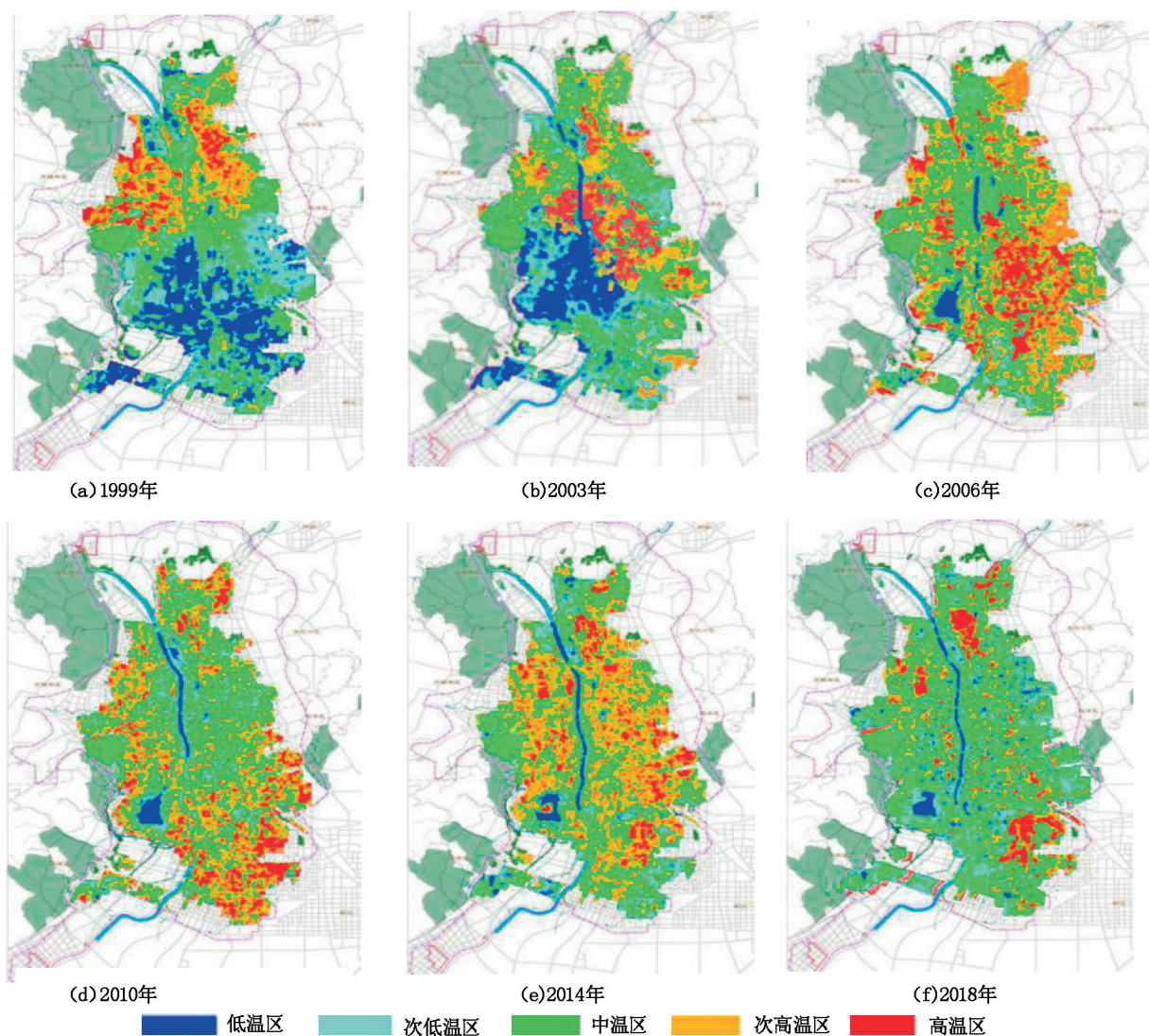


图 1 太原市近 20 年地表温度分布

Fig. 1 Surface temperature distribution of Taiyuan in recent 20 years

较大,水体面积大。

3)从图 4 可以看出,2006 年高温区主要集中在太原市城南的小店区。城北和城西次高温区较多,太原市中东部地区大多处于次低温区和中温区。2006 年城市建设继续向南发展,新建商业、改建城中村,小店区不断开发建设,引进了新型企业,城北和汾河以西的钢铁厂、化肥厂和太原市第一热电厂等不断扩大生产,产生大量的工业热。太原市区汾河以东的迎泽区杏花岭区公园绿地相对其他区域较多,温度较低。

4)从图 5 可以看出,2010 年高温区有 3 块,主要分布在太原市北城尖草坪区太钢工业园区附近,城市中部万柏林区下元附近以及太原市区以南的小店区。2010 年城市建设加快,城市继续向南发展,

下元附近城中村改建,新建住宅商业,人口不断在城南集中,城市建设加快,农田绿地减少,工业产热不断增加。

5)从图 6 可以看出,2014 年高温区相对分散,太原市有多个高温区,6 个区均有高温现象,从北向南依次是尖草坪区的太原选煤厂周边、太钢集团周边;万柏林区下元公交站周边、客运西站和太重集团周边区域;迎泽区的火车站、服装城附近;小店区火车南站附近以及高新区的富士康园区周边。紧邻汾河两岸和太原市最南端处于次低温区,汾河和晋阳湖以及城区内其他水体区域处于低温区。2014 年全城全面建设,大量城中村改建,同时开始新建公园。

6)从图 7 可以看出,2018 年高温区集中,有 2

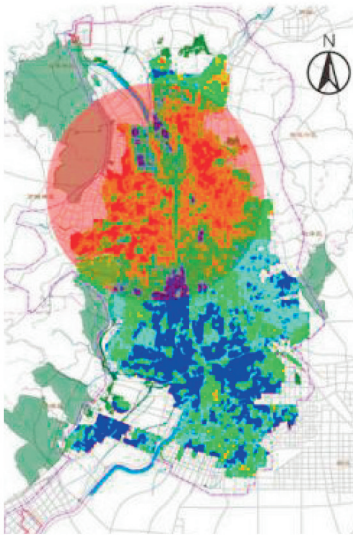


图 2 太原市 1999 年地表温度

Fig. 2 Surface temperature of Taiyuan in 1999

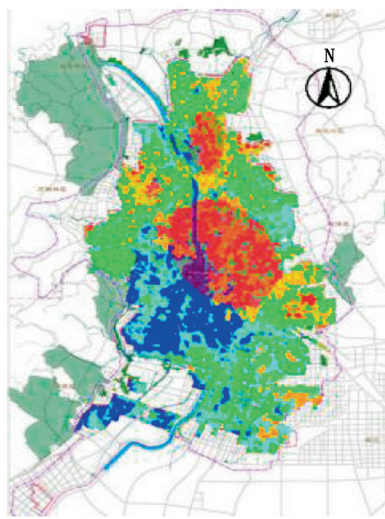


图 3 太原市 2003 年地表温度

Fig. 3 Surface temperature of Taiyuan in 2003

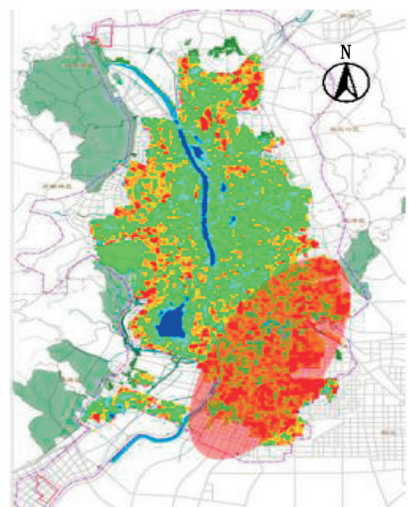


图 4 太原市 2006 年地表温度

Fig. 4 Surface temperature of Taiyuan in 2006

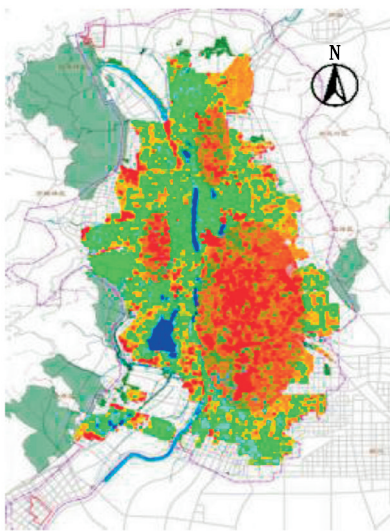


图 5 太原市 2010 年地表温度

Fig. 5 Surface temperature of Taiyuan in 2010

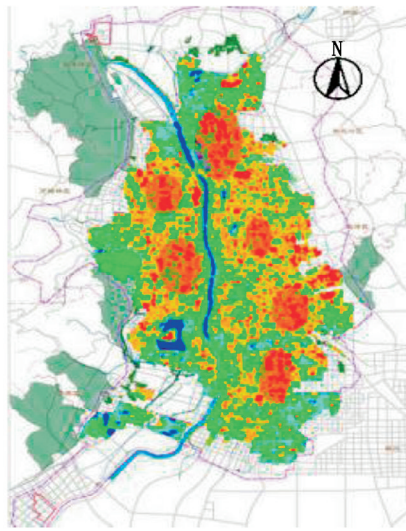


图 6 太原市 2014 年地表温度

Fig. 6 Surface temperature of Taiyuan in 2014

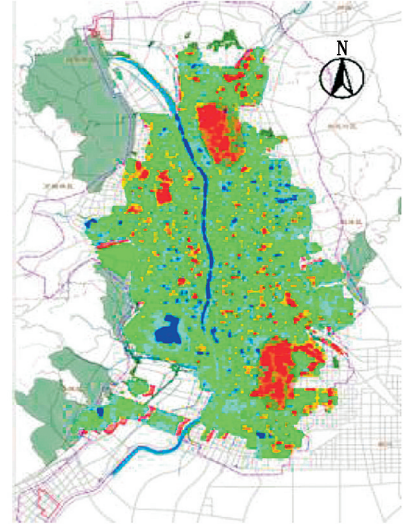


图 7 太原市 2018 年地表温度

Fig. 7 Surface temperature of Taiyuan in 2018

块,分别位于城北太钢工业园区附近和城南小店区高新技术开发区周边。其中水体附近温度较低,包括汾河两岸和晋阳湖等水系。其余区域大多处于中温区。2014 年以后不断地加强绿地建设,2018 年新建续建 9 个公园,包括迎泽区迎泽公园续建项目、晋源区西寨公园、金桥公园、小东流公园等。

4.2 太原市夏季热环境整体分布

1999—2018 年,从空间分布上看,城市中心人口密集、高层建筑以及商场多的区域地表温度明显

较高,反映出非常显著且集中的高温区,例如下元、长风大街附近。而在城市中的公园绿地、水体等一些区域地表温度相对较低,形成一些大小不一的低温区或次低温区,例如森林公园,迎泽公园,汾河公园附近。由于城市下垫面性质不同,包括绿地、水体、柏油路等,地表温度也有着明显的不同。由此可以看出,绿地、水体可以降低地表温度,对城市热环境的改善非常重要。从时间演变上看,从 1999—2004 年,城市高温区、次高温区比重逐年增多,热环

境不断恶化,一直到 2014 年才有所好转。受城镇化和城市建设发展方向的影响,城市热环境在空间上表现出不均衡性,在时间上表现出与城市建设发展的一致性,太原市不断向南发展,城市高温区也从北到南逐渐转移。

4.3 太原市近 20 年夏季年均温变化

通过 ENVI 软件反演得到 6 年夏季地表温度特征,进行统计得到最低温度、最高温度、平均温度(表 2)。并制作夏季年均温折线统计图(图 8)。

表 2 太原市 1999—2018 年地表温度特征

Tab. 2 Characteristics of surface temperature in Taiyuan from 1999 to 2018

	最低温/℃	最高温/℃	均温/℃	Std
1999 年	21.74	40.54	27.88	2.84
2003 年	17.36	40.87	28.21	2.43
2006 年	19.24	40.82	30.12	2.47
2010 年	17.27	45.17	32.79	2.52
2014 年	23.01	47.31	33.28	2.48
2018 年	10.15	37.07	26.10	2.34

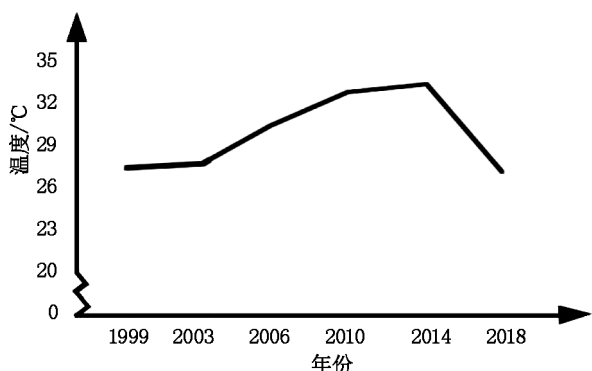


图 8 太原市近 20 年平均温度折线统计

Fig. 8 Broken lines of average temperature of Taiyuan in recent 20 years

从图 8 可以看出,1999—2003 年,太原市夏季年均温缓慢上升;2003—2014 年,温度上升速度较快;2014—2018 年,太原市夏季年均温开始下降,且下降速度较快。

5 结论

结合太原市 6 年 Landsat 近似地表温度数据,分析近 20 年太原市热环境时空演变特征。结果表明:近 20 年太原市热环境变化明显,2006 年之前太

原市高温区主要集中在北城,2006—2014 年,高温区增加较快,热环境恶化,且高温区逐渐向南转移,2014—2018 年夏季热环境有所改善,夏季高温区减少,且均温有所下降;太原市近 20 年热中心的迁移与城市发展重心一致,均是向城南转移。

研究太原市近 20 年城市热环境变化情况,LandsatTM 遥感影像通过温度反演法得到地表温度,分析热环境变化趋势,但由于原始数据的日期不能统一到每年的同一天和同一时刻,所以该研究成果只适用于太原市近 20 年夏季的热环境变化。而且,本研究只挑选了太原市近 20 年中 6 个年份的数据,并未选取连续年份的数据,因此无法对连续年份的热环境时空演变进行分析。在今后的研究中可更加细分研究,对每年的热岛变化进行深入研究。

参考文献:

- [1] 叶彩华,刘勇洪,刘伟东,等. 城市地表热环境遥感监测指标研究及应用[J]. 气象科技,2011,39(1):95-101.
- [2] 季青,余明. 基于 CBERS-02 IRMSS 和 MODIS 数据的地表温度反演与热环境评价[J]. 地理与地理信息科学,2009,25(6):78-81,87.
- [3] PATZ J A, CAMPBELL-LENDRUM D, HOLLOWAY T, et al. Impact of regional climate change on human health[J]. Nature, 2005, 438(17):310-317.
- [4] RAO P P K, Li. remote sensing of urban heat island form an environmental Satellite [J]. bull, Am. Meteorol, soc, 1972, 53:647-648.
- [5] KAZIMIERZ K, KRZVSZTOF F. Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of tód z, Poland [J]. Atmospheric Environment, 1999, 33(24).
- [6] 刘艳红,郭晋平. 基于植被指数的太原市绿地景观格局及其热环境效应[J]. 地理科学展, 2009, 28(5):798-804.
- [7] 刘艳红,王均国,郭晋平. 太原城市热环境动态演化规律研究[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(7):1176-1179.
- [8] 莫玉琴,沈瑶,史俊国,等. 近 15 年天津市城市热岛时空演变分析[J]. 遥感信息, 2015, 30(5):102-110.
- [9] 石丽. 太原市城市个性塑造浅析[J]. 科技创新导报, 2013(17):182.
- [10] 马慧琴,黄文江,景元书. 遥感与气象数据结合预测小麦灌浆期白粉病[J]. 农业工程学报, 2016, 32(9):165-172.
- [11] 黄焕春,运迎霞,王世臻,等. 城市热岛对热舒适度的景观格局影响演化分析[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2014, 46(10):99-105.

(下转第 70 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.006

网湖流域不同类型土壤重金属含量及风险评价

吕典,金晶,林邦俊,刘玉青

(湖北大学资源环境学院,湖北 武汉 430062)

摘要:以网湖流域稻田、林地 0~15 cm 土壤为研究对象,运用原子吸收光谱仪测定土壤中 Cu、Zn、Ni、Cr、Cd 重金属含量,基于 ArcGIS 软件及内梅罗指数法分别分析了土壤重金属元素的空间分布特征和污染状况。结果表明,研究区土壤 Cu、Zn、Ni、Cr、Cd 的平均值为 64.17、118.81、40.67、41.05 和 3.88 mg/kg。其中 Cd 含量是背景值的 22.82 倍;Cr、Cu、Zn 和 Ni 的单因子污染指数均小于 1,属于清洁;Cd 的单因子污染指数大于 3,属于严重超标。通过地累积污染指数的分析表明,Cu 为 1 级轻度污染,Cd 为偏重污染;土壤重金属含量变化与湖心距离远近没有明显相关性;Ni 与 Cr 含量呈现较明显的相似性变化特点。

关键词:重金属;空间分布;污染程度;网湖湿地保护区;湖北

中图分类号:S714.5;X820.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0031-07

引文格式:吕典,金晶,林邦俊,等.网湖流域不同类型土壤重金属含量及风险评价[J].林业调查规划,2020,45(2):31-37,49.

LYU Dian, JIN Jing, LIN Bangjun, et al. Heavy Metal Content and Risk Assessment of Different Types of Soil in Wanghu Watershed [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 31-37, 49.

Heavy Metal Content and Risk Assessment of Different Types of Soil in Wanghu Watershed

LYU Dian, JIN Jing, LIN Bangjun, LIU Yuqing

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

Abstract: The heavy metal contents of Cu, Zn, Ni, Cr, Cd in the soil of 0~15 cm in paddy field and forest land of Wanghu watershed were determined by atomic absorption spectrometer. The spatial distribution characteristics and pollution status of heavy metals in the soil were analyzed based on ArcGIS software and Nemer index method. The results showed that the average values of Cu, Zn, Ni, Cr and Cd were 64.17, 118.81, 40.67, 41.05 and 3.88 mg/kg respectively. The content of Cd was 22.82 times of the background value, and the single factor pollution indexes of Cr, Cu, Zn and Ni were all lower than 1, belonging to the clean level while the single factor pollution index of Cd was more than 3, which seriously exceeded the standards. The analysis for the accumulative pollution indexes indicated that Cu was the first level mild contamination while Cd belonged to relatively serious pollution. The change of heavy metal content in the soil had no obvious correlation with the distance from the lake center, and the contents

收稿日期:2019-10-18.

第一作者:吕典(1994-),女,湖北武汉人,硕士研究生.主要从事土壤地理学方面的研究.

of heavy metal elements Ni and Cr presented obvious similarity in changes.

Key words: heavy metal; spacial distribution; pollution degree; Wanghu Wetland Reserve; Hubei Province

近年来我国经济迅猛发展,导致环境问题例如土壤重金属污染越来越受到人们关注。对土壤重金属含量做有效的定量分析,能准确判断土壤的污染状况,从而掌握土壤重金属元素的积累趋势与空间分布状况,为生态污染风险的评估提供数据依据。据有关资料统计,我国受 Cd、As、Pb、Hg、Zn 等重金属污染的耕地面积近 2 000 万 hm^2 ,约占总耕地面积的 1/5^[1]。土壤重金属污染分为人为和自然两种原因。自然原因主要是因为岩石风化和火山喷发等自然地质活动,而人类活动是土壤重金属污染的主要形成原因,其中主要人类活动包括矿产开采、金属冶炼、化工化纤、汽车尾气排放、污泥排放、农田灌溉、农药以及化肥过量施用等^[8-9]。其中因为矿产开采和钢铁冶炼的“三废”排放,使得湖南省湘江流域和资江流域土壤中重金属 Cd、As、Pb、Zn 和 Cu 污染比较严重,并产生严重的生态环境风险^[2-3]。而在沈阳张士地区因为工业污水长久灌溉导致了土壤中重金属 Cd 超标,并且在停耕 10 年后土壤中镉的移动性和生物有效性仍很高^[4]。朱桂芬等对河南省新乡市寺庄顶污灌区进行调查发现,该地区土壤中重金属镉、镍、锌和铜的含量严重超标,分别是国家土壤环境二级标准的 108.85、19.94、9.33 和 1.46 倍^[5]。重金属可以导致癌症以及各种突发疾病,对人体的健康有着巨大危害^[10-11]。以重金属镉为例,长期接触会造成人体肾脏损害,进而导致骨质疏松和软化^[23-24]。因此,研究网湖的土壤重金属十分有必要,因为在网湖湿地保护区中,不仅仅有珍稀濒危野生动植物资源及其栖息地,而且其附近的阳新县由于炼矿的污染使得该地区发生了多起重金属砷的污染。而网湖作为网湖湿地保护区的核心区域之一,对其土壤重金属的研究可以分析出周围区域是否已经受到污染,是否会影响周围动物与植物的生存与发展。

1 研究区域概况

湖北网湖湿地省级自然保护区在黄石市阳新县,位于 $115^{\circ}14'00'' \sim 115^{\circ}25'42''\text{E}$ 、 $29^{\circ}45'11'' \sim 29^{\circ}56'38''\text{N}$ 之间,处于长江中下游南岸,长江与富水交汇的三角地带,总面积达到 20 495 hm^2 。

网湖湿地自然保护区主要由网湖和舒婆湖组成,核心区四周中小型湖泊星罗棋布,东有王港湖、

杨赛湖和新湖,南边从东到西依次有夹节湖、大坡湖、小坡湖、神灵湖、吴家晒湖、下羊湖、小赛湖、绒湖、牛湖、下西湖、中西湖和朱家义湖,西北有赛桥湖、道士湖和下司湖,紧靠良荐湖,北有碧山湖。在西边的缓冲区还有红星塘和东风塘,宝塔湖和十里湖内的精养鱼池众多,区外还有石灰赛湖等湖泊群。

该地区属中亚热带季风气候,年均气温 15.9°C ,降水量 1 371 mm。湖水补给方式有地表径流补给与雨水补给。入湖河流主要是富水,汛期洪水经网口入湖,非汛期湖水由网口出流,下注富河口排入长江。多年平均最高水位 20.30 m,最低水位 15.8 m,平均变幅 4.5 m。

2 研究方法

2.1 土壤样品采集与处理

采样的地点围绕网湖周边地区,其具体采样点分布如图 1 所示。

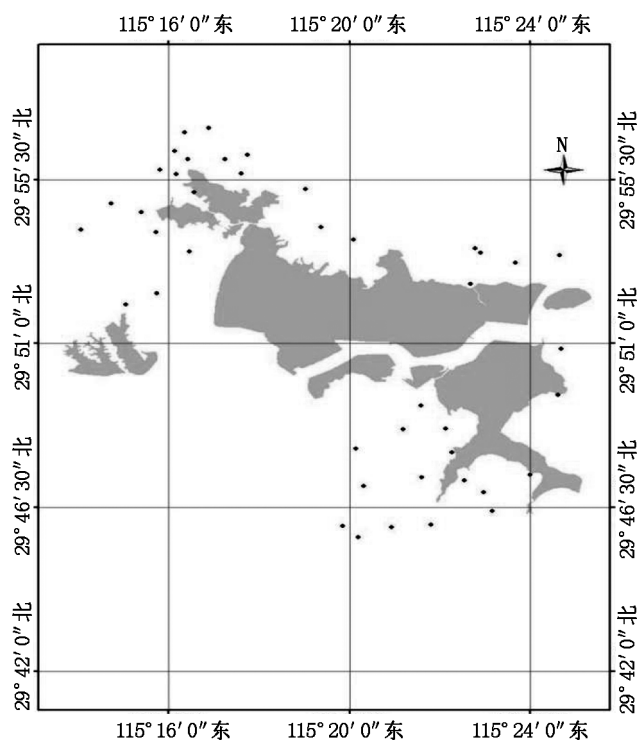


图 1 采样点分布

Fig. 1 Distribution of sampling points

其中水稻田的采样点一共 20 个,林地采样点 22 个,共计 42 个采样点。土壤样品带回实验室后,

经自然风干一个月,对仍含有水分的土壤进行烘干。再取 3~5 g 土壤,剔除样品中较大石块、植物茎叶和根系,用玛瑙研钵研磨,过 150~200 目筛。收集样品装入聚乙烯袋中干燥封存,做好编号标记。

2.2 测定工作与数据处理

1) 取出研磨至 150~200 目的土壤样品 0.4~0.5 g,用电子天平称量土壤质量并记录。

2) 将称好的土样放入消解罐中,加入 12 mL 浓硝酸以及 8 mL 浓盐酸,在 XT-9900A 的微波消解仪中设定 4 个程序反应 15 min。待仪器工作结束后,取出消解罐,将其放在冷风机上吹,直至反光板回落至初始位置。慢慢打开消解罐外罐,取出内罐。打开内罐后,将其放到预处理仪上,温度设置 150℃,升温赶酸(罐子里液体少于 1 mL 即可)。待蒸发完全黄烟散去后,转移至玻璃试管,定容到 50 mL。待静置一段时间以后,取 20~30 个消解好的试样,对其进行原子光谱吸收。

3) 使用 Thermo(赛默飞)ICE 3000 的原子光谱吸收仪进行土壤重金属的测定。其测定原理是辐射通过自由原子蒸汽,且入射辐射的频率等于原子中的电子由基态跃迁到较高能态(一般情况下都是第一激发态)所需要的能量频率时,原子就要从辐射场中吸收能量,产生共振吸收,电子由基态跃迁到激发态,同时伴随着原子吸收光谱的产生。使用该仪器,用火焰法分析土壤 Cu、Ni、Zn、Cr 的浓度,用石墨炉分析土壤 Cd 的浓度。

4) 对土壤样品浓度进行计算,得出土壤重金属含量。其国标方法如下:

$$W = \frac{c \times V}{m \times (1-f)} \quad (1)$$

式中:W—土壤样品中 Cu、Ni、Zn、Cr、Cd (mg/kg) 的含量;C—试液的吸光度减去空白试液的吸光度,然后在校准曲线上查得 Cu、Ni、Zn、Cr、Cd 的含量($\mu\text{g/L}$);V—测定溶液的体积(ml);m—称取试样的质量(g);f—试样中水分的含量(g)。

2.3 评价方法

2.3.1 单因子污染评价法

通过单因子评价,可以确定主要的重金属含量的危害程度。其是用土壤单项污染物的实测值和背景值相比来说明该污染物在土壤中的污染状况^[12-14]:

$$P_i = \frac{C_i}{S_i} \quad (2)$$

式中: P_i 为第 i 种污染物的污染分指数; C_i 为第 i 种

污染物实测浓度; S_i 为重金属 i 的评价标准值。

$P_i \leq 1$,表示土壤重金属 i 含量未超标; $P_i > 1$,表示土壤重金属含量超标且值越大超标程度越严重。

2.3.2 综合指数法

单因子指数只能反映各个重金属元素的污染程度,因此不能反映土壤重金属的整体情况。综合污染指数既兼顾了单因子污染指数平均值和最高值,又突出了污染较重的重金属污染物的作用^[15-18]。其综合污染指数计算方法如下:

$$P_{\text{综}} = \sqrt{\frac{(\bar{P})^2 + P_{\text{imax}}^2}{2}} \quad (3)$$

式中: $P_{\text{综}}$ 为采样点的综合污染指数; P_{imax} 为 i 采样点重金属污染物单项污染指数中的最大值; $\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$ 为单因子指数平均值。

综合因子污染指数和单项因子污染指数等级分级标准见表 1。

表 1 土壤环境质量分级标准

Tab. 1 Soil environmental quality grading standards

分级	P_i	污染等级	$P_{\text{综}}$	污染等级
1 级	$P_i \leq 1$	清洁	$P_{\text{综}} \leq 0.7$	安全
2 级	$1 < P_i \leq 2$	轻污染	$0.7 < P_{\text{综}} \leq 1.0$	警戒线
3 级	$2 < P_i \leq 3$	中污染	$1.0 < P_{\text{综}} \leq 2.0$	轻污染
4 级	$P_i > 3$	重污染	$2.0 < P_{\text{综}} \leq 3.0$	中污染
5 级	—	—	$P_{\text{综}} > 3.0$	重污染

2.3.3 地累积指数污染评价法

现如今采用单因子指数法和内梅罗综合指数法等在国内进行土壤重金属污染评价比较常见,以上两种方法均能对研究区土壤重金属的污染程度进行较为全面评价,但无法从自然异常中分离人为异常,判断表生过程中重金属元素的人为污染情况。地累积指数法注意到了此因素,弥补了其他评价方法的不足^[6-7]。

地累积指数(I_{geo})通常称为 Muller 指数,不仅考虑了自然地质过程造成的背景值的影响,而且也充分注意了人为活动对重金属污染的影响,因此,该指数不仅反映了重金属分布的自然变化特征,而且可以判别人为活动对环境的影响,是区分人为活动影响的重要参数^[17,19]。地累积指数计算方法如下:

$$I_{geo} = \log_2(Cn/kBn) \quad (4)$$

式中: Cn 为元素 n 在土壤中的含量; Bn 为土壤中该元素的化学背景值; K 为考虑各地岩石差异可能会引起背景值的变动而取的系数(一般取值为 1.5), 用来表征沉积特征、岩石地质及其他影响^[17]。评价分级标准见表 2。

表 2 Igeo 与重金属污染程度关系

Tab. 2 Correlations between Igeo and heavy metals pollution degree

项目	清洁	轻度污染	偏中度污染	中度污染	偏重污染	重度污染	严重污染
Igeo	≤0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	>5
级别	0	1	2	3	4	5	6

2.3.4 聚类分析法

聚类分析是研究多要素事物分类问题的数量方法,其基本原理是用数学方法按照某种相似性或差异性指标,定量地确定样本直接的亲疏关系,并按这种亲疏关系程度对样本进行聚类^[21-22]。

3 结果

3.1 土壤重金属元素含量统计

将网湖周边土壤重金属元素含量特征值统计结果与湖北省土壤背景值、中国土壤背景值^[20]和世界土壤背景值^[20]对比,详见表 3。

由表 3 可见,与我国土壤背景值相比,湖北省土壤中重金属元素 Cu、Zn、Cr、Cd、Ni 的含量普遍高于

表 3 网湖周边地区农田土壤重金属元素特征值

Tab. 3 Characteristic value of heavy metal elements in farmland soil around Wanghu Lake

参数	最小值 /(mg·kg ⁻¹)	最大值 /(mg·kg ⁻¹)	平均值 /(mg·kg ⁻¹)	P 值	标准差	变异系数	湖北省土壤	中国土壤	超背景值	世界土壤
							背景值* /(mg·kg ⁻¹)	背景值* /(mg·kg ⁻¹)	比例 /%	中值* /(mg·kg ⁻¹)
水稻田 Cu	36.72	130.21	68.67	0.684	22.06	0.32	30.70	22.60	2.04	30.00
水稻田 Zn	56.49	186.40	126.56	0.703	32.34	0.26	83.60	74.20	0.71	90.00
水稻田 Ni	28.86	66.68	46.13	0.966	9.56	0.21	37.30	26.90	0.71	50.00
水稻田 Cr	17.97	113.30	44.75	0.392	26.95	0.60	86.00	61.00	-0.27	70.00
水稻田 Cd	2.65	5.81	3.83	0.549	1.05	0.27	0.17	0.10	37.3	0.35
林地 Cu	35.58	98.30	60.06	0.960	18.38	0.31	30.70	22.60	1.66	30.00
林地 Zn	19.55	152.67	111.76	0.865	29.38	0.26	83.60	74.20	0.51	90.00
林地 Ni	17.56	69.49	35.71	0.544	11.30	0.32	37.30	26.90	0.33	50.00
林地 Cr	10.54	83.29	37.69	0.605	19.18	0.51	83.60	61.00	-0.38	70.00
林地 Cd	0.06	6.45	3.92	0.672	1.76	0.45	0.17	0.10	38.20	0.35

注:引自《中国土壤元素背景值》^[20]

中国土壤背景值,与世界土壤的背景值相接近。

由表 3 的结果可以看出,对数据进行 K-S 检验中,不论哪一种,网湖周边农田土壤利用类型的 Cu、Zn、Cr、Cd、Ni 的 P 值均高于 0.05,说明所有的数据均服从正态分布。

在网湖周边地区土壤中,不论是什么利用类型的农田,土壤重金属元素 Cu、Zn、Cd 的含量都很高,说明这些元素在该地区富集程度高,且高于湖北省土壤背景值和中国土壤背景值以及世界土壤中值。其中 Cu、Zn、Cr、Cd、Ni 是背景值的 2.10, 1.42, 0.48, 22.82, 0.48 倍。可以看出, Cd 对比湖北省土壤背景值的比率最高,说明其在网湖周边区富集程

度相对较高。同时对比 Ni 元素可以发现,其部分超过了湖北省土壤背景值与中国土壤背景值,但仅少量超过世界土壤背景值,且其平均值并没有超过国家土壤背景值。

为了更好地观察网湖流域附近土壤重金属的累积特征,制作土壤重金属含量(平均值)/背景值(中国土壤背景值^[25])图表(图 2、表 4)。从图中可以直观地看出,水稻田和林地的重金属含量比率较大的是 Cd、Cu 与 Ni, Zn 与 Cr 比率都比较小。

由表 3 变异系数可以看出,重金属元素 Cu、Zn、Cd、Ni 具有比较小的变异系数,变化范围都在 0.1~0.5 之间,属于中等变异强度,反映了这些元素在网

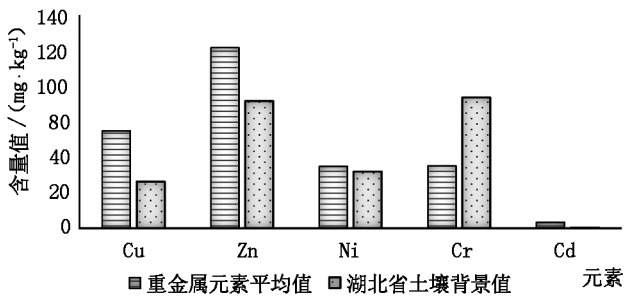


图 2 土壤重金属含量/背景值

Fig. 2 Soil heavy metal content / background value

表 4 网湖周边土壤重金属特征

Tab. 4 Characteristics of heavy metals in soil around Wanghu Lake

元素	最小值 / (mg·kg ⁻¹)	最大值 / (mg·kg ⁻¹)	平均值 / (mg·kg ⁻¹)	湖北省土壤背景值 / (mg·kg ⁻¹)	平均值/背景值
Cu	35.58	130.21	64.17	30.70	2.10
Zn	19.55	186.40	118.81	83.60	1.42
Ni	17.56	69.49	40.67	37.30	1.10
Cr	10.54	113.30	41.05	86.00	0.48
Cd	0.06	6.45	3.88	0.17	22.82

表 5 土壤重金属元素单因子污染指数

Tab. 5 Single factor pollution index of heavy metal elements in soil

元素	水稻田 Cu	水稻田 Zn	水稻田 Ni	水稻田 Cr	水稻田 Cd	林地 Cu	林地 Zn	林地 Ni	林地 Cr	林地 Cd
评价标准 ^[15]	100	250	50	300	0.3	100	250	50	300	0.3
平均值	0.67	0.51	0.92	0.15	12.78	0.60	0.45	0.71	0.13	13.07

表 6 网湖周边地区不同类型农用地的土壤重金属平均含量

Tab. 6 Average content of heavy metals in soil of different agricultural lands around Wanghu Lake

土地利用类型	单项污染指数					内梅罗综合指数	污染水平
	Cu	Zn	Ni	Cr	Cd		
水稻田	0.67	0.51	0.92	0.15	12.78	9.28	重度污染
林地	0.60	0.45	0.71	0.13	13.07	9.48	重度污染

表 7 重金属元素地累积指数

Tab. 7 Accumulative indexes of heavy metals

土地利用类型	Cu	Zn	Ni	Cr	Cd
水稻田	68.67	126.56	46.13	44.75	3.83
Igeo	0.58	0.01	-0.29	-1.51	3.91
林地	60.06	111.76	35.71	37.69	3.92
Igeo	0.38	-0.17	-0.64	-1.79	3.94
Bn	30.70	83.60	37.30	86.00	0.17

护部门应该及时采取科学的保护和修复措施。

3.3 聚类分析

3.3.1 土壤重金属元素聚类分析

根据聚类分析结果(图 3、图 4)可以看出:1)在

湖周边地区的分布上具有相对均一性。Cr 的变异系数虽然水稻田与林地的均大于 0.5, U 但是小于 1,说明总体而言在网湖周边地区重金属元素的波动性不大。

3.2 土壤重金属污染风险评价

3.2.1 单因子污染评价

从结果分析(表 5)来看,Cr、Cu、Zn 和 Ni 的单因子污染指数均小于 1,属于清洁,可以视为未发生污染;Cd 的单因子污染指数都大于 3,属于元素含量严重超标,国家相关环境保护部门应该及时采取科学的保护和修复措施,加以有效管理控制。

3.2.2 内梅罗指数评价

根据综合因子污染指数和单项因子污染指数等级分级标准(表 1)进行分析,可以看出,水稻田、林地重金属都属于重度污染水平,但结合表 6 的单因子分析可以认为,是由于 Cd 的严重超标使得内梅罗指数处于一个较高值。

3.2.3 地累积指数污染评价

从表 7 重金属元素地累积指数中可以看出,Cu 为 1 级轻度污染,Cr、Zn 和 Ni 的值都小于 0,为清洁。土壤样品中的 Cd 元素水稻田与林地 3~4,为偏重污染。总体而言,网湖周边地区农田土壤中 Cd 元素的累积量较大,污染严重,国家相关环境保

种植水稻的土壤中 Ni 与 Cr 关系密切,可能受同一个因素影响,来自一个污染源,并且 Ni、Cr 与 Cu 的

污染可能也存在一定联系。此外,Zn 与 Cd 都单独成一类,说明其污染来源可能不同。2)对比林地与水稻田的重金属直接的亲疏关系可以发现,其也是 Ni 与 Cr 关系密切,Zn 与 Cd 都单独成一类。从中可以推断,水稻田与林地虽然属于不同的土地利用类型,但是其可能受到外界的干扰是一样的,差异性不大。

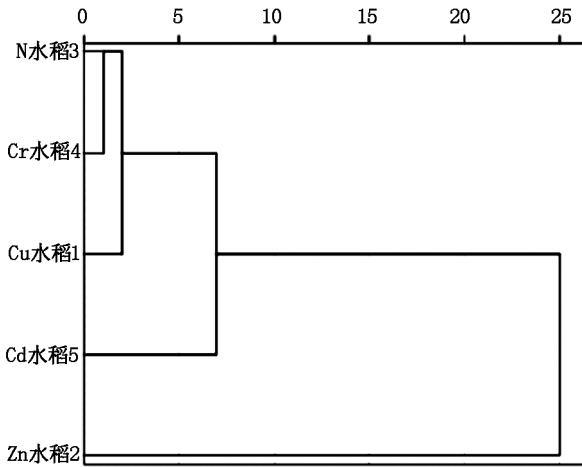


图 3 水稻田土壤重金属聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis of heavy metals in paddy soil

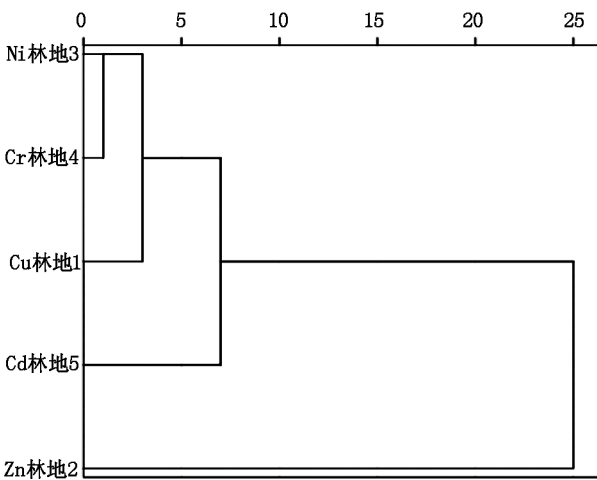


图 4 林地土壤重金属聚类分析

Fig. 4 Cluster analysis of heavy metals in forest land

3.3.2 Cd 元素采样点聚类分析

因为上面综合指数法的评价结果显示 Cd 为偏重污染,所以对黄石 42 个采样点进行了聚类分析,观察是否有同一个污染源对网湖流域周边土壤的重金属含量产生了影响(图 5)。通过聚类分析,将 42 个采样点分成了 5 组,并用 ArcGIS 绘制了每组的空

间分布图(图 6)。从图组 4 的图可以看出,在舒婆湖的西南部重金属 Cd 较为密集,而在网湖的西北部,从组 1 来看也相对分布密集。

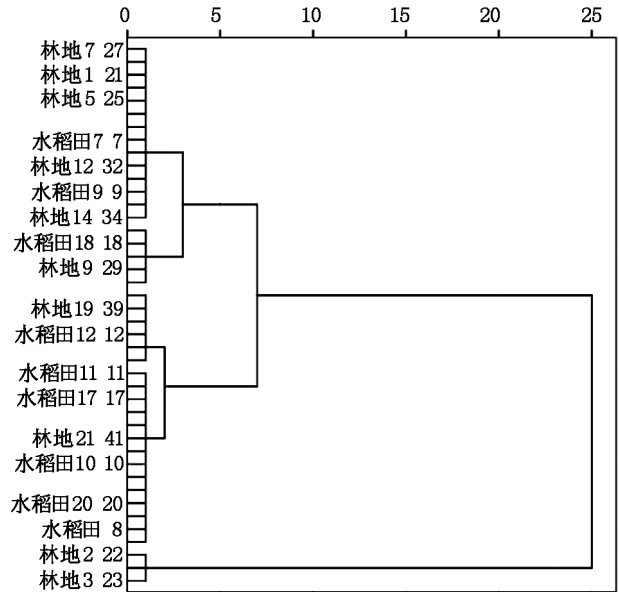


图 5 Cd 元素聚类分析

Fig. 5 Cluster analysis of Cd elements

4 结论

1)在网湖周边地区土壤中,土壤重金属元素 Cu、Zn、Cd 的含量都很高,并且高于湖北省土壤背景值和中国土壤背景值以及世界土壤中值。其中 Cu、Zn、Cr、Cd、Ni 是背景值的 2.10, 1.42, 0.48, 22.82, 0.48 倍,说明 Cd 的污染最为严重。

2)元素 Cr、Cu、Zn 和 Ni 的单因子污染指数均小于 1,属于清洁,可以视为未发生污染;Cd 的单因子污染指数都大于 3,属于元素含量严重超标。同时,通过内梅罗指数法评价显示,网湖不同土地利用类型中,水稻田、林地重金属都属于重度污染水平。

3)通过地积累指数评价可以看出,Cu 为 1 级轻度污染,Cr、Zn 和 Ni 的值都小于 0,为清洁。土壤样品中的 Cd 元素,水稻田与林地在 3~4 之间,为偏重污染。总体而言,网湖周边地区农田土壤中 Cd 的累积量较大,污染严重。

4)通过聚类分析可以得出,水稻田与林地的土壤中,Ni 与 Cr 关系密切,可能受同一个因素影响,来自一个污染源,并且 Ni、Cr 与 Cu 的污染可能存在一定联系。Zn 与 Cd 都单独成一类,说明其污染来源可能不同。

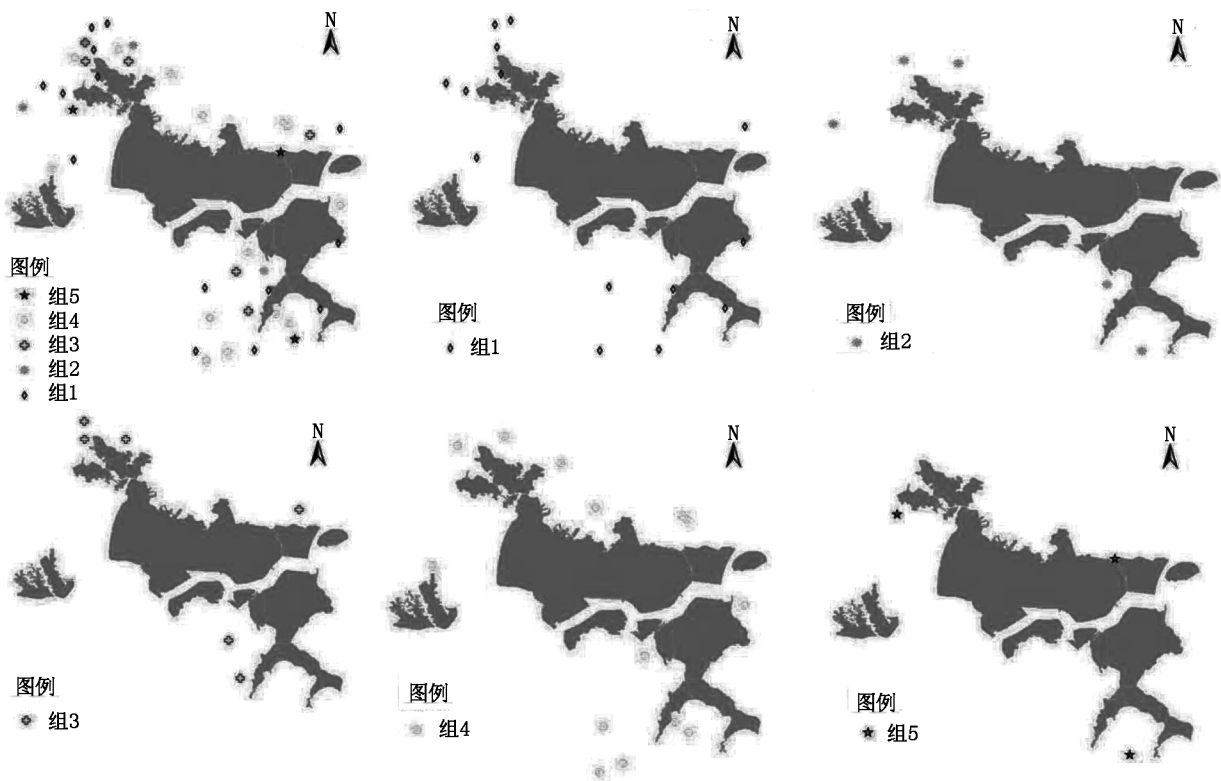


图 6 聚类分析重金属 Cd 空间分布

Fig. 6 Spatial distribution of heavy metals Cd by cluster analysis

5)从 ArcGIS 绘制的 Cd 聚类分析的空间分布图可以看出,在舒婆湖的西南部 Cd 较为密集,而在网湖的西北部也相对分布密集。并且据采样时的观察与平时对网湖周边水域的了解,在这两个地区确实有工厂分布,其对重金属的污染产生了一定影响。

参考文献:

[1] 陈怀满. 环境土壤学[M]. 北京:科学出版社,2005:50-80.

[2] 刘春早,黄益宗,雷鸣,等. 湘江流域土壤重金属污染及其生态环境风险评价[J]. 环境科学,2012(1):260-265.

[3] 刘春早,黄益宗,雷鸣,等. 重金属污染评价方法(TCLP)评价资江流域土壤重金属生态风险[J]. 环境化学,2011,30(9):1582-1589.

[4] 梁彦秋,潘伟,刘婷婷,等. 沈阳张士污灌区土壤重金属元素形态分析[J]. 环境科学与管理,2006,31(2):43-45.

[5] 陈得军,张春燕,王建玲,等. 新乡市寺庄顶污灌区土壤中重金属的形态分布及生物有效性研究[J]. 水土保持学报,2008,22(5):190-193.

[6] 陈亚华,黄少华,刘胜环,等. 南京地区农田土壤和蔬菜重金属污染状况研究[J]. 长江流域资源与环境,2006,15(3):356-360.

[7] 中华人民共和国国土资源部. 全国土壤污染状况调查公报[Z]. 2014.

[8] 罗金发,孟维奇,夏增禄. 土壤重金属(镉,铅,铜)化学形态的地理分异研究[J]. 地理研究,1998,17(3):265-272.

[9] 周艳芳. 土壤污染修复义务会计研究[D]. 长沙:中南大学,2010.

[10] 王文兴,童莉,海热提. 土壤污染物来源及前沿问题[J]. 生态环境,2005,14(1):1-5.

[11] 陈晶中,陈杰,谢学俭,等. 土壤污染及其环境效应[J]. 土壤,2003,35(4):298-303.

[12] 李水涛,吴启堂. 土壤污染治理方法研究[J]. 农业环境保护,1997,16(3):89-96.

[13] 华小梅,江希流. 我国农药环境污染与危害的特点及控制对策[J]. 环境科学研究,2000,13(3):40-43.

[14] 尚爱安,党志,梁重山. 土壤/沉积物中微量重金属的化学萃取方法研究进展[J]. 农业环境保护,2001,20(4):266-269.

[15] 史小丽,秦伯强. 长江中游网湖近代沉积环境演变及其对人类活动的响应[J]. 地理研究,2013,32(5):808-816.

[16] EFFLAND W R, POUYAT R V. The genesis, classification, and mapping of soils in urban areas[J]. Urban Ecosystems,1997,1(4):217-228. (下转第 49 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.007

IBA、NAA 和 IAA 对云南红豆杉扦插生根的影响

徐丕聪,王继兴,李建华

(云南省林业调查规划院大理分院,云南 大理 671000)

摘要:采用 $L_{16}(4^5)$ 正交试验设计了解 IBA、NAA 和 IAA 对云南红豆杉扦插生根的影响。结果表明,16 个水平组合的愈伤组织产生率为 71.3%~89.2%,处理组合间愈伤组织产生率无显著差异($P \approx 0.944 > 0.05$);16 个处理组合的生根率为 66.3%~85.0%,处理组合间生根率无显著差异($P \approx 0.894 > 0.05$);Pearson 相关性分析结果表明,生根率与愈伤组织产生率高度正相关(相关系数 0.961);16 个处理组合的平均生根率最高的是处理组合 3 ($A_1B_3C_3$, 0.00 g/L IBA、1.00 g/L NAA 和 0.80 g/L IAA)。

关键词:云南红豆杉;扦插试验;生根率;愈伤组织产生率;生长调节剂

中图分类号:S791.49;S723.132.1;Q178.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0038-07

引文格式:徐丕聪,王继兴,李建华. IBA、NAA 和 IAA 对云南红豆杉扦插生根的影响[J]. 林业调查规划,2020,45(2):38-44.

XU Picong, WANG Jixing, LI Jianhua. Effects of IBA and NAA and IAA on Rooting of *Taxus yunnanensis* Cuttings [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 38-44.

Effects of IBA and NAA and IAA on Rooting of *Taxus yunnanensis* Cuttings

XU Picong, WANG Jixing, LI Jianhua

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

Abstract: The effects of IBA, NAA and IAA on the rooting of *Taxus yunnanensis* were studied by $L_{16}(4^5)$ orthogonal experiment design. The results showed that the callus production rate of the 16 treated combinations was 71.3%~89.2%, which were no significant difference ($P \approx 0.944 > 0.05$), and the rooting rate was 66.3%~85.0%, which were no significant difference among the treatments ($P \approx 0.894 > 0.05$). The Pearson correlation analysis showed that the rooting rate was highly positively correlated with the callus production rate (correlation coefficient 0.961). The highest average rooting rate was treatment combination 3 ($A_1B_3C_3$, 0.00 g/L IBA+1.00 g/L NAA+0.80 g/L IAA).

Key words: *Taxus yunnanensis*; cutting experiment; rooting rate; callus production rate; growth regulator

云南红豆杉(*Taxus yunnanensis*)别名土榧子、西南红豆杉,为第三纪孑遗植物,红豆杉科(Taxaceae)红豆杉属(*Taxus* Linn.)常绿乔木或灌木。红豆杉

具有药用价值^[1-2]和观赏价值^[3]。国外在利用红豆杉属植物(太平洋红豆杉(*T. brevifolia*)、欧洲紫果红豆杉(*T. baccata*))提取抗癌药物方面,早在 20 世纪

收稿日期:2019-09-02.

第一作者:徐丕聪(1990-),男,云南南涧人,助理工程师.从事林业调查规划工作. Email:852633409@qq.com

责任作者:王继兴(1973-),男,黑龙江木兰人,工程师.从事林业调查规划工作. Email:7059645@qq.com

50 年代就已开始研究试验;1992 年 12 月 29 日,美国药物管理局在经过多年临床试验之后,认为从太平洋红豆杉提取的紫杉醇对卵巢癌等晚期癌病患者,有效率达 25%~30%,乃正式决定投入生产应用。意大利、法国、日本、韩国、中国台湾等,相继报道提取紫杉醇成功而应用于治疗癌病患,产生良好效果。南红豆杉树皮、小枝叶的主要治癌药物成份是紫杉醇、10-去乙酰紫杉醇、10-去乙酸巴卡亭、三尖杉脂碱以及 10-去乙酰三尖杉酯碱^[2]。云南红豆杉是我国红豆杉属植物中紫杉醇含量最高的(树皮平均含量 0.01%~0.012%,枝叶平均含量 0.006%~0.008%)^[1]。国内从云南红豆杉提取紫杉醇,已取得成功,但由于技术过程比较复杂,得率较低,成本较高,而药剂制备过程尚未完善,因而尚处于向国外出售原料阶段(包括初级原料和中间产品原料)。从发展的角度看,充分利用云南红豆杉紫杉醇含量高的优势生产治癌药物具有广阔前景。

红豆杉属植物起源古老,在第四纪冰川的作用下,其分布范围急剧收缩,种群数量锐减、资源量减少,早在 20 世纪 60 年代就被国际松杉类专家组确定为 3 级渐危种^[5]。随后又被确定为《国际濒危动植物贸易保护公约》的保护种类。我国的所有红豆杉属植物也于 1999 年被列为国家一级保护植物^[5]。与红豆杉属其他树种类似,由于云南红豆杉种子相对较少,规模化的实生苗繁殖受到限制。同时,云南红豆杉萌发能力强,枝条量大,无性扦插繁殖扩繁系数极大,可规模化地进行扩繁,这对云南红豆杉的种源保护和开发具有重要意义。

试验主要探讨不同的激素及其组合对云南红豆杉扦插生根性状的影响,为提高其无性扦插生根及其相关性状提供参考与借鉴。

1 云南红豆杉苗木培育技术

1.1 培育方法

云南红豆杉苗木培育分为实生苗培育、组织培养和扦插三种。实生苗培育即采摘成熟的云南红豆杉种子,在苗床上育苗;组织培养即选取健康组织,在培养基上培育苗木;扦插即从健康的红豆杉枝条上剪取插穗,扦插于土壤等基质上,使其生根发芽以培养苗木^[6-14]。

1.2 植物生长调节剂

植物生长物质可分为植物激素和植物生长调节剂两类。植物激素由植物体内合成,是对生长发育产生显著作用的微量有机物质。植物生长调节剂因

其显著、高效的调节效应,已被广泛地应用于大田作物、经济作物、果树、林木、蔬菜、花卉等方面。近年来,我国植物生长调节剂的开发、生产和推广应用发展很快,产量逐年增加,赤霉素、乙烯利、缩节胺、多效唑等的生产及应用均取得了巨大的经济效益与社会效益^[15]。

1.3 试验地概况

试验在西南林业大学的普通温室内完成。该试验地光照与通风良好,不积水。年平均气温为 14.7℃左右,绝对最低温-9℃、绝对最高温 32.5℃,年降水量 700~1 100 mm,年平均相对湿度 68.2%,土壤为山地红壤,属北亚热带气候类型^[15]。

2 试验方法

2.1 试验设计

根据试验目的,试验因素包括 IBA(A)、NAA(B)和 IAA(C),每个因素有 4 个水平(表 1)^[16]。

表 1 试验的因素水平
Tab. 1 Factor level of experiment

水平	A-IBA /(g·L ⁻¹)	B-NAA /(g·L ⁻¹)	C-IAA /(g·L ⁻¹)
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	0.50	0.40
3	0.50	1.00	0.80
4	0.75	1.50	1.20

选择 L₁₆(4⁵) 正交表安排试验实施,共 16 个处理组合(表 2)。采用容器扦插,每一容器扦插 3 条插穗,每一处理组合扦插 60 条(20 个容器)。每一重复(或区组)共需容器 320 个,穗条 960 条。4 个重复,需容器 1 280 个,穗条 3 840 条。

2.2 试验材料

材料:IBA(A)、NAA(B)和 IAA(C),高锰酸钾,多菌灵,容器袋,云南红豆杉穗条。

扦插当天清晨采穗条。穗条采自智能温室旁的遮阴大棚内的 3 a 生云南红豆杉生长健壮、无病虫害的枝条。将枝条剪成 10~12 cm 长的插穗,每插穗留 3~4 个芽,只留上部 1/3 的针叶,以减少蒸腾。将插条的上切口切成平口、下切口切成斜口,以增加其与土壤的接触面,利于吸收水分。切口要平滑,防止劈裂。把剪好的插条放到预先盛放清水的水桶或盆里(防止干枯)。

表 2 试验设计

Tab. 2 Experimental design

试验号	A-IBA	B-NAA	A×B	C-IAA	B×C	处理组合	实施方案
1	1-A ₁	1-B ₁	1	1-C ₁	1	A ₁ B ₁ C ₁	无生长调节剂处理(对照)
2	1-A ₁	2-B ₂	2	2-C ₂	2	A ₁ B ₂ C ₂	0 g/L IBA+0.50 g/L NAA+0.40 g/L IAA
3	1-A ₁	3-B ₃	3	3-C ₃	3	A ₁ B ₃ C ₃	0 g/L IBA+1.00 g/L NAA+0.80 g/L IAA
4	1-A ₁	4-B ₄	4	4-C ₄	4	A ₁ B ₄ C ₄	0 g/L IBA+1.50 g/L NAA+1.20 g/L IAA
5	2-A ₂	1-B ₁	2	3-C ₃	4	A ₂ B ₁ C ₃	0.25 g/L IBA+0.00 g/L NAA+0.80 g/L IAA
6	2-A ₂	2-B ₂	1	4-C ₄	3	A ₂ B ₂ C ₄	0.25 g/L IBA+0.50 g/L NAA+1.20 g/L IAA
7	2-A ₂	3-B ₃	4	1-C ₁	2	A ₂ B ₃ C ₁	0.25 g/L IBA+1.00 g/L NAA+0.00 g/L IAA
8	2-A ₂	4-B ₄	3	2-C ₂	1	A ₂ B ₄ C ₂	0.25 g/L IBA+1.50 g/L NAA+0.40 g/L IAA
9	3-A ₃	1-B ₁	3	4-C ₄	2	A ₃ B ₁ C ₄	0.50 g/L IBA+0.00 g/L NAA+1.20 g/L IAA
10	3-A ₃	2-B ₂	4	3-C ₃	1	A ₃ B ₂ C ₃	0.50 g/L IBA+0.50 g/L NAA+0.80 g/L IAA
11	3-A ₃	3-B ₃	1	2-C ₂	4	A ₃ B ₃ C ₂	0.50 g/L IBA+1.00 g/L NAA+0.40 g/L IAA
12	3-A ₃	4-B ₄	2	1-C ₁	3	A ₃ B ₄ C ₁	0.50 g/L IBA+1.50 g/L NAA+0.00 g/L IAA
13	4-A ₄	1-B ₁	4	2-C ₂	3	A ₄ B ₁ C ₂	0.75 g/L IBA+0.00 g/L NAA+0.40 g/L IAA
14	4-A ₄	2-B ₂	3	1-C ₁	4	A ₄ B ₂ C ₁	0.75 g/L IBA+0.50 g/L NAA+0.00 g/L IAA
15	4-A ₄	3-B ₃	2	4-C ₄	1	A ₄ B ₃ C ₄	0.75 g/L IBA+1.00 g/L NAA+1.20 g/L IAA
16	4-A ₄	4-B ₄	1	3-C ₃	2	A ₄ B ₄ C ₃	0.75 g/L IBA+1.50 g/L NAA+0.80 g/L IAA

1) 扦插基质

采用森林土为容器基质,装袋后先用高锰酸钾和多菌灵进行消毒。扦插前浇少量水,水下渗后,土壤呈现不粘的松散状态时进行打孔,打完孔即可进行扦插。

2) 激素处理

将剪好的穗条先用 0.5% 多菌灵进行消毒 1 min,取出甩干水分后于 0.5% 的高锰酸钾溶液中浸泡约 10 s,取出即可进行扦插。扦插时,配好激素后在各处理的激素中加入少量细土调成浆糊状,穗条蘸取激素后直接进行扦插。扦插采用直插法,扦插深度为插穗长度的 2/3。插后浇透水,以利插穗与土壤紧密结合。

3) 插后管理

插后浇足量的水,搭拱棚盖膜。扦插前期,必须勤观察,发现烂或死的穗条要及时清除;棚内要随时保持湿润;若苗床表层土发霉,要及时把霉菌丝挑出;出现病虫害时,要及时根据其种类进行相应的防治。

2.3 数据收集及分析

测定指标包括愈伤组织产生率、生根率。

测定方法:扦插苗 9 个月时分别从每个处理中随机挑选出 5 株扦插苗进行观测,并一一对应记录于表格中。测定以上指标的同时,将枯死的穗条拔起,观测其是否具有愈伤组织,并记录。指标测定完成后对数据进行整理、统计和分析。

3 结果与分析

3.1 穗条

统计云南红豆杉 16 个处理组合穗条的直径和长度(表 3),以了解其扦插穗条的状况。

统计结果表明,处理组合 1~16 的平均穗条下端直径变幅为 3.5~4.6 mm,变异系数变幅为 20.5%~44.0%,说明各处理组合均包括了不同直径的穗条;平均穗条长为 12.2~17.1 cm,变异系数最大的是处理组合 7,为 41.2%,最小的是处理组合 11,为 19.7%。与穗条直径相同,各处理组合都包含了不同长度的穗条类型。

综合上述分析可以看出,处理组合 1 的穗条各项指标都与其他处理组合差异不大,属于生长健壮的枝条,因此,影响穗条扦插生根指标差异的主要因素是激素的水平组合,而非穗条的差异。

表 3 云南红豆杉穗条指标统计分析

Tab. 3 Index statistics of *Taxus yunnanensis* cuttings

处理组合	穗条下端直径/mm						穗条长/cm					
	平均	标准差	标准误	极小	极大	变异系数/%	平均	标准差	标准误	极小	极大	变异系数/%
1	3.5	1.134	0.254	2.4	6.7	32.0	15.4	5.353	1.197	6.4	32.9	34.7
2	4.1	0.916	0.205	2.8	6.7	22.5	14.5	4.145	0.927	9.9	25.6	28.5
3	4.4	0.964	0.216	2.7	6.2	22.2	16	4.281	0.957	11.5	27.1	26.7
4	4.1	1.121	0.251	2.1	7.0	27.4	17.1	5.851	1.308	10.4	33.3	34.3
5	4.1	1.279	0.286	2.2	8.5	31.3	15.7	5.289	1.183	4.6	27.8	33.8
6	3.9	1.221	0.273	2.4	7.4	30.9	14.9	4.190	0.937	9.8	28.9	28.1
7	3.8	0.787	0.176	2.7	5.6	20.5	14.9	6.127	1.370	4.6	34.5	41.2
8	4.6	1.693	0.378	2.8	10.1	36.9	15.9	4.921	1.100	9.5	28.8	31.0
9	4.0	0.945	0.211	2.5	6.3	23.5	13.6	2.819	0.630	9.8	20.0	20.8
10	4.4	1.717	0.384	2.0	10.1	38.9	14.2	5.172	1.157	8.7	29.3	36.4
11	4.5	1.945	0.435	1.6	10.9	42.8	15.1	2.972	0.665	9.5	22.4	19.7
12	4.0	1.282	0.287	2.0	7.9	32.2	14.7	3.758	0.840	9.2	23.7	25.5
13	4.3	1.014	0.227	2.7	6.3	23.6	12.2	3.027	0.677	4.3	16.8	24.8
14	4.6	1.714	0.383	2.0	8.5	37.7	14.1	3.559	0.796	10.9	26.8	25.3
15	4.1	1.808	0.404	2.2	10.5	44.0	14.3	4.345	0.972	7.0	23.0	30.5
16	4.3	1.626	0.364	2.7	10.0	37.8	13.1	4.734	1.058	4.2	22.5	36.0
处理间极差	1.1	—	—	—	—	23.5	4.9	—	—	—	—	21.5

3.2 愈伤组织产生率和生根率

组织产生率和生根率进行统计(表 4), 获取其平均值、标准差、标准误、极差(极大值和极小值)等, 并计算变异系数。

3.2.1 愈伤组织产生率和生根率统计

对云南红豆杉扦插苗的 16 个处理组合的愈伤

表 4 扦插苗各处理组合间愈伤组织产生率和生根率

Tab. 4 Callus production rate and rooting rate of treated combinations

处理组合	愈伤组织产生率/%						生根率/%					
	平均	标准差	标准误	极小	极大	变异系数	平均	标准差	标准误	极小	极大	变异系数
1	72.1	12.647	6.324	61.7	90.0	17.5	66.7	14.402	7.201	53.3	86.7	21.6
2	73.8	24.051	12.026	40.0	96.7	32.6	70.4	26.680	13.340	33.3	96.7	37.9
3	89.2	2.887	1.443	86.7	93.3	3.2	85.0	7.577	3.788	75.0	93.3	8.9
4	83.3	9.329	4.665	75.0	95.0	11.2	79.2	11.013	5.507	68.3	91.7	13.9
5	78.3	3.849	1.925	75.0	81.7	4.9	68.8	1.596	0.798	66.7	70.0	2.3
6	82.1	9.562	4.781	70.0	93.3	11.6	77.1	9.267	4.634	63.3	83.3	12.0
7	71.3	14.617	7.309	56.7	90.0	20.5	66.3	13.359	6.680	53.3	83.3	20.2
8	81.3	10.218	5.109	71.7	91.7	12.6	77.1	12.720	6.360	61.7	88.3	16.5
9	77.5	18.484	9.242	61.7	96.7	23.9	68.8	17.071	8.536	53.3	90.0	24.8
10	80.4	13.428	6.714	61.7	91.7	16.7	75.8	15.486	7.743	56.7	90.0	20.4
11	73.3	24.833	12.416	36.7	91.7	33.9	67.9	25.509	12.754	31.7	90.0	37.6

续表 4

处理组合	愈伤组织产生率/%						生根率/%					
	平均	标准差	标准误	极小	极大	变异系数	平均	标准差	标准误	极小	极大	变异系数
12	78.3	6.236	3.118	70.0	85.0	8.0	72.1	10.127	5.063	60.0	83.3	14.0
13	75.8	11.902	5.951	60.0	88.3	15.7	70.4	13.969	6.985	51.7	83.3	19.8
14	76.3	19.070	9.535	48.3	90.0	25.0	72.1	20.202	10.101	45.0	88.3	28.0
15	82.1	12.124	6.062	65.0	93.3	14.8	79.6	14.035	7.018	60.0	93.3	17.6
16	82.5	7.265	3.632	76.7	91.7	8.8	80.4	8.539	4.270	71.7	90.0	10.6
极差	17.9	—	—	—	—	30.7	18.7	—	—	—	—	35.6

表 4 揭示出云南红豆杉扦插苗的愈伤组织产生率和生根率的特性。

1) 愈伤组织产生率

处理组合 1~16 的平均愈伤组织产生率为 71.3%~89.2%，其中处理组合 3 的最高；变异系数变幅为 3.2%~33.9%，最大的是处理组合 11，最小的是处理组合 3，极差达 30.7%。说明处理组合 11 的四个重复间的愈伤组织产生率差异较大。

2) 生根率

16 个处理组合中，平均生根率最高的是处理组合 3，为 85.0%；变异系数最大的是处理组合 2，为 37.9%，最小的是处理组合 5，为 2.3%，极差达 35.6%。说明处理组合 2 的四个重复间的生根率差异较大。

3.2.2 生根率—愈伤组织产生率相关性

对云南红豆杉扦插穗条的愈伤组织产生率和生根率进行 Pearson 相关分析(表 5)。

表 5 愈伤组织产生率与生根率相关性

Tab.5 Correlation between callus production rate and rooting rate

指标参数	生根率/%	产生愈伤率/%
生根率/% Pearson 相关性(R)	1	0.961
显著性(P, 双侧)		0.000**
产生愈伤率/% Pearson 相关性(R)	0.961	1
显著性(P, 双侧)	0.000**	

分析结果表明，云南红豆杉的愈伤组织产生率和生根率的相关系数为 0.961，相关极显著 ($P \approx 0.000 < 0.01$)，且呈正相关，说明云南红豆杉生根率与愈伤组织的产生率紧密相关，且随愈伤组织产生率的增大生根率相应提高，揭示出云南红豆杉为愈

伤组织生根类型。

3.2.3 愈伤组织产生和生根率单因素方差分析

通过单因素方差分析，处理组合间愈伤组织产生率差异不显著 ($P \approx 0.944 > 0.05$)，说明 IBA、NAA 和 IAA 不同水平的组合对云南红豆杉插穗愈伤组织产生率无显著的差异影响。对照(处理组合 1)的愈伤组织产生率较高，说明云南红豆杉为扦插穗条容易产生愈伤组织的树种。

与愈伤组织产生率相同，处理组合间生根率差异也不显著 ($P \approx 0.894 > 0.05$)，说明不同浓度的 IBA、NAA 和 IAA 处理云南红豆杉插穗对其生根率无显著影响。对照(处理组合 1)的生根率达 72.1%，说明云南红豆杉为扦插穗条较容易生根的树种。

3.2.4 处理组合间愈伤组织产生和生根率的极差分析

为确定各因素水平影响云南红豆杉扦插苗愈伤组织产生率和生根率的主次效应和最优组合，对愈伤组织产生率和生根率进行极差分析(表 6)。

分析结果反映了愈伤组织产生率和生根率与因素的水平间的相关特征。

1) 愈伤组织产生率

因素间 $R_C = 8.1 > R_B = 5.4 > R_A = 3.3$ ，所以因素 C，即 IAA 处理穗条是影响插穗愈伤组织产生的主要因子，其主次因子顺序为 $C > B > A$ 。各因素不同水平间平均愈伤组织产生率 A_1 优于 A_2 、 A_3 和 A_4 ， B_4 优于 B_1 、 B_2 和 B_3 ， C_3 优于 C_1 、 C_2 和 C_4 。综合以上分析结果，其理论优水平组合为 $A_1B_4C_3$ 。

2) 生根率

$R_B = 8.5 > R_C = 8.2 > R_A = 5.8$ ，因素 B，即 NAA 处理穗条是影响插穗生根率的主要因子，其主次因子顺序为 $B > C > A$ 。各因素不同水平间平均生根率 A_4 优于 A_1 、 A_2 和 A_3 ； B_4 优于 B_1 、 B_2 和 B_3 ， C_3 优

表 6 因素水平间愈伤组织产生率极差分析
Tab. 6 Range analysis on callus production rate of different factors

指标 处理 组合	愈伤组织产生率						生根率					
	A-IBA /(g·L ⁻¹)	B-NAA /(g·L ⁻¹)	A×B	C-IAA /(g·L ⁻¹)	B×C	愈伤率 /%	A-IBA /(g·L ⁻¹)	B-NAA /(g·L ⁻¹)	A×B	C-IAA /(g·L ⁻¹)	B×C	生根率/%
1	1	1	1	1	1	72.1	1	1	1	1	1	66.7
2	1	2	2	2	2	73.8	1	2	2	2	2	70.4
3	1	3	3	3	3	89.2	1	3	3	3	3	85.0
4	1	4	4	4	4	83.3	1	4	4	4	4	79.2
5	2	1	2	3	4	78.3	2	1	2	3	4	68.8
6	2	2	1	4	3	82.1	2	2	1	4	3	77.1
7	2	3	4	1	2	71.3	2	3	4	1	2	66.3
8	2	4	3	2	1	81.3	2	4	3	2	1	77.1
9	3	1	3	4	2	77.5	3	1	3	4	2	68.8
10	3	2	4	3	1	80.4	3	2	4	3	1	75.8
11	3	3	1	2	4	73.3	3	3	1	2	4	67.9
12	3	4	2	1	3	78.3	3	4	2	1	3	72.1
13	4	1	4	2	3	75.8	4	1	4	2	3	70.4
14	4	2	3	1	4	76.3	4	2	3	1	4	72.1
15	4	3	2	4	1	82.1	4	3	2	4	1	79.6
16	4	4	1	3	2	82.5	4	4	1	3	2	80.4
k ₁	318.3	303.8	310.0	297.9	315.8		301.3	274.6	292.1	277.1	299.2	
k ₂	312.9	312.5	312.5	304.2	305.0		289.2	295.4	290.8	285.8	285.8	
k ₃	305.0	315.8	324.2	330.4	325.4		279.2	298.8	302.9	310.0	304.6	
k ₄	316.7	325.4	310.8	325.0	311.3		302.5	308.8	291.7	304.6	287.9	
x ₁	79.6	75.9	77.5	74.5	79.0		75.3	68.6	73.0	69.3	74.8	
x ₂	78.2	78.1	78.1	76.0	76.3		72.3	73.9	72.7	71.5	71.5	
x ₃	76.3	79.0	81.0	82.6	81.4		69.8	74.7	75.7	77.5	76.1	
x ₄	79.2	81.4	77.7	81.3	77.8		75.6	77.2	72.9	76.1	72.0	
R	3.3	5.4	3.5	8.1	5.1		5.8	8.5	3.0	8.2	4.7	
主次顺序	C>B>BC>AB>A						B>C>A>BC>AB					
优水平	A ₁	B ₄		C ₃			A ₄	B ₄		C ₃		
优组合	A ₁ B ₄ C ₃			A ₄ B ₄ C ₃								

于 C₁、C₂ 和 C₄。综合以上的分析结果,其优水平组合为 A₄B₄C₃。

3.2.5 处理组合间生根率聚类分析

组合 1 为未采用激素处理穗条的空白对照,组合 16 为最高浓度激素处理穗条,组合 15 次之。但是组合 3 的生根率最高,即 1.00 g/L 的 NAA 和 0.80 g/L 的 IAA 共同处理穗条的生根率最高;组合 7 的最低,即 0.25 g/L 的 IBA 和 1.00 g/L 的 NAA 共同处理穗条的生根率最低。说明激素组合和浓度

间具有促进云南红豆杉生根率的优组合,而非越多或浓度越高生根率越高(图 1)。

4 结论与讨论

4.1 结论

1) 愈伤组织产生率

方差分析结果表明,各处理组合间的愈伤组织产生率无显著差异(P ≈ 0.944 > 0.05),说明不同浓度的 IBA、NAA 和 IAA 处理可以促进云南红豆杉插

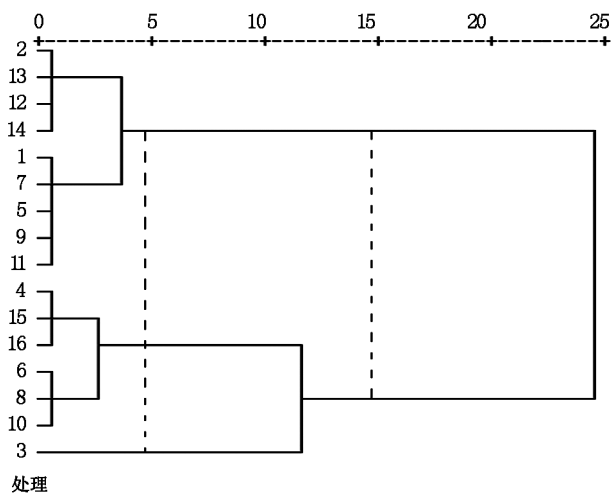


图 1 云南红豆杉扦插苗的生根率聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis on rooting rate of *Taxus yunnanensis* cuttings

穗愈伤组织产生,但对愈伤组织产生率无显著影响,云南红豆杉为愈伤组织生根类型。

2) 生根率分析

方差分析结果表明,各处理组合间的生根率差异不显著($P \approx 0.894 > 0.05$),说明不同浓度的 IBA、NAA 和 IAA 处理可以促进云南红豆杉插穗生根,但对生根率无显著影响,云南红豆杉为扦插较易生根树种。

4.2 讨论

由于苗木生长周期和其他试验条件的限制,对试验各因素的重复检验还有待进一步的研究和探讨。对试验的结果分析显示,处理组合 $A_1B_3C_3$ 的生根率最高,但该浓度是否为提高插穗生根率的最佳浓度还有待进一步的研究。综合三个因素不同水平对愈伤组织产生率和生根率的影响,建议选择 $A_1B_3C_3$ (IBA、NAA 和 IAA 的浓度分别为 0.00 g/L、1.00 g/L 和 0.80 g/L 的溶液处理穗条)。从影响云南红豆杉扦插生根率分析中得出,使用不同浓度的 IBA、NAA 和 IAA 可提高云南红豆杉插穗的生根率,在生产实践中可采用这些外源激素处理的穗条进行扦插,但具体使用浓度建议进一步进行试验分析后再确定。试验穗条均采自 3 a 生母树,建议以后开

展此类试验可考虑采用来自不同年龄母树的穗条进行。

参考文献:

- [1] 贝新法,贝芹,江凤鸣. 红豆杉的栽培研究与药用价值[J]. 中草药,2009,40(6):62-65.
- [2] 张茂钦,左显东,李达孝,等. 云南红豆杉的发展与利用[J]. 云南林业科技,1994(1):18-22.
- [3] 陈有民. 园林树木学[M]. 北京:中国林业出版社,1990.
- [4] 李霞,张宗勤,常利平,等. 红豆杉绿化观赏价值评价[J]. 北方园艺,2011(4):114-118.
- [5] 景跃波. 云南红豆杉研究综述[J]. 林业调查规划,2007,32(2):49-3.
- [6] 周云,王卫斌,张劲峰,等. 云南红豆杉实生苗培育技术[J]. 广西林业科学,2008,37(2):35-28.
- [7] 王水,贾勇炯,魏峰,等. 云南红豆杉的组织培养及植株再生[J]. 云南植物研究,1997,19(4):407-410.
- [8] 杨万超. 云南红豆杉的非保护地扦插育苗[J]. 中国林业,2007(12):42-43.
- [9] 杨小林,周进,布琼. 吲哚丁酸处理云南红豆杉插条的对比试验[J]. 林业科技,2000,25(6):4-5.
- [10] 王磊,欧晓昆,张劲峰,等. 云南红豆杉扦插育苗中的插条与基质选择试验[J]. 西部林业科学,2010,39(1):77-80.
- [11] 杨正苹. 云南红豆杉扦插繁殖试验[J]. 林业建设,2012(4):49-51.
- [12] 李庆华. 云南红豆杉扦插繁殖技术研究[J]. 林业调查规划,2012,37(6):126-130.
- [13] 罗敏,覃翼,连辉明,等. 美国曼地亚红豆杉扦插繁殖技术研究[J]. 广西林业科学,2006,35(2):77-81.
- [14] 李莲芳,王达明,杨军,等. 云南红豆杉山地大批量扦插育苗技术研究[J]. 西南林学院学报,1999,19(4):201-207.
- [15] 杨秀荣,刘亦学,刘水芳,等. 植物生长调节剂及其研究与应用[J]. 作物栽培与设施园艺,2007,13(1):23-25.
- [16] 刘振学. 试验设计与数据处理[M]. 北京:化学工业出版社,2005.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.008

药用绿化植物千里光种子萌发特性研究

钟艺¹, 洪瑜婕¹, 江王浩森¹, 李叶芳²

(1. 云南交投市政园林工程有限公司, 云南 昆明 650034; 2. 云南农业大学园林园艺学院, 云南 昆明 650201)

摘要:以千里光种子为材料,探究温度、光照、赤霉素浓度和播种方式对其种子萌发的影响。结果显示:15~25℃是千里光种子最适宜萌发的温度条件,光照条件对其种子的萌发影响不大;5~15 mg/L的赤霉素处理是促进千里光种子萌发的较好浓度,相比于CK,发芽启动时间提前,发芽持续时间缩短;不盖土播种条件下的千里光种子的出苗率、出苗势、出苗指数最好,其更有利于千里光种子的萌发,在生产实践中应采用不盖土的播种方式,可加盖透明薄膜达到保温、保湿的作用。

关键词:千里光;种子萌发特性;温度;光照条件;赤霉素浓度;播种方式

中图分类号:S759.82;S722.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0045-05

引文格式:钟艺,洪瑜婕,江王浩森,等.药用绿化植物千里光种子萌发特性研究[J].林业调查规划,2020,45(2):45-49.

ZHONG Yi, HONG Yujie, JIANG-WANG Haomiao, et al. Germination Characteristics of *Senecio scandens* Seed[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 45-49.

Germination Characteristics of *Senecio scandens* Seed

ZHONG Yi¹, HONG Yujie¹, JIANG-WANG Haomiao¹, LI Yefang²

(1. Yunnan Communications Investment & Construction Municipal Garden Engineering Co., Ltd, Kunming 650034, China;
2. College of Landscape and Horticultural, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: The effects of temperature, light, gibberellin and sowing methods on seed germination of *Senecio scandens* were investigated. The results showed that the optimum temperature for germination of *Senecio scandens* seeds was 5~25℃, and the light condition had little effect on the seeds germination, that gibberellin treatment of 5~15 mg/L was a better concentration to promote the seeds germination with earlier germination start time and shorter germination duration compared with CK, and that the emergence rate, emergence potential and emergence index of *Senecio scandens* seedling were the best under the condition of uncovered sowing which was more advantageous to the seeds germination. Therefore, the seed of *Senecio scandens* should be sown without soil cover but with the cover of transparent film which was used to achieve the function of heat preservation and moisture retention in production practice.

Key words: *Senecio scandens*; germination characteristics of seeds; temperature; light condition; gibberellin concentration; sowing method

千里光 (*Senecio scandens* Buch. - Ham. ex D. Don) 是菊科千里光属多年生草本植物^[1], 主要分布

于云南、四川、贵州等地区^[2]。其花色金黄, 花期长, 具有较高观赏价值; 耐阴性较强, 可植于园林中

收稿日期: 2019-08-08.

第一作者: 钟艺 (1988-), 女, 云南昆明人, 工程师. 主要从事工程技术管理工作. Email: 158066692@qq.com

责任作者: 李叶芳 (1974-), 女, 讲师. 主要从事园林绿化工作. Email: gwenling2008@sina.com

隐蔽的墙垣处;适应性较强,耐干旱,又耐潮湿,生长迅速,是园林坡地或其他立体绿化的优良植物^[3]。千里光化学成分复杂,富含生物碱、黄酮和萜类等化合物,有清热解毒、杀虫、明目等多种功效^[4],作为传统药材极具药用价值。

有研究表明,千里光的抗菌药理性状是由多基因控制的数量性状^[5],应采用回交策略实现对数量性状点的染色体定位,而种子在其中承担重要角色,并且种子萌发条件是保证杂交和回交过程的关键技术环节,因此研究千里光种子的萌发特性及其最适萌发条件对于其药理的研究有重要作用。

目前,千里光的研究集中在化学成分的药理、药效研究上,对于千里光种子的萌发特性研究尚少^[6]。因此,本文就千里光种子的萌发特性进行了初步研究,寻找最适千里光种子萌发条件,旨在为千里光的遗传资源改良和规范化栽培提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料

本研究所用千里光种子采自云南农业大学后山,采收时间为 2018 年 12 月,4℃ 冰箱保存。

1.2 方法

1.2.1 种子筛选

挑选颗粒大小基本一致、颜色较深,颗粒饱满的种子用于试验。

1.2.2 萌发试验

用浓度为 1% 的次氯酸钠消毒 30 min 后,用蒸馏水清洗 3 遍。以铺有无菌滤纸的培养皿为发芽床,每皿 100 粒种子,3 个重复,加入 2 mL 蒸馏水,放入光照培养箱里。每天定时加定量蒸馏水,记录日发芽数,种子露白则视为种子萌发。

1) 温度和光照处理组合的种子萌发试验

两因子试验:温度(10℃、15℃、20℃、25℃、30℃),光照(光暗交替 12 h、全黑暗),10 个处理组合,根据萌发试验方法,记录日发芽数。

2) 赤霉素处理的种子萌发试验

赤霉素浓度:0 mg/L、5 mg/L、10 mg/L、15 mg/L、20 mg/L、25 mg/L、30 mg/L,先用 1% 的次氯酸钠消毒 30min,将消毒后的种子分别浸泡在不同赤霉素浓度中 2.5h,放置 25℃ 光照培养箱下,根据发芽试验方法,记录日发芽数。

1.2.3 不同播种方式的处理方法

以壤土为基质,将种子均匀撒在高 10 cm、直径

12 cm 花盆中,加盖透明罩,防止前期水分蒸发,进行盖土和不盖土处理,一盆 30 粒,6 组重复。每 5 d 浇水 1 次,每次浇 2.5 L,记录幼苗每 5 d 的出苗数,用直尺在花盆里测量胚芽长,在幼苗长出 2 片真叶时拔出幼苗,测量胚根长。

1.3 数据统计

$$\text{发芽率} = \frac{\text{发芽种子的总数}}{\text{实验种子的总数}} \times 100\%$$

$$\text{发芽势} = \frac{\text{种子萌发高峰期的数量}}{\text{实验种子总数}} \times 100\%$$

$$\text{发芽指数} = \sum \frac{Gt}{Dt} \quad (Gt \text{ 为发芽试验终期内每日发芽数}; Dt \text{ 为发芽日数})$$

1.4 数据分析

用 Microsoft Excel 和 SPSS 进行数据统计和方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同温度和光照条件对千里光种子萌发的影响

在光暗交替条件下,温度对千里光种子发芽启动时间和持续时间影响不大,发芽启动时间为第 2~3 d,发芽持续时间为 11~13 d。温度为 10℃ 和 30℃ 时,种子不萌发;温度为 15℃、20℃、25℃ 时,种子发芽率差异不显著,15~25℃ 时,发芽率达 90%~96%;温度为 15℃ 时,发芽势最高,为 40.67%±3.21%,与其他温度的发芽势相比,达到显著差异水平;温度为 25℃ 时,发芽指数最高,为 15.56±0.79,与其他温度的发芽指数相比,达到显著差异水平。

在全黑暗条件下,温度对千里光种子发芽启动时间和持续时间影响不大,发芽启动时间为第 3~4 d,发芽持续时间为 12~15 d。温度为 10℃ 和 30℃ 时,种子不萌发;温度为 15℃、20℃、25℃ 时,种子发芽率差异不显著,15~25℃ 时发芽率达 90%~92%;温度为 25℃ 时,发芽势和发芽指数最高,分别为 45.67%±2.89%、18.03±1.60,与其他温度相比,达到显著差异水平。

不同温度和光照对千里光种子萌发的影响见图 1,表 1。

两种光照条件下,相同温度的发芽率均差异不显著,表明光照条件对千里光种子萌发影响不大。

2.2 不同赤霉素浓度对千里光种子萌发的影响

在不同赤霉素浓度对千里光种子萌发影响的试

验中,10 mg/L 赤霉素浓度的发芽启动时间为第3

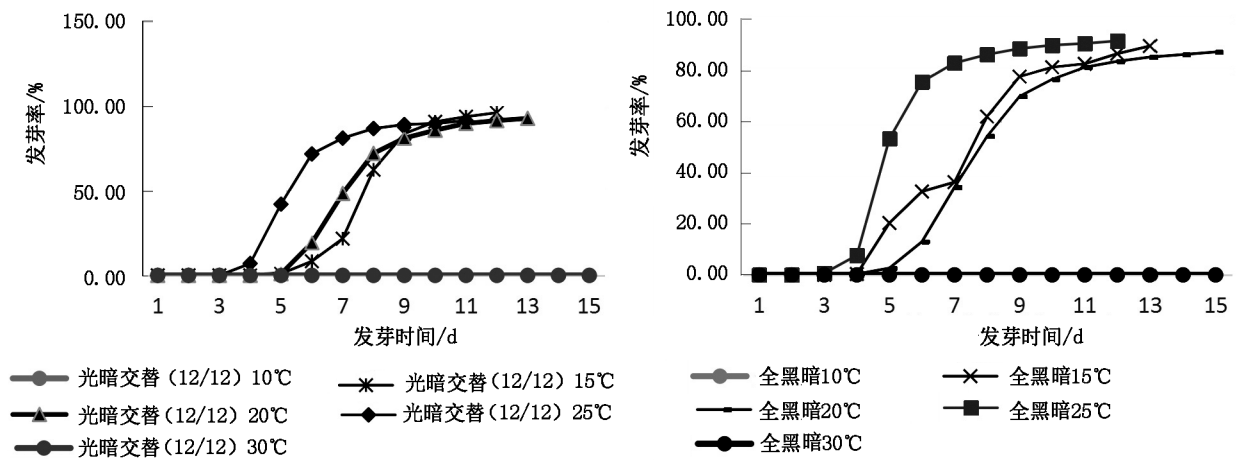


图 1 不同温度和光照下千里光种子发芽启动时间和持续时间

Fig. 1 Starting time and duration of seed germination under different temperatures and light

表 1 温度和光照对千里光种子萌发的影响

Tab. 1 Effects of temperature and light on seed germination of *Senecio scandens*

光照条件	温度/°C	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数
光暗交替 12 h	10	0±0.00 aA	0±0.00 aA	0±0.00 aA
	15	96±1.00 dC	40.67±3.21 deDE	11.88±0.52 bB
	20	92.67±3.06 cdBC	29±1.73 cbC	12.43±0.18 bB
	25	91.33±1.15 bedBC	35.67±4.51 dCD	15.56±0.79 cC
	30	0±0.00 aA	0±0.00 aA	0±0.00 aA
全黑暗	10	0±0.00 aA	0±0.00 aA	0±0.00 aA
	15	89.67±5.51 bcBC	29±5.00cBC	12.66±1.89 bB
	20	87.33±1.53 bB	23±3.00 bB	11.11±0.37 bB
	25	91.67±2.89 bedBC	45.67±2.89 eE	18.03±1.60 dD
	30	0±0.00 aA	0±0.00 aA	0±0.00 aA

注:小写字母表示在 0.05 水平上差异,大写字母表示在 0.01 水平上差异,发芽率、发芽势、发芽指数为平均值±标准差。下同。

d,发芽持续时间为 8 d,比 CK 发芽启动时间早了 1 d 且发芽持续时间缩短了 5 d(图 2),表明赤霉素处理影响千里光种子的萌发。赤霉素处理浓度为 5 mg/L、10 mg/L、15 mg/L,种子的发芽率、发芽势和发芽指数表现较好,且 3 个浓度之间差异不显著,表明 5~15 mg/L 的赤霉素浓度范围内最适于种子萌发,均明显高于 CK 处理,达到极显著水平(表 2)。

2.3 不同播种方式下千里光种子的生长指标

在 2 种播种方式下,不盖土出苗率为 82.83%±3.87%,大于盖土出苗率 62.77%±3.43%,两者之间差异极显著,表明不盖土的播种方式更有利于千里光种子的萌发。不盖土播种方式下的千里光出苗

势、出苗指数均大于盖土方式,且均差异显著。2 种播种方式下千里光幼苗的平均根长、平均根数、平均茎长均差异不显著(表 3)。

3 讨论

10°C 与 30°C 下千里光种子不萌发,分析认为是因为千里光的萌发机制作用,这种萌发机制有利于提高千里光种子在自然界中的存活率。光照条件对千里光种子萌发影响不大。钱刚等人研究得出千里光最适温度为 4~20°C 变温,在 25°C 下不萌发^[9]。本次试验只设定了恒温条件,得出千里光种子在 25°C 恒温下发芽率达 90% 以上,结果不一致,原因

可能是在不同地点气候环境之间存在差异,导致种

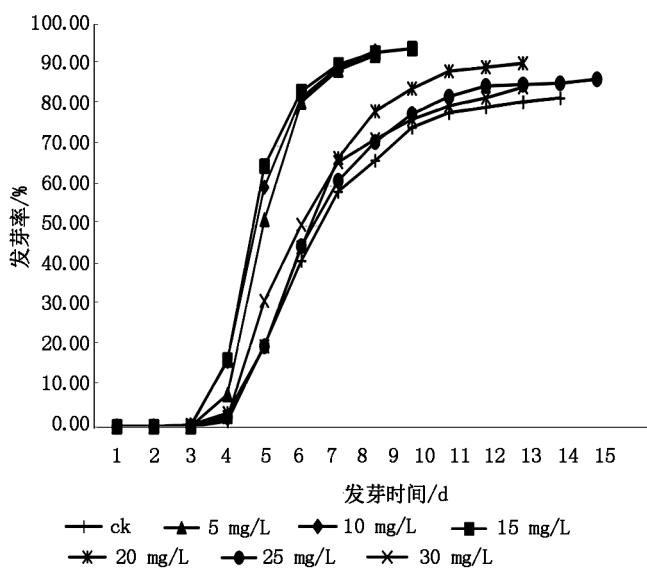


图 2 不同赤霉素浓度下千里光种子发芽启动时间和持续时间
Fig. 2 Starting time and duration of seed germination under different gibberellin concentrations

表 2 赤霉素浓度对千里光种子萌发的影响

Tab. 2 Effects of gibberellin concentrations on seed germination of *Senecio scandens*

激素浓度 / (mg · L ⁻¹)	发芽率 / %	发芽势 / %	发芽指数
CK	81±3.46 aA	22±1.00 aA	12.67±0.68 aA
5	92.67±6.43 cdB	43.67±8.74 bBC	17.22±1.13 bB
10	93.67±2.08 cdB	43.33±8.08 bBC	18.10±0.70 bB
15	94.33±1.15 dB	48.33±1.15 bC	18.38±0.69 bB
20	90.67±2.89 bedAB	25.67±0.67 aA	14.19±0.38 aA
25	86.67±5.13 abcAB	25.67±4.72 aA	13.33±0.64 aA
30	84.67±4.16 abAB	30.00±7.00 aAB	13.81±1.21 aA

表 3 不同播种方式对千里光幼苗生长指标

Tab. 3 Growth index of *Senecio scandens* seedlings under different sowing methods

	平均根长/cm	平均根数/根	平均茎长/cm	出苗率/%	出苗势/%	出苗指数
不盖土	0.96±0.15 aA	3.00±0.46 aA	2.01±0.16 aA	82.83±3.87 aA	8.83±3.06 aA	2.82±0.31 aA
盖土	1.22±0.23 aA	3.30±0.41 aA	1.88±0.12 aA	62.77±3.43 bB	5.50±1.38 bA	1.50±0.24 bB

3) 不盖土播种条件下的千里光种子的出苗率、出苗势、出苗指数最好。因此不盖土播种条件下更

子萌发特性不一样,这是种子对外界环境的适应结果。

赤霉素在种子萌发中起到打破休眠促进萌发的作用^[10]。任祝三等^[11]在研究欧洲千里光种子萌发特性时发现,欧洲千里光种子有内源性休眠,经过高温处理干燥储藏或赤霉素处理可以解除休眠。本研究发现,赤霉素浓度为 5~15 mg/L 时,种子发芽各个指标较好,浓度再升高处理效果变差,但高浓度的赤霉素对千里光种子萌发抑制与否有待研究。研究发现赤霉素处理能显著缩短千里光种子的发芽时间,加快种子发芽速度,这与赵琬玥等^[12]研究不同浓度赤霉素对长果绿绒蒿种子萌发特性的影响的结果相似。

在生产实践中,种子的出苗对播种育苗和规模机械化生产影响较大,其出苗率、出苗整齐度直接影响到种苗产量和质量。本研究发现,千里光种子在不盖土条件下发芽率、发芽势、发芽指数均比盖土条件下好,分析可能是由于种子较小,盖土限制其生长力,且透气不好。试验过程发现同一批千里光种子随着储存时间的增长发芽率降低。因此千里光种子在生产实践中应采用不盖土的播种方式,可以加盖透明薄膜达到保温、保湿的作用,并且种子宜即采即播,能大大提高其存活率。

4 结论

1) 15~25℃ 是千里光种子最适宜萌发的温度条件;光照条件对其种子的萌发影响不大。

2) 5~15 mg/L 的赤霉素处理是促进千里光种子萌发的较好浓度,相比于 CK,发芽启动时间提前,发芽持续时间缩短。

有利于千里光种子的萌发。

参考文献:

- [1] 陈录新,马鸿雁,张勉,等. 千里光化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2006,31(22):1600-1602.
- [2] 李松,肖玲. 明目利湿的千里光[J]. 首都食品与医药,2016,23(15):56-56.
- [3] 刘欣,林杏莉,庄雪影. 三种野生菊科植物的耐荫性研究[J]. 广东园林,2016,38(2):30-33.
- [4] 冯群,李晓宇,孙蓉. 千里光药理作用和毒性研究新进展[J]. 中国药物警戒,2014,11(3):151-153.
- [5] 钱刚,敖弟书,段鹏敏,等. 千里光抗菌作用的数量性状分析[J]. 植物科学学报,2010,28(1):67-71.
- [6] 王丽平,湛琴琴,梁瑾,等. 千里光组织培养体系的构建与遗传转化[J/OL]. 分子植物种,2019(18):1-6[2019-07-19]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20181019.1147.007.html>.
- [7] 马文静,赵颖,魏小红,等. GA3 浸种对露蕊乌头种子休眠及萌发生理特性的影响[J]. 草地学报,2018,26(1):231-237.
- [8] 孙清琳,张瑞红,易三桂,等. 长芒草(*Stipa bungeana*) 种子萌发与出苗对关键环境因子的响应[J]. 生态学报,39(6):161-169.
- [9] 钱刚,彭家琼,平军娇,等. 温度对千里光种子萌发特性的影响[J]. 辽宁中医杂志,2010(7):1342-1343.
- [10] 张杨. 促进羊草种子萌发的几种方法[J]. 中国草地学报,2005,27(4):65-68.
- [11] 任祝三,阿伯特,利查德. 欧洲千里光种子休眠与萌芽特性的研究[J]. 云南植物研究,1992,14(1):80-86.
- [12] 赵璇玥,刘伟,韩杜鹃,等. 不同浓度赤霉素对长果绿绒蒿种子萌发特性的影响[J]. 种子,2018,37(3):23-27.
- [13] 吴波,黎小满,罗平. 马铃薯不同盖土和摆种方法对比试验[J]. 广西热带农业,2009(5):23-24.

(责任编辑 杨焱熔)

(上接第37页)

- [17] MORTON-BERMEA O, HERMÁNDEZ-ÁLVAREZ E, GONZÁLEZ-HERMÁNDEZ G, et al. Assessment of heavy metal pollution in urban topsoils from the metropolitan area of Mexico City[J]. Journal of Geochemical Exploration,2009,101(3):218-224.
- [18] PAGOTTO C, REMY N, LEGRET M, et al. Heavy metal pollution of road dust and roadside soil near a major rural highway[J]. Environmental Technology, 2001, 22(3):307-319.
- [19] HAKANSON L. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach[J]. Water research,1980,14(8):975-1001.
- [20] PRASAD B, BOSE J. Evaluation of the heavy metal pollution index for surface and spring water near a limestone mining area of the lower Himalayas[J]. Environmental Geology,2001,41(1-2):183-188.
- [21] TEIXEIRA E, ORTIZ L, ALVEX M, et al. Distribution of selected heavy metals in fluvial sediments of the coal mining region of Baixo Jacuí, RS, Brazil [J]. Environmental Geology,2001,41(1-2):145-154.
- [22] 陈秀玲,卓明清,贾丽敏,等. 闽江表层沉积物重金属污染分布特征及其来源分析[J]. 环境污染与防治,2014,36(5):43-48.
- [23] 陈高武. 重庆都市圈土壤重金属元素迁移富集及生态效应研究[D]. 成都:成都理工大学,2008.
- [24] 刘文婷,王子波,陈满荣. 扬州城区道路两侧土壤重金属污染检测与评价[J]. 扬州大学学报(自然科学版),2011,14(4):78-82.
- [25] 中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值[M]. 北京:中国环境科学出版社,1990:329-492.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.009

孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区鱼类多样性调查研究

任玲^{1,2}, 刘淑伟³, 浦贤伟², 周睿⁴, 夏涛⁴, 李旭^{1,2}

(1. 西南林业大学云南省高校极小种群野生动物保育重点实验室, 云南 昆明 650224;

2. 西南林业大学生物多样性保护学院, 云南 昆明 650224;

3. 中国科学院昆明动物研究所 云南省高原鱼类育种重点实验室, 云南 昆明 652003;

4. 孟连傣族拉祜族佤族自治县农业农村局和科学技术局, 云南 孟连 665800)

摘要:于2018年10月至11月以系统抽样的方式,设置6个调查断面,结合走访和查阅相关文献资料,对孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区鱼类资源开展调查。经过分析、鉴定,结果表明:保护区分布有鱼类40种,隶属于4目13科35属,鱼类组成以鲤形目为主,共有27种,其中外来鱼类9种,占总种数的22.5%;保护区鱼类栖息习性有急流型类群、流水型类群、静缓流型类群,繁殖习性分为产沉性卵、漂流性卵、强粘性卵、特殊产卵类型鱼类,食性有以着生藻类、水生昆虫或其它底栖无脊椎动物、浮游生物及其它以肉类为食的鱼类;保护区鱼类无典型的洄游活动,但部分鱼类繁殖时有短距离溯河上行的习惯。文中就人类活动对保护区鱼类多样性的影响进行讨论,提出建立健全管理机构、提高管理人员业务素质,增加资金投入,加强宣传、增强公众保护意识等加强保护区建设与管理的建议。

关键词:鱼类资源;多样性;习性;种类组成;生态特点;南垒河保护区

中图分类号:S759.94;S931.1;Q16 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0050-08

引文格式:任玲,刘淑伟,浦贤伟,等.孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区鱼类多样性调查研究[J].林业调查规划,2020,45(2):50-57.

REN Ling, LIU Shuwei, PU Xianwei, et al. Fish Diversity in Nanleihe Nature Reserve for Natural Fishery Resources of Menglian County[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 50-57.

Fish Diversity in Nanleihe Nature Reserve for Natural Fishery Resources of Menglian County

REN Ling^{1,2}, LIU Shuwei³, PU Xianwei², ZHOU Rui⁴, XIA Tao⁴, LI Xu^{1,2}

(1. Key Laboratory for Conserving Wildlife with Small Populations in Universities of Yunnan Province, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. College of Biodiversity Conservation, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 3. Yunnan Key Laboratory of Plateau Fish Breeding, Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 652003, China; 4. Bureau of Agricultural Science and Technology in Menglian Dai-Lahu-Wa Autonomous County, Menglian, Yunnan 665800, China)

Abstract: Based on visiting and consulting relevant literature, six survey sections were set up by systematic

收稿日期:2019-08-19;修回日期:2019-11-11.

基金项目:云南省教育厅科学研究基金项目(2018Y116)资助;云南省重点学科野生动植物保护与利用(XKZ200904)及云南省林学一流学科建设项目(51600625)支持.

第一作者:任玲(1993-),女,内蒙古赤峰人,硕士研究生.研究方向:野生动植物保护与利用. Email: renling0617@163.com

责任作者:李旭(1981-),男,贵州贵阳人,硕士,副教授.研究方向:野生动植物保护与利用. Email: lixu.swfu@hotmail.com

sampling to investigate the fish resources in Nanleihe Nature Reserve for Natural Fishery Resources of Menglian County from October to November 2018. By analysis and identification, 40 species of fish were found in the reserve, belonging to 4 orders, 13 families and 35 genera. The fish composition was dominated by Cypriniformes, with a total of 27 species, including 9 invasive species, accounting for 22.5%. The habitat habit of fish in the reserve included rapidflow type, flowing type, and static and slow flow type, and the breeding habits were divided into demersal egg, drifting egg, strong viscosity egg and special spawning egg. The feeding habits were dominated by algae, aquatic insects or other benthic invertebrates, plankton and other carnivorous fish. There was no typical migratory activity in the region, but was some short-distance anadromous fish. This paper discussed the impact of human activities on the diversity of fish in the reserve, and suggested to strengthen the construction and management of the reserve, such as establishing and perfecting the management organization, improving the professional quality of the management personnel, increasing the capital investment, strengthening the publicity and enhancing the public protection awareness.

Key words: fish resources; diversity; habits; species composition; ecological characteristics; Nanleihe Nature reserve

孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区(以下简称“保护区”)设立于1998年,位于孟连县傣族拉祜族佤族自治县(以下简称“孟连县”)娜允镇,全长约4 km;经孟连县政府“《关于印发修改后孟连傣族拉祜族佤族自治县人民政府关于对渔业资源加强保护和管理的暂行规定的通知》(孟政发〔1998〕第130号)”文件批准为县级自然保护区^[1],主要保护对象为水生野生动物。保护区设立之初,限于技术力量及经费,未开展对综合考察,也未编制对总体规划,保护区本底资料不清;保护区由孟连县水产技术推广站代管,至今未成立专门的管理机构,亦无专业的技术人员。

伴随国家西部大开发战略的实施,孟连县社会经济快速发展,人口增加,城市范围逐渐扩大,保护区南段两岸土地逐渐“进化”为城区^[2]。保护区河岸多次整修,原有生态环境发生了较大改变,保护区生物多样性受到显著影响。据此,云南省渔业局向普洱市农业局下发了《云南省渔业局关于进一步加强和规范有关水生生物自然保护区监督管理的函》,建议调整现有保护区范围。此外,依据2018年7月云南省人民政府下发了《云南省地方级自然保护区调整管理规定》^[1],保护区范围调整已势在必行。但是,由于保护区建立之初并未进行本底调查,保护区自然环境、鱼类资源的本底不清,保护区范围调整缺乏科学依据。特此开展本次鱼类多样性调查,以期掌握保护区鱼类资源及其分布情况,分析鱼类的繁殖习性、栖息习性、洄游习性,以及保护区内鱼类主要的产卵场、越冬场、索饵场等信息,为保护区范围调整提供支撑和依据。

1 材料及方法

1.1 保护区概况

南垒河发源于云南省澜沧拉祜族自治县拉巴乡北部芒东,发源地海拔2 043 m,入孟连县后称南垒河,由北向南纵贯孟连县东部,右岸纳塔拉弄河(以暗河补给),出孟连坝向南流,右纳南咤河,流经孟连县景信乡、腊垒乡后,于芒信镇左纳南基河,在汉族寨附近中缅共享很短一段南垒河后,于那呼科山南侧中缅边境200号界柱进入缅甸境内^[1]。孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区位于云南省普洱市孟连县,属于南垒河一段;现保护区范围为南咤河与南垒河交汇处(99°34′50.98″E,22°9′0.22″N)至南雅河与南垒河交汇处(99°34′36.07″E,22°20′33.38″N),全长4 km。

1.2 调查方法

保护区在设置初期并未划分功能区,亦没有明确边界。因此基于南垒河流向,于2018年10月至11月在芒街村至娜允村之间以系统抽样的方式,设置6个调查断面实施鱼类捕捞(图1)。鱼类标本用10%福尔马林溶液固定,75%酒精保存,依据相关文献,参照朱松泉^[3],褚新洛等^[4-6],陈宜瑜^[7],乐佩琦^[8],伍献文^[9,10]的分类体系鉴定并编制鱼类名录。鱼类资源量以实际捕捞渔获物为基础,计算不同断面主要捕捞对象及其在渔获物中所占比重,分析不同渔获物长度和重量组成^[11],以判断鱼类资源状况。

走访沿江居民和当地水产部门工作人员,了解

鱼类主要集中地和鱼类种群组成,结合鱼类生物学特性和河段水文学特征,分析鱼类产卵场、越冬场、索饵场的分布情况,以实际鱼类捕捞结果验证。鱼类产卵场作为主要调查对象,根据调查河段的生态特点,进行产漂流性卵鱼类产卵场调查;产粘沉性卵鱼类产卵场采用解剖鱼类、与渔民交流、参考鱼类繁殖生物学、环境等结合的调查方法。

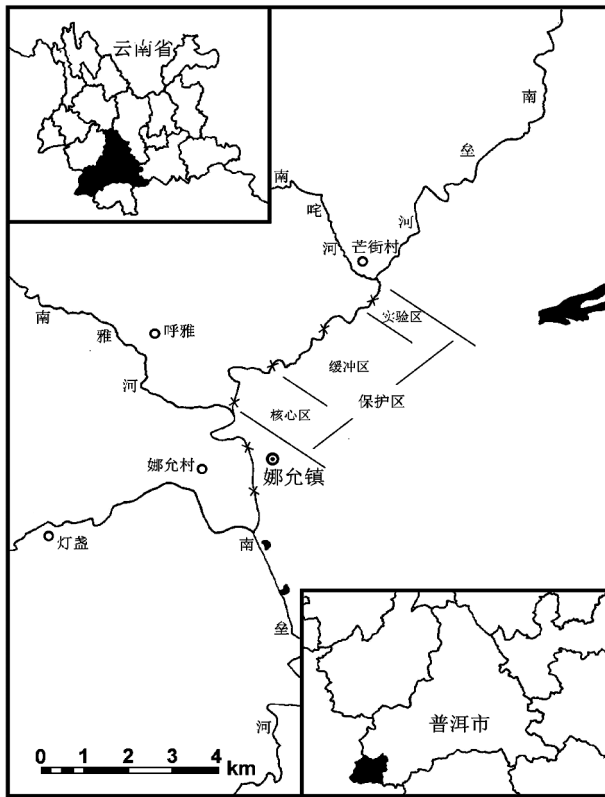


图 1 孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区区位图
Fig. 1 Location of Nanleihe Nature Reserve for Natural Fishery Resources of Menglian County

2 结果

2.1 鱼类种类组成

孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区分布有鱼类 40 种,隶属于 4 目 13 科 35 属。鱼类组成以鲤形目 CYPRINIFORMES 为主,共有 27 种,占总物种数的 69.5%,其中鲤科 Nemacheilidae 鱼类有 19 种,占总物种数的 47.5%;鲇形目 SILURIFORMES 鱼类有 8 种,占总物种数的 20.0%,其中鮡科 Sisoridae 鱼类 5 种,占本目物种数的 62.5%;鲈形目 PERCIFORMES 鱼类有 4 种,占总物种数的 10%;合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES 鱼类有 1 种,占总物种数的 2.5%(表 1)。

保护区内,无国家级及省级保护鱼类;《中国濒

表 1 南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区鱼类名录
Tab 1 Species list of fish in Nanleihe Nature Reserve for Natural Fishery Resources of Menglian County

分类阶元	红色名录	IUCN 特有性	外来丰富度种
一 鲤形目 CYPRINIFORMES			
条鳅科 Nemacheilidae			
大头南鳅 <i>Schistura macrocephalus</i>		澜沧江	+
湄南南鳅 <i>Schistura menanensis</i>			+++
贡丰南鳅 <i>Schistura kongphengi</i>		澜沧江	
南方翘条鳅 <i>Pteronemacheilus meridionalis</i>			++
沙鳅科 Botiidae			
黑线安巴沙鳅 <i>Ambastaia nigrolineata</i>		澜沧江	
花鳅科 Cobitidae			
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>			√ +
伯氏似鳞头鳅 <i>Lepidocephalichthys berdmorei</i>			+
爬鳅科 Balitoridae			
原缨口鳅待定种 <i>Vanmanenia sp.</i>			+
鲤科 Nemacheilidae			
异斑小鲤 <i>Puntius ticto</i>			++
丽色低线鳊 <i>Barilius pulchellus</i>			+++
长嘴鳊 <i>Raiamas guttatus</i>			
金线丹 <i>Danio chrysotaeniatus</i>		澜沧江	++
马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>			√
南方白甲鱼 <i>Onychostoma gerlachi</i>			+
鲫 <i>Carassius auratus auratus</i>			√ +
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>			√ +
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idell</i>			√
鳊 <i>Hemiculter leucisculus</i>			√ +
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>			√ +
高体鳊 <i>Rhodeus ocellatus</i>			√ +
中国结鱼 <i>Tor sinensis</i>		澜沧江	
柬埔寨墨头鱼 <i>Garra cambodgiensis</i>		澜沧江	
斑尾墨头鱼 <i>Garra fasciacauda</i>		澜沧江	
舌唇鱼 <i>Lobocheilus melanotaenia</i>		澜沧江	
长臀鲃 <i>Mystacoleucus marginatus</i>		澜沧江	
云南吻孔鲃 <i>Poropuntius huangchuchieni</i>			+++
少鳞舟齿鱼 <i>Scaphiodonichthys acanthopterus</i>			
二 鲇形目 SILURIFORMES			
鮡科 Sisoridae			
纺锤纹胸鮡 <i>Glyptothorax fuscus</i>		澜沧江	

续表 1

分类阶元	红色名录	IUCN 特有性	外来种	丰富度
大斑纹胸鲌 <i>Glyptothorax axmacromaculatus</i>			澜沧江	
长须纹胸鲌 <i>Glyptothorax longinema</i>				+
老挝纹胸鲌 <i>Glyptothorax laosensis</i>			澜沧江	+
短须粒鲃 <i>Akysis brachybarbatus</i>	R	VU	澜沧江	
鲮科 Bagridae				
丝尾鲮 <i>Hemibagrus wyckioides</i>		VU		
胡子鲇科 Clariidae				
胡子鲇 <i>Clarias batrachus</i>				√
锡伯鲇科 Schilbidae				
中华鲮 <i>Clupisoma sinense</i>			澜沧江	
三合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES				
合鳃鱼科 Synbranchidae				
黄鳝 <i>Monopterus albus</i>				
四鲈形目 PERCIFORMES				
刺鲃科 Mastacembelidae				
大刺鲃 <i>Mastacembelus armatus</i>				+
丽鱼科 Cichlidae				
尼罗罗非鱼 <i>Oreochromis nilotica</i>				√ +++
鰕虎鱼科 Gobiidae				
褐吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>				++
鲢科 Chaniidae				
宽额鲢 <i>Channa gachua</i>				+++

注:+++ , 优势种; ++ , 常见种; + , 偶见种; △ , 文献资料或访问有, 未实际采集到标本。

危动物红皮书》收录 1 种, 即短须粒鲃, 评级为稀少 (R)^[12]; 《中国脊椎动物红色名录》收录 2 种, 分别为丝尾鲮、短须粒鲃, 评级均为易危 (VU)^[13]。澜沧江特有鱼类 14 种, 外来鱼类 9 种。

2.2 鱼类数量组成

通过在 6 个调查断面的实地采集, 共采集到鱼类 228 尾, 共计 1 294.3 g, 23 种, 隶属于 3 目 9 科 (表 2)。分断面来看, 鲤 *Cyprinus carpio*、鲫 *Carassius auratus auratus*、泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*、鲮 *Hemiculter leucisculus*、麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*、尼罗罗非鱼 *Oreochromis nilotica* 及宽额鲢 *Channa gachua* 等鱼类喜居于静水营养水平较高的水体, 主

要见于下游南雅河汇口以下 2 个断面。南雅河汇口断面鱼类较为丰富, 基本可以采集到所有以上鱼类, 但在数量上以本地土著鱼类为主, 例如湄南南鳅 *Schistura menanensis*、南方翘条鳅 *Pteronemacheilus meridionalis*、丽色低线鳅 *Barilius pulchellus*、异斑小鲃 *Puntius ticto* 等, 老挝纹胸鲌 *Glyptothorax laosensis* 和大斑纹胸鲌 *Glyptothorax axmacromaculatus* 偶见。南雅河汇口以上河道狭窄, 深度通常较深, 渔获物以云南吻孔鲃 *Poropuntius huangchuchieni* 为主, 一些底层小型鱼类较难于捕捉。

表 2 保护区调查总体渔获物情况

Tab 2 Catching fish of survey in the reserve

编号	种名	数量	数量比例 / %	重量 / g	重量比例 / %
1	大头南鳅 <i>Schistura macrocephalus</i>	14	6.14	23.1	1.78
2	湄南南鳅 <i>Schistura menanensis</i>	47	20.61	47.2	3.65
3	南方翘条鳅 <i>Pteronemacheilus meridionalis</i>	33	14.47	38.5	2.97
4	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	2	0.88	11.3	0.87
5	伯氏似鳞头鳅 <i>Lepidocephalichthys berdmorei</i>	2	0.88	4.4	0.34
6	原缨口鳅待定种 <i>Vanmanenia sp.</i>	3	1.32	19.6	1.51
7	异斑小鲃 <i>Puntius ticto</i>	28	12.28	47.9	3.70
8	丽色低线鳅 <i>Barilius pulchellus</i>	23	10.09	88.3	6.82
9	金线丹 <i>Danio chrysotaeniatus</i>	5	2.19	9.1	0.70
10	南方白甲鱼 <i>Onychostoma gerlachi</i>	3	1.32	30.5	2.36
11	鲫 <i>Carassius auratus auratus</i>	1	0.44	55.3	4.27
12	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	1	0.44	100.2	7.74
13	鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	3	1.32	17.3	1.34
14	麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	3	1.32	3.2	0.25
15	高体鲮 <i>Rhodeus ocellatus</i>	2	0.88	2.4	0.19
16	云南吻孔鲃 <i>Poropuntius huangchuchieni</i>	14	6.14	180.3	13.93
17	长须纹胸鲌 <i>Glyptothorax longinema</i>	3	1.32	6.9	0.53
18	老挝纹胸鲌 <i>Glyptothorax laosensis</i>	4	1.75	8.8	0.68
19	大刺鲃 <i>Mastacembelus armatus</i>	1	0.44	2.2	0.17
20	尼罗罗非鱼 <i>Oreochromis nilotica</i>	11	4.82	340.3	26.29
21	褐吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	6	2.63	6.9	0.53
22	宽额鲢 <i>Channa gachua</i>	19	8.33	250.6	19.36
合计		228	100.00	1294.3	100.00

2.3 鱼类区系组成特点

根据李思忠^[14]及陈宜瑜^[7]等对中国淡水鱼类区系的研究,剔除 9 种外来鱼类,本流域鱼类区系具有以下特点:

1) 缺乏以鲤形目鲤科雅罗鱼亚科 Leuciscinae、鮡亚科 Gobioninae 为代表的“北方冷水性类群”。

2) 缺乏以鲤科鲃亚科 Cultrinae、鲴亚科 Xenocyprininae、雅罗鱼东亚种类和鱼丹亚科东亚种类为代表的“东亚类群”。

3) 以鲤科鲃亚科 Barbinae、野鲮亚科 Labeoninae 为代表的“老第三纪类群”为主要成分,有丽色低线鱮、中国结鱼 *Tor sinensis*、墨头鱼 *Garra* 等。鳅科 Cobitidae、爬鳅科 Balitoridae、鲴形目鲴科、锡伯鲴科 Schilbidae 也可以划入这一类型。

4) 由“老第三纪类群”分化出来的“青藏高原类群”以鲴形目鲴科鱼类为主。

2.4 外来鱼类情况

根据实地调查,保护区分布有外来鱼类 9 种,即鲫、鲤、鲃、泥鳅、尼罗罗非鱼、麦穗鱼、草鱼 *Ctenopharyngodon idell*、马口鱼 *Opsariichthys bidens*、高体鲮 *Rhodeus ocellatus*, 占有所有鱼类的 22.5%, 其中罗非鱼数量最多,在渔获物种中占较大比例,是本地的主要养殖品种。总体来看,外来鱼类主要分布于水流平缓的孟连县城河段,在水流较急的自然河段,本地土著鱼类仍然占绝大多数。

2.5 鱼类生态特点

2.5.1 栖息习性

根据流域内水流流态特征及鱼类的栖息特点,保护区内鱼类大致可分为以下几个类群:

1) 急流型类群

此类群部分种类具特化的吸盘或类似吸盘的附着结构,适于附着在急流河底物体上生活,以附着藻类及有机碎屑等为食,也有少数头部不具特化的吸附结构但习惯于生活于急流的种类,或以藻类有机碎屑、或以小型鱼类及软体动物等为食。这一类鱼群有条鳅类、爬鳅类、野鲮类及鲃科鱼类等,如大头南鳅 *Schistura macrocephalus*、湄南南鳅、贡丰南鳅 *Schistura kongphengi*、南方翘条鳅、原缨口鳅 *Vanmanenia*、墨头鱼、纹胸鲃等。该类群鱼类通常个体较小,在保护区内分布种类较多。

2) 流水型类群

此类群主要或完全生活在江河流水环境中,体长形,略侧扁,游泳能力强,适应流水生活。它们或以水底砾石等物体表面附着藻类为食,或以有机碎

屑为食,或以底栖无脊椎动物为食,或以软体动物为食,或主要以水草为食,或主要以鱼虾类为食,甚或为杂食性。该类群代表种类有沙鳅类,鲤科丹亚科 Danioninae、鲃亚科,鲴形目鲴科、锡伯鲴科等,如黑线安巴沙鳅 *Ambastaia nigrolineata*、斑尾墨头鱼 *Garra fasciacauda*、马口鱼、云南吻孔鲃、少鳞舟齿鱼 *Scaphiodonichthy. acanthopterus*、中国结鱼、中华鲃 *Clupisoma sinense*、丝尾鲮 *Hemibagrus wyckioides* 等。这一类群在保护区内分布较多,也是流域内的重要类群,且部分鱼类为主要经济鱼类,如云南吻孔鲃等。

3) 静缓流型类群

此类群主要在河流缓流或洄水区觅食,适宜生活于静缓质流水体中,或以浮游动植物为食,或杂食,或动物性食性。该类群鱼类原在保护区内分布极少,现有分布鱼类绝大多数为外来鱼类,多数由南垒河下游人工养殖等活动带入,如鲤、鲫、鲃、鲮、麦穗鱼、鰕虎鱼 *Rhinogobius*、罗非鱼、宽额鲮等。

2.5.2 繁殖习性

按照鱼类产鱼卵的习性划分,可将流域内鱼类分为以下几种类型:

1) 产沉性卵鱼类

这类鱼需要在水流较急的“滩”或“沱”里产卵,有些种类甚至要在浅滩沙砾底处掘出浅坑,产卵于其中。卵产出后,一般发育时间较长,面临的最大危险是底层鱼类的捕食。不过,由于产卵期较长,产卵场较为分散,使得受精卵和胚胎在时间上和空间上都具有分散性,卵散布在砾石滩处,大部分隐匿于石头缝隙中,也可以减少被捕食的机会;有些种类卵具有粘性,有助于卵粘附于水底砾石等^[15]。此外,砾石浅滩处通常溶氧丰富,水质良好,有利于受精卵发育。本流域内鱼类绝大多数属于这一类型,且基本都是土著鱼类,主要有:条鳅科 Nemacheilinae、鲤科、野鲮亚科、鲃亚科、鲤亚科,部分爬鳅科种类、鲴形目种类等。

2) 产漂流性卵鱼类

这一类型鱼卵的比重略大于水,但产出后卵膜吸水膨胀,在水流的外力作用下,鱼卵悬浮在水层中顺水漂流孵化,在浅水或缓流处停留^[16],直至仔鱼具有游泳能力。产“漂流性卵”的鱼类在其早期生活中水流湍急的条件是必不可少的,这种繁殖对策既可以避免被捕食者吞食的危险,为发育的胚胎提供充足的溶氧,也可为即将孵出的仔鱼提供更为广阔的育幼场所,提高其饵料的保障程度。该类型鱼

类有:部分爬鳅类、沙鳅 *Ambastaia* 类、草鱼等,大多数为外来种。

3) 产强粘性卵鱼类

这一类型鱼类可借助于沿岸卵石、大石、水草等产卵繁育后代^[17]。繁殖季节常在每年的 3 月,也有些种类延迟到 4—5 月,产强粘性卵,通常生活于静水水域水草丰富的地方,以便卵粘附于水草上孵化,主要有鲃、麦穗鱼、鲤、鲫等;大多数也是外来鱼类。

4) 特殊产卵类型鱼类

除上述鱼类外,还存在一些非典型的产卵方式,鲮鳊类及鱮类,多产卵于蚌类的鳃瓣类发育;罗非鱼的卵则含在雌鱼口中发育。

2.5.3 洄游习性

根据成庆泰^[18]的研究,洄游是鱼类对环境的一种长期适应的结果,其意义是在使种群获得更有利的生存条件以及能更好地繁衍后代。鱼类洄游分为 3 种类型:生殖洄游、索饵洄游、越冬洄游。生殖洄游是从越冬场或索饵场,成群结队向产卵场迁移;索饵洄游是生殖之后或越冬以后的成鱼和具有一定游泳能力的幼鱼,因觅食而向育肥场进行的迁移;越冬洄游是成鱼和幼鱼从育肥场向越冬场进行的迁移。鱼类洄游受历史原因、鱼类本身的生理要求和环境等因素的影响。其中生理要求包括对食物、适宜产卵地或越冬场所的寻求,环境因素则通过水流、底质类型、温度、盐度、水质、光线等来影响鱼类的洄游。

本次调查河段基本均属于山溪河流,各段之间差别较小。调查范围内无典型的洄游活动,即无长距离溯河洄游鱼类,无降河洄游鱼类,也没有河湖洄游鱼类;调查范围分布的鱼类多属中小型鱼类,繁殖时往往有短距离溯河上行的习惯,但其繁殖对原河道的要求并不十分严格,洄游路径并无规律,在大多数河段均可进行产卵活动;少数大型鱼类,如丝尾鳢等,则选择在江河干流进行繁殖。

2.5.4 食性

按照鱼类食性划分,可将调查水域内鱼类分为以下几类:

1) 以着生藻类为食的类群

该类群大多为口下位,具有发达的触须及锋利的下颌或肥厚的唇,用以感触刮取摄取食物,食物中有时还包括有机碎屑及少量底栖无脊椎动物。这一类群有鲃亚科、野鲮亚科鱼类等。

2) 以水生昆虫或其它底栖无脊椎动物为食的类群

该类群以摄食水生昆虫的成虫、幼虫或其它底

栖无脊椎动物为主,有的种类也摄食少量着生藻类和植物碎屑。这一类群有条鳅类、鮡科鱼类等。

3) 杂食性类群

该类群部分种类所摄食物可看作上一类群的扩展,既摄食水生昆虫、虾类、软体动物等动物性饵料,也摄食藻类及植物的碎片、种子,有时还吞食其它鱼类的鱼卵、鱼苗,随所处水域环境的食物组成不同有差异。这一类群有鲤、鲫、中国结鱼、云南吻孔鲃、泥鳅、罗非鱼等,还有以草食性为主的草鱼为主。

4) 肉食性类群

该类群有的巡游于水体上层,有的潜伏水底或岸边,以其它鱼类或小型动物为食,这个类群主要有马口鱼、胡子鲇 *Clarias batrachus*、黄鳝 *Monopterus albus*、宽额鳢等。

5) 以浮游生物为食的类群

该类群大多数在幼鱼阶段都以浮游生物为食,少数鱼类却终身以浮游生物为食。这一类有以浮游动物为食的鲃以及以浮游植物为食的草鱼。

2.6 鱼类重要生境

调查发现,保护区河道根据水流形势大体可以分为 2 种:一种处于自然状态河道,主要位于孟连县城以上,河面窄,水流较为湍急,底质以砾石、大石、砂石等为主;另一种为人为干扰过的河道,主要是穿过孟连县城的河段,河面宽,水流平缓,底质以淤泥为主。

2.6.1 产卵场

调查发现,保护区绝大多数土著鱼类产沉性卵,这些鱼类通常在水流较急、底质为砂石的浅滩河段产卵,借助流水刺激,鱼群在浅滩处追逐、挤压以完成产卵繁殖活动。在保护区中,这些产卵场主要分布于保护区核心区上游,这一段水流较急,底质为连续砾石、砂石滩。另外有个别土著鱼类产漂流性卵,例如沙鳅类、爬鳅类等,这些鱼类产卵往往在水流紊乱、深度较深、底质通常为大石的河段产卵,以借助紊乱的水流使卵悬浮于水体中,便于漂流。这一类型产卵场主要位于保护区核心区中段山谷河段,这一河段水流较深、较急,底质以大石为主,形成了上下翻滚、紊乱的流态。产强黏性卵鱼类产卵场在保护区内无分布。特殊产卵类型的鱼类主要是罗非鱼、黄鳝等,该型鱼类产卵场在保护区内也无分布。

2.6.2 索饵场

索饵和育幼场是指鱼类幼苗孵化初期集中摄食、育成的区域,在江河中,多位于沿岸浅水区域,这些地方通常饵料丰富,可以躲避敌害及剧烈的水流

冲击。产沉性卵鱼类,其卵一般在产卵场附近出膜,再沿岸水流较缓的地带索饵育幼,直至幼鱼有较强的游泳能力,因此,这一类型鱼类索饵育幼场与产卵场位置基本一致。另外保护区核心区下游,水流较缓,部分河段沿岸存在浅水区,也可供幼鱼觅食。

2.6.3 越冬场

越冬场为鱼类冬季集群栖息的水域,在江河中,冬季鱼类一般栖息于干流深水区域。在保护区内,鱼类越冬场所主要分布于核心区中下段,水流较急或较缓的深水区,水深 3 m 左右,这一带水温相对较高,溶氧也较高,适宜各种鱼类越冬。

3 讨论

3.1 人类活动对保护区鱼类多样性的影响

在原保护区采集到鱼类 14 种,其中 8 种为外来鱼类,在数量上以耐污染类型的宽额鲢、尼罗罗非鱼为主,分别占总体鱼类数量的 31.37%,21.57%,其中尼罗罗非鱼为外种,在重量上最多,其次为宽额鲢、鲤、鲫,分别占总体渔获物的 44.07%,28.57%,12.98%,7.16%,均为耐污类型,尼罗罗非鱼、鲤、鲫均为外来种;而在拟新设保护区河段采集到鱼类 13 种,仅有 1 种为外来鱼类,在数量上以土著鱼类湄南南鳅、南方翘条鳅、异斑小鲃、丽色低线鱮、大头南鳅、云南吻孔鲃为主,分别占总体鱼获物数量的 25.84%,18.54%,14.04%,12.92%,7.87%,7.30%,大多数为急流鱼类,在重量上以云南吻孔鲃占最多,占总体重量的 33.26%,其次为丽色低线鱮、湄南南鳅、异斑小鲃、南方白甲鱼,分别占总体鱼类渔获物的 16.91%,8.89%,8.29%,5.84%,均为土著鱼类。调查发现,保护区分布有外来鱼类 9 种,即鲫、鲤、鲃、草鱼、麦穗、鱼马口鱼、高体鳊、泥鳅、尼罗罗非鱼,占有 40 种鱼类的 22.5%,其中罗非鱼数量最多,在渔获物中占较大比例,是本地的主要养殖品种。总体来看,外来鱼类主要分布于水流平缓的孟连县城河段,在水流较急的自然河段,仍然以本地土著鱼类占绝大多数。可见,在距离人类活动区域较远的拟新设保护区河段,鱼类外来入侵的现象显著低于位于人类密集活动区域的原保护区区域,有研究表明鱼类入侵大多是由有意引种或者随有意引种的无意带入造成的^[19]。鱼类的入侵途径主要是:水产养殖(51%)、观赏渔业(21%)、休闲垂钓(12%)、渔业捕捞运输(7%)等^[20],并会对本土鱼类种群造成严重影响,甚至导致了部分地方本土种

群的灭绝^[21,22]。南垒河保护区原有区域为人类活动密集区,且水域周边有以外来种作为经济物种的水产养殖场,由此推断,极有可能是人类的养殖行为对保护区内鱼类多样性造成了负面影响。如何平衡水产养殖业发展与对生物多样性造成的影响是一个需要考虑的问题。

3.2 鱼类资源评述

本地仅有短须粒鲶及丝尾鳢 2 种鱼类被列入保护类名录^[12-13],但是在本次调查中均未采集到标本,证明数量可能已经很少;大头南鳅、贡丰南鳅、黑线安巴沙鳅、金线丹 *Danio chrysotaeniatus*、中国结鱼、柬埔寨墨头鱼 *Garra cambodgiensis*、斑尾墨头鱼、长臀鲃 *Mystacoleucus marginatus*、舌唇鱼 *Lobocheilus melanotaenia*、短须粒鲶 *Akysis brachybarbatus*、纺锤纹胸鲃 *Glyptothorax fuscus*、大斑纹胸鲃、老挝纹胸鲃、中华鲱鳅等 14 种特有鱼类中仅有金线丹、老挝纹胸鲃采集到了标本^[4],这可能与采集季节有一定关系,但这种情况仍然应该加以重视,密切关注各种珍稀、特有鱼类的种群数量变化,并采取一定的保护措施。

鱼类生态特性类型多样,从栖息习性来看,有急流型类群,流水型类群,静缓流型类群,其中急流型鱼类占多数;从繁殖习性来看,有产沉性卵鱼类,产漂流性卵鱼类,产强粘性卵鱼类及特殊产卵类型鱼类,其中产沉性卵鱼类占多数。从洄游习性来看,保护区内无典型的洄游活动,调查范围内分布的鱼类多属中小型鱼类,繁殖时往往有短距离溯河上行的习惯^[23],其繁殖对原河道的要求并不十分严格,洄游路径并无规律,在大多数河段均可进行产卵活动;少数种类大型鱼类,如丝尾鳢等,则选择在江河干流进行繁殖^[24]。从食性来看,有以着藻类为食的类群,以水生昆虫或其它底栖无脊椎动物为食的类群,杂食性类群,肉食性类群,以浮游生物为食的类群。

4 建议与对策

1) 建立健全的管理机构,提高管理人员业务素质

要解决孟连县南垒河天然渔业资源自然繁殖保护区建设与管理工作中现有的问题,首先需要健全当地的管理机构,建设良好的管理机制。在充分考虑保护区分布的实际情况及方便管理和协调各项资源的基础上,建议成立由具有高学历、高素质和丰富工作经验的管理人员组成相关管理机构,对保护区内各项业务分别进行监管和指导。其次,加强自然

保护区建设和管理,理顺管理体制,完善基础设施,使保护管理工作更加科学化、正规化、规范化。

2) 增加保护区资金投入

积极争取当地政府的支持,解决好保护区内的机构、级别、编制、经费和管理权限等一系列问题。积极争取社会各界对保护区建设的资金投入,合理的将其用于保护区的内部建设上,如房屋基建、科研、宣教及社区共管等方面。加强保护区的建设和管理工作力度,本着可持续发展的观念不断优化保护区的自然环境及自然资源管理体系,保护好现有资源,使其充分发挥保护区的各种功能和效益。

3) 加强宣传教育工作,增强公众保护意识

加强保护区管理和资源保护相关的法律法规宣传,使公众更加清晰明了在保护区什么能为,什么不能为,从而更好地约束自身行为。通过开展保护、科研、监测、宣传教育等工作,从多方面提高保护区的管理水平,积极吸纳先进的自然保护区管理经验,结合实际情况,建立适用于当地的自然保护区建设和管理体系。

参考文献:

- [1] 何怡. 云南孟连县南垒河绿色长廊存在的问题与建设措施[J]. 林业建设, 2017(3): 65-69.
- [2] 何怡. 生态建设理念在孟连县南垒河绿色长廊建设中的实践与布局[J]. 绿色科技, 2017(11): 53-54.
- [3] 朱松泉. 中国条鳅志[M]. 南京: 江苏科技出版社, 1989.
- [4] 褚新洛, 陈银瑞. 云南鱼类志(上册)[M]. 北京: 科学出版社, 1989.
- [5] 褚新洛, 陈银瑞. 云南鱼类志(下册)[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [6] 褚新洛, 郑葆珊, 戴定远, 等. 中国动物志. 硬骨鱼纲. 鲇形目[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [7] 陈宜瑜. 中国动物志. 硬骨鱼纲. 鲤形目(中卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [8] 乐佩琦. 中国动物志. 硬骨鱼纲. 鲤形目(下卷). 北京: 科学出版社, 2000.
- [9] 伍献文. 中国鲤科鱼类志上卷[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1964.
- [10] 伍献文. 中国鲤科鱼类志下卷[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982.
- [11] 解崇友, 牛亚兵, 罗德怀, 等. 三峡库区重要支流鱼类多样性初探[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(12): 2747-2756.
- [12] 汪松. 中国濒危动物红皮书·鱼类[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [13] 蒋志刚, 江建平, 王跃招, 等. 中国脊椎动物红色名录[J]. 生物多样性, 2016, 24(5): 500-551.
- [14] 李思忠. 中国淡水鱼类的分布区划[M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [15] 解涵, 金广海, 解玉浩, 等. 鱼类产卵孵化方式及其适应意义[J]. 河北渔业, 2010(3): 53-57.
- [16] 陈栋为, 夏豪, 陈国柱, 等. 岷江下游航电梯级生态流量协同造峰调度研究[J]. 人民长江, 2017, 48(20): 35-38, 44.
- [17] 吴宗耀. 人工鱼巢在固化河堤河道中提升鱼的繁殖能力的作用[J]. 基层农技推广, 2014, 2(10): 17.
- [18] 成庆泰. 鱼类的洄游[J]. 生物学通报, 1984(6): 7-9.
- [19] 张登成, 郑娇莉. 水电工程建设前后外来鱼类入侵问题初步研究[J]. 人民长江, 2019, 50(2): 83-89.
- [20] GOZLAN R E, BRITTON J R, COWX I, et al. Current knowledge on non-native freshwater fish introductions[J]. Journal of Fish Biology, 2010, 76(4): 751-786.
- [21] GUREVITCH J, PADILLA D K. Are invasive species a major cause of extinctions[J]. Trends in Ecology and Evolution, 2004(19): 470-474.
- [22] GOZLAN R E, ST-HILAIRE S, FEIST S W, et al. Biodiversity: disease threat to European fish[J]. Nature, 2005(435): 1046.
- [23] 邵艳丽. 浅谈主要经济鱼类的相互关系[J]. 农业与技术, 2018, 38(14): 255.
- [24] 张玉杰, 刘宗英, 宋文华, 等. 白须公生物学及引种养殖现状[J]. 水利渔业, 2007, 27(5): 41-42.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.010

重庆市广阳岛植物群落结构与物种多样性研究

白亚东,秦坤蓉,王海洋

(西南大学园艺园林学院,重庆 400715)

摘要:基于 Google 卫星影像,对重庆市广阳岛的植被组成特征进行调查,详细探究其物种组成、群落结构类型、物种多样性以及植被类型。结果表明,广阳岛现有植物 89 科 236 属 314 种,其中乔木 68 种,灌木 43 种,竹类 12 种,草本植物 181 种,藤本植物 10 种。乔木层的优势种为构树、椴树、桑树和刺桐;灌木层的优势种为马桑、白背枫、盐肤木;草本层以重庆常见禾本科植物优势种为主,其中蜈蚣草、香丝草、野葛苣在群落中极具优势。群落的 Patrick 丰富度指数、Shanon—Wiener 指数变化趋势基本一致,与 Pielou 均匀度指数无显著关系。植被类型主要分为消落区、坡地两类。消落区自然植被主要由灌丛和草丛组成;坡地自然植被主要是落叶阔叶林和灌丛。

关键词:植物群落结构;物种多样性;植被类型;物种组成;优势种;生境;广阳岛

中图分类号:S718.542;S718 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0058-08

引文格式:白亚东,秦坤蓉,王海洋.重庆市广阳岛植物群落结构与物种多样性研究[J].林业调查规划,2020,45(2):58-65,102.

BAI Yadong, QIN Kunrong, WANG Haiyang. Plant Community Structure and Species Diversity of Guangyang Isle in Chongqing[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 58-65, 102.

Plant Community Structure and Species Diversity of Guangyang Isle in Chongqing

BAI Yadong, QIN Kunrong, WANG Haiyang

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Based on Google satellite imagery, the vegetation composition characteristics of Guangyang Isle in Chongqing were investigated, including species composition, community structure type, species diversity and vegetation type. The results showed that there were 314 species of plants belonging to 236 genera, 89 families, including 68 species of arbors, 43 species of shrubs, 12 species of bamboo, 181 species of herbs and 10 species of vines in Guangyang Isle. The dominant species in the arbor layer were *Broussonetia papyifera*, *Melia azedarach*, *Morus alba* and *Erythrina variegata*, the dominant species in the shrub layer were *Coriaria nepalensis*, *Buddleja asiatica* and *Rhus chinensis*, and the dominant species in the herb layer were common Poaceae in Chongqing, dominated by *Eremochloa ciliaris*, *Erigeron bonariensis* and *Lactuca serriola* in the community. The change trend of Patrick richness index and Shannon—Wiener index of the community was basically the same, which was no significant relationship with Pielou evenness

收稿日期:2019-09-11.

基金项目:重庆市技术创新与应用示范项目(cstc2018jszx-msybX0218).

第一作者:白亚东(1994-),男,陕西延安人,硕士研究生.研究方向:风景园林生态.

责任作者:王海洋(1964-),男,河南人,教授,博士生导师.主要从事城市园林生态研究.

index. The vegetation types were mainly divided into riparian zone and sloping land. The natural vegetation in the riparian zone was mainly composed of shrub and grass while the natural vegetation on the slope was mainly deciduous broad-leaved forest and shrub.

Key words: plant community structure; species diversity; vegetation type; species composition; dominant species; habitat; Guangyang Isle

植物群落的概念是植物生态学中的重要概念之一,是指植物在特定空间或特定生境下有规律的组合,它强调了植物彼此间是有规律的共处,而不是任意散布的^[1]。植物群落的物种组成、结构类型以及物种多样性是研究生态系统的重要内容^[2],而物种组成作为植物群落的首要特征,是认识植物群落的结构类型、生态特征以及动态特征的基础^[3]。不同植物群落的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异等都能体现不同群落多样性的特点和差异^[4],同时在一定程度上也能揭示物种演替的基本规律^[5]。任一植物群落都分布在特定的生境或地段上,具有较强的地域性,生态学特性也会有一定的差异^[6]。岛屿因其特殊的生境,其植物群落的物种组成以及结构类型与相近大陆地区均存在一定的差异,形成许多特殊生境^[7]。研究岛屿植物群落的物种组成以及结构类型,有利于揭示物种丰富度和多度,同时对保护和恢复岛屿植物群落的物种多样性具有重要意义。

近年来,对于岛屿植物群落的研究主要集中在东部沿海地区,如李根有^[8]等对桃花岛的天然植被类型进行了详细的分析论述;段秀文^[9]对崇明三岛(崇明岛、长兴岛、横沙岛)杂草群落种类组成、分布格局及季相动态进行了研究。广阳岛作为长江上游第一大岛屿,地处西南内陆重庆地区,并未完全与大陆地区隔离,因此与海岛具有一定的差异性,也有别于消落区^[11],是重庆市独具特色的资源。本世纪初,广阳岛因农业的发展,对原生植被造成一定程度的破坏,后因退耕还林政策的实施,情况得到一定缓解,因此,目前对其研究主要集中在生态工程护岸^[10]和土地利用引起的生态环境效应的探究^[13],且相对研究较少。本研究通过对广阳岛植被组成特征的调查,详细分析其物种组成、植被类型、群落结构类型以及物种多样性,以为广阳岛受损植被恢复的物种选择、保护措施的制定提供科学依据。

1 研究地自然概况

广阳岛是长江上游第一大岛屿,坐落于明月山、

铜锣山之间,山环水绕,江峡相拥,其经纬度范围为东经 106°40′~106°50′,北纬 29°33′~29°35′。全岛陆地面积约 804.15 hm²,陆地最长处约 7 km,最宽处约 2 km,江岸线长约 16 km,是重庆主城区内距离最近、面积最大的江河岛屿,为长江流域一个大型的内河岛屿。地形西凸东平,北高南低,最高点海拔 282 m。岛上自然生态环境优越,属中亚热带季风性湿润气候。岛上土壤为冲积、沉积棕黄色土壤,其余为石灰岩性紫泥田,土壤层厚,土质肥,植物生长条件良好^[12-13]。

2 研究方法

2.1 研究样地选择与调查

于 2018 年每季度选取 4~5 d,组成考察小组对广阳岛进行实地植物调查,基于 Google 地图影像选取典型的植物群落类型,同时结合其生境类型、植被类型差异设置调查样点 52 个,每个调查样点设计样方 2 个,样方数合计 124 个(图 1)。设置样方的标准:林地为 10 m×10 m;灌丛为 5 m×5 m;草丛为 2 m×2 m。详细记录乔木层所有种类的种名、株数、高度、胸径和冠幅,灌木层所有灌木种类的种名、盖度、密度、高度和频度,草本层所有草本种类的种名、高度、盖度、生长状况等。



图 1 广阳岛植物调查路线及样地分布

Fig. 1 Plant investigation route and sample distribution in Guangyang Isle

2.2 调查数据处理

本研究将重要值 (P_i) 作为多样性测度的计算依据, 由于植物个体数目计数存在一定的困难, 故本次研究采用重要值代替物种个数来计算物种的多样性指数, 具体参照马克平^[14]的计算方法:

乔木的重要值 $P_i = (\text{相对多度} + \text{相对优势度} + \text{相对频度}) \times 100\% / 3$

灌木层和草本层的重要值 $P_i = (\text{相对多度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) \times 100\% / 3$

群落的 Patrick 丰富度指数 (P)、Shannon-Wiener 多样性指数 (H)、Pielou 均匀度指数 (J_s) 参照于景金^[15]、ZHOU Z^[16]的计算方法:

Patrick 丰富度指数 (P): $P = S$

Shannon-Wiener 多样性指数 (H): $H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$

Pielou 均匀度指数 (J_s): $J_s = H / \ln S$

数据采用 Matlab 7.0、ArcGis、EXCEL 2016 等软件进行处理。

3 结果与分析

3.1 物种组成

经调查统计分析, 广阳岛现有植物 89 科 236 属 314 种, 其中蕨类植物 5 科 5 属 7 种; 裸子植物 4 科 4 属 4 种; 被子植物 80 科 227 属 233 种。根据所含种类数量, 广阳岛植物群落中频度排名前 20 的种如图 2 所示, 不同生活型的优势种如表 1 所示, 占有明显优势的前 5 个科分别为: 禾本科 45 属 62 种, 蔷薇科 19 属 28 种, 菊科 12 属 20 种, 豆科 14 属 18 种, 大戟科 8 属 12 种。314 种植物中有乔木 68 种, 灌木 43 种, 竹类 12 种, 草本植物 181 种, 藤本植物 10 种; 其中落叶树种 99 种, 常绿树种 12 种; 乡土植物 220 种, 其中乔木 23 种, 灌木 24 种, 草本 163 种 (包括藤本); 栽培植物 94 种, 其中乔木 45 种, 灌木 31 种, 草本 18 种 (包括藤本)。物种生活型比例如图 3 所示。

表 1 广阳岛植物不同生活型的优势种

Tab. 1 Dominant species of different life forms of plants in Guangyang Isle

生长型	科	属	种	学名	生境
乔木	桑科	构属	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (Linn.) L'Hér. ex Vent.	消落带、草地、坡地
	桑科	桑属	桑	<i>Morus alba</i> L.	消落带、草地、坡地
	大戟科	乌柏属	乌柏	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	消落带、坡地
	漆树科	盐肤木属	盐肤木	<i>Rhus chinensis</i> Mill.	坡地
	胡桃科	枫杨属	枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i>	消落带、坡地
灌木	豆科	杭子梢属	杭子梢	<i>Campylotropisma macrocarpa</i> (Bge.) Rehd.	消落带
	马钱科	醉鱼草属	白背枫	<i>Buddleja asiatica</i> Lour.	消落带、草地
高草	禾本科	芦竹属	芦竹	<i>Arun dodonax</i>	消落带
	禾本科	芦苇属	卡开芦	<i>Phragmites karka</i> (Retz.) Trin. ex Steud.	消落带
	菊科	白酒草属	香丝草	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	消落带、草地
	禾本科	白茅属	白茅	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv.	消落带、草地、坡地
	菊科	鬼针草属	鬼针草	<i>Bidens pilosa</i> L.	消落带、草地
草本	伞形科	胡萝卜属	野胡萝卜	<i>Daucus carota</i> L.	消落带、草地
	禾本科	雀稗属	双穗雀稗	<i>Paspalum paspaloides</i> (Michx.) Scribn.	消落带、草地
	豆科	草木犀属	黄花草木犀	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	消落带、草地
	苋科	莲子草属	喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	消落带、草地
	禾本科	狗牙根属	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	消落带、草地、坡地

3.2 植物群落结构分析

结合广阳岛生境类型、植被类型差异, 采用 Ellenberg 的列表法^[17]和双向指示种分析法^[18]可将调

查的 52 个样地分为 7 个植物群落, 群落命名和分类参照《中国植被》的分类和命名原则^[19], 具体群落分布如图 4 所示。植物群落类型具体可以分为自

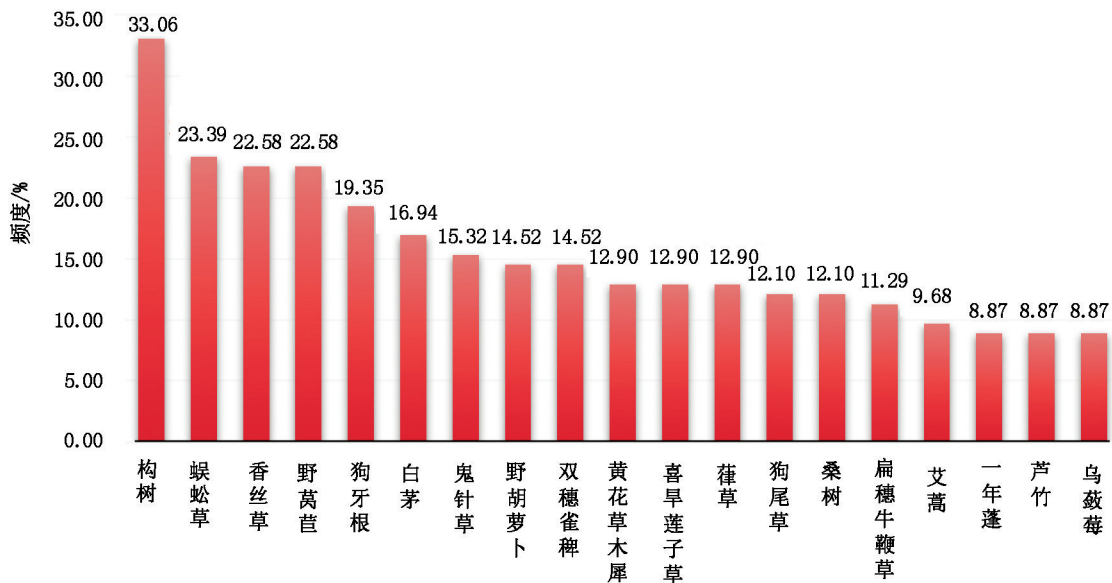


图 2 物种频度分析 (频度排名前 20 的植物)

Fig. 2 Species frequency analysis (top 20 plants)

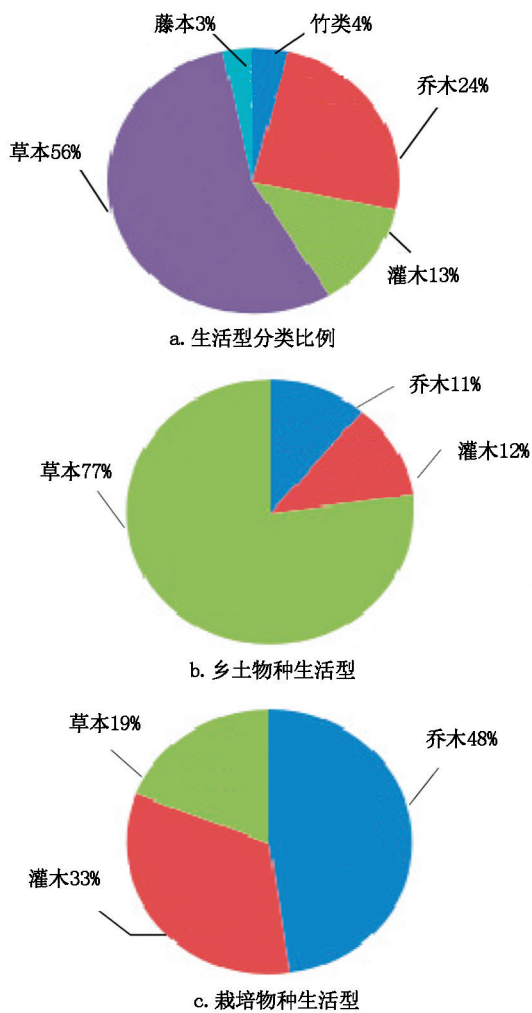


图 3 广阳岛植物物种生活型比例

Fig. 3 Proportion of species life forms in Guangyang Isle



图 4 植物群落类型分布

Fig. 4 Distribution of plant community types

然植物群落和人工植物群落,其中自然植物群落主要包括落叶阔叶林、常绿阔叶林、竹林、山地灌丛、灌草丛/草丛;人工植物群落主要包括果园、疏林草地等。

1) 落叶阔叶林

构树林: 构树-白背枫+构树幼苗-鬼针草群落

楝树林: 楝树-楝树幼苗+构树幼苗-黄花草木犀群落

银合欢林: 银合欢-马桑+白背枫-狗尾草群落

刺桐林: 刺桐-刺桐幼苗+桑树幼苗-蜈蚣草群落

2) 常绿阔叶林

香樟林: 香樟-八角枫+楝树幼苗-求米草群落

女贞林: 女贞-构树幼苗+楝树幼苗-菵草群落

3) 山地灌丛
 构树(以构树幼苗为主): 构树幼苗+楝树幼苗-野葛苳群落
 马桑(以马桑为主): 马桑+白背枫-白茅群落
 盐肤木(以盐肤木为主): 盐肤木+白背枫-白茅群落
 4) 竹林
 慈竹林: 慈竹-狗牙根群落
 硬头黄竹林: 硬头黄竹-狗牙根群落
 5) 人工植被
 果园: 李+琵琶-草莓群落
 疏林草地: 法国梧桐+银杏-海桐+石楠-狗牙根群落

6) 灌草丛/草丛
 双穗雀稗群落、菵草群落、喜旱莲子草群落、白茅群落、狗牙根群落、卡开芦群落、扁穗牛鞭草群落、狗尾草群落

分析不同群落类型各物种的重要值(表 2), 广阳岛物种频度排名前 20 的物种优势值较突出。从乔木层的重要值可见, 各群落中占优势的树种主要有构树、楝树、桑树、刺桐 4 种, 其中的构树、桑树、楝树出现的频度极高, 是构成广阳岛植物群落的典型优势树种, 反映出群落的次生性和群落所处的演替阶段; 慈竹、硬头黄竹、法国梧桐、银杏在群落占据绝对优势地位; 刺桐、银合欢则是在群落中出现频率

表 2 广阳岛植物典型群落重要值

Tab. 2 Important values of typical plant communities in Guangyang Isle

群落	乔木重要值	灌木重要值	草本重要值
构树-白背枫+构树幼苗-鬼针草+香丝草群落	构树 36.83	白背枫 18.27	鬼针草 15.32
	楝树 24.38	构树幼苗 22.48	香丝草 17.29
	刺桐 15.25		
楝树-楝树幼苗+构树幼苗-黄花草木犀+柳叶马鞭草群落	楝树 31.52	楝树幼苗 17.45	柳叶马鞭草 21.39
	桑树 21.33	构树幼苗 19.27	黄花草木犀 19.29
	构树 16.44		
银合欢-马桑+白背枫-一年蓬+狗尾草群落	银合欢 33.21	马桑 21.37	一年蓬 17.85
	刺桐 21.15	白背枫 16.38	狗尾草 12.31
	楝树 15.39		

续表 2

群落	乔木重要值	灌木重要值	草本重要值
刺桐-刺桐幼苗+桑树幼苗-铁苋菜+甜根子草群落	刺桐 39.29	刺桐幼苗 23.38	甜根子草 19.92
	桑树 21.36		
	构树 17.23	桑树幼苗 16.37	铁苋菜 13.39
香樟-八角枫+楝树幼苗-乌荛莓+求米草群落	香樟 44.38	八角枫 15.39	求米草 23.56
	楝树 24.56	楝树幼苗 12.49	乌荛莓 17.53
	构树 14.39		
女贞-构树幼苗-楝树幼苗-竹叶花椒+苘草群落	女贞 38.19	构树幼苗 21.94	苘草 24.56
	乌柏 23.59	楝树幼苗 18.39	竹叶花椒 17.23
	棕榈 14.28		
构树幼苗+楝树幼苗-野葛苳群落		构树幼苗 25.59	野葛苳 39.68
		楝树幼苗 18.27	
马桑+白背枫-白茅群落		马桑 27.59	白茅 45.69
		白背枫 21.31	
盐肤木+白背枫-白茅群落		盐肤木 23.67	双穗雀稗 43.23
		白背枫 19.29	白茅 31.29
慈竹+构树-狗牙根群落	慈竹 54.38		狗牙根 29.59
	构树 19.27		地桃花 10.12
	楝树 14.36		
硬头黄竹+楝树-狗牙根群落	硬头黄竹 37.25		狗牙根 31.39
	构树 18.45		接骨草 18.27
	楝树 13.28		
李+琵琶-草莓群落	李 41.58		草莓 33.65
	琵琶 47.2		
法国梧桐+银杏-海桐+石楠-狗牙根群落	法国梧桐 26.35	海桐 27.3	狗牙根 36.5
	银杏 24.37	石楠 24.57	蕨 9.82
	樱花 9.23		
双穗雀稗群落			双穗雀稗 37.25
菵草群落			菵草 41.33
喜旱莲子草群落			喜旱莲子草 34.26
白茅群落			白茅 38.22
狗牙根群落			狗牙根 35.8
卡开芦群落			卡开芦 31.87
扁穗牛鞭草群落			扁穗牛鞭草 36.65
狗尾草群落			狗尾草 29.58

较高。灌木层的优势种主要由构树幼苗、桑树幼苗、

楝树幼苗、白背枫、马桑、盐肤木等构成,其中构树幼苗、桑树幼苗、楝树幼苗、白背枫在群落中占据绝对优势地位。草本层以重庆常见禾本科草本优势种为主,主要有蜈蚣草、香丝草、野葛苣、狗牙根、白茅、黄花草木犀等,其中蜈蚣草、香丝草、野葛苣在群落中极具优势。

3.3 多样性分析

分析不同群落不同层次多样性指数测定结果(表 3),乔木层最大值出现在常绿阔叶林群落中(人工植被除外),Patrick 丰富度指数 9,Shanon—Wiener 指数 2.121,大于其他群落值(1.497~2.107);灌木层最大值出现在山地灌丛群落中(人工植被除外),Patrick 丰富度指数 11,Shanon—Wiener 指数 2.13,显著大于其他群落值(0.437~0.693);草本层 Patrick 丰富度指数与 Shanon—Wiener 指数相近,无显著差异。在群落的垂直结构中,在常绿阔叶林和落叶阔叶林群落中,构树、桑树以及楝树占据优势地位,通常乔灌木层的 Patrick 丰富度指数、Shanon—Wiener 指数应大于草本层,这反映出广阳岛植物群落更新树种的缺乏。

不同群落不同层次的 Patrick 丰富度指数、Shanon—Wiener 指数变化趋势基本一致,与 Pielou 均匀度指数无显著关系,Pielou 均匀度指数最小值 0.736

表 3 样地植物群落多样性指数

Tab. 3 Diversity index of plant communities in sample plot

群落		Patrick 丰富度指数	Shanon—Wiener 指数	Pielou 均匀度指数
落叶阔叶林	乔木层	8	2.107	0.912
	灌木层	6	1.573	0.831
	草本层	18	2.564	0.875
常绿阔叶林	乔木层	9	2.121	0.894
	灌木层	4	1.232	0.835
	草本层	15	2.386	0.843
竹林	乔木层	5	1.453	0.883
	草本层	12	2.235	0.823
人工植被	乔木层	14	2.191	0.812
	灌木层	8	1.996	0.736
	草本层	6	1.496	0.872
山地灌丛	乔木层	6	1.497	0.856
	灌木层	11	2.13	0.842
灌草丛/草丛	草本层	14	2.397	0.863

出现在人工植物群落中,最大值 0.912 出现在落叶

阔叶林群落中,其他各群落 Pielou 均匀度指数在 0.736~0.912 之间浮动,各群落层次均匀度也比较接近。

3.4 植被类型分析

经调查分析,广阳岛植被类型主要可以分为两类:消落区、坡地。消落区主要是指海拔 145~175 m 区域,自然植被主要由灌丛和草丛组成。坡地主要指海拔 175~225 m 区域,自然植被主要是落叶阔叶林、灌丛。将广阳岛植被类型历史影像图进行对比(图 5)发现,2001 年广阳岛原生植被已被破坏,



图 5 广阳岛植被类型历史图像
Fig. 5 Historical images of vegetation types in Guangyang Isle

主要为农业用地。随着退耕还林政策的推行,曾经

的顶级优势树种构树和楝树再次更替,耕地逐渐被次生林代替,逐渐形成稳定的顶级次生群落。平地以及消落带区域由于人类活动的干扰,一直未形成稳定的次生群落。

3.4.1 消落带植被类型

消落带区域草丛主要有芒、甜根子草、芦竹、斑茅、卡开芦、白茅、金发草、黄茅、瘦瘠野古草、婆婆针、糙叶青茅、双穗雀稗、扁穗牛鞭草、狗牙根、苍耳、鸡眼草等;灌丛主要有马桑、中华蚊母、马棘、枫杨、醉鱼草、杭子梢、水麻、枸杞等;藤本植物主要有地果、葎草等,在岩石坡地和岩石护坡上常形成低矮灌丛,或芒草丛、甜根子草草的下层。

3.4.2 坡地植被类型

广阳岛是一座内河岛,与外界相对独立,鸟类传播是岛上种子植物种子传播的主要途径,因此,岛上植物与外界植物的交流较少。广阳岛土壤以中性紫

色土为主,较为贫瘠,适宜耐贫瘠、耐干旱、果实多汁的树种,因此,落叶阔叶植物构树、楝树、盐肤木以及禾本科、菊科类植物大量繁殖,形成广阳岛主要的植被群落。

1) 落叶阔叶林

落叶阔叶林以构树、楝、白栎、麻栎等落叶阔叶树种为主。

2) 灌丛

灌丛以盐肤木、黄荆、紫麻、石岩枫等灌丛为主。

3) 草丛

草本植物以菊科与禾本科植物为主,如芒、白茅、飞蓬、婆婆针、一年蓬、秋分草等。

3.5 植物群落与生境关系

不同的植物群落类型与海拔以及土壤等环境因素有关。不同基质、不同坡度、不同高程的常见植物如表 4 所示。

表 4 不同基质、不同坡度、不同高程的常见植物

Tab.4 Common plants at different elevations with different substrates and slopes

高程/m	坡度>15°			坡度<15°
	黄壤	紫色土	沙土(或有岩石)	黄壤或紫色土滩涂
145~155		灌丛:山麻杆、水麻 草本:青蒿、铁苋菜、狗尾草、马唐、狗芽根、甜根子草、野古草 藤本:地果	草本:金发草、甜根子草、狗牙根 藤本:地果	草本:扁穗牛鞭草、甜根子草、野古草、狗尾草、马唐、狗芽根、卡开芦、苍耳
155~165		灌木:白背枫、山麻杆、水麻、杭子梢、枫杨、构树、芭蕉 草本:青蒿、铁苋菜、狗尾草、马唐、狗芽根 藤本:地果、鸡屎藤	灌木:构树、盐肤木、黄荆、白背枫、铁仔 草本:金发草、甜根子草、狗牙根 藤本:地果	农作物:刀豆、南瓜、甘蓝、薹菜、红薯、玉米、芋头、油菜、白菜、芹菜
165~175	灌木:黄荆、马桑、中华绣线菊、盐肤木、铁仔; 草本:细柄草、葎草 藤本:地果	乔木:羽叶山黄麻、慈竹 草本:商陆、小白酒草、野胡萝卜、鬼针草、白英	草本:白茅、蜈蚣草、鬼针草、小白酒草、金发草、牛鞭草 藤本:地果	农作物:刀豆、南瓜、甘蓝、薹菜、红薯、玉米、芋头、油菜、白菜、芹菜
175~185	乔木:羽叶山黄麻、刺槐、刺桐、构树 灌木:马桑、黄荆 草本:葎草、细柄草、黄茅、香附子 藤本:地果	乔木:羽叶山黄麻、苦楝、构树 灌木:黄荆、杭子梢、蔷薇 草本:狗尾草、青蒿、鬼针草、商陆、小白酒草 藤本:地果	灌木:小楝木、枸杞、黄荆 草本:白茅、蜈蚣草、黄香草、木犀、鬼针草、小白酒草、金发草 藤本:地果、香花崖豆藤	农作物:刀豆、南瓜、甘蓝、薹菜、红薯、玉米、芋头、油菜、白菜、芹菜
185 以上	乔木:楝树、刺槐、刺桐、构树 灌木:马桑、黄荆、插田泡、盐肤木 草本:葎草、细柄草、黄茅、香附子、飞蓬、艾 藤本:地果	灌木:黄荆、构树、盐肤木 草本:白茅、斑茅、苍耳、蜈蚣草、渐尖毛蕨、葎草、艾	灌木:黄荆、构树 草本:白茅、斑茅、狗牙根、苍耳、蜈蚣草、一年蓬、艾 藤本:地果、油麻藤	农作物:刀豆、南瓜、甘蓝、薹菜、红薯、玉米、芋头、油菜、白菜、芹菜

4 结论与讨论

根据调查,广阳岛现有植物 89 科 236 属 314 种,以重庆常见种为主,各科植物种属数以及个体数均存在一定的差异,表现为优势种较为突出。分析不同群落不同层次的重要值得出,乔木层的优势种主要为构树、桑树、银合欢、刺桐、楝树等出现频度极高的树种,它们是构成广阳岛植物群落的典型优势树种,在一定程度上反映出群落的次生性和群落所处的演替阶段。构树、桑树、楝树等落叶树种具有耐干旱贫瘠、抗逆性强等特点,其种子繁殖萌发率高且极易散播,也是其成为优势种的重要原因之一。银合欢和刺桐落叶阔叶次生林和常绿阔叶次生林相对稳定,使得环境适宜其种子的萌发,并逐步演替发展成为优势种;灌草层的优势种以马桑、白背枫、盐肤木和禾本科植物为主,其中禾本科占据绝对优势,占总种数的 19.7%,其中以消落区和坡地较为突出,在这些地区出现大量的构树幼苗、桑树幼苗、楝树幼苗,表明这些地区依然处于演替初期。马桑、白背枫、盐肤木因其适应性广、抗逆性强,因此可将其与禾本科共同用于坡地和消落区的绿化与改造。无论是乔木层还是灌木层的优势种,均是重庆地区绿化常用树种,这些树种的应用属于真正意义上的适地适树,对于广阳岛自然植被的保护与恢复有一定的促进作用,同时对构建本地特色植被也具有极为重要的意义。

在广阳岛的植物群落中,群落的 Patrick 丰富度指数、Shanon—Wiener 指数变化趋势基本一致,与 Pielou 均匀度指数无显著关系,表现为群落的 Patrick 丰富度指数越高,群落的 Shanon—Wiener 越高,这在一定程度上反映不同植物群落不同层次物种组成方面的差异^[20]。具体表现为落叶阔叶次生林和常绿阔叶次生林的物种多样性相对高于其他植物群落,而人工次生林物种多样性则相对较低。常绿阔叶次生林的 Patrick 丰富度指数的大小顺序为草本层>灌木层>乔木层,草本层明显高于乔、灌层,这表明群落内部结构相对较合理,对灌草的生长有明显的促进作用;落叶阔叶次生林的 Patrick 丰富度指数的大小顺序为草本层>乔木层>灌木层,草本层虽高于乔、灌层,但乔木层的指数却大于灌木层,反映出该次生林空间结构的不合理,更新树种的缺乏;消落区和坡地以野生灌草丛和草丛为主,物种多样性较丰富,一定数量的构树、楝树、桑树等先锋树种的幼苗的出现,也表明该地区正在向次生林演替,但由于

人类活动以及自然因素的干扰,一直未形成稳定的次生群落。

广阳岛植物资源丰富,只要重视发展利用乡土植物,强调地方风格特色,突出生态功能,彰显文化内涵,保护现有的生态资源,便可推进长江风景眼、重庆生态岛的打造,山清水秀美丽之地的建设为市民带来更大的生态效益,推动广阳岛的可持续发展。为促进广阳岛的物种多样性保护以及生态岛的打造,应以“共抓大保护,不搞大开发”的理念为指导,通过保育、抚育、补植、种植等方式,使广阳岛植被群落从以落叶阔叶林为主的植物群落向常绿、落叶阔叶混交林过渡,最终演替成为以常绿落叶阔叶混交林为主,落叶阔叶林与常绿阔叶林并重的顶级群落。

参考文献:

- [1] 冷平生. 园林生态学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [2] 蒋政,丁雨龙,宋东杰,等. 安徽横山植物群落的组成、结构与多样性分析[J]. 植物资源与环境学报,2015,24(3):99-106.
- [3] 朱慧丽. 高寒草甸群落物种多样性、功能多样性与时间稳定性的关系[D]. 西安:陕西师范大学,2018.
- [4] 郭峰,陈丽华,汲文宪,等. 北沟林场天然次生林植物群落结构及物种多样性研究[J]. 水土保持通报,2013,33(2):124-129,134.
- [5] 张洪武,于飞,王得祥,等. 秦岭南坡松栎林群落演替过程中物种组成及多样性动态分析[J]. 西北植物学报,2014,34(1):169-176.
- [6] 杜宁,王琦,郭卫华,等. 昆崙山典型植物群落生态学特性[J]. 生态学杂志,2007(2):151-158.
- [7] 王国明,叶波. 舟山群岛典型植物群落物种组成及多样性[J]. 生态学杂志,2017,36(2):349-358.
- [8] 李根有,周世良,张若蕙,等. 浙江舟山桃花岛的天然植被类型[J]. 浙江林学院学报,1989(3):24-35.
- [9] 段秀文. 上海崇明三岛杂草群落种类组成、分布格局及季相动态[D]. 上海:华东师范大学,2014.
- [10] 肖泳. 基于生态工程技术的护岸工程实践研究[D]. 重庆:重庆大学,2014.
- [11] 程正龙. 让广阳岛成为重庆的生态符号[N]. 重庆日报,2019-03-02(2).
- [12] 广阳岛简介[BE/OL]. 广阳岛度假区官网. <http://www.cqgyd.com/cn/profile.aspx>
- [13] 沈亚明,胡辰溪. 基于 RS 与 GIS 的区域土地利用变化引起的生态环境效应研究——以广阳岛为例[J]. 荆楚理工学院学报,2013,28(2):73-79,95.
- [14] 高贤明,马克平,黄建辉,等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 XI. 山地草甸 β 多样性[J]. 生态学报,1998(1):26-34. (下转第 102 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.011

云南林业气象灾害及气象服务需求研究

田永丽¹,王秋华²,罗燕¹

(1. 云南省气象服务中心, 云南 昆明 650091; 2. 西南林业大学土木工程学院, 云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

摘要:通过对 32 名云南省林业专家及 17 个典型林业灾害隐患点进行调查,对云南省林业气象灾害隐患点、林业气象服务需求进行分析。结果表明,云南省林业气象灾害类型主要为火灾,其次为病虫害、雪害、干旱、风灾、雹害和雨凇;隐患点主要分布在昆明、楚雄、昭通、文山、迪庆、丽江、怒江和普洱等地区,隐患点海拔差别较大;对云南林业生产影响最大的气象灾害主要为干旱和低温(雨雪)冰冻,其次是大风和冰雹。林业部门对气象服务的需求依次为森林火险气象条件预警预报、森林干旱监测预报、林业病虫害预报和森林火点监测等,调查对象认为获取林业气象信息最为有效的途径是预警系统,其次是手机短信和电子邮件,最少的是电话和传真;不同的林地抗灾能力也不同,天然林的抗灾能力要高于人工纯林及树种单一或相对集中的林地。

关键词:云南林业;气象灾害;隐患点;灾害类型;气象服务需求

中图分类号:S761.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0066-05

引文格式:田永丽,王秋华,罗燕. 云南林业气象灾害及气象服务需求研究[J]. 林业调查规划,2020,45(2):66-70.

TIAN Yongli, WANG Qiuhua, LUO Yan. Investigation of Forestry Meteorological Disasters and Meteorological Service Demands in Yunnan Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 66-70.

Investigation of Forestry Meteorological Disasters and Meteorological Service Demands in Yunnan Province

TIAN Yongli¹, WANG Qiuhua², LUO Yan¹

(1. Yunnan Meteorological Service Center, Kunming 650091, China; 2. Yunnan Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control, College of Civil Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: The 17 typical forestry meteorological disaster potential spots were investigated by 32 forestry experts and the demands of forestry meteorological services were analyzed in Yunnan. The results showed that the meteorological disasters in Yunnan were mainly fire, followed by diseases and insects, snow, drought, gale, hail and glaze weather, the potential spots were mainly distributed in Kunming, Chuxiong, Zhaotong, Wenshan, Diqing, Lijiang, Nujiang and Pu'er, which were quite different in the altitude distribution, and the meteorological disasters which had the greatest influence on forestry production in Yunnan were mainly drought and low temperature (rain and snow) freezing, followed by gale

收稿日期:2019-10-14.

基金项目:国家自然科学基金(31660210);云南省农业联合面上项目(2018FG001-055).

第一作者:田永丽(1977-),女,陕西韩城人,高级工程师.主要从事专业气象预测与服务工作.

责任作者:王秋华(1978-),男,福建长汀人,教授,博士.主要从事森林防火研究工作.

and hail. The demands of forestry departments for meteorological services were early forecast of forest fire meteorological condition, monitoring and forecast of forest drought, report of forest diseases and insects and monitoring of forest fire spots. The most effective way to obtain forest meteorological information was considered to early warning system, followed by short message and email, and the least were telephone and fax. The disaster resistances of forest lands were different, and the disaster resistance of natural forest was better than that of pure plantation and forest land with single or relatively concentrated species.

Key words: forestry in Yunnan; meteorological disaster; disaster potential spot; disaster type; meteorological service demand

云南独特的气候环境和地理条件,孕育了丰富的森林资源,形成了丰富的森林植被和多样的植物资源,享有“植物王国”的美称,是我国重要的林区。云南省第四次森林资源调查数据显示,全省森林面积 2 273.56 hm²,森林覆盖率 59.30%,林木绿化率 67.82%,活立木总蓄积 19.13 亿 m³,森林蓄积 18.95 亿 m³[1]。

林业生产与气象条件关系密切,不仅是因为云南多样的森林类型还得益于低纬高原丰富的气候类型[2],不同的灾害性天气对树木生长、森林火灾、病虫害爆发等均有影响,如冬春季节的大风对森林火灾的发生和扑救有重要的正反向作用[3],冰雪凌冻灾害持续时间长、受灾范围广,危害强度大,对林区保护影响深远[4],高温湿热天气使得森林病虫害治理难度增加[5]。

近年来,为加强森林防火工作,云南省气象部门与林业部门合作,在每年 11 月至次年 5 月结合天气特点与林场特点联合发布全省森林火险气象等级预报,宏观上对全省森林防火工作起到了指导作用。但从林业气象服务的覆盖面、多样性及专业服务深度等方面来看,云南省林业气象服务仅处于初级阶段。2017 年,云南省气象服务中心在全省开展了林业气象灾害风险调查,对林业气象服务的需求进行调查评估,以充分了解云南省林业气象灾害特点,确定林业气象服务重点。

1 调查方法和样本情况

调查面向云南省各级林业主管部门、生产部门和科研部门。1)通过咨询云南省林业专家,查阅行业技术文献进行信息初步梳理;2)与云南林业主管部门沟通,确定全省 62 个重点林业气象灾害风险点并填写登记表;3)通过实地调查和去函调查,对 17 个具有典型性的重点林业气象灾害风险点所在林场或乡镇、村进行灾害点信息调查,内容包括成片林地位置及覆盖面积、优势树种、气象灾害类型、灾害季

节分布、灾害监测预警设施布局等;4)向林业专家发放调查表,了解林业部门森林防火、林业有害生物防治、造林抚育、林业资源开发与利用等关键领域的气象服务需求。

兼顾组织和运营方式的普遍性、单位规模和稳定度的代表性,确认中国林业科学研究院元谋试验站、海口林场、小中甸林场等 17 个林业单位为调查对象,包括了滇西北高海拔山区、滇南低海拔河谷、滇中丘陵盆地等不同地理地貌类型的林场。林区既有天然林也有人工林,树种相对丰富,气象灾害对林场的影响具有典型代表性。

调查共邀请到专家 32 人,专家类型覆盖全面,兼顾了林业生产整个环节,优先考虑直接面向生产一线的专家(表 1,表 2)。

表 1 林业气象灾害调查与服务效益评估专家岗位类别

Tab. 1 Post category of experts in forestry meteorological disaster investigation and service benefit evaluation

岗位类别	频数	百分比/%
领导型	3	9.38
管理型	8	25.00
技术型	19	59.38
财务型	2	6.24
合计	32	100.00

表 2 林业气象灾害调查与服务效益评估专家所属工作环节

Tab. 2 Works of experts in forestry meteorological disaster investigation and service benefit evaluation

所属环节	频数	百分比/%
森林防火	14	43.75
林业有害生物防治	7	21.88
造林抚育	5	15.62
林业资源开发与利用	6	18.75
总计	32	100.00

2 林业气象灾害风险点的调查分析

2.1 风险隐患点基本灾害特征

风险点调查主要针对云南林业灾害 7 种风险类型:干旱、火灾、病虫害、雨淞、雹害、风灾和雪害,出现频数如图 1 所示。

7 种风险类型中以火灾最为多发,占到样本总数的 29.82%。从地域分布看,全省 16 个州(市)都是森林火灾频发区,尤其以昆明为中心的滇中干旱区(包括玉溪、曲靖、楚雄)、以大理为中心的滇西林区(包括保山、临沧)、以普洱为中心的滇南林区(包括文山、红河)最为突出。调查结论与郑怀兵等人^[3]的研究结论基本一致,云南省森林火灾的发生和损失呈下降趋势,人工林发生火灾的频率高于原始林。针叶林区的火灾发生率要高于阔叶林区。

病虫害的发生次数仅次于火灾,占到调查样本总数的 24.56%。主要危害种类为:松树病害、杉木病害、松纵坑切梢小蠹、松毛虫等。主要危害地区有曲靖市、普洱市、临沧市、玉溪市、昆明市、红河州、楚雄州、大理州、文山州等。

其它灾害占样本总数的比例分别为雪害(15.79%)、干旱(15.79%)、风灾(7.02%),雹害(1.75%)和雨淞(1.75%)则出现较少。

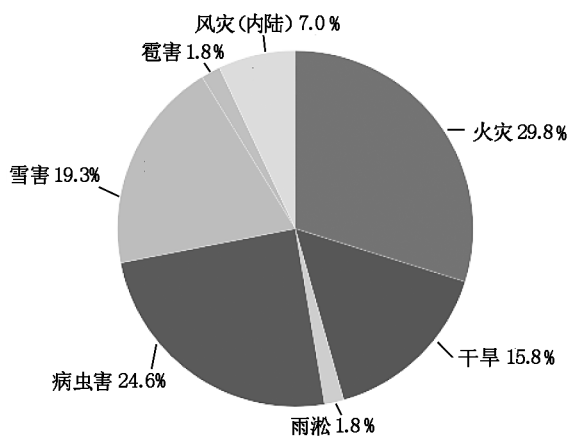


图 1 云南林业灾害风险隐患点风险类型分布

Fig. 1 Risk types distribution of forestry disaster potential spots in Yunnan

本次调查样本显示,云南省林业灾害风险隐患点的优势树种有云南松、华山松、地盘松、思茅松、杉木、桉树、旱冬瓜、车桑子、峨眉栲等,其中松树类最多,占总数的 52.94%,超过了半数以上;其次是杉木(11.76%)。由于云南立体气候特征明显,树种

多样,常绿树种占到了调查样本总数的 11.76%,软阔类占 5.88%,其他种类如桦树类、桉树类、无患子科等占 17.65%(图 2)。

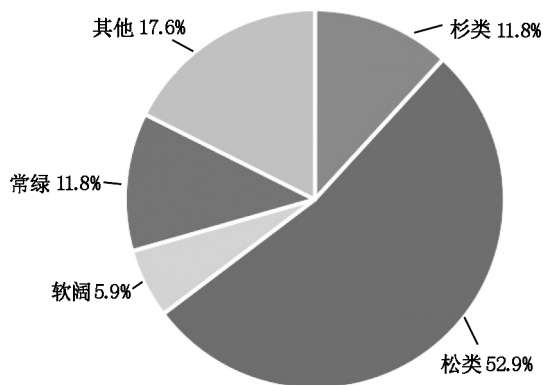


图 2 云南省林业灾害风险隐患点优势树种分布

Fig. 2 Dominant tree species distribution of forestry disaster potential spots in Yunnan

2.2 风险隐患点地理分布特征

本次调查风险隐患点主要分布在滇中的昆明、楚雄地区,滇东北的昭通地区,滇东南的文山地区,滇西北的迪庆、丽江和怒江地区,滇南的普洱地区,风险点既包括滇西北高海拔山区,也涵盖了滇南低海拔河谷和滇中盆地等不同地理地貌类型。林分既有天然林也有人工林,树种相对丰富,气象灾害对林场的影响具有典型代表性。

灾害风险隐患点海拔差异大,反映了云南高山峡谷相间、地势阶梯状递减,地形错综复杂的山地特征,最高海拔风险点林区位于滇西北迪庆州小中甸林场,海拔 3 207 m;最低海拔林区是滇东北金沙江下游河谷地区的昭通威信县文兴村集体林地,海拔仅 724 m;两者之间的高度差达到了 2 483 m(图 3)。调查工作中发现,在怒江州沿着怒江峡谷蜿蜒绵延千里的高黎贡山自然保护区,这种地形差异造成的森林形态差异更为明显。

17 个典型林业灾害隐患点风险区域面积差异较大,大的如昭通市大关县三江口林场约为 200 万 m²,小的如昭通市威信县文兴村林地约为 9 万 m²,其中有 5 个隐患点面积超过了 100 万 m²。这种差异跟风险点受灾类型有关,有 2 方面原因:1)如长期少雨导致的大面积林业干旱、大面积爆发的生物病虫害、过程性的大规模雨雪冰冻等导致风险点面积加大;2)跟专家对风险点的主观判断有关,一般与该风险点近年来典型灾害受灾面积大小关系密切。

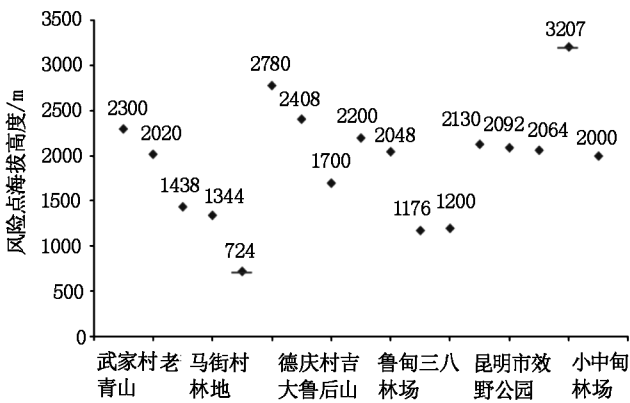


图 3 云南省林业灾害风险隐患点海拔高度分布

Fig. 3 Altitude distribution of forestry disaster potential spots in Yunnan

2.3 风险隐患点的主要气象灾害类型和致灾因子

对云南经济社会综合影响最大的气象灾害是干旱,特别是冬春连旱。此次调查显示,云南林业气象灾害的主要类型也是干旱。影响干旱的气象因子是降水和气温。因为云南是季风区,雨季降雨充沛,而干季晴朗少雨,即进入干季降水减少,日照时数正常,温度升高蒸发加剧是造成林业干旱的主要原因。所以干旱灾害多出现在 11 月至次年的 5 月。

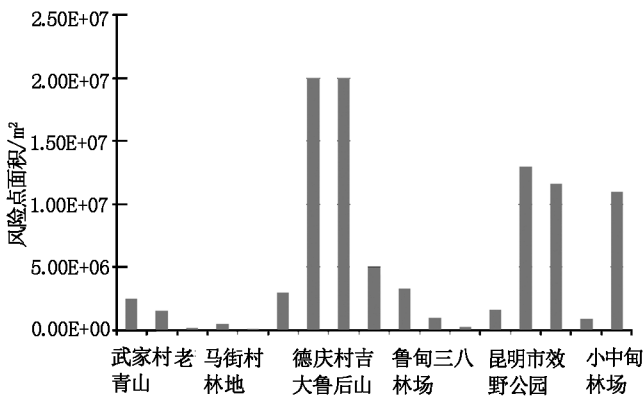


图 4 云南省林业灾害风险隐患点面积分布示意图

Fig. 4 Area distribution of forestry disaster potential spots in Yunnan

低温雨雪冰冻灾害是影响云南林业生产的第二大气象灾害,受灾地区主要分布在滇东北、滇西北和滇东南地区,滇中地区也时有发生。雨雪冰冻灾害不仅直接损坏林木,还会带来林业次生灾害隐患,使林木倒伏,增加地面枯枝落叶,增加森林起火的风险等级。与低温雨雪冰冻灾害有关的气象因子是最低气温、降水量和相对湿度。低温雨雪冰冻灾害多出现在 12 月至次年 3 月,冬季爆发的强寒潮和春季的

强倒春寒天气往往会造成相关林区的灾害,特别是强降雪天气和雪后天气突然转晴带来的剧烈降温危害最大。

冰雹和大风也是影响云南林业生产的气象灾害类型。冰雹多出现在 3—8 月,强对流天气多发的季节,发生时段是每天午后的 14 :00—夜间 24 :00,相关的气象因子是气压、风速和降雨。大风是干季滇中、滇西北和滇东地区常见的天气现象,但造成林业灾害的大风多数还伴有局地强对流天气带来的短时阵风,发生季节多在雨季开始前的 3—5 月,发生时段是 13 :00—17 :00。

3 林业气象服务产品需求分析

3.1 林业气象服务需求产品的主要类型

收到的 32 份有效调查问卷显示,云南省林业气象服务需求最高的产品为森林火险气象条件预报预警和森林干旱监测预报,其次是林业病虫害预报和森林火点监测,这 4 项产品为所有被调查林场或行业专家认可。雷电监测预报和森林长势预报有近一半调查对象认为有需求。负氧离子监测预报有 1/3 调查对象认为有需求,其中有林业资源开发利用专家认为当林业资源与旅游发展结合起来以后,未来对负氧离子的监测与预报是十分有必要的。

3.2 林业气象服务需求产品的传播渠道

调查对象认为获取林业气象服务产品最有效的途径为预警系统,有 31.88% 的专家选择,其次是手机短信和网络邮件,分别有 27.54% 和 26.09% 的调查对象选择,最后有少数调查对象选择了电话和传真。此外,还有 5 位调查对象提出可以通过微信群、微信公众号和 QQ 群的方式提供,或者是使用手机 APP 获取。

4 结论与建议

1) 云南省林业气象服务与电力、交通、旅游等其他行业气象服务相比发展滞后,目前没有相关的行业气象服务产品,也没有相应的发布渠道。对于基层林业部门和拥有集体林地的自然村组,天气预报和天气预警的获取渠道主要为基于手机天气预报短信、农村气象综合信息电子显示屏和村镇大喇叭。林业部门与气象部门在科研合作、信息交换和资料共享等方面不够全面深入。

2) 云南林业灾害主要有 7 种风险类型,其中火灾、病虫害和雪害分列前 3 位。对云南影响最大的

气象灾害是干旱,特别是冬春连旱;第二是低温雨雪冰冻灾害,此外冰雹和大风也是影响云南林业的气象灾害类型。对于林业灾害类型而言,省级林业部门及科研院所专家与林业生产一线技术人员的调查结论基本一致,即森林火灾和病虫害从发生频率和损失上是影响云南林业产业最主要的森林灾害。但具体的基层林业生产单位从生产细节出发,在主观上对冰冻、大风、冰雹、低温、雪灾等发生频率较少的灾害重视程度要略高于省级和科研院所专家。

3)对典型单位的调查显示,林业部门对气象服务的需求自上而下呈倒三角型。省级部门和科研院所专家对气象服务的认可度高,服务产品需求多,合作意向明显,产品获取手段要求高,种类多,且偏向于网络移动终端。而基层林业部门的调查对象虽然也表示对气象服务有需求,但自主需求一般仅为普通的天气预报,即包含降水、气温和风速等要素的短期预报。不少基层生产环节调查对象对中长期天气预报基本无需求,对希望获取服务产品的手段也较单一,以手机短信和电话为主。在气象服务效益评估方面,林业有害生物防治环节专家对气象服务对林业生产的贡献评价最高,其次是森林防火环节,再次是林业资源开发与利用环节,最后是造林抚育环节。

4)云南省林业气象服务需求最高的产品为森林火灾险预报预警和森林干旱监测预报,其次是林业病虫害预报和森林火点监测,接下来是雷电监测预

报和森林长势预报,最后是负氧离子监测预报。调查对象认为获取林业气象服务产品最有效的途径为预警系统,其次是手机短信和网络邮件,最后是电话或传真。

5)不同林区对自然灾害的抗风险能力不同,因此防灾减灾服务应突出重点,区别对待。天然林经过长期的自然选择,林分结构比较合理,对抗灾害和灾后自我修复的能力更强;人工纯林及树种相对单一或集中的林地,对抗灾害的能力较弱,容易受到特定自然灾害或病虫害的伤害,且经济损失更大,因此林业自然灾害的防御应重点倾向该类林地。针叶林区的火灾发生率要高于阔叶林区,因此,滇西、滇中、滇东南的森林火灾风险等级高于滇西南、滇东北。

参考文献:

- [1] 云南省林业厅. 云南省第四次森林资源调查报告(2016年)[R]. 2017.
- [2] 杨文云,李昆. 云南森林树种种质资源保存策略初探[J]. 林业科学研究,2002(6):706-711.
- [3] 郑怀兵,张南群,方彦,等. 云南省森林防火现状及对策研究[J]. 森林防火,2007(4):19-22.
- [4] 张鸿文,吴转颖,汪飞跃,等. 云南省林业冰雪冰冻灾害特点及恢复重建对策建议[J]. 林业经济,2008(4):18-23.
- [5] 冯士明. 云南森林病虫害的发生及综合治理对策[J]. 云南林业科技,1999(3):52-55.

(责任编辑 张林艳)

(上接第 30 页)

- [12] 宋毅,杨昆,赵旭东,等. 基于 ETM+/TM 数据的滇池流域不透水面变化与城市热岛效应关系研究[J]. 科学技术与工程,2014,14(3):49-54.
- [13] 胡平. 基于 Landsat 8 的成都市中心城区城市热岛效应研究[D]. 成都:成都理工大学,2015.
- [14] 卫玲玲,段梦雷,王子涵. 基于 Landsat 8 卫星影像的热岛效应研究——以南京市主城区为例[J]. 城市勘测,2018(6):54-58.
- [15] 于梦馨,刘波. 基于 Landsat8 影像的地表温度反演算法应用分析[J]. 计算机与数字工程,2018,46(1):30-34,52.
- [16] 刘艳红. 城市绿地景观的热环境效应影响机制及其优化研究[D]. 太谷:山西农业大学,2017.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.012

近年雷击火研究进展综述

于诗文¹,王秋华^{1,2}

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

摘要:对国内、外近 10 年雷击火文献的主要内容和结论进行归纳,总结出雷击火形成机制以及影响雷击火的因素、起因、发生的时空规律及特点以及国内外雷击火预警及监测研究现状,提出目前对雷击火研究的不足之处,展望未来雷击火的研究方向,提出雷击火的预防措施应做到有效拦截和及时提醒。使森林火灾的发生被及时发现,降低损失和扑救难度。

关键词:雷击火;气象条件;可燃物;时空规律;预警;监测

中图分类号:S762.1 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0071-06

引文格式:于诗文,王秋华.近年雷击火研究进展综述[J].林业调查规划,2020,45(2):71-76,112.

YU Shiwen, WANG Qiuhua. Review on Research Progress of Lightning Fire in Recent Years[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 71-76, 112.

Review on Research Progress of Lightning Fire in Recent Years

YU Shiwen¹, WANG Qiuhua^{1,2}

(1. College of Civil Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

2. Yunnan Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control, Kunming 650224, China)

Abstract: This paper summarized the main contents and conclusions of lightning fire literature in recent 10 years at home and abroad, the formation mechanism, factors, causes, temporal and spatial characteristics of lightning fire, and the research status of the early warning and monitoring of lightning fire, pointed out the shortcomings of the current research, looked forward to the research direction in the future, and put forward the preventive measures of effective interception and prompt warning, which could find the occurrence of forest fires in time to reduce the loss and the difficulty of fire fighting.

Key words: lightning fire; meteorological conditions; combustibles; temporal and spatial law; early warning; monitoring

近年来雷击火威胁到人们的生产生活,给全球生态环境带来了巨大影响,并且近几年发生了几起重大森林火灾,引起人们的广泛关注。

雷击火是天然火源的重要组成部分,它与其他因素一同导致的森林火灾构成了全球的林火体系。

在大气的物质循环中森林火灾起着重要作用,是影响生态系统的主要因素。全球生态系统中林火是重要的干扰因素并在地球生物化学循环中有着重要地位。干雷暴及接地闪在世界各地出现非常频繁,将其看作是引发森林火灾最重要的自然因素之一。据

收稿日期:2019-10-23.

基金项目:云南省农业联合面上项目(2018FG001-055).

第一作者:于诗文(1998-),女,黑龙江大兴安岭人,消防工程专业本科生。研究方向:森林防火研究。

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

统计,森林火灾由雷击火引起最多的国家主要有加拿大、俄罗斯、澳大利亚、美国和中国等。加拿大由雷击火引发的森林火灾占森林火灾总数的 76%;俄罗斯由雷击火引发的森林火灾占森林火灾总数的 16%;澳大利亚维多利亚州每年所占比重大约为 26%,过火面积几乎占总过火面积的 1/2。每年亚伯达约 94%的闪电发生在温暖的 6—8 月,日常闪电频率受昼夜周期的影响。亚伯达大部分森林大火(约 93%)发生在森林、湿地森林和湿地灌木区^[1]。美国西部山区所占比重大约为 68%,北美北部最近经历了 2 年大面积烧伤:2014 年在西北地区,2015 年在阿拉斯加。气候和火灾状况的变化正在改变世界上最大的生物群落北方森林^[2]。

在全国范围内中,大兴安岭和呼盟林区的雷击火是相当严重的。每年大兴安岭地区都有雷击火引发无数场森林火灾,是国内雷击火发生次数最多、最集中的区域^[3]。对其他省份也有少数研究,木里火灾:在四川木里地区,云地闪与气温正相关,所以夏季在全年中所占比重达 77.4%。研究表明,1℃ 的增温将导致 5%~6%的闪电活动增加^[4]。秦岭林区雷击火一般在相对固定集中的区域出现,其它地区很少或不发生。秦岭地区的雷击多发生在 3 月中旬至 5 月中旬,中午后较多,早晨较少。其中引发雷击火发生的主要原因是长期干旱和干雷暴^[5]。王翔等分析浙江森林 1998—2006 年森林火灾雷击火发生比率,发现雷击火的发生趋势逐年上涨。这应该与该地区气候暖干化,林区内可燃物累积丰厚有关。通过研究林火发生空间分布与气象因子的关系,发现林火发生的空间分布与相对湿度相关显著,相对湿度大小是影响浙江省不同地区林火分布的主要因素^[6]。河北省的雷击森林火灾防护研究表明:由于河北丰宁地区的雷暴日为 45 d,属于高雷区,当地有繁盛的林木资源,史洋对河北丰宁地区森林火灾防护的方法进行了系统阐述^[7]。陈江平等分别运用聚类算法与核密度算法对湖北省雷击做数据预处理,判断雷击火与气象因子、地形因子的关联^[8]。

1 雷击火形成机制

武文杰等研究发现,大兴安岭春季干旱少雨,地面温度升高,地表可燃物含水率变化快,各种植物生长缓慢,并且干雷暴发生时伴有大风,常产生接地闪,雨水还未降到地面就马上被蒸发为潮湿热空气再次上升到空中,只有少部分雨水到达地面^[5],地表出现干土层。一遇雷击,因自然的雨量太小,不能

熄灭火源,即刻迅速燃烧蔓延,也就是说严重异常的高温天气是雷击火发生的主要原因^[9]。于文颖等研究发现,大兴安岭地区气候寒冷,林下生物种类少,数量小,对地表可燃物分解能力低,使林地累积大量可燃物,一遇火源即发生强度较大的火灾。并且森林火灾蔓延的主要因素是风速的大小,当风速大于 2.5 m/s 时,火灾蔓延开始加大^[10]。Masoud Abdollahi 等人利用加拿大北亚伯达 6 个以火为主的森林自然区域的植被含水量变化对闪电引起的森林火灾原因进行了研究^[11]。

1.1 气象条件

1.1.1 干雷暴

由于气旋活动较强,6、7 月份是大兴安岭林区雷击火发生较多的月份,是由于贝加尔湖与蒙古移来的气旋和锋面系统的作用,不仅能引起雷暴而且能使地面连续增温并伴有较强风力^[9,12-15]。极地大陆冷空气水汽含量较少,冷锋过境出现雷暴天气,产生降水很少,形成干雷暴。当雷击引起森林或草原火灾后,降水常不足以浇灭林火,极易蔓延成灾。76%的雷击火发生在冷空气入侵的天气系统中^[9]。由雷暴形成的闪电与地面具备燃烧条件的可燃物接触而引起雷击火。可以推断出雷击火发生需要具备 3 个条件:火源、可燃物以及利于火蔓延的环境^[7,16]。

1.1.2 雷击火发生的影响因素

可燃物种类、雷击形式、闪电活动、地形和植被结构以及气象条件等均与雷击火发生有着密切关系^[13,15,17]。张吉利总结了多篇文章,写到北方针叶林在纬度较高的寒温带和亚寒带区生长的较多,这些高纬度地区的云地闪发生次数也相对多于低纬度地区,也就增加了雷击火发生的可能。雷击火由云地闪电流的热效应引燃,决定能否引燃的特征参数主要包括云地闪的极性、电流强度、连续放热时间和回击次数等^[18]。雷击火次数与雷暴次数的关联性很大。在大兴安岭林区雷击火高发的 6 月份,雷击火发生次数与地表可燃物湿润指数有明显的线性负相关关系^[19]。大兴安岭地区年均雷电日数为 29.7 d,属于雷电多发区^[20]。杜春英、于成龙和刘丹等研究发现,由于研究区雷暴频发的时间在 6、7、8 月,而雷击火频发的月份在 5、6 月份。由此可知,雷暴虽然是雷击火发生的必要条件,但不是充分条件^[19]。

1.1.3 其他条件对雷击火的影响

对雷击火影响较大的其他因素主要是降水、夏季温度、风、温度和相对湿度,降水与雷击火呈负相

关,降水多于 500 mm 时,雷击火很少发生,少于 400 mm 时,发生频繁。夏季温度与雷击火呈正相关;降水与雷击火相关性最强;风与雷击火呈负相关,有风的天气,雷击火发生的几率很小;温度在 14℃ 以下,雷击火发生几率很小,温度为 14~20℃ 时,为雷击火高发段;相对湿度与雷击火呈负相关,根据研究发现,发生雷击火严重的年份,夏季降水严重少于平均值,且温度高于 17℃,蒸发量远远大于正常情况^[21],湿润指数 ≥ 2.60 时雷击火发生的可能性几乎为 0^[19]。根据于成龙的研究,对比接地闪流强度的空间分布和雷击火点的空间分布,大兴安岭腹地的火点分布密集但是雷电流强度较低,可能原因是:在大兴安岭地区雷电高发期和当地的汛期同时发生,即较强的雷电与较多的降水同时发生,增加了地表可燃物的相对湿度,降低了雷击火发生的可能性^[22]。田晓瑞等研究了 16 年的数据发现,月均气温与雷击火发生数量成正相关,月降水距平值与雷击火数量呈负相关,且雷击火发生时的 FMI 各组分指数明显高于总平均值^[17]。杜春英等研究结果同样显示“日最低气温”,“最小相对湿度”,“最大风速”3 个气象因子及可燃物干湿程度与雷击火发生概率显著相关^[23]。

国外对于雷击火与气象条件关系的研究中,Futao Guo 等人利用 6 种广义线性模型研究了大兴安岭北部雷击火的发生与气象因子之间的关系^[24]。Feng Chen 等人研究结果表明,降雨量、雷击次数和雷电流强度是影响雷击火发生的主要因素,植被和地理变量是次要因素^[25]。John T Abatzoglou 等人研究表示,对大多数地区来说,总雷击次数和干雷击次数与雷击引起的火灾次数呈很强的年际相关性,但对区域范围内的烧伤面积预测较差。在美国西部大部分地区,由闪电引起的火灾造成的区域年际变化的主要控制因素是气候条件,而不是闪电活动^[26]。奥地利作为一个高山国家,经历了大量的雷暴和闪电,6—8 月,超过 1/3 的森林火灾是由雷暴和闪电引起的。因此,该地区建立了 2 个火灾天气子指标 (FFMC 和 BUI)。在着火后,FFMC 和 BUI 均有显著的平均下降。在发生森林火灾的撞击点,降雨量显著减少。白天闪电点燃时烧伤面积更大^[27]。

1.2 可燃物

朱易等通过改变环境温度、空气湿度、两极间距、可燃物含水率等条件自主设计出雷击点燃可燃物的模拟实验装置,并进行大量雷击点燃实验。实验结果分析发现,可燃物含水率和设备低压是雷击

点燃的主要因素^[28]。Taylor 等研究发现,树下的枯落物层和腐木更容易发生雷击火。Kourtz 等统计分析加拿大雷击火灾数据表明,大约 34% 的雷击火由残枝引燃,30% 由枯落物引燃,11% 由立木引燃。据现象显示,细小可燃物具有较高的表面积体积比和较低的密实度以至于含水率变化快。舒立福等对大兴安岭地区雷击木的调查发现,主要遭受雷击的目标是枯立木、病腐木、老龄木、树根和伐根。此外,作为一种特殊的可燃物—土壤,其有机质含量对阴燃的影响同样非常大^[29]。

可燃物类型的影响:李忠琦等认为雷击火容易发生在纬度高的林区,并研究发现雷击火发生最集中区域为 51°N 以北海拔 800 m 以上山脉的山顶或腹部中的落叶松 (*Larix gmelinii*)—偃松 (*Pinus pumila*) 林、樟子松 (*Pinus yloestris* var. *mongolica*)—偃松林^[30]。同样杜野研究发现,纬度较高的北部原始林区是内蒙古雷击火发生较多的地区,最集中区域是海拔 800 m 以上山脉的腹部或山顶的落叶松—偃松林以及樟子松—偃松林地区^[14]。从雷击火发生的植被类型来看,于春英等研究发现,发生次数最多的是大约占总雷击火次数 65% 的落叶松林,其次是约占 14% 的落叶阔叶林^[19]。田晓瑞等研究发现,71.9% 的雷击火发生于针叶落叶林,2.5% 发生在落叶阔叶林,17.3% 发生在草地^[17]。由于 2 个研究区域和年限不同导致结果不同,但总体上可以看出,针叶落叶林易发生雷击火。其它地区中,奥地利雷击火灾多发生在海拔较高地区,主要发生在挪威云杉林 (*Picea abies*)。松树的受影响程度是自然树种分布的 4 倍^[27]。

1.3 地形、地貌

大兴安岭地区虽然闪电活动不多,雷击火却发生频繁,为了研究其主要原因,杜春英等结合大兴安岭地区 40 年数据进行研究,从地形条件看,雷击火发生次数最多的是平坡,大约占总次数的 37%,半阳坡最少。1°~4° 的山地雷击火发生次数占总次数的 85%。且由于受大气环流影响容易形成干雷暴、地形起伏大、易燃树种分布广泛,多集中于海拔 200~1 300 m 范围内,最为密集的是海拔 300~800 m 区域^[13,19]。

研究内蒙古北部原始林区雷击火空间分布特点发现,在山坡、山中平地以及山间低谷的雷击火发生次数中,较多的是山坡,其次是山中平地,发生雷击火几率较少的是山间低谷;山坡的东南方向遭雷击的概率要多于西北方向;在靠山临水面积较大的低

谷潮湿地(俗称塔头地)易受雷击,明显高于地表的矮树通常是主要雷击对象^[14]。

2 雷击火发生的时空规律及特点

由于春季气温回升快导致水分蒸发加快,地被物的枯枝落叶迅速干燥。对地被物干燥度取样调查发现,5月中旬0~5 dm厚地被物含水量为10%,火险等级达到最高级别^[31]。在1966—2006年的森林雷击火研究中,从发生月份看,6月是雷击火高发期,占全年雷击火发生总量的51.96%,而一天中15、16时为雷击火的高发时段^[32]。

对2002—2017年黑龙江省雷击森林火灾空间分布特点进行研究,黑龙江省雷击森林火灾的主要发生地区是大兴安岭林区,发生次数占全省的94%,呼中区雷击火发生次数明显高于其它各县区。全省雷击森林火灾时间分布特点:2002年和2015年发生次数最多;74%的雷击森林火灾发生在夏季防火季(6月15—9月15日);雷击森林火灾发生最多的月份是6、7、8月;每天12—18时是雷击森林火灾高发时段^[33]。田晓瑞等汇总雷击火发生的中心点数据发现,74%的雷击火分布在121°~125°E,70%的雷击火发生在51°~53°N,因此,雷击火的空间分布在经度和纬度方向并不呈正态分布,纬度方向的分布更集中^[17]。

2000年以后导致大兴安岭地区雷击火严重发生的原因是干旱现象逐年累加,6—8月期间的气温和地温升高是引发雷击火的主要诱因^[34]。5—7月的气温和地温升高、降水量和相对湿度减小,使干旱化程度加重,还有极端天气的增加,导致内蒙古大兴安岭地区雷击火频繁发生^[35]。与人为火相比较,雷击火分布的海拔相对偏高^[3],雷电流强度在 $1\text{KA} \leq I \leq 10\text{KA}$ 时发生雷击火的次数最多,以负闪为主^[22]。

3 雷击火预警及监测

由于雷击引起的火灾危害性强、范围大、不易察觉,预测技术的研究受到世界各地极大重视。雷击火预测受诸多因素影响,准确率较低并且在实践中应用的不多,绝大多数还处于理论探讨阶段。这些模型一般是利用历史上雷击火的发生与当时的雷击、雷击发生时和发生前的天气数据、地面植被的相关数据,采用统计回归法建立的随机概率模型^[36]。

对于气象站稀少、雷电监测系统不完善、地形条

件复杂的地区,现有的森林火灾风险等级评估方法更加困难。Wenliang Liu等提出了一种克服现有森林火灾风险等级评估方法局限性的方法,该方法使用3个动态指标和2个静态指标来表征潜在的火灾环境。动态指标为温度条件指数、植被条件指数和水分条件指数。静态指标是地形起伏和地雷影响调查/OTD闪电密度^[37]。

2009年运用空间点模式研究,郭福涛等对大兴安岭地区空间火格局进行具体研究,结果表明,除1991—1993年和1998—2005年间,整体上各年度雷击火呈聚集状分布^[38]。2010年于建龙等借鉴加拿大林火天气指数系统,改进其计算方法,并适当修改计算方法确定出我国大兴安岭地区森林雷击火发生的火险天气等级^[39]。2012年运用现代化技术,王岩等设计了大兴安岭林区的雷击火预警系统,通过建设若干监测站和预警站在大兴安岭林区形成立体防护系统^[40]。2014年吴树森等通过研究气象因子、林地植被可燃物含水率、物候相和雷暴天气特征,确定了森林火险天气指数^[41]。2014年朱沛林等建立二元逻辑斯蒂回归模型为雷击火发生的概率以及一定区域内雷击火发生的数量估计提供科学参考依据^[42]。2014年彭欢等以Logistic模型为原型,建立了黑龙江省大兴安岭地区雷击火预测模型,经过参数修正后同样适用大兴安岭地区,但其基础数据有待进一步完善^[43,44]。2015年黄艳等讨论了国外雷击火发生指数、干雷暴日判别模型、RF99和干雷电预测流程,并对我国今后的研究进行了展望^[45]。2015年王金荣等使用大兴安岭地区2006—2011年有关数据和引用FWI构建出适用大兴安岭地区的雷击发生概率模型^[46]。张媛等的研究通过估计具有长时间连续电流的闪电概率、闪电到达地面的概率、计算雷击点燃的概率以及火源能进一步发展的概率,表明雷击火点燃概率模型的基本过程^[3]。

在国外,Nicholas Read提出了一个新的模型方法,其补充了现有的模型选择方法,进一步减少模型中变量的数量,并使其对预测能力的影响最小。最终将模型中的变量数量减少了37.5%,而预测能力几乎没有变化。模型输出的改进可以使火灾管理人员更容易解释模型预测^[47]。Homayun Kabir等人为减轻森林火灾的危害,建立了森林雷击点定位模型,提出了一种结合接收信号强度(RSS)和接收信号强度比(RSSR)的混合定位算法,通过减轻森林中雷击位置对环境的影响来提高定位精度。该混合算法利

用云对地回波雷击信道的天线理论模型来预测雷击的位置^[48]。Hamish Clarke 等人开发了澳大利亚东南部维多利亚州自然和人为点火模型,整合了与火灾天气、地形和建筑环境相关的变量,基于现成的气象和生物物理数据,能够可靠地预测起火的空间可能性^[49]。

张媛等表示,雷击火预报结果不能满足林火管理的需求,主要原因是我国对雷击火活动规律的认识不够全面,建立雷击火多元发生预报模型,可加深对雷击火的认识和理解,应依靠现有的研究条件和手段对雷击火引燃特征和活动规律展开系统性研究,提高预报的准确度和精度^[3]。

雷电尽管是自然现象,其规律是可以科学的方法掌握的^[3]。我国在研究闪电方面做了许多工作,但以统计为主,对雷暴初生的研究还不多。李迪飞等在雷击火天气云况监测技术研究上提出回波顶高度、强回波顶高度、回波强度、液态含水量、冰核指数、负温区厚度、组合反射率强度和回波外形结构特征 8 个雷电预警的预报因子,为大兴安岭地区人工催化消雷实验提供了参考^[50]。孙少辉等通过对雷击易发区的调查,在重点雷击区安装预防强对流天气变化的防雷系统;在一般雷击区根据立地条件安装简易避雷设施;安装雷电监测系统;分析雷击森林火灾可能发生的位置并及时将监测和分析数据传送到计算机终端^[31]。

4 未来研究方向

以上是对雷击火近 10 年国内文献的内容归类和总结。对于目前的研究现状和雷击火急需解决的问题,未来的研究方向主要有以下几点建议:

对雷击火的预防措施应做到有效拦截和及时提醒。郑宏提出应用“外移式防雷保护技术”预防森林火灾的假想。研究表明,外移式防雷保护技术从经济效益、生态效益、社会效益均非常适用于大面积林区保护。实施外移式防雷保护之后,保护区内的雷击可降低 99% 以上^[51]。李迪飞等对人工影响闪电防雷问题进行研究。措施是人工引进一定数量的冷云催化剂(干冰、碘化银)使云中产生足够数量的冰晶以削弱云内电场,进而减少雷暴闪电,降低雷击火产生的几率^[52]。以上均提出了如何预防,但如何做到短期预警的研究尚属空白。当雷击火造成的森林火灾被发现时,一般已经燃烧了 1~2 d,已经造成了较大的资源损失,蔓延范围扩大,使扑救难度难上加难。虽然在许多林区会设置瞭望塔每日有人汇报

森林火情,但人力资源耗费大,观察半径有限,有待改进。可以开设无人机定时巡逻并汇报情况等有效监测措施来做到及时预警。对于雷击火研究较成熟的地区应增强雷击火的短期预警研究,使森林火灾的发生可以被发现得更加及时,降低损失和扑救难度。

增加对西南片区、高纬度地区雷击火发生发展的研究和复杂地形的扑救措施的研究。我国对于雷击火的研究在黑龙江省大兴安岭地区占主要部分,内蒙古有少数,其它地区零零散散。以至于对东北及北部以外地区雷击火发生的条件和活动规律的了解几乎空白,2019 年发生的四川木里火灾中造成的惨重代价给人们一个巨大警醒。应该多方位多角度在全国各个地区加深对雷击火发生发展特征的认识和了解,拓展雷击火领域的研究成果,为今后的研究和实践提供参考依据。

参考文献:

- [1] DONGHWAN C, XIN W, JEONG W K. Assessing Lightning and Wildfire Hazard by Land Properties and Cloud to Ground Lightning Data with Association Rule Mining in Alberta[J]. Canada. Sensors, 2017, 17: 2413.
- [2] FENG C, YONGSHENG D, SHUKIU N, et al. Modeling Forest Lightning Fire Occurrence in the Daxinganling Mountains of Northeastern China with MAXENT[J]. Forests, 2015, 6: 1422-1438.
- [3] 张媛,李胜男,张运生. 森林雷击火特点和监测预警技术研究进展[J]. 森林防火, 2018(3): 44-48.
- [4] 宋蝶,杨艳蓉,王圣燕,等. 我国西南森林雷电环境研究——以四川木里为例[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(4): 219-223.
- [5] 王翔,山长城. 浙江省森林火灾与气象因子的关系[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2010, 23(5): 29-31.
- [6] 孙少辉,南海涛. 林区干雷暴及雷电监测的研究[J]. 森林工程, 2008(1): 16-17.
- [7] 史洋. 河北丰宁地区雷击森林火灾防护研究[J]. 农民致富之友, 2017(18): 248.
- [8] 陈江平,谭波,连世忠. 湖北省雷击关联规则挖掘发现[J]. 应用科学学报, 2017, 35(1): 42-50.
- [9] 武文杰,孙福琴. 内蒙古大兴安岭林区雷击火成因初探[J]. 内蒙古林业, 2008(6): 18-19.
- [10] 于文颖,周广胜,赵先丽,等. 大兴安岭林区火灾特征及影响因子[J]. 气象与环境学报, 2009, 25(4): 1-5.
- [11] MASOUD A, ASHRAF D, QUAZI K H. Applicability of Remote Sensing-Based Vegetation Water Content in Modeling Lightning-Caused Forest Fire Occurrences[J]. IS-

- PRS Int. J. Geo-Inf, 2019, 8: 143
- [12] 倪长虹, 邸雪颖. 黑龙江省大兴安岭雷击火发生规律[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(1): 55-57, 75.
- [13] 赵俊卉, 亢新刚, 郭广猛, 等. 基于 LIS/OTD 格点数据的中国东北地区雷击火时空分布[J]. 生态学杂志, 2009, 28(4): 715-720.
- [14] 杜野. 内蒙古北部原始林区的雷击火分布规律研究[J]. 森林防火, 2017(4): 28-31.
- [15] 王立夫, 孙家宝, 冯乃祥. 雷击火调查与鉴定规范的制定[J]. 森林防火, 2012(2): 16-17.
- [16] 雷小丽, 周广胜, 贾丙瑞, 等. 大兴安岭地区森林雷击火与闪电的关系[J]. 应用生态学报, 2012, 23(7): 1743-1750.
- [17] 田晓瑞, 舒立福, 王明玉, 等. 大兴安岭雷击火时空分布及预报模型[J]. 林业科学研究, 2009, 22(1): 14-20.
- [18] 王会福, 龚立群. 秦岭林区雷击火的发生和预防[J]. 陕西林业科技, 2013(5): 69-70, 72.
- [19] 郭福涛, 苏漳文, 马祥庆, 等. 大兴安岭塔河地区雷击火发生驱动因子综合分析[J]. 生态学报, 2015, 35(19): 6439-6448.
- [20] 于淑洁, 李淑波. 大兴安岭地区雷电气候特征及灾害防御[J]. 林业机械与木工设备, 2010, 38(11): 9-11.
- [21] 倪长虹, 邸雪颖. 黑龙江省大兴安岭雷击火发生规律[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(1): 55-57, 75.
- [22] 于成龙, 刘丹, 杜春英, 等. 大兴安岭地区雷击火发生的雷电条件分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010, 38(11): 64-70.
- [23] 郭福涛, 苏漳文, 马祥庆, 等. 大兴安岭塔河地区雷击火发生驱动因子综合分析[J]. 生态学报, 2015, 35(19): 6439-6448.
- [24] MORTIMER M M, HARALD V. Characteristics of lightnings igniting forest fires in Austria [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2017: 240-241.
- [25] FENG C, YONGSHENG D, SHUKUI N, et al. Modeling Forest Lightning Fire Occurrence in the Daxinganling Mountains of Northeastern China with MAXENT [J]. Forests, 2015, 6: 1422-1438.
- [26] HAMISH C, REBECCA G, BRETT C, et al. Developing and testing models of the drivers of anthropogenic and lightning-caused wildfire ignitions in south-eastern Australia [J]. Journal of Environmental Management, 2019: 235.
- [27] JACOB B, JUSTIN J H. Asynchronous lightning and Santa Ana winds highlight human role in southern California fire regimes [J]. Environmental Research Letters, 2018, 13(7).
- [28] 李迪飞, 毕武, 宋欣, 等. 人工影响闪电防雷问题研究 doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.013 [J]. 林业机械与木工设备, 2011, 39(9): 37-39.
- [29] 张吉利, 毕武, 王晓红, 等. 雷击火发生的影响因子与预测研究进展[J]. 应用生态学报, 2013, 24(9): 2674-2684.
- [30] 田晓瑞, 舒立福, 赵凤君, 等. 大兴安岭雷击火发生条件分析[J]. 林业科学, 2012, 48(7): 98-103.
- [31] 郑宏. 大兴安岭林区应用“外移式防雷保护技术”预防森林火灾的设想[J]. 森林防火, 2017(2): 37-39.
- [32] 杜春英, 李帅, 刘丹, 等. 大兴安岭地区森林雷击火发生的时空分布[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(3): 72-76.
- [33] 张巍, 颜廷强, 王志成. 黑龙江省雷击森林火灾时空分布特点[J]. 林业建设, 2018(3): 31-34.
- [34] 刘松, 刘旭, 王子洋. 大兴安岭雷击火分布特点分析[J]. 林业勘查设计, 2014(3): 92-95.
- [35] 郝润全, 高建国, 杨勇. 内蒙古大兴安岭林区雷击火灾气候成因分析[J]. 气象科技, 2008(1): 87-90.
- [36] 肖志远, 姜恩来, 刘毅. 北美雷击火概率预测技术及其应用效果评价[J]. 林业机械与木工设备, 2011, 39(9): 21-25.
- [37] WENLIANG L, SHIXIN W, YI Z, et al. Lightning-caused forest fire risk rating assessment based on case-based reasoning a case study in DaXingAn Mountains of China [J]. Nat Hazards, 2016, 81: 347-363
- [38] 郭福涛, 胡海清, 马志海. 应用空间点模式方法研究大兴安岭雷击火空间分布格局[J]. 生态学报, 2009, 29(12): 6741-6747.
- [39] 于建龙, 刘乃安. 我国大兴安岭地区森林雷击火发生的火险天气等级研究[J]. 火灾科学, 2010, 19(3): 131-137.
- [40] 王岩, 刘强. 大兴安岭林区雷击火预警系统设计[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2012, 25(2): 18-19.
- [41] 吴树森, 陆忠涛, 魏光辉, 等. 大兴安岭森林火险影响因素及综合指标预报方法[J]. 黑河学刊, 2014(12): 17-21.
- [42] 朱沛林, 史明昌, MIKE W, 等. 黑龙江大兴安岭雷击火概率预测模型研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2014, 34(8): 82-85.
- [43] 彭欢, 史明昌, 孙瑜, 等. 基于 Logistic 的大兴安岭雷击火预测模型[J]. 东北林业大学学报, 2014, 42(7): 166-169.
- [44] 王晓红, 黄艳, 张吉利, 等. 基于闪电定位数据和气象数据的大兴安岭雷击火预测模型研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(3): 44-48.
- [45] 黄艳, 张吉利, 张明远, 等. 干雷暴与森林火险关系研究进展[J]. 世界林业研究, 2015, 28(6): 40-45.

林芝市极小种群野生植物拯救保护对策探究

高林,刘永明,王波,陶政红,熊宇岗

(云南省林业调查规划院生态分院,云南昆明 650031)

摘要:介绍林芝市巨柏、喜马拉雅红豆杉、墨脱虾脊兰和茎花石豆兰等4个极小野生植物种群的现状,对目前的保护管理现状和存在的问题进行总结,分析对其保护拯救的必要性,阐述4个极小种群保护的技术思路。提出就地保护、种苗繁育、近地保护、迁地保护、回归引种和离体保护等保护措施及对策,并对拯救保护的具体目标采取的具体措施作逐一详细阐述。

关键词:极小种群野生植物;拯救保护;必要性;林芝市

中图分类号:S759.94;S76 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0077-05

引文格式:高林,刘永明,王波,等.林芝市极小种群野生植物拯救保护对策探究[J].林业调查规划,2020,45(2):77-81,123.

GAO Lin, LIU Yongming, WANG Bo, et al. Strategies of Saving and Conserving Wild Plant Species with Extremely Small Populations in Linzhi City[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 77-81, 123.

Strategies of Saving and Conserving Wild Plant Species with Extremely Small Populations in Linzhi City

GAO Lin, LIU Yongming, WANG Bo, TAO Zhenghong, XIONG Yugang

(Ecology Branch, Yunnan Institute of Forest Inventory and Planning, Kunming 650031, China)

Abstract: This paper introduced the current situation and problems of conservation and management for four wild plant species with extremely small populations in Linzhi City, including *Cupressus gigantea*, *Taxus wallichiana*, *Calanthe metoensis* and *Bulbophyllum cauliflorum*, and analyzed the necessity and the technical ideas of conservation and rescue. Some conservation countermeasures were also put forward, such as in situ conservation, seedling breeding, near situ conservation, ex situ conservation, reintroduction and in vitro conservation, and the specific measures for the conservation objectives were illustrated in detail.

Key words: wild plants with extremely small populations; conservation and rescue; necessity; Linzhi City

极小种群野生植物是指分布地域狭窄或呈间断分布,它们因自然演化或长期受到外界因素胁迫干扰,呈现出种群退化和数量持续减少,种群(population)及个体(individual)数量都极少,已经低于稳定存活界限的最小生存种群(MVP),随时濒临灭绝的野生动植物种类。

2012年5月,国家林业局下发的《全国极小种

群野生植物拯救保护工程规划(2011—2015年)》,将极小种群野生植物拯救保护工作推向全国。按照国家林业局的要求,为全面拯救保护对象,林芝市林业局在自治区林业厅、自治区发展和改革委员会的支持下,以2017—2020年自治区林业重点项目向国家林业局申报了“林芝市极小种群野生植物繁育拯救项目”,繁育拯救保护对象为巨柏、喜马拉雅红豆

收稿日期:2019-03-05;修回日期:2019-10-11.

第一作者:高林(1972-),男,云南宣威人,工程师.主要从事森林调查规划设计工作. Email:1186902887@qq.com

责任作者:熊宇岗(1974-),男,云南昆明人,工程师.主要从事林业经济工作. Email:365222620@qq.com

杉和兰科植物,其中巨柏和喜马拉雅红豆杉均为国家 I 级保护植物,兰科植物为自治区特有的区级保护植物。

1 种群现状

需拯救保护的野生植物种群分布于西藏自治区林芝市巴宜区、米林县、朗县、波密县、墨脱县、察隅县。项目拟定拯救保护对象为巨柏、喜马拉雅红豆杉和兰科植物(茎花石豆兰和墨脱虾脊兰)。各种群生长在林芝市的不同县(区)、不同海拔段,其各有自己的生长习性和保护价值,都属于极小种群。

1.1 巨柏

巨柏(*Cupressus gigantea* Cheng et L. K. Fu)又名雅鲁藏布江柏木(植物分类学报),为柏科柏木属植物。常绿大乔木,高 25~45 m,胸径达 1~3 m,稀达 6 m。巨柏是 1974 年在西藏东部发现的一种特有植物,分布区狭窄,为中国珍稀特有树种。

巨柏在西藏主要分布于朗县、米林县、林芝县、波密县,主要集中于雅鲁藏布江朗县至米林县之间的沿江地段,材质优良,可作雅鲁藏布江下游的造林树种。

1.2 喜马拉雅红豆杉

西藏红豆杉(*Taxus wallichiana* Zucc.),又称喜马拉雅红豆杉,为红豆杉科红豆杉属植物。乔木或大灌木,一年生枝绿色。叶条形,质地较厚。雌雄异株,球花单生叶腋;雄球花圆球形,具多数螺旋状排列的雄蕊,具短梗,雌球花几无梗。种子当年成熟,坚果状,柱状长圆形,生于肉质、红色、杯状假种皮中。喜马拉雅红豆杉分布于阿富汗、尼泊尔以及中国大陆的西藏南部和西南部、云南西北部等地,阿富汗至喜马拉雅山区东段也有分布,是中国分布区最小,也是资源蕴藏量最小的红豆杉种类,在西藏主要分布于吉隆县、错那县、亚东县、察隅县、墨脱县、波密县、林芝县等海拔 2 000~3 100 m 山区。喜马拉雅红豆杉木材心边材区别明显,纹理均匀,结构细致,硬度大,韧性强,干后少挠裂,其枝、叶、皮、根可提取紫杉醇,对癌症有良好疗效。

喜马拉雅红豆杉能耐寒,分布区的气候特点是夏温冬凉,四季分明,冬季有雪覆盖,年均温 10℃,最高温 16~18℃,最低温 0℃,年均降水 800~1 000 mm,年均相对湿度 50%~60%。

1.3 兰科植物

中国是野生兰科植物最为丰富的国家之一,具有从原始类型到高级类型的一系列进化种群以及复

杂多样的地理分布类型,中国野生兰科植物物种名录共记录兰科植物 187 属 1 447 种,中国野生兰科植物特有成分丰富,特有兰科植物共计 601 种,占总种数的 41.53%。在省级尺度上,中国野生兰科植物丰富度等级最高的区域为云南(901 种),其次为台湾(373 种)、四川(356 种)、广西(350 种)、西藏(324 种)、贵州(282 种)和海南(238 种)共 7 个区域。

就西藏自治区而言,林芝市墨脱县、波密县、巴宜区是野生兰科植物最为集中、丰富的地区,根据《西藏自治区生物多样性保护战略与行动计划》(西藏自治区人民政府二〇一四年六月)成果,列入西藏自治区重点保护野生植物名录、属区级保护的野生兰科植物共有 7 种,均分布于林芝市,以墨脱虾脊兰和茎花石豆兰为主。

1.3.1 墨脱虾脊兰

墨脱虾脊兰(*Calanthe metoensis* Z. H. Tsi & K. Y. Lang)根状茎不明显,假鳞茎粗短,圆锥形,叶在花期全部展开,长椭圆形,花葶 1~2 个,出自叶丛中间,直立,通常高出叶层外,长 30~50 cm,密被短毛,总状花序长达 12 cm,疏生 2~10 朵花,花粉红色,花期 4—8 月。分布于云南西部(高黎贡山)和西藏东南部(墨脱),生于海拔 850~1 000 m 林下。

1.3.2 茎花石豆兰

茎花石豆兰(*Bulbophyllum cauliflorum* Hook. f.)根状茎粗壮,分枝,被覆鳞片状鞘,在每相距 1~2 cm 处斜生 1 个假鳞茎。假鳞茎圆柱形或长卵形,顶生 1 枚叶。叶革质,长圆形;花葶从根状茎节上或假鳞茎基部发出,直立,与假鳞茎约等长;总状花序缩短呈伞状,常具 3~5 朵花;花小,黄绿色;萼片离生,近相等,狭披针形,花瓣披针形,长 5~7 mm,中部宽 1.2 mm,先端渐尖,具 3 条脉,全缘;唇瓣披针形。蒴果卵形,基部具短柄。花期 6—7 月,果期 11 月。生于海拔 800~1 750 m 的山坡阔叶林中树干上或林下岩石上。分布于锡金,印度东北部和西藏东南部。

2 保护管理状况

目前,林芝市林业部门对极小种群野生植物采取了一些简单的保护措施,比如对一些树木高大,年代久远的巨柏进行挂牌、围栏管理,但由于资金缺乏,技术力量薄弱等原因,拯救保护力度不够,很多极小群处于自身自灭的原始状态,为了更好地保护拯救极小种群野生植物,林芝市林业局已积极向国

家申请保护资金。

3 存在问题

由于林芝市属于少数民族和边疆地区,当地大部分群众对极小种群野生植物没有保护意识,他们在放牧、上山采摘野生植物时会对一些小的、弱的苗木造成破坏;林芝市气候多变、生态脆弱、自然灾害多也会对极小种群野生植物产生破坏。如果长期如此下去,对极小种群野生植物的生长将可能造成毁灭性的打击。

4 拯救保护必要性

4.1 建设生态文明建设的重要举措

采取科学有效的抢救性措施,确保物种不灭绝,是维护生态平衡、保障生态安全、实现生态文明、推进林芝市“国家生态文明市”创建和贯彻落实习总书记“加强民族团结、建设美丽西藏”的重要举措。

4.2 当前野生植物资源保护的迫切需要

西藏自治区野生植物资源的保护现状不容乐观,共有受威胁植物 719 种,必须采取强有力措施加以缓解和扭转。根据 4 次实地调查(2002 年,2003 年,2010 年,2011 年)、查阅标本和文献资料与论证结果,西藏自治区共有中国特有植物 3 224 种。其中本项目涉及墨脱县 805 种、波密县 666 种、巴宜区 503 种。按照 IUCN 濒危等级标准,西藏共有受威胁植物 719 种,其中濒危种类(EN) 110 种,极危种类(CR) 38 种,近危种类(NT) 127 种,易危种类(VU) 444 种。拥有受威胁植物 100 种以上的县有 4 个,除察隅县 250 种外,其它 3 个均是本项目涉及的县,其中墨脱县 371 种、波密县 150 种和巴宜区 103 种。可见,林芝市野生植物资源保护的严峻形势,而极小种群由于数量稀少急需加强保护。

4.3 促进社会经济可持续发展的必然要求

项目涉及的巨柏、喜马拉雅红豆杉具有极高的药用、材用价值,林芝市特有的兰科植物具有极高的观赏、文化价值。野生植物资源保存着丰富的遗传基因多样性,为人类的生存与持续发展提供了广阔的空间,是重要的战略资源。因此,急需保护极小种群物种这一宝贵财富,以增加国家物质资源的储备存量和选择空间,从而促进国民经济的可持续发展。

5 拯救保护极小种群野生植物的技术思路

根据喜马拉雅红豆杉、巨柏、兰科植物的分布及

生物学特性,采用家系、无性系聚合群体的保存模式。按种源、单株(优良单株)建立种质资源库,在对喜马拉雅红豆杉、巨柏、兰科植物分布区进行种质资源调查的基础上,确定其种质资源的保存数量。最终目标为收集分布区内的主要种质资源,对保存的种质作出评价,建立该物种种质资源的管理信息系统。同时采取不同的拯救保护方法、不同的对策进行科学有序的保护。

6 极小种群野生植物拯救保护方法

6.1 就地保护

在原地保护极小种群野生植物天然种群及其栖息地的保护形式。就地保护的方式主要是设立保护点,并采取人工促进天然更新措施,保证种群稳定发展。

6.2 种苗繁育

在有效保护极小种群野生植物现有资源的基础上,收集种质资源、建立繁育基地和开展种苗繁育,为近地保护、迁地保护和回归引种等提供繁殖材料。

6.3 近地保护

在天然分布区外但立地条件相似的自然或半自然生境中建立人工种群的保护形式。近地(似)地保护在建立人工种群、增加种群数量的同时,强调保护基地和原生境气候、地形、土壤、水文、生物等立地因子的相似性,保持自然生境对新建种群的支撑和压力。

立地条件相似是开展近地保护的关键,在保证立地条件相似的前提下,近地保护基地与现有天然分布区(点)的距离可近可远。建立近地保护基地,通常采用块状整地甚至不整地的方式,直接采用携带足够遗传多样性的人工繁殖材料建立新的种群。构建近地保护种群时,应在基地内合理布局不同龄级、不同性别和不同遗传背景的植株,防止近交、杂交和环境改变等引起的遗传多样性损失。

6.4 迁地保护

将极小种群野生植物迁出原地并移植到人工环境中进行栽培、养护和保存的保护形式。在目的物种所处气候带和生态区内,选择合适的地点,通常选择已建的植物园、树木园、种质收集圃、中心苗圃等,开展迁地保护。迁地保护通过移栽大苗、挖取野生幼苗、种子育苗或无性繁殖等方式获得种苗,建立具有足够遗传多样性的迁地保护种群。迁地保护强

调种质资源保存和备份,不强调环境压力的影响。

迁地保护基地应采取适当的人工抚育和管护措施,确保备份种质资源得以保存。迁地保护备份的种质资源,应结合保护基地的科学规划,合理布局定植,防止近交、杂交、环境改变等引起的遗传多样性损失。

6.5 回归引种

回归引种是在极小种群野生植物现有或历史分布区选择合适的地段,引入人工繁殖的新个体,重建或恢复天然种群的保护形式。在现存种群内通过增加个体数量扩大种群规模或增加某一特定组群以改善种群结构的回归引种,称为恢复型回归或增强型回归;在确定的历史分布区自然生境中,采用携带足够遗传多样性的繁殖材料,按种群结构重新建立种群的回归引种,称为重建型回归。

6.6 离体保存

离体保存指将目的物种的种子、花粉及根、穗条、芽等种质材料,离开母体进行贮藏的保护形式。对就地、近地和迁地保护有一定困难或有特殊价值的极小种群野生植物种质资源,可进行离体保存。离开母体的种质材料保存于具备相应条件的国家级或省级种质资源库,并根据保存材料特性和保存条件,定期更新。

7 拯救保护目标

7.1 拯救保护总目标

通过就地保护工程建设与运营,使林芝市境内的巨柏、喜马拉雅红豆杉、兰科植物 4 种极小种群野生植物得到有效保护。通过迁地工程建设与运营,使 4 种极小种群野生植物得到迁地保护,并得到繁育拯救。

项目建立以就地保护为基础,以迁地保护为依托的西藏自治区极小种群野生植物示范基地,为全区极小种群物种种群拯救和保护提供试验示范。

7.2 拯救保护具体目标

7.2.1 就地保护目标

1) 对保护点内的巨柏、喜马拉雅红豆杉、兰科植物 4 种极小种群野生植物的所有个体全部进行编目、挂牌和建档,建立数字化监测体系和保护管理信息系统;

2) 使保护点内的 4 种极小种群野生植物的原生生境地全部得到有效地保护。

7.2.2 迁地保护目标

针对 4 种极小种群野生植物建立迁地保护,扩

大种群。

8 拯救保护对策

为拯救保护极小种群野生植物,采取不同的拯救保护对策,主要包括就地保护点工程、极小种群野生植物人工繁殖试验示范基地工程、配套工程、附属工程和设备购置。通过实施不同工程,使林芝市境内的巨柏、喜马拉雅红豆杉和兰科植物等极小种群野生植物得到保护和拯救。

8.1 就地保护

8.1.1 巨柏就地保护点

1) 在林芝市米林县扎绕乡、多卡村多卡村组,小地名色苏庄园,建立 1 个极小种群野生植物就地保护点,面积为 3.120 3 hm^2 ;

2) 在林芝市朗县洞嘎镇滚村滚麦村组,小地名滚麦,建立 1 个极小种群野生植物就地保护点,面积为 5.106 2 hm^2 ;

3) 在林芝市巴宜区世界柏树王园林公园,设立 1 个极小种群野生植物就地保护点,面积以公园范围为准。保护点是世界柏树王园林,属巴宜区旅游局管理,是西藏人民政府批准成立的自治区区级柏树林保护区。

8.1.2 喜马拉雅红豆杉就地保护点

1) 在林芝市波密县易贡乡易贡茶厂 3 队,小地名旦嘎阁,建立 1 个极小种群野生植物就地保护点,面积为 1.818 9 hm^2 ;

2) 在林芝市察隅县上察隅镇荣玉村,建立 1 个极小种群野生植物就地保护试验示范保护点,面积为 3.180 5 hm^2 。

8.1.3 兰科植物就地保护试验示范保护点

在墨脱县墨脱镇仁崩村仁棚村组,小地名卓玛拉,建立 1 个兰科植物就地保护点,面积为 1.293.2 hm^2 。

8.2 迁地保护

人工繁殖试验示范基地(迁地保护)设在在巴宜区市中心苗圃,所在地位于巴宜区八一镇尼西村,尼洋河畔。

建设内容有巨柏、喜马拉雅红豆杉和兰科植物人工繁育试验基地,对极小种群野生植物开展人工繁殖试验示范。同时配套建设西藏极小种群野生植物繁殖中心等相应的种植资源保存设施、科研与科教基地站点。

8.3 配套工程

配套工程主要包括:监测站点;西藏极小种群野

生植物繁殖中心(实验室、技术培训、应用与推广);
保护管理设施标识系统等。

8.3.1 监测站点

1)朗县巨柏就地保护点监测站,位于朗县洞嘎镇、滚麦村,建筑面积为77.8 m²,抗震设防烈度为八度。

2)波密县喜马拉雅红豆杉就地保护点监测站,位于波密县易贡乡且嘎阁、茶叶三队,建筑面积为77.8 m²,抗震设防烈度为八度。

3)米林县巨柏就地保护点监测站,位于米林县扎绕乡多长村,建筑面积为77.8 m²,抗震设防烈度为八度。

4)墨脱县兰科植物就地保护点管护站,位于去仁青崩寺的路上,建筑面积为19.84 m²,抗震设防烈度为九度。

8.3.2 科教与科研基地综合业务楼

含实验室、技术培训、应用与推广等功能。建筑面积1757.52 m²,框架结构三层,建设地点:巴宜区市中心苗圃。

8.3.3 保护管理设施标识系

包括监测站点、区碑、界碑、围栏、珍稀植物繁殖圃、管理站点、科研中心、宣教中心等标识。

8.4 附属配套工程

包括兰科植物大棚工程、供水灌溉工程、供电工程、其他工程等。

8.4.1 兰科植物大棚工程

在兰科植物迁地保护区内新建轻型结构大棚,设于巴宜区市中心苗圃,总面积4374.9 m²。配微喷、室内道路、排水、电气、温度观测、湿度观测等系统。本工程由建设单位通过招标合法程序,委托专业大棚制作单位进行现场设计和施工。

8.4.2 供水灌溉工程

采用巴宜区市中心苗圃现有喷灌系统,布设于6 hm²繁育基地,具体如下:

- 1)巨柏人工种苗繁育试验区,喷灌面积2 hm²;
- 2)喜马拉雅红豆杉人工种苗繁育试验区,喷灌面积2 hm²;
- 3)兰科植物人工种苗繁育试验区,喷灌面积1 hm²;
- 4)繁殖圃喷灌面积1 hm²。

水源:接自巴宜区市中心苗圃现有供水干管,前端设置计量和管道加压泵。

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.014

8.4.3 供电工程

1)监测站点供电系统

监测站点设1KW光伏+风能小型供电系统,每个站点1套,共4套。

2)人工种苗繁育试验基地供电系统

电源:由巴宜区市中心苗圃电网10KV高压线就近引入,高压架线距离300 m;

配电系统:50KVA箱变系统一套,低压线路长度30 m。

8.4.4 其它工程

相关道路修建,保护点边界局部围栏铁丝网:周长9005 m,高2.0 m。

8.5 技术支撑体系建立与科研培训

技术支撑单位为西藏农牧学院,项目实施时与西藏农牧学院合作开展相关的种质资源调查、收集、种苗培育、科研研发、技术培训等工作。具体包括:种质资源调查与收集、数据采集、种苗培育技术研究、学术交流与考察、技能培训以及资料设备的采集。

8.6 设备购置

包括育苗试验设备、种检和处理设备、观测设备、信息管理设备、病虫害防治设备等。

9 结论与建议

9.1 结论

林芝市极小种群野生植物繁育拯救项目是积极应对当前物种保护面临的巨大困难和挑战,切实加强生态文明建设的重要举措,对科学、有效保护巨柏、喜马拉雅红豆杉、兰科植物等种群数量极少、受威胁状况最为严重、濒临灭绝、亟待拯救的“极小种群野生植物物种”意义重大,拯救对象目的明确,拯救方法得当,项目实施具有一定的难度和挑战性。

9.2 建议

1)建议上级主管部门尽快批准立项,建设单位要制定好项目实施计划,做好项目建设前的准备工作。

2)建议建设单位加强与有关科研院所的横向联系与合作,加强科技攻关,积极推广科技新成果、新技术,提高项目建设的科技含量,促进林芝市中心苗圃基地的建设沿着优质、高效、生态、环保的方向

(下转第123页)

极小种群野生植物八蕊单室茛菪的种群状况研究

张珊珊¹,袁春明¹,陈剑¹,张永坤²

(1. 云南省林业科学院, 云南省森林植物培育与开发利用重点实验室, 国家林业局云南珍稀濒危森林植物保护和繁育国家林业局重点实验室, 昆明 650201; 2. 勐海县林业和草原局, 勐海 666200)

摘要:八蕊单室茛菪为云南省特有的极小种群野生植物和濒危物种。通过查阅相关文献并结合访问调查, 确定八蕊单室茛菪可能分布的区域, 开展种群资源调查。结果显示: 八蕊单室茛菪目前仅在普洱市和西双版纳州有 10 个天然种群, 其种群规模已低于最小可存活种群, 属极小种群野生植物和濒危物种, 亟需开展保护工作。生境破坏和生境片段化是导致八蕊单室茛菪濒危的人为因素。提出收集种质资源、营建和管护近地保护种群、建立迁地和回归种群等保育建议。

关键词:八蕊单室茛菪; 种群现状; 极小种群野生植物; 群落特征; 生境破坏

中图分类号: S759.94; S759.82 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)02-0082-06

引文格式: 张珊珊, 袁春明, 陈剑, 等. 极小种群野生植物八蕊单室茛菪的种群状况研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(2): 82-87.

ZHANG Shanshan, YUAN Chunming, CHEN Jian, et al. Population Status of Wild *Mastixia euonymoides* as an Extremely Small Population[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 82-87.

Population Status of Wild *Mastixia euonymoides* as an Extremely Small Population

ZHANG Shanshan¹, YUAN Chunming¹, CHEN Jian¹, ZHANG Yongkun²

(1. Key Laboratory of Rare and Endangered Forest Plants of State Forestry Administration, Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650201, China; 2. Menghai Forestry and Grassland Bureau, Menghai, Yunnan 666200, China)

Abstract: *Mastixia euonymoides* is an endangered species endemic to Yunnan Province with extremely small population. Based on the literature review and the investigation, the potential distribution area of *M. euonymoides* was determined and the population resources were investigated. The results showed that there were only 10 natural *M. euonymoides* populations in Pu'er City and Xishuangbanna at present, and the population size was lower than the minimum viable population, which was an endangered species with extremely small population, and the conservation work needed to be carried out urgently. The habitat destruction and fragmentation were the human factors causing *M. euonymoides* endangerment. Some conservation suggestions were put forward, such as collection of germplasm resources, construction and management of near situ conservation population, establishment of migration and population reintroduction.

Key words: *Mastixia euonymoides*; population status; wild plant species with extremely small populations; community characteristics; habitat destruction

收稿日期: 2019-09-25.

基金项目: 国家自然科学基金项目(31460119 和 31660164); 科技基础资源调查专项(2017FY100100); 云南省野生动植物保护项目(2016GC1002 和 2017YB1010).

第一作者: 张珊珊(1984-), 女, 安徽宿州人, 博士, 副研究员. 研究方向: 保护生物学. Email: lkysz@126.com

责任作者: 张永坤(1967-), 女, 云南景洪人, 高级工程师. 研究方向: 生物多样性保护. Email: 714621838@qq.com

八蕊单室茱萸 (*Mastixia euonymoides*), 为单室茱萸科 (*Mastixiaceae*) 单室茱萸属 (*Mastixia*) 落叶大乔木^[1], 是《云南省极小种群物种拯救保护规划纲要和紧急行动计划》中优先紧急拯救保护的“双二十”物种之一^[2], 主要分布在云南热区西双版纳和普洱, 是很有开发前景的珍稀用材树种^[3]。迄今为止, 其相关研究报道较少, 基础性资料的欠缺严重影响了对八蕊单室茱萸的保护。鉴于此, 于 2018 年开展了八蕊单室茱萸资源调查, 以期了解其资源分布状况及生态习性, 为八蕊单室茱萸种群的有效保护提供基础资料和科学依据。

1 研究方法

1.1 前期准备

在收集八蕊单室茱萸相关文献资料基础上, 了解八蕊单室茱萸在云南省的历史分布情况。根据文献记载的八蕊单室茱萸生物生态学特性及生境习性特征, 划定出可能有野生种群存在的区域, 携带相关图片、信息资料深入当地, 与林业部门、自然保护区管理部门、有关专家学者及周边社区居民进行沟通、寻访, 在整合所有信息资料后, 归纳整理出八蕊单室茱萸历史和现状分布区, 获取八蕊单室茱萸可能残存分布的地点; 综合各方面信息, 初步确定西双版纳和普洱的调查路线、制定调查方案和准备外业工具^[4]。

到已知分布点开展预调查, 拍摄识别照片。具体步骤为: 1) 在分布区找到八蕊单室茱萸植株, 对其冠型、树干、树枝、树叶、花、果实、种子及小生境进行拍照, 冲印多份备用; 2) 收集整理标本馆藏标本, 拍照制作照片并冲印多份备用; 3) 在开始野外调查前, 先到已知分布地采集八蕊单室茱萸活植物样本, 供社区访谈之用。

1.2 外业调查

在设计制作调查表格的基础上, 携带八蕊单室茱萸照片、活植物样本和初步设计的调查路线、交通图等相关资料, 到普洱市和西双版纳州深入实地调查。在做好前期准备工作的基础上根据社区访谈获得的信息, 到八蕊单室茱萸可能生长的生境进行实地调查, 在分布点找到八蕊单室茱萸后, 进行种群和群落调查。随着调查的深入, 需不断调整调查区域和地点。

种群调查在采用全球定位系统 (GPS) 定位每一植株地理位置和海拔的基础上, 采用样方法调查, 样方规格为乔木 20 m×20 m、灌木和藤本为 10 m×10

m、草本为 2 m×2 m。样方数量按群落面积确定, ≤ 300 hm² 的根据目的物种分布均匀程度设置 1~3 个样方; >300 hm² 的每增加 100 hm² 增设 1 个样方, 最多至 5 个样方。用地质罗盘仪确定坡位、坡度、坡向等植株所处小生境状况, 通过每木检尺测量植株的胸径、树高、冠幅等生长指标, 并调查植株健康状况、结实情况、林下幼苗生长等情况, 记录种群更新情况及植物群落特征。

为尽量避免调查遗漏, 在调查组完成深入细致的实地调查后, 将活植物样本、植物照片及调查组联系方式留与当地社区群众, 并承诺当其找到类似树种, 将付给相应的劳动报酬。

1.3 数据分析

基于外业调查结果, 分析种群数量、规模和分布区域, 以分布点之间的距离和天然屏障为主要依据划分种群, 确定种群数量。具体方法参照 Yang et al. (2018)。

2 结果与分析

2.1 八蕊单室茱萸的种群现状

在对八蕊单室茱萸分布区展开野外实地调查的过程中, 共调查了普洱和西双版纳的澜沧县、勐海县和景洪市的 10 个乡镇, 仅于惠民乡、格朗和乡、西定乡、勐宋乡和勐龙乡 5 个乡镇发现了八蕊单室茱萸的分布, 共计发现 10 个种群, 其中种群 I 分布在格朗和乡、种群 II 和种群 III 分布在西定乡、种群 IV 和 V 分布在勐宋乡、种群 VII~种群 X 4 个种群分布在勐龙乡 (表 1)。其分布海拔为 1 520~1 850 m, 平均海拔为 1 656 m; 树高为 21.96~49.00 m, 平均值为 35.29 m; 胸径为 58.00~262.20 cm, 平均值为 145.90 cm; 东西冠幅平均值为 20.56 m, 南北冠幅为 20.74 m。调查发现, 所有成年植株均健康, 种群 I、种群 II、种群 III、种群 IV、种群 V 和种群 VIII 6 个种群内发现有更新的幼苗, 而种群 VI、种群 VII、种群 IX 和种群 X 4 个种群内均未发现幼苗, 表明其天然更新有一定困难。

2.2 八蕊单室茱萸分布区土壤特征

八蕊单室茱萸分布区土壤为红壤和黄红壤, 分 3 个厚度采集土壤进行理化性质分析 (表 2)。结果表明, 该物种分布区土壤呈酸性, pH 为 4.65~5.67; 有机质含量较高, 达到 12.75~76.90 g/kg; 氮、磷、钾含量均丰富, 这可能是目的物种分布地凋落物较多导致的。

表 1 八蕊单室茱萸天然种群
Tab. 1 Natural population of *Mastixia euonymoides*

分布点	种群编号	海拔/m	树高/m	胸径/m	冠幅/m×m	健康状况	树下幼苗
格朗和乡	种群 I	1636±16.97	42.50±5.34	262.20±26.47	(24.00±4.55)×(24.70±5.58)	健康	有
西定乡	种群 II	1588±15.50	38.25±2.47	173.50±17.58	(24.00±2.83)×(23.00±1.41)	健康	有
	种群 III	1798±17.65	21.96±9.08	58.00±7.97	(16.50±5.81)×(16.80±5.07)	健康	有
勐宋乡	种群 IV	1850±17.90	33.67±5.13	195.90±21.25	(22.33±2.31)×(24.67±2.89)	健康	有
	种群 V	1798±15.60	24.50±3.54	160.00±16.57	(16.00±7.07)×(14.50±3.54)	健康	有
惠民乡	种群 VI	1582±14.26	36.26±5.94	152.31±18.66	(23.41±9.39)×(22.53±1.16)	健康	无
勐龙乡	种群 VII	1684±16.88	37.50±7.17	122.40±12.27	(17.00±1.28)×(17.80±2.45)	健康	无
	种群 VIII	1520±16.46	37.00±2.83	67.00±2.83	(17.50±3.54)×(15.00±1.43)	健康	有
	种群 IX	1640±21.90	49.00±1.41	142.50±10.61	(17.50±4.45)×(20.00±2.32)	健康	无
	种群 X	1710±17.43	35.00±2.98	120.00±11.64	(12.00±1.24)×(18.00±2.32)	健康	无
平均值		1656±14.24	35.29±8.51	145.90±14.08	(20.56±7.74)×(20.74±3.53)	健康	--

表 2 八蕊单室茱萸分布地土壤类型及营养状况

Tab. 2 Soil types and nutritional status of *Mastixia euonymoides*

土壤类型	层次	采集深度/cm	pH 值 (水土比=2.5:1)	有机质 /(g·kg ⁻¹)	全氮(N) /(g·kg ⁻¹)	全磷(P) /(g·kg ⁻¹)	全钾(K) /(g·kg ⁻¹)
红壤	A	0~20	5.67±0.04	49.50±2.59	2.77±0.10	1.13±0.09	15.93±1.78
	AB	40~60	5.66±0.07	39.29±2.92	2.28±0.14	1.07±0.07	11.97±2.04
	B	80~100	5.61±0.07	34.18±2.73	2.10±0.16	0.83±0.05	9.78±0.58
黄红壤	A	0~20	5.04±0.07	76.9±5.50	4.21±0.33	0.74±0.03	18.09±0.82
	AB	40~60	5.03±0.07	17.51±1.24	1.38±0.08	0.56±0.03	17.02±1.06
	B	80~100	4.65±0.07	12.75±2.37	1.04±0.13	0.53±0.03	14.95±0.63

2.3 八蕊单室茱萸的群落特征

调查发现,八蕊单室茱萸仅分布于沟谷湿润区域,在群落中重要值较大,是本群落类型最重要的标志或特征树种。其群落结构复杂,可分为乔木层、灌木层和草本层(表 3)。乔木层由 22~35 m 高的大树组成,盖度达 80% 以上。优势种均为八蕊单室茱萸,伴生乔木种类丰富,主要有重阳木(*Bischofia polycarpa*)、粗穗石栎(*Lithocarpus grandifolius*)、普文楠(*Phoebe puwenensis*)、湄公栲(*Castanopsis mekongensis*)、岗桉(*Eurya groffii*)、中平树(*Macaranga denticulata*)、云南叶轮木(*Ostodes kuangii*)、焰序山龙眼(*Helicia pyrrhobotrya*)、南酸枣(*Choerospondias axillaris*)、红木荷(*Schima wallichii*)、浆果乌桕

(*Sapium baccatum*)、版纳黑檀(*Dalbergia fusca*)、血桐(*Hernandia sonora*)、华南石栎(*Lithocarpus fenestratus*)、越南山香园(*Turpinia affinis*)、杨梅(*Myrica rubra*)、云南棋子豆(*Cylindrokelupha yunnanensis*)、山苍子(*Litsea cubeba*)、岭罗麦(*Tarennoidea wallichii*)、银木荷(*Schima argentea*)、普山龙眼(*Helicia formosana*)、滇润楠(*Machilus yunnanensis*)、合果木(*Paramichelia baillonii*)、大叶山楝(*Aphanamixis grandifolia*)、杜英(*Elaeocarpus decipiens*)、中国蓝果树(*Nyssa javanica*)、瑞丽润楠(*Machilus shweliensis*)、血桐(*Hernandia sonora*)、滇南红厚壳(*Calophyllum polyanthum*)、小花楠(*Photinia parviflora*)、大萼楠(*Phoebe megacalyx*)、乌墨(*Syzygium cumini*)、钝叶

表 3 八蕊单室茱萸不同种群内的群落特征

Tab. 3 Community characteristics of *Mastixia euonymoides*

种群编号	乔木层优势种	乔木层伴生种	灌木层优势种	灌木层伴生种	草本层优势种	草本层伴生种
种群 I	八蕊单室茱萸	重阳木 (<i>Bischofia polycarpa</i>) 粗穗石栎 (<i>Lithocarpus grandifolius</i>) 普文楠 (<i>Phoebe puwenensis</i>) 湄公栲 (<i>Castanopsis mekongensis</i>) 岗柃 (<i>Eurya groffii</i>) 中平树 (<i>Macaranga denticulata</i>) 云南叶轮木 (<i>Ostodes kuangii</i>) 焰序山龙眼 (<i>Helicia pyrrohobotrya</i>) 南酸枣 (<i>Choerospondias axillaris</i>) 红木荷 (<i>Schima wallichii</i>)	大叶种茶 (<i>Cammellia sinensis</i>)	中平树 (<i>Macaranga denticulata</i>) 重阳木 (<i>Bischofia polycarpa</i>) 普文楠 (<i>Phoebe puwenensis</i>) 岗柃 (<i>Eurya groffii</i>) 王不留行 (<i>Vaccaria segetalis</i>) 版纳黑檀 (<i>Dalbergia fusca</i>) 钝叶桂 (<i>Cinnamomum bejolghota</i>) 刺通草 (<i>Trevesia palmata</i>) 桃叶珊瑚 (<i>Aucuba chinensis</i>)	紫茎泽兰 (<i>Eupatorium adenophora</i>) 荩草 (<i>Arthraxon hispidus</i>)	牛漆 (<i>Achyranthes bidentata</i>) 分枝蓼 (<i>Polygonum tortuosum</i>) 藿香蓟 (<i>Ageratum conyzoides</i>) 野芭蕉 (<i>Musa wilsonii</i>) 白花蛇舌草 (<i>Hedyotis diffusa</i>) 地桃花 (<i>Urena lobata</i>) 铜锤玉带草 (<i>Pratia nummularia</i>) 秋海棠 (<i>Begonia grandis</i>)
种群 II	八蕊单室茱萸	普文楠 (<i>Phoebe puwenensis</i>) 浆果乌柏 (<i>Sapium baccatum</i>) 版纳黑檀 (<i>Dalbergia fusca</i>) 血桐 (<i>Hernandia sonora</i>)	大叶种茶 (<i>Cammellia sinensis</i>)	岗柃 (<i>Eurya groffii</i>) 中平树 (<i>Macaranga denticulata</i>)	紫茎泽兰 (<i>Eupatorium adenophora</i>)	鬼针草 (<i>Bidens pilosa</i>) 藿香蓟 (<i>Ageratum conyzoides</i>) 分枝蓼 (<i>Polygonum tortuosum</i>)
种群 III	八蕊单室茱萸	红木荷 (<i>Schima wallichii</i>) 华南石栎 (<i>Lithocarpus fenestratus</i>) 越南山香园 (<i>Turpinia affinis</i>) 杨梅 (<i>Myrica rubra</i>)	--	紫药女贞 (<i>Ligustrum delavayanum</i>) 钝叶桂 (<i>Cinnamomum bejolghota</i>) 密花树 (<i>Rapanea neriifolia</i>) 水锦树 (<i>Wendlandia uvariifolia</i>) 滇南红厚壳 (<i>Calophyllum polyanthum</i>)	芒萁 (<i>Dicranopteris dichotoma</i>)	地桃花 (<i>Urena lobata</i>) 红果莎 (<i>Carex baccans</i>) 朝天罐 (<i>Osbeckia opipara</i>) 紫茎泽兰 (<i>Dicranopteris dichotoma</i>)
种群 IV	八蕊单室茱萸	云南棋子豆 (<i>Cylindrokelupha yunnanensis</i>) 山苍子 (<i>Litsea cubeba</i>)	云南叶轮木 (<i>Ostodes kathariniae</i>)	蒲桃 (<i>Syzygium jambos</i>) 三桠苦 (<i>Evodia lepta</i>)	楼梯草 (<i>Elastostema involu-cratum</i>)	分枝蓼 (<i>Polygonum tortuosum</i>) 紫茎泽兰 (<i>Eupatorium adenophora</i>) 牛漆 (<i>Achyranthes bidentata</i>) 野魔芋 (<i>Amorphophallus variabilis</i>) 云南方竹 (<i>Chimonobambusa yunnanensis</i>)
种群 V	八蕊单室茱萸	南酸枣 (<i>Choerospondias axillaris</i>) 岭罗麦 (<i>Tarennoidea wallichii</i>) 银木荷 (<i>Schima argentea</i>) 岗柃 (<i>Eurya groffii</i>)	--	盐扶木 (<i>Rhus chinensis</i>) 紫药女贞 (<i>Ligustrum delavayanum</i>) 杜茎山 (<i>Maesajaponica</i>) 钝叶桂 (<i>Cinnamomum bejolghota</i>) 山龙眼 (<i>Helicia formosana</i>) 云南叶轮木 (<i>Ostodes kuangii</i>)	翠云草 (<i>Selaginella uncinata</i>)	分枝蓼 (<i>Polygonum tortuosum</i>) 紫茎泽兰 (<i>Eupatorium adenophora</i>) 芒萁 (<i>Dicranopteris dichotoma</i>) 秋海棠 (<i>Begonia grandis</i>)
种群 VI	八蕊单室茱萸	普文楠 (<i>Phoebe puwenensis</i>) 山龙眼 (<i>Helicia formosana</i>) 南酸枣 (<i>Choerospondias axillaris</i>) 滇润楠 (<i>Machilus yunnanensis</i>)	大叶种茶 (<i>Cammellia sinensis</i>)	--	藿香蓟 (<i>Ageratum conyzoides</i>)	刺茄 (<i>Solanum touvum</i>) 鬼针草 (<i>Bidens pilosa</i>) 绣球防风 (<i>Leucas ciliata</i>) 白花蛇舌草 (<i>Hedyotis diffusa</i>) 野牡丹 (<i>Melastoma candidum</i>)

续表 3

种群编号	乔木层优势种	乔木层伴生种	灌木层优势种	灌木层伴生种	草本层优势种	草本层伴生种
种群 VII	八蕊单室茱萸	合果木 (<i>Paramichelia bailonii</i>) 大叶山楝 (<i>Aphanamixis grandifolia</i>) 山苍子 (<i>Litsea cubeba</i>) 云南棋子豆 (<i>Cylindrokelupha yunnanensis</i>) 杜英 (<i>Elaeocarpus decipiens</i>) 中国蓝果树 (<i>Nyssa javanica</i>) 红木荷 (<i>Schima wallichii</i>) 南酸枣 (<i>Choerospondias axillaris</i>) 瑞丽润楠 (<i>Machilus shweliensis</i>) 血桐 (<i>Hernandia sonora</i>) 焰序山龙眼 (<i>Helicia pyrrobotrya</i>) 滇南红厚壳 (<i>Calophyllum polyanthum</i>) 小花楠 (<i>Photinia parviflora</i>) 大萼楠 (<i>Phoebe megacalyx</i>) 华南石栎 (<i>Lithocarpus fenestratus</i>) 乌墨 (<i>Syzygium cumini</i>)	焰序山龙眼 (<i>Helicia pyrrobotrya</i>)	三桠苦 (<i>Evodia lepta</i>) 滇南红厚壳 (<i>Calophyllum polyanthum</i>) 山龙眼 (<i>Helicia formosana</i>) 红皮水锦树 (<i>Wendlandia tinctoria</i>) 水麻 (<i>Boehmeria penduliflora</i>) 西南桦 (<i>Betula alnoides</i>) 乌墨 (<i>Syzygium cumini</i>) 钝叶桂 (<i>Cinnamomum bejolghota</i>) 桃叶珊瑚 (<i>Aucuba chinensis</i>) 滇南红厚壳 (<i>Calophyllum polyanthum</i>) 焰序山龙眼 (<i>Helicia pyrrobotrya</i>) 大叶山楝 (<i>Aphanamixis grandifolia</i>) 大萼楠 (<i>Phoebe megacalyx</i>) 小花楠 (<i>Photinia parviflora</i>)	楼梯草 (<i>Elatostema involu-cratum</i>) 莎椴 (<i>Alsophila spinulosa</i>) 耳叶马蓝 (<i>Perilepta auriculata</i>)	仙茅 (<i>Curculigo orchioides</i>) 芒萁 (<i>Dicranopteris dichotoma</i>) 秋海棠 (<i>Begonia grandis</i>) 胡椒 (<i>Piper nigrum</i>) 莎椴 (<i>Alsophila spinulosa</i>) 楼梯草 (<i>Elatostema involucratum</i>)
种群 VIII	八蕊单室茱萸	云南棋子豆 (<i>Cylindrokelupha yunnanensis</i>) 大叶山楝 (<i>Aphanamixis grandifolia</i>) 大萼楠 (<i>Phoebe megacalyx</i>) 钝叶桂 (<i>Cinnamomum bejolghota</i>)	--	滇南红厚壳 (<i>Calophyllum polyanthum</i>) 大萼楠 (<i>Phoebe megacalyx</i>) 焰序山龙眼 (<i>Helicia pyrrobotrya</i>) 桃叶珊瑚 (<i>Aucuba chinensis</i>) 乌墨 (<i>Syzygium cumini</i>)	楼梯草 (<i>Elatostema involu-cratum</i>) 耳叶马蓝 (<i>Perilepta auriculata</i>) 野芭蕉 (<i>Musa wilsonii</i>)	秋海棠 (<i>Begonia grandis</i>) 楼梯草 (<i>Elatostema involucratum</i>) 耳叶马蓝 (<i>Perilepta auriculata</i>) 野芭蕉 (<i>Musa wilsonii</i>)
种群 IX	八蕊单室茱萸	小花石楠 (<i>Photinia parviflora</i>) 钝叶桂 (<i>Cinnamomum bejolghota</i>) 焰序山龙眼 (<i>Helicia pyrrobotrya</i>) 云南棋子豆 (<i>Cylindrokelupha yunnanensis</i>) 大萼楠 (<i>Phoebe megacalyx</i>) 中国蓝果树 (<i>Nyssa javanica</i>)	--	钝叶桂 (<i>Cinnamomum bejolghota</i>) 滇南红厚壳 (<i>Calophyllum polyanthum</i>) 鹅掌柴 (<i>Schefflera octophylla</i>) 大叶山楝 (<i>Aphanamixis grandifolia</i>) 大萼楠 (<i>Phoebe megacalyx</i>)	云南孩儿草 (<i>Rungia yunnanensis</i>) 楼梯草 (<i>Elatostema involu-cratum</i>)	耳叶马蓝 (<i>Perilepta auriculata</i>) 野芭蕉 (<i>Musa wilsonii</i>) 莎椴 (<i>Alsophila spinulosa</i>) 胡椒 (<i>Piper nigrum</i>) 仙茅 (<i>Curculigo orchioides</i>)
种群 X	八蕊单室茱萸	石栎 (<i>Lithocarpus glaber</i>) 中国蓝果树 (<i>Nyssa javanica</i>) 大叶山楝 (<i>Aphanamixis grandifolia</i>)	--	焰序山龙眼 (<i>Helicia pyrrobotrya</i>) 滇南红厚壳 (<i>Calophyllum polyanthum</i>) 桃叶珊瑚 (<i>Aucuba chinensis</i>) 南酸枣 (<i>Choerospondias axillaris</i>) 大萼楠 (<i>Phoebe megacalyx</i>)	楼梯草 (<i>Elatostema involu-cratum</i>)	过山龙 (<i>Vernonia cumingiana</i>) 仙茅 (<i>Curculigo orchioides</i>)

桂 (*Cinnamomum bejolghota*)、小花石楠 (*Photinia parviflora*)、石栎 (*Lithocarpus glaber*) 等。

灌木层植物优势种为大叶种茶 (*Camellia sinen-*

sis) 和焰序山龙眼 (*Helicia pyrrobotrya*)，伴生种主要有中平树、重阳木、普文楠、岗柃、王不留行 (*Vaccaria segetalis*)、版纳黑檀 (*Dalbergia fusca*)、钝叶桂

(*Cinnamomum bejolghota*)、刺通草(*Trevesia palmata*)、桃叶珊瑚(*Aucuba chinensis*)、紫药女贞(*Ligustrum delavayanum*)、密花树(*Rapanea neriifolia*)、水锦树(*Wendlandia uvariifolia*)、滇南红厚壳(*Calophyllum polyanthum*)、蒲桃(*Syzygium jambos*)、三桠苦(*Evodia lepta*)、盐扶木(*Rhus chinensis*)、杜茎山(*Maesa japonica*)、山龙眼(*Helicia formosana*)、云南叶轮木(*Ostodes kuangii*)、红皮水锦树(*Wendlandia tinctoria*)、水麻(*Boehmeria penduliflora*)、西南桦(*Betula alnoides*)、乌墨(*Syzygium cumini*)、大叶山楝(*Aphanamixis grandifolia*)、小花楠(*Photinia parviflora*)、大萼楠(*Phoebe megacalyx*)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla*)、焰序山龙眼(*Helicia pyrrhobotrya*)、南酸枣(*Choerospondias axillaris*)。

草本层优势种有紫茎泽兰(*Eupatorium adenophora*)、菴草(*Arthraxon hispidus*)、楼梯草(*Elatostema involucratum*)、藿香蓟(*Ageratum conyzoides*)、莎椌(*Alsophila spinulosa*)和耳叶马蓝(*Perilepta auriculata*)，伴生种有牛漆(*Achyranthes bidentata*)、分枝蓼(*Polygonum tortuosum*)、藿香蓟(*Ageratum conyzoides*)、白花蛇舌草(*Hedyotis diffusa*)、地桃花(*Urena lobata*)、铜锤玉带草(*Pratia nummularia*)、秋海棠(*Begonia grandis*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)、红果莎(*Carex baccans*)、朝天罐(*Osbeckia opipara*)、野魔芋(*Amorphophallus variabilis*)、云南方竹(*Chimonobambusa yunnanensis*)、芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、刺茄(*Solanum tomentosum*)、绣球防风(*Leucas ciliata*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、仙茅(*Curculigo orchioides*)、胡椒(*Piper nigrum*)、杪椌(*Alsophila spinulosa*)、耳叶马蓝(*Perilepta auriculata*)、野芭蕉(*Musa wilsonii*)、过山龙(*Vernonia cumingiana*)等。

3 讨论与结论

八蕊单室茱萸分布范围狭窄。经过实地调查，目前仅存于云南普洱市的澜沧县和西双版纳傣族自治州的勐海县和景洪市，共计 10 个种群。其天然种群及数量已经低于最小可存活种群(Minimum viable population, MVP)，属极小种群野生植物和濒危物种，亟待开展保护工作^[5]。

生境破坏是导致八蕊单室茱萸种群数量少的人为原因。八蕊单室茱萸生境受人类生产生活活动影响频繁，生境破碎化严重，保护小区已被人工茶园、村庄和矿山包围；林下也有部分区域被开垦种植茶叶。林内环境变得越来越干燥，逐渐干燥的环境不利于八蕊单室茱萸的种群更新，此次调查仅在林下发现少量幼苗，说明八蕊单室茱萸的小生境受干扰严重，种群天然更新困难，亟需采取抢救性的保护措施。

目前，八蕊单室茱萸已被列为云南省极小种群拯救保护规划纲要(2010-2020 年)的保护物种。根据其种群现状及生态习性，应紧急开展物种保护工作，建议采取如下措施：1) 收集种质资源。将繁殖材料按种源分区保存于种质收集圃或临时苗圃，扩繁和培育种苗。2) 营建和管护近地保护种群。为每个小区配置来自同一天然种群的种苗；种植密度应为天然种群平均密度的 1~2 倍，同时加强对现有种群的管护。3) 建立迁地保护种群。在种群现存分布区邻近的现有植物园、树木园、种质收集圃内选址建设。根据八蕊单室茱萸的生物学和生态学特性，结合迁地保护点的景观规划和管护需要，合理配置种苗，来自不同天然种群的种苗应分区隔离定植。4) 建立回归种群。在现存种群分布区、历史分布区，或者其它适宜区域建立野外回归种群。

参考文献：

- [1] 李耀利,朱华,杨俊波. 从 rbcL 序列探讨单室茱萸属的系统位置[J]. 云南植物研究, 2002(3): 352-358.
- [2] 杨文忠,杨宇明. 云南省极小种群野生植物保护的优先度分析[J]. 西部林业科学, 2014, 43(4): 1-9.
- [3] 王庆华,赵永红,王俊,等. 八蕊单室茱萸育苗技术[J]. 林业科技通讯, 2018(11): 72-75.
- [4] 陈伟,史富强,杨文忠,等. 云南蓝果树的种群状况及生态习性[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(9): 17-19, 61.
- [5] 杨文忠,向振勇,张珊珊,等. 极小种群野生植物的概念及其对我国野生植物保护的影响[J]. 生物多样性, 2015, 23(3): 419-425.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.015

漾濞县茶果樟种质资源调查与保护开发建议

李淑芳¹, 杨建华¹, 李孙玲², 侯敏¹, 习学良¹, 陈勤¹

(1. 云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院, 云南 漾濞 672500; 2. 云南省林业和草原科学院, 云南 昆明 650204)

摘要: 对漾濞县茶果樟资源进行实地逐株调查, 并对其果实主要经济性状进行分析。结果表明: 茶果樟资源仅分布于漾濞县顺濞镇 N25°32'53.9"~N25°34'19.5"、E99°55'7.3"~E99°55'50.6"、海拔 2 000~2 400 m 的自然群落中, 共调查到的 137 株茶果樟树总体长势一般, 仅有 41 株生长旺盛; 种质资源在果形、果实成熟期、果实大小等方面存在较大差异, 种仁的月桂酸、癸酸含量较高; 为满足其它生产需要, 茶果樟树仍在遭受群众肆意砍伐, 个体数量在减少, 面临灭绝的危险; 提出加大宣传力度, 加强管理, 加速开展繁殖技术研究, 加强食品和衍生产品开发利用等保护开发建议。

关键词: 茶果樟; 种质资源; 经济性状; 脂肪酸; 漾濞县

中图分类号: S792.23; S324 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)02-0088-04

引文格式: 李淑芳, 杨建华, 李孙玲, 等. 漾濞县茶果樟种质资源调查与保护开发建议[J]. 林业调查规划, 2020, 45(2): 88-91, 127.

LI Shufang, YANG Jianhua, LI Sunling, et al. Investigation and Protection on Germplasm Resources of *Cinnamomum chago* in Yangbi County[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 88-91, 127.

Investigation and Protection on Germplasm Resources of *Cinnamomum chago* in Yangbi County

LI Shufang¹, YANG Jianhua¹, LI Sunling², HOU Min¹, XI Xueliang¹, CHEN Qin¹

(1. Yangbi Walnut Research Institute of Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Yangbi, Yunnan 672500, China;
2. Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming 650204, China)

Abstract: This paper carried out the field investigation on the germplasm resources of *Cinnamomum chago* in Yangbi County and analyzed the main economic characters of the fruit. The results showed that the resources of *Cinnamomum chago* were only distributed in the natural communities of 25°32'53.9"~25°34'19.5"N, 99°55'7.3"~99°55'50.6"E with an altitude of 2 000~2 400 m in Shunbi Town, Yangbi County. The overall growth of 137 investigated *Cinnamomum chago* was average, only 41 plants grew vigorously. The fruit shape, fruit maturity, fruit size and other aspects of germplasm resources were quite different, and the content of lauric acid and decanoic acid in seed kernel was relatively rich. In order to meet the needs of other production, *Cinnamomum chago* trees were cut down by the masses, which was in danger of extinction due to the decreasing individuals. It was suggested to increase publicity,

收稿日期: 2019-10-23.

基金项目: 大理州科技计划项目(D2017NB08); 云南省应用基础研究计划青年项目“茶果樟生殖生物学特性初步研究”(2018FD105)和“茶果樟果实营养评价”(2017FD170).

第一作者: 李淑芳(1981-), 女, 四川犍为人, 助理研究员, 硕士. 主要从事经济林栽培及加工利用. Email: 66670824@qq.com

责任作者: 杨建华(1980-), 男, 云南剑川人, 助理研究员, 硕士. 主要从事经济林栽培及加工利用.

strengthen management, speed up the research of reproduction technology, and strengthen the development and utilization of food and derivative products.

Key words: *Cinnamomum chago*; germplasm resources; economic character; fatty acid; Yangbi County

茶果樟 (*Cinnamomum chago* B. S. Sun et H. L. Zhao) 是樟科 (Lauraceae) 樟属 (*Cinnamomum*) 常绿乔木, 树冠浓密, 树形优美, 四季常青, 是优良的园林绿化树种, 其木材有香味, 也是优良的用材树种, 果有清热明目之效^[1-3]。茶果樟是目前发现的樟属植物中果实最大的一种, 果仁富含油脂、蛋白质、多种矿物质、氨基酸、维生素等营养物质, 可作为坚果食用, 当地民众也有食用茶果樟果实的习惯。茶果樟果实不仅味道鲜美, 而且还有清热明目之效, 具有很好的开发利用前景, 在未来可能被开发成为一种新型坚果。为了弄清漾濞县茶果樟资源的具体数量和分布状况, 本研究对茶果樟资源进行了系统调查, 为下一步茶果樟资源的多样性保护与合理开发利用奠定基础。

1 调查研究方法

采取访问产区群众与实地调查相结合的方法, 以行政村为开展调查的基本单位, 深入到各村逐株调查茶果樟资源分布位置、地理坐标、生境、生长状况等, 对采样植株拍照、编号, 以便日后对优良植株进行回访调查, 并对收集样品的主要经济性状进行分析。种仁的脂肪酸成分及含量送农业部农产品质

量监督检验测试中心(昆明)检测。

2 调查结果

2.1 茶果樟资源的分布及数量

通过实地逐株调查, 在漾濞县内共调查到 137 株茶果樟树体。茶果樟资源分布于顺濞镇 N25°32'53.9"~N25°34'19.5"、E99°55'7.3"~E99°55'50.6"、海拔 2 000~2 400 m 地段, 多以单株、小群落的形态分布在村庄的房前屋后、田间地头及菁沟。其伴生植物主要有商陆、大钱麻、甘西鼠尾草、飞机草等, 林下没有发现幼年植株。漾濞县茶果樟具体分布位置为漾濞县顺濞镇的新村 1 组(腊果)、新村 2 组、新村 3 组(上旧村)、新村 4 组、新村 7 组(下旧村)和罗丝白地村(表 1)。分布在房前屋后的茶果樟因受人为活动影响, 植株树冠发达, 整体树形偏矮; 分布在菁沟里的茶果樟树干明显, 分枝较少, 树冠不发达。此次调查, 仅在漾濞县顺濞镇发现了茶果樟资源分布, 在茶果樟的原生地, 掉落树下的果实, 偶会自然发芽生长出幼苗, 此次调查没有发现幼苗。大面积毁林开荒种植农作物或发展其他树种, 很多茶果樟树受到破坏, 个体数量仍在减少, 面临资源灭绝的危险。

表 1 茶果樟种质资源分布情况

Tab. 1 Distribution of germplasm resources of *Cinnamomum chago*

分布地点	地理位置	海拔/m	数量/株	主要伴生植物	备注
漾濞县顺濞镇新村 1 组(腊果村)	N25°32'53.9"~N25°33'8.5" E99°55'7.3"~E99°55'22.1"	2047~2334	64	商陆、大钱麻、甘西鼠尾草、飞机草	田边、村庄附近、沟谷
漾濞县顺濞镇新村 2 组	N25°33'30.8"~N25°33'41" E99°55'14.7"~E99°55'19.4"	2258~2347	40	商陆、大钱麻、甘西鼠尾草、飞机草	田边、村庄附近、沟谷
漾濞县顺濞镇新村 3 组	N25°33'36.4"~N25°33'38.9" E99°55'28.2"~E99°55'31.8"	2276~2314	12	商陆、大钱麻、甘西鼠尾草、飞机草	田边、村庄附近、沟谷
漾濞县顺濞镇新村 4 组(上旧村)	N25°34'11.3"~N25°34'19.5" E99°55'42.2"~E99°55'47.2"	2261~2261	10	商陆、大钱麻、甘西鼠尾草、飞机草	田边、村庄附近、沟谷
漾濞县顺濞镇新村 7 组(下旧村)	N25°34'4.2"~N25°34'7.8" E99°55'48.4"~E99°55'50.6"	2127~2154	5	商陆、大钱麻、甘西鼠尾草、飞机草	田边及村庄附近
漾濞县顺濞镇罗丝白地村	N25°34'6.1"~N25°34'15.5" E99°55'45.2"~E99°55'47.8"	2139~2261	6	商陆、大钱麻、甘西鼠尾草、飞机草	田边及村庄附近

2.2 茶果樟资源的生长状况

调查到的茶果樟完全处于自然生长状态, 调查

结果显示, 137 株茶果樟树总体长势一般, 生长旺盛树体有 41 株, 占调查总数的 29.93%; 长势一般树体

73 株,占 53.28%;长势较差树体 13 株,占 9.49%;濒死树体 9 株,占 6.57%;已死亡树体 1 株,占 0.73%(表 2)。137 株茶果樟树体中仅有 5 株为 10 a 左右的幼树,15 株为 20 a 左右的中年树,其余的均为老树;胸径最小的为 0.015 m,最大的为 1.35 m,胸径最大的茶果樟树体位于顺凼镇新村 1 组,地理位置为 N25° 33' 5.4"、E99° 55' 11.5",海拔 2 389 m。

2.3 茶果樟种子主要经济性状

茶果樟果实为中型浆果状,青果绿色,成熟时种皮淡黄色,种子外壳棕黑色或黑褐色。本次调查发现,漾凼县茶果樟种质资源在果形、果实成熟期、果实大小等方面存在着较大差异:单株间果实果形差异较大,有卵圆形、近圆形、椭圆形和纺锤形等,以卵圆形和椭圆形居多;种子有圆形、卵圆形、椭圆形、桃形等,种子平均单果重为 0.902 g~2.086 g,出仁率为 48%~79%,种壳厚度为 0.385~0.619 mm(表 3)。种子最大平均单粒重 1.94 g,纺锤形,果顶和果底突出,种仁皮易脱落,取仁极易,方便食用,可考虑

表 2 漾凼县茶果樟树生长状况
Tab. 2 Growth status of *Cinnamomum chago* in Yangbi County

调查地点	调查株数	生长势等级				
		旺盛	一般	较差	濒死	死亡
漾凼县顺凼镇新村 1 组 (腊果村)	64	22	29	5	7	1
漾凼县顺凼镇新村 2 组	40	17	20	3		
漾凼县顺凼镇新村 3 组	12	2	5	5		
漾凼县顺凼镇新村 4 组 (上旧村)	10		10			
漾凼县顺凼镇新村 7 组 (下旧村)	5		3		2	
漾凼县顺凼镇罗丝白地村	6		6			
总计	137	41	73	13	9	1
占比/%	100	29.93	53.28	9.49	6.57	0.73

作为初选优株。

表 3 茶果樟种子主要经济性状
Tab. 3 Main economic characters of *Cinnamomum chago* seeds

编号	横径/mm	纵径/mm	形状	底部	种尖	单果重/g	仁重/g	出仁率/%	取仁难易	壳厚/mm
1	17.085	18.903	圆形	圆突	钝尖	1.707	1.224	72	极易	0.521
3	14.2	19.24	卵圆形	圆	钝尖	1.41	1.02	73	极易	0.531
5	14.458	19.586	瓮形	圆突	钝尖	1.58	1.161	73	极易	0.544
7	12.005	16.61	椭圆形	圆突	钝尖	1.34	0.94	70	极易	0.573
8	15.92	22.91	瓮形	圆突	钝尖	1.97	1.48	75	极易	0.531
9	15.455	19.307	短椭圆形	圆突	钝尖	1.286	0.87	68	极易	0.485
11	15.55	20.93	长椭圆形	圆突	钝尖	1.625	1.102	68	极易	0.637
12	15.471	16.055	圆形	圆	钝尖	1.318	0.879	67	极易	0.496
16	15.873	17.762	圆形	圆突	钝尖	1.275	0.878	69	极易	0.513
19	14.821	16.912	圆形	圆突	钝尖	0.902	0.475	48	极易	0.417
20	13.899	17.193	卵圆形	圆	钝尖	1.014	0.645	64	极易	0.608
35	15.366	18.366	卵圆形	圆突	钝尖	1.465	1.036	71	极易	0.567
39	15.278	18.624	卵圆形	圆	钝尖	1.402	0.971	69	极易	0.573
56	17.129	20.005	卵圆形	圆	钝尖	1.527	0.948	62	易	0.465
64	14.695	18.187	短椭圆形	圆突	钝尖	1.438	1.029	72	极易	0.579
65	14.49	18.11	短椭圆形	圆突	钝尖	1.39	1.02	74	极易	0.514
68	14.34	19.71	卵圆形	圆突	钝尖	1.102	0.825	75	极易	0.442
70	14.434	18.797	圆锥形	圆	锐尖	1.538	1.219	79	极易	0.534
71	14.676	17.265	短扁圆形	尖突	钝尖	1.512	1.148	76	极易	0.48
72	15.508	18.429	短椭圆形	圆突	钝尖	1.55	1.102	71	极易	0.518
79	15.307	16.647	圆形	圆突	钝尖	1.93	1.4	72	极易	0.56

续表 3

编号	横径/mm	纵径/mm	形状	底部	种尖	单果重/g	仁重/g	出仁率/%	取仁难易	壳厚/mm
80	13.691	18.909	卵圆形	圆	钝尖	1.227	0.936	76	极易	0.383
81	14.09	19.13	卵圆形	圆	钝尖	1.34	0.91	68	极易	0.619
82	14.368	18.308	卵圆形	圆	钝尖	1.432	1.071	75	极易	0.486
92	14.401	18.664	卵圆形	圆突	钝尖	1.4	1.037	74	极易	0.529
93	15.888	18.786	圆形	圆	钝尖	1.721	12.97	75	极易	0.454
99	14.96	20.546	长椭圆形	圆突	锐尖	1.631	1.171	72	极易	0.594
103	16.349	21.103	椭圆形	圆突	钝尖	1.867	1.443	77	极易	0.385
102	18.476	20.388	椭圆形	圆突	钝尖	2.086	1.543	73.97	极易	0.481
107	14.72	17.54	椭圆形	圆突	钝尖	1.35	0.95	70	极易	0.52
119	15.414	18.659	短椭圆形	尖突	钝尖	1.416	1.026	72	极易	0.47
122	16.114	17.852	圆形	圆	钝尖	1.814	1.304	72	极易	0.567
123	16.36	18.94	圆形	圆	钝尖	1.86	1.42	76	极易	0.511

2.4 种仁脂肪酸成分及含量

当地民众有将茶果樟烤熟吃的习惯,经检测,茶果樟熟果种仁含丰富的脂肪酸(表 4)。其中:月桂

酸含量最多,为 69.91%;其次为癸酸,含量为 22.54%,二者均为重要的轻化工和医药工业原料,总含量高达 92.45%。

表 4 茶果樟种仁主要脂肪酸含量

Tab.4 Content of main fatty acids in seed kernel of *Cinnamomum chago*

茶果樟种子类型	辛酸 /%	癸酸 /%	月桂酸 /%	肉豆蔻酸 /%	棕榈酸 /%	油酸 /%	亚油酸 /%	二十碳烯酸 /%
熟果	0.11	22.54	69.91	1.64	0.27	4.65	0.62	0.16

3 茶果樟资源的保护与开发建议

茶果樟主要分布在田边、村庄附近及沟谷边,尚未被开发利用,为满足其他生产的需要,群众肆意砍伐,生存岌岌可危,急需加强保护。

3.1 保护措施

3.1.1 加大宣传力度

茶果樟资源虽然数量不多,但自然变异大,品种(类型)丰富。因此,相关部门应加大宣传力度,普及保护茶果樟资源的重大意义,让群众自发参与到茶果樟树保护行动中,保存可贵的遗传种质资源,确保物种资源不消失。

3.1.2 加强管理

安排专人管护,及时清理枯枝,防治病虫害;对主干中空、树体倾斜的茶果樟树体架设支架或棚架支撑;对根系裸露、易倒塌的树体进行培土保护;禁止人为乱砍滥伐等破坏行为。

3.1.3 加速开展繁殖技术研究

调查发现,村民自发开展过茶果樟苗木培育研究,但都未成功。针对茶果樟的繁殖问题,应从播种、扦插、嫁接及组织培养育苗等方面对繁育进行系统研究,以期实现茶果樟资源人工种植。

3.2 建议

3.2.1 食品开发利用

茶果樟是目前发现的樟属植物中果实最大的一种,果实烤熟后可直接食用,不仅味道鲜美,而且还有清热明目之效,深受当地民众喜爱,可开发为一种新型的坚果食品。茶果樟种仁中富含丰富的月桂酸和癸酸,二者均属中碳链脂肪酸,可从血管吸收后直接在肝脏中进行代谢,不会在体内积累形成新的脂肪^[4],因此,还可开发出减肥降脂的食品。

3.2.2 衍生产品的开发利用

樟属植物均含有丰富的芳香油,是香料、日用化学和制药工业的重要原料之一。茶果樟果形大,利

(下转第 127 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.016

方城县野生木本植物资源调查分析

孙利强,任广振,杨延基,王鹏飞

(河南农业大学林学院,河南 郑州 450002)

摘要:采取实地调查、采集标本、影像资料、专家鉴定和分类统计等方法对方城县野生木本植物资源进行调查。结果表明:方城县共有野生木本植物60科137属236种,其中裸子植物4科6属7种,被子植物56科131属229种;优势科有蔷薇科等13个科,含66属145种,优势属有悬钩子属等13个属,含65种;野生木本植物中有乔木121种、灌木85种、藤本25种、竹类5种;国家重点保护、珍稀濒危和省级重点保护植物共有18种。

关键词:野生木本植物;资源调查;优势科;优势属;主要类型;观赏特性;方城县

中图分类号:S757.2;S718.521.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0092-05

引文格式:孙利强,任广振,杨延基,等.方城县野生木本植物资源调查分析[J].林业调查规划,2020,45(2):92-96.

SUN Liqiang, REN Guangzhen, YANG Yanji, et al. Investigation and Analysis of Wild Woody Plants in Fangcheng County [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 92-96.

Investigation and Analysis of Wild Woody Plants in Fangcheng County

SUN Liqiang, REN Guangzhen, YANG Yanji, WANG Pengfei

(Forestry College, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The wild woody plants in Fangcheng County were investigated by means of field investigation, specimen collection, image data, expert identification and classification statistics. The results showed that there were 236 species of wild woody plants belonging to 137 genera and 60 families in Fangcheng County, including 7 species of gymnosperms in 6 genera, 4 families and 229 species of angiosperms in 131 genera, 56 families, with 13 dominant families such as Rosaceae, including 145 species and 66 genera and 13 dominant genera such as *Rubus*, including 65 species. There were 121 arbors, 85 shrubs, 25 vines and 5 bamboos, as well as 18 species of national key protection plants, rare and endangered plants and provincial key protection plants.

Key words: wild woody plants; resource investigation; dominant families; dominant genera; main types; ornamental characteristics; Fangcheng County

林木种质资源是当地自然资源的重要组成部分,开展野生木本植物调查能够全面掌握该地区的林木资源情况,对于野生林木资源的保护性开发、引

种驯化、树种引育具有重要意义^[1-2]。本文对方城县的野生木本植物进行调查及分析,为建立林木种质资源库及开发野生木本资源等工作奠定基础,为

收稿日期:2019-11-07;修回日期:2019-11-19.

基金项目:河南省林木种质资源清查专项(30601573).

第一作者:孙利强(1994-),男,河南兰考人,硕士研究生.研究方向:风景园林规划设计. Email:862183064@qq.com

责任作者:王鹏飞(1964-),男,河南信阳人,教授,博士生导师.从事园林规划设计等工作. Email:188792041@qq.com

挖掘河南特色木本乡土植物提供基础数据和参考。

1 研究内容与方法

1.1 研究地概况

方城县位于河南省西南部,地理坐标为 $112^{\circ}38' \sim 130^{\circ}24'E, 33^{\circ}04' \sim 33^{\circ}37' N$ 。东西长 72 km,南北宽 61 km,总面积 $2\,542\text{ km}^2$,位于伏牛山东麓,唐白河上游。地处北亚热带与南温带、南阳盆地与黄淮平原、长江流域与淮河流域、华北台地与秦岭地槽和伏牛山系与桐柏山系的 5 个自然分界线上,素有“五界一口”之称。方城地理位置优越,自古就为北通中原,南控荆湘,东出齐鲁,西连“三秦”的战略要地,南水北调中线工程已从方城口顺流而过,形成“一渠清水向北流”的壮丽景观。平原区、岗丘区、浅山区 3 种地形地貌各占三分之一,最高峰七峰山海拔 760.3 m。具有典型的季风大陆性气候,年均温 14.4°C ,年降水量 809.9 mm,无霜期 220 d 左右,具有河流 70 余条,水资源丰富^[3]。

1.2 调查方法

采用样线踏查和样方调查相结合的方法,对方城县各地貌类型进行调查,调查范围包括七峰山、果实沟、大乘山、牛心山、擂鼓台山、东里沟、鲤鱼踪等山地。通过现场实地调查与书籍查阅相结合的方法,设置调查样线 30 余条,对于范围内的野生木本植物进行辨识,对其植物形态(叶、花、果、干)记录并拍照^[4],对于不能辨识的树种及时进行拍照并采样留存,在野外调查结束后及时请植物分类专家予以鉴定。参照《河南木本植物图鉴》^[5]、《河南树木志》^[6]、《河南野生观赏植物志》^[7]、《中国植物志》^[8]统计方城县野生木本植物,初步掌握方城县野生木本植物资源的基本情况,建立野生植物名录并对其种类组成和特征进行分析。

2 结果与分析

通过对方城县的野生木本植物进行调查分析,初步掌握了该地区现有野生木本植物 60 科 137 属 236 种。

2.1 野生木本植物科的分析

2.1.1 科的组成分析

将方城县野生木本植物的 60 个科,按照科包含的种数多少分为 4 个等级^[9],分别为大型科(20~40 种)、较大型科(10~19 种)、中型科(2~9 种)及单种科(表 1)。

表 1 方城县野生木本植物科的类型及占比

Tab. 1 Families types and proportion of wild woody plants in Fangcheng County

类型	科数	占比/%	属数	占比/%	种数	占比/%
大型科	2	3.33	25	18.25	58	24.58
较大科	2	3.33	7	5.11	21	8.90
中型科	34	56.67	83	60.58	135	57.20
单种科	22	36.67	22	16.06	22	9.32
合计	60	100	137	100	236	100

由表 1 可知,方城县野生木本植物 20 种以上的大型科只有 2 个,蔷薇科和豆科占该地区野生木本植物科数的 3.33%,其所含属数 25 属占该地区野生木本植物属数的 18.25%,含种数 58 种占该地区植物种数的 24.58%;较大型科也只有 2 科,占总科数的 3.33%,含 7 属占总属数的 5.11%,含 21 种占总种数的 8.90%;中型科包含科数最多,有 34 科占总科数的 56.67%,含 83 属占总属数的 60.58%,含 135 种占总种数的 57.20%;单种科有 22 科占总科数的 36.67%,含 22 属占总属数的 16.06%,含 22 种占总种数的 9.32%。中型科所含科数、属数、种数所占比例均为最高,单种科次之,2 个类型共占科数、属数、种数的 93.34%、76.64%、66.52%,构成了该地区野生木本植物的骨架。

2.1.2 优势科分析

优势科是指所包含种类多且较为常见的科。对方城县野生木本植物包含 5 种及以上的科,按照包含种数的多少从高到低进行排序,种数相同的科比较其所含属数的多少,种数与属数均相同时按照所含植物出现的频率高低进行排序确定优势科。方城县野生木本植物优势科有蔷薇科(Rosaceae)、豆科(Leguminosae)、榆科(Ulmaceae)、鼠李科(Rhamnaceae)、芸香科(Rutaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、卫矛科(Celastraceae)、桑科(Maraceae)、壳斗科(Fagaceae)、葡萄科(Vitaceae)、木犀科(Oleaceae)、胡桃科(Juglandaceae)、禾本科(Gramineae) 13 个科 66 属 145 种(表 2)。

由表 2 得出,该地区木本植物的优势科中,蔷薇科含有 13 属 36 种,属、种数均为最高,优势最为明显,豆科次之含有 12 属 22 种。该地区野生木本植物优势科 13 科 66 属 145 种分别占该地区科、属、种

表 2 方城县野生木本植物优势科

Tab. 2 Dominant families of wild woody plants in Fangcheng County

序号	科	属数	种数
1	蔷薇科	13	36
2	豆科	12	22
3	榆科	4	11
4	鼠李科	3	10
5	芸香科	3	9
6	大戟科	8	9
7	卫矛科	2	8
8	桑科	4	8
9	壳斗科	4	8
10	葡萄科	2	7
11	木犀科	5	6
12	胡桃科	4	6
13	禾本科	2	5
合计		66	145

总数的 21.60%、48.20%、61.40%，是该地区的野生木本资源的重要组成部分(表 3)。

表 3 方城县野生木本植物优势科占比

Tab. 3 Proportion of dominant families of wild woody plants in Fangcheng County

类型	科数	属数	种数
优势科	13	66	145
所有科	60	137	236
占比/%	21.60	48.20	61.40

2.2 野生木本植物属的分析

2.2.1 属的组成分析

将方城县野生木本植物所包含的 137 属按照其包含种类的多少分为中型属(5~9 种)、微型属(2~4 种)和单种属 3 种类型(表 4)。可得出中型属有 7 属 42 种分别占属、种总数的 5.10%和 17.80%，占比均为最小;微型属含 41 属 105 种分别占属、种总数的 30.00%和 44.50%，占总种数比例最大,为该地区野生植物的主要部分。

2.2.2 优势属分析

对方城县野生木本植物属所含种数多少进行排序,得到种数 4 种以上的属有悬钩子属(*Rubus*)、胡

表 4 方城县野生木本植物属的类型及占比

Tab. 4 Genera types and proportion of wild woody plants in Fangcheng County

类型	属数	占比/%	种数	占比/%
中型属	7	5.10	42	17.80
微型属	41	30.00	105	44.50
单种属	89	64.90	89	37.70

枝子属(*Lespedeza*)、鼠李属(*Rhamnus*)、花椒属(*Zanthoxylum*)、卫矛属(*Euonymus*)、梨属(*Pyrus*)、朴属(*Celtis*)、榆属(*Ulmus*)、蛇葡萄属(*Ampelopsis*)、山楂属(*Crataegus*)、桑属(*Morus*)、栎属(*Quercus*)、刚竹属(*Phyllostachys*) 13 属 66 种,占总种数的 27.94%(表 5)。包含种数最多的属为悬钩子属含 8 种,优势属主要由中型属组成有 7 属 42 种。

表 5 方城县野生木本植物优势属

Tab. 5 Dominant genera of wild woody plants in Fangcheng County

序号	属	种数	占比/%
1	悬钩子属	8	3.39
2	胡枝子属	7	2.97
3	鼠李属	6	2.54
4	花椒属	6	2.54
5	卫矛属	5	2.12
6	梨属	5	2.12
7	朴属	5	2.12
8	榆属	4	1.69
9	蛇葡萄属	4	1.69
10	山楂属	4	1.69
11	桑属	4	1.69
12	栎属	4	1.69
13	刚竹属	4	1.69
合计		66	27.94

2.3 野生木本植物种类分析

2.3.1 物种组成

通过调查统计方城县野生木本植物共有 60 科 137 属 236 种,其中裸子植物 4 科 6 属 7 种,被子植物 56 科 131 属 229 种(表 6)。

方城县野生木本植物共 236 种,乔木 121 种、灌木 85 种、藤本 25 种^[10]、竹类 5 种,分别占该地区野

表 6 方城县野生木本植物资源

Tab. 6 Wild woody plant resources in Fangcheng County

植物类型	科数	属数	种数
裸子植物	4	6	7
被子植物	56	131	229
合计	60	137	236

生木本植物种数的 51.27%、36.02%、10.59%、2.12%;落叶植物 209 种,占 88.56%,常绿植物 17 种,占 11.44%。落叶木本植物中乔木 112 种、灌木 74 种、藤本 23 种,分别占总数的 47.46%、31.36%、9.75%;常绿植物中乔木 9 种、灌木 11 种、藤本 2 种、竹类 5 种,分别占总数的 3.81%、4.66%、0.85% 和 2.12%,落叶乔木为方城县野生木本植物的主要类型(表 7)。

表 7 方城县野生木本植物生活型

Tab. 7 Life form of wild woody plants in Fangcheng County

类型	类别	种数	占类型百分比 / %	占总数百分比 / %	类型合计	占总数百分比 / %
乔木	常绿	9	7.44	3.81	121	51.27
	落叶	112	92.56	47.46		
灌木	常绿	11	12.94	4.66	85	36.02
	落叶	74	87.06	31.36		
藤本	常绿	2	8.00	0.85	25	10.59
	落叶	23	92.00	9.75		
竹类	常绿	5	100	2.12	5	2.12

2.3.2 珍稀野生木本植物

根据《国家珍稀濒危保护植物名录》(1984 年)、《国家珍贵树种名录》(1992 年)、《国家重点保护植物名录》(1999 年)和《河南省重点保护植物名录》(2005 年),方城县共有珍稀野生植物 19 种(表 8)。其中国家珍稀濒危保护植物 5 种:水杉、杜仲、鹅掌楸、天目木姜子、青檀;国家重点保护植物 6 种:银杏、水杉、榉树、香果树、鹅掌楸、香樟;国家珍贵树种 4 种:香果树、鹅掌楸、刺楸、杜仲;河南省重点保护植物 12 种:白皮松、刺楸、河南杜鹃等;河南特有树种 5 种:河南山胡椒、河南猕猴桃、河南杜鹃和河南鹅耳枥等。可以看出方城县野生珍稀树种资源较丰富,当地重视野生植物保护工作。

表 8 方城县野生珍稀树种

Tab. 8 Rare wild tree species in Fangcheng County

	等级		
	I 级	II 级	III 级
国家珍稀濒危保护植物	水杉	杜仲、鹅掌楸	天目木姜子、青檀
国家重点保护植物	银杏、水杉	榉树、香果树、鹅掌楸、香樟	
国家珍贵树种	香果树、鹅掌楸、刺楸、杜仲		
河南省重点保护植物	白皮松、刺楸、河南杜鹃、石栎、青檀、领春木、河南山胡椒、天目木姜子、河南猕猴桃、杜仲、河南鹅耳枥、郁香野茉莉		

2.4 野生木本植物的开发应用

2.4.1 野生木本植物的开发前景

随着城镇化和经济的快速发展,人民生活水平日益提高,对生活环境的美好需求也在不断提高。园林城市建设如火如荼地进行,园林绿化所需苗木种类和数量也日益增加,木本植物作为园林绿化的主要骨架占据十分重要的地位。但目前园林中应用的木本植物仅占木本植物资源的很小一部分,还有大量的具有观赏潜力、丰富多样的野生木本植物尚未开发应用^[11]。另一方面现有的园林树种资源已经不能满足城市居民的观赏心理,对野生木本植物进行开发应用可以丰富园林树种资源,创造能突出地方特色的植物景观,因此野生木本植物资源的开发具有广阔的前景。

2.4.2 野生观赏植物的园林应用

野生观赏植物是指具有观赏价值(观花、观果、观叶、观枝干)的植物总称,按照园林应用中的不同可分为园景树、行道树、灌丛、地被植物和藤蔓植物等 5 类。通过对方城县野生植物的实地调查,记录统计植物形态特征(叶、花、果、干等),发现野生木本植物园林应用潜力突出。对方城县野生木本植物按照观赏特性进行分类统计,可知方城野生观赏树种主要集中在花木类和果木类,野生木本植物中有观叶植物 102 种、观花 106 种、观果 151 种、观干 21 种(表 9)。

由表 9 可见,观叶以观赏树种的奇特叶形、叶色、叶姿和常绿的树种为主,有银杏、栎树、鹅掌楸、粉背黄栌、匙叶槲栎、蝙蝠葛、乌桕等 102 种;观花树种指花色艳丽和花姿优美的树种,有胡枝子、山合欢、琼花、华中铁线莲、臭牡丹、香果树等 106 种;观果树种指果形硕大、奇特、果色鲜艳的野生木本植物,有紫珠、海州常山、山里红、山桐子、算盘子、化香

表 9 方城县野生木本植物观赏特性

Tab. 9 Ornamental characteristics of wild woody plants in Fangcheng County

观赏特性	种数	占比/%
观叶	102	43.22
观花	106	44.92
观果	151	63.98
观枝干	21	8.89
园林中应用	72	30.51

物,有紫珠、海州常山、山里红、山桐子、算盘子、化香树、湖北枫杨、茅栗等 151 种;观枝干树种指枝干形状、色彩不同于寻常的树种,有刺楸、卫矛、枳、刚竹、白皮松、山麻杆等 21 种。其中有些野生树种同时具有观叶、观花、观果、观枝干等 2 种或多种特性,这些树种具有较高的观赏潜力。目前,当地野生木本植物中已有 72 种广泛在园林中应用,仅占该地区野生木本总数的 30.51%,可见野生木本植物的开发程度还不高。进一步的开发还需要结合其观赏特性、生态习性、抗逆性、资源数量等方面深入探讨,综合确定开发顺序和强度。

2.4.3 野生木本植物的开发意义

通过对方城县野生木本植物的调查与数据统计,方城县野生林木资源丰富,分布有一些国家级和省级的珍稀重点保护树种,为日后的保护工作奠定了基础。野生林木资源作为城乡绿化、育林造林的后备资源,应朝着野生林木资源园林化方向开发。对于不同生活型的野生树种进行开发,不同观赏特性的野生树种按照其观赏特性的方向进行引导,可使其观赏特性得到加强,观赏效果更佳,得到丰富的园林树种资源。野生树种的开发利用,不仅能够促进野生木本资源的保护,还能促进河南地区乡土树种的开发应用,创造有中原特色的乡土植物景观^[12]。野生树种具有优良的适应能力,能减少在园林绿化方面的投入,经济效益较好,且其创造的植物景观更具有生态稳定性。

3 讨论与结论

1)通过现场实地调查,记录统计得出方城县共有野生木本植物 60 科 137 属 236 种,其中裸子植物 4 科 6 属 7 种,被子植物 56 科 131 属 229 种。

2)方城县共有野生植物 60 科,其中大型科 2 个、较大科 2 个、中型科 34 个及单种科 22 个,优势

科为蔷薇科等 13 个科,含 145 种;有野生植物 137 属,其中中型属 7 个、微型属 41 个和单种属 89 个,优势属为悬钩子属等 13 个属,含 66 种。

3)方城县分布的野生木本植物共 236 种,乔木 121 种、灌木 85 种、藤本 25 种、竹类 5 种,其中有珍稀保护植物 19 种。根据观赏特性分观叶植物 102 种、观花 106 种、观果 151 种、观干 21 种,野生木本植物总体开发程度不高。

经过调查,初步掌握了方城县野生木本植物的基本情况,及其科属组成与优势科属,珍稀植物种类和当地野生木本植物的开发潜力,为方城县野生木本植物资源进一步合理开发和保护利用提供依据,为当地林木种质资源库的建立奠定基础,有助于当地野生树种的保护、开发和利用^[13],为当地园林绿化、野生植物开发、引种驯化发挥当地野生植物资源的优势提供参考,丰富了中原地区园林树种的后备资源。

参考文献:

- [1] 李伟,王巧玲,万少侠,等. 舞钢市野生木本植物多样性调查分析[J]. 林业调查规划,2018,43(4):202-206.
- [2] 高龔. 牙山林木种质资源调查与现状分析[D]. 泰安:山东农业大学,2015.
- [3] 方城县地方史志编纂委员会. 方城县志[M]. 郑州:中州古籍出版社,1992.
- [4] 钱长江,姜金仲,李从瑞,等. 石阡县的野生木本观赏植物资源[J]. 贵州农业科学,2014,42(8):185-190.
- [5] 卢炯林,余学友,张俊. 河南木本植物图鉴[M]. 广州:新世纪出版社,1998.
- [6] 王遂义. 河南树木志[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1994.
- [7] 田朝阳,田国行. 河南野生观赏植物志[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [8] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [9] 罗敏,闫双喜,郭凌. 洛阳野生木本植物物种多样性[J]. 河南农业大学学报,2016(4):544-549.
- [10] 陈有民. 园林树木学[M]. 北京:中国林业出版社,1990.
- [11] 李晓花,卢洁,梁同军,等. 庐山野生木本观赏植物资源及园林应用[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2017,37(8):580-588.
- [12] 王鹏飞,刘艺平,杨秋生. 河南野生木本植物多样性保护及园林应用[J]. 中国园林,2014,24(7):16-20.
- [13] 顾万春,李文英. 我国林木种质资源共享现状及建议[J]. 世界林业研究,2007,20(1):66-69.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.017

滇西北地区近 10 年森林质量变化分析与评价

李亚楠, 王 生

(云南省林业调查规划院大理分院, 云南 大理 671000)

摘要:采用 2006 年和 2016 年森林资源调查数据,从森林质量和生态状况 2 个方面对森林质量变化进行分析与评价。对乔木林面积蓄积、纯林和混交林单位面积、蓄积变化以及龄组结构、径级结构、郁闭度等级变化进行分析,结果表明,该区域森林质量逐年提升;对森林健康状况、天然林自然度、生态公益林群落结构变化进行分析,结果表明,林分状况得到改善,生态服务功能价值凸显。资源评价认为:滇西北森林资源富集,林分质量较高;植被区系类型复杂独特,科研价值高;区位关键重要,生态功能作用突出。

关键词:森林质量;生态状况;龄组结构;径级结构;郁闭度等级;森林健康等级;自然度;滇西北地区

中图分类号:S718.54;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0097-06

引文格式:李亚楠,王生.滇西北地区近 10 年森林质量变化分析与评价[J].林业调查规划,2020,45(2):97-102.

LI Yanan, WANG Sheng. Analysis and Evaluation of Forest Quality Change in Northwest Yunnan in Recent 10 Years [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 97-102.

Analysis and Evaluation of Forest Quality Change in Northwest Yunnan in Recent 10 Years

LI Yanan, WANG Sheng

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

Abstract: Based on the investigation data of forest resources in 2006 and 2016, the changes of forest quality and ecological status were analyzed and evaluated. The analysis for the area and stock volume of arbor forest, unit area and stock volume change of pure forest and mixed forest, as well as the change of age group structure, diameter class structure and canopy density showed that the forest quality in this area was improved year by year. The analysis for the changes of forest health status, natural forest naturalness and community structure of ecological public welfare forest showed that the forest status was improved and the value of ecological service function was prominent. According to the resource evaluation, the forest resources was abundant with high quality of forest stands and the types of vegetation flora were complex and unique with high value of scientific research in Northwest Yunnan where the location was important and the ecological function was prominent.

Key words: forest quality; ecological status; age group structure; diameter class structure; canopy density class; forest health class; naturalness; northwest Yunnan

收稿日期:2019-09-10.

第一作者:李亚楠(1978-),女,云南大理人,工程师.从事林业调查规划工作.

责任作者:王生(1972-),男,云南宾川人,高级工程师.长期从事森林资源监测与信息化工作. Email:lgys@sina.com

滇西北地处青藏高原至云贵高原的过渡地带,属于喜马拉雅山系东部的横断山脉纵谷区,地理坐标为 $26^{\circ}25' \sim 28^{\circ}24' N$, $97^{\circ}55' \sim 100^{\circ}22' E$, 面积 7.41 万 km^2 , 约占云南省总面积的 $1/5$, 特殊的地理环境和气候条件蕴育了丰富的生物资源^[1]。据资料:该地区拥有中国 $1/3$ 以上的高等动植物种数, 分布着丰富多样化的基因资源和动植物种类, 被列为中国三大特有物种起源和分化中心区域之一, 是中国原生态系统保留最完好、垂直生态系统最完整以及全球温带生态系统最具代表性的地区^[2]。本文在参阅滇西北多年来诸多研究文献后, 重点分析区域内森林资源变化情况, 旨在更好地促进该区域森林质量提升、生物多样性保护和提高区域生态安全屏障能力。

1 材料与方法

1.1 研究范围及数据来源

滇西北范围一般以行政区划来界定, 包括迪庆州、怒江州、丽江市全境及大理州的剑川县、鹤庆县、洱源县、大理市、宾川县、云龙县, 共涉及 4 州(市) 18 县(市、区)。

研究数据采用 2006 年和 2016 年云南省第三和四次森林资源规划设计调查数据, 数据精度为森林资源规划设计调查“C”级标准。

根据 2016 年森林资源调查结果, 研究区域土地总面积 $7\,411\,462 \text{ hm}^2$, 其中林业用地 $6\,013\,605 \text{ hm}^2$, 占土地总面积的 81.1% ; 非林业用地 $1\,397\,857 \text{ hm}^2$, 占 18.9% 。森林覆盖率为 69.7% , 林木绿化率为 77.8% ^[3](表 1)。

表 1 滇西北地区土地利用现状

Tab. 1 Statistics of land use status in northwest Yunnan

hm²

统计单位	合计	有林地	灌木林地	未成林造林地	宜林地	无立木林地	建设用地	耕地	水域	其他非林地
合计	7411462	4733935	1031130	64059	103661	80820	93037	801863	91261	411695
金沙江流域	4417456	2730770	681791	20045	75746	49962	49265	462795	49531	297551
澜沧江流域	1972668	1283450	177024	34698	24287	23907	39377	295961	36293	57672
怒江流域	1021338	719715	172315	9316	3628	6951	4395	43107	5438	56473

1.2 研究方法

2006 年和 2016 年 2 期调查方法均采用卫星影像(1:2 5000)作为工作图进行现地小班勾绘, 区划条件、地类划分标准及调查因子基本相同, 总体蓄积均采用系统抽样的方法进行控制。因此, 在调查范围、调查方法和执行的技术标准一致的情况下, 直接利用 2 期调查数据进行动态分析森林资源变化具有可比性。

1.3 森林资源分布

滇西北森林资源富集且分布错综复杂, 从海拔约 700 m 干热河谷稀树灌草丛或残存的沟谷雨林起, 中间过渡为中山常绿阔叶或针阔混交林, 到高海拔地区的寒温性针叶林及亚高山、高山(梅里雪山海拔 $6\,740 \text{ m}$, 为云南省最高峰)灌丛及草甸, 涵盖了我国寒、温、热 3 个气候带兼备的物种类型。森林类型以寒温性和温凉性类型为主。因地理环境和气候条件的不同, 各流域的森林资源分布有所差异。

怒江流域森林(包括有林地和国家特别规定灌木林地, 下同)面积 $800\,974 \text{ hm}^2$, 占研究区森林面

积的 15.5% , 蓄积 $14\,498.8 \text{ 万 m}^3$, 森林覆盖率 78.4% 。江边以人工植被为主, 向上有较大面积的云南松(*Pinus yuaznanensis*)分布, 随海拔的逐渐上升过渡到以青冈(*Quercus glauca* Thunb)、硬斗石栎(*Lithocarpus hancei* (Benth.) Rehd)和云南铁杉(*Tsuga dumosa* (D. Don) Eichler)为主的半湿润常绿阔叶林和暖性针叶林带。海拔 $3\,100 \sim 3\,700 \text{ m}$ 区域以冷杉林、落叶松(*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.)林分布为主, 局部地段暗针叶林破坏后形成了次生的箭竹(*Fargesia spathacea* Franch)林^[1]。

澜沧江流域森林面积 $1\,302\,037 \text{ hm}^2$, 占研究区森林面积的 25.2% , 蓄积 $12\,965.6 \text{ 万 m}^3$, 森林覆盖率 66.0% 。由于河谷生境干旱, 降水量不及蒸发量, 河谷两边以形态矮小、多刺耐旱的灌丛分布为主, 随海拔抬升, 湿度增加, 乔、灌、草植物种类进一步增多, 地表覆盖度增大, 同海拔地段的树种、森林类型分布与怒江流域相近。

金沙江流域森林面积 $3\,065\,446 \text{ hm}^2$, 占研究区森林面积的 59.3% , 蓄积 $33\,321.4 \text{ 万 m}^3$, 森林覆盖

率 69.4%。河谷地区分布有白刺花(*Sophora davidii* Franch.) 及华西小石积(*Osteomeles schwerinae* Schneid) 为主的干旱灌丛,几乎无乔木分布;海拔 1 600~2 400 m 区域以云南松或与高山栲(*Castanopsis delavayi* Franch) 及落叶阔叶树种组成的湿性常绿阔叶林为主;海拔 2 400~3 000 m 区域有大果红杉(*Larix potaninii* var. *macrocarpa*)、丽江云杉(*Picea likiangensis*) 等丰富的树种资源及森林类型;海拔 3 000 m 以上主要分布有中甸冷杉(*Abies ferreana* Bordères et Gausson) 等具有代表性的高山针叶林区。

研究区地形呈南北走向的平行岭谷地貌格局^[4],自西向东平行排列的山脉与深邃湍流谷底之间形成较大的海拔梯度,导致气候垂直差异明显。森林覆盖率由东向西、由南向北逐渐递增,按流域分析,怒江流域覆盖率最高,蓄积量分布主要集中在怒江流域和澜沧江、金沙江两江北段,地处西北部的贡山县活立木蓄积和单位面积蓄积最高。

2 森林质量变化分析

森林质量内涵丰富,主要内容通常包含生物学质量、社会经济学质量和环境学质量^[5]。乔木林是构成森林的主体部分,对乔木林资源变化情况进行分析,有助于提升森林资源质量管理水平。

2.1 乔木林面积、蓄积变化

林分构成合理与否直接关系到森林生态系统功能,是衡量森林资源质量的重要指标^[6]。2006—2016 年 10 年间乔木林面积由 4 533 408 hm² 增加至 4 699 605 hm²,蓄积由 56 247.1 万 m³ 增加至 60 742.4 万 m³,增幅分别为 3.67% 和 7.99%(表 2)。

从表 2 数据可以看出:2006—2016 年,乔木林所含各地类面积蓄积均实现了增长,尤其乔木经济林面积蓄积增幅分别达 94.92% 和 97.46%,接近翻了一倍。通过分析,纯林占乔木林比例由 2006 年的

表 2 2006—2016 年研究区乔木林面积、蓄积变化

Tab. 2 Changes of arbor forest areas and volumes from 2006 to 2016

时间	纯林		混交林		乔木经济林	
	面积 /hm ²	蓄积 /m ³	面积 /hm ²	蓄积 /m ³	面积 /hm ²	蓄积 /m ³
2006 年	3845125	469325130	619100	92911630	69183	234600
2016 年	3854172	495473350	710584	111486910	134849	463240
增减量	9047	26148220	91484	18575280	65666	228640
增长率/%	0.24	5.57	14.78	19.99	94.92	97.46

84.82% 下降至 82.01%,降幅为 2.81%;混交林占比由 13.66% 上升至 15.12%,增幅为 1.46%;乔木经济林占比由 1.27% 上升至 1.89%,增幅为 1.34%。混交林和乔木经济林比重逐年加大,林分组成树种进一步丰富,经济林产业快速发展,10 年来在生态防护效能得到进一步改善的同时,林农从中也得到实惠,实现了生态林业和民生林业双赢局面。

2.2 纯林、混交林单位面积、蓄积变化

单位面积蓄积大小是衡量森林资源质量的重要指标之一,研究区 2006 年林地单位面积蓄积平均为 96.3 m³/hm²,有林地单位面积蓄积为 123.3 m³/hm²,2016 年研究区内林地单位面积蓄积达 101.1 m³/hm²;有林地单位面积蓄积达 128.4 m³/hm²,区域内林地、有林地单位面积蓄积均有所提高,林分质量进一步提升。

2.3 龄组结构变化

龄组结构主要反映森林资源年龄级分布情况,一定程度上体现出森林资源质量和可持续经营状况^[7]。研究区 2006 年和 2016 年乔木林面积、蓄积按龄组统计见表 3。

研究区域内乔木林幼龄林面积、蓄积明显减少,降幅分别为 32.06% 和 39.08%,而近、成熟林面积、

表 3 2006—2016 年研究区乔木林面积、蓄积按龄组统计

Tab. 3 Areas and volumes of arbor forest by age groups from 2006 to 2016

时间	幼龄林		中龄林		近熟林		成熟林		过熟林	
	面积/hm ²	蓄积/m ³	面积/hm ²	蓄积/m ³	面积/hm ²	蓄积/m ³	面积/hm ²	蓄积/m ³	面积/hm ²	蓄积/m ³
2006 年	933805	33778850	1519225	120105460	740574	101379320	997530	196058400	392574	111603840
2016 年	634453	20577260	1681418	136399530	864629	110564270	1166920	227572350	393558	112739760
增减量	-299351	-13201590	162193	16294070	124054	9184950	169390	31513950	984	1135920
增长率/%	-32.06	-39.08	10.68	13.57	16.75	9.06	16.98	16.07	0.25	1.02

蓄积递增趋势明显。说明自 2000 年以来营造的大量人工幼龄林通过抚育管护大部分已进入到中龄林行列。另外,怒江流域及澜沧江、金沙江北段现存的原始森林中有 30 余万 hm^2 的过熟林林分已处于顶级群落,防护功能已达最大化。

2.4 径级结构变化

径级结构反映林木的胸径大小与其所占空间面积的相关性和相依程度^[8],是评价森林健康程度的重要指标之一。研究区 2006 年和 2016 年乔木林面积、蓄积按径级统计见表 4。

表 4 2006—2016 年研究区乔木林面积、蓄积按径级统计

Tab. 4 Areas and volumes of arbor forest by diameter class from 2006 to 2016

时间	小径材		中径材		大径材		特大径材	
	面积/ hm^2	蓄积/ m^3	面积/ hm^2	蓄积/ m^3	面积/ hm^2	蓄积/ m^3	面积/ hm^2	蓄积/ m^3
2006 年	1193760	54701300	1891674	188076440	908636	186062210	415589	134007830
2016 年	1289105	68147930	2063668	228418520	835091	182051730	393705	129231390
增减量	95345	13446630	171994	40342080	-73545	-4010480	-21883	-4776440
增长/%	7.99	24.58	9.09	21.45	-8.09	-2.16	-5.27	-3.56

从表 4 中可以看出,研究区中小径材林面积、蓄积均有所增加,尤其是蓄积增幅均超过 20% 以上,而大、特大径材面积、蓄积所占比例呈递减趋势。

2.5 郁闭度等级变化

林分疏密程度与林分蓄积量、生物量密切相关,林分密度是否合适直接影响到林地生产力和功能的发挥^[9]。按郁闭等级划分,研究区乔木林郁闭度主要为中等级(郁闭度 0.50~0.70),约占乔木林面积的 54.8%(表 5)。

表 5 2006—2016 年乔木林面积、郁闭度等级比较

Tab. 5 Comparison of areas and canopy density from 2006 to 2016

时间	疏(郁闭度 30%~49%)		中(郁闭度 50%~69%)		密(郁闭度 $\geq 70\%$)	
	面积/ hm^2	占比/%	面积/ hm^2	占比/%	面积/ hm^2	占比/%
2006 年	1560383	27.82	3073965	54.81	974049	17.37
2016 年	1508214	26.16	2990508	51.87	1266343	21.97
增减量	-52169	-1.66	-83457	-2.94	292294	4.60

从表 5 可以看出,经过 10 年的管护,郁闭度为疏、中的林分面积有所下降,减少部分多数已过渡到高等级郁闭度区间,表明林业生态保护工作到位,林分郁闭度逐年上升,林分生态效能得到增强。

3 森林生态状况变化分析

如何衡量和评价林分的生态状况,目前在林业行业还没有统一标准,本文对数据库中筛选出的已调查的森林健康等因子进行分析。

3.1 森林健康状况变化

按照气候灾害、森林火灾和森林病虫害等对森林的危害程度,结合林木生长、发育、外观表象特征综合调查评定其健康状况^[3],研究区森林以健康类型占主要优势,约占乔木林面积的 68.5%。在间隔期内不健康和中等健康面积逐年减少,较健康、亚健康和健康面积逐年增加(表 6)。

3.2 天然林自然度变化

天然林是陆地生态系统中结构最复杂、生物量最大、功能最完善的自然资源^[10],研究期内自然度

表 6 2006—2016 年研究区林分面积健康等级变化

Tab. 6 Areas of forests calculated by health conditions from 2006 to 2016

时间	不健康		中健康		较健康		亚健康		健康	
	面积/ hm^2	占比/%	面积/ hm^2	占比/%	面积/ hm^2	占比/%	面积/ hm^2	占比/%	面积/ hm^2	占比/%
2006 年	13686	0.30	135537	2.99	735372	16.22	565728	12.48	3083075	68.01
2016 年	13444	0.26	141057	2.68	834023	15.85	668108	12.70	3604468	68.51
增减量	-242	-0.05	5519	-0.31	98651	-0.37	102381	0.22	521393	0.50

I 级林分面积明显增加, II、III 级面积减少(表 7), 说明近年来随着当地少数民族传统生活、生产方式的转变和易地扶贫搬迁项目的实施, 群众上山打柴、盗伐等活动减少, 天然林受干扰程度逐年降低, 大量的天然林资源得到更好地保护。

表 7 2006—2016 年研究区天然林自然度变化
Tab. 7 Change of natural forest naturalness from 2006 to 2016

时间	I		II		III	
	面积 /hm ²	占比 /%	面积 /hm ²	占比 /%	面积 /hm ²	占比 /%
2006 年	1026223	21.16	3170118	65.35	654304	13.49
2016 年	1587725	33.45	2551386	53.75	608067	12.81
增减量	561502	12.29	-618731	-11.61	-46237	-0.68

3.3 生态公益林群落结构变化

按照乔、灌、草及地被物构成等级划分, 研究区公益林中纯林、混交林群落以完整结构为主, 约占公益林面积的 69.7%。群落结构简单类型面积减少, 完整结构面积逐渐增加(表 8)。表明滇西北地区对公益林管护到位, 成效显著, 绝大部分林分茂密, 乔、灌、草齐全, 地被物丰富, 生态防护功能提升。

表 8 2006—2016 年研究区生态公益林群落结构变化
Tab. 8 Community structure changes of ecological public welfare forest from 2006 to 2016

时间	简单		复杂		完整	
	面积 /hm ²	占比 /%	面积 /hm ²	占比 /%	面积 /hm ²	占比 /%
2006 年	210773	6.96	1470168	48.58	1345398	44.46
2016 年	37321	1.21	899750	29.08	2157279	69.72
增减量	-173452	-5.76	-570418	-19.50	811881	25.26

4 资源评价

4.1 森林资源富集, 林分质量较高

滇西北地区是全球生物多样性最丰富、最集中的地区之一, 生物多样性保护价值突出, 生态区位极其重要。林业用地面积 6 013 605 hm², 占国土总面积的 81.14%, 人均占有林地面积 1.5 hm²; 活立木蓄积总量高, 人均占有活立木蓄积 154 m³; 森林覆盖率 69.74%; 有林地单位面积蓄积为 128.4 m³/

hm², 森林生态服务功能价值、生态状况指数等级等指标均高于全省及全国平均水平。

4.2 植被类型丰富独特, 科研价值高

滇西北位于泛北极植物区系和古热带植物区系的交汇地带, 从南至北随地形复杂程度的加剧植物区系分化强度不断加大, 新老孑遗种多, 特有种突出, 形成了丰富多样的巨大基因库^[11]。如树蕨(*Alsophila spinulosa*)、光叶珙桐(*Davidia involucreta*)和贡山三尖杉(*Cephalotaxus lanceolata*)等, 为著名的新物种分化中心, 而且植物区系成分复杂多样, 几乎汇集了植物分布的各种类型, 加之高山峡谷区复杂的地质构造, 使区域内的生态景观、种质资源保持了原始性、独特性、多样性等特点。因此, 摸清研究区特有种情况对研究我国乃至世界植物的起源、演化、传播路线及地质变迁等均具有重要的科研价值。

4.3 区位关键重要, 生态功能作用突出

滇西北地处亚洲四大江河的上游, 有 449.5 km 国境线, 山高坡陡, 地形切割纵深大, 据云南省地质局调查(1990 年), 德钦、玉龙、宾川等 6 县为崩塌、滑坡、泥石流极强活动区, 共有崩塌、滑坡 10 502 处^[12], 土壤侵蚀、自然灾害危害性大; 其次, 作为“三江并流”世界自然遗产核心区, 森林资源、生物多样性在维护区域生态稳定中具有不可替代的生态价值, 现已被国家和多个国际组织列为全国和全球生物多样性优先重点保护地区。此外, 该区域森林资源是我国西南重要的生态安全屏障, 所承担的生态功能还具有显著的外溢效应, 倍受国内外关注。

5 结语

经过 10 年生态保护与建设, 滇西北地区土地覆盖度增加, 森林资源面积和蓄积均实现双增长, 尤其蓄积增幅较大; 林分结构、林木健康状况持续改善, 森林质量不断提高, 森林生态服务功能价值越来越凸显。

滇西北区域内拥有普达措等 7 个国家公园、10 余个国家级、省级自然保护区等自然保护地的大量森林资源, 森林以天然林为主, 占有林地面积的 92.9%。因此, 今后林业生态保护管理工作要严格按照划定的生态红线和近期出台的《天然林保护修复制度方案》的要求, 建立全面保护、系统恢复的制度体系, 合理地促进天然次生林更新和森林演替, 进一步提升森林质量, 不断满足人民群众日益增长的优美生态环境需要。

参考文献:

[1] 王生. 怒江州森林资源动态变化分析与评价[J]. 林业调查规划, 2017, 42(3): 36-41.

[2] 杨宇明, 赵乐静, 王四海, 等. 滇西北生物多样性保护与发展[EB/OL]. 中国知网, 2016.

[3] 云南省林业厅. 云南省森林资源报告[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2016.

[4] 杨阳, 韩杰, 刘晔, 等. 三江并流地区干旱河谷植物物种多样性海拔梯度格局比较[J]. 生物多样性, 2016, 24(4): 440-452.

[5] 安元强, 张小玲, 等. 铜仁地区森林资源动态变化分析与评价[J]. 中南林业调查规划, 2011, 30(2): 28-33.

[6] 石春娜, 王立群. 浅析森林资源质量内涵[J]. 林业经济问题, 2007, 27(3): 31-34.

[7] 胡云云. 我国森林资源结构变化分析[J]. 林业资源管理, 2014(增刊): 1-5.

[8] 范佩佩, 韦新良, 郭如意, 等. 天目山针阔混交林林木空间特性[J]. 浙江农林大学学报, 2015, 32(5): 675-682.

[9] 陈成文, 刘庆云, 朱臻荣, 等. 云南红豆杉造林密度效应研究[J]. 浙江林业科技, 2014, 34(2): 40-45.

[10] 郑非. 祥云县近 10 年森林资源空间变化分析[J]. 林业调查规划, 2018, 43(4): 92-95.

[11] 沈文清, 戴星照. 江西省近 30 年森林资源动态分析[J]. 西部林业科学, 2016, 45(4): 32-35.

[12] 冯建孟, 朱有勇. 滇西北地区种子植物地理分布及区系分化[J]. 西北植物学报, 2009, 29(11): 2312-2317.

[13] 朱长伟, 徐颖澜, 张明晓, 等. 青岛崂山黑松林结构特征[J]. 林业调查规划, 2019, 44(1): 33-39.

[14] 郝性中. 滇西北土地资源合理开发利用与区域可持续发展研究[J]. 资源科学, 2000, 22(5): 63-68.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 65 页)

[15] 于景金, 陈丽华, 谷建才, 等. 基于灰色关联分析的环境因子与物种多样性关系[J]. 林业资源管理, 2010(1): 68-72.

[16] ZHOU Z., SUN O. J., HUANG J., et al. Land use affects the relationship between species diversity and productivity at the local scale in a semi - arid steppe ecosystem[J]. Functional Ecology, 2006, 20(5).

[17] SIMON K, NIKOLA G, JURIJ D. ForestMAS-A single tree based secondary succession model employing Ellenberg indicator values[J]. Ecological Modelling, 2014: 279.

[18] 周梦丽, 雷相东, 国红, 等. 基于 TWINSpan 分类的天然云冷杉-阔叶混交林发育阶段划分[J]. 林业科学研究, 2019, 32(3): 49-55.

[19] 宋永昌, 阎恩荣, 宋坤. 再议中国的植被分类系统[J]. 植物生态学报, 2017, 41(2): 269-278.

[20] 冶民生, 吴斌, 关文彬, 等. 岷江上游植物群落稳定性研究[J]. 水土保持研究, 2009, 16(1): 259-263.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.018

国家植物博物馆旅游发展战略研究与初步构想

杨清¹,刘辉²,方伟¹,杨莲¹,卢宪雯¹,史鸣明¹,廖鑫凤¹

(1.中国科学院昆明植物研究所国家植物博物馆展陈专项办,云南昆明650022;

2.云南骏宇国际文化博览股份有限公司,云南昆明650228)

摘要:在研究博物馆旅游相关内涵的基础上,系统地阐述了博物馆和旅游的关系,认为博物馆旅游是未来的发展趋势。文中依托国家植物博物馆建设的基本情况,对国家植物博物馆发展旅游具备的政策机遇、游客基数、区位、行业地位、资源、特色等方面的优势及国内没有成熟的经验和成功的案例可借鉴、藏品艺术价值不高等劣势进行分析。提出建立合理的运维机制,处理好馆、库、园一体统筹的关系;按照国家5A级旅游景区标准,高起点、高规格建设;以人为本,强化深度体验;重视人才、科普和营销;与茨坝生物科技特色小镇融合发展,打造云南省“健康生活目的地”示范园区;整合资源,建立旅联体,打造科普文旅融合产业走廊等国家植物博物馆旅游发展的策略及建议。

关键词:国家植物博物馆;博物馆旅游;发展战略;构想

中图分类号:S718.521.2;G268;F590.3 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0103-06

引文格式:杨清,刘辉,方伟,等.国家植物博物馆旅游发展战略研究与初步构想[J].林业调查规划,2020,45(2):103-108.

YANG Qing, LIU Hui, FANG Wei, et al. Research and Preliminary Proposal of Tourism Development Strategies for National Botanical Museum[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 103-108.

Research and Preliminary Proposal of Tourism Development Strategies for National Botanical Museum

YANG Qing¹, LIU Hui², FANG Wei¹, YANG Lian¹, LU Xianwen¹, SHI Mingming¹, LIAO Xinfeng¹

(1. Exhibition Office of National Botanical Museum of Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650022, China; 2. Yunnan Junyu International Cultural Exposition Co., Ltd., Kunming 650228, China)

Abstract: Based on the study of the related conceptions of museum tourism which was considered as the future development trend, this paper systematically expounded the relationship between museum and tourism. According to the construction status of the national botanical museum, this paper analyzed the advantages of the national botanical museum in the development of tourism, such as policy opportunities, tourist base, location, industry status, resources and characteristics, as well as the disadvantages including the lack of mature experience and successful cases and low artistic value of collections. It was proposed to establish the reasonable operation and maintenance mechanism, handle the overall planning relationship of the museum, library and garden, follow the high starting point and high standard of national 5A tourist attraction standard, strengthen people-oriented and in-depth experience, attach importance

收稿日期:2019-10-14.

第一作者:杨清(1968-),男,四川忠县人,博士,副研究员.主要从事植物多样性保护与建设. Email: yangqing@mail.kib.ac.cn

to talents, science popularization and marketing, develop with Ciba Biotechnology Town to build a “healthy life destination” demonstration park in Yunnan Province, and integrate resources to establish the tourism consortia and the industrial corridor of science popularization, culture and tourism integration.

Key words: national botanical museum; museum tourism; development strategy; proposal

现代博物馆不仅是一个国家、一个城市重要的文化教育机构,也是公众游览休憩的重要场所。近年来,博物馆在我国得到了长足发展,数量越建越多,同时旅游业的发展使得国内博物馆的旅游功能日益突显。作为一个国家和城市的重要文化标志,博物馆正逐渐成为国内外极具价值的旅游资源。即将在昆明建设的国家植物博物馆,如何开放并开展旅游,应在规划建设时就予以充分考虑并高度重视,这不仅会影响博物馆后期的运维管理以及可持续发展,还关系到昆明市的旅游形象与品位,甚至影响到盘龙区乃至昆明市未来的旅游格局和社会经济发展。在分析国家植物博物馆旅游发展的优势和劣势基础上,提出了其旅游发展的策略和可行性建议,以期为国家植物博物馆的规划建设以及未来的运维管理提供参考。

1 博物馆旅游的必然性

国际博物馆协会从 1946 年成立至今,对博物馆定义共进行过 8 次修订,以示博物馆对社会发展的适应性,突出博物馆对社会的责任和承诺,挖掘和探索博物馆的发展潜力和发展方向。1961 年将“研究、教育、欣赏”列为博物馆的业务目的,正式开启了博物馆的社会教育、欣赏娱乐功能这一全新发展理念。1992 年在委内瑞拉首都加拉加斯召开的“博物馆新目标”会议就讨论了“博物馆与旅游”,通过了《加拉加斯宣言》,号召架起博物馆与旅游的桥梁。随后的 1995 年国际博协委内瑞拉委员会又促成了题为“遗产、博物馆和旅游”的研讨会,探讨博物馆旅游的发展。2007 年 8 月,国际博物馆协会(ICOM)第二十一届大会通过了修改后的《国际博物馆协会章程》。章程英文版中对博物馆的定义是“一个为社会及其发展服务的、向公众开放的非营利性常设机构,为教育、研究、欣赏的目的征集、保护、研究、传播并展出人类及人类环境的物质及非物质遗产”^[3]。可见将博物馆与旅游联姻,发展博物馆旅游在十二年前已经是历史大趋势,但站在今天纵观世界各地的博物馆发展,由于受各种因素影响,均还在这条道路的起始阶段。2019 年 5 月国际博物馆协会(ICOM)邀请协会成员与其他相关成员共

同参与博物馆新定义提案,中国的提案内容为“博物馆是以博物馆为依托,以博物馆专业性业务为结构节点,以知识建设及共享为主轴的博物馆制度”,可以看出如何建设知识共享平台,获得广大的知识共享人群是未来中国博物馆发展的趋势,发展以科普教育为主,集合健康生活休闲体验的旅游是一条非常具有前瞻性的道路。

2 国家植物博物馆建设基本情况

2017 年年初,云南省昆明市提出在昆明建设“国家植物博物馆”的设想,得到国家有关部委的支持批复和众多科学家的认可。大家一致认为国家植物博物馆是我国生态文明建设的重大工程和重大设施,也是云南生态文明排头兵定位的标志性工程,必将为美丽中国的实现和全球生物多样性保护做出贡献。国家植物博物馆作为我国第一座以植物为主题的国家级博物馆,是集收藏与展示、科研与交流、教育与示范于一体的综合性植物专题博物馆。目前国家植物博物馆(主馆)选址在昆明市盘龙区茨坝片区,是由中科院昆明植物所昆明植物园、云南省林科院树木园、昆明市黑龙潭公园和中科院昆明动物所及中科院版纳植物园昆明分部新园区围合而成的区域,面积约 30 hm²。

根据可研报告和整体规划,国家植物博物馆将按照“1236”体系进行规划建设,即:“1”是新建 1 个主馆,“2”是提升扩建 2 个植物标本库,“3”是统筹整合既有的中科院昆明植物研究所昆明植物园、云南省院树木园和昆明黑龙潭公园 3 个园的资源,“6”是谋划布局 6 个辅馆(分馆),形成相辅相成、互为支撑、独具特色的国家植物博物馆体系。按照“一次规划、分步实施”的建设原则,首先高标准高质量规划建设主馆,对周边区域进行景观提升改造,并与中科院昆明植物园、云南省林科院树木园和昆明市黑龙潭公园等一起打造“昆明国家植物园”,使之成为国家植物园体系的核心植物园和云南省“健康生活目的地”的重要示范园区。目前正在全力推进立项、规划等建设前期工作。

3 国家植物博物馆发展旅游的分析

3.1 发展旅游的优势

3.1.1 政策机遇

当前,随着我国经济社会的快速发展,博物馆也得到了长足发展,数量越建越多,同时旅游业的发展使得国内博物馆的旅游功能日益突显。作为一个城市和国家的重要文化标志,博物馆正在逐渐成为国内外极具价值的旅游资源。

近年来,国家先后出台了《博物馆条例》、《博物馆管理办法》和《国家文物事业发展“十三五”规划》等法律法规与政策文件,并在国家文物局印发的《国家文物事业发展“十三五”规划》中提出,到 2020 年,全国博物馆公共文化服务人群覆盖率将达每 25 万人拥有 1 家博物馆,参观人数达到每年 8 亿人次。国家旅游局主编的《中国旅游年鉴 1999》,在“旅游行业”下分设的“相关行业”里,专列“博物馆业”,在公布的首批国家 AAAA 级旅游区(点)名单中,沈阳故宫博物馆(辽宁)、上海博物馆等 11 家博物馆被列为 4A 级景区;虽没有挂牌为博物馆但也属于博物馆范畴的也有二十几家,如上海野生动物园、吴桥杂技大世界(河北)等。据不完全统计,2012 年全国博物馆观众总数还只有 5.6 亿人次,到 2017 年,参观人数已经超过 9 亿人次,观众数量表现出惊人的增长速度。国家文旅部公布的《2018 年国庆假期旅游市场情况》数据显示,超过 90% 的游客参加了文化活动,前往博物馆、科技馆等参观的游客达到 40% 以上,博物馆、科技馆正在成为文旅融合发展的前沿阵地和重要载体。特别是 2016 年 11 月《教育部等 11 部门关于推进中小学生研学旅行的意见》中明确要求将中小学开展研学旅行纳入教育教学计划,根据小学、初中、高中不同学段的研学旅行目标,有针对性地开发自然类、历史类、地理类、科技类、人文类、体验类等多种类型的活动课程。博物馆、植物园等正好是中小学研学的重要阵地,为博物馆开展旅游带来了新的发展机遇。

3.1.2 游客基数优势

昆明作为全国旅游业发展较早的城市之一,具有优越的气候条件、丰富的旅游资源、多彩的文化资源等优势,随着高铁、高速公路、航空等综合交通体系和旅游基础设施的不断完善、产品结构日趋合理、服务管理水平提高、产业地位逐步提升、带动作用不断增强,昆明发展旅游业的独特区位优势 and 巨大的客源市场将进一步显现,旅游业呈现出提质增效、持

续向好的良好态势。据报道,2018 年昆明接待游客 1.61 亿人次,旅游业总收入 2 180 亿元,众多的游客基数可成为建成后的国家植物博物馆的潜在游客。

3.1.3 区位优势

国家植物博物馆选址临龙马山之巅,北可观松华坝、南可瞰黑龙潭、西可看长虫山、东可望呼马山,具有优良的自然视觉景观;盘龙江、金汁河、花渔沟等穿境而过,黑龙潭地下水长流不断,滇中饮水工程从附近通过,为博物馆造园建景和活体植物保存提供了良好的水源条件。同时,具备极好的外部交通和良好的公共服务设施。博物馆毗邻昆明北绕城高速和昆曲高速,与昆明市区的北京路、丰源路和龙泉路等几条主干道相连,30 min 可达国内五大国际航空枢纽机场-长水国际机场,40 min 可达滇中新区,城市干道系统完备。周边有昆明市第二人民医院、昆机集团公司医院、昆明重工医院、盘龙区人民医院和规划中的妇幼保健院/大健康医院、黄冈中学昆明分校、昆二十一中等良好的公共服务设施,为发展旅游提供了强大的交通保障和优越的社会环境。此外,博物馆附近还有全球最长的人工瀑布-昆明湖瀑布、享誉全球的昆明 99 世博园、中国四大铜殿之一且保存最完好的金殿、特色鲜明的云南野生动物园等旅游设施,为未来打造旅游综合体奠定了基础,可有效弥补以自然景观旅游为主的单一旅游发展模式,提升昆明市乃至全省的旅游品质。

3.1.4 行业地位优势

鉴于活体植物展示条件的特殊性,目前全世界以植物为主题的大型专题博物馆比较少,只是在个别大学、研究所或植物园内建立了植物博物馆,如美国哈佛大学的植物博物馆(Botanical museum, Harvard University)、德国柏林植物园和植物博物馆(botanic garden and botanical museum berlin-dahlem)、英国剑桥大学植物博物馆(Cambridge, Botanical Museum)、拉脱维亚大学植物博物馆(Botanical Museum-University of Latvia)、希腊锡阿蒂斯塔植物博物馆(Botanic Museum of Siatista)、喀山(伏尔加河地区)联邦植物博物馆(Botanical Museum-Kazan (Volgaregion) Federal)等。国内植物博物馆就更少,目前只有西北农林科技大学植物博物馆和哈尔滨师范大学动植物博物馆。这些国内外植物博物馆的前身几乎都是植物标本馆,均为实现科普教育而向公众开放,改造而成植物博物馆。国家植物博物馆作为首个国家级的植物专题博物馆,在行业地位上优势十分明显,较之前一般的植物博物馆,无论是在政策和资金

支持上还是在游客心中的吸引力,都具有不可估量的地位优势。

3.1.5 资源优势

规划建设国家植物博物馆具有较好的旅游资源优势,有利于发展博物馆旅游:1) 区域内植物资源富集。目前,博物馆区内已有有效保存的 10 013 种野生植物种子资源,库存标本 160 多万份,在国内仅次于中国科学院植物研究所的植物标本。区域内还有中科院“三园两所”战略中重要的昆明植物园,该园已收集保育 7 000 余种各类特色植物,并建近 20 个各具特色的植物专类园,其中山茶园被国际山茶花协会授予“国际知名山茶园”;临近的云南林科院树木园收集保存了 900 多种树木资源,同时片区内有 4.2 km² 的公益林,为博物馆开展旅游提供了良好的景观资源。2) 科技人文资源禀赋,有中科院昆明植物所、昆明动物所、云南林科院、云南农业大学、云南省农科院等科研院所,植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室、遗传资源与进化国家重点实验室和云南生物资源保护与利用国家重点实验室等众多的国家级科研平台。3) 博物馆及附近的历史人文资源特色明显,自古就是人类宜居和生产生活的功能片区,是最能体现丰富多元文化的核心区域,内有“滇中第一古祠”黑龙潭龙泉观,省级文物“三烈士”墓、严济慈-蔡希陶故居,有抗战时期留下的中央机器厂门楼、建国初期工业布局与建设历史的重机厂等重要人文资源。这些都将成为国家植物博物馆建成后开展科普旅游提供强大的资源保障。

3.1.6 特色优势

在 2017 年 7 月深圳第 19 届国际植物学大会和 2018 年 10 月昆明全国植物学大会期间组织的专家咨询会上,专家一致认同“馆(博物馆)、库(种子库、植物标本库)、园(昆明植物园、云南林科院树木园、黑龙潭公园)”三位一体的建设形式,把“传统的自然博物馆的实物(标本、化石、种子)展陈和植物园的活植物室外展示”有机结合,把国家植物博物馆建设成为世界上少有的且特色鲜明、展陈形式多样的“鲜活的植物博物馆”,这在国内外都是一种创新。国家植物博物馆按照目前业界正在思考并追寻的“露天博物馆”思路,试图掀开“博物馆的屋顶”,把博物馆从“神圣殿堂”的形式中解放出来,置博物馆于广阔天地间的形式满足旅游者求奇、求异、求新的心理需求,提供给旅游者多样化的乐趣、教育和享受,为博物馆旅游的持续发展提供了动力和活力。

3.2 发展旅游的劣势

博物馆旅游开发早已成为博物馆谋求发展的热门选择,虽然国外有博物馆已取得了博物馆旅游开发的成功案例,但博物馆旅游发展较成功的案例在我国屈指可数,像故宫一类的博物馆,更是少之又少。而植物博物馆就更少,这也为国家植物博物馆的建设者和管理者带来了极大的困惑。究竟该怎样建设管理一个植物博物馆,尚没有成熟的经验和成功的案例可借鉴。同时,纵观那些成功发展为旅游类的著名博物馆均有 2 个共同特点:1) 有良好的城市旅游大环境。如巴黎的卢浮宫、纽约的自然历史博物馆、伦敦的英国国家博物馆。2) 博物馆内有超高艺术价值的绝世藏品。不少游客游览该博物馆甚至安排一场旅行的目的仅仅是为了亲眼目睹那些珍稀藏品。与之相比,国家植物博物馆的展品吸引力低,藏品大多是艺术价值不高的植物标本、化石、图片,很难成为游客单独游览的动机。

4 国家植物博物馆发展旅游的策略

目前国家植物博物馆正在规划建设中,为了建成后开展博物馆旅游,实现博物馆的可持续发展,在规划建设时,特提出以下发展策略:

4.1 建立合理的运维机制,处理好馆、库、园一体统筹的关系

科学合理的运维机制是国家植物博物馆长久发展的关键所在,也是开展博物馆旅游的内在基础。目前,在国家植物博物馆区域内已形成多层次、多主体并存的局面,各主体隶属关系、产权关系、职能定位各不相同。国家植物博物馆规划建设时,若未处理好“一馆、两库、三园”的统筹关系,设计出一套行之有效的管理体制和运维机制,将直接或间接影响国家植物博物馆的规划建设和未来的运维管理,进而影响博物馆旅游的发展。

2019 年 5 月 10 日国家文物局公布的《博物馆馆藏资源著作权、商标权和品牌授权操作指引》中明确了博物馆是指以教育、研究和欣赏为目的,收藏、保护并向公众展示人类活动和自然环境的见证物,经登记管理机关依法登记的非营利组织。不难看出博物馆的功能主要有教育、研究、欣赏(开放)、收藏、保护和展览。因此在设计和构建国家植物博物馆的运维机制时,应遵循博物馆的基本功能分析制定,根据目前的现状,国家植物博物馆收藏保护功能可参考“国家科技资源共享服务平台”,充分依托昆明植物所、动物所、林科院已收集保存的植物动物

资源,创新机制,实现“不求所有、但求所用”的收藏保护特色体系;教育、展览和欣赏(开放)等功能可参考“长隆景区”模式^[5],以国家植物博物馆(主馆)为依托单位成立运维集团公司,实现“统一规划、统一标准、统一对外、指导经营”的集中统一规划下的分散运营管理新模式;研究是博物馆的重要内容,是反映一个博物馆水准和衡量其是否达到国际一流博物馆的最重要指标,如何充分利用区域内的科研机构 and 人才,提高国家植物博物馆的科研水平,笔者认为可在国家植物博物馆建立科学研究中心布局一定体量的研究团队,围绕以植物为主的自然科学和博物馆学等开展研究。在此基础上,可向云南省中科院、国家林业与草原局、文化部、科技部等部门多渠道申请,与中科院昆明植物所、中科院昆明动物所、中科院版纳植物园(分部)和云南林科院、云南农业大学等联合共建国家或省部级重点实验室,提高国家植物博物馆的科研能力和成果产出的国际影响力。

4.2 按照国家5A级旅游景区标准,高起点、高规格规划建设

5A级为中国旅游景区最高等级,代表着中国精品旅游风景区等级,是绝大多数游客的首选旅游目的地。可以说,谁拥有5A金字招牌,谁就拥有更多的境内外客源市场份额,使之既有社会效益,更有直接的经济效益。因此,可让国家植物博物馆主场馆体现公益性,向社会开放,其他特色分馆和园区则可按照国家5A级景区的标准,高起点、高规格规划建设,包括建筑外观造型和旅游基础设施等,如游客服务中心、商务中心、停车场、公共休息设施、标示标牌、公共信息图形符号、卫生间、景区垃圾箱等一定要按照5A级景区要求的特色性、文化性、国际性等内涵和标准进行建设,建成后的国家植物博物馆应把成为国家4A级旅游景区作为旅游发展的首要目标,为将来申报国家5A级景区奠定基础。

4.3 以人为本,强化深度体验,为开展高品质的文化旅游奠定基础

国家植物博物馆在规划建设时:1)需要树立以人为本的服务理念,要从人的特点或实际出发,在规划建设、展陈设计和运维管理时“体现人性,考虑人情,尊重人权”,不仅让观众看到展览是多么的吸引人,也要让观众感到服务是多么的主动热情、耐心细致,让观众有一种宾至如归的感觉,实现博物馆旅游以“物为中心”向以“人为中心”的转变,为博物馆旅游的商业化、市场化奠定基础。2)应将互联网、物

联网、大数据、虚拟现实(AR、VR、3D、全息等)、人工智能、微信、微博、语音导览等科技手段充分融入博物馆标识系统、解说系统,实现博物馆保护和管理的智能化和智慧化,让参观博物馆更加便捷,让博物馆能“说话”、会“说话”,说“文化话”、说“旅游话”,说“通俗易懂的话”,使其融合时代新鲜血液,焕发新的生命力,打造情怀,成为创意感十足、穿越感极强、科技化融入、人性化彰显、互动性充盈的现代化植物博物馆,从而调动观众口味、激发观众兴趣、延长观众游览时间、增强观众体验黏性。3)需要牢牢抓住游客的心理需求,用虚拟现实技术等抓住观众的“眼球”,用花香、泥土、特色美食等味道展示“自然气息”和打开观众的“味蕾”,用化石、剪纸、雕刻、叶脉制作、标本压制、自然笔记等形式触摸植物的“印记”,让更多热爱植物的人不再受时空的限制欣赏植物实物及其产品,并让游客实现“不仅看得到,更能摸得到、还能联想到”的多重体验,为游客提供全方位、综合性的感官体验,让观众在博物馆的参观学习成为一次身心愉悦的体验和休闲,使之成为探索之旅、科学之旅和休闲之旅。

4.4 重视人才、科普与营销

人才对一个国家、一个单位都是至关重要的资源。十九大报告指出,人才是实现民族振兴、赢得国际竞争主动的战略资源。习近平强调,发展是第一要务,人才是第一资源,创新是第一动力。国家植物博物馆的定位是国际一流、国内顶尖的专题植物博物馆,而一个博物馆能否达到国际一流的标准,是否有突出的学术成果并产生重要国际影响是一个非常重要的评价指标^[6]。因此,国家植物博物馆在规划建设和运维管理时,要避免出现重视文物收藏展览而轻视人才培养引进、重视硬件建设而轻视软件建设等问题,组建培养一支高水平的科学研究、讲解服务的人才队伍,特别是国际化的人才队伍,只有实现人才国际化,博物馆才会真正走向世界。培养一批尽职尽责、富有创造性的高素质员工,让用展品“讲故事”的人发挥更大的作用,才能为博物馆展品的收集、展览、教育、体验以及旅游等提供源源不断的动力和活力,实现博物馆“常进常新”,才能让更多的观众走进博物馆,赢得观众的心。

同时,注重科普,组织各种科普活动,充分体现“寓教于乐”,让参观博物馆成为一种休闲、惬意的生活方式,成为以学习植物科学知识为主的探索之旅、学习之旅。此外,国家植物博物馆拥有极具科学研究价值、历史考古价值的丰富藏品和背后的科学

文化故事,十分适合开展各类文物、民俗、绘画、音乐等专业展览,适合借助丰富的植物藏品开展各类学术研讨会、座谈会、辩论会、成果发布会、专题报告会、高峰论坛、文化旅游资源推介会等类型不同的会议论坛,邀请国内外知名的历史学家、艺术家、旅游学者、高校教师、相关社会团体组织成员等人员参加,加快形成“以展带会、以会促游”的展览(展示)、会议(论坛)、旅游(考察)相融合的发展模式,让博物馆旅游的产业链“长”起来,让博物馆“嗨”起来。

此外,加强营销,扩大社会影响力。过去人们常说“酒香不怕巷子深”,然而在产品同质化、品牌竞争激烈的现代社会,这句话似乎失去了原有的价值。随着市场竞争的加剧,旅游营销的重要性日益凸显。因此,在开展博物馆旅游时,一定要重视营销工作,在宣传方式上应更全方位,对即将推出的展览和专家讲座等各项活动,使用多媒体手段进行宣传、推送,让感兴趣的观众及时了解相关信息,设置一些参与活动,增强互动。

4.5 与茨坝生物科技特色小镇融合发展,打造云南省“健康生活目的地”重要示范园区

拓展国家博物馆的产业外延,融合大健康六大产业的“养”、“健”、“游”等,与临近的茨坝生物科技特色小镇联动发展,建设主题酒店、餐厅,发展文旅产品体验与展销、民俗歌舞展演等,满足观众不同层次的需求和追求多样的文化体验与消费,为国家植物博物馆开展文化旅游提供较好的社会服务配套,打造成为云南三张名片之一的“健康生活目的地”的重要示范园区。

4.6 整合资源,建立旅联体,打造昆明北部科普文旅融合产业走廊

博物馆旅游和其他旅游一样,依靠“单打独斗”已经不能适应市场需求,“抱团发展”建立旅联体,实现全域化旅游,将是未来博物馆旅游发展的重要

方向^[7]。因此,可参照广州“长隆模式”,多方共同发展、共同收益才能使得整合共赢策略发挥作用,将国家植物博物馆(主馆)与昆明植物园、树木园和黑龙潭公园等形成整体。在此基础上,将国家植物博物馆及其园区与附近的“昆明 99 世博园”、金殿国家森林公园、云南野生动物园、昆明湖瀑布等组建成旅联体,在国家植物博物馆附近或昆明湖瀑布附近建立大型游客服务中心和中转中心,并建立酒店、演艺场和夜生活体验区,完善吃、住、行、游、购、娱旅游六要素,不断衍化商、养、学、闲、情、奇新六要素,延长游客在旅联体内的停留时间和游览线路,突出“创新、科技、旅游、人文、生态”特色,使之形成特色鲜明各异、功能优势互补、线路形成闭环、景点相互推介的昆明北部科技文旅走廊,成为引领昆明乃至云南旅游的新风向标。

参考文献:

- [1] 胡骏著. 博物馆纵横[M]. 北京:中国青年出版社,1989.
- [2] 魏峻. 关于博物馆定义和未来发展的若干思考[J]. 中国博物馆,2018(4):3-7.
- [3] 戴昕,陆林,杨兴柱,等. 国外博物馆旅游研究进展及启示[J]. 旅游学刊,2007(3):85-87.
- [4] 张天玉. 旅游业和博物馆业的融合与发展[J]. 中原文物,2000(6):71-73.
- [5] 游达明,胡秉华. 生态旅游企业经营模式比较分析——以长隆和长鹿公司为例[J]. 求索,2015(8):80-84.
- [6] 李斌. 试论世界一流博物馆的基本特征[A]. 中国博物馆学会,回顾与展望:中国博物馆发展百年——2005年中国博物馆学会学术研讨会文集[C]. 中国博物馆学会,2005:9.
- [7] 金雨. 东北老工业衰退背景下旅游联合体城市旅游发展评价研究——以资源型城市为例[J]. 国土与自然资源研究,2018(3):76-81.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.019

洋巴道旅游景观带构建策略

杨湘涛

(安康学院 艺术学院, 陕西 安康 725000)

摘要:作为古蜀道之一的洋巴道,在中国历史上的军事、经济、文化方面具有独特的价值,加之洋巴道所处的地域资源优势,具有潜在的旅游景观开发价值。通过对洋巴道历史遗迹、历史人物和自然景观资源的梳理,提出以历史文化资源为核心,构建集人文景观与自然景观为一体的旅游景观带构建的策略和方法,实现多元良性互动发展,提升旅游景观带的吸引力和凝聚力,促进沿线区域旅游经济的发展。

关键词:洋巴道;旅游景观带构建;自然景观资源;历史文化资源;生态环境

中图分类号:S788.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0109-04

引文格式:杨湘涛. 洋巴道旅游景观带构建策略[J]. 林业调查规划, 2020, 45(2): 109-112.

YANG Xiangtao. Construction Strategy of Tourism Landscape Belt along Yangba Road[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 109-112.

Construction Strategy of Tourism Landscape Belt along Yangba Road

YANG Xiangtao

(School of Art, Ankang University, Ankang, Shaanxi 725000, China)

Abstract: As one of the ancient Sichuan road in Tang Dynasty, Yangba road has unique value in the military, economy and culture of Chinese history and the advantages of regional resources, which has potential tourism landscape development value. By analyzing the historical sites, historical figures and natural landscape resources of Yangba Road, this paper put forward the strategies to construct the tourism landscape belt with the historical and cultural resources as the core and the integration of human landscape and natural landscape, so as to realize the multiple and positive interactive development, enhance the attraction and cohesion of the tourism landscape belt, and promote the development of regional tourism economy along the belt.

Key words: Yangba Road; construction of tourism landscape belt; natural landscape resources; historical and cultural resources; ecological environment

洋巴道蜿蜒在巴山之中,是众多蜀道之一,是古代蜀地通往关中的重要道路,历史悠久,途经陕川渝三省市,路程长达千里,在不同历史时期发挥着政治、军事、商贸运输和文化交流作用,因唐代天宝年

间为贵妃杨玉环运送荔枝而闻名,和与其相接的子午道在历史上共同被称为荔枝道(洋巴道为南荔枝道,子午道为北荔枝道)。

收稿日期:2019-09-25;修回日期:2019-11-05.

基金项目:四川革命老区发展研究中心研究项目(项目编号:SLQ2018B-12).

第一作者:杨湘涛(1968-),女,陕西临潼人,副教授。主要从事景观艺术与美术教学研究。Email:1024585062@qq.com

1 洋巴道的线路及源起

对洋巴道线路的考证研究,诸人观点虽有小异,但基本将贡杨妃荔枝之路的走向勾画了出来^[1],在此引用黄中平先生所述^[2]:涪陵——垫江——梁平——大竹——达县——宣汉(大成镇瓦窑坝折入三桥、隘口、马渡)——平昌县(岩口乡、马鞍乡)——万源市(鹰背乡、庙垭乡名扬、秦河乡三官场、玉带乡、魏家镇)——通江县(龙凤场镇、洪口镇、渐波乡)——再入万源市(竹峪镇、虹桥乡)——镇巴县——西乡县,进入子午道,到达长安。

洋巴道虽因唐玄宗为满足杨贵妃喜食荔枝的嗜好而名声大振,但并非形成于唐代。其源起因史料未有详述,难以确证。研究者根据史料有诸多阐述,在此引用周航先生的表述:“萌芽于秦汉时代,初步开通于魏晋南北朝时期”^[1]。《新唐书》卷七十六载“妃嗜荔支,必欲生致之,乃置骑传送,走数千里,味未变已至京师”,由此,洋巴道与子午道被称为“荔枝道”而闻名于世。按唐代驿路建设制度,当对这条道路进行过修复开凿,以改善和提高道路的通行条件。唐天宝年间,荔枝道进入历史上最繁盛的时期^[3]。此后,因安史之乱,唐王朝由盛转衰,加之五代之后长安不再作为中国大一统王朝的国都,洋巴道不再繁盛,转为民间的商旅和文化交流道路。在国家层面,洋巴道沿线区域是西南地区的重要组成部分,必然承担着经济、政治和军事作用^[4]。在漫长的历史发展过程中,洋巴道成为了一条厚重的历史文化和自然资源的多彩长廊。

2 洋巴道景观资源分析

2.1 历史遗迹丰富

在长期的历史演进过程中,洋巴道沿线区域积淀下丰富多彩的历史文化。沿线区域遗迹数量众多,类别丰富,有关隘、城寨、寺庙、古道、古桥、村落、墓葬、摩崖造像、碑刻、牌坊、塔等。有的保存较为完好,有的已经残缺,有的已经湮灭有待考古进一步发掘。从时间跨度上讲,从新石器以来均有遗迹散落各处。地处宣汉县的罗家坝遗址,是一个涵盖新石器至东汉的文化堆积的巴人文化遗址;西乡县李家村遗址,是中国考古学界发现的第一个前仰韶文化早期文化遗址。这两处遗址均为全国重点文物保护单位,是具有极高的历史文化价值和富有观赏性的文物群落。其后以唐、宋、明、清和民国期间的遗存为多,直到土地革命时期红军所留遗迹、标语等,均

是构成景观的重要资源。

洋巴道沿线区域的寺庙、牌坊、摩崖造像和题刻等遗存,或建造精巧,或人物栩栩如生,或书法精妙。达川区列宁街有四座清代石牌坊,均为三层斗拱,层层飞檐,镂雕图案,浮雕故事,古朴隽秀,附之精雕细镂的花、鸟、虫、鱼、飞禽走兽,颇为壮观。宣汉县唐家坝摩崖造像、浪洋寺摩崖造像等历经风雨,造像艺术独具特色。各处遗迹上的书法遒劲有力,方圆兼备,行云流水。遗留的古民宅往往源于官宦显贵之家,建造讲究风水,排列有致,所用砖石、木料均精雕细刻,颇具古韵,具有很强的欣赏和教育价值。

2.2 历史人物知名度高

与洋巴道相关的历史人物众多。知名的有喜食荔枝的杨玉环及李隆基、平定西域有功封邑镇巴的定远侯班超、曾屯兵万源据险防御曹魏的诸葛亮和在沿线曾有活动的张飞,以及土地革命战争时期率领红军保卫万源的徐向前、许世友;有曾为荔枝道写下名句的杜甫、白居易、杜牧、苏轼等唐宋诗人。他们具有知名度高,吸引力强的特征,能为景观增添巨大的凝聚力。

2.3 自然景观资源优越

洋巴道沿线区域自然景观资源分布密集,地貌迤逦,物种多样。有 1 个国家自然保护区、2 个国家地质公园、1 个国家风景名胜区、6 个国家森林公园、3 个国家湿地公园、1 个国家水利风景区,以及大量的茶园、林地、农田等绿地系统景观资源,是我国的中央水库、生态绿肺和重要的生物基因库^[5]。巍峨的群山、繁茂的森林、淙淙的河流,生物种类繁多,一年中植物色彩季相分明,自然肌理丰富,可开发的自然景观众多,是构成旅游景观的重要资源要素。

3 洋巴道旅游景观带构建

随着社会经济的发展,旅游业发展空间巨大。国家推出一系列政策“组合拳”成为“古道游”发展的强力助推器^[6]。洋巴道居于成渝城市群、关中城市群、长江中游城市群之间,兼有丰富的自然景观和人文景观,构建适宜的旅游景观是发展旅游业的绝佳选择,合理利用景观资源能够推动旅游经济的发展,也是蜀道申遗的需要。

3.1 洋巴道旅游景观带构建策略

1) 科学合理地进行定位

人们外出旅游,其主要愿望更多地是通过身体的感觉器官来体验景区的各种自然元素和人文元素,从而获得求知、审美、猎奇、探险及异于日常生活

的新鲜感、亲切感、满足感等体验享受^[7]。作为古道游,游客主要出行方式有委托式、自助式和接驳式^[6]。因而,在景观带构建中,应分析游客旅游目的和出行方式,进行合理定位,以独特的创造性设计满足旅游体验享受。根据洋巴道沿线区域景观资源的特点,充分利用历史文化的不可复制性,区域内各地联动,以历史文化为纽带,构建集人文景观与自然景观为一体的带状旅游区域,完善服务设施,满足游客出行要求,进行旅游景观的精心打造,形成特色,提升旅游路线的吸引力和凝聚力。

2) 以历史文化资源为核心

在各地都在发展旅游业的状况下,特色化的景观是增强旅游吸引力的重要内容,凝练特色殊为不易。洋巴道沿线区域的历史文化具有历史事件知名、历史人物闻名、历史遗迹有名的特点,具有不可复制性,是形成特色的绝佳要素。在旅游景观构建中,要着力把历史文化、古迹资源、民间文化、地方物产进行打造,增强旅游吸引力。

3) 营造优越的生态环境

优越的自然生态环境是洋巴道旅游带具有吸引力的又一重要方面,所以保护生态环境、维护生态多样性对景观旅游尤为重要,也是《全国主体功能区规划》对沿线区域的要求。通过限制开发,修复交通沿线和景观区带植被,营造峰峦叠嶂、山环水绕、林木葱郁、鸟语花香、苍翠欲滴的自然景观,增强游客体验的愉悦感。

4) 统筹协调,科学规划

洋巴道跨越不同的行政区域,打造带状旅游路线,需要各地政府主导,利益相关方参与,统筹协调,共建共享。建设中以洋巴道历史文化为纽带,将人文景观资源与自然景观资源相融合,对沿线区域景观资源科学规划。需要摸清景观资源,进行评价,合理选择与界定景观区域,凝练主题。

在景观规划和建设中,对人文资源和自然资源的利用,必须严格遵守《中华人民共和国文物保护法》《中华人民共和国自然保护区条例》等有关法律、法规的规定,对原有国家保护的生态景观、建筑、文物、动植物等不占用、不破坏,在保护的基础上,对文物史迹保护区设置必要的步行游览和安全防护设施,严格控制游人进入文物保护单位,严禁增设与文物史迹无关的人为仿古设施。对自然保护区,依据不同的级别进行保护,在政府的引导下进行开发利用、经营管理,以保护和空间布局合理化为原则,进行人文资源和自然资源的构建,以增强旅游吸

引力和凝聚力。

3.2 洋巴道旅游景观带构建方法

1) 现有已开发景观资源的有效利用

已开发的景观资源主要是自然景观,沿途各县区均有分布,而历史遗迹景观开发相对较少。对于已开发景区,在旅游景观带构建中要评估选择,统一规划改造,以满足景观带建设需要。对于纯粹的自然景观,以维护生态环境的基质为基础,以满足游客享受自然的愉悦为主进行景观廊道和斑块塑造,提升旅游吸引力。对于夹杂有遗迹的自然景观,如垫江明月山、梁平百里竹海等景区,在提升自然景观吸引力的基础上,通过遗迹的保护和展示,凸显历史文化,使游客在享受自然美景的同时,扩充历史知识。对于遗迹景观,在塑造优美深邃的美景同时,通过易于接受的方式强化历史文化和红色革命文化的传播,使游客的求知欲得到满足。

2) 新型体验景观区的培育建设

运用文化、遗迹和可利用的自然景观资源打造不同特色的休闲旅游景观区。对洋巴道沿线区域遗迹较多、开发程度低的区段,如万源的石窝镇、石塘镇、鹰背乡、秦河乡、庙垭乡,宣汉县的马渡关镇、红峰镇,达川区的石梯镇等地,利用遗迹多、环境优美、民间文化丰富的优势,打造形成核心景区,建成以历史文化为主的景观节点。对遗留的部分古梯道、摩崖造像等遗迹进行有效保护,游人可以近观不能触摸,感受历史的沧桑厚重。在古寨子、古民居保存较好的乡村,运用生产性自然景观资源开展农业生态观光、农产品采摘、特色养殖、民族特色美食、手工制作和民宿体验等项目,将当地的艺术品、特色商品、纪念品等进行展示与交易,活跃商业氛围,尤其少数民族聚居区,可以增加民族风俗特色游艺项目,为游客提供一个参与体验的平台,满足其参与性,为游客提供多样化的民俗体验。

自然生态环境较好的地方,遵循“绿水青山就是金山银山”的思路,在保护原有自然生态的基础上进行开发,充分体现自然资源的活力所在,构思设计娱乐性项目,为游客营造高质量的娱乐休闲体验。如在山体上营造登山、攀岩、吊桥、玻璃栈道、索道、树屋、廊桥、廊亭等项目,加之山上的天然植物景观,能够满足游人亲近自然、挑战自我的愿望。大型山体可以考虑驯养珍稀动物,如苏门羚、猕猴、中华鬣羚等,使其以半野生半人工喂养的方式生存,既能保存其野性,也可供游人进行观赏。选择适宜的水体设置垂钓、漂流、水上秋千、勇过激流等水上障碍项目,

营建小桥流水的景观区域,满足游人亲水性的需求,与周围的山体、植物、农田、林木等构成天然的山水景色。

3) 公路交通网络的完善

洋巴道长达千里,各类景区散落于沿线各处,线性景观带旅游的游客出游方式主要是依靠公路交通,因而发达的公路交通网络构建非常重要。也正是通过公路交通将分散的景区联通起来,通过点一线一面相结合,构成景观带。路网建设在现有基础上科学规划,使各景区进出方便通畅,便于游客选择最佳的线性旅游线路。道路沿线要合理配置原生态植物,恢复动植物生境,构筑连续的生态景观带,形成“绿色廊道”。沿线上零散小型不便于开发景观的遗迹,可制作解说牌。在道路适当的地点设置观景点(台)、停车区、休息用廊亭等附属设施,融合生态、环保、游乐、休闲等多功能,便于游客沿途观景和休息。

4) 展示和解说系统构建

洋巴道深邃的历史和自然景观资源的多样性需要向游客展示,使其知晓其中的内涵,满足求知欲,产生获得感。将景观带上的遗迹、历史文化、历史人物、民间文化和景观特色等构成要素,在特定场所通过参与体验、壁画、雕塑、实物展览、解说牌、电子媒体展示等多元化的方式进行展示和解说,以动态的方式传递不同历史时期文化信息,展现历史上沿线区域与周边地区的商贸往来、政治变迁、战争过程、

移民迁徙、文化交流的历史状况。

4 结语

发展景观旅游无疑要讲历史、讲文化、讲景观,洋巴道所具有的景观价值为景观开发提供了强力支撑。对洋巴道的旅游景观节点进行深层次构建分析,打造以历史文化线路为核心,集人文景观与自然景观为一体的旅游景观带,旨在增强人们对古道文化和景观特色的整体关注度,促进沿线旅游产业的振兴发展。

参考文献:

[1] 周航. 洋巴道发展的历史脉络[J]. 黑龙江社会科学, 2018(6):136-145,160.

[2] 黄中平,王成佑,陈天波,等. 达州段荔枝古道开发利用研究[J]. 四川文理学院学报,2017,27(1):30-35.

[3] 倪玲玲. 蜀道之荔枝道的历史沿革[J]. 寻根,2016(1):86-87.

[4] 李久昌. 荔枝道早期史考述[J]. 重庆交通大学学报(社会科学版),2017,17(2):57-62.

[5] 徐德龙,潘云鹤,李伟,等. 秦巴山脉绿色循环发展战略[J]. 中国工程科学,2016,18(5):1-9.

[6] 梁保尔. 古道游研究[J]. 旅游科学,2015,29(2):28-37.

[7] 张建忠,孙根年. 遗址公园:文化遗产体验旅游开发的新业态——以西安三大遗址公园为例[J]. 人文地理, 2012,27(1):142-146.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 76 页)

[46] 王金荣,史明昌,姜恩来,等. 基于 GIS 的黑龙江大兴安岭森林雷击火发生概率预测模型[J]. 安徽农业大学学报,2015,42(5):769-774.

[47] NICHOLAS R, THOMAS J D, PETER G T. A lightning-caused wildfire ignition forecasting model for operational use [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2018, :253-254.

[48] HOMAYUN Kr, JEEVAN K, AHMED W R. A New Optimized Localized Technique of CG Return Stroke Lightning Channel in Forest [J]. Electr Eng Technol, 2015, 10(6): 2356-2363.

[49] FUTAO G, GUANGYU W, JOHN L I, et al. Comparison of

six generalized linear models for occurrence of lightning-induced fires in northern Daxing'an Mountains, China [J]. Journal of Forestry Research, 2016, 27(2):379-388.

[50] 孙少辉,南海涛. 林区干雷暴及雷电监测的研究[J]. 森林工程, 2008(1):16-17.

[51] 李迪飞,毕武,宋欣,等. 多雷林区“闪电拦截”防火技术研究[J]. 林业机械与木工设备, 2010, 38(9):26-27.

[52] 李迪飞,毕武,宋欣,等. 人工影响闪电防雷问题研究 [J]. 林业机械与木工设备, 2011, 39(9):37-39.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.020

广西自然保护区森林生态旅游发展路径探析

李玉清,徐竟甯,周芯卉

(广西壮族自治区林业勘测设计院,广西 南宁 530011)

摘要:在当前自然保护区统筹管理、整合优化的背景下,从研究对象、类型数量、利用规模、旅游现状等方面科学辨析新形势下广西自然保护区森林生态旅游的空间、资源和需求潜力,结合国内外先进经验,总结出整合交叉重叠自然保护区,提升生态保护意识,强化自然生态教育,建立社区参与机制,建立志愿者服务体系,培育森林生态旅游新业态、新产品,强化森林生态旅游产品提质升级等自然保护区森林生态旅游发展路径。

关键词:自然保护区;森林生态旅游;国家公园;生态教育;发展路径;广西

中图分类号:S759.9;S788.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0113-06

引文格式:李玉清,徐竟甯,周芯卉. 广西自然保护区森林生态旅游发展路径探析[J]. 林业调查规划,2020,45(2): 113-118.

LI Yuqing, XU Jingning, ZHOU Xinhui. Preliminary Study on Development Paths of Forest Eco-tourism in Nature Reserves of Guangxi[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 113-118.

Preliminary Study on Development Paths of Forest Eco-tourism in Nature Reserves of Guangxi

LI Yuqing, XU Jingning, ZHOU Xinhui

(Guangxi Forest Inventory and Planning Institute, Nanning 530011, China)

Abstract: Under the background of overall management and integration optimization of natural reserves, this paper scientifically analyzed the space, resources and demand potential of forest eco-tourism in nature reserves of Guangxi from the aspects of research object, type and quantity, utilization scale and tourism status, and summarized the development paths of forest eco-tourism in nature reserves based on the advanced experience at home and abroad, such as integrating overlapping nature reserves, enhancing the awareness of ecological protection, strengthening the education of natural ecology, establishing the mechanism of community participation and volunteer service system, cultivating the new forms and products of forest eco-tourism, and strengthening the upgrading of forest eco-tourism products.

Key words: nature reserve; forest eco-tourism; national park; ecological education; development path; Guangxi

2019年6月26日,中共中央办公厅和国务院办公厅印发《关于建立以国家公园为主体的自然保

护地体系的指导意见》(以下简称《指导意见》),提出建立分类科学、布局合理、保护有力、管理有效的

收稿日期:2019-09-25;修回日期:2019-11-12.

第一作者:李玉清(1976-),女,广西桂林人,高级工程师.主要从事森林生态旅游研究与规划设计.

以国家公园为主体的自然保护地管理体系,将自然保护地按生态价值和保护强度高低依次分为国家公园、自然保护区、自然公园(包括森林公园、风景名胜区、地质公园、海洋公园、湿地公园等)3类,提出在保护的前提下,在自然保护地控制区内划定适当区域开展生态教育、自然体验、生态旅游等活动,构建高品质、多样化的生态产品体系^[1]。

我国的自然保护地体系刚刚建立,其发展和利用处于摸索阶段,未来自然保护地仍然是发展森林生态旅游的重要载体,如何适应自然保护地的建设,实现科学合理的利用是当下自然保护地的困惑。广西生态环境优良,自然保护地森林生态旅游资源丰富,经多年发展,其生态旅游取得一定成效,但仍相对滞后,在当前自然保护地统筹管理、整合优化的背景下,森林生态旅游发展面临前所未有的机遇和挑战。

1 相关概念

1.1 自然保护地

《指导意见》提出自然保护地是由各级政府依法划定或确认,对重要的自然生态系统、自然遗迹、自然景观及其所承载的自然资源、生态功能和文化价值实施长期保护的陆域或海域。自然保护地具有以下特征:以自然遗迹、自然生态系统或物种为主要保护对象,土地利用方向以保护为主,有专门的管理机构和经费投入,由政府审批认定,有明确的边界范围^[2]。

1.2 生态旅游

生态旅游是指在一定自然地域中进行的有责任的旅游行为,为享受和欣赏历史的和现存的自然文化景观,这种行为应该在不干扰自然地域、保护生态环境、降低旅游负面影响和为当地人口提供有益的社会和经济活动的情况下进行^[3],即只有在旅游和保护均有保障时,生态旅游才能显示其真正的科学意义^[4]。

1.3 森林生态旅游

森林是陆地生态系统的主体,在生态旅游中,森林生态旅游占主体地位。森林生态旅游是在保护的前提下,以森林生态系统为对象,通过对以森林为主体的各种生物群体、结构现象的观察和感受,了解、感悟和保护自然^[5]。森林生态旅游活动广泛,可以存在于森林公园、风景名胜区、地质公园、自然保护区、林场、林区和苗圃等各种与森林密切联系的区域。

目前广西尚未有国家公园,结合广西各类自然保护地开展森林生态旅游的可行性和适宜性,最终确定本次研究的自然保护地包括自然保护区、森林公园、风景名胜区、湿地公园和地质公园5类。

2 自然保护地森林生态旅游发展经验

2.1 美国

美国的自然保护地体系以国家公园为主体。1872年美国国会批准建立了世界上第一个国家公园——黄石国家公园,目前已经形成了成熟的旅游开发与管理模式,以“环境保护为首”和“全民公益性至上”为旅游管理理念^[6]。美国国家公园内的旅游活动注重体验性、环保性和教育性,旅游项目不仅仅是满足大众浅层次的观光需求,而是更多地开展一系列体验性较强的项目,如徒步、自行车和野营等活动,生态旅游开发项目包括野外探险、自然教育、休闲娱乐、生态体验、游憩度假等^[7]。黄石公园是美国最具代表性的国家公园,其最为出色的解说管理制度要求所有工作人员都参与国家公园资源的保护工作,鼓励其参与对游客的教育活动^[8],尤其是涉及到资源保护教育的内容。同时,各个自然保护地也会制定相应的生态旅游指南,并对相关旅游企业进行生态解说培训。

2.2 日本

日本的自然保护体系主要分为自然保护区和自然公园,其中开展旅游活动的主要为自然公园。日本于1931年制定了《国立公园法》,并在此基础上制定了《生态旅游推进法》,确定政府每年从财政中拨出专项经费用于推进生态旅游发展,明确生态旅游发展对于环境保护和自然可持续发展的积极效果和重要意义^[9]。自然公园是日本国民接受生态教育的重要场所。无论是公园法律、规划制定,还是各项设施建设和旅游活动项目设计都突出了生态教育的重点。日本在推进自然公园管理时高度重视民间团体和市民的积极参与,创设“公园管理团体”制度,号召公众积极参与与自然公园的美化工作,通过组织观花会、观鸟会、讨论讲座等不同形式,引导社区的公众参与,提高公众保护意识^[10]。

2.3 台湾地区

台湾地区1972年制定《国家公园法》,1982年建立第一处垦丁国家公园,目前已建立了8处国家公园,形成相对成熟的管理制度、生态保育、解说教育、观光游憩、实际运营等^[11]。台湾地区大力倡导自然教育,推动森林文化建设,为提升民众的保护观

念,在国家公园及主要的林区均建立了具备教育、研究、保护、文化及旅游功能的自然教育中心,打造具有游憩与教育服务双重功能的生态教育基地,以解说引导参观和参与体验活动为基础,引入专业教育资源,设计与学校教学相结合的课程方案,面向社会各界提供系统性的生态及林业专业的学习与体验课程^[12]。台湾地区大力实施与当地居民共担共享的保护机制,2002年3月台湾林务局推出《社区林业计划》,旨在推动社区与林务局形成伙伴关系,共同保育自然资源,让当地居民因资源保育而受惠,同时在《志愿服务法》的指导下招募森林志愿服务队伍,并且负责制定服务标准、培训、考核等管理工作等^[13]。台湾地区完善的志愿者服务体系,不但缓解了政府人力不足的压力,也给热爱自然的公众提供了展示能力的平台。

2.4 国内其他地区

目前,我国自然保护地已达 1.18 万处,占国土面积 18% 以上。其中包括国家公园体制试点 10 个,国家级自然保护区 474 处,国家级风景名胜区 244 处,世界自然遗产 13 项,自然和文化双遗产 4 项,世界地质公园 37 处,国家地质公园 212 处,国家级海洋特别保护区 71 处。各类自然保护地数量庞大,内容繁杂,总数量和面积还在逐年增加。2018 年,全国森林旅游游客量突破 16 亿人次,占国内旅游人数的 1/3,创造出近 1.5 万亿元的社会综合产值。

3 广西自然保护地森林生态旅游现状

3.1 自然保护地数量与规模

广西是全国较早建立自然保护区的省区之一,自 1961 年自治区人民政府批准建立广西第一个自然保护区以来的 40 多年内,已经建立了各种类型、不同级别的自然保护地 234 处,累计批复面积 262.70 万 hm^2 ,占广西国土面积的 10.95%,包括自然保护区 78 处,森林公园 57 处,湿地公园 24 处,风景名胜区 33 处,地质公园 24 处等,初步形成类型多样、功能齐全、覆盖面广的自然保护地网络^[14],使得大多数重要生态系统及重点保护野生动植物得到了较好的就地保护,起到了保护生物多样性和自然资源、涵养水源、保持水土、稳定区域小气候等重要作用。

3.2 森林生态旅游地数量与规模

通过 GIS 对广西自然保护地空间分布进行摸底,结合广西文化和旅游厅网站公布的《广西 A 级景区名录》进行综合分析,目前广西已开展森林生

态旅游活动的自然保护地有 123 处,3A 级以上景区 89 处,其中 5A 级景区 4 处(共 6 处,另 2 处为独秀峰王城景区、乐满地),4A 级景区 64 处,3A 级景区 21 处(表 1)。

表 1 广西自然保护地森林生态旅游开展情况

Tab. 1 Development of forest eco-tourism in nature reserves of Guangxi 处

类型	总数	开展生态旅游数量	A 级景区			
			总数	5A 级景区	4A 级景区	3A 级景区
自然保护区	78	18	9		8	1
森林公园	57	38	30		25	5
风景名胜区	33	33	34	4	21	9
地质公园	24	18	9		5	4
湿地公园	24	16	7		5	2
合计	216	123	89	4	64	21

1) 自然保护区

有 18 处自然保护区开展森林生态旅游,其中国家 4A 级旅游景区 8 处,分布在大明山、猫儿山、木论、崇左白头叶猴、弄岗、弄拉、龙虎山、古龙山;国家 3A 级旅游景区 1 处,分布在拉沟。

2) 风景名胜区

33 处风景名胜区均开展森林生态旅游,其中国家 5A 级旅游景区 4 处,分布在漓江、桂林两江四湖、德天瀑布、青秀山;国家 4A 级旅游景区 21 处,分布在桂平西山、龙泉岩、元宝山—贝江、珍珠岩—金城江、京岛、都峤山—真武阁、林溪—八江、南漓—涠洲岛、香桥岩等;国家 3A 级旅游景区 9 处,分布在勾漏洞、水月岩—龙珠湖、八仙天池—百崖槽、宴石山、古龙河—白龙洞等。

3) 森林公园

有 38 处森林公园开展森林生态旅游,其中国家 4A 级旅游景区 25 处,分布在良凤江、龙潭、龙女沟、十万大山、百鸟乐园、龙胜温泉、八角寨、资江天门山、姑婆山、十八水、圣堂山、银杉景区、莲花山、大容山、九龙瀑布群、龙滩大峡谷、钦州林湖、大王岭、德保红叶、五皇山、六万大山、派阳山等;国家 3A 级旅游景区 5 处,分布在雨卜苗寨、石上人家、宝鼎景区、平天山、君武森林公园。

4) 地质公园

18 处地质公园开展了森林生态旅游,其中国家 4A 级旅游景区 5 处,分布在乐业大石围天坑群、凤山国家地质公园、大化七百弄、香桥岩、龙云山故事小镇;国家 3A 级旅游景区 4 处,分布在柳河仙人桥、罗妹莲花洞、罗城剑江、图腾古道—聚龙潭景区。

5) 湿地公园

16 处湿地公园开展了森林生态旅游,其中国家 4A 级旅游景区 5 处,分布在荔浦荔江、凌云浩坤湖、龙州左江、龙胜龙脊梯田、昭平桂江;国家 3A 级旅游景区 2 处,分布在横县西津、南宁大王滩。

4 自然保护地森林生态旅游发展潜力

4.1 空间潜力

通过 GIS 叠加分析,234 处自然保护地涉及交叉重叠的有 88 处,有 29 处自然保护地是多片重叠,总重叠面积 33.91 万 hm^2 ,扣除重叠面积后,广西自然保护地面积为 226.3 万 hm^2 ,仍占广西国土总面积的 9.52%,从空间规模上看,变化不大,对发展森林生态旅游影响不大。

通过地理空间分布分析,自然保护地面积较大,常出现一个保护地内多个 A 级景区的现象,其中 2 处自然保护地有 5 个 A 级景区(花山国家风景名胜区、凤山—乐业世界地质公园);2 处自然保护地有 4 个 A 级景区(漓江国家风景名胜区、八角寨国家森林公园);4 处自然保护地有 3 个 A 级景区(南漓—涠洲岛风景名胜区、元宝山风景名胜区、元宝山国家森林公园、凌云森林公园);5 处自然保护地有 2 个 A 级景区(桂平西山国家风景名胜区、龙潭—都乐岩风景名胜区、珍珠岩—金城江风景名胜区、姑婆山国家森林公园、大瑶山国家森林公园)。合计 89 个 A 级景区分布在 61 处自然保护地内,有 A 级景区的保护地仅占总数的 26%,由此可见广西自然保护地开展森林生态旅游的提升空间较大^[15]。

4.2 资源潜力

广西山川秀丽,自然保护地是其森林资源的精华所在,蕴含了奇特的地貌景观、优美的山水风光、多姿多彩的森林景观、珍稀独特的野生动植物和浓郁的民族风情,资源类型齐全、数量丰富,整体资源品位高,具有独有的古朴、自然、原始等特征,汇成了独具魅力、开发潜力巨大的森林生态旅游资源。

1) 生物景观本底丰厚,多姿多彩

以自然保护区、森林公园最为典型,地跨亚热带和热带 2 个区域,植被类型亦涉及亚热带常绿阔叶林带和热带雨林、季雨林带。常见生物景观资源有

苍茫浓绿的常绿阔叶林景观、常绿针叶林景观、针阔混交林景观,摩云翳日的古树名木景观,鲜艳多姿的花灌木林景观(如圣堂山万亩变色杜鹃花),色叶林景观(如海洋山银杏林、德保红叶林)以及珍奇多艳的野生动物景观等。

2) 地文景观奇特多样,险峻秀丽

以地质公园最为典型,自南向北,自东向西排列着六万大山、十万大山、大桂山、大瑶山、大明山、金钟山、海洋山、天平山、九万大山、凤凰山等众多的弧形山脉,山体绵延,纵横起伏,具有极高的观赏价值。有享誉国内外的桂林漓江喀斯特地貌、八角寨丹霞地貌、大瑶山砂岩峰林地貌、乐业大石围天坑景观、凤山溶岩地下河景观、涠洲岛火山地貌景观,雄伟壮观、造型奇特、独具特色、风景如画。

3) 水文景观丰富多样,旖旎多姿

广西是全国水资源丰富的省区,自然保护地的人文景观以河流、水库、山涧、溪流、瀑布、潭池、温泉、海洋等为主,类别多样、丰富多彩,既有海洋的浩瀚无垠,又有湖泊的静谧如镜,河流的奔腾不息,瀑布的白练当空,涌泉的喷珠洒玉等。湿地星罗棋布,山涧峡谷的潭、瀑、溪随处可见,为自然保护地开展森林生态旅游增添一抹亮色。

4) 天象景观变幻莫测,奇特多变

以高海拔山区最为典型,自然保护地大多处于山区,森林小气候明显,是观日赏月看星的最佳目的地,其中最负盛名的是大明山雾淞、雪淞,圣堂山、猫儿山、大容山等的日出、云海以及北海、涠洲岛、防城港等沿海的日出、日落、霞光等。

5) 人文景观特色浓郁,绚丽多彩

以风景名胜区最为典型,自然保护地遍布广西各地,多处于山区,民族特色十分浓郁,聚居着壮、汉、瑶、苗、侗、仫佬、毛南、回、京、彝、水、仡佬等少数民族,大多有独特的民俗风情和人文文化,如元宝山—贝江的苗族风情、林溪—八江的侗族风情、京岛的京族风情以及黄姚、谢鲁山庄等的人文文化、建筑文化,文化内涵丰富。

4.3 需求潜力

当前我国正处于快速发展期,人均 GDP 已超过 3000 美元,这是世界公认的旅游业爆发性增长阶段。以高速铁路为重点的基础设施的加速建设与社会公共服务体系的不断完善,大大改善了我国公民休闲度假的供给条件。国家正逐步落实带薪休假制度,将会极大优化旅游业发展的整体社会环境。世界生态旅游以平均 20%~30% 的速度增长。2018

年,广西森林旅游人数达1.13亿人次(占全区接待游客6.83亿人次的17%),同比增长12.8%,森林旅游总消费441亿元(占全区旅游总消费7619亿元的5.8%),同比增长26%,直接带动其他产业340亿元,森林旅游发展势头良好^[16]。

5 自然保护地森林生态旅游发展路径

5.1 整合交叉重叠自然保护地

对广西现有的自然保护地森林生态旅游开展综合评价,摸清底数,理顺各类自然保护地的重叠关系,将生态保护价值低的区域从实施最严格保护的保护区范围中调整出;加强各类自然保护地总体规划,合理划定开展森林生态旅游的区域,进行科学的功能分区;尽快完成勘界立标,为生态红线划定及国土空间规划提供依据,有效解决重叠设置、边界不清、多头管理、管理机构不健全等问题。

5.2 提升生态保护意识

保护观念的提升是开展自然保护地森林生态旅游的首要任务,森林生态旅游已为民众熟知,但其自然教育、科普宣教功能尚未广泛普及,需要广泛宣传和引导,提升森林生态旅游建设者的保护意识,合理利用资源;提升森林生态旅游参与者的保护意识,主动参与生态教育、自然体验;提升自然保护地原住民的保护意识,提高生态产品的社区参与^[17];加大生态教育旅游产品的开发力度和市场宣传,将其建设为自然保护地的主要功能。

5.3 强化自然生态教育

将自然生态教育纳入广西中小学生课程体系,强调自然保护地的生态教育、自然体验功能;加强自然保护地解说牌、专题折页、路边展示、解说步道、体验设施、小型教育场馆、新媒体等载体建设;开展形式多样的环境教育活动,设计自然生态教育课程,编写具有地方特色的解说词,鼓励提供多语种服务,满足游客需求;提高环境教育科学性、体验性和实用性,促进公众的森林生态旅游由普通视觉享受的观光向深度体验的思想意识探索转变。

5.4 建立社区参与机制

建立广西自然保护地社区参与机制,细化社区参与主体、途径、方式、程序和保障,明确外来企业在森林生态旅游发展中对当地生态环境和社区居民的责任,企业收益以一定形式返还当地居民;聘用管护人员等职工时,在同等条件下优先考虑当地居民和企业^[18];提升社区居民参与生态旅游发展的能力,重点在生态环境建设、生态资源保护、生态解说和环

境教育、生态旅游开发运营等环节。

5.5 建立志愿者服务体系

发挥政府的引导作用,鼓励和支持广西各自然保护地建立志愿者服务体系,将志愿者服务纳入自然保护地森林生态旅游景区的规划和建设中,尤其是生态导游;鼓励和引导原住民担任生态导游,提供培训平台,通过原住民参与森林生态导游活动,传递生态保护理念,从而提高原住民、管理建设者和森林生态旅游活动参与者的生态保护意识;广泛联系和组织各种社会力量,传播志愿者服务理念、弘扬志愿者服务精神,让志愿者服务精神和文化深入自然保护地的生态旅游开展中。

5.6 培育森林生态旅游新业态、新产品

推动森林生态旅游与教育、文化、休闲、康养、体育、创意、科技等一二三产业与行业融合发展,相互渗透;发挥“森林旅游+”的带动功能,延展森林游憩、露营野餐、户外运动、中草药种植、森林浴、植物芳香治疗、森林艺术、森林影视等;将森林生态与现代科技相结合^[19],在重要和敏感的生态区域通过虚拟现实技术展现自然保护地。

5.7 强化森林生态旅游产品提质升级

提高森林生态观光旅游产品参与性、体验性和观赏性,丰富游览方式,提升游览品质;大力发展森林生态科普旅游产品,利用科学有效的方法,引导人们在自然保护地的一般控制区内体验学习,探索森林生态、感受森林生态文化;创新开发森林生态康养旅游产品,依托自然保护地良好的森林生态环境,发挥植物精气康养作用,加强民族医药文化与森林康养的融合;深度开发森林生态运动旅游产品,全面加强森林旅游与体育运动的融合,推进定向越野、丛林探险、登山运动、悬崖速降、探瀑溯溪、攀岩溜索、野外露营、森林马拉松、漂流运动、峡谷探险、徒步穿越、自行车越野等户外活动与森林旅游产品的结合。

5.8 开展自然保护地森林生态营销推广

塑造自然保护地生态旅游整体形象,推出广西自然保护地生态旅游形象宣传口号、宣传片和形象标识,鼓励各市区进行独具特色的自然保护地生态旅游形象推广。加强森林生态旅游市场的差别化营销推广,着力开发珠三角、黔桂粤、滇桂粤、湘桂粤等森林生态旅游主题市场,适度开发长三角、华东和华中市场,培育森林生态旅游市场,引导开发野生动植物观光、生态养生、户外探险、自然体验等生态旅游。

5.9 构建10条森林生态旅游精品线路

以地理单元、线形生态要素为主轴,突破行政区

划限制,强化森林生态旅游目的地之间的连接,整合区域资源,依托品牌生态旅游景区和主要交通干线,串联旅游节点,连点成线、串景成廊,发挥高速公路、高速铁路沿线森林生态旅游资源的整体优势,构建 10 条精品森林生态旅游线路:姑婆山森林生态康养游、猫儿山森林生态揽胜游、大瑶山森林生态风情游、上山下海森林生态出国游、桂东南第一峰森林生态养生游、喀斯特自然遗产地森林生态体验游、中越边关森林生态科普游、红水河—西江森林生态休闲游、大石围天坑群森林生态探险游、环绿城南宁森林生态城郊游。

5.10 加强支撑体系建设

强化统筹组织,各市、县(区)党委政府要加强对全区各类自然保护地森林生态旅游发展的统筹领导,各级林业和草原(自然资源)主管部门和项目方要主动适应新时代我国建立以国家公园为主体的自然保护地体系的发展改革要求,坚持政府主导、部门联动。对自然保护区和自然公园采用差异化的管控措施,制定广西自然保护地森林生态旅游分类管理措施,让生态保护者守住绿水青山的同时,能够收获金山银山。建立部门联动协作机制,把推进自然保护地森林生态旅游发展列入当地经济社会发展规划和国土空间规划体系,加强监督检查,确保各项具体政策措施落实到位,共同推动森林生态旅游产业快速健康发展。

参考文献:

- [1] 中共中央办公厅,国务院国公厅. 关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见[R]. 2019.
- [2] 朱春全. IUCN 自然保护地管理分类与管理目标[J]. 林业建设,2018(5):19-26.
- [3] 王力峰. 森林生态旅游经营管理[M]. 北京:中国林业出版社,2006.
- [4] 吴楚材,吴章文,郑群明. 生态旅游概念的研究[J]. 旅游学刊,2007(1):67-71.
- [5] 秦安臣,任士福,马建波,等. 森林生态旅游概念的界定及其产业的正面效应[J]. 河北林果研究,2001(9):90-91.
- [6] 沈兴兴,曾贤刚. 世界自然保护地治理模式发展趋势及启示[J]. 世界林业研究,2015,28(5):44-49.
- [7] 杨锐. 美国国家公园体系的发展历程及其经验教训[J]. 中国园林,2001(1):62-64.
- [8] 张振威,杨锐. 美国国家公园管理规划的公众参与制度[J]. 中国园林,2015,31(2):23-27.
- [9] 马盟雨,李雄. 日本国家公园建设发展与运营体制概况研究[J]. 中国园林,2015,31(2):32-35.
- [10] 蒋满元. 国外公共旅游资源的经营模式剖析及其经营经验探讨——以美国、德国、日本国家公园的经营管理模式为例[J]. 无锡商业职业技术学院学报,2008(4):51-54.
- [11] 刘馥瑶,陈朝圳. 台湾地区国家公园管理体制与发展[J]. 世界林业研究,2016,29(4):78-80.
- [12] 冯彩云. 台湾森林生态旅游及其对大陆的启示[J]. 林业经济,2017(6):60-64.
- [13] 罗亚文,魏民. 台湾地区国家公园社区规划初探[J]. 中国城市林业,2018,16(2):64-68.
- [14] 潘竟虎,徐柏翠. 中国国家级自然保护地的空间分布特征与可达性[J]. 长江流域资源与环境,2018,27(2):353-362.
- [15] 闰记影,何志明,金贤锋,等. 重庆市生态旅游资源潜力与开发利用条件评价[J]. 地理空间信息,2019,17(5):111-115.
- [16] 钟林生,王婧. 我国保护地生态旅游发展现状调查分析[J]. 生态学报,2011,33(24):7451-7456.
- [17] 栗海军,马建章. 森林自然保护地生态旅游资源研究进展[J]. 生态环境,2008,17(2):866-871.
- [18] 韦晓娟,刘国维. 广西国家级自然保护地体系建设问题与策略分析[J]. 林业调查规划,2005,40(3):51-56.
- [19] 陈垚,李健. 甘肃省森林生态旅游开发研究[J]. 中国林业经济,2018(7):84-88.

(责任编辑 杨竣熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.021

楚雄州林下中药材白芨和滇黄精丰产栽培试验研究

高文学,施庭有,周庆宏,段福文,陈晓祥

(楚雄彝族自治州林业和草原科学研究所,云南 楚雄 675005)

摘要:为加快楚雄州生物医药大健康产业的发展步伐,于2016年2月—2017年9月,选择楚雄州具有代表类性的郁闭度0.5~0.7的云南松林下,开展白芨和滇黄精丰产栽培试验,对栽培密度、腐植土量、底肥量、追肥量等四因素设三个不同水平进行正交试验。结果表明,栽培密度对二者保存率有极显著影响,但白芨适合密植,以15 cm×20 cm株行距为佳;滇黄精不宜密植,以25 cm×40 cm株行距为佳。腐植土对二者块茎生长量有显著影响,底肥及追肥对二者生长无明显影响。

关键词:白芨;滇黄精;林下中药材;丰产栽培措施;楚雄州

中图分类号:S759.82;S725.71 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0119-05

引文格式:高文学,施庭有,周庆宏,等. 楚雄州林下中药材白芨和滇黄精丰产栽培试验研究[J]. 林业调查规划, 2020,45(2):119-123.

GAO Wenxue, SHI Tingyou, ZHOU Qinghong, et al. Experiment on High-yield Cultivation of Understory *Bletilla striata* and *Polygonatum kingianum* in Chuxiong[J]. Forest Inventory and Planning, 2020,45(2):119-123.

Experiment on High-yield Cultivation of Understory *Bletilla striata* and *Polygonatum kingianum* in Chuxiong

GAO Wenxue, SHI Tingyou, ZHOU Qinghong, DUAN Fuwen, CHEN Xiaoxiang

(Chuxiong Research Institute of Forestry and Grassland, Chuxiong, Yunnan 675005, China)

Abstract: In order to speed up the development of biomedical health industry in Chuxiong Yi Autonomous Prefecture, the high-yield cultivation experiments on *Bletilla striata* and *Polygonatum kingianum* were carried out under the representative *Pinus yunnanensis* forest with canopy density of 0.5~0.7 from February 2016 to September 2017. The orthogonal experiments were conducted at three different levels for four factors, namely, planting density, humus soil amount, basal fertilizer amount and topdressing amount. The results showed that the planting density had the significant effect on the preservation rate. *Bletilla striata* was suitable for close planting, with a row spacing of 15 cm×20 cm as the best, while *Polygonatum kingianum* was not suitable for close planting, with a row spacing of 25 cm×40 cm as the best. Humus soil had the significant effect on the growth of tubers, while basal fertilizer and top dressing had no significant effect on the growth.

Key words: *Bletilla striata*; *Polygonatum kingianum*; understory Chinese herbal medicine; high-yield cultivation measures; Chuxiong Yi Autonomous Prefecture

收稿日期:2019-09-09;修回日期:2019-10-16.

基金项目:中央财政林业科技推广项目([2015]TZYN17号).

第一作者:高文学(1963-),男,云南永仁人,高级工程师.主要从事森林利用研究工作.

白芨 *Bletilla striata* (Thunb.) Reichb, 为兰科植物, 多年生草本, 高 30~70 cm, 野生种生长于山野川谷较潮湿处。白芨以根入药, 有止血、消肿、生肌等功效。主产于四川、云南、陕西、甘肃等省, 全国各地有栽培, 栽种 3~4 a 后就可以采收。

滇黄精 *Polygonatum kingianum* Coll. et Hemsl. 为百合科植物, 多年生草本, 茎高 50~120 cm, 怕强光, 喜荫湿环境, 适合林下栽培。以根茎供药用, 内含烟酸、醌类、淀粉及糖类等成分。能补气养阴、健脾、润肺、益肾。现代研究认为, 黄精有抗衰老、降血压、防止动脉硬化及抗菌消炎、增强免疫力等功效, 对于糖尿病很有疗效。滇黄精主产于贵州、广西、云南等省区。根茎繁殖的滇黄精于栽后 2~3 a 采收, 种子繁殖的于栽后 3~4 a 采收。

为加快楚雄州生物医药大健康产业的发展步伐, 使楚雄州野生白芨、滇黄精资源得到有效保护和持续利用, 楚雄州林业和草原技术推广站于 2015 年 10 月, 承担了 2015 年中央财政林业科技推广楚雄州林下中药材丰产栽培技术推广示范项目(编号: [2015] TZYN17 号) 的实施。该项目实施期限为 2015 年 10 月—2017 年 12 月, 旨在不改变林地用途、不影响生态功能的前提下, 充分利用林下自然条件, 借助林地的生态环境, 积极推广发展林下中药材重楼、白芨、黄精种植, 以有效地提高现有林地的产出率, 保护生态, 持续利用。其中, 栽培是关键环节, 因此在本项目中开展了“楚雄州林下中药材白芨和滇黄精丰产栽培试验研究”作为科技支撑。

根据目前的研究, 梨树对黄精的生长无显著影响^[1]; 白芨的生长需要遮掉大约 50% 的阳光^[2], 过度荫蔽对白芨生长有不良影响^[3]。因此, 笔者认为树木对黄精和白芨的生长无显著影响, 它们的生长需要林下适当荫蔽的环境条件。据此, 选择楚雄州具有代表类性的郁闭度 0.5~0.7 的云南松林下开展试验。

1 试验地概况

试验地位于云南省楚雄市东瓜镇楚雄州林业和草原科学研究所科研基地。地处北亚热带季风气候区, 冬干夏湿, 温度平稳, 雨季集中, 光照充足。年平均气温 15.6℃, 最热月(7 月) 20.8℃, 最冷月(1 月) 8.1℃, 年平均降水量 826.3 mm, 海拔 1 838 m。土壤为发育在紫色沙页岩上的紫色土, 土层厚度 80 cm 左右。坡向西, 坡位中, 坡度 10°~25°。主要植被为云南松人工林, 树龄 40 a, 树高 5~15 m, 郁闭度

0.5~0.7。白芨栽培试验地在林间空地、林窗, 滇黄精栽培试验地在林下行间台地。两种试验地都配备了春季浇灌设施。

2 材料与方法

为优化白芨和滇黄精在楚雄州的林下丰产栽培技术方案, 弄清栽培密度、施肥等关键丰产栽培措施对林下栽培产量影响以及各因素不同组合的综合效应, 特对栽培密度、腐殖土、底肥、追肥等四因素, 设三个不同水平进行正交试验研究。

2.1 试验材料来源

白芨及滇黄精种源均为楚雄州本地选择出的优良野生植株经过人工栽培驯化后的 3 a 生块茎。

2.2 试验时间

2016 年 2 月—2017 年 9 月。

2.3 试验方法

2.3.1 试验设计

试验共设四个因子(栽培密度、厩肥量、腐殖土量、追肥量), 每个因子设三个水平。每个试验小区面积 5 m², 选用 L₉(3⁴) 正交试验表, 试验方案见表 1 和表 2。厩肥为堆沤发酵后的熟猪粪, 腐殖土是从楚雄市山区阔叶林下地表 20 cm 深范围取回, 复合肥为楚雄龙润丰公司产的通用复合肥 N:P:K=10:10:10。施肥方法: 以厩肥和腐殖土为底肥, 药床做好后, 种植前按试验设计量将底肥撒布于床面并翻耕, 使其与土壤混合; 以复合肥为追肥, 种植后于药苗出土后的 2016 年 11 月按设计量将追肥撒布于药苗床面并浇水。

表 1 白芨在云南松林下丰产栽培试验的因素水平

Tab. 1 Factor level of high-yield cultivation experiment of *Bletilla striata* under the *Pinus yunnanensis* forest

因素	密度 A /cm ²	厩肥 B /(kg·m ⁻²)	腐殖土 C /(kg·m ⁻²)	复合肥 D /(g·m ⁻²)
处理水平	A1	B1	C1	D1
	10×20	1	10	50
	A2	B2	C2	D2
	15×20	2	20	100
	A3	B3	C3	D3
	20×20	3	30	150

2.3.2 种苗准备与种植

滇黄精的种植: 药床做好后, 种植前, 按设计量将底肥撒布于床面并翻耕、整平畦面, 畦面宽 1 m 左右, 准备栽种。栽种参考杨子龙等《黄精高产栽培技术》^[4] 的根茎繁殖法产生种苗。在采收滇黄精时

表 2 滇黄精在云南松林下丰产栽培试验的因素水平

Tab. 2 Factor level of high-yield cultivation experiment of *Polygonatum kingianum* under the *Pinus yunnanensis* forest

因素	密度 A /cm ²	厩肥 B /(kg·m ⁻²)	腐殖土 C /(kg·m ⁻²)	复合肥 D /(g·m ⁻²)				
处理水平	a1	20×30	b1	1	c1	10	d1	50
	a2	25×40	b2	2	c2	20	d2	100
	a3	30×50	b3	3	c3	30	d3	150

挖取根状茎,选先端幼嫩部分截成数段,每段具 2~3 节。种茎每株 13.3~30.5 g,用冷却后的火灰覆盖种茎切口,立即栽种。栽种时,在整好的畦面上按设计的行距开横沟,沟深 7~9 cm,将种茎的芽眼向上,按设计的株距每株位置平放入 1 节种茎,再将下一横沟翻起的土盖在放好种茎的这一横沟里并与畦面齐平,如此往复。栽后 3~5 d 浇 1 次水,以利成活^[4]。在畦面覆盖 1 层松针。

白芨的种植:与上面滇黄精的种植基本相同,也是采用根茎繁殖法产生种苗,不同之处是白芨的种茎是专门取幼嫩部分带芽的种芽,种芽每株 2.7~3.7g,畦而上开横沟,深 5~7cm。

2.3.3 试验地的田间管理

由于云南春季普遍干旱,种植后的试验地春季浇水 3 次左右。到 5 月份,开始长出药苗。雨季中耕除草 3 次左右。到 11 月份,按设计的追肥量,将复合肥撒布于药苗床面并浇水。

2.3.4 观测和分析方法

本试验由于经费来源的 2015 年中央财政林业科技推广楚雄州林下中药材丰产栽培技术推广示范项目,要求于 2017 年就要开展结题验收,故于 2017 年 9 月挖取测产量。挖取的白芨和滇黄精去除须根和叶后,立即对块茎计数和称鲜重。块茎株数保存率=(收获块茎数/栽培时种茎数)×100%。平均株块茎鲜生长量(g)=(收获块茎鲜量/收获块茎数)-(栽培时种茎量/栽培时种茎数)。数据用正交试验方差分析法进行统计分析, $F_{0.05}(2,8)=9$ (显著), $F_{0.05}(2,8)=19.0$ (极显著)。

3 结果与分析

3.1 四项丰产栽培措施对白芨株数保存率的影响

表 3 是白芨在云南松林下丰产栽培正交试验结果。复合肥是长出药苗后才施入的,对白芨的株数保存率没有影响,故在白芨株数保存率方差分析时

表 3 白芨在云南松林下丰产栽培正交试验结果

Tab. 3 Orthogonal experiment results of *Bletilla striata* under the *Pinus yunnanensis* forest

试验号	密度 A	厩肥 B	腐殖土 C	复合肥 D	块茎株数 保存率 /%	平均株块 茎鲜生长量 /g
1	A1	B1	C1	D1	35	1.5
2	A1	B2	C2	D2	12	0.0
3	A1	B3	C3	D3	17	0.5
4	A2	B1	C2	D3	47	1.5
5	A2	B2	C3	D1	44	1.6
6	A2	B3	C1	D2	45	2.6
7	A3	B1	C3	D2	14	0.0
8	A3	B2	C1	D3	19	0.8
9	A3	B3	C2	D1	5	0.0

表 4 白芨在云南松林下丰产栽培正交试验株数保存率方差分析

Tab. 4 Variance analysis on preservation rate of *Bletilla striata* in the orthogonal experiment of high-yield cultivation

变异来源	离差平方和 SS	自由度 df	均方 Ms	均方比 F	F _α	差异显著性
栽培密度	1684.84	2	842.42	50.63	$F_{0.05}=19.0$	**
厩肥	148.65	2	74.33	4.47	$F_{0.10}=9.0$	
腐殖土	214.48	2	107.24	6.45		
剩余 e	33.28	2	16.64			
总和	2081.25	8				

作为空列进行分析。从表 4 白芨在云南松林下丰产栽培正交试验株数保存率方差分析中可以看出,四项丰产栽培措施中,栽培密度对白芨的保存率有极显著的影响,说明白芨是适合密植的林下中药材,其中以株行距 15 cm×20 cm 为最佳。平均株数保存率 45%,一半多的白芨种芽没有发苗而腐烂掉,说明采用根茎繁殖法种植白芨效率不高,建议采用组培苗种植。本试验所依托的示范项目,在丽江市古城区金山乡岩乐村林下采用白芨组培苗种植后,白芨的株数保存率达到 99%,说明了组培苗在白芨林下丰产栽培中的优势。

3.2 四项丰产栽培措施对白芨块茎生长量的影响

在没有列出的白芨生长量方差分析中,厩肥对白芨块茎生长量影响不显著,故在表 5 中白芨块茎生长量方差分析时作为空列进行分析。从表 5 白芨

表 5 白芨在云南松林下丰产栽培正交试验块茎生长量方差分析

Tab. 5 Variance analysis on tuber growth of *Bletilla striata* in the orthogonal experiment of high-yield cultivation

变异来源	离差平方和 SS	自由度 df	均方 Ms	均方比 F	Fa	差异显著性
栽培密度	4.35	2	2.174	45.51	$F_{0.05} = 19.0$	**
复合肥	0.04	2	0.021	0.44	$F_{0.10} = 9.0$	
腐殖土	2.20	2	1.098	22.98		**
剩余 e	0.10	2	0.048			
总和	6.68	8				

块茎生长量方差分析中可以看出,四项丰产栽培措施中,栽培密度和腐殖土对白芨块茎生长量有极显著的影响,也说明白芨是适合密植的林下中药材,其中以株行距 15 cm×20 cm 为最佳,平均株块茎年鲜生长量 1.9 g;腐殖土能改善白芨生长的土壤透透性,以 10 kg/m² 为最佳。从本试验结果数据看,白芨的平均株块茎年鲜生长量较小,而本试验所依托的示范项目在丽江市古城区金山乡岩乐村林下(海拔 2 400 m)采用每株 5.0~7.1 g 的白芨组培苗种植后,白芨的平均株块茎年鲜生长量高达 79.5 g,充分说明了组培苗在白芨林下丰产栽培中的优势。当然,影响白芨块茎生长量的因素还有栽培的品种和地域,也证明了楚雄地区为白芨生长的次适宜区^[5]。

3.3 四项丰产栽培措施对滇黄精株数保存率的影响

表 6 是滇黄精在云南松林下丰产栽培正交试验结果。复合肥是长出药苗后才施入的,对滇黄精的株数保存率没有影响,故在滇黄精株数保存率方差分析(表 7)时作为空列进行分析。从表 7 中可以看出,四项丰产栽培措施中,栽培密度对滇黄精的保存率有极显著的影响,滇黄精的栽培密度不宜过大,密度增大保存率反而降低,以株行距 25 cm×40 cm 为最佳,平均株数保存率 58%;四项丰产栽培措施中,腐殖土对滇黄精的保存率有显著的影响,腐殖土能改善滇黄精生长的土壤透气性,有利于滇黄精发出药苗,以 10 kg/m² 腐殖土为最佳,平均株块茎年鲜生长量 19.6 g。本试验所依托的项目在丽江市古城区金山乡岩乐村种植的滇黄精,到第二年都没有长出药苗,说明楚雄地区是适宜种植滇黄精的。

3.4 四项丰产栽培措施对滇黄精块茎生长量的影响

在没有列出的滇黄精生长量方差分析中,厩肥

表 6 滇黄精在云南松林下丰产栽培正交试验结果

Tab. 6 Orthogonal experiment results of *Polygonatum kingianum* under the *Pinus yunnanensis* forest

试验号	密度 A	厩肥	腐殖土 C	复合肥 D	株数保存率 /%	平均株块茎鲜生长量 /g
1	a1	b1	c1	d1	56	18.1
2	a1	b2	c2	d2	45	12.5
3	a1	b3	c3	d3	50	17.4
4	a2	b1	c2	d3	45	13.7
5	a2	b2	c3	d1	52	14.9
6	a2	b3	c1	d2	51	19.2
7	a3	b1	c3	d2	54	18.4
8	a3	b2	c1	d3	63	21.4
9	a3	b3	c2	d1	51	16.2

表 7 滇黄精在云南松林下丰产栽培正交试验株数保存率方差分析

Tab. 7 Variance analysis on preservation rate of *Polygonatum kingianum* in the orthogonal experiment of high-yield cultivation

变异来源	离差平方和 SS	自由度 df	均方 Ms	均方比 F	Fa	差异显著性
栽培密度	323.74	2	161.87	39.07	$F_{0.05} = 19.0$	**
厩肥	42.60	2	21.30	5.14	$F_{0.10} = 9.0$	
腐殖土	78.82	2	39.41	9.51		*
剩余 e	8.29	2	4.14			
总和	453.46	8				

对滇黄精块茎生长量影响不显著,故在表 8 方差分析时作为空列进行分析。从表 8 中可以看出,四项丰产栽培措施中,只有腐殖土对滇黄精块茎生长量有显著的影响,说明滇黄精种植需要良好的土壤通透条件,腐殖土能改善滇黄精生长的土壤透气性,以 10 kg/m² 腐殖土为最佳。

4 结论与讨论

1) 在楚雄地区林下栽培白芨,通过栽培密度、腐殖土量、底肥(腐熟猪粪)量、追肥(复合肥)量四项丰产栽培技术措施试验发现,栽培密度对白芨的保存率有极显著影响,栽培密度和腐殖土对白芨块茎生长量有极显著的影响,说明白芨适合密植,其中以株行距 15 cm×20 cm 为最佳,平均株块茎年鲜生

表 8 滇黄精在云南松林下丰产栽培正交试验块茎生长量方差分析

Tab. 8 Variance analysis on tuber growth of *Polygonatum kingianum* in the orthogonal experiment of high-yield cultivation

变异来源	离差平方和 SS	自由度 df	均方 Ms	均方比 F	Fa	差异显著性
栽培密度	14.59	2	7.29	5.31	$F_{0.05} = 19.0$	
复合肥	1.94	2	0.97	0.71	$F_{0.10} = 9.0$	
腐殖土	44.29	2	22.14	16.12		*
剩余 e	2.75	2	1.37			
总和	63.56	8				

长量 1.9 g;腐殖土能改善白芨生长的土壤透气性,以 10 kg/m² 腐殖土为最佳。其它栽培措施对白芨生长影响不明显。

2)将楚雄州林下栽培白芨试验结果与丽江市的数据对比发现,白芨的林下丰产栽培以采用组培苗效果最好,株数保存率能达到 99%;在楚雄州林下栽培的白芨块茎年生长量较小,而丽江市林下栽培的白芨平均株块茎年鲜生长量高达 79.5 g,也证明了楚雄地区为白芨生长的次适宜区。在楚雄州林下栽培白芨时应慎重选择种源。

3)在楚雄地区林下栽培滇黄精,通过栽培密度、腐殖土量、底肥(腐熟猪粪)量、追肥(复合肥)量等四项丰产栽培技术措施试验发现,栽培密度对保存率有极显著影响,腐殖土对保存率有显著的影响;滇黄精的栽培密度不宜过大,密度增大保存率反而降低,以株行距 25 cm×40 cm 为最佳;采用块茎无性繁殖法栽培的滇黄精,平均株数保存率 58%;腐殖土对滇黄精块茎生长量有显著的影响,说明其种植需要良好的土壤通透条件;腐殖土能改善滇黄精生长的土壤透气性,以 10 kg/m² 腐殖土为最佳,平均株块茎年鲜生长量 19.6 g,其它栽培措施对滇黄精生长影响不明显。楚雄地区适宜种植滇黄精。

参考文献:

- [1] 谷甫刚. 中药材黄精种植技术研究[D]. 贵阳:贵州大学,2006.
- [2] 《云南名特药材种植技术丛书》编委会. 白芨[M]. 昆明:云南科技出版社,2013:15-16.
- [3] 邱琼,杨德军,刘际梅,等. 西双版纳林下栽培白芨试验研究[J]. 林业调查规划,2017,42(4):78-81.
- [4] 杨子龙,王世清,左敏. 黄精高产栽培技术[J]. 安徽技术师范学院学报,2002,16(1):51-52.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 81 页)

加速发展。

3)建设单位应根据项目建设需要,抓紧做好项目管理人员、专业技术人员的技术培训,确保项目实施成功。

参考文献:

- [1] 杨文忠,康洪梅,向振勇,等. 极小种群野生植物保护的主要内容和要点[J]. 西部林业科学,2014(5):24-29.
- [2] 许再富,郭辉军. 极小种群野生植物的近地保护[J]. 植物分类与资源学报,2014,36(4):533-536.

- [3] 张殷波,杜昊东,金效华,等. 中国野生兰科植物物种多样性与地理分布[J]. 科学通报,2015,60(2):179-188.
- [4] 云南省林业调查规划院生态分院. 林芝市极小种群野生植物繁育拯救项目可行性研究报告[R]. 2019.
- [5] 云南省林业厅,云南省科学技术厅. 云南省极小种群物种拯救保护规划纲要(2010—2020年)[R]. 2009.
- [6] 云南省林业厅,云南省发展和改革委员会. 云南省极小种群野生植物种拯救保护工程建设实施方案(2012—2015年)[R]. 2012.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.022

干旱胁迫对药用绿化植物千里光和密蒙花生长的影响研究

魏宝坤¹, 付萌¹, 田叶¹, 李新蕾²

(1. 云南交投市政园林工程有限公司, 云南 昆明 650034; 2. 云南农业大学园林园艺学院, 云南 昆明 650201)

摘要:为筛选利用抗旱性较高的乡土植物用于边坡生态修复,通过盆栽试验研究滇中地区常见的密蒙花和千里光在干旱胁迫条件下的抗旱性,对干旱胁迫下植株的生长状况及各种酶活性、丙二醛和脯氨酸含量等有关生理指标进行研究。结果表明,在断水干旱胁迫下,千里光幼苗忍耐干旱环境的能力强;密蒙花幼苗在断水干旱胁迫前期调节能力较好,在后期抗旱能力减弱,植株生长受到严重抑制。

关键词:千里光;密蒙花;抗旱性;干旱胁迫;幼苗生长;生理响应;药用绿化植物

中图分类号:S759.82;S728.2 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0124-04

引文格式:魏宝坤,付萌,田叶,等.干旱胁迫对药用绿化植物千里光和密蒙花生长的影响研究[J].林业调查规划,2020,45(2):124-127.

WEI Baokun, FU Meng, TIAN Ye, et al. Effects of Drought Stress on Growth of *Senecio scandens* and *Buddleia officinalis* [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 124-127.

Effects of Drought Stress on Growth of *Senecio scandens* and *Buddleia officinalis*

WEI Baokun¹, FU Meng¹, TIAN Ye¹, LI Xinlei²

(1. Yunnan Communications Investment & Construction Municipal Garden Engineering Co., Ltd, Kunming 650034, China;
2. College of Landscape and Horticultural, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: In order to select and utilize the local plants with high drought resistance for slope ecological restoration, the drought resistance of *Buddleia officinalis* and *Senecio scandens* under the condition of drought stress was studied by pot experiment in central Yunnan. The physiological indexes such as plant growth, enzyme activity, malondialdehyde and proline contents were studied. The results showed that *Senecio scandens* seedlings could tolerate the drought environment under drought stress, while *Buddleia officinalis* seedlings had better regulation ability at the early stage of drought stress, but the drought resistance ability was weakened and plant growth was seriously suppressed at the later stage.

Key words: *Senecio scandens*; *Buddleia officinalis*; drought resistance; drought stress; seedling growth; physiological response; medicinal plants

抗旱性是边坡生态防护植物选择的首要标准。当前对滇中可利用护坡植物资源的开发利用研究不

够深入,为此,对我国的园林绿化树种进行抗旱性的综合评价变得非常有必要。滇中常见野生植物密蒙

收稿日期:2019-08-08.

第一作者:魏宝坤(1984-),男,云南石林人,助理工程师。主要从事公路绿化工作。Email:158066692@qq.com

花(*Buddleia officinalis*)和千里光(*Senecio scandens*)由于其生长的环境较为恶劣,认为有较好的抗性,具有开发价值。

密蒙花为马钱科醉鱼草属植物^[1],其花序较大,花多而密集、有香味,生于山坡、林边、路旁,适应性较强,为南方一种优良庭院观赏植物。作为传统中药材,目前国内外对密蒙花的研究主要集中在其药用成份的研究及色素成分的提取^[2-4],抗性研究未见报道。千里光为菊科千里光属植物^[5],为多年生攀援草本植物,花细小而多,具有一定观赏价值。全草均可入药,具有抗炎、抑菌等作用^[6,7]。目前国内外对千里光的耐旱性研究未见报道。

本次试验以密蒙花和千里光为材料,测定其干旱胁迫下的生物学指标和生理生化指标,进行抗旱性研究,可为边坡绿化植物配置提供一定的理论依据。

1 材料与方

1.1 实验材料

千里光、密蒙花幼苗为云南农业大学温室 2018 年 6 月播种苗。

1.2 实验方法

1.2.1 干旱胁迫幼苗

挑选长势良好、大小一致的千里光和密蒙花幼苗移栽至 16 cm×18 cm 塑料花盆中,正常浇水管理一周后给盆栽充足浇水,使土壤水分达到饱和,然后断水,对其进行干旱胁迫处理。

1.2.2 测定方法

分别在断水处理的第 1 天、5 天、10 天、15 天、20 天取样,将幼苗根部洗净后测量各项生物学指标,取幼苗叶片放入液氮速冻后转移至-80℃冰箱保存,测定幼苗叶片的各项生理指标,并测定土壤含水量。

硫代巴比妥酸显色法测定丙二醛,酸性茚三酮比色法测定游离脯氨酸(Pro),紫外线吸收法测定过氧化氢(CAT)、过氧化物酶活性(POD)、超氧化物酶活性(SOD)。土壤含水量使用 WET 土壤三参数测定仪测量,株高、根长、根鲜重等分别用直尺、卷尺、电子天平等器材进行测量。植物生长状况分为 6 个水平:Ⅰ(生长旺盛);Ⅱ(生长一般);Ⅲ(失水卷曲);Ⅳ(生长受到严重抑制);Ⅴ(植物停止生长);Ⅵ(半致死状态)。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下密蒙花幼苗生长状况及生理响应

干旱胁迫开始,密蒙花盆栽土壤含水量呈逐渐下降趋势,且显著低于干旱胁迫前($P < 0.05$),随着干旱胁迫时间的延长,密蒙花株高呈先上升后下降的趋势,试验结束时的密蒙花株高显著高于断水开始前的株高($P < 0.05$),胁迫后期,密蒙花根长和根鲜重随着胁迫时间的延长呈下降趋势;密蒙花在干旱胁迫前期(5d)生长状况比较良好,在胁迫第 15d 叶片失水卷曲,到胁迫第 20d 开始落叶,并失水萎蔫,生长受到了严重抑制(表 1)。

表 1 干旱胁迫下密蒙花幼苗生长状况

Tab. 1 Growth status of *Buddleia officinalis* seedlings under drought stress

处理时间/d	株高/cm	根长/cm	根鲜重/g	土壤含水量/%	生长状况
0	31.20±5.15a	75.77±6.02a	14.23±1.18a	33.80±3.90a	I
5	41.07±4.63bc	73.43±7.64a	13.39±0.70a	28.90±1.78b	I
10	46.20±1.59c	78.50±6.16a	9.33±0.98a	18.53±0.60c	II
15	38.57±4.78ab	61.90±3.92b	8.75±0.68b	13.80±1.35d	III
20	36.17±4.81ab	70.40±3.50b	7.75±0.64b	4.53±0.60e	IV

当植物受到干旱胁迫时,超氧化物歧化酶(SOD)与过氧化氢酶(CAT)及过氧化物酶(POD)等都是消除植物体内活性氧自由基保护系统中的重要酶类,自由基的产生和消除是一个动态的过程。试验中,密蒙花幼苗中 SOD 和 POD 活性均呈现出先上升后下降的趋势,而 CAT 活性仅在胁迫 15 d 后

上升幅度较大(图 1,A)。

脯氨酸从断水初期开始积累,在断水后期其含量的上升速率更高,反应密蒙花细胞受损程度的丙二醛含量随胁迫程度的上升而增加,但断水胁迫后期上升速率有所减缓,实验结束时,丙二醛和脯氨酸含量分别为断水前的 3.68 和 2.39 倍(图 1,B)。

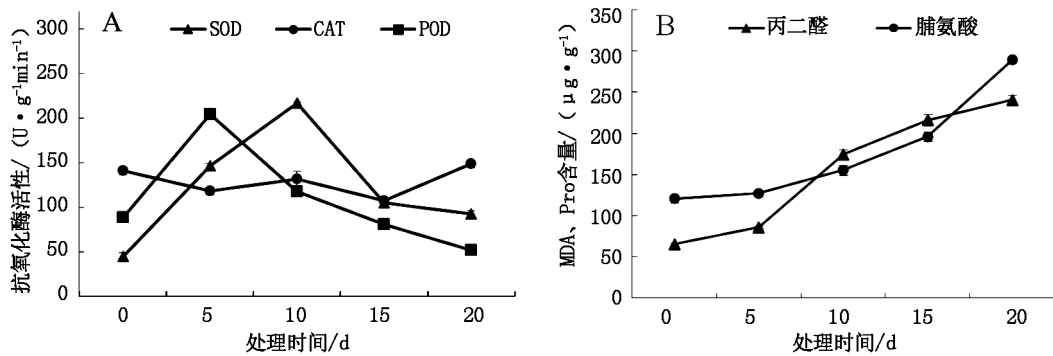


图 1 干旱胁迫下密蒙花幼苗抗氧化酶活性和 MDA、Pro 含量变化

Fig. 1 Changes of antioxidant enzyme activity and MDA, Pro content in *Buddleia officinalis* seedlings under drought stress

综合密蒙花生长状况及体内各物质变化情况,分析认为,在断水前期虽 CAT 活性有所下降,丙二醇渗出含量持续上升,但 SOD、POD 活性的上升和脯氨酸的积累同样对密蒙花起到一定调节作用,植株生长状况良好,说明胁迫前期密蒙花的抗旱能力较好,至断水后期,由于脯氨酸的不断积累,渗透调节能力逐渐增强,CAT 活性上升,丙二醛含量的上升速率有所减缓,密蒙花膜透性有所改善,但从生长状况看,植株的生长已受到严重抑制甚至呈致死状

态,说明密蒙花干旱胁迫后期的调节能力减弱。

2.2 干旱胁迫下千里光幼苗生长状况及生理响应

从干旱胁迫开始,千里光盆栽土壤含水量呈逐渐下降趋势,显著低于干旱胁迫前 ($P < 0.05$),在干旱胁迫下,千里光幼苗株高呈逐渐上升趋势,根长和根鲜重随着胁迫时间的延长与断水开始前无显著差异 ($P < 0.05$),千里光幼苗在干旱胁迫试验期间生长状况较好,仅在胁迫第 20 d 时有个别叶片出现失水(表 2)。

表 2 干旱胁迫下千里光幼苗生长状况

Tab. 2 Growth status of *Senecio scandens* seedlings under drought stress

处理时间/d	株高/cm	根长/cm	根鲜重/g	土壤含水量/%	生长状况
0	39.60±4.30a	82.67±3.60a	7.43±1.06a	36.33±0.15a	I
5	39.07±2.95a	77.23±7.05a	8.07±1.06a	29.70±1.75b	I
10	50.70±2.69b	82.83±5.70a	7.39±0.72a	18.23±2.32c	I
15	49.93±1.56b	84.02±6.53a	7.68±1.11a	12.00±2.50d	I
20	59.20±5.86c	76.67±5.80a	7.21±0.61a	3.13±0.31e	II

干旱胁迫下,千里光幼苗中 CAT 和 POD 活性均呈现先下降后上升趋势,SOD 活性呈先上升后下降趋势。断水实验结束时,3 种酶活性与实验开始前基本一致(图 2,A)。随着断水时间的延长,丙二醛和脯氨酸含量呈逐渐上升趋势,后期(15 d)丙二醛上升速率变慢,而脯氨酸上升速率加快(图 2,B)。

综合千里光植株生长状况和体内物质变化情况,分析认为,在断水前期 SOD 活性增加是千里光对环境的适应性反应,在断水胁迫后期,CAT、POD 活性均有上升,脯氨酸含量持续积累,丙二醛含量上升速率趋缓,自由基等有害物质的产生和消除是一

个动态过程,后期的酶活性接近试验开始时的酶活性,并且整个干旱胁迫过程中千里光幼苗生长状况良好,说明千里光能忍耐并逐渐适应干旱环境。

3 讨论

通过自然干旱胁迫幼苗,进一步测定相关指标,分析结果表明,千里光和密蒙花均具有一定的抗旱性,但相同断水胁迫处理下 2 种植物对干旱的忍耐力存在明显差异,研究结果认为,千里光抗旱能力强于密蒙花。

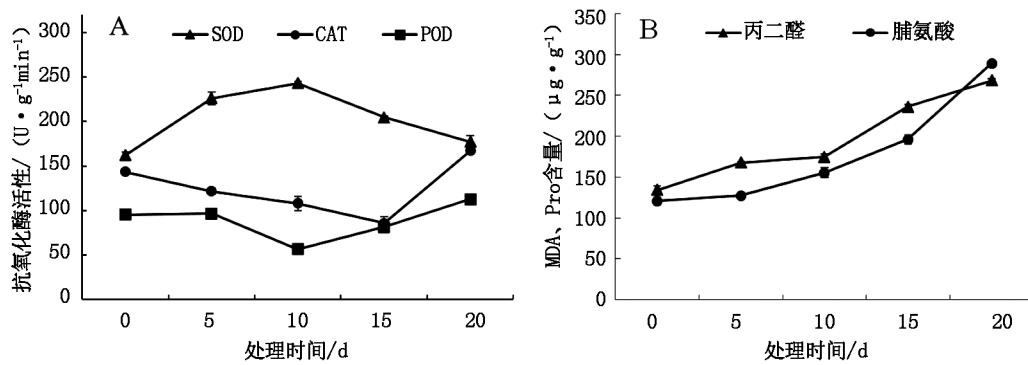


图 2 干旱胁迫下千里光幼苗抗氧化酶活性和 MDA、Pro 含量变化

Fig. 2 Changes of antioxidant enzyme activity and MDA, Pro content in *Senecio scandens* seedlings under drought stress

由于本次试验仅对植物进行了 20 d 的断水干旱胁迫,不能得出植物能忍耐干旱的最大限度,后期试验可进行深入研究。另外,植株对于其他不同环境(如温度)的适应能力有所不同,因此,在此次试验结果的基础上还应综合考虑其他因素是否对植物的抗旱性造成影响。

参考文献:

- [1] 中国科学院植物志编委会. 中国植物志(61 卷)[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [2] 张姣姣,杜超,杨维弘,等. 密蒙花黄色素的提取及其稳

- 定性分析[J]. 食品研究与开发,2018,39(3):49-52.
- [3] 郭雷,朱文成,刘超. 密蒙花化学成分及生物活性研究进展[J]. 食品研究与开发,2012,33(7):222-225.
- [4] 李建志,王晓源,王亚贤. 8 种中草药抗菌作用实验研究[J]. 中医药信息,2015,32(1):32-34.
- [5] 刘欣,林杏莉,庄雪影. 3 种野生菊科植物的耐荫性研究[J]. 广东园林,2016,38(2):30-33.
- [6] 陈录新,马鸿雁,张勉,等. 千里光化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2006,31(22):1600-1602.
- [7] 李松,肖玲. 明目利湿的千里光[J]. 首都食品与医药,2016,23(15):56-56.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 91 页)

于采摘和加工,种仁中富含的癸酸和月桂酸是经济价值很高的天然原料,已广泛用于香料工业、日用化学工业、食品工业和制药工业等行业^[5]。由癸酸月桂酸衍生出来的产品如癸/月桂酸聚甘油酯和癸/月桂酸酰基谷氨酸钠等可用于防腐剂、表面活性剂、发泡剂、洗涤剂等多个行业;此外,癸酸还可用于制造鱼腥草素,是治疗上呼吸道感染、病毒性感冒等疾病的特效药^[6]。

参考文献:

- [1] 孙必兴,赵惠兰. 云南樟属一新种[J]. 云南大学学报(自然科学版),1991,13(1):93-94.

- [2] 董文婧,申仕康,王跃华. 茶果樟——樟树里的珍稀新种[J]. 百科知识,2015(24):30-31.
- [3] 陈勤,李淑芳,习学良,等. 茶果樟的保护与利用[J]. 林业调查与规划,2018(43):12-13.
- [4] 宋慧波,张玉军,刘彩丽. 低热量油脂的研究进展[J]. 油脂开发,2005,6(13):19-21.
- [5] 蔡秋生. 脂肪替代品特性及其开发现状和前景[J]. 粮食与油脂,1998(3):31-38.
- [6] 郑菲. 樟树籽仁油对健康大鼠体脂和血脂的影响及其亚慢性毒性评价[D]. 南昌:南昌大学,2013.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.023

不同施肥种类下覆盖与不覆盖对核桃幼树生长影响的对比试验

温琼文¹, 蒋志东², 赵保荣³, 王青叶¹

(1. 元江县林业科技推广管理工作站, 云南 元江 653300; 2. 玉溪市林业科技推广站, 云南 玉溪 653100;
3. 元江县林果产业发展办公室, 云南 元江 653300)

摘要:以栽培 4~6 a 的漾濞泡核桃幼树为试材, 选用有机肥、腐熟的农家肥和史丹利复混肥, 在秋季对不同立地条件的 2 个核桃园进行对比试验, 一年期间生长量调查结果表明: 有机肥和农家肥分别与史丹利复混肥配施、采取覆盖和不覆盖的处理对 2 个试点核桃幼树冠幅生长的影响不大; 但对 2 个试点核桃幼树地径生长的影响差异显著。即试点一: 10 kg 有机肥和 2 kg 史丹利复混肥料配施后, 覆盖处理其地径生长量最大, 年均生长量为 0.72 cm; 试点二: 10 kg 农家肥和 2 kg 史丹利复混肥料配施后, 不覆盖处理促进地径和冠幅的生长效果优于有机肥, 年均生长量分别为 1.49 cm 和 126.17 cm, 冠幅比覆盖的高 5.34 cm。

关键词:核桃; 幼树生长; 施肥种类; 覆盖; 地径生长; 冠幅生长

中图分类号: S792.13; S753; S753.532 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)02-0128-04

引文格式: 温琼文, 蒋志东, 赵保荣, 等. 不同施肥种类下覆盖与不覆盖对核桃幼树生长影响的对比试验[J]. 林业调查规划, 2020, 45(2): 128-131.

WEN Qiongwen, JIANG Zhidong, ZHAO Baorong, et al. Contrast Experiments on Effects of Mulching and No Mulching on Young Trees Growth of *Juglans sigillata* with Different Fertilizers[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 128-131.

Contrast Experiments on Effects of Mulching and No Mulching on Young Trees Growth of *Juglans sigillata* with Different Fertilizers

WEN Qiongwen¹, JIANG Zhidong², ZHAO Baorong³, WANG Qingye¹

(1. Yuanjiang Station of Forestry Technology Extension, Yuanjiang, Yunnan 653300, China; 2. Yuxi Station of Forestry Technology Extension, Yuxi, Yunnan 653100, China; 3. Yuanjiang Office of Forest and Fruit Industry Development, Yuanjiang, Yunnan 653300, China)

Abstract: By combing the organic fertilizer and the farmyard manure with Stanley compound fertilizer respectively, the *Juglans sigillata* trees of 4-6 years old were used as the test material to compare the two walnut gardens with different site conditions in autumn. The results of the annual growth survey showed that organic fertilizer and mulching factors had little effect on the crown growth, but had significant difference on the ground diameter growth of the two experimental sites. Specifically, one experiment showed that with the combination of 10 kg organic fertilizer and 2 kg Stanley compound fertilizer, the

收稿日期: 2019-10-18.

基金项目: 2015 年中央财政林业科技推广示范项目(编号: 2015TZYN07).

第一作者: 温琼文(1969-), 女, 云南元江人, 正高级工程师. 研究方向: 森林培育、林业科技推广及种质资源的收集管理工作. Email: yx-yjqw@163.com

mulching treatment led to the maximum growth of ground diameter, which was 0.72 cm, while the other experiment showed that with the combination of 10 kg farmyard manure and 2 kg Stanley compound fertilizer, and with the no-mulching treatment, the growth effect of the ground diameter and the crown width was better than that of the organic fertilizer, with an average annual growth of 1.49 cm and 126.17 cm respectively, and the crown width was 5.34 cm higher than that of mulching.

Key words: *Juglans sigillata*; growth of young trees; fertilizer types; mulching; ground diameter growth; crown growth

农家肥和有机肥料是林农在加强核桃幼树管理过程中常用的肥料。农家肥种类繁多,具有成本较低、使用方便、所含营养物质较全面等优点^[1],而有机肥料不仅含有氮、磷、钾,而且还含有钙、镁、硫、铁以及一些微量元素,营养物质比较全面,容易被核桃树吸收,但生产成本比农家肥高。鉴于施用农家肥和有机肥对核桃幼树生长的影响方面的研究较少,远不及其他果树全面深入,本文开展了农家肥和有机肥与同一种复合肥配施,设置覆盖与不覆盖处理对核桃幼树生长影响的相关对比试验,为核桃幼树的快速生长提供技术支持^[2]。

1 试验点概况

试点一:业白核桃基地。海拔 1 550~1 650 m,土壤为石灰岩发育而成的山地红壤土,属温暖雨量适中霜农业气候区,位于山顶,日照充足,冬季凉爽,夏季温暖,霜冻中等,雨量适中,年均温 16~18℃,年均降水量 1 000~1 200 mL,是核桃种植的最适宜区。距元江县城 42 km,元洼公路 2 km,人畜饮水靠天然雨水储备来满足^[3]。

试点二:它吉克核桃基地。海拔 1 400~1 600 m,年均温 18℃,年均降雨量 1 013.9 mL,是典型的喀斯特地貌,属阴坡核桃园,距离元江县城 53 km,元洼公路 3 km,人畜饮水靠天然雨水储备来满足^[4]。

2 试验材料

2.1 核桃树

漾濞泡核桃品种种植密度 7 m×8 m,管理中等,长势一般,树龄 4~6 a,套种模式,套种作物主要为烤烟、玉米、红薯等^[5]。

2.2 肥料种类

1) 农红达有机肥。总养分≥5%;氨基酸、腐殖酸≥10%;有机质≥45%;包装规格:40 kg/包,单价 1.05 元/kg。生产厂家:云南野马生物有机肥有限公司。

2) 农家肥。为自制肥,制作方法:将猪粪、牛粪、羊粪中添加少量粉碎的秸秆、水及 3%的过磷酸钙充分混合堆积在一起,并用稻草或草席覆盖,10~15 d 进行一次翻挖,一边翻挖一边浇适量的水,使其充分混合,堆积 2~3 个月,农家肥不再发热时说明已经全部腐熟,可以放心施用了。

3) 史丹利复混肥料。含量:N-P2O5-K2O 为 18-18-18,总养分≥54%;包装规格:40 kg/包;单价:4.75 元/kg。生产厂家:史丹利化肥贵港有限公司(广西)。

3 试验方法

3.1 试验方案设计

试验因素包括施肥种类(A)和覆盖(B),每因素包括 2 个水平(表 1)。

表 1 施肥和覆盖的因素水平

Tab. 1 Factor level of fertilization and mulching

因素	A-施肥种类	B-覆盖
1	有机肥	不覆盖
2	农家肥	覆盖

根据因素水平(表 1),试验采用 $L_4(2^3)$ 正交设计进行实施(表 2)。

表 2 施肥与覆盖的 $L_4(2^3)$ 正交设计

Tab. 2 $L_4(2^3)$ orthogonal design of fertilization and mulching

因素	1-A	2-B	3-A×B	组合	试验组合实施方案
1	1	1	1	A ₁ B ₁	施有机肥,不覆盖
2	1	2	2	A ₁ B ₂	施有机肥,覆盖
3	2	1	2	A ₂ B ₁	施农家肥,不覆盖
4	2	2	1	A ₂ B ₂	施农家肥,覆盖

试验共设计 4 个处理组合,3 次重复。在试验

中,依据施肥种类,农家肥和有机肥施肥量均为 10 kg/株,史丹利复混肥 2 kg/株。

每个试点完整的试验共需 60 株大小基本一致的核桃幼树,而且必须在立地条件相同的同一地段完成;共需要有机肥 300 kg;农家肥 300 kg,史丹利复混肥料 120 kg。分别在业白和它吉克核桃基地各选择 1~2 户农户完成一个完整的试验。

3.2 试验方法

结合每年 11—12 月冬季施肥进行。即施肥结束后,把树盘内的土壤挖翻,深度 10~15 cm,挖翻时由树冠滴水线向树干中心由深到浅。再用铲除的杂草、秸秆等对树盘进行覆盖,覆盖厚度 5~10 cm,覆盖物距离树干约 20 cm。

3.3 调查方法

在施肥和覆盖前,分别测量各处理植株的冠幅和地径,从下一年的 3 月份开始,每 3 个月调查一次,调查具体时间于每次调查最后一个月最后 3 天进行,每年调查 4 次(3 月、6 月、9 月和 12 月各调查一次)。完成 4 次调查后计算出一年的平均生长量。

4 结果与分析

4.1 有机肥和农家肥分别与史丹利复混肥配施对核桃幼树生长的影响

在一年的调查期内,有机肥和农家肥分别与史丹利复混肥配施对核桃幼树生长的影响结果详见表 3。

表 3 有机肥和农家肥分别与史丹利复合肥配施对核桃幼树生长的影响

Tab.3 Effects of organic fertilizer and farmyard manure combined with Stanley compound fertilizer on the growth of young *Juglans sigillata*

肥料种类	处理组合	试点一 (年均生长量)		试点二 (年均生长量)	
		冠幅	地径	冠幅	地径
		/(cm·a ⁻¹)	/(cm·a ⁻¹)	/(cm·a ⁻¹)	/(cm·a ⁻¹)
有机肥	A ₁ B ₁ (不覆盖)	45.67	0.51	111.87	1.12
	A ₁ B ₂ (覆盖)	45.67	0.72	117.17	0.97
农家肥	A ₂ B ₁ (不覆盖)	59.67	0.51	126.17	1.49
	A ₂ B ₂ (覆盖)	44.67	0.55	120.83	1.46

注:保留 2 位小数,冠幅是东西向和南北向的平均值。

从表 3 可以看出,试点一,以 A₂B₁ 处理的冠幅

生长量最大,年均生长量为 59.67 cm,比生长量最小的 A₂B₂ 处理高 15 cm;A₁B₂ 处理的地径生长量最大,年均生长量为 0.72 cm,比生长量最小的 A₁B₁ 和 A₂B₁ 处理高 0.21 cm。

试点二,以 A₂B₁ 处理的冠幅和地径生长量最大,年均冠幅和地径生长量分别为 126.17 cm 和 1.49 cm;A₁B₂ 处理的年冠幅生长量比 A₁B₁ 处理的高 5.3 cm,地径小 0.15 cm;A₂B₁ 和 A₂B₂ 处理对地径生长影响不大,但是,从试验结果可以看出,在试点二中,施农家肥比施有机肥更有利于核桃幼树的生长。

4.2 方差分析结果

4.2.1 有机肥和农家肥分别与史丹利复合肥配施对试点一核桃幼树生长的影响

在一年的调查期内,有机肥和农家肥分别与史丹利复混肥配施、覆盖和不覆盖对试点一核桃幼树地径和冠幅生长的影响进行方差分析,结果见表 4 和表 5。

表 4 业白地区核桃树地径生长的方差分析

Tab.4 Variance analysis on ground diameter growth of *Juglans sigillata* in Yebai area

来源	平方和	自由度	均方和	F	P 值
A	0.104	1	0.104	2.132	0.150
B	0.228	1	0.228	4.670	0.035*
A×B	0.104	1	0.104	2.132	0.150
误差	2.736	56	0.049		
和	3.172	59			

注:*表示在 5% 的显著性水平下拒绝原假设(下同)。

表 5 业白地区核桃树冠幅生长的方差分析

Tab.5 Variance analysis on crown growth of *Juglans sigillata* in Yebai area

来源	平方和	自由度	均方和	F	P 值
A	0.063	1	0.063	0.615	0.436
B	0.084	1	0.084	0.818	0.370
A×B	0.084	1	0.084	0.818	0.370
误差	5.773	56	0.103		
和	6.005	59			

根据表 4, P_B = 0.035 < 0.05, 业白地区核桃树地径生长,因子 B(覆盖)在 0.05 显著性水平下差异显著,因子 A 和交互作用 A×B 差异均不显著。不覆盖处理的样本地径增长均值为 0.2 cm,经过覆盖处理

的样本地径增长均值为 0.64 cm,进一步可计算出二者差值的 95% 置信区间为 [0.01 cm, 0.24 cm],说明在业白地区覆盖处理对核桃树地径生长有一定的促进效果。

根据表 5,所有因子均未通过显著性检验,业白地区核桃树冠幅生长,因子 A、B 和交互作用 A×B 的促进作用差异均不显著。

4.2.2 有机肥和农家肥分别与史丹利复合肥配施对试点二核桃幼树生长的影响

在一年的调查期内,有机肥和农家肥分别与史丹利复混肥配施、覆盖和不覆盖对试点二核桃幼树地径和冠幅生长的影响进行方差分析,结果见表 6 和表 7。

表 6 它吉克地区核桃树地径生长的方差分析

Tab. 6 Variance analysis on ground diameter growth of *Juglans sigillata* in Tajike area

来源	平方和	自由度	均方和	F	P 值
A	2.817	1	2.817	5.503	0.023*
B	0.131	1	0.131	0.255	0.615
A×B	0.054	1	0.054	0.106	0.747
误差	28.663	56	0.512		
和	31.664	59			

表 7 它吉克地区核桃树冠幅生长的方差分析

Tab. 7 Variance analysis on crown growth of *Juglans sigillata* in Tajike area

来源	平方和	自由度	均方和	F	P 值
A	0.145	1	0.145	1.025	0.316
B	0.001	1	0.001	0.008	0.930
A×B	0.030	1	0.030	0.214	0.646
误差	7.901	56	0.141		
和	8.077	59			

根据表 6, $P_A = 0.023 < 0.05$, 它吉克地区核桃树地径生长,因子 A(施肥种类)在 0.05 显著性水平下差异显著,因子 B 和交互作用 A×B 均差异不显著。施加有机肥的样本地径增长均值为 1.04 cm,施加农家肥的样本地径增长均值为 1.48 cm,进一步可计算出二者差值的 95% 置信区间为 [0.063 cm, 0.803 cm]。说明在它吉克地区农家肥对核桃树地径生长的促进效果优于有机肥。

根据表 7,所有因子均未通过显著性检验,它吉克地区核桃树冠幅生长,因子 A、B 和交互作用 A×B

的促进作用差异均不显著。

5 结论

1) 2 个试点的实验结果表明,有机肥和农家肥分别与史丹利复混肥配施、采取覆盖和不覆盖的处理,冠幅生长量均未通过显著性检验,说明施肥种类与覆盖和不覆盖处理对 2 个试点核桃幼树的冠幅生长影响不大。

2) 试验结果,2 个试验点的核桃幼树地径生长差异显著。即试点一,施有机肥后覆盖处理对核桃幼树地径生长有促进作用;试点二,施农家肥覆盖促进地径生长的效果优于有机肥。

3) 试点一,以 A_2B_1 处理核桃树的冠幅生长量最大,年均生长量为 59.67 cm,比生长量最小的 A_2B_2 处理高 15 cm; A_1B_2 处理的地径生长量最大,年均生长量为 0.72 cm,比生长量最小的 A_1B_1 和 A_2B_1 处理高 0.21 cm。

试点二,以 A_2B_1 处理核桃树的冠幅和地径的生长量最大,年均冠幅和地径生长量分别为 126.17 cm 和 1.49 cm; A_1B_2 处理的年冠幅生长量比 A_1B_1 处理的高 5.3 cm,地径小 0.15 cm; A_2B_1 和 A_2B_2 处理对地径生长影响不大,但从试验结果可以看出,在试点二中,施农家肥比施有机肥更有利于核桃幼树的生长。

4) 针对不同海拔、不同地理位置及不同肥料配比的施肥方法对 2 块核桃基地幼树冠幅和地径生长的影响对比试验结果^[6],对指导林农如何将自家的农家肥应用于核桃生产具有很好的指导作用。

5) 随着新农村建设和美丽乡村建设的稳步推进,充分利用和发挥好农家肥的促生长作用,对改善农村人居环境,建设美丽村庄具有很好的促进作用。

致谢:本研究得到西南林业大学李莲芳老师和王慷林老师的指导,特此表示感谢!

参考文献:

- [1] 周立萍,马晓兰,唐志涛. 农家肥利用添加剂增效技术[J]. 中国园艺文摘,2010(2):168-169.
- [2] 杜洋文,曾博,邓先珍,等. 不同施肥配方对美国山核桃生长的影响[J]. 经济林研究,2015(1):95-96.
- [3] 温琼文,赵宝荣,蒋志东,等. 核桃叶面喷施磷酸二氢钾对幼树生长的影响[J]. 林业调查规划,2017(3):113-116.
- [4] 李玲. 核桃测土配方施肥肥效试验研究初报[J]. 农技服务,2014(6):103-104.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.024

勐海古茶树死亡原因及管养措施研究

张永坤¹, 牛毅², 谭光荣²

(1. 勐海县林业技术推广站, 云南 勐海 666200; 2. 勐海县茶叶技术服务中心, 云南 勐海 666200)

摘要:勐海县种茶、制茶、用茶历史悠久,古茶树资源丰富,但近年来随着古茶树茶叶价格不断攀升,古茶树死亡和树势衰退现象变得多发。笔者认为造成勐海县古茶树的死亡原因主要有古茶树生境遭受破坏,管理不规范,私下流转现象严重,造成林权管理和不到位,没有规范操作规程、导致采摘过度,茶园土壤营养缺乏等;提出修复古茶树生境,加强古茶树科学研究,细化古茶园管养技术措施、制定管理规程,运用测土配方施肥技术、改善土壤养分结构,加大水肥管理和病虫害防控知识宣传力度等实现古茶树资源可持续经营的对策。

关键词:古茶树;死亡原因;管养措施;勐海县

中图分类号:S794;S753.53 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0132-03

引文格式:张永坤,牛毅,谭光荣. 勐海古茶树死亡原因及管养措施研究[J]. 林业调查规划, 2020, 45(2): 132-134, 148.

ZHANG Yongkun, NIU Yi, TAN Guangrong. Cause of Death and Management Measures of Ancient Tea Plant in Menghai County[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 132-134, 148.

Cause of Death and Management Measures of Ancient Tea Plant in Menghai County

ZHANG Yongkun¹, NIU Yi², TAN Guangrong²

(1. Menghai Forestry Technology Extension Station, Menghai, Yunnan 666200, China;
2. Menghai Tea Technical Service Center, Menghai, Yunnan 666200, China)

Abstract: The history of tea planting, tea making and tea using was long in Menghai County where the ancient tea plant resources were rich, but in recent years, with the increasing price of ancient tea-leaves, the death and decline of ancient tea plant was frequent. This paper showed that the main causes of the death of ancient tea plants in Menghai were the destruction of habitat, the nonstandard management, the serious phenomenon of private circulation, the inadequate management and service of forest right, the disordered operation rules, the over picking, and the lack of soil nutrition in tea garden. The measures were put forward to realize the sustainable management of ancient tea resources, including restoring the habitat, strengthening the scientific research, formulating and refining the management and maintenance measures and regulations of ancient tea garden, applying the technology of soil testing and formula fertilization, improving the structure of soil nutrients, increasing the publicity of water and fertilizer

收稿日期:2019-10-21.

第一作者:张永坤(1967-),女,云南景洪人,高级工程师.从事林业实用技术推广和林木种苗质量管理工作. Email:714621838@qq.com
责任作者:牛毅(1964-),男,云南建水人,高级工程师.研究方向:生物多样性保护.

management and pest control knowledge.

Key words: ancient tea plant; cause of death; management measures; Menghai County

勐海种茶、制茶、用茶历史悠久,始于西汉、兴于唐宋、盛于清民。勐海茶资源丰富,现有茶园总面积 5.4 万 hm^2 , 采摘总面积 4.2 万 hm^2 , 其中树龄 100 a 以上的古茶树面积 3 081.1 hm^2 ^[1]。古茶树资源丰富,有野生型、栽培型和近缘植物 3 种^[2-4]。勐海县委县政府将古茶资源分为非生产性和生产性 2 种类型保护^[1]。笔者于 2019 年 5 月参加了由勐海县委办牵头组织的勐海茶产业发展现状及产业发展中存在问题的调研,根据调研结果,文中就目前影响勐海古茶产业可持续发展的生产利用型古茶树死亡原因和保护对策进行探讨。

1 古茶树死亡原因

1.1 古茶树赖以生存的环境受到破坏

勐海县水资源、森林资源丰富,水质好,空气清新,无工业污染,为茶叶生长提供了良好的自然环境。全县 11 个乡镇均有古茶树分布,大部分分布在森林覆盖率高、生态良好、海拔 1 400~2 060 m 的山区、半山区,近年来受“古茶树”品牌概念的炒作,古茶树茶叶备受追捧,价格不断攀升,为了获得更多的经济效益,茶农围剥树皮、毁林、侵蚀侵占森林种植茶叶、在古茶园内违规建设等现象时有发生,使古茶树赖以生存的生态环境受到严重破坏,古茶树的生存环境不容乐观。

1.2 古茶树管理不规范

为使古树茶业健康持续发展,管理部门对古茶树资源开发利用与保护做了大量的工作,采取了许多措施,但是管理方式不规范、措施不到位、管理无标准,保护措施不够具体,缺乏完整细致实用的管养操作技术规程,也缺乏完善的政策体系及资金保障。

1.3 古茶树私下流转现象严重,造成林权管理和服

务不到位

林权、农地流转对发展适度规模经营、推动现代林业建设和增加茶农收入发挥了积极的作用,但勐海县古茶树资源流转不同程度地存在流转不规范、侵害茶农利益、农地承包经营权益、擅自改变林地、农地用途,以及林权、农地流转管理和服

务不到位等问题。受利益驱动,茶农将其拥有的古茶树使用权出租给大户、业主或企业法人等承租方,古茶树所有权属于茶农,林地是否流转、价格如何确定、形式如

何选择,都是由农户自主决定,流转收益归农户所有。林权及农地流转是需要按一定程序进行的,但是有部分茶农,不遵守规定,私自流转林地或农地,造成林权管理和服

1.4 没有规范操作规程,导致采摘过度

勐海古茶树在采摘和管理方面,没有规范操作规程,人为干预现象较重。1) 茶叶收购商为了自身的利益,在没有任何科学依据的前提下,鼓吹古茶树保持原生态、不施肥、不施用杀虫剂是保证茶叶品质的唯一方法。2) 为了获取更多价格较高的古茶树春茶鲜叶,秋茶采摘后,茶叶收购商让茶农将古茶树的叶片全部摘除,促使春季大量萌发新芽,获取更多新叶,同时不让茶农对古茶树进行养分补充,这种掠夺式的管理方式使古茶树树势越来越弱。同时对不施肥、不施用杀虫剂保持原生态的古茶树茶叶高价或侧重收购,茶农为了眼前利益,全力配合茶叶收购商的要求,对生态条件较差,有机质及氮、磷、钾等含量低的古茶园不采取施肥措施,不实行采养结合、合理采摘,造成古茶树养分不足,抵抗病虫害及自然灾害能力减弱,加速了古茶树的死亡。

1.5 古茶园存在缺速效磷、速效钾现象

氮、磷、钾是农作物生产必需的三大营养要素,土壤中的速效磷能促进茶叶中类黄酮物质的形成,以及增加茶多酚、氨基酸和咖啡碱的含量。钾是茶树体内 60 多种酶的活化剂,能促进茶树光合作用,增强碳氮代谢,提高茶树抗逆和抗病虫性等^[5]。郝连赤,浦绍柳等对勐海县主要古茶园土壤养分状况分析结果表明,勐海古茶园普遍存在缺乏速效磷、速效钾的现象,这与近年来茶农在古茶园管理中普遍存在的“重采摘、轻管理、轻投入”有关^[6]。这一现象的普遍存在,造成勐海古茶树的树势衰弱,抗逆、抗病虫害能力下降,且茶农为了满足茶叶收购商的条件,不对古茶树进行肥力补充,导致古茶树濒临死

亡或死亡。

2 建议及对策

2.1 修复古茶园生境

对生态环境遭到破坏的古茶园,应遵循自然规律,对古茶园的生境进行修复,坚持保护优先,自然恢复为主,使古茶园生态系统得到恢复。

1) 植被地域规律:不能在古茶园内北树南种,遵循适地适树原则。

2) 植物群落沿袭规律:对生态受到严重破坏的古茶园,首先了解古茶园生态植被群落历史演变过程,根据演变过程采取相应措施逐步恢复植物群落。

3) 适地适群落规律:古茶树和其它树木的搭配、阴坡阳坡树种的搭配等要尊重自然规律,以自然恢复为主。

2.2 加强古茶树科学研究

2.2.1 开展古茶树鲜叶品质、农残含量监测对比

茶叶质量的高低,取决于鲜叶质量和制茶技术水平的高低。其中,鲜叶是制茶的原料,是形成茶叶品质的物质基础。茶叶鲜叶经过分离鉴定的已知化合物约有 500 种,其中有机化合物有 450 种以上,构成这些化学物质的基本元素,已发现的有碳、氢、氧、氮、磷、硫、钾、铁、铜、钙、镁等 29 种,其中氢和氧化合成水占鲜叶重量的四分之三。对相同区域的古茶园运用科学管理和不进行任何管理,对过度采摘的古茶树鲜叶的四项常规成分茶多酚、氨基酸、咖啡碱、水浸出物含量进行检测,对检测结果进行分析对比,同时对茶叶农残进行检测,确定运用科学管理的古树园茶叶农残是否超标。

2.2.2 建立“产、学、研”古茶园科技示范基地

在古茶树分布较多的乡镇建立集“产、学、研”一体化的科技示范基地,对示范基地政府给予政策倾斜和资金补助。示范基地可供科研单位开展科学研究、试验活动,也可做为学校现场教学基地,单位、茶企组织、茶农参观学习基地等,茶叶收益及政府给予的资金补助归茶农所有。古茶园科学管理示范基地的建立对勐海县古茶树可持续保护利用具有现实意义。

2.3 细化古茶园管养技术措施、制定管理技术规程

依托相关部门、科研院所,加快制定勐海县古茶树资源管理技术规程,并将技术规程普及到茶区群众,用以指导古茶园的茶农规范化生产和管理。采取科学的技术措施加强古茶园的管理,对技术措施

进行细化,加强古茶树病虫害防控措施管理,严禁使用国家已明确禁止施用的农药、化肥,帮助指导茶农科学管理、合理施肥用药,推广绿色防控综合措施,确保“绿色、生态”的品牌形象。

2.4 运用测土配方施肥技术,改善土壤养分结构

充分运用测土配方施肥技术,调整土壤中氮、钾的比例,合理利用古茶园及周边的资源,采取堆肥、种植绿肥、施用经过无害化处理的牲畜便、厩肥等,让古茶园保持良好的土壤养分结构,才能确保古茶园得到保护和可持续利用,并提高茶叶的产量和质量^[5]。

2.5 加大古茶树水肥管理及病虫害防控知识宣传力度

近年来茶农和业主过度采摘茶叶,水肥管理及病虫害防控措施不到位,造成部分古茶树树势衰弱、死亡现象,笔者认为茶叶收购企业、承租业主及收购商盲目追求原生态,对古树茶的宣传不科学、不实事求是、鼓吹炒作造成的。建议政府部门引导茶企、茶叶收购商做好勐海茶叶品质的科普宣传工作,科学管理古茶园,让茶农认可合理施肥、用药是保证古茶树可持续经营的唯一正确途径,用科学数据来说服茶企高层管理人员和茶叶收购商,同时通过召开新闻发布会、网络宣传等方式,对各古茶园茶叶品质鉴定和农残含量情况进行公开公示,用事实说话,提升消费者对勐海茶“勐海味”品质的认知度,也让消费者喝上放心的、有质量保障的勐海茶。

3 结论

文中着重对勐海县生产利用型古茶树近年来的死亡原因进行了较系统的分析,认为造成古茶树死亡或树势衰退的主要原因是茶叶收购企业及收购商盲目追求原生态、茶叶承租业主想快速收回投资本金而过度采摘、茶农追求眼前利益盲目听从茶企老板等对古树茶的宣传造成的。为了确保勐海古树茶业健康可持续发展,有针对性地提出了相应的管理措施:1)对生境受到破坏的古茶园以保护优先、自然恢复为主,遵循适地适树、适生态群落原则恢复古茶园生境。2)建立集“产、学、研”一体化的古茶园科学管理示范基地。3)开展茶叶品质和农残含量对比检测,用科学数据说服茶企、茶叶承租业主共同维护和保护古茶园。4)充分应用测土配方施肥技术,科学地对古茶树进行养分补充。5)由茶叶科研部门制定古茶园管理技术规程或古茶树管理实用技术手册。

(下转第 148 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.025

苦楝家系生长性状相关分析与单株选育

吴创业^{1,2},倪静¹,谷秋芳³,李天明²,顺玉珩²,李继东¹

(1.河南农业大学,河南郑州450002;2.国有温县苗圃,河南温县454850;

3.郑州市管城回族区农业农村工作委员会,河南郑州450000)

摘要:以河南省国有温县苗圃试验地6个种源的180个家系的实生苦楝为研究对象进行生长性状差异性分析。结果表明,180个家系间胸径、树高和冠幅差异极显著;6个种源间胸径和树高差异极显著。对试验地现存的苦楝个体生长性状进行相关分析,结果表明,树高与胸径、枝下高、冠幅,胸径和冠幅表现出极显著相关。对苦楝180个家系进行选优,共选出32个优良家系,其中渭南种源12个,郑州种源15个,兰考种源2个,新乡种源3个。对1211株苦楝个体进行无性系选优,共选出90株优良无性系苦楝,选中的家系和个体可用于下一步的选优选育。

关键词:苦楝;生长性状;差异分析;相关分析;优良家系;单株选育;优良无性系

中图分类号:S792;S725 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0135-03

引文格式:吴创业,倪静,谷秋芳,等.苦楝家系生长性状相关分析与单株选育[J].林业调查规划,2020,45(2):135-137,142.

WU Chuangye, NI Jing, GU Qiufang, et al. Correlation Analysis of Growth Traits and Individual Selection of *Melia azedarach* Families[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 135-137, 142.

Correlation Analysis of Growth Traits and Individual Selection of *Melia azedarach* Families

WU Chuangye^{1,2}, NI Jing¹, GU Qiufang³, LI Tianming², SHUN Yuheng², LI Jidong¹

(1. Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. State-owned Wenxian County Nursery, Wenxian, Henan 454850, China; 3. Committee on Agricultural and Rural Work of Guancheng Hui District, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: The differences of growth traits of *Melia azedarach* were analyzed in 180 families from 6 provenances in the nursery of Wenxian County, Henan Province. The results showed that there were extremely significant differences in DBH, tree height and crown diameter among 180 families, and extremely significant differences in DBH and tree height among 6 provenances. The correlation analysis of the individual growth traits of *Melia azedarach* showed that the tree height was significantly correlated with DBH, branch height and crown diameter, while DBH was significantly correlated with crown diameter. A total of 32 excellent families were selected, among which there were 12 from Weinan, 15 from Zhengzhou, 2 from Lankao, and 3 from Xinxiang. A total of 90 excellent clones of *Melia azedarach* were selected from 1 211 individuals. The selected families and individuals could be used for the next selection and optimization

收稿日期:2019-08-16.

基金项目:国家级林木良种基地建设专项(201704106).

第一作者:吴创业(1976-),男,河南温县人,工程师.主要从事林木遗传研究. Email:wxmp12@163.com

责任作者:李继东(1976-),男,河南南阳人,副教授.主要从事林木遗传育种的教学与科研工作. Email:lijidong@henau.edu.cn

work.

Key words: *Melia azedarach*; growth traits; difference analysis; correlation analysis; excellent families; individual selection; excellent clones

苦楝 (*Melia azedarach* L.), 是楝科楝属的一种喜光落叶乔木, 自然地理分布范围极广, 是我国较为常见的一种的优良乡土树种, 其生长速度快, 材质好, 外形美观, 对于土质的要求不高, 能大量吸收有毒有害气体, 同时具有极高的观赏价值和使用价值, 既可作为速生用材使用, 也可作为园林绿化树种。苦楝的药用价值也极大, 具有抑菌、杀灭和驱赶农作物害虫等作用。苦楝作为一个多功能树种具有广阔的应用前景, 但当前河南省对于苦楝的研究尚较少, 筛选出优良种源、家系、无性系进行规模化发展是当务之急^[1-3]。

国有温县苗圃收集保存了来自 6 个地区的 180 个苦楝家系, 通过对其生长形状进行一系列调研工作, 为开展苦楝优良无性系选择和良种培育提供参考。

1 试验地概况

试验地点位于河南省国有温县苗圃, 位于河南温县东南部的黄河滩区, 地理坐标为北纬 34°50′~35°03′, 东经 112°51′~113°13′。温县年均温 14.3℃, 年均日照时间 2 511.7 h, 日照率为 54%; 年均太阳辐射量为 121.47 千卡/cm², 年平均降水量 552.4 mm, 6—9 月为雨季, 降水量占总量的 80%。试验地位于滩区中部, 土壤主要为砂土、砂壤土、两合土。土层深厚, 结构疏松, 通透性好, PH 值为 7.5~8.5。

2 材料与方法

试验材料均为 2007—2017 年 10 年生实生苦楝单株, 其中包括 6 个种源, 分别为: 渭南、郑州、兰考、泰安、徐州和新乡, 其中渭南、郑州、徐州种源各现存 30 个半同胞家系。兰考和泰安种源各现存 31 个半同胞家系, 新乡现存 28 个半同胞家系。采用随机区组设计, 每个种源 3 次重复, 每次重复中各家系小区内共有 6 株苦楝, 株行距为 4 m×1.5 m。对试验地内的苦楝除保护行外进行每木检尺, 测量内容包括胸径、树高、枝下高、南北及东西冠幅。测量仪器包括围尺、布鲁莱斯测高器和皮尺。本次试验数据均通过 EXCEL2010 进行方差分析、相关分析等^[4-6]。

3 结果与分析

3.1 苦楝家系生长性状差异分析

单因素方差分析作为一种研究单个因素在各水平间是否有显著差异的科学试验数据分析方法, 使影响试验指标的因素造成的变异、波动有了定量的描述。在研究苦楝各家系间以及各种源间的胸径、树高、枝下高、冠幅是否显著, 来区分家系和种源对苦楝生长性状是否有影响, 为优良种源的早期选择等实际工作提供参考。

3.1.1 不同苦楝家系间生长性状差异分析

对 180 个苦楝家系之间进行方差分析, 结果显示, 不同苦楝家系除枝下高不显著, 均方差为 1.11 外, 其胸径、树高、冠幅差异极显著, F 值检验达 0.01 极显著水平, 均方差分别为 2.21、2.12、2.44 (表 1)。说明在相同的立地环境条件下, 各家系苦楝间的树冠结构及胸径、树高之间均有较大差异, 枝下高则不会表现明显差异。

表 1 180 个苦楝家系间 4 个生长性状方差分析

Tab. 1 Variance analysis of 4 growth traits among 180 *Melia azedarach* families

性状	平均值	SS		F	P
		组间	组内		
胸径/cm	12.65	1162.07	1058.00	2.21 **	1.16E-10
树高/m	7.99	161.12	152.75	2.12 **	9.33E-10
枝下高/m	2.65	279.06	507.89	1.11	0.214712714
冠幅/m	3.46	124.80	102.78	2.44 **	4.18E-13

注: ** 表示 0.01 极显著水平, * 表示 0.05 显著水平 (下同), $F_{0.05}(179, 360) = 1.23$, $F_{0.01}(179, 360) = 1.34$ 。

3.1.2 不同种源苦楝间生长性状差异分析

对 6 个种源之间进行方差分析, 结果显示, 不同种源苦楝胸径、树高差异极显著, F 值检验达 0.01 极显著水平, 均方差分别为 5.26 和 6.04; 枝下高和冠幅差异不显著, 均方差分别为 1.05 和 2.04 (表 2)。说明在相同的立地环境条件下, 各种源苦楝间的胸径和树高之间有较大差异, 枝下高和冠幅则不会表现明显差异。

表 2 6 个种源苦楝间 4 个生长性状方差分析

Tab. 2 Variance analysis of 4 growth traits among 6 *Melia azedarach* provenances

性状	平均值	SS		F	P
		组间	组内		
胸径/cm	12.66	11.98	5.46	5.26**	0.008669118
树高/m	7.96	2.17	0.86	6.04**	0.005106248
枝下高/m	2.65	3.03	6.93	1.05	0.43250916
冠幅/m	3.47	0.54	0.63	2.04	0.145351719

注: $F_{0.05}(5,12) = 5.06, F_{0.01}(5,12) = 3.11$

3.2 苦楝生长性状相关分析

对整个种子园内现存苦楝个体生长性状间进行相关分析,结果显示,胸径和树高,胸径和冠幅,树高和枝下高,树高和冠幅之间相关极显著,胸径和枝下高,枝下高和冠幅之间相关不显著,均表现为正相关。说明胸径和树高之间,胸径和冠幅之间,树高和枝下高之间,树高和冠幅之间的相互影响均较大,胸径和枝下高,枝下高和冠幅之间未表现出极大的关联(表 3)。

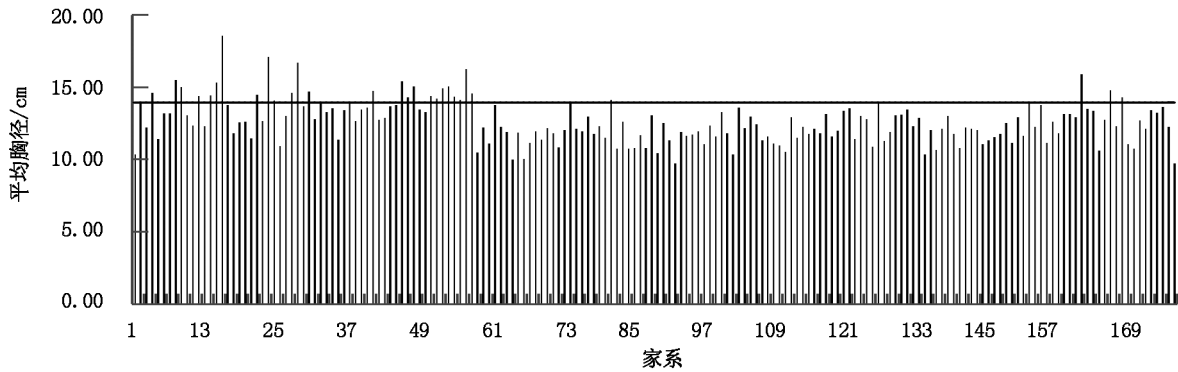


图 1 180 个苦楝家系的平均胸径

Fig. 1 Average DBH of 180 *Melia azedarach* families

以胸径指标为主要依据,对该试验地现存的 1 112 株苦楝进行无性系选优,以 1.3 倍胸径总体平均值 16.37cm 为标准^[12],共选出 90 株优良无性系苦楝可用于下一步的选优选育工作。

4 结论与讨论

对 180 个苦楝家系间和 6 个苦楝种源的生长性状进行差异性分析,结果表明:180 个家系间胸径、树高和冠幅均表现出极大差异,而枝下高表现差异不显著;6 个种源间胸径和树高表现出极大差异,而枝下高和冠幅表现差异不显著。

表 3 苦楝个体间 4 个生长性状相关分析

Tab. 3 Correlation analysis of 4 growth traits among *Melia azedarach* individuals

	胸径	树高	枝下高	冠幅
胸径	1			
树高	0.556598136**	1		
枝下高	0.0219691	0.235154814**	1	
冠幅	0.616980459**	0.316658656**	-0.00899314	1

3.3 苦楝优良家系及单株选育

因培育目的主要以用材和园林绿化为主,在生长性状中对胸径的要求较高,根据河南省地方标准林木品种审定规范:以胸径指标为主要依据,对苦楝 180 个家系进行选优,以 1.1 倍家系胸径总体平均值 13.92 cm 为标准^[7],共选出 32 个优良家系,其中渭南种源苦楝 12 个家系,郑州种源 15 个家系,兰考种源 2 个家系,新乡种源 3 个家系,泰安和徐州种源的各半同胞家系苦楝均未入选优良家系(图 1)。

对试验地现存的 1 211 株苦楝个体生长性状进行相关分析发现:树高与胸径、枝下高、冠幅均存在极显著相关,说明树高对胸径、枝下高、冠幅影响较大。胸径和冠幅之间也存在极显著相关,胸径和枝下高及枝下高和冠幅之间相关不显著。

对苦楝 180 个家系进行选优,以胸径指标为主要依据,共选出 32 种优良家系,其中渭南种源苦楝 12 个家系,郑州种源 15 个家系,兰考种源 2 个家系,新乡种源 3 个家系。对该试验地现存的 1 211 株苦楝进行无性系选优,共选出了 90 株优良无性系苦楝 (下转第 142 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.026

金黄熊猫树在福建南亚热带引种适应性试验研究

陈国彪

(福建省龙海九龙岭国有林场,福建漳州 363112)

摘要:在福建南亚热带气候区开展金黄熊猫树引种试验,对其适应性和抗逆性进行调查分析。结果表明:金黄熊猫树适应性强、种植容易且萌芽力强、生长较快,在没有受冻或轻微受冻的情况下,幼树的生长速度与该树种在深圳种植的生长量相当,3 a 生即可正常开花结实,且其具有较强的抗风性、抗旱和抗病虫害能力,但耐寒性有限,幼树可耐 -1.5°C 的低温。因此金黄熊猫树适合在福建南亚热带气候区极端低温不低于 -1.5°C 、海拔 300 m 以下的地段种植,但不宜在山谷、低洼等有寒流沉积的地段种植。

关键词:金黄熊猫树;引种;生长量;适应性;抗逆性;福建南亚热带气候区

中图分类号:S717.13;S722.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0138-05

引文格式:陈国彪. 金黄熊猫树在福建南亚热带引种适应性试验研究[J]. 林业调查规划,2020,45(2):138-142.

CHEN Guobiao. Experiment on Adaptability of Introducing *Xanthostemon chrysanthus* in South Subtropical Zone of Fujian Province[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(2):138-142.

Experiment on Adaptability of Introducing *Xanthostemon chrysanthus* in South Subtropical Zone of Fujian Province

CHEN Guobiao

(Jiulongling State-owned Forest Farm of Longhai, Zhangzhou, Fujian 363112, China)

Abstract: The introduction experiment of *Xanthostemon chrysanthus* was carried out in the south subtropical zone of Fujian Province to analyze the adaptability and stress resistance of *Xanthostemon chrysanthus*. The results showed that the *Xanthostemon chrysanthus* had strong adaptability, easy planting, strong germination ability and fast growth. The growth rate of young trees was equivalent to that of the trees planted in Shenzhen without freezing or slight freezing, and after 3 years, it blossomed and fruited normally. The *Xanthostemon chrysanthus* was strong on wind resistance, drought resistance and pest resistance, but limited on cold tolerance, and the young trees could tolerate the low temperature of -1.5°C . Therefore, the *Xanthostemon chrysanthus* was suitable for planting in areas below 300 m above sea level where the extreme low temperature was not lower than -1.5°C in the south subtropical zone of Fujian Province, but not in areas with cold current deposits such as valleys and low-lying areas.

Key words: *Xanthostemon chrysanthus*; introduction; growth; adaptability; stress resistance; south subtropical zone of Fujian

收稿日期:2019-10-14.

基金项目:福建省花卉苗木品种引进与研发创新“金黄熊猫树引种与种质研发创新”(闽林计财[2016]30号).

第一作者:陈国彪(1969-),男,本科,高级工程师.主要从事森林资源培育与经营管理工作. Email:guobiaoc@126.com

金黄熊猫树 (*Xanthostemon chrysanthus* (F. Muell.) Benth.) 又名金蒲桃, 别名澳洲黄花树, 系桃金娘科蒲桃属常绿小乔木, 是澳洲特有的代表性植物之一, 为昆士兰州凯恩斯市 (Cairns) 市树^[1-2]。其树形优美, 木质坚硬, 花为金黄色, 花色、花形独特, 开花时其鲜黄色的花朵聚生在枝条的顶端, 近观如绒球, 远看仿佛一个个憨态可掬的熊猫脸, 故称为“金黄熊猫”。适宜作园景树木、行道树以及房前屋后等非规划林地造林, 幼株可盆栽, 具有较高的绿化景观和经济开发价值^[3]。金黄熊猫树为热带植物, 性喜光照充足、温湿的环境, 目前在国内引种的范围有限, 仅在广东、福建等部分地区有栽种, 尚未大面积推广种植^[4-7]。本项目在少量试种基础上, 于 2017 年在福建的漳州、莆田等南亚热带气候区同时开展引种试验, 目前有关金黄熊猫的

引种适应性方面, 仅见该树种在深圳以及本项目引种在福建莆田的基本情况的简单介绍^[5-6]。文中对金黄熊猫树在福建南亚热带气候区引种的适应性、抗逆性进行分析评价, 为金黄熊猫树的引种栽培与种质开发利用提供依据和参考。

1 试验地概况

试验地同时设在福建省漳州市龙海九龙岭国有林场北径工区 2-5 小班 (117°37'~117°45'E, 24°20'~24°25'N)、莆田市仙游溪口国有林场场部工区 21-16 小班 (118°34'E, 25°40'N) 和莆田市仙游大济镇虎垄村 (118°37'44"E, 25°25'49"N)。3 个试验地的气候及立地条件见表 1。

表 1 试验点气候及立地基本情况

Tab. 1 Climate and basic conditions of experimental sites

地点	年均温 /°C	最冷 月均温 (1月) /°C	最热 月均温 (7月) /°C	年降 水量 /mm	相对 湿度 /%	无霜期 /d	极端 低温 /°C	海拔 /m	坡向	坡度 /°	土壤 肥力 等级
漳州九龙岭国有林场	20.9	12.2	29.6	1480	80	325	-1.5	150~180	东南	20~25	Ⅲ
仙游溪口国有林场	21.1	12.4	28.7	1535	78	316	-2.0	200~215	东南	15~18	Ⅲ
仙游大济镇虎垄村	20.3	12.1	27.5	1547	77	314	-3.0	148	平地		Ⅱ

其中龙海九龙岭国有林场试验地小班面积 12 hm², 试验面积 1.67 hm², 试验地为桉树采伐迹地, 林下植被主要有芒萁骨 (*Dicranopteris linearis*)、乌毛蕨 (*Blechnum orientale* Linn.)、华南鳞盖蕨 (*Microlepia hancei* Prantl)、悬钩子 (*Rubus corchorifolius* L. f.)、野牡丹 (*Melastoma candidum* D. Don)、葛藤 (*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi) 等; 仙游溪口国有林场试验面积 0.67 hm², 试验地为桉树采伐迹地, 林下植被主要有芒萁骨、小刚竹 (*Phyllostachys bambusoides* Sieb. et Zucc.)、五节芒 (*Miscanthus floridulus* (Labill) Wano) 等; 仙游大济镇虎垄村试验面积 2 hm², 试验地为四边环山的山垄田农用地 (周边山地海拔 450~530 m, 试验地海拔 148 m), 种植过水稻、花生、地瓜等农作物。3 个试验地的地理气候属南亚热带海洋性季风气候带, 土壤均为花岗岩发育的红壤。

2 材料与方法

2.1 种质材料及试验设计

试验材料为广东深圳早期引种的 20 a 生大树

采收的种子 (原产地澳洲的具体情况难以考究, 本试验属二次引种), 造林苗木为莆田市仙游县满光花木苗圃专业合作社繁育的 1 a 生实生容器苗, 苗高 40~50 cm, 地径 0.3~0.4 cm。试验采用单因素随机区组设计, 按地形走势和坡位设置 3 个重复。

2.2 营造与管护

2017 年春季试验地经清杂后块状整地并挖明穴, 穴规格为 50 cm×40 cm×30 cm, 造林前每穴施钙镁磷肥 150 g 作为基肥。漳州九龙岭国有林场和莆田市仙游溪口国有林场的造林密度为 2 250 株/hm² (株行距 2.0 m×2.2 m), 莆田市仙游大济镇虎垄村是租赁的农用地, 为充分利用有限的土地资源, 种植密度较大, 为 10 000 株/hm² (株行距 1.0 m×1.0 m)。3 个点的管护措施一样, 造林后幼树期每年 5 月和 11 月各全面锄草抚育 1 次并每年 (连续 3 年) 5 月结合抚育进行追肥 1 次, 每株追施 48% 的 NPK 复合肥 100 g。仙游大济镇虎垄村试验林于 2018 年 1 月受冻全枯死, 2018 年 3 月采用全切干恢复补救措施, 并在萌芽 2 个月后的 5 月去萌芽条 (每树桩保留

1 株)并培土施肥,施肥与其它试验点一样,即施 48%的 NPK 复合肥 100 g。

2.3 数据调查与处理

引种后每年调查存活率、树高、地径(胸径)、冠幅等生长指标,观察记载物候特征,以及对不良气候如台风、低温寒流、高温、病虫害的反应情况,并收集自然灾害气候资料。其中寒害情况分析,参照国家林木寒害分级标准(表 2)。在调查中,每个试验点设置 20 m×20 m 的临时样地各 1 个,对照桉树冻害分级标准逐株调查评定冻害级并统计平均受冻级代表值^[8-9]。

表 2 寒害等级参考标准

Tab. 2 Reference criteria for cold hazard grades

寒害等级 代表值	症状		
	叶	枝	主干
0(无冻)	叶片正常,未受冻失绿或脱落	未受冻害	树干无损伤
1(轻微冻)	树冠 1/4 的叶片受冻失绿、干枯宿存或脱落	嫩梢枝条受冻轻微,过后很快恢复生长	树干无损伤
2(轻冻)	树冠 1/4 ~ 1/2 叶片受冻失绿、干枯宿存或脱落	顶梢枯萎	树干冻枯 < 1/3
3(中冻)	树冠 1/2 ~ 3/4 叶片受冻失绿、干枯宿存或脱落	当年生枝条大部分受冻枯死,部分多年生枝条受冻	树干冻枯 1/3 ~ 1/2
4(重冻)	树冠 > 3/4 叶片受冻失绿、干枯宿存或脱落	多年生枝条大部分受冻枯死	树干冻枯 ≥ 1/2
5(冻死)	树冠全枯	全部受冻枯死	树干全枯

3 结果与分析

3.1 金黄熊猫树引种适应性分析

引种过程中,造林成活率、保存率、对逆境的适

应性以及开花物候特性可以反映出该物种对引种环境的适应程度及遗传差异^[9]。成活率和保存率调查表明,3 个试验点造林当年的保存率均较高,达 96%以上,2 a 生时的保存率也达 95%以上。经方差分析结果表明,3 个地点的造林成活率、保存率没有差异。虽然仙游大济镇虎垄村试验林 2018 年 1 月受冻全切干后萌芽,但保存率也在 95%以上。说明金黄熊猫树的适应性较强,种植容易且萌芽力很强。

在速生性方面,种植当年整体平均树高、地径、冠幅分别达 0.73~0.88 m、1.16~1.46 cm 和 0.81~0.93 m。随后,受种植当年冬春(2018 年 1 月)连续长时间低温霜冻的影响,因为试验地四面环山,寒流沉积造成仙游大济镇虎垄村试验林全部冻枯至基部,其它 2 个试验点的受冻很轻微而生长没有受太大影响。2 a 生时除仙游大济镇虎垄村点外,轻微或未受霜冻的林分树高、胸径、冠幅分别可达 1.96~2.32 m、2.52~3.12 cm 和 1.04~1.06 m,且大约有 50%的植株开始进入开花结实期,即在未受冻或轻微受冻的情况下,种植 2 a(含苗期 3 a 生)即可正常开花结实。对 3 个试验点 1 a 生的生长量进行多重比较与方差分析,多重比较结果见表 3,方差分析结果见表 4。

结果表明,种植当年,3 个地点的树高达显著差异,而地径、冠幅生长量没有差异,漳州和仙游山地种植的树高生长量显著高于仙游虎垄村农用平地。金黄熊猫树与桉树一样同属于桃金娘科喜光喜热的树种,虽然虎垄村农用平地的土壤肥力(Ⅱ类地)高于其它 2 个试验地(Ⅲ类地),但是其试验地四周环山,光照时间较短,由此其树高生长量低于其它 2 个试验点。2 a 生时漳州九龙岭国有林场与仙游溪口国有林场间的树高、胸径、冠幅经成对双样本 T 检验结果表明,两地间的生长没有差异($t_{\text{树高}} = 3.6506$,

表 3 各试验点金黄熊猫树幼树生长情况

Tab. 3 Growth of young trees of *Xanthostemon chrysanthus* in different experimental sites

试验地点	1 a 生				2 a 生			
	保存率 /%	平均树高 /m	平均地径 /cm	平均冠幅 /m	保存率 /%	平均树高 /m	平均胸径 /cm	平均冠幅 /m
漳州九龙岭国有林场	97.80	0.88 a	1.46 a	0.84 a	96.40	2.32	2.52	1.06
仙游溪口国有林场	96.40	0.83 a	1.18 a	0.81 a	96.00	1.96	3.12	1.04
仙游大济镇虎垄村	98.50	0.73 b	1.16 a	0.93 a	95.60	1.29	1.79	1.44

注:1 a 生的数据为冻害前调查(仙游调查时间为 2017 年 12 月 28 日,漳州调查时间为 2018 年 3 月 15 日);虎垄村 2 a 生的数据为 2018 年 1 月受冻全切干后萌芽的,实际为 1 a 生。

表 4 不同试验点金黄熊猫 1 a 生幼树生长量方差分析

Tab. 4 Growth variance analysis of 1-year-old *Xanthostemon chrysanthus* in different experimental sites

变异来源	自由度	树高			地径			冠幅		
		平方和	均方	F 值	平方和	均方	F 值	平方和	均方	F 值
重复间	2	0.0171	0.0085	4.830	0.0942	0.0471	1.608	0.0126	0.0063	1.783
试验点间	2	0.0253	0.0126	7.151*	0.1393	0.0696	2.379	0.0289	0.0144	4.085
误差	4	0.0071	0.0018		0.1171	0.0293		0.0141	0.0035	

注: $F_{(2,4)} 0.05/0.01 = 6.94/18.00$

$t_{地径} = 3.107, t_{冠幅} = 0.283, df = 2, T_{0.05/0.01} = 4.3027/9.9248$ 。因为漳州龙海和仙游溪口林场的林地气候、立地等生境条件以及经营管理水平相当,因此 2 地的生长量没有差异。

总体上,金黄熊猫树可以适应福建南亚热带地区气候环境,其对立地条件要求不严、生长迅速,幼树的生长速度与该树种在深圳种植的生长量相当^[6],尤其在低海拔(300 m 以下)山地不受冻或轻微受冻的情况下,其速生性较为明显。此外,金黄熊猫树在福建莆田、漳州等南亚热带气候区引种,种植 2 a,即 3 a 生即可正常开花结实,花期从 9 月初到 12 月底持续 3 个月,相比在广东、深圳提前 3 个月开花^[6](华南地区温度高、热量足,营养生长持续时间更长)。

3.2 金黄熊猫树引种抗逆性分析

在福建南亚热带区域,限制热带树种生长的主要因素是夏季台风和冬春低温寒流危害。从抗风性看,2017 年种植以来,经历了 2017 年 2 号台风“苗柏”(登陆深圳)、7 号“洛克”(登陆香港)、9 号“纳沙”(登陆台湾宜兰、福建福清)、10 号“海棠”(登陆福建福清)和 13 号台风“天鸽”(登陆广东珠海),2018 年 8 号台风“玛莉亚”(在福建连江沿海登陆)、26 号超强台风“玉兔”(在广东登陆)以及 2019 年 9 号台风“利奇马”(在温州苍南一带登陆)等多次台风袭击,尤其是在福建登陆的 2017 年 9 号“纳沙”、10 号“海棠”、2018 年 8 号台风“玛莉亚”及周边省区登陆的 2018 年 26 号超强台风“玉兔”以及 2019 年 9 号台风“利奇马”的袭击。台风登陆期间,3 个试验地的风力在 10 级以上,阵风 12 级以上,周边的桉树、杉木、马尾松等出现严重的风害现象,而金黄熊猫试验林均未出现风折、倒伏问题,说明金黄熊猫树有很强的抗风性,这与其根系发达、树干粗壮、枝条柔韧的特性有关。此外,种植以来,3 地的试验林均未发现病虫害危害及早害现象,说明其抗旱和抗病虫害能力也较强。

在耐寒性方面,福建每年的低温寒流基本出现在冬春季节,即阳历的 12 月 25 日至翌年 1 月 25 日。2017 年冬至 2018 年早春福建出现了寒流低温天气,3 个试验点出现了不同程度的极端低温寒流,其中漳州九龙岭国有林场和仙游溪口国有林场的试验地出现 -1.5°C ,经调查有 20%~25% 的林木顶梢受冻约 5~10 cm,受害平均等级达 0.5 级。而在仙游大济镇虎垄村,由于地形因素,四面环山,造成寒流沉积,试验地出现 5 h 以上 -2.5°C 的低温霜冻,试验林全部受冻枯死,后采取全截干萌芽。2 a 生时,仙游大济镇虎垄村在 -1.0°C 低温下,有 12% 的植株顶梢嫩叶少量受冻变黄、叶尖萎卷,平均受害等级 0.15。其它 2 个点的试验林没有冻害,生长正常(表 5)。

表 5 不同试验点金黄熊猫的寒害情况

Tab. 5 Cold damage of *Xanthostemon chrysanthus* in different experimental sites

试验地点	海拔/m	1 a 生受冻情况 (2017 年)		2 a 生受冻情况 (2018 年)	
		低温 / $^{\circ}\text{C}$	平均寒害等级	低温 / $^{\circ}\text{C}$	平均寒害等级
漳州九龙岭国有林场	150~180	-1.5	0.51	0	0
仙游溪口国有林场	200~215	-1.5	0.53	0	0
仙游大济镇虎垄村	148	-2.5	5.00	-1.0	0.15

注:2017 年的寒流指 2017 年 12 月 25 日—2018 年 1 月 25 日间的低温霜冻;2018 年的寒流指 2018 年 12 月 25 日—2019 年 1 月 25 日间的低温霜冻。

综合这 2 年的冻害及金黄熊猫树恢复生长情况调查,其幼树能耐 -1.5°C 的低温,即在不低于 -1.5°C 的情况,不会受冻或仅轻微受冻而不影响生长,适合在福建南亚热带气候区海拔 300 m 以下、极端低温不低于 -1.5°C 的区域种植,但在山谷、低洼等有寒流沉积的地段不宜种植。

4 结论与讨论

1) 金黄熊猫树在福建亚热带气候区引种适应性强、种植容易且萌芽力很强,生长较快,在Ⅲ类以上立地质量等级下,当年平均树高、地径、冠幅分别达 0.73~0.88 m、1.16~1.46 cm 和 0.81~0.93 m。在没有受冻或轻微受冻的情况下,2 a 生树高、地径、冠幅分别可达 1.96~2.32 m、2.52~3.12 cm 和 1.04~1.06 m,幼树的生长速度与该树种在深圳种植的生长量相当,而且 3 a 生即可正常开花结实,花期从 9 月初到 12 月底持续 3 个月,相比在广东、深圳提前 3 个月开花。

2) 试验初步结果表明,金黄熊猫树具有较强的抗风性、抗旱和抗病虫害能力,但耐寒性有限。幼树能耐-1.5℃的低温,即在不低于-1.5℃的情况,不会受冻或仅轻微受冻而不影响生长,该树种适合在福建亚热带气候区极端低温不低于-1.5℃、海拔 300 m 以下的地段种植,但不宜在山谷、低洼等有寒流沉积的地段种植。

3) 由于试验时间尚短,关于该树种适应性与立地、气候间的互作效应、稳定性、开花结实特性以及抗逆性的生理机制等还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] NAZARUDIN A M R, TSAN F Y. Vegetative and Reproductive Growth Behaviour of *Xanthostemon chrysanthus* (F. Muell.) Benth. —An Ornamental Tree in Malaysia [J]. SAINS MALAYSIANA, 2018, 47(2): 227-233.
- [2] 申凯歌, 张应中, 王明怀, 等. 金黄熊猫促萌及扦插试验研究[J]. 林业实用技术, 2017(5): 34-37.
- [3] 吴建宇. 园林树种金蒲桃扦插繁育技术研究[J]. 广西林业科学, 2019, 48(3): 389-392.
- [4] 兰建彬, 刘国花, 唐建民, 等. 黄金蒲桃对低温逆境的生理响应及其抗寒性[J]. 广东农业科学, 2014, 41(15): 37-42.
- [5] 吴建宇, 蔡益航, 陈强, 等. 金黄熊猫树引种适应性研究[J]. 现代农业科技, 2016(22): 128-130.
- [6] 吴盈莹, 刘永金, 廖怡, 等. 金蒲桃在深圳市的适应性研究[J]. 现代农业科技, 2014(11): 82-83.
- [7] 莫健斌, 陈文燕, 马斌, 等. 黄金蒲桃组织培养初步研究[J]. 江苏林业科技, 2013, 40(5): 10-13.
- [8] 林业寒害联合调查组. 广东省林业寒害情况[J]. 广东林业科技, 2000(4): 26-33.
- [9] 蔡金清. 柳窿桉 9 号的适应性试验[J]. 青海农林科技, 2006(3): 18-20, 38.

(责任编辑 杨竣熔)

(上接第 137 页)

棟,选中的家系和个体仅表型优良,下一步可通过遗传测定等方法进一步选出遗传品质优良的家系和个体。

参考文献:

- [1] 程远斌, 彭君玲. 棟树—多用途的生态经济树种[J]. 河南林业科技, 2003(3): 71.
- [2] 杨吉安, 马玉花, 苏印泉, 等. 苦棟研究现状及发展前景[J]. 西北林学院学报, 2004(1): 115-118+122.
- [3] 王顺华. 苦棟树的综合利用[J]. 湖北化工, 1990(4): 40-41.

- [4] 王家源, 郭杰, 喻方圆. 不同种源苦棟种子生物学特性差异[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2013(1): 49-54.
- [5] 教忠意, 徐长柏, 丁学农. 苦棟优良家系初步选择[J]. 浙江林业科技, 2011(3): 48-50.
- [6] 陈羨德, 陈礼光, 阙茂文, 等. 不同种源苦棟幼林试验初步研究[J]. 福建林学院学报, 2008(1): 23-26.
- [7] 雷跃平, 谢文贵, 张超英, 等. 河南省地方标准林木品种审定规范[M]. 郑州: 河南省质量技术监督局, 2004.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.027

木棉雄蕊特征与其繁殖策略的关系分析

罗晓滔, 胡世俊, 马焕成

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

摘要:采用野外观察和实验室检测方法,对云南省个旧市冷墩村的木棉花部结构、雄蕊特征、花粉活性进行研究。结果表明,自然种群中花部形态特征具有一定变异性,3层雄蕊变异系数大小关系显著。在湿度为60%、温度为35℃时花粉活性最强。研究发现,木棉雄蕊长短变化可能有利于不同传粉生物传粉效率提高和增强适应性;木棉高层雄蕊花药个体大、花粉数量多、活性高,适应干热河谷传粉繁殖条件;温度较低时,底层花药花粉活力相对较高,可为逆境环境下木棉高层花药受损后提供后备花粉源。文章就木棉花部形态与繁殖关系、木棉形态及花粉活力对繁殖的影响进行讨论。
关键词:木棉;雄蕊特征;繁殖策略;花部结构;形态变异;花粉活力;传粉

中图分类号:S792;Q945.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0143-06

引文格式:罗晓滔,胡世俊,马焕成.木棉雄蕊特征与其繁殖策略的关系分析[J].林业调查规划,2020,45(2):143-148.

LUO Xiaotao, HU Shijun, MA Huancheng. Relationship between Stamen Characteristics and Breeding Strategy of *Bombax malabaricum* [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 143-148.

Relationship between Stamen Characteristics and Breeding Strategy of *Bombax malabaricum*

LUO Xiaotao, HU Shijun, MA Huancheng

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

Abstract: The structure, stamen characteristics and pollen activity of *Bombax malabaricum* in Lengdun Village, Gejiu City, Yunnan Province were studied by field observation and laboratory test. The results showed that the morphological characteristics of flowers in the natural population had certain variability, and the variation coefficient of the three-layer stamens was significant. The pollen activity was the strongest at the humidity of 60% and the temperature of 35℃. The changes in stamen length of *Bombax malabaricum* might be beneficial to the pollination efficiency and adaptability of pollinators. The high-level stamens of *Bombax malabaricum* had large individual anthers, numerous pollen and high activity, which were suitable for pollination and propagation conditions in dry and hot valleys. The pollen viability of the bottom anther was relatively high when the temperature was low, which could provide the source of back-up pollen after the damage of the high-level anther in the adverse environment. This paper discussed the relationship between the morphology and breeding of *Bombax malabaricum*, and the influence of the morphology and pollen vitality on breeding.

收稿日期:2019-10-10;修回日期:2019-11-12.

第一作者:罗晓滔(1993-),女,云南保山人,硕士研究生.研究方向:林木遗传育种.

Key words: *Bombax malabaricum*; stamen characteristics; breeding strategy; flower structure; morphological variation; pollen vitality; pollination

木棉是生长在热带、亚热带地区的大叶型乔木,高 10~25 m。树干挺直,基部密生瘤刺防止动物侵入。木棉外观随季节变化展现不同的景象,木棉花桔红色,先开花后长叶,树形颇具阳刚之美,是行道树、园庭观赏树首选。产于云南、四川、贵州、广东、福建和台湾等亚热带省区。目前国内外对木棉的研究主要集中在栽培技术管理、组织培养、生态绿化、遗传多样性等方面,对其繁育系统相关研究仅限于木棉嫁接繁育、种植繁育技术和花部形态特征与传粉者行为等方面^[1-3]。关于繁殖生态学方面针对外部环境及时间变化对木棉生长繁殖的影响研究相对较少,对木棉花雄蕊特征的研究将有助于理解木棉生长环境与时间变化对木棉生长繁殖的影响,因此显得尤为重要。

植物繁育系统通过花部式样、花开方式、雄蕊雌蕊开放先后及持续时间与不同的交配系统综合影响后代遗传组成的有性性别特征。交配系统是植物繁育系统的核心。在锦葵目木棉科植物中,目前国内外学者多注重研究经济植物,如榴莲、瓜栗属、猴面包的花开特征及繁育系统。对繁育系统的全面研究有助于把握植物花开特性与传粉种类、气候特征的协同关系。木棉每年 2—3 月开花,5 月末果实成熟后飘絮完成结实过程。其间干季没有叶片情形下完成结果过程的木棉繁殖是一项值得深入研究的课题。本研究对木棉雄蕊形态特征、花体活性等进行深入研究,旨在了解该物种在干热河谷的适应性,进一步明确其繁殖特性,为该物种保育、生态利用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

实验在云南省红河州个旧市保和乡冷墩村木棉试验基地进行,该地属干热河谷,南亚热带季风气候。木棉为该地主要优势乔木树种,研究材料选自

木棉自然种群。

1.2 形态指标测量

在自然条件下,随机选取 15 株木棉,每棵分别选取 2 颗尚未开放的花苞进行标记,连续观察并记录花蕾生长、花开动态。在上午时间选择盛花期木棉对部分完全开放的花进行花部形态指标测定。利用游标卡尺测量木棉花的花托直径、花瓣长和宽、雌蕊长度、外层雄蕊长度、内高层雄蕊长度、内低层雄蕊长度,计算变异系数,分析这些器官变异大小。

用镊子将花药取出放入离心管中,常温干燥 48 h 后存放 4℃ 冰箱。在导电胶上将其均匀分布,置于金属载物台上,用常规真空喷镀法喷金 90 s 后在扫描电镜下观察花药形态,选取有代表性的视野进行拍照。

1.3 单花花粉量与花粉活力

单花花份量参照路国辉等^[4]学者的方法,随机选取 10 株植株,每株选取 3 朵开放但花药尚未开裂的花,取出花药解剖,将外轮花药和内轮花药置于离心管中,注入蒸馏水至 1 ml。振荡 60 s 后吸取 1 μL 花粉液均匀地滴于载玻片,显微镜下观察花粉数量。

于 2019 年 3 月中旬上午 10 时,随机选取 10 株植株,每株各选取 3 朵半开放、花药尚未裂开的花,用解剖针刺破花药取出花粉粒,置于培养皿中备用。利用氯化三苯基四氮唑染色法(TTC 法)测定相对湿度为 60%、20% 时花粉活力。同时在湿度一定时,分别测定温度为 25℃、30℃、35℃ 及 40℃ 时 12 h 内花粉活力。

1.4 数据分析方法

所有数据运用 SPSS21.0 求均值、标准差分析,结合 Duncan's 复极差法进一步确保数据的真实性。

2 结果与分析

2.1 木棉花形态特征

木棉花雄蕊特征量见表 1。

表 1 木棉花部形态指标的描述性分析

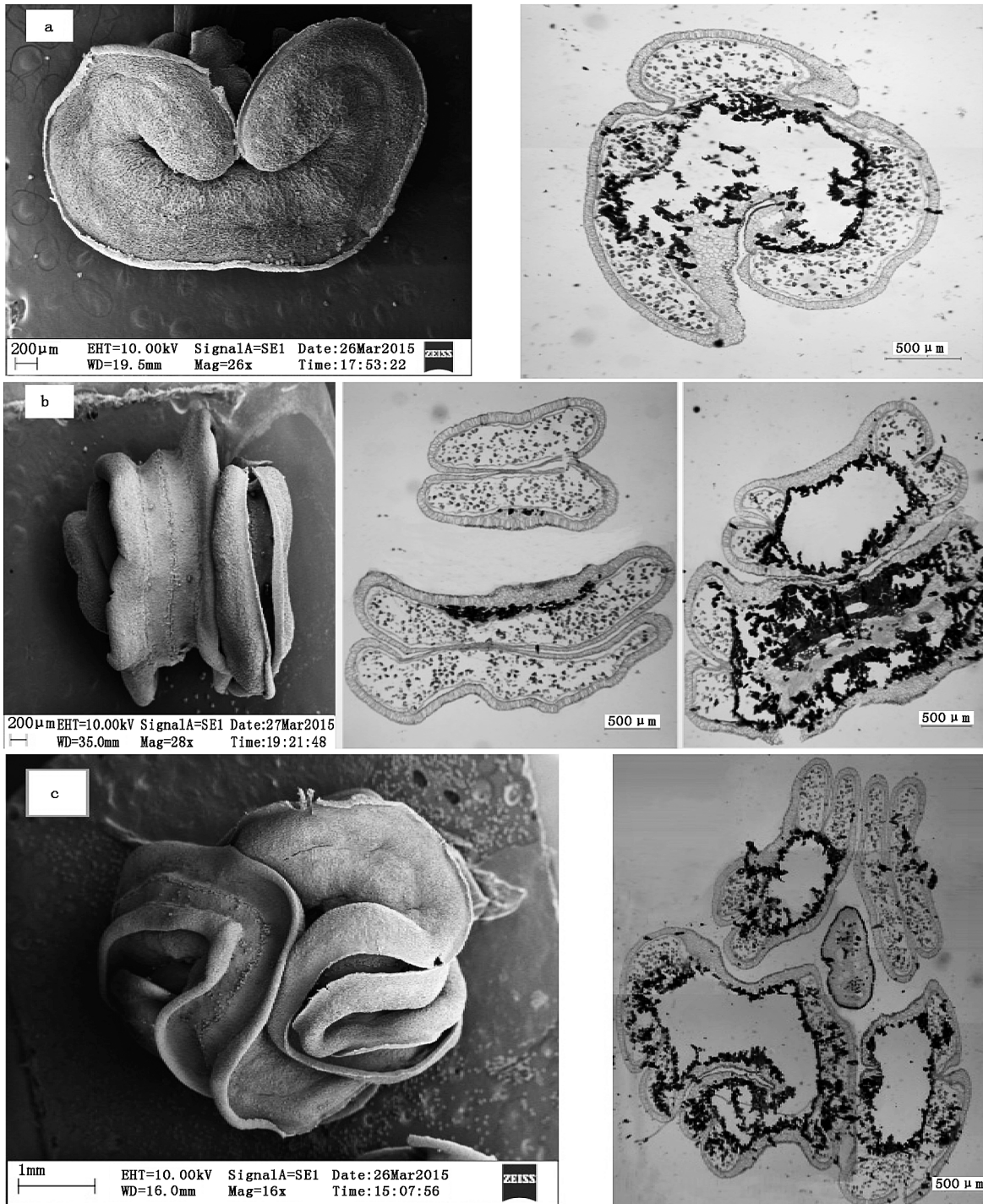
Tab. 1 Descriptive analysis of morphological indicators of *Bombax malabaricum*

mm

形态指标	花托直径	花萼数/个	外层雄蕊	内高层雄蕊	内低层雄蕊	雌蕊长	花瓣长	花瓣宽
平均	44.11	3	68.96	63.49	52.22	75.65	112.71	43.28
标准误差	0.506	0.095	0.601	0.945	0.410	0.529	0.687	0.397
变异系数	0.0735	0.1839	0.0558	0.0953	0.1393	0.0448	0.0552	0.0831

木棉花花朵较大, 盛开时平均直径超过 44 mm。花部结构形态数值变异系数相对较小, 如雌蕊长相对均匀, 变异系数仅 4.48%, 其次是花瓣长、花托直径、花瓣宽和内高层雄蕊变异系数分别为 5.52%、7.35%、8.31% 和 9.53%。虽然与生殖关系最密切的雌蕊变异系数较小, 但是与生殖关系同样重要的

雄蕊变异系数相对较大, 其内低层雄蕊变异系数为 19.15%。同时可以发现: 在变异系数方面, 内低层雄蕊(0.139 3) > 内高层雄蕊(0.095 3) > 外层雄蕊(0.055 8), 木棉花的 3 层雄蕊外层较为整齐, 内低层雄蕊长短变化较大。木棉二轮花药电镜图如图 1。



a: 外轮花药, b: 内低层花药, c: 内高层花药

图 1 花药电镜图

Fig. 1 Anther electron microscope

木棉各轮花药形态具有明显差异。木棉外轮花药与花丝呈全着药,内低层花药与花丝呈个字着药,内高层花药与花丝呈底着药并聚拢。

2.2 花粉活力

2.2.1 不同湿度下花粉活力

木棉花平均单花花粉量为 141 065 粒。对木棉花花粉进行活性研究,结果表明,湿度为 60%的花粉活性高于湿度为 20%的活性,且湿度为 60%活粉活性随时间下降趋势较湿度为 20%的活性平缓。在湿度条件较好的情况下(60%),高层雄蕊的活力最强,外层花粉活力最低,而当湿度降低后(20%),低层的花粉活力下降速率不及高层的迅速(图 2)。

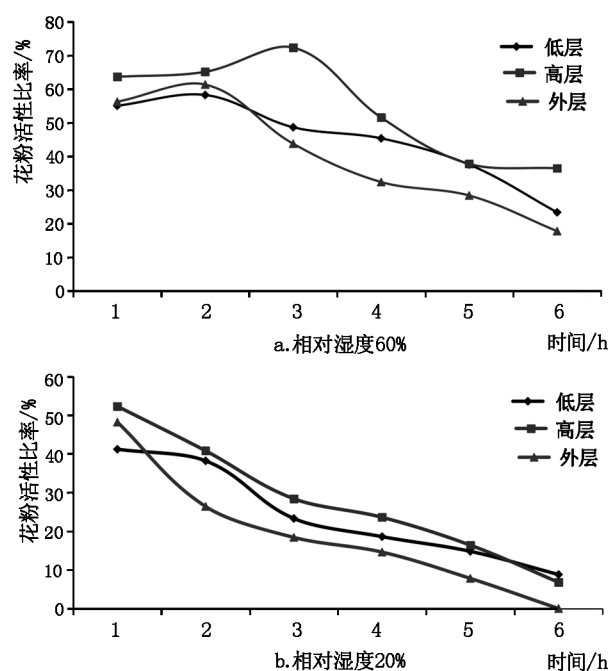


图 2 不同湿度下木棉花粉活力

Fig. 2 Pollen activity of *Bombax malabaricum* under different humidity

2.2.2 不同温度下花粉活力

不同温度下花粉活力如图 3 所示。

由图 3 可知,在温度分别为 25℃,30℃,35℃及 40℃时,在温度上升过程中,木棉花粉活性处于上升趋势;当温度达到 40℃时,木棉花粉活力开始下降,且随时间的延长活力迅速下降,可见,温度为 35℃时,木棉花粉活力最高。湿度对花粉活力的影响结果类似,当温度适宜的情况下(30℃,35℃),高层雄蕊的活力最强,外层花粉活力最低,而当温度不适宜的情况下(25℃,40℃),低层花粉活力下降速率不及高层的迅速,甚至超过高层花粉活力。

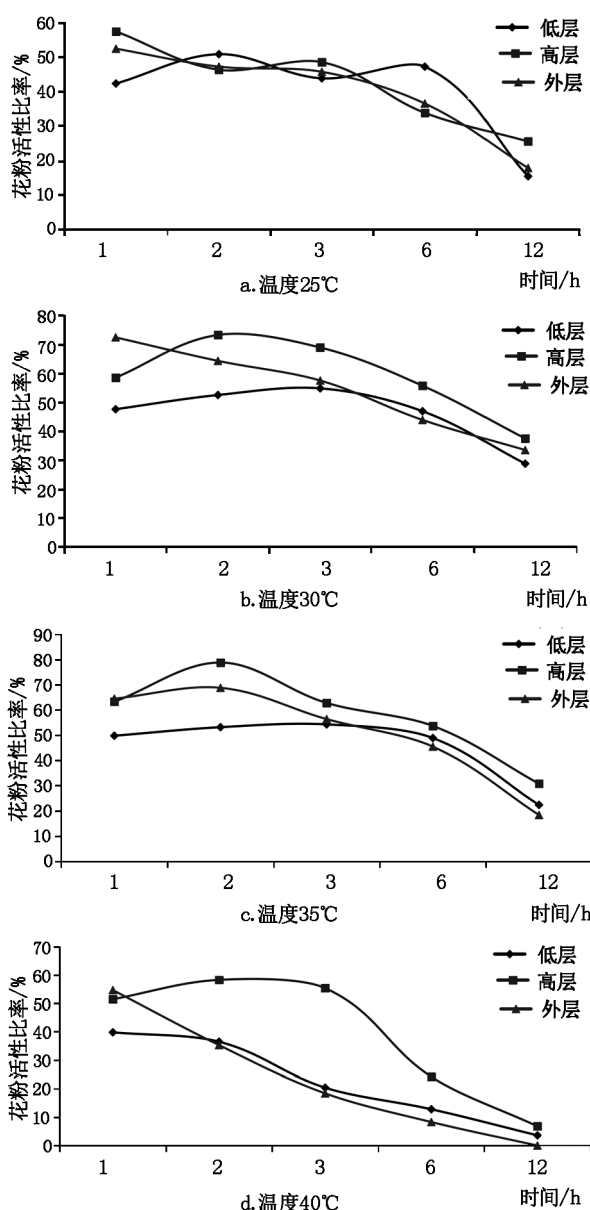


图 3 不同温度下的木棉花粉活力

Fig. 3 Pollen activity of *Bombax malabaricum* at different temperature

3 讨论

3.1 木棉花部形态与繁殖关系

干热河谷热量充足,水分缺乏,气温全年较高。在以干热为显著特点的干热河谷,木棉是当地群落的优势种或常见种,木棉对当地气候具有较为良好的适应性,较适于在干热河谷环境中生长、繁殖^[5]。木棉对干热河谷地区生态环境恢复、水土保持与产业发展具有重要作用。近年来,在对木棉的各项研究中,对木棉花部形态结构以及对花部各器官生态功能的研究甚少。木棉为异花授粉植物,其传粉生物主要为鸟类,昆虫等,雄蕊长短变化可能有利于不

同传粉生物传粉效率的提高和增强适应性。异交传粉机制的多样性是花结构和传粉媒介相互适应的结果,为适应昆虫的传粉,植物形成与授粉昆虫活动规律相协调的开花动态、花部形态^[6-8]。木棉花量大,在单株和群体水平上开花同步性强,属于“大量、集中式开放”模式,这种模式能吸引更多的鸟类、昆虫访花传粉,保障植株的生殖成功,这些均是虫媒花的典型特征,和野外传粉目科繁育系统一致,木棉雄蕊繁盛期有利于吸引昆虫。

3.2 木棉形态对繁殖的影响

雄蕊变异系数变化明显,雄蕊花粉成熟时间层次感明显,利于长时间传粉,这与其他木棉科植物有一定差异。所以,木棉雄蕊成熟期只要有昆虫活跃就能有充足的花粉。除此之外,木棉花期较长,花期与干热河谷区昆虫活跃期一致,利于虫媒传播。王慧(2017)、郝佳波(2015)、王盼盼(2017)等认为植物形态与花粉数量均能够促进异交,花朵越大、花朵形状和花粉量等均是吸引传粉生物的重要因素^[9-11]。木棉的花序为伞房花序,花内轮花丝上部分 2 叉,中间 10 枚雄蕊较短,不分叉,外轮雄蕊多数,集成 5 束,每束花丝 10 枚以上,较长。同一生长环境下,不同株木棉花形态上变异相对较小,花朵形状与生殖影响可以忽略,但与植物生殖密切相关的内层雄蕊变异系数较大,内低层雄蕊(0.099 3) > 内高层雄蕊(0.095 3) > 外层雄蕊(0.055 8),木棉的 3 层雄蕊外层较为整齐,内低层雄蕊长短变化较大。从花型、雄蕊和雌蕊的关系上来看,木棉花雄蕊与繁殖关系更为密切。木棉雄蕊与繁殖关系的研究与菊科、木兰科、千屈菜科等科目植物繁殖相关研究一致。何燕红(2015)分析了孔雀草(菊科)的开花特性和繁育系统,认为孔雀草外围的 3~4 轮舌状花可以有效吸引昆虫,增强植物繁育能力^[12]。招礼军(2015)分析了灰木莲(木兰科)的开花特性和繁育系统,灰木莲群体花期较长,个体开花时间 30d 左右,雌蕊先成熟,失去授粉技能后雄蕊花药才开始裂开散粉。通过实验观察发现,雄蕊长(17.4 mm)远远大于雌蕊(11.8 mm),雄蕊传粉活力和天数均明显高于雌蕊^[13]。刘龙昌等(2015)针对紫薇花(千屈菜科)花部综合特征和繁育系统进行研究,发现不同花色的紫薇花雄蕊对于繁育系统的影响较大。其中,长雄蕊花粉活性明显高于短雄蕊^[14]。传粉过程中,紫薇花主要利用雄蕊的形态、颜色和花粉量实现繁育,雄蕊的特性在很大程度上影响到结实率和结籽数。基于 3 种不同科目雄蕊形态分析发现:雄

蕊花部形态、颜色等对繁育系统影响较大,木棉雄蕊特征、形态对于木棉繁育系统影响较大。木棉的 3 层雄蕊外层较为整齐,内低层雄蕊长短变化较大,各层花药之间有一定间隔,且此间隔随木棉花期的变化发生改变,形态变异有利于吸引多样化的传粉生物,是植物提高生殖适合度的有效方式。形态变异对传粉生物的影响结果与国内众多学者的研究一致^[15-16]。

花药电镜图片表明,木棉各轮花药在其结构和花药着丝方式上皆有很大差异,研究木棉花药壁发育过程中细胞如何分化以及各层花药间形态结构上差异有助于实现功能上的分化,花药结构与花粉散布以及与适应性间有何联系有待进一步深入研究。

3.3 花粉活力对繁殖的影响

在湿度为 60%,温度为 35℃ 时,木棉花粉活性最强,这是木棉适应环境多样性变化的重要体现。同时,木棉高层雄蕊的花药个体大、花粉数量多,是干热河谷环境下传粉繁殖最主要的花粉源。植物传粉系统主要包括花粉、柱头和传粉媒介 3 个部分。其中,花粉活力保持时间长可以提高植物传粉成功率。李建军等(2019)运用 TTC 法和联苯胺—过氧化氢法研究了红白忍冬繁育系统及传粉特性,明确了花粉活力决定了传粉生物的结实率。吴阳清(2015)在菊科植物繁育系统和杂交后代遗传分析中对勋章菊在自然环境下花粉活力与繁育系统和杂交 F1 遗传多样性进行了探究,研究结果显示:勋章菊花粉活力对繁殖系统和遗传系统均有较大影响。因此,干热河谷条件下木棉繁殖中,雄蕊花粉活力与温度、湿度息息相关,适应这一特定环境下木棉的繁育。

对木棉花粉进行活性初步研究表明,在湿度为 60%,温度为 35℃ 时,木棉花粉活性最强,花粉活性比率最高可接近 80%,高于 25℃ 下的花粉活力最大值,这表明 35℃ 左右的温度有利于花粉保持较高的活力,实验地木棉花期时平均气温为 20℃ 左右,局部河谷最高气温 25℃ 以上,较高的气温下,最外层的花粉在高温下活力较高,这与干热河谷温度较高的环境条件相适应。从研究结果看,高层雄蕊在相对湿度 60%,温度 30℃、35℃ 的适宜环境下保持了较高的花粉活力,而当湿度降低至 20% 时,温度偏离最适宜温度区间后,低层花粉活力下降速率低于高层下降速率,并且活性高于高层花粉活力。出现此种情况可以考虑是木棉抵御干热气候环境变化差异的重要途径。

面对干热河谷温差较大环境时,底层花药花粉活力较高,可以考虑此为逆境条件下高层花药受损后的后备花粉源。当然,若要证实此假设,尤其要理解木棉为何选择干旱季节且树上几乎没有叶片的情况下来完成开花结实的这种繁殖策略还需要开展更进一步的研究。

参考文献:

[1] 赵高卷,徐兴良,马焕成. 红河干热河谷木棉种群的天然更新[J]. 生态学报,2016,36(5):1342-1351.

[2] 陈雷,孙冰,廖绍波,等. 木棉资源培育及园林应用研究进展[J]. 浙江农林大学学报,2014,31(5):798-804.

[3] HERMANN P M, PALSER B F. Stamen development in the Ericaceae. II. Granular pouches and dehiscence[J]. Flora, 2018, 239:122-140.

[4] 路国辉,武文华,王瑞珍,等. 野牡丹异型雄蕊的功能分化[J]. 生物多样性,2009,17(2):174-181.

[5] MONTU M B, CHAYANIKA D, SUFIAN A T, et al. Alkyds from red silk-cotton (*Bombax ceiba*) seed oil and investigation on their microbial degradation[J]. Progress in Organic Coatings, 2018:124.

[6] 王斯好,钟敏,廖光联. 不同猕猴桃雄株花粉量及花粉活力差异研究[J]. 江西农业大学学报,2017(3):69-71.

[7] 徐叶挺,张校立,木巴热克·阿尤普. 不同活力花粉与其内含物及水分含量的变化及相关性研究[J]. 新疆农业科学,2018,55(8):86-90.

[8] 牟凤娟,李一果,李双智,等. 大翼厚皮橙叶片及种子形

态变异研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2016,36(3):54-59.

[9] 王慧,李肖夏. 同域分布的紫堇属三种植物的繁育系统和传粉差异[J]. 植物科学学报,2017,35(2):186-193.

[10] 郝佳波,司马永康,徐涛. 木兰科 16 种含笑属植物的花粉形态[J]. 西北植物学报,2015,35(11):2204-2210.

[11] 王盼盼,吐尔逊古丽·托乎提,黄俊华. 新疆胡颓子属三种植物的花粉形态及其分类学意义[J]. 广西植物, 2016(6):663-673.

[12] 何燕红,董森,马爽. 孔雀草的开花特性与繁育系统[J]. 华中农业大学学报,2015(2):9-15.

[13] 招礼军,韦善华,朱栗琼. 灰木莲的开花特性及繁育系统的研究[J]. 西部林业科学,2015(2):24-28.

[14] 刘龙昌,陶珂,景康康,等. 花色多态植物紫薇花部综合特征与繁育系统[J]. 林业科学,2015,51(1):42-54.

[15] 黄琴,邓洪平,王鑫. 濒危药用植物缙云黄芩扦插繁殖研究[J]. 西南大学学报(自然科学版),2017,39(10):35-41.

[16] 罗娅婷,王泽明,崔现亮. 白花鬼针草的繁殖特性及入侵性[J]. 生态学杂志,2019,38(3):655-662.

[17] 李建军,叶承霖,连笑雅. 红白忍冬繁育系统与传粉生物学的研究[J]. 河南农业大学学报,2019,53(4):122-125.

[18] 吴阳清. 勋章菊繁育系统及杂交后代遗传分析[D]. 苏州:苏州大学,2015.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 134 页)

总之,只有科学的开发利用古茶树资源,才能保证勐海古树茶业健康可持续发展。

参考文献:

[1] 何青元,梁名志,刘德和,等. 勐海茶种植技术[M]. 昆明:云南科技出版社,2018.

[2] 许玫,王平盛,唐一春,等. 云南古茶树群落的分布和多样性[J]. 中国茶叶,2005(6):12-13.

[3] 宋永全,苏祝成. 云南古茶树资源现状与保护对策[J]. 林业调查规划,2005(5):108-111.

[4] 刘本英,孙雪梅,宋维希,等. 云南西双版纳古茶树的地理分布、多样性及其利用[J]. 中国农学通报,2010(22):344-349.

[5] 韩文炎,石元值,马立峰. 茶园钾素研究进展与施钾技术[J]. 中国茶叶,2004(1):22-24.

[6] 郝连奇,浦绍柳,范承胜,等. 云南勐海县主要古茶园土壤养分状况分析[J]. 西南农业学报,2019,32(7):1621-1625.

(责任编辑 张林艳)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.028

瓜多竹引种栽培研究

潘 涛, 吴远媚, 余慧连, 舒应东

(南宁市林业科学研究所, 广西 南宁 530107)

摘要:对福建省华安县瓜多竹开展引种试验,研究其生长情况、出笋期、出笋量、病虫害情况、越冬受冻情况及各器官生物量分配等。结果表明:瓜多竹一年四季均有出笋,4月下旬至8月下旬出笋最多;新长竹子的竹高和地径均随竹龄增长而增大,竹林栽植第3年可逐渐郁闭成林;瓜多竹生物量大,竹材产量高,其地上部分干生物量占总生物量的77.15%~83.58%,其中以竹秆所占生物量比例最大,为58.26%~71.16%;瓜多竹长势高,根浅,容易被风吹倒,无明显病虫害影响,但受寒冷低温天气影响大,建议在试验地以南、受台风影响较少的地区进行引种栽培。

关键词:瓜多竹;引种;生长特性;生物量;竹高;地径;抗逆性;华安县

中图分类号:S795;S722.7 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0149-04

引文格式:潘涛,吴远媚,余慧连,等.瓜多竹引种栽培研究[J].林业调查规划,2020,45(2):149-152.

PAN Tao, WU Yuanmei, YU Huilian, et al. Introduction and Cultivation of *Guadua amplexifolia* [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 149-152.

Introduction and Cultivation of *Guadua amplexifolia*

PAN Tao, WU Yuanmei, YU Huilian, SHU Yingdong

(Nanning Institute of Forestry, Nanning 530107, China)

Abstract: The introduction experiment of *Guadua amplexifolia* was carried out in Hua'an County of Fujian Province, which was studied from growth, growing period of bamboo shoots, number of bamboo shoots, pests and diseases, cold tolerance capacity and biomass distribution of various organs. The results showed that the bamboo shoots appeared in all seasons, most in late April to late August. The height and ground diameter increased along with bamboo age, and the bamboo forest could be gradually closed in the third year after planting. The biomass and bamboo wood production of *Guadua amplexifolia* were rich, and the dry biomass above ground accounted for 77.15%~83.58% of the total biomass, of which the bamboo stem had the largest biomass share which ranged from 58.26% to 71.16%. Due to the fact that the *Guadua amplexifolia* was tall, shallow-rooted and easy to be blown down by strong wind, which had no obvious diseases and pests, but greatly was infected by low temperature, it was recommended that *Guadua amplexifolia* should be planted to the south area of this test sites which was less affected by strong winds.

Key words: *Guadua amplexifolia*; introduction; growth characteristics; biomass; bamboo height; ground diameter; stress resistance; Hua'an County

收稿日期:2019-09-11;修回日期:2019-10-18.

第一作者:潘涛(1981-),男(壮族),广西武鸣人,工程师.主要从事林业科学研究及林业技术推广工作.

瓜多竹(*Guadua amplexifolia*)为禾本科竹亚科瓜多竹属大型丛生竹,是南美洲最重要的竹种,通常生长在巴西、哥伦比亚及委内瑞拉。该竹种主要特征是竹壁厚,基部近实心^[1],生物量大^[2],其材质机械性质优越,耐虫蛀菌腐,在南美洲作为民用建筑材长达 90 年左右^[3],是制作家具和造纸的好材料。

福建省华安县对瓜多竹开展引种试验^[4],主要从低温适应性^[5]、NaCl 生理胁迫^[6]、竹材气干密度^[7]、纤维及导管分子^[8]等方面进行研究。鉴于该竹种的材质优越,本文开展瓜多竹引种试验研究,以了解其在广西的适生情况。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于广西南宁市武鸣区锣圩镇南宁市林科所,地理坐标为 108°00'E,23°10'N。试验地属北热带北缘季风气候,年均温 21.5℃,≥10℃的年均积温 7 697.8℃。年均降雨量 1 250 mm,年均蒸发量 1 613.8 mm,年均相对湿度 79.0%,年均霜日数 3~5 d。地貌属石灰岩峰林间的缓丘地貌,海拔为 100~150 m,坡度约 5°,地势平坦。土壤为中至厚层赤红壤,pH 值为 4.5~5.5。

1.2 试验材料

研究的苗木均从福建省华安县引进,将引进的分蔸裸根苗在苗圃装袋培育 1 年后用于造林,具体定植时间为 2011 年 3 月,株行距为 3 m×4 m,初植密度为 830 丛/hm²。

1.3 试验方法

设置 3 个重复,每个重复随机抽取 10 丛,每年调查出笋、病虫害、寒害等。种植前 3 年,每隔 10 d 观察记录 1 次,分别观测记录出笋数、展叶时间、地径、竹高等,种植第 4 年,开展竹林立竹度、生物量等调查。其中,生物量测定的方法:将样竹连蔸挖起,测胸径、枝下高、全竹长和数枝盘数;从秆基部锯断,洗净蔸土,称蔸、根重量,剃下枝、叶,称枝、叶重量,取胸径的 2/5 为用材小头直径,在该秆径处去除小头,称小头重量,剩余部分长度为秆高,数节数;将秆 5 等分,自基部起开始编号 1、2、3、4、5,称为相对高度,并分别称各段质量,测量各段基部处壁厚;对每竹取枝、叶、蔸、根和各段基部处秆环 10~200g,带回实验室先 105℃杀青后,85℃烘干至恒重,测各样品含水率,根据含水率计算各器官的生物量干质量和总生物量。含水率测定方法为将样品 105℃烘 2 h,然后 85℃烘干至恒重,计算方法为(鲜质重-干质

重)/鲜质重。

2 结果与分析

2.1 瓜多竹引种造林成活率

造林一个月后,对造林成活率进行调查,造林成活率达 100%,造林当年年底对保存率进行调查,保存率为 97.22%。

2.2 竹笋生长规律

种植 1 年,出笋竹丛的百分率达 100%,平均单丛出笋数量达 12 根。种植第 2~4 年,平均单丛出笋数量分别为 17 根、13 根、13 根,其中种植第 2 年出笋数量最多(图 1)。

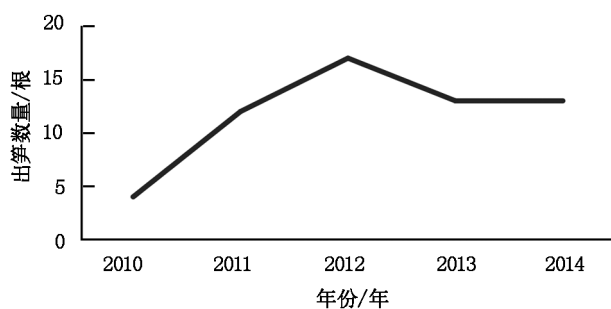


图 1 瓜多竹年平均出笋数量

Fig. 1 Annual average number of *Guadua amplexifolia* shoots

瓜多竹一年四季均有竹笋出土,其中,4月下旬至8月下旬出笋最多。1—3月、9—12月出笋量较少,与温度、降雨量等有关。

竹笋出土后,从出土至高生长停止需要 40~150 d,时间长短因竹笋大小而异,基径小于 6 cm 的竹笋 40~70 d 高生长停止,基径大于 6 cm 高生长需要 150 d。这是因为每年 1 月至 4 月下旬天气比较冷,瓜多竹出笋较少,这段时间出笋基本上会退笋;4月下旬至 8 月下旬,雨水充足,温度适宜,瓜多竹出笋最多,单丛年出笋量最高可达 34 个。9—12 月出笋较少,主要是出笋高峰期已过,同时雨水季节逐步减少,气温逐步偏低冷,出笋量降低,9 月后长出的竹笋和立竹容易在越冬时受寒害。

瓜多竹较小的笋一般 20~30 d 长出侧枝,长到 40~70 d 后,开始展叶,停止长高,慢慢长成老竹。而地径达到 7.5 cm 的竹笋需要 4 个月才出侧枝展叶,5 个月停止高生长。总而言之,出笋越大,生长的时间越长,出笋越小,停止生长越快。

2.3 立竹生长特性

瓜多竹在试验区生长良好,新长竹子的竹高和地径均随竹龄增长而增大,种植第 2 年,平均竹高 3.1 m,平均地径 2.2 cm,单株最高达 6.1 m,单株地径最大达 3.8 cm;种植第 3 年,平均竹高 6.25 m,平均地径 4.1 cm,单株最高达 9.0 m,单株地径最大达 5.6 cm;种植第 4 年,平均竹高 7.88 m,平均地径 5.3 cm,单株最高达 11.1 m,单株地径最大达 7.6 cm(图 2)。瓜多竹种植第 3 年可逐渐郁闭成林,竹丛疏伐及时,肥料及时供应的竹丛出笋大,长得高。

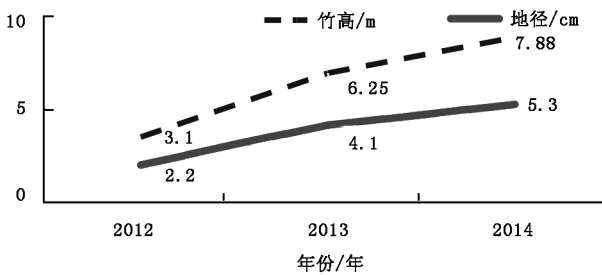


图 2 瓜多竹年均竹高与地径

Fig. 2 Annual average bamboo height and ground diameter of *Guadua amplexifolia*

2.4 生物量分析

植物的生物量包含地上和地下 2 部分,竹类的地上部分包含枝、叶、秆,地下部分包含笋、竹鞭和根系统。瓜多竹为丛生竹,地下部分主要由粗大缩短的竹笋和细而密集的竹根组成。为求研究的可靠性,要将相邻竹的连接部分平均分配后再挖取竹笋。

瓜多竹的地上部分干生物量占总生物量的 77.15%~83.58%,平均 80.36%,这说明瓜多竹大部分生物量集中在地上。在地上部分干生物量中,以竹秆所占生物量比例最大,为 58.26%~71.16%,平均 64.71%。3 a 生竹秆干生物量占总生物量的比例比 2 a 生竹高,这说明随年龄的增长,瓜多竹的干生物量比例逐渐往秆转移,有利于竹材产量的提高(表 1)。

表 1 瓜多竹地上与地下器官干生物量分配比例

Tab. 1 Distribution ratio of organs dry biomass of above ground and underground of *Guadua amplexifolia* %

竹龄/a	枝	叶	秆	地上部分	笋	根	地下部分
2	11.36	7.53	58.26	77.15	20.87	1.98	22.85
3	5.70	6.72	71.16	83.58	14.55	1.87	16.42
平均	8.53	7.12	64.71	80.36	17.71	1.92	19.63

2.5 各器官含水率分析

竹类植物各器官的组织结构和功能不同,其含水率也有不同。通过测定 2 个年龄瓜多竹枝、叶、秆、笋、根的含水率状况,竹笋的含水率最大,根次之,秆、叶和枝依次减小;3 a 生竹的叶、秆、笋、根的含水率小于 2 a 生竹,而枝的含水率大于 2 a 生竹(表 2)。

表 2 瓜多竹不同器官含水率

Tab. 2 Water content of different organs of *Guadua*

		<i>amplexifolia</i> %				
竹龄/a		枝	叶	秆	笋	根
2		40.60±	55.22±	63.81±	71.54±	67.01±
		5.15	6.36	3.49	6.23	5.84
≥3		50.24±	49.52±	56.28±	64.48±	60.69±
		8.8	13.45	3.44	4.87	8.47
平均		45.42	52.37	60.05	68.01	63.85

注:表中数据为平均值±标准差。

2.6 瓜多竹林分竹材产量

调查了 3 块样地,对瓜多竹进行产量测定。瓜多竹单株秆平均干生物量为 4.23 kg/株,单株全竹平均干生物量为 6.26 kg/株。林分单位面积秆平均干生物量为 2.55 kg/m²,单位面积全竹平均干生物量为 3.90 kg/m²(表 3)。

表 3 竹秆、全竹生物量产量估算

Tab. 3 Estimation of biomass yield of stem and

		whole bamboo			kg
竹龄/a		单株秆干生物量	单株全竹干生物量	单位面积秆干生物量	单位面积全竹干生物量
2		5.33	7.45	2.13	2.98
≥3		3.13	5.07	2.97	4.82
平均		4.23	6.26	2.55	3.90

由表 3 可以看出,与 3 a (≥3) 生竹相比,2 a 生竹在单株秆干生物量和单株全竹干生物量中产量高,在单位面积秆干生物量和单位面积全竹秆生物量产量低,这是因为 2 a 生的竹胸径普遍高于 3 a (≥3) 生竹,但单位面积内样竹的数量却低于 3 a (≥3) 生竹,这说明随着竹林的生长,新长竹子的竹高和地径均随竹龄增长而增大,竹秆、全竹生物量产量也会逐渐增高。

2.7 瓜多竹抗逆性初步观察

引种以来,通过对瓜多竹病虫害、抗风性、抗寒

性观察发现:在试验期间内,瓜多竹基本没有病虫害发生;瓜多竹长势高,根浅,容易被风吹倒,受威尔逊、海鸥台风以及局部强对流天气的影响时,均有竹株被连根拔起的现象发生;瓜多竹在引种地能正常生长,但在冬季容易发生寒害,长时间低温阴雨天气特别是气温低于零度时,瓜多竹会不同程度地受害,最终导致竹苗、立竹顶部和刚出土不久的竹笋受冻干枯或坏死。2014年2月20日受极端寒冷天气的影响,当日最低气温为 -2.1°C ,瓜多竹较幼嫩的立竹、竹笋因受寒害影响,从梢顶逐渐干枯至离地面1 m高的位置,受害立竹约占总立竹数的30%。虽然竹林受寒害后次年一般都能恢复正常生长,但其生长势和生长量会受到一定的影响。

3 结论与讨论

3.1 结论

瓜多竹形态独特美观,竹壁厚,生物量大,是具观赏性与实用性为一体的竹种。本研究从福建华安县引种瓜多竹,对其生长状况、出笋期、盛笋期、停笋期、高度、粗度、病虫害发生情况、越冬受冻情况以及各器官的含水率和生物量分配等方面进行了研究。

1) 瓜多竹一年四季均有出笋,4月下旬至8月下旬出笋最多,成林后,平均每丛竹每年可出笋13根,新竹的竹高和地径均随竹龄增长而增大,其中竹林栽植第4年,平均竹高7.88 m,平均地径5.3 cm。

2) 瓜多竹各器官中,竹兜的含水率最大,根次之,秆、叶和枝依次减小,其中秆的含水率从1段到5段成一个先增后减的趋势,在2段达到最大。

3) 瓜多竹生物量大,地上部分干生物量占总生物量的77.15%~83.58%,平均80.36%,并且竹秆所占生物量比例最大,为58.26%~71.16%,平均64.71%。对瓜多竹林分竹材产量进行测算发现,瓜多竹新竹竹高和地径均随竹龄增长而增大,竹秆、全竹生物量产量也会逐渐增高。

4) 瓜多竹长势高,根浅,容易被风吹倒,无明显病虫害影响,但受寒冷低温天气影响大。

3.2 讨论

1) 瓜多竹在原产地多数分布于海拔1 500 m以下,年降雨量1 300~1 400 mm,相对湿度80%左右,气温 $20\sim 26^{\circ}\text{C}$ 的沿海和内陆地区^[2],秆高可达18 m,胸径 $10\sim 15\text{ cm}$ ^[1]。本研究的引种地降雨量比

原产地少,气温也略低,引种未能达到原产地种植的效果。

2) 瓜多竹含水率的研究结果中,根与兜的含水率与马兰涛等的研究有所不同,其研究根含水率最大,兜次之,其他器官含水率大小排序相同^[5],这有可能是不同生长区域的影响。

3) 瓜多竹生物量的研究结果与常用的毛竹生物量分配进行比较,毛竹秆占单株生物量的比例低于60%,地上部分低于73%^[9],而瓜多竹的秆及地上部分生物量所占比例平均值分别为64.71%与80.36%,比毛竹高^[10]。

4) 瓜多竹基本无病虫害的影响,但其根浅,易风倒,而且受寒害影响大。

综上,建议在试验地以南、受台风影响较少的地区进行引种栽培。

参考文献:

- [1] 马兰涛. *Guadua amplexifolia* 光合生理与生态适应性研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2008.
- [2] 马兰涛,陈双林. *Guadua amplexifolia* 光合季节动态[J]. 广西植物,2013,33(4):475-481.
- [3] 邹跃国. *Guadua amplexifolia* 适生性和幼林结构调控技术[J]. 竹子研究汇刊,2005,24(3):18-21.
- [4] 庄裕根. *Guadua amplexifolia* 种苗扩繁技术初探[J]. 竹子研究汇刊,2007,26(4):30-33.
- [5] 马兰涛,陈双林,李迎春. 低温胁迫对 *Guadua amplexifolia* 抗寒性生理指标的影响[J]. 林业科学研究,2008,21(2):235-238.
- [6] 马兰涛,陈双林. 瓜多竹(*Guadua amplexifolia*)对NaCl胁迫的生理响应[J]. 生态学杂志,2008,27(9):1487-1491.
- [7] 徐金梅,赵荣军,吕建雄,等. 利用SilvilScan-3测定瓜多竹气干密度[J]. 竹子研究汇刊,2010,29(3):52-56.
- [8] 徐金梅,赵荣军,吕建雄,等. 实心瓜多竹竹材纤维和导管分子的变异规律[J]. 浙江农林大学学报,2010,27(4):545-549.
- [9] 陈辉,洪伟,兰斌,等. 闽北毛竹生物量与生产力的研究[J]. 林业科学,1998,34(s1):60-64.
- [10] 李振基,林鹏. 闽南毛竹林的生物量和生产力[J]. 厦门大学学报(自然科学版),1993,32(6):762-767.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.029

大姚县省级森林县城建设总体思路研究

余志飞

(云南省林业调查规划院,云南 昆明 650051)

摘要:依据《云南省森林城市、县城、城镇申报与评选考核办法》要求,分析大姚县创建省级森林县城的利弊条件,与省级森林县城评选考核办法评价指标体系进行逐项对比分析,结果表明,大姚县考核内容涉及的 5 个大类 37 项中,达标 29 项,不达标 8 项。以提升生态文化内涵,建成宜居、宜业、美丽大姚为建设总体思路,重点以“一城、二带、三圈、四河”建设构筑起生态安全体系,以发展“四大”重点林产业促进林农增收,以“五园”为基础创建生态文化,引领大姚森林县城建设。并从森林网络建设、促进森林健康度、林业经济建设、生态文化建设、森林管理建设几方面阐述大姚县省级森林县城建设重点。

关键词:森林县城;总体思路;建设布局;森林网络;森林健康;生态文化;大姚县

中图分类号:S731.2;F316.23 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0153-05

引文格式:余志飞. 大姚县省级森林县城建设总体思路研究[J]. 林业调查规划,2020,45(2):153-157,163.

YU Zhifei. General Idea of Provincial Forest County Construction in Dayao County [J]. Forest Inventory and Planning, 2020,45(2):153-157,163.

General Idea of Provincial Forest County Construction in Dayao County

YU Zhifei

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

Abstract: According to the requirements of Application and Evaluation Methods of Forest Cities, Counties and Towns in Yunnan Province, the advantages and disadvantages of establishing a provincial forest county in Dayao County were analyzed. The comparative analysis with the index system of the evaluation methods for the provincial forest county showed that 37 items in 5 categories involved in the evaluation, of which 29 items were up to the standard and 8 items were not up to the standard. In order to enhance the connotation of ecological culture and build a livable, industrial and beautiful Dayao County, the ecological security system was constructed by “one city, two belts, three circles and four rivers”, the income of forest farmers was promoted by developing “four major” key forest industries, and the ecological culture was created based on “five parks”. The key points of provincial forest county construction in Dayao County were discussed from the aspects of forest network, forest health, forestry economy, ecological culture and forest management.

Key words: forest county; general idea; construction layout; forest network; forest health; ecological culture; Dayao County

收稿日期:2019-10-15.

第一作者:余志飞(1971-),男,云南鹤庆人,工程师.主要从事林业调查规划设计工作。

随着城市现代化建设快速推进,人们对居住环境的要求日趋提高,从森林中走出的人类开始意识到城市与森林共存才是人类最宜居的场所,“让森林走进城市,让城市拥抱森林”成为城市建设和发展的新方向,城市森林使人们在精神感受、知识获取、美学体验、主观映象、消遣娱乐等方面得到非物质享受^[1],提升了城市的品位和竞争力,人们在森林城市里找到宜居、宜业的归属感。世界城市发展大致要经历生态迁居城市—森林城市—生态城市—生态文化城市等几个阶段,生态文化高度发达代表了城市生态建设的高端,森林城市是其中必须经历的阶段^[2]。

1 背景

党的十八大将生态文明建设并入国家“五位一体”的发展总布局,建设森林城市已成为建设美丽中国的重要组成部分,将推动经济社会可持续发展。2004年,国家启动了“国家森林城市”评定,2016年1月,习近平总书记提出着力建设森林城市,“云南省林业‘十三五’发展规划”将森林城市建设列为主要建设内容,至2019年已成功创建昆明、普洱、临沧、楚雄、曲靖、景洪6个“国家森林城市”。

云南省委、省政府先后提出建设森林云南、建成全国最美丽省份的战略目标,无疑森林城市将承载着城市生态及文化建设的重要任务。2014年,云南省林业厅启动了“省级森林城市”评定,目前已成功创建凤庆、双柏等5个“省级森林县城”,2017年大姚县启动森林县城创建工作。

2 研究范围与内容

依据《云南省森林城市、县城、城镇申报与评选考核办法》要求,森林县城考核范围为行政区域的全部范围,因此,大姚县森林县城建设研究范围确定为县辖区全部国土范围。

依据《考核办法》指标分类,考核内容涉及森林网络、森林健康、林业经济、生态文化、森林管理等5个大类共37项。

3 研究区现状分析

3.1 有利条件

大姚县气候资源优良,适宜发展林业。境内气候属低纬度北亚热带高原季风气候类型,年均温 15.7°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 4875°C ,年均降雨量 786.8

mm,年均相对湿度 65% 。大姚县林地资源丰富,森林覆盖率高。全县林地面积 $320\,293.7\text{hm}^2$,占全县土地总面积的 79.4% ;有林地面积 $263\,993.9\text{hm}^2$,占林地面积的 82.4% ;森林覆盖率达 67.0% 。

大姚县经济林木总面积 $142\,440.8\text{hm}^2$,林农人均经济林面积超过 0.7hm^2 ,人均林业产值超过 $5\,000$ 元,且呈逐年持续增长趋势,林农发展林业的积极性较高。区域内可挖掘的自然、人文旅游资源丰富。大姚县自西汉时期就有食盐开发,元、明、清时期盐业兴盛,中、西文化及以彝族为主的多民族文化在大姚县相互交融积淀,现保存有唐代印度僧人始建的磬锤白塔,明朝始建的“石羊孔庙”及世界上最大的孔子铜像(1708年铸就)等物质文化遗产,彝族十八厉、十月太阳历观象台遗址和彝族创世史诗《梅葛》等非物质文化遗产,是中国《彝剧》的诞生地。现已查明的旅游资源有7个种类129个景观,其中自然景观44个,人文景观85个,包括古迹建筑29个。2017年,大姚县被住房和城乡建设部拟命名为“国家园林县城”,建成区绿地率、绿化覆盖率、人均公园绿地面积、公园绿地服务半径覆盖率等指标均达到较高水平。

3.2 不利条件

大姚县位于楚雄州北部,县城驻地金碧镇距州府楚雄市 107km 。从全省社会和国民经济发展布局看,大姚县处于滇中城市经济圈的边缘化地带,交通区位处于劣势。

大姚县的森林质量、健康等级不高。全县纯林、混交林单位面积蓄积为 $67.1\text{m}^3/\text{hm}^2$,均低于全国($89.8\text{m}^3/\text{hm}^2$)及全省($94.8\text{m}^3/\text{hm}^2$)平均水平;针叶纯林面积占比高,云南松纯林面积 $134\,081.5\text{hm}^2$,占乔木林总面积的 54.3% ,潜在的森林病虫害危害风险和森林火险等级较高。

大姚县经济欠发达,2016年全县实现生产总值(GDP) $645\,565$ 万元,人均GDP 3.3 万元。县域属典型的山区地貌,深切割地貌分布广,占比达 51.8% ,县域的地形、地貌限制了社会农业经济发展,经济开发处于劣势。

3.3 达标情况分析

通过收集现状指标,并与省级森林县城评选考核办法评价指标体系逐项对比分析,结果达标29项,不达标8项(表1)。

4 建设总体思路及布局重点

4.1 建设总体思路

以新时代生态文明建设思想为指导,竖立“创

表 1 达标情况分析

Tab. 1 Analysis of reaching the standard

指标类别	达标	不达标
森林网络 (15 项)	达标 12 项;包括森林覆盖率、建成区绿地率、新造林率、建成区绿化覆盖率、人均公园绿地面积、公园绿地服务半径覆盖率、建成区乔木种植比例、街道树冠覆盖率、停车场乔木树冠覆盖率、水源地森林植被、村庄林木绿化率、生态防护隔离带。	不达标 3 项;建成区生态旅游休闲场所规模及数量不足;交通河道两侧绿化率及绿化宽度不够;村庄绿化率偏低。
森林健康 (8 项)	达标 7 项;包括森林自然度、树种丰富度、大树移植管控、森林保护、生物多样性保护、林地土壤保育、森林抚育与林木管理。	不达标 1 项;建成区乡土树种使用率偏低。
林业经济 (3 项)	达标 2 项;包括林产业基地和林木苗圃。	不达标 1 项;生态旅游开发程度偏低,成效不显著。
生态文化 (6 项)	达标 3 项;包括全民义务植树尽责率、古树名木保护、公众对森林城市建设的支持率和满意度。	不达标 3 项;生态科普、知识教育场所缺乏和标识系统不完善;生态科普活动不规范和次数不足;未开展县树县花程序议定。
森林管理 (5 项)	达标 3 项;包括组织领导、科学规划、森林资源和生态功能监测。	不达标 2 项;工作领导小组成员单位协同创建机制未建立;建设资金投入保障机制不完善。

新、协调、绿色、开放、共享”发展理念。坚持问题导向、目标引领,城乡统筹、协调发展,突出特色、提升城市形象和竞争力的建设原则。根据大姚县自然条件、资源禀赋、历史文化积淀、社会经济发展现状和优势以及城乡居民日益增长的美好生活需要,以工程建设项目为抓手,从提增建成区绿地、城镇面山和乡村绿化美化,改善人居环境;加强交通干道两侧及面山、河道两岸绿化,增强防护功能和美化城乡连接纽带;加速推进生态旅游、林产业基地、绿化苗木建设,促进经济惠民;加大对自然保护区基础建设和名木古树保护投入,保护生物多样性;加大森林公园、湿地公园、科普教育基地建设投入,提升生态文化内涵,建成宜居、宜业、美丽大姚。

4.2 建设布局重点

从大姚县自然条件、资源分布特点、社会发展条件出发,建设方案以点、线、面协同推进,重点以“一城、二带、三圈、四河”建设构筑起大姚县生态安全体系,以发展“四大”重点林产业促进林农增收,以“五园”为基础创建生态文化,引领大姚森林县城建

设(图 1)。

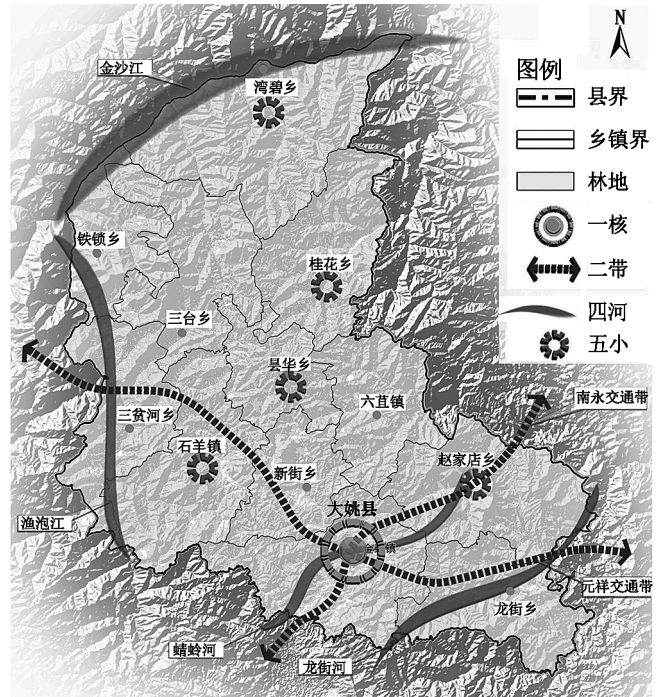


图 1 大姚县森林县城建设重点布局示意

Fig. 1 Layout of forest county key construction in Dayao County

1) “一城”:包括县城和各乡(镇)所在地,重点开展建成区绿地系统建设和面山绿化美化,创建城镇宜居空间。并以“一核五小”为建设重点,“一核”即以县城所在地金碧镇为核心,“五小”即石羊、县华、赵家店、桂花、湾碧等 5 个重点旅游小镇。

2) 二带:南华—永仁、元谋—祥云 2 条主要过境交通干线经济带。沿交通线两侧营造护路林,开展面山森林生态景观和质量精准提升,增强防护功能和景观功能。

3) 三圈:远山区生态圈、半山与低山生产圈、城镇与乡村生活圈。生态圈重点实施保护、生态修复工程,生产圈重点打造核桃、特色经济林、林下经济、生态旅游等四大产业,生活圈主要以村村四旁绿化美化为抓手,构筑立体生态体系。

4) 四河:北部金沙江(含湾碧河)、西部渔泡江、南部蜻蛉河及东部龙街河 4 个水区主要河流,构建两岸水源涵养和水土保持森林防护系统。

5) 四大重点林产业:木本油料(核桃)、特色经济林(板栗、花椒、芒果等)、林下经济、森林湿地生态旅游。

6) 五园:白塔公园、东塔公园、南塔山公园、老

西山公园、永丰湖公园等 5 个森林、湿地公园。在公园建设的基础上,建成生态科普教育基地。

5 建设重点思路

重点围绕不达标项开展建设内容规划,并紧扣县域社会与国民经济发展及行业发展规划,多部门协作,合力推进,突出重心,精准发力^[3]。

5.1 森林网络建设

5.1.1 公园建设

进一步确立县城所在地的旅游发展核心地位,围绕近郊加大生态旅游休闲公园建设,公园建设类型定位准确,特色鲜明。

1) 对南塔山、老西山 2 个公园开展提质改造:重点进行公园景观功能分区规划、分区造景,对现有森林开展抚育,分区补植季象分明的观叶、观花、观果景观树,全面提升森林景观质量,完善浏览步道、休息、公共卫生、游乐等设施。

2) 扩建白塔公园:公园中有磬锤白塔和人民英雄纪念碑、革命先驱赵祚传烈士铜像,磬锤白塔是唐代印度僧人始建,具有较高的佛教文化研究价值,是第六批全国重点文物保护单位,将白塔山下的白塔湖纳入公园整体规划建设,打造公园山水交相辉映的景观效果,增加景观丰富度,并对其中的柏树林抚育,补植景观树,增加文化走廊建设,增强其历史文化的厚重感。

3) 新建东塔山公园:东塔山位于县城开发新区,东塔山公园建设是塑造主城区居住环境画龙点睛之作,东塔山和水体景观相得益彰,以现代园林理念打造山水相依的园林景观。

4) 永丰湖湿地公园休闲景观提升:永丰湖地处县城北郊,水体面积 1.2 km²,水质良好,湿地多样性丰富,吸引了多种水鸟和候鸟前来栖息,面山宽广,四周村庄稀疏分布,错落有致,田园风光别具一格。以建造人工湿地、人工小岛美化水景,在面山结合退耕还林还草建设多样性果园、特色景观小区,多层次渲染湖光山色景致,营造四季花果飘香,自然和谐的田园风光;建设休闲步道、栈道,方便游人散步休闲,将公园建成公众亲近自然,提升休闲品质,增强生活幸福感的重要场所。

5.1.2 廊道绿化

交通、河道干线绿化与乡村振兴、旅游线路、经济带发展、面山绿化美化等建设相结合。以建成美丽公路为目标,在公路两侧种植乡土绿化树种,乔灌结合,合理配置色彩明快、季象分明景观树和花期各

异的美化树,且通道建设不仅着眼公路两侧,同时开展两侧面山森林科学经营及景观质量提升,完成大通道绿化美化,并以省、县、乡道分级规划建设,重点建设南华—永仁、元谋—祥云 2 条主要过境交通干线。

强化河道干线两侧的绿化,以深根乡土乔木树种为主,多树种配置,加固河岸的防护功能。重点开展北部金沙江(含碧湾河)、西部渔泡江、南部蜻蛉河、东部龙街河 4 条重要河流两岸绿化。

5.1.3 乡村绿化

城镇面山的绿化美化以面山绿化和森林景观改造相结合,通过退耕还林还草开展森林经营,改善森林健康状况,精准提升森林质量、景观质量等为主要手段,补植季象分明的观叶、观花、观果景观绿化树种,增强面山景观功能。结合县域旅游小镇建设规划,重点加强“一核五小”(即:金碧镇、石羊镇、昙华乡、赵家店乡、桂花镇、湾碧乡)6 个乡镇的城镇面山绿化美化。

村庄绿化与乡村经济发展相结合,以村庄绿化带动林产品、林下经济、乡村旅游发展,并突出乡村旅游示范村建设^[4]。重点做好石羊村、永丰村、龙街村、六苴村等 15 个乡村旅游开发条件较好村庄绿化美化。

5.1.4 建成区绿化

大姚县是“国家园林县城”,建成区绿化系统建设具备较高水平,在今后的建设中重点把握绿地系统规划建设与新区规划建设同步,同时开展老城区局部景观的提升,将建成区绿化美化始终保持较高水平和品质,不断提升大姚县城的形象和魅力。

5.2 促进森林健康度

5.2.1 推进绿化乡土树种使用率

使用绿化乡土树种有助于维护和提高森林健康度,提高树木成活率和保存率,降低建设成本。建设区绿化树种要求丰富度高,乔、灌、草配置模式多样,大量使用外来树种会存在较大风险,为此,提倡加大对绿化乡土树种的使用率。为便于指导树种选择的科学性,有效控制外来树种使用率,有必要对绿化基调树种、骨干树种、一般使用树种进行规范,树立黄连木、滇朴、滇润楠、桂花、香樟、天竺桂等一批传统乡土树种的绿化主体地位,扩建绿化苗木基地建设规模,加大传统乡土树种在本地的培育力度。

5.2.2 加强森林保护力度

继续实施天然林保护工程,加强对天保工程重点管护区 15.2 万 hm² 森林的严格管护,继续实施

全面停止天然林商品性采伐;不断推进生态公益林有效补偿机制,推进补偿标准合理递进和州县级公益林纳入补偿范围机制;加强森林防火及设施建设,提高森林防火管控能力;不断完善森林病虫害监测预报体系和机制,提升监测预报和防治水平;加强自然保护区建设和古树名木保护,推进生物多样性保护水平;循序渐进推进现代森林经营,大姚县可供增加林地的空间已非常小,且大姚县森林质量总体较低,应把提高森林质量当作一项重要长期的工作来抓,引入健康经营、目标树经营、恒续林经营等现代森林经营理念,从试点示范入手,探索一套适宜大姚县现有森林高质量经营的技术方法,并逐步向规模开展森林经营推进。

5.3 林业经济建设

5.3.1 特色经济林

金沙江一带青花椒品质好,且市场价格逐年走高,在金沙江及支流沿线低海拔区适度加大花椒种植规模,壮大经济林基地;大力开展已建成经济林(以核桃为主)的提质增效,对低产核桃园采取高枝嫁接改良品种,因地制宜,以建设水窖、架设滴灌设施等措施改善灌溉条件,适时开展修枝整形、松土除草、施肥及有害生物防治,提高核桃产量和品质。

5.3.2 林下经济

重点抓好林蜂和林蓄养殖。养蜂是大姚传统产业,经济林面积大,林花资源丰富,宜加大养蜂产业的投入,并对森林、农业病虫害防治手段进行必要的控制,鼓励使用生物杀虫,给林蜂养殖创造更好的发展环境;山羊和肉牛养殖也是大姚县传统产业之一,具有良好的产业基础,随着经济林灌溉设施的改善,鼓励林农开展林下种草发展生态养殖,并推行圈养模式,改变传统放养习惯,有效减少牲畜对森林资源的破坏。

5.3.3 森林生态旅游

围绕以县城为核心、多点开发的县域旅游发展规划,大姚县森林生态旅游重点建设永丰湖湿地生态旅游景区、三潭瀑布大峡谷景区、昙华山—百草岭千里彝山森林公园、妙峰山佛教文化旅游区、石羊古镇森林公园等 5 个森林、湿地旅游景区。永丰湖湿地生态旅游突出水上游乐和田园旅游开发;三潭瀑布大峡谷景区突出瀑布、森林和丹霞地质景观,开发瀑布寻踪、峡谷溜索、峡谷攀岩、峡谷漂流等探险体验项目;昙华山—百草岭千里彝山森林公园突出森林风貌、自然奇异景观与彝乡民俗文化、农耕文化;妙峰山德云寺始建于明朝末年,是滇中佛教圣地之

一,是大姚古八景之一的“妙峰晚翠”,依托妙峰山秀美的自然景观和宗教文化基础,打造佛教文化旅游区;石羊古镇是云南省首批命名的历史文化名镇,现存的文物古迹众多,有省级重点文物保护单位 1 个,是著名的“滇国盐都,祭孔圣地”,儒家文化、盐文化、历史文化、彝民族文化、佛教文化构成石羊古镇的特色旅游文化,是国家 AAA 级旅游区,建设石羊古镇森林公园,增加古镇宜居度,助推古镇旅游业发展。

5.4 生态文化建设

借助白塔公园文化多样性,增加生态文化宣传展示基础设施,建成生态文化教育基地,并在各类公园建设的基础上,完善和提升科普标识、宣传标识系统;借助石羊古镇森林公园开展生态环境警示教育,历史上的石羊古镇因盐而兴,随着人口聚集和盐业工艺需要,大量消耗薪柴,导致周围森林资源受到严重破坏,尤其是对石山区生态环境造成不可逆转的破坏,通过公园森林植被恢复建设,警示人们在建设发展中重视生态环境保护;以彝民族文化、儒家文化、佛教文化、“中国核桃之乡”等为背景,采用影视、摄影、诗歌、书画等多种手段创作生态文化作品,多种形式开展科普宣传活动,增强人们的生态保护意识;开展生态文明村、生态文明社区示范建设,使生态文明思想走进千家万户;加大核桃、黄连木、马樱花、桂花作为候选县树县花的宣传工作,按程序完成县树县花议定工作,为保障县树县花在城市绿化美化中的地位,开展县树县花人工培育新技术及快速繁殖研究,切实发挥县树县花在县城形象塑造中的作用。

5.5 森林管理建设

加强人才队伍建设,努力提高林业科技服务能力和管理水平;加强森林资源及各类保护地监测体系建设,提升监测水平,实现森林资源有效管理和合理开发,使各类保护地得到全面有效保护;强化信息化建设,努力提高林业各项工作信息化水平;规范森林县城创建领导小组办公室建设,制定有效推进创建工作的部门协作、资金融合及投入保障机制和高效的工作制度,促使创建工作稳步推进。

6 结束语

大姚县森林县城建设思路研究以生态文明建设思想为指引,以问题为导向,建设思路和内容体现生态建设与林业经济建设有机融合,并从点、线、面合理规划建设布局,突出建设重点,精准发力,以期高

(下转第 163 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.030

基于 AHP 法的森林小镇藤蔓景观期望度评价

唐世斌¹,徐阳丽¹,邓荣艳¹,朱原立²,唐庆³,梁燕芳²

(1.广西大学林学院,广西 南宁 530004; 2.广西壮族自治区国有七坡林场,广西 南宁 530225;
3.广西壮族自治区林业科学研究院,广西 南宁 530002)

摘要:基于 AHP 法(层次分析法)构建藤蔓景观营造对森林小镇的影响、对人的影响、社会效益等 3 个项目层因子、7 个因素层因子、22 个指标层因子组成评价体系,利用九级标度法使其量化,通过求根法计算出评价体系中各指标的权重,对广西七坡森林小镇藤蔓景观期望度进行评价。结果表明:指标体系通过一致性检验,建立的判断矩阵合理可行;3 个项目指标的比重大小依次为对人的影响>社会效益>对森林小镇的影响;7 个因素层指标中,生态功能质量(0.750 0)、心理感受质量(0.666 7)、植物文化意蕴(0.550 0)权重最高;在 22 个指标层因子中,净化空气功能综合权重最高(0.193 7),植物种类多样性最低(0.002 7)。

关键词:藤蔓景观;景观期望度;评价体系;AHP 法;广西七坡森林小镇

中图分类号:S731.2;Q149 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0158-06

引文格式:唐世斌,徐阳丽,邓荣艳,等.基于 AHP 法的森林小镇藤蔓景观期望度评价[J].林业调查规划,2020,45(2):158-163.

TANG Shibin, XU Yangli, DENG Rongyan, et al. Evaluation of Vine Landscape Expectation in Forest Town Based on AHP Method[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 158-163.

Evaluation of Vine Landscape Expectation in Forest Town Based on AHP Method

TANG Shibin¹, XU Yangli¹, DENG Rongyan¹, ZHU Yuanli², TANG Qing³, LIANG Yanfang²

(1. Forestry College, Guangxi University, Nanning 530004, China; 2. Guangxi State-owned Qipo Forest Farm, Nanning 530225, China; 3. Guangxi Forestry Research Institute, Nanning 530002, China)

Abstract: Based on AHP (analytic hierarchy process), the evaluation system consisting of 3 factors of the project layer including the impact of vine landscape construction on forest town, people and social benefits, 7 factors of the factor layer and 22 factors of the index layer was constructed and quantified by the nine-scale method. The weight of each index in the evaluation system was calculated by the root finding method to evaluate the vine landscape expectation in Qipo Forest Town of Guangxi. The results showed that the judgment matrix established by the index system was reasonable and feasible through the consistency test. The weight of the 3 project level indexes were the impact on people > social benefit > the impact on forest town, and among the 7 factor level indexes, the weights of ecological function quality (0.750 0), psychological perception quality (0.666 7) and plant culture meaning (0.550 0) were highest,

收稿日期:2019-10-10.

基金项目:广西科技基地和人才专项项目《广西特色藤本植物种质资源库建设与应用研究》(桂科 AD17129021)资助。

第一作者:唐世斌(1963-),男,重庆梁平人,副教授,硕士生导师。研究方向:风景园林建筑工程与规划设计。Email:tshibin@163.com

责任作者:邓荣艳(1980-),女,广西马山人,在读博士,讲师。研究方向:风景园林植物分类。Email:dengrongyan@163.com

and among the 22 index level factors, the comprehensive weight of air purification function was the highest (0.193 7), and the diversity of plant species was the lowest (0.002 7).

Key words: vine landscape; landscape expectation; evaluation system; AHP method; Qipo Forest Town of Guangxi

广西壮族自治区历来重视旅游业的发展,森林小镇建设是推进广西区域特色旅游产业发展,提振广西区域经济增长的有效手段。根据“2017-2020年南宁市全域旅游总体规划”的衔接分析,未来广西要以南宁市为中心打造出“环首府生态旅游圈”,并加快推进其成为“区域性国际旅游中心城市”和“一带一路有机衔接的重要旅游门户城市”。

广西七坡森林小镇地处南宁市吴圩镇,属于“环绿城南宁森林旅游圈”的重要一环,项目地依托广西国有七坡林场,小镇的建设结合该林场的改革,能推动南宁市森林旅游业的转型升级,为小镇的旅游业发展奠定基础;而藤蔓植物作为有生命的设计素材,兼有物质与非物质的文化属性,乡土藤蔓植物的运用也会对宣传地域性森林小镇文化有一定积极促进作用,让游客在实景中记住乡土和地域风情,并实现科普教育目的;旅游参与体验的过程中,游客通过呼吸负氧离子高的空气、绿色健康的植物精气,来达到舒缓紧张焦虑的神经、疏导抑郁情绪的作用,在减少社会医疗、心理治疗和提升人们身心健康等方面均具有重要意义。

1 研究概述

1.1 研究思路

国内外大部分学者将藤蔓植物定义为一种不能自由直立,需要借助支撑物如构筑物,并通过攀缘、缠绕、垂吊、吸附等方式进行攀爬升高的植物,其兼具观花、观叶、观果等多种观赏特性,可形成季相色彩变化和风韵美的藤蔓景观^[1-2]。广西七坡森林小镇围绕“七坡七彩,一站一品”为规划设计主题,旨在打造出具有地域特色的藤蔓景观精品旅游路线,对各地打造森林小镇藤蔓景观和挖掘旅游产业都具有一定借鉴意义。在此背景下,采用层次分析法(AHP法),对32名业内专家进行问卷调查,旨在量化各个层级的因子价值,建立森林小镇藤蔓景观期望度评价体系。

1.2 研究方法

层次分析法(Analytic Hierarchy Process,简称AHP),是由美国运筹学家T. L. Saaty提出的通过多

因素分级来确定其权重的方法。依据向专家咨询来确定评价指标,随后向专家进行问卷调查,通过被试者的评分形成判断矩阵列表,从而得出指标权重,再根据相应的标准进行量化分析得出评价结果。其特点是能够将复杂问题分层次逐步分解,并通过定性分析,以数量上的表达将主观判断进行分析、转换和处理^[3-4]。

1.3 指标体系的构建

构建科学、客观、可行的评价指标体系是奠基森林小镇藤蔓景观期望度评价的关键因素之一,本研究基于区域藤蔓植物资源开发利用特点,在综合前人研究成果的基础上,通过大量文献资料整理^[5-14]和专家咨询来收集影响藤蔓景观规划质量的因子,总结出部分可参考指标(表1)。

表 1 国内部分相关指标参考案例表

Tab. 1 Reference cases of domestic partial related indexes

研究者	研究内容	指标内容
吉真珍(2015)	立体绿化植物景观综合评价	分生态学、艺术构图、心理感受、社会效益等5个准则层,以及物种丰富度、与周围环境的协调、植物种植形式合理性、色彩与季相等15个标准层。
刘玉洁(2016)	居住区绿地立体绿化植物景观评价体系	分生态性、美学性、经济性、舒适性4个准则层,细分了物种多样性、群落结构丰富性、改善局部小气候、心情愉悦程度等17个指标层。
王晓燕(2016)	立体绿化植物景观评价体系	从生态特性、观赏特性、功能特性、社会效益4个方面总结植物丰富度、景观季相变化、改善公园形象、文化意蕴等12个指标。
杨程程(2012)	屋顶绿化评价指标体系	分生态性、观赏性、安全性、功能性、社会性、经济性6个准则层。
颜隽(2007)	昆明城区公园立体绿化常用攀缘植物综合评价	分美学性、生态性、保健性、经济性4个准则层。
姚春晓(2016)	垂直绿地植物景观评价	分生态学特征、美学价值、抗逆能力、管理成本4个准则层。
王欣歆(2010)	棚架式垂直绿化综合评价体系	分生态性、美学性、功能性、文化性4个准则层,物种多样性、色彩与季相、可停留度、空间吸引力、文化主题等14个指标。

续表 1

研究者	研究内容	指标内容
荆慕哈 (2014)	垂直绿化效益综合评价指标体系	对环境的影响、对人的影响、可行性。
刘炜 (2010)	厦门城市垂直绿化评价指标体系	通过结构、功能、效益 3 个方面再细分绿地结构、景观结构、环境效益、植物效益、文学艺术、价值指标 6 个因素层及 16 个指标层。
吴沁丹 (2017)	屋顶绿化评价模型	分生态性、景观性、安全性 3 个准则层。

在此基础上结合项目地广西七坡森林小镇对藤蔓植物的选取要求,按照藤蔓植物本身的景观特性,以期满足藤蔓景观的塑造和游客的需求,构建以藤蔓景观营造对森林小镇的影响、对人的影响、社会效益 3 个方面的项目层(B)、因素层(C)上 7 个因子、指标层(D)上 22 个具体指标组成的评价指标体系(表 2)。

表 2 广西七坡森林小镇藤蔓景观期望度指标体系
Tab. 2 Index system of vine landscape expectation in Qipo Forest Town of Guangxi

目标层 A	项目层 B	因素层 C	指标层 D
A 森林小镇藤蔓景观期望度评价	B1 对森林小镇的影响	C1 植物景观构成	D01 植物种类多样性
			D02 植物季相丰富度
			D03 空间层次变化度
			D04 与周围环境协调性
			D05 区域特色体现
		D06 色彩丰富度	
	C2 植物艺术构成	D07 色彩调和性	
		D08 植物形态观赏性	
		D09 植物芳香度	
	C3 植物文化意蕴	D10 种植形式科学性	D11 科研科普价值
			D12 场所主题内涵
			D13 文化意境营造
			D14 心理安全感
B2 对人的影响	C4 心理基本需求	D15 景观接纳感	
		D16 心情愉悦度	
	C5 心理感受质量	D17 意境感知度	
B3 社会效益	C6 服务功能质量	D18 旅游标志性	
		D19 可停留度	
		D20 空间导向性	
	C7 生态功能质量	D21 美化环境功能	
		D22 净化空气功能	

2 评价结果分析

2.1 指标的量化

根据评价体系的层次结构(表 2),将目标层 A 与项目层 B、项目层 B 与因素层 C、因素层 C 与指标层 D 的重要性进行两两比较,利用九级标度法使其量化,对各个层级指标进行两两对比,构造判断矩阵表,在计算过程中,为保证评价指标权重的可靠性,运用求根法检验判断矩阵的一致性,当 $CR < 0.1000$ 时,该判断矩阵满足一致性要求,各层级所占权重及一致性值如表 3 所示。

2.2 各个指标的权重

通过计算,各判断矩阵的 CR 值均小于 0.1000 (表 3),通过一致性检验,说明建立的判断矩阵合理可行。在此基础上对综合权重(相对于目标层 A 的权重)进行归一化处理,结果详见表 4。

3 结论与讨论

本研究建立的森林小镇藤蔓景观期望度评价模型包含了与其规划设计紧密相关的 22 个指标,由表 4 可知,在项目层中,3 个项目层的权重大小依次为人的影响>社会效益>对森林小镇的影响。在藤蔓景观营造中:1)要注重景观带给人心理层面的感知和感受,游人通过对景观的观赏体验,获得感官刺激,呼吸植物精气,可改善和舒缓情绪;2)要注重藤蔓景观带来的社会效益,景观除了感官的体验之外,还要满足社会的物质文化及生态环境效益需求;有了上述两者的构建,才能真正产生对森林小镇的影响。

在对森林小镇的影响因素层中,3 个影响因素的权重依次为:植物文化意蕴>植物景观构成>植物艺术构成,植物景观构成的权重值略高于植物艺术构成,藤蔓景观首先要注重主题和人格化意境的营造,赋予一定的内涵,这样景观构成和艺术构成才会有所依托。

在对人的影响因素层中,心理感受质量>心理基本需求,因为藤蔓景观为人们带来的深层次心理体验远远比最基本的心理需求来得重要,能够为游人提供缓解压力、改善情绪的植物景观形式,方能充分体现藤蔓景观的意义和价值所在。

在社会效益因素层中,生态功能质量>服务功能质量,藤蔓植物的基本功能即是生态绿化,只有具备良好的植物生态功能,才能更好地发挥服务场地功能。

表 3 广西七坡森林小镇藤蔓景观期望度指标权重及判断矩阵一致性检验

Tab. 3 Consistency test of judgment matrix and index weight of vine landscape expectation in Qipo Forest Town of Guangxi

层次模型		判断矩阵					权重	一致性检验	
A-B	A-Bi(Bj)	B1	B2	B3					
		B1	1	1/3	1/2		0.1692	CR=0.0158<0.1000	
		B2	3	1	1		0.4434		
		B3	2	1	1		0.3874		
B1-C	B1-Ci(Cj)	C1	C2	C3					
		C1	1	1	1/2		0.2402	CR=0.0158<0.1000	
		C2	1	1	1/3		0.2098		
		C3	2	3	1		0.5500		
B2-C	B2-Ci(Cj)	C4	C5						
		C4	1	1/2			0.3333	CR=0.0000<0.1000	
		C5	2	1			0.6667		
B3-C	B3-Ci(Cj)	C6	C7						
		C6	1	1/3			0.2500	CR=0.0000<0.1000	
		C7	3	1			0.7500		
C1-D	C1-Di(Dj)	D01	D02	D03	D04	D05			
		D01	1	1/3	1/3	1/3	1/4	0.0661	CR=0.0366<0.1000
		D02	3	1	1/2	1/2	1/3	0.1277	
		D03	3	2	1	1/2	1/3	0.1685	
		D04	3	2	2	1	1/2	0.2412	
		D05	4	3	3	2	1	0.3965	
C2-D	C2-Di(Dj)	D06	D07	D08	D09	D10			
		D06	1	1/3	1/4	1	1/3	0.0823	CR=0.0788<0.1000
		D07	3	1	1/3	1	1/4	0.1279	
		D08	4	3	1	1	1/2	0.2415	
		D09	1	1	1	1	1/4	0.1279	
		D10	3	4	2	4	1	0.4204	
C3-D	C3-Di(Dj)	D11	D12	D13					
		D11	1	1/2	1/2		0.1958	CR=0.0462<0.1000	
		D12	2	1	1/2		0.3108		
		D13	2	2	1		0.4934		
C4-D	C4-Di(Dj)	D14	D15						
		D14	1	1/2			0.3333	CR=0.0000<0.1000	
		D15	2	1			0.6667		
C5-D	C5-Di(Dj)	D16	D17						
		D16	1	1			0.5000	CR=0.0000<0.1000	
		D17	1	1			0.5000		
C6-D	C6-Di(Dj)	D18	D19	D20					
		D18	1	1/2	1/3		0.1692	CR=0.0158<0.1000	
		D19	2	1	1		0.3874		
		D20	3	1	1		0.4434		
C7-D	C7-Di(Dj)	D21	D22						
		D21	1	1/2			0.3333	CR=0.0000<0.1000	
		D22	2	1			0.6667		

表 4 广西七坡森林小镇藤蔓景观期望度评价体系

Tab. 4 Evaluation system of vine landscape expectation in Qipo Forest Town of Guangxi

目标层 A	项目层 B	权重 B	因素层 C	权重 C	指标层 D	权重 D	综合权重		
A 森林小镇藤蔓景观期望度评价	B1 对森林小镇的影响	0.1692	C1 植物景观构成	0.2402	D01 植物种类多样性	0.0661	0.0027		
					D02 植物季相丰富度	0.1277	0.0052		
					D03 空间层次变化度	0.1685	0.0068		
					D04 与周围环境协调性	0.2412	0.0098		
					D05 区域特色体现	0.3965	0.0161		
			C2 植物艺术构成	0.2098	D06 色彩丰富度	0.0823	0.0029		
					D07 色彩调和度	0.1279	0.0045		
					D08 植物形态观赏性	0.2415	0.0086		
					D09 植物芳香度	0.1279	0.0045		
					D10 种植形式科学性	0.4204	0.0149		
	C3 植物文化意蕴	0.5500	D11 科研科普价值	0.1958	0.0182				
						D12 场所主题内涵	0.3108	0.0289	
									D13 文化意境营造
			B2 对人的影响	0.4434	C4 心理基本需求	0.3333	D14 心理安全感	0.3333	0.0493
							D15 景观接纳感	0.6667	0.0985
					C5 心理感受质量	0.6667	D16 心情愉悦度	0.5000	0.1478
							D17 意境感知度	0.5000	0.1478
	B3 社会效益	0.3874	C6 服务功能质量	0.2500	D18 旅游标志性	0.1692	0.0164		
					D19 可停留度	0.3874	0.0375		
					D20 空间导向性	0.4434	0.0429		
			C7 生态功能质量	0.7500	D21 美化环境功能	0.3333	0.0968		
					D22 净化空气功能	0.6667	0.1937		

在植物景观构成的指标层中,5 个指标的权重大小依次为区域特色体现>与周围环境协调性>空间层次变化度>植物季相丰富度>植物种类多样性,藤蔓景观首先要具有区域特色:1)乡土植物要体现地域特色,2)因地制宜、适地适树方便后期养护管理,节约成本;其次考虑藤蔓景观与周围环境的和谐搭配,能够融入场地,遮丑避陋;空间层次变化度与植物季相丰富度权重接近,表明适当赋予空间和层次变化,增加空间趣味和视觉互动形式,这与游客期望参与互动的心理是相吻合的,同时通过藤蔓植物的观花观果时节来表现季相特征,可利用春夏秋季旅游高峰期来吸引游客,从而提高经济效益;植物品种选用恰当,每个站点的藤蔓植物运用有主有次,突出重点,植物种类的多样性对景观效果也有作用。

在植物艺术构成的指标层中,5 个指标的权重大小依次为植物形式科学性>植物形态观赏性>色

彩调和度=植物芳香度>色彩丰富度,藤蔓植物种植的科学性,关系其长远发展;其次注重植物形态观赏性,这与游客欣赏大自然的审美需求是一致的,通过观赏奇特的花、叶、果引发遐想,流连于观景赏花间;色彩调和度与植物芳香度的权重值并列,与色彩丰富度权重值接近,色彩和芳香型的植物种类选用适当即可,一方面注重色彩搭配,另一方面适度的植物香气体验,也能够舒缓心情上起到一定作用。

在植物文化意蕴的指标层中,3 个指标的权重大小依次为文化意境营造>场所主题内涵>科研科普价值,文化和意境早在中国古典园林中就有了传承,在当今现代园林中也同样占据着举足轻重的地位,文化意境应当是整个藤蔓景观塑造的灵魂;场所的主题内涵源于文化意境的营造,通过灵魂来传达内涵,是从属关系;科研科普价值的权重值最低,藤蔓景观的观赏价值是景观吸引力的最大体现,科研

科普功能固然重要,但是在对游客的吸引方面只能作为景观的辅助。

在心理基本需求的指标层中,景观接纳感>心理安全感。在心理上,认同接纳感先于安全感而产生,优先考虑藤蔓景观的舒适度,进而考虑植物种类无毒、无刺的选用,才能让游客接纳并且停留。

在心理感受质量的指标层中,心情愉悦度、意境感知度2项因子的权重值持平,在规划设计时应当注重设计思想的表达,游人在观赏藤蔓景观时,往往在感受意境的同时,心情也随之愉快起来。

在服务功能质量的指标层中,3个指标的权重依次为空间导向性>可停留度>旅游标志性,空间导向性和可停留度的权重值接近,通过藤蔓景观分割空间来引导和留住游客,是景观互动的首要前提,在两者的形式吸引下,一定程度地形成旅游形象。

在生态功能质量的指标层中,净化空气功能>美化环境功能,净化空气功能的权重值要远远大于美化环境功能,表明在环境日益超负荷的现代进程中,对植物功效的要求也越来越高,多选用有气生根吸附类的藤蔓植物代替单纯的草坪,能够形成浓密覆盖的地被,从而达到抑制尘土和净化空气的目的。

以上指标的权重评价结果可作为广西七坡森林小镇藤蔓景观规划设计的一个参考;在实践中具体情况千变万化,不能单纯的按照权重由高至低使用,可参考评价结果来选择,再根据现状做好调整和改变。

参考文献:

[1] 唐丽. 论藤本植物的造景功能[J]. 林业规划调查,

2006,31(1):150-153.

[2] SGHNITZER S A, BONGERS F. The ecology of lianas and their role in forests[J]. Trends in Ecology & Evolution, 2002, 17(5):223-230.

[3] 赵焕臣. 层次分析法——一种简易的新决策方法[M]. 北京:科学出版社,1986.

[4] SLLTY T L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation [M]. New York: McGraw-Hill, 1980.

[5] 吉真珍. 度假型酒店立体绿化植物景观研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2015.

[6] 刘玉洁. 南京市居住区绿地立体绿化植物景观调查与评价研究[D]. 南京:南京农业大学,2016.

[7] 王晓燕. 南京市专类公园立体绿化植物景观评价与优化设计[D]. 南京:南京农业大学,2016.

[8] 杨程程. 屋顶绿化综合评价模型的建立与应用研究——以上海市屋顶绿化为例[D]. 上海:上海交通大学,2012.

[9] 颜隽. 昆明公园立体绿化常用植物综合评价及应用方式的研究[D]. 昆明:西南林业大学,2007.

[10] 姚春晓. 沈阳垂直绿化植物调查与综合评价[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2016.

[11] 王欣歆. 南京城市园林中垂直绿化研究[D]. 南京:南京农业大学,2010.

[12] 荆慕晗. 城市建筑垂直绿化综合效益评估[D]. 南京:南京工业大学,2010.

[13] 刘炜. 厦门城市垂直绿化综合评价及绿化技术研究[D]. 福州:福建农林大学,2010.

[14] 吴沁丹. 长沙市公共建筑屋顶绿化调查研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2017.

(责任编辑 张林艳)

(上接第157页)

效提升县域森林生态系统功能和综合效益的发挥,把大姚建成美丽、宜居、宜业的森林县城。

参考文献:

[1] 张勇,李土生,应宝根,等. 天台县森林城市建设总体规划研究[J]. 林业调查规划,2014(1):134-138.

[2] 但新球,但维宇. 森林城市建设——理论、方法、与关键技术[M]. 北京:中国林业出版社,2011.

[3] 黄海燕 戴益源 孙亚丽. 临沧市国家森林城市建设规

划研究[J]. 林业调查规划,2019,44(1):200-205.

[4] 邓媛媛. 景谷县城绿地系统规划[D]. 昆明:西南林业大学,2016.

[5] 杨茗琪. 富源县城绿地系统规划研究[D]. 昆明:西南林业大学,2012.

[6] 王小菲. 关于我国森林城市建设规划的几点思考[J]. 林业调查规划,2019,44(1):206-209.

(责任编辑 许易琦)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.031

沾益区创建国家森林城市的思路与举措

何建良

(曲靖市林业和草原局,云南 曲靖 655000)

摘要:分析沾益区在创建国家森林城市工作过程中的思路与举措,认为动员全民参与是“创森”工作的坚强后盾;确保工作经费,多方筹措资金是“创森”工作的动力来源;突出建设重点,完成创建指标实现是“创森”工作的最终目的;抓好森林资源保护,巩固工作成效是“创森”工作的安全保障;建好档案台账,完善痕迹管理使“创森”工作有据可查。

关键词:森林城市创建;工作思路;森林资源保护;评价指标;曲靖市

中图分类号:S731.2;F316.23 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2020)02-0164-03

引文格式:何建良.沾益区创建国家森林城市的思路与举措[J].林业调查规划,2020,45(2):164-166,171.

HE Jianliang. Thoughts and Measures of Establishing National Forest City in Zhanyi District[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 164-166, 171.

Thoughts and Measures of Establishing National Forest City in Zhanyi District

HE Jianliang

(Qujing Forestry and Grassland Bureau, Qujing, Yunnan 655000, China)

Abstract: This paper analyzed the thoughts and measures of establishing a national forest city in Zhanyi District, and pointed out that mobilizing the participation of the whole people was the strong backing, ensuring and raising funds in many ways was the power source, highlighting the key points of construction and achieving the targets was the ultimate goal, paying attention to the protection of forest resources and consolidating the effect of the work was the safety guarantee, and establishing the file account and perfecting the trace management made the work well documented.

Key words: establishing national forest city; working thoughts; forest resources protection; evaluation index; Qujing City

沾益区位于云南省东北部、曲靖市中部,地处东经 103°14'~103°29'、北纬 25°06'~25°31'之间。国土总面积 281 489 hm²,占曲靖市总面积的 9.73%。沾益区建成区面积 15.1 km²,常住人口 8.6 万人。境内自然资源丰富,多生态绿地、农田嵌布,生态环境保持较好。区域内气候适宜,雨量充沛,夏无酷

暑,冬无严寒,光照充盈,舒适宜居,生态环境秀美。

国家森林城市,是指城市生态系统以森林植被为主体,城市生态建设实现城乡一体化发展,各项建设指标达到国家森林城市评价指标要求并经国家林业主管部门批准授牌的城市。创建国家森林城市对于沾益区改善人居环境,打造生态宜居小城,发展现

收稿日期:2019-07-22;修回日期:2019-08-20.

第一作者:何建良(1966-),男,云南陆良人,高级工程师.主要从事林业调查规划工作.

代林业,促进农民增收,助力脱贫攻坚和乡村振兴,满足社会经济健康可持续发展具有重要意义。2016年曲靖市正式启动创建国家森林城市工作,沾益区委、区政府积极响应号召,按照《曲靖市国家森林城市建设总体规划(2017—2026年)》要求,对照《国家森林城市评价指标(LY/T 2004—2012)》(国家林业局2007年3月15日公布),结合上级下达的工作台账来具体实施各项主要评价指标建设任务。

2019年是沾益区创建国家森林城市工作开展以来的第三年,近期沾益区林业和草原局组织技术人员对各项指标任务完成情况进行自检自查,结果显示“创森”工作已取得阶段性成果。

笔者在参与调查过程中,了解到沾益区在创建国家森林城市工作中有思路、有举措,具有一定的可操作性。

1 “创森”主要量化评价指标完成情况及主要工作成效

1.1 上级下达的考核指标

曲靖市委、市政府下达沾益区创建国家森林城市考核指标就是国家林业局2007年3月15日公布的《国家森林城市评价指标(LY/T 2004—2012)》中城市森林网络、城市森林健康、城市林业经济、城市生态文化、城市森林管理等五个方面的40项指标,其中定量指标和定性指标大约各占一半。

1.2 “创森”初期指标状况

沾益区创建国家森林城市初期指标就是以2016年为基准年,西南林业大学编制《曲靖市国家森林城市建设总体规划(2017—2026年)》时的调查数据,即为“创森”初期指标(已达标指标17项)。经过综合分析,沾益区创建为国家森林城市具有可行性。主要评价指标及达标情况详见该规划。

1.3 “创森”主要量化评价指标完成变化情况及主要工作成效

最近两年是沾益区城区绿化覆盖率、绿量、绿质提升最快、最多、最好的时期,全面完成了《曲靖市创建国家森林城市总体规划实施方案(沾益区2017—2019年)》建设目标。据统计,2017—2019年共完成新造林8 753.3 hm²,平均每年完成新造林面积2 920 hm²,占区域国土面积的1.04%;中心城区新增绿地面积218.12 hm²;区域森林覆盖率达45.00%,超过国家森林城市指标35%的要求;创建市级“森林小镇”1个,“森林村庄”4个,“森林庄园”3个,“森林人家”3个,“森林学校”3个。城区

和各乡镇(街道)的森林生态系统数量和质量全面提升,各类森林斑块与道路、水系、农田等有机连接,点、线、面、网结合的城市生态网络系统基本形成,40项创森指标中绝大部分指标均达到或超过国家森林城市指标标准。全区森林覆盖率达47.41%;城区绿化覆盖率40.04%,提高了5.98个百分点;城区人均公园绿地面积18.35 m²,净增了9.04 m²;城区街道树冠覆盖率28.65%,超出指标3.65个百分点;全区铁路、高速公路、国省道等道路绿化率达到88.47%,超出国家指标8.47个百分点;主要河流水岸林木绿化率达到90%以上。

2 “创森”工作的思路与举措

2.1 动员全民参与

为确保创森工作的有序推进,使创建国家森林城市成为沾益区人民群众的自觉行动:1)沾益区成立了以区委书记、区长任组长,四班子分管联系领导任副组长,20个部门主要领导,11个乡镇(街道)负责人为成员的三级省级森林城市创建领导小组,形成部门协同、区乡联动的整体推进工作格局。2)充分利用广播、电视、报刊、网络等新闻媒体和曲靖M、创森网站、微信、微博等网络平台,大力宣传森林城市创建的目的、意义、工作内容和措施等,充分调动各级干部职工和广大群众参与的积极性。3)积极开展全国生态文化村、生态文明教育基地、“森林沾益”摄影展等森林文化宣传活动,不断提高群众对森林城市创建工作的认知度和参与意识,为森林城市创建营造了良好的氛围。三年来,全区共开展“创森”动员会、培训会、专题讲座230余场次,通过报刊杂志、网络媒体、广播电视发布创建森林城市相关信息1 960余条,有奖征文征集各类文稿544篇,出版《征文优秀作品集》1万册。

2.2 多方筹措资金确保“创森”工作经费

为确保创建森林城市工作形成一个良好格局,要求全社会共同关心、支持、投入资金来开展森林城市创建:1)建立以政府投资为导向、社会投资为重点、群众投资为补充的多元化投资机制,多层次、多渠道、多形式筹集创森工作资金。2)全区各部门积极争取国家、省项目财政专项资金,按照“提品位、创特色、出亮点”的工作思路,充分整合资金向森林城市建设倾斜。3)按照“谁投资、谁经营、谁受益”的原则,制订优惠政策,鼓励和支持受益群众投工、投劳集资。4)采取独资、合资、股份合作制等形式吸纳群众自筹资金和社会资金参与森林城市建设。

据统计,2017年至2019年,全区森林城市建设共计投入资金 11.41 亿元,其中财政性投入资金 31 085.72 万元,社会投资 12 964.37 万元,PPP 模式投入资金 19 106.16 万元,其他模式投资 50 948.89 万元。

2.3 突出建设重点

充分把握“创森”工作重点,特别是市区视野区的增绿补绿上,应增加义务植树范围,大力实施人工植树造林。在全面推进天然林保护二期工程、陡坡地生态治理、石漠化治理、封山育林等生态建设工程的同时,突出重点,推进城乡一体化绿化,实施完成中心城区绿化提质、面山整治和恢复植被,西河湿地公园建设,交通网、水网绿化,绿色村镇建设等重点绿化工程项目,取得明显成效。

2.4 抓好森林资源保护

牢固树立法律意识、生态保护红线意识和底线思维,以全方位监管为目标,主动服务、跟踪服务、问效服务。围绕创建森林城市评价指标,以实现村庄绿化率达 30% 为目标,遵循“慎砍树、禁挖山、不填湖”原则,保护好农村特色和田园风貌,进一步改善农村人居环境,让天更蓝、山更绿、水更清,让更多村庄成为宜居宜业宜人的绿色家园。

1) 为保护森林资源安全,守护沾益绿水青山,沾益区林业局强化扑火队伍建设:①保障扑火队专业化。现有乡镇扑火队 11 支计 113 人,珠江源扑火队 20 人,区专业扑火队 50 人,共 183 人。区乡专业扑火队配备指挥车、运兵车、对讲机、进口背负式风力灭火机、高压细雾水枪、桶式水枪、灭火弹等装备。②提高扑火队实战化。③推动扑火队规范化。

2) 在做好林地征占用、林木采伐运输、木材经营加工、野生动物驯养繁殖、经营利用等资源林政工作的同时,以“版图化、网格化、可视化、信息化”森林资源管理为依托,深入推进“一二二一”执法模式,强化资源保护管理,维护生态安全。

3) 在森林督查的基础上,着手推进基于 GPS 的森林资源档案动态管理,逐步建立区级森林资源档案矢量化数据库,使用森林资源管理“一张图”来巩固“创森”工作成效。

2.5 建好档案台账,完善痕迹管理

建立城市森林资源管理档案,保存创建国家森林城市过程中形成的文字、图片、视频等各种形式和载体的原始记录,是森林城市创建活动有序推进的重要保障,是创建国家森林城市的客观反映和重要的历史见证。

3 “创森”工作存在问题及对策建议

3.1 主要问题

目前工作中存在的主要问题一是资金筹集压力较大;二是生态文化亟需充分挖掘;三是总体绿量不足、质量不高、功能不强;四是公园绿地面积少、面山裸露植被覆盖低、公路沿线及铁路通道林带断线、乡村绿化美化不足等。

3.2 对策、建议

1) 针对国际、国内经济下行的形势,创建国家森林城市资金投入不能减少。除依靠财政补助资金外,建设资金还要依靠融资贷款、引导社会各方投资等方式来筹集。

2) 进一步加强生态文化内涵的挖掘。坚持文化引领,大力弘扬生态文化,提升森林城市建设的内涵和品质。坚持把生态文明宣传教育放在重要位置,深入开展生态文明宣传教育活动,广泛传播生态文明理念、普及森林文化知识,提高公众生态保护意识和责任意识,逐步形成尊重自然、热爱自然、善待自然的社会氛围,在全社会树立良好的生态文化意识。

3) 满足创建国家森林城市指标要求及经济社会发展 and 人民群众日益增长的生态需求,下步工作中,沾益区要严格按照“城市森林网络、城市森林健康、城市林业经济、城市生态文化、城市森林管理”5 个体系 40 个指标逐一认真实施,努力构建“城区园林化、城郊森林化、道路林荫化、水域林湿化、农田林网化、村庄林果化、国土生态化”的城乡生态建设新格局,扎实推进森林城市创建工作,确保到 2019 年沾益区成功创建为云南省森林城市,助推曲靖市成功创建国家森林城市。

4 结语

森林城市建设战线长、任务重。在中央、省、市各级各部门的科学指导下,通过各族人民的共同努力,按照创森总体规划确定的建设目标,继续创新工作思路与举措,高标准推进城区绿化,突出抓好公园绿化、单位绿化、小区绿化、街道绿化、道路绿化、水系绿化、立体绿化等城镇绿化工作;在中心城区大手笔推进“面山植被恢复、公园绿地建设、微森林绿地建设、景观街道提升”等林网绿化,大力实施规划建绿、项目配绿、腾地兴绿,使绿量、绿质得到大幅度增

(下转第 171 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.032

基于 PPP 模式的姚安县国家储备林建设模式探析

宋志伟,朱丽艳,王海亮,王群

(国家林业和草原局昆明勘察设计院,云南 昆明 650216)

摘要:文章以姚安县国家储备林建设项目为例,结合 PPP 政策要求、运作模式等,对姚安县国家储备林营造林模式、运作模式、管理模式、融资模式进行分析。并针对项目建设资金不足、营造林质量总体不高等问题,提出拓宽融资渠道,形成多元化投入机制;完善管理机制,激发实施主体积极性;加大科技支撑,提高森林可持续经营水平等对策、建议。

关键词:国家储备林;PPP 模式;营造林模式;运作模式;管理模式;姚安县

中图分类号:S757;F253.4;C941 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0167-05

引文格式:宋志伟,朱丽艳,王海亮.基于 PPP 模式的姚安县国家储备林建设模式探析[J].林业调查规划,2020,45(2):167-171.

SONG Zhiwei,ZHU Liyan,WANG Hailiang,et al. Construction Model of National Reserve Forest Project in Yao'an County Based on PPP Model[J]. Forest Inventory and Planning,2020,45(2):167-171.

Construction Model of National Reserve Forest Project in Yao'an County Based on PPP Model

SONG Zhiwei, ZHU Liyan, WANG Hailiang, WANG Qun

(Kunming Survey and Design Institute, State Forestry and Grassland Administration, Kunming 650216, China)

Abstract: The construction mode, operation mode, management mode and financing mode of the national reserve forest in Yao'an County were analyzed combined with PPP policy requirements and operation mode. In view of the insufficient funds for project construction and the overall low quality of forest, this paper suggested to broaden financing channels, form a diversified investment mechanism, improve management mechanism, stimulate the enthusiasm of implementation subjects, increase scientific and technological support, and promote the sustainable forest management.

Key words: national forest reserve; PPP model; construction model; operation mode; management mode; Yao'an County

当前,我国仍是一个缺林少绿、生态脆弱的国家,随着经济社会的发展,木材供需矛盾不断加剧,进口难度逐步加大,木材安全问题已演变为重大的资源战略问题和日益复杂的国际政治问题。木材安全是关系生态文明和社会主义现代化建设的重大战

略问题。为此,党中央、国务院作出了建设国家储备林的战略决策,对建立国家储备林制度、加强国家储备林基地建设等作出了安排部署。国家储备林是指为满足经济社会发展和人民美好生活对优质木材的需要,在自然条件适宜地区,通过集约人工林栽培、

收稿日期:2019-10-21.

基金项目:姚安县国家储备林建设可行性研究项目(2017-284).

第一作者:宋志伟(1984-),男,河南淮阳人,硕士,高级工程师.主要从事林业调查规划、国家储备林建设方面的工作.

现有林改培、抚育及补植补造等措施,营造和培育的工业原料林、乡土树种、珍稀树种和大径级用材林等多功能森林^[1]。姚安县国家储备林建设,是对绿水青山就是金山银山科学理念的具体实践,是推进林业供给侧结构性改革的重要抓手,是精准提升森林质量的重要工程,对推进林业现代化建设、建设生态文明具有重要意义。随着国家储备林建设的深入开展,一些专家和学者^[2-5]就如何有效开展国家储备林建设,从政策、技术、经营管理、融资模式等方面进行深入研究,但对采用 PPP 模式建设国家储备林方面的研究尚不多见。基于此,本文以姚安县国家储备林建设项目为例,结合 PPP 政策要求、运作模式等对姚安县国家储备林建设模式进行分析,并对存在问题提出相应对策建议,以期为国家储备林建设持续有效开展提供科学决策依据。

1 PPP 主要特点

1.1 基本概念

《财政部关于推广运用政府和社会资本合作模式有关问题的通知》(财金[2014]76号)提出,政府和社会资本合作模式(PPP)是指在基础设施及公共服务领域建立的一种长期合作关系,是由社会资本承担设计、建设、运营(维护)的大部分工作,并通过“使用者付费”或“可行性缺口补助”获得合理投资回报。国家储备林 PPP 模式通常为政府和社会资本合作成立 SPV 项目公司,以自有资产或预期木材收益作为抵押物,向贷款银行取得贷款,管理贷款资金并负责还本付息,同时承担国家储备林项目周期内的设计、建设、运营、移交等任务。SPV 项目公司的建设资金缺口部分可以利用政策性银行贷款,政府通过政府付费或者可行性缺口补助给予资金支持。纯公益类的项目采用政府付费模式,准公益类的项目采用可行性缺口补助模式,按照政府支出责任逐年安排财政预算。

1.2 政策要求

关于财政承受能力,根据《政府和社会资本合作项目财政承受能力论证指引》(财金[2015]21号)要求,财政承受能力即每一年度全部 PPP 项目需要从预算中安排的支出责任,占一般公共预算支出比例应当不超过 10%。关于入库标准,根据《关于规范政府和社会资本合作(PPP)综合信息平台项目库管理的通知》(财办金[2017]92号)要求,仅涉及工程建设,无运营内容的、无项目收益的不适宜采用 PPP 模式实施。关于付费机制,财政部《关于推

进政府和社会资本合作规范发展的实施意见》(财金[2019]10号),采用“可行性缺口补助”模式使用者付费(项目自身收益)比例不得低于 10%(10%的通常算法是以项目运营期内使用者付费总额占项目整体收入合计包括可行性缺口补助额的比例)。关于项目资本金,根据国发[2015]51号文要求,结合融资政策银监发[2009]71号文的要求,国家储备林项目资本金最低比例为 20%。

1.3 运作模式

国家储备林建设过程中可以应用到的 PPP 运作模式主要有委托运营(O&M)、管理合同(MC)、建设-运营-移交(BOT)、建设-拥有-运营(BOO)、转让-运营-移交(TOT)、改建-运营-移交(ROT)等。其中,委托运营(O&M)模式是政府将现有的林木资产运营职责委托给社会资本方,合同期限一般不超过 8 年。管理合同(MC)模式通常作为转让-运营-移交的过渡方式,合同期限一般不超过 3 年。建设-运营-移交(BOT)模式是由社会资本方承担国家储备林的设计、融资、建造、运营,合同期满后无偿移交,合同期限一般为 20~30 年。建设-拥有-运营(BOO)模式由社会资本方建设、运营并拥有项目所有权,一般不涉及项目期满移交。转让-运营-移交(TOT)模式是政府将现有林木资产所有权有偿转让给社会资本方,并由其负责运营、维护,合同期满后进行无偿移交,合同期限一般为 20~30 年。改建-运营-移交(ROT)是在 TOT 模式的基础上,社会资本方增加改扩建内容,合同期限一般为 20~30 年。由于国家储备林建设周期长,目前主要采用建设-运营-移交(BOT)的模式进行。

2 项目主要概况

2.1 政策依据

为促进国家储备林持续有效开展,重点解决融资难、融资贵、融资短等资金投入不足问题,国家出台了一系列政策文件支持采用 PPP 模式建设国家储备林。如《国家林业局办公室 财政部办公厅关于做好国家储备林建设工作的通知》(办规字[2015]117号)提到,积极探索运用 PPP 模式,吸引社会资本投入国家储备林建设,优先选择具备稳定现金流和一定财力保障的项目开展 PPP 模式试点,通过政府付费或补贴等方式保障社会资本获得合理收益,运用 PPP 模式吸引社会资本、转换政府职能、激发市场活力,提升国家储备林建设的质量和效率。《国家林业局关于印发国家储备林制度方案的通

知》(林规发[2015]192号)中明确提出探索 PPP 模式,按照国家推广公共财政和社会资本合作模式有关要求,加强对运用 PPP 模式推进国家储备林建设的指导,开展建设模式示范试点。《国家林业局 财政部关于运用政府和社会资本合作模式推进林业生态建设和保护利用的指导意见》(林规发[2016]168号)提到,加快产权模式创新和金融创新,大力推广运用政府和社会资本合作(PPP)模式,吸引社会资本和金融资本进入林业生态建设和保护利用领域,积极扩大增量,努力盘活存量,有利于优化资金结构,建立健全林业投入多渠道筹措机制,大规模推进国土绿化。《关于运用政府和社会资本合作模式推进林业建设的指导意见》(发改农经[2016]2455号)中明确提出:鼓励社会资本根据国家储备林建设的布局重点和目标要求,通过新造林、森林抚育、更新改造、立体复合经营等措施,着力培育大径级材和珍贵树种,营造生态稳定、结构优良、长短结合、高效集约经营的国家木材储备基地,增强高品质木材等林产品和优质生态产品供给能力。

2.2 运营概况

姚安县地处滇中,是滇西南地区互联互通和中国面向南亚、东南亚开放的通道,也是连接“一带一路”、孟中印缅经济走廊和长江经济带的重要枢纽,建设国家储备林项目对构建我国西南地区生态安全屏障意义重大。项目建设木材基地 4 150 hm²,其中集约人工林新造 389 hm²,现有林改培 697 hm²,中幼林抚育 3 064 hm²,项目周期为 30 年;项目建设投资 9.684 5 亿元,拟申请银行贷款 7.748 0 亿元,自筹资金 1.936 5 亿元;项目周期内生产木材约 13.60 万 m³;项目采用 PPP 模式进行融资和建设,即政府资本方与社会资本方共同出资进行项目的投融资-建设-运营-移交(即 BOT 运营模式)。通过项目的建设,提升森林经营水平,修复区域生态环境,增加木材资源储备,提高木材自供能力,保障区域木材安全。同时,促进森林资源培育转型升级,增强木材培育能力,增加林农收入,推动林业扶贫,全面加快建设“绿色姚安、美丽姚安”。

3 项目建设模式

3.1 营造林模式

姚安县国家储备林建设项目营造林模式包括集约人工林栽培、现有林改培、中幼林抚育。其中,集约人工林栽培是对水热立地条件好、相对集中连片的荒山荒地、采伐迹地和火烧迹地等进行人工造林,

集约化培育当地乡土树种和大径级用材林。现有林改培是对现有郁闭度 0.30 以下的商品林中林木生长不良、林相残破,以及未适地适树造成林木生长不良的林分,通过采取改培措施达到预期培育目标。中幼林抚育是对现有林中郁闭度 ≥ 0.70 的中幼龄林,伐除过密、生长不良或遭受病虫害的林木,改善林木生长发育的生态条件,培育目标树种优质高效多功能森林。在树种选择方面,结合“短、中、长”树种培育模式,注重“长短结合、以短养长”的效益实现模式,选择云南松、华山松、湿加松、桉木、栎类等适宜且属《国家储备林树种名录》的树种。在配置模式方面,单个树种的连片面积不超过 2 hm²,小班面积超过 15 hm² 的,混交树种不少于 3 个树种。采取“整体混交、局部纯林”的块状混交模式,利于木材的经营和培育、采伐和更新。在培育模式方面,遵循“全生命周期经营”理念,按照抚育经营、主伐收获、更新造林等经营措施,实现全周期内不同阶段产出木材和效益,确保项目自身收益且占项目整体收入比例在 10% 以上。

3.2 运作模式

姚安县国家储备林项目采用 PPP 模式进行建设,即政府资本方与社会资本方合作进行项目的投融资-建设-运营/维护-移交的 BOT 运作模式(图 1)。具体为:姚安县人民政府授权姚安县林业和草原局作为项目实施机构,先通过公开招标方式选定 PPP 项目咨询服务机构,再通过公开招标方式选择社会资本方。社会资本方确定后由项目实施机构与其签订 PPP 项目合同,并与政府出资方共同组建 SPV 项目公司。双方明确各自的权利和义务,由社会资本方负责项目的投资、建设、运营,并通过使用者付费、可行性缺口补助等方式获得合理收益。

3.3 管理模式

1) 全程监管

姚安县人民政府授权姚安县林业和草原局作为项目实施机构,享有其作为 PPP 项目协议一方签约主体所享有的权利,承担从前期准入(可行性研究、PPP 咨询、入库等)项目投融资、项目建设、运营管理、中期评估、项目移交等全过程、全环节的监管职责。

2) 联合管理

项目实施机构联合 SPV 项目公司按批复的《项目可行性研究报告》做好《项目年度施工设计》,按批准的《项目年度施工设计》组织年度施工作业;共

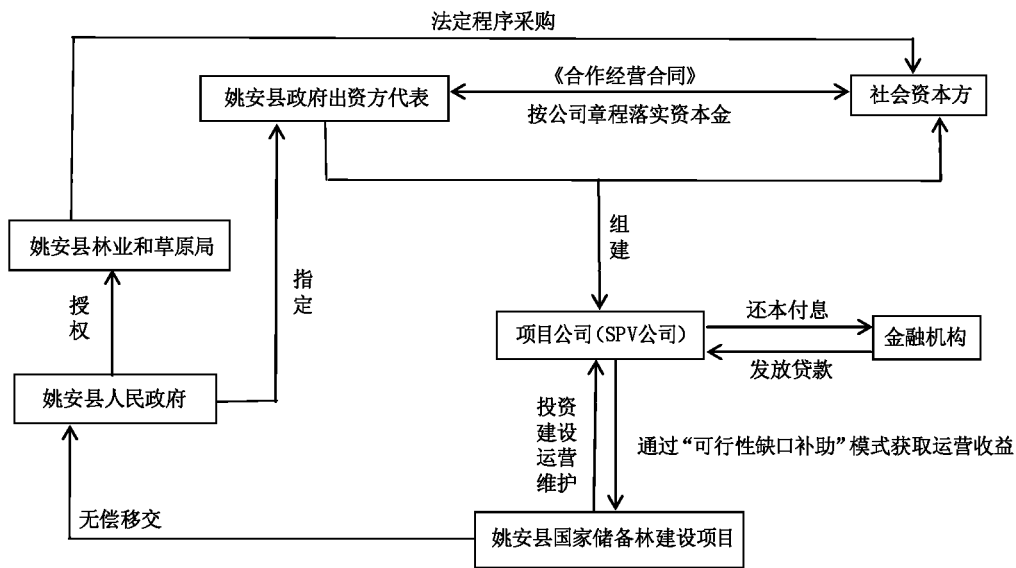


图 1 姚安县国家储备林建设项目运作模式

Fig. 1 Operation mode of national reserve forest project in Yao'an County

同制定国家储备林项目《资金管理办法》，严格执行“专款专用”和定期审计制度，项目建设期间积极推行按建设内容和实施进度报账制管理，切实按建设内容用足用好各项资金，彻底杜绝挪用建设资金的现象发生；发改、财政、审计、贷款银行等有关管理部门要按照年度计划，加强资金稽查审计工作，做到事前参与、中期控制、终结审计。

3) 双重考核

首先，项目实施机构通过常规考核和临时考核的方式对 SPV 项目公司服务绩效水平进行考核，并将考核结果与运营绩效付费支付挂钩，根据考核结果向社会资本方支付可行性缺口补助。同时，贷款银行和项目实施机构共同委托相关调查咨询单位，按照《全国木材战略储备生产基地建设检查验收办法（试行）》对国家储备林建设成效进行检查验收，验收合格方可提供贷款资金。

3.4 融资模式

姚安县国家储备林建设项目采用 PPP 模式进行融资，即政府和社会资本合作成立 SPV 项目公司，以林权或现有资产作为抵押物，向贷款银行取得贷款，管理贷款并承担还本付息的融资方式。需要满足的条件有：①项目收益权要作为质押担保；②设立风险准备金，解决政府可行性缺口补助到位时间和还本付息时间期限错配的问题，金额为贷款余额的 3%，由社会资本方和姚安县人民政府按 5 : 5 的比例从第八年开始筹集；③贷款期内形成的资产未

经贷款银行同意不得提供给第三方质押；④SPV 项目公司就本项目购买相关政策保险和商业保险，商业保险保额必须覆盖贷款余额。此外，项目还款来源为“项目自身现金流+可行性缺口补助”，SPV 项目公司运营期资金缺口由姚安县人民政府通过可行性缺口补助给予解决，项目可行性缺口补助按照政府支出责任逐年安排财政预算。

4 建议

1) 拓宽融资渠道，形成多元化投入机制

项目建设资金不足一直是姚安县国家储备林建设的瓶颈，为确保项目的顺利实施，建议项目实施机构充分利用开发性政策性银行贷款政策、财政政策、林业政策等，争取财政补贴、贴息贷款、专项资金等，如申请中央财政森林保险保费补贴，争取中央预算内投资增加项目资本金。除采用 PPP 模式以外，还可尝试如“林权抵押+政府增信”、“企业自主经营”、“龙头企业+中小企业或林农”、“专项债”等模式，引导社会各界投资发展储备林，形成多渠道、多层次的投入机制，以解决国家储备林建设资金不足问题。

2) 完善管理机制，激发实施主体积极性

建议林业主管部门放活采伐管理政策、完善林权流转机制，以此增强社会各类实施主体发展国家储备林的积极性。①要放开采伐额度，采伐限额要分类管理，按照分类经营的原则，打破目前一刀切的限额采伐管理模式。②建立以森林经营方案为基础

的森林采伐管理机制,简化采伐管理审批程序,对国家储备林采伐指标实行单列,自主选择采伐方式,自主选择采伐年龄,使实施主体自主适时采伐,实现收益最大化。③完善林权评估流转机制,完善林权承包经营权交易流转、资产评估、抵押登记和林权承包经营权处置管理,为林权流转和林木资产快速变现提供政策依据。

3) 加大科技支撑,提高可持续经营水平

姚安县营造林质量总体不高,应当结合当地林业生产的实际,因地制宜、造管并举、量质并重、分类施策,全面加强国家储备林森林经营。同时,加大科技支撑力度,积极推广优良的种植材料、先进的用材林培育技术、森林经营技术等,坚持采用森林全周期、可持续经营理念,确保森林质量提升和持续提供木材。此外,开展国家储备林森林经营方案编制,创新典型林分经营技术模式,突出中短周期和大径级用材林经营。根据储备期限和目标胸径,提出不同

经营目标导向的经营技术路线和具体措施,形成涵盖栽培、森林抚育、主伐和更新的全周期多功能森林经营技术体系。

参考文献:

- [1] 国家林业局. 国家储备林建设规划(2018-2035年)[S]. 2018.
- [2] 张蔚. 国家储备林建设探讨[J]. 西南林业大学学报(社会科学版), 2017, 1(2): 27-31.
- [3] 李春昶, 田健夫. 国家储备林建设 PPP 模式引发的思考[J]. 林产工业, 2016, 43(10): 3-6.
- [4] 姜喜麟, 秦涛. 国家储备林运行管理机制分析与优化建议[J]. 林业经济, 2018(5): 8-13.
- [5] 林慧. 河北省国家储备林工程建设问题与对策分析[J]. 中南林业调查规划, 2019, 38(2): 17-19.

(责任编辑 刘平书)

(上接第 166 页)

加和提升,沾益区就一定能够达到创建“森林城市”各项指标,实现“春则繁花似锦、夏则绿荫暗香、秋则霜叶似火、冬则翠绿常延”的良好效果,实现“树下山,林进城,人入景”的城市美景。

参考文献:

- [1] 闫陈辉,李荣,解文科. 临沂市创建国家森林城市档案整理思路和措施[J]. 内蒙古林业调查设计, 2016(4): 36-40.

- [2] 郑永永. 深圳市创建国家森林城市的可行性分析[J]. 绿色科技, 2017(14): 49-53.
- [3] 曲靖市林业局. 曲靖林业[Z]. 2018.
- [4] 沾益县统计局. 沾益县 2018 年统计年鉴[Z]. 2018.
- [5] 武建雷. 如何加快推进森林城市建设[J]. 云南林业, 2017(3): 43-44.
- [6] 朱开荣. 曲靖市建设四大体系推进创森工作[J]. 云南林业, 2017(1): 45-46.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.033

从学生视角评教以提升林业职教品牌竞争力问卷调查分析

岳丹, 汪洋, 蔡京勇, 尹茜, 熊锦秀

(湖北生态工程职业技术学院, 湖北 武汉 430020)

摘要:评教工作是高职院校特色办学的客观需求,也是林业高职院校自我监督和改进管理的有效依据。以湖北生态工程职业技术学院园林技术专业的两个年级和实习返校毕业生为调查对象,针对学校教学管理、学生职业能力倾向等方面设置调查问卷,分学业态度、培养模式、办学基础条件、学生个人发展要求、教学实习实训与考核等五个单元共 21 个问题。对问卷回收分析表明,积极的学业态度促进学生职业能力发展,知识更新的培养模式与先进的办学条件促进学习氛围和健康校园文化,实习实训设置将影响学生职业技能的拓展。评价体系建设是办学水平的重要促进手段,必须建立科学、长效的办学质量评价体系,以提升整体办学水平,增强学校竞争力,确保林业职教体系健康发展。

关键词:林业职教; 问卷调查; 评价体系; 学生视角; 品牌竞争力

中图分类号:G463 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0172-06

引文格式:岳丹,汪洋,蔡京勇,等. 从学生视角评教以提升林业职教品牌竞争力问卷调查分析[J]. 林业调查规划, 2020,45(2):172-177.

YUE Dan, WANG Yang, CAI Jingyong, et al. Questionnaire Survey on Promotion of Forestry Vocational Education Competitiveness from the Perspective of Students' Evaluation[J]. Forest Inventory and Planning, 2020,45(2):172-177.

Questionnaire Survey on Promotion of Forestry Vocational Education Competitiveness from the Perspective of Students' Evaluation

YUE Dan, WANG Yang, CAI Jingyong, YIN Xi, XIONG Jinxiu

(Hubei Ecology Polytechnic College, Wuhan 430020, China)

Abstract: The education evaluation is not only the objective demand of higher vocational colleges running with characteristics, but also the effective basis of self-supervision and management improvement of forestry vocational college. The questionnaire was set up covering a total of 21 questions in 5 different groups for the students from 2 grades and the graduates back from internship major in Garden Technique in Hubei Ecology Polytechnic College, including academic attitude, training mode, basic conditions of college running, students' personal development requirements, teaching practice and examination. The analysis for the questionnaire showed that the positive academic attitude promoted the development of students, the training mode of knowledge renewal and advanced conditions promoted the learning atmosphere and healthy campus culture, and the setting of practice and training affected the development of

收稿日期:2019-09-26.

基金项目:湖北生态工程职业技术学院教研项目“以大数据为依据高职园林技术人才培养方案制定研究”(编号:2017-JY-3).

第一作者:岳丹(1984-),女,河南周口人,讲师. 从事园林技术和职业技术教育研究. Email:190098250@qq.com

责任作者:熊锦秀(1974-),女,湖北京山人,副教授. 从事体育教育和职业技术教育研究. Email:645651923@qq.com

students' vocational skills. The construction of evaluation system was an important means to promote the running level of colleges. The scientific and long-term evaluation system should be established to improve the overall running level, enhance the competitiveness of colleges and ensure the healthy development of forestry vocational education system.

Key words: forestry vocational education; questionnaire survey; evaluation system; perspective of students; competitiveness of college-brand

1 问题的提出

高职评价理念和操作模式滞后以及工作过程评价的缺失,很难支撑综合职业能力的培养^[1]。评价制度、评价内容、评价方式、评价标准以及评价的构成,都要围绕综合职业能力本位进行重构和反思^[1]。

根据林业职业教育的特有规律,科学设置问卷对学生进行调查,才能获得促进林业职教健康发展的高可信度反馈。首先,学生的学习态度是非智力因素的核心部分,是职业学院提高学生学业的首要因素,高职学生的学习能力相对较弱,学习态度对学生成人成才容易产生成效^[2]。因此,了解学生学业态度,有助于分析端正的学业态度对职业教育,尤其是林业职业教育其他因素的影响效果。第二,职教评价应该基于职教的中心——林业高职课程目标,因为课程目标涉及学生知识、技能、能力和素质多个维度,并侧重于技能、能力和素质^[3]。只有提高学生的综合素质,使学生尽可能全面发展,具备可持续的就业能力,使学生既具有“速度”,也具有“耐力”,才能紧跟林业生态发展对林业技能人才需求的步伐^[4]。第三,林业高职院校应量化教学管理评价指标,让教学管理评价工作“精益求精”,这不仅是林业高职院校特色办学的客观需求,也是林业高职院校自我监督和管理的有效方式^[5]。评价的来源是多方面的,其中学生的评价力,由于其视角的独到性和体验性,因而具有客观合理性。第四,林业职业教育只有真正形成了勤奋、严谨、求实、创新的优良学风氛围,才能培养出适应当前社会高标准需求的高素质林业类人才,保持林业职业教育强劲的发展势头^[6]。第五,周文清从遵循实践教学的过程性和尊重学生的个体差异出发,提出了对高职实践教学质量完整、客观、多元、功能增值的评价方式^[7],对林业高职实践教学和课程考核开创了新思路,是提升林业职教品牌竞争力的可行借鉴。

办学质量是职业教育改革和发展的永恒主题,而建立科学有效的办学质量评价体系是提升办学水

平,增强学校竞争力,确保林业职业教育体系健康发展的关键所在^[8]。基于学生视角的职教评价,是实施专业人才培养和开展质量评价的基本依据。为此,以园林技术专业植物造景方向 2015 级实习返校学生,2016 级和 2017 级在校学生为调查对象,制定评教问卷,主要目标为评价湖北生态工程职业技术学院的教学基础条件、教学管理、教学形式、知识技能培养与实习实训、学业考核等方面内容。试图通过回收问卷获取“学生眼中的林业职院”相关信息,以此为依据分析办学中的优势与不足,以便管理者进一步改进、完善相应内容,创造良好林业职教条件,提升职教品牌竞争力。

2 材料与方法

2.1 问卷设置与收集

根据园林建工学院园林技术专业植物造景方向三个年级学生调查问卷汇总,将问卷调查的子项目建立 5 组变量:

1) 学业态度分组 G1: Q1 涉林专业选择理由、Q2 专业喜好程度、Q3 课堂位置、Q4 课堂手机使用、Q5 出勤、Q6 课程考核);

2) 培养综合模式分组 G2: Q7 教育管理期望、Q8 培养方式、Q9 专业与社会发展需求、Q10 教材可行性、Q11 课堂实训;

3) 学校教学类分组 G3: Q12 学习氛围、Q13 教学基础设施、Q14 知识更新体系、Q15 教育培养工作评价;

4) 个人发展分组 G4: Q16 就业发展目标、Q17 专业技能水平;

5) 实训与考核分组 G5: Q18 实践课比例、Q19 林业生态企业实训意愿、Q20 实训时长、Q21 理论实践考核比例。

对不同分组的 21 个问题采用全员评分。为使得评分量化,将答题选项依据较为理想化和不理想,设置问卷梯度。

2.2 统计模型

2.2.1 信度检验

内部一致性检验调查问卷的相似程度,以发现所有变量之间是否具有较高正相关。对回收问卷,采用 Cronbach α 系数来衡量多门课程评分情况的一致性,计算公式为:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_x^2} \right) \quad (1)$$

式中: k 为总数量, n 为观测数, S_i 为第 i 个得分的方差。当 Cronbach $\alpha < 0.5$ 时,表示勉强可信,但不是理想状态;当 $0.5 \leq \text{Cronbach } \alpha < 0.6$ 时,表示可信;当 $0.6 \leq \text{Cronbach } \alpha < 0.7$ 时,表示很可信;当 $0.7 \leq \text{Cronbach } \alpha < 0.8$ 时,表示信度非常高;当 $0.8 \leq \text{Cronbach } \alpha < 0.9$ 时,表示十分可信;当 Cronbach $\alpha \geq 0.9$ 时,表示信度理想。

2.2.2 相关分析

1) 双变量相关分析

使用 Pearson 积差相关系数对问卷数据进行正态分布的连续型变量分析。Pearson 积差相关公式为:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{nS_x S_y} \quad (2)$$

式中: r 代表相关系数, S_x 为 x 变量的样本标准差, S_y 为 y 变量的样本标准差。

2) 典范相关分析

典型相关 (canonical varieties) 分析是研究两组变量之间的相关关系。首先,在每组变量中找出变量的线性组合,使其具有最大相关性;然后,再在每组变量中找出第二对线性组合,使其与第一对线性组合不相关,而第二对本身具有最大相关性;如此继续下去,直到两组变量之间的相关性被提取完毕为止。第 1 对典型变量间的相关系数称为第 1 对典型相关系数(由于是降维,一般来说只需提取 1~2 对典型变量即可较为充分地概括样本信息)。设两组分别为 p 与 q 维 ($p \leq q$) 的变量为 x, y :

$$x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)^T \quad y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_q)^T$$

设 $p+q$ 维随机向量 $Z = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$, 协方差阵 $\Sigma =$

$\begin{pmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{pmatrix}$, 其中 Σ_{11} 是 x 的协方差阵, Σ_{22} 是 y 的协方差阵, $\Sigma_{12} = \Sigma_{21}^T$ 是 x, y 的协方差阵。

用 x 和 y 的线性组合 $U = a^T x, V = b^T y$ 之间的相关性来研究 x 和 y 之间的相关性,找到向量 a 和 b ,

使 $\rho(U, V)$ 最大,从而找到替代原始变量的典型变量 U 和 V 。典范相关系数的数学定义为:

$$\rho(U, V) = \frac{\text{Cov}(U, V)}{\sqrt{\text{Var}(U)} \sqrt{\text{Var}(V)}} = \frac{a^T \Sigma_{12} b}{\sqrt{a^T \Sigma_{11} a} \sqrt{b^T \Sigma_{22} b}} \quad (3)$$

由于随机变量乘以常数不改变其相关系数,为防止不必要的结果重复出现,则设定:

$$\text{Var}(U) = a^T \Sigma_{11} a = 1, \text{Var}(V) = b^T \Sigma_{22} b = 1$$

$$\text{记: } A = \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21}, B = \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12}$$

则有: $Aa = \lambda^2 a, Bb = \lambda^2 b$, 其中 λ^2 是 A 和 B 的特征根, a 和 b 就是对应于 A 和 B 的特征向量。

采用 Excel 2007 对问卷进行统计分析,采用 SPSS 22 对数据进行信度分析和双变量相关分析,采用 SAS 9.4 对不同问题分组的组间进行典范相关分析。

3 结果与分析

3.1 信度分析

可靠性统计表中,21 个问题评价的信度检验结果表明,全部学生 Cronbach α 系数为 0.944,说明内部信度一致性好,适宜作进一步统计分析。

3.2 双变量相关分析

双变量分析目标是确定两个变量之间的相关性,包括调查问卷分组的组内因子与组间因子间的相关性(表 1)。

从表 1 可知,学业态度分组 G1 组内 Q1 与 Q2, Q2 与 Q3 和 Q4, Q3 与 Q4 和 Q5, Q4 与 Q5, Q5 与 Q6 等 7 对因子显示为极显著相关 ($p < 0.01$),表明选择理由 (Q1) 的自我意愿决定了对专业的喜好程度 (Q2),同时学生课堂位置 (Q3) 靠前,课堂上手机使用 (Q4) 频率会很低,因此课堂的出勤率 (Q5) 就高,因而课程考核 (Q6) 就很理想。培养模式分组 G2 组内 Q7 与 Q10 和 Q11, Q9 与 Q10 和 Q11, Q10 与 Q11 之间极显著相关,说明学生对学校管理的期望程度较高 (Q9),学生自觉性较高,这些学生对教材可行性 (Q10) 有着比较高的要求,同时对课堂实训 (Q11) 的开展很关注。G3 组内所有因子间存在显著的相关性,表明良好的教学基础设施 (Q13) 对学习氛围 (Q12) 的营造有正向促进作用;知识更新体系 (Q14) 关系着教育培养工作 (Q15) 的成败,学校知识体系的更新将极大地促进教育培养工作的开展,并创造良好的学习氛围 (Q12)。G5 组内 Q18 与 Q20 和 Q21, Q19 与 Q20 和 Q21, Q20 与 Q21 之间极显著相关,表明对课程实践比例 (Q18) 要求较高的学生,对教学过程中的实训时长 (Q20) 选择更高,

同时期待理论实践考核比例加大,对实践技能的重视程度更高。同时,校外实训意愿(Q19)更强的同学,与实训时间长度(Q20)和理论考核的比例

(Q21)期望都会相应增加;实践课比例(Q18)的设置将会影响理论实践考核比例(Q21)。

表 1 不同分组问题间双变量相关分析

Tab. 1 Bivariate correlation analysis of questions in different groups

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21
Q1	1.000																			
Q2	0.291**	1.000																		
Q3	0.016	0.200**	1.000																	
Q4	-0.069	0.228**	0.389**	1.000																
Q5	0.091	0.150*	0.237**	0.223**	1.000															
Q6	0.083	-0.030	0.063	0.015	0.283**	1.000														
Q7	0.002	0.106	0.055	-0.006	0.019	0.125	1.000													
Q8	0.003	0.003	0.050	0.015	-0.060	-0.145*	-0.037	1.000												
Q9	0.166*	0.132	0.066	-0.018	-0.010	0.102	0.101	-0.070	1.000											
Q10	0.154*	0.180**	0.081	0.060	0.110	0.146*	0.189**	-0.069	0.421**	1.000										
Q11	0.012	0.091	0.047	0.256**	0.087	0.052	0.221**	-0.092	0.248**	0.257**	1.000									
Q12	0.074	0.112	0.020	0.093	0.020	-0.012	0.208**	0.092	0.291**	0.367**	0.467**	1.000								
Q13	0.059	0.165*	0.088	0.035	0.074	0.120	0.269**	0.016	0.338**	0.382**	0.322**	0.280**	1.000							
Q14	0.013	0.158*	0.090	0.058	0.051	0.031	0.240**	0.027	0.311**	0.395**	0.474**	0.500**	0.262**	1.000						
Q15	0.080	0.100	0.020	0.071	0.086	0.075	0.162*	0.009	0.344**	0.455**	0.416**	0.537**	0.401**	0.475**	1.000					
Q16	0.137*	0.241**	0.159*	0.093	0.146*	0.186**	0.225**	0.011	0.277**	0.279**	0.160*	0.249**	0.227**	0.209**	0.156*	1.000				
Q17	0.073	0.208**	0.024	0.151*	0.104	0.028	0.205**	0.104	0.186**	0.155*	0.304**	0.389**	0.227**	0.344**	0.237**	0.120	1.000			
Q18	0.018	0.007	0.056	0.065	-0.001	-0.212**	0.008	0.128	-0.006	-0.079	0.071	0.103	0.008	0.094	0.060	-0.120	0.044	1.000		
Q19	0.094	0.229**	0.125	0.065	0.258**	0.023	0.198**	-0.114	0.366**	0.374**	0.286**	0.242**	0.270**	0.289**	0.264**	0.314**	0.142*	0.070	1.000	
Q20	0.059	-0.027	0.099	0.041	0.145*	0.000	0.171*	0.026	0.088	0.168*	0.122	0.085	0.076	0.092	0.068	0.074	0.148*	0.178**	0.223**	1.000
Q21	-0.051	-0.091	0.006	0.022	-0.004	-0.086	0.105	-0.082	0.116	0.113	0.209**	0.169*	0.117	0.173*	0.096	-0.044	0.173*	0.252**	0.205**	0.244**

注: ** 在 0.01 水平上显著; * 在 0.05 水平上显著。

3.3 典范相关分析

从表 1 可知,学业态度分组 G1 与培养模式分组 G2 内,仅有 Q2 与 Q10、Q4 与 Q11 组间典范相关系数 $R=0.318$ (表 2), $p=0.015<0.05$,表现出极显著相关。G1 与 G3 组间因子间无显著相关,且组间典范相关系数 $R=0.245$, $p=0.647>0.05$,表明 G1 与 G3 组间相关性不显著。因此,G1 与 G3 组第一对典型相关系数均无统计学意义。学业态度分组 G1 与个人发展分组 G4 仅有 Q2 与 Q16 和 Q17、Q6 与 Q16 组间典范相关系数 $R=0.367$ (表 2), $p=0.000<0.01$,组间极显著相关。学业态度分组 G1 与实训与考核分组 G5, $R=0.357$, $p=0.003<0.01$,组间只有 Q2 与 Q19、Q5 与 Q19 极显著相关,Q6 与 Q18 组间极显著负相关。G2 与 G3 和 G4 组之间主要因子间呈极显著相关,表明学校培养综合模式包含学生对教育管理期望等因素与教学类分组和个人发展目标分组相关极其紧密。G2 与 G5 组之间 5 对

因子间极显著相关, $R=0.509$, $p=0.000<0.01$,分

表 2 不同分组典范相关性

Tab. 2 Canonical correlations between different groups

自变量	因变量	Can R	χ^2	df	p
G1	G2	0.318	49.327	30.000	0.015
	G3	0.245	20.865	24.000	0.647
	G4	0.367	34.436	12.000	0.000
	G5	0.357	47.458	24.000	0.003
G2	G3	0.734	175.462	20.000	0.000
	G4	0.476	62.350	10.000	0.000
G3	G5	0.509	77.250	20.000	0.000
	G4	0.506	64.212	8.000	0.000
G4	G5	0.386	36.979	16.000	0.002
	G5	0.361	38.743	8.000	0.000

别为 Q7 与 Q19、Q9、Q10、Q11 与 Q9、Q11 与 Q21；G3 与 G4 组之间因子除 Q15 与 Q16 呈显著相关外，其它因子间均极显著相关；G3 与 G5 间仅仅 4 个因子间极显著相关，分别为 Q12、Q13、Q14、Q15 与 Q19；G4 与 G5 之间 $R=0.361, p=0.000$ ，仅 Q16 与 Q19

间显著相关。

根据不同组间典范相关性，各组间第一对典型相关系数的 χ^2 检验， df 和 p 值，除 G1 与 G3 组外 ($p > 0.05$)，分别建立典范相关方程(表 3)。

表 3 不同分组典范变量组成

Tab. 3 Composition of canonical variants in different groups

对应变量	变量系数方程
第一组与第二组第一对典范变量	$CV_{G1} = -0.210Q1 + 0.430Q2 - 0.378Q3 + 0.800Q4 + 0.201Q5 + 0.484Q6$ $CV_{G2} = -0.451Q7 + 0.149Q8 + 0.580Q9 - 0.299Q10 + 0.766Q11$
第一组与第四组第一对典范变量	$CV_{G1} = -0.163Q1 - 0.690Q2 - 0.116Q3 - 0.174Q4 - 0.164Q5 - 0.404Q6$ $CV_{G4} = -0.821Q16 - 0.481Q17$
第一组与第五组第一对典范变量	$CV_{G1} = -0.100Q1 - 0.584Q2 - 0.170Q3 + 0.166Q4 - 0.683Q5 + 0.069Q6$ $CV_{G5} = -0.062Q18 - 0.966Q19 - 0.152Q20 + 0.411Q21$
第二组与第三组第一对典范变量	$CV_{G2} = -0.187Q7 - 0.174Q8 - 0.249Q9 - 0.453Q10 - 0.567Q11$ $CV_{G3} = -0.318Q12 - 0.376Q13 - 0.408Q14 - 0.246Q15$
第二组与第四组第一对典范变量	$CV_{G2} = -0.431Q7 - 0.264Q8 - 0.409Q9 - 0.266Q10 - 0.413Q11$ $CV_{G4} = -0.661Q16 - 675Q17$
第二组与第五组第一对典范变量	$CV_{G2} = -0.234Q7 + 0.187Q8 - 0.400Q9 - 0.480Q10 - 0.306Q11$ $CV_{G5} = 0.230Q18 - 0.876Q19 - 0.156Q20 - 0.242Q21$
第三组与第四组第一对典范变量	$CV_{G3} = -0.641Q12 - 0.362Q13 - 0.414Q14 + 0.153Q15$ $CV_{G4} = -0.505Q16 - 805Q17$
第三组与第五组第一对典范变量	$CV_{G3} = -0.257Q12 - 0.451Q13 - 0.506Q14 - 0.129Q15$ $CV_{G5} = -0.081Q18 - 0.874Q19 - 0.004Q20 - 0.308Q21$
第四组与第五组第一对典范变量	$CV_{G4} = 0.956Q16 + 0.199Q17$ $CV_{G5} = -0.348Q18 + 0.930Q19 + 0.172Q20 - 0.165Q21$

由 G1 与 G2 第一对典范变量的表达式可以看出，学生对林业类专业的喜好程度和课程考核的优异程度越高，他们在课堂上就不使用或很少使用手机；当学生认为教育管理的期望程度和自己所学专业与社会需求不太匹配时，他们往往强烈要求增多课堂实训。G1 与 G4 第一对典范变量表达式表明，学生热爱园林技术专业，就业技能等级的目标越高，对自己在校的专业技能等级的获得具有很强的自信。G1 与 G5 第一对典范变量方程说明，平时课堂上很少使用手机的学生，其课堂出勤率也会非常高，对在校外的林业生态企业参加实习实训的意愿非常高，同时对理论实践考核比例理论考核更加偏重，表明此类学生理论知识基础非常扎实，实践意愿也很强烈。

G2 与 G4 第一对典范变量方程表明，更希望由实践动手能力较强的教师或企业工程师授课的学生，会对教材的可行性要求更高，教学中更加喜欢使用案例分析、分组讨论等教学方法。这些学生对毕业后拥有非常过硬的专业技能充满信心。

G2 与 G5 第一对典范变量方程表明，学生认为所学的园林技术专业符合自身发展，他们更倾向校外企业的实习实训。

G3 与 G4 第一对典范变量表达式说明，学校的学习氛围符合学生的期待值，同时学校的教学基本设施符合学生自身心理特征，会对将来的专业知识技能提升有很大促进。

G3 与 G5 第一对典范变量方程说明，在学生心目中，良好的教学基础设施会促使学生对理论教学比例的意愿增加，同时参加校外实训的意愿升高，表明学生对理论与实践的同等重视程度。

G4 与 G5 第一对典范变量方程表明，毕业后就业理想越高的学生，对自己掌握非常过硬的专业技能信心更强，同时对在林业生态企业参加实训的愿望更加强烈。

4 讨论

林业高职院校具有行业办学的典型特征，专业性很强。通过调查统计数据的回收与统计分析可

以看出,林业类学生对专业的学习倾向,与学校的学习氛围,或者说校园文化、教学体系中的知识更新、教学基础设施环境、对学生的教育和培养工作的优劣等方面关联度很高。同时,学生对专业的学习倾向,源于对林业和生态的热爱,这直接决定着对林业专业知识和技能的把握程度,并在很大程度上影响着学生对未来岗位的选择。学习倾向积极的学生,对实践课的比例要求有所降低,他们更关注学校提供的知识与信息,而更愿意将学校获得的知识用于企业实训。学生对林业类专业的喜爱,最终影响学生林业生态职业生涯起点的高度。

人才培养模式与学生个人的发展高度关联。林业生态技术有着专业特殊性,学生对专业技能掌握得越透彻,其知识与技能的累积程度越高,对未来的职业选择层次就更高,在专业发展与进阶中更有后劲。这些学生在学校的教学过程中,对教学的参与度更高,对实践性的工学结合授课更加充满热情,同时,对参与企业顶岗实训向往度更高。

良好的教学基础条件,是林业职业院校学生提高知识与技能的基本保障。先进的教学条件和优美生态的校园环境更易造就特色的校园风气,促进良好学风形成。通过学习氛围的构建,促进更多同学崇尚知识改变命运、技能成就未来,最终实现刻苦勤奋、绿色生态的校园文化。

虽然 G1 与 G2 组间典范相关性不高,但部分因子之间仍存在极显著相关性。如 Q2 与 Q10 的极显著相关,说明学生对所学林业类专业的喜好程度越高,对专业教材的认识度越高,将会直接影响到学生对林业生态知识的整体领略与体系构建。学生期望加强管理的心态,也决定了学生理论知识学习与专业实训关联的期待程度。学生的自律性越强,其对知识获取的期望相应提高。

5 结论

改进高职院校人才培养质量评价,构建科学的职业教育评价制度,把适应经济社会发展的人才培养作为评价教育质量的根本标准^[9],这是职业院校改革的根本依据,也是林业职业院校人才培养改革的依据。林业职业院校首先应该重视林业生态人才培养模式的构建,必须将教学与林业生态行业动态紧密结合,与用人需求和促进学生的可持续成长实时关联^[10]。其次,林业生态特色是人才培养模式中的独特优势,是林业职业院校形成品牌的关键。检测人才培养质量的短期指标是专业技能水平和毕业

设计质量,而长期指标是培养人才的社会贡献值^[11]。因此,林业技能型人才培养应同时关注技能水平和新知学习能力的培养。技能与新知学习能力的培养必须建立于学生对林业生态的热爱,求知求真的学习氛围,文明生态的校园文化,与时俱进和赶超时代的知识更新式教学,技术新颖的教学设施与环境,素质技能并重的培养模式等相互关联与彼此制约的体系。

林业生态具有独特的行业特征,在林业职教办学过程中不断会面临新的问题与挑战。因此,建立贯穿于学生在校学习和离开学校进入社会实践的全程跟踪评价体系是必然需求。同时,林业职教和其它行业职业教育一样,其本质具有社会性,评价其办学质量优劣,必须打通林业职教与社会的藩篱,适应社会需求^[8],建立科学、客观和面向林业行业的评价体系,以提升办学质量,为提升林业职教品牌竞争力提供明确的导向。

参考文献:

- [1] 张宏亮. 高职学业评价范式的转换与体系重构[J]. 职业教育研究, 2015(7): 36-40.
- [2] 万里亚. 高职新生学习态度的问题与教育策略—基于 C 市高职院校一年级新生学习态度的调查[J]. 职教论坛, 2014(12): 80-82.
- [3] 许秀英. 高职院校学生的学业考核与评级体系研究[J]. 教育与职业, 2010(12): 177-178.
- [4] 汪洋, 张梦, 黄芳. 基于平衡发展的高职基础课程配置[J]. 当代职业教育, 2017(3): 53-58.
- [5] 江建国. 高职院校教学管理评价工作探讨[J]. 黑龙江教育学院学报, 2019, 38(7): 56-58.
- [6] 刘湘辉. 试论职业教育的学风氛围营造[J]. 价值工程, 2010(11): 165.
- [7] 周文清. 增值评价: 高职院校实践教学质量评价的新选择[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2016, 15(3): 126-128.
- [8] 李永健, 李梦玲, 黄东显. “人民满意”的高职教育办学质量评价体系诠释与构建[J]. 中国职业技术教育, 2018(13): 77-83.
- [9] 张劲柏, 张莉. 高职中外合作办学学生全过程跟踪评价体系研究[J]. 中国职业技术教育, 2017(29): 75-77, 193.
- [10] 汪洋, 田玉娥. 基于师生与企业评价构建园林技术课程体系[J]. 林业调查规划, 2019, 44(5): 102-107.
- [11] 左家哺, 范适. 基于生态金字塔视角论行业职业技能竞赛的作用[J]. 湖南生态科学学报, 2019, 5(4): 57-62.

(责任编辑 刘平书)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.034

贵州省茶园森林康养基地建设SWOT分析

李新贵¹, 罗惠宁², 彭丽芬¹, 张吉乾³

(1. 贵州省林业学校, 贵州 修文 550201; 2. 贵州省林业对外合作项目中心, 贵州 贵阳 550000;
3. 贵州省扎佐国有林场, 贵州 修文 550201)

摘要:运用SWOT矩阵对贵州省茶园森林康养基地建设进行分析。结果表明:贵州茶园森林康养基地建设具有茶文化历史悠久,茶园分布广,环境优良,茶叶保健功能突出,产品丰富,茶叶生产清洁化发展等优势及国家大健康战略和各级政策支持的机遇,但也存在茶园基础设施不全,经营体制落后,特色康养产品缺乏,森林康养科技支撑弱等问题及国内外知名度不足,市场竞争激烈的外部威胁。提出应以核心保护区为中心,建设森林康养综合体,开展茶园森林康养各方面的研究,打造特色和核心疗养课程体系,推动茶旅一体化深度发展。

关键词:茶园;森林康养基地;SWOT分析;植物精气;茶旅一体化;贵州省

中图分类号:S788.1;TU986.51 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0178-04

引文格式:李新贵,罗惠宁,彭丽芬,等.贵州省茶园森林康养基地建设SWOT分析[J].林业调查规划,2020,45(2):178-181,194.

LI Xingui, LUO Huining, PENG Lifan, et al. SWOT Analysis on Construction of Tea Garden Forest Health Base in Guizhou Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 178-181, 194.

SWOT Analysis on Construction of Tea Garden Forest Health Base in Guizhou Province

LI Xingui¹, LUO Huining², PENG Lifan¹, ZHANG Jiqian³

(1. Guizhou Forestry School, Xiuwen, Guizhou 550201, China; 2. Foreign Cooperation Project Center of Guizhou Forestry, Guiyang 550000, China; 3. Zhazuo State-owned Forest Farm of Guizhou, Xiuwen, Guizhou 550201, China)

Abstract: SWOT matrix was used to analyze the construction of tea garden forest health base in Guizhou Province. The results showed that the construction of tea garden forest health base in Guizhou had the advantages on long history of tea culture, wide distribution of tea garden, excellent environment, outstanding health care function of tea, rich products, clean development of tea production and opportunities for national health strategy and policy support at all levels, but faced the problems of incomplete infrastructure, backward management system, few featured products and weak support of science and technology, as well as the external threats of insufficient popularity at home and abroad and fierce market competition. It was suggested to construct the forest health complex with the core reserve as the center, carry out comprehensive research, build the featured and core health curriculum system, and promote the in-depth development of tea-tourism integration.

收稿日期:2019-10-16;修回日期:2020-02-20.

基金项目:贵州省教育科学规划课题“产教融合背景下中职森林康养人才培养模式研究”(2019B242).

第一作者:李新贵(1972-),男,贵州都匀人,硕士,高级讲师,工程师.研究方向:林业有害生物防治及林业调查规划.

Key words: tea garden; forest health base; SWOT analysis; plant essence; tea-tourism integration; Guizhou Province

森林康养是以森林资源开发利用为主要内容,融入森林游憩、休闲、度假、疗养、保健、运动、养老等健康服务新理念。森林康养基地是以优质森林资源及其赋存生态环境为依托,与医学有机结合,通过建设相关设施,提供多种形式森林康养服务,实现森林康养各种功能的综合服务体,同时也是“森林康养产业”发展的基础。茶园作为贵州重要的一类森林植被,在森林康养产业与扶贫攻坚中发挥了重要作用。

1 贵州省茶产业发展现状

根据《黔茶资讯》的报道,截至 2018 年,贵州省茶园面积 50.13 万 hm^2 (其中投产面积 37.4 万 hm^2),产量 36.2 万 t,总产值 394 亿元。通过标准茶园建设、茶园投入品管控、茶园病虫害绿色防控、茶叶加工机械化清洁化标准化、市场拓展和宣传推介等关键环节的推动,贵州省茶产业已经进入全产业链转型升级的新阶段。

贵州省茶产业正在探索发展新途径和新科技,打造辐射西南地区的世界级生态茶业生产示范区,使之成为中国绿色有机茶产业密集区、贵州茶叶科技研发基地、贵州现代茶业展示体验休闲旅游中心,推动贵州茶旅一体化进程,从“茶叶大省”向“茶叶强省”的转变。

2 SWOT 分析

对贵州省茶产业发展进行分析,构建其茶园森林康养基地建设 SWOT 矩阵(表 1)。

2.1 发展优势(Strength)

2.1.1 茶文化历史悠久,与慢生活合拍

贵州省产茶历史悠久、茶文化源远流长、茶品质久负盛名,有世界最古老的茶籽化石和 100 多万株的古茶树群落。各个民族以茶为饮,以茶会友、以茶礼敬、以茶结缘。在清代,贵定云雾茶、都匀鱼钩茶、金沙清池茶、开阳南贡茶、海马宫茶、都濡月兔茶等 20 余个地域名茶因作为贡茶被广为熟知,“放信茶”、“讨茶”、“吃油茶”等古老茶文化流传至今,时间的脚步在这里停滞。

建设茶园森林康养基地,弘扬茶文化,构建森林康养+茶模式,将茶产业向休闲、保健、疗养业深度

发展,与茶园良好的生态环境结合,打造慢生活,有效地推动茶产业及森林康养产业发展,这与茶产业的“六茶共舞、三业并举”^[1-2]发展趋势十分吻合。

表 1 贵州省茶园森林康养基地建设 SWOT 矩阵

Tab. 1 SWOT matrix of tea garden forest health base construction in Guizhou Province

		优势(S)	劣势(W)
外部	内部	1) 茶文化历史悠久,与慢生活合拍; 2) 茶园分布广,环境优良; 3) 茶叶保健功能突出,产品丰富; 4) 茶叶生产清洁化发展。	1) 部分茶园基础设施不全,缺乏足够的色彩与吸引力; 2) 经营体制落后,经营水平低; 3) 茶叶植物精气未见研究报告,特色康养产品缺乏; 4) 基地缺乏人才,森林康养科技支撑弱。
	机会(O)	SO 战略发挥优势利用机会	WO 战略利用机会克服劣势
	1) 国家大健康战略的实施; 2) 国家和省级政策支持。	以茶叶核心区为对象,开展适宜性调查和规划,打造茶园森林康养综合体。	充分运用政策,提高对森林康养的认识,多部门合作,提高茶园基地科技支撑能力。
	威胁(T)	ST 战略利用优势抵御威胁	WT 战略减少劣势回避威胁
	1) 国内外知名度缺乏; 2) 市场竞争激烈。	以生态为龙头,打造贵州茶叶和基地的知名度,形成特色疗养课程和服务。	开展以茶为中心的植物精气研究,打造以茶为主的疗养课程,形成菜单式的康养方案和计划。

2.1.2 茶园分布广,生态资源优良丰富

贵州省具有“低纬度、高海拔、寡日照、富生态”的茶生态资源,是最适宜茶叶生长的区域。茶园海拔为 800~1 400 m,正是最适宜开展森林康养的海拔高度。此外,茶园处于山区,与山林、河流、村庄错落和谐,自然灾害少,植被覆盖率高,空气清新,风景优美,森林康养资源优良而丰富。茶园的天然条件、经营管理与森林康养基地认证的四项原则和八项指标^[3-4]相吻合,十分适于开展森林康养。

2.1.3 茶叶保健功能突出,产品丰富

茶叶产品有以春茶为主的干毛茶,有各类茶饮品、茶食品、茶保健品等,产品种类丰富,可喝茶、品茶、吃茶、玩茶。茶叶的生物活性物质主要有茶多酚、茶多糖、氨基酸、茶皂素等,除生理功能外,还有

抗氧化、抗癌、调节免疫活性等保健功能,在功能食品、药品等领域都能得到高效的利用^[5]。贵州已有绿茶、红茶、黑茶等多个茶品类型,开发出袋泡茶、茶枕、茶食品、茶饮料、茶籽油、茶酒等多种茶叶精深加工产品,规模化、标准化发展将会创造更多的茶产品,可以开创出众多的康养茶课程,有利于茶园森林康养基地特色发展。

2.1.4 茶叶生产清洁化发展

贵州省坚持以“做干净人、做干净茶、挣干净钱、让天下人喝干净茶”为宗旨,实行有机茶园、绿色茶园、无公害茶园分类管理,严格遵守国家和贵州食品、茶叶生产等方面的规程、规定,实施全过程的清洁化生产。这既保证了茶叶的品质,也保证了生态环境的良好,为茶园森林康养基地建设打下良好的条件。

2.2 发展劣势(Weakness)

2.2.1 茶园基础设施不全,缺乏足够的色彩与吸引力

目前,由于茶园经营主体多元化,导致茶园建设面积与管理水平差异较大。如湄潭县核桃坝茶海是全国最大的连片茶园,面积达 2 866.67 hm²,是贵州茶旅一体化的先行者,2010 年获得“贵州十大魅力旅游景区”称号。但是更多茶园面积普遍偏小,有的仅 20 hm²,基础设施较差,与精品茶园的要求有较大差距。同时,茶园缺乏以森林康养服务为核心的设施设备,如多条森林疗养步道,也没有芳香园、水疗园等专类园;缺乏一站式服务窗口,不具备休闲、康复、急救和环境监测等设施。在交通上,贵州实现了县县通高速的整体布局,但茶园到主干道的联络线一般为县乡道路,道路狭窄,弯多坡度大,外部交通条件不是很便利。

在景观上,茶园种植的遮荫树多为桂花、香樟、柳杉、杉木等常绿树种,周边山体植被多以针叶树为主,整体上茶园缺乏色彩和季节变化,这导致茶园景观的吸引力欠缺。而且,茶园实行矮化密植,与普通森林相比,最大的弱点是没有林荫,导致森林小气候不够理想,茶园中的空气负离子浓度与分布缺乏,影响茶园森林康养活动的开展和效果。

2.2.2 经营体制落后,经营水平低

贵州省茶园经营主体多元化,管理水平差距大,茶叶品牌效应还不突出,茶叶的经济效益不稳定,茶叶内涵物的提取和应用不广泛。从茶园旅游的角度来看,基地缺乏懂生产、懂技术、懂旅游的管理人才,管理水平粗放,旅游收入在企业总收入的比重不高。

就全省而言,多数茶园处于茶旅一体化探索和实践阶段,茶园一二三产业深度融合发展、相互促进、效益良好、环境优美的较少。

2.2.3 茶叶植物精气未见研究报道,特色康养产品缺乏

茶叶是中国人传统的饮品和保健品,含有多种维生素、矿物质、微量元素、氨基酸、茶多酚、生物碱、茶多糖、芳香类物质等^[6],其提取物对人体具有防病治病的功效^[7]。植物精气是开展森林康养必要的物质支撑,查询中国知网,未见到茶叶植物精气的化学成分、功效等方面的研究和报道,这不利于康养工作的开展。

此外,贵州的茶产品以饮茶、喝茶、吃茶为主,用茶、玩茶、事茶方面的康养产品开发得很少,如茶保健品、茶浴、茶疗等,没有特色化和系列化,缺乏核心竞争力。查询中国知网,未见到茶园森林康养基地特色化建设、茶园森林疗养课程等方面的研究和报道。

2.2.4 基地缺乏人才,森林康养科技支撑弱

茶园森林康养基地没有专业的森林康养人才团队,现有的工作人员多是从其他行业转移过来的,服务人员来自当地农民,对森林康养内涵及森林康养基地建设缺乏足够的认识,森林康养产品类型与开发缺乏研究;研究机构、医院主动进入茶园基地开展医学验证工作的很少。基地科技支撑弱,没有足够的人才和能力进行基地特色菜单的开发、策划、宣传、管理。

2.3 发展机会(Opportunity)

2.3.1 国家大健康战略的实施

2016 年末,中共中央、国务院印发了《“健康中国 2030”规划纲要》,对普及健康生活、优化健康服务、完善健康保障、建设健康环境、发展健康产业健全支撑与保障等方面做出阐述。森林康养将成为人们提高生活质量的首要选择。贵州省正在把生态作为其茶文化的核心,做足茶旅结合的文章,按照“茶景结合、茶旅一体”的思路,将旅游、文化、休闲、养生、体验等融为一体,建设一批生态茶园。这十分符合国家大健康战略的要求,符合森林康养发展的方向与目标。

2.3.2 政策支持

森林康养是世界潮流,也是国家政策。2016 年国务院办公厅出台《关于完善集体林权制度的意见》,将森林旅游休闲康养等绿色产业作为重点产业大力发展。此外,国家林业和草原局发布了《林

业发展“十三五”规划》、《中国生态文化发展纲要(2016—2020年)》、《关于开展森林特色小镇建设试点工作的通知》、《关于大力推进森林体验和森林养生发展的通知》、《关于启动全国森林体验基地和全国森林养生基地建设试点的通知》等文件,2019年国家林草局、民政部、国家卫生健康委员会、国家中医药管理局共同出台了《关于促进森林康养产业发展的意见》,有力地推动了产业发展。

贵州省也先后出台了《关于支持健康养生产业发展若干政策措施的意见》、《贵州省健康养生产业发展规划(2015—2020年)》、《关于推进森林康养产业发展的意见》等制度和文件。

2.3.3 康养旅游的需求增加

随着城市经济的发展,人民生活水平的迅速提高,城市居民希望能够回归自然和森林的愿望和诉求十分强烈,加之中国进入老龄化阶段,目前追求身体健康和心灵和谐深度旅游、参与式旅游成为热点。茶园森林康养基地环境良好,景色宜人,能够满足旅游者多元化、多层次、多形式、高端化和品质化的旅游需求。

2.4 外部威胁(Threat)

2.4.1 国内外知名度不足

贵州省环境良好,茶叶品质优良,获得“贵州绿茶”地理标志,但仍缺乏在国内、在世界有影响力的品牌,即使是都匀毛尖、湄潭翠芽也无法比肩云南普洱、西湖龙井、安溪铁观音,难以成为市场热点。贵州茶园在国内外的知名度和影响力缺乏,名声不显,这不利于茶园森林康养基地的推广和宣传,难以吸引省外游客前来体验和消费。如何充分利用茶园基地的资源,打造具有特色的林、宿、食、娱、健、疗、购服务体系,是茶园基地必须考虑的问题。

2.4.2 市场竞争激烈

从国内来看,四川、湖南等省近几年大力发展森林康养产业,并在国内有一定的知名度。贵州茶园森林康养基地在气候条件、森林植被、空气质量、基础设施、康养产品等方面与省外的基地相比,没有明显的特色和优势,面临激烈的市场竞争,知名度不高。从省内看,茶园康养基地与其他类型的基地相比,还没有形成以茶为核心的康养产品,没有形成极具特色的茶文化氛围,存在同质化竞争的威胁。

2.4.3 基地建设营销手段落后

目前,贵州茶园康养基地没有对客源市场进行充分的调研与分析,服务对象及自身定位不精准。主要表现在:①茶园基地总体规划需要进行深度研

究,基地规划仅满足于项目审查审核要求,不同基地的规划类同,没有各自的特点;②产业发展缺乏思考与实践,没有将核心的茶产业与相关产业,如养老产业、养生产业、健康服务业、教育产业等进行多产业融合实践,未能形成茶园基地的特色森林康养产业链;③基地的经营是以传统企业模式为主,没有充分利用大数据、自媒体等新技术和手段,基地之间相互竞争,单打独斗,没有核心渠道,没有针对客户群体建设差异化的渠道终端。

茶园森林康养基地是否能因人而异、因时而异、因地制宜,摸索出具有基地特色的茶园森林疗养课程,形成基地特有吸引力和知名度,避免同质化竞争,是茶园森林康养基地发展与生存首要重视的问题。

3 发展对策和建议

3.1 区域布局,特色打造

茶园森林康养基地在贵州不能全面开花,普遍发展,要注意区域布局。全省共有 6.67 万 hm^2 以上的茶叶种植核心保护区,核心保护区的生物多样性、气候多样性、山地多样性十分丰富。要围绕贵州省茶叶种植核心保护区开展茶园森林康养基地建设,将周边的村寨、山林纳入基地建设范围,打造森林康养综合体,将森林康养、乡村振兴、生态文明融为一体,形成基地独特的文化和特色。

3.2 发展建议

茶园森林康养基地建设任重道远,需要加强多方面的研究与探索。①进行核心保护区森林康养资源调查和适宜性分析,对茶园基地进行建设规划,以指导基地建设和发展,逐步完善基地设施设备,改善基地景观效果;②开展茶叶植物精气研究,为茶园森林疗养提供基础资料;③开展茶园森林疗养课程研究,打造疗养课程体系,为广大体验者提供多样化的康养项目,形成菜单式特色化的康养方案和计划;④加强茶园基地的推介和宣传,提高贵州茶叶和基地的知名度,提高吸引力;⑤加强森林康养专业技术人才的培养,形成茶叶特色人才队伍,提高服务质量。

参考文献:

- [1] 刘艳芳. 六茶共舞,三业并举——实现我国茶业由大变强[N]. 中国食品报,2016-12-13.
- [2] 王锐. 依靠黔茶文化构建贵州美丽乡村慢生活[J]. 经济师,2019(2):139-140. (下转第 194 页)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.035

西双版纳国家级自然保护区野生动物肇事补偿 现状及缓解对策

谢文芳¹, 宋军平², 苏海萍³, 岩丙⁴, 王巧燕⁵

(1. 云南西双版纳国家级自然保护区曼稿管护所, 云南 勐海 666200; 2. 云南西双版纳国家级自然保护区勐仑管护所, 云南 勐腊 666300; 3. 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; 4. 云南西双版纳国家级自然保护区尚勇管护所, 云南 勐腊 666300; 5. 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:基于2011—2018年野生动物肇事及补偿统计、年度保险理赔金额等资料,对西双版纳国家级自然保护区野生动物肇事补偿现状及存在问题进行分析。结果表明:保护区野生动物肇事频繁,范围广,主要的肇事动物有亚洲象、野猪、偶蹄类和灵长类动物等,其补偿工作存在野外查勘工作量,标准定性难度大,补偿价值标准缺乏依据,补偿机制与监管机制不健全等问题。建议通过改变土地种植结构、恢复与改善野生动物栖息地、建立与完善政策法规及补偿机制、调控野生动物种群、开展野生动物肇事防范宣传等措施来缓解人与野生动物的矛盾和冲突。

关键词:野生动物肇事;补偿机制;经济损失;野生动物公众责任保险;西双版纳国家级自然保护区

中图分类号:S759.9;S718.521.1 文献标识码:B 文章编号:1671-3168(2020)02-0182-05

引文格式:谢文芳,宋军平,苏海萍,等.西双版纳国家级自然保护区野生动物肇事补偿现状及缓解对策[J].林业调查规划,2020,45(2):182-186.

XIE Wenfang, SONG Junping, SU Haiping, et al. Compensation Status and Measures of Wildlife Accident in Xishuangbanna National Nature Reserve [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 182-186.

Compensation Status and Measures of Wildlife Accident in Xishuangbanna National Nature Reserve

XIE Wenfang¹, SONG Junping², SU Haiping³, YAN Bing⁴, WANG Qiaoyan⁵

(1. Mangao Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Menghai, Yunnan 666200, China; 2. Menglun Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Mengla, Yunnan 666300, China; 3. Ecotourism Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China; 4. Shangyong Administration of Xishuangbanna National Nature Reserve, Mengla, Yunnan 666300, China; 5. Research Institute of Xishuangbanna National Nature Reserve, Jinghong, Yunnan 666100, China)

Abstract: Based on the statistics of wildlife accident and compensation and the annual insurance claim amount from 2011 to 2018, this paper analyzed the current status and existing problems of wildlife accident compensation in Xishuangbanna National Nature Reserve. The results showed that the wild animals in the reserve were frequently involved in accidents with a wide range, including *Elephas maximus*, *Sus scrofa*, artiodactyla and primates. The main problems in the compensation work were the heavy workload of field

收稿日期:2019-09-09;修回日期:2019-11-11.

第一作者:谢文芳(1967-),女,陕西汉阴人,工程师.长期从事自然资源保护工作.

责任作者:王巧燕(1974-),女,本科,正高级工程师.长期从事野生动物研究与监测工作. Email:wqyanqq@126.com

investigation, the difficulty of qualitative standard, the lack of compensation value standard, and the imperfect mechanism of compensation and supervision. It was suggested that the contradiction and conflict between human and wildlife should be alleviated by changing the planting structure, restoring and improving the habitat, establishing and improving policies, regulations and compensation mechanism, regulating the population of wild animals, and carrying out the publicity of accidents prevention.

Key words: wildlife accident; compensation mechanism; economic loss; public liability insurance for wildlife accidents; Xishuangbanna National Nature Reserve

1991—2009年西双版纳全州累计有153 080户农户遭受野生动物的侵害,损失粮食作物7 603.08万kg,牲畜5 152头,人员伤亡198人,直接经济损失达2.58亿元,涉及受灾人口近76万人。虽然西双版纳州政府对受灾农户给予了一定的经济补偿,但各损失种类补偿只占其市场价格的5%~10%。2010年西双版纳开始实施野生动物亚洲象公众责任保险试点工作,投保金额为260万元,保额为300万元,实际理赔439万元^[1],野生动物肇事由政府补偿转为保险公司赔偿。据此,2011年西双版纳州有关部门与中国太平洋财产保险股份有限公司西双版纳中心支公司合作,签订野生动物公众责任保险合同,实行“政府部门投保、保险公司理赔、受灾群众获益”,扩大了肇事野生动物投保种类,由单一的亚洲象物种推广到珍稀野生动物物种。本文通过收集2011—2018年野生动物肇事及补偿统计表、年度保险理赔金额等资料,对野生动物责任险实施以来存在的问题、采取的措施以及现状进行分析,找出缓解人与动物冲突的方法及措施,为野生动物的保护与发展找到可行之路。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

西双版纳国家级自然保护区(以下简称“保护区”)地处云南省西双版纳傣族自治州境内,位于21°10′~22°14′N,100°16′~101°15′E,由地域上互不相连的勐养、勐仑、勐腊、尚勇、曼稿5个子保护区组成,分别座落在勐海、勐腊、景洪两县一市,保护区总面积2 474.39 km²,其中勐养子保护区1 029.13 km²,勐仑子保护区105.34 km²,勐腊子保护区939.94 km²,尚勇子保护区321.85 km²,曼稿子保护区78.13 km²。保护区分布在西双版纳州景洪、勐腊、勐海一市二县境内的22个乡镇中。保护区内及周边村寨有299个,其中:保护区范围内122个,周边177个。保护区属季风热带北缘季雨林区,是中国唯一有几个动物区系会萃地区,以保护中国

热带北缘季节雨林、季雨林和珍稀动植物种群为主。动植物资源丰富,已记载的脊椎动物有727种,约占全国种数(3 317种)的1/5,占云南省种数(1 836种)的1/3^[2]。主要有以亚洲象、印支虎、水鹿、黑熊、云豹、金钱豹、印度野牛、猕猴、灰叶猴、绿孔雀、犀鸟等为代表的珍稀濒危特有动物。

1.2 数据来源

研究数据来源于西双版纳州野生动物公众责任险理赔数据。

1.3 数据收集方法

中国太平洋财产保险股份有限公司云南分公司理赔员、林业和草原局、林业站、保护区管护局以及护林员等针对于野生动物损害地点,进行实地踏查,测量或估测损害农作物的数量和损失。

1.4 补偿标准

补偿标准农作物以亩为单位计算,经济作物以株为单位计算。房屋及附属设施限额10 000元,人员死亡、伤残赔偿限额为20万元,医疗费用赔偿金限额为10万元。补偿金额随着市场经济的波动而变化而有所调整,具体如表1。

2 结果与分析

2.1 野生动物肇事现状

2011—2018年受到野生动物肇事危害的保护区内及其边缘的村寨,最低的是2011年84个,最高是2013年232个,分别占总数的28.1%和77.6%。野生动物肇事造成的经济损失主要包括粮食、经济作物、财产损失以及人身伤害。调查期间共有14 340户农户受到野生动物肇事损害,共损失2 322.049 7万元,占全州野生动物损害总金额的22.1%,其中毁坏农作物1 317.1217万元,经济作物915.666 8万元,畜牧72 850元,财产损失83 025元,其它73.673 7万元(包括人员伤亡8,其中伤5人,死亡3人),补偿率达到99%以上(表2)。

2.2 主要的肇事野生动物

西双版纳保护区动物资源较为丰富,大型的哺

表 1 2011—2018 年野生动物公众责任险补偿标准

Tab. 1 Compensation standard of public liability insurance for wildlife accidents from 2011 to 2018

作物种类	补偿标准		
	2011 年	2012 年	2013—2018 年
稻谷/亩	500	500	500
山谷/亩	/	/	400
玉米/亩	400	400	400
荞/亩	400	400	400
黄豆/亩	250	250	250
花生/亩	400	400	400
冬瓜、面瓜/亩	/	/	300
西瓜、香瓜/亩	/	/	500
甘蔗/亩	700	700	700
橡胶/株	10(<5 年) 20(≥5 年)	10(<5 年) 20(≥5 年)	15 (定植后)
沉香、坚果/株	2	2	10
茶叶/株	5	5	2
咖啡/株	10	10	5
香蕉/株	5	5	10
松树/株	20	20	2
果树/株	10000	10000	20

注:人员伤亡赔偿限额为 20 万元,其中一次性死亡赔偿金为 20 万,残疾赔偿金额为 20 万,医疗费用赔偿金额为 10 万元^[3]。

表 2 2011—2018 年西双版纳保护区野生动物肇事损害占全州野生动物肇事损害总金额的比例

Tab. 2 Proportion of damages caused by wildlife accidents in Xishuangbanna Nature Reserve from 2011 to 2018

肇事年份/年	保护区总金额/万元	全州总金额/万元	占比/%
2011	293.9788	996.0655	29.5
2012	357.8503	1559.0880	23
2013	330.2523	1515.7015	21.8
2014	244.1059	1123.5619	21.7
2015	223.9492	1171.3620	19.1
2016	153.3788	1049.5145	14.6
2017	255.0035	1444.7894	17.6
2018	463.5309	1649.6668	28.1
合计	2322.0497	10509.7496	22.1

乳动物较多,如亚洲象、野猪、黑熊、印度野牛、灵长类以及一些食草动物,对保护区内及周边的社区居民造成一定的经济损害。2011—2018 年,亚洲象累计肇事损害总金额占保护区野生动物肇事总金额的 93.4%,是主要的野生动物肇事物种,其次是野猪肇

事,占总金额的 3.2%,其它肇事的动物还有黑熊、印度野牛、偶蹄类和灵长类等,占总金额的 3.4%(表 3)。

表 3 野生动物肇事损害占保护区野生动物肇事总金额的比例

Tab. 3 Proportion of damages caused by wildlife accidents

年份/年	亚洲象肇事损失占比/%	野猪肇事损失占比/%	其它珍稀动物肇事损失占比/%
2011	95.5	4.4	0.1
2012	92.4	5.4	2.2
2013	87.2	6.2	6.6
2014	93.2	4.1	2.7
2015	87.1	2.4	10.5
2016	95.6	1.7	2.7
2017	97.1	0.7	2.2
2018	98.7	0.5	0.8
合计	93.4	3.2	3.4

2.3 野生动物肇事补偿现状及存在问题分析

2.3.1 野生动物肇事补偿现状

2004 年以前野生动物肇事补偿资金主要由省、州、县各级政府共同筹集。2005 年省政府一次性给予西双版纳州 400 万元补助,2006 年以后由中央财政每年专门补助 500 万元。各级政府也加大了野生动物肇事补偿资金的投入。但这些每年筹集的补偿资金仅占当年野生动物造成的直接经济损失 7%左右^[1],导致补偿标准过低。2008—2010 年国家财政部、国家林业局连续 3 年在西双版纳州实施了野生动物肇事补偿试点工作。补偿标准的提高缓解了野生动物保护与肇事的矛盾和冲突。在此基础上,2010 年西双版纳开始实施野生动物亚洲象公众责任保险试点工作,由西双版纳州有关部门与中国太平洋财产保险股份有限公司西双版纳中心支公司合作,签订野生动物公众责任保险合同。2010 年投保金额为 260 万元,补偿率达 99.5%,投保效果较好。基于此,2011 年扩大了肇事野生动物投保种类,由单一的亚洲象推广到全部受保护的野生动物。每年的投保金额也在不断加大,从 2010 年 260 万元增至 2018 年 1 670 万元。2011 年投保金额为 660 万元,实际补偿金额约为 996 万元,2013 年投保金额为 770 万元,实际补偿金额约为 1 559 万元,投保金额远远低于实际补偿金额。2014 年西双版纳政府加大投保金额,从 660 万元提升到 1 670 万元,提高了 60.5%。2011—2018 年西双版纳保护区补偿金额

最高达 464 万元,最低为 154 万元,其每年的补偿金额分别占全州补偿金额的 29.5%、23%、21.8%、

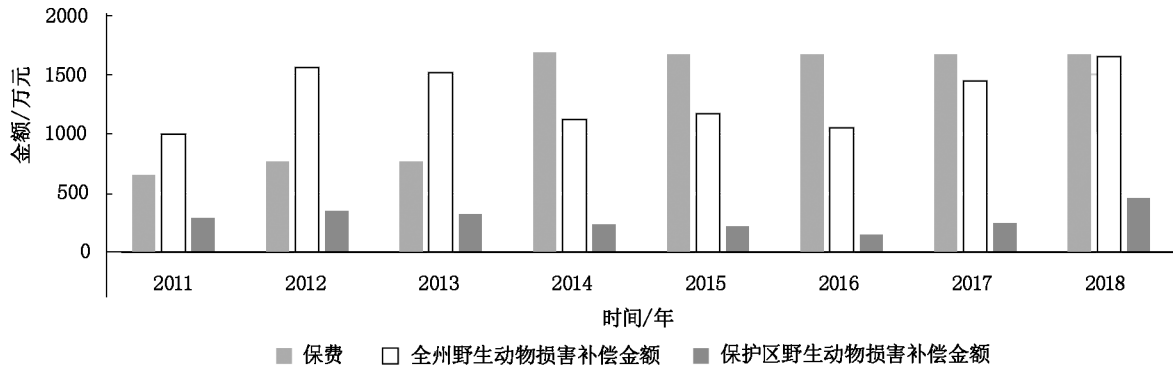


图 1 2011—2018 年投保金额与野生动物实际补偿金额

Fig. 1 Insured amount and actual compensation for wildlife accidents from 2011 to 2018

2.3.2 存在问题

1) 野生动物肇事涉及范围广,野外查勘工作量大

保护区分布在西双版纳州景洪、勐腊、勐海一市二县境内的 22 个乡镇中,保护区内及其周边村寨有 299 个。大部份的村寨都有不同程度的野生动物肇事,其中涉及村寨最多是 2013 年的 232 个村寨,2 354 户,占保护区内及其周边村寨的 77.6%。2012、2014 和 2017 年有野生动物肇事村寨均超过了保护区内及其周边村寨总数的 50% 以上,涉及到的野生动物肇事受损户数最少为 856 户,最多为 2 354 户。目前野外查勘的工作人员主要有保险查勘人员、保护所和林业站工作人员、长期护林员、村干部等,大约 150 人左右。但野生动物肇事受损涉及的范围较广,面积较大,受损地区多为山区、半山区等交通不便、生活较为困难的区域,致使野生动物肇事野外查勘的工作量大,范围广,许多地区不能及时定损,造成定损难度加大,理赔依据不充分。

2) 野外查勘标准定性难度大

由于野生动物肇事补偿政策性较强,要求准确把握野生动物肇事补偿范围和补偿对象。野生动物肇事造成的经济损失主要包括粮食、经济作物、财产损失及人身伤害。对于粮食作物和经济作物的查勘标准定性较难,受损时间直接影响产出。而对于有些损害后的农作物,存在补种后又被损害或一块土地重复定损的现象。

3) 补偿价值标准缺乏依据

野生动物补偿金的价值核算是以市场价值为依

据,在此基础上增减。但由于补偿标准没有进行价值评估,缺乏标准依据,没有考虑不同土地类型的产出以及影响农作物生长的环境因素,采用统一的补偿标准,这造成产出高的土地类型补偿较低。

4) 补偿机制不完善,监管机制不健全

补偿标准过低,不能实现等价补偿,投保经费额度和下拨时间不稳定。相关部门参与度较低,对保险公司的监管机制不健全,没有约束保险公司履行服务协议的有效措施。保险公司对理赔工作参与度不高导致自身工作任务量增加,又因人员变动大,工作衔接问题多,理赔滞后,对一些时效性强的查勘定损存在一定困难。

3 缓解对策

3.1 改变种植结构

为了缓解野生动物肇事现状,在保护区周边的社区开展一些改变土地种植结构的试验,种植一些野生动物不喜食的物种,如勐腊、尚勇、勐养、勐仑子保护区周边主要种植橡胶、茶等经济林木,曼稿子保护区种植茶和沙松,在保护区与周边形成一道防护栏。体型较小的食草动物如野猪、水鹿、赤鹿,性格较为谨慎,在人为活动频繁处活动较少。而亚洲象体型较大,没有天敌,所以常常会穿过橡胶林、茶地进入生产劳动区,致使受损面积、范围加大。因此,改变种植结构时需考虑社区发展、野生动物栖息地的恢复和种群调控等相关因素。

3.2 恢复与改善野生动物栖息地

目前保护区周边的橡胶、茶等经济作物的种植

面积较大,亚洲象等大型的野生动物栖息地面积减少,破碎化严重,致使有亚洲象活动的区域受损严重。西双版纳保护区主要是采用 2 种方式进行栖息地维护:①人工辅助,通过有计划地烧除林下草本、枯枝落叶,在不改变大环境的情况下,促进草本层的演替,为大型食草动物提供丰富的食源;②人工种植野生动物喜食的物种(本地物种),在保护区实验区内选择部分区域作为野生动物食物园种植基地,种植草本等大型食草动物喜食的植物,通过改善栖息地环境,减少野生动物毁坏周边社区作物的频次及机率。建议扩大栖息地恢复的面积和范围,在保护区、国有林以及集体林通过计划烧除、人工辅助更新的方法,逐步改造为野生动物适应栖息地。

3.3 建立与完善政策法规及补偿机制

针对目前存在的补偿标准过低,2011—2018 年野生动物肇事保险补偿也在不断地提高补偿金额,每年的投保金额也在不断加大,从 2011 年 660 万元增至 2018 年 1 670 万元,增加率为 60.5%。补偿项目越来越细化和规范,补偿标准也随着市场经济的增幅不同程度地提高。野生动物肇事补偿机制的完善,一定程度上缓解了野生动物与人的矛盾与冲突。但由于资金的不足,补偿价低于市场价格。《野生动物保护法》也明确规定因保护国家和地方重点保护野生动物,造成农作物或者其他损失的,由当地政府给予补偿。当地政府也根据相关的规定制定了《西双版纳州野生动物肇事调查统计及补偿兑现管理办法》。但由于地方财政不足,补偿资金没有着落。建议国家财政部门应设立专项的“生态补偿基金”,将野生动物损害补偿机制纳入生态转移支付等。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份的损失^[6]。

3.4 调控种群

近年来,随着保护工作力度不断加强,野生动物的种群数量得到不同程度的增加,在野生动物种群增加的同时,也出现了新的问题,部分区域野生动物数量增加,影响当地生态平衡,野生动物伤害人身财产安全事件不时发生。针对上述情况,应对陆生野生动物的种群、数量、生态平衡状况等进行调查、监测和评估。对因某些野生动物数量增加过多影响生态平衡、威胁和损害群众人身财产安全的,通过种群调控的措施,科学评估,按照规定报经批准后合理猎捕或迁移。通过人为干预调控其野生种群的数量及

分布,维持生态平衡,减少受灾严重区域的压力。

3.5 开展野生动物肇事防范宣传

近年来,野生动物肇事现象严重,肇事区域也越来越大,保护区管理部门以及一些国际组织在缓解、防范野生动物肇事上采取了许多相关的研究和措施。如针对亚洲象的防象沟、防象壁、电围栏、太阳能路灯、栖息地改造、亚洲象预警监测系统以及土地利用格局的改变等,这些措施在一定程度上起到了缓解野生动物肇事的作用。但由于维护及使用需要大量、长期的资金投入,致使这些防范措施没有大面积地推广及运用。再者,社区群众对于野生动物保护、肇事及补偿认识参差不齐,影响工作的开展。应加强对社区居民的宣传教育,开展野生动物保护及防范意识教育,提高群众认知及防范野生动物肇事的能力。

4 结语

近年来,随着保护工作力度不断加强,野生动物的种群数量得到不同程度的增加,同时,也带来了一系列的矛盾和问题,如野生动物损害农作物,伤害人畜的肇事案件越来越多,严重危害到当地群众的生命、财产安全,影响了当地经济发展和社会稳定。野生动物肇事补偿机制、补偿标准直接关系到受害群众的生命安全和生产生活,关系到当地的经济发展和社会稳定。野生动物公众责任保险工作的开展,补偿机制的完善与健全,促进了经济和社会协调发展,一定程度上缓解了人与野生动物的矛盾和冲突,促进了野生动物保护事业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 甘燕君,李玲. 西双版纳州野生动物肇事现状及补偿机制初探[J]. 绿色科技,2018(12):38-41.
- [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] 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.
- [4] 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):388-392.
- [5] 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,2013,38(5):103-106.
- [6] 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.

(责任编辑 杨焱焱)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.036

基于 SBE 法和 AHP 法的南宁市花卉公园植物景观评价

李丽莉, 和太平

(广西大学, 广西 南宁 530004)

摘要: 全面实地调查花卉公园园林植物物种资源, 运用 SBE 法和 AHP 法对该公园 53 个典型植物景观样地进行调查评价。评价结果, Y_{SBE} 均值最大为 0.662, 有 24 个 Y_{SBE} 正值, Y_{AHP} 均值主要在 5~8 之间, 表明花卉公园的植物群落景观处于中等偏上水平, 但景观优质的植物群落相对较少; 对 2 种评价方法的评价结果进行回归分析, 得出评判者主要注重植物景观的美学功能; 对优秀植物群落进行分析, 探讨游客喜爱的植物景观配置类型。

关键词: 植物景观评价; SBE 法; AHP 法; 植物群落; 南宁市花卉公园

中图分类号: S718.521.2; Q149; S711; TU986.51 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2020)02-0187-08

引文格式: 李丽莉, 和太平. 基于 SBE 法和 AHP 法的南宁市花卉公园植物景观评价[J]. 林业调查规划, 2020, 45(2): 187-194.

LI Lili, HE Taiping. Evaluation on Plant Landscape of Nanning Flower Park Based on SBE and AHP Method[J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 187-194.

Evaluation on Plant Landscape of Nanning Flower Park Based on SBE and AHP Method

LI Lili, HE Taiping

(Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: The SBE and AHP methods were used to evaluate 53 typical plant landscape samples based on the comprehensive field survey of plant species in the flower park. The results showed that the maximum mean Y_{SBE} was 0.662, and there were 24 positive Y_{SBE} value and the mean Y_{SBE} values were mainly between 5 and 8, indicating that the plant community landscape of the flower park was above the medium level, but ones with good landscape quality were relatively few. The regression analysis on the results of two evaluation methods showed that the judge mainly payed attention to the aesthetic function of the plant landscape. Based on the analysis of the obtained excellent plant communities, the types of plant landscape configuration favored by tourists were discussed.

Key words: plant landscape evaluation; SBE method; AHP method; plant community; Nanning Flower Park

景观评价是指对景观视觉质量的评价^[1], 是用某种标准, 个人或群体对景观价值作出判断, 为作

出判断所提供的证据即评价过程^[2]。植物景观是指自然植被、植物个体及群落所表现出来的形象, 经

收稿日期: 2019-09-25.

基金项目: 国家自然科学基金(31870540); 南宁市科学研究与技术开发计划项目(20163147).

第一作者: 李丽莉(1993-), 女, 广西南宁人, 风景园林硕士. 研究方向: 园林植物及应用. Email: 435747797@qq.com

责任作者: 和太平, 男, 硕士, 教授. 研究方向: 园林植物. Email: h-taiping@163.com

人们的感观传达到大脑皮层所产生的一种实在的美的联想和感受,也包括人工的,即运用植物题材来创造的景观^[3]。植物景观评价旨在了解某一园林空间植物景观的优劣,从而为绿化景观的规划设计和养护管理提供科学依据。研究南宁市花卉公园园林植物景观群落组成,评价其景观等级和水平,筛选出景观优质的植物群落类型,为南宁城市公园绿地植物物种选择和植物景观配置提供科学依据和实践参考。

1 研究区概况

南宁市居我国亚热带至北热带过渡地带,属亚热带季风气候,气候温暖,雨量充沛,雨热同季,年均温 21.6℃,年降雨量 1 300.6 mm,适宜部分热带亚热带植物生长^[4]。南宁市花卉公园位于安吉大道 31 号,东以安阳路为界,西邻屯渌村,南接广西大学行健文理学院,北靠吉兴西路;地理坐标为 108°17'23.6"~108°17'46.3"E,22°51'21.6"~22°51'50.2"N,总面积 46.6 hm²;公园前身是南宁市河北苗圃,以水稻土为主,植物景观营建条件十分优越。2009 年改建成为以花卉观赏与游览为主,集科普、科研、生产、休闲、健身于一体的城市专类公园。

2 研究方法

2.1 调查方法

在踏查南宁市花卉公园的基础上,采用样地法调查植物群落,鉴于该公园植被均为人工植被,多数植物群落面积不大,样地面积设为 10 m×10 m;对每个植物景观样地多方位拍摄照片,供植物景观评分之用。

2.2 植物景观分析评价方法

2.2.1 美景度评价法(SBE 法)

选取风景园林及相关专业学生和非风景园林及相关专业学生各 50 人,要求学生(以下称为“评判者”)根据植物景观评价标准,通过 PPT 照片对其植物景观打分^[5],收回有效问卷 96 份,对数据进行标准化处理,SBE 值为理想值,不受评分标准和评分制度等因素的影响^[6]。SBE 值标准化处理公式为:

$$Z_{ij} = (R_{ij} - R_j) / S_j$$

$$SBE_j = \sum Z_{ij} / N_i$$

式中, Z_{ij} 为第 j 个评价对象对第 i 个样地照片的标准化值; R_j 为第 j 个评价对象对第 i 个样地的评分

值; R_i 为第 i 个评价对象对所有样地的评分平均值; S_j 为第 i 个评价对象对所有样地的评分标准差; SBE_i 为第 i 个样地 SBE 值的标准化; N_i 为第 i 个样地评分的人员总数。

2.2.2 层次分析法(AHP 法)

通过咨询相关专家,根据咨询结果筛选适合的指标,建立指标体系^[7]。根据专家的评分,统计各层次的判断矩阵,并作一致性检验,得到目标层和标准层的权重值,最后自上而下将单准则下的权重统计出总排序权重(表 1)。

表 1 南宁市花卉公园植物景观评价层次总排序权重
Tab. 1 Total ranking weights of plant landscape evaluation in Nanning Flower Park

总目标	一级指标	一级权重	二级指标	二级权重	二级总权重
南宁市花卉公园植物景观评价(A)	景观价值(B ₁)	0.4658	C ₁	0.3675	0.1712
			C ₂	0.2177	0.1014
			C ₃	0.2765	0.1288
			C ₄	0.1383	0.0644
	服务功能(B ₂)	0.096	C ₅	0.4168	0.0400
			C ₆	0.1209	0.0116
			C ₇	0.2695	0.0259
			C ₈	0.1928	0.0185
	空间结构(B ₃)	0.1611	C ₉	0.5163	0.0832
			C ₁₀	0.2909	0.0469
			C ₁₁	0.1169	0.0188
			C ₁₂	0.0759	0.0122
	生态效益(B ₄)	0.2771	C ₁₃	0.2875	0.0797
			C ₁₄	0.2081	0.0577
			C ₁₅	0.0981	0.0272
			C ₁₆	0.4063	0.1126

层次总排序检验一致性结果如下:

$$CI = \sum_{j=1}^4 w_j CI_j = 0.4658 \times 0.0515 + 0.0960 \times 0.0237 + 0.1611 \times 0.0573 + 0.2771 \times 0.0406 = 0.0467$$

$$RI = \sum_{j=1}^4 w_j RI_j = 0.4658 \times 0.9 + 0.0960 \times 0.9 + 0.1611 \times 0.9 + 0.2771 \times 0.9 = 0.9$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0467}{0.9} = 0.0519 < 0.10$$

一致性检验结果满足一致性检验要求。

以样地调查为基础,制定南宁市花卉公园植物景观评价指标赋分标准,并为评价因子打分(表 2),根据样地植物景观状态对各评价因子打分^[8]。

表 2 南宁市花卉公园评价因子赋分标准

Tab. 2 Scoring criteria of evaluation factors in Nanning Flower Park

序号	评价指标	指标描述与分值
1	植物观赏特性(C ₁)	根据植物植株各器官观赏性状及其多样性和观赏价值,赋予不同的分值(1~10分)
2	植物景观的绿视率(C ₂)	根据人们一定视野范围内所看到绿色植物比例的大小而赋予分值(1~10分)
3	植物景观的色彩和季相(C ₃)	根据植物各器官色彩的丰富度、舒适度及季相变化多样性而赋予分值(1~10分)
4	植物景观与环境的和谐性(C ₄)	根据植物景观与周围环境的协调及和谐性而赋予分值(1~10分)
5	植物景观的吸引力(C ₅)	根据植物景观的美景度、魅力和吸引力而赋予分值(1~10分)
6	植物景观的可达性(C ₆)	根据植物景观进出的便捷性和可达性而赋予分值(1~10分)
7	植物景观空间(C ₇)	根据植物空间的合理性而赋予分值(1~10分)
8	植物科普与文化(C ₈)	根据植物景观的科学与文化普及及功能发挥程度而赋予分值(1~10分)
9	植物群落层次(C ₉)	根据植物群落结构科学合理性而赋予分值(1~10分)
10	乔木层特征(C ₁₀)	根据乔木层树木的胸径、高度、冠幅等规格的大小而赋予分值(1~10分)
11	灌木层盖度(C ₁₁)	根据灌木层盖度的大小而赋予分值(1~10分)
12	草本层盖度(C ₁₂)	根据草本层盖度的大小而赋予分值(1~10分)
13	植物物种多样性(C ₁₃)	根据群落植物物种数量多少赋予分值(1~10分)
14	植物群落特征(C ₁₄)	根据植物群落层次丰富度和自我繁衍能力而赋予分值(1~10分)
15	植物景观特色(C ₁₅)	根据乡土植物物种的比例和植物景观的地方特色性而赋予分值(1~10分)
16	植物健康状况(C ₁₆)	根据植物植株健康状况和长势而赋予分值(1~10分)

2.2.3 多元线性回归分析

采用 IBM SPSS Statistics 25.0 软件对美景度评价法和层次分析法的评价结果进行回归分析,以 Y_{SBE} 标准均值为因变量,16 个景观评价因子的分值为自变量,建立景观评价因子评分值与 Y_{SBE} 标准值间的模型,然后在 IBM SPSS Statistics 25.0 软件中导入 Excel 表格中整理好的数据,筛选标准如下:

$$\text{sig} = \begin{cases} <0.1, \text{相关性显著,保护因子并计算其标准系数,进入回归议程;} \\ >0.1, \text{相关性不显著,剔除该因子,不进入回归方程。} \end{cases}$$

式中:sig 为自变量的概率。

3 结果与分析

3.1 SBE 法评价结果与分析

将评判者的评分标准化处理所得到的 SBE 值为理想值^[9],根据 SBE 值标准化处理公式得出表 3。

表 3 南宁市花卉公园植物景观评价各样地 SBE 标准值
Tab. 3 SBE standard value of plant landscape evaluation in Nanning Flower Park

样地号	非专业 SBE 均值	专业 SBE 均值	平均值
01	-0.120	0.094	-0.013
02	-0.088	0.046	-0.021
03	0.179	-0.068	0.056
04	0.239	0.481	0.360
05	0.058	0.002	0.030
06	0.730	0.451	0.591
07	-0.557	-0.687	-0.622
08	-0.185	-0.219	-0.202
09	0.310	0.541	0.426
10	0.012	-0.332	-0.160
11	-0.468	-0.808	-0.638
12	-0.387	-0.453	-0.420
13	-0.201	-0.473	-0.337
14	-0.414	-0.333	-0.373
15	0.355	0.290	0.323
16	-0.988	-0.887	-0.937
17	-0.224	0.134	-0.045
18	-0.619	-0.261	-0.440
19	0.276	0.248	0.262
20	0.290	0.428	0.359
21	-0.293	-0.361	-0.327
22	-0.361	-0.197	-0.279
23	0.062	0.221	0.142
24	-0.089	-0.202	-0.146
25	0.319	0.533	0.426
26	0.510	0.024	0.267
27	0.519	0.647	0.583

续表 3

样地号	非专业 SBE 均值	专业 SBE 均值	平均值
28	-0.012	-0.059	-0.036
29	-0.119	-0.016	-0.067
30	0.267	0.118	0.193
31	-0.116	0.144	0.014
32	-0.275	-0.145	-0.210
33	-0.199	-0.040	-0.120
34	-0.008	0.036	0.014
35	-0.083	-0.056	-0.069
36	0.026	-0.193	-0.083
37	0.405	0.252	0.329
38	0.313	0.181	0.247
39	0.293	-0.065	0.114
40	0.064	-0.117	-0.027
41	-0.344	-0.342	-0.343
42	-0.209	-0.425	-0.317
43	0.156	0.246	0.201
44	-0.107	-0.062	-0.084
45	-0.527	-0.275	-0.401
46	0.039	-0.422	-0.192
47	0.085	-0.179	-0.047
48	-0.033	-0.067	-0.050
49	0.046	0.303	0.175
50	0.288	0.509	0.398
51	0.493	0.713	0.603
52	0.177	0.290	0.234
53	0.514	0.810	0.662

由表 3 可见,南宁市花卉公园植物景观样地 SBE 平均值最大为 0.662, SBE 值为正值的有 24 个样地, SBE 值为负值的有 29 个样地, 各占样地总数的 45.28% 和 54.72%; SBE 均值 > 0.5 的有 4 个样地, 占 7.54%; SBE 均值 < -0.3 的有 11 个样地, 占 20.75%。综上可知, 该公园景观优良植物群落比例偏低。

由表 3 还可知, 专业学生的 SBE 均值最大为 0.810, 非专业学生的 SBE 均值最大为 0.730, 两者 Y_{SBE} 值排名 1~20 相同的样地有 16 个, 可见两类学生审美标准差异不明显。根据表 3 绘制南宁市花卉公园植物景观 SBE 标准值曲线图(图 1)。

由图 1 可见, 两类学生对植物景观样地打分值差异不明显, 验证了郑瑶关于不同文化背景、成长环境的群体, 其审美评价不存在显著差异, 具有较高一

致性的结果^[10]。

3.2 AHP 法评价结果与分析

根据公式计算南宁市花卉公园植物景观样地的综合评分值(表 4)。

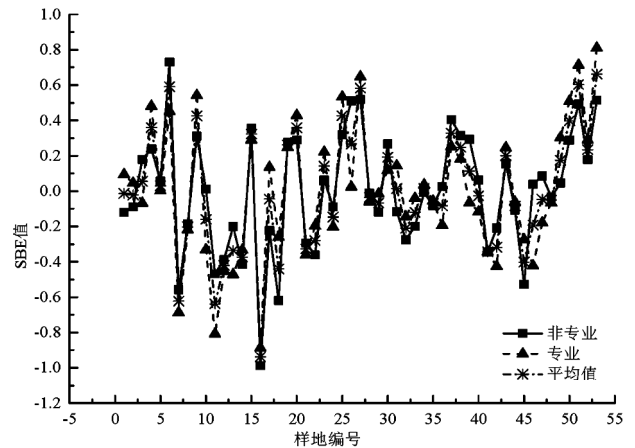


图 1 南宁市花卉公园植物样地 SBE 标准值曲线

Fig. 1 SBE standard value curve of plant samples in Nanning Flower Park

表 4 南宁市花卉公园植物群落样地的 Y_{AHP} 值

Tab. 4 Y_{AHP} values of plant community samples in Nanning Flower Park

样地号	专业 Y_{AHP}	非专业 Y_{AHP}	平均值
01	7.288	8.075	7.681
02	7.484	7.015	7.249
03	4.726	5.946	5.336
04	9.596	9.197	9.396
05	5.993	4.803	5.398
06	6.565	6.060	6.313
07	4.366	4.332	4.349
08	5.673	5.672	5.673
09	8.113	8.466	8.290
10	6.589	7.436	7.013
11	4.972	5.402	5.187
12	6.487	7.966	7.227
13	4.230	4.637	4.433
14	5.614	7.549	6.581
15	6.788	8.187	7.488
16	4.093	3.376	3.734
17	5.972	4.288	5.130
18	4.530	5.175	4.852
19	8.794	8.168	8.481
20	7.758	8.416	8.087

续表 4

样地号	专业 Y_{AHP}	非专业 Y_{AHP}	平均值
21	5.912	5.669	5.790
22	5.862	4.922	5.392
23	8.637	8.438	8.537
24	4.095	4.138	4.117
25	6.076	6.091	6.084
26	7.718	6.563	7.140
27	5.534	5.635	5.585
28	6.972	7.475	7.224
29	6.307	5.449	5.878
30	7.694	6.624	7.159
31	7.094	7.053	7.073
32	6.751	8.357	7.554
33	5.261	6.509	5.885
34	5.743	4.728	5.236
35	7.225	7.143	7.184
36	7.446	8.000	7.723
37	6.120	6.147	6.134
38	7.654	8.179	7.917
39	5.211	6.077	5.644
40	7.017	7.768	7.393
41	5.804	6.909	6.357
42	5.434	5.810	5.622
43	7.383	4.871	6.127
44	5.164	4.713	4.938
45	5.560	6.808	6.184
46	4.880	6.025	5.452
47	4.672	5.018	4.845
48	6.234	5.773	6.003
49	5.688	6.932	6.310
50	6.035	7.478	6.757
51	6.944	6.606	6.775
52	6.583	5.915	6.249
53	6.434	7.345	6.889

由表 4 可知,南宁市花卉公园植物景观样地 Y_{AHP} 最大均值为 9.396,最小均值为 3.734,均值在 7~8 之间的有 14 个样地,占样地总数的 26.42%;均值在 6~7 之间的有 13 个,占 24.53%;均值在 5~6 之间的有 14 个,占 26.42%。总计有 41 个样地(占 77.36%) Y_{AHP} 均值在 5~8 之间。可见该公园植物样地景观得分较高,表明其植物景观质量整体较好。

由表 4 还可以看出,专业学生 Y_{AHP} 值最大为 9.596,最小为 4.093, Y_{AHP} 值 >5 的有 44 个样地,占样地总数的 83.02%;非专业学生 Y_{AHP} 值最大为 9.197,最小为 3.376, Y_{AHP} 值 >5 的有 43 个样地,占 81.13%。两类学生 Y_{AHP} 值排名 1~20 相同的样地有 16 个(图 2)。

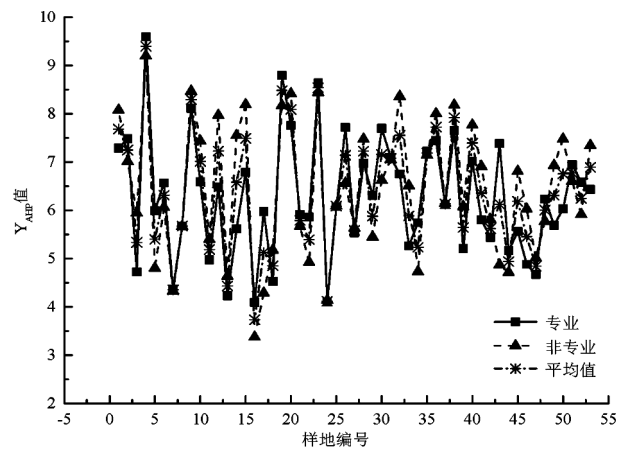


图 2 南宁市花卉公园植物景观样地 AHP 评价价值曲线
Fig. 2 AHP evaluation value curve of plant landscape samples in Nanning Flower Park

由图 2 可见,两类学生的 Y_{AHP} 值虽有一定差异,但差异不大。根据前述综合评分值,用以下公式计算样地景观综合评价指数。

$$CEI = \frac{S}{S_0} \times 100\%$$

式中:CEI 为某样地景观综合评价指数;S 为某样地评价分数值; S_0 为某样地评价理想值,可以通过下面公式得到,即:

$$S_0 = C_0 \times W$$

式中: C_0 为各个因子最高级别的分值;W 为各个因子对应的权重值。

根据 CEI 值进行景观等级分级,将 CEI 值 >80%、70%~80%、60%~70%、50%~60%、<50% 分别划分为 I、II、III、IV、V 级。南宁市花卉公园植物样地景观综合评价值和景观等级评定结果详见表 5。

由表 5 可知,南宁市花卉公园植物景观样地中,达 I 级景观的有 5 个样地,占样地总数的 9.43%;II 级景观 14 个,占 26.42%;III 级景观 13 个,占 24.53%;IV 级景观 15 个,占 28.30%;V 级景观 6 个,占 11.32%。其中综合评价指数为 60% 以上(III 级及其以上景观)的植物景观样地达 32 个,占

表 5 南宁市花卉公园植物群落景观综合评价价值及等级

Tab. 5 Comprehensive evaluation value and grade of plant community landscape in Nanning Flower Park

样地号	专业		非专业 AHP		平均值	
	CEI 值 / %	评价等级	CEI 值 / %	评价等级	CEI 值 / %	评价等级
01	72.87	II	80.74	I	76.81	II
02	74.83	II	70.14	II	72.48	II
03	47.26	V	59.45	IV	53.35	IV
04	95.95	I	91.96	I	93.95	I
05	59.92	IV	48.02	V	53.97	IV
06	65.64	III	60.60	III	63.12	III
07	43.65	V	43.31	V	43.48	V
08	56.72	IV	56.71	IV	56.72	IV
09	81.12	I	84.66	I	82.89	I
10	65.89	III	74.35	II	70.12	II
11	49.71	V	54.01	IV	51.86	IV
12	64.86	III	79.65	II	72.26	II
13	42.30	V	46.36	V	44.33	V
14	56.13	IV	75.48	II	65.81	III
15	67.87	III	81.86	I	74.87	II
16	40.93	V	33.75	V	37.34	V
17	59.71	IV	42.88	V	51.29	IV
18	45.29	V	51.74	IV	48.52	V
19	87.93	I	81.67	I	84.8	I
20	77.57	II	84.15	I	80.86	I
21	59.11	IV	56.68	IV	57.9	IV
22	58.61	IV	49.22	V	53.91	IV
23	86.36	I	84.37	I	85.36	I
24	40.95	V	41.37	V	41.16	V
25	60.75	III	60.9	III	60.83	III
26	77.17	II	65.62	III	71.4	II
27	55.33	IV	56.34	IV	55.84	IV
28	69.71	III	74.75	II	72.23	II
29	63.07	III	54.48	IV	58.77	IV
30	76.93	II	66.23	III	71.58	II
31	70.93	II	70.52	II	70.72	II
32	67.5	III	83.56	I	75.53	II
33	52.6	IV	65.09	III	58.85	IV
34	57.43	IV	47.28	V	52.35	IV
35	72.24	II	71.42	II	71.83	II
36	74.45	II	79.99	II	77.22	II
37	61.19	III	61.47	III	61.33	III
38	76.53	II	81.79	I	79.16	II
39	52.11	IV	60.76	III	56.44	IV

续表 5

样地号	专业		非专业 AHP		平均值	
	CEI 值 / %	评价等级	CEI 值 / %	评价等级	CEI 值 / %	评价等级
40	70.16	II	77.68	II	73.92	II
41	58.04	IV	69.08	III	63.56	III
42	54.33	IV	58.09	IV	56.21	IV
43	73.82	II	48.71	V	61.26	III
44	51.63	IV	47.13	V	49.38	V
45	55.60	IV	68.08	III	61.84	III
46	48.79	V	60.24	III	54.52	IV
47	46.71	V	50.18	IV	48.44	V
48	62.33	III	57.72	IV	60.03	III
49	56.87	IV	69.31	III	63.09	III
50	60.35	III	74.77	II	67.56	III
51	69.43	III	66.06	III	67.74	III
52	65.82	III	59.15	IV	62.48	III
53	64.33	III	73.44	II	68.89	III

60.38%。可见该公园植物景观整体质量为中等偏上水平,但优质植物景观样地较少。

3.3 SBE 法与 AHP 法比较分析

把 SBE 法与 AHP 法的评价结果及排名作统计比较,结果如表 6 所示。

表 6 南宁市花卉公园植物景观样地 Y_{SBE} 值与 Y_{AHP} 值及排序

Tab. 6 Ranking of Y_{SBE} value and Y_{AHP} value of plant landscape samples in Nanning Flower Park

样地号	Y_{SBE}	排序	Y_{AHP}	排序
01	-0.013	25	7.681	8
02	-0.021	26	7.249	12
03	0.056	21	5.336	43
04	0.360	8	9.396	1
05	0.030	22	5.398	41
06	0.591	3	6.313	25
07	-0.622	51	4.349	51
08	-0.202	40	5.673	36
09	0.426	5	8.290	4
10	-0.160	38	7.013	19
11	-0.638	52	5.187	45
12	-0.420	49	7.227	13
13	-0.337	45	4.433	50
14	-0.373	47	6.581	23
15	0.323	11	7.488	10

续表 6

样地号	Y_{SBE}	排序	Y_{AHP}	排序
16	-0.937	53	3.734	53
17	-0.045	29	5.130	46
18	-0.440	50	4.852	48
19	0.262	13	8.481	3
20	0.359	9	8.087	5
21	-0.327	44	5.790	35
22	-0.279	42	5.392	42
23	0.142	19	8.537	2
24	-0.146	37	4.117	52
25	0.426	6	6.084	31
26	0.267	12	7.140	17
27	0.583	4	5.585	39
28	-0.036	28	7.224	14
29	-0.067	32	5.878	34
30	0.193	17	7.159	16
31	0.014	23	7.073	18
32	-0.210	41	7.554	9
33	-0.120	36	5.885	33
34	0.014	24	5.236	44
35	-0.069	33	7.184	15
36	-0.083	34	7.723	7
37	0.329	10	6.134	29
38	0.247	14	7.917	6
39	0.114	20	5.644	37
40	-0.027	27	7.393	11
41	-0.343	46	6.357	24
42	-0.317	43	5.622	38
43	0.201	16	6.127	30
44	-0.084	35	4.938	47
45	-0.401	48	6.184	28
46	-0.192	39	5.452	40
47	-0.047	30	4.845	49
48	-0.050	31	6.003	32
49	0.175	18	6.310	26
50	0.398	7	6.757	22
51	0.603	2	6.775	21
52	0.234	15	6.249	27
53	0.662	1	6.889	20

由表 6 可见,SBE 法和 AHP 法对南宁市花卉公园植物景观的评价结果不完全一致,两者排序差值在 0~20 之间的样地有 42 个,占样地总数的 79.25%;排序差值在 21~30 之间的样地有 6 个,占

11.32%;排序差值>30 的样地有 3 个,占 5.66%。

笔者将 2 种评价均值排名均在前 20 名的样地之群落划为“景观优质植物群落”,南宁市花卉公园有 10 个。其中,乔灌-草群落类型 7 个,占景观优质植物群落数的 70%;灌-草群落类型 2 个,占 20%;藤-灌-草群落类型 1 个,占 10%。

3.4 回归分析

运用回归分析,根据公式筛选出相关性显著因子,回归分析计算结果见表 7。

表 7 回归分析计算结果

Tab. 7 Calculation results of regression analysis

景观评价因子	未标准化系数		t	显著性	共线性统计	
	偏回归系数 (B)	标准错误			容差	方差膨胀因子 (VIF)
C_1	-0.312	0.094	-3.310	0.080	0.029	34.973
C_3	0.179	0.056	3.230	0.084	0.040	24.871
C_7	0.239	0.073	3.264	0.082	0.037	27.136
C_{10}	0.180	0.049	3.648	0.068	0.064	15.505
C_{15}	-0.103	0.032	-3.255	0.083	0.086	11.571

注:t——回归系数检验的统计量观测值。

根据表 7 的回归分析计算结果,建立 Y_{SBE} 与相关性显著的 5 个评价因子的回归方程:

$$Y_{SBE} = 0.312C_1 + 0.179C_3 + 0.239C_7 + 0.180C_{10} - 0.103C_{15}$$

研究表明,采用 SBE 法评价植物景观时,评判者主要从植物群落的乔木层特征(C_{10})、植物观赏特性(C_1)、植物景观空间(C_7)、植物景观特色(C_{15})、植物景观的色相和季节变化(C_3)等因子评价,其它评价因子对美景度影响较小,说明评判者关注重点是植物的美学功能而非生态效益。回归分析结果从侧面反映 SBE 法评价趋于主观,而 AHP 法是定性与定量结合,兼顾植物的美学和生态学功能,评价相对客观。

根据上述评价结果,南宁市花卉公园景观优质的植物群落有 10 个(表 8)。

由表 8 可见,南宁市花卉公园景观优质的植物群落层次较分明,结构合理,物种丰富,热带亚热带特色鲜明,体现了公园植物景观的区位优势。

4 结论与讨论

南宁市花卉公园均为人工园林植被且群落类型

表 8 南宁市花卉公园景观优质的植物群落
Tab. 8 High-quality plant communities in Nanning
Flower Park

样地号	群落类型	植物配置
04	乔-灌-草	中国无忧花+垂叶榕-扇叶露兜树+变叶榕+扇叶榕+灰莉+叶子花+亮叶朱蕉-红苞喜林芋+绿杆喜林芋+海芋+蜘蛛抱蛋+毛虾蟆草
09	乔-灌-草	榕树+玉蕊-假连翘+叶子花+紫薇+亮叶朱蕉-羽叶喜林芋+合果芋+葱兰+沿阶草+沟叶结缕草
19	乔-灌-草	董棕-散尾葵+金边龙舌兰+龙吐珠-海芋+葱兰+沟叶结缕草
23	乔-灌-草	大王椰+琴叶榕-朱缨花+朱蕉-水鬼蕉+羽叶喜林芋+沟叶结缕草
26	乔-灌-草	麻楝+董棕-龙血树+金边龙舌兰-水鬼蕉+遍地黄金+沟叶结缕草
30	乔-灌-草	南洋杉-直立山牵牛+叶子花+亮叶朱蕉-水鬼蕉+羽叶喜林芋+海芋+毛虾蟆草+沟叶结缕草
38	乔-灌-草	垂叶榕-亮叶朱蕉+绿叶朱蕉-海芋+吊竹梅
20	灌-草	散尾葵+龙船花+亮叶朱蕉+龙吐珠-羽叶喜林芋+海芋+葱兰+沟叶结缕草
53	灌-草	叶子花-沿阶草+遍地黄金+沟叶结缕草
15	藤-灌-草	蒜香藤-红花檵木+朱槿+鹅掌柴-沟叶结缕草

多样性丰富,加之受时间、人力等所限,论文研究中选取的植物景观样地类型代表性不够强,可能难以完全反映公园植物景观质量全貌,也未能对样地分别一年四季景观进行多次评价;部分评判者未到实地观察而仅仅是根据样地照片打分,难以确保准确性且表现较强的主观性;南宁市城市公园已进行过植物景观评价研究,但仅采用 AHP 法或 POE 法进行评价和研究^[11,12],本研究运用 AHP 法和 SBE 法相结合,避免了使用单一评价法造成的片面性。

通过采用 SBE 法和 AHP 法,对花卉公园植物景观的评价结果显示其质量处中上水平,但景观优

质的植物群落较少,这与南宁市其他公园植物景观评价结果^[11,12,13]相似,因此,可认为南宁市公园植物景观质量为中等水平,有进一步改善提升的空间。对 2 种评价方法得出的结果均值排名在前 20 名的 10 个植物群落样地景观进行实例分析,结果表明,层次丰富、植物种类多样、花多艳美或叶形、叶色独特等植物群落搭配更能吸引游客。

参考文献:

- [1] 俞孔坚. 论景观概念及其研究发展[J]. 北京林业大学学报,1987(4):433-439.
- [2] 陈宇. 景观评价方法研究[J]. 室内设计与装修,2005(3):12-15.
- [3] 苏雪痕. 植物造景[M]. 北京:中国林业出版社,1994.
- [4] 文和群,刘演,韦发南. 广西单子叶植物区系及资源特点[J]. 广西植物,2000(1):18-26.
- [5] 刘超. 基于 SBE 法的长沙洋湖湿地公园植物景观评价研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2015:23-29.
- [6] 谢珊珊. 郑州城市公园植物群落配置模式及景观美学研究[D]. 郑州:河南农业大学,2016.
- [7] 刘瑞雪,彭媛媛. 基于层次分析法的城市滨海绿地植物景观评价[J]. 西北林学院学报,2017,32(4):288-293.
- [8] 杨科. 成都市综合公园植物群落景观研究[D]. 雅安:四川农业大学,2010.
- [9] 陶永娟,刘敏,孙玉莹,等. 基于 SBE 法的临沂大学校园植物群落景观评价[J]. 现代园艺,2018(15):37-39.
- [10] 郑瑶. 重庆市秋季常见园林植物色彩定量研究[D]. 重庆:西南大学,2014:24-29.
- [11] 蒋冬敏. 南宁市三个新建公园园林植物调查与植物景观评价研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2015.
- [12] 黄月明. 南宁市金花茶公园绿地植物景观评价[D]. 南京:南京农业大学,2015.
- [13] 黄海玲,龚本海. 南宁市金花茶公园植物造景分析与评价[J]. 南方农业学报. 2011,42(11):1378-1381.

(责任编辑 许易琦)

(上接第 181 页)

- [3] 南海龙,刘立军,王小平,等. 森林疗养漫谈[M]. 北京:中国林业出版社,2016.
- [4] 南海龙,王小平,刘立军,等. 森林疗养漫谈 II[M]. 北京:中国林业出版社,2018.
- [5] 刘瑞新. 关于我国茶叶深加工与综合利用的研究综述[J]. 中国集体经济,2014(34):64-65.

- [6] 马春霓. 茶叶中的化学成分[J]. 农村经济与科技,2017,28(14):43-45.
- [7] 张龙,林益珍. 茶叶内含物的防病治病[J]. 蚕桑茶叶通讯,2000(2):37.

(责任编辑 杨焱熔)

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2020.02.037

基于海绵城市原理的湿地公园规划研究

——以江门市潮连小海河湿地公园为例

梁惠珊

(广东省岭南综合勘察设计院,广东 广州 510000)

摘要:基于海绵城市设计原理,以江门市潮连小海河湿地公园规划为例,针对小海河湿地公园的资源特色和功能需求,从功能分区、道路系统规划、植物景观规划、海绵系统规划等方面着手,提出最适合潮连小海河湿地公园发展的途径,以期解决湿地公园存在的水质恶化、河道变窄、生物多样性减少和生态功能下降等问题,打造以生态旅游为主题的生态海绵湿地景观,为湿地公园海绵系统设计提供参考案例。

关键词:湿地公园;海绵城市;功能分区;海绵系统规划;植物配置;江门市潮连小海河

中图分类号:S731.2;S759.91;Q178.5 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2020)02-0195-06

引文格式:梁惠珊.基于海绵城市原理的湿地公园规划研究——以江门市潮连小海河湿地公园为例[J].林业调查规划,2020,45(2):195-200.

LIANG Huishan. Planning of Wetland Park Based on Principles of Sponge City——A Case Study of Xiaohaihe Wetland Park of Chaolian in Jiangmen City [J]. Forest Inventory and Planning, 2020, 45(2): 195-200.

Planning of Wetland Park Based on Principles of Sponge City

——A Case Study of Xiaohaihe Wetland Park of Chaolian in Jiangmen City

LIANG Huishan

(Lingnan Integrated Exploration and Design Institute of Guangdong, Guangzhou 510000, China)

Abstract: Based on the design principle of sponge City, the planning of Xiaohaihe Wetland Park of Chaolian in Jiangmen City was studied from functional zoning, road system planning, plant landscape planning and sponge system planning, aiming at the resource characteristics and functional requirements. The most suitable way for the development of Xiaohaihe Wetland Park was put forward to solve the problems of water quality deterioration, river channel narrowing, biodiversity reduction and ecological function decline, and create an ecological sponge wetland landscape with the theme of ecotourism, and provide a reference case for the sponge system design of wetland park.

Key words: wetland park; sponge city; functional zoning; sponge system planning; plant allocation; Xiaohai River of Chaolian, Jiangmen City

湿地公园是指以保护湿地生态系统、合理利用湿地资源、开展湿地宣传教育和科学研究为目的,可

供开展生态旅游等活动的特定区域^[1],是满足居民开展户外活动的重要开放空间,是提供游憩、科普等

收稿日期:2019-08-02.

第一作者:梁惠珊(1989-),女,广东东莞人,工程师.主要从事风景园林、城市规划等工作.

活动的城市公园绿地,同时对城市防洪调蓄起到重要作用。

江门市潮连小海河湿地公园位于小海河的下游段,是潮连岛内环水系的重要组成部分。现状河岸多处被农地占用,河道变窄,河岸景观破碎,影响防洪,同时两岸倾倒垃圾现象较多,严重污染水质。借助江门市创建国家森林城市和潮连岛建设内环水系的契机,对小海河下游段进行全面规划,为改善下游湿地环境、保护生物多样性和潮连岛防洪调蓄提供有效途径。

1 海绵城市设计理念概述

1.1 海绵城市的原理

通过城市规划、建设的管控,从“源头减排、过程控制、系统治理”着手,综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施,统筹协调水量与水质、生态与安全、分布与集中、绿色与灰色、景观与功能、岸上与岸下、地上与地下等关系,有效控制城市降雨径流,最大限度地减少城市开发建设对原有自然水文特征和水生态环境造成的破坏,城市能够像“海绵”一样,在适应环境变化、抵御自然灾害等方面具有良好

的“弹性”,实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式^[2]。

1.2 海绵城市与湿地公园的关系

海绵城市有利于达到修复城市水生态、涵养城市水资源、改善城市水环境、保障城市水安全、复兴城市水文化的多重目标。湿地公园建设能在提高水环境质量,维护湿地生态系统,保护区域生物多样性的同时,兼顾水利防汛的作用。运用海绵城市原理指导湿地公园规划,能促进保护湿地,优化湿地生态环境,延续湿地功能,高效收集、净化、储存雨水,调节区域生态环境,补充地下水源,缓解城市内涝。

2 基于海绵城市原理的潮连小海河湿地公园规划

2.1 公园概况

江门市潮连小海河湿地公园位于江门市蓬江区潮连街道东南部,东与江门市荷塘镇、中山市古镇隔江相邻,西南与江门市区隔水相望。湿地公园规划面积 36.86hm²,其中湿地面积 17.51hm²,湿地率达 47.50%,主要为河流型湿地和洪泛平原湿地(图 1)。



图 1 规划范围

Fig. 1 Planning area

湿地公园植物资源丰富,乔木主要有湿地松(*Pinus elliottii*)、落羽杉(*Taxodium distichum*)、小叶

榕(*Ficus concinna*)、木荷(*Schima superba*)、山乌柏(*Sapium discolor*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、鸭脚

木(*Schefflera octophylla*)、橄榄(*Canarium album*)、木棉(*Gossampinus malabarica*)、芒果(*Mangifera indica*)、美丽异木棉(*Ceiba speciosa*)等。灌木主要有三桠苦(*Evodia lepta*)、九节(*Psychotria rubra*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、毛冬青(*Ilex pubescens*)、山苍子(*Litsea cubeba*)、夹竹桃(*Nerium indicum*)等。草本植物主要有海金沙(*Lygodium japonicum*)、狗脊(*Cibotium barometz*)、淡竹叶(*Lophatherum gracile*)、水菖蒲(*Acorus calamus*)、鹧鸪草(*Eriachne pallescens*)、乌毛蕨(*Blechnum orientale*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、岗松(*Baeckea frutescens*)等。公园动物资源较少,鸟类主要有禾花雀、燕子、野鸭等;两栖、爬行类主要有青蛙、龟、青竹蛇等;鱼类主要有草鱼、鳊鱼、鲤鱼等。

当前小海河两岸建设用地规模不断增加侵占水域,造成水域面积减少,蓄调能力降低,生态用地面

积显著下降,生态空间相对萎缩,湿地破碎化严重,生态系统自我修复、自我调节能力明显下降,河道缺乏有效的管理,养殖、种植导致的水污染和水土流失现象尤为突出。

针对潮连小海河湿地公园的劣势和问题,遵循“全面保护、科学修复、合理利用、持续发展”的原则,基于海绵城市原理,规划营造水生态安全的海绵基底,搭建符合海绵城市的生态网络,创造蛙鸣鸟叫的栖息生境,使潮连小海河湿地公园成为集共享交流、海绵课堂、湿地涵养、休闲游憩功能于一体的湿地公园。

2.2 功能分区

根据《湿地公园总体规划导则》中对湿地公园功能分区的要求,结合潮连小海河湿地公园的自然景观、地形地貌、资源分布、发展需求等,将湿地公园分为 5 个功能区,即湿地保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区和管理服务区(图 2,图 3)。

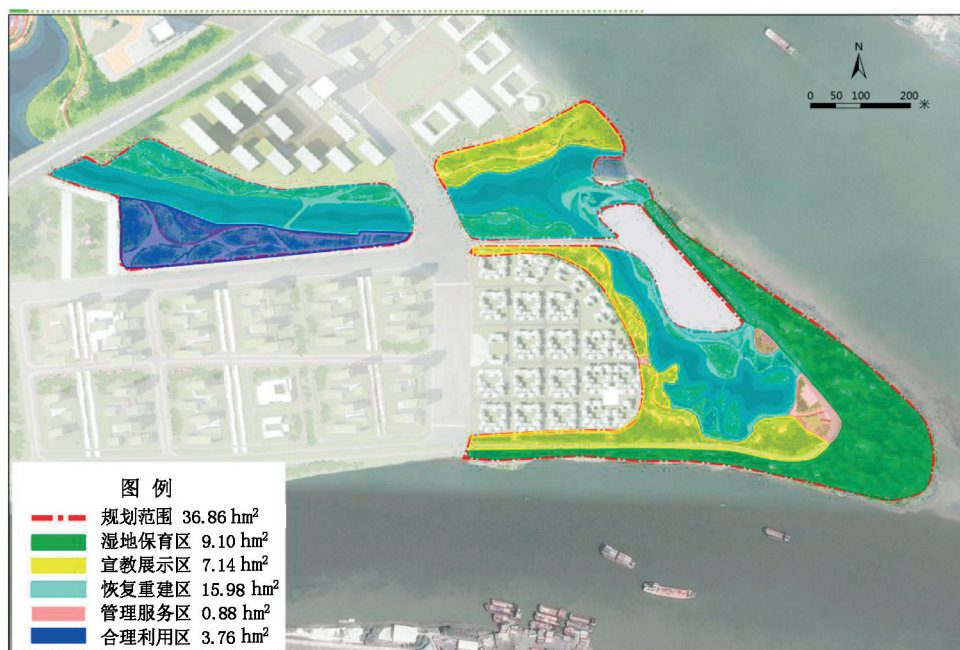


图 2 功能分区

Fig. 2 Functional zoning

2.2.1 湿地保育区

面积 9.10 hm², 占总面积的 24.69%。本区域包括大面积落羽杉林和沿江滩涂,生态环境较好,人为干扰度较小,生物多样性丰富。采用整体封育保护,最大程度地保护本区域内湿地生态系统及生物多样性,对部分地段进行景观和生态恢复,集中展示和体现小海河湿地公园的自然性、生态性和原生性。

2.2.2 恢复重建区

面积 15.98 hm², 占总面积的 43.35%。将本区域原有鱼塘整合成溪流与小海河相连接,以消涨带植被恢复、漫滩湿地生态系统修复、河漫滩地治理工程为重点重建两岸生态驳岸,恢复与重建水生植被以恢复湿地的生境和生物多样性,减少人为活动干扰,打造多样的湿地景观。

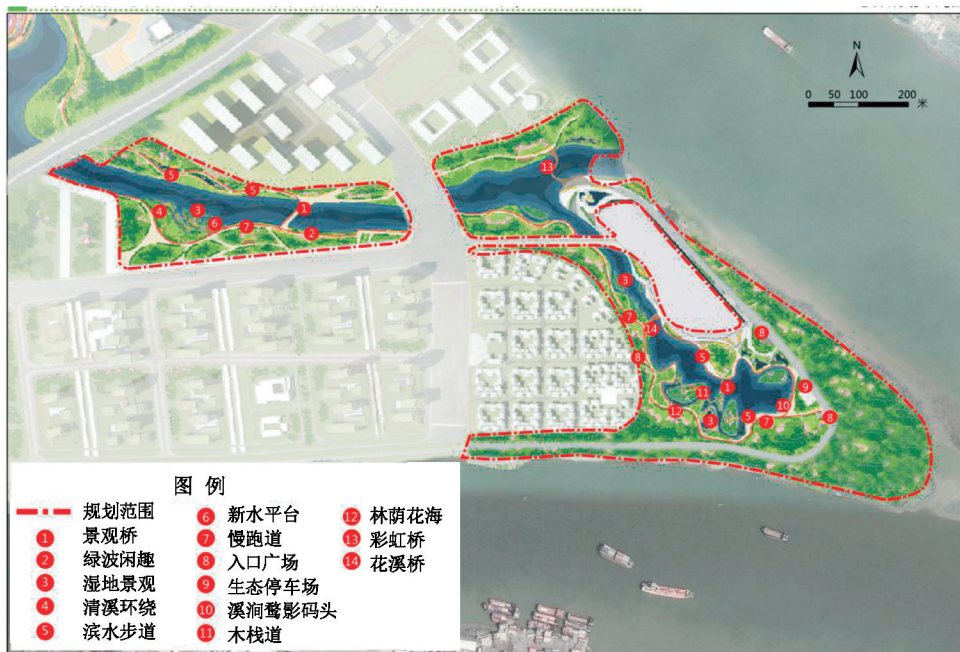


图 3 总体布局

Fig. 3 Overall layout

2.2.3 宣教展示区

面积 7.14 hm², 占总面积的 19.37%。本区域是开展湿地科普宣教、生态文明建设和生态休闲游憩的主要场所。向公众展示湿地保护与恢复成果、湿地生态特征、生物多样性、湿地文化、科研与监测成果等生态功能的区域。充分利用湿地与滩涂景观, 结合科普宣传牌和手册等普及湿地保护常识、湿地生态功能等内容, 开展科普宣传活动, 提升公众的湿地保护意识。

2.2.4 合理利用区

面积 3.76 hm², 占总面积的 10.20%。本区域是开展湿地休闲游憩体验的主要场所, 也是公园内湿地自然景观和地域人文景观集中分布的区域。根据立地条件因地制宜地开展湿地生态旅游, 在保护前提下, 可以开展湿地生态文化展示、湿地休闲、生态旅游、观光等活动。结合湿地生态教育、亲水活动科学设计湿地游览线路, 开发别具一格的湿地生态旅游产品, 让游客在湿地公园内能够走进湿地、亲近自然, 获得独特的滨水体验, 领略一方风土人情。

2.2.5 管理服务区

面积 0.88 hm², 占总面积的 2.39%。本区域包括湿地公园的日常运行管理、旅游服务等机构和保护管理基础设施, 配备相应设备, 实现良好的管理、保护和服务功能。

2.3 道路系统规划

湿地公园建设的目的是保护湿地动植物和湿地生态系统。各级道路不得穿过湿地保育区, 将人类活动对湿地的干预降到最低。道路系统应结合水体、绿地建设慢行休闲道路, 在河道两侧亲水空间设置步行专用道, 滨水慢行道在满足安全条件基础上应尽量贴近水岸布局, 公园绿地可形成自我闭合的慢行路线, 慢行道路的路面材料应具备舒适、安全、耐久、环保的特性, 且外观一致, 易于识别。骑行道采用彩色沥青或透水混凝土路面, 步行道可采用透水砖, 滨水游憩局部可采用木栈道, 在生态浮岛间也可建设木栈道(图 4)。

2.4 植物景观规划

湿地公园内现存景观效果良好的大树应全部保留, 新增树种以乡土树种为主, 在节约建设成本的同时减少后期景观的维护费用。配置时应注意不同树种的生态要求, 注重速生树种与慢生树种、落叶与常绿树种的搭配, 使之成为稳定的植物群落; 植被搭配方式应同时兼具景观艺术性。合理设计各景点在不同季节的观赏效果, 形成春花、夏花、秋叶、冬果的丰富观赏效果。在配置过程中应适当选择耐盐碱的乡土树种, 在美化水景的同时净化水体, 营造鸟类栖息地, 优化局部生态系统(表 1)。



图 4 道路系统规划

Fig. 4 Road system planning

表 1 湿地公园植物规划

Tab. 1 Plant planning of Wetland Park

骨干树种	春景树种选择	夏景树种选择	秋景树种选择	冬景树种选择
乔木 落羽杉、小叶榄仁	红叶李、桃、刺桐、乌桕、三角枫、垂柳等	台湾栾树、落羽杉、腊肠树、无患子、三角槭等	桂花、红花羊蹄甲等	油茶、红木、柠檬桉、梅、黄槐、鹅掌柴等
灌木 海桐、连翘	海桐、细叶冬青、杜鹃、连翘等	棣棠、假连翘、红檵木等	茶梅、木槿等	郁李、雀梅藤、含笑、山茶花、洋紫荆等
地被 彩叶草、银叶菊	紫背竹芋、金叶苔草等	彩叶草、沿阶草等	粉黛乱子草、银叶菊、葱兰等	蔓马缨丹、决明等
水生 千屈菜、水葱	鸢尾、荇菜等	菖蒲、千屈菜、荷花、香蒲等	芦苇、水葱、慈姑等	

2.5 海绵系统规划

根据海绵城市建设要求,以自然积存、自然渗透、自然净化为设计特征,运用雨水花园、漂浮湿地岛、开放式表流湿地、净化湿地、(初雨/尾水)除磷池等 5 项海绵技术措施,实现雨水资源利用、生物栖息地建构、生态环境保护的建设目标(图 5)。

2.5.1 净化湿地

主要设置在小海河北岸。初期雨水径流分配到整个滤池表面,水垂直渗透过滤基质得到过滤,而营养物质经基质中的细菌降解被植物吸收后,水得到净化。净化后的水通过底部收集管道排入小海河。

2.5.2 漂浮湿地岛

湿地公园内设置多个湿地岛。浮动式净化岛的

生态介质和植物对 TSS 和 TP 有极高去除效果, TN 的削减率也相对较高。复合微曝气系统在处理水的过程中能产生更高浓度的溶解氧,即使是水深很大,也不影响溶解氧的浓度,水中的溶解氧会促进微生物活性,水体在微生物作用下得到净化。同时,湿地岛的设置使湿地景观多样化,提升游园乐趣。

2.5.3 阶梯式除磷池

主要设置在小海河南岸。原理与净化湿地相似,地下滞留沉淀池处理过的污水分配到整个滤池表面。水垂直渗透过滤基质,基质中的细菌将富营养物质降解,植物吸收后,水得到净化后排入小海河。

2.5.4 雨水花园

雨水花园可以对雨水进行有效的净化处理,并



图 5 海绵系统规划

Fig. 5 Sponge system planning

依靠下凹地表和地下砾石层空隙的滞留空间对雨水进行暂时滞留削峰。地面径流首先通过洼地内表面的植被过滤,去除粗糙的沉积物;随后通过过滤基质进一步过滤,过滤后的水通过基床底部的穿孔管以小流量输送到下游。根据底部卵石层和出流井的设置不同,雨水花园可达到不同程度的控制效果,不同的雨水花园植物形成缤纷多彩的季节性植物景观。在局部植入休息和观赏空间,实现人与海绵设计的近距离接触。

2.5.5 开放式表流湿地

在鱼塘原地质的基础上,通过挖地整合,人工开挖新的河道与小海河相连,这既能起到在降雨时滞留雨水的作用,又具有一定的净化雨水能力,是水网式蓄洪和生态系统框架的重要组成部分。湿地浅水净化区可结合周边景观构建,景观塘中配置大量净化群落,包括挺水植物和沉水植物以及适宜动物栖息的复合种群,也具备一定的观赏效果。

3 结语

如何解决江门市潮连岛经济发展与生态建设问题,构建活力潮连、生态水岸,是潮连岛面临的一个

严峻问题。本文基于海绵城市原理,以潮连小海河湿地公园规划为例,将湿地保护、合理利用与城市防洪调蓄相结合,从功能分区、道路系统、植物配置、海绵系统设计 4 方面探讨解决湿地公园水质恶化、河道变窄、生物多样性减少、生态功能下降等问题,以生态旅游为主题打造生态海绵的湿地景观,以期为其它地区的湿地公园海绵系统设计提供参考案例。

参考文献:

- [1] 国家林业局. 湿地公园总体规划导则[Z]. 2010.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T51345-2018, 海绵城市建设评价标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [3] 邓小明. 河流型国家湿地公园功能区规划方法探析[J]. 湿地科学与管理, 2015(1): 4-7.
- [4] 程涉, 卢鑫昱, 胡海波. 基于生态理念的城市湿地公园规划研究——以太仓市金仓湖湿地公园为例[J]. 设计, 2018(21): 29-32.
- [5] 王茜. 基于海绵城市理念的湿地公园设计——以哈尔滨群力雨洪公园为例[J]. 中国花卉园艺, 2017(2): 54-55.

(责任编辑 张林艳)

《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”



高山植被



国内定价：20.00元（全年120.00元）
Price(abroad): 5.00 dollars(30.00 dollars yearly)

广告经营许可证号：5300004000093

ISSN 1671-3168



9 771671 316202